บทที่ 2

ไม้ไผ่ คุณสมบัติและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ควรทราบ

ไม้ไผ่เป็นพืชที่มีคุณประโยชน์ต่อมนุษย์ชาติมากชนิดหนึ่ง เป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งในทางเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากหน่อใช้เป็นอาหารได้แล้ว ลำต้นแก่ของไม้ไผ่นำไปใช้ในการปลูกสร้างบ้านเรือนและของใช้ต่าง ๆ ภายในบ้าน ตั้งแต่สมัยโบราณจวบจนปัจจุบัน ในยุคของอุตสาหกรรม ไม้ไผ่เป็นแหล่งของวัตถุดิบที่มีราคาถูกและโตเร็ว ใช้สำหรับทำกระดาษ ทำไหมเทียม และอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น เครื่องกีฬา เครื่องดนตรี นอกจากนั้น ไม้ไผ่ยังให้คุณประโยชน์ทางอ้อมอีก เช่น ป้องกันลมพายุ เป็นรั้วบ้าน ป้องกันการพังทะลายของดินตามฝั่งแม่น้ำลำคลอง ช่วยชะลออัตราความเร็วของกระแสน้ำอันเกิดจากน้ำท่วม เป็นต้น

ถิ่นกำเนิด

ไผ่เป็นพืชพวก woody perennial ใน Family Gramineae มีขึ้นอยู่ทั่วไป มีมากที่สุดในเขตร้อน ส่วนในเขตอบอุ่นพบในประเทศจีน ญี่ปุ่น ชิลีและสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ส่วนในทวีปยุโรป ออสเตรเลียและอเมริกาเหนือ แทบไม่มีไผ่ขึ้นอยู่เลย ไผ่ Genus Bambusa มีมากที่สุดในบรรดา 47 Genera ของพวกไผ่ ซึ่งไผ่ใน Genus นี้ส่วนใหญ่จะเป็นไผ่พื้นเมืองของอาฟริกา จีน อินเดีย ญี่ปุ่นและไทย เท่าที่ค้นพบในโลกนี้ มีไผ่อยู่ประมาณ 47 Genera 1,250 species ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไผ่พื้นเมืองของเอเชีย รองลงไปเป็นของอเมริกา ในทวีปอาฟริกามีน้อยที่สุด คือประมาณ 6 Genera 14 species แต่ Haig, Huberman and Din (1958) กล่าวว่า พวกไม้ไผ่ (Bambuseae) มีถึง 60 Genera ประมาณ 600-700 species เท่านั้น

ไม้ไผ่ที่ใช้สำหรับทดลอง เป็นไผ่ในสกุล Thyrsostachys (T. Olivevi Gamble หรือเรียกว่า ไม้ไผ่รวก) มีมากและราคาถูกภายในประเทศ มีลักษณะโดยทั่วไปพอสังเกตุได้ดังนี้

1. เหง้าสั้น มีขนาดใหญ่กว่าลำที่งอกขึ้นมาจากตอนปลาย ไม่ทอดขนานไปทางระดับ

2. คอเหง้าสั้นกว่าเหง้า ลำขึ้นชิดติดกันไม่เป็นระเบียบ

3. กิ่งตามข้อเรียวยาว ไม่เท่ากันทุกกิ่ง กิ่งอันกลางมีขนาดใหญ่กว่าเพื่อน

4. ลำต้นตั้งตรง เนื้อลำหนา

5. ช่วงระหว่างดอกยาวเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวของกลีบนอกสุด และหักหลุดจากกันไม่ช้าก็เร็ว

6. กาบหุ้มลำบาง แนบชิดกับลำไม่หลุดร่วงเมื่อลำแก่ ยอดกาบยาวเรียวสอบไปหาปลาย ไม่มีครีบกาบ ลำตอนล่างไม่แตกแขนง

(อาศัยหลักเกณฑ์ของ เต็ม สมิตินันท์และชุมศรี ชัยอนันต์ (2512) ซึ่งใช้ลักษณะของเหง้ากิ่งตามข้อ ลำตอนกลาง กาบหุ้มลำ ครีบกาบและลักษณะของเกสรตัวผู้ เกสรตัวเมียประกอบกัน)

<u>คุณสมบัติของไม้ไผ่รวกทางด้านวิศวกรรม</u> (Mechanical Properties of Bamboo)

คุณสมบัติของไม้ไผ่รวกซึ่งจะต้องนำมาใช้ในการออกแบบคำนวณองค์อาคารคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ เท่าที่มีผู้ค้นคว้าและทดลองมาแล้ว พอสรุปได้ดังนี้

1. แรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่น (Tensile Strength and Modulus of Elasticity)

- purushotham[11] ซึ่งได้ศึกษาถึงคุณสมบัติของไม้ไผ่ในประเทศอินเดียเป็นจำนวนมาก กล่าวว่า ค่าแรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่น ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับ สภาพของภูมิอากาศและดินที่ไม้ไผ่นั้น ๆ ขึ้นอยู่ นอกจากนั้นยังมี อายุกับความชื้นของไม้ไผ่ในขณะที่ทำการทดสอบด้วย เขาทดสอบพบว่า ค่าแรงดึงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,547 กก/ซม^2. และค่าโดยเฉลี่ยของโมดูลัสยืดหยุ่น 145,536 กก/ซม^2.

- Shimada[11] ได้รายงานเกี่ยวกับไม้ไผ่ในประเทศญี่ปุ่นไว้ว่า

1. ลำต้นของไม้ไผ่ในตระกูลเดียวกัน อาจจะมีค่าแรงดึงต่างกันได้ เนื่องจากอายุ รูปร่างลักษณะของไม้ไผ่ ถิ่นที่ไม้ไผ่เจริญเติบโตอยู่

2. โดยทั่วไปแรงดึงของไม้ไผ่แต่ละต้น มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากโคนต้นไปถึงช่วงกลางต้น จากนั้น ค่าแรงดึงลดลงจากส่วนกลางลำต้นไปจนถึงส่วนปลายของลำต้น

3. เกือบทุกกรณีในด้านความแข็งแรง จุดที่อ่อนที่สุดของลำต้นไม้ไผ่ คือข้อ

จากผลการทดสอบค่าแรงดึงแปรผันจาก 390-3,789 กก/ซม^2. ค่าแรงดึงโดยเฉลี่ยที่ระหว่างข้อและที่ข้อมีค่า 2,907 กก/ซม^2. และ 1,839 กก/ซม^2. ตามลำดับ

จากการศึกษาค้นคว้าทั้งในสหรัฐอเมริกาและอินเดียหลาย ๆ ข้อมูล ได้แนะว่า แรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นสูงสุดจะพบในไม้ไผ่ที่มีอายุช่วง 3-4 ปี หรือมากกว่า ซึ่งไม้ไผ่ที่มีอายุขนาดนี้จะสังเกตได้ว่า ลำต้นเริ่มเป็นสีน้ำตาลแล้ว

- Glenn[13] (1950) บันทึกไว้ โมดูลัสยืดหยุ่นแปรเปลี่ยนจาก 1.41x10^5 กก/ซม^2. - 3.16x10^5 กก/ซม^2. และแรงดึงอยู่ระหว่าง 1,828-3,515 กก/ซม^2. ค่าเฉลี่ยแรงดึงสูงสุดที่ข้อ 2,285 กก/ซม^2. ที่ระหว่างข้อ 2,637 กก/ซม^2. ค่าสูงสุดของแรงดึงที่ข้อวัดได้ถึง 3,480 กก/ซม^2. ส่วนค่าต่ำสุดก็วัดได้สูงกว่า 1,266 กก/ซม^2. เล็กน้อย

- MEHRA, Uppal and CHADDA[12] (1951) พบว่าค่าแรงดึงในไม้ไผ่ของประเทศอินเดียมีค่า 984 กก/ซม^2. และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น 1.69x10^5 กก/ซม^2.

- SAUCIER AND SMITH[14] (1964) ให้ค่าแรงดึงอยู่ในช่วง 574-745 กก/ซม^2. และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น 106,867-156,082 กก/ซม^2. และ 130,771 กก/ซม^2. ตามลำดับ และเชื่อว่าค่านี้จะแตกต่างกันไปตามชนิด (species) ของไม้ไผ่ อายุและสภาพ (condition) ของชิ้นไม้ไผ่ที่ใช้ทดลอง

- COX AND GEYMAYER[11] (1969) พบว่าค่าแรงดึงแปรเปลี่ยนจาก 483 กก/ซม^2. ถึง 1,760 กก/ซม^2. ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น .89x10^5-2.82x10^5 กก/ซม^2. และให้ค่าเฉลี่ยเป็น 1,083 กก/ซม^2. 1.84x10^5 กก/ซม^2. ตามลำดับ เขายังพบต่อไปอีกว่า ความสัมพันธ์

ระหว่าง Stress-Strain เป็น linear และมีลักษณะการ failure แบบเปราะ (Brittle Type)

แรงอัด (Compressive Strength)

- Glenn[13] (1950) ให้ค่าแรงอัดและโมดูลัสยืดหยุ่นทางด้านแรงอัดอยู่ในช่วง 310-760 กก/ซม^2. และ 54,300-178,700 กก/ซม^2. ส่วนค่าเฉลี่ยนั้นเป็น 610 กก/ซม^2. และ 150,900 กก/ซม^2. ตามลำดับ

- Mehra, Uppal AND CHADDA[12] ให้ค่าโดยเฉลี่ยของแรงอัดไว้เท่ากับ 460 กก/ซม^2.

ซึ่งจะเห็นได้ว่าไม้ไผ่สามารถรับแรงดึงได้ดีกว่าแรงอัดถึง 4 เท่าโดยประมาณ และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นด้านกำลังอัดก็น้อยกว่าโมดูลัสยืดหยุ่นด้านกำลังดึง

<u>แรงดัด</u> (Flexural Strength)

จากรายงานการค้นคว้าในอเมริกา (มหาวิทยาลัยเคลมสัน) พบว่า อายุของไม้ไผ่ไม่มีผลต่อแรงดัด แต่สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณา คือ ตำแหน่งการวางของผิวนอกหรือด้านในของชิ้นไม้ไผ่ในการทดสอบ จากการทดสอบโดย Espinosa ในฟิลิปปินส์และรายงานเกี่ยวกับเรื่องนี้ในอเมริกา สรุปได้ว่า ถ้าวางให้ผิวนอกของไม้ไผ่อยู่ข้างล่าง ได้ค่าเฉลี่ยของแรงดัด 1,600 กก/ซม^2. ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นโดยเฉลี่ย 1.39×10^5 กก/ซม^2. และถ้าวางชิ้นไม้ไผ่ที่ทดสอบให้ผิวนอกอยู่ข้างบน ค่าเฉลี่ยแรงดัดและโมดูลัสยืดหยุ่นมีค่า 1,377 กก/ซม^2. และ 1.24×10^5 กก/ซม^2. ตามลำดับ

- Glenn[13] (1950) สรุปไว้ว่าค่าเฉลี่ยแรงดัดในไม้ไผ่ที่ตัดทิ้งตากแห้งไว้นานจะให้ค่าสูงกว่าไม้ไผ่ที่เพิ่งตัดและตากแห้งในระยะนี้ที่สั้นกว่า และจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของผิวนอกไม้ไผ่ที่ใช้วางเมื่อต่อนทดสอบอีกด้วย ค่าโดยเฉลี่ยของแรงดัดและโมดูลัสยืดหยุ่นเมื่อวางผิวนอกของไม้ไผ่ไว้ด้านล่างที่เขาให้ไว้มีค่า 1,460 กก/ซม^2. 1.48×10^5 กก/ซม^2. ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงดังกล่าวเมื่อวางให้ผิวนอกของไม้ไผ่ไว้ข้างบน มีค่า 1,430 กก/ซม^2. กับ 1.43×10^5 กก/ซม^2. ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื่องจากความชื้น (Volume Change Due to Moisture Variation)

แม้ว่าจะไม่มีการกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของไม้ไผ่สำหรับความชื้นหนึ่ง ๆ ไว้อย่างแน่นอนก็ตาม แต่ผู้ที่ทำการทดสอบหลายคนได้ชี้ว่า การที่ปริมาตรของไม้ไผ่มีค่าไม่แน่นอนหรือไม่เป็นที่ยืนยันอัน เกี่ยวกับความชื้นนี้ จะเป็นอุปสรรคใหญ่หลวงสำหรับการนำเอาไม้ไผ่ที่ใช้เป็นวัสดุเสริมในคอนกรีต หรืออาจจะใช้ได้จำกัดในเฉพาะโครงสร้างบางประเภทเท่านั้น

- Mehra, Uppal and CHADDA[12] (1951) กล่าวว่า ไม้ไผ่ที่ห่อหุ้มด้วยคอนกรีตนั้นจะดูดซึมน้ำมากถึง 300 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัวมันเอง ซึ่งเป็นผลทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปชั่วระยะหนึ่งหลังจากนี้ได้คายความชื้นออก ปริมาตรของมันก็จะลดลงเหลือเท่าเดิม

- De Simone[11] (1940) บอกไว้ว่า ไม้ไผ่ดูดซึมน้ำจากคอนกรีตที่เพิ่งเทใหม่ ๆ อย่างรวดเร็วมาก แล้วขยายตัวออกจนอาจจะทำให้คอนกรีตรอบ ๆ แตกร้าวได้ ต่อเมื่อมีการบ่มคอนกรีตต่อไป ไม้ไผ่จะคายความชื้นออกและทำให้ปริมาตรลดลง รวมทั้งทำให้แรงยึดเหนี่ยวลดลงไปด้วย

- Cox and Gaymayer[11] (1969) พบว่า เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในลำไม้ไผ่ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 เปอร์เซนต์ และทางด้านความยาวประมาณ .05 เปอร์เซนต์ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรข้างต้น การเปลี่ยนแปลงทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางจะเป็นตัวที่ทำให้เกิดการแตกร้าวขึ้นรวมทั้งทำให้แรงยึดเหนี่ยวลดลงด้วย

แรงยึดเหนี่ยว (Bond Strength)

ค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไม้ไผ่กับเนื้อคอนกรีตมีเพียงพอหรือไม่ เป็นสิ่งจำเป็นที่ชี้ชัดเลยว่า การใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุเสริมในคอนกรีตนั้นเป็นไปได้จริงมากน้อยแค่ไหน

- Glenn[13] (1950) สรุปไว้ว่า ค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไม้ไผ่กับคอนกรีตมีค่าสูงสุดจากประมาณ 24.6 กก/ซม^2. ถึงค่าต่ำสุด คือไม่มีค่าแรงยึดเหนี่ยวเลย ในกรณีของไม้ไผ่ทั้งลำ ค่าแรงยึดเหนี่ยวทั้งหมดขึ้นอยู่กับส่วนยื่นนูนออกมาจากข้อ ความเรียวและความคดงอของลำไม้ไผ่ ค่าแรงยึดเหนี่ยวจะมีค่าสูงกว่าในไม้ไผ่ที่ตากแห้งแล้ว ไม้ไผ่ที่มีการกระทำที่ผิวเพิ่มเติม การใช้

ปูนซิเมนต์แข็งตัวเร็วสามารถป้องกันการแตกร้าวเนื่องจากการบวม (Swelling) ของไม้ไผ่ได้

- Mehra, Uppal And CHADDA[12] (1951) แนะว่า การใช้ทรายละเอียดโรยไปทั่วผิวของไม้ไผ่ที่ชุบน้ำยาไว้ จะช่วยทำให้ไม้ไผ่ยึดเกาะคอนกรีตดีขึ้น และจากค่าที่ไม่เท่ากันของสัมประสิทธิ์แห่งการขยายตัวของไม้ไผ่กับของคอนกรีต รวมทั้งการบวมของไม้ไผ่เนื่องจากการดูดน้ำจากคอนกรีตที่เทใหม่ ๆ อาจเป็นผลกระทบกระเทือนถึงค่าแรงยึดเหนี่ยวด้วย เขาได้ให้ค่าเฉลี่ยของแรงยึดเหนี่ยวของไม้ไผ่แห้งที่ได้โรยทรายละเอียดไว้ทั่วผิวเท่ากับ 6.36 กก/ซม^2.

- Mentzinger And Plourde[12] (1966) เน้นถึงการใช้สารป้องกันน้ำมาใช้กับไม้ไผ่ รวมทั้งกล่าวถึงประโยชน์ของส่วนยื่นที่ข้อที่ทำให้แรงยึดเหนี่ยวเพิ่มขึ้น เขาได้ให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวไว้ในช่วง .90 ถึง 3.2 กก/ซม^2. และให้ค่าเฉลี่ยไว้เท่ากับ 2.46 กก/ซม^2. สำหรับไม้ไผ่ตากแห้งทั่ว ๆ ไป

- Cox And Geymayer[11] (1969) แนะให้ใช้วิธีต่อไปนี้เพื่อแก้ปัญหาการหดตัวและแรงยึดเหนี่ยว

1. ใช้ปูนซิเมนต์แข็งตัวเร็ว ไม้ไผ่ลำต้นเล็ก วางให้ห่างกันมากรวมทั้งให้มีค่าระยะหุ้มของคอนกรีตมากด้วย

2. เอาไม้ไผ่แช่ในน้ำก่อน 2-3 วัน

3. ใช้น้ำมันยางชุบให้ทั่วผิวไม้ไผ่แล้วโรยด้วยทรายฉะเอียด เพื่อทำให้ผิวขรุขระ

4. ไม้ไผ่ที่แช่ในของเหลวไฮโกรสโดรปิคจนอิ่มตัว

5. การทำตามวิธีดังกล่าวเป็นการสร้างการยึดเกาะขึ้นระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่

- Puruggaman[11] ได้ให้ข้อสังเกตดังนี้

1. ไม่มีข้อแตกต่างของแรงยึดเหนี่ยวในชิ้นตัวอย่างทดสอบ ที่อายุคอนกรีต 14 วันหรือที่ 28 วัน

2. แรงยึดเหนี่ยวของไม้ไผ่ทาด้วยน้ำมัน (Coal Tar) หรือสารละลายแอสฟัลท์ (Asphalt Emulsion) จะมีค่าโดยประมาณเท่ากับไม้ไผ่ที่ไม่ได้ทาด้วยอะไรเลย

3. ไม้ไผ่ที่มีข้อให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่าที่ไม่มีข้อ และค่าของแรงยึดเหนี่ยวจะสูงขึ้นตามจำนวนของส่วนที่ยื่นตรงข้อและตามความเรียวของไม้ไผ่

เขาได้ให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวไว้ในช่วง 15.6 กก/ซม^2. และให้ค่าเฉลี่ยไว้ 6.78 กก/ซม^2. สำหรับไม้ไผ่ตากแห้งทั่ว ๆ ไป

<u>พฤติกรรมของคานและแผ่นพื้นที่เสริมด้วยไม้ไผ่</u> (Behaviour of Beam and Slabs with Bamboo Reinforcement)

- Glenn (1950)[13] ให้ข้อสรุปตามผลงานการทดลองของเขาดังนี้

1. น้ำหนักที่ทำให้คานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่แตกร้าวเกือบเท่ากับที่ทำให้คานคอนกรีตล้วน ๆ แตกร้าว

2. น้ำหนักประลัยที่คานคอนกรีตเสริมด้วยไม้ไผ่รับได้มากเกือบ 3-4 เท่าของคานคอนกรีตล้วน ๆ

3. คานจะรับน้ำหนักได้สูงสุดเมื่อมีไม้ไผ่เสริมในหน้าตัดคาน 3-4 เปอร์เซนต์

4. ไม้ไผ่ที่ไม่มีการทำอะไรและไม่ได้ตากแห้ง ทำให้เกิดการแตกร้าวตามแนวยาวของคาน เนื่องจากการบวม (Swelling)

5. แรงดึงโดยปลอดภัยของไม้ไผ่เมื่อใช้ในการออกแบบคำนวณมีค่า 352 ถึง 422 กก/ซม^2.

6. การโก่งตัวจะแปรผันเป็นแบบเส้นตรง (linear) จนกระทั่งเริ่มปรากฏรอยแตกร้าวรอยแรกเกิดขึ้น ซึ่งหลังจากนี้ เส้นกราฟจะลดลงเนื่องจากเกิดการเลื่อนตัวของไม้ไผ่แล้วจึงจะแปรเปลี่ยนเป็นแบบเส้นตรงอีกครั้งหนึ่ง แต่ความลาดชันน้อยลง จนกระทั่งพังทลาย

- Cox And Geymayer [11] (1969) แนะนำว่า ถ้าจะใช้ไม้ไผ่เสริมในคอนกรีต มีข้อที่ต้องระวังอังพึงสังเกตให้ดี ดังต่อไปนี้

1. ไม้ไผ่ที่เสริมต้องยึดตำแหน่งไว้ให้คงที่แน่นอน เพื่อกันการเคลื่อนที่ของไม้ไผ่ในขณะที่ใช้เครื่องสั่นคอนกรีต

2. การใช้ไม้ไผ่ที่ผ่าแล้ว แล้วเว้นส่วนปลายไว้ไม่ผ่าให้ยาวประมาณ 20 ซม. เพื่อช่วยเป็นตัวยึด และแช่น้ำก่อนนำไปใช้จะมีผลมากในการเพิ่มกำลังรับน้ำหนัก

3. ขนาดของวัสดุย่อย (หิน) ที่ใหญ่ที่สุดในคอนกรีตต้องไม่เกิน $\frac{3}{8}$ นิ้ว เพื่อจะได้สะดวกและง่ายในการเทคอนกรีต

4. ส่วนโคนและส่วนปลายของไม้ไผ่เวลาเสริมควรวางให้สลับกัน

<u>การทดสอบไม้ไผ่รวกในประเทศไทย</u>

- AHMAD JAN DURRANI [12] (1975) ได้ศึกษาพฤติกรรมของไม้ไผ่รวกที่ใช้เสริมในแผ่นพื้นคอนกรีตวางบนดิน ที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย แล้วสรุปได้ว่า

1. ไม้ไผ่รวกที่มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า Thyrsostachys Oliveri Gamble มีค่าแรงดึงสูงสุดโดยเฉลี่ยที่ข้อและระหว่างข้อเท่ากับ 1,336 กก/ซม^2. และ 1,687 กก/ซม^2. ตามลำดับ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของไม้ไผ่เป็นเส้นตรง และมีการ failure แบบวัสดุเปราะ โดยที่มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นโดยเฉลี่ยประมาณ 1.48×10^5 กก/ซม^2.

3. แรงยึดเกาะ (Adhesion) ระหว่างไม้ไผ่กับคอนกรีตโดยทั่วไปแล้วมีค่าน้อยมาก แรงยึดเหนี่ยว (Bond) จะขึ้นอยู่กับแรงเสียดทาน (Frictional Resistance) ระหว่างผิวโดยรอบของไม้ไผ่กับคอนกรีตเป็นสำคัญ ข้อของไม้ไผ่จะเป็นตัวช่วยยึดไว้จนกว่ามันจะหลุดออกจากกัน แรงยึดเหนี่ยวของไม้ไผ่ที่ตากแห้งแต่ไม่ได้แช่น้ำที่มีข้ออยู่ด้วย ให้ค่าสูงกว่าไม้ไผ่แบบเดียวกันแต่ไม่มีข้อประมาณ 50 เปอร์เซนต์

4. การนำไม้ไผ่ไปแช่น้ำไว้นาน ๆ ยิ่งทำให้แรงยึดเหนี่ยว (Bond Stress) ลดลง การแช่ไม้ไผ่ในสารละลายของคัลเซี่ยมคลอไรด์และเฟอริคคลอไรด์ไม่ได้ช่วยให้แรงยึดเหนี่ยวเพิ่มขึ้นเลย อย่างไรก็ตาม การแช่ไม้ไผ่ในสารละลายของซิงค์คลอไรด์ 2 เปอร์เซนต์ เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จะทำให้แรงยึดเหนี่ยวมีค่าสูงขึ้นเกือบเป็นสองเท่าของแรงยึดเหนี่ยวที่ได้จากการแช่ไม้ไผ่ในน้ำธรรมดาในระยะเวลาเท่ากัน

5. การใช้อีพอกซี่ (Epoxy) ทาผิวไม้ไผ่แล้วเอาทรายโดยให้ทั่ว ให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวเพิ่มขึ้น การพันไม้ไผ่ด้วยลวดโดยรอบไม่ได้เพิ่มค่าแรงยึดเหนี่ยวเลย

6. การแช่ไม้ไผ่ในน้ำ 24 ชั่วโมงแรก ไม้ไผ่จะดูดซึมความชื้นเกือบเท่ากับ 50 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักของไม้ไผ่ที่แห้ง

7. การเปลี่ยนแปลงขนาดของไม้ไผ่ (Dimensional Change) 80 เปอร์เซนต์ เกิดขึ้นเนื่องจากการเอาไม้ไผ่แช่น้ำในระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงขนาดดังกล่าวมีการเพิ่มขึ้นทั้งทางด้านรัศมี (Radial) ด้านสัมผัส (Tangential) และทางด้านตามยาว (longitudinal) ของไม้ไผ่และมีค่าประมาณ 8.25, 6.25 และ 0.05 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

8. เขาแนะนำว่า แรงยึดเหนี่ยวโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 12.66 กก/ซม^2. ของไม้ไผ่ที่มีข้อ

Sutat Chansangpetch (1976) ได้ศึกษาและทดลองทำยุ้งข้าวรูปกรวยใช้ไม้ไผ่รวก Thyrsostachy Oliveri Gamble เป็นโครงแล้วฉาบด้วยปูนทราย ได้ให้ค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของไม้ไผ่รวกที่ใช้ไว้ดังนี้

จากการทดสอบไม้ไผ่ตัวอย่าง 6 อัน ให้ค่าแรงดึง (Tensile Strength) และโมดูลัสยืดหยุ่นอยู่ในช่วง 1,700-2,100 กก/ซม^2. และ 2.4x10^5- 2.75x10^5 กก/ซม^2. ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 1937 กก/ซม^2. และ 2.64x10^5 กก/ซม^2. ส่วนค่าแรงยึดเหนี่ยว (Bond Stress) หลังจากที่ได้ทดสอบไม้ไผ่ตัวอย่าง 9 อัน พบว่า ให้ค่าอยู่ในช่วง 7.58 กก/ซม^2.- 9.00 กก/ซม^2. ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ 8.35 กก/ซม^2.

<u>กำลังรับน้ำหนักต่าง ๆ ของไม้ไผ่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้</u>

จากการทดลองพบว่า แรงดึงของไม้ไผ่โดยเฉลี่ยมีค่า 1,659 กก/ซม^2. ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการดึงตัวอย่างแบบมีข้อ 5 ตัวอย่างและไม่มีข้อ 5 ตัวอย่าง และให้ค่าเฉลี่ยเป็น 1,328 กก/ซม^2. และ 1,990 กก/ซม^2. ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น จากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างชนิดมีข้อ 1.74×10^5 กก/ซม^2. และชนิดที่ไม่มีข้อ 1.74×10^5 กก/ซม^2. ให้ค่าเฉลี่ยของโมดูลัสยืดหยุ่นเป็น 1.74×10^5 กก/ซม^2.

แรงยึดเหนี่ยว จากการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยแรงยึดเหนี่ยวสูงสุดระหว่างไม้ไผ่กับคอนกรีตเป็น 4.70 กก/ซม^2. ซึ่งจากตัวอย่างที่ได้ทดสอบปรากฏว่า ไม่มีรอยแตกร้าวที่คอนกรีตหรือที่ไม้ไผ่เลย เพียงแต่ไม้ไผ่แยกตัวหลุดออกมาจากคอนกรีตเลย ตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

ค่าความชื้นของไม้ไผ่และการดูดซึมน้ำของไม้ไผ่ได้ทำการทดลองหาไว้ด้วยตามตารางที่ 2 และที่ 3 ตามลำดับ