บทที่ 7

การออกแบบ และการก่อสร้างอาคารตัวอย่าง

เมื่อกล่าวถึงโครงสร้างช่วงพาดแล้ว สะพานหรืออาคารที่มีช่วงพาดเกิน 10 เมตร หรือโครงหลังคาที่มีช่วงหนึ่งเกินกว่า 10 เมตร ขึ้นไป ถือได้ว่าเป็นอาคารหรือโครงสร้างช่วงพาดกว้าง หรือโครงสร้างช่วงยาวได้[1] ซึ่งลักษณะรูปแบบของโครงสร้างช่วงพาดกว้าง ที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนย่อยๆ ประกอบกัน ซึ่งมีหลายรูปแบบ การเลือกนำไปใช้ก็ต้องพิจารณาในหัวข้อที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1) วัสดุที่ใช้ โครงสร้างแต่ละชนิดต้องการวัสดุในการก่อสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลกับกรรมวิธีการก่อสร้างและราคาก่อสร้าง
2) รูปร่างหน้าตา และรูปทรงอาคารที่ต้องการ
3) ปริมาตรและพื้นที่ใช้สอยภายในที่ต้องการ
4) ช่วงพาดที่ประหยัด
5) สัดส่วน ความลึก หรือความหนาของโครงสร้างเมื่อเทียบกับช่วงพาด
6) การติดตั้งระบบอุปกรณ์อาคาร การเดินท่อต่างๆ
7) การเจาะช่องเปิดบนโครงสร้าง ช่องเปิดประตูหน้าต่าง ช่องแสง หรือช่องท่อ
8) กรรมวิธี หรือขั้นตอนการก่อสร้าง และระยะเวลาการก่อสร้าง
9) ราคาค่าก่อสร้างโดยรวม[2]

7.1 วัสดุที่นำมาเป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำไม้ไผ่มาใช้เป็นโครงสร้างช่วงพาดกว้าง ดังนั้นโครงสร้างหลักจะทำจากไม้ไผ่ หวาย และวัสดุจากธรรมชาติอื่นๆเป็นหลัก โดยยอมให้มีวัสดุก่อสร้างอื่นที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นเข้ามาร่วมใช้ในโครงสร้างได้

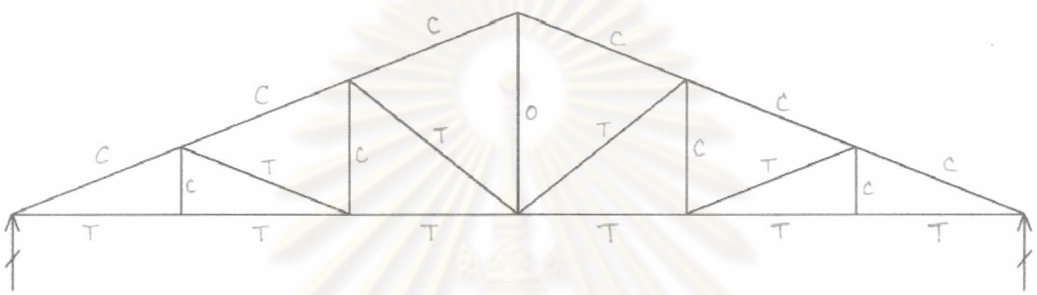
---

[1] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, อาคารสูง (กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542), หน้า 179.

[2] เรื่องเดียวกัน หน้า 180.

7.2 รูปแบบโครงสร้าง

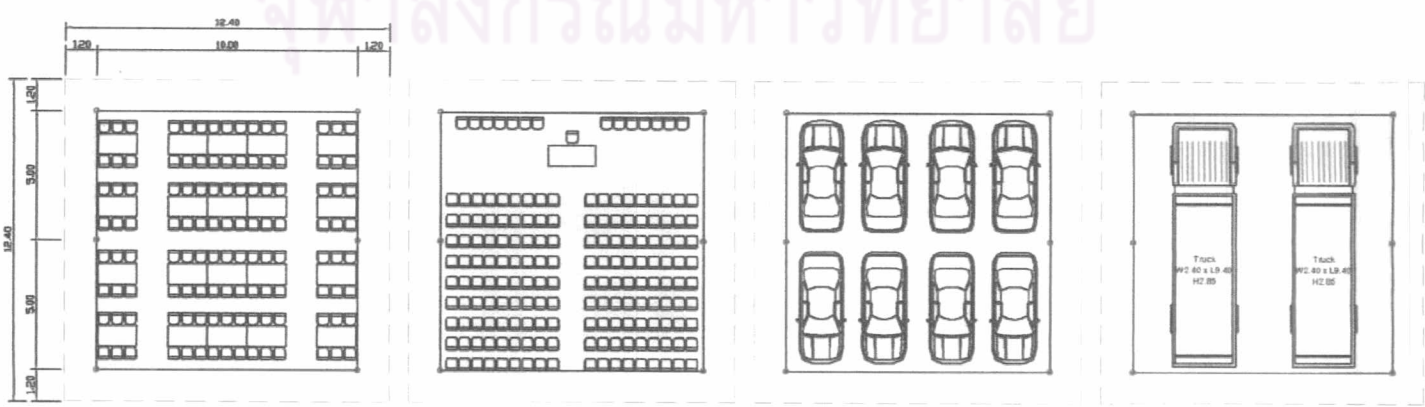
เนื่องจากไม้ไผ่มีข้อจำกัดในเรื่องความยืดหยุ่นที่สามารถยืดได้ง่าย และการที่มีหน้าตัดชิ้นส่วนลักษณะกลม จึงสามารถทำรอยต่อที่แข็งแรงได้ยาก ดังนั้นรูปแบบโครงสร้างที่เลือกใช้นั้น ควรมีรูปแบบที่ง่ายใช้จำนวนชิ้นส่วนไม่มีชิ้นและควรมีรอยต่อที่น้อยตำแหน่ง ซึ่งโครงสร้างที่มีคุณสมบัติดังที่กล่าวมานั้นเป็นลักษณะของโครงสร้างแบบโครงรูปจั่วแบบยอด (Pitched truss) ซึ่งรูปแบบที่เลือกนำมาใช้ในการทดลองก่อสร้าง ได้แก่รูปแบบเฮาว์ (Howe)



ภาพที่ 7.1 แสดงโครงสร้างหลังคาแบบเฮาว์

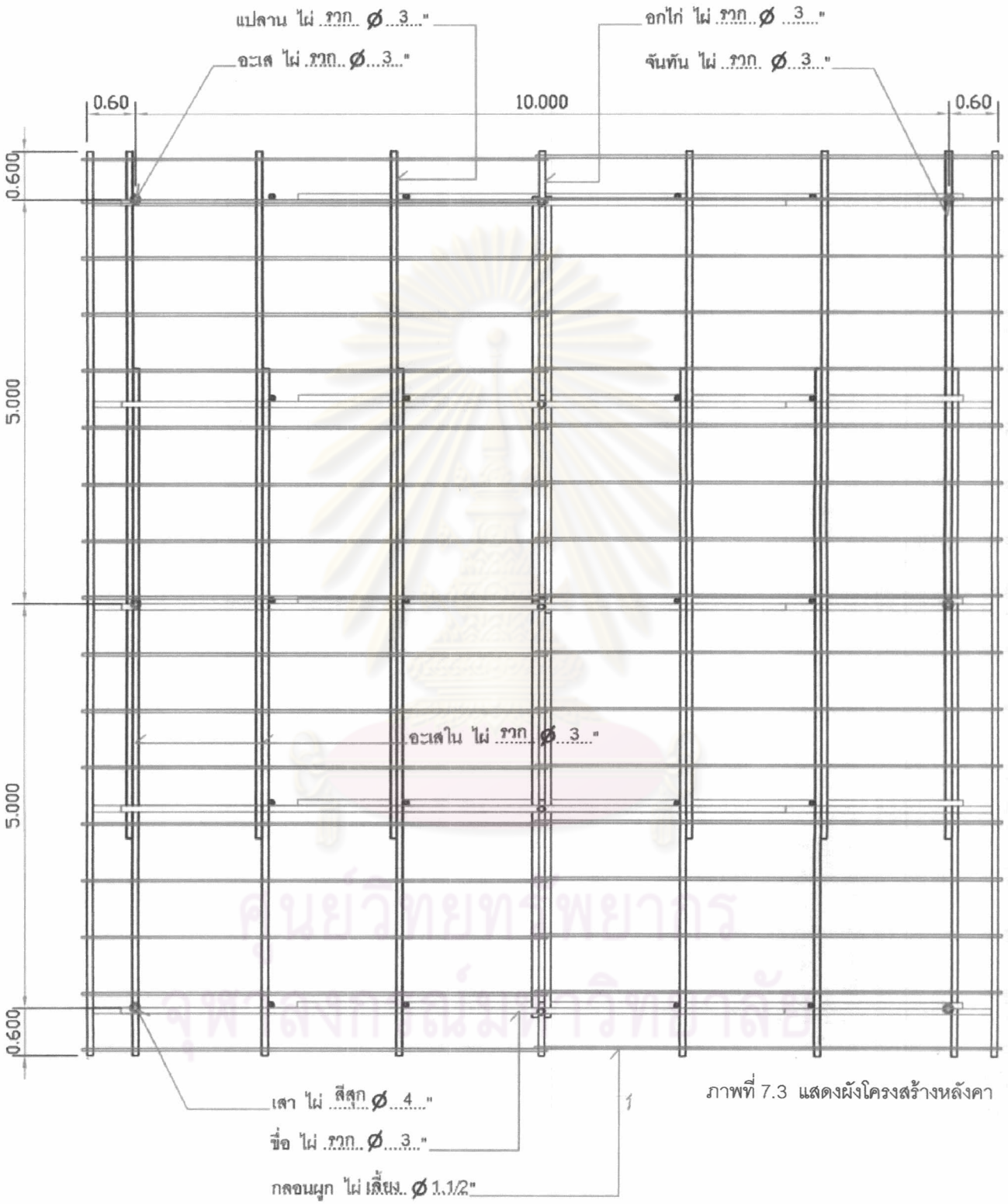
7.3 แนวความคิดในการออกแบบ

เนื่องจาก บริษัท ปทุมธานีเบเวอรี่ จำกัด มีความต้องการในการปลูกสร้างอาคารชั่วคราวสำหรับใช้ในงานเก็บสิ่งของ รถยนต์ และเครื่องมือในการก่อสร้างอาคาร รวมไปถึงให้ใช้เป็นพื้นที่สำหรับประชุมงานก่อสร้างในภาคสนาม ซึ่งต้องรองรับคนงานไม่น้อยกว่า 100 คน ดังนั้นโครงการก่อสร้างอาคารไม้ไผ่ช่วงพาดกว้างนี้ จึงต้องมีพื้นที่ และมีสัดส่วนความสูงที่เพียงพอต่อความต้องการดังกล่าวได้ โดยอาคารดังกล่าวนี้ต้องสามารถรื้อถอนได้ง่าย และสามารถนำไปประกอบยังสถานที่อื่นได้ โดยใช้แรงงานน้อยและเครื่องมือที่สามารถหาได้ทั่วไป

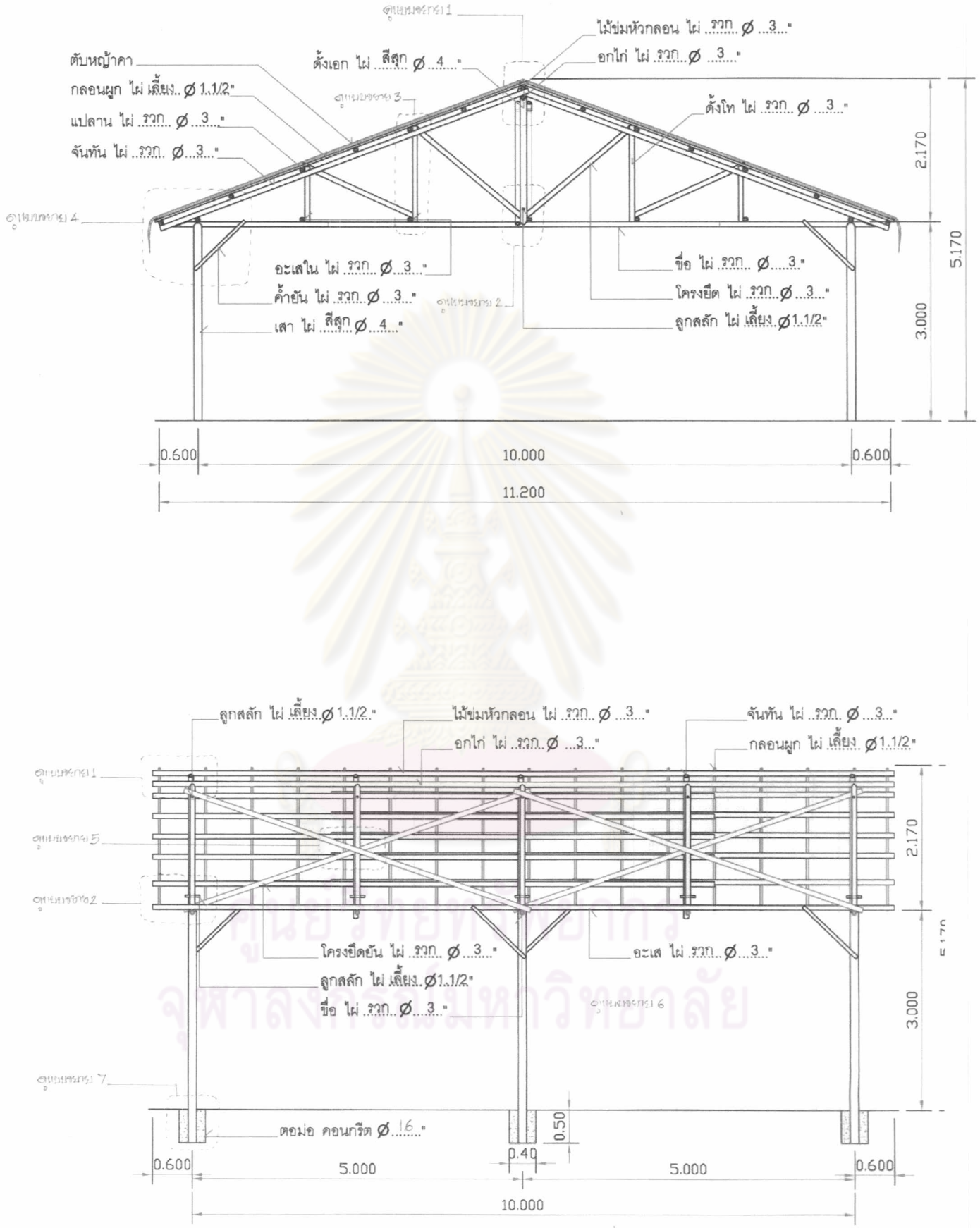


ภาพที่ 7.2 แสดงความต้องการพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

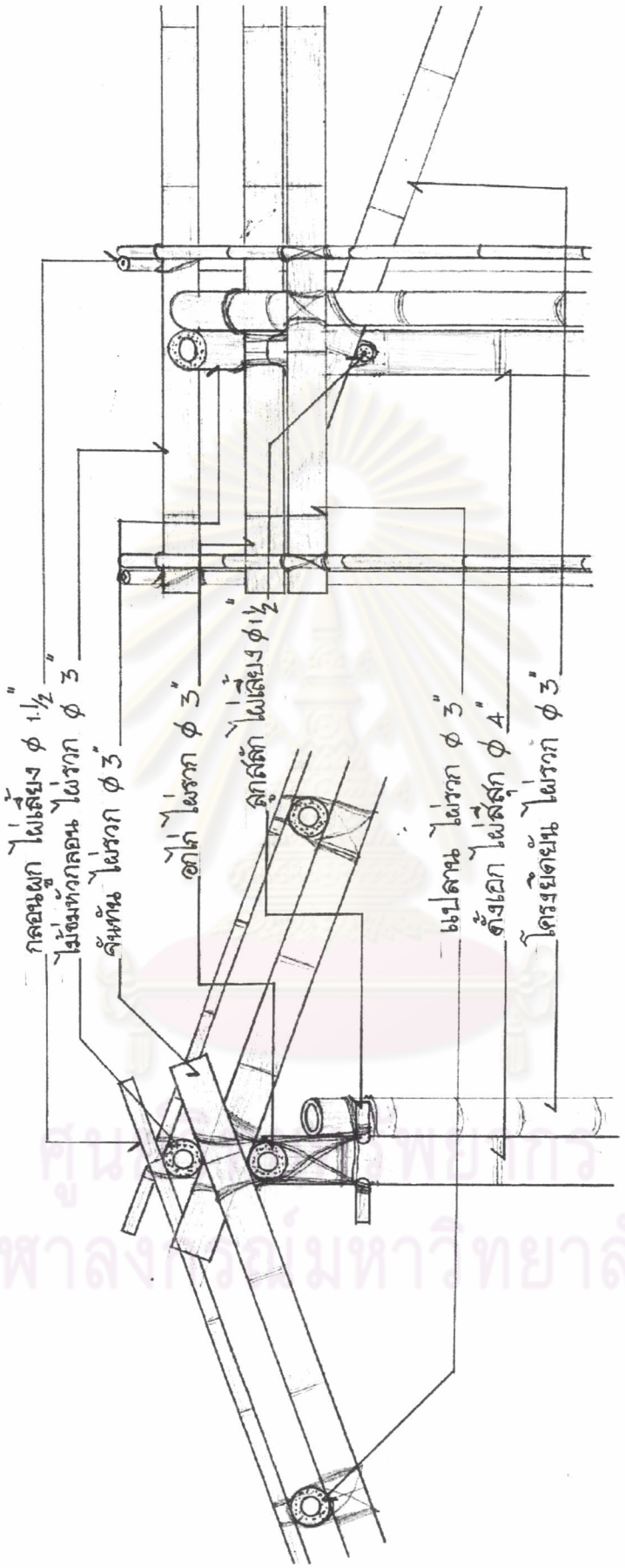
7.4 รายละเอียดแบบก่อสร้าง



ภาพที่ 7.3 แสดงผังโครงสร้างหลังคา

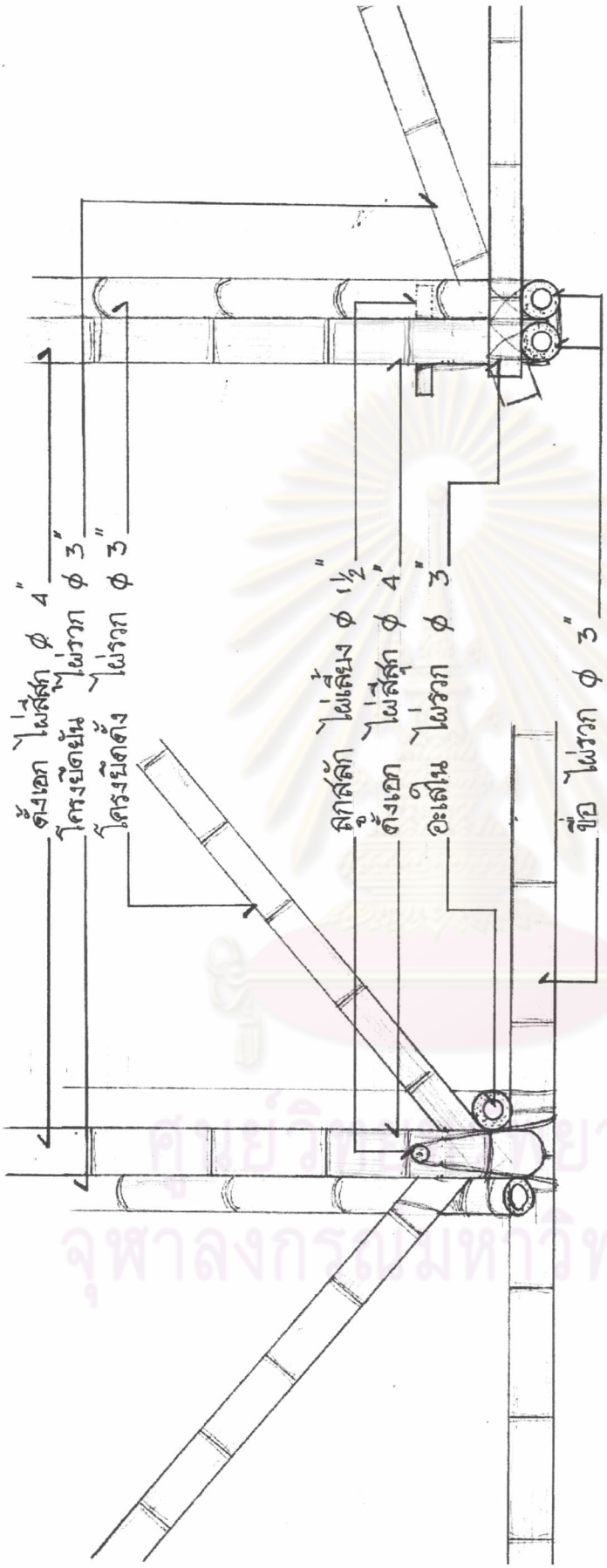


ภาพที่ 7.4 แสดงรูปตัดตามขวาง และตามยาวหลังคา



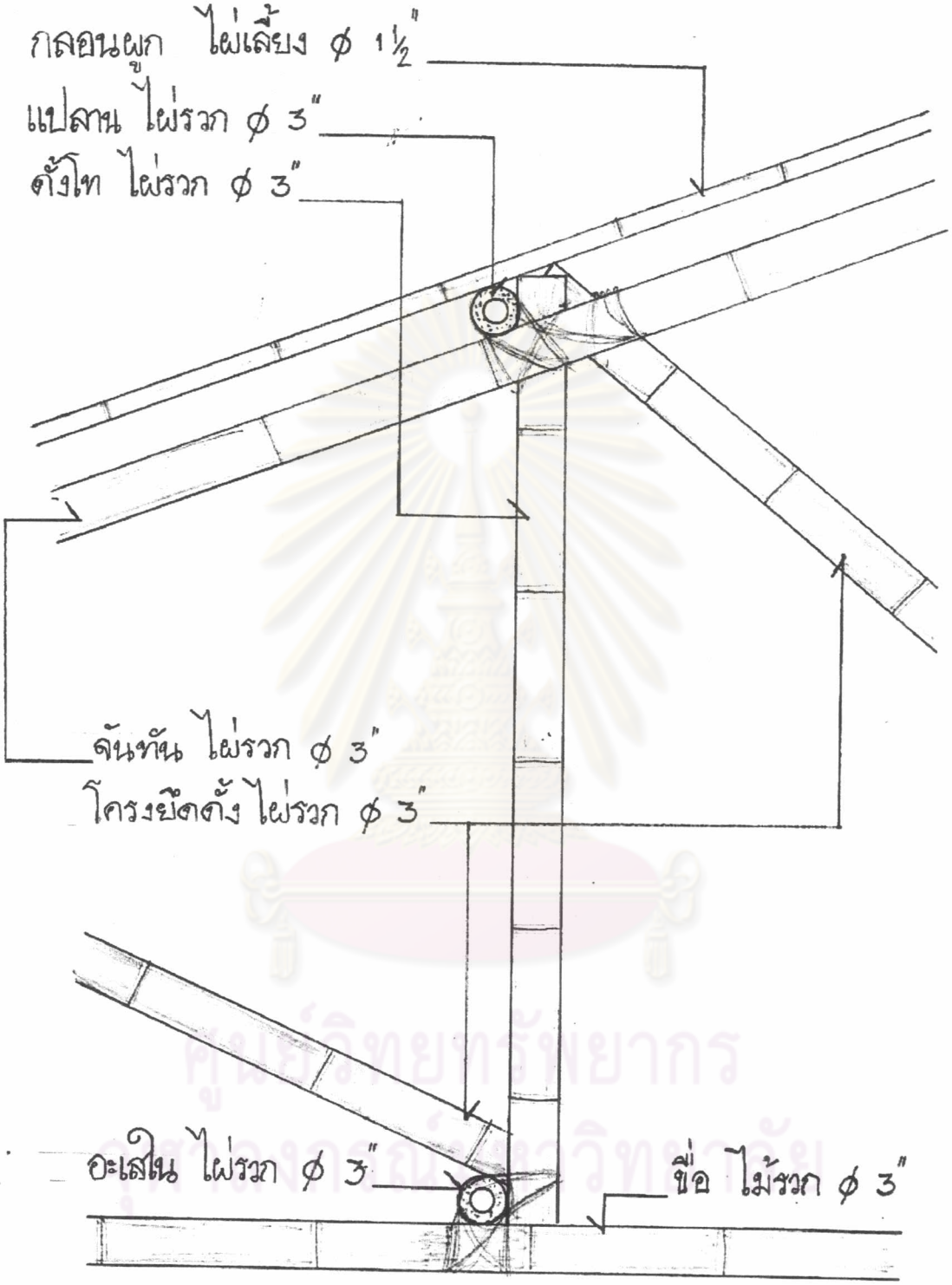
ภาพที่ 7.5 แสดงแบบขยายรอยต่อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

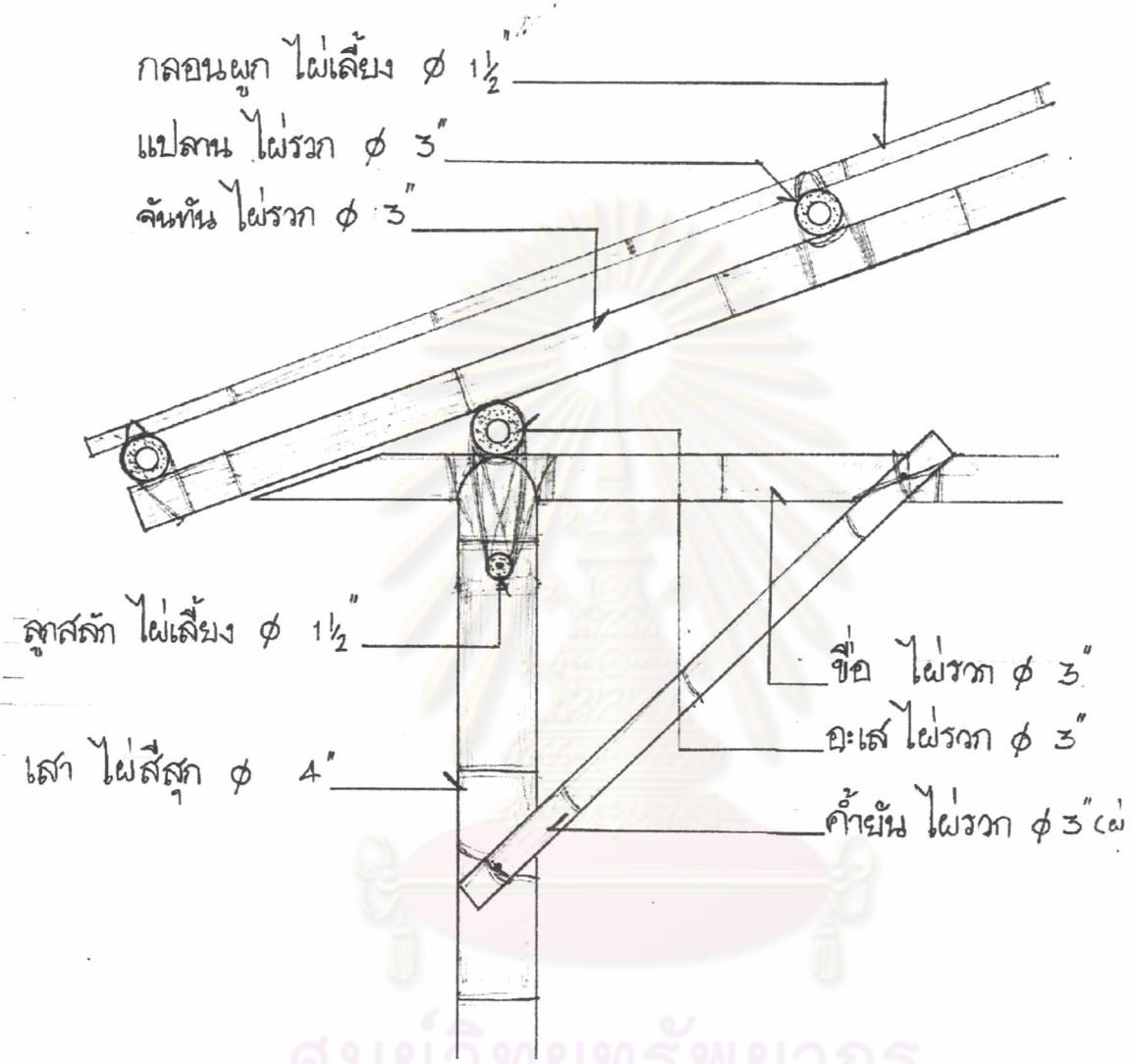


ภาพที่ 7.6 แสดงแบบขยายรอยต่อ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

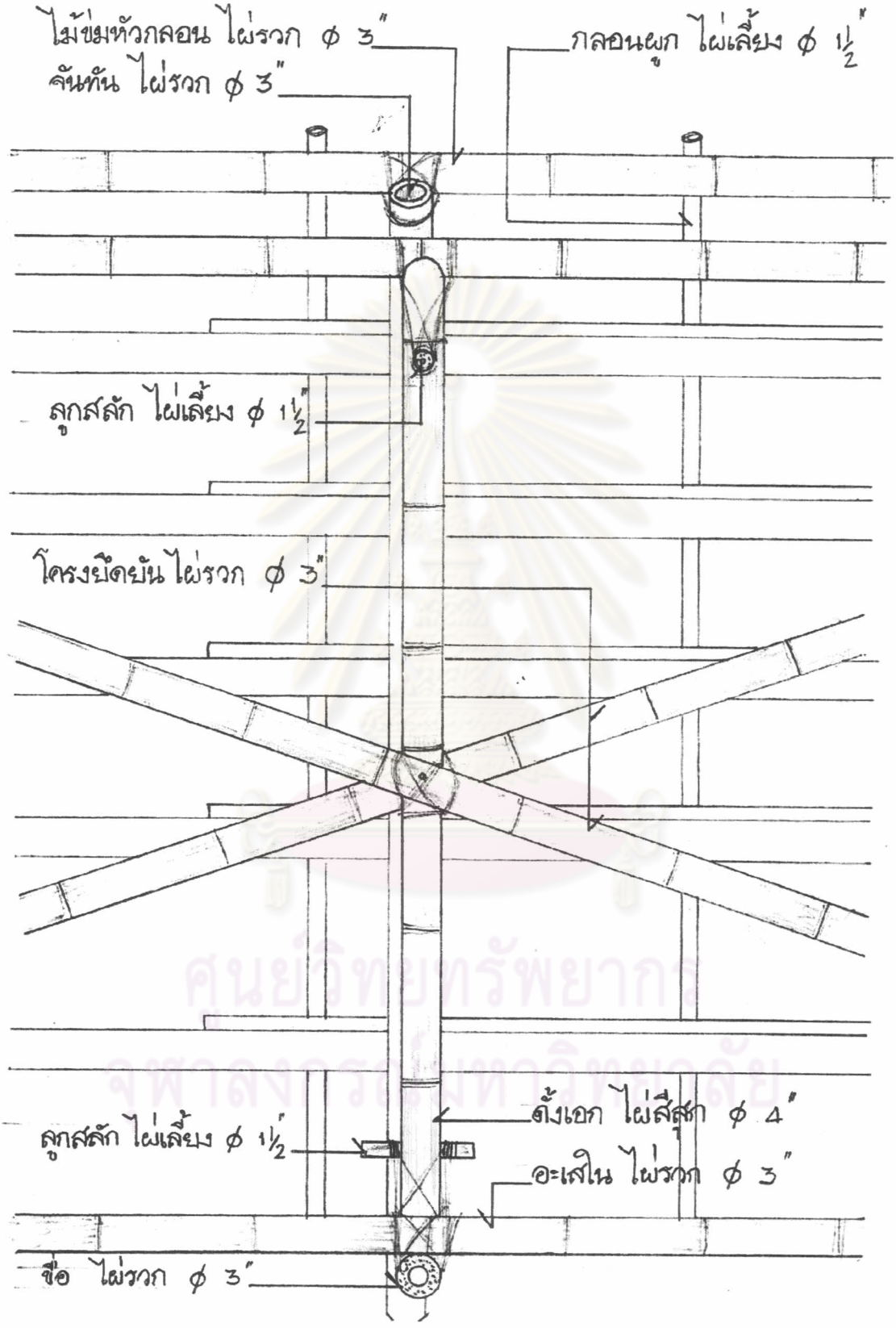


ภาพที่ 7.7 แสดงแบบขยายรอยต่อ 3



ภาพที่ 7.8 แสดงแบบขยายรอยต่อ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 7.9 แสดงแบบขยายรอยต่อ 4

7.5 การเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นโครงสร้างอาคาร

จากแนวทางจากบทที่แล้ว และรูปแบบโครงสร้างจากหัวข้อข้างต้น ทำให้เราได้เกณฑ์ในการเลือกวัสดุ และประมาณจำนวนที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้าง ซึ่งสามารถเลือกและกำหนดจำนวนได้ดังนี้

ชิ้นส่วนโครงสร้าง	พันธ์/ชนิด	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (นิ้ว)	จำนวน (ลำ)
เสา	สีสุก	4	6
ตั้งเอก	สีสุก	4	2
อะเส	รวก	3	4
อะเสใน	รวก	3	10
ขื่อ	รวก	3	10
จันทัน	รวก	3	10
โครงยึดตั้ง	รวก	3	5
ไม้ข่มหัวกลอน	รวก	3	2
อกไก่	รวก	3	2
แปลาน	รวก	3	26
ตั้งโท	รวก	3	5
โครงยึดยัน(Bracing)	รวก	3	4
ค้ำยัน	รวก	3	1
กลอนผูก	เลี้ยง	1.1/2	34
ลูกสลัก	เลี้ยง	1.1/2	1
ตับมุงหลังคา	หญ้าคา	-	1,700 (ตับ)
เชือกรัดโครงสร้าง	มะนิลา	3 หุน (9 ม.ม.)	10 (เมตร)
ลวด	-	1 ม.ม.	10 (กก.)
ตะปู	3"	-	2 (กก.)
หิน	-	-	70 (กก.)
ทราย	-	-	80 (กก.)
ซีเมนต์	-	-	3 (ถุง)

- ส่วนประเภทรอยต่อ โดยทั่วไปจะใช้การผูกมัดเป็นหลัก ซึ่งวัสดุที่เลือกใช้ ได้แก่ลวด 1 มม. ซึ่งสามารถหาได้ง่ายในขั้นตอนของการทดลอง

- งานฐานราก ใช้เป็นลักษณะขุดเป็นบ่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร ปักเสาไม้ไผ่ และถมเศษหิน เศษอิฐหักอัดลงไปในบ่อ จากนั้นให้เทคอนกรีตลงไป ให้เต็มบ่อ

7.6 แผนการดำเนินงาน และกรรมวิธีในการก่อสร้าง

ในการดำเนินงานก่อสร้างอาคารตัวอย่าง หลังจากที่ได้มีการศึกษาวัตถุที่หามาได้ รวมไปถึงการปรับแบบให้เข้ากับวัตถุดิบที่หาได้นั้น สามารถลำดับขั้นตอนการทำงานได้ ดังนี้

1.) วางแนวเสาอาคารบริเวณสถานที่ก่อสร้าง โดยวางยางล้อรถยนต์ตามตำแหน่งของเสา
2.) ประกอบโครงหลังคาบนยางล้อรถยนต์ โดยลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนดังนี้
    - ประกอบขื่อที่อยู่แนวเสา
    - ประกอบอะเสบนแนวเสา ทั้ง 2 แนว
    - วางอะเสในบนขื่อหัวเสา
    - มัดขื่อที่อยู่ระหว่างช่วงเสา กับอะเส
    - วางดั้งเอกบนกลางแนวขื่อทุกแนว
    - วางอกไก่ลงบนดั้งเอก
    - วางจันทันทั้ง 5 แนว ลงบนอกไก่ และอะเส
    - วางไม้ข่มหัวกลอนทับบนจันทัน
    - วางแปลานบนจันทัน และประกอบดั้งโท และโครงยึดดั้ง
    - ติดตั้งกลอนผูกบนแปลาน
3.) ย้ายยางล้อรถยนต์ออก เพื่อทำการขุดหลุมเสาตอม่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร
4.) ปักเสาที่ทำการบากหัวเสารับขื่อ และเจาะรูสอดลูกสลักเรียบร้อยแล้ว โดยถ่ายระดับน้ำให้หัวเสามีระดับความสูงเท่ากัน
5.) ติดตั้งเสาหมอ ทุกตำแหน่งเสา เพื่อเตรียมการยกโครงหลังคา
6.) ปักเสาลงไปในหลุมโดยใส่เศษหิน เศษอิฐลงไปในหลุมให้แน่น และทำการตั้งค้ำยันให้เสาตรงตั้งฉากกับพื้น
7.) เทคอนกรีตลงไปในหลุมเสา แล้วรอให้คอนกรีตแข็งตัว 1 วัน
8.) ยกโครงหลังคาที่ละข้างขึ้นวางบนหัวเสา แล้วทำการมัดโครงหลังคากับสลักหัวเสา ให้เสร็จทั้ง 2 แนวเสา

9.) ดามเสาที่กลางกึ่งกลางของช่วงพาดโครงหลังคา พร้อมติดตั้งค้ำยันเสากลางให้เรียบร้อย

10.) ปลดเสาหมอออกจากบริเวณก่อสร้าง

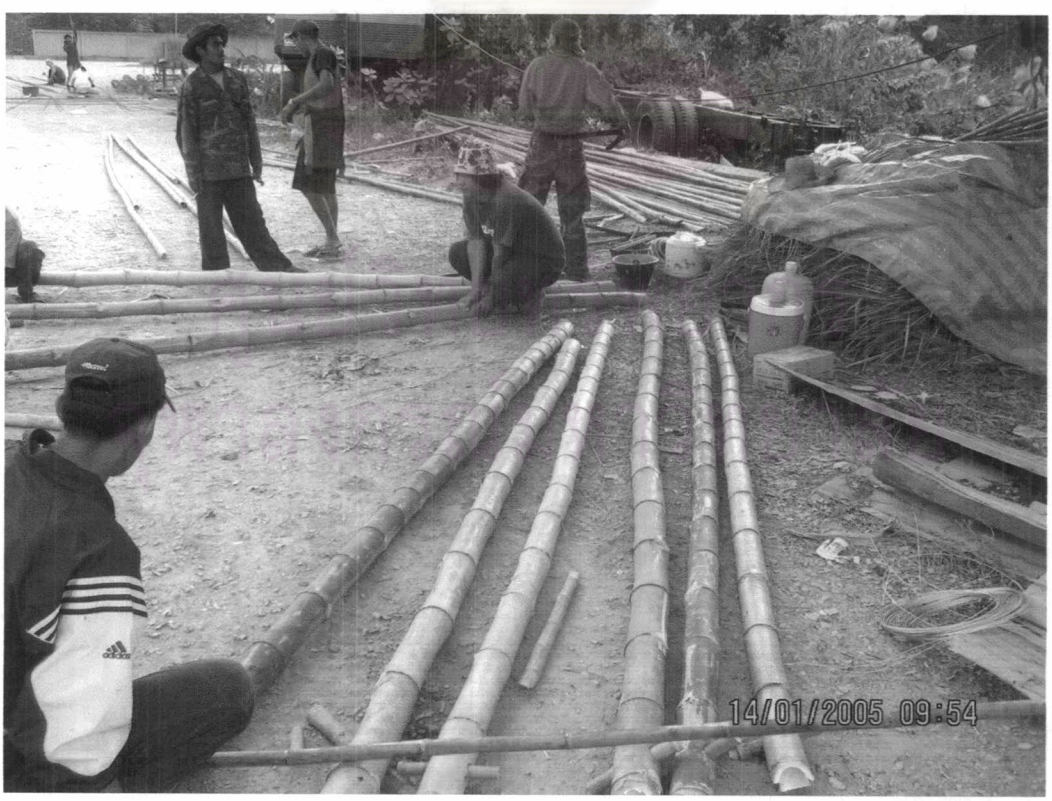
11.) มุงโครงหลังคาด้วยตับหญ้าคา

12.) รอให้โครงสร้างไม้ไผ่แห้งตัว เพื่อเพิ่มความแข็งแรงแก่เนื้อไม้ 6 วัน

13.) ถอดเสากลาง และค้ำยันของเสาทุกต้น เป็นอันเสร็จสิ้นการก่อสร้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

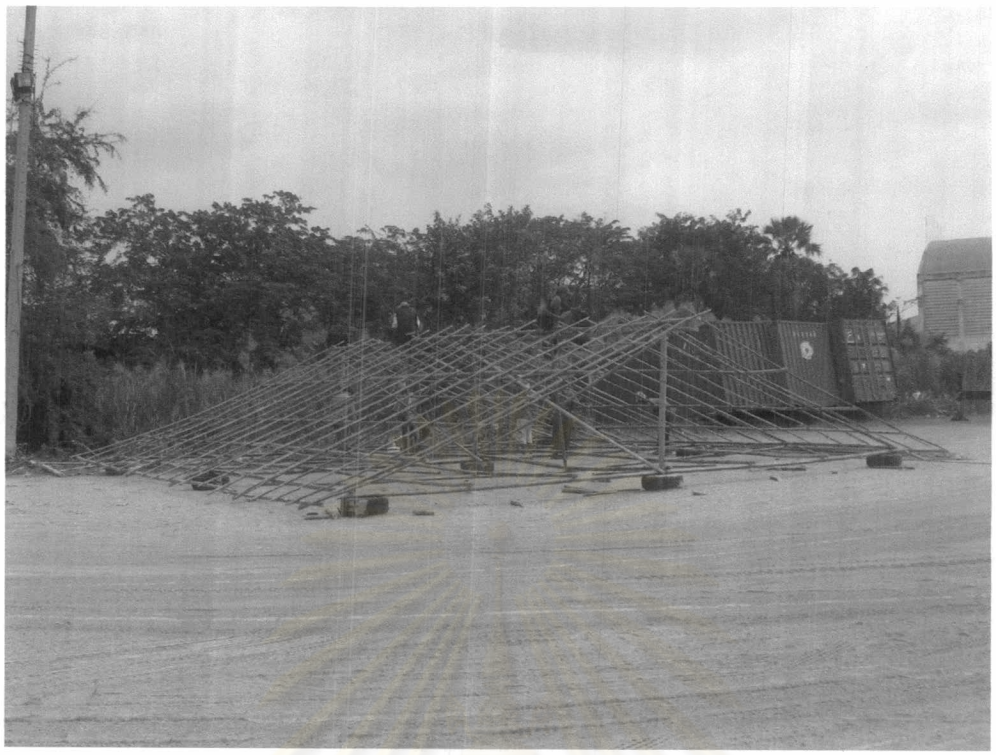
ภาพที่ 7.10 แสดงการกองและเตรียมชิ้นส่วนโครงสร้าง



ภาพที่ 7.11แสดง การกองและเตรียมชิ้นส่วนโครงสร้าง

ภาพที่ 7.12 แสดงการวัดความยาวไม้ไผ่กับขอบเขตอาคาร

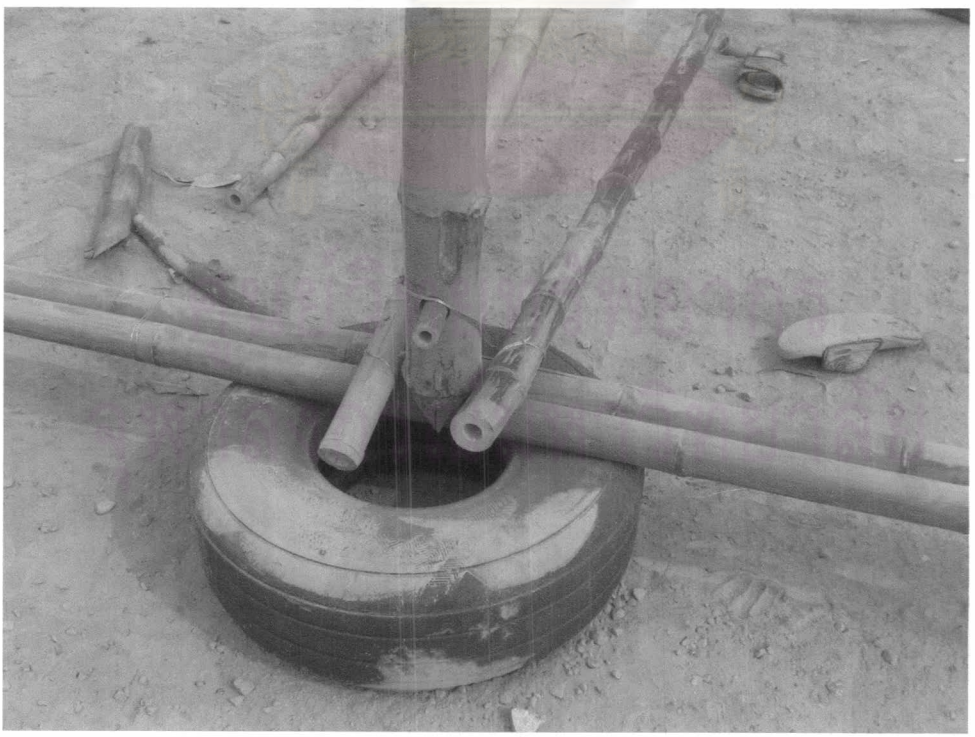
ภาพที่ 7.13 แสดงการประกอบโครงหลังคาบนยางล้อรถยนต์ (1)



ภาพที่ 7.14 แสดง การประกอบโครงหลังคาบนยางล้อรถยนต์ (2)

ภาพที่ 7.15 แสดง การประกอบโครงหลังบนยางล้อรถยนต์ (3)

ภาพที่ 7.16 แสดงรอยต่อบริเวณบนดั้งเอก

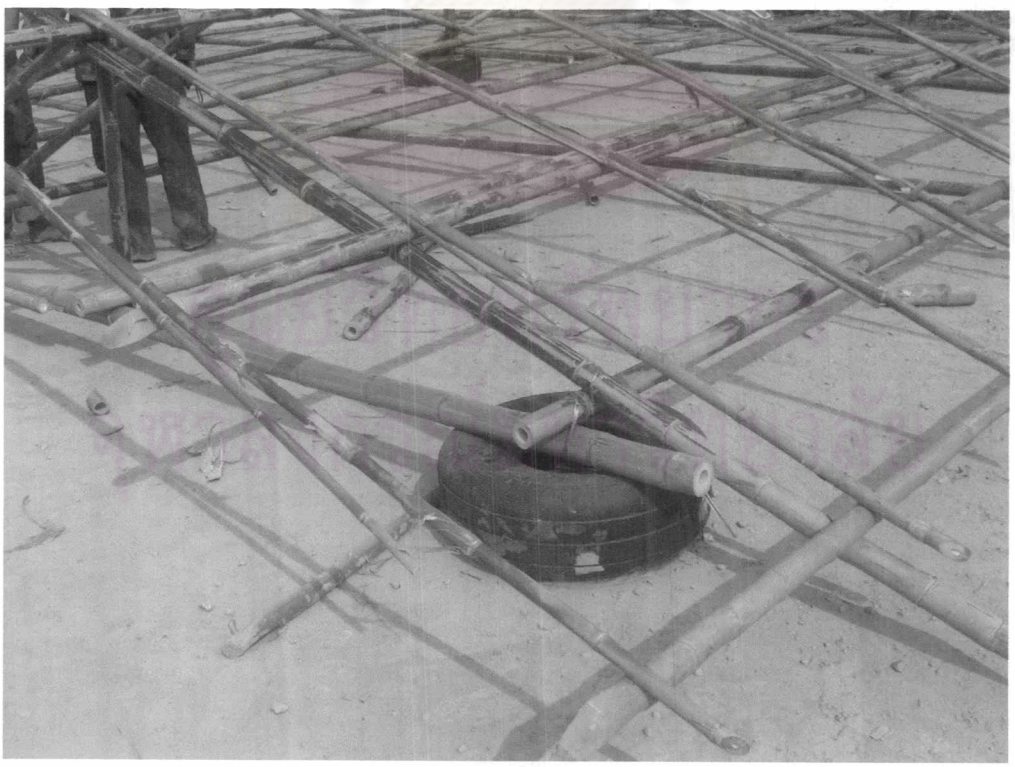


ภาพที่ 7.17 แสดง รอยต่อดั้งเอกกับขื่อคู่

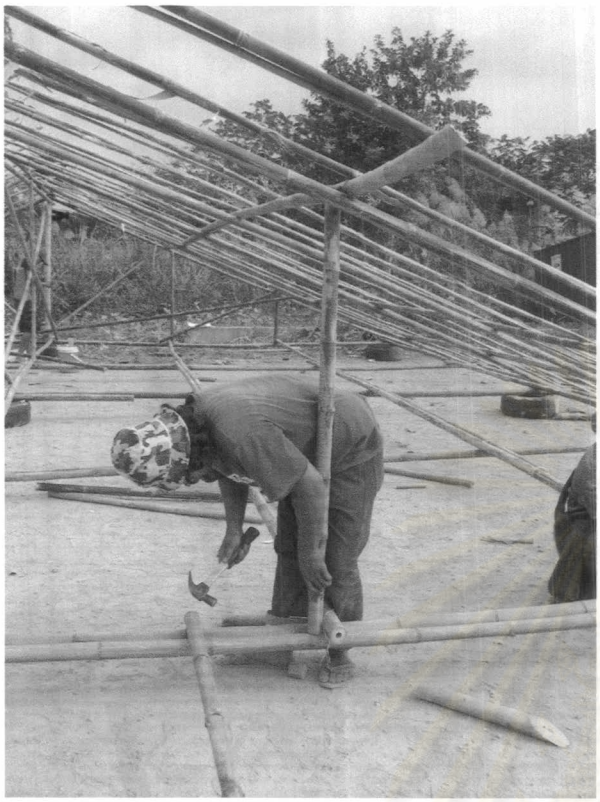
ภาพที่ 7.18 แสดง รอยต่อดั้งเอกกับขื่อคู่ และโครงยึดยัน (1)

ภาพที่ 7.19 แสดง รอยต่อดั้งเอกกับขื่อคู่ และโครงยัดยัน (2)

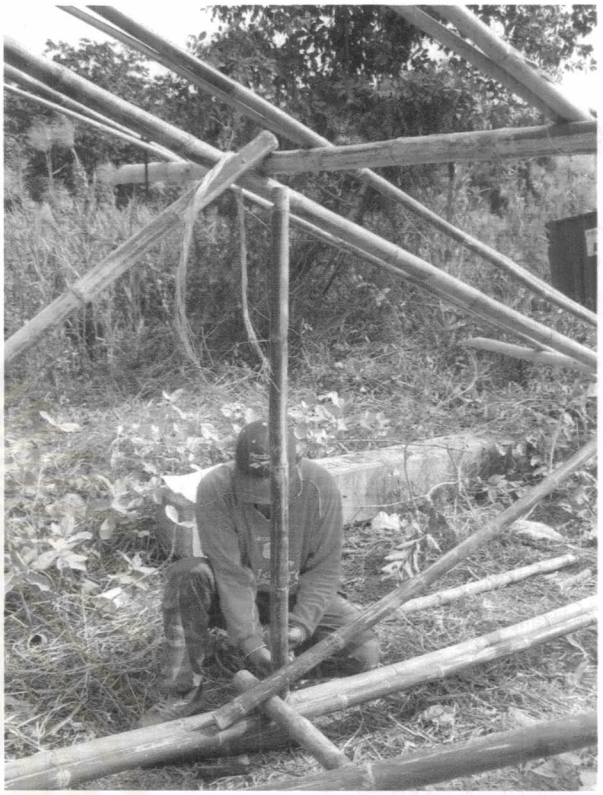
ภาพที่ 7.20 แสดง รอยต่อ อะเส, ขื่อ และดั้ง (1)



ภาพที่ 7.21 แสดง รอยต่อ อะเส, ขื่อ และดั้ง (2)

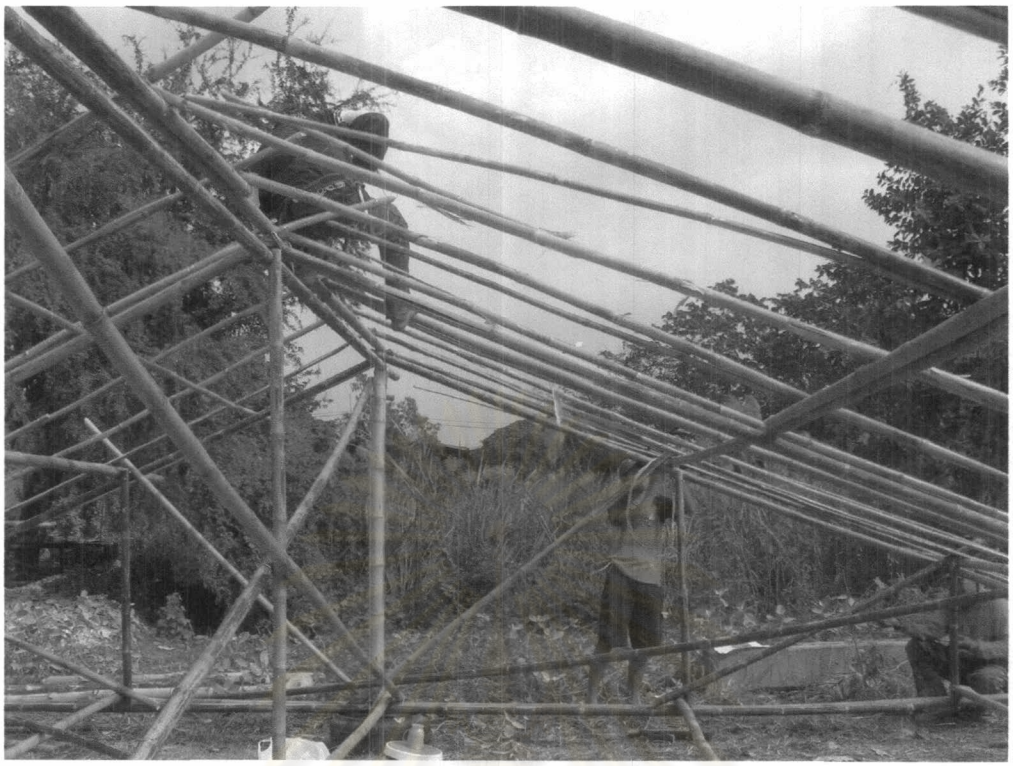


ภาพที่ 7.22 แสดงการติดตั้งดั้งโท และอะเสใน

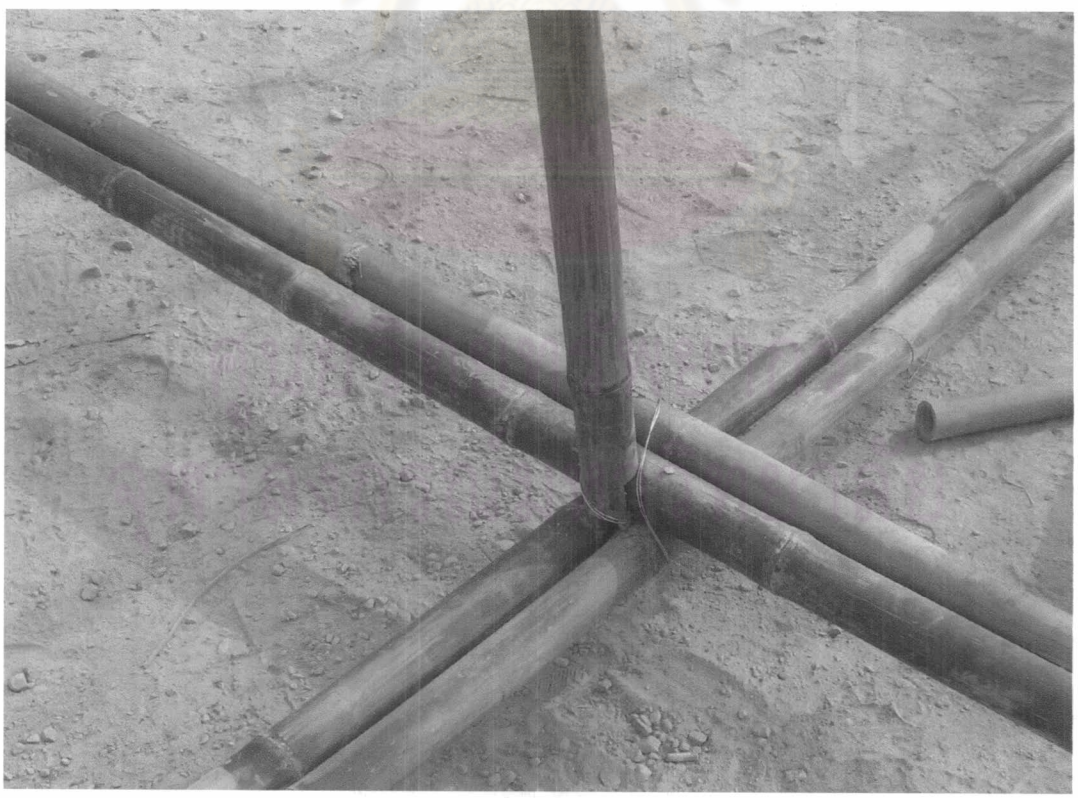


ภาพที่ 7.23 แสดงการติดตั้งดั้งโท และโครงยึดยัน

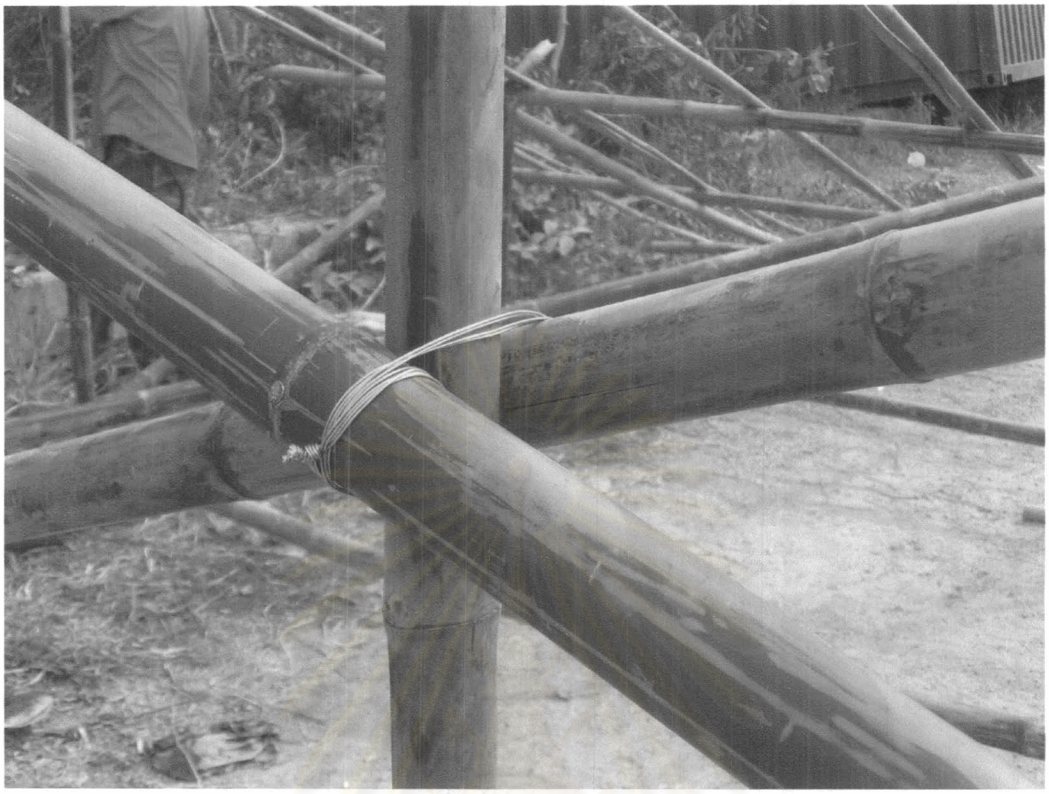
ภาพที่ 7.24 แสดงการติดตั้งดั้งโท และขื่อใน (1)



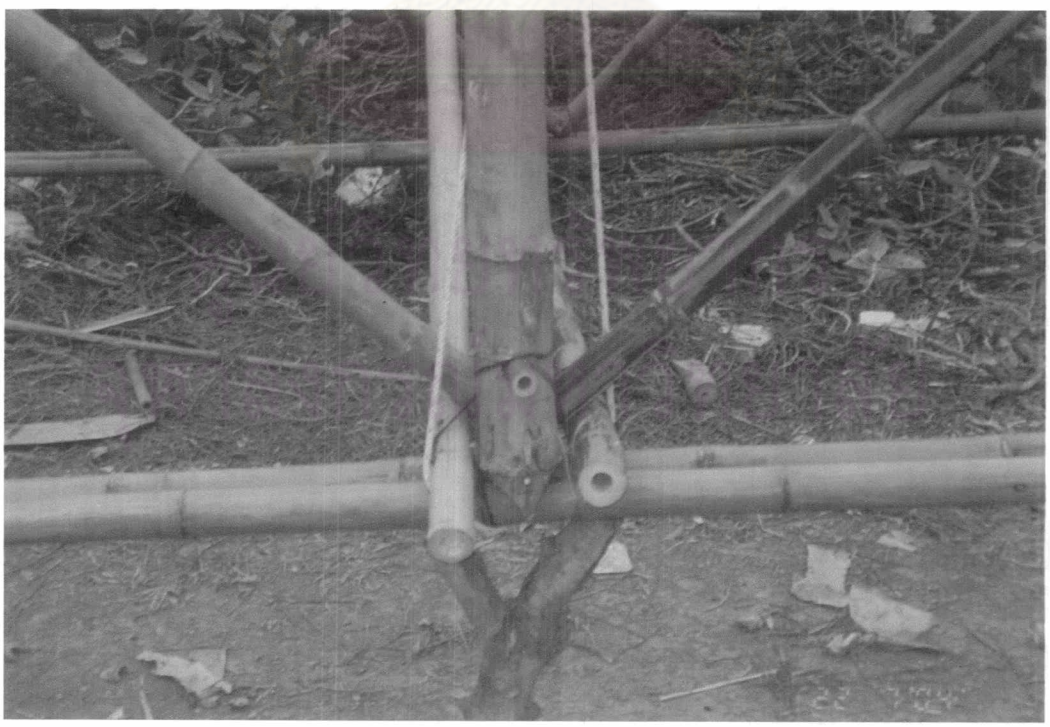
ภาพที่ 7.25 แสดงการติดตั้งดั้งโท, โครงยึดยัน และแปลาน



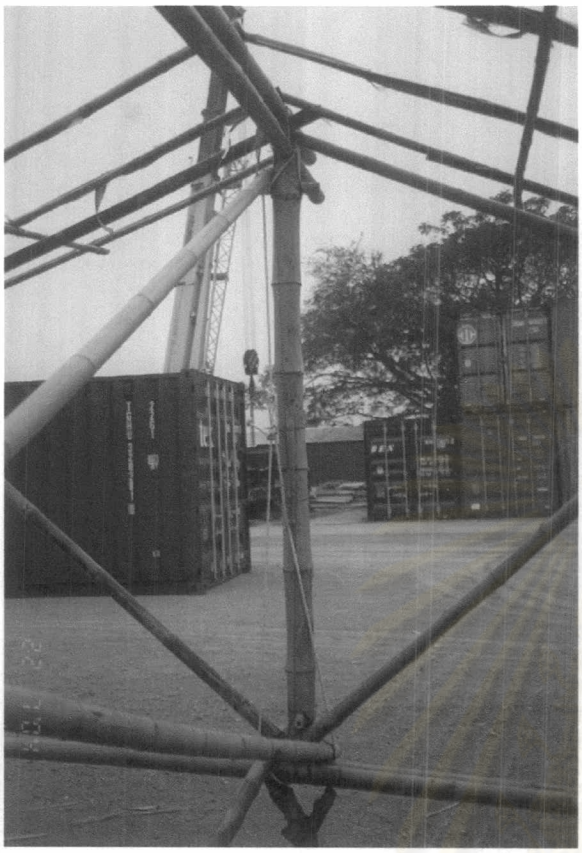
ภาพที่ 7.26 แสดงการติดตั้งดั้งโท, ขื่อและอะเสใน



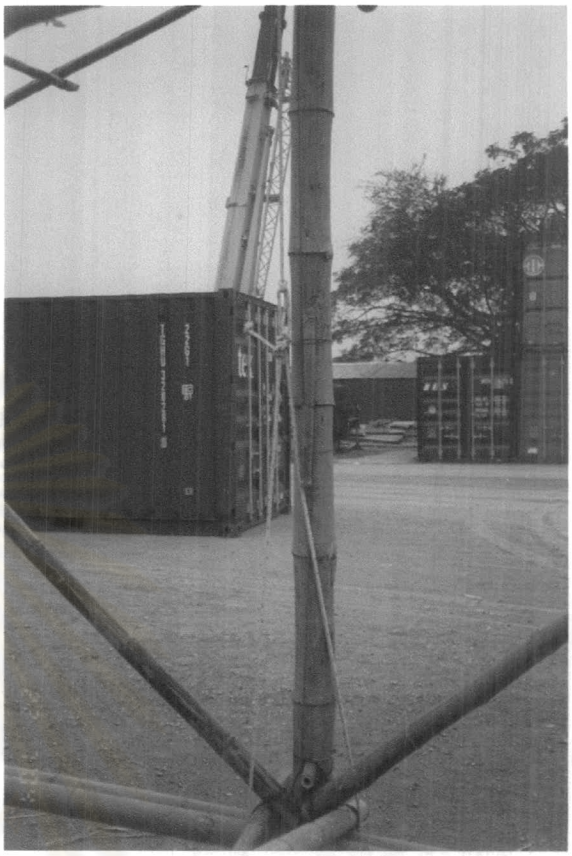
ภาพที่ 7.27 แสดงการยึดที่กึ่งกลางโครงยึดยัน กับดั้งเอก



ภาพที่ 7.28 แสดงการใช้เชือกมะนิลามัดโครงสร้าง (1)

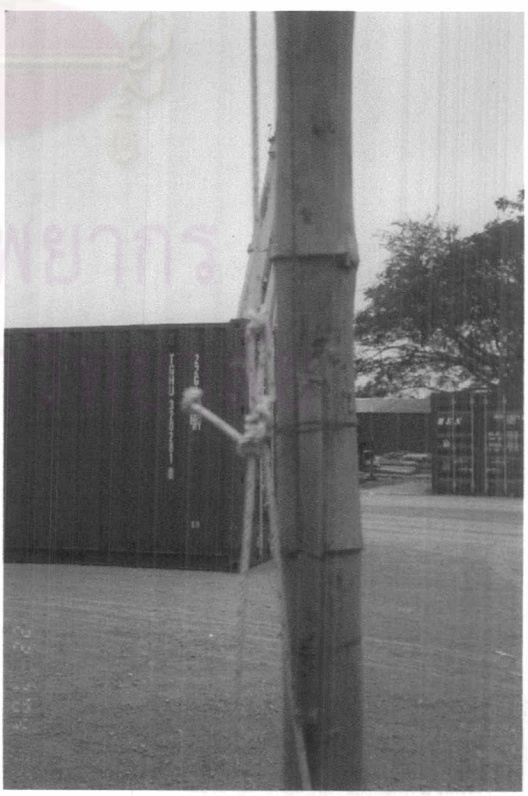


ภาพที่ 7.29 แสดงการใช้เชือกมะนิลามัดโครงสร้าง (2)



ภาพที่ 7.30 แสดงการใช้เชือกมะนิลามัดโครงสร้าง (3)

ภาพที่ 7.31 แสดงการใช้เชือกมะนิลามัดโครงสร้าง (4)

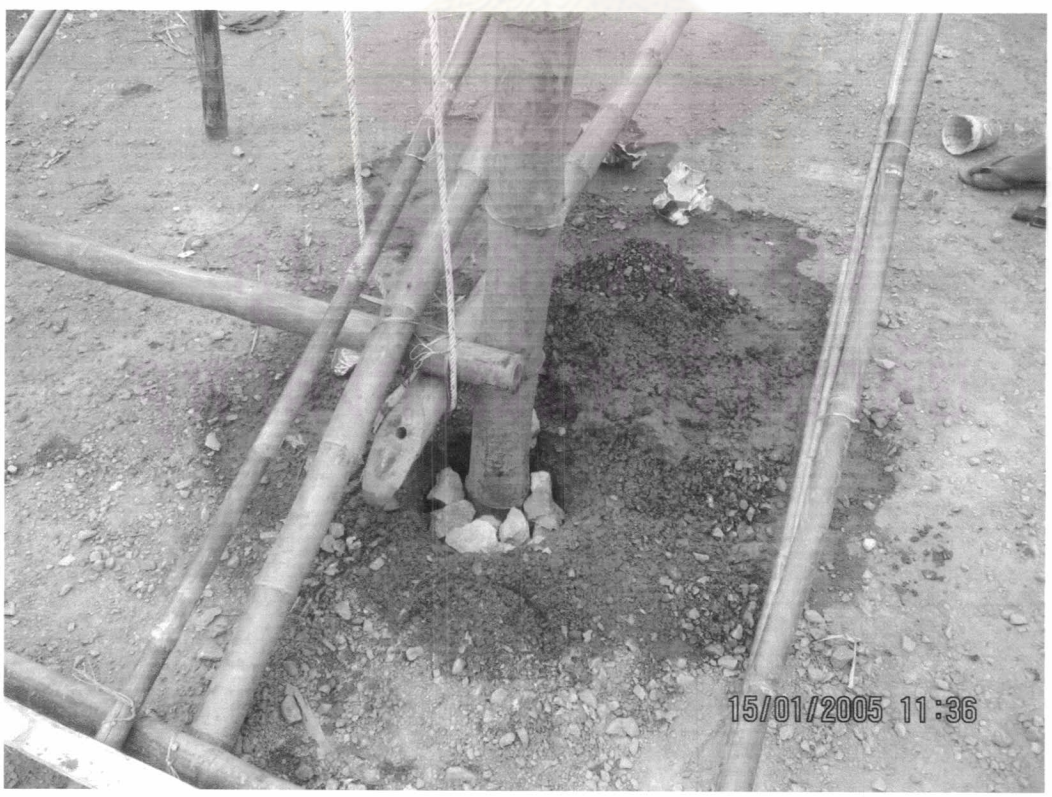


ภาพที่ 7.32 แสดงการใช้เชือกมะนิลามัดโครงสร้าง (5)

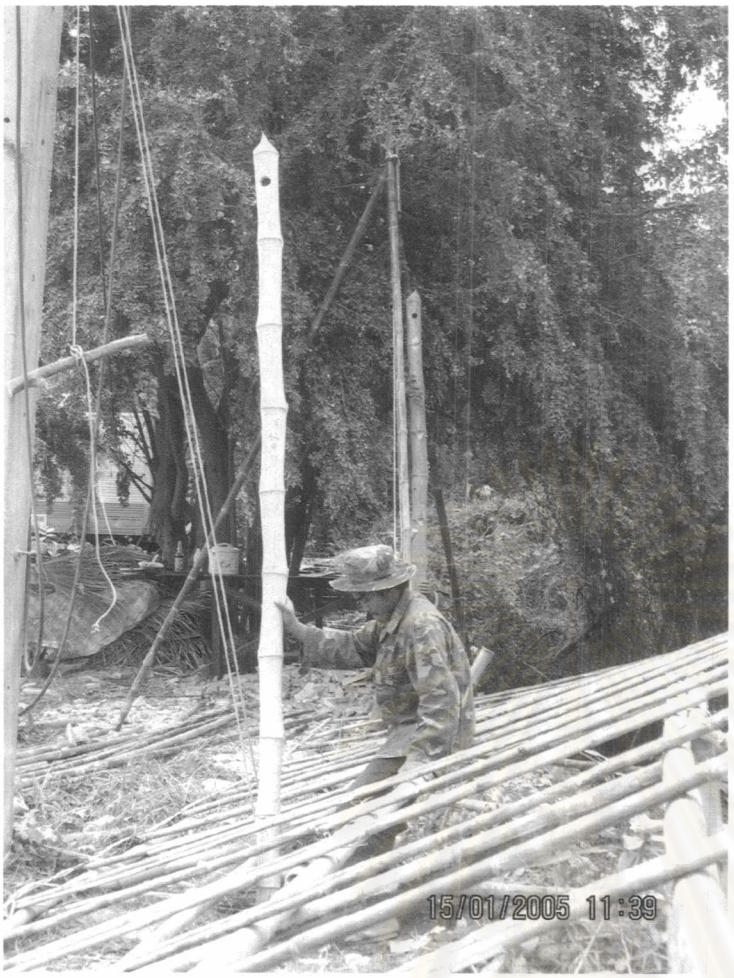
ภาพที่ 7.33 แสดงการขุดหลุมเสาตอม่อ (1)

ภาพที่ 7.34 แสดงการขุดหลุมเสาตอม่อ (2)

ภาพที่ 7.35 แสดงการติดตั้งเสาหมอเพื่อการยกโครงหลังคา



ภาพที่ 7.36 แสดงการติดตั้งเสาและเสริมด้วยเศษหินและอิฐลงไปในหลุม (1)



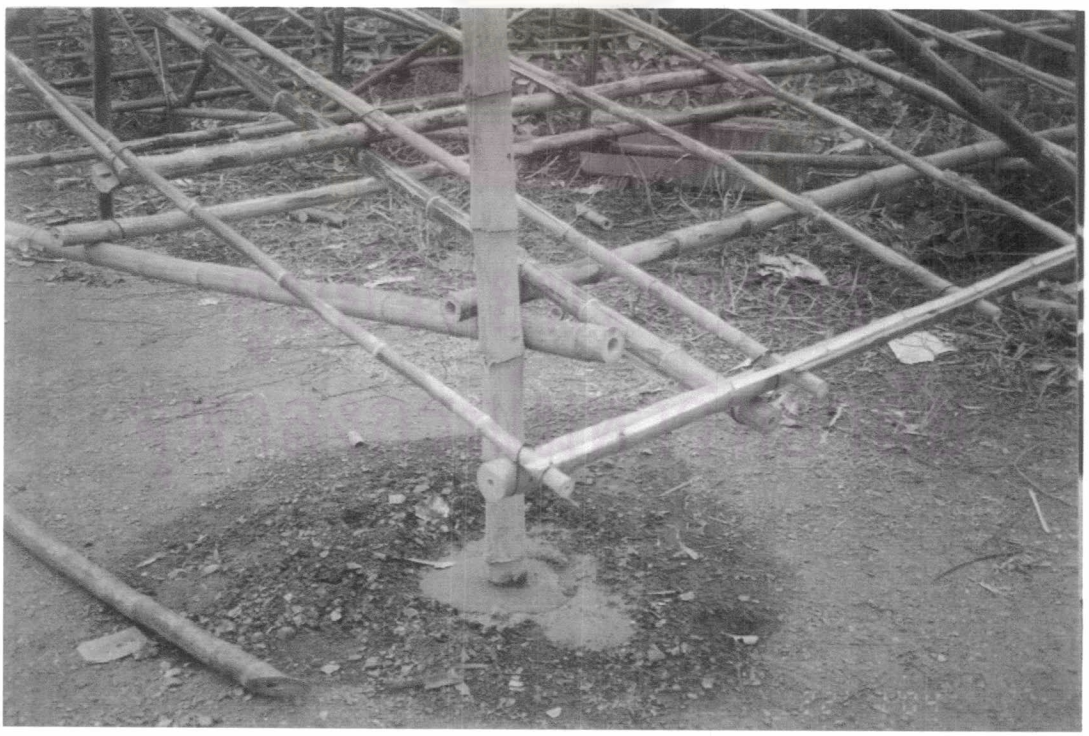
ภาพที่ 7.37 แสดงการติดตั้งเสาและเสริมด้วยเศษหินและอิฐลงไปในหลุม (2)

ภาพที่ 7.38 แสดงการติดตั้งเสาและเสริมด้วยเศษ หินและอิฐลงไปในหลุม (3)

ภาพที่ 7.39 แสดงการเทปูนลงไปในหลุมเสาตอม่อ (1)

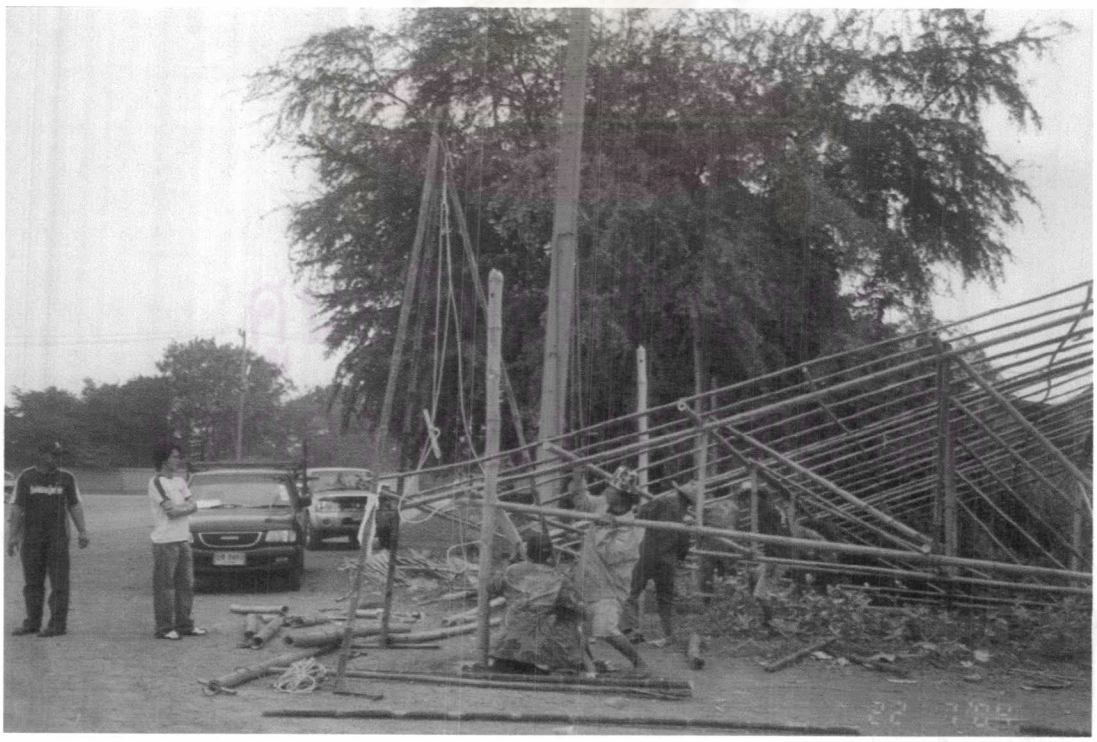
ภาพที่ 7.40 แสดงการเทปูนลงไปในหลุมเสาตอม่อ (2)

ภาพที่ 7.41 แสดงการเทปูนแล้วเสร็จ (1)



ภาพที่ 7.42 แสดงการเทปูนแล้วเสร็จ (2)

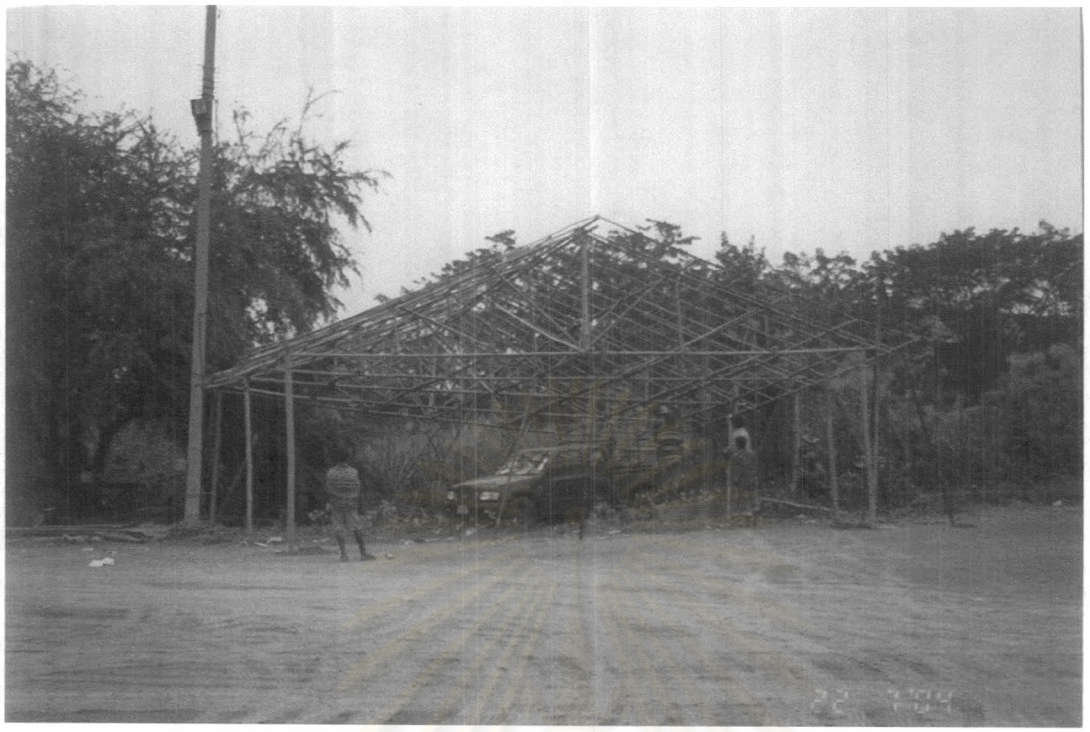
ภาพที่ 7.43 แสดงการยกโครงหลังคา (1)



ภาพที่ 7.44 แสดงการยกโครงหลังคา (2)

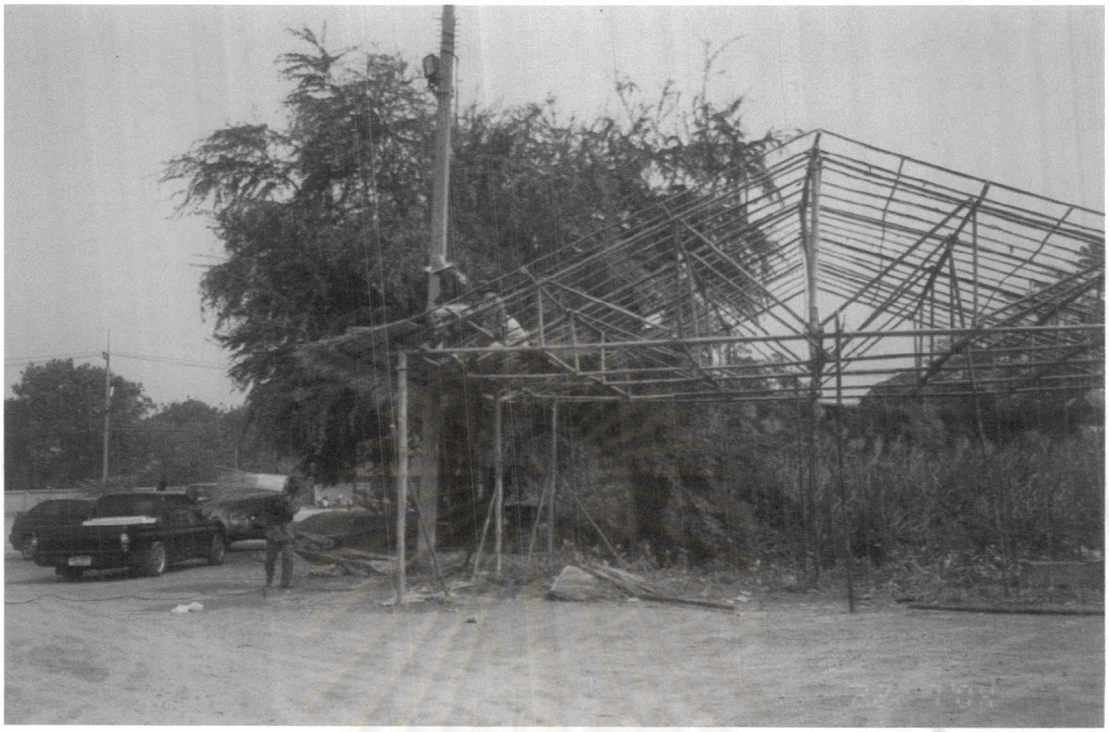
ภาพที่ 7.45 แสดงการยกโครงหลังคา (3)

ภาพที่ 7.46 แสดงการยึดโครงสร้างหลังคากับหัวเสา



ภาพที่ 7.47 แสดงการตามเสากลางช่วงพาด (1)

ภาพที่ 7.48 แสดงการตามเสากลางช่วงพาด (2)



ภาพที่ 7.49 แสดงการมุงหลังคา (1)

ภาพที่ 7.50 แสดงการมุงหลังคา (2)

ภาพที่ 7.51 แสดงการมุงหลังคา (3)

ภาพที่ 7.52 แสดงการมุงหลังคาแล้วเสร็จ (1)

ภาพที่ 7.53 แสดงการมุงหลังคาแล้วเสร็จ (2)

ภาพที่ 7.54 แสดงการมุงหลังคาแล้วเสร็จ (3)

ภาพที่ 7.55 แสดงการถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (1)

ภาพที่ 7.56 แสดงการถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (2)

ภาพที่ 7.57 แสดงการถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (3)

ภาพที่ 7.58 แสดงการถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (4)

ภาพที่ 7.59 แสดงการถอดเสากลางช่วงพาด และค้ำยันเสา (5)

ภาพที่ 7.60 แสดงการเสริมค้ำยันหลังคา (1)

ภาพที่ 7.61 แสดงการเสริมค้ำยันหลังคา (2)

ภาพที่ 7.62 แสดงโครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (1)

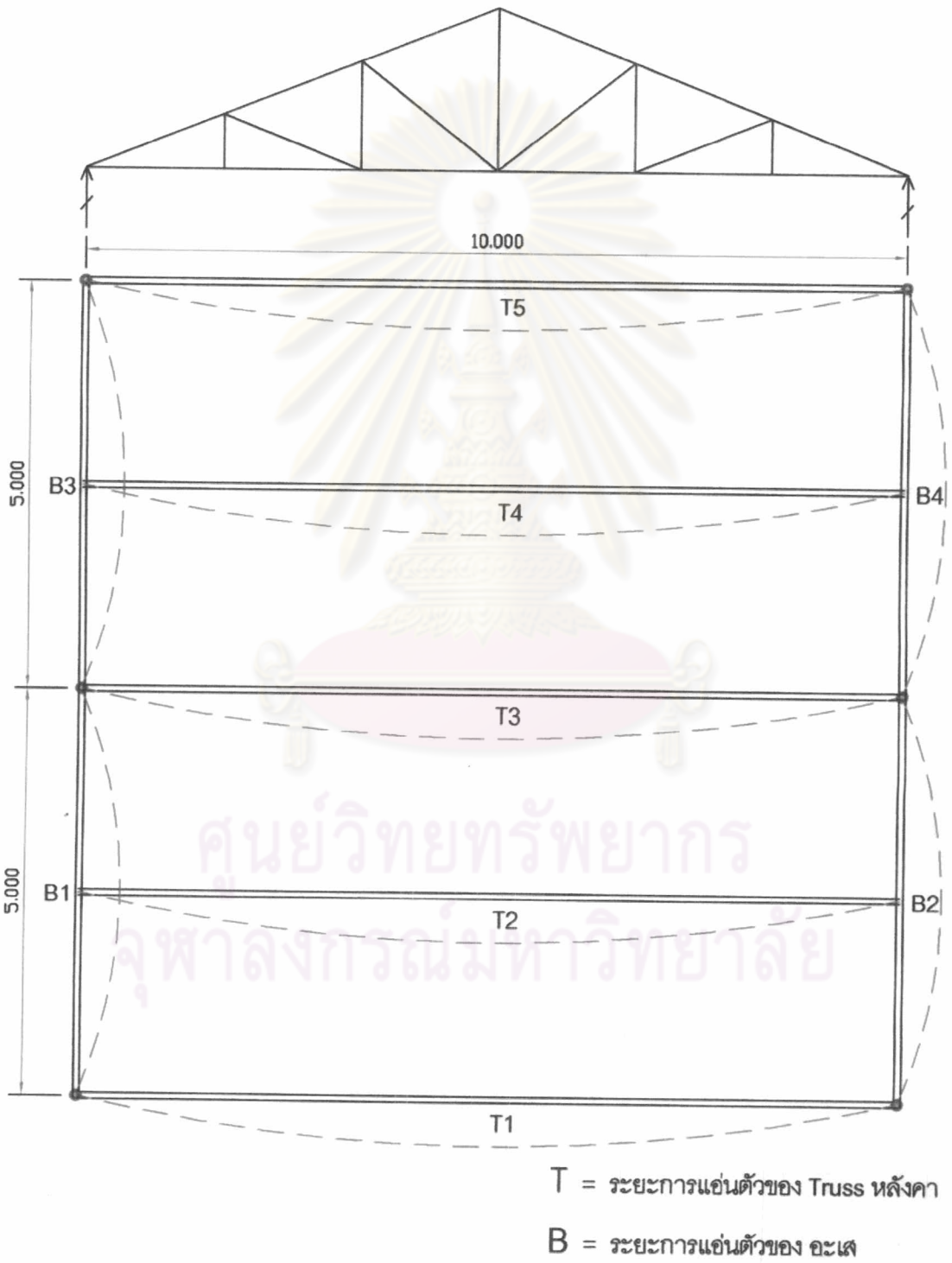
ภาพที่ 7.63 แสดงโครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (2)

ภาพที่ 7.64 แสดงโครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (3)

ภาพที่ 7.65 แสดงโครงสร้างหลังสิ้นสุดการก่อสร้าง (4)

7.7 การตรวจสอบโครงสร้างหลังการก่อสร้างเสร็จ

หลังจากที่อาคารตัวอย่างก่อสร้างเสร็จ ทางผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของโครงสร้าง โดยทำการวัดระยะการแอ่นตัว(ตกท้องช้าง)ของชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ หลังจากก่อสร้างเสร็จเป็นเวลา 4 วัน



ภาพที่ 7.66 แสดงผังการวางแอ่นตัวของโครงสร้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งในการวัดระยะการแอ่นตัว(ตกท้องช้าง) ของโครงสร้างนั้น ใช้วิธีการขึงเส้นเอ็นจากหัวเสาที่รองรับช่วงนั้นๆให้ได้ระดับเดียวกัน จากนั้นวัดที่ระดับของอะเสที่อยู่แนวดิ่งเดียวกับเสา แล้วเปรียบเทียบกับระดับการวัดที่กึ่งกลางของช่วงพาดนั้น ซึ่งได้ผลการวัดออกมา ดังนี้

T1 มีระยะตกจากระดับเดิม 8.00 เซนติเมตร
T2 มีระยะตกจากระดับเดิม 9.50 เซนติเมตร
T3 มีระยะตกจากระดับเดิม 20.50 เซนติเมตร
T4 มีระยะตกจากระดับเดิม 9.75 เซนติเมตร
T5 มีระยะตกจากระดับเดิม 8.50 เซนติเมตร

B1 มีระยะตกจากระดับเดิม 5.50 เซนติเมตร
B2 มีระยะตกจากระดับเดิม 6.50 เซนติเมตร
B3 มีระยะตกจากระดับเดิม 5.50 เซนติเมตร
B4 มีระยะตกจากระดับเดิม 6.50 เซนติเมตร

จากผลการสำรวจการแอ่นตัวของโครงสร้างจะพบว่า โครงสร้าง ทุกช่วงพาดวัดหาค่าการแอ่นตัวจากน้ำหนักโครงสร้างของตัวเองได้อย่างไม่แม่นยำนัก เพราะว่าไม้ไผ่มีความคด โก่งงออยู่แต่เดิมแล้ว ทำให้ค่าที่วัดออกมานั้นไม่ใช่ค่าที่แท้จริง

ส่วนสาเหตุอื่นของการแอ่นตัวนั้นนอกมาจากความอ่อนตัวตามธรรมชาติของไม้ไผ่ และอาจมีส่วนจากการที่ไม้ไผ่ไม่ได้ทำการเตรียมเนื้อไม้ให้พร้อมใช้งาน รวมไปถึงระยะการทาบไม้ไผ่เพื่อต่อความยาวนั้นน้อยเกินไป หรือการมัดรอยต่อที่ไม่แน่นพอ จึงทำให้เกิดการแอ่นตัวของโครงสร้างดังผลการตรวจสอบ

การหาความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง

การตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง มีเพื่อหาค่าน้ำหนักที่โครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้างสามารถรับได้โดยที่ไม่ก่อความวิบัติให้แก่โครงสร้าง ในขั้นตอนการตรวจสอบโครงสร้างนี้ใช้วิธีการแขวนน้ำหนักที่กึ่งกลางของช่วงพาดโครงสร้างและทำการบันทึกพฤติกรรมของโครงสร้างจนกระทั้ง โครงสร้างปรากฏความเสียหายอย่างชัดเจน จึงหยุดการตรวจสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อแขวนน้ำหนัก 50 กิโลกรัม ที่กลางช่วงพาดโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างตกลงมาจากเดิม 1 เซนติเมตร

ภาพที่ 7.67 แสดงการวัดการแอ่นตัวของโครงสร้าง หลังจากถ่วงน้ำหนัก 50 กิโลกรัม

เมื่อแขวนน้ำหนัก 100 กิโลกรัม ที่กลางช่วงพาดโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างตกลงมาจากเดิม 1.5 เซนติเมตร

ภาพที่ 7.68 แสดงการวัดการแอ่นตัวของโครงสร้าง หลังจากถ่วงน้ำหนัก 100 กิโลกรัม

เมื่อแขวนน้ำหนัก 150 กิโลกรัม ที่กลางช่วงพาดโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างตกลงมาจากเดิม 2.5 เซนติเมตร

ภาพที่ 7.69 แสดงการวัดการแอ่นตัวของโครงสร้าง หลังจากถ่วงน้ำหนัก 150 กิโลกรัม

เมื่อแขวนน้ำหนัก 200 กิโลกรัม ที่กลางช่วงพาดโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างตกลงมาจากเดิม 3.5 เซนติเมตร

ภาพที่ 7.70 แสดงการวัดการแอ่นตัวของโครงสร้าง หลังจากถ่วงน้ำหนัก 200 กิโลกรัม

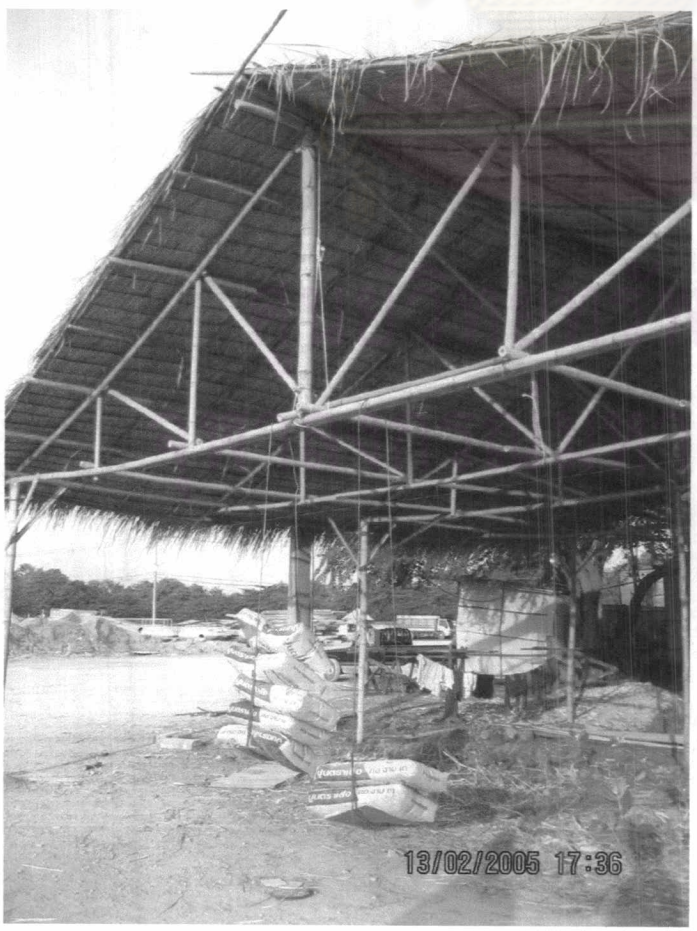
เมื่อแขวนน้ำหนัก 250 กิโลกรัม ที่กลางช่วงพาดโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างตกลงมาจากเดิม 5.5 เซนติเมตร

ภาพที่ 7.71 แสดงการวัดการแอ่นตัวของโครงสร้าง หลังจากถ่วงน้ำหนัก 250 กิโลกรัม

ภาพที่ 7.72 แสดงการแขวนน้ำหนักกับโครงหลังคา ที่ 250 กิโลกรัม

เมื่อแขวนน้ำหนัก 300 และ 350 กิโลกรัม ที่กลางช่วงพาดโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างตกลงมาจากเดิม 6.5 และ 7.5 เซนติเมตร

ภาพที่ 7.73 แสดงการวัดการแอ่นตัวของโครงสร้าง หลังจากถ่วงน้ำหนัก 350 กิโลกรัม



ภาพที่ 7.74 แสดงการแขวนน้ำหนักกับโครงหลังคา ที่ 350 กิโลกรัม

และเมื่อแขวนน้ำหนัก 400 กิโลกรัม ที่กลางช่วงพาดโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างเกิดความเสียหาย โดยมีรอยแตกที่หัวเสาและรอยต่อชิ้นส่วนของโครงถัก

ภาพที่ 7.75 แสดงสภาพความเสียหายบริเวณหัวเสา เมื่อโครงสร้างรับน้ำหนักที่ 400 กิโลกรัม

ภาพที่ 7.76 แสดงสภาพความเสียหายบริเวณหัวเสา เมื่อโครงสร้างรับน้ำหนักที่ 400 กิโลกรัม

ภาพที่ 7.77 แสดงความเสียหายของโครงสร้างหลักการแขวนน้ำหนัก 400 กิโลกรัม

ภาพที่ 7.78 แสดงความเสียหายของโครงสร้างหลักการแขวนน้ำหนัก 400 กิโลกรัม

ในการแขวนน้ำหนักกับโครงสร้าง ได้ใช้ถุงซีเมนต์บรรจุเต็มถุง หนัก 50 กิโลกรัม แขวนโดยวิธีใช้เหล็กเส้นคล้องกับขื่อที่อยู่ด้านบน ซึ่งทำการแขวนที่ละถุง และทำการบันทึก ซึ่งได้ผลที่ออกดังนี้

จำนวนน้ำหนักที่แขวน (กิโลกรัม)	ระยะการแอ่นตัวของโครงสร้าง (เซนติเมตร)
50	1
100	1.5
150	2.5
200	3.5
250	5.5
300	6.5
350	7.5
400	โครงสร้างเกิดความเสียหาย

จากการตรวจสอบโครงสร้างโดยวิธีการถ่วงน้ำหนักที่กลางช่วงพาดของโครงถังที่อยู่ริมนอกสุดของอาคารพบว่า โครงสร้างมีการแอ่นตัวลงทุกครั้งที่มีการเพิ่มน้ำหนัก และสามารถน้ำน้ำหนักปลอดภัยที่ 350 กิโลกรัม และโครงสร้างจะเริ่มเกิดความเสียหายเมื่อรับน้ำหนักถึง 400 กิโลกรัม โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็น ที่บริเวณหัวเสา ซึ่งปรากฏให้เห็น รอย ปริ แตก ของปล้องหัวเสา และที่มีความเสียหายปรากฏอีก คือ รอยต่อที่บริเวณโครงถักซึ่งเกิดมาการการที่รอยต่อทำการผูกมัดด้วยลวด ความหนา 1 มิลลิเมตร ซึ่งทำให้ไม้ไผ่เกิดการฉีกขาดเนื่องความคมของลวดที่ใช้มัดชิ้นส่วนโครงสร้าง เมื่อรับน้ำหนักถึง 400 กิโลกรัม

จากผลที่ได้นี้สามารถนำไปหาค่าน้ำหนักปลอดภัยที่โครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้างสามารถรับได้ โดยวิธีคำนวณทางวิศวกรรม โดยใช้ข้อกำหนดจาก กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ.) ออกตามความพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ข้อที่ 13(2) ซึ่งมีเนื้อความว่า

หน่วยแรงดึง แรงอัด และแรงดัด ให้ใช้ไม่เกินร้อยละ 60 ของกำลังคราก[1]

(กำลังคราก = กำลังที่ทำให้โครงสร้างเกิดการล้า เริ่มยืดตัว และไม่กลับสู่รูปเดิม)

จากสูตรที่ใช้ในการออกแบบองค์อาคาร[2]

$$F = P / A$$

โดยกำหนดให้ F = หน่วยแรงดัด และแรงดึง (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

P = แรงกระทำ (กิโลกรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดสุทธิ (ตารางเซนติเมตร)

โดย F คือ หน่วยแรงดัด และแรงดึงของไม้ไผ่ที่ต้องการทราบ

P คือ แรงที่กระทำกับโครงสร้างจนโครงสร้างวิบัติ (400 กิโลกรัม)

A คือ หน้าตัดของไม้ไผ่ที่ใช้ทำโครงถัก (ไผ่รวก เส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซ.ม. ความหนาปล้อง 2 ซม.)

$$A = \pi(r^2)$$

$$= (22/7) \times \{(7.5/2)^2 - (3.5/2)^2\}$$

$$= (22/7) \times (14.0625 - 3.0625)$$

$$= 34.56 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

---

[1] คณะอนุกรรมการการสาขากฎหมายโยธา และคณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา, รวมกฎหมายการควบคุมอาคาร (กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2538), หน้า 82.

[2] มนัส อนุศิริ, การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก (กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2546), หน้า 48.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จาก F = P / A

= 400 / 34.56

= 11.57 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

จากข้อกำหนดจาก กฎกระทรวง กำหนดให้หน่วยแรงดึง แรงอัด และแรงดัด ให้ใช้ไม่เกินร้อยละ 60 ของกำลังคราก

$P_{(ที่ยอมให้)}$ = 0.6 x 11.57

= 6.942 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

จากค่าหน่วยแรงดึง แรงอัด และแรงดัด ที่กฎกระทรวงยอมให้ สามารถนำไปคำนวณหาค่าน้ำหนักปลอดภัยของโครงถักไม้ไผ่ จากสมการ

$P_{(ที่ยอมให้)}$ = F / A

F = $P_{(ที่ยอมให้)}$ x A

= 6.942 x 34.56

= 240 กิโลกรัม

จากผลการตรวจสอบโครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้าง ในเรื่องของความแข็งแรง สามารถสรุปได้ว่า โครงสร้างไม้ไผ่ช่วงพาดกว้างที่ได้ทำการวิจัยในครั้งนี้ สามารถรับน้ำหนักปลอดภัยที่ 240 กก.

นอกจากนี้ ปรากฏว่า จากการพิสูจน์สูตร ยังได้ค่าหน่วยแรงดึง แรงอัด และแรงดัดของไผ่รวก ที่สามารถรับน้ำหนักปลอดภัย เท่ากับ 6.942 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร โดยค่าที่ได้นี้สามารถนำไปใช้คำนวณความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างไม้ไผ่(รวก)อื่นๆ ได้ต่อไป