

โครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้าง



นายณฤทธิ์ ไชยศิริ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

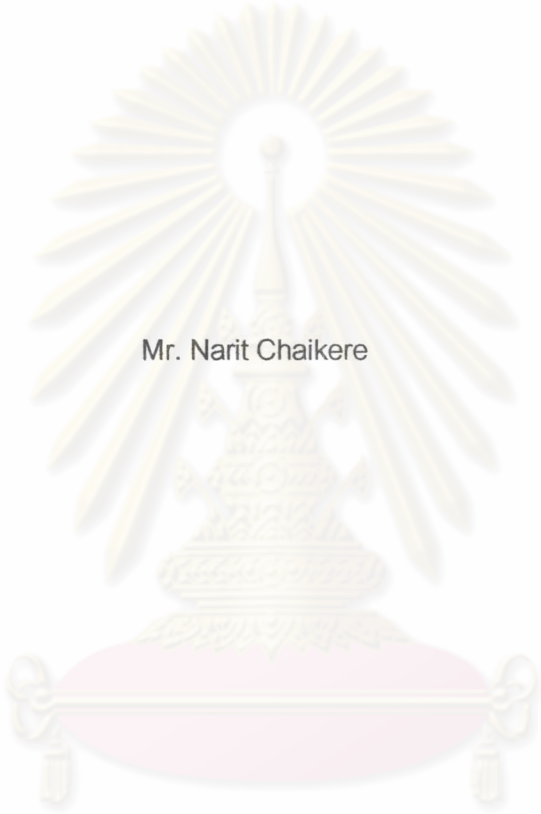
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6455-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BAMBOO WIDE SPAN STRUCTURE



Mr. Narit Chaikere

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Architecture in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6455-3


หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้าง
โดย นายณฤทธิ์ ไชยศิริ
สาขา สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลاهشัย

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ



..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

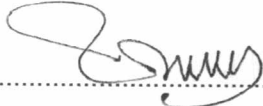
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโสมสิต)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลاهشัย)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชลธิ์ อิมอุตม)


..... กรรมการ
(อาจารย์ชัยชาญ ถาวรเวช)


..... กรรมการ
(อาจารย์บัญชา ชุ่มเกษร)

ศูนย์บริการทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณฤทธิ์ ไชยศิริ : โครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้าง. (BAMBOO WILD SPAN STRUCTURE)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.พรชัย เลหาชัย, 112 หน้า, ISBN 974-17-6455-3

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างโครงสร้างไม้ไผ่ที่มีช่วงพาดกว้าง 10 เมตร โดยอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแรงงานคน และการรับและถ่ายแรงอย่างถูกต้องในส่วนต่างๆของโครงสร้าง โดยออกแบบอาคารตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแก้ปัญหาก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่ ให้มีความสอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอยที่ต้องการ ในพื้นที่โครงการก่อสร้างโรงเก็บเครื่องจักรในงานก่อสร้าง บริษัท ปทุมธานีบริวเวอรี่ จำกัด

การเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 เรื่องหลัก เรื่องแรกคือ ไม้ไผ่ โดยศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติและคุณสมบัติของไม้ไผ่ และเทคโนโลยีก่อสร้างที่เกี่ยวกับไม้ไผ่ ส่วนเรื่องที่สองคือ ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างแบบโครง (Truss) โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล หารูปแบบ และกรรมวิธีการก่อสร้างที่มีความเป็นไปได้ จากนั้นได้ดำเนินการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

จากการวิจัยพบว่า ปัญหาในขั้นตอนการออกแบบอาคารนั้น ไม่สามารถนำแบบที่ได้ นำมาก่อสร้างได้จริง เพราะไม้ไผ่ที่หาได้นั้น ไม่ได้ตามที่ต้องการ จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนแบบก่อสร้างตามวัสดุที่ได้มา อาคารทดลองที่ทำการก่อสร้างเสร็จแล้วนั้น แสดงให้เห็นว่าไม้ไผ่มีความสามารถในการนำมาก่อสร้างอาคารช่วงพาดกว้างได้เป็นอย่างดี แม้ว่าจะใช้เพียงวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายทั่วไป รวมทั้งใช้เพียงแรงงานที่มีทักษะในงานก่อสร้างอาคารน้อยก็ตาม อาคารสามารถสร้างเสร็จในระยะเวลาอันสั้น อาคารมีความมั่นคง แข็งแรง และใช้งบประมาณในการก่อสร้างไม่มาก

ภาควิชา สถาปัตยกรรม

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม

ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

457 41262 25 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD : BAMBOO WIDE SPAN STRUCTURE

NARIT CHAIKERE: BAMBOO WIDE SPAN STRUCTURE, THESIS ADVISOR:
ASST. PROF. PORNCHAI LAOHACHAI, 112 pp, ISBN 974-17-6455-3

This research aims for studying the feasibility of constructing 10 yards wild span bamboo structure, by utilizing appropriate technology and labor and receiving, transferring strength in all part of the structure properly. A sample building has been designed for a trial construction of a bamboo building, in compliance with the requirement for its usefulness.

Data collection is divided into 2 main points: The first one is about the nature and the quality of the bamboo to be studied, and construction technology to be used in this regard, while the second one is about the structure, and the truss, the data of which is to be analyzed, to issue the right design, and possible construction procedure. Thereafter the sample building will be constructed.

According to the research, the building design can not be used for actual construction due to the bamboo supplied are not same type as required for the selected design. Therefore, construction design needs adjustment according to the materials obtained. Finally, the completed model bamboo building shows that bamboo can very well be used to build wide span structure, with materials and equipment available for supply easily anywhere. On top of that, construction of the bamboo building requires only labor with less skill. The building itself can be completed within a short period of time, despite firm and strong and not expensive.

Department Architecture
Field of study Architecture
Academic year 2004

Student's signature.....*Donut Jantak*
Advisor's signature.....*[Signature]*

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้รับความกรุณา และความอนุเคราะห์ ในการให้ข้อมูล, คำปรึกษา ทางด้านวิชาการ และกำลังใจในการทำงาน จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลหาชัย ที่ช่วยชี้แนวทาง และให้แง่คิดจนโครงการวิจัยนี้เริ่มเป็นรูปร่างขึ้นมา และรวมไปถึงคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ชี้แนะ และให้ปรึกษาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชัยชาญ ถาวรเวช และคณะผู้บริหาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ทำการศึกษาในระดับปริญญาโทมาบัดนี้ด้วยความคู่กับงานเป็นอาจารย์สอนหนังสือที่สถาบัน ขอขอบคุณบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด ที่ให้ความสนับสนุนโครงการวิจัยดังกล่าวทั้งในเรื่องของสถานที่ และความช่วยเหลือต่างๆ จนโครงการนี้ประสบความสำเร็จ ขอขอบพระคุณ ครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การอบรม ศึกษา ขอกราบขอบพระคุณ บุพการี และคนในครอบครัวที่อยู่เคียงข้างและให้กำลังใจมาโดยตลอด



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญกิตติ.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.4 คำจำกัดความ.....	4
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	5
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการ.....	6
บทที่ 2 ข้อมูลและงานวิจัยเกี่ยวกับไม้ไผ่ในประเทศไทย	
2.1 ชนิดและลักษณะของไม้ไผ่ในประเทศไทย.....	7
2.2 การเตรียมไม้ไผ่เพื่อใช้ในงานก่อสร้าง.....	17
2.3 รูปแบบ และกรรมวิธีการก่อสร้างอาคารโครงสร้างไม้ไผ่ (เรือนเครื่องผูก).....	18
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไม้ไผ่เป็นองค์ประกอบอาคาร.....	23
บทที่ 3 ข้อมูล และงานวิจัยเกี่ยวกับไม้ไผ่ในต่างประเทศ	
3.1 ลักษณะทั่วไปของไม้ไผ่.....	28
3.2 การคัดเลือก และการตัดไม้ไผ่ที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง.....	29
3.3 รูปแบบ และกรรมวิธีการก่อสร้างอาคารโครงสร้างไม้ไผ่.....	33
บทที่ 4 โครงสร้างแบบโครง (Truss)	
4.1 รูปแบบ ลักษณะของโครงสร้าง.....	40
4.2 การถ่ายแรงภายในโครงสร้าง และพฤติกรรมของโครงสร้างที่เกิดขึ้น.....	43

สารบัญ (ต่อ)

4.3	ชิ้นส่วน และรอยต่อของโครงสร้าง.....	45
4.4	กรรมวิธีการติดตั้ง ก่อสร้าง.....	50
4.5	การขนส่งชิ้นส่วนโครงสร้าง.....	50
4.6	การต่อเติมโครงสร้างในภายหลัง.....	51
บทที่ 5 วัสดุผนังหลังคา		
5.1	วัสดุผนังที่ทำด้วยใบไม้.....	52
5.2	เกล็ดไม้.....	53
5.3	กระเบื้องดินเผา.....	54
5.4	กระเบื้องซีเมนต์.....	54
5.5	กระเบื้องคอนกรีต.....	55
5.6	กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน.....	56
5.7	กระเบื้องพลาสติก.....	56
5.8	สังกะสีลูกฟูก.....	57
5.9	แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ.....	57
5.10	วัสดุที่เป็นแผ่นเมมเบรน.....	58
บทที่ 6 การวิเคราะห์แนวทางเพื่อการออกแบบ		
6.1	การเลือกใช้ไม้ไฟ.....	59
6.2	การทำรอยต่อโครงหลังคา.....	59
6.3	การทำรอยต่อโครงหลังคากับจุดรองรับ.....	59
6.4	โครงสร้างเสา.....	60
6.5	วัสดุผนัง.....	60
6.6	กรรมวิธีในการติดตั้ง.....	60
6.7	งานระบบ.....	61
บทที่ 7 การออกแบบ และการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง		
7.1	วัสดุที่นำมาเป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง.....	62

สารบัญ (ต่อ)

7.2 รูปแบบโครงสร้าง.....	63
7.3 แนวความคิดในการออกแบบ.....	63
7.4 รายละเอียดแบบก่อสร้าง.....	64
7.5 การเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นโครงสร้างอาคาร.....	71
7.6 แผนการดำเนินงานและกรรมวิธีในการก่อสร้าง.....	72
7.7 การตรวจสอบโครงสร้างหลังการก่อสร้างเสร็จ.....	100
บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
8.1 บทสรุป.....	111
8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการก่อสร้างอาคารโครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้าง.....	113
รายการอ้างอิง.....	115
ภาคผนวก.....	117
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	127

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวกับไม้ไผ่ในประเทศไทย.....	7
บทที่ 3 ข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวกับไม้ไผ่ในต่างประเทศ.....	28
บทที่ 4 โครงสร้างแบบโครง (Truss).....	40
รูปภาพที่ 4.1 แสดงรูปโครงต่อรูปคันทันฐานแบบวอร์เรน.....	41
รูปภาพที่ 4.2 แสดงรูปโครงต่อรูปจั่วปลายยอด.....	41
รูปภาพที่ 4.3 แสดงรูปโครงต่อรูปแบนตั้ง.....	42
รูปภาพที่ 4.4 แสดงรูปชนิดของโครงถักทางเดียว.....	43
รูปภาพที่ 4.5 แสดงรูปการถ่ายแรงภายในโครงสร้าง.....	44
รูปภาพที่ 4.6 แสดงรูปการถ่ายแรงภายในโครงสร้าง.....	45
รูปภาพที่ 4.7 แสดงการติดตั้งแปโครงสร้างเหล็ก.....	47
รูปภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างเหล็กที่ใช้กับอาคารขนาดกลาง.....	48
รูปภาพที่ 4.9 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบยึดแน่นกับแบบขยับตัวได้.....	49
รูปภาพที่ 4.10 แสดงตัวอย่างการนำเหล็กชนิดตั้งมาประกอบเป็นโครงถักทางเดียว.....	49
รูปภาพที่ 4.11 แสดงการยกโครงถักขึ้นจตุรรองรับด้วยเครน.....	50
รูปภาพที่ 4.12 แสดงการขนย้ายโครงถักด้วยรถบรรทุก.....	50
รูปภาพที่ 4.13 แสดงแนวทางที่สามารถต่อเติมโครงสร้างในภายหลัง.....	51
บทที่ 5 วัสดุผนังหลังคา.....	52
รูปภาพที่ 5.1 แสดงการสร้างวัสดุผนังจากธรรมชาติ (1).....	52
รูปภาพที่ 5.2 แสดงการสร้างวัสดุผนังจากธรรมชาติ (2).....	53
รูปภาพที่ 5.3 แสดงการประกอบติดตั้งหลังคาเกล็ด.....	53
รูปภาพที่ 5.4 แสดงลักษณะของกระเบื้องดินเผา.....	54
รูปภาพที่ 5.5 แสดงลักษณะการมุงกระเบื้องคอนกรีต.....	55
รูปภาพที่ 5.6 แสดงตัวอย่างการมุงกระเบื้องใยหิน.....	56

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ 5.7 แสดงตัวอย่างการมุงกระเบื้องแผ่นเหล็กผูก.....	57
บทที่ 6 การวิเคราะห์แนวทางเพื่อการออกแบบ.....	59
บทที่ 7 การออกแบบ และการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง.....	62
รูปภาพที่ 7.1 แสดงโครงหลังคาแบบเฮ้าส์.....	63
รูปภาพที่ 7.2 แสดงความต้องการพื้นที่ใช้สอยอาคาร.....	63
รูปภาพที่ 7.3 แสดงผังโครงสร้างหลังคา.....	64
รูปภาพที่ 7.4 แสดงรูปตัดตามขวาง และตามยาวหลังคา.....	65
รูปภาพที่ 7.5 แสดงแบบขยายรอยต่อ 1.....	66
รูปภาพที่ 7.6 แสดงแบบขยายรอยต่อ 2.....	67
รูปภาพที่ 7.7 แสดงแบบขยายรอยต่อ 3.....	68
รูปภาพที่ 7.8 แสดงแบบขยายรอยต่อ 4.....	69
รูปภาพที่ 7.9 แสดงแบบขยายรอยต่อ 5.....	70
รูปภาพที่ 7.10 แสดงการกองและเตรียมชิ้นส่วนโครงสร้าง.....	74
รูปภาพที่ 7.11 แสดงการกองและเตรียมชิ้นส่วนโครงสร้าง.....	74
รูปภาพที่ 7.12 แสดงการวัดความยาวไม้ไผ่กับขอบเขตอาคาร.....	75
รูปภาพที่ 7.13 แสดงการประกอบโครงหลังคาบนยางล้อยนต์ (1).....	76
รูปภาพที่ 7.14 แสดงการประกอบโครงหลังคาบนยางล้อยนต์ (2).....	76
รูปภาพที่ 7.15 แสดงการประกอบโครงหลังคาบนยางล้อยนต์ (3).....	76
รูปภาพที่ 7.16 แสดงรอยต่อบริเวณบนดั่งเอก.....	77
รูปภาพที่ 7.17 แสดงรอยต่อดั่งเอก กับซ็อคู.....	77
รูปภาพที่ 7.18 แสดงรอยต่อดั่งเอก กับซ็อคู และโครงยัดยัน (1).....	78
รูปภาพที่ 7.19 แสดงรอยต่อดั่งเอก กับซ็อคู และโครงยัดยัน (2).....	78
รูปภาพที่ 7.20 แสดงรอยต่อ อะส, ซ็อ และดั่ง (1).....	79
รูปภาพที่ 7.21 แสดงรอยต่อ อะส, ซ็อ และดั่ง (2).....	79
รูปภาพที่ 7.22 แสดง การติดดั่งดั่งโท และอะเสใน.....	80
รูปภาพที่ 7.23 แสดง การติดดั่งดั่งโท และโครงยัดยัน.....	80

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ 7.24 แสดง การติดตั้งถังโท และชื้อใน.....	80
รูปภาพที่ 7.25 แสดง การติดตั้งถังโท, โคร่งยึดยัน และแปลาน	81
รูปภาพที่ 7.26 แสดง การติดตั้งถังโท, ชื้อ และอะเสใน.....	81
รูปภาพที่ 7.27 แสดง การยึดที่กึ่งกลางโคร่งยึดยัน กับถังเอก.....	82
รูปภาพที่ 7.28 แสดง การใช้เชือกมะนิลามัดโคร่งสร้าง (1).....	82
รูปภาพที่ 7.29 แสดง การใช้เชือกมะนิลามัดโคร่งสร้าง (2).....	83
รูปภาพที่ 7.30 แสดง การใช้เชือกมะนิลามัดโคร่งสร้าง (3).....	83
รูปภาพที่ 7.31 แสดง การใช้เชือกมะนิลามัดโคร่งสร้าง (4).....	83
รูปภาพที่ 7.32 แสดง การใช้เชือกมะนิลามัดโคร่งสร้าง (5).....	83
รูปภาพที่ 7.33 แสดง การขุดหลุมเสาดอหม้อ (1).....	84
รูปภาพที่ 7.34 แสดง การขุดหลุมเสาดอหม้อ (2).....	84
รูปภาพที่ 7.35 แสดง การติดตั้งเสาหม้อเพื่อการยกโคร่ง.....	85
รูปภาพที่ 7.36 แสดง การติดตั้งเสาและเสริมด้วยเศษหินและอิฐลงไปนหลุม (1).....	85
รูปภาพที่ 7.37 แสดง การติดตั้งเสาและเสริมด้วยเศษหินและอิฐลงไปนหลุม (2).....	86
รูปภาพที่ 7.38 แสดง การติดตั้งเสาและเสริมด้วยเศษหินและอิฐลงไปนหลุม (3).....	86
รูปภาพที่ 7.39 แสดง การเทปูนลงไปนหลุมเสาดอหม้อ (1).....	87
รูปภาพที่ 7.40 แสดง การเทปูนลงไปนหลุมเสาดอหม้อ (2).....	87
รูปภาพที่ 7.41 แสดง การเทปูนแล้วเสร็จ (1).....	88
รูปภาพที่ 7.42 แสดง การเทปูนแล้วเสร็จ (2).....	88
รูปภาพที่ 7.43 แสดง การยกโคร่งหลังคา (1).....	89
รูปภาพที่ 7.44 แสดง การยกโคร่งหลังคา (2).....	89
รูปภาพที่ 7.45 แสดง การยกโคร่งหลังคา (3).....	90
รูปภาพที่ 7.46 แสดง การยึดโคร่งหลังคากับหัวเสา.....	90
รูปภาพที่ 7.47 แสดง การตามเสากลางช่วงพาด (1).....	91
รูปภาพที่ 7.48 แสดง การตามเสากลางช่วงพาด (2).....	91
รูปภาพที่ 7.49 แสดง การมุงหลังคา (1).....	92
รูปภาพที่ 7.50 แสดง การมุงหลังคา (2).....	92
รูปภาพที่ 7.51 แสดง การมุงหลังคา (3).....	93

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ 7.52 แสดง การมุงหลังคาแล้วเสร็จ (1).....	93
รูปภาพที่ 7.53 แสดง การมุงหลังคาแล้วเสร็จ (2).....	94
รูปภาพที่ 7.54 แสดง การมุงหลังคาแล้วเสร็จ (3).....	94
รูปภาพที่ 7.55 แสดง การถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (1).....	95
รูปภาพที่ 7.56 แสดง การถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (2).....	95
รูปภาพที่ 7.57 แสดง การถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (3).....	95
รูปภาพที่ 7.58 แสดง การถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (4).....	96
รูปภาพที่ 7.59 แสดง การถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (5).....	96
รูปภาพที่ 7.60 แสดง การเสริมค้ำยันหลังคา (1).....	97
รูปภาพที่ 7.61 แสดง การเสริมค้ำยันหลังคา (2).....	97
รูปภาพที่ 7.62 แสดง โครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (1).....	98
รูปภาพที่ 7.63 แสดง โครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (2).....	98
รูปภาพที่ 7.64 แสดง โครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (3).....	99
รูปภาพที่ 7.65 แสดง โครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (4).....	99
รูปภาพที่ 7.66 แสดง ผังการแอนตัวของโครงสร้าง.....	100
รูปภาพที่ 7.67 แสดงการวัดการแอนตัวของโครงสร้างหลังจากถ่วง น้ำหนัก 50 กิโลกรัม.....	102
รูปภาพที่ 7.68 แสดงการวัดการแอนตัวของโครงสร้างหลังจากถ่วง น้ำหนัก 100 กิโลกรัม.....	102
รูปภาพที่ 7.69 แสดงการวัดการแอนตัวของโครงสร้างหลังจากถ่วง น้ำหนัก 150 กิโลกรัม.....	103
รูปภาพที่ 7.70 แสดงการวัดการแอนตัวของโครงสร้างหลังจากถ่วง น้ำหนัก 200 กิโลกรัม.....	103
รูปภาพที่ 7.71 แสดงการวัดการแอนตัวของโครงสร้างหลังจากถ่วง น้ำหนัก 250 กิโลกรัม.....	104
รูปภาพที่ 7.72 แสดงการแขวนน้ำหนักกับโครงหลังคาที่ 200 กิโลกรัม.....	104
รูปภาพที่ 7.73 แสดงการวัดการแอนตัวของโครงสร้างหลังจากถ่วง น้ำหนัก 350 กิโลกรัม.....	105

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ 7.74 แสดงการแขวนน้ำหนักกับโครงหลังคาที่ 350 กิโลกรัม.....	105
รูปภาพที่ 7.75 แสดงความเสียหายบริเวณหัวเสา เมื่อโครงสร้างรับที่ 400 กิโลกรัม.....	106
รูปภาพที่ 7.76 แสดงความเสียหายบริเวณหัวเสา เมื่อโครงสร้างรับที่ 400 กิโลกรัม.....	106
รูปภาพที่ 7.77 แสดงความเสียหายของโครงสร้าง เมื่อโครงสร้างรับที่ 400 กิโลกรัม.....	107
รูปภาพที่ 7.78 แสดงความเสียหายของโครงสร้าง เมื่อโครงสร้างรับที่ 400 กิโลกรัม.....	107
บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	111



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย