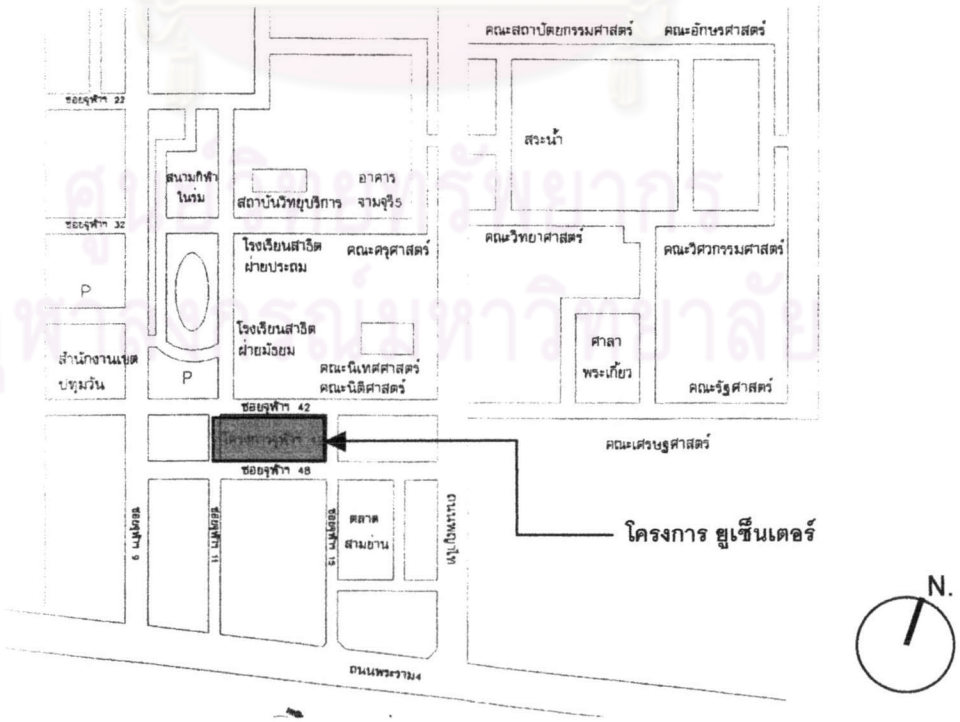
บทที่ 4

รายละเอียดของโครงการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกอาคารหอพักนักศึกษาขนาด 3 ชั้น โครงการ "ยูเซ็นเตอร์" เป็นกรณีศึกษา มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณระบบเสา-คาน โดยจะแบ่งประเด็นต่างๆที่ทำการศึกษาดังนี้

1. รายละเอียดของโครงการที่ทำการศึกษา

ชื่อโครงการ	:	ยูเซ็นเตอร์ (U-Center)
เจ้าของโครงการ	:	บริษัท ภานุรุจพัฒนา จำกัด
ประเภทโครงการ	:	หอพัก หรือ อาคารอยู่อาศัยรวม
ขนาดพื้นที่ตั้งโครงการ	:	4.2 ไร่
ขนาดพื้นที่รวมของโครงการ	:	9,000 ตร.ม.
จำนวนห้องทั้งหมด	:	264 ห้อง (รองรับได้ 752 คน)
ที่ตั้งโครงการ	:	ถนนจุฬาลงกรณ์ ซอย 42 เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
ปีที่เริ่มดำเนินการ	:	พ.ศ. 2544
มูลค่าโครงการ	:	กว่า 250,000,000 บาท
มูลค่าก่อสร้างโครงการ	:	120,000,000 บาท



ภาพที่ 4-1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการ ยูเซ็นเตอร์ (Not to scale)

สถานที่ตั้งของ “โครงการยูเซ็นเตอร์ “ เดิมเป็นอาคารพาณิชย์เก่า 88 คูหา อายุเฉลี่ยประมาณ 35-40 ปี ตั้งอยู่บริเวณถนนจุฬาลงกรณ์ ซอย 42 เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยในทีแรกต้องการที่จะบูรณะอาคารบริเวณนั้นให้เป็นอาคารที่ก่อให้เกิดรายได้และเป็นประโยชน์ต่อสังคม จึงเกิดโครงการยูเซ็นเตอร์ขึ้น ซึ่งเป็นการให้เอกชนเข้ามาประกอบการ โดยได้รับสัมปทานเป็นระยะเวลา 15 ปี เป็นอาคารประเภทหอพักนักศึกษา ขนาด 3 ชั้น

ภาพที่ 4-2 แสดงอาคารพาณิชย์เดิม บริเวณสถานที่ก่อสร้าง โครงการยูเซ็นเตอร์

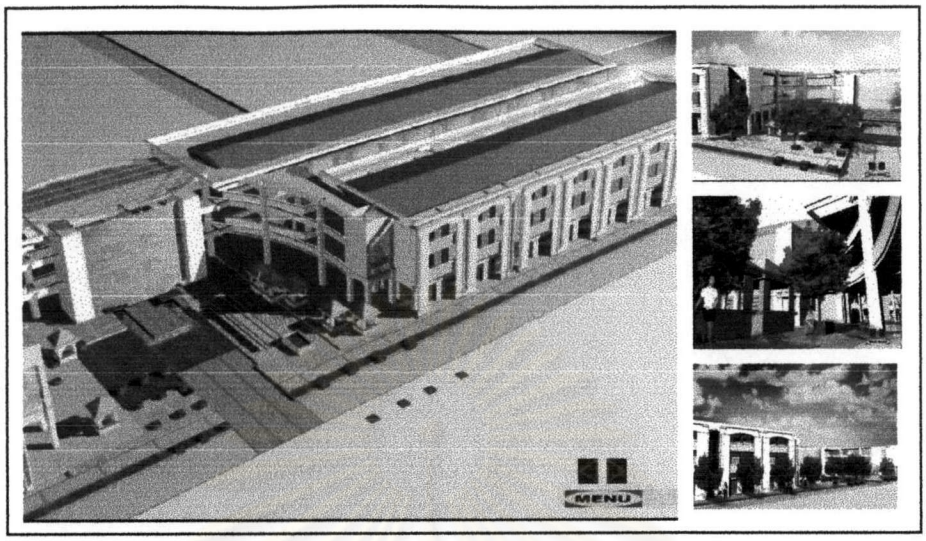
ทางจุฬาลงกรณ์ ต้องการให้เป็นการบูรณะอาคารเก่าเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยจะทำการรื้อถอนอาคารพาณิชย์เก่าทิ้งโดยเหลือไว้เฉพาะโครงสร้างเสาและคานเดิมไว้ เพื่อนำมาใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารใหม่ หลังจากที่ทางจุฬาลงกรณ์ ได้เลือกบริษัทที่จะเข้ามารับผิดชอบโครงการแล้ว คือ บริษัท ภานุรุจพัฒนา จำกัด ซึ่งมีบริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด เป็นบริษัทรับเหมาก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ เมื่อได้เข้าไปสำรวจที่หน้างาน พบว่างานโครงสร้างเดิมไม่สามารถรับน้ำหนักรวมของอาคารใหม่ได้ เนื่องจากผู้รับเหมาที่ทำการทุบโครงสร้างไม่ได้ระมัดระวังในการทุบทำให้โครงสร้างเสียหายอย่างมาก จึงต้องทำการทุบโครงสร้างส่วนเสาและคานทิ้งทั้งหมด และสร้างอาคารใหม่ขึ้นมาแทน โดยยังสามารถใช้โครงสร้างในส่วนของฐานรากเดิมได้ ซึ่งได้มีการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของฐานรากเดิม ผลคือโครงสร้างระบบฐานรากของอาคารพาณิชย์เดิมสามารถรับน้ำหนักโครงสร้างของอาคารใหม่ได้

ภาพที่ 4-3 โครงสร้างเสา-คานคอนกรีตเสริมเหล็กเดิมของอาคาร ไม่สามารถนำมาใช้เป็นโครงสร้างอาคารใหม่ได้

ภาพที่ 4-4 การทดสอบการรับน้ำหนักของฐานรากอาคารพาณิชย์เดิม

เมื่อต้องมีการก่อสร้างอาคารใหม่ทั้งหมด ทางบริษัทรับเหมาก่อสร้างจึงได้ทำการเลือกระบบของโครงสร้างที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ และได้สรุปเลือกใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณมาเป็นโครงสร้างหลักของอาคารนี้ ด้วยเหตุผลหลักที่ต้องการให้การก่อสร้างสามารถเสร็จได้ทันตามกำหนดสัญญาก่อสร้าง และอีกเหตุผลในเรื่องของการทดสอบการรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารของระบบฐานรากเดิมนั้น มีความเหมาะสมที่จะนำเหล็กรูปพรรณมาเป็นโครงสร้างของอาคารมากกว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะมีน้ำหนักที่เบากว่า กรณีที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอาจทำให้น้ำหนักของโครงสร้างอาคารมากเกินไปสำหรับการนำระบบฐานรากเดิมของอาคารมาใช้กับอาคารใหม่

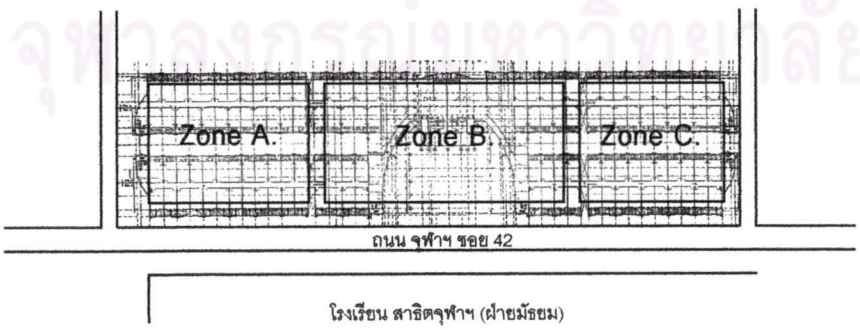
2. รายละเอียดรูปแบบของอาคาร



ภาพที่ 4-5 ทัศนียภาพภายนอกอาคารยูเซ็นเตอร์ ที่ใช้การก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

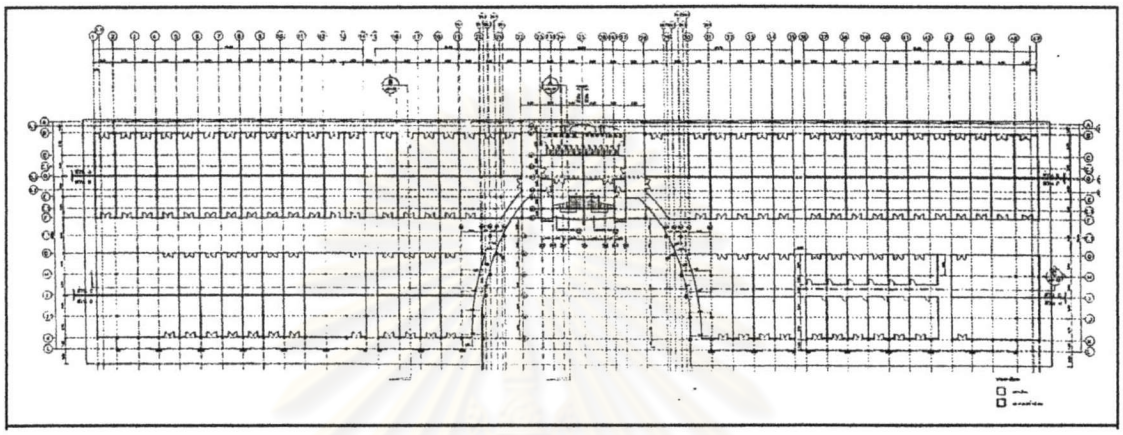
โครงการยูเซ็นเตอร์ ประกอบด้วยอาคาร 3 ชั้น มีเนื้อที่โครงการ โดยรวมทั้งสิ้นประมาณ 9,000 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็น พื้นที่ชั้นที่ 1 เป็นพื้นที่พาณิชยกรรม ได้แก่ ร้านค้าต่างๆ มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 3,000 ตารางเมตร พื้นที่ชั้น 2 และพื้นที่ชั้น 3 เป็นส่วนหอพักนักศึกษาทั้งนักศึกษาชายและหญิง รวมพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 6,000 ตารางเมตร มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาโครงการให้เป็นสถานที่เหมาะแก่การพักผ่อนหย่อนใจของนักศึกษา โดยให้ความสำคัญในเรื่องของความปลอดภัยของผู้เช่าพักอาศัยและรวมถึงนักศึกษาที่มาใช้บริการในบริเวณโครงการ

ในเรื่องของโครงสร้างหลักของอาคารนั้น เป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณระบบเสาและคาน ที่มีช่วงกว้างของเสาส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 3.50x3.50 เมตร (ช่วงกว้างเสาอาคารพาณิชย์เดิม) และมีการสร้างฐานรากและแนวเสาใหม่ในสำหรับอาคารใน ZONE B โดยจะมีลักษณะที่โค้งเว้าเข้าไปเพื่อใช้เป็นพื้นที่สาธารณะของโครงการ

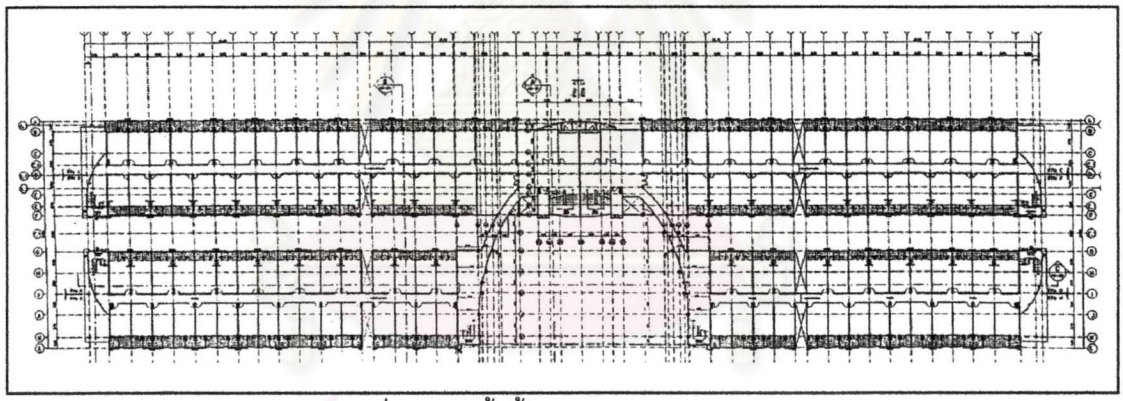


ภาพที่ 4-6 การแบ่งอาคารภายในโครงการออกเป็น Zone A. , Zone B. , Zone C.

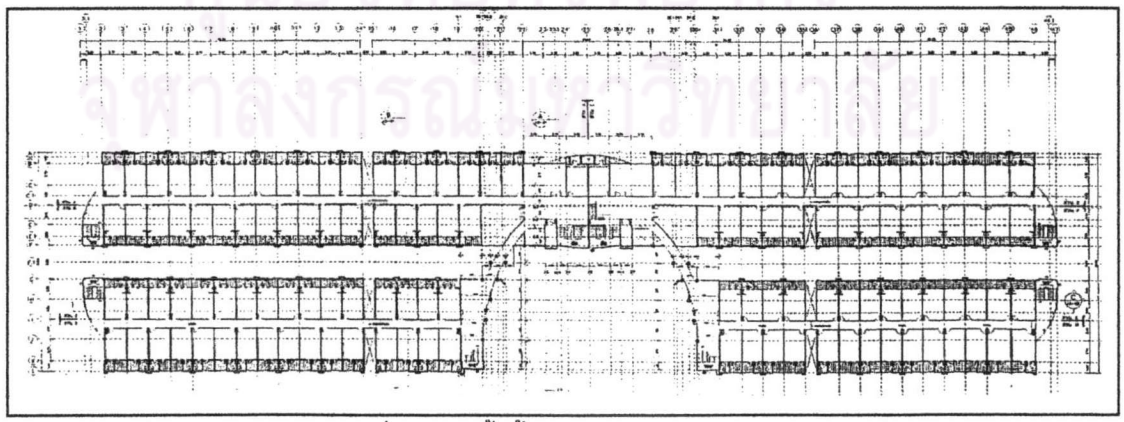
สถาปนิกออกแบบ	:	พล.ร.ต. เริง	ตารากร ณ อยุธยา
	:	ว่าที่ร.ต. พิสิทธิ์	พัชรผลินกุล
	:	ศิลป์ชัย	บังประเสริฐกุล
	:	ประมณฑ์นิษฐ์	ไวยนิกรณ์
วิศวกรโครงสร้าง	:	ราเชนทร์	ยวงทอง



ภาพที่ 4-7 ผังพื้นชั้น 1 ของอาคารยูเซ็นเตอร์



ภาพที่ 4-8 ผังพื้นชั้น 2 ของอาคารยูเซ็นเตอร์



ภาพที่ 4-9 ผังพื้นชั้น 3 ของอาคารยูเซ็นเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคาร

ตารางที่ 4-1 แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคารยูเซ็นเตอร์

ลำดับ	รายการ	รายละเอียดการก่อสร้าง	หมายเหตุ
1.	งานเสาเข็มและฐานราก	- เสาเข็ม ค.ส.ล. รูปตัวไอ 0.30 x 0.30 ยาว 12 ม. - ฐานราก ค.ส.ล.	
2.	งานโครงสร้างหลักของอาคาร	- คานคอดิน ค.ส.ล. - เสาเหล็กรูปพรรณ - คานเหล็กรูปพรรณ - พื้นสำเร็จรูปแบบท้องเรียบ เทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 ซม.	
3.	งานโครงสร้างหลังคา และวัสดุมุง	- โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ - หลังคาเหล็กแผ่นรีดรอน - หลังคา ค.ส.ล.	
4.	งานพื้นและผิวพื้น	- พื้นซีเมนต์บอร์ดบุกระเบื้องยางหนา 2 มม. - พื้นบุกระเบื้องเคลือบ ขนาด 8" x 8" และ 12" x 12"	
5.	งานผนังและผิวผนัง	- ผนังภายนอกก่ออิฐมวลเบาหนา 7 ซม. - ผนังบุกระเบื้องเคลือบ ขนาด 8" x 8" - ผนังภายในโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี บุด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ด	
6.	งานประตู-หน้าต่าง	- ประตูหน้าห้องพักไม้ 0.80 x 2.00 ม. - ประตูห้องน้ำ PVC. 0.70 x 2.00 ม. - ประตูบานเปิดระเบียง 0.80 x 2.00 ม. - ประตูร้านค้าอลูมิเนียม - หน้าต่างบานเปิด 0.80 x 1.20 ม. - ช่องแสงห้องน้ำ 0.40 x 1.00 ม.	
7.	งานฝ้าเพดาน	- โครงฝ้าเพดาน T-BAR ยิปซัมบอร์ด - ฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ดฉาบเรียบ - ฝ้าเพดานฉาบปูนเรียบ	
8.	งานทาสี	- งานสีน้ำพลาสติก ทาภายใน - งานสีน้ำพลาสติก ทาภายนอก	
9.	งานอื่นๆ	- งานสีกันสนิม - งานป้องกันไฟโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ	

* ที่มา : จากข้อมูลแผนงานการก่อสร้างงานบูรณะและพัฒนาอาคารพาณิชย์บริเวณจุฬาฯ 42 (บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด)

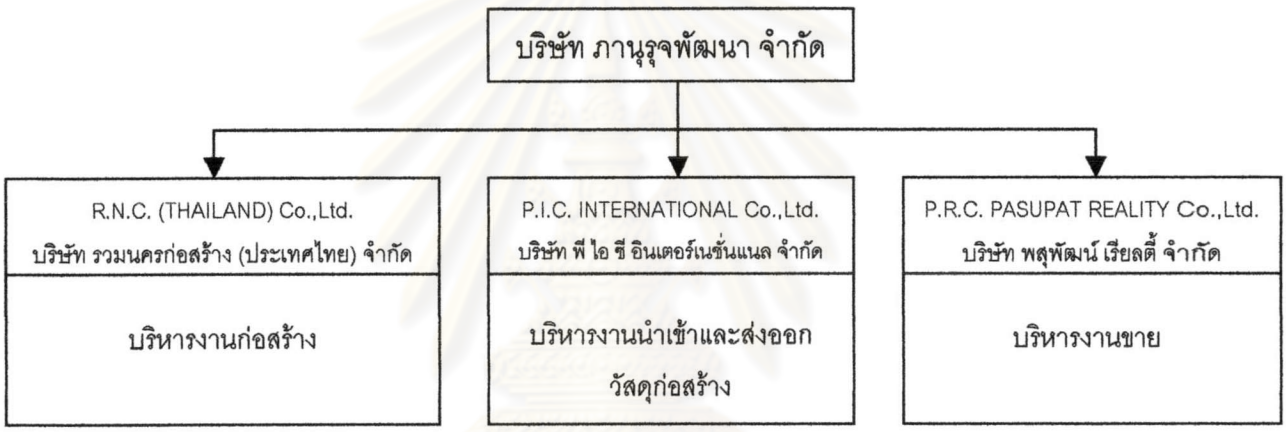
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ลักษณะการดำเนินงานและการก่อสร้างโครงการ

4.1 การบริหารโครงการ

โครงการยูเซ็นเตอร์ ซึ่งมีบริษัท ภานุรุจพัฒนา จำกัด เป็นเจ้าของโครงการในลักษณะการได้รับสัมปทานจากทางจุฬาลงกรณ์ เป็นระยะเวลา 15 ปี มีบริษัทที่ร่วมดำเนินการควบคุมงานโครงการอีก 3 บริษัทดังนี้

1. R.N.C. (THAILAND) Co.,Ltd.
2. P.I.C. INTERNATIONAL Co.,Ltd.
3. P.R.C. PASUPAT REALITY Co.,Ltd.



แผนภูมิที่ 4-1 แสดงผังการบริหารงานโครงการของโครงการยูเซ็นเตอร์

4.2 รูปแบบการจ้างเหมา

จากการสอบถามสถาปนิก บริษัท รวมนครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด ทราบว่ารูปแบบของการจ้างเหมาในการก่อสร้างอาคารของโครงการยูเซ็นเตอร์ของบริษัท จะไม่ใช้คนงานของบริษัทเองทั้งหมด จะใช้วิธีการจ้างผู้รับเหมาย่อย เข้ามาทำการก่อสร้างอาคารแต่ละส่วนอันได้แก่ ส่วนของ Zone A , Zone B และ Zone C ซึ่งจะมีหน้าที่รับผิดชอบการก่อสร้างเฉพาะในส่วนของตัวเอง โดยจะให้หัวหน้าคนงานแต่ละส่วนที่ทางบริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด จัดขึ้นเป็นผู้ที่มาประสานงานและคอยควบคุมและรายงานผลการก่อสร้าง โดยคนงานที่ใช้ในการก่อสร้างก็จะเป็นการจัดหามาของผู้รับเหมาแต่ละราย บริษัทรับเหมาย่อยจะต้องรายงานการก่อสร้างอาคารทุกวันแก่ บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด โดยมีการประชุมใหญ่ที่รวมบริษัทรับเหมาย่อยทุกรายสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และในกรณีที่มีเรื่องเร่งด่วนหรือว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้รับเหมาย่อยเฉพาะบางรายก็จะเรียกมาปรึกษาเป็นรายๆไป

5. ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง

โครงการยูเซ็นเตอร์ เป็นอาคารพักอาศัยรวม หรือหอพัก ที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณระบบเสาและคาน (Skeleton Frame System) ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง สามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมงานก่อสร้าง
2. หมวดงานโครงสร้างอาคาร
3. หมวดงานสถาปัตยกรรม
4. หมวดงานระบบต่างๆของอาคาร

5.1 การเตรียมงานก่อสร้าง

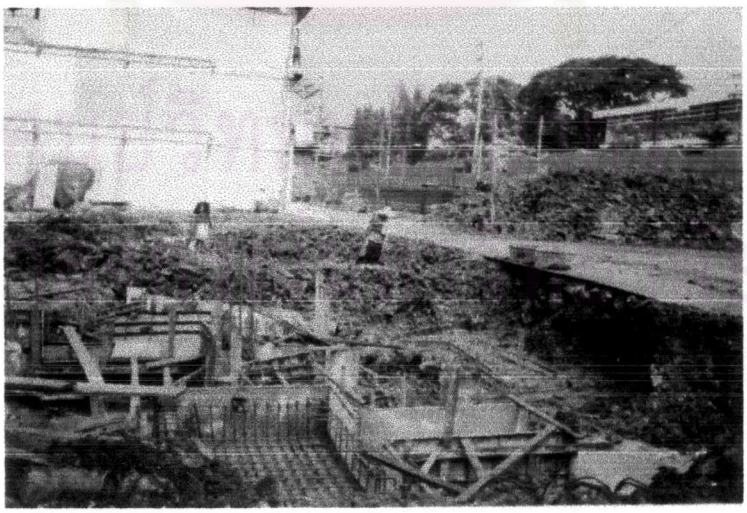
การเตรียมงานการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ จะมีการเตรียมงานเช่นเดียวกับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยจะต้องให้ความสำคัญในเรื่องของการวางแผนงานเพื่อควบคุมการก่อสร้าง ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวเพื่อใช้เป็นลานกองชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กรูปพรรณนั้นมีความสำคัญอย่างมากสำหรับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก ซึ่งจะต้องมีการสั่งชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้างรูปพรรณจากโรงงานผู้ผลิตมา และนำมากองไว้โดยแยกเป็นชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้าง โดยจะต้องวางแผนการกองชิ้นส่วนให้สะดวกต่อการนำมาใช้ พื้นผิวของลานกองวัสดุควรจะให้เรียบพอสมควร เพราะถ้าพื้นผิวเป็นหลุมเป็นเนินมากๆ อาจทำความเสียหายต่อชิ้นส่วนโครงสร้างได้

ภาพที่ 4-10 การเตรียมลานกองชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กเพื่อสะดวกในการนำมาใช้งาน

5.2 หมวดงานโครงสร้างอาคาร

1. งานเสาเข็มและฐานราก สำหรับงานระบบฐานรากมีวิธีการเช่นเดียวกับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ในส่วนที่จะต้องทำใหม่ของโครงการยูเซ็นเตอร์นั้น จะเป็นการใช้เสาเข็ม คอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.30 x 0.30 ยาว 12 เมตร สามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้ต้นละ 11 ตัน และใช้ฐานราก ค.ส.ล.วางที่ระดับ – 1.45 เมตร

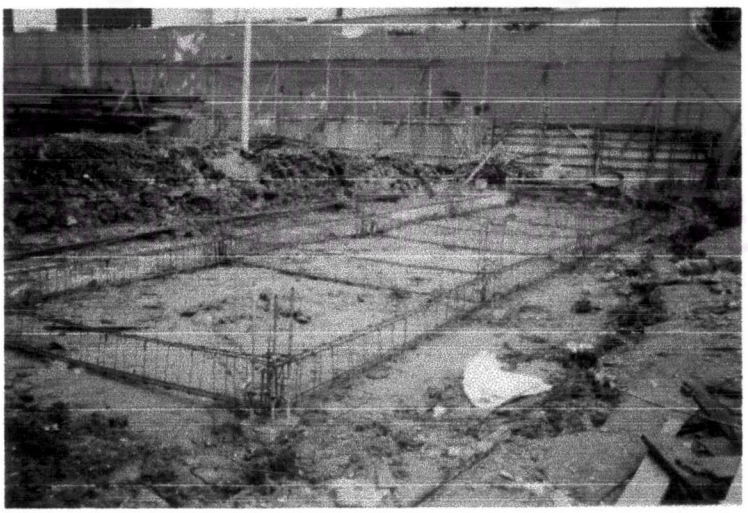
ภาพที่ 4-11 เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.30 x 0.30 ยาว 12 เมตร



ภาพที่ 4-12 การทำฐานรากสำหรับอาคารใหม่ใน Zone B.

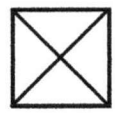
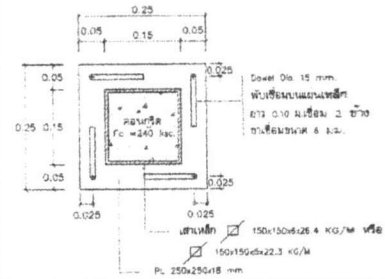
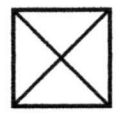
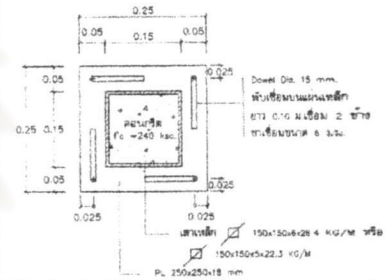
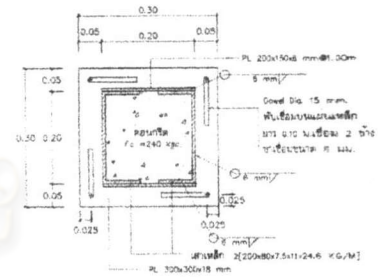
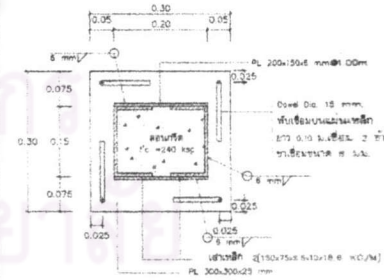
2. คานคอดินและตอม่อ จะเป็นการใช้คานคอดินค.ส.ล.ของอาคารพาณิชย์เดิม ในอาคารส่วน Zone A.และ Zone C. โดยจะทำการสกัดคอนกรีตบริเวณหัวตอม่อค.ส.ล.ออกให้เห็นเหล็กเส้นภายใน โดยจะให้เหล็กเสริมในส่วนของตอม่อเลยขึ้นมา และนำแผ่นเหล็กรองรับเสาตามแบบก่อสร้างมาเจาะรู แล้วนำมาใส่ลงไปกับเหล็กเสริมของตอม่อที่เลยขึ้นมา (ดังภาพ4-13) พับและเชื่อมบนแผ่นเหล็กให้แข็งแรง จากนั้นก็หล่อคอนกรีตคืนให้กับโครงสร้างส่วนตอม่อค.ส.ล. (โดยจะต้องหล่อให้เนื้อคอนกรีตเข้าไปเต็มจนถึงใต้ท้องแผ่นเหล็กประกับหัวเสาเพื่อความแข็งแรงและการรับนน.อย่างเต็มที่) ส่วนคานคอดินและตอม่อใน Zone B. ที่มีการทำฐานรากใหม่ ก็ต้องทำคานคอดินใหม่ขึ้นมาซึ่งก็จะเป็นค.ส.ล.เหมือนกัน และทำการใช้แผ่นเหล็กประกับหัวเสาเจาะรู แล้วนำมาใส่กับเหล็กเสริมของตอม่อ พับเชื่อมบนแผ่นเหล็กแล้วหล่อคอนกรีต เช่นเดียวกันกับอาคารใน Zone A.และ Zone C.

ภาพที่ 4-13 การสกัดคานคอดินเหนือฐานรากเพื่อทำแผ่นเหล็กประกับหัวเสายึดกับตอม่อ ค.ส.ล.



ภาพที่ 4-14 คานคอดินที่ต้องทำการผูกเหล็กและหล่อขึ้นมาใหม่ ใน Zone B.

ตารางที่ 4-2 แสดงรายละเอียดการก่อสร้างของ เสาเหล็กรูปพรรณ และแผ่นเหล็กประกับหัวเสา

ลำดับ	รายการ	เหล็กเส้น ยึดแผ่นเหล็ก ประกับหัวเสา (Dowel Dia.)	แผ่นเหล็ก ประกับหัวเสา (Steel Plate)	ภาพรายละเอียด วิธีการก่อสร้าง
C1	เสาเหล็ก ⊠150x150x6x26.4 kg/m 	15 mm.	PL 250x250x18m m.	
C2	เสาเหล็ก ⊠150x150x6x22.3 kg/m 	15 mm.	PL 250x250x18m m.	
C3	เสาเหล็กประกอบ 2C(200x80x7.5x11x24.6 kg/m) PL 200x150x6 mm.@ 1.00m.	15 mm.	PL 300x300x18m m.	
C4	เสาเหล็กประกอบ 2C(150x80x7.5x11x24.6 kg/m) PL 200x150x6 mm.@ 1.00m.	15 mm.	PL 300x300x25m m.	

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลระหว่างดำเนินการก่อสร้าง และจากแบบก่อสร้างโครงการ "บูรณะและพัฒนาอาคารพาณิชย์ บริเวณจุฬาฯ 42" (โครงการ ยูเซ็นเตอร์)

ตารางที่ 4-3 แสดงรายละเอียดการก่อสร้างของคานเหล็กรูปพรรณ

ลำดับ	รายการ	ลำดับ	รายการ
B1	☒100x100x3.2x9.52 kg/m	B12	☒150x100x4.5x16.6 kg/m ☒75x75x3.2x7.01 kg/m
B2	☒150x150x5x22.3 kg/m	B13	☒150x80x4.5x15.2 kg/m
B3	WF 200x150x6x9x30.6 kg/m	B14	☒125x125x3.2x12.0 kg/m
B4	WF 350x175x7x11x49.6 kg/m	RB1	☒150x150x4.5x20.1 kg/m
B5	WF 400x200x8x13x66 kg/m	RB1A	☒150x150x6x24.6 kg/m
B6	WF 300x150x6.5x9x36.7 kg/m	RB2	☒150x80x4.5x15.2 kg/m ☒75x75x3.2x7.01 kg/m
B7	WF 350x175x7x11x49.6 kg/m	RB3	☒100x100x3.2x9.52 kg/m
B8	☒150x150x4.5x20.1 kg/m	RB4	WF 250x125x6x9x29.6 kg/m
B9	☒100x100x3.2x9.52 kg/m	RB5	WF 300x150x6.5x9x36.7 kg/m
B10	☒100x100x3.2x9.52 kg/m	RB6	WF 350x175x7x11x49.6 kg/m
B10A	WF 200x100x5.5x8x21.3 kg/m	RB8	WF 400x200x8x13x56 kg/m
B11	WF 250x125x6x9x29.6 kg/m		

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลระหว่างดำเนินการก่อสร้าง และจากแบบก่อสร้างโครงการ "บูรณะและพัฒนาอาคารพาณิชย์ บริเวณจุฬาฯ 42" (โครงการ ยูเซ็นเตอร์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. เชื่อมประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างเสาและคาน จะเป็นการนำชิ้นส่วนโครงสร้างในส่วนต่างๆที่วางกองไว้มาเชื่อมโครงสร้างหลักๆของอาคาร โดยการประกอบชิ้นส่วนจะเป็นการตัดและเชื่อมประกอบบนพื้นดิน ซึ่งการทำบนพื้นดินนี้จะสามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็วมากกว่าการนำชิ้นส่วนขึ้นไปเชื่อมประกอบทีละชิ้นในที่สูง มีขั้นตอนต่างๆดังนี้

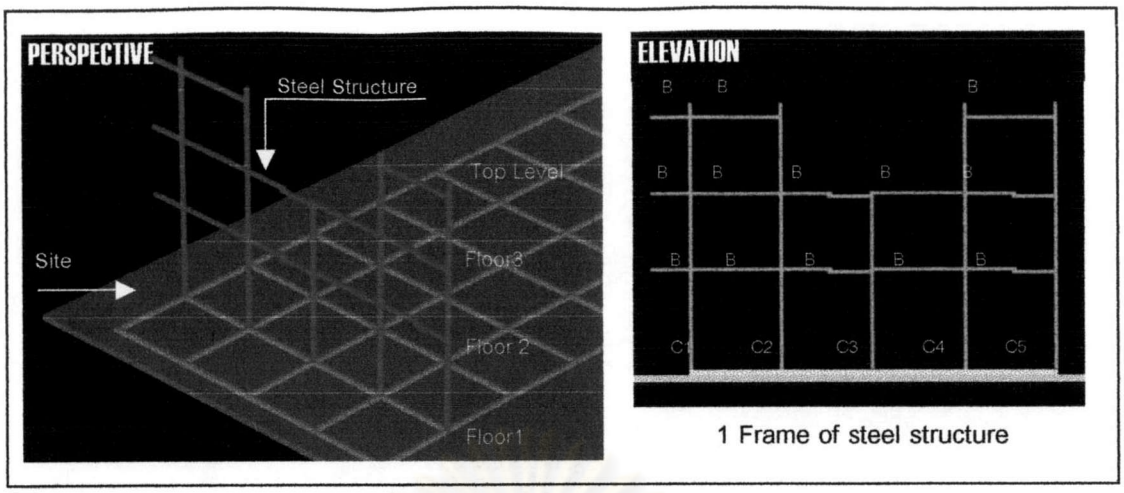
3.1) กำหนดแนวที่จะตัดชิ้นส่วนของโครงสร้างเสาและคานเหล็กรูปพรรณบน ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นตามแบบก่อสร้าง

3.2) ใช้หัวเชื่อมแก๊สเป็นตัวตัดชิ้นส่วนต่างๆที่มีขนาดใหญ่ของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เช่น เสาเหล็ก Square , คานเหล็ก Wire Flange ฯลฯ ส่วนเหล็กที่มีขนาดหน้าตัดเล็กๆ ก็สามารถใช้เครื่องตัดเหล็กตัดชิ้นส่วนต่างๆได้

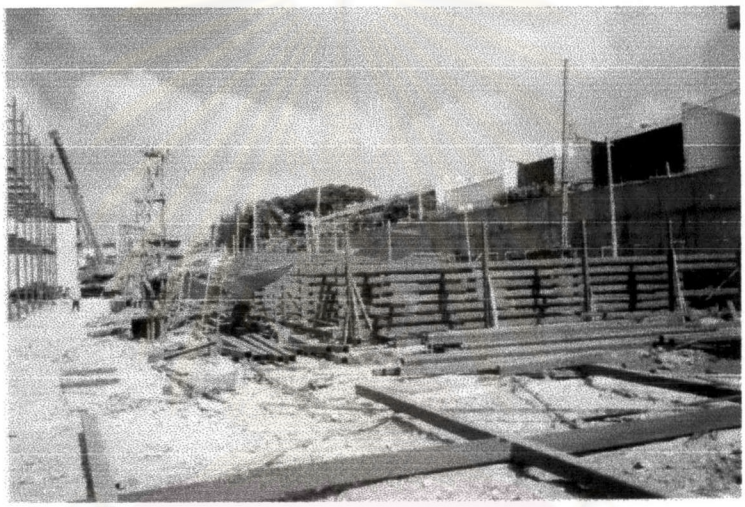
3.3) นำชิ้นส่วนของเสาและคานเหล็กที่ตัดเสร็จแล้วมาเชื่อมประกอบ โดยเริ่มจากการวางโครงสร้างเสาบนพื้นดิน เว้นระยะห่างประมาณช่วงกว้างของเสาตามแบบก่อสร้าง โดยจะต้องปรับระดับพื้นดินที่วางชิ้นส่วนก่อนพยายามให้มีระนาบเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการเชื่อมชิ้นส่วนคานและเพื่อให้สามารถทำรอยต่อการเชื่อมได้อย่างมีปสิตภาพในการรับแรงได้อย่างเต็มที่

3.4) เชื่อมชิ้นส่วนโครงสร้างคานเข้ากับเสาเหล็กรูปพรรณตามแบบก่อสร้างด้วยหัวเชื่อมไฟฟ้า โดยจะเชื่อมเป็นลักษณะเฟรมชุดของโครงสร้างตามแนวขวางของอาคาร (ดังภาพที่4-15) ซึ่งจะมีลักษณะซ้ำๆกัน ในส่วนที่ใช้แนวเสาของอาคารเดิมคือ 3.50 x 3.50 เมตร มีทั้งหมด 72 เฟรม เมื่อเชื่อมชิ้นแล้วก็จะนำเฟรมเหล่านั้นมาวางกองซ้อนกันให้เป็นระเบียบ โดยจะต้องมีการวางชิ้นส่วนของเหล็กไว้เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างเฟรม เพื่อให้สะดวกในการยกชิ้นส่วนเฟรมแต่ละอันขึ้นติดตั้ง ถ้าไม่มีการแทรกชิ้นส่วนเหล็กไว้ระหว่างเฟรมแต่ละอันจะไม่สามารถสอดสลิงเพื่อที่จะยกชิ้นเฟรมได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-15 แสดงภาพลักษณะเฟรมโครงสร้าง 1 เฟรมที่เชื่อมประกอบบนพื้นดิน ก่อนยกขึ้นไปติดตั้งบนตอม่อค.ส.ล.



ภาพที่ 4-16 การเชื่อมประกอบชิ้นส่วนหลักๆของโครงสร้างเป็นเฟรมที่พื้นดินก่อนยกขึ้นไปติดตั้ง

4. ติดตั้งชิ้นส่วนเฟรมโครงสร้างที่เชื่อมประกอบแล้ว ในงานติดตั้งโครงสร้างเฟรมจะใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ชม. ต่อ 1 เฟรมโครงสร้าง โดยจะใช้คนงานในการติดตั้ง 6 คน ต่อ 1 เฟรมโครงสร้าง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1) ใช้คนงานร้อยสายสลิงกับชิ้นส่วนเฟรมโครงสร้างยึดให้แน่น และใช้ Mobile Crane ในการยกขึ้นไปติดตั้งบนแผ่นเหล็กประกับหัวเสา (Base Plate) ที่ได้ทำไว้แล้วทีละ 1 เฟรมโครงสร้าง โดย Mobile Crane จะยกค้างไว้รอให้ติดตั้งเสร็จก่อนจึงถอดสลิงออก

4.2) คนงานจะทำการใช้สายเอ็นผูกลูกดิ่ง ทำการเช็คแนวดิ่งของเฟรมโครงสร้างนั้น เมื่อโครงสร้างได้ดิ่งแล้วก็จะนำเหล็กกล่อง ที่มีขนาดเล็กมาใช้

ในการเป็นตัวค้ำยันโครงสร้าง โดยจะค้ำไว้ 2 ด้าน ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา (ดังภาพที่ 4-17)

4.3) เมื่อเฟรมโครงสร้างถูกยึดไว้ด้วยค้ำยันทั้งสองด้านแล้ว คนงานเชื่อมจะทำการเชื่อมด้วยหัวเชื่อมไฟฟ้า บริเวณฐานเสาเหล็กกับแผ่นเหล็กประกับหัวเสาให้แข็งแรงถอดสลิงที่ใช้ยกเฟรมโครงสร้างออก และ Mobile Crane จึงค่อยยกเฟรมชิ้นใหม่ขึ้นติดตั้งสำหรับแนวเสาต่อไป

4.4) ถอดค้ำยันออก และนำค้ำยันไปใช้กับเฟรมโครงสร้างอันต่อๆไป

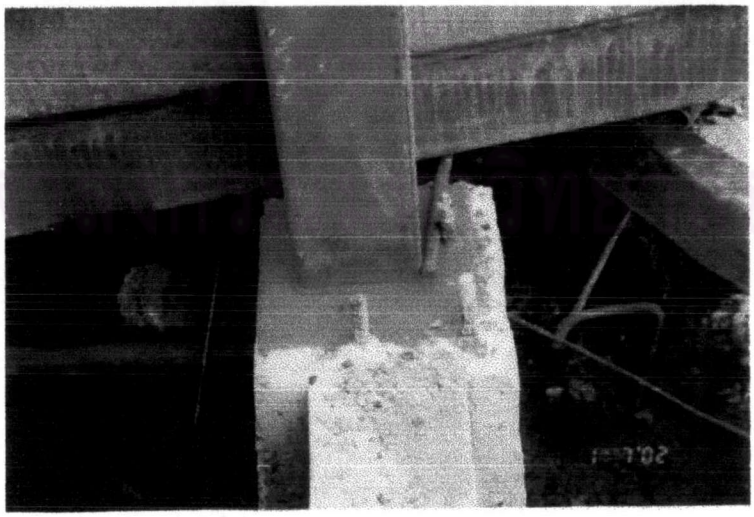
4.5) เชื่อมประกอบโครงสร้างคานเหล็กระหว่างเฟรมทั้งหมด หลังจากที่ยกติดตั้งเฟรมไปได้แล้วส่วนนึงก็จะนำคานเหล็กที่เป็นโครงสร้างตามแนวยาวของอาคาร โดยใช้ Mobile Crane ในการยกมาเชื่อมระหว่างเฟรมเพื่อให้โครงสร้างเกิดความแข็งแรงในลักษณะ Rigid Frame

4.6) ติดตั้งชิ้นส่วนค้ำยันโครงสร้างเพื่อรับแรงด้านข้าง (Bracing) เป็นการตัดชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณหน้าตัด Square และนำมาเชื่อมประกอบให้เป็นโครงสร้างในส่วนที่มารับแรงที่กระทำด้านข้างของตัวอาคาร ให้อาคารมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น โดยจะทำทุกๆ 3 ช่วงของแนวเสาอาคารด้านขวาง

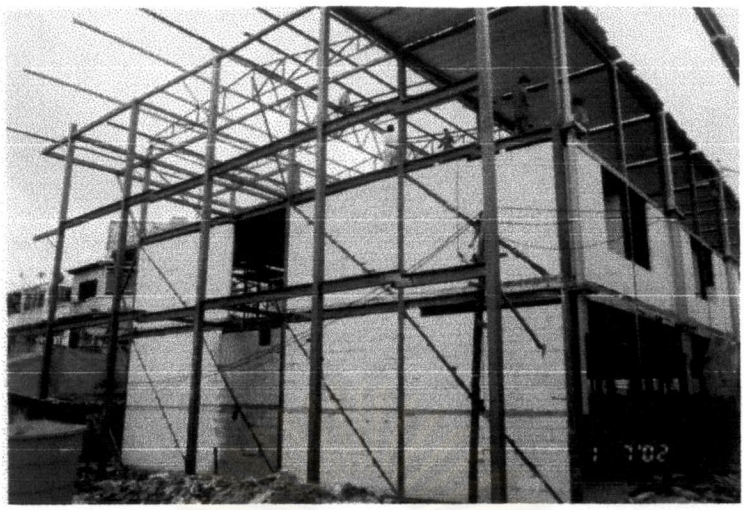
ภาพที่ 4-17 การใช้ ค้ำยันช่วยยึดเฟรมโครงสร้างทั้งสองด้านเพื่อทำการเชื่อมบริเวณฐานเสาให้แข็งแรง

ภาพที่ 4-18 การใช้ Mobile Crane ยกชิ้นส่วนที่เชื่อมประกอบไว้แล้วยกขึ้นติดตั้งตามแนวเสาด้านขวางของอาคาร

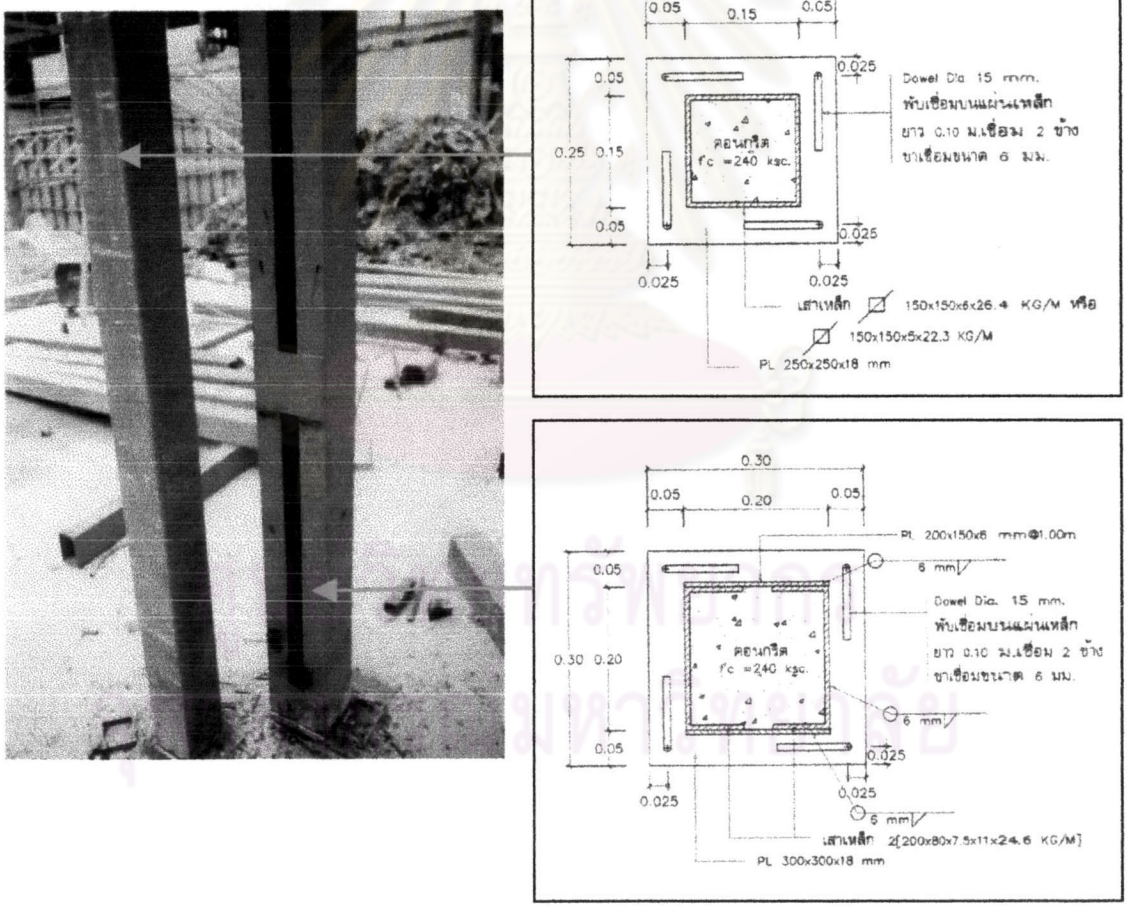
ภาพที่ 4-19 แสดงเฟรมโครงสร้างเหล็กที่ยึดติดกับแผ่นเหล็กประกับหัวเสา ที่มีช่วงกว้างเสา 3.50 x 3.50 เมตร



ภาพที่ 4-20 รอยต่อระหว่างเสาเหล็กรูปพรรณกับตอม่อค.ส.ล.



ภาพที่ 4-21 แสดง Bracing ระหว่างโครงสร้างเพื่อรับแรงด้านข้างที่กระทำกับอาคาร



ภาพที่ 4-22 เสาเหล็กรูปพรรณ 2 แบบคือ เสาเหล็กหน้าตัด Square และ เสาเหล็กตัว C ประกอบ พร้อมด้วยรายละเอียดวิธีการก่อสร้าง

5. เทคอนกรีตกรอกลงภายในเสาเหล็กรูปพรรณ เป็นลักษณะการใช้โครงสร้างแบบผสมผสานระหว่างโครงสร้างเหล็กรูปพรรณและโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือที่เรียกว่า (Composite Structure) โดยจะเป็นการนำคอนกรีต f'c = 240 ksc เทกรอกลงในเสาเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงสร้างหลักของอาคาร ทั้งเสาหน้าตัด Square และเสาเหล็กรูปตัว Cประกอบ เพื่อให้เสาโครงสร้างมีความแข็งแรง และ Strength มากยิ่งขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

5.1) เตรียมโครงสร้างเหล็กสำหรับการเทคอนกรีต เสาเหล็กหน้าตัด Square จะใช้หัวเชื่อมแก๊สเจาะรูที่ตัวพื้นผิวโครงสร้างเสาเหล็กให้ทะลุถึงภายใน เพื่อระบายอากาศออกเวลาเทคอนกรีตกรอกลงไปจะได้สะดวก โดยจะเจาะรูประมาณ 2 รู ต่อ 1 ชั้นอาคาร ส่วนเสาเหล็กรูปตัว Cประกอบ จะใช้ไม้แบบมาตีปิดในส่วนที่เป็นช่องให้สนิท เหลือเพียงรูระบายอากาศได้เล็กน้อย

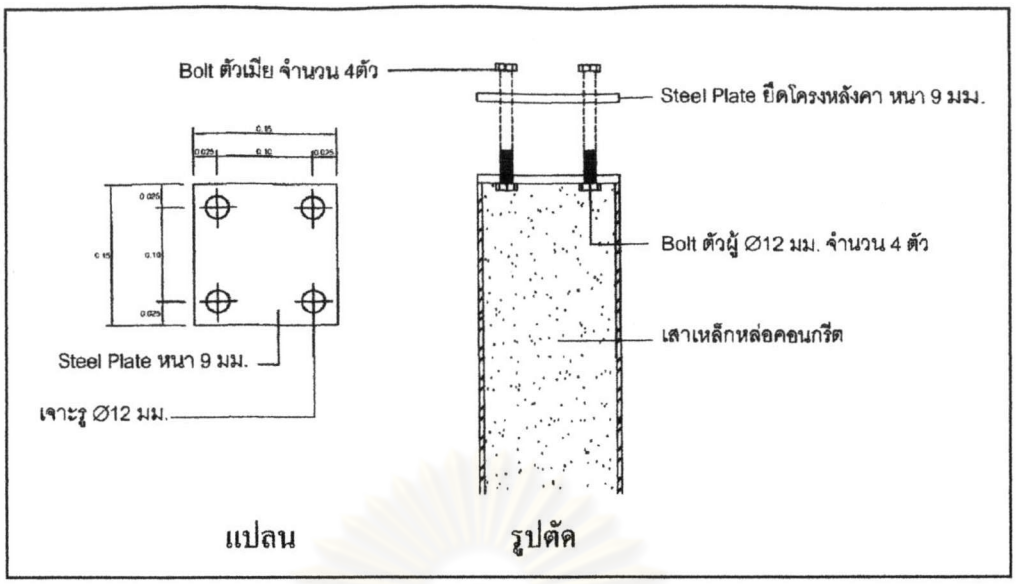
5.2) ใช้รถคอนกรีตปั๊ม (Mobile concrete pump) โดยจะปั๊มส่งคอนกรีตผสมเสร็จ (หินที่ใช้ผสมจะต้องมีขนาดเล็กกว่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปเพื่อให้หินสามารถลงไปในเสาเหล็กรูปพรรณได้สะดวก) โดยจะปั๊มส่งผ่านไปตามท่อที่ส่งขึ้นไปยังหัวเสาเหล็กรูปพรรณ และใช้คนงานช่วยนำท่อส่งคอนกรีตนั้นกรอกลงไปยังหัวเสาแต่ละต้นให้เต็ม

5.3) ใช้เครื่องจี้คอนกรีตทำการสั่นคอนกรีตเพื่อไล่อากาศที่อยู่ภายในเนื้อคอนกรีตออก เช่นเดียวกับงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป

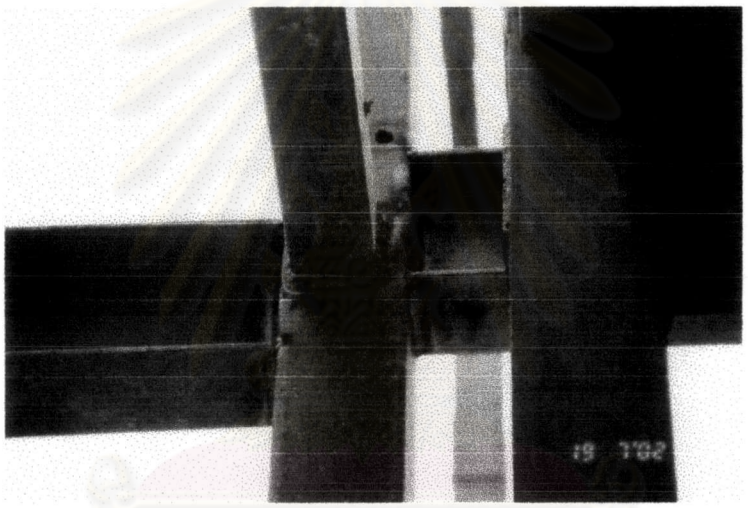
5.4) ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อเช็คปริมาณของคอนกรีต เพราะในเสาบางต้นคอนกรีตจะมีการลดระดับลงไปในเสา อันเนื่องมาจากช่องว่างของอากาศภายในเสาเหล็กรูปพรรณบางต้นยังอยู่ จึงต้องทำการเติมคอนกรีตให้เต็มหัวเสาพอดี

5.5) ในขณะที่คอนกรีตกำลังแข็งตัวจะนำ Steel plate ตามขนาดเสาเหล็กที่เจาะรูใส่สลักเกลียว(Bolt) ขนาด ∅12 มม. ทั้ง 4 มุมของ Steel plate (ดังภาพที่4-23) และทำการเชื่อม Steel plate นั้นกับหัวเสาเหล็กให้แข็งแรง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



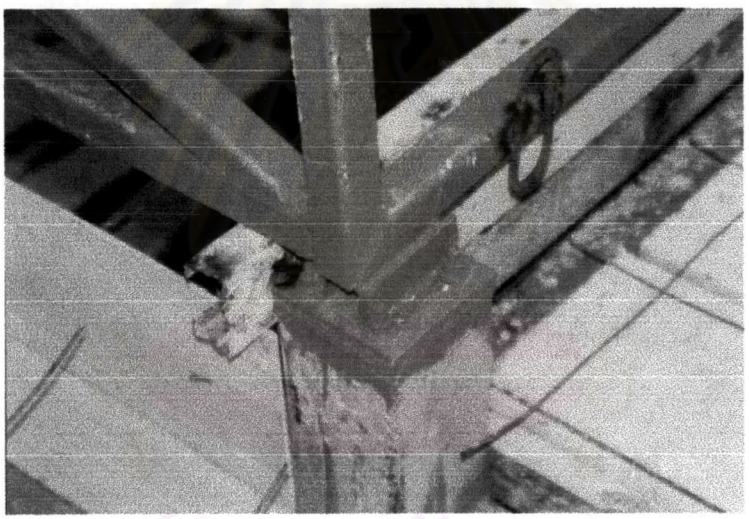
ภาพที่ 4-23 แสดงรายละเอียดการก่อสร้างในส่วนเหล็ก Plate หัวเสาเหล็กรูปพรรณหล่อคอนกรีต



ภาพที่ 4-24 การเจาะรูที่ตัวโครงสร้างเสาเหล็ก เพื่อไล่อากาศภายในเสาเหล็กรูปพรรณก่อนเทคอนกรีต

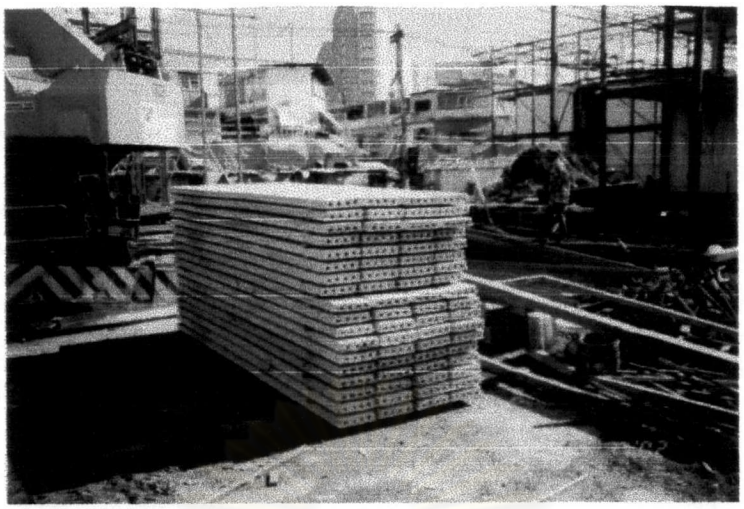
ภาพที่ 4-25 การเทคอนกรีตกรอกลงภายในเสาเหล็กรูปพรรณจากยอดบนสุด เพื่อความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร

ภาพที่ 4-26 ภาพแรก แสดงการตีไม้แบบปิดช่องว่างระหว่างเสาเหล็กประกอบเพื่อทำการหล่อคอนกรีต
ภาพหลัง แสดงคอนกรีตที่อยู่ภายในเสาเหล็กประกอบที่ถอดไม้แบบออกแล้ว



ภาพที่ 4-27 การติดตั้งโครงสร้างหลังคา และงาน Steel Plate ยอดหัวเสาเหล็ก

6. งานโครงสร้างพื้นอาคาร สำหรับงานโครงสร้างพื้นของอาคารในส่วนของชั้นล่างของอาคารที่มีคานคอดินเป็นค.ส.ล. จะใช้ระบบพื้นแบบคอนกรีตหล่อในที่ และชั้น 2 และชั้น 3 และชั้นถังเก็บน้ำของอาคาร จะใช้พื้นสำเร็จรูปชนิดท้องเรียบ มีการใช้อยู่หลายขนาดตามช่วงพาดของเสาและการใช้งาน ได้แก่ 1.50 , 2.00 , 2.50 , 3.50 , 4.50 เมตร (รับน้ำหนักจร 150 , 200 , 300 , 400 , 500 กก./ตร.ม.) จะใช้ Mobile Crane ในการยกพื้นสำเร็จขึ้นไปครั้งละ 4 ชิ้น และจะใช้คนงานในการช่วยจับเพื่อให้ลงในตำแหน่งที่ต้องการวางพาดกับคานเหล็ก (ดังภาพที่ 4-29) หลังจากนั้นก็จะเป็นงานวางเหล็กตะแกรง Wire mesh และเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 ซม.



ภาพที่ 4-28 กองวัสดุพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงชนิดท้องเรียบก่อนยกขึ้นติดตั้ง

ภาพที่ 4-29 แสดงการใช้Mobile Crane ยกพื้นสำเร็จรูปครั้งละ 4 แผ่น ขึ้นวางบนคานเหล็กรูปพรรณ

ภาพที่ 4-30 การวางเหล็กตะแกรงก่อนการเทคอนกรีตทับหน้าพื้นสำเร็จรูป

สำหรับงานโครงสร้างพื้นในส่วนของห้องน้ำและชั้นหลังคา ก็ใช้ระบบพื้นสำเร็จรูปชนิดท้องเรียบ วางเหล็กตะแกรงและเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 ซม.เช่นเดียวกัน ในจุดที่เป็นท่อระบายน้ำหรืองานสุขาภิบาล ก็จะเว้นช่องของพื้นสำเร็จช่วงนั้นไว้และใช้เป็นพื้นระบบคอนกรีตหล่อในที่ โดยใช้ไม้แบบเป็นท้องแบบของโครงสร้างพื้นคอนกรีตหล่อในที่ของพื้นห้องน้ำและพื้นดาดฟ้าของอาคาร

ภาพที่ 4-31 แสดงงานโครงสร้างพื้นห้องน้ำในส่วนห้องพักชั้น 2 และชั้น 3

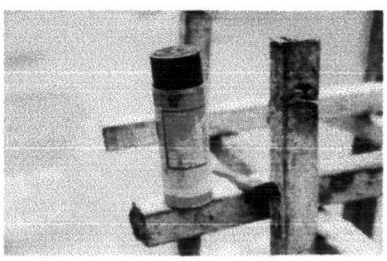
ภาพที่ 4-32 โครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้าใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป วางเหล็กตะแกรง และเทคอนกรีตทับหน้าเช่นเดียวกับโครงสร้างพื้นอาคารส่วนชั้น 2 และชั้น 3

หลังจากที่งานติดตั้งโครงสร้างเสาและคานเหล็กรูปพรรณ และโครงสร้างพื้นไปได้บางส่วนแล้ว ก็จะเริ่มดำเนินการในส่วนของงานระบบสุขาภิบาล อันได้แก่ บ่อบำบัดน้ำเสียใต้ดิน ค.ส.ล. 4 บ่อ และ บ่อเก็บน้ำใต้ดิน ค.ส.ล. 2 บ่อ โดยทั้ง 6 บ่อ จะอยู่ในส่วนกลางระหว่างอาคาร โดยขั้นตอนการก่อสร้างก็ใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป

ภาพที่ 4-33 แสดงงานโครงสร้างพื้นห้องน้ำในส่วนห้องพักชั้น 2 และชั้น 3

7. งานตรวจสอบรอยเชื่อมของโครงสร้างเหล็ก การตรวจสอบรอยต่อของของโครงสร้างนั้นเป็นขั้นตอนนึงที่สำคัญอย่างยิ่งในการใช้เหล็กรูปพรรณเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร โดยโครงการยูเซ็นเตอร์นั้นเป็นการก่อสร้างที่ใช้เหล็กรูปพรรณเป็นโครงสร้างเสาและคาน และรอยต่อโครงสร้างทำโดยวิธีการเชื่อมด้วยแก๊ส ดังนั้นการที่จะควบคุมให้การเชื่อมของทุกๆรอยต่อนั้นให้มีความแข็งแรงได้มาตรฐานอาจทำได้ค่อนข้างยาก อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุเช่น ความไม่ชำนาญของช่างเชื่อม, การดูแลไม่ทั่วถึงของผู้ควบคุมงาน, ฯลฯ โดยทางบริษัทรับเหมาก่อสร้าง (บริษัท รวมนครก่อสร้าง ประเทศไทย จำกัด) ได้เรียกบริษัท เอส จี เอส (ประเทศไทย) จำกัด เข้ามาทำการตรวจสอบคุณภาพของรอยต่อของการเชื่อม ซึ่งเป็นการตรวจสอบแบบวิธีสุ่มตรวจ การตรวจสอบรอยต่อของการเชื่อมนั้นจะมีมาตรฐานคุณภาพของการเชื่อมอ้างอิง โดยตรวจสอบด้วยการใช้วิธีพ่นสเปรย์น้ำยาทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยสเปรย์น้ำยาดังต่อไปนี้

1. น้ำยา PENETRANT
2. น้ำยา CLENNER / RENOVATION
3. น้ำยา DEVELOPER



ขั้นตอนการตรวจสอบรอยเชื่อมมีดังนี้

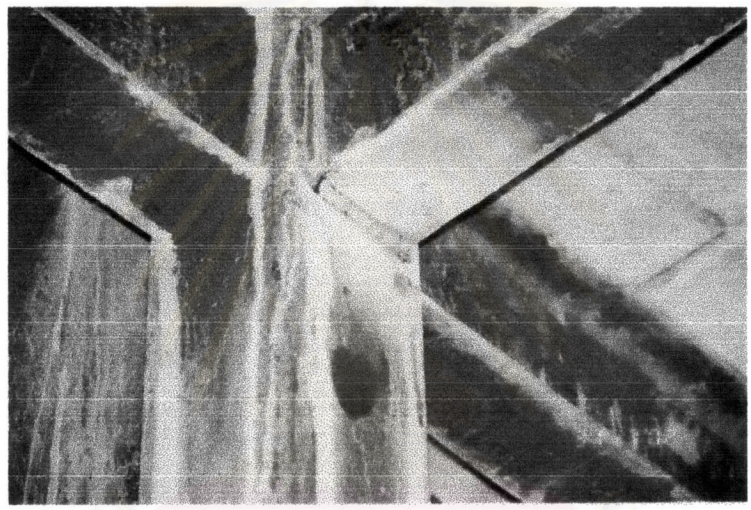
7.1) พ่นสเปรย์น้ำยา PENETRANT ลงไปบริเวณรอยเชื่อม ที่ต้องการตรวจสอบโดยเฉพาะบริเวณส่วนที่สำคัญ มีการรับนน.มากๆ เช่น บริเวณรอยเชื่อมใต้คานที่ไปชนกับเสาเหล็ก โดยคุณสมบัติของน้ำยาตัวนี้จะซึมเข้าไปตามรูต่างๆของรอยเชื่อม

7.2) หลังจากที่พ่นสเปรย์น้ำยา PENETRANT ไปแล้ว น้ำยาจะเข้าไปอยู่ในตามรูต่างๆ ของรอยเชื่อม ขั้นตอนต่อมาคือ พ่นสเปรย์น้ำยา CLEANNER / RENOVATION เพื่อทำความสะอาดในส่วนผิวนอกและรอบๆรูรั่วนั้น โดยใช้ผ้าเช็คบริเวณรอยเชื่อมและรอบๆให้สะอาดไม่ให้มีส่วนของน้ำยา PENETRANT เหลืออยู่เพราะจะมีปฏิกริยากับน้ำยาที่ใช้ทำการตรวจสอบ (ดังภาพที่ 4-34)

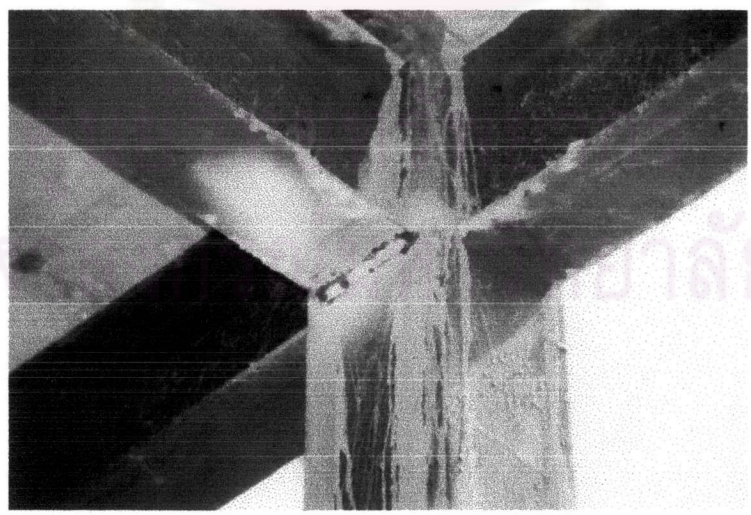
7.3) เมื่อผิวของรอยเชื่อมสะอาดแล้ว พ่นสเปรย์น้ำยา DEVELOPER ลงไปบริเวณรอยเชื่อมที่พ่นและทำความสะอาดไว้ (ดังข้อ 7.1และ7.2) ตัวน้ำยาจะมีลักษณะคล้ายกับแป้งสีขาว เคลือบไปรอบๆรอยเชื่อมนั้น ถ้ารอยต่อเชื่อมมีรูรั่ว หรือตามดมากๆน้ำยา DEVELOPER จะไปทำปฏิกริยาทางเคมีกับน้ำยา PENETRANT ภายในรอยเหล่านั้น ผลที่เกิดขึ้นสารเคมีที่มีลักษณะเป็นแป้งสีขาวจะเปลี่ยนเป็นสีต่างๆ ตั้งแต่แดง แดงเข้ม ไปจนถึงสีค่อนข้างดำ (ดังภาพที่ 4-35 และ4-36) โดยแต่ละสีจะมีความหมายแตกต่างกันไป ดังเช่น สีที่แสดงผลออกมาค่อนข้างเปลี่ยนไปมาก (แดงเข้ม ไปทางสีดำ) แสดงว่ามีช่องว่างของรอยเชื่อมนั้นมาก(ร่องตามด) การรับน้ำหนักของโครงสร้างทำไม่ได้เต็มที่ควรมีการซ่อมแซมรอยเชื่อมใหม่ แต่ถ้าร่องตามดเหล่านั้นน้อยมากจนทำให้น้ำยา PENETRANT ไม่สามารถซึมเข้าไปได้ ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำยา DEVELOPER แต่อย่างใด (จะมีแค่สีแดงสดที่เกิดจากปฏิกริยาเคมีเท่านั้น) แสดงว่ารอยเชื่อมนั้นมีความแข็งแรงเพียงพอ โดยจะปล่อยให้น้ำยาระเหยไปเองโดยไม่ต้องทำความสะอาดอีก

เมื่อพนักงานตรวจสอบทำการสุ่มตรวจสอบรอยเชื่อมแล้ว ก็จะรายงานผลไปยังบริษัทรับเหมาก่อสร้างให้ทำการแก้ไขรอยเชื่อมในส่วนที่ยังไม่ได้มาตรฐาน โดยมีขั้นตอนคือ บริษัทรับเหมาก่อสร้างก็จะสั่งการให้คนงานเชื่อมเหล็กทราบว่ามีจุดไหนบ้างที่ต้องการแก้ไขรอยเชื่อมใหม่ เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วทางบริษัทรับเหมาก่อสร้างก็จะเรียกให้บริษัทที่ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมเข้ามาตรวจเช็คอีกครั้ง

ภาพที่ 4-34 แสดงการใช้สเปรย์น้ำยา CLEANNER / RENOVATION ในการทำความสะอาด
ในขั้นตอนการตรวจสอบรอยเชื่อม



ภาพที่ 4-35 ปฏิกริยาเคมีเมื่อพ่นสเปรย์น้ำยา DEVELOPER ลงไปในขั้นตอนสุดท้ายของการตรวจสอบรอยเชื่อม



ภาพที่ 4-36 สเปรย์น้ำยา DEVELOPER เข้าไปทำปฏิกริยาเคมีกับน้ำยาสเปรย์น้ำยา PENETRANT มีสีแดงชัดเจน
และยังอยู่ในมาตรฐานความปลอดภัยของการตรวจสอบของบริษัทที่เข้ามาทำการทดสอบ

8. งานบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กและบันไดเหล็กรูปพรรณ สำหรับเทคนิคในการก่อสร้างบันไดค.ส.ล.ในโครงการนี้ก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับงานก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

8.1) คำนวณขนาดของจำนวนลูกตั้ง ลูกนอน และความสูงของบันไดตามแบบก่อสร้าง

8.2) วัดระยะและกำหนดจุดยึดไม้แบบต่างๆ

8.3) ประกอบไม้ค้ำยันสำหรับค้ำท้องแบบ สำหรับงานบันไดค.ส.ล. ของโครงการทั่วไปมักนิยมใช้ไม้ขนาด 1 นิ้วครึ่ง x 3 นิ้ว แต่โครงการยูเซ็นเตอร์นี้สามารถใช้เศษเหล็กโครงสร้างมาใช้แทนได้

8.4) นำไม้แบบ มาตียึดเพื่อเป็นท้องบันได และใช้แบบเหล็กมาประกอบเป็นแบบด้านข้างของบันได

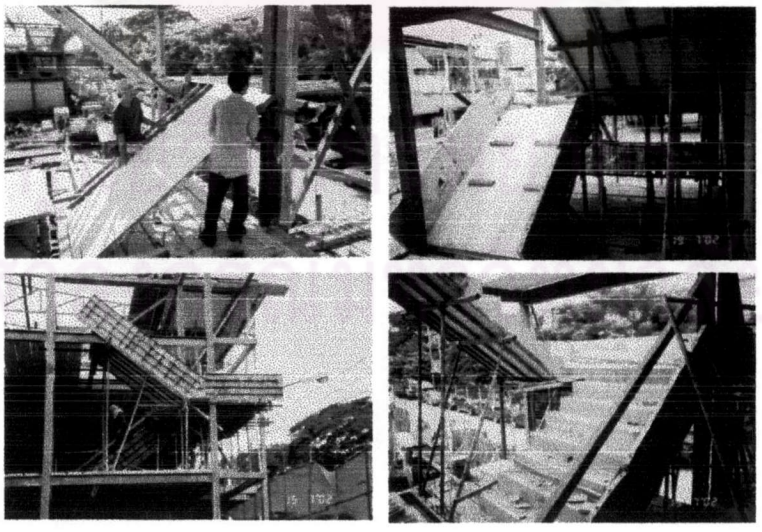
8.5) ผูกเหล็กเสริมหลักและเหล็กเสริมรองของท้องบันได

8.6) เขียนเส้นลูกตั้งและลูกนอนที่แบบข้างบันได

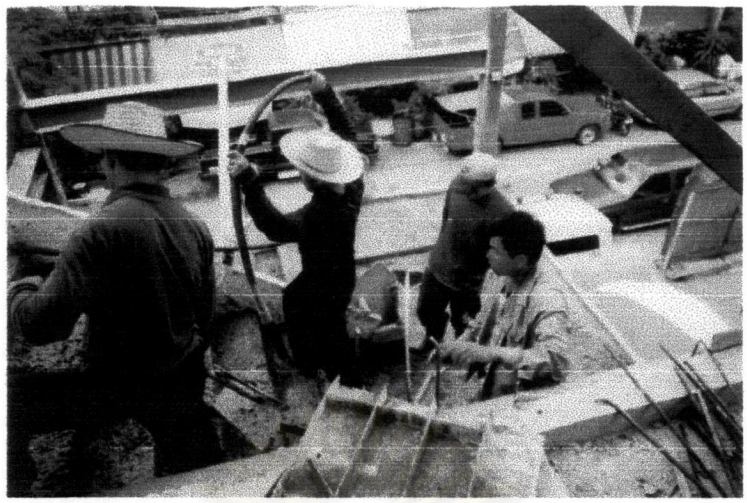
8.7) ใส่เหล็กเสริมรองรับลูกตั้ง และลูกนอน

8.8) เทคอนกรีต และใช้เครื่องจี้เพื่อไล่อากาศออกจากเนื้อคอนกรีต และให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดี

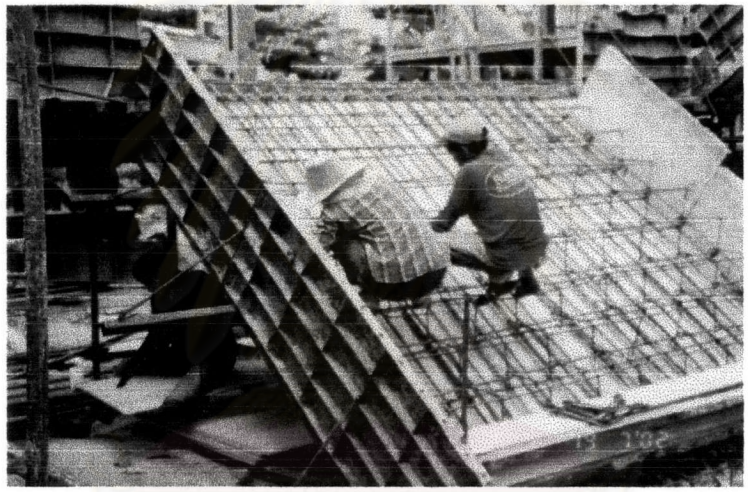
8.9) เมื่อเทคอนกรีตเรียบร้อย ให้ปรับแต่งระดับของลูกนอนให้เรียบ และบ่มคอนกรีตต่อเนื่องนาน 4-7 วัน



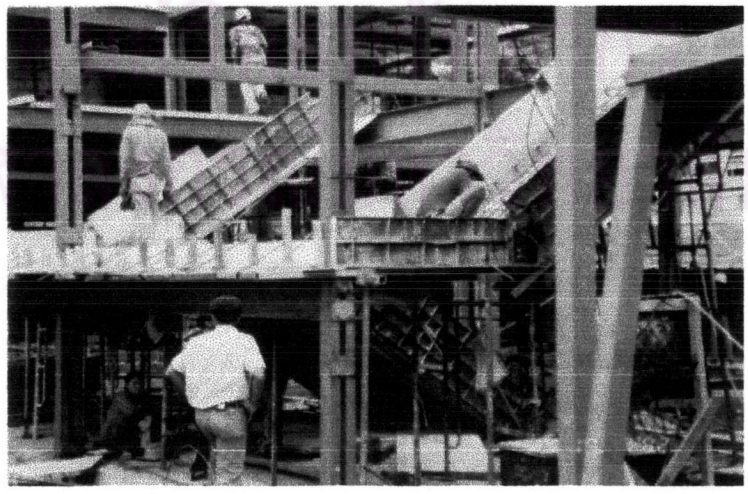
ภาพที่ 4-37 แสดงภาพตัวอย่างขั้นตอนการก่อสร้างบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กด้านข้างอาคาร Zone B



ภาพที่ 4-38 แสดงภาพขั้นตอนการจี้คอนกรีตเพื่อไล่อากาศในเนื้อคอนกรีตในงานบันไดค.ส.ล.

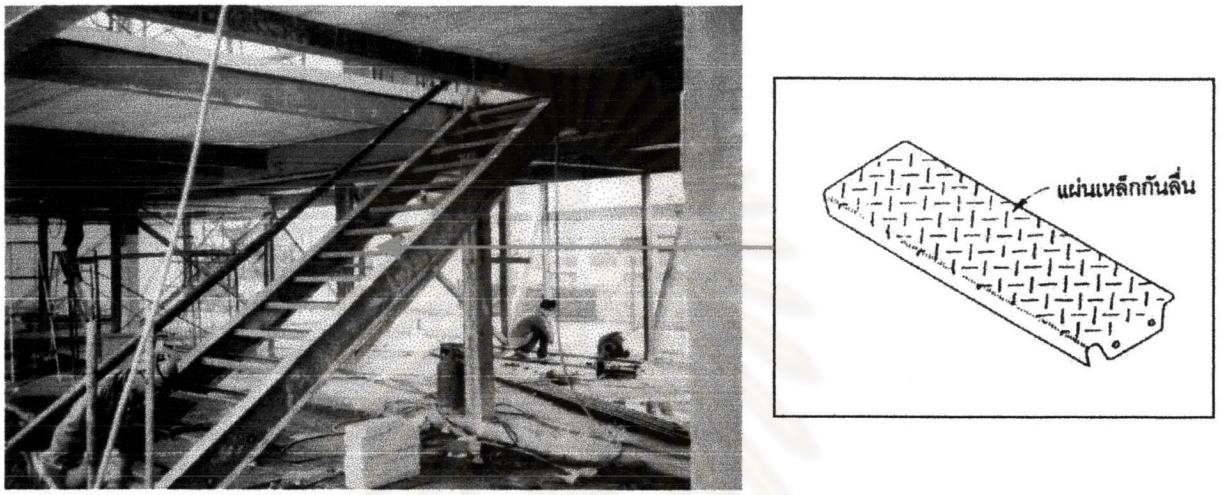


ภาพที่ 4-39 ขั้นตอนการผูกเหล็กเสริมท้องบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก ทางขึ้นอาคาร Zone B



ภาพที่ 4-40 ภาพแสดงขั้นตอนการก่อสร้างบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กบริเวณอาคาร Zone B

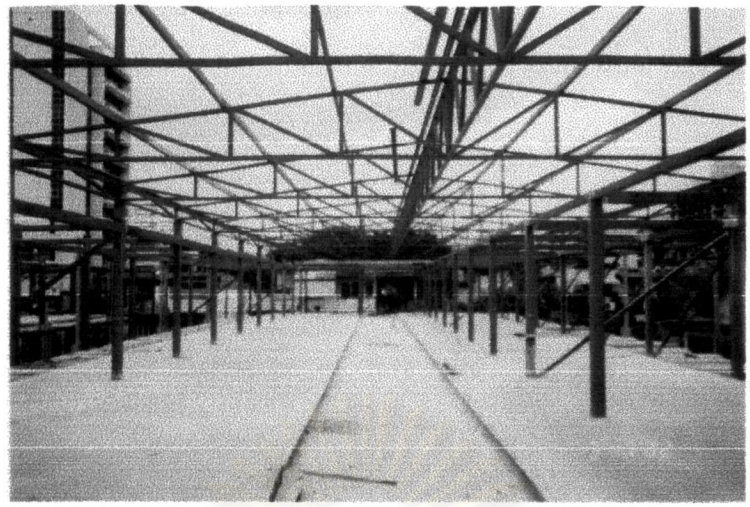
บันไดเหล็กรูปพรรณ ระบบโครงสร้างก็จะมีเช่นเดียวกับบันไดค.ส.ล คือต้องมีทั้ง แม่บันได ลูกตั้ง และลูกนอน สำหรับบันไดเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์นี้จะมีอยู่จุดเดียวคือทางขึ้นจากพื้นชั้น3 ไปยังชั้นดาดฟ้าอาคารที่เป็นส่วนถังกักเก็บน้ำ รายละเอียดของบันไดจะมีแม่บันไดเป็นเหล็กรูปพรรณ I- Beam ทั้งสองข้าง ลูกนอนของบันไดนี้เป็นแผ่นเหล็กกันลื่น (Checker plate) พับเป็นขั้นบันได เชื่อมติดกับแม่บันไดทั้งสองข้าง ส่วนลูกตั้งของบันไดนั้นไม่มีจึงได้ปล่อยโล่งไว้



ภาพที่ 4-41 บันไดเหล็กรูปพรรณขึ้นชั้นบ่อกักเก็บน้ำและดาดฟ้าอาคารเหนือ Zone B

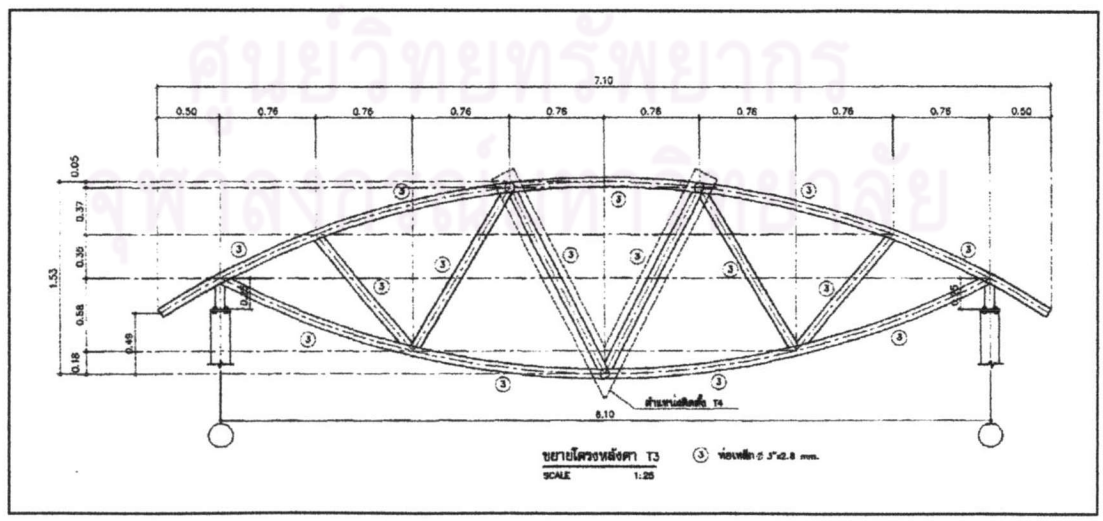
9. งานโครงสร้างหลังคาและมุงหลังคา โครงสร้างหลังคาของอาคารยูเซ็นเตอร์นี้มีการผสมระหว่างหลังคาคอนกรีตและหลังคาโครงสร้างเหล็ก โดยสามารถแบ่งรูปแบบของหลังคาได้ทั้งหมด 3 แบบดังนี้

9.1) หลังคาจั่วส่วนหอพัก เป็นการผสมระหว่างหลังคาคอนกรีตและหลังคาโครงสร้างเหล็ก โดยในส่วนหลังคาคอนกรีตจะเป็นการใช้พื้นสำเร็จรูปชนิดท้องเรียบปู และเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 ซม. เช่นเดียวกับงานโครงสร้างพื้นอาคาร และส่วนโครงหลังคาเหล็ก จะเป็นเหล็กไลท์เกจชนิดขึ้นรูปเย็นที่นิยมใช้ในงานโครงหลังคาอาคารทั่วไป โดยทำการเชื่อมเป็นโครงถัก (Truss) ทีละเฟรมที่พื้นดิน และยกขึ้นไปติดตั้งด้วย Mobile Crane ลักษณะของรอยต่อที่เชื่อมยึกกับเสาเหล็กหล่อคอนกรีตจะเป็นการใช้ Steel Plate และ Bolt ในการยึดให้แข็งแรง (ดังภาพที่ 4-27)

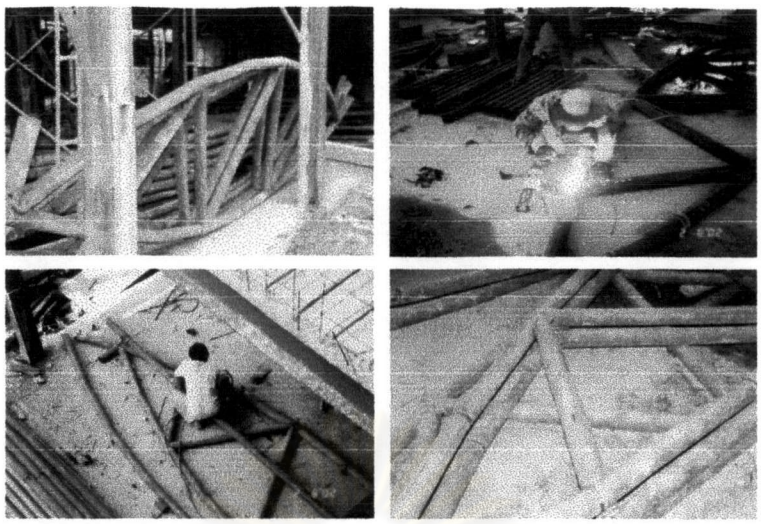


ภาพที่ 4-42 ภาพเหล็กโครงสร้างที่ใช้ทำโครงหลังคาจั่วบริเวณส่วนห้องพัก

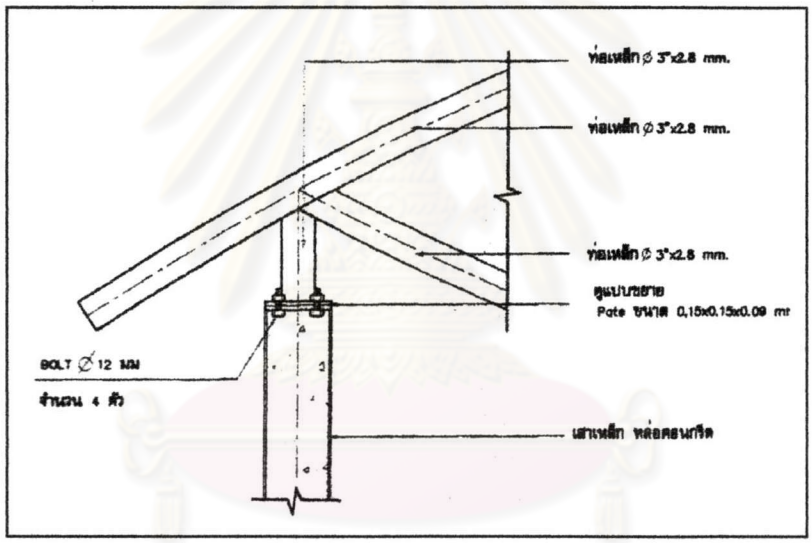
9.2) หลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร เป็นหลังคาโครงถักเหล็ก (Steel Truss) เป็นเหล็กโครงสร้างหน้าตัดวงกลมลักษณะเป็นท่อเหล็ก ∅ 3 นิ้ว หนา 2.8 มม. ตัดเป็นชิ้นๆและเชื่อมประกอบตามแบบ (ดังภาพที่ 4-43) โดยจะทำการตัดท่อเหล็กดังกล่าวด้วยหัวเชื่อมแก๊สและเชื่อมด้วยหัวเชื่อมไฟฟ้าทีละชิ้นบนพื้นดิน และยกขึ้นไปติดตั้งบนยอดเสาเหล็กหล่อคอนกรีตระหว่างอาคารครั้งละ 1 เฟรมโครงสร้างด้วย Mobile Crane



ภาพที่ 4-43 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างโครงถักเหล็กของหลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร



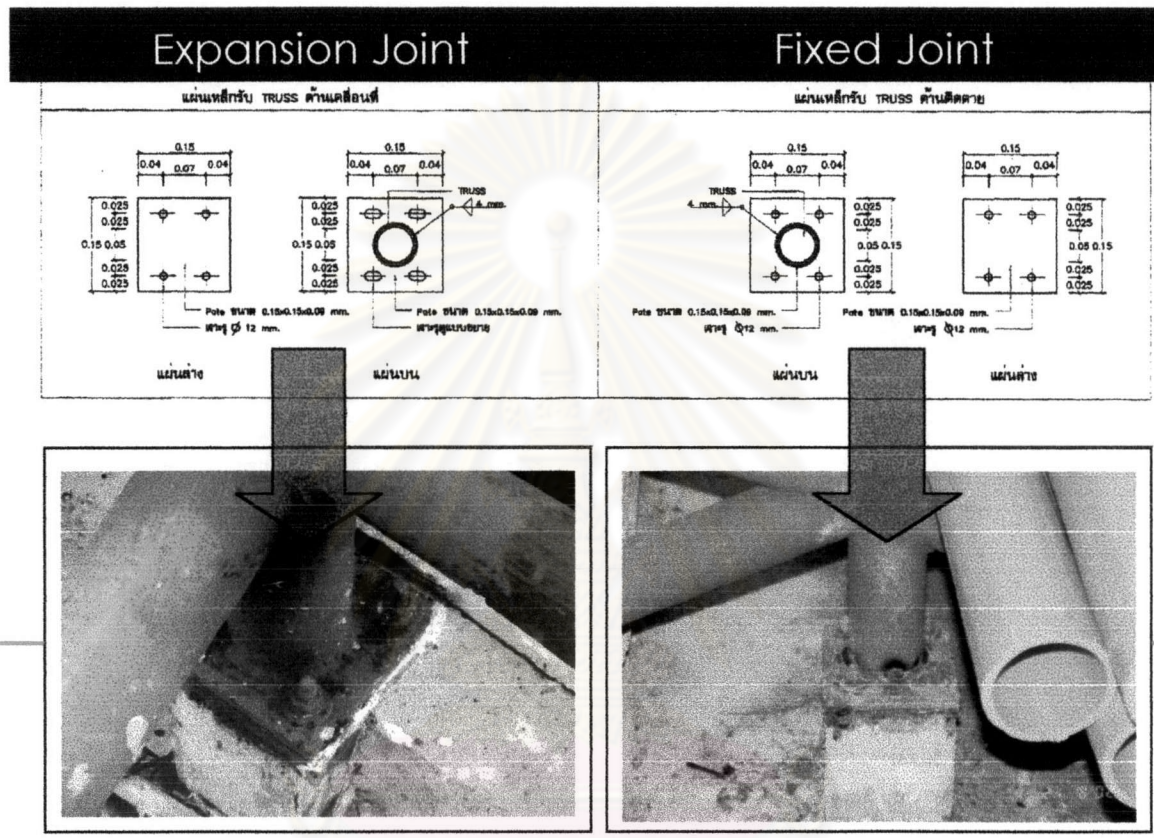
ภาพที่ 4-44 ภาพแสดงตัวอย่างขั้นตอนการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาทางเดินระหว่างอาคาร



ภาพที่ 4-45 ภาพแสดงรายละเอียดในส่วนรอยต่อในส่วนโครงถักเหล็กกับเสาเหล็กหล่อคอนกรีต

รอยต่อของโครงถักเหล็กกับเสาหล่อคอนกรีต ใช้วิธีในการก่อสร้างเช่นเดียวกันกับในส่วนของโครงหลังคาจั่ว ที่ใช้ Steel Plate เชื่อมยึดกับตัวโครงถักเหล็ก และนำมาขันยึดติดกับ Steel Plate ปิดหัวเสาด้วย Bolt ขนาด 12 มม. จำนวน 4 ตัว (ดังภาพที่ 4-45) โดยลักษณะรอยต่อของโครงหลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคารนี้ จุดเชื่อมยึดต่อทั้งสองด้านอยู่บนอาคารคนละอาคารกัน อาคารแต่ละหลังอาจมีการทรุดตัวไม่เท่ากัน และเรื่องการขยายตัวของเหล็กโครงสร้างเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง จึงทำให้ในการออกแบบรอยต่อของจุดเชื่อมยึดไม่ควรเป็นรอยต่อแบบยึดแน่น (Fixed Joint) ทั้งสองด้านของโครงสร้าง ควรให้มีด้านใดด้านหนึ่งไม่ยึดแน่นติดตาย ควรเป็นการออกแบบรอยต่อที่เป็นแบบเผื่อการขยายตัวของโครงสร้าง (Expansion Joint)

ในการออกแบบรอยต่อของโครงถักเหล็กหลังคาโค้งนี้ จะเป็นการออกแบบให้รอยต่อด้านนึงเป็นรอยต่อแบบยึดแน่น (Fixed Joint) และอีกด้านนึงที่ยึดคนละอาคารกันเป็นรอยต่อแบบขยับได้ ซึ่งในการออกแบบรอยต่อที่จะให้สามารถขยับได้จะทำโดยการเจาะรูของแผ่นเหล็กที่รองรับโครงถักเหล็กขนาด 0.15x0.15x0.09 มม. ให้มีความกว้างของรูมากกว่าขนาดของตัว Bolt 12 มม. ในทิศทางที่โครงถักมีแรงถีบอีกข้างละ 7 มม. (ดังภาพที่ 4-46)



ภาพที่ 4-46 แสดงรายละเอียดในการก่อสร้างของรอยต่อโครงหลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร

ภาพที่ 4-47 ภาพคนงานกำลังติดตั้งโครงถักเหล็กของหลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร

9.3) หลังคา Space Frame คลุมโถงบันไดอาคาร Zone B เป็นหลังคาที่ใช้โครงสร้างแบบโครง 3 มิติ (Space Frame) ที่ใช้ท่อเหล็กมาตัดเป็นชิ้นๆและทำการเชื่อมประกอบเช่นเดียวกับโครงถักโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคารในข้อ (9.2) โดยจะทำการเชื่อมประกอบที่พื้นดินทั้งโครงสร้างเมื่อเสร็จแล้วจึงใช้ Mobile Crane ในการยกขึ้นไปติดตั้ง

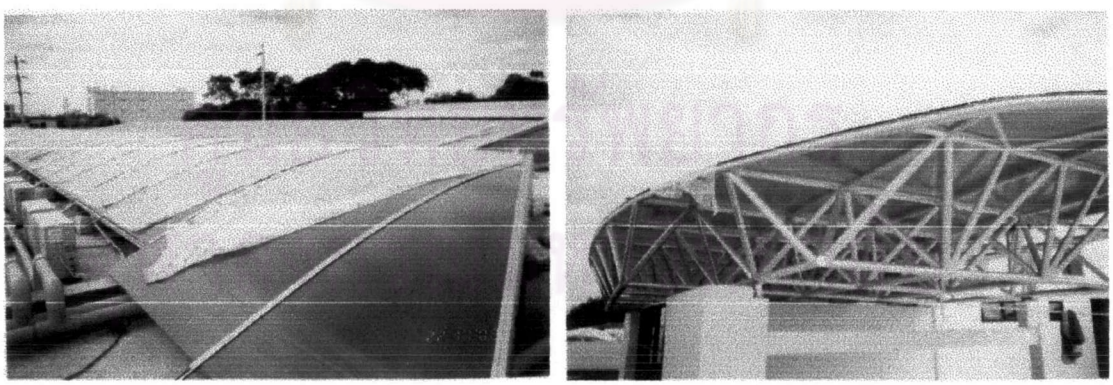
ภาพที่ 4-48 Space Frame เหล็กของโครงหลังคาโถงบันไดอาคาร Zone B

ภาพที่ 4-49 แสดงรอยต่อของ Space Frame เหล็กของโครงหลังคาโถงบันไดอาคาร Zone B

วัสดุมุงหลังคา มีหลายประเภทในส่วนของโครงหลังคาจั่วในส่วนหอพักจะเป็นหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน (Metal Sheet) วางและเจาะยึดกับแปเหล็กเช่นเดียวกับงานโครงหลังคาเหล็กที่ใช้แผ่นเหล็กรีดลอนเป็นหลังคาของอาคารทั่วๆไป

นอกจากนั้นในส่วน Truss โค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร และ โถงบันไดกลางอาคาร Zone B มีการใช้หลังคาโพลีคาร์บอเนตที่จะมีลักษณะโปร่งแสง ให้แสงสว่างผ่านเข้ามาภายในอาคารได้ ช่วยลดการใช้แสงสว่างภายในอาคารเวลากลางวันได้มาก

ภาพที่ 4-50 หลังคาแผ่นเหล็กรีดลอนเป็นวัสดุมุงของโครงสร้างหลังคาจั่วในส่วนหอพัก



ภาพที่ 4-51 ภาพซ้าย – หลังคาโพลีคาร์โบเนตบริเวณ Truss โค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร
ภาพขวา – หลังคาโพลีคาร์โบเนตบริเวณโถงบันไดกลางอาคาร Zone B

10. งานป้องกันไฟของโครงสร้าง การป้องกันไฟโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของอาคารยูเซ็นเตอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นอาคารสาธารณะจะต้องสามารถกันไฟในส่วนของโครงสร้างหลักของอาคารได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยวิธีป้องกันไฟโครงสร้างใช้วิธีใช้สาร ทา และพ่นหุ้มกันไฟ จากบริษัท เฟรม เทคนิค จำกัด โดยตัวสารที่ใช้เป็นลักษณะของซีเมนต์เบา ซึ่งประกอบด้วยสาร 2 ชนิดดังนี้

1. สาร Fendolite หรือชื่อย่อทางเคมีคือ (M-II)
2. สาร Mandolite (CP2)

Fendolite (M-II) Mandolite (CP2)

ภาพที่ 4-52 สารเคมีซีเมนต์เบาที่ใช้ในงานพ่นป้องกันไฟโครงสร้าง

ขั้นตอนการพ่นสารกันไฟโครงสร้าง

10.1) ทาสารเคลือบผิวเหล็กโครงสร้าง นำสาร Fendolite (M-II) มาผสมกับน้ำในเครื่องผสมในสัดส่วน 1ถุง (น้ำหนัก12.5 กก.) ต่อน้ำ 20-23 กก. แล้วนำมาใส่ภาชนะเพื่อใช้ทารอบของส่วนที่เป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (ทาเช่นเดียวกับงานทาสี) โดยใช้น้ำยา Isobond เป็นตัวทำละลาย จะช่วยไม่ให้สาร M-II ที่ผสมกับน้ำแล้วแห้งเร็วเกินไปในขณะที่ทา โดยคุณสมบัติของสาร Fendolite นี้ จะเป็นซีเมนต์เบาที่จะทาเพื่อไปเคลือบผิวของเหล็ก จะทาสารนี้กับตัวโครงสร้างเพียงรอบเดียว ซึ่งสาร Fendolite (M-II) จะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ สาร Mandolite (CP2) ที่จะพ่นในขั้นตอนต่อไป มีปฏิกริยากับสีกันสนิมที่ทาไว้กับชิ้นส่วนของโครงสร้างตั้งแต่งานประกอบชิ้นส่วน และที่ต้องใช้วิธีการทา ไม่ใช้วิธีการพ่น เพราะการทาจะทำให้สามารถควบคุมพื้นที่ที่ต้องการป้องกัน

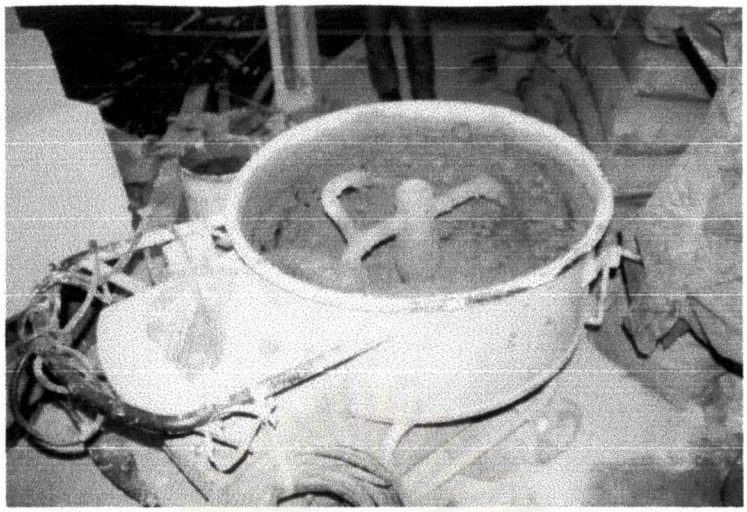
ได้ง่ายกว่าการพ่น ซึ่งถ้าพ่นไปถูกในส่วนที่ไม่ต้องการจะทำให้การทำความสะอาดทำได้ยาก

10.2) ผสมสารหุ้มกันไฟ หลังจากที่งานทาสาร Fendolite (M-II) เสร็จแล้ว ให้ทำการเตรียมสถานที่ในการพ่นกันไฟ เพราะในขณะที่ทำการพ่นตัวสารจะฟุ้งกระจายมากต้องหาแผงตาข่ายพลาสติกมากันไว้โดยรอบบริเวณที่จะทาการพ่น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหามลภาวะต่ออาคารข้างเคียงแล้วจึงนำสาร Mandolite (CP2) มาผสมกับน้ำเปล่าในเครื่องผสมในสัดส่วน 1ถุง (น้ำหนัก12.5 กก.) ต่อน้ำ 20-23 กก. (เช่นเดียวกับ สาร M-II) ตัวเครื่องผสมจะกวนให้ตัว สาร Mandolite (CP2) ที่เป็นลักษณะซีเมนต์เบา เข้ากับน้ำได้อย่างละเอียด และเครื่องผสมจะฉีดสารที่ผสมเสร็จแล้วไปยังท่อส่ง แล้วจึงใช้ปั๊มลมเป็นตัวพ่นฉีดสารต่อไป

10.3) พ่นสารหุ้มกันไฟ โดยปั๊มลมที่ใช้ในการพ่นจะเป็นตัวเพิ่มกำลังลมที่ใช้พ่นสาร Mandolite (CP2) ให้สามารถเข้าถึงได้ทุกซอกทุกมุมของโครงสร้าง โดยสามารถพ่นไปบนผิวของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่ทาสาร Fendolite (M-II) แล้ว ไปได้โดยตรงเลย และไม่ต้องระมัดระวังว่าจะไปถูกในส่วนงานโครงสร้างอื่นๆ เพราะคุณสมบัติของสารก็จะช่วยป้องกันไฟให้กับตัวโครงสร้างต่างๆอยู่แล้ว ในเรื่องของความหนาของสาร CP2 ในการพ่น จะขึ้นอยู่กับแบบ spec. ที่ทางบริษัทรับเหมาก่อสร้างกำหนด ในการพ่นสารกันไฟของโครงการนี้จะใช้ความหนาของสาร CP2 อยู่ที่ 20-25 มม. ซึ่งจะสามารถทนไฟได้นาน 3 ชั่วโมง

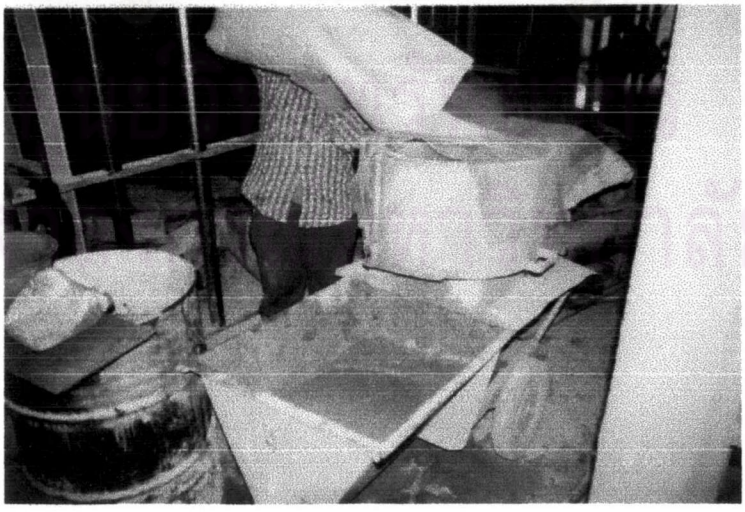
10.4) ปิดผิวงานพ่นด้วยคอนกรีตฉาบเรียบเพื่อความสวยงาม เมื่องานพ่นสารกันไฟโครงสร้างเสร็จสิ้นแล้ว ส่วนที่ต้องการใช้งานที่ไม่สามารถปกปิดได้ จะต้องทำการฉาบด้วยคอนกรีต โดยจะใช้ลวดกรงไก่พันรอบบริเวณเสาหรือคานที่ต้องการปิดผิวงาน แล้วจึงค่อยทาคอนกรีตฉาบทับให้เรียบอีกที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-53 เครื่องผสมซีเมนต์เบาที่ใช้ปั่นสาร MII ให้เข้ากันโดยมีน้ำเปล่าเป็นตัวผสม

ภาพที่ 4-54 คนงานกำลังใช้แปรงทาสาร MII ให้ทั่วโครงสร้างเหล็กที่ต้องการ ก่อนงานพ่นสาร CP2



ภาพที่ 4-55 คนงานกำลังเทสาร CP2 ลงเครื่องผสมในสัดส่วน สาร 1 ถุง ต่อ น้ำเปล่า 20-23 กก.

ภาพที่ 4-56 ภาพตัวอย่างขั้นตอนการพ่นสารกันไฟ CP2 ไปบนโครงสร้างเหล็กที่ทาสาร MII ไว้แล้ว

ภาพที่ 4-57 (ภาพซ้าย) การใช้ลวดกรงไก่พันรอบเสาเหล็กหล่อคอนกรีตที่พ่นสารกันไฟ CP2 แล้ว
(ภาพขวา) การฉาบคอนกรีตทับรอบเสาอีกที และตกแต่งให้เรียบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

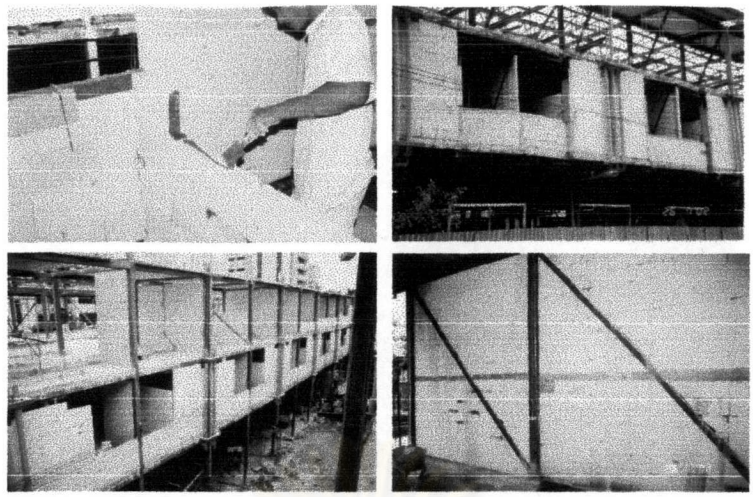
5.3 หมวดงานสถาปัตยกรรม

หมวดงานสถาปัตยกรรมของงานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์นี้ ก็จะมีลักษณะคล้ายเช่นเดียวกันกับอาคารที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคารทั่วๆไป แต่จะในรายละเอียดขั้นตอนของการก่อสร้างอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะสามารถช่วยให้การทำงานต่างๆทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น โดยหมวดงานสถาปัตยกรรมของโครงการยูเซ็นเตอร์ได้แบ่งออกเป็นเรื่องต่างๆดังนี้

1. งานผนัง สำหรับงานผนังของโครงการยูเซ็นเตอร์ สามารถแบ่งตามโครงสร้างของผนังได้เป็น 2 ชนิดคือ

1.1) ผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งจะมีพื้นที่ประมาณ 4,065 ตร.ม. สำหรับอิฐที่ใช้ในการก่อผนังจะใช้อิฐมวลเบา ,อิฐแดงชนิดกลวง และอิฐมอญ ในแผนงานแรกต้องการที่จะใช้แต่อิฐมวลเบา ขนาด 7 ซม. เป็นผนังอาคารอย่างเดียว แต่ที่ต้องมีการใช้หลายชนิดเพราะพบกับปัญหาที่ทางโรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาไม่สามารถส่งวัสดุให้ได้ ซึ่งเป็นปัญหาให้การก่อสร้างเกิดการหยุดชะงัก จึงต้องหาวัสดุชนิดอื่นมาทดแทนคืออิฐแดงชนิดกลวงและอิฐมอญ ที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วไป

ภาพที่ 4-58 คนงานกำลังสกัดอิฐมวลเบาในงานก่อผนังอาคาร

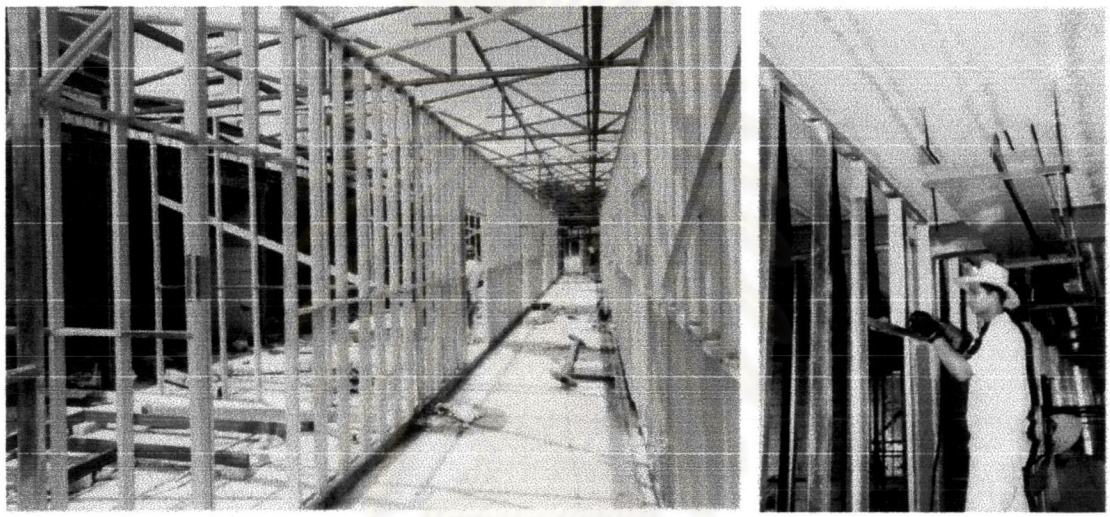


ภาพที่ 4-59 ตัวอย่างการใช้อิฐมวลเบาในการก่อผนังอาคาร

ภาพที่ 4-60 ลวดเหล็กกลมเชื่อมกับเสาเหล็ก ใช้เป็นหนวดกุ้งสำหรับยึดผนังอิฐมวลเบา เช่นเดียวกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

ภาพที่ 4-61 การใช้อิฐแดงชนิดกลวงและอิฐมอญ มาใช้แทนอิฐมวลเบาในงานผนังอาคาร เนื่องจากเกิดปัญหาโรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาไม่สามารถส่งวัสดุให้ได้

1.2) ผนังโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีบุยิปซัมบอร์ด ผนังภายในที่ใช้กั้นระหว่างห้องจะใช้เป็นโครงคร่าวเหล็กชนิดเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสี ซึ่งจะมีพื้นที่ประมาณ 8,740 ตร.ม. วิธีการติดตั้งกับโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ทำโดยการใช้สว่านเจาะโครงสร้างเสาและคานเหล็กให้เป็นรู แล้วใช้หมุดยึดที่สำหรับใช้ยึดโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสียึดเข้ากับเสาและคานที่ได้เจาะรูไว้ แล้วใช้สว่านเจาะรูและน็อตยึดแผ่นยิปซั่มบอร์ดเช่นเดียวกับการก่อสร้างทั่วไป



ภาพที่ 4-62 การติดตั้งงานผนังภายในที่ใช้โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีเป็นโครงสร้างผนัง

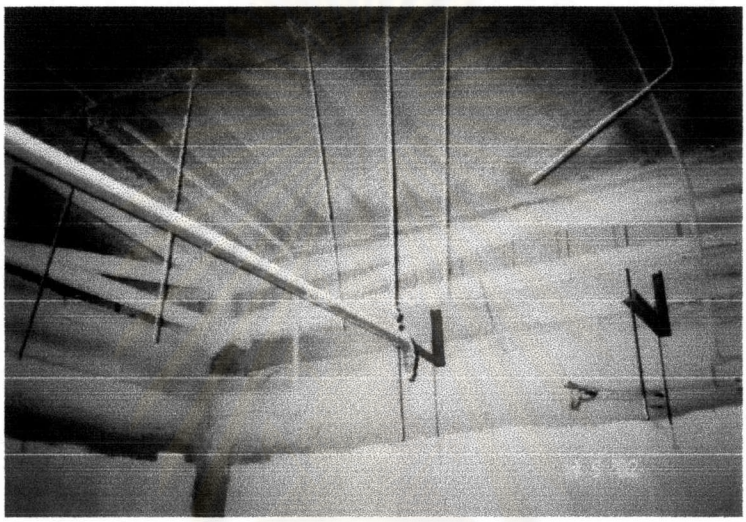
ภาพที่ 4-63 ผนังภายในอาคารส่วนหอพักที่บุด้วยยิปซั่มบอร์ดฉาบเรียบ

2. งานฝ้าเพดาน สำหรับงานฝ้าเพดานของโครงการยูเซ็นเตอร์ ก็จะมีลักษณะเหมือนกับงานฝ้าเพดานของอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป โดยสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

2.1) ฝ้าเพดาน T-BAR ยิปซั่มบอร์ด (พ.ท.ประมาณ 10,839 ตร.ม.)

2.2) ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดฉาบเรียบ (พ.ท. ประมาณ 2,354 ตร.ม.)

2.3) ฝ้าเพดานฉาบปูนเรียบ (พ.ท. ประมาณ 263 ตร.ม.)

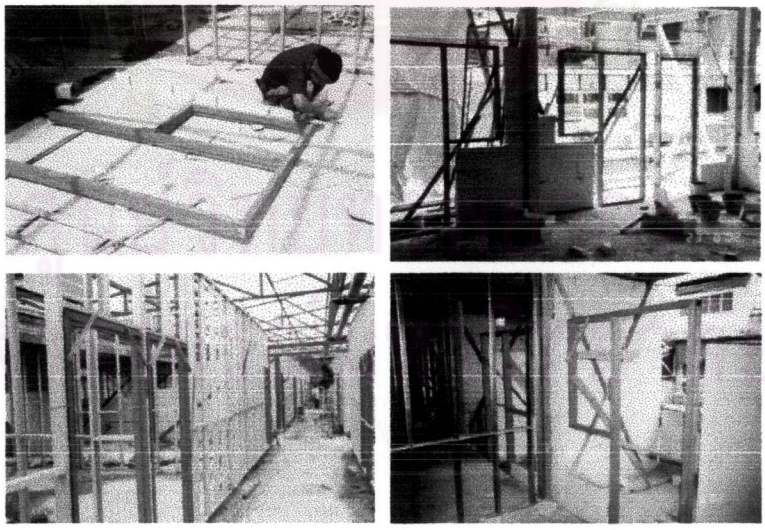


ภาพที่ 4-64 งานติดเหล็กยึดโครงคร่าว T-BAR

ภาพที่ 4-65 โครงคร่าว T-BAR สำหรับวางฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด

3. งานประตู หน้าต่าง สามารถติดตั้งได้เช่นเดียวกับอาคารที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และใช้คู่กับการก่อผนังด้วยอิฐมวลเบาทั่วๆไป มีรายละเอียดและจำนวนแต่ละชนิดดังนี้

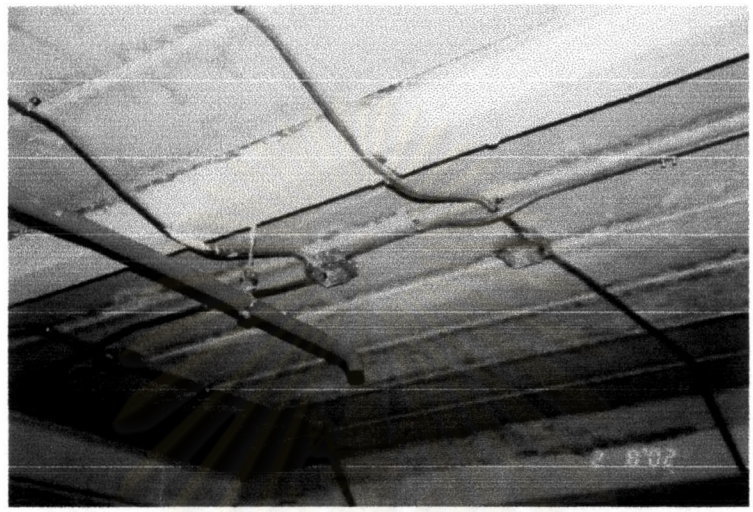
ประตู	**จำนวน**
- ประตูร้านค้าอลูมิเนียม	324 ชุด
- ประตูอลูมิเนียมเข้าอาคาร	4 ชุด
- ประตูห้องสันทนาการและห้องออกกำลังกาย	8 ชุด
- ประตูห้องซักรีด	4 ชุด
- ประตูห้องงานระบบ	8 ชุด
- ประตูห้องขยะ	2 ชุด
- ประตูช่องทิ้งขยะ	4 ชุด
- ประตูหน้าห้องพักไม้ 0.80 x 2.00 ม.	264 ชุด
- ประตูห้องน้ำ PVC. 0.70 x 2.00 ม.	264 ชุด
- ประตูบานเปิดระเบียง 0.80 x 2.00 ม.	264 ชุด
หน้าต่าง	
- หน้าต่างบานเปิด 0.80 x 1.20 ม.	264 ชุด
- ช่องแสงห้องน้ำ 0.40 x 1.00 ม.	264 ชุด



ภาพที่ 4-66 ตัวอย่างขั้นตอนการติดตั้งงานประตู หน้าต่าง

5.4 หมวดงานระบบต่าง ๆของอาคาร

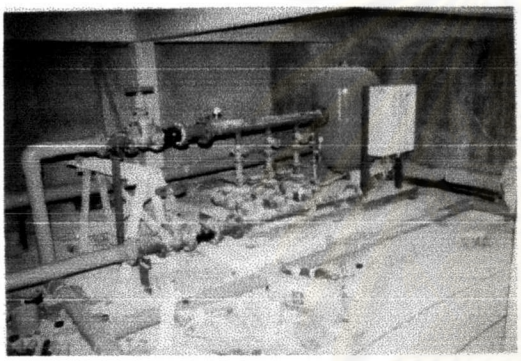
หมวดงานระบบของอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ จะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับงานระบบของอาคารสาธารณะที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป ที่ประกอบด้วย งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร , งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย , งานระบบปรับอากาศ และ งานระบบรักษาความปลอดภัย

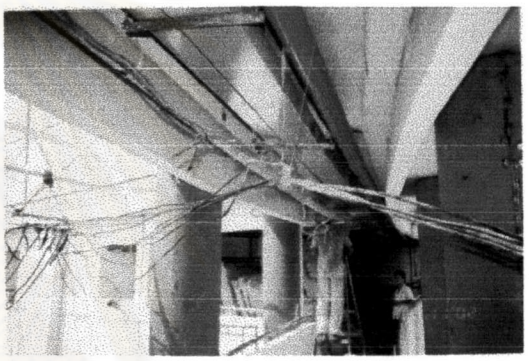


ภาพที่ 4-67 ติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารเมื่อเสร็จงานโครงสร้าง

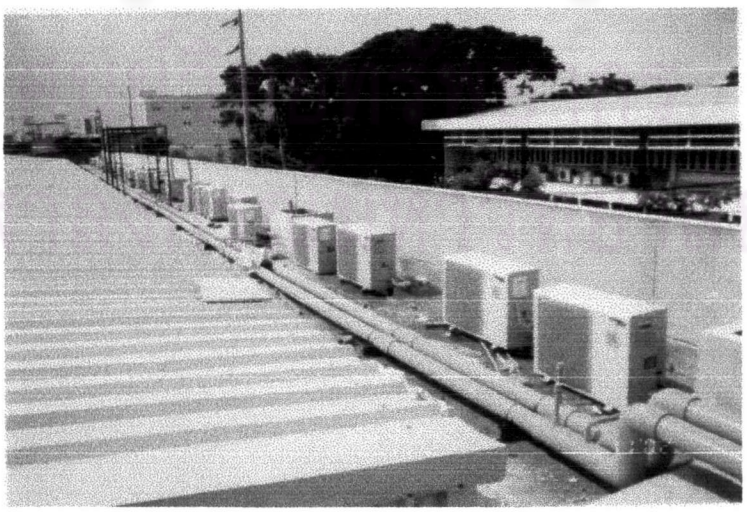
ภาพที่ 4-68 บ่อน้ำเสีย และบ่อเก็บน้ำใต้ดิน นำมาฝังลงดินและเดินท่องานระบบสุขาภิบาล

ภาพที่ 4-69 คนงานกำลังเชื่อมท่อดับเพลิงสำหรับงานระบบป้องกันอัคคีภัย





ภาพที่ 4-70 ภาพซ้าย - งานวางท่อและอุปกรณ์ปั๊มน้ำในงานระบบประปา
ภาพขวา - งานเดินท่อประปาและท่อดับเพลิงภายในอาคาร



ภาพที่ 4-71 งานระบบปรับอากาศจะเป็นแบบแยกเป็นห้องๆ หรือที่เรียกว่าระบบ Splite Type

6. แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการศึกษาพบว่า แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการก่อสร้างอาคาร โดยเฉพาะอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ ที่มีการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ก็จะต้องมีความเหมือนกันและแตกต่างกับงานก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอยู่บ้าง

6.1 แรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง

ในเรื่องของแรงงาน หรือบุคลากรที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารยูเซ็นเตอร์ จากการเฝ้าสังเกตและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการเฉลี่ยจำนวนบุคลากรภายในสถานที่ก่อสร้าง จากรายงานบันทึกการก่อสร้างประจำเดือนทราบว่า ในการก่อสร้างอาคารยูเซ็นเตอร์ที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ สามารถแยกบุคคลากรที่ทำงานอยู่ในสถานที่ก่อสร้างออกเป็นตำแหน่งหน้าที่การทำงาน จำนวน ช่วงเวลาการทำงาน และ ค่าแรงในการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 4-4 แสดงบุคลากรที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร โครงการยูเซ็นเตอร์

ตำแหน่งงาน		จำนวน (คน)	ช่วงเวลาการทำงาน *** (น.)	ค่าแรงในการทำงาน (บาท / วัน)	หมายเหตุ
STAFF	ผู้จัดการโครงการ	1	07.30 – 17.30	*	* ค่าแรงของเจ้าหน้าที่ Staff จะเป็นลักษณะเงินเดือน ไม่ใช่ค่าแรงงาน / วัน ** ช่างฝีมือ จะหมายถึงไปถึง ช่างปูนและช่างเชื่อมเหล็ก ที่มีฝีมือในการทำงานดี ซึ่งจะใช้ในงานที่ต้องการความปราณีตสูง *** ระเวลาในการทำงานไม่นับรวมถึงงานล่วงเวลา (OT) ตั้งแต่ 17.30 – 22.30 น.
	วิศวกร	4	07.30 – 17.30	*	
	สถาปนิก	2	07.30 – 17.30	*	
	หัวหน้าคนงาน	6	07.30 – 17.30	*	
	พนักงานเขียนแบบ	1	07.30 – 17.30	*	
	พนักงานพัสดุ	3	07.30 – 17.30	*	
	รวม	17			
LABOUR	ช่างเชื่อม	21	07.30 – 17.30	180 - 200	
	ช่างไม้	11	07.30 – 17.30	160	
	ช่างก่ออิฐ	13	07.30 – 17.30	160	
	ช่างฝีมือ **	9	07.30 – 17.30	190 - 300	
	กรรมกร	25	07.30 – 17.30	160	
	รวม	79			
รวมทั้งหมด		96			

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง (เดือน มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2545) ร่วมกับการเฉลี่ยจำนวนคนจากรายงานบันทึกการก่อสร้าง โครงการยูเซ็นเตอร์

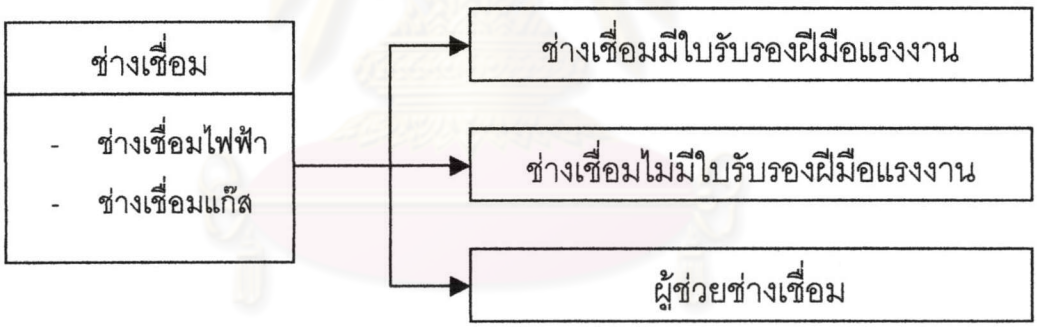
ประเภทของแรงงานช่างก่อสร้างงานเหล็ก

สำหรับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กของยูเซ็นเตอร์นั้น ในเรื่องของแรงงานที่ใช้ในการทำงานโครงสร้างอาคารนั้น ส่วนใหญ่จะต้องใช้ช่างที่มีประสบการณ์ หรือมีความชำนาญในงานที่เกี่ยวกับโครงสร้างเหล็ก เป็นแรงงานที่ใช้ในงานโครงสร้างหลักของอาคาร จากศึกษาพบว่าสามารถแยกแรงงานของช่างก่อสร้างงานเหล็กของงานโครงสร้างเหล็กของโครงการยูเซ็นเตอร์ ได้ทั้งหมด 5 กลุ่มดังนี้

1. ช่างเชื่อม (ช่างเชื่อมไฟฟ้า, ช่างเชื่อมแก๊ส)
2. ผู้ช่วยช่างและคนงาน (ช่วยในการทำงานของช่างเชื่อมและช่างเหล็ก)
3. ช่างเหล็ก (ช่างที่มีความชำนาญในการประกอบโครงสร้างเหล็ก)
4. ช่างฝีมืองานเชื่อม (สำหรับงานที่ต้องการคุณภาพและความประณีตสูง)
5. ช่างเทคนิคเฉพาะทางจากผู้ประกอบการโครงสร้างเหล็ก

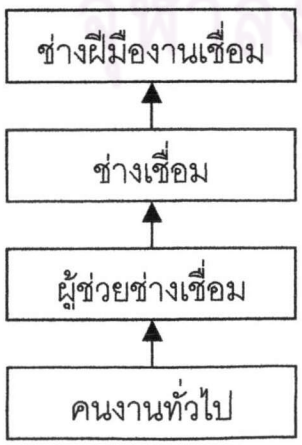
การก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก ซึ่งมีการทำรอยต่อของโครงสร้างด้วยการเชื่อม ดังนั้นแรงงานเชื่อมที่มีประสบการณ์ทำงานสูงจะเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการก่อสร้างอาคารให้มีปสิตภาพ และสามารถสร้างได้รวดเร็วตามกำหนด

ประเภทของแรงงานเชื่อมของโครงการยูเซ็นเตอร์



แผนภูมิที่ 4-2 การแบ่งประเภทของช่างเชื่อมภายในโครงการ

กระบวนการพัฒนาฝีมือแรงงานของช่างเชื่อม

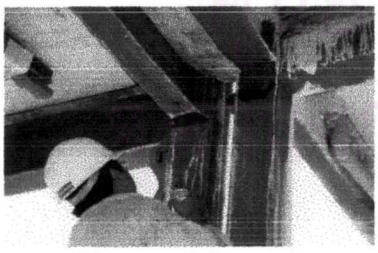


จากการสัมภาษณ์ช่างเชื่อมของโครงการยูเซ็นเตอร์ ถึงเรื่องของฝีมือแรงงานเชื่อมของช่างเชื่อม ทราบว่ามีการศึกษาและพัฒนาประสบการณ์เชื่อมจากการเริ่มจากเป็นคนงานทั่วไป ผู้ช่วยช่างเชื่อม ช่างเชื่อม และช่างฝีมืองานเชื่อมตามลำดับ โดยจะอาศัยการสะสมประสบการณ์ทำงานที่มากขึ้นเรื่อยๆ มีจำนวนน้อยที่จะมาจากการเรียนหรือได้รับการอบรม การเชื่อมจากสถาบันที่มีการสอนโดยตรง

แผนภูมิที่ 4-3 แสดงกระบวนการพัฒนาฝีมือแรงงานเชื่อม

ภาพที่ 4-72 แรงงานเชื่อมที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์

ภาพที่ 4-73 ช่างฝีมืองานเชื่อม ที่ทำการเชื่อมต่อโครงสร้างในส่วนที่สำคัญและต้องการคุณภาพสูง



งานตรวจสอบรอยเชื่อม

งานพ่นสารกันไฟ

งานพ่นฉนวนกันความร้อนหลังคา

ภาพที่ 4-74 ช่างเทคนิคเฉพาะทางจากผู้ประกอบการโครงสร้างเหล็ก

6.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการเฝ้าสังเกตขณะดำเนินการก่อสร้าง ร่วมกับการเฉลี่ยจำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างจากรายงานบันทึกการก่อสร้างประจำเดือน ได้ทราบว่าถึงจำนวนของเครื่องมือและอุปกรณ์แต่ละชนิดโดยสรุปไว้เป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 4-5 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร โครงการยูเซ็นเตอร์

รายการเครื่องมือและอุปกรณ์	จำนวน	หมายเหตุ
BACKHOE	1	* เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เป็นของ บริษัท รวมนครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด จึงไม่มีค่าใช้จ่ายในการหาเช่า หรือซื้อมาจากที่อื่น
GAS CUTTING	4	
ฆ้อนปอนด์	5	
ชะแลง	4	
ค้อน	15	
เลื่อย	17	
รถ 6 ล้อ	1	
รถปิ๊กอัพ (Pick up)	1	
MOBILE CRANE	2	
ตู้เชื่อม + หัวเชื่อม (แก๊ส/ไฟฟ้า)	23	
เครื่องตัดเหล็ก	1	
เครื่องดัดเหล็ก	1	
ไฟเบอร์ตัด	2	
เครื่องจี้ + สายจี้	2	
รวมทั้งหมด	79	

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง (เดือน มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2545) ร่วมกับการเฉลี่ยจำนวนจากรายงานบันทึกการก่อสร้าง โครงการยูเซ็นเตอร์

สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่มีการทำรอยต่อของโครงสร้างด้วยการตัดและเชื่อม ดังนั้นอุปกรณ์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมเหล็กหรือโลหะ ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคารย่อมเป็นเรื่องหลักในการคำนึงถึงในการก่อสร้างอาคาร ในส่วนนี้จะไม่ขอกล่าวถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป จะกล่าวถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กเท่านั้น ซึ่งการทำงานเหล็กโครงสร้างของโครงการยูเซ็นเตอร์สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ใช้ในการเชื่อมชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆให้เป็นชิ้นงานเดียวกัน)
2. การตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊ส (ใช้ในการตัดชิ้นส่วนโครงสร้างเท่านั้น ไม่ใช้ในการเชื่อม)

ตารางที่ 4-6 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมด้วยไฟฟ้า และการเชื่อมด้วยแก๊ส

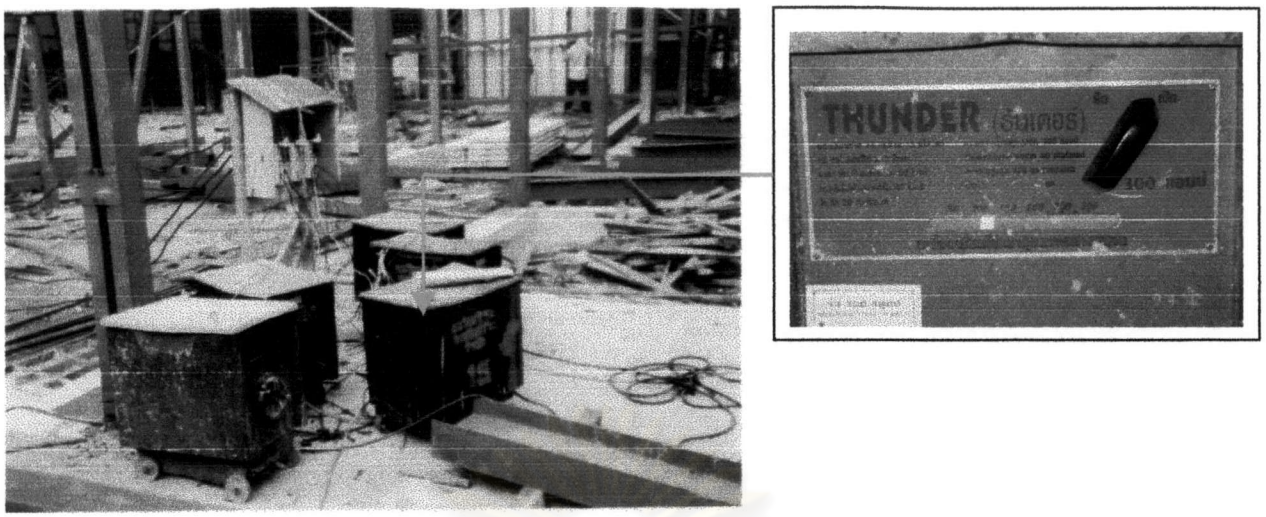
เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมและตัดชิ้นส่วนโครงสร้าง	
เชื่อมด้วยไฟฟ้า (Welding Equipment)	ตัดด้วยแก๊ส (Oxy-Fuel Cutting Equipment)
1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine)	1. ถังออกซิเจน (Oxeygen Cylinder)
2. หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)	2. ถังแก๊สอะเซทิลีน (Fulegas Cylinder)
3. สายเชื่อม (Welding Cable)	3. หัวปรับความดันแก๊ส (Pressure Regulators)
4. สายดิน (Ground Cable)	4. หัวตัดแก๊ส (Cutting Torch)
5. ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)	5. หัวทิพตัด (Cutting Tip)
6. หน้ากากเชื่อม (Helmet)	6. แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggle)
7. ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode)	7. ที่จุดไฟแก๊ส (Friction Lighter)

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง (เดือน มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2545)

อุปกรณ์เชื่อมชิ้นส่วนด้วยไฟฟ้า (Welding Equipment)

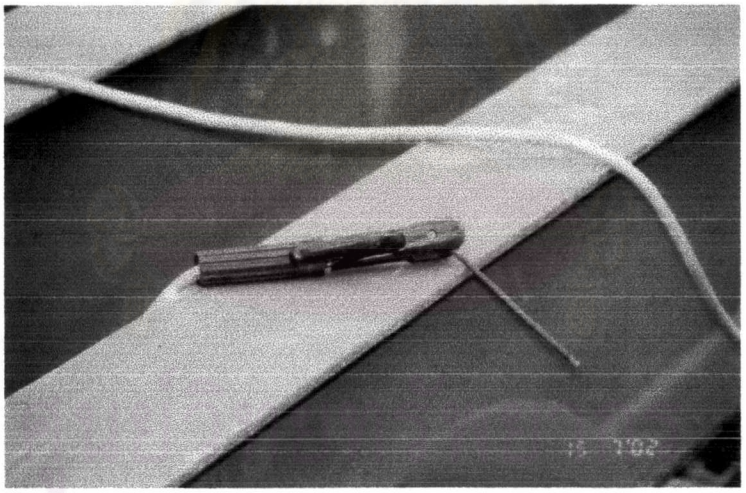
ภาพที่ 4-75 แสดงอุปกรณ์ และหลักการในการตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊ส

1.) เครื่องเชื่อม (Welding Machine) เป็นแหล่งที่กำเนิดพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอเหมาะสมกับการอาร์คในขณะเชื่อม จะทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้า สำหรับแรงดันไฟฟ้าที่ส่งมาตามบ้านสูงถึง 220 โวลต์ เป็นแรงดันที่ไม่เหมาะสมไม่สามารถนำมาใช้กับการเชื่อมได้ อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ในงานเชื่อมไม่จำเป็นต้องการแรงดันไฟฟ้าที่สูงจึงต้องใช้เครื่องเชื่อมเพื่อปรับแรงดันที่สูงนี้ให้ลงต่ำลงเหลือ 50 - 80 โวลต์ และผลิตกระแสให้เพิ่มขึ้นพร้อมทั้งการควบคุมให้พอเหมาะแล้วแต่ขนาดของเครื่องเชื่อม ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 150 , 200 , 300 และ 400 แอมแปร์ เป็นต้น สำหรับการก่อสร้างของโครงการยูเซ็นเตอร์ได้ใช้ เครื่องเชื่อมขนาด 300 แอมแปร์ ชนิดแรงดันคงที่แบบปรับกระแสไฟฟ้าได้



ภาพที่ 4-76 เครื่องเชื่อมขนาด 300 แอมแปร์ ชนิดแรงดันคงที่แบบปรับกระแสไฟฟ้าได้

2.) หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หนีบหรือจับลวดเชื่อมที่ต่ออยู่กับปลายสายเชื่อม พร้อมทั้งเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ลวดเชื่อม ภายในหัวจับลวดเชื่อมจะทำด้วยทองแดง และภายนอกจะเป็นฉนวนกั้นไฟฟ้าและความร้อน ในขณะเชื่อม สามารถที่จะกำหนดมุมจับของลวดเชื่อมได้ตามต้องการ

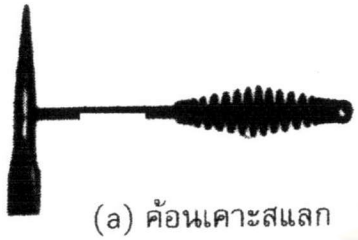


ภาพที่ 4-77 ตัวอย่างอุปกรณ์หัวจับลวดเชื่อม, ลวดเชื่อม และสายเชื่อม

3.) สายเชื่อม (Welding Cable) เป็นสายไฟที่จะนำกระแสไฟฟ้าจากเครื่องเชื่อมไปยังหัวจับลวดเชื่อมแล้วผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน จะเป็นสายไฟขนาดใหญ่ทำด้วยลวดทองแดงหรืออลูมิเนียมเส้นเล็กๆ พันรวมกันเป็นจำนวนมาก แล้วหุ้มด้วยฉนวนเป็นอย่างดี โดยสายเชื่อมจะมีคุณสมบัติอ่อนตัวและโค้งงอได้ง่าย เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายไปยังที่ต่างๆและในขณะทำการเชื่อม

4.) สายดิน (Ground Cable) เป็นสายไฟชนิดเดียวกันกับสายเชื่อม ปลายด้านนึงจะยึดติดกับวัตถุที่เชื่อม และสายไฟอีกด้านจะต่อกับเครื่องเชื่อม โดยสายดินนี้จะทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าจากชิ้น

งานวัตถุกลับมายังเครื่องเชื่อม เพื่อป้องกันการถูกไฟฟ้าดูดหรือช๊อตของคนงานขณะเชื่อม ในการทำงานจริงที่เกิดขึ้นในสถานที่ก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ มีการต่อสายดินกับโครงสร้างหลักของอาคาร แต่สำหรับงานเชื่อมชิ้นงานย่อยๆบนพื้นดินยังพบว่าคนงานไม่ได้มีการต่อสายดินเข้ากับชิ้นงาน



(a) ค้อนเคาะสแลก

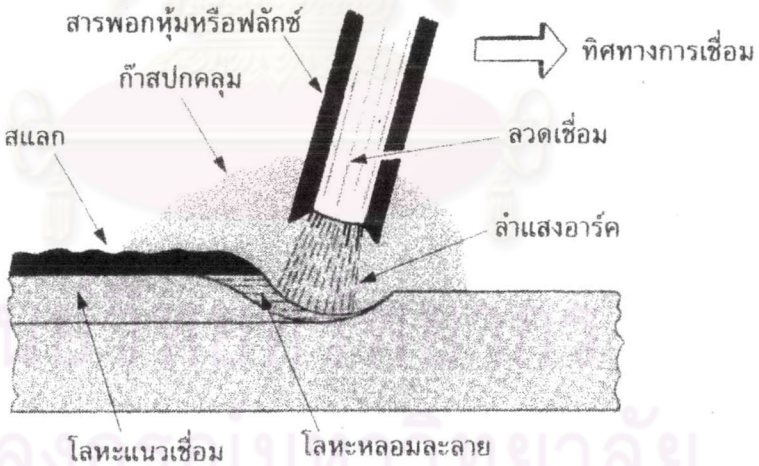
5.) ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer) ใช้สำหรับเคาะแสลก (สารที่เกิดจากการละลายของฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อม) ที่ปกคลุมรอยเชื่อมหลังทำการเชื่อมวัตถุ จะเคาะเมื่อเสร็จงานแล้วหรือเมื่อต้องการเชื่อมทับแนวเดิม ค้อนเคาะสแลกทำด้วยเหล็ก ปลายด้านหนึ่งเป็นเหล็กแบน และปลายอีกด้านหนึ่งเป็นเหล็กปลายแหลม เพื่อใช้เคาะสแลกที่ฝังอยู่บนแนวเชื่อมที่แคบๆ ภายในสถานที่ก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ มีช่างเชื่อมที่ใช้ค้อนเคาะสแลกจริงๆอยู่ไม่กี่ราย ส่วนใหญ่จะใช้เศษเหล็กแบนที่มีขนาดเล็ก ในการเคาะสแลกแทนการใช้ค้อนเคาะแสลก

6.) หน้ากากเชื่อม (Helmet) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันอันตรายบริเวณใบหน้า ซึ่งจะขาดไม่ได้สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้า เพื่อป้องกันรังสีอุลตร้าไวโอเลต รังสีอินฟาเรด ความร้อน และสะเก็ดความร้อนจากการเชื่อม นอกจากนั้นในการทำงานยังช่วยให้ช่างเชื่อมสามารถมองเห็นบ่อในการหลอมละลายได้ดีขึ้นในขณะเชื่อมอีกด้วย มีให้เลือกใช้หลายเบอร์ตามขนาดฉนวนทนความร้อน กระจกและเลนส์กรองแสง โดยจะขึ้นอยู่กับชนิดของงานเชื่อม สำหรับในสถานที่ก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ มีการใช้หน้ากากเชื่อมทั้งแบบสวมหัว และแบบมือถือ

ภาพที่ 4-78 ตัวอย่างอุปกรณ์หน้ากากเชื่อมชนิดแบบสวมหัว

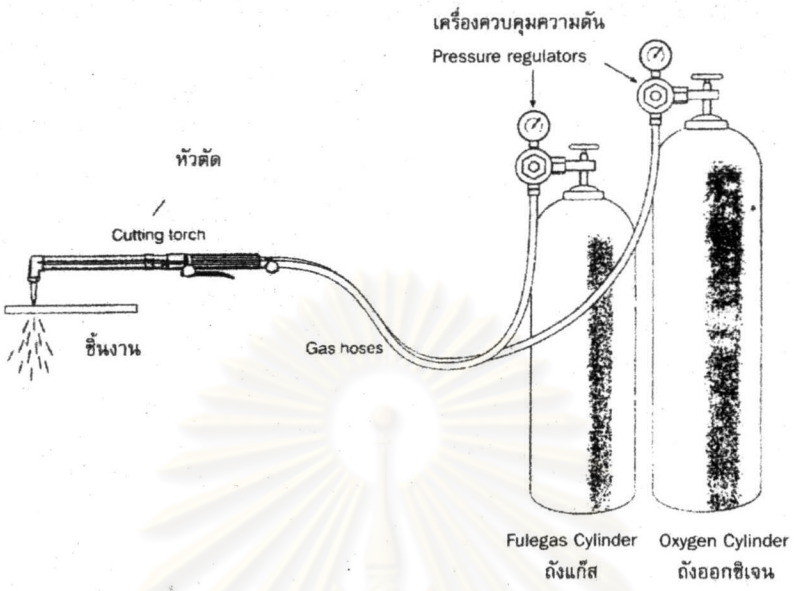
7.) ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode) เป็นลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดที่มีสารพอกหุ้ม (Coated Electrode) หรือลวดเชื่อมชนิดหุ้มฟลักซ์ หมายถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้าที่มีสารพอกหุ้มรอบแกนลวดเชื่อม เพื่อป้องกันน้ำโลหะเหลวในบ่อหลอมละลายรวมตัวกับออกซิเจนและไนโตรเจน หรือธาตุอื่นๆในอากาศ และยังช่วยเสริมให้ประสิทธิภาพการเชื่อมได้ดียิ่งขึ้น

ภาพที่ 4-79 ตัวอย่างอุปกรณ์ลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดมีฟลักซ์หุ้ม



ภาพที่ 4-80 รูปตัดแสดงกระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดมีฟลักซ์หุ้ม

อุปกรณ์ตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊ส (Equipment)



ภาพที่ 4-81 แสดงอุปกรณ์ที่สำคัญ และหลักการของการตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊ส

1.) ถังออกซิเจน (Oxeygen Cylinder) เป็นถังเหล็กที่ผลิตด้วยวิธีการอัดขึ้นรูปหรือตีขึ้นรูป แล้วนำไปอบชุบ ซึ่งจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันประมาณ 3,360 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สำหรับถังออกซิเจนที่ใช้ในงานเชื่อมของการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ เป็นถังบรรจุก๊าซออกซิเจนชนิดแก๊ส มีขนาดบรรจุน้อยกว่าชนิดเหลวแต่แรงดันสูงกว่า

ข้อควรระวังของการใช้ถังออกซิเจน

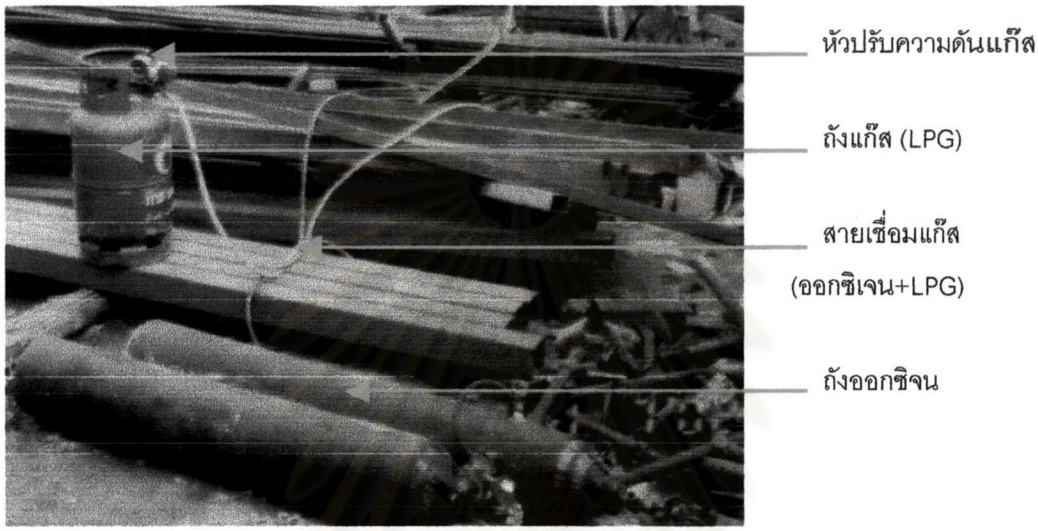
- ไม่ควรเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิความร้อนสูง หรือมีการเปลี่ยนแปลงมากๆ
- ระมัดระวังในการเคลื่อนย้าย ต้องสวมฝาครอบท่อแก๊สก่อนเสมอ
- ไม่ควรเก็บไว้ใกล้น้ำมัน จาระบี ขั้วต่อไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไวไฟต่างๆ
- ไม่ควรใช้ถังออกซิเจนที่มีการชำรุด ควรส่งคืนร้านค้าตัวแทนจำหน่าย

2.) ถังแก๊ส (Fulegas Cylinder) แก๊สที่ใช้ในการตัดเหล็กมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ แก๊สอะเซทิลีน, โปรเพน, โปรปีลีน, แก๊สหุงต้ม(LPG) และอื่นๆ ซึ่งแก๊สแต่ละชนิดจะให้ความร้อน ความสม่ำเสมอในการตัด และความประหยัดที่แตกต่างกัน

ข้อควรระวังของการใช้ถังแก๊ส

- ถังแก๊สควรตั้งไว้ตรง ไม่ควรวางนอน เพราะอาจทำให้มีการรั่วซึมออกมาได้
- ระมัดระวังในการเคลื่อนย้าย เพราะอาจทำให้ท่อแก๊สชำรุดได้

- ในการใช้งานควรเปิดท่อแก๊สทีละน้อย ช้าๆ เพื่อป้องกันอุปกรณ์วัดความดันเสียหาย
- เก็บถังแก๊สในที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี หลีกเลี่ยงจากที่ที่มีความร้อนสูง และประกายไฟ
- ในกรณีที่ถังแก๊สเกิดการชำรุด ให้รีบส่งคืนร้านค้าตัวแทนจำหน่ายให้แก้ไขโดยด่วน ไม่ควรแก้ไขเอง



ภาพที่ 4-82 ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในงานตัดด้วยแก๊ส

3.) หัวปรับความดันแก๊ส (Pressure Regulators) เป็นอุปกรณ์ที่สำหรับใช้วัด และควบคุมความดันของแก๊ส ซึ่งแก๊สในถังจะมีความดันที่สูงมาก ไม่สามารถนำออกมาใช้งานได้โดยตรงต้องผ่านหัวปรับลดความดันแก๊สให้ลงมาพอเหมาะกับความต้องการที่จะใช้ และปรับให้ความดันแก๊สที่ออกมามีความคงที่และสม่ำเสมอ การปรับความดันของแก๊สจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดของหัวทิพ ลักษณะและความหนาของชิ้นงาน เป็นต้น

4.) หัวตัดแก๊ส (Cutting Torch) หัวตัดแก๊สจะมีลักษณะคล้ายกับหัวเชื่อม มีหน้าที่ให้ความร้อนพ่นแก่ชิ้นงาน ซึ่งได้จากการเผาไหม้ ของแก๊สและออกซิเจนที่มีแรงดันสูง หัวตัดแก๊สทำหน้าที่ในการผสมแก๊สกับออกซิเจน ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับเปลวไฟที่ต้องการ

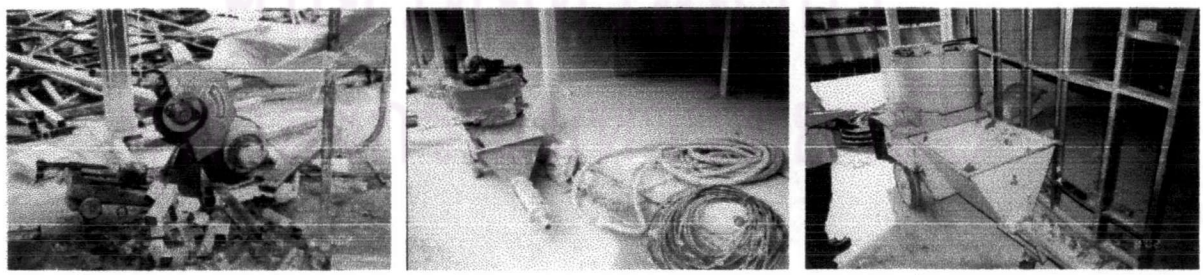
5.) หัวทิพตัด (Cutting Tip) เป็นส่วนที่จะต่อกับชุดหัวตัดแก๊สซึ่งจะต่ออยู่ที่ปลายด้านที่ทำการตัดชิ้นส่วน ภายในจะประกอบด้วยท่อทองแดงที่เจาะรูไว้สำหรับให้เปลวความร้อนของเปลวไฟ มีประมาณ 4-6 รู โดยจะมีขนาดรูที่แตกต่างกัน หัวทิพที่รูใหญ่จะให้เปลวไฟใหญ่ หัวทิพที่มีขนาดเล็กก็จะให้เปลวไฟที่มีขนาดเล็ก หัวทิพจะมีหลายขนาดแบ่งตามชนิดของเบอร์ การใช้งานจะต้องทำความสะอาดและต้องรักษาให้รูภายในหัวทิพกลมอยู่เสมอ

ภาพที่ 4-83 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์หัวตัดแก๊ส

6.) . แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggle) เป็นอุปกรณ์ป้องกันดวงตาจากแสงเชื่อมและสะเก็ดไฟเชื่อม แว่นตาเชื่อมหรือตัดโลหะด้วยแก๊สนี้จะต้องยอมให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ขณะสวมใส่ และต้องเลือกเลนส์หรือกระจกกรองแสงให้เหมาะสม เช่น เลนส์เบอร์ 4 ใช้ สำหรับตัดหรือเชื่อมโลหะบาง, ส่วนเลนส์เบอร์ 5-6 ควรจะใช้สำหรับการตัดหรือเชื่อมโลหะหนา หรือเชื่อมเหล็กหล่อ เป็นต้น

7.) ที่จุดไฟแก๊ส (Friction Lighter) การทำงานของหัวตัดแก๊สนั้นจะต้องใช้วิธีการทำให้เกิดไฟหรือประกายไฟ ปลายหัวทิพตัดก่อนถึงจะใช้งานได้ โดยการจุดเปลวไฟนั้นควรจะใช้ที่จุดไฟแก๊ส สำหรับการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ ใช้ไฟแช็คในการจุ ก็สามารถแทนกันได้ ไม่ควรจุดไฟด้วยไม้ขีดไฟ หรือต่อไฟจากหัวเชื่อมอื่น เพราะไม้ขีดไฟอาจใกล้ไฟที่ทำงานมากเกินไปซึ่งจะทำให้เกิดการระเบิดได้

เครื่องมือ และอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้างเหล็ก



เครื่องตัดเหล็ก (งานเหล็กเล็กๆ) เครื่องผสมและสายพ่นสารกันไฟ (1) เครื่องผสมสารพ่นกันไฟ (2)

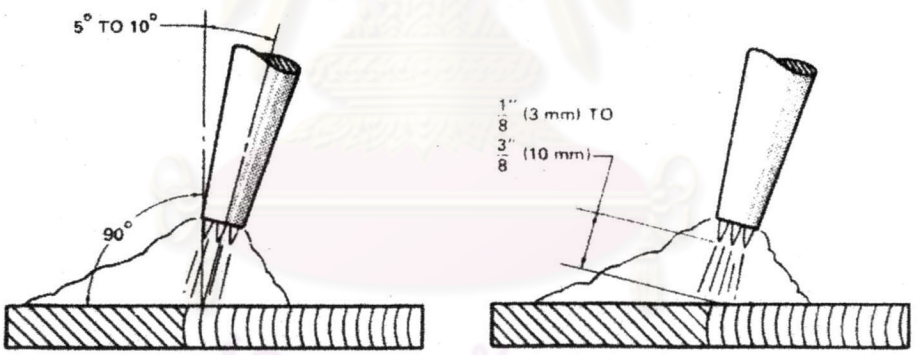
ภาพที่ 4-84 ภาพตัวอย่างเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้างเหล็ก

7. เทคนิคในงานตัดและเชื่อมชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็ก

ในเรื่องรอยต่อของโครงสร้างนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็ก สำหรับในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ ที่มีการทำรอยต่อของโครงสร้างด้วยวิธีการตัดชิ้นส่วนด้วยการตัดแก๊ส และเชื่อมชิ้นส่วนต่างๆด้วยการเชื่อมไฟฟ้า วิธีการเหล่านี้เป็นงานทางด้านเทคนิคที่สำคัญ ซึ่งในปัจจุบันแรงงานเชื่อม หรือผู้ที่เชี่ยวชาญงานที่เกี่ยวกับโครงสร้างเหล็กมีจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับแรงงานช่างไม้ กับช่างปูน จึงควรมีการพัฒนาและเผยแพร่เทคนิคของงานเหล็กให้มากขึ้น เทคนิคต่างๆในงานตัดและงานเชื่อมชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้าง มีดังนี้

7.1 เทคนิคการตัดชิ้นส่วนด้วยหัวตัดแก๊ส

การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เป็นการตัดด้วยมือ ช่างเชื่อมจะต้องกำหนดความเร็วในการตัดและระยะห่างระหว่างปลายหัวทิพตัดกับผิวชิ้นงาน ต้องรักษาระดับให้คงที่สม่ำเสมอ เพื่อให้ได้รอยตัดที่เรียบและคม ดังนั้นช่างเชื่อมควรจะมีการทดสอบเคลื่อนขยับตัวให้อยู่ในท่าทางที่สะดวกต่อการทำงานก่อนทำการตัด การตัดควรจะเอียงหัวทิพตัดให้ไปข้างหน้าเล็กน้อย เพื่ออุ่นงานก่อนตัดและยังช่วยไม่ให้ความร้อนและสแลกย้อนกลับเข้าหัวพิพตัดอีกด้วย และการตัดให้เป็นรูปทรงต่างๆไม่ควรเอียงหัวทิพตัดเพราะจะทำให้ชิ้นงานเสียขนาด



ภาพที่ 4-85 เทคนิคในการตัดเหล็กโครงสร้างด้วยหัวตัดแก๊ส

การตัดด้วยแก๊ส ต้องพิจารณาคุณภาพของรอยตัดตามลักษณะดังนี้

1. มุมของรอยตัด
2. ความเรียบของรอยตัด
3. ความคมของรอยตัด
4. ระยะเผื่อของรอยตัด
5. ปริมาณของสแลกหรือออกไซด์ที่ติดอยู่บนผิวรอยตัด
6. ตำหนิบนผิวรอยตัด เช่น รอยร้าว ฯลฯ

ภาพที่ 4-86 การใช้หัวตัดแก๊สในการตัดชิ้นส่วนคานเหล็กรูปพรรณ

ภาพที่ 4-87 หัวตัดแก๊สสามารถใช้ตัดเหล็กที่มีความหนามากๆอย่างคานเหล็ก WF ได้

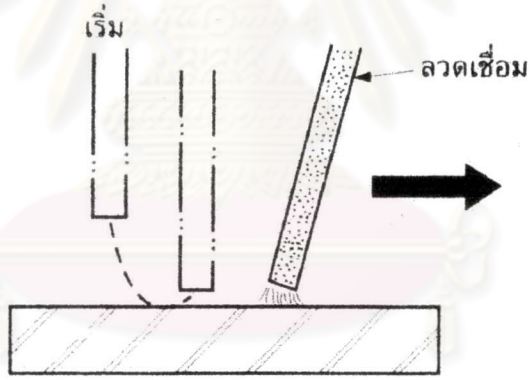
ภาพที่ 4-88 การตัดท่อเหล็กสำหรับงานระบบป้องกันอัคคีภัยด้วยหัวตัดแก๊ส

การตัดด้วยแก๊ส ต้องพิจารณารอยตัดตามลักษณะดังนี้

1. มุมของรอยตัด
2. ความเรียบของรอยตัด
3. ความคมของรอยตัด
4. ระยะเผื่อของรอยตัด
5. ปริมาณของสแลกหรือออกไซด์ที่ติดอยู่บนผิวรอยตัด
6. ตำหนิบนผิวรอยตัด เช่น รอยร้าว ฯลฯ

7.2 เทคนิคการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยการเชื่อมไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์คนงานทราบว่า เทคนิคทางการเชื่อมของช่างเชื่อมส่วนใหญ่จะใช้วิธีการเชื่อมแบบแตะ (Tapping Method) ซึ่งเป็นวิธการที่ใช้สำหรับช่างเชื่อมที่มีประสบการณ์สูงแล้ว หรือสามารถเชื่อมเดินแนวได้ วิธีการปฏิบัติคือ จ่อปลายลวดเชื่อมลงบนผิวหน้าชิ้นงานในแนวดิ่ง และทำการแตะไปที่ผิวงานเบาๆแล้วยกขึ้น ให้ระยะอาร์ค (ระยะปลายลวดเชื่อมกับผิวงาน) พอเหมาะถูกต้อง โดยให้อาร์คยังไม่ดับ แล้วเดินลวดเชื่อมต่อไปจนสุดแนวเชื่อม



วิธีเคาะหรือแตะ

ภาพที่ 4-89 การเริ่มปฏิบัติงานเชื่อมด้วยวิธีการแตะ

ช่างเชื่อมที่เริ่มหัดเชื่อมใหม่ๆ มักจะมีปัญหาเรื่องเชื่อมแล้วเกิดลวดเชื่อมติดแน่นกับชิ้นงาน ซึ่งเกิดจากความไม่ชำนาญในการเชื่อม และใช้กระแสไฟต่ำเกินไป ยังไม่สามารถควบคุมลวดเชื่อมได้ดีพอ แก้ไขได้โดยถ้าลวดเชื่อมติดไม่มากนักจะใช้วิธีสลัดลวดเชื่อม โยกไปมาจึงหลุดออกมาได้ แต่ในกรณีที่ลวดเชื่อมมีการติดแน่นจนไม่หลุด ก็ต้องปล่อยลวดเชื่อมออกจากหัวจับลวดเชื่อมแล้วใช้คีมจับลวดเชื่อมหักออกเลย นอกจากปัญหาลวดเชื่อมติดแล้วยังมีปัญหาอีกหลายประการสำหรับช่างเชื่อมใหม่ หรือแม้แต่ช่างเชื่อมที่มีประสบการณ์มากแล้วก็ตาม ถ้าไม่ได้ศึกษาเทคนิคอย่างถูกต้องแล้ว ปัญหาต่างๆจะเกิดขึ้นเสมอ

ปัจจัยสำคัญของการเชื่อมไฟฟ้า มีดังนี้

1.) การเลือกลวดเชื่อม เป็นปัจจัยสำคัญของงานเชื่อม ซึ่งช่างเชื่อมจะต้องทำการเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงานที่นำมาใช้ โดยจะต้องคำนึงถึงชนิดของรอยต่อ รูปร่างและความหนาของชิ้นงาน กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม ตำแหน่งของท่าเชื่อม และควรจะเข้าใจถึงระบบมาตรฐานต่างๆของลวดเชื่อมด้วย เพื่อที่จะได้นำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม

2.) การปรับแต่งกระแสไฟ กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม ช่างเชื่อมจะต้องคำนึงถึงอย่างมาก ตั้งแต่ชนิดของกระแสไฟ ว่าเป็นกระแสตรงหรือกระแสสลับ ขั้วชนิดใด การปรับกระแสสูงต่ำอย่างไร โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดงาน ลักษณะงาน และชนิดของลวดเชื่อมที่ใช้

ภาพที่ 4-90 แสดงการเปรียบเทียบรอยเชื่อมที่ใช้กระแสไฟที่แตกต่างกัน

3.) ระยะห่างของการอาร์ค ถ้าระยะห่างของการอาร์ค ยาวหรือห่างมากเกินไปจะทำให้แนวเชื่อมกว้าง ไม่เรียบร้อย มีเม็ดของโลหะกระเด็นติดแนวเชื่อมจำนวนมาก และการซึมลึกลงไปในเนื้อชิ้นงานยังน้อยอีกด้วย แต่ถ้าระยะของการอาร์คแคบหรือสั้นเกินไป จะทำให้แนวเชื่อมไม่สม่ำเสมอ ไม่เรียบร้อย ปลายลวดเชื่อมติดง่าย รอยเชื่อมเป็นนูนหนา การหลอมละลายซึมลึกลงไปในเนื้อชิ้นงานยังน้อยอีกด้วย

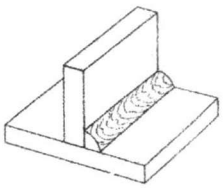
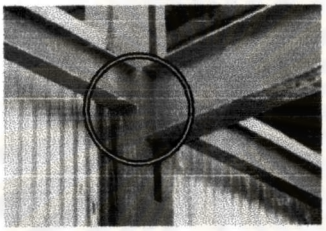
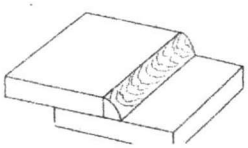
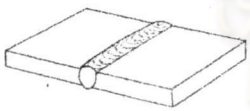
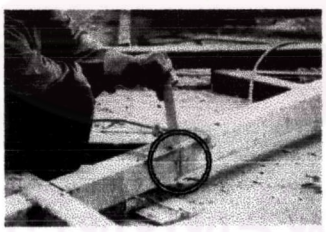
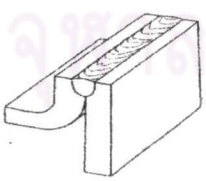
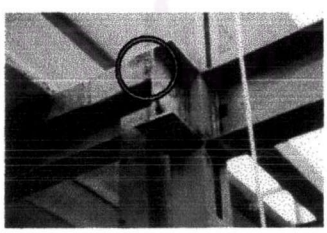
4.) มุมของลวดเชื่อม จะเป็นสิ่งสำคัญในขณะที่ช่างเชื่อมทำการเชื่อมวัตถุชิ้นงาน ถ้าช่างเชื่อมทำมุมไม่เหมาะสม แนวเชื่อมที่ออกมาก็จะไม่ดี คือ กรณีที่ทำมุมของลวดเชื่อมกับชิ้นงานน้อยเกินไป ก็จะทำให้แนวเชื่อมแบน กว้าง การซึมลึกไม่ดี แต่ถ้าทำมุมของลวดเชื่อมกับชิ้นงานมากเกินไป แนวเชื่อมจะเล็ก เชื่อมได้ยาก การซึมลึกก็ไม่ดีเช่นกัน

5.) ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม การเดินลวดเชื่อมจะต้องใช้ความเร็วที่คงที่และสม่ำเสมอ ถ้าเดินเร็วเกินไป แนวเชื่อมจะเล็กเกิน การซึมลึกน้อย ความแข็งแรงของรอยเชื่อมน้อย แต่ถ้าเดินลวดเชื่อมช้าเกินไป จะได้แนวเชื่อมใหญ่ มีโลหะกองอยู่มาก การซึมลึกมากเกิน สิ้นเปลืองและเสียเวลาในการทำงาน

7.3 ชนิดของรอยต่อในงานเชื่อม

รอยต่อสำหรับงานเชื่อมที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ นั้นจะเกิดจากการออกแบบโดยวิศวกรโครงสร้างที่เป็นการนำชิ้นส่วนโครงสร้างแต่ละส่วนมาต่อเข้าด้วยกัน โดยสามารถแยกชนิดของรอยต่อเพื่อสำหรับงานเชื่อมได้ดังนี้

ตารางที่ 4-7 แสดงชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์

	ชนิดของรอยต่อ	ภาพตัวอย่างในงานก่อสร้าง	เทคนิควิธีการเชื่อม
1.	 รอยต่อรูปตัวที		รอยต่อรูปตัวที – (เสา, คาน, ฯลฯ) เป็นรอยต่อที่เกิดจากการนำชิ้นงานมาชนกันมีลักษณะตั้งฉากกัน 90 องศา การเชื่อมถ้าไม่ต้องการความแข็งแรงมากก็จะเชื่อมเพียงแนวเดียว แต่ถ้าในส่วนที่ต้องการความแข็งแรงมากๆเช่น คานเหล็กกับเสาเหล็ก ก็จะต้องเดินแนวเชื่อมข้อนกันหลายแนว
2.	 รอยต่อเกย		รอยต่อเกย –(ชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีการต่อเพิ่มความยาว) คือรอยต่อ ที่เกิดจากการนำชิ้นงานมาซ้อนเกยกัน ซึ่งควรซ้อนเกยกันไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของความหนาชิ้นงาน และทำการเชื่อมขอบของชิ้นงานหนึ่งกับพื้นผิวของอีกชิ้นงานหนึ่ง ในการเชื่อมควรเชื่อมไม่ให้แนวเชื่อมเว้าหรือนูนมากเกินไป การเอียงของลวดเชื่อมควรให้เป็นมุม 45 องศา ระหว่างมุมที่เกยกัน
3.	 รอยต่อชน		รอยต่อชน - (ชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีการต่อเพิ่มความยาว) เป็นรอยต่อที่เกิดจากการหลอมละลายชิ้นส่วนโครงสร้าง 2 ชิ้นที่มีขนาดเดียวกัน เส้นขอบชิ้นงานอยู่ในระนาบเดียวกัน สำหรับงานโครงสร้างที่มีขนาดบางก็สามารถต่อชนและเชื่อมได้เลย ส่วนโครงสร้างที่มีความหนาและจะต้องรับแรงมากๆ ควรจะบากขอบชิ้นงานให้เป็นรูปตัว U และต้องมีการเชื่อมทั้งสองด้านของชิ้นงาน
4.	 รอยต่อขอบและมุม		รอยต่อขอบและมุม–(รอยต่อมุมของโครงสร้างส่วนต่างๆ) เป็นการนำขอบหรือมุมของชิ้นส่วนโครงสร้างทำมุมซึ่งกันและกัน 90 องศา รอยต่อตรงขอบชิ้นงานจะเชื่อมได้ง่ายกว่ารอยต่อชนิดอื่นๆ จะคล้ายแบบการเชื่อมรอยต่อชน

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง (เดือน มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2545)

8. ราคาค่าก่อสร้างโครงการ

ราคาค่าก่อสร้างอาคารนั้นเป็นปัจจัยสำคัญมากในการก่อสร้างอาคารใดก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อธุรกิจเชิงพาณิชย์ที่หวังผลกำไรจากผู้ประกอบการ ซึ่งราคาค่าก่อสร้างนั้นจะต้องครอบคลุมถึงต้นทุนในการก่อสร้างและกำไรอีกด้วย และจะต้องสูงเพียงพอที่จะครอบคลุมไปถึงค่าเช่าอุปกรณ์และเครื่องมือก่อสร้าง ค่าจ้างแรงงาน ดอกเบี้ย และกำไรด้วย การเลือกใช้วัสดุต่างๆที่นำมาใช้ในการก่อสร้างอันประกอบด้วยวัสดุงานโครงสร้าง วัสดุงานสถาปัตยกรรม งานระบบต่างๆ ล้วนมีผลต่อราคาค่าก่อสร้างอาคารทั้งสิ้น

8.1 การแบ่งหมวดงานต่างๆในการก่อสร้าง

การแบ่งหมวดงานต่างๆในการก่อสร้าง เพื่อที่จะได้สามารถทำการการประมาณราคาค่าก่อสร้างคร่าวๆ ได้อย่างสะดวก และสามารถเปรียบเทียบให้เห็นถึงต้นทุนของค่าก่อสร้างโดยแยกเป็นหมวดงานต่างๆได้อย่างชัดเจนอีกด้วย จากการศึกษาพบว่าการแบ่งหมวดงานต่างๆของราคาค่าก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์นั้น เป็นการแบ่งจากหมวดงานที่ในรายการแผนงานการก่อสร้างโครงการ ซึ่งจะเป็นการแบ่งหมวดงานตามหลักวิชาการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารเบื้องต้น โดยจะแบ่งออกเป็นหมวดงานต่างๆดังนี้

1.) หมวดงานโครงสร้าง
เป็นงานโครงสร้างหลักของอาคาร มีรายการดังนี้ งานเสาเข็มและฐานราก, งานเสาและคานเหล็กรูปพรรณ, งานบันไดค.ส.ล.และบันไดเหล็กรูปพรรณ, งานพื้นสำเร็จรูป, งานคอนกรีต, งานไม้แบบ, งานถังเก็บน้ำใต้ดิน

2.) หมวดงานสถาปัตยกรรม
งานสถาปัตยกรรมของอาคาร มีรายการดังนี้ งานพื้น, งานผนัง, งานฝ้าเพดาน, งานประตู-หน้าต่าง, งานทาสี, งานเฟอร์นิเจอร์ภายใน

3.) หมวดงานภูมิสถาปัตยกรรม
งานภูมิสถาปัตยกรรม มีรายการดังนี้ งาน Hardscape, งาน Softscape, พื้นที่ส่วนฟุตบาท

4.) หมวดงานระบบรักษาความปลอดภัย
งานระบบรักษาความปลอดภัย มีรายการดังนี้ งานระบบสัญญาณเตือนภัย, งานระบบควบคุมการเข้า-ออกโดยใช้ลายมือ, งานระบบทีวีวงจรปิด

5.) หมวดงานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร

งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร มีรายการดังนี้ งานระบบไฟฟ้าแรงสูง, งานหม้อแปลงไฟฟ้า, งานท่อไฟฟ้าและสายไฟฟ้า, งานแผงไฟฟ้า ฯลฯ

6.) หมวดงานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย

งานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย มีรายการดังนี้ งานระบบท่อประปา, งานระบายน้ำเสียและระบายอากาศ, งานระบบระบายน้ำฝน, งานระบบป้องกันอัคคีภัย

7.) หมวดงานระบบปรับอากาศ

งานระบบปรับอากาศ มีรายการดังนี้ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, พัดลมระบายอากาศ

8.2 ผลการศึกษาด้านราคาของการใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

จากการศึกษาพบว่า หมวดงานที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาค่าก่อสร้างมากหมวดหนึ่งก็จะเป็นหมวดของงานโครงสร้าง ซึ่งมีการใช้เหล็กรูปพรรณมาเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหล็กรูปพรรณที่นำมาใช้ในส่วนโครงสร้างเสาและคาน ซึ่งเป็นส่วนที่มีการนำมาใช้มากที่สุด โครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่นำมาใช้ในส่วนโครงสร้างเสาและคาน สำหรับการก่อสร้างอาคารหอพัก ขนาด 3 ชั้น (โครงการยูเซ็นเตอร์) มีดังนี้

ตารางที่ 4-8 ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างเสาเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์

ลำดับ	เสาเหล็กรูปพรรณ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน		รวม
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1	☒150x150x5x22.3 kg/m	กก.	92,322	16.00	6.50	1,477,152.00	600,093.00	2,077,245.00
2	☒150x150x6x26.4 kg/m	กก.	872	16.00	6.50	13,952.00	5,668.00	19,620.00
3	C(200x80x7.5x11x24.6 kg/m)	กก.	2,480	22.00	6.50	54,560.00	16,120.00	70,680.00
4	C(150x75x6.5x10x18.6 kg/m)	กก.	11,953	22.00	6.50	262,966.00	77,694.50	340,660.50
5	แผ่นเหล็กประกับข้างเสา PL 200x150x6 mm.	กก.	1,131	16.00	6.50	18,096.00	7,351.50	25,447.50
6	BASE PL 250x250x18 mm.	กก.	3,997	16.00	10.00	63,952.00	39,970.00	103,922.00
7	BASE PL 300x300x18 mm.	กก.	54	16.00	10.00	864.00	540.00	1,404.00
8	BASE PL 300x300x25 mm.	กก.	538	16.00	10.00	8,608.00	5,380.00	13,988.00
9	คอนกรีต fc' 240 ksc.	ลบ.ม	115	1,200.00	300.00	138,000.00	34,500.00	172,500.00
	รวม					**2,038,150.00**	**787,317.00**	**2,825,467.00**

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง และรายการบันทึกค่าใช้จ่ายราคางานโครงสร้าง โครงการยูเซ็นเตอร์ บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด (ราคาวัสดุในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2545)

ตารางที่ 4-9 ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างคานเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์

ลำดับ	คานเหล็กรูปพรรณ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน		รวม
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1	⊠100x100x3.2x9.52 kg/m	กก.	34,907	16.00	6.50	558,512.00	226,895.50	785,407.50
2	⊠150x150x5x22.3 kg/m	กก.	43,834	16.00	6.50	701,344.00	284,921.00	986,265.00
3	WF 200x150x6x9x30.6 kg/m	กก.	76,342	22.00	6.50	1,679,524.00	496,223.00	2,175,747.00
4	WF 350x175x7x11x49.6 kg/m	กก.	9,523	19.00	6.50	180,937.00	61,899.50	242,836.50
5	WF 400x200x8x13x66.0 kg/m	กก.	5,406	22.00	6.50	118,932.00	35,139.00	154,071.00
6	WF 300x150x6.5x9x36.7 kg/m	กก.	3,082	22.00	6.50	67,804.00	20,033.00	87,837.00
7	WF 350x175x7x11x49.6 kg/m	กก.	1,563	19.00	6.50	29,697.00	10,159.50	39,856.00
8	⊠150x150x4.5x20.1 kg/m	กก.	24,568	17.00	6.50	417,656.00	159,692.00	577,348.00
9	⊠150x150x6x26.4 kg/m	กก.	4,659	16.00	6.50	74,544.00	30,283.00	104,827.00
10	WF 200x100x5.5x8x21.3 kg/m	กก.	1,278	22.00	6.50	28,116.00	8,307.00	36,423.00
11	WF 200x125x6x9x29.6 kg/m	กก.	8,392	22.00	6.50	184,624.00	54,548.00	239,172.00
12	⊠150x100x4.5x16.6 kg/m	กก.	5,022	15.00	6.50	75,330.00	32,643.00	107,973.00
13	⊠75x75x3.2x7.01 kg/m	กก.	5,787	16.00	6.50	92,592.00	37,615.50	130,207.50
14	⊠150x100x4.5x16.6 kg/m	กก.	7,470	15.00	6.50	112,050.00	48,555.00	160,605.00
15	⊠125x125x3.2x12.0 kg/m	กก.	3,783	16.00	6.50	60,528.00	24,589.50	85,117.50
16	⊠75x75x2.3x5.14 kg/m	กก.	4,071	16.00	6.50	65,136.00	26,461.50	91,597.50
	รวม					**4,447,326.00**	**1,557,965.50**	**6,005,291.50**

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง และรายการบันทึกค่าใช้จ่ายราคางานโครงสร้าง โครงการยูเซ็นเตอร์ บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด (ราคาวัสดุในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2545)

จากตารางทั้ง 2 ข้างต้น แสดงให้เห็นถึงการใช้เหล็กรูปพรรณชนิดต่างๆมาเป็นโครงสร้างเสาและคาน ของอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ พบว่ามีการใช้เหล็กรูปพรรณมาเป็นโครงสร้างเสาเหล็ก 113,342 กิโลกรัม ค่าก่อสร้างรวมค่าแรง 2,825,467.00 บาท และใช้เป็นโครงสร้างคานเหล็ก 239,687 กิโลกรัม ค่าก่อสร้างรวมค่าแรง 6,005,291.50 บาท รวมทั้งสิ้นมีการใช้เหล็กรูปพรรณเป็นโครงสร้างเสาและคานทั้งหมด 353,029 กิโลกรัม (≈ 353 ตัน)

ตารางที่ 4-10 ค่าใช้จ่ายในส่วนของงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างเสา-คานเหล็กรูปพรรณ

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน		รวม
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1	งานสีกันสนิม	ตร.ม.	14,880	60.00	20.00	892,800.00	297,600.00	1,190,400.00
2	งานตรวจสอบรอยเชื่อม เหมา/วัน (วันละ 5,000 บาท)	เหมา /วัน	-	-	-	-	-	(7 วัน) 35,000.00
3	งานพ่นสารป้องกันไฟ โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ	ตร.ม.	13,984	230.00	60.00	3,216,320.00	839,040.00	4,055,360.00
	รวม							**5,280,760.00**

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง และรายการบันทึกค่าใช้จ่ายราคางานโครงสร้าง โครงการยูเซ็นเตอร์ บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด (ราคาวัสดุในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2545)

สำหรับการก่อสร้างงานโครงสร้างหลักของอาคาร ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้างเสาและคานเหล็กรูปพรรณ โดยจะต้องมีค่าใช้จ่ายในส่วนของงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างของงานโครงสร้างเสา-คานเหล็กรูปพรรณนี้ อันได้แก่ งานทาสีกันสนิม เท่ากับ 1,190,400.00 บาท งานตรวจสอบรอยเชื่อม เท่ากับ 000000000 บาท และงานพ่นสารป้องกันไฟโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เท่ากับ 4,055,360.00 บาท รวมค่าใช้จ่ายในส่วนงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เท่ากับ 0,000,00.00 บาท

<u>สรุปรายการค่าใช้จ่ายโครงสร้างเสาและคานเหล็กรูปพรรณ</u>

ราคารวมโครงสร้างเสาเหล็กรูปพรรณ	2,825,467.00	บาท
ราคารวมโครงสร้างคานเหล็กรูปพรรณ	6,005,291.50	บาท
ราคางานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างเหล็ก	5,280,760.00	บาท
ราคารวมโครงสร้าง เสา และ คานเหล็กรูปพรรณ	**14,111,518.50**	**บาท**

8.3 ราคารวมของค่าก่อสร้างอาคาร โครงการยูเซ็นเตอร์

จากการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งราคาค่าก่อสร้างของอาคารได้เป็นหมวดงานต่างๆ ได้ดังนี้ งานโครงสร้าง (23.69%), งานสถาปัตยกรรม (33.76%), งานภูมิสถาปัตย์ (5.20%), งานระบบรักษาความปลอดภัย (1.83%), งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร (17.67%), งานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย (6.46%), งานระบบปรับอากาศ (11.39%) โดยราคาค่าก่อสร้างรวมนี้จะนับเฉพาะเริ่มการก่อสร้างอาคารหอพัก ขนาด 3 ชั้น (โครงการยูเซ็นเตอร์)เท่านั้น จะไม่นับรวมถึงงานรื้อถอนอาคารพาณิชย์เก่า ซึ่งเป็นเงินทั้งสิ้นประมาณ 5,000,000 บาท

ตารางที่ 4-11 แสดงราคารวมค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์

ลำดับ	รายการ	ค่าใช้จ่าย		หมายเหตุ
		ราคารวม (บาท)	เปอร์เซ็นต์ (%)	* ราคานี้เป็นราคาที่ได้จากการก่อสร้างจริง ไม่นับรวมถึงงานรื้อถอน และขนย้ายอาคารพาณิชย์เก่า ซึ่งเป็นเงินทั้งสิ้น 5,000,000.00 บาท
1.	งานโครงสร้าง	25,658,660.50	23.69	
2.	งานสถาปัตยกรรม	36,565,795.00	33.76	
3.	งาน LANDSCAPE	5,634,120.00	5.20	
4.	งานระบบรักษาความปลอดภัย	1,983,050.00	1.83	
5.	งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร	19,141,509.00	17.67	
6.	งานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย	7,002,265.00	6.46	
7.	งานระบบปรับอากาศ	12,339,200.00	11.39	
รวมราคาค่าก่อสร้าง (เฉพาะต้นทุนวัสดุ + แรงงาน)		108,324,599.50	100	
ค่าดำเนินการ + กำไร 12 %			12,998,951.94	
รวมสุทธิ			121,323,551.40	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %			8,492,648.60	
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น			**129,816,200.00**	
ราคาเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย (บาท/ตร.ม.) พ.ท.ใช้สอยรวม = 9,000 ตร.ม.			**14,424.02**	

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง ร่วมกับข้อมูลจากแผนงานการก่อสร้างงานบูรณะและพัฒนาอาคารพาณิชย์บริเวณจุฬาฯ 42 (บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด) (ราคาวัสดุในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2545)

9. ระยะเวลาในการก่อสร้างโครงการ

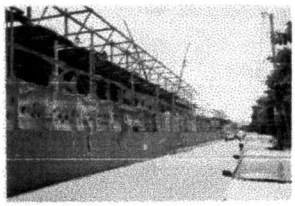
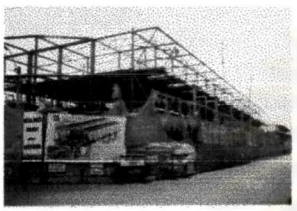
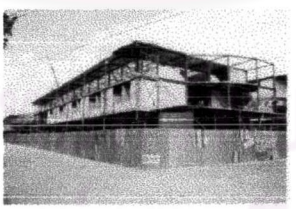
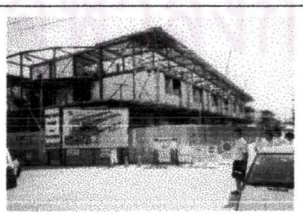
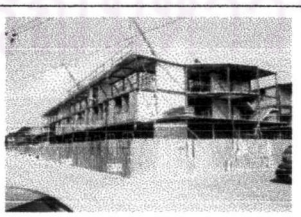
ตารางที่ 4-12 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ (โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ)

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	รวม (วัน)
1. งานระบบฐานราก											83
2. งานถังเก็บน้ำใต้ดิน											98
3. งานโครงสร้างค.ส.ล.ชั้น1											106
4. งานโครงสร้างเสาเหล็กรูปพรรณ											137
5. งานโครงสร้างคานเหล็กรูปพรรณ											138
6. งานโครงสร้างพื้นค.ส.ล.ชั้น2-ดาดฟ้า											52
7. งานพื้นสำเร็จรูป											120
8. งานโครงสร้างถังน้ำดาดฟ้า และหลังคา											61
9. โครงหลังคา											153
10.งานโครงสร้างอื่นๆ											146
11.งานพื้นและงานผิวพื้น											168
12.งานผนังและงานผิวผนัง											168
13.งานฝ้าเพดาน											153
14.งานประตู-หน้าต่าง											168
15.งานทาสี											122
16.งานสุขภัณฑ์											90
17.งานตกแต่งภายใน											120
18.งานจัดสวน											90
19.งานอื่นๆ											61
20.งานระบบไฟฟ้าแรงสูง											30
21.งานหม้อแปลงไฟฟ้า											45
22.งานแผงควบคุมไฟฟ้า											45
23.งานเดินท่อร้อยสาย และสายไฟฟ้า											153
24.งานดวงโคมไฟฟ้า											60
25.ค่าแรงงานระบบไฟฟ้า											153
26.งานระบบโทรศัพท์											91
27.งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้											91
28.งานระบบโทรทัศน์และดาวเทียม											91
29.งานระบบเรียกขุกเฉินและระบบเสียง											91
30.โทรทัศน์สี 14 นิ้ว											60
31.งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศและทดสอบ											120
32.งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ	ยกเลิกรายการนี้										-
33.งานระบบประปา											175
34.งานระบบระบายน้ำเสีย											175
35.งานระบบระบายน้ำฝน											175
36.งานระบบป้องกันอัคคีภัย											175
37.งานระบบสัญญาณเตือนภัย											90
38.ระบบควบคุมการเข้า-ออกด้วยลายมือ											90
39.ระบบทีวีวงจรปิด											90

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง ร่วมกับข้อมูลรายงานบันทึกการก่อสร้างงานโครงการยูเซ็นเตอร์ (บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด)

** หมายเหตุ : ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารนี้ไม่นับรวมถึงงานรื้อถอน และขนย้าย อาคารพาณิชย์เก่า (ตั้งแต่ ส.ค.2544-ก.พ.2545)

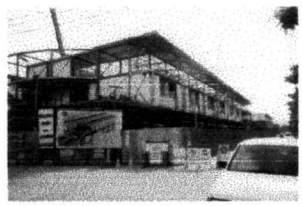
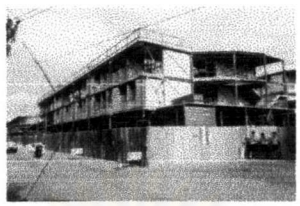
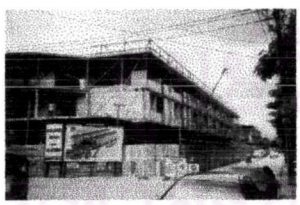
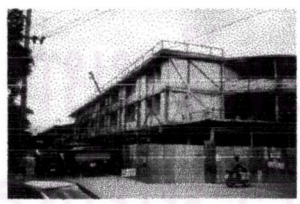
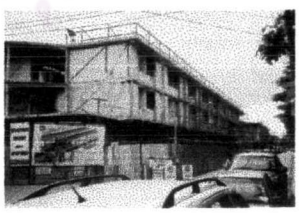
ตารางที่ 4-13 แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์

วันที่	ภาพมุมมองทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาพมุมมองทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	ภาพมุมสูง	หมายเหตุ
25/06/45 ก่อสร้างจริง 3 เดือน 10 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 36.72 %
01/07/45 ก่อสร้างจริง 3 เดือน 16 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 37.26 %
15/07/45 ก่อสร้างจริง 4 เดือน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 39.26 %
19/07/45 ก่อสร้างจริง 4 เดือน 4 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 43.89 %
26/07/45 ก่อสร้างจริง 4 เดือน 11วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 51.42 %
31/07/45 ก่อสร้างจริง 4 เดือน 16 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 56.83 %

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง (เดือน มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2545)

** หมายเหตุเพิ่มเติม : การบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างนี้ไม่นับรวมถึงงานการรื้อถอนและขนย้ายอาคารพาณิชย์เก่า

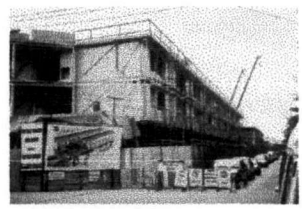
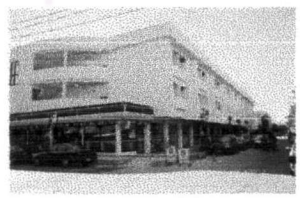
ตารางที่ 4-13 แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ (ต่อ)

วันที่	ภาพมุมมองทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาพมุมมองทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	ภาพมุมสูง	หมายเหตุ
02/08/45 ก่อสร้างจริง 4 เดือน 18 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 59.33 %
09/08/45 ก่อสร้างจริง 4 เดือน 25 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 62.47 %
14/08/45 ก่อสร้างจริง 5 เดือน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 65.36 %
23/08/45 ก่อสร้างจริง 5 เดือน 8 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 69.32 %
06/09/45 ก่อสร้างจริง 5 เดือน 22 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 71.51 %
14/09/45 ก่อสร้างจริง 6 เดือน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 72.95 %

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง (เดือน มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2545)

** หมายเหตุเพิ่มเติม : การบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างนี้ไม่นับรวมถึงงานการรื้อถอนและขนย้ายอาคารพาณิชย์เก่า

ตารางที่ 4-13 แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ (ต่อ)

วันที่	ภาพมุมมองทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาพมุมมองทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	ภาพมุมสูง	หมายเหตุ
21/09/45 ก่อสร้างจริง 6 เดือน 6 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 73.06 %
28/09/45 ก่อสร้างจริง 6 เดือน 13 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 77.02 %
12/10/45 ก่อสร้างจริง 6 เดือน 27 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 79.53%
22/11/45 ก่อสร้างจริง 8 เดือน 7 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 93.00 %
06/12/45 ก่อสร้างจริง 8 เดือน 21 วัน				ปริมาณงานที่ทำได้จริง 99.00%
31/12/45 ก่อสร้างจริง **9 เดือน 15 วัน**				ปริมาณงานที่ทำได้จริง **100.00 %** (เหลืองานในส่วน ตกแต่งร้านค้าให้เช่าของแต่ละร้าน)

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง (เดือน มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2545)

** หมายเหตุเพิ่มเติม : การบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างนี้ไม่นับรวมถึงงานการรื้อถอนและขนย้ายอาคารพาณิชย์เก่า

10. ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

จากการศึกษาพบว่าในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (โครงการยูเซ็นเตอร์) มีปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

10.1 ปัญหารอยเชื่อมของโครงสร้างไม่ได้มาตรฐาน

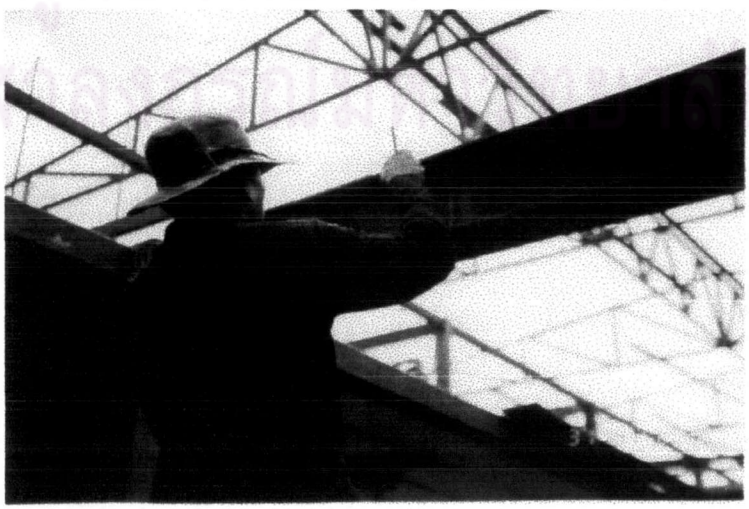
ในระหว่างขั้นตอนของงานโครงสร้างอาคารที่ใช้เหล็กรูปพรรณเป็นโครงสร้างเสาและคาน จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของรอยต่อ จากบริษัทที่รับผิดชอบการทดสอบรอยเชื่อมของโครงสร้าง การทดสอบจะเป็นการสุ่มตรวจ โดยจะเลือกในส่วนโครงสร้างที่มีความสำคัญเช่น รอยต่อบริเวณใต้คานเหล็กที่เชื่อมกับเสาเหล็ก ในกรณีที่ผลการทดสอบออกมาว่ารอยเชื่อมไม่ได้มาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนด ซึ่งหมายความว่ารอยเชื่อมมีความแข็งแรงในการรับน้ำหนักไม่เพียงพอ อันเกิดจากการเดินแนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดช่องว่างหรือตามดมากเกินไป ตามดเหล่านี้จะทำให้อากาศเข้าไปทำให้เหล็กทำปฏิกริยากับน้ำจึงทำให้เกิดสนิมขึ้นภายหลังได้ เมื่อทราบปัญหาตำแหน่งรอยเชื่อมไม่ได้มาตรฐานแล้วทางบริษัททดสอบรอยเชื่อม ก็จะแจ้งให้กับทางบริษัทรับเหมาก่อสร้างทราบเพื่อดำเนินการแก้ไข ซึ่งจะแก้ไขโดยคนงานเชื่อมจะใช้ค้อนเคาะสแลก ขูดสแลกออกให้หมดจนเห็นแนวเชื่อม ทำความสะอาดแล้วเดินแนวเชื่อมทับใหม่ให้แข็งแรง

สาเหตุของปัญหา

1.) ความไม่ชำนาญของช่างเชื่อม ช่างเชื่อมที่ขาดประสบการณ์จะทำให้ขาดเทคนิคในงานเดินแนวเชื่อมซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อมนั้น

2.) การเดินแนวเชื่อมถ้ามีระยะห่างของการอาร์คมากเกินไปจะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างจุดอาร์ค ซึ่งจะทำให้เกิดจุดตามดขึ้นบนแนวเชื่อม

3.) การใช้อุปกรณ์ในการเชื่อมไม่เหมาะสม เช่น การเลือกลวดเชื่อม , การปรับแต่งกระแสไฟในการเชื่อม เป็นต้น



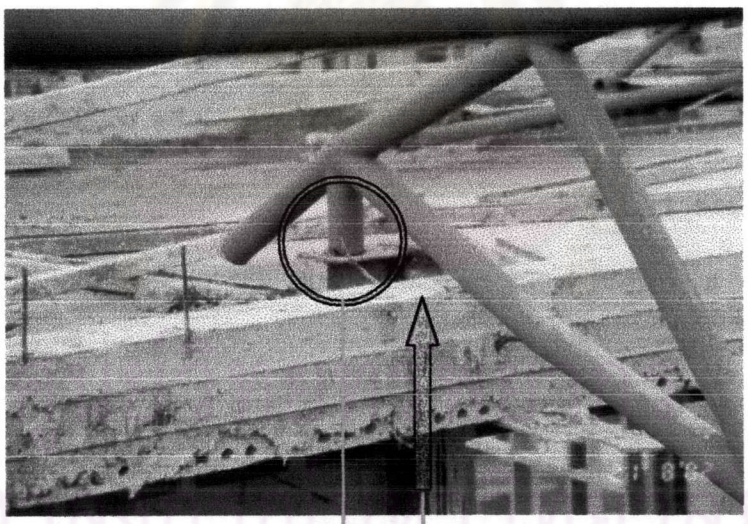
ภาพที่ 4-91 คนงานเชื่อมกำลังตรวจเช็คเพื่อแก้ไขปัญหารอยเชื่อมไม่ได้มาตรฐาน

10.2 ปัญหาแนวเสาของอาคารส่วนหน้าและส่วนหลังเหลื่อมกัน

ขั้นตอนในการติดตั้งโครงถักเหล็ก คลุมหลังคาทางเดินระหว่างอาคารส่วนหน้าและอาคารส่วนหลังนั้น เกิดปัญหาตรงจุดที่ใช้ยึดปลายของโครงถัก คือจุดที่จะยึดระหว่างอาคารโซนหน้ากับอาคารโซนหลัง มีการเหลื่อมกันอยู่ จึงไม่สามารถทำการยึดโครงถักกับแผ่นเหล็กหัวเสาได้ ซึ่งมีการแก้ไขปัญหานี้โดย ทางทีมวิศวกรโครงสร้างได้ออกแบบรอยต่อในส่วนนี้ขึ้นมาใหม่ โดยจะทำการย้ายตำแหน่งจุดยึดให้เลื่อนไปด้านข้างให้ตรงแนวกับแนวเสาของอีกอาคารหนึ่ง จะใช้เหล็กแผ่นต่อเป็นกล่องและเชื่อมยึดติดกับเสาเหล็กที่โผล่ขึ้นมาอีกที จากนั้นค่อยนำโครงถักเหล็กมาเชื่อมยึดติดบนกล่องเหล็กนั้น (ทำในด้านที่มีรอยต่อที่เป็นแบบ Fixed Joint)

สาเหตุของปัญหา

สาเหตุที่แนวเสาของอาคารทั้งสอง คืออาคารส่วนหน้าและอาคารส่วนหลังเหลื่อมกัน เนื่องมาจากตอม่อของอาคารพาณิชย์เดิม ที่อาคารหอพักใหม่นำกลับมาใช้นั้นมีการเหลื่อมของแนวเสาอาคารอยู่แล้วเล็กน้อย ประมาณ 5-10 ซม. จึงทำให้จุดยึดโครง Truss เหล็กคลุมหลังคาทางเดินระหว่างอาคารจึงต้องเปลี่ยนจุดไปด้วย



ภาพที่ 4-92 ปัญหาแนวเสาของอาคารส่วนหน้าและส่วนหลังเหลื่อมกัน

10.3 ปัญหาการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กไม่ได้ระดับ

เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาจั่วที่เป็นการเชื่อมโครงสร้างที่พื้นและยกขึ้นไปติดตั้ง โดยบริเวณฐานของโครงหลังคาเหล็กจะถูกเชื่อมติดกับ แผ่นเหล็ก (Steel plate) ที่เจาะรูไว้ เพื่อยกขึ้นไปติดตั้งบนแผ่นเหล็กปิดหัวเสาแล้วยึดด้วยสลักเกลียว ก่อนเชื่อมโดยรอบระหว่างแผ่นเหล็กให้แข็งแรง ปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากการที่เสาแต่ละต้นมีระดับที่ไม่เท่ากันพอดี หรือระดับของแผ่นเหล็กที่เชื่อมยึดมากับโครงหลังคาไม่เท่ากัน ส่งผลให้ในการยึดโครงหลังคากับแผ่นเหล็กหัวเสาบางต้นจะต้องใช้การกดฝืนโครงหลังคาลงมายึด ซึ่งจะทำให้โครงหลังคาเกิดการเอียงไม่ได้ระดับ การแก้ไขจึงต้องใช้หัวตัดแก๊สในการเลาะรอยเชื่อมเดิมออก และทำการแต่งระดับด้วยแผ่นเหล็กให้มีความหนาขึ้นเท่าระดับอื่นๆ แล้วจึงยึดสลักเกลียวและเชื่อมยึดอีกที

สาเหตุของปัญหา

1.) คุณภาพของการเชื่อมประกอบโครงสร้างหลังคาไม่ดี ทำให้เกิดการเอียงของระดับแผ่นเหล็กรองโครงหลังคาที่ใช้ยึดกับแผ่นเหล็กปิดหัวเสาเหล็ก

2.) ขนาดของเสาเหล็กรูปพรรณไม่เท่ากันพอดี อันอาจเกิดจากการตัดชิ้นส่วนโครงสร้างเสาเหล็กตั้งแต่เริ่มก่อสร้าง ที่ใช้การวัดและใช้หัวตัดแก๊ส ตัดชิ้นส่วนเสาโครงสร้างมาทีละต้น

ภาพที่ 4-93 ปัญหาการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กไม่ได้ระดับ

10.4 ปัญหาการก่อกำแพงอิฐในส่วน Bracing ทำได้ลำบาก และบางส่วนมีการทรุดตัว

เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการออกแบบโครงสร้างเองที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เนื่องจากโครงสร้างอาคารจะต้องมีส่วนที่ใช้เป็นโครงยึดยัน (Bracing) ใช้ยึดยันระหว่างแนวเสาเพื่อที่ใช้รับแรงที่กระทำด้านข้างของอาคาร จึงเกิดปัญหาในงานก่อผนังอิฐมวลเบา ซึ่งจะต้องทำการใช้วัดก้อนบล็อกของอิฐมวลเบาตามระยะความสูงภายใน Bracingนั้น ทำการเลื่อยให้เป็นขนาดตามต้องการ และก่อก้อนบล็อกทีละก้อนลงภายในระหว่าง Bracing นั้นๆจนถึงใต้คานชั้นบน

หลังจากที่ได้ทำงานก่อผนังอิฐมวลเบาไปบ้างแล้ว ผนังบางส่วนเกิดอาการเอียงและทรุดตัวลงมา เกิดแนวร้าวระหว่างก้อนบล็อก การแก้ไขจึงต้องใช้คนงานทุบผนังในส่วนที่ทรุดลงมาออกแล้วนำอิฐก้อนใหม่เข้าไปก่อแทนที่ให้เรียบร้อย (จากภาพด้านล่างเป็นการทุบผนังในส่วนที่ทรุดลงมาออกแล้วนำอิฐแดงชนิดกลวงมาก่อแทน เพราะโรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาไม่สามารถส่งวัสดุให้ได้ จึงต้องหาวัสดุอื่นมาทดแทน)

สาเหตุของปัญหา

1.) เกิดจากแบบของโครงสร้างซึ่งมีความจำเป็นในการใช้ชิ้นส่วนของ Bracing ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จึงทำให้ต้องก่อบล็อกระหว่าง Bracing นั้นอยู่ดี ถ้ามีการก่ออิฐมวลเบาทั้ง 2 ด้านของผนัง ก็จะยิ่งทำให้เปลืองวัสดุมากขึ้นไปอีก

2.) การวัดระยะของก้อนบล็อกอิฐมวลเบา และการก่อระหว่าง Bracing ไม่ลงตัวพอดี และเกิดช่องว่างระหว่างบล็อกมาก จึงทำให้ผนังเกิดการร้าวและทรุดตัวลงมา

ภาพที่ 4-94 ปัญหาการก่อกำแพงอิฐในส่วน Bracing ทำได้ลำบาก และผนังบางส่วนมีการทรุดตัว

10.5 ปัญหาการหล่อคอนกรีตตอม่อค.ส.ล. บริเวณใต้แผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสา

ระหว่างขั้นตอนของงานระบบฐานรากนั้น ในส่วนของแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสาจะต้องเจาะรูให้เหล็กเส้นที่โผล่ขึ้นมาจากตอม่อขึ้นมา ทำการตัดเหล็กเส้นนั้นให้ได้ขนาดแล้วงอให้แนบกับแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสา และจึงเชื่อมยึดให้แข็งแรง ส่วนที่เกิดปัญหาจะเกิดจากใต้แผ่นเหล็กนั้นจะต้องทำการหล่อคอนกรีตเพื่อใช้เป็นตอม่อค.ส.ล. โดยจะต้องหล่อคอนกรีตให้แนบกับใต้ท้องของแผ่นเหล็กพอดี และจะให้ขนาดความกว้างของตอม่อพอดีกับขนาดของแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสา คือประมาณ 20 x 20 ซม. ในการทำงานจะต้องตีไม้แบบรอบตอม่อค.ส.ล.นั้น แล้วค่อยๆหยอดคอนกรีตเข้าไปจนเต็มใกล้จนชนท้องแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสา ในการปฏิบัติงานจริงนั้นจะมีความยากมาก ถ้าจะพยายามหยอดน้ำปูนให้เข้าไปใต้แผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสาได้พอดี เพราะช่องที่หยอดน้ำปูนจะเล็กมาก

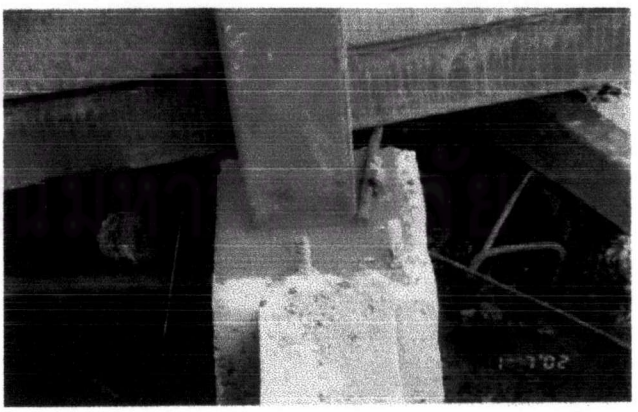
การแก้ไขปัญหา ทำโดยการออกแบบขนาดของตอม่อค.ส.ล.ขึ้นมาใหม่ ให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดแผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้าง และก็มีขนาดใหญ่กว่าขนาดความกว้างของคานคอดินค.ส.ล.ด้วย โดยจะมีขนาดประมาณ 25 x 25 ซม. ซึ่งเมื่อทำไม้แบบรอบแล้วยังเหลือช่องที่สามารถหยอดคอนกรีตลงได้สะดวกและสามารถทำให้เนื้อคนกรีตเข้าไปเต็มจนชิดใต้ท้องแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสาได้พอดี ซึ่งจะทำให้โครงสร้างระบบฐานรากมีการรับนน.ได้อย่างเต็มที่ด้วย

สาเหตุของปัญหา

1.) เบื้องต้นในทางทฤษฎี ต้องการให้ขนาดของตอม่อค.ส.ล.มีขนาดเท่ากันกับแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสาพอดี แต่ในทางปฏิบัติงานจริงทำได้ยากและเสียเวลามาก

2.) ในการหยอดคอนกรีตให้เข้าไปเต็มพอดีใต้ท้องแผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสาทำได้ยาก จึงทำให้การรับนน.โครงสร้างในส่วนนั้นไม่เต็มประสิทธิภาพ

แผ่นเหล็กรองรับหัวเสาที่ยังไม่ได้หล่อคอนกรีต



แก้ปัญหาด้วยการหล่อตอม่อค.ส.ล.ให้ใหญ่กว่าขนาดของแผ่นเหล็ก

ภาพที่ 4-95 ปัญหาการหล่อคอนกรีตตอม่อค.ส.ล. บริเวณใต้แผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสา

10.6 ปัญหาสารพ่นกันไฟติดโครงคร่าว ทำให้การติดตั้งผนังยิปซั่มบอร์ดทำได้ลำบาก

ขั้นตอนการก่อสร้างสำหรับงานผนังภายในของอาคาร ที่ใช้โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีบุด้วยผนังยิปซั่มบอร์ดนั้น เกิดปัญหาในขั้นตอนของการติดตั้งแผ่นยิปซั่มบอร์ดเข้ากับโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี โดยไม่สามารถติดแผ่นยิปซั่มได้เนื่องจากสารที่ใช้ในงานพ่นกันไฟโครงสร้างติดตัวโครงคร่าวและนูนหนาขึ้นมามาก จึงต้องใช้เกียงขูดสารกันไฟเหล่านั้นออกให้เรียบก่อน ถึงจะสามารถติดตั้งแผ่นยิปซั่มบอร์ดนั้นเข้ากับโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีได้ สาเหตุหลักๆของปัญหานี้เกิดจากการทำงานของขั้นตอนการพ่นสารกันไฟโครงสร้าง

จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่บริษัทที่รับผิดชอบงานพ่นสารกันไฟโครงสร้าง ทราบว่าในการปฏิบัติงานพ่นสารกันไฟ ควรจะมีการพ่นเมื่อเสร็จสิ้นงานโครงสร้างหลักแล้วทันที เพื่อป้องกันไม่ให้สารเหล่านั้นไปติดกับชิ้นส่วนวัสดุโครงสร้างอื่นๆให้เกิดความเสียหาย และยุ่งยากในการทำความสะอาด แต่สำหรับโครงการนี้ได้มีการติดตั้งโครงคร่าวผนังภายใน ของงานสถาปัตยกรรมไปบ้างแล้ว จึงทำให้ในการพ่นสารกันไฟจำเป็นต้องพ่นไปที่โครงสร้างเสาและคานเหล็กโดยตรง ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้สารกันไฟโดนเข้ากับโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีของผนังภายในเหล่านั้นได้

สาเหตุของปัญหา

1.) การวางแผนงานและติดต่อให้บริษัทที่รับผิดชอบงานพ่นสารกันไฟโครงสร้างเข้ามาทำงานล่าช้า จึงต้องเริ่มงานโครงคร่าวผนังไปก่อนเพื่อแก้ปัญหาระยะเวลาก่อสร้างที่ค่อนข้างน้อยและจำกัด

2.) การพ่นสารกันไฟ (CP2) ไม่สามารถควบคุมให้สารพ่นไปตรงจุดที่ต้องการได้ เพราะสารกันไฟที่พ่นออกมาจะมีลักษณะฟุ้งกระจายเป็นวงกว้าง

ภาพที่ 4-96 ปัญหาสารพ่นกันไฟติดโครงคร่าว ทำให้การติดตั้งผนังยิปซั่มบอร์ดทำได้ลำบาก

10.7 ปัญหาเวลามีวัสดุเข้าหน้างาน รถเครนไม่สามารถทำงานติดตั้งโครงเหล็กรูปพรรณได้

ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างอาคาร จะต้องมีการสั่งวัสดุต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้าง เข้ามายังหน้างาน ซึ่งเมื่อรถบรรทุกที่ขนส่งวัสดุเหล่านั้นมาถึงหน้างานก็จะต้องเข้ามาจอดและขนถ่ายวัสดุภายในสถานที่ก่อสร้าง จึงทำให้เสียพื้นในการทำงานก่อสร้างไป และรถเครน (Mobile Crane)ที่ใช้ในการติดตั้งโครงสร้างเหล็กรูปพรรณและใช้ยกวัสดุต่างๆขึ้นที่สูง จะต้องหยุดการทำงานมาช่วยในการยกขนถ่ายวัสดุก่อสร้างที่มาส่งเหล่านั้นลงจากรถบรรทุก

นอกจากนั้นเวลารถบรรทุกที่เข้ามาขนถ่ายวัสดุภายในสถานที่ก่อสร้าง ก็จะทำให้เสียพื้นที่สำหรับทำการเชื่อมประกอบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ที่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการทำงานบนพื้นดินและพื้นที่สำหรับกองชิ้นส่วนที่เชื่อมประกอบเสร็จแล้วเพื่อรอยกติดตั้ง การเสียพื้นที่ตรงนี้จะทำให้การทำงานก่อสร้างเกิดการหยุดชะงักหรือต้องมีการรอกัน จึงส่งผลให้การก่อสร้างล่าช้าออกไป การแก้ไขปัญหานั้นจะทำโดยการวางแผนการก่อสร้างใหม่อยู่ตลอดทุกๆวันตามสภาพหน้างานจริง เพื่อวางแผนการสั่งและขนส่งวัสดุมายังหน้างานให้ประสานกับการทำงานก่อสร้างที่หน้างานจริง

สาเหตุของปัญหา

1.) พื้นที่ในการก่อสร้างโครงการมีจำกัด จึงทำให้พื้นที่สำหรับกองวัสดุที่ส่งเข้าหน่วยงาน กับพื้นที่ในการทำงานก่อสร้างมีความจำเป็นต้องสับเปลี่ยนกันใช้พื้นที่

2.) การวางแผนงานในการสั่งวัสดุและจัดส่งเข้าหน่วยงาน ไม่ประสานกันกับการทำงานก่อสร้างที่หน้างานจริง

ภาพที่ 4-97 ปัญหาการเข้าออกเมื่อวัสดุเข้าหน่วยงาน รถเครนไม่สามารถทำงานติดตั้งโครงเหล็กรูปพรรณได้

10.8 ปัญหาโรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาไม่สามารถส่งวัสดุเข้าให้ทันกับหน้างานได้

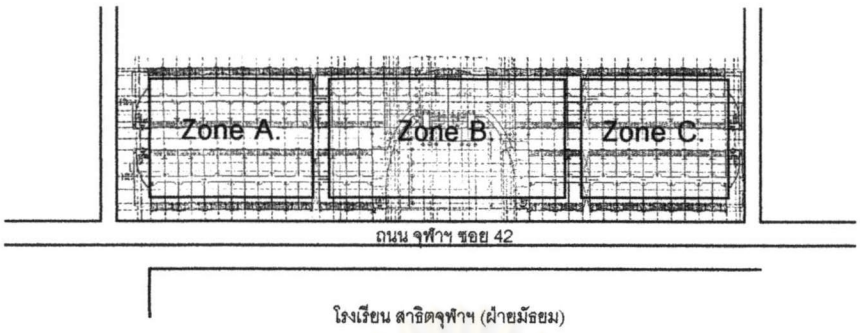
ในขั้นตอนของงานก่อผนังบล็อกอิฐมวลเบา ซึ่งจะมีพื้นที่ประมาณ 4,065 ตร.ม. ในระหว่างขั้นตอนการทำงาน โรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาจะทยอยส่งวัสดุเป็นครั้งๆไปตามที่บริษัทรับเหมาก่อสร้างได้สั่งไป ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อประมาณเดือนไปได้ประมาณเดือน มิ.ย.- ก.ค. 2545 ทางโรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาไม่สามารถส่งวัสดุให้ได้ อันเนื่องมาจากโรงงานผลิตเกิดความเสียหายไม่สามารถส่งวัสดุให้เข้าทันกับหน้างานได้ ซึ่งในขณะนั้นงานผนังอิฐมวลเบาได้ก่อไปแล้วประมาณ 70 % และหน้างานจำเป็นต้องเร่งงานให้เสร็จได้ตามแผนงานที่กำหนดไว้ ทางผู้รับเหมาก่อสร้างจึงจำเป็นต้องหาวัสดุทดแทน จึงแก้ไขโดยการหาวัสดุที่จะมาใช้ในงานก่อผนังที่ยังเหลืออยู่อีกประมาณ 30 % ซึ่งได้สรุปเลือกวัสดุที่ใช้แทนคืออิฐแดงชนิดกลวง สำหรับงานผนังในส่วนที่เหลือ สาเหตุที่ต้องเลือกอิฐแดงชนิดกลวงเพราะเป็นอิฐที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักเบา เมื่อเทียบอิฐมอญในขนาดพ.ท.เท่ากัน ซึ่งมีความจำเป็นในการเลือกวัสดุก่อผนังเพื่อไม่ให้เกินน้ำหนักบรรทุกรวมของโครงสร้าง เพราะในขณะนั้นการรับน้ำหนักของฐานรากสามารถรองรับได้ไม่เกินน้ำหนักบรรทุกที่ใช้กับอิฐมวลเบาเป็นผนังของอาคาร

สาเหตุของปัญหา

โรงงานผู้ผลิตอิฐมวลเบาประสบปัญหาทางด้านการผลิต จึงไม่สามารถส่งวัสดุเข้ามาที่หน้างานได้ทันกับแผนงานที่ได้กำหนดไว้

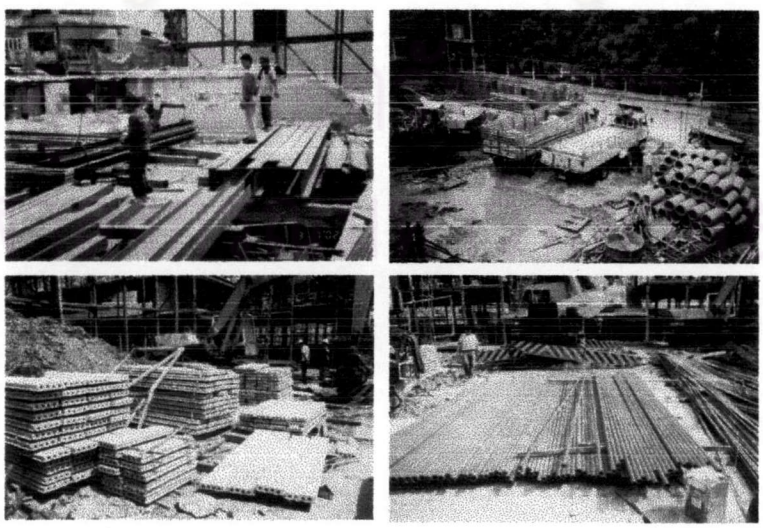
ภาพที่ 4-98 ปัญหาการขาดวัสดุอิฐมวลเบา จึงต้องใช้อิฐแดงชนิดกลวงทดแทน

10.9 ปัญหาในการควบคุมดูแลผู้รับเหมาย่อยของแต่ละZone



บริษัท รวมนครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด ที่รับผิดชอบในงานรับเหมาก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ ได้ใช้วิธีการบริหารงานการก่อสร้างด้วยการแบ่งงานก่อสร้างออกเป็นส่วนๆ โดยใช้วิธีการจ้างผู้รับเหมารายย่อยเข้ามาทำงานก่อสร้างอาคารโดยจะรับผิดชอบแยกกันเป็นส่วนๆไป อันได้แก่ Zone A , Zone B , Zone C ผู้รับเหมาะย่อยแต่ละรายจะรับผิดชอบเฉพาะงานในส่วนพื้นที่ของตัวเองเท่านั้น โดยจะถูกควบคุมโดยบริษัท รวมนครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด อีกที ในเรื่องของวัสดุก่อสร้างก็จะเป็นการเบิกวัสดุจากส่วนกลางที่จะขนส่งวัสดุลงบริเวณพื้นที่ของอาคาร Zone B การทำงานเมื่อผู้รับเหมารายไหนทำงานเสร็จก่อนก็จะได้เบิกวัสดุไปใช้ก่อน ถ้ารายไหนทำช้าก็จะโดนนำวัสดุและเศษวัสดุที่เหลือมากองยังพื้นที่ของตน อันเนื่องมาจากพื้นที่ในการทำงานค่อนข้างมีจำกัด ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในสถานที่ก่อสร้างจากวิธีการแบ่งผู้รับเหมาออกเป็นรายๆมีดังนี้

1.) ปัญหาการแย่งพื้นที่ส่วนกลาง เพื่อใช้ในการกองชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างและเศษวัสดุ
2.) ปัญหาปริมาณของงานก่อสร้างของแต่ละรายไม่เท่ากัน
3.) ปัญหาคนงานในสถานที่ก่อสร้างมีมากเกิน ยากที่จะควบคุมดูแลได้ทั้งหมด



ภาพที่ 4-99 ปัญหาในการควบคุมดูแลผู้รับเหมาย่อยของแต่ละZone

10.10 ปัญหาและอุปสรรคอื่น ๆที่มีผลทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้าง

นอกจากปัญหาต่างๆทางด้านเทคนิคการก่อสร้าง และปัญหาจากการวางแผนงานการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีปัญหาและอุปสรรคอื่นๆที่เกิดขึ้นในขณะดำเนินการก่อสร้างอาคาร ซึ่งมีผลทำให้การก่อสร้างเกิดความล่าช้าไปกว่าแผนงานที่ได้ตั้งไว้ตอนแรก ส่งผลให้โครงการยูเซ็นเตอร์ไม่สามารถเปิดได้ทันตามกำหนดในวันที่ 1 ตุลาคม 2545 ปัญหาและอุปสรรคอื่นๆที่มีผลทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้างทั้งที่เกิดจากการทำงานในสถานที่ก่อสร้างเอง และที่เกิดจากอุปสรรคภายนอกที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ สามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้

ปัญหาและอุปสรรค

1.) เอกสารบ้านเลขที่จากทางเขตปทุมวันสรุปล่าช้า ทำให้การยื่นขอน้ำ, ไฟฟ้า เป็นปัญหา
2.) ที่พักคนงานไม่เพียงพอทำให้เสียเวลาการย้ายที่พัก ซึ่งทำให้เปิดงานไม่ได้ตามแผน
3.) บริษัทผู้ผลิตวัสดุไม่สามารถนำวัสดุเข้าให้ทันกับหน้างาน
4.) งานรื้อถอนอาคารพาณิชย์เก่าทำไม่ทันตามกำหนด ติดปัญหาขนย้ายวัสดุออกจาก Site
5.) งานระบบประปาทำงานล่าช้ากว่าแผน ฝนตกทำให้ไม่สามารถฉาบภายนอก ทาสีและปูกระเบื้องยางได้
6.) Shop Drawing ส่งให้หน้างานไม่ทัน เนื่องจากมีงานหลายส่วนที่ต้องขึ้นพร้อมกัน
7.) ขาดคนงานช่างก่ออิฐมวลเบา
8.) วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง และเศษวัสดุก่อสร้างกีดขวางหน้างานทำให้ไม่สะดวกในการทำงาน
9.) ความล่าช้าของงานที่ต้องขออนุญาตจากหน่วยงานต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. รายละเอียดของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ได้จากการจำลองอาคารโครงการเดียวกัน(โครงการยูเซ็นเตอร์)ขึ้นมา

เนื่องจากให้งานวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่จะทำการเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ กับการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น ด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้อยู่กันทั่วๆไป ให้เห็นถึงข้อดี-ข้อเสียในด้านต่างๆ เพื่อให้เป็นประโยชน์และสามารถนำไปประกอบการพิจารณาเลือกใช้ระบบโครงสร้างในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น หรืออาคารพักอาศัยอื่นๆด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณต่อไป

โดยในการจำลองนี้ผู้วิจัยได้ใช้แผนงานเดิมในการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์ ที่เดิมจะเป็นการบูรณะอาคารพาณิชย์เก่า เพื่อที่จะนำเอาโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็กเดิมมาใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารยูเซ็นเตอร์ แต่เมื่อโครงสร้างเดิมใช้ไม่ได้แล้ว จึงได้มีการวางแผนการก่อสร้างใหม่ โดยทางบริษัท รวมนครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด ได้ทำแผนงานก่อสร้างที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคาร ที่ประกอบด้วย แบบก่อสร้าง แผนงานและงบประมาณค่าก่อสร้างที่แบ่งตามงวดเงินของหมวดงานต่างๆ การประมาณนี้ทำโดยหัวหน้าวิศวกรโครงการ ซึ่งมีประสบการณ์และทำหน้าที่ในการวางแผนการก่อสร้างต่างๆของโครงการนี้อยู่แล้ว แต่ในระยะเวลาการก่อสร้างที่จำกัด และเรื่องของการรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารของฐานรากเดิม จึงไม่สามารถเลือกใช้การก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้ ต้องมาใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณมาก่อสร้างแทน รายละเอียดของแผนงานที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์มีดังนี้

11.1 รายละเอียดของแบบก่อสร้างที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

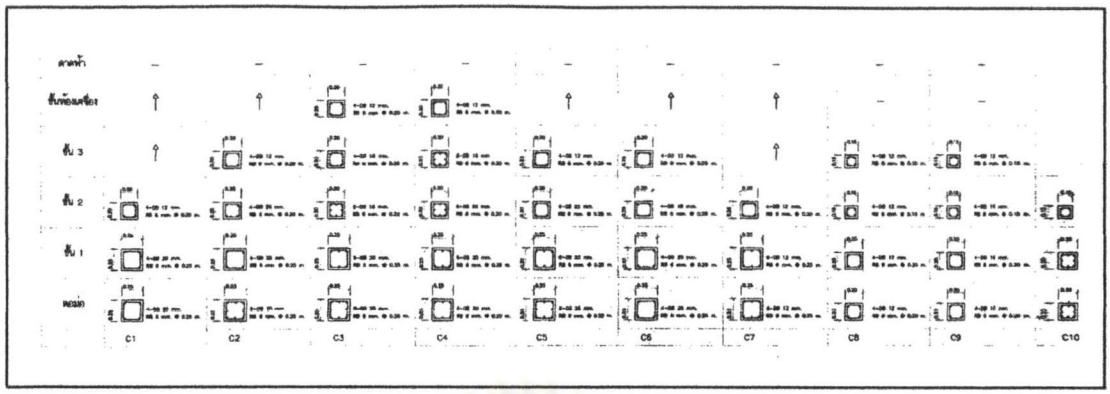
รายละเอียดของแบบก่อสร้างที่ใช้ เดิมจะเป็นแบบก่อสร้างที่ใช้ในโครงการ บูรณะพัฒนาอาคารพาณิชย์บริเวณ จุฬาฯ 42 ที่ลักษณะจะเป็นงานที่ใช้ในการนำโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคารพาณิชย์เดิม มาใช้เป็นโครงสร้างเสาและคานของอาคารใหม่ ต่อมาเมื่อทราบว่าไม่สามารถนำโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็กเดิมมาใช้ใหม่ได้อีกแล้ว จึงได้ทำแบบก่อสร้างใหม่ขึ้นมาใช้แทน โดยจะเ็นแบบที่ใช้เหล็กรูปพรรณมาเป็นโครงสร้างเสาและคานของอาคาร ตัวอย่างรายละเอียดของแบบก่อสร้างที่ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างเสาและคานของอาคารมีดังนี้

ตารางที่ 4-14 แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จำลองขึ้นมา

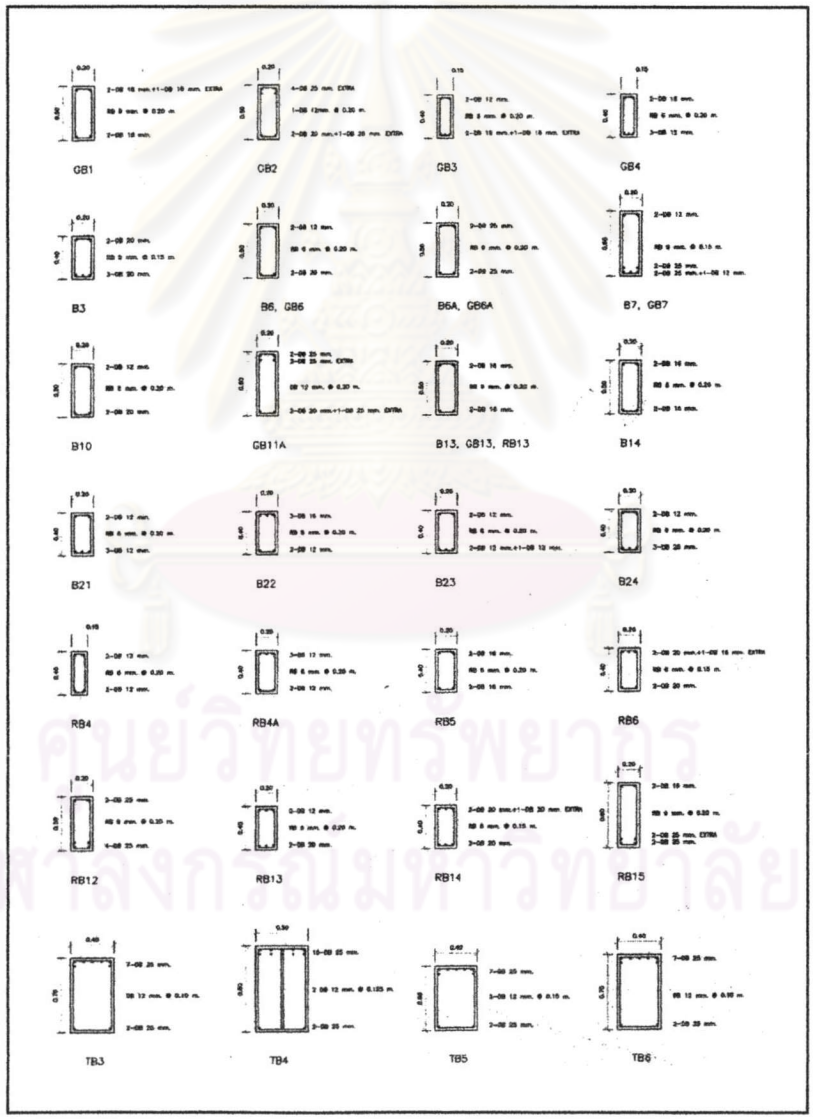
ลำดับ	รายการ	รายละเอียดการก่อสร้าง	หมายเหตุ
1.	งานเสาเข็มและฐานราก	- เสาเข็ม ค.ส.ล. รูปตัวไอ 0.30 x 0.30 ยาว 12 ม. - ฐานราก ค.ส.ล.	
2.	**งานโครงสร้างหลักของอาคาร**	- คานคอดิน ค.ส.ล. - **เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก** - **คานคอนกรีตเสริมเหล็ก** - พื้นสำเร็จรูปแบบท้องเรียบ เทคอนกรีตทับหน้า หนา 5 ซม.	*** เฉพาะงานในส่วน เสาโครงสร้างและ คานโครงสร้าง ที่แตกต่างกันกับที่มีการก่อสร้างจริง
3.	งานโครงสร้างหลังคา และวัสดุมุง	- โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ - หลังคาเหล็กแผ่นรีดรอน - หลังคา ค.ส.ล.	
4.	งานพื้นและผิวพื้น	- พื้นซีเมนต์บอร์ดบุกระเบื้องยางหนา 2 มม. - พื้นบุกระเบื้องเคลือบ ขนาด 8" x 8" และ 12" x 12"	
5.	งานผนังและผิวผนัง	- ผนังภายนอกก่ออิฐมวลเบาหนา 7 ซม. - ผนังบุกระเบื้องเคลือบ ขนาด 8" x 8" - ผนังภายในโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี บุด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ด	
6.	งานประตู-หน้าต่าง	- ประตูหน้าห้องพักไม้ 0.80 x 2.00 ม. - ประตูห้องน้ำ PVC. 0.70 x 2.00 ม. - ประตูบานเปิดระเบียง 0.80 x 2.00 ม. - ประตูร้านค้าอลูมิเนียม - หน้าต่างบานเปิด 0.80 x 1.20 ม. - ช่องแสงห้องน้ำ 0.40 x 1.00 ม.	
7.	งานฝ้าเพดาน	- โครงฝ้าเพดาน T-BAR ยิปซัมบอร์ด - ฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ดฉาบเรียบ - ฝ้าเพดานฉาบปูนเรียบ	
8.	งานทาสี	- งานสีน้ำพลาสติก ทาภายใน - งานสีน้ำพลาสติก ทาภายนอก	

* ที่มา : จากการจำลองขึ้นมาโดยผู้วิจัย ที่อาศัยร่วมกับแผนงานเดิมในการก่อสร้างอาคาร โดยใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร (บริษัท รวมนครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด)

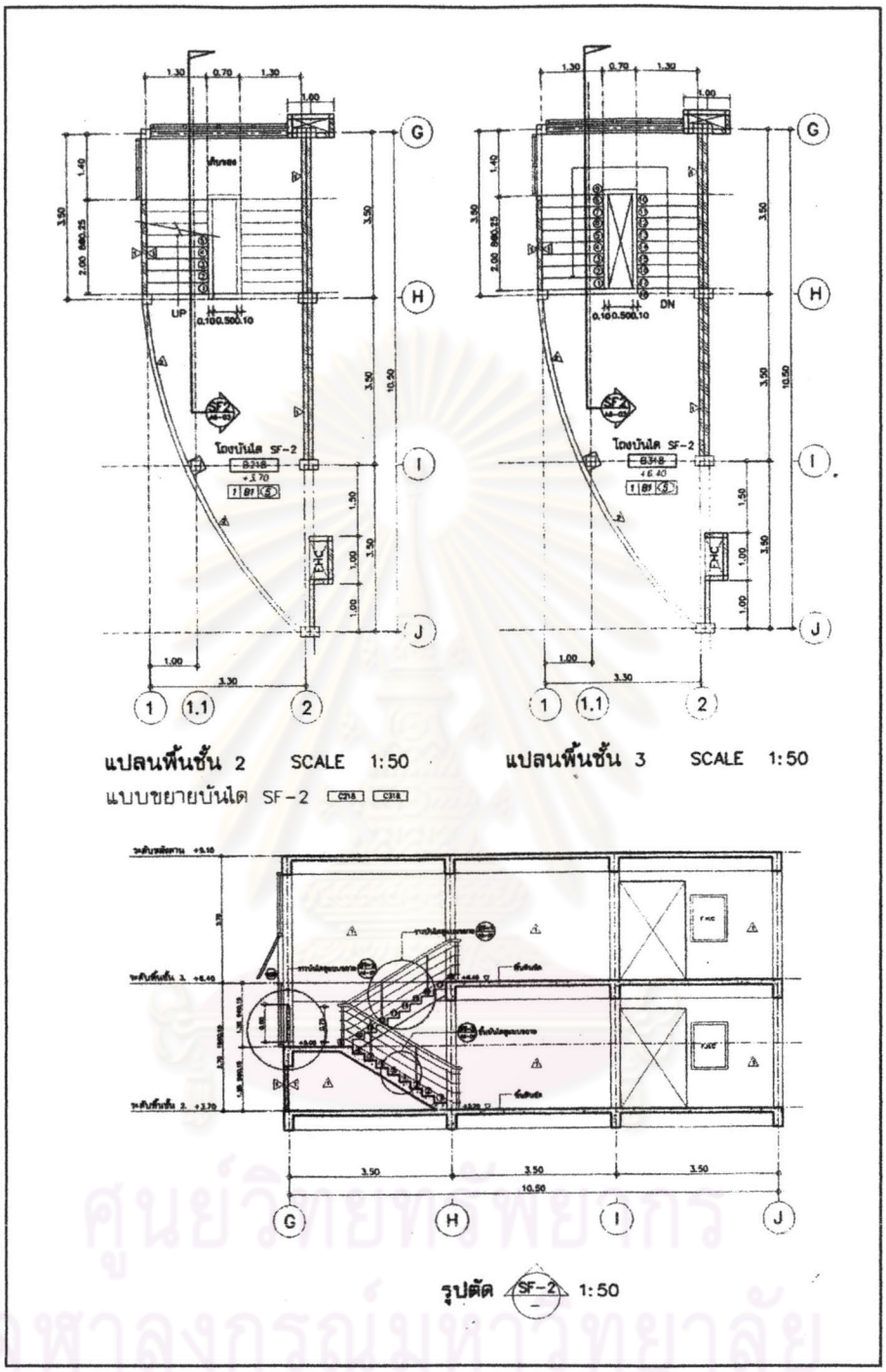
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-100 ภาพตัวอย่างแบบก่อสร้างโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในแผนงานก่อสร้างเดิม



ภาพที่ 4-101 ภาพตัวอย่างแบบก่อสร้างโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในแผนงานก่อสร้างเดิม



ภาพที่ 4-102 ตัวอย่างรูปตัดอาคารในแบบก่อสร้างโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในแผนงานก่อสร้างเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11.2 ราคาค่าก่อสร้างของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากการศึกษาแผนงานการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก พบว่าราคาค่าก่อสร้างในส่วนเสาและคานโครงสร้างที่ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นวัสดุ เป็นราคาที่ได้จากการประมาณโดยคำนวณจากราคาต่อหน่วยวัสดุและแรงงานที่จะใช้ในการก่อสร้าง สามารถแบ่งราคาค่าก่อสร้างออกเป็นราคาของโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก และราคาของโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-15 ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กจากแผนงานการก่อสร้างเดิม

ลำดับ	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน		รวม
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1	ไม้แบบ	ตร.ม.	850	200.00	60.00	170,000.00	51,000.00	221,000.00
2	คอนกรีต	ลบ.ม.	111	1,103.00	120.00	122,433.00	13,320.00	135,753.00
3	เหล็กเสริม							
	RB 6	กก.	3,548	12.50	1.65	427,534.00	5,854.20	433,388.20
	DB 12	กก.	20,187	11.30	1.65	228,113.10	33,308.55	261,421.65
	DB 16	กก.	638	11.10	1.55	7,081.80	988.90	8,070.70
	DB 20	กก.	2,370	11.10	1.55	26,307.00	3,673.50	29,980.50
	DB 25	กก.	645	11.10	1.55	7,159.50	999.75	8,159.25
4	ลวดผูกเหล็ก	กก.	213	18.50	-	3,940.50	-	3,940.50
5	ตะปู	กก.	329	20.00	-	6,580.00	-	6,580.00
	รวม					**999,148.90**	**109,144.90**	**1,108,293.80**

* ที่มา : จากแผนงานก่อสร้างเดิมที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคาร โดย บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด (ราคาวัสดุในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2544)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-16 ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กจากแผนงานการก่อสร้างเดิม

ลำดับ	คานคอนกรีตเสริมเหล็ก	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนเงิน		รวม
				วัสดุ	แรงงาน	วัสดุ	แรงงาน	
1	ไม้แบบ	ตร.ม.	7,108	200.00	60.00	1,421,600.00	426,480.00	1,848,080.00
2	คอนกรีต	ลบ.ม.	592	1,103.00	120.00	700,163.00	71,040.00	771,203.00
3	เหล็กเสริม							
	RB 6	กก.	6,382	12.50	1.65	79,775.00	10,541.64	90,316.64
	RB 9	กก.	7,766	11.30	1.65	94,114.60	12,813.90	106,928.50
	DB 12	กก.	44,982	11.30	1.65	508,296.60	73,559.30	581,855.90
	DB 16	กก.	13,916	11.10	1.55	154,467.60	21,569.80	176,037.40
	DB 20	กก.	5,594	11.10	1.55	62,093.40	8,670.70	70,764.10
	DB 25	กก.	7,439	11.10	1.55	82,572.90	11,530.45	94,103.35
4	ตะปู	กก.	1,958	20.00	-	39,160.00	-	39,160.00
5	ลวดผูกเหล็ก	กก.	1,021	18.50	-	18,888.50	-	18,888.50
	รวม					**3,161,131.60**	**636,205.79**	**3,797,337.39**

* ที่มา : จากแผนงานก่อสร้างเดิมที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคาร โดย บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด (ราคาวัสดุในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2544)

จากตารางทั้ง 2 ข้างต้น แสดงให้เห็นถึงการใช้คอนกรีตเสริมเหล็กมาเป็นโครงสร้างเสาและคาน ได้มาจากแผนงานการก่อสร้างเดิมที่ได้ทำการประมาณไว้โดยหัวหน้าวิศวกรโครงการที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนงานโครงการยูเซ็นเตอร์อยู่แล้ว พบว่ามีการคาดการณ์ว่าจะมีการใช้คอนกรีตมาเป็นโครงสร้างเสา 111 ลบ.ม. และเป็นโครงสร้างคาน 592 ลบ.ม.

<u>สรุปรายการค่าใช้จ่ายโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก</u>

ราคารวมโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	1,108,293.80	บาท
ราคารวมโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	3,797,337.39	บาท
ราคารวมโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	**4,905,631.19**	**บาท**

จากการศึกษาราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากการประมาณในแผนงานการก่อสร้างเดิมของโครงการยูเซ็นเตอร์ พบว่าสามารถแบ่งราคาค่าก่อสร้างได้เป็นหมวดงานต่างๆ ได้ดังนี้ งานโครงสร้าง (16.44%), งานสถาปัตยกรรม (36.95%), งานภูมิสถาปัตย์ (5.70%), งานระบบรักษาความปลอดภัย (2.01%), งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร (19.35%), งานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย (7.07%), งานระบบปรับอากาศ (12.48%) โดยราคาค่าก่อสร้างรวมนี้จะนับเฉพาะเริ่มการก่อสร้างอาคารหอพัก ขนาด 3 ชั้น (โครงการยูเซ็นเตอร์)เท่านั้น จะไม่นับรวมถึงงานรื้อถอนอาคารพาณิชย์เก่า ซึ่งเป็นเงินทั้งสิ้นประมาณ 5,000,000 บาท

ตารางที่ 4-17 แสดงราคารวมค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จำลองขึ้นจากแผนงานเดิม

ลำดับ	รายการ	ค่าใช้จ่าย		หมายเหตุ
		ราคารวม (บาท)	เปอร์เซ็นต์ (%)	* ราคานี้เป็นราคาที่ได้จากการก่อสร้างจริง ไม่นับรวมถึงงานรื้อถอน และขนย้ายอาคารพาณิชย์เก่า ซึ่งเป็นเงินทั้งสิ้น 5,000,000.00 บาท
1.	งานโครงสร้าง	16,269,373.19	16.44	
2.	งานสถาปัตยกรรม	36,565,795.00	36.95	
3.	งาน LANDSCAPE	5,634,120.00	5.70	
4.	งานระบบรักษาความปลอดภัย	1,983,050.00	2.01	
5.	งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร	19,141,509.00	19.35	
6.	งานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย	7,002,265.00	7.07	
7.	งานระบบปรับอากาศ	12,339,200.00	12.48	
รวมราคาค่าก่อสร้าง (เฉพาะต้นทุนวัสดุ + แรงงาน)		98,935,312.19	100	
ค่าดำเนินการ + กำไร 12 %		11,872,237.46		
รวมสุทธิ		110,807,549,.70		
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %		7,756,528.48		
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น		**118,564,078.20**		
ราคาเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย (บาท/ตร.ม.) พ.ท.ใช้สอยรวม = 9,000 ตร.ม.		13,173.79		

* ที่มา : จากแผนงานก่อสร้างเดิมที่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการก่อสร้างอาคาร โดย บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด (ราคาวัสดุในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2544)

11.3 ระยะเวลาคาดการณ์ในการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 4-18 แสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

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	รวม (วัน)
1. งานระบบฐานราก														83
2. งานถังเก็บน้ำใต้ดิน														98
3. งานโครงสร้างค.ส.ล.ชั้น 1														106
4. งานเสาค.ส.ล.ชั้น 1														60
5. งานคานพื้นค.ส.ล.ชั้น 2														100
6. งานเสาค.ส.ล.ชั้น 2														60
7. งานคานพื้นค.ส.ล.ชั้น 3														100
8. งานเสาค.ส.ล.ชั้น 3														60
9. งานคานพื้นค.ส.ล.ชั้นดาดฟ้า														100
10.งานโครงหลังคา และโครงสร้างอื่นๆ														153
11.งานฉาบและงานผิวพื้น														195
12.งานผนังและงานผิวผนัง														180
13.งานฝ้าเพดาน														180
14.งานประตู-หน้าต่าง														180
15.งานทาสี														122
16.งานสุขภัณฑ์														90
17.งานตกแต่งภายใน														120
18.งานจัดสวน														90
19.งานอื่นๆ														61
20.งานระบบไฟฟ้าแรงสูง														30
21.งานหม้อแปลงไฟฟ้า														45
22.งานแผงควบคุมไฟฟ้า														45
23.งานเดินท่อร้อยสาย และสายไฟฟ้า														180
24.งานดวงโคมไฟฟ้า														60
25.ค่าแรงงานระบบไฟฟ้า														180
26.งานระบบโทรศัพท์														91
27.งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้														91
28.งานระบบโทรทัศน์และดาวเทียม														91
29.งานระบบเรียกจุกเดินและระบบเสียง														91
30.โทรทัศน์สี 14 นิ้ว														60
31.งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศและทดสอบ														120
32.งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ	ยกเลิกรายการนี้													-
33.งานระบบประปา														175
34.งานระบบระบายน้ำเสีย														175
35.งานระบบระบายน้ำฝน														175
36.งานระบบป้องกันอัคคีภัย														175
37.งานระบบสัญญาณเตือนภัย														90
38.ระบบควบคุมการเข้า-ออกด้วยลายมือ														90
39.ระบบทีวีวงจรปิด														90

* ที่มา : จากการประมาณโดย นาย ภูวิน พิบูลย์สมบัติ (หัวหน้าวิศวกรโครงการยูเซ็นเตอร์) วันที่ 8/01/46 (บริษัท รวมนครก่อสร้าง จำกัด)

** หมายเหตุ : ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารนี้ไม่นับรวมถึงงานรื้อถอน และขนย้าย อาคารพาณิชย์เก่า (ตั้งแต่ ส.ค.2544-ก.พ.2545)