

การทดสอบแปเหล็กขึ้นรูปเย็นลักษณะรูปหมวก ในโครงหลังคาเพื่อหาความสามารถในการรับน้ำหนัก Performance Tests of Resisting The Hat-Shape Cold-Formed Steel Purlin for Roof Construction

บทคัดย่อ

โครงหลังคากึ่งสำเร็จรูปที่ใช้เหล็กขึ้นรูปเย็นชุบสังกะสีเป็นแปนั้น ในปัจจุบันมีใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงหลังคา เพราะมีความทนทาน รวดเร็ว และปลอดภัย แปเหล็กขึ้นรูปเย็นที่ใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นรูปหมวกซึ่งนับว่าเป็นหน้าตัดที่เหมาะสมและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย งานวิจัยนี้จะทำการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของแปหลังคาที่ใช้เหล็กขึ้นรูปเย็นลักษณะรูปหมวกสามารถผ่านค่ามาตรฐานการก่อสร้างในประเทศไทย ทดสอบโดยใช้น้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรกระทำที่โครงหลังคาเพื่อหาระยะยุบตัวของแป เปรียบเทียบระยะยุบตัวที่ยอมให้ ตามมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างเหล็ก

Abstract

Galvanized cold-formed steel member currently widely used in roof construction due to its durability , fast installation and safety. The use of the hat-shape purlin has gained popularity in the residential roofing construction in Thailand. The cold-formed steel hat shape purlin has many advantages over traditional steel purlin. This research will test the strength of cold-formed steel purlin and compare results with the standard of cold-formed steel construction in Thailand.

Keywords : เหล็กขึ้นรูปเย็น, ระยะยุบตัวที่ยอมให้

1. คำนำ

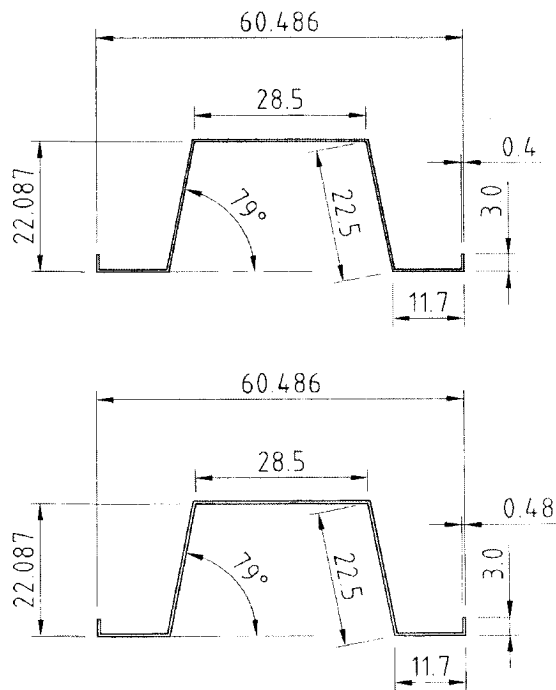
การก่อสร้างในปัจจุบันต้องการความรวดเร็ว ความสวยงาม ความประหยัด ตลอดจนความคงทนต่อสภาพสิ่งแวดล้อม ผู้รับเหมาก่อสร้างตลอดจนบริษัทโครงการก่อสร้างต่างๆ ให้ความสนใจและใช้วัสดุที่ทำมาจากเหล็กโครงสร้างขึ้นรูปเย็น เนื่องจากมีความแข็งแรงและน้ำหนักเบา ทำให้ขนส่งเคลื่อนย้ายและนำไปใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว และช่วยเพิ่มความสามารถในการเพิ่มระยะวางพาดของคานให้กว้างขึ้น รวมทั้งติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างดียิ่ง

2. วัตถุประสงค์

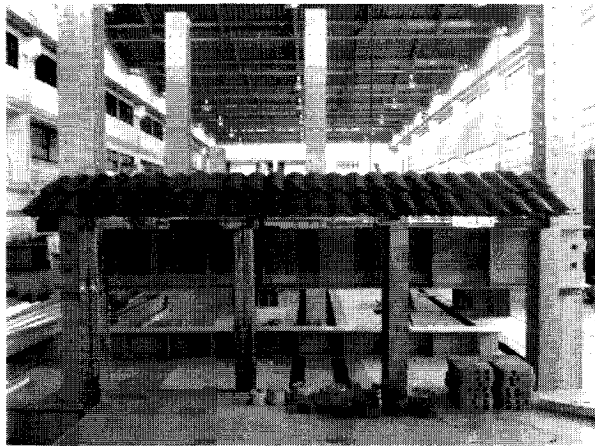
การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือต้องการหา กำลังต้านทาน (Strength) และค่าการยุบตัวของโครงหลังคา (Stiffness) เมื่อน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำที่โครงหลังคาในสภาพใช้งานจริง โดยการทดสอบได้นำแบบรูปหมวกขึ้นรูปเย็นสองชนิดตามนิยามที่กล่าวไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1238-2549¹ มาทำเป็นแปรับน้ำหนักของหลังคา และทดสอบการรับน้ำหนักและวัดค่าระยะยุบตัวของโครงหลังคาของแปแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับค่าการยุบตัวที่ยอมให้ของมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างเหล็กขึ้นรูปเย็นเมื่อน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร และการทดสอบได้หาค่าน้ำหนักบรรทุกจรและการยุบตัวของโครงหลังคา จนกระทั่งหลังคาวิบัติ

3. การดำเนินการวิจัย

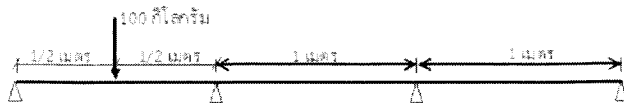
ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้านี้ ณ ห้องทดสอบโครงสร้างของกองวิชาวิศวกรรมโยธา ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการทดสอบให้โครงหลังคาโดยออกแบบตามมาตรฐานการออกแบบอาคารเหล็กขึ้นรูปเย็น² ใช้แปเหล็กขึ้นรูปเย็นลักษณะรูปหมวกที่มีความหนา 0.40 และ 0.48 มิลลิเมตร ตามภาพที่ 1 ตั้งอยู่บนเสาที่มีความมั่นคง รายละเอียดตามภาพที่ 2 โดยมีนัยใจได้ว่าเมื่อมีการทดสอบโดยใส่น้ำหนักกระทำที่โครงหลังคาแล้วจะไม่มีการโก่งตัวของโครงถัก การยุบตัวจะเกิดขึ้นที่แปที่ต้องการทดสอบเท่านั้น



ภาพที่ 1 รูปหน้าตัดแปเหล็กขึ้นรูปเย็นลักษณะรูปหมวกที่มีความหนา 0.40 และ 0.48 มม. ที่ใช้ในการทดสอบ (มิติเป็น มม.)



ภาพที่ 2 โครงหลังคาเหล็กถักสำหรับการทดสอบ การเก็บรวบรวมข้อมูลมีการวัดระยะ ยุบตัวของแปหลังคา ณ จุดกึ่งกลาง ของช่วงหลังคาในช่วงแรกโดยใช้ เครื่องมือการวัดการโก่งตัว LVDT การ ทดสอบครั้งนี้ได้ออกแบบโดยน้ำหนัก จะลงที่แปเท่านั้น



ภาพที่ 3 ภาพจำลองการทดสอบเมื่อมีแรงกระทำ ที่เป็นจุด 100 กิโลกรัม กระทำ ที่กึ่งกลางของช่วงคานด้านซ้าย

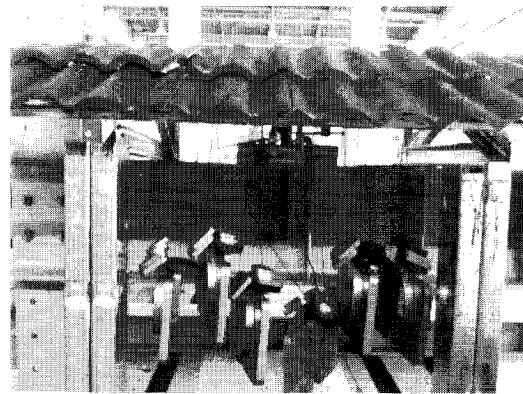


ภาพที่ 4 น้ำหนักจุด 100 กิโลกรัมที่กระทำที่ กึ่งกลางของบนระยะหลังคา

ผู้วิจัยจัดเก็บข้อมูลโดยเครื่องมือการวัดระยะ ยุบตัวของแป เมื่อมีน้ำหนัก 100 กิโลกรัมกระทำ ณ จุดกึ่งกลางของหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4 แล้วจึงนำน้ำหนัก 100 กิโลกรัมออก

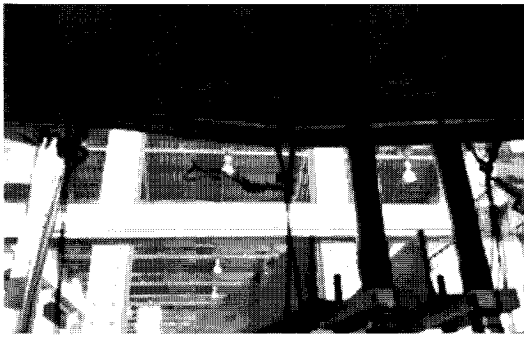


ภาพที่ 5 ภาพจำลองการทดสอบเมื่อมีแรงกระจาย กระทำแบ่งออกเป็น 6 จุดของช่วงคาน ด้านซ้าย



ภาพที่ 6 น้ำหนักกระจายออกเป็น 6 จุดของช่วง หลังคาซีแพคโมเนียร์

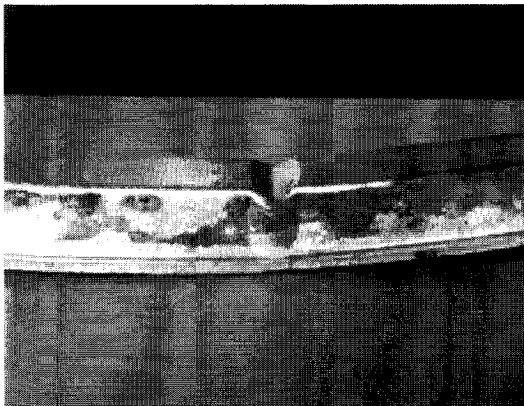
หลังจากนั้นทำการทดสอบโดยการวัดระยะ ยุบตัวของแปเมื่อมีน้ำหนักแบบกระจายลงในช่วง คานช่วงแรก การวางตัวของหลังคาแผ่นซีแพค โมเนียร์ที่วางลงบนแปนั้น ถ้าพิจารณาการวางตัว ของแผ่นหลังคาจะมีการวางตัวในลักษณะเป็นจุด โดยกระจายน้ำหนักออกไปตามระยะที่แผ่นหลังคา ซีแพคโมเนียร์วางบนแป โดยในการทดสอบผู้วิจัย ได้จำลองการกระจายน้ำหนักของหลังคาซีแพคโม เนียร์โดยใส่น้ำหนักเท่ากัน 6 ตำแหน่งในช่วงระยะ แรก ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6 หลังจากนั้น วัดระยะโก่งตัวของแปโดย เพิ่มน้ำหนักจนกระทั่ง แปถึงจุดวิบัติ ตามภาพที่ 7



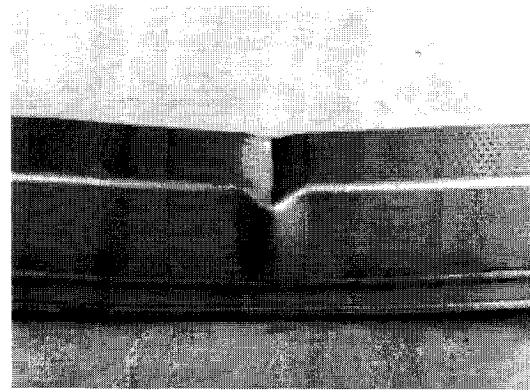
ภาพที่ 7 วัดระยะโก่งตัวของแปเมื่อมีน้ำหนัก 6 จุดกระทำจนกระทั่งถึงจุดวิบัติ

4. ผลการวิจัย

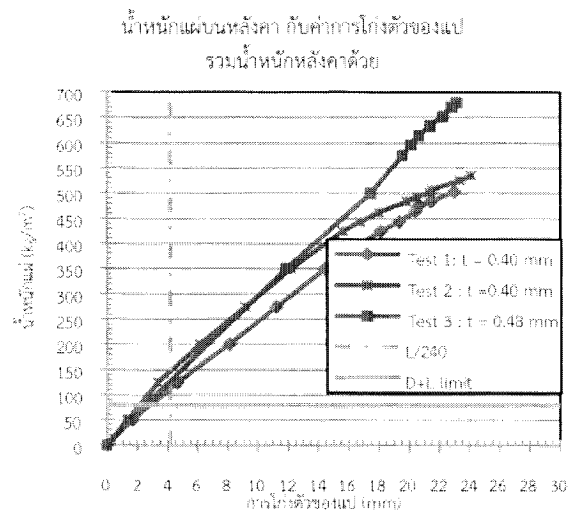
จากการทดสอบพบว่า การวิบัติของแปรูปทรงแฉกขึ้นรูปเย็นเกิดจากการโก่งเดาะเฉพาะที่ (Local Buckling Failure) ที่เกิดจากแรงดัด (Bending) ดังแสดงในภาพที่ 8 และ 9



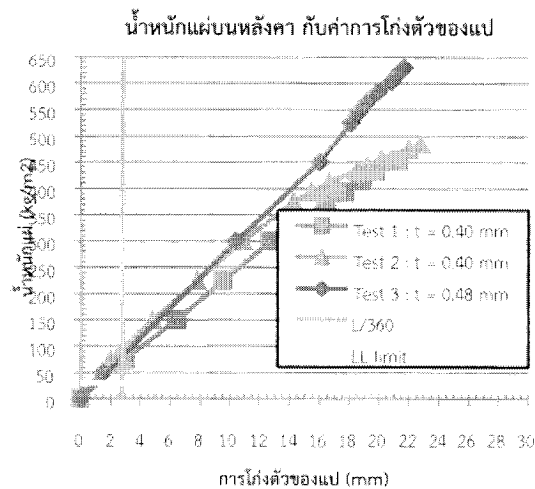
ภาพที่ 8 การวิบัติโดยเกิดจากการโก่งเดาะเฉพาะที่ของวัสดุทดสอบที่มีความหนา 0.40 มิลลิเมตร



ภาพที่ 9 การวิบัติโดยเกิดจากการโก่งเดาะเฉพาะที่ของวัสดุทดสอบที่มีความหนา 0.48 มิลลิเมตร



ภาพที่ 10 กราฟการโก่งตัวของแปเมื่อมีน้ำหนักชนิดแผ่กระทำโดยเปรียบเทียบกับ การโก่งตัวที่ยอมให้เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกคงที่รวมกับและน้ำหนักบรรทุกจรกระทำ



ภาพที่ 11 กราฟระยะยวบตัวเมื่อมีน้ำหนักชนิดแผ่กระทำโดยเปรียบเทียบกับระยะยวบตัวที่ยอมให้เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกจรกระทำ

จากภาพที่ 10 ตามมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างเหล็ก ค่าระยะยวบตัวที่ยอมให้เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรกระทำ มีค่าเท่ากับ L/240 เมื่อคำนวณจะได้ค่าเท่ากับ 4.17 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรกระทำ 80 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งสำหรับการทดสอบนั้น ที่ระยะยวบตัว L/240 จะต้องมีย่านน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรกระทำอยู่ที่ 110-140 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าแปที่ใช้ทดสอบสามารถรับน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรได้อย่างเพียงพอ

จากภาพที่ 11 ตามมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างเหล็ก ค่าระยะยวบตัวที่ยอมให้เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกจรกระทำอย่างเดียวนั้น มีค่าเท่ากับ L/360 เมื่อคำนวณจะได้ค่าเท่ากับ 2.78 มิลลิเมตร โดยในการออกแบบจะออกแบบให้รับ

น้ำหนักบรรทุกจร 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งสำหรับการทดสอบนั้น ที่ระยะยวบตัว L/360 แปจะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรได้เท่ากับ 70-90 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าแปที่ใช้ทดสอบสามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรได้อย่างเพียงพอ

ตารางที่ 1 ชนิดน้ำหนักและระยะยวบตัวของแปเหล็กขึ้นรูปเป็นลักษณะรูปหมวก

ชนิดน้ำหนัก	ระยะยวบตัวแปเหล็กหนา 0.40 mm	ระยะยวบตัวแปเหล็กหนา 0.48 mm
น้ำหนักบรรทุกคงที่ (หลังคา)	1.68 mm	1.07 mm
น้ำหนัก 100 kg (จุดกึ่งกลาง)	15.50 mm	10.37 mm

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ระยะการยวบตัวที่ยอมให้มีค่าสูงสุดได้ L/360 (เท่ากับ 2.78 มิลลิเมตร) แต่ว่าเมื่อมีน้ำหนัก 100 กิโลกรัมกระทำจุดกึ่งกลางของคานทำให้แปเหล็กขึ้นรูปเป็นลักษณะรูปหมวกที่มีความหนา 0.40 และ 0.48 มิลลิเมตรยวบตัวลงมาถึง 10.37 และ 15.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ เป็นค่ายวบตัวที่สูงเกินค่าที่ยอมให้มาก ซึ่งในการนำไปใช้งานอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อกระเบื้องหรือฝ้าที่ถูกยึดอยู่กับแปได้

5. สรุปผลการศึกษา

แปเหล็กขึ้นรูปเป็นลักษณะรูปหมวก ทั้งสองขนาดมีกำลัง (strength) ชัดความสามารถเพียงพอในการรับน้ำหนักชนิดแผ่ (uniform load) ที่ระบุไว้ในกฎหมาย แต่เมื่อมีน้ำหนักเป็นจุดมากระทำขนาด 100 กิโลกรัม การยวบตัวของแปมีค่า

มากกว่าค่าการยุบตัวที่ยอมให้ ต้องมีการพัฒนา และปรับปรุงการรับน้ำหนักแบบจุดที่มีค่ามาก กระทำต่อแปโดยมุ่งเน้นที่คุณสมบัติของหน้าตัด ให้มีค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (I_x) สูงขึ้น

6. บรรณานุกรม

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กโครงสร้าง รูปพรรณขึ้นรูปเย็น
2. คณะอนุกรรมการสาขาโครงสร้างเหล็กในคณะกรรมการ สาขาวิศวกรรมโยธา, 2553, มาตรฐานการออกแบบ อาคารเหล็กขึ้นรูปเย็น, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย