แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด

นายชนินทร์ แซ่เตียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-3265-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MODULAR COORDINATION DESIGN GUIDELINES FOR TOWNHOUSE

Mr. Chanin Sae-tieo

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-3265-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด
โดย	นายชนินทร์ แซ่เตียว
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆสิต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

..... กรรมการ
(นายทวี สีบุญเรือง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนินทร์ แซ่เตียว : แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด. (Modular Coordination Design Guidelines for Townhouse)
อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 219 หน้า.
ISBN 974-17-3265-1.

การประสานทางพิกัด หมายถึง ข้อตกลงในเรื่องขนาดที่สัมพันธ์กัน เพื่อการประสานมิติของส่วนประกอบอาคารกับตัวอาคารเข้าด้วยกัน โดยใช้หน่วยพิกัดมูลฐาน (พ = 100 มม.) หรือหน่วยคูณพิกัด (200 มม. สำหรับแนวดิ่ง และ 300 มม. สำหรับแนวนอน) ในการออกแบบ การผลิต และการประกอบติดตั้ง ซึ่งจำเป็นต่อการก่อสร้างทั้งในระบบดั้งเดิมและระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในปัจจุบันบ้านแถวมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นสูงกว่าที่อยู่อาศัยประเภทอื่น จึงจำเป็นต้องใช้ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ดำเนินโครงการพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบเปิด (Open System) โดยใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบ

การศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ ตลอดจนการวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ซึ่งมีขอบเขตของการวิจัยกำหนดว่าเป็นแนวทางการออกแบบสำหรับประเทศไทย ส่วนข้อมูลวัสดุก่อสร้างนั้นจะเลือกพิจารณาเฉพาะชนิดที่สามารถออกแบบให้เข้าระบบประสานทางพิกัดได้ โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มของระบบก่อสร้างอาคาร 4 ระบบ ได้แก่ ระบบโครงสร้าง ระบบพื้น ระบบผนัง และระบบเพดาน

ผลการศึกษาแนวทางการออกแบบ จะเป็นคำตอบให้กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยมีบทสรุปตามขั้นตอนการศึกษาในแต่ละบทตามลำดับ กล่าวคือ เริ่มจากศึกษาหลักการออกแบบเป็นเบื้องต้น จากนั้นจึงศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนและวัสดุสำเร็จรูปตามระบบก่อสร้างที่กำหนด แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบ ซึ่งสามารถสรุปตามประเด็นที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ คือ ด้านกฎหมาย จะได้พื้นที่บ้านแถว 1 คูหาขนาดเล็กที่สุดคือ 40พ x 60พ สูง 26พ และมีพื้นที่น้อยสุด 24 $ม^2$ ด้านขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร สามารถสรุปได้ถึงหน่วยพิกัดแผนผังร่วม คือ มีระยะของพื้นที่ใช้สอยทั้งความกว้างและความยาวเป็นอนุกรมพิกัดทวีคูณจากหน่วยคูณพิกัด 3พ และสามารถนำขนาดและรูปแบบการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ต่างๆไปใช้เป็นทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ต่างๆภายในบ้านแถว โดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติ ซึ่งมีพื้นที่รวมเท่ากับขนาดต่ำสุดของกฎหมาย คือ 24 $ม^2$ ด้านขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป จะได้ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ 1พ' = 3พ และตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง 1พ'' = 2พ ซึ่งเป็นระยะน้อยสุดที่ใช้ในการออกแบบแผนผัง โดยเพิ่มขึ้นได้เป็นอนุกรมพิกัดทวีคูณจากหน่วยที่กำหนดไว้ ด้านตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ สรุปได้ถึงตารางพิกัดแผนผัง 4 รูปแบบตามลักษณะของโครงสร้าง ทั้งตารางพิกัดต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะนำไปใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด

โดยสรุปแล้ว การวิจัยในเรื่องนี้จะได้แนวทางในการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และแบบบ้านแถวตัวอย่างที่ออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด โดยมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2545	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4474129025 : MAJOR ARCHITECTURE
KEY WORD : MODULAR COORDINATION / PRECAST COMPONENT / BUILDING MATERIAL / TOWNHOUSE

CHANIN SAE-TIEO : MODULAR COORDINATION DESIGN GUIDELINES FOR TOWNHOUSE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAWALIT NITAYA D. ARCH., THESIS COADVISOR : TRIRAT JARUTACH, 219 pp. ISBN 974-17-3265-1.

Modular coordination refers to the dimensional coordination of building components and the building using the basic module (M = 100 mm.) or the multi module (200 mm. for the vertical axis and 300 mm. for the horizontal axis) in design, manufacturing and installation, which are necessary for construction both in the conventional and prefabrication systems.

At present, more townhouses are being built than other types of houses, and prefabrication has become more necessary. The Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) has conducted a project to develop prefabrication in the open system, using modular coordination design.

The objectives of this research are to study the building design principles with the use of modular coordination and to analyze the data concerning TISTR precast components and other prefabricated construction materials. It also aims to determine modular coordination design guidelines for townhouses based on set research guidelines for townhouse designs in Thailand. As for construction materials, only those that could be designed to fit the modular coordination design have been considered. Data is collected from four different systems in construction : structural, floor, wall, and ceiling systems.

The research results regarding design guidelines are the responses to the set objectives. A summary of each stage of the study in each unit is provided. These begin with a preliminary study of design principles, followed by an analysis of the data regarding precast components and materials determined by the construction system. After that, there is an analysis in the search of design guidelines. The related issues can be summarized as follows : Legally, the smallest townhouse has specifications of 40M x 60M, 26M with least functional area of 24 sq.m. In conclusion, the planning module is the functional area, the width and length being expanded by increments of 3M. Furniture sizes and layout can be alternatives in designing different areas in the townhouse, using the functional area criteria set by the National Housing Authority. The reference standard is the total area equating 24 sq.m., the smallest area required by law. As for the precast component, the modular grid plan includes the horizontal line of 1M' = 3M and plan vertical line of 1M'' = 2M. These are the shortest distances used in design planning and have been increased at set increments. As for the modular grid of the plan used in design, four patterns can be concluded according to the features of the structure both of continuous and non-continuous modular grid. All of the above will be used in designing townhouses using modular coordination.

In conclusion, this research yields guidelines for townhouse design using modular coordination, relying on TISTR precast components and other ready-to-use construction materials readily available. The research also provides a sample townhouse design using modular coordination beginning, with the smallest area legally possible and increasing according to set increments.

Department of Architecture Student's signature.....
Field of study Architecture Advisor's signature.....
Academic year 2002 Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและเสนอแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

- รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- อ. ไตรรัตน์ จารุทัศน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
- คุณทวี สีบุญเรือง กรรมการวิทยานิพนธ์
- ศ.ดร.เรืองศักดิ์ กันตะบุตร
- อ. ปิยนุช เตาลานนท์
- อ. ภิญโญ จินันทุยา

ขอขอบคุณบุคลากรจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลตลอดจนคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

- คุณวิทยา วุฒิจำนงค์
- คุณสมเกียรติ สุนทรไชย

ขอขอบคุณหน่วยงานภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งให้ความอนุเคราะห์วัสดุก่อสร้างเพื่อทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด ที่จัดขึ้นในงานจุฬาวิชาการ ปี พ.ศ. 2545

- บริษัท สยามอุตสาหกรรมยิบซั่ม จำกัด
- บริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด
- บริษัท เซรามิคอุตสาหกรรมไทย จำกัด

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาผู้ให้กำเนิด ครูบาอาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือต่างๆจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตามระยะเวลาที่กำหนด

ชนินทร์ แซ่เตียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ 1
   - 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของการวิจัย 1
   - 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
   - 1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4
   - 1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย 4
   - 1.5 คำจำกัดความของการวิจัย 5
   - 1.6 วิธีดำเนินการวิจัย 6
   - 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
   - 2.1 วิวัฒนาการของระบบประสานทางพิกัด 9
   - 2.2 หน่วยพิกัดประเภทต่างๆ 17
   - 2.3 หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด 20
   - 2.4 การใช้ระบบประสานทางพิกัด 20
   - 2.5 มิติในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร 22
   - 2.6 วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด 28
   - 2.7 วัสดุก่อสร้างในระบบประสานทางพิกัด 35
   - 2.8 ระบบโครงสร้างรูปแบบต่างๆ 39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย 44
   - 3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 44
   - 3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย 45
   - 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 46
   - 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 46
   - 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 47
   - 3.6 การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ 48
   - 3.7 การสรุปผลและเสนอแนะ 49
4. ข้อมูลรายละเอียดการออกแบบ 51
   - 4.1 รายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. 51
   - 4.2 รายละเอียดวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ 101
   - 4.3 รายละเอียดการทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด 106
5. บทวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ 119
   - 5.1 วิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ 119
   - 5.2 วิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร 123
   - 5.3 วิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป 134
   - 5.4 วิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ 141
6. บทสรุปและเสนอแนะ 145
   - 6.1 บทสรุปแนวทางการออกแบบ 145
   - 6.2 การออกแบบบ้านแถวตัวอย่าง 159
   - 6.3 ข้อเสนอแนะ 167

รายการอ้างอิง 171

ภาคผนวก 174
   1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : การประสานทางพิกัด 176
   2. กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) 197
      (ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522)
   3. บทวิเคราะห์กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) เฉพาะบ้านแถว 210

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 219

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงจำนวนที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปี 2540 – 2544	2
2.1	แสดงวัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นวัสดุโครงสร้างในระบบประสานทางพิกัด	35
4.1	แสดงราคาเปรียบเทียบ Interlocking concrete block แต่ละแบบ	53
4.2	แสดงเสาเอ็นคอนกรีตรูปแบบต่างๆ	55
4.3	แสดงรอยต่อของเสาเอ็นคอนกรีตรูปแบบต่างๆ	56
4.4	แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดเสาเอ็นคอนกรีตระหว่างวิธีการก่อสร้างทั่วไป กับวิธีใช้ Connection cube	58
4.5	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จแบบต่างๆ	62
4.6	แสดงการเปรียบเทียบ นน./ตร.ม. ระหว่างผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จกับผนังอื่นๆ	62
4.7	แสดงผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จชนิดต่างๆ	63
4.8	แสดงรอยต่อของผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จรูปแบบต่างๆ	64
4.9	แสดงผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูปแบบต่างๆ	72
4.10	แสดงการประกอบเสา ค.ส.ล. โดยใช้แผ่นเสาแบบต่างๆ	73
4.11	แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการก่อสร้าง	79
4.12	แสดงผนังห้องน้ำสำเร็จรูปทั้ง 2 ขนาด	80
4.13	แสดงการจัดผังห้องน้ำแบบต่างๆ	81
4.14	แสดงขนาดของวงกบ ค.ส.ล.สำเร็จรูปขนาดต่างๆ	88
4.15	แสดงการสรุปขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.ในระบบต่างๆ	100
4.16	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง (วัสดุก่อ) ในระบบผนัง	101
4.17	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุแผ่นใหญ่) ในระบบผนัง	102
4.18	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุผนัง) ในระบบผนัง	102
4.19	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง (แผ่นพื้นสำเร็จรูป) ในระบบพื้น	103
4.20	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุปูพื้น) ในระบบพื้น	103
4.21	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุเพดาน) ในระบบเพดาน	105
4.22	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด	106
4.23	แสดงการสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารทดลอง	117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.1 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ 120

5.2 แสดงผลการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ 122

5.3 แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนบุคคล 123

5.4 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนนอน 126

5.5 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนทำงาน 127

5.6 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนนั่งเล่น 128

5.7 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนทานอาหาร 129

5.8 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนครัว 130

5.9 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนห้องน้ำ 131

5.10 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่พิกัดร่วมของพื้นที่ใช้สอยต่างๆ 132

5.11 แสดงมาตรฐานขนาดพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติ 133

5.12 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบผนัง 135

5.13 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบพื้น 136

5.14 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบเพดาน 138

5.15 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่างๆ 139

5.16 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 1. 141

5.17 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 2. 142

5.18 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 3. 142

5.19 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 4. 143

6.1 แสดงการสรุปขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.ในระบบต่างๆ 153

6.2 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ 155

6.3 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร 156

6.4 แสดงการสรุปขนาดบ้านแถวทั้ง 2 แบบ 159

6.5 แสดงรายการประกอบแบบบ้านแถวตัวอย่าง 161

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1.1	แสดงหน่วยที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปี 2535 – 2545	2
1.2	แสดงการสรุปบทที่ 1. บทนำ	8
2.1	แสดงการสรุปบทที่ 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
3.1	แสดงการสรุปบทที่ 3. วิธีดำเนินการวิจัย	50
4.1	แสดงการสรุปบทที่ 4. ข้อมูลรายละเอียดการออกแบบ	118
5.1	แสดงการสรุปบทที่ 5. บทวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ	144
6.1	แสดงการสรุปบทที่ 6. บทสรุปแนวทางการออกแบบ	158

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงสถานภาพการใช้ระบบประสานทางพิกัดในประเทศต่างๆ (ค.ศ.1965)	11
2.2	แสดงรอยต่อแบบสัมผัสและแบบเว้นร่อง	23
2.3	แสดงมิติอาศัยซึ่งกันและกันแบบต่างๆ	24
2.4	แสดงการกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	26
2.5	แสดงขนาดแห่งการประสาน	26
2.6	แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง กับชิ้นส่วนผนัง	30
2.7	แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง กับกำแพงก่ออิฐ	30
2.8	แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง กับ Light - weight Concrete Block	31
2.9	แสดงถึงขนาดชิ้นส่วนผนัง กับคอนกรีต	31
2.10	แสดงส่วนประกอบของผนังหน้ารูปแบบต่างๆ	31
2.11	แสดงแผ่นยิปซัมบอร์ดลักษณะต่างๆกัน มีความหนา 9 และ12 มม.	37
2.12	แสดงหลังคาลูกฟูกลอนเล็ก และกระเบื้องหลังคาคอนกรีต ซีแพคโมเนีย	37
2.13	แสดงผนังสำเร็จรูปของเครือซีเมนต์ไทย	38
2.14	แสดงแผ่นพื้นสำเร็จรูป	38
2.15	แสดงระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งวัดขนาดชิ้นส่วนตามหลักประสานทางพิกัด	39
2.16	แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long – wall (ระบบผนังตามยาว)	39
2.17	แสดงการวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long – wall (ระบบผนังตามยาว) ซึ่งใช้คานถ่ายน้ำหนักจากพื้นมาสู่กำแพง	39
2.18	แสดงระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Cross – wall (ระบบผนังตามขวาง) และแสดงการวางผนังด้านหน้าให้ซ้อนรับน้ำหนักกันเอง	40
2.19	แสดงระบบโครงสร้างแบบ Cross – wall (ระบบผนังตามขวาง) ซึ่งสามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี	40
2.20	แสดงระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักแบบ Two way Span (ช่วงพาดสองทิศทาง) ซึ่งเป็นอาคารพักอาศัยในประเทศโปแลนด์	40
2.21	แสดงโครงสร้างแบบเสาและคานที่ใช้ในประเทศโปแลนด์	41
2.22	แสดงระบบกรอบกลวง (Ring – frame)	41
2.23	แสดงโครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น	42
2.24	แสดงโครงสร้างระบบกล่อง	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.1	แสดงผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จชนิด A	69
4.2	แสดงผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ	69
4.3	แสดงรูปแบบของผิวที่หล่อสำเร็จ	69
4.4	แสดงการติดตั้ง Component ย่อย ที่จุด L – Joint	69
4.5	แสดงการติดตั้งผนังบล็อคในส่วนบน	69
4.6	แสดงการติดตั้งผนังบล็อคเดือย	69
4.7	แสดงแผ่นผนังกลวงรูปแบบต่างๆ	74
4.8	แสดงแผ่นผนังกลวงขนาดต่างๆ	74
4.9	แสดงแผ่นผนังที่ใช้เป็นแบบหล่อเสาโครงสร้าง	74
4.10	แสดงการติดตั้งแผ่นเสา 2 แผ่น	74
4.11	แสดงการติดตั้งแผ่นเสา 3 แผ่น	74
4.12	แสดงการติดตั้งแผ่นเสา 4 แผ่น	74
4.13	แสดงพุกรองรอยต่อแผ่นผนังและแผ่นเสา	75
4.14	แสดงการติดตั้งแผ่นเสาโดยใช้เครื่องช่วย	75
4.15	แสดงการติดตั้งแผ่นเสาโดยใช้อุปกรณ์เหล็กยึดแผ่นเสาช่วยในการติดตั้ง	75
4.16	แสดงการติดตั้งแผ่นเสาสูง 2.40 ม.โดยใช้อุปกรณ์เครื่องช่วยด้านล่างและบน	75
4.17	แสดงเครื่องช่วยในการติดตั้งส่วนบนของแผ่นเสา	75
4.18	แสดงการกรอกปูนสำหรับรอยต่อ	75
4.19	แสดงแผ่นผนังที่ประกอบเป็นแบบหล่อเสา คสล.	76
4.20	แสดงการติดตั้งแผ่นผนัง ขนาด 0.60 x 2.40 ม.	76
4.21	แสดงพุกคอนกรีตที่ใช้รองรอยต่อระหว่างแผ่น	76
4.22	แสดงวิธีการติดตั้งแผ่นผนัง โดยใช้พุกคอนกรีต	76
4.23	แสดงการยกแผ่นผนังขึ้นติดตั้ง	76
4.24	แสดงเครื่องช่วยยกแผ่นผนังขึ้นติดตั้ง	76
4.25	แสดงเครื่องช่วยยกแผ่นผนัง ติดตั้งบนเสาที่หล่อเสร็จแล้ว	77
4.26	แสดงการติดตั้งแบบหล่อคานเฟอร์โรซีเมนต์บนแผ่นผนังกลวงที่ติดตั้งเสร็จแล้ว	77
4.27	แสดงการติดตั้งวงกบ คสล.ที่ประกอบจากข้างล่างก่อนยกติดตั้ง	77
4.28	แสดงการใช้ชิ้นส่วนผนังขนาดต่างๆ ร่วมกับวงกบ คสล.สำเร็จรูป	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.29	แสดงอาคาร 2 ชั้น ที่สร้างด้วยแผ่นผนังกลวง	77
4.30	แสดงอาคารระบบผนังกลวงที่สร้างเสร็จแล้ว	77
4.31	แสดงแผ่นผนังห้องน้ำสำเร็จรูปและอุปกรณ์ต่างๆ	84
4.32	แสดงแผ่นผนังห้องน้ำพร้อมช่องติดตั้งท่อน้ำ	84
4.33	แสดงแผ่นผนังห้องน้ำทั้ง 2 ขนาด	84
4.34	แสดงการติดตั้งแผ่นเข้ามุม โดยใช้เครื่องช่วยติดตั้งที่สามารถปรับระดับและระยะห่างระหว่างแผ่นได้	84
4.35	แสดงการติดตั้งแผ่นต่อเนื่องโดยใช้เครื่องช่วย	84
4.36	แสดงลักษณะการใช้ตัวยึดเข้ามุมและต่อเนื่อง	84
4.37	แสดงการยกแผ่นผนังต่อเนื่องเข้าติดตั้ง	85
4.38	แสดงการประกอบแผ่นผนังต่อเนื่องตัวมุม	85
4.39	แสดงแผ่นผนังด้านในที่ติดตั้งเข้าที่แล้ว ก่อนการเทเอ็น คสล.และปิดกระเบื้องตามแนวรอยต่อ	85
4.40	แสดงแผ่นผนังด้านนอกที่ติดตั้งเข้าที่แล้ว ก่อนการเทเอ็น คสล.	85
4.41	แสดงการเดินท่อประปา – ระบายน้ำ ผ่านช่องเดินท่อที่เตรียมไว้	85
4.42	แสดงท่อประปา – ระบายน้ำ ผ่านช่องเดินท่อที่เตรียมไว้บริเวณผนังด้านนอก	85
4.43	แสดงช่องเดินท่อผ่านทะลุผนังห้อง	86
4.44	แสดงช่องเดินท่อที่เตรียมไว้ก่อนกรุกระเบื้อง	86
4.45	แสดงระบบท่อของห้องน้ำต้นแบบ	86
4.46	แสดงข้อต่อและจุดติดตั้งสุขภัณฑ์ สามารถเตรียมไว้ในขั้นตอนการผลิตแผ่นผนัง	86
4.47	แสดงระบบผนังห้องน้ำสำเร็จรูปที่ติดตั้งท่อสุขาภิบาลเสร็จแล้ว	86
4.48	แสดงห้องน้ำสำเร็จรูปที่ติดตั้งสุขภัณฑ์และพร้อมที่จะใช้งานได้	86
4.49	แสดงการทดสอบการรับกำลังด้านข้างของวงกบ	89
4.50	แสดงการทดสอบการรับกำลังคอนกรีตเสริมเหล็ก	89
4.51	แสดงวิธีการเสริมเหล็กในวงกบที่ใช้เปรียบเทียบ	89
4.52	แสดงชิ้นงานวงกบที่ผ่านการทดสอบ	89
4.53	แสดงการประกอบวงกบ ค.ส.ล.ก่อนขึ้นติดตั้ง	89
4.54	แสดงการติดตั้งวงกบร่วมกับผนังระบบแผ่นกลวง	89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.55	แสดงรูปแบบแผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดต่างๆ	90
4.56	แสดงแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางอยู่บนตง ค.ส.ล.	90
4.57	แสดงตงที่รองรับพื้น ซึ่งเป็นตง คสล.ที่มีผลิตจำหน่ายในท้องตลาด	91
4.58	แสดงอาคารที่ก่อสร้างโดยใช้พื้นแผ่นกลวงร่วมกับผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป	91
4.59	แสดงลูกนอนบันไดมาตรฐาน	92
4.60	แสดงลูกนอนบันไดที่ทำผิวสำเร็จเรียบร้อย	92
4.61	แสดงลูกนอนบันได ค.ส.ล. รูปแบบต่างๆ	92
4.62	แสดงการทดสอบการรับกำลังคอนกรีต	92
4.63	แสดงการทดสอบการรับกำลังของลูกนอนบันได	92
4.64	แสดงชิ้นงานบันได ค.ส.ล.ที่ผ่านการทดสอบ	92
4.65	แสดงเสา – คานระบบประกอบกึ่งสำเร็จรูปที่มีขนาดและความยาวของชิ้นส่วนตามการออกแบบ	94
4.66	แสดงเสากึ่งสำเร็จรูปแบบต่างๆ ตามลักษณะของผนังที่มาเชื่อมต่อทั้งแบบ Straight, L และ T Joint	94
4.67	แสดงการทดลองติดตั้งเสา – คานสำหรับอาคารขนาดเล็ก ร่วมกับบล็อคและวงกบสำเร็จรูปในระยะแรก	94
4.68	แสดงการยกคานขึ้นติดตั้งบนหัวเสาที่ชั้นแรก โดยใช้เครื่องช่วยยกขนาดเล็กทั่วไป	94
4.69	แสดงการประกอบแบบหล่อในจุดรอยต่อเสาคาน	94
4.70	แสดงการเทคอนกรีตบริเวณรอยต่อเสา – คาน	94
4.71	แสดงการเทคอนกรีตในคานที่เป็นแบบหล่อในตัว	95
4.72	แสดงการยกเสาชั้นสองขึ้นติดตั้ง	95
4.73	แสดงการใช้เครื่องช่วยในการยกเสาชั้นสองขึ้นติดตั้งเหนือคานที่ติดตั้งเสร็จแล้ว	95
4.74	แสดงการเชื่อมเหล็กเสา ภายหลังปรับระดับ ดิ่ง ยึดโดยเครื่องช่วยเรียบร้อยแล้ว	95
4.75	แสดงเครื่องช่วยติดตั้งค้ำยันเสาให้ได้ดิ่ง – ระดับ	95
4.76	แสดงเครื่องช่วยติดตั้งบริเวณรอยต่อเสา – คาน	95
4.77	แสดงการยกคานขึ้นติดตั้งบนหัวเสาชั้นเดียว	96
4.78	แสดงการใช้เครื่องช่วยในการประกอบคานกับเสา	96
4.79	แสดงคานที่นำขึ้นติดตั้งบนหัวเสาแล้ว รอการเทคอนกรีตบริเวณรอยต่อ	96

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.80	แสดงรายละเอียดเครื่องช่วย – แบบหล่อบริเวณเสา คาน ก่อนการเทคอนกรีต	96
4.81	แสดงการเทคอนกรีตในจุดเชื่อมต่อระหว่างคานและเสาชั้นสอง	96
4.82	แสดงโครงสร้างที่ได้ทดลองก่อสร้าง	96
4.83	แสดงการติดตั้งเหล็กเสริมคานบนยอดผนังกลวง	97
4.84	แสดงการประกอบแผ่นแบบหล่อคานทั้ง 2 ชิ้น	97
4.85	แสดงการใช้เครื่องช่วยและระบบค้ำยัน ในการประกอบแผ่นแบบหล่อคาน	98
4.86	แสดงการเทคอนกรีตตรงกลางระหว่างแบบหล่อคานสำเร็จรูปทั้ง 2 ชิ้น	98
4.87	แสดงการเช็คคอนกรีตที่เทไปแล้ว และปรับให้เรียบเสมอระดับหลังคาน	98
4.88	แสดงคานสำเร็จที่สร้างจากแบบหล่อเฟอร์โรซีเมนต์ พร้อมจะถอดเครื่องช่วยค้ำยัน	98
4.89	แสดงระบบเครื่องช่วยและค้ำยัน ของช่วงคานสำเร็จที่ยาว 3.00 ม.	98
4.90	แสดงค้ำยันส่วนล่าง ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ	98
4.91	แสดงรายละเอียดเครื่องช่วยและค้ำยันส่วนบนตรงบริเวณกลางคาน	99
4.92	แสดงรายละเอียดเครื่องช่วยและค้ำยันส่วนบน ซึ่งต่อฐานลงมาที่ระดับพื้นและปรับระดับได้	99
4.93	แสดงการถอดตัวประกับคาน เมื่อคอนกรีตได้ที่	99
4.94	แสดงคานที่สร้างจากแบบหล่อสำเร็จรูป	99
4.95	แสดงคานจากแบบหล่อสำเร็จ ร่วมกับโครงสร้างผนังแผ่นกลวงและพื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป	99
4.96	แสดงแบบหล่อคาน (ระบบเฟอร์โรซีเมนต์) สำหรับอาคาร 2 ชั้น ร่วมกับผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป	99
4.97	แสดงหุ่นจำลองอาคารทดลองสร้างในระบบประสานทางพิกัด ขนาด 1 : 25	109
4.98	แสดงขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเสา	110
4.99	แสดงขั้นตอนการก่อผนังอิฐมวลเบา	111
4.100	แสดงขั้นตอนการก่อผนัง การฉาบปูนเรียบ การติดแผ่นยิบซั่ม และการทาสี	112
4.101	แสดงขั้นตอนการติดตั้งผนังยิบซั่มบอร์ด	113
4.102	แสดงขั้นตอนการติดตั้งฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด	114
4.103	แสดงขั้นตอนการบุผนัง และปูพื้นด้วยกระเบื้องเคลือบ	115
4.104	แสดงอาคารทดลองสร้างในระบบประสานทางพิกัด	116

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.1	แสดงขนาดพื้นที่ใช้สอยร่วมของคนในอิริยาบถต่างๆ	124
5.2	แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ใช้สอยกับระยะการออกแบบติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ	125
5.3	แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ใช้สอยกับชิ้นส่วนรูปแบบต่างๆที่มีระยะสอดคล้องกัน	125

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของการวิจัย

ปัจจุบันธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย เป็นกลไกที่สำคัญในการกำหนดทิศทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งการก่อสร้างอาคารในเชิงพาณิชย์นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์ ในการลงทุนแต่ละโครงการ นั่นก็คือ การใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำ แต่ทำให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด ดังนั้นแนวทางในการตอบสนองต่อหลักการนี้ก็คือ การลดต้นทุนของค่าก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการลดระยะเวลาในการก่อสร้าง การประหยัดวัสดุในการก่อสร้าง ตลอดจนกรรมวิธีในการก่อสร้าง

การก่อสร้างอาคารในระบบอุตสาหกรรม จึงเกิดการพัฒนาขึ้นในประเทศไทย แต่จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า โครงการบ้านจัดสรรที่เลือกใช้ระบบอุตสาหกรรมในการก่อสร้างส่วนใหญ่จะเป็นโครงการขนาดใหญ่ เนื่องจากต้องการการลงทุนในระยะเริ่มต้นที่สูงมาก ซึ่งถ้าเป็นโครงการขนาดเล็ก ค่าก่อสร้างต่อหน่วยจะแพงกว่ามาก[1] ดังนั้นโครงการขนาดเล็ก และขนาดกลางบางส่วน จึงยังคงเลือกใช้ระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมอยู่

จากที่กล่าวมาข้างต้น ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการออกแบบงานก่อสร้างในระบบดั้งเดิมรวมถึงระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่ตอบรับกับหลักการทางด้านนี้ ซึ่งต้องการการประหยัดทั้งทางด้านโครงสร้าง วิธีการก่อสร้าง และวัสดุก่อสร้าง ด้วยเหตุผลหลัก คือ วัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงการต่างๆนั้น คิดเป็นมูลค่าประมาณ 70 % ของค่าก่อสร้างทั้งหมด ซึ่งการขึ้นลงของราคาวัสดุก่อสร้าง จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนของการก่อสร้างโครงการนั้นๆ แต่เมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้ว ต้นเหตุที่จะทำให้ราคาค่าก่อสร้างสูงขึ้นนั้น มิได้อยู่ที่ราคาวัสดุก่อสร้างแต่เพียงอย่างเดียว ยังมีปัญหาในด้านอื่นที่ถูกมองข้ามไป เช่น การทำงานที่ไม่ระมัดระวัง รอบคอบ และรัดกุมพอ วัสดุก่อสร้างจึงเสียเศษเสื่อมคุณภาพ แตกหัก ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดหาวัสดุใหม่ หรือจัดเก็บวัสดุนั้นๆ ในบางครั้งต้องเสียเวลาในการตัดแต่งวัสดุให้ได้ตามที่สถาปนิกออกแบบไว้ จึงต้องใช้แรงงานและเครื่องมือเพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และส่งผลทำให้งานสร้างแล้วเสร็จล่าช้า ไม่ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเปล่าในงาน และ

---

[1] มงคล จันทษี, **การก่อสร้างระบบ Prefabrication Method**, วารสารการเคหะแห่งชาติ ฉบับเดือน ม.ค.-มี.ค. ปี 2545 (กรุงเทพฯ : กองประชาสัมพันธ์ การเคหะแห่งชาติ), หน้า 12.

ส่งผลกระทบต่อราคาค่าก่อสร้างที่ต้องสูญเปล่าไปไม่น้อยกว่า 15 % ของค่าก่อสร้าง [2] ดังนั้นจึงเป็นปัญหาด้านเทคนิคที่สถาปนิก วิศวกร และผู้รับเหมางานก่อสร้างสามารถแก้ไขโดยอาศัยระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบงานก่อสร้างได้

บ้านแถว เป็นหนึ่งในรูปแบบของอาคารพักอาศัยในโครงการหมู่บ้านจัดสรรทั่วไป ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากปัญหานี้ เนื่องจากในปัจจุบัน ที่อยู่อาศัยประเภทบ้านแถวมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นตามลำดับสูงกว่าที่อยู่อาศัยประเภทอื่น (ดังตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 แสดงจำนวนที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปี 2540 – 2544

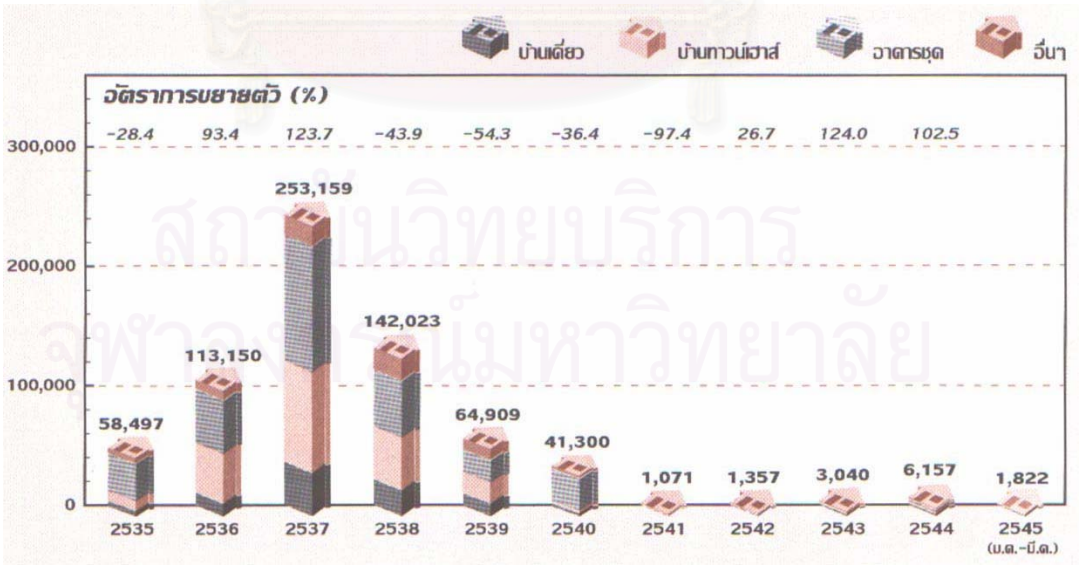
ประเภท	2540	2541	2542	2543	2544
บ้านเดี่ยว	3,020 (-98.3)	199 (-93.4)	404 (103.0)	1,631 (303.7)	2,107 (29.2)
บ้านแถว	**4,780** (-113)	**272** (-94.3)	**208** (-23.5)	**1,699** (572.6)	**2,591** (85.2)
อาคารชุด	32,580 (n.a.)	0 (n.a.)	60 (n.a.)	0 (n.a.)	1,070 (n.a.)
อื่นๆ	920 (-40.1)	600 (-34.8)	685 (14.2)	10 (-98.5)	389 (3,790.0)
รวม	41,300 (-36.4)	1,071 (-97.4)	1,357 (26.7)	3,040 (124.0)	6,157 (102.5)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง อัตราการขยายตัวจากช่วงเดียวกันของปีก่อน
n.a. หมายถึง จำนวนที่ไม่สามารถหาค่าได้

ที่มา : การเคหะแห่งชาติ

รวบรวมโดย : ส่วนข้อมูลที่อยู่อาศัย ฝ่ายวิชาการและศูนย์ข้อมูลที่อยู่อาศัย ธนาคารอาคารสงเคราะห์

แผนภูมิที่ 1.1 แสดงหน่วยที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปี 2535 – 2545



ที่มา : ปี 2534 - 2536 บริษัท 910 Management จำกัด, ปี2537 – 2545 (ม.ค.-มี.ค.) การเคหะแห่งชาติ

รวบรวมโดย : ส่วนข้อมูลที่อยู่อาศัย ฝ่ายวิชาการและศูนย์ข้อมูลที่อยู่อาศัย ธนาคารอาคารสงเคราะห์

[2] ข้อมูลจากการเคหะแห่งชาติ

ประกอบกับสถานการณ์ของที่อยู่อาศัยในช่วงปี 2541-2544 มีแนวโน้มที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจค่าเงินบาทลอยตัว [3] ซึ่งก่อนหน้านั้นในช่วงปี 2535-2539 จะเห็นได้ว่า ที่อยู่อาศัยประเภทบ้านแถวมีจำนวนที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับบ้านเดี่ยว (ดังแผนภูมิที่ 1.1) อันเป็นผลมาจากปัจจัยทางการตลาดที่สนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในยุคนั้น ประกอบกับเป็นช่วงที่เศรษฐกิจเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วในยุคฟองสบู่ด้วย และบ้านแถวยังเป็นรูปแบบของการอยู่อาศัยที่ตอบสนองความต้องการจากผู้อยู่อาศัยในระดับล่างจนถึงระดับกลาง เพราะปัจจุบันราคาที่ดินมีราคาสูงขึ้น ต้นทุนการผลิตที่อยู่อาศัยได้เพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิมมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการก่อสร้างบ้านเดี่ยว จนทำให้ผู้มีรายได้ปานกลางที่เคยซื้อบ้านเดี่ยวได้ไม่มีกำลังเงินเพียงพอ จึงหันไปซื้อบ้านประเภทอื่นที่มีราคาต่ำกว่า เช่น บ้านแถว เป็นต้น

นอกจากเหตุผลข้างต้นแล้ว บ้านแถวยังเป็นอาคารที่มีระบบการก่อสร้างทั้งในด้านโครงสร้าง และวัสดุการก่อสร้าง ที่มีรูปแบบและจำนวนที่ซ้ำกันมากๆ แตกต่างจากอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว ซึ่งผู้อยู่อาศัยมีความต้องการการใช้สอยพื้นที่ รวมทั้งความพึงพอใจในการออกแบบปรับเปลี่ยนการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) โดยสาขาวิจัยอุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นหนึ่งในหน่วยงานของภาครัฐที่ตระหนักถึงปัญหาด้านที่อยู่อาศัยต่างๆที่เกิดขึ้น จึงดำเนินโครงการพัฒนาวัสดุก่อสร้าง และระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อสนองตอบต่อการก่อสร้างที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อยถึงปานกลางที่อยู่ในเขตเมือง – ชนบท โดยใช้ซีเมนต์เป็นวัสดุหลักร่วมกับวัสดุก่อสร้างอื่น และมีเป้าหมายหลัก คือ

1. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องเป็นระบบเปิด (Open System) ใช้ได้ทั่วไป
2. ขนาดของชิ้นส่วนต้องออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด
3. เป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กที่มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้าย ประกอบติดตั้งได้ด้วย 2 แรง (คน)
4. ไม่ต้องการเครื่องจักรกลใดๆในการขนย้ายเข้าที่ประกอบติดตั้ง นอกจากเครื่องช่วยง่ายๆที่สามารถจัดทำขึ้นได้ที่หน้างาน
5. เป็นชิ้นส่วนที่ผลิตโดยใช้ซีเมนต์เป็นวัตถุดิบหลัก

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงมุ่งประเด็นไปที่การศึกษาระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารพักอาศัยประเภทบ้านแถว โดยหาแนวทางในการออกแบบที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างอื่นๆที่ผลิตขายอยู่ในท้องตลาด ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินการวิจัย ที่มุ่ง

---

[3] ธนาคารอาคารสงเคราะห์, **สรุปสถานการณ์ตลาดที่อยู่อาศัย** วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์ปีที่ 8 ฉบับที่ 29 เม.ย.-มิ.ย. 2545 (กรุงเทพฯ : ส่วนข้อมูลที่อยู่อาศัย ฝ่ายวิชาการและศูนย์ข้อมูลที่อยู่อาศัย ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2545), หน้า 67.

ศึกษาข้อมูลจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และข้อมูลวัสดุก่อสร้างอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบขนาดของวัสดุและระยะในการติดตั้งต่างๆให้เข้ากับระบบ Modular ก่อนที่จะวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบบ้านแถวโดยแบ่งตามประเด็นที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านกฎหมาย ด้านพื้นที่ใช้สอย ด้านขนาดชิ้นส่วนวัสดุในระบบ Modular และด้านตารางพิกัดแผนผัง เพื่อหาขนาดของบ้านแถวในระบบประสานทางพิกัดที่มีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด โดยยังคงสอดคล้องกันระหว่างขนาดและระยะของโครงสร้าง วิธีการก่อสร้าง และวัสดุก่อสร้างในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด
2. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ
3. วิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัดสำหรับประเทศไทย
2. ข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป จะเลือกพิจารณาเฉพาะชนิดที่สามารถออกแบบให้เข้าระบบประสานทางพิกัดได้
3. บ้านแถวในระบบประสานทางพิกัดนั้น จะออกแบบโดยอาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ
4. ระบบก่อสร้างอาคารที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 4 ระบบ ได้แก่
   4.1 ระบบโครงสร้าง 4.2 ระบบพื้น
   4.3 ระบบผนัง 4.4 ระบบเพดาน

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. เป็นโครงการพัฒนาการก่อสร้างที่อยู่อาศัยทั่วไปในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งยังอยู่ในขั้นโรงงานนำทาง
2. การทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด เป็นเพียงการทดสอบตัวอย่างวัสดุก่อสร้างที่ผลิตขายโดยทั่วไปในท้องตลาด
3. ขนาดของอาคารทดลองสร้างในระบบประสานทางพิกัด ถูกจำกัดด้วยงบสนับสนุนและขนาดสถานที่จัดแสดงงานที่คับแคบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 คำจำกัดความของการวิจัย

1. การประสานทางมิติ (Dimensional Coordination) [4]

   หมายถึง ข้อตกลงในเรื่องขนาดที่สัมพันธ์กัน เพื่อการประสานมิติของส่วนประกอบอาคารกับตัวอาคารเข้าด้วยกัน สำหรับใช้ในการออกแบบ การผลิต และการประกอบติดตั้ง

2. การประสานทางพิกัด (Modular Coordination)

   หมายถึง การประสานทางมิติโดยใช้หน่วยพิกัดมูลฐาน หรือหน่วยคูณพิกัด

3. หน่วยพิกัดมูลฐาน (Basic Module) [5]

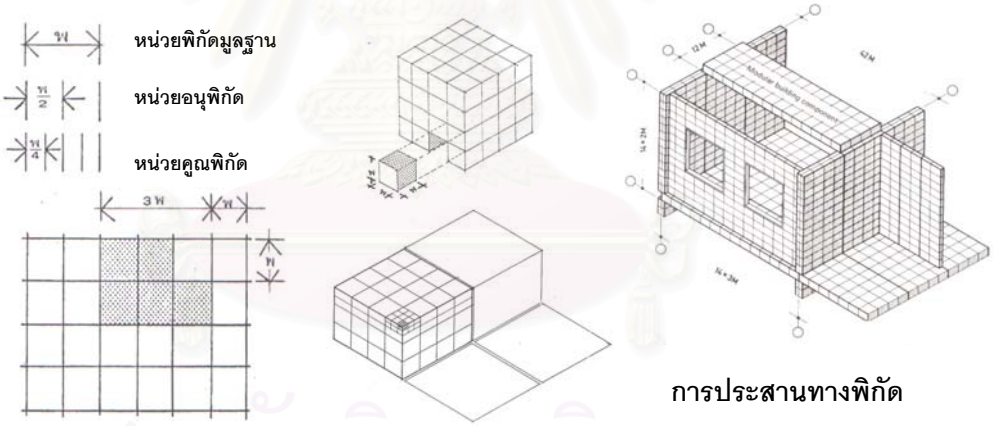
   หมายถึง หน่วยพิกัดซึ่งใช้เป็นรากฐานในการประสานทางพิกัด เป็นขนาดซึ่งเลือกมาสำหรับใช้ทั่ว ๆ ไปกับอาคาร และส่วนประกอบ

4. หน่วยคูณพิกัด หรือหน่วยพิกัดทวีคูณ (Multi Module) [6]

   หมายถึง หน่วยพิกัด ซึ่งมีขนาดเป็นผลคูณที่เลือกแล้วของหน่วยพิกัดมูลฐาน

5. หน่วยพิกัดแผนผัง (Planning Module)

   หมายถึง หน่วยคูณพิกัดซึ่งกำหนดให้ใช้เฉพาะงาน



การประสานทางพิกัด

6. ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast Component)

   หมายถึง การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆก่อน (เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง) แล้วนำไปประกอบกันเป็นโครงสร้างอาคาร

---

[4] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ, **ประมวลศัพท์**, เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ (กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520), หน้า 2.

[5] ค่าของหน่วยพิกัดมูลฐานได้เลือกแล้วให้เท่ากับ 100 มม. เพื่อให้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง และสะดวกที่สุด สัญลักษณ์หน่วยพิกัดมูลฐาน คือ พ.

[6] ในทำนองเดียวกัน หน่วยอนุพิกัด : หน่วยของขนาด ซึ่งค่าที่เลือกเป็นเศษส่วนของหน่วยพิกัดมูลฐาน

7. การก่อสร้างระบบดั้งเดิม (Conventional System)

หมายถึง การก่อสร้างในระบบที่มีเสาและคานชนิดหล่อในที่ เป็นโครงสร้างในการรับน้ำหนัก ผนังใช้วัสดุก่อฉาบปูนเรียบ พื้นหล่อในที่ หรืออาจเป็นพื้นสำเร็จรูป

8. การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม (Industrialized Building System)

หมายถึง เทคนิคการก่อสร้างที่ยึดกรรมวิธีการผลิตตามระบบอุตสาหกรรม ซึ่งอาจจะเป็นระบบสำเร็จรูป ผลิตแล้วนำมาประกอบเข้าเป็นตัวอาคาร หรือระบบกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตเป็นบางส่วน [7]

9. บ้านแถว (Townhouse)

หมายถึง อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งปลูกสร้างติดกันตั้งแต่ 2 คูหาขึ้นไป มีผนังแบ่งอาคารเป็นคูหา โดยมีการเว้นที่ว่างด้านหน้า 3 เมตรและด้านหลัง 2 เมตร มีพื้นที่เปิดโล่งอย่างน้อยร้อยละ 30 และมีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น [8]

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นที่ 1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1. ศึกษาข้อมูลทางด้านทฤษฎี และหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัดจากหนังสือ บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากสื่อสิ่งพิมพ์อื่นๆ
2. ศึกษาข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. จากเอกสารของสถาบันฯ และเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป จากเอกสารแนะนำสินค้าของบริษัทผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง และเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2. เก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. โดยใช้วิธีการสังเกต ถ่ายภาพ และสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วน และการติดตั้งอาคารทดลอง
2. เก็บรวบรวมข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป โดยแบ่งประเภทของวัสดุตามระบบการก่อสร้างอาคารที่กำหนดไว้

---

[7] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, **"ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล,"** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535), หน้า 3.

[8] ชนินทร์ วิสิทธิกมลโยธิน, **"การต่อเติมและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์ : กรณีศึกษาหมู่บ้านสินธร บางกะปิ,"** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543), หน้า 4.

ขั้นที่ 3. วิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. โดยพิจารณาถึงหลักการออกแบบชิ้นส่วน รูปแบบและขนาดของชิ้นส่วน รายละเอียดของรอยต่อระหว่างชิ้นส่วน และระยะในการติดตั้งของอาคารทดลองสร้าง
2. วิเคราะห์ข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป โดยเสนอเป็นตารางเปรียบเทียบระหว่างขนาดในระบบเมตริก และขนาดในระบบประสานทางพิกัด
3. ทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด เพื่อทดสอบตัวอย่างของวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปที่ผลิตขายโดยทั่วไป

ขั้นที่ 4. วิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

วิเคราะห์แนวทางการออกแบบโดยพิจารณาในประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. วิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เพื่อหาขนาดพื้นที่ของบ้านแถวที่เล็กที่สุดตามที่กฎหมายกำหนด รวมถึงรายละเอียดต่างๆที่จำเป็นต่อการออกแบบ
2. วิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร เพื่อหาขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละส่วนสำหรับผู้อยู่อาศัยในบ้านแถว
3. วิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป เพื่อหาขนาดพิกัดร่วมของวัสดุในแต่ละระบบการก่อสร้าง ที่สามารถใช้ออกแบบบ้านแถวในระบบประสานทางพิกัดได้
4. วิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ เพื่อหาผังตารางพิกัดที่เหมาะสมกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ

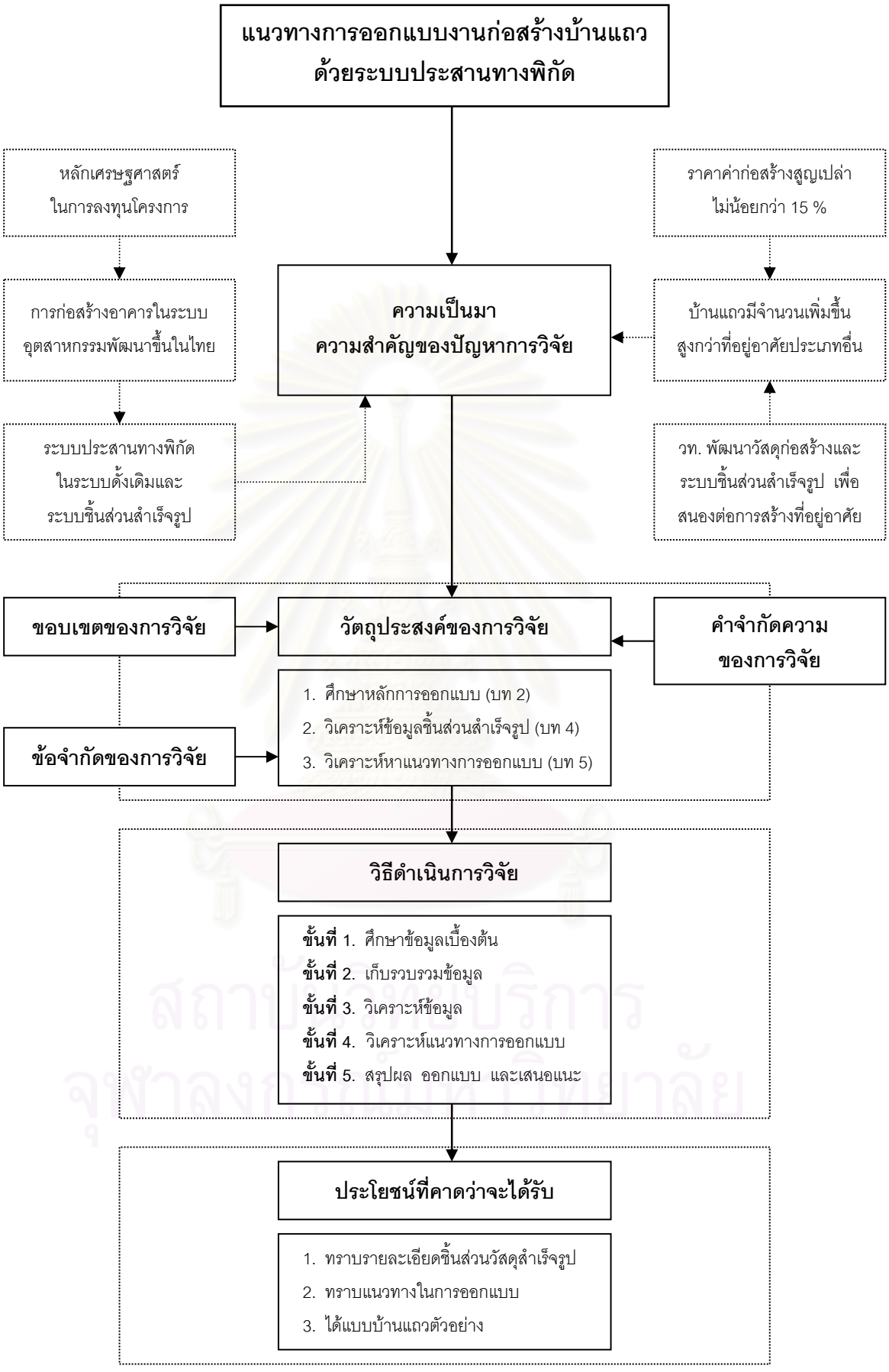
ขั้นที่ 5. สรุปผล ออกแบบ และเสนอแนะ

1. ได้แนวทางในการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ
2. เสนอแบบบ้านแถวตัวอย่างที่ออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด โดยมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ
2. ทราบแนวทางในการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ
3. ได้แบบบ้านแถวตัวอย่างที่ออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด ซึ่งมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 1.2 แสดงการสรุปบทที่ 1. บทนำ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวกับระบบประสานทางพิกัดนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารทางทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ โดยนำเสนอในบทนี้เฉพาะเรื่องที่สำคัญเท่านั้น ประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ เรียงตามลำดับความสำคัญของเรื่อง ดังนี้

2.1 วิวัฒนาการของระบบประสานทางพิกัด

2.2 หน่วยพิกัดประเภทต่างๆ

2.3 หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด

2.4 การใช้ระบบประสานทางพิกัด

2.5 มิติในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร

2.6 วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

2.7 วัสดุก่อสร้างในระบบประสานทางพิกัด

2.8 ระบบโครงสร้างรูปแบบต่างๆ

2.1 วิวัฒนาการของระบบประสานทางพิกัด

ปัญหาด้านการก่อสร้างมีมาตั้งแต่ครั้งโบราณ เป็นเรื่องที่มนุษย์พยายามแก้ไข หรือเสาะหาวิธีการก่อสร้างที่สนองความต้องการที่เกิดขึ้นให้มากที่สุด การก่อสร้างในอดีต การทำงานความคิดและการสร้างสรรยังอยู่ในวงแคบ วัสดุก่อสร้างมีไม่กี่ชนิด ความต้องการที่ไม่ซับซ้อน ปัญหาต่างๆจึงมีสภาพแตกต่างกับสภาพปัญหาในปัจจุบัน

นับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา งานก่อสร้างได้ทวีความสำคัญขึ้น ทุกประเทศต้องบูรณะซ่อมแซม และจัดหาที่อยู่อาศัยใหม่ให้ประชากรของตน นักวิชาการจึงเร่งหันมาพัฒนาเทคนิคต่างๆให้ก้าวหน้าทันต่อการแก้ปัญหาเหล่านี้ เช่น เสาะหาวัสดุก่อสร้างให้มีมากชนิดขึ้น ความต้องการในด้านต่างๆที่ซับซ้อน และเพิ่มมากขึ้น เพื่อแข่งกับเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด

ต่อมาปัญหาเรื่องการขาดแคลนที่อยู่อาศัย ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นทุกประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่มีอัตราการเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็ว ความต้องการที่อยู่อาศัยจึงเพิ่มขึ้นตามจำนวนของประชากร เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความขาดแคลนที่อยู่อาศัยขึ้น อุตสาหกรรมด้านการก่อสร้างแม้จะได้รับความสนใจและสนับสนุนจากวงการต่างๆ มีการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา ก็ยังไม่สามารถก้าวไปทันความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ การแก้ปัญหาส่วนนี้จึงตกเป็นภาระหน้าที่ของสถาปนิก วิศวกร และผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง

สถาปนิก วิศวกร และผู้ผลิต จึงได้พยายามค้นหาวิธีการใหม่ๆ เพื่อช่วยให้การก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยทำได้รวดเร็วและประหยัด ดังจะเห็นได้จากการกำหนดระบบใหม่ๆขึ้น เพื่อช่วยทั้งในด้านการออกแบบ การผลิต และการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป เป็นต้น

ปัจจุบันการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ได้พัฒนาและแก้ปัญหาได้ในหลายๆประเทศในภาคพื้นยุโรป และประเทศกำลังพัฒนาอย่างได้ผล ในสมัยก่อน การผลิตส่วนประกอบอาคารให้สำเร็จมาจากโรงงานได้เคยใช้กันมาบ้าง แต่เป็นเพียงบางส่วนของอาคาร เช่น ส่วนประกอบประตูหน้าต่าง ซึ่งมีข้อบกพร่องมากจนไม่ช่วยให้การก่อสร้างดำเนินไปได้รวดเร็วตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด เพราะส่วนประกอบเหล่านั้นไม่มีการกำหนดการประสานทางพิกัด ส่วนประกอบที่ผลิตขึ้นจึงไม่พอดีกับวัสดุชิ้นอื่นที่ทำเตรียมไว้ หรือแม้กับส่วนประกอบชิ้นเดียวกันซึ่งผลิตจากโรงงานอื่นๆ ความยุ่งยากจึงเกิดขึ้นเสมอ

ต่อมา จึงมีการพิจารณากำหนดระบบประสานทางพิกัดในอาคารขึ้น เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆที่เคยมี ช่วยให้การก่อสร้างดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิม หรือระบบสำเร็จรูป ในด้านการจัดทำวัสดุก่อสร้าง ประมาณปี 1950 เราอาจมีวัสดุและวิธีการทำ Table Top เพียง 20 วิธี แต่ปัจจุบันเรามีไม่น้อยกว่า 100 วิธี การมีวัสดุที่เพิ่มมากขึ้นอาจไม่ช่วยแก้ปัญหามากนัก ถ้าวัสดุเหล่านั้นไม่มีระบบประสานทางพิกัด ดังนั้นจึงได้กำหนดให้ใช้ระบบนี้กับวัสดุก่อสร้างด้วย นอกจากนี้ การออกแบบเพื่อการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป ก็จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบการประสานทางพิกัดด้วยเช่นเดียวกัน

ในระดับนานาชาติ International Organization for Standardization (ISO) ในฐานะองค์การระหว่างประเทศเพื่อการวางมาตรฐาน ได้ตั้งกรรมาธิการวิชาการขึ้นโดยเฉพาะ สำหรับงานด้านการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ทำหน้าที่ค้นคว้า รวบรวมเอกสารในเรื่องนี้เพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานโลก

โดยมีประเทศต่างๆที่ยอมรับความสำคัญของการประสานทางพิกัดมาตั้งแต่อดีต เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมการก่อสร้างต่อไปในอนาคต ตัวอย่างเช่น

ทวีปเอเชีย	อินเดีย ญี่ปุ่น อิรัก อิหร่าน อิสราเอล เกาหลี ตุรกี ไทย
ทวีปอเมริกา	สหรัฐอเมริกา แคนาดา โคลัมเบีย คิวบา บราซิล เปรู
ทวีปออสเตรเลีย	ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์
ทวีปแอฟริกา	อียิปต์ แอฟริกากลาง แอฟริกาใต้
ทวีปยุโรป	เยอรมัน นอร์เวย์ สหราชอาณาจักร โรมาเนีย ออสเตรีย สเปน โปรตุเกส เบลเยี่ยม สวีเดน ฝรั่งเศส รัสเซีย ฮังการี เดนมาร์ค ยูโกสลาเวีย อิตาลี สวิตเซอร์แลนด์ เนเธอร์แลนด์ ฟินแลนด์

ภาพที่ 2.1 แสดงสถานภาพการใช้ระบบประสานทางพิกัดในประเทศต่างๆ (ค.ศ.1965)

วิวัฒนาการของระบบประสานทางพิกัดในประเทศต่าง ๆ [1]

1930	Albert Farwell Bemis ชาวอเมริกันริเริ่มกำหนดระบบ Cubical Modular Method โดยใช้ 4 นิ้ว เป็นพิกัดมูลฐาน
1942	ฝรั่งเศสเป็นประเทศแรกในยุโรปที่ใช้ 100 มม. เป็นพิกัดมูลฐาน
1945	ASA (American Standards Association) ยอมรับ 4 นิ้ว เป็นพิกัดมูลฐาน
1945	อังกฤษใช้ 4 นิ้ว ในระบบประสานทางพิกัด
1953	EPA (European Productivity Agency) จัดสัมมนาเรื่องระบบประสานทางพิกัด มี 11 ประเทศเข้าร่วม Ernest Neufert ชาวเยอรมันใช้ระบบ Octametric กำหนดให้ 125 มม. เป็นพิกัดมูลฐาน

หลังจากนั้น องค์การมาตรฐานโลก (ISO) ได้จัดตั้งคณะกรรมการขึ้น 1 ชุด จัดการศึกษาเรื่องนี้ และกำหนดให้ระบบประสานทางพิกัดมีพิกัดมูลฐาน = 100 มม.

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ, **การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย** (กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2513), หน้า 30-34.

สหรัฐอเมริกา

ค.ศ. 1920 – 1930 ในอเมริกา เริ่มมีการใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยนักอุตสาหกรรมชื่อ Albert Farwell Bemis เป็นผู้ริเริ่มวางรากฐานการประสานทางมิติขึ้น เรียกว่า “The Cubical Modular Method” โดยกำหนดเกณฑ์ให้ลูกบาศก์ที่มีด้านแต่ละด้านยาว 4 นิ้ว

ค.ศ. 1938 American Standards Association (ASA) ได้จัดให้มีการสัมมนาเรื่องนี้ และเป็นผลให้ในปีต่อมาได้มีการวางขอบข่ายของเรื่องระบบประสานทางพิกัดขึ้นในหัวข้อต่อไปนี้

1. การพัฒนาด้านมูลฐานสำหรับการประสานทางพิกัดของอาคาร วัสดุก่อสร้าง และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
2. การควบคู่กันไปของผังอาคาร และรายละเอียดของแต่ละมิติที่จะใช้ในการประสาน
3. ข้อแนะนำเกี่ยวกับขนาดและมิติที่เป็นมาตรฐาน อันเหมาะสำหรับการประสานกันในมิติของอาคารและชิ้นส่วนประกอบอาคาร

ค.ศ. 1945 ASA ยอมรับ 4 นิ้ว เป็นขนาดมิติที่เหมาะสมที่จะใช้ในการประสาน ได้มีการพิมพ์สมุดคู่มือเป็นครั้งแรก แนะนำแนวทางที่ใช้การประสานทางพิกัด ใช้ชื่อ A 62 Guide for Modular Coordination

ค.ศ. 1949 American Institute of Architects (AIA) ได้ตั้งสำนักงานเกี่ยวกับเรื่องนี้โดยเฉพาะเพื่อค้นคว้าต่อไป

ค.ศ. 1953 อเมริกาได้เข้าเป็นสมาชิก European Productivity Agency (EPA)

ค.ศ. 1956 มีการจัดพิมพ์หนังสือเรื่อง Modular Coordination in Building ขึ้นโดยองค์การสหประชาชาติ

ค.ศ. 1958 MBSA ในนาม A 62 Committee ได้ทำการศึกษาค้นคว้า และนำเรื่องนี้เสนอต่อสาธารณะ โดยให้การศึกษาทางด้านนี้ทั้งในสำนักงานและโรงเรียน ในการนี้ Education Facilities Laboratories (EFL) ที่ตั้งขึ้นโดยมูลนิธิฟอร์ดได้มีส่วนช่วยเป็นอย่างมาก

ในเวลาต่อมา เมื่อประเทศส่วนใหญ่ในยุโรป ได้ยอมรับขนาด 100 มม. เป็นมิติที่ใช้เป็นมูลฐาน ทางอเมริกาจึงได้ปรับพิกัดมูลฐานให้เป็นไปตาม ISO คือขนาด 100 มม. เช่นเดียวกัน

เยอรมัน

ระบบการประสานทางพิกัดในเยอรมัน เป็นการพัฒนามาจากระบบ Octametric ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้กำหนดระบบ Octametric โดยถือเอาพิกัดมูลฐานที่ระยะ 1/8 ของเมตร โดย Prof. Ernest Neufert เป็นผู้กำหนด ภายหลังได้มีการใช้ระบบ Decimeter เพราะประเทศต่างๆในยุโรปได้ยอมรับ 100 มม. เป็นพิกัดมูลฐาน จึงทำให้มี 2 ระบบขึ้น ทุกวันนี้ระบบ Octametric มีเปอร์เซ็นต์การใช้น้อยลงกว่าระบบประสานทางพิกัดที่มีพิกัดมูลฐาน 100 มม. มาก

อังกฤษ

เริ่มศึกษาระบบการประสานทางพิกัดตั้งแต่ ค.ศ.1945 โดยได้เชิญผู้ใช้ และผู้ผลิตในวงการอุตสาหกรรมก่อสร้างเข้าร่วมพิจารณารายงานเรื่องนี้ หลังจากนั้นได้พิมพ์เอกสารวิชาการแล้วเสนอต่อผู้ผลิตอุตสาหกรรมด้านนี้ เพื่อขอข้อเสนอแนะและแก้ไข แต่เนื่องมาจากมาตรการของประเทศต่างๆในยุโรปได้กำหนด 100 มม. เป็นพิกัดมูลฐาน ส่วนอังกฤษเองกลับใช้มาตรฐานอังกฤษอยู่ ซึ่งกำหนด 4 นิ้ว เป็นพิกัดมูลฐาน จึงไม่พอดีกับขนาด 100 มม. ปัจจุบันอังกฤษได้เปลี่ยนมาตราชั่ง ตวง วัด จากระบบ Imperial มาเป็นระบบเมตริก และได้ใช้ 100 มม. เป็นพิกัดมูลฐานแล้ว การใช้ระบบประสานทางพิกัดจึงไม่มีปัญหา

ฝรั่งเศส

ค.ศ.1942 ฝรั่งเศสเป็นประเทศแรกในยุโรปที่ประกาศใช้พิกัดมูลฐาน 100 มม. และเป็นประเทศหนึ่งในยุโรปที่มีการใช้ระบบประสานทางพิกัดอย่างกว้างขวางในอาคารสำเร็จรูป ถึงแม้ส่วนใหญ่จะเป็นการทำงานแบบระบบปิดเฉพาะโครงการ (Closed System) ในระยะหลังวงการก่อสร้างเหล่านี้ได้ประสบปัญหา แต่สามารถแก้ไขได้จนเป็นผลสำเร็จ ทำให้ระบบประสานทางพิกัดยังได้รับความนิยมใช้อยู่ถึงปัจจุบัน

ญี่ปุ่น

เป็นระยะเวลาประมาณ 40 กว่าปีมาแล้ว ที่ญี่ปุ่นสนใจศึกษาเรื่องการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร และปัจจุบันได้กำหนดขนาดของพิกัดมูลฐานขึ้น และนำมาใช้อย่างจริงจัง โดยวิศวกร และผู้ก่อสร้างได้ทำงานอย่างใกล้ชิดกับองค์การระดับโลกทั้งหลาย ญี่ปุ่นมีขนบธรรมเนียมประจำชาติ ลักษณะสำคัญที่แตกต่างจากประเทศต่างๆในยุโรป ทำให้ญี่ปุ่นมีความเห็นว่า พิกัดของญี่ปุ่นมีหลักการที่ก้าวหน้า และเหมาะที่จะใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างได้ดีกว่าของยุโรป

สถาปัตยกรรมของญี่ปุ่นเป็นแบบ Frame - Type Structure การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารของญี่ปุ่นใช้ขนาดของ “ เสื่อตาตามิ ” เป็นพิกัดมูลฐานมาแต่โบราณ วัสดุก่อสร้างมีมาตรฐานและลักษณะนิยมเป็นยุคเป็นสมัยไม่เหมือนกัน เมื่อมีวัสดุใหม่เกิดขึ้น การนำไปใช้ก็ไม่ได้ปรับปรุงแก้ไขไปจากมาตรฐานเดิม ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของมาตรฐานที่แตกต่างกันและมาตรฐานเดิมนั้น แม้จะเป็นการง่ายในงานอุตสาหกรรมก็จริง แต่ไม่เป็นผลที่น่าพอใจนัก ประจวบกับได้ทราบและมีการรู้จักระบบประสานทางพิกัดในความคิดเห็นสมัยใหม่มากขึ้น ญี่ปุ่นจึงเริ่มศึกษาระบบนี้เพื่อใช้ประโยชน์อย่างจริงจังในระยะหลัง ค.ศ.1950 โดยก่อนหน้าปี 1950 การประสานทางพิกัดเป็นที่รู้จักบ้างในหมู่วิศวกรและผู้เชี่ยวชาญชาวญี่ปุ่น ซึ่งภายหลังแม้ทางราชการได้เปลี่ยนเป็นเมตริกแล้ว ระบบการวัดแบบ Shaku และ Kan ก็ยังใช้กันอยู่ เมื่อญี่ปุ่นได้เปลี่ยนระบบมาตราชั่ง ตวง วัด มาเป็นเมตริกแล้ว Building Module จึงได้ตั้งขึ้น

ญี่ปุ่นล้าหลังกว่าประเทศต่างๆในยุโรปในเรื่องระบบการประสานทางพิกัด เพราะญี่ปุ่นไม่ประสบปัญหาการขาดแคลนช่างฝีมือเหมือนประเทศในยุโรป ทำให้เริ่มระบบอุตสาหกรรมด้านนี้ช้าไป ค.ศ.1963 การประสานทางพิกัดสำหรับอาคาร คำศัพท์ที่ใช้ และการกำหนดส่วนประกอบอาคารเบื้องต้นได้ตั้งขึ้น ในปี ค.ศ.1964 หลักสำคัญของการประสานทางพิกัดตั้งขึ้น และรายงานให้ทาง ISO ทราบ วิศวกรชาวญี่ปุ่นต่างพยายามทดลองหาวิธีใช้การประสานทางพักัดในงานสถาปัตยกรรม และนำผลการทดลองเหล่านั้นมาตั้งเป็นมาตรฐานขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่า ในสมัยก่อน ระบบการวัดแบบโบราณได้ถูกนำมาใช้ในระบบอุตสาหกรรมด้วย แต่ได้พบว่ามีข้อบกพร่องมากถ้าจะใช้อย่างจริงๆจังๆ

การพัฒนาการประสานทางพิกัดในญี่ปุ่น ได้วางหลักการต่างๆ ดังนี้

1. ส่งเสริมและเผยแพร่ให้นำระบบประสานทางพิกัดไปใช้จริงและกว้างขวาง
2. สนับสนุนให้มีการทดลองด้านอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอาคาร
3. ปี ค.ศ.1960 ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิก ISO (TC 5) โดยพิกัดในงานก่อสร้างอาคารของญี่ปุ่นแตกต่างกับยุโรปบ้าง และญี่ปุ่นยังมั่นใจว่าพิกัดในงานก่อสร้างของญี่ปุ่นดี มีเหตุผล และประหยัดกว่าของยุโรป
4. การกำหนดมิติของพิกัด ได้ถือตามขนาดพิกัดมูลฐาน 100 มม. ขององค์การ ISO

ประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการใช้ระบบการประสานทางพิกัดมาแต่โบราณ ได้แก่การใช้มิติมูลฐาน คือ กระเบียด นิ้ว คืบ ศอก และวา บ้านไทยโบราณที่สร้างขึ้นในอดีต ใช้มิติมูลฐานนี้กำหนดขนาดของตัวบ้าน เพื่อให้เกิดการประสานกันในเชิงมิติ และสัดส่วนทางสถาปัตยกรรม

สถาปนิกไทยสมัยโบราณได้รับแรงบันดาลใจที่สลับซับซ้อนหลายด้าน เช่น ไสยศาสตร์ ลักษณะภูมิประเทศ การขนส่ง และวัตถุดิบในท้องถิ่น ระบบการก่อสร้างบ้านไทยโบราณจึงเป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีขนาดประสานกันในเชิงพิกัด แล้วนำมาประกอบกันเป็นตัวบ้าน การประสานทางพิกัดจึงเป็นประโยชน์ต่องานก่อสร้างของไทยมาแต่อดีต

แต่ต่อมาทางราชการได้กำหนดให้ใช้มาตราเมตริกตามหลักสากลเป็นหน่วยวัดของราชการ สำหรับหน่วยวัดที่ใช้มิติมูลฐานจากคืบ ศอก และวานั้น ก็ยังมีใช้กันอยู่บ้างขึ้นอยู่กับลักษณะของงานก่อสร้างเฉพาะนั้นๆ

พ.ศ. 2512 ศูนย์กำหนดรายการมาตรฐานแห่งประเทศไทย (ศกม.) ได้เริ่มกำหนดให้พิกัดมูลฐาน (พ) = 100 มม. ตามข้อเสนอแนะของ ISO ในระยะแรกของการนำระบบนี้มาใช้นั้นยังไม่อาจเรียกได้ว่า มีการนำไปใช้อย่างจริงจัง จึงเชื่อว่ายังอยู่ในขั้นทดลอง ค้นคว้า และนำเอาปัญหาข้อขัดข้องต่างๆมาพิจารณาแก้ไข

พ.ศ. 2513 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย จัดทำรายงานเรื่อง “การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย” เพื่อเสนอให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ออกแบบ ผู้กำหนดโครงสร้าง ผู้สร้าง ผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง ตลอดจนผู้กำหนดและควบคุมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้พิจารณาและหาทางให้ได้มีการกำหนดขึ้นเป็นมาตรฐาน และริเริ่มนำไปปฏิบัติโดยทั่วกัน

พ.ศ. 2515 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย จัดการสัมมนาวิชาการเรื่อง “การมาตรฐาน และการประสานทางพิกัดในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง” โดยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญของกรรมาธิการเศรษฐกิจเอเชียตะวันออกไกล (ECAFE) องค์การสหประชาชาติ และรัฐบาลประเทศเดนมาร์ค เพื่อให้นักบริหาร สถาปนิก วิศวกร และผู้ก่อสร้าง ได้ทราบถึงคุณประโยชน์และวิชาการเทคนิคใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงแก้ไขปัญหาการก่อสร้าง และหาทางส่งเสริมและสร้างให้มีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ จัดทำรายงานเรื่อง “การมาตรฐาน และการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร” ขึ้นในปี พ.ศ.2516 เพื่อเผยแพร่เนื้อหาของการสัมมนาสู่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างทั้งหลาย

พ.ศ. 2517 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ได้จัดการสัมมนาขึ้นอีกครั้งหนึ่ง โดยความร่วมมือจาก ECAFE และรัฐบาลประเทศเดนมาร์คเช่นเดิม เพื่อติดตามผลและกล่าวถึงรายละเอียดที่ก้าวหน้าขึ้น ซึ่งผลจากการสัมมนา ได้มีมติร่วมกันจัดทำข้อเสนอแนะต่อรัฐบาลรวม 8 ข้อ เพื่อการสนับสนุนให้เกิดระบบนี้ขึ้นอย่างจริงจังในประเทศ

พ.ศ. 2520 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย จัดการอบรมและเผยแพร่เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง “ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ” ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสัมมนาเมื่อปี พ.ศ.2517 โดยมีสาระสำคัญ ดังตัวอย่างหัวข้อเรื่องของเอกสารการสัมมนาต่อไปนี้

- Modular Design & Structural System (เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, 2520ก)
- รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง (เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, 2520ข)
- รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต (พิบูลย์ จินาวัฒน์, 2520)
- ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับเรขการของรอยต่อสำหรับอาคารสำเร็จรูป (ทวี สีบุญเรือง, 2520ก)
- ระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน (ทวี สีบุญเรือง, 2520ข)
- รายการสอบทานเกี่ยวกับระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน สำหรับการสร้างด้วยวิธีอุตสาหกรรม (ทวี สีบุญเรือง, 2520ค)

พ.ศ. 2523 มีการเสนอเอกสารทางวิชาการเรื่อง “การใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบอาคาร” โดย อ.ตรึงใจ บูรณสมภพ เพื่อชี้ให้เห็นประโยชน์ของการใช้ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ทั้งในวิธีการแบบดั้งเดิม และระบบอุตสาหกรรม

เอกสารทางวิชาการอีกเรื่อง คือ การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด (Modular Planning) โดย อ.เรืองศักดิ์ กันตะบุตร มีสาระมูลฐานที่มุ่งให้เข้าใจและสามารถออกแบบอาคารด้วยตารางพิกัดได้ถูกต้องในทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรมโครงสร้าง และเข้าใจระบบการก่อสร้างได้โดยง่าย

พ.ศ. 2531 - 2539 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เริ่มประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เรื่อง มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : การประสานทางพิกัด โดยมีหัวข้อเรื่อง ดังนี้ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

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

พ.ศ. 2533 - 2538 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) โดยสาขาวิจัยอุตสาหกรรมก่อสร้าง ได้ดำเนินการโครงการวิจัยและพัฒนาวัสดุก่อสร้าง และระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อกระตุ้นและสนับสนุนธุรกิจการก่อสร้างที่อยู่อาศัยระดับผู้มีรายได้น้อย – ปานกลาง ที่อยู่ในเขตเมือง – ชนบท ให้มีการดำเนินการในระดับอุตสาหกรรม โดยใช้ซีเมนต์เป็นวัสดุหลักร่วมกับวัสดุเหลือใช้และทรัพยากรท้องถิ่น และมีเป้าหมายหลัก ดังนี้

1. ชิ้นส่วนผนังจะต้องเป็นระบบเปิด (Open System) ใช้ได้ทั่วไป
2. ขนาดของชิ้นส่วนต้องออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด
3. เป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กที่มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้าย ประกอบติดตั้งได้ด้วย 2 แรง (คน)
4. ไม่ต้องการเครื่องจักรกลใดๆในการขนย้ายเข้าที่ประกอบติดตั้ง นอกจากเครื่องช่วยง่ายๆที่สามารถจัดทำขึ้นได้ที่หน้างาน
5. เป็นชิ้นส่วนที่ผลิตโดยใช้ซีเมนต์เป็นวัตถุดิบหลัก

ระบบการประสานทางพิกัดในไทย ได้เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงทศวรรษ 2510 ถึงช่วงต้นทศวรรษ 2520 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการตื่นตัวในการพัฒนาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอาคารประเภทที่พักอาศัย ซึ่งได้มีการคาดคะเนว่า การขาดแคลนจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ระบบการประสานทางพิกัดในอาคารที่มีอยู่จำนวนไม่มากนักในช่วงเวลาดังกล่าว ก็ไม่ได้รับการสืบสานต่อในช่วงเวลาต่อมา พร้อมๆกับการถดถอยของการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบ โดยทั่วไปคงมีแต่การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่เฉพาะชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูป การก่อสร้างโดยรวมยังคงอาศัยการก่อสร้างระบบดั้งเดิมเป็นหลัก การใช้ผนังสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างผนังด้านนอกของอาคาร คงเป็นกรณีเฉพาะของแต่ละโครงการ แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุก่อสร้าง ได้มีความก้าวหน้าไปมากในด้านการผลิตวัสดุที่เป็นไปตามมาตรฐานหน่วยพิกัดมูลฐาน เป็นความพยายามให้เกิดการประสานทางพิกัด ทั้งนี้รวมไปถึงการผลิตเฟอร์นิเจอร์สำเร็จรูป ผนังกั้นห้องสำเร็จรูป เป็นต้น

2.2 หน่วยพิกัดประเภทต่างๆ

ในการก่อสร้างอาคารที่มีการใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบ ได้มีการแบ่งพิจารณาหน่วยพิกัดออกเป็นประเภทต่างๆทั้งหมด 12 ประเภท [2] ดังต่อไปนี้

1. **หน่วยพิกัดวัสดุก่อสร้าง** (Material Module)

หน่วยพิกัดวัสดุก่อสร้าง เห็นตัวอย่างได้ชัดเจนในกรณีไม้ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการนำมาใช้โดยมีขบวนการในรูปแบบของธรรมชาติมากที่สุด ขนาดของหน่วยพิกัดในข้อนี้จะขึ้นอยู่กับ

1.1 ขนาดตามธรรมชาติของวัตถุดิบ

1.2 ความจำเป็นทางด้านเทคโนโลยีในการผลิต

1.3 คุณสมบัติได้จากด้านคุณภาพของวัตถุ

1.4 ความต้องการของตลาด และสภาวะการเศรษฐกิจของการผลิต

ในปัจจุบันขนาดของวัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป ขึ้นอยู่กับวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิม ใช้ได้กับเครื่องมือขนาดเล็กใช้แรงคน โดยมีการช่วยเหลืออาศัยเครื่องมืออื่นช่วยน้อย

ในอนาคตแนวโน้มของหน่วยพิกัดวัสดุก่อสร้าง จะต้องมีความสัมพันธ์อย่างมากกับเทคนิคก่อสร้าง เทคนิคการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ทั้งจากโรงงานผลิตวัสดุและการประกอบเป็นตัวอาคารในสถานที่ก่อสร้าง

---

[2] เฉลิม สุจริต, **หน่วยพิกัดต่างๆ**, เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ (กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520), หน้า 1-3.

2. **หน่วยพิกัดในการใช้งาน** (Performance Module)

หน่วยพิกัดในการใช้งานถูกกำหนดขึ้นมาจากเก็งประโยชน์มาก ข้อเสียน้อย เมื่อคำนึงถึงการนำวัสดุไปใช้อย่างไร ในกรณีนี้ไม่เกี่ยวกับเรื่องทางกล ทางการป้องกันเสียง ทางเคมี ทางไฟฟ้า หรือทางความร้อนเย็น แต่ไปเกี่ยวข้องกับด้านคุณสมบัติทางโครงสร้างและสภาวะทางเทคนิค และทางเศรษฐศาสตร์มากกว่า ตัวอย่างเช่น การใช้วัสดุอย่างหนึ่งมีขนาดความหนาอย่างหนึ่ง กำลังอาจไม่พอ แต่ถ้าใช้ขนาดโตตามหน่วยพิกัดก็โตไป การนำมาใช้งานจำเป็นต้องเลือกขนาดที่โตซึ่งไม่ประหยัด หรือใช้ขนาดเล็ก แต่ต้องมีการปรับปรุงให้กำลังมากขึ้นด้วยวิธีอื่น หรือถ้านำวัตถุมาใช้ก็เหมาะสมดีแล้ว แต่น้ำหนักตัววัสดุอาจมากเกินที่ยอมรับ

เมื่อวัสดุก่อสร้างมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ พลาสติก โลหะ แร่ จะเห็นว่า หน่วยพิกัดการใช้งานจะเกิดขึ้นจากการรวมกันขึ้นจากหน่วยพิกัดมูลฐาน เฉพาะวัสดุแต่ละชนิด

3. **หน่วยพิกัดทางเรขาคณิต** (Geometry Module)

หน่วยพิกัดทางเรขาคณิต หมายถึงระบบสัมพันธ์ของสัดส่วนของทั้งโครงสร้าง ของส่วนมูลเฉพาะแห่ง และของแผนผังทั่วไป ดังนั้นจึงคลุมไปถึงระเบียบการพิกัดที่ถูกเลือกมาใช้ เพื่อให้เกิดการปรับตัวภายใน และให้ทำได้หลายๆวิธีด้วย สามารถกระทำได้โดยเพิ่มส่วน โดยลดส่วนลงก็ได้ โดยใช้ชุดพิกัดตัวเลขได้หลายชุดด้วย วิธีใช้หน่วยพิกัดทางเรขาคณิตจะเกี่ยวโยงไปไม่เพียงแต่เรื่องส่วนย่อยที่ได้สัดส่วนของขนาดกว้างยาวใช้เป็นส่วนมูลอาคาร การใช้ผังเกี่ยวโยงไปถึงเรื่องโครงสร้าง เรื่องของส่วนประกอบชุดอื่นๆที่เกี่ยวข้องทุกชนิดด้วย

การพิจารณาหน่วยพิกัดนี้ ต้องคำนึงถึงทั้งพิกัดระหว่างจุดกับจุด เส้นกับเส้น พื้นที่กับพื้นที่ และปริมาตรกับปริมาตร

4. **หน่วยพิกัดการปฏิบัติการ** (Handling Module)

บังคับโดยธรรมชาติทางกายภาพของหน่วยพิกัดนั้น โดยคำนึงถึงการขนส่ง การเก็บและการติดตั้ง การยกเคลื่อนย้ายด้วยเครื่องจักรและด้วยแรงงานธรรมดา การบรรจุเคลื่อนย้ายด้วยยานพาหนะขนส่ง

5. **หน่วยพิกัดทางโครงสร้าง** (Structural Module)

หน่วยพิกัดโครงสร้างจะสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับขนาดความโต และช่วงพาดขนาดตัววัสดุ บรรจุระหว่างโครง หรือส่วนอื่นที่พาดอยู่ข้างบน ความลึก ความหนาของคาน ความหนาของพื้น หน่วยพิกัดโครงสร้างมีความสำคัญไปถึงการวางรอยต่อ การใช้โครงองค์อาคารอื่นๆพาดอยู่อย่างไรบนโครงสำคัญ

6. **หน่วยพิกัดส่วนมูล** (Element Module)

เป็นหน่วยพิกัดทางขนาดกว้างยาว รูปร่างลักษณะ ซึ่งอาจจำแนกย่อยลงเป็นชนิดทางพื้นผิวโปร่งแสง โปร่งใส เป็นโครงกรอบ และอาจจำแนกเป็นลักษณะทางรูปร่าง เช่นเป็นรูปโค้ง

รูปหักมุม เป็นส่วนมูลรับน้ำหนัก เป็นส่วนมูลไม่รับน้ำหนัก เป็นส่วนมูลเปิดเลื่อนได้ เป็นส่วนมูลติดตาย เป็นส่วนมูลทางตั้ง เป็นส่วนมูลทางนอน

7. **หน่วยพิกัดรอยต่อ** (Joint Module)

จุดที่ต้องยึดแข็งแรงต่างจากแนวชนที่ชิดกันเพื่อความเรียบร้อย หน่วยพิกัดรอยต่อวงจำกัดไว้ตรงตำแหน่งต่างๆ นอกเหนือไปจากแนวที่ชิดกันระหว่างแผ่นส่วนมูลฐานดังกล่าว

รอยต่อที่กล่าวถึงนี้ ต้องต่อด้วยวิธีกล ให้ง่ายสะดวกแก่การประกอบ ให้ติดตั้งแผ่นมูลฐานไว้ได้ตามต้องการ ให้มีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอ และอาจใช้อุปกรณ์การต่อยึด ติดตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ วางเป็นจังหวะพิกัดได้ หน่วยพิกัดรอยต่อดังกล่าวนี้ ซับซ้อน ยุ่งยาก และสัมพันธ์กัน ต้องพิจารณาทั้ง 3 มิติ

8. **หน่วยพิกัดส่วนประกอบอาคาร** (Component Module)

หน่วยพิกัดหน่วยนี้ แตกต่างนอกเหนือไปจากที่จะจัดเข้าไว้ใน Structural Module หรือ Element Module ได้ ตัวอย่างเช่น ตัวบันได ตัวลิฟต์ เป็นต้น

9. **หน่วยพิกัดความคลาดเคลื่อน** (Tolerance Module)

หน่วยพิกัดความคลาดเคลื่อน ซึ่งตำแหน่งควรไว้เป็นระยะตามความจำเป็น เมื่อผิดพลาดทีละเล็กละน้อยมากเข้า ก็จัดตำแหน่งที่จะเป็นหน่วยพิกัดความคลาดเคลื่อนเสียทีก็ได้

10. **หน่วยพิกัดการติดอุปกรณ์** (Installation Module)

หน่วยพิกัดการติดอุปกรณ์ครอบคลุมไปถึงทั้งความสัมพันธ์ระหว่างกัน ทั้งตำแหน่งที่ตั้งของพวกอุปกรณ์ต่างๆด้วย เช่น 1.สายเคเบิล 2.ช่องเดินท่อ 3.ช่องออก 4.ท่อที่มีอยู่ในระบบการก่อสร้างทั้งสิ้น

หมวดใหญ่ๆของอุปกรณ์จัดเป็น 4 หมวดใหญ่ดังกล่าว และมีหมวดย่อยอีก เช่น อุปกรณ์ไฟ แสงสว่าง กำลัง การติดต่อคมนาคม การปรับอากาศ การระบายอากาศ น้ำร้อนน้ำเย็น น้ำใช้ ท่อระบาย ท่อแก๊ส

11. **หน่วยพิกัดเครื่องใช้อาคาร** (Fixture Module)

หน่วยพิกัดขนาดอุปกรณ์เครื่องใช้ เครื่องเรือนติดกับที่ทั้งหลาย เช่น ตู้ โต๊ะ อ่าง เครื่องครัว ผลิตภัณฑ์ได้จากตลาด จากห้องทดลองและอุปกรณ์ต่างๆ

12. **หน่วยพิกัดการออกแบบ** (Planning Module)

หน่วยพิกัดการออกแบบวางแผน เป็นผลรวมของหน่วยพิกัดทั้งหลายที่กล่าวแล้ว การปรับและนำมาใช้ร่วมกันให้ได้ หน่วยพิกัดนี้จะควบคุมหัวข้อต่างๆของหน่วยพิกัดที่กล่าวถึงข้างต้นให้นำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด

หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด[3] (Basic Principles of Modular Coordination)

1. การกำหนดขนาดหรือระยะของส่วนประกอบของอาคาร จะต้องมีความสัมพันธ์กันทุกๆส่วน เช่น ขนาดส่วนประกอบของพื้นจะต้องสัมพันธ์กับขนาดส่วนประกอบของหลังคา ของเพดาน และของผนัง เป็นต้น
2. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบ จะต้องเป็นขนาดหรือระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ และขนาดพิกัดมูลฐานต้องมีขนาดเล็ก พอที่จะให้เกิดการยืดหยุ่นในการออกแบบได้
3. ขนาดของตารางตามพิกัด (Modular Grid) ให้ถือหน่วยวัดขนาด 100 มม. เป็นขนาดเล็กสุด
4. ขนาดของส่วนประกอบ (Component) ที่กำหนดไว้ในตารางตามพิกัด จะต้องเผื่อระยะรอยต่อไว้แล้ว คือ ขนาดของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานโดยทั่วไป ย่อมเล็กกว่าขนาดมิติตามพิกัด
5. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบในตารางตามพิกัด จะต้องเท่ากับขนาดหรือระยะของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงาน รวมด้วยเกณฑ์คลาดเคลื่อนที่ยอมให้มี และรวมด้วยรอยต่อเชื่อมระหว่างก้อน
6. เนื่องจากการผลิตส่วนประกอบจากโรงงาน ไม่สามารถทำให้ตรงตามความเป็นจริงที่กำหนดได้เสมอไป จึงได้ตั้งเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ว่าให้น้อยหรือมากได้เท่าใด
7. ระบบการประสานทางพิกัด เป็นระบบที่เพิ่มเข้าไป ไม่ใช่ระบบแบ่งย่อยลงไป

2.4 การใช้ระบบประสานทางพิกัด

การใช้ระบบประสานทางพิกัด ประกอบด้วย

1. ตารางตามพิกัด

การออกแบบอาคารจำเป็นต้องใช้ตารางตามพิกัด เพื่อเป็นกรอบโครงให้ส่วนประกอบอาคารต่างๆประสานกันได้พอดีในเนื้อที่ที่กำหนด

---

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ, **การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย** (กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2513), หน้า 18.

ตารางตามพิกัด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- **ตารางต่อเนื่อง** หมายถึง ตารางที่ต่อเนื่องเป็นตารางเดียวตลอด
- **ตารางไม่ต่อเนื่อง** หมายถึง ตารางที่แยกเป็นส่วนๆ โดยมีเขตเป็นกลางของขนาดส่วนประกอบอาคารที่ไม่ลงพิกัดขวางอยู่เป็นระยะ หรือมีมิติของพิกัดแตกต่างกัน แยกตารางต่อเนื่องออกจากกัน

1.1 ตารางตามพิกัดมูลฐาน

ตารางนี้ประกอบด้วยเส้นขนานระยะห่างกัน 100 มม. ตัดกันเป็นตาราง การใช้ตารางตามพิกัดมูลฐาน ใช้กับเนื้อที่ขนาดเล็กทั่วไป

1.2 ตารางวางผัง

ตารางนี้ใช้สำหรับวางผังทั่วไป เช่น การแสดงมิติของห้องต่างๆ ที่ตั้งของส่วนประกอบอาคารชิ้นหลัก (เส้นของตารางวางผังนี้ จะทับกันพอดีกับเส้นของตารางตามพิกัดมูลฐาน เพียงแต่ขนาดของช่องตารางวางผัง เป็นขนาดซึ่งทวีคูณจากช่องตารางตามพิกัดมูลฐาน) ขนาดที่เหมาะสมของตารางวางผังคือ 300 มม. และอาจใช้ขนาดช่องตาราง 600 มม. หรือ 1200 มม. ก็ได้

2. วิธีใช้ระบบประสานทางมิติในการออกแบบอาคาร

2.1 ตกลงว่าจะใช้ระบบตารางต่อเนื่อง หรือระบบตารางไม่ต่อเนื่อง

2.2 เขียนตารางตามพิกัดของพื้นอาคารแต่ละชั้น โดยใช้ตารางที่กำหนดไว้ และถ้าจำเป็นก็อาจเขียนตารางตามพิกัดของส่วนประกอบอาคารที่มิได้ทำหน้าที่รับน้ำหนักด้วย

2.3 วางตำแหน่งพิกัดสแลบพื้นบนตารางวางผัง เพื่อให้เนื้อที่ตามพิกัดทั้งหลายบรรจุในเส้นตารางได้พอดี

2.4 วางตำแหน่ง เสา คาน โดยให้เส้นแกนของโครงสร้างเหล่านี้ทับบนเส้นตารางพอดี (หรืออยู่ในเขตเป็นกลาง สำหรับระบบตารางไม่ต่อเนื่อง) ตรวจดูให้แน่นอนว่า เส้นขอบรอยต่อของชิ้นส่วนพื้น ผนัง จดกับเส้นตารางที่เป็นเส้นควบคุม

2.5 สำหรับที่ตั้งของส่วนอาคารที่มิได้รับน้ำหนัก เช่น ผนังกั้น ก็ให้ใช้วิธีการเดียวกัน

2.6 กำหนดตำแหน่งของวัตถุที่ไม่ลงพิกัด

2.7 อาจเขียนตารางขึ้นอีกตารางหนึ่งต่างหาก โดยใช้พิกัดที่ประสานกับตารางวางผัง เพื่อแสดงส่วนประกอบอาคารที่เห็นในรูปตัด หรือรูปด้าน

2.5 มิติในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร

มิติในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร [4] ประกอบด้วยเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. มิติ คือ ระยะระหว่างจุด 2 จุด
2. มิติอาศัยซึ่งกันและกัน คือ มิติที่ใช้ในการทำงานตามที่ความสัมพันธ์โดยตรงกับมิติที่มีอยู่ก่อน
3. ความเบี่ยงเบน คือ ความแตกต่างในการวัดระยะของส่วนประกอบ กับขนาดทางพิกัดของส่วนประกอบนั้น
4. ความคลาดเคลื่อน คือ ค่าของความแตกต่างของขนาดตามขนาดที่ยินยอมให้ใหญ่สุด กับขนาดที่ยินยอมให้เล็กสุด
5. มิติประสาน คือ มิติหรือระยะที่เตรียมไว้ เพื่อติดตั้งส่วนประกอบหรือกลุ่มของส่วนประกอบ หรือส่วนมูล

1. มิติ (Dimensions)

ในขั้นงานวางผังและออกแบบอาคาร มิติเป็นเรื่องเกี่ยวข้องที่สำคัญมาก และหากเป็นงานวางผังและออกแบบอาคารในระบบอุตสาหกรรมด้วยแล้ว มิติของส่วนประกอบสำเร็จรูปกับเนื้อที่ที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งส่วนประกอบนั้น ควรกำหนดให้แน่ชัดและมีการประสานกันพอดี เรียกว่า มิติประสาน แสดงถึงขนาดเนื้อที่ความต้องการของส่วนประกอบ เมื่อรวมรอยต่อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันแล้ว มิติประสานนี้ จะใช้ได้ผลดีเมื่องานขั้นต่างๆที่เกี่ยวเนื่องกับมิติประสานนี้มีความถูกต้องแน่นอน (Accuracy) อย่างดี

เมื่อกำหนดระบบมิติประสานขึ้นแล้ว การนำไปใช้ในขั้นต่างๆของงาน อาจนำไปใช้ในต่างสถานที่ ต่างวาระ หลายครั้งหลายตอน เช่น การออกแบบโดยสถาปนิก วิศวกร ใช้ในการผลิตในโรงงาน ใช้กับการติดตั้งโดยคนงาน เป็นต้น การวัดหรือการใช้มิติในลักษณะที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดมีปัญหาในการวัดขึ้น สาเหตุอาจมาจากความชำนาญในฝีมือของช่างไม่เพียงพอ ความไม่ละเอียดในการผลิตหรือสาเหตุอื่น จนทำให้ส่วนประกอบมีขนาดผิดไปจากที่คำนวณไว้

---

[4] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ, **การมาตรฐานและการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร** (กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2516), หน้า 3.

ดังนั้น ความเบี่ยงเบน (Deviation) จึงจำเป็นต้องกำหนดให้มีขึ้นให้แน่นอนในเรื่องของมิติที่อาศัยซึ่งกันและกันและความคลาดเคลื่อน โดยกำหนดว่าความเบี่ยงเบนควรมีเท่าใด

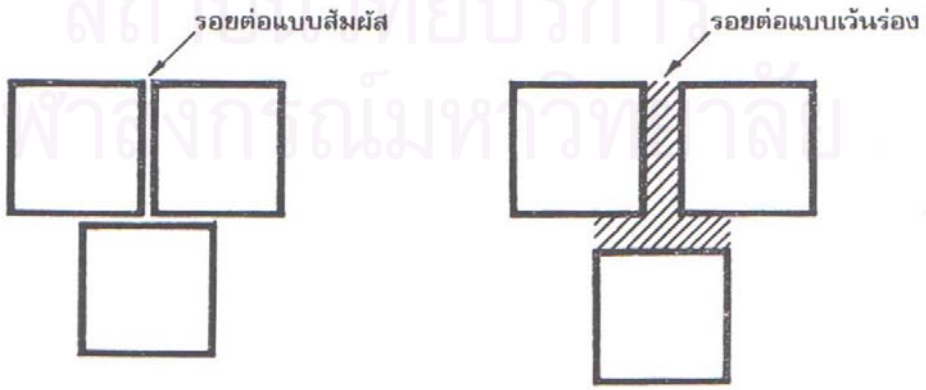
2. **มิติอาศัยซึ่งกันและกัน** (Inter - dependence Dimension)

ในงานก่อสร้างอาคารย่อมประกอบด้วยงานหลายชนิดหลายประเภทที่เกี่ยวข้องกัน ปัญหาหนึ่งที่ทำให้เกิดผลเสียในการก่อสร้าง คืองานที่ต้องรอกันอยู่ คนงานบางกลุ่มไม่สามารถจะทำงานต่อเนื่องได้ ต้องรอให้คนงานกลุ่มอื่นทำงานส่วนนั้นให้เสร็จไปเสียก่อน ปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นเพราะงานส่วนต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยมิติซึ่งกันและกัน เช่น หน้าต่างจะติดตั้งไม่ได้ถ้าผนัง พื้น และเพดานยังติดตั้งไม่เสร็จ เป็นต้น

งานออกแบบก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่าการจัดลำดับของงานที่เตรียมไว้ช่วยตัดปัญหาเรื่องเวลาที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์เพราะการรอไปได้ แต่อาจเกิดปัญหาในเรื่องความแม่นยำแทน เพราะการที่จะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้มีขนาดแม่นตามต้องการนั้นทำได้ยาก และยังทำให้ต้นทุนการผลิต ค่าแรงสูงขึ้น ในการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่จำนวนมากๆ จึงไม่สามารถกำหนดให้มีความแม่นยำได้ทั่วทุกจุด การออกแบบจึงควรหลีกเลี่ยงการใช้มิติอาศัยซึ่งกันและกันในส่วนที่ไม่จำเป็น

รอยต่อแบบสัมผัสหรือเว้นร่อง (Contact or Space)

ในการติดตั้งชิ้นส่วน 2 ชิ้นขึ้นไปเข้าด้วยกัน การทำงานนิยมที่จะเว้นเนื้อที่สำหรับชิ้นส่วนโดยรวมรอยต่อไว้ด้วยแล้ว ถ้ารอยต่อที่ใช้เป็นรอยต่อแบบสัมผัส (Contact) การทำงานอาจเกิดปัญหาอันเนื่องมาจากการยืดหดตัวของวัสดุ ขนาดชิ้นส่วนไม่มีความแม่นยำพอ และการติดตั้งที่ไม่มีความชำนาญ การทำงานจึงทำได้ยาก ในทางตรงกันข้ามถ้ารอยต่อที่ใช้เป็นรอยต่อโดยวิธีเว้นร่อง การทำงานจะสะดวกขึ้น สามารถทำให้เตรียมเนื้อที่ที่ต้องการได้ง่ายกว่า และเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเห็นรอยต่อได้ชัด

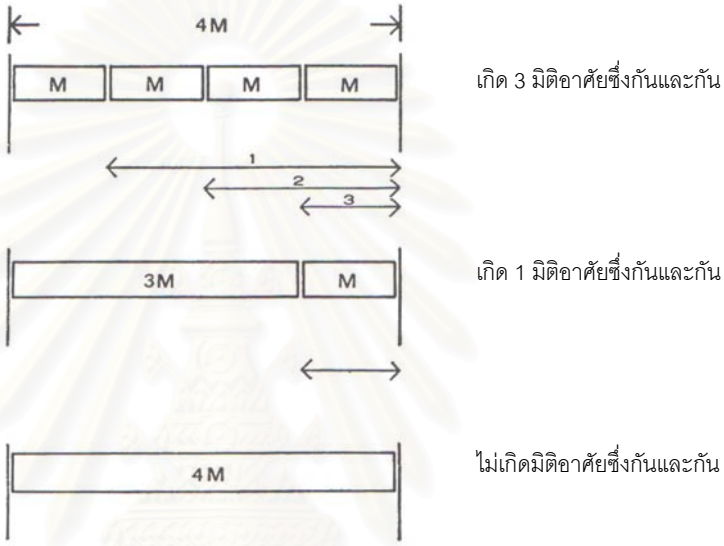


ภาพที่ 2.2 แสดงรอยต่อแบบสัมผัสและแบบเว้นร่อง

วิธีหลีกเลี่ยง มิติอาศัยซึ่งกันและกันที่ไม่จำเป็น

ในการก่อสร้างจำเป็นที่จะต้องก่อสร้างให้มีความง่ายและสะดวกรวดเร็ว โดยมีหลักการหลีกเลี่ยงมิติที่อาศัยซึ่งกันและกันที่ไม่จำเป็นไว้ดังนี้

1. การใช้รอยต่อแบบสัมผัส หรือการเว้นร่อง ควรใช้ให้น้อยแห่งที่สุด เพราะยิ่งมีรอยต่อหลายแห่ง ก็จะยิ่งทำให้เกิดมิติที่อาศัยซึ่งกันและกันหลายครั้งด้วย ซึ่งเป็นผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากยิ่งขึ้น ดังรูป รอยต่อเช่นนี้จะใช้เฉพาะที่เป็นงานพิเศษที่แสดงถึงความชำนาญของช่างจริงๆ



ภาพที่ 2.3 แสดงมิติอาศัยซึ่งกันและกันแบบต่างๆ

2. การติดตั้ง ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งแบบผิวสัมผัส เปลี่ยนมาใช้แบบขอบต่อผิวหรือขอบต่อขอบแทน
3. ให้หลีกเลี่ยงการติดตั้งชิ้นส่วนที่มีรอยต่อหลายแบบในเวลาเดียวกัน เพราะจะทำให้เกิดความลำบากในการทำงาน เนื่องจากการยืดหดของวัสดุ และความไม่แม่นยำในการผลิต

3. **ความเบี่ยงเบน** (Deviation)

คือความแตกต่างในการวัดระยะของส่วนประกอบกับขนาดทางพิกัดของส่วนประกอบนั้น ในงานออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยทั่วไปจะทำงานด้วยขนาดที่กำหนดแน่นอน แต่ดังที่กล่าวมาแล้วถึงการไม่มีความแม่นยำ (Accuracy) ในทางปฏิบัติ การทำงานจึงต้องคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนและความเบี่ยงเบนด้วยเสมอ ความเบี่ยงเบนนี้อาจจะเกิดขึ้นในระยะใดระยะหนึ่งของการทำงานก็ได้ เช่น การวัดและการควบคุมขนาดที่ไม่ละเอียดพอ วัสดุมีคุณสมบัติยืดหดมาก โค้งงอง่าย หรืออาจเกิดขึ้นระหว่างการผลิต การขนส่ง หรือการเก็บในบริเวณก่อสร้าง

ความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในโรงงาน

ในการผลิตส่วนประกอบในโรงงาน ความเบี่ยงเบนอาจเกิดจาก

1. ความไม่แม่นยำในการวัดและควบคุมขนาด
2. คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้
3. วิธีการผลิต

ความเบี่ยงเบนในการติดตั้ง อาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ความไม่แม่นยำในการวัดและควบคุมขนาด
2. ขนาดและประเภทของชิ้นส่วนที่ใช้
3. วิธีการทำงานในการติดตั้ง
4. ขนาดของอาคารที่จะติดตั้งส่วนประกอบมีขนาดผิดจากเดิม นับเป็นปัญหาที่พบมากที่สุด เมื่อส่วนประกอบแต่ละชิ้นและการทำงานแต่ละขั้นตอนไม่มีความแม่นยำพอ จึงเกิดความเบี่ยงเบนขึ้น เป็นผลให้มีความลำบากในการติดตั้งส่วนประกอบในที่สุด

การคิดตำแหน่งของส่วนประกอบ ควรคิดตั้งแต่ระยะที่เหลือจากการติดตั้งส่วนประกอบชิ้นอื่นที่เกี่ยวข้องแล้ว ปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นจากความเบี่ยงเบน ควรพิจารณาแก้ไขในงานทุกขั้นที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิด และยึดหลักความเบี่ยงเบนที่แท้จริงเป็นสำคัญ

4. **ความคลาดเคลื่อน** (Tolerance)

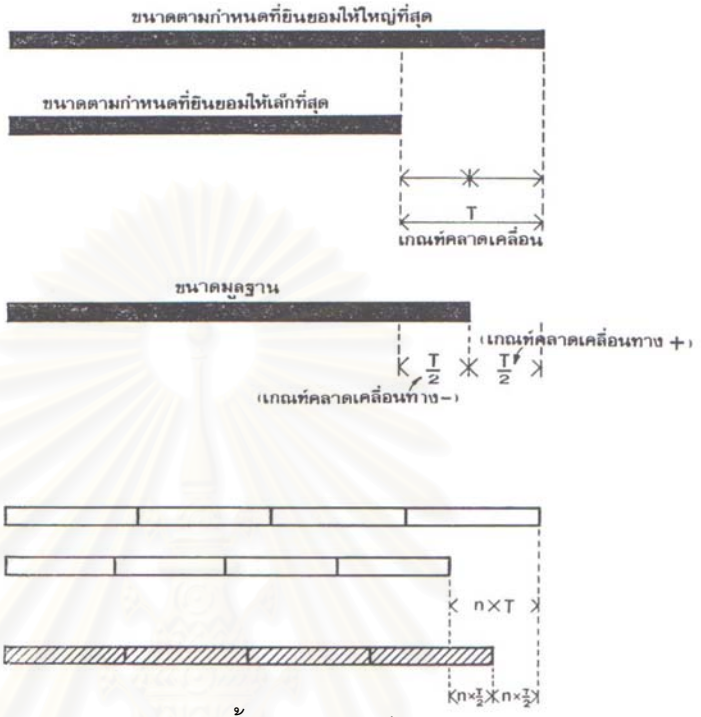
เนื่องจากความเบี่ยงเบนหลีกเลี่ยงได้ยาก จึงได้มีการกำหนดความคลาดเคลื่อนขึ้น โดยถือหลักที่ว่า จะยอมให้เกิดระยะเบี่ยงเบนมากที่สุดได้เท่าใด

ความคลาดเคลื่อน คือ ค่าความแตกต่างของขนาดตามกำหนดที่ยินยอมให้ใหญ่สุดกับขนาดที่ยินยอมให้เล็กที่สุด และความคลาดเคลื่อนมีได้ 2 ประการ คือ ความคลาดเคลื่อนเกิดจากการผลิต และความคลาดเคลื่อน ณ สถานที่ก่อสร้าง

การกำหนดความคลาดเคลื่อนให้ง่ายและทำงานสะดวกที่สุด ควรกำหนดให้ความเบี่ยงเบนของขนาดมูลฐานในทางลด (Negative) และทางเพิ่ม (Positive) มีค่าเท่ากันดังรูป และถ้างานนั้นๆไม่มีความจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อน (เนื่องมาจากงานไม่ต้องการความแม่นยำเลย) ก็สามารถใช้ขนาดมูลฐานได้

ในการติดตั้งส่วนประกอบหลายๆชิ้นเข้าด้วยกัน ระยะที่วัดได้ (Actual Measurement) หลังการติดตั้งนั้น จะมีขนาดอยู่ในระหว่างผลรวมของขนาดเล็กที่สุดที่ยินยอมให้กับขนาดใหญ่สุดที่ยินยอมให้ และการวัดความคลาดเคลื่อนรวม ให้ใช้การบวกความคลาดเคลื่อนของชิ้นส่วนที่ติดต่อกันเข้าด้วยกัน ซึ่งจะสามารถทราบความคลาดเคลื่อนรวมของชิ้นส่วนทั้งหมดได้อย่างชัดเจน

ในทางปฏิบัติอาจมีความเบี่ยงเบนเกิดขึ้นในทางลดหรือเพิ่ม หรือเกิดขึ้นด้านใดด้านหนึ่งทางเดียวก็ได้ แต่มีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมาก ผลรวมของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด อาจมีค่าน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบแต่ละชิ้นรวมกัน



ขนาดตามกำหนดในขั้นแบบร่าง เรียกว่า **ขนาดมูลฐาน** (Basic Size)

ขนาดตามกำหนดในขั้นการผลิต เรียกว่า **ขนาดใช้งาน** (Work Size)

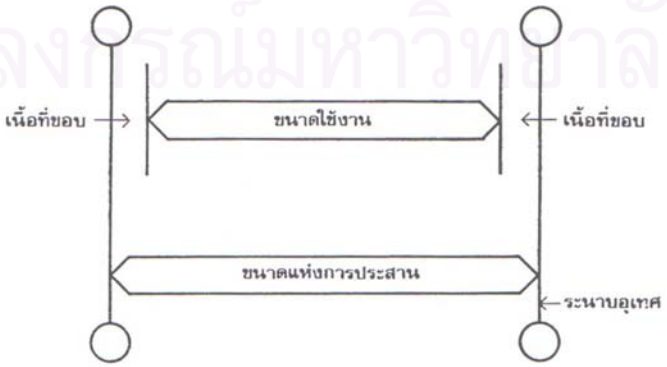
ภาพที่ 2.4 แสดงการกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

5. **มิติประสาน** (Coordinating Dimension)

คือ มิติหรือระยะที่เตรียมไว้ เพื่อติดตั้งส่วนประกอบ หรือกลุ่มของส่วนประกอบ หรือส่วนมูล (Element)

ขนาดประสาน = ขนาดใช้งาน + เนื้อที่ตรงขอบทั้ง 2 ด้าน

Coordinating Dimension = Work Size + 2 Margins



ภาพที่ 2.5 แสดงขนาดแห่งการประสาน

การเลือกมิติประสาน

การเลือกมิติประสานสำหรับส่วนประกอบสำเร็จรูป จะตัดสินได้จากประสบการณ์ที่พบบ่อยๆในการติดตั้ง และขนาดส่วนประกอบที่จะกำหนดเป็นขนาดใช้งาน ควรวัดได้แน่นอนและกำหนดตายตัวในขณะออกแบบ ขนาดประสานจะเปลี่ยนไปตามเนื้อที่รอยต่อทั้งสองข้าง ซึ่งรอยต่อนี้จะมีขนาดที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับการออกแบบและอีกหลายสิ่งหลายอย่าง ในการประกอบส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าด้วยกัน มิติประสานของส่วนประกอบเหล่านี้ จะไม่แน่นอนเหมือนกับที่กำหนดไว้ในส่วนประกอบชิ้นเดียว เช่น ส่วนประกอบพื้นเข้าลิ้น เป็นต้น ถ้าเป็นกรณีนี้ มิติประสานที่กำหนด ควรกำหนดตามประสบการณ์ที่พบเห็นในปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

สำหรับสถาปนิกและวิศวกร มิติประสานมีความสำคัญมากในการก่อสร้างอาคาร ถ้ามิตินั้นมีความแน่นอน ข้อยุ่งยากจะไม่เกิดขึ้น ในทางกลับกัน ถ้ามิตินั้นเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา สถาปนิกและวิศวกรต้องพิจารณาปัญหานั้นอย่างใกล้ชิดในทุกๆจุด เพื่อตรวจสอบดูว่า มิตินั้นเปลี่ยนแปลงจนเป็นเหตุให้ไปกระทบกระเทือนส่วนประกอบที่มีมิติอาศัยซึ่งกันและกันหรือไม่

มิติประสานที่แน่นอน

คือมิติประสานของส่วนประกอบที่มีความเบี่ยงเบนเกิดขึ้นน้อยมาก จนสามารถถูกกลืนหายไปในรอยต่อที่กำหนดให้ ขนาดประสานของส่วนประกอบก็จะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้การทำงานในขั้นต่อมาดำเนินไปอย่างสะดวก เช่น การประกอบส่วนประกอบโครงสร้างใหญ่บางชนิด จำเป็นต้องมีขนาดประสานที่แน่นอนเมื่อติดตั้งแล้ว งานขั้นต่อไป เช่น การทำพื้น ติดตั้งผนัง หน้าต่าง ประตู จะถือมิติประสานของโครงสร้างเป็นหลักอ้างอิง

ในบางกรณี ส่วนประกอบโครงสร้างมีรอยต่อที่ไม่แน่นอน เช่น การก่อผนังอิฐ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการทำงานตามลำดับขั้น จึงกำหนดขอบเขตของเนื้อที่โครงสร้างนั้นไว้ให้แน่นอน และส่วนประกอบโครงสร้างให้ดำเนินไปภายในขอบเขตนั้นๆ เพื่อถือเป็นมิติประสานหลักในการจะดำเนินงานชนิดอื่นต่อไป

มิติประสานที่ไม่แน่นอน

ถ้าความเบี่ยงเบนของส่วนประกอบเกิดขึ้นมากเกินกว่าที่จะอยู่ในรอยต่อได้ มิติประสานจะเปลี่ยนไปทันที การทำงานจะต้องดำเนินไปโดยอาศัยประสบการณ์และตัดสินใจด้วยสามัญสำนึก พิจารณาตามธรรมชาติและลักษณะของส่วนประกอบที่นำมาใช้ ตัวอย่างเช่น ครุภัณฑ์ในห้องครัวที่จำเป็นต้องติดตั้งโดยวิธีต่อแบบสัมผัส จำเป็นต้องผลิตขนาดส่วนประกอบครุภัณฑ์ให้มีความเบี่ยงเบนไปในทางลด เพื่อการติดตั้งจะสะดวกสำหรับเนื้อที่ที่ไม่พอดี และอาจใช้บัวไม้ปิด

ให้เรียบร้อยได้ แต่ถ้าเป็นผนังเบากั้นห้องภายใน ควรอย่างยิ่งที่จะต้องผลิตชิ้นส่วนให้มีความเบี่ยงเบนของส่วนประกอบในทางเพิ่ม เพราะสามารถตัดส่วนที่เกินได้โดยง่าย

การทำเครื่องหมายบอกมิติ (Marking out of dimensions)

ความพยายามที่จะรักษามิติให้มีความแม่นยำนั้น สามารถทำได้เฉพาะในโรงงานหรือในห้องทำงานเท่านั้น ในขณะทำงาน ณ ที่ก่อสร้าง การที่จะรักษามิติให้มีความแม่นยำนั้น จะกระทำได้ยาก

ความจำเป็นที่จะต้องกำหนดมิติที่แม่นยำในการทำงาน จึงควรมีระบบในการวัด ดังนี้

1. การวัดจากจุด เส้น หรือระนาบอุเทศ
2. การวัดภายหลังที่ได้ติดตั้งส่วนประกอบแล้ว
3. การวัดที่เกิดจากการไม่มีการทำเครื่องหมายบอกมิติที่แน่นอน แต่ให้พิจารณาจากวิธีติดตั้ง

จากระบบที่กำหนดแล้ว ผู้วัดจะต้องทำอย่างมีความชำนาญด้วยเครื่องมือที่มีความแม่นยำ (Accuracy) เครื่องมือและวิธีวัดแบบเก่าหลายวิธีที่ล้าสมัยไป ไม่ควรนำมาใช้

การวางผังเพื่อหาจุด เส้น และระนาบอุเทศ ในการก่อสร้างอาคาร ควรที่จะวางผังด้วยความระมัดระวังโดยเครื่องมือที่มีความแม่นยำ เช่น กล้องจับระดับ เป็นต้น เส้นที่เขียนบอกตำแหน่งและทิศทาง ควรเขียนให้ชัดเจนด้วยวัสดุที่เห็นได้ง่ายและไม่ลบเลือนง่าย

สำหรับการก่อสร้างด้วยวิธีผนังรับน้ำหนัก การติดตั้งผนังโครงสร้างจำเป็นต้องมีความละเอียด เพื่อยึดถือเป็นหลักในการจัดมิติประสานสำหรับงานขั้นต่อไป

เมื่องานโครงสร้างที่ต้องยึดถือเป็นหลักได้รับการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว งานขั้นต่อไปอาจใช้วิธีที่สะดวก ไม่ต้องละเอียดมากก็ได้ เช่น ใช้ไม้วัดเหล็ก หรือฉาก หรือบางทีการติดตั้งกระทำไปโดยไม่ต้องกำหนดมิติที่แน่นอนไว้เลย ซึ่งอาจพบบ่อยๆในส่วนประกอบที่ไม่รับน้ำหนัก ซึ่งอาจวางอยู่บนผิวบน หรือส่วนของอาคารที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว เช่น หน้าต่าง ผนังภายในที่ติดตั้งระหว่างพื้นกับเพดาน โดยรอยต่อสัมผัสกัน

2.6 วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

ปัจจุบันวงการก่อสร้างได้หันมานิยมการสร้างในระบบอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาอุตสาหกรรมด้านการก่อสร้าง การดำเนินการวางแปลนและออกแบบส่วนประกอบของอาคารเพื่อนำไปใช้ในระบบนี้ มีวิธีการที่ต่างออกไปจากวิธีการทำงานแบบเดิม กล่าวคือ การออกแบบส่วนต่างๆของอาคาร จำเป็นต้องใช้ระบบการประสานทางพิกัดเข้ามาช่วยให้มากที่สุดที่จะมากได้ เพื่อผู้ก่อสร้างจะสามารถนำส่วนประกอบต่างๆไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและสะดวก โดยไม่ต้องเสียเวลาอยู่กับการทำงานในลำดับขั้นต่างๆ

การผลิตส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้ เดิมบริษัทผู้ผลิตได้เป็นผู้กำหนดขึ้นก่อนจากความจำเป็นในการใช้เครื่องจักรและวิธีการเดิม เพื่อผลในการลดต้นทุนการผลิตในระยะแรก ซึ่งมีบริษัทกล้าผลิตในระยะนี้น้อยมาก ยกเว้นบริษัทที่ผลิตส่วนประกอบเล็กๆ เช่น อุปกรณ์ประตูหน้าต่าง น็อต สกรู เท่านั้นที่ผลิตจำนวนมาก เพราะมีตลาดกว้างขวางกว่าส่วนประกอบอาคารชนิดอื่นๆ

ต่อมาการก่อสร้างอาคารมีความจำเป็นมากขึ้น จนหันมาใช้ระบบอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง อาคารที่สร้างทีละหลังมีผู้นิยมสร้างน้อยลง การทำงานเป็นกลุ่ม วางแผนเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ตลอดจนการกำหนดขนาดส่วนประกอบอาคารให้มากพอสำหรับการเลือกใช้ การประสานทางพิกัดและวิธีการออกแบบโดยใช้ระบบนี้ จึงเป็นที่นิยมในการใช้จัดลำดับงานก่อสร้างและการประสานงาน

1. **การวางผังและการออกแบบในกรณีต่าง ๆ** (Planning and design in different cases)

วิธีปฏิบัติเมื่อวางผัง (Planning) โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ผันแปรไปตามชนิดของงาน งานก่อสร้างอาคารขนาดเล็ก ควรใช้ส่วนประกอบ (Component) ที่มีมิติทางพิกัดและหาได้ง่ายในท้องตลาด สำหรับส่วนประกอบที่มีมิติไม่ตามพิกัดไม่ควรผลิตขึ้นมาใช้ นอกจากมั่นใจว่าจะแพร่หลายในวงการค้า และสามารถจะนำไปใช้ในงานก่อสร้างอาคารขนาดเล็กอื่นๆต่อไป

สำหรับงานก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ งานออกแบบขึ้นอยู่กับส่วนประกอบพิกัดที่มีอยู่แล้วเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม งานขนาดใหญ่เช่นนี้อาจต้องออกแบบส่วนประกอบพิกัดขึ้นใหม่หลายอย่าง ดังนั้นจึงต้องวางรากฐานให้มีการใช้งานออกแบบส่วนประกอบพิกัดเป็นส่วนใหญ่ การดัดแปลงส่วนประกอบต่างพิกัดที่จะนำมาใช้กับอาคารขนาดใหญ่จึงไม่มีความจำเป็น

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

การออกแบบส่วนประกอบพิกัด มีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตส่วนประกอบขึ้นมาให้ใช้ได้แพร่หลายในงานก่อส้รางอาคารทั่วไปเท่าที่จะเป็นไปได้ และต้องพิจารณามิติและรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัดอย่างละเอียดและทั่วถึงก่อนนำไปใช้ โดยมีวิธีการออกแบบดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. **การเลือกส่วนประกอบ** (Choice of component)

ต้องกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดแบบต่างๆกัน เลือกเอาส่วนประกอบที่สำคัญโดยเฉพาะซึ่งจะต้องใช้เป็นจำนวนมากซ้ำๆกัน โดยออกแบบส่วนประกอบเหล่านี้ก่อน

ขั้นที่ 2. **ขอบเขตที่ใช้ได้** (Range of applicability)

จำนวนของงานที่ต้องทำสำหรับกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดโดยทั่วไป เพิ่มขึ้นตามขอบเขตที่ใช้ได้ของส่วนประกอบที่ต้องการ

การกำหนดรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัด (Modular Component) ขึ้นอยู่กับ

- ชนิดของอาคารที่จะนำเอาชิ้นส่วนประกอบอาคารไปใช้ เช่น ที่อยู่อาศัย สำนักงาน โรงเรียน ซึ่งประเภทของอาคารจะเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วนประกอบ ทั้งในด้านขนาดของโครงสร้างและความแข็งแรง
- ความสลับซับซ้อนของแปลนอาคาร ซึ่งจะนำชิ้นส่วนประกอบไปใช้
- ความสูงของอาคารที่จะนำชิ้นส่วนไปใช้ ความสูงของอาคารจะเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วน ในด้านการรับน้ำหนักและแรงลม
- ระบบโครงสร้างของอาคาร เป็นเสากับคาน หรือผนังรับน้ำหนัก
- วัสดุที่จะใช้ผลิตชิ้นส่วนประกอบของอาคาร จะช่วยในกำหนดความเบี่ยงเบนของมิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขั้นที่ 3. ขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ (Nominal Modular Dimension of The Component)

ตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 เมื่อเลือกชนิดและลักษณะของส่วนประกอบแล้ว อาจจะกะมิติคร่าวๆได้ ทั้งนี้จะต้องรู้รายละเอียดโดยเฉพาะของส่วนประกอบ ตลอดจนความประสงค์ในด้านการใช้สอย ความรู้เกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต เมื่อได้พิจารณามิติของส่วนประกอบตามความต้องการใช้สอยแล้ว ขั้นต่อไป คือการพิจารณาขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ

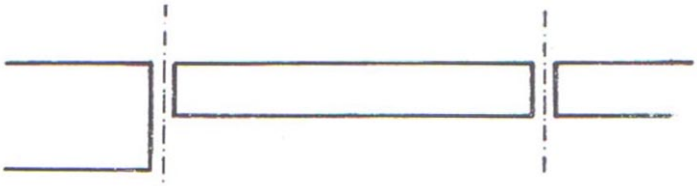
ขั้นที่ 4. กำหนดชิ้นส่วนประกอบของอาคาร

โดยการพิจารณารายละเอียด (Details) ของรอยต่อต่างๆ ความเบี่ยงเบนทางพิกัด ความคลาดเคลื่อน เป็นต้น ซึ่งข้อสำคัญในการเลือกรายละเอียด จะต้องแก้ปัญหารอยต่อ และจะต้องเอาใจใส่ถึงรายละเอียด โดยเฉพาะการต่อส่วนประกอบ มี 4 วิธี คือ

1. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ

ภาพที่ 2.6 แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง กับชิ้นส่วนผนัง

2. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างมากกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ



ภาพที่ 2.7 แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง กับกำแพงก่ออิฐ

3. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ

ภาพที่ 2.8 แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง กับ Light - weight Concrete Block

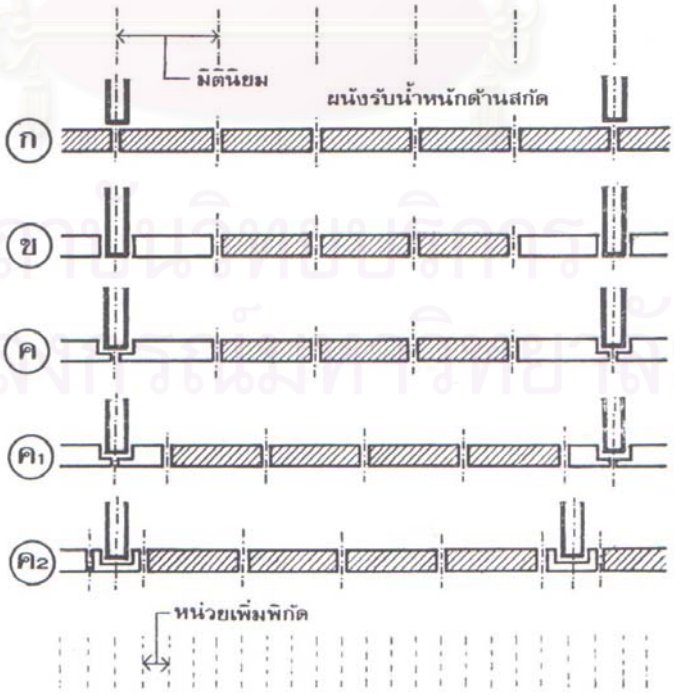
4. ส่วนประกอบที่ต่อกันโดยไม่มีช่องว่าง ต้องพิจารณามิติพิกัดใหม่

ภาพที่ 2.9 แสดงถึงขนาดชิ้นส่วนผนัง กับคอนกรีต

ขั้นที่ 5. **ความแตกต่างของส่วนประกอบ** (Variants of Components)

เมื่อส่วนประกอบพิกัดได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารแล้ว ยังต้องหาส่วนประกอบที่แตกต่างออกไปอีก เช่น ผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจะต้องใช้หนากว่าผนังธรรมดา เป็นต้น นอกจากนั้นผนังหน้าอาจจะต้องทำพิเศษแตกต่างกันออกไป

การพิจารณาส่วนประกอบที่แตกต่างออกไป (Determination of Variant of Component) ถ้าต้องใช้ผนังรับน้ำหนักในอาคาร ส่วนประกอบของผนังหน้า จะต้องทำขึ้นมาเป็นพิเศษ



ภาพที่ 2.10 แสดงส่วนประกอบของผนังหน้ารูปแบบต่างๆ

ก. ถ้าผนังหน้าอยู่ในแนวนอกของผนังรับน้ำหนัก อาจจะกำหนดมิติที่เหมาะสมได้ทั้งสองทาง คือ ด้านผนังหน้า และผนังรับน้ำหนัก แต่มีปัญหาเรื่องขจัดเสียงที่ผ่านตรงรอยต่อระหว่างผนังหน้าและผนังรับน้ำหนัก และในทางปฏิบัติไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้

ข. ผนังหน้าอยู่ระหว่างผนังรับน้ำหนัก จะมีรอยต่อระหว่างผนังหน้ากับผนังรับน้ำหนักและพื้น ซึ่งเป็นสื่ออากาศเย็น วิธีขจัดต้องทำผนังหน้าพิเศษ ส่วนประกอบตัวริมจะไม่ได้พิกัด

ค. ทำส่วนประกอบตัวริมทั้งสองด้านเป็นพิเศษ สำหรับให้เก็บเสียงและความอบอุ่นภายในห้อง เป็นวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด อาจใช้ ค1 หรือ ค2 แทนก็ได้

3. การวางผังโดยใช้ส่วนประกอบพิกัด

เมื่อเลือกส่วนประกอบพิกัดได้แล้ว ขั้นแรก ให้กำหนดลงในตารางพิกัด (Modular - Grid) รวมทั้งรายละเอียดอื่นๆ ในกรณีที่จะเชื่อมต่อเนื่องกับส่วนประกอบพิกัดอื่น

อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบพิกัดที่เลือกแล้ว ไม่สามารถนำมาใช้ประกอบได้ทันที ทั้งนี้โดยเหตุผลทางการผลิตและทางเศรษฐกิจ ผู้ผลิตมักจะผลิตส่วนประกอบให้ใช้ได้แพร่หลายที่สุด ดังนั้นถ้าผู้ผลิตเป็นผู้ให้รายละเอียดในการใช้ส่วนประกอบพิกัด สถาปนิกจะต้องตรวจสอบถึงระบบและวิธีการในการผลิตเปรียบเทียบกับชนิดอื่น ตลอดจนความเหมาะสมและความสะดวกในการนำมาใช้เสียก่อน

4. การปรับปรุงแก้ไขส่วนประกอบต่างพิกัด

ในการออกแบบทางพิกัด จะต้องพิจารณาถึงการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่เป็นไปตามพิกัดด้วย เพราะการนำเอาส่วนประกอบดังกล่าวมาใช้ อาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องตามมาก็ได้ ปัญหาต่อเนื่องที่ตามมาอาจจะมีน้อยหรือไม่มีเลย ถ้าใช้ส่วนประกอบดังกล่าวในส่วนที่ไม่สำคัญของอาคาร แต่ถ้าใช้ในส่วนที่สำคัญของอาคาร เช่น ผนังรับน้ำหนัก การวางผังของส่วนประกอบดังกล่าว จะต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก

การวางผังซึ่งใช้ส่วนประกอบต่างพิกัดจะเสียเวลาน้อย ถ้าส่วนประกอบเป็นชนิดชิ้นเล็กๆ เช่น อิฐ บล็อก และจะเสียเวลามากที่สุด ถ้าเป็นส่วนประกอบชิ้นใหญ่ๆ เช่น ประตูหน้าต่าง ชิ้นส่วนพื้น ผนัง นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงชิ้นส่วนที่ไม่ตามพิกัดขนาดใหญ่อื่นๆ เช่น พื้น ฝา ผนัง คาน เสา ส่วนการใช้ชิ้นส่วนที่ไม่ได้พิกัดเป็นชิ้นส่วนรับน้ำหนัก ควรจะพิจารณาเป็นขั้นสุดท้ายในการวางผัง

5. **การทำแบบสำหรับก่อสร้างอาคารพิกัด** (Drawing for a modular building job)

5.1 **แบบร่างขั้นต้น** (First Rough Sketches)

ในการออกแบบก่อสร้างโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดนั้น แบบร่างครั้งแรกของงานออกแบบขั้นนี้ จำเป็นต้องร่างบนตารางพิกัดที่กำหนดใช้ก่อนการวางผัง ในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจดูความเหมาะสมในการวางผังตามแบบนั้นๆ ว่าจะสามารถใช้สอยได้สมบูรณ์ตามความต้องการเพียงใด เช่น เนื้อที่สำหรับวางเครื่องตกแต่ง ในกรณีนี้ ส่วนต่างๆของอาคารที่เห็นได้จากแบบร่าง จะอยู่ในรูปแบบร่างที่มีเส้นเดี่ยวๆแต่เพียงอย่างเดียว หากได้สังเกตด้วยกฎเกณฑ์ต่างๆตามวิธีออกแบบทางพิกัดแล้ว การเปลี่ยนแปลงของมิติจะมีผลมาจาก พ. หรือผลคูณของ พ.

5.2 **แบบรายละเอียด** (Modular Details)

เมื่อได้วางแบบร่างเบื้องต้นสำหรับงานโครงการขั้นต้นแล้ว งานต่อไปที่จะต้องทำคือแบบขยายรายละเอียดของส่วนประกอบอาคาร วิธีออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดนั้นเมื่อได้วางแบบร่างเบื้องต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพิจารณาแบบรายละเอียดต่อไปอย่างรวดเร็ว และผลเหล่านี้หลังจากที่ได้นำไปผลิตตามขนาดขึ้นแล้ว แบบรายละเอียด (Details) จะต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างอื่นๆต่อไป

ในสภาวะของอุตสาหกรรมใหม่ๆ ซึ่งต้องพัฒนาวิธีออกแบบเป็นระบบประสานทางพิกัดจำเป็นต้องหาขอบเขตการใช้ส่วนประกอบว่ามีเพียงใด ดังนั้นการดำเนินงานขั้นรายละเอียดโครงการ ควรจะต้องมีการค้นคว้าความต้องการทางด้านวิชาการด้วย และควรยึดถือผลของการแก้ปัญหาทางด้านวิชาการที่ถูกต้องอยู่แล้ว

รายละเอียดทางพิกัดประกอบด้วยเส้นตาราง ซึ่งใช้อ้างอิงรายละเอียดทางพิกัดของแบบร่างเบื้องต้น เมื่อทำรายละเอียดทางพิกัดทั้งหมดเสร็จแล้ว จึงจะวางผังแบบร่างเบื้องต้นอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแสดงส่วนต่างๆของอาคารตรงมิติ

5.3 **แบบสรุป**

เพื่อความสะดวกในการพิจารณาขอบเขตการใช้ส่วนประกอบทางพิกัด จำเป็นต้องเขียนแบบขั้นแก้ไขปรับปรุงแบบร่าง เรียกว่า แบบสรุป และแบบสรุปนี้จะช่วยในการเตรียมงานเขียนแบบก่อสร้างในขั้นต่อไป รวมทั้งเป็นหลักในการดำเนินงานก่อสร้างอาคารให้เป็นไปตามวิธีการออกแบบการประสานทางพิกัดด้วย

5.4 แบบขยายรายละเอียด แบบติดตั้ง

การเขียนแบบในขั้นนี้ไม่ใช้ตารางพิกัด การวัดระยะทางพิกัด ให้ใช้เส้นอุเทศ (Reference Lines) มิติเป็นมิลลิเมตร

มิตินิยม (Preferred Dimensions)

ในระบบการประสานทางพิกัด การใช้พิกัดทวีคูณที่แน่นอนในการออกแบบ เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า "มิตินิยมตามพิกัด" ในเวลาเดียวกัน การกำหนดมิตินิยมสำหรับการผลิตก็มีความสำคัญมาก เพราะจำเป็นจะต้องกำหนดให้ค่าของมิตินิยมสามารถนำไปใช้งานได้สะดวก ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ มิตินิยมที่จะนำไปใช้จึงควรกำหนดเป็นมาตรฐานไว้

โดยทั่วไปถ้ามิติที่ใช้มีค่าน้อยกว่า 1-2 เมตร มิตินิยมที่ใช้ คือ 2พ 3พ 4พ 5พ และ 6พ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นการเพิ่มโดยสม่ำเสมอทีละ 100 มม. หรือ 1พ แต่ถ้ามิติที่ใช้มีค่ามากกว่า 2-3 เมตรขึ้นไป ควรมีการกำหนดมิติอีกแบบหนึ่ง โดยพิจารณารวมไปถึงประโยชน์ใช้สอยในอาคาร การติดตั้ง และแม้แต่วิธีการผลิตในโรงงาน การขนย้าย หรืออาจกล่าวได้ว่า มิตินิยมที่จะกำหนดสำหรับมิติที่มีค่ามากนี้ จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงการยืดหยุ่นในงานวางผังและการออกแบบให้มากที่สุด และคำนึงถึงขนาดส่วนประกอบอาคารไม่ควรกำหนดให้มีมากขนาดเกินความจำเป็น เพราะจะไม่เป็นการประหยัด แต่ในบางกรณี มิตินิยมอาจพิจารณาจากเทศบัญญัติเป็นหลักก็ได้

ระบบมิตินิยม (System of Preferred Dimension)

เพื่อให้มิตินิยมที่กำหนดขึ้นใช้ในแต่ละงานมีความสัมพันธ์ จึงจำเป็นต้องกำหนดระบบขึ้นมาระบบหนึ่ง เรียกว่า ระบบมิตินิยม ซึ่งได้มีผู้กำหนดระบบขึ้นมาหลายระบบ แต่มีการกำหนดมิตินิยมที่มีค่ามาจากพิกัดทวีคูณ = 3พ เพื่อช่วยในการกำหนดมิตินิยมขนาดใหญ่ในงานก่อสร้างอาคาร เช่น การใช้มิติทางนอนในโครงสร้างอาคาร และระบบมิตินิยมเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เห็นว่าควรมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. มิติทุกมิติควรเป็นผลคูณของ 3พ
2. ขนาดทั้งหมดที่ใช้สามารถแบ่งเป็นขนาดย่อยได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
3. ขนาดต่างๆเหล่านี้ จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยขนาดที่ใหญ่กว่าอาจมาจากผลคูณหรือผลบวกของขนาดที่เล็กๆหลายชิ้น เป็นต้น
4. ขนาดที่แบ่งย่อย ควรมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ระบบนี้มีหลักมาจากการเพิ่มทวีคูณอย่างง่าย เช่น 3พ x 1, 3พ x 3, 3พ x 5, 3พ x 7 เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 วัสดุก่อสร้างในระบบประสานทางพิกัด

1. วัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นวัสดุโครงสร้างในระบบประสานทางพิกัด [5]

วัสดุแต่ละชนิดมีขอบข่ายความสามารถในการรับน้ำหนัก และแรงประเภทต่างๆ แตกต่างกัน ฉะนั้นการใช้วัสดุกับอาคารขนาดใด จำนวนชั้นของอาคาร และระบบโครงสร้างอย่างใด จำเป็นต้องอยู่ในการพิจารณาขั้นพื้นฐานก่อน ก่อนที่จะเริ่มการออกแบบแผนผังอาคารทุกประเภท โดยเฉพาะในระบบการประสานทางพิกัดที่มีการออกแบบการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป

วัสดุแต่ละชนิด มีธรรมชาติและคุณสมบัติแตกต่างกัน การออกแบบข้อต่อ หรือรอยต่อ (Connection Joint) และแนวต่อของการก่อสร้าง (Construction Joint) ผู้ออกแบบจำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ วิธีการก่อสร้างที่ถูกต้องของวัสดุนั้นๆ ตลอดจนอุปกรณ์ในการก่อสร้าง และเครื่องมือหรือเครื่องกล (Hand Tools or Machine Tools) ที่จะใช้ในการก่อสร้าง ผู้ออกแบบจึงสามารถออกแบบอาคารในระบบประสานทางพิกัด และสำเร็จรูปได้โดยสมบูรณ์

ตารางที่ 2.1 แสดงวัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นวัสดุโครงสร้างในระบบประสานทางพิกัด

Materials	Frames	Post & Lintel	Load Bearing	Light Construction	Heavy Construction
Wood	✓	✓	✓	✓	✓
Aluminum	✓	✓	–	✓	–
Steel	✓	✓	–	✓	✓
Bearing Brick	–	–	✓	–	✓
Bearing Hollow Block	–	–	✓	–	✓
Cut Stone	–	✓	✓	–	✓
Plain Concrete	–	✓	✓	–	✓
Reinforced Concrete	✓	✓	✓	✓	✓
Bearing Brick Combined with Other Materials	–	✓	✓	✓	✓
Bearing Hollow Block Combined with Other Materials	–	✓	✓	✓	✓

[5] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, Modular Design & Structural System, เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ (กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520), หน้า 13.

2. วัสดุสำเร็จรูปชนิดต่างๆในระบบประสานทางพิกัด

วัสดุสำเร็จรูปชนิดต่างๆในระบบประสานทางพิกัดในอาคาร สามารถแบ่งออกตามโครงสร้างอาคารและส่วนต่างๆของอาคารดังนี้

2.1 วัสดุก่อผนัง

2.2 วัสดุปูพื้นและผนัง

2.3 วัสดุฝ้าเพดาน

2.4 วัสดุมุงหลังคา

2.5 พื้นสำเร็จรูปและผนังสำเร็จรูป

2.1 วัสดุก่อผนัง

หมายถึงวัสดุแท่งที่ใช้ก่อผนัง กำแพง วัสดุที่ใช้ในการผสมวัสดุก่ออาจเป็นทรายหรือทรายผสมกับหินย่อยเล็กๆผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ การรวมตัวของสารต่างๆดังกล่าวจะเกิดปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นวัสดุประสานร่วมกับแรงอัดอย่างเดียว

วัสดุก่อผนังเป็นชิ้นส่วนที่ใช้มากที่สุดของวัสดุประกอบอาคาร เนื่องจากใช้กั้นเนื้อที่ใช้สอยภายในและภายนอกอาคาร วัสดุก่อมีหลายชนิดหลายขนาดแล้วแต่วัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตในท้องถิ่นนั้น เช่น อิฐ ดินซีเมนต์บล็อก คอนกรีตบล็อก ศิลาแลงบล็อก ดินบล็อก อิฐแก้ว อิฐมวลเบา และอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก โดยขนาดของวัสดุก่อเมื่อเทียบกับระบบประสานทางพิกัดแล้ว จำเป็นต้องพิจารณาเลือกใช้แต่วัสดุก่อผนังที่สามารถเข้าระบบได้เท่านั้น

2.2 วัสดุปูพื้นและผนัง

วัสดุปูพื้นเป็นผิวสุดท้ายของงานสถาปัตยกรรม ให้ความสวยงามแก่พื้นผิว วัสดุปูพื้นมีหลายชนิดด้วยกัน ทั้งที่เป็นวัสดุจากธรรมชาติโดยตรง เช่น แผ่นหินอ่อน ซึ่งนิยมใช้มาตั้งแต่โบราณ หรือกระเบื้องปูพื้นดินเผา ไม้แผ่นเล็กๆนำมาติดกาวเข้าด้วยกันซึ่งเรียกว่าไม้ปาร์เก้หรือพวกโมเสกไม้ นอกจากวัสดุจากธรรมชาติโดยตรงแล้ว ในปัจจุบันยังนิยมใช้วัสดุซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ทางเคมี เช่น กระเบื้องยาง ลิโนเลียม กระเบื้องไวนิล แอสเบสตอส วัสดุเหล่านี้เหมาะกับการใช้งานในสถานที่ต่างๆกันไป แล้วแต่คุณสมบัติ ขนาดราคาที่เหมาะสม

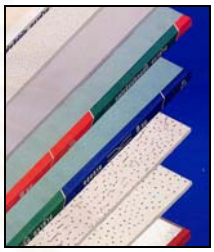
วัสดุปูพื้นที่นิยมมาใช้ในระบบประสานทางพิกัดมักเป็นวัสดุประเภทกระเบื้อง เนื่องจากมีขนาดที่เป็นชิ้นส่วนเล็กมีขนาดมูลฐานที่แน่นอน เช่น กระเบื้องเซรามิก เป็นกระเบื้องที่นำดินมาเผาด้วยความร้อนสูง โดยนำดินและส่วนผสมอัดแน่นเป็นแผ่นด้วยเครื่องอัด ผึ่งให้แห้งและเอาเข้าเตาเผา กระเบื้องเซรามิกนิยมใช้ในผนัง พื้นห้องน้ำ ห้องเตรียมอาหาร ห้องครัว

กระเบื้องเซรามิกชนิดนี้มีขนาดต่างๆ เช่น 100x100, 100x200, 200x200, 300x300, 400x400 มม. การเลือกใช้จำเป็นต้องคำนวณหาขนาดของพื้นที่ให้ลงตัวกับจำนวนกระเบื้องที่จะใช้ โดยเทียบขนาดเป็นระบบประสานทางพิกัดได้ คือ 1พx1พ, 1พx2พ, 2พx2พ, 3พx3พ, 4พx4พ

2.3 วัสดุฝ้าเพดาน

ส่วนใหญ่เป็นวัสดุแผ่นใหญ่ ใช้ทำฝ้าเพดาน ผนังภายใน ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนและดูดซับเสียง เช่น ไม้อัด กระเบื้องแผ่นเรียบ ซีโลเทกซ์ ทีโกบอร์ด แอคูสติกบอร์ด เฟโนบอร์ด เซลโลกรีต เมชั้นไนต์ และยิปซั่มบอร์ด วัสดุเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีความกว้างประมาณ 1200 มม. และยาว 1200 มม. หรือ 2400 มม. เว้นผลิตภัณฑ์จำพวก ซีโลเทกซ์, ทีโกบอร์ด จะมีขนาด 4x8 ฟุต ซึ่งอาจมีขนาดไม่เท่ากับ 1200 มม. หรือ 2400 มม. พอดี โดยวัสดุแผ่นใหญ่นี้ มีหน่วยเล็กสุดที่ 600 มม. เป็นหน่วยมูลฐาน

มีขนาดในระบบประสานทางพิกัดดังนี้ คือ 6พx6พ, 12พx12พ, 12พx24พ



ภาพที่ 2.11 แสดงแผ่นยิปซัมบอร์ดลักษณะต่างๆกัน มีความหนา 9 และ12 มม.

2.4 วัสดุมุงหลังคา

หลังคาเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของอาคาร หลังคาทำหน้าที่กันแดดกันฝน พายุหิมะ แสงสว่าง และภัยจากธรรมชาติอีกหลายประการ การใช้วัสดุมุงหลังคาต่างย่อมทำให้เกิดความแตกต่างกันในโครงสร้างหลังคา มุมเอียงของหลังคา และวัสดุยึดหลังคาก็จะแตกต่างกันไปด้วย เช่นหลังคาที่ใช้กระเบื้องแผ่นเล็กๆ ความลาดเอียงของหลังคาก็ต้องมีมากขึ้นไปด้วย เพื่อให้น้ำฝนไหลลงไปได้สะดวก หรือในทางตรงกันข้าม ถ้าใช้กระเบื้องขนาดใหญ่ที่เป็นลอนก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ความลาดเอียงของหลังคามากเท่ากระเบื้องแผ่นเล็กๆ

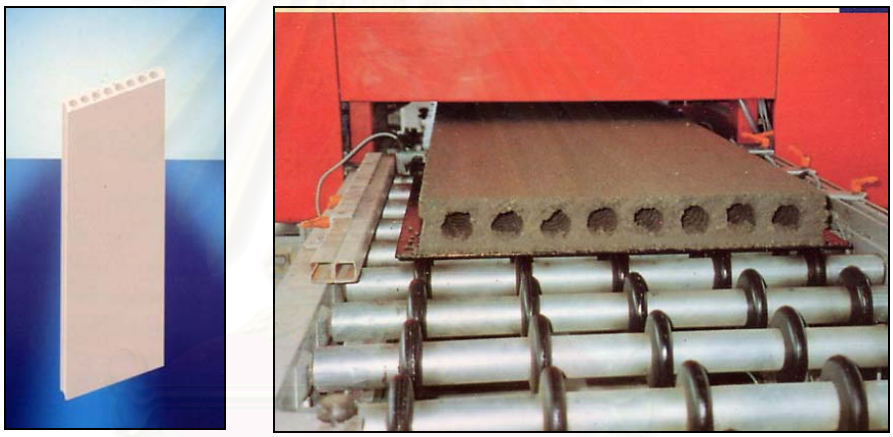
วัสดุมุงในระบบอุสาหกรรม เช่น กระเบื้องดินเผา กระเบื้องซีเมนต์ กระเบื้องคอนกรีต กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน กระเบื้องพลาสติก สังกะสีลูกฟูก แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ ขนาดของกระเบื้องแต่ละชนิดมีขนาดที่แน่นอน แต่แต่ละชนิดไม่ได้ลงตามระบบประสานพิกัด เนื่องจากหลังคามีความลาดชันไม่เท่ากัน การใช้ระบบประสานกับหลังคาจึงยังไม่เหมาะกับสภาพปัจจุบัน

ภาพที่ 2.12 แสดงหลังคาลูกฟูกลอนเล็ก และกระเบื้องหลังคาคอนกรีต ซีแพคโมเนีย

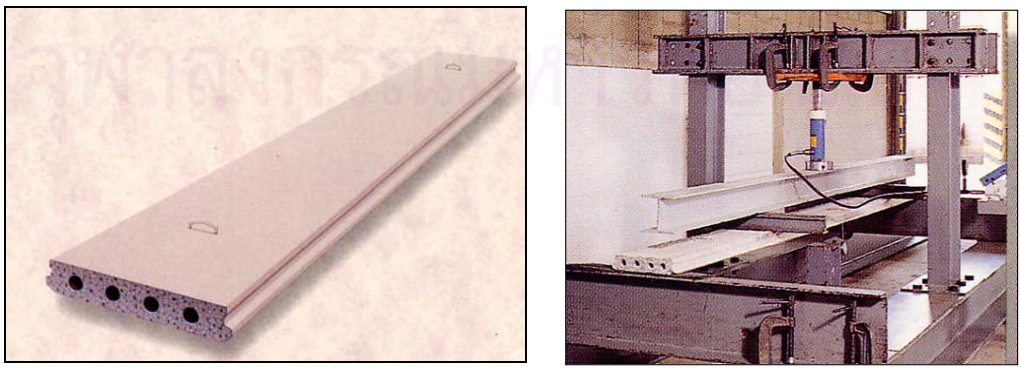
2.5 พื้นสำเร็จรูปและผนังสำเร็จรูป

เป็นชิ้นส่วนประกอบอาคารที่มีขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่ผลิตจากคอนกรีต ทั้งที่อัดแรงและไม่อัดแรง ทำให้งานก่อสร้างประหยัดเวลา ประหยัดไม้แบบ อีกทั้งงานที่ออกมายังมีมาตรฐานและความประณีตสวยงาม ขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปมีความกว้างโดยเฉลี่ย 300 มม., 600 มม. และ 1200 มม. ความยาวมีตั้งแต่ 2500, 2750, 3000 - 6000 มม. หรือมากกว่านี้ได้แต่ต้องสั่งจากโรงงาน หรือขึ้นอยู่กับชนิดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดนั้นๆ

พื้นและผนังสำเร็จรูปนับว่ามีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ในการออกแบบอาคารระบบประสานทางพิกัด เพราะจะต้องออกแบบโครงสร้างเสาและคานให้มารับแผ่นสำเร็จนี้ ทำให้พื้นที่ภายในอาคารมีพิกัดจากหน่วย 300 และ 250 มม. (ผลคูณของ 250 มม. ตั้งแต่ 2500 มม.ขึ้นไป) ด้านใดด้านหนึ่ง



ภาพที่ 2.13 แสดงผนังสำเร็จรูปของเครือซีเมนต์ไทย

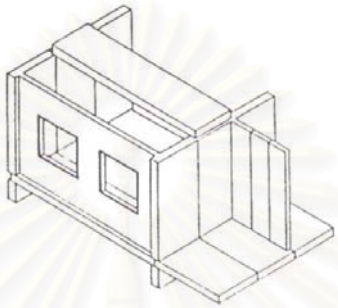


ภาพที่ 2.14 แสดงแผ่นพื้นสำเร็จรูป

2.8 ระบบโครงสร้างรูปแบบต่าง ๆ

1. ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)

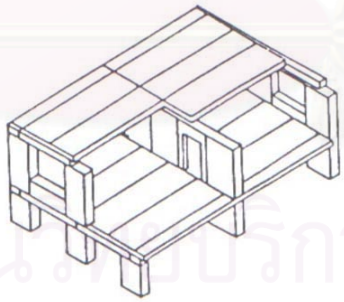
การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือการถ่ายเทแรงจากพื้นลงสู่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆกันด้วย นอกจากนี้แผ่นผนังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่สำคัญของอาคารในการต้านทานแรงลมได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคาน



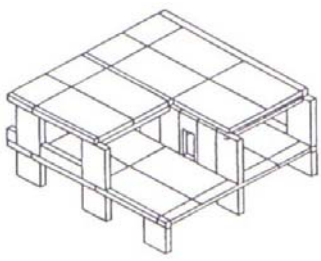
ภาพที่ 2.15 แสดงระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก
ซึ่งวัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด

ระบบการวางผนังรับน้ำหนัก มี 3 วิธี คือ

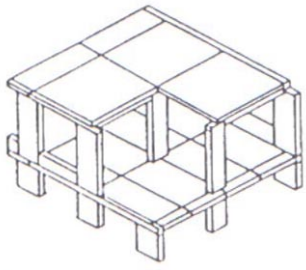
1.1 ระบบการวางแนวผนังรับน้ำหนักไปในทิศทางแนวเดียวกับความยาวของอาคาร เรียกว่า **Long – wall System** (ระบบผนังตามยาว)



ภาพที่ 2.16 แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long – wall (ระบบผนังตามยาว)



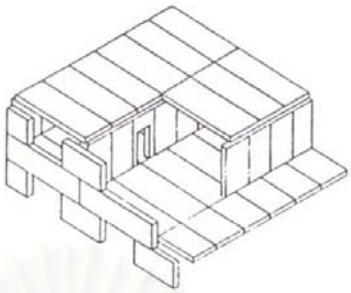
ระบบของ Moscow



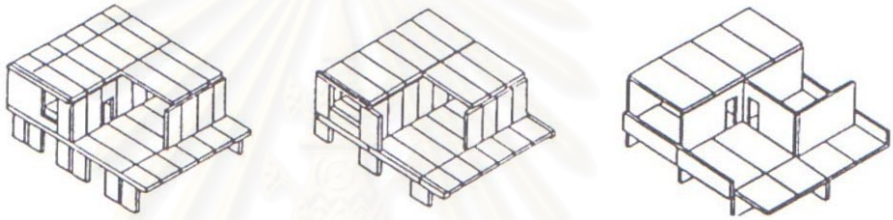
ระบบของ Czecho Slovakia

ภาพที่ 2.17 แสดงการวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long – wall (ระบบผนังตามยาว)
ซึ่งใช้คานถ่ายน้ำหนักจากพื้นมาสู่กำแพง

1.2 ระบบการวางแผ่นผนังรับน้ำหนักให้ขวางกับความยาวของอาคาร เรียกว่า **Cross – wall System** (ระบบผนังตามขวาง)



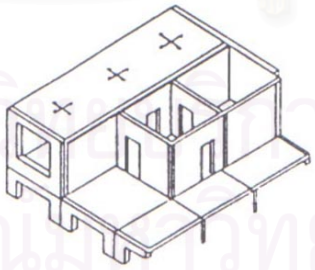
ภาพที่ 2.18 แสดงระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Cross – wall (ระบบผนังตามขวาง) และแสดงการวางผนังด้านหน้าให้ช้อนรับน้ำหนักกันเอง



ผนังวางอยู่บนพื้น ผนังวางอยู่บนคานเสริมพิเศษ ผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างของ

ภาพที่ 2.19 แสดงระบบโครงสร้างแบบ Cross – wall (ระบบผนังตามขวาง) ซึ่งสามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี

1.3 ระบบที่วางผนังรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว เรียกว่า **Two – way Span System** (ระบบผนังสองทิศทาง)



ภาพที่ 2.20 แสดงระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก แบบ Two – way Span (ช่วงพาดสองทิศทาง) ซึ่งเป็นอาคารพักอาศัยในประเทศโปแลนด์

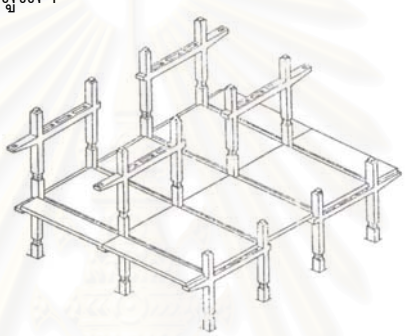
ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะได้ระบบพื้นที่ประหยัดแล้ว ก็คือ ระบบนี้จะเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่นๆ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอาคารที่เป็นโครงสร้างในทุกๆแนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญก็คือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบมากกว่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

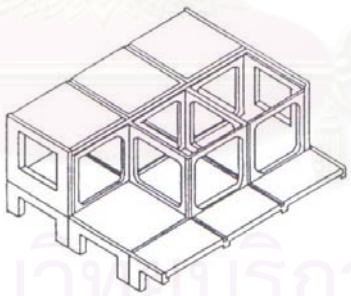
ปกติ เช่น ไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอดได้ วิธีการแก้ไขปัญหาก็คือ จำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วย ในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง

2. **ระบบเสาและคาน** (Skeleton Frame or Column and Beam)

ระบบนี้ก็คือระบบโครงสร้างที่รู้จักกันและใช้กันแพร่หลาย จนเกือบจะเป็นระบบแบบเดียวที่ใช้กันในประเทศไทย แม้กระทั่งในบางอาคารที่สามารถใช้โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนักได้ประหยัดกว่าระบบอื่น เช่น อาคารบ้านแถว ก็ยังคงใช้ระบบเสาและคานเป็นส่วนใหญ่ ระบบเสาและคานนิยมใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ใช้สอยให้ผ่านถึงกันได้ตลอด เช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน โรงเรียน เป็นต้น หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคาน ก็คือการรับน้ำหนักจากพื้นลงสู่คาน จากคานส่งน้ำหนักลงสู่เสา



ภาพที่ 2.21 แสดงโครงสร้างแบบเสาและคานที่ใช้ในประเทศโปแลนด์

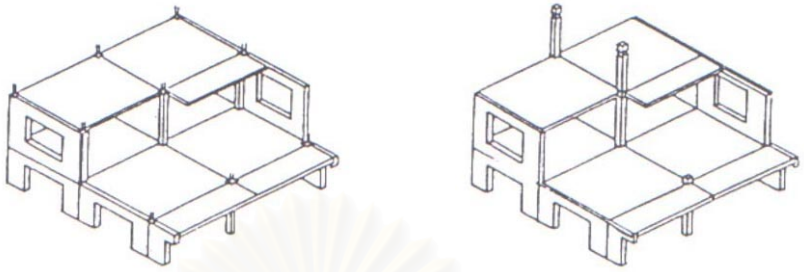


ภาพที่ 2.22 แสดงระบบกรอบกลวง (Ring – frame)

3. **ระบบเสาและแผ่นพื้น** (Beamless Skeleton)

ระบบโครงสร้างชนิดนี้ แผ่นพื้นจะวางไปบนเสาโดยตรงโดยไม่ต้องมีคาน เช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายของเสาเพียง 4 จุดนั้น จะต้องการความหนาและปริมาณเหล็กในคอนกรีตมากเป็นพิเศษกว่าแผ่นพื้นชนิดอื่นๆทั้งหมด แต่จะได้ประโยชน์ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบและติดตั้ง เนื่องจากสามารถตัด

องค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญไปได้ 1 ส่วน นั่นคือคาน โดยพื้นจะถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนคาน เพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรที่จะมีการคำนวณความต้านทานแรงลมเป็นพิเศษ

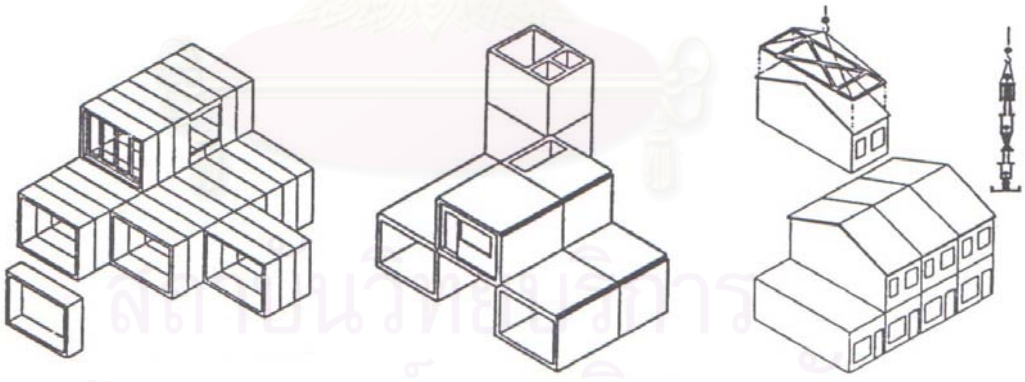


ใช้เสาเป็นส่วนรับน้ำหนักทั้งหมด ใช้เสาและผนังช่วยกันรับน้ำหนัก

ภาพที่ 2.23 แสดงโครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น

4. **ระบบกล่อง** (Box System)

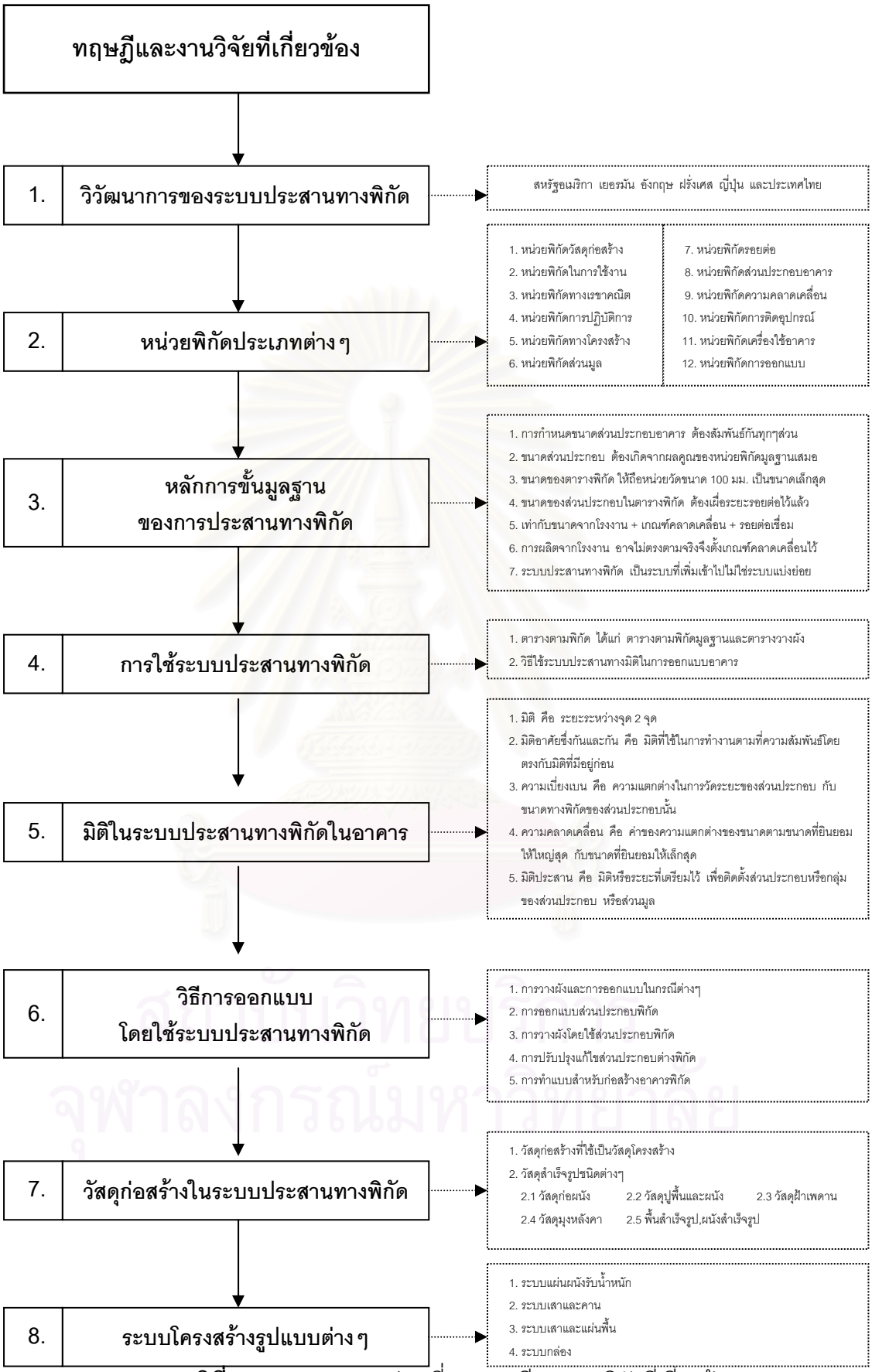
ระบบนี้เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้น และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซียเอง ชิ้นส่วนต่างๆจะถูกประกอบหรือหล่อขึ้นเป็นกล่อง 3 มิติ ขนาดเท่ากับห้อง 1 ห้อง จากนั้นก็จะมีการตกแต่งภายใน ติดอุปกรณ์ไฟฟ้าประปาต่างๆเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงาน แล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงกันเป็นชั้นๆในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง นับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงานและเวลาที่ต้องใช้ในบริเวณก่อสร้างได้มากที่สุด มากกว่าระบบใดๆในปัจจุบัน



Small Module Box Intermediate Module Box Total System

ภาพที่ 2.24 แสดงโครงสร้างระบบกล่อง

Box System ถือได้ว่าเป็นระบบที่เข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้น แม้กระทั่งการปูพรมพื้น ประดับรูปภาพที่ผนัง ฯ ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมากขึ้น ทำให้ขนส่งลำบากมาก ต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษ และนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงการสรุปบทที่ 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในเรื่องนี้ เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด โดยอาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆที่ผลิตขายโดยทั่วไปในท้องตลาด ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

3.7 การสรุปผล ออกแบบ และเสนอแนะ

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

หลังจากการกำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องและใช้ในการวิจัย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. โดยการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้อง และศึกษาข้อมูลจากเอกสารของสถาบันฯ ในการสัมภาษณ์บุคลากรนั้น จะเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่รับผิดชอบโครงการพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปนี้โดยตรง โดยสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเหตุผลในการออกแบบขนาดของชิ้นส่วนที่ต้องเป็น Modular Size และสามารถใช้ได้ทั่วไป (Open System) เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย

ในการนี้ผู้วิจัยได้ติดต่อนัดหมายและขอเข้าพบพร้อมโครงร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำปรึกษาและพิจารณาประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะแนวทาง

เพิ่มเติม ซึ่งได้รับความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิจาก วท. จำนวน 2 ท่าน และยังติดต่อเพื่อขอข้อมูลเพิ่มเติมและขอคำปรึกษาเป็นระยะๆตลอดการทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องนี้

2. การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

ในการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ

2.1 ศึกษาข้อมูลทางด้านทฤษฎีและหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัดจากหนังสือ บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากสื่อสิ่งพิมพ์อื่นๆที่น่าเชื่อถือและสามารถอ้างอิงได้ เป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลมาใช้อ้างอิงในการดำเนินการวิจัย และใช้อ้างในบทสรุปเพื่อให้ผลการดำเนินการวิจัยน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2.2 ศึกษาข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป จากเอกสารแนะนำสินค้าของบริษัทผู้ผลิตวัสดุก่อสร้างที่ได้มาตรฐานในการผลิต รวมถึงหนังสือและเอกสารต่างๆที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาข้อมูลวัสดุให้ครบในทุกระบบของการก่อสร้างที่กำหนดไว้ เพื่อนำข้อมูลในเรื่องของขนาดวัสดุและระยะที่ใช้ในการติดตั้ง มาใช้ในการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้เลือกชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. มาใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด เนื่องจากสาเหตุหลายประการ คือ

1. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ครบตามระบบการก่อสร้างที่เกี่ยวข้องทั้งระบบโครงสร้าง ระบบพื้น ระบบผนัง และระบบเพดาน
2. ขนาดของชิ้นส่วนออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดให้เข้ากับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆที่ผลิตขายทั่วไปในท้องตลาด
3. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นระบบเปิด (Open System) สามารถใช้ได้ทั่วไปกับโครงสร้างและวัสดุก่อสร้างอื่นๆ
4. เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดเล็กที่มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายและประกอบติดตั้งได้ด้วย 2 แรง (คน)
5. ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆในการขนย้ายและประกอบติดตั้ง นอกจากเครื่องช่วยง่ายๆที่สามารถจัดทำขึ้นได้ในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง
6. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปผลิตโดยใช้ซีเมนต์เป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งเหมาะสมกับประเทศไทยที่มีการผลิตเพียงพอต่อการใช้งานก่อสร้างอาคาร
7. ขนาดของชิ้นส่วนสามารถปรับระยะของแบบหล่อได้ตามการออกแบบ เพื่อให้เข้ากับระบบประสานทางพิกัด เนื่องจากอยู่ในขั้นโรงงานนำทาง และทดลองการผลิตอยู่

8. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. เป็นโครงการที่มุ่งพัฒนาตัวชิ้นส่วน และนำไปสร้างเป็นเพียงอาคารทดลอง แต่ยังขาดการออกแบบเพื่อนำไปใช้สร้างอาคารจริงทั้งหลัง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. เพื่อนำมาวิเคราะห์และใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด เครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยนั้น จึงต้องตอบรับกับการเก็บข้อมูลโดยการสังเกต การสอบถาม การถ่ายรูปแสดงขั้นตอนงานที่สำคัญ การสเก็ตช์ภาพแล้วนำกลับมาเขียนแบบเพื่อแสดงรายละเอียดชิ้นส่วนและรอยต่อที่สำคัญ รวมถึงการเก็บบันทึกข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ โดยแบ่งชัดเจนตามระบบการก่อสร้างที่กำหนดไว้ เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลรายละเอียดที่ครบถ้วนนอกเหนือจากข้อมูลจากเอกสารของทางสถาบันฯเท่านั้น

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. **การเก็บข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.**

ในส่วนของข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. นั้น ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสังเกต การถ่ายภาพ การสอบถาม และสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป รูปแบบและขนาดของชิ้นส่วน เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการติดตั้ง รวมถึงการนำชิ้นส่วนขึ้นติดตั้งบริเวณอาคารทดลอง โดยแบ่งตามระบบการก่อสร้าง ดังนี้

1.1 ระบบผนัง ได้แก่

- อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค และเสาเอ็นคอนกรีต (Interlocking concrete block & Connection cube)
- ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ (Precast concrete wall)
- ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป (Hollow core concrete wall)
- ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป (Precast concrete wall for bathroom)
- วงกบและกรอบบาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป (Reinforced concrete window frame)

1.2 ระบบพื้น ได้แก่

- พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป
- ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป

1.3 ระบบโครงสร้าง ได้แก่

- เสา - คานกึ่งสำเร็จรูป
- แบบหล่อคานสำเร็จรูป

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป

ในส่วนของข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของวัสดุ จากเอกสารแนะนำสินค้าของบริษัทผู้ผลิตวัสดุก่อสร้างที่ได้มาตรฐาน หนังสือและเอกสารต่างๆที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง รวมถึงการสอบถามข้อมูลต่างๆทั้งขนาดคุณสมบัติของวัสดุ ระยะที่ใช้ในการติดตั้ง และการดูตัวอย่างวัสดุกับตัวแทนของบริษัทผู้ผลิต โดยแบ่งประเภทของวัสดุตามระบบการก่อสร้างอาคารที่กำหนดไว้เช่นเดียวกัน คือ

2.1 ระบบผนัง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ วัสดุก่อ
- วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุแผ่นใหญ่ วัสดุบุผนัง

2.2 ระบบพื้น แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ แผ่นพื้นสำเร็จรูป
- วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุปูพื้น

2.3 ระบบเพดาน คือ

- วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุบุเพดาน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. ตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ เป็นการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลว่ามีสิ่งใดขาดไปบ้างหรือยังมีรายละเอียดไม่ครบถ้วนชัดเจน ซึ่งถ้าพบว่าข้อมูลยังขาดในส่วนประเด็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม ก็จะต้องไปทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมให้ครบทุกประเด็นก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็นตามข้อมูลที่เก็บรวบรวม คือ

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยพิจารณาถึงหลักการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป รูปแบบและขนาดของชิ้นส่วน รายละเอียดของรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนประเภทต่างๆ

และระยะในการติดตั้งของอาคารทดลองสร้าง เพื่อนำผลจากการวิเคราะห์นี้ไปใช้ในการออกแบบบ้านแถวในระบบประสานทางพิกัดต่อไป

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลวัสดุก่อสร้าง โดยเสนอเป็นตารางเปรียบเทียบวัสดุระหว่างขนาดในระบบ Metric และขนาดในระบบ Modular ซึ่งจะแบ่งการวิเคราะห์ตามระบบการก่อสร้างที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้จะใช้ในบทวิเคราะห์แนวทางการออกแบบต่อไป

3. การทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด

การสร้างอาคารทดลองในระบบประสานทางพิกัดนั้น เป็นการทดสอบตัวอย่างของวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปที่ผลิตขายโดยทั่วไป โดยอ้างอิงจากการวิเคราะห์ข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป วัสดุที่เลือกนำมาทดลองสร้างจะเลือกพิจารณาเฉพาะชนิดที่ได้มาตรฐานการผลิต และขนาดวัสดุก็จะเลือกจากชนิดที่มีการผลิตออกมาขายโดยเฉลี่ยมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นวัสดุก่อสร้างที่บ้านแถวจัดสรรในปัจจุบันนิยมเลือกนำมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง

หลังจากการทดลองสร้างอาคารเสร็จแล้ว จะวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในส่วนนี้ โดยสรุปเป็นตารางเปรียบเทียบแสดงถึงปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารทดลอง รวมถึงการแนะแนวทางแก้ไขในกรณีที่เป็นการสร้างอาคารจริง เพื่อนำผลการวิเคราะห์นี้ไปใช้ร่วมกับการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบด้านต่างๆต่อไป

3.6 การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

ขั้นตอนต่อไปหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จะเป็นการดำเนินการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบ โดยแยกพิจารณาในประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. วิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

เพื่อหาขนาดพื้นที่ของบ้านแถวที่เล็กที่สุดตามที่กฎหมายกำหนด รวมถึงรายละเอียดต่างๆที่จำเป็นต่อการออกแบบ ซึ่งจะใช้เป็นเกณฑ์ต่ำสุดของขนาดที่สามารถใช้ในการออกแบบได้

2. วิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร

เพื่อหาขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละส่วนสำหรับผู้อยู่อาศัยในบ้านแถว โดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติ เปรียบเทียบกับพื้นที่ใช้สอยตามพิกัดมูลฐาน

3. วิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป

เพื่อหาขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆในแต่ละระบบการก่อสร้าง โดยเป็นขนาดที่นำไปใช้ออกแบบบ้านแถวในระบบประสานทางพิกัด

4. วิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ

เพื่อหาผังตารางพิกัดที่จะใช้ในการออกแบบ ซึ่งเหมาะสมกับขนาดพิกัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบจากผังตารางพิกัดรูปแบบต่างๆ

3.7 การสรุปผล ออกแบบ และเสนอแนะ

1. การสรุปผล

หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยแล้ว ต่อไปก็เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบ ซึ่งจะสรุปผลการวิจัยโดยการใช้ผลการวิจัยเป็นประเด็นหลักในการสรุปผล และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากทฤษฎี แนวความคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อให้น้ำหนักของการสรุปผลมีความน่าเชื่อถือ สุดท้ายแล้วบทสรุปจะได้แนวทางในการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ

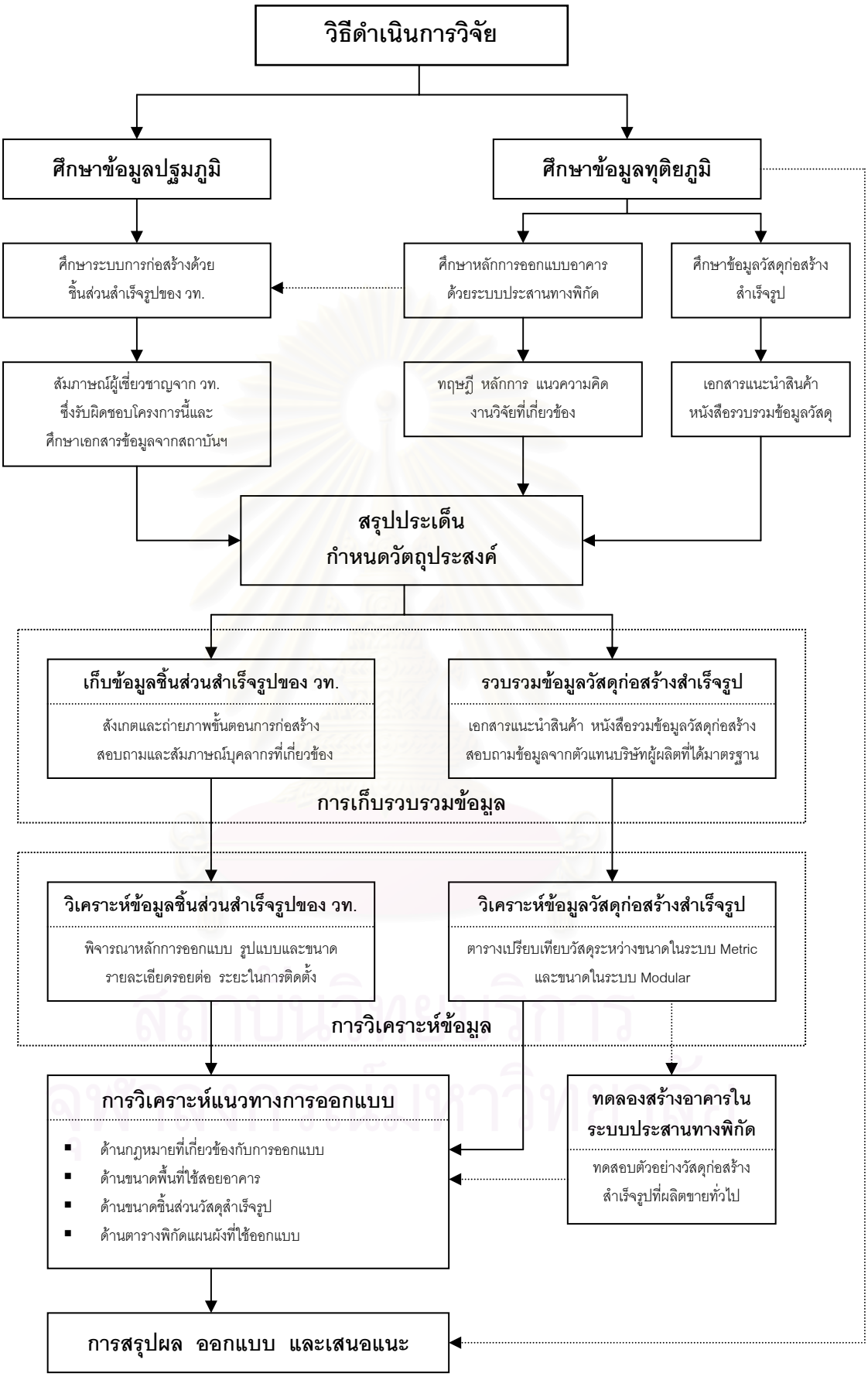
2. การออกแบบ

เมื่อได้แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัดแล้ว จึงนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบบ้านแถวตัวอย่าง โดยมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมายและขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

3. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในที่นี้จะเป็นการเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการทำการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ โดยแบ่งเป็นด้านต่างๆ ได้แก่ ข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด ข้อเสนอแนะสำหรับการเผยแพร่ระบบประสานทางพิกัดแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงการสรุปบทที่ 3. วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ข้อมูลรายละเอียดการออกแบบ

การวิจัยในบทนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลรายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปชนิดอื่นๆที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ โดยแสดงข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง ระยะที่ใช้ในการประกอบติดตั้ง รวมไปถึงรายละเอียดของรอยต่อต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ประกอบด้วยหัวข้อหลัก 3 ข้อใหญ่ ดังนี้

4.1 รายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.

4.2 รายละเอียดวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ

4.3 รายละเอียดการทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด

4.1 รายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. เป็นการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการก่อสร้างในส่วนที่ยังคงใช้วิธีการแบบดั้งเดิมไปสู่ระบบสำเร็จรูป โดยอาศัยระบบประสานทางพิกัด (Modular Coordination) มาเป็นหลักในการออกแบบชิ้นส่วน และจัดระบบในการประกอบติดตั้ง ซึ่งสามารถนำไปใช้ก่อสร้างในระบบเปิด (Open system) ได้ โดยสามารถแบ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามระบบของการก่อสร้างเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. ระบบผนัง
2. ระบบพื้น
3. ระบบโครงสร้าง

1. ระบบผนัง

เป็นการพัฒนางานระบบผนัง และชิ้นส่วนย่อยที่ใช้งานร่วมกับงานระบบผนัง ซึ่งรวมถึงการออกแบบขนาด ระยะในการติดตั้ง และจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยใช้ขนาดเทียบกับระบบประสานทางพิกัด เพื่อใช้ก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป ประกอบด้วย

1.1 อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค และเสาเอ็นคอนกรีต (Interlocking concrete block & Connection cube)

1.2 ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ (Precast concrete wall)

1.3 ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป (Hollow core concrete wall)

1.4 ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป (Precast concrete wall for bathroom)

1.5 วงกบและกรอบบาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป (Reinforced concrete window frame)

- **อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค และเสาเอ็นคอนกรีต** (Interlocking concrete block & Connection cube)

1. ข้อมูลรายละเอียดอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค และเสาเอ็นคอนกรีต

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นการพัฒนาคอนกรีตบล็อคขนาด 190 x 390 มม. หนา 70 มม. แบบดั้งเดิม ในแง่ของรูปลักษณะของตัวคอนกรีตบล็อค และการนำไปใช้งาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดราคา / ตารางเมตร ของผนังที่ก่อด้วยคอนกรีตบล็อค
2. เพื่อพัฒนาการใช้งานในแบบดั้งเดิมให้เป็นระบบผนังที่ชัดเจน ด้วยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปร่วมกับคอนกรีตบล็อค
3. ลดประเภทงาน ลดขั้นตอนการทำงาน ลดความสูญเสียทั้งด้านวัสดุและแรงงานที่เกิดขึ้น ณ ที่ก่อสร้าง

หลักการออกแบบ

1. พัฒนารูปแบบของคอนกรีตบล็อคแบบดั้งเดิม

เป็นการเปลี่ยนรูปแบบของคอนกรีตบล็อคแบบดั้งเดิม เพื่อพัฒนาเป็นคอนกรีตบล็อคแบบ Interlocking joint ซึ่งการพัฒนาในส่วนนี้จะช่วยลด

1.1 สามารถตัดค่าปูนก่อ (ปกติ = 26 บาท / ตารางเมตร)

1.2 ลดค่าแรงงานในการก่อ (ปกติ = 31 บาท / ตารางเมตร) เนื่องจากสามารถก่อได้รวดเร็วขึ้น

2. พัฒนาวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิม

เป็นการปรับและพัฒนาวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิมซึ่งใช้เสาเอ็น (งานไม้ + งานปูน + งานฉาบปูน) เป็น Frame ให้กับผนังคอนกรีตบล็อค โดยออกแบบ Connection cube ลักษณะต่างๆ ให้ทำหน้าที่เป็น Frame ให้กับผนังคอนกรีตบล็อค การใช้ Connection cube แทนการเทเสาเอ็น ณ ที่ก่อสร้าง จะเหลือประเภทงานเพียงอย่างเดียว คืองานปูน สามารถตัดงานไม้และงานฉาบผิวออกไปได้ และในงานคอนกรีตคานทับหลัง สามารถใช้ Connection cube วางตามนอนบนคอนกรีตบล็อคก้อนสุดท้าย ทำหน้าที่เป็น Formwork ให้กับงานคอนกรีตทับหลังได้ทันที

น้ำหนักต่อ 1 ก้อน

รูปลักษณะของคอนกรีตบล็อคที่ออกแบบและผลิต มีวัตถุประสงค์ที่จะให้ได้ใช้งานในการก่อเพื่อทดลองเฉพาะในส่วนของผิวปูนฉาบ ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการผลิต จึงออกแบบเป็น Solid

block ซึ่งจะหนักประมาณ 12.5 – 13.0 กก. / ก้อน ต่อจากนั้นสามารถที่จะผลิตเป็นแบบ Hollow core เช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อคที่ผลิตจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ซึ่งน้ำหนักของบล็อคจะเหลือประมาณ 7.5 – 8 กก. / ก้อน และสามารถออกแบบขนาดของ Block ให้เป็น Modular size ได้

แนวทางในการออกแบบ

1. ขนาดของคอนกรีตบล็อค

สามารถจะปรับขนาดจากขนาดคอนกรีตบล็อคที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด คือ 190 x 390 มม. หนา 70 มม. ให้เป็น Modular size โดยสอดคล้องกับ Basic module 300 มม. (Horizontal Increment) และ 200 มม. (Vertical Increment) ดังนั้นขนาดของคอนกรีตบล็อคที่ควรจะเป็น คือ 200 x 600 มม. หนักประมาณก้อนละ 9.75 – 10.50 กก. ซึ่งขนาดและน้ำหนักดังกล่าว มีความเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานก่อโดยใช้ทีมช่างก่อ (Crew) ปรกติเช่นการก่อแบบดั้งเดิม แต่จะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น (8.3 ก้อน / ตร.ม. กับ 12.5 ก้อน / ตร.ม.)

2. ความหนาของคอนกรีตบล็อค

ความหนาของระบบผนังเมื่อทำผิวปูนฉาบแล้วเสร็จจะหนา 100 มม. (เท่ากับความหนาของวงกบคอนกรีต) กรณีที่ฉาบผิว 2 ด้าน กำหนดความหนาของปูนฉาบด้านละ 15 มม. ดังนั้นความหนาของบล็อค = 70 มม. กรณีที่ฉาบด้านเดียว (ด้านใน) ความหนาของบล็อค = 85 มม.

3. รูปแบบ

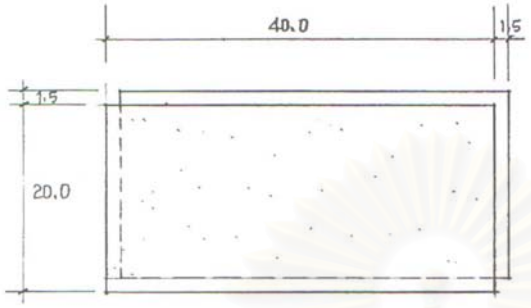
รูปแบบสามารถจะพัฒนาเพื่อลดงานฉาบให้เหลืองานฉาบด้านในเพียงด้านเดียว ส่วนผิวผนังด้านนอก สามารถที่จะออกแบบผิวผนัง (Texture) ตามที่ต้องการได้ การพัฒนาแนวทางนี้จะต้องพัฒนารอยต่อระหว่างก้อนทั้งทางตั้งและทางนอนให้สามารถป้องกันน้ำฝนได้ (Rain penetration proof joint) ซึ่งถ้าเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ จะสามารถลด Cost ของงานผนังลงได้ประมาณ 50 % ดังตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงราคาเปรียบเทียบ Interlocking concrete block แต่ละแบบ

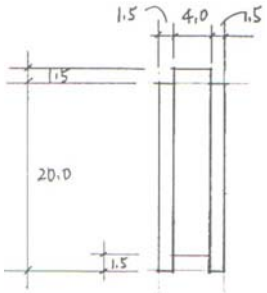
1. **ผนัง** Concrete block **แบบดั้งเดิม ก่อฉาบเรียบ 2 ด้าน**	2. **ผนัง** Interlocking concrete block **ฉาบเรียบ 2 ด้าน**	3. **ผนัง** Interlocking concrete block **ฉาบเรียบ 1 ด้าน**
คอนกรีตบล็อค 13 ก้อน @ 3.0 = 39 บ. / ตร.ม.	คอนกรีตบล็อค 13 ก้อน @ 3.0 = 39 บ. / ตร.ม.	คอนกรีตบล็อค 13 ก้อน @ 3.0 = 39 บ. / ตร.ม.
ปูนก่อ = 26 บ. / ตร.ม.	ปูนก่อ -	ปูนก่อ -
ค่าแรงก่อ = 31 บ. / ตร.ม.	ค่าแรงก่อ = 10 บ. / ตร.ม.	ค่าแรงก่อ = 10 บ. / ตร.ม.
ปูนฉาบ 2 ด้าน @ 33.0 = 66 บ. / ตร.ม.	ปูนฉาบ 2 ด้าน @ 33.0 = 66 บ. / ตร.ม.	ปูนฉาบ 1 ด้าน @ 33.0 = 33 บ. / ตร.ม.
ค่าแรงฉาบ 2 ด้าน @ 24.0 = 48 บ. / ตร.ม.	ค่าแรงฉาบ 2 ด้าน @ 24.0 = 48 บ. / ตร.ม.	ค่าแรงฉาบ 1 ด้าน @ 24.0 = 24 บ. / ตร.ม.
รวม = 210 บ. / ตร.ม.	รวม = 163 บ. / ตร.ม.	รวม = 106 บ. / ตร.ม.
100 %	77.60 %	50.47 %
ราคา / ตารางเมตร ลดลง	22.40 %	49.53 %

2. แบบขยายอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค และเสาเอ็นคอนกรีต

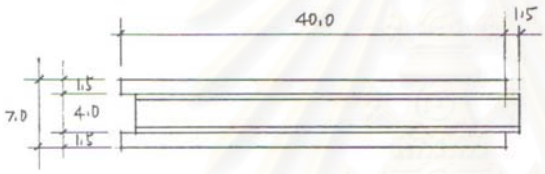
- Interlocking concrete block : Full block



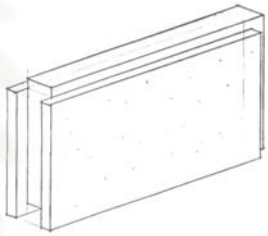
Side view 1



Side view 2

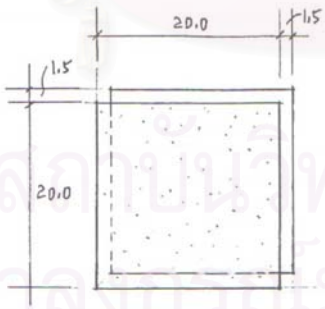


Top view

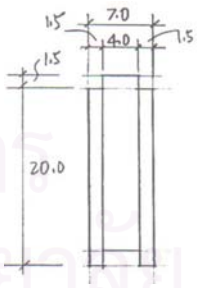


Isometric view of full size block

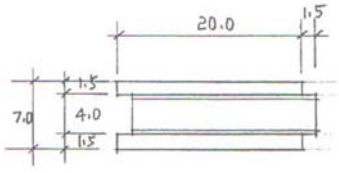
- Interlocking concrete block : Half block



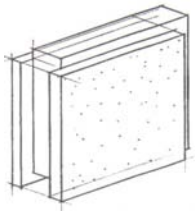
Side view 1



Side view 2



Top view

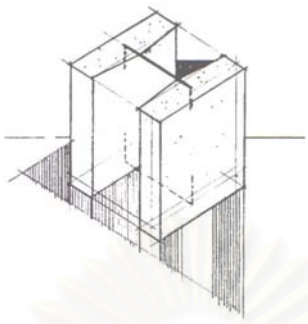
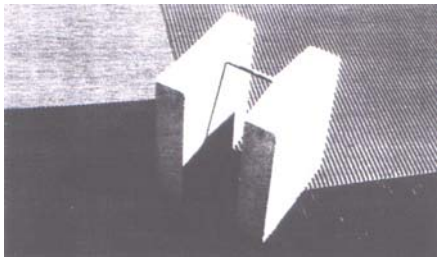
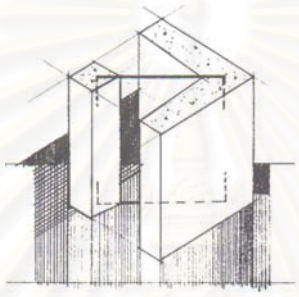
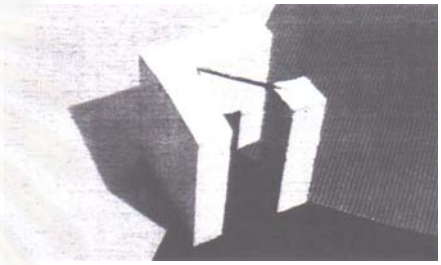
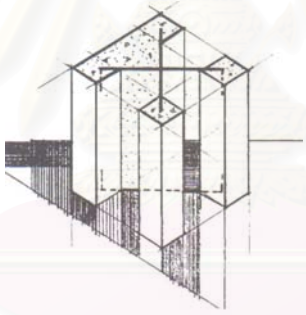
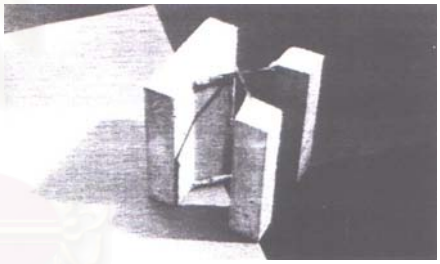
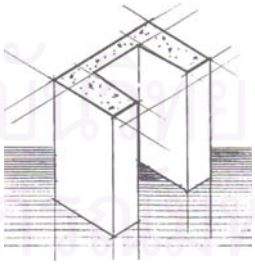
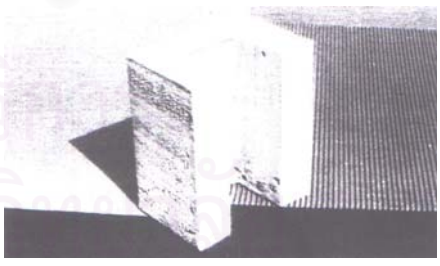
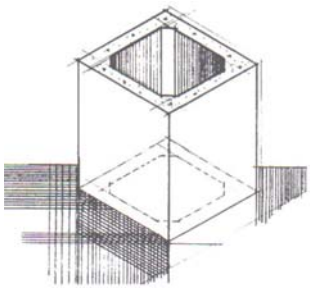
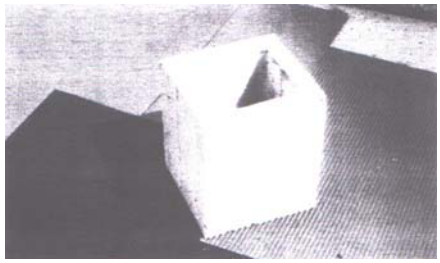


Isometric view of half size block

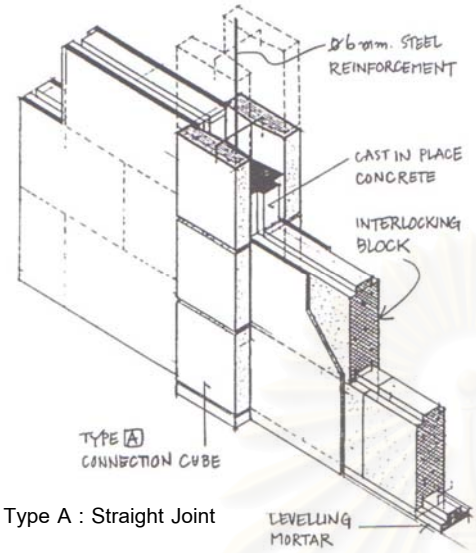
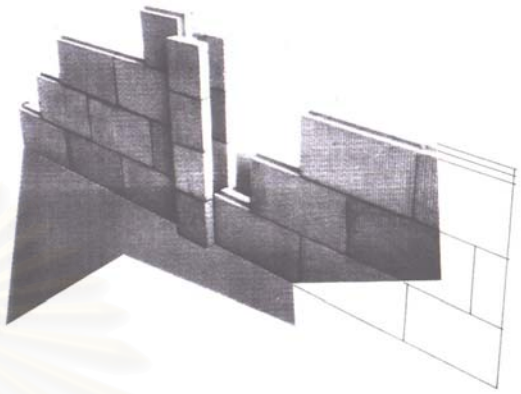
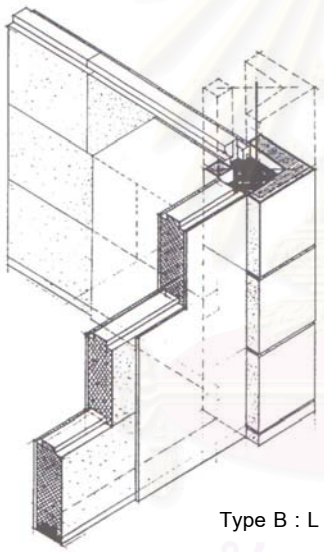
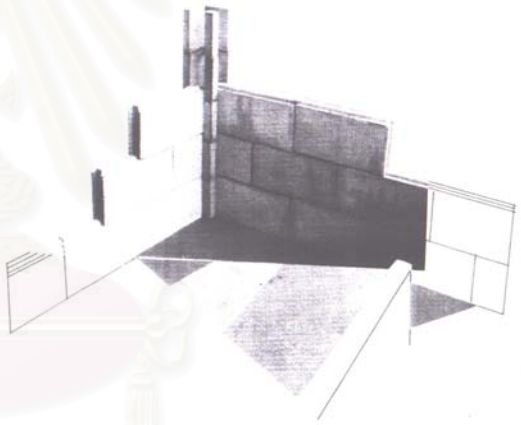
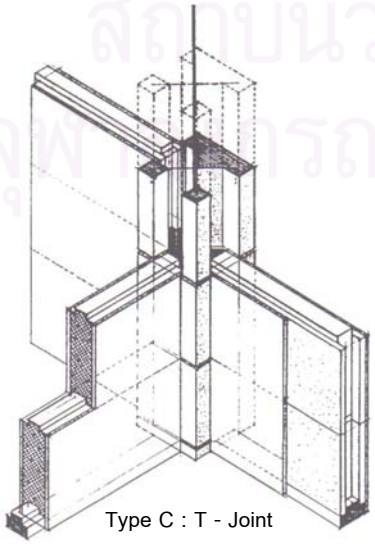
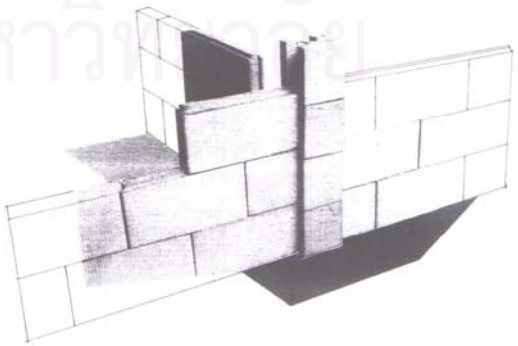
ขนาดของ Block ทั้งแบบเต็มก้อนและครึ่งก้อน สามารถปรับเข้าเป็นขนาด Modular ได้

- Connection cube

ตารางที่ 4.2 แสดงเสาเอ็นคอนกรีตรูปแบบต่างๆ

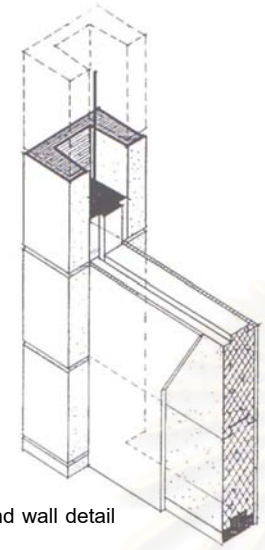
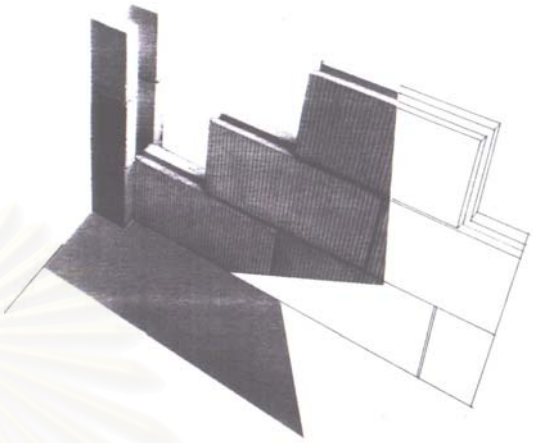
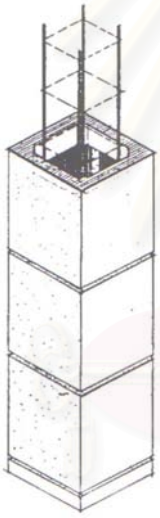
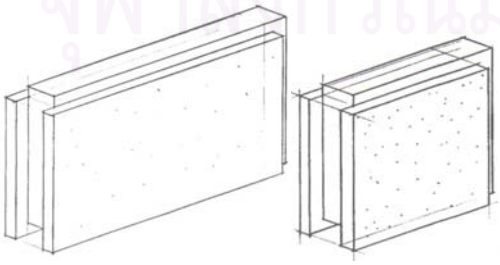
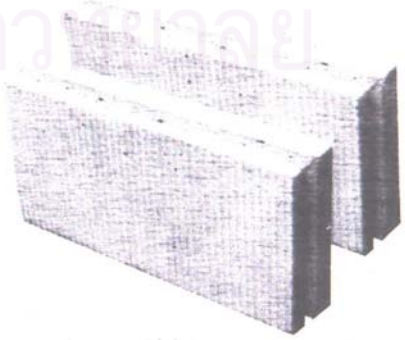
ชนิด	แบบขยาย	ภาพถ่าย
Type A Straight Joint **Size** 155 x 155 x 185 mm. **Weight** 5.8 Kgs. / Cube		
Type B L - Joint **Size** 155 x 155 x 185 mm. **Weight** 5.5 Kgs. / Cube		
Type C T - Joint **Size** 155 x 155 x 185 mm. **Weight** 4.75 Kgs. / Cube		
Type D End wall detail **Size** 107.5 x 155 x185 mm. **Weight** 4.3 Kgs. / Cube		
Type E Free standing column **Size** 155 x 155 x 185 mm. **Weight** 4.6 Kgs. / Cube		

ตารางที่ 4.3 แสดงรอยต่อของเสาเอ็นคอนกรีตรูปแบบต่างๆ

แบบขยาย Joint	**ภาพถ่าย**
 Type A : Straight Joint	
 Type B : L - Joint	
 Type C : T - Joint	

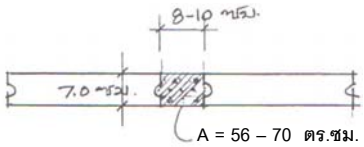
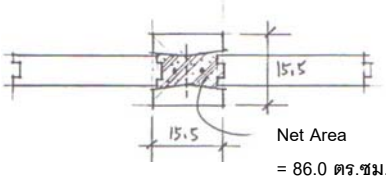
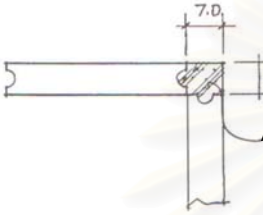
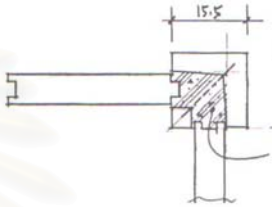
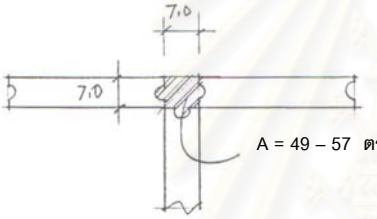
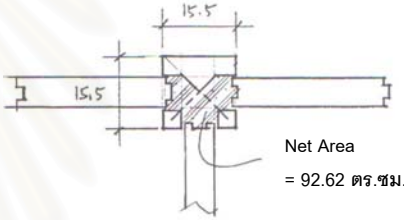
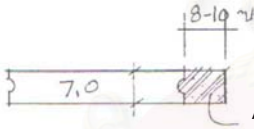
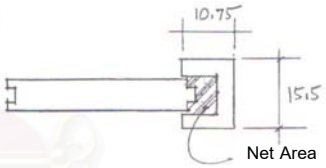
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แสดงรอยต่อของเสาเอ็นคอนกรีตรูปแบบต่างๆ (ต่อ)

แบบขยาย Joint	**ภาพถ่าย**
 Type D : End wall detail	
 Type E : Column	
 Interlocking concrete block	

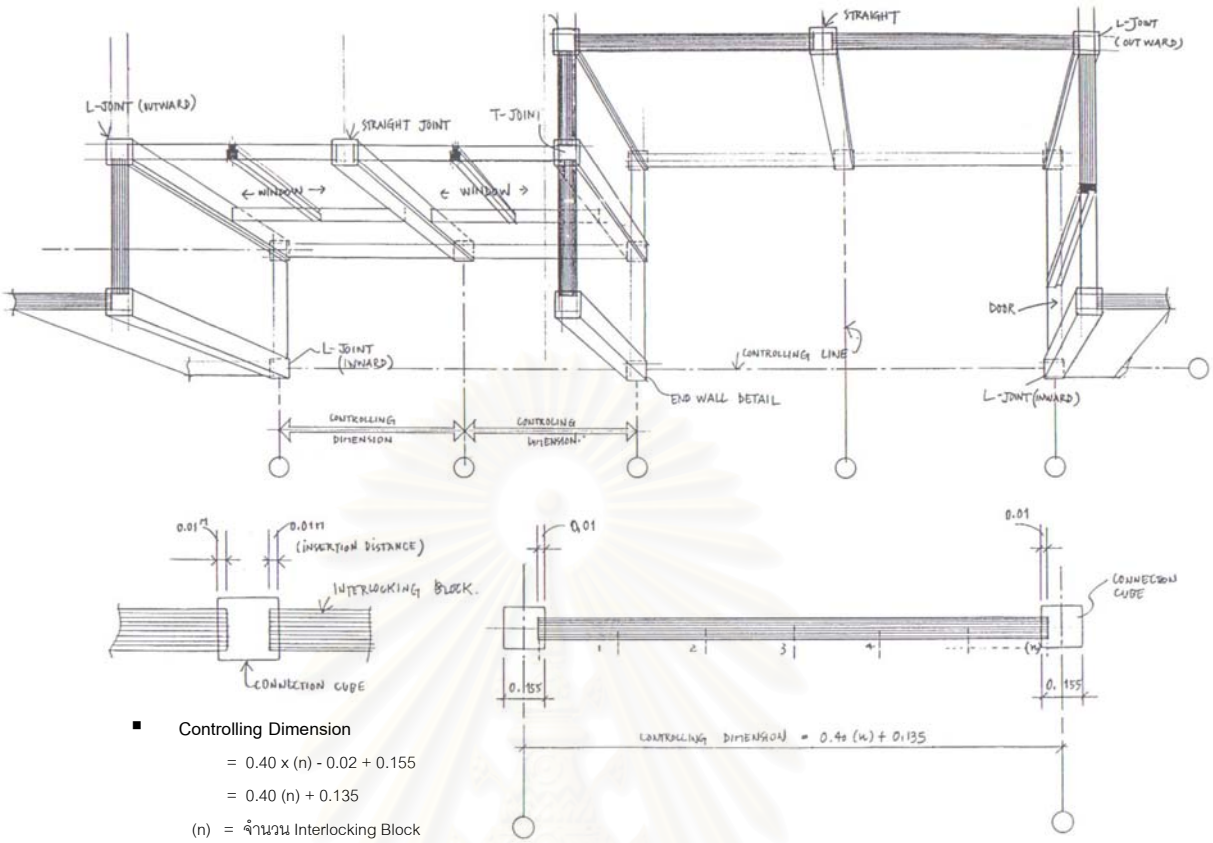
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดเสาเอ็นคอนกรีต
ระหว่างวิธีการก่อสร้างทั่วไป กับวิธีใช้ Connection cube

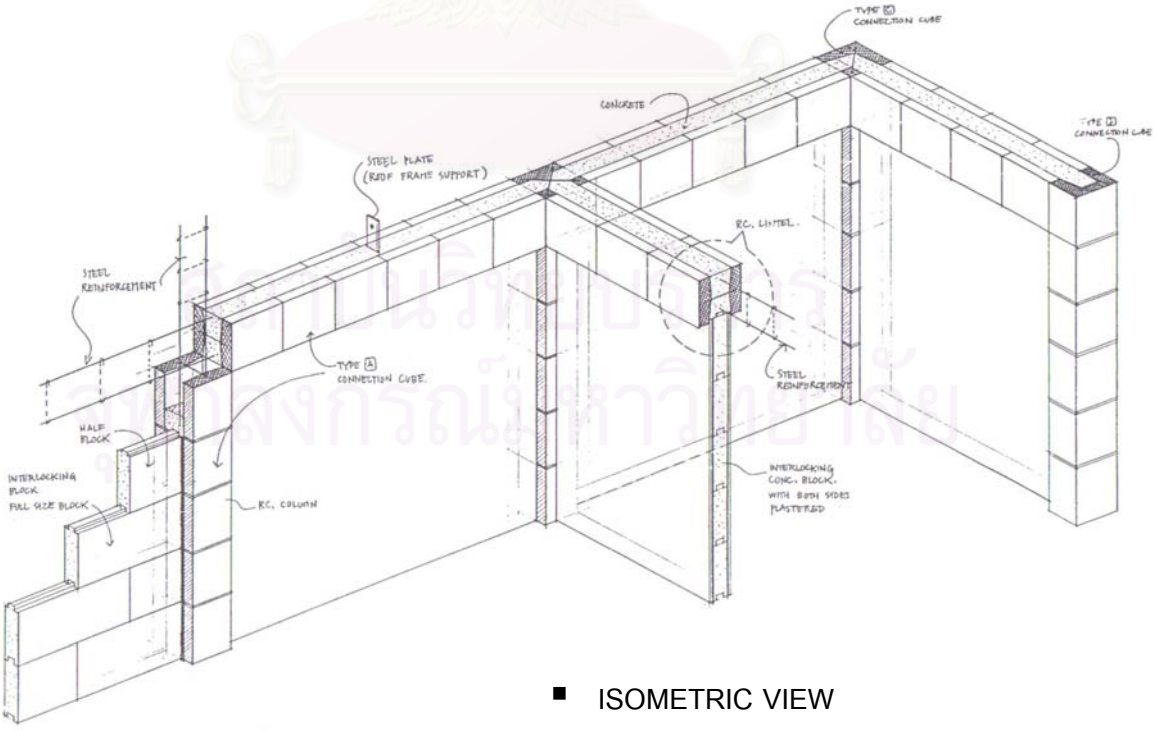
แบบดั้งเดิม	**แบบที่ใช้** Connection cube
 A = 56 – 70 **ตร.ซม.**	 Net Area = 86.0 **ตร.ซม.**
 A = 49 – 55 **ตร.ซม.**	 Net Area = 130.0 **ตร.ซม.**
 A = 49 – 57 **ตร.ซม.**	 Net Area = 92.62 **ตร.ซม.**
 A = 56 – 58 **ตร.ซม.**	 Net Area = 43.0 **ตร.ซม.**

ข้อได้เปรียบของ Connection cube

1. ตัดงานประเภทงานไม้แบบ & ค้ำยันได้ทั้งหมด ทำให้ลดขั้นตอนและเวลาในการก่อสร้าง
2. ลดงานฉาบในส่วนของเสาเอ็น
3. ให้พื้นที่หน้าตัดในส่วนของคอนกรีตเสาเอ็นมากกว่า เมื่อทำงานร่วมกับ Connection cube จะสามารถรับน้ำหนักโครงสร้างหลังคาได้
4. การยึดเกาะระหว่างชิ้นส่วนผนัง (โดยเฉพาะ Interlocking block) กับเสาเอ็นดีกว่าการเทเสาเอ็นแบบดั้งเดิม
5. Connection cube แต่ละชิ้นและแต่ละแบบมีน้ำหนักเบา (หนักที่สุด 5.8 กก./ ชิ้น) มีโอกาสที่จะพัฒนาให้มีขนาดยาวขึ้นไปได้ถึง 800 มม. ทำให้ลดจำนวนรอยต่อลง ทำงานได้เร็วขึ้น และการติดตั้งสามารถยกได้ด้วยช่าง 1 คน



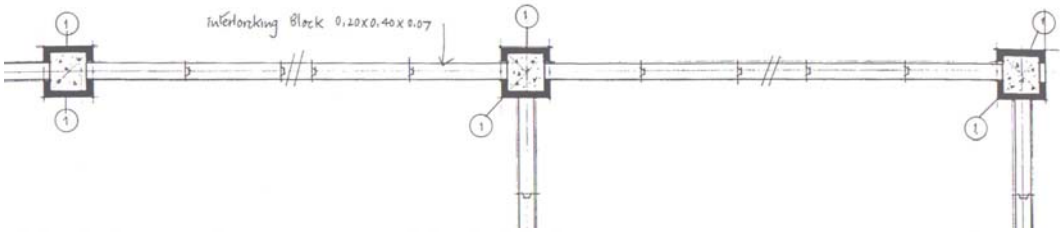
- **Controlling Dimension**
  - = 0.40 x (n) - 0.02 + 0.155
  - = 0.40 (n) + 0.135
  - (n) = จำนวน Interlocking Block

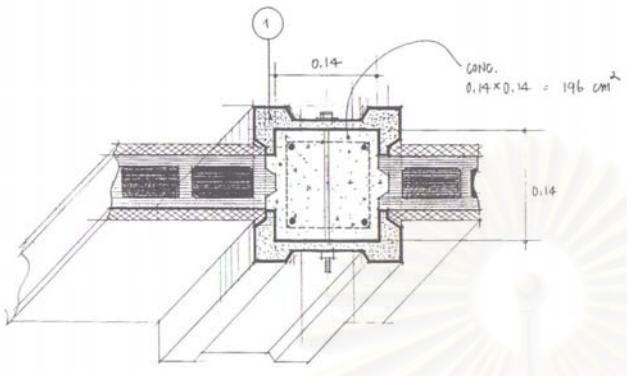


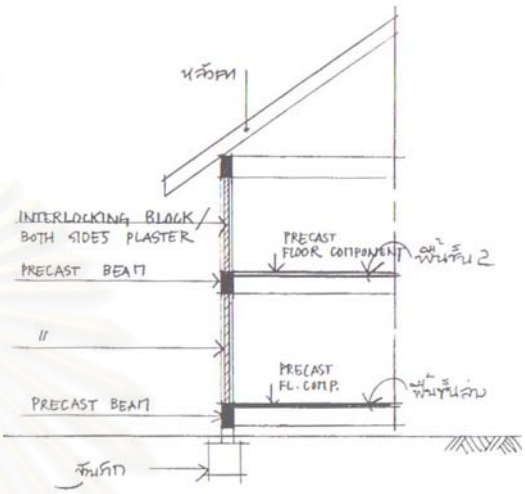
- **ISOMETRIC VIEW**

  Interlocking concrete block wall system

  For 1 Storey building

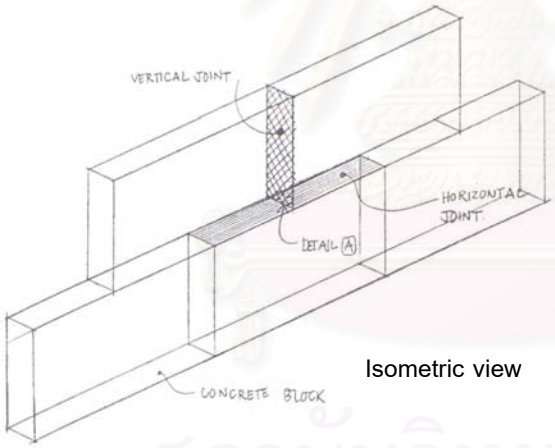






- Interlocking concrete block wall system

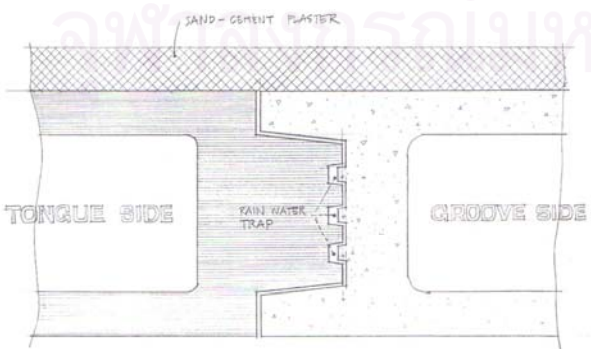
  For 2 Storey building



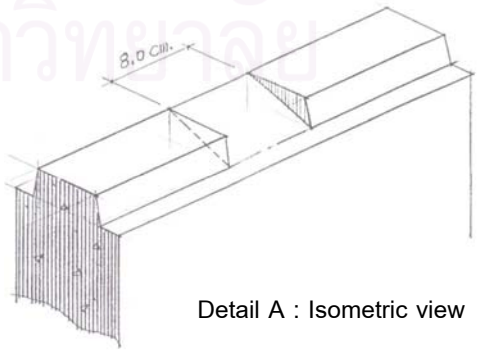
Isometric view

Horizontal joint

Detail A : Section



Vertical joint detail



Detail A : Isometric view

RAIN PENETRATION PROOF JOINT

■ **ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ** (Precast concrete wall)

1. **ข้อมูลรายละเอียดผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ**

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นชิ้นส่วนผนังไม่รับน้ำหนักขนาดเล็ก (Non – load bearing wall) ผลิตจากคอนกรีตล้วน (Plain concrete) ใช้เป็นผนังภายนอกและภายในอาคาร

ขนาดและน้ำหนัก

Type A	ขนาด	400 x 600 มม.
	หนา	100 มม.
	หนัก	21.95 กก.
Type C	ขนาด	400 x 300 มม.
	หนา	100 มม.
	หนัก	12.82 กก.
นน. / ตร.ม.	=	122.68 กก./ตร.ม.

เบากว่าผนังก่ออิฐมอญ 1/2 แผ่น ฉาบเรียบ 2 ด้าน 31.84 %

เบากว่าผนังบล็อค 70 มม. ฉาบเรียบ 2 ด้าน 18.21 %

รอยต่อระหว่างชั้น

- เป็นรอยต่อชนแบบร่องตัว V รอบตัว
- รอยต่อตามนอนเป็น Dry joint กันน้ำฝนได้
- รอยต่อตามตั้งเป็น Wet joint โดยกรอกคอนกรีต ณ Site งาน ทำหน้าที่เป็น Shear key

ผิวสำเร็จ

- โดยปรกติ จะหล่อเป็นผิวเรียบทั้ง 2 ด้าน
- สามารถทำผิว Texture แนวเซาะร่อง หรือจัดวาง Pattern ได้ตามต้องการ
- สามารถฉาบปิดรอยต่อร่องตัว V ให้เรียบด้วยปูนยิบซั่มหรือปูนพลาสเตอร์ สำหรับงานฉาบ จะมีลักษณะคล้ายผนังฉาบปูนเรียบทุกประการ

หลักการออกแบบ

1. งานสี กรุกระเบื้อง ปิด Wallpaper สามารถทำบนผิวผนังได้โดยไม่ต้องฉาบ
2. ปริมาตรคอนกรีตต่อ 1 ชิ้นงาน เท่ากับ 0.009146 ลบ.ม. หรือคอนกรีต 1 ลบ.ม. ผลิตชิ้นส่วนผนังได้ 109 ชิ้น ครอบคลุมพื้นที่ 26.24 ตร.ม. (ไม่รวม % เสียหาย)
3. ต้นทุนวัตถุดิบ (คอนกรีต) ประมาณชิ้นละ 10.33 บาท (ไม่รวม % เสียหาย)

4. Precast concrete wall unit ออกแบบให้เป็นผนังไม่รับน้ำหนัก แต่เมื่อประกอบเป็นระบบผนังแล้ว คาดว่าทั้งระบบจะสามารถเป็นผนังรับน้ำหนักสำหรับอาคารชั้นเดียวได้ โดยการทำงานร่วมกันระหว่าง Wet joint & Dry joint
5. การติดตั้ง ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เครื่องช่วย นอกจากเครื่องมือช่างพื้นฐานทั่วไป และจะใช้เวลาในการติดตั้งประมาณ 50 % ของงานผนังระบบดั้งเดิม
6. สามารถใช้แทนผนังแบบก่อฉาบทั่วไปได้ทันที เพียงแต่ปรับการออกแบบโดย Modular system
7. Component ย่อยประกอบการติดตั้ง เพื่อต้องการลดงานไม้แบบ และงานฉาบ ณ ที่ก่อสร้าง

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จแบบต่างๆ

Block Type	Size (mm.)	Weight (Kg.)	Covered Area (m^2)
A	100 x 400 x 600	21.95	0.24
B	100 x 400 x 600	20.27	0.24
C	100 x 400 x 300	12.82	0.12
D	100 x 400 x 300	11.628	0.12

หมายเหตุ : น้ำหนักของบล็อครวม Dry joint ไม่รวม Wet joint ซึ่งเป็น Cast – in – place concrete

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบ นน./ตร.ม. ระหว่างผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จกับผนังอื่นๆ

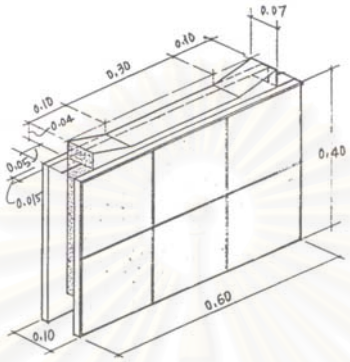
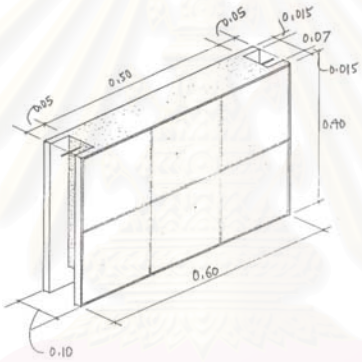
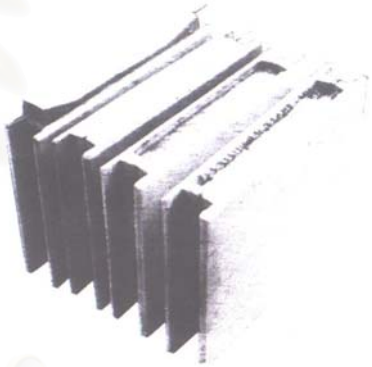
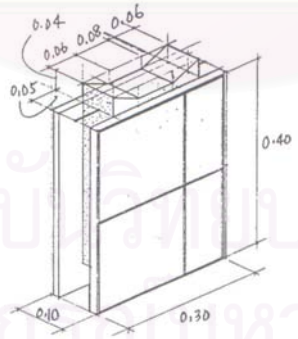
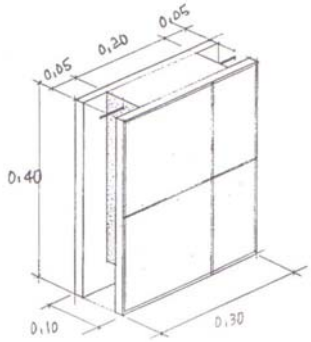
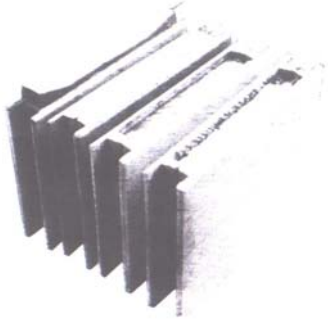
ชนิดของผนัง	**นน./ตร.ม.**	**(%)**
1. อิฐมอญ ฉาบเรียบ 2 ด้าน	180	100
2. อิฐบล็อค หนา 70 มม. ฉาบเรียบ 2 ด้าน	150	83.33
3. ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ	122.68	68.15

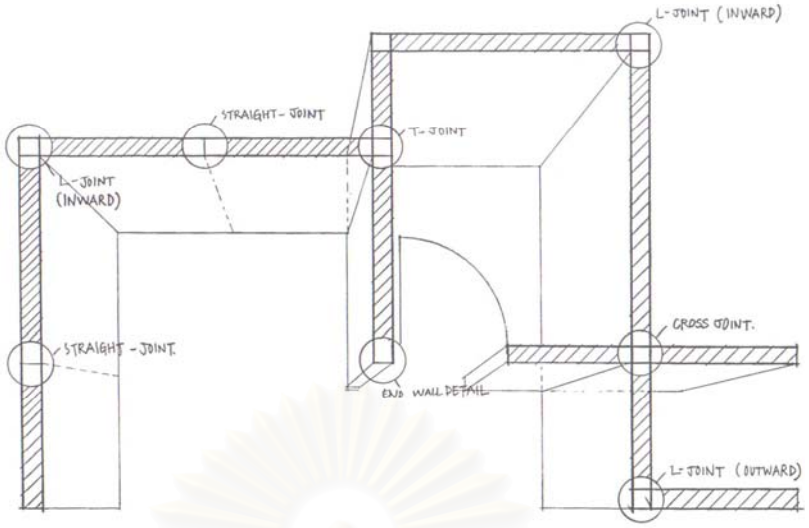
สรุป ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ จะเบากว่าผนังก่ออิฐมอญ = 31.84 %
จะเบากว่าผนังอิฐบล็อค 70 มม. = 18.21 %

2. แบบขยายผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ

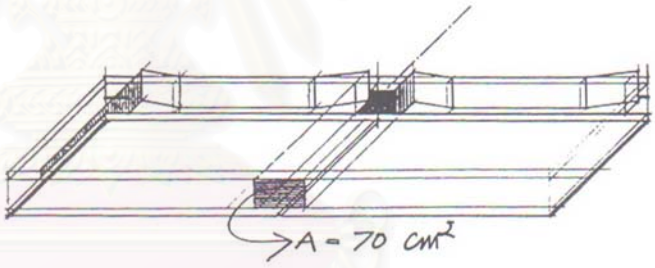
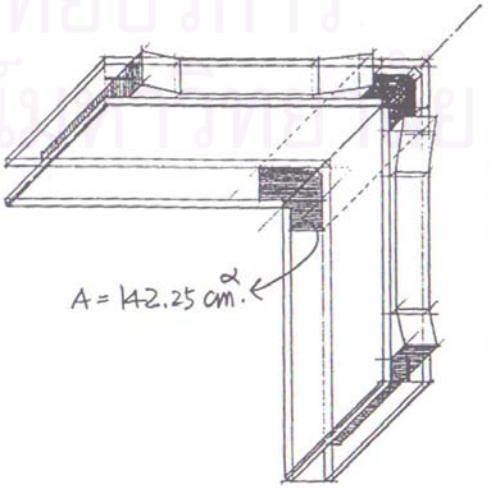
- Precast concrete wall

ตารางที่ 4.7 แสดงผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จชนิดต่างๆ

ชนิด	แบบขยาย	ภาพถ่าย
Type A Size 400 x 600 mm. Weight 21.95 Kgs.		
Type B Size 400 x 600 mm. Weight 20.27 Kgs.		
Type C Size 400 x 300 mm. Weight 12.82 Kgs.		
Type D Size 400 x 300 mm. Weight 11.628 Kgs.		

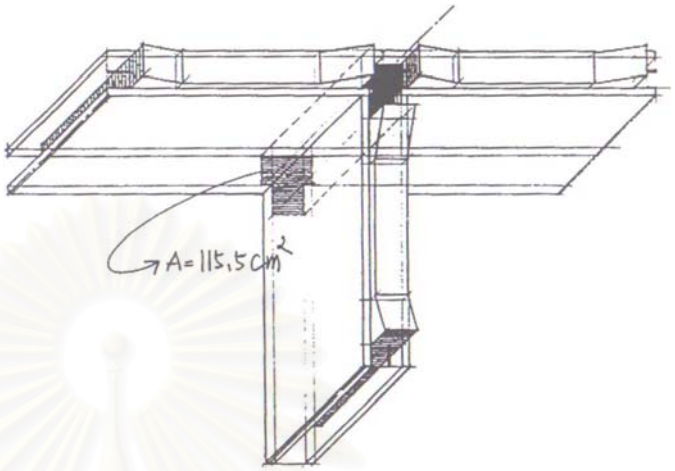
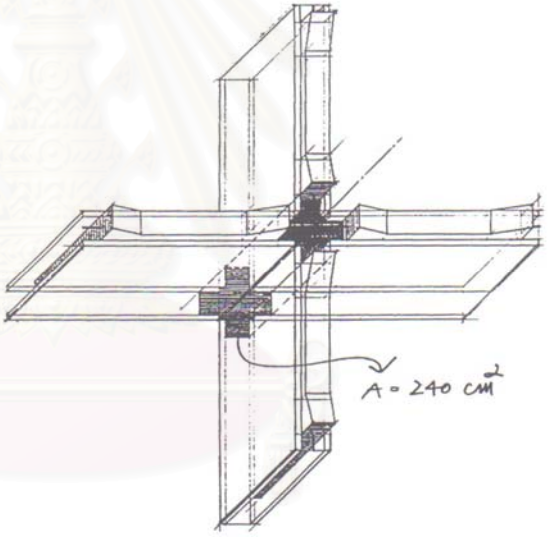
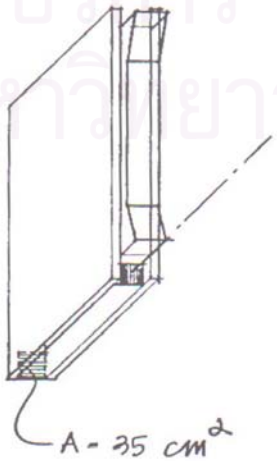


ตารางที่ 4.8 แสดงรอยต่อของผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จรูปแบบต่างๆ

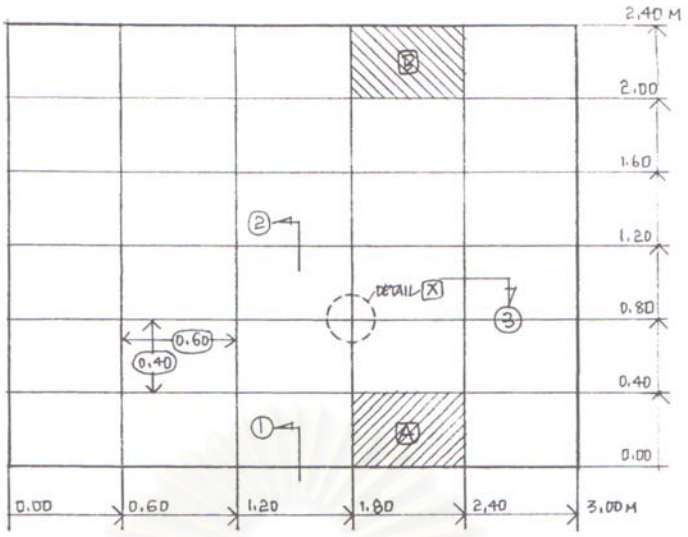
ชนิด	**แบบขยาย** Joint
Straight - Joint	
L - Joint	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

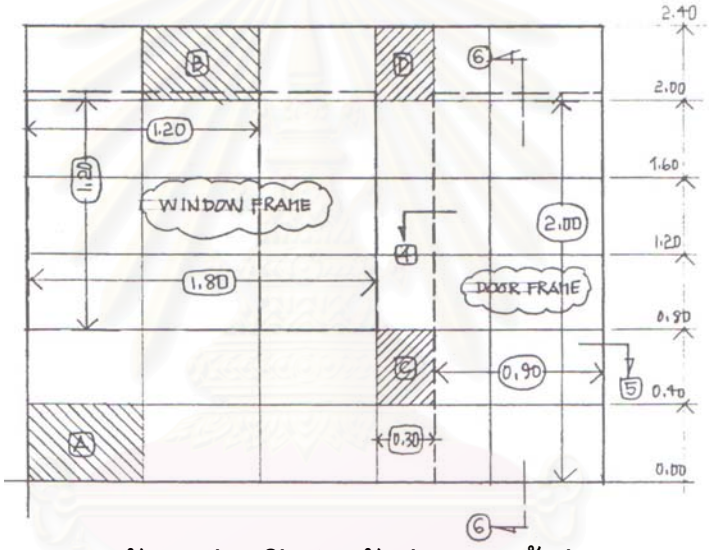
ตารางที่ 4.8 แสดงรอยต่อของผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จรูปแบบต่างๆ (ต่อ)

ชนิด	**แบบขยาย** Joint
T - Joint	
Cross - Joint	
End wall detail	

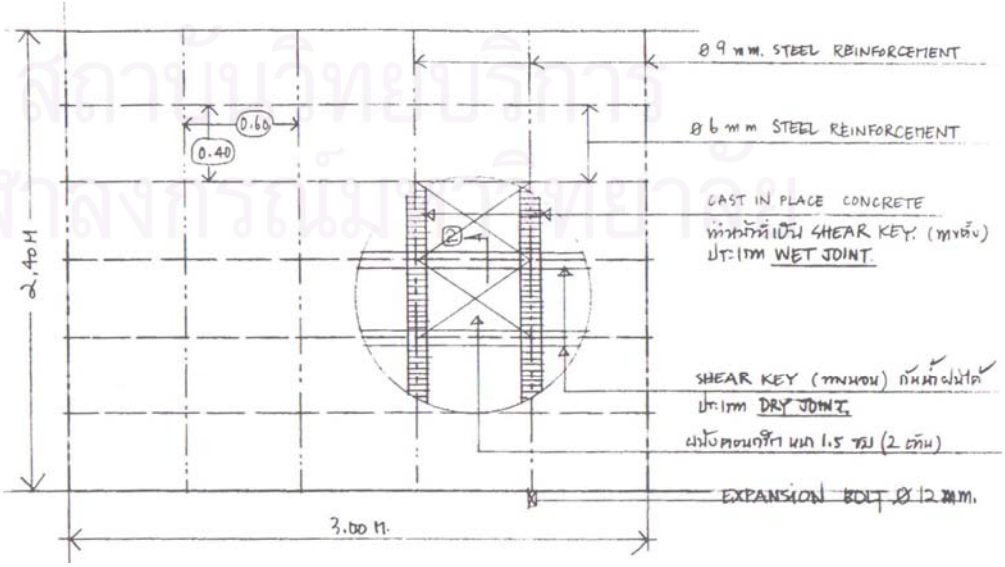
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



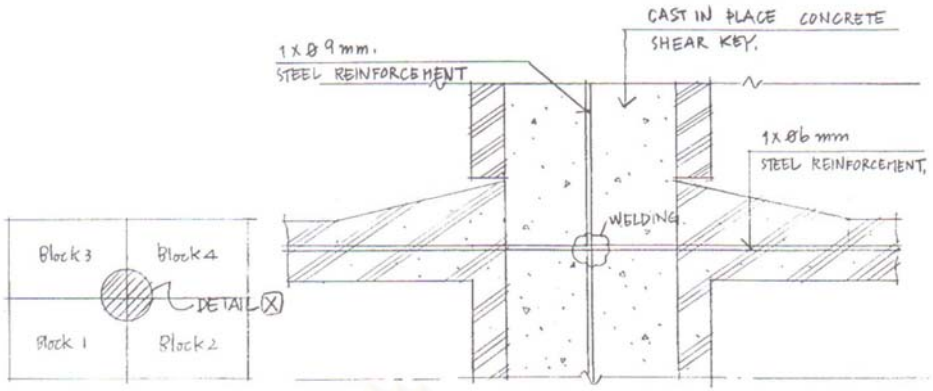
Basic Module ของระบบผนัง (กว้าง 3.00 ม. x สูง 2.40 ม.)



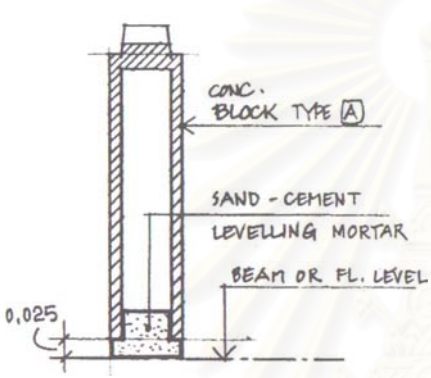
การจัดวางช่องเปิดสำหรับประตู - หน้าต่าง



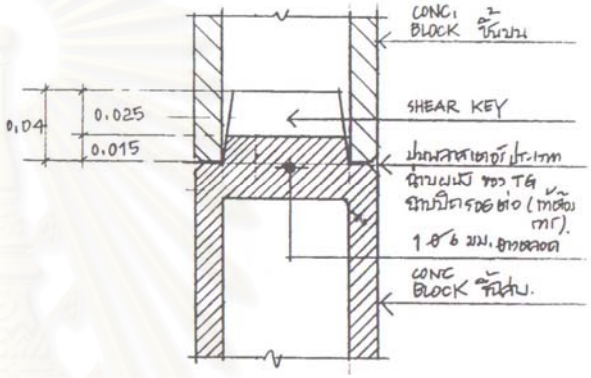
ระบบโครงสร้างของผนัง



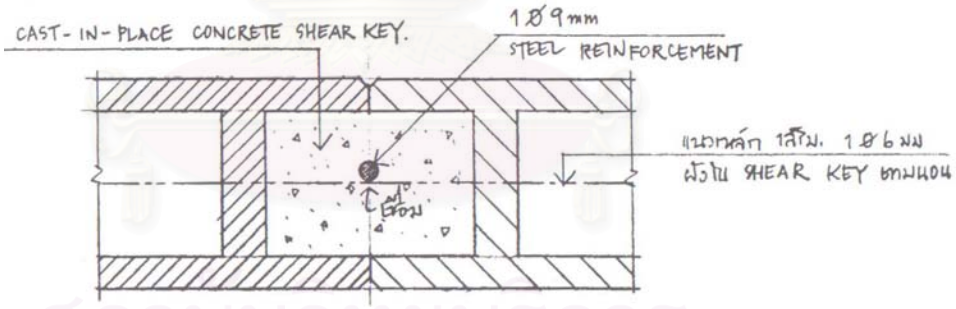
Detail X



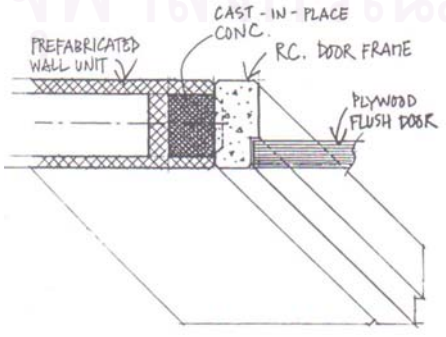
Section 1



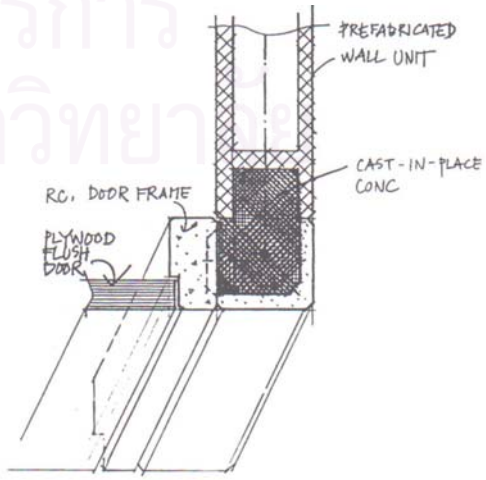
Section 2



Section 3

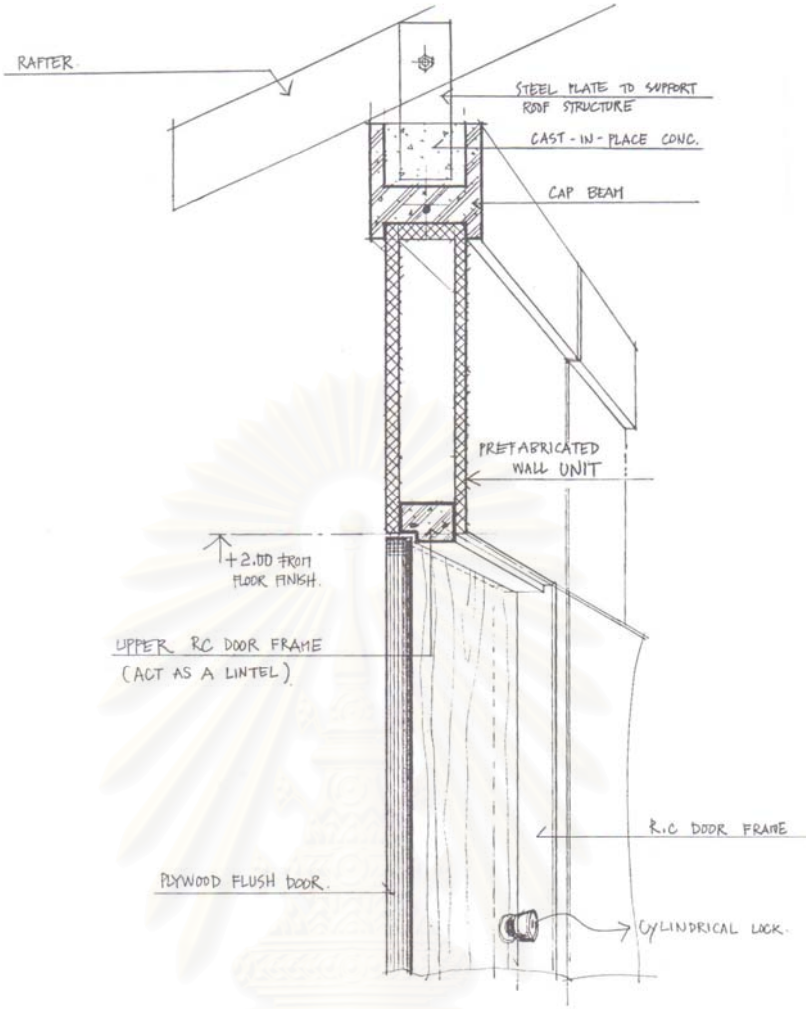


Section 4

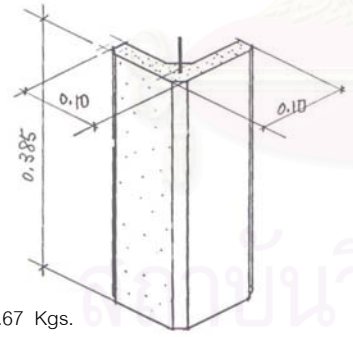


Section 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Section 6

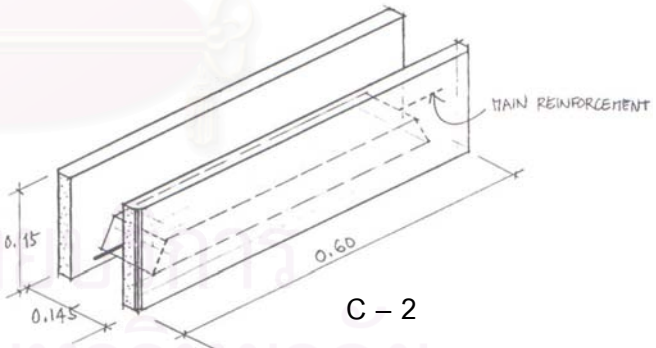


C – 1

WT. = 2.67 Kgs.

การใช้งาน

สำหรับ L – Joint ทั้ง Inward & Outward corner และเสาเอ็นประตู

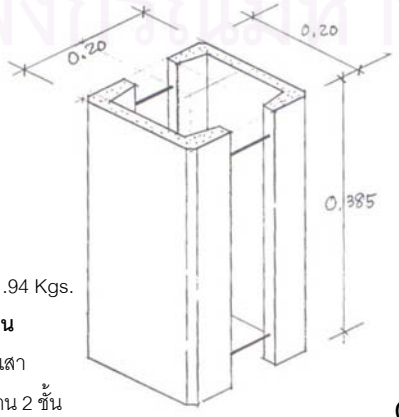


C – 2

WT. = 14.56 Kgs.

การใช้งาน

Cap Beam รับน้ำหนักหลังคา และ Tie Beam ของคานระดับหลังคา



C – 3

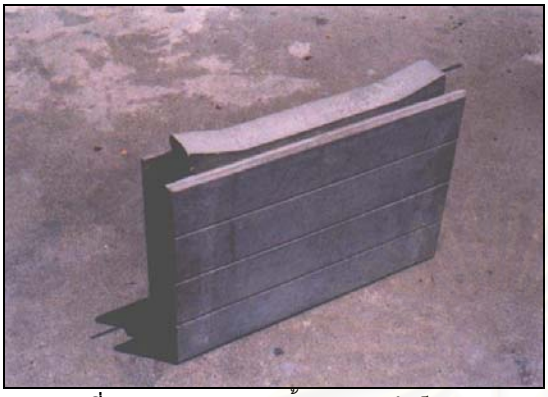
WT. = 11.94 Kgs.

การใช้งาน

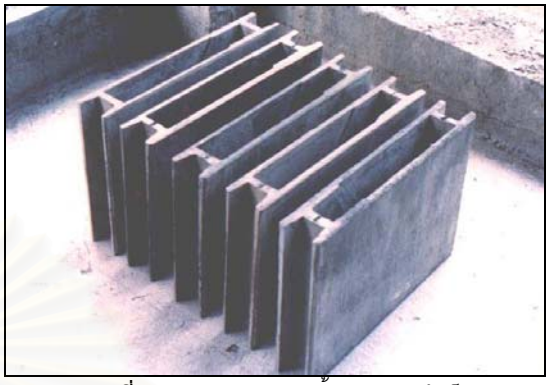
แบบหล่อเสา สำหรับบ้าน 2 ชั้น

Component **ย่อยประกอบการติดตั้ง**

3. ภาพถ่ายผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ



ภาพที่ 4.1 แสดงผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จชนิด A



ภาพที่ 4.2 แสดงผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ

ภาพที่ 4.3 แสดงรูปแบบของผิวที่หล่อสำเร็จ

ภาพที่ 4.4 แสดงการติดตั้ง Component ย่อย ที่จุด L - Joint

ภาพที่ 4.5 แสดงการติดตั้งผนังบล็อคในส่วนบน

ภาพที่ 4.6 แสดงการติดตั้งผนังบล็อคเดือย

■ **ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป** (Hollow core concrete wall)

1. **ข้อมูลรายละเอียดผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป**

ลักษณะของชิ้นส่วน

แผ่นผนังซึ่งประกอบเป็นตัวระบบนี้ เป็นแผ่นผนังกลวงซึ่งผลิตขึ้นโดยใช้วัสดุพื้นฐานได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย หิน นำมาผสมน้ำ หล่อขึ้นรูปโดยแบบหล่อ เพื่อสร้างผนังในระบบสำเร็จรูป

รูปแบบของชิ้นส่วน

แผ่นผนังซึ่งประกอบเป็นตัวระบบ มี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. แผ่นเรียบ มี 2 ขนาด ได้แก่ 585 x 785 มม. และ 285 x 785 มม.
2. แผ่นเรียบ ซึ่งมีขอบตามยาวด้านหนึ่ง ใช้ประกอบเป็นแบบหล่อเสาโครงสร้าง มีขนาด 285 x 785 มม. ขอบเสากว้าง 150 มม.

สำหรับความหนาของแผ่น มี 2 ขนาด ได้แก่ 90 และ 70 มม.

รูปแบบของไส้กลวง

ลักษณะของไส้กลวงมี 3 ลักษณะ ซึ่งมีข้อได้เสียแตกต่างกัน ได้แก่ ไส้กลวงแบบกลม แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า และแบบหกเหลี่ยม ขนาดของช่องว่างจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาและความกว้างของแผ่น แต่ความหนาของเนื้อคอนกรีตจะต้องไม่น้อยกว่า 15 มม.

การทำผิว

สามารถทำผิวสำเร็จให้เรียบร้อยได้ตั้งแต่ในขั้นการหล่อคอนกรีต เนื่องจากทำการหล่อในระบบตามนอน ดังนั้นผิวด้านล่างสามารถจัดเตรียมผิวหรือ Texture ต่างๆได้ โดยใช้แผ่นแบบหล่อเป็นแบบ สำหรับผิวด้านบนก็สามารถทำสำเร็จได้ในลักษณะต่างๆกัน ตั้งแต่ ผิวเรียบ ทรายล้าง หินล้าง เป็นต้น คุณสมบัตินี้ถือเป็นข้อได้เปรียบในการประหยัดค่าแรงงานฝีมือ และลดเวลาในการก่อสร้างลงได้เป็นอย่างมาก

รอยต่อ

ใช้หลักการเชื่อมต่อโดยใช้ปูนก่อแบบเว้นร่อง กว้าง 15 มม. ทั้งตามแนวนอนและแนวตั้ง โดยมีรอยต่อ 5 ตำแหน่ง ได้แก่

1. รอยต่อระหว่างพื้นกับแผ่นผนังแถวล่าง (ชั้นแรก)
2. รอยต่อตามแนวนอนระหว่างแผ่นผนังแถวล่างกับแถวบน
3. รอยต่อตามแนวนอนระหว่างแผ่นผนังกับคานสำเร็จรูป (ชั้นบน)และกับวงกบ
4. รอยต่อตามแนวตั้งระหว่างแผ่นผนังที่วางต่อเนื่องกันตามแนวนอน
5. รอยต่อตามแนวตั้งระหว่างแผ่นผนังกับเสา ค.ส.ล.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การผลิต

ใช้หลักการผลิตแผ่นผนังทางราบ เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีความสม่ำเสมอ สะดวกในการถอดแบบข้างรวมถึงไส้แบบ และประหยัดในการเตรียมพื้นผิวผนังทั้ง 2 ด้าน สำหรับวัสดุทำไส้แบบ แบบรูกลวงกลมใช้ท่อพีวีซีเป็นไส้แบบ แบบรูสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูหกเหลี่ยม ใช้เหล็กแผ่นนำมาขึ้นรูปแล้วใช้ประกอบกับไส้แบบไม้ ไส้แบบหล่อนี้จะสามารถถอดออกได้เมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัว เช่นเดียวกับการถอดข้างแบบ ซึ่งทำด้วยไม้เจาะรูขึ้นรูปประกอบกันจำนวน 4 ชิ้น

การประกอบติดตั้ง

1. หลักการ เนื่องจากระบบผนังนี้ได้ออกแบบให้มีชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นแบบหล่อเสาของอาคารไปพร้อมกัน (ใช้แผ่นผนังชิ้นที่ยกขอบ 150 มม.) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ
    1.1 การทำเสาพร้อมกับผนัง เป็นการติดตั้งแผ่นผนังและแบบหล่อเสาไปพร้อมกัน โดยติดตั้งให้เสร็จไปทีละชั้น (สูง 800 มม.) รอบอาคาร วิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือธรรมดา เช่น บรรทัดจับแนวดิ่ง ฉาก เอ็น เป็นต้น
    1.2 การทำเสาให้เสร็จก่อน (สูง 2400 มม. ซึ่งเท่ากับแผ่นผนังสูง 3 ชั้น) แล้วจึงติดตั้งแผ่นผนังในช่องว่าง ตามระยะและแนวที่กำหนดไว้
2. อุปกรณ์ประกอบ ประกอบด้วย
    2.1 พุกรองแผ่นผนัง ใช้เป็นตัวรองรับแผ่นผนัง ปรับระดับและระยะแนวช่องว่างของรอยต่อ (ก่อนทำการกรอกปูนทรายรอยต่อ)
    2.2 เหล็กยึดระหว่างขอบด้านข้างแผ่นผนัง บริเวณรอยต่อตามแนวตั้ง เป็นตัวช่วยยึดผนังก่อนที่คอนกรีต-ปูนทรายยึดรอยต่อตามตั้งจะแข็งตัว
    2.3 เหล็กยึดประกอบแผ่นเสา เพื่อให้ได้แนวระดับและประกอบเป็นรูปเสาอยู่ได้ ก่อนที่จะเทคอนกรีตเสาในขั้นต่อไป
3. เครื่องช่วยประกอบการติดตั้ง ประกอบด้วย
    3.1 เครื่องช่วยจับแนวระดับแผ่นผนัง
    3.2 เครื่องช่วยประกอบติดตั้งแผ่นเสา
    3.3 เครื่องช่วยยกชิ้นส่วน

ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง

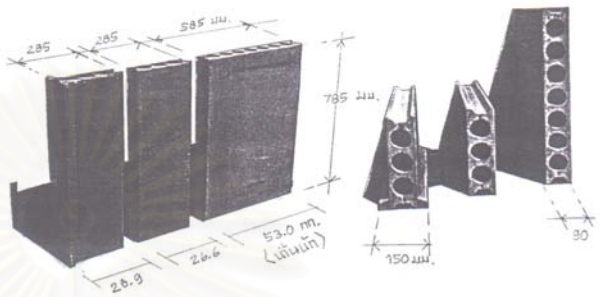
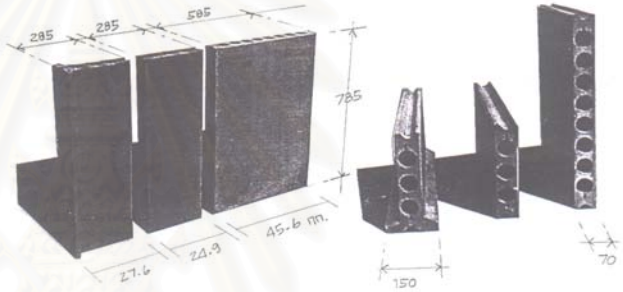
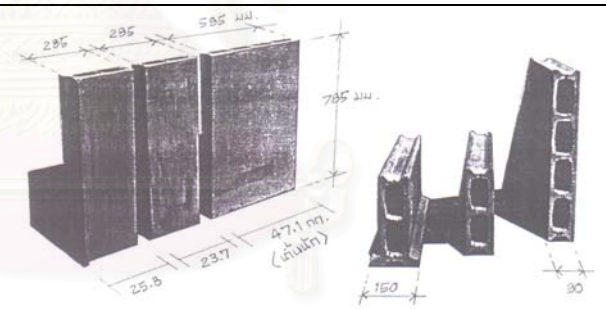
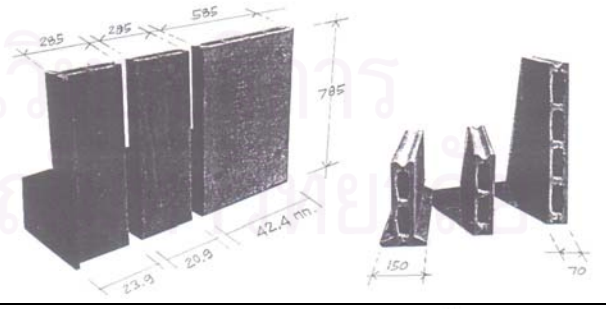
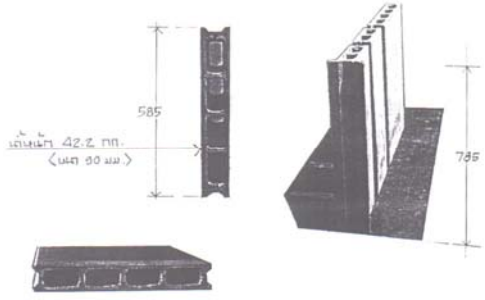
1. กำหนดตำแหน่ง ระยะ และแนวของเสา – ผนัง บนพื้นคอนกรีตที่ปรับระดับแล้ว
2. ติดตั้งประกอบแผ่นเสา ตามตำแหน่งที่จะใช้เป็นเสาอาคาร เทคอนกรีตเสา
3. ติดตั้งชิ้นส่วน แถวล่าง แถวที่ 2 วงกบประตูหน้าต่าง แล้วจึงติดตั้งแถวที่ 3 (บนสุด)

หลังจากนั้นสามารถยกคานสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง ผูกเหล็ก ประกอบแบบ เทคอนกรีตติดตั้งตงและแผ่นพื้นสำเร็จรูป

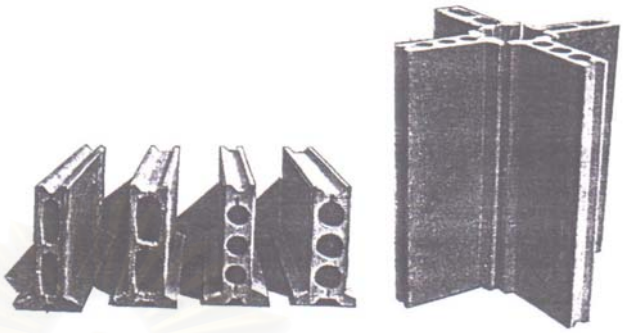
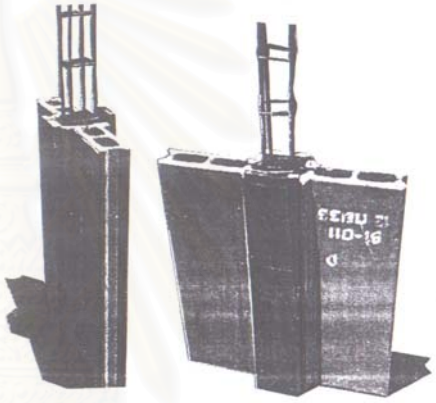
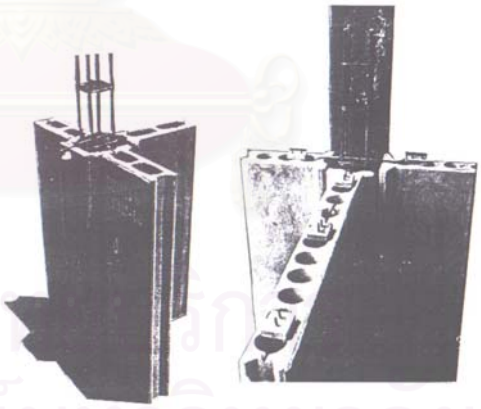
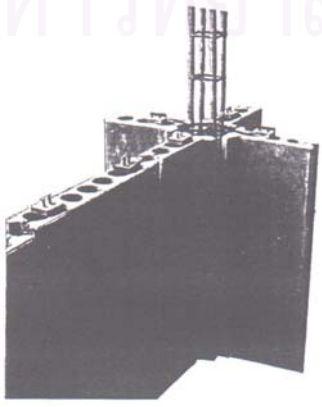
2. แบบขยายผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป

- Hollow core concrete wall

ตารางที่ 4.9 แสดงผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูปแบบต่างๆ

ชนิด	แบบขยาย
แผ่นผนังกลวงกลม หนา 90 มม.	
แผ่นผนังกลวงกลม หนา 70 มม.	
แผ่นผนังกลวงหกเหลี่ยม หนา 90 มม.	
แผ่นผนังกลวงหกเหลี่ยม หนา 70 มม.	
แผ่นผนังกลวงสี่เหลี่ยม หนา 90 มม. และ 70 มม.	

ตารางที่ 4.10 แสดงการประกอบเสา ค.ส.ล. โดยใช้แผ่นเสาแบบต่างๆ

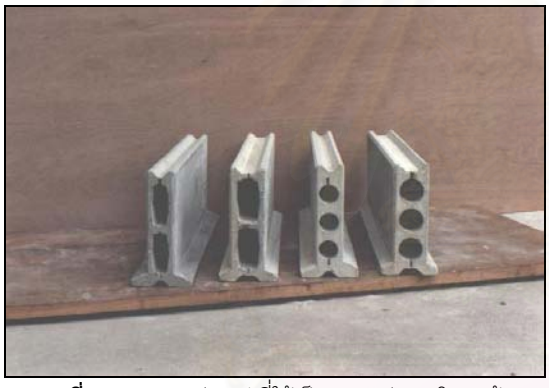
ชนิด	ภาพถ่าย
แผ่นเสาแบบต่าง ๆ	
เสา ค.ส.ล. **จากแผ่นเสา 2 แผ่น**	
เสา ค.ส.ล. **จากแผ่นเสา 3 แผ่น**	
เสา ค.ส.ล. **จากแผ่นเสา 4 แผ่น**	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ภาพถ่ายผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป

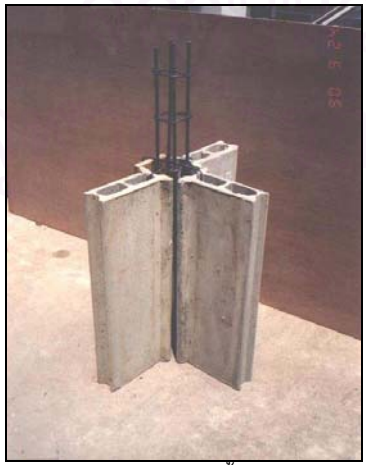
ภาพที่ 4.7 แสดงแผ่นผนังกลวงรูปแบบต่างๆ

ภาพที่ 4.8 แสดงแผ่นผนังกลวงขนาดต่างๆ



ภาพที่ 4.9 แสดงแผ่นผนังที่ใช้เป็นแบบหล่อเสาโครงสร้าง

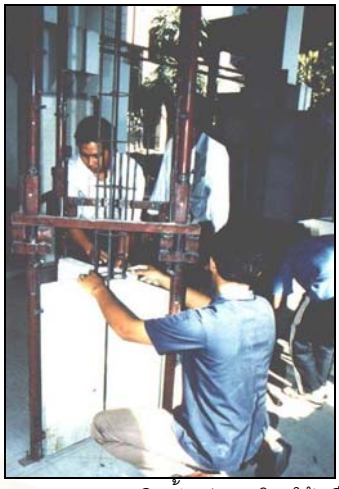
ภาพที่ 4.10 แสดงการติดตั้งแผ่นเสา 2 แผ่น



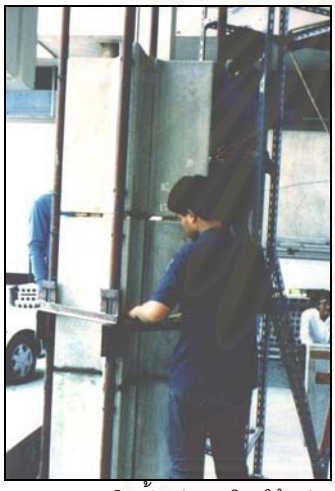
ภาพที่ 4.11 แสดงการติดตั้งแผ่นเสา 3 แผ่น

ภาพที่ 4.12 แสดงการติดตั้งแผ่นเสา 4 แผ่น

ภาพที่ 4.13 แสดงพุกรองรอยต่อแผ่นผนังและแผ่นเสา

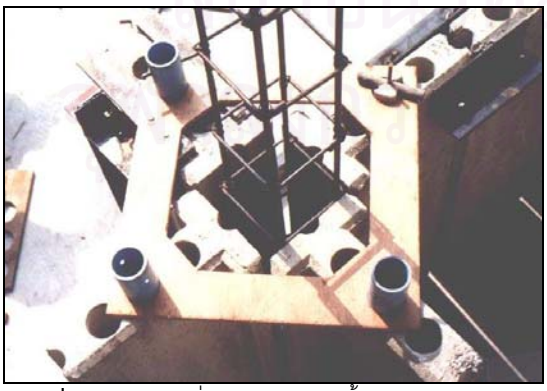


ภาพที่ 4.14 แสดงการติดตั้งแผ่นเสาโดยใช้เครื่องช่วย



ภาพที่ 4.15 แสดงการติดตั้งแผ่นเสาโดยใช้อุปกรณ์เหล็กยึดแผ่นเสาช่วยในการติดตั้ง

ภาพที่ 4.16 แสดงการติดตั้งแผ่นเสาสูง 2.40 ม.โดยใช้อุปกรณ์เครื่องช่วยด้านล่างและด้านบน



ภาพที่ 4.17 แสดงเครื่องช่วยในการติดตั้งส่วนบนของแผ่นเสา

ภาพที่ 4.18 แสดงการกรอกปูนสำหรับรอยต่อ

ภาพที่ 4.19 แสดงแผ่นผนังที่ประกอบเป็นแบบหล่อเสา คสล.

ภาพที่ 4.20 แสดงการติดตั้งแผ่นผนัง ขนาด 0.60 x 2.40 ม.

ภาพที่ 4.21 แสดงพุกคอนกรีตที่ใช้รองรอยต่อระหว่างแผ่น

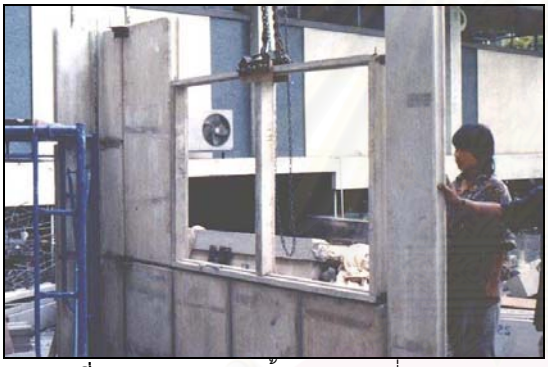
ภาพที่ 4.22 แสดงวิธีการติดตั้งแผ่นผนัง โดยใช้พุกคอนกรีต

ภาพที่ 4.23 แสดงการยกแผ่นผนังขึ้นติดตั้ง

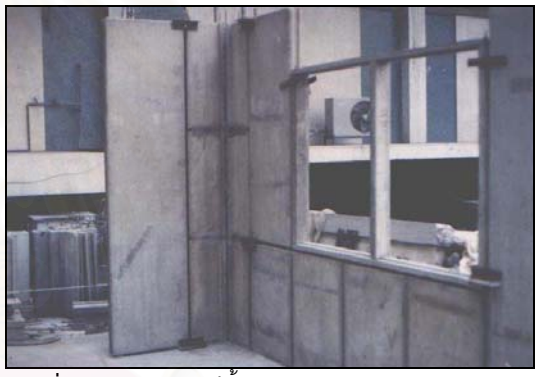
ภาพที่ 4.24 แสดงเครื่องช่วยยกแผ่นผนังขึ้นติดตั้ง

ภาพที่ 4.25 แสดงเครื่องช่วยยกแผ่นผนัง ติดตั้งบนเสาที่หล่อเสร็จแล้ว

ภาพที่ 4.26 แสดงการติดตั้งแบบหล่อคานเฟอร์โรซีเมนต์ บนแผ่นผนังกลวงที่ติดตั้งเสร็จแล้ว



ภาพที่ 4.27 แสดงการติดตั้งวงกบ คสล.ที่ประกอบจากข้างล่างก่อนยกติดตั้ง



ภาพที่ 4.28 แสดงการใช้ชิ้นส่วนผนังขนาดต่างๆ ร่วมกับวงกบ คสล.สำเร็จรูป

ภาพที่ 4.29 แสดงอาคาร 2 ชั้น ที่สร้างด้วยแผ่นผนังกลวง

ภาพที่ 4.30 แสดงอาคารระบบผนังกลวงที่สร้างเสร็จแล้ว

■ **ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป** (Precast concrete wall for bathroom)

1. ข้อมูลรายละเอียดผนังห้องน้ำสำเร็จรูป

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นผนังระบบกึ่งสำเร็จรูปเฟอร์โรซีเมนต์รูปตัว U ขนาดแผ่นมาตรฐาน 640 x 1600 มม. (62 กก.) และ 320 x 1600 มม. (36 กก.) โดยมีผิวสำเร็จด้านในติดกระเบื้องเคลือบ รวมทั้งข้อต่อสำหรับอุปกรณ์ประปา–ระบายน้ำเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ผนังด้านนอกสามารถใช้วัสดุประเภทบอร์ดหรืออื่นๆตามความต้องการ

ข้อมูลจำเพาะ

ขนาดแผ่นผนังห้องน้ำ	640 x 1600 มม.
ความหนา (ที่ผนัง)	18 มม.
(ที่ RIB)	75 มม.
น้ำหนักแผ่นรวมกระเบื้องกรุผิว	68 Kg.
พื้นที่ 1 แผ่น	1.056 ตร.ม.
พื้นที่ผิวกระเบื้อง / แผ่น	0.838 ตร.ม.
จุดหิ้ว (Handing point)	0.30 ม. (จากปลายทั้งสองข้าง)
ขนาดของกระเบื้องกรุผิว	4 1/4 นิ้ว หรือ 107.95 มม.
จำนวนแผ่นของกระเบื้องต่อผนัง 1 ชิ้น	70 แผ่น
ขนาดรอยต่อระหว่างแผ่นกระเบื้อง	1.5 มม.

หลักการออกแบบ

1. **ระบบผนัง 2 ชั้น** (Double skin wall)

ใช้ประโยชน์ช่องว่างระหว่างผนัง เพื่อการเดินท่อของระบบสุขาภิบาล และยังมีน้ำหนักที่เบาเพียง 90 กก./ตร.ม. ซึ่งเบากว่าผนังห้องน้ำที่ทำการก่อสร้างในที่ ทั้งนี้ยังประหยัดเวลาในการก่อสร้าง ลดขั้นตอนและประเภทงานที่จะต้องปฏิบัติ ณ ที่ก่อสร้าง ไม่มีประเภทงานที่ช่างแต่ละประเภทจะต้องรอกัน

2. **ผนังชั้นใน** (ด้านห้องน้ำ)

เป็น ค.ส.ล.พร้อมผิวกระเบื้องกรุติดออกมาพร้อมกับชิ้นงานที่หล่อ ทำให้ลดปริมาณงานกระเบื้องที่ต้องทำ ณ ที่ก่อสร้าง (วิธีการดั้งเดิม = 100%) ลดลงเหลือเพียง 20 % สำหรับผนังชิ้นเล็ก และจะเหลือเพียง 5 – 10 % สำหรับผนังชิ้นใหญ่ และงานกระเบื้องผนังกรุสำเร็จออกมาพร้อมกับการผลิตชิ้นงานคุณภาพในเชิงช่างของงานกระเบื้อง ยังได้มาตรฐานและสม่ำเสมอ

3. **ผนังชั้นนอก** (ด้านนอกห้องน้ำ)

สามารถเลือกใช้วัสดุแผ่นประเภท Building Board ทั่วไป เช่น ยิบซั่มบอร์ด ไม้อัด ซีเมนต์บอร์ด หรือเซลโลกรีต เป็นต้น

4. **งานเดินท่อสุขาภิบาล**

สำหรับงานเดินท่อในระบบสุขาภิบาลนั้น สามารถกระทำได้ทันทีที่ติดตั้งแผ่นผนังเข้าที่เสร็จเรียบร้อย โดยไม่ต้องทำการสกัดผนัง

5. **ข้อต่อประเภทต่างๆ**

ข้อต่อของท่อชนิดต่างๆที่จะต้องต่อเข้ากับสุขภัณฑ์ เช่น ข้อต่อเกลียวในสำหรับจ่ายน้ำดีให้กับสุขภัณฑ์ ข้องอ 90 องศาสำหรับท่อน้ำทิ้ง จะติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมพร้อมกับชิ้นงานที่หล่อ ข้องอ 90 องศาพร้อมที่จะต่อเข้ากับสุขภัณฑ์และต่อเข้ากับระบบท่อได้ทันที

6. **อุปกรณ์ประกอบห้องน้ำ**

อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ที่วางสบู่ และที่ใส่กระดาษชำระ ซึ่งติดตั้งแบบ Recess fixing สามารถติดตั้งได้ทันที ในตำแหน่งและขนาดที่พอดีกับรู่นหรือยี่ห้อของอุปกรณ์ประกอบเหล่านั้น โดยไม่ต้องสกัดผนัง

7. **การซ่อมบำรุงงานท่อ**

สามารถกระทำได้โดยไม่ต้องกระทบกระเทือนถึงงานกระเบื้อง ลดความสูญเปล่าทั้งในด้านวัสดุ แรงงาน และเวลา

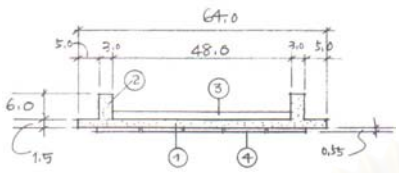
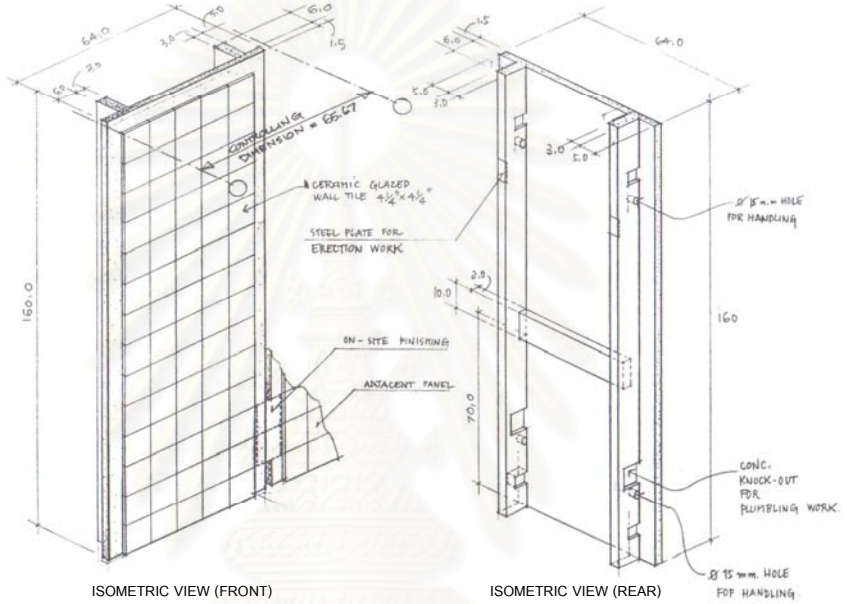
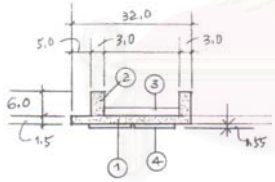
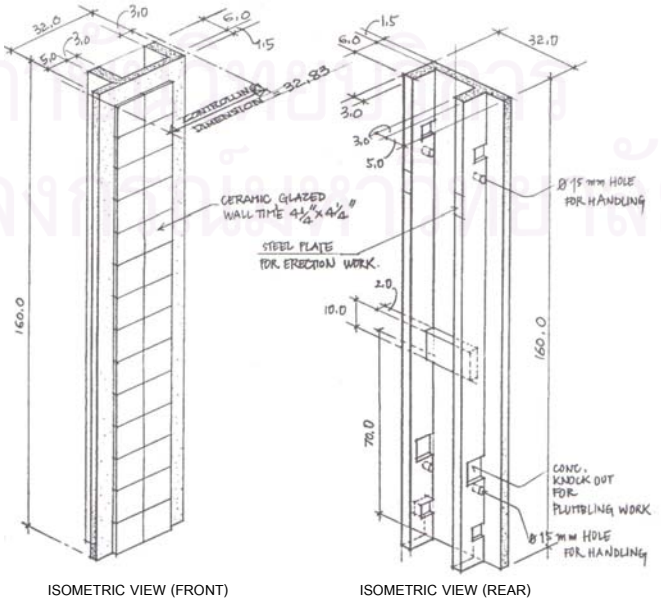
ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการก่อสร้าง

ขั้นตอน	วิธีการดั้งเดิม	ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป
1	■ ก่อผนังห้องน้ำ	■ ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป
2	■ ฉาบเรียบ (ภายนอก) ฉาบหยาบ (ภายใน)	■ เดินท่อสุขาภิบาล เทเสาเอ็น
3	■ วางแนวการเดินท่อและสกัดผนัง	■ กรุผนังภายนอก ติดกระเบื้องส่วนที่เหลือและยาแนวรอยต่อ
4	■ เดินท่อสุขาภิบาล	■ ติดตั้งสุขภัณฑ์
5	■ กรุกระเบื้องและยาแนวกระเบื้อง	■ -
6	■ ติดตั้งสุขภัณฑ์	■ -

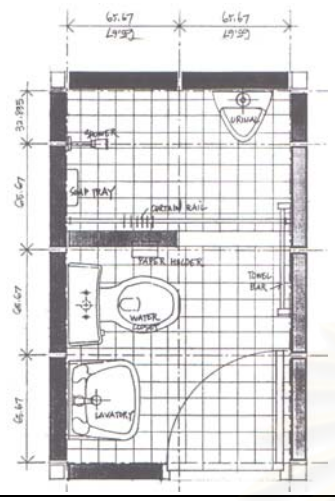
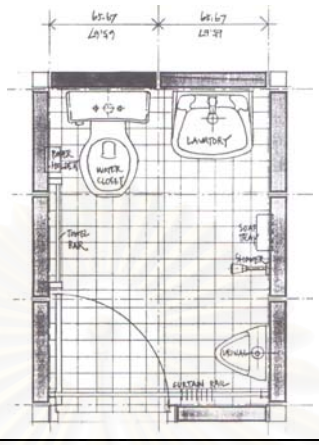
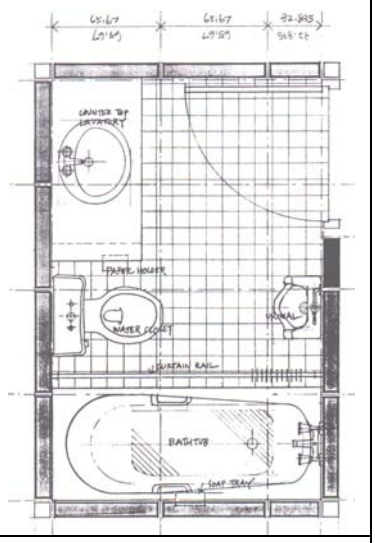
2. แบบขยายผนังห้องน้ำสำเร็จรูป

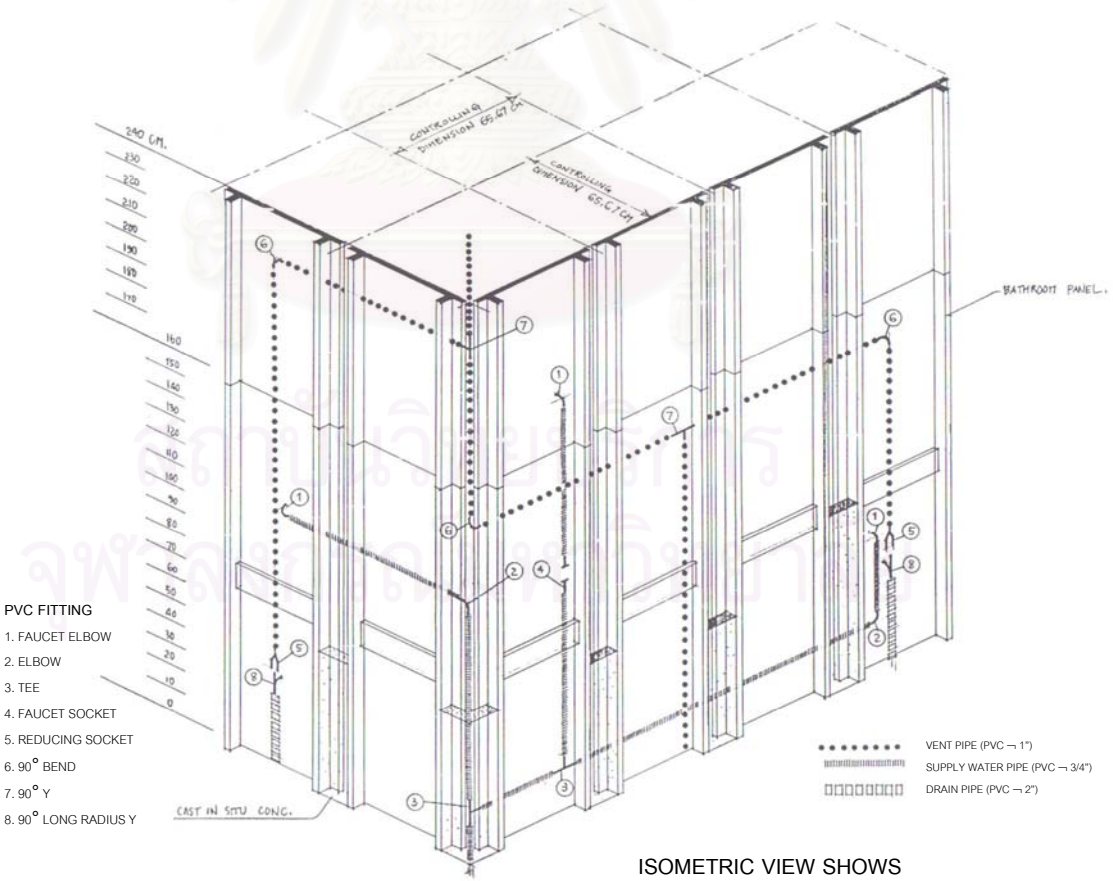
- Precast concrete wall for bathroom

ตารางที่ 4.12 แสดงผนังห้องน้ำสำเร็จรูปทั้ง 2 ขนาด

<table>
<tr>
<td rowspan="2">Bathroom Panel</td>
<td>  </td>
<td>Dimension : 640 x 1600 x 75 mm. (W x L x D)
Weight : 61.15 Kgs.
Covered area : 0.6567 x 1.60 = 1.05 sqm.
Plant finishing : 0.5477 x 1.533 = 0.8396 sqm. (80 %)
On-site finishing : 0.211 sqm. (20 %)</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2"> 
ISOMETRIC VIEW (FRONT) ISOMETRIC VIEW (REAR)</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="2">Bathroom Half Panel</td>
<td>  </td>
<td>Dimension : 320 x 1600 x 75 mm. (W x L x D)
Weight : 36.19 Kgs.
Covered area : 0.3238 x 1.60 = 0.51808 sqm.
Plant finishing : 0.3354 sqm. (64.7 %)
On-site finishing : 0.1826 sqm. (35.2 %)</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2"> 
ISOMETRIC VIEW (FRONT) ISOMETRIC VIEW (REAR)</td>
</tr>
</table>

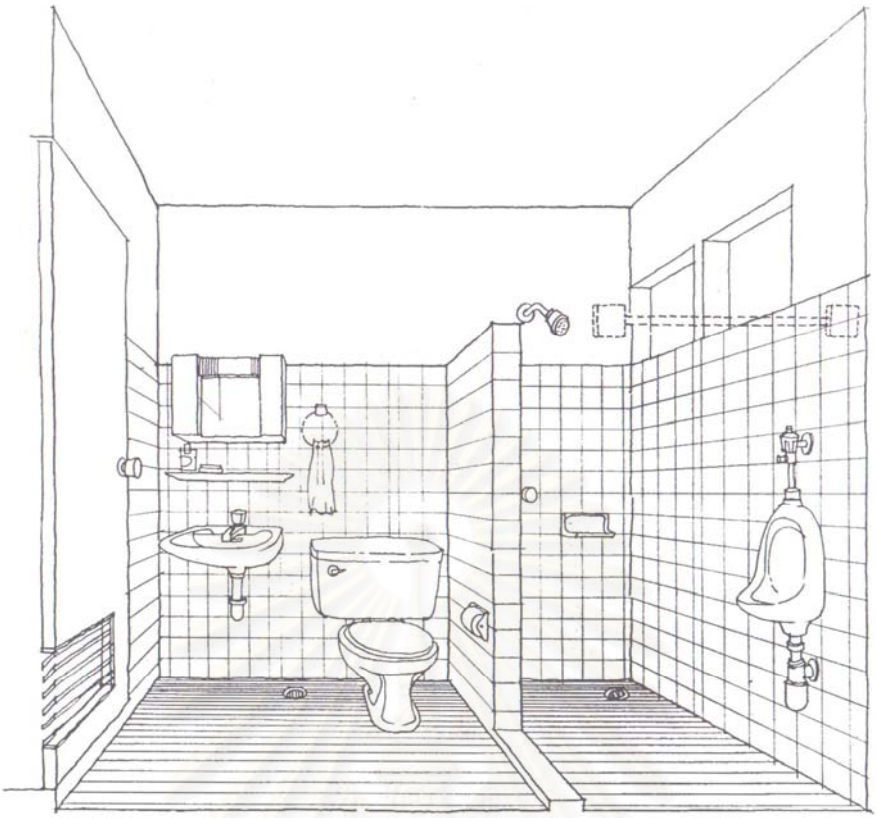
ตารางที่ 4.13 แสดงการจัดผังห้องน้ำแบบต่างๆ

		
Type A (1.31 x 2.29) = 3.01 sqm.	Type B (1.31 x 1.97) = 2.58 sqm.	Type C (1.64 x 2.62) = 4.30 sqm.

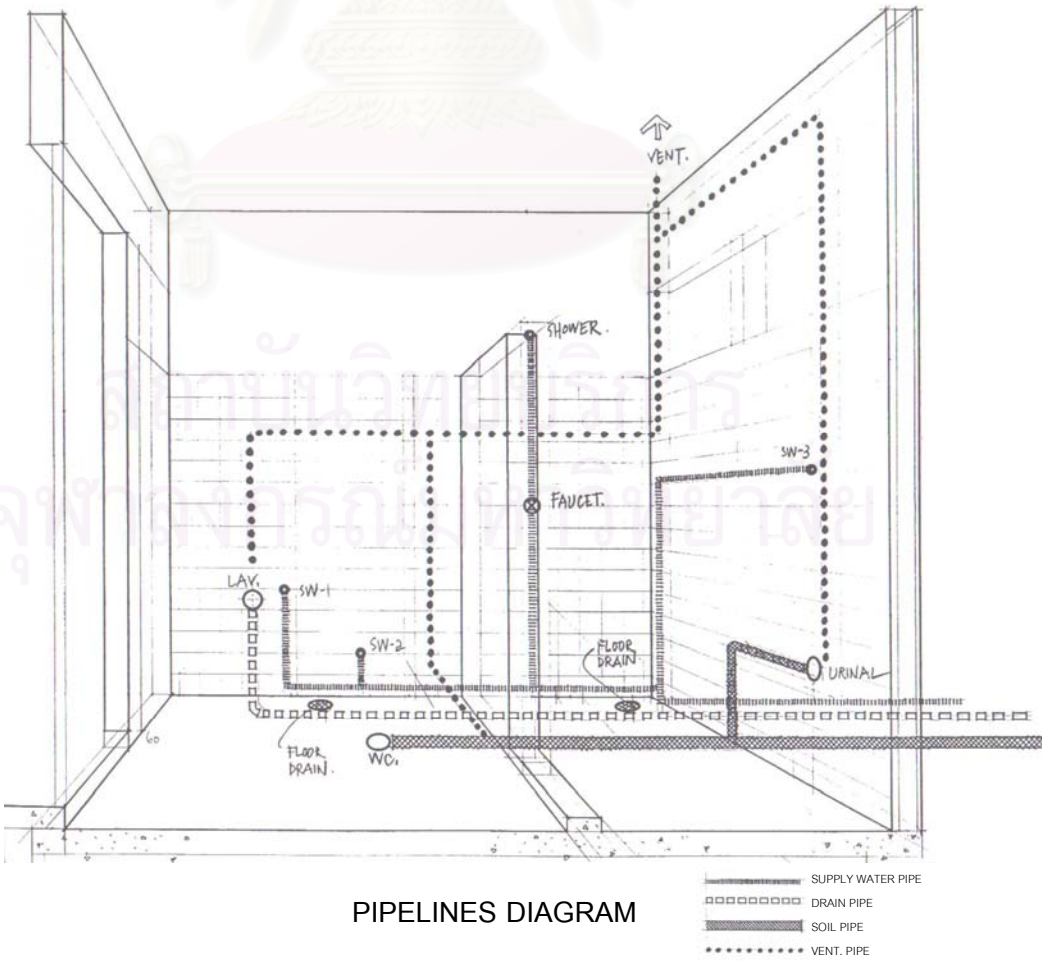


ISOMETRIC VIEW SHOWS

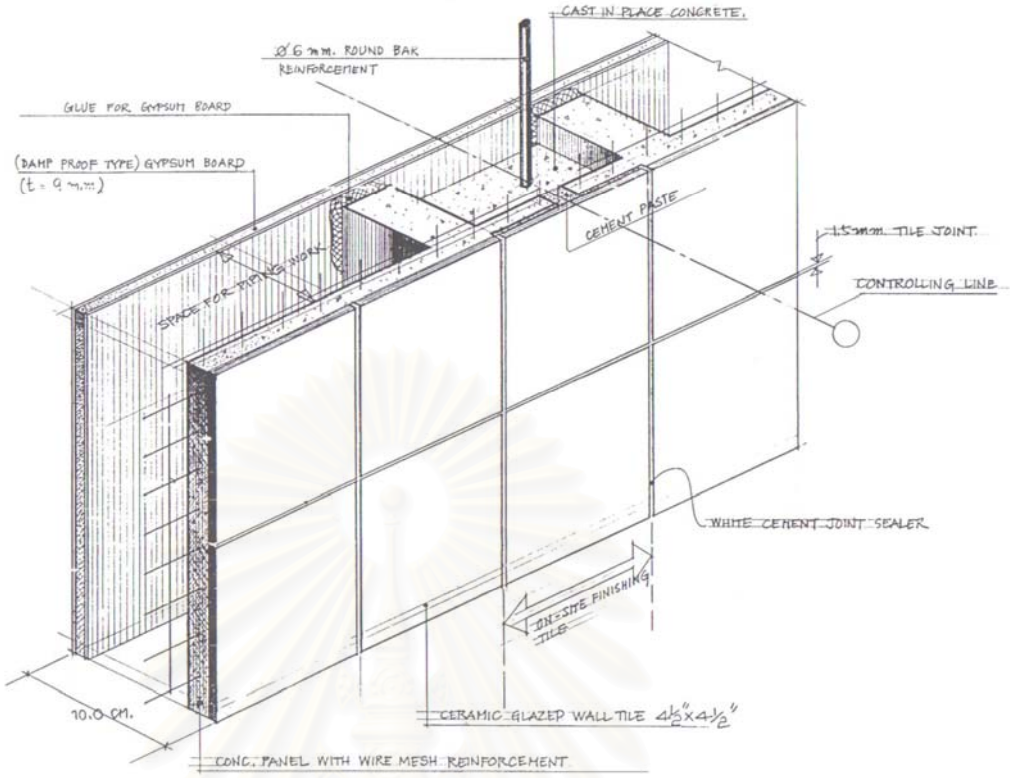
PLUMBLING WORK



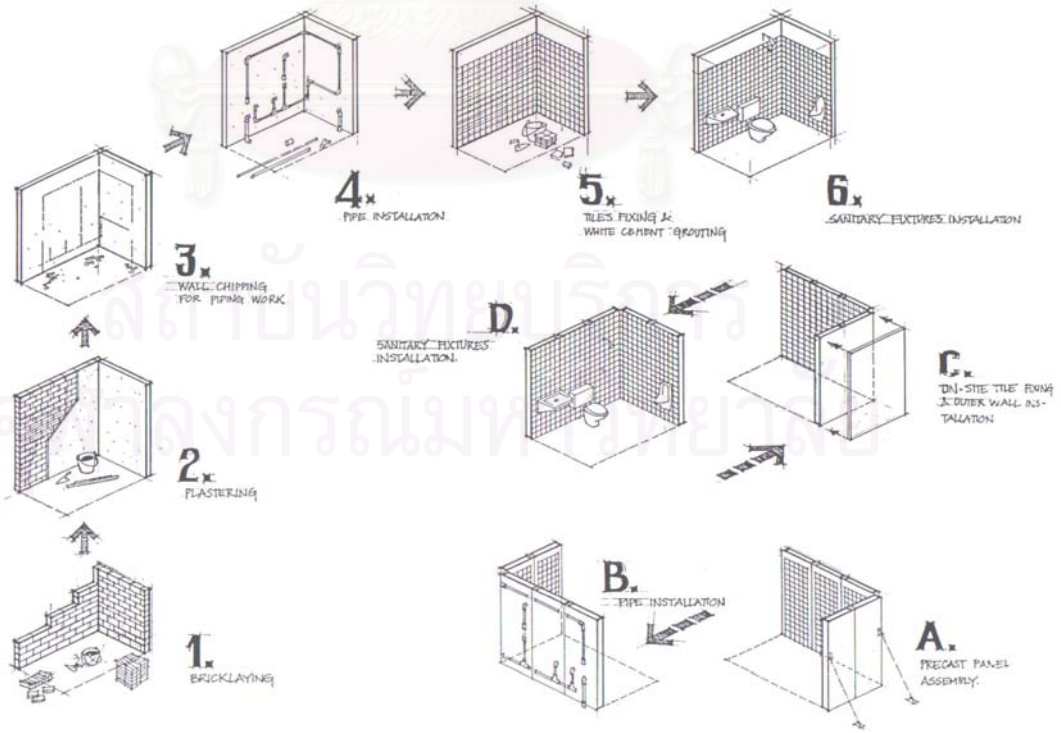
SANITARY FIXTURE INSTALLATION



PIPELINES DIAGRAM



SECTION DETAIL OF BATHROOM WALL

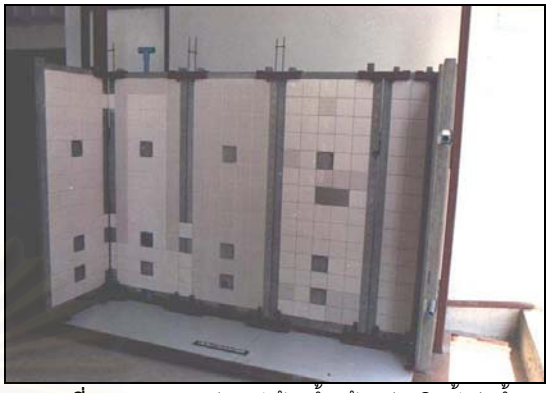


CONVENTIONAL STEPS
OF THE BATHROOM CONSTRUCTION

4 – STEPS OF PRECAST
PANELS INSTALLATION

3. ภาพถ่ายผนังห้องน้ำสำเร็จรูป

ภาพที่ 4.31 แสดงแผ่นผนังห้องน้ำสำเร็จรูปและอุปกรณ์ต่างๆ

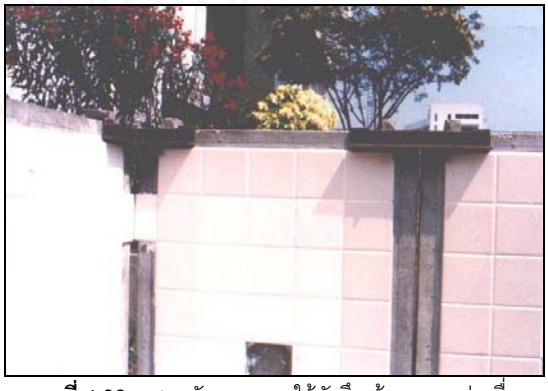


ภาพที่ 4.32 แสดงแผ่นผนังห้องน้ำพร้อมช่องติดตั้งท่อน้ำ

ภาพที่ 4.33 แสดงแผ่นผนังห้องน้ำทั้ง 2 ขนาด

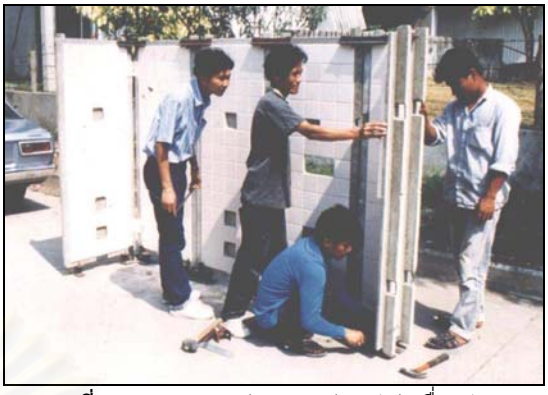
ภาพที่ 4.34 แสดงการติดตั้งแผ่นเข้ามุม โดยใช้เครื่องช่วยติดตั้งที่สามารถปรับระดับและระยะห่างระหว่างแผ่นได้

ภาพที่ 4.35 แสดงการติดตั้งแผ่นต่อเนื่องโดยใช้เครื่องช่วย



ภาพที่ 4.36 แสดงลักษณะการใช้ตัวยึดเข้ามุมและต่อเนื่อง

ภาพที่ 4.37 แสดงการยกแผ่นผนังต่อเนื่องเข้าติดตั้ง



ภาพที่ 4.38 แสดงการประกอบแผ่นผนังต่อเนื่องตัวมุม

ภาพที่ 4.39 แสดงแผ่นผนังด้านในที่ติดตั้งเข้าที่แล้ว ก่อนการเทเอ็น คสล. และปิดกระเบื้องตามแนวรอยต่อ

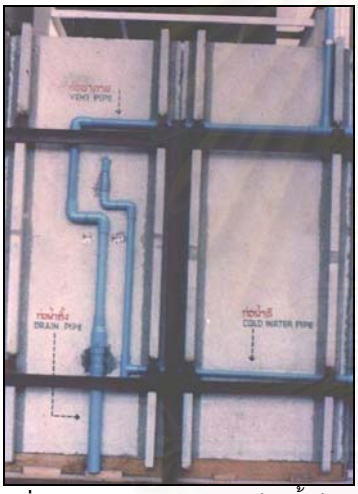
ภาพที่ 4.40 แสดงแผ่นผนังด้านนอกที่ติดตั้งเข้าที่แล้ว ก่อนการเทเอ็น คสล.

ภาพที่ 4.41 แสดงการเดินท่อประปา – ระบายน้ำ ผ่านช่องเดินท่อที่เตรียมไว้

ภาพที่ 4.42 แสดงท่อประปา – ระบายน้ำ ผ่านช่องเดินท่อที่เตรียมไว้ บริเวณผนังด้านนอก

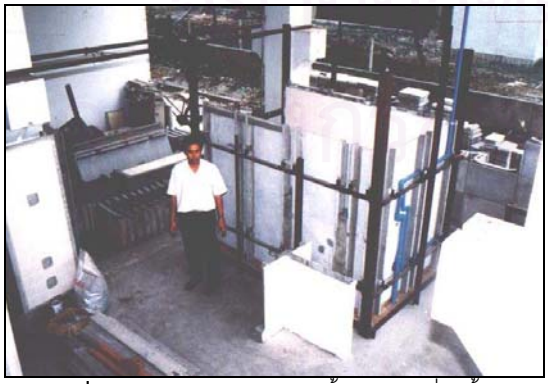
ภาพที่ 4.43 แสดงช่องเดินท่อผ่านทะลุผนังห้อง

ภาพที่ 4.44 แสดงช่องเดินท่อที่เตรียมไว้ก่อนกรุกระเบื้อง



ภาพที่ 4.45 แสดงระบบท่อของห้องน้ำต้นแบบ

ภาพที่ 4.46 แสดงข้อต่อและจุดติดตั้งสุขภัณฑ์ สามารถเตรียมไว้ได้ในขั้นตอนการผลิตแผ่นผนัง



ภาพที่ 4.47 แสดงระบบผนังห้องน้ำสำเร็จรูปที่ติดตั้งท่อสุขาภิบาลเสร็จแล้ว

ภาพที่ 4.48 แสดงห้องน้ำสำเร็จรูปที่ติดตั้งสุขภัณฑ์และพร้อมที่จะใช้งานได้

■ **วงกบและกรอบบาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป** (Reinforced concrete window frame)

1. ข้อมูลรายละเอียดวงกบและกรอบบาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นการใช้วัสดุพื้นฐานได้แก่ ปูนซีเมนต์ หิน ทราย เหล็กเสริมกลม ตะแกรงลวดตาข่ายสี่เหลี่ยม (ขึ้นรูปด้วยการเชื่อม) ในการทำวงกบและกรอบบาน ซึ่งจะเป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จนำมาประกอบกันในขณะติดตั้ง โดยดำเนินการได้พร้อมกับการติดตั้งระบบผนัง

รูปแบบชิ้นส่วนวงกบ

ชิ้นส่วนวงกบแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ชิ้นวงกบตัวนอน (วงกบบนและล่าง) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน
2. ชิ้นวงกบตัวตั้ง (วงกบตัวข้างและตัวกลาง) ในกรณีที่แบ่งช่องเปิดเป็น 2 ช่อง

การบังใบสำหรับวงกบทั้ง 2 ประเภท จะแตกต่างกันออกไป วงกบบนและล่างบังใบไว้ทั้ง 2 ด้าน เกิดสันคอนกรีตขึ้นบริเวณตรงกลาง และมีช่องรอยบากบริเวณตอนกลางและตอนปลาย ส่วนวงกบตัวข้างและตัวกลาง จะทำเป็นร่องสำหรับครอบสันคอนกรีตไว้ที่ปลาย โดยความยาวของชิ้นวงกบมีขนาดมาตรฐานเป็นไปตามขนาดช่องวงกบ

ขนาดช่องวงกบ

กำหนดช่องวงกบมาตรฐานเฉพาะในด้านความยาว ซึ่งเป็นไปตามระบบประสานทางพิกัด โดยใช้หน่วยพิกัดทางนอน เท่ากับ 300 มม. ส่วนความสูงเป็นไปตามระบบที่ใช้กันอยู่ เพื่อให้สามารถใช้กับกรอบบานและชุดบานเกล็ดที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ขนาดของช่องวงกบหน้าต่าง มีอยู่ 3 ขนาด และขนาดของช่องวงกบประตู มี 1 ขนาด โดยจะมีขนาดมาตรฐานตามพิกัดออกแบบทางนอน เท่ากับ 900 1,200 1,800 มม. ตามลำดับ

การประกอบติดตั้งวงกบ

การติดตั้งวงกบจะทำไปพร้อมกับการติดตั้งแผ่นผนัง คือเมื่อได้ทำการติดตั้งแผ่นผนังแถวล่างและแถวที่ 2 โดยเว้นช่องประตูและหน้าต่างไว้แล้ว จึงติดตั้งวงกบนอนตัวล่างเข้าที่ โดยอาศัยพุกสำเร็จรูปและปูนทรายรองด้านล่างของตัววงกบ แล้วจึงติดตั้งวงกบตั้งตัวข้างและตัวกลางเข้าที่ กรอกปูนทรายรอยต่อเสร็จแล้ว จึงนำวงกบนอนตัวบนขึ้นติดตั้ง หลังจากนั้นก็สามารถก่อและติดตั้งผนังแถวที่ 3 ซึ่งเป็นชั้นบนสุดได้ทันที

ส่วนวิธีการประกอบเฉพาะที่ติดตั้งสำหรับตัววงกบ โดยการสอดเหล็กเสริมที่ยื่นเตรียมไว้จากปลายวงกบตั้ง ตัวข้างและตัวกลางเข้าในช่องที่จัดเตรียมไว้ที่วงกบนอน ตัวบน – ล่าง ยาแนวรอยต่อด้วยวัสดุประสาน เช่น กัมกรีต อีพ็อกซี่ อุดช่องว่างด้วยปูนทราย ซึ่งสามารถที่จะปั้นปูน ตกแต่งให้สวยงามได้

รูปแบบชิ้นส่วนกรอบบาน

เป็นกรอบบาน ค.ส.ล.ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับกรอบบานไม้ แต่ปรับให้เหมาะกับวัสดุที่เป็น ค.ส.ล. ทั้งลักษณะกรอบบาน section กรอบบาน รวมไปถึงจุดติดตั้งบานพับซึ่งเป็นบานพับแบบเดือย และสามารถปรับเพื่อใช้บานพับแบบธรรมดา แบบวิทโก้ และแบบอื่นๆได้ตามความเหมาะสมต่อไป

ขนาดกรอบบาน

ขนาดกรอบบานมาตรฐาน มี 3 ขนาด เป็นไปตามขนาดของช่องวงกบมาตรฐานที่มีอยู่ 3 ขนาดเช่นเดียวกัน ตัวกรอบบานจะใส่เข้าไปในวงกบได้พอดี โดยอาศัยขนาดมาตรฐานตามพิกัดทางนอนในระบบประสานทางพิกัดเป็นหลักในการออกแบบ

การประกอบติดตั้งกรอบบาน

การติดตั้งกรอบบานจะทำภายหลังจากติดตั้งวงกบเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยการติดตั้งบานพับจะใช้วิธีการยื่นเหล็กเสริมพิเศษ 9 มม. ออกมาจากตัวกรอบบานและตัววงกบ ซึ่งเตรียมไว้ตั้งแต่การผลิตชิ้นส่วน เพื่อมาเชื่อมติดกับบานพับแบบเดือย ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นบานพับแบบธรรมดา และบานพับแบบวิทโก้ได้ และสามารถพัฒนาเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตัวบานต่างๆ เช่น กลอน กุญแจ ที่จับปิดเปิดได้

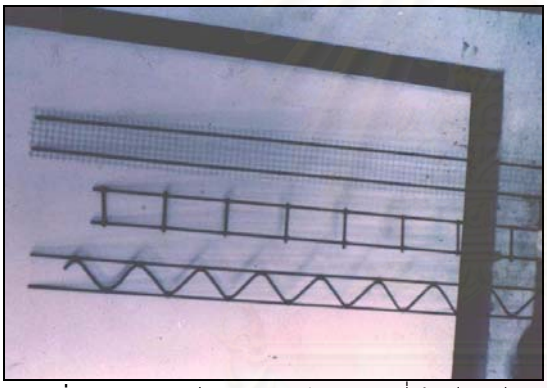
ตารางที่ 4.14 แสดงขนาดของวงกบ ค.ส.ล.สำเร็จรูปขนาดต่างๆ

ชนิด	**ขนาดช่องเปิด** (มม.)	**ขนาดชิ้นส่วน** (มม.)
1. **วงกบช่องเดี่ยว**	กว้าง 900 สูง 1,200	ตัวนอน 885 ตัวตั้ง 1,100
2. **วงกบช่องคู่** 1	กว้าง 1,200 สูง 1,200	ตัวนอน 1,185 ตัวตั้ง 1,100
3. **วงกบช่องคู่** 2	กว้าง 1,800 สูง 1,200	ตัวนอน 1,785 ตัวตั้ง 1,100
4. **วงกบประตู**	กว้าง 900 สูง 2,000	ตัวนอน 885 ตัวตั้ง 2,000

2. ภาพถ่ายวงกบและกรอบบาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป

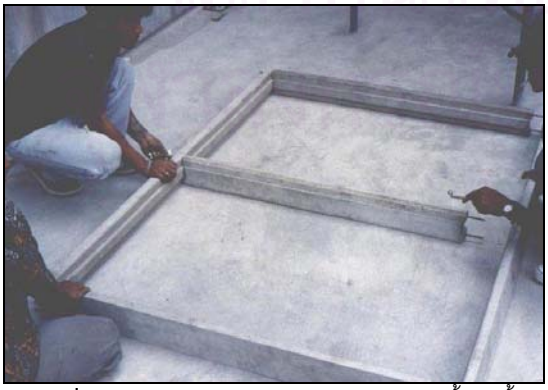
ภาพที่ 4.49 แสดงการทดสอบการรับกำลังด้านข้างของวงกบ

ภาพที่ 4.50 แสดงการทดสอบการรับกำลังคอนกรีตเสริมเหล็ก



ภาพที่ 4.51 แสดงวิธีการเสริมเหล็กในวงกบที่ใช้เปรียบเทียบ

ภาพที่ 4.52 แสดงชิ้นงานวงกบที่ผ่านการทดสอบ



ภาพที่ 4.53 แสดงการประกอบวงกบ ค.ส.ล.ก่อนขึ้นติดตั้ง

ภาพที่ 4.54 แสดงการติดตั้งวงกบร่วมกับผนังระบบแผ่นกลวง

2. ระบบพื้น

เป็นการพัฒนางานระบบพื้น และชิ้นส่วนย่อยที่ใช้งานร่วมกับงานระบบพื้น ซึ่งรวมถึงการออกแบบขนาด ระยะในการติดตั้ง และจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยใช้ขนาดเทียบกับระบบประสานทางพิกัด เพื่อใช้ก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป ประกอบด้วย

2.1 พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป

2.2 ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป

▪ พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป (Hollow core concrete floor)

1. ข้อมูลรายละเอียดพื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นรูปแบบของการพัฒนาพื้นแผ่นกลวงแบบรูกลมและแบบหกเหลี่ยม นำมาใช้เป็นแผ่นปูพื้นบนตง ค.ส.ล.หรือ คอร.หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดโดยทั่วไป

ขนาดของชิ้นส่วน

ขนาดของแผ่นพื้นเป็นไปตามระบบประสานทางพิกัด โดยมีขนาดรวมรอยต่อเท่ากับ 600 x 600 มม. ความหนา 70 และ 90 มม. เมื่อเสริมเหล็กตะแกรงและเทคอนกรีตทับหน้าหนาประมาณ 30 มม. แล้ว จะมีน้ำหนัก (รวมตง) ประมาณ 310 - 320 กก./ตร.ม. และสามารถรับน้ำหนักจรได้เทียบเท่ากับพื้นสำเร็จรูปในระบบพื้นประกอบ (Composite Floor) โดยทั่วไป

2. ภาพถ่ายพื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป

ภาพที่ 4.55 แสดงรูปแบบแผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดต่างๆ

ภาพที่ 4.56 แสดงแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางอยู่บนตง ค.ส.ล.

ภาพที่ 4.57 แสดงตงที่รองรับพื้น ซึ่งเป็นตง คสล.ที่มีผลิตจำหน่ายในท้องตลาด

ภาพที่ 4.58 แสดงอาคารที่ก่อสร้าง โดยใช้พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูปร่วมกับผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป

▪ ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป

1. ข้อมูลรายละเอียดลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ลักษณะของชิ้นส่วน

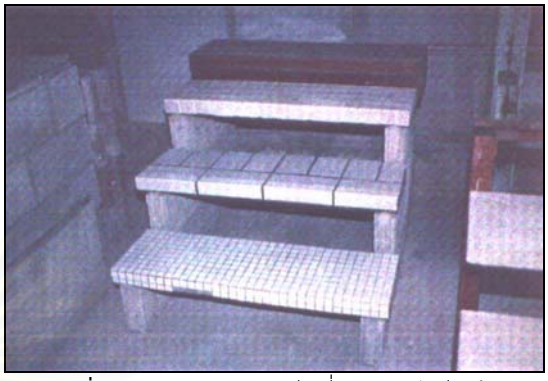
ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป มุ่งทดแทนการใช้ลูกนอนไม้ชั้นดี ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงและกำลังขาดแคลนยิ่งขึ้นทุกขณะ นอกจากนี้ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป ยังสามารถตกแต่งผิวด้วยวัสดุพื้นได้เกือบทุกประเภท เช่น ไม้พื้นลิ้นร่อง ปาร์เก้ กระเบื้องเซรามิค ซึ่งผลิตจากโรงงานในท้องตลาดโดยทั่วไป ทำให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและประหยัด นอกเหนือจากความสะดวกและรวดเร็วในการติดตั้ง ซึ่งสามารถติดตั้งกับโครงสร้างแม่บันไดถาวรได้หลายประเภท

รูปแบบของชิ้นส่วน

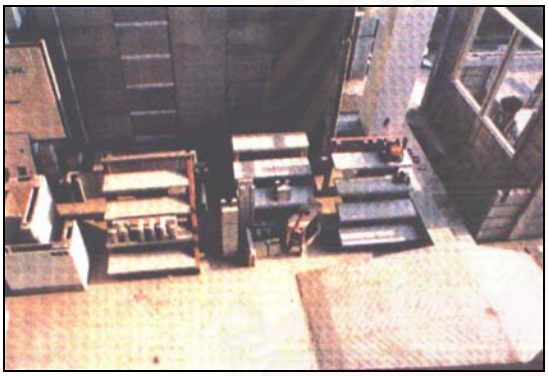
ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูปนี้เป็นการปรับรูปแบบของบันได ขนาดและความหนาของลูกนอน ความแข็งแรงในการรับแรงทางโครงสร้าง รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างบันไดและราวลูกกรง ให้สามารถประกอบเข้ากับชิ้นส่วนสำเร็จรูปอื่นๆได้ และอาศัยระบบประสานทางพิกัดร่วมในการออกแบบ โดยสามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถลดขั้นตอน ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายของลูกนอนบันไดรวมถึงค่าแรงในการประกอบติดตั้งลงได้มาก

2. ภาพถ่ายลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ภาพที่ 4.59 แสดงลูกนอนบันไดมาตรฐาน



ภาพที่ 4.60 แสดงลูกนอนบันไดที่ทำผิวสำเร็จเรียบร้อย



ภาพที่ 4.61 แสดงลูกนอนบันได ค.ส.ล. รูปแบบต่างๆ

ภาพที่ 4.62 แสดงการทดสอบการรับกำลังคอนกรีต

ภาพที่ 4.63 แสดงการทดสอบการรับกำลังของลูกนอนบันได

ภาพที่ 4.64 แสดงชิ้นงานบันได ค.ส.ล.ที่ผ่านการทดสอบ

3. ระบบโครงสร้าง

เป็นการพัฒนางานระบบชิ้นส่วนโครงสร้าง และชิ้นส่วนย่อยที่ใช้งานร่วมกับงานระบบโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการออกแบบขนาดชิ้นส่วนเสา - คานที่สัมพันธ์กัน ระยะในการติดตั้ง และจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เพื่อให้สามารถก่อสร้างได้รวดเร็วขึ้นและใช้เครื่องมือช่วยติดตั้งที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก โดยใช้ขนาดเทียบกับระบบประสานทางพิกัด เพื่อใช้ก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป ประกอบด้วย

3.1 เสา - คานกึ่งสำเร็จรูป

3.2 แบบหล่อคานสำเร็จรูป

▪ เสา - คานกึ่งสำเร็จรูป

1. ข้อมูลรายละเอียดเสา - คานกึ่งสำเร็จรูป

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นการพัฒนาเสา - คาน ค.ส.ล.กึ่งสำเร็จรูป สำหรับอาคารพักอาศัยในลักษณะประกอบ (Composite beam and column) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้น้ำหนักของชิ้นส่วนไม่มากเกินไป สะดวกในการติดตั้ง ลดการใช้ไม้แบบค้ำยัน ไม่จำเป็นต้องตกแต่งฉาบปูน สามารถรับน้ำหนักได้ส่วนหนึ่งและทำการก่อสร้างในขั้นตอนต่อไปได้ทันที นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นในการออกแบบและใช้งาน โดยสามารถปรับขนาดหน้าตัดของคานและเหล็กเสริมเพื่อการรับกำลังได้ตามที่วิศวกรต้องการ

รูปแบบของชิ้นส่วน

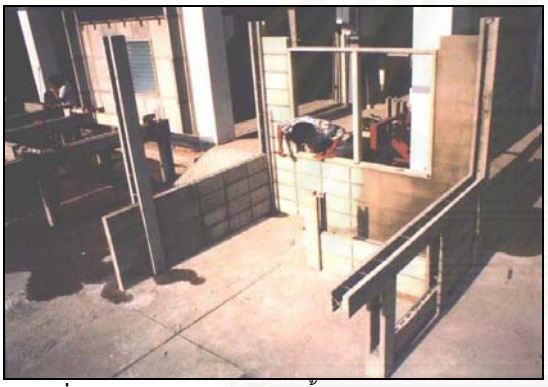
ระบบของคานประกอบดังกล่าว ประกอบด้วย แผ่นคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป 2 แผ่น ความหนาแผ่นละ 40 มม. ภายในแผ่นได้เตรียมเหล็กเสริมไว้เรียบร้อยตามความจำเป็น ช่องว่างระหว่างแผ่นคานทั้ง 2 แผ่น สามารถเสริมเหล็กเพิ่มเติมได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบ ก่อนการเทคอนกรีตในที่ภายในช่องว่าง เพื่อให้แผ่นคาน ค.ส.ล.และคอนกรีตที่เทในที่ทำหน้าที่รับกำลังร่วมกัน ทำให้โครงสร้างแข็งแรงอยู่ได้

การพัฒนาต่อมาได้เพิ่มทางเลือก โดยผลิตคานเป็นรูปตัว U และเสาที่มีไส้กลวง เมื่อติดตั้งแล้วจึงเทคอนกรีตในช่องว่าง ทำให้เสา – คานชนิดนี้เปรียบเสมือนเป็นไม้แบบของโครงสร้างไปในตัว และเมื่อคอนกรีตเริ่ม set ตัวได้ที่ ก็สามารถถอดค้ำยันออกเหลือเพียงเท่าที่จำเป็นเท่านั้น วิธีการนี้ทำให้สามารถติดตั้งเสา – คานของชิ้นต่อไปได้ในวันถัดไป

2. ภาพถ่ายเสา - คานกึ่งสำเร็จรูป

ภาพที่ 4.65 แสดงเสา - คานระบบประกอบกึ่งสำเร็จรูปที่มีขนาดและความยาวของชิ้นส่วนตามการออกแบบ

ภาพที่ 4.66 แสดงเสากึ่งสำเร็จรูปแบบต่างๆตามลักษณะของผนังที่มาเชื่อมต่อทั้งแบบ Straight, L และ T Joint



ภาพที่ 4.67 แสดงการทดลองติดตั้งเสา - คานสำหรับอาคารขนาดเล็กร่วมกับบล็อคและวงกบสำเร็จรูปในระยะแรก

ภาพที่ 4.68 แสดงการเริ่มยกคานขึ้นติดตั้งบนหัวเสาที่ชั้นแรกโดยใช้เครื่องช่วยยกขนาดเล็กทั่วไป

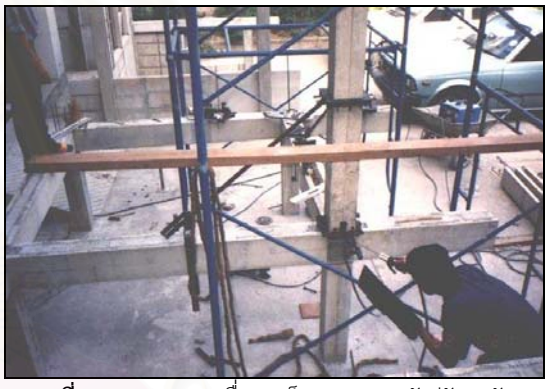
ภาพที่ 4.69 แสดงการประกอบแบบหล่อในจุดรอยต่อเสาคาน

ภาพที่ 4.70 แสดงการเทคอนกรีตบริเวณรอยต่อเสา - คาน

ภาพที่ 4.71 แสดงการเทคอนกรีตในคานที่เป็นแบบหล่อในตัว

ภาพที่ 4.72 แสดงการยกเสาชั้นสองขึ้นติดตั้ง

ภาพที่ 4.73 แสดงการใช้เครื่องช่วยในการยกเสาชั้นสองขึ้นติดตั้งเหนือคานที่ติดตั้งเสร็จแล้ว



ภาพที่ 4.74 แสดงการเชื่อมเหล็กเสา ภายหลังปรับระดับ – ดิ่ง – ยึดโดยเครื่องช่วยเรียบร้อยแล้ว

ภาพที่ 4.75 แสดงเครื่องช่วยติดตั้งค้ำยันเสาให้ได้ดิ่ง - ระดับ

ภาพที่ 4.76 แสดงเครื่องช่วยติดตั้งบริเวณรอยต่อเสา - คาน

ภาพที่ 4.77 แสดงการยกคานขึ้นติดตั้งบนหัวเสาชั้นเดียว

ภาพที่ 4.78 แสดงการใช้เครื่องช่วยในการประกอบคานกับเสา

ภาพที่ 4.79 แสดงคานที่นำขึ้นติดตั้งบนหัวเสาแล้ว รอการเทคอนกรีตบริเวณรอยต่อ

ภาพที่ 4.80 แสดงรายละเอียดเครื่องช่วย – แบบหล่อบริเวณเสา – คาน ก่อนการเทคอนกรีต

ภาพที่ 4.81 แสดงการเทคอนกรีตในจุดเชื่อมต่อระหว่างคานและเสาชั้นสอง

ภาพที่ 4.82 แสดงโครงสร้างที่ได้ทดลองก่อสร้าง

■ แบบหล่อคานสำเร็จรูป

1. ข้อมูลรายละเอียดแบบหล่อคานสำเร็จรูป

ลักษณะของชิ้นส่วน

ชิ้นส่วนแบบหล่อคานนี้ เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อให้การหล่อคาน ค.ส.ล.ในที่สำหรับอาคารพักอาศัยและอาคารขนาดเล็กทั่วไป สามารถทำได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และประหยัด รวมทั้งให้ความเป็นอิสระในการคำนวณออกแบบของวิศวกรและสถาปนิก โดยอยู่ภายใต้การออกแบบในระบบประสานทางพิกัด

รูปแบบของชิ้นส่วน

แบบหล่อคานสำเร็จรูปชนิดนี้เป็นแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ 2 ชิ้นประกบกัน โดยเว้นช่องว่างส่วนกลางไว้สำหรับเสริมเหล็กและเทคอนกรีตตามปรกติ ดังนั้น แผ่นแบบหล่อจึงถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนทั้งไม้แบบและปูนฉาบ ในการติดตั้งได้มีการพัฒนาเครื่องช่วยในระบบค้ำยันและยึดแผ่นเข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้การทำงานติดตั้งถูกต้อง สะดวก รวดเร็ว และสามารถถอดอุปกรณ์เหล่านี้ไปใช้ได้อีกในครั้งต่อๆไป

ขนาดของชิ้นส่วน

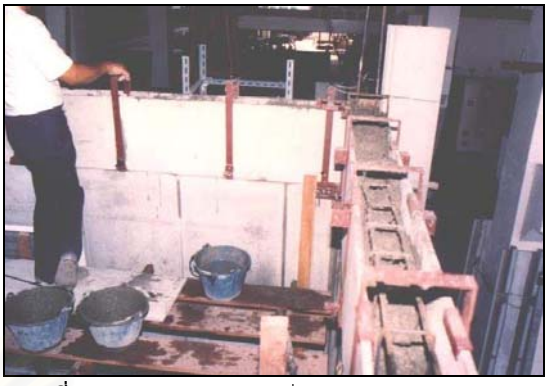
แผ่นแบบหล่อคานนี้ได้พัฒนาจากแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ 2 ชิ้นประกบกัน ความหนาประมาณ 10 - 20 มม. แผ่นมาตรฐานมีความยาว 600 และ 1200 มม. แต่สามารถผลิตได้ยาวถึง 3600 มม.

2. ภาพถ่ายแบบหล่อคานสำเร็จรูป

ภาพที่ 4.83 แสดงการติดตั้งเหล็กเสริมคานบนยอดผนังกลวง

ภาพที่ 4.84 แสดงการประกอบแผ่นแบบหล่อคานทั้ง 2 ชิ้น

ภาพที่ 4.85 แสดงการใช้เครื่องช่วยและระบบค้ำยัน ในการประกอบแผ่นแบบหล่อคาน



ภาพที่ 4.86 แสดงการเทคอนกรีตตรงกลางระหว่างแบบหล่อคานสำเร็จรูปทั้ง 2 ชิ้น

ภาพที่ 4.87 แสดงการเช็คคอนกรีตที่เทไปแล้ว และปรับให้เรียบเสมอระดับหลังคาน

ภาพที่ 4.88 แสดงคานสำเร็จที่สร้างจากแบบหล่อเฟอร์โรซีเมนต์ พร้อมที่จะถอดเครื่องช่วย – ค้ำยัน

ภาพที่ 4.89 แสดงระบบเครื่องช่วยและค้ำยัน ของช่วงคานสำเร็จที่ยาว 3.00 ม.

ภาพที่ 4.90 แสดงค้ำยันส่วนล่าง ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

ภาพที่ 4.91 แสดงรายละเอียดเครื่องช่วยและค้ำยันส่วนบน ตรงบริเวณกลางคาน

ภาพที่ 4.92 แสดงรายละเอียดเครื่องช่วยและค้ำยันส่วนบน ซึ่งต่อฐานลงมาที่ระดับพื้น และปรับระดับได้

ภาพที่ 4.93 แสดงการถอดตัวประกับคาน เมื่อคอนกรีตได้ที่

ภาพที่ 4.94 แสดงคานที่สร้างจากแบบหล่อสำเร็จรูป

ภาพที่ 4.95 แสดงคานจากแบบหล่อสำเร็จ ร่วมกับโครงสร้างผนังแผ่นกลวงและพื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป

ภาพที่ 4.96 แสดงแบบหล่อคาน (ระบบเฟอร์โรซีเมนต์) สำหรับอาคาร 2 ชั้น ร่วมกับผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป

สรุปขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.

ตารางที่ 4.15 แสดงการสรุปขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.ในระบบต่างๆ

ระบบผนัง	**ขนาดในระบบ** Metric (มม.)			**ขนาดในระบบ** Modular (พ.)		
	แนวดิ่ง	แนวระดับ	หนา	แนวดิ่ง	แนวระดับ	หนา [1]
■ อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค	200	400,600	70	2	4,6	1
■ ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ	400	300,600	100	4	3,6	1
■ ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป [2]	385,785, 2385	285,585, 885	70,90	4,8,24	3,6,9	1
■ ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป [3]	400,2000, 2400	300,600, 900	75	4,20,24	3,6,9	1
■ วงกบ ค.ส.ล. สำเร็จรูป	1200,2000	900,1200, 1800	100	12,20	9,12,18	1
ระบบพื้น	**ขนาดในระบบ** Metric (มม.)			**ขนาดในระบบ** Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
■ พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป [4]	600	600	70,90	6	6	1
■ ลูกนอนบันได ค.ส.ล. สำเร็จรูป	300	900,1200	50	3	9,12	0.5

หมายเหตุ 1. ขนาดความหนาของชิ้นส่วนในระบบผนังที่ระบุในระบบ Modular จะรวมความหนาปูนฉาบหรือวัสดุปิดผิวอื่นๆโดยประมาณแล้ว (พ = 100 มม.)

2. ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป ใช้หลักการเชื่อมต่อโดยใช้ปูนก่อแบบเว้นร่อง กว้าง 15 มม. ทั้งตามแนวนอนและแนวตั้ง ทำให้ขนาดในระบบ Modular เป็นเลขตามพิกัด

3. ขนาดของผนังห้องน้ำสำเร็จรูป เป็นขนาดที่ผู้วิจัยได้สอบถามทาง วท. ซึ่งจะพัฒนาให้เข้าระบบประสานทางพิกัด

4. ขนาดของพื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป รวมรอยต่อระหว่างแผ่นแล้ว ส่วนความหนารวมคอนกรีตทับหน้าหนา 30 มม.

5. ชิ้นส่วนในระบบโครงสร้างไม่ได้สรุปรวมในส่วนนี้ ซึ่งได้แก่เสา–คานกึ่งสำเร็จรูปและแบบหล่อคานสำเร็จรูป เพราะสามารถปรับขนาดได้ตามการออกแบบทั้งขนาดหน้าตัดและความยาวของเสาและคาน

ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ตามที่ได้แสดงข้อมูลมาทั้งหมดนั้น จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาขนาดพิกัดร่วม ระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปนี้กับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ ซึ่งจะแสดงข้อมูลในหัวข้อถัดไป แต่ในส่วนการวิเคราะห์นั้นจะอยู่ในบทที่ 5. หัวข้อเรื่องการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป โดยทั้งหมดนี้จำเป็นที่จะต้องใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบบ้านแถวต่อไป

4.2 รายละเอียดวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ

รายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆในหัวข้อนี้ เป็นการสรุปขนาดของวัสดุก่อสร้างซึ่งจะเลือกพิจารณาเฉพาะวัสดุที่สามารถใช้ออกแบบและก่อสร้างในระบบประสานทางพิกัดได้ โดยแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบที่บอกถึงประเภทของวัสดุ ขนาดในระบบ Metric และขนาดในระบบ Modular เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบบ้านแถวร่วมกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. โดยอาศัยหลักการประสานทางพิกัด (Modular Coordination) และใช้ก่อสร้างอาคารในระบบเปิด (Open system) ได้ ในการวิจัยนี้สามารถแบ่งประเภทของวัสดุก่อสร้างตามระบบของการก่อสร้างได้ ดังนี้

1. ระบบผนัง
2. ระบบพื้น
3. ระบบเพดาน

1. ระบบผนัง

วัสดุก่อสร้างในระบบผนัง สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1.1 วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ วัสดุก่อ

1.2 วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุแผ่นใหญ่ วัสดุบุผนัง

ตารางที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง (วัสดุก่อ) ในระบบผนัง

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)[1]		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา[2]
วัสดุก่อ						
■ อิฐมวลเบา	200	600	75,100,125,150,200	2	6	1
■ คอนกรีตบล็อค	190	390	70,90,140,190	2	4	1
■ อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค	100	250	125	1	2.5	*
■ ดินซีเมนต์บล็อค	90	290	145	1	3	*
■ อิฐแก้ว	190	190	80	2	2	*

หมายเหตุ 1. ขนาดในระบบ Modular เป็นระยะที่มองวัสดุในแนวตั้งรวมระยะเผื่อรอยต่อโดยประมาณ (พ = 100 มม.)

2. ขนาดความหนาของวัสดุก่อที่ระบุในระบบ Modular จะรวมความหนาปูนฉาบหรือวัสดุปิดผิวอื่นๆโดยประมาณแล้ว โดยจะเลือกพิจารณาแต่ขนาดที่สามารถเข้าระบบได้และประหยัดที่สุด เพื่อใช้ออกแบบในผังตารางพิกัด

* = ความหนาของวัสดุก่อที่ไม่เข้าระบบ Modular

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุแผ่นใหญ่) ในระบบผนัง

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
วัสดุแผ่นใหญ่						
■ ไม้อัด	900,1200	1800,2400	3 - 20	9,12	18,24	*
■ ใยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ	1200	2400	3 - 19	12	24	*
■ ไม้ไผ่อัด	1200	2400	2 - 5	12	24	*
■ แผ่นใยไม้อัด	1200	2400	9 - 35	12	24	*
■ แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้	900,1200	1800,2400	8 - 24	9,12	18,24	*
■ แผ่นแคลเซียมซิลิเกต	1200	1800,2400 3000	6 - 20	12	18,24,30	*
■ แผ่นยิบซั่มบอร์ด	1200	1200,2400 3000	9 - 30	12	12,24,30	*
■ แผ่นยิบซั่มไฟเบอร์บอร์ด	1200	2400	6 - 12	12	24	*
■ กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ	1200	1200,2400	4 - 8	12	12,24	*
■ แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว	1200	1200,2400	6 - 15	12	12,24	*
■ แผ่นพลาสติกอะครีลิก	1200	1200,2400 3000	3 - 35	12	12,24,30	*
■ แผ่นปิดผิวลามิเนตแรงดันสูง	1200	2400	3 - 20	12	24	*
■ ไม้สังเคราะห์หรือไม้เทียม	150,200	1800,3000 4000	8	1.5,2	18,30,40	*

หมายเหตุ * = ความหนาของวัสดุแผ่นใหญ่ที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ยึดติดกับโครงคร่าวที่มีขนาดต่างๆ หรือใช้ปิดผิววัสดุก่อ เพื่อทราบระยะกว้างรวมของผนัง และใช้ออกแบบผังตารางพิกัดได้

ตารางที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุผนัง) ในระบบผนัง

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
วัสดุบุผนัง						
■ กระเบื้องเคลือบ	100,150,200 250,300	100,150,200 250,300	4 - 8	1,1.5,2, 2.5,3	1,1.5,2, 2.5,3	*
■ กระเบื้องดินเผา	100,150,200	100,150,200	4 - 8	1,1.5,2	1,1.5,2	*
■ กระเบื้องโมเสก	300	300	4 - 6	3	3	*

หมายเหตุ * = ความหนาของกระเบื้องที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ปิดผิววัสดุก่อ เพื่อทราบระยะความกว้างรวมของผนัง และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบผังตารางพิกัดได้

2. **ระบบพื้น**

วัสดุก่อสร้างในระบบพื้น สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1 วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ แผ่นพื้นสำเร็จรูป

2.2 วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุปูพื้น

ตารางที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง (แผ่นพื้นสำเร็จรูป) ในระบบพื้น

ชนิดของวัสดุ	**ขนาดในระบบ** Metric (มม.)			**ขนาดในระบบ** Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา [1]
แผ่นพื้นสำเร็จรูป						
■ แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง หน้าตัด 4 เหลี่ยมผืนผ้าบาง	300	500 - 5000	40 - 140	3	5 - 50	80 - 240
■ แผ่นพื้นที่เป็นแผ่นบางตัน	1200	2500 - 6000	110	12	25 - 60	140
■ แผ่นพื้นหน้าตัดรูป U คว่ำ ของซีแพค	600	3000 - 8000	150,200	6	30 - 80	200,250
■ แผ่นพื้นระบบคานรูปตัว T	520	1000 - 5000 (500/บล็อค)	100,125	6 (รวมคาน)	10 - 50	130 - 175 (รวมคาน)
■ แผ่นพื้นโดยใช้อิฐ ซี.เอ็ม. ประกอบคาน	290	1000 - 5000 (250/บล็อค)	125,175	4.5 (รวมคาน)	10 - 50	150 - 200 (รวมคาน)
■ แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง แบบกลวง	600	3000 - 6500	120	6	30 - 65	170
■ แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง รูป Double T	1200	2500 - 7250	150	12	25 - 72.5	200

หมายเหตุ 1. เป็นความหนาของแผ่นพื้นสำเร็จรูปรวมความหนาของคอนกรีตเททับหน้า (หน่วย = มม.) เป็นขนาดที่ต้องใช้ในการออกแบบระยะแนวตั้งในรูปตัด ที่สัมพันธ์กับโครงสร้างอาคารและระบบผนังในระบบประสานทางพิกัด

ตารางที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุปูพื้น) ในระบบพื้น

ชนิดของวัสดุ	**ขนาดในระบบ** Metric (มม.)			**ขนาดในระบบ** Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
วัสดุปูพื้น						
■ กระเบื้องเคลือบ	100,150,200 250,300,400	100,150,200 250,300,400	4 - 12	1,1.5,2, 2.5,3,4	1,1.5,2, 2.5,3,4	*
■ กระเบื้องดินเผา	100,150,200 300,400	100,150,200 300,400	8 - 15	1,1.5,2,3,4	1,1.5,2,3,4	*

ตารางที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุปูพื้น) ในระบบพื้น (ต่อ)

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
วัสดุปูพื้น						
■ กระเบื้องโมเสก	300	300	4 - 6	3	3	*
■ กระเบื้องหินแกรนิต	150,200,300 400,500,600	150,200,300 400,500,600	19 - 25	1.5,2,3, 4,5,6	1.5,2,3, 4,5,6	*
■ กระเบื้องหินอ่อน	150,200,300 400,500,600	150,200,300 400,500,600	19 - 25	1.5,2,3, 4,5,6	1.5,2,3, 4,5,6	*
■ กระเบื้องหินอ่อนผสม	300,600	600	19 - 25	3,6	6	*
■ กระเบื้องหินควอตซ์	150,200,250	150,200,250	15	1.5,2,2.5	1.5,2,2.5	*
■ กระเบื้องหินชนวน	300,600,900	300,600,900	25 - 37	3,6,9	3,6,9	*
■ กระเบื้องหินขัด	150,200,300 500,600	150,200,300 500,600	19 - 37	1.5,2,3,5,6	1.5,2,3,5,6	*
■ หินแกรนิต	150,200,300 400,500,600	300,400,500 600,900	19 - 25	1.5,2,3, 4,5,6	3,4,5,6,9	*
■ หินอ่อน	100 - 600	200 - 1200	20	1 - 6	2 - 12	*
■ หินอ่อนเทียม	200,250,300	200,250,300	15 - 25	2,2.5,3	2,2.5,3	*
■ กระเบื้องคอนกรีต	150,200,300	150,200,300	15 - 25	1.5,2,3	1.5,2,3	*
■ กระเบื้องซีเมนต์	400	400	30	4	4	*
■ กระเบื้องยางธรรมชาติ	150,200,300	150,200,300	3 - 05	1.5,2,3	1.5,2,3	*
■ กระเบื้องยางไวนิล	200,300	200,300	12 - 20	2,3	2,3	*
■ กระเบื้องยางผสมก๊อก	150,300,600	150,300,600	4 - 6	1.5,3,6	1.5,3,6	*
■ กระเบื้องลิโนเลียม	200,300	200,300	12 - 25	2,3	2,3	*
■ กระเบื้องแอสฟัลต์	100,200,250	200,250	15 - 20	1,2,2.5	2,2.5	*
■ กระเบื้อง พี วี ซี	150,200	150,200	2 - 5	1.5,2	1.5,2	*
■ กระเบื้องเทอร์โมพลาสติก	200,300,450	200,300,600	3 - 5	2,3,4.5	2,3,6	*
■ กระเบื้องแก้ว	50	50	8	0.5	0.5	*
■ กระเบื้องไม้คอร์ก	100,150,200 300	100,150,200 300,900	3 - 12.5	1,1.5,2,3	1,1.5,2,3,9	*
■ พรมแผ่น	500	500	5	5	5	*

หมายเหตุ * = ความหนาของวัสดุปูพื้นที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ปูบนแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่รวมคอนกรีตเททับหน้าแล้ว เป็นขนาดที่ต้องใช้ในการออกแบบระยะรวมแนวตั้งใน Detail รูปตัด ที่สัมพันธ์ทั้งโครงสร้างอาคาร แผ่นพื้นสำเร็จ และระบบผนังในหลักการประสานทางพิกัด

3. **ระบบเพดาน**

วัสดุก่อสร้างในระบบเพดาน คือ วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุบุเพดาน

ตารางที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุเพดาน) ในระบบเพดาน

ชนิดของวัสดุ	**ขนาดในระบบ Metric** (มม.)			**ขนาดในระบบ Modular** (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
วัสดุบุเพดาน						
■ ไม้อัด	900,1200	1800,2400	3 - 20	9,12	18,24	*
■ ใยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ	600,1200	2400	3 - 19	6,12	24	*
■ ไม้ไผ่อัด	1200	2400	2 - 5	12	24	*
■ แผ่นใยไม้อัด	1200	2400	9 - 19	12	24	*
■ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง	1200	2400	6 - 20	12	24	*
■ แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้	600,900, 1200	1200,1800 2400	12	6,9,12	12,18,24	*
■ แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้เซลลูโลส	900,1200	1800,2100 2400	4 - 12	9,12	18,21,24	*
■ แผ่นแคลเซียมซิลิเกต	600,1200	1200,1800 2400	6 - 15	6,12	12,18,24	*
■ แผ่นยิบซั่มบอร์ด	600,1200	600,1200, 2400	9 - 15	6,12	6,12,24	*
■ แผ่นยิบซั่มไฟเบอร์บอร์ด	600,1200	600,1200, 2400	6 - 12	6,12	6,12,24	*
■ กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ	1200	1200,2400	4	12	12,24	*
■ แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว	600,1200	600,1200, 2400	6 - 15	6,12	6,12,24	*
■ แผ่นพลาสติกอะคริลิก	600,1200	600,1200, 2400	3 - 15	6,12	6,12,24	*
■ แผ่นปิดผิวลามิเนตแรงดันสูง	1200	2400	3 - 20	12	24	*

หมายเหตุ * = ความหนาของวัสดุบุเพดานที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ยึดติดกับโครงคร่าวเพดานที่มีขนาดและระยะในการติดตั้งที่แตกต่างกัน เพื่อทราบระดับและระยะรวมแนวตั้งใน Detail รูปตัด ที่สัมพันธ์กับโครงสร้างอาคาร แผ่นพื้นสำเร็จของชั้นบน และระบบผนังในระบบประสานทางพิกัด

4.3 รายละเอียดการทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด

การทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัดนั้น เป็นการทดสอบตัวอย่างวัสดุก่อสร้างที่มีการผลิตโดยทั่วไปในท้องตลาด โดยนำข้อมูลมาจากหัวข้อ 4.2 เรื่องรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ วัสดุที่เลือกนำมาทดลองสร้างจึงเป็นชนิดที่ได้มาตรฐาน และขนาดวัสดุก็จะเลือกจากชนิดที่มีการผลิตออกมาขายโดยเฉลี่ยมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นวัสดุก่อสร้างที่บ้านแถวจัดสรรในปัจจุบันนิยมเลือกนำมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้างด้วย

การทดลองสร้างอาคารนี้ เป็นการออกแบบและลองสร้างหุ่นจำลองแสดงขั้นตอนการติดตั้งขนาด 1 : 1 (ขนาดเท่าจริง) ในหัวข้อโครงงานเรื่อง “การออกแบบงานก่อสร้างอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด” (Modular Coordination Design in Building) ซึ่งมีการจัดแสดงนิทรรศการขึ้นในงานจุฬาวิชาการ ประจำปี พ.ศ.2545 ระหว่างวันที่ 6 – 9 ธันวาคม 2545 โดยได้รับงบสนับสนุนจากภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้รับการสนับสนุนวัสดุก่อสร้างจาก

1. บริษัท สยามอุตสาหกรรมยิบซั่ม จำกัด
2. บริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด
3. บริษัท เซรามิคอุตสาหกรรมไทย จำกัด

1. ข้อมูลวัสดุที่ใช้ในการสร้างอาคารทดลอง

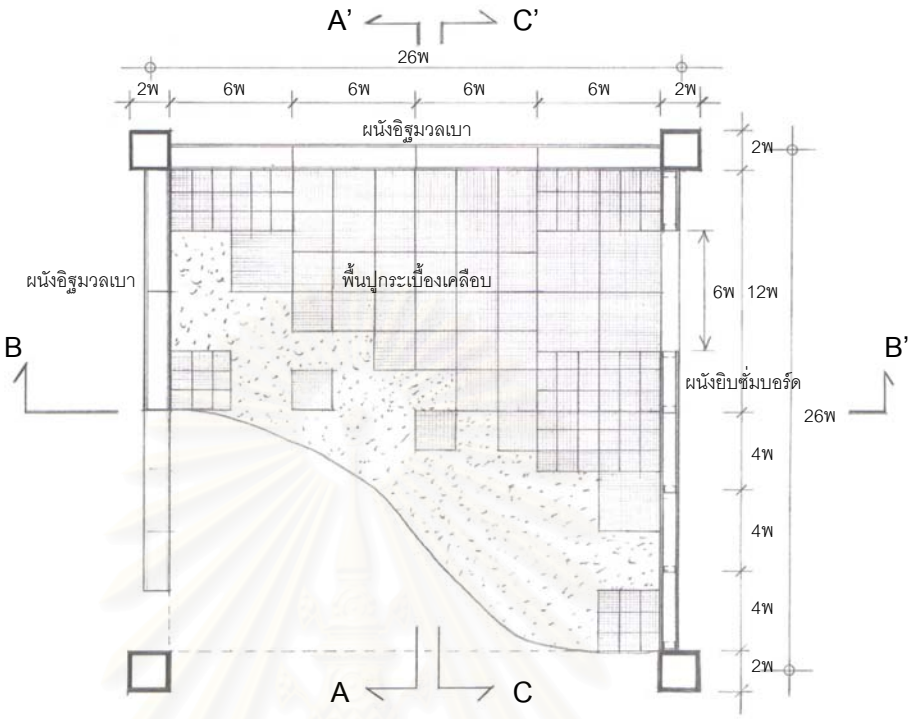
ตารางที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา [1]
ระบบผนัง						
■ อิฐมวลเบา	200	600	75	2	6	1
■ อิฐมวลเบาทับหลังหน้าต่าง	200	1800	75	2	18	1
■ แผ่นยิบซั่มบอร์ด	1200	2400	9	12	24	1
■ กระเบื้องเคลือบบุผนัง	200	200	6	2	2	*
ระบบพื้น						
■ กระเบื้องเคลือบปูพื้น	100,200,300	100,200,300	6	1,2,3	1,2,3	*
ระบบเพดาน						
■ แผ่นยิบซั่มบอร์ด	600	600	9	6	6	*

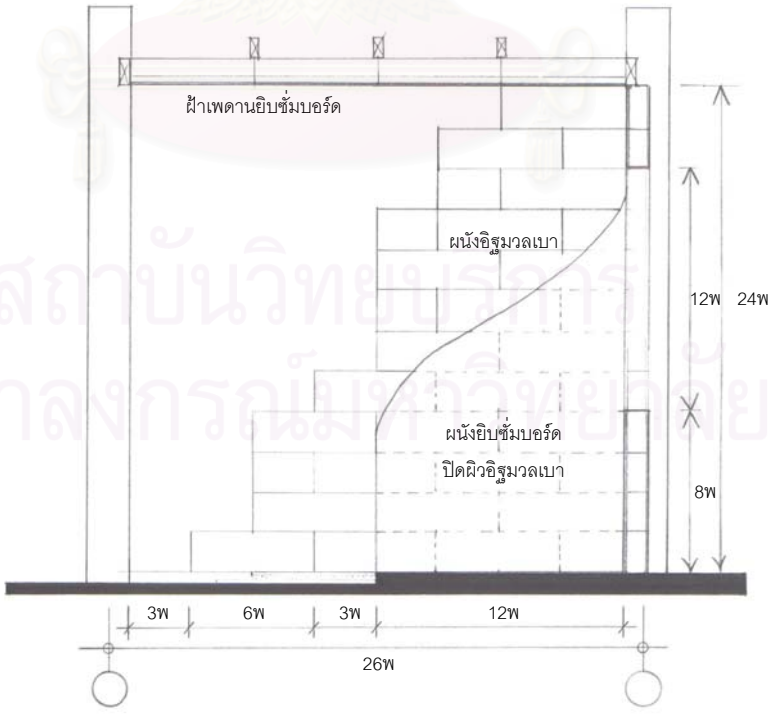
หมายเหตุ 1. ความหนาของวัสดุก่อที่ระบุในระบบ Modular จะรวมความหนาปูนฉาบหรือวัสดุปิดผิวโดยประมาณแล้ว ส่วนความหนาแผ่นยิบซั่มบอร์ดจะรวมโครงคร่าวที่ใช้ติดตั้งประกบด้วยแผ่นยิบซั่มทั้ง 2 ด้าน

* = ความหนาของวัสดุที่ไม่เข้าระบบ Modular

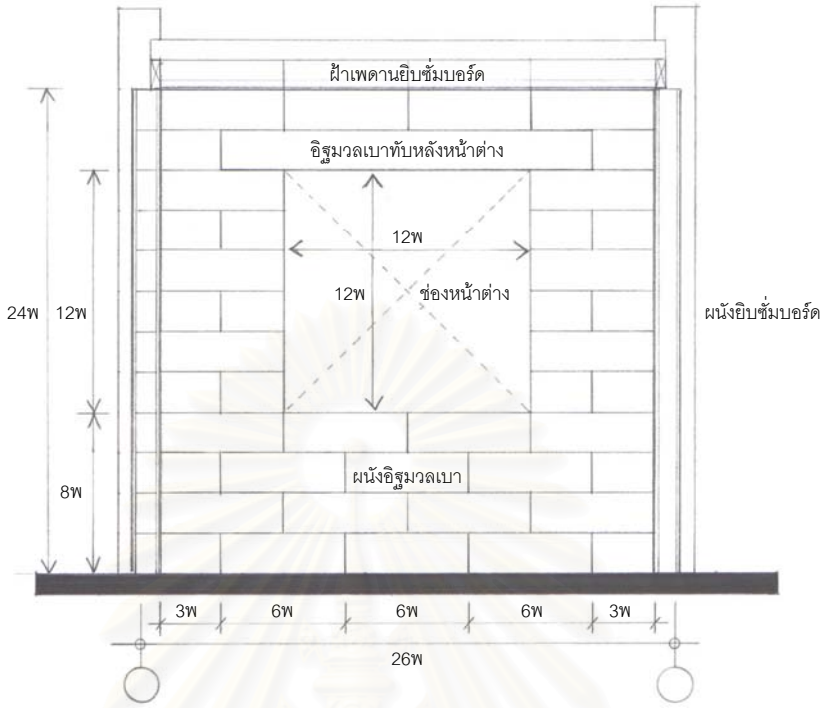
2. แบบก่อสร้างอาคารทดลอง



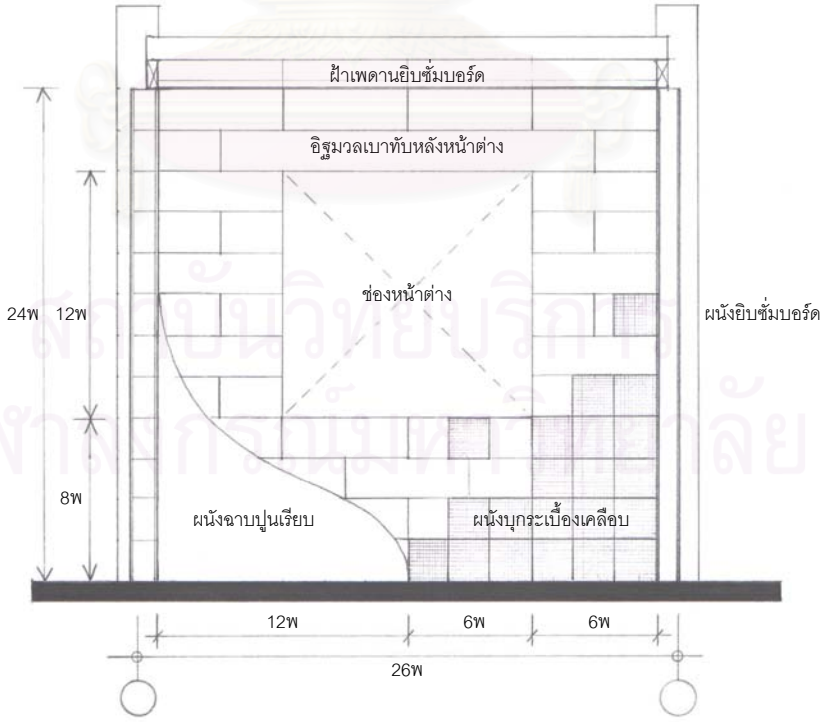
PLAN



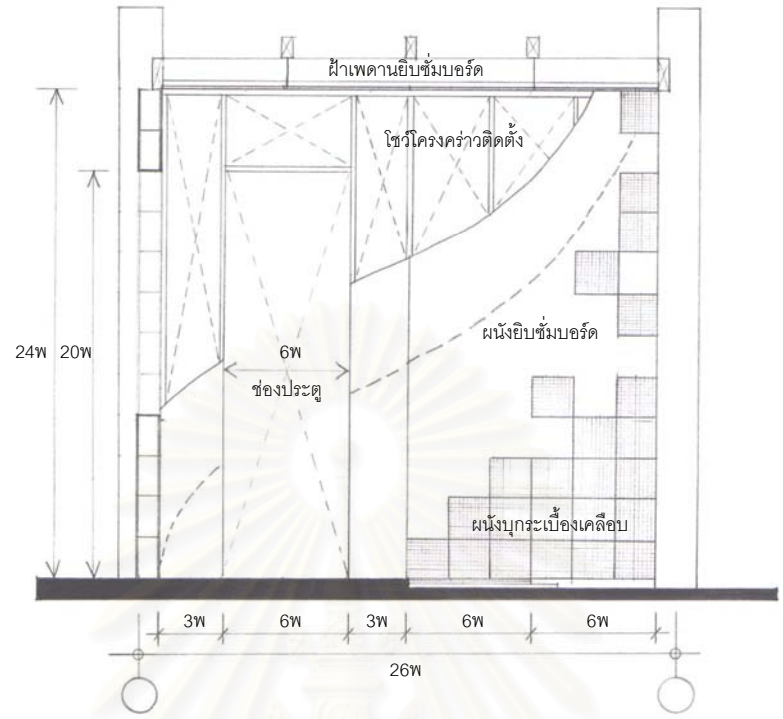
SECTION A – A'



SECTION B – B’



SECTION B – B’



SECTION C – C’

3. **ภาพแสดงขั้นตอนการก่อสร้างอาคารทดลอง**

การทดลองสร้างอาคารในระบบประสานทางพิกัด แบ่งขั้นตอนตามระบบก่อสร้างได้ ดังนี้

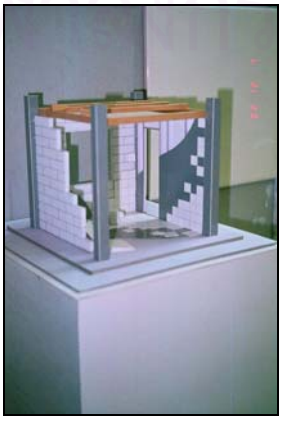
3.1 ระบบโครงสร้าง ได้แก่ โครงสร้างเสา

3.2 ระบบผนัง ได้แก่ ผนังอิฐมวลเบา ผนังยิบซั่มบอร์ด และการบุผนัง

3.3 ระบบพื้น ได้แก่ การปูพื้นกระเบื้องเคลือบ

3.4 ระบบเพดาน ได้แก่ การบุฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด

ภาพที่ 4.97 **แสดงหุ่นจำลองอาคารทดลองสร้างในระบบประสานทางพิกัด ขนาด** 1 : 25



ภาพที่ 4.98 แสดงขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเสา

1.

5.

2.

6.

3.

7.

4.

8.

ภาพที่ 4.99 แสดงขั้นตอนการก่อผนังอิฐมวลเบา

1.

5.

2.

6.

3.

7.

4.

8.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.100 แสดงขั้นตอนการก่อผนัง การฉาบปูนเรียบ การติดแผ่นยิบซั่ม และการทาสี

1.

5.

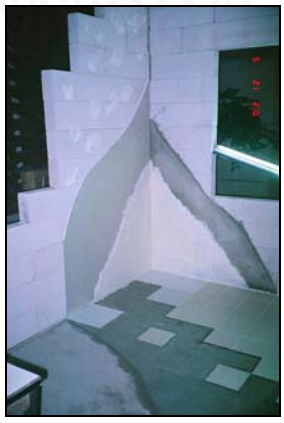
2.

6.

3.

7.

4.

8.


ภาพที่ 4.101 แสดงขั้นตอนการติดตั้งผนังยิบซั่มบอร์ด

1.

5.

2.

6.

3.

7.

4.

8.

ภาพที่ 4.102 **แสดงขั้นตอนการติดตั้งฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด**

1.

5.

2.

6.

3.

7.

4.

8.

ภาพที่ 4.103 แสดงขั้นตอนการบุผนัง และปูพื้นด้วยกระเบื้องเคลือบ

1.

5.

2.

6.

3.

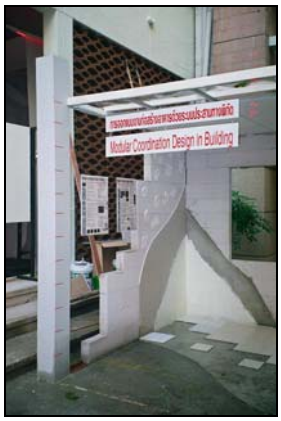
7.

4.

8.

ภาพที่ 4.104 แสดงอาคารทดลองสร้างในระบบประสานทางพิกัด

1.



5.

2.

6.

3.

7.

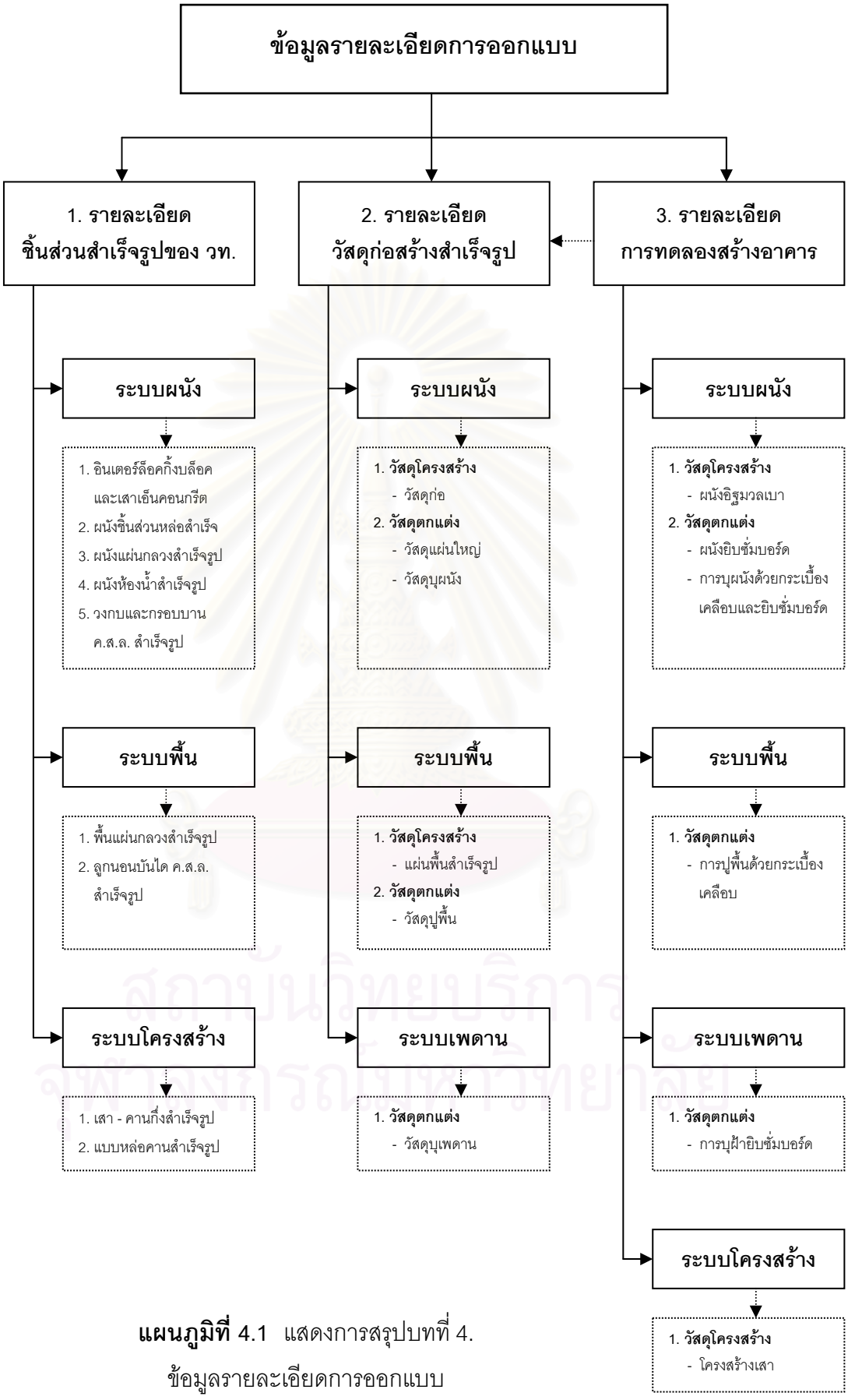
4.

8.

4. สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารทดลอง

ตารางที่ 4.23 แสดงการสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารทดลอง

ปัญหา (อาคารทดลอง)	**สาเหตุ** (อาคารทดลอง)	**แก้ไข** (อาคารจริง)
1. ระบบโครงสร้าง		
■ ความกว้างของขนาดเสาคลาดเคลื่อนจากในแบบ	■ เกิดจากการทำเสาประกอบจากไม้ที่ตัดไม่ได้ขนาดพอดีกับแบบ	■ การสร้างอาคารจริง ต้องเผื่อระยะการฉาบผิวเสาไว้ตั้งแต่การทำแบบหล่อทั้งระบบดั้งเดิมและสำเร็จรูป
■ ระยะความกว้างของช่วงเสาคลาดเคลื่อนจากในแบบ	■ เกิดจากการวัดระยะของผังบริเวณก่อสร้างที่คลาดเคลื่อน เมื่อนำมาประกอบติดตั้งจริงจึงไม่ได้ระยะที่ถูกต้อง	■ อาคารที่สร้างจริงจะต้องมีระยะของช่วงเสาที่ตรงกับแบบพอดี มิฉะนั้นจะมีผลต่อชิ้นส่วนหรือวัสดุที่นำมาประกอบติดตั้งในช่วงเสานั้นๆ
■ โครงสร้างเสาไม่ได้ระยะดิ่งฉาก	■ ไม่ได้มีการปรับระดับพื้นก่อนการประกอบติดตั้งเสา ทำให้เสาเอียง	■ ถ้าเป็นโครงสร้างเสาคานจริง ไม่น่าจะมีปัญหานี้
2. ระบบผนัง		
■ ต้องปรับระดับที่การก่ออิฐชั้นล่างสุด ด้านซ้ายมากกว่าด้านขวามาก	■ เกิดจากการไม่ได้ปรับระดับพื้นก่อนการทำแผ่นรองพื้น	■ ในกรณีที่เป็นอาคารจริง จะต้องปรับระดับพื้นให้ได้ระดับก่อนการก่ออิฐ เพราะจะส่งผลต่อแนวอิฐชั้นบนสุด ไม่พอดีกับระยะท้องคาน
■ เกิดช่องว่างระหว่างแนวขอบอิฐที่ชนกับเสาโครงสร้าง	■ เนื่องจากโครงสร้างเสาไม่ได้ระยะดิ่งฉาก ทำให้เสาเอียงเล็กน้อย แต่แนวก่ออิฐได้ระดับ จึงเกิดช่องว่าง	■ ถ้าเป็นโครงสร้างอาคารจริง ไม่น่าจะเกิดปัญหานี้ขึ้น เพราะเสาจะต้องได้ระยะดิ่งฉากที่ถูกต้องแล้ว
■ เกิดช่องว่างเป็นแนวเอียงระหว่างแนวก่ออิฐชั้นบนสุดกับคานโครงสร้าง	■ เกิดจากโครงสร้างเสาคานไม่ได้ระยะดิ่งฉากตั้งแต่แรก	■ โครงสร้างเสาคานจะต้องได้ระยะระหว่างพื้นถึงท้องคานที่ตรงตามแบบและได้ระดับ เมื่อก่ออิฐเต็มช่วงเสาแล้วจึงจะพอดีกับโครงสร้าง
■ แผ่นยิบซั่มบอร์ดมีขนาดใหญ่กว่าช่องว่างระหว่างโครงสร้าง	■ เนื่องจากขนาดวัสดุยิบซั่มบอร์ดวัดตามหน่วยฟุต คือ 4’ x 8’ เท่ากับ 1220 x 2440 มม. ทำให้มีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดไว้เล็กน้อย	■ ในอาคารจริง จะต้องมีการตัดเศษวัสดุออกบ้าง แต่ถือว่าเป็นการเสียเศษที่น้อยมาก และใช้วัสดุได้เต็มประสิทธิภาพ
3. ระบบพื้น		
■ แนวเส้นของการปูแผ่นกระเบื้องอาจจะเบี้ยวเล็กน้อยทั้งในแนวระดับ และเมื่อเทียบกับแนวผนัง	■ เกิดจากช่างที่ขาดฝีมือในการปูแผ่นกระเบื้องให้ได้แนวเส้นของแผ่นที่ตรงพอดีทุกแผ่น โดยเฉพาะแผ่นกระเบื้องโมเสค	■ ถ้าเป็นการปูพื้นกระเบื้องในอาคารจริง จะต้องเป็นช่างที่มีฝีมือ และต้องควบคุมให้ตรงตามที่ออกแบบไว้ในผังพื้น
4. ระบบเพดาน		
■ โครงคร่าวฝ้าเพดานเมื่อติดตั้งแล้วจะคลาดเคลื่อนเล็กน้อย แต่ไม่มีปัญหาเวลาใส่แผ่นฝ้ายิบซั่มแล้ว	■ เนื่องจากโครงสร้างไม่ได้ระยะดิ่งฉากมาตั้งแต่แรก จึงเกิดปัญหานี้ขึ้น	■ ในอาคารจริง จะต้องระบุขนาดแผ่นฝ้า = 595 มม. ส่วนระยะโครงคร่าว = 600 มม. จึงจะพอดี



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการสรุปบทที่ 4. ข้อมูลรายละเอียดการออกแบบ

บทที่ 5

บทวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

การวิจัยในบทนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อมุ่งหาแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลรายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และการวิเคราะห์ข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปก่อนหน้านี้ มาใช้ร่วมในการวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบ โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็นประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้อง 4 ประเด็น ได้แก่

5.1 วิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

5.2 วิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร

5.3 วิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป

5.4 วิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ

5.1 วิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

การวิเคราะห์ในประเด็นนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาขนาดพื้นที่ของบ้านแถวที่เล็กที่สุดตามที่กฎหมายกำหนด และยังรวมไปถึงรายละเอียดอาคารต่างๆที่จำเป็นต่อการออกแบบบ้านแถว เพื่อจะใช้ขนาดพื้นที่นี้เป็นเกณฑ์ต่ำสุดที่สามารถใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัดได้

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์กฎหมายนี้ อ้างอิงจากกฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ร่วมกับกฎหมายฉบับอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับบ้านแถวโดยเฉพาะ ซึ่งแยกตามหมวดต่างๆของกฎหมาย คือ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

หมวดที่ 1. ลักษณะของอาคาร

หมวดที่ 2. ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ส่วนที่ 1. วัสดุของอาคาร

ส่วนที่ 2. พื้นที่ภายในอาคาร

ส่วนที่ 3. บันไดของอาคาร

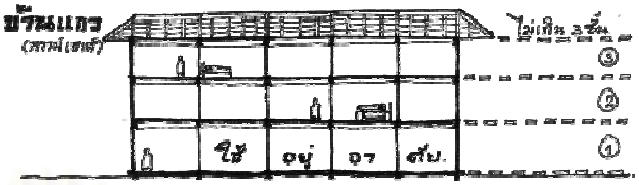
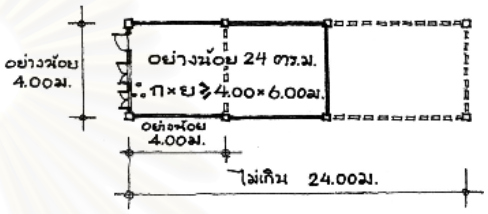
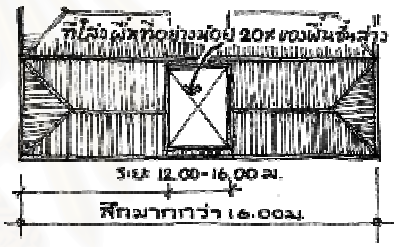
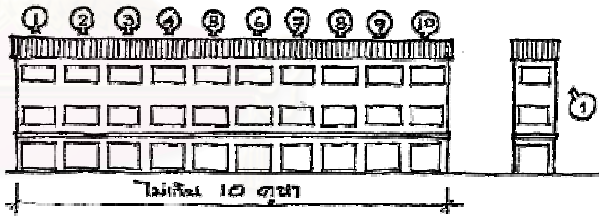
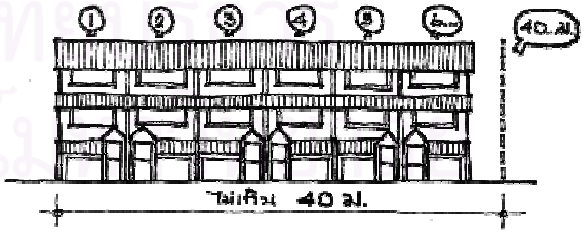
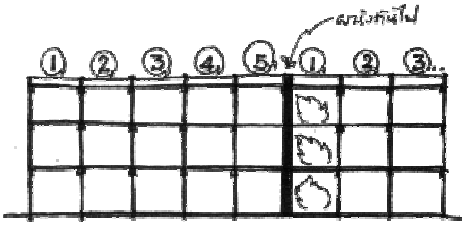
ส่วนที่ 4. บันไดหนีไฟ

หมวดที่ 3. ที่ว่างภายนอกอาคาร

หมวดที่ 4. แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

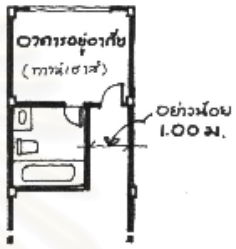
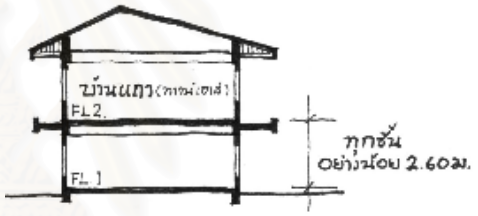
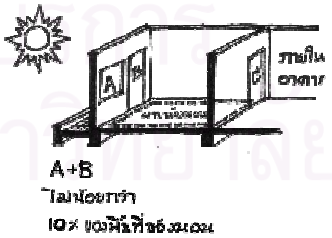
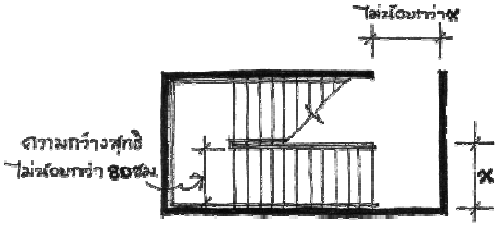
แต่ในที่นี้ จะเลือกวิเคราะห์แต่ข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบ้านแถวเท่านั้น และจะนำไปใช้ในการกำหนดขนาดพื้นที่ของบ้านแถวต่อไป โดยแสดงเป็นตารางวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ลักษณะของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 1. ■ อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งมีที่ว่างด้านหน้าและด้านหลังระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคารแต่ละคูหา ■ ความสูงไม่เกิน 3 ชั้น	
ข้อ 3. ■ ความกว้าง ไม่น้อยกว่า 4.00 ม. ■ ความยาวหรือลึก ไม่น้อยกว่า 4.00 ม. และไม่เกิน 24.00 ม. ■ พื้นที่ชั้นล่างไม่น้อยกว่า 24.00 ตร.ม. ■ **ดังนั้น พื้นที่เล็กสุด** = 4.00 x 6.00 **ม.**	
ข้อ 3. ■ ถ้ามีความลึกมากกว่า 16.00 ม. ต้องมี Open Court 20% ของพื้นที่ชั้นล่าง ที่ระยะความลึก 12.00 – 16.00 ม.	
ข้อ 4. ■ สร้างต่อเนื่องได้ไม่เกิน 10 คูหา	
ข้อ 4. ■ ความยาวของอาคารแถวหนึ่ง ๆ รวมกันไม่เกิน 40 ม. (ไม่ว่าความกว้างแต่ละคูหาจะมีขนาดเท่าไรก็ตาม)	
ข้อ 17. ■ ทุก 5 คูหา ต้องเป็นผนังกันไฟ ■ ผนังกันไฟ ต้องสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ต่อเนื่องจากพื้นดินถึงระดับดาดฟ้า	

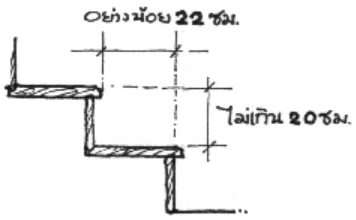
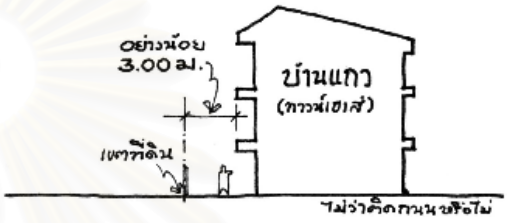
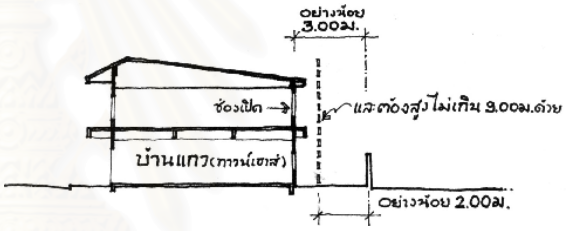
ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ (ต่อ)

ลักษณะของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 20. ■ ห้องนอน ความกว้างด้านแคบสุดอย่างน้อย 2.50 ม. ■ พื้นที่ห้องอย่างน้อย 8.00 ตร.ม.	
ข้อ 21. ■ ทางเดินภายในกว้างอย่างน้อย 1.00 ม.	
ข้อ 22. ■ ระยะ Floor to Floor อย่างน้อย 2.60 ม.	
ข้อ 22. ■ ห้องน้ำ ระยะ Floor to Ceiling อย่างน้อย 2.00 ม.	
กฎกระทรวง 2498 ■ ห้องนอน ต้องมีช่องเปิดประตูหน้าต่างเปิดออกสู่ภายนอก พื้นที่ไม่น้อยกว่า 10% ของพื้นที่ห้อง	
ข้อ 23. ■ ความกว้างสุทธิของบันได อย่างน้อย 80 ซม. ■ พื้นที่หน้าบันได กว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างบันได	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ (ต่อ)

ลักษณะของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 23. ▪ ลูกตั้งไม่เกิน 20 ซม. ▪ ลูกนอนไม่เกิน 22 ซม.(ไม่รวมจมูกบันได)	
ข้อ 36. ▪ ต้องมีที่ว่างด้านหน้า ถอยออกไปจากเขตที่ดิน อย่างน้อย 3.00 ม.	
ข้อ 36. ▪ ต้องเว้นที่ว่างด้านหลัง อย่างน้อย 2.00 ม. ▪ ถ้าสูงเกิน 9.00 ม. และมีช่องเปิด ต้องเว้นที่ว่าง อย่างน้อย 3.00 ม.	

สรุปผลการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ผลจากการวิเคราะห์กฎหมายนี้ นำไปใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุดที่สามารถใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ข้อกฎหมาย	**ขนาดในระบบ** Metric (ม.)			**ขนาดในระบบ** Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	สูง [1]	กว้าง	ยาว	สูง
▪ ขนาดบ้านแถว 1 คูหาเล็กสุด	4.00	6.00	2.60	40	60	26
▪ ขนาดบ้านแถว 1 คูหาใหญ่สุด	*	24.00	7.80	*	240	78
▪ ขนาดบ้านแถว 1 ชุดใหญ่สุด	40.00	24.00	7.80	400	240	78
▪ ขนาดห้องนอนเล็กสุด	2.50	3.20	2.60	25	32	26
▪ ขนาดห้องส้วม-อาบน้ำเล็กสุด	0.90	1.67	2.00	9	18	20
▪ ขนาดห้องส้วมเล็กสุด	0.90	1.00	2.00	9	10	20

หมายเหตุ : 1. ความสูงเป็นระยะ Floor to Floor ยกเว้นห้องส้วมเป็นระยะ Floor to Ceiling

* = กฎหมายไม่ได้กำหนดไว้

5.2 วิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร

การวิเคราะห์ในประเด็นนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละส่วนสำหรับผู้อยู่อาศัยในบ้านแถว เพื่อที่จะนำขนาดพื้นที่ที่ได้นี้ไปใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด

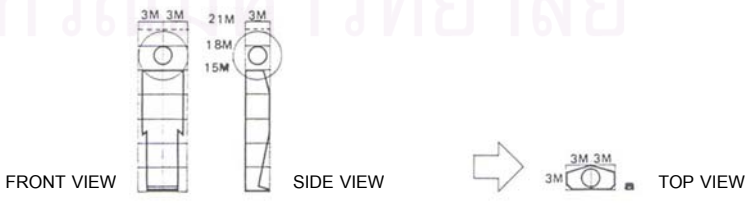
ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยนี้ อ้างอิงจากข้อมูลทุติยภูมิต่างๆ หนังสือ Data เกี่ยวกับขนาดสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยของมนุษย์ ทั้งพื้นที่ส่วนบุคคลและพื้นที่การใช้งานในส่วนต่างๆ โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติเป็นหลักในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่เหมาะสมกับผู้อยู่อาศัยในประเทศไทย

ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้านแถวนี้ จะวิเคราะห์เพื่อหาขนาดพื้นที่น้อยที่สุดในแต่ละส่วนของพื้นที่การใช้งาน และขยายสัดส่วนเพิ่มเป็นอนุกรมพิกัดในระบบ Modular ซึ่งในที่นี้เป็นตัวอย่างการจัดเฟอร์นิเจอร์ลงในพื้นที่ตามขนาดและระยะมาตรฐานที่ได้จาก Data โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์พื้นที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้

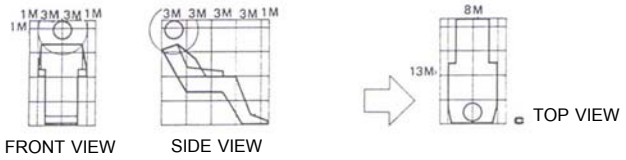
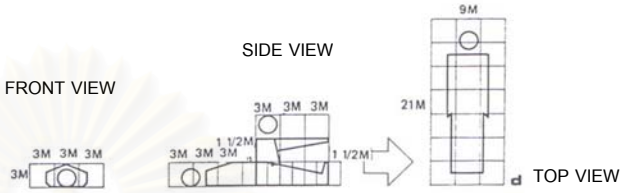
1. พื้นที่ใช้สอยส่วนบุคคล
2. พื้นที่ใช้สอยส่วนนอน
3. พื้นที่ใช้สอยส่วนทำงาน
4. พื้นที่ใช้สอยส่วนนั่งเล่น
5. พื้นที่ใช้สอยส่วนทานอาหาร
6. พื้นที่ใช้สอยส่วนครัว
7. พื้นที่ใช้สอยส่วนห้องน้ำ

1. วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนบุคคล

ตารางที่ 5.3 แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนบุคคล

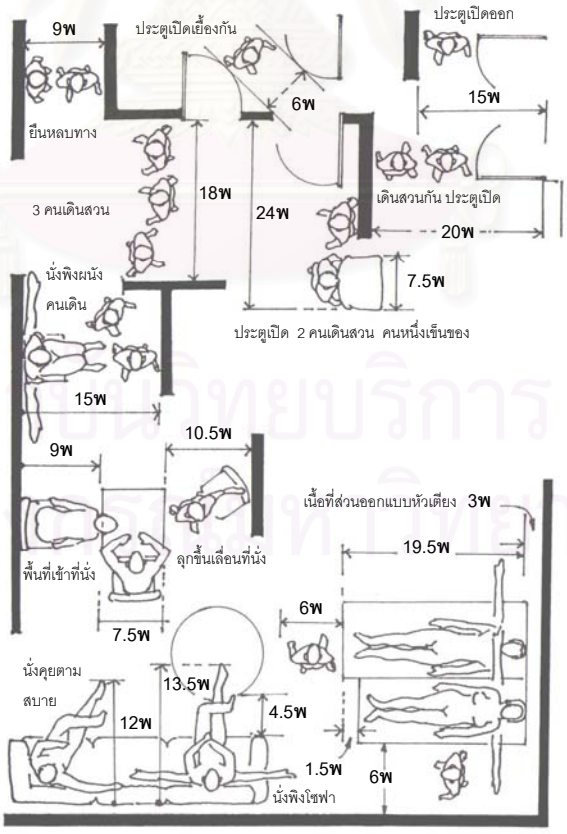
กิจกรรม	ขนาดพื้นที่ใช้สอยในระบบ Modular
การยืนตัวตรง	
การนั่งตัวตรง	

ตารางที่ 5.3 แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนบุคคล (ต่อ)

กิจกรรม	ขนาดพื้นที่ใช้สอยในระบบ Modular
การนั่งเอนหลัง	
การนอนราบกับพื้น	

ที่มา : Building Information Institution, **PLS-80 An open modular column-slab component building system.** (Helsinki : Building Information Institution, 1972), p. 40.

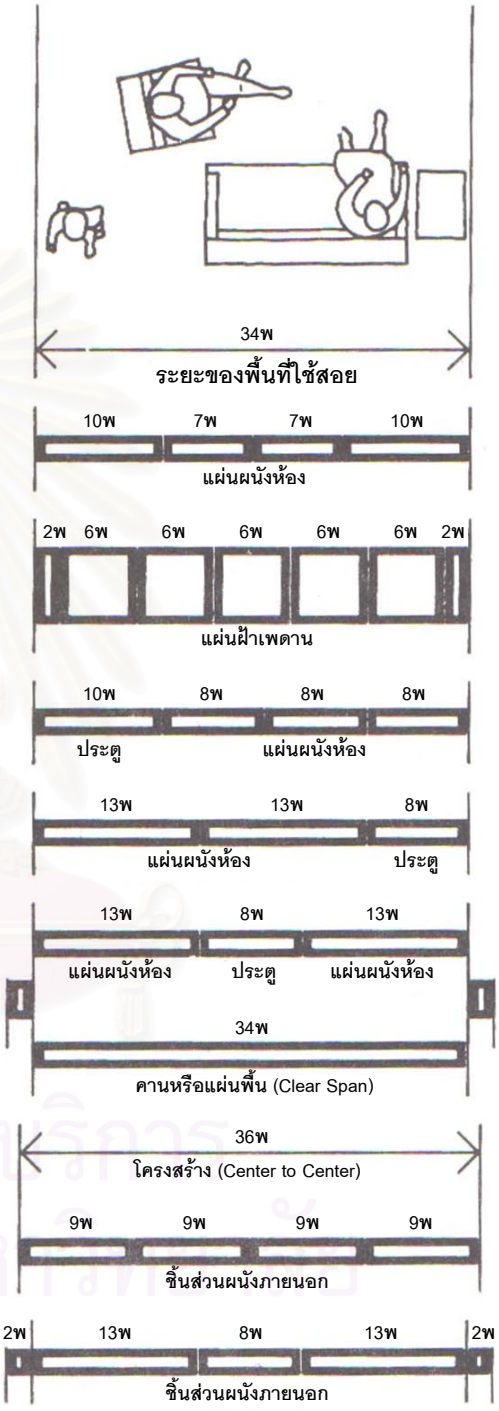
จากตารางที่ 5.3 เป็นการแสดงภาพอิริยาบถของมนุษย์ในท่าทางต่างๆ โดยอ้างอิงขนาดในระบบพิกัด Basic Module เท่ากับ 3พ เพื่อแสดงให้เห็นสัดส่วนของมนุษย์ที่สัมพันธ์กับขนาดในระบบประสานทางพิกัดของอาคาร ซึ่งสามารถนำผลที่ได้จากขนาดพื้นที่ใช้สอยส่วนบุคคลนี้ไปใช้เป็นมาตรฐานของสัดส่วนการใช้งานของคนภายในอาคารที่ออกแบบ



ที่มา : นรมิตร ลิ่วธนมงคล, **คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง**. (กรุงเทพฯ : รุ่งแสงการพิมพ์, 2538), หน้า 59. [แปลงเป็นหน่วยพิกัดโดยผู้วิจัย]

ภาพที่ 5.1 แสดงขนาดพื้นที่ใช้สอยร่วมของคนในอิริยาบถต่างๆ

ภาพที่ 5.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ใช้สอยกับระยะการออกแบบติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ

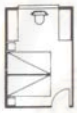
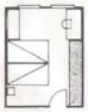
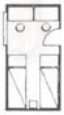
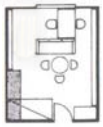
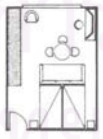
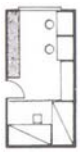
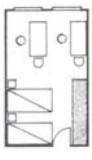
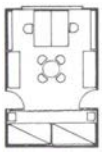


ภาพที่ 5.3 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ใช้สอยกับชิ้นส่วนรูปแบบต่างๆที่มีระยะสอดคล้องกัน

ที่มา : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, **Modular coordination of low-cost housing** (New York : Department of Economic and Social Affairs, United Nations, 1970), pp. 198-199. [แปลโดยผู้วิจัย]

2. วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนนอน

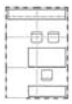
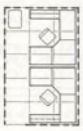
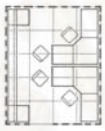
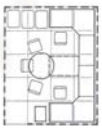
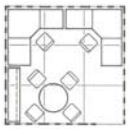
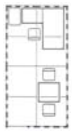
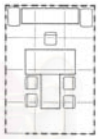
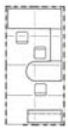
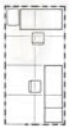
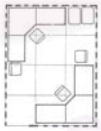
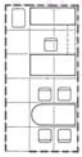
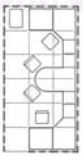
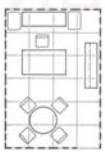
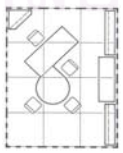
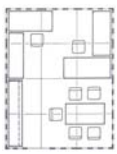
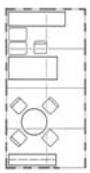
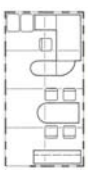
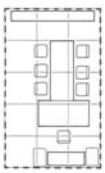
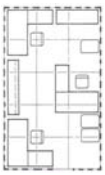
ตารางที่ 5.4 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนนอน

พ.	21	24	27	30	33	36	39	42	45
30									
33									
36									
39									
42									
45									
48									
51									
54									
57									
60									

ที่มา : NJ Habraken, **Variations : The systematic design of supports** (Cambridge, Mass : The Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976), p. 81. [ดัดแปลงโดยผู้วิจัย]

3. วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนทำงาน

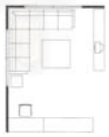
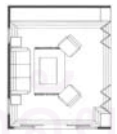
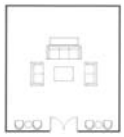
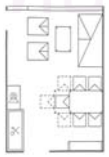
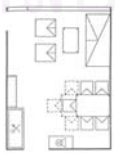
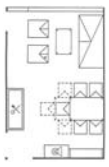
ตารางที่ 5.5 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนทำงาน

พ.	18	24		30		36		42	
30									
36									
									
42									
									
48									
									
54									
									
60									

ที่มา : NJ Habraken, **Variations : The systematic design of supports** (Cambridge, Mass : The Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976), p. 81. [ดัดแปลงโดยผู้วิจัย]

4. วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนนั่งเล่น

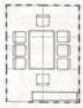
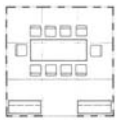
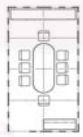
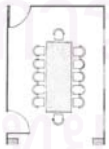
ตารางที่ 5.6 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนนั่งเล่น

พ.	21	24	27	30	33	36	39	42	45
30									
33									
36									
39									
42									
45									
48									
51									
54									
57									
60									

ที่มา : NJ Habraken, **Variations : The systematic design of supports** (Cambridge, Mass : The Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976), p. 81. [ดัดแปลงโดยผู้วิจัย]

5. วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนทานอาหาร

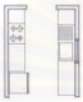
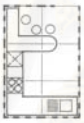
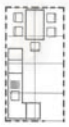
ตารางที่ 5.7 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนทานอาหาร

พ.	6	12	18	24	30	36	42	48	54
18									
24									
30									
36									
42									
48									
54									
60									
66									
72									
78									

ที่มา : NJ Habraken, **Variations : The systematic design of supports** (Cambridge, Mass : The Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976), p. 81. [ดัดแปลงโดยผู้วิจัย]

6. วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนครัว

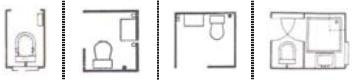
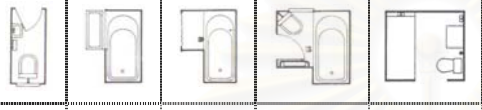
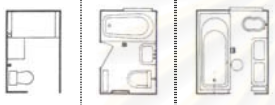
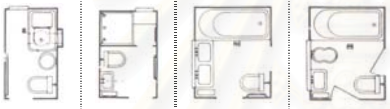
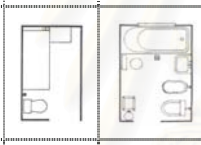
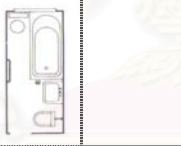
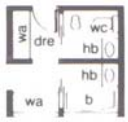
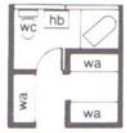
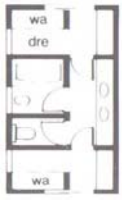
ตารางที่ 5.8 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนครัว

พ.	18	21	24	27	30	33	36	39	42
27									
30									
33									
36									
39									
42									
45									
48									
51									
54									
57									

ที่มา : NJ Habraken, **Variations : The systematic design of supports** (Cambridge, Mass : The Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976), p. 81. [ดัดแปลงโดยผู้วิจัย]

7. วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยส่วนห้องน้ำ

ตารางที่ 5.9 แสดงอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยส่วนห้องน้ำ

พ.	9	12	15	18	21	24	27	30	33
9									
12									
15									
18									
21									
24									
27									
30									
33									
36									
39									
42									

ที่มา : NJ Habraken, **Variations : The systematic design of supports** (Cambridge, Mass : The Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976), p. 81. [ดัดแปลงโดยผู้วิจัย]

สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร

จากการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยทั้งส่วนบุคคลและส่วนต่างๆของอาคาร ซึ่งแสดงเป็นตารางอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่างๆนั้น สามารถบอกได้ถึงหน่วยพิกัดแผนผังร่วมของการออกแบบ คือ 3พ (ดังตารางที่ 5.10) ซึ่งใช้เป็นขนาดต่ำสุดในการวางผังและกำหนดค่าในตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ รวมถึงระยะที่จะกำหนดขนาดของโครงสร้างต่อไปในการออกแบบ

ตารางที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่พิกัดร่วมของพื้นที่ใช้สอยต่างๆ

พื้นที่ใช้สอย	**ความกว้างของพื้นที่ (พ)**													
	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
■ ส่วนนอน					⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾			
■ ส่วนทำงาน				⓾		⓾		⓾		⓾		⓾		
■ ส่วนนั่งเล่น					⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	
■ ส่วนทานอาหาร		⓾		⓾		⓾		⓾		⓾		⓾		⓾
■ ส่วนครัว				⓾		⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾			
■ ส่วนห้องน้ำ	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾		⓾	⓾					

พื้นที่ใช้สอย	**ความยาวของพื้นที่ (พ)**																	
	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
■ ส่วนนอน								⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾
■ ส่วนทำงาน								⓾		⓾		⓾		⓾		⓾		⓾
■ ส่วนนั่งเล่น								⓾	⓾	⓾	⓾			⓾	⓾	⓾	⓾	⓾
■ ส่วนทานอาหาร				⓾		⓾		⓾		⓾		⓾		⓾				⓾
■ ส่วนครัว							⓾		⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾				
■ ส่วนห้องน้ำ	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾		⓾						

จากตารางที่ 5.10 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่พิกัดร่วมของพื้นที่ใช้สอยต่างๆ ทั้งความกว้างและความยาวของพื้นที่ ซึ่งจะเห็นว่ามีขนาดหรือระยะของพื้นที่เป็นอนุกรมพิกัดคูณจากหน่วย 3พ โดยจะใช้ค่านี้กำหนดในตารางพิกัดแผนผังว่าใน 1 หน่วยพิกัดแผนผัง (พ') จะเท่ากับ 3 หน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) เป็นอย่างต่ำ เพราะสามารถใช้ขนาดพิกัดแผนผังเพิ่มขึ้นได้ เช่น ขนาด 6พ 9พ หรือ 12พ ตามลักษณะของโครงสร้าง ชิ้นส่วนสำเร็จรูป หรือวัสดุก่อสร้างที่

เลือกใช้ในการออกแบบ และในบางกรณีอาจใช้ตารางพิกัด 2 ขนาด ร่วมกันในอาคารเดียวกันก็ได้ แต่ต้องเป็นตารางพิกัดร่วม เช่น $3w^2$ และ $4w^2$ อยู่ร่วมกับ $12w^2$ หรือ $3w^2$ ร่วมกับ $6w^2$ ส่วน $4w^2$ จะอยู่ร่วมกับ $6w^2$ ไม่ได้ เป็นต้น

นอกจากนั้น รูปแบบของการจัดพื้นที่ที่แสดงในตารางอนุกรม สามารถนำขนาดและการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ต่างๆไปใช้เป็นทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ต่างๆในบ้านแถว ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่ที่น้อยที่สุดในแต่ละส่วนของพื้นที่การใช้งาน และขยายสัดส่วนเพิ่มเป็นอนุกรมพิกัดคูณในระบบประสานทางพิกัด

ในส่วนของขนาดพื้นที่ใช้สอยภายในนั้น เมื่อได้ขนาดพื้นที่อาคารที่เล็กที่สุดตามกฎหมายกำหนด คือ 4.00 x 6.00 ม. และพื้นที่ต่ำสุดเท่ากับ 24.00 ตร.ม. การจัดพื้นที่ใช้สอยภายในส่วนต่างๆของบ้านแถว จะอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติเป็นหลัก ซึ่งแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบกับขนาดในระบบ Modular ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.11 แสดงมาตรฐานขนาดพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติ

พื้นที่ใช้สอย	**ขนาดพื้นที่ใช้สอย**			
	ขนาดในระบบ Metric		**ขนาดในระบบ** Modular	
	กว้าง x ยาว (ม.)	พื้นที่ (ม.^{2})	กว้าง x ยาว (พ.)	พื้นที่ (ม.^{2})
■ ส่วนนอน 1	2.40 x 2.40	5.76	24 x 24	5.76
■ ส่วนนอน 2	2.40 x 3.60	8.64	24 x 36	8.64
■ ส่วนนั่งเล่น	1.80 x 2.40	4.32	18 x 24	4.32
■ ส่วนทานอาหาร	2.40 x 2.70	6.48	24 x 27	6.48
■ ส่วนครัว	1.80 x 2.40	4.32	18 x 24	4.32
■ ส่วนห้องน้ำ	1.80 x 1.80	3.24	18 x 18	3.24
รวมพื้นที่ (ตัดส่วนนอน 2)	**24.12 ม.^{2}**			
รวมพื้นที่ทั้งหมด	**32.76 ม.^{2}**			

หมายเหตุ : ขนาดพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่างๆ ยังไม่รวมระยะของพื้นที่สัญจร

ที่มา : ข้อมูลจากการเคหะแห่งชาติ

จากตารางที่ 5.11 ขนาดพื้นที่ใช้สอยจะมีพื้นที่รวมเท่ากับ 32.76 ตร.ม. แต่สำหรับบ้านแถวที่มีขนาดเล็กและมีเพียง 1 ห้องนอน เมื่อตัดพื้นที่ส่วนนอน 2 ออกไป ขนาดพื้นที่รวมจะประมาณเท่ากับ 24 ตร.ม. ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่ของบ้านแถวที่เล็กที่สุดตามที่กฎหมายกำหนดไว้พอดี จากขนาดพื้นที่นี้จึงสามารถนำไปใช้ในการวางแปลนและออกแบบพื้นที่ใช้สอยส่วนต่างๆภายในบ้านแถวที่กำหนดได้

5.3 วิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ในประเด็นนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆในแต่ละระบบการก่อสร้าง โดยเป็นขนาดที่นำไปใช้ออกแบบบ้านแถวในระบบประสานทางพิกัด

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปนี้ เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาจากบทที่ 4 ในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และรายละเอียดของวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ มาวิเคราะห์หาขนาดพิกัดร่วม เพื่อนำไปกำหนดในตารางพิกัดแผนผังว่าจะมีหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) เท่าไรใน 1 หน่วยพิกัดแผนผัง (พ') ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ โดยจะแบ่งการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนออกเป็นประเภทต่างๆ ตามระบบการก่อสร้างที่กำหนดไว้ คือ

1. ระบบผนัง
2. ระบบพื้น
3. ระบบเพดาน

1. ระบบผนัง

การวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบผนัง จะแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป โดยมีระยะเพิ่มตามขนาดในระบบ Modular ที่มาจากข้อมูลในบทที่ 4. ได้แก่

1.1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.
- อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค
- ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ
- ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป
- ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป
- วงกบ ค.ส.ล. สำเร็จรูป

1.2 วัสดุโครงสร้าง
- วัสดุก่อ

1.3 วัสดุตกแต่ง
- วัสดุแผ่นใหญ่
- วัสดุบุผนัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบผนัง

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ (พ)																					
	ระยะในแนวดิ่ง												ระยะในแนวระดับ									
	1	1.5	2	2.5	3	4	8	12	18	20	24	30	1	1.5	2	2.5	3	4	6	9	12	18	30
ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.																							
อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค		●																●	●				
ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ						●											●		●				
ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป						●	●				●						●		●				
ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป						●			●		●						●		●				
วงกบ ค.ส.ล. สำเร็จรูป							●				●									●	●	●	
วัสดุก่อ																							
อิฐมวลเบา		●																	●				
คอนกรีตบล็อค		●																●					
อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค	●														●								
ดินซีเมนต์บล็อค	●																●						
อิฐแก้ว		●												●									
วัสดุแผ่นใหญ่																							
ไม้อัด								●			●								●	●			
ใยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ											●									●			
ไม้ไผ่อัด											●									●			
แผ่นใยไม้อัด											●									●			
แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้								●			●								●	●			
แผ่นแคลเซียมซิลิเกต								●			●	●								●			
แผ่นยิบซั่มบอร์ด								●			●	●								●			
แผ่นยิบซั่มไฟเบอร์บอร์ด											●									●			
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ								●			●									●			
แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว								●			●									●			
แผ่นพลาสติกอะครีลิก								●			●	●								●			
แผ่นปิดผิวลามิเนตแรงดันสูง											●									●			
ไม้สังเคราะห์หรือไม้เทียม	●	●																			●	●	●
วัสดุบุผนัง																							
กระเบื้องเคลือบ	●	●	●	●	●							●	●	●	●	●							
กระเบื้องดินเผา	●	●	●									●	●	●									
กระเบื้องโมเสก				●												●							

2. ระบบพื้น

การวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบพื้น จะแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป โดยมีระยะเพิ่มตามขนาดในระบบ Modular ที่มาจากข้อมูลในบทที่ 4. ได้แก่

2.1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.

- พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป

2.2 วัสดุโครงสร้าง

- แผ่นพื้นสำเร็จรูป

2.3 วัสดุตกแต่ง

- วัสดุปูพื้น

ตารางที่ 5.13 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบพื้น

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวระดับ (พ)																							
	ความกว้าง												ความยาว											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5	6	9	12	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	9	12	หมายเหตุ
ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.																								
พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป										●										●				
ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป					●	●															●	●	●	
แผ่นพื้นสำเร็จรูป																								
แผ่นพื้นอัดแรงหน้าตัด4เหลี่ยมบาง					●	●																		5-50
แผ่นพื้นที่เป็นแผ่นบางตัน											●													25-60
แผ่นพื้นหน้าตัดรูป U คว่ำของซีแพค										●														30-80
แผ่นพื้นระบบคานรูปตัว T										●														10-50
แผ่นพื้นที่ใช้อิฐ ซี.เอ็ม.ประกอบคาน								●	●															10-50
แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบกลวง										●														30-65
แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง Double T											●	●												25-70
วัสดุปูพื้น																								
กระเบื้องเคลือบ	●		●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●						
กระเบื้องดินเผา	●		●	●	●	●	●							●	●	●	●	●						
กระเบื้องโมเสก					●	●											●							
กระเบื้องหินแกรนิต			●	●	●	●	●	●		●				●	●		●	●	●	●				
กระเบื้องหินอ่อน			●	●	●	●	●	●		●				●	●		●	●	●	●				

ตารางที่ 5.13 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบพื้น (ต่อ)

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวระดับ (พ)																							
	ความกว้าง												ความยาว											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5	6	9	12	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	9	12	หมายเหตุ
วัสดุปูพื้น (ต่อ)																								
กระเบื้องหินอ่อนผสม					10					10										10				
กระเบื้องหินควอตซ์			10	10										10	10		10							
กระเบื้องหินชนวน					10					10	10						10			10	10			
กระเบื้องหินขัด			10	10	10			10		10				10	10		10			10				
หินแกรนิต			10	10	10		10	10		10							10	10		10	10			
หินอ่อน		10	10	10	10		10	10		10						10	10	10		10	10		10	
หินอ่อนเทียม				10	10											10	10							
กระเบื้องคอนกรีต			10	10	10									10	10		10							
กระเบื้องซีเมนต์							10											10						
กระเบื้องยางธรรมชาติ			10	10	10									10	10		10							
กระเบื้องยางไวนิล				10	10											10	10							
กระเบื้องยางผสมก๊อก			10		10					10				10			10			10				
กระเบื้องลิโนเลียม				10	10											10	10							
กระเบื้องแอสฟัลต์		10		10												10		10						
กระเบื้อง พี วี ซี			10	10										10	10									
กระเบื้องเทอร์โมพลาสติก				10	10		10									10	10			10				
กระเบื้องแก้ว	10												10											
กระเบื้องไม้คอร์ก		10	10	10	10									10	10	10	10				10			
พรมแผ่น								10												10				

3. ระบบเพดาน

การวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบเพดาน จะแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป โดยมีระยะเพิ่มตามขนาดในระบบ Modular ที่มาจากข้อมูลในบทที่ 4. คือ วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุบุเพดาน

ตารางที่ 5.14 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบเพดาน

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวระดับ (พ)							
	ความกว้าง			ความยาว				
	6	9	12	6	12	18	21	24
วัสดุบุเพดาน								
ไม้อัด		⓾	⓾			⓾		⓾
ใยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ	⓾		⓾					⓾
ไม้ไผ่อัด			⓾					⓾
แผ่นใยไม้อัด			⓾					⓾
แผ่นใยไม้อัดหนาแน่นปานกลาง			⓾					⓾
แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้	⓾	⓾	⓾		⓾	⓾		⓾
แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเซลลูโลส		⓾	⓾			⓾	⓾	⓾
แผ่นแคลเซียมซิลิเกต	⓾		⓾		⓾	⓾		⓾
แผ่นยิบซั่มบอร์ด	⓾		⓾	⓾	⓾			⓾
แผ่นยิบซั่มไฟเบอร์บอร์ด	⓾		⓾	⓾	⓾			⓾
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ			⓾		⓾			⓾
แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว	⓾		⓾	⓾	⓾			⓾
แผ่นพลาสติกอะคริลิก	⓾		⓾	⓾	⓾			⓾
แผ่นปิดผิวลามิเนตแรงดันสูง			⓾					⓾

สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป

จากการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปทั้งในระบบผนัง พื้น และเพดาน ที่แสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ โดยมีขนาดและระยะที่เพิ่มตามหน่วยพิกัดในระบบ Modular นั้น จะบอกได้ถึงขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. กับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ โดยมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็นอนุกรมของหน่วยพิกัดคูณและลดลงเป็นอนุพิกัดของขนาดชิ้นส่วนวัสดุ ซึ่งจากตารางเปรียบเทียบข้างต้นดังกล่าวนี้ สามารถวิเคราะห์สรุปเปรียบเทียบรวมเป็นตารางแสดงขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่างๆ โดยพิจารณาสรุปทั้งขนาดในแนวดิ่งและขนาดในแนวระดับ เพื่อนำไปใช้ในการวางตารางพิกัดแผนผังทั้งในแบบแปลนและในรูปด้านหรือรูปตัด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่างๆ

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวดิ่ง (พ)											
	1	1.5	2	2.5	3	4	8	12	18	20	24	30
ระบบผนัง												
■ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.			⓾			⓾	⓾	⓾		⓾	⓾	
■ วัสดุก่อ	⓾		⓾									
■ วัสดุแผ่นใหญ่		⓾	⓾					⓾	⓾		⓾	⓾
■ วัสดุบุผนัง	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾							

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ (ความกว้าง)ในแนวระดับ (พ)													
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5	6	9	12	18	30
ระบบผนัง														
■ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.						⓾	⓾			⓾	⓾	⓾	⓾	
■ วัสดุก่อ				⓾	⓾	⓾	⓾			⓾				
■ วัสดุแผ่นใหญ่											⓾	⓾	⓾	⓾
■ วัสดุบุผนัง		⓾	⓾	⓾	⓾	⓾								
ระบบพื้น														
■ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.						⓾				⓾				
■ แผ่นพื้นสำเร็จรูป						⓾		⓾		⓾		⓾		
■ วัสดุปูพื้น	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾			
ระบบเพดาน														
■ วัสดุบุเพดาน										⓾	⓾	⓾		

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ (ความยาว)ในแนวระดับ (พ)													
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	9	12	18	21	24
ระบบพื้น														
■ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.									⓾	⓾	⓾			
■ แผ่นพื้นสำเร็จรูป [1]														
■ วัสดุปูพื้น	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾	⓾			
ระบบเพดาน														
■ วัสดุบุเพดาน									⓾		⓾	⓾	⓾	⓾

หมายเหตุ : 1. ความยาวของแผ่นพื้นสำเร็จรูปมีขนาดยาวตั้งแต่ 5 – 80พ ตามแต่ละชนิด โดยยาวเพิ่มขึ้นทุกๆ 2.5พ และ 5พ

จากตารางที่ 5.15 แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์สรุปรวม โดยการเปรียบเทียบขนาดพิกัดร่วมระหว่างชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆในระบบผนัง พื้น และเพดาน ทั้งขนาดในแนวดิ่งและในแนวระดับ ซึ่งขนาดที่ได้จากการเปรียบเทียบสรุปนี้จะนำไปใช้ในการวางตารางพิกัดแผนผังทั้งในแปลน และรูปด้านหรือรูปตัด

ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุจากตารางเปรียบเทียบนี้ จะเพิ่มขึ้นเป็นอนุกรมของหน่วยพิกัดคูณและลดลงเป็นอนุพิกัดของขนาดชิ้นส่วน ซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่าถ้าเป็นขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวระดับจะเป็นอนุกรมพิกัดของ 3พ ส่วนขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวดิ่งจะเป็นอนุกรมพิกัดของ 2พ และแสดงให้เห็นว่าขนาดของหน่วยพิกัดแผนผังที่จะกำหนดนี้ สอดคล้องกับขนาดพิกัดแผนผังที่ได้จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 5.2 ก่อนหน้านี้ เรื่องการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร ซึ่งสรุปว่ามีขนาดหรือระยะของพื้นที่ใช้สอยต่างๆเป็นอนุกรมพิกัดคูณจากหน่วย 3พ เช่นเดียวกัน โดยจะใช้ค่านี้กำหนดในตารางพิกัดแผนผังในแปลนว่าใน 1 หน่วยพิกัดแผนผัง (พ') จะเท่ากับ 3 หน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ส่วนตารางพิกัดแผนผังในรูปด้านหรือรูปตัดจะเท่ากับ 2 หน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) เป็นอย่างต่ำ

ดังนั้น จึงสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้ โดยจะสรุปได้ถึงค่าของหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ใน 1 หน่วยพิกัดแผนผัง (พ') ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ ซึ่งเป็นพิกัดร่วมของขนาดชิ้นส่วนวัสดุระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ ดังนี้

- **แนวระดับ หน่วยพิกัดแผนผัง = 3พ** (ตารางพิกัดแผนผังในแปลน)
- **แนวดิ่ง หน่วยพิกัดแผนผัง = 2พ** (ตารางพิกัดแผนผังในรูปด้าน)

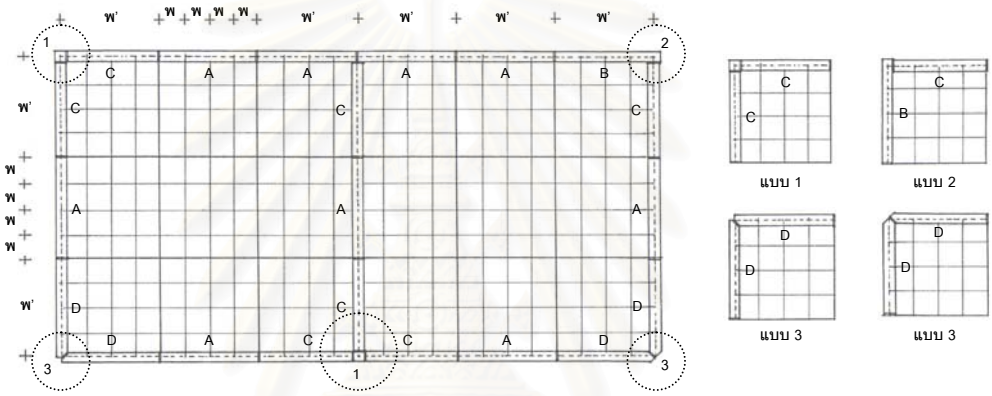
จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นการกำหนดค่าของหน่วยพิกัดแผนผังที่ระยะต่ำสุด แต่สำหรับบ้านแถวที่ใช้ชิ้นส่วน หรือวัสดุสำเร็จรูปแบบต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. นั้น จะต้องพิจารณาเพิ่มเติมในเรื่องของพิกัดทางการปฏิบัติ (Handling Module) และพิกัดทางการผลิต (Production Module) ที่จะกำหนดให้ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือชิ้นส่วนของโครงสร้างที่มีความกว้างมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ขนาดพิกัดแผนผังในตารางพิกัดเพิ่มมากขึ้นเป็นอนุกรมได้ตามความเหมาะสมในการออกแบบ เช่น ขนาดของพิกัดแผนผังในแนวระดับ อาจเพิ่มขนาดเป็น 6พ 9พ หรือ 12พ ส่วนขนาดของพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง อาจเพิ่มขนาดเป็น 4พ 6พ 8พ หรือ 12พ เป็นต้น โดยขนาดดังกล่าวนี้ ยังคงเป็นผลคูณของขนาดที่สัมพันธ์กับหน่วยพิกัดแผนผังที่ได้กำหนดไว้แล้วในตารางข้างต้น

5.4 วิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ

การวิเคราะห์ในประเด็นนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาผังตารางพิกัดที่จะใช้ในการออกแบบ ซึ่งเหมาะสมกับขนาดพิกัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบจากผังตารางพิกัดรูปแบบต่างๆ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังนี้ อ้างอิงจากข้อมูลทุติยภูมิต่างๆ ได้แก่ หนังสือตำราวิชาการ [1] และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [2] โดยแบ่งตารางพิกัดแผนผังออกเป็น 4 รูปแบบ และมีรายละเอียดการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.16 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 1.

แผนผังตารางพิกัด		
วิเคราะห์	▪ ตารางพิกัดเป็นลักษณะตารางต่อเนื่อง ▪ เส้นตารางพิกัดผ่านศูนย์กลางของชิ้นโครงสร้างทั้งหมด ▪ ระบบโครงสร้างเป็นผนังรับน้ำหนัก (Bearing Wall) ▪ ขนาดวัสดุที่ใช้ประกอบกัน (เช่น ฝ้าเพดาน วัสดุพื้น ผนัง) ถ้าใช้ขนาด = พ' = A ต้องมีการตัดเสียเศษวัสดุโดยรอบตลอด	▪ ลักษณะการต่อของชิ้นส่วนมี 3 แบบ คือ ▪ **แบบ 1.** มีคอนกรีตหล่อกับที่มุมผนัง (Concrete Fill) ต้องเทแบบหล่อกับที่ (Insitu Concrete) การผลิตชิ้นส่วนต้องผลิต 2 ขนาด คือ แบบ A และ C (ต้องหล่อกับที่ตั้งแบบ) ▪ **แบบ 2.** ใช้ชิ้นส่วนเป็นส่วนหนึ่งของมุมผนัง การผลิตชิ้นส่วนต้องผลิต 3 ขนาด คือ แบบ A, B และ C (ผลิตหลายชิ้น) ▪ **แบบ 3.** ใช้การเข้ามุมโดยใช้ Connection Joint ของชิ้นส่วน การผลิตชิ้นส่วนต้องผลิต 2 ขนาด คือ แบบ A และ D

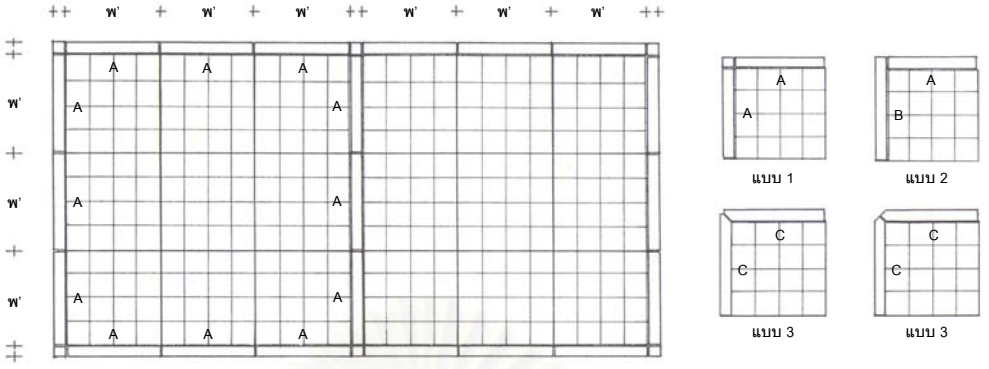
หมายเหตุ : พ = หน่วยพิกัดมูลฐาน
พ' = หน่วยพิกัดแผนผัง

---

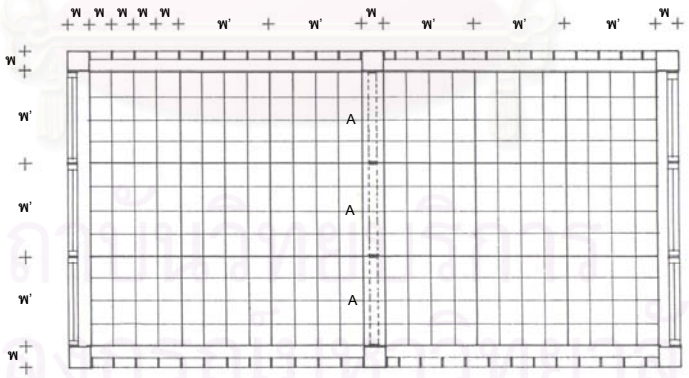
[1] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, **การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด** (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2529), หน้า 17.

[2] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, **"ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล,"** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535), หน้า 103.

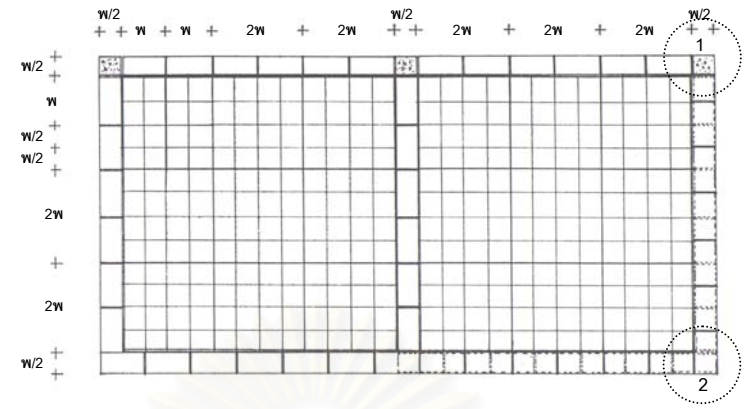
ตารางที่ 5.17 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 2.

แผนผังตารางพิกัด		
วิเคราะห์	▪ ตารางพิกัดเป็นลักษณะตารางไม่ต่อเนื่อง ▪ ตารางพิกัดอยู่ภายในกรอบของผนัง ▪ ระบบโครงสร้างเป็นผนังรับน้ำหนัก (Bearing Wall) ▪ ขนาดวัสดุที่ใช้ประกอบกัน (เช่น ฝ้าเพดาน วัสดุพื้น ผนัง) สามารถใช้ขนาดสอดคล้องกับพิกัดมาตรฐาน พ' = A ได้เลย ไม่เสียเศษวัสดุ	▪ ลักษณะการต่อของชิ้นส่วนมี 3 แบบ คือ ▪ **แบบ 1.** มีคอนกรีตหล่อกับที่มุมผนัง (Concrete Fill) ต้องเทแบบหล่อกับที่ (Insitu Concrete) การผลิตชิ้นส่วนมีขนาดเดียว คือ แบบ A ▪ **แบบ 2.** ใช้ชิ้นส่วนเป็นส่วนหนึ่งของมุมผนัง การผลิตชิ้นส่วนต้องผลิต 2 ขนาด คือ แบบ A และ B ▪ **แบบ 3.** ใช้การเข้ามุมโดยใช้ Connection Joint ของชิ้นส่วน การผลิตชิ้นส่วนต้องผลิต 2 ขนาด คือ แบบ A และ C

ตารางที่ 5.18 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 3.

แผนผังตารางพิกัด		
วิเคราะห์	▪ ตารางพิกัดเป็นลักษณะตารางต่อเนื่องติดต่อกันทั้งอาคาร โดยให้ริมขอบรอบในเสาของอาคารโดยรอบเป็นเส้นรอบนอกของตารางพิกัด ▪ ระบบโครงสร้างเป็นระบบรับน้ำหนักโดยเสา - คาน ▪ การก่อผนังจะก่อเรียงเท่าๆกัน หรือก่อแบบเรียงต่อสลับครึ่ง (Stretching Bond) ก็ได้ ▪ ขนาดตารางพิกัดมีเศษจากการตัด	▪ ขนาดของผนังกั้นห้องภายในและช่องหน้าต่างจะมีขนาดเท่ากับหน่วยพิกัดแผนผัง คือ พ' ▪ วัสดุก่อจะมีขนาดซ้อนกับตารางพิกัดพอดี และมีขนาดเท่ากับหน่วยพิกัดมูลฐาน คือ พ/2 x พ

ตารางที่ 5.19 แสดงการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังแบบที่ 4.

แผนผังตารางพิกัด		
วิเคราะห์	▪ ตารางพิกัดเป็นลักษณะตารางพิกัดต่อเนื่อง ▪ ตารางพิกัดอยู่ภายในกรอบของผนัง ▪ ระบบโครงสร้างเป็นวัสดุผนังรับน้ำหนัก (Wall Bearing Block) ขนาดด้านกว้าง x ยาว = 1 : 2 ▪ ขนาดวัสดุที่ใช้ประกอบกัน (เช่น ฝ้าเพดาน วัสดุพื้น ผนัง) ถ้าใช้ขนาด 2w จะไม่เสียเศษวัสดุ ▪ ขนาดตารางพิกัด มีขนาดสอดคล้องกับขนาดบล็อครับน้ำหนัก คือ ขนาดบล็อค = w/2 x w	▪ ลักษณะการต่อของชิ้นส่วนมี 2 แบบ คือ ▪ **แบบ 1.** การเชื่อมยึดติดกันด้วยการหล่อคอนกรีตกับที่ (Concrete Fill) หรืออาจใช้บล็อครับน้ำหนักขนาดพิเศษ ▪ **แบบ 2.** ใช้การเรียงวัสดุก่อเป็นแบบรอยต่อสลับครึ่งต่อครึ่ง (Stretching Bond)

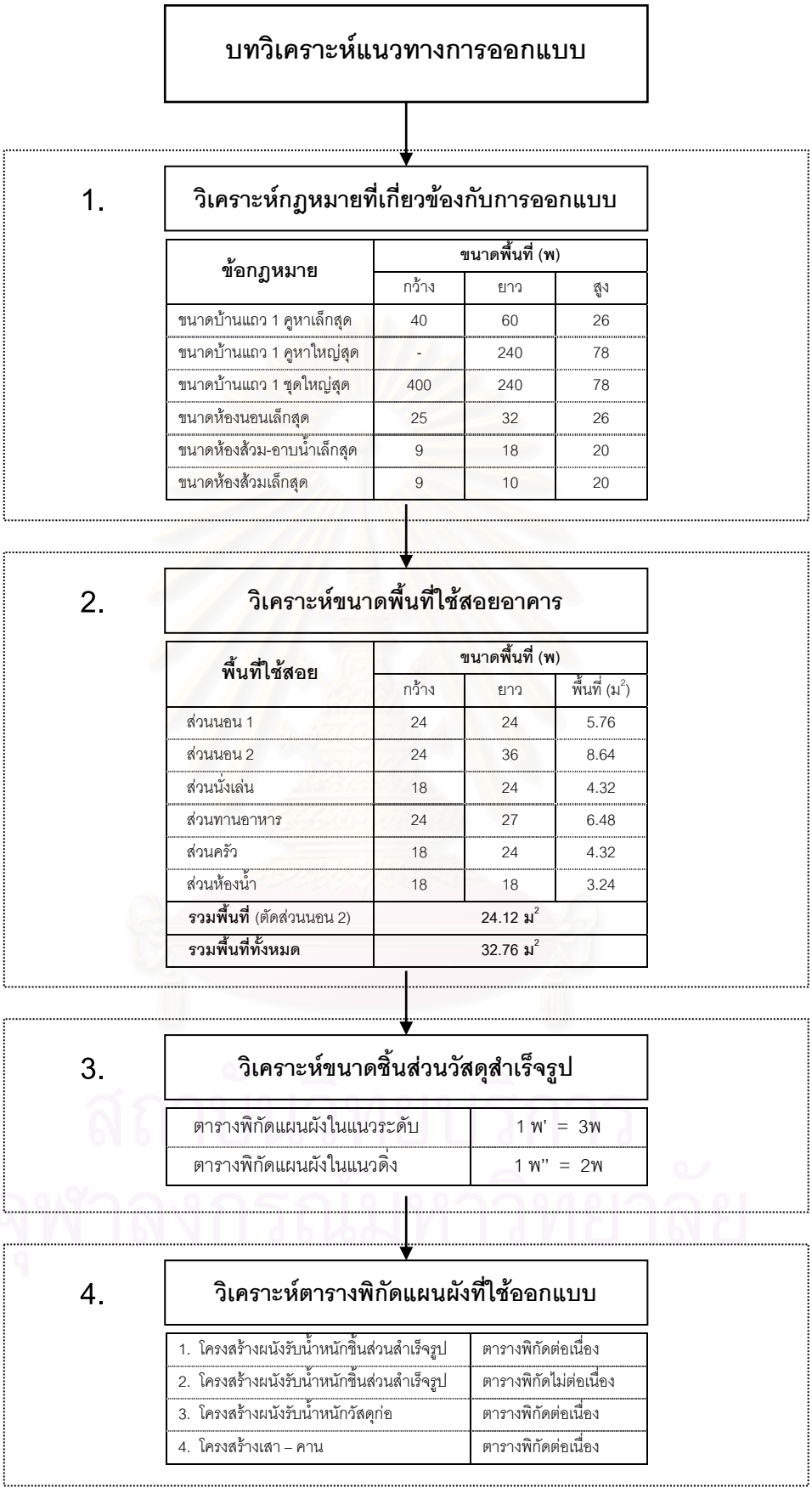
สรุปผลการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ

จากการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังทั้ง 4 รูปแบบตามลักษณะของระบบโครงสร้าง คือ

1. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป ลักษณะตารางพิกัดต่อเนื่อง
2. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป ลักษณะตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง
3. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักวัสดุก่อ ลักษณะตารางพิกัดต่อเนื่อง
4. โครงสร้างเสา – คาน ลักษณะตารางพิกัดต่อเนื่อง

ทั้ง 4 รูปแบบของตารางพิกัดแผนผังแสดงให้เห็นถึงข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของตารางพิกัดแผนผังแต่ละรูปแบบ เพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัดในแต่ละระบบของโครงสร้าง โดยอาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ

ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้ โดยจะได้ตารางพิกัดแผนผังซึ่งมีหน่วยพิกัดแผนผัง (w') ที่สามารถปรับค่าของหน่วยพิกัดมูลฐาน (w) ให้เพิ่มขึ้นหรือน้อยลง ตามความสัมพันธ์กับมิติตามพิกัดของขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งได้วิเคราะห์ไปแล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้



ข้อกฎหมาย	ขนาดพื้นที่ (พ)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ขนาดบ้านแถว 1 คูหาเล็กสุด	40	60	26
ขนาดบ้านแถว 1 คูหาใหญ่สุด	-	240	78
ขนาดบ้านแถว 1 ชุดใหญ่สุด	400	240	78
ขนาดห้องนอนเล็กสุด	25	32	26
ขนาดห้องส้วม-อาบน้ำเล็กสุด	9	18	20
ขนาดห้องส้วมเล็กสุด	9	10	20

พื้นที่ใช้สอย	ขนาดพื้นที่ (พ)		
	กว้าง	ยาว	พื้นที่ ($ม^2$)
ส่วนนอน 1	24	24	5.76
ส่วนนอน 2	24	36	8.64
ส่วนนั่งเล่น	18	24	4.32
ส่วนทานอาหาร	24	27	6.48
ส่วนครัว	18	24	4.32
ส่วนห้องน้ำ	18	18	3.24
รวมพื้นที่ (ตัดส่วนนอน 2)	24.12 $ม^2$		
รวมพื้นที่ทั้งหมด	32.76 $ม^2$		

ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ	1 พ' = 3พ
ตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง	1 พ'' = 2พ

1. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ตารางพิกัดต่อเนื่อง
2. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง
3. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักวัสดุก่อ	ตารางพิกัดต่อเนื่อง
4. โครงสร้างเสา – คาน	ตารางพิกัดต่อเนื่อง

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการสรุปบทที่ 5. บทวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

บทที่ 6

บทสรุปและเสนอแนะ

จากการวิจัยในทุกบทที่ผ่านมา ในหัวข้อเรื่องแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ซึ่งได้ศึกษาถึงข้อมูลเบื้องต้นทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบ สามารถประมวลผลการวิจัยออกมาเป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 บทสรุปแนวทางการออกแบบ

6.2 การออกแบบบ้านแถวตัวอย่าง

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุปแนวทางการออกแบบ

การวิจัยในเรื่องนี้ สามารถประมวลและสรุปผลการวิจัยออกมาได้ โดยบทสรุปนี้จะเป็นคำตอบให้กับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้ตั้งไว้ตั้งแต่เริ่มต้น ซึ่งในการวิจัยประเภทที่ต้องการหาแนวทางการออกแบบนั้น ขั้นตอนหรือวิธีที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยทั้งหมดนั้น ก็คือการหาแนวทางในการออกแบบนั่นเอง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้วางไว้ จึงมาจากลำดับขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยที่เรียงไปตามแต่ละบทที่ได้ทำการศึกษา ซึ่งวัตถุประสงค์นั้นประกอบด้วย

1. ศึกษาหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด
2. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ
3. วิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด

1. สรุปหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด

ในการสรุปหลักการออกแบบนี้ เป็นการสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลในบทที่ 2. ซึ่งได้เรียงหัวข้อที่ศึกษาตามลำดับของเรื่อง เริ่มตั้งแต่วิวัฒนาการของระบบประสานทางพิกัด หน่วยพิกัดประเภทต่างๆ หลักการขั้นมูลฐาน ไปจนถึงระบบโครงสร้างรูปแบบต่างๆซึ่งจะต้องทำความเข้าใจและนำไปใช้ในการออกแบบบ้านแถว โดยสามารถสรุปหลักการออกแบบได้ดังนี้

1.1 การวางผังและการออกแบบในกรณีต่าง ๆ (Planning and design in different cases)

วิธีปฏิบัติเมื่อวางผัง (Planning) โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ผันแปรไปตามชนิดของงาน งานก่อสร้างอาคารขนาดเล็ก ควรใช้ส่วนประกอบ (Component) ที่มีมิติทางพิกัดและหาได้ง่ายในท้องตลาด สำหรับส่วนประกอบที่มีมิติไม่ตามพิกัดไม่ควรผลิตขึ้นมาใช้ นอกจากมั่นใจว่าจะแพร่หลายในวงการค้า และสามารถจะนำไปใช้ในงานก่อสร้างอาคารขนาดเล็กอื่นๆต่อไป

1.2 **การออกแบบส่วนประกอบพิกัด** (Design of modular components)

การออกแบบส่วนประกอบพิกัด มีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตส่วนประกอบขึ้นมาให้ใช้ได้แพร่หลายในงานก่อส้รางอาคารทั่วไปเท่าที่จะเป็นไปได้ และต้องพิจารณามิติและรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัดอย่างละเอียดและทั่วถึงก่อนนำไปใช้ โดยมีวิธีการออกแบบดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. การเลือกส่วนประกอบ (Choice of component)

ต้องกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดแบบต่างๆกัน เลือกเอาส่วนประกอบที่สำคัญโดยเฉพาะซึ่งจะต้องใช้เป็นจำนวนมากซ้ำๆกัน โดยออกแบบส่วนประกอบเหล่านี้ก่อน

ขั้นที่ 2. ขอบเขตที่ใช้ได้ (Range of applicability)

จำนวนของงานที่ต้องทำสำหรับกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดโดยทั่วไป เพิ่มขึ้นตามขอบเขตที่ใช้ได้ของส่วนประกอบที่ต้องการ

ขั้นที่ 3. ขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ (Nominal Modular Dimension of The Component)

ตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 เมื่อเลือกชนิดและลักษณะของส่วนประกอบแล้ว อาจจะกะมิติคร่าวๆได้ ทั้งนี้จะต้องรู้รายละเอียดโดยเฉพาะของส่วนประกอบ ตลอดจนความประสงค์ในด้านการใช้สอย ความรู้เกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต เมื่อได้พิจารณามิติของส่วนประกอบตามความต้องการใช้สอยแล้ว ขั้นต่อไป คือการพิจารณาขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ

ขั้นที่ 4. กำหนดชิ้นส่วนประกอบของอาคาร

โดยการพิจารณารายละเอียด (Details) ของรอยต่อต่างๆ ความเบี่ยงเบนทางพิกัด ความคลาดเคลื่อน เป็นต้น ซึ่งข้อสำคัญในการเลือกรายละเอียด จะต้องแก้ปัญหารอยต่อ และจะต้องเอาใจใส่ถึงรายละเอียด โดยเฉพาะการต่อส่วนประกอบ

ขั้นที่ 5. ความแตกต่างของส่วนประกอบ (Variants of Components)

เมื่อส่วนประกอบพิกัดได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารแล้ว ยังต้องหาส่วนประกอบที่แตกต่างออกไปอีก เช่น ผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจะต้องใช้หนากว่าผนังธรรมดา เป็นต้น นอกจากนั้นผนังหน้าอาจจะต้องทำพิเศษแตกต่างกันออกไป

1.3 **การวางผังโดยใช้ส่วนประกอบพิกัด**

เมื่อเลือกส่วนประกอบพิกัดได้แล้ว ขั้นแรก ให้กำหนดลงในตารางพิกัด (Modular - Grid) รวมทั้งรายละเอียดอื่นๆ ในกรณีที่จะเชื่อมต่อเนื่องกับส่วนประกอบพิกัดอื่น

อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบพิกัดที่เลือกแล้ว ไม่สามารถนำมาใช้ประกอบได้ทันที ทั้งนี้โดยเหตุผลทางการผลิตและทางเศรษฐกิจ ผู้ผลิตมักจะผลิตส่วนประกอบให้ใช้ได้แพร่หลายที่สุด ดังนั้นถ้าผู้ผลิตเป็นผู้ให้รายละเอียดในการใช้ส่วนประกอบพิกัด สถาปนิกจะต้องตรวจสอบถึงระบบและวิธีการในการผลิตเปรียบเทียบกับชนิดอื่น ตลอดจนความเหมาะสมและความสะดวกในการนำมาใช้เสียก่อน

1.4 การปรับปรุงแก้ไขส่วนประกอบต่างพิกัด

ในการออกแบบทางพิกัด จะต้องพิจารณาถึงการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่เป็นไปตามพิกัดด้วย เพราะการนำเอาส่วนประกอบดังกล่าวมาใช้ อาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องตามมาก็ได้ ปัญหาต่อเนื่องที่ตามมาอาจจะมีน้อยหรือไม่มีเลย ถ้าใช้ส่วนประกอบดังกล่าวในส่วนที่ไม่สำคัญของอาคาร แต่ถ้าใช้ในส่วนที่สำคัญของอาคาร เช่น ผนังรับน้ำหนัก การวางผังของส่วนประกอบดังกล่าว จะต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก

1.5 การทำแบบสำหรับก่อสร้างอาคารพิกัด (Drawing for a modular building job)

1.5.1 แบบร่างขั้นต้น (First Rough Sketches)

ในการออกแบบก่อสร้างโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดนั้น แบบร่างครั้งแรกของงานออกแบบขั้นนี้ จำเป็นต้องร่างบนตารางพิกัดที่กำหนดใช้ก่อนการวางผัง ในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจดูความเหมาะสมในการวางผังตามแบบนั้นๆ ว่าจะสามารถใช้สอยได้สมบูรณ์ตามความต้องการเพียงใด เช่น เนื้อที่สำหรับวางเครื่องตกแต่ง ในกรณีนี้ ส่วนต่างๆของอาคารที่เห็นได้จากแบบร่าง จะอยู่ในรูปแบบร่างที่มีเส้นเดี่ยวๆแต่เพียงอย่างเดียว หากได้สังเกตด้วยกฎเกณฑ์ต่างๆตามวิธีออกแบบทางพิกัดแล้ว การเปลี่ยนแปลงของมิติจะมีผลมาจาก พ. หรือผลคูณของ พ.

1.5.2 แบบรายละเอียด (Modular Details)

เมื่อได้วางแบบร่างเบื้องต้นสำหรับงานโครงการขั้นต้นแล้ว งานต่อไปที่จะต้องทำคือแบบขยายรายละเอียดของส่วนประกอบอาคาร วิธีออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดนั้น เมื่อได้วางแบบร่างเบื้องต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพิจารณาแบบรายละเอียดต่อไปอย่างรวดเร็ว และผลเหล่านี้หลังจากที่ได้นำไปผลิตตามขนาดขึ้นแล้ว แบบรายละเอียด (Details) จะต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างอื่นๆต่อไป

รายละเอียดทางพิกัดประกอบด้วยเส้นตาราง ซึ่งใช้อ้างอิงรายละเอียดทางพิกัดของแบบร่างเบื้องต้น เมื่อทำรายละเอียดทางพิกัดทั้งหมดเสร็จแล้ว จึงจะวางผังแบบร่างเบื้องต้นอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแสดงส่วนต่างๆของอาคารตรงมิติ

1.5.3 แบบสรุป

เพื่อความสะดวกในการพิจารณาขอบเขตการใช้ส่วนประกอบทางพิกัด จำเป็นต้องเขียนแบบขั้นแก้ไขปรับปรุงแบบร่าง เรียกว่า แบบสรุป และแบบสรุปนี้จะช่วยในการเตรียมงานเขียนแบบก่อสร้างในขั้นต่อไป รวมทั้งเป็นหลักในการดำเนินงานก่อสร้างอาคารให้เป็นไปตามวิธีการออกแบบการประสานทางพิกัดด้วย

1.5.4 แบบขยายรายละเอียด แบบติดตั้ง

การเขียนแบบในขั้นนี้ไม่ใช้ตารางพิกัด การวัดระยะทางพิกัด ให้ใช้เส้นอุเทศ (Reference Lines) มิติเป็นมิลลิเมตร

2. สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่น ๆ

ในการสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ เป็นการสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดในบทที่ 4. ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป ซึ่งแบ่งประเภทตามระบบการก่อสร้างที่กำหนดไว้ในขอบเขตของการวิจัย คือระบบโครงสร้าง ระบบผนัง ระบบพื้น และระบบเพดาน โดยสามารถสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

2.1 รายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. เป็นการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการก่อสร้างในส่วนที่ยังคงใช้วิธีการแบบดั้งเดิมไปสู่ระบบสำเร็จรูป โดยอาศัยระบบประสานทางพิกัด (Modular Coordination) มาเป็นหลักในการออกแบบชิ้นส่วน และจัดระบบในการประกอบติดตั้ง ซึ่งสามารถนำไปใช้ก่อสร้างในระบบเปิด (Open system) ได้ โดยสามารถแบ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามระบบของการก่อสร้างเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

2.1.1 ระบบผนัง

เป็นการพัฒนางานระบบผนัง และชิ้นส่วนย่อยที่ใช้งานร่วมกับงานระบบผนัง ซึ่งรวมถึงการออกแบบขนาด ระยะในการติดตั้ง และจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยใช้ขนาดเทียบกับระบบประสานทางพิกัด เพื่อใช้ก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป ประกอบด้วย

- อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค และเสาเอ็นคอนกรีต (Interlocking concrete block & Connection cube)
- ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ (Precast concrete wall)
- ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป (Hollow core concrete wall)

- ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป (Precast concrete wall for bathroom)
- วงกบและกรอบบาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป (Reinforced concrete window frame)

- **อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค และเสาเอ็นคอนกรีต** (Interlocking concrete block & Connection cube)

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นการพัฒนาคอนกรีตบล็อคขนาด 190 x 390 มม. หนา 70 มม. แบบดั้งเดิม ในแง่ของรูปลักษณะของตัวคอนกรีตบล็อค และการนำไปใช้งาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดราคา / ตารางเมตร ของผนังที่ก่อด้วยคอนกรีตบล็อค
2. เพื่อพัฒนาการใช้งานในแบบดั้งเดิมให้เป็นระบบผนังที่ชัดเจน ด้วยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปร่วมกับคอนกรีตบล็อค
3. ลดประเภทงาน ลดขั้นตอนการทำงาน ลดความสูญเสียทั้งด้านวัสดุและแรงงานที่เกิดขึ้น ณ ที่ก่อสร้าง

- **ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ** (Precast concrete wall)

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นชิ้นส่วนผนังไม่รับน้ำหนักขนาดเล็ก (Non – load bearing wall) ผลิตจากคอนกรีตล้วน (Plain concrete) ใช้เป็นผนังภายนอกและภายในอาคาร

ขนาดและน้ำหนัก

Type A ขนาด	400 x 600 มม.	Type C ขนาด	400 x 300 มม.
หนา	100 มม.	หนา	100 มม.
หนัก	21.95 กก.	หนัก	12.82 กก.

นน. / ตร.ม. = 122.68 กก./ตร.ม.

- **ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป** (Hollow core concrete wall)

ลักษณะของชิ้นส่วน

แผ่นผนังซึ่งประกอบเป็นตัวระบบนี้ เป็นแผ่นผนังกลวงซึ่งผลิตขึ้นโดยใช้วัสดุพื้นฐานได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย หิน นำมาผสมน้ำ หล่อขึ้นรูปโดยแบบหล่อ เพื่อสร้างผนังในระบบสำเร็จรูป

รูปแบบของชิ้นส่วน

แผ่นผนังซึ่งประกอบเป็นตัวระบบ มี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. แผ่นเรียบ มี 2 ขนาด ได้แก่ 585 x 785 มม. และ 285 x 785 มม.

2. แผ่นเรียบ ซึ่งมีขอบตามยาวด้านหนึ่ง ใช้ประกอบเป็นแบบหล่อเสาโครงสร้าง มีขนาด 285 x 785 มม. ขอบเสากว้าง 150 มม.

สำหรับความหนาของแผ่น มี 2 ขนาด ได้แก่ 90 และ 70 มม.

- **ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป** (Precast concrete wall for bathroom)

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นผนังระบบกึ่งสำเร็จรูปเฟอร์โรซีเมนต์รูปตัว U ขนาดแผ่นมาตรฐาน 640 x 1600 มม. (62 กก.) และ 320 x 1600 มม. (36 กก.) โดยมีผิวสำเร็จด้านในติดกระเบื้องเคลือบ รวมทั้งข้อต่อสำหรับอุปกรณ์ประปา–ระบายน้ำเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ผนังด้านนอกสามารถใช้วัสดุประเภทบอร์ดหรืออื่นๆตามความต้องการ

ข้อมูลจำเพาะ

ขนาดแผ่นผนังห้องน้ำ	640 x 1600 มม.
ความหนา (ที่ผนัง)	18 มม.
(ที่ RIB)	75 มม.
น้ำหนักแผ่นรวมกระเบื้องกรุผิว	68 Kg.
พื้นที่ 1 แผ่น	1.056 ตร.ม.
พื้นที่ผิวกระเบื้อง / แผ่น	0.838 ตร.ม.
จุดหิ้ว (Handing point)	0.30 ม. (จากปลายทั้งสองข้าง)
ขนาดของกระเบื้องกรุผิว	4 1/4 นิ้ว หรือ 107.95 มม.
จำนวนแผ่นของกระเบื้องต่อผนัง 1 ชิ้น	70 แผ่น
ขนาดรอยต่อระหว่างแผ่นกระเบื้อง	1.5 มม.

- **วงกบและกรอบบาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป** (Reinforced concrete window frame)

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นการใช้วัสดุพื้นฐานได้แก่ ปูนซีเมนต์ หิน ทราย เหล็กเสริมกลม ตะแกรงลวดตาข่ายสี่เหลี่ยม (ขึ้นรูปด้วยการเชื่อม) ในการทำวงกบและกรอบบาน ซึ่งจะเป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จนำมาประกอบกันในขณะติดตั้ง โดยดำเนินการได้พร้อมกับการติดตั้งระบบผนัง

รูปแบบชิ้นส่วนวงกบ

ชิ้นส่วนวงกบแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ชิ้นวงกบตัวนอน (วงกบบนและล่าง) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน
2. ชิ้นวงกบตัวตั้ง (วงกบตัวข้างและตัวกลาง) ในกรณีที่แบ่งช่องเปิดเป็น 2 ช่อง

รูปแบบชิ้นส่วนกรอบบาน

เป็นกรอบบาน ค.ส.ล.ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับกรอบบานไม้ แต่ปรับให้เหมาะกับวัสดุที่เป็น ค.ส.ล. ทั้งลักษณะกรอบบาน section กรอบบาน รวมไปถึงจุดติดตั้งบานพับซึ่งเป็นบานพับแบบเดือย และสามารถปรับเพื่อใช้บานพับแบบธรรมดา แบบวิทโก้ และแบบอื่นๆได้ตามความเหมาะสมต่อไป

2.1.2 **ระบบพื้น**

เป็นการพัฒนางานระบบพื้น และชิ้นส่วนย่อยที่ใช้งานร่วมกับงานระบบพื้น ซึ่งรวมถึงการออกแบบขนาด ระยะในการติดตั้ง และจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยใช้ขนาดเทียบกับระบบประสานทางพิกัด เพื่อใช้ก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป ประกอบด้วย

- พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป
- ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป

- **พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป**

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นรูปแบบของการพัฒนาพื้นแผ่นกลวงแบบรูกลมและแบบหกเหลี่ยม นำมาใช้เป็นแผ่นปูพื้นบนตง ค.ส.ล.หรือ คอร.หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป

ขนาดของชิ้นส่วน

ขนาดของแผ่นพื้นเป็นไปตามระบบประสานทางพิกัด โดยมีขนาดรวมรอยต่อเท่ากับ 600 x 600 มม. ความหนา 70 และ 90 มม. เมื่อเสริมเหล็กตะแกรงและเทคอนกรีตทับหน้าหนาประมาณ 30 มม. แล้ว จะมีน้ำหนัก (รวมตง) ประมาณ 310 - 320 กก./ตร.ม. และสามารถรับน้ำหนักจรได้เทียบเท่ากับพื้นสำเร็จรูปในระบบพื้นประกอบ (Composite Floor) โดยทั่วไป

- **ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป**

ลักษณะของชิ้นส่วน

ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป มุ่งทดแทนการใช้ลูกนอนไม้ชั้นดี ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงและกำลังขาดแคลนยิ่งขึ้นทุกขณะ นอกจากนี้ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป ยังสามารถตกแต่งผิวด้วยวัสดุพื้นได้เกือบทุกประเภท เช่น ไม้พื้นลิ้นร่อง ปาร์เก้ กระเบื้องเซรามิค ซึ่งผลิตจากโรงงานในท้องตลาดโดยทั่วไป ทำให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและประหยัด นอกเหนือจากความสะดวกและรวดเร็วในการติดตั้ง ซึ่งสามารถติดตั้งกับโครงสร้างแม่บันไดถาวรได้หลายประเภท

รูปแบบของชิ้นส่วน

ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูปนี้เป็นการปรับรูปแบบของบันได ขนาดและความหนาของลูกนอน ความแข็งแรงในการรับแรงทางโครงสร้าง รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้อง

กับโครงสร้างบันไดและราวลูกกรง ให้สามารถประกอบเข้ากับชิ้นส่วนสำเร็จรูปอื่นๆได้ และอาศัยระบบประสานทางพิกัดร่วมในการออกแบบ โดยสามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถลดขั้นตอน ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายของลูกนอนบันไดรวมถึงค่าแรงในการประกอบติดตั้งลงได้มาก

2.1.3 **ระบบโครงสร้าง**

เป็นการพัฒนางานระบบชิ้นส่วนโครงสร้าง และชิ้นส่วนย่อยที่ใช้งานร่วมกับงานระบบโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการออกแบบขนาดชิ้นส่วนเสา - คานที่สัมพันธ์กัน ระยะในการติดตั้ง และจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เพื่อให้สามารถก่อสร้างได้รวดเร็วขึ้นและใช้เครื่องมือช่วยติดตั้งที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก โดยใช้ขนาดเทียบกับระบบประสานทางพิกัด เพื่อใช้ก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป ประกอบด้วย

- เสา - คานกึ่งสำเร็จรูป
- แบบหล่อคานสำเร็จรูป

- **เสา – คานกึ่งสำเร็จรูป**

ลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นการพัฒนาเสา - คาน ค.ส.ล.กึ่งสำเร็จรูป ในลักษณะประกอบ (Composite beam and column) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้น้ำหนักของชิ้นส่วนไม่มากเกินไป สะดวกในการติดตั้ง ลดการใช้ไม้แบบค้ำยัน สามารถรับน้ำหนักได้ส่วนหนึ่งและทำการก่อสร้างในขั้นตอนต่อไปได้ทันที

รูปแบบของชิ้นส่วน

ระบบของคานประกอบดังกล่าว ประกอบด้วย แผ่นคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป 2 แผ่น ความหนาแผ่นละ 40 มม. ภายในแผ่นได้เตรียมเหล็กเสริมไว้เรียบร้อยตามความจำเป็น ช่องว่างระหว่างแผ่นคานทั้ง 2 แผ่น สามารถเสริมเหล็กเพิ่มเติมได้ตามการออกแบบ ก่อนการเทคอนกรีตในที่ภายในช่องว่าง เพื่อให้แผ่นคาน ค.ส.ล.และคอนกรีตที่เทในที่ทำหน้าที่รับกำลังร่วมกัน

- **แบบหล่อคานสำเร็จรูป**

ลักษณะของชิ้นส่วน

ชิ้นส่วนแบบหล่อคานนี้ เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อให้การหล่อคาน ค.ส.ล.ในที่สำหรับอาคารพักอาศัยและอาคารขนาดเล็กทั่วไป สามารถทำได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และประหยัด

รูปแบบของชิ้นส่วน

แบบหล่อคานสำเร็จรูปชนิดนี้เป็นแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ 2 ชิ้นประกบกัน โดยเว้นช่องว่างส่วนกลางไว้สำหรับเสริมเหล็กและเทคอนกรีตตามปรกติ ดังนั้น แผ่นแบบหล่อจึงถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนทั้งไม้แบบและปูนฉาบ ในการติดตั้งได้มีการพัฒนาเครื่องช่วยในระบบค้ำยันและยึด

แผ่นเข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้การทำงานติดตั้งถูกต้อง และสามารถถอดอุปกรณ์ไปใช้ได้อีกในครั้งต่อๆไป

ขนาดของชิ้นส่วน

แผ่นแบบหล่อคานนี้ได้พัฒนาจากแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ 2 ชิ้นประกบกัน ความหนาประมาณ 10 - 20 มม. แผ่นมาตรฐานมีความยาว 600 และ 1200 มม. แต่ผลิตได้ถึง 3600 มม.

สรุปขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.

ตารางที่ 6.1 แสดงการสรุปขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.ในระบบต่างๆ

ระบบผนัง	**ขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (ฟ)		
	แนวดิ่ง	แนวระดับ	หนา [1]
■ อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค	2	4,6	1
■ ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ	4	3,6	1
■ ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป [2]	4,8,24	3,6	1
■ ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป [3]	4,20,24	3,6,9	1
■ วงกบ ค.ส.ล. สำเร็จรูป	12,20	9,12,18	1
ระบบพื้น	**ขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (ฟ)		
	กว้าง	ยาว	หนา
■ พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป [4]	6	6	1
■ ลูกนอนบันได ค.ส.ล.สำเร็จรูป	3	9,12	0.5

หมายเหตุ 1. ขนาดความหนาของชิ้นส่วนในระบบผนังที่ระบุไว้ จะรวมความหนาปูนฉาบหรือวัสดุปิดผิวอื่นๆโดยประมาณแล้ว

2. ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป ใช้หลักการเชื่อมต่อโดยใช้ปูนก่อแบบเว้นร่อง กว้าง 15 มม. ทั้งตามแนวนอนและแนวตั้ง ทำให้ขนาดเป็นเลขตามพิกัด

3. ขนาดของผนังห้องน้ำสำเร็จรูป เป็นขนาดที่ผู้วิจัยได้สอบถามทาง วท. ซึ่งจะพัฒนาให้เข้าระบบประสานทางพิกัด

4. ขนาดของพื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป รวมรอยต่อระหว่างแผ่นแล้ว ส่วนความหนารวมคอนกรีตทับหน้าหนา 30 มม.

5. ชิ้นส่วนในระบบโครงสร้างไม่ได้สรุปรวมในส่วนนี้ ซึ่งได้แก่เสา–คานกึ่งสำเร็จรูปและแบบหล่อคานสำเร็จรูป เพราะสามารถปรับขนาดได้ตามการออกแบบทั้งขนาดหน้าตัดและความยาวของเสาและคาน

2.2 รายละเอียดวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่น ๆ

รายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆนี้ เป็นการสรุปขนาดของวัสดุก่อสร้างซึ่งจะเลือกพิจารณาเฉพาะวัสดุที่สามารถใช้ออกแบบและก่อสร้างในระบบประสานทางพิกัดได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบบ้านแถวร่วมกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. โดยอาศัยหลักการประสานทางพิกัด (Modular Coordination) และใช้ก่อสร้างอาคารในระบบเปิด (Open system) ได้ สามารถแบ่งประเภทของวัสดุก่อสร้างตามระบบของการก่อสร้างได้ ดังนี้

1. ระบบผนัง
2. ระบบพื้น
3. ระบบเพดาน

2.2.1 ระบบผนัง

วัสดุก่อสร้างในระบบผนัง สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ วัสดุก่อ
2. วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุแผ่นใหญ่ วัสดุบุผนัง

2.2.2 ระบบพื้น

วัสดุก่อสร้างในระบบพื้น สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ แผ่นพื้นสำเร็จรูป
2. วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุปูพื้น

2.2.3 ระบบเพดาน

วัสดุก่อสร้างในระบบเพดาน คือ วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุบุเพดาน

โดยรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปที่กำหนดเป็นประเภทต่างๆดังที่ได้กล่าวมานี้ จะเป็นการสรุปขนาดของวัสดุก่อสร้างที่สามารถใช้ออกแบบในระบบประสานทางพิกัดได้ โดยแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบที่บอกถึงประเภทของวัสดุ บอกขนาดในระบบ Metric และขนาดในระบบ Modular

รายละเอียดต่างๆในตารางนี้ จะเป็นข้อมูลที่อยู่ในบทที่ 4. ของการวิจัย และไม่ได้สรุปผลออกมา แต่จะนำข้อมูลนี้ไปวิเคราะห์อีกครั้งในบทที่ 5. หัวข้อเรื่องการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป ซึ่งจะสรุปได้ถึงขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. กับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ และนำไปกำหนดค่าในตารางพิกัดแผนผังว่าจะมีหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) เท่าไรใน 1 หน่วยพิกัดแผนผัง (พ') ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ โดยจะกล่าวถึงในการสรุปหัวข้อที่ 3. ต่อไป

3. สรุปการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด

ในการสรุปการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบนี้ เป็นการสรุปผลที่ได้จากบทวิเคราะห์ในบทที่ 5. ซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลรายละเอียดชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และการวิเคราะห์ข้อมูลวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปก่อนหน้านี้ในบทที่ 4. ซึ่งจะนำผลการสรุปนี้ไปใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด โดยมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

โดยแบ่งการสรุปผลตามลำดับขั้นตอนของการออกแบบอาคาร ออกเป็นประเด็นต่างๆ 4 ประเด็น ได้แก่

3.1 สรุปผลการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

การวิเคราะห์ในประเด็นนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาขนาดพื้นที่ของบ้านแถวที่เล็กที่สุดตามที่กฎหมายกำหนด และยังรวมไปถึงรายละเอียดอาคารต่างๆที่จำเป็นต่อการออกแบบบ้านแถว เพื่อจะใช้ขนาดพื้นที่นี้เป็นเกณฑ์ต่ำสุดที่สามารถใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัดได้ โดยอ้างอิงจากกฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ร่วมกับกฎหมายฉบับอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ผลจากการวิเคราะห์กฎหมายนี้ นำไปใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุดที่สามารถใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 6.2 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ข้อกฎหมาย	**ขนาดพื้นที่** (พ)		
	กว้าง	ยาว	สูง[1]
■ ขนาดบ้านแถว 1 คูหาเล็กสุด	40	60	26
■ ขนาดบ้านแถว 1 คูหาใหญ่สุด	*	240	78
■ ขนาดบ้านแถว 1 ชุดใหญ่สุด	400	240	78
■ ขนาดห้องนอนเล็กสุด	25	32	26
■ ขนาดห้องส้วม-อาบน้ำเล็กสุด	9	18	20
■ ขนาดห้องส้วมเล็กสุด	9	10	20

หมายเหตุ : 1. ความสูงเป็นระยะ Floor to Floor ยกเว้นห้องส้วมเป็นระยะ Floor to Ceiling

* = กฎหมายไม่ได้กำหนดไว้

3.2 สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร

จากการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยทั้งส่วนบุคคลและส่วนต่างๆของอาคาร ซึ่งแสดงเป็นตารางอนุกรมของขนาดพื้นที่พิกัดคูณสำหรับพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่างๆนั้น สามารถบอกได้ถึงหน่วยพิกัดแผนผังร่วมของการออกแบบ คือ 3พ ซึ่งใช้เป็นขนาดต่ำสุดในการวางผังและกำหนดค่าในตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ รวมถึงระยะที่จะกำหนดขนาดของโครงสร้างต่อไป

นอกจากนั้น รูปแบบของการจัดพื้นที่ที่แสดงในตารางอนุกรม สามารถนำขนาดและการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ต่างๆไปใช้เป็นทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ต่างๆในบ้านแถว ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่ที่น้อยที่สุดในแต่ละส่วนของพื้นที่การใช้งาน และขยายสัดส่วนเพิ่มเป็นอนุกรมพิกัดคูณในระบบประสานทางพิกัด

ในส่วนของขนาดพื้นที่ใช้สอยภายในนั้น เมื่อได้ขนาดพื้นที่อาคารที่เล็กที่สุดตามกฎหมายกำหนด คือ 4.00 x 6.00 ม. และพื้นที่ต่ำสุดเท่ากับ 24.00 ตร.ม. การจัดพื้นที่ใช้สอยภายในส่วนต่างๆของบ้านแถว จะอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติเป็นหลัก ซึ่งแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบกับขนาดในระบบ Modular ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.3 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร

พื้นที่ใช้สอย	**ขนาดพื้นที่ (พ)**		
	กว้าง	ยาว	พื้นที่ ($ม^2$)
■ ส่วนนอน 1	24	24	5.76
■ ส่วนนอน 2	24	36	8.64
■ ส่วนนั่งเล่น	18	24	4.32
■ ส่วนทานอาหาร	24	27	6.48
■ ส่วนครัว	18	24	4.32
■ ส่วนห้องน้ำ	18	18	3.24
รวมพื้นที่ (ตัดส่วนนอน 2)	**24.12 $ม^2$**		
รวมพื้นที่ทั้งหมด	**32.76 $ม^2$**		

หมายเหตุ : พื้นที่ใช้สอยในส่วนต่างๆ ยังไม่รวมระยะของพื้นที่สัญจร

ที่มา : ข้อมูลจากการเคหะแห่งชาติ

จากตารางที่ 6.3 พื้นที่รวมจะเท่ากับ 32.76 ตร.ม. แต่สำหรับบ้านแถวที่มีขนาดเล็กและมีเพียง 1 ห้องนอน เมื่อตัดพื้นที่ส่วนนอน 2 ออกไป ขนาดพื้นที่รวมจะประมาณเท่ากับ 24 ตร.ม. ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่ของบ้านแถวที่เล็กที่สุดตามที่กฎหมายกำหนดพอดี

3.3 สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป

จากการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปทั้งในระบบผนัง พื้น และเพดาน ที่แสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ โดยมีระยะเพิ่มตามขนาดในระบบ Modular นั้น สามารถสรุปได้ถึงขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. กับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ โดยมีขนาดของชิ้นส่วนเพิ่มขึ้นเป็นอนุกรมของหน่วยพิกัดคูณและลดลงเป็นอนุพิกัดของขนาดชิ้นส่วน

ดังนั้น จึงสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้ โดยจะได้ค่าของหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ใน 1 หน่วยพิกัดแผนผัง (พ') ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ ซึ่งเป็นพิกัดร่วมของขนาดชิ้นส่วน คือ

■ ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ	1 พ' = 3พ
■ ตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง	1 พ'' = 2พ

จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นการกำหนดค่าของหน่วยพิกัดแผนผังที่ระยะต่ำสุด แต่สำหรับบ้านแถวที่ใช้ชิ้นส่วน หรือวัสดุสำเร็จรูปแบบต่างๆ ต้องพิจารณาในเรื่องของพิกัดทางการปฏิบัติ (Handling Module) และพิกัดทางการผลิต (Production Module) ซึ่งจะทำให้ขนาดพิกัดแผนผังในตารางพิกัดเพิ่มมากขึ้นเป็นอนุกรมได้ตามความเหมาะสมในการออกแบบ

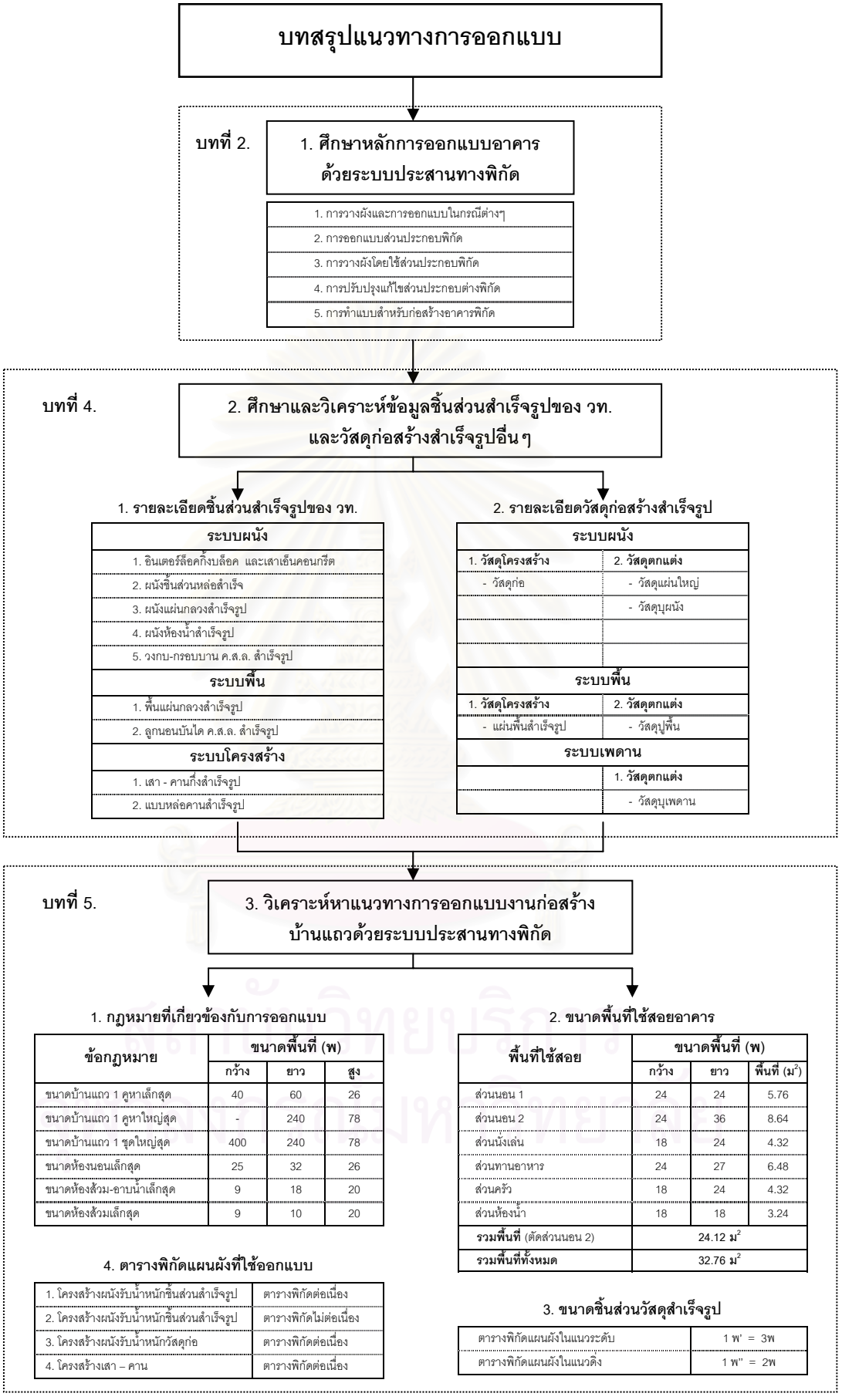
3.4 สรุปผลการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ

จากการวิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังทั้ง 4 รูปแบบตามลักษณะของระบบโครงสร้าง คือ

1. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ตารางพิกัดต่อเนื่อง
2. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง
3. โครงสร้างผนังรับน้ำหนักวัสดุก่อ	ตารางพิกัดต่อเนื่อง
4. โครงสร้างเสา – คาน	ตารางพิกัดต่อเนื่อง

ทั้ง 4 รูปแบบของตารางพิกัดแผนผังแสดงให้เห็นถึงข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของตารางพิกัดแผนผังแต่ละรูปแบบ เพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัดในแต่ละระบบของโครงสร้าง โดยอาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ

ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้ โดยจะได้ตารางพิกัดแผนผังซึ่งมีหน่วยพิกัดแผนผัง (พ') ที่สามารถปรับค่าของหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ให้เพิ่มขึ้นหรือน้อยลง ตามความสัมพันธ์กับมิติตามพิกัดของขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้



แผนภูมิที่ 6.1 แสดงการสรุปบทที่ 6. บทสรุปแนวทางการออกแบบ

6.2 การออกแบบบ้านแถวตัวอย่าง

จากบทสรุปแนวทางการออกแบบที่ผ่านมา ซึ่งสามารถสรุปได้ถึงหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ จนถึงสรุปการวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัดนั้น สามารถนำผลจากการสรุปทั้งหมดนี้ ไปใช้ในการออกแบบบ้านแถวตัวอย่างที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆ โดยมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

ในการออกแบบบ้านแถวตัวอย่างนี้ อาศัยหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด โดยมีรายละเอียดประกอบการออกแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.4 แสดงการสรุปขนาดบ้านแถวทั้ง 2 แบบ

ขนาดบ้านแถว (พ)	บ้านแถว 1 ชั้น	บ้านแถว 2 ชั้น
■ ระยะความกว้างพื้นที่ใช้สอยภายใน	42	48
■ ระยะกึ่งกลางเสาถึงกึ่งกลางเสา	44	50
■ ระยะของบ้านแถว 1 ชุด	396	400
	(9 คูหา)	(8 คูหา)

หมายเหตุ : ระยะความยาวของบ้านแถวทั้ง 2 แบบไม่เกิน 16.00 เมตร ไม่ต้องเปิด Open Court ตามที่กฎหมายกำหนด

- ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ $1(พ')^2 = 6พ \times 6พ$ (อนุกรมพิกัดคูณจาก 3พ)
  ตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง $1(พ'')^2 = 4พ \times 6พ$ (อนุกรมพิกัดคูณจาก 2พ)
- ตารางพิกัดเป็นลักษณะตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง อยู่ภายในกรอบของโครงสร้าง ซึ่งทำให้ขนาดของโครงสร้างเสา - คานไม่มีผลต่อการตัดเศษชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างในระบบพื้น ผนัง และเพดานที่ติดตั้งภายในโครงสร้างนั้น
- เว้นระยะ Free Zone ระหว่างจุดเชื่อมต่อของวัสดุบุผนังกับวัสดุปูพื้นและวัสดุบุเพดาน ซึ่งกำหนดให้เป็นระยะเผื่อความคลาดเคลื่อนของวัสดุก่อสร้างด้วย
- ออกแบบหน้าตัดเสาโดยเผื่อการคลาดเคลื่อนของแนวผนังเข้าไปในเสาโครงสร้าง มีระยะเผื่อความคลาดเคลื่อนเท่ากับ +-5 มม. โดยมีเหล็กเส้นทำหน้าที่เป็นเหล็กปลอกเพื่อยึดยันชิ้นส่วนเสาให้ได้รูปในแบบต่างๆ แล้วจึงเทคอนกรีตลงไปในช่องว่างตรงกลางเสา เกิดเป็นเสาประกอบ (Composite Column)

- ออกแบบหน้าตัดคานเป็นรูปตัว U ทำให้ไม่ต้องใช้ไม้แบบ โดยมีเหล็กเส้นทำหน้าที่เป็นเหล็กปลอกและยึดยันให้คานได้รูป แล้วจึงเทคอนกรีตลงไปกลางคาน เพื่อเชื่อมคานกับพื้นสำเร็จรูป เกิดเป็นคานประกอบ (Composite Beam)
- โครงหลังคาเหล็ก Truss สำเร็จรูป ประกอบเสร็จก่อนยกขึ้นติดตั้งเหนือคานโครงสร้าง
- ระยะความห่างของช่วงเสาโครงสร้าง ทั้งด้านกว้างและด้านยาวของอาคาร ควรจะมีเสาทุกๆระยะ 3.00 - 4.00 เมตร [1] และความห่างไม่ควรเกิน 5.00 เมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ไม่แคบหรือกว้างเกินไป ทำให้เป็นการประหยัดโครงสร้าง โดยการที่ไม่ให้แคบเพื่อประหยัดเสาเข็มฐานรากและเสาโครงสร้าง ส่วนการที่ไม่ให้กว้างเพื่อประหยัดขนาดคานและเหล็กเสริมในคาน และยังมีความเหมาะสมทั้งในด้านความสามารถของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขนาดวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆที่ใช้ร่วมกัน การขนย้ายประกอบติดตั้งในบริเวณที่ก่อสร้าง น้ำหนักของเสาโครงสร้าง ความลึกของคาน รวมถึงความเหมาะสมของพื้นที่ใช้สอยภายในสำหรับการอยู่อาศัยตามที่ได้วิเคราะห์มาแล้ว

จากหลักการออกแบบทั้งหมดที่กล่าวมา จะแสดงให้เห็นในแบบบ้านแถวตัวอย่างชั้นเดียว ซึ่งกำหนดให้มีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย คือ 40พ x 60พ สูง 26พ และขยายขนาดอาคารเพิ่มเป็นลำดับของอนุกรมพิกัดคูณ 2 x 6พ = 12พ ตามแนวความคิดในการออกแบบขนาดบ้านแถว โดยอาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท. ร่วมกับการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นๆที่สามารถนำไปใช้ออกแบบในระบบประสานทางพิกัดได้ ทั้งในระบบโครงสร้าง ระบบพื้น ระบบผนัง และระบบเพดาน ดังรายละเอียดของแบบบ้านแถวตัวอย่าง ต่อไปนี้

1. รายการประกอบแบบบ้านแถวตัวอย่าง
2. แนวความคิดในการออกแบบขนาดบ้านแถว
3. ผังพื้น แสดงตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ
4. รูปด้าน แสดงตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง
5. รูปตัด แสดงรายละเอียดการก่อสร้าง
6. ภาพ 3 มิติ แสดงรายละเอียดการติดตั้งชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป
7. ภาพ 3 มิติ แสดงรายละเอียดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่างๆ

---

[1] ตรึงใจ บูรณสมภพ, **การใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบอาคาร** (กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2523), หน้า 3.

ตารางที่ 6.5 แสดงรายการประกอบแบบบ้านแถวตัวอย่าง

รายการชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป			**ขนาดในระบบ** Metric (มม.)			**ขนาดในระบบ** Modular (พ.)		
รหัส	ชนิดของวัสดุ	จำนวน	กว้าง	ยาว	สูง/ลึก	กว้าง	ยาว	สูง/ลึก
	ระบบโครงสร้าง							
C 1	เสาสำเร็จรูป I Joint	2	200	200	2400	2	2	24
C 2	เสาสำเร็จรูป T Joint	2	200	200	2400	2	2	24
C 3	เสาสำเร็จรูป X Joint	6	200	200	2400	2	2	24
C 4	เสาสำเร็จรูป U Joint	2	200	200	2400	2	2	24
B 1	คานสำเร็จรูป ตัว U	12	200	1200	400	2	12	4
B 2	คานสำเร็จรูป ตัว U	4	200	1800	400	2	18	4
B 3	คานสำเร็จรูป ตัว U	4	200	3000	400	2	30	4
B 4	คานสำเร็จรูป ตัว U	6	200	4200	400	2	42	4
B 5	คานสำเร็จรูป ตัว U	2	200	4200	400	2	42	4
B 6	คานสำเร็จรูป ตัว U	2	200	4200	300	2	42	3
B 7	คานสำเร็จรูป ตัว U	2	200	4200	300	2	42	3
รหัส	ชนิดของวัสดุ	จำนวน	กว้าง	ยาว	หนา/ลึก	กว้าง	ยาว	หนา/ลึก
	ระบบพื้น							
F 1	พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป [1]	88	600	600	70	6	6	1
F 2	ตง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	19	100	1300	100	1	13	1
F 3	ตง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	8	100	1900	100	1	19	1
F 4	ตง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	8	100	3100	100	1	31	1
F 5	แผ่นพื้นห้องน้ำสำเร็จรูป	1	1500	3000	200	15	30	2
F 6	ลูกนอนบันได ค.ส.ล. สำเร็จรูป	2	300	3000	50	3	30	0.5
F 7	กระเบื้องเคลือบปูพื้น	352	300	300	6	3	3	*
รหัส	ชนิดของวัสดุ	จำนวน	แนวดิ่ง	แนวระดับ	หนา	แนวดิ่ง	แนวระดับ	หนา [2]
	ระบบผนัง							
W 1	อิฐมวลเบา	60	200	600	75	2	6	1
W 2	อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อคเต็มก้อน	54	200	600	70	2	6	1
W 3	อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อคครึ่งก้อน	12	200	300	70	2	3	1
W 4	ผนังระบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ	36	400	600	100	4	6	1
W 5	ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป [3]	5	2385	285	70	24	3	1
W 6	ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป	5	385	585	70	4	6	1

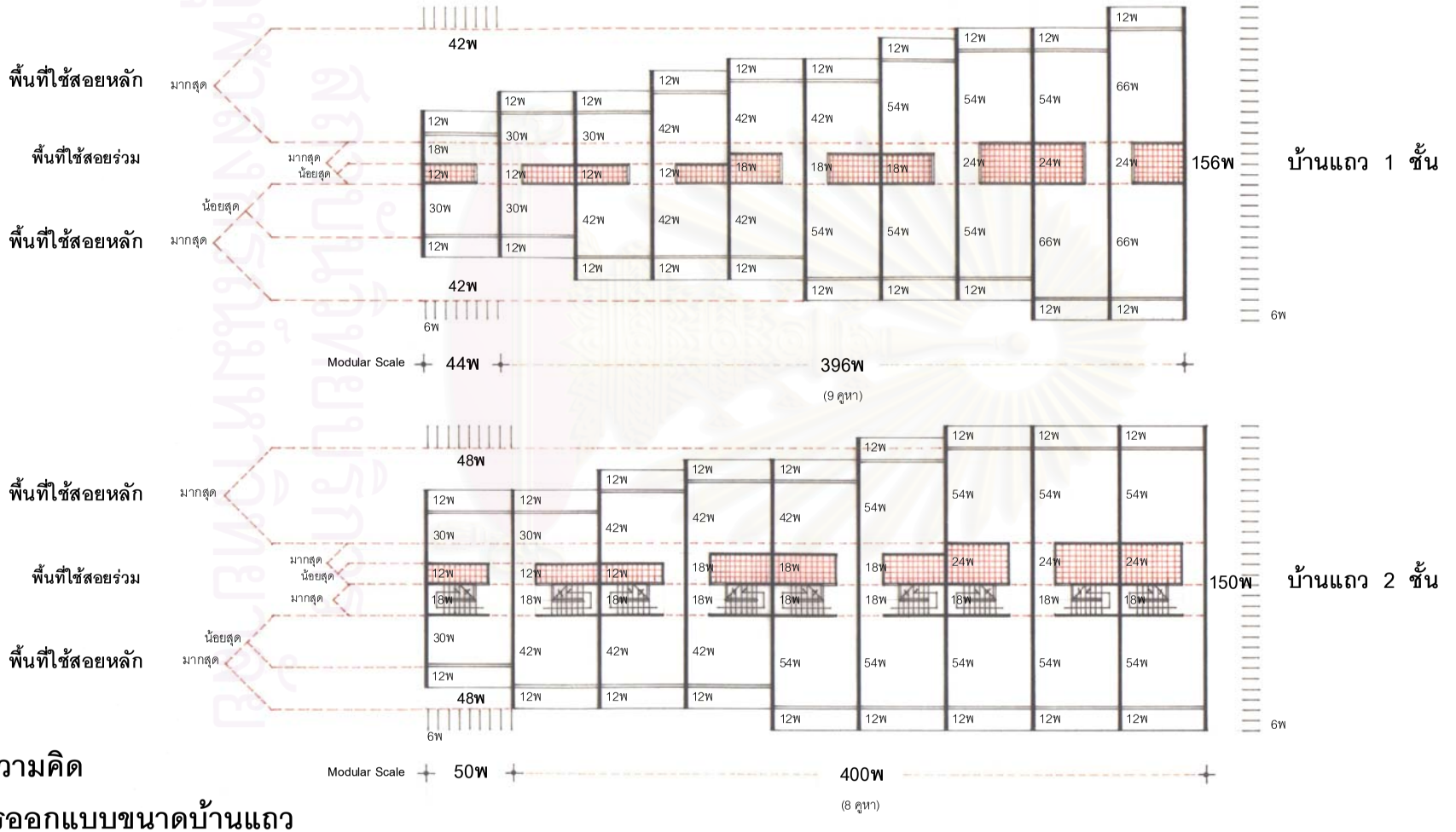
ตารางที่ 6.5 แสดงรายการประกอบแบบบ้านแถวตัวอย่าง (ต่อ)

รายการชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป			ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
รหัส	ชนิดของวัสดุ	จำนวน	แนวดิ่ง	แนวระดับ	หนา	แนวดิ่ง	แนวระดับ	หนา
	ระบบผนัง (ต่อ)							
W 7	ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป	3	785	585	70	8	6	1
W 8	ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป	14	2385	585	70	24	6	1
W 9	ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป	3	385	885	70	4	9	1
W10	ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป [4]	1	2400	300	75	24	3	1
W11	ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป	1	2000	600	75	20	6	1
W12	ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป	11	2400	600	75	24	6	1
W13	ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป	1	400	900	75	4	9	1
W14	แผ่นยิบซั่มบอร์ด	11	2400	1200	9	24	12	*
W15	แผ่นไม้สังเคราะห์หรือไม้เทียม	8	200	3000	8	2	30	*
W16	กระเบื้องเคลือบบุผนัง	156	200	200	6	2	2	*
D 1	ชุดประตูบานเปิดคู่	1	2000	1800	100	20	18	1
D 2	ชุดประตูบานเปิดเดี่ยว	1	2000	900	100	20	9	1
D 3	ชุดประตูห้องน้ำ	1	2000	900	100	20	9	1
Wi 1	ชุดหน้าต่างบานเกล็ดปรับมุม	2	2000	600	100	20	6	1
Wi 2	ชุดหน้าต่างบานเกล็ดปรับมุม	3	1200	600	100	12	6	1
Wi 3	ชุดหน้าต่างบานเกล็ดปรับมุม	1	400	600	100	4	6	1
รหัส	ชนิดของวัสดุ	จำนวน	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	ระบบเพดาน							
Ce1	แผ่นยิบซั่มบอร์ด	98	600	600	9	6	6	*

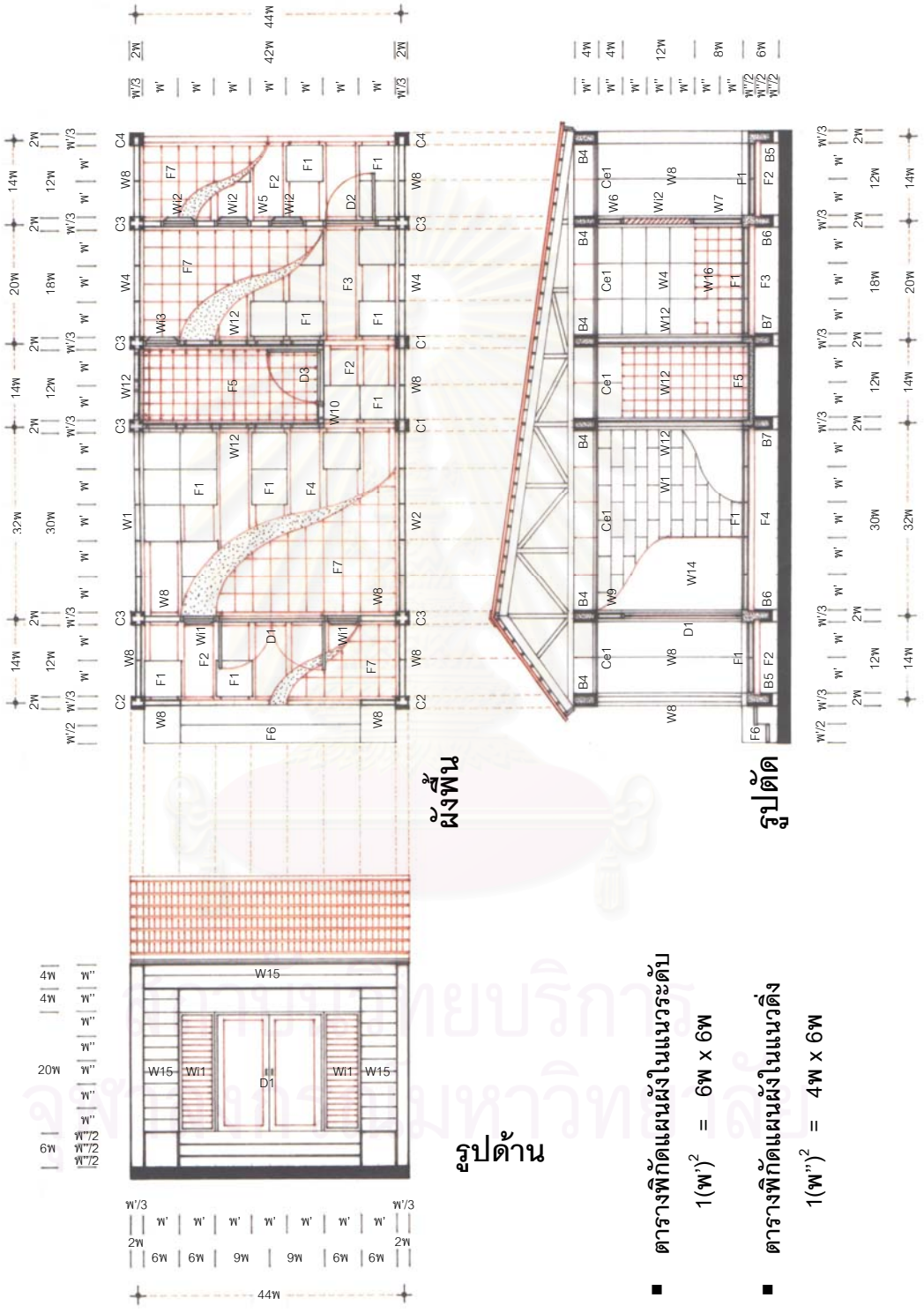
หมายเหตุ

1. ขนาดของพื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป รวมรอยต่อระหว่างแผ่นแล้ว ส่วนความหนารวมคอนกรีตทับหน้าหนา 30 มม.
2. ขนาดความหนาของชิ้นส่วนในระบบผนังที่ระบุในระบบ Modular จะรวมความหนาปูนฉาบหรือวัสดุปิดผิวอื่นๆ โดยประมาณแล้ว
3. ผนังแผ่นกลวงสำเร็จรูป ใช้หลักการเชื่อมต่อโดยใช้ปูนก่อแบบเว้นร่องกว้าง 15 มม. ทั้งตามแนวนอนและแนวตั้ง ทำให้ขนาดในระบบ Modular เป็นเลขตามพิกัด
4. ขนาดของผนังห้องน้ำสำเร็จรูป เป็นขนาดที่ผู้วิจัยได้สอบถามทาง วท. ซึ่งจะพัฒนาให้เข้าระบบประสานทางพิกัด

* = ความหนาของวัสดุที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้งานร่วมกับชิ้นส่วนวัสดุอื่นๆโดยการปิดผิววัสดุในระบบผนัง ใช้ปูพื้น หรือใช้ติดกับโครงคร่าว T - Bar เพื่อทราบระยะความหนารวมของผนัง พื้น หรือเพดาน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการออกแบบต่อไป



แนวความคิด
ในการออกแบบขนาดบ้านแถว

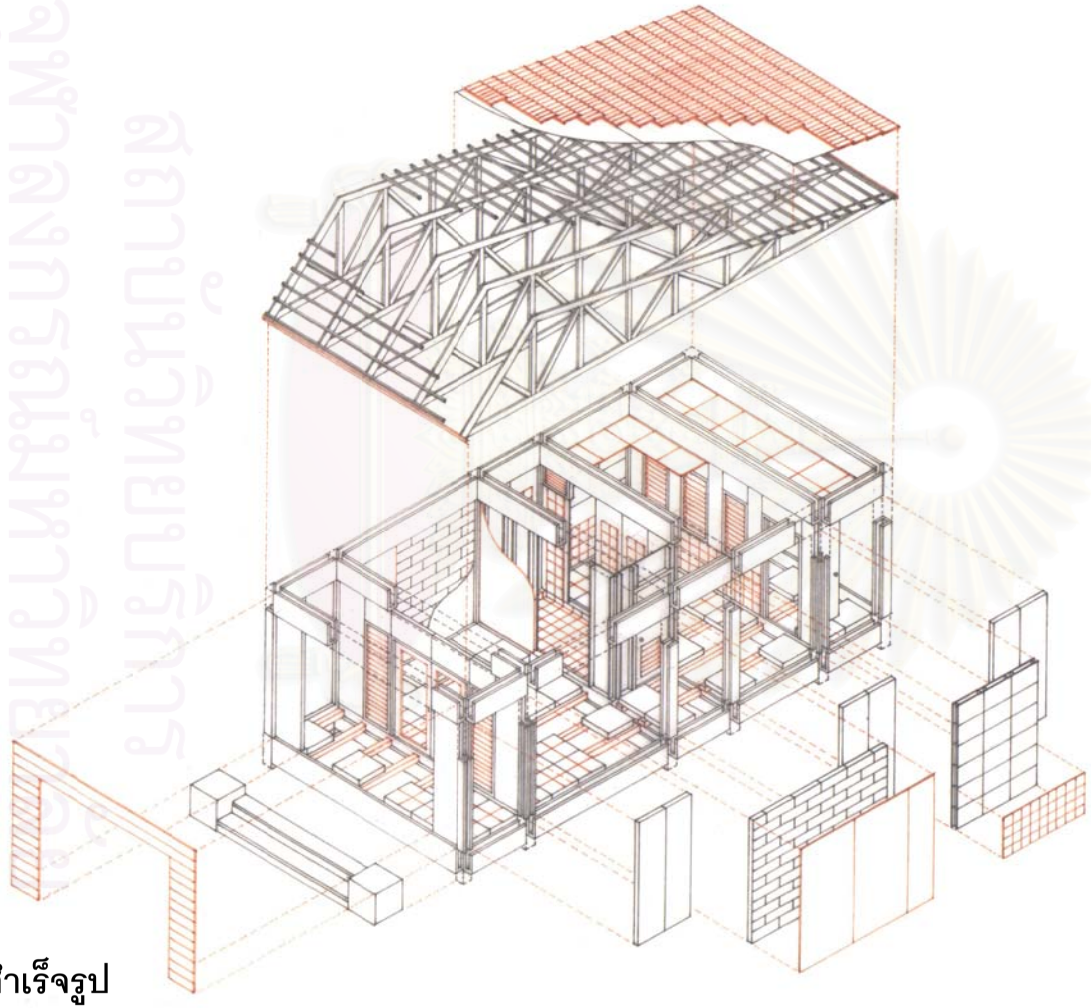


■ ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ

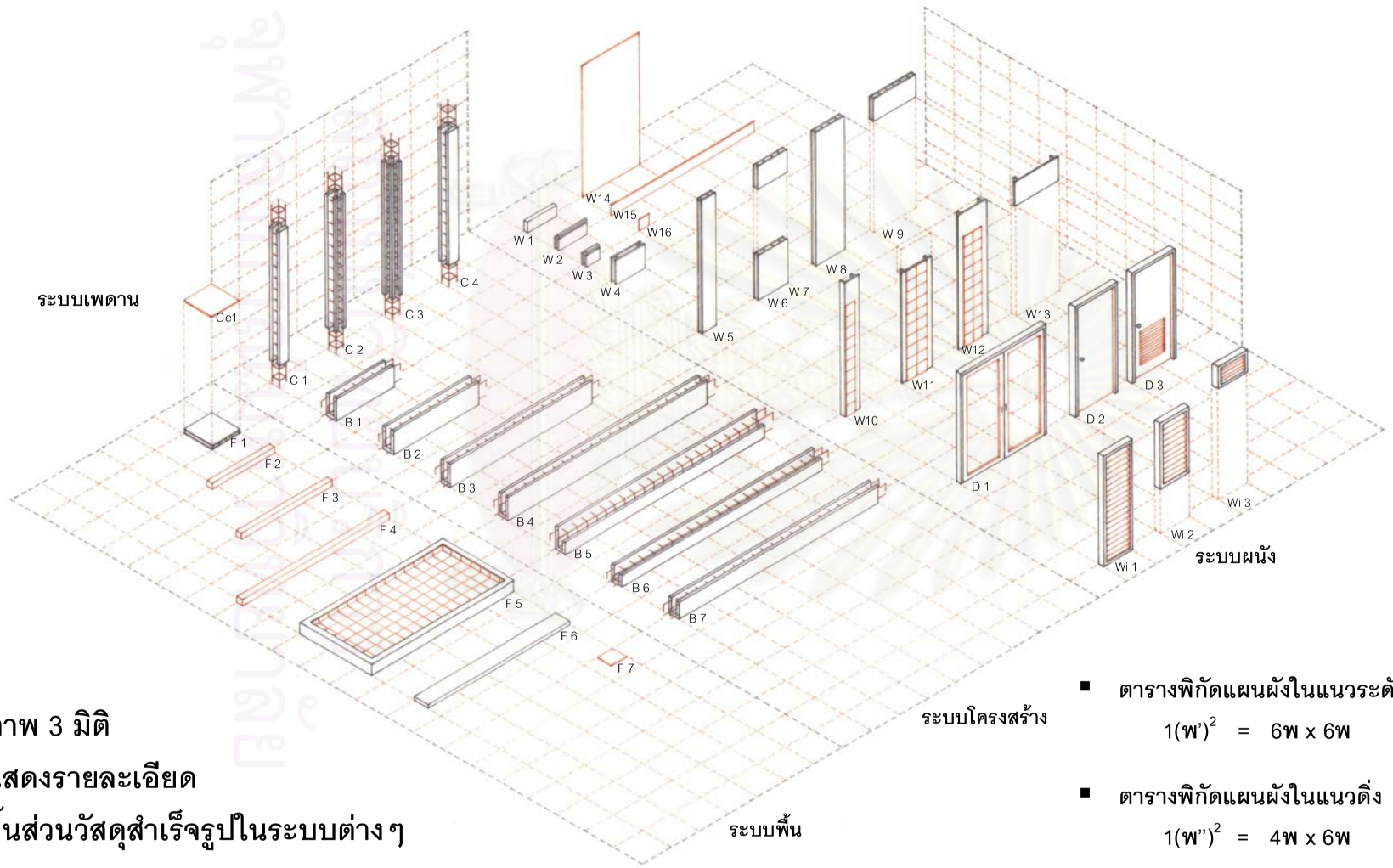
$1(w')^2 = 6w \times 6w$

■ ตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง

$1(w'')^2 = 4w \times 6w$



ภาพ 3 มิติ
แสดงรายละเอียด
การติดตั้งชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป



ภาพ 3 มิติ
แสดงรายละเอียด
ชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่าง ๆ

- **ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ**
  $1(w')^2 = 6w \times 6w$
- **ตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง**
  $1(w'')^2 = 4w \times 6w$

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด

การออกแบบอาคารโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดมิได้มีข้อบังคับตายตัว แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะอาคาร วัสดุก่อสร้าง ระบบโครงสร้าง ฯ ทั้งนี้ มีข้อควรพิจารณาอยู่ 2 ประการ คือ

- เพื่อให้อาคารที่ออกแบบ ได้ขนาดพอดีกับส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นตามขนาดมาตรฐาน เช่น อิฐ บล็อก ผนังสำเร็จรูป ชุดหน้าต่าง การออกแบบจึงต้องใช้ตารางตามพิกัดเป็นหลัก โดยอาจใช้ตลอดอาคาร เช่น ใช้ในการวางผัง กำหนดรูปด้าน หรือจะใช้เฉพาะส่วนก็ได้ ขนาดของช่องตารางซึ่งเรียกว่า มิติพิกัดก็เช่นเดียวกัน อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
- มิติพิกัด หมายถึงเนื้อที่สำหรับบรรจุส่วนประกอบอาคาร หรือเมื่อทำการก่อสร้างจะบรรจุชิ้นส่วนสำเร็จรูปในเนื้อที่นั้น ดังนั้นโดยทั่วไปขนาดที่แท้จริงของส่วนประกอบอาคาร หรือชิ้นวัสดุก่อสร้างจึงมักจะเล็กกว่ามิติพิกัดเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทวัสดุและรอยต่อที่ใช้ ซึ่งในการผลิต ผู้ผลิตจะต้องเผื่อระยะดังกล่าวไว้ด้วย

1. การเลือกใช้พิกัด

ขนาดพิกัดมูลฐาน คือ 100 มม. ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้ทั่วไป แต่ก็มีหลายโอกาสซึ่งเหมาะสมที่จะใช้พิกัดใหญ่กว่ามูลฐาน เช่น ขนาดพิกัดของผืนผนังสำเร็จรูปขนาดใหญ่ นิยมใช้ขนาดพิกัด 300 มม. แทนที่ 100 มม. โดยใช้กับเนื้อที่ทางดิ่งไม่สูงกว่า 3600 มม. และในแผนผังไม่มากกว่า 7200 มม. ถ้าระยะที่ใช้กว้างกว่านั้น ส่วนผนังนิยมใช้พิกัด 600 มม. และในแผนผังใช้ 1200 มม.

2. การเลือกมิติควบคุม

การกำหนดขนาดมิติควบคุม ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณา แต่การเลือกใช้มิติดังกล่าวมักได้อิทธิพลมาจากสิ่งต่อไปนี้ คือ ส่วนประกอบอาคารตามขนาดมาตรฐานที่มีอยู่ในท้องตลาด ประเภทและวิธีวางผังโครงสร้างอาคาร ตลอดจนข้อพิจารณาด้านเศรษฐกิจของมิติที่เลือกใช้

3. ส่วนประกอบอาคารตามพิกัด และการประกอบ

ขนาดของส่วนประกอบอาคาร ควรใช้ขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่สามารถผลิตและยกย้ายติดตั้งได้โดยสะดวก โดยเพิ่มขนาดขึ้นครั้งละ 300 มม. ตามต้องการ ส่วนพื้นและผนัง อาจเพิ่มขึ้นครั้งละ 600 มม. และ 1200 มม. ยิ่งกว่านั้นอาจผลิตขึ้นโดยใช้พิกัดอื่น เพื่อที่จะได้มีโอกาสเลือกใช้ส่วนประกอบอาคารต่างๆกัน ประกอบกันเข้าอย่างเหมาะสม

3.1 ส่วนประกอบอาคารตามพิกัด

ในการสร้างอาคารที่ออกแบบโดยใช้ตารางตามพิกัด ควรใช้ส่วนประกอบอาคารตามพิกัดในที่ๆอาจใช้ได้ทุกแห่ง โดยบรรจุส่วนประกอบอาคารลงในช่องตารางตามพิกัดที่กำหนดไว้ได้พอดี

3.2 ส่วนประกอบโครงสร้าง

มิติที่กล่าวถึงนี้ เป็นการประสานทางมิติ และแสดงขนาดมูลฐานของส่วนประกอบอาคาร โดยรวมเอาเกณฑ์คลาดเคลื่อนในการผลิตและติดตั้งไว้ด้วย

1. แผ่นพื้นสำเร็จรูป ความยาวและความกว้างควรเป็นผลเพิ่มของ 300 มม. หรือในกรณีพิเศษ 600 มม. หรือ 1200 มม.
2. ชิ้นส่วนผนังรับน้ำหนัก ควรมีความกว้างเป็นผลเพิ่มของ 300 มม. ความสูงพิจารณาจากความสูงของห้อง
3. กำแพงภายนอก สแลบพื้น และผนังรับน้ำหนัก ควรต่อเนื่องเป็นระนาบเดียวทางดิ่ง ซึ่งผ่านเส้นตารางวางผังพอดี
4. ความหนาของพื้นขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุก่อสร้าง และความสามารถในการรับน้ำหนักที่ต้องการ แต่ทั้งนี้ถ้าเป็นไปได้ ควรใช้ความหนาเพิ่มครั้งละ 100 มม.
5. ผนังก่ออิฐ แม้จะเป็นอิฐหรือวัสดุที่ไม่ลงพิกัด ก็ควรจัดเป็นรูปร่างให้อยู่ในขนาดพิกัด

3.3 ส่วนประกอบอาคารไม่ตามพิกัด

การที่จะใช้ระบบประสานทางพิกัดทุกส่วนอย่างสมบูรณ์นั้น บางครั้งไม่อาจทำได้หรือไม่ประหยัดที่จะทำ ดังนั้นการใช้ทั้งระบบประสานทางพิกัดบางส่วนและไม่ตามพิกัดบางส่วนจึงอาจเป็นไปได้ ในที่ซึ่งต้องใช้ส่วนประกอบอาคารที่ไม่ตามพิกัด แต่อาจยังคงได้ขนาดห้องที่ได้ขนาดพิกัดอยู่ โดย

1. นำส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าประกอบกันให้ได้ขนาดตามพิกัด หรือ
2. นำส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าประกอบกัน แล้วใช้ชิ้นส่วนขนาดพิเศษเป็นส่วนเพิ่มให้ รวมแล้วได้ขนาดตามพิกัดที่ต้องการ หรือมิฉะนั้นให้ใช้เทคนิคของรอยต่อพิเศษ เช่น ทำรอยต่อให้กว้างขึ้น ซึ่งเมื่อรวมระยะทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้ว จะได้ขนาดตามพิกัดพอดี

ควรหลีกเลี่ยงการตัดวัสดุก่อสร้างออกขณะทำการติดตั้ง ยกเว้นเมื่อไม่อาจหาเทคนิคอื่นใดที่จะบรรจุส่วนประกอบนั้นในเนื้อที่ตามพิกัดได้

4. **มิติประกอบ**

มิติประกอบ ได้แก่มิติของสิ่งก่อสร้างย่อยในอาคาร เช่น ตู้เสื้อผ้า มือจับประตู ตำแหน่งดวงโคม เป็นต้น มิติประกอบเหล่านี้ควรเป็นผลคูณของพิกัดมูลฐานด้วย เป็นต้นว่า ขนาดของตู้เสื้อผ้า ทั้งความกว้าง ความสูง ความลึก ควรเป็นขนาดที่ลงพิกัด 100 มม. ได้พอดี ตำแหน่งสวิตซ์ไฟฟ้า ควรอยู่สูงจากพื้น 1200 มม. ปลั๊ก 300 มม. มือจับประตู 900 มม. การติดตั้งท่อน้ำใช้ ท่อน้ำทิ้ง ก็เช่นเดียวกัน ให้ใช้การประสานทางพิกัดด้วย

5. **เกณฑ์คลาดเคลื่อน**

เกณฑ์คลาดเคลื่อนนี้ จำเป็นต้องจัดให้มีขึ้นในการประกอบอาคารย่อยๆหลายชิ้นเข้าเป็นเนื้อที่ผืนใหญ่ เช่น ผนังคอนกรีตบล็อก ซึ่งใช้คอนกรีตบล็อก ขนาด 400 มม. 10 ก้อน เป็นความกว้างทั้งหมด 4 เมตร ซึ่งขนาดที่แท้จริงของบล็อกมีความกว้างไม่ถึง 400 มม. แต่เผื่อแนวปูนก่อไว้ด้วยว่า เมื่อก่อเรียบร้อยแล้ว จะได้ความกว้างของก้อน 400 มม. พอดี

เกณฑ์คลาดเคลื่อนเหล่านี้ แตกต่างกันตามประเภทวัสดุก่อสร้าง รอยต่อที่อาจใช้ขนาดต่อไปนี้เป็นแนวทางได้

ในทางความกว้าง	ให้มีค่าใกล้เคียง 4 เมตร หรือเป็นชิ้นส่วนย่อย 10 ชิ้น
ในทางความสูง	ให้มีค่าใกล้เคียง 3 เมตร หรือเป็นชิ้นส่วนย่อย 10 ชิ้น
ในทางความหนา	ให้ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุนั้นๆ

6.3.2 **ข้อเสนอแนะสำหรับการเผยแพร่ระบบประสานทางพิกัดแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง**

1. เผยแพร่ระบบระบบการประสานทางพิกัดให้เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ควรจัดให้มีการพิมพ์เอกสารแนะนำทางวิชาการ จัดตั้งกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อแนะนำระบบแก่สถาปนิก วิศวกรในหน่วยงานทั้งราชการและเอกชนที่มีความเกี่ยวข้อง จัดให้มีการสัมมนาทางวิชาการขึ้นเสมอๆ รวมถึงการจัดหลักสูตรให้เป็นวิชาบังคับเพื่อสอนนักเรียนนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย

2. ให้การสนับสนุนโครงการใหม่ ซึ่งรัฐบาลจำเป็นต้องรับผิดชอบและสนับสนุนให้โครงการใหม่โดยเฉพาะที่อยู่อาศัยทั้งของรัฐบาลและเอกชน ให้ใช้ระบบการประสานทางพิกัดในงานออกแบบและก่อสร้าง ทั้งนี้ อาจช่วยจัดหาแหล่งเงินทุนที่มีอัตราดอกเบี้ยต่ำให้ด้วย เพื่อชักจูงให้มีโครงการใหม่เกิดมากขึ้น

3. รัฐบาลควรกำหนดให้หน่วยงานราชการต่างๆ ใช้ระบบการประสานทางพิกัดในอาคารที่ออกแบบและสร้างใหม่ เพื่อให้เห็นตัวอย่างของงานออกแบบในระบบประสานทางพิกัดที่ถูกต้องตามหลักการ

4. หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านกฎหมาย ควรกำหนดไว้ในเทศบัญญัติ เพื่อกำหนดการออกแบบให้ใช้ระบบการประสานทางพิกัดในอาคาร

5. จากเอกสารมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องการประสานทางพิกัด ควรบังคับและสนับสนุนให้เกิดการนำไปใช้ได้จริงทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน โดยเฉพาะหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการก่อสร้างอาคาร

6.3.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาระบบประสานทางพิกัดในอาคารซึ่งเป็นลักษณะของภาพรวม เนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยที่ได้ศึกษามาก่อน มีแต่เพียงการนำระบบประสานทางพิกัดไปใช้ในการออกแบบเลย โดยไม่มีการสรุปถึงแนวทางการออกแบบ ดังนั้นควรจะมีการศึกษาและวิจัยลึกลงไปในรายละเอียดของการนำไปใช้ในอาคารโครงสร้างระบบต่างๆ รวมถึงอาคารประเภทอื่นๆทั้งที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ต่อไป

2. เนื่องจากก่อนทำการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่า อาคารพักอาศัยในปัจจุบันที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบ เพียงแต่นำแบบที่ได้ออกแบบไว้มาแกะแบบให้เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเท่านั้น ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรจะมีการศึกษาในลักษณะการเปรียบเทียบระหว่างอาคารประเภทเดียวกัน ที่ออกแบบและสร้างด้วยระบบประสานทางพิกัดกับอาคารที่ออกแบบและสร้างโดยทั่วไป เปรียบเทียบทั้งในระบบดั้งเดิมด้วยกัน ระบบดั้งเดิมกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป รวมถึงระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยกันเอง เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ความแตกต่างเรื่องระยะเวลาการก่อสร้าง จำนวนวัสดุที่ใช้และสูญเปล่า ราคาค่าก่อสร้างที่แตกต่างกันเพียงใด หรือปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อนำแบบในระบบประสานทางพิกัดไปสร้างเป็นอาคารจริง

3. จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นมาก่อนหน้านี้ และสังเกตเห็นอาคารที่ได้ออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัดหลายอาคารทั้งที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ ซึ่งมีอายุการใช้งานมานานมากแล้ว ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรจะมีการศึกษาในลักษณะการประเมินอาคารหลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างเสร็จอยู่อาศัยมานานแล้ว ว่ามีผลอย่างไรตามมาในประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้อง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์ และอำนาจ รัตนบัญญัติ. **ศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นในการนำระบบก่อสร้าง 2 x 4 ของแคนาดามาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ อี. ที. พับลิชชิ่ง, 2542.

เฉลิม สุจริต. **วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

เฉลิม สุจริต. **หน่วยพิกัดต่าง ๆ**. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

ชนินทร์ วิสิทธิกมลโยธิน. **การต่อเติมและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์ : กรณีศึกษา หมู่บ้านสินธร บางกะปิ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. **การใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบอาคาร**. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2523.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. **ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ทวี สีบุญเรือง. **ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับเรขการของรอยต่อสำหรับอาคารสำเร็จรูป**. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

ทวี สีบุญเรือง. **ระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน**. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

ทวี สีบุญเรือง. **รายการสอบทานเกี่ยวกับระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน สำหรับการสร้างด้วยวิธีอุตสาหกรรม**. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

นรมิตร ลิ่วธนมงคล. **คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : รุ่งแสงการพิมพ์, 2538.

ปฏิกร ณ สงขลา. **วัสดุก่อสร้างและเทคโนโลยีการก่อสร้าง**. เอกสารประกอบการสอนวิชาวัสดุและการก่อสร้าง 6. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

พงศ์พัน วรสุนทโรสถ. **วัสดุก่อสร้าง**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.

พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุแผ่นใหญ่**. เอกสารประกอบการสอนวิชาวัสดุและการก่อสร้าง 1. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

พิบูลย์ จินาวัฒน์. **รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต**. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

พิภพ สุนทรสมัย. **วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2543.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. **การประสานทางพิกัด เล่ม 1 – 10**. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539.

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. **การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2529.

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. **รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง**. เอกสารประกอบการอบรมเรื่องระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. Modular Design & Structural System. เอกสารประกอบการอบรมเรื่องระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ. **การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2513.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ. **การมาตรฐานและการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2516.

สมชาย เอกปัญญากุล. **การออกแบบพิกัดสำหรับอาคารของโรงเรียนมัธยมศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

สุเชษฐ ชาวเรือ. **การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับบ้านพักอาศัย : การออกแบบและศึกษาความเป็นไปได้**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

ภาษาอังกฤษ

Building Information Institution. **PLS-80 An open modular column-slab component building system.** Helsinki : Building Information Institution, 1972.

Dixon, Crane. **Architects' data sheets.** London : Architecture Design and Technology Press, 1991.

Neufert, Ernst. **Architects' data.** Oxford : BSP Professional Books, 1991.

Nissen, Henrik. **Industrialized building and modular design.** Translated by Pauline Katborg. London : Cement and Concrete Association, 1972.

NJ Habraken. **Variations : The systematic design of supports.** Translated by Wim Wiewel. Cambridge, Mass : The Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976.

TISTR. **Modular coordination.** Bangkok, 1983.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs. **Modular coordination in building : Asia, Europe and the Americas.** New York : Department of Economic and Social Affairs, United Nations, 1966.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs. **Modular coordination in housing.** New York : Department of Economic and Social Affairs, United Nations, 1966.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs. **Modular coordination of low-cost housing.** New York : Department of Economic and Social Affairs, United Nations, 1970.

Wachsmann, Konrad. **The Turning Point of Building.** Translated by Thomas E. Burton. United States of America : Reinhold Publishing Corporation, 1961.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : การประสานทางพิกัด
2. กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543)
   (ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522)
3. บทวิเคราะห์กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) เฉพาะบ้านแถว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : การประสานทางพิกัด

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประสานทางพิกัด ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 105 ตอนที่ 45 วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2531 โดยอ้างอิงจากเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง 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

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ชุดการประสานทางพิกัด ประกอบด้วย

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

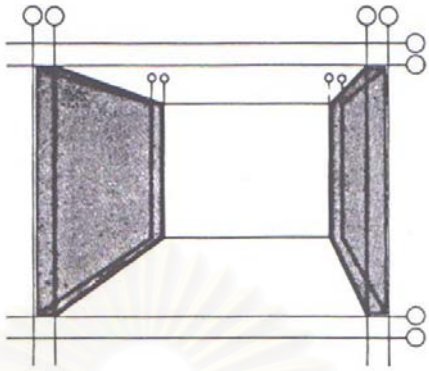
เล่มที่ 1 ประมวลศัพท์

1. **การประสานทางพิกัด** (Modular Coordination) หมายถึง การประสานทางมิติโดยใช้หน่วยพิกัดมูลฐานหรือหน่วยพิกัดคูณ
2. **การประสานทางมิติ** (Dimensional Coordination) หมายถึง ข้อตกลงในเรื่องขนาดที่สัมพันธ์ และประสานกันในมิติของอาคารและชิ้นส่วนประกอบอาคาร ทั้งนี้เพื่อกำหนดใช้ในการออกแบบ การผลิต และการประกอบชิ้นส่วนประกอบอาคารนั้น
3. **หน่วยพิกัด** (Module) หมายถึง หน่วยของขนาดที่ใช้เป็นตัวเพิ่ม (Increment) ในการประสานทางมิติ
4. **หน่วยพิกัดมูลฐาน** (Basic Module) หมายถึง หน่วยพื้นฐานของการประสานทางมิติ ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้เกิดการประสานทางมิติของอาคารและชิ้นส่วนประกอบ

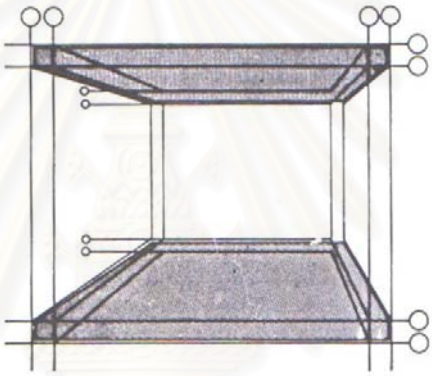
   หมายเหตุ : ค่าของหน่วยพิกัดมูลฐานกำหนดให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร สัญลักษณ์ของหน่วยพิกัดมูลฐาน คือ “พ” หรือ “M”
5. **หน่วยอนุพิกัด** (Submodule) หมายถึง หน่วยพิกัดที่มีขนาดเป็นเศษส่วนที่เลือกแล้วของหน่วยพิกัดมูลฐาน
6. **หน่วยพิกัดคูณ** (Multimodule) หมายถึง หน่วยพิกัดที่มีขนาดเป็นพหุคูณที่เลือกแล้วของหน่วยพิกัดมูลฐาน
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 ขนาดพิกัดหรือขนาดพิกัดคูณขนาดใดขนาดหนึ่งที่ได้เลือกไว้ เพื่อใช้กับแต่ละงานในรูปอนุกรม
11. **หน่วยพิกัดแผนผัง** (Planning Module) หมายถึง หน่วยพิกัดคูณที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในงานใดงานหนึ่งโดยเฉพาะ
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

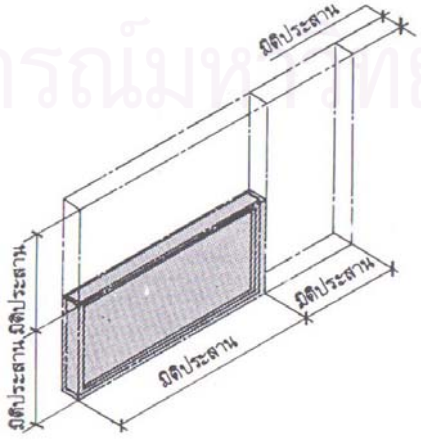


ภาพที่ 1 แสดงส่วนมูลในแนวดิ่งที่ใช้ในการก่อสร้าง



ภาพที่ 2 แสดงส่วนมูลในแนวระดับที่ใช้ในการก่อสร้าง

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

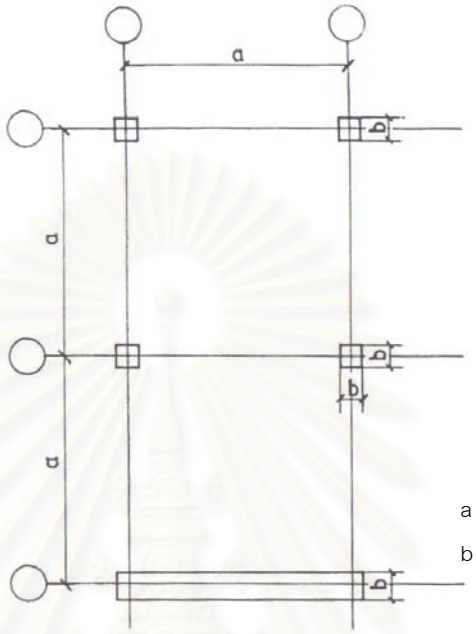


ภาพที่ 3 แสดงมิติประสาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18. **ขนาดประสาน** (Coordinating Size) หมายถึง ขนาดของมิติประสาน

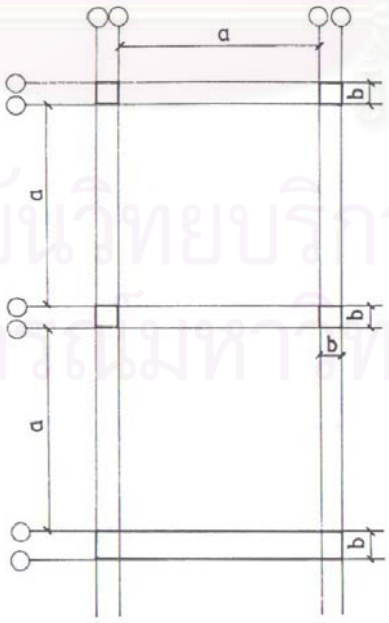
19. **มิติควบคุม** (Controlling Dimension) หมายถึง มิติประสานทางพิกัดระหว่างระนาบควบคุมต่างๆ เช่น ความสูงชั้น ระยะระหว่างแกนของเสา ระยะของเขตควบคุม



a = มิติควบคุมในแนวระดับ

b = เขตควบคุมในแนวระดับ

ภาพที่ 4 แสดงมิติควบคุมในแนวระดับระหว่างแนวแกนของเสาหรือผนังรับน้ำหนัก

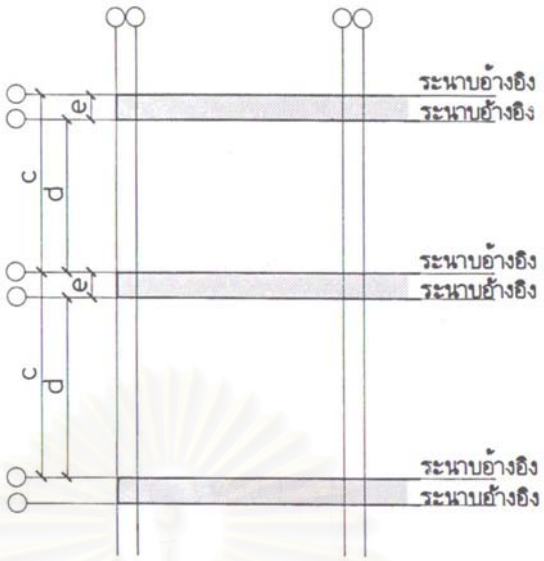


a = มิติควบคุมในแนวระดับ

b = เขตควบคุมในแนวระดับ

ภาพที่ 5 แสดงมิติควบคุมในแนวระดับระหว่างแนวขอบของเสาหรือผนังรับน้ำหนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



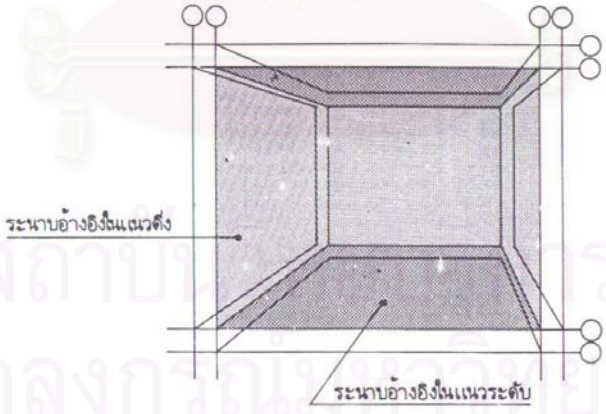
c = มิติควบคุมในแนวดิ่ง (ความสูงจากพื้นถึงพื้น)

d = มิติควบคุมในแนวดิ่ง (ความสูงจากพื้นถึงเพดาน)

e = เขตควบคุมในแนวดิ่ง

ภาพที่ 6 แสดงมิติควบคุมในแนวดิ่ง

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

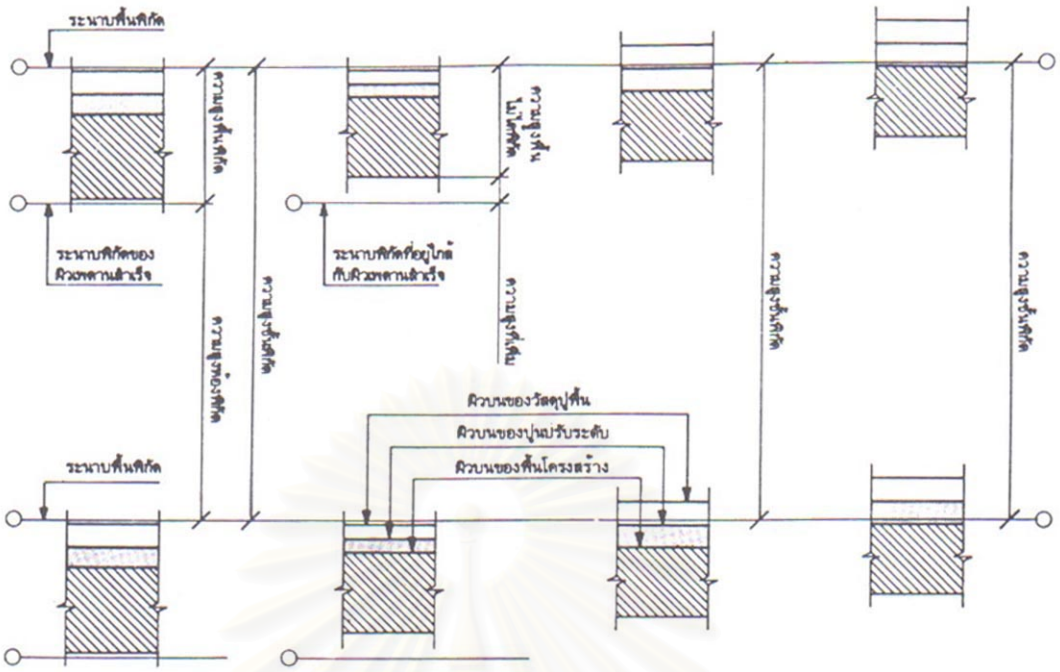


ภาพที่ 7 แสดงระนาบอ้างอิง

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 8 แสดงระนาบพื้นพิกัด และความสูงชั้นพิกัด พิจารณาจากระดับผิวบนของวัสดุปูพื้น

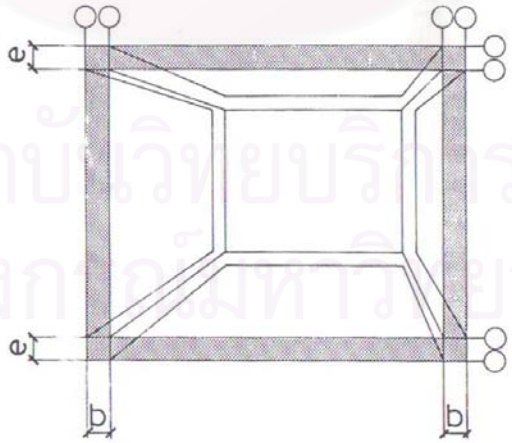
ภาพที่ 9 แสดงระนาบพื้นพิกัด และความสูงพื้นไม่ได้พิกัด พิจารณาจากระดับผิวบนของวัสดุปูพื้น

ภาพที่ 10 แสดงความสูงพื้นพิกัด พิจารณาจาก ระดับผิวบนของปูนปรับระดับ

ภาพที่ 11 แสดงความสูงพื้นพิกัด พิจารณาจาก ระดับผิวบนของพื้นโครงสร้าง

34. **เขต** (Zone) หมายถึง เนื้อที่พิกัดหรือเนื้อที่ไม่ได้พิกัด ระหว่างระนาบพิกัดที่จัดไว้สำหรับชิ้นส่วนประกอบ ซึ่งไม่จำเป็นต้องบรรจุเต็มเนื้อที่หรืออาจจะทิ้งว่างไว้ก็ได้

35. **เขตควบคุม** (Controlling Zone) หมายถึง เนื้อที่ระหว่างระนาบควบคุมที่จัดไว้สำหรับพื้น หลังคา ผนังรับน้ำหนัก หรือเสา



b, e = เขตควบคุม

ภาพที่ 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						

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 โดยอนุกรมมาตรฐานสำหรับความสูงชั้นพิกัดตามข้างต้นสอดคล้องกับความสูงห้องพิกัดซึ่งเป็นอนุกรมที่เพิ่มขึ้นจากเกณฑ์ 1พ

เล่มที่ 5 หลักการและกฎ

1. **วัตถุประสงค์**

วัตถุประสงค์สำคัญของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประสานทางพิกัด คือ เพื่อเป็นการส่งเสริมการก่อสร้างอาคารในระบบอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่อง โดยกำหนดชิ้นส่วนประกอบของอาคารให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ให้สามารถประกอบเข้ากันได้ระหว่างชิ้นส่วนประกอบและชัดประกอบของอาคาร มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประสานทางพิกัด จึง

1.1 อำนวยความสะดวกต่อการปฏิบัติการร่วมกัน ระหว่างผู้ออกแบบอาคาร ผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง ผู้จำหน่ายวัสดุก่อสร้าง ผู้ก่อสร้างอาคารและผู้เกี่ยวข้อง

1.2 ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถกำหนดมิติในขั้นตอนการออกแบบอาคาร ให้สามารถนำชิ้นส่วนประกอบอาคารที่เป็นมาตรฐานมาใช้กับส่วนต่างๆของอาคารได้อย่างอิสระ

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 ระบบอ้างอิงที่กำหนดเนื้อที่ประสานและเขตสำหรับส่วนมูลอาคาร(Building Element) และสำหรับชิ้นส่วนประกอบ

2.4 กฎในการวางตำแหน่งส่วนมูลอาคารให้อยู่ภายในระบบอ้างอิง

2.5 กฎในการกำหนดขนาดชิ้นส่วนประกอบเพื่อหาขนาดใช้งาน

2.6 กฎในการกำหนดขนาดนิยม (Preferred Size) สำหรับชิ้นส่วนประกอบและการกำหนดมิติประสานสำหรับอาคาร

3. หน่วยพิกัด

3.1 หน่วยพิกัดมูลฐาน

หน่วยพิกัดมูลฐานเป็นหน่วยพื้นฐานของขนาดสำหรับการประสานทางพิกัด ซึ่งพหุคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน ใช้เป็นขนาดของชิ้นส่วนประกอบส่วนต่างๆของอาคาร และของตัวอาคาร

3.2 หน่วยพิกัดคูณ

หน่วยพิกัดคูณเป็นค่ามาตรฐานที่เลือกแล้วจากพหุคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน การใช้หน่วยพิกัดคูณในการออกแบบ หรือการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคาร ตลอดจนการผลิตวัสดุก่อสร้าง ให้เลือกใช้ค่าหน่วยพิกัดคูณต่างๆตามความเหมาะสมในแต่ละงาน และให้ใช้จำนวนขนาดพิกัดน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น โดยเฉพาะขนาดของชิ้นส่วนประกอบ และขนาดของส่วนมูลอาคาร

3.3 หน่วยอนุพิกัด

หน่วยอนุพิกัด มีค่าเป็นเศษส่วนของหน่วยพิกัดมูลฐาน ใช้เมื่อต้องการที่จะเพิ่มขนาดที่เล็กกว่าหน่วยพิกัดมูลฐาน เช่น ใช้กับชิ้นส่วนประกอบที่ต้องการเพิ่มขนาดที่เล็กกว่า 1M

4. ขนาดที่ไม่ได้พิกัด

การออกแบบอาคารที่ใช้การประสานทางพิกัดทั้งหมดนั้น ไม่สามารถทำได้ จึงจำเป็นต้องใช้ขนาดที่ไม่ได้พิกัดมาช่วยในการออกแบบ เช่น ความหนาของชิ้นส่วนประกอบและชุดประกอบ ซึ่งอาจเป็นขนาดที่ไม่ได้พิกัด ในบางกรณีขนาดเหล่านั้นอาจประสานกันได้โดยการใช้ค่าเศษส่วนของหน่วยพิกัดมูลฐาน

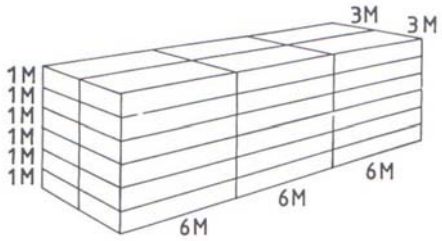
5. ระบบอ้างอิง

ระบบอ้างอิงเป็นระบบของจุดอ้างอิง เส้นอ้างอิง และระนาบอ้างอิงต่างๆ ที่สัมพันธ์กับขนาดและตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบ ชุดประกอบหรือส่วนมูล ระบบอ้างอิงนี้นำมาใช้ในขั้นตอนของการออกแบบอาคาร ระบบอ้างอิงมีดังนี้

5.1 ตารางพิกัดสามมิติ (Modular Space Grid)

ตารางพิกัดสามมิติ เป็นระบบอ้างอิงสามมิติที่ใช้ในการออกแบบอาคาร เพื่อกำหนดตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบพิกัด การสร้างตารางพิกัดสามมิติอาจ

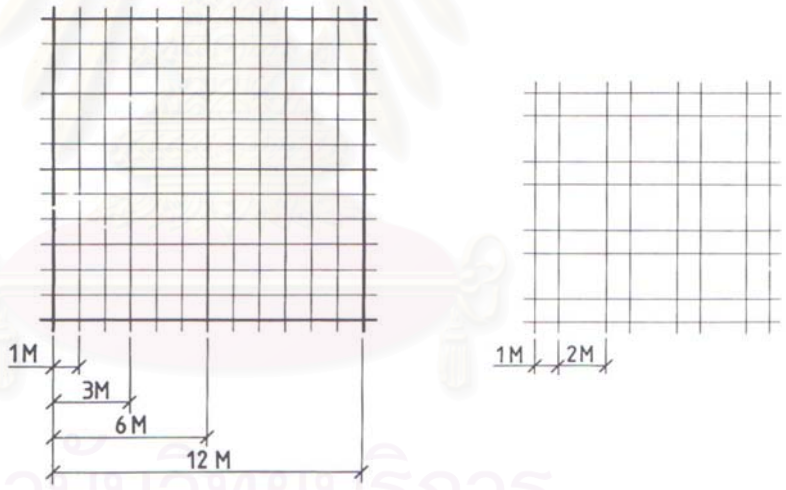
ใช้ค่าหน่วยพิกัดมูลฐาน หรือค่าหน่วยพิกัดคูณมาสร้างตารางพิกัดสามมิติได้ดังรูป ระนาบอ้างอิงในตารางพิกัดสามมิติถือเป็นระนาบพิกัดด้วย



ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างตารางพิกัดสามมิติ

5.2 ตารางพิกัด (Modular Grid)

การวางผังหรือการออกแบบอาคารจะใช้ตารางพิกัด ซึ่งตารางพิกัดนี้อาจใช้ขนาดพิกัดเท่ากันหรือต่างกันก็ได้ในตารางเดียวกัน ดังรูป ซึ่งข้อดีของการใช้ตารางพิกัด คือ ทำให้เกิดระบบอ้างอิงที่ไม่ขัดแย้งกัน และมีความต่อเนื่องในการออกแบบโครงการก่อสร้างนั้นๆ ผู้ออกแบบและผู้อ่านแบบจะทราบถึงตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบและมิติประสานที่ตรงกัน



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

2. ตารางพิกัดที่ใช้ค่าหน่วยพิกัด 1M และ 2M

ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างพิกัดหลายขนาดในตารางเดียวกัน

5.2.1 ตารางหน่วยพิกัดมูลฐาน (Basic Modular Grid)

เป็นตารางที่สร้างขึ้นโดยเส้นขนาน ซึ่งเนื้อที่ตารางเส้นขนานนี้มีค่าเท่ากับขนาดของหน่วยพิกัดมูลฐาน

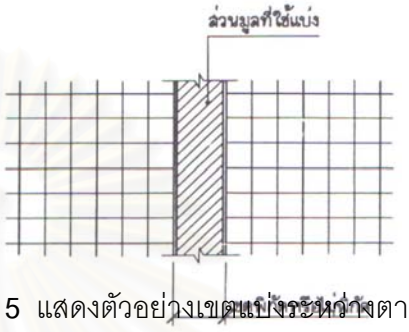
5.2.2 ตารางหน่วยพิกัดคูณ (Multimodular Grid)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เป็นตารางที่สร้างขึ้นโดยเส้นขนาน ซึ่งเนื้อที่ตารางของเส้นขนานนี้มีค่าเท่ากับขนาดของหน่วยพิกัดคูณ และเนื้อที่ตารางอาจต่างกันได้ในสองทิศทาง

5.2.3 เขตแบ่งระหว่างตารางพิกัด

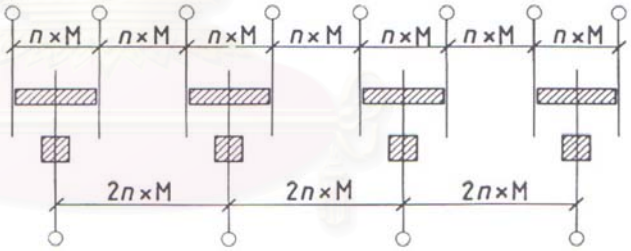
ในบางกรณีจำเป็นต้องมีเขตแบ่งของตารางพิกัด ความกว้างของเขตแบ่งระหว่างตารางพิกัดอาจเป็นขนาดพิกัดหรือขนาดที่ไม่ได้พิกัดก็ได้ ดังรูป



ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างเขตแบ่งระหว่างตารางพิกัด

5.2.4 การใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัด

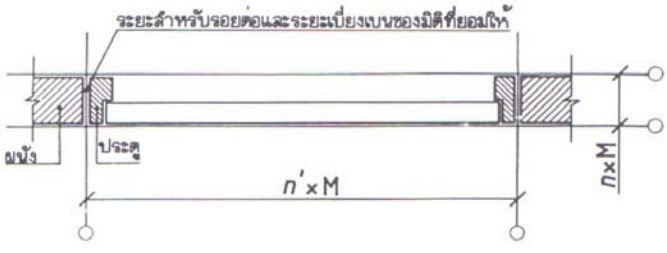
เมื่อใช้ตารางพิกัดหลายขนาดสำหรับการออกแบบในผังเดียวกัน ให้ใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัดทั้งในทิศทางเดียวหรือทั้งสองทิศทางก็ได้ ซึ่งการใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัดนี้ ต้องกำหนดเลือกขนาดที่จะทำให้เกิดความเหมาะสมกับการออกแบบในส่วนต่างๆของอาคาร ดังรูป



ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างการใช้ระบบอ้างอิงแทนตารางพิกัด

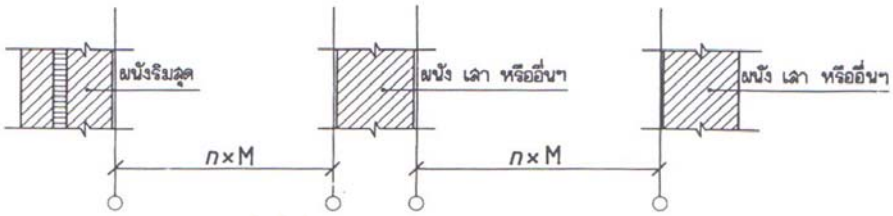
6. **การกำหนดตำแหน่ง และการกำหนดมิติ**

การออกแบบอาคาร ชิ้นส่วนประกอบและชุดประกอบควรกำหนดให้อยู่ในเนื้อที่ของระบบอ้างอิง โดยใช้ระนาบอ้างอิงหรือเส้นอ้างอิง ซึ่งเท่ากับเนื้อที่พิกัด เนื้อที่นี้รวมถึงเนื้อที่สำหรับรอยต่อและค่าเบี่ยงเบนของมิติที่ยอมให้ ดังรูป



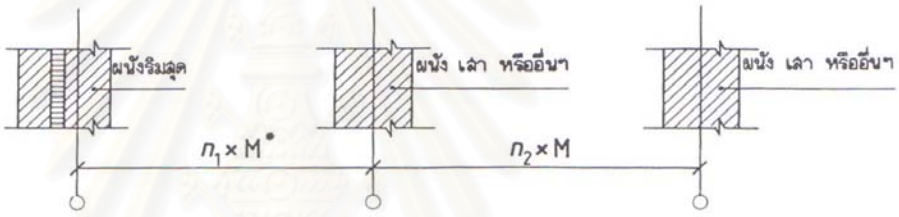
ภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างชิ้นส่วนประกอบ (ประตู) ที่ติดตั้งในเนื้อที่พิกัด

การวางผังระนาบพิกัดหรือเส้นของตารางพิกัด จะแสดงตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบ โดยอยู่ในขอบเขตของระบบอ้างอิง ดังรูป



ภาพที่ 18 แสดงตัวอย่างระนาบพิกัดในตำแหน่งติดผนัง

การกำหนดตำแหน่งโดยใช้เส้นแนวศูนย์กลางของชิ้นส่วนประกอบที่สัมพันธ์กับตารางพิกัด ดังรูป ผนังริมสุดถือเป็นกรณีพิเศษที่ไม่ต้องอยู่แนวศูนย์กลางของผนัง



หมายเหตุ : เส้นอ้างอิงของมิติประสานควบคุมในแนวระดับ ไม่จำเป็นต้องกำหนดจากศูนย์กลางของส่วนมูลอาคารเสมอไป เช่น ผนังริมสุดไม่อยู่ที่ศูนย์กลางของผนัง

ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างระนาบพิกัดในตำแหน่งแนวศูนย์กลาง

ในทางปฏิบัติ ขนาดใช้งานของชิ้นส่วนประกอบและชุดประกอบ ซึ่งเป็นขนาดพิกัดยอมให้มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ทั้งในด้านการผลิต และการประกอบในสถานที่ก่อสร้าง ตลอดจนค่าความเบี่ยงเบนที่ได้กำหนดไว้

การกำหนดมิติ เนื้อที่อิสระ (Free Space) เช่น ห้องต่างๆ ช่องเปิดที่ผนังและพื้น ต้องมีขนาดใหญ่กว่ามิติพิกัด ในขณะที่ชิ้นส่วนประกอบที่จะประกอบในเนื้อที่นั้นต้องเล็กกว่ามิติพิกัด

7. ขนาดพิกัดนิยม

การใช้ค่าขนาดพิกัดนิยม (Preferred Modular Size) ให้เลือกใช้จากค่าขนาดพิกัดที่กำหนดในตารางอนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ

เล่มที่ 6 อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ

1. อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ ดังตาราง

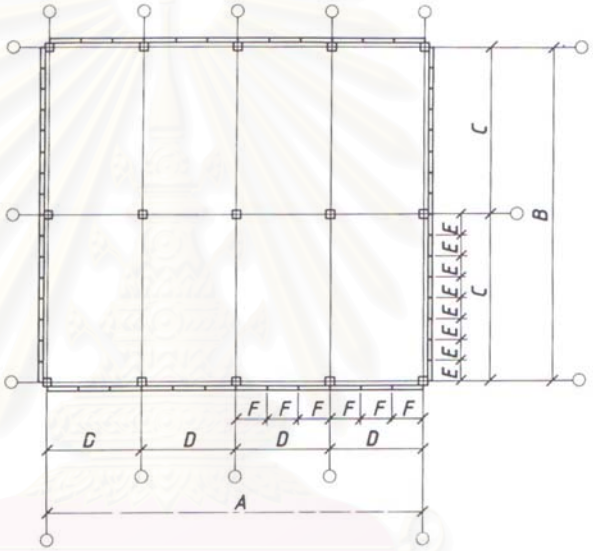
ตารางที่ 1 แสดงอนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ

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

หมายเหตุ : อนุกรมของขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมสำหรับมิติในแนวระดับ มีวัตถุประสงค์สำหรับออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนประกอบ กลุ่มของชิ้นส่วนประกอบ และเนื้อที่ต่างๆ

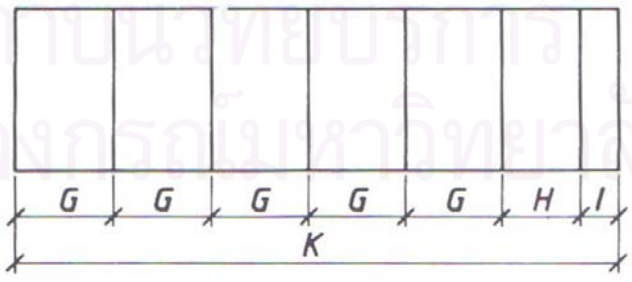
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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



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

1. **ผังพื้นของอาคาร**



หมายเหตุ : ขนาดของ G H และ I เป็นขนาดพิกัดซึ่งอาจเป็นค่าจากขนาดหน่วยพิกัดคูณนิยมจากตารางหรือไม่ก็ได้ และ K เป็นผลรวมของขนาดพิกัดของอาคาร

2. **ผนังอาคาร**

ภาพที่ 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 ใช้สำหรับการออกแบบหรือการผลิตวัสดุก่อสร้าง ในกรณีที่ต้องการเพิ่มขนาดที่เล็กกว่าขนาดของหน่วยพิกัดมูลฐาน

   3.2 ใช้เป็นส่วนกำหนดระยะระหว่างตารางพิกัดที่ต่างกัน เพื่อทำให้เกิดความเหมาะสมในการออกแบบ

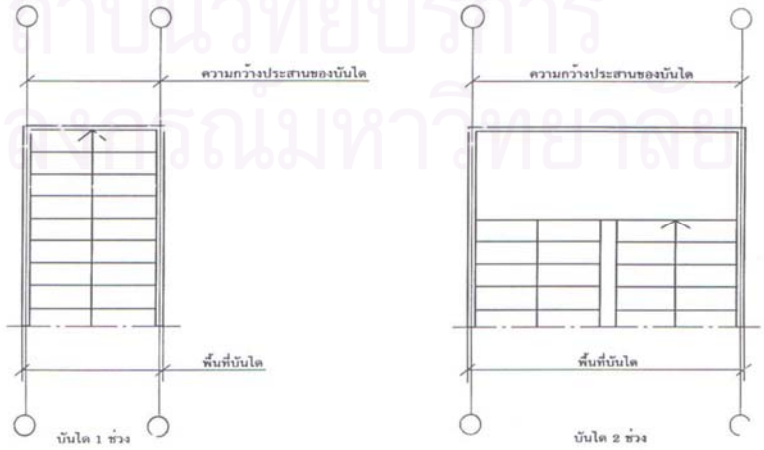
   3.3 ใช้กำหนดขนาดของผลิตภัณฑ์ก่อสร้างอาคารที่มีขนาดเล็กกว่า 1M เช่น ขนาดของกระเบื้องโมเสก ปูพื้นหรือบุผนัง

   3.4 ใช้กำหนดขนาดของชิ้นส่วนประกอบอาคาร และผลิตภัณฑ์ก่อสร้างอาคารที่มีขนาดใหญ่กว่า 1M ซึ่งต้องการเพิ่มขนาดที่เล็กกว่า 1M เช่น ขนาดของอิฐก่อสร้าง กระเบื้องปูพื้นหรือบุผนัง ความหนาของผนังและพื้น ตลอดจนการกำหนดขนาดและตำแหน่งช่องท่อ

   3.5 ไม่ใช้หน่วยอนุพิกัดกำหนดระยะห่างระหว่างระนาบอ้างอิงในตารางพิกัด

เล่มที่ 8 บันได – ประมวลศัพท์

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



หมายเหตุ : ภาพนี้ใช้สำหรับบันไดสำเร็จรูป (Prefabricated Stair)

ภาพที่ 21 แสดงพื้นที่บันไดและความกว้างประสานของบันได

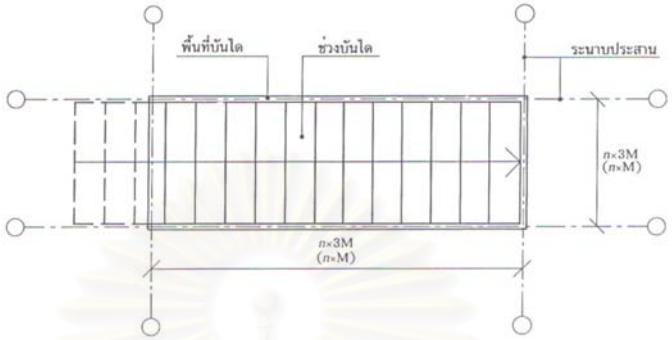
3. **ความสูงห้องบันได** (Headroom) หมายถึง ระยะในแนวดิ่งต่ำสุด วัดจากเส้นลาดของขั้นบันไดถึงสิ่งกีดขวางข้างบน
4. **จมูกบันได** (Nosing) หมายถึง ขอบส่วนหน้าของลูกนอน
5. **ช่วงบันได** (Flight) หมายถึง ชุดของขั้นบันไดที่เรียงลำดับกัน ระหว่างพื้นและชานพัก
6. **ช่องบันได** (Stair Well) หมายถึง ช่องว่างในแนวดิ่ง ที่บันไดล้อมรอบอยู่
7. **ชานบันได** (Landing) หมายถึง ส่วนของพื้นหรือชานพักที่อยู่ปลายช่วงบันได ดังรูป
8. **ชานพัก** (Intermediate Landing) หมายถึง ชานบันไดที่อยู่ระหว่างพื้น 2 ชั้น ดังรูป

ภาพที่ 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 ชิ้นส่วนที่ติดกับลูกกรงบันไดหรือผนัง เพื่อใช้จับขณะขึ้นลงบันได
17. **ลูกกรงบันได** (Balustrade) หมายถึง ที่กั้นข้างบันได เพื่อให้มีความปลอดภัยและเหมาะสมในการใช้งาน เป็นลูกกรงหรือผนังรวมทั้งราวบันได
18. **ลูกตั้ง** (Riser) หมายถึง ชิ้นส่วนในแนวดิ่งที่ปิดส่วนหน้าของขั้นบันได
19. **ลูกนอน** (Tread) หมายถึง ชิ้นส่วนในแนวระดับ หรือส่วนบนของขั้นบันได
20. **เส้นทางเดิน** (Walking Line) หมายถึง เส้นที่แสดงแนวที่ผู้ใช้บันไดเดิน
21. **เส้นลาด** (Pitch Line) หมายถึง เส้นตรงบนเส้นทางเดิน ที่เชื่อมจมูกบันไดถึงจมูกบันไดที่อยู่ถัดกันตลอดช่วงบันได

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 23 แสดงมิติประสานในแนวระดับ

1.1 พหุคูณของ 3M หรือ n x 3M เป็นค่าที่ควรเลือกใช้เป็นอันดับแรก

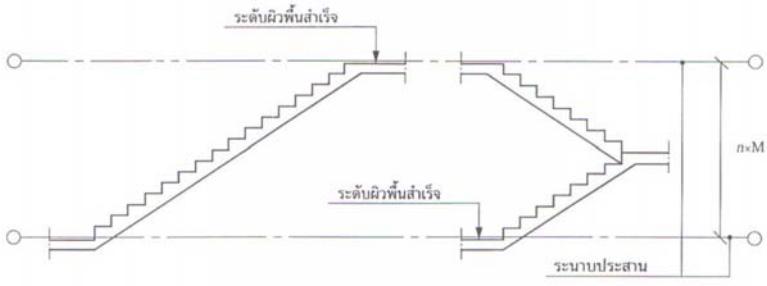
1.2 พหุคูณของ 1M หรือ n x 1M เป็นค่าที่ควรเลือกใช้เป็นอันดับรอง

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

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

2.1 ระยะในแนวดิ่ง ระหว่างระนาบประสานต้องเป็นพหุคูณของ 1M

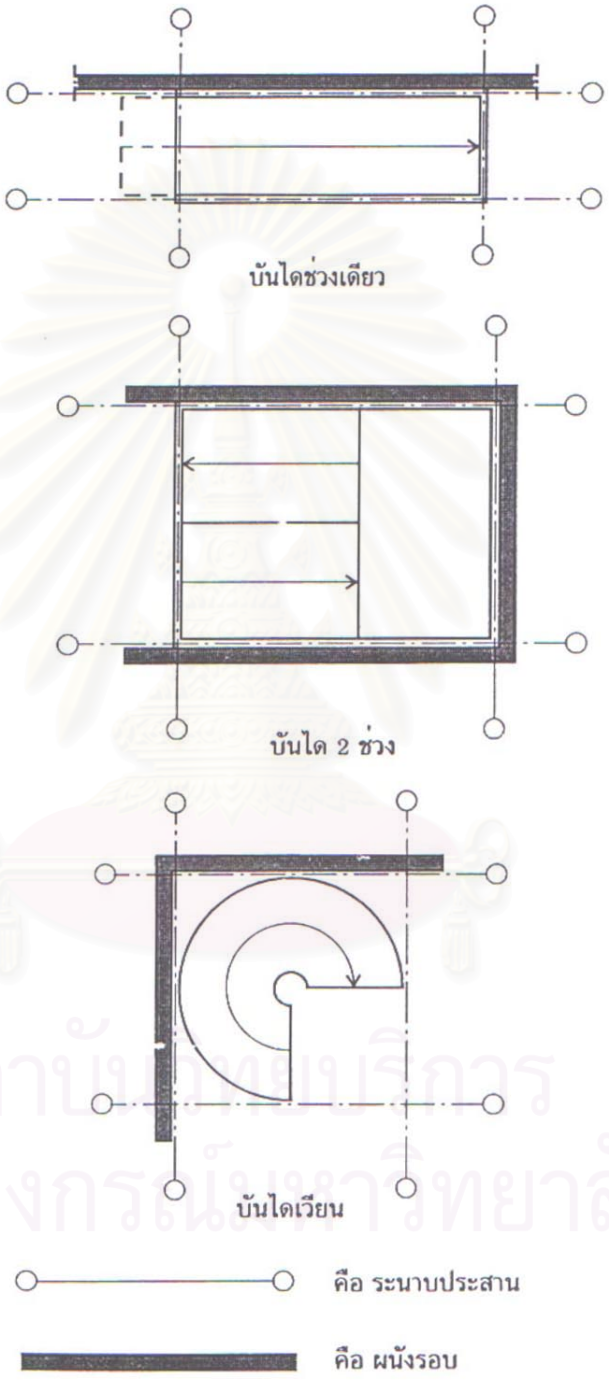
2.2 ระนาบประสานสำหรับกำหนดระนาบพื้น ต้องสัมพันธ์กับระดับผิวพื้นสำเร็จ



ภาพที่ 24 แสดงระนาบประสาน

3. **การใช้หลักการการประสานทางพิกัด**

แสดงตัวอย่างการออกแบบบันได โดยใช้หลักการประสานทางพิกัด



ภาพที่ 25 แสดงตัวอย่างการออกแบบบันได โดยใช้หลักการการประสานทางพิกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เล่มที่ 10 ขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอกและภายใน

1. ขนาดประสานของประตู

1.1 ขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอกอาคาร ดังตาราง

ตารางที่ 2 แสดงขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายนอกอาคาร

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

หมายเหตุ : 1. 1M = 100 มิลลิเมตร

2. ขนาดประสานของประตูที่กำหนดในตาราง เป็นขนาดที่เหมาะสมกับงานชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม และให้พิจารณาความหนาของประตูและความหนาของผนังด้วย

3. ขนาดประตูเป็นขนาดที่รวมวงกบ

1.2 ขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายในอาคาร ดังตาราง

ตารางที่ 3 แสดงขนาดประสานของประตูที่ใช้ภายในอาคาร

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

หมายเหตุ : 1. 1M = 100 มิลลิเมตร

2. ขนาดประสานของประตูที่กำหนดในตาราง เป็นขนาดที่เหมาะสมกับงานชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม และให้พิจารณาความหนาของประตูและความหนาของผนังด้วย

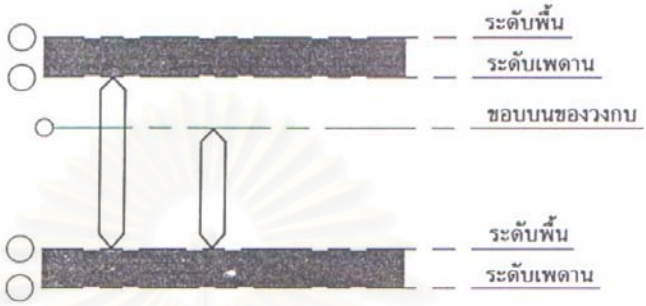
3. ขนาดประตูเป็นขนาดที่รวมวงกบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. **หลักการออกแบบ**

2.1 เนื้อที่สำหรับติดตั้งประตู สัมพันธ์กับระนาบในแนวระดับของระบบอ้างอิงควบคุม (Controlling Reference System)

2.2 ประตูมี 2 แบบ ซึ่งมิติในแนวดิ่ง สัมพันธ์อยู่ตามระบบอ้างอิงควบคุม ดังรูป



ภาพที่ 26 แสดงความสูงของประตู

2.2.1 ความสูงจากระดับพื้นถึงขอบบนของวงกบ

2.2.2 ความสูงจากระดับพื้นถึงระดับเพดาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543)

(ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522)

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 (3) และมาตรา 8 (1) (7) และ (8) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 31 มาตรา 35 มาตรา 48 มาตรา 49 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

"**อาคารอยู่อาศัย**" หมายความว่า อาคารซึ่งโดยปกติบุคคลใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวรหรือชั่วคราว

"**ห้องแถว**" หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างต่อเนื่องกันเป็นแถวยาวตั้งแต่สองคูหาขึ้นไป มีผนังแบ่งอาคารเป็นคูหาและประกอบด้วยวัสดุไม่ทนไฟเป็นส่วนใหญ่

"**ตึกแถว**" หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างต่อเนื่องกันเป็นแถวยาวตั้งแต่สองคูหาขึ้นไป มีผนังแบ่งอาคารเป็นคูหาและประกอบด้วยวัสดุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

"**บ้านแถว**" หมายความว่า ห้องแถวหรือตึกแถวที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งมีที่ว่างด้านหน้าและด้านหลังระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคารแต่ละคูหา และมีความสูงไม่เกินสามชั้น

"**บ้านแฝด**" หมายความว่า อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยก่อสร้างติดต่อกันสองบ้าน มีผนังแบ่งอาคารเป็นบ้าน มีที่ว่างระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคารด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้างของแต่ละบ้าน และมีทางเข้าออกของแต่ละบ้านแยกจากกันเป็นสัดส่วน

"**อาคารพาณิชย์**" หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการพาณิชยกรรม หรือบริการธุรกิจ หรืออุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังผลิตเทียบได้น้อยกว่า 5 แรงม้า และให้หมายความรวมถึงอาคารอื่นใดที่ก่อสร้างห่างจากถนนหรือทางสาธารณะไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ในการพาณิชยกรรมได้

"**อาคารสาธารณะ**" หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนได้โดยทั่วไปเพื่อกิจกรรมทางราชการ การเมือง การศึกษา การศาสนา การสังคม การนันทนาการ หรือการพาณิชยกรรม เช่น โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด สนามกีฬากลางแจ้ง สนามกีฬาในร่ม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ ท่าอากาศยาน อุโมงค์สะพาน อาคารจอดรถ สถานีรถ ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ สุสาน ฌาปนสถาน ศาสนสถาน เป็นต้น

"**อาคารพิเศษ**" หมายความว่า อาคารที่ต้องการมาตราฐานความมั่นคง แข็งแรง และความปลอดภัยเป็นพิเศษ เช่น อาคารดังต่อไปนี้

(ก) โรงมหรสพ อัฒจันทร์ หอประชุม หอสมุด หอศิลป์ พิพิธภัณฑสถาน หรือ ศาสนสถาน

(ข) อู่เรือ คานเรือ หรือท่าจอดเรือ สำหรับเรือขนาดใหญ่เกิน 100 ตันกรอส

(ค) อาคารหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสูงเกิน 15 เมตร หรือสะพานหรืออาคารหรือโครงหลังคาช่วงหนึ่งเกิน 10 เมตร หรือมีลักษณะโครงสร้างที่อาจก่อให้เกิดภยันตรายต่อสาธารณชนได้

(ง) อาคารที่เก็บวัสดุไวไฟ วัสดุระเบิด หรือวัสดุกระจายแพร่พิษ หรือรังสี ตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น

"**อาคารอยู่อาศัยรวม**" หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยแบ่งออกเป็นหน่วยแยกจากกันสำหรับแต่ละครอบครัว

"**อาคารขนาดใหญ่**" หมายความว่า อาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใด ในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตรขึ้นไป และมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

"**สำนักงาน**" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสำนักงานหรือที่ทำการ

"**คลังสินค้า**" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่สำหรับเก็บสินค้าหรือสิ่งของเพื่อประโยชน์ทางการค้าหรืออุตสาหกรรม

"**โรงงาน**" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

"**โรงมหรสพ**" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสถานที่สำหรับฉายภาพยนต์ แสดงละคร แสดงดนตรี หรือแสดงมหรสพอื่นใด และมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดให้สาธารณชนเข้าชมการแสดงนั้น โดยจะมีค่าตอบแทนหรือไม่ก็ตาม

"**โรงแรม**" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม

"**ภัตตาคาร**" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่ขายอาหารหรือเครื่องดื่ม โดยมีพื้นที่สำหรับตั้งโต๊ะอาหารไว้บริการภายในอาคารหรือภายนอกอาคาร

"**วัสดุถาวร**" หมายความว่า วัสดุซึ่งตามปกติไม่แปลงสภาพได้ง่ายโดยน้ำ ไฟ หรือดินฟ้าอากาศ

"**วัสดุทนไฟ**" หมายความว่า วัสดุก่อสร้างที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง

"**พื้น**" หมายความว่า พื้นที่ของอาคารที่บุคคลเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ภายในขอบเขตของคาหรือตงที่รับพื้น หรือภายในพื้นนั้น หรือภายในขอบเขตของผนังอาคารรวมทั้งเฉลียงหรือระเบียงด้วย

"**ฝา**" หมายความว่า ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นแบ่งพื้นภายในอาคารให้เป็นห้อง ๆ

"**ผนัง**" หมายความว่า ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นด้านนอกหรือระหว่างหน่วยของอาคารให้เป็นหลังหรือเป็นหน่วยแยกจากกัน

"**ผนังกันไฟ**" หมายความว่า ผนังทึบที่ก่อด้วยอิฐธรรมดาหนาไม่น้อยกว่า 18 เซนติเมตร และไม่มีช่องที่ให้ไฟหรือควันผ่านได้ หรือจะเป็นผนังทึบที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติในการป้องกันไฟได้ดีไม่น้อยกว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐธรรมดา หนา 18 เซนติเมตร ถ้าเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร

"**อิฐธรรมดา**" หมายความว่า ดินที่ทำขึ้นเป็นแท่งและได้เผาให้สุก

"**หลังคา**"หมายความว่าสิ่งปกคลุมส่วนบนของอาคารสำหรับป้องกันแดดและฝนรวมทั้งโครงสร้างหรือสิ่งใดซึ่งประกอบขึ้นเพื่อยึดเหนี่ยวสิ่งปกคลุมมิให้มั่นนคงแข็งแรง

"**ดาดฟ้า**" หมายความว่า พื้นส่วนบนสุดของอาคารที่ไม่มีหลังคาปกคลุม และบุคคลสามารถขึ้นไปใช้สอยได้

"**ช่วงบันได**" หมายความว่า ระยะตั้งบันไดซึ่งมีขั้นต่อเนื่องกันโดยตลอด

"**ลูกตั้ง**" หมายความว่า ระยะตั้งของขั้นบันได

"**ลูกนอน**" หมายความว่า ระยะราบของขั้นบันได

"**ความกว้างสุทธิ**" หมายความว่า ความกว้างที่วัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยปราศจากสิ่งใด ๆ กีดขวาง

"**ที่ว่าง**" หมายความว่า พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุม ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวอาจจะจัดให้เป็นบ่อน้ำ สระว่ายน้ำ บ่อพักน้ำเสีย ที่พักมูลฝอย ที่พักรวมมูลฝอย หรือที่จอดรถที่อยู่ภายนอกอาคารก็ได้ และให้หมายความรวมถึงพื้นที่ของสิ่งก่อสร้าง หรืออาคารที่สูงจากระดับพื้นดินไม่เกิน 1.20 เมตร และไม่มีหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเหนือระดับนั้น

"**ถนนสาธารณะ**" หมายความว่า ถนนที่เปิดหรือยินยอมให้ประชาชนเข้าไปหรือใช้เป็นทางสัญจรได้ ทั้งนี้ ไม่ว่าจะมีการเรียกเก็บค่าตอบแทนหรือไม่

หมวด 1

ลักษณะของอาคาร

ข้อ 2 ห้องแถวหรือตึกแถวแต่ละคูหา ต้องมีความกว้างโดยวัดระยะตั้งฉากจากแนวศูนย์กลางของเสาด้านหนึ่งไปยังแนวศูนย์กลางของเสาอีกด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 4 เมตร มีความลึก

ของอาคารโดยวัดระยะตั้งฉากกับแนวผนังด้านหน้าชั้นล่างไม่น้อยกว่า 4 เมตร และไม่เกิน 24 เมตร มีพื้นที่ชั้นล่างแต่ละคูหาไม่น้อยกว่า 30 ตารางเมตร และต้องมีประตูให้คนเข้าออกได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

ในกรณีที่ความลึกของอาคารเกิน 16 เมตร ต้องจัดให้มีที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมขึ้นบริเวณหนึ่งที่ระยะระหว่าง 12 เมตรถึง 16 เมตร โดยให้มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 10 ใน 100 ของพื้นที่ชั้นล่างของอาคารนั้น

ห้องแถวหรือตึกแถวที่สร้างอยู่ริมถนนสาธารณะต้องให้ระดับพื้นชั้นล่างของห้องแถวหรือตึกแถวมีความสูง 10 เซนติเมตรจากระดับทางเท้าหน้าอาคาร หรือมีความสูง 25 เซนติเมตร จากระดับกึ่งกลางถนนสาธารณะหน้าอาคาร แล้วแต่กรณี

ข้อ 3 บ้านแถวแต่ละคูหาต้องมีความกว้างโดยวัดระยะตั้งฉากจากแนวศูนย์กลางของเสาด้านหนึ่งไปยังแนวศูนย์กลางของเสาอีกด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 4 เมตร มีความลึกของอาคารโดยวัดระยะตั้งฉากกับแนวผนังด้านหน้าชั้นล่างไม่น้อยกว่า 4 เมตร และไม่เกิน 24 เมตร และมีพื้นที่ชั้นล่างแต่ละคูหาไม่น้อยกว่า 24 ตารางเมตร

ในกรณีที่ความลึกของอาคารเกิน 16 เมตร ต้องจัดให้มีที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมขึ้นบริเวณหนึ่งที่ระยะระหว่าง 12 เมตรถึง 16 เมตร โดยให้มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 20 ใน 100 ของพื้นที่ชั้นล่างของอาคารนั้น

ข้อ 4 ห้องแถว ตึกแถว หรือบ้านแถว จะสร้างต่อเนื่องกันได้ไม่เกินสิบคูหา และมีความยาวของอาคารแถวหนึ่ง ๆ รวมกันไม่เกิน 40 เมตร โดยวัดระหว่างจุดศูนย์กลางของเสาแรกถึงจุดศูนย์กลางของเสาสุดท้าย ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของเดียวกัน และใช้โครงสร้างเดียวกันหรือแยกกันก็ตาม

ข้อ 5 รั้วหรือกำแพงกั้นเขตที่อยู่มุมถนนสาธารณะที่มีความกว้างตั้งแต่ 3 เมตรขึ้นไปและมีมุมหักน้อยกว่า 135 องศา ต้องปาดมุมรั้วหรือกำแพงกั้นเขตนั้น โดยให้ส่วนที่ปาดมุมมีระยะไม่น้อยกว่า 4 เมตร และทำมุมกับแนวถนนสาธารณะเป็นมุมเท่า ๆ กัน

ข้อ 6 สะพานส่วนบุคคลสำหรับรถยนต์ ต้องมีทางเดินรถกว้างไม่น้อยกว่า 3.50 เมตรและมีส่วนลาดชันไม่เกิน 10 ใน 100

สะพานที่ใช้เป็นทางสาธารณะสำหรับรถยนต์ ต้องมีทางเดินรถกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร มีส่วนลาดชันไม่เกิน 8 ใน 100 มีทางเท้าสองข้างกว้างข้างละไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร เว้นแต่สะพานที่สร้างสำหรับรถยนต์โดยเฉพาะจะไม่มีทางเท้าก็ได้ และมีราวสะพานที่มั่นคงแข็งแรงยาวตลอดตัวสะพานสองข้างด้วย

ข้อ 7 ป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายที่อาคารต้องไม่บังช่องระบายอากาศ หน้าต่าง ประตู หรือทางหนีไฟ

ข้อ 8 ป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายบนหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคารต้องไม่ล้ำออกนอกแนวผนังรอบนอกของอาคาร และส่วนบนสุดของป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายต้องสูงไม่เกิน 6 เมตรจากส่วนสูงสุดของหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคารที่ติดตั้งป้ายนั้น

ข้อ 9 ป้ายที่ยื่นจากผนังอาคารให้ยื่นได้ไม่เกินแนวกันสาด และให้สูงได้ไม่เกิน 60 เซนติเมตร หรือมีพื้นที่ป้ายไม่เกิน 2 ตารางเมตร

ข้อ 10 ป้ายที่ติดเหนือกันสาดและไม่ได้ยื่นจากผนังอาคาร ให้ติดตั้งได้โดยมีความสูงของป้ายไม่เกิน 60 เซนติเมตรวัดจากขอบบนของปลายกันสาดนั้น หรือมีพื้นที่ป้ายไม่เกิน 2 ตารางเมตร

ข้อ 11 ป้ายที่ติดตั้งใต้กันสาดให้ติดตั้งแนบผนังอาคาร และต้องสูงจากพื้นทางเท้านั้นไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร

ข้อ 12 ป้ายโฆษณาสำหรับโรงมหรสพให้ติดตั้งขนานกับผนังอาคารโรงมหรสพ แต่จะยื่นห่างจากผนังได้ไม่เกิน 50 เซนติเมตร หรือหากติดตั้งป้ายบนกันสาดจะต้องไม่ยื่นล้ำแนวปลายกันสาดนั้น และความสูงของป้ายทั้งสองกรณีต้องไม่เกินความสูงของอาคาร

ข้อ 13 ป้ายที่ติดตั้งอยู่บนพื้นดินโดยตรง ต้องมีความสูงไม่เกินระยะที่วัดจากจุดที่ติดตั้งป้ายไปจนถึงกึ่งกลางถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้ป้ายนั้นที่สุด และมีความยาวของป้ายไม่เกิน 32 เมตร

หมวด 2
ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ส่วนที่ 1
วัสดุของอาคาร

ข้อ 14 สิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายที่ติดตั้งบนพื้นดินโดยตรงให้ทำด้วยวัสดุทนไฟทั้งหมด

ข้อ 15 เสา คาน พื้น บันได และผนังของอาคารที่สูงตั้งแต่สามชั้นขึ้นไป โรงมหรสพ หอประชุม โรงงาน โรงแรม โรงพยาบาล หอสมุด ห้างสรรพสินค้า อาคารขนาดใหญ่ สถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ ท่าอากาศยาน หรืออุโมงค์ ต้องทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟด้วย

ข้อ 16 ผนังของตึกแถวหรือบ้านแถว ต้องทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟด้วย แต่ถ้าก่อด้วยอิฐธรรมดาหรือคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก ผนังนี้ต้องหนาไม่น้อยกว่า 8 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อ 17 ห้องแถว ตึกแถว หรือบ้านแถวที่สร้างติดต่อกัน ให้มีผนังกันไฟทุกระยะไม่เกินห้าคูหา ผนังกันไฟต้องสร้างต่อเนื่องจากพื้นดินจนถึงระดับดาดฟ้าที่สร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ กรณีที่เป็นหลังคาสร้างด้วยวัสดุไม่ทนไฟให้มีผนังกันไฟสูงเหนือหลังคาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ตามความลาดของหลังคา

ข้อ 18 ครัวในอาคารต้องมีพื้นและผนังที่ทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ส่วนฝาและเพดานนั้น หากไม่ได้ทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ก็ให้บุด้วยวัสดุทนไฟ

ส่วนที่ 2
พื้นที่ภายในอาคาร

ข้อ 19 อาคารอยู่อาศัยรวมต้องมีพื้นที่ภายในแต่ละหน่วยที่ใช้เพื่อการอยู่อาศัย ไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร

ข้อ 20 ห้องนอนในอาคารให้มีความกว้างด้านแคบที่สุดไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร และมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร

ข้อ 21 ช่องทางเดินในอาคาร ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ความกว้าง
1. อาคารอยู่อาศัย	1.00 เมตร
2. อาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารพิเศษ	1.50 เมตร

ข้อ 22 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ต้องมีระยะดิ่งไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทการใช้อาคาร	ระยะดิ่ง
1. ห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัย บ้านแถว ห้องพักโรงแรม ห้องเรียนนักเรียนอนุบาล ครัวสำหรับอาคารอยู่อาศัย ห้องพักคนไข้พิเศษ ช่องทางเดินในอาคาร	2.60 เมตร
2. ห้องที่ใช้เป็นสำนักงาน ห้องเรียน ห้องอาหาร ห้องโถง ภัตตาคาร โรงงาน	3.00 เมตร
3. ห้องขายสินค้า ห้องประชุม ห้องคนไข้รวม คลังสินค้า โรงครัว ตลาด และอื่นๆ ที่คล้ายกัน	3.50 เมตร
4. ห้องแถว ตึกแถว	
4.1 ชั้นล่าง	3.50 เมตร
4.2 ตั้งแต่ชั้นสองขึ้นไป	3.00 เมตร
5. ระเบียง	2.20 เมตร

ระยะดิ่งตามวรรคหนึ่งให้วัดจากพื้นถึงพื้น ในกรณีของชั้นใต้หลังคา ให้วัดจากพื้นถึงยอดฝา หรือยอดผนังอาคาร และในกรณีของห้องหรือส่วนของอาคารที่อยู่ภายในโครงสร้างของหลังคา ให้วัดจากพื้นถึงยอดฝาหรือยอดผนังของห้องหรือส่วนของอาคารดังกล่าวที่ไม่ใช่โครงของหลังคา

ห้องในอาคารซึ่งมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป จะทำพื้นชั้นลอยในห้องนั้นก็ได้ โดยพื้นชั้นลอยดังกล่าวนั้นต้องมีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละสี่สิบของเนื้อที่ห้อง ระยะดิ่งระหว่างพื้นชั้นลอยถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และระยะดิ่งระหว่างพื้นห้องถึงพื้นชั้นลอยต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ด้วย

ห้องน้ำ ห้องส้วม ต้องมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า 2 เมตร

ส่วนที่ 3
บันไดของอาคาร

ข้อ 23 บันไดของอาคารอยู่อาศัยถ้ามีต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 3 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และต้องมีพื้นหน้าบันไดมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได

บันไดที่สูงเกิน 3 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และชานพักบันไดต้องมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได ระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร

ข้อ 24 บันไดของอาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน แลอาคารพิเศษ สำหรับที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันไม่เกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร แต่สำหรับบันไดของอาคารดังกล่าวที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันเกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ถ้าความกว้างสุทธิของบันไดน้อยกว่า 1.50 เมตร ต้องมีบันไดอย่างน้อยสองบันไดและแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร

บันไดของอาคารที่ใช้เป็นที่ชุมนุมของคนจำนวนมาก เช่น บันไดห้องประชุมหรือห้องบรรยายที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 500 ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดห้องรับประทานอาหารหรือสถานบริการที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดของแต่ละชั้นของอาคารนั้นที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร อย่างน้อยสองบันได ถ้ามีบันไดเดียวต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร

บันไดที่สูงเกิน 4 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 4 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร

ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดต้องมีความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างสุทธิของบันได เว้นแต่บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 2 เมตร ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดจะมีความยาวไม่เกิน 2 เมตรก็ได้

บันไดตามวรรคหนึ่งและวรรคสองต้องมีลูกตั้งสูงไม่เกิน 18 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันนออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร และต้องมีราวบันไดกันตก บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 6 เมตร และช่วงบันไดสูงเกิน 1 เมตร ต้องมีราวบันไดทั้งสองข้าง บริเวณจมูกบันไดต้องมีวัสดุกันลื่น

ข้อ 25 บันไดตามข้อ 24 จะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 40 เมตร จากจุดที่ไกลสุดบนพื้นชั้นนั้น

ข้อ 26 บันไดตามข้อ 23 และข้อ 24 ที่เป็นแนวโค้งเกิน 90 องศา จะไม่มีชานพักบันไดก็ได้ แต่ต้องมีความกว้างเฉลี่ยของลูกนอนไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ 23 และไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ 24

ส่วนที่ 4
บันไดหนีไฟ

ข้อ 27 อาคารที่สูงตั้งแต่สี่ชั้นขึ้นไปและสูงไม่เกิน 23 เมตร หรืออาคารที่สูงสามชั้นและมีดาดฟ้าเหนือชั้นที่สามที่มีพื้นที่เกิน 16 ตารางเมตร นอกจากมีบันไดของอาคารตามปกติแล้ว ต้องมีบันไดหนีไฟที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อยหนึ่งแห่ง และต้องมีทางเดินไปยังบันไดหนีไฟนั้นได้โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

ข้อ 28 บันไดหนีไฟต้องมีความลาดชันน้อยกว่า 60 องศา เว้นแต่ตึกแถวและบ้านแถวที่สูงไม่เกินสี่ชั้น ให้มีบันไดหนีไฟที่มีความลาดชันเกิน 60 องศาได้ และต้องมีชานพักบันไดทุกชั้น

ข้อ 29 บันไดหนีไฟภายนอกอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 60 เซติเมตร และต้องมีผนังส่วนที่บันไดหนีไฟพาดผ่านเป็นผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ

บันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่ง ถ้าทอดไม่ถึงพื้นชั้นล่างของอาคารต้องมีบันไดโลหะที่สามารถเลื่อนหรือยืดหรือหย่อนลงมาจนถึงพื้นชั้นล่างได้

ข้อ 30 บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร มีผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟกั้นโดยรอบ เว้นแต่ส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศและช่อง

ประตูหนีไฟ และต้องมีอากาศถ่ายเทจากภายนอกอาคารได้โดยแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า 1.4 ตารางเมตร กับต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอทั้งกลางวันและกลางคืน

ข้อ 31 ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และต้องทำเป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกเท่านั้น กับต้องติดอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง และต้องสามารถเปิดออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีธรณีหรือขอบกั้น

ข้อ 32 พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดและอีกด้านหนึ่งกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

หมวด 3
ที่ว่างภายนอกอาคาร

ข้อ 33 อาคารแต่ละหลังหรือหน่วยต้องมีที่ว่างตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

1. อาคารอยู่อาศัย และอาคารอยู่อาศัยรวม ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 30 ใน 100 ส่วน ของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร

2. ห้องแถว ตึกแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารสาธารณะ และอาคารอื่นซึ่งไม่ได้ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 10 ใน 100 ส่วน ของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร แต่ถ้าอาคารดังกล่าวใช้เป็นที่อยู่อาศัยด้วยต้องมีที่ว่างตาม (1)

ข้อ 34 ห้องแถวหรือตึกแถวซึ่งด้านหน้าไม่ติดริมถนนสาธารณะ ต้องมีที่ว่างด้านหน้าอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร โดยไม่ให้มีส่วนใดของอาคารยื่นล้ำเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าว

ห้องแถวหรือตึกแถว ต้องมีที่ว่างด้านหลังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร เพื่อใช้ติดต่อถึงกันโดยไม่ให้มีส่วนใดของอาคารยื่นล้ำเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าว เว้นแต่การสร้างบันไดหนีไฟภายนอกอาคารที่ยื่นล้ำไม่เกิน 1.40 เมตร

ระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวที่สร้างถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันถึง 40 เมตร ต้องมีที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวนั้นกว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร เป็นช่องตลอดความลึกของห้องแถวหรือตึกแถวเพื่อเชื่อมกับที่ว่างหลังอาคาร

ห้องแถวหรือตึกแถวที่สร้างติดต่อกันไม่ถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันไม่ถึง 40 เมตร แต่มีที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวนั้นกว้างน้อยกว่า 4 เมตร ไม่ให้ถือว่าเป็นที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถว แต่ให้ถือว่าห้องแถวหรือตึกแถวนั้นสร้างต่อเนื่องเป็นแถวเดียวกัน

ที่ว่างตามวรรคหนึ่ง วรรคสอง และวรรคสาม จะก่อสร้างอาคาร รั้ว กำแพง หรือสิ่งก่อสร้างอื่นใด หรือจัดให้เป็นบ่อน้ำ สระว่ายน้ำ ที่พักมูลฝอย หรือที่พักรวมมูลฝอยไม่ได้

ห้องแถวหรือตึกแถวที่มีด้านข้างใกล้เขตที่ดินของผู้อื่น ต้องมีที่ว่างระหว่างด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวกับเขตที่ดินของผู้อื่นนั้นกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร เว้นแต่ห้องแถวหรือตึกแถวที่ก่อสร้างขึ้นทดแทนอาคารเดิมโดยมีพื้นที่ไม่มากกว่าพื้นที่ของอาคารเดิมและมีความสูงไม่เกิน 15 เมตร

ข้อ 35 ห้องแถวหรือตึกแถวที่มีที่ว่างหลังอาคารตามข้อ 34 วรรคสองและได้ร่นแนวอาคารตามข้อ 41 แล้ว ไม่ต้องมีที่ว่างตามข้อ 33 (1) และ (2) อีก

ข้อ 36 บ้านแถวต้องมีที่ว่างด้านหน้าระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับแนวผนังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร และต้องมีที่ว่างด้านหลังอาคารระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับแนวผนังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร

ระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถวที่สร้างถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันถึง 40 เมตร ต้องมีที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถวนั้นกว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร เป็นช่องตลอดความลึกของบ้านแถว

บ้านแถวที่สร้างติดต่อกันไม่ถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันไม่ถึง 40 เมตร แต่มีที่ระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถวนั้นกว้างน้อยกว่า 4 เมตร ไม่ให้ถือว่าเป็นที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถว แต่ให้ถือว่าบ้านแถวนั้นสร้างต่อเนื่องเป็นแถวเดียวกัน

ข้อ 37 บ้านแฝดต้องมีที่ว่างด้านหน้าและด้านหลังระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับแนวผนังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร และ 2 เมตรตามลำดับ และมีที่ว่างด้านข้างกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร

ข้อ 38 คลังสินค้าที่มีพื้นที่ของอาคารทุกชั้นรวมกันตั้งแต่ 100 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 500 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 6 เมตร สองด้าน ส่วนด้านอื่นต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดิน ไม่น้อยกว่า 3 เมตร

คลังสินค้าที่มีพื้นที่ของอาคารทุกชั้นรวมกันเกิน 500 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 10 เมตร สองด้าน ส่วนด้านอื่นต้องมีที่ว่างห่างจากแนวเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 5 เมตร

ข้อ 39 โรงงานที่มีพื้นที่ที่ใช้ประกอบกิจการของอาคารทุกชั้นรวมกันตั้งแต่ 200 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 500 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 3 เมตร จำนวนสองด้านโดยผนังอาคารทั้งสองด้านนี้ให้ทำเป็นผนังทึบด้วยอิฐหรือคอกรีต ยกเว้นประตูหนีไฟ ส่วนด้านที่เหลือให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่า 6 เมตร

โรงงานที่มีพื้นที่ที่ใช้ประกอบกิจการของอาคารทุกชั้นรวมกันตั้งแต่ 500 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 6 เมตรทุกด้าน

โรงงานที่มีพื้นที่ที่ใช้ประกอบกิจการของอาคารทุกชั้นรวมกันเกิน 1,000 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 10 เมตร ทุกด้าน

หมวด 4

แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

ข้อ 40 การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารหรือส่วนของอาคารจะต้องไม่ล้ำเข้าไปในที่สาธารณะ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากเจ้าพนักงานซึ่งมีอำนาจหน้าที่ดูแลรักษาที่สาธารณะนั้น

ข้อ 41 อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะที่มีความกว้างน้อยกว่า 6 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 3 เมตร

อาคารที่สูงเกินสองชั้นหรือเกิน 8 เมตร ห้องแถว ตึกแถว บ้านแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารสาธารณะ ป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายหรือคลังสินค้า ที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะ

1. ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 6 เมตร

2. ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 20 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 1 ใน 10 ของความกว้างของถนนสาธารณะ

3. ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างเกิน 20 เมตรขึ้นไป ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 2 เมตร

ข้อ 42 อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ คู คลอง ลำธาร หรือลำกระโดง ถ้าแหล่งน้ำสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 3 เมตร แต่ถ้าแหล่งน้ำสาธารณะนั้นมีความกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 6 เมตร

สำหรับอาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น บึง ทะเลสาบ หรือทะเล ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 12 เมตร

ทั้งนี้ เว้นแต่ สะพาน เขื่อน รั้ว ท่อระบายน้ำ ท่าเรือ ป้าย อู่เรือ คานเรือ หรือ ที่ว่างที่ใช้เป็นที่จอดรถไม่ต้องร่นแนวอาคาร

ข้อ 43 ให้อาคารที่สร้างตามข้อ 41 และข้อ 42 ต้องมีส่วนต่ำสุดของกันสาดหรือส่วนยื่นสถาปัตยกรรมสูงจากระดับทางเท้าไม่น้อยกว่า 3.25 เมตร ทั้งนี้ ไม่นับส่วนตบแต่งที่ยื่นจากผนังไม่เกิน 50 เซนติเมตร และต้องมีท่อรับน้ำจากกันสาดหรือหลังคาต่อแนบหรือฝังในผนังหรือเสาอาคารลงสู่ท่อสาธารณะหรือบ่อพัก

ข้อ 44 ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดหนึ่งจุดใด ต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบวัดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุด

ความสูงของอาคารให้วัดแนวดิ่งจากระดับถนนหรือระดับพื้นดินที่ก่อสร้างขึ้นไปถึงส่วนของอาคารที่สูงที่สุด สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

ข้อ 45 อาคารหลังเดียวกันซึ่งมีถนนสาธารณะสองสายขนาดไม่เท่ากันขนาบอยู่ เมื่อระยะระหว่างถนนสาธารณะสองสายนั้นไม่เกิน 60 เมตร และส่วนกว้างของอาคารตามแนวถนนสาธารณะที่กว้างกว่าไม่เกิน 60 เมตร ความสูงของอาคาร ณ จุดใดต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบที่ใกล้ที่สุดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตถนนสาธารณะด้านตรงข้ามของสายที่กว้างกว่า

ข้อ 46 อาคารหลังเดียวกันซึ่งอยู่ที่มุมถนนสาธารณะสองสายขนาดไม่เท่ากันความสูงของอาคาร ณ จุดใดต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบที่ใกล้ที่สุด จากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตถนนสาธารณะด้านตรงข้ามของสายที่กว้างกว่า และความยาวของอาคารตามแนวถนนสาธารณะที่แคบกว่าต้องไม่เกิน 60 เมตร

สำหรับอาคารซึ่งเป็นห้องแถวหรือตึกแถว ความยาวของอาคารตามแนวถนนสาธารณะที่แคบกว่าต้องไม่เกิน 15 เมตร

ข้อ 47 รั้วหรือกำแพงที่สร้างขึ้นติดต่อหรือห่างจากถนนสาธารณะน้อยกว่าความสูงของรั้วให้ก่อสร้างได้สูงไม่เกิน 3 เมตร เหนือระดับทางเท้าหรือถนนสาธารณะ

ข้อ 48 การก่อสร้างอาคารใกล้อาคารอื่นในที่ดินเจ้าของเดียวกัน พื้นหรือผนังของอาคารสำหรับอาคารสูงไม่เกิน 9 เมตร ต้องห่างอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 4 เมตร และสำหรับอาคารที่สูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ต้องห่างอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 6 เมตร

ความในวรรคหนึ่งมิให้ใช้บังคับแก่ที่ว่างที่ใช้เป็นที่จอดรถ

ข้อ 49 การก่อสร้างอาคารในบริเวณด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถว

1. ถ้าห้องแถวหรือตึกแถวนั้นมีจำนวนรวมกันได้ตั้งแต่สิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันได้ตั้งแต่ 40 เมตรขึ้นไป และอาคารที่จะสร้างขึ้นเป็นห้องแถวหรือตึกแถว ห้องแถวหรือตึกแถวที่จะสร้างขึ้นต้องห่างจากผนังด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวเดิมไม่น้อยกว่า 4 เมตร แต่ถ้าเป็นอาคารอื่นต้องห่างจากผนังด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวเดิมไม่น้อยกว่า 2 เมตร

2. ถ้าห้องแถวหรือตึกแถวนั้นมีจำนวนไม่ถึงสิบคูหาและมีความยาวรวมกันไม่ถึง 40 เมตร อาคารที่สร้างขึ้นจะต้องห่างจากผนังด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวนั้นไม่น้อยกว่า 2 เมตร เว้นแต่การสร้างห้องแถวหรือตึกแถวต่อจากห้องแถวหรือตึกแถวเดิมตามข้อ 4

ข้อ 50 ผนังของอาคารที่มีหน้าต่าง ประตู ช่องระบายอากาศหรือช่องแสงหรือระเบียงของอาคารต้องมีระยะห่างจากแนวเขตที่ดิน ดังนี้

1. อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ผนังหรือระเบียงต้องอยู่ห่างเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร

2. อาคารที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ผนังหรือระเบียงต้องอยู่ห่างเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร

ผนังของอาคารที่อยู่ห่างเขตที่ดินน้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ใน (1) หรือ (2) ต้องอยู่ห่างจากเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร เว้นแต่จะก่อสร้างชิดเขตที่ดินและอาคารดังกล่าวจะก่อสร้างได้สูงไม่เกิน 15 เมตร ผนังของอาคารที่อยู่ชิดเขตที่ดินหรือห่างจากเขตที่ดินน้อยกว่าที่ระบุไว้ใน (1) หรือ (2) ต้องก่อสร้างเป็นผนังทึบ และดาดฟ้าของอาคารด้านนั้นให้ผนังทึบสูงจากดาดฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ในกรณีก่อสร้างชิดเขตที่ดินต้องได้รับความยินยอมเป็นหนังสือจากเจ้าของที่ดินข้างเคียงด้านนั้นด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. บทวิเคราะห์กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) เฉพาะบ้านแถว

เป็นการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบ้านแถวโดยเฉพาะ ซึ่งอ้างอิงจากกฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ร่วมกับกฎหมายฉบับอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับบ้านแถวโดยเฉพาะ ซึ่งสามารถสรุปการวิเคราะห์เป็นตารางแยกตามหมวดต่างๆของกฎหมาย ได้ดังนี้

หมวดที่ 1. ลักษณะของอาคาร

หมวดที่ 2. ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ส่วนที่ 1. วัสดุของอาคาร

ส่วนที่ 2. พื้นที่ภายในอาคาร

ส่วนที่ 3. บันไดของอาคาร

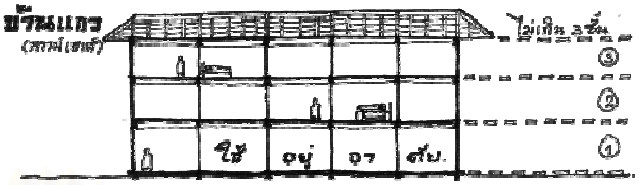
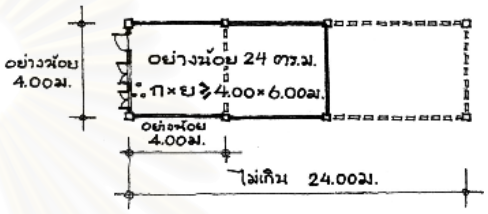
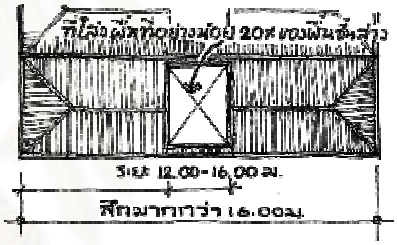
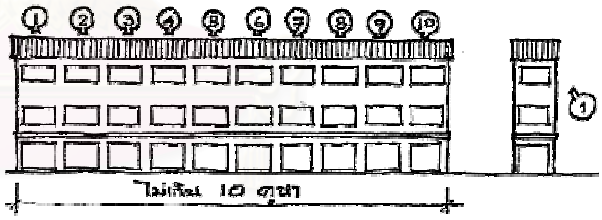
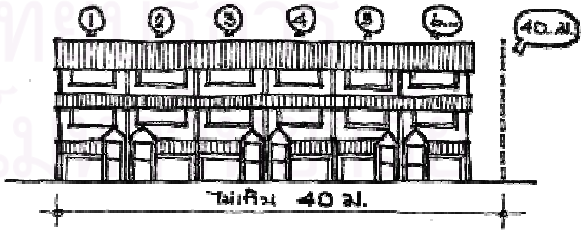
ส่วนที่ 4. บันไดหนีไฟ

หมวดที่ 3. ที่ว่างภายนอกอาคาร

หมวดที่ 4. แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

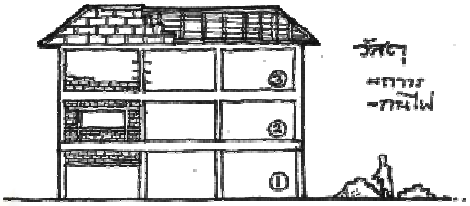
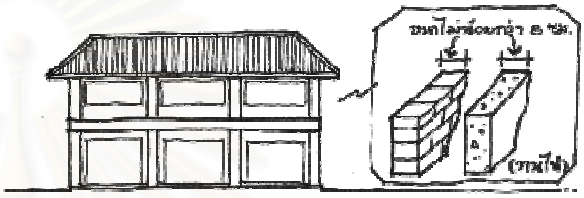
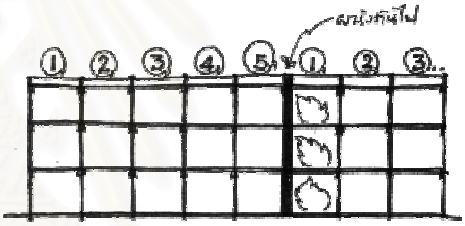
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 1. ลักษณะของอาคาร

ลักษณะของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 1. ■ อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งมีที่ว่างด้านหน้าและด้านหลังระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคารแต่ละคูหา ■ ความสูงไม่เกิน 3 ชั้น	
ข้อ 3. ■ ความกว้าง ไม่น้อยกว่า 4.00 ม. ■ ความยาวหรือลึก ไม่น้อยกว่า 4.00 ม. และไม่เกิน 24.00 ม. ■ พื้นที่ชั้นล่างไม่น้อยกว่า 24.00 ตร.ม. ■ **ดังนั้น พื้นที่เล็กสุด** = 4.00 x 6.00 **ม.**	
ข้อ 3. ■ ถ้ามีความลึกมากกว่า 16.00 ม. ต้องมี Open Court 20% ของพื้นที่ชั้นล่าง ที่ระยะความลึก 12.00 – 16.00 ม.	
ข้อ 4. ■ สร้างต่อเนื่องได้ไม่เกิน 10 คูหา	
ข้อ 4. ■ ความยาวของอาคารแถวหนึ่ง ๆ รวมกันไม่เกิน 40 ม. (ไม่ว่าความกว้างแต่ละคูหาจะมีขนาดเท่าไรก็ตาม)	
ข้อ 4. ■ ถ้าห่างไม่ถึง 4.00 ม. ถือว่าเป็นบ้านแถวแถวเดียวกัน	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 1. วัสดุของอาคาร

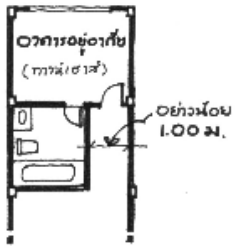
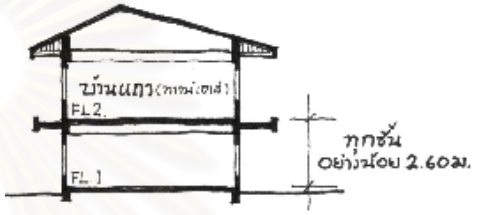
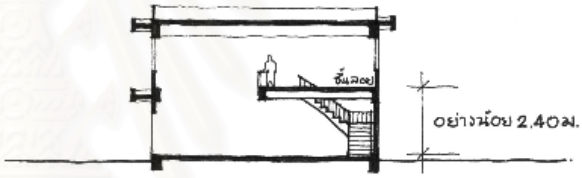
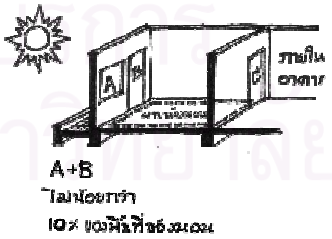
วัสดุของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 15. ■ ถ้าสูง 3 ชั้น ต้องสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ	
ข้อ 16. ■ ผนังต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ ■ ถ้าก่อด้วยอิฐธรรมดาหรือคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก ผนังต้องหนาไม่น้อยกว่า 8 ซม.	
ข้อ 17. ■ ทุก 5 คูหา ต้องเป็นผนังกันไฟ ■ ผนังกันไฟ ต้องสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ต่อเนื่องจากพื้นดินถึงระดับดาดฟ้า	
ข้อ 17. ■ ถ้าหลังคาสร้างด้วยวัสดุไม่ทนไฟ ให้มีผนังกันไฟสูงเหนือหลังคาไม่น้อยกว่า 30 ซม. ตามความลาดของหลังคา	

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 2. พื้นที่ภายในอาคาร

พื้นที่ภายในอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 20. ■ ห้องนอน ความกว้างด้านแคบสุดอย่างน้อย 2.50 ม. ■ พื้นที่ห้องอย่างน้อย 8.00 ตร.ม.	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 2. พื้นที่ภายในอาคาร (ต่อ)

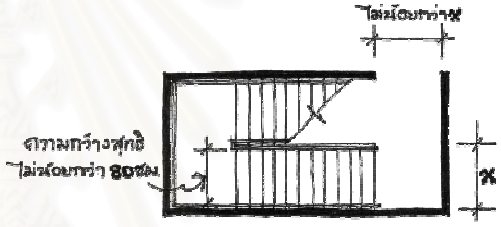
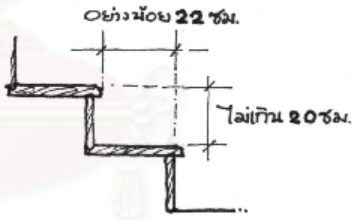
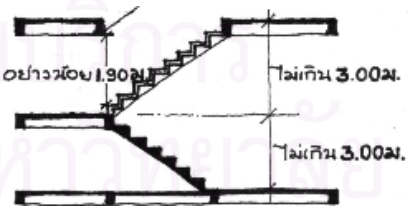
พื้นที่ภายในอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 21. ■ ทางเดินภายในกว้างอย่างน้อย 1.00 ม.	
ข้อ 22. ■ ระยะ Floor to Floor อย่างน้อย 2.60 ม.	
ข้อ 22. ■ ถ้ามีชั้นลอย (พื้นที่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ห้อง) ระยะ Floor to Floor อย่างน้อย 2.40 ม.	
ข้อ 22. ■ ห้องน้ำ ระยะ Floor to Ceiling อย่างน้อย 2.00 ม.	
กฎกระทรวง 2498 ■ ห้องนอน ต้องมีช่องเปิดประตูหน้าต่างเปิดออกสู่ภายนอก พื้นที่ไม่น้อยกว่า 10% ของพื้นที่ห้อง	
กฎกระทรวง 2489 **ข้อ** 27. **ข้อบัญญัติ ก.ท.ม.** 2522 **ข้อ** 77. ■ ต้องมีช่องหน้าต่างหรือประตูที่เปิดออกสู่ภายนอก ไม่น้อยกว่า 20% ของพื้นที่อาคารทุกชั้น	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 2. พื้นที่ภายในอาคาร (ต่อ)

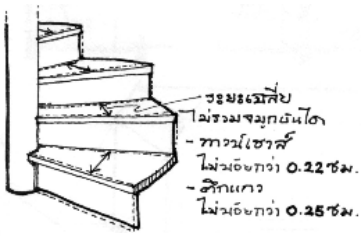
พื้นที่ภายในอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
กฎกระทรวง 2498 ข้อ 33. **ข้อบัญญัติ ก.ท.ม. ข้อ 37.** ▪ ห้ามเปิดประตูติดต่อจากครัวไฟไปที่ห้องนอนหรือห้องน้ำ	

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 3. บันไดของอาคาร

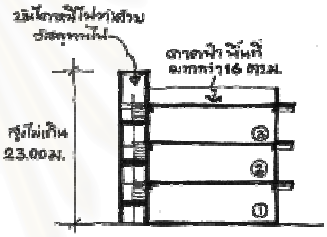
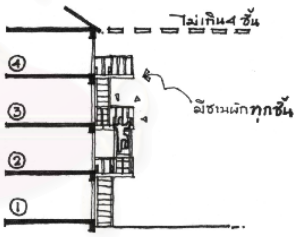
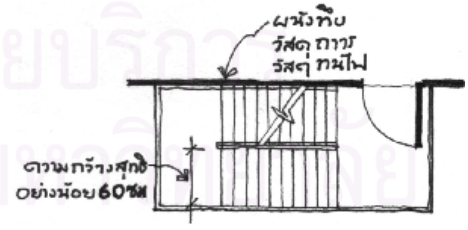
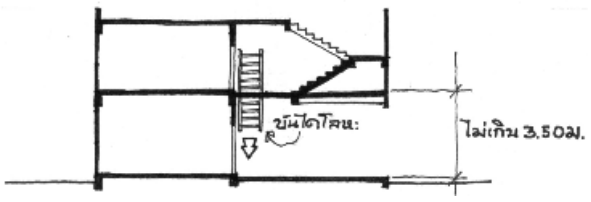
บันไดของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 23. ▪ ความกว้างสุทธิของบันได อย่างน้อย 80 ซม. ▪ พื้นที่หน้าบันได กว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างบันได	
ข้อ 23. ▪ ลูกตั้งไม่เกิน 20 ซม. ▪ ลูกนอนไม่เกิน 22 ซม.(ไม่รวมจมูกบันได)	
ข้อ 23. ▪ ถ้าบันไดสูงเกินกว่า 3.00 ม. ต้องมีชานพักทุกระยะ 3.00 ม.(หรือน้อยกว่า) ▪ เพดานของบันได สูงอย่างน้อย 1.90 ม.	
ข้อ 26. ▪ บันไดเวียน ถ้ามีแนวโค้งเกินกว่า 90 ⇨ ไม่มีชานพักก็ได้	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 3. บันไดของอาคาร (ต่อ)

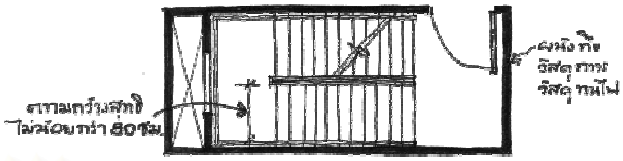
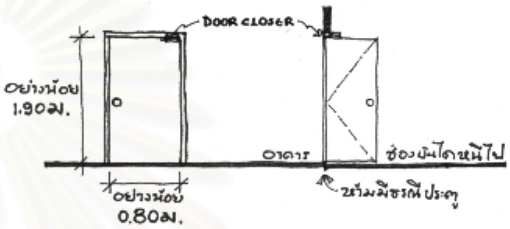
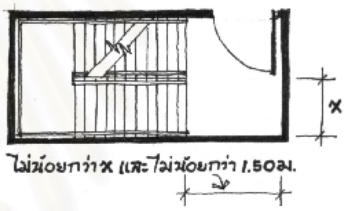
บันไดของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 26. ▪ บันไดเวียน ความกว้างเฉลี่ยของลูกนอนอย่างน้อย 22 ซม. (ไม่รวมจมูกบันได)	

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 4. บันไดหนีไฟ

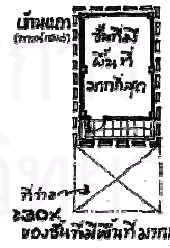
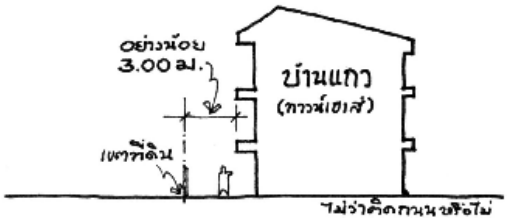
บันไดหนีไฟ	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 27. ▪ ถ้าสูง 3 ชั้น สูงไม่เกิน 23.00 ม.และมีดาดฟ้าพื้นที่เกิน 16 ตร.ม. ต้องมีบันไดหนีไฟที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อย 1 แห่ง	
ข้อ 28. ▪ ถ้าสูงไม่เกิน 4 ชั้น บันไดหนีไฟ อาจออกแบบเป็นบันไดลิงที่มีชานพักทุกชั้น และมีความลาดชันเกิน 60 ⇨ ได้	
ข้อ 29. ▪ บันไดหนีไฟภายนอกอาคาร ต้องกว้างไม่น้อยกว่า 60 ซม. ▪ ผนังส่วนที่บันไดหนีไฟพาดผ่าน เป็นผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ	
ข้อ 29. ▪ บันไดหนีไฟ ถ้าทอดไม่ถึงพื้นชั้นล่าง ต้องมีบันไดโลหะที่สามารถเลื่อนหรือยืดหรือหย่อนลงมาจนถึงพื้นชั้นล่างได้	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 2. ส่วนที่ 4. บันไดหนีไฟ (ต่อ)

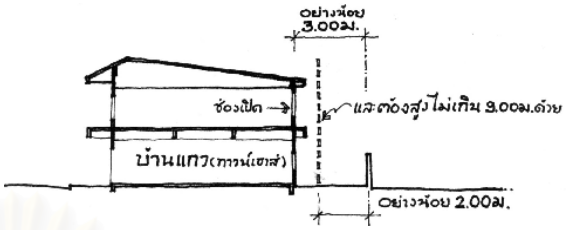
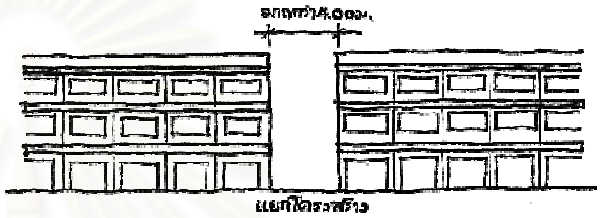
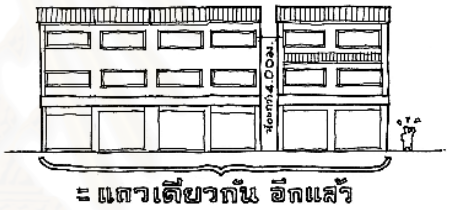
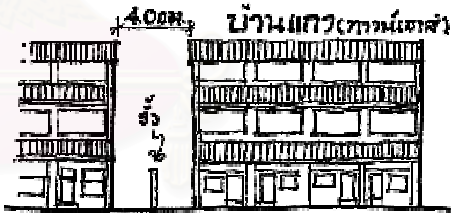
บันไดหนีไฟ	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 30. ■ บันไดหนีไฟภายในอาคาร ต้องกว้างไม่น้อยกว่า 80 ซม. ■ ผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟกั้นโดยรอบ (เว้นแต่ส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศและช่องประตูหนีไฟ)	
ข้อ 31. ■ ประตูของบันไดหนีไฟ กว้างไม่น้อยกว่า 80 ซม. สูงไม่น้อยกว่า 1.90 ม. ผลักออกสู่ภายนอก ต้องมี door closer ที่บังคับทำให้ประตูปิดอัตโนมัติ ห้ามมีธรณีประตู	
ข้อ 32. ■ พื้นที่หน้าบันไดหนีไฟ ต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างบันได และอีกด้านกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 ม.	

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 3. ที่ว่างภายนอกอาคาร

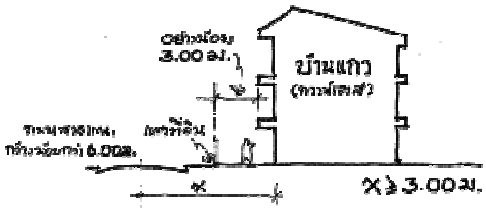
ที่ว่างภายนอกอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 33. ■ ต้องมีที่ว่าง 30% ของพื้นที่ชั้นที่มากที่สุด	
ข้อ 36. ■ ต้องมีที่ว่างด้านหน้า ถอยออกไปจากเขตที่ดิน อย่างน้อย 3.00 ม.	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 3. ที่ว่างภายนอกอาคาร (ต่อ)

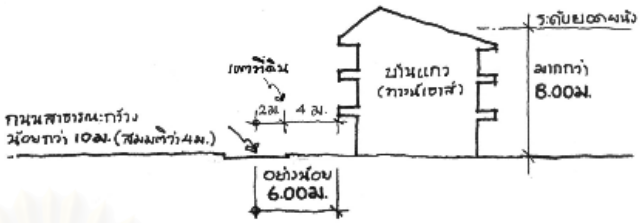
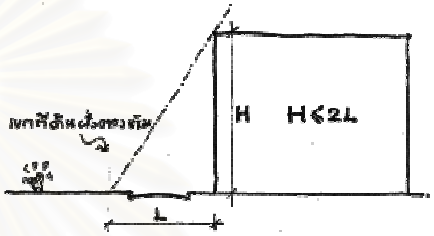
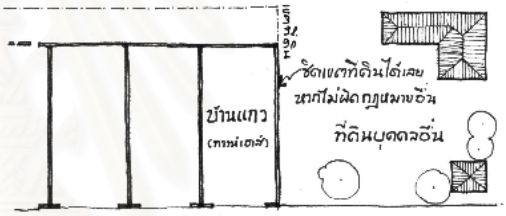
ที่ว่างภายนอกอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 36. ■ ต้องเว้นที่ว่างด้านหลัง อย่างน้อย 2.00 ม. ■ ถ้าสูงเกิน 9.00 ม. และมีช่องเปิด ต้องเว้นที่ว่าง อย่างน้อย 3.00 ม.	
ข้อ 36. ■ ถ้าสร้างถึง 10 คูหา หรือยาวรวมกันถึง 40 ม. ต้องเว้นที่ว่าง 4.00 ม. (แยกโครงสร้าง)	
ข้อ 36. ■ ถ้าสร้างติดต่อกันไม่ถึง 10 คูหา หรือยาวรวมกันไม่ถึง 40 ม. แต่มีที่ระหว่างแถวด้านข้างกว้างน้อยกว่า 4 ม. ไม่ให้ถือว่าเป็นที่ว่างแต่ให้ถือว่าสร้างต่อเนื่องเป็นแถวเดียวกัน	
ข้อ 36. ■ ที่ว่าง 4.00 ม. ระหว่างชุดของบ้านแถวสร้างรั้วได้	

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 4 แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 41. ■ ถ้าสร้างติดถนนสาธารณะที่กว้างน้อยกว่า 6 ม. ต้องร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนนั้น อย่างน้อย 3 ม. (ไม่มีผลให้ยึดตาม ข้อ 36.)	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์กฎหมายหมวดที่ 4 แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร (ต่อ)

แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร	
ข้อกฎหมาย	**ภาพอธิบาย**
ข้อ 41. ▪ ถ้าสูงเกิน 2 ชั้น หรือเกิน 8 ม. ติดถนนสาธารณะที่กว้างน้อยกว่า 10 ม. ต้องร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนนั้นอย่างน้อย 6 ม. (จะมีผลต่อเมื่อถนนนั้นกว้างน้อยกว่า 6 ม.)	
ข้อ 44. ▪ ต้องมีระยะ Setback อย่างน้อย 1 : 2	
ข้อ 50. ▪ สร้างติดชิดที่ดินบุคคลอื่นได้ แต่ต้องให้เจ้าของที่ดินข้างเคียงลงนามยินยอม และ ห้ามมีช่องเปิด ▪ ถ้าสูงเกินกว่า 15.00 ม. และเป็นผนังทึบต้องถอยห่าง อย่างน้อย 0.50 ม.	

ที่มา : ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **กฎหมายคลายเส้น : บ้านแถว ห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด** [Online]. 2003. Available from : http://se-ed.net/winyou2/law-cartoon-rowhouse.html [2003, January 20] [เรียบเรียงโดยผู้วิจัย]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : นายชนินทร์ แซ่เตียว

ที่อยู่ : 349 ถนนสุรวงศ์ แขวงสุริยวงศ์ เขตบางรัก กรุงเทพฯ 10500

โทรศัพท์ : 0 - 2636 - 0010 (0), 0 - 2233 - 6769

E - mail : Chanin_tieo@Yahoo.com

การศึกษา

พ.ศ. 2532 - 2537 : ระดับมัธยมศึกษา
โรงเรียนวัดสุทธิวราราม กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2538 - 2542 : ระดับปริญญาบัณฑิต (สถ.บ.)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
เกียรตินิยมอันดับ 2
วิทยานิพนธ์เรื่อง “ศูนย์อัญมณีและเครื่องประดับ จ.จันทบุรี”
(ชั้นปีที่ 3 รับทุนการศึกษาจาก ศ.ดร.เรืองศักดิ์ กันตะบุตร)

พ.ศ. 2544 - 2545 : ระดับปริญญามหาบัณฑิต (สถ.ม.)
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมการก่อสร้าง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วิทยานิพนธ์เรื่อง “แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถว
ด้วยระบบประสานทางพิกัด”
(ชั้นปีที่ 1 รับทุนการศึกษา : ผู้ช่วยสอน รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ)

การทำงาน

พ.ศ. 2540 : ฝึกงาน บริษัท ปาล์มเมอร์แอนด์เทอร์เนอร์ จำกัด

พ.ศ. 2542 : ฝึกงาน บริษัท สถาปนิก 49 จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย