# ตอม่ออาคาร

**ศ. เรืองศักดิ์ กันตะบุตร**

ตอม่อเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของอาคารด้านโครงสร้าง รูปแบบอันเกิดจากวิธีการก่อสร้าง และการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เป็นส่วนหนึ่งที่เป็นการแสดงออกทางสถาปัตยกรรม ซึ่งจะปรากฏแก่สายตาตั้งแต่ระดับดินขึ้นมา

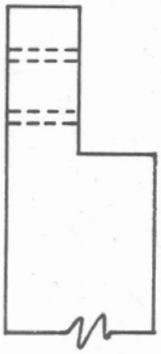
สถาปนิกและวิศวกรส่วนใหญ่จะมองไม่เห็นความสำคัญของรูปแบบและวิธีการก่อสร้างตอม่อที่เหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับรูปลักษณะของอาคาร การที่ขาดการพิจารณาในเรื่องนี้ทำให้คุณค่าของงานสถาปัตยกรรมทั่วไปตกต่ำลงไปอย่างน่าเสียดาย

เอกสารวิชาการเรื่องนี้ ผู้เรียบเรียงหวังว่าจะช่วยแนะแนวทางการออกแบบตอม่ออาคารให้แก่สถาปนิกวิศวกรผู้ออกแบบทั่วไป และนักศึกษา ให้มีความเข้าใจในความสำคัญของตอม่ออาคารได้ดียิ่งขึ้น

นับตั้งแต่คอนกรีต และคอนกรีตเสริมเหล็กได้มีบทบาทในการก่อสร้างในประเทศไทย การใช้ตอม่อคอนกรีตล้วนและคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นที่นิยมใช้กัน แทนตอม่อไม้ เนื่องจากตอม่อไม้ฝังในดินโดยมิได้มีการป้องกันการผุ ย่อมทำให้อาคารขาดคุณสมบัติในเรื่องความมั่นคงถาวรไป

ในท้องตลาดเกือบทุกจังหวัดทั่วประเทศไทย มีการผลิตตอม่อสำเร็จรูปขาย ซึ่งคุณภาพโดยทั่วไปอยู่ต่ำกว่าระดับมาตรฐาน แต่ก็ใช้กันทั่วไป กับอาคารโครงสร้างไม้ขนาดเบา

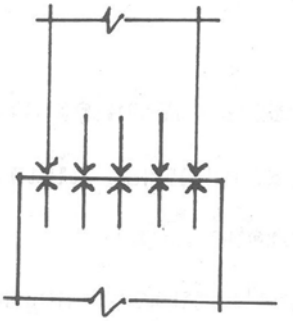
ในงานโครงสร้างไม้ที่ต้องการมาตรฐานดีขึ้น จะมีการสั่งหล่อตอม่อสำเร็จรูปเป็นพิเศษและมีการหล่อกับที่ จากการสังเกตหัวตอม่อที่เตรียมไว้ต่อเสาไม้ด้วยน็อตสกรู จะทำกันอยู่แบบเดียวเป็นส่วนมากทั่วทุกจังหวัดในประเทศไทย ดูตามรูป



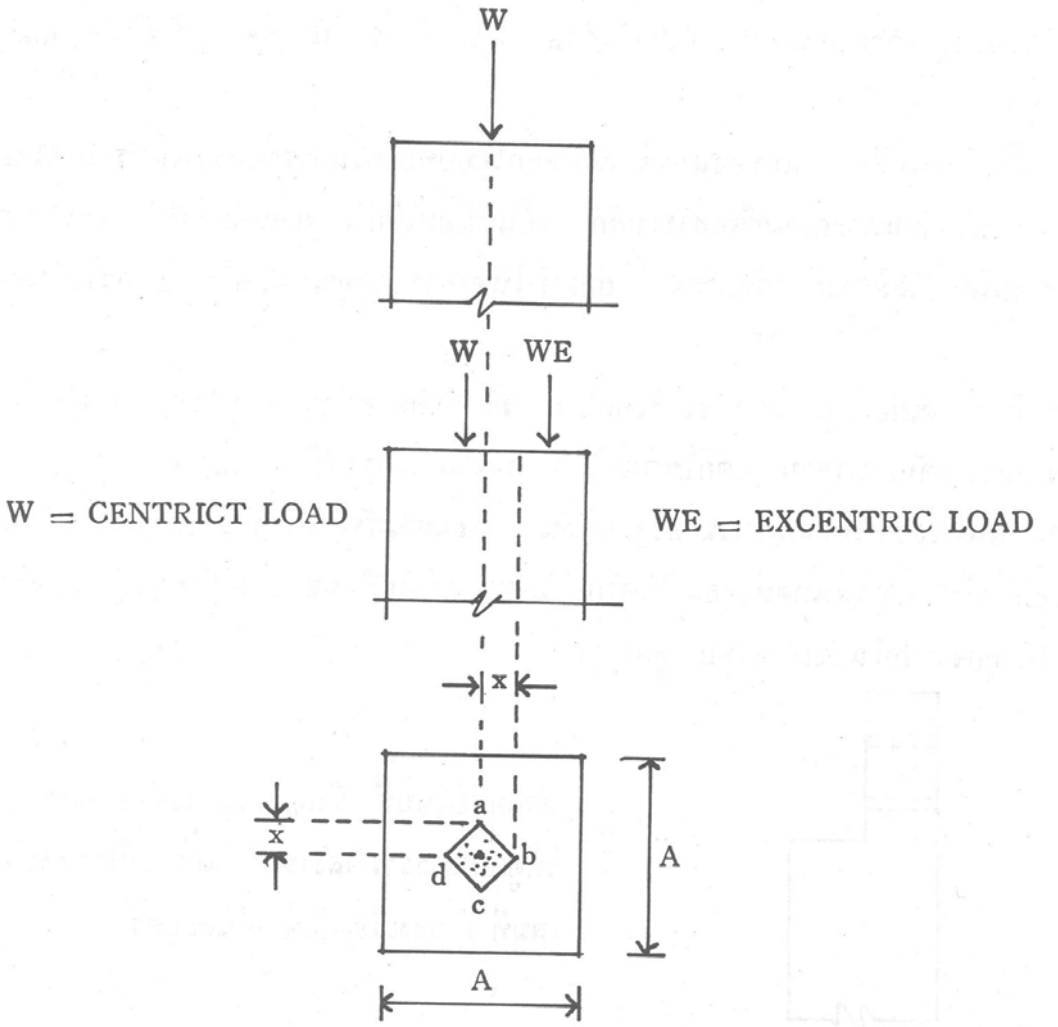
หัวตอม่อแบบนี้ มีปัญหาในการต่ออย่างไร ให้ดูเอกสารรวมผลงานการวิเคราะห์โครงสร้าง เล่มที่ 1 ของเรืองศักดิ์ กันตะบุตร

**การออกแบบตอม่ออาคาร มีหลักการที่สำคัญดังนี้ คือ**

1. การสัมผัสระหว่างชิ้นส่วนโครงสร้างที่อยู่เหนือขึ้นไปกับตอม่อ จะต้องให้สัมผัสกันเต็มเนื้อที่หน้าตัด เพื่อตอม่อจะได้สามารถทำหน้าที่รับน้ำหนักได้เต็มเนื้อที่หน้าตัด



2. การถ่ายน้ำหนักจากชิ้นส่วนโครงสร้างที่อยู่เหนือขึ้นไป จะต้องถ่ายลงสู่ตอม่อในแนวของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อตอม่อ (Centric Load)



บริเวณที่ถือว่าอยู่ในแนวแกนของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อตอม่อ ให้ดูจากรูปหน้าตัดทางราบของตอม่อถึงระยะ x ต้องไม่เกิน $\frac{A}{6}$

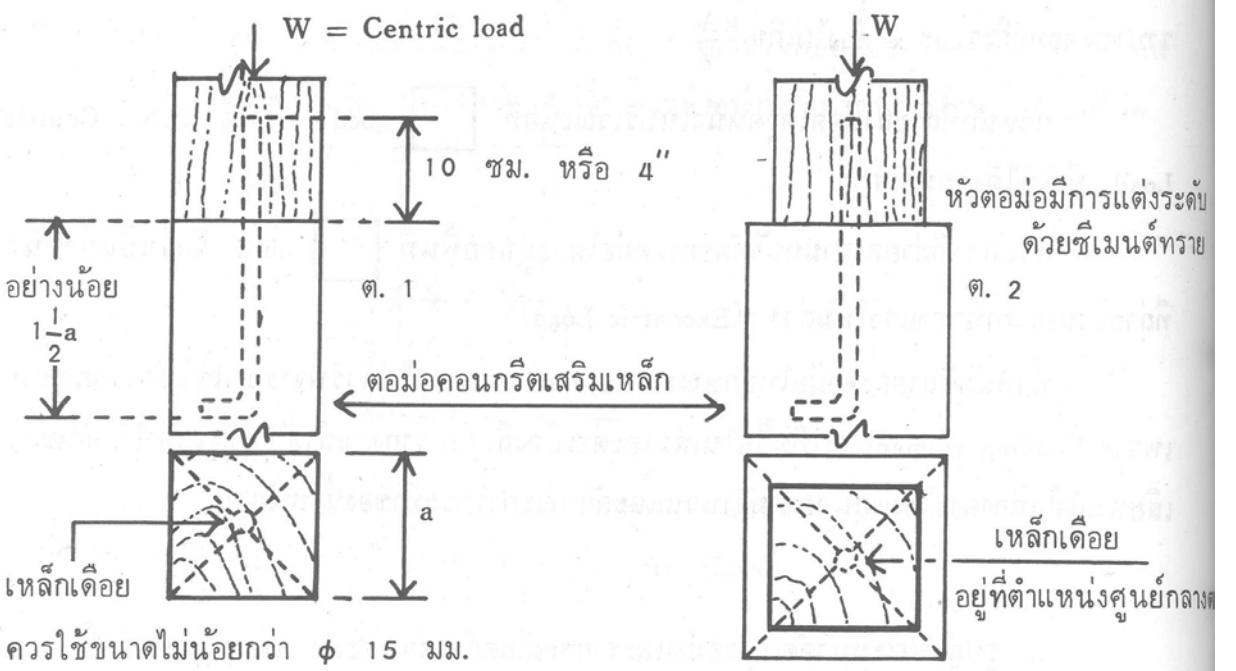
น้ำหนักที่ถ่ายลงที่จุดใดจุดหนึ่งในบริเวณเนื้อที่ $\square$ abcd ถือได้ว่าเป็น Centric Load ซึ่งใช้ได้ตามหลักการ

ส่วนแรงที่ถ่ายลงตามหน้าตัดของตอม่อโดยอยู่นอกพื้นที่ $\square$ abcd ถือว่าเป็นน้ำหนักที่ถ่ายลงนอกแกนของแรงโน้มถ่วง (Excentric Load)

น้ำหนักที่ถ่ายลงตอม่อในลักษณะ Excentric load ไม่ควรพิจารณาใช้ในการออกแบบ เพราะ Bending moment จะเกิดขึ้นในเสาและต่อเนื่องถึงฐานรากตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายให้แก่อาคารได้มากน้อยตามจำนวนและลักษณะการกระทำของน้ำหนัก

3. รูปลักษณะหน้าตัดเสาตอม่อและรายละเอียดการต่อ จะต้องพิจารณาเสาหรือชิ้นส่วนโครงสร้างที่จะนำมาต่อกับเสาตอม่อให้มีความสัมพันธ์ต่อกันในรูปลักษณะ (FORM) สัดส่วน (PROPORTION) มาตราส่วน (SCALE) และความเหมาะสมที่จะได้รับอันนำมาซึ่งความงามของรอยต่อ (Beauty of Connection Joint) การพิจารณาดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญที่สุดในการแสดงออกทางสถาปัตยกรรม (Architectural Expression)

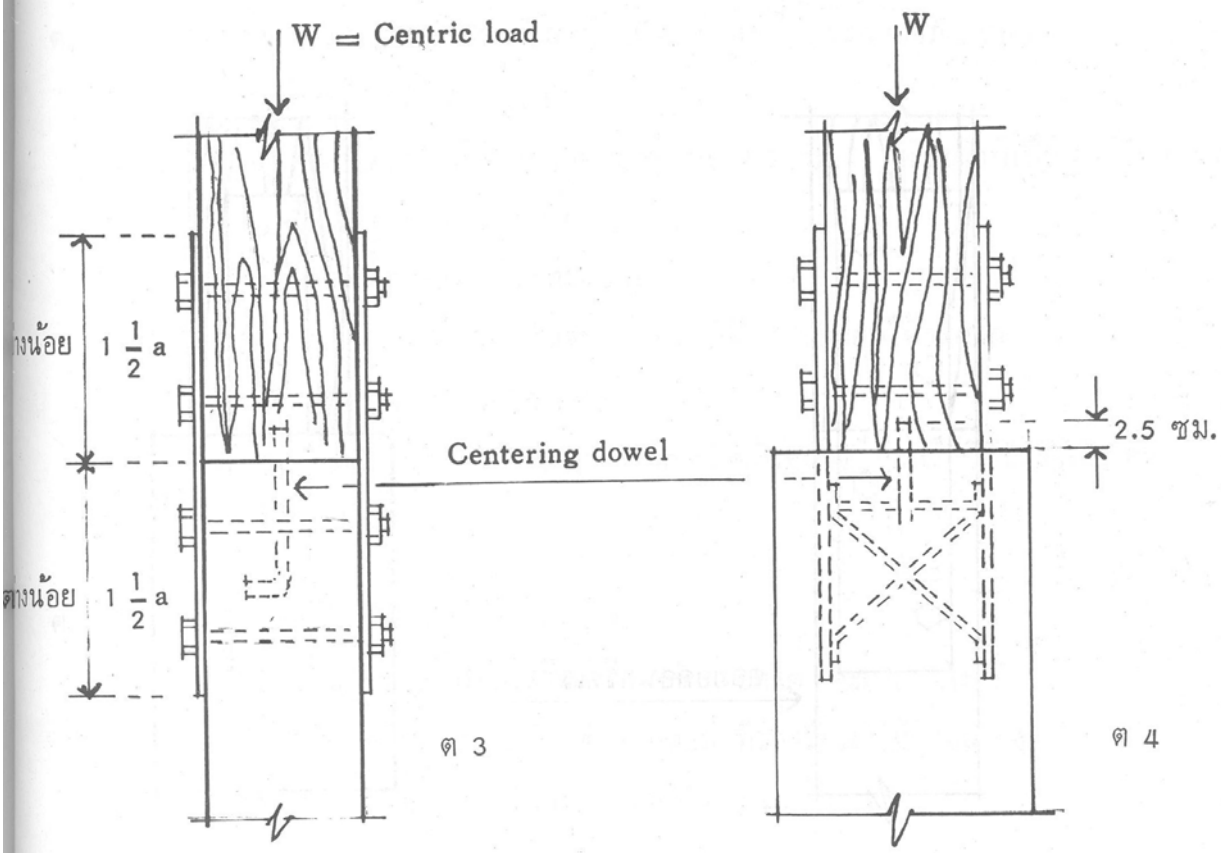
4. ตอม่อลักษณะต่าง ๆ และการวิเคราะห์




วิเคราะห์.....

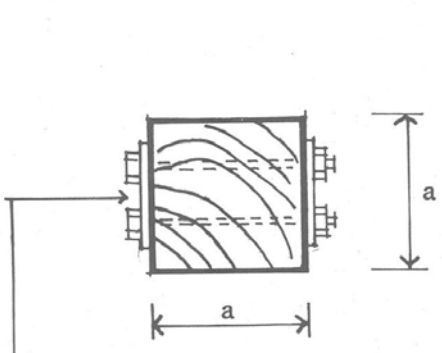
ต. 1
- มีการต่อแบบเดือยเหล็ก (Steel dowel) ระหว่างเสาไม้กับตอม่อ ค.ส.ล.
- รับน้ำหนัก Centric load
- ความรู้สึกในความมั่นคงไม่ดี ถ้าเป็นตอม่อรองรับเสาไม้โดยลำพัง ไม่มีการยึดยันเสริมที่ตีนเสาไม้
- น้ำฝนซึมเข้าที่รอบต่อได้ ทำให้ตีนเสาไม้ผุเร็ว และเหล็กเดือยเป็นสนิมง่าย

ต. 2
- มีการต่อแบบเดือยเหล็ก (Steel dowel) ระหว่างเสาไม้กับตอม่อ ค.ส.ล.
- รับน้ำหนัก Centric load
- ความรู้สึกด้านความมั่นคงดี สำหรับตอม่อที่รองรับเสาไม้โดยลำพัง
- น้ำฝนซึมเข้าที่รอยต่อได้ มากกว่า ต 1 เพราะมีส่วนเนื้อที่ที่ตอม่อซึ่งมีลักษณะเป็นบ่าโดยรอบเสาไม้
- ตอม่อที่มีขนาดใหญ่กว่าเสาไม้ที่ต่อ ย่อมมีการทรงตัวดี

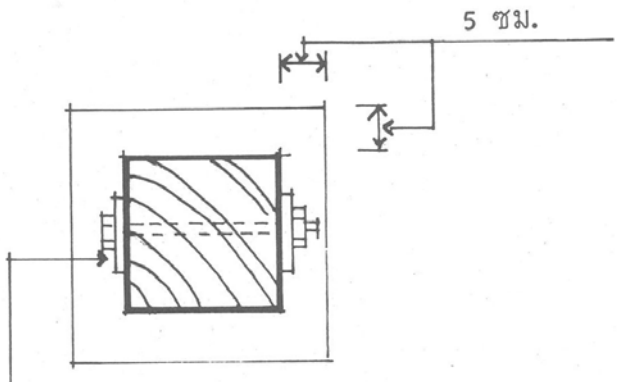



ต 3

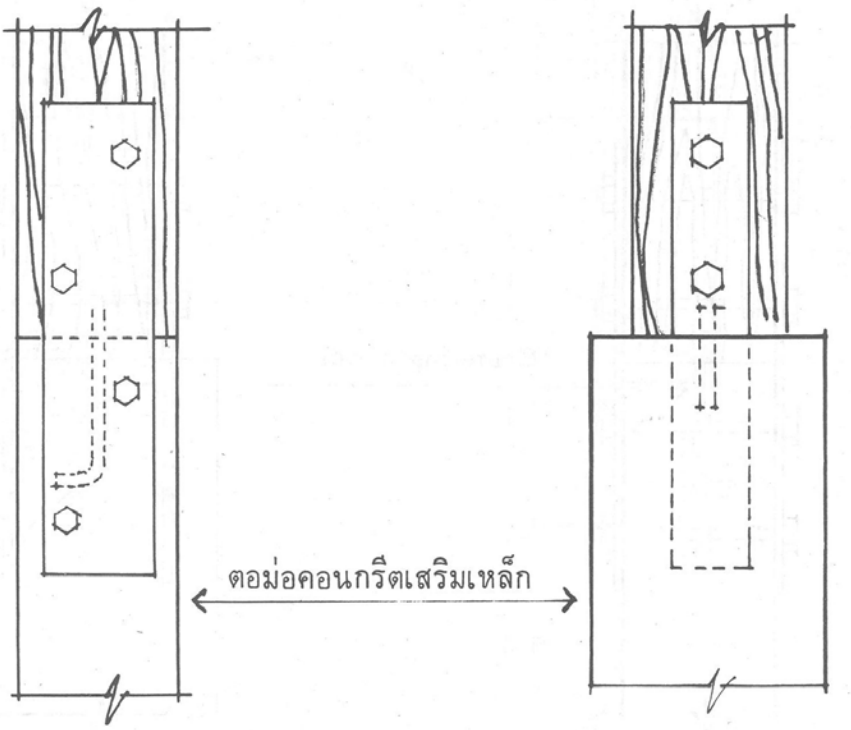
ต 4




แผ่นเหล็ก หนา 9–12 มม.
กว้าง 10 ซม.




แผ่นเหล็กหนา 9 มม. กว้าง 7.5 ซม.
อย่างน้อยหนา 6 มม.

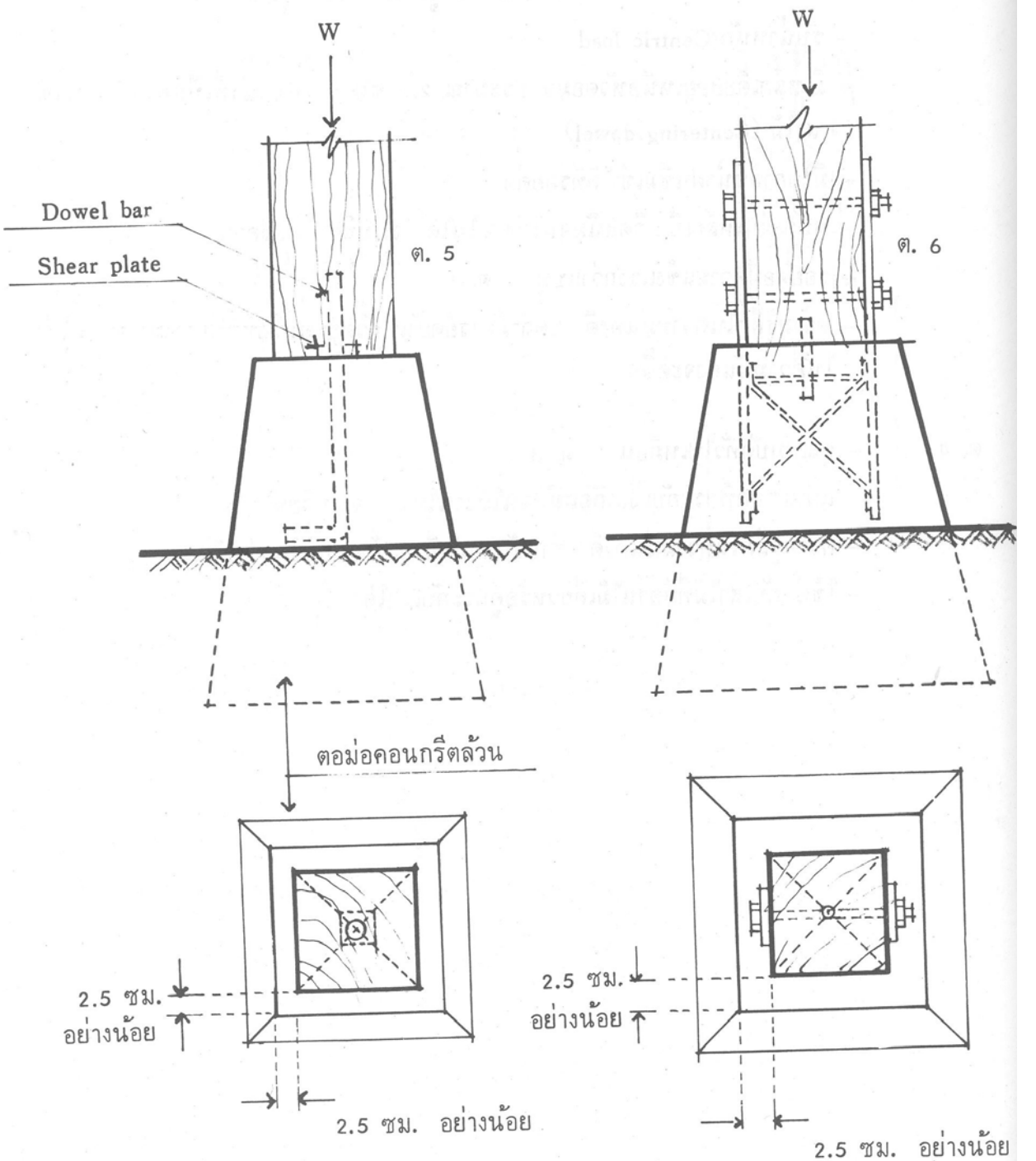


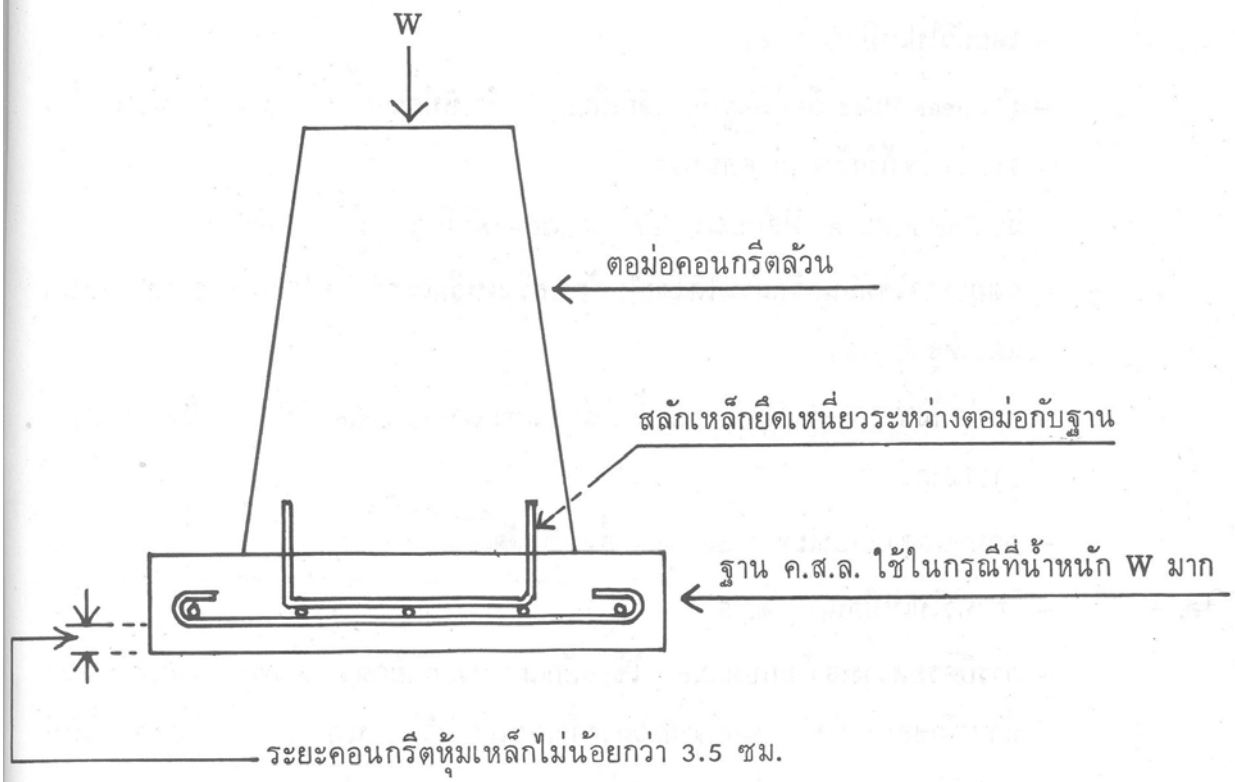

น๊อตสกรูควรใช้ขนาด $\phi \frac{1}{2}''$ หรือ $\phi$ 12 มม.

วิเคราะห์.....

ต. 3
- มีการต่อด้วยเหล็กประกับยึดด้วยน๊อตสกรูเหล็กประกับอยู่ภายนอก
- รับน้ำหนัก Centric load
- มีเหล็กเดือยอยู่เหนือหัวตอม่อ ประมาณ 2.5 ซม. ทำหน้าที่เป็นศูนย์ในการตั้งเสาไม้ (Centering dowel)
- มีโอกาสที่น้ำฝนซึมเข้าได้ที่รอยต่อ
- หลังแผ่นเหล็กเมื่อเกิดสนิมจนใช้งานไม่ได้ จะเปลี่ยนได้สะดวก
- รอยต่อมีความแข็งแรงกว่าแบบ ต. 1
- ความรู้สึกในความมั่นคงดี แต่ถ้ามีการยึดยันที่หัวตอม่อหรือที่ตีนเสาไม้ ความรู้สึกในความมั่นคงจะดีขึ้น

ต. 4
- คุณสมบัติทั่วไปเหมือน ต. 3
- แผ่นเหล็กที่ประกับเมื่อเกิดสนิมจนใช้งานไม่ได้ จะเปลี่ยนไม่ได้
- ความรู้สึกในความมั่นคงดี สำหรับตอม่อที่รองรับเสาไม้โดยลำพัง
- ใช้ต่อกับเสาไม้ที่มีคานไม้เดี่ยวหรือคู่ประกับเสาได้


W
Dowel bar
Shear plate
ต. 5
W
ต. 6
ตอม่อคอนกรีตล้วน
2.5 ซม.
อย่างน้อย
2.5 ซม. อย่างน้อย
2.5 ซม.
อย่างน้อย
2.5 ซม. อย่างน้อย




*หมายเหตุ* ฐานใต้ตอม่ออาจใช้ฐานคอนกรีตล้วนก็ได้ โดยเพิ่มความหนาของฐานให้หนากว่าความหนาของฐาน ค.ส.ล. (ในขนาดเนื้อที่ฐานเท่ากัน)

วิเคราะห์.....

ต. 5 – โดยทั่วไปเหมือน ต. 2

– มี Shear Plate ยึดติดอยู่กับเหล็กเดือย ทำให้มีความสามารถรับแรงเฉือนสูงขึ้น ระหว่างเสาไม้กับตอม่อคอนกรีต

ถ้า Shear Plate มีลักษณะ □ จะช่วยบังคับมิให้เสาไม้หมุนตัวได้

– ตอม่ออาจใช้คอนกรีตล้วนได้โดยไม่ต้องเสริมเหล็กเพราะมีความสามารถรับน้ำหนักและได้สูงอยู่แล้ว

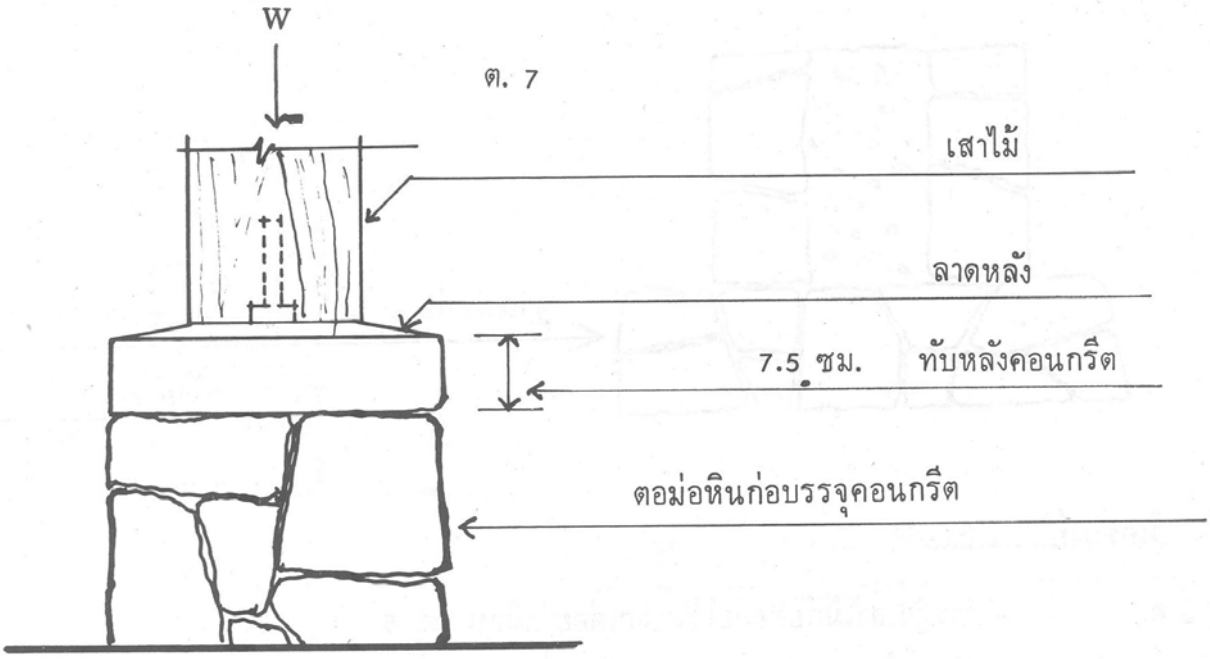
– ตอม่อที่มีลักษณะรูปลีมอย่างนี้ น้ำหนักตัวเอง (Dead Load) ให้ความมั่นคงแข็งแรงถาวรมาก

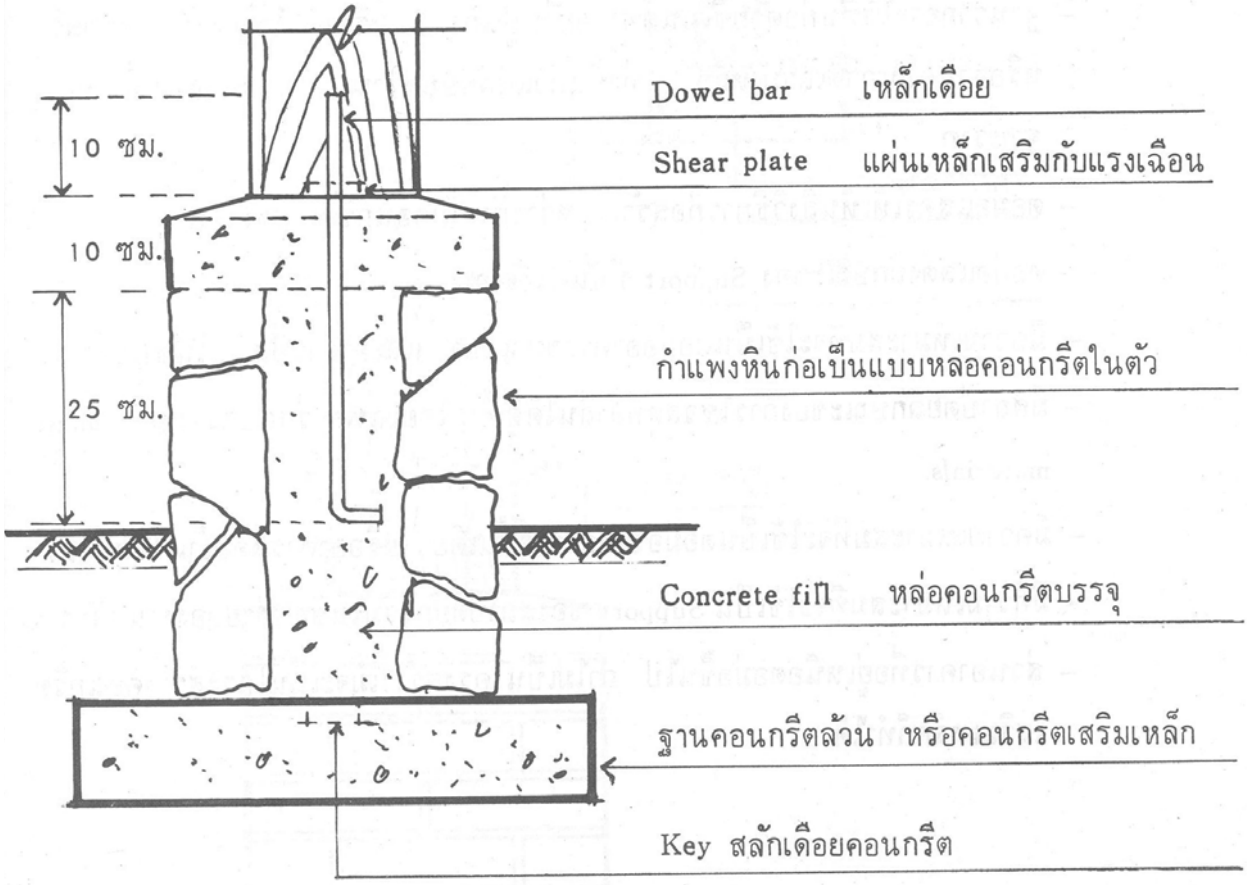
– ตอม่อแสดงลักษณะของ Support ที่มั่นคงชัดเจน

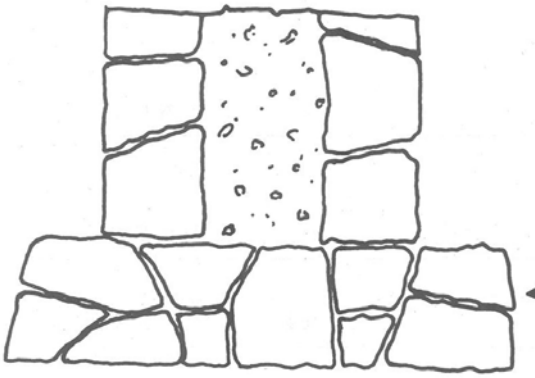
ต. 6 – โดยทั่วไปเหมือน ต. 5

– การยึดระหว่างเสาไม้กับตอม่อ ใช้เหล็กแผ่นประกับยึดด้วยน๊อตสกรูอย่างแน่นหนา น้ำหนักของตอม่อ นอกจากจะถ่วงตัวเองแล้วยังใช้ถ่วงโครงสร้างเหนือตอม่อให้มีความมั่นคงต่อแรงกระทำภายนอกด้วย

– ตอม่อแสดงลักษณะของ Support ที่มั่นคงชัดเจน


W
ต. 7
เสาไม้
ลาดหลัง
7.5 ซม. ทับหลังคอนกรีต
ตอม่อหินก่อบรรจุคอนกรีต


10 ซม.
10 ซม.
25 ซม.
Dowel bar เหล็กเดือย
Shear plate แผ่นเหล็กเสริมกับแรงเฉือน
กำแพงหินก่อเป็นแบบหล่อคอนกรีตในตัว
Concrete fill หล่อคอนกรีตบรรจุ
ฐานคอนกรีตล้วน หรือคอนกรีตเสริมเหล็ก
Key สลักเดือยคอนกรีต



ฐานหินก่อ รอยต่อใช้ซีเมนต์ทรายเป็นปูนก่อ หนาอย่างน้อย 20 ซม.

วิเคราะห์.....

ต. 7 – การต่อเสาไม้กับตอม่อใช้เหล็กเดือยเหมือน ต. 5

– ลักษณะตอม่อเป็นการหล่อกับที่ โดยใช้หินก่อเป็นแบบ ไม่ต้องใช้ไม้แบบหรือแผ่นเหล็กเป็นแบบในการหล่อตอม่อ

– ฐานรากอาจใช้หินก่อด้วยซีเมนต์ทรายเป็นปูนก่อ หรืออาจใช้ฐานคอนกรีตล้วน หรือฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งนี้แล้วแต่ลักษณะงาน และน้ำหนักที่ถ่ายลงสู่ฐานราก

– ตอม่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการก่อสร้างระหว่างหินกับคอนกรีตโดยชัดเจน

– ตอม่อแสดงลักษณะของ Support ที่มั่นคงชัดเจน

– มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตอม่ออาคารขนาดเบา และอาคารที่สร้างในชนบท

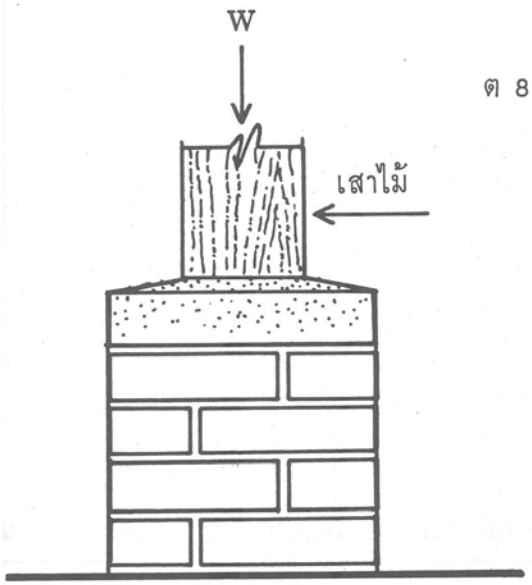
– มีสถาบัตยลักษณะของการใช้วัสดุท้องถิ่นได้ดี โดยเฉพาะวัสดุประเภท Organic materials.

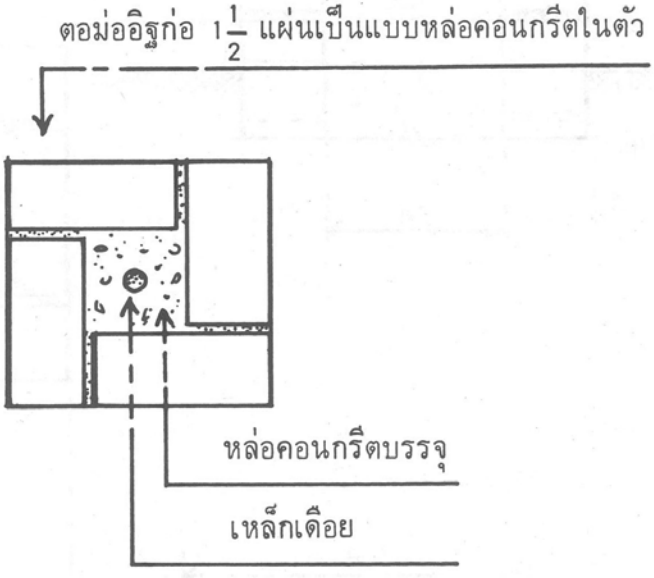
– มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตอม่อของอาคารชั้นเดียว หรืออาคารสองชั้น ใต้ถุนโล่ง

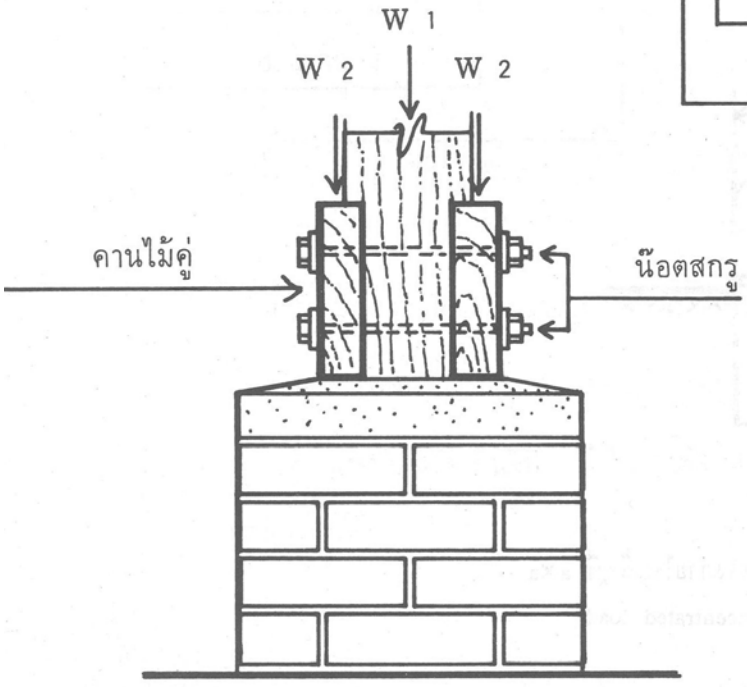
– มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็น Support ของสถาบัตยกรรมในขอบข่ายของงานกสิกรรม

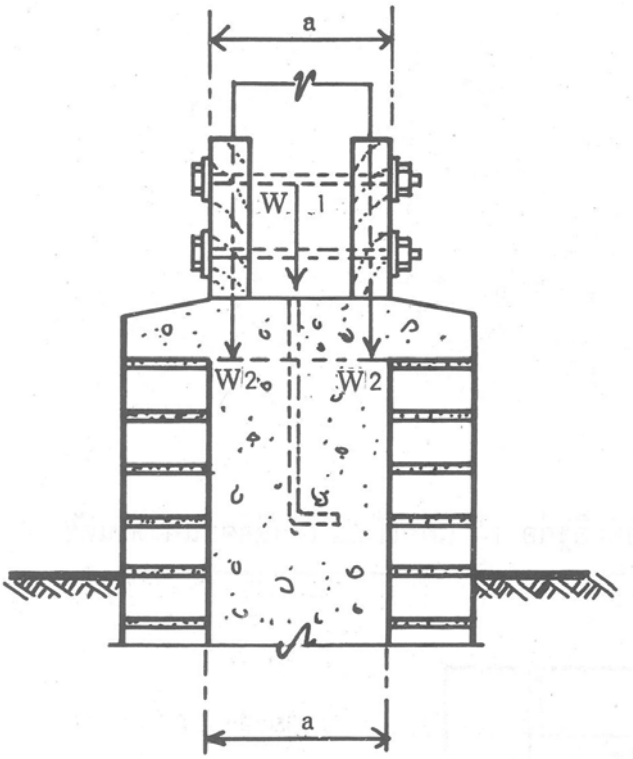
– ส่วนอาคารที่อยู่เหนือตอม่อขึ้นไป ถ้าไม่เป็นโครงสร้างไม้จะเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กก็ทำได้

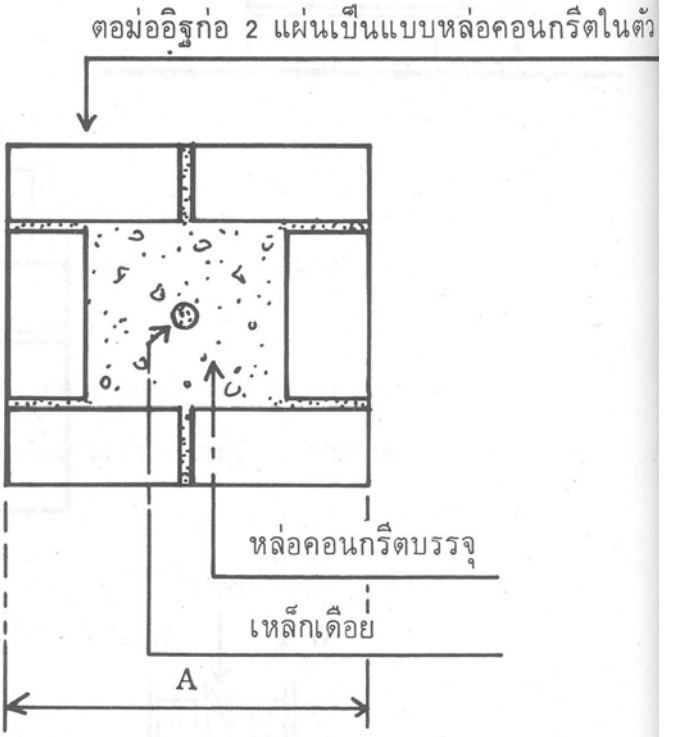
ต 8

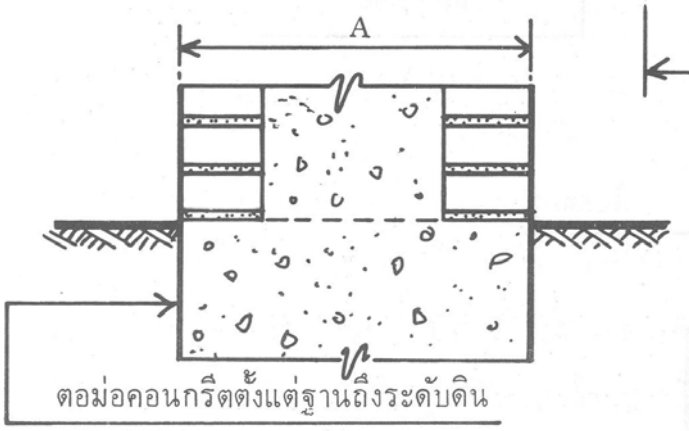

W
เสาไม้


ตอม่ออิฐก่อ $1\frac{1}{2}$ แผ่นเป็นแบบหล่อคอนกรีตในตัว
หล่อคอนกรีตบรรจุ
เหล็กเดือย


W 1
W 2
W 2
คานไม้คู่
น๊อตสกรู




*หมายเหตุ* น้ำหนัก W 2 ควรถ่ายลงภายในเนื้อที่ a×a
เพราะ W 2 เป็น Concentrated load

วิเคราะห์.....

ต. 8 – การต่อเสาไม้กับตอม่อใช้เหล็กเดือย

– ลักษณะตอม่อเป็นตอม่อหล่อกับที่โดยใช้อิฐก่อเป็นแบบในตัว แล้วเทคอนกรีตล้อมบรรจุ

– ขนาดของตอม่ออิฐก่ออย่างน้อยต้องกว้าง $1\frac{1}{2}$ แผ่นอิฐสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนับน้ำหนักอาคารขนาดเบาได้เป็นอย่างดี

– ถ้าที่หลังตอม่อมีคานไม้เดี่ยวหรือคู่ซึ่งทำหน้าที่รับตงและพื้นไม้ประกับเสา จะเห็นได้ว่ามีน้ำหนักประเภท Concentrated load เพิ่มขึ้นอีก ควรขยายขนาดของตอม่ออิฐก่อให้มีความกว้าง 2 แผ่นอิฐ คอนกรีตที่บรรจุภายในจะเป็นคอนกรีตล้วนหรือคอนกรีตเสริมเหล็กก็ได้ทั้งนี้แล้วแต่ความจำเป็นในการรับน้ำหนักการขยายตอม่ออิฐก่อนี้ ดูที่รูปตัดจะเห็นได้ว่าน้ำหนัก W 1 และ W 2 จะถ่ายลงตามส่วนที่เป็นคอนกรีตโดยตรง เป็นการเลี่ยงปัญหาที่อิฐก่ออาจแตกร้าวเนื่องจาก Concentrated load–W 2 ได้

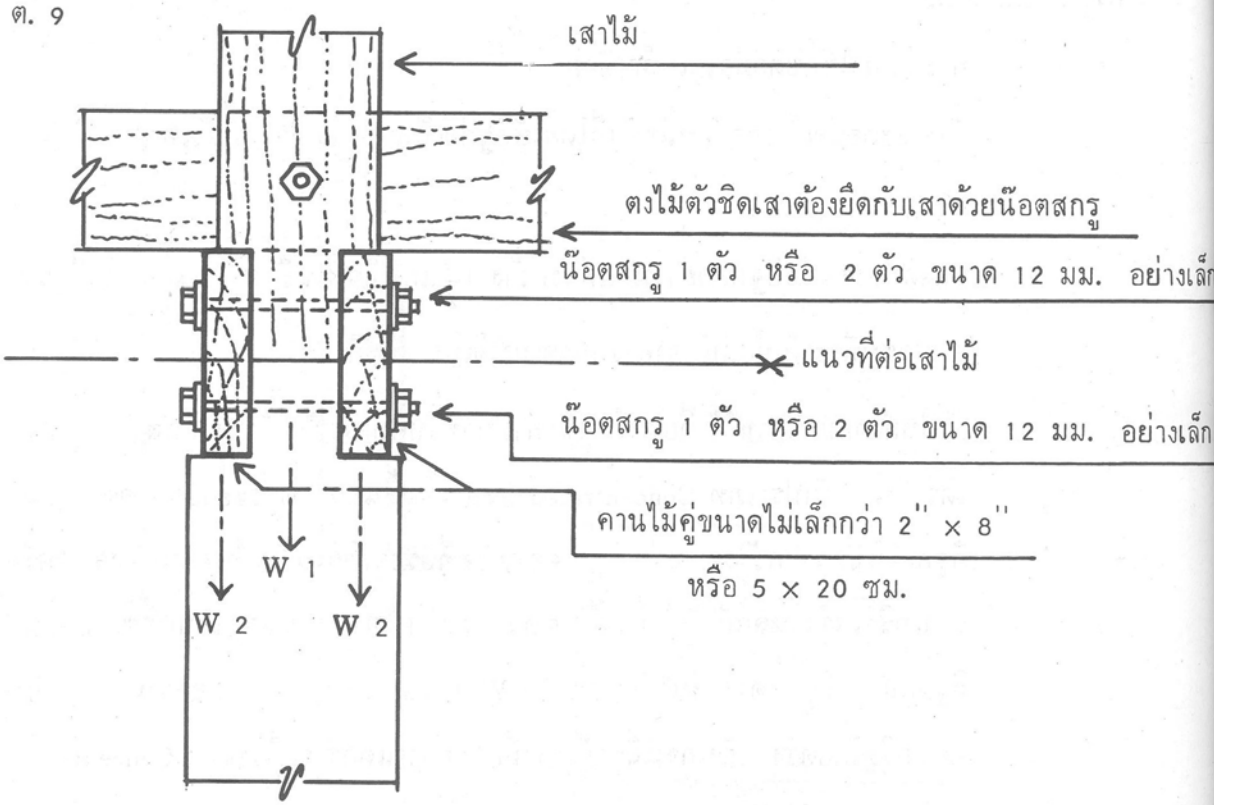
– อิฐที่ใช้ก่อเป็นตอม่อควรเป็นอิฐที่มีคุณภาพดี เหมาะกับสภาพงาน ถ้าใช้อิฐสามัญ (อิฐมอญ) ก่อขึ้นมาจากใต้ระดับดิน อิฐและปูนก่อจะมีการสึกกร่อนได้เนื่องจากความชื้น เราอาจใช้อิฐมาตรฐานเช่น อิฐ บ.ป.ก. ก่อได้ตลอดหรือถ้าจะใช้อิฐ บ.ป.ก. ก่อเฉพาะส่วนใต้ระดับดิน หรือเทคอนกรีตตอม่อเต็มขึ้นมาถึงระดับดินแล้วจึงก่ออิฐตอม่อก็ได้

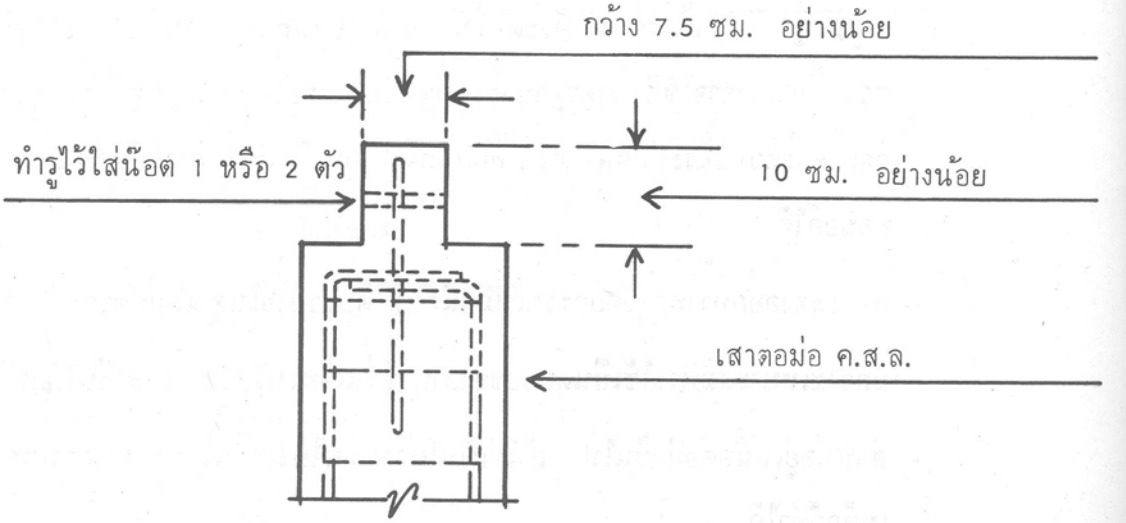
– การแสดงออกทางสถาปัตยกรรมเหมือนกับที่ได้บรรยายในคุณสมบัติของ ต. 7

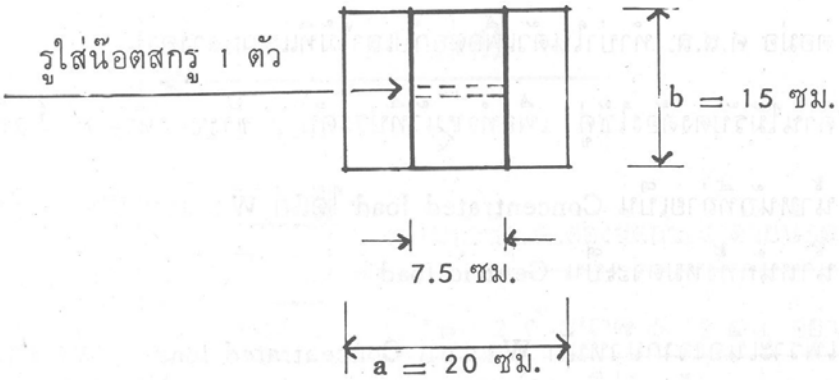
– มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตอม่อของอาคารชั้นเดียวหรืออาคารสองชั้นใต้ถุนโล่ง

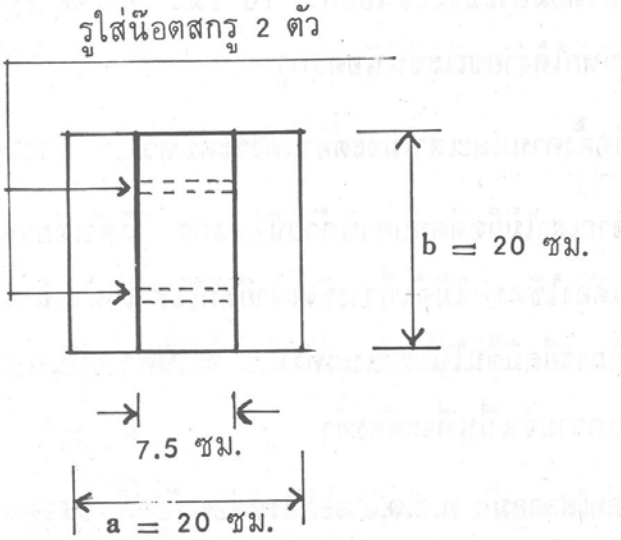
– ส่วนที่อยู่เหนือตอม่อขึ้นไป ถ้าไม่เป็นโครงสร้างไม้จะเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กก็ทำได้

ต. 9


เสาไม้
ตงไม้ตัวชิดเสาต้องยึดกับเสาด้วยน๊อตสกรู
น๊อตสกรู 1 ตัว หรือ 2 ตัว ขนาด 12 มม. อย่างเล็
แนวที่ต่อเสาไม้
น๊อตสกรู 1 ตัว หรือ 2 ตัว ขนาด 12 มม. อย่างเล็
คานไม้คู่ขนาดไม่เล็กกว่า 2'' × 8''
หรือ 5 × 20 ซม.
W 1
W 2
W 2


กว้าง 7.5 ซม. อย่างน้อย
ทำรูไว้ใส่น๊อต 1 หรือ 2 ตัว
10 ซม. อย่างน้อย
เสาตอม่อ ค.ส.ล.




*หมายเหตุ* การเจาะรูใส่น๊อตสกรูที่หัวตอม่อ ค.ส.ล. ขึ้นอยู่กับความกว้างของเสาตอม่อ ถ้าระยะ b ของหน้าตัดเสาแคบ ควรเจาะรูใส่น๊อตสกรูเพียง 1 ตัว มิฉะนั้น หัวตอม่อจะแตกหักได้ ระหว่างทำการขันน๊อตสกรู

วิเคราะห์.....

ต. 9 – ตอม่อ ค.ส.ล. ทำบ่าในตัวเพื่อต่อกับเสาไม้ที่แนวกลางคาน

– คานไม้รับตงต้องใช้คู่ เพื่อทำหน้าที่ประดับ 2 ข้างของหัวตอม่อและตีนเสาไม้

– น้ำหนักที่ถ่ายเป็น Concentrated load ได้แก่ W1 และ W2 ซึ่งเมื่อรวมกับและน้ำหนักทั้งหมดจะเป็น Centric load

– เพราะเนื่องจากน้ำหนัก W2 เป็น Concentrated load ถ่ายลงตามแนวศูนย์กลางความถ่วงของคาน เนื้อที่คอนกรีตของหัวตอม่อที่ทำหน้าที่รับน้ำหนัก W 2 จะต้องมีเนื้อที่พอที่จะไม่ให้ขอบหัวตอม่อแตกฉีกได้ เพราะแรงเฉือน

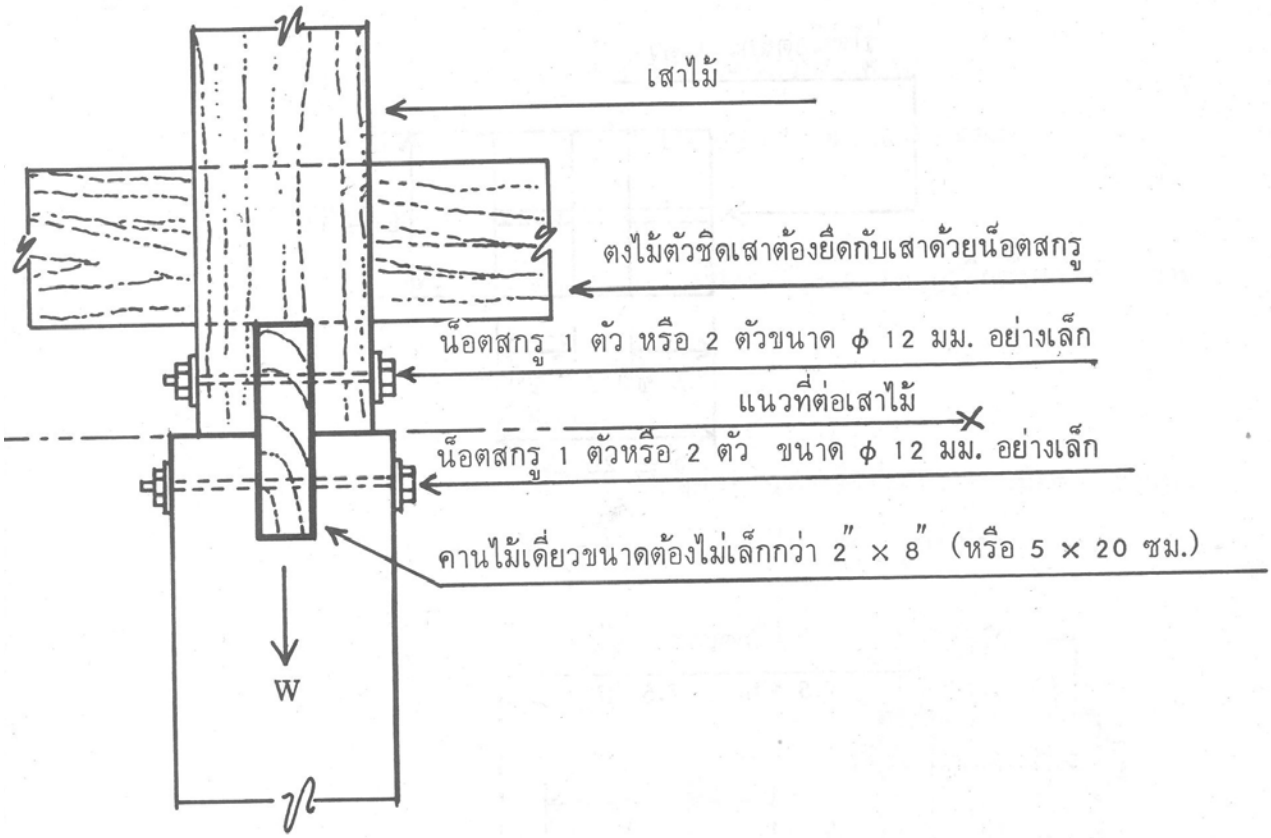
– เสาตอม่อแบบนี้ใช้กับคานไม้ที่มีความลึกไม่น้อยกว่า 8" หรือ 20 ซม. มิฉะนั้นระยะหัวตอม่อจะมีระยะน้อยกว่า 10 ซม. ทำให้การต่อกับเสาไม้ไม่แข็งแรง และจะแตกหักได้ง่ายขณะขันน๊อตสกรู

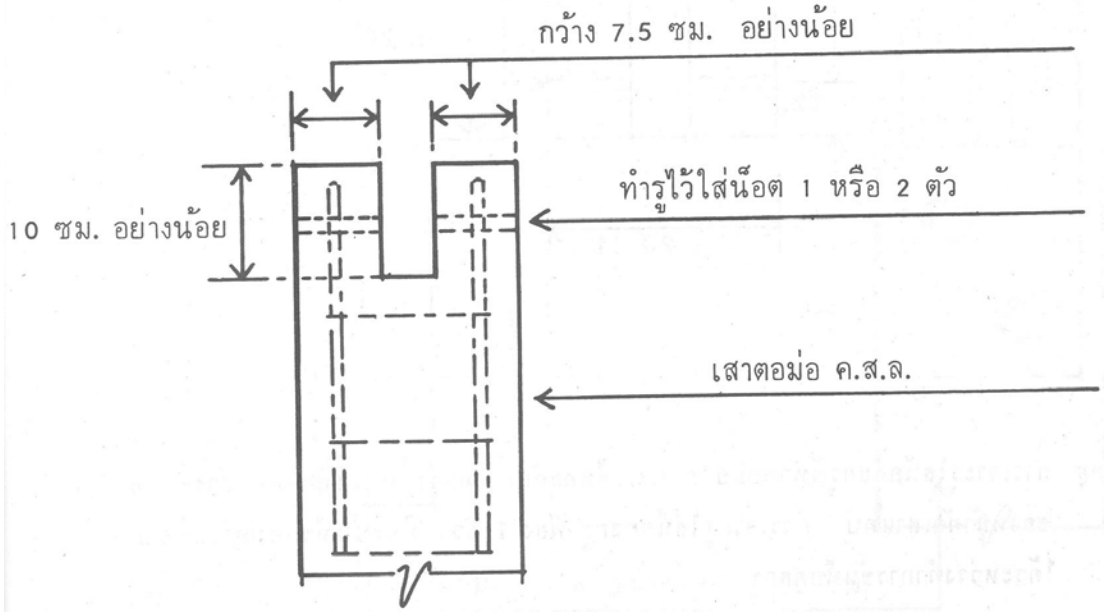
– ก่อนติดตั้งคานและเสาไม้จะต้องแต่งระดับหัวเสา ตรวจสอบให้เรียบร้อย

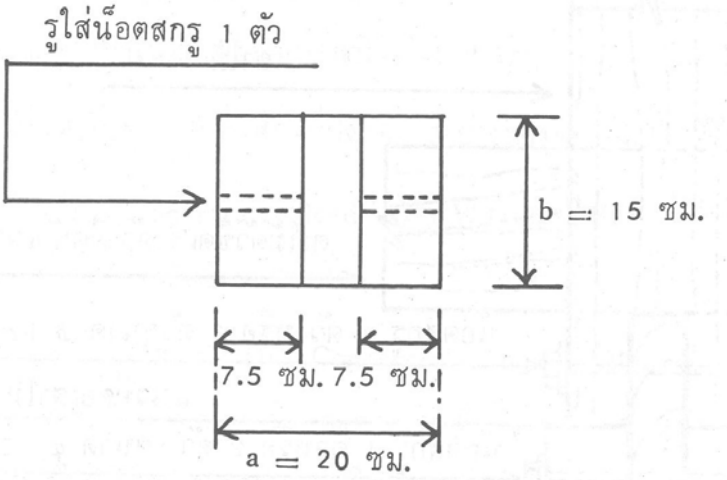
– เนื่องจากเสาไม้ยึดติดกับคานด้วยน๊อตสกรู ได้ตัวเดียวหรือ 2 ตัว ในแนวเดียวจึงจำเป็นต้องใช้ตง ไม้ตัวที่วางชิดเสายึดกับเสาไม้ด้วยน๊อตสกรูด้วยอีกตัวหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อให้การยึดมีขึ้นใน 2 แนวทาง จะให้ความมั่นคงแข็งแรงในการต่อเสามากขึ้น ซึ่งเป็นความจำเป็นที่จะต้องทำ

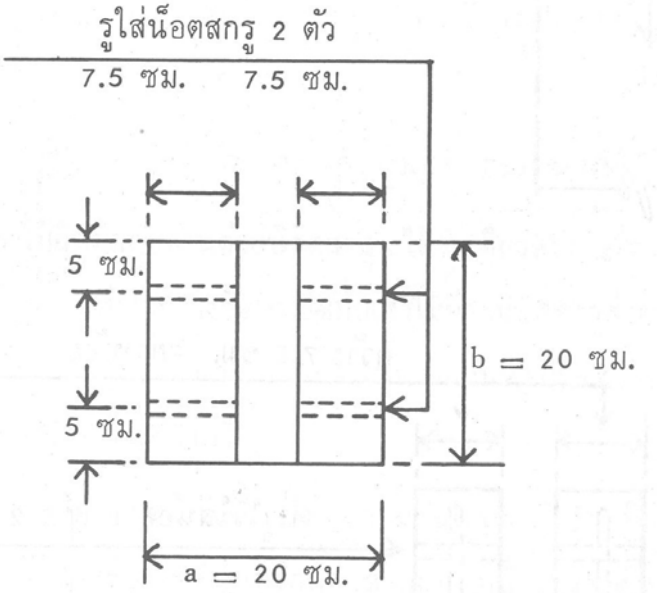
– การหล่อเสาตอม่อ ค.ส.ล. จะต้องหล่อพร้อมกันตลอดหัวเสา หินผสมคอนครีตควรใช้หินเบอร์ 1 สำหรับผสมคอนกรีตหล่อหัวเสาแบบนี้ เพราะส่วนหัวตอม่อที่เตรียมไว้ให้ต่อมีความกว้างเพียง 7.5 ซม. ถ้าใช้หินเบอร์ 2 ผสม จะมีโอกาสเป็นโพรงได้ง่าย

– การต่อแบบนี้ใช้ได้กับอาคารพักอาศัย 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น ถ้าเป็นอาคารสาธารณะ เช่น อาคารเรียนไม่เหมาะ เพราะหัวตอม่อจะต้องรับแรงสั่นสะเทือนจากการใช้สอยอยู่ตลอดเวลา จะมีโอกาสแตกร้าวได้ง่าย ไม่ถาวร ดังที่เห็นหลักฐานความเสียหายอยู่ทั่วไป


เสาไม้
ตงไม้ตัวชิดเสาต้องยึดกับเสาด้วยน็อตสกรู
น็อตสกรู 1 ตัว หรือ 2 ตัวขนาด ϕ 12 มม. อย่างเล็ก
แนวที่ต่อเสาไม้
น็อตสกรู 1 ตัวหรือ 2 ตัว ขนาด ϕ 12 มม. อย่างเล็ก
คานไม้เดี่ยวขนาดต้องไม่เล็กกว่า 2" × 8" (หรือ 5 × 20 ซม.)
W


กว้าง 7.5 ซม. อย่างน้อย
ทำรูไว้ใส่น็อต 1 หรือ 2 ตัว
10 ซม. อย่างน้อย
เสาตอม่อ ค.ส.ล.




*หมายเหตุ* การเจาะรูใส่น็อตสกรูที่หัวตอม่อ ค.ส.ล. ขึ้นอยู่กับความกว้างของเสาตอม่อ ถ้าระยะ b ของหน้าตัดเสาแคบ ควรเจาะรูใส่น็อตสกรูเพียง 1 ตัว มิฉะนั้นหัวตอม่อจะแตกหักได้ระหว่างทำการขันน็อตสกรู

วิเคราะห์.....

ต. 10 – ตอม่อ ค.ส.ล. ทำบ่าในตัว เพื่อต่อกับเสาไม้ที่แนวกลางคาน

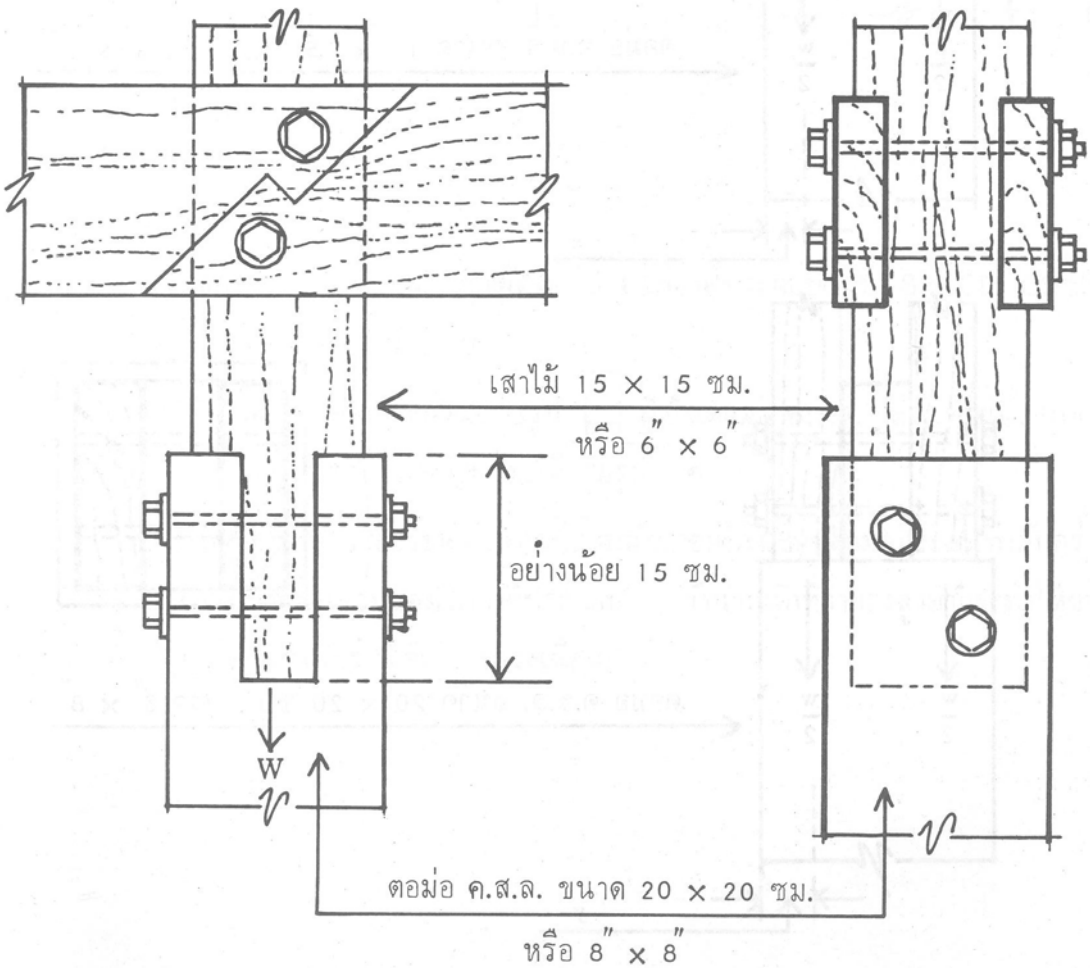
– คานไม้รับตงเป็นคานเดี่ยว เป็นตัวถ่ายน้ำหนัก W จากเสาลงรูตอม่อ

– น้ำหนัก W เป็น **Concentrated load**

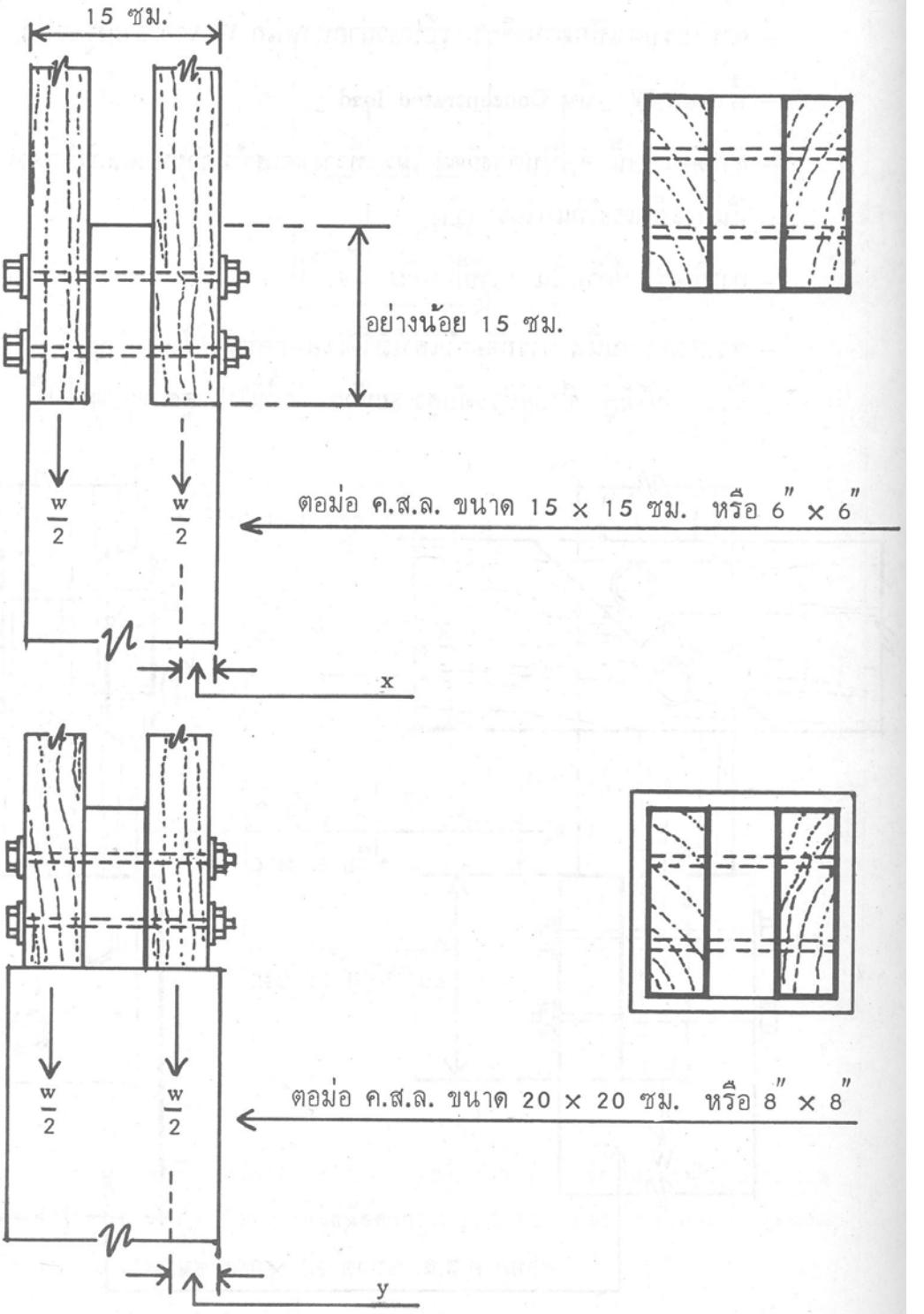
– การต่อแบบนี้ จำเป็นต้องยึดตงไม้ตัวที่วางชิดเสาไม้ด้วยน็อตสกรูอีกตัวหนึ่งเพิ่มความมั่นคงแข็งแรงให้แก่โครงสร้าง

– การวิเคราะห์ด้านอื่น ๆ เหมือนกับ ต. 9

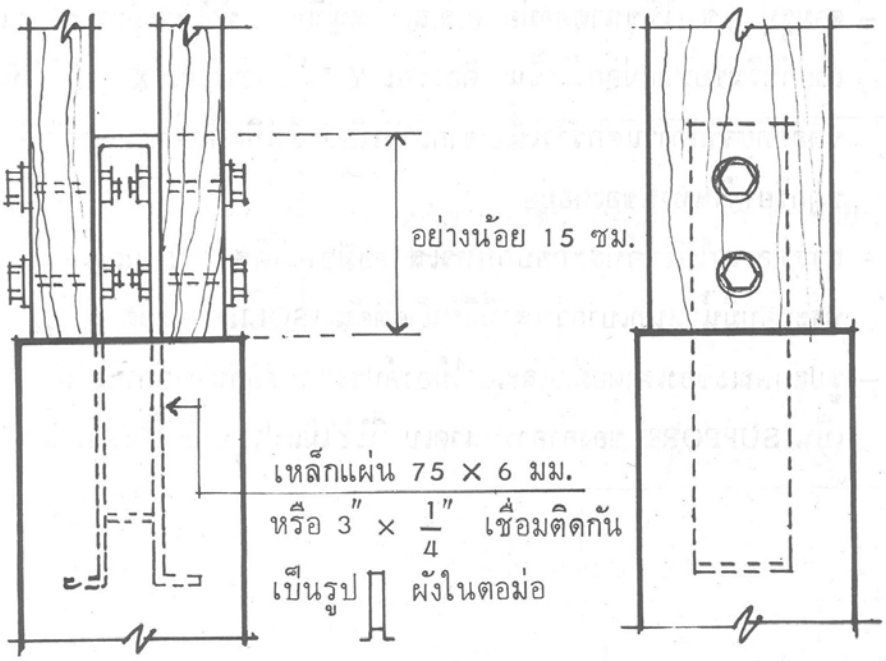
– หัวตอม่อแบบนี้สามารถต่อกับเสาไม้ได้เลย–ก่อนที่จะติดตั้งคาน เมื่อต่อเสร็จแล้วจึงใส่คานไม้คู่ ซึ่งอยู่ที่ระดับสูงเลยหัวตอม่อขึ้นไป ดูตามรูปต่อไปนี้



ต. 11 SPACE COLUMN



ค




วิเคราะห์.....

ต. 11 – หล่อหัวตอม่อ ค.ส.ล. เพื่อยึดจับกับเสาไม้องค์ประกอบแบบ SPACE COLUMN ตามรูป ก และ ข

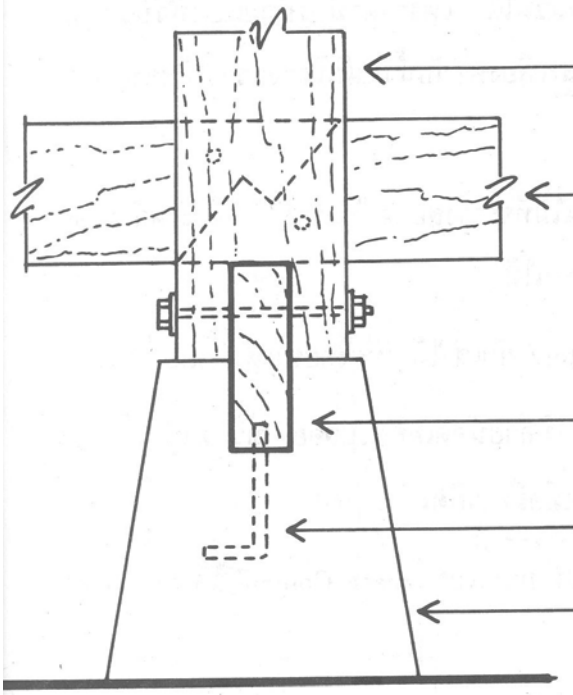
– ใช้เหล็กแผ่นอัดหรือเชื่อมเป็นรูป ผังในตอม่อ ค.ส.ล. ส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตทำหน้าที่ยึดเสาไม้องค์ประกอบได้ตามรูป ค

– ตามรูป ก ระยะระหว่างแนวที่น้ำหนักถ่ายกับริมขอบตอม่อมีระยะเท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดชิ้นส่วนของเสาองค์ประกอบ ถ้าน้ำหนักที่ถ่ายลงสูงมากจะทำให้ขอบริมของตอม่อแตกร้าวได้เพราะแรงเฉือน

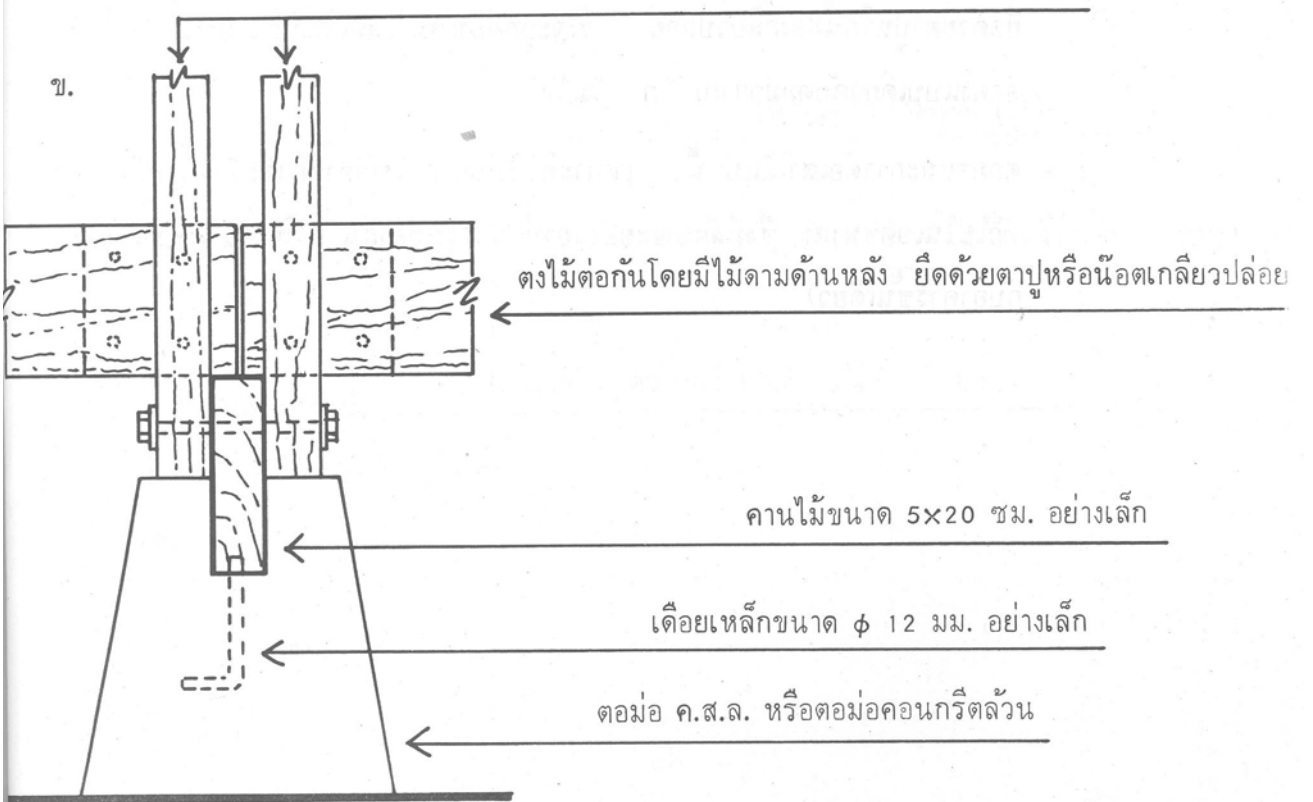
- ตามรูป ข ใช้ขนาดตอม่อ ค.ส.ล. ใหญ่ขึ้น ทำให้ระยะระหว่างแนวที่น้ำหนักถ่ายกับริมขอบตอม่อกว้างขึ้น คือระยะ Y กว้างกว่าระยะ X จะทำให้ตอม่อมีความปลอดภัยจากการแตกร้าวเนื่องจากแรงเฉือนซึ่งเกิดขึ้นจากน้ำหนักที่ถ่ายลงกับแรงปฏิกริยาต้านทานของตอม่อ
- การต่อเสาไม้องค์ประกอบกับหัวเสาตอม่อทำได้สะดวกรวดเร็ว เพราะเสาองค์ประกอบมีน้ำหนักเบากว่าเสาที่มีหน้าตัดตัน (SOLID) ตลอด
- รูปลักษณะของเสาตอม่อและเสาไม้องค์ประกอบต่อกันในลักษณะนี้ เหมาะที่จะใช้เป็น SUPPORT ของอาคารขนาดเบาที่ใช้ไม้แปรรูปเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างทั้งหมด

ต 12

ก.


เสาไม้
ตงไม้ตัวที่ชิดกับเสาไม้ยึดติดกับเสาด้วยน๊อตเกลียวปล่อย
คานไม้ขนาด 5×20 ซ.ม. อย่างเล็ก
เดือยเหล็กขนาด ϕ 12 มม. อย่างเล็ก
ตอม่อ ค.ส.ล. หรือ คอนกรีตล้วน

ข.


เสาไม้องค์ประกอบ (Space column)
ตงไม้ต่อกันโดยมีไม้ดามด้านหลัง ยึดด้วยตาปูหรือน๊อตเกลียวปล่อย
คานไม้ขนาด 5×20 ซม. อย่างเล็ก
เดือยเหล็กขนาด ϕ 12 มม. อย่างเล็ก
ตอม่อ ค.ส.ล. หรือตอม่อคอนกรีตล้วน

วิเคราะห์.....

ต. 12 – ตอม่อ ค.ส.ล. หรือใช้ตอม่อคอนกรีตล้วนได้ เพราะตอม่อรูปลิ่มแบบนี้รับแรงกดหรืออัด ( Compressive stress ) ได้สูงเพียงพอกับน้ำหนักโครงสร้างไม้ของอาคารพักอาศัยทั่วไป

– ที่หัวตอม่อทำเป็นร่องขนาดเดียวกับคานไม้ที่จะวางสอดอยู่ในร่อง ซึ่งมีเหล็กเดือย (Dowel bar) ฝังอยู่ เพื่อเป็นสลักยึดคานไม้

– คานไม้จะทำหน้าที่เป็นตัวต่อ (Connector) กับเสาไม้ ที่ตั้งอยู่บนหัวตอม่อ

– ตงไม้ตัวที่ชิดกับเสาไม้ให้มีการยึดกับเสาไม้ด้วยน๊อตเกลียวปล่อย หรือตาปู 4" จะทำให้โครงสร้างไม้มีความแข็งแรงขึ้น เมื่อมีการยึดใน 2 ทาง

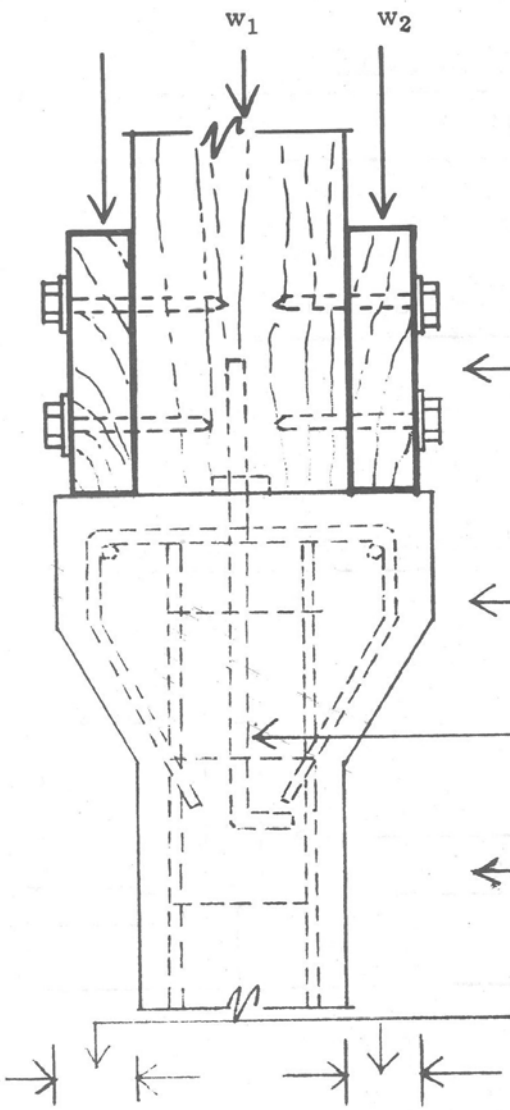
– เสาไม้ที่ต่อจากตอม่อ อาจเป็นเสาองค์ประกอบแบบ Space Column ได้ ตามแบบ ข

– การต่อตงของแบบ ข ต้องต่อชน แล้วมีแผ่นไม้กว้างเท่าตงดามข้างหลัง แล้วยึดด้วยตาปูหรือน๊อตเกลียวปล่อย จึงจะถูกต้องเหมาะสมและมีความงาม ซึ่งจะต่อตงแบบเดียวกับตอม่อแบบ ก ไม่ได้

– ตอม่อและการต่อเสาไม้แบบนี้ เหมาะที่ใช้กับอาคารพักอาศัยและอาคารกสิกรรมทั่วไปในเขตชนบท ซึ่งมีลักษณะของสถาปัตยกรรมท้องถิ่น (โดยเฉพาะเหมาะสมกับอาคารชั้นเดียว)

ต. 13

ก.




คานคู่ยึดกับเสาด้วยน๊อตเกลียวปล่อย

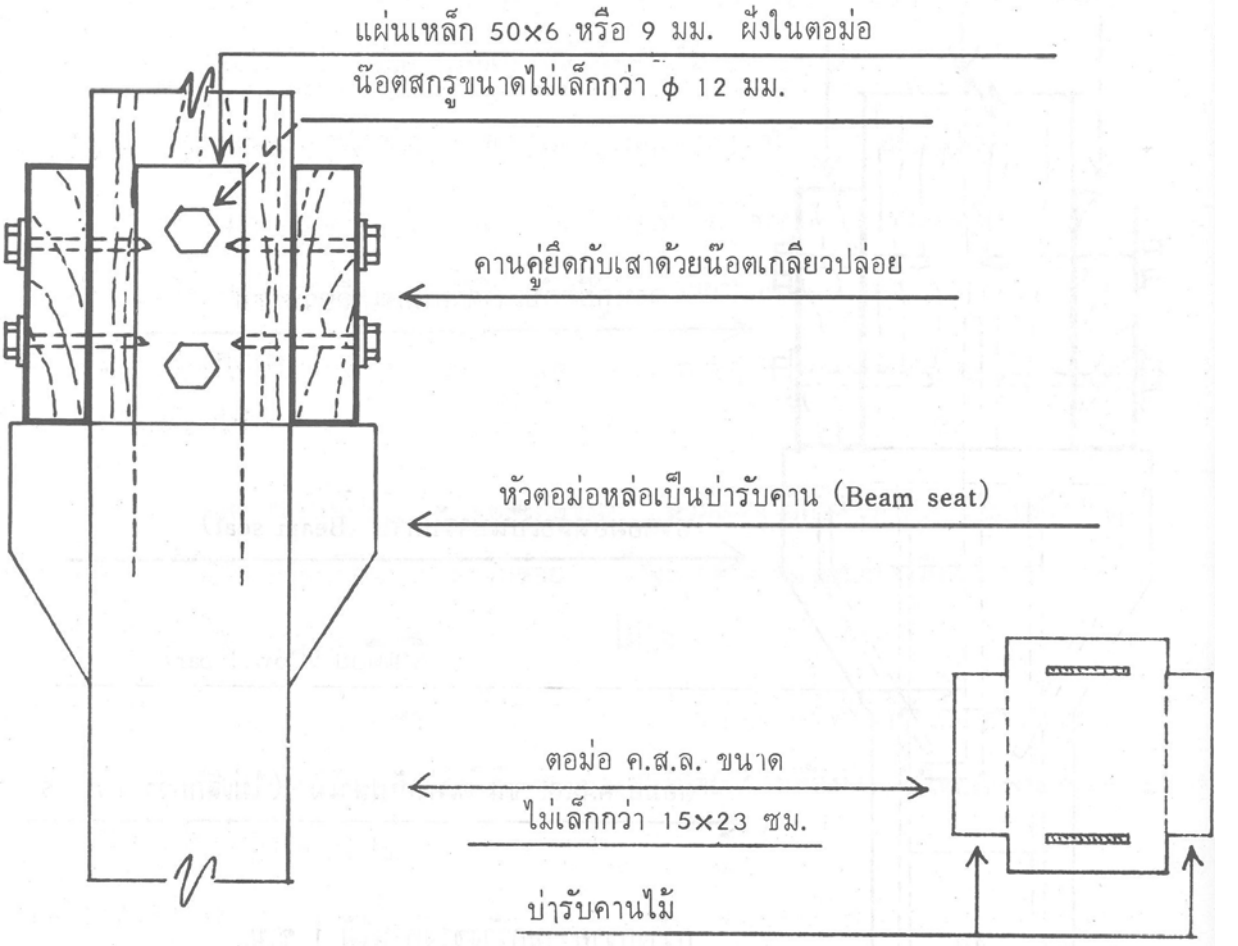
หัวตอม่อหล่อเป็นบ่ารับคาน (Beam seat)

เหล็กเดือย (Dowel bar)

ตอม่อ ค.ส.ล. ขนาดเท่ากับเสาไม้ (ไม่เล็กกว่า 15×15 ซม.)

กว้างกว่าความกว้างของคานไม้ 1 ซ.ม.

ข .


แผ่นเหล็ก 50×6 หรือ 9 มม. ผั่งในตอม่อ
น๊อตสกรูขนาดไม่เล็กกว่า ϕ 12 มม.
คานคู่ยึดกับเสาด้วยน๊อตเกลียวปล่อย
หัวตอม่อหล่อเป็นบ่ารับคาน (Beam seat)
ตอม่อ ค.ส.ล. ขนาด
ไม่เล็กกว่า 15×23 ซม.
บ่ารับคานไม้

วิเคราะห์.....

ต. 13 – ตอม่อ ค.ส.ล. แบบ ก ออกแบบให้มีขนาดเดียวกับหน้าตัดเสาไม้

– เสาไม้ตั้งบนหัวตอม่อเต็มเนื้อที่หน้าตัดของเสาไม้ ยึดด้วยเหล็กเดือย

– หัวตอม่อหล่อเป็นบ่ารับคาน (Beam seat) 2 ด้าน เพื่อรับคานไม้คู่

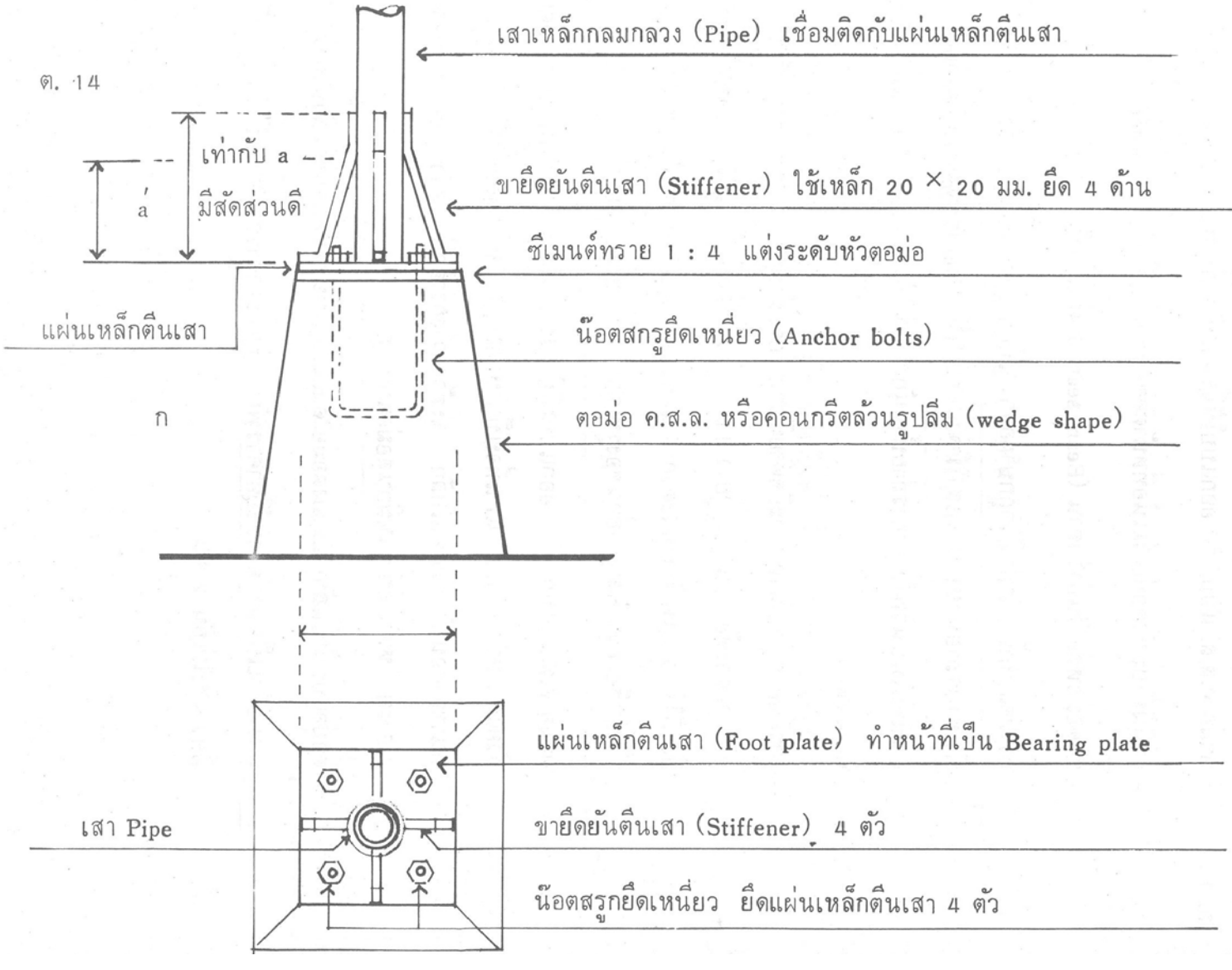
– การต่อแบบนี้ เสาไม้มิได้ถูกบากออก เพื่อการต่อ แต่นั่งบนหัวตอม่อเต็มหน้าตัด ทำให้การถ่ายน้ำหนักจากเสาไม้ลงสู่ตอม่อได้ผลโดยตรงเต็มเนื้อที่หน้าตัด และแน่นอนในแนวทางของการถ่ายน้ำหนัก ทำให้โครงสร้างมีความสมบูรณ์ในด้านความมั่นคง

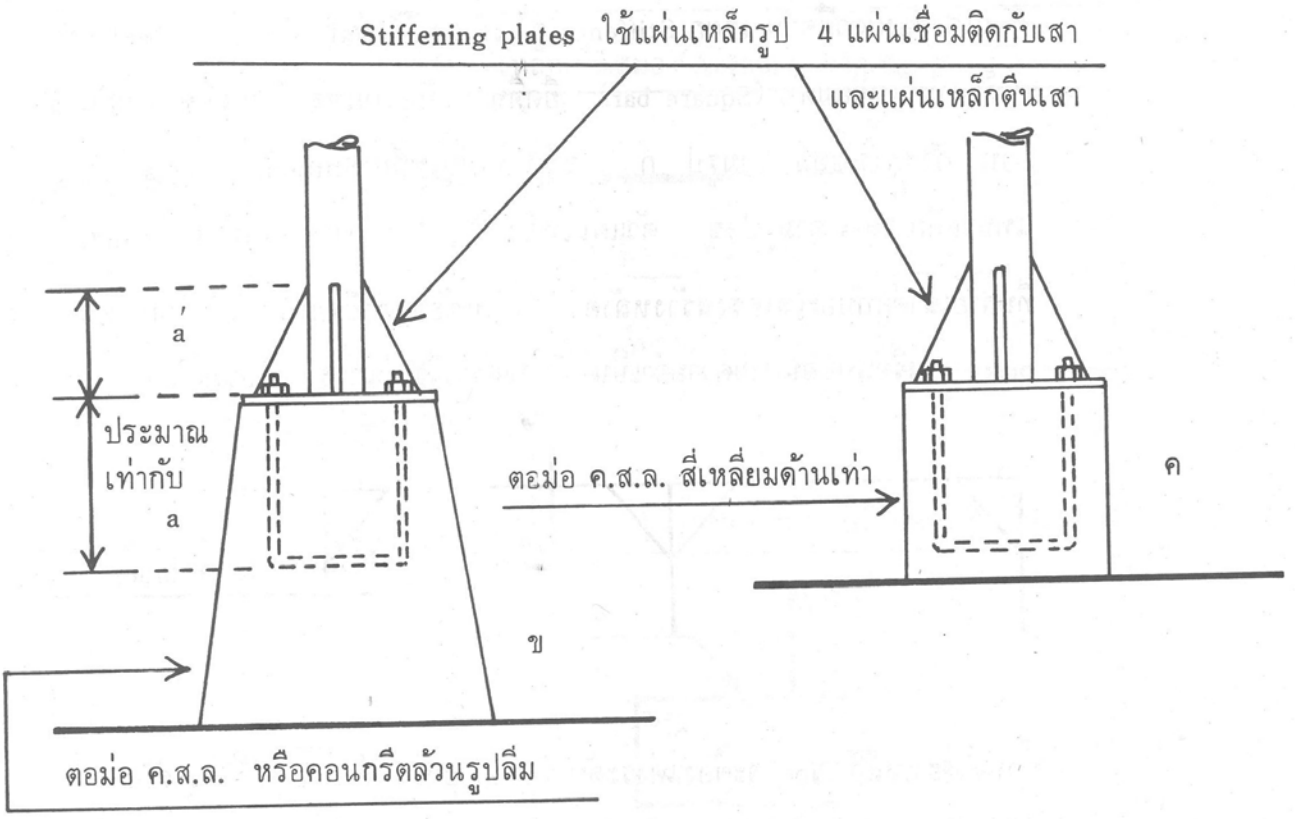
-- การยึดคานคู่กับเสาไม้ จะยึดด้วยน๊อตเกลียวปล่อยก็ได้ เพราะการยึดด้วยน๊อตสกรูยาวตลอดจะต้องใช้น๊อตสกรูยาว 11" – 12" ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะเจาะด้วยสว่านมือ ถึงแม้ใช้สว่านไฟฟ้าก็ไม่สะดวก นอกจากจะเจาะเสากับคานไม่พร้อมกัน แต่จะมีปัญหาเรื่องความคลาดเคลื่อนของรูที่เจาะไม่ตรงกันโดยสมบูรณ์

– ตอม่อ ค.ส.ล. แบบ ข ออกแบบให้มีบ่ารับคานไม้ 2 ทาง แต่ให้มีการยึดเสาไม้ด้วยแผ่นเหล็กประกับ แทนที่จะเป็นเหล็กเดือย หน้าตัดตอม่อด้านที่จะต้องมีความหนาของคอนกรีตหุ้มแผ่นเหล็ก จะต้องกว้างกว่าอีกด้านหนึ่ง อย่างน้อย 3" หรือ 7.5 ซม. หน้าที่อื่น ๆ เหมือนตอม่อแบบ ก

– ตอม่อแบบนี้เป็นลักษณะของตอม่อ ค.ส.ล. จะเป็นตอม่อคอนกรีตล้วนไม่ได้

– เหมาะที่จะเป็นตอม่อสำหรับอาคารพักอาศัยและอาคารสาธารณะที่ใช้โครงสร้างไม้ที่มีความสูงไม่เกิน 2 ชั้น


ต. 14
เสาเหล็กกลมกลวง (Pipe) เชื่อมติดกับแผ่นเหล็กตีนเสา
เท่ากับ a
มีสัดส่วนดี
a'
ขายึดยันตีนเสา (Stiffener) ใช้เหล็ก 20 × 20 มม. ยึด 4 ด้าน
ซีเมนต์ทราย 1 : 4 แต่งระดับหัวตอม่อ
แผ่นเหล็กตีนเสา
น๊อตสกรูยึดเหนี่ยว (Anchor bolts)
ก
ตอม่อ ค.ส.ล. หรือคอนกรีตล้วนรูปลิ่ม (wedge shape)
แผ่นเหล็กตีนเสา (Foot plate) ทำหน้าที่เป็น Bearing plate
เสา Pipe
ขายึดยันตีนเสา (Stiffener) 4 ตัว
น๊อตสรูกยึดเหนี่ยว ยึดแผ่นเหล็กตีนเสา 4 ตัว




วิเคราะห์.....

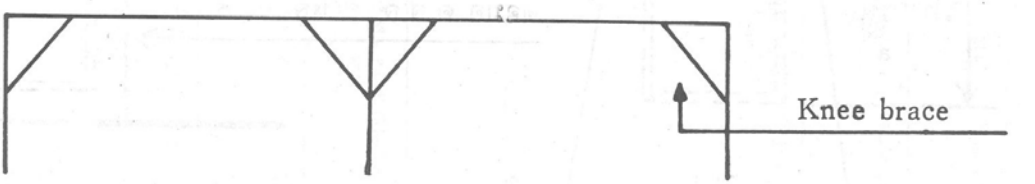
ต. 14 – เป็นตอม่อ ค.ส.ล. หรือคอนกรีตล้วน รูปลิ่ม (Wedge shape) ต่อกับเสาอาคารขนาดเบา ซึ่งใช้เสาเหล็กกลมกลวง (Pipe)

– เสาเหล็กเชื่อมบนแผ่นเหล็กตีนเสา (Foot plate) ซึ่งทำหน้าที่เป็น Bearing plate ซึ่งไม่ควรมีความหนาน้อยกว่า 12 มม. การเชื่อมต้องเชื่อมติดต่อรอบเส้นรอบวงของเสา (เชื่อมก่อนยกไปตั้งบนตอม่อ)

– เสากลมกลวงนี้ ทำหน้าที่เป็น Support ให้แก่โครงการหลังคาที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งน้ำหนักตายตัว (Dead load) ทั้งหมดไม่พอที่จะต้านทานแรงแกว่ง ในแนวราบ Swaying ได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการยึดยัน 2 จุด คือ ที่ตีนเสา และที่ปลายเสาที่ต่อกับอะเสของโครงหลังคา

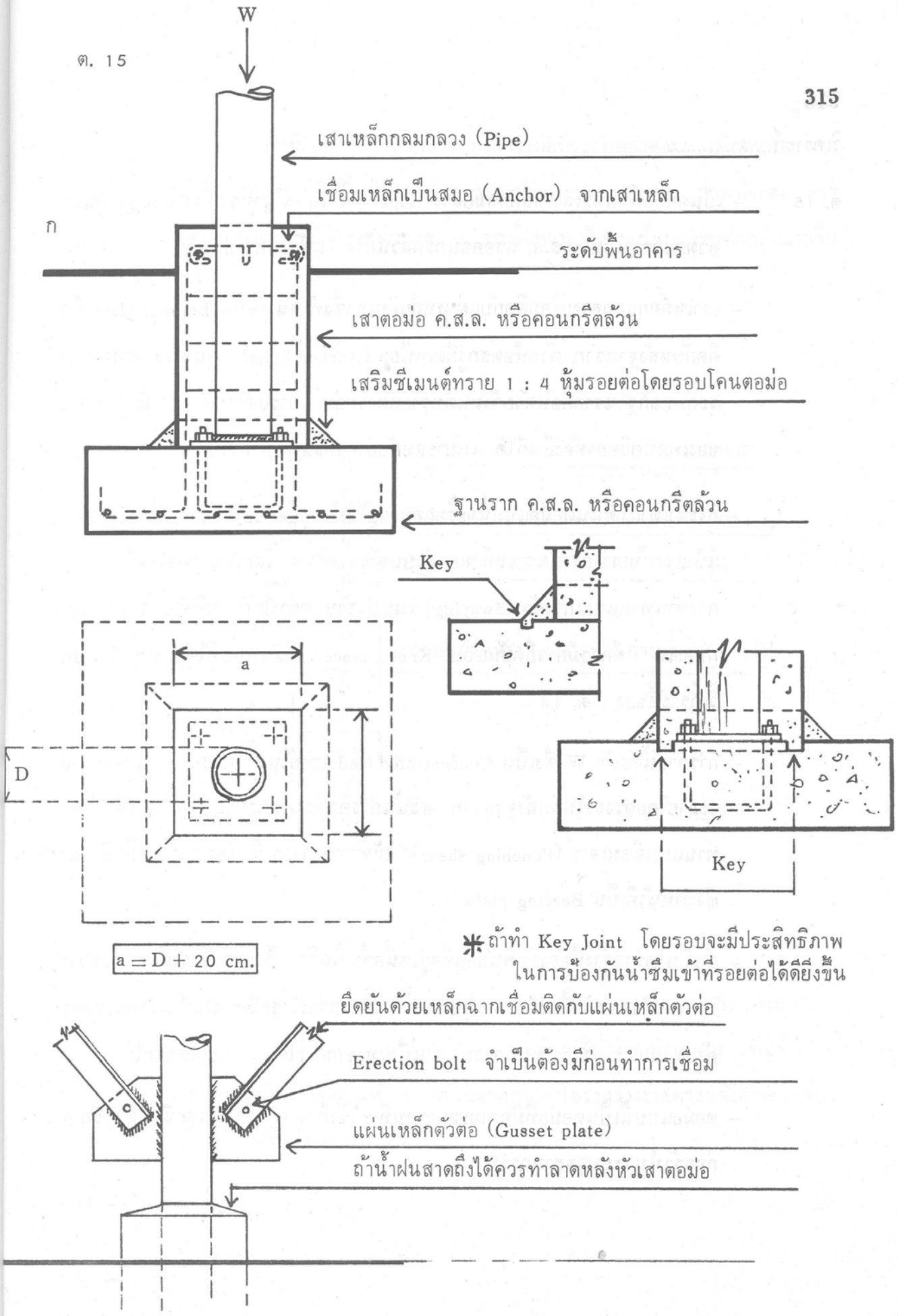
– ที่ตีนเสาต้องมีตัวยึดยัน เรียก Stiffener อาจเป็นเหล็กเส้นกลม (Round bar) หรือเหล็กแท่งสี่เหลี่ยมตัน (Square bar) ยึดตีนเสากับแผ่นเหล็กตีนเสาเข้าด้วยกัน 4 ด้าน ด้วยการเชื่อม ตามรูป ก หรือใช้แผ่นเหล็ก Stiffening plates 4 แผ่น แทนเหล็ก Bars ตามรูป ข ตัวแผ่นเหล็ก ◺ จะต้องถูกฝนลบคม (Grinded)

– ที่ปลายเสาต่อกับอะเสโครงสร้างหลังคา จำเป็นต้องมีตัวยึดยันแบบข้อศอก (Knee brace) หรือแบบอื่นตามความจำเป็น โครงสร้างจึงไม่แกว่ง หรือล้มเอียง ดูรูป




– ก่อนตั้งเสาเหล็ก Pipe จะต้องแต่งระดับหัวเสาด้วยซีเมนต์ทราย ให้ได้ระดับเท่ากันทุกตอม่อ และต้องทิ้งให้ส่วนเสริมหัวเสา (Topping) แข็งจนได้ความแข็งแรงพอก่อนจึงตั้งเสา โดยยึดแผ่นเหล็กตีนเสากับตอม่อด้วยน๊อตสกรูยึดเหนี่ยว 4 มุม

– ตอม่อที่ต่อกับตีนเสาเหล็ก Pipe แบบนี้ อาจใช้แบบ ค ก็ได้ สำหรับในกรณีที่หัวเสาตอม่อไม่สูงกว่าระดับดินมากเกินไป ซึ่งจะให้ความงามและความเหมาะสมอีกแบบหนึ่ง


W
เสาเหล็กกลมกลวง (Pipe)
เชื่อมเหล็กเป็นสมอ (Anchor) จากเสาเหล็ก
ก
ระดับพื้นอาคาร
เสาตอม่อ ค.ส.ล. หรือคอนกรีตล้วน
เสริมซีเมนต์ทราย 1 : 4 หุ้มรอยต่อโดยรอบโคนตอม่อ
ฐานราก ค.ส.ล. หรือคอนกรีตล้วน
Key
a
D
Key
a = D + 20 cm.
*ถ้าทำ Key Joint โดยรอบจะมีประสิทธิภาพ
ในการป้องกันน้ำซึมเข้าที่รอยต่อได้ดียิ่งขึ้น
ยึดยันด้วยเหล็กฉากเชื่อมติดกับแผ่นเหล็กตัวต่อ
Erection bolt จำเป็นต้องมีก่อนทำการเชื่อม
แผ่นเหล็กตัวต่อ (Gusset plate)
ถ้าน้ำฝนสาดถึงได้ควรทำลาดหลังหัวเสาตอม่อ

วิเคราะห์.....

ต. 15 – เป็นตอม่อที่ห่อหุ้มเสาเหล็กกลมกลาง (Pipe) ตั้งแต่หลังฐานราก (Footing) ขึ้นมา ตัวตอม่ออาจเป็น ค.ส.ล. หรือคอนกรีตล้วนก็ได้ แล้วแต่ความจำเป็น

– เสาเหล็กกลมกลวงเชื่อมติดกับแผ่นเหล็กตีนเสาซึ่งทำหน้าที่เป็น Bearing plate ยึดติดกับหลังฐานราก ด้วยน็อตสกรูยึดเหนี่ยว (Anchor bolts) ก่อนตั้งเสาจะต้องแต่งระดับหลักฐานรากก่อนด้วยซีเมนต์ทรายแต่งระดับ การแต่งระดับแบบนี้ใช้วิธีการของเทคนิควิทยาท้องถิ่นก็ได้ เหมาะสมกับอาคารขนาดเบาทั่วไป

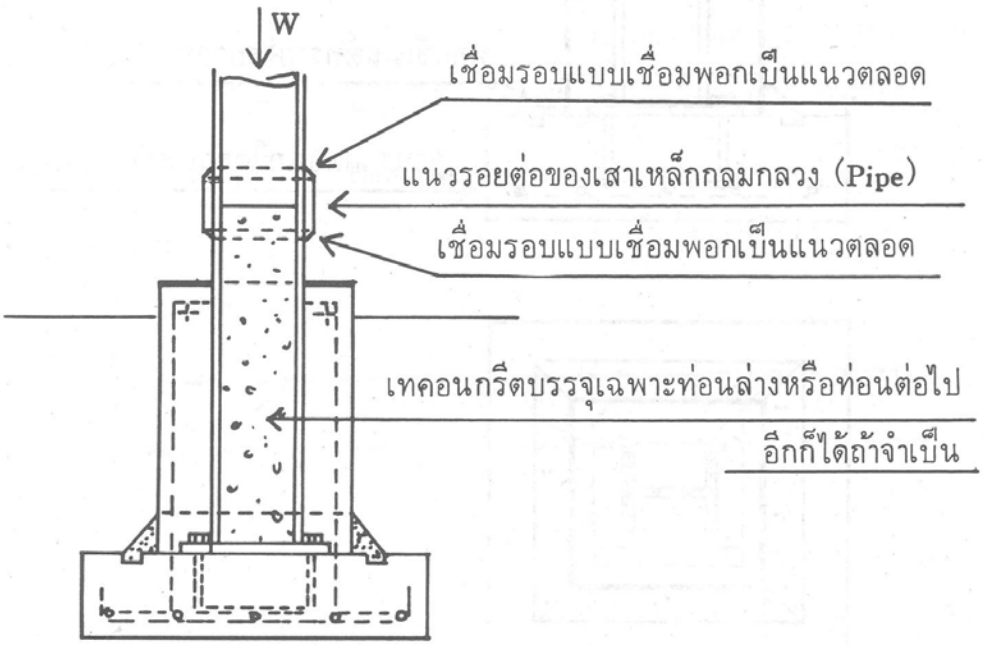
– การฝังเสาเหล็กในตอม่อแบบนี้จะรื้อถอนโดยไม่ต้องทุบตอม่อไม่ได้ แต่มีความมั่นคงแข็งแรงมากกว่าการตั้งเสาเหล็กลอยตัวบนหัวเสาตอม่อ โดยเฉพาะความสามารถในการต้านทานแรงแกว่งตัว (Swaying) ในแนวราบ อย่างไรก็ตามที่ข้อต่อระหว่างเสากับอะเส ก็ควรมีการยึดยันแบบ Knee brace เหมือนกับที่ได้อธิบายไว้ในบทวิเคราะห์ของ ต. 14

– การถ่ายน้ำหนัก W ซึ่งเป็น Concentrated load ถ่ายในลักษณะของ Centric load จะถ่ายโดยตรงลงไปสู่หลังฐานราก ฉะนั้นการคิดความหนาบาง Footing เพื่อต้านทานแรงเฉือนเจาะ (Punching shear) ให้พิจารณาจากเนื้อที่ของแผ่นเหล็กตีนเสาซึ่งทำหน้าที่เป็น Bearing plate

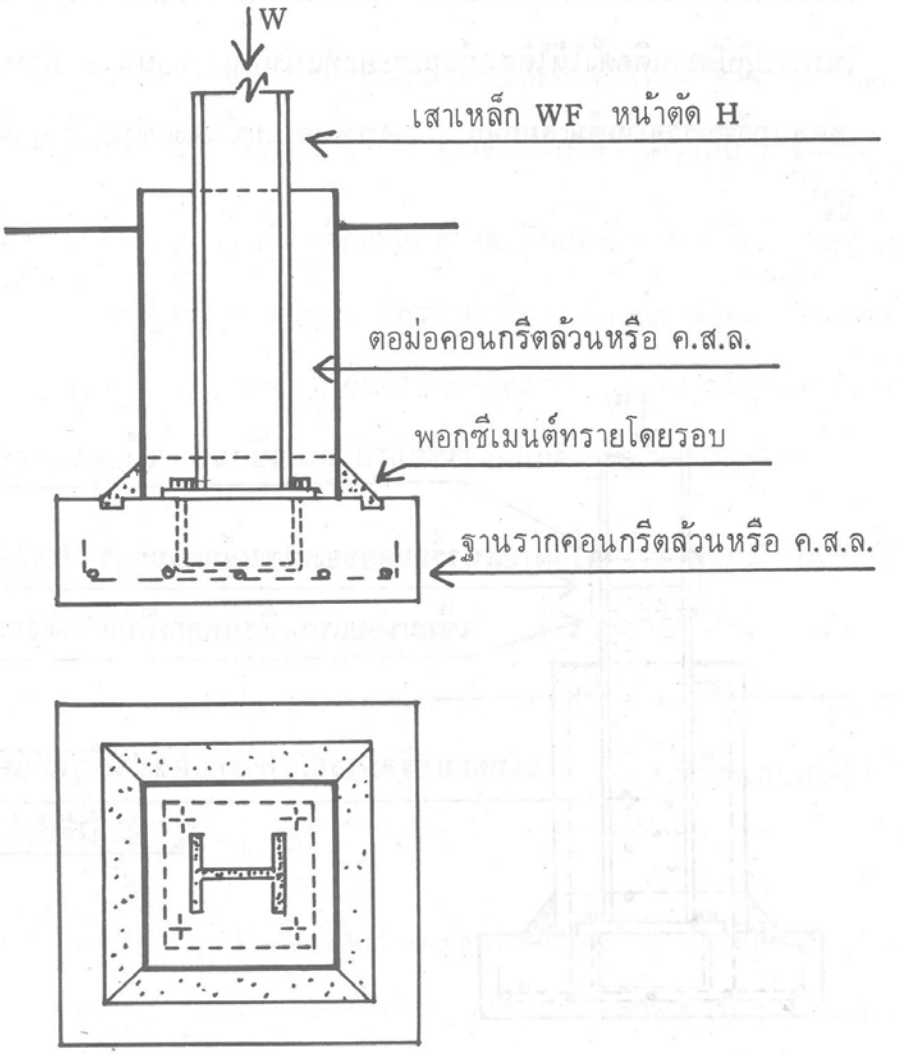
– ถ้าเป็นโครงสร้างที่ต้องรับพื้นลอยที่อยู่เหนือชั้นพื้นดิน ก็จะต้องมีการยึดยันระหว่างโคนเสากับคานรับพื้นลอย ตามรูป ข โครงสร้างจึงจะมีความแข็งแรงพอในการต้านทานแรงแกว่งตัวในแนวราบ อันเนื่องมาจากการใช้งานแบบพื้นลอยได้

– ตอม่อแบบนี้เป็นตอม่อที่มีความเหมาะสมที่จะใช้กับอาคารที่ใช้วัสดุผลิตและวิธีการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม

– เสาโครงสร้างที่เป็นเหล็กกลมกลวง ถ้ามีการต่อที่ระดับหลังตอม่อ เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานติดตั้งให้ได้ศูนย์และระยะที่แน่นอน ท่อนล่าง ก่อนที่จะต่อ ควรเทคอนกรีตบรรจุให้เต็มเสียก่อน จะเพิ่มความมั่นคงแข็งแรงให้แก่ตอม่อมากขึ้น ดูรูป



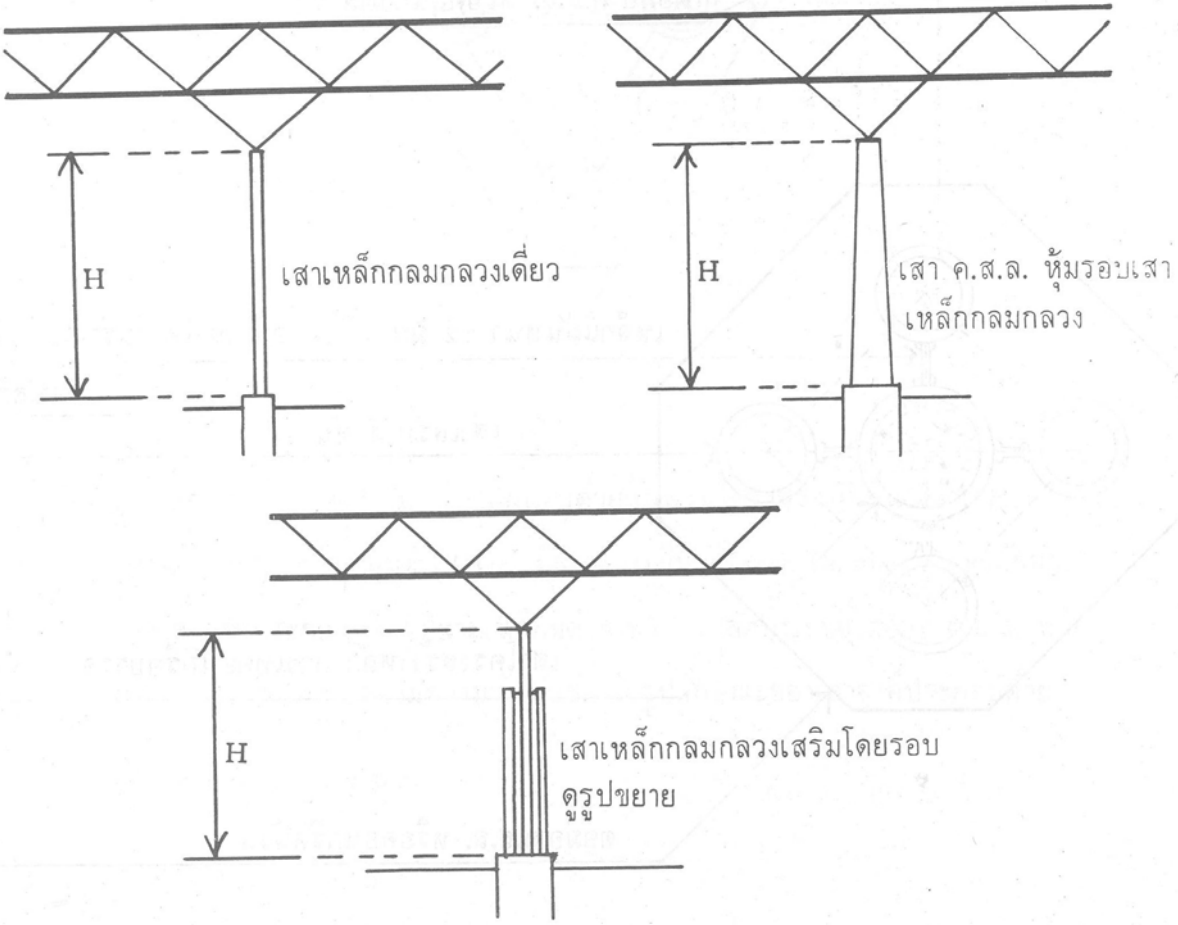

– ถ้าเสาโครงสร้างเป็นเหล็กหน้าตัดโครงสร้าง (Structural Section) การใช้เสาเหล็กฝังในตอม่อลงไปถึงหลังฐาน (Footing) จะต้องปฏิบัติกับเสาของอาคารที่มีพื้นลอย ใช้งานการติดตั้งลอยบนหัวเสา ใช้ได้ผลดีกับเสาโครงสร้างรับโครงหลังคาอย่างเดียวเท่านั้น ดูรูปตัวอย่าง



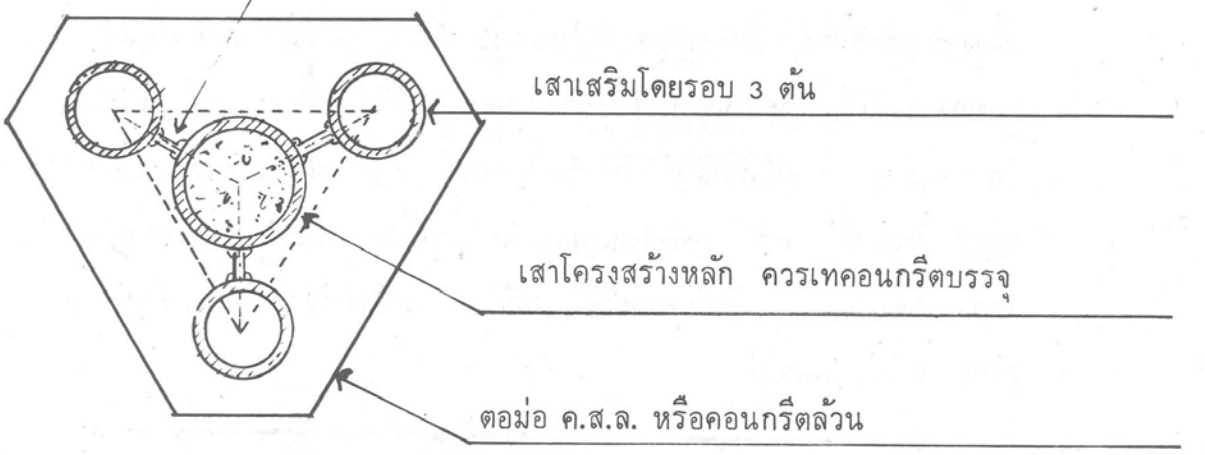

– สำหรับน้ำหนัก W ที่ถ่ายลงมาตามแกนศูนย์ถ่วงของหน้าตัดเสาเล็กที่ฝังอยู่ในตอม่อคอนกรีต การออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้าง เราต้องออกแบบให้เสาเหล็กรับน้ำหนัก W โดยตรง และถ่ายลงสู่ Footing โดยผ่าน Bearing plate ส่วนคอนกรีตตอม่อที่หุ้มตีนเสาเหล็กจะทำหน้าที่เป็นตัวเสริมความมั่นคง ตัวที่ก่อให้เกิดช่วงป้องกันการพลิกล้ม (Overturning) และน้ำหนักถ่วงที่ต้นเสา ทำหน้าที่เป็น Concrete covering ให้แก่เสาเหล็กโดยตรง

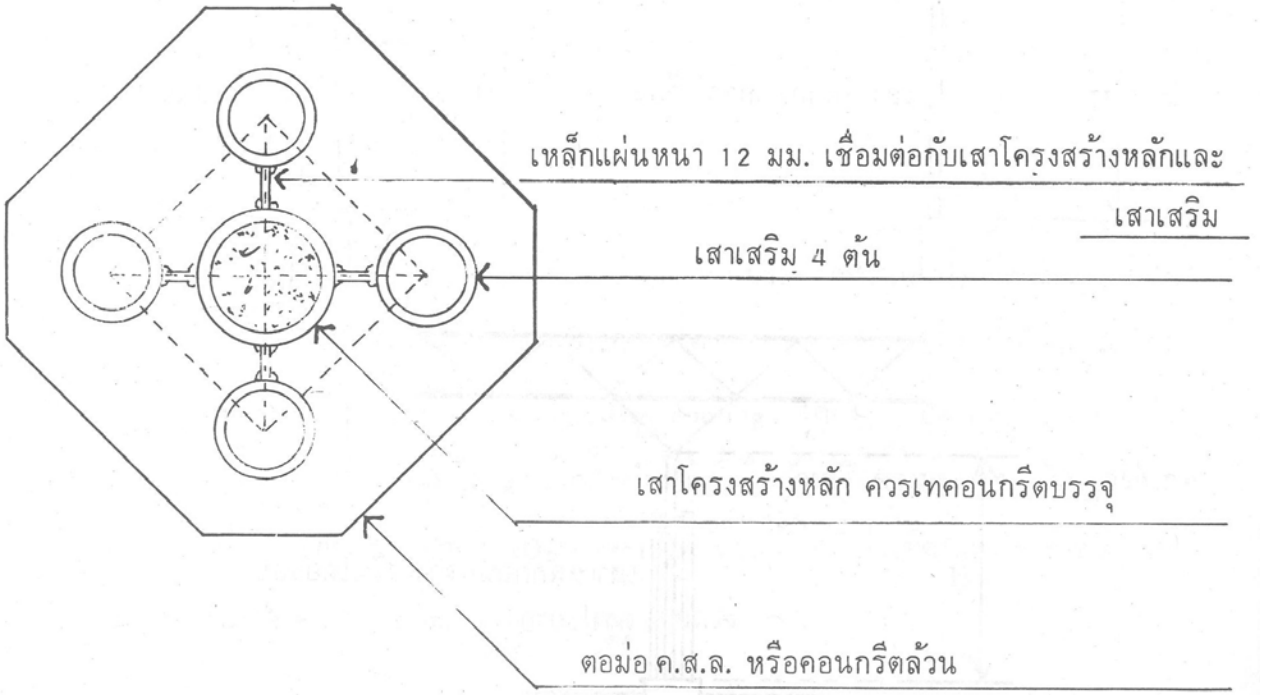
– แต่สำหรับเสาเหล็กที่ต่อกับ Bearing plate วางลอยบนหัวเสาตอม่อ ต้องออกแบบตอม่อคอนกรีตให้รับน้ำหนัก W ที่ถ่ายลงมาโดยตรง

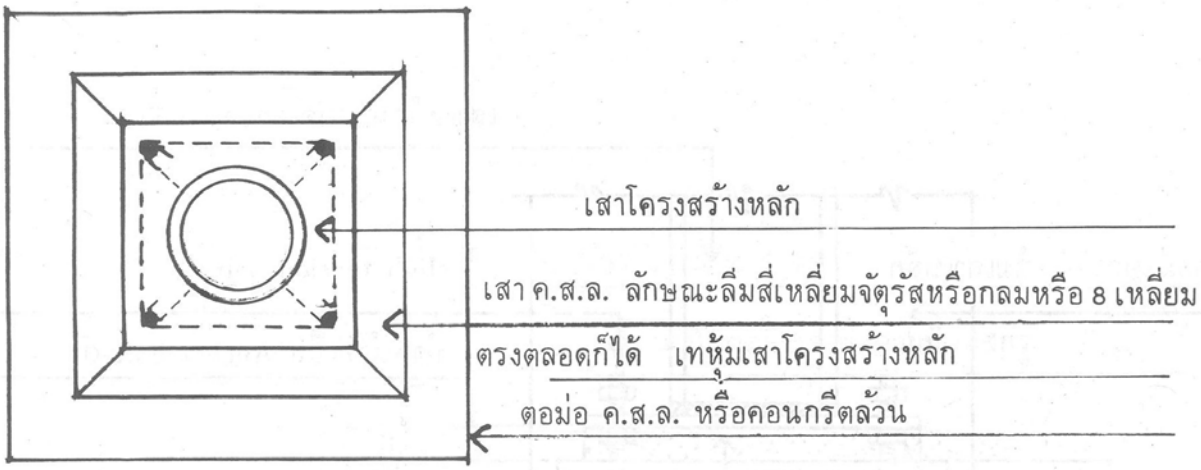
– ในกรณีที่เสาเหล็กกลมกลาง ทำหน้าที่รับโครงถัก 3 มิติ (Space Frame) ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นสิ่งปกคลุมเพื่อที่ใช้สอยขนาดใหญ่ เมื่อระยะจากหลังคาถึงโคนเสาที่ระดับพื้นต้องสูงตามสัดส่วนสัมพันธ์กับเนื้อที่ใช้สอย ฉะนั้น Bending Moment เนื่องจากแรงลมหรือเนื่องจากแรงดันในแนวราบใด ๆ ก็ตามมีค่าสูงเกินที่เสาเหล็กกลมกลวงต้นเดียว จะต้านทานได้ เราก็ต้องออกแบบให้มีเสากระหนาบเสริมโดยรอบอีก 3 – 4 ต้น ทำหน้าที่คล้ายกับการยึดยัน โดยเฉพาะช่วยเสริมให้โคนเสามีความสามารถในการต้านทาน Bending Moment ได้สูงขึ้น และช่วยมิให้โครงทั้งหมดแกว่ง (Swaying) จนเกิดอันตรายได้ หรืออาจหุ้มรอบเหล็กกลมกลวงอีกชั้นหนึ่งด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก

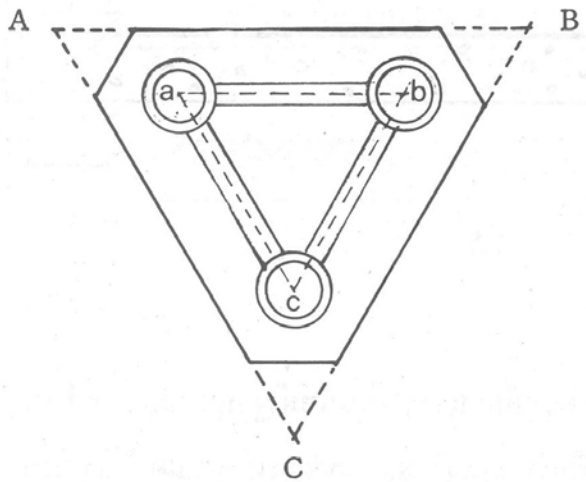


– รูปลักษณะของตอม่อจะต้องพิจารณาจากจำนวนเสาเสริมและลักษณะองค์ประกอบด้วย ดูตามรายละเอียดต่อไปนี้



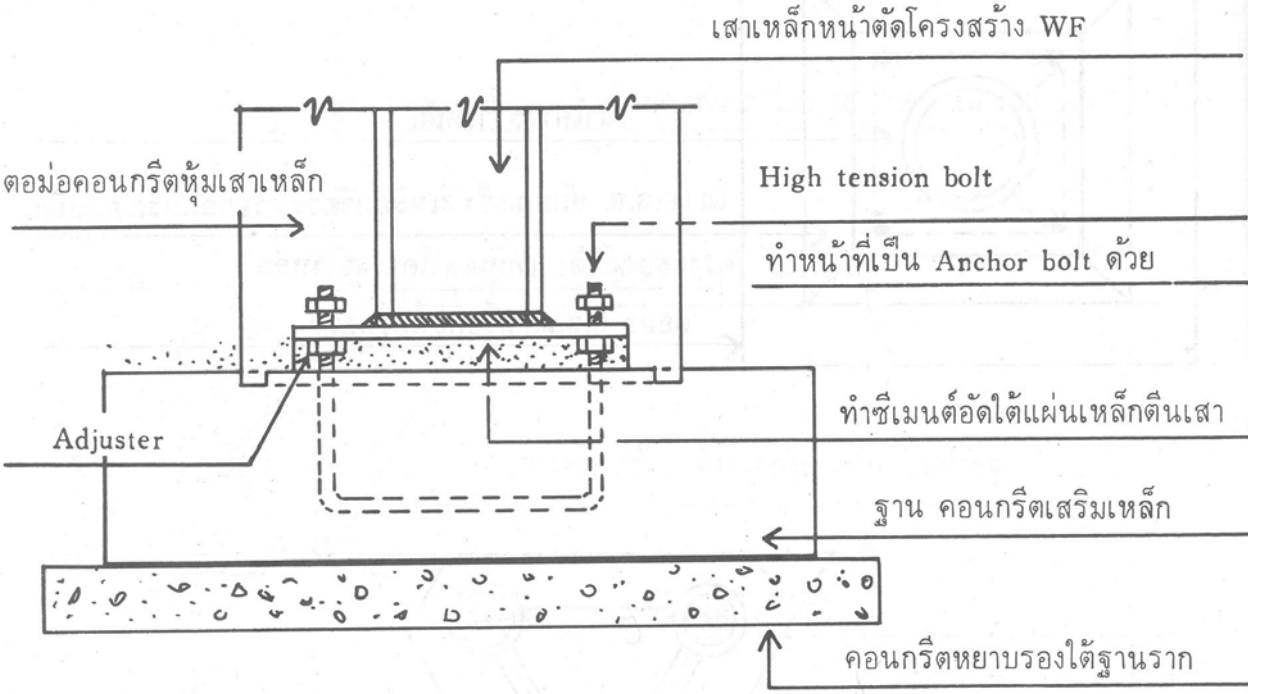





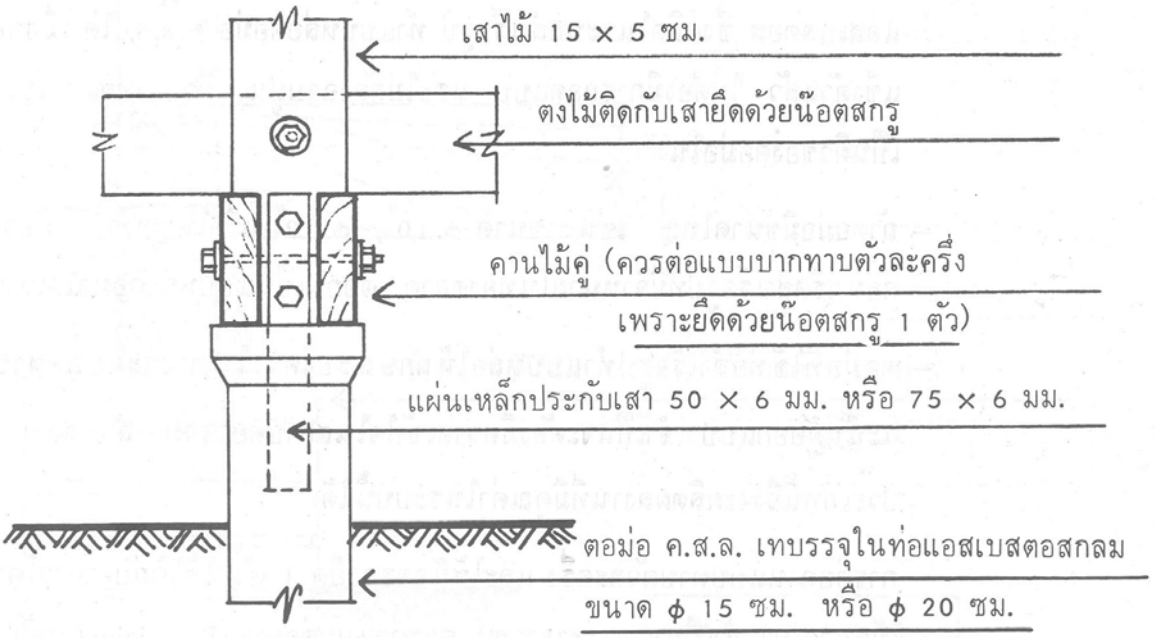

– เสาเหล็กกลมกลวง 3 ต้น ยึดกันอยู่ด้วยชิ้นส่วนโครงสร้างที่เป็นเหล็กกลมกลวง (Pipe) หรือเหล็กกลมตัน (Bar) มีลักษณะเป็น "Space Column" รูปลักษณะของเสาองค์ประกอบเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า รูปลักษณะของตอม่อ ค.ส.ล. หรือตอม่อคอนกรีตล้วนก็ต้องมีความสัมพันธ์–กับรูปลักษณะของเสาองค์ประกอบด้วย

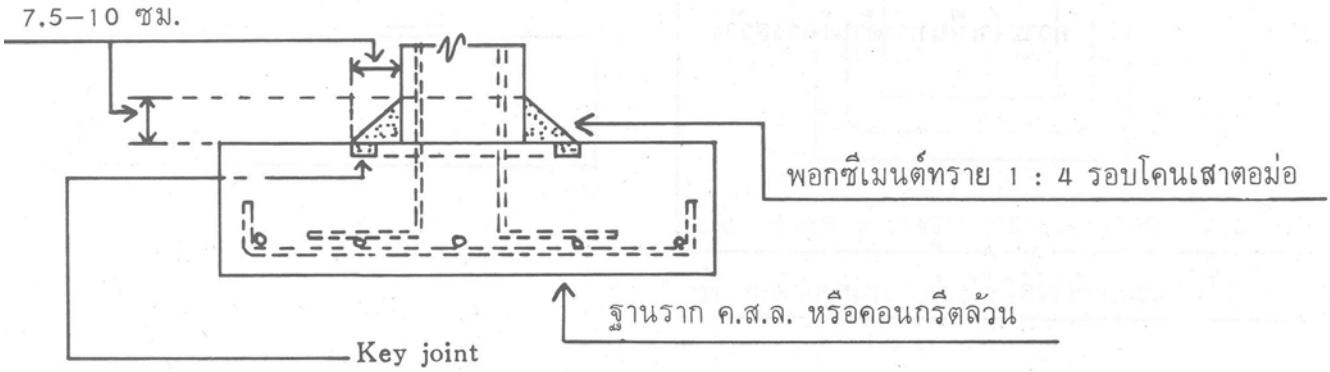
$$A : B : C = a : b : c$$




– การติดตั้งเสาเหล็กขนาดหนักบนหลังฐานรากมีความสำคัญมากในเรื่องการตั้งระดับแผ่นเหล็กตีนเสาและตัวเสา รายละเอียดแสดงให้เห็นถึงวิธีการทำระดับให้แก่แผ่นเหล็กตีนเสา (Foot plate) ด้วยการใช้ Adjuster ซึ่งเป็น Screw ตัวล่างทำหน้าที่แต่งระดับ เมื่อได้ระดับแล้วจะขันแน่นด้วย Screw ตัวบน เสร็จแล้วอัดด้วย Cement Grout ให้แน่นใต้แผ่นเหล็กก่อนที่จะเทตอม่อคอนกรีตหุ้มเสาเหล็ก

ต. 16


เสาไม้ 15 × 5 ซม.
ตงไม้ติดกับเสายึดด้วยน๊อตสกรู
คานไม้คู่ (ควรต่อแบบบากทาบตัวละครึ่ง
เพราะยึดด้วยน๊อตสกรู 1 ตัว)
แผ่นเหล็กประกับเสา 50 × 6 มม. หรือ 75 × 6 มม.
ตอม่อ ค.ส.ล. เทบรรจุในท่อแอสเบสตอสกลม
ขนาด ϕ 15 ซม. หรือ ϕ 20 ซม.


7.5–10 ซม.
พอกซีเมนต์ทราย 1 : 4 รอบโคนเสาตอม่อ
ฐานราก ค.ส.ล. หรือคอนกรีตล้วน
Key joint

วิเคราะห์.....

ต. 16 – ตอม่อเป็นตอม่อ ค.ส.ล. กลม ( Round shape ) เทกับที่เหมือน ค.ส.ล. ทั่วไปที่มีลักษณะกลม

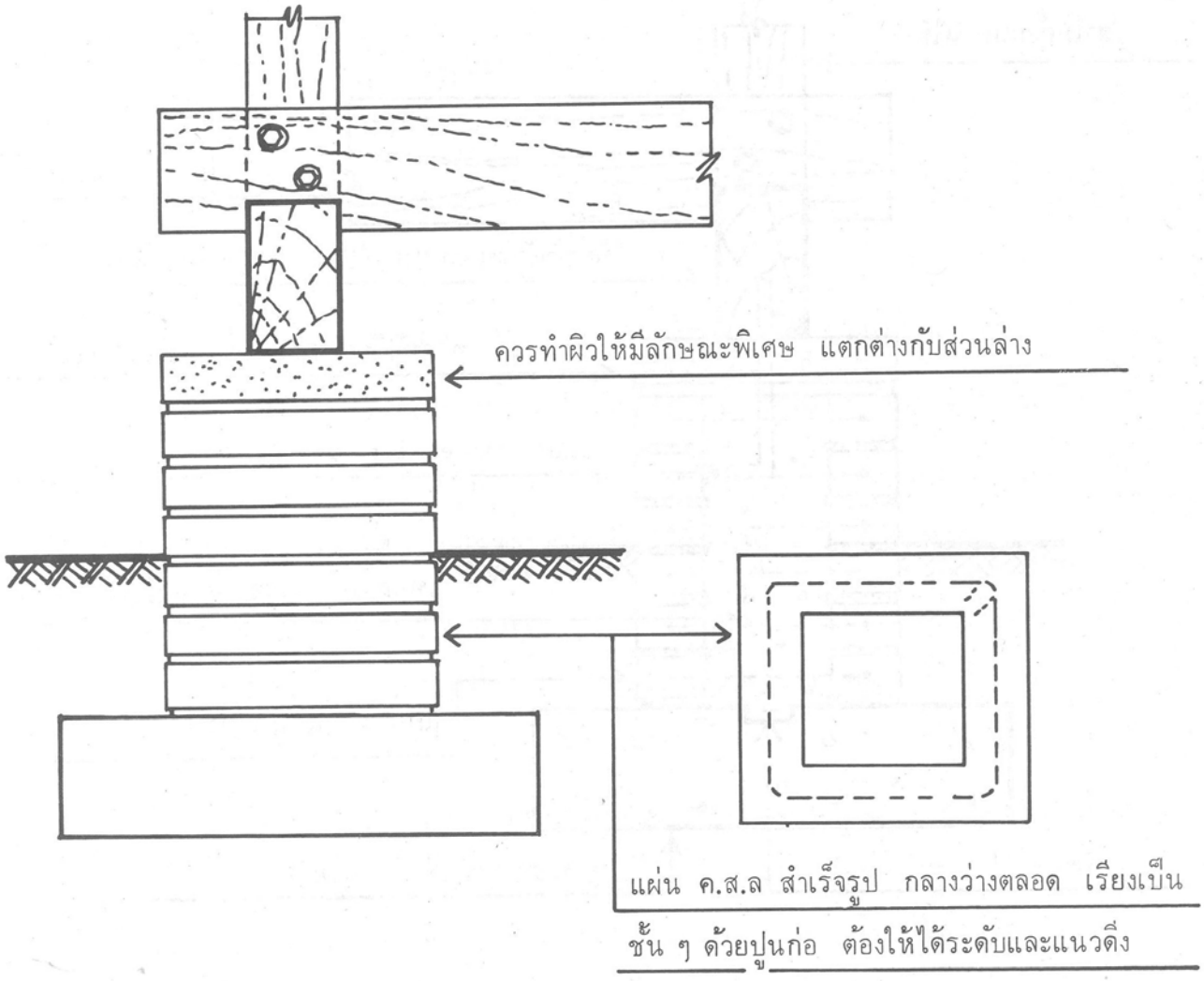
– แต่ที่ได้ประโยชน์ในการประหยัดไม้แบบ วัสดุฉาบ และแรงงานก็คือ เราใช้ท่อแอสเบสตอส ซึ่งผลิตในระบบสำเร็จรูป ทำแบบหล่อตอม่อ ค.ส.ล. ได้ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ไม่ต้องมีการถอดแบบ และไม่ต้องฉาบปูน ผิวของท่อแอสเบสตอสจะเป็นผิวของตอม่อในตัว

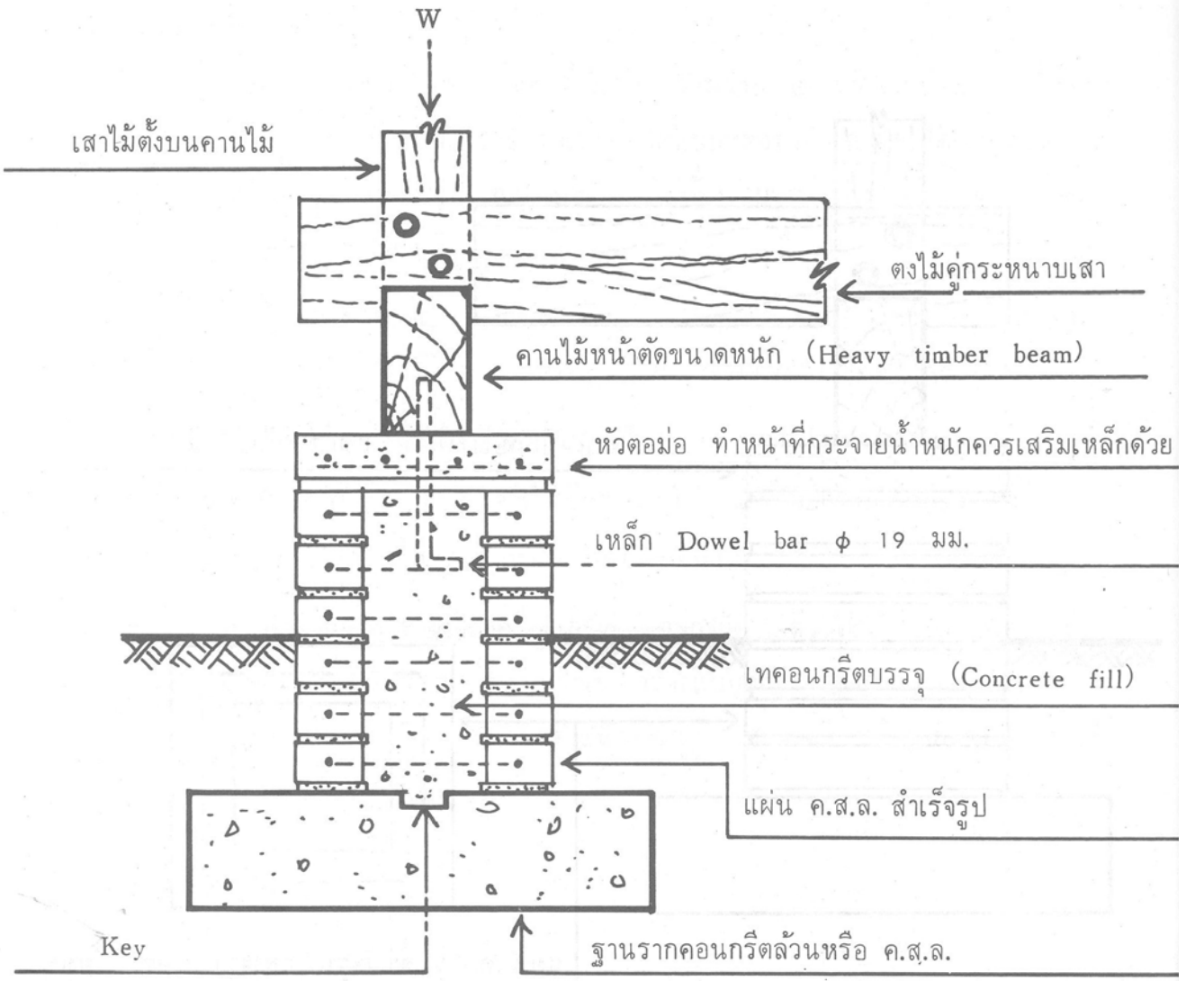
– ถ้าตอม่อมีขนาดใหญ่ เช่น ขนาด $\phi$ 10", $\phi$ 12" หรือใหญ่กว่า ก็ควรใช้ท่อคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ต่อกันเป็นแบบหล่อตอม่อได้เช่นกัน

– ตอม่อที่ใช้ท่อสำเร็จรูปทำแบบหล่อให้ลักษณะอาคารในทางระบบอุตสาหกรรม ฉะนั้นผู้ออกแบบ จำเป็นจะต้องมีความเข้าใจในสถาปัตยกรรม ลักษณะของอาคารประเภทนี้จึงจะผลิตผลงานที่มีคุณค่าในระบบนี้ได้

– การต่อคานแบบทาบตัวละครึ่ง และใช้น๊อตสกรูยึด 1 ตัว ใช้ได้กับอาคารโครงสร้างไม้ขนาดเบา ถ้าเป็นอาคารสาธารณะ ควรต่อแบบต่อชน (Butt joint) แล้วใช้เหล็กแผ่นประกับ 2 ด้าน แล้วยึดด้วยน๊อตสกรูด้านละ 2 ตัว หรือมากกว่า แล้วแต่ความจำเป็นทางด้านโครงสร้าง

ต. 17


ควรทำผิวให้มีลักษณะพิเศษ แตกต่างกับส่วนล่าง
แผ่น ค.ส.ล สำเร็จรูป กลางว่างตลอด เรียงเป็น
ชั้น ๆ ด้วยปูนก่อ ต้องให้ได้ระดับและแนวดิ่ง


W
เสาไม้ตั้งบนคานไม้
ตงไม้คู่กระหนาบเสา
คานไม้หน้าตัดขนาดหนัก (Heavy timber beam)
หัวตอม่อ ทำหน้าที่กระจายน้ำหนักควรเสริมเหล็กด้วย
เหล็ก Dowel bar ϕ 19 มม.
เทคอนกรีตบรรจุ (Concrete fill)
แผ่น ค.ส.ล. สำเร็จรูป
Key
ฐานรากคอนกรีตล้วนหรือ ค.ส.ล.

รูปตัด

วิเคราะห์.....

ต. 17 – เป็นตอม่อที่มีวัสดุก่อเป็นแบบหล่อคอนกรีต

– วัสดุก่อเป็นแผ่น ค.ส.ล. สำเร็จรูป ผลิตขึ้นเพื่อเป็นแบบหล่อและทำหน้าที่รับน้ำหนักด้วย

– เมื่อเทคอนกรีตบรรจุและทำแผ่นหัวตอม่อ (Cap) แล้ว ตอม่อนี้มีความสามารถรับน้ำหนักได้สูง

– โครงสร้างที่วางบนตอม่อเป็นโครงสร้างไม้หน้าตัดขนาดหนัก ต่อกับหัวตอม่อด้วยเหล็กเดือย Dowel bar

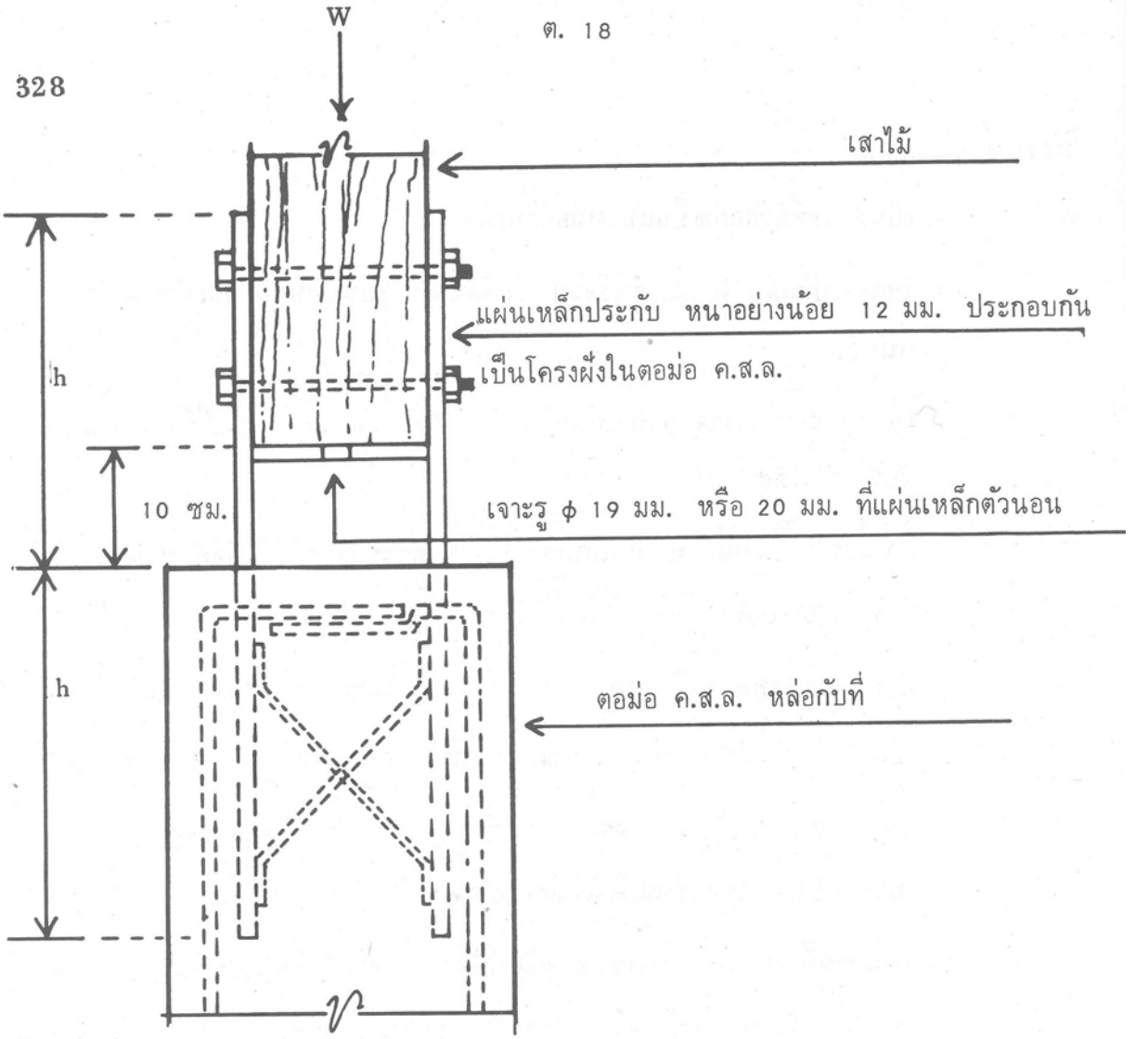
– มีลักษณะและคุณสมบัติทางความมั่นคงแข็งแรงและสวยงามพร้อมด้วยกัน

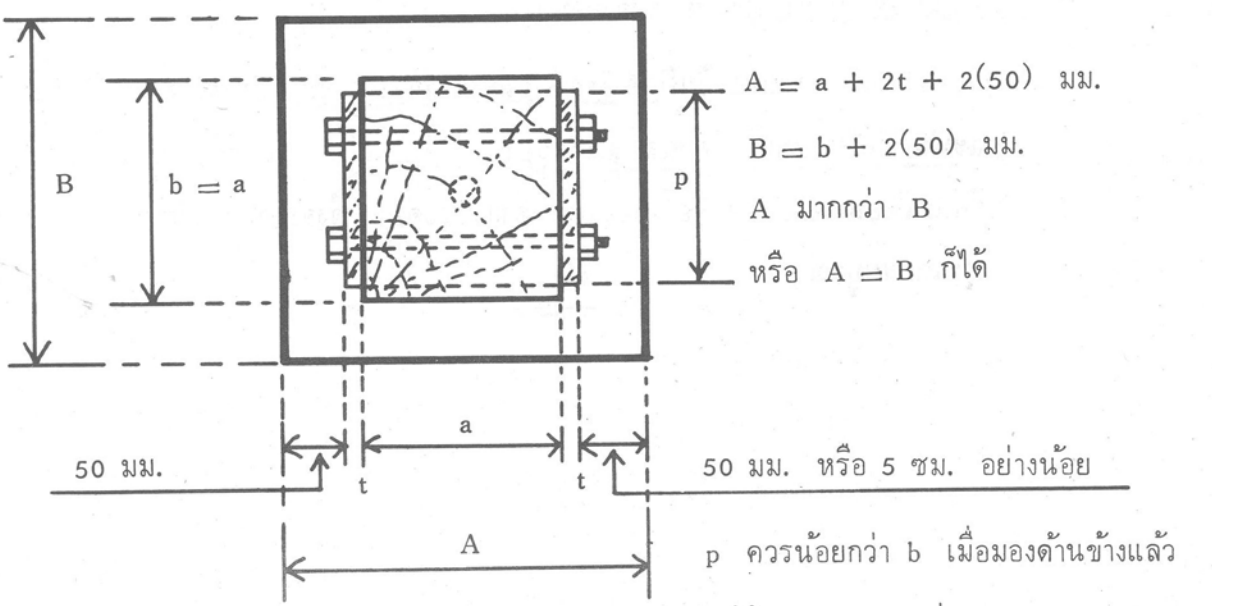
– เป็นลักษณะที่ตรงกันระหว่างลักษณะทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้าง

– แผ่น ค.ส.ล. สำเร็จรูป ตรงกลางเป็นช่องกลวง การหล่อคอนกรีตควรใช้หินเบอร์ 1 และอาจผสมสีฝุ่นเพื่อให้มีสีโดยเฉพาะได้

– คอนกรีตที่เทบรรจุ อาจใช้คอนกรีตที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าคอนกรีตที่ผสมทำหัวตอม่อ (Cap) ก็ได้ หรืออาจบรรจุทรายหยาบแทนคอนกรีตก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ความจำเป็นในการรับน้ำหนักของตอม่อ

– ผิวรอบนอกของตอม่อเป็นผิวคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป จะไม่มีการฉาบแต่งผิวอีก ฉะนั้นการก่อเรียงแผ่น ค.ส.ล. สำเร็จรูปนี้ จำเป็นต้องได้แนวศูนย์กลางเสาที่ถูกต้องแน่นอนและมีความเที่ยงตรงในเรื่องดิ่งและระดับ จึงจะได้ความเรียบร้อยสวยงามโดยสมบูรณ์


W
เสาไม้
แผ่นเหล็กประกับ หนาอย่างน้อย 12 มม. ประกอบกัน
เป็นโครงผังในตอม่อ ค.ส.ล.
h
10 ซม.
เจาะรู ϕ 19 มม. หรือ 20 มม. ที่แผ่นเหล็กตัวนอน
h
ตอม่อ ค.ส.ล. หล่อกับที่


B
b = a
p
A = a + 2t + 2(50) มม.
B = b + 2(50) มม.
A มากกว่า B
หรือ A = B ก็ได้
a
50 มม.
t
t
50 มม. หรือ 5 ซม. อย่างน้อย
A
p ควรน้อยกว่า b เมื่อมองด้านข้างแล้ว
จะให้ความงามมากกว่า

วิเคราะห์ .....

ต. 18 – เป็นตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็กหน้าตัด □ เหมือนทั่ว ๆ ไป

– ตัวต่อที่เป็นเหล็กรูป H ฝังในตอม่อส่วนหนึ่ง ส่วนที่อยู่เหนือตอม่อจะเห็นได้ว่าเมื่อต่อกับเสาไม้แล้ว ตีนเสาไม้จะนั่งอยู่บนแผ่นเหล็ก ตัวนอนซึ่งลอยสูงจากระดับหัวตอม่อ เป็นการออกแบบให้เกิดที่ว่างชัดเจนระหว่างตอม่อ ค.ส.ล. กับเสาไม้

– แผ่นเหล็กตัวนอนที่ตีนเสาไม้นั่งจะสัมผัสซึ่งกันและกันเต็มหน้าตัดของเสาไม้

– แผ่นเหล็กตัวนอนจะมีการเจาะรู ที่กลางแผ่นเหล็ก ทั้งนี้เพื่อให้ความชื้นและน้ำฝนที่ซึมเข้าไปใต้ตีนเสาไม้ระบายออกได้ ตีนเสาไม้จะมีความคงทนถาวรมากกว่าที่ไม่มีการเจาะรู

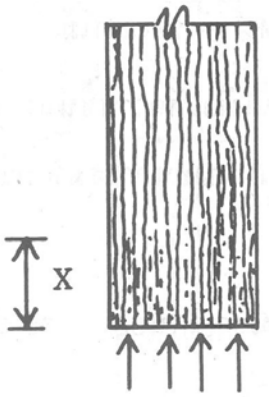
– ตัวแผ่นเหล็กควรออกแบบให้มีขนาดแคบกว่าความกว้างของเสาเล็กน้อย จะเห็นเสาไม้ลอยเหมือนหัวเสาตอม่อโดยมี Space คั่นได้อย่างชัดเจน

– ลักษณะสถาปัตยกรรมแสดงออกในด้านเทคนิควิทยามากกว่าที่ตีนเสาไม้สัมผัสกับหัวเสาตอม่อ

– แผ่นเหล็กที่นำมาประกอบกันเป็นตัวต่อ (Connector) จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มม. เพื่อต้านทาน Bending Moment สูงสุด ที่ตีนขาเหล็กตัวต่อต้องการการบำรุงรักษาไม่ให้เกิดสนิมด้วยการทาสีกันสนิมอยู่เสมอเมื่อถึงเวลาอันสมควร

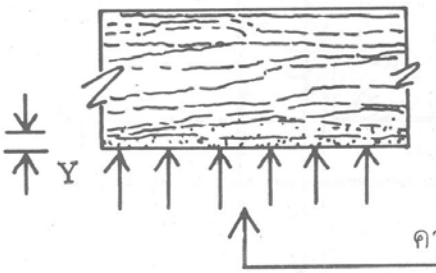
5. การป้องกันการผุที่เกิดขึ้นแก่ส่วนล่างสุดของชิ้นส่วนโครงสร้างที่เป็นไม้ ซึ่งต่อกับเสาต่อม่อ หรือกำแพง

– ให้ใช้วัสดุประเภทสารอุดหรือสารยาแนวที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นผ่าน สำหรับไม้เป็นวัสดุที่มีการยืดหดได้ตามอุณภูมิที่เปลี่ยนแปลง ฉะนั้นวัสดุที่นำมาใช้เป็นสารอุดต้องเป็นวัสดุที่มีการยืดหยุ่นในตัวได้ วัสดุประเภทนี้ได้แก่วัสดุประเภท Bituminous material สำหรับในประเทศไทย วัสดุท้องถิ่นที่ใช้เป็นสารอุดได้ก็คือชัน สารอุดนี้ทำหน้าที่เป็น D.P.C. (Damp Proof Coarse)

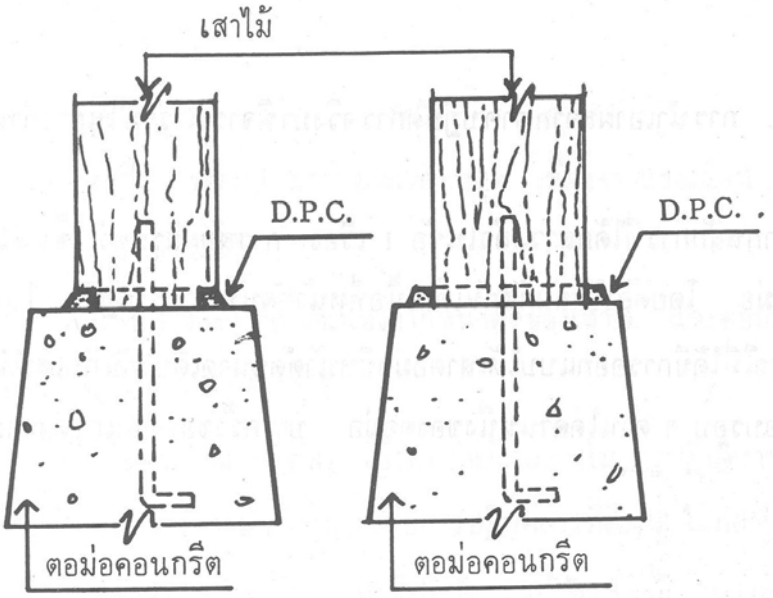



ความชื้นซึมซาบได้เร็วและลึกตามแนวเสี้ยนไม้

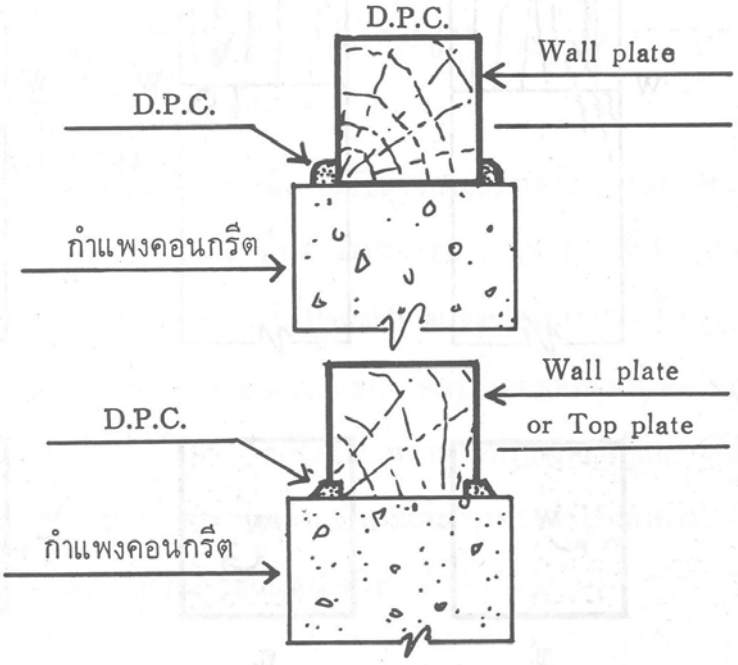
X>Y




ความชื้นซึมซาบได้ช้าและตื้นตามแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้



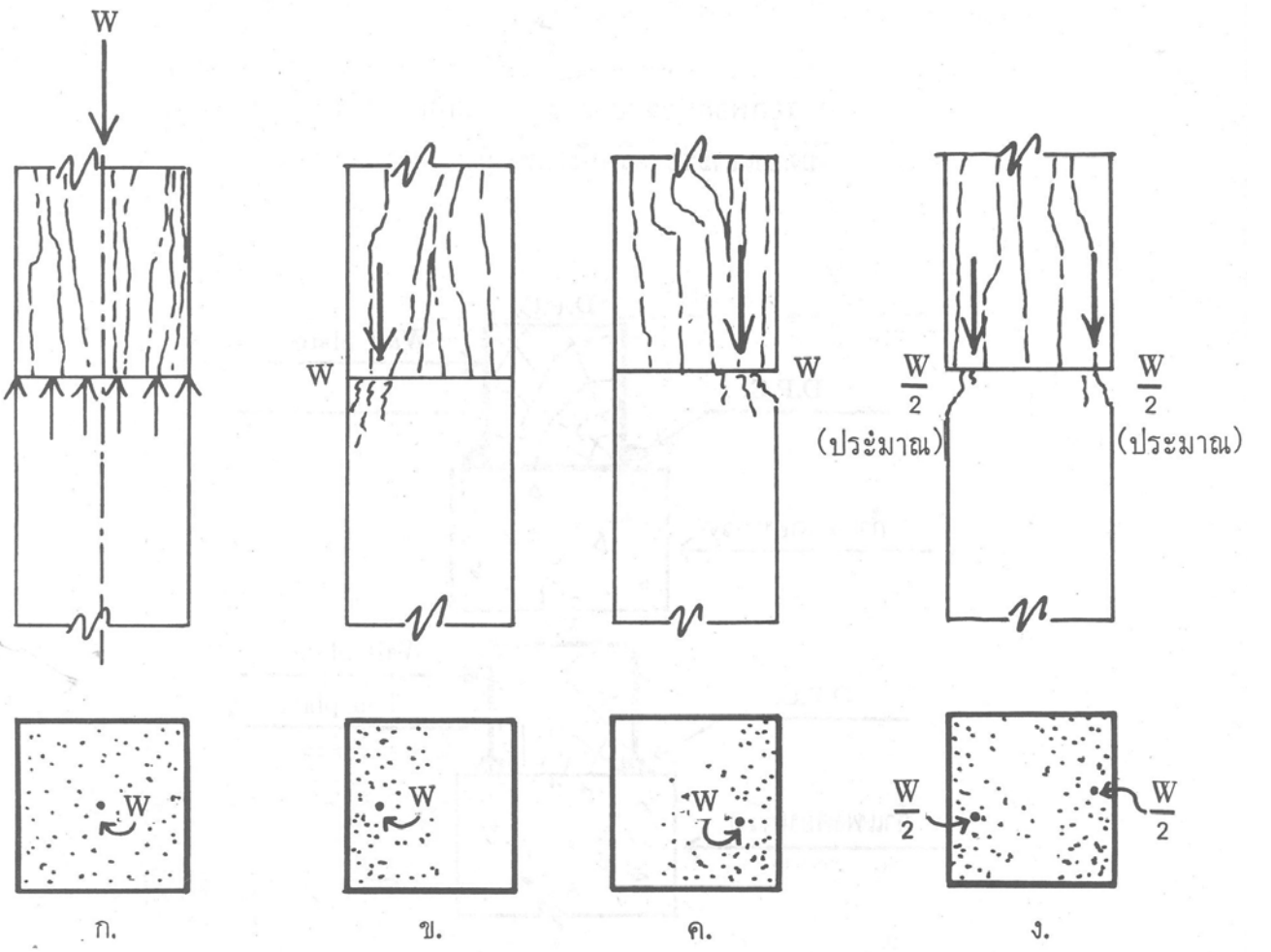

– สารอุดพอกทับรอยต่อระหว่างไม้กับคอนกรีต
ไม่ต้องเซาะร่องหรือบังใบที่ตัวไม้




– สารอุด อัดในร่องหรือแนวบังใบใช้แรงงานมากขึ้น
แต่ได้ความเรียบร้อยดีกว่า

6. การนำเอาผลจากภาคปฏิบัติการจริงมาพิจารณาร่วมในการกำหนดขนาดหน้าตัดของตอม่อ

จากหลักการที่ได้กล่าวแล้วในข้อ 1 เรื่อง การสัมผัสระหว่างชิ้นส่วน โครงสร้างที่เหนือขึ้นไปกับตอม่อ โดยต้องให้สัมผัสกันเต็มเนื้อที่หน้าตัดนั้น ปรากฏว่า ในการปฏิบัติงานจริงโดยเฉพาะในกรณีที่ได้มีการออกแบบให้เสาตอม่อมีหน้าตัดขนาดเดียวกันกับเสาไม้ที่นำมาต่อมักจะมีการแตกร้าวที่ขอบรอบ ๆ ด้านใดด้านหนึ่งของตอม่อ บางครั้งขอบคอนกรีตจะกะเทาะหลุดออกไป ดูตามรูป




ก. ข. ค. ง.

ก. W = Centric load.

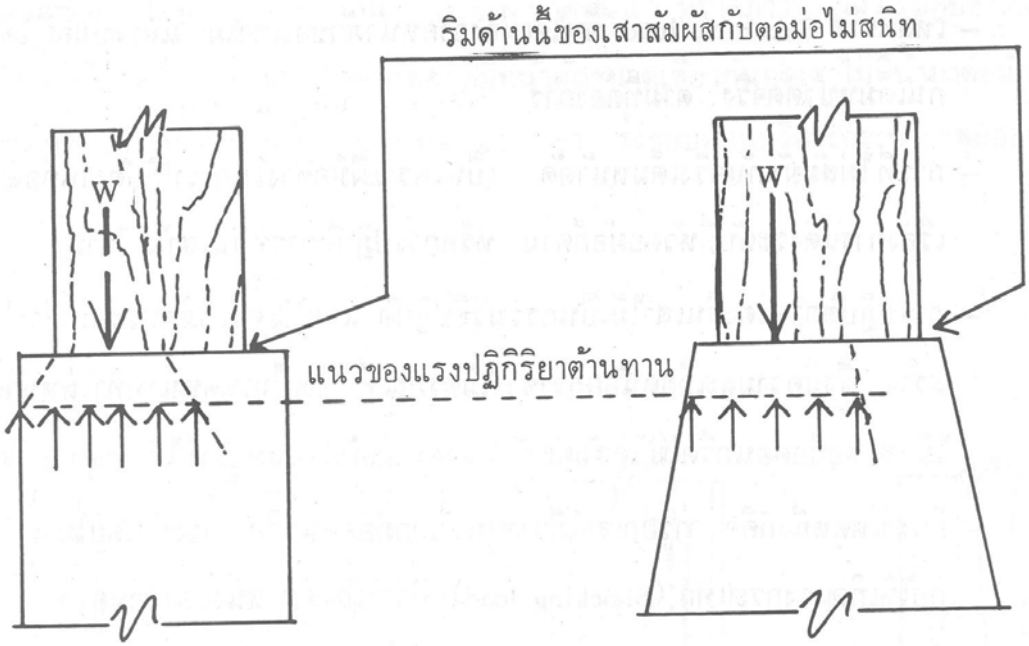
ข. W = Excentric load.

ค. W = Excentric load.

ง. $\frac{W}{2}$ = Excentric load.

วิเคราะห์ .....

- การที่ขอบคอนกรีตของตอม่อแตกร้าวกะเทาะหลุด เนื่องจากแรงเฉือน และแรงอัดเนื่องจาก Excentric load
- เหตุที่เกิด Excentric load ขึ้นได้เนื่องจากหน้าตัดของเสาไม้ และตอม่อมิได้สัมผัสกันเต็มหน้าตัดจริง ตามที่ต้องการ
- การที่ไม่สัมผัสกันจริงเต็มหน้าตัด เป็นเพราะฝีมือช่างในการปฏิบัติงานก่อสร้างในเรื่องการแต่งระดับที่หัวตอม่อก็ตาม หรือการปฏิบัติการที่ตีนเสาไม้ก็ตาม
- การปฏิบัติการแต่งตีนเสาไม้เป็นกรรมวิธีปฏิบัติ และใช้เครื่องมือประเภทช่างไม้ปลูกสร้าง ซึ่งมีความละเอียดน้อยกว่าช่างไม้ครุภัณฑ์ จึงเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้หน้าตัดเสาไม้และตอม่อคอนกรีตไม่ได้สัมผัสกันตลอดหน้าตัดโดยสมบูรณ์ได้ตามแบบเขียน
- อีกสาเหตุหนึ่งก็คือ การยกเสาไม้วางบนหัวตอม่อคอนกรีต กระทำโดยไม่ระมัดระวังก่อให้เกิดแรงกระแทก (Shocking load) ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของตอม่อ
- การผสมคอนกรีตและการบ่มคอนกรีตไม่ได้มาตรฐาน ทำให้หัวตอม่อไม่สามารถที่จะต้านทานแรงกระแทกได้
- เมื่อหน้าตัดส่วนใดส่วนหนึ่งต้องรับแรงกระแทกหรือน้ำหนัก W ทำให้หน้าตัดส่วนที่ต้องรับน้ำหนัก W จำเป็นต้องรับแรงต่อ 1 หน่วยพื้นที่ (Unit stress) สูงขึ้นเกินอัตราที่อนุญาตให้ใช้งาน (Allowable stress) ไปมากจนเกิดความเสียหายได้
- ฉะนั้น เพื่อให้ความปลอดภัยสูงขึ้น ควรใช้ตอม่อที่มีหน้าตัดใหญ่กว่าที่ต้องการจริงตามทฤษฎี จะเป็นการถูกต้องและเหมาะสมทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ โดยเฉพาะทางด้านของการแสดงออกซึ่งความมั่นคงและการทรงตัวของอาคาร ซึ่งเป็นความงามของทางสถาปัตยกรรมส่วนหนึ่งด้วย




– ตามรูปจะเห็นได้ว่าถึงแม้ W ที่ถ่ายลงบนเสาตอม่อเป็น Excentric load หน้าตัดส่วนหนึ่งก็ยังทำหน้าที่รับน้ำหนักได้โดยปลอดภัย โดยค่าของ Safety unit stress ไม่เปลี่ยนค่า หรือถ้าเปลี่ยนโดยเพิ่มไปบ้างก็ไม่เกินขีดของความปลอดภัย

*หมายเหตุ* รูปที่แสดงในข้อ 6 มิได้แสดงวิธีต่อ แสดงการถ่ายแรงเท่านั้น

**สรุป** การออกแบบตอม่ออาคาร เป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่ง ที่จะให้ความสมบูรณ์แก่อาคารในด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมร่วมกัน ความสมบูรณ์นี้จะได้จากการออกแบบที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาโดยละเอียด ในเรื่องวัสดุ วิธีการก่อสร้างระบบโครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุกับวัสดุ ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุกับรูปร่างชิ้นส่วน โครงสร้างและรูปร่างของอาคารส่วนที่เหนือตอม่อด้วย อาจกล่าวได้ว่าการออกแบบตอม่อเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี่อาคาร