

เทคนิคการใช้ไม้ในการก่อสร้าง

เรื่องศักดิ์ กันตะบุตร

บทนำ

ที่อยู่อาศัยสำหรับประชาชนเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่งในทุก ๆ ประเทศ การเติบโตของจำนวนประชากร การอพยพประชาชนระหว่างประเทศ เนื่องด้วยเหตุการณ์ทางการเมือง ราคาที่ดินและราคาวัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง มีราคาสูงเกินกำลังซื้อของประชาชนส่วนใหญ่ และระบบเศรษฐกิจของแต่ละสังคมล้วนเป็นปัญหาที่รัฐบาลต้องยอมรับว่าเป็นภารกิจที่กำลังเผชิญ และเป็นความรับผิดชอบที่จะต้องดำเนินการให้ได้ผลแก่ประชาชนส่วนใหญ่มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีระบบการปกครองแบบเสรีประชาธิปไตย ฉะนั้นระบบเศรษฐกิจในประเทศในกลุ่มค่ายเสรีจะไม่เอื้ออำนวยประโยชน์ให้แก่ประชาชนส่วนใหญ่ได้อย่างเต็มที่ ฉะนั้นการใช้สติปัญญาเพิ่มพูนเทคนิควิทยาการ เพื่อต่อสู้กับอุปสรรคนานาประการ โดยเฉพาะเรื่องราคาที่ดินและราคาวัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อความเป็นไปได้ในการดำเนินโครงการที่อยู่อาศัยสำหรับประชาชน

เทคนิควิทยาการที่มีส่วนช่วยความเป็นไปได้จะต้องมีความสัมพันธ์กับหลักการทางเศรษฐกิจและสภาพการณ์ของแต่ละท้องถิ่น การออกแบบอาคารพักอาศัยด้วยหลักการประหยัดวัสดุและแรงงานและมีความเป็นไปได้ต่อการปฏิบัติงาน

การประหยัดวัสดุและแรงงานมิได้หมายถึง การปฏิบัติงานอย่างหยาบ ๆ อย่างไม่มีหลักการ ซึ่งทำให้ผลงานมีลักษณะไร้คุณภาพทางสถาปัตยกรรมท้องถิ่น

ที่อยู่อาศัยของประชาชน ราคาประหยัด ทำได้ด้วยวัสดุ ดังต่อไปนี้

1. วัสดุก่อผลิต ณ ท้องถิ่น
2. ไม้แปรรูป ผลิตจากเลื่อยมือ
3. ไม้แปรรูป ที่ผลิตทางอุตสาหกรรม
4. ไม้ไผ่ ไม้รวก
5. ไม้เบญจพรรณ
6. ไม้อัดและโยสังเคราะห์อัดอื่น ๆ

วัสดุก่อสร้างแต่ละประเภท มีเทคนิควิทยาการแตกต่างกัน ซึ่งต้องการความเข้าใจในธรรมชาติของวัสดุอย่างลึกซึ้ง จึงจะเข้าใจวิธีการก่อสร้างที่มีคุณลักษณะและคุณสมบัติ ถึงระดับเทคนิควิทยาการ

ในการเขียนบทความทางวิชาการครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นเฉพาะเทคนิควิทยาการของการใช้ไม้แปรรูปในการก่อสร้างอาคารที่มีการประหยัดวัสดุและแรงงาน และเน้นถึงการออกแบบด้วยการของตารางพิกัดแผนผัง (Modular Planning) ซึ่งเป็นเสมือนเครื่องมือที่สำคัญในการออกแบบอาคารแบบประหยัดได้ตามเป้าหมาย

ไม้แปรรูปกับการก่อสร้างอาคารราคาถูกในประเทศไทย

1. คุณลักษณะของไม้แปรรูปโดยย่อ

ไม้แปรรูปผลิตให้ได้ตามขนาดที่ต้องการจากเครื่องจักรมีขนาดหน้าตัดเป็นมาตรฐานตามมาตรการของแต่ละประเทศ ไม้แปรรูปไม่ได้เป็นวัสดุจากกรรมวิธีผลิต แต่เป็นวัสดุจากธรรมชาติซึ่งคุณสมบัติและคุณลักษณะของไม้จะเป็นไปตามธรรมชาติ คือมีลักษณะของการผันแปรตามพันธุ์ไม้ของแต่ละพันธุ์ อายุของไม้ สภาพาสีแกวดล้อม ความไม่สมบูรณ์ของเนื้อไม้ เช่น กะพี้และตาไม้ ความเสื่อมของเนื้อไม้จากเชื้อราในเนื้อไม้ และธรรมชาติตามชนิดของต้นไม้ เหล่านี้ทำให้ค่าของความแข็งแรงของไม้มีความแตกต่างกันมาก จึงทำให้การกำหนดค่าหน่วยของแรงเพื่อใช้งาน (Working stress) ไม่สามารถให้ได้ใกล้เคียงความจริง เช่น คอนกรีตหรือเหล็ก ฉะนั้นค่าของความปลอดภัย (Safety factor) ที่ใช้ในงานวิศวกรรมไม้ จะมีค่าสูงกว่าค่าของความปลอดภัยที่ใช้ในงานวิศวกรรม

กรรมคอนกรีตและเหล็ก

ไม้ที่นำมาใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง ซึ่งแต่ละประเภทก็จำแนกออกอีกมากชนิดด้วยกัน ไม้เหล่านี้ได้ถูกนำมาเลือกใช้เป็นไม้แปรรูปขนาดของหน้าตัดไม้ที่เลื้อย ถ้าจะถือตาม American Lumber Standard System เป็นแนวพิจารณาจะได้เป็น 3 ประเภท คือ

– ประเภทที่ใช้กันในอาคารทั่วไปซึ่งมีขายทั่วไปตามร้านค้าไม้แปรรูป (Yard lumber) คือ ประเภทที่มีความหนาน้อยกว่า 5" ลงมา ได้แก่ ไม้ทำพื้น ฝา ที่มีขนาดความหนาตั้งแต่ 2" ลงมา ได้แก่ ไม้เคร่า รวมทั้ง ตง จันทัน ขนาดธรรมดาที่ใช้กับช่วงสั้นก็รวมอยู่ด้วย ซึ่งไม้ที่มีขนาดในประเภทนี้ความจริงก็ใช้กับชิ้นส่วนโครงสร้างขนาดเบาได้ (Structural material)

– ประเภทที่ใช้กับโครงสร้างโดยตรง (Structural material) ขนาดที่มีความหนาตั้งแต่ 5" ขึ้นไป ใช้ทำเสา คาน ตง ช่วงกว้าง เช่น ไม้พื้นี่หนาตั้งแต่ 2" ขึ้นไป ตงที่มีหน้ากว้างหรือหนาตั้งแต่ 4" ขึ้นไป คานที่มีความกว้างตั้งแต่ 8" ขึ้นไป และเสาขนาด 6" x 6" และที่ใหญ่กว่า 6" x 6"

– อีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่าไม้ผลิตภัณฑ์ (Factory or Shop lumber) เป็นไม้ขนาดเบา

และเล็กตามขนาดต่าง ๆ ที่ต้องการ ใช้กับงาน ประตุ หน้าต่าง ไม้คว๊ ไม้มอป (Trimmer) ใช้ในงานผลิตชิ้นส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนัก ได้แก่ งานตกแต่งชิ้นสำเร็จในงานสถาปัตยกรรมและงานตกแต่งภายใน ซึ่งบางทีก็เรียกว่า Finish lumber

ประเภทของขนาดหน้าตัดตามมาตรฐานของอเมริกัน เราอาจถือเป็นบรรทัดฐานได้ถึงแม้ในประเทศไทยได้มีการผลิตไม้แปรรูปนับตั้งแต่มีโรงเลื่อยจักรเข้ามาในประเทศ ซึ่งขนาดหน้าตัดไม้ของเรามีขนาดเบากว่ามาตรฐานอเมริกัน ในส่วนของหน้าตัดประเภทแรกคือ ประเภท Yard lumber เช่น ไม้เคร่า เรานิยมใช้ขนาด $1\frac{1}{2} \times 3$ แต่อเมริกันใช้ 2×4 และตงความหนาไม้น้อยกว่า 2"

2. หน่วยแรง (Unit Stress)

สำหรับไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็งที่ผลิตเป็นไม้แปรรูปในประเทศไทย เป็นความจำเป็นที่ผู้ออกแบบอาคารไม้ต้องรู้ เพื่อการพิจารณาใช้ให้ถูกหน้าที่ หน่วยของแรงใช้งาน (Unit working stress) ไม่ควรรีดยึดถือมาตรฐานต่างประเทศเป็นเกณฑ์การออกแบบควรใช้มาตรฐานของเราที่ผ่านการทดสอบแล้วกำหนดโดยแผนกวิศวกรรมของกรมป่าไม้ หรือสถาบันการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ สมาคมควบคุมวิชาชีพวิศวกรรมหรือเทศบาล

ในเรื่องนี้ ผู้เขียนมีประสบการณ์บางอย่างที่ต้องการแจ้งให้ทราบในวงการวิชาการด้วยคือ ความแข็งแรงของไม้เนื้อแข็งบางชนิด ในป่ายังไม่มีกำหนด ความแข็งแรงของไม้ที่ได้มีการกำหนดโดยกรมป่าไม้และเทศบาล เข้าใจว่าได้กำหนดจากการทดสอบไม้ที่มีอายุถึงขนาดเกณฑ์ตามหลักวิชาการป่าไม้ แต่ในปัจจุบันไม้แปรรูปที่จำหน่ายในท้องตลาด มีไม้ที่ไม่ได้กำหนดอายุตามหลักวิชาการป่าไม้ คือ มีการรับตัดก่อนถึงเกณฑ์กำหนด เนื่องจากจำนวนป่าไม้ในประเทศไทยมีจำนวนน้อยลงทุกวันตามที่ทราบกันดี ไม้ดังกล่าวมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรง (Strength) ต่ำลง เชื่อว่าสถาปนิกและวิศวกรหลายท่านได้เคยประสบจากการปฏิบัติจริง คือขนาดไม้ขนาดเดียวกันในปัจจุบันทำหน้าที่เป็นองค์โครงสร้าง (Structural members) ประเภทเดียวกัน โดยมีความยาวขององค์คือช่วงโครงสร้าง (Span) เท่ากันผลจากการใช้งานคือ ไม้แปรรูปในปัจจุบันส่วนใหญ่ไม่สามารถรับแรงได้เท่ากับไม้แปรรูปเมื่อ 20 ปีก่อนที่แล้วมา ปรากฏความเสียหายในองค์โครงสร้างอยู่เสมอ เช่น มีการหย่อนหรือตกจากระดับ (Deflection) มีการอ่อนตัว (Bending) การบิดตัว (Torsion or Twisting) และการห่อตัวหรือย่นตัว (Buckling) สูงกว่าที่เคยปรากฏแต่ก่อน เช่น คาน ดง เป็นต้น

3. ความเสื่อมโทรมเนื่องจากดินฟ้าอากาศ

ความเสื่อมโทรมเนื่องจากดินฟ้าอากาศ ทำให้โครงสร้างไม้มีสภาพถึงการผุพังได้ไม้แปรรูปที่เป็นองค์โครงสร้างถ้ายู่ในที่แห้งตลอด ได้แก่ สิ่งปกคลุมไม้ให้มีการเปียกน้ำ ถึงแม้จะเปียกก็ต้องจมอยู่ใต้อะดับน้ำอยู่ตลอดเวลา ไม้จะไม่มีการเสื่อมสภาพ สำหรับองค์โครงสร้างและองค์ประกอบอาคารที่จำเป็นต้องเปียกฝน เช่น เสาและฝาของอาคารไม้ซึ่งเปลี่ยนกับดินฟ้าอากาศก็มีโอกาสเสื่อมสภาพได้ก่อนที่จะปลายนสุดที่หน้าตัดของไม้ เพราะความเปียกชื้นจะดูดเข้าตามเส้นของไม้ที่หน้าตัดของไม้แปรรูป

ความเสื่อมสภาพดังกล่าวจะเห็นได้ทั่วไป เช่น ที่ปลายแปหัวเสา ปลายแปลน ปลายอกไก่ในงานโครงสร้างไม้ของงานสถาปัตยกรรมไทยเดิม โดยเฉพาะนับตั้งแต่ยุคสุโขทัยลงมา เราไม่รู้จักใช้วัสดุหุ้มปลายองค์ หรือชิ้นส่วนโครงสร้างให้พ้นภัยจากน้ำฝน และบันลุ่มซึ่งเป็นชิ้นส่วนตกแต่งทางสถาปัตยกรรม ต่างก็ได้รับความเสียหายจนเสื่อมสภาพถึงแก่ผุพังไปด้วยกัน

(หมายเหตุ : หลักฐานที่มีการหุ้มปลายองค์โครงสร้าง คือ ปลอกดินเผาหุ้มหัวแปหัวเสาจากอำเภอสรีสัชชาลัย จังหวัดสุโขทัย ได้เก็บไว้เพื่อเป็นหลักฐานทางโบราณคดี โดย รองศาสตราจารย์เสนอ นิลเดช อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร)

สำหรับเสาไม้ที่ฝังดินก็มีการผุกร่อนที่แนวระดับดิน หรือที่แนวระหว่งเปียกกับแห้ง ในปัจจุบันมีการต่อเสาไม้กับตอม่อ ค.ล.ส. ก็มีการผุกร่อนได้ที่ดินหรือโคนเสาไม้ ที่สัมผัสกับตอม่อ ค.ล.ส. โดยเฉพาะเสาแฉวนอกที่ต้องโดนฝน น้ำฝนจะซังใต้ดินเสาและถูกดูดเข้าไปตามเส้นไม้เนื่องจากผู้ออกแบบส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ หรือไม่สนใจต่อความเปียกชื้นและการดูดซึมน้ำของไม้ที่หน้าตัดที่เปลี่ยนต่อดินฟ้าอากาศ

ความเสื่อมโทรมดังกล่าว ลดความแข็งแรงขององค์อาคารนั้น ๆ ในทุก ๆ ด้านตามสภาพของการเสื่อมโทรมจนกระทั่งถึงขั้นร้ายแรง คือ ผุพังในที่สุด

ฉะนั้น การออกแบบอาคารไม้แปรรูปให้มีความคงทนถาวร ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจในธรรมชาติของไม้ที่มีรูปลักษณะ (Round timber) ในคุณลักษณะของธรรมชาติแห่งการกำเนิด (Organic material) และรูปลักษณะเหลี่ยมที่ถูกเลื่อยตัดเอาส่วนเปลือกนอกของไม้แปรรูป โดยเฉพาะคุณสมบัติของความแข็งแรงในด้านต่าง ๆ

สำหรับไม้แปรรูปที่ทำหน้าที่ในงานตกแต่งภายในย่อมได้รับการพิจารณาในเรื่องความงดงามของลายไม้ตามธรรมชาติของไม้แต่ละพันธุ์ (Species) และการตากแห้งให้มีการยืดหดน้อยที่สุด รวมทั้งการอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ (Preservative

treatment) ซึ่งพิจารณาใช้กับไม้ภายใน สิ่งปกคลุมและไม้ที่เปลือยกับดินฟ้าอากาศ

4. โครงสร้างไม้ในความเห็นของผู้เขียน

โครงสร้างไม้อาจจำแนกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้คือ โครงสร้างไม้ขนาดเบาและโครงสร้างไม้ขนาดหนัก

— โครงสร้างไม้ขนาดเบาได้แก่ โครงสร้างที่ใช้ไม้เบญจพรรณ ซึ่งมีลำต้นขนาดเล็ก และไม้ไผ่ ซึ่งมีหน้าตัดกลมตามธรรมชาติและไม้แปรรูปที่มีขนาดหน้าตัดที่จำกัดอยู่ในประเภท Yard lumber ซึ่งมีความหนาน้อยกว่า 5" ลงมา

— โครงสร้างไม้ขนาดหนัก ได้แก่ โครงสร้างที่ใช้ไม้ลำต้นกลมขนาดใหญ่ (Round timber) ซึ่งเป็นประเภท ไม้หน้าตัดขนาดหนัก (Heavy timber) ได้แก่อาคารที่พักอาศัยบางประเภทและศาสนสถาน ที่ก่อสร้างด้วยไม้ทั้งหลายในสมัยโบราณ แสดงออกในคุณค่าของงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมไม้ขนาดหนัก และโครงสร้างไม้ขนาดหนักที่ใช้ไม้แปรรูปที่มีขนาดหน้าตัดอย่างน้อยอยู่ในประเภท Structural material ของมาตรฐานอเมริกัน

โครงสร้างไม้ที่ได้แยกประเภทในข้อนี้ เป็นการจำแนกตามขนาดหน้าตัด และรูปลักษณะของหน้าตัดไม้ซึ่งย่อหมายถึง แต่ละประเภทมี

เทคนิควิทยาการในการก่อสร้างแตกต่างกันเป็นลักษณะเฉพาะ

5. ไม้แปรรูปในประเทศไทย

ได้มีการผลิตขนาดหน้าตัดของไม้แปรรูปขนาดต่าง ๆ ทั้ง 3 ประเภท ตามที่ได้จำแนกในข้อ 1 ซึ่งเป็นการผลิตจากเครื่องเลื่อยจักรกล สิ่งที่แปลกก็คือ เป็นการผลิตโดยใช้มาตรการวัด 2 ระบบผสมกัน คือ หน้าตัดผลิตให้มีขนาดเป็นนิ้ว ให้ความยาวเป็นเมตร และคิดปริมาตรเป็นลูกบาศก์ฟุต ใช้กับการผลิตไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง นอกจากไม้สักที่ผลิตโดยใช้มาตรการวัดระบบเดียวคือ หน้าตัดเป็นนิ้ว ความยาวเป็นฟุต ปริมาตรเป็นลูกบาศก์ฟุต

การผลิตไม้โดยใช้ระบบการวัด 2 ระบบผสมกัน ย่อมก่อให้เกิดความยุ่งยากสับสนในการออกแบบอาคารด้วยหลักการประสานทางพิกัด (Modular co-ordination) และเป็นอุปสรรคต่อการที่จะวางมาตรฐานใหม่ให้ถูกต้องและเหมาะสมในวงการอุตสาหกรรม

อย่างไรก็ตาม ถ้าประเทศไทยมีความตั้งใจจะพัฒนาการผลิตวัสดุทางอุตสาหกรรมให้เข้าสู่มาตรฐานสากล ก็จำเป็นต้องเริ่มเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อเสียเปรียบ (Dis-advantage) ในเชิงวิชาการให้หมดไป จะปฏิบัติในลักษณะอย่างไร ก็คงขึ้นอยู่กับความพร้อมในด้านเศรษฐกิจ

สำหรับในเรื่องขนาดหน้าตัดที่เป็นมาตรฐานในระบบการวัดเดิม หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 การผลิตไม้แปรรูปในประเทศไทยมีมาตรฐานการผลิตต่ำลง ขาดความแน่นอนและความสม่ำเสมอในขนาดของการผลิต และมีการผลิตที่ไม่ได้ขนาดตามที่กำหนดเพื่อการใช้ด้วยทั้งนี้เพราะเราขาดการควบคุมมาตรฐานไม้แปรรูป ซึ่งผลิตโดยโรงเลื่อยเอกชน

ขนาดหน้าตัดที่ผลิตกันในประเทศไทย เป็นขนาดที่วัดจากไม้ที่ยังมิได้มีการไสในสหรัฐอเมริกา ไม้แปรรูปที่จำหน่ายในท้องตลาด เป็นไม้ที่ได้ถูกไสแล้ว มีขนาดตามที่ได้กำหนดเป็นมาตรฐาน ทำให้การปฏิบัติงานได้ความแน่นอนเที่ยงตรง ไม่มีปัญหาเรื่องการไม่ได้ขนาดและต้องเสียเวลาในการไสก่อนการประกอบและติดตั้ง

ไม้แปรรูปที่ใช้กันทั่วไปทั้งอาคารพักอาศัยและอาคารพาณิชย์ประเภทห้องแถวไม้นิยมใช้ไม้แปรรูปขนาดตามการผลิตในประเภทหนึ่ง คือประเภท Yard lumber หน้าตัดไม้ 4×4 , 5×5 , 6×6 นิยมทำเสา ส่วนพวกคาน ดง จันทันจะผลิตขนาดที่มีความหนา $1\frac{1}{2}$ " และ 2" สำหรับความลึกมีขนาด 4", 5", 6", 8" และ 10" ส่วนขนาดอื่น จะต้องมีการสั่งเลื่อยเป็นพิเศษ ไม้คร่ำนิยมผลิตขนาด $1\frac{1}{2} \times 3$ " การผลิตตามนี้กล่าวนี้ เป็นตัวกำหนดขอบข่ายและค่านิยมใน

การออกแบบอาคารโครงสร้างไม้ในประเทศของเรา

จากประสบการณ์ของผู้เขียนในเรื่องขนาดหน้าตัดขอให้สังเกตว่าการผลิตขนาดหน้าตัดไม้ในประเทศไทยปัจจุบันนี้ มิได้มีการพิจารณาถึงหน้าที่ทางด้านโครงสร้างของไม้เท่าที่ควร ตัวอย่างเช่นในการออกแบบโครงถัก(Truss)ไม้ที่นำมาใช้เป็นองค์โครงสร้าง (Structural member) มักจะนิยมใช้ไม้ที่มีความหนา $1\frac{1}{2}$ " และ 2" เหมือนกันทั้งองค์โครงสร้างแรงดึงและองค์โครงสร้างแรงอัด ผู้เขียนได้พบเห็นอยู่บ่อย ๆ ในเรื่องการโก่งงอหรือย่น (Buckling) ขององค์โครงสร้างแรงอัด ทั้งนี้เป็นเพราะวิศวกรผู้ออกแบบอาจพบอุปสรรคบางประการในการที่จะต้องสั่งไม้ที่มีขนาดหน้าตัดพิเศษนอกเหนือไปจากที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

6. โครงสร้างไม้ในประเทศไทย

ไม้ในอดีตได้เคยมีบทบาทในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยที่เป็นไม้อล้วนทั้งโครงสร้างและส่วนอื่น ๆ ทั้งหมด สำหรับศาสนสถานที่เป็นงานก่อสร้างแบบเรียงอิฐ ไม้ก็มีบทบาทในการทำหน้าที่เป็นคานทับหลังเหนือประตู หน้าต่าง (Wood lintel) เป็นองค์โครงสร้างของโครงหลังคาไม้และชั้นส่วนต่าง ๆ ทางสถาปัตยกรรมที่เป็นไม้ สำหรับระบบโครงของโครงสร้างอาคารในอดีต เป็นระบบโครงสร้างแบบเสาและ

คาน (Post & Lintel) ทั้งสิ้น แม้แต่โครงหลังคา ก็ใช้ระบบถ่ายน้ำหนักลงตามคานเสาดังเอกโท ตริ มาสู่ข้อเอก โท ตริ เช่นเดียวกันตามลำดับ มีแต่โครงหลังคาบ้านไทยเดิมภาคกลาง (เท่าที่พบเห็น) เท่านั้น ที่มีลักษณะเป็นโครงถัก (Truss) หลักการเดียวกับในสมัยที่วิศวกรรมศาสตร์ได้มีการพัฒนาทางด้านการคำนวณ (Mathematic) แล้ว โครงถักดังกล่าวคือ โครงถักที่ออกแบบด้วยหลักการสมดุลในโครงสร้างด้วยสูตรของ Statics ซึ่งเราศึกษาและเข้าใจได้จากการวิเคราะห์โครงหลังคาบ้านไทยเดิมภาคกลางด้วยการวิเคราะห์ทางทฤษฎีโครงสร้าง

อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจในทฤษฎีโครงสร้างของชาวไทยโบราณ สำหรับในเรื่องโครงถัก ผู้เขียนคิดว่าจะเข้าใจในทฤษฎีเสาและคานที่มีการถ่ายน้ำหนักตามธรรมชาติของแรงโน้มถ่วง ซึ่งได้แสดงออกในงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมของนานาชาติในอดีตสำหรับโครงสร้างโครงถักที่ใช้หลักการสมดุลด้วยสูตรของ Statics อาจเป็นความบังเอิญที่ได้พบจากประสบการณ์หรือความบังเอิญที่มีผู้หนึ่งผู้ใดมีคุณสมบัติในด้านโครงสร้างสำนึก (Structural sense) สูง ได้มีการออกแบบโดยสัญชาตญาณ (Intuitive design)

พลังสัญชาตญาณ (Intuitive power) ดังกล่าวสามารถสร้างความเป็นเลิศในด้านเทคนิควิทยา

การทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมตามที่ได้ปรากฏมาแล้วในประวัติศาสตร์ของการก่อสร้าง สำหรับงานโครงสร้างหลังคาไม้ในปัจจุบันส่วนใหญ่สถาปนิก วิศวกร มีความเข้าใจแต่เพียงทฤษฎีขาดความสนใจใน Method of joints ผลปรากฏว่าได้มีการออกแบบผิดพลาดอยู่ทั่วไป (ดูหนังสือผลงานการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารของ เรืองศักดิ์ กันตะบุตร เล่มที่ 2 เดือนมกราคม 2519)

บ้านพักอาศัยและอาคารสาธารณะ เช่น โรงเรียนที่เป็นไม้ล้วน โครงสร้างหลักทั่วไปใช้ระบบเสาและคานเหมือนในอดีต ซึ่งตัวไม้ที่ใช้ในปัจจุบันเป็นไม้แปรรูปทั้งหมดโดยเฉพาะเป็นไม้ประเภท Yard lumber ซึ่งมีขนาดหน้าตัดเบากว่าที่ได้เคยใช้ในอดีต วิธีการก่อสร้างและการปฏิบัติ การติดต่อกับหรือรอยต่อ ในประเทศไทยได้มีการพัฒนาไปในลักษณะของความไม่เข้าใจแจ้งในลักษณะและคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้แปรรูปประเภท Yard lumber และ Structural lumber จึงทำให้งานออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมไม่ได้ผลสำเร็จเท่าที่ควร

อาคารโรงงานโครงสร้างไม้ที่มีผนังโปร่ง มีการออกแบบโครงถักที่ใช้กับหลังคา (Roof truss) เฉพาะในแนวขวาง (Transverse direction) ไม่มีการยึดยันหรือมีโครงถักในแนวตามยาวของ

อาคารและระหว่างเสากับคานหลังคาที่ไม่มี การยึดยันหรือค้ำยัน (Bracing) อาคารลักษณะนี้ ได้พังพินาศเนื่องจากแรงลมแล้วมากแห่ง โดยเฉพาะอาคารที่ตั้งอยู่กลางแจ้งที่ปราศจากมวลที่ ขวางหรือกั้นลมไม่ให้กระทบอาคารโดยตรง การ ที่ไม่สามารถต้านทานแรงกระทำภายนอกได้นี้ เพราะ

- เหลือวิสัยที่จะต้านทานได้ (เกินกำลัง)
- ระบบโครงสร้างไม่ถูกต้อง
- รายละเอียดการยึดข้อต่อตามรอยต่อต่าง ๆ มีคุณสมบัติต่ำ
- อุปกรณ์ยึดไว้คุณภาพและไร้คุณสมบัติ
- การก่อสร้างมีคุณภาพต่ำทั้งวัสดุและการปฏิบัติทางการช่าง

- ระบบโครงสร้างถูกต้องในแบบ แต่การก่อสร้างมีส่วนที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากความไม่รู้ของผู้ก่อสร้าง

- มิได้มีการออกแบบให้โครงสร้างต้านทานแรงลมได้

- ไม่หย่อนคุณสมบัติในการรับแรงเนื่องจากมีการตัดมาใช้งานเร็วกว่ากำหนด

- ขาดการบำรุงรักษา อุปกรณ์ยึดต่าง ๆ และองค์โครงสร้างมีการผุพัง เสื่อมคุณภาพเนื่องจากดินฟ้าอากาศ

อย่างไรก็ตาม ก็มีอาคารโครงสร้างไม้ที่ใช้ไม้แปรรูปมีคุณภาพอยู่ในชั้นมาตรฐานได้แก่ พระ

ที่นั่งวิมานเมฆ วังเพชรบูรณ์ และส่วนที่เป็น โครงสร้างไม้ของบ้านมนังคศิลา เป็นต้น โดย ที่งานไม้ดังกล่าวเป็นงานที่ใช้ความประณีตใน การทำรอยต่อ ซึ่งเป็นเทคนิควิทยาการของงาน ช่างไม้ว่าด้วยการเข้าปากเข้าเดือยตามรอยต่อ ทั่วงานสถาปัตยกรรม งานจิตรศิลป์ และงาน วิศวกรรมโครงสร้าง ซึ่งต้องใช้ค่าแรงงานสูง และเวลาทำงานที่พอเพียงกับงานที่มีลักษณะ ประณีต งานลักษณะนี้สนองประโยชน์ให้ เฉพาะชนชั้นที่มีกำลังด้านปัจจัยการเงินสูง เท่านั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้กับโครงการจัด สรรที่พักอาศัยให้แก่ประชาชนส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นชนชั้นที่มีรายได้ปานกลางและรายได้ต่ำใน ปัจจุบันได้

อาคารพักอาศัยสำหรับประชาชนที่มีรายได้ต่ำ ควรเป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาบ้านพัก อาศัยสำหรับประชาชนร่วมกับโครงการปรับปรุง สลัม และการขจัดปัญหาของแหล่งสลัมเสื่อมโทรมให้หมดไปด้วย ดังนั้น ไม้แปรรูปขนาด เบาจึงมีบทบาทต่อโครงสร้างอาคารพักอาศัย ประเภทนี้ นอกเหนือจากวัสดุอื่น ๆ ครั้นนี้

ข. การออกแบบโครงสร้างไม้ของอาคารพักอาศัยสำหรับประชาชนที่มีรายได้ต่ำ

การออกแบบโครงสร้างไม้อาคารพักอาศัยสำหรับประชาชนที่มีรายได้ต่ำต้องมีหลักการดังต่อไปนี้

– ประหยัด วัสดุ แรงงาน และเวลา การก่อสร้าง

– ใช้วิธีการก่อสร้างที่เหมาะสมกับหลัก การประหยัด

– สามารถต่อเติมได้โดยไม่เสียลักษณะทาง สถาปัตยกรรมและหลักการทางวิศวกรรมโครง- สร้าง

– คุณภาพงานอยู่ในระดับมาตรฐานของ สภาพแต่ละท้องถิ่น

– วิธีการก่อสร้าง สามารถเรียกได้ว่า เป็น เทคนิควิทยาการระดับหนึ่งของงานมาตรฐาน หรือเรียกว่าเป็นระบบการก่อสร้างแบบหนึ่งได้ คือไม่เป็นการก่อสร้างที่ไร้ระบบ

– ถ้ามีการสนองให้แก่ประชาชนจำนวน มาก ต้องผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งต้อง เกี่ยวข้องกับการวางแผนผังตามหลักการประสาน ทางอีกด้วย

– ข้อต่อ (Connection joints) ต่างๆ ต้อง เป็นข้อต่อที่มีลักษณะง่ายสะดวกต่อการปฏิบัติ และใช้เวลาอันน้อยที่สุดที่จะเป็นไปได้ โดยข้อต่อ เหล่านี้ต้องเป็นข้อต่อที่ถูกต้องตามหลักทฤษฎี ด้วย ข้อต่อดังกล่าวคือข้อต่อแบบต่อชน (Butt joint) และต่อทาบ (Lap joint)

– การยึด (Fastening) ระหว่างองค์โครง สร้างระหว่างชิ้นส่วนทางงานประณีตสถาปัตย กรรม ต้องใช้วิธียึดที่มีความสะดวกรวดเร็วใน การปฏิบัติและเป็นวิธียึดที่ประหยัดด้วย

– อุปกรณ์ยึดที่ใช้ยึดไม้แปรรูปต้องมี ลักษณะธรรมดา หาได้ง่าย เช่น ตะปู นอตสกรู น็อตเกลียวป้อย ตะปูเกลียว แผ่นเหล็กประกบ รูปต่าง ๆ ไม้พุกสามเหลี่ยม ไม้พุกสอด เป็นต้น

– อุปกรณ์ยึดที่ใช้ยึดไม้อัด มีตะปูเกลียว แบบหัวกลมมน (Round head) และตะปู สำหรับไม้อัดที่บางและไม่ได้เป็นส่วนประกอบ ขององค์โครงสร้าง

– สำหรับการยึดองค์โครงสร้างที่เป็นไม้อัด จะต้องยึดด้วยกาวพิเศษจะได้ผลเต็มที่ ถ้าจะใช้ ตะปูยึดไม้อัดจะต้องมีความหนามากกว่าระยะ การถอนตัวของตะปู สำหรับในประเทศไทย การยึดด้วยกาวพิเศษมีราคาแพงกว่าการใช้ตะปู และตะปูเกลียว

– สำหรับการใช้ตัวพิเศษ เช่น ตัวต่อ วงแหวนโลหะแบบ Split ring, Toothed ring และ Shear plate ในประเทศไทยมิได้ผลิตขาย ทั่วไป จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการออกแบบกับ รอยต่อหรือข้อต่อ (Joint) แต่ถ้ามีความจำเป็น จะต้องใช้ในบางกรณีอาจนำท่อเหล็กมาดัดเป็น ชั้นๆ ใช้แทนตัว Split ring ที่หาได้ทั่วไปใน ประเทศอุตสาหกรรมได้

8. ไม้ที่ใช้ทำโครงสร้างขนาดเบา

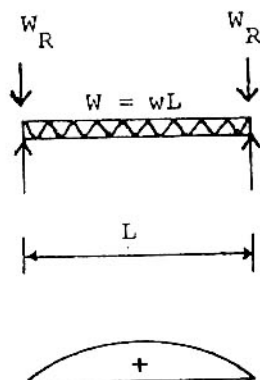
มีไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้ออ่อนและไม้สัก ใน การปฏิบัติ การยึดด้วยตะปู ตะปูเกลียว และ นอตเกลียวป้อย จะปฏิบัติได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว กับไม้สักและไม้เนื้ออ่อน สำหรับไม้ เนื้ออ่อนที่ผ่านการอบด้วยกรรมวิธีของการรักษา

เนื้อไม้ (Preservative treatment) มีคุณสมบัติในการก่อสร้างอาคารไม้ได้ไม่ด้อยกว่าไม้เนื้อแข็งที่ด้อยกว่า ก็มีในเรื่องความแข็งแรง (Strength) เท่ากัน

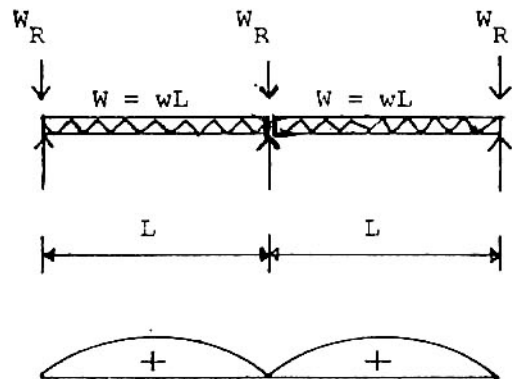
9. ระบบโครงสร้าง (Structural System)

โครงสร้างไม้แปรรูป สำหรับอาคารไม้ขนาดเบา ลักษณะหนึ่งเป็นระบบโครงสร้างเสาและคาน (Post & Beam skeleton) การยึดระหว่างเสา กับคาน หรือระหว่างองค์โครงสร้างรับแรงอัด กับองค์โครงสร้างรับแรงดึง เป็นลักษณะไม้ ตีตรงแน่น ถือว่าต่อกันโดยอิสระ โครงสร้าง เสาและคาน ที่มีช่วงระหว่างเสาแยกจากช่วง เค้าหรือฝา คือให้เสารับน้ำหนักโดยตรง ซึ่ง เป็นน้ำหนักประเภท Concentrated load เค้า ฝาไม่ทำหน้าที่รับน้ำหนัก ได้แก่ระบบโครงสร้าง บ้านไม้ในประเทศเราตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

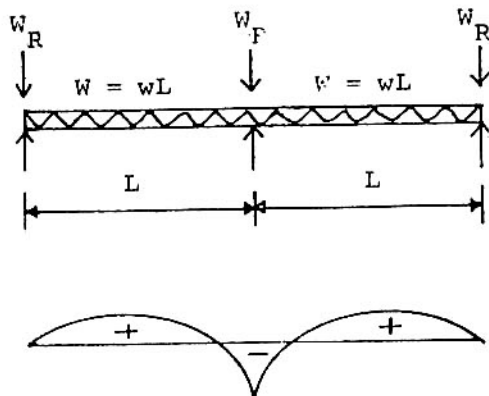
รูปแบบการรับน้ำหนักของโครงสร้างคาน



แบบที่ 1 เป็นคานช่วงเดียวมี Positive bending moment อย่างเดียว ซึ่ง $\text{Max } M = \frac{WL}{8}$ หรือ $\frac{wL^2}{8}$ หรือ $0.125 WL$



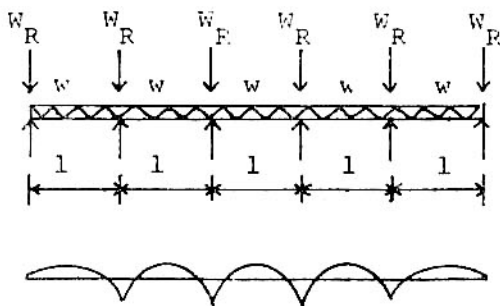
แบบที่ 2 เป็นคาน 2 ช่วงเสา มีรอยต่ออิสระ หรือมีได้ยึดกันในลักษณะที่ให้คาน รับแรงต่อ เนื่องกันได้ ย่อมมี positive bending moment อย่างเดียวเช่นกัน ซึ่ง $\text{Max } M = \frac{WL}{8}$



แบบที่ 3 เป็นคานยาวตลอด 2 ช่วงเสา คือ คานตัวเดียววางอยู่บนเสา 3 ต้น หรือคาน 2 ตัว มีการต่อกันในลักษณะที่แรงภายใน (Internal stress) ที่เกิดขึ้นมีพฤติกรรมต่อเนื่องกันตลอด 2 ช่วงเสา ย่อมมี Negative support เกิดขึ้น ที่เสาดำกลางหรือ Central support ซึ่ง Max bending positive moment จะน้อยลงถึง $\frac{WL}{14}$ แต่ในการปฏิบัติควรใช้เท่ากับ $\frac{WL}{8}$ ทั้ง

$M (+)$ และ $M (-)$ ทั้งนี้เพราะไม้มีคุณสมบัติของการแปรเปลี่ยน (Variation) มากในหลายประการ ซึ่งเป็นธรรมชาติของไม้โดยตรง

โครงสร้างไม้แปรรูปสำหรับอาคารไม้ขนาดเบาอีกลักษณะหนึ่ง คือ โครงสร้างแบบโครงผนัง (Frame construction) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ Balloon Frame และ Braced Frame เป็นระบบโครงสร้างที่นิยมปฏิบัติกันมากในสหรัฐอเมริกาจนกลายเป็นสกุลช่างได้สกุลหนึ่งของอาคารประเภท Light construction โครงสร้างแบบโครงผนังนี้ ไม้คร่าวผนังทุกตัวทำหน้าที่เป็นองค์โครงสร้างรับแรงอัดทั้งหมด สำหรับแผ่นไม้ทับหลังคร่าวที่ระดับเพดาน (Partition plate or Top plate) ทำหน้าที่เป็นองค์โครงสร้าง ยึดคร่าวทั้งหมดให้อยู่ในตำแหน่งด้วยกัน คร่าวผนังทุกตัวรับน้ำหนักเฉลี่ย ($= w$ ต่อช่วงคร่าว) เป็นน้ำหนัก Uniformly distributed load



$W_R =$ น้ำหนักจากโครงหลังคาซึ่งตั้งอยู่บนหัวคร่าวผนังทุกตัว

ระยะห่างระหว่างคร่าว (Stud) มาตรฐานอเมริกันใช้ 60 ซม. หรือ 2 ฟุต ขนาดคร่าวผนังและองค์โครงสร้างหลังคาทุกตัว $= 2" \times 4"$

หมายเหตุ : Top plate ถ้าไม่มีน้ำหนักฝาเพดานถ่ายลง ก็ทำหน้าที่เป็น Tie แต่เพียงอย่างเดียว ไม่มีโมเมนต์ดัด

Partition plate ยาวตลอดตามช่วงของการแบ่งเนื้อที่ใช้สอย แต่ต้องไม่ยาวเกินมาตรฐานความยาวของการผลิตทางอุตสาหกรรมไม้แปรรูป

ตรงมุมอาคารตรงผนังห้องพบกันในลักษณะของ Junction หรือ Intersection จะต้องมียึดโครงสร้างทางเฉียง เรียงยึดยันทางเฉียง (Diagonal brace)

ฝาผนังทั้งหมดก็มีส่วนช่วยยึดโครงผนังให้มีความแข็งแรงมากขึ้น แต่ถ้าอาคารสร้างในบริเวณกลางแจ้งที่มีการรับลมเต็มที่ การยึดยันในทางราบ (Horizontal bracing) ตามมุมและตาม Junction จะมีความจำเป็น การยึดยันในแนวราบนี้ทำหน้าที่เป็น Sway bracing ช่วยป้องกันมิให้อาคารแกว่งตัว เนื่องจากองค์โครงสร้างเป็นไม้แปรรูปที่มีหน้าตัดเบาทั้งหมด (Light section)

10. ระบบการก่อสร้าง

ระบบการก่อสร้างทำได้ 5 ระบบดังนี้

ระบบที่ 1 ประกอบหรือสร้างทุกชิ้นส่วนของอาคาร ณ ที่ทำการก่อสร้างอาคารโดยตัดชิ้นส่วนกับที่ทั้งหมด

ระบบที่ 2 สร้างสำเร็จรูปเป็นส่วนๆ ของผนัง ณ ที่ทำการก่อสร้างอาคารแล้วประกอบเข้าด้วยกันเป็นอาคาร โดยตัดชิ้นส่วนกับที่ทั้งหมด

ระบบที่ 3 ตัดชิ้นทั้งหมดให้ได้ขนาดตามแบบ (Precut) จากโรงงาน แล้วนำมาประกอบ ณ ที่ทำการก่อสร้าง

ระบบที่ 4 สร้างสำเร็จรูปเป็นส่วนๆ ของผนังหรือขององค์โครงสร้างที่โรงงาน แล้วขนส่งมาประกอบเป็นอาคาร ณ ที่ทำการก่อสร้าง

ระบบที่ 5 สร้างสำเร็จรูปทั้งอาคารในลักษณะหีบ (Box shape) ระบบการผลิตเรียกว่า “Box System” ระบบนี้ตัวอาคารทั้งหมดต้องมีโครงเหล็กติดตั้งอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวในขณะเคลื่อนย้ายและยกติดตั้งเป็นระบบสำเร็จรูปจากโรงงาน

11. ข้อต่อหรือรอยต่อชนและทับ (Butt Joint & Lap Joint)

ข้อต่อหรือรอยต่อชนหรือทับ เป็นข้อต่อที่มีการต่อที่ปฏิบัติได้ง่ายและสะดวกที่สุดสำหรับ

อาคารราคาถูกอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม ปฏิบัติได้ทั้งเครื่องมือ (Hand tool) และเครื่องมือกล (Machine tool) ข้อต่อแบบอื่น ๆ เช่น ข้อต่อแบบเข้าปากและเข้าเดือย ไม่เหมาะที่จะใช้กับอาคารราคาถูก ถึงแม้จะมีการปฏิบัติได้ด้วยเครื่องมือกลก็ตาม คงใช้ได้กับงานครุภัณฑ์เท่านั้น

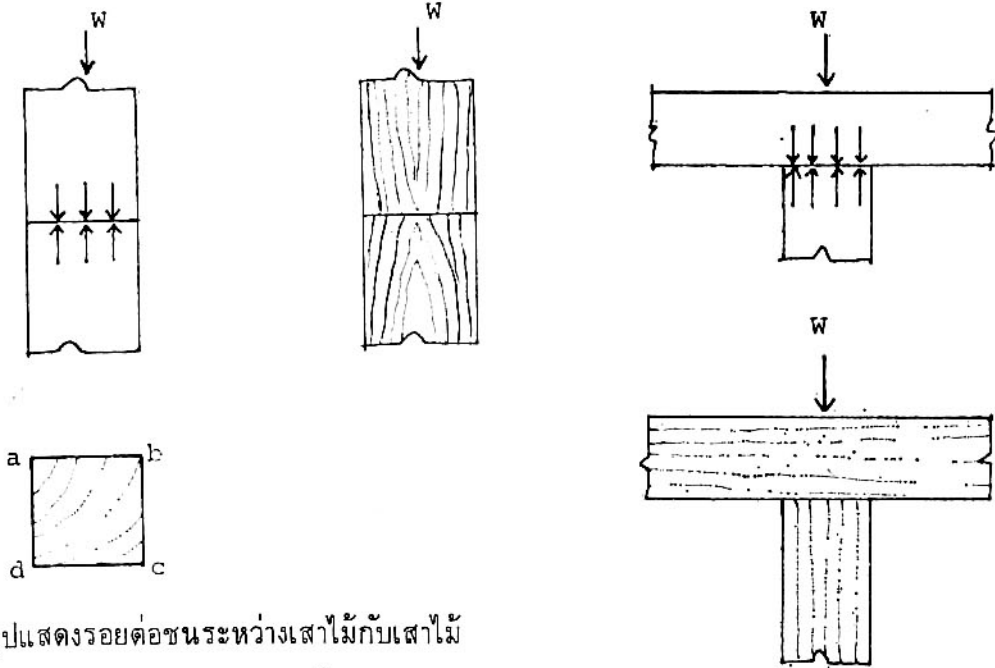
ข้อต่อดังกล่าวใช้ได้ทั้งในการก่อสร้างอาคารไม้ขนาดเล็ก อาคารไม้ขนาดเบา และในงานครุภัณฑ์ที่ใช้ไม้แปรรูป (Lumber) และไม้อัด (Plywood)

12. ข้อต่อหรือรอยต่อชน (Butt Joint)

ข้อต่อชนเป็นข้อต่อที่องค์โครงสร้าง 2 ชิ้นส่วนสัมผัสกัน มีการถ่ายน้ำหนักต่อกันบนผิวพื้นรับน้ำหนัก (Bearing surface) อย่างเต็มพื้นที่ ซึ่งเรียกว่า พื้นหรือเนื้อที่รับน้ำหนัก (Bearing area)

น้ำหนักหรือแรงที่ถ่ายเป็นแรงอัด (Compressive stress) ถ่ายตามแนวนานกับเสี้ยน (Parallel to the grain) ขององค์โครงสร้างที่รับแรงอัด ซึ่งการออกแบบขององค์โครงสร้างจะแปรไปตามค่าของ Slenderness ratio $\frac{L}{d}$

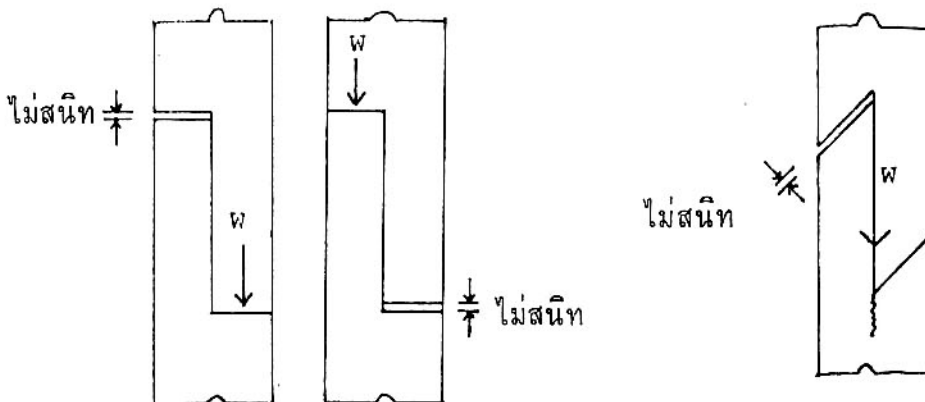
13. ลักษณะของข้อต่อหรือรอยต่อชน



รูปแสดงรอยต่อชนระหว่างเสาไม้กับเสาไม้

a b c d = Bearing area คือ Section area ขององค์โครงสร้าง (Structural member) การถ่ายของแรง w จะมีแนวในเขตศูนย์กลางความถ่วง (Centric)

รูปแสดงรอยต่อชนระหว่างเสาไม้กับคานหรือดันทิ้งกับโครง Balloon frame และ Brace frame

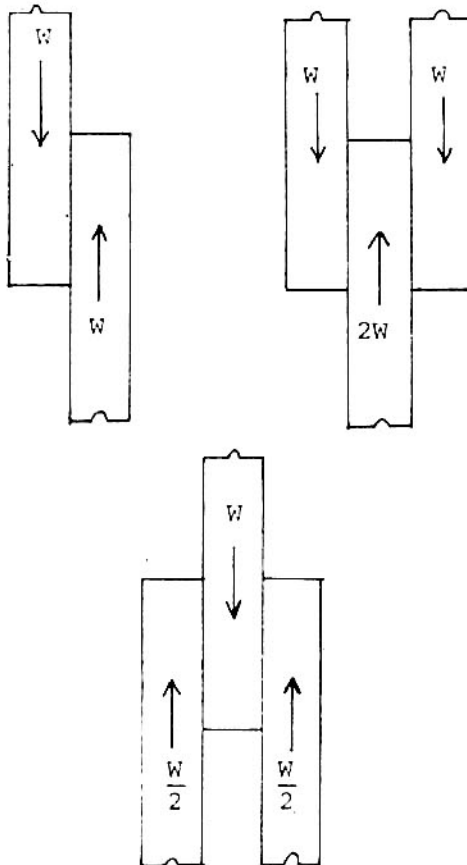


ลักษณะที่ไม่ควรปฏิบัติ การทำปากไม้ให้มีพื้นที่รับน้ำหนัก 2 พื้นที่

รูปแสดงรอยฉีกตามแนวขนานกับแนวเส้นที่ปลายมุมแหลมได้

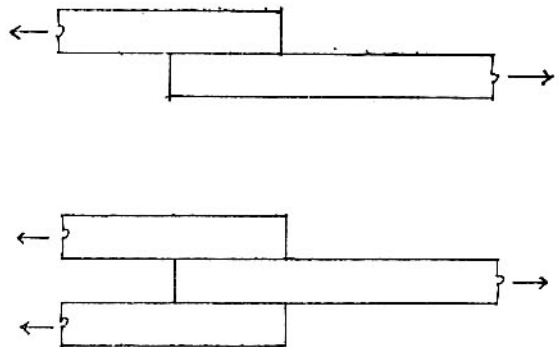
ในงานก่อสร้างอาคารไม้ เครื่องมือช่างไม้ปลูกสร้าง มีลักษณะหยาบกว่าเครื่องมือช่างไม้ครุภัณฑ์ การต่อชนแบบแบ่งพื้นที่รับน้ำหนักออกเป็นสองส่วน (ตามแบบ) มักไม่ได้ผล เพราะมักจะไม้สัมผัสโดยสม่ำเสมอทั้งสองส่วนของพื้นที่รับน้ำหนัก การถ่ายของแรง W จะมีแนวในเขตของศูนย์กลางความถ่วง (Centric)

14. ลักษณะของข้อต่อหีบ (Lap Joint)



ข้อต่อหีบในลักษณะของ Compression joint ซึ่งมีแนวของแรงหรือน้ำหนัก w ขนานกับแนวเสี้ยนไม้ ก่อให้เกิดแรงเฉือนที่รอยต่อ

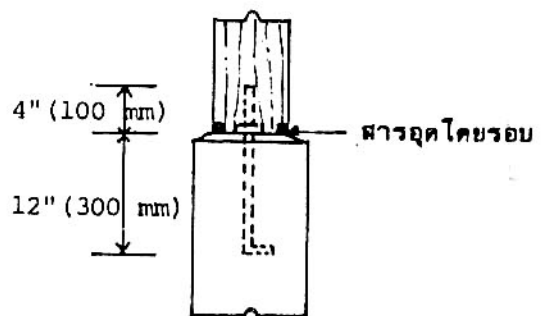
ข้อต่อหีบในลักษณะของ Tension joint



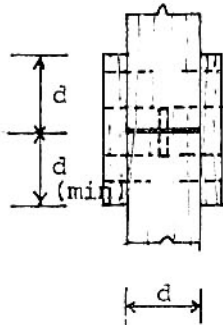
ข้อต่อหีบในลักษณะของ Tension joint แนวของแรงตั้งขนานกับแนวเสี้ยนไม้ ก่อให้เกิดแรงเฉือนที่รอยต่อ

หมายเหตุ : สำหรับข้อต่อที่ใช้กับอาคารไม้ ขนาดหน้าจะไม่กล่าวถึง

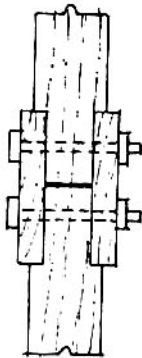
15. การนำข้อต่อชนไปใช้ประโยชน์ (Application)



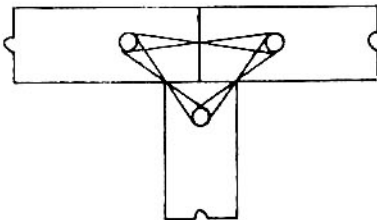
ใช้เสาไม้ขนาดไม่เกิน $6" \times 6"$ ต่อกับตอม่อ คอนกรีตเสริมเหล็กขนาด $8" \times 8"$ ใช้เหล็กเดือยร่วมกับแผ่นเหล็กต้านแรงเฉือน (Dowel bar & Shear plate)



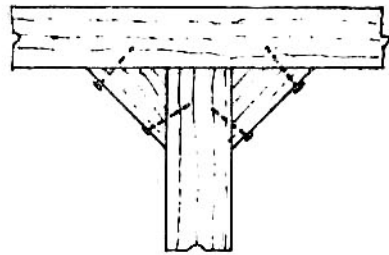
ต่อเสาไม้เข้าด้วยกันด้วยแผ่นไม้ประกบ
(Wood splice plate) ยึดด้วยตะปู อาจใช้เหล็ก
เดือยร่วมด้วยก็ได้



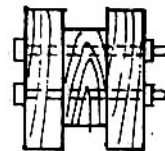
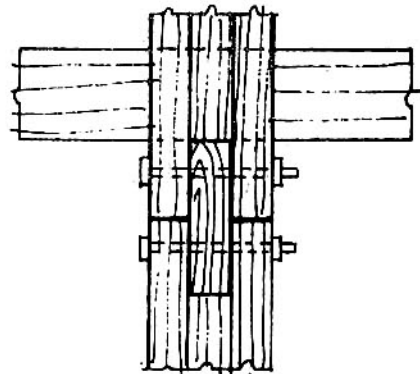
ต่อเสาไม้เข้าด้วยกันที่แนวกลางคานไม้รับตง
และพื้น ยึดด้วยนอตสกรู



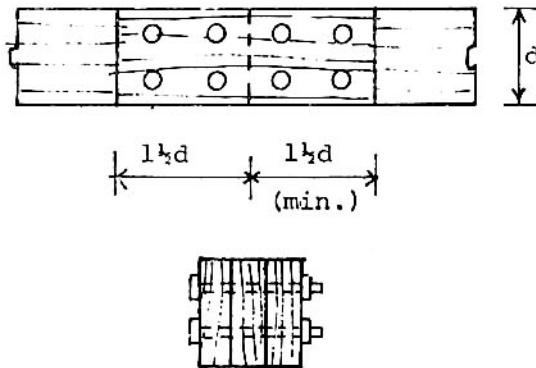
ต่อเสากับคานที่มีหน้าตัดเท่าเสาเข้าด้วยกันด้วย
ลักษณะต่อชน 2 ทาง ใช้ลูกสลักเหล็กหรือไม้
ยึดเข้าด้วยกันด้วยเชือกเหนียวหวาย หรือปอ
ทั้งสองด้าน



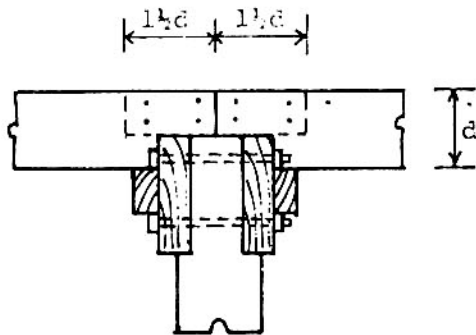
ต่อเคร่าตั้ง (Vertical stud) กับทับหลัง
(Top plate or partition plate) เข้าด้วยกัน
ด้วยพุกไม้รูปสามเหลี่ยม อัดทั้งสองข้างของ
หัวเคร่า แล้วยึดด้วยตะปู



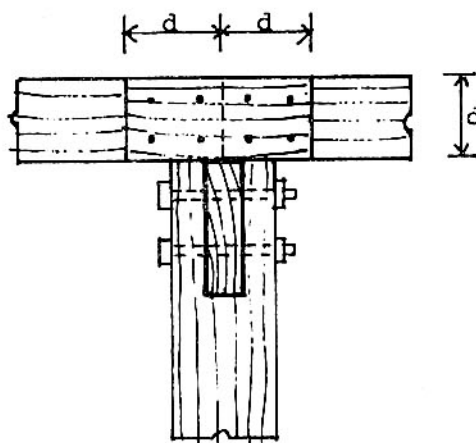
เสาองค์ประกอบจากไม้ 2"x6" (จำนวน
2 แผ่น) บวกด้วย 2"x4" (จำนวน 1 แผ่น)
ตัดตัวกลางให้สั้นลงตามระยะคานไม้เดี่ยวรับตง
ใช้คานไม้เป็นตัวต่อ (Connector) ระหว่างเสา
องค์ประกอบส่วนบนและส่วนล่างยึดด้วย
นอตสกรู



คานหรือองค์โครงสร้างรับแรงดึง (Tension member) ต่อกันเข้าด้วยกัน ใช้แผ่นไม้ประกบทั้งสองข้าง (Wood splice plates) ยึดด้วยนอตสกรู

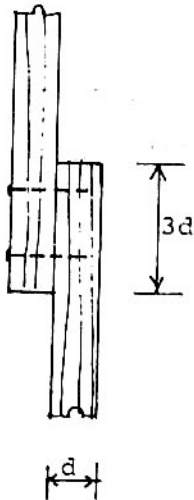


ดงไม้ต่อนที่กลางคานคู่ ใช้ไม้ยึดประกบปลายดงทั้งสอง มีการลดระดับต่ำกว่าหลังคาน ต้องใช้ไม้พุกยาวตลอดติดข้างคานเพื่อรองรับดง

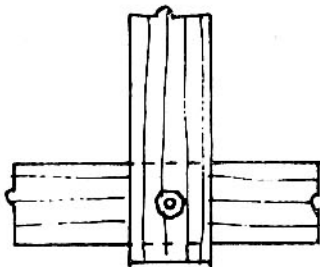


ดงไม้ต่อนที่กลางคานเดียว เพื่อรับน้ำหนัก (Bearing area) ในเขตรองรับ (Support zone) ไม้พอกปลายดงมีโอกาสหลุดออกจากคานได้ง่าย เมื่อเกิดการอ่อนตัว จึงจำเป็นต้องมีไม้ประกบ (Wood splice plate) เดี่ยวหรือคู่ตามความจำเป็น ทั้งนี้เพิ่มเนื้อที่รับน้ำหนักให้พอเพียง และเป็นการป้องกันมิให้ปลายดงหลุดออกจากหลังคานได้

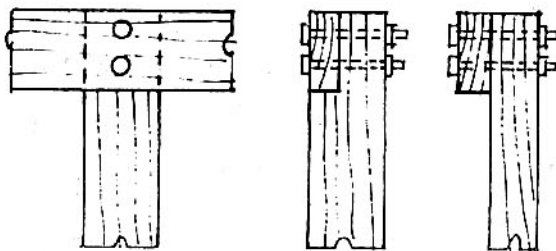
16. การนำข้อต่อหาบไปใช้ประโยชน์ (Application)



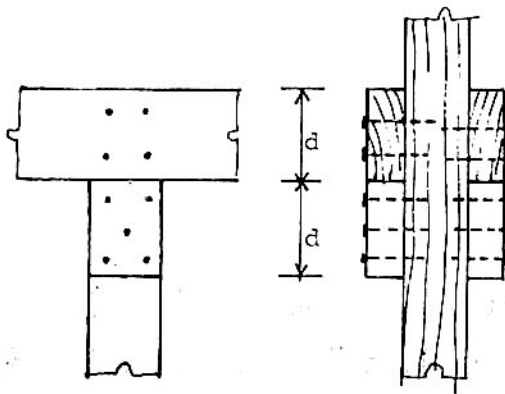
ไม้เคร่าสั้นไม่ได้ความยาวต่อกันแบบหาบกัน แล้วยึดด้วยตะปู เหมาะสำหรับเป็นเคร่าผนังที่บุฝาสองชั้น ไม่เห็นไม้เคร่าเป็นการใช้วัสดุเหลือเศษให้เป็นประโยชน์ได้ ตะปูที่ยึดทำหน้าที่รับแรงโดยลำพังก่อนที่จะมีการตีฝาปิดเท่านั้น



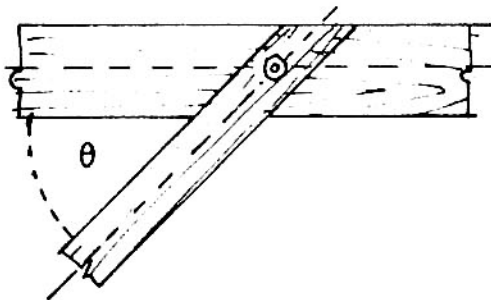
ข้อต่อนอตสกรู นำหนักหรือแรงในดิ่งมีแนวขนานกับแนวเส้น (Parallel the grain) ของดิ่งในการออกแบบตั้งเอกหรือโท ระวังเรื่อง Method of joints องค์โครงสร้างตัวนี้อาจมีพฤติกรรมเป็นองค์โครงสร้างรับแรงอัด หรือรับแรงดึงก็ได้ ถ้าออกแบบข้อต่อผิด จะเป็นอันตรายได้สำหรับโครงหลังคาที่มีความสูง (Riser) และช่วงกว้าง (Span) มาก ข้อต่อที่ยึดด้วยนอตสกรูเราเรียก Bolt joint ถ้ายึดด้วยตะปูเรียก Nail joint



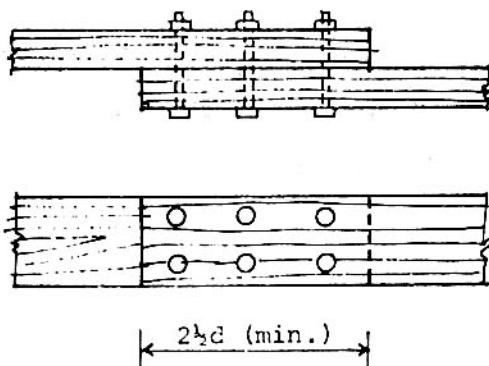
อะเสหรือคานยึดกับเสาหรือเคร่าผนังรับน้ำหนักในแนวตั้ง ยึดซึ่งกันและกันด้วยนอตสกรู แรงถ่ายจากนอตสกรูสู่องค์โครงสร้างรับแรงอัด มีแนวขนานกับแนวเส้น Paralled to the grain ขององค์รับแรงอัด



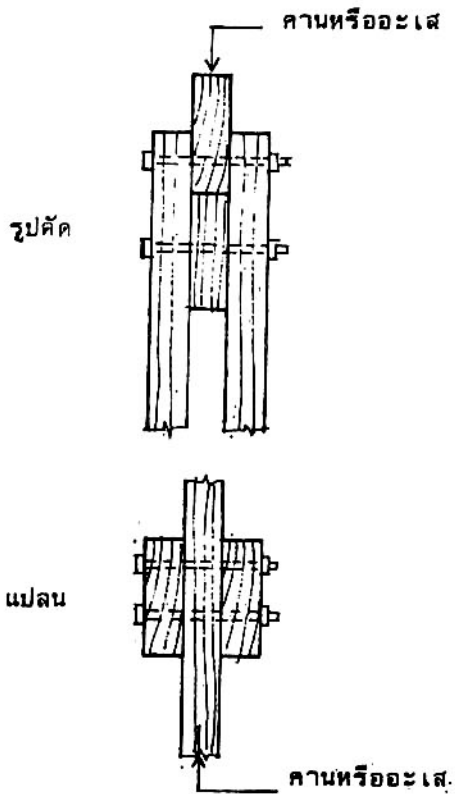
ออกแบบด้วยการใช้ตะปูยึด และเสริมบ่ารับได้
ตัวบ่ายึดด้วยตะปูติดกับองค์โครงสร้างรับแรงอัด



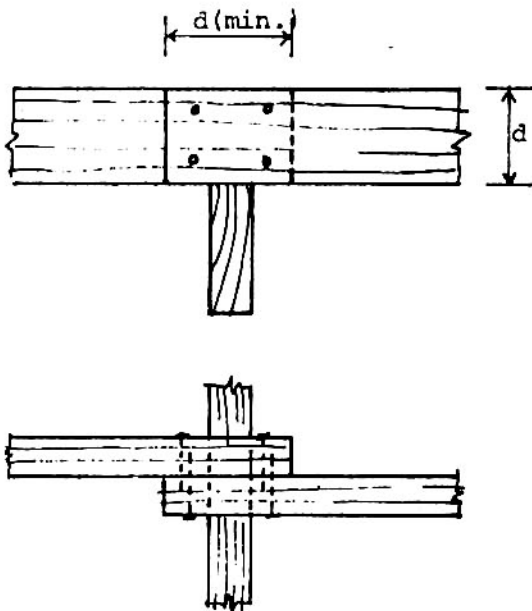
องค์โครงสร้างรับแรงอัดทำมุมเฉียงกับแนวราบ
ขององค์โครงสร้างรับแรงดึงยึดด้วยนอตสกรู
หรือตะปู การรับน้ำหนักหรือแรงที่เกิดในองค์
โครงสร้างรับแรงที่เกิดในองค์โครงสร้างรับแรง
อัดจะทำมุม θ กับแนวเส้นในองค์โครงสร้าง
รับแรงดึง



องค์โครงสร้างรับแรงดึงต่อทาบและยึดด้วยนอต
สกรูหรือตะปู แรงดึงขนานกับแนวเส้นไม้

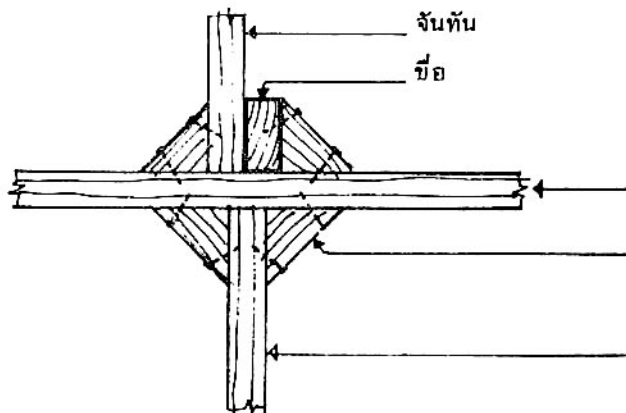
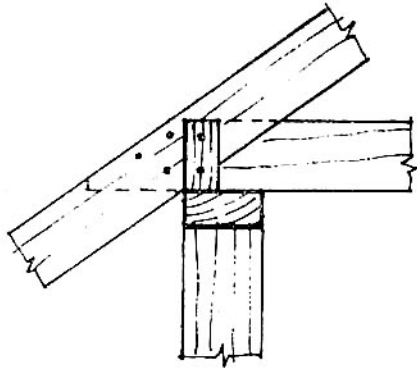


เสาแบบ Spaced column ใช้ตัว Spacer เป็นตัวหนุนไม้อะเสหรือคานรับจันทันพราง อาจใช้ นอตสกรูหรือตะปูยึด เป็นลักษณะการต่อทาบระหว่างองค์รับแรงอัดกับฟุกสอดกลาง (Spacer block)



ตงไม้ต่อตรง Support คือคานไม้ ช่วยให้เนื้อที่รับน้ำหนักที่หลังคานเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของความกว้างของตงไม้

17. การติดตั้งโครงจั่วบนหลังโครงผนัง

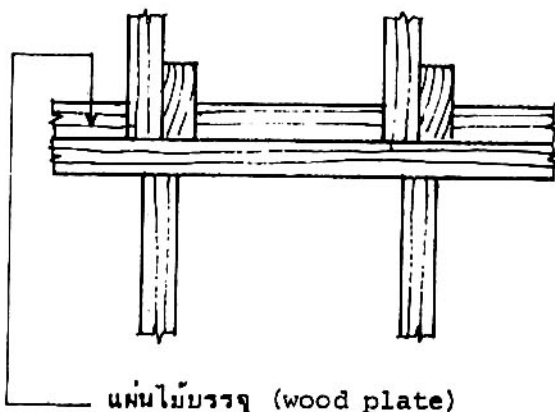


จันทันกับช่อต่อทาบยึดด้วยตะปูวางอยู่บนแผ่นไม้ยึดหัวเคร่า (Top plate หรือ Partition plate) ในโครงสร้างแบบ Balloon frame เพื่อให้รอยต่อระหว่างโครงจั่วกับโครงเคร่าผนังมีประสิทธิภาพจะต้องใช้ฟุกไม้รูปสามเหลี่ยมประกบกับสองข้างไม้โครงจั่วและที่รอยต่อระหว่างเคร่ากับแผ่นไม้ยึดหัวเคร่า

ไม้ยึดหลังเคร่าหรือหัวเคร่า

ฟุกไม้สามเหลี่ยมเส้นทึบมุมกับเส้นในเคร่า

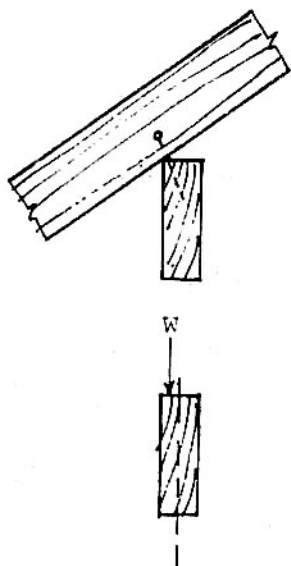
เคร่า



แผ่นไม้บรรจุ (wood plate)

การวางโครงจั่วบนหลังโครงผนัง ถ้าไม่ใช้ฟุกไม้สามเหลี่ยมก็ใช้แผ่นไม้ (Wood plate) บรรจุระหว่างโครงจั่ว ซึ่งตั้งอยู่ที่แนวหัวไม้เคร่าทุกตัว การใช้ไม้แผ่นอัดบรรจุระหว่างโครงจั่วที่แนวองค์ขึ้นนี้เป็นแบบฉบับมาตรฐานของโครงสร้าง Balloon frame

18. การติดตั้งไม้จันทันพราง (Jack Rafter or Secondary Rafter)

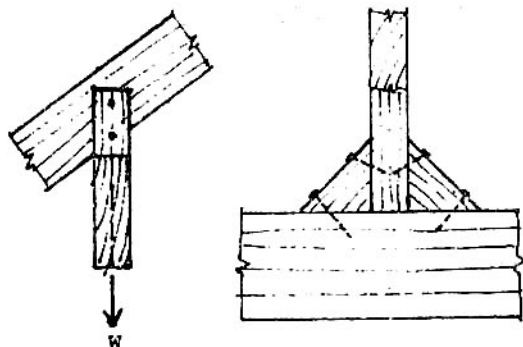


แบบที่ปฏิบัติกันทั่วไป เป็นแบบที่ผิดก่อให้เกิดการบิดตัว (Twisting) และการแอ่นตัวทางด้านข้าง (Side bending) เนื่องจากแรงเสียดทานศูนย์กลางความถ่วงจะปรากฏผลเสียหายสำหรับอาคารที่ไม่มีฝ้าเพดาน ถ้ามีฝ้าเพดานหรือฝ้าเพดานที่ระดับจะเสาะช่วยต้านการบิดตัว จึงมองไม่เห็นความเสียหาย

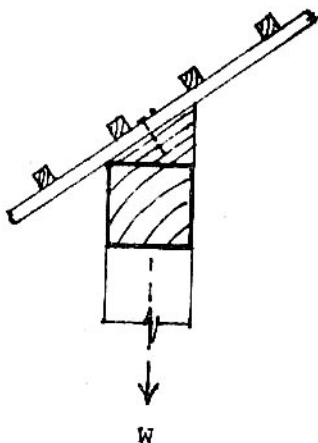
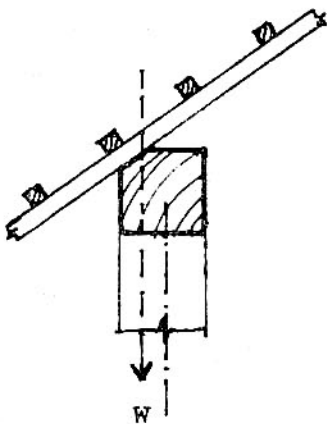
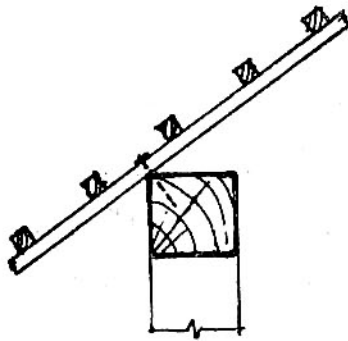
W = Ex-centric Load ถ้ายกลงที่ขอบคานโดยไม่มีพื้นที่รับน้ำหนัก (Bearing surface or area)

หมายเหตุ: แป (purlin) มี 3 ลักษณะคือ

- แปรับกระเบื้องมุงโดยตรง นิยมปฏิบัติในปัจจุบัน
- แปรับจันทันพราง โดยแปจะอยู่ในตำแหน่งของข้อต่อ (Joints) ของโครงถักหลังคา (Roof truss)
- แปรับไม้กลอน ซึ่งมีพฤติกรรมของแรงคล้ายจันทัน ซึ่งทำหน้าที่รับระแนงและกระเบื้องมุง นิยมปฏิบัติในอาคารแบบไทยเดิม



ใช้พุกไม้รูปสามเหลี่ยมประกบสองด้านของจันทัน เป็นการสร้างพื้นที่หรือเนื้อที่รับน้ำหนักขึ้นที่หลังคาน จะบังคับให้น้ำหนัก W ถ่ายลงตามแนวศูนย์กลางความถ่วง

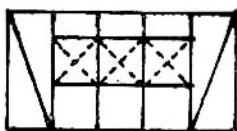
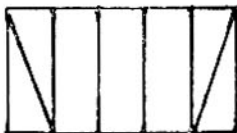
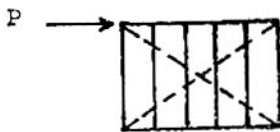
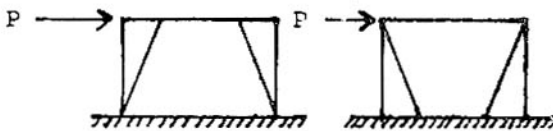
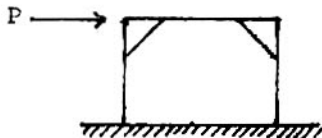
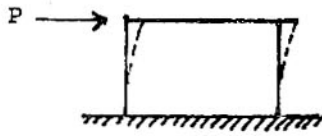


สถาปัตยกรรมประเภทศาสนสถานของไทย ลานนาเดิม (อดีต) ส่วนใหญ่ วางกลอนพาดที่ มุมแป ซึ่งตั้งอยู่บนหัวเสาหลักและหัวเสาตั้งตริ และโท (ตุ๊กตา) การยึดระหว่างไม้กลอนกับไม้ แปไม่ถูกต้อง (ยึดด้วยลูกสลักไม้) น้ำหนักที่ถ่วง ลงที่ขอบแป เป็นน้ำหนักนอกแนวศูนย์กลาง ความถ่วง โดยไม่มีเนื้อที่รับน้ำหนักที่หลังแป เลย แต่ไม่ปรากฏให้เห็นเพราะไทยลานนารู้จัก ใช้แปหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสช่วยต้านการบิดตัว ด้วยขนาดและน้ำหนักของตัวเอง

การออกแบบให้แปรับไม้กลอนมีเนื้อที่รับน้ำหนัก ได้ต้องไม้กลอน ช่วยให้น้ำหนัก W อยู่ใกล้แนว ศูนย์กลางความถ่วงของหน้าตัดแป ทำให้แรง บิดตัวภายในแปน้อยลงและการยึดระหว่างไม้ กลอนกับไม้แปถูกหลักงานช่างไม้ (Carpentry work) โดยมีการยึดด้วยลูกสลักไม้ (ปัจจุบันใช้ ตะปู) ผ่านเนื้อที่รับน้ำหนัก เป็นแบบที่ถูกต้อง แต่เป็นส่วนน้อยที่มีการปฏิบัติแบบนี้

หมายเหตุ : พบที่โครงหลังคาวัดเชียงมั่น จังหวัด เชียงใหม่ สร้างสมัยพระเจ้ามังราย หรือเม็งราย

ถ้าไม่ถากไม้แป เราอาจเสริมพุกไม้รูปสามเหลี่ยม สอดหนุนใต้ไม้กลอนทุกตัวก็สามารถสร้างความ ถูกต้องและความสมบูรณ์แบบของงานก่อสร้าง ไม้ได้

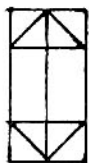
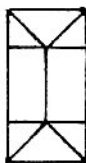
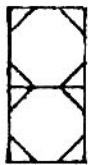
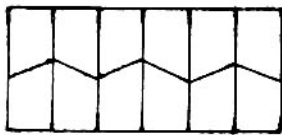
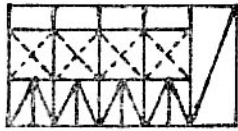


19. การบังคับฉากของโครงอาคาร

แบบเสาและคาน สำหรับอาคารที่ไม่มีฝ้าผนัง คือ เห็นแต่โครงเสาและคาน มีโอกาสโย้และเอนอ่อนที่ปลายได้ เมื่อได้รับแรงกระทำภายนอก (External force) โดยเฉพาะสำหรับอาคารที่ใช้ไม้แปรรูปหน้าตัดเบาคุณสมบัติ การทรงตัวในตำแหน่งจะด้อยกว่าอาคารไม้ขนาดใหญ่ (Heavy timber) ดังเช่นอาคารไม้สมัยโบราณ การใช้ไม้ยึดยันแบบ Kneebrace หรือ Diagonal brace จะช่วยให้โครงเสาและคานมีความสามารถในการต้านทานแรงกระทำภายนอกได้

ในกรณีที่มีเครื่อผนังและตีฝ้าไม้หรือวัสดุแผ่นทั้งผืนหรือมีการเว้นสำหรับช่องประตู หน้าต่างบ้าง โครงเสาและคานก็มีความสามารถต้านทานแรงภายนอกได้ดีกว่าโครงที่ไม่มีฝ้าผนังแต่ถ้ามีทั้งฝ้าผนังและมีการยึดยัน (bracing) ด้วย จะมีความแข็งแรงที่สมบูรณ์แบบ

แบบ Balloon frame หรือ Brace frame การยึดยัน (Bracing) ในโครงผนังทุกผนังมีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อความแข็งแรงมั่นคงของอาคารประเภทนี้ เพราะองค์โครงสร้างผนัง (Structural members) ทั้ง Compression members และ Tension members เป็นไม้แปรรูปที่มีหน้าตัดขนาดเบาและขนาดเดียวกันทั้งหมด



20. ขนาดคร่าว์คร่าวในโครงผนัง

— ผนังในโครงสร้างเสาและคานในงานไม้ขนาดเบาในประเทศไทย คร่าว์คร่าวใช้ขนาด $1\frac{1}{2}'' \times 3''$ โครงผนังในงานโครงสร้างแบบ Balloon frame และ Brace frame ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่กำเนิดโครงสร้างอาคารไม้ระบบนี้ กำหนดใช้ขนาดไม้คร่าว $2'' \times 4''$ สำหรับไม้อ่อนทั่วไปที่ผลิตเป็นไม้แปรรูป

โครงผนังมีช่องหน้าต่างได้โดยไม่เสียความแข็งแรง มีการออกแบบการยึดยัน (Bracing) ในลักษณะต่าง ๆ ได้

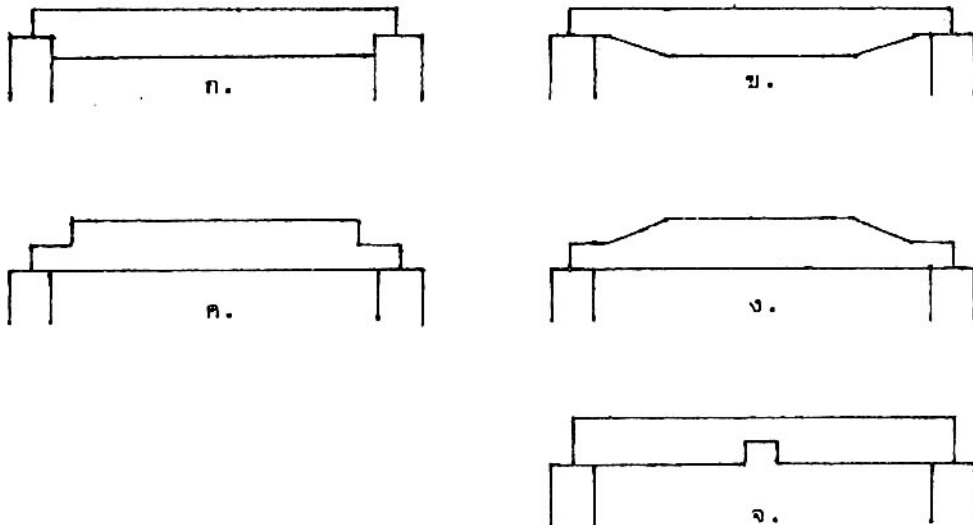
โครงผนังภายใน (Interior partition) มีฝายึดตลอดผนัง โดยเฉพาะฝายที่มีลักษณะเบาและบางควรใช้ตัวยึดประสานความแข็งแรงให้แก่โครงคร่าวด้วยคร่าว์เฉียงสลับ (Bridging) ทั้งนี้จะช่วยให้ค่าของ Slenderness ratio $\frac{L}{d}$ ของไม้คร่าว์น้อยลง

หมายเหตุ : คร่าว์ซอยตามแนวราบ ไม่ได้ทำหน้าที่รับน้ำหนัก ทำหน้าที่เป็นคร่าว์ผนังแต่อย่างเดียว มิได้แสดงในรูป

กรอบผนังที่ผลิตเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปตัวโครงเป็นไม้แปรรูปขนาดเบาจะต้องมีการบังคับฉากของกรอบผนังตามตัวอย่างทั้งนี้จะต้องพิจารณาขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและความหนาของวัสดุที่ทำฝายผนังและความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

สำหรับในประเทศไทย ผู้เขียนเคยออกแบบอาคารไม้สำเร็จรูปชั้นเดียวโดยไม้คร่าว์ขนาด $1\frac{1}{2}'' \times 3''$ ที่เป็นไม้แปรรูปตามมาตรฐานท้องตลาดในประเทศไทยได้ผลดี และได้เคยใช้ไม้ขนาด $2'' \times 2''$ เป็นคร่าว์ตั้งและนอนเป็นองค์หลักให้แก่ชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป

21. การบากที่ตัวคานไม้ (Notch Beam)



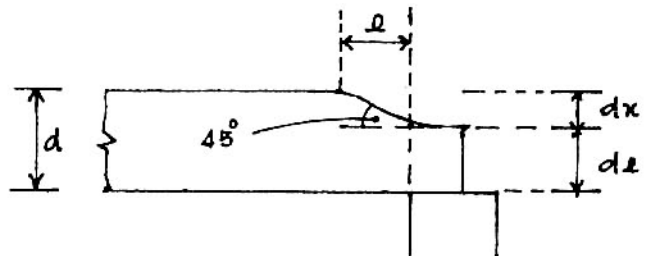
ความแข็งแรงของคานจะลดน้อยลงกว่าคานที่ไม่มีการบาก

จากการทดสอบการรับน้ำหนักของคาน

จากรูป ก. ถึง จ. สรุปได้ว่า

การบากคานหรือตงที่ Supports หรือ
ที่กลางช่วงก็ตาม ถ้าวรับน้ำหนักเฉลี่ย
(Distributed load) จะมีการเสียหาย
น้อยกว่าการรับน้ำหนักเฉพาะพื้นที่ (Concen-
trated load) ในเมื่อค่าของแรงเฉือน V เท่ากัน
ทั้งสองลักษณะของแรงกระทำ

- การบากคานที่ส่วนหลักคานตามรูป ค และ ง
จะมีการเสียหายเนื่องจาก Concentration
stress น้อยกว่าการบากที่ส่วนท้องของคาน
- คานที่บากแล้วคงมีความแข็งแรงใกล้เคียงกับคาน
ที่ไม่ได้มีการบาก ก็คือคาน ง แต่ก็ต้องมีหลัก-
เกณฑ์ของระยะของการบากตามรูป

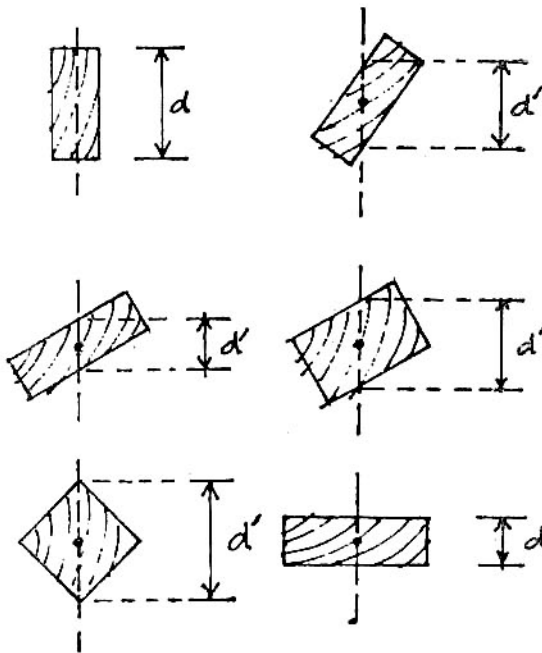


- ระยะบาก dx จะต้องไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์
ของระยะความลึกของคาน d
- คานที่บากส่วนล่างที่ปลายสองข้างในลักษณะ
ที่ค่อยๆ เปลี่ยนขนาดของหน้าตัดโดยทำมุม
กับระดับราบไม่มากกว่า 20 องศา จะช่วยลด
Concentration of stress ภายในตัวคาน
- แรงเฉือน V คัดจากความลึกสุทธิ " de "
- ความแข็งแรงในการต่อต้านแรงดัดที่กลาง
คาน (Bending strength) คัดจากความลึก

สุทธิ “de” ได้แก่ คานในรูป จ ซึ่งมีการบาก
ออกที่ส่วนล่างกลางช่วงคาน

โครงสร้างตามระนาบต่างๆ จะเกิดความเสียหาย
แก่อาคารได้

22. ความลึก d และ d' ในหน้าตัดไม้ ตามระนาบต่างๆ (Planes)



แนวศูนย์กลางความถ่วงของหน้าตัด จะกำหนด
ความลึกของหน้าตัด d และหน้าตัด d' ที่เกิดขึ้น
จากการทำมุม (ที่มีไข่มุมฉาก) ระหว่างหน้าตัด
กับแนวศูนย์กลางความถ่วง ถ้าไม่เข้าใจหน้าตัด

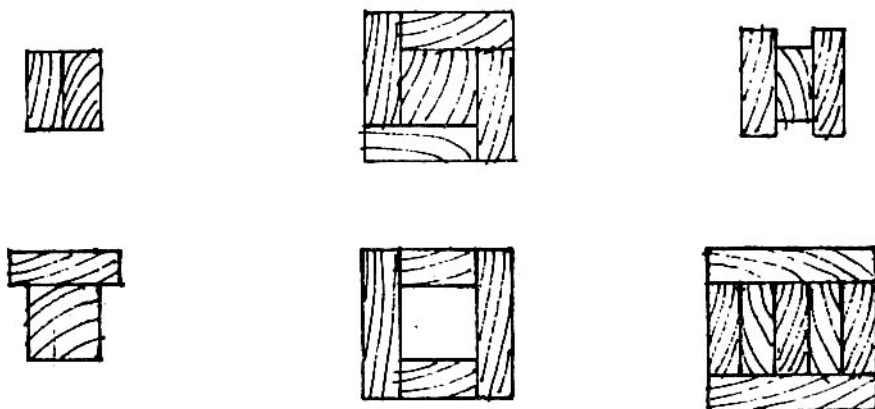
23. หน้าตัดองค์ประกอบ (Built-up Section)

ไม้แปรรูปประกอบกันเป็นเสาองค์ประกอบ
(Built-up column) และเป็นคานองค์ประกอบ
(Built-up beam) ได้

— เสาองค์ประกอบออกแบบให้เป็นหน้าตัด
ตัน (Solid) และหน้าตัดกลวง (Hollow) ได้ทั้ง
สองอย่าง

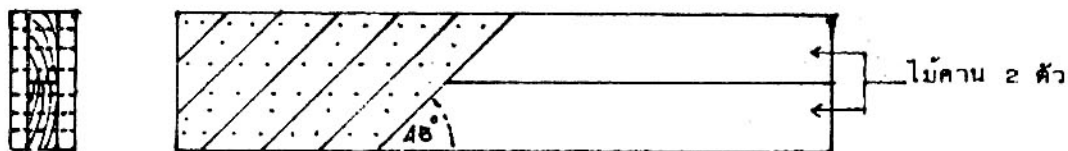
— คานองค์ประกอบออกแบบให้เป็นหน้า-
ตัดตัน (Solid) และหน้าตัดกลวง (Hollow) ได้
ทั้งสองอย่างเช่นเดียวกับเสาองค์ประกอบ

การทำคานองค์ประกอบมีจุดมุ่งหมายที่จะลด
ขนาดของหน้าตัดไม้แปรรูปให้มีขนาดเบาลงกว่า
ใช้ไม้ชิ้นเดียว

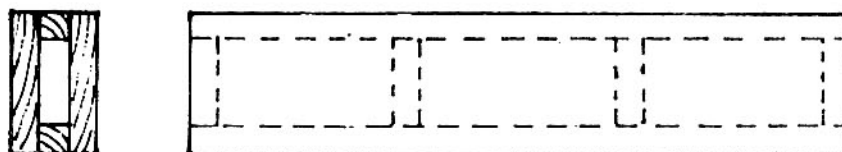


แผ่นไม้แปรรูปที่นำมาประกอบต้องมีความกว้างไม่มากกว่า 5 เท่าของความหนา

แผ่นไม้หนา 3/4" อย่างน้อยตึบะ 2 ด้าน



Solid built-up beam ใช้ไม้แปรรูปทั้งหมด



Box beam ใช้ไม้แปรรูปทั้งหมด

การยึดไม้แปรรูปหลายชิ้นเข้าด้วยกัน เป็นเสา เกลียวปล้อง เป็นการประหยัดที่สุด สำหรับและคานองค์ประกอบ ให้ยึดด้วยตะปูหรือนอต ในประเทศไทยในปัจจุบัน ถ้าจะใช้กาวยพิเศษที่

มีความยึดเหนี่ยวทางผิวสูง (High adhesive strength glue) เข้าใจว่าจะมีราคาแพงกว่ามาก เพราะเป็นวัสดุผลิตในต่างประเทศ

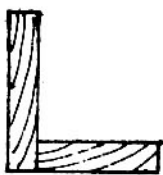
24. องค์โครงสร้างรับแรงอัด (Compression Members) ที่ประกอบด้วยไม้ 2 แผ่นขึ้นไป

ลักษณะที่ต้องหลีกเลี่ยงในการออกแบบองค์โครงสร้างรับแรงอัดประกอบด้วยไม้แผ่นบาง ซึ่งมีความหนาน้อยกว่า $\frac{1}{5}$ ของความกว้างและประกอบซึ่งกันและกัน ตามรูปแสดง ก ถึง ง เป็นการออกแบบที่ไม่เหมาะสม

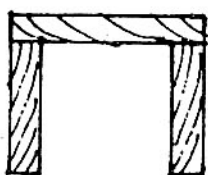
การเสียหายขององค์โครงสร้างจะเกิดขึ้นแก่ส่วนใดส่วนหนึ่งจากแรงบิดและห่อตัว (Wrinkling stress) ในแนวแกนตามความยาวของไม้ (Longitudinal axis) ประการหนึ่ง และจากแรงบิด (Torsion) ซึ่งจะเกิดแก่องค์โครงสร้างทั้งหมดอีกประการหนึ่ง เหล่านี้เป็นคุณสมบัติของการทรงตัวที่ไม่มีความแน่นอน (Elastic instability)

25. เสาเว้นช่องระหว่างกลาง (Spaced Column)

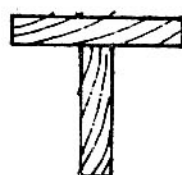
ประกอบด้วยไม้สองแผ่นเว้นช่องว่างระหว่างกลาง ประกอบกับพุกสอดกลางระหว่างไม้สองแผ่นแต่ละแผ่นต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า $\frac{1}{4}$ ของความกว้าง ทั้งสองแผ่นขนานกันโดยตลอดพุกสอดกลาง (Spacer blocks) ต้องมีความหนาอย่างน้อยเท่ากับความหนาของไม้องค์คู่ขนาน และต้องวางให้เสี้ยน (Grain) ขนานกับเสี้ยนขององค์รับแรงอัด ไม้สองแผ่นคู่ขนานทำหน้าที่รับแรงอัด การยึดระหว่างไม้สองแผ่นกับพุกสอดสำหรับงานประหยัดทั่วไป ใช้ตะปูหรือนอตสกรูยึด ถ้าเป็นงานที่ต้องการความเรียบร้อยและมีความสามารถในการรับน้ำหนักมากขึ้น ก็ต้องใช้ตัวต่อโลหะซึ่งมีหลายแบบที่ใช้กับข้อต่อไม้โดยเฉพาะ (Timber connectors) เช่น Split ring, Toothed ring, Shear plate, Claw plate เป็นต้น ซึ่งตัวต่อเหล่านี้มิได้ผลิตในประเทศไทย ถ้าจะใช้จำเป็นต้องสั่งทำเป็นพิเศษหรือสั่งเข้ามาจากต่างประเทศ จึงไม่จำเป็นที่จะใช้กับอาคารราคาประหยัดสำหรับประชาชนผู้มีรายได้น้อยและรายได้ปานกลาง



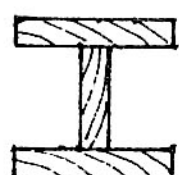
ก.



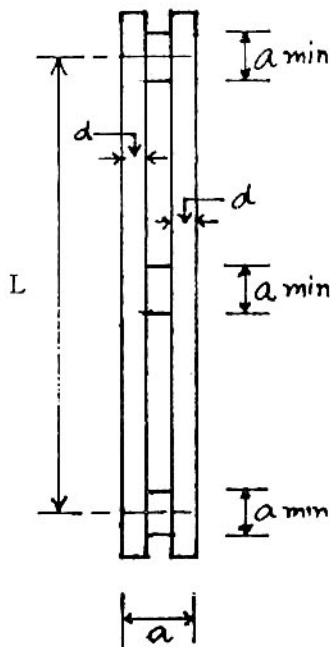
ข.



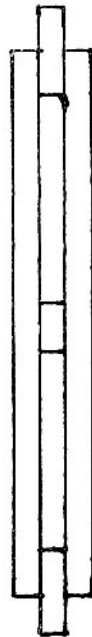
ค.



ง.



Ratio $\frac{L}{d}$ ต้องไม่มากกว่า 80



การยึด Spacer blocks ตัวที่อยู่กลางช่วง เป็นการยึดรองรับแรงอัดแต่เพียงให้อยู่ในตำแหน่งขนานกันโดยตลอด สำหรับตัวที่สอดอยู่ปลายสองข้าง เป็นตัวที่ต้องทำหน้าทีรับน้ำหนักหรือถ่ายน้ำหนักจากองค์โครงสร้างส่วนอื่นที่มีการต่อกัน จำเป็นต้องมีการออกแบบข้อต่อให้มีความมั่นคงแข็งแรงกับสภาพใช้งาน

26. โครงสร้างหลังคา

ในงานโครงสร้างไม้ขนาดเบาที่มีการออกแบบให้ประหยัดที่สุด ทำได้ 3 แบบ

จากประสบการณ์ของผู้เขียน ในการใช้จำนวน พุกสอด (spacer blocks) ให้ถือเป็นการประมาณ ในการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

สำหรับ Ratio $\frac{L}{d} = 40$ ใช้

spacer blocks 1 ตัว

Ratio $\frac{L}{d} = 60$ ใช้

spacer blocks 2 ตัว

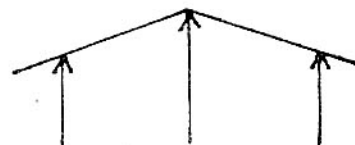
Ratio $\frac{L}{d} = 80$ ใช้

spacer blocks 3 ตัว

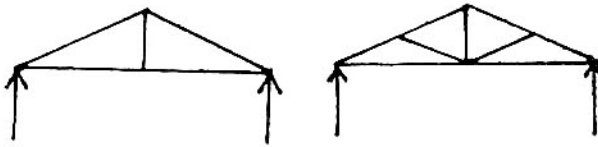
แบบ 1 เรียกแบบเพิง (Lean-to roof) จันทัน
เสมือนคานธรรมดา (Simple beam) วางบน
Two supports



แบบ 2 เรียกแบบทรงจั่ว แต่มีลักษณะเหมือน
เพิงสองเพิงมาจดกันที่เสากลางคือ วางอยู่บน
Three supports



แบบ 3 เรียกแบบโครงถักทรงจั่ว



ผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจลักษณะของการต่อที่ถูกต้อง จะต้องเป็นข้อต่อที่ปฏิบัติการต่อได้สะดวก รวดเร็วและประหยัด การออกแบบรายละเอียดข้อต่อจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในการออกแบบโครงหลังคาที่ใช้ไม้แปรรูปหน้าตัดเบา Ratio $\frac{L}{d}$ ขององค์รับแรงอัดและรับแรงดึงในโครงถักที่สร้างความสมดุลด้วยสูตรของ Statics เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาด้วย ถึงแม้ว่าจะเป็นโครงหลังคาของอาคารประเภทราคาประหยัดก็ตาม

ข้อต่อตะปู (Nail joint) และข้อต่อแอดสกรู (Bolt joint) จะเหมาะสมในการปฏิบัติในประเทศไทย โดยเฉพาะในท้องถิ่นในปัจจุบัน

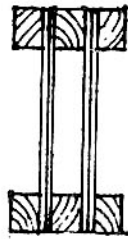
27. คานองค์ประกอบใช้ไม้แปรรูปร่วมกับไม้อัด (Wood-Plywood Beams)

ในปัจจุบันเรามีการผลิตไม้อัดทั้งไม้อัดที่ใช้กาธรรมชาติและไม้อัดกาวกันน้ำ ไม้อัดที่นำมาใช้ประกอบเป็นองค์โครงสร้าง (Structural member) ที่สำคัญควรใช้ไม้อัดกาวกันน้ำ (Marine plywood) เพื่อให้มีความคงทนต่อความเปียกชื้น

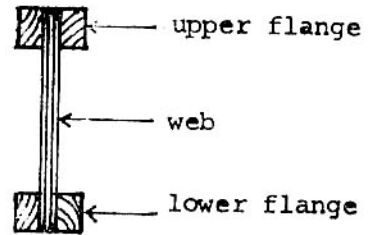
คานองค์ประกอบใช้ไม้อัดท่อน้ำทำหน้าที่เป็นแผ่นหน้าตัดตามความลึกของคาน (Web) และใช้ไม้แปรรูปทำหน้าที่เป็นส่วนของความกว้างของคาน (Flanges) ดูตามรูป



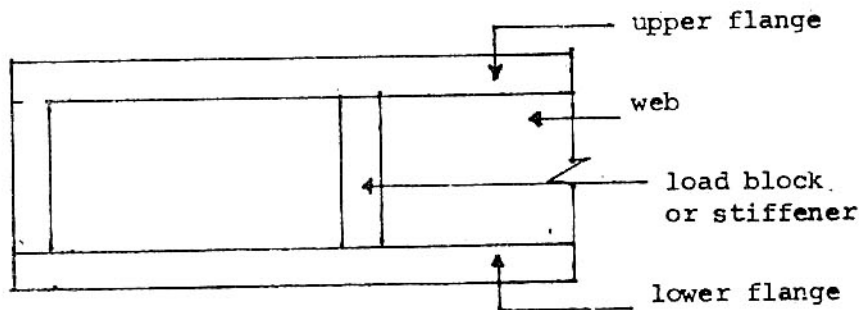
BOX BEAM



DOUBLE BEAM



I-BEAM



การออกแบบ Wood-plywood Beam or Girder คล้ายคลึงกับการออกแบบ Steel-plate Beam or Girder คือ

– ออกแบบให้ Flanges ซึ่งเป็นไม้แปรรูปต้านทาน Bending moments

– ออกแบบให้ Webs ซึ่งเป็นไม้อัดต้านทานแรงเฉือน

– ข้อต่อ (Joints) ระหว่าง Webs กับ Flanges ต้องออกแบบให้มีการถ่ายแรงต่าง ๆ จาก Webs ไปสู่ Flanges ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

– ไม้ยึดตามความลึกของ Web (Load blocks or stiffeners) จะต้องเป็น ระยะ ๆ ตลอดความยาวของคาน เพื่อทำหน้าที่ช่วยเฉลี่ยน้ำหนักประเภท Concentrated load และช่วย

เป็น Supports ทางแนวตั้งให้แก่ Webs เพราะตัว Webs plate จะมีขีดจำกัดในระยะตามแนวนอน

– การยึดระหว่าง Web กับ Flanges ตามปกติทั่วไปใช้กาวพิเศษ (High strength glue) เป็นตัวยึดทางผิวสัมผัส เนื่องจากกาวพิเศษมีราคาแพง เราอาจใช้ตะปูยึดได้ แต่ก็ควรผ่านการทดสอบก่อนนำไปใช้ และควรใช้กับช่วงไม่กว้างมาก ซึ่งใช้สำหรับช่วงห้องอาคารพักอาศัยธรรมดาทั่วไป

– การออกแบบคานลักษณะ Box หรือ I ที่มีความกว้างของ Flanges น้อยมีความลึกของ Web มาก หน้าที่ดัดจะมีลักษณะบางลึกลักษณะนี้มีคุณสมบัติต่ำในการต้านทานแรงย่น Buckling ของตัวคานในแนวด้านข้าง (Lateral direction)

— แผ่นไม้อัดที่ออกแบบให้เป็นตัว Webs Plate จะต้องให้แนวเส้นของผิวไม้อัดขนานไปตามความยาวของคาน และควรมีความหนาไม่น้อยกว่า 10 มม.

28. ไม้แปรรูปกับความชื้นสัมพัทธ์ (Moisture Content) ในการก่อสร้างอาคารพักอาศัย

ไม้แปรรูปที่มีการตากแห้งหรืออบแห้ง โดยมีค่าของความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์กำหนดของไม้ที่นำไปใช้ได้ในการก่อสร้างอาคารไม้ ก็จะไม่มีการเสียหายหรืออาจมีแต่เพียงเล็กน้อย

ในเรื่องค่าของความชื้นสัมพัทธ์ของไม้แปรรูปในประเทศหนาวและประเทศร้อนจะมีความแตกต่างกัน ผู้ที่ทำโรงงานอบไม้ควรมีการทดลองและทดสอบหาค่าของความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับตระกูลของไม้และหน้าที่ใช้สอยของไม้จึงจะได้ความถูกต้องตามสภาวะ เพราะความเสียหายของโครงสร้างไม้และองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมและการตกแต่ง (คือทั้งชั้นส่วนที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักและไม่ได้รับน้ำหนัก) จะปรากฏอยู่เสมอในงานก่อสร้างซึ่งได้แก่ตัวอย่างดังต่อไปนี้

— พื้นไม้มีการขยายตัวเพราะความชื้น แต่จะแผ่นโก่ง ระเบิดออกจนใช้ไม่ได้ต้องรื้อออกทั้งหมดเพราะไม่มีการระบายอากาศและความชื้นพอเพียง

— พื้นไม้มีการหดตัวจนเห็นช่องว่าง สำหรับพื้นที่ไม่มีปัญหาเรื่องการขยายตัวแต่มีปัญหาเรื่องการหดตัว

— พื้นไม้ถึงแม้ได้รับการอบแห้งหรือตากแห้งแล้วก็ตามก็ยังมีการยืดหดตามสภาพความชื้นในอากาศอยู่บ้าง แต่ถ้าผู้ออกแบบไม่มีความรู้และความเข้าใจในเรื่องนี้ มิได้จัดให้มีระยะว่าง (Space) ระหว่างผนังกับขอบพื้นไม้โดยรอบ เมื่อพื้นไม้มีการขยายตัวแม้แต่เพียงเล็กน้อยก็จะปรากฏให้เห็นความผิดปกติของพื้นไม้ได้ บางครั้งพื้นไม้สามารถดันให้กำแพงผนังอิฐแตกหักได้ ต้องรื้อออกบางส่วนแล้วปรับพื้นใหม่

— โครงผนังที่เป็นคร่าวไม้บรรจุด้วยการขัดตะหรือกรุตาแกรงเหล็กฉาบปูน (Lath and plaster) ปูนฉาบจะมีการแตกร้าวเนื่องจากการยืดหดตัวของไม้คร่าว

— ประตูหน้าต่างหลังจากปรับบานติดตั้งแล้ว ภายหลังจะมีอุปสรรคในการปิดเปิด เนื่องจากการขยายตัวของบาน

— กรอบบานประตูหน้าต่าง ภายหลังการติดตั้งแล้ว มีการบิดโก่งตัวได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศและความชื้น

— ไม้ที่ไม่แห้งสนิทนำไปใช้กับการต่อแบบ ข้อต่อตะปูหรือแบบเข้าเต็อย เมื่อมีการหดตัวมากจะทำให้ข้อต่อหลวม ตะปูถอนออกหรือเคลื่อนจากตำแหน่ง

– รอยต่อของไม้คว ไม้มอบ (Wood trimmer) จะห่างออกไม่สนิท เกิดความไม่เรียบร้อย ในชั้นส่วนที่ทำหน้าที่ในด้าน Architectural finish

– กลอนและรูกลอนจะเคลื่อนจากกันเมื่อบานประตูหน้าต่างมีการหดตัวมาก

เหล่านี้เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดในงานก่อสร้างอาคารไม้อยู่เสมอ ทั้งในอาคารราคาประหยัดและราคาสูง ฉะนั้นการอบไม้และการตากไม้ตามธรรมชาติสำหรับไม้แปรรูปจึงเป็นเทคนิควิทยาการ โดยเฉพาะตามสภาพอากาศและสภาวะความชื้นในแต่ละภาคท้องถิ่นของประเทศไทย มีความจำเป็นที่จะต้องทำการทดลองและค้นคว้าให้ได้หลักเกณฑ์ เพื่อการออกแบบที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเท่าที่เป็นอยู่ทุกวันนี้

29. การออกแบบอาคารประหยัดด้วยหลัก การประสานทางฟิสิกส์

ต้องวางแผนด้วยตารางฟิสิกส์แผนผัง ขนาดของหน่วยฟิสิกส์แผนผัง (Planning module) ให้พิจารณาจากขนาดของฝาผนังที่ผลิตโดยระบบอุตสาหกรรม ถ้าเป็นฝาไม้ทั่วไปที่ดีทับแนวตามแนวนอน หรือดีทับแนวตามแนวตั้ง (ดีทับสายบัว) ก็ให้พิจารณาจากขนาดของไม้ฝาและความยาวของไม้ฝา

ตารางฟิสิกส์อาจเป็นตารางฟิสิกส์ต่อเนื่องหรือตารางฟิสิกส์ไม่ต่อเนื่อง แล้วแต่ระบบโครงสร้างและระบบการก่อสร้างอาคารหน่วยฟิสิกส์แผนผังที่เหมาะสมควรใช้ขนาด 5M และ 6M ส่วนหน่วยฟิสิกส์ทางแนวตั้งคงใช้ 2M ตามปกติทั่วไป

อาคารแบบประหยัดที่ออกแบบด้วยหลักการประสานทางฟิสิกส์ ถ้าสร้างจำนวนน้อย ราคาก่อสร้างจะไม่ถูกกว่าอาคารที่สร้าง ณ ที่ทำการก่อสร้าง แต่จะถูกลงกว่าเมื่อมีการผลิตอาคารในลักษณะของระบบอุตสาหกรรม คือผลิตด้วยระบบสำเร็จรูปเป็นจำนวนมาก ๆ แต่ที่เป็นข้อได้เปรียบของวงการออกแบบในลักษณะของการประสานทางฟิสิกส์ ก็คือเป็นการจัดการสูญเสียวัสดุที่เหลือเศษทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ และสามารถควบคุมการก่อสร้างเวลาทำการก่อสร้างและราคาก่อสร้างให้เป็นไปตามระบบได้

การออกแบบอาคารที่ประสานทางฟิสิกส์ด้วยไม้แปรรูป เป็นเทคนิควิทยาการของงานก่อสร้างแบบหนึ่ง ที่ต้องศึกษาธรรมชาติของวัสดุผลิตและวิธีการก่อสร้างให้เข้าใจอย่างแท้จริง จึงจะสามารถออกแบบงานประเภทนี้ให้มีคุณค่าทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมได้

เอกสารอ้างอิง

ผลงานวิเคราะห์โครงสร้างของ เรืออู่ศักดิ์ กันตะบุตร

Wood Hand Book—U.S. Department of Agriculture