บทที่ 3

ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวกับไม้ไผ่ในต่างประเทศ

3.1 ลักษณะทั่วไปของไม้ไผ่

ในการศึกษาข้อมูลของไม้ไผ่ในต่างประเทศนั้นนอกจากจะศึกษาเกี่ยวกับ ลักษณะของไผ่ประเภทต่างๆแล้ว ยังทำศึกษาเปรียบเทียบระหว่างไม้ไผ่กับไม้เบญจพรรณ และศึกษาถึงข้อดี – ข้อเสียของการนำไม้ไผ่มาใช้งานต่างๆ ดังนี้

ข้อแตกต่างระหว่างไม้ไผ่ และไม้เบญจพรรณ[1]

มีข้อแตกต่างหลายประการ ระหว่างไม้ไผ่ และไม้เบญจพรรณ บางข้อได้ถูกกล่าวถึงในที่นี้เพราะว่ามีความสำคัญสำหรับผู้ที่จะนำไปใช้

- ไม้ไผ่นั้นไม่มีแฉก หรือตาไม้โผล่ออกมา ที่บริเวณผิวลำต้น
- ไม้ไผ่มีลักษณะเป็นหลอดกลวง บางประเภทมีผิวลำต้นบาง ดังนั้นการเข้าไม้ทำรอยต่อของไม้ไผ่นั้นจึงทำได้ยากกว่าไม้เบญจพรรณ
- ไม้ไผ่ไม่ได้มีเพียงความงามดึงดูดใจเหมือนไม้เบญจพรรณเพียงเท่านั้น ยังสามารถทำให้เหนียวได้เป็นอย่างดีอีกด้วย (เฉพาะที่ส่วนผิวนอกของไม้ไผ่เท่านั้นที่ไม่สามารถทำให้เหนียวได้ เพราะว่ามี ซิลิกา เป็นส่วนประกอบอยู่มาก)
- ผิวนอกของไม้ไผ่ไม่มีการลอกของผิวไม้ เนื่องจากผิวของไม้ไผ่มี ซิลิกา เป็นส่วนประกอบเป็นจำนวนมาก ซึ่งมันจะทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานที่อได้โดยง่าย

ข้อดี และข้อเสียของไม้ไผ่[2]

ข้อดี

- เนื่องด้วยรูปทรงที่มีลักษณะกลมกลวง ไม้ไผ่จึงมีทั้งความมั่นคง และแข็งแรง และไม้ไผ่ยังสามารถตัด และแยกส่วนได้โดยเครื่องมือที่หาได้ง่ายทั่วไป
- พื้นผิวนอกของไม้ไผ่มีความแข็ง และสะอาด
- ไม้ไผ่สามารถปลูกได้ง่ายในสถานที่ทั่วไป และสามารถปลูกทดแทนได้เร็วกว่าไม้เบญจพรรณ
- โครงสร้างไม้ไผ่สามารถทนรับแรงที่เกิดจากพายุ และแผ่นดินไหวได้ดี

---

[1] Jules J.A. Janssen, BUILDING WITH BAMBOO A handbook (London: I.T. Publication, 1988) p2.

[2] เรื่องเดียวกัน หน้า 2-3.

ข้อเสีย

- โดยธรรมชาติแล้วไม้ไผ่มีความทนทานต่ำ จึงควรที่จะทำการรักษาเนื้อวัสดุก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี
- ไม้ไผ่ไม่สามารถทนทานในส่วนที่เชื่อมต่อกับดินได้ดีนัก อย่างไรก็ตามในดินที่แห้งก็ยังสามารถทนทานได้กว่า ถ้าบริเวณปราศจากความชื้น
- เสี่ยงต่อการติดไฟได้ง่าย
- ลำต้นของไผ่ไม่มีมาตราฐาน ไม่เที่ยงตรง; ลำมีลักษณะสอบขึ้นจากโคนไปสู่ยอด ข้อปล้องเกิดขึ้นที่ระยะไม่สม่ำเสมอกัน; ข้อปล้องข้อไม้ไผ่จะทำให้ยุ่งยากเวลานำไปใช้งาน

3.2 การคัดเลือก และการตัดไม้ไผ่ที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง

ในการคัดเลือกไผ่เพื่อนำไปใช้งาน นอกจากการจำแนกของพันธุ์ของไม้ไผ่ต่างๆ ซึ่งแต่ละประเภทก็มีคุณสมบัติ และคุณลักษณะที่ต่างกันไปได้แล้ว การทราบถึงอายุของไม้ไผ่ก็ยังมีส่วนในการเลือกไม้ไผ่ให้มีความเหมาะสมกับงานที่จะทำด้วย

การประมาณอายุไม้ไผ่[3]

การประมาณอายุไม้ไผ่นั้น มีความสำคัญทั้งในการปลูกบำรุงไม้ไผ่ และการนำเอาไม้ไผ่มาใช้ประโยชน์ เนื่องจากไม้ไผ่เกือบทุกชนิดในประเทศไทยนั้นมีลักษณะเป็นกอ ลำที่มีอายุมากจะอยู่ด้านในกอ ส่วนลำที่อยู่ด้านนอกกอ ส่วนมากจะมีอายุน้อย ซึ่งการตัดฟันส่วนใหญ่มักจะใช้ความสะดวกมากกว่าการคำนึงถึงด้านอื่น จึงทำให้การตัดลำที่อยู่ด้านนอกกอไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีอายุประมาณ 1-2 ปีเท่านั้น ทำให้กำลังการผลิตไม้ไผ่ลดน้อยลง เพราะลำที่มีอายุน้อยนั้นเป็นแหล่งสะสมอาหารแก่ลำที่เกิดใหม่ และประคับประคองลำใหม่ให้ตั้งตรงไม่คดงอด้วย ส่วนด้านการใช้ประโยชน์นั้นไม่ว่าใช้ในการก่อสร้าง ทำเฟอร์นิเจอร์ หรือเครื่องจักรสานก็ตาม ถ้าไม้ไผ่มีอายุน้อย การใช้ประโยชน์จะทำได้ไม่เต็มที่ มักจะถูกมอดและแมลงรบกวนอยู่เสมอทำให้สินค้าที่ผลิตได้ไม่คงทนถาวร อายุไม้ไผ่ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงนั้นจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ไผ่ และวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งมีหลักในการพิจารณา ดังนี้

1. ในกรณีที่ต้องใช้ไม้ไผ่ผ่าซีกไปตามความยาวของลำต้น เพื่อใช้ประโยชน์ในทางหัตถกรรม ไม้ไผ่ที่ใช้ควรมีลักษณะเหนียว และมีความยืดหยุ่นได้ดี ไม้ไผ่ที่ใช้ควรเป็นไผ่สีสุก ไผ่ลำมะลอก ไผ่ไร่ หรือไผ่ซาง เป็นต้น และควรมีอายุประมาณ 2-3 ปี
2. กรณีที่ต้องการใช้ผิวไผ่ที่ฟอกขาว ควรใช้ไผ่ที่มีอายุประมาณ 1.5-2.5 ปี
3. ในกรณีที่ต้องการใช้ไผ่ที่มีเนื้อเหนียว และมีลำโต ควรใช้ไม้ไผ่ที่มีอายุประมาณ 4-6 ปี

---

[3] ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์, เทคโนโลยีการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่, รายงานปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544), หน้า 16-17.

วิธีการประมาณอายุไม้ไผ่ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1. การนับรอยที่โคนใบที่หลุดร่วง (By counting the leaves scar) จะสังเกตได้จากปลายกิ่งของลำ เนื่องจากไผ่ในเขตร้อนนั้น ใบจะหลุดร่วงในฤดูร้อนประมาณเดือนมีนาคม เมษายน ซึ่งจะทำให้ส่วนโคนของก้านใบหลุดร่วงไปด้วย และก้านใบใหม่จะเริ่มแตกตรงส่วนใกล้ๆกับข้อเดิม กลายเป็นใหม่ต่อไป และจะหลุดร่วงในฤดูร้อน เป็นเช่นนี้ทุกๆปี ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงอายุของไผ่ลำนั้นได้ โดยนับจำนวนข้อที่ใบหลุดร่วงในแต่ละปี
2. การดูลักษณะสีของลำ (By the colour of culm) ในไผ่ที่ขึ้นเป็นลำเดียว (Monopodial type) โดยทั่วไป ลำที่มีอายุประมาณ 1-2 ปี จะมีผงคล้ายแป้งสีขาว (White waxy powder) ติดอยู่ตามปล้องของลำ นอกจากนี้ยังสามารถสังเกตสีของกาบที่หุ้มห่อลำอยู่ก็ได้
3. การสังเกตอายุของไผ่ที่ขึ้นเป็นกอ (Sympodial type) ซึ่งไผ่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นไผ่ประเภทนี้ อาจใช้วิธีประมาณอายุตามแบบชาวอินเดีย มีรายละเอียดดังนี้ คือ

   ฤดูแรก ลำที่เกิดใหม่จะมีสีค่อนข้างสดใส มีกาบหุ้มอยู่ตามข้อตลอดเวลา และมีผงแป้งสีขาวติดอยู่ที่ตามปล้อง (ไผ่ซางนวล) เมื่อจับดูจะรู้สึกลื่นมือ ปกติจะเริ่มแตกกิ่งเพียง 2-3 กิ่ง หรืออาจไม่แตกกิ่งเลยก็ได้

   ฤดูที่สอง ลำจะมีกาบเล็กๆหุ้มอยู่ บางลำอาจมีกาบห้อยติดอยู่ หรือบางกาบหลุดล่วงไป ปล้องจะมีสีเขียว ข้อจะหนา และเริ่มมีผงคล้ายตกกระเป็นจุดๆ หรือคล้ายขนแหลมเล็กๆ จับดูจะหลุดติดมือได้ง่าย และเริ่มแผ่กิ่งก้านสาขาออกโดยรอบ

   ฤดูที่สาม กาบจะหลุดร่วงไปเกือบหมด ขณะเดียวกันสีของกาบก็จะเริ่มเข้มขึ้น ลำเริ่มโค้งมากขึ้น และเริ่มตกกระเป็นจุดๆ เมื่อจับจะสากมือ และไม่หลุดติดมือออกมาง่ายๆ

   ฤดูที่สี่ ลำจะมีสีเขียว และมีแป้งติดอยู่เล็กน้อย หรืออาจจะไม่มีเลย เริ่มมีขน และมีลายเป็นจุดๆ ตามลำดับ เมื่อจับจะหลุดติดมือออกมา

การตัดไม้ไผ่ที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง[4]

ในการตัดไม้ไผ่สิ่งที่ผู้ตัดต้องคำนึงถึงในการปฏิบัติ มีอยู่ 5 ประการด้วยกัน; 1) ลำไผ่แบบใดที่เราจะทำการตัด, 2) เมื่อไรที่เราจะทำการตัด, 3) เราจะทำการตัดได้อย่างไร, 4) จากนั้นจะทำการขนส่งวิธีใด และ 5) เราจะจัดเก็บไม้ไผ่ที่ตัดมาอย่างไร

---

[4]Jules J.A. Janssen, BUILDING WITH BAMBOO A handbook (London: I.T. Publication, 1988) p4-7.

1) การเลือกลำไผ่

ลำไผ่ที่มีอายุเท่านั้นที่ควรตัด ส่วนลำไผ่ที่อายุยังน้อยยังไม่ควรที่จะตัด ประการหนึ่งที่จะต้องระวัง คือไม่ควรจะตัดไผ่มากเกินไป เพราะจะทำให้ไผ่ที่เหลือไม่สามารถเกิดขึ้นมาทดแทนได้ทัน จนถึงสูญพันธุ์ก็เป็นได้ ในทางพฤกษาศาสตร์ และสภาพภูมิอากาศ ไม้ไผ่จะพร้อมที่จำนำไปใช้งานเมื่อมีอายุประมาณ 3 – 5 ปี อายุของไผ่สามารถดูได้จากสีของลำไผ่ แต่วิธีการนี้ก็ไม่เป็นที่แน่นอนนัก วิธีการที่เชื่อถือได้มากวิธีหนึ่งในการหาอายุของไม้ไผ่ คือ การทำเครื่องหมายไว้ทุกลำต้นของไม้ไผ่ในทุกๆปี ในตำแหน่งเดียวกัน ถ้าจะเลือกใช้ไผ่ที่มีอายุ 4 ปี ดังนั้นลำไผ่ที่จะทำการตัดก็ต้องมีเครื่องหมายที่ทำตำหนิไว้ 4 อัน ไผ่ที่ตายหรือเสียหาย ก่อนที่จะได้ตามที่ต้องการ สามารถที่จะตัดหรือย้ายออกไปได้ทุกเวลา

2) ช่วงเวลาในการตัด

การตัดไม้ไผ่นั้นควรที่จะทำในฤดูที่แห้ง เพราะว่าช่วงนั้นไม้ไผ่จะมีความชื้นน้อย ทำการขนส่งได้ง่ายกว่า และลดการเสี่ยงต่อการเกิดราและผุพัง ดังนั้นในระหว่างฤดูฝนไม่ควรทำการตัดไผ่เป็นอันขาด ฉะนั้นช่วงที่เหมาะกับการตัดไผ่ คือ ช่วงหลังจากฤดูที่แห้ง จะดีที่สุด

ในบางประเทศนั้นได้กล่าวว่า การตัดไผ่มีช่วงเวลาสั้นๆหลังจากพระจันทร์เต็มดวง ซึ่งไผ่ที่ตัดได้จะมี ทนทานต่อการกัดกินของแมลงได้น้อยกว่าการตัดในช่วง 6 เดือนแรก ความชื้นในไม้ไผ่จะเพิ่มขึ้นจากการที่พระจันทร์เต็มดวง และจะลดลงจากการที่พระจันทร์เต็มดวงในครั้งต่อไป แต่ความชื้นที่มีอยู่ในไม้ไผ่ ไม่สัมพันธ์กับการกัดกินของแมลง เฉพาะแป้งที่อยู่ในไม้ไผ่เท่านั้น ที่เกี่ยวเนื่องกับการกัดกินของแมลง ซึ่งจะผันผวนตามฤดูกาล แต่ไม่ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากดวงจันทร์

3) วิธีการตัด[5]

ในการตัดไม้ไผ่สามารถแยกออกกว้างๆได้ 2 วิธี คือ

ระบบตัดหมด (Clear cutting System) ระบบนี้เป็นระบบไม้ไผ่ที่ทำการตัดไผ่ทุกลำ ตลอดทั้งพื้นที่ การขยายพันธุ์ โดยการแตกหน่อใหม่ขึ้นมาทดแทนจากเหง้าเดิมที่อยู่ในดิน ซึ่งลำไผ่จะไม่เจริญเติบโตเต็มที่ ภายในการเจริญเติบโตเพียงประมาณ 6 เดือน ดังนั้นระยะการตัดที่เหมาะสม คือ ควรตัดให้เสร็จสิ้นก่อนฤดูฝน ทั้งนี้เพื่อให้หน่อใหม่มีระยะเวลาการเจริญเติบโตเต็มที่ และเป็นการหลีกเลี่ยงอันตรายในการตัดไม้ออกด้วย ไผ่เป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ภายในระยะเวลาอันสั้น จึงทำให้สามารถตัดไผ่ได้ทุกปี แต่การตัดไม้ไผ่วิธีนี้ไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตแต่อย่างใด

---

[5] ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์, เทคโนโลยีการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่, รายงานปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544), หน้า 14-16.

เนื่องจากทำให้ความแข็งแรงของเหง้าลดลง ซึ่งทำให้ผลผลิตของหน่อและลำใหม่ลดลง ถ้ามีการตัดเช่นนี้ทุกปี อาจทำให้ไผ่ตายในที่สุด

ระบบเลือกตัด(Coppie Selection System) วิธีนี้เป็นการเลือกตัดไม้ออกบางส่วน และเหลือไว้บางส่วน หรือเลือกตัดเฉพาะลำที่ต้องการเท่านั้น และคาดว่าเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้กับชนิดพันธุ์ไม้ไผ่ในประเทศไทยทั้งหมด เพราะวิธีตัดแบบแรกนั้นทำให้ต้องใช้รอบหมุนเวียนในการตัดยาวนานมาก อย่างน้อยๆไม่ต่ำกว่า 10 ปี จึงจะทำการตัดได้ใหม่ และข้อสำคัญที่สุดคือ กอที่ได้ทำการตัดลำออกหมดแล้ว เหลือเพียงตอนั้นมักจะตายเสียส่วนมากในช่วงฤดูแล้ง ในระบบเลือกตัดนั้นในการจะเลือกตัดลำใด ควรจะพิจารณาจากอายุของลำไม้ไผ่เป็นหลัก โดยไผ่ที่ควรตัดนั้นควรมีอายุมากกว่า 2 ปีขึ้นไป เนื่องจากไม้ไผ่ที่มีอายุน้อยกว่านี้ ยังมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของไผ่ลำใหม่ เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมอาหารเพื่อใช้เลี้ยงไผ่ลำใหม่ที่เจริญเติบโตขึ้น อีกทั้งยังช่วยประคับประคองไผ่ลำใหม่ให้ตั้งตรงไม่คดงอด้วย โดยเฉพาะกับไผ่ที่ขึ้นเป็นกอ เช่น ไผ่รวก ไผ่ป่า ไผ่ซางนวล เป็นต้นนั้น ลำที่มีความสำคัญที่สุดที่ไม่ควรตัด ก็คือลำอ่อน 1-2 ปี เพราะลำพวกนี้จะทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงของลำใหม่ โดยทำหน้าที่คุ้มกันรักษาและเก็บอาหารเพื่อที่จะส่งไปเลี้ยงลำใหม่ จึงควรที่จะใช้รอบตัด 3 ปีขึ้นไป จึงจะเป็นผลดีที่สุด คือตัดลำที่มีอายุ 3 ปีขึ้นไปออกให้หมดคงเหลือไว้เฉพาะลำที่มีอายุ 1-2 ปีเท่านั้น การตัดไม้ไผ่วิธีนี้สามารถให้ผลผลิตได้มากกว่าวิธีแรก นอกจากนี้ยังเป็นการบำรุงกอไผ่ให้มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

หลักเกณฑ์ในการตัดไม้ไผ่

- ในการตัดทุกครั้งจะต้องคำนึงถึงจำนวนลำที่ควรจะเหลือไว้ในกอแต่พอเหมาะ ไม่ควรเลือกตัดเฉพาะลำที่มีลักษณะดีเท่านั้น และไม่ควรจะตัดลำจนกระทั่งเปิดโล่งทั้งกอ เพราะจะทำให้ลำใหม่คดงอได้ง่ายเนื่องจากไม่มีลำพี่เลี้ยงคอยประสานค้ำจุนเอาไว้
- ลำที่คดงอไม่สมบูรณ์ ซึ่งเหลือตกค้างมาจากการตัดรอบก่อนหน้านั้น ควรตัดออกเสียในคราวเดียวกัน เพื่อเปิดโอกาสให้ลำใหม่เจริญได้อย่างเต็มที่ เว้นไว้เฉพาะลำอ่อนที่สมบูรณ์เท่านั้น
- การเลือกตัดควรกระทำให้ทั่วทั้งกอ ไม่ควรจะตัดเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น เพราะอาจจะทำให้ผลผลิตที่จะได้ในรอบต่อๆไป ลดลงได้
- ในการตัดไผ่ประเภทที่เป็นกอ ควรจะตัดให้เหนือกว่าระดับพื้นดิน 20-30 เซนติเมตร ส่วนในการตัดไม้ไผ่ประเภทลำเดี่ยวควรตัดที่ระดับพื้นดินได้เลย ทั้งนี้เพราะคำนึงถึงการเจริญเติบโตของไม้ไผ่ในรุ่นต่อๆไป
- ไม่ควรตัดไผ่แบบถอนรากถอนตอ เพราะส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์จากลำเท่านั้น จึงไม่ควรขุดเหง้า และต่อออกมาด้วย ซึ่งจะทำให้ผลผลิตตกต่ำลง และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปลูกซ่อมโดยใช่เหตุ

- ถ้าเป็นไผ่ที่กำลังออกดอก และเมล็ดก็ไม่ควรตัดในระยะนั้น เพื่อผลในการขยายพันธุ์ต่อไป หลังจากเมล็ดล่วงลงดินหมดแล้ว จึงค่อยทำการตัด

4) การขนส่ง

วิธีการขนส่ง ลำเลียงไม้ไผ่นั้น เป็นวิธีที่ง่ายๆโดยใช้แรงงานคน จะตดไม้ไผ่เป็นท่อนๆละ 4 เมตร ซึ่งจะขนส่งโดยใช้ เกวียน รถบรรทุก หรือถ้าทำในปริมาณมาก ก็จะขนส่งทางรถไฟ หรือเรือบรรทุกก็ได้

อุปสรรคในการขนส่ง ลำเลียงไม้ไผ่

- ยากต่อการเข้าถึง
- แผงของลำไผ่ที่ยังสดอยู่ จะอ่อนแอ ไม่มั่นคง ไม่ทนทานในการขนส่ง ลำเลียง
- น้ำหนักของมัดไผ่ที่รวบสามารถทำได้ปริมาณน้ำหนักที่ไม่มาก (200 กก./ม^3)

ในเรื่องนี้ ควรที่จะเลือกใช้ไม้ไผ่ที่อยู่ในบริเวณท้องถิ่นนั้นๆจะสะดวกที่สุด และสิ่งหนึ่งที่จะต้องคำนวณควบคู่ไปตลอดคือ ราคาในการขนส่ง ลำเลียงที่เพิ่มขึ้นมา

5) การจัดเก็บไม้ไผ่

ในการจัดเก็บไม้ไผ่นั้นต้องการการดูแลเป็นพิเศษ บริเวณที่พื้นจะทำเป็นที่จัดเก็บจะต้องสะอาด ไม่มีขยะ กากเดนต่างๆ รวมไปถึงต้องปราศจากความชื้นด้วย ควรที่จะจัดเก็บไม้ไผ่ในที่ที่มีสิ่งปกคลุมจากแสงแดด ฝน และต้องจัดเก็บให้อยู่เหนือกว่าพื้นดิน 20 – 30 เมตร การระบายอากาศที่ดี และการตรวจตราที่สม่ำเสมอเป็นสิ่งที่จำเป็น

ไม้ไผ่ที่ยังสดอยู่ การวางตั้งในแนวดิ่ง จะทำให้ไผ่แห้งภายใน 4 สัปดาห์เป็นอย่างน้อย ส่วนการวางนอนราบจะทำให้แห้งโดยใช้เวลาเป็น 2 เท่าของการวางในแนวดิ่ง

3.3 รูปแบบ และกรรมวิธีการก่อสร้างอาคารโครงสร้างไม้ไผ่

วิธีการทำรอยต่อโครงสร้างไม้ไผ่[6] สามารถแบ่งประเภทของรอยต่อได้ ดังนี้

1) การทำรอยต่อตามแนวยาว ไม้ไผ่สองชิ้นสามารถทำการผูกมัดให้เป็นชิ้นส่วนที่ยาวขึ้นได้ ซึ่งสามารถทำได้ 3 วิธี ได้แก่

---

[6] Joaquin O. Siopongco snd Murdiati Munandar, Technology manual on bamboo as building material (Philipines, 1987), p26-31.

- วิธีด้านชนด้าน(Side-by-side) การทำรอยต่อจะเลือกทำที่ส่วนของโคนของลำไผ่ โดยการผูกนั้นต้องทำอย่างน้อย 2-3 ตำแหน่ง แต่เพื่อให้มีความแข็งแรงขึ้นควรที่จะเจาะเดือยเชื่อมด้วย

- วิธีบากประกบ(Half-lap) จะใช้ไม้ไผ่สองลำในการทำ ซึ่งควรเลือกไม้ไผ่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเทากัน หรือใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการประกอบก็คล้ายกับการประกอบแบบด้านชนด้าน
- วิธีต่อปลายชนปลาย(End-to-end) หรือการต่อโดยใช้แผ่นประกบ โดยแผ่นที่นำมาประกอบควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่มีขนาดใหญ่กว่าลำไผ่ที่จะนำมาต่อกัน ซึ่งการต่อจะใช้ทั้งการผูกรัด และการเข้าเดือยประกอบด้วย

2) วิธีการทำรอยต่อตามแนวตั้งฉาก
   - อะเสหลังคาจะถูกรองรับโดยเสา ส่วนบนของเสาจะมีรูปร่างคล้ายกับอานม้าเพื่อรองรับและถ่ายแรงลงสู่แนวดิ่ง ชิ้นส่วนสองชิ้นจะยึดติดโดยใช้การผูก โดยใช้สลักช่วยในการเจาะยึด
   - ในส่วนของการเข้ารอยต่อระหว่างเสา และตง โดยทั่วไปจะทำให้แน่นโดยการผูกมัดเข้ากับสลักเดือยที่เสริมไว้
   - การทำรอยต่อรูปร่างอื่นๆ ที่มีทำส่วนตั้ง และส่วนนอนเข้าด้วยกัน อาจทำโดยการใช้วิธีการดัดชิ้นส่วนเพื่อหุ้มอีกชิ้นส่วนหนึ่ง และใช้การมัดยึดไว้อีกที
3) การเข้ารอยต่อชิ้นส่วนที่ทำมุมต่างๆกัน
   - ส่วนปลายของชิ้นหนึ่งจะต่อชนกับอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งจะยึดติดกัน ด้วยการใช้การผูกมัดโดยใช้การเข้าสลักช่วยทำให้แน่น และสะดวกขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถทำรอยต่อด้วยวิธีการเสียบเข้ากับอีกชิ้นส่วนหนึ่ง แต่ก็ยังใช้การผูกมัดและการใช้สลักช่วยเหมือนกัน
4) การเข้ารอยต่อแบบแทงทะลุ
   - ทำโดยการเจาะรูบนชิ้นส่วนที่ใหญ่กว่า แล้วนำชิ้นส่วนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าสอดทะลุเข้าไป โดยจะทำการเจาะสลักช่วย หรือไม่ต้องก็ได้

เสาเข็มไม้ไผ่[7]

เสาเข็มไม้ไผ่จะใช้กับชั้นดินที่มีความมั่นคง ใช้งบประมาณในการก่อสร้างน้อย เครื่องมือที่ใช้ก็ต้องการค้อนตอกเสาเข็มเพิ่มขึ้นมาเท่านั้น แต่แรงงานที่ใช้ต้องมีความชำนาญเป็นพิเศษ เสาเข็มไม้ไผ่นี้สามารถทนต่อการเกิดแผ่นดินไหว และพายุได้เป็นอย่างดี เสาเข็มไม้ไผ่ได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้น ให้สามารถทนทาน รับแรงอัดในชั้นดินได้ และนำไปใช้กับงานประเภทต่างๆเช่น อาคาร ถนน เป็นต้น

โดยลำไม้ไผ่ที่จะนำมาทำเสาเข็มจะถูกพันเป็นเกลียวรอบด้วยกาบมะพร้าว และปอกระเจา รูที่เจาะบนลำไม้ไผ่ยอมที่จะให้น้ำในชั้นดินรั่วเข้ามาได้เล็กน้อย เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้น

- เสาเข็มไม้ไผ่แบบแยกเดี่ยว

เสาเข็มไม้ไผ่ที่พันรอบด้วยกาบมะพร้าวตลอดความยาวของลำ จะได้เส้นผ่าศูนย์กลางโดยรวมประมาณ 6 เซนติเมตร จากนั้นเสริมความแข็งแรงด้วยการมัดรอบเข็มด้วยลวดชุบสังกะสี

- พื้นที่ที่มีความมั่นคง แข็งแรง

ในการทำงานเกี่ยวกับเสาเข็มไม้ไผ่นั้น ต้องการพื้นที่ที่มีความมั่นคงแข็งแรง จึงต้องทำการปรับหน้าพื้นที่ที่จะทำงานเสาเข็มไม้ไผ่ โดยการขุดดินออกลึกลงไป 2 เมตร จากนั้นใช้เสาเข็มไม้ไผ่ที่มีความยาวประมาณ 8 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 - 9 เซนติเมตร เจาะลงไปโดยใช้ค้อนตอก จัดระยะเป็นตารางทุกๆ 2 เมตร จากนั้นปรับระดับหน้าดินที่ขุดออกไปด้วยทรายอัดให้แน่น

พื้นไม้ไผ่[8]

- พื้นไม้ไผ่ใช้ทั่วไปในงานโครงสร้างไม้ไผ่ และสามารถนำไปใช้กับโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเฟรมได้
- วิธีที่ง่ายที่สุดในการทำพื้นไม้ไผ่คือ การคลี่ลำไม้ไผ่ให้แบออกเป็นแผ่น แล้วนำไปผูกยึดติดกับโครงสร้าง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม้ไผ่ถูกตีออกมีรอยแตกเป็นจำนวนมาก และมีข้อปล้องอยู่เป็นระยะ ซึ่งจะทำให้ใช้งานได้ไม่สะดวกสบาย

---

[7] Roland Stulz and Kiran Muker ji, Appropriate building materials (Great Britain; SKIT and IT Publication, 1988), p185-186.

[8] Roland Stulz and Kiran Muker ji, Appropriate building materials (Great Britain; SKIT and IT Publication, 1988), p203-204.

- พื้นผิวไม้ไผ่ได้ถูกนำไปใช้ในงานต่างๆด้วยกัน ในลักษณะที่เป็นแผ่นสำเร็จรูป นำไปปิดทับโครงที่เตรียมไว้
- ชิ้นส่วนของไม้ไผ่จะไม่สามารถประกอบกันได้ถ้าปราศจากช่องว่าง พื้นไม้ไผ่สามารถระบายอากาศได้ดี และป้องกันการสะสมความชื้นภายในอาคารได้อีกด้วย

ผนังไม้ไผ่เสริมดิน[9]

- ผนังดินอัดทั่วไป จะสามารถทนต่อแรงแผ่นดินไหวได้น้อย แต่การเสริมด้วยโครงสร้างผนังไม้ไผ่สามารถที่จะแก้ปัญหานี้ได้
- โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างผนังดินสามารถสร้างได้โดยใช้ไม้ที่ไม่ต้องมีคุณภาพดีนักในการนำมาเสริมภายใน แต่หากเป็นไม้ไผ่แล้วจำเป็นต้องมีกำลังวัสดุสูง และต้องรับแรงดึงได้ดี
- การถนอม บำรุงรักษามีความจำเป็น เพื่อป้องกันการผุผังโดยธรรมชาติ

โครงสร้างหลังคาไม้ไผ่[10]

ข้อดีของโครงสร้างไม้ไผ่ คือ

- เป็นกรรมวิธีท้องถิ่นที่ชาวบ้านสามารถทำได้ด้วยตนเอง และใช้เครื่องมือที่หาได้โดยง่ายทั่วไป
- สามารถใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่ได้อย่างเต็มที่ โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายให้กับธรรมชาติเหมือนกับไม้เบญจพรรณ และสามารถปลูกทดแทนได้ ภายในระยะเวลา 4-5 ปีเท่านั้น
- ลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ เป็นลักษณะของโครงสร้างในอุดมคติสำหรับใช้ในพื้นที่มีแผ่นดินไหว
- เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างประเภทอื่นแล้ว ไม้ไผ่มีราคาถูกกว่าทั้งในขั้นตอนการก่อสร้าง และบำรุงรักษา

ได้มีการศึกษารูปทรงหลังคาโครงสร้างไม้ไผ่ไว้หลายประเภท นอกเหนือจากรูปทรงที่เห็นได้จากลักษณะที่เป็นเรือนท้องถิ่น เช่น

โครงสร้างหลังคาโค้ง

- การทดลองโครงสร้างในลักษณะนี้ต่างออกไปจากที่เคยทำ โดยผลที่ออกมาโครงสร้างสามารถคงทนอยู่ได้มั่นคงโดยแรงอัดที่เกิดขึ้น ซึ่งแรงอัดนั้นกระทำตามแนวตั้งฉากกับแนวแกนของไม้ไผ่

---

[9] Roland Stulz and Kiran Muker ji, Appropriate building materials (Great Britain; SKIT and IT Publication, 1988), p227-230

[10] เรื่องเดียวกัน, หน้า 273-278.

- บนหลักการของการเรียงอิฐทำซ่องเปิดโค้ง ,เต็มหน้าตัดของลำไม้ไผ่ถูกพาดตามแนวนอน ในการทำโครงสร้างนี้สามารถทำได้โดยสร้างเส้นโค้งของโครงสร้างโดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก วิธีทำคือแขวนวัสดุที่มีความอิสระคล้ายโซ่ วางพาดระหว่างจุดสองจุด โดยให้ห้อยแอ่นตัวตามแรงโน้มถ่วงโลก จากนั้นวางพาดผูกยึดไม้ไผ่ หรือใช้ตะปูยึด หรือใช้รอยต่ออย่างอื่นยึดตามแนวโค้งที่ได้ หลังจากที่ติดตั้งให้มีความแข็งแรงแล้ว จึงหงายโครงสร้างที่ได้ จะได้โครงสร้างที่ต้องการ
- ในส่วนที่โครงสร้างเชื่อมต่อที่ฐานควรจะต้องมีโครงสร้างไม้หรือคอนกรีตรับแรงดึงเพื่อให้โครงสร้างมั่นคงอยู่ได้
- หลังคาควรจะปกคลุมด้วยชิ้นส่วนป้องกันน้ำรั่ว สำหรับป้องกันจากน้ำฝน โดยสามารถที่จะใช้วัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้นคลุมได้ หรือปูชั้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถปลูก หรือติดตั้งหญ้าได้ สำหรับการเสริมความเข็งแรงนั้นควรที่จะปูตาข่าย(แห่) ที่โครงสร้างก่อนที่จะปูดินลงบนโครงสร้างเพื่อความแข็งแรง

โครงสร้างหลังคาโดมขนาดเล็ก (Small Geodesic Dome)

- ชิ้นส่วนโครงสร้างที่ใช้รองรับจะใช้ไม้ไผ่ที่มีความยาวประมาณ 1.5 เมตร เชื่อมต่อกันให้อยู่ในลักษณะของสามเหลี่ยม โดยทำให้เป็นลักษณะโครงข้อแข็ง ขนาดของชิ้นส่วนจะถูกกำหนดโดยการออกแบบโดม ซึ่งโครงสร้างต้องการขนาดชิ้นส่วนที่มีความเที่ยงตรง อย่างไรก็ตามการทำรอยต่อจะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้เล็กน้อยในการติดตั้ง สำหรับการทำจุดเชื่อมต่อซึ่งก็มีหลายแบบทั้งที่มี 5 ชิ้นส่วนมาประสาน และแบบที่มี 6 ชิ้นส่วนก็มี ในส่วนปลายของชิ้นส่วนจะต้องมีการบากทำมุมประกบกัน
- ในตัวอย่างที่ได้อธิบายนี้ เป็นโครงสร้างที่มีช่วงพาด 5 เมตร ซึ่งมีขนาดพอเหมาะสำหรับการก่อสร้างเตรียมไว้ก่อน และเคลื่อนย้ายนำไปติดตั้ง โดยใช้แรงงานคนยกไม่เกิน 5 คน
- ตัวโดมที่ได้ต้องการการป้องกันน้ำอย่างแน่นหนา วัสดุสามารถใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น ใบปาล์ม หรือต้นหญ้าที่มีลักษณะนุ่ม ยาว หรือ กระเบื้องไม้ติดตั้งโดยวางบนระแนง

โครงสร้างเปลือกบางตีตามตาราง (Grid Shell on a Square Base)

- เป้าหมายของโครงสร้างลักษณะนี้ คือต้องการให้มีราคาถูก ทนทานต่อการเกิดแผ่นดินไหว และใช้วิธีที่สามารถสร้างได้โดยใช้เครื่องมือที่หาได้ทั่วไป และโครงสร้างระบบนี้ยังเป็นระบบก่อสร้างสำเร็จรูป สามารถสร้างเป็นแผ่นตารางเสร็จเตรียมไว้ก่อน เมื่อต้องการติดตั้งก็ให้ทำการยกที่พื้นผิวตรงกลางของชิ้นส่วนให้โค้งเกิดพื้นที่ภายใน

- ไม้ไผ่ที่ใช้ทำโครงสร้างนี้ ใช้ลำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 4 เมตร สำหรับใช้ต่อให้มีความยาวเป็น 7.2 เมตร ในการต่อลำไม้ไผ่ให้ยาวขึ้นทำโดยการสอดปล้องไม้ไผ่ที่มีขนาดเล็กกว่า และใช้สลักเดือยที่มีขนาดเล็กยึด
- ระยะของตารางในระนาบที่ขนานกับพื้นมีขนาด 50 x 50 เซนติเมตร ในส่วนที่ตัดกันจะต้องทำการผูก หรือใช้เดือยยึด เพื่อป้องกันการเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งไป หากแต่สามารถให้มีการเคลื่อนในลักษณะของกรรไกรได้(ตำแหน่งรอยต่อยังคงเดิม)
- ส่วนขอบของตารางขนาด 6 x 6 เมตร ซึ่งตรงกับระยะของผนัง ชิ้นส่วนที่อยู่ในแนวตั้งจะยึดกับมุมของผนัง และส่วนที่เป็นคานรัดไม้ไผ่ที่ถูกติดตั้งไว้รองรับ โครงหลังคาจะคลุมด้วยวัสดุมุงป้องกันน้ำรั่วโดยวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น และเป็นไปได้ที่จะใช้เฟอร์โรซีเมนต์ฉาบคลุมโครงหลังคาลักษณะนี้

โครงหลังคารังผึ้ง (Irregularly Shaped Grid Shells)

- โครงสร้างลักษณะนี้จะมีหลักการทำคล้ายกับโครงสร้างหลังคาโค้ง (Barrel Vault) ซึ่งอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก สร้างเส้นโค้งของโซ่ หรือวัสดุอื่นๆที่ใกล้เคียงกัน โดยโครงสร้างลักษณะนี้จะไม่สามารถออกแบบตามความต้องโดยอิสระได้ หากแต่จะต้องอิงตามรูปทรงที่เกิดขึ้นจากโมเดลจำลองที่ทำด้วยวิธีแขวนกลับหัว ในการติดตั้งทำรอยต่อไม่สามารถใช้การเจาะทำรอยต่อได้ จะต้องใช้การผูกมัดแทน

วัสดุมุงไม้ไผ่[11]

- วัสดุแผ่นจะใช้คลุมหลังที่มีความลาดเอียงเป็นเส้นตรง ซึ่งติดตั้งบนโครงระแนงไม้ไผ่หรือไม้เบญจพรรณ
- ลำไผ่ที่ใช้จะถูกแบ่งครึ่ง หรือแบ่งหน้าตัดเป็น 4 ส่วน ให้มีลักษณะเป็นแผ่น
- การติดตั้งกระเบื้องไม้ไผ่ จะทำการเจาะรูเพื่อให้สามารถผูกร้อยยึดกับโครงระแนง
- หลังคาที่จะใช้วัสดุประเภทนี้ต้องมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 45 องศา

---

[11] Roland Stulz and Kiran Muker ji, Appropriate building materials (Great Britain; SKIT and IT Publication, 1988), p285-288.

บ้านไม้ไผ่

- โครงสร้างทั้งหมดประกอบด้วยหลายส่วนของโครงสร้างอื่น (พื้น และผนังสำเร็จรูป) ที่สร้างขึ้นด้วยไม้ไผ่ เฉพาะส่วนเล็กๆที่เป็นรอยต่อของหลังคาเท่านั้นที่จะใช้วัสดุอื่นที่มีความเหมาะสมกว่า (เช่น ไฟเบอร์คอนกรีต ,เฟอร์โรซีเมนต์ ,แผ่นเหล็กบาง ,ปูนมอทาร์ เป็นต้น)
- การทำรอยต่อชิ้นส่วนไม้ไผ่ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเข้าเดือย สลัก การผูก หรือการตอกตะปู

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไม้ไผ่เป็นองค์ประกอบอาคาร

ความแข็งแรงของไม้ไผ่

Reinforcement in Portland Cement Concrete

เป็นการทดลองนำไม้ไผ่เสริมคอนกรีต โดยศึกษาถึงคุณสมบัติของไม้ไผ่ ซึ่งปรากฏผล คือ ไม้ไผ่มีคุณสมบัติขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่ มีหน่วยแรงดึงประลัยบริเวณข้อเฉลี่ย 2,285 กก./ตร.ซม. มีหน่วยแรงดึงประลัยบริเวณปล้อง 2,636 กก./ตร.ซม. ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นเมื่อรับแรงดึงอยู่ระหว่าง 1.41×10^5 ถึง 3.16×10^5 กก./ตร.ซม.

Expedient Reinforcement for use in South East Asia

เป็นการทดลองคาน และพื้นคอนกรีตเสริมไม้ไผ่โดยศึกษาถึงคุณสมบัติของไม้ไผ่ไว้ดังนี้ ไม้ไผ่มีหน่วยแรงดึงประลัยอยู่ระหว่าง 485 – 1760 กก./ตร.ซม. ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของไม้ไผ่อยู่ระหว่าง 0.80×10^5 ถึง 2.82×10^5 กก./ตร.ซม. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึง และความเครียดเป็นเส้นตรง และแสดงคุณสมบัติเป็นวัสดุเปราะ(Brittle type of Failure)