

รายงานผลทดสอบ

การทดสอบหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก
ของแป้สำเร็จรูป Aluminium Zince Steel Purlin

เสนอต่อ

PROFAST ASIA CO., LTD.

โดย

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, โทร 0-2326-4216

มกราคม 2553

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
1. กล่าวนำ	1
2. โครงการ	1
3. วันทดสอบ	2
4. วันออกผลทดสอบ	2
5. มุมลาดของกระเบื้องและระยะห่างระหว่างจันทัน	2
6. ข้อกำหนดในการทดสอบ	2
7. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ	2
8. การคำนวณหาคุณสมบัติของหน้าตัด	2
9. การคำนวณหาระยะการแอ่นตัวที่จุดกึ่งกลางช่วงแป	3
10. การทดสอบหาความสามารถรับน้ำหนักบรรทุก	3
11. ผลทดสอบ	5
12. วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ	12

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

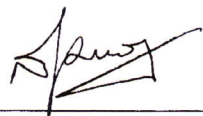
1. กล่าวนำ

ตามที่บริษัท PROFAST ASIA จำกัด ได้มีความประสงค์ให้ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการทดสอบหาความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกทุกใช้งานของแปสำเร็จรูป Aluminium Zince Steel Purlin ความหนา 67.0 x 27.0 x 0.55 mm. สำหรับกระเบื้องหลังโมเนีย ที่มุมลาดของหลังคา 25° , 30° และ 37° โดยมีระยะห่างของแปเท่ากับ 0.32 m. และ ระยะห่างของจันทันเท่ากับ 1.30 m.

2. โครงการ

สำหรับใช้ในงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องลอนคู่ โดยมีระยะห่างของแป เท่ากับ 0.32 m. และ ระยะห่างของจันทันเท่ากับ 1.30 m.

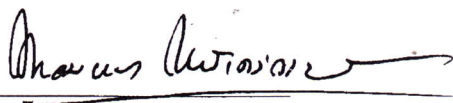
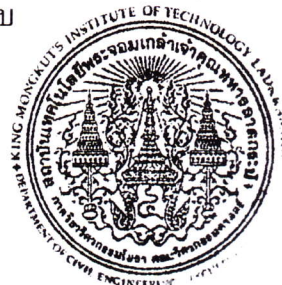
ทดสอบโดย



(นายสุเมธ สันศักดิ์วัฒนา)

วิศวกรผู้ควบคุมการทดสอบ

รับรองผลทดสอบโดย



(ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร)

หัวหน้าศูนย์ทดสอบวัสดุวิศวกรรมโยธา

3. วันทดสอบ

18 ธันวาคม 2552

4. วันออกผลทดสอบ

11 มกราคม 2553

5. มุมลาดของหลังคาและระยะห่างระหว่างจันทัน

กำหนดโดย PROFAST ASIA CO.,LTD.

6. ข้อกำหนดในการทดสอบ

6.1. ระยะห่างระหว่างแปเท่ากับ 0.32 m.

6.2. ระยะห่างระหว่างจันทันเท่ากับ 1.30 m.

6.3. น้ำหนักกระเบื้องลอนคู่มีค่า 29.11 kg/m² และคิดค่าน้ำหนักจรเท่ากับ 50 kg/m²

6.4. ระยะแอนตัวสูงสุดที่ยอมให้ (Δ_{all}) ณ ตำแหน่งกึ่งกลางช่วงแปเท่ากับระยะห่างระหว่างจันทันหารด้วย 240

7. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

7.1. มาตรวัดการทรุดตัว (Digital Dial Gauge) อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 mm.	1	ตัว
7.2. ก้านเหล็กสำหรับยึดมาตรวัดการทรุดตัว (Magnetic Base)	1	ชุด
7.3. คานเหล็กสำหรับอ้างอิง (Reference Beam)	1	ท่อน

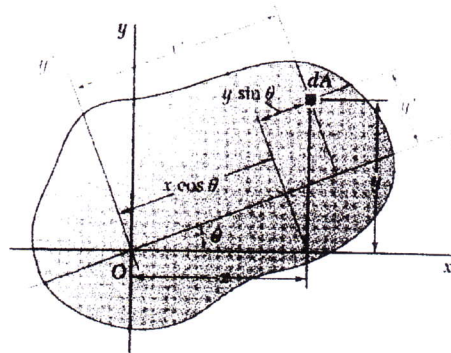
8. การคำนวณหาคุณสมบัติของหน้าตัด

วัดขนาดของหน้าตัดแป ให้ได้ละเอียดระดับ 0.1 mm. โดยคำนวณค่า Moment Inertia ในกรณีที่มุมเอียงค่าต่างๆจากสูตรต่อไปนี้

$$I_{x'} = \frac{I_x + I_y}{2} + \frac{I_x - I_y}{2} \cos 2\theta - I_{xy} \sin 2\theta$$

$$I_{y'} = \frac{I_x + I_y}{2} - \frac{I_x - I_y}{2} \cos 2\theta + I_{xy} \sin 2\theta$$

โดยค่า I_x และ I_y เป็นค่าโมเมนต์อินเนอร์เซีย ที่ผ่านจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Centroid) รอบแกน x และแกน y ตามลำดับ θ เป็นมุมความชันของหลังคา



รูปที่ 1 แสดงการหมุนของหน้าตัดทำมุมกับแนวระดับเท่ากับ θ เท่ากับมุมความชันของหลังคา

9. การคำนวณหาระยะการแอ่นตัวที่จุดกึ่งกลางช่วงแป

ค่าระยะแอ่นตัวสูงสุดที่จุดกึ่งกลางช่วงแป (Δ_{max}) สำหรับแป ซึ่งมีลักษณะเป็น Continuous Beam คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\Delta_{max} = 0.0069 \frac{wl^4}{EI}$$

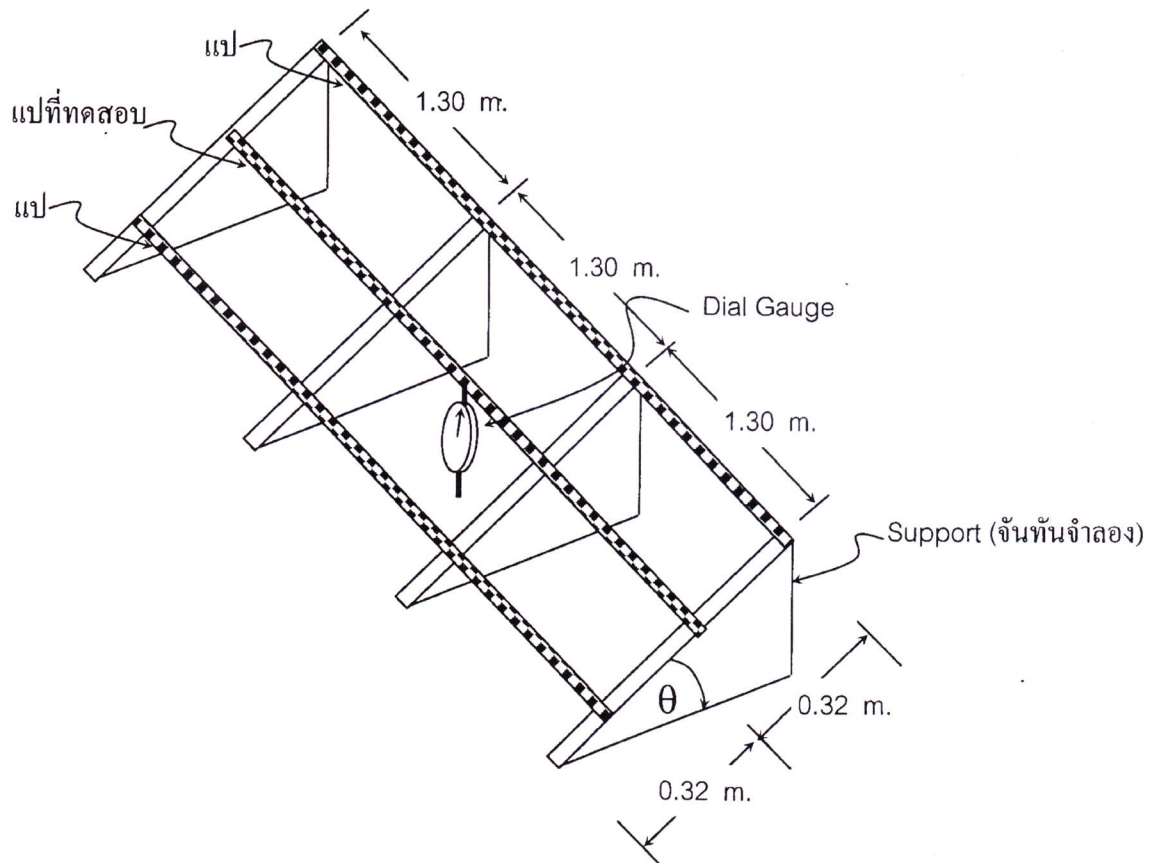
เมื่อ

w	=	น้ำหนักแผ่น (kg/m^2)
E	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก ($= 2.6 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)
Δ_{max}	=	ระยะแอ่นตัวที่จุดกึ่งกลางช่วงแป (cm.)
l	=	ความยาวช่วงแป (Span) (cm.)
I	=	Moment Inertia (cm^4)

10. การทดสอบหาความสามารถรับน้ำหนักบรรทุก

- 10.1. เตรียมชุดทดสอบโดยการติดตั้งโครงจันทันจำลอง ซึ่งมีระยะห่างระหว่างจันทันเท่ากับ 1.30 m. และระยะห่างระหว่างแปเท่ากับ 0.32 m. โดยใช้แป 3 ตัว เพื่อทดสอบหาความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกของแปตัวกลาง ดังแสดงในรูปที่ 2

10.2. ติดตั้ง Dial Gauge ที่กึ่งกลางช่วงของแป้ตัวที่ต้องการทดสอบ เพื่อวัดค่าการแอ่นตัวมากที่สุด เมื่อน้ำหนักบรรทุกทดสอบกระทำ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งแป้ที่จะทำการทดสอบ

- 10.3. ทำการติดตั้งกระเบื้องคอนกรีตลอนคู่ โดยมีการยึดกระเบื้องตามสภาพการใช้งานจริง พร้อมทั้งติดเทปกาวสองหน้าและกระดาษทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายที่จะใช้เป็นน้ำหนักบรรทุกทดสอบลื่นไหล
- 10.4. ตวงทรายใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 2 kg เพื่อให้ง่ายในการใช้น้ำหนักบรรทุกทดสอบ โดยใช้ถุงพลาสติกที่หนา และไม่มีรูรั่ว เพื่อป้องกันทรายรั่วไหลออก จำนวนถุงทรายที่ใช้ทั้งหมดให้คำนวณจากน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ต้องการทดสอบ
- 10.5. เริ่มทดสอบโดยการตั้งค่าเข็มของ Dial Gauge ให้ชี้บอกที่ตำแหน่งศูนย์ จดบันทึกไว้เป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นเริ่มให้น้ำหนักบรรทุกทดสอบแบบเป็นขั้น โดยใส่ถุงทรายครั้งละ 20 kg วางกระจายทั่วแผ่นกระเบื้อง ในการใส่น้ำหนักแต่ละครั้งให้อ่านค่าการทรุดตัวที่ Dial Gauge ทุกครั้ง เพิ่มน้ำหนักบรรทุกจนกระทั่งถึงค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่

ต้องการทดสอบ หรือแปมีการแอ่นตัวมากเกินไปกว่าค่าที่กำหนด จากนั้นให้ทำการถอน
น้ำหนักออก โดยแบ่งถอนน้ำหนักออกเป็น 3 ครั้งเท่าๆกัน โดยประมาณ พร้อมทั้ง
อ่านค่าการทรุดตัวที่ Dial Gauge หลังจากถอนน้ำหนักออกทุกครั้ง

- 10.6. วัดขนาดพื้นที่ของกระเบื้องที่รับน้ำหนักจนทรายทั้งหมด เพื่อนำไปแปลงน้ำหนัก
บรรทุกทดสอบในแต่ละขั้นตอน เป็นน้ำหนักต่อตารางเมตร
- 10.7. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกทดสอบ (แกน y) กับการแอ่นตัวของ
แปที่จุดกึ่งกลางช่วง (แกน x)
- 10.8. จากกราฟ อ่านค่าน้ำหนักบรรทุกทดสอบที่สอดคล้องกับค่าการแอ่นตัวที่ยอมให้ (ระยะ
ช่วงแป / 240)

11. ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในหน้าที่ 6 ถึงหน้าที่ 11



DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 326 - 4216

TEST OF STEEL PURLIN

Sample From : PROFAST ASIA CO.,LTD. Request No. 52-1201
Type of specimen : Aluminium Zince Steel Purlin Request date : 9/12/2009
Specimen description : Thicknees of cross section 0.55 mm Test date : 18/12/2009

Applied Load (Kg/m ²)	Mid-span Deflection (mm.)
0	0
24	0.95
48	2.98
72	4.56
96	6.77
120	8.32
144	9.70
167	10.97
191	12.38
215	13.87
239	15.64
263	17.05
287	18.65
335	21.75
227	18.69
120	11.42
0	0.77

Data of Specimen :

Sample No : 1
Nominal Size : 67.0 x 27.0 x 0.55 mm.
Weight : 0.4497 kg/m

Test Condition :

Type of Loading : Uniform Load
Spacing of Purlin : 0.32 m.
Spacing of Rafter : 1.30 m.
Angle of Roofing : 25.00 Degree
Weight of Tile : 29.11 kg/m²

Test Result :

Load at : 84 Kg/m² (Service Load Only)
Or 113.11 Kg/m² (Included Tiles Weight)

* These values are load per horizontal plane area of roof

Deflection : 5.42 mm.

Remark :

- 1) Certification applies only to test samples.
- 2) No erasure or alterations for this sheet.

Tested By :

Mr. Sumate Santadwattana

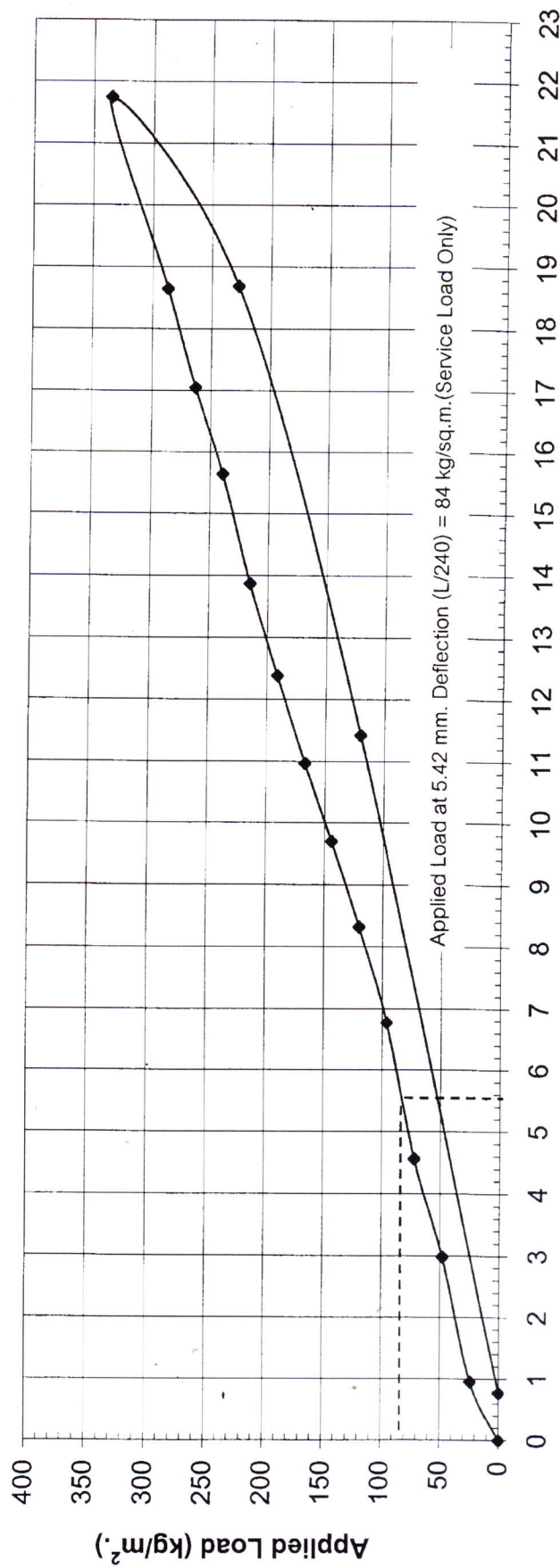


Asst.Prof.Laemthong Laokhongthavorn

Head of Civil Engineering Material Testing Center

PROFAST ASIA - Aluminium Zince Steel Purlin 67.0 x 27.0 x 0.55 mm.-แปรงระเืองโมเนีย

Sample NO.1 (25 Degree)



Mid-Span Deflection

Supervisor

Asst. Prof. Laemthong Laekhongthavorn

Asst. Prof. Laemthong Laekhongthavorn



DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 326 - 4216

TEST OF STEEL PURLIN

Sample From : PROFAST ASIA CO.,LTD. Request No. 52-1201
Type of specimen : Aluminium Zince Steel Purlin Request date : 9/12/2009
Specimen description : Thicknees of cross section 0.55 mm Test date : 18/12/2009

Applied Load (Kg/m ²)	Mid-span Deflection (mm.)
0	0
25	0.94
50	2.89
75	4.05
100	5.82
125	7.44
150	8.65
175	10.14
200	10.93
225	12.20
250	13.61
275	15.60
300	16.82
350	19.28
238	17.10
125	10.70
0	0.68

Data of Specimen :

Sample No : 2
Nominal Size : 67.0 x 27.0 x 0.55 mm.
Weight : 0.4497 kg/m

Test Condition :

Type of Loading : Uniform Load
Spacing of Purlin : 0.32 m.
Spacing of Rafter : 1.30 m.
Angle of Roofing : 30.00 Degree
Weight of Tile : 29.11 kg/m²

Test Result :

Load at : 95 Kg/m² (Service Load Only)
Or 124.11 Kg/m² (Included Tiles Weight)

* These values are load per horizontal plane area of roof

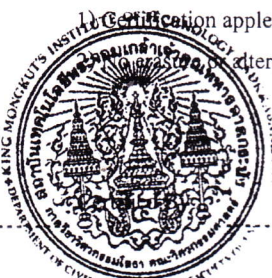
Deflection : 5.42 mm.

Remark :

1) Certification applies only to test samples.
2) No alterations for this sheet.

Tested By :

Mr. Sumate Santadwattana

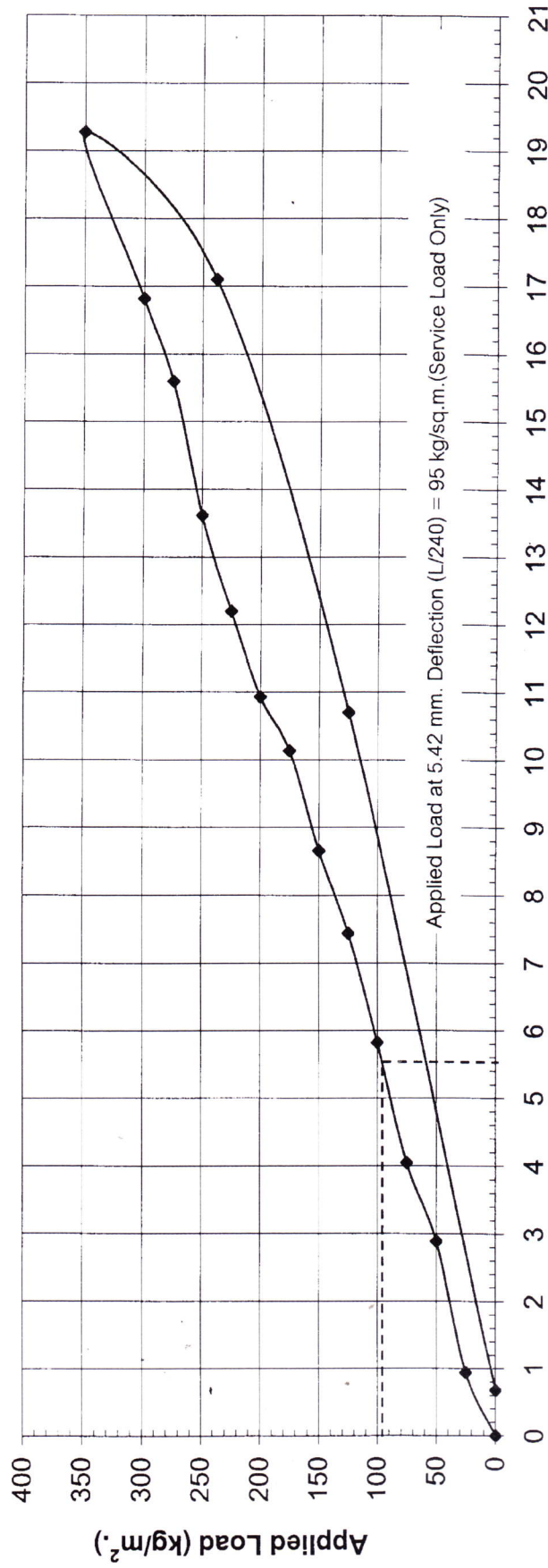


Asst.Prof.Laemthong Laokhongthavorn

Head of Civil Engineering Material Testing Center

PROFAST ASIA - Aluminium Zince Steel Purlin 67.0 x 27.0 x 0.55 mm.-แปckerม็องโมเนีย

Sample NO.2 (30 Degree)



Mid-Span Deflection

Asst. Prof. Laemthong Laokhongthavorn

Asst. Prof. Laemthong Laokhongthavorn



DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 326 - 4216

TEST OF STEEL PURLIN

Sample From : PROFAST ASIA CO.,LTD. Request No. 52-1201
Type of specimen : Aluminium Zince Steel Purlin Request date : 9/12/2009
Specimen description : Thicknees of cross section 0.55 mm Test date : 18/12/2009

Applied Load (Kg/m ²)	Mid-span Deflection (mm.)
0	0
27	0.89
54	2.75
81	4.15
109	5.95
136	7.68
163	9.60
190	11.10
217	12.37
244	14.33
271	16.14
299	16.48
326	18.96
380	21.80
258	18.92
136	13.15
0	1.36

Data of Specimen :

Sample No : 3
Nominal Size : 67.0 x 27.0 x 0.55 mm.
Weight : 0.4497 kg/m

Test Condition :

Type of Loading : Uniform Load
Spacing of Purlin : 0.32 m.
Spacing of Rafter : 1.30 m.
Angle of Roofing : 37.00 Degree
Weight of Tile : 29.11 kg/m²

Test Result :

Load at : 104 Kg/m² (Service Load Only)
Or 133.11 Kg/m² (Included Tiles Weight)

* These values are load per horizontal plane area of roof

Deflection : 5.42 mm.

Remark :

- 1) Certification apples only to test samples.
- 2) No erasure or alterations for this sheet.

Tested By :

Mr. Sumate Santadwattana

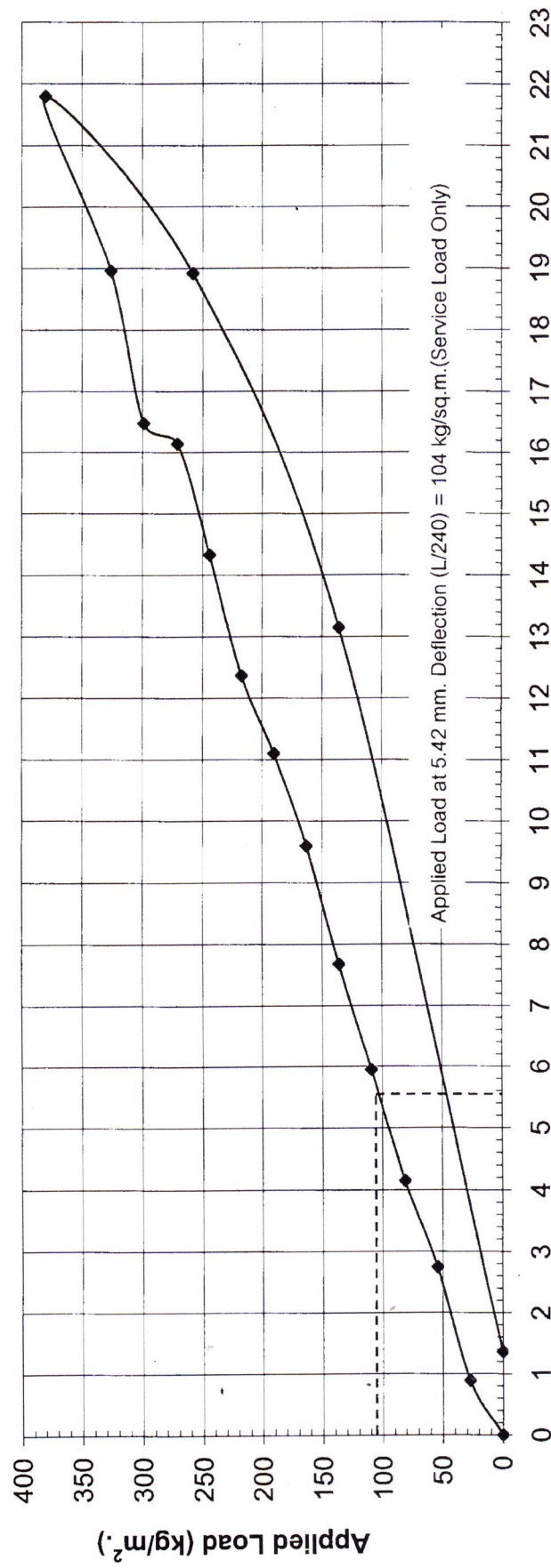


Asst.Prof.Laemthong Laokhongthavorn

Head of Civil Engineering Material Testing Center

PROFAST ASIA - Aluminium Zince Steel Purlin 67.0 x 27.0 x 0.55 mm.-แปckerเนื่องโมเนีย

Sample NO.3 (37 Degree)



Asst. Prof. Laemthong Laokhongthavorn

Asst. Prof. Laemthong Laokhongthavorn

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

12. วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบที่แสดงในหน้าที่ 6 ถึงหน้าที่ 11 สามารถพิจารณาสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานของแปแต่ละหน้าตัดที่ทดสอบได้

Sample No.	SIZE (mm.)	WEIGHT (kg/m)	ANGLE OF ROOFING	น้ำหนักบรรทุก ณ จุดที่มีการแอ่นตัวเท่ากับค่าที่ยอมให้ (kg/m ²)	
				น้ำหนักบรรทุกจร (kg/m ²)	น้ำหนักบรรทุกใช้งานรวม น้ำหนักกระเบื้อง (kg/m ²)
1	67.0 x 27.0 x 0.55	0.4497	20°	84	113.11
2	67.0 x 27.0 x 0.55	0.4497	30°	95	124.11
3	67.0 x 27.0 x 0.55	0.4497	37°	104	133.11

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นน้ำหนักที่กระทำกับหลังคาหารด้วยพื้นที่รับแรงในแนวระนาบ

12.1. ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกนี้ เป็นความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของแปสำเร็จรูป Aluminium Zince Steel Purlin เมื่อมีการติดตั้งกระเบื้องโมเนียแล้วเท่านั้น ไม่ใช่ความสามารถในการรับน้ำหนักแปเพียงอย่างเดียว เนื่องจากทั้งแปและกระเบื้องจะมีพฤติกรรมร่วมกันเป็นระบบหนึ่งในการช่วยกันรับแรง โดยตัวกระเบื้องจะเป็นตัวยึดรั้งไม่ให้แปเกิดการบิดตัวเมื่อรับน้ำหนัก จึงทำให้มีความสามารถในการรับน้ำหนักได้มาก เมื่อเทียบกับการรับน้ำหนักโดยแปเพียงอย่างเดียว (ก่อนที่จะมีการมุงกระเบื้อง) ซึ่งแปจะเกิดการบิดตัวเสียรูปก่อนที่จะสามารถใช้ความสามารถของหน้าตัดได้เต็มประสิทธิภาพ

12.2. ในการทดสอบนี้ มีการยึดแปกับจันทันด้วยสกรูข้างละ 2 ตัว และยึดกระเบื้องหลังคาด้วยแปด้วยสกรูอย่างแน่นหนา ลักษณะการยึดแปกับจันทันและการยึดกระเบื้องหลังคาด้วยแปมีผลต่อค่าการรับน้ำหนักของแปมาก กระเบื้องหลังคาที่ถูกมุงโดยวางไว้เฉยๆจะรับน้ำหนักได้น้อยกว่าการมุงกระเบื้องโดยมีการยึดกระเบื้องเข้ากับตัวแป การใช้ขอ ป.ปลา มีค่าการรับน้ำหนักใกล้เคียงกันกับการใช้สกรู

12.3. เมื่อความชันของหลังคาเพิ่มขึ้น ความสามารถในการรับน้ำหนักขอแปร่วมกับกระเบื้องจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะค่า I_x เพิ่มขึ้น ทำให้การใช้ประสิทธิภาพของหน้าตัดแป้สูงขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการณ์จรด้วย

12.4. ความสามารถในการรับน้ำหนักที่คำนวณได้ จะมีค่ามากกว่าความสามารถในการรับน้ำหนักที่ได้จากการทดสอบจริง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการณ์จรตัวแป้โดยกระเบื้องแป้ที่มีประสิทธิภาพในการยัดรัดไม่ให้เกิดการบิดตัวได้มากเพียงไร



ลงชื่อ

(ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร)

หัวหน้าชุดทดสอบ



รูปที่ 3 แสดงโครงหลังคาจำลองที่ความลาดชัน 20° เพื่อใช้ในการทดสอบรับน้ำหนัก
บรรทุกของแป



รูปที่ 4 แสดงโครงหลังคาจำลองที่ความลาดชัน 30° เพื่อใช้ในการทดสอบรับน้ำหนัก
บรรทุกของแป



รูปที่ 5 แสดงโครงหลังคาจำลองที่ความลาดชัน 37° เพื่อใช้ในการทดสอบรับน้ำหนัก
บรรทุกของแป



รูปที่ 6 แสดงจุดติดตั้ง Dial Gauge เพื่อวัดค่า Deflection ของแปที่จุดกึ่งกลางแป



รูปที่ 7 แสดงการทดสอบความสามารถรับน้ำหนักที่จุดประลัยด้วยน้ำหนักถุงทราย 280 กก.
คิดเป็น 335 กก/ม²



รูปที่ 8 แสดงการแอ่นตัวของแป้ที่ความลาดชัน 20° เมื่อรับน้ำหนักที่ 335 กก/ม²



รูปที่ 9 แสดงการแฉ่นตัวของแปที่ความลาดชัน 30° เมื่อรับน้ำหนักที่ 335 กก/ม^2



รูปที่ 10 แสดงการแฉ่นตัวของแปที่ความลาดชัน 37° เมื่อรับน้ำหนักที่ 335 กก/ม^2