การศึกษาทางเลือกในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในงานก่อสร้างอาคาร

นาย สมบูรณ์ วีรปกรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-53-1204-5
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I21943230

A STUDY ON ALTERNATIVES IN MAKING TIE COLUMNS AND LINTEL BEAMS IN BUILDING CONSTRUCTION

Mr.Somboon Weerapakorn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2004
ISBN 974-53-1204-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาทางเลือกในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในงานก่อสร้างอาคาร
โดย	นายสมบูรณ์ วีรปกรณ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมบูรณ์ วีรปกรณ์ : การศึกษาทางเลือกในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในงานก่อสร้างอาคาร (A STUDY ON ALTERNATIVES IN MAKING TIE COLUMNS AND LINTEL BEAMS IN BUILDING CONSTRUCTION) , อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์. ดร.ธนิต ธงทอง , 182 หน้า. ISBN 974-53-1204-5

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงและลดปัญหาที่เกิดจากการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในงานก่อสร้างอาคาร ในปัจจุบันการหล่อเสาเอ็นและคานทับหลังคอนกรีตเสริมเหล็กในผนังก่ออิฐ จะมีปัญหาทั้งในด้านขั้นตอนการทำงาน ด้านคุณภาพของงาน ความเสียหายของวัสดุ ซึ่งส่งผลต่อเวลาและค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียเพิ่มมากขึ้น โดยในงานวิจัยจะทำการสำรวจปัญหาที่เกิดกับการทำเสาเอ็นและคานทับหลังจากหน่วยงานก่อสร้างจำนวน 7 โครงการและการทำแบบสอบถามกับผู้ควบคุมงานที่ดูแลงานเสาเอ็นและคานทับหลังจำนวน 32 โครงการ ทำให้พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากการขาดการควบคุมคุณภาพการทำงานที่ดี ทำให้เกิดปัญหาต่างๆเช่น ปัญหาคอนกรีตเป็นโพรง ล้มเอียง ปัญหาคานทับหลังที่แอ่นตัว ปัญหาการควบคุมอัตราส่วนผสมของคอนกรีต ปัญหาความเสียหายของวัสดุได้แก่ เศษคอนกรีตที่ร่วงหล่น ความเสียหายจากการกองวัสดุเช่นปูนซีเมนต์ หิน ทราย ปัญหาการขาดการวางแผนและการดูแลการใช้ไม้แบบ ปัญหาเรื่องอายุของคอนกรีต ปัญหาการก่อสร้างผนังก่ออิฐบนอาคารสูงหรือใกล้ทะเลซึ่งมีลมแรง ทำให้ผนังก่ออิฐล้มก่อนที่จะหล่อเสาเอ็น เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยได้นำเสนอวิธีการหล่อสำเร็จรูปและการใช้เหล็กรูปพรรณหน้าตัดท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 50x50x1.6 ม.ม. มาใช้แทนการหล่อในที่ เพื่อลดปัญหาต่างๆที่เกิดจากการหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง โดยการวิจัยจะนำเสนอขั้นตอนในการก่อสร้าง ศึกษาความแข็งแรงของแต่ละวิธีการโดยการทำรายการคำนวณและการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักจากห้องปฏิบัติการ และเก็บข้อมูลของค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้ในแต่ละวิธี

จากการเก็บข้อมูลและนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ พบว่าการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสสามารถทำหน้าที่ของเสาเอ็นและคานทับหลังได้ เมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการรับน้ำหนักจะมีค่ามากกว่าการหล่อในที่เท่ากับ 20.9 กิโลกรัมต่อเมตร และมีอัตราการติดตั้งสูงกว่าเท่ากับ 46.45 เมตรต่อวัน แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายของค่าวัสดุและค่าแรงงานจะมากกว่าการเทหล่อในที่เท่ากับ 29 บาทต่อเมตร ซึ่งจากงานวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้น สามารถลดปัญหาของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังได้เนื่องจากสามารถควบคุมคุณภาพการทำงานและการใช้วัสดุได้ง่ายกว่า มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของราคาวัสดุที่สูงกว่าและปัญหาของสนิมเหล็กในขณะที่การหล่อสำเร็จรูปจะมีความไม่สะดวกในขั้นตอนของการยกประกอบติดตั้ง เนื่องจากมีน้ำหนักที่มากและแตกหักง่าย ในงานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้ศึกษาวิธีการอื่นสำหรับปรับปรุงการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.ได้ด้วย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต.....สมบูรณ์ วีรปกรณ์.....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2547

4570579121 : MAJOR CONSTRUCTION MANAGEMENT

KEY WORD : LINTEL BEAMS / PRECAST METHOD / SQUARE TUBE / TIE COLUMNS

SOMBOON WEERAPAKORN : A STUDY ON ALTERNATIVES IN MAKING TIE COLUMNS AND LINTEL BEAMS IN BUILDING CONSTRUCTION.

THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. TANIT TONGTHONG, Ph.D., 182 pp. ISBN 974-53-1204-5

This research presents the study on the improvement of making ties columns and lintel beams in building construction. At present, difficulty in quality control is regarded a major concern in the construction of tie columns and lintel beams in masonry wall building. Other problems include delay in construction and high cost. The research explores problems in making ties columns and lintel beams in seven construction sites. Besides, according to the questionnaires answered by supervisors of ties columns and lintel beams construction in 32 sites, it is found that most difficulties derived from the lack of effective quality control, leading to several consequent problems such as cavity in concrete and the bending of lintel beams. The problems also include the ineffective control of mixed ratio of concrete, material damage as in damage caused by concrete fraction, damage from pile of materials such as cement, sand and stone, the lack of plan and control in formwork usage. The other problems found on the exploration is that the problem from masonry wall construction on the high rise building which the masonry wall will collapse before casting tie column due to the wind. The research presents the use of precast concrete and square tubes 50x50x1.6-mm. steel in replacement of cast- in-place concrete. This procedure is intended to lessen problems caused by traditional ties columns and lintel beams. The research presents the construction process by studying the advantages of each procedure. The study also investigates the load test and field installation cost and time .

According to analytic comparison of collected information, square tubes can be used in place of ties columns and lintel beams. The load capacity of square tubes is 20.9 kilograms per metre more than that of casting in place. Also, its installation rate is higher at 46.45 metres per day. It can be concluded from the research that the use of square tubes can lessen problems caused by ties columns and lintel beams because the quality control for installation and materials can be done more easily. However, there is a limitation from its higher price. The research can also be used as a guideline to the study on other procedures for the improvement of ties columns and lintel beams.

Department Civil Engineering Student's signature สมบูรณ์ วีระพรณ์

Field of study Civil Engineering Advisor's signature .....

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่ท่านได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่างๆ ต่อผู้วิจัย ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้นำคำแนะนำเหล่านั้นมาปรับปรุงให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ อาจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว และอาจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ ซึ่งได้กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดย สมบูรณ์ และคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ บริษัท เวสท์คอน จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บข้อมูล และให้การสนับสนุนข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณ คุณวิโรจน์ เกียรติยศเจริญ คุณเมธี ดูหธนเสถียร คุณทรงชัย บุญญพิชญกิจ คุณณรงค์ฤทธิ์ ทองนุ่น และคุณสมบูรณ์ เซี่ยงฉิน ที่ได้ให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้ใกล้ชิดทุกท่านที่ได้ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจ และให้การดูแลเอาใจใส่กับผู้วิจัยในทุกๆด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย 5

บทที่ 2 ทบทวนผลงานที่ผ่านมา
2.1 ความหมายและหน้าที่ของเสาเอ็นและคานทับหลังในงานก่ออิฐผนัง 6
2.2 ความสำคัญและชนิดของเสาเอ็นและทับหลังในงานก่อสร้าง..... 7
2.3 การก่ออิฐผนังโดยไม่ใช้การหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. 15
2.4 ข้อกำหนดหรือรายการประกอบแบบของงานผนังก่ออิฐในประเทศไทย..... 18
2.5 ข้อกำหนดหรือรายการประกอบแบบของงานผนังก่ออิฐจากต่างประเทศ..... 20
2.6 สรุป 21

บทที่ 3 การสำรวจและเก็บข้อมูลการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. ในปัจจุบัน
3.1 การสำรวจสภาพการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. ในปัจจุบัน 23
3.2 หน้าที่และความสำคัญของเสาเอ็นและคานทับหลังในผนังก่ออิฐ 27
3.3 ปัญหาที่พบจากการสำรวจในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในปัจจุบัน..... 28
3.4 การสำรวจการใช้เสาเอ็นและคานทับหลังในปัจจุบัน 50
3.5 การพิจารณาเลือกหน้าตัดเหล็กรูปพรรณสำหรับการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 53
3.6 สรุป 58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 4 การเก็บข้อมูลของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.หล่อในที่
4.1 ขั้นตอนการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.หล่อในที่ 59
4.2 ขั้นตอนการทำเสาเอ็นข้างวงกบประตูและหน้าต่าง 69
4.3 การเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 73
ค.ส.ล.หล่อในที่
4.4 การพิจารณาความสามารถในการรับน้ำหนัก และค่าการแอ่นตัว 77
ของคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อในที่
4.5 การพิจารณาความสัมพันธ์ของความยาวคานทับหลัง ค.ส.ล. 86
กับความสูงของผนังก่ออิฐ
4.6 สรุป 94

บทที่ 5 การเก็บข้อมูลของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อสำเร็จรูป
5.1 ขั้นตอนการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป 95
5.2 การเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 105
ค.ส.ล.หล่อสำเร็จรูป
5.3 การคำนวณความสามารถในการรับแรงของคานทับหลัง 107
ค.ส.ล. สำเร็จรูป
5.4 สรุป 111

บทที่ 6 การเก็บข้อมูลของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส
6.1 ขั้นตอนการทำเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ..... 112
6.2 การเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 126
ท่อเหล็กกลวงฯ
6.3 การพิจารณาความสามารถในการรับน้ำหนักและค่าการแอ่นตัว 131
ของคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส
6.4 การพิจารณาความสัมพันธ์ของความยาวคานทับหลังท่อเหล็กกลวง 136
กับความสูงของผนังก่ออิฐ
6.5 สรุป 146

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 7 การวิเคราะห์ผล

7.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ..... 147

7.2 การเปรียบเทียบการลดปัญหาด้วยการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 153

7.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ใช้ของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 154
ในรูปแบบต่างๆ

7.4 การเปรียบเทียบอัตราการทำงานของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 157
ในรูปแบบต่างๆ

7.4 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 157
ในรูปแบบต่างๆ

7.5 สรุป 161

บทที่ 8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการวิจัย..... 162

8.2 ข้อเสนอแนะ..... 164

รายการอ้างอิง 165

ภาคผนวก 167

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 182

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงขนาดของคานทับหลังสำเร็จรูปยี่ห้อ Q-CON ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ..... (ข้อมูลจากคู่มือการใช้งานคอนกรีตมวลเบา Q-CON BLOCK)	18
3.1	แสดงหน้าที่และความสำคัญของเสาเอ็นและคานทับหลังในผนังก่ออิฐ.....	27
3.2	แสดงปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนของการทำงาน	29
3.3	แสดงปัญหาที่เกิดจากการควบคุมคุณภาพการทำงาน	30
3.4	ตารางแสดงความถี่ของปัญหาด้านการควบคุมคุณภาพของการทำเสาเอ็น ..... และคานทับหลัง ค.ส.ล.	32
3.5	แสดงปัญหาที่เกิดจากการควบคุมการใช้วัสดุ	43
3.6	ตารางแสดงความถี่ของปัญหาจากขั้นตอนการทำงานและด้านการใช้วัสดุ ..... ของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.	44
3.7	ตารางสรุปผลการเก็บข้อมูลเหตุผลในการไม่ใช้วัสดุอื่นแทนการหล่อเสาเอ็น ..... และคานทับหลัง ค.ส.ล.	51
3.8	แสดงการพิจารณาคุณสมบัติของเหล็กรูปพรรณในหน้าตัดต่างๆ	57
4.1	แสดงราคาวัสดุที่ต้องใช้ในงานหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อในที่	74
4.2	แสดงผลการเก็บข้อมูลระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของการทำเสาเอ็นและ ..... คานทับหลัง ค.ส.ล.หล่อในที่ ขนาด 0.10x 0.10 ม. ความยาว 40 เมตร	75
4.3	ตารางสรุปค่าใช้จ่ายของการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. ..... ความยาว 40 เมตร	76
4.4	แสดงค่า Moment และ ∅ ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม EXCEL	80
4.5	ตารางสรุปผลการทดสอบการรับน้ำหนักและค่าการแอ่นตัว (Deflection) ..... ของคานทับหลังท่อ ค.ส.ล.	84
4.6	แสดงความสัมพันธ์ของความสูงและความยาวของผนังโดยไม่ต้องมีเสาเอ็น ..... และคานทับหลัง ค.ส.ล.	93
5.1	แสดงผลการเก็บข้อมูลระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของการทำเสาเอ็นและ ..... คานทับหลัง ค.ส.ล.หล่อสำเร็จรูป ขนาด 0.10x 0.10 ม. ความยาว 10 เมตร	105

ตารางที่ หน้า

5.2 ตารางสรุปค่าใช้จ่ายของการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป 106
ความยาว 10 เมตร

5.3 แสดงความสัมพันธ์ของความสูงและความยาวของคานทับหลังค.ส.ล. สำเร็จรูป 110

6.1 แสดงราคาวัสดุที่ต้องใช้ในงานติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ 127

6.2 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายของการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ 128
ความยาว 360 เมตร

6.3 แสดงการเก็บข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลัง 130
ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

6.4 ตารางสรุปผลการทดสอบการรับน้ำหนักและค่าการแอ่นตัว (Deflection) 134
ของคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

6.5 แสดงความสัมพันธ์ของความสูงและความยาวของผนังโดยไม่ต้องมีเสาเอ็น 145
และคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

7.1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ 150

7.2 แสดงการแก้ไขปัญหาจากการใช้ท่อเหล็กกลวงฯ 153

7.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อความยาว 1 เมตรในการทำเสาเอ็น 155
และคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

7.4 แสดงการเก็บข้อมูลจากบัญชีราคาต่อหน่วยของงานเสาเอ็นและคานทับหลัง 156
ค.ส.ล. ขนาด 0.10x 0.10 เมตร จำนวน 16 โครงการ

7.5 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง 157
ต่อความยาว 1 เมตรในรูปแบบต่างๆ

7.6 เปรียบเทียบคุณลักษณะของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ 158

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงคานทับหลัง Brick Lintels	8
2.2	แสดงการเสริมเหล็กของคานทับหลังคอนกรีต	8
2.3	แสดงคานทับหลัง Stone Lintels	9
2.4	แสดงคานทับหลังเหล็กที่ใช้ในผนังก่ออิฐ	9
2.5	แสดง Bond Beam Lintels ซึ่งเป็นการก่ออิฐเสริมกำลัง	10
2.6	แสดงการทำคานทับหลังไม้ (Wood Lintels)	11
2.7	แสดงหน่วยแรงที่เกิดในคาน และตำแหน่งการเสริมเหล็ก	12
2.8	แสดงการตั้งแบบหล่อคานทับหลังคอนกรีตหล่อในที่	12
2.9	แสดงการหล่อเสาเอ็นและคานทับหลังแบบสำเร็จรูป	13
2.10	แสดงคานทับหลังอิฐเสริมกำลัง (Brick Lintels)	14
2.11	แสดงการใช้เหล็กรูปพรรณมาทำคานทับหลังโดยก่อหุ้มด้วยอิฐ	14
2.12	การก่อบล็อกด้วยบล็อกคานทับหลัง (Lintel Block)	15
2.13	(ก) รูปตัดแสดงการติดตั้งวงกบกับคอนกรีตบล็อกรูปตัวยู	16
	(ข) แปลนแสดงการก่อคอนกรีตบล็อกโดยไม่ต้องมีเสาเอ็น	
2.14	แสดงการหล่อเสาเอ็นโดยการใช้ U-Block แทนเสาเป็นระยะๆ	16
2.15	แสดงตำแหน่งติดตั้งของคานทับหลังสำเร็จรูป	17
2.16	แสดงการเสริมเหล็กเสาเอ็นและคานทับหลังโดยใช้คอนกรีตบล็อกเป็นแบบ	18
2.17	แสดงการกระจายน้ำหนักลงบนคานทับหลัง	20
3.1	แสดงตำแหน่งการเว้นระยะสำหรับการหล่อเสาเอ็น	23
3.2	แสดงการผูกเหล็กเสริมสำหรับเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.	24
3.3	แสดงเหล็กเสริมที่อยู่ในโครงสร้างเสาเอ็น ค.ส.ล.	24
3.4	แสดงการต่อเหล็กเสริมเข้ากับเหล็กที่เสียบเตรียมไว้ในโครงสร้างเสา	25
3.5	แสดงการเข้าแบบและการค้ำยันแบบก่อนการเทคอนกรีต	25
3.6	แสดงคอนกรีตที่ผสมสำหรับเทหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.	26
3.7	แสดงการเทคอนกรีตของคานทับหลัง ค.ส.ล. เหนือช่องประตู	26
3.8	แผนภูมิแสดงความถี่ของปัญหาในการควบคุมคุณภาพการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง	34
3.9	ปัญหาของการที่ไม่มีการควบคุมส่วนผสมคอนกรีตส่งผลต่อคุณภาพงาน	35

รูปที่ หน้า

3.10 แสดงคานทับหลัง ค.ส.ล. เป็นโพรง อันเนื่องมาจากการเทคอนกรีตไม่เต็มแบบ 36
3.11 แสดงคานทับหลัง ค.ส.ล. ในช่วงที่ยาวจะมีปัญหาของการแอ่นตัว 37
3.12 แสดงการติดตั้งค้ำยันคานทับหลัง ค.ส.ล. สำหรับช่องเปิดที่มีความยาวมาก 37
3.13 แสดงสภาพของคอนกรีตที่ไหลออกจากแบบในการเทหล่อของเสาเอ็น 38
และคานทับหลัง
3.14 แสดงการล้มเอียงของเสาเอ็น ค.ส.ล. อันเนื่องมาจากการเข้าแบบไม่ได้ดิ่ง 39
3.15 ความหนาของเสาเอ็นไม่สม่ำเสมอและไม่ได้ขนาดตามที่ระบุในข้อกำหนด 40
3.16 แสดงเหล็กเสริมของเสาเอ็นที่ปลายด้านบนไม่ได้ต่อยึดเข้ากับเหล็ก 40
ที่เสียบในโครงสร้าง
3.17 แสดงปัญหาเหล็กเสริมเสาเอ็นโผล่เนื่องจากการเทคอนกรีตไม่เต็มแบบ 41
3.18 แสดงตำแหน่งปลายของเสาเอ็นที่ต้องมาเก็บความเรียบร้อยในภายหลัง 41
3.19 แผนภูมิแสดงความถี่ของปัญหาจากขั้นตอนการทำงานและการควบคุมการใช้วัสดุ 45
3.20 แสดงการเตรียมไม้แบบก่อนเข้าแบบหล่อคอนกรีต 46
3.21 แสดงไม้แบบข้างริมนอกของอาคารที่ใช้ในการหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. 47
3.22 แสดงเสาเอ็นที่ถูกสกัดเพื่อฝังท่อของงานระบบ 48
3.23 แสดงคอนกรีตที่ร่วงหล่นอันเกิดจากการเทหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. 48
3.24 แสดงปัญหาการควบคุมการใช้และการกองเก็บวัสดุ 49
3.25 แสดงเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อทุบเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. 50
3.26 แผนภูมิแสดงร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่เลือกใช้วัสดุอื่นในการทำเสาเอ็นฯ 52
4.1 แสดงขั้นตอนการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อในที่ 61
4.2 แสดงการประกอบเหล็กลูกโซ่ของคานทับหลัง ค.ส.ล. บนผนังก่ออิฐ 63
4.3 แสดงขั้นตอนการผูกเหล็กเสาเอ็นและคานทับหลัง 64
4.4 แสดงขั้นตอนการเสริมเหล็กเข้าตำแหน่งที่ต้องหล่อเสาเอ็น ค.ส.ล. 64
4.5 แสดงตำแหน่งเหล็กที่ผูกเตรียมไว้ต่อทาบกับเหล็กที่ฝังในโครงสร้าง ค.ส.ล. 65
4.6 แสดงการเจาะเสียบเหล็กในอิฐที่ก่อไว้ ในตำแหน่งที่มีการหล่อ 65
เสาเอ็นและคานทับหลัง
4.7 แสดงขั้นตอนการเข้าแบบด้านข้างของเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. 66
4.8 แสดงการยึดแบบข้างของเสาเอ็นเข้ากับผนังก่ออิฐ 66

รูปที่ หน้า

4.9 แสดงการใช้เหล็กดัดเป็นตัว U รัดปากแบบของคานทับหลัง ค.ส.ล. 67

4.10 แสดงขั้นตอนการผสมคอนกรีตสำหรับการเทหล่อเสาเอ็นและ 67
คานทับหลัง ค.ส.ล.

4.11 แสดงขั้นตอนการเทคอนกรีตในเสาเอ็น ค.ส.ล. 68

4.12 แสดงขั้นตอนการหล่อเสาเอ็นข้างวงกบประตูและหน้าต่าง 71

4.13 แสดงการประกอบเหล็กลูกโซ่และการประกอบแบบของเสาเอ็น ค.ส.ล.ข้างหน้าต่าง 72

4.14 แสดง Stress Diagram และ Strain Diagram ของหน้าตัดคอนกรีตคานทับหลัง 78

4.15 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักบนคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อในที่ 81

4.16 แสดงการทดสอบการรับน้ำหนักของคานทับหลัง ค.ส.ล. 83

4.17 แสดงตำแหน่งที่เกิดรอยแตกของคานทับหลัง ค.ส.ล. 83

4.18 แสดงกราฟจากผลการทดสอบระหว่างการรับน้ำหนักและการแอ่นตัว 84
ของคานทับหลังค.ส.ล.

4.19 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลัง ค.ส.ล. 85
หล่อในที่ เมื่อนำไปทดสอบการรับน้ำหนัก

4.20 แสดงการรับแรงของเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. 87

4.21 แสดงลักษณะการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. ทั้ง 2 กรณี 88

4.22 แสดงภาพหน้าตัดคานทับหลัง ค.ส.ล. 89

4.23 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อในที่ 90
ขนาด 0.10x0.10 ม. เมื่อไม่มี Support มายึดรั้ง

4.24 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อในที่ 91
ขนาด 0.10x0.10 ม. เมื่อมี Support กลางช่วยในการยึดรั้ง

5.1 แสดงการเตรียมเหล็กเสริมลูกโซ่สำหรับการหล่อสำเร็จรูป 95

5.2 การเตรียมแบบสำหรับงานหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป 96

5.3 แสดงการเทคอนกรีตหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป 97

5.4 แสดงเสาเอ็นและคานทับหลังสำเร็จรูปหลังจากถอดแบบเรียบร้อยแล้ว 98

5.5 แสดงขั้นตอนการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. หล่อสำเร็จรูป 100

5.6 แสดงหน้าตัดของการหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป 101

5.7 แบบขยายการหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป 102

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

5.8 แบบแสดงการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป 103

5.9 แสดงแบบขยายตำแหน่งจุดต่อเชื่อมของเสาเอ็นกับคานทับหลัง 104

5.10 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลัง ค.ส.ล. 108
สำเร็จรูป ขนาด 0.05x0.07 ม.

5.11 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลัง ค.ส.ล. 109
สำเร็จรูป ขนาด 0.05x0.07 ม.

6.1 แสดงเครื่องตัดไฟเบอร์ชนิดมือโยกสำหรับงานตัดท่อเหล็กกลวงฯ 112

6.2 แสดงเหล็กเสียบ RB 9 บนพื้นโครงสร้างเพื่อยึดกับเสาเอ็นท่อเหล็กกลวงฯ 113

6.3 แสดงเสาเอ็นท่อเหล็กกลวงฯ ที่ยึดกับพื้นโครงสร้างโดยเชื่อมติดกับ 113
เหล็กที่เจาะเสียบ

6.4 แสดงการเจาะเพื่อยึดพุกเหล็กในส่วนของโครงสร้างเพื่อยึดรั้งท่อเหล็กกลวงฯ 114

6.5 แสดงพุกเหล็ก (Stud Bolt) ที่เจาะยึดในส่วนของโครงสร้างพื้นหรือคาน 114

6.6 แสดงจุดเชื่อมต่อของท่อเหล็กกลวงฯ กับพุกเหล็ก 115

6.7 แสดงการประกอบติดตั้งคานทับหลังในตำแหน่งช่องหน้าต่าง 115

6.8 แสดงการเชื่อมประกอบเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ 116

6.9 แสดงการเชื่อมเหล็กเสียบผนังเข้ากับเสาเอ็นท่อเหล็กกลวงฯ 116

6.10 แสดงเหล็กเสียบที่เชื่อมติดกับเสาเอ็นท่อเหล็กกลวงฯ 117

6.11 แสดงเสาเอ็นท่อเหล็กกลวงฯ ที่ทำการเชื่อมติดด้วยเหล็กเสียบผนังแล้ว 117

6.12 แสดงการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ ก่อนทำการก่ออิฐผนัง ... 118

6.13 (ก) แสดงการติดตั้งตะแกรงลวดตาข่ายรอบเสาเอ็นก่อนทำการจับเซี้ยม 118
(ข) แสดงการติดตั้งตะแกรงลวดตาข่ายทับเสาเอ็นก่อนทำการฉาบปูน

6.14 แสดงขั้นตอนการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 119

6.15 แบบขยายผนังก่ออิฐ (ทั่วไป) โดยใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็น 120
เสาเอ็นและคานทับหลัง

6.16 แบบขยายผนังก่ออิฐ ห้องที่ติดตั้งประตูมีช่องแสงด้านบนและมีหน้าต่างด้านข้าง ... 121

6.17 แบบขยายผนังก่ออิฐ ห้องน้ำและบริเวณที่มีท่องานระบบฝังในผนังก่ออิฐ 122

6.18 แบบขยายการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ 123

6.19 แบบขยายการยึดเสาเอ็นและคานทับหลังกับโครงสร้างด้านบนและด้านล่าง 124

รูปที่ หน้า

6.20 แสดงการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสข้าง 125
วงกบหน้าต่าง
6.21 แสดงการทดสอบการรับน้ำหนักของคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 133
6.22 แสดงตำแหน่งที่เกิดการวิบัติของคานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 133
6.23 แสดงกราฟจากผลการทดสอบระหว่างการรับน้ำหนักและการแอ่นตัวของ 134
คานทับหลังท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส
6.24 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลัง ค.ส.ล. 135
ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อนำไปทดสอบการรับน้ำหนัก
6.25 แสดงการรับแรงของเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ ขนาด 50x50x1.6 มม. . 137
6.26 แสดงลักษณะการติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ ทั้ง 2 กรณี 138
6.27 Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ 139
ขนาด 50x50 มม. เมื่อไม่มี Support มายึดรั้ง
6.28 แสดงการต่อเชื่อมของรอยต่อชนระหว่างท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 140
6.29 แสดงการต่อเชื่อมของท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับผนัง ค.ส.ล. 141
6.30 แสดง Diagram การถ่ายน้ำหนักของผนังก่ออิฐบนคานทับหลังท่อเหล็กกลวงฯ 143
เมื่อมี Support กลางช่วยในการยึดรั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย