

แนวทางการเลือกใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อลดต้นทุนการก่อสร้าง บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป

Guidelines for Choice of Structural Steel to Minimize Construction Cost of Prefabricated Structural Steel House

นายภูวนารถ เหมะ ผศ.ดร.สุปรีย์ ฤทธิรงค์

นักศึกษานิเทศศาสตร์ อาจารย์ประจำ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

การก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปมีข้อได้เปรียบอยู่หลายประการ ได้แก่ การใช้เหล็กซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณภาพ และมีความเที่ยงตรงสูงจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา การออกแบบมีทางเลือกที่หลากหลาย การก่อสร้างมีความยืดหยุ่น การติดตั้งเร็ว การใช้แรงงานคนน้อย การถอดประกอบง่าย และการนำวัสดุกลับมาหมุนเวียนได้ แต่บ้านโครงสร้างเหล็กก็มีราคาสูง ส่วนหนึ่งมาจากราคาเหล็กรูปพรรณ การลอกเลียนแบบเทคนิคการก่อสร้าง วัสดุก่อสร้าง และรูปแบบอาคารจากต่างประเทศ จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การส่งเสริมการใช้เหล็กและวัสดุสำเร็จรูปในการก่อสร้างบ้าน ทำให้ประชาชนมีโอกาสและทางเลือกในการมีที่อยู่อาศัยมากขึ้น วิจัย คือ การสำรวจข้อมูลวัสดุก่อสร้างและวิธีการก่อสร้าง แล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาและความแข็งแรง ผลที่ได้จากการวิจัย คือ แนวทางการจัดการการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปให้มีต้นทุนที่ไม่สูงเกินไป โดยใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณและวัสดุสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายทั่วไป ในขณะที่ยังคงความแข็งแรงสูง

คำสำคัญ: การจัดการการก่อสร้าง บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป การลดต้นทุนค่าก่อสร้าง

Abstract

There are many advantages of prefabricated structural steel houses because steel has high-quality and precise in manufacturing materials, light-weight, variety of design, construction flexibility, fast installation, less labor, easy for knockdown, and recyclable. However the overall cost is still quite high. This is because of cost of structural steel and imitation of construction techniques, construction materials, and design ideas from overseas. The purpose of this research is to promote structure steel and ready-made materials used in residential constructions that allow people to have more designs as alternative house designs. Research methods are consisted of the market surveying, comparisons, and data analysis. The result of this study is finding solution to build structure steel houses that can minimize construction cost, use available structure steel and ready-made materials while maintain its strength and qualities.

Keywords: Construction Mangement Prefabricated Structural Steel House Minimize Conctruction Cost

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปจะทำให้การก่อสร้างมีโอกาสประสบความสำเร็จมากกว่าการใช้ระบบโครงสร้างแบบหล่อในที่เนื่องจากสามารถควบคุมระยะเวลา คุณภาพ และต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปจึงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในงานก่อสร้างมากขึ้น เพราะก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว ใช้วัสดุในการก่อสร้างอย่างประหยัด มีความเรียบร้อยและสวยงามสำหรับผิวสำเร็จ สามารถรวมงานระบบพร้อมกับงานโครงสร้าง แต่ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีข้อเสีย คือ น้ำหนักมาก จึงต้องใช้ฐานรากขนาดใหญ่ในการรับน้ำหนักที่มากขึ้น ต้องใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ช่วยทำงาน ทำให้การขนส่งและการประกอบชิ้นส่วนมีค่าใช้จ่ายสูง และจากผลการศึกษาของธวัชวรรณ บัวมาศ (2548) ได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง คือ แบบก่อสร้างมีความล่าช้า แผนงานไม่เป็นไปตามกำหนด ขาดแคลนฝีมือแรงงาน ช่างฝีมือไม่มีความชำนาญ การกองเก็บผิดวิธี การติดตั้งหน้างานขาดความแม่นยำ และการผลิตชิ้นงานต้องอาศัยความชำนาญสูง และภายหลังการพักอาศัยยังพบปัญหา น้ำรั่วซึมและรอยแตกร้าว การต่อเติมงานประตู - หน้าต่าง มุงลวดและเหล็กดัดงานปูกระเบื้องพื้น - ผนัง (กาญจนา รุจิเรขอภิรักษ์, 2550) นอกจากนี้การก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปจะทำโดยผู้ประกอบการรายใหญ่ เนื่องจากต้องใช้เงินลงทุนสูง ทำให้ผู้ประกอบการรายย่อยหรือช่างก่อสร้างพื้นถิ่นถูกลดความสำคัญลง

บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเหล็กเป็นวัสดุที่มีคุณภาพเพราะผลิตด้วยกรรมวิธีในอุตสาหกรรม มีน้ำหนักเบา ทางเลือกในการออกแบบค่อนข้างหลากหลาย ไม่เกิดการวิบัติโดยฉับพลัน ก่อสร้างเร็ว รื้อถอนและประกอบติดตั้งง่าย นอกจากนี้เศษเหล็กยังสามารถนำไปใช้ต่อได้

ปัจจุบันได้มีผู้ประกอบการบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปมากขึ้น แต่ราคายาวมีความแตกต่างกันส่วนหนึ่งมาจากต้นทุนการก่อสร้างที่แตกต่างกัน เช่น ค่าวัสดุจากการเลือกใช้ชนิดและขนาดหน้าตัดของเหล็กที่แตกต่างกัน จึงเป็นที่มาของการวิจัยเพื่อหาแนวทางสำหรับการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป เพื่อลดต้นทุนค่าก่อสร้าง โดยใช้วัสดุที่มีขายอยู่ทั่วไป และเทคนิคการก่อสร้างที่ไม่ต้องอาศัยความชำนาญมากนัก แต่ยังคงความแข็งแรงและสามารถใช้สอยได้ เพื่อให้ผู้ประกอบการรายย่อยหรือช่างก่อสร้างท้องถิ่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และทำให้เจ้าของบ้านหรือผู้พักอาศัยได้มีทางเลือกในที่อยู่อาศัยมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษารูปร่าง ชนิด ขนาด ความหนา และคุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป
2. ศึกษาวิธีการลดต้นทุนการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ทางเลือกในการออกแบบโครงสร้างเหล็กค่อนข้างหลากหลาย ทำให้ค่าก่อสร้างมีความแตกต่างกัน
2. เหล็กรูปพรรณขนาดเล็กประกอบกันทำให้ลดต้นทุนค่าก่อสร้างลงได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาโครงการบ้านสำเร็จรูปโครงสร้างเหล็ก ลักษณะบ้านเดี่ยวชั้นเดียว ขนาดไม่เกิน 300 ตารางเมตร เนื่องจากเป็นขนาดที่นิยมและมีข้อจำกัดทางกฎหมายไม่มากนัก
2. ศึกษาชนิด ขนาดหน้าตัด และความยาวของเหล็กที่มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศไทย
3. ศึกษาวิธีการเลือกใช้เหล็กรูปพรรณสำหรับชิ้นส่วนต่างๆ จากกรณีศึกษาและจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
4. มุ่งเน้นศึกษาผู้ให้ข้อมูล 3 กลุ่มหลัก คือ ผู้ผลิตเหล็กรูปพรรณ ผู้กำหนดราคาหรือผู้จำหน่ายเหล็กรูปพรรณ และผู้ประกอบการรับสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการโครงการ หมายถึง กระบวนการดำเนินงานภายใต้ขอบเขตงาน งบประมาณ และกำหนดเวลาที่ระบุ โดยใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ให้บรรลุเป้าหมายและมีคุณภาพของงานที่ทำให้เจ้าของงานพอใจ
2. การลดต้นทุน ในที่นี้หมายถึง การลดต้นทุนค่าวัสดุ โดยยังคงความแข็งแรงตามมาตรฐาน และสามารถใช้งานได้
3. บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป หมายถึง อาคารที่พักอาศัยขนาดเล็กและเบา โดยทั่วไปมีความสูง 1 ถึง 2 ชั้น ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งทำจากเหล็ก โดยทั่วไปจะทำจากโรงงานบ้านที่สร้างด้วยวัสดุสำเร็จ โดยนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกันอย่างรวดเร็ว

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงรูปแบบของชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้างรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป
2. ได้แนวคิดและหลักการเลือกใช้เหล็กรูปพรรณ เพื่อลดต้นทุนการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องแนวทางการเลือกใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อการลดต้นทุนการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป ผู้วิจัยได้เน้นศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

2.1 ข้อดีของการก่อสร้างบ้านด้วยเหล็ก

การก่อสร้างบ้านด้วยเหล็กมีข้อดีอยู่หลายประการ ดังต่อไปนี้

1. เหล็กเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่มีความสม่ำเสมอและมีความแน่นอนสูง เพราะผลิตด้วยกรรมวิธีในอุตสาหกรรมที่มีระบบการควบคุมคุณภาพที่สมบูรณ์ โครงสร้างเหล็กจึงไม่มีปัญหาเรื่องคุณภาพของวัสดุ
2. โครงสร้างเหล็กมีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับโครงสร้างคอนกรีตสำหรับขนาดที่รับน้ำหนักที่เท่ากัน ถ้าไม่คิดข้อจำกัดเรื่อง Buckling แล้ว ชิ้นส่วนโครงสร้างสำหรับรับแรงอัด เช่น เสาคอนกรีตเสริมเหล็กจะต้องมีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 17 เท่า และน้ำหนักชิ้นส่วนประมาณ 5 เท่าของชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กเพื่อรับน้ำหนักที่เท่ากัน (วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย, 2538)

3. ทางเลือกในการออกแบบโครงสร้างเหล็กจึงค่อนข้างจะหลากหลาย (วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย, 2538) เนื่องจากโครงสร้างเหล็กเสริมสามารถได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความสมดุลระหว่างกำลังของโครงสร้างกับความประหยัดในการใช้วัสดุโดยอาศัยการคัดเลือกรูปพรรณมาตรฐาน หรือโดยการตัดประกอบจากแผ่นเหล็ก

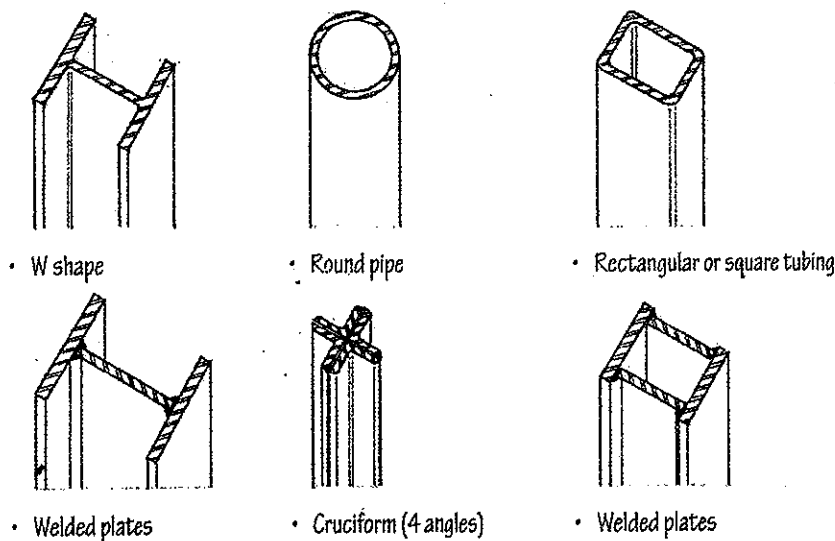
4. ไม่เกิดการวิบัติโดยฉับพลัน เนื่องจากโครงสร้างเหล็กมีกำลัง และความเหนียวหลังจุดคานงสูงกว่าโครงสร้างคอนกรีตมาก ถ้าเกิดกรณีฉุกเฉินที่ทำให้มีการแบกน้ำหนักเกินกำลัง แม้ชิ้นส่วนเหล็กจะเปลี่ยนรูป แต่ก็ยังสามารถคงสภาพได้โดยไม่เกิดการวิบัติโดยฉับพลัน เพราะคุณสมบัติด้านความเหนียว (Ductility) ต่างจากกรณีของโครงสร้างคอนกรีตซึ่งมีความเปราะมากกว่า ถ้าเกิดการรับแรงเกินกำลังก็อาจเกิดการวิบัติได้โดยฉับพลัน ดังนั้นจะเห็นว่า Design Code สำหรับรับแรงแผ่นดินไหวจะกำหนดให้โครงสร้างคอนกรีตจะต้องสามารถรับแรงในแนวราบมากกว่าในกรณีของโครงสร้างเหล็ก ทำให้โครงสร้างคอนกรีตยังมีน้ำหนักมากขึ้นไปอีก ในที่สุดฐานรากและจำนวนเข็มที่ใช้ก็จะต้องมีขนาดและจำนวนสูงกลายเป็นจุดอ่อนที่ทำให้โครงสร้างคอนกรีตเสียเปรียบโดยเฉพาะในกรณีของประเทศไทย ซึ่งราคาของระบบฐานรากนับว่าเป็นส่วนที่มีนัยสำคัญมาก

5. การก่อสร้างหรือการติดตั้งเร็ว เป็นระบบการก่อสร้างแบบแห้ง ไม่สกรปรก (เจริญพัฒน์ ภูวนันท์, 2542) ไม่ขึ้นกับสภาพอากาศ สามารถที่จะออกแบบเพื่อให้ตัดประกอบ (fabrication) ในโรงงาน แล้วยกไปติดตั้งที่หน้างานได้โดยวิธีการเชื่อมหรือขันขึ้นส่วนยึดได้ นอกจากการร่นเวลาแล้ว ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานก่อสร้างก็จะลดลงด้วย เพราะมีภาระน้อยกว่าในการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพของวัสดุต่างๆ ที่หน้างาน การประหยัดจากการสูญเสียต่างๆ รวมทั้งการต้องใช้ไม้แบบด้วย การมีมาตรฐานที่ดีในการออกแบบโดยกำหนดให้ชิ้นส่วนหลักต่างๆ มีขนาดที่เหมาะสม ทำให้การตัดประกอบในโรงงานทำได้ด้วยความละเอียดเป็นระบบ และรวดเร็วเหมือนการผลิตสินค้าในโรงงาน ทำให้มีการสูญเสียสิ้นเปลืองน้อยมาก ในประเด็นนี้ทำให้อุตสาหกรรมอาคารโครงสร้างเหล็กประกอบสำเร็จรูป ที่เรียกในหลายประเทศว่า System Buildings กำลังได้รับความนิยมมาก เป็นระบบที่ทุกชิ้นส่วนได้รับการออกแบบมาเป็น Single Package การติดตั้งจะใช้เวลาน้อยมาก (วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย, 2538)

6. การรื้อถอนทำได้โดยง่าย ข้อได้เปรียบข้อนี้ของโครงสร้างเหล็กค่อนข้างเด่นชัด โครงสร้างเหล็กสามารถรื้อถอนได้โดยง่าย หรืออาจออกแบบให้ถอด และนำไปประกอบติดตั้งที่อื่นได้ง่ายกว่า (เจริญพัฒน์ ภูวนันท์, 2542) นอกจากนี้เศษเหล็กก็ยังขายหรือนำไปใช้ต่อไปได้อีกด้วย ต่างจากกรณีโครงสร้างคอนกรีตซึ่งนอกจากการรื้อถอนที่ยากแล้วเศษปูนก็เป็นปัญหาในการนำไปทิ้ง และยังมีปัญหาเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระหว่างการรื้อถอนด้วย

2.2 การเลือกชิ้นส่วนเสาเหล็กรูปพรรณ

ทางเลือกของเสาเหล็กซึ่งมีรูปร่างหลายแบบ ได้แก่ เหล็กตัวเอช ท่อเหล็กกลม ท่อเหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจตุรัส เหล็กแผ่นประกอบกันด้วยการเชื่อม เหล็กจากประกอบกัน 4 ตัวด้วยการเชื่อม ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ทางเลือกของรูปแบบเสาเหล็ก

ที่มา: Francis D.K. Ching และ Cassandra Adams, 2001

จากกรณีศึกษาผู้ประกอบการบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป 7 ราย ประกอบด้วย บริษัท เหล็กสยามยามาโตะ จำกัด บริษัท เอสซีจี-เซกิซุย เซลส์ จำกัด บริษัท แพลน คอนสตรัคชั่น แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด บริษัท เฟรช โพลี คอนสตรัคชั่น จำกัด บริษัท บ้านของพ่อ จำกัด บริษัท ไพรวะชี ดีไซน์ จำกัด และบ้านน็อคดาว์น พี.เค พบว่า ชนิด และขนาดของเสาเหล็กรูปพรรณที่ใช้มีดังต่อไปนี้



1. เหล็กตัวเอช ขนาด 100 x 100 x 6 x 8 มม.
2. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 4 x 4 นิ้ว หนา 2.5 มม.
3. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 3 x 3 นิ้ว หนา 2.8 มม.
4. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 3 x 1 ½ นิ้ว หนา 2.0 มม. จำนวน 2 ท่อน/เสา

นอกจากนี้การประมาณหน้าตัดเสาเหล็กกับความสามารถในการรองรับพื้นหรือหลังคาโดย Francis D.K. Ching และ Cassandra Adams ได้กล่าวไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประมาณหน้าตัดเสาเหล็ก

รูปหน้าตัด	ขนาด (นิ้ว)	ความสามารถในการรองรับพื้น/หลังคา (ตร.ม.)
ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	4 x 4	0,070
ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	6 x 6	0,223
เหล็กตัวเอช	6 x 6	0,070
เหล็กตัวเอช	8 x 8	0,279
เหล็กตัวเอช	10 x 10	0,418
เหล็กตัวเอช	12 x 12	0,557
เหล็กตัวเอช	14 x 14	1,115

ที่มา: Francis D.K. Ching และ Cassandra Adams, 2001

จะเห็นได้ว่า ขนาดความกว้างและความยาวของช่วงอาคารขนาดปกติคือ 4 x 4 เมตร หรือ 16 ตารางเมตร สามารถใช้เสาเหล็กขนาด 4 x 4 นิ้ว หรือ 100 x 100 มิลลิเมตร รองรับพื้นหรือหลังคาได้ 70 ตารางเมตร ซึ่งรองรับพื้นหรือหลังคาของบ้านพักอาศัยทั่วไป 16 ตารางเมตร ได้อย่างเพียงพอ และมากกว่าขนาดปกติ 4.375 เท่า นอกจากนี้ เสาเหล็กขนาด 4 x 4 นิ้ว ยังเป็นขนาดที่พอดีกับความหนาของผนังขนาด 10 เซนติเมตร และยังมีข้อสังเกตว่าท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเพียง 4 x 4 นิ้ว สามารถรองรับพื้นที่ได้เท่ากับเหล็กตัวเอช 6 x 6 นิ้ว ซึ่งมีราคาแตกต่างกันมาก ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาเสาเหล็กรูปพรรณขนาด 4 นิ้ว ซึ่งเพียงพอสำหรับบ้านพักอาศัย

จากสูตร ความเค้นอัด (compressive stress)

$$\sigma_c = P/A$$

σ_c = ความเค้นอัดที่เกิดขึ้นในเนื้อโลหะ (compression stress)

P = แรงอัด (compression)

A = พื้นที่หน้าตัดที่ตั้งฉากกับแนวของแรง (section area)

จากสูตรความเค้นอัด พบว่า แรงอัดแปรผันตามพื้นที่หน้าตัดที่ตั้งฉากกับแนวของแรง ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดของเสาเหล็กกับราคาชิ้นส่วนเหล็ก โดยศึกษารายการเหล็กสำหรับชิ้นส่วนเสาขนาด 100 มม. หรือ 4 นิ้ว

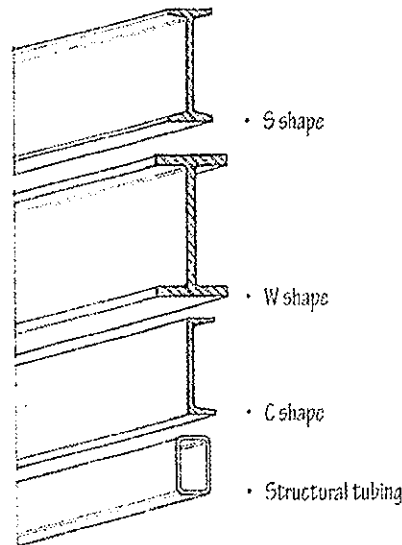
2.3 การเลือกชิ้นส่วนคานเหล็กรูปพรรณ

จากกรณีศึกษาผู้ประกอบการบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป 7 ราย พบว่า รูปร่างของเหล็กรูปพรรณที่ใช้สำหรับคาน ได้แก่

1. เหล็กตัวเอช 250 x 125 x 6 x 9 มม.
2. เหล็กตัวเอช 200 x 100 x 5.5 x 8 มม.

3. เหล็กตัวซี 200 x 75 x 25 x 3.2 มม.
4. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 x 6 นิ้ว
5. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า 3 x 1 ½ นิ้ว

Francis D.K. Ching และ Cassandra Adams กล่าวว่า รูปร่างเหล็กรูปพรรณที่สามารถนำมาเป็นคาน ได้แก่ เหล็กรูปตัวไอ เหล็กรูปตัวเอช เหล็กรูปตัวซี และเหล็กรูปกล่อง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ทางเลือกของรูปแบบคานเหล็ก

ที่มา: Francis D.K. Ching และ Cassandra Adams, 2001

การประมาณความลึกของคานรองเท่ากับความยาวช่วงพาดหาร 20 ส่วนการประมาณความลึกของคานหลักเท่ากับความยาวช่วงพาดหาร 15 ส่วนการประมาณความกว้างของคานรองและคานหลักเท่ากับ 1/3-1/2 ของความลึกและจากสูตรความเค้นดัดในคาน (Bending Stress in Beam) ที่เกิดขึ้นในเนื้อเหล็ก

$$\sigma = M/Z$$

σ = ความเค้นดัดสูงสุด (Max. bending stress)

M = โมเมนต์ดัดสูงสุด (Max. bending moment)

Z = โมดูลัสภาคตัด (Modulus of section)

ดังนั้นความแข็งแรงของคานที่นำมาวิเคราะห์ คือ โมดูลัสภาคตัด โดยการวิเคราะห์ชิ้นส่วนคานที่ช่วงพาด 4 เมตร เนื่องจากเป็นขนาดที่นิยมสำหรับบ้านพักอาศัย

2.4 ค่าใช้จ่ายในการทำโครงการก่อสร้าง

โดยทั่วไปแล้วค่าใช้จ่ายในการทำโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายทางตรง ค่าใช้จ่ายทางอ้อม ค่าเผื่อ และกำไร (สันติ ชินานุวัตรวิทย์, 2546)

1. ค่าใช้จ่ายทางตรง เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานโดยตรง เช่น ราคาวาสตุ ค่าแรงงานช่างฝีมือและกรรมกร เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงาน และผู้รับเหมาช่วงต่างๆ โดยทั่วไปแล้วค่าใช้จ่ายทางตรงมักมีอัตราส่วนสูงสุด

2. ค่าใช้จ่ายทางอ้อม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถคิดได้โดยตรงกับงานใดงานหนึ่งในโครงการโดยเฉพาะ ค่าใช้จ่ายทางอ้อมสามารถแบ่งย่อยได้ 2 ประเภท ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของสำนักงานใหญ่ เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าโทรศัพท์ ค่าโทรสาร ค่าสำเนาเอกสาร ค่าใช้จ่ายในส่วนที่เป็นเงินเดือนของบุคลากรในสำนักงานใหญ่ ค่าธรรมเนียมในการประกันภัยต่างๆ อีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ ค่าดำเนินการโครงการเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในโครงการ ได้แก่ เงินเดือนบุคลากรสนามที่ไม่ใช่ช่างหรือกรรมกร ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าโทรศัพท์ โทรสาร ค่าเอกสารและการทำสำเนาเอกสารในสำนักงานสนาม เครื่องมือ เครื่องจักรโดยทั่วไป เช่น รถบรรทุกคนงาน ค่าภาษี ค่าธรรมเนียมการประกันภัย เงินค่าประกันต่างๆ ค่าใช้จ่ายทางอ้อมมักสูงรองจากค่าใช้จ่ายทางตรง

3. ค่าเผื่อ มีสำรองไว้เพื่อความไม่แน่นอน ซึ่งอาจเกิดสิ่งที่ไม่ได้ประมาณการหรือคาดการณ์ไว้ เช่น การขึ้นราคาของวัสดุ การทำงานโดยวิธีพิเศษซึ่งมักมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

4. กำไร เป็นส่วนที่ผู้รับเหมาบวกเข้าไปกับค่าใช้จ่ายต่างๆ คิดเป็นสัดส่วน ขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้รับเหมา อย่างไรก็ตาม ถ้าตัวเลขสูงเกินไปก็อาจทำให้ผู้รับเหมาไม่สามารถประมูลงานได้ เนื่องจากต้องแข่งขันกับผู้รับเหมารายอื่นๆ ถ้าตัวเลขต่ำไปก็อาจเสี่ยงที่จะขาดทุนหรือไม่อยากทำงานเพราะไม่คุ้มค่าเหนื่อย

จากการศึกษาของ สันติ ชินานุวัตรวิงส์ (2546) พบว่าโดยทั่วไปแล้วมูลค่าของโครงการ มักมีสัดส่วนโดยประมาณดังนี้

ต้นทุนทางตรงร้อยละ 60-80

ต้นทุนทางอ้อมร้อยละ 12-20

ค่าเผื่อร้อยละ 3-7

กำไรร้อยละ 5-10

จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการทำโครงการก่อสร้างที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือต้นทุนทางตรง จากค่าวัสดุก่อสร้าง ถ้าหากสามารถลดค่าวัสดุโดยเฉพาะในส่วนของการสร้างเสาและคานงัดได้ก็จะช่วยลดต้นทุนค่าการก่อสร้างได้มาก

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป

การออกแบบโครงสร้างเหล็ก ถ้าได้ทราบถึงทางเลือกต่างๆ ตลอดจนรายละเอียดที่จำเป็นในการก่อสร้างจริง ก็จะทำให้แบบก่อสร้างมีความสมบูรณ์มากขึ้น ลดปัญหาในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่หน้างานและทำให้การตัดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดงบประมาณ โดยสามารถจำแนกวิธีการลดต้นทุนการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปได้ดังนี้

1. เลือกใช้ชนิด ขนาดเหล็กรูปพรรณที่มีอยู่ทั่วไป การออกแบบเลือกขนาดของเหล็กที่ใช้เป็นวัสดุโครงสร้าง ควรจะออกแบบเลือกขนาดมาตรฐาน (standard size and shape) ที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด เพราะถ้าออกแบบเลือกขนาดที่ไม่ใช่ขายในท้องตลาดแล้ว ก็จะทำให้ไม่สามารถหาซื้อวัสดุมาดำเนินการก่อสร้างได้ วิธีขนส่งวัสดุก่อสร้างมายังสถานที่ก่อสร้างก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงว่าจะทำได้สะดวกมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสะดวกในการก่อสร้างด้วย เช่น หากออกแบบจุดเชื่อมต่อเหมือนกันก็จะทำให้การดำเนินการก่อสร้างทำได้สะดวกขึ้น (สุทธิพล วิวัฒน์ที่ปะและคณะ, 2540) ได้กล่าวถึง หลักการและข้อคำนึงในการออกแบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปไว้ว่า การใช้ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีมาตรฐาน และหาได้ทั่วไป เพื่อเป็นการลดต้นทุน และลดวัสดุที่ต้อง Stock ไว้ ดังนั้นถ้าใช้เหล็กรูปพรรณที่มีจำหน่ายทั่วไปจะทำให้ลดต้นทุนการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปได้

2. เลือกใช้เหล็กรูปพรรณ และวัสดุอื่นๆ ที่มีน้ำหนักเบา การเลือกใช้วัสดุที่เป็นองค์ประกอบหลักของโครงสร้างอาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้น้ำหนักบรรทุกคงที่และราคาค่าก่อสร้างแตกต่างกัน (พลสนธิ์ พุกะทรัพย์, 2543) เนื่องจากราคาเหล็กรูปพรรณจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของชิ้นส่วนนั้นๆ ด้วย การเลือกใช้หน้าตัดเหล็กรูปพรรณที่มีน้ำหนักเบาทำให้ลดต้นทุนลงไปได้

3. การออกแบบให้ชั้นส่วนมีขนาดเล็กที่สุด การออกแบบที่ดันทันจำเป็นต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างด้วย ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นๆ โดยปกติแล้วควรจะออกแบบเลือกขนาดชั้นส่วนที่เล็กที่สุด (lightest section) แต่ในกรณีที่โครงสร้างนั้นประกอบขึ้นด้วยชั้นส่วนย่อยๆ หลายชั้น การออกแบบให้ชั้นส่วนโครงสร้างย่อยๆ เหล่านั้นมีขนาดเดียวกันอาจประหยัดกว่าการออกแบบให้แต่ละชั้นส่วนย่อยให้มีขนาดเล็กที่สุด

3. วิธีการวิจัย เครื่องมือการวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากอินเทอร์เน็ต เอกสาร หนังสือ บทความ รายงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปโครงสร้างเหล็ก เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้าง
3. ศึกษาชนิด ขนาด ความหนา และคุณสมบัติต่างๆ ของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ
4. ศึกษาวิธีการลดต้นทุนการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป
5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างตารางเปรียบเทียบราคาเหล็กโครงสร้างรูปพรรณสำหรับชั้นส่วนเสา - คาน
6. สรุปผล

3.2 ตัวอย่างที่ศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ผู้ผลิตและจำหน่ายเหล็กรูปพรรณ ที่มีอยู่ในประเทศไทย เพื่อหาชนิด ขนาดหน้าตัด ความยาว และคุณสมบัติของเหล็กรูปพรรณที่มีจำหน่ายทั่วไป ได้แก่ บริษัท เหล็กสยามยามาโตะ จำกัด บมจ.ค้าเหล็กไทย จำกัด (มหาชน) บริษัท แปซิฟิกไพพ์ จำกัด บริษัท สหไทยสตีลไพพ์ จำกัด (มหาชน) บริษัท สยามเมททอล โปรดักส์
2. แหล่งข้อมูลทางด้านราคากลางเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ได้แก่ บริษัท วีอาร์สตีล จำกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า
3. ผู้ประกอบการบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป จำนวน 7 ราย ได้แก่ บริษัทเหล็กสยามยามาโตะ จำกัด บริษัท เอสซีจี-เชกซูย เซลล์ จำกัด บริษัท แพลน คอนสตรัคชั่น แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด บริษัท เฟรช โพลี คอนสตรัคชั่น จำกัด บริษัท บ้านของพ่อ จำกัด บริษัท ไพรวechs ดีไซน์ จำกัด และบ้านน็อคดาวน์ พี.เค

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้นที่ศึกษา คือ ชั้นส่วนโครงสร้างเสาและคานที่มีรูปแบบและขนาดแตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ ความแข็งแรงของโครงสร้าง โดยดูจากพื้นที่หน้าตัดเหล็กสำหรับชั้นส่วนเสา และค่าโมดูลัสภาคตัดสำหรับชั้นส่วนคาน รวมทั้งราคาวัสดุของชั้นส่วนโครงสร้างเสาและคาน

3.4 เครื่องมือและวิธีการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. การสังเกต ถ่ายภาพ จดบันทึก ทั้งจากโครงการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปและร้านค้าที่จำหน่ายเหล็กรูปพรรณ เพื่อศึกษาชนิดและขนาดของเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้าง
2. การสอบถามหรือการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป และผู้จำหน่ายเหล็กรูปพรรณ โดยการนัดพบโดยตรง และการสอบถามทางโทรศัพท์
3. หนังสือ เอกสาร และคู่มือการติดตั้งวัสดุก่อสร้างต่างๆ
4. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับขอข้อมูลราคาวัสดุก่อสร้าง
5. เครื่องคำนวณ

3.5 วิธีการวิเคราะห์

1. นำข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้มาทำการจัดเก็บและเรียบเรียงโดยใช้ตารางและกราฟในการแสดงผล ซึ่งเรียงลำดับข้อมูลตามราคาของชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณสำหรับชิ้นส่วนเสา - คานแบบต่างๆ จากนั้นน้อยไปมาก

2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างตารางและกราฟเปรียบเทียบคุณสมบัติในส่วนของพื้นที่หน้าตัดสำหรับชิ้นส่วนเสา ค่าโมดูลัสภาคตัดสำหรับชิ้นส่วนคาน ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ความแตกต่างของราคา และช่วงของราคา

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาชิ้นส่วนเสาเหล็กรูปพรรณ

จากทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กรณีศึกษา การสำรวจชนิด ขนาด และราคาเหล็กที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป พบว่าชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับทำเสาเหล็ก ขนาด 100 x 100 มม. สามารถเลือกใช้เหล็กรูปพรรณแบบต่างๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เหล็กรูปพรรณแบบต่างๆ สำหรับชิ้นส่วนเสา

ชนิด	ขนาด (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	ราคา (บ./ท่อน)
1. เหล็กฉาก	50 x 50 หน้า 3 มม. x 4	11.84	1,368
2. ท่อเหล็กกลม	100 หน้า 3.0 มม.	10.49	1,461
3. ท่อเหล็กกลม	100 หน้า 3.2 มม.	11.17	1,560
4. เหล็กฉาก	100 x 100 หน้า 7 มม.	13.62	1,624
5. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	100 x 100 หน้า 3.2 มม.	12.13	1,693
6. เหล็กฉาก	50 x 50 หน้า 4 มม. X 4	15.57	1,764
7. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า	100 x 50 หน้า 2.3 มม. X 2	13.10	1,828
8. ท่อเหล็กกลม	100 หน้า 4.0 มม.	13.86	1,966
9. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	50 x 50 หน้า 2.0 มม. X 4	14.96	2,084
10. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	100 x 100 หน้า 4.0 มม.	14.95	2,117
11. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า	100 x 50 หน้า 2.8 มม. X 2	15.76	2,202
12. ท่อเหล็กกลม	100 หน้า 4.5 มม.	15.52	2,208
13. เหล็กฉาก	100 x 100 หน้า 10 มม.	19.00	2,218
14. เหล็กฉาก	50 x 50 หน้า 5 มม. X 4	19.21	2,336
15. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	50 x 50 หน้า 2.3 มม. X 4	17.00	2,376
16. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า	100 x 50 หน้า 3.2 มม. X 2	17.86	2,494
17. เหล็กฉาก	50 x 50 หน้า 6 มม. X 4	22.58	2,576
18. เหล็กฉาก	100 x 100 หน้า 12 มม.	22.70	2,624
19. เหล็กตัวเอช	100 x 100 x 6 x 8	21.90	2,952
20. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	50 x 50 หน้า 3.2 มม. X 4	22.92	3,200

4.2 ผลการศึกษาชิ้นส่วนคานเหล็กรูปพรรณ

จากการศึกษาชนิดและขนาดเหล็กที่เหมาะสมสำหรับทำคานเหล็กรูปพรรณ พบว่า คานเหล็กที่ขนาดความลึก 200 มม. ที่มีราคาต่ำที่สุด คือ เหล็กตัวซี ขนาด 200 x 75 x 25 x 3.2 มม. ราคา 1,651 บาท/ท่อน รองลงมา คือ เหล็กตัวซี ขนาด 200 x 75 x 25 x 4.0 มม. และ เหล็กตัวซี ขนาด 200 x 75 x 25 x 4.5 มม. ตามลำดับ ส่วนคานเหล็กที่มีราคาแพงที่สุด คือ ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 200 x 100 มม. หน้า 6 มม. ราคา 5,272 บาท/ท่อน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคานเหล็ก ขนาดความลึก 200 มม.

ชนิด	ขนาด (มม.)	โมดูลัสภาคตัด (ลบ.ซม.)	ราคา (บ./ท่อน)
1. เหล็กตัวซี	200 x 75 x 25 x 3.2	73.60	1,651
2. เหล็กตัวซี	200 x 75 x 25 x 4.0	89.50	2,103
3. เหล็กตัวซี	200 x 75 x 25 x 4.5	99.00	2,354
4. เหล็กตัวเอช	200 x 100 x 5.5 x 8	184.00	3,655
5. เหล็กรางน้ำ	200 x 80 x 7.5 x 11	195.00	3,901
6. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า	200 x 100 หน้า 4.5	132.79	3,951
7. เหล็กตัวไอ	200 x 100 x 7 x 10	217.00	4,543
8. เหล็กรางน้ำ	200 x 90 x 8 x 13.5	249.00	4,841
9. ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า	200 x 100 หน้า 6	169.66	5,272

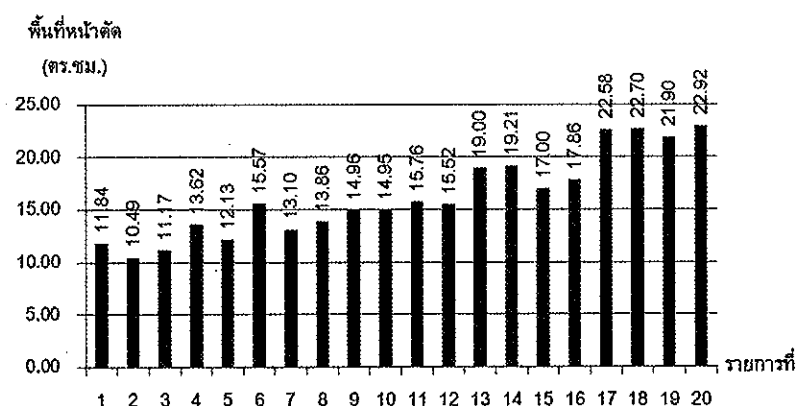
ที่มา : บริษัท วีอาร์สตีล จำกัด และ บริษัท คำเหล็กไทย จำกัด (มหาชน), 2554

ราคาคานเหล็กรูปพรรณ ขนาด 200 มม. สำหรับช่วงพาด 4 เมตร มีค่าโมดูลัสภาคตัดตั้งแต่ 73.6-169.66 ลบ.ซม. และมีราคาตั้งแต่ 1,651-5,272 บาท/ท่อน หรือราคามีความแตกต่างกันมากถึง 3,621 บาท/ท่อน ราคาสูงสุด คิดเป็น 3.19 เท่าของราคาต่ำที่สุด

5. การอภิปรายผล การวิจารณ์และสรุป ข้อเสนอแนะ

5.1 การวิเคราะห์ชิ้นส่วนเสา

จากความแข็งแรงของเสาเหล็กขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดเหล็ก ความสูงของเสา และรัศมีไจเรชั่น เมื่อกำหนดให้ความสูงของเสาเท่ากัน งานวิจัยนี้จึงได้เลือกทำการวิเคราะห์พื้นที่หน้าตัดเนื่องจากสามารถเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน



รูปที่ 3 กราฟแสดงขนาดพื้นที่หน้าตัดเรียงลำดับตามราคา

จากรูปที่ 3 พบว่า จะมีบางช่วงที่น่าสนใจ คือ ราคาเหล็กรูปพรรณมีราคาสูงขึ้น แต่มีพื้นที่หน้าตัดลดลง ซึ่งถ้าเลือกใช้ให้เหมาะสมก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ ดังเช่นรายการดังต่อไปนี้

รายการที่ 1 (เหล็กฉาก ขนาด 50 x 50 มม.หนา 3 มม. จำนวน 4 ชั้น) มีพื้นที่หน้าตัด 11.84 ตร.ซม. ราคา 1,368 บาท/ท่อน กับรายการที่ 2 (ท่อเหล็กกลม 100 มม. หนา 3.0 มม.) มีพื้นที่หน้าตัด 10.49 ตร.ซม. ราคา 1,461 บาท/ท่อน ดังนั้นจึงควรเลือกใช้รายการที่ 1 เนื่องจากราคาน้อยกว่า 93 บาท/ท่อน และได้พื้นที่หน้าตัดมากกว่า 1.35 ตร.ซม.

รายการที่ 4 (เหล็กฉาก ขนาด 100 x 100 มม. หนา 7 มม.) มีพื้นที่หน้าตัด 13.62 ตร.ซม. ราคา 1,624 บาท/ท่อน กับรายการที่ 5 (ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 100 x 100 มม. หนา 3.2 มม.) มีพื้นที่หน้าตัด 12.13 ตร.ซม. ราคา 1,693 บาท/ท่อน ดังนั้นจึงควรเลือกใช้รายการที่ 4 เนื่องจากราคาน้อยกว่า 69 บาท/ท่อน และได้พื้นที่หน้าตัดมากกว่า 1.49 ตร.ซม.

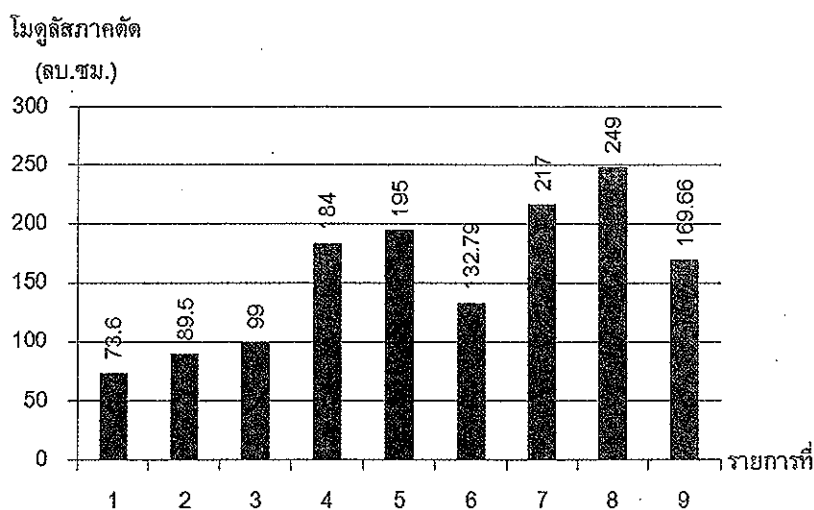
รายการที่ 6 (เหล็กฉาก ขนาด 50 x 50 มม.หนา 4 มม. จำนวน 4 ชั้น) มีพื้นที่หน้าตัด 15.57 ตร.ซม. ราคา 1,764 บาท/ท่อน กับรายการที่ 7 (ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 100 x 50 มม. หนา 2.3 มม. จำนวน 2 ชั้น) มีพื้นที่หน้าตัด 13.10 ตร.ซม. ราคา 1,828 บาท/ท่อน ดังนั้นจึงควรเลือกใช้รายการที่ 6 เนื่องจากราคาน้อยกว่า 64 บาท/ท่อน และได้พื้นที่หน้าตัดมากกว่า 2.47 ตร.ซม.

รายการที่ 14 (เหล็กฉาก ขนาด 50 x 50 มม. หนา 5 มม. จำนวน 4 ชั้น) มีพื้นที่หน้าตัด 19.21 ตร.ซม. ราคา 2,336 บาท/ท่อน กับรายการที่ 15 (ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 50 x 50 มม. หนา 2.3 มม. จำนวน 4 ชั้น) มีพื้นที่หน้าตัด 17.00 ตร.ซม. ราคา 2,376 บาท/ท่อน ดังนั้นจึงควรเลือกใช้รายการที่ 14 เนื่องจากราคาน้อยกว่า 40 บาท/ท่อน และได้พื้นที่หน้าตัดมากกว่า 2.21 ตร.ซม.

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าราคาเพิ่มสูงขึ้น แต่พื้นที่หน้าตัดและน้ำหนักน้อยลงเป็นบางช่วง แสดงว่าน้ำหนักของเหล็กไม่ได้แปรผันกับราคาโดยตรงทีเดียว เป็นเพียงแนวโน้มเท่านั้น ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่มีผลต่อราคาเหล็กรูปพรรณ

นอกจากนี้เหล็กที่มีขนาดเล็กนำมาประกอบกันไม่ได้ทำให้ราคาลดลงเสมอไป ในทางตรงกันข้ามกลับทำให้ราคาสูงมากขึ้น เช่น เหล็กท่อกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 50 x 50 มม. หนา 3.2 มม. ประกอบกันจำนวน 4 ชั้น ซึ่งมีราคาสูงมากที่สุด

5.2 การวิเคราะห์ชิ้นส่วนคาน



รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าโมดูลัสภาคตัดเรียงลำดับตามราคา

รายการชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณของบ้านเหล็กสยามยามาโตะ โดยบริษัทเหล็กสยามยามาโตะ จำกัด แสดงไว้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายการชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณของบ้านเหล็กสยามยามาโตะ

รายการ		จำนวน (ม.)	ราคา (บ./ม.)	ราคา (บ.)
คานช่วงพาด 4 ม.	H 250 x 125 x 6 x 9	32.0	846.50	27,088.00
คานช่วงพาด 3.5 ม.	H 250 x 125 x 6 x 9	24.5	846.50	20,739.25
คานช่วงพาด 2.5 ม.	H 150 x 75 x 5 x 7	2.5	400.33	1,000.83
คานช่วงพาด 2.5 ม.	H 200 x 100 x 5.5 x 8	47.5	609.17	28,935.58
เสา สูง 3.55 ม.	H 100 x 100 x 6 x 8	78.1	492.00	38,425.20
รวม				116,188.86

รายการชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณที่แนะนำจากการวิจัยแสดงไว้ดังตารางที่ 5

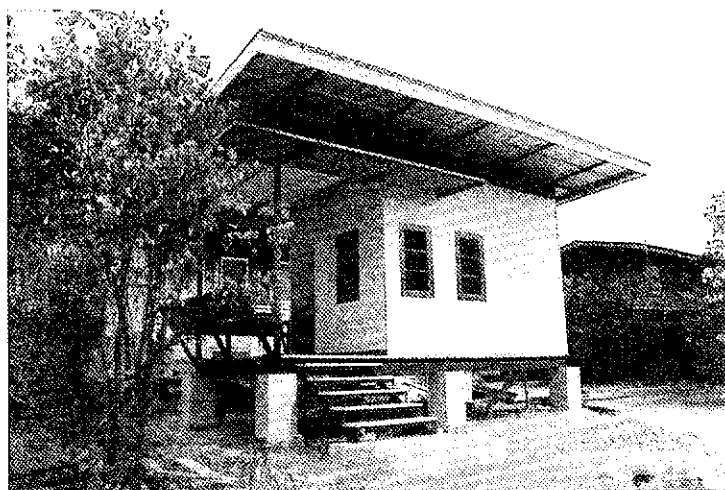
ตารางที่ 5 รายการชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณที่แนะนำจากการวิจัย

รายการ		จำนวน (ม.)	ราคา (บ./ม.)	ราคา (บ.)
คานช่วงพาด 4 ม.	C 200 x 75 x 25 x 3.2	32.0	275.17	8,805.44
คานช่วงพาด 3.5 ม.	C 200 x 75 x 25 x 3.2	24.5	275.17	6,741.67
คานช่วงพาด 2.5 ม.	C 125 x 50 x 20 x 2.3	2.5	128.00	320.00
คานช่วงพาด 2.5 ม.	C 125 x 50 x 20 x 2.3	47.5	128.00	6,080.00
เสา สูง 3.55 ม.	[จ] 100 x 100 หน้า 3.2 มม.	78.1	282.17	22,037.48
รวม				43,984.59

ราคารวมทั้งหมดสำหรับงานโครงสร้างโดยบริษัท สยามยามาโตะ จำกัด คือ 116,188.86 บาท/หลัง หรือคิดเป็น 801.30 บาท/ตร.ม. เปรียบเทียบกับชิ้นส่วนที่แนะนำจากการวิจัย มีราคารวมทั้งหมด 43,984.59 บาท/หลัง หรือ 303.34 บาท/ตร.ม. ซึ่งสามารถลดต้นทุนลงไปได้ จำนวน 72,204.27 บาท/หลัง หรือลดลงร้อยละ 62.14

5.4 ตัวอย่างบ้านสำเร็จรูปจากการวิจัย

บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัย ใช้คนงาน 2 คน ระยะเวลาก่อสร้าง 41 วัน ซึ่งต้นทุนหรือค่าวัสดุและค่าแรงงานรวมกัน ราคา 125,120.50 บาท หรือ 6,951.14 บาท/ตร.ม. เมื่อคิดค่าดำเนินการ 15 เปอร์เซ็นต์ ค่าเผื่อ 5 เปอร์เซ็นต์ และกำไร 10 เปอร์เซ็นต์ จะได้ราคาขายบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัย ราคา 9,036 บาท/ตร.ม.



รูปที่ 6 ตัวอย่างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัย, ที่มา: ผู้วิจัย, 2554

ราคาขายบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปที่มีราคาแพงที่สุด คือ แพลน คอนสตรัคชั่น แอนด์ แมเนจเม้นท์ ราคา 25,000 บาท/ตารางเมตร บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัยสามารถลดราคาลง 18,048.86 บาท/ตารางเมตร หรือ ลดลงร้อยละ 72.20

ผู้ประกอบการบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปที่มีราคาน้อยที่สุด คือ บริษัท ไพรวเอชี ดีไซน์ จำกัด ราคา 9,500 บาท/ตารางเมตร บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัยสามารถลดราคาลง 500 บาท/ตารางเมตร หรือลดลงร้อยละ 5.26 ซึ่งบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัยใช้ระยะเวลาก่อสร้างเพียง 41 วัน แต่บริษัท ไพรวเอชี ดีไซน์ จำกัด ใช้ระยะเวลา ก่อสร้างนานถึง 120-150 วัน นอกจากนี้บ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัยยังใช้วัสดุที่มีคุณภาพดีกว่า ดังนั้นบ้าน โครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปจากการวิจัยสามารถลดราคาลงได้จริง

5.5 สรุปผลการวิจัยและการเสนอแนะ

1. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณสำหรับชิ้นส่วนเสานาด 100 x 100 มม. ได้แก่ เหล็กฉาก ท่อเหล็กกลม ท่อเหล็กวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ท่อเหล็กวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และเหล็กตัวเอช มีราคาตั้งแต่ 1,368-3,200 บาท/ท่อน (6 เมตร) หรือ ราคาสูงสุดคิดเป็น 2.3 เท่าของราคาต่ำสุด
2. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณสำหรับชิ้นส่วนคาน ขนาด 200 มม. สำหรับช่วงพาด 4 เมตร ได้แก่ เหล็กตัวซี เหล็กตัวเอช เหล็กวงน้ำ ท่อเหล็กวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และเหล็กตัวไอ มีราคาตั้งแต่ 1,651 – 5,272 บาท/ท่อน (6 เมตร) หรือราคาสูงสุดคิดเป็น 3.2 เท่าของราคาต่ำสุด
3. การประกอบหน้าตัดเหล็ก โดยใช้เหล็กขนาดเล็กมารวมกันไม่ได้ทำให้ราคาลดลงกว่าเหล็กหน้าตัดใหญ่ ตัวเดียวเสมอไป แต่ในทางตรงกันข้ามอาจทำให้ราคาสูงมากเกินไป
4. ทางเลือกในการออกแบบโครงสร้างเหล็กมีมาก ทำให้ค่าก่อสร้างแตกต่างกัน ควรใช้เหล็กรูปพรรณที่มี น้ำหนักเบา สามารถเคลือบผิวป้องกันสนิมได้ทั่วทั้งชิ้นส่วน และราคาน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบขนาดและความหนาที่เท่ากัน เช่น การใช้เหล็กตัวซีแทนท่อเหล็กวงสี่เหลี่ยมผืนผ้าสำหรับคานและดง
5. การก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปขนาดเพิ่มมากขึ้นหรือจำนวนหลายหน่วย สามารถลดราคาค่า ก่อสร้างเฉลี่ย (บาท/ตารางเมตร) ลงได้อีก แต่ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณและระยะเวลาในการวิจัย ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถ ตรวจสอบราคาค่าก่อสร้างที่ลดลงจากการผลิตหรือก่อสร้างที่เพิ่มมากขึ้นได้
6. ถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการจักร และแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป ในระบบอุตสาหกรรม จะทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างลดลงได้อีก

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ, 2553. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ราคาวัสดุก่อสร้าง ปีงบประมาณ 2553. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2553, จาก <http://design.obec.go.th/Price53/price HW53.html>.
- กิตติพงศ์ พลจันทร์ และทัต สัจจะวาที. 2548. ก่อสร้างอาคาร บรรยายพร้อมภาพ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2550. โครงการศึกษาวิจัยและออกแบบอาคารชุดพักอาศัยในระบบการผลิตเชิงอุตสาหกรรมและชิ้นส่วนสำเร็จรูป. การเคหะแห่งชาติ.
- เจริญพัฒน์ ภูวนันท์ และอำนาจ รัตนบัญญัติ. 2541. ศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นในการนำระบบก่อสร้าง 2 x 4 ของแคนาดามาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ อี. ที. พับลิชชิ่ง.
- เจริญพัฒน์ ภูวนันท์. 2542. การก่อสร้างด้วยเหล็ก. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ อี. ที. พับลิชชิ่ง.
- เจริญพัฒน์ ภูวนันท์. 2543. การก่อสร้างด้วยเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ อี. ที. พับลิชชิ่ง.
- เจริญพัฒน์ ภูวนันท์. มหาวิทยาลัย. 2547. อุตสาหกรรมเหล็กกับการก่อสร้างบ้านในอนาคต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.
- จรินทร์ เทศวานิช, เอกพล หนูศรี และอรรถิพย์ ราษฎร์นิยม. 2538. การศึกษาศักยภาพ โอกาสและข้อจำกัดเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมถลุงเหล็กในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ถาวร วีระเวทยาน. 2548. การออกแบบโครงสร้างเหล็ก. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์.
- ทักษิณ เทพชาติ. 2541. พฤติกรรมและการออกแบบโครงสร้างเหล็ก (ASD, PD, LRFD). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรภัทร ด่านธีระภากุล. 2551. มาตรการส่งเสริมและกำกับดูแลให้มีอาคารสูงตามแนวทางของ green building เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บริษัท คำเหล็กไทย จำกัด (มหาชน). คู่มือเหล็ก. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง. ม.ป.ป.
- บริษัท วีอาร์สตีล จำกัด. 2554. ราคาากลางประจำวันวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2554 [แฟ้มข้อมูล]. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- บริษัท เอทีที คอนซัลแตนท์ จำกัด. 2552. รายงานผลการศึกษามัธยมศึกษา โครงการศึกษาวิจัยออกแบบ อาคารพักอาศัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: การเคหะแห่งชาติ.
- บริษัท โฮมบายเออร์โกด์ จำกัด. 2548. บ้านสำเร็จรูป. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2548, จาก <http://topicstock.pantip.com/home/topicstock/R3372033/R3372033.html>.
- ประสิทธิ์ เวียงแก้ว และฉัตรชัย รังสิลาภรณ์. 2554. คู่มืองานเหล็ก: Steel Quick Reference. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- มนัส อนุศิริ. 2542. การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2540. การสัมมนาและนิทรรศการทางวิชาการ เรื่อง การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2551. มาตรฐานการออกแบบอาคารเหล็กกรุปรพรรณโดยวิธีตัวคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุก. กรุงเทพฯ: บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.
- วิสูตร จิระดำเกิง. 2548. การบริหารงานก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: วรณกวี.
- วิสูตร จิระดำเกิง. 2549. การบริหารต้นทุนงานก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: วรณกวี.
- วิสูตร จิระดำเกิง. 2548. ข้อมูลต้นทุนงานก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: วรณกวี.
- วีระพงษ์ ศรีนวกุล และธนพร ศรีนวกุล. 2550. บริหารโครงการก่อสร้างและวิธีการ. กรุงเทพฯ: บริษัท ดาต้า ไทยคอนสตรัคชั่น จำกัด.
- สมน ศิริวิรพิกษ์. 2548. แนวทางการปรับปรุงมาตรฐานทางกายภาพและการบริหารจัดการโครงการบ้านเอื้ออาทร: ประเภทบ้านเดี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.