บทที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลที่ได้ศึกษาจากรายละเอียดโครงการ เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ทางด้านขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง แรงงานเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ เป็นการนำข้อมูลต่างๆที่ได้จากการก่อสร้างจริงของโครงการยูเซ็นเตอร์ที่เป็นการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณระบบเสาและคาน แล้วนำมาวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆ และเปรียบเทียบกับรายละเอียดในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จำลองขึ้นมา จากแผนงานก่อสร้างเดิมและที่ได้จากการประมาณโดยผู้ที่รับผิดชอบเรื่องการวางแผนงานการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นเรื่องต่างๆได้ดังนี้

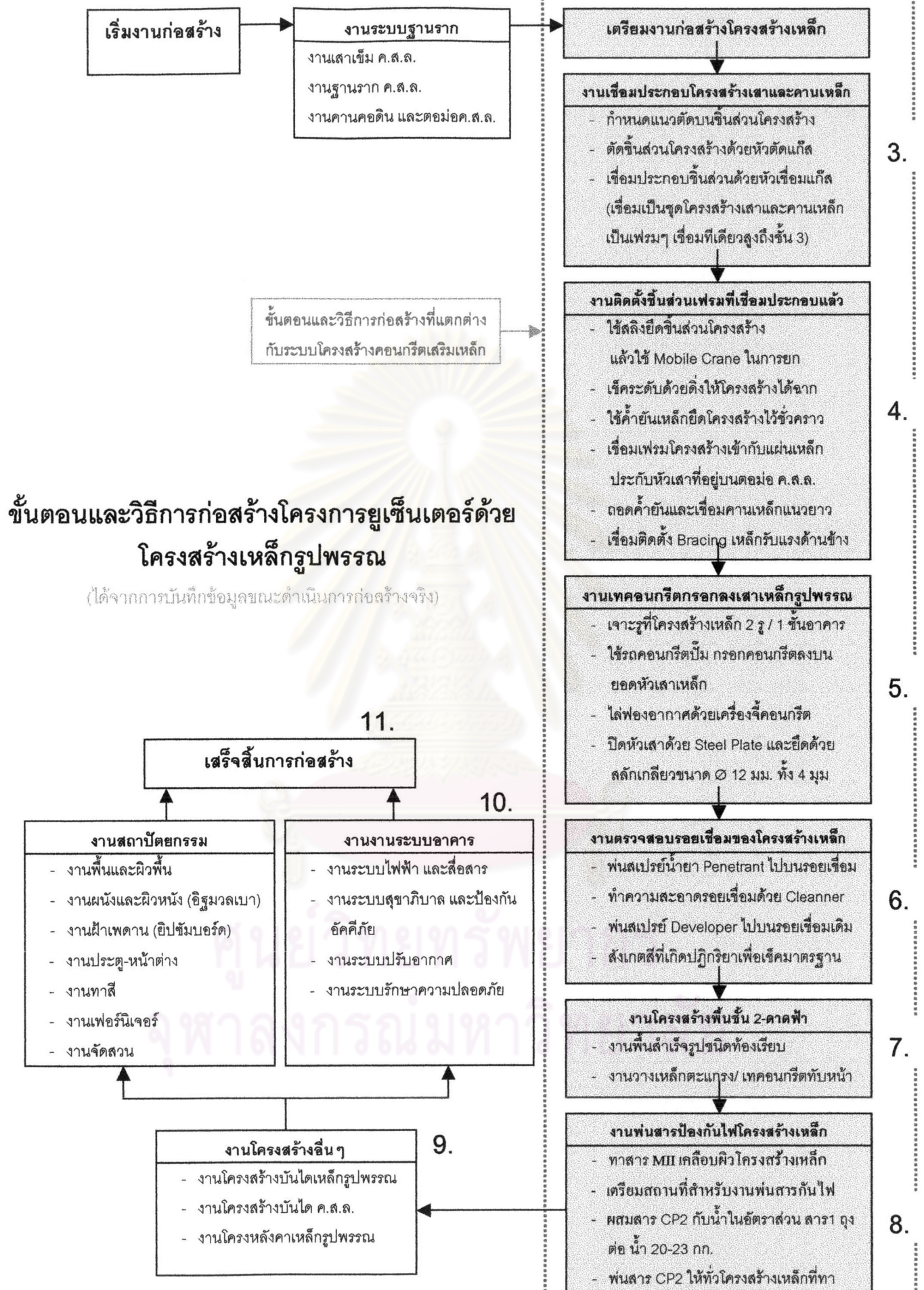
1. การวิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง

จากผลการศึกษาด้านขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างอาคารหอพัก ขนาด 3 ชั้น ที่ใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์ มีขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆในการก่อสร้างแตกต่างกับการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้กันอยู่ทั่วๆไป ตั้งแต่งานเตรียมการก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบ งานที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะต้องให้ความสำคัญในเรื่องของการเตรียมพื้นที่สำหรับกองวัสดุให้ถูกตำแหน่ง เพื่อสะดวกในการนำออกมาใช้เชื่อมประกอบของชิ้นส่วนโครงสร้าง ส่วนงานที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปจะมีความยืดหยุ่นกว่า นอกจากนั้นส่วนที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อราคาค่าก่อสร้างและระยะเวลาในการก่อสร้างของโครงการยูเซ็นเตอร์ คืองานในส่วนของโครงสร้างเสาและคานของชั้น 2 ถึงชั้นดาดฟ้า

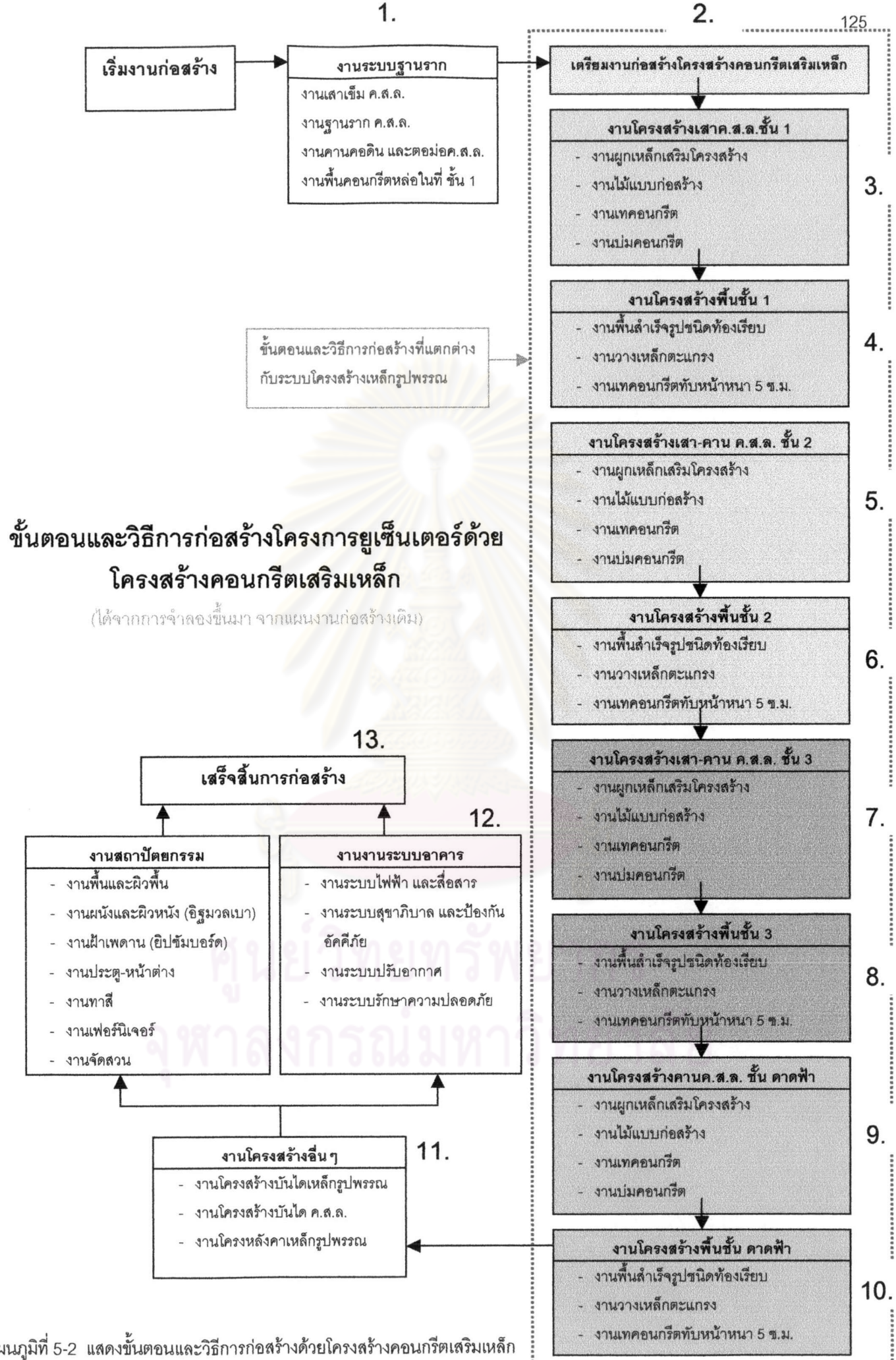
จากการศึกษาพบว่างานที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ในส่วนงานก่อสร้างโครงสร้างเสาและคานของชั้น 2 – ดาดฟ้า จะมีการทำงานจำกัดในเรื่องของชิ้นส่วนวัสดุ เหล็กรูปพรรณแต่ละชิ้นจะนำมาใช้ได้เฉพาะในส่วนที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเท่านั้น ซึ่งแตกต่างกับงานที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะมีความยืดหยุ่นในการก่อสร้างมากกว่า สามารถนำคอนกรีตในส่วนโครงสร้างที่ต่างกันมาใช้แทนกันได้ และในเรื่องของแรงงานและอุปกรณ์ก่อสร้าง งานที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในการทำงานเชื่อมมาใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งแรงงานเชื่อมในปัจจุบันก็มีจำนวนน้อยกว่าช่างปูนอยู่มาก ส่วนงานที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในเรื่องของแรงงานและอุปกรณ์ต่างๆ ก็ค่อนข้างจะหาได้ง่ายกว่างานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

(ได้จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้างจริง)

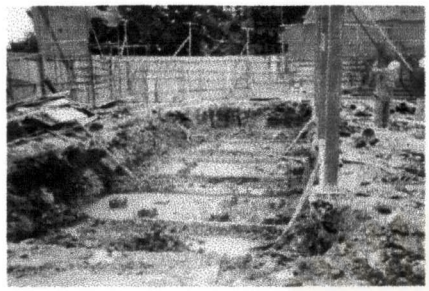
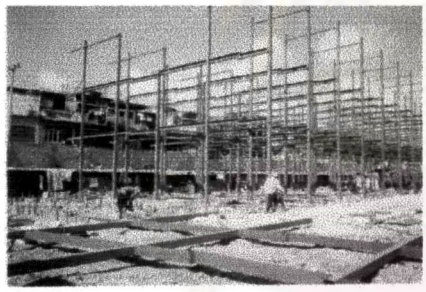
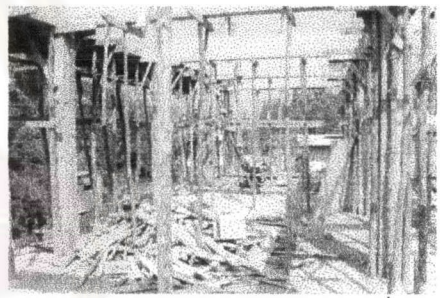


แผนภูมิที่ 5-1 แสดงขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ



แผนภูมิที่ 5-2 แสดงขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

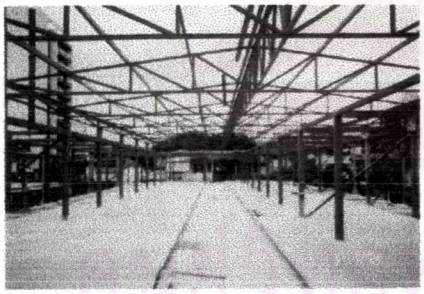
ตารางที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนและการก่อสร้างอาคารระหว่างโครงสร้างเหล็กรูปพรรณกับโครงสร้างค.ส.ล.

ลำดับรายการ	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (จากการก่อสร้างจริง)	โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (จำลองขึ้นจากแผนงานก่อสร้างเดิม)
1. งานระบบฐานราก	 ในเรื่องของงานระบบฐานรากของอาคารยูเซ็นเตอร์ เป็นการก่อสร้างที่เหมือนกับอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป ที่ใช้เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ฐานรากค.ส.ล ตอม่อ และคานคอดินค.ส.ล. ที่ต้องมีการผูกเหล็กเสริมโครงสร้าง งานไม้แบบ งานเทคอนกรีต งานบ่มคอนกรีต และงานถอดไม้แบบ ซึ่งทั้งหมดนี้ก็ยังคงเลือกใช้ระบบฐานรากที่เป็นแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะการจะนำเหล็กรูปพรรณมาใช้กับระบบฐานรากจะทำให้ราคาค่าก่อสร้างจะสูงขึ้นไปมากอีกด้วย	การก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ก็ยังคงใช้วิธีการหล่อคอนกรีตและเสริมเหล็กโครงสร้างไว้ภายใน ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้กับการก่อสร้างอาคารทั่วๆไปมานานมากแล้ว ที่จะต้องเสียเวลาในการการผูกเหล็กเสริมโครงสร้าง ทำไม้แบบปิดรอบ เทคอนกรีตกรอกจนเต็ม ไล่ฟองอากาศภายในคอนกรีต และต้องรอระยะเวลาบ่มคอนกรีตให้แข็งแรง ถึงจะถอดแบบหล่อโครงสร้างนั้นออกได้
2. งานโครงสร้างเสาและคาน	 โครงสร้างเสาและคานของโครงการยูเซ็นเตอร์จะเป็นการใช้เหล็กรูปพรรณ มาเชื่อมประกอบเป็นเฟรมโครงสร้างทีละชิ้น (ชิ้นเดียวสูง 3 ชั้น เท่าความสูงอาคาร) มีทั้งหมดประมาณ 72 ชิ้น แล้วทำการยกขึ้นติดตั้งบนแผ่นเหล็กประกับหัวเสา ที่ยึดติดอยู่กับตอม่อค.ส.ล. โดยจะใช้ Mobile Crane ในการยกเฟรมแต่ละชิ้น โดยแต่ละชิ้นใช้ระยะเวลาในการติดตั้งเพียง 1 ชม.เท่านั้น และใช้คนงานเพียง 6 คนในการทำงานต่อชิ้น ซึ่งเป็นการทำงานที่รวดเร็วกว่าการก่อสร้างเสาและคานด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมาก - 1 ชิ้นเฟรมโครงสร้างใช้เวลาติดตั้ง ≈ 1 ชั่วโมง - 1 ชิ้นเฟรมโครงสร้างใช้คนงาน ≈ 6 คน	 ในการก่อสร้างเสาและคานของอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จำเป็นต้องใช้ไม้แบบและไม้ค้ำยันจำนวนมาก เพื่อมาเป็นแบบในการหล่อโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งไม้แบบเหล่านี้จะต้องสูญเสียสิ้นเปลืองไปอย่างมากเมื่อเสร็จสิ้นการก่อสร้างอาคาร ต้องใช้แรงงานจำนวนมากกว่าการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก เพื่อที่จะมาใช้ในการทำแบบหล่อและการเทคอนกรีต สำหรับการถอดแบบหล่อโครงสร้างเสาและคานออกนั้น จะต้องใช้เวลาในการให้คอนกรีตแข็งตัวนานหลายวัน โดยถ้าเป็นการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ที่ไม่ได้ผสมสารเร่งการแข็งตัวจะต้องใช้ระยะเวลาดังนี้ - แบบด้านข้างของคานและเสา ≈ 2 วัน - แบบค้ำยันใต้ท้องคาน ≈ 14 วัน

หมายเหตุ : ภาพตัวอย่างในโครงสร้างเหล็กรูปพรรณเป็นภาพจากสถานที่ก่อสร้างจริงของโครงการยูเซ็นเตอร์

: ภาพตัวอย่างในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นภาพจากตัวอย่างงานก่อสร้างทั่วไป ที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

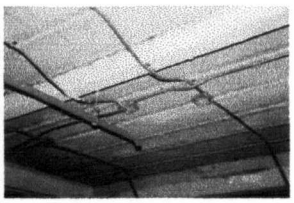
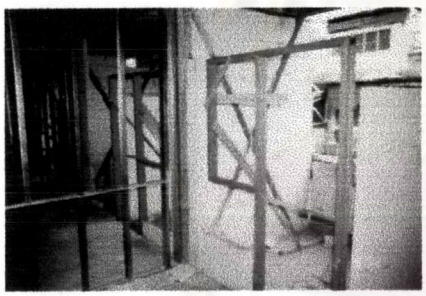
ตารางที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนและการก่อสร้างอาคารระหว่างโครงสร้างเหล็กรูปพรรณกับโครงสร้างค.ส.ล. (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (จากการก่อสร้างจริง)	โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (จำลองขึ้นจากแผนงานก่อสร้างเดิม)
3. งานโครงสร้างพื้น	 โครงสร้างพื้นของอาคารยูเซ็นเตอร์ ใช้พื้นค.ส.ล.สำเร็จรูปแบบกลวงชนิดท้องเรียบที่มีขายอยู่ทั่วไป โดยขนาดของพื้นสำเร็จรูปที่ใช้คือ (ความกว้าง) x (ความยาว) 0.30 เมตร x 1.50 , 2.00 , 2.50 , 3.50 , 4.50 เมตร และยกด้วย Mobile Crane ครั้งละ 4 แผ่น หลังจากที่งานวางพื้นสำเร็จรูปเสร็จ ก็จะวางเหล็กตะแกรง (Wire mesh)ตามแบบก่อสร้าง ปิดขอบด้วยไม้แบบและแบบเหล็ก แล้วจึงเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 ซ.ม.	 งานโครงสร้างพื้นของอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป มีการใช้อยู่ทั้งการหล่อพื้นคอนกรีตในที่ และอีกวิธีคือการใช้พื้นค.ส.ล.สำเร็จรูปปูเป็นโครงสร้างไปก่อน แล้ววางเหล็กตะแกรงทับ ก่อนเทคอนกรีตทับหน้าอีกที เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการก่อสร้างงานโครงสร้างพื้น ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไป โดยชนิดของพื้นค.ส.ล.สำเร็จรูปที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปที่สามารถเลือกใช้ได้จากขนาดต่างๆดังนี้ - พื้นค.ส.ล.สำเร็จรูปชนิด Plank 0.50 - 5.00 เมตร - พื้นสำเร็จรูปแผ่นบางตัน (พื้น-วีคอน) 2.50 - 6.00 เมตร - พื้นสำเร็จรูปหน้าตัดยูคว่ำของซีแพค 3.00 – 8.00 เมตร - พื้นสำเร็จรูปแบบคานรูปตัวที - พื้นสำเร็จรูปแบบกลวง (Hollow Core) 3.00 – 6.50 เมตร - พื้นสำเร็จรูปดับเบิ้ลที 2.50 – 7.25 เมตร
4. งานโครงสร้างหลังคา	 งานโครงหลังคาจั่วของโครงการยูเซ็นเตอร์ จะมีการก่อสร้างที่เหมือนๆกันกับอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไปที่ใช้เหล็กไลท์เกจ (เหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็น) ขนาดต่างๆ มาทำการตัดและเชื่อมประกอบบนพื้นดิน แล้วใช้ Mobile Crane ยกขึ้นไปติดตั้งบนหัวเสาเหล็กรูป งานโครงสร้างหลังคานี้จะต่างกับงานโครงสร้างหลังคาที่ใช้ในการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ในส่วนของจุดยึดโครงหลังคาบนยอดหัวเสาเหล็ก กับยอดหัวเสาคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น ที่มีวิธีการติดตั้งที่ไม่เหมือนกัน	 งานโครงสร้างหลังคาจั่วของอาคารทั่วๆไป ที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงหลังคาก็จะใช้เหล็กไลท์เกจ เป็นโครงสร้างเช่นกัน จะมีทั้งเชื่อมประกอบทั้งโครงบนพื้นดินและตัดเป็นชิ้นๆไปเชื่อมประกอบบนสถานที่ติดตั้งหลังคา โดยจะทำการเชื่อมชิ้นอะเสเหล็กเข้ากับยอดหัวเสาคอนกรีตเสริมเหล็กก่อน แล้วค่อยเชื่อมประกอบชิ้นอื่นๆจนเสร็จ ในส่วนของวัสดุมุงหลังคา ก็จะมีหลากหลายแล้วแต่ขนาดชิ้นส่วนของวัสดุ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดระยะห่างของแปเหล็ก ตัวอย่างเช่น กระเบื้องซีแพคโมเนีย , กระเบื้องลอนคู่ ฯลฯ

หมายเหตุ : ภาพตัวอย่างในโครงสร้างเหล็กรูปพรรณเป็นภาพจากสถานที่ก่อสร้างจริงของโครงการยูเซ็นเตอร์

: ภาพตัวอย่างในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นภาพจากตัวอย่างงานก่อสร้างทั่วไป ที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนและการก่อสร้างอาคารระหว่างโครงสร้างเหล็กรูปพรรณกับโครงสร้างค.ส.ล. (ต่อ)

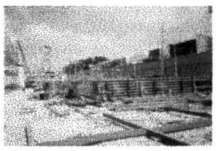
ลำดับ รายการ	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (จากการก่อสร้างจริง)	โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (จำลองขึ้นจากแผนงานก่อสร้างเดิม)
5. งานระบบต่างๆของอาคาร	 งานระบบต่างๆของอาคาร โครงการยูเซ็นเตอร์ ประกอบด้วย งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร , งานระบบรักษาความปลอดภัย , งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย , งานระบบปรับอากาศ ซึ่งงานระบบเหล่านี้มีขั้นตอนและวิธีการติดตั้งเช่นเดียวกับการติดตั้งงานระบบ สำหรับอาคารที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป แต่ข้อดีที่งานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการนี้ช่วยในเรื่องของการติดตั้งพวกท่อเหล็ก หรืองานโลหะอื่นๆ ให้สามารถติดตั้งได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้นอีกด้วย	งานระบบต่างๆของอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป ในขั้นตอนการทำงานของงานระบบอาคาร จะต้องทำไปพร้อมๆกับงานโครงสร้างของอาคาร สำหรับอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก งานโครงสร้างอาคารจะต้องมีการทำแบบหล่อโครงสร้าง รอคอนกรีตแห้ง ถอดแบบ โดยจะต้องทำขึ้นไปทีละชั้น ซึ่งงานระบบของอาคารก็จะต้องรอให้งานโครงสร้างของแต่ละชั้นเสร็จก่อนถึงจะทำงานได้
6. งานสถาปัตยกรรม	 งานสถาปัตยกรรมของโครงการยูเซ็นเตอร์ ยังคงใช้วิธีการก่อสร้างเช่นเดียวกับงานสถาปัตยกรรมที่ใช้กับงานก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป ที่มีการใช้วัสดุเพื่อก่อเป็นผนังภายนอกของอาคาร และมีการติดตั้งงานประตู-หน้าต่าง งานตกแต่งภายใน เช่นกัน สำหรับข้อแตกต่างในงานสถาปัตยกรรมที่ใช้ในโครงการนี้ที่ก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ จะมีข้อดีคือ งานโครงสร้างเหล็กสามารถ ช่วยให้ขั้นตอนและเทคนิคต่างๆในงานสถาปัตยกรรมในส่วน งานผนังก่ออิฐมวลเบา , งานผนังโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี การติดตั้งสามารถทำได้สะดวกยิ่งขึ้น	สำหรับงานสถาปัตยกรรมที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป ก็จะประกอบไปด้วย งานผนังและผิวผนัง , งานพื้นและผิวพื้น , งานประตู-หน้าต่าง ,งานตกแต่งภายใน ฯลฯ เป็นต้น งานสถาปัตยกรรมเหล่านี้สำหรับอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จะสามารถเริ่มงานได้ช้ากว่าอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กมาก เพราะต้องรองานโครงสร้างที่ต้องทำขึ้นไปทีละชั้น จากชั้นล่างขึ้นไปยังชั้นบน ส่วนอาคารที่สร้างด้วยโครงสร้างเหล็กสามารถสร้างขึ้นไปทีเดียว 3 ชั้น (ความยาวของเสาเหล็กในการขนส่ง 12.00 เมตร) เมื่อเสร็จงานโครงสร้างอาคารได้เร็วเท่าใด งานสถาปัตยกรรมก็สามารถเริ่มได้เร็วมากยิ่งขึ้นเท่านั้น

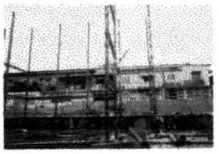
หมายเหตุ : ภาพตัวอย่างในโครงสร้างเหล็กรูปพรรณเป็นภาพจากสถานที่ก่อสร้างจริงของโครงการยูเซ็นเตอร์

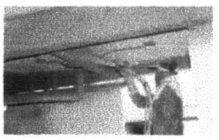
: ภาพตัวอย่างในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นภาพจากตัวอย่างงานก่อสร้างทั่วไป ที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

สรุปขั้นตอนการทำงานภาคสนามของงานโครงสร้างอาคาร

(อาคารหอพักขนาด 3 ชั้น โครงการยูเซ็นเตอร์)







แบบก่อสร้าง

จัดหาวัสดุ

ตรวจสอบวัสดุ

ทาสีกันสนิม

หน้างานสถานที่ก่อสร้าง SITE

ทำแบบรายละเอียด

ลานกองวัสดุ

1. ขั้นตอนการเตรียมงานก่อสร้าง

ตัดชิ้นส่วนโครงสร้าง

ประกอบ

2. ขั้นตอนการเชื่อมประกอบชิ้นส่วน

ใช้ไม่ได้

ตรวจสอบด้วย ตาเปล่า

เชื่อม

ใช้ได้

จัดวางซ้อนกัน ที่ลานกองวัสดุ

ยกติดตั้ง

3. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วน

เช็คดิ่ง แก้ไขแนวตั้งฉาก

เชื่อมยึดกับแผ่นเหล็กเหนือตอม่อ ค.ส.ล.

เชื่อมยึดคานย่อย / และโครงสร้างส่วนอื่นๆ

ตรวจสอบด้วยวิธี Color Checking

ใช้ได้

4. ขั้นตอนงานโครงสร้างพื้น

ใช้ไม่ได้

แก้ไขแนวเชื่อมที่ไม่ได้มาตรฐาน

งานโครงสร้างพื้นอาคาร

- งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป
- งานเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 ซม.

5. ขั้นตอนการป้องกันไฟโครงสร้าง

งานพ่นสารป้องกันไฟโครงสร้าง

ตกแต่งผิว (ในส่วนที่โชว์)

งานสถาปัตยกรรม

แผนภูมิที่ 5-3 สรุปขั้นตอนการทำงานโครงสร้างเหล็กของโครงการยูเซ็นเตอร์

สรุปบทวิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ระบบเสาและคาน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้าง การก่อสร้างอาคารหอพักโครงการยูเซ็นเตอร์ มีขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างอาคารที่ใช้เหมือนกันกับการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป คือ งานระบบฐานราก, งานโครงสร้างพื้นชั้น 1, งานโครงสร้างบันไดค.ส.ล. , งานโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ, งานสถาปัตยกรรม และงานระบบอาคารต่างๆ ส่วนงานที่แตกต่างและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของขั้นตอนการทำงานโครงสร้าง ระยะเวลาในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง แรงงานและอุปกรณ์ต่างๆ ก็คือ งานโครงสร้างเสาและคานหลักของอาคาร

สำหรับขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างงานโครงสร้างเสาและคานเหล็กรูปพรรณ ของโครงการยูเซ็นเตอร์ จะมีอยู่ทั้งหมด 7 ขั้นตอนใหญ่ๆคือ การเตรียมงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก / งานเชื่อมประกอบโครงสร้างเสาและคานเหล็ก / งานติดตั้งชิ้นส่วนที่เชื่อมประกอบแล้ว / งานเทคอนกรีตกรอกลงเสาเหล็กรูปพรรณ / งานตรวจสอบรอยเชื่อม / งานโครงสร้างพื้นอาคาร / งานพ่นสารป้องกันไฟโครงสร้างเหล็ก (เรียงตามลำดับ) แต่ถ้าเป็นงานก่อสร้างที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ การเตรียมงานก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก / งานโครงสร้างเสาค.ส.ล.ชั้น1 / งานโครงสร้างพื้นชั้น1 / งานโครงสร้างเสา-คาน ค.ส.ล.ชั้น2 / งานโครงสร้างพื้นชั้น2 / งานโครงสร้างเสา-คาน ค.ส.ล.ชั้น3 / งานโครงสร้างพื้นชั้น3 / งานโครงสร้างคานค.ส.ล.ชั้นดาดฟ้า / งานโครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้า (เรียงตามลำดับ)

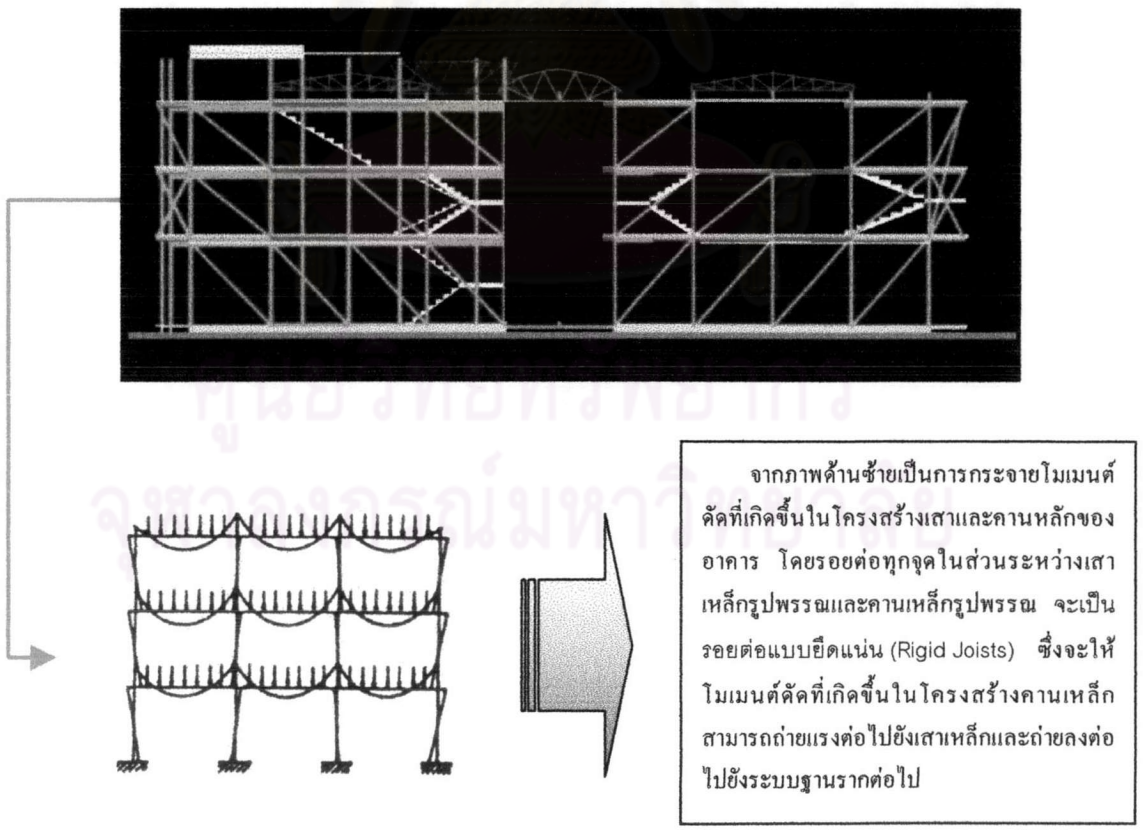
สรุปคือ ในเรื่องของขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างงานโครงสร้างเสาและคานหลักของอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น การก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะมีขั้นตอนในการก่อสร้างหลายขั้นตอนแต่มีความรวดเร็วในการทำงานมากกว่าการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่มีขั้นตอนน้อยแต่ใช้ระยะเวลาการทำงานมาก เป็นการทำงานโครงสร้างเสา-คานค.ส.ล. และโครงสร้างพื้น ค.ส.ล.ทีละชั้นสลับกันไป ซึ่งใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างแต่ละขั้นตอนมาก จะต้องเสียเวลาในการทำแบบหล่อโครงสร้าง รอระยะเวลาการแข็งตัวของคอนกรีตโครงสร้างและถอดแบบหล่อ ถึงจะสามารถทำงานโครงสร้างเสาและคานของชั้นบนต่อไปได้ ส่วนโครงสร้างเหล็กรูปพรรณเป็นการก่อสร้างแบบแห้ง สามารถเชื่อมประกอบเป็นชิ้นๆ บนพื้นดิน โดยมีขนาดต่อชิ้นเฟรมโครงสร้างสูงเท่าความสูงของอาคารทั้งหมด (สำหรับอาคารสูงไม่เกิน 3 ชั้น เนื่องจากขนาดความยาวของเสาเหล็กรูปพรรณและสะดวกต่อการขนส่ง ไม่เกิน 12.00 เมตร) **และสามารถยกติดตั้งได้ง่ายด้วยรถ Mobile Crane อย่างไรก็ตามโครงสร้างเหล็กก็ยังมีข้อด้อยในเรื่องของสถาปนิกและวิศวกรผู้ออกแบบที่มีความเข้าใจเรื่องโครงสร้างเหล็กยังมีน้อย ขั้นตอนการทำงาน เทคนิคต่างๆ การป้องกันการผุกร่อน การป้องกันไฟโครงสร้าง จะต้องอาศัยผู้ประกอบการที่มีความชำนาญเฉพาะทาง**

2. การวิเคราะห์เทคนิคในการก่อสร้างอาคาร

จากการศึกษาเทคนิคต่างๆในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์ สามารถนำมาสรุปและวิเคราะห์เทคนิคในการก่อสร้างอาคารออกเป็นเรื่องของการออกแบบและรอยต่อโครงสร้าง และนำข้อสังเกตอื่นๆที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารมาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นข้อดีและข้อเสีย ได้ดังนี้

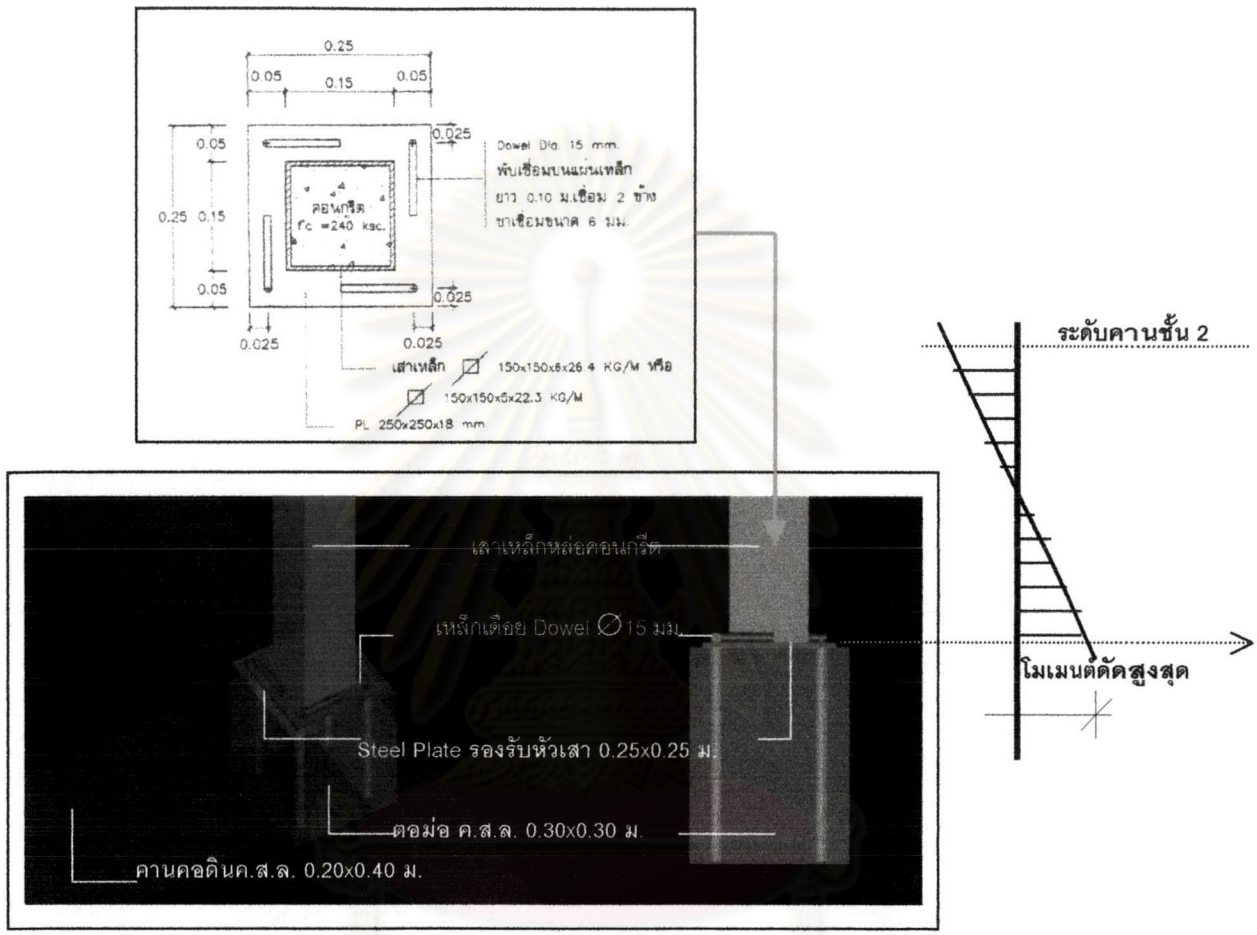
2.1 การออกแบบและรอยต่อของโครงสร้าง

สำหรับการออกแบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น โครงการยูเซ็นเตอร์ เป็นการใช้ระบบเสาและคาน (Skeleton Frame) โดยมีการออกแบบรอยต่อของโครงสร้างหลักของอาคารที่เป็นโครงสร้างเสาและคานเหล่านั้นให้เป็น รอยต่อแบบยึดแน่น (Rigid Joists) ซึ่งเป็นการทำรอยต่อของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า โดยความสำคัญของการใช้โครงสร้างโครงสร้างระบบเสาและคานคือ รอยต่อของโครงสร้างเสาและคานต้องมีความแข็งแกร่ง (Rigidity) เพียงพอ ต้องสามารถรองรับแรงที่กระทำจากทางแนวดิ่งและแนวราบได้ กล่าวคือรอยต่อนั้นสามารถถ่ายโมเมนต์ดัดได้หรือไม่นั่นเอง จุดสำคัญที่สุดของการออกแบบโครงสร้างเหล็กระบบเสาและคานที่ใช้รอยต่อแบบยึดแน่นคือความแข็งแกร่งและจุดคลากของรอยต่อนั้น



ภาพที่ 5-1 รูปตัดตามขวางแสดงชิ้นส่วนโครงสร้างหลักของอาคารยูเซ็นเตอร์
และการกระจายโมเมนต์ดัดในโครงสร้างที่ใช้รอยต่อแบบยึดแน่น

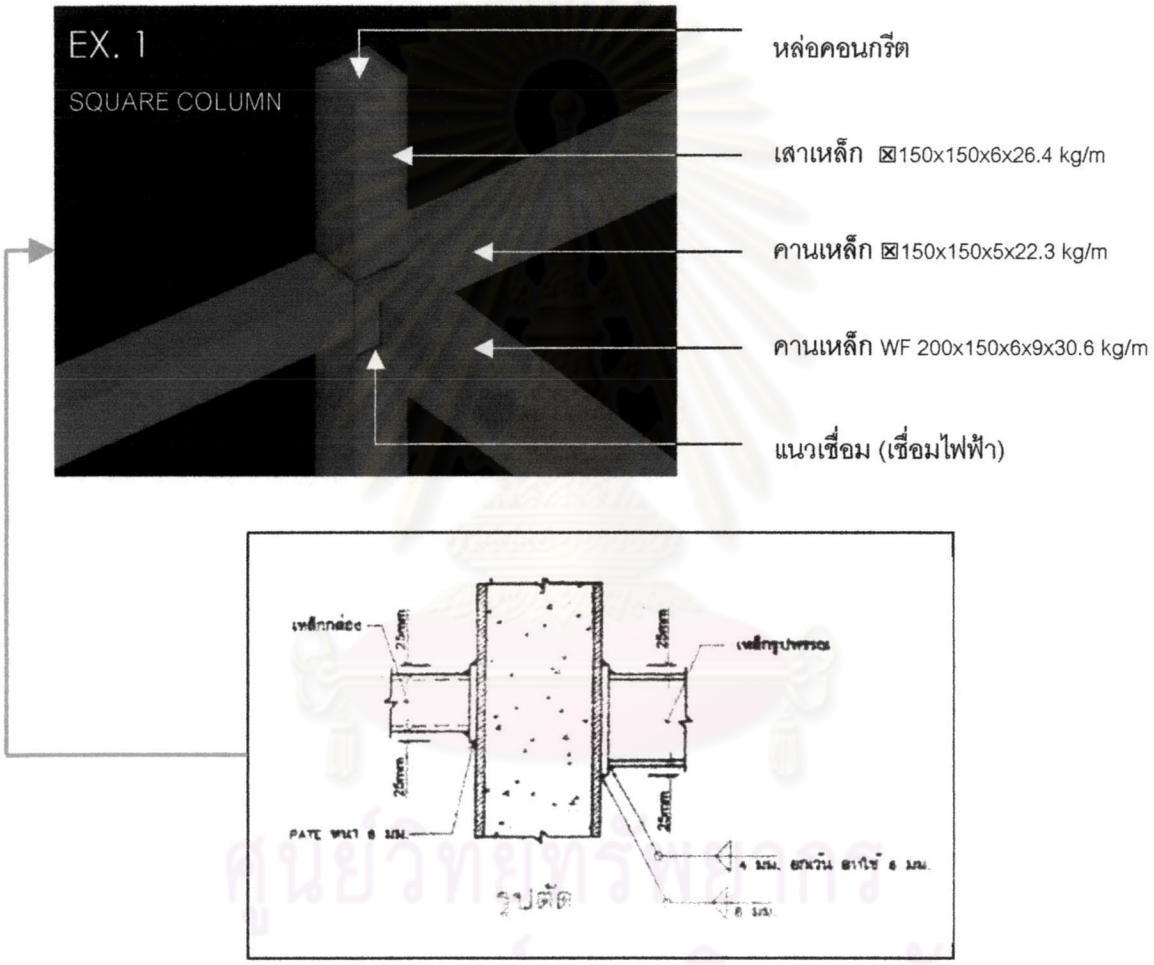
1.) **รอยต่อฐานเสา** รอยต่อในส่วนนี้จะมีความสำคัญมากต่อโครงสร้างอาคารทั้งหมด ซึ่งจะเป็นส่วนที่รับแรงแนวดิ่งที่เกิดจากการถ่ายผ่านลงมาจากโครงสร้างส่วนอื่นๆด้านบน ก่อนที่แรงเหล่านั้นจะผ่านไปยังฐานรากต่อไป และรอยต่อบริเวณฐานเสานี้ยังต้องทนทานเพื่อรับแรงกระทำด้านข้าง หรือแรงลมที่กระทำกับผนังอาคารด้านบนซึ่งมีผลให้เกิดโมเมนต์ดัดอย่างมากบริเวณจุดนี้



ภาพที่ 5-2 รอยต่อฐานเสาและการกระจายโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง

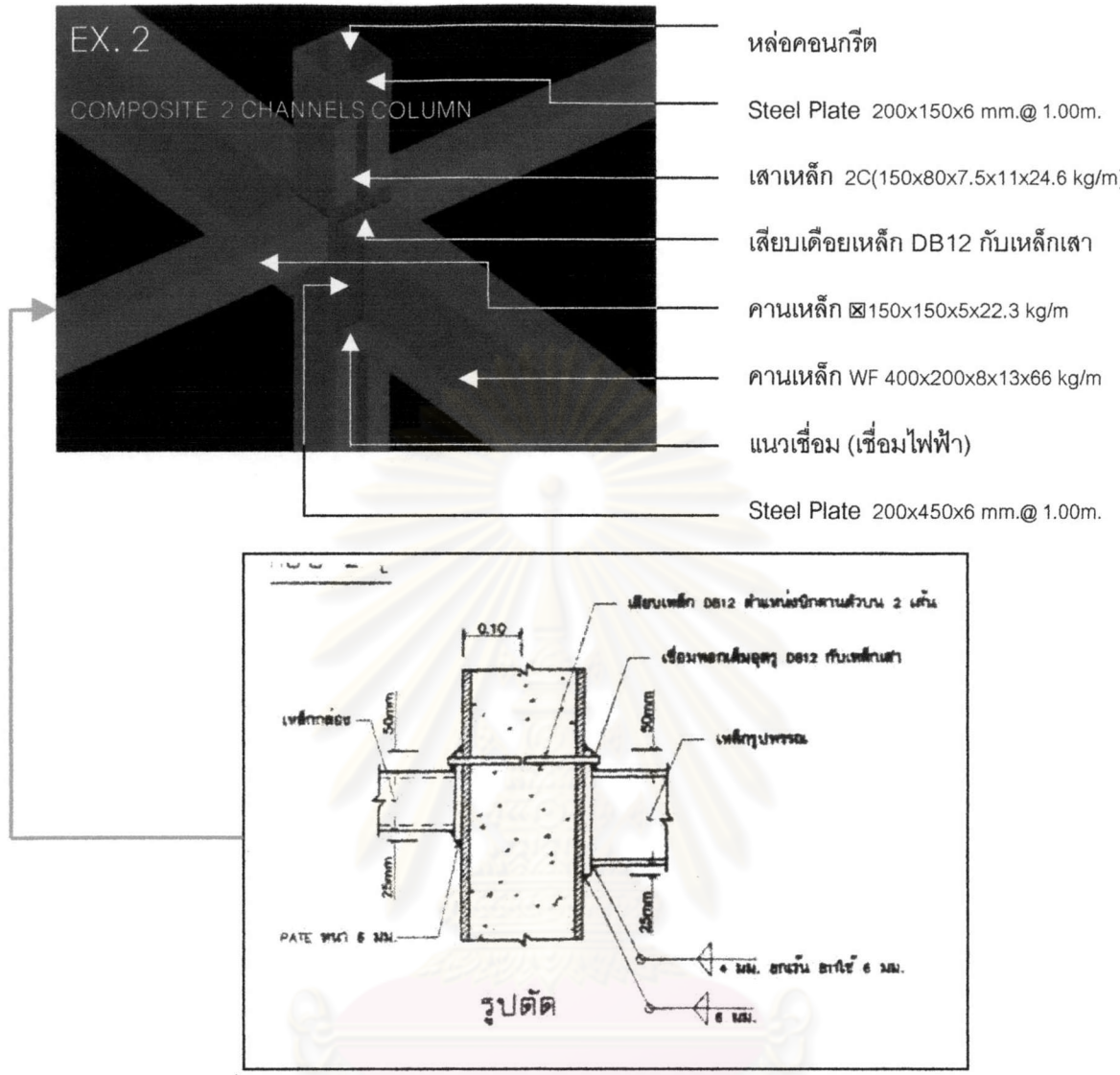
เป็นการออกแบบโดยใช้รอยต่อแบบยึดแน่น (Fixed joints) โดยใช้แผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้างที่มีความหนา 15 มม. เป็นแผ่นรองฐาน (Base Plate) เพื่อให้ช่วยในการกระจายโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง เพราะในส่วนโคนเสาเหล็กนี้จะมีโมเมนต์ดัดสูงที่สุด และในขั้นตอนการทำงานติดตั้งจะต้องทำอย่างระมัดระวัง เพื่อให้ในการหล่อคอนกรีตมีความเรียบที่ชนระดับใต้ท้องของแผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้างได้พอดี โดยจะใช้ปูนเกร๊าท์ (Grouting) ในการแต่งระดับและอุดช่องว่างระหว่างแผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้างกับตอม่อ ค.ส.ล. เพื่อโครงสร้างสามารถถ่ายแรงผ่านไปยังฐานรากได้อย่างสมบูรณ์ วิธีที่ช่วยให้ขั้นตอนในการทำงานติดตั้งทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น คือจะหล่อคอนกรีตตอม่อ ค.ส.ล.ให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผ่นเหล็กรองรับเสา ให้แต่ละด้านเกินออกมาประมาณ 2.5 ซม. จะทำให้การหล่อคอนกรีตและการแต่งระดับให้พอดีกับแผ่นเหล็กสามารถทำได้สะดวกขึ้น

2.) **รอยต่อคานยึดกับเสา** รอยต่อคานเหล็กรูปพรรณยึดกับเสาเหล็กรูปพรรณนั้น หลักสำคัญของการออกแบบรอยต่อจะต้องคำนึงถึงการถ่ายแรงจากโครงสร้างคานไปยังโครงสร้างเสา โดยแรงที่เกิดขึ้นกับองค์อาคารทั้งหลังนั้นจะมีทั้งแรงในแนวดิ่ง และแรงในแนวราบ โดยการออกแบบรอยต่อของการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น โครงการยูเซ็นเตอร์ จะเป็นการใช้วิธีการทำรอยต่อด้วยการเชื่อมด้วยวิธี เชื่อมไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและง่ายต่อการทำงานมีความแข็งแกร่งของรอยต่อสูง แต่จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแนวเชื่อม เพื่อให้รอยต่อนั้นมีความแข็งแรงและสามารถรองรับแรงต่างๆที่กระทำกับโครงสร้างได้อย่างสมบูรณ์



ภาพที่ 5-3 ภาพรอยต่อคานยึดกับเสาและวิธีการก่อสร้าง (เสาเหล็กเหล็กหน้าตัด Square)

รอยต่อตัวอย่างที่ 1. เป็นรอยต่อคานเหล็กยึดกับเสาเหล็กหน้าตัด Square หล่อคอนกรีต โดยเป็นการใช้เสาเหล็ก ⊠150x150x6x26.4 kg/m ภายในหล่อคอนกรีต สำหรับการนำคานเหล็กชิ้นต่างๆมาเชื่อมกับโครงสร้างเสาเหล็ก จะมีการใช้แผ่นเหล็ก (Steel Plate) หนา 6 มม. มารองระหว่างเสาและคาน ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถ่ายแรงและกระจายโมเมนต์ดัดไปยังเสาเหล็กตัวCประกอบได้ดียิ่งขึ้น แล้วจึงค่อยทำการเชื่อมยึดให้แข็งแรง โดยจะเดินแนวเชื่อมให้มีความหนา 6 มม.เท่ากับแผ่นเหล็กนั้น (ดังภาพที่ 5-3)



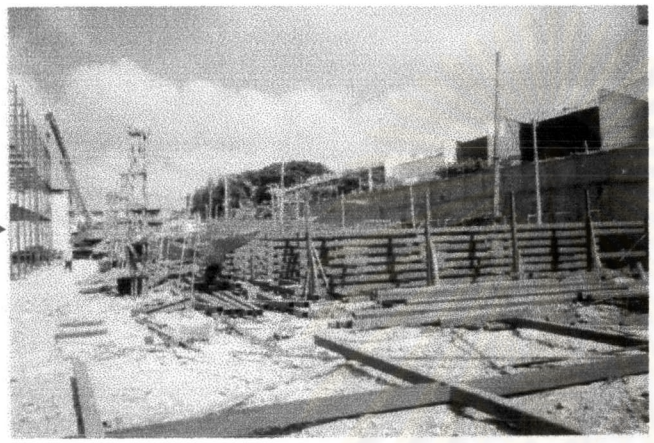
ภาพที่ 5-4 ภาพรอยต่อคานยึดกับเสาและวิธีการก่อสร้าง (เสาเหล็กตัว C ประกอบ)

รอยต่อตัวอย่างที่ 2. เป็นรอยต่อคานเหล็กยึดกับเสาเหล็กตัว C ประกอบ เป็นการใช้เหล็กรูปพรรณ C Channel จำนวน 2 ชิ้น มาเชื่อมประกอบกันด้วยแผ่นเหล็กขนาด 200x150x6 มม. โดยจะเชื่อมติดตั้งห่างกันทุกๆ 1.00 เมตร ภายในหล่อคอนกรีตตันเพื่อความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้ตามการคำนวณของวิศวกรโครงสร้าง สำหรับการนำคานเหล็กมาเชื่อมติดกับเสาเหล็กจะมีการใช้แผ่นเหล็กมารองระหว่างเสากับคาน โดยแผ่นเหล็กนั้นจะมีความหนา 6 มม. และมีขนาดใหญ่กว่าคานเหล็กออกมาด้านละ 2.5 ซม. และยังมีการเจาะรูทะลุแผ่นเหล็กที่มารองนั้นแล้วใช้เสริมเหล็กเส้น DB12 แทงเสียบเข้าไปยังภายในโครงสร้างเสาเหล็กตัวCประกอบ แล้วจึงเชื่อมยึดติดกับตัวแผ่นเหล็กนั้นอีกที (ดังภาพที่ 5-4) โดยจากการสัมภาษณ์วิศวกรผู้ออกแบบทราบว่า การเสริมเหล็กเข้าไปภายในเสาเพื่อให้ช่วยยึดให้รอยต่อโครงสร้างมีความแข็งแกร่งมากยิ่งขึ้น

2.2 ข้อสังเกตอื่นๆที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคาร

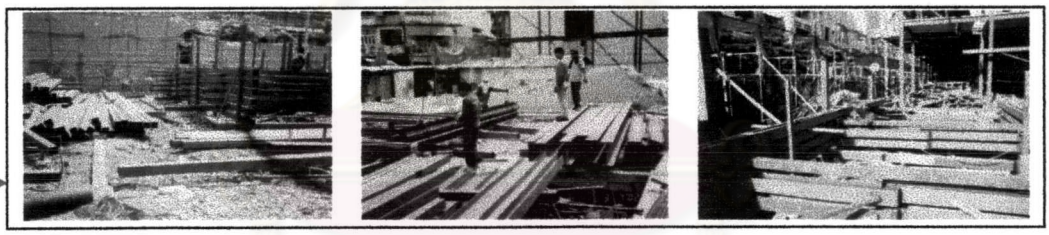
จากการศึกษาการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ระบบเสาและคาน ของโครงการยูเซ็นเตอร์ พบตัวอย่างข้อสังเกตบางอย่าง ที่มีทั้งข้อดีและข้อเสียในเทคนิคของการก่อสร้างนั้นๆ ซึ่งมีทั้งหมด 9 เรื่องดังนี้

1.) งานโครงสร้างเหล็กที่ทำการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนภายในสถานที่ก่อสร้าง ต้องมีการเตรียมพื้นที่สำหรับเป็นลานกองวัสดุและการทำงานก่อสร้าง



ภาพที่ 5-5 ลานกองวัสดุ ที่ใช้กองวัสดุและชิ้นส่วนโครงสร้างที่ประกอบแล้ว

การก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ ที่เป็นการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ระบบเสาและคาน ซึ่งในการทำงานโครงสร้างเหล็กนั้น จะต้องมีพื้นที่โล่งที่ใช้สำหรับกองวัสดุ และพื้นที่สำหรับการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง โดยวิธีการทำงานของโครงการนี้จะใช้วิธีสับเปลี่ยนพื้นที่โล่งไปเรื่อยๆ ระหว่างอาคารที่กำลังก่อสร้างกับอาคารที่ยังไม่ได้ก่อสร้าง เพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับลานกองวัสดุ



ภาพที่ 5-6 ตัวอย่างภาพความจำเป็นต้องใช้พื้นที่กองวัสดุและชิ้นงาน ของงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก

ข้อดี - สามารถนำวัสดุชิ้นส่วนของโครงสร้างแต่ละชิ้น มาใช้งานได้สะดวก

ข้อเสีย - งานโครงสร้างเหล็กจะต้องใช้พื้นที่สำหรับลานกองวัสดุมาก ใน Siteงานที่มีขนาดเล็ก เช่น ในบริเวณเมือง อาจทำให้เกิดปัญหาในการกองวัสดุ และสถานที่ประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง

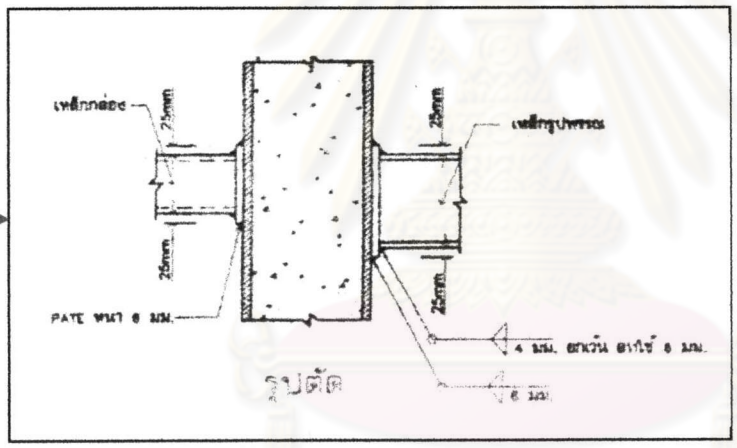
ข้อเสนอแนะ - การเลือกใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้างอาคาร ควรที่จะมีการศึกษาและวางแผนในการควบคุมขั้นตอนงานก่อสร้าง (Construction Process Control) ให้ดี เพื่อสำหรับการเตรียมพื้นที่กองวัสดุและประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง ตลอดจนการยกติดตั้งชิ้นส่วน ทั้งนี้ควรคำนึงถึงการหาแรงงานและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างด้วย และถ้าพัฒนาระบบการก่อสร้างให้เป็นลักษณะระบบอุตสาหกรรม ที่มีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาจากโรงงาน แล้วยกมาติดตั้งที่สถานที่ก่อสร้างเลยจะช่วยลดปัญหาที่เกิดจากพื้นที่ก่อสร้างมีจำกัด พื้นที่ในการกองวัสดุและการทำงานน้อยได้

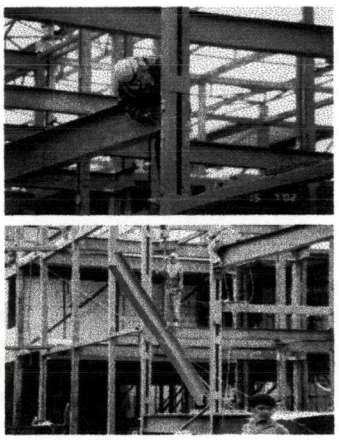
2.) งานโครงสร้างเสาและคานของอาคารสามารถสร้างได้ในระยะเวลาสั้น

โครงการยูเซ็นเตอร์มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ระบบเสาและคาน ซึ่งในการทำรอยต่อของเสาเหล็กและคานเหล็กนั้นใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า มีผลของการวิเคราะห์ดังนี้

ในขั้นตอนงานโครงสร้างเสาและคานหลักของอาคาร สามารถเชื่อมประกอบ บนพื้นดินเป็นเฟรมโครงสร้างซ้ำๆกันจำนวนมาก (ประมาณ 72 เฟรม) ซึ่งสามารถยกติดตั้งด้วย Mobile Crane ได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว 1 เฟรมโครงสร้างใช้เวลาติดตั้งประมาณ 1 ชั่วโมง และใช้คนงานในการทำงานครั้งละประมาณ 6 คน

ภาพที่ 5-7 แสดงการติดตั้งเฟรมโครงสร้างเหล็กด้วย Mobile Crane





ภาพที่ 5-8 รูปตัดแสดงการทำรอยต่อของคานเหล็กกับเสาเหล็กหน้าตัด Square ด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า

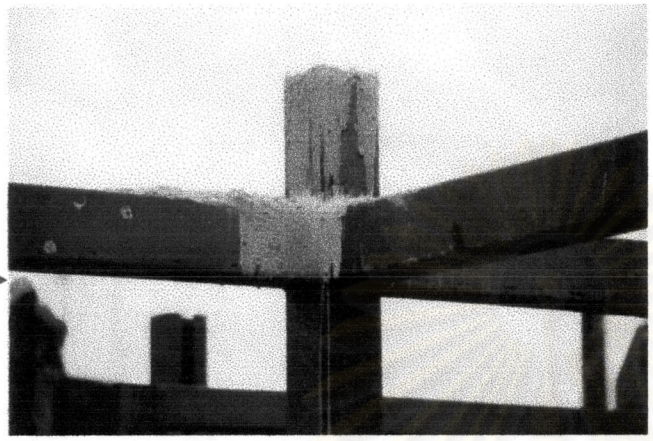
ข้อดี - สามารถเชื่อมประกอบและติดตั้งได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว / ใช้แรงงานน้อย

ข้อเสีย - การติดตั้งต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ / ในการทำงานทุกขั้นตอนต้องการความแม่นยำสูง / มีความยืดหยุ่นในการทำงานน้อยกว่างานคอนกรีตเสริมเหล็ก

ข้อเสนอแนะ - เนื่องจากการใช้เฟรมชิ้นส่วนโครงสร้างเสาและคาน โดยมีการเชื่อมประกอบที่ซ้ำๆกันเป็นจำนวนมาก จึงเห็นว่าน่าจะมีการพัฒนาให้เป็นการก่อสร้างในเชิงอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น โดยชิ้นส่วนแต่ละชิ้นควรมีการผลิตและประกอบขึ้นจากโรงงาน และขนส่งมาติดตั้งยังสถานที่ก่อสร้าง ซึ่งในการทำงานแล้วจะสะดวก รวดเร็ว และงานก่อสร้างมีคุณภาพมากกว่าการนำมาเชื่อมประกอบภายในสถานที่ก่อสร้าง

3.) งานโครงสร้างเหล็กสามารถใช้ผสมกับงานคอนกรีตได้

โครงสร้างเหล็กสามารถนำมาผสมใช้กับงานคอนกรีตได้ เป็นในลักษณะ โครงสร้างเชิงประกอบ (Composite Structure) ผลของการวิเคราะห์ในเรื่องของการนำงานคอนกรีตมาใช้ผสมกับงานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มีดังนี้



โครงสร้างเสาเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์ ทางทีมออกแบบได้ออกแบบโครงสร้างให้มีการใช้เสาที่มีขนาดหน้าตัดไม่ใหญ่มากนักคือ เสาหน้าตัด Square ขนาด 15 x15 cm. และภายในจะต้องหล่อคอนกรีตโครงสร้างให้เต็มเสา เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการรับนน. ให้เป็นไปตามการคำนวณโครงสร้างไว้ตามแบบก่อสร้าง

ภาพที่ 5-9 โครงสร้างส่วนหัวเสาเหล็กรูปพรรณที่ทำการเทคอนกรีตกรอกลงไปแล้ว

ภาพที่ 5-10 ซ้าย - แบบรายละเอียดเสาเหล็กรูปพรรณหน้าตัด Square ภายในหล่อคอนกรีต
ขวา - ตัวอย่างภาพการผสมระหว่างโครงสร้างเหล็กกับงานคอนกรีต

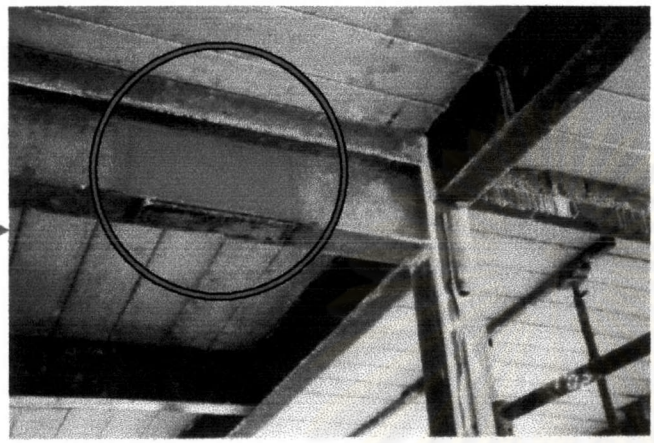
ข้อดี - เพิ่มความแข็งแรงในการรับน้ำหนักให้กับโครงสร้างเสา /ทำให้ลดขนาดหน้าตัดของเสาเหล็กได้

ข้อเสีย - ทำให้ต้องเพิ่มขั้นตอนในการทำงานมากขึ้น / ต้องระวังในเรื่องฟองอากาศที่อยู่ภายในโครงสร้างเสาเหล็ก ซึ่งอาจทำให้คอนกรีตที่อยู่ภายในเกิดการยุบตัวลงมาเมื่อทำการติดตั้งเหล็ก Plate ปิดหัวเสาไปแล้ว / การเจาะรูโครงสร้างเพื่อไล่ฟองอากาศอาจทำให้เหล็กเสียกำลังได้

ข้อเสนอแนะ - เนื่องจากการที่จะพัฒนาระบบการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย ที่ใช้โครงสร้างเหล็กให้เป็นงานก่อสร้างที่เป็นระบบอุตสาหกรรมแบบเต็มตัว ที่มีการผลิตและประกอบเสร็จมาจากโรงงาน ยังคงเป็นเรื่องยากทั้งปัญหาจากเรื่องค่าใช้จ่าย , โรงงานผู้ผลิตยังมีน้อย , แรงงานที่มีความชำนาญหาได้ยาก ดังนั้นการนำโครงสร้างเหล็กรูปพรรณมาใช้ร่วมกับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นงานที่สามารถหาแรงงานและวัสดุต่างๆได้ง่ายภายในประเทศ จึงนับว่าเป็นอีกทางเลือกนึงที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาระบบการก่อสร้างในประเทศไทยได้ต่อไป

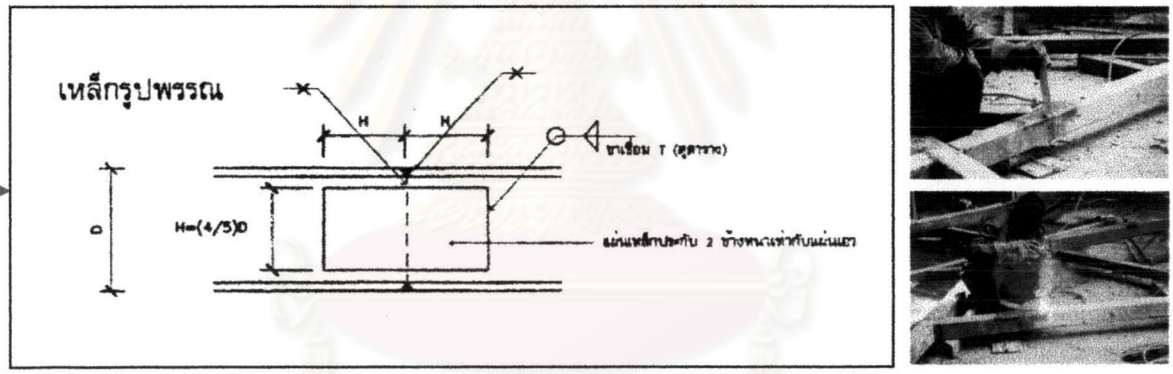
4.) มีการต่อชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีขนาดความยาวไม่พอที่ต้องการ

ในการก่อสร้างในส่วนของงานโครงสร้างนั้น เกิดปัญหาในเรื่องของขนาดชิ้นส่วนโครงสร้างมีความยาวไม่พอกับระยะที่ต้องการ จึงต้องมีการต่อชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นออกไป ผลของการวิเคราะห์ในเรื่องของการต่อชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีขนาดความยาวไม่พอที่ต้องการ มีดังนี้



จากภาพเป็นการต่อคานเหล็กรูปพรรณ WF ที่มีขนาดความยาวไม่พอกับช่วงเสา จึงต้องมีการตัดชิ้นส่วนของคานเหล็กรูปพรรณ WF ที่มีขนาดเท่ากันอีกชิ้นมาต่อกัน โดยใช้แผ่นเหล็กที่มีขนาดความหนาเท่ากับแผ่นเอวของคาน มาเชื่อมประกับไว้ทั้ง 2 ด้าน โดยเมื่อมีการติดตั้งไปแล้ว ก็ต้องมีขั้นตอนของการตรวจสอบรอยเชื่อม เพื่อความแข็งแรงเหมือนกับรอยต่อที่สำคัญอื่นๆ

ภาพที่ 5-11 คานเหล็กส่วนที่มีการต่อขนาดความยาวออกไป เพื่อให้พอดีกับช่วงเสา



ภาพที่ 5-12 รายละเอียดวิธีการต่อคานเหล็กรูปพรรณ และตัวอย่างภาพงานโครงสร้างที่มีการต่อความยาว

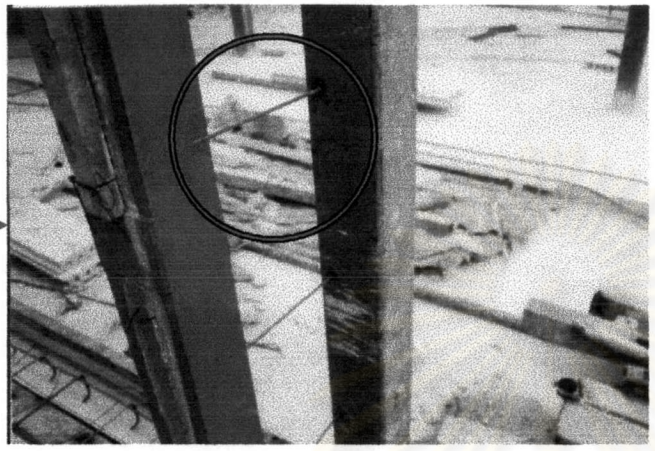
ข้อดี - ประหยัดชิ้นส่วนโครงสร้าง (ไม่ต้องสั่งชิ้นใหม่จากตัวแทนจำหน่าย) / ลดค่าใช้จ่ายเรื่องวัสดุ

ข้อเสีย - การต่อชิ้นส่วนโครงสร้างทำให้การรับแรงของชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นๆ ไม่สามารถรับแรงได้เต็มที่ตามที่ได้คำนวณไว้ในแบบก่อสร้าง / เปลืองชิ้นส่วนของแผ่นเหล็กที่มาใช้ประกับต่อกัน / เพิ่มขั้นตอนการทำงาน เปลืองแรงงาน เสียเวลา

ข้อเสนอแนะ - การทำงานโครงสร้างหลักของอาคาร ในส่วนที่สำคัญที่มีผลในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง ไม่ควรมีการต่อชิ้นส่วนโครงสร้าง เพราะถึงแม้ว่าจะช่วยให้ประหยัดค่าวัสดุไปได้ แต่แผ่นเหล็กประกับรอยต่อที่ต้องมีเพิ่มขึ้นมา จะทำให้สิ้นเปลืองและยังเพิ่มให้โครงสร้างรับ Load มากขึ้นอีกด้วย

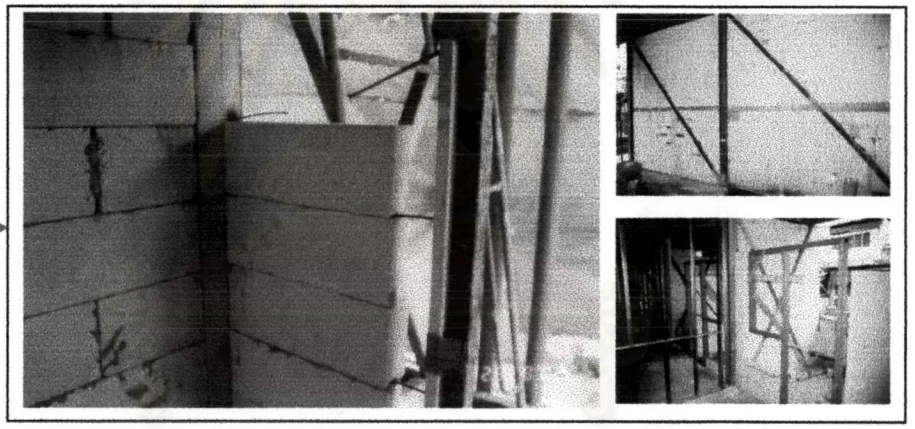
5.) ช่วยให้งานติดตั้งหนวดกุ้ง ที่ใช้ในการยึดผนังก่ออิฐมวลเบาทำได้สะดวก

ในการก่อสร้างในส่วนของงานโครงสร้างนั้น เกิดปัญหาในเรื่องของขนาดชิ้นส่วนโครงสร้างมีความยาวไม่พอกับระยะที่ต้องการ จึงต้องมีการต่อชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นออกไป ผลของการวิเคราะห์ในเรื่องของการต่อชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีขนาดความยาวไม่พอที่ต้องการ มีดังนี้



ภาพที่ 5-13 หนวดกุ้งที่ใช้ยึดผนังคอนกรีตมวลเบา

เมื่อเสร็จงานโครงสร้างหลักของอาคารแล้ว ก่อนที่จะเริ่มงานสถาปัตยกรรม ในส่วนของงานก่อผนังอิฐมวลเบา ก็จะนำหลวดเหล็กยาวประมาณ 20 cm. มาเชื่อมกับโครงสร้างเสา (หนวดกุ้งยึดผนัง) ในตำแหน่งที่จะมีการก่อผนัง โดยจะต้องวัดความสูงของตำแหน่งที่จะเชื่อม ให้มีระดับเท่ากับความสูงของก้อนบล็อกอิฐมวลเบา 2 ก้อน คือ 40 cm.



ภาพที่ 5-14 ตัวอย่างภาพงานก่อผนังอิฐมวลเบาของการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์

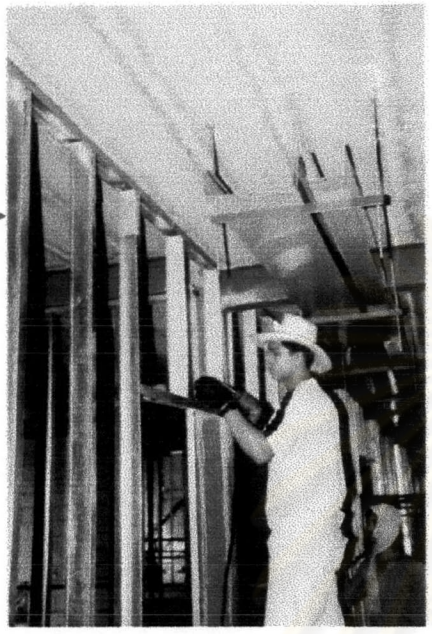
ข้อดี - สามารถติดตั้งหนวดกุ้งสำหรับยึดผนังได้อย่างรวดเร็ว / ช่วยให้งานก่อผนังอิฐมวลเบาเร็วขึ้น

ข้อเสีย - ต้องระมัดระวังตำแหน่งระยะห่างในการติดตั้งหนวดกุ้งให้ดีเพื่อให้พอดีกับขนาดความสูงของก้อนบล็อกอิฐมวลเบา

ข้อเสนอแนะ - การเชื่อมยึดหนวดกุ้งเข้ากับโครงสร้างเสาเหล็กรูปพรรณ ควรใช้การเชื่อมยึดด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า ไม่ควรใช้การเชื่อมด้วยแก๊สที่มีความร้อนสูง ซึ่งอาจทำให้โครงสร้างเสาเกิดการเสียกำลังในการรับน้ำหนักได้

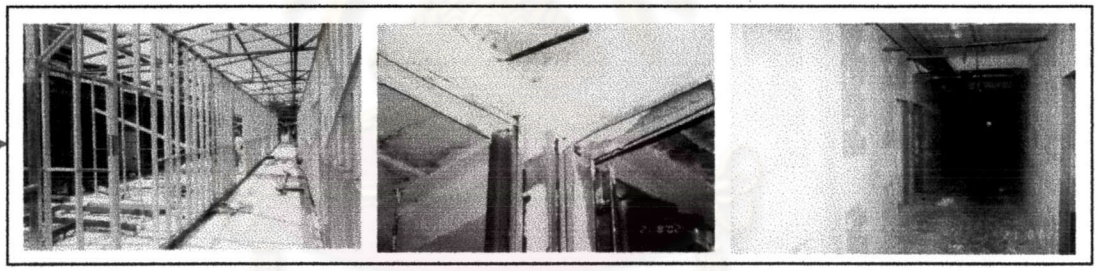
6.) งานโครงสร้างเหล็กสามารถติดตั้งงานผนังเบาได้ง่าย และสะดวกในการทำงาน

ขั้นตอนในการติดตั้งโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี บุผนังยิปซั่มบอร์ด สำหรับผนังภายในของอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์นี้ ผลของการวิเคราะห์มีดังนี้



งานผนังภายในของโครงการยูเซ็นเตอร์ จะเป็นการสั่งโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีสำเร็จรูป ที่มีขายตามท้องตลาด แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นๆตามความสูงที่ต้องการ วิธีการติดตั้งจะใช้สว่านเจาะรูโครงคร่าวตัวริม โดยเจาะทะลุไปยังโครงสร้างเสาและคานเหล็กรูปพรรณ ที่จะใช้ยึด แล้วใช้น็อตขั้นยึดติดให้แน่นกับโครงสร้างเหล็กนั้น หลังจากนั้นจึงนำโครงคร่าวส่วนอื่นๆมาเจาะรูยึด ประกอบกันด้วยหมุดยึดโครงคร่าว

ภาพที่ 5-15 แสดงการติดตั้งโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีสำหรับผนังภายใน



ภาพที่ 5-16 ตัวอย่างงานผนังภายในที่เป็นโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีบุผนังยิปซั่มบอร์ด

ข้อดี - การติดตั้งโครงคร่าวผนังภายในทำได้สะดวกและรวดเร็ว เพียงแค่ใช้สว่านเจาะแล้วใช้น็อตยึด

ข้อเสีย - การติดตั้งโครงคร่าวจะต้องรอให้เสร็จงานพ่นสารกันไฟโครงสร้างเสา-คานก่อน มิฉะนั้นจะต้องเสียเวลาในการขูดสารกันไฟเหล่านั้นออกเวลาติดตั้งผนังยิปซั่มบอร์ด

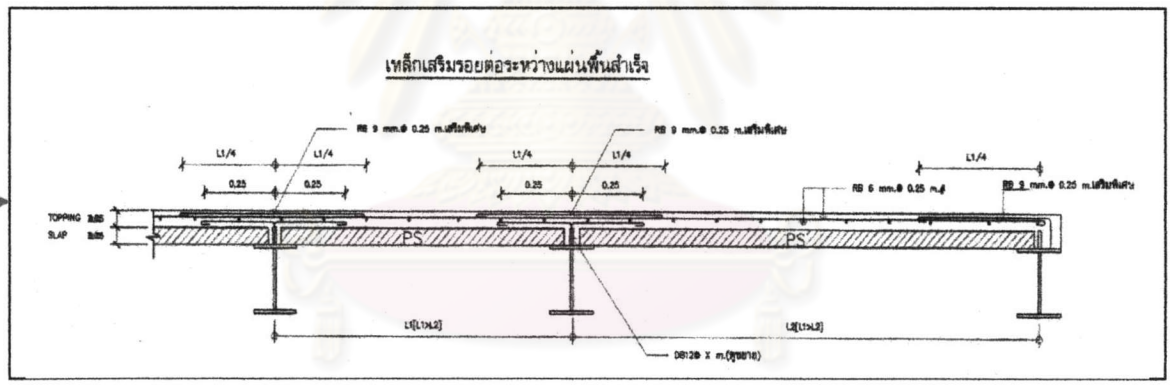
ข้อเสนอแนะ - การใช้โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีเป็นผนังภายในของอาคารที่มีการใช้วัสดุโครงคร่าวเหล่านั้นเป็นจำนวนมากนั้น น่าจะมีการพัฒนาเพื่อนำมาใช้ร่วมกับงานโครงสร้างเหล็กโดยมีการออกแบบควบคู่กันไป และมีการผลิตออกมาจากโรงงานซึ่งจะได้ขนาดความสูงที่ต้องการพอดี ระยะการยึดต่างๆสามารถติดตั้งได้ทันที ไม่ต้องมาตัดเป็นชิ้นๆบนหน้างาน ซึ่งจะลดเวลาในการติดตั้งไปได้มาก

7.) ใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นโครงสร้างพื้นอาคารในส่วนห้องน้ำและดาดฟ้า

มีการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นโครงสร้างพื้นอาคารในส่วนห้องน้ำและพื้นชั้นดาดฟ้า ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาน้ำรั่วหรือซึมมาตามรอยต่อได้ แต่จากการสัมภาษณ์หัวหน้าวิศวกรโครงการทราบว่าในทางปฏิบัติงานจริงสามารถทำได้ เพียงแต่ต้องระมัดระวังในส่วนของรอยต่อในการเดินท่อน้ำทิ้งต่างๆ เพราะจะเป็นส่วนที่มีการรั่วซึมได้ ผลของการวิเคราะห์ มีดังนี้

ภาพที่ 5-17 การใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปในส่วนห้องน้ำหอพัก

มีการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นโครงสร้างพื้นอาคาร ในส่วนห้องน้ำหอพัก และ บริเวณพื้นดาดฟ้าอาคาร โดยจะเทคอนกรีตทับหน้า เพียง 5 cm. เท่ากับพื้นห้องทั่วไป ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาน้ำรั่วมาตามรอยต่อต่างๆได้ สำหรับวิธีการป้องกันปัญหาน้ำรั่วซึมตามรอยต่อของงานนี้ ใช้วิธีการแยกหล่อพื้นคอนกรีตในที่ สำหรับส่วนที่เป็นท่องานระบบต่างๆ



ภาพที่ 5-18 รายละเอียดการก่อสร้างในส่วนโครงสร้างพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคาร

ข้อดี - ติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว / ลดเวลาการทำงานในส่วนโครงสร้างพื้นอาคารได้

ข้อเสีย - อาจทำให้เกิดปัญหาน้ำรั่วซึม ตามรอยต่อต่างๆภายหลังการก่อสร้างได้

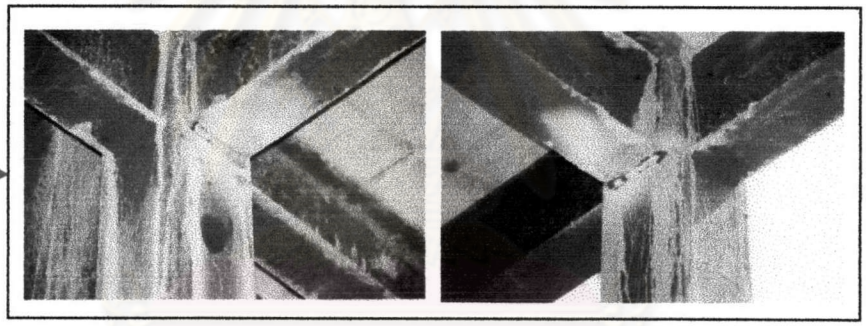
ข้อเสนอแนะ - การนำพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับโครงสร้างเหล็กนั้นสามารถนำมาใช้ได้ ส่วนการนำพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้ในบริเวณห้องน้ำ หรือพื้นส่วนที่ต้องมีการเปียกน้ำ ก็เป็นอีกทางเลือกนึงในกรณีที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้างของอาคาร หรือมีระยะเวลาในการก่อสร้างที่จำกัด แต่ก็ต้องมีการระมัดระวังในเรื่องของรอยต่อต่างๆให้ดี ทางที่ดีควรหลีกเลี่ยงการใช้คอนกรีตสำเร็จรูปในส่วนที่มีการเปียกหรือน้ำขัง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาน้ำรั่วซึมภายหลังได้

8.) งานโครงสร้างเหล็กจะต้องมีขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของรอยต่อโครงสร้าง

การใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้างอาคารนั้น จะต้องมีขั้นตอนการตรวจสอบรอยต่อของโครงสร้าง ว่ารอยต่อนั้นมีคุณภาพหรือไม่ สามารถรับน้ำหนักได้ตามมาตรฐานและมีความปลอดภัยหรือไม่ ผลของการวิเคราะห์ในเรื่องของ ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของรอยต่อโครงสร้าง มีดังนี้

การทดสอบรอยต่อโครงสร้างของการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ เป็นการใช้วิธีพ่นสเปรย์น้ำยาเคมีเพื่อทดสอบคุณภาพของรอยเชื่อมนั้นจากสี (Color Checking) โดยการทดสอบจะเป็นการสุ่มตรวจ เมื่อพบจุดที่ไม่ได้มาตรฐานก็จะแจ้งให้ทางผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการทราบเพื่อดำเนินการแก้ไขรอยเชื่อมนั้น

ภาพที่ 5-19 การพ่นสเปรย์น้ำยาเพื่อทดสอบคุณภาพของรอยต่อโครงสร้าง



ภาพที่ 5-20 ตัวอย่างภาพปฏิกริยาทางเคมีในการทดสอบรอยเชื่อมของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

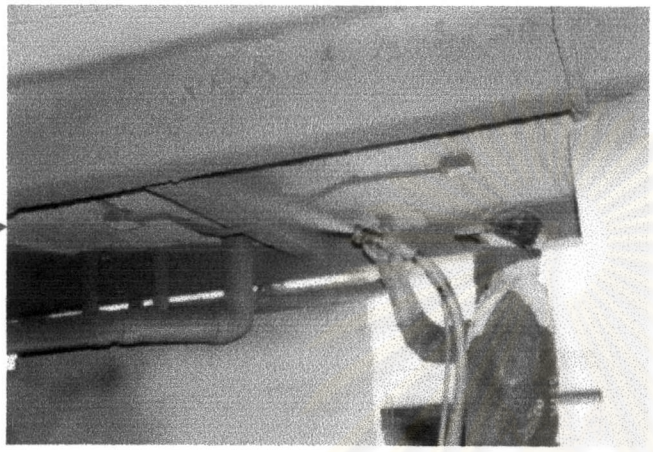
ข้อดี - รอยต่อโครงสร้างมีคุณภาพและได้มาตรฐานความปลอดภัย

ข้อเสีย - การที่จะตรวจเช็ครอยต่อให้ได้ทุกจุดของโครงสร้างนั้นทำได้ยาก จึงได้เพียงแค่สุ่มตรวจ / เพิ่มขั้นตอนในการทำงานให้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ - จากข้อเสียที่ว่าการตรวจสอบรอยต่อของโครงสร้างให้ได้ทุกๆจุดนั้นทำได้ยาก ทำได้เพียงแค่ทำการสุ่มตรวจเท่านั้น นับว่าเป็นการเสี่ยงมาก เพราะจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่ารอยต่อที่ไม่ได้ตรวจนั้นขาดคุณภาพหรือไม่ ความแข็งแรงอาจไม่ได้มาตรฐานความปลอดภัย ดังนั้นถ้าเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่ประกอบมาจากโรงงาน ซึ่งมีการควบคุมการผลิตให้มีคุณภาพได้มากกว่าการเชื่อมประกอบที่หน้างาน น่าจะเป็นการช่วยให้รอยต่อตางๆของโครงสร้างเหล็กมีคุณภาพมากขึ้น และการติดตั้งก็ยังสามารถทำได้สะดวก รวดเร็วมากกว่าเดิมยิ่งขึ้นด้วย

9.) งานโครงสร้างเหล็กสำหรับอาคารสาธารณะจะต้องมีการป้องกันไฟ

การใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้างอาคารสาธารณะ จำเป็นต้องมีวิธีการป้องกันไฟให้กับโครงสร้าง เพื่อป้องกันไม่ให้โครงสร้างหลักของอาคารพังหรือวิบัติลงมาในทันที ยังสามารถให้คนที่อยู่ภายในอาคารมีเวลาหนีออกมาภายนอกได้ทัน โดยจะต้องกันไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ผลของการวิเคราะห์ในเรื่องของการการป้องกันไฟโครงสร้าง มีดังนี้



การป้องกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็กของโครงการยูเซ็นเตอร์ เป็นการใช้สารพ่นหุ้มกันไฟ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถป้องกันไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป สามารถทำงานได้สะดวกรวดเร็ว และสารที่พ่นมีน้ำหนักเบา เพียงแต่ราคาค่อนข้างสูง และต้องใช้ช่างที่มีประสบการณ์ในการพ่นจากบริษัทผู้ประกอบการเฉพาะทาง

ภาพที่ 5-21 การใช้สารพ่นหุ้มกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็ก

ภาพที่ 5-22 ตัวอย่างการทำงานพ่นสารป้องกันไฟโครงสร้างเหล็ก

ข้อดี - โครงสร้างเหล็กสามารถทนไฟได้นาน 3 ชั่วโมง

ข้อเสีย - ราคาค่อนข้างแพง / เป็นเทคนิคพิเศษที่ต้องใช้ช่างผู้ชำนาญจากบริษัทผู้ประกอบการเฉพาะทาง / สารที่ใช้พ่นค่อนข้างมีการฟุ้งกระจายสูงต้องระมัดระวังในการทำงาน

ข้อเสนอแนะ - การป้องกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็ก มีด้วยกันหลายวิธี การใช้สารพ่นหุ้มกันไฟ ก็เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ป้องกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถ้ามีการพ่นที่ได้ความหนาที่มาตรฐานก็จะสามารถป้องกันไฟได้นานถึง 3 ชั่วโมง แต่ข้อเสียในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างแพง ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุ และวิธีการป้องกันไฟโครงสร้างเหล็ก จึงควรต้องพิจารณาหลายๆด้านก่อนตัดสินใจเลือกใช้

สรุปบทวิเคราะห์เทคนิคในการก่อสร้างอาคาร

ตารางที่ 5-2 แสดงการเปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารเมื่อเทียบกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

เทคนิคในการก่อสร้างอาคาร	
ข้อดี	ข้อด้อย
1. งานโครงสร้างเสาและคานหลักของอาคาร สามารถเชื่อมประกอบ และติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว	1. ต้องการใช้พื้นที่โล่งกว้างสำหรับลานกองวัสดุและทำงานเชื่อมประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างมาก
2. โครงสร้างมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบากว่าโครงสร้างคอนกรีต ช่วยประหยัดงานฐานรากไปได้ส่วนหนึ่ง	2. ความยืดหยุ่นในการทำงานน้อย ต้องการความแม่นยำสูง
3. งานโครงสร้างเหล็กสามารถใช้ร่วมกับงานคอนกรีตได้	3. จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในการเชื่อมประกอบโครงสร้างด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า
4. เหล็กโครงสร้างบางชิ้นสามารถรื้อถอนนำวัสดุมาใช้ใหม่ได้	4. ต้องมีขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพของรอยเชื่อม
5. เหล็กโครงสร้างสามารถต่อขนาดความยาวได้ ซึ่งทำให้ประหยัดค่าชิ้นส่วนวัสดุไปได้มาก	5. โครงสร้างเหล็กต้องมีการป้องกันการผุกร่อน และป้องกันไฟไหม้
6. ช่วยในการทำงานสถาปัตยกรรมให้สะดวกยิ่งขึ้น ในส่วนงานติดตั้งโครงคร่าวผนังภายในอาคาร	
7. งานโครงสร้างเสาและคานเหล็ก เป็นระบบการก่อสร้างแบบแห้ง ไม่สกปรก และทำให้ก่อสร้างเร็วขึ้น	
8. เศษเหล็กมีค่าสามารถขายเพื่อนำมาหลอมใช้ใหม่ได้	

<u>บทวิเคราะห์เพิ่มเติม</u> โครงสร้างเหล็กรูปพรรณมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานประเภทงานต่อเติมอาคาร หรือประเภทที่มีการใช้โครงสร้างร่วมกับอาคารเก่า เนื่องมาจากโครงสร้างเหล็กรูปพรรณมีคุณสมบัติที่มีน้ำหนักโครงสร้างเบาและมีความยืดหยุ่นมากกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ในงานประเภทที่ต้องใช้ต่อเติมร่วมกับโครงสร้างอาคารเก่า เช่น โครงสร้างเสาคาน ที่ต้องมีการยึดต่อระหว่างโครงสร้างใหม่กับโครงสร้างเก่าของอาคาร ด้วยเหตุผลที่เหล็กมีคุณสมบัติที่ยืดหยุ่นกว่าคอนกรีต จึงสามารถลดปัญหาความเสียหายที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างโครงสร้างส่วนเก่าของอาคารกับโครงสร้างส่วนใหม่ได้

3. การวิเคราะห์แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการศึกษาเรื่องแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์ สามารถนำมาสรุปและวิเคราะห์ออกเป็นเรื่องต่างๆได้ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์แรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการสัมภาษณ์หัวหน้าวิศวกรโครงการในเรื่องของแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร พบว่าแรงงานที่ใช้ประกอบไปด้วย ช่างไม้, ช่างเชื่อม, ช่างปูน, ช่างฝีมือ, และกรรมกร ซึ่งเมื่อเทียบกับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กแล้ว โครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะใช้แรงงานในการก่อสร้างน้อยกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ค่าจ้างแรงงานต่อคนสูงกว่า การก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะต้องใช้จำนวนแรงงานมากกว่า และค่าจ้างในการทำงานต่อคนแล้วจะต่ำกว่าโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ จากการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ที่ใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ต้องใช้คนงานสำหรับงานโครงสร้างอาคารทั้งหมดประมาณ 50 คน (ช่างเหล็ก 30 คน, ช่างปูน+ช่างไม้ 20 คน) วิศวกรโครงการที่ให้สัมภาษณ์ได้ประมาณว่าถ้าเป็นกรณีที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคารน่าจะใช้แรงงานสำหรับงานโครงสร้างอาคารทั้งหมดประมาณ 100 คน (ช่างไม้ 60 คน, ช่างปูน 20 คน, ช่างเหล็ก 20 คน) จะเห็นได้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณสามารถลดจำนวนแรงงานก่อสร้างในส่วนงานโครงสร้างลงได้ถึงครึ่งนึง แต่เมื่อเทียบกันแล้วในเรื่องของค่าจ้างของแรงงานที่สูงกว่าแล้วก็ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

ในอดีตประเทศไทยยังมีแรงงานเชื่อม หรือช่างเชื่อม สำหรับงานโครงสร้างเหล็กอยู่จำนวนน้อย เมื่อเทียบกับช่างไม้หรือช่างปูน ซึ่งเป็นช่างก่อสร้างอาคารส่วนใหญ่ที่มีจำนวนมากและมีความชำนาญในการทำงานมากกว่างานเหล็ก ดังนั้นสามารถนำเรื่องนี้มาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาฝีมือแรงงานและช่างก่อสร้างโครงสร้างเหล็กได้ดังนี้

ปัญหาจากการขาดแคลนแรงงานช่างเชื่อม และช่างเหล็กโครงสร้าง

1.) ปริมาณของช่างเชื่อม และช่างเหล็กของไทยยังมีไม่พอกับความต้องการตลาด
2.) คุณภาพของการทำงานของช่างเชื่อม และช่างเหล็ก ยังขาดมาตรฐาน
3.) ช่างเชื่อมและช่างเหล็กในปัจจุบัน ที่มีทั้งฝีมือและศักยภาพการทำงานที่สูงนั้นค่อนข้างหาได้ยาก

ปัญหาในการพัฒนาฝีมือแรงงานช่างเชื่อม และช่างเหล็กโครงสร้าง

1.) ขาดแคลนบุคลากร เทคโนโลยี และงบประมาณในการพัฒนา
2.) จำนวนผู้ที่มีความสนใจเพื่อพัฒนาฝีมือแรงงานเหล็ก ค่อนข้างหายาก

3.) ไม่มีการนำระบบมาตรฐานของฝีมือแรงงานมาใช้ในการพัฒนา

4.) การบริหารและจัดการในการพัฒนาฝีมือแรงงานยังไม่ดีพอ

แนวทางในการพัฒนาฝีมือแรงงานช่างเชื่อม และช่างเหล็กโครงสร้าง

1.) กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะฝึก จัดระบบการฝึกและพัฒนาฝีมือแรงงานให้มีคุณภาพและเหมาะสม

2.) ทำความเข้าใจในงานวิชาชีพ และจัดแนวทางการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

3.) ส่งเสริมการประกอบอาชีพสำหรับผู้ที่ผ่านการฝึกและพัฒนาฝีมือแรงงาน

4.) ส่งเสริมการตั้งมาตรฐานหรือกฎหมาย สำหรับผู้ประกอบการที่จะใช้ในการรับลูกจ้างแรงงานเชื่อม และช่างเหล็กโครงสร้างเข้าทำงาน โดยจะต้องมีใบรับรองคุณภาพการทำงานจากสถาบันที่ได้มาตรฐาน

3.2 การวิเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

การก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น โครงการยูเซ็นเตอร์ เป็นการก่อสร้างอาคารที่เป็นการผสมระหว่างเหล็กรูปพรรณและคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้นเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่เป็นส่วนงานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ จากการศึกษาถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ จะเห็นได้ว่าเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นมามากกว่าการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นทั่วๆไป มีดังนี้

1.) อุปกรณ์ตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊ส

2.) อุปกรณ์เชื่อมด้วยไฟฟ้า

3.) เครื่องตัดเหล็ก

4.) สเปรย์สารเคมีทดสอบคุณภาพของรอยเชื่อม

5.) อุปกรณ์พ่นป้องกันไฟโครงสร้างเหล็ก

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการก่อสร้างอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ และเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการทำงานก่อสร้าง ระยะเวลาในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง ฯลฯ เพื่อแสดงให้เห็นว่าอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กนั้นๆจะมีคุณภาพของการก่อสร้างอย่างไร ปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการทำงานโครงสร้างเหล็กก็คือ ความปลอดภัยของผู้ที่ทำงานภายในสถานที่ก่อสร้าง ดังนั้นการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานอย่างถูกต้องและเหมาะสม ก็จะช่วยให้เพิ่มความปลอดภัยในการทำงานแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ นอกจากนั้นยังส่งผลให้การก่อสร้างอาคารนั้นๆจะราบรื่น และสำเร็จไปได้ตามเป้าหมาย ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะความปลอดภัยของอุปกรณ์ตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊สและอุปกรณ์เชื่อมด้วยไฟฟ้า ที่เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ของงานหลักสำคัญในการก่อสร้างอาคารซึ่งมีจำนวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่นๆ

ความปลอดภัยของการเชื่อมและตัดชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้าง เป็นส่วนสำคัญที่ผู้ทำงานเหล่านั้นจะต้องศึกษาและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตรายแก่ผู้ทำงานเองและผู้อื่น สามารถวิเคราะห์และวิธีการทำงานได้ดังนี้

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้กับช่างเชื่อม ได้แก่

1.) ไฟฟ้าดูด อันเนื่องมาจากการรั่วจากอุปกรณ์เอง หรือการทำงานบนที่เปียกชื้น
2.) ถูกเปลวไฟไหม้หรือลวก , โดนสะเก็ดไฟเชื่อม , โลหะร้อนหรือสแลกจากการเชื่อม
3.) การระเบิดอันเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายถังแก๊สและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อม
4.) ตาเจ็บ เนื่องจากโดนสะเก็ดไฟเชื่อมหรือสแลกเชื่อม
5.) อาจเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ อันเนื่องมาจากสะเก็ดไฟจากการเชื่อม

ความปลอดภัยในการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

1.) ก่อนเชื่อมทุกครั้ง จะต้องมีการตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้น เพื่อความพร้อมในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
2.) บริเวณที่จะทำการเชื่อมจะต้องมีอากาศถ่ายเท และมีการระบายอากาศได้ดีด้วย
3.) ต้องเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ให้ตรงกับหน้าที่และถูกต้องกับงานนั้นๆ
4.) อย่าทำการเชื่อมหรือมองการเชื่อมด้วยตาเปล่า ต้องสวมหน้ากากเชื่อมทุกครั้ง
5.) การแต่งการของช่างเชื่อมต้องรัดกุม และสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายให้พร้อม
6.) อย่าทำการปรับเปลี่ยนไฟเชื่อม ในขณะที่เครื่องเชื่อมทำงานอยู่ ควรปิดเครื่องก่อน
7.) ควรติดตั้งสวิตช์ตัดไฟ หรือสะพานไฟ ไว้ในที่ที่สามารถปิดเครื่องได้ทันทีและรวดเร็ว ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ ไฟฟ้ารั่วหรือรัดวงจร
8.) เครื่องเชื่อมจะต้องมีการต่อสายดินไว้ด้วยเสมอ เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูดผู้ทำงานเชื่อม

ความปลอดภัยในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

1.) ต้องมีการตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นก่อนทำงานทุกครั้ง
2.) ก่อนเชื่อมหรือตัดด้วยแก๊ส จะต้องเตรียมสถานที่การทำงาน อย่าให้มีวัตถุไวไฟอยู่ใกล้บริเวณที่ทำงาน
3.) อุปกรณ์ถังแก๊สต่างๆควรเก็บในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี และควรระมัดระวังในการเคลื่อนย้าย
4.) อย่าจุดหัวตัดแก๊สด้วยชิ้นส่วนโครงสร้างที่ร้อน เพราะจะทำให้ชิ้นส่วนโครงสร้างเกิดคราบควันดำสกปรก และไม่ควรใช้ไม้ขีดไฟจุดจะทำให้ไหม้มือได้ ควรจุดด้วยที่จุดไฟแก๊สหรือไฟแช็ค

5.) ขณะทำการเชื่อมอย่าเผลอนำหัวตัดแก๊สเข้าไปใกล้ท่อแก๊สเพื่อปรับความดัน เพราะอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ ควรห่างจากท่อแก๊สไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

6.) เมื่อเลิกใช้หัวตัดแก๊สตัดชิ้นส่วนโครงสร้างแล้ว ควรปิดวาล์วแก๊สทันที เพื่อไล่แก๊สที่อยู่ภายในออก แล้วเก็บในที่ปลอดภัย

7.) ช่างเชื่อมหรือตัดแก๊ส ควรสวมอุปกรณ์นิรภัยเพื่อความปลอดภัยทุกครั้ง

8.) เมื่ออุปกรณ์ต่างๆเกิดความเสียหาย ควรส่งซ่อมทันที ไม่ควรนำมาใช้อีก

สรุปบทวิเคราะห์แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ สามารถสรุปในเรื่องของแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างได้ว่า ในปัจจุบันแรงงานช่างเชื่อม และช่างเหล็กโครงสร้างภายในประเทศไทยนั้น ก็มีเพิ่มขึ้นกว่าในอดีตมากแต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบก่อสร้างของประเทศไทย ให้มีการใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นช่างเชื่อมและช่างเหล็กโครงสร้างที่มีฝีมือในการทำงานค่อนข้างหาได้ยาก ซึ่งมีผลทำให้งานก่อสร้างโครงเหล็กยังไม่เป็นที่นิยมสำหรับมาใช้ก่อสร้างอาคารหอพัก หรืออาคารพักอาศัยอื่นๆมากนัก จึงน่าจะมีการสนับสนุนเพื่อให้เกิดการพัฒนาฝีมือแรงงานช่างเชื่อม และช่างเหล็กก่อสร้างของประเทศให้มีคุณภาพในการทำงาน และมีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น ส่วนเรื่องของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ระบบเสาและคาน ของโครงการยูเซ็นเตอร์นั้น จะเห็นได้ว่าใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่วๆไปภายในประเทศ และมีการใช้ที่เหมือนก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เพียงแต่จะเพิ่มในส่วนอุปกรณ์การเชื่อมและตัดเหล็กโครงสร้าง และอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับงานเฉพาะทางของโครงสร้างเหล็กขึ้นมา ความปลอดภัยในการทำงานของผู้ทำงานก่อสร้างในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้คุณภาพในการก่อสร้างอาคารเหล่านั้นให้ดีขึ้นโดยจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆดังนี้

1.) เครื่องมือต้องอยู่ในสภาพที่ดี พร้อมที่จะใช้งานได้เสมอ

2.) ใช้เครื่องมือให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับงาน

3.) ใช้เครื่องมือให้ถูกวิธี จะทำให้งานออกมามีประสิทธิภาพ

4.) เก็บรักษาเครื่องมือให้เป็นระเบียบ

5.) ใช้แรงงานก่อสร้างที่มีความชำนาญ

ไม่ว่าจะเรื่องแรงงาน หรือเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ล้วนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้การก่อสร้างอาคารที่ใช้โครงสร้างเหล็กเหล่านั้น ว่าจะสำเร็จลุล่วงด้วยดีหรือไม่ และมีคุณภาพในการก่อสร้างมากน้อยเพียงใด จึงควรการเลือกใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมกับการทำงาน

4. การวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้างโครงการ

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาทางด้านราคาค่าก่อสร้างโครงการ ที่เป็นการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้างอาคารเดียวกันที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ได้จากการจำลองสมมุติขึ้นมาจากแผนงานการก่อสร้างเดิมของโครงการยูเซ็นเตอร์ ที่เดิมทีจะมีการใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคาร โดยสามารถแยกลำดับการวิเคราะห์ออกได้ดังนี้

4.1 การเปรียบเทียบราคารวมของค่าก่อสร้างอาคาร

ตารางที่ 5-3 แสดงการเปรียบเทียบราคารวมค่าก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ กับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

ลำดับ	รายการ	A. โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ		B. โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก		หมายเหตุ
		ราคารวม (บาท)	เปอร์เซ็นต์ (%)	ราคารวม (บาท)	เปอร์เซ็นต์ (%)	
1.	งานโครงสร้าง	25,658,660.50	23.69	16,269,373.19	16.44	A. = ราคาค่าก่อสร้างที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ได้จาก BOQ ของการก่อสร้างจริง B. = ราคาค่าก่อสร้างที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้จาก BOQ ของแผนงานเดิมที่ใช้โครงสร้างหลักของอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบกับการคำนวณราคาโดยผู้วิจัย
2.	งานสถาปัตยกรรม	36,565,795.00	33.76	36,565,795.00	36.95	
3.	งาน LANDSCAPE	5,634,120.00	5.20	5,634,120.00	5.70	
4.	งานระบบรักษาความปลอดภัย	1,983,050.00	1.83	1,983,050.00	2.01	
5.	งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร	19,141,509.00	17.67	19,141,509.00	19.35	
6.	งานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย	7,002,265.00	6.46	7,002,265.00	7.07	
7.	งานระบบปรับอากาศ	12,339,200.00	11.39	12,339,200.00	12.48	
รวมราคาค่าก่อสร้าง (เฉพาะต้นทุนวัสดุ + แรงงาน)		108,324,599.50	100	98,935,312.19	100	
ค่าดำเนินการ + กำไร 12 %		12,998,951.94		11,872,237.46		
รวมสุทธิ		121,323,551.40		110,807,549.70		
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %		8,492,648.60		7,756,528.48		
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น		**129,816,200.00**		**118,564,078.20**		
ราคาเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย (บาท/ตร.ม.) * พ.ท.ใช้สอยรวม = 9,000 ตร.ม.		**14,424.02**		**13,173.79**		* ราคานี้เป็นราคาที่ไม่นับรวมงานรื้อถอน และขนย้าย อาคารพาณิชย์เก่า ซึ่งเป็นเงิน 5,000,000.00 บาท

** ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง และข้อมูลจากแผนงานการก่อสร้างเดิม "โครงการงานบูรณะและพัฒนาอาคารพาณิชย์บริเวณจุฬาฯ 42" (บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด) (ราคาวัสดุในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2545)

จากตารางการเปรียบเทียบราคารวมค่าก่อสร้างอาคารข้างต้นจะเห็นได้ว่า ราคารวมของค่าก่อสร้างอาคารที่รวมกับค่าดำเนินการต่างๆแล้ว ราคารวมค่าก่อสร้างที่ใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เท่ากับ 129,816,200.00 บาท และ ราคารวมค่าก่อสร้างที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เท่ากับ 118,564,078.20 บาท ซึ่งสรุปได้ว่าราคาค่าก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น (โครงการยูเซ็นเตอร์) ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ จะแพงกว่า ราคาค่าก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เท่ากับ **11,252,121.80 บาท** ซึ่งหาค่าความแตกต่างกันของราคารวมค่าก่อสร้างได้ดังนี้

$$\frac{\text{ราคารวมของค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้าง ค.ส.ล.}}{\text{ราคารวมของค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ}} = \frac{118,564,078.20}{129,816,200.00} \times 100$$

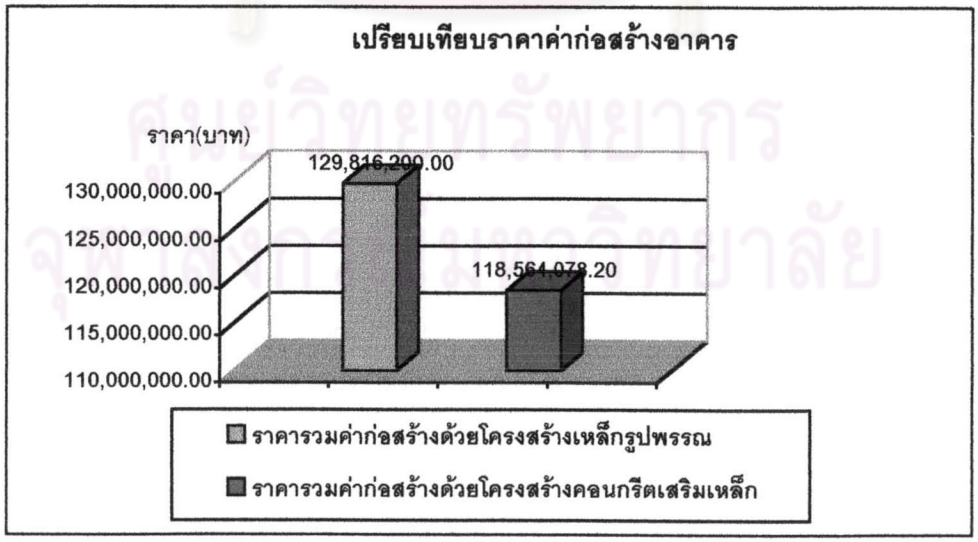
$$= 91.33$$

$$= 100 - 91.33$$

$$= 8.67\ \%$$

ค่าแตกต่างของราคารวมค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มากกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก = 8.67 %

ตารางการเปรียบเทียบราคารวมค่าก่อสร้างของการใช้โครงสร้างทั้ง 2 ระบบ สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย (มีทั้งหมดรวม 9,000 ตร.ม.) จะได้ราคาค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เท่ากับ 14,424.02 บาท / ตร.ม. และราคาค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เท่ากับ 13,173.79 บาท / ตร.ม.

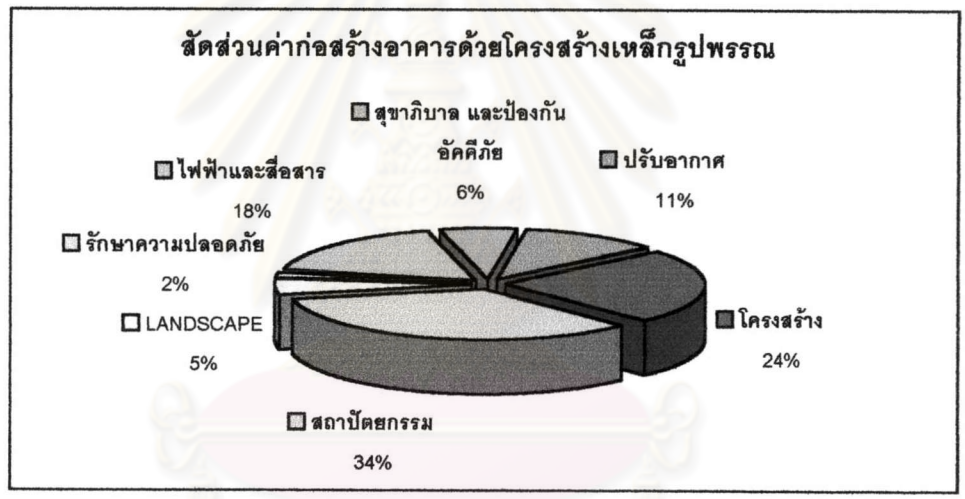


แผนภูมิที่ 5-4 เปรียบเทียบราคารวมของค่าก่อสร้างอาคารทั้ง 2 ระบบ

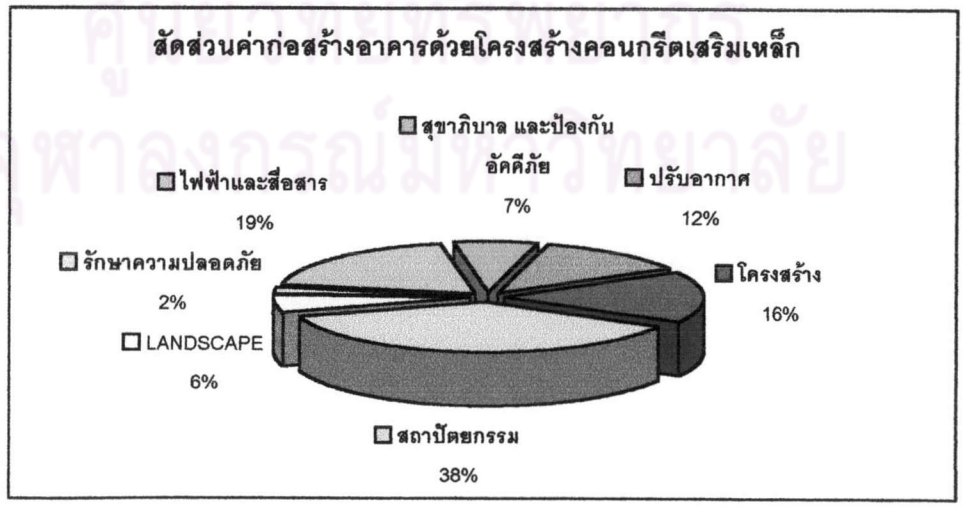
จากแผนภูมิที่ 5-4 จะเห็นถึงความแตกต่างของราคารวมค่าก่อสร้างอาคารของทั้ง 2 ระบบ โดยการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะแพงกว่า การก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สาเหตุของความแตกต่างของราคารวมค่าก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบนี้จะอยู่ที่ หมวดงานโครงสร้าง ซึ่งจะประกอบไปด้วย งานโครงสร้างเสาและคานหลักของอาคาร และงานโครงสร้างอื่นๆ ส่วนหมวดงานอื่นๆอันได้แก่ หมวดงานสถาปัตยกรรม , หมวดงาน LANDSCAPE , หมวดงานระบบรักษาความปลอดภัย , หมวดงานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร , หมวดงานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย , หมวดงานระบบปรับอากาศ หมวดงานเหล่านี้จะมีการก่อสร้างที่เหมือนกัน จึงทำให้มีราคาค่าก่อสร้างของแต่ละหมวดงานมีค่าเท่ากัน

4.2 การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างแบ่งตามหมวดงานต่างๆ

เป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงราคาค่าก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างทั้ง 2 ระบบโดยแยกออกเป็นหมวดงานต่างๆได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 5-5 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานของการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ



แผนภูมิที่ 5-6 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานของการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากแผนภูมิที่ 5-5 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานต่างๆ ของการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณมีดังนี้ หมวดงานโครงสร้าง 24% หมวดงานสถาปัตยกรรม 34% หมวดงาน LANDSCAPE 5% หมวดงานรักษาความปลอดภัย 2% หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 18% หมวดงานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย 6% หมวดงานระบบปรับอากาศ 11%

จากแผนภูมิที่ 5-6 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานต่างๆ ของการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีดังนี้ หมวดงานโครงสร้าง 16% หมวดงานสถาปัตยกรรม 38% หมวดงาน LANDSCAPE 6% หมวดงานรักษาความปลอดภัย 2% หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 19% หมวดงานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย 7% หมวดงานระบบปรับอากาศ 12%

จะเห็นได้ว่าหมวดงานที่มีสัดส่วนมากที่สุดคือ หมวดงานสถาปัตยกรรม และหมวดงานที่มีสัดส่วนมากรองลงมาเป็นอันดับที่ 2 คือ หมวดงานโครงสร้าง ซึ่งมีผลต่อราคารวมของค่าก่อสร้างอาคารมากเช่นกันคือ โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เท่ากับ 24% และโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เท่ากับ 16% โดยเมื่อนำสัดส่วนค่าก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบมาวิเคราะห์ดูจะเห็นได้ว่า สัดส่วนงานโครงสร้างของการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะมากกว่าสัดส่วนงานโครงสร้างของการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เท่ากับ 8% อันเนื่องมาจากราคาต่อหน่วยวัสดุและค่าจ้างแรงงานก่อสร้างของโครงสร้างเหล็กสูงกว่าโครงสร้าคอนกรีตเสริมเหล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. การวิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้างโครงการ

จากการศึกษาด้านระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ สามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับระยะเวลาก่อสร้างอาคารเดียวกันที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อให้เห็นถึงระยะเวลาในการก่อสร้างจริงของการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างทั้ง 2 ระบบ ได้ดังนี้

5.1 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารแยกตามหมวดงานต่าง ๆ

จากการสัมภาษณ์หัวหน้าวิศวกรโครงการยูเซ็นเตอร์ ซึ่งเป็นผู้ที่ทำการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น (โครงการยูเซ็นเตอร์)ด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเป็นการประมาณโดยใช้จากประสบการณ์การทำงาน ร่วมกับแผนงานการก่อสร้างเดิม ที่ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร จากการสัมภาษณ์ทราบว่า การก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มีข้อได้เปรียบในเรื่องของระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารที่ใช้เวลาน้อยกว่า การก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก การก่อสร้างในส่วนงานโครงสร้างเสาและคาน ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร มีผลอย่างมากต่อระยะเวลารวมของการก่อสร้างทั้งหมด เมื่องานโครงสร้างหลักของอาคารเสร็จเร็วเท่าใดก็ยิ่งทำให้งานอื่นๆสามารถเริ่มงานได้เร็วขึ้นเท่านั้น จากตารางที่ 5-5 จะการก่อสร้างโครงสร้างเสาและคานเหล็กรูปพรรณจะมีข้อได้เปรียบคือ สามารถเชื่อมประกอบเป็นชิ้นเฟรมโครงสร้างที่มีความสูงทั้งชิ้นสูงเท่ากับความสูงของอาคารคือ 3 ชั้น และสามารถยกขึ้นติดตั้งได้ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง / 1 ชิ้นเฟรมโครงสร้าง และใช้ระยะเวลา 2 วันในการเชื่อมประกอบให้แข็งแรง และเมื่อทำการเชื่อมยึดเฟรมโครงสร้างเหล่านั้นให้แข็งแรงแล้วก็สามารถเริ่มงานวางพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปและเทคอนกรีตทับหน้าและเมื่อเสร็จงานโครงสร้างพื้นอาคาร ก็สามารถเริ่มงานสถาปัตยกรรมในส่วนงานก่อผนังอาคาร และเข้ามาทำงานระบบอาคารได้ทันที ซึ่งทำให้ลดช่วงระยะเวลาในการก่อสร้างที่จะต้องรอต่องานกันและกันลงไป จึงส่งผลให้ระยะเวลารวมของการก่อสร้างอาคารน้อยลงด้วย

ส่วนการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น เริ่มด้วยในส่วนโครงสร้างเสา ค.ส.ล.ชั้น 1 จะต้องเริ่มด้วยขั้นตอนการผูกเหล็กเสริมโครงสร้าง ทำไม้แบบหล่อปิดรอบ เทคอนกรีตและต้องทิ้งระยะเวลาให้คอนกรีตเซ็ตตัวได้ที่อย่างน้อย 20 วัน ถึงจะเริ่มงานในส่วนโครงสร้างคานพื้นชั้น 2 ได้ และก็ต้องทำตามขั้นตอนต่างๆที่กล่าวมาอีก ทำซ้ำขึ้นไปเรื่อยๆทีละชั้นๆ ในส่วนตรงนี้เป็นส่วนข้อด้อยที่โครงสร้างคอนกรีตยังไม่สามารถเริ่มงานสถาปัตยกรรม งานระบบอาคาร หรืองานอื่นๆได้ ซึ่งต่างจากการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ที่สามารถเริ่มงานเหล่านั้นในชั้น 2 และชั้น 3ของอาคารได้เลย โดยไม่ต้องเสียเวลารอระยะเวลาการเซ็ตตัวของคอนกรีตโครงสร้างเสาและคาน และส่วนของงานระบบปรับอากาศ , งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย , งานระบบรักษาความปลอดภัย จะมีระยะเวลาการก่อสร้างที่เท่ากัน

ตารางที่ 5-4 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ

รายการ	มี.ค. 2545	เม.ย. 2545	พ.ค. 2545	มิ.ย. 2545	ก.ค. 2545	ส.ค. 2545	ก.ย. 2545	ต.ค. 2545	พ.ย. 2545	ธ.ค. 2545	ม.ค. 2546	ก.พ. 2546	มี.ค. 2546	เหล็ก (วัน)	ค.ส.ล (วัน)
1. งานระบบฐานราก														83	83
2. งานถังเก็บน้ำใต้ดิน														98	98
3. งานโครงสร้างค.ส.ล.ชั้น 1														106	106
4. งานเสาเหล็กรูปพรรณ / เสาค.ส.ล.ชั้น 1														137	60
5. งานคานเหล็กรูปพรรณ / คานค.ส.ล.ชั้น 2														138	100
6. งานโครงสร้างพื้น / เสาค.ส.ล.ชั้น 2														52	60
7. งานพื้นสำเร็จรูป / คานพื้นค.ส.ล.ชั้น 3														120	100
8. งานโครงสร้างดาดฟ้า / เสาค.ส.ล.ชั้น 3														60	60
9. งานถังเก็บน้ำ / คานพื้นค.ส.ล.ชั้นดาดฟ้า														60	100
10.งานโครงหลังคา และโครงสร้างอื่นๆ														153	153
11.งานพื้นและงานผิวพื้น														168	195
12.งานผนังและงานผิวผนัง														168	180
13.งานฝ้าเพดาน														153	180
14.งานประตู-หน้าต่าง														168	180
15.งานทาสี														122	122
16.งานสุขภัณฑ์														90	90
17.งานตกแต่งภายใน														120	120
18.งานจัดสวน														90	90
19.งานอื่นๆ														61	61
20.งานระบบไฟฟ้าแรงสูง														30	30
21.งานหม้อแปลงไฟฟ้า														45	45
22.งานแผงควบคุมไฟฟ้า														45	45
23.งานเดินท่อร้อยสาย และสายไฟฟ้า														153	180
24.งานดวงโคมไฟฟ้า														60	60
25.ค่าแรงงานระบบไฟฟ้า														153	180
26.งานระบบโทรศัพท์														91	91
27.งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้														91	91
28.งานระบบโทรทัศน์และดาวเทียม														91	91
29.งานระบบเรียกขานเข้าและระบบเสียง														91	91
30.โทรทัศน์สี 14 นิ้ว														60	60
31.งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศและทดสอบ														120	120
32.งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ	ยกเลิกรายการนี้													-	-
33.งานระบบประปา														175	175
34.งานระบบระบายน้ำเสีย														175	175
35.งานระบบระบายน้ำฝน														175	175
36.งานระบบป้องกันอัคคีภัย														175	175
37.งานระบบสัญญาณเตือนภัย														90	90
38.ระบบควบคุมการเข้า-ออกด้วยลายมือ														90	90
39.ระบบที่วิ่งจอดปิด														90	90

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง และระยะเวลาการก่อสร้างของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจากการประมาณโดย นาย ภูวิน พิบูลย์สมบัติ (หัวหน้าวิศวกรโครงการยูเซ็นเตอร์) วันที่ 8/01/46

** หมายเหตุ : ——— ระยะเวลาการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

..... ระยะเวลาการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

6. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

จากผลการศึกษาด้านปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (โครงการยูเซ็นเตอร์) พบปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นหลายเรื่อง สามารถนำมาวิเคราะห์ออกเป็นกลุ่มของปัญหาใหญ่ๆได้ 4 กลุ่มปัญหา คือ กลุ่มปัญหาเนื่องจากขั้นตอนและเทคนิคในการก่อสร้าง , กลุ่มปัญหาที่เกิดจากสภาพเดิมของสถานที่ก่อสร้าง , กลุ่มปัญหาที่เกิดจากการขาดการวางแผนงาน , กลุ่มปัญหาและอุปสรรคอื่นๆในการก่อสร้าง โดยเสนอเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 5-5 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ(โครงการยูเซ็นเตอร์)และแนวทางแก้ไข

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาเนื่องจากขั้นตอนและเทคนิคในการก่อสร้าง	1. ปัญหารอยเชื่อมของโครงสร้างไม่ได้มาตรฐาน	1. ความไม่ชำนาญของช่างเชื่อม ช่างเชื่อมที่ขาดประสบการณ์จะทำให้ขาดเทคนิคในงานเดินแนวเชื่อม 2. การเดินแนวเชื่อมถ้ามีระยะห่างของการอาร์คมากเกินไปจะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างจุดอาร์ค ซึ่งจะทำให้เกิดจุดตามดขึ้นบนแนวเชื่อม 3. การใช้อุปกรณ์ในการเชื่อมไม่เหมาะสม	1. เรียกบริษัทที่รับผิดชอบเรื่องการตรวจสอบมาตรฐานของรอยเชื่อมเข้ามาทดสอบ 2. ใช้วิธีพ่นสเปรย์น้ำยาเคมีเพื่อทดสอบสี (Colour Checking) 3. แจ้งให้บริษัทรับเหมาดำเนินการแก้ไขรอยเชื่อมใหม่ 4. ให้คนงานเชื่อมใช้ค้อนเคาะสแลก ขูดสแลกออกให้หมดจนเห็นแนวเชื่อม ทำความสะอาดแล้วเดินแนวเชื่อมทับใหม่ให้แข็งแรง
	2. ปัญหาการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กไม่ได้ระดับ	1. คุณภาพของการเชื่อมประกอบโครงสร้างหลังคาไม่ดี ทำให้เกิดการเอียง 2. ขนาดของเสาเหล็กรูปพรรณไม่เท่ากันพอดี อันอาจเกิดจากการตัดชิ้นส่วนโครงสร้างเสาเหล็กตั้งแต่เริ่มก่อสร้าง	1. ใช้หัวตัดแก๊สในการเลาะรอยเชื่อมเดิมออก 2. ทำการแต่งระดับด้วยแผ่นเหล็กให้มีความหนาขึ้นเท่าระดับอื่นๆ แล้วจึงยึดสลักเกลียวและเชื่อมยึดให้แข็งแรงอีกที

ตารางที่ 5-5 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ(โครงการยูเซ็นเตอร์)และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาเนื่องจากขั้นตอนและเทคนิคในการก่อสร้าง	3. ปัญหาการก่อกำแพงอิฐในส่วน Bracing ทำได้ลำบาก และผนังบางส่วนมีการทรุดตัว	1. เกิดจากแบบของโครงสร้างซึ่งมีความจำเป็นในการใช้ชิ้นส่วนของ Bracing ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จึงทำให้ต้องก่อบล็อกระหว่าง Bracing นั้นอยู่ดี 2. การวัดระยะของก้อนบล็อกอิฐมวลเบา และการก่อวางระหว่าง Bracing ไม่ลงตัวพอดี และเกิดช่องว่างระหว่างบล็อกมาก จึงทำให้ผนังเกิดการร้าวและทรุดตัวลงมา	1. ใช้คนงานทุบผนังในส่วนที่ทรุดออก 2. นำอิฐก้อนใหม่เข้าไปก่อแทนที่ให้เรียบร้อย
	4. ปัญหาการหล่อคอนกรีตตอม่อค.ส.ล. บริเวณใต้แผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสา	1. เบื้องต้นในทางทฤษฎีต้องการให้ขนาดของตอม่อค.ส.ล.มีขนาดเท่ากันกับแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสาพอดี แต่ในทางปฏิบัติงานจริงทำได้ยากและเสียเวลามาก 2. ในการหยอดคอนกรีตให้เข้าไปเต็มพอดีใต้ท้องแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสาทำได้ยาก จึงทำให้การรับนน.โครงสร้างในส่วนนั้นไม่เต็มประสิทธิภาพ	1. ออกแบบขนาดของตอม่อค.ส.ล. ให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้าง 2. ทำไม้แบบโครงสร้างแล้วหล่อคอนกรีตขึ้นมาให้เต็มชนใต้ท้องแผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้างพอดี 3. ถ้าคอนกรีตยังไม่ชนพอดีกับแผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้าง จะใช้ปูนเกราท์ในการแต่งระดับให้พอดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-5 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ(โครงการยูเซ็นเตอร์)และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
2. ปัญหาที่เกิดจากสภาพเดิมของสถานที่ก่อสร้าง	1. ปัญหาแนวเสาของอาคารส่วนหน้าและส่วนหลังเหลื่อมกัน	1. อาคารส่วนหน้าและอาคารส่วนหลังเหลื่อมกันเนื่องมาจากตอม่อของอาคารพาณิชย์เดิม ที่อาคารหอพักใหม่นำกลับมาใช้นั้นมีการเหลื่อมของแนวเสาอาคารอยู่แล้วเล็กน้อย ประมาณ 5-10 ซม. จึงทำให้จุดยึดโครง Truss เหล็กคลุมหลังคาทางเดินระหว่างอาคารจึงต้องเปลี่ยนจุดไปด้วย	1. ทางทีมวิศวกรโครงสร้างได้ออกแบบรอยต่อในส่วนนี้ขึ้นมาใหม่ โดยจะทำการย้ายตำแหน่งจุดยึดให้เลื่อนไปด้านข้างให้ตรงแนวกับแนวเสาของอีกอาคารหนึ่ง 2. จะใช้เหล็กแผ่นต่อเป็นกล่องและเชื่อมยึดติดกับเสาเหล็กที่โผล่ขึ้นมาอีกที 3. นำโครง Truss เหล็กมาเชื่อมยึดติดบนกล่องเหล็กนั้น (ทำในด้านที่มีรอยต่อที่เป็นแบบ Fix Joint)
3. ปัญหาที่เกิดจากการขาดการวางแผนงาน	1. ปัญหาสารพ่นกันไฟติดโครงคร่าว ทำให้การติดตั้งผนังยิปซั่มบอร์ดทำได้ลำบาก *** การปฏิบัติงานพ่นสารกันไฟโครงสรางควรจะมีการพ่นเมื่อเสร็จสิ้นงานโครงสร้างหลักแล้วทันที เพื่อป้องกันไม่ให้สารเหล่านั้นไปติดกับชิ้นส่วนวัสดุโครงสร้างอื่นๆให้เกิดความเสียหายและยุ่งยากในการทำความสะอาด	1. การวางแผนงานและติดต่อให้บริษัทที่รับผิดชอบงานพ่นสารกันไฟโครงสร้างเข้ามาทำงานล่าช้า จึงต้องเริ่มงานโครงคร่าวผนังภายในไปก่อน เพื่อแก้ปัญหาระยะเวลาก่อสร้างที่ค่อนข้างน้อยและจำกัด 2. การพ่นสารกันไฟ (CP2) ไม่สามารถควบคุมให้สารพ่นไปตรงจุดที่ต้องการได้ เพราะสารกันไฟที่พ่นออกมาจะมีลักษณะฟุ้งกระจายเป็นวงกว้าง	1. ใช้เกียงขูดสารกันไฟเหล่านั้นที่ติดอยู่บนโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีของผนังภายในออกให้เรียบ (ในส่วนที่ทำการยึดแผ่นยิปซั่ม) 2. เจาะรูและยึดแผ่นยิปซั่มเข้ากับโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี

ตารางที่ 5-5 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ(โครงการยูเซ็นเตอร์)และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
3. ปัญหาที่เกิดจากการขาดการวางแผนงาน	2. ปัญหาเวลามีวัสดุเข้าหน้างาน รถเครนไม่สามารถทำงานติดตั้งโครงเหล็กรูปพรรณได้	1. พื้นที่ในการก่อสร้างโครงการมีจำกัด จึงทำให้พื้นที่สำหรับกองวัสดุที่ส่งเข้าหน่วยงาน กับพื้นที่ในการทำงานก่อสร้างมีความจำเป็นต้องสับเปลี่ยนกันใช้พื้นที่ 2. การวางแผนงานในการสั่งวัสดุและจัดส่งเข้าหน่วยงาน ไม่ประสานกันกับการทำงานก่อสร้างที่หน้างานจริง	1. วางแผนการก่อสร้างใหม่อยู่ตลอดทุกๆวันตามสภาพหน้างานจริง เพื่อวางแผนการสั่งและขนส่งวัสดุมายังหน้างานให้ประสานกับการทำงานก่อสร้างที่หน้างานจริง
	3. ปัญหาโรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาไม่สามารถส่งวัสดุเข้าให้ทันกับหน้างานได้	1. โรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาประสบปัญหาทางด้านการผลิต จึงไม่สามารถส่งวัสดุเข้ามาที่หน้างานได้ทันกับแผนงานที่ได้กำหนดไว้	1. วางแผนการก่อสร้างใหม่ 2. สรุปเลือกวัสดุใหม่มาใช้แทนอิฐมวลเบา คืออิฐแดงชนิดกลวง สำหรับงานก่อผนังอาคารในส่วนที่เหลือ
	4. ปัญหาในการควบคุมดูแลผู้รับเหมาย่อยของแต่ละ Zone	1. เป็นการวางแผน เลือกใช้วิธีดำเนินการก่อสร้างของบริษัทรับเหมาก่อสร้างหลัก จะจ้างผู้รับเหมารายย่อย เข้ามาทำงาน โดยรับผิดชอบแยกเป็นส่วนๆ อาคารแต่ละรายไป 2. การที่จะดูแลผู้รับเหมาย่อยแต่ละราย ทำงานให้ได้ปริมาณเท่าๆกัน และมีคุณภาพใกล้เคียงกันนั้นค่อนข้างทำได้ยาก	1. มีการเรียกผู้รับเหมาย่อยแต่ละรายประชุมใหญ่รายงานผลการก่อสร้างอย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง และถ้าผู้รับเหมารายใดมีปัญหาต้องรีบปรึกษาก็จะเรียกมาปรึกษาเป็นรายๆไป

ตารางที่ 5-5 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ(โครงการยูเซ็นเตอร์)และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
4. ปัญหาและอุปสรรคอื่นๆในการก่อสร้าง	1. เอกสารบ้านเลขที่จากทางเขตปทุมวันสรุปล่าช้าทำให้การยื่นขอน้ำ, ไฟฟ้าเป็นปัญหา 2. ที่พักคนงานไม่เพียงพอทำให้เสียเวลาการย้ายที่พักซึ่งทำให้เปิดงานไม่ได้ตามแผน 3. บริษัทผู้ผลิตวัสดุไม่สามารถนำวัสดุเข้าให้ทันกับหน้างาน 4. งานรื้อถอนอาคารพาณิชย์เก่าทำไม่ทันตามกำหนด ติดปัญหาขนย้ายวัสดุออกจาก Site 5. งานระบบประปาทำงานล่าช้ากว่าแผน ฝนตกทำให้ไม่สามารถฉาบภายนอกทาสีและปู กระเบื้องยางได้ 6. Shop Drawing ส่งให้หน้างานไม่ทัน เนื่องจากมีงานหลายส่วนที่ต้องขึ้นพร้อมกัน 7. ขาดคนงานช่างก่ออิฐมวลเบา 8. วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างและเศษวัสดุก่อสร้างกีดขวางหน้างานทำให้ไม่สะดวกในการทำงาน 9. ความล่าช้าของงานที่ต้องขออนุญาตจากหน่วยงานต่างๆ	ปัญหาและอุปสรรคอื่นๆในการก่อสร้าง ส่วนใหญ่จะมีสาเหตุปัญหามาจากการวางแผนงานการก่อสร้างที่ไม่ประสานไปกับหน้างานการก่อสร้างจริง และนอกจากนั้นยังเป็นปัญหาที่เกิดจากภายนอกที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้	เรียกทีมงานก่อสร้างประชุม เพื่อวางแผนงานการก่อสร้างบ่อยๆ และการวางแผนงานจะต้องให้ประสานและสอดคล้องกับหน้างานจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย