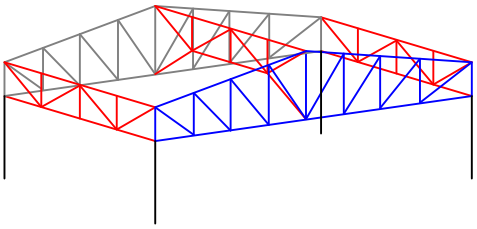
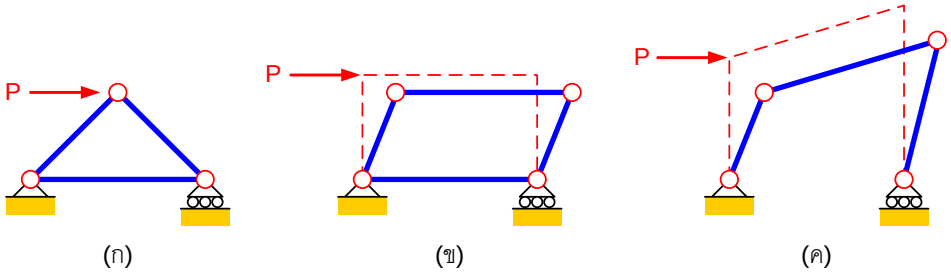


9

โครงถักหลังคา

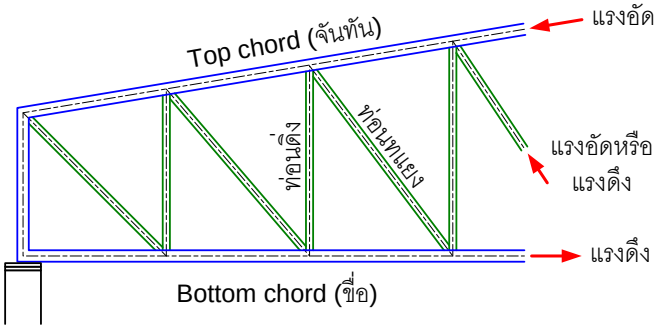
โครงถัก (Truss) คือโครงสร้างซึ่งประกอบขึ้นโดยการยึดปลายทั้งสององค์อาคารเส้นตรงต่อกันเพื่อส่งแรงผ่านระหว่างองค์อาคาร โดยอาจยึดติดกันโดยการเชื่อมหรือใช้สลักเกลียว โครงสร้างที่นิยมทำเป็นโครงถัก ได้แก่ สะพาน และ โครงหลังคา

รูปทรงพื้นฐานของโครงถักจะเป็นรูปสามเหลี่ยมประกอบด้วยองค์อาคารอย่างน้อย 3 ท่อน โดยยึดปลายต่อกันแบบจุดหมุนดังแสดงในรูปที่ 9.1(ก) ซึ่งจะเป็นรูปทรงที่มีเสถียรภาพต้านทานแรงที่มากระทำให้เปลี่ยนรูปร่าง เมื่อเทียบกับรูปทรงอื่นในรูปที่ 9.1(ข) และ 9.1(ค)



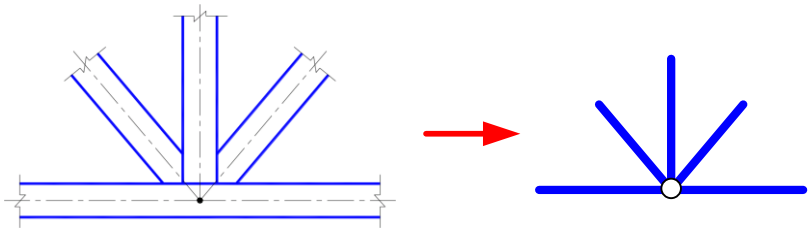
รูปที่ 9.1 การต้านทานแรงของโครงถักแต่ละรูปทรง

สำหรับโครงหลังคาที่มีช่วงความยาวมากขึ้นจะทำเป็นโครงถักซึ่งประกอบด้วย จันทัน (Top Chord), ขื่อ (Bottom Chord), ท่อนยึดดิ่ง (Vertical Member) และ ท่อนยึดทแยง (Diagonal Member) โดยจันทันจะทำหน้าที่รับแรงอัดเป็นหลัก ขื่อทำหน้าที่รับแรงดึง ส่วนท่อนยึดระหว่างขื่อและจันทันอาจรับแรงอัดหรือแรงดึงแต่ไม่มากเท่าจันทันและขื่อ ดังนั้นจึงมักมีขนาดเล็กกว่า



รูปที่ 9.2 องค์อาคารในโครงถัก

เพื่อให้แรงในองค์อาคารมีเฉพาะแรงตามแนวแกน จึงต้องจัดวางให้แนวเส้นศูนย์กลางขององค์อาคารมาบรรจบที่จุดเดียวกันซึ่งโดยทั่วไปจะสมมุติว่าเป็นจุดต่อแบบหมุน (pinned) ทั้งนี้ก็เพื่อให้เป็นไปตามสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบโครงถัก

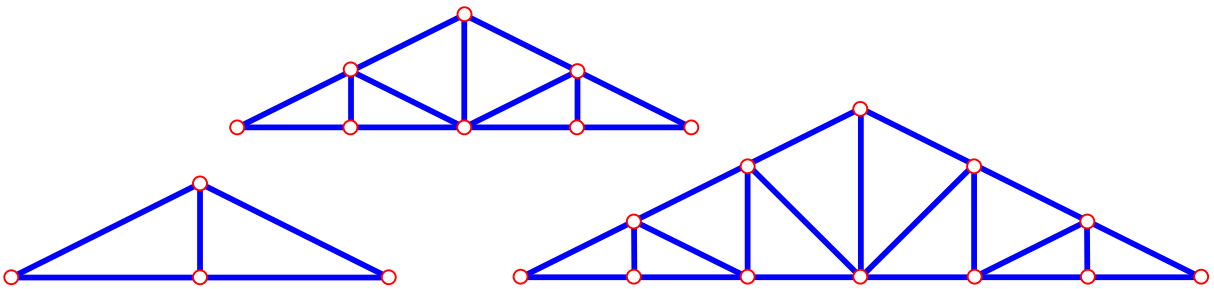


รูปที่ 9.3 การจัดแนวศูนย์กลางองค์อาคารที่จุดต่อ

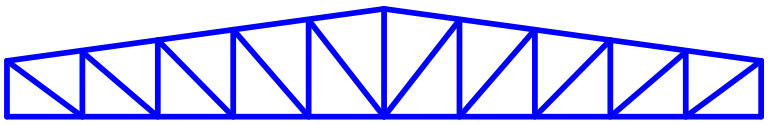
รูปแบบของโครงถัก

รูปแบบโครงถักที่มักนิยมนำมาใช้เป็นโครงหลังคาในประเทศไทยมีดังนี้

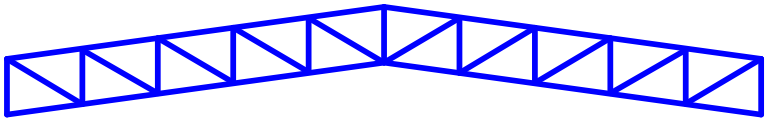
โครงถักแบบโฮว์ (Howe Truss) จันทันเอียงเป็นจั่วสองข้างเท่ากัน ขื่ออยู่ในแนวราบ มีท่อนยืดดิ่งระยะห่างเท่ากัน และมีท่อนยืดทแยงเอียงลงเข้าหากึ่งกลางช่วง โดยมีรูปร่างตามช่วงความยาวที่เพิ่มขึ้นดังในรูป

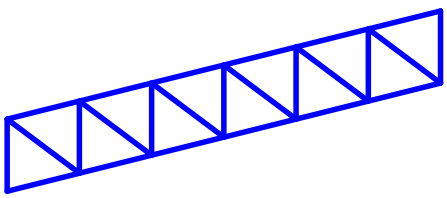


โครงถักแบบโฮว์ยกระดับ มักนิยมในโครงหลังคาช่วงยาวเช่นในโรงงานหรือโกดังเก็บสินค้า

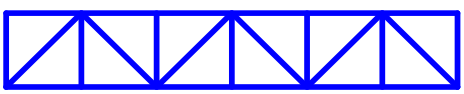


โครงถักคอร์ดเอียงขนาน ขื่อจะเอียงขนานกับจันทัน ทำให้มีช่องว่างความสูงมากขึ้น



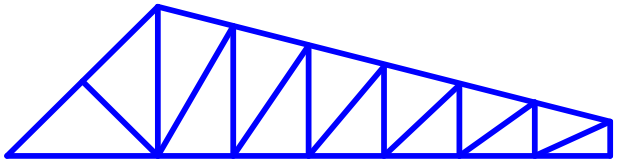


โครงถักแนวเอียง (Sloping Flat Truss)

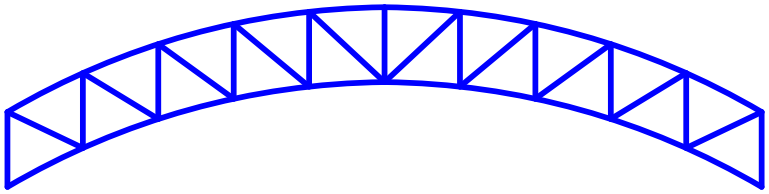


โครงถักแนวราบ (Flat Truss)

โครงถักแบบเอียงต่างมุม (Dual Pitch) มักใช้เป็นหลังคาอาคารตึกแถว โดยเอียงชันทางด้านหน้าแล้วลาดเทลงยาวด้านหลัง

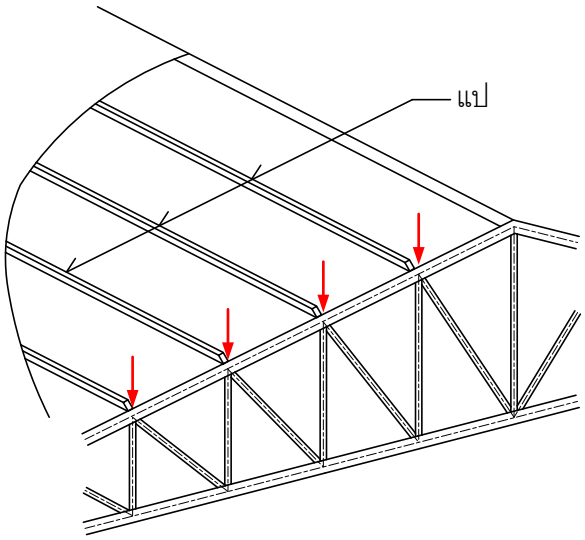


โครงถักแบบโค้ง (Curved Truss) นิยมมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากมีการใช้แผ่นเหล็กรีดรอนมุงหลังคาซึ่งสามารถดัดโค้งได้



การวางแปบนโครงถัก

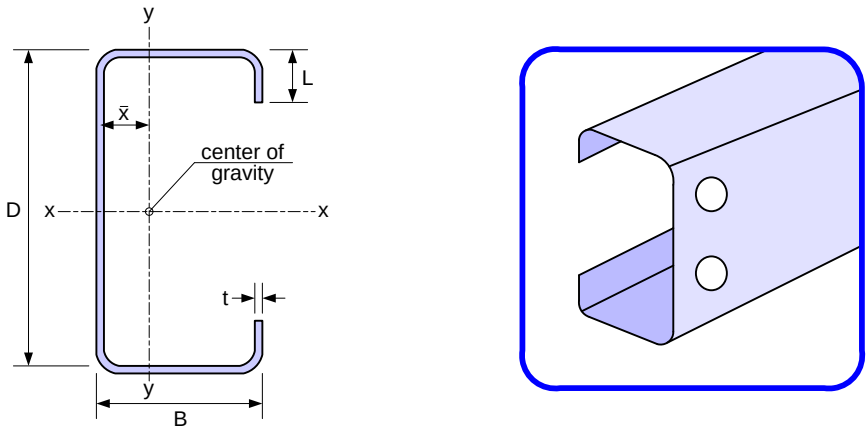
การวางแปซึ่งรับน้ำหนักบรรทุกจากวัสดุมุงหลังคา บนจันทันของโครงถักจะวางตรงกับจุดต่อเพื่อให้แรงภายในโครงถักมีเฉพาะแรงตามแนวแกนตามสมมุติฐานในการวิเคราะห์



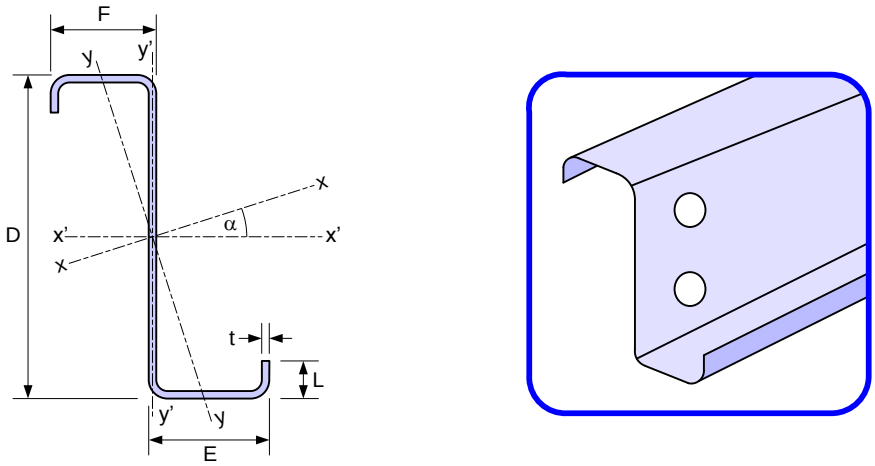
รูปที่ 9.4 การวางแปตรงจุดต่อบนจันทัน

แปเหล็กที่นิยมใช้ในปัจจุบันทำจากเหล็กขึ้นรูปเย็น (Cold Formed Steel) ที่มีน้ำหนักเบา เคลือบกันสนิมด้วยสังกะสีและเคลือบสีจากโรงงาน ทำให้ไม่ต้องทาสี การติดตั้งใช้ระบบยึดด้วยสลักเกลียวเพื่อความสะดวกรวดเร็ว

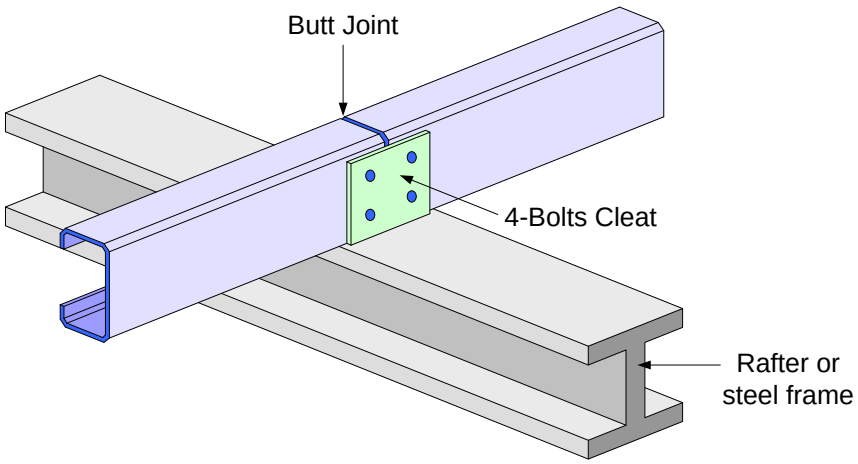
หน้าตัดแปที่ใช้ได้แก่หน้าตัดรูปตัว C สำหรับวางพาดช่วงเดี่ยว และรูปตัว Z สำหรับวางพาดแบบต่อเนื่องหลายช่วง โดยการต่อทาบแบบประกบปลาย ทำให้แปสามารถรับน้ำหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



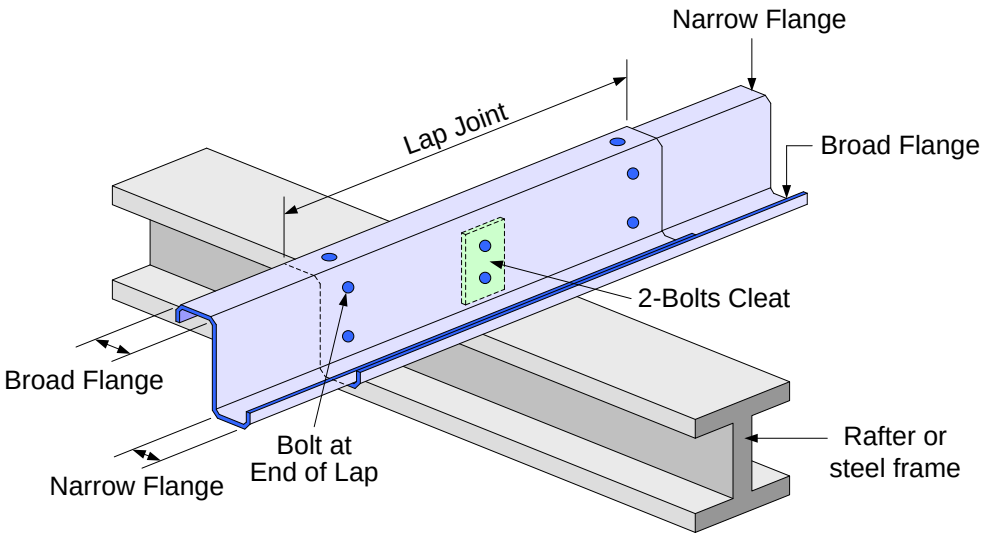
รูปที่ 9.5 หน้าตัดแปรูปตัว C



รูปที่ 9.6 หน้าตัดแปรูปตัว Z

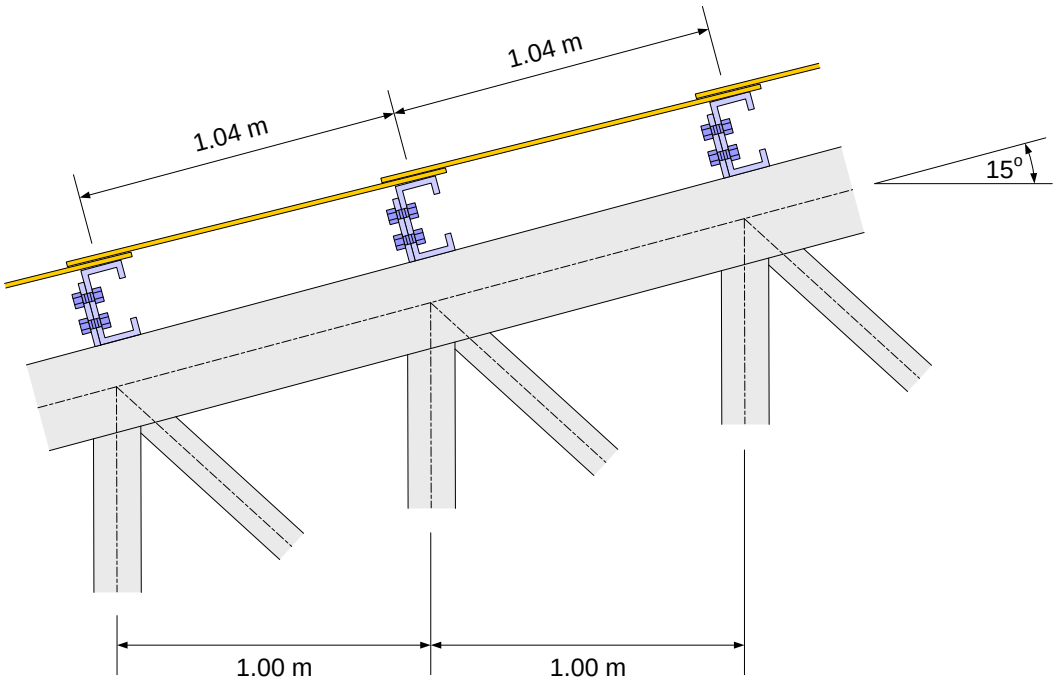


รูปที่ 9.7 จุดต่อแบบชนของแปรูปตัว C



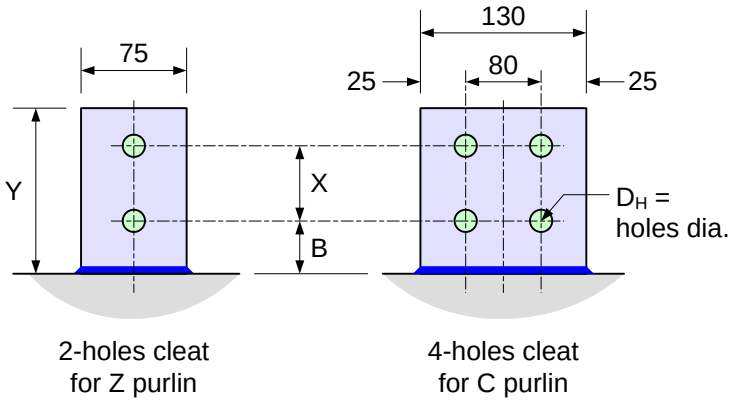
รูปที่ 9.8 จุดต่อแบบทาบของแปรูปตัว Z

ความยาวของวัสดุมุงเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดระยะห่างของแปซึ่งจะต้องสั้นกว่าโดยเผื่อระยะวาดพาดตามความลาดเอียงของหลังคา เช่น วัสดุมุงคือ กระเบื้องลอนคู่ ยาวแผ่นละ 1.20 เมตร หลังคาเอียงทำมุม 15° ระยะช่อง (Panel) ของโครงถัก 1.00 เมตร จะได้ระยะห่างในแนวเอียงของแปเท่ากับ $1.00/\cos 15^{\circ} = 1.04$ เมตร ดังแสดงในรูป



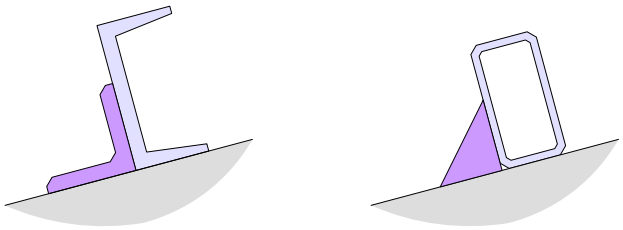
รูปที่ 9.9 ระยะพาดวัสดุมุงบนแป

Cleat คือแผ่นเหล็กที่ใช้ในการยึดแปติดกับจันทัน โดยจะเชื่อมติดกับจันทันและมีรูเจาะสำหรับยึดติดกับแปโดยใช้สลักเหลียว cleat ที่มี 2 รูเจาะใช้กับแปตัว Z ที่ต่อแบบทาบ และ cleat ที่มี 4 รูเจาะใช้กับแปตัว C ที่ต่อแบบชน



รูปที่ 9.10 แผ่นเหล็ก cleat ยึดแปและจันทัน

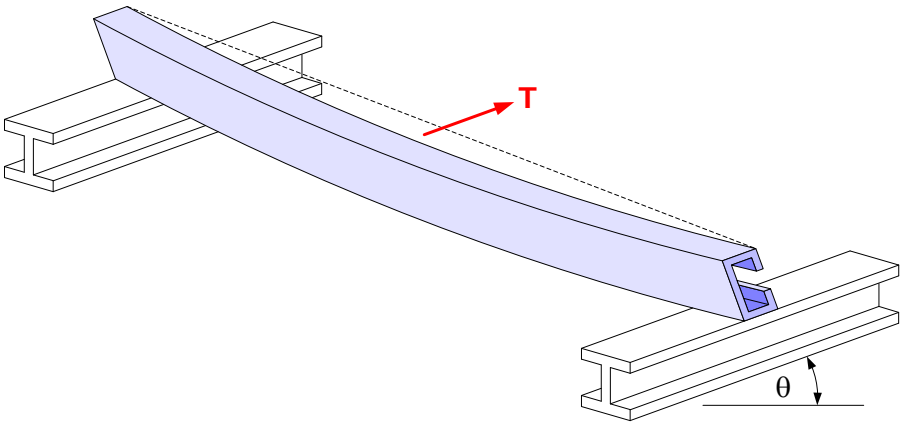
ในกรณีที่ใช้แปเป็นหน้าตัดเหล็กรูปพรรณธรรมดาธรรมดาเช่น หน้าตัดตัวซี หน้าตัดรางน้ำ (channel) หรือหน้าตัดเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม ที่ไม่มีการเจาะรูเหมือนหน้าตัดสำเร็จรูป อาจใช้เหล็กฉากหรือแผ่นเหล็กสามเหลี่ยมเชื่อมติดกับจันทันก่อน เมื่อยกแปมาวางแล้วเชื่อมต่อกันอีกครั้ง



รูปที่ 9.11 การใช้เหล็กฉากและแผ่นเหล็กสามเหลี่ยมยึดแปและจันทัน

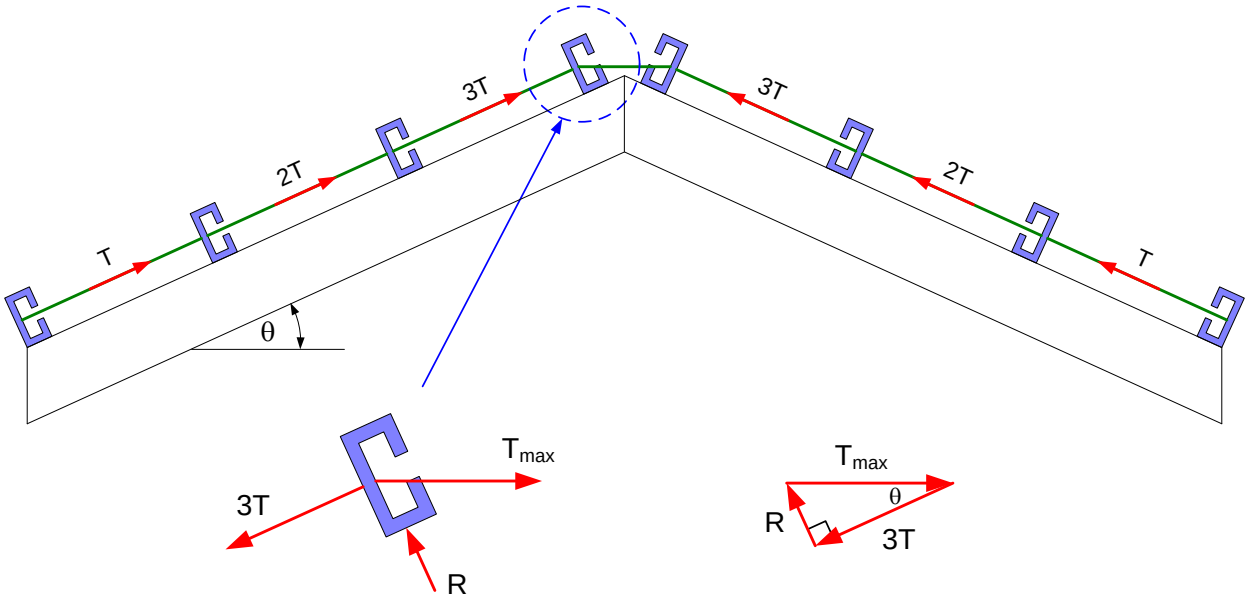
เหล็กเส้นกันแอ่น (Sag Rod)

ในกรณีที่แปมีช่วงยาวและรับน้ำหนักมากจนอาจเกิดการแอ่นตัว จะใช้เหล็กเส้นกันแอ่น (Sag Rod) มาช่วยดึงพยุงไว้ ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้หน้าตัดแปขนาดใหญ่มาก



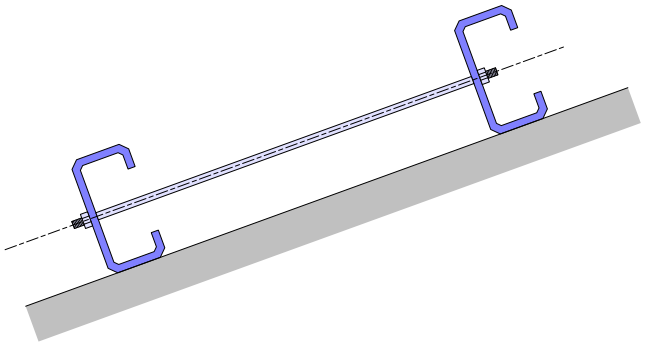
รูปที่ 9.12 การใช้เหล็กเส้นกันแอ่นที่กึ่งกลางช่วงของแป

เหล็กกันแอ่นจะรับแรงดึงสะสมขึ้นมาตามความลาดเอียงของหลังคาที่สองด้าน จนมีแรงมากที่สุดที่แปตัวบนสุด และต้องมีเหล็กเส้นยึดที่สันหลังคาเพื่อเชื่อมต่อแรงจากทั้งสองทางลาดเอียง

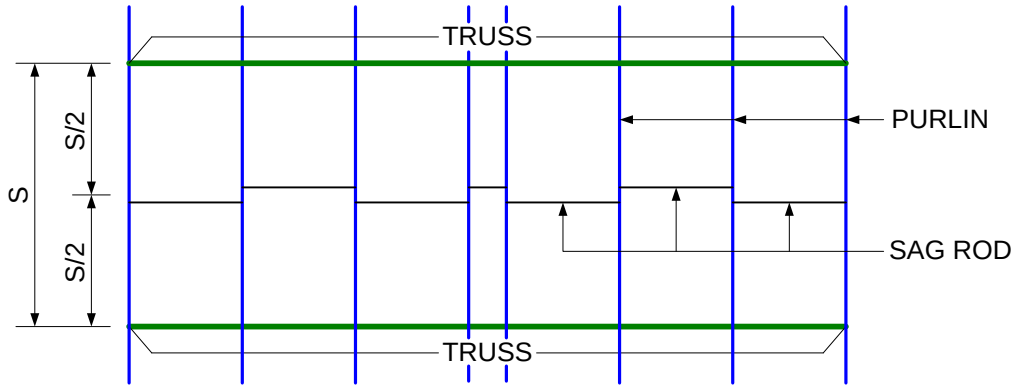


รูปที่ 9.13 แรงสะสมตามแนวเอียงใน sag rod

เหล็กเส้นกันแอ่นจะถูกยึดกับแปโดยทำเกลียวที่ปลายแล้วขันน๊อตยึด ดังนั้นในแต่ละช่วงจึงต้องเบี่ยงหลบกันเพื่อให้สามารถทำการติดตั้งขันเกลียวได้



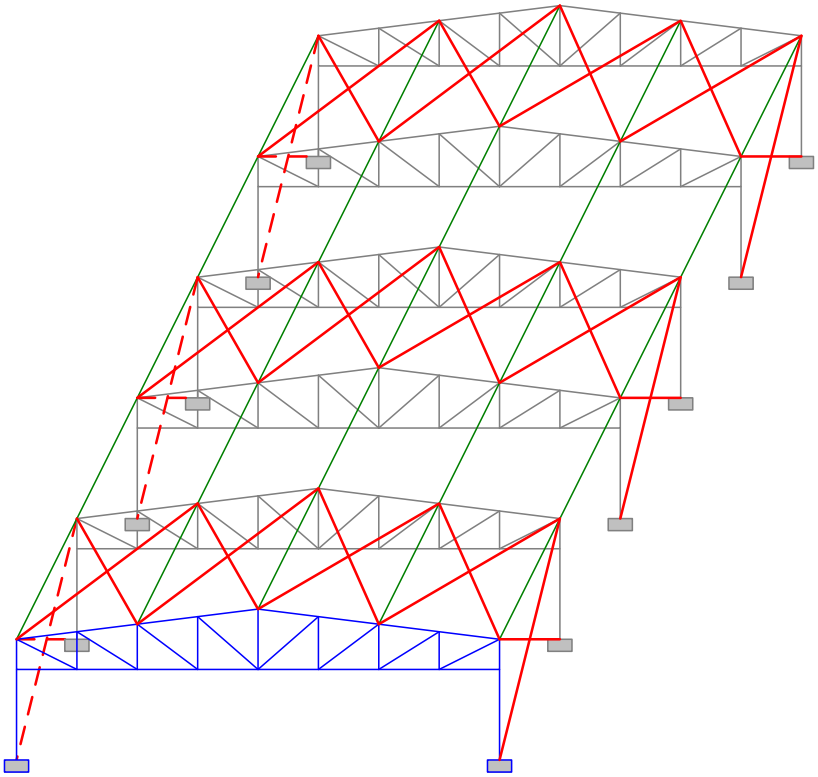
รูปที่ 9.14 การยึด sag rod กับแปโดยการขันเกลียว



รูปที่ 9.15 การวาง sag rod เบี่ยงหลบกันในผังโครงหลังคา

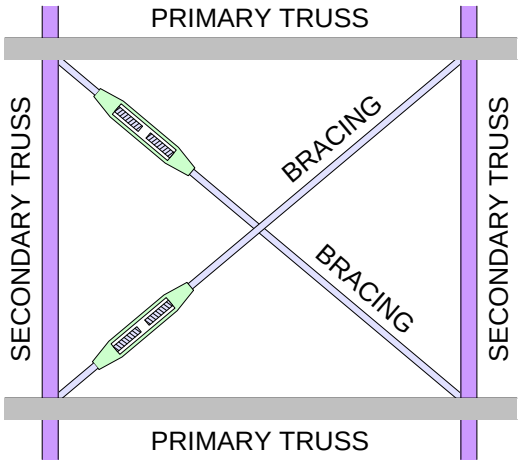
การยึดรั้ง (Bracing)

โดยทั่วไปโครงสร้างเหล็กจะมีจุดต่อที่ค่อนข้างยืดหยุ่น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องการการยึดรั้ง (Bracing) เพื่อเพิ่มเสถียรภาพและความแข็งแรงทางด้านข้างให้แก่อาคาร โดยอาจทำการยึดรั้งช่วงหัวท้ายและช่วงเว้นช่วงดังในรูป



รูปที่ 9.16 การยึดรั้งในโครงอาคารเหล็ก

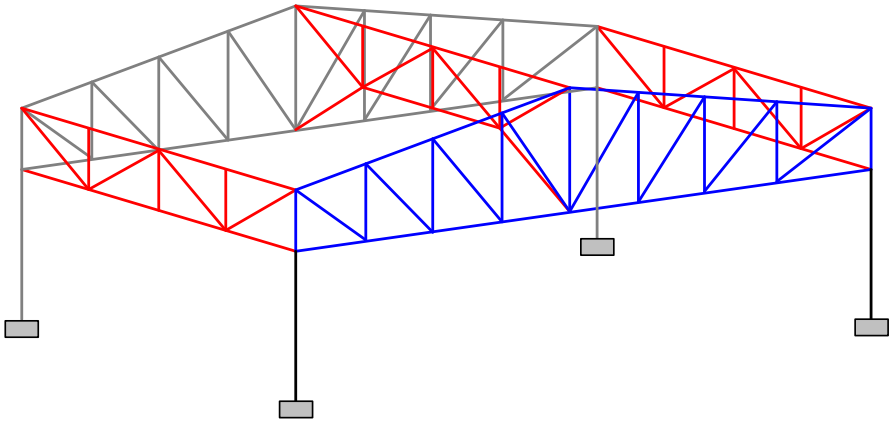
องค์อาคารที่ใช้ในการยึดรั้งมักจะเป็นแบบรับแรงดึงเนื่องจากมีความยาวมาก โดยอาจใช้ลวดสลิงหรือเหล็กเส้นกลม ซึ่งจะต้องติดตั้งให้ตึงคือมีแรงดึงจึงจะทำงานได้ ดังนั้นจึงต้องใช้อุปกรณ์ขันเร่งเกลียว (Turnbuckle) ขึงให้ตึงโดยมีแรงดึงภายในองค์อาคาร



รูปที่ 9.17 องค์อาคารยึดรั้งโดยใช้ตัวเร่งเกลียว

โครงถักรอง (Secondary Truss)

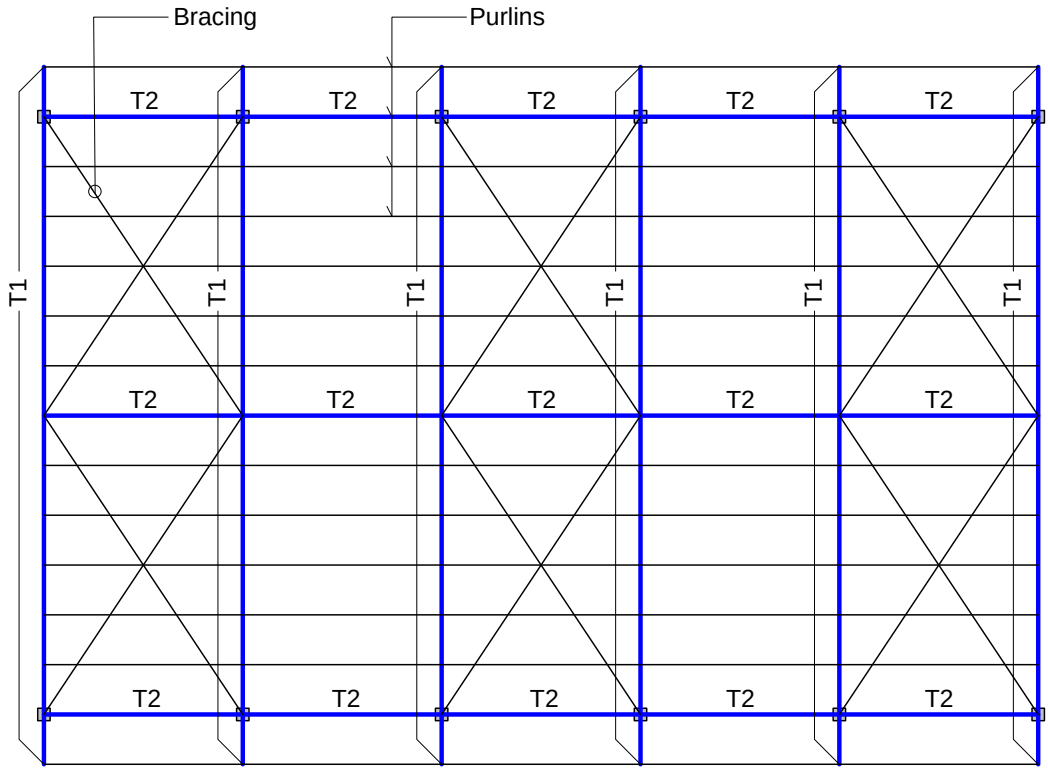
ในโครงถักที่มีขนาดใหญ่คือช่วงความยาวและความสูงมาก อาจต้องใช้โครงถักรองในทิศทางที่ตั้งฉากทำหน้าที่ “ค้ำยัน” โครงถักหลัก เพื่อให้เพิ่มเสถียรภาพให้แก่โครงหลังคา และช่วยต้านทานแรงลมในทิศทางขนานสันหลังคา



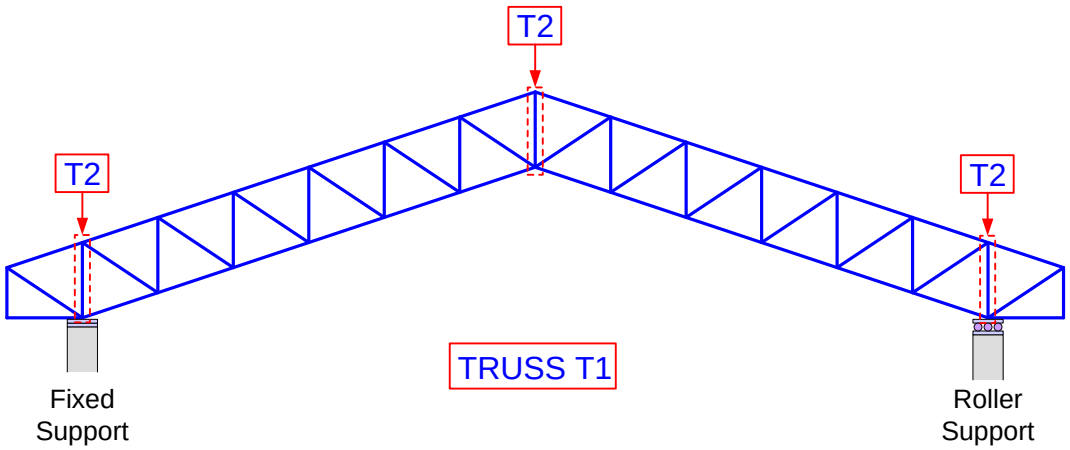
รูปที่ 9.18 โครงถักรองทำหน้าที่ค้ำยันโครงถักหลัก

แบบหลังคาโครงถัก

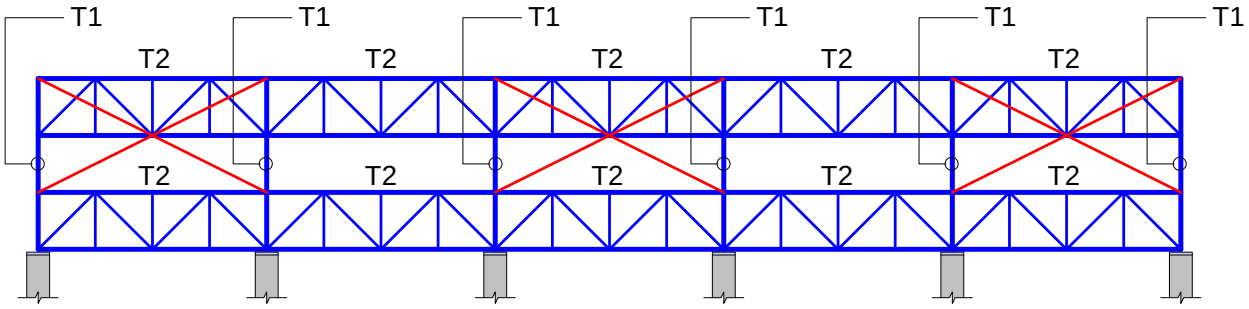
จะประกอบด้วย แบบแปลน แบบด้านหน้า แบบด้านข้าง ซึ่งแสดงตำแหน่งและช่วงความยาวโครงถักหลัก โครงถักรอง องค์อาคารยึดรั้ง และ แป แบบขยายโครงถักหลัก โครงถักรอง และแบบขยายจุดต่อต่างๆ



รูปที่ 9.19 รูปแปลนโครงถักหลังคา

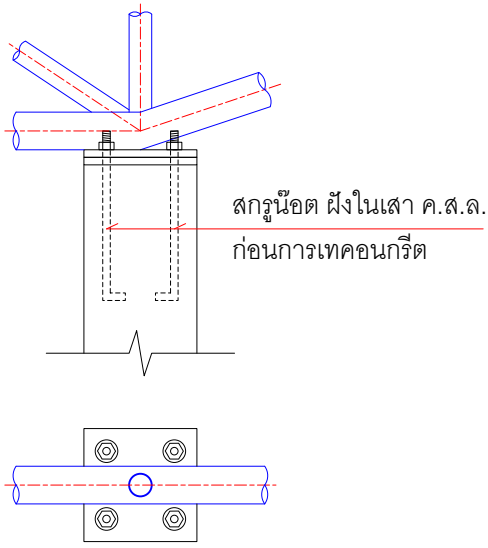


รูปที่ 9.20 รูปด้านหน้าแสดงโครงถักหลัก T1

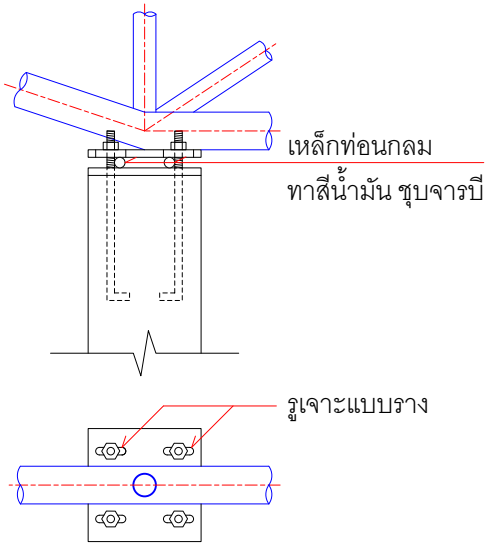


รูปที่ 9.21 รูปด้านข้างแสดงโครงถักรอง T2

จุดรองรับโครงถักข้างหนึ่งเป็นแบบยึดแน่น (Fixed Support) ส่วนอีกข้างจะเป็นแบบเคลื่อนที่ได้ (Roller Support) เนื่องจากโครงหลังคามีการยืดหดตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ



รูปที่ 9.22 Fixed Support



รูปที่ 9.23 Roller Support