

แนวทางการออกแบบข้อต่อแบบถอดประกอบได้ให้เหมาะสมกับโครงสร้างบ้านไม้ไผ่ ขนาดเล็กร่วมสมัย

นิศารัตน์ ทองประไพ¹ และ ยุทธนา ทองท่วม^{2*}

Design guidelines of joints technique to appropriate structure of Contemporary Small Residential Bamboo Structures

Nisarath Thongprapai¹ and Yuttana Tongtuam^{2*}

^{1,2} คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

^{1,2} Faculty of Architecture Chiang Mai University

* Corresponding author E-mail address : yuttana.t@cmu.ac.th

Received October 3, 2018

revised December 12, 2018

accepted January 3, 2019

บทคัดย่อ

ปัจจุบันไม้ไผ่กลายเป็นวัสดุทดแทนไม้ที่มีความสำคัญมากขึ้น เพราะเป็นวัสดุธรรมชาติที่พบได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งอาจต่างสายพันธุ์กันไปขึ้นอยู่กับสภาพดิน ฟ้า อากาศที่ไม้ไผ่เจริญเติบโต ไม้ไผ่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการสร้างอาคาร บ้านเรือนมากขึ้น สิ่งที่เห็นได้ชัดตามความถนัดของช่างพื้นถิ่น คือ เทคนิคการเชื่อมหรือการเข้าไม้ไผ่ให้เกิดเป็นโครงสร้าง มีความแตกต่างกันตามภูมิปัญญาที่สืบทอดกันจากรุ่นสู่รุ่น เทคนิคเหล่านี้ทำให้โครงสร้างไม้ไผ่เชื่อมติดกันในรูปแบบโครงสร้างถาวร หากมีการรื้อถอนต้องรื้อโครงสร้างทั้งหมดเพื่อซ่อมแซมบางส่วน วิธีนี้จึงเกิดแนวคิดจากปัญหาที่มี โดยการศึกษาเทคนิคการเข้าไม้ไผ่เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบข้อต่อที่สามารถถอดประกอบและซ่อมแซมได้เฉพาะบางส่วน ลดการรื้อถอนทั้งหลัง อีกทั้งยังเป็นข้อต่อที่ทำให้บุคคลทั่วไปที่สนใจสร้างบ้านไม้ไผ่ สามารถศึกษาวิธีการและประกอบได้เองตามคู่มือ ถือเป็นการเผยแพร่ความรู้ด้านสถาปัตยกรรมให้กว้างขวางขึ้นไม่เฉพาะกลุ่ม ขอบเขตการศึกษาเป็นการศึกษาเทคนิคการเข้าไม้ไผ่เพื่อค้นหาเทคนิคที่เหมาะสมเป็นแนวทางในการออกแบบข้อต่อแบบถอดประกอบได้ ซึ่งผลการศึกษาทำให้ได้แบบข้อต่อไม้ไผ่ที่สามารถใช้ในการยึดเฉพาะในส่วนโครงสร้างหลังคา คือส่วนข้อต่อที่เชื่อมเสากับอะเสลำ เนื่องจากจุดเชื่อมต่อนี้ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักรับแรงอัดที่มากกระทำกับโครงสร้างบ้านทั้งหลัง อาจมีการสกร่อนได้ง่าย หากมีการเปลี่ยนแปลงซ่อมแซมในส่วนดังกล่าวจะสามารถถอดประกอบเปลี่ยนชิ้นส่วนได้เพื่อความสะดวกรวดเร็ว

คำสำคัญ : เทคนิคการเข้าไม้ไผ่ โครงสร้างบ้านไม้ไผ่ ข้อต่อไม้ไผ่แบบถอดประกอบได้ บ้านไม้ไผ่ขนาดเล็กร่วมสมัย

ABSTRACT

Bamboo now becomes a more important substitute for wood, as it is widely accepted in Southeast Asia. The obvious thing is the meaning of creating a background image. There is a change in the preferred format for fixing this issue so that it's possible. There are some problems in resolving the issue. Individuals interested in building a bamboo house can study the methods and practices as set forth in the Handbook of Intellectual Property. Sign in to find a design solution to find a way to heal. Can be used in the only thing to be aware of in the radius, the rest is connected to the antenna. It is easy to change the parts that should be able to disassemble the received parts for quicker access.

Keywords : bamboo access technique, bamboo structure, disassembled bamboo fittings, contemporary small bamboo house

บทนำ

ปัจจุบันการนำวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็นเรื่องที่น่าสนใจมากขึ้นหลังจากโลกเรามีการผลิตวัสดุจากงานอุตสาหกรรมบวกกับเทคโนโลยีสมัยใหม่เพราะเกิดจากการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ที่เอื้อต่อความสะดวกสบาย ง่ายต่อการนำมาใช้ในแต่ละครั้ง สามารถผลิตซ้ำได้เป็นจำนวนมากแต่วัสดุอุตสาหกรรมเหล่านี้กลับก่อให้เกิดมลภาวะต่อโลกทั้งทางน้ำและทางอากาศ ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นจนเกิดภาวะโลกร้อน การขนส่งวัสดุต้องอาศัยการขนส่งระยะทางไกลจากแหล่งที่ผลิต วัสดุที่เหลือทิ้งจากการก่อสร้างยังก่อให้เกิดเป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายเองได้ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุธรรมชาติซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถปลูกทดแทนเพื่อหมุนเวียนกลับมาใช้ได้ อีกทั้งยังใช้พลังงานในการผลิตต่ำแล้วยังไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เศษที่เหลือทิ้งก็สามารถย่อยสลายได้เอง วัสดุธรรมชาติที่นำมาใช้อย่าง ไม้ เป็นวัสดุธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้มากที่สุดในระยะเวลาที่ผ่านมา จนทำให้ไม้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ทันกับการใช้งาน จึงเกิดมีการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ จากการสำรวจป่าไม้ครั้งแรกของกรมป่าไม้พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของป่าไม้ของประเทศไทยใน ปี พ.ศ.2504 คิดเป็นร้อยละ 53.33 หลังจากนั้นมีการสำรวจพบผืนป่ามีพื้นที่ลดลงจากเดิมเหลือเพียงร้อยละ 27.95 ในปี พ.ศ. 2532 (ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งชาติเอเชียแปซิฟิก, 2557) เหตุการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดการยกเลิกการสัมปทานป่าไป ไม้กลายเป็นวัสดุราคาแพงขึ้น อีกทั้งยังทำให้วัฒนธรรมการก่อสร้างบ้านของชุมชนต้องเปลี่ยนไปโดยการใช่วัสดุอุตสาหกรรมเข้ามาใช้แทน วัสดุอย่าง ไม้ไผ่ ถือเป็นวัสดุธรรมชาติอีกหนึ่งชนิดที่คนหันมาใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างแทน ไม้ เพราะวัสดุไม้ไผ่มีจำนวนมากและพบได้ทุกภูมิภาคในประเทศไทยและยังไม่ค่อยถูกนำมาใช้งานก่อสร้างอย่างจริงจัง ส่วนใหญ่จะพบในเรือนพื้นถิ่น ที่เรียกกันว่า เรือนเครื่องผูกหรือเรือนของชาวเขาเผ่าต่าง ๆ ไม้ไผ่เป็นพืชที่โตเร็วสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แทบทุกส่วน สามารถตัดมาใช้งานได้เมื่อมีอายุ 3-5 ปี และหลังจากนั้นกอไผ่ก็จะงอกขึ้นมาจากกอได้ใหม่โดยไม่จำเป็นต้องปลูกใหม่ เนื่องจากไม้ไผ่เป็นไม้ที่งอกออกมาจากเหง้าขึ้นมาเป็นลำต้นโดยในหนึ่งเหง้ามีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 60-80 ปี ซึ่งเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูงและมีอายุการเติบโตนานมากเมื่อเทียบกับต้นไม้ชนิดอื่น

จากอดีตเป็นต้นมาไม้ไผ่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย และในปัจจุบันก็เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนารูปแบบของงานสถาปัตยกรรม โดยเฉพาะในแถบตะวันออกที่มีไม้ไผ่ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดวัฒนธรรมการใช้ไม้ไผ่ขึ้น จนการสืบต่อทางวัฒนธรรมไม้เริ่มเลือนหายไปเนื่องจากการมีวัสดุอื่นที่มีความคงทนและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมมากกว่าเข้ามาทดแทน เช่น เหล็กและคอนกรีต จึงทำให้วัฒนธรรมที่สืบทอดมานั้นขาดช่วงไป เพื่อให้วัฒนธรรมไม้ไผ่ยังคงอยู่จึงมีงานสถาปัตยกรรมบางส่วนมีการนำไม้ไผ่มาใช้โดยเรียกอาคารเหล่านั้นว่า อาคารไม้ไผ่ร่วมสมัย ถือเป็นสถาปัตยกรรมร่วมสมัย โดยสำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติได้ให้ความหมายของคำว่าสถาปัตยกรรมร่วมสมัย ไว้ว่า เป็นการการออกแบบสถาปัตยกรรมในแนวทางที่แปลกใหม่ โดยการนำความงามขององค์ประกอบทางศิลปะเข้ามาประสมประสานกับประโยชน์ใช้สอยตามทฤษฎีทางสถาปัตยกรรมได้อย่างลงตัวและกลมกลืน ส่งผลให้เกิดผลงานที่เป็นทั้งงานสถาปัตยกรรมและงานศิลปะในชั้นเดียวกัน และฉีกแนวมาตรฐานที่เคยพบเห็นโดยทั่วไป อันเป็นมิติใหม่ของงานสถาปัตยกรรม (<http://oldsite.asa.or.th>) กล่าวคือ เป็นการนำเอาการออกแบบบ้านไม้ไผ่แบบเดิมมาสร้างใหม่โดยเล่าผ่านอาคารไม้ไผ่ที่มีรูปแบบการใช้งานที่เป็นอาคารสาธารณะ ที่มีขนาดใหญ่มีการใช้เทคนิคการเข้าไม้ไผ่ที่ซับซ้อนกว่าเดิมเพราะเป็นอาคารที่ต้องมีช่วงพาดเสาที่มากกว่าขนาดของบ้านเรือนไม้ไผ่ทั่วไป ไม้ไผ่จึงยังมีการใช้งานอย่างต่อเนื่องมาตลอดจากอดีตถึงปัจจุบันเพียงแค่เปลี่ยนรูปแบบและลักษณะที่แตกต่างไปตามการใช้งานโครงสร้างของอาคารประเภทต่าง ๆ ศักยภาพที่มีของไม้ไผ่สามารถเป็นวัสดุที่ตอบสนองกับแนวคิดการพัฒนาเมืองได้อย่างยั่งยืน ซึ่งมีหลักการว่า จะต้องสนองความต้องการทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของคนรุ่นปัจจุบันและอนาคต โดยในด้านเศรษฐกิจผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ถูกนำมาทำเป็นสินค้าส่งออกกระดุมประเทศ เช่น เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ เครื่องใช้ในครัวที่ทำจากไม้ไผ่ เครื่องจักรสาน เป็นต้น สร้างรายได้ให้กับประเทศเพราะเป็นสินค้าที่มีความเฉพาะตัวสร้างด้วยฝีมือของช่างที่ชำนาญ เฉพาะด้าน ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ไม้ไผ่ก็เป็นวัสดุธรรมชาติจึงไม่ก่อให้เกิดการทำลายสิ่งแวดล้อมทั้งทางน้ำและทางอากาศ อีกทั้งยังมีการปลูกไม้ไผ่ให้เป็นสวนไผ่ในการตกแต่งบ้าน ช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้บ้านและยังได้รับอากาศบริสุทธิ์จากสวนไผ่อีกด้วย ทรัพยากรธรรมชาติที่ลดปริมาณลงและปัญหาผลกระทบต่าง ๆ ทำให้ต้องกลับมาเริ่มตระหนักและเห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น จึงควรมีการปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติให้ได้มากที่สุดในเรื่องของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนก็ควรจะเป็นวัสดุที่ทำจากธรรมชาติ ลดการขนส่งจากระยะทางไกล และใช้วัสดุธรรมชาตินั้นอย่างคุ้มค่าและหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นก็จะสามารถปรับตัวอยู่กับธรรมชาติบนโลกได้นานขึ้น ทรัพยากรธรรมชาติก็ควรจะอยู่ตลอดด้วยการใช้อย่างประหยัดและมีการปลูกกลับทดแทน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษารูปแบบเทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่ทั้งรูปแบบดั้งเดิมและรูปแบบที่นิยมโดยการนำมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อนำมาสังเคราะห์และพัฒนาเทคนิคที่สนใจออกเป็นข้อต่อที่มีขนาดและวิธีการประกอบที่ชัดเจน เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อต่อไม้ไผ่ที่สามารถถอดประกอบได้สำหรับโครงสร้างบ้านไม้ไผ่ขนาดเล็กแบบร่วมสมัย โดยมีการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของไม้ไผ่ การรับแรงที่เหมาะสมของโครงสร้างไม้ไผ่และเทคนิคที่ใช้ในการก่อสร้างจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขอบเขตการศึกษา

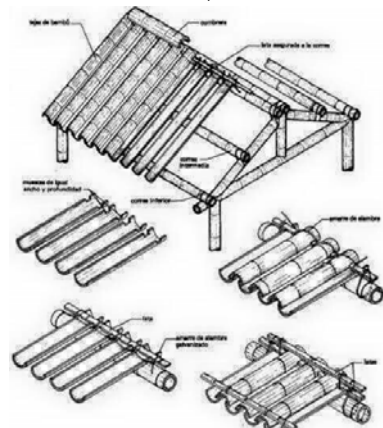
1. เป็นการศึกษาโครงสร้างในส่วนโครงสร้างหลังคา เพื่อนำมาออกแบบเป็นข้อต่อที่สามารถถอดประกอบได้สำหรับบ้านไม้ไผ่ขนาดเล็กแบบร่วมสมัย ที่มีพื้นที่ไม่เกิน 150 ตร.ม.เท่านั้น

2. รูปแบบโครงสร้างหลังคาที่นำมาออกแบบข้อต่อ เป็นโครงสร้างหลังคาประเภทหลังคาทรงจั่ว ซึ่งเป็นรูปทรงหลังคาที่ก่อสร้างง่าย มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนมากเมื่อเทียบกับหลังคาทรงอื่น อีกทั้งยังระบายอากาศและระบายน้ำฝนได้ดี สามารถพบเห็นทรงหลังคาทรงจั่วนี้ได้ทั่วไปในชนบท เช่น บ้านเรือนชาวบ้าน และห้างนา ดังแสดงในภาพที่ 1,2



ภาพ 1 ลักษณะห้างนาแบบโครงสร้างหลังคาทรงจั่ว

ที่มา: <http://oknation.nationtv.tv>



ภาพ 2 แสดงลักษณะโครงสร้างหลังคาไม้ไผ่ทรงจั่ว

ที่มา: <http://www.bareo-isys.com>

จากนั้นจะทำการค้นหาเทคนิคที่เหมาะสมกับข้อต่อโครงสร้างหลังคาไม้ไผ่ เพื่อนำไปสู่กระบวนการออกแบบข้อต่อที่จะเสนอแนะต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร สังเกต การสัมภาษณ์ และการลงมือปฏิบัติการจริง ประกอบด้วยระเบียบวิธีวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การรวบรวมข้อมูล (2) การวิเคราะห์ข้อมูล และ (3) สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะแนวทาง โดยมีรายละเอียดคือ

1. การรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับไม้ไผ่ ได้แก่ ประวัติและความเป็นมา

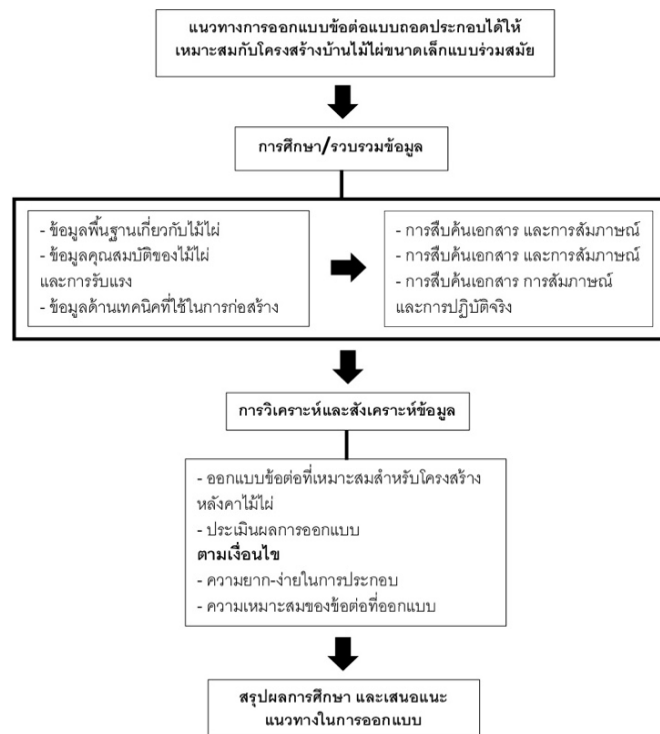
1.2 ข้อมูลด้านการคุณสมบัติและการรับแรงของไม้ไผ่ ได้แก่ การรับแรงที่เหมาะสม

1.3 ข้อมูลเทคนิคที่ใช้ในการก่อสร้าง ได้แก่ การศึกษาเทคนิคต่าง ๆ ที่มีการนำมาใช้งาน และข้อดี-ข้อเสีย

ในการรวบรวมข้อมูลจะมีการรวบรวมด้วยการสืบค้นจากเอกสาร การสังเกต การสัมภาษณ์ และการลงมือปฏิบัติการจริง

2. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม นำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมของเทคนิคการเข้าไม้ไผ่กับข้อต่อที่ศึกษา นำเทคนิคมาปรับใช้และออกแบบเป็นข้อต่อที่มีความเหมาะสมกับโครงสร้างหลังคาไม้ไผ่ เพื่อเป็นข้อต่อที่สามารถถอดประกอบได้ง่าย ลดการรื้อถอนทั้งอาคารและเหมาะสมสำหรับคนทั่วไปที่สนใจสร้างบ้านไม้ไผ่ด้วยตนเอง

3. สรุปผลการศึกษา เสนอแนะแนวทางในการออกแบบข้อต่อที่ถอดประกอบได้สำหรับโครงสร้างหลังคาไม้ไผ่อย่างเหมาะสม



ภาพ 3 กรอบแนวความคิด

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับไม้ไผ่

ไม้ไผ่เป็นไม้ในตระกูลหญ้าที่มีความสูงที่สุดในโลก เป็นไม้ที่มีการผลัดใบและขึ้นเป็นกอ ลำต้นเป็นปล้องๆ พบมากในแถบทางใต้และตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย (Marcel Vellinga, Paul Oliver, Alexander Bridge, 2008) มีการนำไม้ไผ่มาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในหลายๆ สาขางาน เช่น ในแง่ของงานสถาปัตยกรรมกับการนำมาทำโครงสร้างบ้านในบ้านเรือนประเภทเรือนเครื่องผูก และนำมาทำในส่วนรายละเอียดต่าง ๆ ของบ้าน ในส่วนหลังคา กรอบบานประตูและหน้าต่าง ผนังสานพื้นที่ทำจากไม้ไผ่ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ทำให้เห็นว่าประโยชน์จากไม้ชนิดเดียวมีความหลากหลายในการใช้งานที่คุ้มค่า ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไม้ไผ่จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าไม้ไผ่มีความพิเศษเฉพาะตัว สามารถประยุกต์ใช้จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตได้

ไม้ไผ่เป็นพืชที่จัดอยู่ในประเภทที่มีใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีวิวัฒนาการมาจากตระกูลหญ้า ในวงศ์ Gramineae บางชนิดมีอายุยืนยาวเป็นร้อยปี เมื่อออกดอกและผลิดเมล็ดแล้วต้นแม่ก็จะตายไป (สุรียา สมทุคุปต์ และ พัฒนา กิตติอาษา, 2544) แต่มีผู้เชี่ยวชาญด้านไม้ไผ่ได้เสนอลักษณะสำคัญของไม้ไผ่ โดยให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าไม้ไผ่จะจัดเป็นพืชพวก Bambuseae เพราะมีความแตกต่างจากหญ้า มีลักษณะลำต้นที่แข็ง เนื้อไม้แข็งและมีก้านให้เนื้ออย่างชัดเจน (สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์, 2544) ขนาดของไม้ไผ่ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของไม้แต่ละชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เราสามารถจำแนกขนาดตามเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ไผ่โดยจำแนกเป็น 3 ขนาดด้วยกัน คือ

1. ขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-5 ซม. นำไปใช้ทำรั้ว ราวกันตกและราวบันได ไม้สายพันธุ์ที่นิยมใช้ คือ ไม้รวกดำ ไม้เมี่ยงไฟ และไม้กาบแดง เป็นต้น
2. ขนาดกลาง มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-8 ซม. นำไปใช้ทำโครงสร้างบ้านขนาดเล็ก ห้างนา หรือ โครงสร้างชั่วคราว เสาของเรือน นั้งร้านก่อสร้าง และร้านค้าเพิงขายของ โครงสร้างที่ใช้หนักเบา เพื่อเป็นที่อยู่ชั่วคราว กันลมกันฝนเท่านั้น สายพันธุ์ไม้ที่นิยมนำมาใช้ เช่น ไม้ขน ไม้หางดำ และไม้หางจีน เป็นต้น
3. ขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป ส่วนใหญ่นำไปใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างหลัก เช่น เสา คาน และตง สายพันธุ์ไม้ที่นิยมนำมาใช้ในส่วนนี้ เช่น ไม้บง ไม้ตง ไม้เลียง ไม้ยักซ์ ไม้หวานและไม้หก เป็นต้น

ไม้แต่ละชนิดเป็นไม้ที่มีสายพันธุ์ในประเทศไทยแต่ละสายพันธุ์จะมีการเจริญเติบโตตามสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสม แต่ละภูมิภาคที่มีการก่อสร้างอาคารไม้ไผ่ จึงอาจมีการใช้งานพันธุ์ไม้ไผ่ที่แตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น ภาคเหนือ

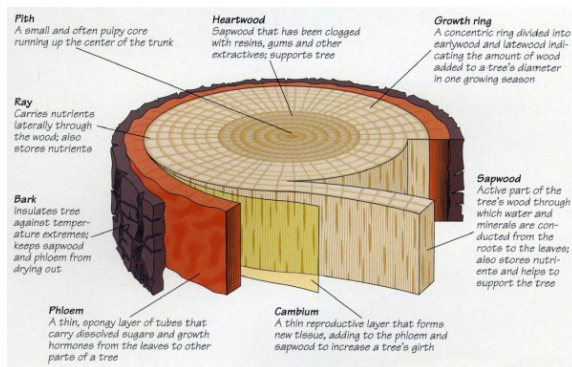
ส่วนใหญ่สายพันธุ์ไม้ที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง คือ ไม้ยางพารา ไม้รวกดำ ไม้แดง ไม้รวกขาว ไม้หินและไม้สีสุก เพราะมีเนื้อเยื่อ และมีความยืดหยุ่นสูง อีกทั้งยังเป็นไม้ที่สามารถหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นภาคเหนือ

หากมีการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้งานเทคนิคต่าง ๆ เพื่อออกแบบให้มีการใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนเกิดเป็นแนวทางในการออกแบบข้อต่อเพื่อนำไปสู่การทำแบบข้อต่อที่สำเร็จรูป กล่าวคือ เป็นการทำตัวต้นแบบข้อต่อที่สามารถถอดประกอบได้ เพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุงเฉพาะบางส่วนของโครงสร้าง ลดการรื้อถอนทั้งอาคาร และเพื่อให้บุคคลทั่วไปที่สนใจสร้างบ้านไม้ได้ด้วยตนเองสามารถเข้าถึงการก่อสร้างบ้านไม้ได้ โดยที่สามารถนำข้อต่อที่ถอดประกอบได้นี้ไปประกอบขึ้นรูปเองได้ที่บ้าน สำหรับบุคคลทั่วไปที่สนใจงานด้านสถาปัตยกรรมควรมีเพียงความรู้เบื้องต้นก็สามารถใช้ข้อต่อได้จากการเรียนรู้วิธีการประกอบที่กระชับและเข้าใจง่าย ข้อต่อที่สำเร็จรูปที่ได้รับการวิเคราะห์ขนาดที่ชัดเจนและความเหมาะสมของข้อต่อที่ใช้ยึดโครงสร้างในส่วนต่าง ๆ ของอาคารจากการคำนวณแรงของวิศวกร จะทำให้สามารถสร้างบ้านไม้ได้อย่างรวดเร็วขึ้น ในระยะเวลาที่น้อยลงเมื่อเทียบกับการนำไม้มาประกอบที่หน้างาน และการทำเป็นข้อต่อที่สามารถถอดประกอบก็เป็นการยืดอายุของอาคารไม้ให้ใช้งานได้นานขึ้น เพราะมีการซ่อมบำรุงเฉพาะส่วนที่มีการเสื่อมโทรมเท่านั้น อีกทั้งข้อต่อที่ถอดประกอบได้นี้ยังเป็นตัวเชื่อมต่อกับโครงสร้างที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหรือการต่อเติมบ้านได้อีกด้วย

คุณสมบัติของไม้ไผ่

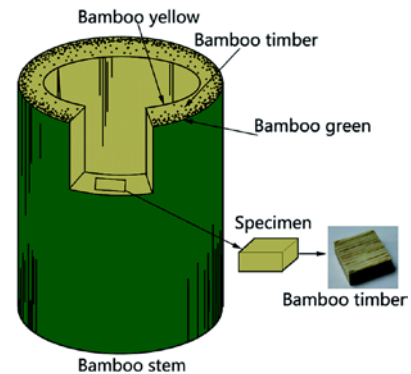
คุณสมบัติของไม้ไผ่ถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกล

คุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง คุณลักษณะและพฤติกรรมของไม้ไผ่ที่มีผลต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่างๆ (Jerrold E. Winandy, 1994) เช่น การยืดหดตัว ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อนจากไฟ การนำไฟฟ้า และความทนทาน เป็นต้น โดยโครงสร้างของลำไม้ไผ่ นอกจากจะมีหลายขนาดตามสายพันธุ์และการเติบโตในแหล่งที่ต่างกันยังมีลักษณะที่ต่างไปจากไม้ทั่วไป คือ ตรงกลางลำจะมีลักษณะกลวง มีน้ำหนักเบา เนื้อไม้ที่มีความแข็งแรงที่สุดจะอยู่บริเวณรอบนอกสุด หรือที่เรียกว่าผิวไม้ไผ่ และไม้มีงวงปี ทำให้ไม้ไผ่มีการรับแรงที่ดี โดยเฉพาะการรับแรงเฉือน เมื่อเทียบกับไม้ทั่วไปที่มีลักษณะตันทั้งลำ มีงวงปี เป็นส่วนในการลำเลียงและกักเก็บน้ำตาลและมีเนื้อไม้ที่มีความแข็งแรงที่สุดอยู่บริเวณในสุด (วิรัช ชื่นวาริน, 2528) ดังแสดงในภาพที่ 4, 5



ภาพ 4 แสดงลักษณะเนื้อไม้ทั่วไป

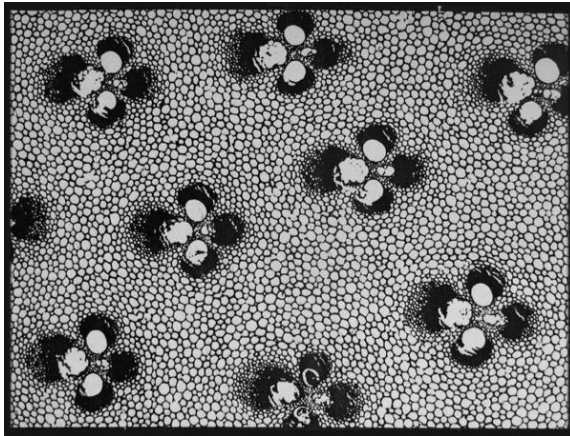
ที่มา: <https://knn13.livejournal.com/17669.html>



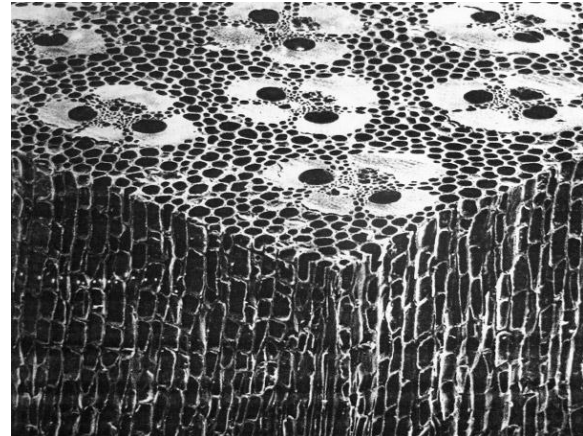
ภาพ 5 แสดงลักษณะเนื้อไม้ไผ่

ที่มา: <http://pubs.rsc.org>

คุณสมบัติทางกล หมายถึง คุณสมบัติของไม้ไผ่ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอกที่มากระทำ มีความสามารถในการต้านแรง รองรับแรงหรือน้ำหนักที่มากน้อยต่างกัน มีความยากง่ายในการเสีรูป ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม่เสียกำลังโดยสิ้นเชิงที่ระดับใด ๆ และความทนทานต่อการขีดข่วน เจาะไช ในการนำไม้ไผ่มาใช้งานจำเป็นต้องเข้าใจคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ เพื่อให้สามารถออกแบบก่อสร้างอาคารที่สอดคล้องกับข้อเด่นของวัสดุ และยังเป็นข้อมูลสำคัญในการนำไปคำนวณความแข็ง คุณสมบัติเชิงกลส่วนหนึ่งมาจากองค์ประกอบของเนื้อเยื่อไม้ไผ่ซึ่งเมื่อขยายเนื้อไม้ไผ่จะเป็นเป็นท่อน หรือที่เรียกว่าเส้นไม้ที่วางตามแนวยาวประกอบไปด้วยเส้นใยซูโคส มีลักษณะเป็นท่อนลำเลียงอาหารและน้ำเพื่อนำมาเลี้ยงลำไผ่ ทำหน้าที่เปรียบเสมือนหลักเส้นในโครงสร้างคอนกรีต โดยเส้นใยเหล่านี้จะเกาะกลุ่มกันหนาแน่นภายนอก จนถึงส่วนนอกสุดที่เป็นเปลือกของไม้ไผ่จะประกอบไปด้วยซิลิกา เป็นตัวป้องกันเนื้อไม้ข้างใน เป็นส่วนยึดท่อน้ำเลี้ยงเข้าด้วยกันเปรียบเสมือนคอนกรีต ภาพที่ 6, 7 เป็นการแสดงลักษณะของท่อน้ำเลี้ยงและเนื้อเยื่อไม้ไผ่



ภาพ 6 รูปขยายลักษณะท่อน้ำเลี้ยงของไม้ไผ่
ที่มา: <http://zissou.com/2011/02/10/bamboo/>



ภาพ 7 รูปขยายลักษณะเนื้อเยื่อไม้ไผ่
ที่มา: <http://zissou.com/2011/02/10/bamboo/>

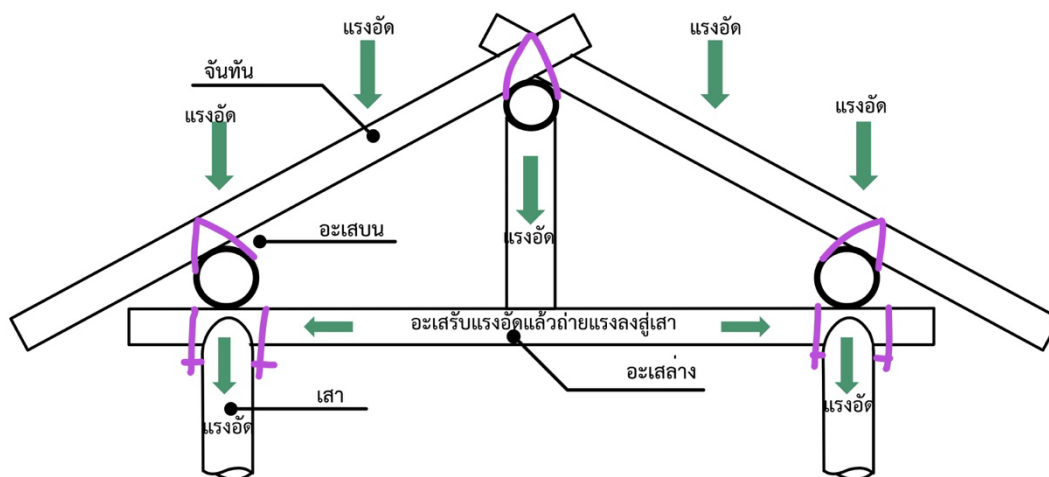
การทดสอบแรงไม้ไผ่พบว่ามีความสามารถในการรับแรงดึงของผิวภายนอกมากกว่าเนื้อไม้ด้านในถึง 2 เท่า และไม้ไผ่ที่มีขนาดหน้าตัดเล็กกว่าจะมีความสามารถในการรับแรงดึงได้มากกว่าไม้ที่มีหน้าตัดใหญ่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองทำการวิจัยเกี่ยวกับไม้ไผ่โดย Von R. Bauman ในปี ค.ศ.1912 ที่ประเทศเยอรมัน การรับแรงอัดมีการทำวิจัยในประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ.1932 โดยนักวิจัยชื่อ Sioti Uni จากมหาวิทยาลัย Utsunomiya ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยเกษตร การศึกษาทั้งคุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทางเคมี ทำให้พบว่าส่วนบนของลำไม้ไผ่สามารถรับแรงอัดได้ดี และส่วนกลางของลำไม้ไผ่สามารถรับแรงดึงได้ดี จนกระทั่งในปี ค.ศ.1981 Janssen ได้ทำการศึกษาไม้ไผ่เพื่อนำมาใช้ในทางโครงสร้าง โดยพัฒนากระบวนการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของไม้ไผ่ที่สอดคล้องกับกายวิภาคของไม้ไผ่ ทำให้ได้พบอัตราส่วนพื้นฐานระหว่างมวลต่อปริมาณของไม้ไผ่กับคุณสมบัติเชิงกล

ตาราง 1 อัตราส่วนพื้นฐานระหว่างมวลต่อปริมาณของไม้ไผ่กับคุณสมบัติเชิงกล

	กำลังแรงอัด	กำลังแรงดัด	กำลังรับแรงเฉือน
ไม้แห้ง	0.094	0.14	0.021
ไม้สด	0.075	0.11	N/A

การรับแรงที่เหมาะสมของโครงสร้างไม้ไผ่

แรงทางโครงสร้าง ในการทดสอบทางกลของไม้ไผ่จะมีการทดสอบ 4 แรงด้วยกัน คือ แรงดัดสถิต (static bending) แรงอัด (compression) แรงเฉือน (shearing) และแรงดึง (tension) ด้วยลักษณะของเนื้อไม้ไผ่ที่มีเส้นยาวตามแนวยาวของลำไม้ไผ่เป็นแนวขนานกับการรับแรงอัดที่จะมากระทำ การศึกษาและวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างหลังคาทรงจั่ว จะมีแรงมากระทำ คือ แรงอัด เป็นแรงที่เกิดจากวัตถุที่ถูกดันหรืออัดเข้าหากัน ภาพที่ 8 แสดงการรับแรงของโครงสร้างหลังคาทรงจั่ว

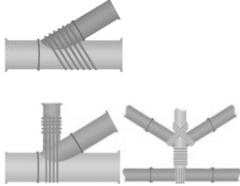
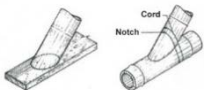
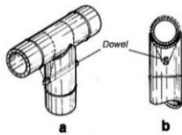
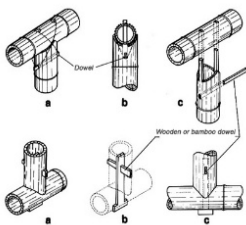
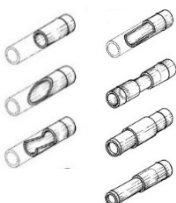
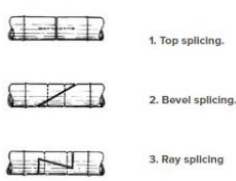
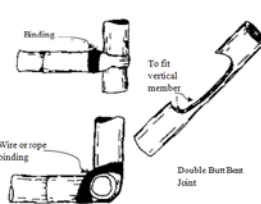


ภาพ 8 การรับแรงของโครงสร้างหลังคาทรงจั่ว

การศึกษาเทคนิคการเข้าไม้ไผ่

เทคนิคการเข้าไม้ไผ่สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ เป็นกลุ่มที่เกิดจากเทคนิคขั้นพื้นฐาน มีวิธีการขึ้นรูปแบบง่ายไม่ซับซ้อนเพราะสร้างมาจากภูมิปัญญาและความชำนาญของชาวบ้านที่สั่งสมต่อกันมา เทคนิคส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ คือ เทคนิคการผูกมัดและเทคนิคการเจาะเข้าลิ้ม อีกกลุ่มหนึ่ง เป็นกลุ่มที่มีการพัฒนามาจากเทคนิคขั้นพื้นฐาน กล่าวคือ มีวิธีการเชื่อมต่อ ผูกมัด และเข้าลิ้มอย่างซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับโครงสร้างอาคารเฉพาะส่วนและเป็นการแก้ปัญหาจากเทคนิคเดิมในแง่ของวัสดุที่ซื้อมาให้คงทนและใช้ได้นานมากขึ้น เทคนิคแต่ละรูปแบบจะจัดแสดงในรูปแบบของตารางเพื่อให้เห็นภาพการติดตั้ง และข้อดีข้อเสียของแต่ละเทคนิค โดยวิเคราะห์ตามเงื่อนไขของงานวิจัย คือ ความยากง่ายในการประกอบ และการรับแรงที่เหมาะสมกับโครงสร้าง

ตาราง 2 รูปแบบการเข้าไม้ไผ่ที่ศึกษา และข้อดี-ข้อเสีย

รูปแบบ	วิธีการติดตั้ง	ข้อดี	ข้อเสีย
1. การใช้เชือกผูก 		- ประกอบแต่ละส่วนได้ง่าย ด้วยวิธีการเดียวกัน คือ การมัด	- ต้องมีทักษะและความรู้ในเรื่องชนิดของเชือก และวิธีการมัด
2. การบาก 		- การประกอบมีความเรียบเนียนมากขึ้นในส่วนที่ต่อกัน - การบากบางชนิดมีการประกอบที่ง่ายและไม่ต้องใช้การประกอบกับวัสดุอื่น	-- ต้องมีทักษะในการบากไม้ให้พอดีกัน - การประกอบส่วนใหญ่ต้องใช้กับวัสดุอื่นเพื่อความแน่นหนาและความมั่นคง
3. การใช้ลิ่มยึดลำไม้ไผ่เข้าด้วยกัน 		- การประกอบมีความสวยงาม และเรียบเนียน - ตัวลิ่มทำให้ลำไม้ที่ยึดติดกันแน่นมากขึ้น - มีช่องว่างระหว่างลิ่มกับลำไม้ไผ่ทำให้โครงสร้างสามารถขยับได้ไม่ตายตัว	- การเจาะอาจทำให้ไม้ไม้แตกได้ - จำเป็นต้องใช้เชือกหรือวัสดุอื่นเพื่อทำให้ลิ่มยึดเกาะกับตัวลำไม้ไผ่อย่างถาวร - ตำแหน่งลิ่มกับตำแหน่งรูที่เจาะต้องเป็นขนาดที่พอดี
4. การประกบไม้ไผ่ 	Splicing bamboo poles 	- สามารถต่อเชื่อมไม้ให้มีขนาดยาวกว่าเดิมได้ - ส่วนที่ประกบเรียบเนียนเหมือนเป็นชิ้นเดียวกัน	- รอยที่ถูกเชื่อมต้องประกอบควบคู่กับเชือกหรือวัสดุผูกแบบอื่นด้วย - การเชื่อมต่อแบบประกบหลายรูปแบบต้องอาศัยความชำนาญ
5. การเหลาบาง 		- ส่วนประกอบมีผิวตรง รอยต่อมีความเรียบเนียนสวยงาม	- ต้องมีทักษะและการประกอบ อย่างแม่นยำ - การตัดบากไม้ไผ่ ลดความแข็งแรงของไม้ไผ่ลง - ต้องใช้เชือกหรืออุปกรณ์ผูกมัดชนิดต่างๆในการช่วยรัดให้อยู่ตัว

จากตาราง 2 การศึกษาเทคนิคการเข้าไม้ไผ่ในรูปแบบต่าง ๆ จะนำมาซึ่งการคัดเลือกการเข้าไม้ที่น่าสนใจและตรงตามเงื่อนไขที่วางไว้เพื่อประยุกต์ใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับโครงสร้างหลังคาสำหรับบ้านไม้ไผ่ขนาดเล็ก

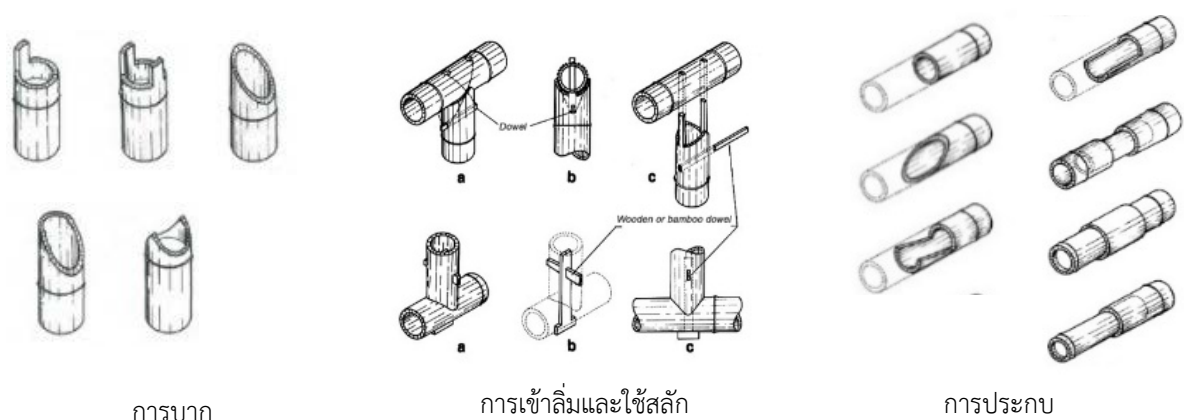
ผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่า การเข้าไม้ไผ่จากข้อมูลที่ได้ศึกษามา โดยเลือกตามเงื่อนไขที่ได้วางไว้ คือ การถอดประกอบต้องไม่ซับซ้อน ง่ายต่อความเข้าใจและบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจงานก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างไม้ไผ่ สามารถประกอบข้อต่อได้ด้วยตนเอง ซึ่งข้อต่อที่เล็งเห็นว่าสามารถทำให้คนทั่วไปประกอบเองได้นั้น ต้องเป็นข้อต่อที่ใช้เทคนิคที่เรียนรู้และทดลองทำเองได้โดยอาศัยแค่ทักษะพื้นฐานของผู้ใช้ เช่น การใช้ลิ้มและสลักจากวัสดุไม้ไผ่ ส่วนการใช้เชือกจากวัสดุสังเคราะห์หรือวัสดุธรรมชาติ ในการผูกมัดนั้นต้องใช้ความชำนาญและประสบการณ์ในการทำ จากการได้ลงมือปฏิบัติจริงของผู้วิจัยที่ได้ไป workshop : การสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่ โดย อ.จุลพร นันทพานิช และทีมช่างผู้ชำนาญงานการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างไม้ไผ่ จากบริษัทสถาปนิก ยางนา ลักษณะอาคารที่สร้างเป็นหังนาที่ประกอบขึ้นรูปด้วยไม้ไผ่ทั้งหมด ระยะเวลาดำเนินการปฏิบัติการ 2 วัน ปฏิบัติการที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผู้สนใจเข้าร่วมปฏิบัติการจำนวน 20 คน มีทั้งบุคคลทั่วไป นักศึกษาคณะ สถาปัตย์ และสถาปนิก ทำให้ผู้วิจัยเห็นความแตกต่างของแต่ละประเภทบุคคลที่เข้าร่วม workshop ในแง่การมีทักษะในการใช้ เครื่องมือและการมีประสบการณ์ในการทำงานด้านไม้ไผ่ กล่าวคือ ผู้ที่มีประสบการณ์และเคยทำงานเกี่ยวกับไม้ไผ่จะมีความรู้ พื้นฐานในการใช้เครื่องมือและมีทักษะในการประกอบโครงสร้างไม้ไผ่ ส่วนบุคคลธรรมดาที่มีความสนใจอยากสร้างบ้านด้วย โครงสร้างไม้ไผ่ด้วยตนเองในระหว่าง workshop จะต้องได้รับการดูแลจากทีมช่างผู้ชำนาญงานก่อสร้างโครงสร้างไม้ไผ่

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า ข้อต่อที่จะเป็นไปได้ ควรเป็นข้อต่อที่มีการประกอบที่ไม่ซับซ้อนและมีทักษะพื้นฐานก็สามารถประกอบ ได้ โดยจะแสดงกระบวนการได้มาซึ่งเทคนิคที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่วางไว้ ดังแสดงเทคนิคเป็นรูปภาพตามเงื่อนไขที่สำคัญเป็น ลำดับ ดังนี้

การยึดต่อโครงสร้างด้วยตัวไม้ไผ่เอง

การยึดต่อโครงสร้างด้วยตัวไม้ไผ่เอง กล่าวคือ เป็นเทคนิคที่ไม่มีการใช้เชือกในการผูกมัดเพื่อยึดข้อต่อ แต่กลับใช้ตัวไม้ไผ่ เองผูกยึดกับข้อต่อในส่วนอื่น โดยเงื่อนไขนี้ทำให้สามารถคัดเลือกข้อต่อที่เหมาะสมกับเงื่อนไขได้ 3 ประเภทด้วยกัน คือ การบาก การใช้ลิ้มกับสลักไม้ไผ่และการประกบไม้ไผ่ ดังจะแสดงในภาพที่ 9



ภาพ 9 แสดงเทคนิคการเข้าไม้ไผ่ที่ถูกคัดเลือกมาตามเงื่อนไขและความเหมาะสม

ที่มา: <http://www.guaduaabamboo.com/working-with-bamboo/joining-bamboo> 3

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ประเภทเป็นเทคนิคที่ยังมีการใช้เชือกในการเชื่อมโยงให้ยึดติดกัน แต่ถ้ามีการประยุกต์ 3 เทคนิคเข้าด้วยกัน จะสามารถลดการใช้เชือกในการยึดติดกันได้ โดยการใช้อีกเทคนิคมาผสมเพื่อให้เกิดการพัฒนาเป็นข้อต่อที่สามารถถอดประกอบได้

การออกแบบข้อต่อโดยประยุกต์ใช้เทคนิคที่เหมาะสมและสามารถถอดประกอบได้

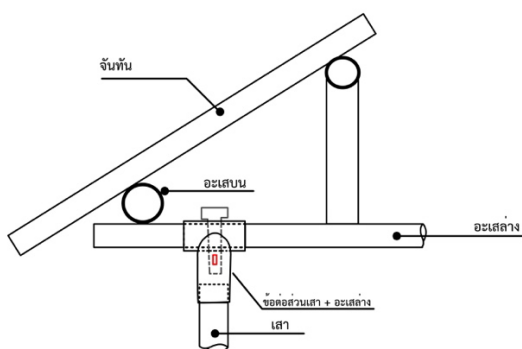
การออกแบบข้อต่อที่ถอดประกอบได้นั้น จุดประสงค์หลัก คือ เพื่อให้โครงสร้างเดิมที่มีการประกอบให้อยู่อย่างถาวร สามารถถอดเปลี่ยนลำไม้ไผ่ได้โดยไม่กระทบกับโครงสร้างในส่วนอื่นที่เหลือ ลดเวลาในการประกอบโครงสร้างส่วนอื่นที่กระทบ กลับเข้าไปใหม่ อีกทั้งยังเป็นการสนับสนุนให้บุคคลทั่วไปที่สนใจสร้างบ้านไม้ไผ่สามารถนำชิ้นงานข้อต่อที่ออกแบบไปประกอบขึ้น

รูปโครงสร้างบ้านเองได้ โดยมีคู่มือการประกอบและการแนะนำจากผู้ชำนาญงานด้านโครงสร้างไม้ไผ่ ก็สามารถมีส่วนร่วมในการก่อสร้างบ้านได้ด้วยตนเอง ทำให้งานสถาปัตยกรรมไม่จำกัดเฉพาะกลุ่มอีกต่อไป

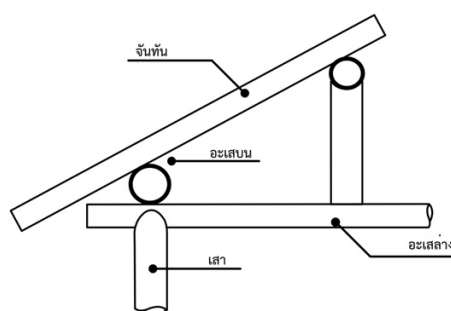
วิธีการออกแบบประกอบด้วย 3 วิธีจากการเลือกเทคนิคมาแล้ว คือ (1) การเน้นการบาก การใช้สลักและลิ้ม (2) การประกบของไม้ไผ่กับตัวข้อต่อ โดยใช้ในส่วนข้อต่อหลักเพื่อใช้ยึดส่วนอื่นเข้าด้วยกัน และ (3) การเพิ่มส่วนข้อต่อระหว่างอะเสลำกับจันทันให้เลียนแบบตรงจุดยึดเสากับอะเสลำเพื่อให้ส่วนจันทันมีความคงทนและแน่นอนแต่ยังสามารถถอดและประกอบกลับได้

การออกแบบข้อต่อ จะถูกจำแนกเป็น 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 แบบข้อต่อจุดเชื่อมส่วนเสากับอะเสลำ ภาพที่ 10 และ ภาพที่ 11 จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างแบบเดิมที่ใช้เทคนิคการมัดทั้งหมด และ โครงสร้างแบบใหม่ที่มีข้อต่อในส่วนเสากับอะเสลำ ข้อแตกต่างคือ ข้อต่อที่ออกแบบสามารถทำให้โครงสร้างถอดประกอบได้เมื่อต้องการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนแปลงลำไม้ไผ่อันใหม่เข้าไป

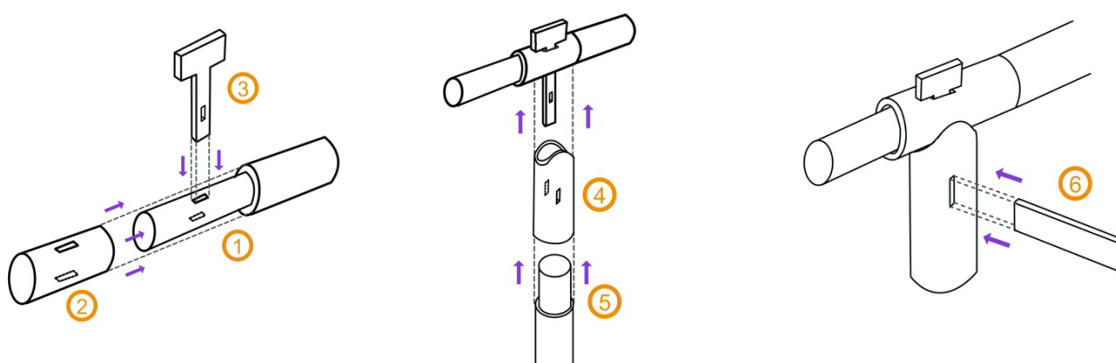


ภาพ 10 การออกแบบข้อต่อ ส่วนเสากลางกับอะเสบนเพื่อการถอดประกอบได้



ภาพ 11 โครงสร้างหลังทรงจั่วแบบดั้งเดิม มีการขึ้นรูปและเข้าไม้ด้วยการมัด

แบบที่ 1 มีการใช้เทคนิคการใช้ลิ้มและสลักผสมกับเทคนิคการประกบไม้ไผ่ โดยจะแสดงวิธีการประกอบในภาพที่ 12

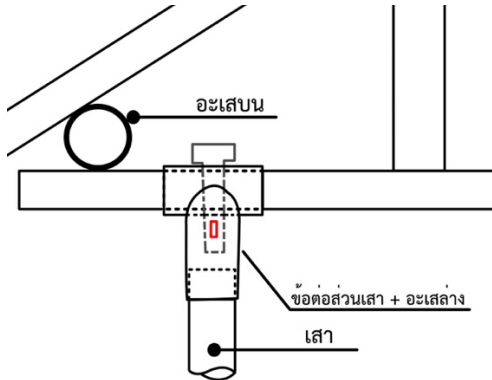


ภาพ 12 ขั้นตอนการประกอบข้อต่อที่ออกแบบสำหรับจะเชื่อมเสากลางและอะเสลำ

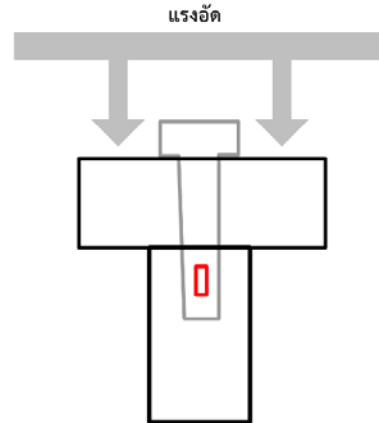
การผสมเทคนิคระหว่างการใช้สลักกับลิ้มและการประกบไม้ไผ่ โดยมีการถากส่วนเปลือกของไม้ไผ่ ให้ไม้ไผ่มีขนาดที่ต่างกัน เพื่อให้ข้อต่อสามารถสวมลงไป จากนั้นจะนำสลักเสียบลงไปและตามด้วยขั้นตอนสุดท้าย คือ การใช้ลิ้มเป็นตัวยึดตัวข้อต่อทั้งหมดให้อยู่ร่วมกันได้ เมื่อมีการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนแปลงในส่วนเสาก็สามารถหมุนและถอดเสากลางออกจากข้อต่อแล้วนำลำไม้ไผ่ลำใหม่ ถากส่วนเปลือกออกแล้วนำมาประกบทับในตำแหน่งเดิมได้เลย และในส่วนอะเสลำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้องมีการถอดลิ้ม สลัก และส่วนข้อต่อออกตามลำดับเพื่อเปลี่ยนอะเสลำใหม่เข้าไป

การรับแรงของข้อต่อส่วนจุดเชื่อมเสากลางและอะเสลำ จุดนี้จะมีการรับแรงอัดที่มากจากทั้งส่วนจันทันถ่ายทอดมาสู่อะเสบน และถ่ายทอดสู่เสากลาง แรงอัดจากส่วนนอกก็ถ่ายทอดสู่จันทัน และถ่ายทอดมาสู่เสา ลักษณะแนวเสี้ยนของไม้เป็นแบบตั้งฉากสามารถรับ

แรงได้ดีในทางตั้ง เมื่อมีแรงมากระทำด้านข้างของอาคาร ไม่ว่าจะเป็นแรงลมหรือแรงแผ่นดินไหว ข้อต่อจะช่วยยึดเสากับอะเสล่างไม่ให้แยกออกจากกันได้ แต่อาจจะมีข้อเสียในส่วนที่ต้องฉากเปลือกไม้ไผ่ซึ่งเป็นส่วนที่มีความแข็งแรงที่สุดออก ทำให้ไม่เกิดการแตกหักได้ ดังแสดงในภาพที่ 13,14

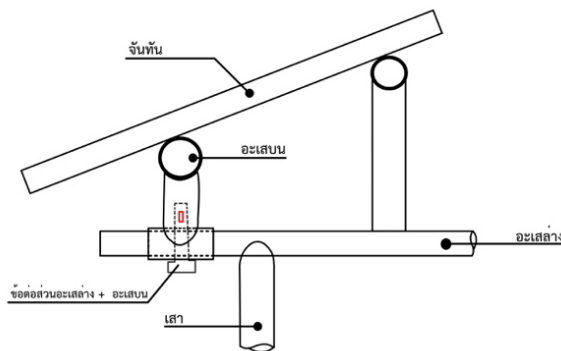


ภาพ 13 แสดงตำแหน่งของข้อต่อในส่วนเสากับอะเสล่าง

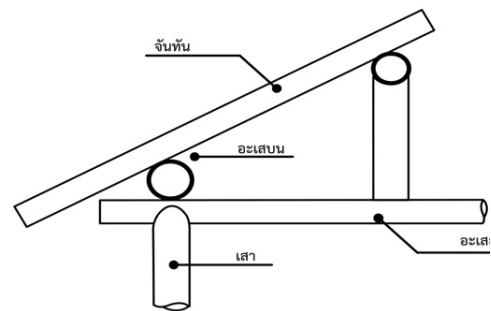


ภาพ 14 แสดงการรับแรงอัดของข้อต่อส่วนเสากับอะเสล่าง

แบบที่ 2 การออกแบบข้อต่อในจุดเชื่อมอะเสล่างกับอะเสบน เหตุผลในการเลือกออกแบบข้อต่อในจุดนี้ คือ จากโครงสร้างเดิมเมื่อมีการเปลี่ยนวัสดุในจุดนี้ จะต้องรื้อโครงสร้างที่อยู่ด้านบนทั้งหมดออกเพื่อเปลี่ยนอะเสบนแค่ท่อนเดียว จึงควรมีข้อต่อในจุดเชื่อมนี้เพื่อเป็นตัวช่วยในการตั้งรับอะเสบนลำใหม่เข้าไปในขณะที่ดินในส่วนอะเสบนขึ้นเก่าออกมาได้ การถอดเปลี่ยนไม่ไปกระทบกับโครงสร้างส่วนบนที่เหลือและไม่เสียเวลารื้อถอนทั้งหมดเพื่อเปลี่ยน ดังแสดงเปรียบเทียบแบบเก่ากับแบบใหม่ในภาพที่ 15,16



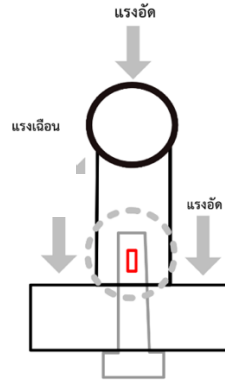
ภาพ 15 การออกแบบข้อต่อในส่วนอะเสล่างกับอะเสบน



ภาพ 16 โครงสร้างหลังทรงจั่วแบบดั้งเดิม

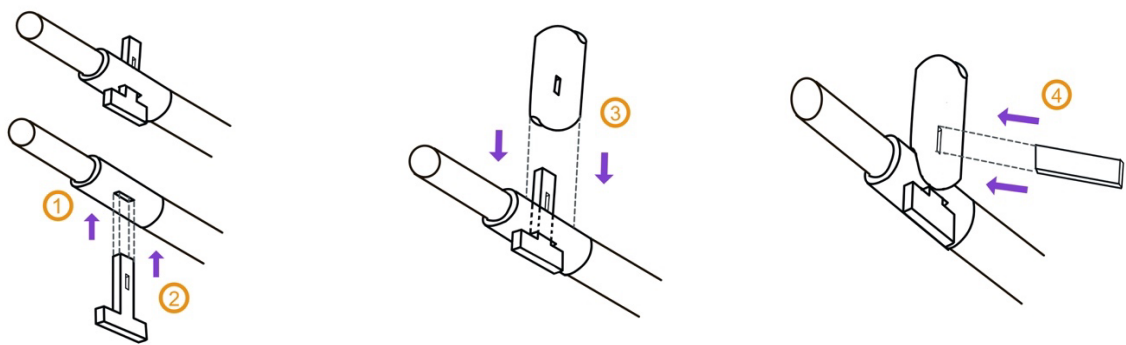
การเปรียบเทียบการเข้าไม้แบบเดิมกับการออกแบบข้อต่อนั้น ทำให้การเปลี่ยนวัสดุทำได้ง่ายขึ้นกว่าเดิม อีกทั้งโครงสร้างหลังคาทรงจั่วแบบเดิมนั้นจะมีทรงสูงไม่ค่อยมีแสงลอดผ่านส่วนใต้หลังคาจะมีความมืดกว่าทรงอื่น การออกแบบข้อต่อในส่วนนี้สามารถเพิ่มความสว่างให้กับส่วนใต้หลังคา ภายในบ้านเกิดเป็นช่องแสงคล้ายโครงสร้างหลังคาแบบมั่วต่างใหม่ของวัดวาอาราม ในส่วนนี้สามารถทำเป็นช่องเปิดเพื่อเพิ่มความสว่างได้ ถือเป็นการลดการใช้พลังงานไปส่วนหนึ่งเพราะได้แสงธรรมชาติจากภายนอกบ้านมาให้ความสว่าง

การรับแรงของข้อต่อในส่วนนี้จะเป็นการรับแรงอัดที่ถ่ายทอดมาจากจันทันสู่อะเสบนในปริมาณปานกลาง ข้อต่อยังสามารถรับแรงอัดได้และสามารถถ่ายทอดสู่อะเสล่างและเสาต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 17



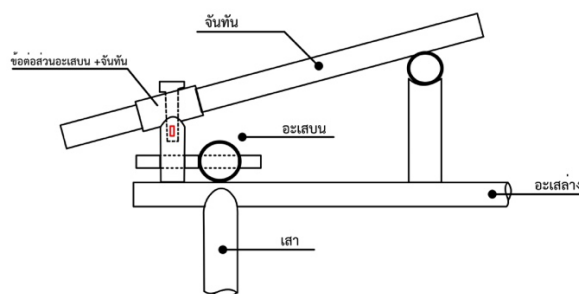
ภาพ 17 การรับแรงของข้อต่อในส่วนอะเสล่างกับอะเสบน

การใช้เทคนิคและการประกอบในแบบที่ 2 คล้ายกันกับแบบที่ 1 แต่เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของสลักและลิ้มที่ยึดมาอยู่ด้านล่างเพื่อให้ข้างบนยังสามารถวางอะเสบนลงบนข้อต่อได้ มีการบากในส่วนท้ายของข้อต่อเพื่อให้สามารถวางอะเสบนได้อย่างเรียบเนียนเข้ากัน ผิวสัมผัสที่เรียบเนียนไปด้วยกันจะทำให้ลำไม้เกาะติดกันได้ดียิ่งขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 18

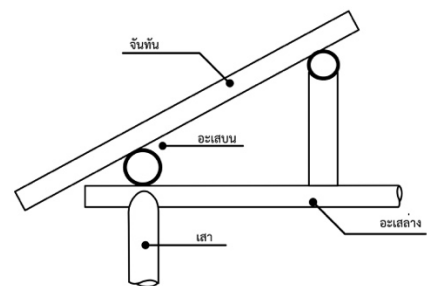


ภาพ 18 วิธีการประกอบข้อต่อส่วนอะเสบนกับอะเสล่าง

แบบที่ 3 เป็นการออกแบบข้อต่อในจุดเชื่อมส่วนอะเสบนกับจันทัน เหตุผลที่เลือกออกแบบข้อต่อส่วนนี้เพราะเล็งเห็นว่า การประกอบแบบดั้งเดิมที่มีการมัดจันทันลงไปในอะเสบนโดยตรง ในจุดที่มีการวางทับกันมีความไม่สนิทเรียบเนียน และก่อให้เกิดการเสียการรับแรงของอะเสบนเพราะรับแรงได้ไม่เต็มที่ จุดที่วางทับกันเป็นเพียงจุดที่ส่วนอะเสบนกับจันทันสัมผัสกันเท่านั้น จึงออกแบบให้มีข้อต่อที่มีการรับแรงที่เหมาะสม คือรับแรงแนวตั้งฉากกับแนวเสี้ยนของไม้ไผ่ คล้ายกับเป็นเสาค้ำยันจันทัน ให้สามารถรับแรงได้ดีขึ้น จากนั้นจึงมีการเจาะอะเสบนเพื่อเป็นตัวยึดและเชื่อมกับตัวข้อต่อ ดังแสดงในภาพที่ 19,2



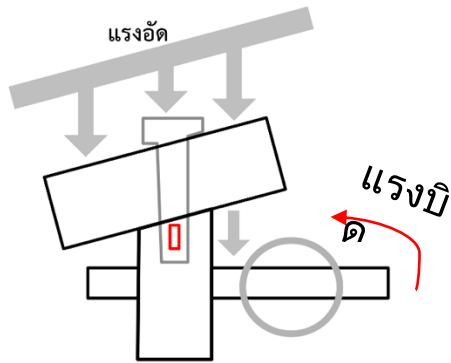
ภาพ 19 การออกแบบข้อต่อในส่วนอะเสบนกับจันทัน



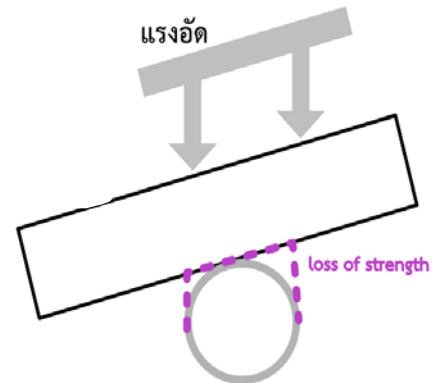
ภาพ 20 โครงสร้างหลังทรงจั่วแบบดั้งเดิม

ข้อต่อส่วนอะเสบนกับจันทันเมื่อเทียบกับโครงสร้างหลังคาทรงจั่วแบบดั้งเดิม ทำให้เห็นการวางพาดกันอย่างเรียบเนียนมากขึ้นไม่รับแรงเป็นจุดเหมือนแบบเดิม เมื่อต้องการเปลี่ยนโครงสร้างในส่วนจันทันก็สามารถดัดลิ้มแล้วถอดสลักออก จากนั้นตั้ง

ส่วนของข้อต่อออกมาแล้วเปลี่ยนจันทันใหม่เสียบเข้าไปแทนที่ได้ และในส่วนที่ยึดติดกับอะเสบนโดยวิธีการเจาะรูแล้วเสียบส่วนข้อต่อเข้าไป ตัวอะเสบนจะเกิดแรงบิดจากการรับแรงที่มากขึ้นของข้อต่อ ส่วนข้อต่อมีการตั้งฉากกับอะเสล่างเพื่อช่วยถ่ายแรงอัดจากจันทันด้วยอีกทาง ข้อต่อในส่วนนี้ทำหน้าที่เหมือนเป็นส่วนตั้งและออกโก่ช่วยถ่ายแรงอัดจากโครงสร้างส่วนบนทั้งหมดให้มีการถ่ายแรงที่สม่ำเสมอ กัน กล่าวคือ เป็นตัวช่วยรับแรงให้ส่วนออกโก่และตั้งไม่รับแรงที่มากเกินไป ดังจะแสดงในภาพที่ 21,22

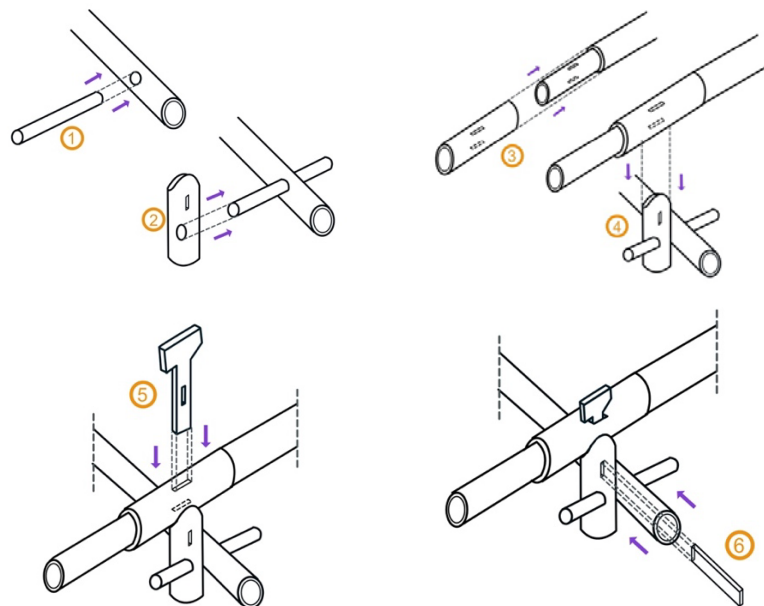


ภาพ 21 การรับแรงอัดของข้อต่อส่วนอะเสบนกับจันทัน



ภาพ 22 การรับแรงอัดและแรงเฉือนแบบเดิมของอะเสบนกับจันทัน

การประกอบข้อต่อในส่วนจันทันกับอะเสบน ดังแสดงในภาพที่ 23 มีการเจาะรูในส่วนอะเสบนกับส่วนที่ 1 ของข้อต่อนั้นจึงเสียบส่วนข้อต่อนั้นเข้าด้วยกันโดยใช้ไม้ไผ่ขนาดเล็กเป็นตัวยึดทั้งสองตัวให้ยึดติดกัน จากนั้นในส่วนโครงสร้างที่เหลือก็จะคล้ายเดิม คือ สอดชิ้นส่วนข้อต่อส่วนที่เหลือเข้าไปในจันทันที่เตรียมไว้ ใช้สลักเสียบยึดจันทันกับส่วนข้อต่อแล้วเสียบลิ้มเข้าไปเป็นขั้นตอนสุดท้าย



ภาพ 23 วิธีการประกอบข้อต่อส่วนจันทันกับอะเสบน

การประเมินผลการออกแบบ

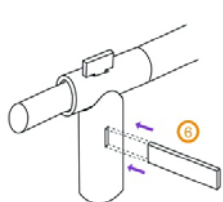
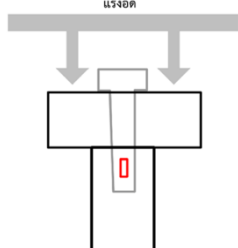
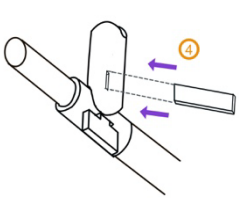
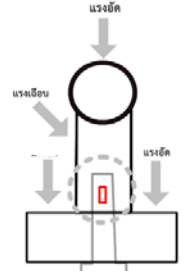
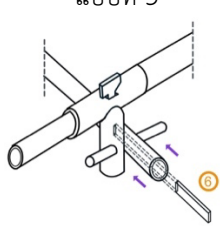
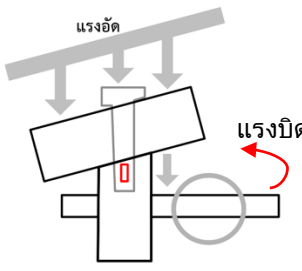
จากการออกแบบโดยการเลือกเทคนิคการเข้าไม้ที่เหมาะสมมาพัฒนาร่วมกันเป็นข้อต่อในส่วนโครงสร้างหลังคาไม้ไผ่ พบว่าจากการศึกษาและทำตัวต้นแบบข้อต่อไม้ไผ่กับ คุณธงชัย จันทร์สมศรี สถาปนิกผู้ทำงานด้านโครงสร้างไม้ไผ่ และเป็นผู้ทำเกี่ยวกับส่วนข้อต่อจักรยานด้วยไม้ไผ่ พบว่าหากวัสดุที่เลือกใช้ทำข้อต่อเป็นวัสดุไม้ไผ่ทั้งหมด ไม้ไผ่จะเกิดการแตกหักจากกระแยะ ความยาวที่น้อยเกินไปกว่าไม้ไผ่จะรับแรงได้ ถึงแม้จะตัดส่วนที่มีปล้องติดมาด้วยก็ยังไม่สามารถรับแรงตั้งแต่การเจาะรูเพื่อสอดลิ้ม และสลักได้ คุณธงชัยจึงแนะนำให้ใช้เป็นวัสดุทางเลือกมากกว่า เช่น ท่อพีวีซีหรือท่อเหล็ก หากยังต้องการเลือกใช้วัสดุข้อต่อเป็น ไม้ไผ่อาจจะต้องมีการเคลือบและเชื่อมประสานไม้ไผ่อีกชั้นด้วยยางสนเพราะยางสนที่ใช้เคลือบไม้ไผ่จะเป็นตัวยึดไม้ไผ่อีกชั้นให้ ป้องกันการแตกหักได้

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบข้อต่อเพื่อเป็นแนวทางทั้ง 3 แบบด้วยกันนั้น พบว่าส่วนข้อต่อที่รับแรงมากที่สุด คือ ข้อต่อแบบที่ 1 ข้อ ต่อในส่วนจุดเชื่อมเสากับอะเสล่าง มีความแตกต่างจากโครงสร้างเดิม คือ แบบโครงสร้างเดิมเมื่อมีการเปลี่ยนส่วนเสาหรืออะเส จะต้องรื้อโครงสร้างส่วนบนทั้งหมดออกก่อน ไม่ว่าจะเป็น ส่วนอะเสบน ดั้ง ออกไก่ จันทันและแป จากนั้นถึงจะคลายเชือกที่มัด เชื่อมตัวเสาและอะเสล่างออกจากกัน กล่าวคือ เป็นการรื้อถอนโครงสร้างเพื่อประกอบกลับเข้าไปใหม่ทั้งหมด ส่วนข้อต่อที่ ออกแบบนี้ทำให้เสาและอะเสล่างสามารถเปลี่ยนถ่ายวัสดุใหม่เข้าไปได้ง่ายขึ้น โดยมีการถอดเฉพาะส่วนข้อต่อออกโดยเริ่มจาก ถอดเสาแล้วเปลี่ยนกลับเข้าไปใหม่ก่อนเพื่อให้อะเสล่างเดิมยังเป็นตัวค้ำโครงสร้างที่เหลือไว้ได้ จากนั้นจึงถอดข้อต่อและ ส่วนอะเสล่างออกตามลำดับ

แบบที่ 2 และแบบที่ 3 เป็นการใช้อย่างข้อต่อที่คล้ายคลึงกันกับแบบที่ 1 แต่มีความซับซ้อนมากขึ้นเพื่อเน้นให้ส่วนอะเสบน และส่วนจันทันสามารถถอดเปลี่ยนได้มากกว่าเดิม แบบที่ 2 เป็นการใช้อย่างข้อต่อในลักษณะคล้ายกันกับแบบที่ 1 แต่เปลี่ยนวิธีการ ประกอบจากด้านบนเป็นด้านล่างขึ้นไปเพื่อให้ข้อต่อส่วนบนทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวยึดรับอะเสบนได้ พื้นผิวที่มากขึ้นทำให้พื้นที่รับ แรงได้มากกว่าโครงสร้างแบบเดิม ส่วนข้อต่อที่เพิ่มเข้ามาในส่วนแบบที่ 3 คือ ดั้งที่ตั้งฉาก ทำหน้าที่รับจันทันแทนอะเสบนเพราะ ลำไผ่เสี้ยนไม้จะวางตัวในแนวยาว หากดั่งลำไผ่จะสามารถรับแรงได้ดีกว่าลำไผ่ในแนวนอน จากนั้นยึดส่วนข้อต่อนี้เข้ากับอะเสบน แต่ผลที่ได้กลับทำให้อะเสบนเกิดการรับแรงที่มากขึ้น จากเดิมที่รับแรงอัดจากจันทันและแป กลับต้องรับแรงบิดจากข้อต่อที่เพิ่ม เข้าไป ทำให้อะเสบนเกิดการแตกหักได้ง่ายขึ้นเมื่อเทียบกับการประกอบแบบโครงสร้างเดิม โดยจะเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียให้ เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นในรูปแบบตารางเปรียบเทียบทั้ง 3 แบบ ซึ่งมีเงื่อนไขการวิเคราะห์ตามประเด็นที่ได้วางไว้ คือ การรับแรงที่ เหมาะสมและการประกอบที่ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสีย ของข้อต่อที่ออกแบบต่อความยากง่ายในการประกอบและความเหมาะสมของข้อต่อกับโครงสร้าง

ข้อต่อที่ออกแบบ	การรับแรงของข้อต่อ	ข้อดี	ข้อเสีย
แบบที่ 1 		- การประกอบมีความเรียบเนียนมากขึ้นในส่วนที่ต่อกัน - สามารถถอดเปลี่ยนส่วนเสาและอะเสล่างได้	- ในส่วนอะเสล่างที่ต้องมีการถากเลือกไม้ไฟออกเพื่อให้ข้อต่อสามารถสอดเข้าไปได้ ทำให้อะเสล่างเกิดการแตกหักได้
แบบที่ 2 		- การประกอบมีความเรียบเนียนมากขึ้นในส่วนที่ต่อกัน - สามารถถอดเปลี่ยนอะเสบนได้โดยไม่รบกวนโครงสร้างส่วนอื่น	- อะเสบนต้องยึดติดโดยการมัดหรือใช้ลิ่มสลักด้วย - การยึดอะเสบนทำให้ข้อต่อในส่วนค้ำอาจจะเสียการรับแรงเพราะเกิดการเจาะรูที่มากเกินไป
แบบที่ 3 		- สามารถถอดเปลี่ยนจันทันได้โดยไม่รบกวนโครงสร้างส่วนอื่น - ข้อต่อช่วยในการรับแรงจากจันทันโดยตรง	- การประกอบมีขั้นตอนที่ซับซ้อนเกินไป - ข้อต่อมีจุดที่ต้องยึดกับอะเสบน ทำให้อะเสบนเกิดแรงบิดและเกิดการแตกหักได้

จากตาราง 3 การเปรียบเทียบการออกแบบข้อต่อใน 3 แบบนี้ทำให้เห็นว่าข้อต่อที่เหมาะสมที่สามารถแก้ปัญหาการรื้อถอนโครงสร้างทั้งหมดใหม่ สามารถถอดเปลี่ยนวัสดุเข้าไปใหม่ได้และมีการรับแรงอัดที่ดี คือ ข้อต่อแบบที่ 1 ข้อต่อในส่วนจุดเชื่อมต่อเสากับอะเสล่าง ซึ่งบุคคลทั่วไปที่สนใจจะสร้างบ้านไม้ไฟเอง หากมีการศึกษาคู่มือวิธีการประกอบข้อต่อก็จะสามารถประกอบข้อต่อนี้ได้

ความยากง่ายของการประกอบได้รับการประเมินจากบุคคลที่มีความสนใจเกี่ยวกับบ้านไม้ไฟ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ (2.1) กลุ่มบุคคลทั่วไปที่สนใจอยากสร้างบ้านไม้ไฟด้วยตนเอง (2.2) กลุ่มบุคคลทั่วไปและสถาปนิกที่มีความรู้เรื่องเครื่องมือเครื่องใช้และงานช่างมีความสนใจอยากสร้างบ้านไม้ไฟ พบว่าบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เรื่องโครงสร้างบ้านไม้ไฟแต่มีความสนใจอยากสร้างบ้านไม้ไฟสามารถประกอบเองได้ แต่ต้องใช้เวลาในการอ่านคู่มือและรับคำแนะนำจากช่างผู้ทำงานด้านเทคนิคและการก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างไม้ไฟก็จะสามารถประกอบข้อต่อเข้ากับส่วนโครงสร้างอื่นได้ โดยวิธีการประเมิน คือ ให้ผู้ประเมินดูจากรูปภาพวาดและคำอธิบายวิธีการประกอบแบบเป็นขั้นตอน จากนั้นให้ทดลองประกอบจริงจากข้อต่อไม้ไฟที่ทำขึ้นมาเป็นตัวแทน

เอกสารอ้างอิง

- กานต์ คำแก้ว. (2546). **ไม้ไผ่กับสถาปัตยกรรมที่เลื่อนหาย : การออกแบบศาลาประชาคม.วิทยานิพนธ์**
ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รุ่งคุณ ราสินวล. (2550). **การพัฒนาวัสดุหลังคาและผนังจากไม้ไผ่เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการก่อสร้าง.วิทยานิพนธ์**
ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (ศูนย์วนศาสตร์ชุมชนเพื่อคนกับป่า). (2557). **ไผ่กับวิถีชีวิตคนไทย :
องค์ความรู้และรูปแบบการจัดการของท้องถิ่น**. กรุงเทพฯ: คูมายเบส จำกัด.
- สราวุธ สังข์แก้ว และคณะ. (2554). **ไผ่ในเมืองไทย (Bamboo Of Thailand)**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บ้านและสวน
- สุริยา สมทุคุปต์ และ พัฒนา กิตติอาษา. (2544). **ภูมิปัญญาไม้ไผ่ในวัฒนธรรมของคนชายขอบ**. เอกสารประกอบนิทรรศการ
“ภูมิปัญญาไม้ไผ่” ประชุมทางวิชาการสหกิจศึกษานานาชาติ ครั้งที่ 12 (WACE 2001). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี.
- สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์. (2544). **การปลูกหน่อไม้** (หน้า 26). กรุงเทพฯ : เกษตรสาสน์
- วิรัตน์ ชื่นวาริน. (2528). **ลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบและสมบัติทางฟิสิกส์ของไผ่**. การสัมมนาเรื่องไผ่ ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Marcel Vellinga, Paul Oliver, Alexander Bridge. (2008). **Atlas of Vernacular Architecture of the world**.
New York : Routledge
- สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ. **ความหมายของสถาปัตยกรรมร่วมสมัย** สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2559, จาก
<http://oldsite.asa.or.th/th/node/92437>
- ลักษณะห้านาแบบโครงสร้างหลังคาทรงจั่ว สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2561, จาก <http://oknation.nationtv.tv>
- ลักษณะโครงสร้างหลังคาไม้ไผ่ทรงจั่ว สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2561, จาก <http://www.bareo-isys.com>
- ลักษณะเนื้อไม้ทั่วไป สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2561, จาก <https://knn13.livejournal.com/17669.html>
- ลักษณะเนื้อไม้ไผ่ สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2561, จาก <http://pubs.rsc.org>
- รูปขยายลักษณะท่อน้ำเลี้ยงไม้ไผ่และรูปขยายลักษณะเนื้อเยื่อไม้ไผ่ สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2561, จาก
<http://zissou.com/2011/02/10/bamboo/>
- Guadua Bamboo Working With Bamboo : **Bamboo Joints and Joinery Techniques**. Retrieved September 13,
2016, from <http://www.guaduabamboo.com/working-with-bamboo/joinong-bamboo-3>
- Jerrold E. Winandy. (1994). **Wood Properties**. Retrieved September 12, 2018, From
<https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1994/winandy94a.pdf>