เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวระบบก่อสร้างเร็ว ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสำเร็จรูป

นาย สนธพล กริชนวรักษ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมการก่อสร้าง ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6074-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEMPORARY HOUSING DESIGN TECHNIQUE IN RAPID PROCESS WITH PREFABRICATED STEEL CONSTRUCTION

Mr. Sontaphol Krichnavaruk

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Construction Technology

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2004
ISBN 974-17-6074-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวระบบก่อสร้างเร็วด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสำเร็จรูป
โดย	นาย สนธพล กริชนวรักษ์
ภาควิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลาหชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จาตุรนต์ วัฒนผาสุก

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆสิต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลาหชัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จาตุรนต์ วัฒนผาสุก)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

..... กรรมการ
(คุณ สมภพ สุวรรณหงส์กุล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนธพล กริชนวรักษ์ : เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวระบบก่อสร้างเร็วด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสำเร็จรูป. (TEMPORARY HOUSING DESIGN TECHNIQUE IN RAPIDLY PROCESS WITH PREFABRICATED STEEL CONSTRUCTION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. พรชัย เลาหชัย, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. จาตุรนต์ วัฒนผาสุก, 173 หน้า, ISBN 974-17-6074-4.

"มนุษย์" สิ่งมีชีวิตที่ความเฉลียวฉลาดมากที่สุดในโลก แต่ก็มีความต้องการสิ่งต่างๆ ในการดำรงชีวิตเฉกเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ มนุษย์ได้พัฒนารูปแบบการอยู่อาศัยให้เหมาะสมกับลักษณะความเป็นอยู่ และสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่มนุษย์จะต้องเผชิญในการเอาชีวิตรอด แต่พัฒนาการของเทคโนโลยีอันทันสมัยกลับทำให้ความสามารถในการปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมลดลง เมื่อเกิดเหตุที่ทำให้สูญเสียปัจจัยในการดำรงชีวิต มนุษย์จึงไม่สามารถปรับตัวให้ตอบสนองกับเหตุการณ์เหล่านั้นได้อย่างทันท่วงที

การไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ต้องได้รับการช่วยเหลือจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งทางภาครัฐ และเอกชน ซึ่งได้เตรียมความพร้อมสำหรับการแก้ไขปัญหาของผู้ประสบภัยให้กลับเข้าสู่สภาวะปกติโดยเร็วที่สุด ที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และประกอบกิจกรรมในระหว่างการช่วยเหลือ ในหลายๆ ประเทศได้มีการออกแบบอาคารชั่วคราวเพื่อใช้ในกรณีดังกล่าวไว้หลายรูปแบบ สำหรับในประเทศไทยเริ่มมีการออกแบบอาคารลักษณะดังกล่าวอย่างเป็นทางการขึ้นเป็นครั้งแรก ในโครงการอาคารพักอาศัยชั่วคราว ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์

อาคารพักอาศัยชั่วคราวเป็นอาคารสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นในระบบอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ด้วยวัตถุดิบที่ผลิตได้อย่างสำเร็จรูป มีมาตรฐาน และในปริมาณมาก รูปแบบของอาคารมีการพัฒนาตามวัสดุสมัยใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไป จากผ้าสู่ไม้ จากไม้สู่เหล็ก จากเหล็กสู่วัสดุสังเคราะห์ โดยมีกระบวนการติดตั้งที่สะดวก รวดเร็ว สามารถขนส่งไปในพื้นที่ต่างๆ ได้โดยสะดวก โดยเฉพาะเมื่อมีการผนวกแนวคิดของการออกแบบอาคารสำเร็จรูป เข้ากับทฤษฎีการออกแบบอาคาร ทำให้เกิดรูปแบบของอาคารที่มีประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลายขึ้น

ในการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวแบบสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงเทคนิค และรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ ทั้งในกระบวนการออกแบบ การผลิตชิ้นส่วน และการดำเนินการติดตั้ง โดยเฉพาะรายละเอียดการติดตั้ง ที่จะส่งผลต่อการเลือกวิธีการออกแบบ และผลิตชิ้นส่วนเป็นอย่างมาก เช่น อาคารตัวอย่างในการวิจัยนี้ใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบโครงสร้างเหล็ก โดยเลือกใช้ระบบ Knock down ในการติดตั้ง ทำให้จุดเชื่อมต่อ และลักษณะรอยต่อของชิ้นส่วนเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ต้องมีการคำนวณแบบรอยต่อถึงในระดับมิลลิเมตร เพื่อให้การติดตั้งทำได้ง่าย และสามารถปรับปรุง เพิ่มเติมการใช้สอยได้อย่างหลากหลาย ภายใต้ระบบพิกัดมูลฐานขนาด 0.60x0.60 ม. ที่เป็นสัดส่วนร่วมจากเลขคู่ 0.20 ม.กับเลขคี่ 0.30 ม.

จากการศึกษาข้อมูลที่สรุปได้ และการทดสอบในอาคารตัวอย่าง แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดที่เป็นรูปธรรมในด้านเทคนิคการออกแบบอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่มีรูปแบบเหมาะสมกับสภาวะของประเทศไทย และตอบสนองต่อการใช้สอยขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่ผู้ออกแบบทุกคนควรจะต้องคำนึงถึงในการออกแบบอาคารพักอาศัยชั่วคราวให้มีความเหมาะสมกับประเทศไทย

ภาควิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2547	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4574233725 : MAJOR ARCHITECTURE
KEY WORD : TEMPORARY HOUSING / PREFABRICATED CONSTRUCTION DESIGN TECHNIQUE.

SONTAPHOL KRICHNAVARUK : TEMPORARY HOUSING DESIGN TECHNIQUE IN RAPID PROCESS WITH PREFABRICATED STEEL CONSTRUCTION.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PORNCHAI LAOHACHAI,
THESIS CO-ADVISOR : ASST. PROF. CHATURON VADHANABHASUK,
173 pp. ISBN 974-17-6074-4.

Even though “HUMAN” is the most intelligent creature in the world, They still need lots of factor like other creatures in living their lives. Human keeps developing their housing to suit with the style of living and the overall environment, which they have to survive through. However, The level of human’s ability to adjust themselves according to the change of environment is decreasing. Ever since the highly developed technology took part in human’s life.

The inability of the human, as already mentioned, caused them to require assistances from both government and private organizations in time of the crisis. HOUSING is one of the most important necessities in the process of rescuing human in crisis. In many countries, They even created designs for temporary housing for the matter. In Thailand, The designs of the temporary housing was firstly developed in THE TEMPORARY HOUSING PROJECT in Namkor district, Petchabune province.

Prefabricated temporary housing, like used in Namkor, is developed in the industrial system. They mostly use the standard instant materials and the designs have been changed gradually due to the change of materials from textiles to wood, from wood to steel and from steel to the synthetic materials. The advantage of the materials that could be installed quickly and the fact that it was easy to transfer in addition with the concept of instant building design theory, The multipurpose building was created.

In designing the instant temporary housing, the Architect would have to think carefully about the technique, overall details in design process, fragment manufacturing and installation process. The most important detail is the breakdown of installation process, as it will effect a lot on the design method and also the fragment manufacturing. For example, The building mentioned in this research used a steel construction design with knock down system, so the joints of each steel components was very significant to the overall construction that the Architect had to calculate in millimeter scale. …….

From the study and experiments in the field, it could be concluded that the tangible concept of the design techniques in the temporary housing is appropriate with Thailand’s overall condition and suitable with the fundamental usage, which is the first consideration factor in housing design in Thailand.

Department of Architecture	Student’s signature……...
Field of study Architecture	Advisor’s signature……...
Academic year 2004	Co-advisor’s signature…….

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยเพื่อจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้หากขาดซึ่งความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆ ท่านซึ่งให้ทั้งข้อมูล คำปรึกษา คำแนะนำ และคำติเตียนต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานของผู้ดำเนินการวิจัยเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงขออนุญาตกล่าวแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณคณาจารย์ท่านต่างๆ ผ.ศ. พรชัย เลาหชัย, ผ.ศ. จาตุรนต์ วัฒนผาสุก ที่กรุณาให้คำปรึกษาในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการให้ข้อมูล และแนวความคิด ที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยไปได้อย่างมีทิศทางจนกระทั่งแล้วเสร็จ ผ.ศ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์, อ.ทวี สีบุญเรือง ที่จุดประกายในการศึกษา และการกำหนดหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป คุณ สยามศักดิ์ จารุอาภรณ์ประทีป ที่ทำวิจัยอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่ ต.น้ำก้อ ทำให้ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมาย และความต้องการของการวิจัยได้

ขอขอบคุณ ศ.นพ. ดำรง เหรียญประยูร ผู้อำนวยการสำนักงานอาสากาชาด สภากาชาดไทย ที่ให้ข้อมูลด้านการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และความต้องการที่เกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนของการแก้ไขปัญหาจากการเกิดเหตุสาธารณภัยต่างๆ , คุณ สมภพ สุวรรณหงส์กุล บริษัท บีเอชพี สตีล ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้คำปรึกษา และข้อมูลด้านเทคนิคในการออกแบบอาคารโครงเหล็ก รวมถึงการให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าชมกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอาคารในโรงงานของบริษัท, คุณ ราเชนทร์ ปันเดย์ บริษัท คนสร้างบ้าน โปรดักชั่น จำกัด ที่ให้ความรู้ด้านวัสดุ และเทคนิคการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูป

และที่สำคัญที่สุดคือ ขอขอบคุณครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ ที่กระตุ้น และทำให้ผมได้มีโอกาสในการศึกษามาจนถึงทุกวันนี้ จนทำให้เกิดผลงานการวิจัยที่คิดว่าเป็นประโยชน์ทั้งต่อตัวผมเอง ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการวิจัย และต่อสังคมในการที่จะมีหนังสือทางวิชาการที่สรุปแนวทางในการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ที่สามารถก่อสร้างได้โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในการก่อสร้าง และสามารถนำไปใช้สอยแบบชั่วคราวได้อย่างมีประโยชน์ดังที่จะปรากฏในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญภาพ.....ฎ
สารบัญตาราง.....ณ
สารบัญแผนภูมิ.....ด
บทที่ 1. บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....4
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....4
1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย.....4
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....5
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....5
1.9 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....6
1.10ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานวิจัย.....7
บทที่ 2. ความต้องการอาคารใช้สอยของมนุษย์.....9
2.1 นิยาม และความหมายของคำ.....9
2.2 ความต้องการของมนุษย์ และการเกิดขึ้นของอาคารพักอาศัย.....9
2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบอาคารพักอาศัย.....11
2.3.1 รูปแบบของสถาปัตยกรรมพักอาศัยในแต่ละท้องถิ่น.....13
- ประเทศไทย.....13
- ประเทศญี่ปุ่น.....15
2.3.2 กระโจม จุดกำเนิดของ Prefabricated Construction.....16
2.4 ความต้องการอาคารพักอาศัยในกรณีฉุกเฉิน.....18
2.1.1 การเกิดเหตุภัย และกรณีฉุกเฉินต่างๆ.....18
2.1.2 การช่วยเหลือผู้ประสบภัยในเหตุ และกรณีฉุกเฉิน.....20
2.1.3 การให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยในประเทศไทย.....22
2.1.4 บ้านพักอาศัยชั่วคราวสำหรับกรณีฉุกเฉิน.....26
- Super-Adobe: Sandbag and barbed wire, Emergency shelter ประเทศสหรัฐอเมริกา.....26

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- บ้านพักฉุกเฉินเมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น.....28
- บ้านพักฉุกเฉิน ประเทศเวียดนาม.....30
- บ้านพักฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ประเทศไทย.....32
- ผลการสำรวจความคิดเห็นผู้อยู่อาศัย โครงการบ้านพักฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์.....36
- สิ่งที่ผู้ประสบภัยเสนอแนะให้มีการแก้ไขในตัวบ้านพักฉุกเฉิน และในการช่วยเหลือครั้งต่อไป.....40

บทที่ 3. เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป.....43

3.1 อาคารพักอาศัยสำเร็จรูป.....43

3.2 การแบ่งประเภทของชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป.....44

3.2.1 ชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักมาก.....44

3.2.2 ชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักน้อย.....45

3.3 เทคโนโลยีการใช้วัสดุสังเคราะห์ในการก่อสร้างอาคารในอนาคต.....47

3.3.1 อาคารโครงการศูนย์ศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์.....48

3.1.2 อาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House ประเทศ New Zealand.....51

3.4 ระบบประสานทางพิกัด กับการก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป.....54

3.4.1 กระบวนการออกแบบอาคารโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด.....55

บทที่ 4. วิธีการดำเนินการวิจัย.....63

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....63

4.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ.....63

4.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ.....64

4.2 การเลือกตัวอย่างในการวิจัย.....65

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....66

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....66

4.5 การก่อสร้างอาคารตัวอย่าง.....67

4.6 การสรุปผลการวิจัย และการเสนอแนะแนวทางในการวิจัยต่อไป.....67

บทที่ 5. รายละเอียดการออกแบบ และการก่อสร้างอาคารทดลอง.....69

5.1 แนวความคิด และจุดมุ่งหวังของการออกแบบ.....69

5.2 เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป.....72

5.2.1 การเลือกระบบมิติ และตารางพิกัดที่เหมาะสมกับความต้องการ.....72

5.2.2 การกำหนดขนาด สัดส่วน รูปแบบ และพิกัดมูลฐานของอาคาร.....73

5.1.3 การจัดวางตำแหน่งผังพื้น และผนังอาคาร.....74

5.1.4 การคัดเลือก และออกแบบระบบโครงสร้างอาคาร.....75

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1.5 การออกแบบระบบการถ่ายเทน้ำหนัก และฐานรากอาคาร..... 76

5.1.6 การกำหนดขนาด และสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคาร.....79

5.1.7 การออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร รอยต่อ และวิธีการติดตั้ง..... 80

5.1.8 การออกแบบโครงสร้างหลังคา ระบบระบายน้ำ และระบบประกอบอาคาร.....82

5.1.9 การตรวจสอบคุณสมบัติพิเศษ และเทคนิคการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอาคาร.....84

5.3 การเขียนแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบ.....86

5.3.1 การตรวจสอบขนาด สัดส่วน และความสามารถในการรับแรงของวัสดุ.....86

5.3.2 การตรวจสอบความสามารถในการติดตั้ง รอยต่อ และอุปกรณ์เชื่อมต่อ.....90

5.3.3 การตรวจสอบกระบวนการผลิต และการป้องกันสนิมของวัสดุ.....92

5.4 การก่อสร้างอาคารตัวอย่าง.....104

5.4.1 ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง.....104

5.4.2 การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคาร.....108

5.4.3 การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนขึ้นเป็นอาคารตามลำดับการก่อสร้าง.....111

5.5 การปรับปรุงรูปแบบการใช้งาน.....121

บทที่ 6. การวิเคราะห์ผลการวิจัย และการก่อสร้างอาคารทดลอง..... 123

6.1 หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ตรวจสอบผลการวิจัย.....123

6.1.1 หลักเกณฑ์ด้านความต้องการในการใช้สอยอาคาร..... 123

6.1.2 หลักเกณฑ์ด้านความต้องการในขนาดพื้นที่ (Space) และรูปทรงของอาคาร.....123

6.1.3 หลักเกณฑ์ด้านการก่อสร้าง และการขนส่ง.....124

6.1.4 หลักเกณฑ์ด้านงบประมาณในการผลิต และการก่อสร้าง.....124

6.1.5 หลักเกณฑ์ด้านอายุการใช้งาน และความคงทนแข็งแรงของอาคาร.....124

6.1.6 หลักเกณฑ์ด้านการออกแบบ และการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร..... 125

6.2 การวิเคราะห์ผลการวิจัย และการก่อสร้างอาคารทดลอง..... 126

6.2.1 ด้านความต้องการในการใช้สอยอาคาร.....126

6.2.2 ด้านความต้องการในขนาดพื้นที่ (Space) และรูปทรงของอาคาร.....126

6.2.3 ด้านความต้องการในการขนส่ง และการก่อสร้าง.....127

6.2.4 ด้านงบประมาณในการผลิต และการก่อสร้าง..... 127

6.2.5 ด้านอายุการใช้งาน และความคงทนแข็งแรงของอาคาร.....130

6.2.6 ด้านการออกแบบ และการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร..... 131

6.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารทดลอง.....130

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 7. บทสรุป และข้อเสนอแนะ..... 132
7.1 บทสรุปจากการศึกษาวิจัย..... 132
7.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการวิจัย..... 135
7.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย..... 136
รายการอ้างอิง..... 137
ภาคผนวก..... 139
1. ภาคผนวก ก. "มิติ" (Dimensions) ในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร..... 141
1) มิติ (Dimension) 141
2) มิติอาศัยซึ่งกัน และกัน (Inter-dependence Dimension) 142
3) ความเบี่ยงเบน (Diviation) 143
4) ความคลาดเคลื่อน (Tolerance) 144
5) มิติประสาน (Coordinating Dimension) 145
2. ภาคผนวก ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : การประสานทางพิกัด..... 147
3. ภาคผนวก ค. รายละเอียดอาคารโครงการศูนย์ศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์..... 167
4. ภาคผนวก ง. แบบรายละเอียดอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House ประเทศ New Zealand..... 168
5. ภาคผนวก จ. รายการอุปกรณ์ที่จำเป็นในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง..... 170
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 173

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 : ภาพแสดงตัวอย่างที่พักอาศัย ในยุคเริ่มแรกของมนุษย์.....10
ภาพที่ 2 : ภาพแสดงกรรมวิธีการก่อสร้างโครงสร้างอาคารอย่างง่าย.....11
ภาพที่ 3 : ภาพแสดงเทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยวัสดุแบบกึ่งสำเร็จรูป.....12
ภาพที่ 4 : ภาพแสดงที่พักอาศัย ที่ก่อสร้างด้วยวัสดุที่ได้รับการแปรรูปแล้ว.....12
ภาพที่ 5 : ภาพแสดงตัวอย่างเรือนเครื่องผูกของไทย..... 13
ภาพที่ 6 : ภาพแสดงตัวอย่างเรือนเครื่องสับของไทย..... 13
ภาพที่ 7 : ภาพแสดงการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปของเรือนไทย แบบเรือนเครื่องสับ.....14
ภาพที่ 8 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยระดับชาวบ้านของประเทศญี่ปุ่น.....15
ภาพที่ 9 : ภาพ (ซ้าย) แสดงการจักสานส่วนผนังอาคาร และวัสดุปูพื้นอาคารไว้ล่วงหน้าก่อนการก่อสร้าง
(ขวา) แสดงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยระดับชาวบ้านของประเทศญี่ปุ่น..... 15
ภาพที่ 10 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยแบบกระโจม Tipi ของชนเผ่าอินเดียแดง..... 16
ภาพที่ 11 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยแบบ Tent ของชนเผ่าอาหรับในทะเลทราย และการขนส่งด้วยอูฐ.....17
ภาพที่ 12 : ภาพแสดงหนังสัตว์ และแนวการเย็บหนังสัตว์ต่อเนื่องเพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับมุงกระโจม Tipi 17
ภาพที่ 13 : ภาพแสดงการเกิดไฟไหม้ครั้งใหญ่ในประเทศ Maxico ทำให้เกิดความสูญเสียเป็นวงกว้าง.....19
ภาพที่ 14 : ภาพตารางสถิติการเกิดสาธารณภัยประจำปี 2544 โดยศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย
กรมป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย..... 22
ภาพที่ 15 : ภาพแสดงโรงอาหารชั่วคราว และการประกอบอาหารของหน่วยงานกาชาด.....24
ภาพที่ 16 : ภาพแสดงสภาพความเสียหายจากอุทกภัยที่ ต.น้ำก้อ
ทำให้ชาวบ้านไม่มีที่อยู่ต้องไปอาศัยในโรงเรียน..... 25
ภาพที่ 17 : ภาพแสดงอาคารหลังแรกที่ก่อสร้างด้วยระบบ Super-Adobe และสถาปนิก Nader Khalili
เจ้าของ ความคิดที่ปรากฏในหนังสือพิมพ์ The Sun ฉบับวันพฤหัสบดีที่ 11 เมษายน 2002.....27
ภาพที่ 18 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยชั่วคราวระบบ Super-Adobe ที่ก่อสร้างในประเทศ Senegal.....27
ภาพที่ 19 : ภาพแสดงกระบวนการในการก่อสร้างอาคารด้วยระบบ Super adobe.....27
ภาพที่ 20 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยชั่วคราวเมืองโกเบ ที่ก่อสร้างด้วยท่อกระดาษ.....28
ภาพที่ 21 : ภาพแสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อชิ้นส่วนท่อกระดาษของอาคารพักอาศัยชั่วคราว 28
ภาพที่ 22 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยชั่วคราวแบบอื่นๆ ในเมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น.....29
ภาพที่ 23 : ภาพแสดงบ้านพักฉุกเฉินแบบชั้นเดียวในประเทศเวียดนาม ที่มีการต่อเติมด้วยวัสดุต่างๆ..... 30
ภาพที่ 24 : ภาพแสดงบ้านพักฉุกเฉินแบบ 2 ชั้นในประเทศเวียดนาม ทั้งรูปแบบเบื้องต้น
และรูปแบบที่มีการต่อเติม..... 30
ภาพที่ 25 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยในโครงการอาคารฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์.....32
ภาพที่ 26 : ภาพแสดงที่ตั้งโครงการอาคารพักอาศัยฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์..... 33
ภาพที่ 27 : ภาพแสดงการทำฐานรากชั่วคราวของอาคารตามตำแหน่งของเสาที่ได้ออกแบบไว้..... 33
ภาพที่ 28 : ภาพแสดงการวัดระยะ ตั้งฉากในการติดตั้งชิ้นส่วนในแผงด้านต่างๆ ของอาคาร..... 34

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 29 : ภาพแสดงการใช้โครงสร้างแผงแรกเป็นแบบในการติดตั้งโครงสร้างแผงต่อๆ ไป..... 34
ภาพที่ 30 : ภาพแสดงการปรับปรุงตำแหน่งของเสา และการติดตั้งฐานเสาในตำแหน่งใหม่.....35
ภาพที่ 31 : ภาพแสดงชิ้นส่วนที่มีหลายขนาด และการติดตั้งชิ้นส่วนด้วยการขันน็อตติด..... 35
ภาพที่ 32 : ภาพแสดงตัวอย่างจุดเชื่อมต่ออาคารพักอาศัยชั่วคราว ที่ก่อสร้างกระดาษ..... 42
ภาพที่ 33 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยวัสดุโครงสร้างน้ำหนักเบา..... 43
ภาพที่ 34 : ภาพแสดงที่พักอาศัยสำเร็จรูปประเภทต่างๆ..... 44
ภาพที่ 35 : ภาพแสดงการนำเหล็กมาใช้ก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป แบบคอนเทนเนอร์..... 46
ภาพที่ 36 : ภาพแสดงอาคารตัวอย่างที่ใช้ในโครงการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์..... 48
ภาพที่ 37 : ภาพแสดงการเชื่อมต่อ และครอบมุมบริเวณจุดเชื่อมต่อของอาคาร (ซ้าย)
ภาพแสดงการเชื่อมต่อ และการเสริมวัดสุกันซึมระหว่างการต่อแผ่นวัสดุ(ขวา)..... 48
ภาพที่ 38 : ภาพแสดงการร้อยท่อสายไฟ และประปาในส่วนครอบมุมไฟเบอร์กลาส..... 49
ภาพที่ 39 : ภาพแสดงโครงสร้างเหล็กที่ก่อสร้างเพิ่มเติมเพื่อรับแรงที่ถ่ายเทจากพื้นห้อง..... 49
ภาพที่ 40 : ภาพแสดงช่องระบายอากาศ และหน้าต่างที่หล่อ และติดตั้งสำเร็จไว้บนชิ้นส่วน..... 50
ภาพที่ 41 : ภาพแสดงอาคารตัวอย่างบ้านพักอาศัยสำเร็จรูป ในประเทศ New Zealand 51
ภาพที่ 42 : ภาพแสดงโครงสร้างพื้นอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป ในประเทศ New Zealand..... 51
ภาพที่ 43 : ภาพแสดงการเชื่อมต่อระหว่างแผ่นผนังด้วยลิ้นโลหะ..... 51
ภาพที่ 44 : ภาพแสดงการติดตั้งแผ่นวัสดุฝ้าเพดานของอาคารสำเร็จรูป..... 52
ภาพที่ 45 : ภาพแสดงการติดตั้งแผ่นวัสดุมุงหลังคาโลหะบนโครงสร้างไม้เหนือแผ่นฝ้าเพดาน..... 52
ภาพที่ 46 : ภาพแสดงตัวอย่างตารางพิกัดร่วมระหว่าง 2 ขนาดมิติ..... 57
ภาพที่ 47 : ภาพแสดงตัวอย่างตารางพิกัดต่อเนื่อง..... 58
ภาพที่ 48 : ภาพแสดงตัวอย่างตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง..... 58
ภาพที่ 49 : ภาพแสดงรอยต่อชิ้นส่วนผนัง กับชิ้นส่วนผนัง..... 60
ภาพที่ 50 : ภาพแสดงรอยต่อชิ้นส่วนผนัง กับกำแพงก่ออิฐ.....60
ภาพที่ 51 : ภาพแสดงรอยต่อชิ้นส่วนผนัง กับ Light-weight Concrete Block..... 60
ภาพที่ 52 : ภาพแสดงขนาดชิ้นส่วนผนัง กับคอนกรีต..... 60
ภาพที่ 53 : (ซ้าย) ภาพแสดงการวางผังอาคารตัวอย่างจากสัดส่วนของวัสดุปูพื้นที่มีขายในท้องตลาด
(ขวา) ภาพแสดงการแบ่งตารางตามพิกัดขนาดเล็กย่อยลงจากสัดส่วนขนาดใหญ่..... 73
ภาพที่ 54 : ภาพแสดงการวางผังพื้น และผนังอาคารเป็นกลุ่มโดยการรวมตารางย่อยของอาคารแต่ละหลัง
.....74
ภาพที่ 55 : ภาพแสดงการใช้ผนังรับน้ำหนักรับแรงกระทำด้านข้างแทนค้ำยันในโครงสร้างแบบFrame..... 75
ภาพที่ 56 : ภาพแสดงฐานรากแบบ Simple slab footing แบบวางบนดิน และวางบนเข็ม..... 76
ภาพที่ 57 : ภาพแสดงผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากทางรถไฟ กระทำต่อฐานรากของอาคาร..... 77
ภาพที่ 58 : ภาพแสดงการถ่ายเทน้ำหนักทางวิศวกรรม ของฐานรากอาคารรูปลิ่ม..... 77

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 59 : ภาพแสดงการถ่ายเทน้ำหนักลงบนชั้นทรายถมที่มีระดับความลึกมากกว่า 2.00 เมตร..... 78
ภาพที่ 60 : ภาพแสดงแบบฐานราก และตอม่อของอาคารตัวอย่าง..... 78
ภาพที่ 61 : ภาพแสดงการแบ่งสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคาร เพื่อออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร..... 79
ภาพที่ 62 : ภาพแสดงความสัมพันธ์ของพิกัด 0.20 ม.กับพิกัด 0.30 ม.บนพิกัดขนาด 0.60 ม.....79
ภาพที่ 63 : ภาพแสดงความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนประกอบอาคาร กับตำแหน่งติดตั้ง
และของรูเจาะบนชิ้นส่วน..... 81
ภาพที่ 64 : ภาพแสดงส่วนหลังคาอาคาร และการถ่ายเทพิกัดผ่านฐานโครงสร้างหลังคา.....83
ภาพที่ 65 : ภาพแสดงการตรวจสอบรายละเอียดรอยต่อ และการติดตั้งด้วยคอมพิวเตอร์..... 84
ภาพที่ 66 : ภาพแสดงความแตกต่างของรอยต่อในแต่ละระบบโครงสร้าง.....85
ภาพที่ 67 : ภาพแสดงชิ้นส่วนพิเศษที่ใช้เชื่อมต่อจุดประสานระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ..... 85
ภาพที่ 68 : ภาพแสดงขนาดหน้าตัดชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คาน ที่ใช้ในอาคารตัวอย่าง..... 87
ภาพที่ 69 : ภาพแสดงชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง และหลังคา ที่ใช้ในอาคารตัวอย่าง..... 87
ภาพที่ 70 : ภาพแสดงชิ้นส่วนความหนา 0.48 หรือ 0.75 มม.ที่ใช้ในอาคารตัวอย่างได้.....88
ภาพที่ 71 : ภาพแสดงตารางคำนวณคุณสมบัติในการรับแรงของชิ้นส่วนโครงสร้าง Top span..... 88
ภาพที่ 72 : ภาพแสดงการติดตั้งเสาอาคาร 4 หลังรวมกลุ่มบนตอม่อ และฐานรากอาคาร 1 อัน..... 89
ภาพที่ 73 : ภาพแสดง Screw โลหะสำหรับใช้ติดตั้งโครงสร้างเหล็กกับวัสดุต่างๆ..... 90
ภาพที่ 74 : ภาพแสดงวิธีการขัน Screw โลหะแบบมียางกันน้ำที่ถูกต้องในการก่อสร้างอาคาร..... 91
ภาพที่ 75 : ภาพแสดงการตรวจสอบการประกอบชิ้นส่วนพิเศษด้วยคอมพิวเตอร์
และผลที่ปรากฏในแบบจำลอง.....91
ภาพที่ 76 : ภาพแสดงการกองเก็บวัตถุดิบ และการผลิตชิ้นส่วนในระบบรีดเย็น..... 92
ภาพที่ 77 : ภาพแสดงการทาสีกันสนิมบนชิ้นส่วนโครงสร้าง
และการเชื่อมติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กในระบบทั่วไป..... 93
ภาพที่ 78 : ภาพแสดงระบบการเคลือบผิวกันสนิม และผลการทดสอบสภาวะการเกิดสนิมในการทดลอง... 93
ภาพที่ 79 : ภาพแสดงผลการทดสอบการกันสนิมของสกรูแบบใช้ภายนอกทั่วไป(AS 3566 Class 3) 94
ภาพที่ 80 : ภาพแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบความคงทนของสกรูต่อ
การทดสอบด้วยละอองน้ำเกลือ (SALT SPRAY TEST) 94
ภาพที่ 81 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-02 และ A-03..... 87
ภาพที่ 82 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-04 ถึง A-11.....88
ภาพที่ 83 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-12 ถึง A-22.....89
ภาพที่ 84 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-23 ถึง A-30.....90
ภาพที่ 85 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-31 ถึง A-38.....91
ภาพที่ 86 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-39 ถึง A-46.....92
ภาพที่ 87 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-47 ถึง A-57.....93

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 88 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-58 ถึง A-63.....94
ภาพที่ 89 : ภาพแสดงการกองเก็บวัสดุแบบแยกประเภทตามรูปแบบเพื่อรอการขนส่ง.....107
ภาพที่ 90 : ภาพแสดงการกองเก็บวัสดุแบบแบ่งแยกตามชุดของประเภทชิ้นส่วนอาคาร..... 107
ภาพที่ 91 : ภาพแสดงการขนส่งชิ้นส่วนขึ้นรถด้วยเครน และการผูกมัดชิ้นส่วนบนรถบรรทุก.....108
ภาพที่ 92 : ภาพแสดงการรังวัดพื้นที่ และการกำหนดเส้นทแยงมุมเพื่อตรวจสอบระยะฉาก.....109
ภาพที่ 93 : ภาพแสดงการวัดระยะมุมฉากบน และการติดตั้งโครงหลักของชิ้นส่วนอาคาร..... 110
ภาพที่ 94 : ภาพแสดงการติดตั้งโครงซอยของชิ้นส่วนอาคาร ที่มีการLock กันแบบมุมฉาก.....110
ภาพที่ 95 : ภาพแสดงการติดตั้งฐานราก และตอม่ออาคารในพื้นที่ที่ไม่มีการดาดผิวด้วยคอนกรีต..... 111
ภาพที่ 96 : ภาพแสดงการติดตั้งข้อต่อ และอุปกรณ์ยึดติดบนโครงสร้างเสาอาคาร.....111
ภาพที่ 97 : ภาพแสดงการประกอบชิ้นส่วนประกอบอาคาร ขึ้นเป็นส่วนต่างๆ ของอาคาร..... 112
ภาพที่ 98 : ภาพแสดงการติดตั้งเสาเข้ากับส่วนตอม่อในพื้นที่ก่อสร้าง.....112
ภาพที่ 99 : ภาพแสดงการติดตั้งคานหลักของอาคาร ยึดติดกับตอม่อบนฐานราก..... 112
ภาพที่ 100 : ภาพแสดงการติดตั้งคานซอยรองรับพื้นอาคารด้วยข้อต่อPI2.....113
ภาพที่ 101 : ภาพแสดงการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างผนังอาคาร.....113
ภาพที่ 102 : ภาพแสดงการค้ำยันชิ้นส่วนผนังอาคาร ซึ่งทำให้เกิดการกีดขวางการทำงาน..... 114
ภาพที่ 103 : ภาพแสดงการยกโครงสร้าง Truss หลังคาขึ้นติดตั้งในอาคารที่ก่อสร้างด้วยวัสดุ
ประเภทเดียวกับอาคารตัวอย่าง.....114
ภาพที่ 104 : ภาพแสดงการติดตั้งโครงสร้างหลังคาอาคาร.....115
ภาพที่ 105 : ภาพแสดงตัวอย่างการติดตั้งวัสดุมุงหลังคาอาคาร.....115
ภาพที่ 106 : ภาพแสดงตัวอย่างการบุผิวผนังด้วยแผ่นโลหะรีดรอน และไม้อัดปิดทับแนวเดินท่อในผนัง
และฝ้าเพดาน.....115
ภาพที่ 107 : ภาพแสดงการติดตั้งค้ำยัน และหลังคาปีกนก..... 116
ภาพที่ 108 : ภาพแสดงแบบจำลองโครงสร้างอาคารตัวอย่างที่ประกอบติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว.....116
ภาพที่ 109 : ภาพแสดงรูปแบบอาคารที่เกิดจากการปรับปรุงการใช้สอยอาคารตัวอย่างอย่างหลากหลาย... 121
ภาพที่ ก.1 : ภาพแสดงรอยต่อแบบสัมผัส และรอยต่อแบบเว้นร่อง.....142
ภาพที่ ก.2 : ภาพแสดงมิติอาศัยซึ่งกัน และกันแบบต่างๆ..... 143
ภาพที่ ก.3 : ภาพแสดงการกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในชิ้นส่วนอาคาร.....144
ภาพที่ ก.4 : ภาพแสดงขนาดการประสาน.....145
ภาพที่ ข.1 : แสดงส่วนมูลในแนวดิ่งที่ใช้ในการก่อสร้าง..... 149
ภาพที่ ข.2 : แสดงส่วนมูลในแนวระดับที่ใช้ในการก่อสร้าง.....149
ภาพที่ ข.3 : แสดงมิติประสาน..... 149
ภาพที่ ข.4 : แสดงมิติควบคุมในแนวระดับระหว่างแนวแกนของเสา หรือผนังรับน้ำหนัก.....150
ภาพที่ ข.5 : แสดงมิติควบคุมในแนวระดับระหว่างแนวขอบของเสา หรือผนังรับน้ำหนัก..... 150

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ ข.6 : แสดงมิติควบคุมในแนวดิ่ง.....151
ภาพที่ ข.7 : แสดงระนาบอ้างอิง..... 151
ภาพที่ ข.8 : แสดงระนาบพื้นพิกัด และความสูงชั้นพิกัด พิจารณาจากระดับผิวบนของวัสดุปูพื้น.....152
ภาพที่ ข.9 : แสดงระนาบพื้นพิกัด และความสูงพื้นไม่ได้พิกัดพิจารณาจากระดับผิวบนของวัสดุปูพื้น..... 152
ภาพที่ ข.10 : แสดงความสูงพื้นพิกัดพิจารณาจาก ระดับผิวบนของปูนปรับระดับ..... 152
ภาพที่ ข.11 : แสดงความสูงพื้นพิกัดพิจารณาจากระดับผิวบนของพื้นโครงสร้าง..... 152
ภาพที่ ข.12 : แสดงเขตควบคุม.....153
ภาพที่ ข.13 : แสดงตัวอย่างตารางพิกัดสามมิติ.....155
ภาพที่ ข.14 : แสดงตัวอย่างพิกัดหลายขนาดในตารางเดียวกัน..... 156
ภาพที่ ข.15 : แสดงตัวอย่างเขตแบ่งระหว่างตารางพิกัด..... 156
ภาพที่ ข.16 : แสดงตัวอย่างการใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัด..... 157
ภาพที่ ข.17 : แสดงตัวอย่างชิ้นส่วนประกอบ (ประตู) ที่ติดตั้งในเนื้อที่พิกัด..... 157
ภาพที่ ข.18 : แสดงตัวอย่างระนาบพิกัดในตำแหน่งติดผนัง.....157
ภาพที่ ข.19 : แสดงตัวอย่างระนาบพิกัดในตำแหน่งแนวศูนย์กลาง..... 158
ภาพที่ ข.20 : แสดงตัวอย่างการออกแบบอาคารที่ใช้ค่าจากขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยม.....160
ภาพที่ ข.21 : แสดงพื้นที่บันไดและความกว้างประสานของบันได..... 161
ภาพที่ ข.22 : แสดงชานบันไดและชานพัก..... 162
ภาพที่ ข.23 : แสดงมิติประสานในแนวระดับ..... 163
ภาพที่ ข.24 : แสดงระนาบประสานในแนวดิ่ง.....163
ภาพที่ ข.25 : แสดงตัวอย่างการออกแบบบันได โดยใช้หลักการการประสานทางพิกัด..... 164
ภาพที่ ข.26 : แสดงความสูงของประตู..... 166
ภาพที่ ง.1 : แสดงผังพื้นอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House 168
ภาพที่ ง.2 : แสดงรายละเอียดรูปตัดอาคาร พร้อมการระบุ Details Specification ในภาพตัดขวาง..... 169

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 : ตารางแสดงข้อมูลรูปแบบอาคารพักอาศัยดั้งเดิมของผู้ประสบภัยน้ำท่วม ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์..... 36
ตารางที่ 1 (ต่อ) : ตารางแสดงข้อมูลรูปแบบอาคารพักอาศัยดั้งเดิมของผู้ประสบภัยน้ำท่วม ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์.....37
ตารางที่ 2 : ตารางแสดงผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ประสบภัยในโครงการอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ (ความคิดเห็นต่อโครงการ และรูปแบบของอาคาร) 38
ตารางที่ 3 : ตารางแสดงผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ประสบภัยในโครงการอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์(ความคิดเห็นด้านความพึงพอใจต่อรูปแบบของโครงการ) 39
ตารางที่ 4 : ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของอาคารพักอาศัยชั่วคราว ที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างในการวิจัย.....70
ตารางที่ 5 : ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางการใช้สอยของอาคารพักอาศัยชั่วคราว ที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างในการวิจัย.....71
ตารางที่ 6 : ตารางแสดงคุณสมบัติของโครงเหล็กความหนา 1.9 มม.ในชิ้นส่วนโครงสร้างคาน.....87
ตารางที่ 7 : ตารางแสดงคุณสมบัติของโครงเหล็กความหนา 0.75 มม.ในส่วนผนัง และหลังคา..... 87
ตารางที่ 8 : ตารางแสดงการแบ่งแยกประเภท ชนิด น้ำหนัก และจำนวนของชิ้นส่วนวัสดุในอาคารตัวอย่าง..105
ตารางที่ 9 : ตารางแสดงการแบ่งประเภท ชนิด น้ำหนัก และจำนวนชิ้นส่วนข้อต่อพิเศษ ในอาคารตัวอย่าง.. 106
ตารางที่ 10 : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 1..... 117
ตารางที่ 10 (ต่อ) : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 1.....118
ตารางที่ 11 : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 2..... 119
ตารางที่ 12 : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 3..... 120
ตารางที่ 13 : ตารางแสดงราคาของชิ้นส่วนประกอบอาคารในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง..... 128
ตารางที่ 14 : ตารางแสดงราคาของชิ้นส่วนข้อต่อพิเศษ ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง.....129
ตารางที่ 15 : ตารางแสดงราคาค่าขนส่งชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง.....129
ตารางที่ 16 : ตารางแสดงราคาประเมินรวมในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง..... 130
ตารางที่ ข.1 : แสดงค่ามาตรฐานของหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติประสานในแนวระดับ..... 153
ตารางที่ ข.2 : แสดงอนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ..... 159
ตารางที่ ข.3 : แสดงขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอกอาคาร.....165
ตารางที่ ข.4 : แสดงขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายในอาคาร.....165
ตารางที่ จ.1 : ตารางตรวจนับจำนวนชิ้นส่วนวัสดุ ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง.....171
ตารางที่ จ.2 : ตารางตรวจนับจำนวนชิ้นส่วนข้อต่อพิเศษ ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง.....172

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 : ความเป็นมา การกำหนดขอบเขต และข้อจำกัดของกระบวนการวิจัย..... 8
แผนภูมิที่ 2 : แสดงวิธีการดำเนินการวิจัย.....68
แผนภูมิที่ 3 : ลำดับขั้นตอนการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป.....103
แผนภูมิที่ 4 : ลำดับการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง..... 122

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

"มนุษย์" สิ่งมีชีวิตที่ได้ชื่อว่ามีความเฉลียวฉลาดมากที่สุดในโลก เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นมาบนโลก ตามกฎและวัฏจักรของการดำเนินชีวิต ตามวิถีการวิวัฒนาการที่ต่อเนื่อง และเป็นไปอย่างสม่ำเสมอของโลกใบนี้

มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิต มีความต้องการปัจจัยขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตไม่ว่าจะเป็น อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ความต้องการที่เกิดขึ้นทำให้มนุษย์ต้องมีการแสวงหา เพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่จะตอบสนองต่อความต้องการเหล่านั้น การที่มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีสติปัญญา รู้จักคิดค้น และดัดแปลงสิ่งต่างๆ เพื่อให้การอยู่อาศัยมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดรูปแบบต่างๆ ของที่อยู่อาศัย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดัดแปลงของมนุษย์

เราได้เรียนรู้มาเป็นเวลานานแล้วว่า มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีพัฒนาการ หรือวิวัฒนาการอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะวิวัฒนาการทางสมอง มนุษย์รู้จักที่จะปรับตัว และปรับปรุงสภาวะแวดล้อมที่ตนเองอาศัยอยู่ เพื่อให้มีรูปแบบและสภาวะที่เหมาะสมต่อความจำเป็นในการดำเนินชีวิต ในอดีต มนุษย์เริ่มต้นการอยู่อาศัยจากการเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อาศัยสิ่งต่างๆ ตามธรรมชาติในการดำรงชีวิต วิวัฒนาการมาจนรู้จักใช้ความคิด และสติปัญญาในการประดิษฐ์ คิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ มีการก่อสร้างที่อยู่อาศัย เครื่องมือเครื่องใช้ ที่ได้รับการพัฒนาต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน จนถึงปัจจุบันที่รูปแบบ และลักษณะของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการขั้นพื้นฐานแต่เพียงอย่างเดียวเหมือนในอดีตอีกต่อไป แต่กลับมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้นตามรูปแบบการดำรงชีวิตแบบใหม่ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป จนดูเหมือนว่า

*" มนุษย์ในยุคใหม่ ยุคสมัยที่มีเทคโนโลยีชั้นสูงนี้ จะสูญเสียความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้น และการก่อสร้างสิ่งต่างๆ ด้วย**มือ**ของตัวเองไปหมดแล้ว "*

ต้นเหตุหนึ่งที่ทำให้มนุษย์ต้องกลับเข้าสู่สภาวะการอยู่อาศัยตามธรรมชาติ ก็คือ การเกิดเหตุภัยในรูปแบบต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสูญเสียอย่างใหญ่หลวงต่อชีวิต และทรัพย์สิน จึงมีความพยายามในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีการใช้สอยแบบชั่วคราวขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอาคารพักอาศัย หรืออุปกรณ์สำหรับสาธารณูปโภค สาธารณูปการต่างๆ ซึ่งแทบจะไม่มีความจำเป็นเลย ถ้ามนุษย์ยังมีวิถีการดำรงชีวิตที่เรียบง่ายเหมือนอย่างเช่นในอดีต ที่ไม่ว่าจะเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความเดือดร้อนมากเพียงใด ก็สามารถที่จะปรับตัว และแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ด้วยตนเอง

การก่อสร้างอาคารพักอาศัยเริ่มต้นจากการใช้เพียงแรงงานของคนในครอบครัว หรือชุมชน ในการก่อสร้างอาคารให้แล้วเสร็จในระยะเวลาไม่นาน แต่รูปแบบ และลักษณะของอาคารบ้านเรือนในปัจจุบันมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จากความต้องการพื้นที่เฉพาะสำหรับประกอบกิจกรรมต่างๆ ทำให้อาคารพักอาศัยที่เคยประกอบขึ้นด้วย "ห้องอเนกประสงค์" เพียงห้องเดียว กลายเป็นอาคารที่ประกอบไปด้วย "ห้อง" จำนวนมาก ซึ่งทำให้รูปแบบ และลักษณะของอาคารมีการเปลี่ยนแปลงไป จนเกินความสามารถที่มนุษย์ทั่วๆ ไปจะก่อสร้างอาคารเหล่านั้นได้ด้วยแรงของตนเอง ต้องใช้ผู้ที่มีความสามารถ และเครื่องมือเครื่องใช้เฉพาะมาเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างให้ ทำให้เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความสูญเสีย จึงทำได้เพียงแค่รอคอยความช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ในทันที

การให้ความช่วยเหลือของหน่วยงานต่างๆ จะมีตั้งแต่การให้ความช่วยเหลือด้านเครื่องอุปโภคบริโภค ยา และเวชภัณฑ์ต่างๆ จนถึงการให้ความช่วยเหลือด้านที่อยู่อาศัย โดยจัดหาที่อยู่อาศัยชั่วคราว หรือจัดสร้างที่อยู่อาศัยถาวรให้ โดยหน่วยงานที่รู้จักกันดีถึงบทบาทในการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยก็คือ หน่วยงานกาชาด ที่จัดตั้งอยู่ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก หน่วยงานนี้ทำหน้าที่ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยที่มีความต้องการในด้านต่างๆ เช่น การจัดหาที่อยู่อาศัย ซึ่งนอกจากจะเป็นการทำให้ผู้ประสบภัยมีที่พักอาศัยเป็นการชั่วคราวแล้ว ยังทำให้เจ้าหน้าที่สามารถที่จะควบคุมการทำงานในด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่พื้นที่ชั่วคราวที่จัดหาให้ มักจะมีรูปแบบที่ไม่เหมาะสมสำหรับการอยู่อาศัยของคนจำนวนมาก ทำให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัย และความไม่เหมาะสมในการดำเนินชีวิต รวมไปถึงปัญหาที่เกิดจากความไม่พอใจของผู้อยู่อาศัย ที่เป็นผลมาจากความเคยชินในสิ่งอำนวยความสะดวกที่เคยได้รับจากอาคารพักอาศัยดั้งเดิมของตน จึงเกิดมีแนวความคิดในการจัดทำโครงการอาคารพักอาศัยชั่วคราวขึ้น

การประดิษฐ์ คิดค้น อาคารพักอาศัยชั่วคราว มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญก็คือ *ความพยายามในการก่อสร้างอาคารที่ตอบสนองต่อความต้องการ การอยู่อาศัยของ"มนุษย์" ที่ต้องการความสะดวกสบายในการดำรงชีวิตให้มากที่สุด ภายใต้ขอบเขตความเป็นไปได้ และความสามารถในการก่อสร้างที่จำกัด* ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการออกแบบที่ยากที่สุด แต่การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดวัสดุ และวิธีการก่อสร้างแบบใหม่ๆ ที่ทำให้การก่อสร้างอาคารทำได้อย่างรวดเร็ว ในราคาที่ถูกที่สุด และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่ามากที่สุด ซึ่งกลายเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมการประดิษฐ์คิดค้นให้มีความง่ายดายมากยิ่งขึ้น

อาคารประเภท Vernacular Architecture เป็นอาคารที่สร้างขึ้นจากความต้องการขั้นพื้นฐาน ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในแต่ละท้องถิ่น จึงมีรูปแบบที่แสดงออกถึงประเพณี วัฒนธรรม และการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นนั้นๆ การนำรูปแบบ และลักษณะของ Vernacular Architecture มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบอาคารชั่วคราว ให้เป็นรูปแบบของอาคารพักอาศัยที่มีความเรียบง่าย ตอบสนองต่อการใช้งานขั้นพื้นฐาน ก่อสร้างได้ง่าย รวดเร็ว กลายมาเป็นแนวความคิด (Concept) ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการออกแบบอาคารสำหรับนำไปช่วยเหลือผู้ประสบภัยในพื้นที่ต่างๆ โดยอาคารที่แล้วเสร็จจะต้องตอบสนองต่อการใช้งานที่เป็นปกติของชีวิตประจำวัน สามารถปรับปรุงให้เข้ากับการใช้งานได้หลากหลาย และเข้าอยู่อาศัยได้ทันที โดยเฉพาะเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินที่มีความจำเป็นต้องใช้อาคาร หรือที่พักอาศัย สำหรับประกอบกิจกรรม ทั้งของผู้ประสบภัย และผู้ที่เข้าไปให้ความช่วยเหลือ

ลักษณะของโครงการประเภทนี้มีการจัดทำในพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก ตัวอย่างเช่น การให้ความช่วยเหลือด้านที่อยู่อาศัยชั่วคราวรูปแบบต่างๆ จากหลายหน่วยงานในเหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น หรือการก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวโดยสภากาชาดเวียดนาม เพื่อช่วยเหลือประชาชนในเหตุน้ำท่วม เช่นเดียวกับในประเทศไทย เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในปี พ.ศ.2544 ทางสภากาชาดไทยก็ได้จัดทำโครงการการก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวให้เหมือนกัน ซึ่งก็ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังมีปัญหาด้านต่างๆ ที่จะต้องดำเนินการแก้ไขต่อไป

จากปัญหาของโครงการบ้านพักอาศัยชั่วคราว ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป หรือที่เรียกว่า ระบบการก่อสร้างแบบ Prefabricated Construction ที่เป็นเทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้ทำการศึกษาไว้ โดยนายสยามศักดิ์ จารุอาภรณ์ประทีป ในปี พ.ศ. 2545 ได้พบประเด็นสำคัญก็คือ

" การออกแบบอาคารที่เกิดขึ้นเป็นการออกแบบในระยะเวลาที่จำกัด ทำให้ไม่ได้คัดเลือกระบบการก่อสร้างและวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานเท่าที่ควร แต่เป็นการเลือกวัสดุเท่าที่จำเป็น และจัดหาได้ในขณะนั้น รวมถึงความรีบเร่งในการออกแบบทำให้รูปแบบของอาคารไม่ตอบสนองต่อการใช้สอยเท่าที่ควร "

แต่การพัฒนาของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทำให้มีวัสดุสังเคราะห์สมัยใหม่ที่มีความคงทนต่อสภาวะดินฟ้าอากาศได้สูง สามารถรับแรงกระทำต่างๆ ได้มาก จึงเป็นการเปิดโอกาสในการพัฒนารูปแบบ และวิธีการก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวให้มีความก้าวหน้าไปได้ โดยเฉพาะอาคารพักอาศัยเพื่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัยที่ต้องมีการก่อสร้างเป็นจำนวนมาก และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน วัสดุสมัยใหม่จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยร่นระยะเวลาในการผลิต แต่ยืดระยะเวลาในการใช้งานให้แก่อาคารเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบ และแนวความคิดในการออกแบบอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่ก่อสร้างได้ง่าย และรวดเร็วด้วยระบบโครงสร้าง และเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยคำนึงถึงเรื่อง
   1.1. การใช้สอยที่ตอบสนองต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างเหมาะสม
   1.2. ความสะดวกในการขนส่ง ด้วยเครื่องมือ และยานพาหนะอย่างง่ายๆ
   1.3. ความรวดเร็วในการก่อสร้าง และติดตั้ง ด้วยเทคนิค และวิธีการขั้นพื้นฐานที่บุคคลทั่วไปสามารถที่จะทำได้ ในระยะเวลาไม่นาน คือไม่ควรเกิน 3 วันต่อการก่อสร้างอาคาร 1 หลัง
   1.4. ความเหมาะสมของลักษณะเปลือกอาคาร ที่ตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมของประเทศไทย
   1.5. ความสามารถในการรับ และถ่ายเทแรงที่กระทำต่อโครงสร้างอาคารได้อย่างเหมาะสม
   1.6. ความสามารถในการผลิตได้เป็นจำนวนมาก และควบคุมคุณภาพได้ในระบบอุตสาหกรรม
   1.7. ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Re-use) ได้อย่างต่อเนื่อง หลายครั้ง
   1.8. ความสามารถในการปรับปรุงการใช้สอยให้มีความหลากหลายได้มาก (Flexible)
2. เพื่อศึกษาเทคนิคในการออกแบบอาคารประเภทอาคารพักอาศัยชั่วคราว และอาคารขนาดเล็ก ด้วยการประสานระบบ และเทคโนโลยีในการออกแบบสมัยใหม่
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการออกแบบอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่สามารถนำไปติดตั้ง เพื่อใช้สอยในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันทางภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อม ในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทยได้
4. พัฒนาเทคโนโลยีในการก่อสร้างอาคารชั่วคราวขนาดเล็กด้วยวัสดุโครงสร้างประเภทโครงเหล็กรูปพรรณให้สามารถติดตั้งได้ง่าย รวดเร็ว โดยการออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัดในการก่อสร้าง ที่สามารถนำไปผลิตได้เป็นจำนวนมากในระบบอุตสาหกรรมอย่างมีมาตรฐาน และยังสะดวกในการขนส่ง สามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้งานได้หลายครั้ง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

การนำเทคโนโลยีการออกแบบก่อสร้างสมัยใหม่มาใช้ในการออกแบบอาคารพักอาศัยชั่วคราว ออกแบบชิ้นส่วน และรอยต่อ ให้สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม ด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักเบา จะทำให้ได้อาคารที่สะดวกในการขนส่ง ติดตั้ง และสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้อย่างหลากหลาย ตามแต่กิจกรรมที่ต้องการ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาอาคารจะเน้นไปที่การออกแบบอาคาร และโครงสร้างอาคารขนาดเล็ก ที่ตอบสนองต่อการใช้งานขั้นพื้นฐานของ 1 ครอบครัวที่มีสมาชิกจำนวน 2 คน โดยไม่นำระบบประกอบอาคาร เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบประปา มาเป็นปัจจัยหลักประกอบในการศึกษา
2. การศึกษาแนวทางในการนำระบบประสานทางพิกัดมาใช้ในการออกแบบ จะศึกษาถึงขนาด และสัดส่วนของอาคารที่เหมาะสมต่อรูปแบบของวัสดุก่อสร้างในประเทศไทย เพื่อให้สามารถก่อสร้างอาคารได้ง่ายขึ้น และสามารถปรับปรุงให้มีการใช้สอยได้อย่างหลากหลายจากสัดส่วนที่เกิดขึ้น
3. ลักษณะ ชนิด และคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ไม่ว่าจะเป็นส่วนโครงสร้าง หรือวัสดุห่อหุ้มอาคาร จะทำการศึกษาวัสดุก่อสร้างที่มีอยู่ในประเทศไทย และมีอายุการใช้งานในสภาวะภูมิอากาศ และภูมิประเทศของประเทศไทย ไม่ต่ำกว่า 1 เดือน
4. การศึกษาเทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคาร จะทำการศึกษาเทคนิคที่ทำให้ก่อสร้างอาคารได้ด้วยระบบ Knock Down เพื่อออกแบบอาคารให้สามารถก่อสร้าง และรื้อถอนได้ในระยะเวลาไม่เกิน 3 วัน ด้วยวิธีการก่อสร้างในระดับที่ชาวบ้านทั่วไปสามารถทำได้ โดยใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์อย่างง่าย
5. รูปแบบ และลักษณะของโครงสร้างอาคารที่ทำการศึกษา และนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารทดลองในขนาด 1:7.5 เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการตอบสนองการใช้งานในทุกพื้นที่ และทุกสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาอาคารในการวิจัยนี้ จะมุ่งศึกษาไปที่เทคนิคการออกแบบขนาด สัดส่วน โครงสร้าง และวิธีการก่อสร้างอาคารเป็นหลัก โดยจะศึกษางานในส่วนรูปแบบการใช้สอยอาคารเป็นปัจจัยรองเพื่อนำมาใช้ประกอบในการออกแบบเท่านั้น ส่วนงานระบบประกอบอาคารจะศึกษาแค่เพียงเป็นส่วนประกอบของอาคาร โดยจะไม่นำมาเป็นปัจจัยหลักในการศึกษา และการออกแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแต่อย่างใด

1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. เนื่องจากการดำเนินการวิจัยในหัวข้อนี้ จำเป็นที่จะต้องมีการทดลองโดยการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง เพื่อทดสอบสมมติฐาน และพิสูจน์ผลการวิจัยด้านเทคนิคการออกแบบ ที่ผู้ดำเนินการวิจัยสรุปได้จากการศึกษาข้อมูล แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลา งบประมาณ และสถานที่ในการก่อสร้าง ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการทดสอบผลการวิจัยในแบบจำลองขนาด 1:7.5 แทน ซึ่งทำให้สามารถทดสอบได้เพียงผลจากการออกแบบและกระบวนการในการก่อสร้างเท่านั้น ไม่สามารถทดสอบในเรื่องของระยะเวลาในการก่อสร้างได้จริง
2. วัสดุก่อสร้างที่มีการผลิต และวางขายอยู่ในท้องตลาดของประเทศ ยังมีมาตรฐานในการผลิตที่ไม่เท่าเทียมกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความสับสนต่อขนาด สัดส่วน และมิติที่จะกำหนดขึ้นตามหลักการทางวิชาการ ในอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะใช้วัสดุ และชิ้นส่วนที่ผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวเป็นหลัก เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดความสับสนในการประเมินผลการวิจัย โดยในส่วนของวัสดุที่จำเป็นต้องเลือกจากแหล่ง หรือผู้ผลิตรายอื่น ก็จะเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติ และมิติใกล้เคียงกับขนาดสัดส่วนของพิกัดที่เลือกใช้ให้มากที่สุด

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **อาคารอยู่อาศัย** คือ อาคารซึ่งโดยปกติบุคคลใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวัน และกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวร หรือชั่วคราว (กฎกระทรวงฉบับที่ 4 (พ.ศ.2526) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522)
2. **อาคารชั่วคราว** คือ สิ่งปลูกสร้างซึ่งผู้ว่าราชการจังหวัดพิจารณาเห็นว่า เพื่อใช้ประโยชน์เป็นการชั่วคราว และมีกำหนดเวลาที่จะรื้อถอน (กฎกระทรวง (พ.ศ.2498) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2479)
3. **อาคารฉุกเฉิน** คือ อาคาร หรือสิ่งปลูกสร้างเพื่อการอยู่อาศัย ที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความจำเป็นในการใช้งานอย่างเร่งด่วน และมีกำหนดเวลาที่จะรื้อถอนหลังการใช้งาน
4. **อาคารสำเร็จรูป** คือ อาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจากชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างที่ได้รับการผลิตสำเร็จ อยู่ในรูปแบบเฉพาะ ที่สามารถนำมาประกอบติดตั้งเป็นส่วนต่างๆ ของอาคารได้ทันที
5. **ชิ้นส่วนอาคาร** คือ องค์ประกอบขนาดใหญ่ของอาคาร ที่เมื่อนำมาประกอบรวมกันแล้วจะเกิดเป็นรูปร่างขององค์อาคารขึ้น เช่น ชิ้นส่วนผนัง ชิ้นส่วนพื้น ชิ้นส่วนโครงสร้างเป็นต้น
6. **ชิ้นส่วนประกอบอาคาร** คือ ส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบให้สามารถนำมาประกอบกันขึ้นเป็นชิ้นส่วนอาคารได้ โดยส่วนประกอบเหล่านั้นจะได้รับการผลิตอย่างสำเร็จรูปจากโรงงานอุตสาหกรรม
7. **ผู้วิจัย** คือ ผู้ดำเนินการวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้
8. **ผู้ออกแบบ** คือ บุคคลทั่วไปที่มีความต้องการที่จะทำการออกแบบอาคารด้วยกระบวนการ หรือวิธีการตามที่ปรากฏในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้อาคารพักอาศัยชั่วคราวต้นแบบ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารสำหรับกรณีฉุกเฉิน ซึ่งสามารถก่อสร้างได้ในระยะเวลาไม่เกิน 3 วัน ตอบสนองการใช้งานสำหรับสมาชิกจำนวน 2 คน หรือมากกว่าด้วยการปรับปรุงการใช้สอยแบบขยายมิติ มีน้ำหนักเบา ขนส่ง และติดตั้งได้ง่าย สามารถนำไปใช้ในกิจกรรม หรือในเหตุการณ์ ที่มีความจำเป็นต้องใช้สอยอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่มีความคงทน แข็งแรง ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
2. สามารถสรุปเทคนิค วิธีการขั้นพื้นฐานในการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด ประกอบกับการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป ที่บุคคลทั่วๆ ไปสามารถที่จะทำความเข้าใจ และนำไปใช้ได้ง่าย
3. ได้ความรู้ และทักษะในการออกแบบก่อสร้างอาคารด้วยวัสดุสำเร็จรูป และเทคนิคการก่อสร้างขั้นพื้นฐานด้วยระบบประสานทางพิกัด
4. ได้เทคนิคในการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร (Components) ที่สามารถนำไปผลิตได้เป็นจำนวนมากในระบบอุตสาหกรรม และเทคนิคในการออกแบบรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนที่จำเป็นในการก่อสร้างอาคารแบบสำเร็จรูป
5. ได้ต้นแบบอาคาร และเทคนิคในการออกแบบอาคารให้มีรูปแบบการใช้งานที่หลากหลาย (Flexible) และสามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้งาน (Re-use) ได้หลายครั้ง

1.9 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. **ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล**
   - ศึกษาลักษณะความต้องการพื้นที่ใช้สอยอาคารของมนุษย์ ด้วยรูปแบบการอยู่อาศัยอย่างง่ายที่สุด คือการหลับนอน และการป้องกันภัยจากสภาพแวดล้อม
   - ศึกษาลักษณะรูปแบบของอุบัติภัยที่มีผลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ
   - ศึกษาเทคนิค และวิธีการช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยเฉพาะการให้ความช่วยเหลือด้านที่อยู่อาศัย
   - ศึกษาข้อมูลการออกแบบอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป โดยเน้นการศึกษาอาคารพักอาศัยชั่วคราว และอาคารพักอาศัยสำหรับกรณีฉุกเฉินที่มีขนาดเล็ก เพื่อสรุปผลทางด้านรูปแบบ ลักษณะ และปัญหาที่เกิดขึ้นจากการออกแบบ และการใช้งานอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป
   - ศึกษาเทคนิคการผลิต และการออกแบบชิ้นส่วนอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป ด้วยระบบประสานทางพิกัดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
   - ศึกษาวิธีการในการก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูปประเภทต่างๆ จากตัวอย่าง และกรณีศึกษา
   - ศึกษาลักษณะการออกแบบรอยต่อที่เหมาะสมกับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณผสมผสานกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปประเภทอื่น ให้สามารถก่อสร้างในระบบ Knock Down ได้
   - ศึกษาลักษณะ คุณสมบัติ ข้อจำกัด และเทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยวัสดุโครงสร้างเหล็ก และวัสดุโครงสร้างสมัยใหม่ที่มีน้ำหนักเบา โดยวิเคราะห์จากตัวอย่าง และกรณีศึกษา

2. **ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล**
   - วิเคราะห์สรุปกิจกรรมขั้นพื้นฐานที่เกิดขึ้นจากความต้องการของมนุษย์ เพื่อกำหนดกรอบในการออกแบบความต้องการสำหรับการใช้สอยอาคารชั่วคราวของครอบครัวขนาด 2 คน
   - วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเทคนิค และประมวลปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีศึกษาต่างๆ
   - ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบ และลักษณะของอาคาร, การใช้งาน และอุปกรณ์ที่จำเป็น สำหรับการก่อสร้างจากอาคารที่นำมาเป็นกรณีศึกษา
   - วิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุศาสตร์ และลักษณะของระบบโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับโครงการ
   - วิเคราะห์เทคนิคในการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโครงการ
   - วิเคราะห์หาระบบโครงสร้างอาคารที่เหมาะสมกับการก่อสร้างอาคารภายใต้ขอบเขตของการวิจัย
   - วิเคราะห์หาเทคนิคในการก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ง่าย และรวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องใช้ทักษะ และเครื่องมือในการก่อสร้างมาก

3. **ขั้นตอนการออกแบบอาคารตัวอย่าง**
   - นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์มาใช้ออกแบบอาคารตัวอย่าง โดยเน้นที่การออกแบบโครงสร้างและเปลือกห่อหุ้มอาคาร โดยไม่นำระบบประกอบอาคารมาเป็นบริบทหลักในการออกแบบ
   - ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุ เทคนิค และวิธีการก่อสร้าง เพื่อปรับปรุงแบบให้มีความเหมาะสม
   - ทำแบบจำลองอาคารที่ออกแบบ ตรวจสอบมิติการประสาน และแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยคอมพิวเตอร์
   - ทำแบบรายละเอียดลำดับการติดตั้ง สรุปรายการชิ้นส่วน จำนวน และรหัสของวัสดุแต่ละชิ้น

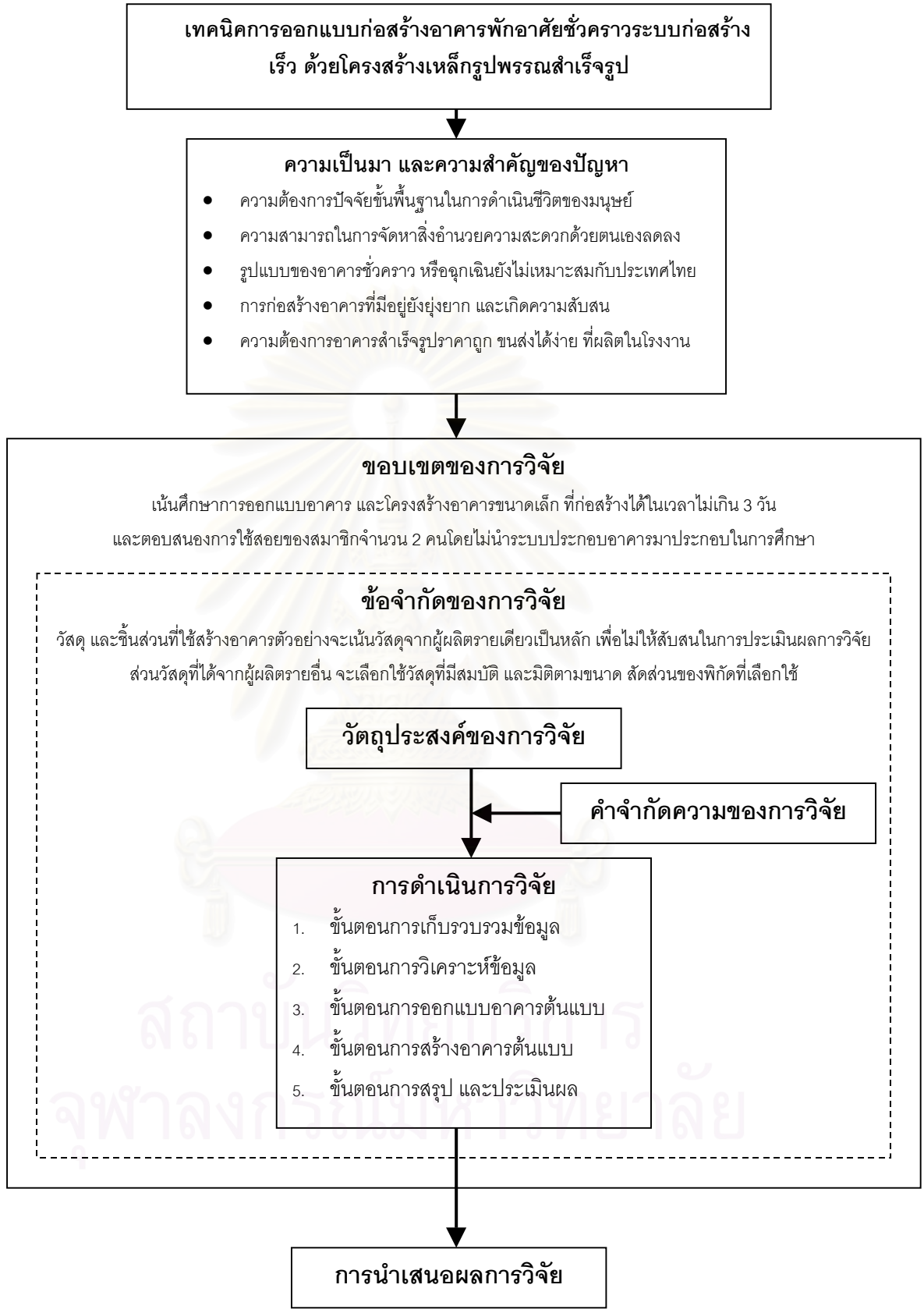
4. **ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารตัวอย่างจำลองขนาด** 1: 7.5
    - ดำเนินการก่อสร้างแบบจำลองอาคารต้นแบบพร้อมทำการตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้ง
    - จดบันทึกการก่อสร้างอาคารด้วยการบันทึกภาพระหว่างกระบวนการติดตั้ง
    - จดบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดตั้ง

5. **ขั้นตอนการสรุป และประเมินผล**
    - สรุปผลการก่อสร้างอาคารต้นแบบ พร้อมระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดตั้ง
    - ประเมินผลในด้านความแข็งแรงของโครงสร้าง กระบวนการติดตั้ง ความสะดวกในการขนส่ง ราคาค่าวัสดุ ราคาค่าก่อสร้าง น้ำหนักอาคาร ความสามารถในการปรับปรุงการใช้สอย โดยไม่คำนึงถึงเรื่องความงาม และปัจจัยรองอื่นๆ ในการประเมินผล

1.10 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

1. นำเสนอผลงานรายละเอียดข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้ามาในแต่ละหัวข้อ
2. นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และสมมติฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล
3. นำเสนอแบบอาคารตัวอย่าง และรายละเอียดการก่อสร้างที่ได้จากการวิเคราะห์ และตั้งสมมติฐาน
4. นำเสนอภาพกระบวนการก่อสร้างอาคาร พร้อมบทวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการก่อสร้าง
5. นำเสนอบทสรุปจากการวิจัย ปัญหา และแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 1 : ความเป็นมา การกำหนดขอบเขต และข้อจำกัดของกระบวนการวิจัย

บทที่ 2

ความต้องการอาคารใช้สอยของมนุษย์

2.1 นิยาม และความหมายของคำ

อาคารอยู่อาศัย คือ อาคารซึ่งโดยปกติบุคคลใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวัน และกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวร หรือชั่วคราว (กฎกระทรวงฉบับที่ 4 (พ.ศ.2526) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522)[1]

อาคารที่พักอาศัย คือ ตึก บ้าน เรือน โรง แพ ซึ่งโดยปกติบุคคลอาศัยอยู่ทั้งกลางวัน และกลางคืน (ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2522)[2]

Human Nature (n): the native of man :as a: the complex of behavioral patterns, attitudes, and ideas which human acquires socially. b: the complex of fundamental dispositions and triatsot man.[3]

House (n): a building that serves as living quarters for one or a few families.[4]

2.2 ความต้องการของมนุษย์ และการเกิดขึ้นของอาคารพักอาศัย

มนุษย์ คือ สิ่งมีชีวิตในกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่มีสติปัญญา มีความสามารถในการคิด การสร้างสรรค์ ที่นอกเหนือจากสัญชาตญาณตามธรรมชาติของสัตว์

มนุษย์ถือกำเนิดขึ้นมาบนโลกเมื่อหลายล้านปีก่อน วิวัฒนาการขึ้นมาจากสัตว์ที่อยู่อาศัยตามวัฏจักร และวงจรชีวิตที่ถูกกำหนดโดยวิถีทางตามธรรมชาติ พัฒนาจนมีความสามารถมากถึงขั้นที่เกือบจะสามารถควบคุมธรรมชาติได้ มนุษย์เป็นสัตว์ที่มีความคิด ความสามารถมากมาย สามารถเอาตัวรอดจนกลายเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีปริมาณมากที่สุด และเป็นเจ้าผู้ครอบครองโลกอยู่ในปัจจุบัน แต่ถึงแม้มนุษย์จะมีความก้าวหน้า และมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีมากขึ้นเพียงใด มนุษย์ก็ยังเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องดำรงชีวิตอยู่ มีความต้องการอาหาร ที่อยู่อาศัย เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มนุษย์ยังเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการอากาศสำหรับการหายใจ ต้องการอาหารสำหรับให้พลังงาน ต้องการเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มสำหรับให้ความอบอุ่น และที่สำคัญก็คือ ความต้องการที่อยู่อาศัยสำหรับการพักผ่อน และการป้องกันภัยอันตรายจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติภายนอกที่โหดร้าย

วิวัฒนาการของอารยธรรมมนุษย์ได้ถูกกำหนดออกมาเป็นยุค เป็นสมัยที่แตกต่างกันตามหลักการทางวิชาประวัติศาสตร์ และอารยธรรม แต่ยุคสมัยที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่าเป็นยุคที่ มนุษย์มีความแตกต่างจากสัตว์อย่างชัดเจนก็คือ ยุคที่เรียกกันว่า ยุคหิน (Stone Age) และยุคเกษตรกรรม (Agriculture Age)โดยเฉพาะในยุคเกษตรกรรม ซึ่งเป็นยุคที่มนุษย์เริ่มแสดงความสามารถทางด้านการคิด การสร้างสรรค์ออกมาอย่างชัดเจน ในยุคสมัยนี้มนุษย์เริ่มรู้

---

[1] สถาปนิกสยาม, สมาคม. กฎหมายอาคาร 1 อาษา/2538, (กรุงเทพมหานคร: เมฆาเพลส, 2539), หน้า 3-43.

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 5-22.

[3] Webster New Collegeate Dictionary, (USA, G&C. Merriam Company, 1976), p. 557.

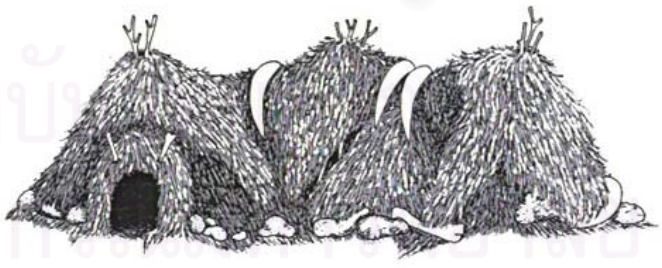
[4] เรื่องเดียวกัน, หน้า 554.

จักการสร้างเครื่องมือต่างๆ ขึ้นมาเพื่อการใช้สอย เช่น อุปกรณ์สำหรับการอยู่อาศัย อุปกรณ์สำหรับการล่าสัตว์ การทำเกษตรกรรม การทำอาหาร รู้จักการใช้ไฟ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีอันตราย และสร้างความหวาดกลัวให้กับสิ่งมีชีวิต ในธรรมชาติมาโดยตลอด เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการให้แสงสว่าง การให้ความอบอุ่น และการป้องกันภัยอันตรายจากสัตว์ร้ายต่างๆ ในสภาพแวดล้อมโดยรอบ และที่สำคัญที่สุดก็คือ การรู้จักนำไฟมาใช้ในการปรุงอาหาร ทำให้มนุษย์เริ่มต้นวิถีการดำเนินชีวิตที่แตกต่างจากสัตว์ในธรรมชาติที่กินเนื้อดิบๆ อย่างชัดเจน

การอยู่อาศัยของมนุษย์ในยุคเริ่มแรก ยังเป็นลักษณะที่ใช้สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น ภูเขา แม่น้ำ ลำธาร ต้นไม้ ชะง่อนผาต่างๆ ให้เป็นประโยชน์สำหรับการอยู่อาศัย และหลบซ่อนตัวเองจากภัยอันตรายต่างๆ ทางธรรมชาติ การที่มนุษย์มีการอยู่อาศัยรวมกันเป็นกลุ่มในลักษณะเดียวกับฝูงสัตว์ ทำให้เริ่มมีการช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การล่าสัตว์ หรือการต่อสู้ป้องกันภัยอันตรายต่างๆ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความอบอุ่น และวิวัฒนาการไปสู่การเกิดวัฒนธรรมของการดำรงชีวิตอย่างเป็นกลุ่มก้อน เป็นสังคม มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน รู้จักการเอื้ออาทร แบ่งปัน และมีการจัดสรรหน้าที่ของแต่ละบุคคล

การอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มก่อให้เกิดความร่วมมือกันในการหาอาหาร และการต่อสู้ป้องกันภัยอันตรายต่างๆ ยิ่งเมื่อมนุษย์เริ่มมีความรู้ทางด้านการเกษตรกรรม มีการก่อสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัยของตัวเองเป็นหลักเป็นแหล่ง การอยู่ร่วมกันก็ปรากฏเป็นรูปร่างอย่างชัดเจนเป็นเผ่า เป็นหมู่บ้าน เป็นเมืองขึ้นมาอย่างถาวร เกิดการร่วมมือกันไม่เพียงเพื่อป้องกันอันตรายจากสภาพแวดล้อม และภัยทางธรรมชาติ ยังร่วมมือกันในการป้องกันอันตรายจากการต่อสู้แย่งชิงจากกลุ่มอื่นๆ ที่เริ่มเข้ามาแก่งแย่งอาหารของกลุ่มอีกด้วย

ในยุคที่มนุษย์เข้าสู่วิถีทางในการทำการเกษตรกรรม รู้จักที่จะเพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์เพื่อนำมาใช้เป็นอาหารในการดำรงชีวิต แทนที่จะต้องไปเสาะแสวงหาจากในธรรมชาติอย่างในอดีต มนุษย์เริ่มรู้จักสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ขึ้นมา เริ่มจากเครื่องมือเครื่องใช้ในการล่าสัตว์ การทำการเกษตร ต่อเนื่องมาถึงการก่อสร้างบ้านเรือนของตัวเองเพื่อการอยู่อาศัยด้วยเทคนิค และวิธีการอย่างง่ายๆ เช่น การนำกิ่งไม้ ใบไม้มาสอดประสานถักทอกันขึ้นให้คงรูปอยู่ได้ด้วยตัวเอง สามารถเป็นหลังคากันแดด กันฝนได้ดีไม่แพ้ชะง่อนผาต่างๆ รู้จักที่จะนำดิน โคลนมาทาทับ หรือก่อกันขึ้นเป็นอาคารเพื่อให้เกิดความแข็งแรง และให้ความอบอุ่นได้ เหล่านี้เป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดสังคม และการก่อสร้างอาคารสำหรับการใช้สอยเพื่อกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น



ภาพที่ 1 : ภาพแสดงตัวอย่างที่พักอาศัย ในยุคเริ่มแรกของมนุษย์

อาคารพักอาศัยหลังแรกๆ เกิดขึ้นมาบนโลกเมื่อประมาณ 400,000 ปีที่แล้ว ในยุคเริ่มแรกจะเป็นเพียงการก่อสร้างสิ่งที่ห่อหุ้มให้เกิดพื้นที่สำหรับอยู่อาศัย ป้องกันพื้นที่ และป้องกันผู้อยู่อาศัยในพื้นที่จากสิ่งต่างๆ ภายนอกที่จะเข้ามารบกวน การใช้สอยเริ่มต้นจากลักษณะพื้นที่อเนกประสงค์ เป็นทั้งที่กิน ที่นอน ที่พบปะสังสรรค์ และประกอบกิจกรรมต่างๆ รูปแบบของอาคารมีความเรียบง่าย ตอบสนองความต้องการแค่เพียงการกันแดด กันฝน และให้ความอบอุ่นเท่านั้น แต่ต่อมาเมื่อมนุษย์มีการพัฒนาทางสังคม และการอยู่อาศัยมากขึ้น มีการแบ่งแยกวรรณะทาง

สังคมมากขึ้น รูปแบบของอาคารก็เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไป มีการขยาย การต่อเติม การเปลี่ยนแปลงทั้ง ขนาด และรูปร่าง เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นมา

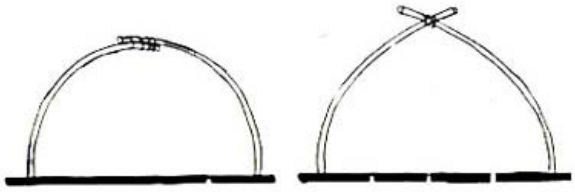
ความต้องการการใช้สอยในรูปแบบที่นอกเหนือจากการอยู่อาศัยอย่างแรกก็คือ ความต้องการอาคารที่ใช้สำหรับการเป็นที่รักษาพืชผลทางการเกษตร จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ในหลายๆ ประเทศ เช่น จีน ญี่ปุ่น ไทย หรือประเทศต่างๆ ทั่วโลก จะพบว่า อาคารที่ได้รับการก่อสร้างขึ้นมาเคียงคู่กับอาคารพักอาศัยในยุคแรกก็คืออาคารประเภท โรงเก็บธัญพืช หรือที่เรียกกันว่า "ยุ้งฉาง" (Barn) ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่นตามแต่คติความเชื่อ วัฒนธรรม และวัตถุดิบในท้องถิ่นนั้นๆ แต่ลักษณะหนึ่งที่ยุ้งฉางในแต่ละพื้นที่จะมีแนวความคิดเดียวกันก็คือ การป้องกันพืชพันธุ์ ธัญญาหารไม่ให้เสียหายจากอากาศภายนอก จากสัตว์ จากแมลงต่างๆ เพื่อเก็บไว้ใช้ในยามขาดแคลน หรือเป็นเมล็ดพันธุ์สำหรับนำไปเพาะปลูกต่อในอนาคตเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับครอบครัว

2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบอาคารพักอาศัย

"*จำนวน และขนาดของยุ้งฉางแสดงถึงความมั่งคั่งร่ำรวยของเจ้าของ*" แนวความคิดลักษณะนี้ยังคงมีให้เห็นอยู่ในเขตท้องถิ่นของประเทศไทยในปัจจุบัน ในอดีต ความมั่งคั่งร่ำรวยไม่ได้แสดงอยู่ที่ใครมีเงินมากกว่ากัน เพราะ เงิน เป็นวัตถุแทนค่าสิ่งต่างๆ ที่เริ่มมีขึ้น และใช้กันมาไม่กี่พันปี (เมื่อเทียบกับการเกิดขึ้น และการพัฒนาอันยาวนานของวัฒนธรรมมนุษย์) การเปรียบเทียบความร่ำรวย และฐานะทางสังคมในช่วงแรก จึงวัดกันที่ใครมีทรัพยากรในครอบครองมากกว่ากัน ซึ่งการแบ่งแยกลักษณะนี้ เป็นจุดเริ่มต้นของการแบ่งชนชั้นทางเศรษฐกิจของสังคม ต่อเนื่องจากการแบ่งชนชั้นตามสัญชาตญาณของสัตว์ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติอยู่แล้ว

การแบ่งชนชั้นทางสังคมเป็นรูปแบบของการดำเนินชีวิตที่เป็นปกติตามธรรมชาติ สัตว์ต่างๆ ที่มีการรวมกลุ่มกันอยู่เป็นหมู่ เป็นคณะ จะต้องมีหัวหน้าฝูง หรือจ่าฝูงเป็นผู้ดูแล และควบคุมสมาชิกในฝูง มนุษย์ก็ไม่ต่างจากสัตว์เหล่านั้นที่ต้องมีการคัดเลือกหัวหน้า ที่จะทำหน้าที่ควบคุมดูแลความเป็นไปในกลุ่ม ในหมู่คณะให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย การจัดฐานะทางสังคมตามที่กล่าวมานี้ ส่งผลกระทบที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนต่อรูปลักษณ์ของอาคารอยู่อาศัยของผู้ที่เป็นหัวหน้า โดยจะมีลักษณะที่ใหญ่โต สวยงาม และมีอาณาเขตมากกว่าของบุคคลอื่นๆ ที่เป็นสมาชิกภายในกลุ่ม ความแตกต่างนี้ส่งผลกระทบถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการก่อสร้างอาคาร ที่พัฒนาควบคู่ไปกับความต้องการที่มากขึ้น

รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้อย่างชัดเจนมากที่สุดก็คือ รูปแบบของการก่อสร้างอาคารพักอาศัย จากที่กล่าวมาข้างต้น การก่อสร้างอาคารพักอาศัยเริ่มต้นจากการก่อสร้างด้วยกรรมวิธีที่ง่ายที่สุด ที่จะทำให้วัสดุต่างๆ คงตัวอยู่ได้เป็น รูปทรงของอาคาร ที่ห่อหุ้ม ป้องกันอันตรายให้แก่ผู้อยู่อาศัย แต่ต่อมาเมื่อมีวิธีการ และกระบวนการในการดำเนินชีวิตเปลี่ยนแปลงไป มนุษย์มีเครื่องมือเครื่องใช้ในการทำงาน และรู้จักการแปรรูปวัตถุดิบต่างๆ ให้สามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น เริ่มมีการนำวัตถุดิบที่เคยนำมาใช้ในทันที มาผ่านกระบวนการในการแปรรูปเพื่อให้ได้รูปทรงที่จะนำไปใช้สอยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2 : ภาพแสดงกรรมวิธีการก่อสร้างโครงสร้างอาคารอย่างง่าย

กระบวนการที่กล่าวมาก็คือ กระบวนการในการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบให้อยู่ในรูปของวัสดุสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้าง ซึ่งทำให้รูปแบบการก่อสร้างเปลี่ยนแปลงไปเป็นระบบที่เรียกว่า การก่อสร้างด้วยระบบวัสดุสำเร็จรูป การก่อสร้างในลักษณะนี้จะมีการเตรียมชิ้นส่วนวัสดุต่างๆ ของอาคารไว้ให้เรียบร้อยล่วงหน้า เมื่อถึงเวลา หรือเมื่อมีความต้องการที่จะทำการก่อสร้างอาคาร จึงนำชิ้นส่วนต่างๆ เหล่านั้นมาประกอบ ติดตั้ง กันขึ้นเป็นอาคารในพื้นที่ก่อสร้าง ส่วนกรรมวิธีในการผลิตชิ้นส่วนในรูปแบบต่างๆ นั้น จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ แต่ละท้องถิ่นที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของตัวเอง

ภาพที่ 3 : ภาพแสดงเทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยวัสดุแบบกึ่งสำเร็จรูป

รูปแบบ และกรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนวัสดุต่างๆ นั้น ส่วนมากได้มาจากการลองผิด ลองถูก ในการนำวัตถุดิบต่างๆ มาแปรรูปให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมกับการใช้สอยตามต้องการ ซึ่งในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจเป็นไปในลักษณะของการแปรรูปเพียงเล็กน้อย เช่น การเหลาไม้ให้มีความกลมกลึงเพื่อทำเป็นเสา หรือทำให้วัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป เช่น การนำไม้ไผ่มาผ่าเป็นซีก จักสานเป็นแผ่นเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบพื้นฐานในการนำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคาร เป็นต้น ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการทำให้วัสดุมีลักษณะสำเร็จรูปขึ้นนั่นเอง

ภาพที่ 4 : ภาพแสดงที่พักอาศัย ที่ก่อสร้างด้วยวัสดุที่ได้รับการแปรรูปแล้ว

การก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนก่อสร้างแบบสำเร็จรูป หรือที่เรียกว่า การก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป(Prefabricated Construction) เริ่มมีขึ้นมาเมื่อไร ไม่มีหลักฐานที่ชัดเจนแน่นอน แต่สำหรับในประเทศไทย การก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปมีมานานแล้ว แต่เพิ่งจะมีการจดบันทึกเป็นหลักฐานอย่างชัดเจนก็เมื่อ บริษัทเซาท์อีสเอเชียก่อสร้าง จำกัด[5] ได้ทำการศึกษา และพัฒนาเทคนิคการก่อสร้างแบบใหม่ขึ้น ในปี พ.ศ. 2505 ซึ่งก็คือการพยายามที่จะนำระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปเข้ามาใช้อย่างจริงจังในประเทศไทย โดยเป็นการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างแบบคอนกรีตเสริมเหล็กสมัยใหม่ แต่ก็ใช่ว่าเหตุการณ์ดังกล่าวนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปในประเทศไทย ก่อนหน้านั้นการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปได้มีการทำกันมาก่อนแล้ว ในลักษณะของสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น

สถาปัตยกรรมแบบพื้นถิ่นเป็นรูปแบบของอาคารพักอาศัยที่แสดงให้เห็นถึงวิถีการดำเนินชีวิตของคนในแต่ละชุมชน ในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบของวัฒนธรรม และคติความเชื่อของท้องถิ่นนั้น นอก

---

[5] กุณฑลทิพย มาลากุล ณ อยุธยา, "ตัวอย่างการใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในการก่อสร้างที่พักอาศัยตามแนวราบในประเทศไทย," รายงานประกอบวิชา สัมมนาเทคนิควิทยาการ สาขาวิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 ตุลาคม 2522. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

จากนี้ยังขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น เห็นได้จากรูปแบบของสถาปัตยกรรม โดยเฉพาะในสถาปัตยกรรมประเภทอาคารพักอาศัย ซึ่งมีความใกล้ชิด และแสดงให้เห็นถึงวิถีชีวิต และความเป็นอยู่ของคนในชุมชนมากที่สุด

2.3.1 รูปแบบของสถาปัตยกรรมพักอาศัยในแต่ละท้องถิ่น

ประเทศไทย

รูปแบบของการก่อสร้างอาคารพักอาศัยในประเทศไทย จะมีความเกี่ยวเนื่องกับลักษณะของวิถีการดำรงชีวิตทางสังคม ในแต่ละท้องถิ่นของประเทศไทย รูปแบบของสถาปัตยกรรมจะมีลักษณะที่ไม่เหมือนกันตามแต่วิถีความเชื่อ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ แต่จะมีลักษณะร่วมกันอย่างหนึ่งก็คือ การดำรงชีวิตแบบสังคมเกษตรกรรม ซึ่งทำให้มีความต้องการอาคารสำหรับการสำหรับการอยู่อาศัย และเก็บรักษาพืชพันธุ์ธัญญาหาร หรือผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูก โดยมีแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญในการก่อสร้างคือ ป่าไม้ และพืชพันธุ์ธรรมชาติที่มีอยู่อย่างสมบูรณ์ในท้องถิ่น เช่น ไม้สัก ไม้แดง ไม้ไผ่ หญ้า คา จาก ตาล เป็นต้น โดยการก่อสร้างในยุคเริ่มแรกจะมีการแปรรูปวัตถุดิบเพียงเล็กน้อย เป็นการก่อสร้างอาคารอย่างง่ายๆ ที่เรียกกันว่า "เรือนเครื่องผูก"

ภาพที่ 5 : ภาพแสดงตัวอย่างเรือนเครื่องผูกของไทย

ลักษณะของอาคารเรือนเครื่องผูก จะมีการก่อสร้างโดยใช้ไม้ที่หาได้ง่าย แต่มีความแข็งแรงสูง เช่น ไม้ไผ่ ซึ่งสามารถนำมาปรับปรุง เปลี่ยนแปลงด้วยอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีอยู่ในครัวเรือน เช่น มีด พร้า ขวาน ทำการแปรรูปอย่างง่ายๆ ให้สามารถนำมาก่อสร้างได้ตามรูปแบบที่ต้องการ โดยยึดติดชิ้นส่วนแต่ละชิ้นด้วยตอกที่ทำจากการเจียนไม้ไผ่ ให้เกิดเป็นรูปร่างของอาคารขึ้น อาคารประเภทนี้เป็นอาคารที่ก่อสร้างได้ง่าย และรวดเร็ว มีอายุการใช้งานสั้น แค่ชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่าที่ผู้ใช้สอยต้องการเท่านั้น

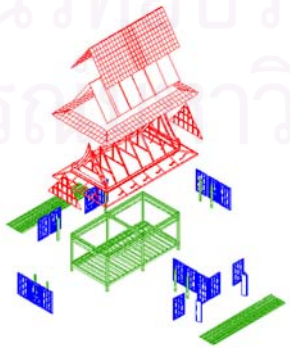
ต่อมาเมื่อลักษณะทางสังคมมีการเปลี่ยนแปลงไป ผู้คนเริ่มมีฐานะมากขึ้น มีความต้องการอาคารที่มีความมั่นคง แข็งแรง และถาวรมากขึ้น จึงได้พัฒนารูปแบบของอาคารอยู่อาศัยมาเป็นอาคารที่ใช้วัสดุที่มีความคงทน แข็งแรง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เป็นจุดเริ่มต้นของอาคารพักอาศัยประเภท "เรือนเครื่องสับ" ขึ้น

ภาพที่ 6: ภาพแสดงตัวอย่างเรือนเครื่องสับของไทย

เรือนเครื่องสับ เป็นรูปแบบของอาคารที่มีการก่อสร้างในลักษณะที่เรียกว่าเป็น "อาคารสำเร็จรูป" อย่างสมบูรณ์โดยในกระบวนการก่อสร้าง จะมีการผลิตชิ้นส่วนวัสดุต่างๆ เตรียมไว้ให้เสร็จเรียบร้อยล่วงหน้าก่อนที่จะถึงวัน เวลา หรือฤกษ์ยามที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างอาคารใหม่ขึ้นมา ซึ่งระบบการก่อสร้างในวิธีนี้ ปัจจุบันเรียกกันว่าเป็นระบบการก่อสร้างแบบ "Prefabrication Construction" หรือที่เรียกกันง่ายๆ ว่า การก่อสร้างแบบ Knock Down คือการนำชิ้นส่วนต่างๆ ที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว มายึดติดกันด้วยอุปกรณ์ เช่นเดือยไม้ เดือยเหล็ก หรือด้วยกรรมวิธีการเข้าไม้ เพื่อให้เกิดเป็นรูปร่างของอาคารที่มีความมั่นคงแข็งแรง สามารถรับ และต้านทานแรงกระทำต่างๆ ที่จะเข้ามากระทำต่ออาคารได้อย่างมั่นคง ข้อดีของระบบการก่อสร้างในลักษณะนี้ก็คือ การที่สามารถก่อสร้างอาคารให้สำเร็จได้ในระยะเวลาไม่นาน สามารถถอดชิ้นส่วนออกเพื่อทำการปรับปรุง หรือเพื่อขนย้ายไปก่อสร้างในที่อื่นๆ ได้ตามความต้องการ หรือเมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องทำการซ่อมแซม ก็ไม่เสียเวลาในการที่จะต้องรื้อถอนอาคารมากมาย เนื่องจากสามารถที่จะผลิตชิ้นส่วนอื่นๆ ให้เสร็จก่อน แล้วจึงค่อยนำมาสับเปลี่ยนในพื้นที่ได้ทันที โดยวัตถุดิบที่สำคัญของอาคารประเภทเรือนเครื่องสับ จะเป็นวัตถุดิบประเภทไม้เนื้อแข็งเช่น ไม้สัก ไม้เต็ง ไม้รัง เป็นต้น [6]

ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนของอาคารประเภทเรือนเครื่องสับนั้น จะนำไม้ที่ตัดได้มาทำการแปรรูปเป็นส่วนต่างๆ ของอาคารด้วยกรรมวิธีแบบชาวบ้าน เช่น การถาก-ไส-ตกแต่งผิว ให้ผิวของไม้มีความราบเรียบเพื่อนำมาใช้ทำเป็น เสา หรือการเลื่อยแบ่งไม้ชิ้นใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อนำมาใช้ทำเป็น รอด ตง พื้น และวัสดุประกอบอาคารอื่นๆ ให้สำเร็จไว้ล่วงหน้า ด้วยฝีมือ และความชำนาญในการก่อสร้างอาคารของช่างพื้นถิ่น ชิ้นส่วนบางชิ้นที่มีขนาดใหญ่ก็จะมีการแบ่งซอยชิ้นส่วนนั้นออกให้เป็นชิ้นไม้เล็กๆ ที่สามารถนำมาประกอบกันเป็นชิ้นส่วนใหญ่นั้นได้ ตัวอย่างเช่น การทำฝาผนังที่มีขนาดใหญ่ ก็จะทำเป็นชิ้นไม้เล็กๆ ที่เรียกว่า "ลูกฟัก" นำมายึดติดกันให้เป็นผืนเดียวด้วยกรรมวิธีการเข้าไม้ เกิดเป็นผนังที่มีรูปแบบของลวดลายลักษณะต่างๆ ตามแต่การออกแบบ และลักษณะของชิ้นไม้ที่นำมาใช้เป็นชิ้นส่วน เช่น รูปแบบของฝาแบบลูกฟัก ฝาแบบประกน เป็นต้น โดยชิ้นส่วนต่างๆ ของเรือนเครื่องสับ เมื่อได้รับการผลิตเรียบร้อยแล้ว จะมีการทดลองประกอบขึ้นเป็นรูปทรงของอาคาร เพื่อตรวจเช็คความถูกต้อง และแก้ไขให้เสร็จเรียบร้อยก่อนนำไปติดตั้งจริง

"...ผนังแบบฝาปะกน หรือลูกฟัก เป็นการแก้ปัญหาแรงงาน และเครื่องมือช่าง ซึ่งสอดคล้องกับการใช้วัสดุคือไม้ ได้อย่างดี เครื่องมือสมัยก่อนมีไม่มาก และมีประสิทธิภาพไม่ดีเหมือนปัจจุบัน ฉะนั้น การใช้ไม้ชิ้นเล็กๆ มาประกอบเป็นฝาจึงทำได้ง่ายกว่าการเลื่อยไม้ใหญ่ การขนย้ายลงมาทำก็ขนได้สะดวกกว่าไม้ชิ้นใหญ่ ทั้งการประกอบบ้านของไทยเดิม ก็ทำมาแต่ละส่วนๆ แล้วยกประกอบกันขึ้นได้โดยเร็ว กรรมวิธีแบบนี้จึงนับว่าดีที่สุด..." [7]



ภาพที่ 7 : ภาพแสดงการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปของเรือนไทย แบบเรือนเครื่องสับ

[6] เสฐียรโกเศศ, ประเพณีเนื่องในการปลูกเรือน, พิมพ์ครั้งที่ 3(กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ศยาม, 2539).

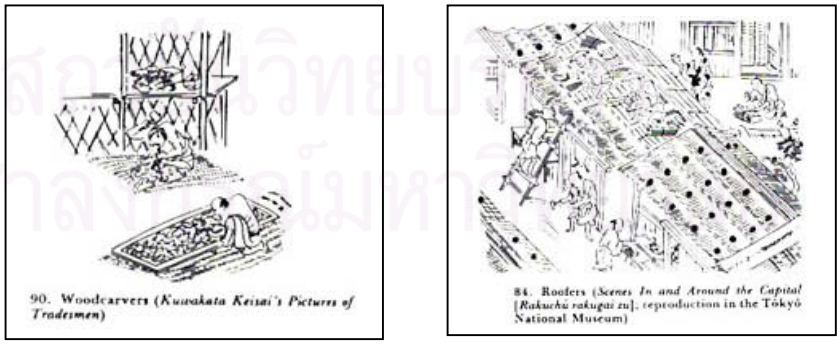
[7] ลดา รัตกสิกร, แสงอรุณ 2,(กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์การพิมพ์, 2522), หน้า 75-76.

ประเทศญี่ปุ่น

วัฒนธรรมการอยู่อาศัยของชาวญี่ปุ่นได้แสดงออกมาให้เห็นในรูปแบบ ลักษณะของตัวสถาปัตยกรรมเช่นกัน โดยเฉพาะสถาปัตยกรรมสำหรับการอยู่อาศัย ที่เห็นได้ชัดเจนก็คือ การแบ่งแยกพื้นที่สำหรับกิจกรรมต่างๆ ตามฐานะของบุคคลที่ใช้สอยพื้นที่นั้นๆ ด้วยระดับความสูงของพื้นที่ เช่น ในบ้านพักอาศัยของคนธรรมดาทั่วไป พื้นที่ใช้สอยจะแบ่งแยกออกเป็น 2 ส่วน คือพื้นที่ภายใน และพื้นที่ภายนอกบ้าน ด้วยการแบ่งระดับของพื้นให้แตกต่างกัน เป็นการแสดงอาณาเขตของพื้นที่ใช้สอยให้ชัดเจน นอกจากนี้การแบ่งระดับของพื้นที่ยังเกี่ยวข้องกับระดับของชนชั้นทางสังคม ตัวอย่างเช่น อาคารที่มีความเกี่ยวข้องกับชนชั้นสูง เช่น พระราชวัง หรือที่ว่าการผู้ครองนคร จะมีการแบ่งระดับของพื้น ตามสถานะทางสังคม การเมือง และการปกครองออกเป็นชั้นๆ อย่างชัดเจน[8] โดยผู้ที่สามารถนั่งในพื้นที่แต่ละชั้นได้จะต้องมีระดับทางสังคมที่เหมาะสมเท่านั้น

ภาพที่ 8 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยระดับชาวบ้านของประเทศญี่ปุ่น

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศอย่างค่อนข้างรุนแรง อาคารพักอาศัยจึงจำเป็นต้องมีความแข็งแรง มั่นคง สามารถที่จะทนทานต่อสภาพเหล่านั้นได้ ไม่ว่าจะเป็น หิมะ ฝน หรือแผ่นดินไหว รวมทั้งต้องสามารถที่จะซ่อมแซมได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่า การก่อสร้างอาคารในประเทศญี่ปุ่น จะใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา โดยมีการนำวัสดุที่น้ำหนักมากเช่น หิน ปูน หรือปาสเตอร์ ต่างๆ เข้ามาช่วยในการก่อสร้าง เพื่อเพิ่มน้ำหนัก และความแข็งแรงให้แก่อาคาร การใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบามาทำเป็นโครงสร้างของอาคาร ทำให้การซ่อมแซมสามารถทำได้อย่างง่ายดาย โดยการตัด การต่อ การเจาะด้วยเครื่องมือ แบบชาวบ้าน แต่ทำให้การก่อสร้างเป็นระบบสำเร็จรูปแบบ Knock Down ที่ไม่สมบูรณ์ คือสร้างแล้วถอดไม่ได้ หรือถอดได้ยาก เพราะมีการเคลือบ หรือฉาบทับด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักมากดังที่กล่าวมาข้างต้น



ภาพที่ 9 : (ซ้าย) ภาพแสดงการจักสานส่วนผนังอาคาร และวัสดุปูพื้นอาคารไว้ล่วงหน้าก่อนการก่อสร้าง
(ขวา) แสดงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยระดับชาวบ้านของประเทศญี่ปุ่น

[8] Nishi, Kazuo and Hozumi, Kazuo, What is Japanese Architecture?, (Japan: Shokokusha Publishing, 1985), p.72-73.

การก่อสร้างอาคารในญี่ปุ่น โดยเฉพาะอาคารพักอาศัยระดับเจ้านาย จะมีการเตรียมการด้านวัสดุก่อสร้างและชิ้นส่วนต่างๆ ไว้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งแตกต่างกับอาคารในระดับชาวบ้านที่มีการเตรียมการที่น้อยกว่า การเตรียมการที่ว่าก็คือ การเตรียมวัสดุก่อสร้าง เช่น ไม้ที่จะมานำมาใช้ในการก่อสร้าง จะมีการเหลา การตกแต่ง ขัดเกลาไว้อย่างเรียบร้อย ผนัง ประตู หรือวัสดุปูพื้นประเภทเสื่อ จะมีการจักสานไว้แล้วเสร็จ สามารถนำมาติดตั้งได้ทันที ด้วยเครื่องมือ เครื่องใช้ง่ายๆ ในชีวิตประจำวัน แต่ในกระบวนการผลิตจะไม่ผลิตอย่างสมบูรณ์ 100% เหมือนเรือนเครื่องสับของไทย เพราะจะต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนเหล่านั้นเมื่อนำมาประกอบเป็นอาคาร จึงอาจจะเรียกได้ว่าเป็นการผลิตชิ้นส่วนวัสดุแบบกึ่งสำเร็จรูป ก่อนการก่อสร้างประเภทหนึ่งนั่นเอง

2.3.2 **กระโจม จุดกำเนิดของ** Prefabricated Construction

อาคารพักอาศัยที่อาจถือได้ว่าเป็นแม่แบบของการก่อสร้างอาคารพักอาศัยแบบสำเร็จรูปในระบบ Prefabricated Construction ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ก็คือรูปแบบของอาคารพักอาศัยประเภทกระโจมของชนเผ่าต่างๆ ที่อยู่อาศัยกระจัดกระจายกันอยู่ในส่วนต่างๆ ของโลก แต่ชนเผ่าหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันดี และถือได้ว่ากระโจมของพวกเขาเป็นสัญลักษณ์หนึ่งของชนเผ่าที่รู้จักกันไปทั่วโลก ก็คือ ชนเผ่าอินเดียแดง ชนพื้นเมืองดั้งเดิมที่เคยอาศัยอยู่ทั่วไปในทวีปอเมริกา

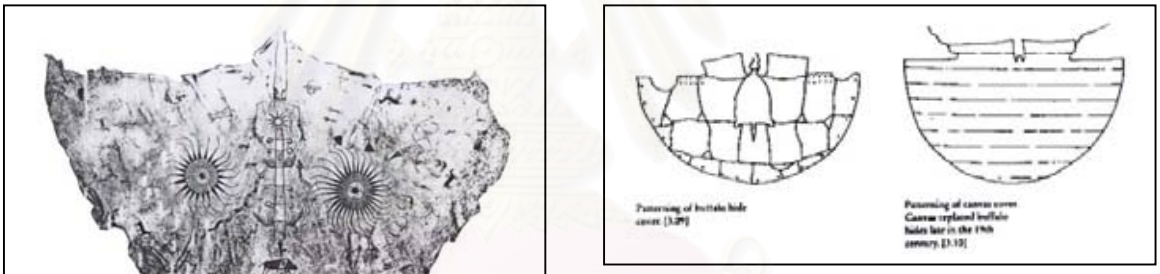
ภาพที่ 10 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยแบบกระโจม Tipi ของชนเผ่าอินเดียแดง

รูปแบบการดำรงชีวิตของชนเผ่าเร่ร่อนจะเป็นลักษณะที่มีการตั้งถิ่นฐานที่ไม่แน่นอน จะมีการเคลื่อนย้ายตัวเองไปเรื่อยๆ ตามแต่ความอุดมสมบูรณ์ของอาหารในพื้นที่ และการอพยพของสัตว์ที่จะล่า ทำให้ชนเผ่าเร่ร่อนมีความต้องการอาคารพักอาศัย ที่จำเป็นจะต้องสามารถถอดออก และติดตั้งขึ้นใหม่ได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสภาวะภูมิอากาศเลวร้าย และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอย่างในทะเลทราย กระโจมต้องสามารถขนย้าย ขนส่งได้ง่ายด้วยสัตว์เทียมที่มีอยู่ในสมัยนั้น คือม้า และลา ทำให้รูปแบบการพัฒนาของกระโจมพักอาศัยแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันออกไป เช่นกระโจมของชาวอินเดียแดง ที่เรียกกันทั่วไปว่า Tipi กระโจมของชนเผ่าเร่ร่อนในตะวันออกกลาง หรือกระโจมของชนเผ่าในทุ่งหญ้าทางตอนเหนือของจีน ที่เรียกกันว่าชนเผ่ามองโกล เป็นต้น

ลักษณะพิเศษของอาคารพักอาศัยประเภทกระโจม หรือ Tent อยู่ที่ วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต และกรรมวิธีในการก่อสร้างที่จะใช้วัสดุประเภทหนังสัตว์ ขนสัตว์ หรือผ้าทอ (Textile) มาเป็นวัตถุดิบในการก่อสร้างอาคารพักอาศัย โดยใช้ระบบโครงสร้างที่เรียกในปัจจุบันว่า ระบบโครงสร้างรับแรงดึง (Tensile Structure) ที่มีโครงสร้างหลักเป็นเพียงเสาไม้ที่นำมาวางขัดกันทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของอาคาร และผืนผ้า หรือหนังสัตว์ที่ขึงพาดทำหน้าที่เป็นหลังคา และผนัง แต่ผู้ก่อสร้างในอดีตไม่ได้มีความรู้ว่า ระบบการก่อสร้างแบบนี้ใช้ความรู้ทางด้านการรับแรงดึงของชิ้นส่วนเข้ามาเป็นหลักในการก่อสร้าง สาเหตุของการเกิดอาคารลักษณะนี้เกิดจากแค่เพียงความต้องการอาคารที่มีความรวดเร็วในการขนย้าย และติดตั้ง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิอากาศอย่างรวดเร็วและรุนแรง เช่น ในพื้นที่เขตทะเลทรายของตะวันออกกลาง ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีอาคารพักอาศัยที่ก่อสร้างได้อย่างรวดเร็วที่สุด และสามารถถอดเก็บเพื่อการขนส่ง ในระหว่างการเดินทางต่อไปได้ง่าย น้ำหนักเบา

ภาพที่ 11 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยแบบ Tent ของชนเผ่าอาหรับในทะเลทราย และการขนส่งด้วยอูฐ

กระโจมแบบ Tipi หรืออาคารพักอาศัยลักษณะ Tent ที่กล่าวถึงข้างต้น เป็นลักษณะของอาคารพักอาศัยแบบชั่วคราว (Temporary Housing) ที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป (Prefabricated Construction) ที่มีความเรียบง่ายมากที่สุด แต่สามารถใช้งานได้ครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้สอยมากที่สุด ด้วยเทคนิค และกรรมวิธีในการก่อสร้างอย่างง่ายๆ แบบชาวบ้านพื้นถิ่น รูปแบบของกระโจมจึงมีลักษณะเรียบๆ ผลิตด้วยวัสดุที่หาได้ในธรรมชาติ หรือจากผลผลิตของระบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมากมาย



ภาพที่ 12 : ภาพแสดงหนังสัตว์ และแนวการเย็บหนังสัตว์ต่อเนื่องเพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับมุงกระโจม Tipi

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 ความต้องการอาคารพักอาศัยในกรณีเหตุฉุกเฉิน

2.4.1 การเกิดเหตุภัย และกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ

อุบัติเหตุ อุบัติภัย เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยไม่สามารถคาดหมายได้ แต่เป็นต้นเหตุของความสูญเสียที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสัตว์ต่างๆ ทำให้เกิดความยากลำบากในการดำเนินชีวิต เราสามารถแบ่งแยกประเภทของอุบัติเหตุ หรืออุบัติภัย ตามต้นเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆ ออกได้เป็น 2 ประเภทกว้างๆ คือ

1. อุบัติภัยที่มีต้นเหตุมาจากธรรมชาติ
2. อุบัติภัยที่มีต้นเหตุมาจากมนุษย์

อุบัติภัยที่เกิดขึ้นจากต้นเหตุทั้ง 2 กรณีเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ โดยเฉพาะอุบัติเหตุที่เกิดจากธรรมชาติ ที่อยู่นอกเหนือจากความสามารถของมนุษย์ในการที่จะควบคุม หรือจัดการให้เป็นไปตามที่เราต้องการได้

เป็นเวลานานหลายปีมาแล้วที่มนุษย์พยายามคิดค้นหาวิธีการในการตรวจสอบ และค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดภัยต่างๆ ทางธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด การเกิดพายุต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงหลายครั้งหลายคราต่อชีวิต และทรัพย์สินของทั้งมนุษย์ และสัตว์ ความพยายามในการค้นหาต้นเหตุที่ว่านี้ ไม่ได้มุ่งหวังถึงขั้นที่จะหยุดยั้ง หรือระงับการเกิดเหตุต่างๆ เหล่านั้นไม่ให้มีโอกาสเกิดขึ้นเลย แต่แค่ต้องการให้สามารถตรวจจับความผิดปกติเบื้องต้นเพื่อการเตรียมความพร้อมที่จะรับมือก่อนที่เหตุการณ์เหล่านั้นจะเกิดขึ้น เช่น การประกาศสภาวะฉุกเฉิน ให้ประชาชนมีการอพยพ หรือเตรียมตัวป้องกันตนเองล่วงหน้า ด้วยระบบการป้องกันภัยต่างๆ อย่างทันท่วงที เพื่อให้เกิดความสูญเสียที่น้อยที่สุดต่อชีวิต และทรัพย์สินของตนเอง

ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่มีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ได้มีความพยายามที่จะค้นคว้าหาข้อมูลถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติภัยต่างๆ ทางธรรมชาติ ด้วยเทคนิค และวิธีการต่างๆ ที่หลากหลาย โดยอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น เทคโนโลยีอวกาศ มาเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลที่ต้องมีการเก็บเป็นวงกว้าง หรือข้อมูลในพื้นที่ที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปเก็บได้โดยง่าย เช่นพื้นที่บริเวณปล่องภูเขาไฟ หรือพื้นที่บริเวณเปลือกโลกชั้นในใต้พื้นมหาสมุทร ซึ่งเอื้อประโยชน์ในการเก็บข้อมูลดิบ (Data) ที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (information) เป็นอย่างมาก นอกจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว วิทยาการอวกาศยังทำให้มนุษย์สามารถที่จะส่งเครื่องมือออกไปเพื่อทำการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น ดาวเทียมตรวจสอบสภาพอากาศ ที่ทำหน้าที่ตรวจจับการหมุนเวียนของกระแสอากาศ หรือความแตกต่างของสภาพความกดอากาศ ทำให้สามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของอากาศที่จะเกิดขึ้นได้ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ประกอบกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ที่เชื่อถือได้ ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ถึงว่า พื้นที่ใดกำลังจะเกิดพายุ น้ำท่วม หรือเกิดฝนตกได้ หรือจะเป็นการส่งดาวเทียมทางธรณีวิทยาเพื่อตรวจสอบสภาพทางธรณีฟิสิกส์ และการไหลเวียนของกระแสความร้อนใต้พื้นผิวโลก เพื่อพยากรณ์การเกิดแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟระเบิด เป็นต้น

แต่ถึงแม้ว่ามนุษย์จะมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยอย่างไร ธรรมชาติก็ยังเป็นสิ่งลึกลับที่ไม่อาจคาดเดาได้ แม้ว่าเราจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมากมาย มีกระบวนการคิด การวิเคราะห์ที่ละเอียด รอบคอบ ครอบคลุมในทุกๆ เหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นภายใต้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาอย่างดีเยี่ยม แต่ขีดจำกัดของความสามารถในเครื่องมือ และเทคโนโลยีของมนุษย์ก็ยังมีอยู่ ดังนั้น การที่มนุษย์จะสามารถพยากรณ์ความเป็นไปของธรรมชาติอย่างแม่นยำ หรือความพยายามในการควบคุม และเปลี่ยนแปลงสภาพตามธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการอย่างสมบูรณ์ก็ยังเป็นความฝันที่ยังยาวไกลอยู่

นอกจากการที่ธรรมชาติจะเป็นต้นเหตุที่สำคัญของการเกิดเหตุภัยต่างๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว มนุษย์ก็เป็นอีกต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา หรือผลกระทบที่กลายเป็นสาเหตุของการเกิดสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ต่างๆ ขึ้น ความประมาท ความเลินเล่อ ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ โดยเฉพาะความเห็นแก่ตัวของมนุษย์ได้ส่งผลกระทบให้เกิดเหตุภัยต่างๆ ทั้งต่อธรรมชาติ และต่อตนเองขึ้นหลายครั้ง รวมถึงยังเป็นการเร่งให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เป็นภัยธรรมชาติอันไม่พึงประสงค์ขึ้นอีกด้วย

ภัยที่เกิดจากมนุษย์โดยตรง ส่วนมากจะเกิดจากความไม่ระมัดระวังในการดำเนินชีวิต ความประมาท การขาดการระวังป้องกันที่ดี หลายๆ ครั้งที่ความประมาทของมนุษย์ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างใหญ่หลวงต่อชีวิต และทรัพย์สินของมนุษย์ด้วยกันเอง ตัวอย่างเช่น การเกิดเหตุเพลิงไหม้ต่างๆ ที่ทำให้เกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง การเกิดเหตุระเบิดจากความไม่ระมัดระวังในการควบคุมวัตถุไวไฟต่างๆ ตัวอย่างเช่น การเกิดเหตุรถแก๊สระเบิด ปั๊มน้ำมันระเบิด หรือเรือบรรทุกน้ำมันรั่วไหลทำให้เกิดการระเบิดในเวลาต่อมา ซึ่งความเสียหายเหล่านี้ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เองเท่านั้น ยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติในที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่ที่เกิดเหตุเหล่านั้นอีกด้วย

ภาพที่ 13 : ภาพแสดงการเกิดไฟไหม้ครั้งใหญ่ในประเทศ Maxico ทำให้เกิดความสูญเสียเป็นวงกว้าง

(ที่มา: http://www.hq.usace.army.mil/cepa/pubs/jul00/story1.htm)

หลายๆ เหตุการณ์ที่ความประมาทของมนุษย์ส่งผลให้เกิดความสูญเสียครั้งใหญ่ และยังส่งผลในด้านการกระตุ้นให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมทางธรรมชาติ ซึ่งกลายมาเป็นต้นเหตุของการเกิดเหตุภัยทางธรรมชาติหลายๆ ครั้ง เช่น ความประมาทของมนุษย์ที่เข้าไปท่องเที่ยว หรือเดินทางในป่า ที่ไม่มีการควบคุมการใช้ไฟที่ดี ทำให้เกิดเหตุไฟป่าเป็นบริเวณกว้าง เกิดการสูญเสียทางระบบนิเวศน์ของพื้นที่ที่ถูกไฟเผา ต้องมีการฟื้นฟูตัวเองในระยะเวลาที่ยาวนาน หรือความเห็นแก่ตัวของมนุษย์ที่เข้าไปตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ฝนที่ตกลงมาตามปกติในธรรมชาติไม่มีสิ่งดูดซับ เกิดการรวมตัวกันเป็นน้ำป่าไหลทะลักเข้าท่วมพื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่ทำกิน เกิดความเดือดร้อนไปทั่วพื้นที่โดยรอบนั้น ดังที่เคยเกิดเหตุขึ้นหลายครั้งทางตอนใต้ของประเทศไทย เช่นเหตุการณ์ที่เกิดจากพายุเกย์ถล่มพื้นที่ทางภาคใต้ในปี พ.ศ.2532 เป็นต้น

นอกจากการที่มนุษย์ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว มนุษย์ยังเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดความเดือดร้อนต่อมนุษย์ด้วยกันเอง ความไม่รู้จักพอของมนุษย์ ความขัดแย้งทางการเมือง ความแตกต่างทางศาสนา และคติความเชื่อ ฯลฯ ทำให้มนุษย์จับอาวุธขึ้นมาต่อสู้ประหัตประหารกัน ทำให้เกิดความเดือดร้อนวุ่นวายไปทั่วพื้นที่ต่างๆ ผลกระทบที่ตามมาคือความสูญเสียของคนที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่รู้เรื่องราวใดๆ ตัวอย่างที่เกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ เช่น การเกิดสงครามระหว่างประเทศอิรัก และสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.2003 ได้ทำลายพื้นที่สำคัญในส่วนต่างๆ ของประเทศอิรักไปเป็นจำนวนมาก การทำลายด้วยอาวุธร้ายแรงทำให้อาคารอยู่อาศัย และอาคารสำคัญต่างๆ ถูกทำลายไปอย่างรวดเร็ว ประชาชนไร้ซึ่งที่อยู่อาศัย ขาดแคลนความปลอดภัยในชีวิต และทรัพย์สิน ขาดการ

อยู่อาศัยในระบบสุขอนามัยที่ดี เป็นต้น หรือที่ใกล้ตัวเรามากที่สุดก็คือ การก่อการร้ายในพื้นที่ 3 จังหวัดชาวแดนภาคใต้ในช่วงปลายปี 2003 ถึงต้นปี 2004 มีการเผาโรงเรียน สถานที่ราชการ และก่อการร้ายในพื้นที่ชุมชนต่างๆ ซึ่งมีความรุนแรงมากถึงในระดับที่ทางราชการยังไม่สามารถปราบปราม และควบคุมได้อย่างเต็มที่ สิ่งที่ตามมาก็คือ ผลร้ายที่เกิดขึ้นกับประชาชนที่ไม่เกี่ยวข้อง ต้องได้รับความหวาดกลัว และได้รับอันตรายไปด้วย เช่น เด็กๆ ที่ต้องสูญเสียสถานที่ และอุปกรณ์ในการศึกษา ทำให้ขาดโอกาสที่จะศึกษาเล่าเรียนให้ทันกับเพื่อนๆ ในวัยเดียวกัน ต้องอาศัยเต็นท์ผ้าใบเป็นอาคารชั่วคราวเป็นโรงเรียนจนกว่าอาคารหลังใหม่จะสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งก็ต้องใช้ระยะเวลานานนับปี เป็นการเสียโอกาสทางการศึกษาไปโดยไม่จำเป็นเลย ทำให้อนาคตของชาติต้องได้รับความเดือดร้อนในการที่จะพัฒนาความรู้ ความสามารถของตนเองไป

ดังนั้นเมื่อความพยายามในการป้องกันการเกิดเหตุภัยต่างๆ ยังไม่สัมฤทธิ์ผลอย่างเต็มที่ ความสูญเสียที่เป็นผลพวงจากเหตุการณ์เหล่านั้น ก็ยังส่งผลต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชน และสังคมอยู่ ความพยายามในการแก้ไขปัญหาหลังเหตุการณ์จึงเป็นแนวทางที่เราพอจะสามารถทำได้ เพื่อบรรเทาความทุกข์ยากต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้เบาบาง และผ่านพ้นไปให้เร็วที่สุด

2.4.2 การช่วยเหลือผู้ประสบภัยในเหตุ และกรณีฉุกเฉิน

รูปแบบของปัญหาที่เป็นผลพวงจากภัยต่างๆ จะมีความแตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะ และความรุนแรงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แต่โดยทั่วไปแล้วปัญหาจะไม่ส่งผลกระทบรุนแรง ถ้าหากเหตุการณ์เกิดขึ้นกับสิ่งที่อยู่ห่างไกล หรือมีผลกระทบถึงการดำรงชีวิตตามวิถีปกติของมนุษย์น้อย แต่เมื่อไรที่เหตุการณ์ส่งผลกระทบต่อปัจจัยในการดำรงชีวิตของมนุษย์โดยตรง เมื่อนั้นความเดือดร้อนวุ่นวายก็จะเกิดขึ้นในทันที โดยเฉพาะถ้าปัจจัยดังกล่าว เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ และจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อันประกอบไปด้วย อาหาร (Food) ที่อยู่อาศัย (Shelter) เครื่องนุ่งห่ม (Clothes) และยารักษาโรค (Medicine) (ดังที่เคยกล่าวไปแล้วในบทที่ 2) ทำให้หน่วยงานต่างๆ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแล ป้องกัน และช่วยเหลือ ต้องยื่นมือเข้าไปเพื่อดำเนินการแก้ไข และบรรเทาความทุกข์ยากที่กำลังเกิดขึ้นของผู้ประสบภัยเหล่านั้นให้ทันท่วงที

การช่วยเหลือผู้ประสบภัยนั้น โดยทั่วไปจะเป็นหน้าที่ของหน่วยงานราชการที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรง หรือหน่วยงานเอกชน และมูลนิธิต่างๆ ที่ต้องการมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือประชาชน ซึ่งในการให้ความช่วยเหลือนั้น จะประกอบไปด้วยการให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การให้ความช่วยเหลือด้านอาหาร
2. การให้ความช่วยเหลือด้านเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม
3. การให้ความช่วยเหลือด้านสุขอนามัย และยารักษาโรค
4. การให้ความช่วยเหลือด้านที่อยู่อาศัยชั่วคราวระหว่างการบูรณะซ่อมแซม
5. การให้ความช่วยเหลือในการฟื้นฟูสภาพจิตใจภายหลังการเกิดเหตุการณ์
6. การให้ความช่วยเหลือด้านการดูแล และฟื้นฟูสมรรถภาพการพัฒนาของเด็ก
7. การให้ความช่วยเหลือด้านงบประมาณ แรงงาน และเครื่องมือในการบูรณะฟื้นฟูชุมชน

ซึ่งในกระบวนการของการให้ความช่วยเหลือนั้น เป็นไปเพื่อทำให้ผู้ประสบภัยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น มีความรู้สึกสะดวกสบายมากขึ้นหลังจากเกิดเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อให้มีแรง และกำลังที่จะฟื้นฟูสภาวะของตนเองให้กลับเข้าสู่สภาวะปกติให้เร็วที่สุด เพราะโดยทั่วไป ผู้ประสบภัยที่พึ่งผ่านพ้นเหตุการณ์มาใหม่ๆ โดยเฉพาะเหตุการณ์ที่มีความ

รุนแรงจนทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินอย่างใหญ่หลวง มักจะเกิดการขาดแคลนทั้งกำลังใจ และกำลังทรัพย์ในการที่จะต่อสู้ เพื่อฟื้นฟูสภาพความเป็นอยู่ของตัวเองขึ้นมาอีกครั้ง การให้ความช่วยเหลือจึงเป็นการส่งเสริมกำลังใจ และส่งมอบปัจจัยพื้นฐานให้แก่ผู้ประสบภัยเพื่อให้สามารถกลับมามีชีวิตได้ตามปกติในระดับหนึ่ง แต่การช่วยเหลือที่มอบให้นั้นจะต้องไม่มากจนเกินไป เพราะจะทำให้ผู้ประสบภัยยึดติดกับการได้รับสิ่งต่างๆ มาโดยไม่ต้องมีการแสวงหา ทำให้ไม่มีความต้องการที่จะฟื้นฟูตนเองให้พ้นจากสภาพดังกล่าว ตัวอย่างเช่น การให้ความช่วยเหลือด้านที่อยู่อาศัย ก็เพื่อให้ผู้ประสบภัยมีที่พักอาศัยชั่วคราว ทดแทนกับอาคารบ้านเรือนที่เสียหาย และอยู่ระหว่างการบูรณะซ่อมแซมให้กลับสู่สภาพเดิม ไม่ใช่เป็นการให้ความช่วยเหลืออย่างถาวร ซึ่งนอกจากจะเป็นการช่วยเหลือผู้ประสบภัยแล้ว ยังเป็นการช่วยให้หน่วยงานที่เข้าไปช่วยเหลือในการดูแลทางด้านการสาธารณสุข และการฟื้นฟูสภาพจิตใจสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น ในการควบคุม และจำกัดขอบเขตของโรคภัยต่างๆ ที่อาจเกิดตามมาจากการอยู่อาศัยที่แออัดของคนเป็นจำนวนมาก เพราะทำให้หน่วยงานมีพื้นที่สำหรับการทำงาน และสามารถที่จะควบคุมการดำเนินกิจกรรมของผู้ประสบภัยได้อย่างเต็มที่

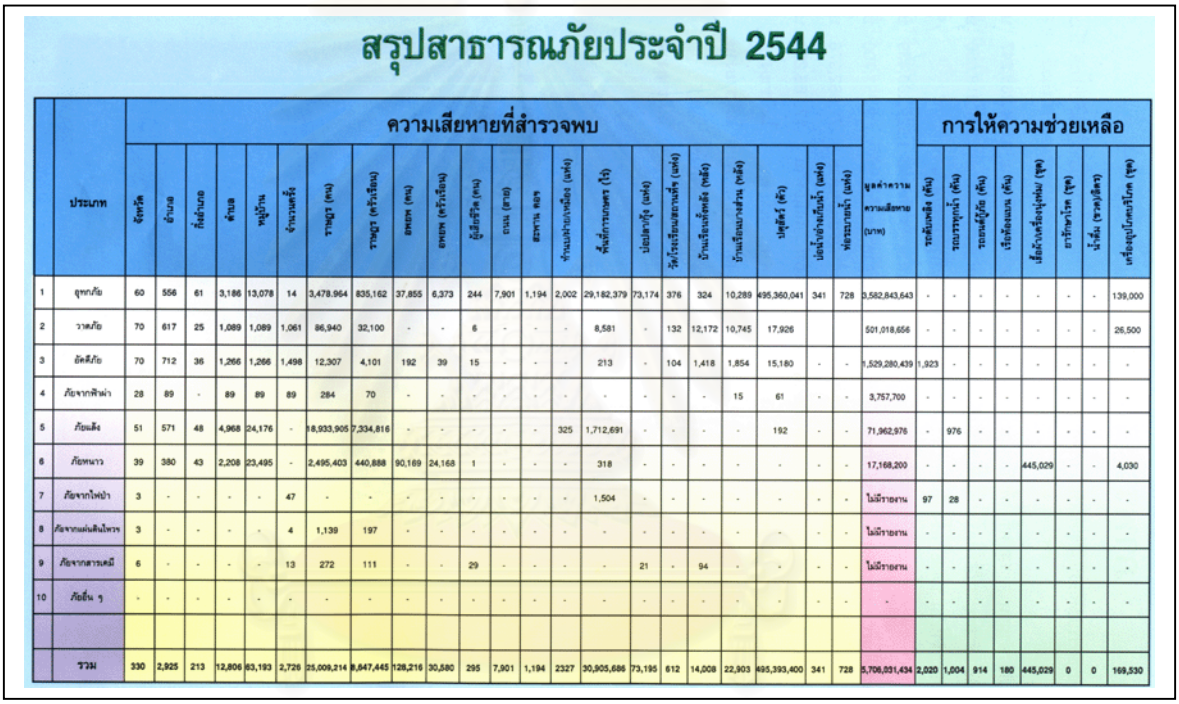
ในยุคปัจจุบันการที่วิถีชีวิตของคนเปลี่ยนแปลงไป ทำให้การที่เราจะวัดถึงระดับความต้องการขั้นพื้นฐานของคนนั้นเป็นไปได้ยาก ความเพรียบพร้อมทางด้านเทคโนโลยี และระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการต่างๆ ที่ทันสมัย ทำให้ทุกคนสามารถที่จะซื้อหาสิ่งต่างๆ ตามความต้องการของตนเองได้ในทันที โดยไม่จำเป็นที่จะต้องเสาะแสวงหากันอย่างมากมายเหมือนในอดีต แต่เมื่อไรก็ตามที่มนุษย์ต้องกลับสู่สภาวะที่ไร้ซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวก เมื่อนั้นความต้องการขั้นพื้นฐาน ก็จะเกิดขึ้นมาให้เห็นอย่างชัดเจนอีกครั้ง ตัวอย่างเช่น เมื่อเกิดเหตุ หรือภัยที่ทำให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิต และทรัพย์สิน เมื่อนั้นความต้องการสิ่งต่างๆ ก็จะเกิดขึ้นในทันที โดยไม่จำเป็นว่าจะต้องได้รับมากถึงระดับที่กลับเข้าสู่สภาวะปกติ แค่ขอให้เพียงพอต่อการอยู่อาศัย และดำเนินชีวิตให้เป็นปกติให้มากที่สุดได้เท่านั้น ก็เพียงพอต่อการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานได้แล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.3 การให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยในประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่เรียกว่า เขตภูมิอากาศร้อนชื้นแถบมรสุมของโลก เป็นประเทศที่ประกอบไปด้วยลักษณะทางภูมิประเทศ ภูมิอากาศที่หลากหลาย และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศในแต่ละครั้ง อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเฉียบพลัน ที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ หรือภัยต่างๆ ทางธรรมชาติ ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นมาได้ จากข้อมูลทางสถิติของ ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย แสดงให้เห็นว่า ลักษณะของสาธารณภัยที่เกิดขึ้นในประเทศไทยส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยภัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- <u>ภัยที่เกิดจากธรรมชาติ</u> – อุทกภัย, วาตภัย, ความแห้งแล้ง, ภัยหนาว, ภัยจากแผ่นดินไหว, ภัยจากฟ้าผ่า
- <u>ภัยที่เกิดจากมนุษย์</u> – อัคคีภัย, ภัยจากสารเคมี, ภัยจากไฟป่า และอุบัติภัย



สรุปสาธารณภัยประจำปี 2544

	ประเภท	ความเสียหายที่สำรวจพบ																				การให้ความช่วยเหลือ							
		จังหวัด	อำเภอ	กิ่งอำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	จำนวนครั้ง	ราษฎร (คน)	ราษฎร (ครัวเรือน)	อพยพ (คน)	อพยพ (ครัวเรือน)	ผู้เสียชีวิต (คน)	ถนน (สาย)	สะพาน (แห่ง)	ท่อนปะทาย/เหมือง (แห่ง)	พื้นที่การเกษตร (ไร่)	บ่อน้ำตื้น (แห่ง)	วัด/โรงเรียน/สถานที่ราชการ (แห่ง)	บ้านเรือนเสียหาย (หลัง)	บ้านเรือนเสียหาย (หลัง)	ปศุสัตว์ (ตัว)	แหล่งน้ำดื่มน้ำใช้ (แห่ง)	ฝายน้ำ (แห่ง)	มูลค่าความเสียหาย (บาท)	ระดับหลัง (ตัน)	รถบรรทุกน้ำ (คัน)	รถยนต์ผู้ป่วย (คัน)	เรือท้องแบน (ลำ)	เสื้อชูชีพ/ห่วงยางผู้ประสบภัย (ชุด)	ยารักษาโรค (ชุด)	น้ำดื่ม (ขวด/ลิตร)	เครื่องอุปโภคบริโภค (ชุด)
1	อุทกภัย	60	556	61	3,186	13,078	14	3,478,964	835,162	37,855	6,373	244	7,901	1,194	2,002	29,182,379	73,174	376	324	10,289	495,360,041	341	728	3,582,843,643	-	-	-	-	-	-	-	139,000
2	วาตภัย	70	617	25	1,089	1,089	1,061	86,940	32,100	-	-	6	-	-	-	8,581	-	132	12,172	10,745	17,926			501,018,656	-	-	-	-	-	-	-	26,500
3	อัคคีภัย	70	712	36	1,266	1,266	1,498	12,307	4,101	192	39	15	-	-	-	213	-	104	1,418	1,854	15,180	-	-	1,529,280,439	1,923	-	-	-	-	-	-	-
4	ภัยจากฟ้าผ่า	28	89	-	89	89	89	284	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	61	-	-	3,757,700	-	-	-	-	-	-	-	-
5	ภัยแล้ง	51	571	48	4,968	24,176	-	18,933,905	7,334,816	-	-	-	-	-	325	1,712,691	-	-	-	-	192	-	-	71,962,976	-	976	-	-	-	-	-	-
6	ภัยหนาว	39	380	43	2,208	23,495	-	2,495,403	440,888	90,169	24,168	1	-	-	-	318	-	-	-	-	-	-	-	17,168,200	-	-	-	-	445,029	-	-	4,030
7	ภัยจากไฟป่า	3	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	1,504	-	-	-	-	-	-	-	ไม่มีรายงาน	97	28	-	-	-	-	-	-
8	ภัยจากแผ่นดินไหว	3	-	-	-	-	4	1,139	197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ไม่มีรายงาน	-	-	-	-	-	-	-	-
9	ภัยจากสารเคมี	6	-	-	-	-	13	272	111	-	-	29	-	-	-	-	21	-	94	-	-	-	-	ไม่มีรายงาน	-	-	-	-	-	-	-	-
10	ภัยอื่น ๆ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	รวม	330	2,925	213	12,806	63,193	2,726	25,009,214	8,647,445	128,216	30,580	295	7,901	1,194	2327	30,905,686	73,195	612	14,008	22,903	495,393,400	341	728	5,706,031,434	2,020	1,004	914	180	445,029	0	0	169,530

ภาพที่ 14 : ภาพตารางสถิติการเกิดสาธารณภัยประจำปี 2544 โดยศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย (ที่มา: http://www.disaster.go.th/disaster01/page/page02.htm : 2/1/ 47)

ภัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นทำให้ผู้อยู่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงภัยจะต้องมีการเตรียมการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นด้วยวิธีต่างๆ วิธีการป้องกันวิธีหนึ่งก็คือ การป้องกันในด้านรูปแบบ และลักษณะของอาคารพักอาศัย ตัวอย่างเช่นลักษณะของเรือนไทยเดิม หรือเรือนไทยพื้นถิ่นของประเทศไทยที่ยังพอมีปรากฏในเห็นอยู่บ้างทุกวันนี้ หากเราสังเกตลักษณะของเรือนไทยจะพบว่า รูปแบบของเรือนไทยจะมีลักษณะเด่นคือ เป็นเรือนใต้ถุนสูง มีพื้นที่โปร่งโล่ง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ เกิดมาจากการที่ประเทศไทยมีลักษณะทางภูมิอากาศที่ค่อนข้างรุนแรง เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน หรือฤดูน้ำหลากที่มีปริมาณของน้ำมาก อาจเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม หรือมีน้ำไหลหลากอย่างรุนแรง ซึ่งจะมีผลต่อการอยู่อาศัย และการดำเนินชีวิตประจำวัน การทำเรือนให้มีส่วนใต้ถุนที่สูง ก็เพื่อที่ว่าเมื่อระดับน้ำขึ้นสูงจนท่วมเข้าสู่พื้นที่อยู่อาศัย ชาวบ้านก็ยังคงสามารถที่จะอยู่อาศัยในเรือนต่อไปได้ตามปกติโดยได้รับผลกระทบกระเทือนจากเหตุการณ์ไม่มาก

จากลักษณะดังกล่าวของเรือนไทย ซึ่งถือได้ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้ไขปัญหาด้วยภูมิปัญญาแบบชาวบ้าน ที่มีการถ่ายทอด และพัฒนาต่อเนื่องกันมาตามการสั่งสมของประสบการณ์ จนกลายเป็นวัฒนธรรมของชุมชนและของคนไทยมาจนถึงทุกวันนี้ แต่เมื่อระยะเวลา มีการเปลี่ยนแปลงไป การพัฒนาทางสังคม และรูปแบบของการก่อสร้างอาคารสำหรับการอยู่อาศัยก็มีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย จากการอยู่อาศัยในเรือนใต้ถุนสูง เปลี่ยนแปลงมาเป็นการอยู่อาศัยในบ้านเรือนแบบติดพื้นดินตามแบบตะวันตก จากเรือนที่ทำจากไม้ มาสู่บ้านที่ก่อสร้างด้วยอิฐ หิน ปูน ทราย ซึ่งเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก และมีการก่อสร้าง ซ่อมแซมที่ยุ่งยากกว่าเรือนไม้แบบเดิม ทำให้เมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ที่เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งเกิดขึ้นเป็นปกติวิสัย หรือที่มากกว่าปกติวิสัยตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ก็ทำให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงต่อตัวอาคาร และยังส่งผลกระทบถึงวิถีการดำรงชีวิตของผู้คนในชุมชนอีกด้วย

ตัวอย่างเหตุการณ์ที่เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แต่เป็นภัยที่ส่งผลกระทบให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงต่ออาคารบ้านเรือน และการดำรงชีวิตของประชาชน ก็คือ เหตุการณ์น้ำท่วม แผ่นดินไหว ไฟไหม้ ภูเขาไฟระเบิด พายุพัดถล่ม หรือแผ่นดินทรุด เป็นต้น ซึ่งหน่วยงานที่เข้ามามีส่วนร่วมในการให้ความช่วยเหลือประชาชนก็คือ ศูนย์ควบคุม และบรรเทาสาธารณภัย ของกระทรวงมหาดไทย สภากาชาดไทย และมูลนิธิเอกชนต่างๆ

ในขั้นตอนของการช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยทั่วไปจะเป็นหน้าที่ของหน่วยงานบรรเทาสาธารณภัยที่ภาครัฐบาลจัดตั้งขึ้นให้มีหน้าที่โดยตรงคือ กรมป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่โดยตรงแล้วยังได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานเอกชน มูลนิธิ และสมาคมต่างๆ ที่ต้องการมีส่วนร่วมในการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย และแบ่งเบาภาระของภาครัฐบาล หน่วยงานหนึ่งที่มีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือมากจนเป็นที่รู้จักกันดี คือหน่วยงานกาชาด และสภากาชาดไทย โดยจะทำงานในลักษณะของการให้ความสนับสนุนการทำงานของภาครัฐบาล โดยเฉพาะเมื่อเกิดกรณีที่ทางภาครัฐไม่มีกำลัง หรือความสามารถเพียงพอ ก็จะมีการร้องขอความช่วยเหลือมายังหน่วยงาน หรือมูลนิธิต่างๆ เพื่อขอกำลังการสนับสนุน การช่วยเหลือดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

หน่วยงานหนึ่งของสภากาชาดที่มีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือประชาชนก็คือ มูลนิธิเพื่อนพึ่ง(ภา)ยามยาก สำนักงานอาสากาชาด สภากาชาดไทย เป็นหน่วยงานที่มีการเตรียมการให้ความช่วยเหลือประชาชน และผู้ประสบภัยอย่างครอบคลุมทุกๆ ด้าน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการช่วยเหลือในส่วนที่ภาครัฐไม่ได้เตรียมการหรือไม่มีโครงการที่จะดำเนินการไว้ โดยมีลำดับของการเตรียมการให้ความช่วยเหลืออยู่ 3 ระดับคือ [9]

1. <u>การให้ความช่วยเหลือก่อนที่เหตุการณ์ต่างๆ จะเกิดขึ้น (ขั้นเตรียมการ)</u> โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มักจะเกิดเหตุการณ์นั้นๆ อยู่เสมอ เช่น พื้นที่ที่มักจะเกิดเหตุน้ำท่วมสม่ำเสมอ หรือพื้นที่บริเวณที่อาจจะเกิดโคลนถล่มขึ้นได้ โดยจะมีการแบ่งเขตพื้นที่รับผิดชอบ และเตรียมความพร้อม ซักซ้อมการแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น โดยมีการจัดส่ง จัดเตรียมอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่อการใช้สอยในช่วงประสบภัยเข้าไปก่อนล่วงหน้า เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทันที่ที่มีความจำเป็น เช่น การจัดส่งขวดน้ำเปล่าเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยงานให้ความช่วยเหลือของท้องถิ่นเพื่อที่ว่า เมื่อเกิดเหตุเช่น อุทกภัย วาตภัย น้ำดื่มจะเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และขาดแคลนเป็นอย่างมาก ถ้ามีการเตรียมภาชนะบรรจุน้ำไว้ ก็สามารถที่จะบรรเทาความเดือดร้อนลงไปได้ เนื่องจากสามารถที่จะบรรจุน้ำลงขวดเพื่อแจกจ่ายได้ในทันที

---

[9] สัมภาษณ์ ดำรง เหรียญประยูร, ผู้อำนวยการสำนักงานอาสากาชาด สภากาชาดไทย, 22 ธันวาคม 2546.

2. <u>การให้ความช่วยเหลือในขณะที่เหตุการณ์ยังคงดำเนินอยู่</u> โดยการให้ความสนับสนุนด้านอาหาร เครื่องนุ่งห่ม และเครื่องอุปโภคบริโภคที่จำเป็น เช่น การแจกจ่ายน้ำดื่ม อาหาร หรือถุงยังชีพที่ประกอบไปด้วย ข้าวสาร อาหารแห้ง ยา และเวชภัณฑ์ต่างๆ เพื่อสนับสนุนสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตระหว่างที่ผู้ประสบภัยไม่สามารถออกไปซื้อหาจากภายนอกได้ตามปกติ หรือในกรณีที่ผู้ประสบภัยไม่สามารถจัดหาอาหารได้ด้วยตนเอง ทางมูลนิธิก็จะมีการจัดส่งรถประกอบอาหาร หรือโรงประกอบอาหารเคลื่อนที่เข้าไปในพื้นที่เพื่อจัดการประกอบอาหารให้สำหรับประชาชน และอาสาสมัครที่เข้าไปช่วยเหลือ

ภาพที่ 15 : ภาพแสดงโรงอาหารชั่วคราว และการประกอบอาหารของหน่วยงานกาชาด

3. <u>การให้ความช่วยเหลือ หลังเหตุการณ์ผ่านพ้นไปแล้ว</u> ในการให้ความช่วยเหลือหลังจากเหตุการณ์ต่างๆ ผ่านพ้นไปแล้วจะเป็นการร่วมมือกันกับหน่วยงานอื่นๆ เพื่อฟื้นฟูสภาพทางกายภาพ และสภาพทางจิตใจของผู้ประสบภัยในพื้นที่ให้กลับสู่สภาวะปกติให้เร็วที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปจะดำเนินการในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

   1) การให้ความช่วยเหลือด้านสุขอนามัย – ด้วยหน่วยแพทย์จากฝ่ายต่างๆ ที่จะคอยดูแล และป้องกันโรคภัยที่อาจเกิดขึ้นได้หลังจากการเกิดเหตุ และเพื่อสนับสนุนด้านการดูแลรักษาผู้ป่วยที่ไม่สะดวกในการเดินทางออกไปยังพื้นที่ภายนอกได้
   2) การให้ความช่วยเหลือด้านที่อยู่อาศัย – โดยการจัดสร้างเพิงพัก บ้านพักชั่วคราว หรือการอพยพผู้ประสบภัยไปอยู่ในพื้นที่เหมาะสมในระหว่างการดูแล และซ่อมแซมพื้นที่ประสบภัยให้กลับสู่สภาวะปกติ
   3) การให้ความช่วยเหลือทางด้านสภาวะจิตใจ – มีการจัดหน่วยฟื้นฟูสภาพจิตใจ หน่วยสันทนาการ รวมถึงการจัดการสันทนาการโดยดารา นักร้องชื่อดัง เพื่อเป็นการปลอบขวัญของผู้ประสบภัย
   4) การให้ความช่วยเหลือด้านเด็ก และพัฒนาการเด็ก – โดยการจัดตั้งหน่วยดูแล และพัฒนาทักษะความคิดให้แก่เด็ก เพื่อดูแลเด็กในช่วงที่ผู้ปกครองยุ่งอยู่กับการซ่อมแซมพื้นที่ และทำมาหากิน หรือในกรณีที่เหตุภัยเกิดขึ้นเป็นระยะเวลานาน ทำให้เด็กๆ ในชุมชนไม่สามารถไปโรงเรียน หรือศึกษาหาความรู้ได้ตามปกติ

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การให้ความช่วยเหลือของหน่วยงาน ค่อนข้างจะมีความครอบคลุมในทุกๆ ส่วน ทั้งในด้านกายภาพ และทางด้านจิตใจ แต่ลักษณะความต้องการของผู้ประสบภัยในแต่ละพื้นที่ก็จะมีความแตกต่างกันไป ตามแต่สภาวการณ์ที่ได้ประสบ แต่ความต้องการที่พบได้ทั่วไปก็คือ ความต้องการปัจจัยขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิต และการฟื้นฟูสภาพการอยู่อาศัยให้กลับสู่สภาวะปกติ การช่วยเหลือผู้ประสบภัยที่หน่วยงาน หรือมูลนิธิต่างๆ เข้าไปมอบให้ก็มีความพยายามในการตอบสนองความต้องการเหล่านั้น เช่น การจัดหาที่อยู่อาศัยชั่วคราวให้

ระหว่างการบูรณะ ซ่อมแซมพื้นที่อยู่อาศัยเดิมให้กลับเข้าสู่ความเรียบร้อย อาจจะเป็นในรูปของ เต็นท์ หรือการขนย้ายผู้ประสบภัยไปอยู่ในพื้นที่ใหม่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากภัยที่เกิดขึ้น แต่การช่วยเหลือลักษณะนี้มักจะมีปัญหาเกิดขึ้นตามมาในทันที คือ ปัญหาด้านความสะดวก และความเหมาะสมในการอยู่อาศัย, ปัญหาด้านสาธารณูปโภค-สาธารณูปการ โดยเฉพาะในด้านการสาธารณสุข และสุขอนามัยของผู้ประสบภัย

นอกจากปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ปัญหาต่อไปที่จะตามมาก็คือ ปัญหาทางด้านความปลอดภัยในทรัพย์สิน และการดำรงชีวิตประจำวัน เพราะเมื่อผู้ประสบภัยไร้ซึ่งที่อยู่อาศัย ก็ปราศจากสิ่งซึ่งจะปกป้องตัวเอง และทรัพย์สินในครอบครอง ทำให้เจ้าของทรัพย์สินเหล่านั้นจะต้องสูญเสียเวลาที่จะนำมาใช้ในการประกอบอาชีพตามปกติ ไปกับการที่จะต้องคอยเฝ้าดูแลทรัพย์สิน และบุคคลในครอบครัว

จากเหตุการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นนี้ ทางสภากาชาดไทย จึงได้เกิดแนวความคิดในการที่จะจัดหาที่พักอาศัยชั่วคราวให้แก่ผู้ประสบภัย เพื่อให้สามารถที่จะดำรงชีวิตได้โดยปลอดภัย ในขณะที่กำลังบูรณะซ่อมแซมอาคารที่อยู่อาศัยเดิมให้เรียบร้อย โครงการที่เป็นโครงการนำร่องในการนี้ ก็คือ โครงการบ้านพักฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นโครงการที่ดำเนินการโดย สำนักงานอาสากาชาดสภากาชาดไทย โดยการสนับสนุน และจัดสรรงบประมาณจากมูลนิธิเพื่อนพึ่ง(ภา)ยามยาก และสภากาชาดไทย ซึ่งได้แนวความคิดมาจากการที่เจ้าหน้าที่ของสภากาชาดไทยมีความเห็นว่า การที่ผู้ประสบภัยต้องมาอยู่อาศัยในพื้นที่ชั่วคราวที่จัดให้โดยไม่มีความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัยในชีวิต และทรัพย์สินอย่างพอเพียง ทำให้เกิดความไม่สะดวกต่อการดำเนินชีวิตตามปกติ เนื่องจากผู้ประสบภัยไม่สามารถที่จะกลับไปประกอบอาชีพได้อย่างเต็มที่ ต้องมีการผลัดเปลี่ยนเวรกันเพื่อเฝ้าดูแลทรัพย์สินเท่าที่ยังคงเหลืออยู่ และการที่ชาวบ้านจำนวนมากต้องมาอยู่อาศัยรวมกันเป็นระยะเวลานานถึงประมาณ 6 เดือน-1ปี ระหว่างการบูรณะซ่อมแซมอาคารให้แล้วเสร็จ อาจทำให้เกิดปัญหาทางด้านการสาธารณสุข และสุขอนามัยของชาวบ้าน จากระบบการจัดการ และกำจัดของเสียที่ไม่ได้มีการเตรียมการอย่างถาวร ทางสมาชิกจึงมีความคิดเห็นร่วมกันว่า น่าจะมีการจัดทำโครงการในการที่จะจัดหาอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่มีความปลอดภัย และเป็นสัดส่วนให้แก่ผู้ประสบภัยเหล่านั้น จึงเป็นที่มา และจุดเริ่มต้นของโครงการบ้านพักอาศัยชั่วคราวขึ้น

ภาพที่ 16 : ภาพแสดงสภาพความเสียหายจากอุทกภัยที่ ต.น้ำก้อ ทำให้ชาวบ้านไม่มีที่อยู่ต้องไปอาศัยในโรงเรียน

2.4.4 บ้านพักอาศัยชั่วคราวสำหรับกรณีฉุกเฉิน

บ้านพักอาศัยชั่วคราว คือ อาคาร หรือสิ่งก่อสร้าง ที่สร้างขึ้นเพื่อการใช้สอยของผู้ยากไร้ ผู้ประสบภัย หรือบุคคลที่มีความขาดแคลนในด้านที่อยู่อาศัยในการดำรงชีวิต บ้านพักอาศัยชั่วคราว จัดเป็นที่อยู่อาศัย หรืออาคารชั่วคราวประเภทหนึ่ง ซึ่งตามกฎกระทรวง (พ.ศ.2498) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2479 ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็น "สิ่งปลูกสร้างซึ่งผู้ว่าราชการจังหวัดพิจารณาเห็นว่า เพื่อใช้ประโยชน์เป็นการชั่วคราว และมีกำหนดเวลาที่จะรื้อถอน" ดังนั้น การออกแบบบ้านพักอาศัยชั่วคราว จึงต้องคำนึงถึงเรื่องระยะเวลาในการใช้สอยที่มีกำหนดระยะเวลา ทำให้รูปแบบของอาคารไม่ควรที่จะมีความถาวรมากจนเกินไป แต่ก็ต้องมีความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิต

".. Shelter is one of the basics in any refugee situation, and its provision can be a matter of life and death in areas of extreme weather. …"

Shelter: No place like home (ที่มา : http://www.unhcr.ch/cgi-bin/texis/vtx/home: 3/2/47)

โครงการบ้านพักอาศัยชั่วคราวที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ ถือได้ว่าเป็นโครงการบ้านพักอาศัยชั่วคราวแห่งแรกของประเทศไทย ที่มีจุดประสงค์ในการก่อสร้างเพื่อที่จะใช้ช่วยเหลือประชาชนผู้ประสบเหตุจากภัย ที่ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งที่อยู่อาศัย และทรัพย์สินต่างๆ แต่โครงการประเภทนี้ไม่ใช่ว่าจะพึ่งเกิดขึ้นในประเทศไทยเป็นแห่งแรก ในประเทศอื่นๆ ก็มีการจัดทำโครงการลักษณะนี้ขึ้นในหลายพื้นที่ ซึ่งต่างก็มีแนวความคิดหลักที่ไม่แตกต่างกัน คือความต้องการที่จะช่วยเหลือผู้ประสบภัยในเหตุการณ์ต่างๆ ให้สามารถที่จะดำเนินชีวิตต่อไปได้ตามปกติให้มากที่สุด ตัวอย่างกรณีของบ้านพักฉุกเฉินในประเทศต่างๆ เช่น

<u>Super-Adobe: Sandbag and barbed wire, Emergency shelter **ประเทศ สหรัฐอเมริกา**</u>

"Natural diasters are human created diasters blamed on nature"

- ภัยพิบัติทางธรรมชาติ เกิดจากภัยพิบัติที่มนุษย์กระทำต่อธรรมชาติ -

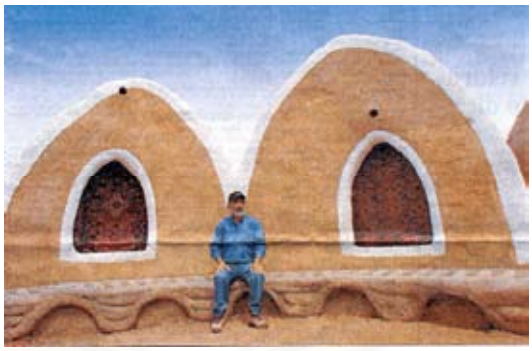
(ที่มา : http://www.calearth.org/emergshelter.htm: 2/9/46)

มนุษย์มักจะกล่าวโทษต่อธรรมชาติ หรือพระผู้เป็นเจ้า ว่าเป็นต้นเหตุของการเกิดภัยพิบัติต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสูญเสีย โดยไม่เคยที่จะคิดย้อนกลับมาถึงตัวเองว่าตนได้กระทำการอะไรที่เป็นการทำลายธรรมชาติลงไปบ้าง มนุษย์ก่อให้เกิดมลภาวะ และการเปลี่ยนแปลงอย่างใหญ่หลวงต่อสภาพแวดล้อม กลายเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความปั่นป่วนในระบบนิเวศน์ และมนุษย์ยังก่อสงคราม ความรุนแรงที่ทำให้มนุษย์ร่วมโลกต้องประสบแต่ความเดือดร้อนวุ่นวายไปทั่ว

จากแนวความคิดข้างต้นทำให้ Nader Khalili สถาปนิกลูกครึ่งอิหร่าน-อเมริกันวัย 64 ปี เกิดความรู้สึกว่า *" การที่เราจะอยู่อย่างเหมาะสม และกลมกลืนกับธรรมชาติ (Earth) ได้นั้น เราจะต้องอยู่ในตัวของธรรมชาติเอง"* และ *"เมื่อเราไม่สามารถที่จะหลีกหนีจากการเกิดหายนะทางธรรมชาติได้ ทางเดียวที่เราจะป้องกันตัวได้ก็คือ การใช้ธรรมชาติมาเป็นตัวป้องกันธรรมชาติด้วยกัน เพราะธรรมชาติมีความสมดุลในตัวของมันเอง"*

Khalili ได้นำแนวความคิดดังกล่าวมาพัฒนาระบบการก่อสร้างที่เรียกว่า "**Super adobe**" ขึ้น เพื่อช่วยเหลือประชาชนที่ต้องประสบกับความทุกข์ยากลำบาก และความขาดแคลนที่เกิดขึ้นจากภัยธรรมชาติ และภัยที่เกิดขึ้นจากมนุษย์ โดยเฉพาะความขาดแคลนด้านที่อยู่อาศัยราคาถูกของผู้มีรายได้ต่ำ ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศต่างๆ ทั่วโลก การก่อสร้างอาคารตัวอย่างเริ่มต้นขึ้นที่สถาบัน California institure of Earth Art and Architecture

(Cal-Earth) ในเมือง Hesperia ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยรูปแบบอาคารหลังแรกที่ Khalili สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นอาคารรูปทรงโค้ง (Arch) สร้างขึ้นจากกระสอบทรายที่นำมาเรียงต่อกันเป็นทรงโค้ง โดยใช้ลวดหนามเป็นตัวยึดระหว่างถุงทราย ทำให้ถุงทรายสามารถที่จะกระจายน้ำหนักไปตามโค้งของหลังคาได้

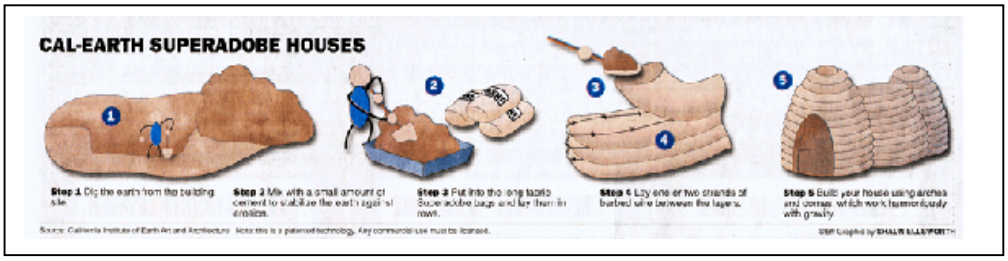


ภาพที่ 17 : ภาพแสดงอาคารหลังแรกที่ก่อสร้างด้วยระบบ Super-Adobe และสถาปนิก Nader Khalili เจ้าของความคิดที่ปรากฏในหนังสือพิมพ์ The Sun ฉบับวันพฤหัสบดีที่ 11 เมษายน 2002

ความสำเร็จ ของ Khalili ในการก่อสร้างอาคารโดยใช้เทคนิคราคาถูกที่เขาเรียกว่า Super adobe นี้ทำให้รัฐบาลของประเทศต่างๆ แสดงความสนใจที่จะนำมาใช้ในประเทศของตนเอง เช่น รัฐบาลของประเทศ Senegal ในแอฟริกาตะวันตก ได้แสดงความจำนงขอให้ Khalili นำวิธีการดังกล่าวมาสอน และถ่ายทอดให้แก่ประชาชน เมื่อให้พวกเขาสามารถก่อสร้างบ้านเรือนของตนเองได้ หลังจากที่เกิดเหตุน้ำท่วมทางตอนเหนือของประเทศ ทำให้เกิดความต้องการที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมากถึงกว่า 20,000 หลัง

ภาพที่ 18 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยชั่วคราวระบบ Super-Adobe ที่ก่อสร้างในประเทศ Senegal

รูปแบบของอาคารที่นำเสนอต่อรัฐบาล Senegal เป็นรูปแบบของอาคารทรงโดม ลักษณะคล้ายรวงผึ้ง ซึ่ง Khalili ได้แนวความคิดมาจากรูปทรงของอาคารท้องถิ่น คือรูปทรงของกระท่อมโบราณของชนเผ่าแอฟริกา โดยนำระบบ Super adobe มาใช้ในการก่อสร้างด้วยกระสอบทราย และลวดหนามที่วางขดขึ้นไปเป็นชั้นสลับกัน ให้มีการถ่ายเทน้ำหนักแบบโดมทรงกลม ทำให้ชาวบ้านสามารถก่อสร้างอาคารได้โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในการก่อสร้างอาคารมาก่อนก็ได้ แถมยังสามารถก่อสร้างให้มีรูปแบบตามความพอใจ และความต้องการของตนเองอย่างไม่จำกัด



ภาพที่ 19 : ภาพแสดงกระบวนการในการก่อสร้างอาคารด้วยระบบ Super adobe

<u>บ้านพักฉุกเฉินเมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น</u>

ในปี ค.ศ.1995 มีข่าวใหญ่ที่ก่อให้เกิดความตื่นเต้น และตื่นกลัว เป็นที่ครึกโครมไปทั่วโลก ก็คือ ข่าวการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นการเกิดแผ่นดินไหวครั้งที่ยิ่งใหญ่ที่สุดครั้งหนึ่งของโลก ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างใหญ่หลวงต่อทรัพย์สิน และชีวิตของประชาชนชาวญี่ปุ่นเป็นอย่างมาก ซึ่งหลังจากแผ่นดินไหวสงบลงเจ้าหน้าที่จากหน่วยงาน และอาสาสมัครจากแหล่งต่างๆ ได้เข้าไปให้ความช่วยเหลือในการฟื้นฟูพื้นที่ที่ถูกทำลาย โดยในบรรดาผู้ที่เป็นอาสาสมัครในการช่วยเหลือนั้น ได้มีสถาปนิกอาสาที่เข้าไปให้ความช่วยเหลือในด้านที่อยู่อาศัยของผู้ประสบภัยด้วย

ในช่วงแรกหลังจากที่เหตุการณ์สงบลง ประชาชนผู้ประสบภัยต้องอยู่อาศัยอยู่ในเต็นท์พลาสติก หรือเต็นท์ผ้าใบเก่าๆ เท่าที่จะหามาได้ ต่อมารัฐบาลมีความต้องการที่จะจัดหาบ้านพักอาศัยชั่วคราวที่มีความปลอดภัยมากกว่านั้นให้แก่ประชาชน จึงเป็นที่มาของการพัฒนาโครงการบ้านพักอาศัยชั่วคราวทั้งที่ทำการออกแบบก่อสร้างในประเทศ และที่ได้รับความช่วยเหลือจากต่างประเทศ

บ้านพักอาศัยที่ทีมงานอาสาสมัครเข้าไปให้ความช่วยเหลือ เป็นบ้านพักอาศัยที่ทำมาจากท่อกระดาษ (Paper pipe) โดยจัดสร้างในลักษณะบ้านพักท่อกระดาษ (Paper log House) เพื่อเป็นอาคารพักอาศัย ทดแทนการใช้เต็นท์พักอาศัยที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกับบ้านของผู้ประสบภัยที่เสียหายไป ที่กำลังทรุดโทรมลง แต่เนื่องจากบ้านพักอาศัยที่ทางราชการจัดหาให้นี้อยู่ห่างไกลจากพื้นที่เดิม จึงทำให้เกิดปัญหาความห่างไกลจากสถานที่ทำงาน และโรงเรียนของลูกหลาน ซึ่งเป็นปัญหาที่มักจะพบในพื้นที่ประสบภัยต่างๆ

ภาพที่ 20 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยชั่วคราว เมืองโกเบ ที่ก่อสร้างด้วยท่อกระดาษ (ที่มา: http:// www.city.kobe.jp/cityoffice)

ในการออกแบบบ้านท่อกระดาษ ได้มีการออกแบบ และทดลองก่อสร้างขึ้น โดยบ้านพักอาศัยชั่วคราวมีขนาดพื้นที่ 16 ตร.ม. ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่ที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานของบ้านผู้ลี้ภัยที่ออกแบบโดย UNCHR (United Nation Commission for Human Right) ส่วนฐานรากของบ้านทำมาจากลังเบียร์พลาสติก ภายในบรรจุด้วยทรายผนังประกอบขึ้นมาจากท่อกระดาษที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 108 มม. หนา 4 มม. ยึดติดกันด้วย Bolt โดยมีการสอดแผ่นฟองน้ำกันน้ำไว้ระหว่างท่อแต่ละท่อด้วย ส่วนหลังคาของอาคาร ก็นำเต็นท์พลาสติกมาทำเป็นฝ้าเพดานและหลังคาทรงจั่ว เพื่อให้สามารถเปิดระบายอากาศได้

ภาพที่ 21 : ภาพแสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อชิ้นส่วนท่อกระดาษของอาคารพักอาศัยชั่วคราว (ที่มา: http://www.city.kobe.jp/cityoffice)

เมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จนำไปใช้งาน ก็เป็นที่ยอมรับของประชาชนผู้ประสบภัยเป็นอย่างดี โดยทางทีมงานอาสาสมัครพบว่า บ้านท่อกระดาษมีข้อดีอยู่หลายอย่างที่เหมาะสำหรับการก่อสร้างเป็นอาคารสำหรับการอยู่อาศัยชั่วคราวของผู้ประสบภัย เนื่องจากการใช้วัสดุก่อสร้างที่มีราคาถูก หาได้ง่ายในพื้นที่ ก่อสร้างและรื้อถอนได้ง่ายในระยะเวลาอันสั้น โดยบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ในการก่อสร้าง นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดการช่วยเหลือยังสามารถนำวัสดุที่เหลือใช้มาทำการรีไซเคิลได้ ซึ่งทำให้ภาครัฐบาลไม่จำเป็นต้องเสียงบประมาณในการเก็บรักษา และดูแลซ่อมแซม

นอกจากบ้านพักอาศัยแบบบ้านท่อกระดาษที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ในเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ประเทศญี่ปุ่นนั้น ยังได้มีการผลิต และก่อสร้างบ้านพักอาศัยชั่วคราวออกมาอีกในหลายรูปแบบ เช่น แบบบ้านพักอาศัยสำเร็จรูปประกอบสำเร็จ หรือบ้านพักอาศัยแบบตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น

ภาพที่ 22: ภาพแสดงอาคารพักอาศัยชั่วคราวแบบอื่นๆ ในเมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น
(ที่มา: http://www.city.kobe.jp/cityoffice)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>บ้านพักฉุกเฉิน ประเทศเวียดนาม</u>

ประเทศเวียดนามเป็นประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่อยู่ในอาณาบริเวณใกล้เคียงกับประเทศไทย ทำให้มีลักษณะทางภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทยเป็นอย่างมาก ประเทศเวียดนามเป็นประเทศที่ประสบกับเหตุอุทกภัยอยู่บ่อยครั้ง ทำให้มีความต้องการบ้านพักฉุกเฉินในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้ไทยได้รับทราบวิธีการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยของทางเวียดนามอยู่ตลอด จากการติดต่อประสานงานกันอย่างสม่ำเสมอระหว่างสภากาชาดเวียดนามกับสภากาชาดไทย โดยเฉพาะความต้องการทางด้านรูปแบบการอยู่อาศัยของผู้ประสบภัย ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน

รูปแบบของบ้านพักฉุกเฉินที่ใช้ในประเทศเวียดนามนั้น มีอยู่ 2 รูปแบบคือ

1. รูปแบบที่เป็นอาคารชั้นเดียว (ทั้งแบบติดพื้นดิน และยกพื้น) เป็นอาคารในรูปแบบทั่วๆ ไปที่สร้างด้วยระบบโครงสร้างเหล็ก ไม่มีผนัง ทำให้ประชาชนต้องมีการต่อเติมผนังขึ้นมาเองด้วยชิ้นส่วน และวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นตามแต่ความพอใจของตัว

ภาพที่ 23: ภาพแสดงบ้านพักฉุกเฉินแบบชั้นเดียวในประเทศเวียดนาม ที่มีการต่อเติมด้วยวัสดุต่างๆ

2. รูปแบบที่มีลักษณะเป็นอาคารสูง 2 ชั้น โดยมีขนาดความสูงของชั้นล่างมากกว่าชั้นบน ไม่มีผนังโดยรอบ ใช้บันไดลิงในการปีนเพื่อขึ้นไปสู่ชั้นสองด้านบน ซึ่งมีระดับความสูงของชั้นน้อยมาก ใช้ในการเก็บของ และเป็นสถานที่นอนในเวลากลางคืน ส่วนในเวลากลางวัน หรือการอยู่อาศัย การดำรงชีวิตส่วนใหญ่จะใช้พื้นที่ด้านล่างเป็นพื้นที่ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ หรือถ้าหากประชาชนมีความต้องการที่จะอยู่อาศัยทั้งด้านล่าง และด้านบน ก็สามารถที่จะต่อเติมส่วนของผนังอาคารได้ด้วยตัวเอง ด้วยวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นนั้นๆ แต่จะทำให้อาคารกลายเป็นอาคารถาวร ที่ไม่สามารถทำการถอดชิ้นส่วนเพื่อนำไปใช้ในพื้นที่อื่นๆ ต่อไปได้

ภาพที่ 24: ภาพแสดงบ้านพักฉุกเฉินแบบ 2 ชั้นในประเทศเวียดนาม ทั้งรูปแบบเบื้องต้น และรูปแบบที่มีการต่อเติม

บ้านพักฉุกเฉินของประเทศเวียดนามเป็นอาคารโครงสร้างเหล็กชุบ Galvanize ขนาด 3*8 เมตร ตั้งอยู่บนพื้นคอนกรีตที่เทอยู่คานคอดิน มีโครงสร้างใต้ดินเป็นฐานรากเดี่ยว มุงหลังคาด้วยวัสดุประเภทแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี ผสมอลูมิเนียม หรือที่เรียกว่า ซิงค์คาลุม (Zincalume) รูปแบบของอาคารมีรูปแบบมาตรฐาน แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง ตามแต่การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงของผู้อยู่อาศัยเช่น การก่อผนังอาคารเพิ่มเติมด้วยวัสดุก่อประเภทต่างๆ หรือการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จจากวัสดุต่างๆ เช่นการติดตั้งตับแฝก ตับหญ้าขึ้นมากับโครงสร้างเหล็กที่ก่อสร้างไว้ ทำให้อาคารกลายเป็นอาคารพักอาศัยถาวรที่มีโครงสร้างเป็นโครงเหล็กไป

รูปแบบของบ้านพักฉุกเฉินประเทศเวียดนาม เป็นอาคารต้นแบบที่นำมาใช้ปรับปรุง และพัฒนาเป็นบ้านพักอาศัยฉุกเฉิน สำหรับนำมาใช้ในเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ โดยบริษัทผู้ผลิตรายเดียวกันเป็นผู้ได้รับมอบหมายหน้าที่ในการปรับปรุงรูปแบบของอาคารให้มีความเหมาะสมต่อการใช้สอยในประเทศไทย ซึ่งบริษัทผู้ผลิตรายนี้ เป็นบริษัทที่อยู่ในประเทศไทย และได้รับการติดต่อจากทางสภากาชาดไทย ให้ทำการออกแบบอาคารอาคารพักอาศัยชั่วคราว เพื่อนำมาใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อทางบริษัทได้ทราบความต้องการของสภากาชาดไทยแล้วจึงได้มีการพัฒนา และปรับปรุงรูปแบบของอาคาร โดยยึดแนวทางการปรับปรุงจากคำแนะของพระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชาธินัดดามาตุ ที่ได้ทรงประทานไว้ 3 ประการว่า

1. ให้ความสูงของบ้านชั้นบนต้องมีระดับที่ประชาชนจะขึ้นไปใช้งานได้สะดวกกว่านี้
2. ต้องมีผนังของบ้าน เพื่อปกปิด และป้องกันภูมิอากาศให้ผู้ที่อยู่อาศัยภายในบ้าน
3. ต้องคำนึงถึงเรื่องฟ้าผ่า จากการที่วัสดุก่อสร้างเป็นโลหะ อาจเป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้า และไฟฟ้าอาจรั่วออกมาทำอันตรายต่อคนได้ ให้ดำเนินการติดตั้งสายล่อฟ้า และสายดินเพื่อความปลอดภัย

ซึ่งหลังจากการแก้ไขอาคารตามคำแนะนำแล้ว ก็ได้เกิดอาคารรูปแบบดังที่ปรากฏออกมาในหัวข้อต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>บ้านพักฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ประเทศไทย</u>

ภาพที่ 25 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยในโครงการอาคารฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์

สืบเนื่องจากการเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ ทางสภากาชาดไทย โดยมูลนิธิเพื่อนพึ่ง(ภา)ยามยาก สำนักงานอาสากาชาด จึงได้มีความคิดในการก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราว เพื่อนำไปให้การช่วยเหลือประชาชนตามรายละเอียดข้อมูลที่กล่าวมาในหัวข้อข้างต้น ทำให้มีการออกแบบปรับปรุงบ้านพักอาศัยฉุกเฉินขึ้นมาใหม่ โดยยึดแนวความคิดที่ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชาธินัดดามาตุ ทรงประทาน ในการนำรูปแบบบ้านพักฉุกเฉินของประเทศเวียดนามมาดำเนินการปรับปรุง และพัฒนาให้เป็นรูปแบบของประเทศไทย

ทางทีมงานที่เป็นผู้ออกแบบ ปรับปรุงบ้านพักอาศัยแบบใหม่ได้มีความเห็นร่วมกันว่า บ้านพักอาศัยที่จะทำการปรับปรุงนั้น ควรที่จะมีรูปแบบที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งานของคนไทย จึงนำลักษณะของเรือนไทยโบราณมาเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุง ทำให้อาคารที่ออกมามีลักษณะเป็น อาคาร 2 ชั้น โดยให้ชั้นล่างเป็นพื้นที่โล่งไม่มีผนัง พื้นเป็นคอนกรีต สำหรับไว้ใช้สอยอย่างอเนกประสงค์ มีบันไดพร้อมราวจับสำหรับการเดินขึ้นไปสู่ชั้นสอง ที่มีลักษณะเป็นห้องมีผนังโดยรอบทั้ง 4 ด้าน มีหน้าต่าง 2 ชุด ประตู 1 ชุด พื้นที่ภายในขนาด 3*4 เมตร วัสดุบุผนังเป็นเป็นแผ่นเหล็ก ซิงค์คาลุม (Zincalume) พื้นปูด้วยไม้อัดความหนา 15 มม. เพื่อให้มีน้ำหนักเบา ระบบการก่อสร้างอาคารใช้ระบบ Knock down เพื่อให้สามารถถอดออกเมื่อไม่มีความต้องการใช้งาน และสามารถนำไปก่อสร้างในพื้นที่อื่นต่อไปได้อย่างรวดเร็ว

ความต้องการอาคารพักอาศัยฉุกเฉินสำหรับผู้ประสบภัยของทางสภากาชาดไทย มีจำนวนความต้องการถึง 173 ยูนิต ภายในระยะเวลา 1 เดือน ทางบริษัท BHP Steel Building Products (Thailand) Ltd. ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ จึงได้ทำการออกแบบก่อสร้าง โดยคำนึงถึงเรื่องของระบบการติดตั้งที่เป็นลักษณะ Step by Step คือต้องมีลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน เพื่อให้การติดตั้งสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว และการที่เลือกใช้ระบบ Knock down ในการก่อสร้าง ทำให้การยึดติดชิ้นส่วนต่างๆ ต้องใช้วัสดุประเภท น็อต Bolt หมุดยิง หรือตะปูเกลียวทั้งหมด เพื่อให้สามารถถอดออกจากกัน และนำมาประกอบขึ้นใหม่ได้ตามความต้องการ

ข้อจำกัดในการออกแบบ และดำเนินการก่อสร้างอาคาร คือต้องมีการออกแบบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้มีขนาดที่สามารถผลิตได้โดยเครื่องจักรที่มีอยู่ในโรงงาน เหมาะสมสำหรับการขนส่ง และมีตำแหน่งของรูเจาะต่างๆ ที่เหมาะสม คือ เมื่อมีการหันซ้าย หรือหันขวา ก็ยังสามารถที่จะติดตั้งได้ เนื่องจากผู้ที่ดำเนินการติดตั้งอาจไม่ใช่บุคคลซึ่งมีความรู้ทางการก่อสร้างเลย ซึ่งเป็นปัญหาอย่างมากในการออกแบบ และต้องมีการตรวจสอบจากอาคารตัวอย่างที่ดำเนินการก่อสร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นส่วน

นอกจากการที่จะต้องคำนึงถึงในด้านการผลิตแล้ว ความสามารถของวัสดุที่เลือกใช้ยังเป็นข้อจำกัดในการออกแบบที่สำคัญว่า ชิ้นส่วนในตำแหน่งใดต้องมีการรับน้ำหนักขนาดไหน ต้องมีความสามารถในการรับแรงชนิดใด สามารถเจาะรูได้ในขนาด และปริมาณเท่าไร ตอบสนองต่อแรงกระทำอะไรได้บ้าง ซึ่งอย่างน้อยต้องมีความสามารถในการรับแรง Life Load และ Dead Load ตามมาตรฐานของกฎหมายได้อย่างพอดี และเนื่องจากว่าอาคารนี้เป็นอาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากน้ำท่วม ทำให้ต้องมีการคำนึงถึงความสามารถในการรับแรงกระทำด้านข้างจากกระแสน้ำที่อาจท่วมขึ้นมาอีกเมื่อไรก็ได้

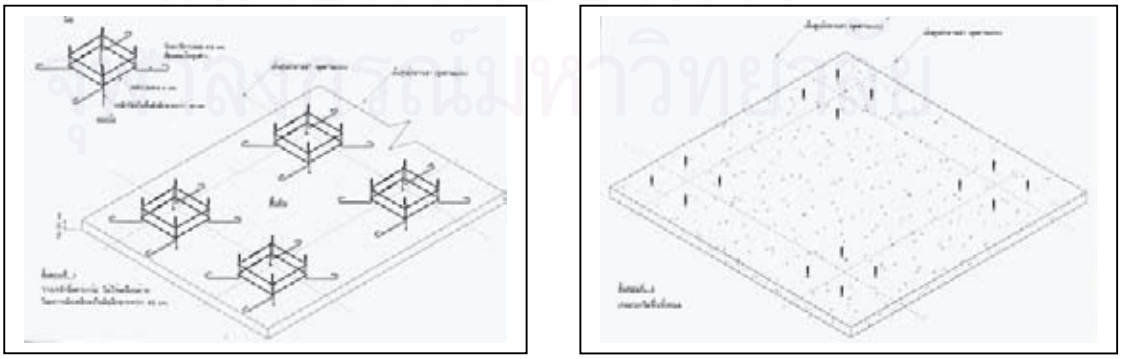
ในการก่อสร้างพักอาศัยฉุกเฉินที่ ต.น้ำก้อ นั้น สามารถที่จะสรุปขั้นตอนของการดำเนินการก่อสร้างได้เป็นลำดับดังต่อไปนี้

<u>ขั้นตอนการดำเนินโครงการ</u>

การดำเนินโครงการบ้านพักอาศัยฉุกเฉิน ที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ นั้น เริ่มต้นกระบวนการทำงานโดยการจัดหาพื้นที่สำหรับการก่อสร้างอาคาร ซึ่งพื้นที่ที่ได้มีการจัดเตรียมนั้น เป็นพื้นที่ในบริเวณโรงเรียน ที่อยู่ไม่ไกลจากที่อยู่อาศัยเดิมของชาวบ้านมากนัก พื้นที่ที่ได้มาจะได้รับการดัดแปลงเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการก่อสร้างอาคาร เริ่มต้นจากการปรับระดับพื้นที่ให้มีระดับที่เรียบเสมอกัน

ภาพที่ 26 : ภาพแสดงอาคารที่ตั้งโครงการอาคารพักอาศัยฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์

หลักจากนั้นจึงทำการรังวัดพื้นที่เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทำฐานรากชั่วคราวเพื่อรอการติดตั้งตัวอาคาร ซึ่งในการทำฐานรากชั่วคราวนี้จะต้องมีการวัดตำแหน่ง และระยะที่ถูกต้องสำหรับตำแหน่งของเสาที่มีการจัดวางผังไว้ หลังจากนั้นจึงทำการติดตั้ง โครงเหล็กที่ทำหน้าที่เป็นเสมือนฐานรากของอาคาร แล้วจึงเทคอนกรีตทับเพื่อให้เกิดความแข็งแรง และเป็นพื้นที่ใช้สอยต่อไปในอนาคต



ภาพที่ 27 : ภาพแสดงอาคารการทำฐานรากชั่วคราวของอาคารตามตำแหน่งของเสาที่ได้ออกแบบไว้

เมื่อรอจนคอนกรีตฐานรากSetตัวเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้งตัวอาคารตามลำดับขั้นตอน คือ เริ่มจากการติดตั้งฐานเสาอาคาร แล้วจึงประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารขึ้นเป็นแผงด้านต่างๆ โดยการทำแบบโครงสร้างจากการประกอบชิ้นส่วนอันแรก ที่ต้องมีการตรวจสอบระยะต่างๆ ความได้ฉาก ได้มุมอย่างละเอียด เพื่อนำมาใช้เป็นแบบสำหรับการช่วยประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างอันต่อๆ ไปให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ภาพที่ 28 : ภาพแสดงการวัดระยะ ตั้งฉากในการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างแผงแรกของอาคาร

ภาพที่ 29 : ภาพแสดงการใช้โครงสร้างแผงแรกเป็นแบบในการติดตั้งโครงสร้างแผงต่อๆ ไป

เมื่อนำแผงชิ้นส่วนโครงสร้างแต่ละชิ้นมาประกอบรวมกัน ก็จะสำเร็จเป็นโครงสร้างของอาคารทั้งหลังขึ้นมา หลังจากนั้นจึงทำการติดตั้งวัสดุมุงหลังคา และทำการบุผนังภายนอกด้วยวัสดุบุผิวชนิดต่างๆ ก็จะแล้วเสร็จเป็นอาคารที่ก่อสร้างสมบูรณ์แบบ

แต่ในระหว่างการก่อสร้างอาคารในพื้นที่โครงการจริง ปรากฏว่าได้พบปัญหาระหว่างการก่อสร้างขึ้นหลายอย่าง[10] ซึ่งกลายเป็นปัญหาที่ทำให้กระบวนการออกแบบไม่ประสบผลสำเร็จทั้งในด้านการออกแบบชิ้นส่วน และวิธีการก่อสร้างเป็นอย่างมาก ตัวอย่างของปัญหาที่เกิดขึ้นเช่น

- ตำแหน่งของหมุดฐานรากที่ทำการติดตั้งบนพื้นคอนกรีตไม่ตรงกับตำแหน่งของเสาตามแนวปักผัง ทำให้ไม่สามารถติดตั้งอาคาร และชิ้นส่วนของโครงสร้างอาคารได้ ต้องมีการเจาะพื้นคอนกรีตเพื่อติดตั้งหมุดยิงจากด้านบนของฐานยึดติดกับพื้นคอนกรีตแทน ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการออกแบบรูเจาะที่ฐานเสาให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ หรือออกแบบอาคารให้ไม่มีความจำเป็นต้องทำฐานรากขนาดใหญ่แบบนี้ขึ้นมาสำหรับการติดตั้ง

[10] สยามศักดิ์ จารุอาภรณ์ประทีป. แนวทางการออกแบบเพื่อปรับปรุงบ้านพักฉุกเฉิน กรณีศึกษา: บ้านพักฉุกเฉินต้นแบบ ต.น้ำก้อ จ. เพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาพที่ 30 : ภาพแสดงการปรับปรุงตำแหน่งของเสา และการติดตั้งฐานเสาในตำแหน่งใหม่

- <u>การประกอบชิ้นส่วนผิดตำแหน่ง</u> เนื่องจากการที่มีชิ้นส่วนเป็นจำนวนมาก และมีรูปแบบที่มีความแตกต่างกัน ทำให้เกิดความสับสนในการติดตั้ง ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนเหล่านั้น แก้ไขได้โดยออกแบบชิ้นส่วนให้มีความแตกต่างกันน้อยที่สุด และทำหมายเลขที่ชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้ติดตั้งได้ง่าย

ภาพที่ 31 : ภาพแสดงการชิ้นส่วนที่มีหลายขนาด และการติดตั้งชิ้นส่วนด้วยการขันน็อตติด

- <u>ตำแหน่งของรูเพื่อการติดตั้ง น็อต หรือ Bolt มีการเจาะ หรือการคำนวณที่ผิดพลาด</u> ทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามแบบ ส่วนหนึ่งเกิดจากการหันด้านของชิ้นส่วนไม่ถูกต้อง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการจัดทำอาคารตัวอย่าง และออกแบบตำแน่งของรูเจาะให้มีความใกล้เคียงกันทุกจุดของชิ้นส่วน
- <u>ต้องมีการตัดแต่งชิ้นส่วนอาคารในพื้นที่หน้างาน</u> เกิดจากการที่ผู้ก่อสร้างไม่เข้าใจในตำแหน่ง และหน้าที่ของชิ้นส่วน ทำให้นำชิ้นส่วนไปติดตั้งในตำแหน่งที่ผิดจากการใช้งานโดยไม่ทราบ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการตรวจสอบรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ในขั้นตอนของการออกแบบ และถ่ายทอดความรู้ด้วยอาคารต้นแบบให้แก่ผู้ที่ดำเนินการก่อสร้างให้เข้าใจในหน้าที่ และตำแหน่งของชิ้นส่วนต่างๆ
- ฯลฯ

เมื่ออาคารก่อสร้างแล้วเสร็จ ผู้ประสบภัยสามารถเข้าอยู่อาศัยได้ทันที โดยต่อมาได้มีการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้สอยต่ออาคารที่ก่อสร้างขึ้นนี้[11] ซึ่งโดยส่วนมากจะมีความเห็นในด้านแสดงความพอใจต่อการใช้งานอาคาร แต่ได้เสนอแนะสิ่งที่ควรปรับปรุงในส่วนรายละเอียดต่างๆ เพื่อความสะดวกสบาย และความรวดเร็วในการก่อสร้างให้มากยิ่งขึ้น ดังต่อไปนี้

---

[11] สยามศักดิ์ จารุอาภรณ์ประทีป, “ แนวทางการออกแบบเพื่อปรับปรุงบ้านพักฉุกเฉิน กรณีศึกษา: บ้านพักฉุกเฉินต้นแบบ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์,” (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

รายการ	ข้อมูล
12. บ้านพักอาศัยหลังเดิมสามารถซ่อมแซม ปรับปรุง และต่อเติมด้วยตัวเอง	สามารถทำได้ด้วยตนเอง = 50 ครอบครัว
13. สัดส่วนของหน้าต่างกับผนังส่วนใหญ่จะมีหน้าต่างน้อยกว่าผนังบ้าน	1) หน้าต่างน้อยกว่าผนัง = 36 ครอบครัว 2) หน้าต่างเท่ากับผนัง =10 ครอบครัว 3) หน้าต่างมากกว่าผนัง = 4 ครอบครัว
14. บ้านพักอาศัยหลังเดิมมีการกันแดด กันฝนได้เพียงพอ	1) กันแดดกันฝนได้ =46 หลัง 2) กันแดดกันฝนไม่ได้ = 4 หลัง
15. รูปแบบบ้านพักอาศัยเดิมส่วนมากเป็นบ้านพักอาศัย 2 ชั้นใต้ถุนสูงใช้งานได้	1) บ้านชั้นเดียวใต้ถุนเตี้ยใช้งานไม่ได้ =14 หลัง 2) บ้าน 2 ชั้นใต้ถุนสูงโล่งใช้งานได้ =31 หลัง 3) บ้าน 2 ชั้นชั้นล่างติดดิน หรือยกพื้นเล็กน้อย มีผนังรอบ = 5 หลัง
16. ขนาดพื้นที่ของบ้านส่วนมากอยู่ที่ 20-40 ตร.เมตร	1) น้อยกว่า 10 ตร.ม. 0 หลัง 2) 10-20 ตร.ม. 4 หลัง 3) 20-30 ตร.ม. 11 หลัง 4) 30-40 ตร.ม. 17 หลัง 5) มากกว่า 40 ตร.ม. 18 หลัง (รวม 50 หลัง)

ตารางที่ 1 (ต่อ) : ตารางแสดงข้อมูลรูปแบบอาคารพักอาศัยดั้งเดิมของผู้ประสบภัยน้ำท่วม ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากนั้นจึงได้ทำการสำรวจความคิดเห็นต่ออาคารพักอาศัยชั่วคราว (บ้านฉุกเฉิน) ที่ทางราชการนำเข้าไปให้การช่วยเหลือ สามารถสรุปความคิดเห็นได้เป็น 2 ประเด็นคือ

1. ความคิดเห็นต่อโครงการ และรูปแบบของอาคาร
2. ความคิดเห็นด้านความพึงพอใจต่อรูปแบบของโครงการ

ซึ่งสามารถสรุปความคิดเห็นที่สำรวจได้ดังต่อไปนี้

รายการสรุปความคิดเห็น	ข้อมูลจากแบบสำรวจ
1. การให้ความช่วยเหลือของภาครัฐบาลที่เข้ามาภายหลังเกิดเหตุการณ์เป็นเวลา 2 เดือนหลังจากเกิดเหตุภัยพิบัติ ไม่ช้าจนเกินไป	1) ช้า 8 ครอบครัว 2) ไม่ช้า 41 ครอบครัว 3) เฉยๆ 1 ครอบครัว (การให้ความช่วยเหลือด้วยบ้านพักชั่วคราว ควรจะก่อสร้างให้แล้วเสร็จภายในเวลา 4 สัปดาห์)
2. ผู้ประสบภัยพอจะมีความสามารถในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยชั่วคราวขึ้นมาได้เอง หากทางราชการมีการสนับสนุนด้านวัสดุ และอุปกรณ์ในการก่อสร้างมาให้	1) ก่อสร้างเองได้ทั้งหมด 23 ครอบครัว 2) ก่อสร้างเองได้ถ้าได้รับคำแนะนำ 6 ครอบครัว 3) ไม่สามารถก่อสร้างเองได้ 21 ครอบครัว (จากสถิติแสดงให้เห็นว่าชาวบ้านเกือบครึ่งหนึ่งของทั้งหมดไม่มีความรู้ ความสามารถทางการก่อสร้างมากพอสำหรับการก่อสร้างบ้านพักชั่วคราวของตนเองได้)
3. การเลือกตำแหน่งพื้นที่ก่อสร้างบ้านพักฉุกเฉินที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ เป็นตำแหน่งที่สะดวกในการเข้าถึง	สะดวก 40 ครอบครัว, พอใช้ 6 ครอบครัว ไม่สะดวก 4ครอบครัว
4. พื้นที่ก่อสร้างในข้อ 3. ไม่ไกลจากที่ทำงานของหัวหน้าครอบครัวมากเกินไป	ไกลมาก 4 ไกลพอควร 7 ไม่ไกล 23 ไม่เกี่ยวข้อง 16
5. พื้นที่ก่อสร้างในข้อ 3. ไม่ไกลจากโรงเรียนของบุตรหลานที่อยู่ไกลที่สุด	ไกลมาก 0 ไกลพอควร 6 ไม่ไกล 27 ไม่เกี่ยวข้อง 17
6. ชาวบ้านสามารถที่จะทำการปรับปรุง ซ่อมแซม และต่อเติมตัวบ้านพักฉุกเฉินได้ด้วยตนเอง (หมายเหตุ : ราชการประกาศห้ามผู้อยู่อาศัยดัดแปลง หรือต่อเติมบ้านพักอาศัยด้วยวิธีการใดๆ ก็ตาม)	สามารถทำได้ด้วยตนเอง 26 ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเอง 20 ไม่ทราบ 3 ไม่ทำ 1
7. ขนาดสัดส่วนของหน้าต่าง ที่น้อยกว่าผนังบ้านเป็นสัดส่วนที่พอดีแล้ว	พอดีแล้ว 44 หน้าต่างน้อยไป 6 หน้าต่างมากไป 0 เฉยๆ 0
8. การกันแดด กันฝนของตัวบ้านพัก ไม่สามารถ กันแดด กันฝนได้	กันแดด กันฝนได้ 13 กันแดดได้ กันฝนไม่ได้ 33 กันแดด กันฝนไม่ได้ 4 ไม่ทราบ 0
9. ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้าน (12ตร.ม.) อยู่ในขนาดที่ พอดี	พอดี 27 เล็กไป 20 ใหญ่ไป 0 เฉยๆ 3

ตารางที่ 2 : ตารางแสดงผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ประสบภัยในโครงการอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ (ความคิดเห็นต่อโครงการ และรูปแบบของอาคาร)

รายการสรุปความคิดเห็น	ข้อมูลจากแบบสำรวจ					
	พอใจมาก	พอใจ	พอใช้	ไม่พอใจ	ไม่พอใจมาก	เฉยๆ
1. การจัดสร้างบ้านให้มีระยะห่างกันประมาณ 1 เมตร และมีการใช้บันไดร่วมกันทุก 2 หลักเป็นรูปแบบที่น่าพอใจ	1	26	14	8	0	1
2. การแยกต้นไม้ออกไปจากกลุ่มหมู่บ้านฉุกเฉิน เป็นที่น่าพอใจ	1	36	7	5	1	0
3. การจัดให้มีถนนสำหรับรถยนต์อยู่นอกกลุ่มบ้านพักฉุกเฉิน เป็นที่น่าพอใจ	1	33	7	5	0	4
4. การจัดให้ถนนสำหรับรถยนต์ กับทางเดินเท้าใช้ร่วมกัน เป็นที่น่าพอใจ	0	32	8	6	1	3
5. การจัดให้มีโคมไฟสาธารณะ เป็นที่น่าพอใจ	4	38	4	1	0	3
6. การจัดให้บริการอาคารพยาบาล เป็นที่น่าพอใจ	5	36	5	3	0	1
7. การบริการด้านการรักษาความปลอดภัย เป็นที่น่าพอใจ	12	31	5	1	0	1
8. การบริการด้านสถานดูแลเด็กเล็ก เป็นที่น่าพอใจ	6	37	4	0	0	3
9. การบริการด้านการจัดเก็บขยะ เป็นที่น่าพอใจ	3	44	3	0	0	0
10. การจัดให้มีห้องน้ำรวมรอบๆ บ้านพักฉุกเฉิน โดยแยกเป็นกลุ่มสำหรับแต่ละกลุ่มบ้าน เป็นที่น่าพอใจ แต่ยังอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงเป็นอย่างมาก	5	22	8	11	2	2
11. การจัดให้มีไฟฟ้าภายในบ้าน เป็นที่น่าพอใจ	4	46	0	0	0	0
12. การจัดให้มีระบบประปาภายในบ้าน เป็นที่น่าพอใจ	4	36	8	2	0	0
13. การจัดให้มีโทรศัพท์รวมของชุมชน บริเวณทางเข้าหมู่บ้าน เป็นที่น่าพอใจ	1	46	3	0	0	0
14. วัสดุ และวิธีในการก่อสร้างบ้านพักฉุกเฉิน เป็นที่น่าพอใจ	3	28	9	6	1	3
15. รูปแบบของบ้านพัก ที่เป็นอาคาร 2 ชั้น ใต้ถุนโล่ง เป็นที่น่าพอใจ	0	41	6	3	0	0

ตารางที่ 3 : ตารางแสดงผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ประสบภัยในโครงการอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ (ความคิดเห็นด้านความพึงพอใจต่อรูปแบบของโครงการ)

จากผลการสำรวจความคิดเห็น แสดงให้เห็นว่า โครงการบ้านพักฉุกเฉินที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพอใจ โดยยังมีส่วนที่ต้องดำเนินการแก้ไขในด้านรูปแบบ และวิธีการก่อสร้างอาคาร ซึ่งผู้ประสบภัยได้มีการเสนอแนะแนวความคิดเพิ่มเติมไว้ดังต่อไปนี้

<u>สิ่งที่ผู้ประสบภัยเสนอแนะให้มีการแก้ไขในตัวบ้านพักฉุกเฉิน และในการช่วยเหลือครั้งต่อไป</u>

1. ควรที่จะมีการเพิ่มชายคากันแดดกันฝนให้กับอาคารให้มากกว่านี้
2. ระยะห่างของบ้านแต่ละหลังควรอยู่ที่ 4 เมตรขึ้นไป (ระยะห่างในปัจจุบันอยู่ที่ 1 เมตรมีบันได 1 ชุด/2หลัง)
3. ควรให้มีต้นไม้ในส่วนกลางของหมู่บ้าน (เช่น ระหว่างแถวของบ้าน)
4. ควรที่จะมีการเพิ่มขนาดของพื้นที่ใช้สอยให้มากขึ้นกว่านี้

ซึ่งจากการสัมภาษณ์รองผู้อำนวยการสำนักงานอาสากาชาด (เมษายน 2546) ถึงการนำรูปแบบอาคารไปใช้ในพื้นที่อื่น ปรากฏว่าได้เกิดปัญหาใหม่ขึ้นอีกคือ ผู้ประสบภัยส่วนใหญ่มีความเห็นว่า อาคารที่จัดให้นั้นยังไม่มีความสะดวกสบายในส่วนของห้องน้ำ ทำให้จำเป็นที่จะต้องนำเงินช่วยเหลือส่วนหนึ่งเป็นจำนวนที่ค่อนข้างมากไปใช้ในการก่อสร้างอาคารห้องน้ำชั่วคราวขึ้น ซึ่งเป็นการสูญเสียเงิน และเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้ในบางพื้นที่ที่มีจำนวนผู้ประสบภัยไม่มาก (10-20หลังคาเรือน) ผู้ประสบภัยจึงไม่ยอมรับความช่วยเหลือในส่วนของอาคารชั่วคราวนี้ เนื่องจากมีความเห็นว่า เงินส่วนที่จะต้องนำมาใช้ในการสร้างห้องน้ำนี้หากนำไปใช้ในการบูรณะ ซ่อมแซมอาคารจะทำให้มีประโยชน์มากกว่า ถ้าหากยังต้องการให้รับอาคารไว้ ก็ควรมีการบริการห้องน้ำสำเร็จรูปมาด้วย จึงเป็นแนวทางที่ควรจะแก้ไขในอาคารเป็นลำดับที่ 5 คือการออกแบบห้องน้ำในอาคาร หรือการออกแบบให้อาคารสามารถเชื่อมต่อกับห้องน้ำสำเร็จรูปได้

ระยะเวลาหลังจากการก่อสร้างอาคารที่ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ มาจนถึงปัจจุบัน (พ.ศ.2544-2547)เป็นระยะเวลานานเกือบ 3 ปี ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตามความเป็นไปของโครงการ โดยการสอบถาม และสัมภาษณ์ เจ้าหน้าที่ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลในส่วนอาคารบ้านฉุกเฉินดังกล่าว[12] ซึ่งได้รับข้อมูลเพิ่มเติมดังนี้

1. อาคารพักอาศัยที่อยู่ในโครงการที่ต.น้ำก้อนั้น ส่วนใหญ่ได้ทำการรื้อถอน และส่งไปยังสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเขต ในพื้นที่เขตป้องกันต่างๆ แล้วจำนวนเขตละ 5 หลัง โดยได้มีการฝึกซ้อม และถ่ายทอดความรู้ให้แก่เจ้าหน้าที่ในแต่ละพื้นที่ให้ดำเนินการฝึกซ้อมการต่ออาคารทุก 1 เดือน
2. อาคารพักอาศัยที่ยังไม่ได้ทำการรื้อถอนจากโครงการติดปัญหาในเรื่องที่ประชาชนไม่ยอมย้ายออกไปจากอาคาร แม้จะมีการบูรณะ ก่อสร้างอาคารอยู่อาศัยของตนเองขึ้นมาใหม่เสร็จเรียบร้อยแล้ว ส่วนหนึ่งเกิดจากประชาชนต้องการเรียกร้องเงินช่วยเหลือเพิ่มเติมจากภาครัฐบาล อีกส่วนอยู่ในระหว่างการดำเนินการขนย้ายข้าวของ ซึ่งทางเจ้าหน้าที่จะดำเนินการรื้อถอนได้อย่างสมบูรณ์ประมาณต้นปีมกราคม พ.ศ. 2547
3. อาคารพักอาศัยที่ใช้งานมาเป็นระยะเวลาเกือบ 3 ปี มีความเสื่อมโทรม และความเสียหายที่เกิดขึ้นดังนี้
    - ส่วนฝ้าเพดานซึ่งติดตั้งด้วยแผ่นชานอ้อยได้รับความเสียหาย และเสื่อมสภาพทั้งหมด ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้
    - ประตู หน้าต่างของอาคารที่เป็นไม้ได้รับความเสียหายจากน้ำฝน และแสงแดดต้องมีการบูรณะซ่อมแซม และทาสีใหม่ทั้งหมด
    - ส่วนพื้นภายในอาคารที่เป็นพื้นไม้อัดหนา 15 มม. ได้รับความเสียหายค่อนข้างมาก ต้องมีการเปลี่ยนแผ่นไม้สักในการใช้งานครั้งต่อไป
    - บันไดส่วนลูกนอนมีการสึกหรอจนเกิดความลื่นขึ้นมาในบางแผ่น ต้องมีการซ่อมแซม หรือมีการเปลี่ยนใหม่

---

[12] สัมภาษณ์ ณัฐพนธ์ ปริญญาภรณ์, ผู้ประสานงานมูลนิธิเพื่อนพึ่ง(ภา)ยามยาก, 22 ธันวาคม 2546.

- ส่วนฐานอาคารที่เป็นแผ่นคอนกรีตต้องมีการรื้อออกเพื่อคืนพื้นที่ให้กลับสภาพเดิม ทำให้เสียแรงงานและงบประมาณในการรื้อถอน
- การรื้อถอน และติดตั้งใหม่ต้องมีการจดจำ และทำหมายเลขกำกับ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เคยเกิดในตอนติดตั้งเริ่มโครงการ

4. อาคารที่ได้ทำการส่งมอบไปยังเขตป้องกันต่างๆ ได้มีการทดสอบการติดตั้งในรูปแบบอื่นๆ เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบที่ต.น้ำก้อ เช่น
   - การแก้ไขปัญหาน้ำรั่ว น้ำย้อนจากการที่อาคารไม่มีส่วนของชายคา รวมถึงประตูหน้าต่างไม่มีกันสาดทางสภากาชาดแก้ไขโดยการติดตั้งกันสาดเพิ่มเติมให้อาคาร
   - การแก้ไขส่วนฐานรากอาคารที่ต้องเสียเวลา และงบประมาณในการก่อสร้างมากโดยทดลองทำฐานรากในแบบต่างๆ เช่น ทดลองทำฐานรากแบบเสาตอม่อสำเร็จรูปที่ สำนักงานป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัยเขต จ.ปราจีนบุรี และ จ.พิษณุโลก ทำฐานรากแบบสมอบกที่เขตป้องกัน จ.ลำปาง ฯลฯ ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจเนื่องจากอาคารสามารถใช้งานได้ตามปกติในฐานรากแบบอื่นๆ
   - การแก้ไขส่วนพื้นด้านล่าง(ชั้นใต้ถุน) ของอาคารจากเดิมที่เป็นพื้นคอนกรีตเทในพื้นที่ ทำให้มีปัญหาเรื่องความชื้น และการเจิ่งนองของน้ำ แก้ไขโดยการทดลองใช้แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป และแผ่นปูพื้นแบบตัวหนอน ปูให้มีช่องว่างระหว่างแผ่นแทน ซึ่งช่วยให้เกิดการระบายน้ำที่ดีขึ้นเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการใช้งานสูง
5. ปัญหาที่พบอันเนื่องมาจากวัสดุ โครงสร้าง และการใช้งาน ยังไม่สามารถแก้ไขได้อย่างสมบูรณ์ เช่น
   - ปัญหาด้านความร้อนจากวัสดุที่เป็นเหล็ก ทำให้อาคารด้านบนไม่สามารถอยู่อาศัยได้เลยในเวลากลางวัน โดยเฉพาะในฤดูร้อน ซึ่งมีความร้อนสูงมาก ทำให้ผู้ประสบภัยต้องมาอยู่อาศัยในส่วนใต้ถุนแทน
   - ปัญหาด้านห้องน้ำของโครงการ ที่ไม่ได้มีการเตรียมการ และไม่มีส่วนเชื่อมต่อกับอาคาร ทางสภากาชาดได้ทดลองแก้ไขโดยการจัดทำบ่อบำบัดน้ำเสีย และติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปที่ จ.นครราชสีมา ซึ่งก็ยังมีความห่างไกลจากตัวอาคารพักอาศัยอยู่

ปัญหาทั้ง 5 อย่างที่เกิดขึ้นนี้จัดได้ว่าเป็นบทสรุปของปัญหา และวิธีการแก้ไขเบื้องต้น ที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้งานอาคารมาเป็นระยะเวลานานพอสมควร เป็นปัญหาที่เก็บรวบรวมได้จากการทดลองใช้จริง ซึ่งควรจะได้รับการใส่ใจที่จะวิเคราะห์ และแก้ไขในการออกแบบ และก่อสร้างโครงการในลักษณะนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อาคารพักอาศัยฉุกเฉิน เป็นรูปแบบหนึ่งของอาคารชั่วคราวที่ตอบสนองต่อความจำเป็นด้านการอยู่อาศัย โดยมีความต้องการที่กำหนดแนวความคิดในการออกแบบ คือ การก่อสร้าง-ติดตั้งที่จะต้องรวดเร็ว ขนส่งได้ง่าย และสามารถตอบสนองต่อความต้องการขั้นพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เราจะเห็นได้ว่าในประเทศอื่นๆ ที่มีการเกิดภัยธรรมชาติ ซึ่งสร้างความเดือดร้อนให้แก่ประชาชน ทางภาครัฐบาลก็ได้จัดการช่วยเหลือ โดยการดำเนินโครงการ *การก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราว* ให้ประชาชนได้อยู่อาศัยในระหว่างการบูรณะ ฟื้นฟูเมืองให้กลับเข้าสู่สภาวะปกติ ซึ่งลักษณะของการออกแบบ และวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างก็มีความแตกต่างกันไป แต่สิ่งหนึ่งที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งคือ การออกแบบข้อต่อ และจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนของอาคารแต่ละชิ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภทนี้ที่ใช้ระบบ Knock down ในการก่อสร้าง ซึ่งโดยทั่วไปการยึดจุดเชื่อมต่อที่เหมาะสมสำหรับระบบการก่อสร้างแบบ Knock down คือ

การยึดจุดเชื่อมต่อด้วย น็อต หรือ Bolt โลหะ ซึ่งเป็นระบบที่ง่าย และสะดวกในการติดตั้งมากที่สุด เพราะ น็อต หรือ Boltโลหะ มีความสามารถในการรับแรงได้มาก สามารถติดตั้ง และถอดประกอบได้ง่ายด้วยเครื่องมือธรรมดาๆ ที่มีอยู่ทั่วไปในครัวเรือนเช่น คีม หรือประแจ ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความสามารถทางช่างสูงในการใช้งาน ทำให้บุคคลทั่วไปสามารถติดตั้งได้ด้วยตนเอง จึงเป็นลักษณะที่เหมาะสมกับการก่อสร้างอาคารประเภทนี้เป็นอย่างมาก

อีกอย่างที่สำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการยึดจุดเชื่อมต่อก็คือ รูปแบบ และลักษณะของชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคาร ที่จะเอื้อต่อการประกอบติดตั้งให้มีความรวดเร็ว และสะดวกได้มากน้อยเพียงใด ถ้าชิ้นส่วนได้รับการออกแบบอย่างดี การประกอบติดตั้ง ซึ่งรวมไปถึงการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการใช้สอยอาคาร และขนาดอาคารให้มีความหลากหลาย ก็จะยิ่งมีมากขึ้นไปอีกเท่านั้น การที่จะออกแบบชิ้นส่วนให้มีรูปร่าง ลักษณะที่เหมาะสม จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในระบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปเป็นอย่างมาก ต้องมีความเข้าใจถึงเทคนิคในการผลิต การออกแบบ และการก่อสร้างอาคารด้วยระบบพิกัด ที่มีความเที่ยงตรง และมีระบบมาตรฐานที่ใช้งานได้ทั้งในขั้นตอนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม และการติดตั้งอาคารในพื้นที่หน้างาน

ภาพที่ 32 : ภาพแสดงตัวอย่างข้อต่อ และการเชื่อมต่อชิ้นส่วนอาคารพักอาศัยชั่วคราว ที่ก่อสร้างด้วยกระดาษ
(ที่มา: http://www.city.kobe.jp/cityoffice)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป

อาคารพักอาศัยที่นำมาใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยที่กล่าวถึงในบทที่แล้ว เกือบทั้งหมดจะเป็นอาคารที่มีการก่อสร้างที่แล้วเสร็จ หรือเกือบแล้วเสร็จมาก่อน จึงขนส่งเข้าไปสู่พื้นที่ที่ต้องการความช่วยเหลือ มีน้อยมากที่จะเข้าไปทำการผลิต หรือก่อสร้างในพื้นที่ที่ประสบภัย หรือพื้นที่ที่จัดสรรเพื่อการอยู่อาศัยชั่วคราวของผู้ประสบภัยโดยตรง การที่อาคารมีการก่อสร้างที่แล้วเสร็จมาก่อนนี้เราเรียกว่าเป็นอาคารแบบอาคารสำเร็จรูป ซึ่งการพัฒนาระบบการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ จำเป็นที่เราจะต้องมีความรู้ถึงประวัติความเป็นมา และแนวความคิดหลักของการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ก่อน

3.1 อาคารพักอาศัยสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารพักอาศัยแบบสำเร็จรูปเริ่มต้นอย่างจริงจังขึ้นในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยมีสาเหตุมาจากการที่ประเทศต่างๆ โดยเฉพาะประเทศคู่สงครามทางตะวันตก มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ในการผลิตอาวุธสงครามทิ้งร้างอยู่มากมาย ประกอบกับการเกิดความอดอยาก และขาดแคลนที่อยู่อาศัยของประชาชนเป็นจำนวนมาก จากผลกระทบของสงครามที่พึ่งจะสิ้นสุดไป ทำให้ภาครัฐบาลเกิดความคิดในการผลิตอาคารสำเร็จรูปที่สร้างแล้วเสร็จจากโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อนำออกแจกจ่ายให้ประชาชนได้อยู่อาศัยกันในระหว่างการบูรณะซ่อมแซมอาคารบ้านเรือน และประเทศ ซึ่งจะเป็นการช่วยเหลือให้ประชาชนมีที่อยู่อาศัย และยังเป็นการสร้างงานให้แก่แรงงานที่ไม่มีงานทำในยุคนั้นอีกด้วย

ต่อมาเมื่อประเทศมีความสงบเรียบร้อยแล้ว รูปแบบของอาคารสำเร็จรูปก็ได้พัฒนาต่อไปจากข้อดีในด้านความสะดวกสบายในการผลิต การติดตั้ง การขนส่ง และการใช้สอย ส่งผลให้เกิดอาคารรูปแบบต่างๆ ขึ้นมากมาย โดยเฉพาะเมื่อวัสดุชนิดใหม่ประเภทผ้าใบ (Fabric) ใยสังเคราะห์ และโลหะผสมต่างๆ เริ่มถูกนำมาทดลองใช้สร้างเป็นอาคารสำเร็จรูปมากขึ้น ทำให้พัฒนาการของวิธีการก่อสร้าง และประสิทธิภาพของอาคารมีมากขึ้นไปด้วย

ภาพที่ 33 : ภาพแสดงอาคารพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยวัสดุโครงสร้างน้ำหนักเบา

ในปัจจุบันนี้ การก่อสร้างอาคารพักอาศัยแบบสำเร็จรูปด้วยระบบอุตสาหรรมนั้น ไม่ได้เฉพาะเจาะจงว่าจะต้องเป็นอาคารสำหรับการพักอาศัยแบบชั่วครั้ง-ชั่วคราวเหมือนอย่างในอดีตอีกต่อไป โดยปกติเราจะเข้าใจว่าอาคารที่สามารถก่อสร้างในระบบอุตสาหรรมได้นั้น จะต้องเป็นอาคารประเภทชั่วคราวสำหรับกิจกรรมบางชนิด เช่น เต็นท์พักแรม บ้านพักอาศัยติดล้อประเภท Mobile-Home หรืออาคารที่สร้างขึ้นจากวัสดุที่ผลิตได้ในโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงอาคารพักอาศัยแบบ "ที่พักอาศัย (Shelters) สำเร็จรูป" ที่กล่าวถึงเหล่านั้นเป็นลักษณะ

ต้นแบบของการพัฒนาการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม ด้วยวัสดุโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา และกระบวนการผลิตที่มีระบบระเบียบอย่างเป็นมาตรฐาน

อาคารประเภทที่พักอาศัยสำเร็จรูปเป็นอาคารที่ได้รับการพัฒนารูปแบบ และแนวความคิดมาจาก อาคารชั่วคราวประเภท Tent ที่ใช้สำหรับการพักอาศัยแบบชั่วคราวซึ่งได้กล่าวถึงไปแล้วในบทก่อนหน้านี้ แต่ได้มีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในปัจจุบันที่ผู้อยู่อาศัยต้องการความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดรูปแบบของ ที่พักอาศัยชั่วคราวที่มีความสวยงาม และมีประโยชน์ใช้สอยสมบูรณ์แบบมากขึ้น ดังที่เราจะเห็นกันอยู่ทั่วไป

ภาพที่ 34 : ภาพแสดงที่พักอาศัยสำเร็จรูปประเภทต่างๆ (ที่มา: www.all-shelters.com)

แต่ถ้ากล่าวถึงอาคารสำหรับการอยู่อาศัยที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้ระบบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้ครอบคลุมไปถึงอาคารที่ก่อสร้างเพื่อการอยู่อาศัยอย่างถาวร เช่น บ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เราจะเห็นพัฒนาการของการก่อสร้างประเภทนี้ได้ จากการเกิดการผลิตชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป เช่นพื้นสำเร็จรูป ผนังสำเร็จรูปที่มีขนาดมาตรฐาน สำหรับให้ผู้ออกแบบนำไปใช้งาน เริ่มมีการผลิตคานสำเร็จรูป เสาสำเร็จรูปขึ้น จนถึงปัจจุบันที่สามารถผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ที่สามารถนำมาประกอบเป็นอาคารได้ในทันที

3.2 การแบ่งประเภทของชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป

ในการแบ่งประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป เราสามารถที่จะใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ ในการแบ่งประเภทของชิ้นส่วนออกจากกันได้ หลักเกณฑ์หนึ่งที่นิยมใช้กันก็คือ การใช้น้ำหนักของชิ้นส่วนเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ซึ่งสามารถที่จะแบ่งประเภทของชิ้นส่วนออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

3.2.1 ชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักมาก

เป็นชิ้นส่วนอาคารที่ผลิตจากวัตถุดิบที่มีน้ำหนัก หรือมีความหนาแน่น(น้ำหนักมวล/ปริมาตร)มาก เช่น คอนกรีต คอนกรีตเสริมเหล็ก นำมาเข้ากรรมวิธีการหล่อแบบในโรงงาน เพื่อให้ออกมาเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคาร ชิ้นส่วนประเภทนี้เริ่มต้นการผลิตจากชิ้นส่วนที่ยังไม่มีความสำคัญในการรับแรง หรือไม่มีความสำคัญในโครงสร้างหลักของอาคารมากเท่าไร เช่น พื้นสำเร็จรูป ผนังสำเร็จรูป แต่เมื่อมีการพัฒนาความสามารถในการผลิตมากยิ่งขึ้น ก็เริ่มมีการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นโครงสร้างหลักของอาคาร เช่น คานสำเร็จรูป เสาสำเร็จรูป ออกมาซึ่งในการผลิตชิ้นส่วนประเภทนี้จะต้องมีการ คำนวณ และควบคุมการผลิตอย่างแม่นยำด้วยวิศวกรที่มีความรู้ความสามารถ โดยเฉพาะ

การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในปัจจุบันได้มีการนำระบบการก่อสร้างที่เรียกว่า ระบบประสานทางพิกัด (Modular System) เข้ามาใช้ร่วมในการออกแบบเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำในการติดตั้งได้อย่างลงตัว โดยเฉพาะชิ้นส่วนประเภทผนังรับน้ำหนักที่จำเป็นจะต้องได้รับการออกแบบอย่างแม่นยำ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการนำไปติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง และเกิดความปลอดภัยอย่างสูงสุดในการใช้สอย

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบชิ้นส่วนรับน้ำหนัก และผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall) เป็นระบบการก่อสร้างที่เป็นที่นิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น การก่อสร้างสะพาน ทางด่วน หรือโครงการประเภทที่มีความเร่งด่วนเป็นอย่างมาก เช่นโครงการอาคารเรียน และหอพักนักกีฬาเอเชียนเกมส์ เป็นต้น ชิ้นส่วนอาคารที่มีการรับน้ำหนักแบบผนังรับน้ำหนักจะมีความสามารถในการถ่ายเทแรงจากส่วนต่างๆ ของอาคารผ่านไปตามชิ้นส่วนรับน้ำหนักที่เป็นโครงสร้างหลักแทน เสา-คาน ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารในระบบปกติ (Skeleton System)

ข้อดีของระบบการผลิตชิ้นส่วนแบบนี้ก็คือ การที่สามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีลักษณะ และคุณสมบัติเดียวกันได้เป็นจำนวนมากในระยะเวลาไม่นาน เสียค่าใช้จ่ายด้านแบบหล่อวัสดุน้อยเพราะสามารถที่จะหมุนเวียนแบบหล่อมาใช้งานได้หลายครั้งกว่าการก่อสร้างในระบบธรรมดา นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขรูปแบบ และลักษณะของชิ้นส่วนได้ตามความต้องการ ทำให้มีความเที่ยงตรงมากกว่าการหล่อแบบในพื้นที่ ที่มีโอกาสเสียหายได้จากความไม่เที่ยงตรงในการทำงานของมนุษย์

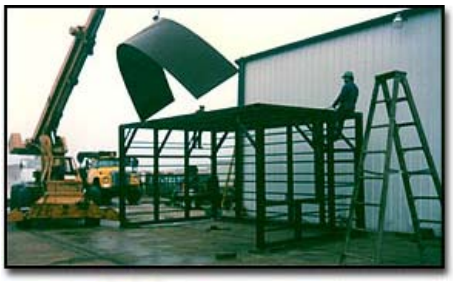
ตัวอย่างอาคารที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักมากที่เห็นได้ทั่วไปก็คือ การก่อสร้างโครงสร้างสะพาน และทางด่วนต่างๆ ที่ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นได้รับการหล่อสำเร็จ แล้วจึงขนส่งมาติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง ทำให้การก่อสร้างสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว หรือตัวอย่างที่เป็นอาคารสำหรับพักอาศัยที่มีชื่อเสียงก็คือ โครงการอาคารหอพักนักกีฬามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่เป็นอาคารความสูง 8 และ 12 ชั้น สามารถก่อสร้างแล้วเสร็จได้ในระยะเวลาเพียง 8 เดือน โดยการใช้ระบบชิ้นส่วนผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป แทนการก่อสร้างด้วยระบบเสา-คาน และการก่ออิฐตามปกติ ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนานถึง 2 ปีเป็นอย่างน้อย

3.2.2 ชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักน้อย

ชิ้นส่วนอาคารประเภทนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะของชิ้นส่วน ที่ได้รับการพัฒนามาจากการก่อสร้างอาคารพักอาศัยในอดีต ที่ใช้วัสดุก่อสร้างจากธรรมชาติ ซึ่งโดยทั่วไปเราจะเรียกระบบการก่อสร้างอาคารด้วยวัสดุประเภทนี้ว่าเป็น การก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังเบา เนื่องจากการใช้วัสดุที่มีน้ำหนัก หรือความหนาแน่น(น้ำหนักมวล/ปริมาตร)น้อย มาทำเป็นส่วนผนังของอาคารที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับการรับน้ำหนักของอาคารเลย หรือในบางครั้งก็มีการออกแบบให้ผนังเบาเป็นโครงสร้างหลักที่รับน้ำหนักของอาคารด้วยก็มี ตัวอย่างของวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในระบบการก่อสร้างประเภทนี้มีหลายประเภท เช่น ไม้ กระดาษ เหล็ก พลาสติก เป็นต้น วัสดุโครงสร้างประเภทนี้มีข้อดีคือความที่มีน้ำหนักเบา และมีรูปแบบไม่สลับซับซ้อน ทำให้สามารถขนส่ง และก่อสร้างได้ง่าย ด้วยเครื่องมือ และอุปกรณ์ธรรมดาๆ ที่ไม่ต้องใช้เทคนิคมากมาย

ตัวอย่างของการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ เช่น การนำ *ไม้รูปพรรณ* มาทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร โดยการตีชิ้นไม้เป็น Grid ตารางตามระยะการติดตั้งที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการรับน้ำหนักของอาคาร โดยไม่จำเป็นต้องมีเสา และคานเหมือนการก่อสร้างอาคารแบบเดิม โดยโครงสร้างแบบโครงเคร่า (Stud) นี้จะเป็นโครงหลักในการก่อสร้างส่วนต่างๆ ของอาคาร โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นผนังที่จะทำหน้าที่รับน้ำหนักของอาคาร ตัวอย่างของอาคารที่ใช้ระบบการก่อสร้างแบบนี้ก็คือ ระบบการก่อสร้างอาคารในประเทศทางยุโรป และในประเทศออสเตรเลีย ที่ใช้ไม้ขนาด 4"x8" มาเป็นวัสดุหลักในการทำโคร Stud ที่ใช้สร้างเป็นผนังรับน้ำหนักของอาคาร แต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านความแข็งแรง และความสามารถในการรับแรงของวัสดุ ทำให้โครงสร้างประเภทนี้ไม่สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารที่ใหญ่มากไปกว่าขนาดของอาคารพักอาศัยได้ การที่จะนำมาทำเป็นโครงสร้างของอาคารขนาดใหญ่ หรือ

อาคารสูงแทบจะไม่มีทางทำได้เลย จึงทำให้เกิดการคิดค้นวัสดุประเภทใหม่ที่จะตอบสนองความต้องการในจุดนี้ได้ จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการนำเหล็ก และพลาสติกมาใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างอาคารขึ้น



ภาพที่ 35 : ภาพแสดงการนำเหล็กมาใช้ก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป แบบคอนเทนเนอร์

เหล็กเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง มีน้ำหนักน้อยเมื่อเทียบกับปริมาตรที่ใช้ ทำให้เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ก่อสร้างอาคารที่ต้องการให้มีน้ำหนักเบา แต่มีขนาด หรือความสูงมากๆ ในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรม การใช้เหล็กเป็นที่นิยม และแพร่หลายกันอย่างมาก จนแม้แต่ในวงการสถาปัตยกรรมก็เริ่มมีการนำเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ตัวอย่างที่สำคัญของสถาปัตยกรรมเหล็กในยุคนี้คือ หอไอเฟลล์ ในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นหอสูงที่ก่อสร้างด้วยเหล็กที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และมีชื่อเสียงมากที่สุดหลังหนึ่งของโลก ต่อมาการนำเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างอาคารก็เริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น โดยเฉพาะในการก่อสร้างอาคารสูงที่โครงสร้างประเภทคอนกรีตเสริมเหล็กได้มาถึงขีดจำกัดของการก่อสร้างแล้ว หลังจากที่ตึก Empirestate ได้ถูกสร้างขึ้นในมหานครนิวยอร์ค จนเมื่อได้มีการนำโครงสร้างเหล็กมาใช้ในการก่อสร้าง ทำให้ขีดจำกัดเหล่านั้นถูกทำลายไป เห็นได้จากการเกิดอาคารสูงระฟ้าขึ้นทั่วโลก เช่นอาคาร World Trade Center ที่ถูกวินาศกรรมไปเมื่อวันที่ 11 กันยายน พ.ศ.2544 ก็ได้รับการขนานนามว่าเป็นอาคารแฝดที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กที่มีความสูงมากที่สุดในโลกมาเป็นเวลานาน จนถึงปัจจุบันที่อาคาร Petronas Tower ในประเทศมาเลเซีย ซึ่งได้เข้ามาชิงตำแหน่งความเป็นอาคารที่มีความสูงมากที่สุดในโลกไป หรืออาคารสูงหลังอื่นๆ ที่กำลังอยู่ในระหว่างขั้นตอนการออกแบบ หรือขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อที่จะก้าวขึ้นมาเป็นอาคารที่มีความสูงมากที่สุดในโลก ก็ล้วนเป็นอาคารที่ใช้โครงสร้างเหล็กในการออกแบบก่อสร้างโดยทั้งสิ้น

การนำเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป ทำให้เกิดการแก้ปัญหา และข้อจำกัดต่างๆ ที่เคยมีมาในการก่อสร้างอาคารได้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะความที่เหล็กเป็นวัสดุก่อสร้างที่ต้องผลิตในระบบอุตสาหกรรม ทำให้ต้องกำหนดขนาด ตำแหน่ง และระยะต่างๆ สำหรับการติดตั้ง และการใช้สอยอย่างแม่นยำ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความรวดเร็วในการก่อสร้างเป็นอย่างมาก นอกจากนี้เหล็กยังเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการรับแรงได้สูงในปริมาตรที่น้อย ทำให้เป็นโครงสร้างน้ำหนักเบาที่สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างได้ โดยใช้เพียงแรงงานของคน และเครื่องจักรขนาดเล็ก ก็เพียงพอที่จะก่อสร้างอาคารขนาดอาคารพักอาศัยขึ้นมาได้ โดยเฉพาะในปัจจุบันที่เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าถึงขั้นที่สามารถนำเหล็กมาปรับปรุงให้เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีความบาง และมีน้ำหนักที่เบามาก แต่มีความสามารถในการรับแรงได้สูง จนสามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารที่ต้องรับน้ำหนักจำนวนมากได้อย่างไม่น่าเชื่อ

นอกจากเหล็กจะกลายเป็นวัสดุที่นิยมในการก่อสร้างอาคารแล้ว วัสดุใหม่ประเภทอื่นๆ ก็ถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารมากขึ้น โดยเฉพาะวัสดุสังเคราะห์ที่สามารถควบคุมคุณภาพ และคุณสมบัติทางกายภาพในการผลิตได้ โดยเฉพาะคุณสมบัติด้านรูปร่างหน้าตา และความคงทน แข็งแรงของชิ้นส่วน เพื่อนำมาใช้ทดแทนวัสดุจากธรรมชาติที่กำลังจะหมดไป วัสดุสังเคราะห์นี้จำเป็นที่จะต้องได้รับการผลิต และควบคุมคุณภาพในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้กระบวนการก่อสร้างอาคารมุ่งเข้าสู่ระบบการผลิตชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรมไปด้วย ซึ่งทำให้อาคารที่ผลิตออกมากลายเป็นอาคารที่มีความสำเร็จรูปมากยิ่งขึ้นไปอีกนั่นเอง

3.3 เทคโนโลยีการใช้วัสดุสังเคราะห์ในการก่อสร้างอาคารในอนาคต

วัสดุสังเคราะห์กำลังเข้ามามีบทบาทในวงการสถาปัตยกรรมเป็นอย่างมาก ในการก่อสร้างอาคารแต่ละหลังจำเป็นที่จะต้องใช้วัสดุ และทรัพยากรธรรมชาติหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นหิน ดิน ทราย ไม้ หรือวัสดุอื่นๆ แต่เมื่อวัสดุจากธรรมชาติเริ่มมีปริมาณที่น้อยลง และไม่มีคุณภาพเท่าที่ควร การผลิตวัสดุที่ลอกเลียนแบบวัสดุธรรมชาติจึงเกิดขึ้น โดยมีการควบคุมลักษณะ และสีสันให้เป็นไปตามความต้องการ โดยเฉพาะคุณสมบัติด้านการรับแรงที่จะต้องอยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม จึงเกิดเป็นวัสดุสังเคราะห์ประเภทต่างๆ ขึ้นมากมาย

วัสดุสังเคราะห์ประเภทหนึ่งที่มีความสามารถในการรับแรงสูง สามารถที่จะนำมาทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้มากก็คือ วัสดุประเภท Polymer พลาสติก รวมไปถึง ไฟเบอร์กลาส ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีการเสริมด้วยใยแก้วพิเศษ ทำให้มีความสามารถในการรับแรงได้สูง วัสดุประเภทนี้มีคุณสมบัติพิเศษในการนำไปขึ้นรูปได้หลายแบบตามแต่ความต้องการของผู้ออกแบบ ทำให้ลดข้อจำกัดเรื่องรูปทรง และขนาดของอาคารที่ถูกบังคับด้วยระบบ และวิธีการในการก่อสร้างมาเป็นระยะเวลานาน

การใช้ไฟเบอร์กลาสในการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการใช้สอยมีมานานแล้ว และเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ มากมาย ในการก่อสร้างการใช้วัสดุประเภทนี้ที่รู้จักกันดีคือ ถังเก็บน้ำใช้ในอาคาร หรือที่เรียกว่า ถังน้ำไฟเบอร์กลาส หรืออีกชนิดหนึ่งก็คือ ถังบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากไฟเบอร์กลาสเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในรับแรงได้เป็นจำนวนมากในความบางที่น้อย ทำให้สามารถรับแรงกระทำจากดินได้ แม้จะถูกนำมาทำเป็นตัวถังที่ถูกฝังไว้ใต้ดินตลอดเวลา รวมถึงการที่มีความคงทนต่อรังสี Ultra-Violet จากดวงอาทิตย์ จึงมีอายุการใช้งานที่ยาวนานมาก

แต่ในปัจจุบัน ไฟเบอร์กลาสเริ่มถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างเป็นอาคารสำหรับการพักอาศัยแล้ว ตัวอย่างเช่น อาคารที่ใช้ในโครงการศึกษา"การใช้พลังงานแสงอาทิตย์" ของบริษัทแสงมิตร ไลท์ติ้ง จำกัด ที่ได้รับการสนับสนุนจากทางกรุงเทพมหานคร ให้ทำการศึกษาถึงรูปแบบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการอยู่อาศัยในชีวิตประจำวัน โดยอาคารตัวอย่างเป็นอาคารที่ก่อสร้างด้วยไฟเบอร์กลาสทั้งหลังในรูปแบบ ขนาด และลักษณะที่กะทัดรัด เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของครอบครัวเล็กๆ อย่างพอเพียง จึงเหมาะที่จะนำมาเป็นอาคารตัวอย่าง และกรณีศึกษาในด้านการเลือกใช้วัสดุสำหรับการก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูปขนาดเล็ก โดยใช้วัสดุสมัยใหม่ที่ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม เพื่อนำไปพัฒนาการออกแบบ และก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำหรับกรณีฉุกเฉินต่อไป

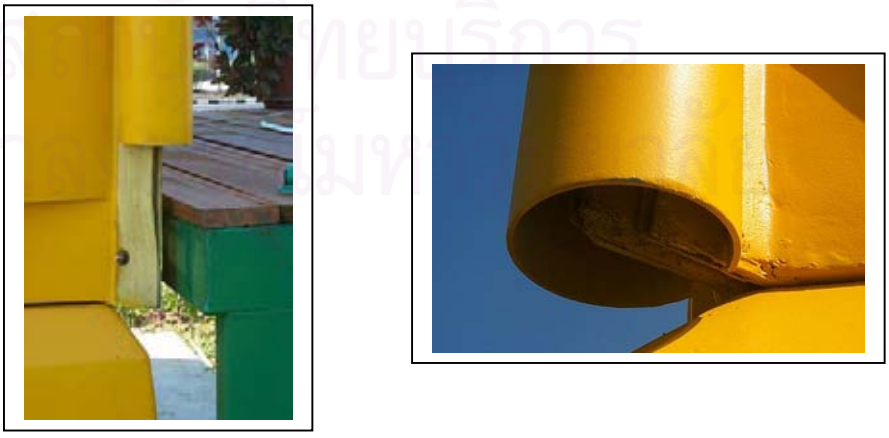
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1 อาคารโครงการศูนย์ศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

โครงการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นโครงการร่วมมือระหว่างภาคเอกชน และภาครัฐบาล คือ บริษัทแสงมิตร ไลท์ติ้ง จำกัด กับกรุงเทพมหานคร เพื่อทำการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ หรือที่เรียกกันว่า Solar Cell สำหรับการใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โครงการศึกษาเริ่มต้นขึ้นเมื่อต้นปี พ.ศ.2545 โดยมีสิ่งที่น่าสนใจในด้านการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปคือ อาคารที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะเป็นอาคารสำนักงานขนาดเล็ก ขนาด 3.60×4.60 เมตร สูง 2.20 เมตร(วัดจากพื้นถึงผนัง) ผลิตขึ้นจากไฟเบอร์กลาสที่มีความบางของแผ่นเพียง 3 มม. ประกอบไปด้วยส่วนทำงาน และห้องน้ำภายใน 1 ห้อง โดยชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคารถูกผลิตแยกเป็นแผ่นของผนัง พื้น หลังคา แล้วนำมาประกอบในพื้นก่อสร้าง โดยนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยเสริมศักยภาพในการใช้งานอาคารได้เป็นอย่างมาก เพราะนอกจากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเพียงพอต่อดวงโคมไฟฟ้า40 W ถึง 2 ชุด และอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด DC12 อีก1 ชิ้นแล้วยังสามารถที่จะเก็บกักไฟฟ้าไว้ในแบ็ตเตอร์รี่เพื่อใช้ในเวลากลางคืนได้อีกด้วย

ภาพที่ 36 : ภาพแสดงอาคารตัวอย่างที่ใช้ในโครงการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ในการผลิตชิ้นส่วนของอาคารไฟเบอร์กลาสจะทำการผลิตชิ้นส่วนของพื้น ผนัง หลังคาแต่ละด้านออกมาเป็นส่วนๆ จากแบบหล่อ แล้วจึงนำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมาเชื่อมต่อกันด้วยน็อตโลหะ(Bolt) ในบริเวณขอบของชิ้นส่วนเหล่านั้น ซึ่งจะอยู่บริเวณส่วนมุมของอาคาร แล้วจึงครอบปิดส่วนมุมด้วยชิ้นส่วนสำหรับครอบมุมอาคาร ที่มีลักษณะเป็นท่อไฟเบอร์กลาสซึ่งจะช่วยให้เกิดความสวยงามกับมุมของอาคาร และยังสามารถใช้ประโยชน์ในการเป็นท่อเดินสายไฟจากด้านล่างอาคารไปยังส่วนหลังคาของอาคาร ทำให้เกิดความเรียบร้อยในการเดินสายไฟได้อีกด้วย



ภาพที่ 37 : ภาพแสดงจุดเชื่อมต่อ และครอบมุมบริเวณจุดเชื่อมต่อของอาคาร(ซ้าย)
ภาพแสดงการเชื่อมต่อ และการเสริมวัดสุกันซึมระหว่างการต่อแผ่นวัสดุ(ขวา)

ภาพที่ 38 : ภาพแสดงการร้อยท่อสายไฟ และประปาในส่วนครอบมุมไฟเบอร์กลาส

สิ่งสำคัญในการติดตั้งส่วนหลังคา พื้น และฐานของอาคารเข้าด้วยกันก็คือ การป้องกันน้ำที่อาจจะรั่วซึมเข้ามาภายในอาคารตามแนวรอยต่อของอาคารได้ โดยเฉพาะในเขตภูมิอากาศแบบประเทศไทยที่ฝนมีความรุนแรง และมีแรงดันจากลมค่อนข้างมาก ทำให้จำเป็นที่จะต้องมีการยาแนวรอยต่อด้วยวัสดุกันซึมเช่น ซิลิโคน เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำเข้ามาภายในอาคาร

ข้อผิดพลาดสำคัญที่พบในการออกแบบอาคารหลังนี้ก็คือ การที่ผู้ออกแบบคิดว่า ไฟเบอร์กลาส เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการรับแรงได้มาก ทำให้เลือกใช้วัสดุที่ความหนาเพียง 3 มม.ในการก่อสร้างอาคารหลังนี้ซึ่งเป็นขนาดที่น้อยเกินไปสำหรับการรับแรงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในอาคาร จึงเกิดปัญหากับโครงสร้างหลักของอาคาร คือ ส่วนพื้น และส่วนฐานของอาคารที่ออกแบบให้มีลักษณะเป็นขาตั้งที่สามารถวางบนพื้นดินได้เลยนั้น มีความบอบบางเกินไปไม่สามารถรับแรงกระทำจากอาคารได้ จึงเกิดการแอ่นตัว และแตกหักขึ้น ทำให้ต้องมีการเสริมโครงสร้างเหล็กเพื่อถ่ายเทน้ำหนักของอาคารลงสู่เสาเหล็กต้นใหม่แทนฐานเดิมที่ไม่สามารถใช้งานได้ โดยการยึดโครงสร้างเหล็กอันใหม่ติดเข้ากับฐานเดิมของอาคาร และสร้างส่วนรองรับพื้นเพื่อถ่ายเทแรงกระทำจากพื้นลงสู่คานเหล็กตัวใหม่ที่เชื่อมต่อกับฐานเหล็กอันใหม่ของอาคารนั้น

ภาพที่ 39 : ภาพแสดงโครงสร้างเหล็กที่สร้างเพิ่มเติมเพื่อรับแรงที่ถ่ายเทจากพื้นห้อง

ข้อดีของอาคารหลังนี้อยู่ที่วัสดุก่อสร้าง ซึ่งเป็นวัสดุประเภท Polymer และไฟเบอร์กลาส ที่สามารถขึ้นรูปได้ง่าย น้ำหนักเบา รับแรงกระทำได้มาก ทำให้เป็นการง่ายที่จะผลิตชิ้นส่วนของอาคารในโรงงานอุตสาหกรรมแล้วจึงทำการขนส่งไปยังพื้นที่ต่างๆ ตามความต้องการ โดยเฉพาะการที่สามารถกำหนดตำแหน่ง สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่นประตู หน้าต่าง และพัดลมระบายอากาศได้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ แล้วทำการหล่อฝังชิ้นส่วนของ

ชุดติดตั้งอุปกรณ์เสริมต่างๆ เหล่านั้นไว้ในตำแหน่งที่ต้องการไปพร้อมกับการขึ้นรูปชิ้นส่วนได้เลย ทำให้เมื่อนำส่วนประกอบของอาคารไปประกอบติดตั้ง ก็สามารถที่จะนำอุปกรณ์เสริมเหล่านั้นมาประกอบติดตั้งไปบนชุดติดตั้งที่ฝังไว้บนชิ้นส่วนวัสดุแต่ละชิ้นได้ทันที ทำให้เป็นการประหยัดเวลา และเกิดความปลอดภัยในการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์เพราะอุปกรณ์เสริมเหล่านี้มักจะมีความสลับซับซ้อน และมีชิ้นส่วนต่างๆ ที่มีความเปราะบางมาก แต่วัสดุประเภท Polymer มีความสามารถในการทนแรงกระทบกระแทกได้สูง จึงเสมือนหนึ่งว่าชิ้นส่วนของอาคารกลายเป็นหีบห่อกันกระแทก (Packaging) ให้กับอุปกรณ์เสริมต่างๆ เหล่านั้นไปด้วย

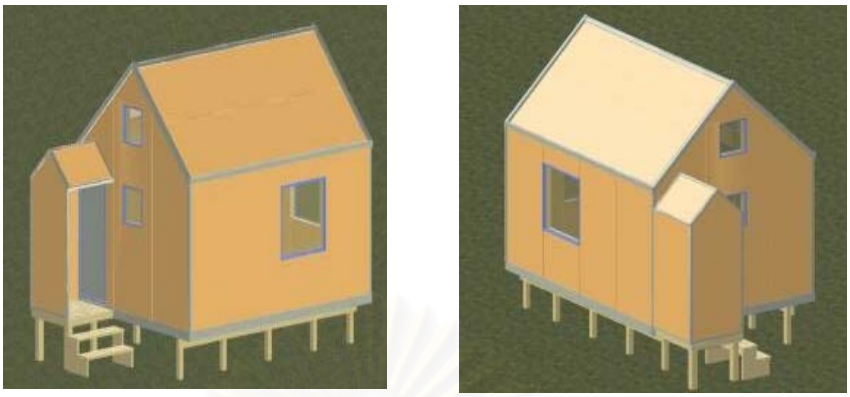
ภาพที่ 40 : ภาพแสดงช่องระบายอากาศ และหน้าต่างที่หล่อ และติดตั้งสำเร็จไว้บนชิ้นส่วน

นอกจากนี้ วัสดุประเภท Polymer และไฟเบอร์กลาสนี้ ยังสามารถที่จะทำการเจาะ การตัด-แต่ง ทั้งเพื่อการซ่อมแซม และปรับปรุงการใช้สอยได้ง่ายเนื่องจากวัสดุมีความอ่อนตัวค่อนข้างสูง สามารถใช้อุปกรณ์ไม่กี่ชนิดก็สามารถเจาะทะลุพื้นผิวได้ ตัวอย่างเช่น การเจาะช่องเพื่อการเดินท่อระบบประปา หรือการเดินท่อของระบบไฟฟ้าเป็นต้น แต่มีข้อควรระวังก็คือ ผู้ที่ทำการเจาะ หรือปรับปรุงชิ้นส่วน จะต้องเป็นบุคคลผู้มีความเชี่ยวชาญในวัสดุประเภทนี้ จึงจะทำให้เกิดความเสียหายกับวัสดุน้อยที่สุดได้

การใช้วัสดุประเภท Polymer ในการก่อสร้างอาคารนอกจากจะใช้ในลักษณะที่เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างโดยตรงอย่างที่ใช้ในอาคารทดลองโครงการการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์แล้ว วัสดุสังเคราะห์ประเภทนี้ยังสามารถนำมาใช้ในลักษณะที่ผสมผสานร่วมกับวัสดุประเภทอื่นๆ เช่น แผ่นโลหะ Metal sheet, Zinc-calunm หรือโลหะGalvanize เป็นต้น เพื่อให้ได้วัสดุก่อสร้างอาคารที่มีคุณภาพ และคุณสมบัติที่ดีขึ้น โดยเฉพาะคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่สามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้สูง และสามารถที่จะขึ้นรูปได้ง่าย จึงนิยมนำมาทำเป็นวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปที่พร้อมสำหรับการนำไปทำการก่อสร้างได้ทันที

ตัวอย่างอาคารที่มีการก่อสร้างด้วยวัสดุประเภทนี้เช่น อาคารที่ได้รับการออกแบบ และก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปในประเทศ New Zealand ซึ่งมีการนำระบบการก่อสร้างแบบ Knock Down มาใช้ในการก่อสร้าง ทำให้จำเป็นจะต้องมีการจัดเตรียมชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคารให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการก่อสร้างในจำนวน ขนาด และสัดส่วนตามแบบที่ต้องการอย่างพอเหมาะ เนื่องจากบ้านพักอาศัยประเภทนี้เป็นบ้านพักที่ได้รับการออกแบบเพื่อให้ทำการก่อสร้างได้ง่าย รวดเร็ว สามารถที่จะขนส่งไปยังพื้นที่ต่างๆ ได้โดยสะดวก และติดตั้งได้ง่ายไม่ซับซ้อน จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องได้รับความเอาใจใส่ในการออกแบบอย่างสูง โดยเฉพาะการตรวจสอบ และแก้ไขข้อผิดพลาดของชิ้นส่วนต่างๆ ทำให้การออกแบบต้องมีการใช้ระบบประสานทางพิกัดที่มีการกำหนดขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ให้อยู่ในสัดส่วนอย่างต่ำของหน่วยพื้นฐานที่ใช้ มาใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนของอาคาร โดยผสมผสานวัสดุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ให้มีความสามารถในการใช้งานได้อย่างดีที่สุดเมื่อนำวัสดุเหล่านั้นมารวมกันอย่างเหมาะสม

3.3.2 อาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House ประเทศ New Zealand



ภาพที่ 41 : ภาพแสดงอาคารตัวอย่างบ้านพักอาศัยสำเร็จรูป ในประเทศ New Zealand

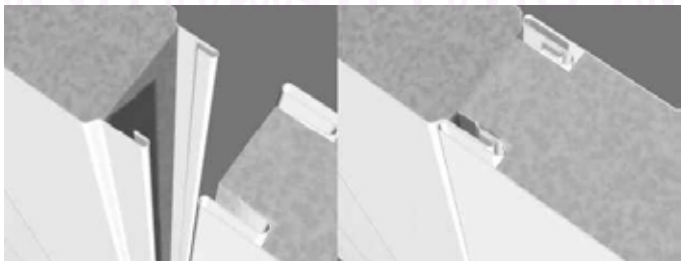
(ที่มา : http://www.pacificwebhost.com/~kevincla/snow_hut.php, http://www.kit-set-house.com)

อาคารพักอาศัยสำเร็จรูปในภาพที่ 41 เป็นอาคารพักอาศัยที่ก่อสร้างขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิตอาคารในประเทศ New Zealand มีรูปแบบ และลักษณะเด่นของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ที่น่าสนใจในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. พื้น ส่วนพื้นของอาคารใช้ระบบโครงสร้างไม้ โดยจัดทำชิ้นส่วนให้มีขนาดที่พอเหมาะกับการก่อสร้างตามแบบก่อสร้างให้แล้วเสร็จจากโรงงาน แล้วจึงนำมายึดติดกันด้วยตะปู บนฐานรากที่เตรียมไว้ในพื้นที่ก่อสร้าง โดยนิยมที่จะทำในลักษณะยกใต้ถุน เพื่อสะดวกในการเดินระบบท่อประปา และสายไฟไว้เหนือ หรือใต้โครงสร้างพื้นให้แล้วเสร็จ ก่อนที่จะทำการปูพื้นผิวด้วยแผ่นฉนวนบุไฟเบอร์ซีเมนต์ ที่มีความหนา 15 มม.

ภาพที่ 42 : ภาพแสดงโครงสร้างพื้นอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป ในประเทศ New Zealand

2. ผนัง ใช้ระบบผนังสำเร็จรูปขนาด 1.2 × 2.4 เมตร น้ำหนักเบา ประกอบขึ้นจากแผ่นฉนวน EPS (Expanded Polystyrene) หนา 6 นิ้ว(15 ซม.) ปิดทับหน้าสองด้านด้วยแผ่นโลหะ Galvanize เคลือบสี หรือที่เรียกว่า “Color Steel” หนาด้านละ 0.6 มม. นำมายึดติดกันด้วยการเข้าลิ้น และใช้หมุดยิงโลหะเพื่อให้เกิดความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 43 : ภาพแสดงการเชื่อมต่อระหว่างแผ่นผนังด้วยลิ้นโลหะ

3. <u>ฝ้าเพดาน และหลังคา</u> วัสดุที่ใช้ในการทำฝ้าเพดานของอาคาร เป็นวัสดุสำเร็จรูปประเภทเดียวกับที่ใช้ทำผนัง โดยทำการติดตั้งแผ่นวัสดุไว้เหนือแผ่นผนังของอาคาร แล้วจึงยึดด้วยหมุดยิงโลหะโดยรอบก่อนที่จะทำการติดตั้งโครงเหล็ก และโครงไม้รับหลังคาด้านบน เพื่อยึดแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาโลหะเคลือบสี zinc-aluminum alloy

ภาพที่ 44 : ภาพแสดงการติดตั้งแผ่นวัสดุฝ้าเพดานของอาคารสำเร็จรูป

ภาพที่ 45 : ภาพแสดงการติดตั้งแผ่นวัสดุมุงหลังคาโลหะบนโครงสร้างไม้เหนือแผ่นฝ้าเพดาน

4. <u>ประตู หน้าต่าง</u> การติดตั้งประตู หน้าต่างของอาคารจะได้รับการออกแบบให้มีขนาดที่สามารถติดตั้งได้ในพื้นที่ระหว่างแผ่น panel ของผนัง โดยจะยึดติดชิ้นส่วนของวงกบประตู หน้าต่างด้วยการใช้หมุดยิงโลหะ กับแผ่นของผนังให้มีความแข็งแรงก่อน จึงทำการติดตั้งประตูหน้าต่าง โดยอาจมีการตกแต่งพื้นผิวรอยต่อด้วย Finishing ไม้ เพื่อเป็นการปกปิดรอยต่อ และทำให้เกิดความสวยงาม
5. <u>ระบบไฟฟ้า ประปา</u> การเดินท่องานระบบไฟฟ้า ประปา จะใช้วิธีการเดินท่องานประปาใต้ หรือเหนือโครงพื้นไม้ ก่อนที่จะทำการปิดทับด้วยแผ่นฉนวนบุไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยจะโผล่ท่อขึ้นมาในตำแหน่งที่ตรงกับตำแหน่งของสุขภัณฑ์ต่างๆ ที่เตรียมไว้ในแบบ ส่วนการเดินสายไฟฟ้าจะเดินไปตามท่อเดินสายไฟที่เตรียมไว้เหนือแผ่นผนัง แล้วร้อยลอดไปใต้โครงเหล็กรับหลังคาในช่วงที่ยังมุงหลังคาไม่เสร็จ เพื่อเชื่อมโยงไปยังจุดต่างๆ ที่ต้องการ ในการติดตั้งสวิสต์ และดวงโคมเพดานจะใช้วิธีเดินสายไฟทะลุแผ่นฝ้าเพดานลงมาในตำแหน่งที่เป็นดวงโคม ส่วนตำแหน่งของสวิสต์ ถ้าเป็นตำแหน่งที่อยู่บนผนัง จะทำการร้อยสายไฟมาตามผนัง และเจาะช่องบนแผ่นผนังในตำแหน่งที่ต้องการ

จากรายละเอียดดังกล่าวจะเห็นได้ว่า รูปแบบของการก่อสร้างอาคารในระบบนี้ ผู้ก่อสร้างไม่จำเป็นที่จะต้องดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การหล่อ การก่อ การฉาบผนัง หรือโครงสร้างอาคารในส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินขึ้นไป ซึ่งอาจรวมไปถึงการทำฐานรากด้วย ถ้าผู้ก่อสร้างเลือกใช้ฐานรากอาคารแบบสำเร็จรูป
2. การตัด การต่อ ชิ้นส่วน หรือวัสดุก่อสร้างที่มีการเตรียมการไว้แล้วเสร็จ
3. การติดตั้งฉนวนกันความร้อน
4. การตกแต่ง ทาสี หรือติดตั้งวัสดุ Finishing ในขั้นตอนการก่อสร้างจนแล้วเสร็จ เพราะชิ้นส่วนต่างๆ มีการเคลือบสีที่ผู้อยู่อาศัยสามารถเลือกได้ตั้งแต่กระบวนการผลิตชิ้นส่วน

แต่นอกจากข้อดีต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น การก่อสร้างอาคารในกรณีศึกษาดังกล่าว ก็ยังมีข้อเสียต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงได้เช่น

1. การก่อสร้างอาคาร จำเป็นที่จะต้องใช้ช่างซึ่งมีความเข้าใจในระบบ รายละเอียด และวิธีการก่อสร้างเฉพาะพอสมควร เนื่องจากเป็นเทคนิค และวิธีการเฉพาะของบริษัท ที่ช่างทั่วไปไม่เคยทำมาก่อน หรือควรจะมีคู่มือที่แสดงลำดับวิธีการในการก่อสร้าง และลำดับของวัสดุที่ชัดเจน
2. ในระหว่างการก่อสร้างอาคาร อาจมีความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงวัสดุ เช่น การเจาะตำแหน่งติดตั้งสวิสต์ไฟฟ้า การเจาะช่องร้อยท่อประปา หรือสายไฟฟ้า เนื่องจากไม่ได้มีการวางตำแหน่ง และจัดทำช่องเปิดไว้ก่อนตั้งแต่ในกระบวนการออกแบบ และการผลิต ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุได้หากช่างผู้ดำเนินการไม่มีความเข้าใจในวัสดุ และวิธีการอย่างเพียงพอ
3. เทคนิคการก่อสร้างที่ใช้ ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องการถอดชิ้นส่วนออกจากกันเพื่อทำการขนย้ายเนื่องจากความต้องการหลักเป็นการสร้างในลักษณะถาวร จึงมีการใช้หมุดยิงโลหะ (Rivet) ในขั้นตอนการก่อสร้าง ซึ่งถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องแยกชิ้นส่วนออกจากกันเพื่อการซ่อมแซม หรือเพื่อการขนย้าย อาจเกิดความเสียหายกับพื้นผิว และชิ้นส่วนวัสดุได้
4. รูปแบบของอาคารเป็นรูปแบบที่ถูกกำหนดมาจากการออกแบบ ประกอบกับเทคนิคการก่อสร้างยังไม่เอื้อในการปรับเปลี่ยนรูปแบบของอาคารเท่าที่ควร โดยเฉพาะถ้าผู้อยู่อาศัยไม่มีการปรับเปลี่ยนตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบ ก็ยากที่จะทำการเปลี่ยนแปลงอาคารในอนาคต
5. ในระหว่างการอยู่อาศัย หากผู้อยู่อาศัยมีความจำเป็นที่จะต้องทำการซ่อมแซม หรือกระทำการใดๆ กับอาคารเช่น การเจาะติดตั้งอุปกรณ์ยึดติดกับผนัง หรือการซ่อมแซมรอยรั่วซึมจะกระทำได้ยาก และต้องมีความระมัดระวังพอสมควรเนื่องจากวัสดุที่ใช้ไม่ใช่วัสดุที่มีอยู่ทั่วไปในท้องตลาด ทำให้วิธีการซ่อมแซมแบบปกติอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื่องได้ เช่น การเกิดสนิมในบริเวณที่มีการเจาะวัสดุจากการที่สีเคลือบหลุดร่อน หรือการเก็บกักความชื้นของแผ่นฉนวนภายในผนังจากการรั่วซึมของน้ำเป็นต้น

แต่จากข้อเสียที่เกิดขึ้นก็ใช่ว่าเทคนิคในการก่อสร้างอาคารในรูปแบบดังกล่าวนี้จะไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ก่อสร้างอาคารสำหรับการอยู่อาศัย เนื่องจากการก่อสร้างด้วยระบบดังกล่าวยังเป็นระบบการก่อสร้างแบบใหม่ที่พึ่งจะเริ่มเป็นที่นิยม และยังคงมีการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ กัน จึงเกิดความหลากหลายทำให้ช่างก่อสร้างมีความเชี่ยวชาญในเทคนิคการก่อสร้างด้วยวิธีการใหม่ๆ เหล่านี้มากขึ้น แต่สิ่งสำคัญที่สุดที่ควรจะได้รับการใส่ใจเป็นอย่างมากก็คือ เทคนิคในการออกแบบอาคาร โดยเฉพาะการนำ "ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบ" มาใช้เพื่อเอื้อประโยชน์ในการผลิตชิ้นส่วนในระบบอุตสาหกรรม ผู้ออกแบบควรที่จะได้ทำความเข้าใจถึงวิธีการ และกระบวนการในการออกแบบด้วยวิธีการดังกล่าวให้ถ่องแท้ ก่อนที่จะนำมาใช้ในการทำงาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมาก เพราะชิ้นส่วน และวัสดุที่ได้รับการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม จะมีความเที่ยงตรง มีคุณภาพ และราคาที่ถูกกว่าวัสดุที่ได้จากการผลิตในพื้นที่หน้างานเป็นอย่างมาก

3.4 ระบบประสานทางพิกัด กับการก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป

*" **การประสานทางพิกัด** หมายถึง ข้อตกลงในเรื่องขนาดที่สัมพันธ์กัน เพื่อการประสานมิติของส่วนประกอบอาคาร กับตัวอาคารเข้าด้วยกัน โดยใช้หน่วยพิกัดมูลฐาน (พิกัด = 100 มม.) หรือ หน่วยคูณพิกัด (200 มม. สำหรับแนวดิ่ง และ 300 มม. สำหรับแนวนอน) ในการออกแบบ การผลิต และการประกอบติดตั้ง ซึ่งจำเป็นต่อการก่อสร้างทั้งในระบบดั้งเดิม และระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป "* [13]

ระบบประสานทางพิกัด เป็นระบบที่กำหนดมิติในการออกแบบชิ้นส่วนอาคาร เพื่อให้สามารถผลิต และติดตั้งได้ง่าย โดยเฉพาะการผลิตชิ้นส่วนในระบบอุตสาหกรรมที่จำเป็นจะต้องมีการควบคุมคุณภาพทั้งในด้านขนาด สัดส่วน และองค์ประกอบของเนื้อวัตถุดิบของวัสดุ ให้ได้มาตรฐานเดียวกันหมดทุกชิ้น ทุกส่วน ที่ผลิตออกมาได้ให้มากที่สุด การเกิดขึ้นของระบบนี้มีสาเหตุมาจากความต้องการที่จะลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำที่สุด แต่ได้รับประโยชน์สูงที่สุด คือ ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ประหยัดวัสดุ และลดกรรมวิธีในการก่อสร้างที่ไม่จำเป็นอันเกิดจากความไม่ระมัดระวังในการทำงาน หรือการออกแบบที่ไม่รัดกุม ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียในชิ้นส่วน และวัสดุก่อสร้างที่ต้องมีการตัดชิ้นส่วน (ตัดเศษ) เพื่อให้สามารถติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้างได้ลงตัวออกไป เป็นการลดความสิ้นเปลืองในด้านวัสดุก่อสร้าง และแรงงานที่ไม่จำเป็นลงไปได้

พัฒนาการของระบบประสานทางพิกัดเกิดจากการศึกษา **มาตราหน่วยพิกัดมูลฐาน** ที่ใช้กันโดยทั่วไปในประเทศต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปเช่น มาตราระบบชั่ง ตวง วัด ที่ใช้ในอังกฤษ คือ มาตราระบบ Imperial, ในฝรั่งเศสใช้มาตราระบบ Matric, ญี่ปุ่นใช้ระบบ Shaku-ken หรือของประเทศไทยที่ใช้มาตราระบบ คืบ ศอก นิ้ว มาแต่โบราณ เป็นต้น ความแตกต่างของระบบหน่วยพิกัดมูลฐาน และการวัดค่าดังกล่าวทำให้เกิดการแบ่งแยกพื้นที่ และระบบของแต่ละท้องถิ่นออกจากกัน แม้แต่ในพื้นที่ของประเทศเดียวกัน ก็ยังเกิดความแตกต่างกันขึ้นตามมาตราที่ใช้ ทำให้เกิดความสับสนในการติดต่อสัมพันธ์กันในแต่ละท้องถิ่น จนกระทั่งต่อมาจึงได้เริ่มมีการกำหนดระบบมาตรฐานกลางที่แน่นอนเป็นมาตราหน่วยพิกัดมูลฐานของประเทศขึ้นในประเทศฝรั่งเศสเป็นประเทศแรก

พัฒนาการของระบบการวัดมาตรฐานเริ่มต้นมาจากในปี ค.ศ.1942 ที่ประเทศฝรั่งเศสได้กำหนดให้ขนาด 100 มม. เป็นหน่วยพิกัดมูลฐานที่ใช้ทั่วไปในประเทศเป็นประเทศแรกของโลก ก่อนที่ ASA (American Standards Association) จะประกาศให้พิกัดขนาด 4 นิ้ว เป็นหน่วยพิกัดมูลฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.1945 โดยมีประเทศอังกฤษให้การสนับสนุน และประกาศยอมรับการใช้พิกัด 4 นิ้ว เป็นพิกัดมูลฐานของประเทศเช่นเดียวกัน ต่อมาในปีค.ศ.1953 EPA (European Productivity Agency) ได้จัดให้มีการประชุมของกลุ่มประเทศในภูมิภาคยุโรป จำนวน 11 ประเทศ ซึ่งภายหลังจากการประชุมได้มีการประกาศให้พิกัดขนาด 100 มม. เป็นหน่วยพิกัดมูลฐานที่ใช้กันโดยทั่วไปในยุโรป ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นทำให้ประเทศอื่นๆ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงระบบมาตราการวัดของตนเองจากระบบเดิม มาเป็นการใช้มาตราขนาด 100 มม. เป็นหน่วยพิกัดมูลฐานของประเทศ จนกระทั่งต่อมา International Organization for Standardization (ISO) ได้ประกาศให้การใช้ระบบมาตราทางพิกัดที่มีหน่วยพิกัดมูลฐานเท่ากับ 100 มม. เป็นหน่วยพิกัดมาตรฐานกลางของโลกในเวลาต่อมา

การนำระบบประสานทางพิกัดเข้ามาใช้ในการออกแบบส่งผลดีในด้านการเพิ่มความสามารถในการกำหนดขนาด ระยะ และสัดส่วนขององค์ประกอบอาคารให้มีความสัมพันธ์กันในทุกๆ ส่วน ในลักษณะที่ทำให้ ขนาด เป็น

---

[13] ชนินทร์ แซ่เตียว, " แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า 4.

ระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ให้เป็นค่าป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น (Safety Factor)จากกระบวนการผลิต และการติดตั้งเข้าไป เป็นการแก้ปัญหาให้ระบบได้รับความเสียหายจากความไม่เที่ยงตรงของเครื่องมือ หรือบุคลากรในการผลิตชิ้นส่วน ซึ่งจะมีผลให้ชิ้นส่วนมีขนาดที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือไม่ได้สัดส่วนตามความต้องการที่กำหนดไว้ ทำให้ไม่สามารถนำไปติดตั้งได้อย่างเหมาะสม และพอดีตามแบบที่ผู้ออกแบบกำหนดมาให้น้อยที่สุด

3.4.1 กระบวนการออกแบบอาคารโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

ในการออกแบบอาคารโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดเป็นเครื่องมือ ผู้ออกแบบจะต้องมีความรัดกุมในการทำงาน โดยมีขั้นตอนในกระบวนออกแบบเป็นลำดับ ดังต่อไปนี้

1. การวางผังอาคารตามระบบพิกัดมูลฐาน

ในการวางผังอาคาร โดยทั่วไปผู้ออกแบบจะต้องมีความรู้ในด้านขนาด และพฤติกรรมที่เหมาะสมต่อพื้นที่ใช้สอยแต่ละชนิด แต่การเข้าใจในขนาดของพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการใช้สอยตามพฤติกรรมของมนุษย์เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด การใช้ระบบนี้ในการออกแบบอาคาร จำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องมีความรู้ในเรื่องของขนาด และสัดส่วนของวัสดุก่อสร้าง, ขนาดของอาคารตามบทบัญญัติของกฎหมายรวมไปถึง ขนาด และสัดส่วนของห้องที่เหมาะสม และตอบสนองกับวัสดุก่อสร้างในประเทศอีกด้วย

จากข้อมูลโดยทั่วไป ขนาด และสัดส่วนของวัสดุก่อสร้างในแต่ละประเทศจะมีขนาดของพิกัดที่เป็นมาตรฐานอยู่ (ขนาดมาตรฐานของวัสดุผลิตทางอุตสาหกรรม) สำหรับในประเทศไทยนั้น พิกัดที่ใช้กันทั่วไปคือ พิกัดขนาด 3 เท่าของหน่วยพิกัดมูลฐาน 100 มม.[14] หรือก็คือ 300 มม.(30ซม.) ซึ่งเราจะเห็นได้จากการที่วัสดุก่อสร้างที่ผลิตขึ้นมาใช้งานกันในประเทศจะมีขนาด และสัดส่วนอยู่ที่ 30×30, 30×60, 60×120 หรือ 120×240 ซม. ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานที่ใช้ในการผลิตวัสดุชนิดแผ่นทั่วๆ ไป หรือแม้แต่การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่างๆ เช่น ประตู หน้าต่าง หรือกระจกอาคาร ก็มักจะทำให้มีขนาดมาตรฐานอยู่ที่ความยาว 120 หรือ 240 ซม.ทั้งสิ้น

การทราบขนาดมาตรฐานของวัสดุผลิตทางอุตสาหกรรม และหน่วยพิกัดมูลฐานที่ใช้ภายในประเทศจะทำให้ผู้ออกแบบสามารถกำหนดขนาด และสัดส่วนของอาคาร ให้เหมาะสมกับชิ้นส่วนต่างๆ ที่มีขายอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะแก้ปัญหาการตัดเศษวัสดุที่ทำให้เกิดความเสียหาย และสิ้นเปลืองวัสดุในการก่อสร้างออกไปได้มาก ที่สำคัญผู้ออกแบบไม่ควรจะเลือกใช้ชิ้นส่วนที่ไม่มีขนาดตามพิกัดที่ใช้กันอยู่ นอกจากจะมั่นใจว่า มิติที่เลือกใช้นั้นเมื่อผลิตออกมาจะมีความแพร่หลายในตลาด และสามารถนำไปใช้งานในการก่อสร้างอาคารเล็กๆ หลังอื่นต่อไปได้

นอกจากนี้ ผู้ออกแบบยังต้องมีความเข้าใจใน “หลักมูลฐานของการออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด” (Basic Principles of Modular Coordation) ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

---

[14] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด (Modular Planning), พิมพ์ครั้งที่ 2(กรุงเทพ: แพร่พิทยา, 2529).

หลักมูลฐานของการออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด[15]

1) การกำหนดขนาด หรือระยะของส่วนประกอบของอาคาร จะต้องมีความสัมพันธ์กันทุกๆ ส่วน เช่น ขนาดส่วนประกอบของพื้นจะต้องสัมพันธ์กับขนาดส่วนประกอบของหลังคา ของเพดาน และของผนัง
2) ขนาด หรือระยะของส่วนประกอบ จะต้องเป็นขนาด หรือระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ และขนาดพิกัดมูลฐานต้องมีขนาดเล็กพอที่จะให้เกิดการยืดหยุ่นในการออกแบบได้
3) ขนาดของตารางตามพิกัด (Modular Grid) ให้ถือหน่วยวัดขนาด 100 มม.เป็นขนาดเล็กสุด
4) ขนาดของส่วนประกอบ (Component) ที่กำหนดไว้ในตารางตามพิกัด จะต้องเผื่อระยะรอยต่อไว้แล้ว คือ ขนาดของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานโดยทั่วไปย่อมเล็กกว่าขนาดมิติตามพิกัด
5) ขนาด หรือระยะของส่วนประกอบในตารางตามพิกัดจะต้องเท่ากับขนาด หรือระยะของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงาน รวมด้วยเกณฑ์คลาดเคลื่อนที่ยอมให้มี และรวมด้วยรอยต่อเชื่อมระหว่างก้อน
6) เนื่องจากการผลิตส่วนประกอบจากโรงงานไม่สามารถทำให้ตรงตามความเป็นจริงที่กำหนดได้เสมอไป จึงได้ตั้งเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ว่าให้น้อย หรือมากได้เท่าใด
7) ระบบการประสานทางพิกัดเป็นระบบที่เพิ่มเข้าไป ไม่ใช่ระบบแบ่งย่อยลงไป

ซึ่งการเข้าใจถึงหลักการออกแบบดังกล่าวจะทำให้ผู้ออกแบบสามารถดำเนินการกำหนดขนาด และสัดส่วนของชิ้นส่วนที่เหมาะสมสำหรับแบบอาคารดังกล่าวลงในตารางตามพิกัด (ตารางพิกัดแผนผัง) ได้

พิกัดแผนผัง และตารางพิกัดแผนผัง[16]

พิกัดแผนผังได้จากการกำหนดขึ้นของผู้ออกแบบตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจากหน่วยพิกัดมูลฐาน (Basic Module) และขนาดมาตรฐานของวัสดุผลิตทางอุตสาหกรรม พิกัดแผนผังจะมีค่าเป็นผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน ในลักษณะของหน่วยคูณพิกัด (Multi module)

หน่วยคูณพิกัดนี้จะนำมาใช้เป็นหน่วยพิกัดแผนผังโครงสร้าง เป็นตารางพิกัดแผนผังในลักษณะของ ตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Grid) ตารางสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Grid) หรืออาจจะเป็นตารางสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (Diagonal Grid) ก็ได้ แต่ตารางพิกัดที่เป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส จะเป็นแบบตารางที่ใช้ได้ในขอบเขตที่กว้างขวาง และได้ผลต่อการออกแบบอาคารในลักษณะการประสานทางพิกัดมากที่สุด สำหรับตารางแบบอื่นอาจมีโอกาสได้ใช้เฉพาะกับอาคารที่มีการออกแบบ ชิ้นส่วนโครงสร้าง (Structural components) และชิ้นส่วนทางสถาปัตยกรรม (Archtrectural components) แบบพิเศษ ซึ่งต้องมีการสั่งทำเฉพาะอาคารเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นข้อเสียเปรียบในทัศนะทางเศรษฐกิจ

---

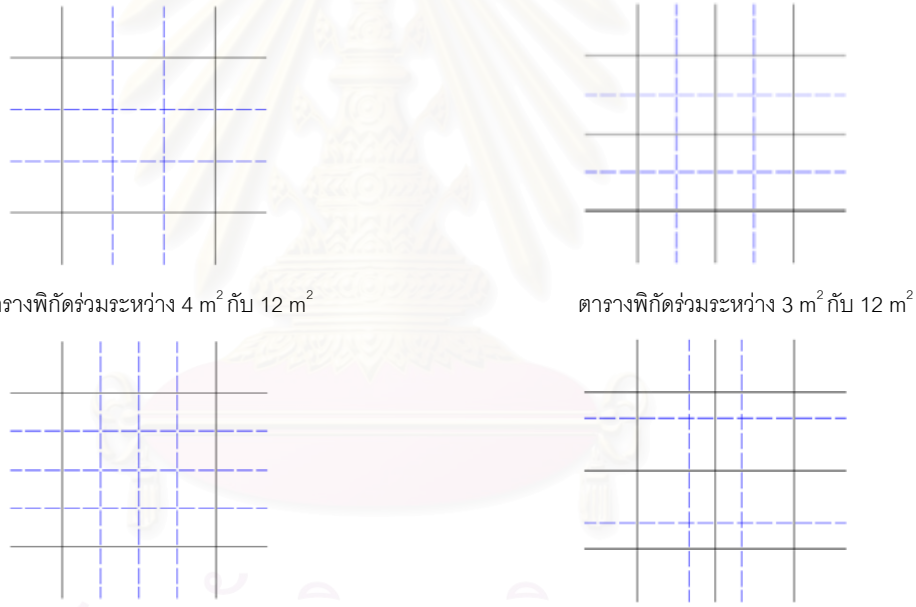
[15] ชนินทร์ แซ่เตียว, " แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า 20, อ้างถึงใน ศูนย์วิจัย และพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ, การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย (กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2513), หน้า 18.

[16] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด (Modular Planning), พิมพ์ครั้งที่ 2(กรุงเทพ: แพร่พิทยา, 2529), หน้า10.

ขนาดของหน่วยพิกัดแผนผัง

หน่วยพิกัดแผนผัง อาจใช้ขนาดเท่ากับ 3M, 4M, 9M หรือ 12M ก็ได้ (Mคือ มิติมูลฐาน (Basic dimension) ที่ได้กำหนดใช้ขึ้น สำหรับในประเทศไทยจะมีค่าเท่ากับ10 ซม. ตามกำหนดมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม ในหลักการประสานทางพิกัด M เป็นหน่วยพิกัดมูลฐาน (Basic module)) แล้วแต่การพิจารณาของผู้ออกแบบ แต่ด้วยหลักการที่ถูกต้อง หน่วยพิกัดแผนผังจะต้องมีความสัมพันธ์กับ มิติตามพิกัดของวัสดุผลิตทางอุตสาหกรรม ถ้าไม่มีความสัมพันธ์กัน เราจะไม่สามารถออกแบบอาคารที่มีการประสานทางพิกัดได้โดยสมบูรณ์ได้

สำหรับอาคารที่ใช้ชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีความกว้างมากขึ้น ซึ่งได้แก่ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือผนังสำเร็จรูปแบบต่างๆ ขนาดของชิ้นส่วนเหล่านั้นจะต้องได้รับการพิจารณาในเรื่องของ พิกัดทางการปฏิบัติ (Handling module) และพิกัดทางการผลิต (Production module) ซึ่งในบางกรณี เราอาจใช้ตารางพิกัด 2 ขนาดร่วมกันในอาคารเดียวกัน เช่น การใช้ตารางพิกัดแผนผังสำหรับชิ้นส่วนโครงสร้าง เราใช้เป็นตารางเดียวกันกับตารางพิกัดแผนผังของฝ้าเพดาน ซึ่งมีขนาดพิกัดเป็น 1.20 ม.(12M) หรือ 0.60 ม.(6M) ก็ได้ ส่วนตารางพิกัดแผนผังสำหรับวัสดุก่อ (วัสดุก่อที่ก่อเป็นผนังไม่รับน้ำหนัก) เราอาจใช้ขนาดพิกัดเป็น 0.30 ม.(12M) หรือ 0.40 ม.(4M) โดยอาจวางตารางพิกัดทั้งสองตารางนี้ซ้อนกันในลักษณะมีเส้นหนัก เบา ก็ได้ซึ่งเป็นเทคนิคของการวางตารางพิกัดแผนผังอีกแบบหนึ่ง



ตารางพิกัดร่วมระหว่าง 4 m^2 กับ 12 m^2 ตารางพิกัดร่วมระหว่าง 3 m^2 กับ 12 m^2

ตารางพิกัดร่วมระหว่าง 3 m^2 กับ 6 m^2 ตารางพิกัดร่วมระหว่าง 4 m^2 กับ 6 m^2

ภาพที่ 46 : ภาพแสดงตัวอย่างตารางพิกัดร่วมระหว่าง 2 ขนาดมิติ

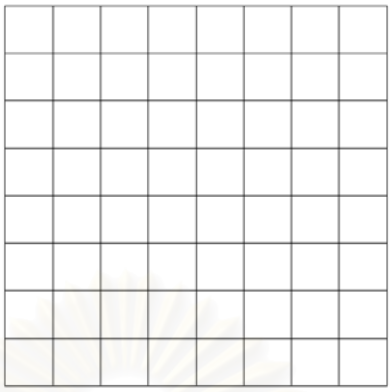
ข้อสังเกต

- ตารางพิกัดแผนผังที่มีขนาดพิกัด 3M, 4M จะอยู่ร่วมกับตารางที่มีขนาด 12M ได้
- ตารางที่มีขนาดพิกัด 3M จะอยู่ร่วมกับตารางพิกัดที่มีขนาด 6M ได้
- ตารางพิกัดที่มีขนาดพิกัด 4M จะอยู่ร่วมกับตารางพิกัดที่มีขนาด 6M ไม่ได้

นั่นก็หมายความว่า การผลิตวัสดุ และการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ร่วมกันในอาคาร จะต้องพิจารณาตารางพิกัดร่วมกันดังกล่าวด้วย เพราะวัดสุต่างประเภทกัน มีการผลิตโดยใช้พิกัดมูลฐานขนาดเดียวกัน แต่ขนาดพิกัดตามการผลิตอาจไม่ประสานกลมกลืนกัน เมื่อมีการใช้ร่วมกันจะไม่ได้ความงาน และความสมบูรณ์ในหลักของการประสานทางพิกัด

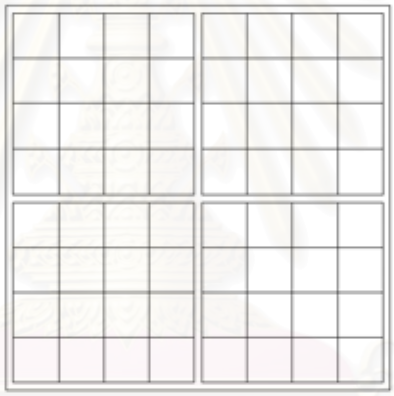
การจัดตารางตามพิกัด หรือตารางพิกัดแผนผัง แบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

- ตารางพิกัดต่อเนื่อง หมายถึง ตารางพิกัดที่มีความต่อเนื่องเป็นตารางเดียวกันโดยตลอด



ภาพที่ 47 : ภาพแสดงตัวอย่างตารางพิกัดต่อเนื่อง

- ตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง หมายถึง ตารางพิกัดต่อเนื่องที่แยกเป็นส่วนๆ โดยมีเขตเป็นกลางของขนาดส่วนประกอบอาคาร ที่ไม่ลงพิกัดขวางอยู่เป็นระยะ หรือมีมิติของพิกัดที่แตกต่างกัน แยกตารางพิกัดต่อเนื่องออกจากกัน



ภาพที่ 48 : ภาพแสดงตัวอย่างตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง

ซึ่งตารางทั้ง 2 ประเภทยังสามารถแบ่งแยกตามประเภทของการใช้งานออกได้เป็น

- ตารางตามพิกัดมูลฐาน ตารางนี้ประกอบด้วยเส้นขนานระยะห่างกัน 100 มม. ตัดกันเป็นตาราง การใช้ตารางตามพิกัดมูลฐาน จะใช้กับเนื้อที่ขนาดเล็กทั่วไป
- ตารางวางผัง ตารางนี้ใช้สำหรับการวางผังทั่วไป เช่น การแสดงมิติของห้องต่างๆ หรือที่ตั้งของส่วนประกอบอาคารชิ้นหลัก (เส้นของตารางวางผังนี้ จะทับกันพอดีกับเส้นของตารางตามพิกัดมูลฐาน เพียงแต่ขนาดของช่องตารางวางผังเป็นขนาดที่ทวีคูณจากช่องตารางตามพิกัดมูลฐาน) ขนาดที่เหมาะสมของตารางวางผังคือ 300 มม. และอาจใช้ขนาดช่องตารางขนาด 600 มม. หรือ 1200 มม. ก็ได้

ผู้ออกแบบจะต้องเป็นผู้ที่ทำการพิจารณาว่าจะดำเนินการออกแบบ โดยเลือกใช้ตารางประเภทใดมาเป็นเครื่องมือในการทำงาน จะเลือกใช้ตารางแบบต่อเนื่อง หรือไม่ต่อเนื่องในส่วนใดของการทำงาน แล้วจึงทำการเขียนตารางตามพิกัดของผังพื้นอาคารในแต่ละชั้น ถ้ามีความจำเป็นก็อาจจะต้องมีการเขียนตารางตามพิกัดของส่วนประกอบอาคารที่มิได้ทำหน้าที่รับน้ำหนักด้วย

2. **การออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคารทางพิกัด** (Design of modular components)

วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคารทางพิกัด ก็เพื่อที่จะผลิตชิ้นส่วนนั้นขึ้นมาให้สามารถใช้ได้อย่างแพร่หลายในงานก่อสร้างอาคารทั่วไป โดยต้องมีการพิจารณาถึงมิติ และรายละเอียดของส่วนประกอบอาคารทางพิกัดนั้นๆ อย่างละเอียด และทั่วถึงก่อนที่จะนำไปใช้งาน โดยมีวิธีการในการออกแบบดังต่อไปนี้[17]

ขั้นที่ 1. การเลือกส่วนประกอบอาคาร (Choice of component)

จะต้องมีการกำหนดมิติของชิ้นส่วนประกอบอาคารทางพิกัดแบบต่างๆ โดยเลือกเอาส่วนประกอบที่มีความสำคัญ จะต้องมีการผลิต หรือใช้เป็นจำนวนมากออกมาทำการออกแบบก่อน

ขั้นที่ 2. การกำหนดขอบเขตที่ใช้ได้ (Range of applicability)

จำนวนงานที่จะต้องทำสำหรับกำหนดมิติของส่วนประกอบทางพิกัดโดยทั่วไป จะเพิ่มขึ้นตามขอบเขตที่ใช้ได้ของส่วนประกอบที่ต้องการ

การกำหนดรายละเอียดของส่วนประกอบทางพิกัด (Modular components) จึงขึ้นอยู่กับ

- ชนิดของอาคารที่จะนำเอาชิ้นส่วนประกอบอาคารไปใช้ เช่น อาคารที่อยู่อาศัย อาคารสำนักงาน โรงเรียน ซึ่งประเภทของอาคารจะเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร ทั้งในด้านของขนาดโครงสร้าง และความแข็งแรง
- ความสลับซับซ้อนของแบบแปลนอาคาร ที่จะนำชิ้นส่วนประกอบอาคารไปใช้
- ความสูงของอาคารที่จะนำชิ้นส่วนไปใช้ จะเป็นตัวกำหนดการออกแบบในด้านการรับน้ำหนัก และการต้านทานแรงกระทำจากแรงลม
- ระบบโครงสร้างของอาคาร ว่าเป็นระบบโครงสร้างแบบเสา-คาน หรือเป็นระบบผนังรับน้ำหนัก
- วัสดุที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร ซึ่งจะมีผลต่อการกำหนดความเบี่ยงเบนมิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขั้นที่ 3. การกำหนดขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ (Nominal Modular Dimension of The Components)

ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 เมื่อเลือกชนิด และลักษณะของชิ้นส่วนประกอบอาคารได้แล้ว ผู้ออกแบบอาจจะสามารถประมาณ มิติของส่วนประกอบอาคารอย่างคร่าวๆ ได้ โดยอาศัยรายละเอียดของส่วนประกอบ จุดประสงค์ในการใช้ และความรู้ทางด้านวัสดุ และกรรมวิธีในการผลิตมาประกอบกัน เพื่อพิจารณาหา "ขนาดมิติตามพิกัด" ของส่วนประกอบอาคารออกมาได้

---

[17] ชนินทร์ แซ่เตียว, " แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า29-34.

ขั้นที่ 4. การกำหนดชิ้นส่วนประกอบอาคาร

ในการกำหนดชิ้นส่วนประกอบอาคาร ผู้ออกแบบควรจะได้มีการพิจารณา และเอาใจใส่ถึงรายละเอียด (Details) ของรอยต่อต่างๆ ความเบี่ยงเบนทางพิกัด และความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะรายละเอียดด้านรอยต่อ และวิธีการต่อส่วนประกอบ ซึ่งถ้ามีการกำหนดรูปแบบรายละเอียดตั้งแต่ต้น ผู้ออกแบบก็จะสามารถที่จะกำหนดรายละเอียดดังกล่าวลงไปในตารางตามพิกัดเพื่อตรวจสอบได้

วิธีการต่อส่วนประกอบที่มีใช้กันอยู่มี 4 วิธี คือ

1) ส่วนประกอบที่ต่อกันโดย ช่องว่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ

ภาพที่ 49 : ภาพแสดงรอยต่อชิ้นส่วนผนัง กับชิ้นส่วนผนัง

2) ส่วนประกอบที่ต่อกันโดย ช่องว่างมากกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ

ภาพที่ 50 : ภาพแสดงรอยต่อชิ้นส่วนผนัง กับกำแพงก่ออิฐ

3) ส่วนประกอบที่ต่อกันโดย ช่องว่างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ

ภาพที่ 51 : ภาพแสดงรอยต่อชิ้นส่วนผนัง กับ Light-weight Concrete Block

4) ส่วนประกอบที่ต่อกันโดย ไม่มีช่องว่างต้องพิจารณามิติพิกัดใหม่

ภาพที่ 52 : ภาพแสดงขนาดชิ้นส่วนผนัง กับคอนกรีต

ขั้นที่ 5. การกำหนดความแตกต่างส่วนประกอบอาคาร (Variants of Components)

เมื่อชิ้นส่วนประกอบอาคารได้รับการออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องตรวจสอบหาส่วนประกอบที่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะความแตกต่างในหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ซึ่งจะมีผลต่อรูปแบบ และลักษณะพิเศษเฉพาะของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ที่จะต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ เช่น ชิ้นส่วนของผนังที่ทำหน้าที่เป็นผนังรับน้ำหนัก จะต้องมีความหนาที่มากกว่าชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นผนังธรรมดาเป็นต้น

3. **การวางตำแหน่งพิกัดของชิ้นส่วนประกอบอาคาร**

ก่อนที่จะทำการวางตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบอาคาร ผู้ออกแบบจำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในเรื่องของ "มิติ" (Dimensions) ในระบบประสานทางพิกัดให้ดีเสียก่อน*

การเข้าใจใน "มิติ" จะทำให้ผู้ออกแบบสามารถที่จะเลือกส่วนประกอบที่สำคัญของอาคารได้ในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อให้ได้ขนาด และสัดส่วนที่เหมาะสม โดยเฉพาะการกำหนดขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบอาคารชิ้นนั้น ที่จะสามารถวางลงในช่องตารางวางผังได้อย่างพอดี

เมื่อเลือกชนิด และลักษณะของส่วนประกอบอาคารได้แล้ว ในขั้นต่อไป ให้ผู้ออกแบบกำหนดตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆ ลงไปในตารางตามพิกัด (Modular Grid) พร้อมกับการลงรายละเอียดอื่นๆ ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อพิกัด ต่อเนื่องไปยังส่วนประกอบพิกัดอื่น โดยวางตำแหน่งของส่วนประกอบอาคารต่างๆ ลงไปในช่องตารางวางผังที่ได้จัดเตรียมไว้ ตามลำดับการวางตำแหน่งของส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้

1) <u>การวางตำแหน่งพื้น</u> โดยวางตำแหน่งของชิ้นส่วน Slab พื้นลงไปตามเส้นตารางวางผัง เพื่อให้พิกัดต่างๆ สามารถที่จะบรรจุลงในตารางได้พอดี
2) <u>การวางตำแหน่งเสา-คาน</u> จะวางในตำแหน่งที่เป็นเส้นแกนของโครงสร้าง บนเส้นตาราง (หรืออยู่ในเขตเป็นกลาง สำหรับตารางไม่ต่อเนื่อง)
3) <u>การวางตำแหน่งของผนัง</u> ใช้วิธีการเดียวกัน โดยควรที่จะมีการตรวจสอบให้เส้นขอบรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง จดกับเส้นตารางที่เป็นเส้นควบคุมพอดี

การวางส่วนประกอบของอาคารบนแผนผังในขั้นตอนการออกแบบนี้ ผู้ออกแบบควรจะได้มีการตรวจสอบถึงระบบระเบียบ และวิธีการในการประกอบติดตั้ง และการผลิตชิ้นส่วนที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง เนื่องจากความแตกต่างในการผลิตของผู้ผลิตแต่ละราย จะทำให้มีผลต่อความเหมาะสม และความสะดวกรวดเร็วในการนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาใช้สอยในลักษณะที่ต้องการ โดยเฉพาะรายละเอียดด้านรอยต่อ และวิธีการต่อส่วนประกอบ ซึ่งถ้าได้มีการกำหนดรูปแบบของรอยต่อ และวิธีการติดตั้งอย่างรายละเอียด ผู้ออกแบบก็สามารถที่จะตรวจสอบความเหมาะสมของรายละเอียดนั้นในตารางพิกัดได้ทันที โดยเฉพาะในกรณีที่ชิ้นส่วนนั้นจะต้องมีการเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนประกอบอาคารทางพิกัดอื่น ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันตามหน้าที่ และลักษณะการใช้งาน

4. **การปรับปรุงแก้ไขส่วนประกอบต่างพิกัด**

ในการออกแบบทางพิกัด อาจมีวัสดุ หรือชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่เป็นไปตามพิกัดที่กำหนด ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาคาร ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านั้นอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องตามมาตั้งแต่ในขั้นตอนของการวางตารางพิกัดแผนผังได้ โดยเฉพาะถ้าชิ้นส่วนเหล่านั้นเป็นส่วนประกอบขนาดใหญ่ เช่น ประตู หน้าต่าง หรือเป็นชิ้นส่วนที่มีหน้าที่สำคัญ เช่น ผนังรับน้ำหนัก จะต้องพิจารณาแก้ไขให้แล้วเสร็จก่อนเป็นอันดับต้นๆ ส่วนชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักของอาคาร และเป็นชิ้นส่วนที่ไม่ได้ขนาดตามพิกัด เช่น เสา คาน ควรจะพิจารณาเป็นอันดับสุดท้ายของการวางผัง โดยจะต้องได้รับการพิจารณาในเรื่องของ พิกัดทางการปฏิบัติ (Handling module) และพิกัดทางการผลิต (Production module) เช่นเดียวกันกับชิ้นส่วนโครงสร้างขนาดใหญ่

---

* ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ก., หน้า 141.

5. **การกำหนดตารางพิกัดของส่วนประกอบในรูปด้าน และรูปตัดของอาคาร**

การออกแบบตารางในส่วนรูปด้าน และรูปตัด นอกจากจะทำให้ผู้ออกแบบเห็นถึงส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร ที่ถูกแสดงให้เห็นตามการออกแบบแล้ว ผู้ออกแบบยังสามารถที่จะตรวจสอบความถูกต้อง และรูปร่างหน้าตาที่ปรากฏออกมาของอาคาร ว่าเป็นไปตามความต้องการหรือไม่ อย่างไร

6. **การจัดทำแบบร่าง และแบบรายละเอียด**

หลังจากการจัดทำตารางตามพิกัดพร้อมกับใส่ตำแหน่งส่วนประกอบอาคารแล้ว ผู้ออกแบบจะได้แบบร่างที่ประกอบขึ้นด้วยรูปร่างของพื้นที่ ตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆ ที่แสดงให้เห็นการใช้สอยอาคารว่า ถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการมากน้อยเพียงใด ต้องมีการแก้ไขในส่วนใดบ้าง เพื่อที่จะให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุด หลังจากนั้นจึงจัดทำแบบรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งจะมีความจำเป็นอย่างมากในระหว่างขั้นตอนการผลิต และการก่อสร้างอาคาร แบบก่อสร้างที่ได้มาจะสามารถนำไปผลิตเป็นชิ้นส่วนของอาคาร เพื่อนำไปทำการก่อสร้างต่อไปด้วยระบบการก่อสร้างแบบ Knock down ที่เกิดจากระบบการออกแบบทางพิกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิธีการดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยเรื่อง "เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวระบบก่อสร้างเร็ว ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสำเร็จรูป" ในครั้งนี้ จุดมุ่งหมายหลักของการศึกษาอยู่ที่ความพยายามในการค้นคว้าเพื่อพัฒนาวิธีการ และเทคนิคในกระบวนการออกแบบ และก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป ด้วยวิธีการขั้นพื้นฐานที่เข้าใจได้ง่าย โดยเฉพาะเจาะจงไปที่อาคารพักอาศัยชั่วคราว และอาคารฉุกเฉินต่างๆ ที่มีการใช้สอยขั้นพื้นฐานที่สุด เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ คือ ผู้ประสบภัย ซึ่งถือว่าเป็นบุคคลที่มีรูปแบบของความต้องการที่เกิดจากความจำเป็นให้มากที่สุด ด้วยเทคนิค และวิธีการก่อสร้างที่ง่าย รวดเร็ว เพื่อให้ใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้มีความจำเป็นต้องมีกระบวนการในการ เก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาเพื่อออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราว ผู้วิจัยจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้นในเรื่อง ความต้องการขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเฉพาะความต้องการในด้านของที่อยู่อาศัยเพื่อการกินอยู่หลับนอน และประกอบกิจกรรมต่างๆ รวมถึงต้องเข้าใจในเทคนิค และวิธีการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป ซึ่งเป็นเทคนิคการก่อสร้างสมัยใหม่ ที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้วิจัยต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจากแหล่งข้อมูล 2 ส่วน คือ แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ และแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิประกอบไปด้วยการศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ

1. <u>ความต้องการอาคาร และรูปแบบการใช้สอยอาคารเมื่อเกิดเหตุภัยพิบัติ</u> โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการให้ความช่วยเหลือ และดูแลผู้ประสบภัย เช่นเจ้าหน้าที่ของสำนักงานอาสากาชาด สภากาชาดไทย ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น ข้อมูลสถิติการช่วยเหลือผู้ประสบภัย ปีพ.ศ.2544-2545 จากแหล่งข้อมูล website ของศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย ซึ่งข้อมูลที่ได้จะทำให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดกรอบการวิจัยด้าน ความจำเป็น และความต้องการการช่วยเหลือของผู้ประสบภัย ซึ่งถือเป็นกลุ่มตัวอย่างของมนุษย์ที่กลับเข้าสู่ระดับความต้องการขั้นพื้นฐานได้ โดยเฉพาะข้อมูลด้านรูปแบบของกิจกรรม และการดำเนินชีวิตที่เกิดขึ้น รวมไปถึงกิจกรรมของบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง
2. <u>รูปแบบของภัยพิบัติ ที่ส่งผลกระทบให้เกิดความเสียหายต่อการดำรงชีวิต</u> จากสถิติข้อมูลสรุปการเกิดเหตุสาธารณภัยในประเทศ ปีพ.ศ. 2544-2545 ของศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ประกอบกับบทสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ให้ความช่วยเหลือประชาชนผู้ประสบภัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปรูปแบบของการเกิดภัยพิบัติในประเทศได้ โดยเฉพาะภัยพิบัติที่อาคารต้นแบบจะต้องตอบสนองในด้านการให้ความช่วยเหลือ และอาจจะได้รับผลกระทบจากภัยเหล่านั้นโดยตรง ทำให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดกรอบด้านรูปแบบ และความเหมาะสมของลักษณะโครงสร้างอาคารที่จะต้องมีความแข็งแรงมากพอ และมีรูปแบบที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมของมนุษย์ไปด้วยได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างอาคารพักอาศัยชั่วคราว ที่ใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในพื้นที่ต่างๆ ของโลก เช่น ญี่ปุ่น แม็กซิโก สหรัฐอเมริกา เพื่อที่ผู้วิจัยจะสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาข้อดี – ข้อด้อยของอาคารพักอาศัยแต่ละหลัง เพื่อจะนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาอาคารตัวอย่างในการวิจัยให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับการใช้งาน และประเทศไทยมากที่สุด
4. รูปแบบ และเทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้านรูปแบบ และลักษณะต่างๆ ของอาคาร เทคนิควิธีการรออกแบบอาคารให้สามารถก่อสร้างได้ในระบบสำเร็จรูป ที่มีกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม จากแหล่งข้อมูลทาง internet และการสำรวจพื้นที่จริงทั้งในส่วนผลิต และส่วนก่อสร้าง
5. การศึกษาข้อมูลด้านโครงสร้าง และเทคนิคการก่อสร้างอาคารโครงสร้างเหล็ก ด้วยการสัมภาษณ์ และประสานงานการวิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ และบริษัทผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง ที่มีความรู้ในเรื่องระบบการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็ก หรือวิธีการก่อสร้างอาคารแบบสำเร็จรูป โดยเข้าทำการศึกษาในพื้นที่ผลิต และพื้นที่ก่อสร้างจริง ร่วมกับเจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้น

4.1.2 **ข้อมูลทุติยภูมิ**

โดยทำการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ สื่อสิ่งพิมพ์ บทความ และสื่ออื่นๆ ในหัวข้อรายการดังต่อไปนี้

1. ความต้องการขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ (Human Requirement) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะความต้องการด้านการอยู่อาศัย และรูปแบบของที่อยู่อาศัยที่เหมาะสม มีการเปรียบเทียบรูปแบบ และพัฒนาการของอาคารในแต่ละท้องถิ่น แต่ละวัฒนธรรม แต่ละคติความเชื่อ ว่ามีพัฒนาการของความต้องการ และการก่อสร้างอาคารเป็นอย่างไร
2. พัฒนาการ และแนวทางในการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป
   ศึกษาวิเคราะห์ประวัติความเป็นมา และการเปลี่ยนแปลงของ ระบบการก่อสร้างอาคารแบบสำเร็จรูปประเภทต่างๆ จนถึงพัฒนาการของเทคนิค วิธีการในการก่อสร้างอาคารแบบใหม่ๆ เพื่อให้ก่อสร้างอาคารได้ง่าย รวดเร็ว และประหยัดทรัพยากรมากที่สุด เช่น การศึกษาวิธีการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยมาก่อนแล้วโดยผู้วิจัยในหลายๆ สถาบัน
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลอาคารพักอาศัยชั่วคราวในประเทศไทย เป็นการหาข้อมูลอาคารเพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ปรับปรุงรูปแบบ วัสดุ และวิธีการก่อสร้างให้ดีขึ้นกว่าเดิม ตัวอย่างเช่น อาคารในโครงการบ้านพักฉุกเฉิน ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ ที่ได้มีการศึกษาวิเคราะห์ในด้านการใช้สอย ลักษณะโครงสร้าง รวมถึงความพึงพอใจในการใช้สอยของผู้อยู่อาศัย เมื่อมีการก่อสร้างแล้วเสร็จใหม่ๆ โดยนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากเจ้าหน้าที่สำนักงานอาสากาชาดที่เข้าไปดำเนินการดูแลอาคารหลังจากการใช้งานมาเป็นระยะเวลา 3 ปี ว่ามีการตอบสนองต่อแนวความคิดในการก่อสร้างอย่างเหมาะสมหรือไม่
4. รูปแบบ และลักษณะของโครงสร้างอาคารที่เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมของประเทศไทย เป็นการหารูปแบบ และลักษณะของชิ้นส่วนโครงสร้างที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ใดของประเทศก็ได้ ตัวอย่างเช่น การหาลักษณะของฐานรากที่สามารถใช้ได้กับดินในทุกพื้นที่ของประเทศ โดยเฉพาะดินในเขตพื้นที่ภาคกลางที่มีความอ่อนตัวค่อนข้างสูง แต่ก็สามารถที่จะนำไปใช้ในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศได้

4.2 การเลือกตัวอย่างในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ได้มีการเลือกศึกษาอาคารตัวอย่างจำนวนหลายโครงการ โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกโครงการที่เหมาะสมที่จะเป็นกรณีศึกษาดังต่อไปนี้

1. อาคารที่นำมาศึกษา เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จจะต้องตอบสนองต่อความต้องการขั้นพื้นฐานด้านการอยู่อาศัยของมนุษย์ได้ โดยกำหนดปริมาณผู้ใช้สอยอยู่ที่ขนาด 1 ครอบครัวเท่ากับ 2 คน
2. อาคารที่นำมาศึกษา จะต้องก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป (Prefabricated Construction)
3. อาคารที่นำมาศึกษา จะต้องสามารถก่อสร้างได้โดยกำลังของบุคคลทั่วไป ด้วยเครื่องมือ เครื่องใช้ที่มีอยู่ในครัวเรือน
4. ต้องเป็นอาคารที่สามารถขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างต่างๆ ได้โดยสะดวก

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการเลือกศึกษาโครงการจำนวน 6 โครงการ (ดังที่ปรากฏในบทที่ 2 และ 3) ซึ่งอาคารในแต่ละโครงการต่างก็มีรายละเอียดปลีกย่อยที่แตกต่างกัน ทั้งข้อดี-ข้อเสียที่น่าสนใจ ที่จะนำมาทำการศึกษาเพื่อนำความรู้มาปรับปรุง พัฒนา และแก้ไขให้เกิดเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ โดยผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษาเปรียบเทียบในรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. <u>ขนาดพื้นที่ใช้สอยของอาคารแต่ละหลัง</u> เพื่อสรุปหาขนาดของอาคารที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของจำนวนประชากรที่กำหนด คือ 1 ครอบครัว (2 คน)
2. <u>เทคนิคในการก่อสร้างอาคาร</u> เพื่อศึกษาถึงเทคนิค และวิธีการในการก่อสร้างอาคารแต่ละหลัง เพื่อสรุปหาเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ เช่นเทคนิคในการออกแบบรอยต่อ เทคนิคในการเชื่อมติดวัสดุ หรือเทคนิคในการก่อสร้างอาคาร เป็นต้น
3. <u>วัสดุ และวิธีการก่อสร้างอาคาร</u> เพื่อเปรียบเทียบถึงคุณสมบัติ และข้อดี-ข้อเสียของวัสดุแต่ละชนิด ซึ่งจะมีผลต่อการเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างอาคารให้เหมาะสมกับการใช้สอย และอายุการใช้งานที่กำหนดให้มากที่สุด
4. <u>รูปแบบ และลักษณะของอาคาร</u> เพื่อศึกษาถึงเทคนิคในการออกแบบรูปร่างอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งาน และสภาวะแวดล้อม ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปหารูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้สอยในภูมิอากาศ และภูมิประเทศของประเทศไทยมากที่สุด ภายใต้บริบทที่จำกัดการออกแบบ เช่น ขนาด งบประมาณ และวิธีการก่อสร้างอาคารเป็นต้น
5. <u>รูปแบบของชิ้นส่วนประกอบอาคาร</u> เพื่อศึกษาถึงวิธีการออกแบบรูปร่างของชิ้นส่วนประกอบอาคารต่างๆ (Components) ที่จะนำติดตั้ง/ประกอบกันขึ้นเป็นชิ้นส่วนอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีผลต่อการก่อสร้างอาคารว่าจะมีความยาก-ง่าย มากน้อยเพียงใดตามแต่การออกแบบชิ้นส่วนเหล่านั้น
6. <u>ขนาด น้ำหนัก และจำนวนชิ้นส่วน</u> ขนาด และน้ำหนักของอาคาร หรือชิ้นส่วนประกอบอาคารจะมีผลต่อการขนส่ง และการประกอบติดตั้งอาคาร ในขณะที่จำนวนของชิ้นส่วนประกอบอาคารจะมีผลต่อความยากง่ายในการประกอบติดตั้งของผู้ก่อสร้าง
7. <u>ความหลากหลายในการใช้สอยอาคาร</u> การศึกษาความหลากหลายในอาคารตัวอย่างจะทำให้ผู้วิจัยสามารถหาแนวทางในการออกแบบอาคารให้มีการใช้สอยที่ได้ประโยชน์มากที่สุด ภายใต้ขอบเขตของลักษณะทางโครงสร้าง และรูปทรงของอาคารที่เหมาะสม

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์ในการออกแบบอาคารตัวอย่าง และข้อมูลการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ซึ่งจะต้องนำมาใช้ในการตรวจสอบ และสรุปผลตามสมมติฐานของผู้วิจัยที่กำหนดไว้อย่าง ผู้วิจัยจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือ และวิธีการต่างๆ ในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การสังเกต ตรวจสอบ รังวัด และบันทึกข้อมูลด้วยภาพถ่ายจากพื้นที่ก่อสร้างจริง ทั้งในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย และในขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานด้วยการก่อสร้างอาคารทดลอง
2. การสัมภาษณ์ สอบถาม เพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้องโดยตรงกับอาคารตัวอย่างในกรณีศึกษา และผู้ที่มีส่วนร่วมในการก่อสร้างอาคารทดลอง
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร บทความ และวิทยานิพนธ์ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัย
4. การเข้าร่วมการสัมนาทางวิชาการในหัวข้อที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัย ที่จัดขึ้นโดยหน่วยงาน หรือสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันเหล็ก และเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากสื่อ Internet
6. การศึกษา วิเคราะห์การออกแบบ และการก่อสร้างจากอาคารตัวอย่าง
7. การปรึกษา ตรวจสอบ และแก้ไขแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง โดยร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตวัสดุ และผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบ
8. การตรวจสอบ และจับเวลาในการก่อสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความยากง่ายของเทคนิคในการก่อสร้างอาคาร ที่ผู้ออกแบบเลือกใช้จากสมมติฐานว่าเทคนิคดังกล่าวเป็นเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารในส่วนดังกล่าว

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการวิจัยด้วยวิธีการต่างๆ แล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลเหล่านั้นทั้งในด้านความถูกต้องของข้อมูล และรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ ที่มีอยู่ในข้อมูลนั้น เพื่อนำข้อมูลดิบที่ได้มาใช้ในขั้นตอนของ การสังเคราะห์ข้อมูล การทดลอง และการตรวจสอบแนวความคิด และสมมติฐานของผู้วิจัย ที่แสดงออกมาในรูปแบบของอาคารตัวอย่างในการทดลอง

ในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจะมุ่งดำเนินการวิเคราะห์ในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ที่จะนำไปสู่รูปแบบ และลักษณะของอาคารพักอาศัย
2. เทคนิค และวิธีการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับรูปแบบของอาคารที่กำหนดในหัวข้อการวิจัย โดยการออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด
3. เทคนิคการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร (Components) และรอยต่อระหว่างชิ้นส่วน (Joint) ในการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป
4. การออกแบบโครงสร้าง และชิ้นส่วนรับน้ำหนักของอาคาร
5. ระบบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากโรงงานอุตสาหกรรม

โดยจะดำเนินการศึกษาเน้นลงไปในอาคารที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก ภายใต้ขอบเขตของการวิจัยที่กำหนดไว้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสรุปผลเป็นเทคนิค วิธีการในการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ โดยทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ ด้วยการก่อสร้างอาคารตัวอย่างตามแบบก่อสร้างอาคารที่สรุปได้

4.5 การก่อสร้างอาคารตัวอย่างขนาด 1:7.5

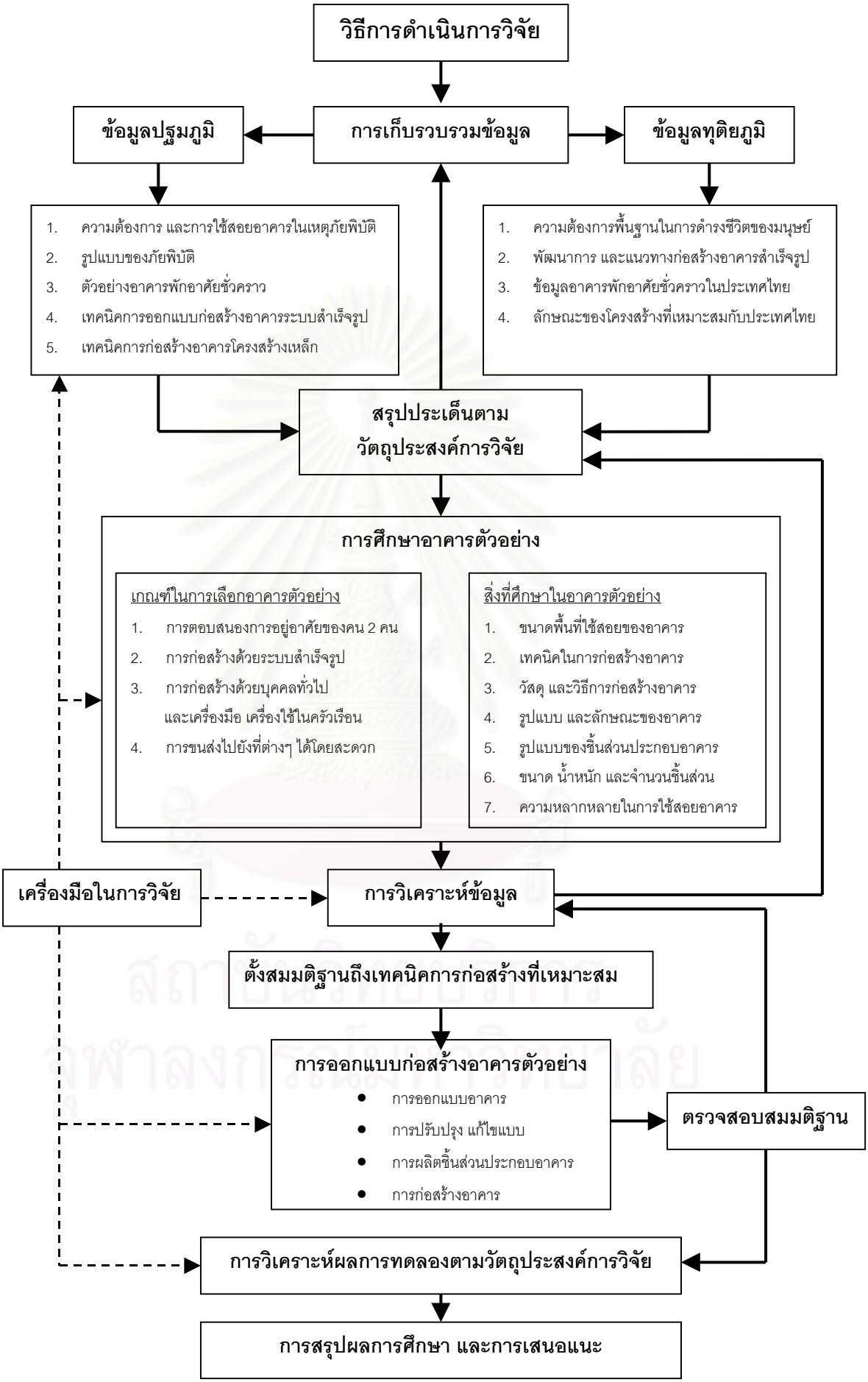
ในการสรุปผลการวิจัยตามหัวข้อการวิจัยที่กำหนด ผู้ดำเนินการวิจัยจำเป็นที่จะต้องมีการก่อสร้างอาคารตัวอย่างขนาด 1: 7.5 ขึ้น เพื่อทำการตรวจสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ออกมาเป็นแบบของอาคารตัวอย่างที่ประกอบไปด้วยรายละเอียดตามที่ได้สรุปจากข้อมูลเบื้องต้น โดยจะมีกระบวนการในการทดลอง และตรวจสอบสมมติฐานดังต่อไปนี้

1. การออกแบบอาคารตัวอย่าง โดยนำเทคนิควิธีการต่างๆ ที่ผู้วิจัยสามารถสรุปผลได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมาทำการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แก้ไขข้อผิดพลาดให้เป็นเทคนิคการก่อสร้างที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบของอาคารที่กำหนดในหัวข้อการวิจัย โดยตั้งสมมติฐานว่า รูปแบบ หรือเทคนิคในการก่อสร้างที่เลือกใช้นั้น เป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับการก่อสร้างอาคารตัวอย่างภายใต้ขอบเขต และข้อจำกัดที่กำหนดไว้ในหัวข้อการวิจัยมากที่สุด
2. การปรับปรุง แก้ไขแบบ โดยการปรึกษาพูดคุยกับผู้เชี่ยวชาญ แบบเบื้องต้นที่ได้ออกมาจากการสรุปข้อมูล อาจมีข้อผิดพลาด หรือจุดบกพร่องในบางตำแหน่ง การได้รับคำปรึกษาแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญจะทำให้ผู้วิจัยสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดเหล่านั้นให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดได้
3. การผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร และองค์ประกอบอาคารต่างๆ (Companents)
4. การทดลองก่อสร้างอาคาร โดยนำชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคารที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาดำเนินการก่อสร้างเป็นอาคารตามแบบรายละเอียดการติดตั้ง โดยผู้วิจัยจะดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลตลอดการก่อสร้างด้วยการบันทึกภาพ ประกอบกับการจดบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประกอบการประเมินผลการวิจัย

4.6 การสรุปผลการวิจัย และการเสนอแนะแนวทางในการวิจัยต่อไป

หลังจากที่ดำเนินการก่อสร้างอาคารตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุปผลการวิจัยว่า รูปแบบ หรือเทคนิควิธีการในการก่อสร้างอาคารที่ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานไว้ว่า จะมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการก่อสร้างอาคารในระบบโครงสร้าง และการใช้สอยประเภทนี้ มีประสิทธิภาพในการก่อสร้างอาคารจริงมากน้อยเพียงใด มีข้อบกพร่องในจุดใดบ้าง สามารถที่จะสรุปเป็นเทคนิควิธีการในการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัย ด้วยระบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณขั้นพื้นฐานได้หรือไม่ และจะมีแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาเทคนิคในการก่อสร้างต่อไปได้อย่างไร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 2 : แสดงวิธีการดำเนินการวิจัย

บทที่ 5

รายละเอียดการออกแบบ และการก่อสร้างอาคารทดลอง

5.1 แนวความคิด และจุดมุ่งหวังของการออกแบบ

จากการศึกษาข้อมูล และกรณีศึกษาต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยสรุปความหมายของ อาคารพักอาศัยชั่วคราว ได้ว่าเป็น อาคารที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้สอยของมนุษย์ ในช่วระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง เพื่อตอบสนองความต้องการอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่ความต้องการเหล่านั้นเป็นความต้องการที่จำเป็น และเร่งด่วน ซึ่งทำให้อาคารพักอาศัยชั่วคราวเหล่านั้น ทำหน้าที่เป็นอาคารพักอาศัยฉุกเฉินไปในทันที

ลักษณะของกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอาคารพักอาศัยประเภทนี้ นอกจากจะอยู่ในรูปแบบของการอยู่อาศัยตามปกติธรรมดาทั่วไปในการดำเนินชีวิตของมนุษย์แล้ว ยังต้องรองรับต่อการประกอบกิจกรรมอื่นๆ ที่มนุษย์กำหนด หรือสร้างขึ้น ซึ่งจำเป็นจะต้องมีอาคารสำหรับรองรับการใช้สอยเหล่านั้น เหตุการณ์เหล่านี้เราจะเห็นได้มากในกรณีที่มีการเข้าไปให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยในพื้นที่ต่างๆ นอกจากการที่หน่วยงานแต่ละแห่งจะเข้าไปให้ความช่วยเหลือในด้านที่อยู่อาศัยแล้ว ยังจะต้องมีการจัดหาสิ่งจำเป็น และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ซึ่งรวมไปถึงการจัดหาสถานที่สำหรับทำกิจกรรมให้แก่ผู้ประสบภัย เช่น การจัดสร้างสถานรับเลี้ยงเด็ก โรงเรียน โรงพยาบาล หรือโรงประกอบอาหาร ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีการก่อสร้างในลักษณะเป็นอาคารเพื่อใช้งานอย่างง่ายๆ ด้วยวัสดุที่จัดหาได้ในพื้นที่นั้นๆ หรือไม่ก็เป็นอาคารสำเร็จรูปที่ก่อสร้าง และขนส่งได้ง่าย เช่นอาคารประเภทเต็นท์ หรือกระโจมผ้าใบ ซึ่งก็ยังมีความไม่สะดวกในการใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย

จุดมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะสรุปหา เทคนิค และวิธีการขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป โดยเฉพาะการสรุปประเด็นสำคัญที่จะขาดไปไม่ได้ หากมีความต้องการที่จะทำการออกแบบอาคารอย่างมีระบบ ภายใต้กระบวนการการตรวจสอบความถูกต้องของแบบที่เกิดขึ้นอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อให้ได้อาคารที่สามารถใช้สอยตามจุดประสงค์ และความจำเป็นในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

แต่การที่จะสามารถกำหนดหลักเกณฑ์ หรือสรุปวิธีการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวให้เป็นกฎหลัก หรือทฤษฎี ที่มีความถูกต้องตายตัวนั้นคงเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ เนื่องจากกระบวนการออกแบบเกิดขึ้นมาจากผลของปัจจัยหลายๆ ประการประกอบกัน เช่น เทคนิควิธีการในการก่อสร้าง, วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ เครื่องใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามยุคตามสมัย และที่สำคัญก็คือ ความคิดสร้างสรรค์ และความต้องการของผู้ออกแบบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะที่ไม่สามารถจะกำหนด หรือบังคับด้วยกฎ หลัก หรือทฤษฎีใดๆ ได้อย่างเด็ดขาด

ดังนั้น แนวทางในการดำเนินการวิจัยจึงอยู่ที่ความพยายามในการค้นหาหลักการสำคัญ ที่ผู้ออกแบบอาคารจะต้องคำนึงถึงในการที่จะออกแบบอาคารให้สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้อย่างสำเร็จรูป ภายใต้การควบคุมมาตรฐานการออกแบบ และการผลิตที่มีความถูกต้องแม่นยำ ด้วยสมมติฐานที่ว่า “*อาคารที่มีการออกแบบโดยควบคุมมิติอย่างมีระบบ จะสามารถก่อสร้างได้ง่าย รวดเร็ว มีความสับสนน้อย สามารถใช้งานได้อย่างหลากหลาย และสิ้นเปลืองทรัพยากรน้อยที่สุด* “ โดยเฉพาะชิ้นส่วนประกอบอาคารต่างๆ ที่ต้องออกแบบให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มหน้าที่ ภายใต้ระบบที่มีความแตกต่างกันของรูปร่างหน้าตา และจำนวนชิ้นส่วนที่น้อยที่สุด แต่สามารถก่อสร้างเป็นอาคารได้หลากหลายรูปแบบ ที่เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมของประเทศไทยมากที่สุด โดยเน้นการศึกษาในระบบโครงสร้างเหล็กที่เป็นโครงสร้างสมัยใหม่ซึ่งกำลังเป็นที่นิยม ผ่านการกำหนดขอบเขต และรูปแบบเบื้องต้นจากกรณีศึกษา เพื่อแสดงผลการแก้ไขปัญหา และพัฒนาการออกแบบที่จะเกิดขึ้น

ตารางที่ 4 : ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างในการวิจัย

รายการ	บ้านกระสอบทราย	อาคารวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์	บ้านท่อกระดาษเมืองโกเบ	บ้านน้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ (บาท)	Ready Hut	อาคารตัวอย่างในการวิจัย	หมายเหตุ
1. ขนาดพื้นที่ใช้สอยของอาคาร 1 หลัง (m^2)	Flexible	16.56 m^2	16 m^2	12 m^2	12.96 m^2	5.76 m^2	
2. จำนวนชั้นของอาคาร (ชั้น)	1	1	1	2	1	1*	* ปรับเป็น 2 ชั้นได้
3. ราคาค่าก่อสร้างอาคาร 1 หลัง (บาท)	40,000	195,000	- *	60,000	352,000	ไม่เกิน 60,000	* ไม่มีข้อมูล
4. อาคารออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด			●		●	●	
5. วิธีการก่อสร้างอาคารใช้ระบบ Knock down		●	●	●	●	●	
6. วัสดุที่ใช้มีอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปี		●		●	●	●	
7. ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตั้งแต่ฐานรากจนแล้วเสร็จใช้เวลาไม่เกิน 3 วัน/ 1หลัง	●	●	●		●	●	
8. ขนาด และน้ำหนักของชิ้นส่วนทำให้การขนส่งเข้าพื้นที่ทำได้ง่าย	●*		●	●	●	●	* ต้องมีการจัดหาวัสดุในพื้นที่
9. รูปแบบอาคารเหมาะสมต่อสภาพภูมิประเทศของประเทศไทย	●	●	●	●	●	●	
10. รูปแบบอาคารเหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย	●					●	
11. วัสดุที่ใช้ก่อสร้างอาคารทนทานต่อสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย		●		●	●	●	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ : อาคารที่ใช้ ในกรณีศึกษาจะพิจารณาเฉพาะโครงสร้าง และเปลือกห่อหุ้มอาคาร โดยตัดพื้นที่ส่วนห้องน้ำ และงานระบบอาคารออก

ตารางที่ 5 : ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางการใช้สอยของอาคารพักอาศัยชั่วคราวที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างในการวิจัย

รายการ	บ้านกระสอบทราย	อาคารวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์	บ้านท่อกระดาษเมืองโกเบ	บ้านน้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์	Ready Hut	อาคารตัวอย่างในการวิจัย	หมายเหตุ
1. ความสามารถในการกันแดด กันฝน		●			●	●	
2. การป้องกันการรั่วซึมของน้ำ		●		●	●	●	
3. ความเหมาะสมของอุณหภูมิภายในต่อการอยู่อาศัย	●		●		●	●	
4. ความสามารถในการก่อสร้างโดยบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ทางการก่อสร้างมาก	●	●	●			●	
5. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงการใช้งานโดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปแบบของโครงสร้าง	●		●		●	●	
6. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลง, ปรับปรุงอาคาร โดยไม่ต้องปรับปรุงรูปร่างของชิ้นส่วน	●					●	
7. ความเป็นไปได้ในการติดตั้งสาธารณูปโภคเพิ่มเติม โดยไม่กระทบกระเทือนโครงสร้าง	●			●		●	
8. ความสามารถในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม		●	●	●	●	●	
9. สามารถนำมาอาคารมาใช้สอยได้หลายครั้ง		●		●	●	●	

หมายเหตุ : อาคารที่ใช้ ในกรณีศึกษาจะพิจารณาเฉพาะโครงสร้าง และเปลือกห่อหุ้มอาคาร โดยตัดพื้นที่ส่วนห้องน้ำ และงานระบบอาคารออก

5.2 เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป

ก่อนที่จะทำการออกแบบอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากหลากหลายกรณีศึกษา ทำให้สามารถสรุปแนวทางได้ว่า การออกแบบอาคารพักอาศัยสำเร็จรูปควรที่จะเริ่มต้นด้วยการนำ ระบบประสานทางพิกัด (ตามที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 3) มาใช้เป็นหลักพื้นฐานเบื้องต้นในการออกแบบ โดยผู้ออกแบบสามารถที่จะปรับปรุง และจัดระบบการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับแนวความคิดของอาคารที่ต้องการได้ โดยเฉพาะความต้องการในด้านความสะดวกในการใช้สอย และความสามารถในการก่อสร้าง โดยผู้วิจัยสามารถลำดับขั้นตอนของการออกแบบอาคารที่เหมาะสมได้ดังต่อไปนี้

1. การเลือกระบบมิติ และตารางพิกัดที่เหมาะสมกับความต้องการ
2. การกำหนดขนาด สัดส่วน รูปแบบ และพิกัดมูลฐานของอาคาร
3. การจัดวางตำแหน่งผังพื้น และผนังอาคาร
4. การคัดเลือก และออกแบบระบบโครงสร้างอาคาร
5. การออกแบบระบบการถ่ายเทน้ำหนัก และฐานรากอาคาร
6. การกำหนดขนาด และสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคาร
7. การออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร รอยต่อ และวิธีการติดตั้ง
8. การออกแบบโครงสร้างหลังคา ระบบระบายน้ำ และระบบประกอบอาคาร
9. การตรวจสอบคุณสมบัติพิเศษ และเทคนิคการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอาคาร

5.2.1 การเลือกระบบมิติ และตารางพิกัดที่เหมาะสมกับความต้องการ

ในการออกแบบอาคารแต่ละหลัง ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดความต้องการเบื้องต้นที่จะให้ปรากฏในอาคารที่กำลังออกแบบอยู่ หรือที่เรียกว่า การกำหนดแนวความคิดในการออกแบบ (Concept) โดยแนวความคิดจะเป็นตัวกำหนดแนวทางการออกแบบให้อาคารมีรูปแบบ และลักษณะที่เหมาะสมกับความต้องการที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น

เมื่อผู้ออกแบบมีการกำหนดแนวความคิดของตนเองแล้ว การนำระบบสำเร็จรูปมาช่วยในการออกแบบก่อสร้างจะเริ่มต้นจากการเลือกระบบมิติที่มีความเหมาะสมกับอาคารเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการออกแบบ* โดยเฉพาะมิติในการประสานรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนประกอบอาคารชิ้นต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อการเลือกรูปแบบของตารางตามพิกัดสำหรับการวางผังอาคารที่เหมาะสมกับลักษณะของอาคารที่ต้องการ เพื่อให้การก่อสร้างมีความสะดวกสบายมากที่สุด และสามารถใช้งานอาคารได้ตรงตามจุดประสงค์ โดยลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการก่อสร้างให้น้อยที่สุด

<u>ในอาคารตัวอย่าง</u> มิติที่ถูกเลือกใช้คือ มิติที่ยอมให้เกิดความสัมพันธ์ของมิติอาศัยซึ่งกัน และกันน้อยที่สุด โดยเฉพาะในการออกแบบรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนประกอบอาคารต่างๆ ที่จะนำมาประกอบกันขึ้นเป็นตัวอาคาร เพื่อลดปัญหาในด้านการติดตั้งให้สามารถดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องมีการรั้งรอกันในระหว่างการก่อสร้าง

ในส่วนของตารางตามพิกัดที่นำมาใช้ ผู้วิจัยเลือกนำระบบตารางพิกัดแบบไม่ต่อเนื่องมาใช้ในการออกแบบจากแนวความคิดในการออกแบบให้สามารถนำอาคารหลายๆ หลังมาประกอบร่วมกันเพื่อเพิ่มความสามารถในการใช้สอยให้มีประสิทธิภาพ และมีพื้นที่ใช้สอยที่มากขึ้น โดยกำหนดให้ส่วนที่เป็นตารางย่อยแต่ละส่วนแทนผังพื้นของอาคารแต่ละหลัง และให้ส่วนของผนังอาคารอยู่ร่วมกันในส่วนพื้นที่เขตเป็นกลางของตารางพิกัดไม่ต่อเนื่องดังกล่าว

---

* ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ก., หน้า 141.

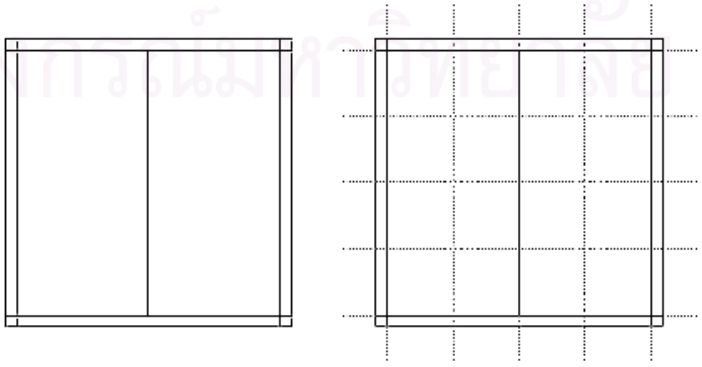
5.2.2 การกำหนดขนาด สัดส่วน รูปแบบ และพิกัดมูลฐานของอาคาร

การกำหนดสัดส่วน ก็คือการกำหนดขนาดความกว้าง-ยาวของผังพื้น และการกำหนดความสูงของอาคารที่เหมาะสม ซึ่งนอกจากจะขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้สอยแล้ว ควรที่จะมีความสอดคล้องกับสัดส่วนตาม**ขนาดพิกัดมูลฐาน**ที่เลือกใช้ ตัวอย่างเช่น การเลือกใช้ขนาดพิกัด 300มม. เป็นพิกัดมูลฐานของอาคาร ขนาดสัดส่วนความกว้าง–ยาวก็ควรที่จะมีขนาดอยู่ที่ 2.40ม., 3ม. หรือ 3.60ม.เป็นต้น โดยขนาดสัดส่วนดังกล่าวควรที่จะมีความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของวัสดุอื่นๆ ที่จะนำมาใช้ในส่วนต่างๆ ของอาคารด้วย เช่น แผ่นยิปซั่ม หรือแผ่นไม้อัดบุผิวที่เป็นวัสดุประเภทบุผนังซึ่งมีขนาดมาตรฐานอยู่ที่ 1.20 x 2.40 ม. หรือกระเบื้องเซรามิกปูพื้นที่มีขนาด 30x30 ซม. เป็นต้น ซึ่งขนาดของวัสดุดังกล่าวอาจส่งผลต่อขนาดของอาคาร ทำให้มีสัดส่วนเป็น 2.40 ม., 3.60 ม. หรือ 4.80 ม. ก็ได้

การกำหนดสัดส่วนอาคารจะเริ่มจากการกำหนดแผนผังอาคารลงในตารางตามพิกัด ที่มีขนาดตามพิกัดที่เลือกไว้จากความต้องการที่กำหนดในแนวความคิดของการออกแบบอาคาร ผนวกกับความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกับขนาดสัดส่วนของวัสดุต่างๆ ที่ได้กล่าวไปข้างต้น

<u>ในอาคารตัวอย่าง</u> ผู้วิจัยเลือกให้ขนาดสัดส่วนผังพื้น และความสูงของอาคารที่เหมาะสมอยู่ที่ขนาด 2.40x2.40 ม. โดยอ้างอิงขนาดดังกล่าวมาจากขนาดสัดส่วนมาตรฐานของวัสดุผลิตทางอุตสาหกรรม ที่มีขายอยู่ในท้องตลาด เช่นวัสดุแผ่นขนาดมาตรฐาน 1.20x2.40 ม. (ดังภาพที่ 53 ซ้าย) แล้วจึงทำการแบ่งแยกสัดส่วนขนาดใหญ่ดังกล่าวออกเป็นตารางตามพิกัดขนาดเล็กที่มีความสัมพันธ์กันทั้งทางด้านกว้าง และด้านยาวของอาคาร(ดังภาพที่ 53 ขวา) โดยยังคงคำนึงถึงความสัมพันธ์กับ*ขนาดของวัสดุผลิตตามมาตรฐานการผลิตทางอุตสาหกรรม*ในวัสดุอื่นๆ ซึ่งมีขนาดทั่วไปอยู่ที่ 0.30x0.30 ม., 0.30x0.60 ม. หรือ 0.60x1.20 ม. ทำให้ผู้วิจัยกำหนดขนาดพิกัดของตารางเป็นขนาด 0.60x0.60ม. ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มีความสัมพันธ์กับทั้งขนาดสัดส่วนที่เป็นเลขคู่ (มีพิกัดต่ำสุดที่ 0.20 ม.) และขนาดสัดส่วนที่เป็นเลขคี่ (มีพิกัดต่ำสุดที่ 0.10 ม. แต่นิยมใช้พิกัดขนาด 0.30 ม. เป็นพิกัดมูลฐานในการผลิต) รวมทั้งยังเป็นขนาดที่เป็นกลางกับขนาดของวัสดุผลิตทางอุตสาหกรรมในสัดส่วนอื่นๆ อีกด้วย

นอกจากนี้ การที่ผู้วิจัยเลือกใช้พิกัดขนาด 2.40x2.40 ม. ในการออกแบบอาคารตัวอย่างยังเนื่องมาจากว่าขนาดสัดส่วนดังกล่าว เป็นสัดส่วนขนาดเล็กที่สุดที่มีความลงตัวอย่างสมบูรณ์สำหรับการก่อสร้างเป็นอาคารเพื่อใช้ในการศึกษา แต่ก็ยังสามารถรองรับการใช้งานของคน 2 คนได้ตามที่กำหนดในขอบเขตของการวิจัย ซึ่งถ้าหากมีความต้องการที่จะขยาย หรือเพิ่มพื้นที่ใช้สอยให้ตอบสนองต่อการใช้งานของคนในปริมาณมากกว่านี้ ก็สามารถที่จะทำได้ง่ายด้วยการติดตั้งอาคารแบบต่อเนื่องเป็นกลุ่มอาคารตามแนวความคิดการออกแบบที่กำหนดไว้ โดยที่ยังมีความลงตัวในสัดส่วนรวมของอาคารหมู่ จากความลงตัวของสัดส่วนย่อยๆ ในอาคารเดี่ยวที่นำมารวมกัน



ภาพที่ 53 : (ซ้าย) ภาพแสดงการวางผังอาคารตัวอย่างจากสัดส่วนของวัสดุปูพื้นที่มีขายในท้องตลาด
(ขวา) ภาพแสดงการแบ่งตารางตามพิกัดขนาดเล็กย่อยลงจากสัดส่วนขนาดใหญ่

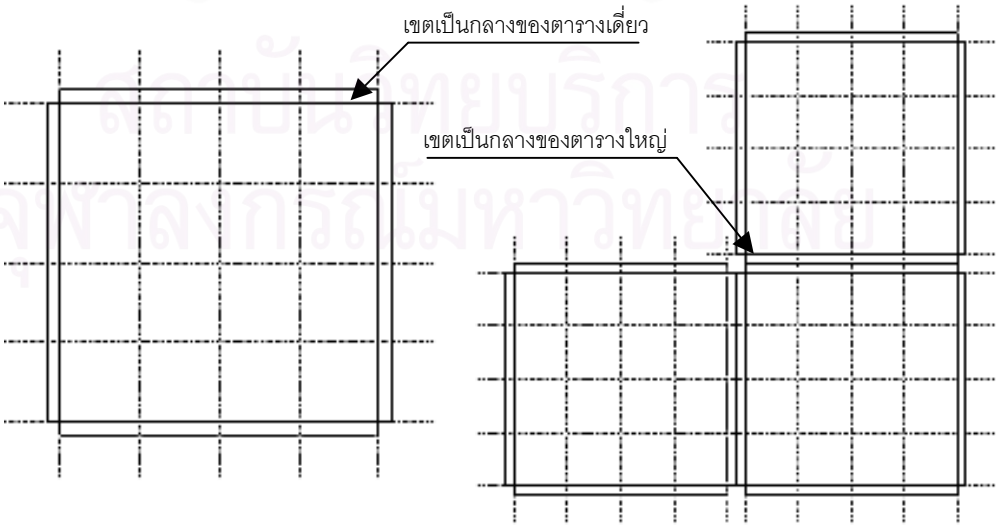
5.2.3 การจัดวางตำแหน่งผังพื้น และผนังอาคาร

เมื่อผู้ออกแบบได้ดำเนินการเลือกขนาดของพิกัด รูปแบบของมิติ และขนาดสัดส่วนของอาคารเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การกำหนดขอบเขตพื้นที่การออกแบบของชิ้นส่วนอาคารแต่ละชิ้น โดยจัดวางตำแหน่งของชิ้นส่วนอาคารต่างๆ เช่น พื้น ผนัง หรือเสาโครงสร้างอาคาร ลงในตำแหน่งที่ต้องการบนผังพื้นเพื่อให้สามารถกำหนดระยะ สัดส่วน หรือมิติที่ผู้ออกแบบจะนำไปใช้ในการกำหนดขนาดของชิ้นส่วนประกอบอาคารให้มีความละเอียด และเหมาะสมได้ โดยจัดวางตำแหน่งของชิ้นส่วนอาคารต่างๆ ลงในตารางตามพิกัดที่ได้จัดเตรียมไว้จากหัวข้อที่ 5.2.2

ในการวางตำแหน่งของชิ้นส่วนอาคารลงไปบนแผนผังในขั้นตอนการออกแบบนั้น ผู้ออกแบบควรจะมีการสังเกต และเก็บรวบรวมข้อมูลถึงรายละเอียด (Details) ของรอยต่อต่างๆ ความเบี่ยงเบนทางพิกัด และความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้น โดยเฉพาะรายละเอียดด้านรอยต่อ และวิธีการต่อส่วนประกอบ ซึ่งจะมีผลในขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร รอยต่อ และวิธีการติดตั้ง ที่จะทำให้การทำงานมีความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ถ้าได้มีการคำนึงถึงรูปแบบของรอยต่อ และวิธีการติดตั้งไว้ตั้งแต่ในขั้นตอนการวางตำแหน่งชิ้นส่วนนี้ โดยเฉพาะในส่วนที่ต้องมีการเชื่อมต่อชิ้นส่วนกับส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีขนาดทางพิกัดแตกต่างกัน

<u>ในอาคารตัวอย่าง</u> ผู้วิจัยได้ดำเนินการวางตำแหน่งของพื้น และผนังอาคารลงในตารางตามพิกัดที่ได้จากการกำหนดสัดส่วนอาคารในหัวข้อที่ 5.2.2 โดยคำนึงถึงความต้องการที่สามารถปรับปรุงพื้นที่ใช้สอยอาคารให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้โดยการนำอาคารแต่ละหลังมาเชื่อมต่อกันให้เป็นอาคารเดียว ผู้ออกแบบจึงกำหนดการวางผังอาคารกลุ่มโดยนำตารางแผนผังของอาคารแต่ละหลังมาเชื่อมต่อกันแบบวางชน ให้มีลักษณะของรอยต่อแบบสัมผัส โดยกำหนดให้ตำแหน่งของผนังอาคารแต่ละหลังที่อยู่ในพื้นที่เขตเป็นกลางของตารางแต่ละอัน มาประกอบรวมกันในเขตเป็นกลาง หรือเขตวางชิ้นส่วนผนังรวมของตารางใหญ่ที่เกิดขึ้น ซึ่งการวางผังในลักษณะนี้จะทำให้แผนผังรวมของอาคารตัวอย่างมีบริเวณที่ถูกกำหนดให้เป็นตำแหน่งของการติดตั้งเสารับน้ำหนักอาคารไปพร้อมกัน

ส่วนรอยต่อ และวิธีการติดตั้งชิ้นส่วนวัสดุเข้าด้วยกัน ผู้วิจัยเลือกใช้การติดตั้งแบบวางชิ้นส่วนวัสดุชนกัน ซึ่งอาจจะมีการยึดติดกันด้วยน็อต หรือ Bolt โลหะ เพื่อให้เป็นลักษณะของรอยต่อที่ง่ายที่สุดในการประกอบติดตั้ง ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนของอาคารตัวอย่างไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องลักษณะของขอบชิ้นส่วนที่จะต้องมาเชื่อมต่อกันมากเท่าการคำนึงถึงตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อ และตำแหน่งการร้อยหมุดโลหะที่จะทำให้เกิดความแข็งแรง



ภาพที่ 54 : ภาพแสดงการวางผังพื้น และผนังอาคารเป็นกลุ่มโดยการรวมตารางย่อยของอาคารแต่ละหลัง

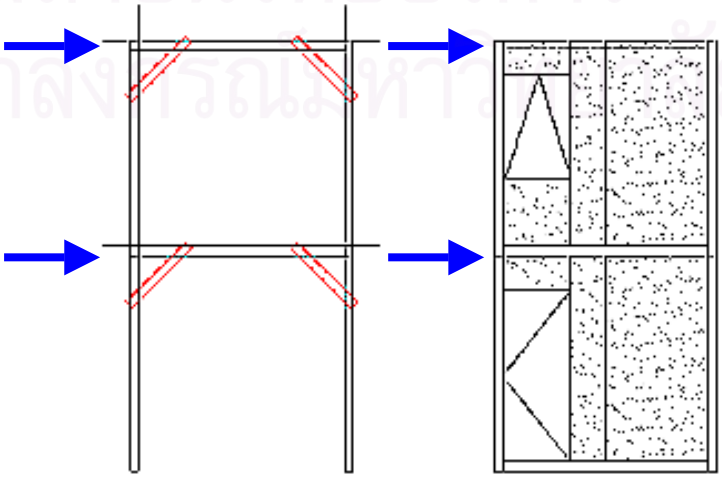
5.2.4 การคัดเลือก และออกแบบระบบโครงสร้างอาคาร

เมื่อผู้ออกแบบกำหนดจัดวางตำแหน่งชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคารเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่จะปรากฏในตารางพิกัด ก็คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนทางตั้ง และชิ้นส่วนทางนอนของอาคาร ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งส่วนโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักของอาคาร หรือเป็นเพียงส่วนประกอบตกแต่งอาคารเท่านั้น ในจุดนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการ แนะแนวความคิดของผู้ออกแบบ ว่าจะต้องการให้อาคารมีระบบโครงสร้าง และการถ่ายเทน้ำหนักในลักษณะใด เนื่องจากในปัจจุบันเรามีเทคโนโลยีในการออกแบบผนังของอาคารที่แต่เดิมทำหน้าที่เป็นเพียงส่วนห่อหุ้มอาคาร ให้สามารถทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนักที่สามารถรับ และถ่ายเทแรงกระทำต่ออาคารต่อไปยังส่วนโครงสร้างอื่นๆ ได้ จึงไม่มีความจำเป็นที่อาคารจะต้องประกอบไปด้วยเสา และคาน เหมือนระบบการก่อสร้างในอดีตอีกต่อไป

การเลือกระบบโครงสร้างที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยปลีกย่อยในด้านรูปทรง และความต้องการในการใช้สอยชิ้นส่วนอาคารในลักษณะต่างๆ เช่น ถ้าผู้ออกแบบต้องการให้อาคารมีความปลอดโปร่ง น้ำหนักเบา ก็นิยมที่จะออกแบบอาคารด้วยระบบโครงสร้างแบบเสา-คาน ที่ทำให้สามารถเปิดช่องเปิดระหว่างโครงสร้างได้เป็นจำนวนมาก แต่ถ้าต้องการอาคารที่มีพื้นที่ภายในโปร่งโล่ง ก่อสร้างได้เร็ว ก็นิยมใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จแบบผนังรับน้ำหนัก ซึ่งก็จะมีข้อจำกัดในด้านการเปิดช่องเปิดที่ต้องได้รับการคำนวณอย่างแม่นยำล่วงหน้าก่อนการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ระบบโครงสร้างที่เหมาะสมยังขึ้นอยู่กับวัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ว่า เป็นวัสดุก่อสร้างประเภทใด มีความคงทน แข็งแรง สามารถรับแรงกระทำต่างๆ ได้อย่างพอเพียงตามรูปแบบอาคารได้หรือไม่

ในอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยเลือกใช้ระบบโครงสร้างแบบเสา-คาน เป็นระบบโครงสร้างหลัก ประกอบกับการใช้ระบบผนังรับน้ำหนักแบบโครงสร้างเหล็กเข้ามาเพิ่มความแข็งแรง และถ่ายเทน้ำหนักของอาคาร ด้วยความต้องการให้สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้งานของอาคารได้อย่างหลากหลาย (Flexible) โดยที่น้ำหนักโดยรวมของโครงสร้างมีไม่มาก ซึ่งระบบโครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนักจะไม่เอื้อประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเต็มที่โดยเฉพาะในการเปลี่ยนแปลงจำนวนชั้นของอาคาร ในขณะที่ระบบโครงสร้างแบบเสา-คานก็ต้องใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมากเกินไป ในการที่จะประสานกันได้หลายรูปแบบ ซึ่งระบบโครงสร้างแบบผสมสามารถที่จะเอื้อประสิทธิภาพได้ง่ายกว่า

การผสมผสานระบบโครงสร้างในอาคารตัวอย่าง เป็นตัวอย่างหนึ่งของการผสานระบบเพื่อทดแทนสิ่งที่เป็นปัญหาในการออกแบบโครงสร้างประเภทหนึ่ง เนื่องจากระบบโครงสร้างแบบเสา-คาน เป็นระบบโครงสร้างแบบ Frame ที่จะไม่เกิดความแข็งแรงหากไม่มีการเสริมส่วนค้ำยัน (Bracing) หรือเสริมความแข็งแรงให้กับบ่าของรอยต่อ ซึ่งทำหน้าที่ในการรับแรงกระทำด้านข้างที่กระทำต่อโครงสร้าง การนำระบบผนังรับน้ำหนักมาใช้ทำให้ผู้วิจัยสามารถตัดทอนส่วนค้ำยันดังกล่าว ซึ่งเป็นสิ่งที่กีดขวางการออกแบบส่วนผนัง และทำให้เกิดความไม่สวยงามออกไปได้



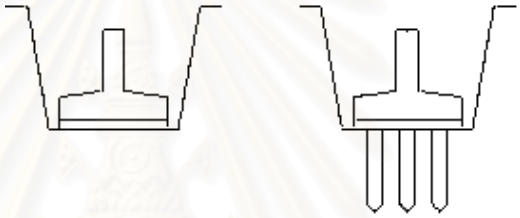
ภาพที่ 55 : ภาพแสดงการใช้ผนังรับน้ำหนักรับแรงกระทำด้านข้างแทนค้ำยันในโครงสร้างแบบ Frame

5.2.5 การออกแบบระบบการถ่ายเทน้ำหนัก และฐานรากอาคาร

ระบบฐานราก และตอม่อของอาคารเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากฐานรากทำหน้าที่ในการถ่ายเทน้ำหนักของอาคารทั้งหมดให้กับพื้นดิน การออกแบบฐานรากให้เหมาะสมกับอาคารจึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในประเทศไทยที่มีลักษณะของสภาพภูมิประเทศ และลักษณะทางกายภาพของดินที่แตกต่างกันอย่างมาก

อาคารพักอาศัยชั่วคราวเป็นอาคารประเภทที่มีการใช้สอยในช่วระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง รูปแบบของฐานรากอาคารที่ใช้จึงควรที่จะสามารถขนย้าย หรือนำไปติดตั้งในพื้นที่ใดๆ ก็ได้ การออกแบบฐานรากที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ต่างๆ ได้ทั่วประเทศไทย เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก เนื่องจากลักษณะทางธรณีวิทยาของประเทศไทยมีความแตกต่างกันอย่างหลากหลาย ซึ่งผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ย่อมจะทราบข้อจำกัดข้อนี้เป็นอย่างดี

ลักษณะของฐานรากอาคารที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นฐานรากแบบ Simple slab footing (ฐานรากแบบแบน) และ Slope Footing (ฐานรากแบบลาด) โดยมีการทำใน 2 รูปแบบ คือฐานรากวางบนดิน และฐานรากวางบนเข็ม[18] ซึ่งความแตกต่างของการใช้งานก็ขึ้นกับลักษณะของดินในพื้นที่ที่อาคารก่อสร้างอยู่



ภาพที่ 56 : ภาพแสดงฐานรากแบบ Simple slab footing แบบวางบนดิน และวางบนเข็ม

ฐานรากวางบนดินเป็นฐานรากที่นิยมก่อสร้างบนพื้นที่ที่มีลักษณะของดินเป็นหินแข็ง หรือเป็นดินเหนียวที่มีความสามารถในการรับน้ำหนักได้สูง เช่น ดินในพื้นที่ทางภาคเหนือ และภาคตะวันตกของประเทศไทย น้ำหนักของอาคารจะสามารถถ่ายเทจากตัวฐานรากลงสู่พื้นดินได้โดยตรง

ส่วนฐานรากแบบวางบนเข็มจะใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะของดินเป็นดินปนทราย หรือเป็นดินร่วมที่มีระยะทางจากผิวดินถึงระดับชั้นของดินที่มีความสามารถในการรับน้ำหนักค่อนข้างมาก ลักษณะของฐานรากประเภทนี้จะถ่ายเทน้ำหนักของอาคารลงสู่เสาเข็มที่จะกระจายน้ำหนักผ่านแรงเสียดทานของดินที่กระทำกับพื้นผิวของเสาเข็ม ฐานรากแบบนี้นิยมใช้ในพื้นที่ทางภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศ ซึ่งมีลักษณะดินเป็นดินใหม่ที่มีความสามารถในการรับน้ำหนักได้น้อย เนื่องจากยังมีความอ่อนตัวสูง

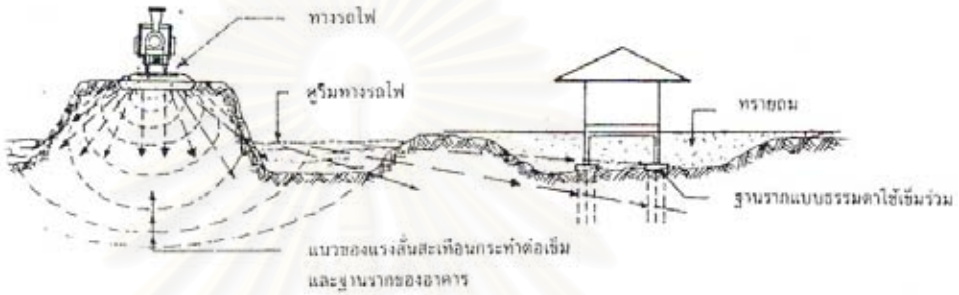
การออกแบบฐานรากของอาคารในระบบก่อสร้างแบบสำเร็จรูป นอกจากจะต้องคำนึงถึงลักษณะของดินในพื้นที่แล้ว ขนาด สัดส่วน น้ำหนัก และเทคนิคการเชื่อมต่อชิ้นส่วนอาคารก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก จากที่เราได้กล่าวมาในหัวข้อก่อนๆ จะเห็นได้ว่าขนาด และสัดส่วนของอาคารมีจุดเริ่มต้นมาจากขนาด และสัดส่วนของวัสดุ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ในส่วนพื้น และผนังของอาคาร ไม่ได้เริ่มจากเสาเหมือนกับการออกแบบอาคารในระบบเสา-คาน ที่ต้องมีการกำหนดระยะห่างระหว่างเสาที่เหมาะสมกับอาคารก่อน ฐานรากที่ออกแบบสำหรับระบบนี้จึงต้องมีการคำนึงถึงระยะการติดตั้ง และระยะการถ่ายเทน้ำหนัก โดยเฉพาะการเชื่อมต่อของชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารที่ออกแบบด้วยระบบทางพิกัด กับส่วนฐานราก หรือตอม่อที่ออกแบบด้วยการคำนวณความสามารถในการรับ และถ่ายเทแรง ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่ลงตัวในสัดส่วนต่างๆ ได้ จึงต้องมีการตรวจสอบรายละเอียดในจุดเชื่อมต่ออย่างรอบคอบ

---

[18] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, เทคนิควิทยาอาคาร: รวมผลงานทางวิชาการ และบทความทางวิชาการ, พิมพ์ครั้งที่ 1(กรุงเทพ: สยามสเตชั่นเนอรี่ซัพพลายส์, 2540), หน้า140.

ในอาคารตัวอย่าง ผู้ออกแบบเลือกใช้ฐานรากรูปลิ่มมาเป็นแนวทางในการออกแบบ เนื่องจากอาคารตัวอย่างเป็นอาคารขนาดเล็ก ที่มีน้ำหนัก (Dead Load) ไม่มาก เมื่อรวมกับน้ำหนักบรรทุก (Live Load) ตามข้อกำหนดของกฎหมาย คือ 150 กก./ตร.ม. แล้วฐานรากรูปลิ่มก็มีความสามารถในการถ่ายเทน้ำหนักได้อย่างพอเพียง ตรงตามแนวความคิดในการออกแบบที่กำหนดไว้ว่าอาคารต้องสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยได้

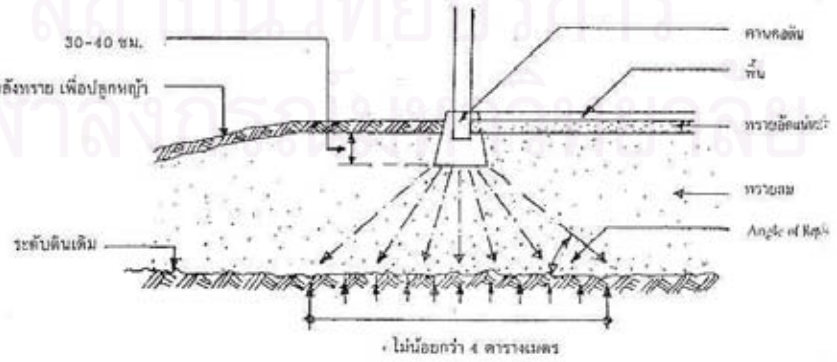
แหล่งอ้างอิงข้อมูลการศึกษา การใช้ฐานรากรูปลิ่มเป็นฐานรากของอาคาร ผู้วิจัยอ้างอิงมาจากการศึกษาที่ปรากฏในบทความของ ร.ศ.เรืองศักดิ์ กันตะบุตร [19] ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงความสามารถในการใช้ฐานรากเบามาเป็นส่วนถ่ายเทน้ำหนักอาคารบนพื้นที่ที่เป็นทราย โดยศึกษาจากความสามารถในการทนทานต่อแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจากทางรถไฟ ที่กระทำต่ออาคารในระยะประชิด ซึ่งหากมีการใช้ฐานรากแบบมีเสาเข็มฝืดในระบบการก่อสร้างแบบปกติ อาคารย่อมต้องได้รับผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



ภาพที่ 57 : ภาพแสดงผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากทางรถไฟ กระทำต่อฐานรากของอาคาร

แต่เมื่อมีการออกแบบฐานรากแบบพิเศษ คือให้มีลักษณะเป็นมวลคอนกรีตรูปลิ่ม ซึ่งมีความสามารถในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนได้ด้วยตนเอง โดยไม่มีเข็มที่จะเป็นตัวถ่ายเทแรงสั่นสะเทือนให้แก่ฐานราก ก็ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องแรงสั่นสะเทือนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้ โดยเฉพาะฐานรากชนิดนี้สามารถที่จะผลิตในระบบสำเร็จรูปได้ ซึ่งทำให้สามารถขนส่งไปก่อสร้างในพื้นที่ต่างๆ ได้โดยง่าย

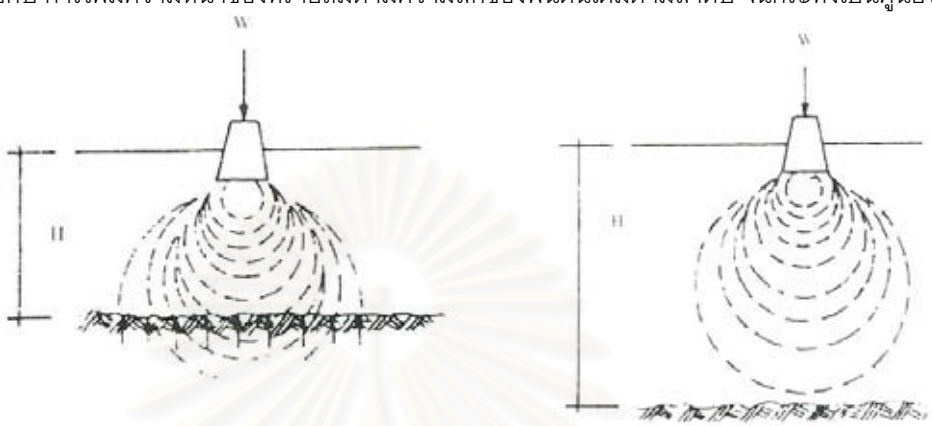
เมื่อพิจารณาในด้านวิศวกรรม ตอม่อ และฐานรากรูปลิ่มมีความสามารถในการถ่ายเทน้ำหนักลงสู่ทรายถมเป็นน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในแนวของ มุมของการทรงตัวของทรายถม (Angle of response) และเฉลี่ยน้ำหนักลงสู่พื้นดินอีกทอดหนึ่ง ในกรณีที่ทรายถมมีความหนาประมาณ 1.20-1.50 ม. เนื้อที่ดินเดิมที่ต้องรับน้ำหนักถ่ายทอด จะมีเนื้อที่เท่ากับ 4 ตารางเมตร หรือมากกว่า เมื่อคิดจาก Angle of response ของทรายซึ่งเท่ากับ 30° - 35° สำหรับดินอ่อนในกรุงเทพฯ มีความสามารถในการรับน้ำหนักปลอดภัยได้เท่ากับ 2 ตัน/ตร.ม. ซึ่งเมื่อมีพื้นที่เท่ากับ 4 ตร.ม. ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 8 ตัน โดยปลอดภัย



ภาพที่ 58 : ภาพแสดงการถ่ายเทน้ำหนักทางวิศวกรรม ของฐานรากอาคารรูปลิ่ม

[19] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, เทคนิควิทยาอาคาร: รวมผลงานทางวิชาการ และบทความทางวิชาการ, พิมพ์ครั้งที่ 1(กรุงเทพฯ: สยามสเตชั่นเนอรี่ซัพพลายส์, 2540), หน้า149.

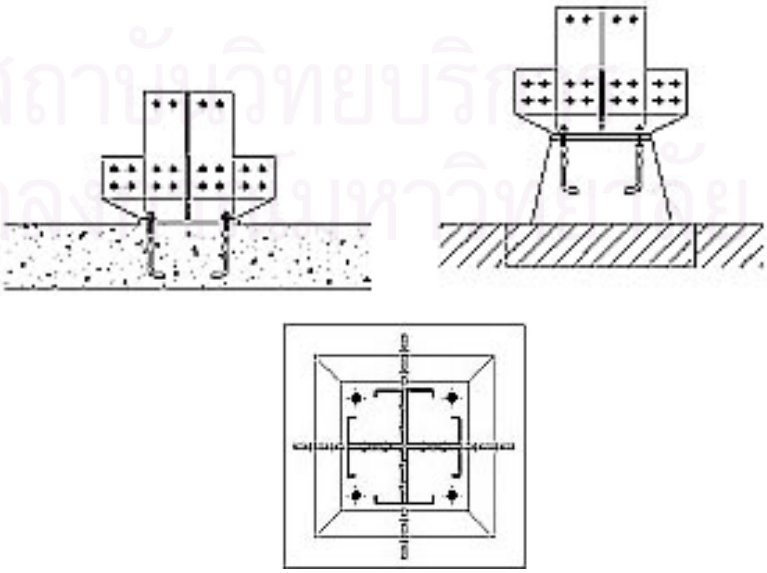
การถมทรายในที่ลุ่มระยะ 1.20-1.50 ม. ดินเดิมจะได้รับการพิจารณาให้ถ่ายเทน้ำหนักของอาคารตามที่ได้กล่าวไป แต่ถ้าพื้นที่ลุ่มที่มีความลึกมากกว่า 2.00 ม. ขึ้นไป เราจะพิจารณาในอีกประการ คือ เมื่อพิจารณาลักษณะของ Bulb Pressure ในตัวทรายถม ซึ่งเป็นปฏิกิริยาใต้ฐานราก เราอาจพิจารณาให้ทรายถมทำหน้าที่รับ น้ำหนักของอาคาร โดยไม่คิดว่าจะมีการถ่ายทอดน้ำหนักลงสู่พื้นดินเดิม เพราะน้ำหนักที่ถ่ายเทลงสู่พื้นดินเดิมจะน้อยลงเป็นปฏิภาคกลับกับ การเพิ่มความหนาของทรายถมตามความลึกของพื้นดินเดิมตามลำดับ จนกระทั่งเป็นศูนย์ในที่สุด



ภาพที่ 59 : ภาพแสดงการถ่ายเทน้ำหนักลงบนชั้นทรายถมที่มีระดับความลึกมากกว่า 2.00 เมตร

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกออกแบบฐานรากให้มีลักษณะผสมระหว่างฐานรากรูปลิ่ม และฐาน Slab เพื่อนำคุณสมบัติที่เป็นข้อดีของฐานรากแต่ละประเภทมาใช้ในการถ่ายเทน้ำหนักของอาคาร

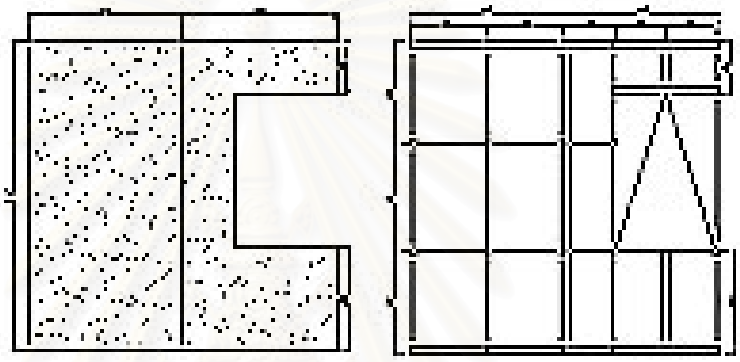
ในส่วนของตอม่อ หรือส่วนที่เชื่อมต่อกับชิ้นส่วนอาคารที่จะนำมาติดตั้งบนฐานราก ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบโดยคำนึงถึงแนวความคิดในการออกแบบที่ต้องการให้อาคารสามารถขยายพื้นที่ใช้สอยได้ โดยอาศัยการรวมอาคารเดี่ยวหลายๆ หลังเข้าด้วยกันเป็นอาคารใหญ่หลังเดียว ประกอบกับการพิจารณาตารางตามพิกัดที่ได้จากการรวมตารางย่อย (ภาพที่ 54) ทำให้สามารถออกแบบตอม่อของอาคารที่สามารถติดตั้งอาคารได้ 4 หลัง ร่วมกันภายในตอม่อ และฐานรากเพียงอันเดียว ในบริเวณที่เป็นมุมบรรจบกันของอาคาร เพื่อแก้ไขปัญหาการเบียดกันของฐานรากที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่มีการรวมกลุ่มอาคารเข้าด้วยกัน และยังออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งตอม่อจากการติดตั้งบนฐานราก เป็นการติดตั้งบนพื้นคอนกรีตได้ ถ้าสภาพของพื้นที่มีการดาดผิวด้วยคอนกรีตที่มีความหนาพอเพียงกับการรับน้ำหนักอยู่แล้ว



ภาพที่ 60 : ภาพแสดงแบบฐานราก และตอม่อของอาคารตัวอย่าง

5.2.6 การกำหนดขนาด และสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคาร

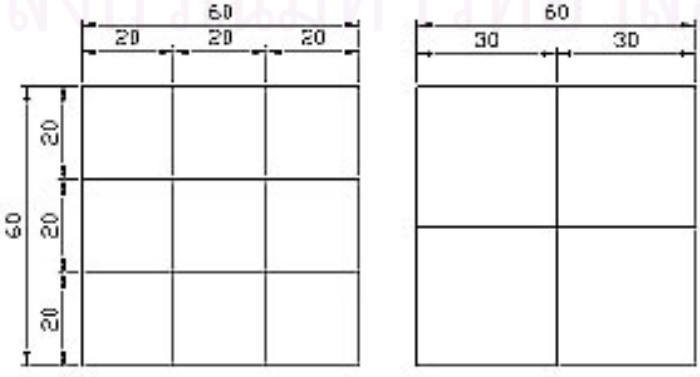
การกำหนดขนาด และสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคารจะขึ้นอยู่กับ ความจำเป็นของการใช้งาน และขนาดที่ถูกกำหนดโดยความสามารถของวัสดุ เมื่อผู้ออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนอาคารไว้เรียบร้อยในขั้นตอนการกำหนดขนาด สัดส่วน และพิกัดของอาคาร (หัวข้อที่ 5.2.2) และขั้นตอนการวางตำแหน่งผังพื้น และผนังอาคาร (หัวข้อที่ 5.2.3) แล้ว ผู้ออกแบบจะได้ขอบเขตจำกัดสำหรับการออกแบบชิ้นส่วนอาคาร และชิ้นส่วนประกอบอาคารที่จะใช้ในการก่อสร้างเป็นชิ้นส่วนอาคารในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตามคุณสมบัติ และหน้าที่ในการรับแรงกระทำของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากนั้นผู้ออกแบบจะต้องทำการแบ่งสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคาร เพื่อออกแบบชิ้นส่วน และเพื่อกำหนดขอบเขตสำหรับการออกแบบสัดส่วน และความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนประกอบอาคารแต่ละชิ้น ที่จะทำให้เกิดความแข็งแรงมากที่สุด โดยมีรูปแบบ และความแตกต่างของชิ้นส่วนประกอบอาคารที่น้อยที่สุด



ภาพที่ 61 : ภาพแสดงการแบ่งสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคาร เพื่อออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร

สัดส่วนที่ถูกกำหนดขึ้นในการแบ่งขอบเขตของชิ้นส่วนประกอบอาคารจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่การใช้งาน และขนาดสัดส่วนของพิกัดมูลฐาน โดยเฉพาะขนาดสัดส่วนภายในชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของอาคาร จะต้องได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความแข็งแรงของโครงสร้างเป็นหลัก โดยพยายามปรับปรุงสัดส่วนที่เกิดขึ้นให้เข้ากับระบบการออกแบบ และพิกัดมูลฐานของการออกแบบให้มากที่สุด เพื่อให้เกิดความลงตัวในรูปแบบ และความสะดวกรวดเร็วในการติดตั้งอาคาร

<u>ในอาคารตัวอย่าง</u> ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขนาดพิกัดมูลฐานที่เกิดจากการผสมผสานระหว่าง พิกัดที่เป็นเลขคู่ที่มีขนาดต่ำสุดที่ 0.20 ม. กับพิกัดที่เป็นเลขคี่ ซึ่งมีพิกัดมูลฐานที่นิยมใช้กันอยู่ที่ขนาด 0.30 ม. ทำให้สามารถแบ่งขนาดภายในชิ้นส่วนอาคารให้อยู่ในสัดส่วนที่มีความสัมพันธ์กับพิกัดทั้งสองระบบได้ โดยเฉพาะถ้าหากองค์ประกอบที่นำมาใช้มีขนาดพิกัด หรือสัดส่วนที่อยู่ในขนาดทวีคูณจากขนาด 0.60x0.60 ม. ซึ่งเป็นขนาดพิกัดที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันจากการหา ค.ร.น. ระหว่างพิกัดทั้ง 2 ระบบ จะสามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างชิ้นส่วนอาคารได้อย่างพอดี



ภาพที่ 62 : ภาพแสดงความสัมพันธ์ของพิกัด 0.20 ม.กับพิกัด 0.30 ม.บนพิกัดขนาด 0.60 ม.

การแบ่งสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบที่มีหน้าที่ใช้สอยและจะถูกติดตั้งบนชิ้นส่วนอาคารต่างๆ ไว้ก่อน โดยกำหนดสัดส่วน และขนาดของชิ้นส่วนเหล่านั้นตามพิกัดมูลฐานของการออกแบบ ผสมผสานกับมาตรฐานการผลิตชิ้นส่วนในระบบอุตสาหกรรมที่ใช้กันอยู่ในท้องตลาด โดยจัดสรรค์มิติระหว่างสัดส่วนให้มีความสัมพันธ์กับการใช้สอยวัสดุอย่างคุ้มค่ามากที่สุด คือให้มีการตัดทอนเศษวัสดุน้อยที่สุด

5.2.7 การออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร รอยต่อ และวิธีการติดตั้ง

ชิ้นส่วนอาคารคือ องค์ประกอบขนาดใหญ่ที่เมื่อนำมาประกอบรวมกันแล้วจะเกิดเป็นรูปร่างขององค์อาคารขึ้นเช่น ชิ้นส่วนผนัง ชิ้นส่วนพื้น ชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารเป็นต้น

ส่วนชิ้นส่วนประกอบอาคารก็คือ ส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบให้สามารถนำมาประกอบกันขึ้นเป็นชิ้นส่วนอาคารได้ โดยส่วนประกอบเหล่านั้นจะได้รับการผลิตอย่างสำเร็จรูปในโรงงานอุตสาหกรรม

ชิ้นส่วนประกอบอาคารจะเป็นองค์ประกอบที่อยู่ภายในชิ้นส่วน เปรียบเสมือนเป็นโครงสร้างของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาประกอบกันขึ้นเป็นตัวอาคาร ในระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ชิ้นส่วนประกอบก็คือ โครงเหล็กภายในแท่งคอนกรีต ที่เมื่อหล่อแบบคอนกรีตให้เป็นรูปร่างตามที่ต้องการแล้ว ชิ้นส่วนเหล่านั้นก็จะอยู่ภายในไม่สามารถมองเห็นได้ แต่ถ้าเป็นในระบบโครงสร้างแบบผนังเบา เราจะยังสามารถกำหนดตำแหน่งของชิ้นส่วนโครง Stud ไม้ หรือเหล็ก ที่ใช้เป็นโครงสร้างรับแผ่นผนังอยู่ภายในได้

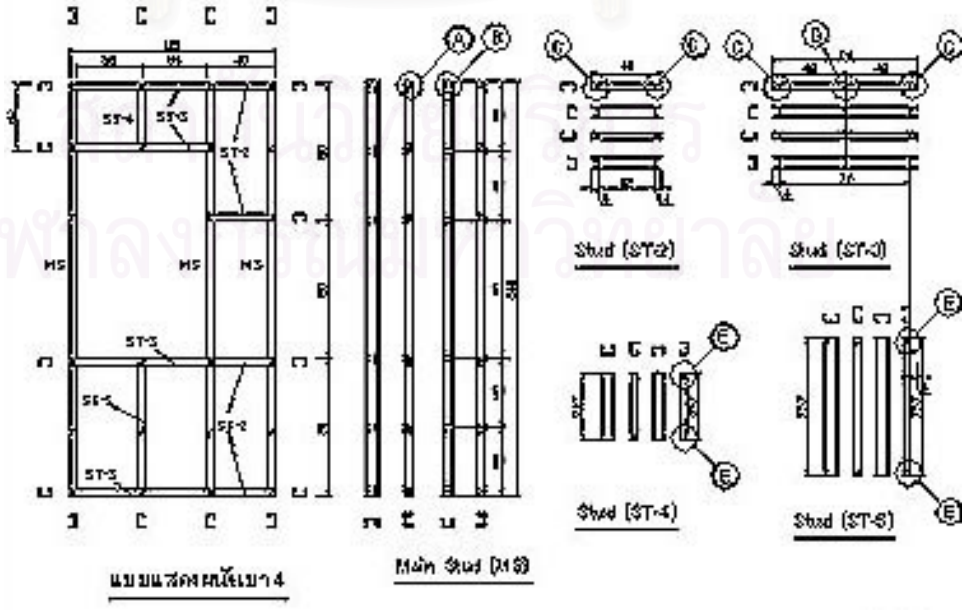
การก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป จะมีการใช้ชิ้นส่วนประกอบอาคารที่แตกต่างกันตามแต่วัสดุก่อสร้างที่เป็นวัสดุหลักในการผลิต ตัวอย่างเช่น ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำจากคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำจากพลาสติก ก็จะมีลักษณะของโครงสร้างที่จำเป็นแตกต่างกัน แต่ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนที่ทำด้วยวัสดุประเภทใด สิ่งสำคัญก็คือ การกำหนดขนาด และสัดส่วนของส่วนประกอบภายในชิ้นส่วนเหล่านั้น ซึ่งจะต้องมีขนาด และสัดส่วนที่แน่นอนและเป็นระบบ เพื่อให้สามารถผลิตได้ในระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรม นอกจากนี้แล้วผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบปลีกย่อยอื่นๆ ที่จะต้องนำมาประกอบติดตั้งในชิ้นส่วนอาคารเหล่านั้น ซึ่งจะส่งผลถึงรูปแบบ และหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนประกอบอาคารที่จะเกิดขึ้น เช่น การติดตั้งหน้าต่าง ประตู บนชิ้นส่วนอาคาร ซึ่งทำให้ต้องมีการติดตั้งชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับน้ำหนัก และถ่ายเทแรงบิดที่จะเกิดขึ้นในการใช้สอยอุปกรณ์เหล่านี้ลงสู่โครงสร้าง หรือชิ้นส่วนอื่นๆ ได้อย่างเหมาะสม

การติดตั้งชิ้นส่วนประกอบอาคารเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดเป็นส่วนประกอบของอาคารในแต่ละส่วน จำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบรอยต่อ และวิธีการต่อส่วนประกอบเหล่านั้นเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เนื่องจากความสับสนที่เกิดขึ้นในการติดตั้งชิ้นส่วนเข้าด้วยกันมักจะเกิดจากความไม่ลงตัวของการออกแบบรอยต่อระหว่างชิ้นส่วน และความหลากหลายของชิ้นส่วนประกอบอาคาร โดยเฉพาะเมื่ออาคารก่อสร้างขึ้นมาด้วยชิ้นส่วนจำนวนมาก ย่อมต้องเกิดความสับสนในตำแหน่ง และหน้าที่ของชิ้นส่วนต่างๆ อย่างแน่นอน การออกแบบชิ้นส่วนให้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างหลากหลาย ในรูปแบบที่ไม่ต่างกัน จึงเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม โดยเฉพาะการออกแบบจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วน ที่จะส่งผลถึงการติดตั้ง และการถ่ายเทแรงระหว่างชิ้นส่วน จะมีผลให้จำนวนชิ้นส่วนที่มีความแตกต่างกันมีมากขึ้น หรือน้อยลงก็ได้ นอกจากนี้แล้ว ผู้ออกแบบควรที่จะได้มีการกำหนดรหัส หรือตัวเลขในการเรียกชื่อชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เพื่อให้เกิดความสะดวกในการก่อสร้าง และทำความเข้าใจของช่างผู้ทำการก่อสร้างอาคาร

ในอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุประเภทเหล็กมาเป็นวัสดุหลักในการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร และโครงสร้างอาคารทั้งในส่วนที่เป็นโครงสร้างระบบเสา-คาน และในส่วนที่เป็นโครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก เนื่องจากความที่เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความสามารถในการรับแรงกระทำได้มาก มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยเฉพาะเมื่อมีการปรับปรุงคุณสมบัติโดยอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการรับแรงกระทำของวัสดุมากขึ้นโดยใช้ปริมาณของเนื้อวัสดุที่ลดลง

เมื่อได้กำหนดวัสดุพื้นฐานในการก่อสร้าง รวมทั้งขนาดสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคารแต่ละชิ้นแล้ว ก็ทำการออกแบบชิ้นส่วนอาคาร และส่วนประกอบอาคารตามหน้าที่ และความรับผิดชอบของชิ้นส่วนนั้นๆ เช่น ชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเสาอาคาร ผู้วิจัยก็ได้แบ่งสัดส่วนให้เข้ากับความเหมาะสมในการถ่ายเทน้ำหนัก และการรวมกลุ่มของอาคารที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการปรับปรุงรูปแบบการใช้สอย โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ที่จะเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนอาคารอื่นๆ ไว้ว่าจะเป็นชิ้นส่วนผนัง หรือคานที่จะต้องมายึดติดกับชิ้นส่วนโครงสร้างนี้ ซึ่งต่างก็มีมิติ หรือสัดส่วนที่มาจากขนาดพิกัดมูลฐานของการออกแบบ และขนาดมาตรฐานของการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของผู้ผลิต โดยเลือกใช้วัสดุที่มีขนาด(ความหนา)ที่เหมาะสมในการรับน้ำหนัก เพื่อใช้งานวัสดุให้เต็มความสามารถ

ในส่วนของผนัง และพื้นอาคาร ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคารที่สามารถนำมาประกอบกันขึ้นเป็นส่วนต่างๆ โดยคำนวณจากขนาดมิติที่กำหนดขึ้นภายในขอบเขตของขนาดชิ้นส่วนอาคารที่ต้องการ ชิ้นส่วนที่ออกแบบได้นั้นต้องมีการตรวจสอบขนาด สัดส่วน และจุดเชื่อมต่ออย่างละเอียดเพื่อให้เกิดรูปแบบของชิ้นส่วนที่มีความแตกต่างกันตามความจำเป็น โดยเฉพาะในส่วนที่ต้องการความแข็งแรงของโครงสร้างเป็นพิเศษต้องให้มีการตัดทอน หรือเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุให้น้อยที่สุด โดยตรวจสอบคุณสมบัติด้านสัดส่วน และรูปร่างของชิ้นส่วนที่เหมาะสมในการรับแรงกระทำจากข้อมูลการออกแบบของผู้ผลิต นอกจากนี้ควรที่จะกำหนดรูปแบบของรอยต่อให้มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันมาก โดยเฉพาะตำแหน่งของรูเจาะที่จะใช้ติดตั้งหมุดเกลียวเพื่อยึดติดชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน ต้องมีการคำนวณระยะการติดตั้ง และตำแหน่งของรูเจาะในชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้มีตำแหน่งที่ตรงกัน โดยเผื่อระยะความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ไว้สำหรับระบบการผลิต หรือการติดตั้งที่อาจเกิดการเบี่ยงเบนขึ้นได้ การกำหนดตำแหน่งของรูเจาะตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนนี้ จะทำให้สามารถเจาะรูไปพร้อมกับการผลิตชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรมได้ทันที ซึ่งจะทำให้โอกาสการผิดพลาดในการวางตำแหน่ง และกำหนดขนาดของรูเจาะลดลงได้



ภาพที่ 63 : ภาพแสดงความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนประกอบอาคารกับตำแหน่งติดตั้ง และขนาดของรูเจาะบนชิ้นส่วน

5.2.8 การออกแบบโครงสร้างหลังคา ระบบระบายน้ำ และระบบประกอบอาคาร

"หลังคา" นับว่าเป็นส่วนประกอบหนึ่งของอาคารที่ไม่สามารถออกแบบให้อยู่ในระบบประสานทางพิกัดได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากความแตกต่างกันของวัสดุที่มีอยู่อย่างหลากหลาย และต้องการรายละเอียดในการติดตั้งที่แตกต่างกัน เช่น รายละเอียดในด้านอุปกรณ์รองรับ หรือจับยึดวัสดุมุง รายละเอียดในด้านองศาการติดตั้งที่เหมาะสมกับวัสดุแต่ละชนิด หรือรายละเอียดในด้านขนาดวัสดุที่ไม่ลงตัวกับขนาดพิกัดมูลฐานของการออกแบบในส่วนอื่นๆ ของอาคาร

การออกแบบชิ้นส่วนหลังคาสำหรับใช้ในอาคารที่มีการก่อสร้างด้วยระบบประสานทางพิกัด จึงทำได้เพียงการแก้ไขปรับปรุงสัดส่วน หรือมิติที่จำเป็น ให้มีความใกล้เคียงกับสัดส่วนในพิกัดมูลฐานที่ใช้ในการออกแบบอาคารเท่านั้น โดยควรที่จะมีการกำหนดรหัส หรือตัวเลขของชิ้นส่วนให้มีความแตกต่างกันจากชิ้นส่วนประกอบอาคารอื่นๆ อย่างชัดเจน และมีการจัดทำแผนงาน หรือลำดับการติดตั้งอย่างละเอียด เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการก่อสร้าง

นอกจากอาคารจะประกอบไปด้วย ส่วนโครงสร้าง และวัสดุห่อหุ้มอาคารแล้ว ยังประกอบไปด้วยส่วนของงานระบบประกอบอาคารชนิดต่างๆ ที่สำคัญก็คือ งานระบบไฟฟ้า และงานระบบประปา ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องไปถึงรูปแบบการติดตั้งในส่วนประกอบอาคารชนิดอื่นๆ ผู้ออกแบบควรที่จะวางแผนการติดตั้งงานระบบที่เหมาะสมไว้ตั้งแต่ในการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร เพื่อให้สามารถทำการติดตั้ง หรือใช้สอยอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างสะดวก

หลักในการออกแบบการติดตั้งงานระบบอาคารประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ก็คือ

1. <u>การออกแบบส่วนติดตั้งงานระบบเข้าสู่อาคาร</u> คือ การออกแบบแนวทาง หรืออุปกรณ์ในการนำระบบสาธารณูปโภคจากหน่วยกลางเข้ามาเพื่อใช้สอยภายในอาคาร เช่น การติดตั้งแนวเดินท่อระบบประปา หรือแนวเดินสายไฟ จากแหล่งจ่ายกลางของชุมชน เป็นต้น
2. <u>การออกแบบส่วนนำงานระบบออกจากอาคาร</u> คือ การติดตั้งระบบนำของเสีย หรือสาธารณูปโภคที่ใช้งานแล้ว รวมไปถึงการระบายของเหลือจากธรรมชาติเช่น น้ำฝน ออกจากตัวอาคาร

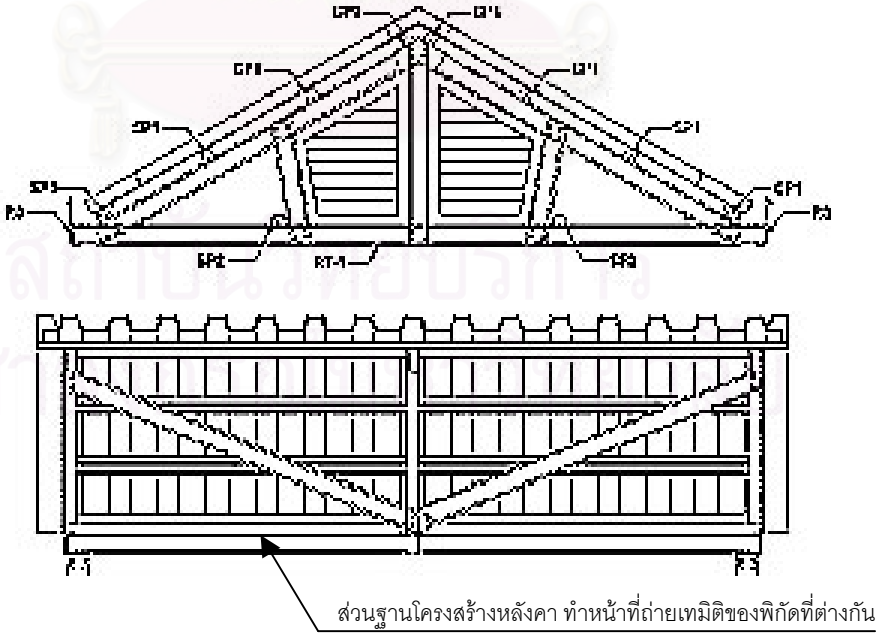
การออกแบบงานระบบใน 2 ส่วนนี้ ควรที่ผู้ออกแบบจะได้วางแนวทางในการเดินสาย หรือติดตั้งอุปกรณ์ของงานระบบ ให้เรียบร้อยในขั้นตอนการออกแบบ และการผลิตชิ้นส่วนวัสดุ โดยเฉพาะในวัสดุสำเร็จรูปที่ผลิตขึ้นจากวัสดุถาวร เช่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจะไม่สามารถแก้ไขแนวทางการเดินอุปกรณ์ได้เลยถ้าหากชิ้นส่วนวัดสุได้รับการผลิตอย่างเสร็จสมบูรณ์แล้ว ตรงกันข้ามกับชิ้นส่วนวัสดุที่มีการผลิตแบบถอดประกอบ(Knock down) ซึ่งสามารถติดตั้งแนวทางเดินระบบไปพร้อมกับการติดตั้งชิ้นส่วนประกอบอาคารต่างๆ ได้ รวมทั้งสามารถแก้ไขปรับปรุงแนวทางให้เป็นไปตามความต้องการที่อาจเปลี่ยนแปลงไปได้ตลอดเวลา เช่น การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็ก ซึ่งสามารถปรับแนวทางเดินสาย หรือท่อของงานระบบได้ตามแต่ทิศทางที่อุปกรณ์จะต้องการติดตั้ง โดยยึดไปตามแนวช่องว่างของวัสดุที่มีอยู่จากการผลิต

<u>ในอาคารตัวอย่าง</u> เนื่องจากผู้วิจัยเลือกใช้ระบบโครงสร้างเหล็กเป็นระบบโครงสร้างหลักในการก่อสร้างอาคาร ทำให้สามารถวางแนวการเดินท่อ หรืออุปกรณ์ของงานระบบได้หลากหลายวิธีตามแนวช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนประกอบอาคาร หรือภายในช่องว่างของตัวชิ้นส่วนที่มีหน้าตัดเป็นรูปตัว C ตามคุณสมบัติในการผลิตของผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง ทำให้ลดข้อจำกัดในการเดินแนวติดตั้งอุปกรณ์ของงานระบบลงไปได้ ตรงกันข้าม กลับเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่เป็นเศษเหลือของวัสดุให้เกิดประโยชน์ได้มากที่สุด โดยไม่ทำให้เกิดความสูญเสียต่อรูปลักษณ์ภายนอกของอาคารโดยรวม จากแนวท่อ หรือแนวเดินสายไฟที่ระเกะระกะ

จากระบบโครงสร้าง และเทคนิคการก่อสร้างที่เลือกใช้ในการวิจัย ทำให้ชิ้นส่วนของโครงสร้างหลังคา หรือจะเรียกว่าชิ้นส่วนหลังคาทั้งหมดของอาคารตัวอย่าง ถูกแบ่งแยกเป็นอีกส่วนจากการออกแบบองค์อาคารรวมที่เหลือ โดยมีตัวประสานความสัมพันธ์ก็คือ พิกัดในผังพื้นของอาคารด้านล่างที่ถ่ายทอดขึ้นไปสู่ฐานของระบบโครงสร้างหลังคาด้านบน ทำให้ข้อจำกัดที่ระบบโครงสร้างหลังคาไม่อาจออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัดอย่างสมบูรณ์ส่งผลกระทบต่อการออกแบบอาคารโดยรวมไม่มาก ผู้วิจัยเลือกใช้พื้นที่ในส่วนของฐานโครงหลังคา ซึ่งประกอบไปด้วยคานและอะเส รัดรอบที่อยู่เหนือแนวผนังเป็นตัวปรับระบบประสานทางพิกัดของตัวอาคารด้านล่าง ให้เข้ากับชุดของระบบโครงสร้างหลังคาด้านบนซึ่งพยายามปรับปรุงสัดส่วน และมิติต่างๆ ให้มีความสัมพันธ์กับพิกัดของการออกแบบโดยรวมของอาคาร

ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้หลังคาที่มีมุมขนาด 30 องศา ในการก่อสร้าง เนื่องจากเป็นมุมลงตัวมาตรฐานที่สามารถใช้ในวัสดุมุงหลังคาได้เกือบทุกประเภท โดยแบ่งสัดส่วนของวัสดุมุงหลังคาด้วยพิกัดพื้นฐานจากวัสดุที่มีความยาวมากที่สุดที่ 1.20ม. คือกระเบื้องซีเมนต์ลอนต่างๆ และวัสดุที่มีความยาวน้อยที่ประมาณ 0.40-0.45ม. คือกระเบื้องคอนกรีต ทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งของแปเหล็ก และระยะการวางแผ่นทางด้านยาวจากยอดหลังคาลงสู่รางน้ำได้ ในส่วนความยาวของหลังคาตามความกว้างของวัดสุ ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวเลขลงตัวจากการคำนวณระยะซ้อนทับที่เป็นไปได้ในวัสดุแต่ละชนิด โดยเผื่อระยะความคลาดเคลื่อนให้อยู่ในบริเวณชายคาที่จะปิดทับด้วยชิ้นส่วนเหล็กปิดชายคา ทำให้สามารถที่จะใช้วัสดุมุงหลังคาที่หลากหลากในการติดตั้ง โดยยังคงรูปแบบของอาคารอยู่ได้

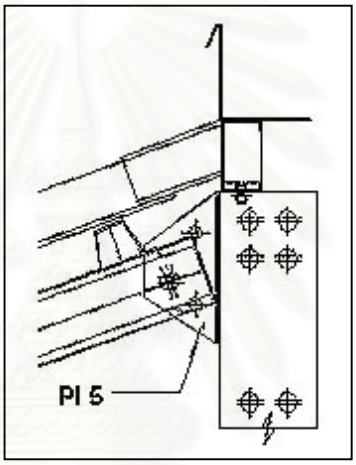
ส่วนการระบายน้ำ เนื่องจากความต้องการให้อาคารสามารถติดตั้งรวมกันได้ ทำให้รูปแบบของรางระบายน้ำอยู่ในลักษณะที่วางเข้ามาภายในเนื้อที่ของผังอาคาร จึงกลับกลายเป็นชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ประสานความแตกต่างของมิติทางพิกัดในผังพื้น และโครงสร้างหลังคาให้มองไม่เห็นอย่างเด่นชัด และยังเป็นการใช้พื้นที่ของช่องว่างระหว่างโครงสร้างให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น โดยการเดินแนวท่อระบายน้ำผ่านไปตามช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนโครงสร้างเสา กับผนังอาคาร ทำให้สามารถต่อสาย หรืออุปกรณ์ เพื่อเก็บกักน้ำฝนมาใช้ประโยชน์ได้อีกต่อหนึ่ง



ภาพที่ 64 : ภาพแสดงส่วนหลังคาอาคาร และการถ่ายเทพิกัดผ่านฐานโครงสร้างหลังคา

5.2.9 การตรวจสอบคุณสมบัติพิเศษ และเทคนิคการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอาคาร

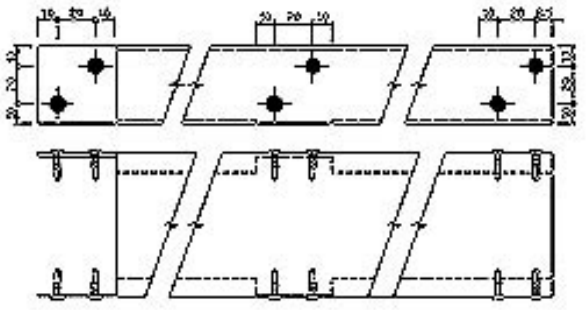
การออกแบบอาคารให้มีคุณลักษณะพิเศษ จำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องใส่ใจในรายละเอียดเล็กๆ น้อยๆ ของชิ้นส่วนประกอบอาคาร โดยเฉพาะรายละเอียดในด้านรอยต่อ หรืออุปกรณ์ยึดต่อรูปแบบพิเศษที่ต้องติดตั้งเพื่อให้เกิดคุณลักษณะต่างๆ เฉพาะตามที่ต้องการ การตรวจสอบรายละเอียดของชิ้นส่วน หรือรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนเหล่านั้นจะต้องตรวจสอบให้ชัดเจนถึงในระดับมิลลิเมตร โดยเฉพาะรายละเอียดในการติดตั้ง ซึ่งจะมีผลต่อรูปแบบอาคารและกระบวนการในการก่อสร้างอาคารว่าจะสามารถทำได้ หรือไม่อย่างไร โดยการทดสอบอาจทำโดยการก่อสร้างอาคารจำลองขนาดเล็ก ซึ่งจะได้รายละเอียดในด้านการติดตั้งว่ามีผลกระทบ หรือได้รับการกีดขวางจากองค์ประกอบในส่วนใด แต่จะไม่ได้รายละเอียดในเรื่องของ ความถูกต้องของขนาดมิติบนรอยต่อ และรูเจาะบนชิ้นส่วนของอาคาร เนื่องจากความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างแบบจำลอง ควรที่จะทำการตรวจสอบด้วยแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะได้รับความถูกต้องแม่นยำ และความสะดวก รวดเร็วมากกว่ามาก



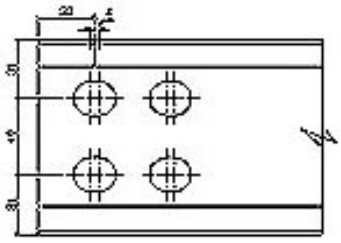
ภาพที่ 65 : ภาพแสดงการตรวจสอบรายละเอียดรอยต่อ และการติดตั้งด้วยคอมพิวเตอร์

การออกแบบชิ้นส่วนของอาคารเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานได้ จำเป็นที่ชิ้นส่วนจะต้องมีลักษณะพิเศษที่สามารถประกอบ หรือใช้งานในรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากในการออกแบบเป็นอย่างมาก แนวทางในการแก้ไขก็คือ การออกแบบชิ้นส่วนพิเศษที่จะทำหน้าที่ในการปรับปรุง หรือเชื่อมประสานชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้งานแทน ซึ่งเป็นเรื่องที่ง่าย และสะดวกรวดเร็วมากกว่า แต่ก็มีข้อเสียคือ จำนวนชิ้นส่วนที่จะเพิ่มขึ้นซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนในกระบวนการก่อสร้างอาคารได้ ผู้ออกแบบจึงควรใช้การออกแบบด้วยวิธีนี้ให้น้อยที่สุด

ในอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคารให้สามารถใช้สอย หรือปรับปรุงรูปแบบการใช้งานให้ได้มากที่สุด โดยทำการออกแบบวิธีการเชื่อมต่อ และรอยต่อของชิ้นส่วนที่ต้องนำมาประกอบติดตั้งกันด้วยรูปแบบ และลักษณะเดียวกันเกือบทั้งหมด โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่อยู่ในระบบโครงสร้างเดียวกันจะมีลักษณะ และรูปแบบเฉพาะของแต่ละโครงสร้าง เพื่อให้เกิดความแตกแยกกันอย่างเด็ดขาด เช่นลักษณะรอยต่อของชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คาน จะแตกต่างจากชิ้นส่วนโครงสร้างผนังรับน้ำหนักอย่างชัดเจน จะมีเฉพาะชิ้นส่วนลักษณะพิเศษที่ทำหน้าที่เฉพาะ เช่น อุปกรณ์ยึดต่อที่ใช้ในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง หรือทำหน้าที่เฉพาะอย่างของแต่ละชิ้นส่วน จะมีการออกแบบให้ประสานความสัมพันธ์ระหว่างมิติของรอยต่อในทุกชิ้นส่วน เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในทุกระบบของโครงสร้างอาคาร

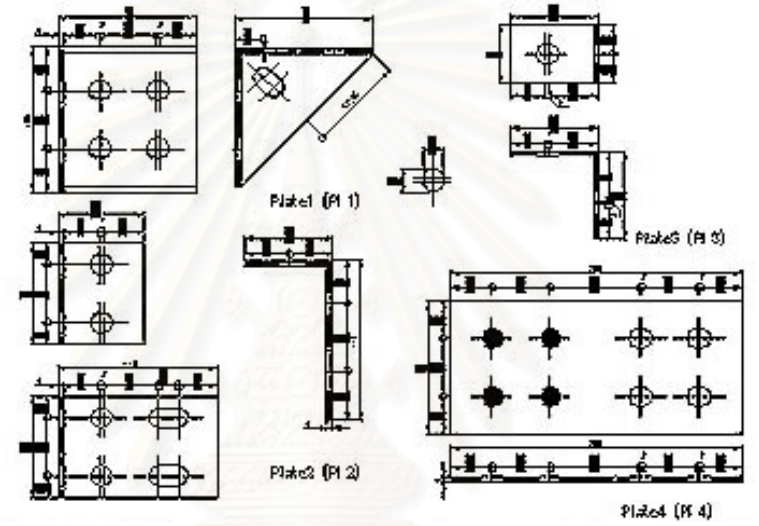


รอยต่อในระบบโครงสร้างผนังเบา



รอยต่อในระบบโครงสร้างเสา-คาน

ภาพที่ 66 : ภาพแสดงความแตกต่างของรอยต่อในแต่ละระบบโครงสร้าง



ภาพที่ 67 : ภาพแสดงชิ้นส่วนพิเศษที่ใช้เชื่อมต่อจุดประสานระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ

ส่วนชิ้นส่วนที่สามารถออกแบบให้มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงการใช้งานได้ในตัวเอง ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้ชิ้นส่วนเหล่านั้นมีรูปแบบที่กลมกลืน กับการใช้สอยในส่วนต่างๆ ที่ชิ้นส่วนเหล่านั้นจะต้องถูกนำไปติดตั้งให้มากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การเขียนแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบ

เมื่อผู้ออกแบบได้กำหนดแนวทาง หรือรายละเอียดในการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยสำเร็จรูปไว้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การเขียนแบบก่อสร้าง และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างที่เขียนขึ้น โดยในระหว่างขั้นตอนการเขียนแบบ ผู้ออกแบบต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของมิติความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของแบบ โดยเฉพาะมิติที่เกิดขึ้นในตำแหน่งของรอยต่อ และรูเจาะสำหรับการติดตั้งหมุดเกลียว ซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์กันในแต่ละชิ้นส่วนของวัสดุที่จะนำมาติดตั้งเข้าด้วยกัน

ในขั้นตอนการเขียนแบบก่อสร้างอาคาร ผู้ออกแบบจะต้องทำการตรวจสอบรายละเอียดความถูกต้องของแบบก่อสร้างใน 3 ส่วนสำคัญ คือ

1. การตรวจสอบขนาด สัดส่วน และความสามารถในการรับแรงของวัสดุ
2. การตรวจสอบความสามารถในการติดตั้ง รอยต่อ และอุปกรณ์เชื่อมต่อ
3. การตรวจสอบกระบวนการผลิต และการป้องกันสนิมของวัสดุ

5.3.1 การตรวจสอบขนาด สัดส่วน และความสามารถในการรับแรงของวัสดุ

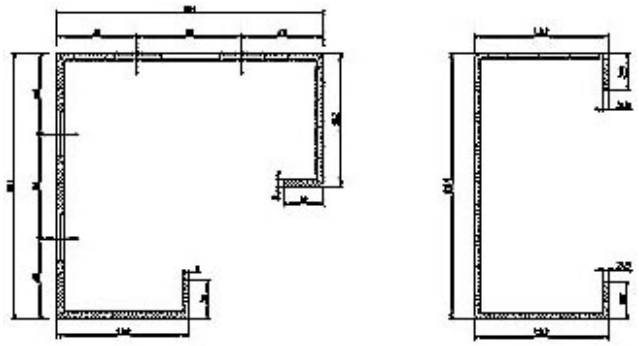
ชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างที่มีการผลิต และวางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดจะมีความแตกต่างกันในรูปแบบของขนาดสัดส่วนตามมาตรฐานการผลิต และความสามารถในการผลิตของแต่ละโรงงาน แต่ละผู้ผลิต ความแตกต่างกันของวัสดุก่อสร้างนี้มีผลกระทบต่อการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน ซึ่งในขั้นตอนการเขียนแบบก่อสร้างผู้ออกแบบควรที่จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของขนาด สัดส่วน ความหนา และความสามารถในการรับแรงของวัสดุ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นที่จะต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยสามารถที่จะตรวจสอบรายละเอียดเหล่านี้ได้จากข้อมูลการทดสอบชิ้นส่วน หรือการปรึกษาวิศวกรโครงสร้าง เพื่อที่จะเลือกใช้ขนาดของวัสดุให้เหมาะสมกับส่วนต่างๆ ของอาคาร นอกจากนี้จุดสำคัญในการก่อสร้างอาคารแบบสำเร็จรูปยังอยู่ที่ ผู้ออกแบบควรที่จะเลือกใช้ขนาดของวัสดุที่สามารถใช้งานได้ตลอดในทุกส่วนของระบบโครงสร้าง เพื่อให้เกิดมิติความสัมพันธ์ในส่วนความหนาของวัสดุที่มีขนาดเท่ากันอย่างสม่ำเสมอ

วิธีการพิจารณาความสามารถในการรับแรงกระทำของวัสดุแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามแต่ รูปแบบ และชนิดของวัสดุ ในวัสดุประเภทโครงสร้างเหล็ก ความสามารถในการรับแรงจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของหน้าตัด และขนาดความหนาของวัสดุที่เลือกใช้

<u>ในอาคารตัวอย่าง</u> ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุที่มีขนาดความหนาที่แตกต่างกัน โดยแบ่งตามหน้าที่การใช้งานในระบบโครงสร้างได้ 4 ระดับ คือ

1. <u>ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดความหนา 1.9 มม.</u> ใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คาน ซึ่งต้องทำหน้าที่รับแรงกระทำส่วนใหญ่ที่จะเกิดขึ้นในอาคาร รวมทั้งต้องรับน้ำหนักบรรทุกที่จะเกิดขึ้นจากการปรับปรุงรูปแบบของการใช้สอยอาคารให้เป็นอาคาร 2 ชั้น โดยผู้วิจัยต้องคำนึงถึงตำแหน่ง และวิธีติดตั้งอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะนำมายึดติดกับชิ้นส่วนโครงสร้างหลักเหล่านี้ ซึ่งจะส่งผลต่อขนาด ตำแหน่ง และรูปแบบของรูเจาะที่จะต้องมีการผลิตในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนไปพร้อมกัน

   (หมายเหตุ : การออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างในอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบของหน้าตัดวัสดุที่มีการผลิตในโรงงานตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เพื่อควบคุมขนาด สัดส่วน และมาตรฐานของชิ้นส่วนให้อยู่ในระบบเดียวกัน และเพื่อป้องกันความสับสนที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการวิจัยหากเลือกใช้วัสดุที่มีการผลิตจากหลากหลายผู้ผลิต)



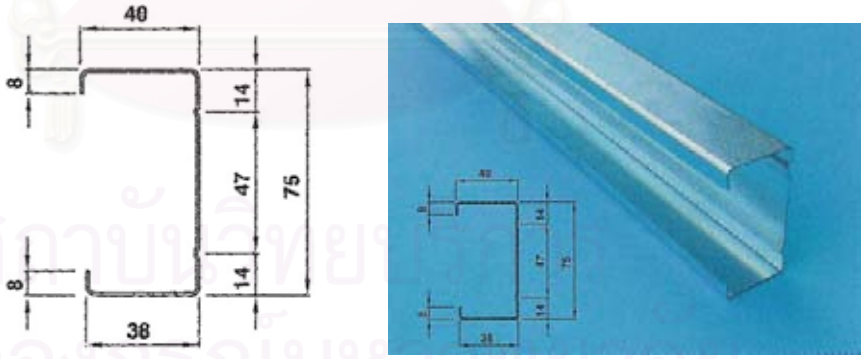
ภาพที่ 68 : ภาพแสดงขนาดหน้าตัดชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คาน ที่ใช้ในอาคารตัวอย่าง

Thickness (mm)	Area (mm^2)	Mass per unit length (kg/m)	Ix ($10^6 mm^4$)	Iy ($10^6 mm^4$)	Shear centre (mm)	Torsion constant (mm^2)
1.9	409	3.25	0.673	0.142	40.4	492

ตารางที่ 6 : ตารางแสดงคุณสมบัติของโครงเหล็กความหนา 1.9 มม.ในชิ้นส่วนโครงสร้างคาน

(หมายเหตุ : รายละเอียดด้านผลการคำนวณความสามารถในการรับแรง และคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุในอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยอ้างอิงมาจากเอกสารนำเสนอรายละเอียดสินค้าของบริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ พร้อมทั้งการปรึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างจากวิศวกรของบริษัท[20])

2. <u>ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดความหนา 0.75 มม.</u> เป็นชิ้นส่วนเหล็กกล้ากำลังสูง (Fy 5500 ksc) ใช้ในส่วนโครงสร้างผนังรับน้ำหนักที่ทำหน้าที่รับแรงกระทำด้านข้าง และส่วนโครงสร้างหลังคาที่ถ่ายเทน้ำหนักของวัสดุมุง และแรงกระทำต่างๆ ลงสู่ระบบโครงสร้างแบบเสา-คาน โดยในการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างด้วยวัสดุนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณสมบัติของขนาดหน้าตัดวัสดุ และรายละเอียดต่างๆ จากข้อมูลการผลิต และการติดตั้งของผู้ผลิตประกอบการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุแล้ว



ภาพที่ 69 : ภาพแสดงชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง และหลังคา ที่ใช้ในอาคารตัวอย่าง

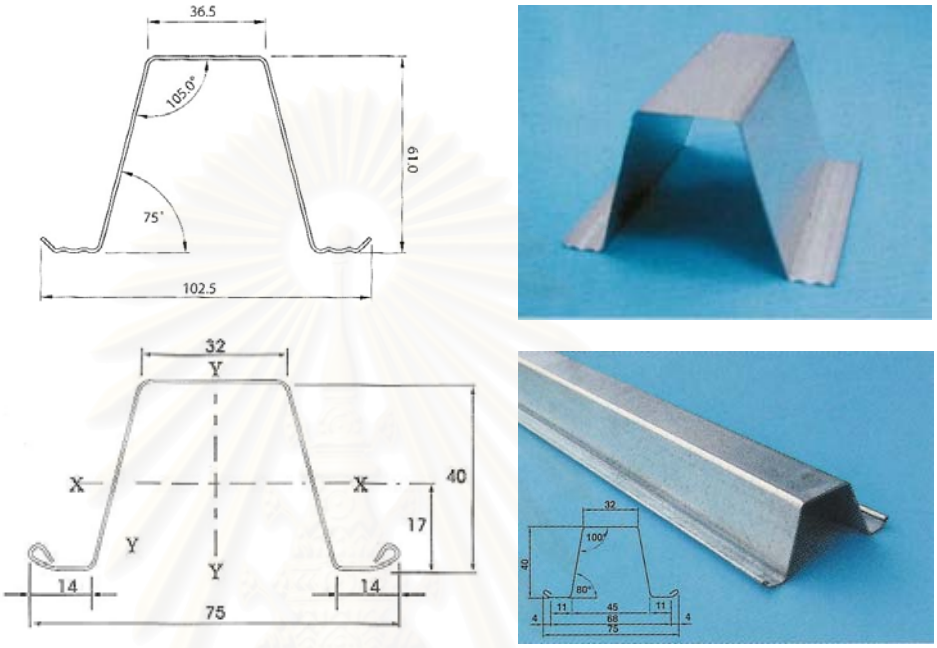
Thickness (mm)	Area (mm^2)	Mass per unit length (kg/m)	Ix ($10^4 mm^4$)	Ly ($10^4 mm^4$)	Radius of Gyration (mm)		Torsion constant (mm^4)
0.75	122	1.003	11.6	2.28	X=30.8	Y=13.6	22.9

ตารางที่ 7 : ตารางแสดงคุณสมบัติของโครงเหล็กความหนา 0.75 มม.ในส่วนผนัง และหลังคา

[20] สัมภาษณ์ ทวีศักดิ์ มโนบูรชัยเลิศ, วิศวกร บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด, 27 กรกฎาคม 2547.

3. <u>ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดความหนา 0.48 หรือ 0.75 มม.</u> ใช้เป็นชิ้นส่วน Top span ยึดฐานโครงสร้าง Truss หลังคา และเป็นแปรองรับวัสดุมุงหลังคา ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงชนิดไปได้อย่างหลากหลาย รวมถึงต้องสามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์เสริมอื่นๆ เช่น ฉนวนป้องกันความร้อน หรือโครงสร้างของงานระบบฝ้าเพดาน ที่อาจจะมีการก่อสร้างเพิ่มเติมขึ้นในอนาคตก็ได้

(หมายเหตุ : การที่ขนาดชิ้นส่วนที่ผู้วิจัยกำหนดมี 2 ขนาด เนื่องจากชิ้นส่วนวัสดุของผู้ผลิตที่สามารถใช้งานในอาคารตัวอย่างได้มีอยู่ 2 รูปแบบ ขึ้นอยู่ว่าผู้ออกแบบจะสะดวกที่จะใช้งานชิ้นส่วนรูปแบบใดในการก่อสร้างอาคาร)



ภาพที่ 70 : ภาพแสดงชิ้นส่วนความหนา 0.48 หรือ 0.75 มม. ที่ใช้ในอาคารตัวอย่างได้

Capacity & Load Table

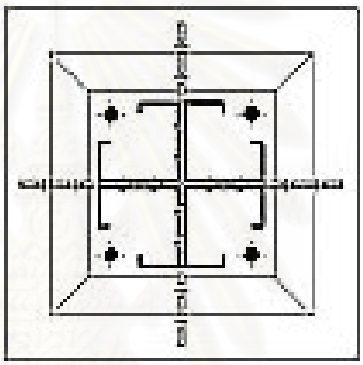
TS 6175 - 0.75 mm BMT - Safe loads in kilonewtons per metre of span (kN/m)

Span	Simple Span						Double Span						Lapped Double Span					
	Inward			Outward			Inward			Outward			Inward			Outward		
(L)	Safe	Deflection		Safe	Deflection		Safe	Deflection		Safe	Deflection		Safe	Deflection		Safe	Deflection	
	Load	L/150	L/90	Load	L/150	L/90	Load	L/150	L/90	Load	L/150	L/90	Load	L/150	L/90	Load	L/150	L/90
1000	8.18	8.96	-	5.60	7.12	-	4.02	-	-	5.32 (5.04)	-	-	5.75	-	-	6.07 (4.96)	-	-
1200	5.68	5.19	-	4.67	5.17	-	3.35	-	-	4.85 (4.20)	-	-	4.79	-	-	5.06 (4.14)	-	-
1400	4.17	3.72	5.01	4.00	3.20	4.98	2.87	5.97	-	4.00 (3.06)	5.28	-	4.11	-	-	4.39 (3.54)	-	-
1600	3.20	2.19	3.36	3.08	2.14	3.34	2.51	4.02	6.72	3.06	3.53	5.51	3.59	4.57	-	3.57 (3.10)	3.85	-
1800	2.52	1.54	2.36	2.43	1.50	2.34	2.23	2.82	4.72	2.42	2.48	3.86	2.62	3.21	5.35	2.82 (2.75)	2.70	4.21
2000	2.05	1.12	1.72	1.97	1.10	1.72	1.98	2.06	3.44	1.96	1.82	2.84	2.12	2.34	3.90	2.29	1.98	3.10
2200	1.69	0.84	1.29	1.63	0.82	1.28	1.64	1.55	2.59	1.63	1.35	2.11	1.75	1.75	2.93	1.89	1.48	2.30
2400	**1.42**	**0.65**	**1.00**	**1.37**	**0.63**	**0.98**	**1.38**	**1.19**	**1.99**	**1.37**	**1.04**	**1.62**	**1.47**	**1.35**	**2.26**	**1.59**	**1.13**	**1.76**
2600	1.21	0.51	0.78	1.16	0.47	0.73	1.17	0.94	1.57	1.16	0.78	1.20	1.25	1.07	1.78	1.35	0.86	1.31
2800	1.04	0.41	0.63	1.01	0.35	0.55	1.01	0.75	1.25	1.03	0.58	0.91	1.03	0.85	1.42	1.17	0.63	0.99
3000	0.91	-	0.51	0.85	-	0.47	0.88	-	1.02	0.88	-	0.78	0.94	-	1.16	1.02	-	0.85
3200	0.80	-	0.42	0.71	-	0.35	0.77	-	0.84	0.73	-	0.58	0.83	-	0.95	0.89	-	0.63
3400	0.70	-	-	0.60	-	-	0.69	-	-	0.63	-	-	0.73	-	-	0.75	-	-
3600	0.63	-	-	0.49	-	-	0.61	-	-	0.52	-	-	0.65	-	-	0.69	-	-
3800	0.57	-	-	0.40	-	-	0.55	-	-	0.42	-	-	0.59	-	-	0.60	-	-
4000	0.51	-	-	0.33	-	-	0.50	-	-	0.35	-	-	0.53	-	-	0.49	-	-

ภาพที่ 71 : ภาพแสดงตารางคำนวณคุณสมบัติในการรับแรงของชิ้นส่วนโครงสร้าง Top span

4. <u>ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดความหนา 4 และ 8 มม.</u> ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนที่ต้องมีการรับแรงกระทำในปริมาณที่มากกว่าปกติ คือ ชิ้นส่วนข้อต่อ (Joints) หรืออุปกรณ์เชื่อมต่อ (Plate) ที่ใช้ในการยึดติดชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยจะใช้เหล็กขนาดความหนา 4 มม. ในการผลิตเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อของอาคาร เพื่อให้สามารถกำหนดขนาดความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ของรูเจาะบนข้อต่อได้มากขึ้นทดแทนกับการกำหนดขนาดความคลาดเคลื่อนบนชิ้นส่วน ที่ถ้ากำหนดมากไปอาจมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของชิ้นส่วนได้ ทำให้สามารถใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อในพิกัดบนจุดต่างๆ ของโครงสร้างได้ จึงต้องใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ

ส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดความหนา 8 มม. ใช้ในการผลิตเป็นชิ้นส่วนตอม่อของอาคาร ซึ่งต้องรับ และถ่ายเทแรงกระทำทั้งหมดของอาคารลงสู่ตัวฐานราก โดยเฉพาะเมื่อมีการรวมกลุ่มอาคารเข้าด้วยกัน ชิ้นส่วนตอม่อจะต้องสามารถรับแรงกระทำของอาคารตัวอย่างจำนวนมากที่สุดถึง 8 หลัง ซึ่งเกิดจากการนำอาคารมาต่อกันเป็นอาคาร 2 ชั้นจำนวน 4 หลังวางรวมกันบนตอม่อจำนวน 9 อัน



ภาพที่ 72 : ภาพแสดงการติดตั้งเสาอาคาร 4 หลัง รวมกลุ่มบนตอม่อ และฐานรากอาคาร 1 อัน

แต่เนื่องจากชิ้นส่วนประเภทจุดเชื่อมต่อนี้ เป็นชิ้นส่วนที่ต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ ผู้ออกแบบจึงต้องมีการปรึกษาวิศวกรทางโครงสร้าง ก่อนที่จะทำการผลิตเพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางด้านวิศวกรรม และความสามารถในการรับแรงกระทำของชิ้นส่วนนั้นๆ เช่น ในอาคารตัวอย่างผู้วิจัยได้ทำการปรึกษาถึงรูปแบบของชิ้นส่วน ความสามารถในการรับแรง และความสามารถในการติดตั้งใช้สอยตามแบบก่อสร้างอาคาร จากวิศวกรของบริษัทที่ปรึกษา ซึ่งเป็นโรงงานตัวอย่างในการวิจัย ที่มีความชำนาญในการผลิต และก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป

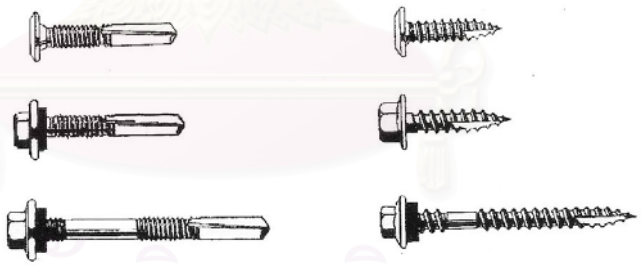
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 การตรวจสอบความสามารถในการติดตั้ง รอยต่อ และอุปกรณ์เชื่อมต่อ

รายละเอียดของรอยต่อ วิธีการเชื่อมต่อ หรือการติดตั้งวัสดุก่อสร้างที่ผู้ออกแบบเลือกใช้ในการก่อสร้างอาคาร โดยทั่วไปจะมีการกำหนดมาตรฐานในการติดตั้งไว้ในรายละเอียดคุณสมบัติการออกแบบของผู้ผลิตอยู่แล้ว เมื่อผู้ออกแบบพิจารณาความสามารถในการรับแรงในกระบวนการเลือกสรรวัสดุที่เหมาะสม ก็ควรที่จะทำการตรวจสอบว่า กระบวนการ หรือวิธีการในการติดตั้งชิ้นส่วนวัสดุรูปแบบนั้น มีความเหมาะสมกับระบบการก่อสร้างที่ผู้ออกแบบต้องการมากน้อยเพียงใด มีส่วนใดที่จะทำให้เกิดความกีดขวางในกระบวนการก่อสร้างได้บ้าง เพื่อที่จะทำการออกแบบการแก้ปัญหา และลำดับในกระบวนการติดตั้งไว้ตั้งแต่ต้น

ในส่วนของชิ้นส่วนที่มีการออกแบบให้มีรูปแบบ หรือลักษณะพิเศษที่สามารถใช้งานได้ในหลายพื้นที่ หลายตำแหน่ง ผู้ออกแบบจะต้องทำการตรวจสอบมิติ และความสัมพันธ์ของสัดส่วนต่างๆ ว่าชิ้นส่วนเหล่านั้นจะมีความสามารถในการประกอบติดตั้งในพื้นที่ต่างๆ ได้จริงตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจต้องอาศัยความสามารถของเทคโนโลยีคอมพิเตอร์ในการตรวจสอบ ซึ่งจะได้ผลการตรวจสอบที่ละเอียด รวดเร็ว และมีความชัดเจนมากกว่าการตรวจสอบโดยการคำนวณด้วยมือคน แล้วจึงนำผลที่คำนวณได้ไปประกอบกับผลจากการสร้างแบบจำลองอาคาร ซึ่งมักจะไม่มีปัญหาเกิดขึ้นถ้าได้มีการตรวจสอบ และคำนวณการติดตั้งอย่างละเอียดในขั้นตอนการตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์แล้ว

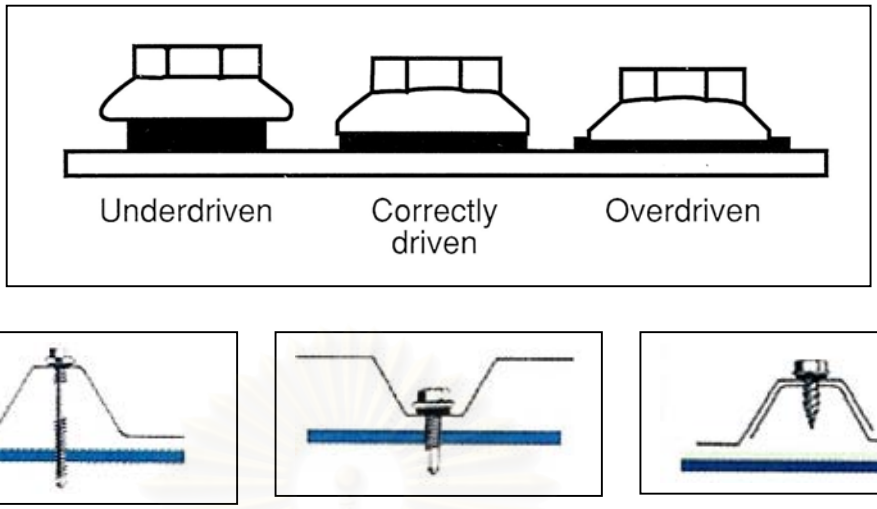
<u>ในอาคารตัวอย่าง</u> ผู้วิจัยเลือกใช้การก่อสร้างอาคารด้วยระบบ Knock down ซึ่งเป็นระบบที่ทำให้สามารถติดตั้งอาคารได้ง่ายด้วยการยึดติดชิ้นส่วนต่างๆ ด้วย น็อต (Screw) ในส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดความหนา 0.48 และ 0.75 มม. หรือ หมุดโลหะ (Bolt) ในส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดความหนา 1.9, 4 และ 8 มม. ให้เกิดความแข็งแรงและคงรูปร่างของอาคารได้ นอกจากนั้นยังสามารถที่คลายอุปกรณ์ยึดต่อเพื่อที่จะถอดชิ้นส่วนต่างๆ ออกจากกันเมื่อไม่มีความต้องการใช้งาน ทำให้สะดวกในการเก็บรักษา และขนส่งไปก่อสร้างในพื้นที่ต่างๆ ได้



สกรูสำหรับงานยึดเหล็กขนาดความหนาถึง 12.5 มม. สกรูสำหรับงานยึดแผ่นเหล็กบนโครงไม้

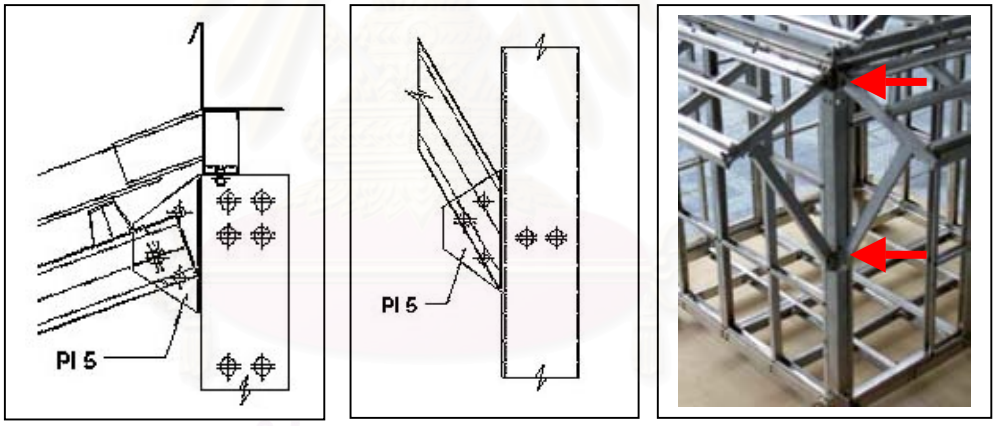
ภาพที่ 73 : ภาพแสดง Screw โลหะสำหรับใช้ติดตั้งโครงสร้างเหล็กกับวัสดุต่างๆ

การเลือกใช้อุปกรณ์ยึดติด และชิ้นส่วนติดตั้งอื่นๆ ที่เหมาะสมผู้วิจัยได้ตรวจสอบรายละเอียดจากมาตรฐานการผลิต และการติดตั้งวัสดุของผู้ผลิต ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องมีการกำหนดลักษณะ คุณสมบัติ และวิธีการเชื่อมต่อที่เหมาะสมกับวัสดุที่เลือกใช้ไว้ในรายละเอียดข้อมูลการออกแบบวัสดุก่อสร้างอยู่แล้ว ผู้ออกแบบเพียงแต่ทำการตรวจสอบ และเลือกใช้ประเภทของอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับความต้องการเท่านั้น โดยจะต้องทำความเข้าใจในรายละเอียดของวิธีการติดตั้งตามคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ด้วย เช่นวิธีการติดตั้งสกรูโลหะที่เหมาะสมในอาคารตัวอย่างจะต้องมีการไขสกรูที่ไม่แน่น หรือไม่หลวมเกินไป เพื่อให้แผ่นยางรองหัวสกรูสามารถทำหน้าที่ในการป้องกันน้ำได้อย่างเต็มที่โดยไม่เกิดความเสียหาย และไม่ทำให้เกิดความบอบช้ำต่อตำแหน่ง และรูปร่างของรูเจาะอีกด้วย



ภาพที่ 74 : ภาพแสดงวิธีการขัน Screw โลหะแบบมียางกันน้ำที่ถูกต้องในการก่อสร้างอาคาร

ส่วนการตรวจสอบรายละเอียดด้านการติดตั้งในชิ้นส่วนพิเศษ ที่มีการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ในตำแหน่งต่างๆ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบรูปแบบ และมิติ จากการคำนวณในเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่การออกแบบชิ้นส่วน ทำให้เมื่อนำแบบไปผลิตชิ้นส่วนเพื่อก่อสร้างเป็นแบบจำลองอาคารตัวอย่าง ชิ้นส่วนนั้นก็สามารถติดตั้งได้จริง และถูกต้องตามที่ได้คำนวณไว้



ภาพที่ 75 : ภาพแสดงการตรวจสอบการประกอบชิ้นส่วนพิเศษด้วยคอมพิวเตอร์ และผลที่ปรากฏในแบบจำลอง

นอกจากรายละเอียดทั้ง 2 ประการที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงแล้ว ยังมีสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กที่ไม่สามารถจะลืมไปได้เลยก็คือ ระบบการป้องกันวัสดุจากการเกิดสนิม ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ยืดอายุการใช้งาน ป้องกันความเสียหาย และรักษาสภาพการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนให้ยาวนานที่สุด ผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจในคุณสมบัติของตัววัสดุ และความสามารถในการคงทนของวัสดุต่อการเกิดสนิมนี้ให้มาก

5.3.3 การตรวจสอบกระบวนการผลิต และการป้องกันสนิมของวัสดุ

ความเข้าใจในคุณสมบัติการรับแรงของวัสดุ และระบบการติดตั้งชิ้นส่วนวัสดุที่ผลิตสำเร็จ เป็นพื้นฐานที่สำคัญในกระบวนการออกแบบชิ้นส่วนอาคาร แต่ถ้าหากชิ้นส่วนที่ผู้ออกแบบทำการออกแบบออกมาไม่สามารถทำการผลิตได้ในโรงงานของผู้ผลิต ชิ้นส่วนนั้นก็จะเป็นการเปล่าประโยชน์ไป

ระบบการผลิตชิ้นส่วนอาคารโครงสร้างเหล็กสามารถแบ่งแยกออกได้เป็น 2 ประเภทสำคัญ คือ

1. <u>การผลิตชิ้นส่วนในระบบรีดร้อน</u> การผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กในระบบนี้ ผู้ผลิตจะทำการหลอมแร่โลหะ ที่จัดสัดส่วนการผสมไว้อย่างเหมาะสมให้เป็นโลหะเหลว ก่อนที่จะเทโลหะเหลวลงในแบบพิมพ์เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องรีด ที่จะทำหน้าที่รีดแท่งโลหะร้อนให้เป็นรูปแบบต่างๆ ตามต้องการ
2. <u>การผลิตชิ้นส่วนในระบบรีดเย็น</u> การผลิตในระบบนี้จะนำวัตถุดิบที่ได้จากกระบวนการรีดร้อน คือ แผ่นเหล็ก หรือแผ่นโลหะต่างๆ มาผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยเครื่องรีดที่ไม่ต้องอาศัยความร้อน เพื่อให้แผ่นโลหะมีรูปร่างตามขนาด สัดส่วนที่ต้องการ

ความแตกต่างของการผลิตทั้ง 2 ระบบอยู่ที่ วัตถุดิบในการผลิตของแต่ละประเภท และกระบวนการในการผลิตชิ้นส่วนวัสดุ ซึ่งจะได้ชิ้นส่วนที่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านคุณสมบัติ และขนาดของชิ้นส่วน โดยชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กที่นิยมใช้กระบวนการผลิตในระบบรีดร้อน มักจะเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างขนาดใหญ่ หรือมีความจำเป็นต้องใช้ในการรับน้ำหนักมากๆ เช่น คานเหล็กรับสะพาน เป็นต้น ซึ่งต้องมีการควบคุมคุณสมบัติ และส่วนผสมของโลหะเป็นพิเศษในกระบวนการรีดร้อน เพื่อให้ได้เหล็กที่มีคุณสมบัติ และความสามารถในการรับแรงตามต้องการ

ส่วนโครงสร้างเหล็กที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบรีดเย็น นิยมใช้ในส่วนโครงสร้างที่มีการรับน้ำหนักไม่มาก เช่นโครงสร้างอาคารขนาดเล็ก โครงสร้างผนังรับน้ำหนักแบบโครง Frame ซึ่งชิ้นส่วนต่างๆ มีความต้องการคุณสมบัติของเนื้อเหล็กที่เหมือนกันหมด จึงสามารถใช้เหล็กที่มีการผลิตสำเร็จจากกระบวนการรีดร้อนมาใช้ในการผลิตได้เลย การผลิตชิ้นส่วนในระบบนี้มีข้อดีคือ ความสามารถในการผลิตได้อย่างรวดเร็ว ควบคุมคุณภาพด้านรูปแบบของชิ้นส่วนได้ง่าย รวมถึงสามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงรูปแบบของชิ้นส่วนตามความเหมาะสมได้อีกด้วย

ภาพที่ 76 : ภาพแสดงการกองเก็บวัตถุดิบ และการผลิตชิ้นส่วนในระบบรีดเย็น

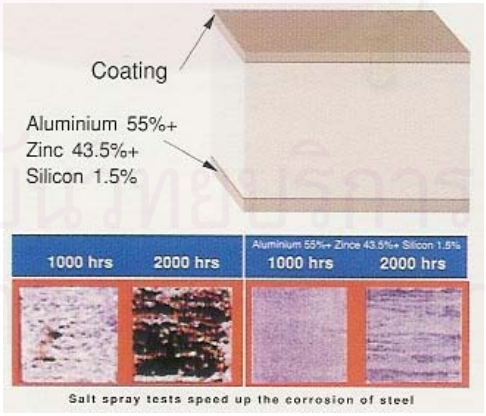
แต่สิ่งสำคัญร่วมกันที่ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กทุกชนิดจะต้องมีคือ ความสามารถในการเกิดสนิม ซึ่งผู้ออกแบบก่อสร้างอาคารควรที่จะต้องคำนึงถึงระบบการป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้นต่อโครงสร้างอาคารของตนเองด้วย

การป้องกันสนิมในชิ้นส่วนอาคารโครงสร้างเหล็ก

ระบบการป้องกันสนิมในการก่อสร้างอาคารแบบเก่า หรือแม้แต่ในการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กสมัยใหม่ ที่ใช้วัสดุโครงสร้างที่มีการผลิตด้วยระบบรีดร้อน จะใช้วิธีการพื้นฐานเช่นเดียวกันคือ การทาสีป้องกันสนิมเคลือบทับบนพื้นผิวโครงสร้าง ก่อนที่จะทำการทาสีภายนอกทับลงไปบนผิววัสดุ ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่มีความซ้ำซ้อน และสูญเสียเวลาไปโดยไม่จำเป็น โดยเฉพาะเมื่อนำชิ้นส่วนต่างๆ มาเชื่อมต่อกันโดยการเชื่อมด้วยไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนสูงในบริเวณที่มีการเชื่อม ทำให้สีกันสนิมโดยรอบรอยเชื่อมมีการเสื่อมคุณภาพ และเสียหายไป ต้องทำการซ่อมแซมก่อนที่จะทาสีภายนอกปิดทับ ซึ่งถ้าหากช่างก่อสร้างไม่ได้มีการตรวจสอบ และแก้ไขความเสียหายอย่างละเอียดรอบคอบแล้ว อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนโครงสร้างในอนาคตได้

ภาพที่ 77 : ภาพแสดงการทาสีกันสนิมบนชิ้นส่วนโครงสร้าง และการเชื่อมติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กในระบบทั่วไป

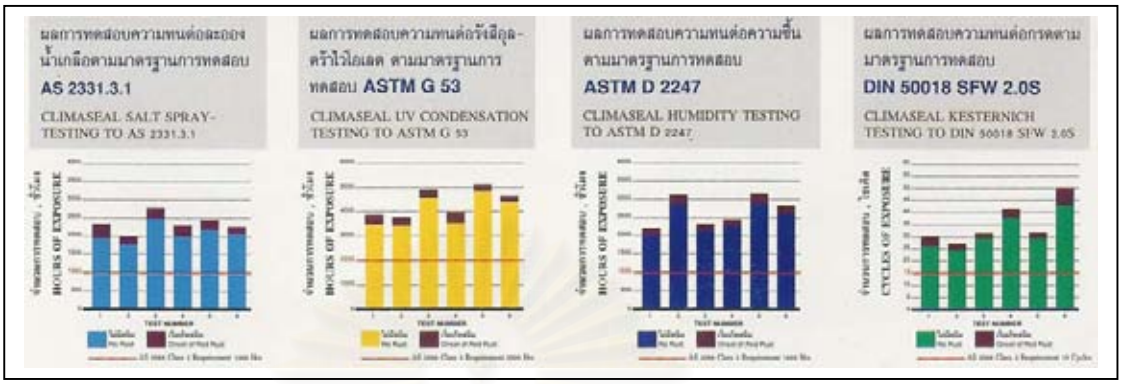
ในอาคารตัวอย่าง วัสดุก่อสร้างที่ผู้วิจัยเลือกใช้ได้มีการแก้ไขปัญหาในส่วนนี้ลงไปตั้งแต่ในกระบวนการผลิตวัตถุดิบของชิ้นส่วน คือ แผ่นเหล็กม้วนที่ได้จากการผลิตในระบบรีดร้อน ซึ่งได้มีการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุ และเตรียมการป้องกันสนิมไว้ก่อนที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตในระบบรีดเย็น โดยใช้การป้องกันสนิมด้วยระบบการเคลือบพื้นผิวด้วย Galvanize หรือสารผสมป้องกันสนิมที่เรียกว่า ZINCALUME ซึ่งประกอบไปด้วย อลูมิเนียม 55% สังกะสี 43.5% และซิลิคอน 1.5 % ทำให้วัสดุมีความคงทนต่อกรด ด่าง และการเกิดสนิมได้



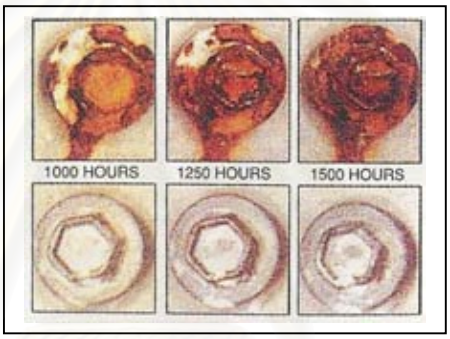
ภาพที่ 78 : ภาพแสดงระบบการเคลือบผิวกันสนิม และผลการทดสอบสภาวะการเกิดสนิมในการทดลอง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้มีการตรวจสอบความสามารถในการกันสนิมของอุปกรณ์ก่อสร้างที่ใช้ในอาคารตัวอย่างไม่ว่าจะเป็น น็อต หรือหมุดโลหะอีกด้วย เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้จะมีผลในการนำสนิมเข้ามาเกิดในจุดต่างๆ ของอาคาร ซึ่งจะมีผลให้เกิดการเหนี่ยวนำทางประจุไฟฟ้าระหว่างธาตุองค์ประกอบที่ใช้ในชิ้นส่วนกับบริเวณที่เกิดสนิม ทำให้ระบบการป้องกันสนิมของวัสดุมีประสิทธิภาพที่ลดลง

โดยทำการตรวจสอบคุณสมบัติการกันสนิมจากผลการทดสอบตามมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในระบบสากลของผู้ผลิต เช่น การทดสอบตามมาตรฐาน AS3566 ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย ในการแบ่งประเภทและคุณสมบัติของสกรู ซึ่งจากการทดลองโดยใช้สกรูที่มีการเคลือบสารตัวดังกล่าว ปรากฏผลดังต่อไปนี้



ภาพที่ 79 : ภาพแสดงผลการทดสอบการกันสนิมของสกรูแบบใช้ภายนอกทั่วไป(AS 3566 Class 3)

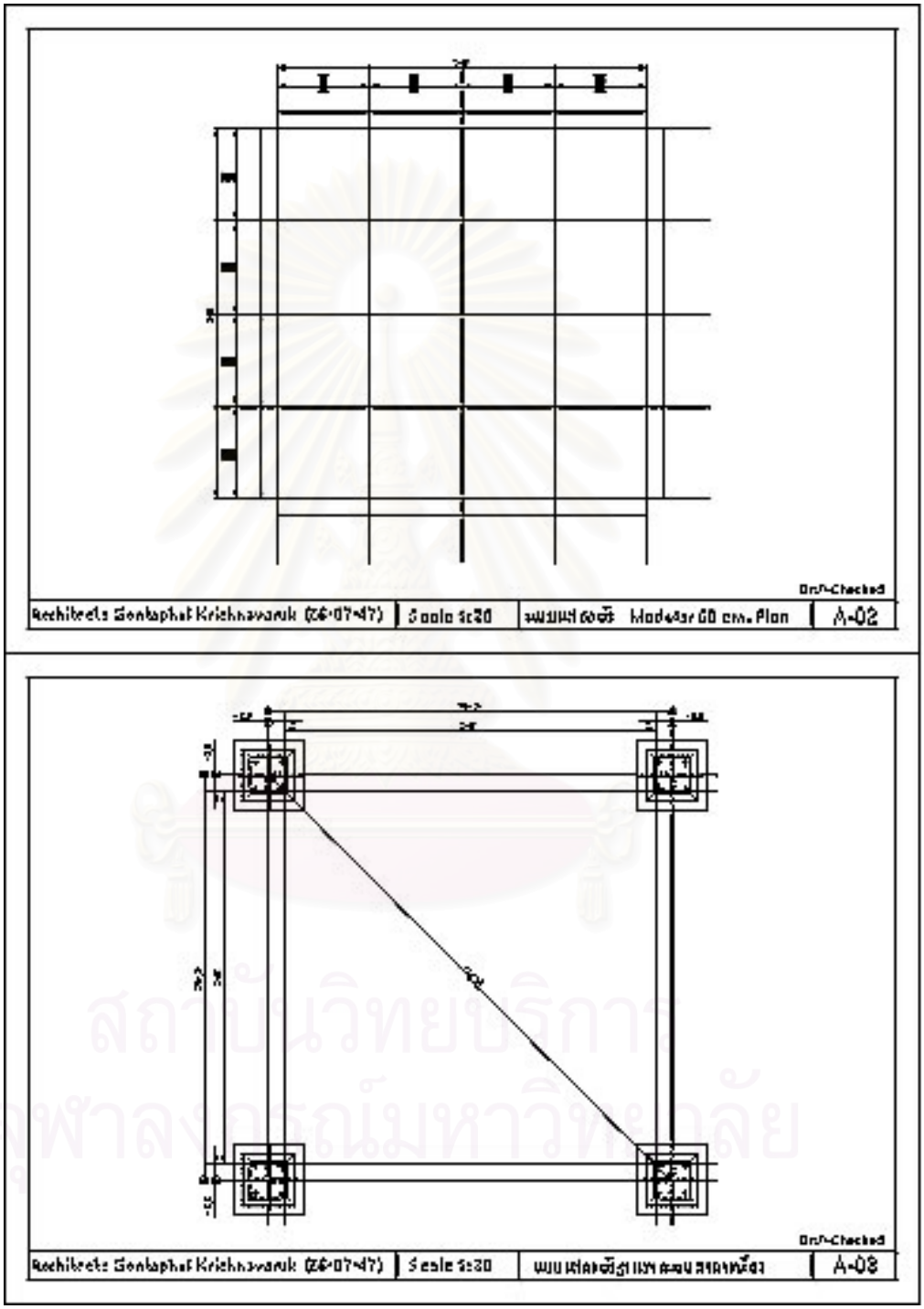


ภาพที่ 80 : ภาพแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบความคงทนของสกรูต่อ
การทดสอบด้วยละอองน้ำเกลือ (SALT SPRAY TEST)

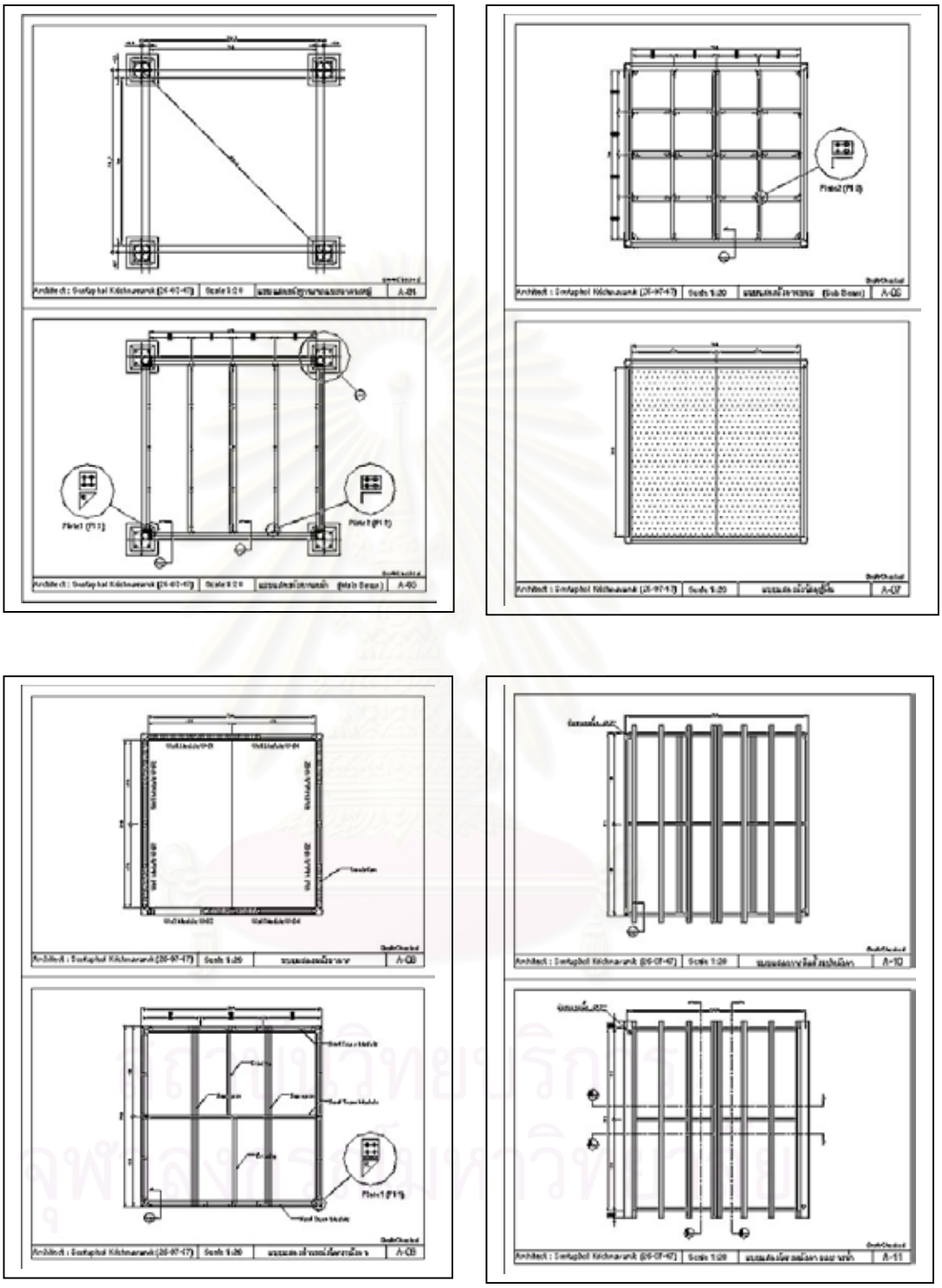
ซึ่งจากผลการทดลองทำให้สรุปได้ว่าชิ้นส่วนอาคาร และวัสดุอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง มีความสามารถ และประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้สอยในอาคารทดลอง ที่จะต้องสามารถใช้สอยในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยได้อย่างหลากหลาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

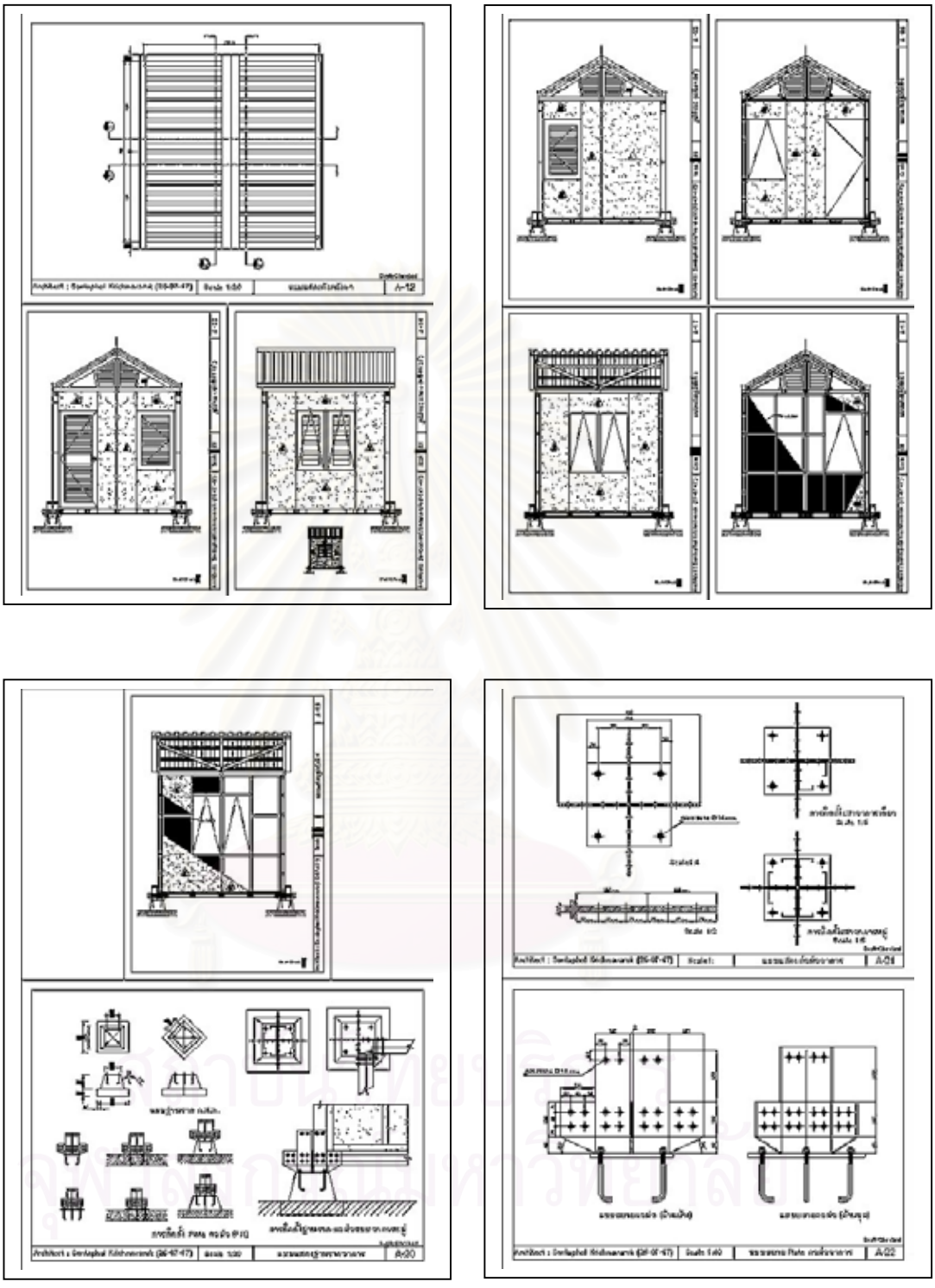
หลังจากที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแบบอาคารตัวอย่าง โดยสามารถเขียนขึ้นเป็นแบบก่อสร้างอาคารจำนวน 62 แผ่น (ไม่รวมสารบัญแบบ A-00 และการจัดผังบริเวณรวมในพื้นที่ก่อสร้าง A-01) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการผลิตชิ้นส่วน และการก่อสร้างอาคารต้นแบบได้ ดังต่อไปนี้



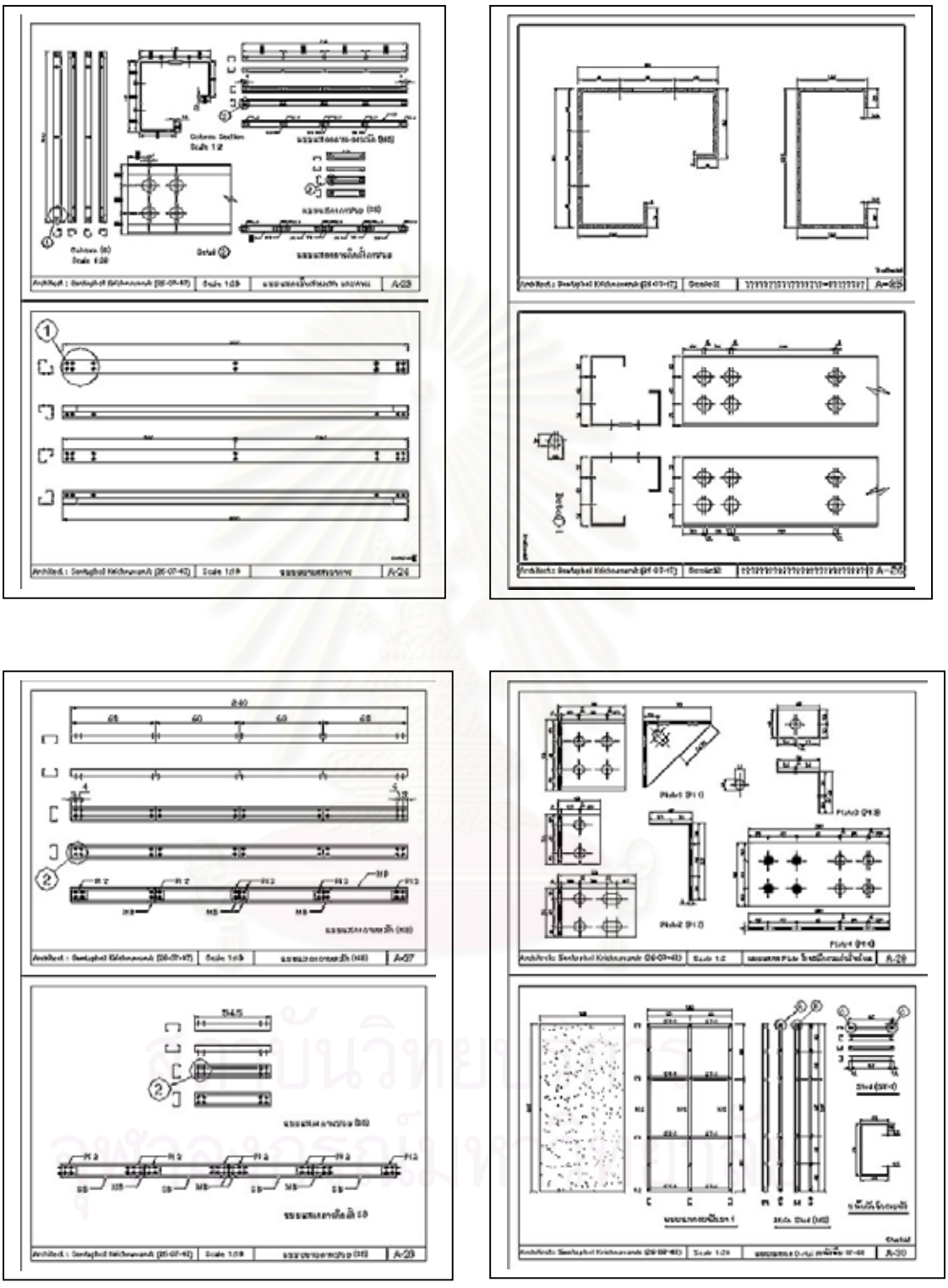
ภาพที่ 81 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-02 และ A-03



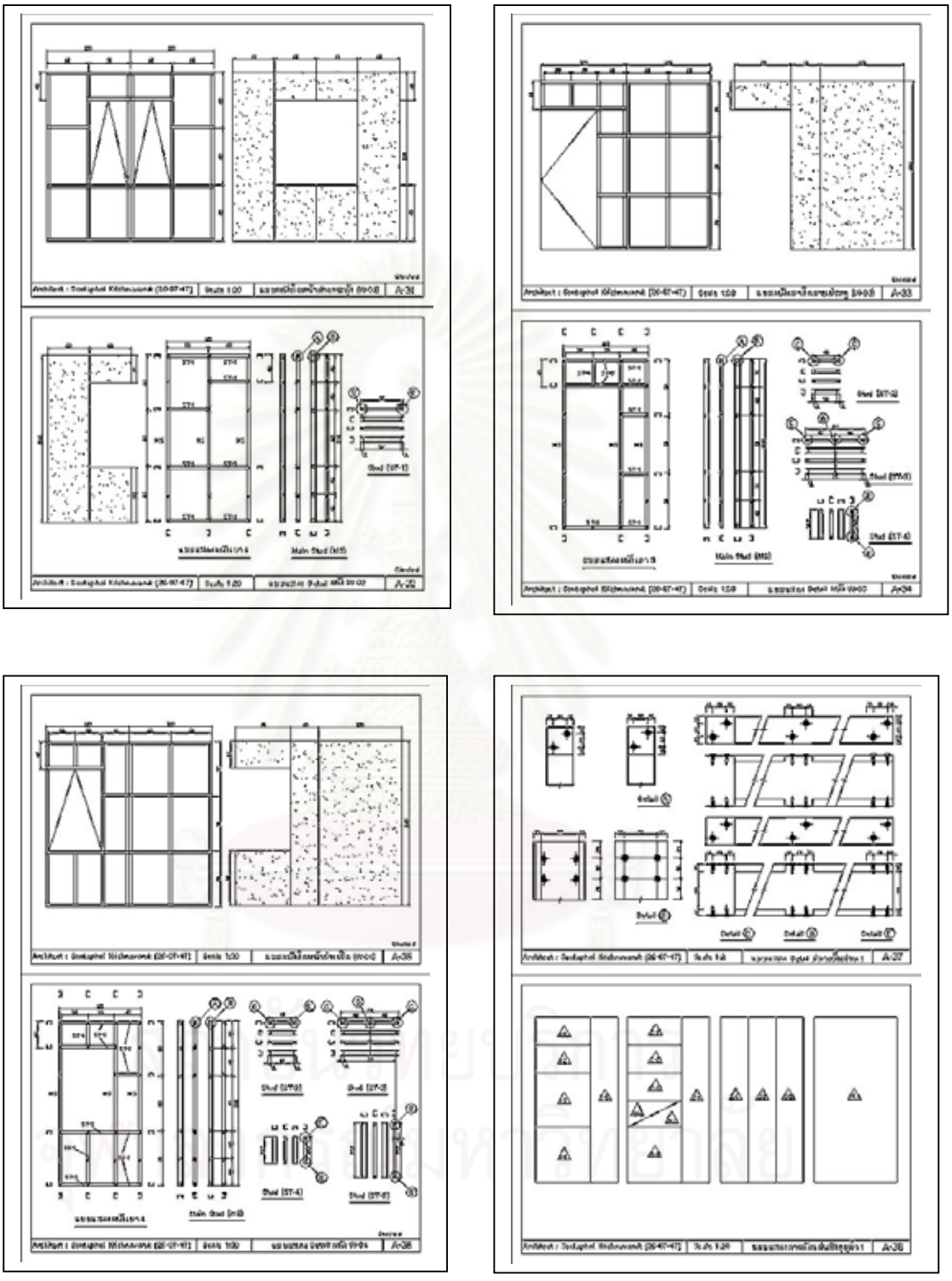
ภาพที่ 82 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-04 ถึง A-11



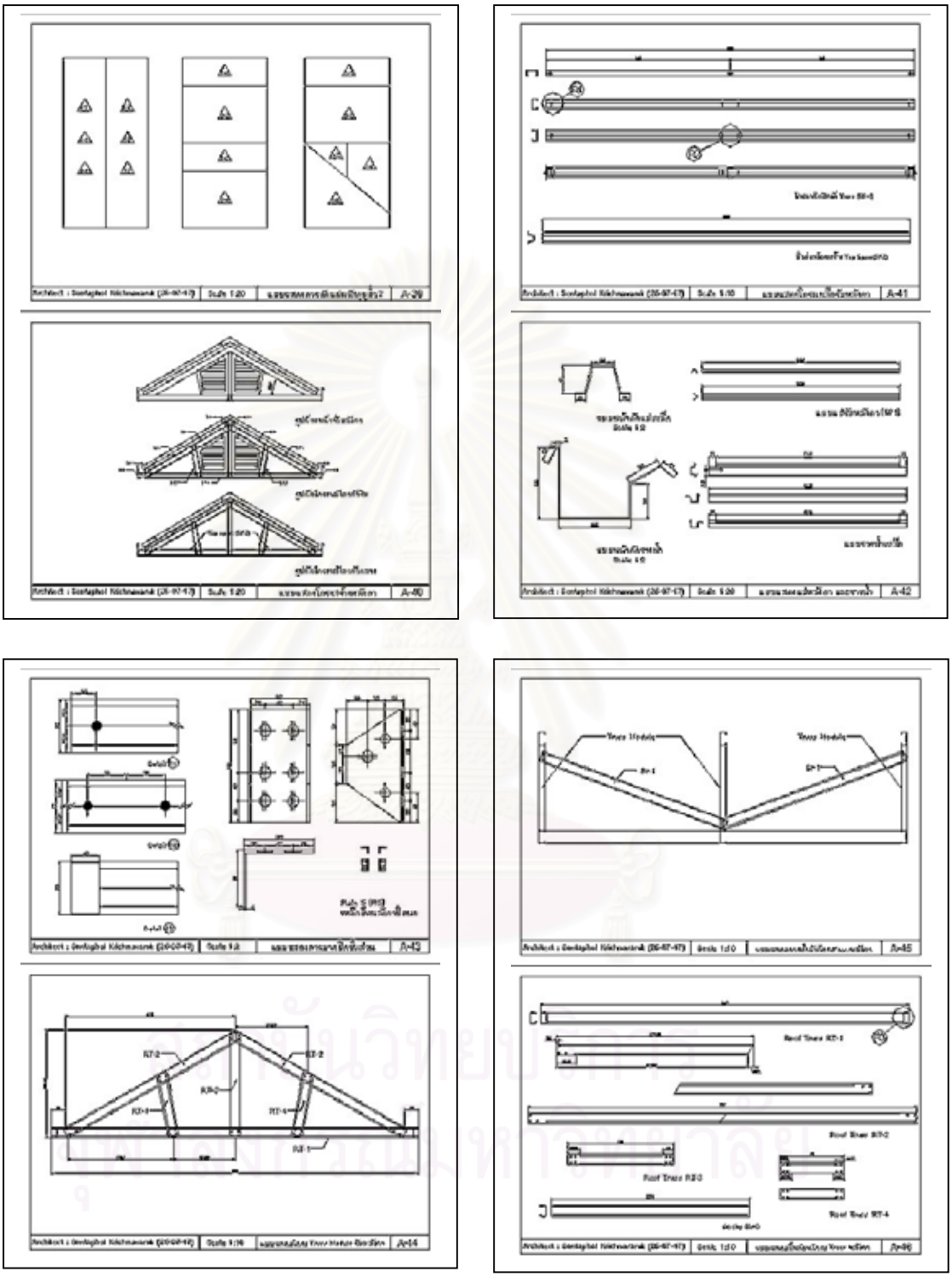
ภาพที่ 83 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-12 ถึง A-22



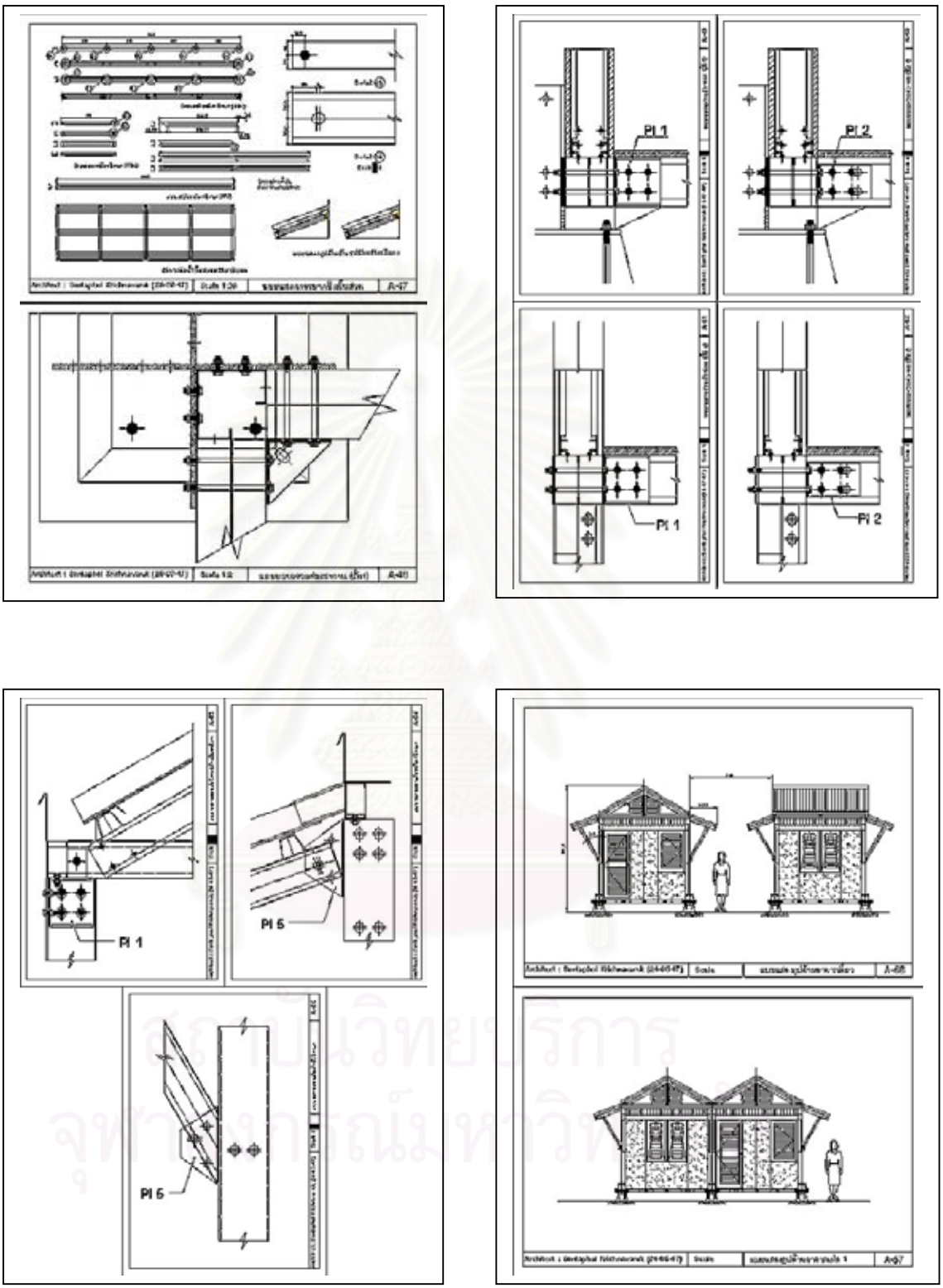
ภาพที่ 84 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-23 ถึง A-30



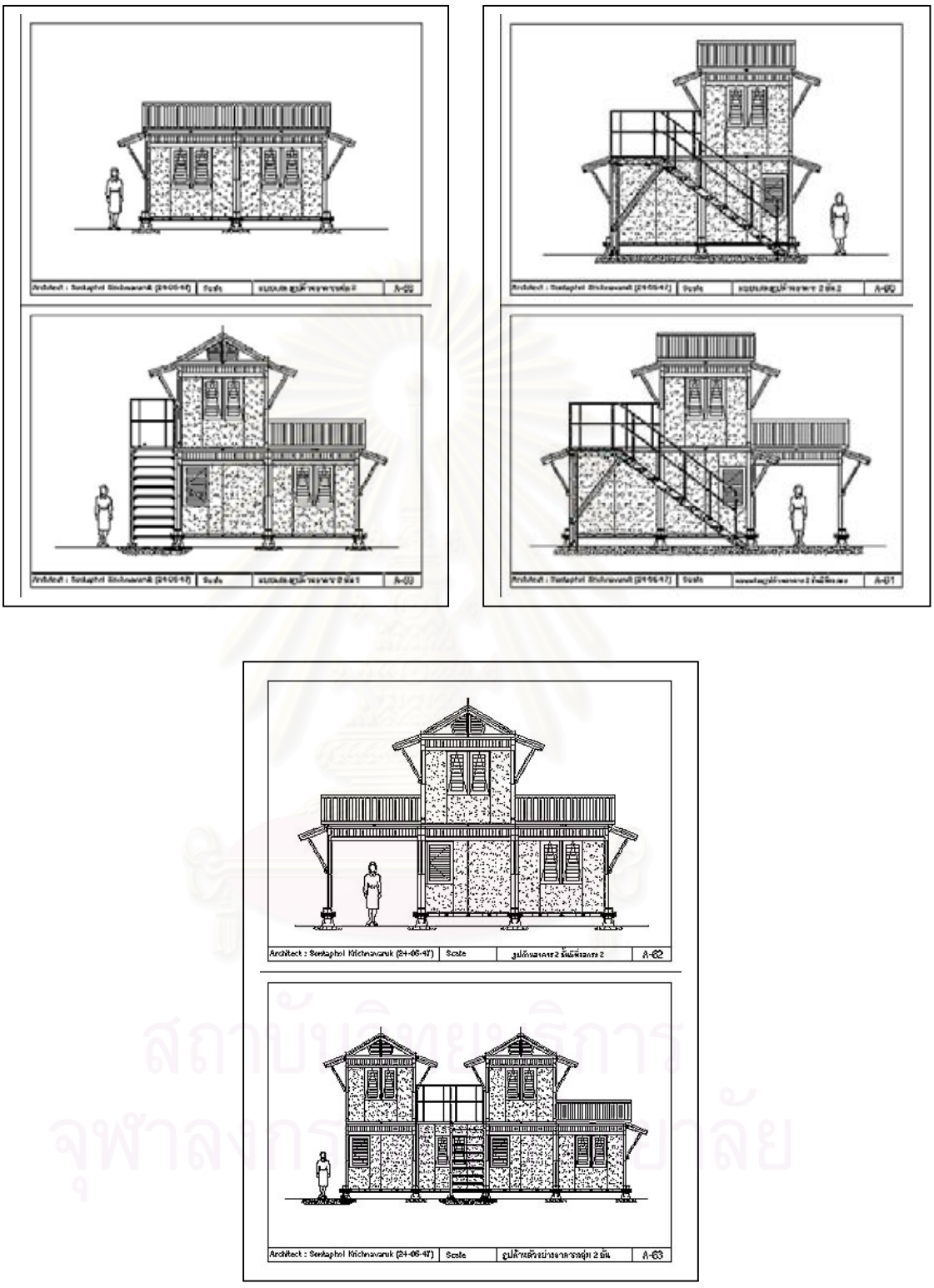
ภาพที่ 85 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-31 และ A-38



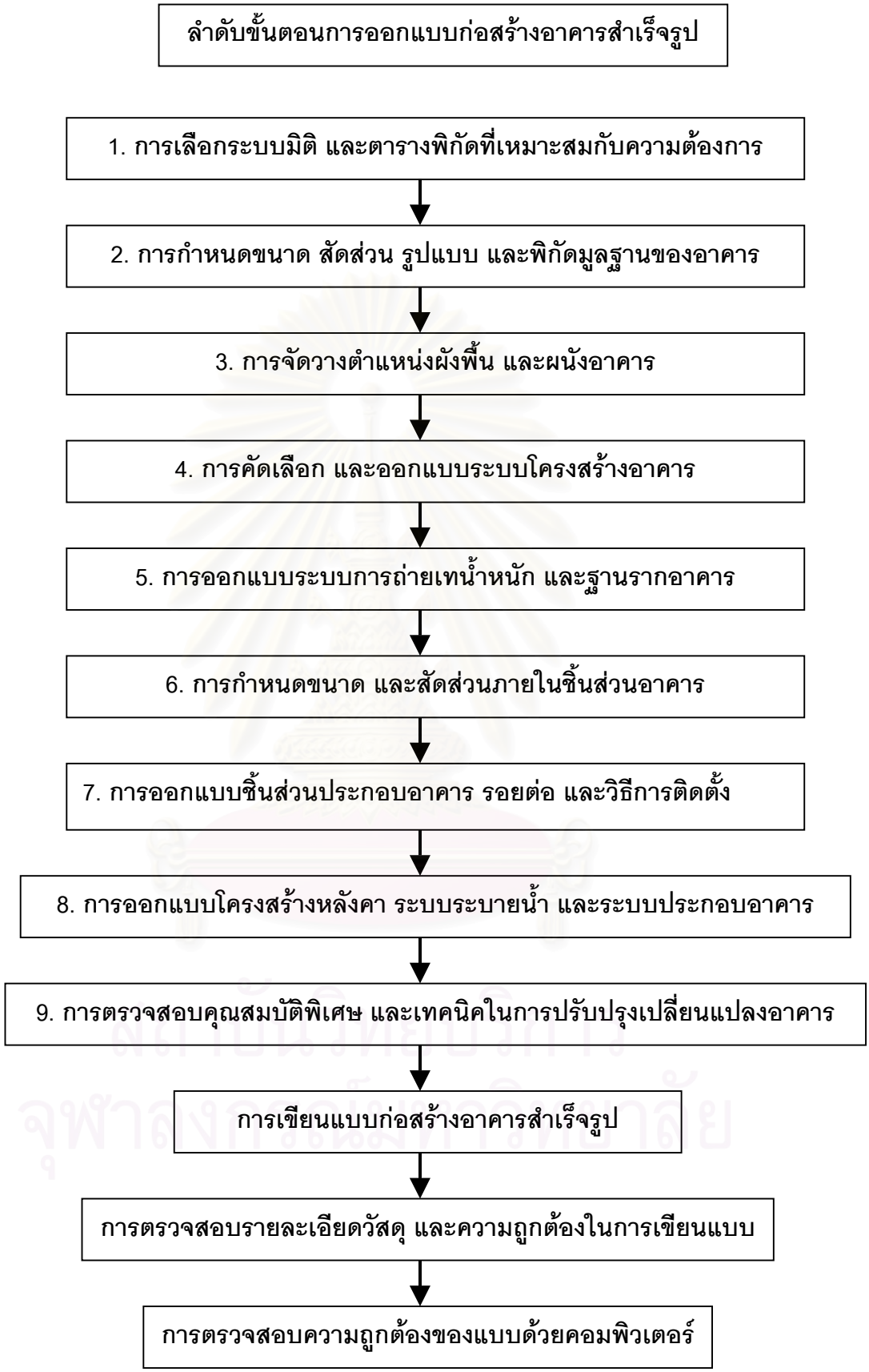
ภาพที่ 86 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-39 ถึง A-46



ภาพที่ 87 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-47 ถึง A-57



ภาพที่ 88 : ภาพแสดงแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างแผ่นที่ A-58 ถึง A-63



แผนภูมิที่ 3 : ลำดับขั้นตอนการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป

5.4 การก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

จากแบบก่อสร้างอาคารที่เขียนแล้วเสร็จ พร้อมกับการตรวจสอบรายละเอียด และคุณสมบัติที่สำคัญในชิ้นส่วนประกอบอาคารแต่ละชิ้น จะทำให้สามารถส่งรูปแบบ และลักษณะของชิ้นส่วนประกอบอาคารให้กับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการผลิตเป็นชิ้นส่วน ที่สามารถนำมาประกอบติดตั้งกันขึ้นในพื้นที่ก่อสร้างใดๆ ก็ได้ตามแต่ความต้องการของผู้ใช้สอย แต่ส่วนสำคัญต่อไปนอกเหนือจากการออกแบบส่วนประกอบ และชิ้นส่วนประกอบอาคารแต่ละชิ้น ก็คือ การลำดับขั้นตอนในการก่อสร้าง ซึ่งจะต้องมีการจัดเรียงลำดับการก่อสร้างอย่างเหมาะสม จึงจะทำให้เกิดความสะดวกราบรื่นในการก่อสร้าง

การวางลำดับขั้นตอนในการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ที่มีการผลิตสำเร็จจากโรงงานอุตสาหกรรม จะมีความแตกต่างกันในกรรมวิธีการติดตั้งตามแต่ชนิด และลักษณะของวัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ โดยเฉพาะเมื่อวิธีการก่อสร้างเป็นระบบ Knock down ตามที่ใช้ในอาคารตัวอย่าง จะประกอบไปด้วยขั้นตอนการก่อสร้างใหญ่ๆ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง
2. ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคาร
3. ขั้นตอนการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนขึ้นเป็นอาคารตามลำดับการก่อสร้าง

5.4.1 การขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง

ชิ้นส่วนวัสดุที่ได้รับการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม มักจะมีความหลากหลายของชิ้นส่วนเป็นจำนวนมาก ถ้าหากไม่มีระบบการจัดการที่ดี จะทำให้เกิดการปะปนกันของชิ้นส่วนประกอบอาคารต่างๆ เข้าด้วยกันได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความลำบากในการคัดแยกชิ้นส่วนเหล่านี้ออกจากกัน

วิธีการในการแบ่งแยกชิ้นส่วนเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนทั้งในการขนส่ง และการก่อสร้าง ทำได้อยู่ 2 วิธี คือ

1. <u>การกำหนดรหัส และหมายเลขของชิ้นส่วนตามตำแหน่ง และหน้าที่ใช้สอย</u> ในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบควรที่จะได้มีการกำหนดรหัส หรือชื่อเรียกของชิ้นส่วนต่างๆ ลงในแบบก่อสร้างตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อให้มีบรรทัดฐานในการกำหนดหมายเลขของชิ้นส่วนในโครงการนั้นๆ เช่น ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสในการเรียกชิ้นส่วนของอาคารตัวอย่างตามชื่อของชิ้นส่วนนั้นๆ โดยเรียกเป็นรหัสตัวย่อ เช่น เสา ใช้รหัสตัว C (Column), คานหลัก ใช้รหัส MB (Main Beam) เป็นต้น ส่วนชิ้นส่วนที่มีชื่อซ้ำกันเช่น ชิ้นส่วนโครงสร้าง Stud (ST) ผู้วิจัยก็มีการกำหนดรหัสหมายเลข โดยเรียงลำดับตามความสำคัญ หรือลำดับในการติดตั้งชิ้นส่วนนั้นๆ พร้อมทั้งกำหนดหมายเลขของชิ้นส่วนนั้นๆ เพิ่มเติมเข้าไปเพื่อไม่ให้เกิดความสับสน เมื่อเกิดการสูญหาย หรือปะปนกันของชิ้นส่วนในกระบวนการติดตั้ง เช่น

   ST-1-25 = ชิ้นส่วน Stud แบบที่ 1 ชิ้นที่ 25

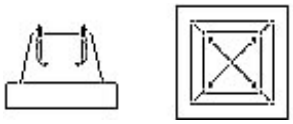
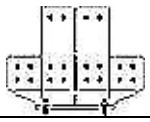
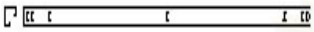
   RT-4R-6 = ชิ้นส่วน Roof Truss แบบที่ 4 ด้าน**ขวามือ** ชิ้นที่ 6

   โดยมีการเรียงลำดับความหมายของรหัสชิ้นส่วนตามลำดับดังต่อไปนี้

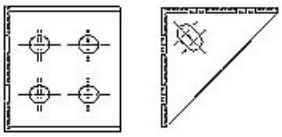
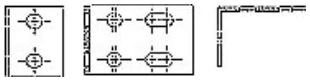
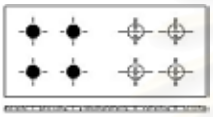
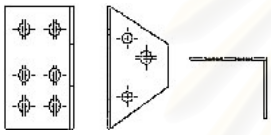
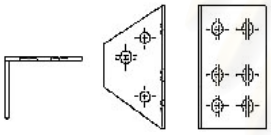
   ประเภทของชิ้นส่วน - รูปแบบที่ – ตำแหน่งติดตั้ง - ลำดับหมายเลขของชิ้นส่วนจากทั้งหมดในแบบเดียวกัน

   ซึ่งการกำหนดรหัสของชิ้นส่วนในระบบนี้จะไม่ทำให้เกิดความสับสนในการคัดแยก และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนเข้าด้วยกันในกระบวนการก่อสร้าง รวมถึงยังสามารถตรวจเช็คจำนวนของชิ้นส่วนที่นำเข้ามาในพื้นที่ได้ง่าย ดังตัวอย่างรายการสรุปจำนวนชิ้นส่วนในตารางที่ 8 และ 9

ตารางที่ 8 : ตารางแสดงการแบ่งแยกประเภท ชนิด น้ำหนัก และจำนวนของชิ้นส่วนวัสดุในอาคารตัวอย่าง

No.	รูปแบบวัสดุก่อสร้าง	รหัส	ความหนาเหล็ก (mm)	ขนาด (cm)	น้ำหนัก/หน่วย (kg)	จำนวน (ชิ้น)	รวมน้ำหนัก (kg)
1.		F	-	45x45	~43	4	172
2.		F-PI	8.0	30x40	15	4	60
3.		C.	1.90	252	11.80	4	47.20
4.		MB.	1.90	240	7.80	12	93.60
5.		SB.	1.90	54.5	1.77	16	28.32
6.		MS.	0.75	240	2.40	24	57.60
7.		ST-1	0.75	62	0.62	40	24.80
8.		ST-2	0.75	40	0.40	13	5.20
9.		ST-3	0.75	84	0.84	11	9.24
10.		ST-4	0.75	39.7	0.4	3	1.20
11.		ST-5	0.75	79.7	0.8	2	1.60
12.		RB-1	0.75	260	2.60	2	5.20
13.		RB-2	0.75	260	2.60	8	20.80
14.		RB-3	0.75	80	0.80	8	6.40
15.		RT-1	0.75	260	2.60	3	7.80
16.		RT-2R	0.75	140	1.375	3	4.125
17.		RT-2L	0.75	140	1.375	3	4.125
18.		RT-3	0.75	75	0.75	3	2.25
19.		RT-4R	0.75	45	0.45	3	1.35
20.		RT-4L	0.75	45	0.45	3	1.35
21.		SP-1	0.75	280	3.44	8	27.52
22.		SP-2	0.75	260	3.20	12	38.40
23.		Br-1	0.75	140	1.40	2	2.80
24.		Br-2R	0.75	126.5	1.10	4	4.40
25.		Br-2L	0.75	126.5	1.10	4	4.40
26.		รางน้ำ	1.90	280	14.80	2	29.60
TOTAL						201 ชิ้น	661.28 Kg.

ตารางที่ 9 : ตารางแสดงการแบ่งประเภท ชนิด น้ำหนัก และจำนวนชิ้นส่วนข้อต่อพิเศษ ในอาคารตัวอย่าง

No.	รูปแบบวัสดุก่อสร้าง	รหัส	ความหนา (mm)	ขนาด (cm)	น้ำหนัก/ หน่วย(kg)	จำนวน (ชิ้น)	รวมน้ำหนัก (kg)
1.		PI1	4	9.5x9.5 x10	0.88	8	7
2.		PI2	4	6x11 x7	0.37	40	14.90
3.		PI3	4	6x6 x4	0.15	50	7.50
4.		PI4	4	20x9	0.57	16	9
5.		PI5-R	4	16x8.8 x8	0.84	4	3.40
6.		PI5-L	4	16x8.8 x8	0.84	4	3.40
TOTAL						122 ชิ้น	45.20 Kg.
รวมทั้งอาคาร						323 ชิ้น	706.48 Kg.

หมายเหตุ : 1. รายการคำนวณน้ำหนักวัสดุตามตารางที่ 8 และ 9 อ้างอิงข้อมูลจาก บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด ณ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2547[21]

2. น้ำหนักที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างเหล็กหนา 0.75 mm. เป็นน้ำหนัก/ความยาม มีค่า = 1.003 Kg/m
3. น้ำหนักที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างแปเหล็กหนา 0.75 mm. เป็นน้ำหนัก/ความยาม มีค่า = 1.23 Kg/m
4. น้ำหนักที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างเหล็กหนา 1.90 mm. เป็นน้ำหนัก/ความยาม มีค่า = 3.25 Kg/m
5. น้ำหนักที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างเหล็กหนา 4 และ 8 mm. รวมถึงชิ้นส่วนโครงสร้างอื่นๆ ใช้ค่าน้ำหนัก/ปริมาตรมาตรฐานที่ 7850 Kg/m^3

[21] สัมภาษณ์ ทวีศักดิ์ มโนบูรชัยเลิศ, วิศวกร บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด, 1 ตุลาคม 2547.

2. <u>การจัดเก็บชิ้นส่วนเป็นกลุ่มตามหน้าที่การใช้สอยในการประกอบอาคาร</u> กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ผู้ผลิตมักจะทำอยู่แล้วเมื่อได้ทำการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ เสร็จเรียบร้อย และเตรียมที่จะขนส่งไปยังพื้นที่ก่อสร้าง โดยผู้ผลิตจะมีระบบการจัดกลุ่มชิ้นส่วนใน 2 ลักษณะคือ

   - <u>การจัดกลุ่มตามรูปแบบของวัสดุ</u> โดยการแบ่งแยกประเภทของวัสดุตามรูปร่างหน้าตา และชนิดของชิ้นส่วนที่เหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน

ภาพที่ 89 : ภาพแสดงการกองเก็บวัสดุแบบแยกประเภทตามรูปแบบเพื่อรอการขนส่ง

   - <u>การจัดกลุ่มตามชุดของประเภทชิ้นส่วนอาคาร</u> โดยการแบ่งแยกชิ้นส่วนประกอบอาคารออกเป็นกลุ่ม ตามชุดของชิ้นส่วนอาคารที่จะต้องทำการประกอบในการติดตั้งเพื่อการใช้สอยเป็นส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร เช่น การจัดชุดของวัสดุที่ใช้ในการประกอบเป็นผนัง, การจัดชุดของชิ้นส่วนโครงสร้าง Truss หลังคา เป็นต้น

ภาพที่ 90 : ภาพแสดงการกองเก็บวัสดุแบบแบ่งแยกตามชุดของประเภทชิ้นส่วนอาคาร

เมื่อชิ้นส่วนต่างๆ ได้รับการกำหนดรหัส และมีการแบ่งแยกประเภทอย่างเป็นระบบแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งสามารถทำได้หลายทางโดยมีข้อจำกัดทางด้านขนาด ความยาว และปริมาณของชิ้นส่วน เป็นตัวกำหนดรูปแบบของยานพาหนะที่จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน

ในการออกแบบชิ้นส่วนอาคารตัวอย่าง ผู้ออกแบบได้ยึดขนาดของชิ้นส่วนที่สามารถขนส่งได้ด้วย รถกระบะขนาดมาตรฐาน เป็นเกณฑ์การออกแบบหนึ่งของการออกแบบชิ้นส่วน โดยจากความต้องการในด้านพื้นที่ใช้สอย ทำให้ขนาดความยาวของชิ้นส่วนที่ยาวที่สุดมีขนาดอยู่ที่ 2.80 เมตร ซึ่งยังสามารถขนส่งโดยใช้รถกระบะได้ แต่ละมีรูปแบบการขนส่งที่ต้องมีการพาดชิ้นส่วนเกินออกจากกระบะด้านหลังไป ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตราย และเกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนได้ แต่ถ้าหากมีการเพิ่มขนาดของรถให้ใหญ่ขึ้นเป็นขนาดต่อไปคือ รถยนต์บรรทุกขนาดเล็ก 6 ล้อ ก็จะสามารถที่จะขนส่งชิ้นส่วนได้อย่างพอดี โดยที่ยังสามารถขนส่งชิ้นส่วนได้เป็นจำนวนมากต่อการขนส่ง 1 เที่ยวอีกด้วย

การผูกมัด หรือการหีบห่อชิ้นส่วนต่างๆ ในการขนส่งก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้ขนส่ง หรือเจ้าหน้าที่ไม่ได้มีการตรวจสอบอุปกรณ์ผูกมัด หรือการหีบห่ออย่างดี อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนวัสดุได้เช่น การผูกมัดที่แน่นเกิดไปอาจทำให้ชิ้นส่วนเกิดการบิดเบี้ยว หักงอจากการกดทับกัน ทำให้ชิ้นส่วนเกิดการเสียรูปร่างในการติดตั้ง หรือการผูกมัดที่หลวมเกินไป อาจทำให้ชิ้นส่วนเกิดการตกหล่น กระทบกระแทก เป็นอันตรายต่อผู้สัญจรภายนอกได้

ภาพที่ 91 : ภาพแสดงการขนส่งชิ้นส่วนขึ้นรถด้วยเครน และการผูกมัดชิ้นส่วนบนรถบรรทุก

เมื่อทำการขนส่งชิ้นส่วนประกอบอาคารต่างๆ เข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างแล้ว ผู้ควบคุมงานควรที่จะมีการแบ่งแยกประเภท และจัดการกองเก็บชิ้นส่วนวัสดุอย่างเป็นระบบ และได้มาตรฐานตามที่ผู้ผลิตแนะนำ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการหยิบฉวย และใช้สอยในการก่อสร้างอาคาร นอกจากนี้ยังควรที่จะมีการปิดคลุมชิ้นส่วนที่ยังไม่ใช้ด้วยผ้าใบ หรือวัสดุกันน้ำ เพื่อป้องกันผลกระทบจากดินฟ้าอากาศที่จะทำให้ชิ้นส่วนวัสดุเกิดความเสียหายได้

5.4.2 การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนประกอบอาคารแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันตามหน้าที่ และตำแหน่งติดตั้งของชิ้นส่วนนั้นๆ ช่าง หรือผู้ที่จะทำการก่อสร้าง (ในที่นี้ขอเรียกว่า คนงาน) จะต้องมีการเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านเครื่องมือ และการตรวจสอบรหัส หรือหมายเลขที่กำหนดไว้บนชิ้นส่วนแต่ละชิ้นว่ามีความถูกต้องตามแบบจะทำการก่อสร้างหรือไม่ โดยควรที่จะหยิบใช้ชิ้นส่วนเท่าที่จำเป็นตามหน้าที่ของชิ้นส่วน เพื่อป้องกันความสับสนที่จะเกิดขึ้น

ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ผู้ควบคุมงานก่อสร้างสามารถที่จะจัดสรรกำลังคนเพื่อทำงานในส่วนต่างๆ ได้โดยง่าย เนื่องจากการออกแบบที่พยายามลดทอนมิติที่สัมพันธ์กันลง ทำให้การทำงานในแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันในแบบรั้งรอน้อยลง กลุ่มคนงานสามารถที่จะทำหน้าที่ของตนเองตามประเภทของโครงสร้าง หรือลำดับการก่อสร้างที่ได้รับมอบหมาย โดยไม่จำเป็นจะต้องรั้งรอให้การติดตั้งชิ้นส่วนในขั้นตอนใดเสร็จสมบูรณ์เสียก่อน

ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยสามารถแบ่งหน้าที่ของคนงานออกเป็น 3 กลุ่มได้ ดังต่อไปนี้

1. <u>คนงานกลุ่มที่ 1</u> อยู่ในกลุ่มการจัดเตรียมพื้นที่ รังวัด และติดตั้งระบบโครงสร้างหลักของอาคารคือ ระบบโครงสร้างเสา-คาน ซึ่งมีความจำเป็นต้องจัดเตรียมพื้นที่เพื่อติดตั้งฐานราก หรือตอม่อตามแต่สภาพความแข็งแรง และพื้นผิวของพื้นที่ก่อสร้าง
2. <u>คนงานกลุ่มที่ 2</u> ดำเนินการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนประกอบอาคารเข้าด้วยกัน เป็นชิ้นส่วนของอาคารในแต่ละส่วน เพื่อรอการติดตั้งบนโครงสร้างหลักที่กำลังดำเนินการก่อสร้างอยู่
3. <u>คนงานกลุ่มที่ 3</u> ดำเนินการแก้ไขรูปแบบของชิ้นส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจากแบบก่อสร้าง ซึ่งอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการผลิต หรือข้อจำกัดของเครื่องจักรในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

คนงานทั้ง 3 กลุ่มสามารถดำเนินการก่อสร้างอาคาร และชิ้นส่วนประกอบอาคารไปได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้ช่วยลดต้นทุน และระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารลงได้มาก ที่สำคัญก็คือ ลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากความไม่ชำนาญการในการก่อสร้างของคนงาน ซึ่งอาจไม่มีความรู้ในการก่อสร้างอาคารเลย แต่ก็สามารถที่จะทำการก่อสร้างอาคารที่มีระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปได้ เหมือนกับการต่อภาพ jigsaw

แต่ปัญหาหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการก่อสร้างอาคารก็คือ การหาระยะตั้งฉากในการก่อสร้าง โดยเฉพาะในระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป ที่ระยะฉากของมุมเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้าการก่อสร้างมีการบิดเบี้ยวไปจากระยะฉากที่กำหนด ชิ้นส่วนอาคารก็จะไม่สามารถทำการติดตั้งได้ ผู้ออกแบบที่ดีจึงควรมีการกำหนดระยะ หรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาเรื่องการวัดระยะมุมฉากของมนุษย์ที่มักมีการบิดเบี้ยวได้ง่าย โดยเฉพาะในการก่อสร้างอาคารขนาดเล็ก ที่ไม่มีการใช้กล้องรังวัดในการกำหนดระยะที่ถูกต้อง

ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้มีการแก้ไขปัญหาเรื่องการบิดเบี้ยวของระยะมุมฉากในการติดตั้งอาคารไว้ใน 2 ส่วน คือ

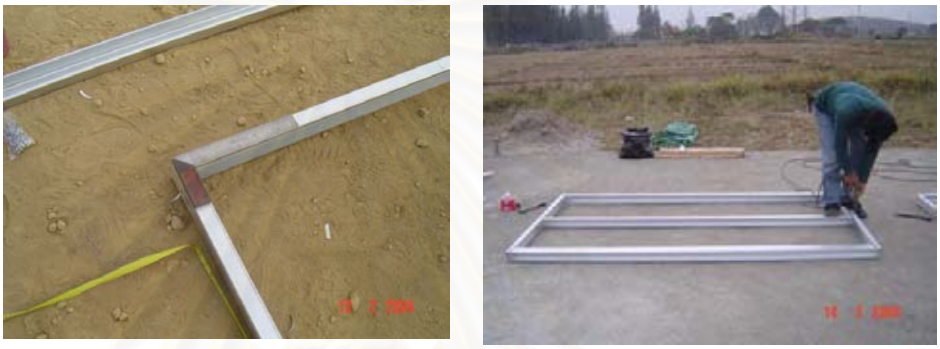
1. <u>การแก้ไขระยะมุมฉากในการวางผัง</u> ในการรังวัดพื้นที่ ขึงเอ็นเพื่อกำหนดตำแหน่งผังอาคารในพื้นที่ก่อสร้าง ผู้รังวัดมักจะประสบปัญหาในการหาระยะที่ถูกต้องที่ตัดกันเป็นมุมฉากตามที่ได้กำหนดในแบบก่อสร้าง โดยเฉพาะถ้าเครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ในการวัดเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็ก หรือเป็นเครื่องมือแบบง่ายๆ ซึ่งจะเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดพื้นที่ซึ่งมีขนาดใหญ่ได้ง่าย

   วิธีการที่นิยมใช้ในการแก้ไขปัญหาการบิดเบี้ยว หรือการหาระยะฉากในการรังวัดพื้นที่ ทำได้โดยการ กำหนดเส้นทแยงมุม ซึ่งเป็นวิธีการที่ใกล้เคียงกับการกำหนดตำแหน่ง 3 จุดในการวัดด้วยกล้องรังวัด การกำหนดเส้นทแยงมุม จะทำให้ผู้รังวัดสามารถตรวจสอบความถูกต้องของพื้นที่ และระยะมุมฉากได้ชัดเจนมากขึ้น แม้จะใช้เพียงอุปกรณ์ง่ายๆ เช่น สายวัด ไม้ฉาก และไม้วัดระดับน้ำ

ภาพที่ 92 : ภาพแสดงการรังวัดพื้นที่ และการกำหนดเส้นทแยงมุมเพื่อตรวจสอบระยะฉาก

2. <u>การแก้ไขระยะมุมฉากในการติดตั้งชิ้นส่วน</u> ปัญหาเรื่องการบิดเบี้ยวของระยะมุมฉากในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน เป็นปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารแบบสำเร็จรูป โดยเฉพาะอาคารที่ประกอบขึ้นมาจากชิ้นส่วนขนาดเล็กเช่นอาคารตัวอย่าง เนื่องจากการบิดเบี้ยวเพียงเล็กน้อยของพื้นที่หรือชิ้นส่วนในการก่อสร้าง ก็จะทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนลงในตำแหน่งพื้นที่ที่กำหนดไม่ได้

วิธีการแก้ไขปัญหาการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนให้ได้ฉาก ผู้วิจัยใช้วิธีการออกแบบชิ้นส่วนให้มีการ Lock กันแบบมุมฉาก ประกอบกับการกำหนดระยะทแยงมุมเช่นเดียวกับในการรังวัดพื้นที่ โดยคนงานต้องทำการประกอบโครงหลักของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้เสร็จเรียบร้อยก่อน โดยมีการตรวจสอบการเข้ามุมฉากอย่างละเอียด เมื่อมีการยึดติดโครงหลักด้วยสกรูอย่างแน่นหนาแล้ว ก็จะเกิดกรอบของโครงสร้างที่มีระยะมุมฉากที่ถูกต้อง ทำให้ชิ้นส่วนอื่นๆ ของอาคารที่จะนำมาติดตั้งต่อไปเกิดการบิดเบี้ยวได้น้อยลงอยู่ในระยะที่ควบคุมได้ด้วยระยะความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ที่กำหนดไว้



ภาพที่ 93 : ภาพแสดงการวัดระยะมุมฉากบน และการติดตั้งโครงหลักของชิ้นส่วนอาคาร

ภาพที่ 94 : ภาพแสดงการติดตั้งโครงซอยของชิ้นส่วนอาคาร ที่มีการLock กันแบบมุมฉาก

ชิ้นส่วนอาคารที่ประกอบสำเร็จโดยมีการวัดระยะการเข้ามุมฉากอย่างถูกต้อง สามารถใช้เป็นแบบทาบในการติดตั้งชิ้นส่วนชิ้นต่อไปได้ โดยที่คนงานไม่ต้องทำการวัดระยะมุมฉากซ้ำอีก ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการก่อสร้างลงไปได้มาก

5.4.3 การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนขึ้นเป็นอาคารตามลำดับการก่อสร้าง

เมื่อมีการวางแผน และจัดวางกำลังคนตามความเหมาะสมในลำดับการก่อสร้างอาคารแล้ว การก่อสร้างอาคารก็จะดำเนินไปตามลำดับการก่อสร้างที่เหมาะสมจนกว่าอาคารจะก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยผู้ควบคุมงานควรที่จะมีการตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างล่วงหน้าเช่น ค้อน ไขควง ประแจ คีมจับ คีมตัด เครื่องยิงหมุด (Rivet) และเครื่องปั่นไฟฟ้าขนาดเล็กสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง หรือการต่อสว่านไฟฟ้าเพื่อเจาะรู ขันสกรู หรือแก้ไขขนาดของรูเจาะที่เกิดการผิดพลาด โดยสามารถที่จะตรวจสอบรายการวัสดุที่จำเป็นจากรายการวัดสุ และรายละเอียดวัสดุในการก่อสร้างที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้*

ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับการก่อสร้างอาคารไว้เป็นลำดับ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของคนงานแต่ละกลุ่มออกมาได้ดังต่อไปนี้

1. <u>การจัดเตรียมพื้นที่ ปักหมุดรังวัด และการติดตั้งฐานราก/ตอม่อของอาคาร</u> (คนงานกลุ่มที่ 1)

   ขั้นตอนนี้คือการปรับระดับของพื้นที่ รังวัด ปักหมุด ขึงเอ็นกำหนดระยะ และทำการขุดหลุมเพื่อติดตั้งฐานราก และ/หรือ ตอม่ออาคารตามแต่ความเหมาะสมของพื้นที่ โดยช่างก่อสร้างต้องมีการตรวจสอบระยะมุมฉากตามที่ได้กล่าวไปแล้วอย่างถูกต้อง

ภาพที่ 95 : ภาพแสดงการติดตั้งฐานราก และตอม่ออาคารในพื้นที่ที่ไม่มีการดาดผิวด้วยคอนกรีต

2. <u>การติดตั้งอุปกรณ์พิเศษ หรืออุปกรณ์ที่ควรจะติดตั้งบนเสาอาคารก่อนที่จะยกเสาติดตั้งบนตอม่อ</u> (คนงานกลุ่มที่ 2 และ3)

ภาพที่ 96 : ภาพแสดงการติดตั้งข้อต่อ และอุปกรณ์ยึดติดบนโครงสร้างเสาอาคาร

* ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก จ., หน้า 170.

3. <u>การประกอบชิ้นส่วนประกอบอาคารต่างๆ ขึ้นเป็นรูปร่างของชิ้นส่วนอาคาร</u> (คนงานกลุ่มที่ 2)

ขั้นตอนนี้สามารถดำเนินการได้ทันทีโดยไม่ต้องรอการจัดเตรียมพื้นที่ และติดตั้งโครงสร้างหลักสำเร็จ โดยต้องมีการควบคุมระยะฉากมุมให้ดี (คนงานกลุ่มที่ 2 และ 3)

ภาพที่ 97 : ภาพแสดงการประกอบชิ้นส่วนประกอบอาคาร ขึ้นเป็นส่วนต่างๆ ของอาคาร

4. <u>การประกอบติดตั้งเสาอาคาร (C) เข้ากับส่วนตอม่อในพื้นที่ก่อสร้าง</u> (คนงานกลุ่มที่ 1)

ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก ผู้ก่อสร้างต้องตรวจสอบระยะเหลี่ยมมุม และความถูกต้องของระยะต่างๆ อย่างละเอียด เนื่องจากถ้าเกิดการบิดเบี้ยวของระยะในขั้นตอนนี้ จะยังพอสามารถที่จะแก้ไขได้ แต่ถ้าเกิดการผิดพลาด และยังก่อสร้างอาคารต่อไปจะเกิดปัญหาในการติดตั้งจนถึงขั้นติดตั้งชิ้นส่วนอาคารไม่ได้

ภาพที่ 98 : ภาพแสดงการติดตั้งเสาเข้ากับส่วนตอม่อในพื้นที่ก่อสร้าง

5. <u>การติดตั้งชิ้นส่วนคานหลักของอาคาร (MB) เชื่อมต่อกับตอม่อ</u> โดยยึดติดข้อต่อพิเศษ (PI1) ที่จะทำหน้าที่ในการรองรับวัสดุปูพื้นในส่วนมุมของอาคาร (คนงานกลุ่มที่ 1)

ภาพที่ 99 : ภาพแสดงการติดตั้งคานหลักของอาคาร ยึดติดกับตอม่อบนฐานราก

ในขั้นตอนนี้ผู้ก่อสร้างจะเห็นได้ว่า การวางตำแหน่งของชิ้นส่วนตอม่อ / ฐานรากอาคารก่อนหน้านี้มีความถูกต้อง หรือไม่ เพราะถ้าหากตำแหน่งมีการบิดเบี้ยวไป ชิ้นส่วนของคานจะไม่สามารถติดตั้งลงได้ หรือติดตั้งได้ แต่จะไม่ได้ระยะของมุมฉากที่ถูกต้อง

6. <u>การติดตั้งชิ้นส่วนคานซอยหลัก(MB) ตามพิกัดที่กำหนดไว้</u> โดยยึดตำแหน่งจากระยะกึ่งกลางระหว่างรูเจาะบนชิ้นส่วน ถ้าหากไม่มีการขึงเอ็นแสดงพิกัด (คนงานกลุ่มที่ 1)

(หมายเหตุ : ขั้นตอนในลำดับที่ 5 และ 6 จะเป็นขั้นตอนที่จะแสดงให้ผู้ก่อสร้างเห็นได้ชัดว่าได้ทำการก่อสร้างอาคารมาถูกต้องตามมิติในการก่อสร้างอาคารหรือไม่ เนื่องจากเป็นช่วงการก่อสร้างที่มีมิติของชิ้นส่วนในระบบประสานทางพิกัดเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างชัดเจน ถ้ามีการบิดเบี้ยวของชิ้นส่วน หรือมิติในการก่อสร้าง จะไม่สามารถทำการติดตั้งคานหลัก และคานซอยหลักได้อย่างพอดี)

7. <u>การติดตั้งชิ้นส่วนคานซอย (SB)</u> เชื่อมติดเข้ากับชิ้นส่วนคานซอยหลักด้วยข้อต่อพิเศษ (PI2) ตามแนวตารางตามพิกัด โดยสามารถยึดตำแหน่งจากระยะกึ่งกลางระหว่างรูเจาะบนชิ้นส่วนแทนการขึงเอ็นได้ (คนงานกลุ่มที่ 1)

ภาพที่ 100 : ภาพแสดงการติดตั้งคานซอยรองรับพื้นอาคารด้วยข้อต่อPI2

8. <u>การติดตั้งแผ่นวัสดุปูพื้น (Floor Finishing)</u> เช่น วีว่าบอร์ด หรือไม้อัดขนาดมาตรฐาน 1.20x2.40 ที่ความหนา 15-20 มม. โดยจะมีวัสดุบุผิวหรือไม่ก็ได้ ตามแต่รูปแบบการใช้งาน (ตั้งแต่ขั้นตอนนี้สามารถในคนงานที่เสร็จจากหน้าที่ของตนเองได้ทั้งหมด)

การก่อสร้างในขั้นตอนนี้จะช่วยให้คนงานสามารถทำงานในการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาได้สะดวกขึ้น จากการมีพื้นที่สำหรับทำงานมากขึ้น ทำให้เกิดความปลอดภัยในกระบวนการก่อสร้างมากขึ้น

9. <u>การติดตั้งส่วนโครงสร้างผนังอาคาร</u> ซึ่งได้ทำการประกอบขึ้นในระหว่างการก่อสร้างโครงสร้างหลักของอาคาร โดยคนงานกลุ่มที่ 2

ภาพที่ 101 : ภาพแสดงการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างผนังอาคาร

การก่อสร้างอาคารตัวอย่างในขั้นตอนนี้จะมีความแตกต่างจากการก่อสร้างอาคารระบบเดียวกันในอาคารอื่นๆ เนื่องจากไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการค้ำยันชิ้นส่วนผนังด้วยอุปกรณ์ค้ำยันใดๆ เพราะโครงสร้างของชิ้นส่วนผนังจะยึดติดกับโครงสร้างเสาอาคารโดยตรง ทำให้เกิดความแข็งแรงโดยไม่ต้องมีส่วนค้ำยันเข้ามาเกี่ยวข้อง และเกะกะในการทำงาน

ภาพที่ 102 : ภาพแสดงการค้ำยันชิ้นส่วนผนังอาคาร ซึ่งทำให้เกิดการกีดขวางการทำงาน

10. <u>การติดตั้งฐานรับโครงสร้างหลังคา และโครง Truss รับหลังคา</u> ที่ได้ประกอบติดตั้งไว้ตั้งแต่ต้นโดยคนงานกลุ่มที่ 2 และ3

ขั้นตอนการประกอบติดตั้งโครงสร้างหลังคาในอาคารตัวอย่าง จะมีความแตกต่างจากการก่อสร้างอาคารทั่วๆ ไป เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างเป็นเหล็กที่มีความบางมาก ทำให้มีน้ำหนักเบาจนสามารถที่จะขนส่งโครงหลังคาโดยการยก ด้วยกำลังของคนจำนวน 1-2 คนเท่านั้น ในการก่อสร้างจึงไม่จำเป็นต้องใช้รถยกขนาดใดๆ โดยเฉพาะการที่ชิ้นส่วนโครงสร้างผนังมีความสามารถในการรับแรงได้สูง ทำให้สามารถใช้งานร่วมกับบันได ในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคา โดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้นั่งร้านแต่อย่างใด

ภาพที่ 103 : ภาพแสดงการยกโครงสร้าง Truss หลังคาขึ้นติดตั้งในอาคารที่ก่อสร้างด้วยวัสดุประเภทเดียวกับอาคารตัวอย่าง

11. <u>การติดตั้งค้ำยันโครง Truss หลังคา แปหลังคา และการติดตั้งระบบรางระบายน้ำฝน</u>

ภาพที่ 104 : ภาพแสดงการติดตั้งโครงสร้างหลังคาอาคาร

12. <u>การติดตั้งวัสดุมุงหลังคา และฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา</u>

ภาพที่ 105 : ภาพแสดงการติดตั้งวัสดุมุงหลังคาอาคาร

13. <u>การเดินท่องานระบบ ติดตั้งวัสดุบุผิว และฉนวนทำความร้อนในส่วนต่างๆ ของอาคาร</u>

ภาพที่ 106 : ภาพแสดงตัวอย่างการบุผิวผนังด้วยแผ่นโลหะรีดรอน และไม้อัด ปิดทับแนวเดินท่อในผนัง และฝ้าเพดาน

14. <u>การติดตั้งค้ำยันชายคา และหลังคาปีกนก</u>

ภาพที่ 107 : ภาพแสดงการติดตั้งค้ำยัน และหลังคาปีกนก

15. <u>การติดตั้งประตู หน้าต่าง และยาแนวป้องกันการรั่วซึมของน้ำโดยรอบอาคาร</u>

ภาพที่ 108 : ภาพแสดงแบบจำลองโครงสร้างอาคารตัวอย่าง ที่ประกอบติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

แต่เนื่องจากในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างด้วยแบบจำลอง ผู้วิจัยไม่สามารถที่จะทำการตรวจสอบระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารด้วยการจับเวลาการก่อสร้างจริงได้ ผู้วิจัยจึงได้ประมาณการระยะเวลาที่ต้องใช้ในการก่อสร้างอาคารในแต่ละช่วง โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่เก็บได้จากการสังเกตุการก่อสร้างอาคารที่มีระบบโครงสร้างประเภทเดียวกัน บวกลบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงระบบการออกแบบ และเทคนิคในการก่อสร้างอาคาร ทำให้ได้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 10, 11 และ 12

ตารางที่ 10 : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 1

No	ขั้นตอนการก่อสร้าง	ช่วงเช้า				พัก	ช่วงบ่าย					O.T.	Times	ช่าง	จำนวน	หมายเหตุ
		8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00		กลุ่ม	คนงาน	
1	รังวัด ปักผัง ขึงเอ็นกำหนดพื้นที่ก่อสร้าง												30 min.	1	3	
2	ขุดดินติดตั้งฐานราก และ/หรือตอม่ออาคาร												1 hr.	1	3	= ระยะเวลาขุดดิน
3	ติดตั้งอุปกรณ์เสริมที่มีตำแหน่งติดตั้งบนเสาอาคาร												50 min.	2.1	2	ต้นละประมาณ 15 นาที
4	ติดตั้งเสาอาคารบนตอม่อพร้อมตรวจระยะดิ่ง/ฉาก												80 min.	1	3	รวมเวลาตรวจระยะดิ่ง/ฉาก
5	ตรวจสอบ และแก้ไขชิ้นส่วนที่มีการบิดเบี้ยวเสียหาย												30 min.	2.2	2	
6	ประกอบโครงสร้าง Truss ชิ้นที่ 1 + พุกไม้ยึดช่องลม												45 min.	2.1	2	รวมเวลาวัดฉาก
7	ประกอบผนังอาคาร W-02 ชิ้นที่ 1 + พุกไม้ยึดหน้าต่าง												45 min.	2.2	2	รวมเวลาวัดฉาก
8	ประกอบผนังอาคาร W-02 ชิ้นที่ 2 + พุกไม้ยึดหน้าต่าง												30 min.	2.2	2	ใช้ W-02-1 เป็นแบบจับฉาก
9	ประกอบผนังอาคาร W-02 ชิ้นที่ 3 + พุกไม้ยึดหน้าต่าง												30 min.	2.2	2	"
10	ประกอบผนังอาคาร W-02 ชิ้นที่ 4 + พุกไม้ยึดหน้าต่าง												30 min.	2.2	2	"
11	ประกอบโครงสร้าง Truss ชิ้นที่ 2 + พุกไม้ยึดช่องลม												30 min.	2.1	2	ใช้ Truss ตัวที่ 1 เป็นแบบ
12	ประกอบโครงสร้าง Truss ชิ้นที่ 3 + พุกไม้ยึดช่องลม												30 min.	2.1	2	ใช้ Truss ตัวที่ 1 เป็นแบบ
13	ติดตั้งคานหลัก (MB) กับตอม่ออาคาร												90 min.	1	3	ติดตั้งพร้อม PI1 4 ตัว
14	ประกอบชิ้นส่วนผนังอาคาร W-01												30 min.	2.2	2	ใช้ W-02-1 เป็นแบบจับฉาก
15	ประกอบผนังอาคาร W-04 ชิ้นที่ 1 + พุกไม้ยึดหน้าต่าง												50 min.	2.1	2	ทาบแบบ+จับฉากส่วนภายใน
16	ประกอบผนังอาคาร W-04 ชิ้นที่ 2 + พุกไม้ยึดหน้าต่าง												40 min.	2.1	2	"
17	ประกอบผนังอาคาร W-03 + พุกไม้ยึดวงกบประตู												45 min.	2.2	2	ใช้ W-04-1 เป็นแบบจับฉาก
18	ติดตั้งคานซอยหลัก (MB) กับคานหลักของอาคาร												1 hr.	1	3	
19	ติดตั้งข้อต่อ PI1 และPI2 บนชิ้นส่วนคาน MB												80 min.	2.2	2	
20	ติดตั้งชิ้นส่วนคานซอย (SB) เข้ากับโครงสร้างพื้น												2 hrs.	1	3	รวมตรวจแก้ไขข้อผิดพลาด

กำหนดให้ : สี = คนงานกลุ่มที่ 1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.2,สี = คนงานกลุ่มที่ 2 ทั้งหมด, สี = คนงานทุกคน

ตารางที่ 10 (ต่อ) : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 1

No	ขั้นตอนการก่อสร้าง	ช่วงเช้า				พัก	ช่วงบ่าย					O.T.	Times	ช่าง	จำนวน	หมายเหตุ
		8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00		กลุ่ม	คนงาน	
21	ประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาปีกนกชิ้นที่ 1												45 min.	2.1	2	รวมเวลาวัดฉาก
22	ประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาปีกนกชิ้นที่ 2												30 min.	2.1	2	ใช้ชิ้นที่ 1 เป็นแบบจับฉาก
23	ประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาปีกนกชิ้นที่ 3												30 min.	2.1	2	"
24	ประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาปีกนกชิ้นที่ 4												30 min.	2.2	2	ใช้ชิ้นที่ 2 เป็นแบบจับฉาก
25	ติดตั้งวงกบไม้รับหน้าต่างผนัง W-02 ชิ้นที่1-4												1 hr.	2.2	2	ชิ้นละประมาณ 15 นาที
26	ติดตั้งวงกบไม้รับหน้าต่างผนัง W-04 ชิ้นที่1, 2												30 min.	2.1	2	"
27	ติดตั้งวงกบไม้รับประตูผนัง W-03												30 min.	2.1	2	
28	ยกชิ้นส่วนผนัง W-01 และ W-04 ด้านที่ 3 ขึ้นติดตั้ง												45 min.	2	4	รวมเวลาตรวจระยะดิ่ง/ฉาก
29	ติดตั้งวัสดุปูพื้น												15 min.	1	3	
30	ยกชิ้นส่วนผนัง W-02 ด้านที่ 2 ขึ้นติดตั้ง												1 hr.	1	3	รวมเวลาตรวจระยะดิ่ง/ฉาก
31	ยกชิ้นส่วนผนัง W-02 ด้านที่ 4 ขึ้นติดตั้ง												45 min.	2	4	"
32	ยกชิ้นส่วนผนัง W-03 และ W-04 ด้านที่ 1 ขึ้นติดตั้ง												45 min.	ALL	7	รวมตรวจสอบความถูกต้อง

กำหนดให้ : สี = คนงานกลุ่มที่ 1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.2,สี = คนงานกลุ่มที่ 2 ทั้งหมด, สี = คนงานทุกคน

หมายเหตุ : 1. การประมาณการระยะเวลาการก่อสร้างตามที่แสดงในตาราง เป็นการประมาณการโดยอ้างอิงข้อมูลจากการสังเกต การก่อสร้างอาคารที่มีระบบโครงสร้างแบบเดียวกับอาคารตัวอย่าง

2. ระยะเวลาการก่อสร้างที่ปรากฏในตารางเป็นระยะเวลาที่ได้เผื่อความคาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ก่อสร้างมีบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ในการก่อสร้างอยู่ด้วย

3. ค่าความคาดเคลื่อนที่กำหนดให้ในตารางใช้ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานที่ 1.2%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 2

No	ขั้นตอนการก่อสร้าง	ช่วงเช้า				พัก	ช่วงบ่าย					O.T.	Times	ช่าง	จำนวน	หมายเหตุ
		8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00		กลุ่ม	คนงาน	
1	ติดตั้งคานปิดหัว Truss (RB1) ชิ้นที่ 1												15 min.	1	3	
2	ติดตั้ง Truss หลังคาแบบถาวร 1 ด้าน ชั่วคราว 1 ด้าน												45 min.	ALL	7	ผูกยึดชั่วคราวด้วยเชือก
3	ติดตั้งคานปิดหัว Truss รับหลังคาตัวที่ 2												20 min.	1	3	ขันน็อต ยึดติดแน่น
4	ติดตั้งค้ำยันโครง Truss และ Top Span ยึดฐาน Truss												30 min.	2	4	
5	ติดตั้ง Top Span แปรับหลังคาพร้อมฉนวนกันความร้อน												45 min.	1	3	
6	ติดตั้งท่อระบายน้ำฝนขนาด 2" ในเสา 2 มุม												30 min.	2	4	
7	ติดตั้งรางระบายน้ำฝน												30 min.	1	3	
8	ติดตั้งวัสดุมุงหลังคา และอุปกรณ์ประกอบหลังคา												90 min.	1	3	ขึ้นกับชนิดของวัสดุมุง
9	ติดตั้งค้ำยันหลังคาปีกนก												20 min.	2	4	
10	ติดตั้งโครงสร้างหลังคาปีกนก												1 hr.	2	4	
11	ติดตั้ง Top Span แปรับหลังคา บนหลังคาปีกนก												40 min.	2	4	
12	ติดตั้งชุดบานเกล็ดไม้ระบายอากาศ หน้าบันหลังคา												30 min.	1	2	
13	จัดเตรียมวัสดุบุผนังบริเวณหน้าบันหลังคา												30 min.	1	1	
14	ติดตั้งวัสดุมุงหลังคาปีกนก												90 min.	2	4	ขึ้นกับชนิดของวัสดุมุง
15	ติดตั้งวัสดุบุผิวภายนอก บริเวณหน้าบันหลังคา												1 hr.	1	3	
16	ยาแนวกันน้ำ และตรวจสอบการรั่วซึมของหลังคา												30 min.	1	3	
17	วางแนวเดินสายงานระบบไฟฟ้าในอาคาร												1 hr.	2.1	2	เดินแนวจากหน่วยกลาง
18	วางแนวเดินท่องานระบบประปาในอาคาร (ถ้ามี)												2.5 hr.	2.2	2	เดินแนวจากหน่วยกลาง
19	จัดเตรียมวัสดุบุผนังกันความร้อน												90 min.	2.1	2	
20	ติดตั้งบานประตู-หน้าต่าง ในช่องเปิดของอาคาร												2 hr.	1	3	

กำหนดให้ : สี = คนงานกลุ่มที่ 1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.2,สี = คนงานกลุ่มที่ 2 ทั้งหมด, สี = คนงานทุกคน

ตารางที่ 12 : ตารางแสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง วันที่ 3

No	ขั้นตอนการก่อสร้าง	ช่วงเช้า				พัก	ช่วงบ่าย					O.T.	Times	ช่าง	จำนวน	หมายเหตุ
		8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00		กลุ่ม	คนงาน	
1	จัดเตรียมวัสดุบุผิวอาคารทั้งภายใน และภายนอก												60 min.	2	4	
2	ตรวจสอบแนวเดินท่อ และตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ระบบ												30 min.	1	3	
3	ติดตั้งวัสดุบุผิวภายนอก												2.5 hr.	1	3	ขึ้นกับชนิดของวัสดุ
4	ติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายในช่องว่างของชิ้นส่วน												90 min.	2.1	2	ขึ้นกับชนิดของวัสดุ
5	วางตำแหน่งอุปกรณ์งานระบบ												15 min.	2.2	2	
6	บุผิวผนังภายใน												2 hr.	2.2	2	ขึ้นกับชนิดของวัสดุ
7	ติดตั้งโครงเคร่าฝ้าเพดาน												1 hr.	2.1	2	
8	ติดตั้งฝ้าเพดาน พร้อมบุฉนวนกันความร้อน												90 min.	2.2	2	
9	ยาแนวกันน้ำ และเก็บรอยต่อระหว่างชิ้นส่วน												1 hr.	1	3	
10	ตรวจสอบ และแก้ไขการป้องกันการรั่วซึมของน้ำ												30 min.	1	3	
11	ติดตั้งอุปกรณ์งานระบบไฟฟ้า/ประปา (ถ้ามี)												40 min.	2.1	2	ขึ้นกับประเภทของอุปกรณ์
12	ตกแต่งภายในด้วยการบุพื้นผิว (ถ้ามี)												1 hr.	ALL	7	
13	ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบอาคาร เช่นมือจับ กลอน												30 min.	2.2	2	

กำหนดให้ : สี = คนงานกลุ่มที่ 1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.1, สี = คนงานกลุ่มที่ 2.2,สี = คนงานกลุ่มที่ 2 ทั้งหมด, สี = คนงานทุกคน

หมายเหตุ : 1. การประมาณการระยะเวลาการก่อสร้างตามที่แสดงในตาราง เป็นการประมาณการโดยอ้างอิงข้อมูลจากการสังเกต การก่อสร้างอาคารที่มีระบบโครงสร้างแบบเดียวกับอาคารตัวอย่าง

2. ระยะเวลาการก่อสร้างที่ปรากฏในตารางเป็นระยะเวลาที่ได้เผื่อความคาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ก่อสร้างมีบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ในการก่อสร้างอยู่ด้วย

3. ค่าความคาดเคลื่อนที่กำหนดให้ในตารางใช้ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานที่ 1.2%

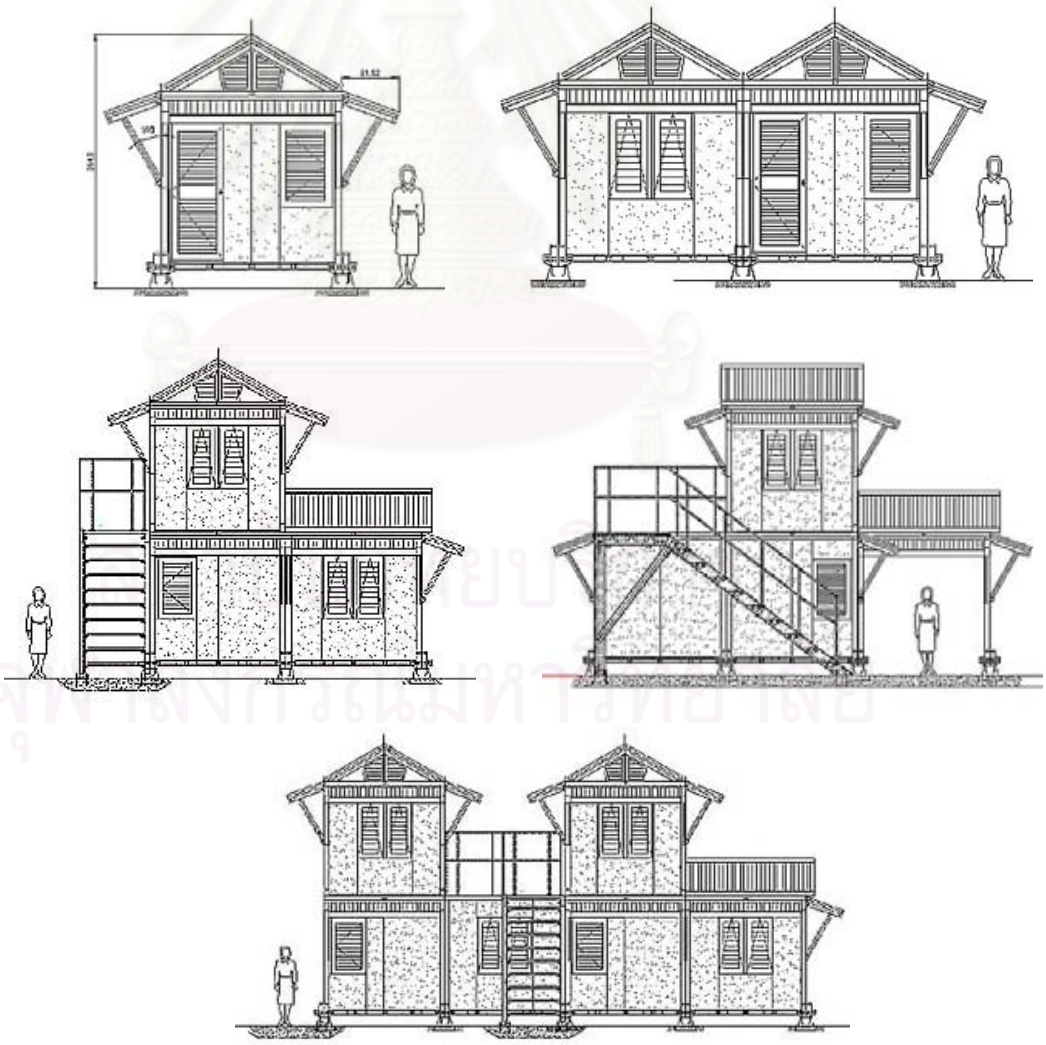
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 การปรับปรุงรูปแบบการใช้งานอาคาร

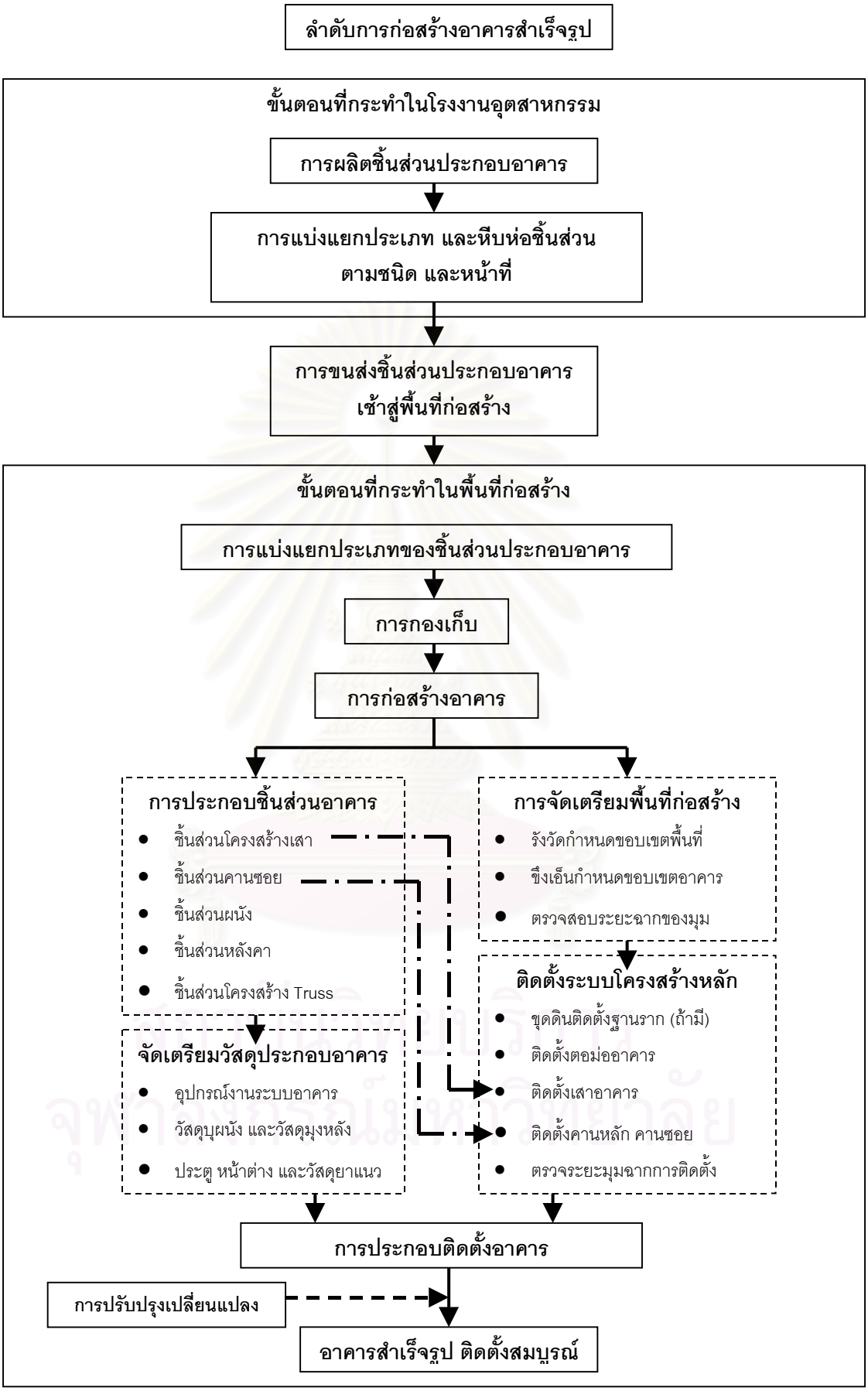
อาคารตัวอย่างที่ทำการออกแบบก่อสร้างขึ้นมานี้ มีลักษณะเด่นอย่างหนึ่งก็คือ การออกแบบให้สามารถปรับปรุงการใช้สอยได้อย่างหลากหลาย เนื่องจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการใช้สอยอาคาร โดยเฉพาะในการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย หรือการใช้สอยในกรณีฉุกเฉินต่างๆ มักจะมีความต้องการพื้นที่ใช้สอยที่แตกต่างกัน การที่จะออกแบบอาคารให้มีขนาดที่รองรับต่อการใช้สอยต่างๆ อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จึงเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวความคิดในการปรับปรุงรูปแบบการใช้สอยอาคาร โดยการประสานอาคารเดี่ยวหลายๆ หลังเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้เนื้อที่ใช้สอย และขนาดของอาคารตามต้องการ

ในกรณีนี้ ทำให้ผู้ออกแบบต้องเลือกใช้ระบบโครงสร้างแบบเสา-คาน เข้ามาช่วยในการออกแบบโครงสร้าง เนื่องจากระบบโครงสร้างนี้สามารถถ่ายเทแรงกระทำต่อเนื่องไปตามชิ้นส่วนได้ดี และสามารถรับแรงกระทำได้มาก โดยที่สามารถขยายขนาดในส่วนความสูงขึ้นไปในแนวดิ่งได้ ซึ่งเป็นสมบัติที่ไม่ปรากฏในโครงสร้างผนังรับน้ำหนักด้วยโครงสร้างเหล็ก ในระบบที่เลือกใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างนี้

จากสมบัติดังกล่าวของโครงสร้าง ประกอบกับการออกแบบรูปร่าง และสัดส่วนของชิ้นส่วนให้สามารถนำมาประสานกันในการรวมกลุ่มของอาคารได้ ทำให้รูปแบบการปรับปรุงขนาด และการใช้งานของอาคารหลังนี้ทำได้หลากหลาก ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 109



ภาพที่ 109 : ภาพแสดงรูปแบบอาคารที่เกิดจากการปรับปรุงการใช้สอยอาคารตัวอย่างอย่างหลากหลาย



แผนภูมิที่ 4 : ลำดับการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

บทที่ 6
การวิเคราะห์ผลการวิจัย และการก่อสร้างอาคารทดลอง

6.1 หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ตรวจสอบผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยโครงการ "เทคนิคการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวระบบก่อสร้างเร็ว ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสำเร็จรูป" ผู้วิจัยได้กำหนดจุดมุ่งหมาย และสมมติฐานของการวิจัยไว้ตั้งแต่ในขั้นตอนการกำหนดโครงร่างของการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบผลของการศึกษาค้นคว้า และทดลอง ที่แสดงออกมาในรูปของอาคารตัวอย่าง ซึ่งได้รับการออกแบบด้วยกระบวนการที่ถูกคัดเลือกมาแล้วว่า มีความเหมาะสมต่อการออกแบบก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูปมากที่สุด เพื่อให้มีรูปแบบของใช้สอยที่เหมาะสมกับความต้องการที่กำหนดในสมมติฐานของการออกแบบมากที่สุด

ผู้วิจัยได้กำหนดหลักเกณฑ์ หรือ Criteria ในการตรวจสอบผลการวิจัยจากรูปแบบของความต้องการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นรายการดังต่อไปนี้

6.1.1 หลักเกณฑ์ด้านความต้องการในการใช้สอยอาคาร

หลักเกณฑ์ในข้อนี้จะมุ่งเน้นการตรวจสอบความสามารถในการใช้สอยอาคารให้ตอบสนองต่อความต้องการด้านต่างๆ ที่ได้กำหนดในสมมติฐานของการออกแบบ โดยจะวิเคราะห์ตรวจสอบในด้าน

1. ความสามารถในการตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้สอยขั้นพื้นฐานของมนุษย์
2. ความสามารถในการตอบสนองต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และกิจกรรมขั้นพื้นฐานในการให้ความช่วยเหลือ
3. ความสามารถในการใช้สอยอาคารตามข้อกำหนดของกฎหมาย ซึ่งจะมีผลไปถึงรูปแบบ ลักษณะ และระบบโครงสร้างของอาคาร ว่าได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดหรือไม่
4. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้สอยอาคารให้มีความหลากหลาย (Flexible) ตามที่กำหนดในแนวความคิดของการออกแบบ (Concept)

6.1.2 หลักเกณฑ์ด้านความต้องการในขนาดพื้นที่(Space) และรูปทรงของอาคาร

ในข้อนี้ความต้องการที่ถูกตรวจสอบคือ ความต้องการในขนาดของพื้นที่สำหรับการใช้สอย และรูปทรงของอาคารที่จะต้องตอบสนองต่อการใช้สอยตามความจำเป็น ซึ่งกำหนดไว้ในแนวความคิดของการออกแบบ โดยสามารถแบ่งรายละเอียดของการตรวจสอบออกเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ของอาคาร 1 หลังจะต้องเพียงพอสำหรับการใช้สอยของสมาชิกจำนวน 2 คน
2. รูปแบบของอาคารจะต้องสามารถกันแดดกันฝน และป้องกันภัยจากสภาวะแวดล้อมภายนอกได้
3. รูปแบบของอาคารจะต้องสามารถปรับปรุงการใช้งาน และพื้นที่ใช้สอยของอาคารได้อย่างหลากหลาย
4. รูปแบบของอาคารจะต้องแก้ไขปัญหาการใช้สอยที่เคยเกิดขึ้นในโครงการที่สร้างมาก่อนได้
5. จะต้องมีความสวยงานของรูปทรง ทั้งในการจัดวางอาคารแบบเป็นอาคารเดี่ยว และแบบอาคารกลุ่ม

6.1.3 หลักเกณฑ์ด้านการก่อสร้าง และการขนส่ง

หลักเกณฑ์ในข้อนี้ถือเป็นประเด็นสำคัญรองจากการออกแบบ เนื่องจากการก่อสร้างอาคารแบบสำเร็จรูปเป็นระบบการก่อสร้างแบบพิเศษที่แตกต่างจากการก่อสร้างทั่วๆ ไป เพราะชิ้นส่วนอาคารแต่ละชิ้นจะได้รับการผลิตอย่างเสร็จสมบูรณ์ก่อนที่จะขนส่งไปติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง ดังนั้นเกณฑ์ในการตรวจสอบผลการทดลองจึงมีคุณสมบัติเฉพาะดังต่อไปนี้

1. ต้องเป็นอาคารที่สามารถก่อสร้างให้แล้วเสร็จได้ในระยะเวลาไม่เกิน 3 วัน
2. บุคคลที่ไม่มีความรู้ความสามารถในการก่อสร้างอาคาร สามารถที่จะทำการก่อสร้างอาคารหลังนี้ได้
3. การก่อสร้างอาคารสามารถใช้เพียงเครื่องมือ หรืออุปกรณ์อย่างง่ายที่มีอยู่ในครัวเรือน
4. อาคาร หรือชิ้นส่วนประกอบอาคารทั้งหมดมีน้ำหนักเบา สามารถขนส่งไปยังพื้นที่ต่างๆ ได้ง่ายด้วยยานพาหนะขนาดเล็ก
5. การจัดเก็บ จัดวางชิ้นส่วนเป็นไปอย่างประหยัด ทำให้สามารถขนส่งได้ในปริมาณครั้งละมากๆ
6. สามารถที่จะถอดชิ้นส่วนอาคารออกจากกัน แล้วประกอบขึ้นใหม่ได้หลายครั้ง

6.1.4 หลักเกณฑ์ด้านงบประมาณในการผลิต และการก่อสร้าง

งบประมาณในการก่อสร้าง เป็นตัวกำหนดอย่างหนึ่งว่างานออกแบบอาคารสำเร็จรูปหลังนั้นมีความแตกต่างจากการออกแบบในระบบการก่อสร้างแบบปกติอย่างไร เนื่องจากระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปเกิดจากความต้องการลดค่าใช้จ่าย และระยะเวลาในการก่อสร้าง จึงต้องตรวจสอบงบประมาณในด้าน

1. งบประมาณในการผลิตชิ้นส่วน และการก่อสร้างอาคาร
2. งบประมาณในการขนส่งวัสดุเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง
3. งบประมาณในการดูแลรักษา และซ่อมบำรุงชิ้นส่วนอาคาร
4. งบประมาณในการจัดซื้อชิ้นส่วนวัสดุประเภทอื่น เช่น วัสดุบุผิว เป็นต้น

6.1.5 หลักเกณฑ์ด้านอายุการใช้งาน และความคงทนแข็งแรงของอาคาร

อาคารพักอาศัยชั่วคราวเป็นอาคารที่มีการใช้งานในชั่วระยะเวลาหนึ่ง โครงสร้าง และวัสดุก่อสร้างอาคารจึงเป็นตัวกำหนดอายุการใช้งาน และความคงทนแข็งแรงของอาคาร การออกแบบโครงสร้างที่สามารถรับแรงกระทำได้อย่างหลากหลาย ตามแต่พื้นที่ๆ อาคารจะต้องไปติดตั้ง จึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

1. วัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้จะต้องมีความแข็งแรงคงทน ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของประเทศไทย
2. อายุการใช้งานของวัสดุในสภาพแวดล้อม ควรจะมีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 3 ปี
3. ชิ้นส่วนอาคาร และระบบโครงสร้างที่เลือกใช้ จะต้องมีความสามารถในการรับ และถ่ายเทแรงได้ดี
4. ต้องสามารถรับแรงกระทำที่คาดไม่ถึง ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ เช่น แรงจากน้ำป่าไหลหลาก เป็นต้น

6.1.6 หลักเกณฑ์ด้านการออกแบบ และการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร

เป็นหลักเกณฑ์ ที่สำคัญที่สุดในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากการออกแบบเป็นขั้นตอนแรกที่จะทำให้เกิดรูปแบบของอาคารที่มีความเหมาะสมกับความต้องการในด้านต่างๆ กระบวนการออกแบบที่เหมาะสม จะทำให้เกิดความลงตัวในกระบวนการก่อสร้าง และการใช้สอย ซึ่งอาคารตัวอย่างจะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของการศึกษาที่ผู้วิจัยประเมินได้ว่ามีความเหมาะสมกับการออกแบบอาคาร ซึ่งตรวจสอบได้โดยหลักเกณฑ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบอาคารสำเร็จรูปควรจะต้องใช้ระบบประสานทางพิกัด ในการออกแบบ
2. ต้องมีการประสานการออกแบบระบบโครงสร้าง ในส่วนต่างๆ ให้ทำหน้าที่ของตัวเองอย่างเหมาะสม
3. การออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคารต้องมีความหลายหลายน้อย แต่สามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง
4. มีการประสานเทคนิคการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนต่างๆ ของอาคาร
5. สามารถออกแบบชิ้นส่วนให้ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างรวดเร็ว และได้มาตรฐาน
6. สามารถออกแบบระบบการติดตั้งที่มีลำดับเป็นระบบอย่างลงตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2 การวิเคราะห์ผลการวิจัย และการก่อสร้างอาคารทดลอง

จากหลักเกณฑ์ (Criteria) ของการตรวจสอบผลการวิจัย และรูปแบบของอาคารที่ได้รับการออกแบบตามเทคนิคที่ผู้วิจัยสรุปได้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถตอบโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการวิจัยได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามหมวดหมู่ที่แบ่งแยกไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากแบบจำลองอาคารตัวอย่างเป็นแหล่งอ้างอิงถึงผลลัพธ์ของเทคนิคการออกแบบที่ผู้วิจัยสรุปได้ ดังต่อไปนี้

6.2.1 ด้านความต้องการในการใช้สอยอาคาร

จากอาคารตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่า การออกแบบอาคารโดยอาศัยระบบพิกัดมูลฐานตามที่กำหนด ผสมผสานกับการออกแบบตามพฤติกรรมในการใช้สอยของมนุษย์จะทำให้เกิดรูปแบบของ

1. อาคารที่สามารถตอบสนองต่อการใช้สอยขั้นพื้นฐานของมนุษย์ คือการกิน นอน เดิน เล่น พักผ่อนได้อย่างเต็มที่ โดยที่ยังไม่คำนึงถึงเรื่องงานระบบประกอบอาคาร ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของการวิจัย
2. อาคารที่สามารถตอบสนองต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และการทำกิจกรรมขั้นพื้นฐานต่างๆ ในการให้ความช่วยเหลือ เช่น โรงนอน โรงพยาบาล โรงเรียน หรือสถานรับเลี้ยงเด็ก เป็นต้น
3. อาคารที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการอย่างเร่งด่วน เช่น อาคารช่วยเหลือกรณีอัคคีภัย
4. อาคารที่สามารถใช้สอยได้ตามข้อกำหนดของกฎหมาย โดยเฉพาะในด้านรูปแบบ และลักษณะของอาคาร ที่จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบที่กฎหมายกำหนดไว้ ยกเว้นในบางกรณีที่มีการออกแบบเฉพาะเพื่อตอบสนองต่อการใช้สอย หรือพฤติกรรมพิเศษ
5. อาคารที่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้สอยให้มีความหลากหลาย (Flexible) ได้ โดยการจัดวางหรือรวมกลุ่มผังอาคาร ตามระบบประสานทางพิกัดที่กำหนดในการออกแบบ

6.2.2 ด้านความต้องการในขนาดพื้นที่(Space) และรูปทรงของอาคาร

การออกแบบตารางตามพิกัด โดยอาศัยระบบพิกัดมูลฐาน ทำให้รูปแบบของผังพื้น และสัดส่วนของผนังอาคารมีความสัมพันธ์กัน และมีความสัมพันธ์กับอาคารหลังอื่นๆ โดยสามารถสรุปผลการทดลองออกมาได้ว่า

1. พื้นที่ใช้สอยของอาคารตัวอย่างสามารถตอบสนองต่อการใช้สอยของสมาชิกจำนวน 2 คนได้อย่างพอเพียง โดยถ้าหากมีความจำเป็นต้องขยายขนาดของอาคารก็สามารถกระทำได้โดยง่าย
2. รูปแบบของอาคารสามารถที่จะปรับปรุงการใช้งาน และพื้นที่ใช้สอยของอาคารได้อย่างหลากหลาย (Flexible) ตามลักษณะของความต้องการด้านกิจกรรม และความต้องการด้านพื้นที่ใช้สอย ด้วยการรวมกลุ่มอาคารเข้าด้วยกันเป็นอาคารหลังใหญ่ในแบบตารางพิกัดรวม
3. รูปทรงของอาคารมีความสามารถในการใช้สอย และป้องกันอันตรายจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ โดยสามารถที่จะแก้ไขปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในโครงการก่อนหน้านี้ลงไปได้
4. รูปแบบของอาคารมีความสวยงามในระดับหนึ่ง ทั้งในส่วนที่มีการก่อสร้างเป็นอาคารเดี่ยว และในด้านรวมกลุ่มของอาคารเข้าด้วยกันเป็นอาคารหมู่ หรือกลุ่มอาคารขนาดใหญ่

6.2.3 ด้านความต้องการในการขนส่ง และการก่อสร้าง

เนื่องจากหลักเกณฑ์ในข้อนี้เป็นคุณสมบัติเฉพาะ ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบ และแก้ไขปัญหาการออกแบบตั้งแต่ในขั้นตอนการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้อาคารตัวอย่างมีความสามารถในการก่อสร้างดังนี้

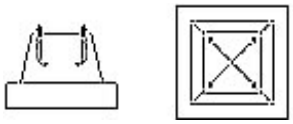
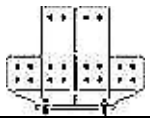
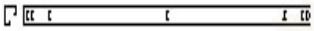
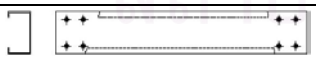
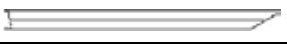
1. เป็นอาคารที่สามารถก่อสร้างให้แล้วเสร็จได้ในระยะเวลา 3-4 วัน โดยบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ในการก่อสร้างอาคารมาก่อนเลย ด้วยการออกแบบระบบการติดตั้งแบบ Knock down ที่มี Bolt เป็นชิ้นส่วนสำคัญในการยึดติดรอยต่อ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนในระบบการติดตั้งที่บุคคลทั่วไปพอจะมีความเคยชินอยู่ประกอบกับการทำรูปแบบการติดตั้งให้มีความเรียบง่ายจนบุคคลทั่วไปสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย
2. ในการก่อสร้างอาคารสามารถใช้เพียงเครื่องมือที่มีอยู่ในครัวเรือน คือ คีมจับ คีมตัด ไขควง ประแจ หรือสว่านมือ มาใช้ในการก่อสร้างอาคารหลังนี้ได้
3. ชิ้นส่วนประกอบอาคารทั้งหมดที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารมีน้ำหนักโดยรวมที่ไม่มาก สามารถขนส่งไปยังพื้นที่ต่างๆ ได้โดยอาศัยเพียงยานพาหนะขนาดเล็กเช่น รถกระบะ หรือรถบรรทุกขนาด 6 ล้อ
4. การที่สามารถจัดเก็บแบบวางซ้อนกันได้ทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง จึงสามารถที่จะขนส่งได้ครั้งละมากๆ ทำให้สามารถขนส่งชิ้นส่วนอาคารได้หลายหลังในการขนส่งเพียงครั้งเดียว (โดยเฉพาะถ้าไม่จำเป็นต้องใช้ฐานรากในการก่อสร้างอาคาร จะขนส่งได้ในปริมาณเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า)

6.2.4 ด้านงบประมาณในการผลิต และก่อสร้าง

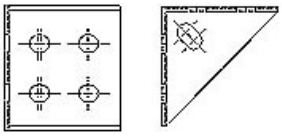
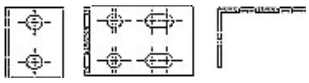
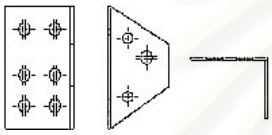
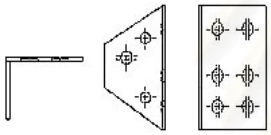
งบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างส่วนมากจะใช้ไปในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรม ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุบุผิว และวัสดุกันความร้อน รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และค่าแรงงานในการก่อสร้าง โดยผู้วิจัยได้ทำการประเมินราคาค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง (ตามตารางที่ 13-16) ซึ่งสามารถสรุปงบประมาณในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างได้เท่ากับ 60,765 บาท (ราคา ณ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2547 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ราคาเหล็กในตลาดวัสดุก่อสร้างมีราคาสูงที่สุดเป็นประวัติการณ์) โดยราคานี้เป็นราคาประเมินสำหรับการก่อสร้างอาคารเพียงหลังเดียว ซึ่งสามารถลดทอนลงได้อีกถ้าหากมีการผลิตอาคารเป็นจำนวนมาก แต่ในงบประมาณขนาดนี้ ระบบการก่อสร้างได้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ เช่น

1. ค่าใช้จ่ายในการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร จากการลดปริมาณของรูปแบบชิ้นส่วนที่มีความแตกต่างกันลง เปลี่ยนเป็นการผลิตชิ้นส่วนที่มีรูปแบบเดียวกันเป็นจำนวนมาก
2. การขนส่งชิ้นส่วนวัสดุ ที่สามารถลดจำนวนเที่ยวของการขนส่งลง ด้วยการที่สามารถขนส่งทีละมากๆ
3. การบำรุงรักษาอาคาร และส่วนประกอบอาคาร เนื่องจากชิ้นส่วนประกอบอาคารมีการผลิตเป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถจัดเก็บชิ้นส่วนสำรองไว้ได้ โดยสามารถรวมชิ้นส่วนสำรองไว้ในส่วนประกอบอาคารตามตำแหน่งช่องว่างที่มีจุดยึดต่อเหลือ หรือต่อเติมเป็นส่วนประกอบอาคารอื่นๆ ก็ได้
4. ค่าใช้จ่ายในส่วนวัสดุที่มีความสูญเสีย จากความเสียหายในกระบวนการก่อสร้าง หรือการตัดเศษชิ้นส่วนวัสดุที่นำมาติดตั้งร่วม เช่น ชิ้นส่วนวัสดุบุผิว หรือชิ้นส่วนวัสดุปูพื้นต่างๆ ที่สามารถตัดแบ่งให้อยู่ในระบบพิกัดที่ไม่มีการเสียเศษได้

ตารางที่ 13 : ตารางแสดงราคาของชิ้นส่วนประกอบอาคารในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

No.	รูปแบบวัสดุก่อสร้าง	รหัส	ขนาด (cm)	น้ำหนัก/ หน่วย (kg)	ราคา/หน่วย (บาท)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (บาท)
1.		F	45x45	~43	800	4	3,200
2.		F-PI	30x40	15	1,000	4	4,000
3.		C.	252	11.80	708	4	2,832
4.		MB.	240	7.80	468	12	5,616
5.		SB.	54.5	1.77	106.20	16	1,700
6.		MS.	240	2.40	120	24	2,880
7.		ST-1	62	0.62	31	40	1240
8.		ST-2	40	0.40	20	13	260
9.		ST-3	84	0.84	42	11	462
10.		ST-4	39.7	0.4	20	3	60
11.		ST-5	79.7	0.8	40	2	80
12.		RB-1	260	2.60	130	2	260
13.		RB-2	260	2.60	130	8	1,040
14.		RB-3	80	0.80	40	8	320
15.		RT-1	260	2.60	130	3	390
16.		RT-2R	140	1.375	68.75	3	206.25
17.		RT-2L	140	1.375	68.75	3	206.25
18.		RT-3	75	0.75	37.50	3	112.50
19.		RT-4R	45	0.45	22.50	3	67.50
20.		RT-4L	45	0.45	22.50	3	67.50
21.		SP-1	280	3.44	172	8	1,376
22.		SP-2	260	3.20	160	12	1,920
23.		Br-1	140	1.40	70	2	140
24.		Br-2R	126.5	1.10	55	4	220
25.		Br-2L	126.5	1.10	55	4	220
26.		รางน้ำ	280	14.80	888	2	1,776
TOTAL						201 ชิ้น	30,652

ตารางที่ 14 : ตารางแสดงราคาของชิ้นส่วนข้อต่อพิเศษ ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

No.	รูปแบบวัสดุก่อสร้าง	รหัส	ขนาด (cm)	น้ำหนัก/ หน่วย (kg)	ราคา/หน่วย (บาท)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (บาท)
1.		PI1	9.5x9.5 x10	0.88	60	8	480
2.		PI2	6x11 x7	0.37	25	40	1,000
3.		PI3	6x6 x4	0.15	10	50	500
4.		PI4	20x9	0.57	40	16	640
5.		PI5-R	16x8.8 x8	0.84	60	4	240
6.		PI5-L	16x8.8 x8	0.84	60	4	240
TOTAL						122 ชิ้น	3,100

หมายเหตุ : 1. รายการคำนวณราคาค่าวัสดุตามตารางที่ 13-15 อ้างอิงข้อมูลจาก บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด ณ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2547

2. ราคามาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างเหล็กรูปตัว C ความหนา 0.75 mm. มีค่า = 50 บาท/Kg
3. ราคามาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างแปเหล็กความหนา 0.75 mm. มีค่า = 50 บาท/Kg
4. ราคามาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างเหล็กความหนา 1.90 mm. มีค่า = 60 บาท/Kg
5. ราคามาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างเหล็กความหนาอื่นๆ มีค่า = 60 บาท/Kg x ความคลาดเคลื่อน 15-20%

ตารางที่ 15 : ตารางแสดงราคาค่าขนส่งชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

No.	วิธีการขนส่ง	ต้นทาง	ปลายทาง	น้ำหนักบรรทุก(kg)	ราคา/รอบ (บาท)	จำนวนหลัง/รอบ	หมายเหตุ
1.	รถกระบะขนาดมาตรฐาน	ระยอง	กรุงเทพฯ	1,000*	2,000	1.42	* กฎหมายกำหนด
2.	รถกระบะขนาดมาตรฐาน	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ	1,000*	1,000	1.42	* กฎหมายกำหนด
TOTAL					3,000	1	
3.	รถกระบะ 6 ล้อ	ระยอง	กรุงเทพฯ	1,800*	4,800	2.5	* กฎหมายกำหนด
4.	รถกระบะ 6 ล้อ	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ	1,800*	2,500	2.5	* กฎหมายกำหนด
TOTAL					7,300	2.5	2 รอบได้ 5 หลัง

หมายเหตุ : การขนส่งวัสดุจากระยองมาสู่กรุงเทพฯ เนื่องจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนตั้งอยู่ที่ จ.ระยอง (วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2547)

ตารางที่ 16 : ตารางแสดงราคาประเมินรวมในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

No.	รายการ	ราคา (บาท)	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% (บาท)
1.	ค่าชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง และโครงสร้างเหล็ก	30,652	2,146
2.	ค่าชิ้นส่วนพิเศษ และข้อต่อ	3,100	217
3.	ค่าวัสดุบุผิว และประตูหน้าต่าง	15,000	1,400
4.	ค่าขนส่งชิ้นส่วนอาคาร 1 หลัง (รถกระบะ)	3,000	-
5.	ค่าแรงงานในการก่อสร้าง	5,250	-
รวม		62,002	3,763
TOTAL		- 60,765 -	

หมายเหตุ : ราคาประเมินเป็นราคาเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2547 อ้างอิงข้อมูลจากบริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด[22]

6.2.5 ด้านอายุการใช้งาน และความคงทนแข็งแรงของอาคาร

วัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุก่อสร้างประเภทโครงสร้างเหล็ก ซึ่งมีความสามารถในการรับแรงได้มาก อีกทั้งยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ทำให้อาคารตัวอย่างมีคุณสมบัติในด้าน

1. การรองรับแรงกระทำตามข้อกำหนดของกฎหมาย ที่บังคับให้อาคารพักอาศัยต้องมีความสามารถในการรับแรงกระทำที่ไม่ต่ำกว่า 150 Kg/m^2 ได้
2. ความคงทนแข็งแรงของวัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ ซึ่งสามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของประเทศไทยได้ โดยสามารถประยุกต์วัสดุในท้องถิ่นมาใช้ในส่วนที่ไม่มีความสำคัญทางโครงสร้างได้
3. ความลงตัวของรูปแบบ และหน้าที่ใช้สอยของชิ้นส่วนอาคาร โดยมีการออกแบบให้ชิ้นส่วนต่างๆ ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมตามความเหมาะสมของวัสดุ ช่วยยืดอายุการใช้งานของวัสดุให้สามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 3 ปี โดยสามารถนำมาใช้สอยได้หลายครั้ง
4. การออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างด้วยการประสานระบบโครงสร้างที่แตกต่างกัน ให้ทำหน้าที่ร่วมกันในการรับ และถ่ายเทแรงกระทำต่างๆ ทำให้มีการใช้งานวัสดุก่อสร้างอย่างเต็มความสามารถ และโครงสร้างอาคารมีความแข็งแรงโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างประหยัด
5. การประสานกันของระบบโครงสร้าง และการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างโดยคำนึงถึงความสามารถในการรับแรงกระทำ ทำให้โครงสร้างของอาคารสามารถรองรับแรงกระทำที่คาดไม่ถึง ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ เช่น แรงกระทำด้านข้างจากการไหลหลากของน้ำในฤดูน้ำหลาก หรือการช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม โคลนถล่ม ซึ่งสภาพแวดล้อมโดยรอบยังไม่มีความมั่นคงดี อาจเกิดสภาวะเหล่านั้นซ้ำได้ อาคารก็สามารถที่จะป้องกันผู้อยู่อาศัยให้มีความปลอดภัยได้ในระดับหนึ่ง

[22] สัมภาษณ์ ทวีศักดิ์ มโนบูรชัยเลิศ, วิศวกร บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด, 1 ตุลาคม 2547.

6.2.6 ด้านการออกแบบ และการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร

เทคนิคที่นำมาใช้ในการออกแบบอาคารตัวอย่าง นอกจากจะแสดงให้เห็นผลจากการศึกษา และพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้แล้ว ยังส่งผลให้เกิดการประมวลความรู้ที่เป็นประโยชน์ในด้าน

1. การออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปด้วยระบบประสานทางพิกัด ในการออกแบบ
2. การประสานเทคนิคการออกแบบอาคาร และโครงสร้างอาคาร เพื่อให้วัสดุก่อสร้างทำหน้าที่ตามความเหมาะสมกับคุณสมบัติ และความสามารถอย่างเต็มประสิทธิภาพ
3. เทคนิคการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคารให้มีรูปแบบการใช้สอยที่หลากหลาย และสามารถผลิตด้วยกระบวนการผลิตอย่างเดียวกันในระบบอุตสาหกรรมที่ได้มาตรฐาน
4. การประสานเทคนิคการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการเชื่อมต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนต่างๆ ของอาคารเข้าด้วยกัน
5. การออกแบบระบบการก่อสร้างอาคารที่มีลำดับการติดตั้งอย่างเป็นระบบ สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือทำการติดตั้งเพิ่มเติมได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการใช้สอย

6.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารทดลอง

1. การกองเก็บชิ้นส่วนประกอบอาคาร และการขนส่งที่ไม่ดี จะทำให้ชิ้นส่วนเกิดความเสียหายจากการกระทบกระแทก จนเกิดการสูญเสียรูปทรง ซึ่งเมื่อนำมาติดตั้งจะทำให้เกิดความผิดพลาดในระบบมิติที่มีความผูกพันกับชิ้นส่วนอื่นๆ
2. รูปทรงของชิ้นส่วนพิเศษบางชนิด เช่น ตอม่ออาคาร มีรูปแบบ ขนาด และสัดส่วนที่ยังไม่เหมาะสม ถ้ายังมีการใช้งานไม่เต็มที่ (ยังไม่มีการติดตั้งอาคารครบทั้ง 4 หลัง) อาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้ได้
3. ความไม่เที่ยงตรงจากการวัดด้วยเครื่องมือของผู้ก่อสร้าง ทำให้เกิดความบิดเบี้ยวในมิติการติดตั้งได้ ซึ่งแก้ไขได้ด้วยการควบคุมการบิดเบี้ยวให้อยู่ในระยะความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้ในการออกแบบ
4. ชิ้นส่วนก่อสร้างอาคารบางชิ้นต้องมีการติดตั้งตามลำดับที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความยุ่งยากในการติดตั้งในภายหลังให้น้อยที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7
บทสรุป และข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุปจากการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาวิจัย และก่อสร้างอาคารตัวอย่างเพื่อทดสอบแนวความคิดที่สรุปได้จากการวิจัย ผู้วิจัยสามารถที่จะสรุปกระบวนการในการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปได้ว่า *ในการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ผู้ออกแบบควรที่จะใช้เทคนิค หรือกระบวนการในการออกแบบ* ดังต่อไปนี้

1. <u>การออกแบบภายใต้ระบบประสานทางพิกัดในการก่อสร้างอาคาร</u> จะประกอบขึ้นมาจากหลักมูลฐานในการออกแบบดังนี้
   - การกำหนดขนาด และสัดส่วนของส่วนประกอบอาคารแต่ละชิ้น ภายใต้ระบบพิกัดมูลฐานที่ตั้งขึ้นจากการศึกษา *มิติการผลิตของวัสดุในระบบอุตสาหกรรม*
   - การกำหนดความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนประกอบอาคารแต่ละชิ้น ด้วยมิติความสัมพันธ์ที่ไม่อาศัยซึ่งกัน และกัน เพื่อไม่ให้เกิดการรั้งรอกันในกระบวนการก่อสร้าง
   - การกำหนดขนาดของรอยต่อตามระบบพิกัด โดยเผื่อระยะรอยต่อไว้เป็นความคลาดเคลื่อนในการผลิต และการติดตั้งอาคาร

   โดยสามารถที่จะลำดับกระบวนการของการออกแบบได้ดังต่อไปนี้
   1. การกำหนดขนาดของหน่วยพิกัดแผนผัง และรูปแบบของตารางตามพิกัดในการออกแบบ
   2. การออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคารทางพิกัด
   3. การวางตำแหน่งพิกัดของชิ้นส่วนประกอบอาคาร
   4. การกำหนดตารางพิกัดในรูปด้าน และรูปตัดของอาคาร
   5. การจัดทำแบบร่าง และแบบรายละเอียด

   ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปลำดับของกระบวนการออกแบบข้างต้น ให้เป็นลำดับขั้นตอนของการออกแบบที่เป็นรูปธรรมในการออกแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่าง โดยมีลำดับดังต่อไปนี้
   1. การเลือกระบบมิติ และตารางพิกัดที่เหมาะสมกับความต้องการ
   2. การกำหนดขนาด สัดส่วน รูปแบบ และพิกัดมูลฐานของอาคาร
   3. การจัดวางตำแหน่งผังพื้น และผนังอาคาร
   4. การคัดเลือก และออกแบบระบบโครงสร้างอาคาร
   5. การออกแบบระบบการถ่ายเทน้ำหนัก และฐานรากอาคาร
   6. การกำหนดขนาด และสัดส่วนภายในชิ้นส่วนอาคาร
   7. การออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร รอยต่อ และวิธีการติดตั้ง
   8. การออกแบบโครงสร้างหลังคา ระบบระบายน้ำ และระบบประกอบอาคาร
   9. การตรวจสอบคุณสมบัติพิเศษ และเทคนิคการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอาคาร

2. <u>การออกแบบระบบโครงสร้าง และการถ่ายเทน้ำหนัก</u> ตามความเหมาะสมของของรูปแบบการใช้สอยและความต้องการในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้สอยอาคาร ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องมีการสรุปความต้องการที่อยากจะให้เกิดขึ้นในอาคาร ก่อนที่จะทำการคัดเลือกระบบโครงสร้างที่มีความเหมาะสมต่อการใช้สอยในแต่ละส่วน เช่น ในอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบโครงสร้างที่ตอบสนองต่อความต้องการในสิ่งต่างๆ ดังนี้
    1. ความต้องการในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพื้นที่ และการใช้สอยอาคารด้วยการประกอบติดตั้งอาคารเชื่อมต่อกันให้กลายเป็นอาคารหลังใหญ่หลังเดียว ผู้ออกแบบจึงเลือกใช้ระบบโครงสร้างแบบเสา-คาน ในการออกแบบเพื่อให้สามารถประกอบติดตั้งอาคารร่วมกันให้เป็นอาคารขนาด 2 ชั้น และต่อเนื่องต่อไปได้
    2. ความต้องการในการออกแบบชิ้นส่วนผนังอาคารให้เป็นชุดของชิ้นส่วนที่เป็น Unit โดยที่ไม่มีชิ้นส่วนค้ำยันบริเวณมุมอาคารเข้ามากีดขวางการออกแบบ และการก่อสร้าง จึงเลือกใช้ระบบโครงสร้างผนังแบบโครงสร้าง Frame ซึ่งมีความสามารถในการรับแรงกระทำด้านข้างในการออกแบบ
    3. ความต้องการในการกันแดดกันฝน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และแก้ไขปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในโครงการที่มีการก่อสร้างมาก่อนหน้านี้ โดยเพิ่มชิ้นส่วนชายคาโดยใช้ระบบโครงสร้างแบบ Frame ที่มีการค้ำยัน เพื่อให้สามารถถอดชิ้นส่วนดังกล่าวออกได้เมื่อมีความต้องการในการเชื่อมต่ออาคารเกิดขึ้น

3. <u>การตรวจสอบความถูกต้อง ของการออกแบบ</u> ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งที่มีความสำคัญคือ
    1. การตรวจสอบความถูกต้องของมิติ และขนาดพิกัดของรอยต่อในชิ้นส่วนอาคารแต่ละชิ้น
    2. การตรวจสอบกระบวนการติดตั้ง และตำแหน่งของรูเจาะต่างๆ ด้วยการคำนวณทางวิศวกรรม และการตรวจสอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์
    3. การตรวจสอบคุณสมบัติ และความสามารถในการใช้งานของวัสดุ
    4. การตรวจสอบกระบวนการในการผลิต การขนส่ง และการจัดเก็บชิ้นส่วนประกอบอาคาร
    5. การตรวจสอบคุณสมบัติที่กำหนดในความต้องการเบื้องต้นก่อนการออกแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยคุณสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้
        1) คุณสมบัติด้านการใช้สอย
        2) คุณสมบัติด้านขนาดพื้นที่ และรูปทรงของอาคาร
        3) คุณสมบัติด้านการก่อสร้าง และการขนส่ง
        4) คุณสมบัติด้านงบประมาณในการผลิต และการก่อสร้าง
        5) คุณสมบัติด้านความคงทนแข็งแรง และอายุการใช้งานของอาคาร
        6) คุณสมบัติด้านการออกแบบ และการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยในการออกแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้นำกระบวนการ และวิธีการออกแบบที่สรุปได้ข้างต้นมาใช้ในการออกแบบอาคาร ซึ่งมีการกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นก่อนการออกแบบ ดังต่อไปนี้

1. ต้องเป็นอาคารที่ตอบสนองต่อการใช้สอยขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตตามปกติของมนุษย์ ในจำนวนทดลองที่กำหนดไว้ คือ 2 คน ต่อการใช้สอยอาคาร 1 หลัง
2. ต้องเป็นอาคารที่สามารถตอบสนองต่อการใช้สอยในการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางธรรมชาติ หรือการเกิดสาธารณภัยต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สิน
3. ต้องเป็นอาคารที่สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการใช้สอย ขนาดพื้นที่ และรูปทรงของอาคารได้ด้วยการรวมกลุ่ม Unit ของอาคารเดี่ยวเข้าด้วยกันเป็นอาคารใหญ่
4. ต้องเป็นอาคารที่สามารถก่อสร้างได้ด้วยกำลังของบุคคลทั่วไป ที่ไม่มีความรู้ในการก่อสร้างอาคารมาก่อน ให้แล้วเสร็จในระยะเวลาไม่เกิน 3 วัน ด้วยเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ทั่วๆ ไปที่มีอยู่ในครัวเรือน
5. ต้องเป็นอาคารที่มีความคงทนแข็งแรง มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 3 ปี ภายในสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติของประเทศไทย
6. ต้องเป็นอาคารที่สามารถขนส่งไปติดตั้งยังพื้นที่ต่างๆ ได้โดยง่าย ด้วยการถอดชิ้นส่วนประกอบอาคารออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ ที่สามารถนำมาประกอบกันขึ้นใหม่เป็นตัวอาคารได้หลายครั้ง
7. ต้องเป็นอาคารที่สามารถผลิตได้อย่างสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรมที่ได้มาตรฐาน ก่อนที่จะทำการขนส่งเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง
8. ต้องเป็นอาคารที่สามารถผลิต และก่อสร้างด้วยงบประมาณที่เหมาะสม และมีการใช้สอยทรัพยากรอย่างรู้คุณค่ามากที่สุด

ซึ่งผลจากการออกแบบก่อสร้าง และการตรวจสอบกระบวนการอย่างมีระบบ ด้วยเทคนิคการออกแบบตามที่ได้กล่าวมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถออกแบบก่อสร้างอาคารตัวอย่างที่ตอบสนองต่อคุณสมบัติ และความต้องการต่างๆ อย่างครบถ้วน เป็นอาคารที่แสดงให้เห็นบทสรุปจากการศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการวิจัย

ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในกระบวนการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถเรียงลำดับออกมาได้ ดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากในกระบวนการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงเทคนิคในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งความเป็นจริงควรที่จะมีการก่อสร้างอาคารตัวอย่างในขนาดเท่าจริงเพื่อตรวจสอบผลการวิจัยอย่างชัดเจน แต่เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นในด้าน ระยะเวลาในการศึกษา งบประมาณในการก่อสร้าง และสถานที่สำหรับก่อสร้าง ที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ได้เกิดความไม่พร้อมขึ้นมาในหลายๆ ด้าน ทำให้การดำเนินการก่อสร้างอาคารขนาดเท่าจริงต้องมีการหยุดชะงักไป ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้การก่อสร้างอาคารจำลองขนาด 1:7.5 ขึ้นมาแทน ซึ่งทำให้ความสามารถในการตรวจสอบคุณสมบัติด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง และกระบวนการก่อสร้างไม่สามารถที่จะจัดทำได้อย่างเต็มที่ตามความเป็นจริง ผู้วิจัยต้องใช้การประมาณการจากกรณีศึกษา และการอ้างอิงจากบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะแทน
2. การเปลี่ยนแปลงของราคาค่าวัสดุก่อสร้างในท้องตลาด โดยเฉพาะราคาค่าวัสดุก่อสร้างประเภทเหล็กซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงขึ้นมากตามการขาดแคลนในตลาดโลก ทำให้ราคาค่าวัสดุโครงสร้างเหล็กในช่วงการประเมินราคามีค่าสูงขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารตัวอย่างหลังอื่นๆ แต่ก็จะเห็นได้ว่าราคาประเมินในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ยังอยู่ในงบประมาณที่ไม่มากไปกว่าการก่อสร้างอาคารในโครงการอื่นๆ ที่นำมาศึกษา ซึ่งแสดงว่าถึงแม้ราคาค่าวัสดุจะมีการปรับตัวขึ้นสูงมาก ราคาค่าก่อสร้างอาคารก็ยังถูกอยู่มาก โดยเฉพาะถ้าเปรียบเทียบกลับไปเป็นราคาในช่วงระยะเวลาเดียวกันอาคารตัวอย่างจะมีราคาค่าก่อสร้างที่ถูกกว่ามาก
3. การก่อสร้างอาคารจำลองที่มีขนาดเล็ก ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุในการผลิตที่มีความใกล้เคียงกับวัสดุก่อสร้างจริง คือ การใช้แผ่นอลูมิเนียมที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมาทำการตัด และพับเช่นเดียวกับการผลิตชิ้นส่วนวัสดุจริง เพื่อให้เกิดความใกล้เคียงกับการก่อสร้างอาคารจริงมากที่สุด แต่การผลิตชิ้นส่วนอาคารจำลองในระบบนี้จะมีโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนในการผลิตได้ง่าย โดยเฉพาะถ้าหากชิ้นส่วนมีการบิดเบี้ยวจากการซ้อนทับ หรือการเก็บรักษาที่ไม่ดี จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน และความไม่ลงตัวในการประกอบติดตั้งได้ง่าย
4. งานระบบประกอบอาคารซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดในข้อกำหนดของการวิจัยว่า จะไม่นำมาประกอบในการศึกษาวิจัย ได้กลายเป็นองค์ประกอบที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งจำเป็นที่ผู้วิจัย และผู้ออกแบบท่านอื่นๆ จะต้องคำนึงถึง โดยเฉพาะงานระบบประกอบอาคารที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวอาคารโดยตรง เช่น งานระบบระบายน้ำฝน และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่อาคารทุกหลังในปัจจุบันจะต้องมี ผู้ออกแบบจะต้องมีการจัดวางตำแหน่งติดตั้ง จุดเชื่อมต่อ และการเข้าถึงอาคารของระบบต่างๆ เหล่านี้อย่างเหมาะสม และลงตัว

7.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยชั่วคราวมีประเด็น และสิ่งสำคัญๆ ที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงหลายอย่าง แต่สิ่งที่ผู้วิจัยได้รับจากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า

1. ในการออกแบบก่อสร้างอาคารประเภทนี้ ผู้ออกแบบจะเป็นผู้เลือกว่าจะใช้ระบบใดเป็นหลักพื้นฐานในการออกแบบ ซึ่งจะส่งผลถึงกระบวนการ และวิธีการในการดำเนินงาน ทั้งในระหว่างขั้นตอนการออกแบบร่าง ขั้นตอนการออกแบบก่อสร้าง และขั้นตอนการตรวจสอบแบบ ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความถูกต้องในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนวัสดุต่างๆ ให้สามารถนำมาติดตั้งกันได้ง่าย และถูกต้องอย่างที่สุด
2. กระบวนการ และลำดับขั้นตอนในการก่อสร้าง เป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงตั้งแต่ในระหว่างขั้นตอนการออกแบบ และการตรวจสอบแบบ เพราะอาคารสำเร็จรูป เป็นอาคารที่ควรจะต้องมีลำดับขั้นตอนในการก่อสร้างอย่างชัดเจน เพื่อให้บุคคลทั่วๆ ไปที่ไม่ใช่ช่างก่อสร้างผู้ชำนาญการสามารถทำการก่อสร้างได้ด้วยตนเอง
3. การออกแบบจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วน รวมถึงการกำหนดขนาดของรอยต่อบนชิ้นส่วน (ในการวิจัยครั้งนี้คือ ขนาดของรูเจาะต่างๆ) ในระบบการก่อสร้างแบบนี้ จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดระยะความคลาดเคลื่อน (Tolerance) และทำการตรวจสอบระยะเหล่านี้อย่างละเอียด ในขั้นตอนการตรวจสอบแบบ และการจัดทำแบบการติดตั้ง

โดยผู้วิจัยได้พบสิ่งที่ควรจะนำมาทำการศึกษาต่อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และศักยภาพในการดำเนินการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้นจากเทคนิคที่ผู้วิจัยสรุปไว้ ในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. <u>การออกแบบก่อสร้างงานระบบประกอบอาคารในอาคารสำเร็จรูป</u> ซึ่งเป็นสิ่งที่ขาดไปในการวิจัยครั้งนี้
2. <u>เทคนิคการออกแบบระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักแบบโครงสร้าง Frame ในอาคารสำเร็จรูป</u>

   เนื่องจากระบบผนังรับน้ำหนักแบบโครงสร้าง Frame ที่มีใช้การอยู่ในการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ยังมีความสามารถในการรับ และถ่ายเทแรงไม่ดีพอ ทำให้สามารถก่อสร้างอาคารได้เพียงครั้งละชั้นเดียว ถ้าหากสามารถปรับปรุงระบบการออกแบบก่อสร้างให้ดีขึ้น จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการก่อสร้างอาคาร และทำให้เกิดความประหยัดในการใช้วัสดุมากขึ้นอีกด้วย
3. <u>เทคนิคการออกแบบรอยต่อ และจุดเชื่อมต่อในระบบการก่อสร้างอาคารแบบสำเร็จรูป</u>

   เนื่องจากจุดเชื่อมต่อเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่สุดในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนอาคารที่มีการผลิตสำเร็จจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การออกแบบที่มีการใช้อยู่ยังไม่มีระบบมาตรฐาน และแนวทางในการออกแบบที่ชัดเจน ควรที่จะทำการศึกษา เพื่อหาแนวทางที่นักออกแบบอื่นๆ จะสามารถยึดถือเป็นแนวทางในการดำเนินการออกแบบร่วมกันได้ เพื่อให้เกิดมาตรฐานในการผลิตอย่างแท้จริง
4. <u>การศึกษาระบบ Modular System ในโครงสร้างหลังคา และวัดสุมุงหลังคา</u>

   จากการศึกษาวิจัย และรวบรวมข้อมูล ทำให้ผู้วิจัยเห็นได้ชัดว่า การผลิต และก่อสร้างชิ้นส่วนวัสดุในระบบโครงสร้างหลังคา ยังมีระบบการผลิตที่ไม่มีมาตรฐานที่ชัดเจน แน่นอน ซึ่งส่งผลกระทบถึงกระบวนการออกแบบที่ผู้ออกแบบจะต้องมีการปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงวิธีการออกแบบอยู่สม่ำเสมอ ตามความต้องการในรูปแบบ และการใช้สอยของวัสดุมุง ทำให้เกิดความสับสน และวุ่นวายในการออกแบบโครงสร้างหลังคาเป็นอย่างมาก ถ้ามีการกำหนดแนวทางที่จะทำให้ระบบการผลิตชิ้นส่วนหลังคามีมาตรฐานขึ้นก็จะดี

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กุณฑลทิพย มาลากุล ณ อยุธยา. ระบบการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม. ในรายงานการสัมมนาตัวอย่างการใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในการก่อสร้างที่พักอาศัยตามแนวราบในประเทศไทย, หน้า 1-6. ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 ตุลาคม 2522.

ชวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอนวิชา Industrialized Building. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ชวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอนวิชา Building Material & Construction VI. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (ม.ป.ป.).

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. เทคนิควิทยาอาคาร: รวมผลงานทางวิชาการ และบทความทางวิชาการ, หน้า 149. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สยามสเตชั่นเนอรี่ซัพพลายส์, 2540.

สมภพ สุวรรณหงส์กุล. ระบบ Skeleton. ในรายงานการสัมมนารายงานการสัมมนาทางวิชาการ ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม กับการแก้วิกฤติของประเทศ, ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 8 ธันวาคม 2545.

สยามศักดิ์ จารุอาภรณ์ประทีป. แนวทางการออกแบบเพื่อปรับปรุงบ้านพักฉุกเฉิน กรณีศึกษา: บ้านพักฉุกเฉินต้นแบบ ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สถาปนิกสยาม, สมาคม. กฎหมายอาคาร 1 อาษา/2538. เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : เมฆาเพลส, 2539.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร : เฟื่องฟ้าพริ้นติ้ง, 2544.

แสงอรุณ รัตกสิกร. การอยู่ในบ้านแบบไทยเดิม. ใน ลดา รัตกสิกร (บรรณาธิการ), แสงอรุณ 2, หน้า 75-81. กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์การพิมพ์, 2522.

เสฐียรโกเศศ. ประเพณีเนื่องในการปลูกเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ประเพณีเกี่ยวกับชีวิต. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศยาม, 2539.

เสฐียรโกเศศ. ปลูกเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ประเพณีเกี่ยวกับชีวิต. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศยาม, 2539.

ดำรง เหรียญประยูร. ผู้อำนวยการสำนักงานอาสากาชาด สภากาชาดไทย. สัมภาษณ์, 22 ธันวาคม 2546.

สมภพ สุวรรณหงส์กุล. รองประธาน/ผู้อำนวยการ บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด. สัมภาษณ์, 20 มกราคม 2547.

สมภพ สุวรรณหงส์กุล. รองประธาน/ผู้อำนวยการ บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด. สัมภาษณ์, 17 มิถุนายน 2547.

ทวีศักดิ์ มโนบูรชัยเลิศ. วิศวกร บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด. สัมภาษณ์, 27 กรกฎาคม 2547.

ทวีศักดิ์ มโนบูรชัยเลิศ. วิศวกร บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด. สัมภาษณ์, 1 ตุลาคม 2547.

ณัฐพนธ์ ปริญญาภรณ์. ผู้ประสานงานมูลนิธิเพื่อนพึ่ง(ภา)ยามยาก. สัมภาษณ์, 22 ธันวาคม 2546.

ภาษาอังกฤษ

Berger, Horst. Light Structure-Structure of Light : The Art and Engineering of tensile Architecture. Basel : Birkhauser Verlag, 1996.

Benjamin, B.S. Structure For Architects. 2nd Edition. New York : Van Nostrad Reinhold, 1974.

Berget, Horst. Light Structure-Structure of Light : The Art and Engineering of tensile Architecture. Switzerland : (n.p.), 1996.

Chilton, John. Space Grid Structures. Oxford : Architectural Press, 2000.

KHarris, B. Jamesazuo and Li, Pui-k. Kevin. Masted Structures in Architecture. 1st published. Oxford : Butterworth Architecture, 1996.

Kazuo, Nishi and Kazuo, Hozumi. What is Japanese Architecture?: A survey of traditional Japanese Architecture. Japan : Shokokusha Publishing, 1985.

Longman Dictionary of Contemporary English. UK : Clays, 1987.

Makowski, Z.S. Steel Space Structure. Translated by Joseph, Michael. London : (n.p.), 1965.

Nervi, Pier Luigi. STRUCTURES. Translated by Giuseppina and Salvadori, Mario. New York : MCGRAW HILL BOOK, 1956.

Syulz, Roland Syulz and Mukeriji, Kiran . Appropriate Building Materials. 2nd revised Edition. Switzerland : SKAT-Publications, 1988.

Siegrl, Curt. STRUCTURE AND FORM in Modern Architecture. Translated by Thomas E. Burton. New York : Robert E. Krieger Publishing, 1975.

Underwood, Rod and Chiuini, Michele. Structural Design : A Practical Guide for Architects. New York : John Wiley & Sons, 1998.

Webster New Collegeate Dictionary. 1st published. USA : G&C.Merriam Company, 1976.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. “มิติ” (Dimensions) ในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร

ภาคผนวก ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : การประสานทางพิกัด

ภาคผนวก ค. รายละเอียดอาคารโครงการศูนย์ศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ภาคผนวก ง. แบบรายละเอียดอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House ประเทศ New Zealand

ภาคผนวก จ. รายการอุปกรณ์ที่จำเป็นในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

"มิติ" (Dimensions) ในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร[1]

มิติในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร ประกอบไปด้วยเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. มิติ คือ ระยะระหว่างจุด 2 จุด
2. มิติอาศัยซึ่งกัน และกัน คือ มิติที่ใช้ในการทำงาน ตามความสัมพันธ์โดยตรงกับมิติที่มีอยู่ก่อน
3. ความเบี่ยงเบน คือ ความแตกต่างในการวัดระยะของส่วนประกอบ กับขนาดทางพิกัดของส่วนประกอบนั้น
4. ความคลาดเคลื่อน คือ ค่าของความแตกต่างของขนาดตามขนาดที่ยินยอมให้ใหญ่ที่สุด กับขนาดที่ยินยอมให้เล็กที่สุด
5. มิติประสาน คือ มิติ หรือระยะที่เตรียมไว้เพื่อติดตั้งส่วนประกอบ หรือกลุ่มของส่วนประกอบ (หรือส่วนมูล)

1. มิติ (Dimension)

ในขั้นตอนการวางผัง และออกแบบอาคาร มิติเป็นเรื่องเกี่ยวข้องที่มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะถ้าหากเป็นงานวางผัง และออกแบบอาคารในระบบอุตสาหกรรมด้วยแล้ว มิติของส่วนประกอบสำเร็จรูปกับเนื้อที่ที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งส่วนประกอบนั้นควรกำหนดให้แน่ชัด และมีการประสานกันอย่างพอดี เรียกว่าเป็น มิติประสาน เพื่อแสดงถึง ขนาดเนื้อที่ความต้องการของส่วนประกอบเมื่อรวมรอยต่อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันแล้ว มิติประสานนี้จะใช้ได้ผลดีเมื่องานขั้นต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับมิติประสานนี้ มีความถูกต้องแน่นอน (Accuracy) อย่างดี

เมื่อกำหนดระบบมิติประสานขึ้นมาแล้ว การนำไปใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของงานอาจนำไปใช้ได้ในต่างสถานที่ต่างวาระ หลายครั้ง หลายตอนได้ เช่น การออกแบบโดยสถาปนิก วิศวกร สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในขั้นตอนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้ในขั้นการติดตั้งโดยคนงาน เป็นต้น การวัด หรือการใช้มิติในลักษณะที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดปัญหาในการวัดขึ้น ซึ่งสาเหตุอาจมาจากความชำนาญในฝีมือของช่างที่ไม่เพียงพอ ความไม่ละเอียดในการผลิต หรืออาจจะมาจากสาเหตุอื่นๆ จนทำให้ส่วนประกอบมีขนาดที่ผิดไปจากที่คำนวณไว้ ดังนั้น ความเบี่ยงเบน (Deviation) และความคลาดเคลื่อน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องกำหนดให้มีขึ้นให้แน่นอน ในเรื่องของมิติที่อาศัยซึ่งกันและกัน โดยกำหนดว่าความเบี่ยงเบนควรที่จะมีค่าเท่าไรดี

---

[1] ชนินทร์ แซ่เตียว, " แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า 22, อ้างถึงใน ศูนย์วิจัย และพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ, การมาตรฐาน และการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร (กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2516), หน้า 3.

2. **มิติอาศัยซึ่งกัน และกัน** (Inter-dependence Dimension)

ในงานก่อสร้างอาคารย่อมประกอบด้วยงานหลายชนิด หลายประเภทที่เกี่ยวข้องกัน ปัญหาหนึ่งที่ทำให้เกิดผลเสียในการก่อสร้างคือ การที่งานต้องมีการรอกัน โดยคนงานบางกลุ่มไม่สามารถที่จะทำงานต่อเนื่องได้ ต้องรอให้คนงานกลุ่มอื่นทำงานในส่วนนั้นๆ ให้เสร็จไปเสียก่อน ปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากการที่งานส่วนต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยมิติที่อาศัยซึ่งกัน และกัน เช่น การไม่สามารถติดตั้งหน้าต่างได้ เนื่องจากพื้น ผนัง และเพดานยังติดตั้งไม่เสร็จ

งานออกแบบก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่าการจัดลำดับของงานที่เตรียมไว้จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเวลาที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์จากการรอกันออกไปได้ แต่อาจเกิดปัญหาในเรื่องของความแม่นยำขึ้นมาแทน เนื่องจากการที่จะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้มีขนาดที่แม่นยำตามความต้องการนั้น ทำได้ยาก และทำให้ต้นทุนการผลิต รวมถึงค่าแรงสูงขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะในการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ที่มีชิ้นส่วนจำนวนมากๆ ก็ยิ่งไม่สามารถกำหนดขนาดให้มีความแม่นยำได้โดยทั่วทุกจุด ในการออกแบบจึงควรหลีกเลี่ยงการใช้มิติอาศัยซึ่งกัน และกันในส่วนที่ไม่มีความจำเป็น

<u>วิธีหลีกเลี่ยง มิติอาศัยซึ่งกัน และกัน ที่ไม่จำเป็น</u>

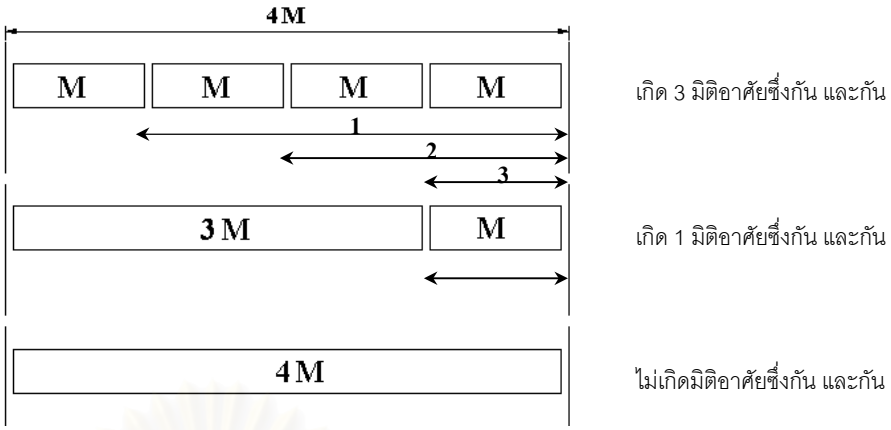
ในการก่อสร้างจำเป็นที่จะต้องมีความเรียบง่าย และรวดเร็ว โดยมีหลักการในการหลีกเลี่ยงมิติอาศัยซึ่งกันและกัน ที่ไม่จำเป็นดังต่อไปนี้

1. การใช้รอยต่อแบบสัมผัส หรือเว้นร่อง ควรใช้ให้น้อยแห่งที่สุด เพราะยิ่งมีรอยต่อหลายแห่ง ก็จะยิ่งทำให้เกิดมิติที่อาศัยซึ่งกัน และกันหลายครั้ง ซึ่งเป็นผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่มากยิ่งขึ้น

ภาพที่ ก.1 : ภาพแสดงรอยต่อแบบสัมผัส และรอยต่อแบบเว้นร่อง

ในการติดตั้งชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปเข้าด้วยกัน จะนิยมเว้นเนื้อที่สำหรับชิ้นส่วนโดยรวมเนื้อที่รอยต่อเอาไว้ด้วย และถ้ารอยต่อที่ใช้ เป็นรอยต่อแบบสัมผัส (Contact) การทำงานอาจจะเกิดปัญหาเนื่องจากการยืดหดตัวของวัสดุได้ ทำให้ขนาดชิ้นส่วนไม่มีความแม่นยำพอ รวมถึงถ้าหารการติดตั้งไม่มีความชำนาญ ก็จะทำให้การทำงานเป็นไปได้ยาก ในทางตรงกันข้าม ถ้ารอยต่อที่ใช้เป็นรอยต่อประเภทเว้นร่อง การทำงานก็จะสะดวกมากขึ้น สามารถที่จะเตรียมเนื้อที่ที่ต้องการได้ง่ายกว่า แต่เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วจะเห็นรอยต่อได้อย่างชัดเจน

การใช้รอยต่อประเภทนี้ จะใช้เฉพาะงานที่เป็นงานพิเศษ ซึ่งจะแสดงให้เห็นความชำนาญของช่างก่อสร้างออกมาได้



ภาพที่ ก.2 : ภาพแสดงมิติอาศัยซึ่งกัน และกันแบบต่างๆ

2. ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งแบบผิวสัมผัส เปลี่ยนมาใช้การติดตั้งแบบขอบต่อขอบ หรือขอบต่อผิวแทน
3. ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งชิ้นส่วนที่มีรอยต่อหลายแบบในเวลาเดียวกัน เพราะจะทำให้เกิดความลำบางในการทำงาน เนื่องจากการยืดหดตัวของวัสดุ และความไม่แม่นยำในการผลิต

3. **ความเบี่ยงเบน** (Diviation)

ความเบี่ยงเบน คือ ความแตกต่างในการวัดระยะของส่วนประกอบ กับขนาดทางพิกัดของส่วนประกอบนั้นในการออกแบบ และก่อสร้างอาคาร โดยทั่วไปจะทำงานด้วยขนาดที่กำหนดแน่นอน แต่การที่ไม่มีความแม่นยำ (Accuracy) ในการปฏิบัติ จึงต้องมีการคำนึงถึงความคลาดเคลื่อน และความเบี่ยงเบนด้วยเสมอ ความเบี่ยงเบนนี้อาจจะเกิดขึ้นในระยะใดระยะหนึ่งของการทำงานก็ได้ เช่น การควบคุมขนาดที่ไม่มีความละเอียดมากพอ ในขั้นตอนการผลิต การยืดหดตัว หรือการสูญเสียรูปร่างเนื่องจากสมบัติของวัสดุในขั้นตอนการขนส่ง หรือการเก็บรักษาในพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.1 <u>ความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในโรงงาน</u>

ในขั้นตอนของการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ความเบี่ยงเบนอาจเกิดขึ้นได้จาก

1. ความไม่แม่นยำในการวัด และการควบคุมขนาด
2. คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้
3. วิธีการผลิตชิ้นส่วนวัสดุต่างๆ

3.2 <u>ความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในการติดตั้ง</u> อาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

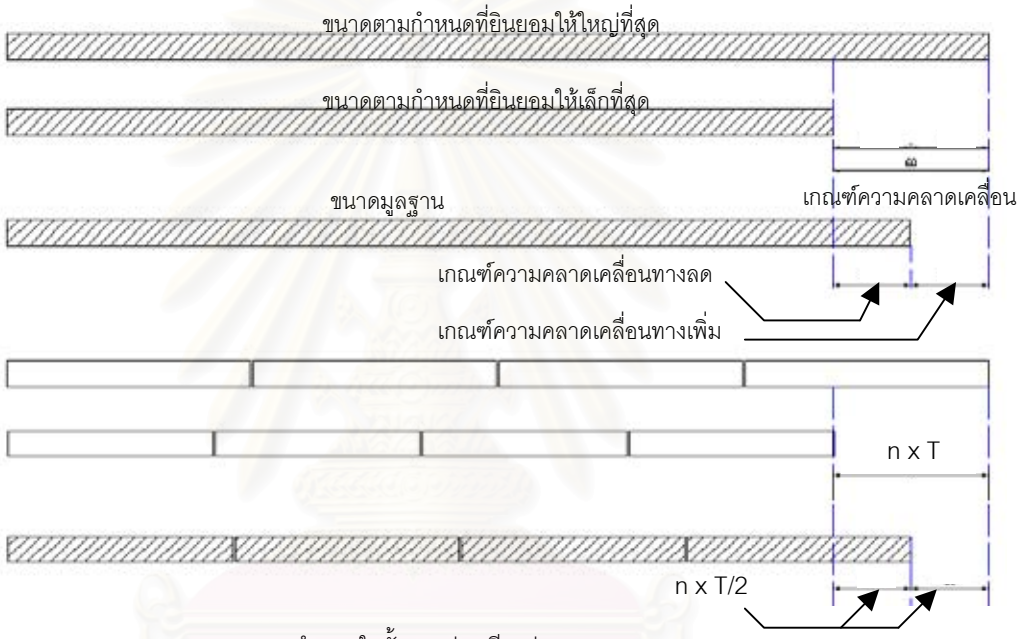
1. ความไม่แม่นยำในการวัด แลการควบคุมขนาดระหว่างการติดตั้ง
2. ขนาด และประเภทของวัสดุที่ใช้
3. วิธีการในการทำงาน และการติดตั้ง
4. ขนาดของอาคารที่จะติดตั้งส่วนประกอบอาจมีขนาดที่ผิดไปจากเดิม ซึ่งนับเป็นปัญหาที่พบได้มากที่ เมื่อส่วนประกอบแต่ละชิ้น และการทำงานในแต่ละขั้นตอนไม่มีความถูกต้องแม่นยำมากพอ จึงเกิดความเบี่ยงเบนขึ้นเป็นผลให้เกิดความยากลำบากในการติดตั้งส่วนประกอบในที่สุด

การคิดตำแหน่งของส่วนประกอบ ควรที่จะคิดจากระยะที่เหลือ หลังจากการติดตั้งส่วนประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว โดยควรพิจารณาแก้ไขในทุกๆ จุด ทุกๆ ปัญหาอย่างใกล้ชิด และยึดหลักความเบี่ยงเบนที่แท้จริงเป็นสำคัญ

4. **ความคลาดเคลื่อน** (Tolerance)

ความคลาดเคลื่อน คือ ค่าความแตกต่างของขนาดตามกำหนด ที่ยินยอมให้มีขนาดใหญ่ที่สุด กับที่ยินยอมให้มีขนาดเล็กที่สุด โดยมีรูปแบบของความคลาดเคลื่อนอยู่ใน 2 ประการ คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิต และความคลาดเคลื่อน ณ สถานที่ก่อสร้าง

ในการก่อสร้าง ความเบี่ยงเบนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก การกำหนดความคลาดเคลื่อนจึงถือหลักที่ว่า จะยอมให้เกิดระยะเบี่ยงเบนได้มากที่สุดเท่าใด โดยการกำหนดความคลาดเคลื่อนให้ง่าย และมีความสะดวกมากที่สุด ควรกำหนดให้ ความเบี่ยงเบนของ**ขนาดมูลฐานในทางลด** (Negative) มีค่าเท่ากับ ความเบี่ยงเบนของ**ขนาดมูลฐานในทางเพิ่ม** (Positive) และถ้างานนั้นๆ ไม่มีความจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อน (เนื่องจากงานไม่ต้องการความแม่นยำ) ก็สามารถใช้**ขนาดมูลฐาน**ได้



ขนาดตามกำหนดในขั้นแบบร่าง เรียกว่า **ขนาดมูลฐาน** (Basic Size)

ขนาดตามกำหนดในขั้นการผลิต เรียกว่า **ขนาดใช้งาน** (Work Size)

ภาพที่ ก.3 : ภาพแสดงการกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในชิ้นส่วนอาคาร

ในการติดตั้งส่วนประกอบหลายๆ ชิ้นเข้าด้วยกัน ระยะที่วัดได้ (Actual Measurement) หลังการติดตั้งนั้นจะมีขนาดอยู่ในระหว่าง ผลรวมของขนาดเล็กที่สุดที่ยอมให้ กับขนาดใหญ่ที่สุดที่ยอมให้ และการวัดค่าความคลาดเคลื่อนรวม ให้ใช้การบวกความคลาดเคลื่อนของชิ้นส่วนที่ติดต่อกันเข้าด้วยกัน ซึ่งจะสามารถทราบความคลาดเคลื่อนรวมของชิ้นส่วนทั้งหมดได้อย่างชัดเจน

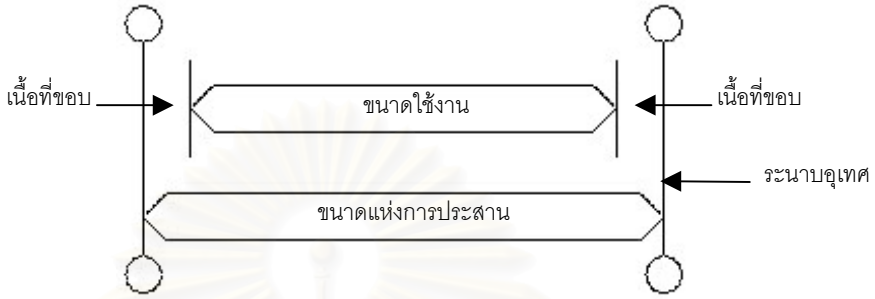
ในทางปฏิบัติอาจมีความเบี่ยงเบนเกิดขึ้นในทางลด หรือเพิ่ม หรืออาจเกิดในด้านใดด้านหนึ่งทางเดียวก็ได้ แต่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้น้อยมาก ผลรวมของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด อาจจะมีค่าน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบแต่ละชิ้นรวมกัน

5. **มิติประสาน** (Coordinating Dimension)

มิติประสาน คือ มิติ หรือระยะที่เตรียมไว้เพื่อติดตั้งส่วนประกอบ หรือกลุ่มของส่วนประกอบ หรือส่วนมูล (Element)

ขนาดประสาน = ขนาดใช้งาน + เนื้อที่บริเวณขอบทั้ง 2 ด้าน

Coordinating Dimension = Work Size + 2 Margins



ภาพที่ ก.4 : ภาพแสดงขนาดการประสาน

<u>การเลือกมิติประสาน</u>

การเลือกมิติประสานสำหรับส่วนประกอบสำเร็จรูปจะขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจจากประสบการณ์ที่พบบ่อยในการติดตั้ง และขนาดของส่วนประกอบที่จะกำหนดเป็นขนาดใช้งาน ที่ควรจะสามารถวัดได้อย่างแน่นอน และมีการกำหนดตายตัวในขณะออกแบบ ขนาดประสานจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเนื้อที่รอยต่อทั้งสองข้าง ซึ่งจะมีขนาดไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับการออกแบบ และปัจจัยอีกหลายอย่าง ในการประกอบชิ้นส่วนประกอบอาคารหลายๆ ชิ้นเข้าด้วยกัน มิติประสานของส่วนประกอบเหล่านี้จะไม่มีความแน่นอน เหมือนกับที่กำหนดไว้ในชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบชิ้นเดียว ในกรณีนี้มิติประสานที่กำหนดควรที่จะกำหนดตามประสบการณ์ที่พบเห็นบ่อยๆ ในปัญหาที่เกิดขึ้น

สำหรับผู้ออกแบบทั้งสถาปนิก และวิศวกร มิติประสานมีความสำคัญมากในการก่อสร้างอาคาร ถ้ามิติมีความแน่นอนก็จะไม่มีข้อยุ่งยากเกิดขึ้น แต่ถ้ามิตินั้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างใกล้ชิดในทุกๆ จุด เพื่อตรวจสอบว่า มิตินั้นเปลี่ยนแปลงจนเป็นเหตุให้เกิดความกระทบกระเทือนต่อส่วนประกอบที่มีมิติอาศัยซึ่งกัน และกัน หรือไม่

<u>มิติประสานที่แน่นอน</u>

มิติประสานที่แน่นอนคือ มิติประสานของส่วนประกอบที่มีความเบี่ยงเบนเกิดขึ้นน้อยมาก จนสามารถที่จะถูกกลืนหายไปในรอยต่อที่กำหนดให้ จึงไม่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อขนาดประสานของส่วนประกอบ ซึ่งจะทำให้การทำงานในขั้นตอนต่อไปสามารถดำเนินการได้อย่างสะดวก เช่น การติดตั้งส่วนประกอบของโครงสร้างขนาดใหญ่บางชนิดจำเป็นที่จะต้องมีขนาดประสานที่แน่นอน เมื่อติดตั้งส่วนประกอบปลีกย่อย เช่น ประตู หน้าต่าง ก็จะถือมิติประสานของโครงสร้างเป็นหลักอ้างอิง

ในบางกรณี ส่วนประกอบของโครงสร้างก็มีรอยต่อที่ไม่แน่นอน เช่น ผนังก่ออิฐ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการทำงานตามลำดับขั้นตอน จึงมีการกำหนดขอบเขตของเนื้อที่โครงสร้างไว้ให้แน่นอน และดำเนินการติดตั้งส่วนประกอบโครงสร้างไปภายในขอบเขตนั้นๆ เพื่อถือเป็นมิติประสานหลักในการดำเนินงานชนิดอื่นต่อไป

มิติประสานที่ไม่แน่นอน

ถ้าความเบี่ยงเบนของส่วนประกอบเกิดขึ้นมากเกินกว่าที่จะอยู่ในรอยต่อได้ มิติประสานก็จะเปลี่ยนแปลงได้ในทันที การทำงานจะต้องดำเนินไปโดยอาศัยประสบการณ์ และการตัดสินใจด้วยสามัญสำนึก โดยพิจารณาถึงธรรมชาติ และลักษณะของส่วนประกอบที่นำมาใช้ เช่น ครุภัณฑ์ในห้องครัวที่จำเป็นต้องติดตั้งด้วยวิธีการต่อแบบสัมผัส จำเป็นที่จะต้องผลิตขนาดของส่วนประกอบให้มีความเบี่ยงเบนไปในทางลดเพื่อการติดตั้งจะสามารถทำได้อย่างสะดวกในพื้นที่ที่มีเนื้อที่ไม่พอดี และอาจใช้บัวไม้ปิดเพื่อให้เกิดความเรียบร้อยก็ได้ แต่ถ้าเป็นผนังเบากั้นภายในห้อง ควรอย่างยิ่งที่จะต้องผลิตชิ้นส่วนให้มีความเบี่ยงเบนของส่วนประกอบไปในทางเพิ่ม เพื่อให้สามารถตัดส่วนเกินออกได้โดยง่าย

การทำเครื่องหมายบอกมิติ (Marking out of dimensions)

ความพยายามที่จะรักษามิติให้มีความแม่นยำนั้น สามารถทำได้เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม หรือในห้องทำงานเท่านั้น การที่จะรักษาความแม่นยำของมิติในการทำงานในพื้นที่ก่อสร้างนั้น เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก ความจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดมิติที่แม่นยำในการทำงาน จึงควรมีการกำหนดระบบในการวัดดังต่อไปนี้

1. การวัดจากจุด เส้น หรือระนาบอุเทศ
2. การวัดภายหลังจากที่ได้ติดตั้งส่วนประกอบแล้ว
3. การวัดที่เกิดจากการไม่ทำเครื่องหมายบอกมิติที่แน่นอน แต่ให้พิจารณาจากวิธีติดตั้ง

เมื่อระบบได้กำหนดขึ้นแล้ว ผู้วัดจะต้องทำกระทำด้วยความชำนาญโดยใช้เครื่องมือที่มีความแม่นยำ (Accuracy) เครื่องมือ และวิธีการวัดแบบเก่าหลายวิธีที่มีความล้าสมัยไปแล้ว ไม่ควรนำมาใช้

การวางผังเพื่อหาจุด เส้น และระนาบอุเทศในการก่อสร้างอาคาร ควรที่จะวางผังด้วยความระมัดระวัง โดยใช้เครื่องมือที่มีความแม่นยำ เช่น กล้องจับระดับ เส้นที่เขียนบอกตำแหน่ง และทิศทางควรที่จะเขียนให้มีความชัดเจนมากที่สุด ด้วยวัสดุที่เห็นได้ง่าย และมีความคงทน ไม่ลบเลือนได้ง่าย

สำหรับการก่อสร้างด้วยผนังรับน้ำหนัก การติดตั้งผนังโครงสร้างจำเป็นที่จะต้องมีความละเอียด เพื่อที่จะยึดเป็นมิติหลักในการจัดมิติประสานสำหรับการทำงานในขั้นตอนต่อไป

เมื่องานโครงสร้างที่จะต้องยึดถือเป็นหลักได้รับการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว งานในขั้นตอนต่อไปอาจใช้วิธีที่มีความสะดวก และไม่ต้องละเอียดมากก็ได้ เช่น การใช้ไม้วัดเหล็ก หรือฉาก หรือในบางครั้งอาจทำการติดตั้งไปโดยไม่ต้องกำหนดมิติที่แน่นอนไว้เลย ซึ่งอาจพบได้บ่อยๆ ในส่วนประกอบที่ไม่มีการรับน้ำหนัก ซึ่งอาจวางอยู่บนพื้นผิว หรือส่วนประกอบของอาคารที่ทำการประกอบติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เช่น หน้าต่าง หรือผนังภายในที่ติดตั้งระหว่างพื้นกับเพดานโดยใช้รอยต่อแบบสัมผัสกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : การประสานทางพิกัด[2]

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้ประกาศกำหนด มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เกี่ยวกับการประสานทางพิกัด ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 105 ตอนที่ 45 ในวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2531 โดยทำการอ้างอิงจากเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง ดังนี้

ISO 1791 – 1983	Building construction – Modular coordination – Vocabulary
ISO 1006 – 1983	Building construction – Modular coordination – Basic module
ISO 1040 – 1983	Building construction – Modular coordination – Multimodules for horizontal coordinating dimensions
ISO 6512 – 1982	Building construction – Modular coordination – Storey heights and room heights
ISO 2848 – 1984	Building construction – Modular coordination – Principles and rules
ISO 6513 – 1982	Building construction – Modular coordination - Series of preferred multimodular sizes for horizontal dimensions
ISO 3880/1 – 1977	Building construction – Stairs – Vocabulary – Part 1
ISO 3881 – 1977	Building construction – Modular coordination – Stairs and stair openings – Coordinating dimensions
ISO 2776 – 1974	Modular coordination – Coordinating sizes for doorsets – External and internal

โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ชุดการประสานทางพิกัด ประกอบไปด้วย

มอก. 761 การประสานทางพิกัด

เล่ม 1-2531	ประมวลศัพท์
เล่ม 2-2531	หน่วยพิกัดมูลฐาน
เล่ม 3-2531	หน่วยพิกัดคูณสำหรับมิติประสานในแนวระดับ
เล่ม 4-2531	ความสูงชั้นและความสูงห้อง
เล่ม 5-2534	หลักการและกฎ
เล่ม 6-2534	อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ
เล่ม 7-2534	ส่วนเพิ่มหน่วยอนุพิกัด
เล่ม 8-2539	บันได – ประมวลศัพท์
เล่ม 9-2539	มิติประสานของบันไดและพื้นที่บันได
เล่ม 10-2539	ขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอกและภายในอาคาร

---

[2] ชนินทร์ แซ่เตียว, " แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า 175.

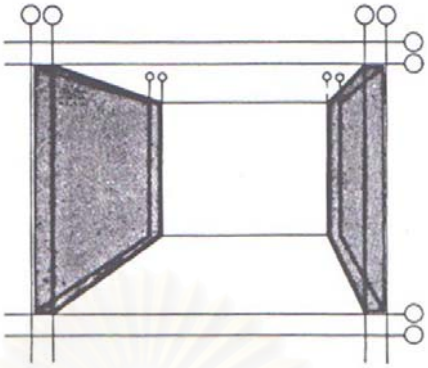
เล่มที่ 1 ประมวลศัพท์

1. **การประสานทางพิกัด** (Modular Coordination) หมายถึง การประสานทางมิติโดยใช้หน่วยพิกัดมูลฐานหรือหน่วยพิกัดคูณ
2. **การประสานทางมิติ** (Dimensional Coordination) หมายถึง ข้อตกลงในเรื่องขนาดที่สัมพันธ์ และประสานกัน ในมิติของอาคาร และชิ้นส่วนประกอบอาคาร ทั้งนี้เพื่อกำหนดใช้ใน การออกแบบ การผลิต และการประกอบชิ้นส่วนประกอบอาคารนั้น
3. **หน่วยพิกัด** (Module) หมายถึง หน่วยของขนาดที่ใช้เป็นตัวเพิ่ม (Increment) ในการประสานทางมิติ
4. **หน่วยพิกัดมูลฐาน** (Basic Module) หมายถึง หน่วยพื้นฐานของการประสานทางมิติ ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้เกิดการประสานทางมิติของอาคารและชิ้นส่วนประกอบ

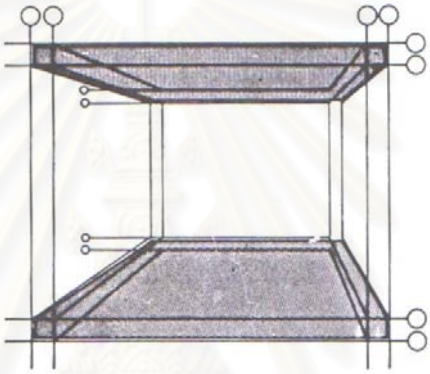
   (หมายเหตุ : ค่าของหน่วยพิกัดมูลฐานกำหนดให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร สัญลักษณ์ของหน่วยพิกัดมูลฐาน คือ “พ” หรือ “M”)
5. **หน่วยอนุพิกัด** (Submodule) หมายถึง หน่วยพิกัดที่มีขนาดเป็น เศษส่วนที่เลือกแล้ว ของหน่วยพิกัดมูลฐาน
6. **หน่วยพิกัดคูณ** (Multimodule) หมายถึง หน่วยพิกัดที่มีขนาดเป็น พหุคูณที่เลือกแล้ว ของหน่วยพิกัดมูลฐาน
7. **ขนาดพิกัด** (Modular Size) หมายถึง ขนาดที่เป็นพหุคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน
8. **ขนาดใต้พิกัด** (Infra – modular Size) หมายถึง ขนาดที่เล็กกว่าหน่วยพิกัดมูลฐาน
9. **ขนาดทางเทคนิค** (Technical Size) หมายถึง ขนาดที่ถือการพิจารณาด้านเศรษฐกิจเป็นสำคัญ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามขนาดพิกัด
10. **ขนาดนิยม** (Preferred Size) หมายถึง ขนาดพิกัด หรือขนาดพิกัดคูณขนาดใดขนาดหนึ่ง ที่ได้เลือกไว้เพื่อใช้กับแต่ละงานในรูปอนุกรม
11. **หน่วยพิกัดแผนผัง** (Planning Module) หมายถึง หน่วยพิกัดคูณที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้ในงานใดงานหนึ่งโดยเฉพาะ
12. **ชิ้นส่วนประกอบ** (Component) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ก่อสร้างที่มีรูปร่างเป็นหน่วยแน่นอน มีขนาดที่ได้กำหนดไว้เป็นสามมิติ

    (หมายเหตุ : รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ และเครื่องเรือนที่ใช้ในอาคาร)
13. **ชุดประกอบ** (Assembly) หมายถึง ชุดของชิ้นส่วนประกอบซึ่งเป็นส่วนต่างๆของอาคาร
14. **ชิ้นส่วนประกอบพิกัด** (Modular Component) ชิ้นส่วนประกอบของอาคารที่มีขนาดตามพิกัด

15. **ส่วนมูล** (Element) หมายถึง ชิ้นส่วนซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร (Part of a Building) สร้างขึ้นจากวัสดุก่อสร้าง และ / หรือชิ้นส่วนประกอบของอาคาร

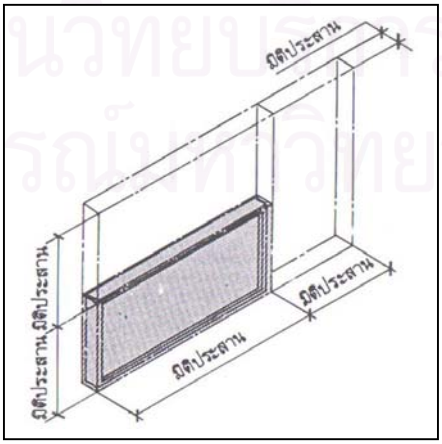


ภาพที่ ข.1 : แสดงส่วนมูลในแนวดิ่งที่ใช้ในการก่อสร้าง



ภาพที่ ข.2 : แสดงส่วนมูลในแนวระดับที่ใช้ในการก่อสร้าง

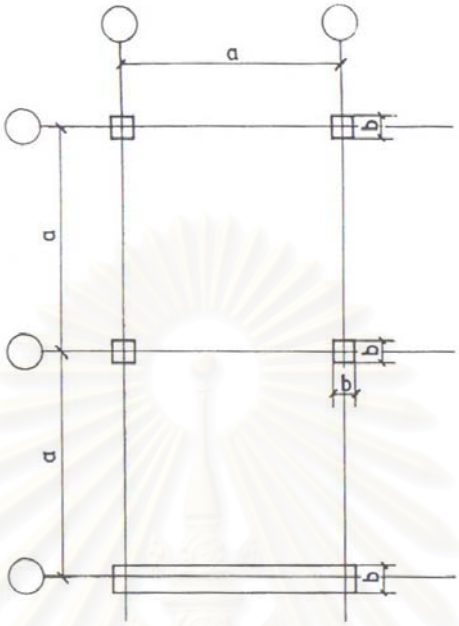
16. **ส่วนมูลพิกัด** (Modular Element) หมายถึง ส่วนมูลที่มีขนาดตามพิกัด
17. **มิติประสาน** (Coordinating Dimension) หมายถึง มิติของเนื้อที่ประสาน ซึ่งกำหนดตำแหน่งที่ต่อเนื่องกันของชิ้นส่วนประกอบจำนวนสองชิ้น หรือมากกว่าในชุดประกอบชุดหนึ่ง ทั้งนี้เป็นไปตามลักษณะของชิ้นส่วนประกอบซึ่งสัมพันธ์กับชุดประกอบนั้น



ภาพที่ ข.3 : แสดงมิติประสาน

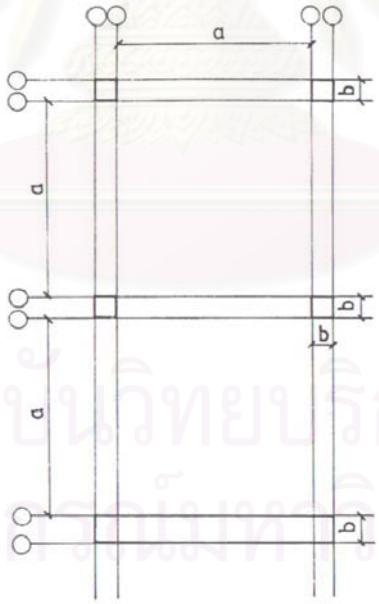
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18. **ขนาดประสาน** (Coordinating Size) หมายถึง ขนาดของมิติประสาน
19. **มิติควบคุม** (Controlling Dimension) หมายถึง มิติประสานทางพิกัดระหว่างระนาบควบคุมต่างๆ เช่น ความสูงชั้น ระยะระหว่างแกนของเสา ระยะของเขตควบคุม



a = มิติควบคุมในแนวระดับ
b = เขตควบคุมในแนวระดับ

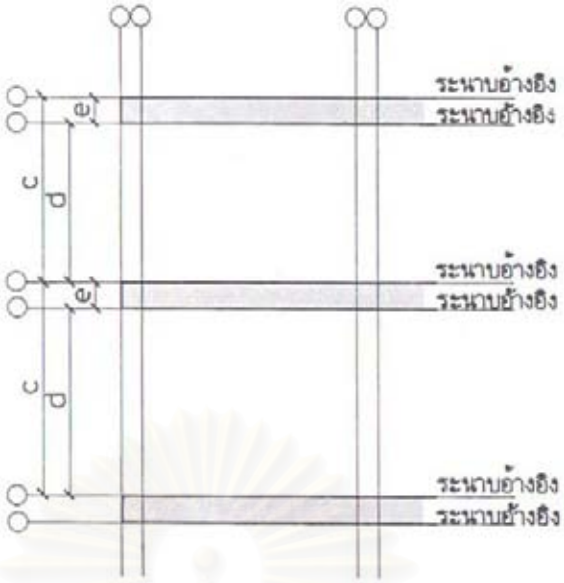
ภาพที่ ข.4 : แสดงมิติควบคุมในแนวระดับระหว่างแนวแกนของเสา หรือผนังรับน้ำหนัก



a = มิติควบคุมในแนวระดับ
b = เขตควบคุมในแนวระดับ

ภาพที่ ข.5 : แสดงมิติควบคุมในแนวระดับระหว่างแนวขอบของเสา หรือผนังรับน้ำหนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



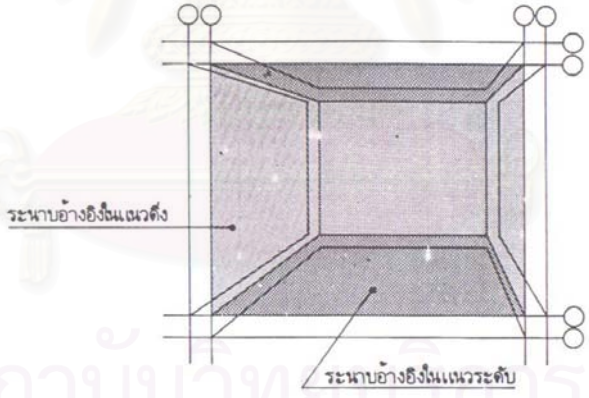
c = มิติควบคุมในแนวดิ่ง (ความสูงจากพื้นถึงพื้น)

d = มิติควบคุมในแนวดิ่ง (ความสูงจากพื้นถึงเพดาน)

e = เขตควบคุมในแนวดิ่ง

ภาพที่ ข.6: แสดงมิติควบคุมในแนวดิ่ง

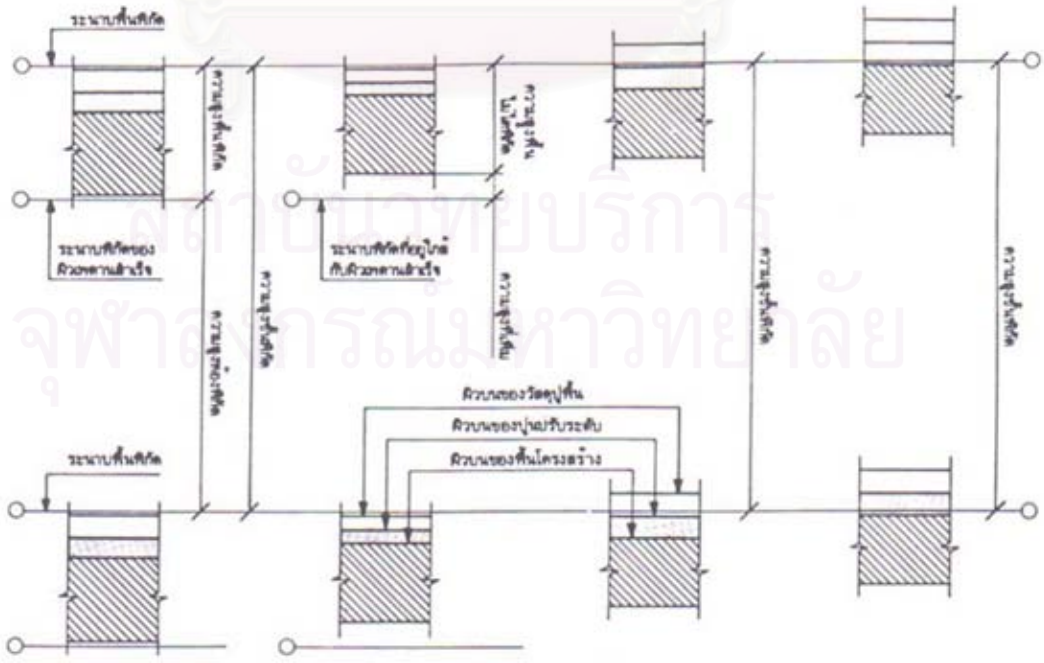
20. **ระบบอ้างอิง** (Reference System) หมายถึง ระบบของจุดอ้างอิง เส้นอ้างอิง และระนาบอ้างอิงต่างๆ ซึ่งควรสัมพันธ์กับขนาดและตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบ ชุดประกอบ หรือส่วนมูล



ภาพที่ ข.7 : แสดงระนาบอ้างอิง

21. **เนื้อที่อ้างอิง** (Reference Space) หมายถึง เนื้อที่ซึ่งได้กำหนดไว้ในอาคารเพื่อรับชิ้นส่วนประกอบ ชุดประกอบ หรือส่วนมูล รวมทั้งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ และระยะห่างของรอยต่อตามความเหมาะสม ระนาบอ้างอิงที่ล้อมรอบเนื้อที่นี้ไม่จำเป็นจะต้องมีขนาดพิกัด
22. **เนื้อที่ประสาน** (Coordinating Space) หมายถึง เนื้อที่ซึ่งล้อมรอบโดยระนาบประสานสำหรับชิ้นส่วนประกอบ รวมทั้งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ และระยะห่างของรอยต่อ
23. **ระนาบประสาน** (Coordinating Plane) หมายถึง ระนาบที่ใช้อ้างอิงให้ชิ้นส่วนประกอบหนึ่งประสานกับชิ้นส่วนประกอบอื่น

24. **ตารางพิกัด** (Modular Grid) หมายถึง ตารางที่สร้างขึ้นตามระบบประสานทางพิกัด ค่าหน่วยพิกัดคูณของมิติทั้งสองในตารางนั้นอาจแตกต่างกันได้
25. **ตารางพิกัดสามมิติ** (Modular Space Grid) หมายถึง ตารางสามมิติที่สร้างขึ้นตามระบบประสานทางพิกัด ค่าหน่วยพิกัดคูณของมิติทั้งสามในตารางนั้นอาจแตกต่างกันได้
26. **ระนาบพิกัด** (Modular Plane) หมายถึง ระนาบหนึ่งที่อยู่ในตารางพิกัดสามมิติ
27. **ระนาบควบคุม** (Controlling Plane) หมายถึง ระนาบในตารางพิกัดสามมิติ ที่ใช้อ้างในการกำหนดตำแหน่งของส่วนมูลของโครงสร้าง เช่น ระนาบที่กำหนดเขตควบคุม หรือแกนของผนังรับน้ำหนัก หรือแนวแกนเสา
28. **เส้นพิกัด** (Modular Line) หมายถึง เส้นซึ่งเกิดจากระนาบพิกัดสองระนาบตัดกัน
29. **แกนพิกัด** (Modular Axis) หมายถึง เส้นในตารางพิกัดที่แสดงไว้ในแผนผังกำหนดส่วนมูลโครงสร้างที่สำคัญ เช่น กำหนดแกนพิกัดของผนังรับน้ำหนัก หรือแถวของเสา
30. **ความสูงชั้นพิกัด** (Modular Storey Height) หมายถึง มิติในแนวดิ่งระหว่างระนาบพื้นพิกัดของแต่ละชั้น
31. **ความสูงห้องพิกัด** (Modular Room Height) หมายถึง มิติในแนวดิ่งภายในหนึ่งชั้นอาคาร จากระนาบพิกัดของผิวพื้นสำเร็จถึงระนาบพิกัดของผิวเพดานสำเร็จ
32. **ความสูงพื้นพิกัด** (Modular Floor Height) หมายถึง มิติในแนวดิ่งของเขตพื้นพิกัด (Modular Floor Zone) ระหว่างระนาบพื้นพิกัดกับผิวพื้นสำเร็จกับระนาบพิกัดของผิวเพดานสำเร็จ
33. **ระนาบพื้นพิกัด** (Modular Floor Plane) หมายถึง ระนาบพิกัดในแนวระดับของพื้นแต่ละชั้นของอาคาร และระนาบพิกัดนี้อาจเป็นระนาบของผิวบนของวัสดุปูพื้น (Floor Covering) ระนาบของผิวบนของปูนปรับระดับพื้น (Rough Floor) หรือระนาบของผิวบนของพื้นส่วนที่เป็นโครงสร้าง (Structural Floor) ก็ได้



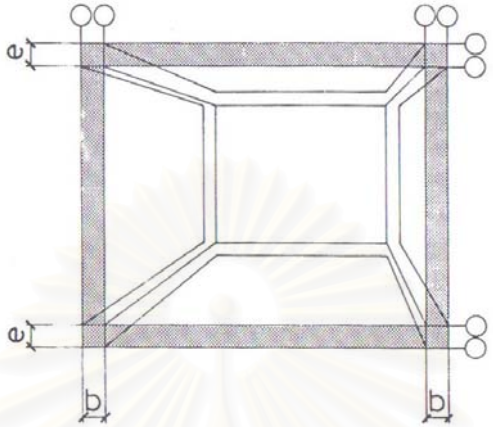
ภาพที่ ข.8: แสดงระนาบพื้นพิกัดและความสูงชั้นพิกัด พิจารณาจากระดับผิวบนของวัสดุปูพื้น

ภาพที่ ข.9: แสดงระนาบพื้นพิกัด และความสูงพื้นไม่ได้พิกัดพิจารณาจากระดับผิวบนของวัสดุปูพื้น

ภาพที่ ข.10: แสดงความสูงพื้นพิกัดพิจารณาจาก ระดับผิวบนของปูนปรับระดับ

ภาพที่ ข.11: แสดงความสูงพื้นพิกัดพิจารณาจากระดับผิวบนของพื้นโครงสร้าง

34. **เขต** (Zone) หมายถึง เนื้อที่พิกัด หรือเนื้อที่ไม่ได้พิกัด ระหว่างระนาบพิกัดที่จัดไว้สำหรับชิ้นส่วนประกอบ ซึ่งไม่จำเป็นต้องบรรจุเต็มเนื้อที่ หรืออาจจะทิ้งว่างไว้ก็ได้
35. **เขตควบคุม** (Controlling Zone) หมายถึง เนื้อที่ระหว่างระนาบควบคุมที่จัดไว้สำหรับพื้น หลังคา ผนังรับน้ำหนัก หรือเสา



b, e = เขตควบคุม

ภาพที่ ข.12 : แสดงเขตควบคุม

36. **เขตเป็นกลาง** (Neutral Zone) หมายถึง เนื้อที่ที่ไม่เป็นไปตามขนาดพิกัดระหว่างระนาบพิกัดที่เรียงต่อกัน

เล่มที่ 2 หน่วยพิกัดมูลฐาน

1. **สัญลักษณ์** สัญลักษณ์ของหน่วยพิกัดมูลฐานให้ใช้อักษร “พ” หรือใช้อักษร “M” ตามมาตรฐานสากล
2. **หน่วยพิกัดมูลฐาน** ค่ามาตรฐานของหน่วยพิกัดมูลฐาน คือ 1พ = 100 มิลลิเมตร

เล่มที่ 3 หน่วยพิกัดคูณสำหรับมิติประสานในแนวระดับ

1. ค่ามาตรฐานของหน่วยพิกัดคูณสำหรับมิติประสานในแนวระดับ มีดังนี้

3พ	6พ	9พ	12พ	15พ	30พ	60พ
1พ = 100 มิลลิเมตร						

ตารางที่ ข.1 : แสดงค่ามาตรฐานของหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติประสานในแนวระดับ

2. ค่าหน่วยพิกัดคูณ 3พ 6พ และ 12พ เป็นค่าที่ใช้กันทั่วไปสำหรับอาคารพักอาศัย ส่วนค่าหน่วยพิกัดคูณค่าอื่นๆ สำหรับใช้กับอาคารประเภทต่างๆ ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ออกแบบ

(หมายเหตุ : ค่าหน่วยพิกัดคูณ 4พ และ 5พ เป็นค่าที่นำมาใช้ในการออกแบบ ผลิตวัสดุก่อสร้างหรือชิ้นส่วนประกอบอาคารได้ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามหลักการประสานทางพิกัดด้วย)

เล่มที่ 4 ความสูงชั้นและความสูงห้อง

1. ค่าของความสูงชั้นพิกัดและความสูงห้องพิกัด ให้เลือกใช้จากขนาดดังต่อไปนี้
    1.1 ความสูงไม่เกิน 36พ ให้เพิ่มขึ้นครั้งละ 1พ
    1.2 ความสูงจาก 36พ ถึง 48พ ให้เพิ่มขึ้นครั้งละ 3พ
    1.3 ความสูงเกิน 48พ ให้เพิ่มขึ้นครั้งละ 6พ
2. ความสูงชั้นพิกัด

    ประกอบด้วยความสูงพื้นพิกัดรวมกับความสูงห้องพิกัด โดยระนาบพื้นพิกัดพิจารณาจากระดับผิวสำเร็จของวัสดุปูพื้น ความสูงพื้นพิกัดอาจมีค่าของขนาดพิกัดใดก็ได้ที่เริ่มจาก 2พ ขึ้นไป โดยอนุกรมมาตรฐานสำหรับความสูงชั้นพิกัดตามข้างต้น สอดคล้องกับความสูงห้องพิกัด ซึ่งเป็นอนุกรมที่เพิ่มขึ้นจากเกณฑ์ 1พ

เล่มที่ 5 หลักการและกฎ

1. **วัตถุประสงค์**

    วัตถุประสงค์สำคัญของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประสานทางพิกัด คือ เพื่อเป็นการส่งเสริมการก่อสร้างอาคารในระบบอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่อง โดยกำหนดชิ้นส่วนประกอบของอาคารให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ให้สามารถประกอบเข้ากันได้ระหว่างชิ้นส่วนประกอบและชัดประกอบของอาคาร มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประสานทางพิกัดจึง
    1.1 อำนวยความสะดวกต่อการปฏิบัติการร่วมกัน ระหว่างผู้ออกแบบอาคาร ผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง ผู้จำหน่ายวัสดุก่อสร้าง ผู้ก่อสร้างอาคาร และผู้เกี่ยวข้อง
    1.2 ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถกำหนดมิติในขั้นตอนการออกแบบอาคาร ให้สามารถนำชิ้นส่วนประกอบอาคารที่เป็นมาตรฐานมาใช้กับส่วนต่างๆ ของอาคารได้อย่างอิสระ
    1.3 จำกัดแบบของชิ้นส่วนประกอบที่เป็นมาตรฐาน ให้สามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารได้หลายประเภท
    1.4 ทำให้ขนาดมาตรฐานของชิ้นส่วนประกอบของอาคารมีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น
    1.5 ส่งเสริมให้มีการใช้ชิ้นส่วนประกอบของอาคารที่สับเปลี่ยนใช้แทนกันได้ ไม่ว่าจะต่างกันด้านวัสดุ รูปร่าง หรือกรรมวิธีผลิตก็ตาม
    1.6 ช่วยให้การปฏิบัติงานก่อสร้างอาคาร ที่จะประกอบชิ้นส่วนประกอบของอาคารในสถานที่ก่อสร้าง กระทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น
    1.7 ทำให้เกิดการประสานกันในเรื่องขนาดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในอาคาร เช่น เครื่องเรือน ตู้เก็บของ กับขนาดส่วนต่างๆของอาคาร
2. **ส่วนสำคัญของการประสานทางพิกัด**
    2.1 หน่วยพิกัดมูลฐาน
    2.2 หน่วยพิกัดคูณ
    2.3 ระบบอ้างอิงที่กำหนดเนื้อที่ประสาน และเขตสำหรับส่วนมูลอาคาร (Building Element) และสำหรับชิ้นส่วนประกอบ

2.4 กฎในการวางตำแหน่งส่วนมูลอาคารให้อยู่ภายในระบบอ้างอิง

2.5 กฎในการกำหนดขนาดชิ้นส่วนประกอบเพื่อหาขนาดใช้งาน

2.6 กฎในการกำหนดขนาดนิยม (Preferred Size) สำหรับชิ้นส่วนประกอบ และการกำหนดมิติประสานสำหรับอาคาร

3. หน่วยพิกัด

3.1 <u>หน่วยพิกัดมูลฐาน</u> เป็นหน่วยพื้นฐานของขนาดสำหรับการประสานทางพิกัด ซึ่งพหุคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน ใช้เป็นขนาดของชิ้นส่วนประกอบส่วนต่างๆ ของอาคาร และของตัวอาคาร

3.2 <u>หน่วยพิกัดคูณ</u> เป็นค่ามาตรฐานที่เลือกแล้วจากพหุคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน การใช้หน่วยพิกัดคูณในการออกแบบ หรือการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคาร ตลอดจนการผลิตวัสดุก่อสร้าง ให้เลือกใช้ค่าหน่วยพิกัดคูณต่างๆ ตามความเหมาะสมในแต่ละงาน และให้ใช้จำนวนขนาดพิกัดน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น โดยเฉพาะขนาดของชิ้นส่วนประกอบ และขนาดของส่วนมูลอาคาร

3.3 <u>หน่วยอนุพิกัด</u> มีค่าเป็นเศษส่วนของหน่วยพิกัดมูลฐาน ใช้เมื่อต้องการที่จะเพิ่มขนาดที่เล็กกว่าหน่วยพิกัดมูลฐาน เช่น ใช้กับชิ้นส่วนประกอบที่ต้องการเพิ่มขนาด ที่เล็กกว่า 1M

4. ขนาดที่ไม่ได้พิกัด

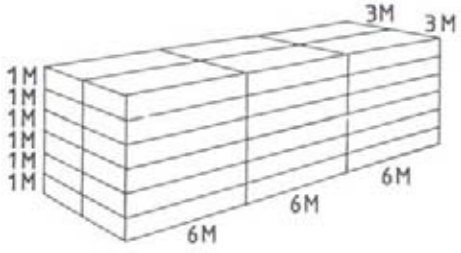
การออกแบบอาคารที่ใช้การประสานทางพิกัดทั้งหมดนั้น ไม่สามารถทำได้ จึงจำเป็นต้องใช้ขนาดที่ไม่ได้พิกัดมาช่วยในการออกแบบ เช่น ความหนาของชิ้นส่วนประกอบ และชุดประกอบ ซึ่งอาจเป็นขนาดที่ไม่ได้พิกัด ในบางกรณีขนาดเหล่านั้นอาจประสานกันได้โดยการใช้ค่าเศษส่วนของหน่วยพิกัดมูลฐาน

5. ระบบอ้างอิง

ระบบอ้างอิงเป็นระบบของจุดอ้างอิง เส้นอ้างอิง และระนาบอ้างอิงต่างๆ ที่สัมพันธ์กับขนาดและตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบ ชุดประกอบ หรือส่วนมูล ระบบอ้างอิงนี้นำมาใช้ในขั้นตอนของการออกแบบอาคาร ระบบอ้างอิงมีดังนี้

5.1 <u>ตารางพิกัดสามมิติ</u> (Modular Space Grid)

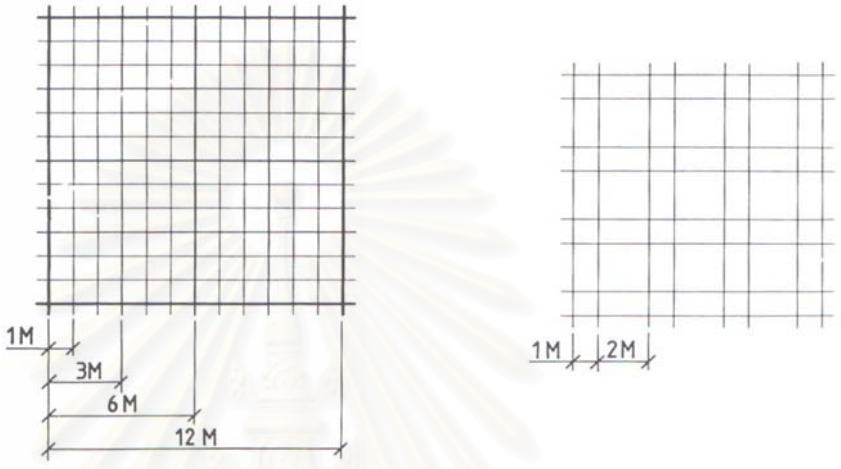
เป็นระบบอ้างอิงสามมิติที่ใช้ในการออกแบบอาคาร เพื่อกำหนดตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบพิกัด การสร้างตารางพิกัดสามมิติอาจใช้ค่าหน่วยพิกัดมูลฐาน หรือค่าหน่วยพิกัดคูณมาสร้างตารางพิกัดสามมิติได้ (ดังรูป) ระนาบอ้างอิงในตารางพิกัดสามมิติถือเป็นระนาบพิกัดด้วย



ภาพที่ ข.13 : แสดงตัวอย่างตารางพิกัดสามมิติ

1.2 <u>ตารางพิกัด</u> (Modular Grid)

การวางผัง หรือการออกแบบอาคารจะใช้ตารางพิกัด ซึ่งตารางพิกัดนี้อาจใช้ขนาดพิกัดเท่ากันหรือต่างกันก็ได้ในตารางเดียวกัน (ดังรูป) ซึ่งข้อดีของการใช้ตารางพิกัด คือ ทำให้เกิดระบบอ้างอิงที่ไม่ขัดแย้งกัน และมีความต่อเนื่องในการออกแบบโครงการก่อสร้างนั้นๆ ผู้ออกแบบ และผู้อ่านแบบจะทราบถึงตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบ และมิติประสานที่ตรงกัน



1. ตารางพิกัดที่ใช้ค่าหน่วยพิกัด 1M 3M 6M และ 12M

2. ตารางพิกัดที่ใช้ค่าหน่วยพิกัด 1M และ 2M

ภาพที่ ข.14 : แสดงตัวอย่างพิกัดหลายขนาดในตารางเดียวกัน

1.1.1 ตารางหน่วยพิกัดมูลฐาน (Basic Modular Grid)

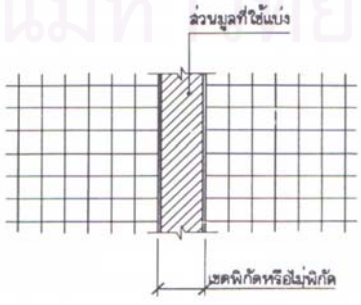
เป็นตารางที่สร้างขึ้นโดยเส้นขนาน ซึ่งเนื้อที่ตารางเส้นขนานนี้มีค่าเท่ากับขนาดของหน่วยพิกัดมูลฐาน

1.1.2 ตารางหน่วยพิกัดคูณ (Multimodular Grid)

เป็นตารางที่สร้างขึ้นโดยเส้นขนาน ซึ่งเนื้อที่ตารางของเส้นขนานนี้มีค่าเท่ากับขนาดของหน่วยพิกัดคูณ และเนื้อที่ตารางอาจต่างกันได้ในสองทิศทาง

1.1.3 เขตแบ่งระหว่างตารางพิกัด

ในบางกรณีจำเป็นต้องมีเขตแบ่งของตารางพิกัด ความกว้างของเขตแบ่งระหว่างตารางพิกัดอาจเป็นขนาดพิกัดหรือขนาดที่ไม่ได้พิกัดก็ได้ ดังรูป

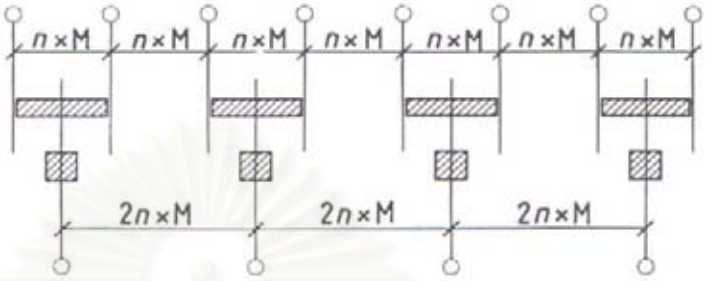


ภาพที่ ข.15 : แสดงตัวอย่างเขตแบ่งระหว่างตารางพิกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.4 การใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัด

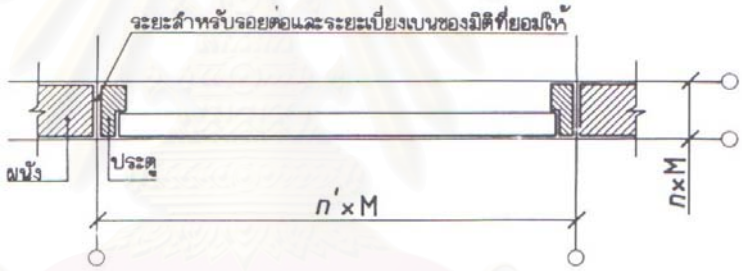
เมื่อใช้ตารางพิกัดหลายขนาดสำหรับการออกแบบในผังเดียวกัน ให้ใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัดทั้งในทิศทางเดียว หรือทั้งสองทิศทางก็ได้ ซึ่งการใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัดนี้ ต้องกำหนดเลือกขนาดที่จะทำให้เกิดความเหมาะสมกับการออกแบบในส่วนต่างๆของอาคาร ดังรูป



ภาพที่ ข.16 : แสดงตัวอย่างการใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัด

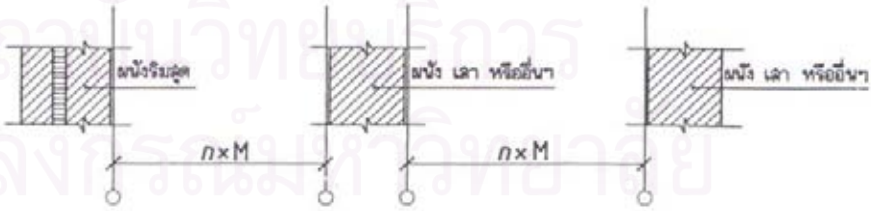
6. **การกำหนดตำแหน่ง และการกำหนดมิติ**

การออกแบบอาคาร ชิ้นส่วนประกอบ และชุดประกอบ ควรกำหนดให้อยู่ในเนื้อที่ของระบบอ้างอิง โดยใช้ระนาบอ้างอิง หรือเส้นอ้างอิง ซึ่งเท่ากับเนื้อที่พิกัด เนื้อที่นี้รวมถึงเนื้อที่สำหรับรอยต่อและค่าเบี่ยงเบนของมิติที่ยอมให้ ดังรูป



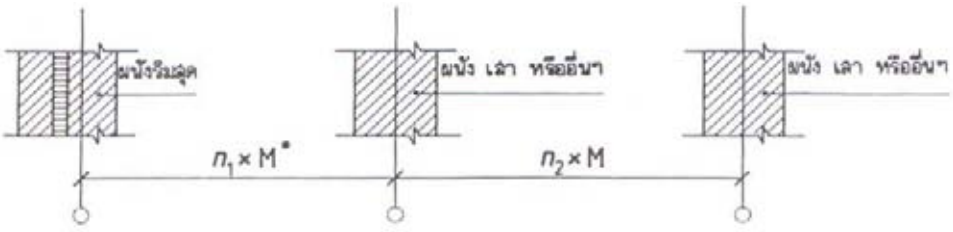
ภาพที่ ข.17 : แสดงตัวอย่างชิ้นส่วนประกอบ (ประตู) ที่ติดตั้งในเนื้อที่พิกัด

การวางผังระนาบพิกัดหรือเส้นของตารางพิกัด จะแสดงตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบ โดยอยู่ในขอบเขตของระบบอ้างอิง ดังรูป



ภาพที่ ข.18 : แสดงตัวอย่างระนาบพิกัดในตำแหน่งติดผนัง

การกำหนดตำแหน่งโดยใช้เส้นแนวศูนย์กลางของชิ้นส่วนประกอบที่สัมพันธ์กับตารางพิกัด ดังรูป ผนังริมสุดถือเป็นกรณีพิเศษที่ไม่ต้องอยู่แนวศูนย์กลางของผนัง



ภาพที่ ข.19 : แสดงตัวอย่างระนาบพิกัดในตำแหน่งแนวศูนย์กลาง

(หมายเหตุ : เส้นอ้างอิงของมิติประสานควบคุมในแนวระดับ ไม่จำเป็นต้องกำหนดจากศูนย์กลางของส่วนมูลอาคารเสมอไป เช่น ผนังริมสุดไม่อยู่ที่ศูนย์กลางของผนัง)

ในทางปฏิบัติ ขนาดใช้งานของชิ้นส่วนประกอบ และชุดประกอบ ซึ่งเป็นขนาดพิกัดยอมให้มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ทั้งในด้านการผลิต และการประกอบในสถานที่ก่อสร้าง ตลอดจนค่าความเบี่ยงเบนที่ได้กำหนดไว้

การกำหนดมิติ เนื้อที่อิสระ (Free Space) เช่น ห้องต่างๆ ช่องเปิดที่ผนัง และพื้น ต้องมีขนาดใหญ่กว่ามิติพิกัด ในขณะที่ชิ้นส่วนประกอบที่จะประกอบในเนื้อที่นั้นต้องเล็กกว่ามิติพิกัด

7. **ขนาดพิกัดนิยม**

การใช้ค่าขนาดพิกัดนิยม (Preferred Modular Size) ให้เลือกใช้จากค่าขนาดพิกัดที่กำหนดในตารางอนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เล่มที่ 6 อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ

1. อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ ดังตารางที่ ข.2

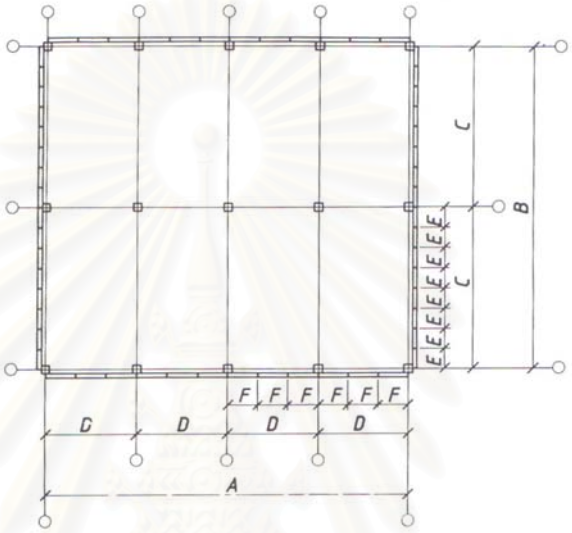
	หน่วยพิกัดคูณ					
	3 M	6 M	12 M	15 M	30 M	60 M
อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยม	3 M					
	6 M	6 M				
	9 M					
	12 M	12 M	12 M			
	15 M			15 M		
	18 M	18 M				
	21 M					
	24 M	24 M	24 M			
	27 M					
	30 M	30 M		30 M	30 M	
	33 M					
	36 M	36 M	36 M			
	39 M					
	42 M	42 M				
	45 M			45 M		
	48 M	48 M	48 M			
		54 M				
		60 M	60 M	60 M	60 M	60 M
		66 M				
		72 M	72 M			
				75 M		
		78 M				
		84 M	84 M			
		90 M		90 M	90 M	
		96 M	96 M			
				105 M		
			108 M			
			120 M	120 M	120 M	120 M

ตารางที่ ข.2 : แสดงอนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ

หมายเหตุ : อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ มีวัตถุประสงค์สำหรับออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนประกอบ กลุ่มของชิ้นส่วนประกอบ และเนื้อที่ต่างๆ

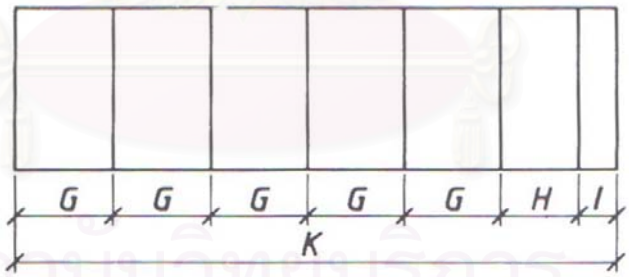
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมในอนุกรม 12M ให้เพิ่มขึ้นไปตามลำดับเช่น 24M, 36M เพื่อช่วยให้เกิดการประสานกันของขนาดทางเทคนิค
3. สำหรับขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมในอนุกรม 15M 30M และ 60M จะสอดคล้องกับระบบของเลขนิยม (Preferred Number) ซึ่งมีตัวประกอบเป็น 5 ขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมในอนุกรมเหล่านี้ ให้เพิ่มขึ้นไปตามลำดับของอนุกรม 60M เช่น 120M หรือใหญ่กว่าก็ได้
4. การเลือกค่าจากตารางไปใช้ในการออกแบบ ค่าขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมต้องเป็นอนุกรมใดอนุกรมหนึ่งแล้วเพิ่มค่าขึ้นไปตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยของอาคารที่ออกแบบนั้น



1. **ผังพื้นของอาคาร**

(หมายเหตุ : ขนาดของ C D E และ F เป็นค่าจากขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมจากตาราง A และ B เป็นผลรวมของขนาดพิกัดของอาคาร)



2. **ผนังอาคาร**

(หมายเหตุ : ขนาดของ G H และ I เป็นขนาดพิกัดซึ่งอาจเป็นค่าจากขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมจากตารางหรือไม่ก็ได้ และ K เป็นผลรวมของขนาดพิกัดของอาคาร)

ภาพที่ ข.20 : แสดงตัวอย่างการออกแบบอาคารที่ใช้ค่าจากขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยม

เล่มที่ 7 ส่วนเพิ่มหน่วยอนุพิกัด

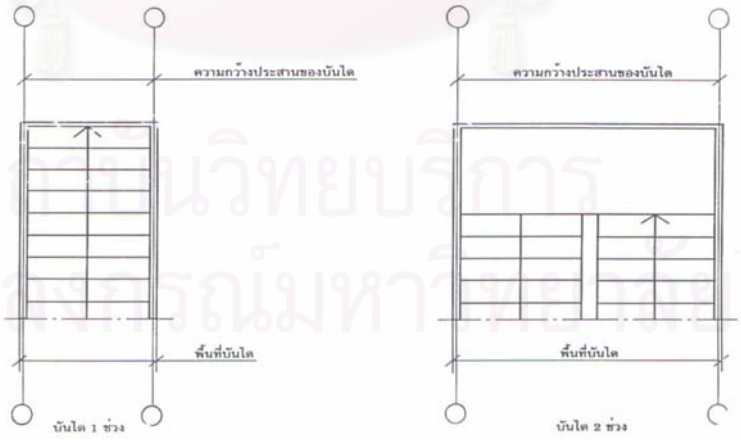
1. **ส่วนเพิ่มหน่วยอนุพิกัด** (Sub – modular Increment) หมายถึง ส่วนเพิ่มของขนาดที่มีค่าเป็นเศษส่วนที่เลือกแล้วของหน่วยพิกัดมูลฐาน
2. **หน่วยอนุพิกัด**

   ค่ามาตรฐานของส่วนเพิ่มหน่วยอนุพิกัด คือ

   M / 2 = 50 มิลลิเมตร M / 4 = 25 มิลลิเมตร
3. **การใช้ค่าหน่วยอนุพิกัด**
   - 3.1 ใช้สำหรับการออกแบบ หรือการผลิตวัสดุก่อสร้าง ในกรณีที่ต้องการเพิ่มขนาดที่เล็กกว่าขนาดของหน่วยพิกัดมูลฐาน
   - 3.2 ใช้เป็นส่วนกำหนดระยะระหว่างตารางพิกัดที่ต่างกัน เพื่อทำให้เกิดความเหมาะสมในการออกแบบ
   - 3.3 ใช้กำหนดขนาดของผลิตภัณฑ์ก่อสร้างอาคารที่มีขนาดเล็กกว่า 1M เช่น ขนาดของกระเบื้องโมเสก ปูพื้น หรือบุผนัง
   - 3.4 ใช้กำหนดขนาดของชิ้นส่วนประกอบอาคาร และผลิตภัณฑ์ก่อสร้างอาคาร ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1M ซึ่งต้องการเพิ่มขนาดที่เล็กกว่า 1M เช่น ขนาดของอิฐก่อสร้าง กระเบื้องปูพื้น หรือบุผนัง ความหนาของผนัง และพื้น ตลอดจนการกำหนดขนาด และตำแหน่งช่องท่อ
   - 3.5 ไม่ใช้หน่วยอนุพิกัดกำหนดระยะห่างระหว่างระนาบอ้างอิงในตารางพิกัด

เล่มที่ 8 บันได – ประมวลศัพท์

1. **ขั้นบันได** (Step) หมายถึง ส่วนของบันไดรวมลูกนอน ซึ่งใช้เหยียบเดินขึ้นลงบันได
2. **ความกว้างประสานของบันได** (Coordinating Stair Width) ดังรูป



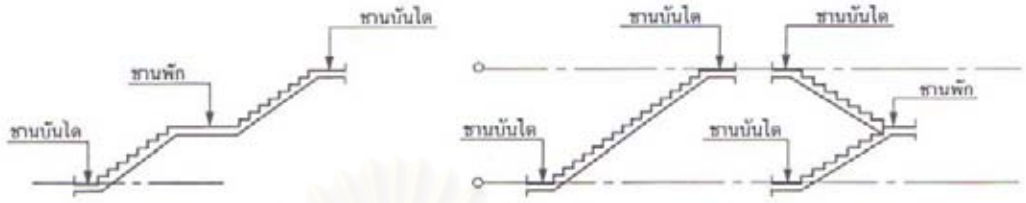
ภาพที่ ข.21 : แสดงพื้นที่บันไดและความกว้างประสานของบันได

(หมายเหตุ : ภาพนี้ใช้สำหรับบันไดสำเร็จรูป (Prefabricated Stair))

3. **ความสูงห้องบันได** (Headroom) หมายถึง ระยะในแนวดิ่งต่ำสุด วัดจากเส้นลาดของขั้นบันไดถึงสิ่งกีดขวางข้างบน
4. **จมูกบันได** (Nosing) หมายถึง ขอบส่วนหน้าของลูกนอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. **ช่วงบันได** (Flight) หมายถึง ชุดของขั้นบันไดที่เรียงลำดับกันระหว่างพื้น และชานพัก
6. **ช่องบันได** (Stair Well) หมายถึง ช่องว่างในแนวดิ่ง ที่บันไดล้อมรอบอยู่
7. **ชานบันได** (Landing) หมายถึง ส่วนของพื้นหรือชานพักที่อยู่ปลายช่วงบันได
8. **ชานพัก** (Intermediate Landing) หมายถึง ชานบันไดที่อยู่ระหว่างพื้น 2 ชั้น



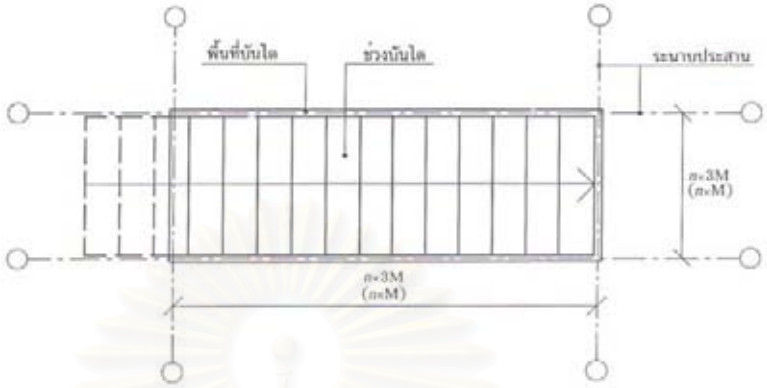
ภาพที่ ข.22 : แสดงชานบันไดและชานพัก

9. **บริเวณติดตั้งบันได** (Stair Enclosure) หมายถึง เนื้อที่ที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งบันได
10. **บันได** (Stair) หมายถึง ชิ้นส่วนประกอบ (Component) ของอาคาร ประกอบด้วยขั้นบันไดและชานบันได สำหรับเดินติดต่อระหว่างพื้นที่ต่างระดับกัน
11. **พื้นที่บันได** (Stair Opening) หมายถึง พื้นที่ของพื้นซึ่งเตรียมไว้สำหรับติดตั้งบันได
12. **มุมลาด** (Pitch) หมายถึง มุมระหว่างเส้นลาดกับแนวระดับ
13. **แม่บันได** (String) หมายถึง ชิ้นส่วนโครงสร้างที่รองรับขั้นบันได
14. **ระยะลูกตั้ง** (Rise) หมายถึง ระยะในแนวดิ่ง ระหว่างผิวบนของขั้นบันได 2 ขั้นที่อยู่ถัดกัน
15. **ระยะลูกนอน** (Going หรือ Run) หมายถึง ระยะในแนวระดับ ระหว่างจมูกบันไดของขั้นบันได 2 ขั้นที่อยู่ถัดกัน วัดตามเส้นทางเดิน
16. **ราวบันได** (Handrail) หมายถึง ชิ้นส่วนที่ติดกับลูกกรงบันได หรือผนัง เพื่อใช้จับขณะขึ้นลงบันได
17. **ลูกกรงบันได** (Balustrade) หมายถึง ที่กั้นข้างบันได เพื่อให้มีความปลอดภัย และเหมาะสมในการใช้งาน เป็นลูกกรง หรือผนังรวมทั้งราวบันได
18. **ลูกตั้ง** (Riser) หมายถึง ชิ้นส่วนในแนวดิ่งที่ปิดส่วนหน้าของขั้นบันได
19. **ลูกนอน** (Tread) หมายถึง ชิ้นส่วนในแนวระดับ หรือส่วนบนของขั้นบันได
20. **เส้นทางเดิน** (Walking Line) หมายถึง เส้นที่แสดงแนวที่ผู้ใช้บันไดเดิน
21. **เส้นลาด** (Pitch Line) หมายถึง เส้นตรงบนเส้นทางเดิน ที่เชื่อมจมูกบันไดถึงจมูกบันไดที่อยู่ถัดกันตลอดช่วงบันได

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เล่มที่ 9 มิติประสานของบันไดและพื้นที่บันได

1. **มิติประสานในแนวระดับ** (Horizontal Coordinating Dimension) ให้เลือกใช้ค่าใดค่าหนึ่งดังต่อไปนี้ (ดังรูป)



1M = 100 มิลลิเมตร

n = จำนวน หรือ ตัวแปร

เช่น n = 3

n x 3M = 3 x 3 x 100 = 900 มิลลิเมตร

หรือ n = 9

n x 1M = 9 x 1 x 100 = 900 มิลลิเมตร

ภาพที่ ข.23 : แสดงมิติประสานในแนวระดับ

1.1 พหุคูณของ 3M หรือ n x 3M เป็นค่าที่ควรเลือกใช้เป็นอันดับแรก

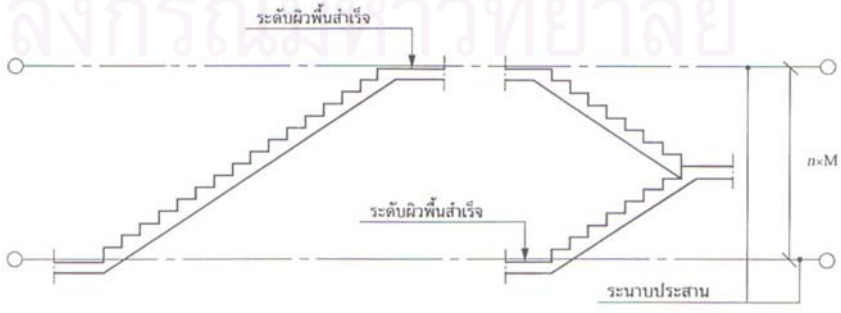
1.2 พหุคูณของ 1M หรือ n x 1M เป็นค่าที่ควรเลือกใช้เป็นอันดับรอง

ระนาบประสาน (Coordinating Plane) จะกำหนดขอบเขตของพื้นที่บันได ผนังรอบ(Enclosing Wall) และขอบพื้น (Floor Head) ต้องไม่ล้ำเข้าไปในขอบเขตที่กำหนดโดยระนาบประสาน

2. **มิติประสานในแนวดิ่ง** (Vertical Coordinating Dimension)

1.1 ระยะในแนวดิ่ง ระหว่างระนาบประสานต้องเป็นพหุคูณของ 1M

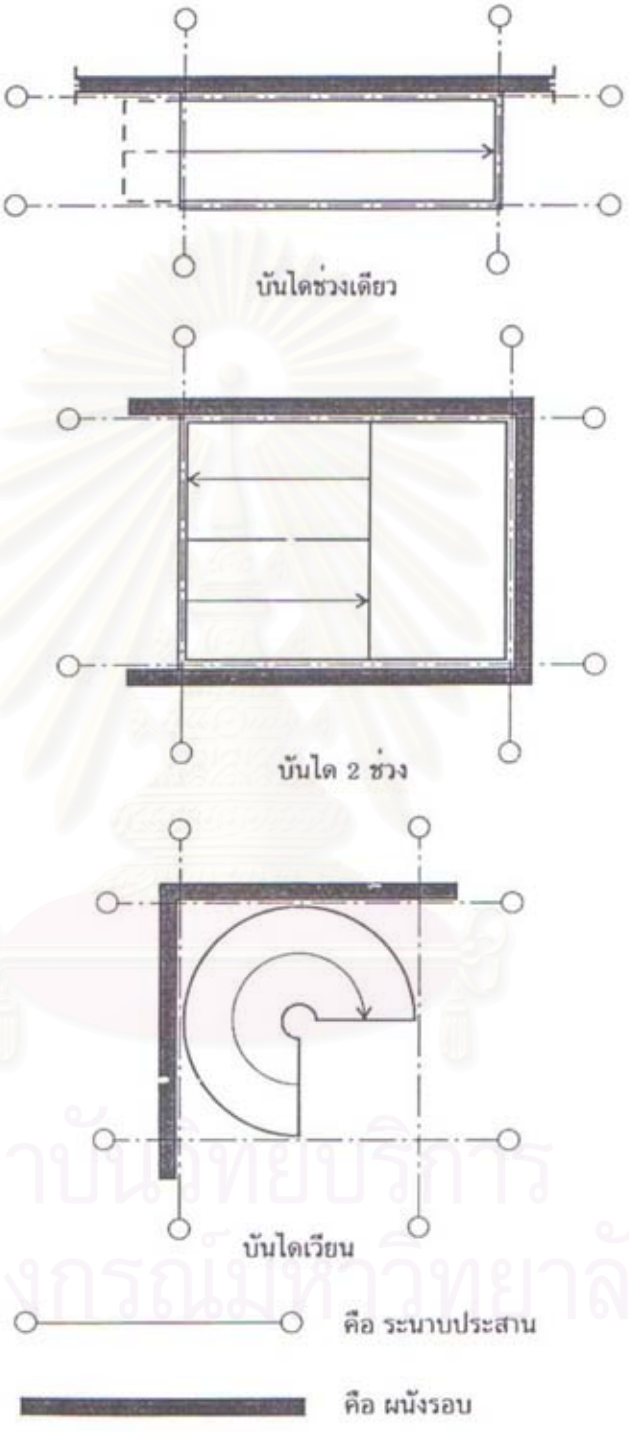
1.2 ระนาบประสานสำหรับกำหนดระนาบพื้น ต้องสัมพันธ์กับระดับผิวพื้นสำเร็จ



ภาพที่ ข.24 : แสดงระนาบประสานในแนวดิ่ง

3. **การใช้หลักการการประสานทางพิกัด**

แสดงตัวอย่างการออกแบบบันได โดยใช้หลักการประสานทางพิกัด



ภาพที่ ข.25 : แสดงตัวอย่างการออกแบบบันได โดยใช้หลักการการประสานทางพิกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เล่มที่ 10 ขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอก และภายใน

1. ขนาดประสานของประตู

1.1 ขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอกอาคาร ดังตารางที่ ข.3

ความสูง	ความกว้าง
21 M	9 M
24 M	10 M
27 M	12 M
30 M	15 M
	18 M
	21 M
	24 M

ตารางที่ ข.3 : แสดงขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอกอาคาร

หมายเหตุ : 1. 1M = 100 มิลลิเมตร

2. ขนาดประสานของประตูที่กำหนดในตาราง เป็นขนาดที่เหมาะสมกับงานชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม และให้พิจารณาความหนาของประตู และความหนาของผนังด้วย

3. ขนาดประตูเป็นขนาดที่รวมวงกบ

1.2 ขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายในอาคาร ดังตารางที่ ข.4

ความสูง	ความกว้าง
21 M	7 M
24 M	8 M
27 M	9 M
30 M	10 M
	12 M
	15 M
	18 M
	21 M

ตารางที่ ข.4 : แสดงขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายในอาคาร

หมายเหตุ : 1. 1M = 100 มิลลิเมตร

2. ขนาดประสานของประตูที่กำหนดในตาราง เป็นขนาดที่เหมาะสมกับงานชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม และให้พิจารณาความหนาของประตูและความหนาของผนังด้วย

3. ขนาดประตูเป็นขนาดที่รวมวงกบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. หลักการออกแบบ

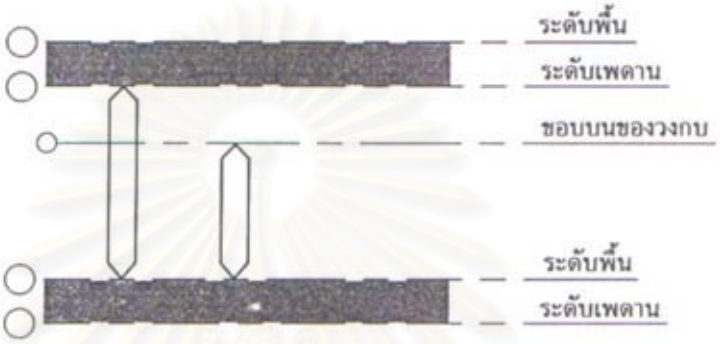
2.1 เนื้อที่สำหรับติดตั้งประตูสัมพันธ์กับ ระนาบในแนวระดับ ของระบบอ้างอิงควบคุม (Controlling Reference System)

2.2 ประตูมี 2 แบบ คือ

2.2.1 ความสูงจากระดับพื้นถึงขอบบนของวงกบ

2.2.2 ความสูงจากระดับพื้นถึงระดับเพดาน

ซึ่งมิติในแนวดิ่ง สัมพันธ์อยู่ตามระบบอ้างอิงควบคุม ดังรูป



ภาพที่ ข.26 : แสดงความสูงของประตู

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.
รายละเอียดอาคารโครงการศูนย์ศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

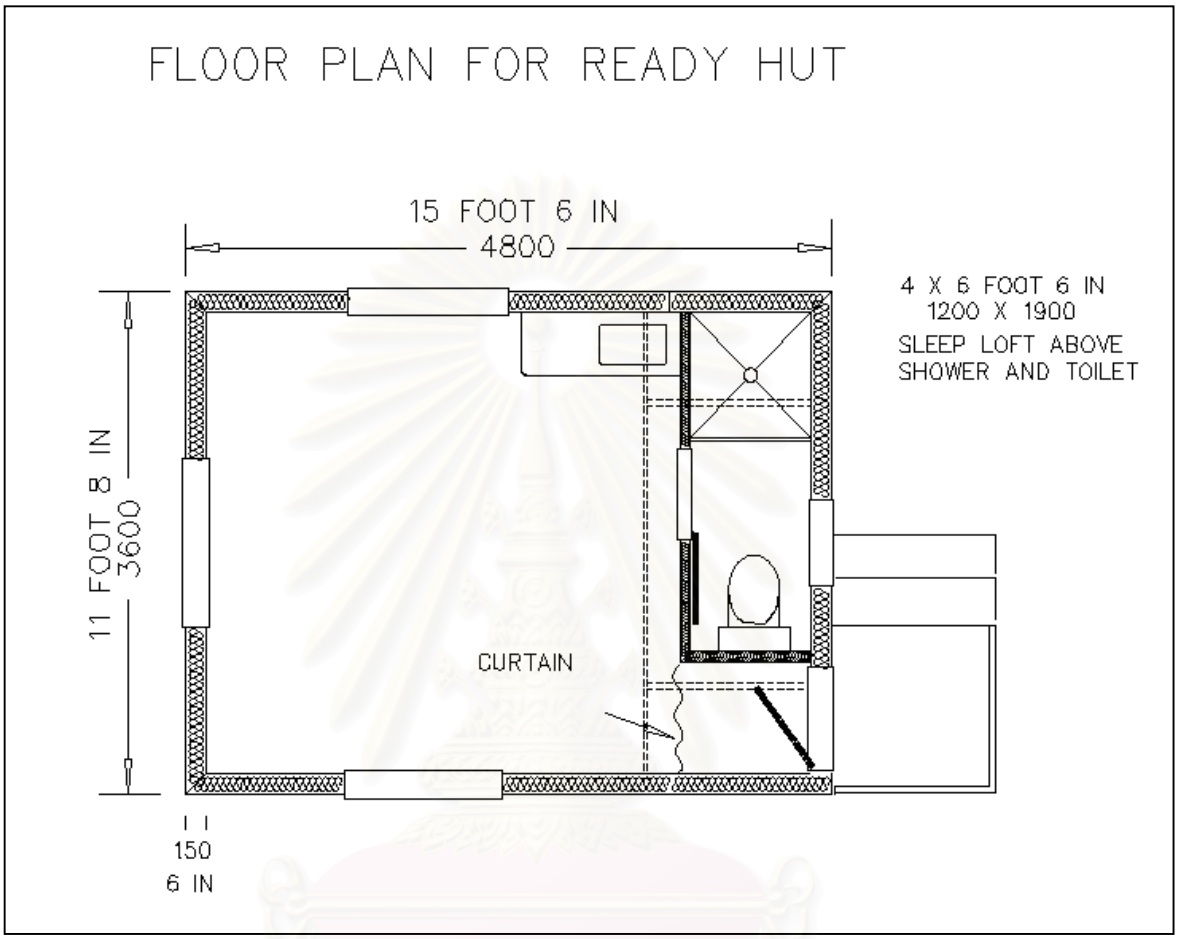
อาคารพักอาศัยสำเร็จรูปที่ใช้ในโครงการศูนย์ศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยผู้เกี่ยวข้องและรายละเอียดปลีกย่อยในขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ดังต่อไปนี้

เจ้าของอาคารศึกษา	:	กลุ่มบริษัท แสงมิตร กรุ๊ป จำกัด
ผู้ผลิตอาคารศึกษา	:	บริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด
วัสดุที่ใช้ในการผลิต	:	ไฟเบอร์กลาส
ขนาดของตัวอาคาร		
กว้าง	:	3.60 เมตร
ยาว	:	4.60 เมตร
สูง	:	2.20 เมตร
หลังคาโค้งสูง	:	0.80 เมตร
ฐานอาคารสูง	:	0.50 เมตร (ไม่รวมฐานโครงสร้างเหล็กที่ติดตั้งภายหลัง)
รวมความสูงทั้งหมดของอาคาร		3.50 เมตร
ประตู	:	โครงอลูมิเนียมบุลูกฟักกระจกจำนวน 1 ชุด
		ประตูไม้อัดสักบางนาจำนวน 1 ชุด
หน้าต่าง	:	โครงอลูมิเนียมบุลูกฟักกระจกจำนวน 1 ชุด
สุขภัณฑ์	:	อ่างล้างหน้า และชักโครกจำนวน 1 ชุด
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง		
ไฟฟ้าภายใน	:	หลอดไฟฟ้า 40 W จำนวน 2 ดวง
ไฟฟ้าภายนอก	:	หลอดไฟฟ้า 20 W จำนวน 4 ดวง
ระบบไฟฟ้ากำลัง	:	พัดลมดูดอากาศ จำนวน 1 เครื่อง
ราคาค่าก่อสร้างอาคาร		195,000 บาทต่อหลัง

หมายเหตุ : รายละเอียดข้อมูลข้างต้นเป็นรายละเอียดอาคารสำเร็จรูปที่บริษัท แสงมิตรไลท์ติ้ง จำกัดได้รับมอบจากผู้ผลิตหลังจากการผลิตอาคารเสร็จเรียบร้อยแล้ว ส่วนอาคารที่เห็นในภาพในบทที่ 3 เป็นอาคารหลังเดียวกันที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อให้มีความสะดวก และตอบสนองต่อการทดลองมากขึ้น

ภาคผนวก ง.

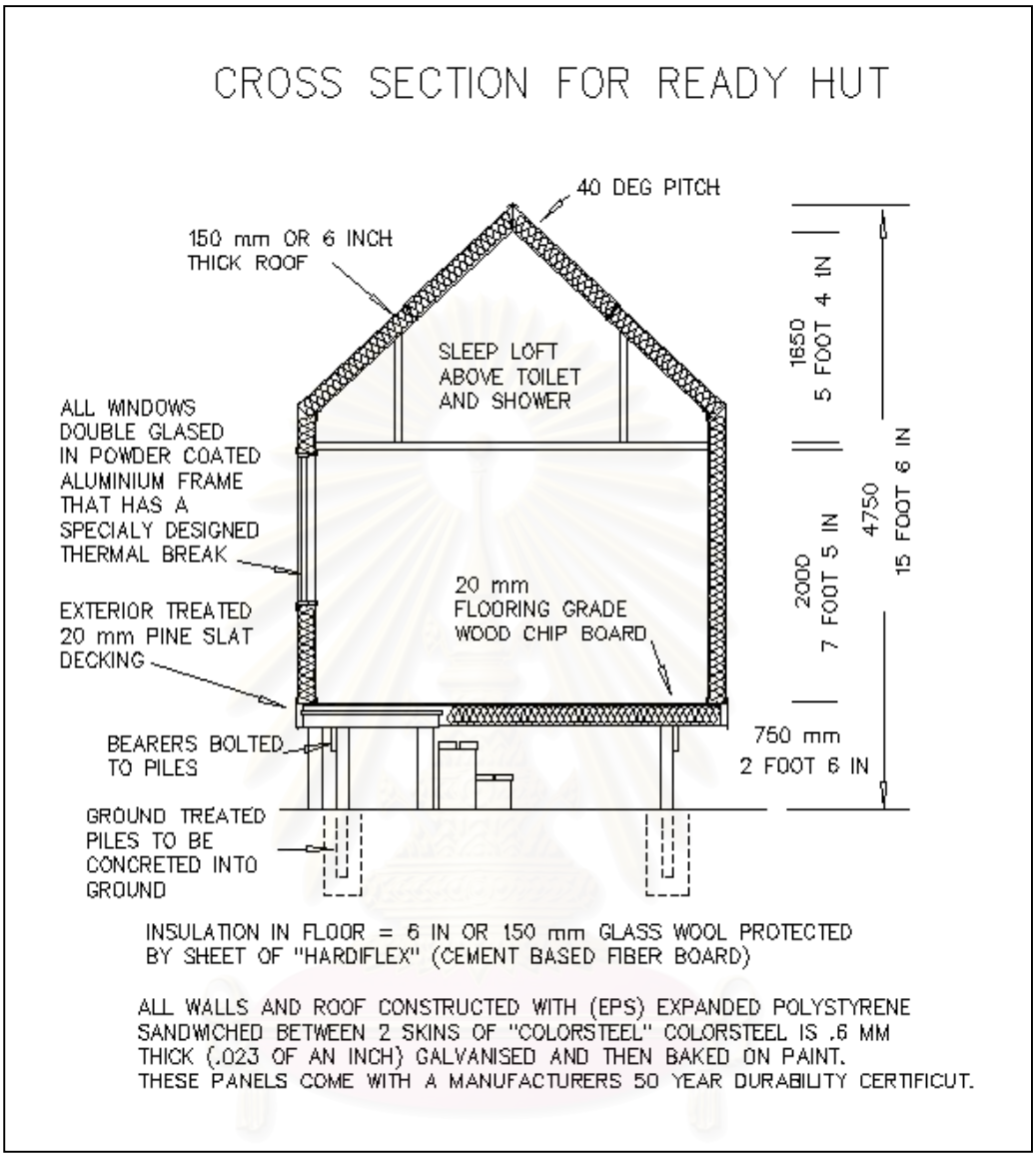
แบบรายละเอียดอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House ประเทศ New Zealand



ภาพที่ ง.1 : แสดงผังพื้นอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House

จากภาพแสดงให้เห็นผังพื้นของอาคารพักอาศัยสำเร็จรูป The Ready House ในประเทศ New Zealand ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนพักอาศัย และห้องน้ำจำนวน 1 ห้อง ในงบประมาณค่าก่อสร้างอยู่ที่ 8,800 ดอลล่าร์สหรัฐ (352,000 บาท) ต่ออาคารขนาด 3.60x4.80 ม. 1 หลัง ซึ่งสามารถขยายขนาดได้ด้วยการออกแบบปรับปรุงขนาดของอาคารใหม่ ซึ่งจะมีผลถึงรูปแบบ และขนาดชิ้นส่วนที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ ง.2 : แสดงรายละเอียดรูปตัดอาคาร พร้อมการระบุ Details Specification ในภาพตัดขวาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

รายการอุปกรณ์ที่จำเป็นในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

อุปกรณ์การก่อสร้างที่จำเป็นในการก่อสร้างอาคารตัวอย่างประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วน คือ

1. **อุปกรณ์ที่จำเป็นในการก่อสร้าง** ประกอบไปด้วย

    1. อุปกรณ์ขุดดิน (ที่มีอยู่ในครัวเรือน) เช่น จอบ เสียม
    2. สายวัด
    3. เหล็กวัดฉาก
    4. สายเอ็น และเชือกสีสำหรับตีแนว
    5. ไม้วัดระดับน้ำ หรือสายยางระดับน้ำความยาวประมาณ 6 เมตร
    6. ลูกดิ่ง 1 ชุด
    7. สว่านไฟฟ้าชนิดเดินหน้า และถอยหลังได้ Speed 1800-2500 rpm.
    8. ประแจ (เบอร์ 19)
    9. ตัวจับสกรู 6 เหลี่ยม (HEXAGON SOCKETS)
    10. ไขควง หรือหัวจับสกรูแฉก (PHILLIPS DRIVER BITS)
    11. กรรไกรตัดเหล็ก ที่สามารถตัดแผ่นเหล็กขนาดความหนา 0.6 มม. ได้
    12. เครื่องมือดัดแผ่นเหล็ก เช่น คีมล็อค
    13. บันได ขนาดความสูง 2.50-3.00 เมตร
    14. เชือกมนิลา ขนาด 3 หุนเพื่อการยึดติดโครงสร้างชั่วคราว และการขนส่งชิ้นส่วนขึ้นหลังคา
    15. เครื่องปั่นไฟฟ้า (GENERATOR) พร้อมชุดควบคุม และปลั๊กไฟ (สำหรับสว่านไฟฟ้า และสำรองกรณีที่ต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วน หรือรูเจาะ หรือมีการก่อสร้างในเวลากลางคืน)

2. **อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับความปลอดภัย**

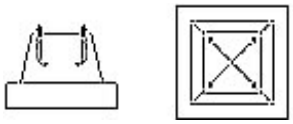
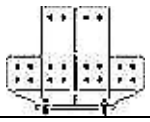
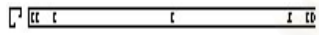
    1. ถุงมือนิรภัยสำหรับกันแผ่นโลหะบาด
    2. สายนิรภัย
    3. รองเท้านิรภัย หรือรองเท้าหุ้มส้น
    4. หมวกนิรภัยสำหรับการก่อสร้าง

3. **แบบก่อสร้างอาคาร และรายการตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วนประกอบอาคาร**

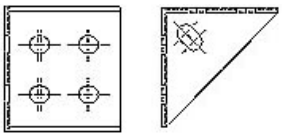
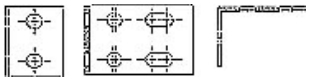
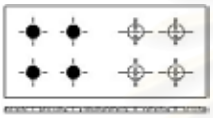
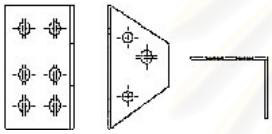
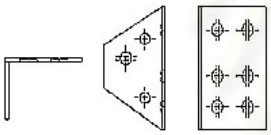
    1. แบบก่อสร้างอาคารแสดงวิธีการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ดังที่แสดงในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3
    2. รายการตรวจสอบชิ้นส่วนประกอบอาคาร เป็นรายการสำหรับการตรวจเช็คจำนวนชิ้นส่วนประกอบอาคารที่ขนส่งเข้าสู่พื้นที่ ว่ามีจำนวนที่เพียงพอต่อการก่อสร้างอาคารหรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ จ.1 และตารางที่ จ.2

สำนักวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 : ตารางตรวจนับจำนวนชิ้นส่วนวัสดุ ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

No.	รูปแบบวัสดุก่อสร้าง	รหัส	ขนาด (cm)	น้ำหนัก/ หน่วย (kg)	จำนวน (ชิ้น)	On site Check	หมายเหตุ
1.		F	45x45	~43	4		
2.		F-PI	30x40	15	4		
3.		C.	252	11.80	4		
4.		MB.	240	7.80	12		
5.		SB.	54.5	1.77	16		
6.		MS.	240	2.40	24		
7.		ST-1	62	0.62	40		
8.		ST-2	40	0.40	13		
9.		ST-3	84	0.84	11		
10.		ST-4	39.7	0.4	3		
11.		ST-5	79.7	0.8	2		
12.		RB-1	260	2.60	2		
13.		RB-2	260	2.60	8		
14.		RB-3	80	0.80	8		
15.		RT-1	260	2.60	3		
16.		RT-2R	140	1.375	3		
17.		RT-2L	140	1.375	3		
18.		RT-3	75	0.75	3		
19.		RT-4R	45	0.45	3		
20.		RT-4L	45	0.45	3		
21.		SP-1	280	3.44	8		
22.		SP-2	260	3.20	12		
23.		Br-1	140	1.40	2		
24.		Br-2R	126.5	1.10	4		
25.		Br-2L	126.5	1.10	4		
26.		รางน้ำ	280	14.80	2		
รวมชิ้นส่วนทั้งหมด					201		

ตารางที่ จ.2 : ตารางตรวจนับจำนวนชิ้นส่วนข้อต่อพิเศษ ในการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

No.	รูปแบบวัสดุก่อสร้าง	รหัส	ขนาด (cm)	น้ำหนัก/ หน่วย (kg)	จำนวน (ชิ้น)	On site Check	หมายเหตุ
1.		PI1	9.5x9.5 x10	0.88	8		
2.		PI2	6x11 x7	0.37	40		
3.		PI3	6x6 x4	0.15	50		
4.		PI4	20x9	0.57	16		
5.		PI5-R	16x8.8 x8	0.84	4		
6.		PI5-L	16x8.8 x8	0.84	4		
รวมชิ้นส่วนทั้งหมด					122		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ (ภาษาไทย)	:	นาย สนธพล กริชนวรักษ์
ชื่อ (ภาษาอังกฤษ)	:	Mr. Sontaphol Krichnavaruk
ที่อยู่	:	28/24 หมู่ 11 ถนนสวนผัก แขวงตลิ่งชัน เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170
e-mail address	:	sontaphol@hotmail.com, sontaphol@yahoo.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2529-2534	:	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2535-2537	:	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2538-2539	:	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ มัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 (สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากกรมการศึกษานอกโรงเรียน)
พ.ศ. 2540-2544	:	ระดับปริญญาบัณฑิต ปริญญาสถาปัตยกรรมศาตรบัณฑิต (สถ.บ.) เกียรตินิยมอันดับ 2 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2545-2547	:	ระดับปริญญามหาบัณฑิต ปริญญาสถาปัตยกรรมศาตรมหาบัณฑิต (สถ.ม.) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2542-2543	:	เจ้าหน้าที่ฝ่ายออกแบบ บริษัท International Development & Association Co., Ltd. (IDA)
พ.ศ. 2544	:	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท สถาปนิก 49 จำกัด
พ.ศ. 2545-2546	:	สถาปนิกโครงการ บริษัท Plan Consultants Co., Ltd.
ปัจจุบัน	:	สถาปนิกอิสระ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย