

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้เหล็กในการก่อสร้างเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบสนองของความต้องการต่างๆได้เกือบหมด งานก่อสร้างโดยใช้โครงเหล็กนี้ยังไม่เป็นที่นิยมกันนักในบ้านเรา ซึ่งอาจจะเป็นเพราะในอดีตมีอาคารที่ใช้เหล็กเป็นโครงสร้างน้อย ทำให้ขาดประสบการณ์ในงานโครงเหล็กซึ่งต้องการเทคนิคที่สลับซับซ้อนกว่างานคอนกรีต หลายประเทศในภูมิภาคนี้กำลังมุ่งพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศของตนเองในอนาคต วัสดุก่อสร้างจากเหล็กสามารถผลิตขึ้นเองในประเทศได้ และถึงแม้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงเหล็กจะไม่สามารถจัดซื้อได้ทั้งหมดในประเทศ ส่วนที่ขาดก็สามารถนำเข้าจากประเทศใกล้เคียงได้เช่น ประเทศญี่ปุ่น ฯลฯ งานก่อสร้างโดยโครงสร้างเหล็กจึงเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดอุตสาหกรรมต่างๆในประเทศและส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากวัสดุเหล็กมีบทบาทต่องานก่อสร้างสถาปัตยกรรมในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ การเริ่มต้นที่จะให้ความสำคัญกับการการศึกษาในเรื่องของโครงสร้างเหล็กเป็นสิ่งสำคัญ โครงสร้างเหล็กที่นำมาใช้กับการก่อสร้างอาคารในประเทศไทยนั้นส่วนมากจะนำมาใช้กับอาคารประเภทอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ในการคิดที่จะพัฒนาให้เกิดการใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้างอาคารชนิดอื่น ๆ นั้นเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้โครงสร้างเหล็กในบ้านเรามีการพัฒนาต่อไปได้

ปัญหาที่โครงสร้างเหล็กที่ไม่ได้รับความนิยมสำหรับอาคารและบ้านที่อยู่อาศัย¹

- ความไม่แน่นอนของอุปทาน

เนื่องจากโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ มีจำนวนที่น้อย เหล็กบางส่วนจะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ความไม่พร้อมเหล่านี้สร้างความไม่มั่นใจแก่เจ้าของอาคารและผู้ออกแบบในการที่จะเลือกใช้ในการก่อสร้างอาคาร โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องการสร้างให้เสร็จภายในเวลาจำกัด

- การขาดผู้ชำนาญการด้านการตัดประกอบชิ้นส่วนจากโรงงาน (Pre-fabrication)

ความสำเร็จของโครงสร้างเหล็ก ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความชำนาญการของโรงงานประกอบชิ้นส่วนเหล็ก ซึ่งต้องการความละเอียดในขนาดของชิ้นส่วนและตำแหน่งของรอยต่อเชื่อมหรือรูสำหรับขันยึด มิฉะนั้นการนำไปติดตั้งที่หน้างานก็จะมีปัญหา ในปัจจุบันความ

¹ วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย, "แนวโน้มและการพัฒนาโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย," โยธาสาร 5 (มิถุนายน 2538) : 59.

ชำนาญการด้านนี้ได้มีเพิ่มมากขึ้นในประเทศตั้งแต่มีการสร้างสะพานพระราม 9 และสะพานข้ามทางแยกอีกเป็นจำนวนมาก

- ขาดผู้มีประสบการณ์อย่างแท้จริงทั้งผู้ออกแบบและผู้รับเหมา

ข้อได้เปรียบต่างๆ ของโครงสร้างคอนกรีตในอดีตทำให้สถาปนิก วิศวกร ตลอดจนช่างรับเหมาและระดับคนงานภายในประเทศมีประสบการณ์ด้านโครงสร้างคอนกรีตเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอาคารสูง ผู้ออกแบบโดยเฉพาะสถาปนิก ซึ่งโดยทางปฏิบัติมักเป็นผู้กำหนดวัสดุที่ใช้ จึงมักเลือกที่จะใช้โครงสร้างคอนกรีตซึ่งตนเองมีความคุ้นเคยกว่า นอกเสียแต่จะไม่มีทางเลือกอื่น หรือได้รับข้อเสนอแนะที่หนักแน่นมากๆ จากวิศวกรโครงสร้างเท่านั้น

- ขาดการคิดในการสร้างสรรค์

ในช่วงที่สถาปนิกและวิศวกรมีงานล้นมือ การออกแบบทำไปด้วยความเร่งรีบ เพื่อแข่งกับเวลาที่จำกัด การออกแบบด้านวิศวกรรม ก็มักทำโดยการจำลองโครงสร้างที่ง่ายที่สุด การขาดบุคลากรที่มีคุณภาพ ตลอดจนความรู้และเวลาในการวิเคราะห์โครงสร้างที่ละเอียดพอ ทำให้ผู้ออกแบบส่วนใหญ่ปฏิบัติหน้าที่ไปตามกระแส โดยไม่ได้ทุ่มเทเวลาให้กับการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ (Creativity) เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาโครงสร้างเหล็กสำหรับอาคารสูงในบ้านเรา เป็นไปด้วยความล่าช้า บ่อยครั้งวิศวกรมักไม่มีเวลาหรือไม่ได้ให้ความสนใจในการเปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อย ระหว่างโครงสร้างเหล็กกับโครงสร้างคอนกรีตอย่างจริงจังและให้เป็นรูปธรรม นอกจากการใช้ความรู้สึกเท่านั้น

การนำโครงสร้างเหล็กมาใช้กับอาคารประเภทพักอาศัย ในบ้านเรายังถือว่าเป็นเรื่องใหม่ ที่มีผู้ที่เข้าใจถึงการออกแบบไปจนถึงการนำไปก่อสร้างยังมีค่อนข้างน้อย ตัวอย่างการนำโครงสร้างเหล็กไปใช้ในการก่อสร้างอาคารพักอาศัย เช่น

โครงการ “หมู่บ้านมณีแก้ว” (จ.ชลบุรี) ที่มีการนำเหล็กรูปพรรณไปใช้ในส่วนของโครงสร้างหลักของอาคารซึ่งเป็นอาคารประเภทบ้านแฝดจำนวน 30 หลัง โดยสั่งขึ้นส่วนโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจากบริษัท เหล็กสยามยามาโตะ จำกัด เป็นการนำโครงสร้างเหล็กรูปพรรณมาใช้ในการก่อสร้างอาคารอยู่อาศัย เพื่อที่จะสามารถตอบสนองกับความต้องการของผู้ประกอบการได้ในสภาพเศรษฐกิจปัจจุบัน ที่มีการแข่งขันกันทางตลาดสูงโดยเฉพาะตลาดอสังหาริมทรัพย์ อันได้แก่หมู่บ้าน หอพัก อาคารพาณิชย์ต่างๆ จำนวนมากที่เกิดขึ้น ที่ต้องการความรวดเร็วในการเปิดโครงการ จะได้สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาอันสั้น ผลจากรายงานการศึกษาที่บริษัท เหล็กสยามยามาโตะ ได้ทำการเปรียบเทียบบ้านที่ใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ กับบ้านที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก พบว่าในเรื่องของระยะเวลาในการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กสามารถสร้างบ้านแฝดดังกล่าว 1 หลังได้ภายในเวลา 3 เดือน ส่วนบ้านที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กใช้เวลา 5-6 เดือน โดยเฉลี่ยจะสร้างได้เสร็จเร็วกว่า 30 % ถ้ามีพ.ท.ใช้สอยอยู่

ในช่วง 65-200 ตร.ม. (ถ้าเปรียบในทางเศรษฐศาสตร์ต้องปริมาณมาก ๆ ถึงจะคุ้มค่า) ส่วนในเรื่องของราคาค่าก่อสร้างบ้านแฝด 1 หลังนั้น สรุปได้ว่าเฉพาะราคาค่าโครงสร้างเหล็กรูปพรรณคิดเป็นเงิน 248,042 บาท และโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กคิดเป็นเงิน 228,782 บาท โดยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะมีราคาสูงกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 7.76 % (* ที่มา : บริษัทเหล็กสยามยามาโตะ)

“อาคารอพาร์ทเมนต์ขนาดย่อม” ตลาดใหม่สำหรับโครงสร้างเหล็ก คือ ประเภทอาคารสูงไม่เกิน 7 ชั้น (ความสูงจัดอยู่นอกข่าย “อาคารสูง” ตามกฎหมาย) ซึ่งกำลังได้รับความนิยมสำหรับใช้เป็นอพาร์ทเมนต์ ทำเลของอาคารประเภทนี้มักอยู่ในชอย ซึ่งทำให้การก่อสร้างด้วยวิธีปกติก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่เพื่อนบ้านได้ โครงสร้างเหล็กจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ร่นเวลาในการก่อสร้างและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยส่วนรวม²

โครงการ“ยูเซ็นเตอร์” (U-CENTER) เป็นโครงการประเภทอาคารอยู่อาศัยรวม หรือหอพัก สถานที่ตั้งอยู่บริเวณ ถ.จุฬาฯ ชอย 42 ประกอบด้วยอาคาร 3 ชั้น มีเนื้อที่โครงการรวมทั้งสิ้นประมาณ 9,000 ตร.ม. งบประมาณโครงการ 250 ล้านบาท ซึ่งมีจำนวนห้องพักทั้งหมด 264 ห้อง สามารถรองรับนักศึกษาได้ 752 คน โดยเป็นการเปิดให้บริษัทเอกชนเข้ามาประกอบการโดยเป็นลักษณะโครงการที่ได้รับสัมปทานเป็นระยะเวลา 15 ปี ประวัติความเป็นมาของโครงการ เดิมเป็นอาคารพาณิชย์เก่า 88 คูหา อายุเฉลี่ยประมาณ 35-40 ปี ที่มาของชื่อโครงการ U-CENTER คือ UNIVERSITY CENTER เดิมที่ต้องการที่จะรื้อถอนอาคารพาณิชย์เดิม แล้วเหลือในส่วนโครงสร้างหลัก(เสา-คาน)ของอาคารไว้ตามความต้องการของจุฬาฯ ที่ต้องการให้เป็นโครงการบูรณะอาคารเก่า โดยทรัพย์สินจุฬาฯได้ตั้งไว้ว่าต้องการให้เป็นอาคารที่ก่อให้เกิดรายได้และเป็นประโยชน์ต่อสังคม เมื่อทางบริษัทที่รับดำเนินการก่อสร้างได้เข้าไปสำรวจที่หน้างาน พบว่างานโครงสร้างเดิมเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ช่วงกว้างเสาคือ 3.50 x 3.50 เมตร ซึ่งมีลักษณะที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการบูรณะเพื่อนำมาใช้ใหม่ได้แล้ว สาเหตุเนื่องมาจากผู้รับเหมาที่เข้ามาทำการรื้อถอนอาคารเก่าได้ทำความเสียหายให้กับตัวโครงสร้างเสา-คานหลักของของสร้างจนไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก และได้ทำการสำรวจงานฐานรากเก่าทั้งหมด ผลคือโครงสร้างฐานรากยังสามารถนำมาใช้ได้ จึงได้เสนอให้มีการทุบโครงสร้างเสา-คานเก่าทิ้งทั้งหมดคงเหลือไว้แต่งานฐานรากอาคาร และได้ทำการเลือกใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณในการก่อสร้างอาคารใหม่ด้วยเหตุผลที่ว่าต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้างเพื่อเร่งให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด โดยมีการใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร และใช้คอนกรีตมวลเบาเป็นผนังอาคาร ส่วนงานอื่นๆ ก็ยังคงเป็นไปตามแบบก่อสร้างที่ได้ทำไว้

² วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย, “แนวโน้มและการพัฒนาโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย,” โยธาสาร 5(มิถุนายน 2538) : 59.

ดังนั้นในเรื่องการเปรียบเทียบด้านเทคนิคต่างๆของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณและโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคารอยู่อาศัย จะสามารถแสดงให้เห็นผลการใช้โครงสร้างทั้ง 2 ชนิด มักเป็นสิ่งที่ตัดสินใจของผู้ออกแบบในการเลือกใช้ระบบโครงสร้างอาคาร ดังนั้นจากผลสรุปทำให้เราได้ผลที่มีแนวโน้มว่า การพัฒนาโครงสร้างเหล็กมาเป็นโครงสร้างของอาคารพักอาศัยหรือสิ่งก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่และมีการป้องกันและดูแลรักษาสภาพโครงสร้างและสภาวะแวดล้อมของโครงสร้างให้เหมาะสมนั้น จะทำให้การใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณในการก่อสร้างอาคารอยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้น และในอนาคตเมื่อการพัฒนาการดูแลรักษาสภาพเหล็กได้ดีมากขึ้นกว่าแต่ก่อน ราคาของโครงสร้างเหล็กและการดูแลรักษาจะลดต่ำลง ทำให้เหล็กรูปพรรณจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของโครงสร้างในการก่อสร้างในประเทศไทยต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิคต่างๆในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง , เทคนิคในการก่อสร้าง, แรงงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ก่อสร้าง , ราคาค่าก่อสร้าง , ระยะเวลาในการก่อสร้าง ตลอดจนปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคาร
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ได้จากการจำลองหรือสมมุติโครงสร้างโครงการเดียวกันขึ้นมา ในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง , เทคนิคในการก่อสร้าง, แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ก่อสร้าง , ราคาค่าก่อสร้าง , ระยะเวลาในการก่อสร้าง เพื่อให้ทราบถึงข้อดี-ข้อเสีย ข้อสรุปต่างๆของโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ และสรุป เสนอแนะในการพัฒนาระบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณต่อไป

3. สมมุติฐานของการวิจัย

โครงสร้างเหล็กรูปพรรณน่าจะมีความเหมาะสมในเชิงเทคนิค เพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น มากกว่าการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

4. ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยจะเริ่มตั้งแต่องานโครงสร้างใหม่เป็นต้นไปจนถึงเสร็จสิ้นการก่อสร้างโครงการ เนื่องจากมีการใช้โครงสร้างฐานรากเก่าในบางส่วนของอาคาร โดยจะไม่นับรวมถึงงานรื้อถอนอาคาร

เก่าและฐานรากเก่าอาคาร โดยจะเป็นการลงไปเก็บข้อมูลยังสถานที่ก่อสร้าง ถ่ายรูปและจดบันทึก ระหว่างการก่อสร้าง ประกอบกับข้อมูลที่ได้มีการจดบันทึกไว้จากผู้ประกอบการ

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเรื่องที่จะศึกษาในด้านต่างๆดังนี้

1. เทคนิคต่างๆในการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเท็นเตอร์ โดยแบ่งเป็นประเด็นต่างๆดังนี้
 - ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง
 - เทคนิคในการก่อสร้าง
 - แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง
 - ราคาค่าก่อสร้าง
 - ระยะเวลาในการก่อสร้าง
 - ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคาร
2. ศึกษาข้อมูลในเรื่องเดียวกันกับข้อ (1.) ของการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยการจำลองโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของโครงการยูเท็นเตอร์ขึ้นมาจากแผนงานการก่อสร้างเดิม ที่เดิมที่จะใช้โครงสร้างอาคารเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบกับการศึกษาจากตำราและผลงานวิจัยที่เคยมีมา เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง , เทคนิคในการก่อสร้าง, แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ก่อสร้าง , ราคาค่าก่อสร้าง , ระยะเวลาในการก่อสร้าง ของโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ

5. ข้อตกลงเบื้องต้น

1. โครงการตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ทำการศึกษา เป็นโครงการหอพักขนาด 3 ชั้น ที่มีการก่อสร้างขึ้นจริง ซึ่งมีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ และเนื่องจากอาคารที่ผู้วิจัยเข้าไปทำ การศึกษานี้เป็นอาคาร ซึ่งมีระยะเวลาในการก่อสร้างค่อนข้างนาน ประกอบกับความจำกัดของระยะเวลาในการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้ในขณะที่ผู้วิจัยเข้าไปทำการศึกษาโดยการเฝ้าสังเกตการณ์และจดบันทึกข้อมูลยังสถานที่ก่อสร้าง (ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2545 – มกราคม 2546) ซึ่งได้มีการก่อสร้างอาคารไปแล้วบางส่วน อยู่ในช่วงระหว่างงานโครงสร้าง แต่ก็มีอาคารอีกส่วนหนึ่งที่ยังไม่ได้มีการก่อสร้างทำให้ผู้วิจัยสามารถลงไปศึกษาได้ทุกขั้นตอนของการก่อสร้าง โดยการศึกษาในช่วงแรกของการก่อสร้างผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลเอกสารอื่นๆจากเจ้าของโครงการที่ได้มีการจดบันทึกเก็บรวบรวมเอาไว้ แล้วนำมาใช้ร่วมกับ

ข้อมูลทั่วไปที่ไปเก็บและบันทึกใหม่จากสถานที่ก่อสร้างด้วยก่อนนำมาวิเคราะห์ โดยการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะในส่วนที่เป็นอาคารหลังใหม่ โครงสร้างใหม่ ไม่นับรวมถึงงานหรือถอน ขนย้าย อาคารพาณิชย์เก่าหลังเดิม

2. สำหรับอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่นำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับนั้น ใช้วิธีการจำลองหรือสมมติโครงการเดียวกันขึ้นมา (จากข้อมูลแผนงานในการก่อสร้างอาคารเดิมที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นโครงสร้างหลักของอาคาร) โดยนำมาใช้ในการเปรียบเทียบในเรื่องของ ของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง , เทคนิคในการก่อสร้าง, แรงงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ก่อสร้าง , ราคาค่าก่อสร้าง , ระยะเวลาในการก่อสร้าง ของโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ โดยเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่โครงการที่ได้เก็บรวบรวมเอาไว้ และใช้ร่วมกับข้อมูลที่มีการจดบันทึกเอาไว้ในตำราและเอกสารต่างๆ เพราะเป็นระบบการก่อสร้างที่มีการใช้กันทั่วไปและมีการใช้มาเป็นระยะเวลานานแล้ว แล้วจึงนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน

6. คำจำกัดความของการวิจัย

1. “การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม” (Industrialized Building) คือ การเปลี่ยนแปลงอันใดอันหนึ่งในกรรมวิธีของการก่อสร้างอาคาร (Building Process) เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการด้านเศรษฐกิจและสังคม³
2. “เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ” คือ เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่างๆ ใช้ในงานโครงสร้าง
3. “เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน” (Hot-rolled structural steel section) คือ เหล็กโครงสร้างที่ทำมาจาก เหล็กกล้า หรือ เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) เป็นเหล็กที่มีรูปตัดแข็งแรงมาก ใช้งานในโครงสร้างของอาคารอุตสาหกรรม และอาคารสาธารณะทั่วไป โดยเฉพาะอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่⁴
4. “เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น” (Cold formed structural steel section) คือ เหล็กโครงสร้างที่ทำมาจากเหล็กกล้าละมุน (Mild steel) โดยการขึ้นรูปเย็น ซึ่งหมายถึงการแปรรูปโดยไม่ใช้ความร้อน (Cold forming) นิยมใช้ในงานโครงสร้างของอาคารที่มีขนาดเล็กหรือปานกลาง ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกน้อย หรือไม่ต้องการความคงทนถาวรมากนัก มีรูปหน้า

³ ขวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอนวิชา Housing Construction Technology, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

⁴ จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. " การก่อสร้างด้วยเหล็ก " , (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542), หน้า 23.

ตัดเล็ก หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด นิยมใช้แทนไม้แปรรูปหรือมักใช้แทนเหล็กโครงสร้างรูปพรรณประเภทอื่นเพื่อความประหยัด⁵

5. “โครงสร้างหลัก” ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ.2544 ได้ให้ความหมายไว้ว่า คือ “ส่วนประกอบของอาคารที่เป็นเสา คาน ตง พื้น หรือ โครงเหล็กที่มีช่วงพาดตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป ซึ่งโดยสภาพถือได้ว่ามีความสำคัญต่อความมั่นคงของอาคารนั้น”

7. ข้อจำกัดของการวิจัย

1. จำนวนอาคารพักอาศัย หรืออาคารประเภทอสังหาริมทรัพย์อื่นๆ ที่มีการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มีจำนวนที่น้อยมากและมีตำแหน่งที่ตั้งไม่แน่ชัด อันเนื่องมาจากการใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณในการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก
2. ด้วยระยะเวลาที่ค่อนข้างจำกัดของการวิจัย ประกอบกับระยะเวลาที่จำกัดของการขออนุญาต การวิจัยครั้งนี้จึงต้องเข้าไปเก็บข้อมูลหลังจากที่มีการดำเนินการก่อสร้างอาคารไปบ้างแล้วบางส่วน
3. เนื่องจากกรณีศึกษาเป็นอาคารหอพักที่มีขนาดใหญ่ พื้นที่โครงการประมาณ 9,000 ตารางเมตร ในการเก็บข้อมูลและรายละเอียดต่างๆของการก่อสร้างให้ได้ครบทุกจุด ค่อนข้างทำได้ยาก บริเวณที่มีการใช้เทคนิคการก่อสร้างซ้ำๆกันเป็นจำนวนมากจะใช้วิธีการสุ่มสำรวจ

8. วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อกำหนดแนวทางที่จะใช้ในการวิจัยดังนี้
 - ก. ศึกษาข้อมูลด้านปฐมภูมิเกี่ยวกับการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม และการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ จากเอกสาร, หนังสือ, บทความทางวิชาการ ฯลฯ รวมทั้งการศึกษาโครงการตัวอย่าง และสัมภาษณ์สถาปนิก วิศวกร ผู้ประกอบการ ผู้รับเหมาที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารด้วยระบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ
 - ข. ศึกษาข้อมูลทางด้านทฤษฎี จากข้อมูล ผลงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ว่ามีข้อดี-ข้อเสียอย่างไร และมีความเหมาะสมอย่างไรในการนำมาใช้ก่อสร้างอาคาร

⁵ จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. " การก่อสร้างด้วยเหล็ก ", (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542), หน้า 23.

2. กำหนดวัตถุประสงค์และออกแบบการวิจัย

- ก. กำหนดแนวทางและวัตถุประสงค์ที่จะใช้ในการวิจัย โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบเทคนิคในการก่อสร้างของโครงการยูเซ็นเตอร์โดยตรง ส่วนการนำโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะนำมาเปรียบเทียบด้วยนั้น จะเป็นการจำลองเพื่อสมมุติขึ้นมาจากโครงการยูเซ็นเตอร์ ว่าถ้ามีการใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
- ข. กำหนดตัวแปรต่างๆที่ใช้ในงานวิจัย โดยการวิจัยนี้จะใช้
- ตัวแปรที่คงที่ ได้แก่ ได้แก่ หมวดของงานสถาปัตยกรรม ,งานภูมิสถาปัตยกรรม , งานระบบรักษาความปลอดภัย , งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร , งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย , งานระบบปรับอากาศ ตัวแปรเหล่านี้จะถูกควบคุมทั้งหมด เพราะใช้อาคารเดียวกันเป็นกรณีจำลองขึ้นเพื่อทำการศึกษา
 - ตัวแปรอิสระ ได้แก่ งานโครงสร้างหลักของอาคาร คือ การก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ และ การก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ตัวแปรทั้งสองจะถูกเปลี่ยนไปเพื่อผลทางการวิจัย
 - ตัวแปรตาม ได้แก่ ขั้นตอนการก่อสร้าง , ราคา , ระยะเวลา , คุณภาพ , คนงานและอุปกรณ์ก่อสร้าง ที่จะเปลี่ยนไปตามการก่อสร้างแต่ละระบบ
- ค. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ กล้องถ่ายรูป เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการบันทึกภาพขั้นตอนการก่อสร้างอาคารจะเป็นการถ่ายภาพ โดยกำหนดจุดตายตัวในการบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้าง และถ่ายภาพในส่วนของรายละเอียดต่างๆ ใบบันทึกประจำวันของการก่อสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา โดยจะเป็นการเฝ้าสังเกต บันทึก สัมภาษณ์ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ และสร้างแบบจำลองสมมุติการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยใช้แบบก่อสร้างเดิมที่เป็นแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอยู่แล้ว และสร้างตารางเพื่อเปรียบเทียบเทคนิคต่างๆในแต่ละประเด็น

3. วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง โดยจะเป็นการลงไปสำรวจยังพื้นที่ของการก่อสร้างโครงการในเรื่องของของขั้นตอนการก่อสร้าง , ราคา , คุณภาพ , ระยะเวลาในการก่อสร้าง , แรงงาน , อุปกรณ์ก่อสร้าง , ปัญหาและข้อจำกัดต่างๆในการก่อสร้าง ใช้วิธีการสังเกตแล้วนำมาจดบันทึกลงในใบบันทึกประจำวัน ถ่ายรูปจากจุดๆเดียวกัน ถ่ายถึงรายละเอียดต่างๆ จุดบันทึก สอบถาม สัมภาษณ์วิศวกร สถาปนิก คนงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง

ข้องกับการก่อสร้างอาคารเพื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและคำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบกับข้อมูลที่ทางผู้ประกอบการได้มีการจัดบันทึกไว้แล้ว

4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ก. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการจัดบันทึกประจำวัน , ภาพถ่าย , ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจสถานที่ก่อสร้าง ประกอบการการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ข้อมูลต่างๆที่ได้มาจากเจ้าของโครงการมาวิเคราะห์ออกเป็นประเด็นต่างๆ

ข. นำผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ ก. มาใช้ในการวิเคราะห์อย่างละเอียดเพื่อเปรียบเทียบกับอาคารก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จากโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จำลองขึ้นมา ตามประเด็นต่างๆที่ได้กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

นำข้อมูลที่เป็นผลจากการวิเคราะห์แล้ว มาสรุปผลออกมาเป็นประเด็นต่างๆที่ได้ศึกษาโดยอาศัยทฤษฎี แนวความคิด วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้คำตอบของการวิจัยที่มีน้ำหนักมากขึ้นในเรื่องของ การสรุปผลข้อดี-ข้อเสีย ข้อสรุปต่างๆของโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ และเสนอแนะการพัฒนาระบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณต่อไป

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงเทคนิคต่างๆในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ในเรื่องของ ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง , เทคนิคต่างๆในการก่อสร้าง , แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ก่อสร้าง , เทคนิคต่างๆในการก่อสร้าง , ราคา และระยะเวลาในการก่อสร้าง ตลอดจนปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคาร
2. บทวิเคราะห์ในเรื่องของเทคนิคในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ และการเปรียบเทียบในเรื่องของขั้นตอนและเทคนิคต่างๆในการก่อสร้าง ราคา ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร ข้อดี-ข้อเสีย ข้อสรุปต่างๆของโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ
3. บทสรุปและข้อเสนอแนะ สามารถนำไปใช้เป็นทางเลือกระบบโครงสร้างในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น และข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้กับอาคารพักอาศัย หรือ อาคารอสังหาริมทรัพย์อื่น ๆ ได้ต่อไป