เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ : กรณีศึกษา หอพักนักศึกษาโครงการยูเซ็นเตอร์ บริเวณถนนจุฬาลงกรณ์ ซอย 42 กรุงเทพมหานคร

นายกฤติกา ประยูรหงษ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1997-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I20975594

CONDITIONAL TECHNIQUES IN ERECTION OF A 3-STOREY STEEL FRAME STRUCTURE : A CASE STUDY OF U-CENTER STUDENT'S DORMITORY PROJECT, SOI CHULALONGKORN 42 BANGKOK

MR. Krittika Prayoonhong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2002
ISBN 974-17-1997-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ : กรณีศึกษา หอพักนักศึกษาโครงการยูเซ็นเตอร์ บริเวณถนนจุฬาลงกรณ์ ซอย 42 กรุงเทพมหานคร
โดย	นายกฤติกา ประยูรหงษ์
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆสิต)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นท. ไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลาหชัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กฤติกา ประยูรหงษ์ : เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ : กรณีศึกษา หอพักนักศึกษาโครงการยูเซ็นเตอร์ บริเวณถนนจุฬาลงกรณ์ ซอย 42 กรุงเทพมหานคร (Conditional Techniques in Erection of a 3-Storey Steel Frame Structure : A Case Study of U-CENTER Student's Dormitory Project, Soi Chulalongkorn 42 Bangkok) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ชวลิต นิตยะ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 191 หน้า
ISBN 974-17-1997-3

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า การก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะมีความเหมาะสมในการนำใช้ก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นหรือไม่ โดยจะศึกษาในเรื่องของ ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง, เทคนิคต่างๆในการก่อสร้าง, แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง, ราคาค่าก่อสร้าง, ระยะเวลาในการก่อสร้าง และปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง กรณีศึกษา เป็นโครงการหอพักนักศึกษาขนาด 3 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 9,000 ตารางเมตร (โครงการยูเซ็นเตอร์) มีการใช้เหล็กรูปพรรณในการก่อสร้างอาคาร โดยศึกษามาเพื่อทำการเปรียบเทียบกับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (จากแผนงานก่อสร้างเดิมของโครงการยูเซ็นเตอร์) เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการเฝ้าสังเกตการณ์ จดบันทึก สัมภาษณ์ และถ่ายภาพขณะดำเนินการก่อสร้างอาคาร ตั้งแต่เริ่มต้นก่อสร้างจนแล้วเสร็จ

ผลการศึกษาพบว่า การก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มีขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เทคนิคต่างๆในการก่อสร้างแตกต่างกับการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้ทราบถึงประเภทของแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ปัญหาที่พบขณะก่อสร้างอาคาร ได้แก่ ปัญหารอยเชื่อมของโครงสร้างไม่ได้มาตรฐาน, การหล่อคอนกรีตต่อม่อคอนกรีตเสริมเหล็กบริเวณใต้แผ่นรองรับโครงสร้างเสาทำได้ลำบาก, การก่อกำแพงอิฐในส่วนโครงค้ำยันทำได้ลำบาก ผนังบางส่วนมีการทรุดตัว สำหรับราคาค่าก่อสร้างอาคารที่มีการใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณมีราคาค่าก่อสร้างอาคารรวมทั้งสิ้น 129,816,200.00 บาท (14,424.02 บาท/ตร.ม.) และใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร 290 วัน (9 ½ เดือน)

จากการวิเคราะห์ผลสามารถสรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการนำโครงสร้างเหล็กรูปพรรณมาใช้ในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้น เนื่องจากมีข้อดี คือ กรรมวิธีในการก่อสร้างไม่ยุ่งยาก การก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะมีขั้นตอนการทำงานมากแต่ใช้ระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นน้อยกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขั้นตอนน้อยแต่มีความล่าช้ากว่าในการทำงาน อีกทั้งเทคนิคต่างๆในการก่อสร้างก็เป็นเทคนิคการเชื่อมโลหะที่ช่างเชื่อมและช่างเหล็กโครงสร้างในปัจจุบันก็มีความชำนาญอยู่แล้ว จึงช่วยลดระยะเวลาก่อสร้างให้สั้นลง ประมาณ 23.7% ในเรื่องของแรงงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสามารถลดจำนวนแรงงานก่อสร้างในส่วนงานโครงสร้างลงได้ถึงครึ่งนึงแต่ค่าจ้างแรงงานค่อนข้างสูง จึงไม่แตกต่างกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมากนัก เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้างสามารถหาได้ง่ายภายในประเทศ โครงสร้างเหล็กรูปพรรณมีข้อด้อย ในเรื่องของราคาวัสดุและค่าแรงก่อสร้างสูงกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ราคาค่าก่อสร้างรวมที่สูงกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ประมาณ 8.67 % ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างสามารถแยกออกได้เป็น กลุ่มปัญหาเนื่องจากขั้นตอนและเทคนิคในการก่อสร้าง , กลุ่มปัญหาที่เกิดจากสภาพเดิมของสถานที่ก่อสร้าง , กลุ่มปัญหาที่เกิดจากการขาดการวางแผนงาน , กลุ่มปัญหาและอุปสรรคอื่นๆในการก่อสร้าง โดยสามารถทำให้การก่อสร้างมีมาตรฐาน คุณภาพ และลดปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างได้ ถ้ามีความชำนาญในการก่อสร้าง และมีการวางแผนงานในการก่อสร้างที่ดี น่าจะใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารน้อยกว่าที่เป็น

โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ จึงเหมาะกับอาคารประเภทต่อเติมหรือเพื่อใช้ร่วมกับอาคารเก่า เนื่องจากโครงสร้างเหล็กมีคุณสมบัติที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และยังเหมาะกับอาคารที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้างหรืออาคารประเภทอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ที่ต้องการผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นการเลือกใช้ระบบโครงสร้างควรศึกษาทำความเข้าใจถึงระบบโครงสร้างนั้นๆและเหตุผลในการเลือกใช้ ซึ่งทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างอาคารได้

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

###4474106625 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD : STEEL STRUCTURE / DORMITORY BUILDING / CONSTRUCTION

KRITTIKA PRAYOONHONG : CONDITIONAL TECHNIQUES IN ERECTION OF A 3-STOREY STEEL FRAME STRUCTURE : A CASE STUDY OF U-CENTER STUDENT'S DORMITORY PROJECT, SOI CHULALONGKORN 42 BANGKOK. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. CHAWALIT NITAYA, D.ARCH. THESIS COADVISOR : TRIRAT JARUTACH, M.ARCH., 191 pp. ISBN 974-17-1997-3

Objective : To study whether the erection of a steel structure is suitable for the erection of a 3-storey dormitory building , by studying the construction methods, construction techniques, labor, equipment, investment costs, construction period and problems during construction. This case study was done on a 3-storey dormitory building project with an available space of 9,000 square meters (U-CENTER student's dormitory project) that uses a steel structure for construction. This study is to compare with the erection of a reinforced concrete structure (from the U-CENTER's original construction plan) The study was based on collective data from observation, note-taking, interviewing and taking pictures of the construction from the beginning to the end.

This study shows that an erection with a steel structure requires construction methods and techniques which are different from those of an erection of reinforced concrete structure. Also, to learn of certain types of labor, tools and equipments used in the construction. Problems found during the construction are the unqualified welding structure, being below standard, the footing's reinforced concrete under base plates are too difficult to construct. It is also difficult to have brick walls at the bracing structure and supporting structure to aviod collapse. Some parts of walls were cracked and shrunk. The cost of this project using a steel structure total bath 129,816,200.00 (Bath 14,424.02 /sq.m.) and the construction period took 290 days (9 ½ months)

From the above analysis, in summary, it is concluded that it is a possibility to adopt the use of a steel structure in the erection of a 3-storey dormitory building because of the good points :- the uncomplicated construction method. Although the erection of a steel structure requires many phases of construction method but using less time in each phase than those of the reinforced concrete structure with only fewer phases in construction method but spending more work time. Moreover, the various construction techniques are welding techniques that technicians for welding and steel structure labor have already gained experience and skills. The out standing point is that it helps reduce the construction time about 23.7%. Regarding construction labor, steel structure could reduce half the labor but at a high labor cost - - not that much different from a reinforced concrete structure. Equipments for construction can be easily found within the country. The capital cost of a steel structure is 8.67% higher than the reinforced concrete structure. Problems during the construction such as group problems resulting from the phases and construction techniques, the original status of the site, a lack of good planning and other obstructions in the construction in order to meet with standards and quality and to be able to reduce problems during the construction should workers have good skills and good construction planning, it would rather take less time to build than it should be.

Steel structure seem to fit for the extension of the building or joint usage with the old building as the steel structure have more flexibilities than those of the reinforced concrete structure. It even better serve the building which requires rapid construction or order real estate buildings which require a return on profit in a short time. Therefore, in order to choose any structure system, one needs to be familiar with and make a good understanding of such structures and have reasons to do so as to make it worth investing in the building construction.

Department.....Architecture.....Student's signature.....

Field of study.....Architecture.....Advisor's signature.....

Academic year.....2002.....Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้เกิดขึ้นจากความสนใจอยากที่จะค้นคว้าของตัวผู้วิจัยเอง โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์) อ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์(อันได้แก่ รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโมสิต, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นท. ไตรวัฒน์ วิริยะศิริ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลาหชัย) ที่ได้เอาใจใส่ดูแล และชี้แนะกระบวนการทำงานต่างๆให้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณราเชนทร์ ยวงทอง (ผู้จัดการโครงการยูเซ็นเตอร์) , คุณภูวิน พิบูลย์สมบัติ(หัวหน้าวิศวกรโครงการ), พี่ศุภศิษฐ์ , พี่จ้อน ,พี่ปุ้ย และพี่ๆทีมงานก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์จาก บริษัท รวมนครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด ทุกคน ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ พี่พิชัย เลิศเพิ่มทรัพย์, พี่สยมภู เฮนะเกษตร และพี่ๆ (บริษัท เหล็กสยามยามาโตะ จำกัด) คุณนิวัติ หาญณรงค์ (บริษัท ไทยทาเคนาคา สากลก่อสร้าง จำกัด) ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล สละเวลาช่วยเหลือและแนะนำอย่างดียิ่ง

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา , มารดา , อาจารย์ผู้ประสิทธิประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยทุกท่าน , บุคคลต่างๆที่ได้ให้ความช่วยเหลือที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงทั้งหมด , และญาติพี่น้องในครอบครัวทุกคน ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนตลอดมา ซึ่งทำให้ผวิจัยสามารถฝันฝ่าต่อปัญหาและอุปสรรคต่างๆ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กฤติกา ประยูรหงษ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ญ
สารบัญแผนภูมิ.....ฏ
สารบัญรูปภาพ.....ฏ

บทที่

1. บทนำ.....1
    1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
    2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....4
    3. สมมุติฐานของการวิจัย.....4
    4. ขอบเขตของการวิจัย.....4
    5. ข้อตกลงเบื้องต้น.....5
    6. คำจำกัดความของการวิจัย.....6
    7. ข้อจำกัดของการวิจัย.....7
    8. วิธีดำเนินการวิจัย.....7
    9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....9
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....10
    1. การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม.....10
    2. การนำเหล็กมาใช้เหล็กในงานสถาปัตยกรรม.....10
    3. ข้อดี-ข้อเสีย ของการใช้เหล็กในการก่อสร้างอาคาร.....11
    4. เหล็กรูปพรรณประเภทต่างๆ ในประเทศไทย.....12
    5. วิธีการยึดต่อโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ.....14
    6. ระบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ.....16
    7. การทำรอยต่อโครงสร้างเหล็ก (ระบบเสา-คาน).....20
    8. การป้องกันไฟโครงสร้างเหล็ก.....27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3.	วิธีดำเนินการวิจัย	30
	1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	30
	2. การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	31
	3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	32
	4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	32
	5. การวิเคราะห์ข้อมูล	33
	6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	34
4.	รายละเอียดของโครงการ	36
	1. รายละเอียดของโครงการที่ทำการศึกษา	36
	2. รายละเอียดรูปแบบของอาคาร	39
	3. รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคาร	41
	4. ลักษณะการดำเนินงานและการก่อสร้างโครงการ	42
	5. ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง	43
	6. แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง	80
	7. เทคนิคงานตัดและเชื่อมชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็ก	91
	8. ราคาค่าก่อสร้างโครงการ	96
	9. ระยะเวลาในการก่อสร้างโครงการ	101
	10. ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคาร	105
	11. รายละเอียดของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ได้จากการจำลองอาคารโครงการเดียวกัน (โครงการยูเซ็นเตอร์) ขึ้นมา	115
5.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	123
	1. การวิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง	123
	2. การวิเคราะห์ด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคาร	131
	3. การวิเคราะห์แรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง	145
	4. การวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้างโครงการ	149
	5. การวิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้างโครงการ	153
	6. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง	155

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ....160
1. การสรุปผลการวิจัย....160
2. ข้อเสนอแนะ....165
รายการอ้างอิง....170
ภาคผนวก....172
ประวัติผู้เขียน....191

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงข้อดี – ข้อเสีย ในการใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้าง	11
2-2	แสดงข้อได้เปรียบ-เสียเปรียบของการทำรอย	15
4-1	แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคารยูเซ็นเตอร์	41
4-2	แสดงรายละเอียดการก่อสร้างของ เสาเหล็กรูปพรรณ และแผ่นเหล็กประกับหัวเสา	46
4-3	แสดงรายละเอียดการก่อสร้างของคานเหล็กรูปพรรณ	47
4-4	แสดงบุคลากรที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร โครงการยูเซ็นเตอร์	80
4-5	แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร โครงการยูเซ็นเตอร์	83
4-6	แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมด้วยไฟฟ้า และการเชื่อมด้วยแก๊ส	84
4-7	แสดงชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์	95
4-8	ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างเสาเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร	97
4-9	ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างคานเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร	98
4-10	ค่าใช้จ่ายในส่วนของงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างเสา-คานเหล็กรูปพรรณ	99
4-11	แสดงราคารวมค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของโครงการยูเซ็นเตอร์	100
4-12	แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ (โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ)	101
4-13	แสดงภาพบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างโครงการยูเซ็นเตอร์	102
4-14	แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่จำลองขึ้นมา	116
4-15	ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กจากแผนงานการก่อสร้างเดิม	119
4-16	ค่าใช้จ่ายในส่วนของโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กจากแผนงานการก่อสร้างเดิม	120
4-17	แสดงราคารวมค่าก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	121
4-18	แสดงการประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์ (โครงสร้างค.ส.ล.)	122
5-1	แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนและการก่อสร้างอาคารระหว่างโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ	126
5-2	แสดงการเปรียบเทียบด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคาร	144
5-3	แสดงการเปรียบเทียบราคารวมค่าก่อสร้างของโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ	149
5-4	แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารของโครงสร้างทั้ง 2 ระบบ	154
5-5	สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ และแนวทางแก้ไข	155

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
3-1	แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	35
4-1	แสดงผังการบริหารงานโครงการของโครงการยูเซ็นเตอร์	42
4-2	การแบ่งประเภทของช่างเชื่อมภายในโครงการ	81
4-3	แสดงกระบวนการพัฒนาฝีมือแรงงานเชื่อม	81
5-1	แสดงขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ	124
5-2	แสดงขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	125
5-3	สรุปขั้นตอนการทำงานโครงสร้างเหล็กของโครงการยูเซ็นเตอร์	129
5-4	เปรียบเทียบราคารวมของค่าก่อสร้างอาคารทั้ง 2 ระบบ	149
5-5	เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแยกตามหมวดงานของการก่อสร้างอาคารโครงเหล็ก	151
5-6	เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างของการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างค.ส.ล	151
6-1	แสดงขั้นตอนการผลิตเหล็กรูปพรรณตลอดจนการขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง	166

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ **หน้า**

2-1 ตัวอย่างเหล็กรูปพรรณรีดร้อน แบ่งตามมาตรฐานอเมริกัน.....13
2-2 ตัวอย่างเหล็กรูปพรรณรีดเย็น หรือที่เรียกกันตามท้องตลาดว่า "เหล็กไลท์เกจ".....13
2-3 ตัวอย่างเหล็กรูปพรรณที่ได้จากวิธีเชื่อมประกอบ.....14
2-4 โครงสร้างเหล็กรูปพรรณระบบเสา และคาน การออกแบบอาคารโดยใช้ตารางพิกัดโครงสร้าง..... 18
2-5 วิธีการต่อเสาเหล็ก กับฐานราก.....21
2-6 รอยต่อเสาเหล็กกับตอม่อค.ส.ล. แบบใช้แผ่นเหล็กยึดกับฐานราก.....21
2-7 รอยต่อเสาเหล็กกับตอม่อค.ส.ล แบบใช้แผ่นเหล็กยึดกับฐานรากโดยเพิ่มแผ่นเหล็กเสริมความแข็งแรง..... 21
2-8 รอยต่อเสา-คานเหล็ก แบบรับโมเมนต์.....23
2-9 รอยต่อเสา-คานเหล็ก แบบรับแรงเฉือน.....23
2-10 รอยต่อเสา-คานเหล็ก แบบกึ่งยึดแน่น.....23
2-11 การต่อเสา และการลดขนาดเสา..... 24
2-12 รอยต่อระหว่างคาน กับ คาน.....25
2-13 ตัวอย่างรอยต่อโครงหลังคาเหล็ก (Roof joist) กับคานเหล็ก.....26
2-14 แสดงวิธีการป้องกันไฟโครงสร้างเหล็กแบบต่างๆ.....28
2-15 อัตราการทนไฟของผนัง.....28
4-1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการ ยูเซ็นเตอร์ (Not to scale).....36
4-2 แสดงอาคารพาณิชย์เดิม บริเวณสถานที่ก่อสร้าง โครงการยูเซ็นเตอร์.....37
4-3 โครงสร้างเสา-คานคอนกรีตเสริมเหล็กเดิมของอาคาร ไม่สามารถนำมาใช้เป็นโครงสร้างอาคารใหม่ได้..... 38
4-4 การทดสอบการรับน้ำหนักของฐานรากอาคารพาณิชย์เดิม.....38
4-5 ทัศนียภาพภายนอกอาคารยูเซ็นเตอร์ ที่ใช้การก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ.....39
4-6 การแบ่งอาคารภายในโครงการออกเป็น Zone A. , Zone B. , Zone C. 39
4-7 ผังพื้นชั้น 1 ของอาคารยูเซ็นเตอร์.....40
4-8 ผังพื้นชั้น 2 ของอาคารยูเซ็นเตอร์.....40
4-9 ผังพื้นชั้น 3 ของอาคารยูเซ็นเตอร์.....40
4-10 การเตรียมลานกองชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กเพื่อสะดวกในการนำมาใช้งาน.....43
4-11 เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.30 x 0.30 ยาว 12 เมตร 44
4-12 การทำฐานรากสำหรับอาคารใหม่ใน Zone B. 44
4-13 การสกัดคานคอดินเหนือฐานรากเพื่อทำแผ่นเหล็กประกับหัวเสายึดกับตอม่อ ค.ส.ล. 45
4-14 คานคอดินที่ต้องทำการผูกเหล็กและหล่อขึ้นมาใหม่ ใน Zone B. 45
4-15 แสดงภาพลักษณะเฟรมโครงสร้าง 1 เฟรมที่เชื่อมประกอบบนพื้นดิน ก่อนยกขึ้นไปติดตั้งบนตอม่อค.ส.ล..... 49
4-16 การเชื่อมประกอบชิ้นส่วนหลักๆของโครงสร้างเป็นเฟรมที่พื้นดินก่อนยกขึ้นไปติดตั้ง.....49
4-17 การใช้ ค้ำยันช่วยยึดเฟรมโครงสร้างทั้งสองด้านเพื่อทำการเชื่อมบริเวณฐานเสาให้แข็งแรง..... 50

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ **หน้า**

4-18 การใช้ Mobile Crane ยกชิ้นส่วนที่เชื่อมประกอบไว้แล้วยกขึ้นติดตั้งตามแนวเสาด้านขวางของอาคาร..... 51

4-19 แสดงเฟรมโครงสร้างเหล็กที่ยึดติดกับแผ่นเหล็กประกับหัวเสา ที่มีช่วงกว้างเสา 3.50 x 3.50 เมตร.....51

4-20 รอยต่อระหว่างเสาเหล็กรูปพรรณกับตอม่อค.ส.ล. 51

4-21 แสดง Bracing ระหว่างโครงสร้างเพื่อรับแรงด้านข้างที่กระทำกับอาคาร.....52

4-22 เสาเหล็กรูปพรรณ 2 แบบคือ เสาเหล็กหน้าตัด Square และ เสาเหล็กตัว C ประกอบ.....52

4-23 แสดงรายละเอียดการก่อสร้างในส่วนเหล็ก Plate หัวเสาเหล็กรูปพรรณหล่อคอนกรีต..... 54

4-24 การเจาะรูที่ตัวโครงสร้างเสาเหล็ก เพื่อไล่อากาศภายในเสาเหล็กรูปพรรณก่อนเทคอนกรีต..... 54

4-25 การเทคอนกรีตกรอกลงภายในเสาเหล็กรูปพรรณจากยอดบนสุด เพื่อความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร..... 54

4-26 ภาพแรก แสดงการตีไม้แบบปิดช่องว่างระหว่างเสาเหล็กประกอบเพื่อทำการหล่อคอนกรีต..... 55

ภาพหลัง แสดงคอนกรีตที่อยู่ภายในเสาเหล็กประกอบที่ถอดไม้แบบออกแล้ว.....55

4-27 การติดตั้งโครงสร้างหลังคา และงาน Steel Plate ยอดหัวเสาเหล็ก.....55

4-28 กองวัสดุพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงชนิดท้องเรียบก่อนยกขึ้นติดตั้ง.....56

4-29 แสดงการใช้ Mobile Crane ยกพื้นสำเร็จรูปครั้งละ 4 แผ่น ขึ้นวางบนคานเหล็กรูปพรรณ..... 56

4-30 การวางเหล็กตะแกรงก่อนการเทคอนกรีตทับหน้าพื้นสำเร็จรูป.....56

4-31 แสดงงานโครงสร้างพื้นห้องน้ำในส่วนห้องพักชั้น 2 และชั้น 3 57

4-32 โครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้าใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป วางเหล็กตะแกรง และเทคอนกรีตทับหน้า..... 57

4-33 แสดงงานโครงสร้างพื้นห้องน้ำในส่วนห้องพักชั้น 2 และชั้น 3.....58

4-34 แสดงการใช้สเปรย์น้ำยา CLEANNER / RENOVATION ในการทำความสะอาด.....60

4-35 ปฏิกริยาเคมีเมื่อพ่นสเปรย์น้ำยา DEVELOPER ลงไปในขั้นตอนสุดท้ายของการตรวจสอบรอยเชื่อม.....60

4-36 สเปรย์น้ำยา DEVELOPER เข้าไปทำปฏิกริยาเคมีกับน้ำยาสเปรย์น้ำยา PENETRANT.....60

4-37 แสดงภาพตัวอย่างขั้นตอนการก่อสร้างบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กด้านข้างอาคาร Zone B.....61

4-38 แสดงภาพขั้นตอนการจี้คอนกรีตเพื่อไล่อากาศในเนื้อคอนกรีตในงานบันไดค.ส.ล. 62

4-39 ขั้นตอนการผูกเหล็กเสริมท้องบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก ทางขึ้นอาคาร Zone B.....62

4-40 ภาพแสดงขั้นตอนการก่อสร้างบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กบริเวณอาคาร Zone B.....62

4-41 บันไดเหล็กรูปพรรณขึ้นชั้นบ่อกักเก็บน้ำและดาดฟ้าอาคารเหนือ Zone B.....63

4-42 ภาพเหล็กโครงสร้างที่ใช้ทำโครงหลังคาจั่วบริเวณส่วนห้องพัก.....64

4-43 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างโครงถักเหล็กของหลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร..... 64

4-44 ภาพแสดงตัวอย่างขั้นตอนการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาทางเดินระหว่างอาคาร..... 65

4-45 ภาพแสดงรายละเอียดในส่วนรอยต่อในส่วนโครงถักเหล็กกับเสาเหล็กหล่อคอนกรีต.....65

4-46 แสดงรายละเอียดในการก่อสร้างของรอยต่อโครงหลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร.....66

4-47 ภาพคนงานกำลังติดตั้งโครงถักเหล็กของหลังคาโค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร..... 66

4-48 Space Frame เหล็กของโครงหลังคาโถงบันไดอาคาร Zone B.....67

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ **หน้า**

4-49 แสดงรอยต่อของ Space Frame เหล็กของโครงหลังคาโถงบันไดอาคาร Zone B.....67

4-50 หลังคาแผ่นเหล็กรีดลอนเป็นวัสดุมุงของโครงสร้างหลังคาจั่วในส่วนหอพัก..... 68

4-51 ภาพซ้าย – หลังคาโพลีคาร์โบเนตบริเวณ Truss โค้งคลุมทางเดินระหว่างอาคาร..... 68

ภาพขวา – หลังคาโพลีคาร์โบเนตโถงบันไดกลางอาคาร Zone B.....68

4-52 สารเคมีซีเมนต์เบาที่ใช้ในงานพ่นป้องกันไฟโครงสร้าง.....69

4-53 เครื่องผสมซีเมนต์เบาที่ใช้ปั่นสาร MII ให้เข้ากันโดยมีน้ำเปล่าเป็นตัวผสม..... 71

4-54 คนงานกำลังใช้แปรงทาสาร MII ให้ทั่วโครงสร้างเหล็กที่ต้องการ ก่อนงานพ่นสาร CP2..... 71

4-55 คนงานกำลังเทสาร CP2 ลงเครื่องผสมในสัดส่วน สาร 1 ถุง ต่อ น้ำเปล่า 20-23 กก. 71

4-56 ภาพตัวอย่างขั้นตอนการพ่นสารกันไฟ CP2 ไปบนโครงสร้างเหล็กที่ทาสาร MII ไว้แล้ว.....72

4-57 (ภาพซ้าย) การใช้ลวดกรงไก่พันรอบเสาเหล็กหล่อคอนกรีตที่พ่นสารกันไฟ CP2 แล้ว.....72

(ภาพขวา) การฉาบคอนกรีตทับรอบเสาอีกที และตกแต่งให้เรียบ.....72

4-58 คนงานกำลังสกัดอิฐมวลเบาในงานก่อผนังอาคาร.....73

4-59 ตัวอย่างการใช้อิฐมวลเบาในการก่อผนังอาคาร.....74

4-60 ลวดเหล็กกลมเชื่อมกับเสาเหล็ก ใช้เป็นหนวดกุ้งสำหรับยึดผนังอิฐมวลเบา..... 74

4-61 การใช้อิฐแดงชนิดกลวงและอิฐมอญ มาใช้แทนอิฐมวลเบาในงานผนังอาคาร..... 74

4-62 การติดตั้งงานผนังภายในที่ใช้โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีเป็นโครงสร้างผนัง.....75

4-63 ผนังภายในอาคารส่วนหอพักที่บุด้วยยิปซั่มบอร์ดฉาบเรียบ.....75

4-64 งานติดเหล็กยึดโครงคร่าว T-BAR.....76

4-65 โครงคร่าว T-BAR สำหรับวางฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด.....76

4-66 ตัวอย่างขั้นตอนการติดตั้งงานประตู หน้าต่าง.....77

4-67 ติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารเมื่อเสร็จงานโครงสร้าง.....78

4-68 บ่อน้ำเสีย และบ่อเก็บน้ำใต้ดิน นำมาฝังลงดินและเดินท่องานระบบสุขาภิบาล.....78

4-69 คนงานกำลังเชื่อมท่อดับเพลิงสำหรับงานระบบป้องกันอัคคีภัย.....79

4-70 ภาพซ้าย – งานวางท่อและอุปกรณ์ปั๊มน้ำในงานระบบประปา.....79

ภาพขวา – งานเดินท่อประปาและท่อดับเพลิงภายในอาคาร.....79

4-71 งานระบบปรับอากาศจะเป็นแบบแยกเป็นห้องๆ หรือที่เรียกว่าระบบ Splite Type.....79

4-72 แรงงานเชื่อมที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์.....82

4-73 ช่างฝีมืองานเชื่อม ที่ทำการเชื่อมต่อโครงสร้างในส่วนที่สำคัญและต้องการคุณภาพสูง.....82

4-74 ช่างเทคนิคเฉพาะทางจากผู้ประกอบการโครงสร้างเหล็ก.....82

4-75 แสดงอุปกรณ์ และหลักการในการตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊ส.....84

4-76 เครื่องเชื่อมขนาด 300 แอมแปร์ ชนิดแรงดันคงที่แบบปรับกระแสไฟฟ้าได้.....85

4-77 ตัวอย่างอุปกรณ์หัวจับลวดเชื่อม, ลวดเชื่อม และสายเชื่อม.....85

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ **หน้า**

4-78 ตัวอย่างอุปกรณ์หน้ากากเชื่อมชนิดแบบสวมหัว....86
4-79 ตัวอย่างอุปกรณ์ลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดมีฟลักซ์หุ้ม....87
4-80 รูปตัดแสดงกระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดมีฟลักซ์หุ้ม....87
4-81 แสดงอุปกรณ์ที่สำคัญ และหลักการของการตัดชิ้นส่วนด้วยแก๊ส....88
4-82 ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในงานตัดด้วยแก๊ส....89
4-83 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์หัวตัดแก๊ส....90
4-84 ภาพตัวอย่างเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้างเหล็ก....90
4-85 เทคนิคในการตัดเหล็กโครงสร้างด้วยหัวตัดแก๊ส....91
4-86 การใช้หัวตัดแก๊สในการตัดชิ้นส่วนคานเหล็กรูปพรรณ....92
4-87 หัวตัดแก๊สสามารถใช้ตัดเหล็กที่มีความหนามากๆอย่างคานเหล็ก WF ได้....92
4-88 การตัดท่อเหล็กสำหรับงานระบบป้องกันอัคคีภัยด้วยหัวตัดแก๊ส....92
4-89 การเริ่มปฏิบัติงานเชื่อมด้วยวิธีการแตะ....93
4-90 แสดงการเปรียบเทียบรอยเชื่อมที่ใช้กระแสไฟที่แตกต่างกัน....94
4-91 คนงานเชื่อมกำลังตรวจเช็คเพื่อแก้ไขปัญหารอยเชื่อมไม่ได้มาตรฐาน....105
4-92 ปัญหาแนวเสาของอาคารส่วนหน้าและส่วนหลังเหลื่อมกัน....106
4-93 ปัญหาการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กไม่ได้ระดับ....107
4-94 ปัญหาการก่อกำแพงอิฐในส่วน Bracing ทำได้ลำบาก และผนังบางส่วนมีการทรุดตัว....108
4-95 ปัญหาการหล่อคอนกรีตตอม่อค.ส.ล. บริเวณใต้แผ่นเหล็กรองรับโครงสร้างเสา....109
4-96 ปัญหาสารพ่นกันไฟติดโครงคร่าว ทำให้การติดตั้งผนังยิปซั่มบอร์ดทำได้ลำบาก....110
4-97 ปัญหาเวลามีวัสดุเข้าหน่วยงาน รถเครนไม่สามารถทำงานติดตั้งโครงเหล็กรูปพรรณได้....111
4-98 ปัญหาการขาดวัสดุอิฐมวลเบา จึงต้องใช้อิฐแดงชนิดกลวงทดแทน....112
4-99 ปัญหาในการควบคุมดูแลผู้รับเหมาย่อยของแต่ละZone....113
4-100 ภาพตัวอย่างแบบก่อสร้างโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในแผนงานก่อสร้างเดิม....117
4-101 ภาพตัวอย่างแบบก่อสร้างโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในแผนงานก่อสร้างเดิม....117
4-102 ตัวอย่างรูปตัดอาคารในแบบก่อสร้างโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในแผนงานก่อสร้างเดิม....118
5-1 รูปตัดตามขวางแสดงชิ้นส่วนโครงสร้างหลักของอาคารยูเซ็นเตอร์และการกระจายโมเมนต์ดัด....131
5-2 รอยต่อฐานเสาและการกระจายโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง....132
5-3 รอยต่อคานยึดกับเสาและวิธีการก่อสร้าง (เสาเหล็กเหล็กหน้าตัด Square)....133
5-4 ภาพรอยต่อคานยึดกับเสาและวิธีการก่อสร้าง (เสาเหล็กตัว C ประกอบ)....134
5-5 ลานกองวัสดุ ที่ใช้กองวัสดุและชิ้นส่วนโครงสร้างที่ประกอบแล้ว....135
5-6 ตัวอย่างภาพความจำเป็นต้องใช้พื้นที่กองวัสดุและชิ้นงาน ของงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก....135
5-7 แสดงการติดตั้งเฟรมโครงสร้างเหล็กด้วย Mobile Crane....136

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ **หน้า**

5-8 รูปตัดแสดงการทำรอยต่อของคานเหล็กกับเสาเหล็กหน้าตัด Square ด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า.....136

5-9 โครงสร้างส่วนหัวเสาเหล็กรูปพรรณที่ทำการเทคอนกรีตกรอกลงไปแล้ว.....137

5-10 ซ้าย - แบบรายละเอียดเสาเหล็กรูปพรรณหน้าตัด Square ภายในหล่อคอนกรีต 137

ขวา - ตัวอย่างภาพการผสมระหว่างโครงสร้างเหล็กกับงานคอนกรีต.....137

5-11 คานเหล็กส่วนที่มีการต่อขนาดความยาวออกไป เพื่อให้พอดีกับช่วงเสา.....138

5-12 รายละเอียดวิธีการต่อคานเหล็กรูปพรรณ และตัวอย่างภาพงานโครงสร้างที่มีการต่อความยาว.....138

5-13 หนวดกุ้งที่ใช้ยึดผนังคอนกรีตมวลเบา.....139

5-14 ตัวอย่างภาพงานก่อผนังอิฐมวลเบาของการก่อสร้างอาคารโครงการยูเซ็นเตอร์.....139

5-15 แสดงการติดตั้งโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีสำหรับผนังภายใน.....140

5-16 ตัวอย่างงานผนังภายในที่เป็นโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีบุผนังยิปซั่มบอร์ด.....140

5-17 การใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปในส่วนห้องน้ำหอพัก.....141

5-18 รายละเอียดการก่อสร้างในส่วนโครงสร้างพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคาร.....141

5-19 การพ่นสเปรย์น้ำยาเพื่อทดสอบคุณภาพของรอยต่อโครงสร้าง.....142

5-20 ตัวอย่างภาพปฏิกริยาทางเคมีในการทดสอบรอยเชื่อมของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ.....142

5-21 การใช้สารพ่นหุ้มกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็ก.....143

5-22 ตัวอย่างการทำงานพ่นสารป้องกันไฟโครงสร้างเหล็ก.....143

6-1 รอยต่อเสาเหล็กกับตอม่อค.ส.ล. (Moment Connection) 167

6-2 รอยต่อเสาเหล็กกับคานเหล็ก (Moment Connection) 167

6-3 รอยต่อเสาเหล็กกับคานเหล็ก (Shear Connection) 168

6-4 การต่อเสาเหล็ก (Moment Connection) 168

6-5 การต่อคานเหล็ก (Moment Connection) 168

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย