รายงานผลทดสอบ

การทดสอบหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก
ของแปสำเร็จรูป Aluminium Zince Steel Purlin
ขนาด 61.0 x 27.0 x 0.55 mm.
PROFAST ASIA CO., LTD.

เสนอต่อ

PROFAST ASIA CO., LTD.

โดย

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, โทร 0-2329-8333

มิถุนายน 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. การคำนวนหาคุณสมบัติของหน้าตัด	2
9. การคำนวนหาระยะการแอ่นตัวที่จุดกึ่งกลางช่วงแป	3
10. การทดสอบหาความสามารถรับน้ำหนักบรรทุก	3
11. ผลทดสอบ	5
12. วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ	10

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. กล่าวนำ

ตามที่บริษัท PROFAST ASIA จำกัด ได้มีความประสงค์ให้สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการทดสอบหาความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานของแปสำเร็จรูป Aluminium Zince Steel Purlin PROFAST ASIA CO., LTD. ขนาดความหนา 61.0 x 27.0 x 0.55 mm. สำหรับกระเบื้องหลังคาโมเนีย ที่มุมลาดของหลังคา 25° และ 37° โดยมีระยะห่างของแปเท่ากับ 0.32 m. และ ระยะห่างของจันทันเท่ากับ 1.20 m.

2. โครงการ

สำหรับใช้ในงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องโมเนียโดยมีระยะห่างของแป เท่ากับ 0.32 m. และ ระยะห่างของจันทันเท่ากับ 1.20 m.

ทดสอบโดย

(นายสุเมธ สันทัดวัฒนา)
วิศวกรผู้ควบคุมการทดสอบ

รับรองผลทดสอบโดย

(ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร)
หัวหน้าศูนย์ทดสอบวัสดุวิศวกรรมโยธา

3. วันทดสอบ

2 มิถุนายน 2553

4. วันออกผลทดสอบ

23 มิถุนายน 2553

5. มุมลาดของหลังคาและระยะห่างระหว่างจันทัน

กำหนดโดย PROFAST ASIA CO.,LTD.

6. ข้อกำหนดในการทดสอบ

6.1. ระยะห่างระหว่างแปเท่ากับ 0.32 m.

6.2. ระยะห่างระหว่างจันทันเท่ากับ 1.20 m.

6.3. น้ำหนักกระเบื้องโมเนียมีค่า 29.04 kg/m^2 และคิดค่าน้ำหนักจรเท่ากับ 50 kg/m^2

6.4. ระยะแอ่นตัวสูงสุดที่ยอมให้ (Δ_{all}) ณ ตำแหน่งกึ่งกลางช่วงแปเท่ากับระยะห่างระหว่างจันทันหารด้วย 360

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

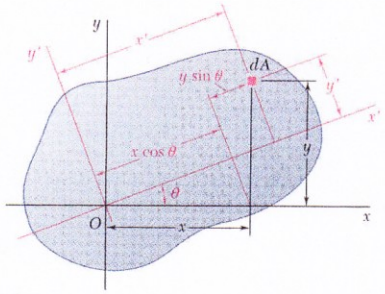
8. การคำนวนหาคุณสมบัติของหน้าตัด

วัดขนาดของหน้าตัดแป ให้ได้ละเอียดระดับ 0.1 mm. โดยคำนวนค่า 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 เป็นค่าโมเมนต์อินเนอร์เชีย ที่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัด (Centroid) รอบแกน x และแกน y ตามลำดับ θ เป็นมุมความชันของหลังคา



รูปที่ 1 แสดงการหมุนของหน้าตัดทำมุมกับแนวระดับเท่ากับ θ เท่ากับมุมความชันของหลังคา

9. การคำนวนหาระยะการแอ่นตัวที่จุดกึ่งกลางช่วงแป

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

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

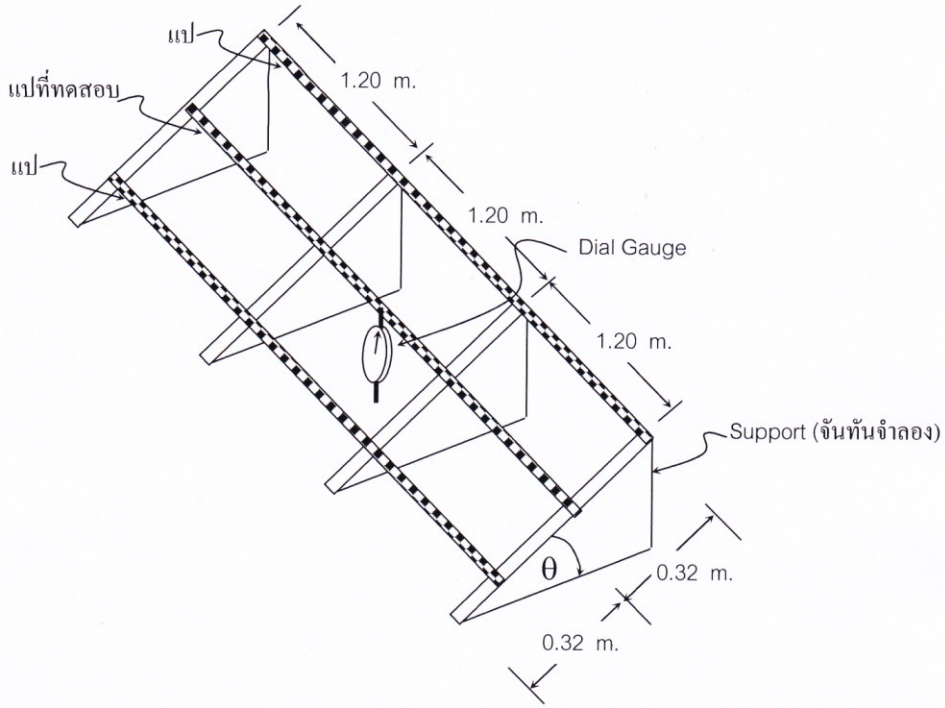
เมื่อ

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

10. การทดสอบหาความสามารถรับน้ำหนักบรรทุก

10.1. เตรียมชุดทดสอบโดยการติดตั้งโครงจันทันจำลอง ซึ่งมีระยะห่างระหว่างจันทันเท่ากับ 1.20 m. และระยะห่างระหว่างแปเท่ากับ 0.32 m. โดยใช้แป 3 ตัว เพื่อทดสอบหาความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกของแปตัวกลาง ดังแสดงในรูปที่ 2

10.2. ติดตั้ง Dial Gauge ที่กึ่งกลางช่วงของแปตัวที่ต้องการทดสอบ เพื่อวัดค่าการแอ่นตัวมากที่สุด เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกทดสอบกระทำ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งแปที่จะทำการทดสอบ

10.3. ทำการติดตั้งกระเบื้องโมเนีย โดยมีการยึดกระเบื้องตามสภาพการใช้งานจริง พร้อมทั้งติดเทปกาวสองหน้าและกระดาษทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายที่จะใช้เป็นน้ำหนักบรรทุกทดสอบลื่นไหล

10.4. ตวงทรายใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 2 kg เพื่อให้ง่ายในการใช้น้ำหนักบรรทุกทดสอบ โดยใช้ถุงพลาสติกที่หนา และไม่มีรูรั่ว เพื่อป้องกันทรายรั่วไหลออก จำนวนถุงทรายที่ใช้ทั้งหมดให้คำนวณจากน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ต้องการทดสอบ

10.5. เริ่มทดสอบโดยการตั้งค่าเข็มของ Dial Gauge ให้ชี้บอกที่ตำแหน่งศูนย์ จดบันทึกไว้เป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นเริ่มให้น้ำหนักบรรทุกทดสอบแบบเป็นขั้น โดยใส่ถุงทรายครั้งละ 10 kg วางกระจายทั่วแผ่นกระเบื้อง ในการใส่น้ำหนักแต่ละครั้งให้อ่านค่าการทรุดตัวที่ Dial Gauge ทุกครั้ง เพิ่มน้ำหนักบรรทุกจนกระทั่งถึงค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ต้องการทดสอบ หรือแปมีการแอ่นตัวมากเกินกว่าค่าที่กำหนด จากนั้นให้ทำการถอน

น้ำหนักออก โดยแบ่งถอนน้ำหนักออกเป็น 3 ครั้งเท่าๆกัน โดยประมาณ พร้อมทั้งอ่านค่าการทรุดตัวที่ Dial Gauge หลังจากถอนน้ำหนักออกทุกครั้ง

10.6. วัดขนาดพื้นที่ของกระเบื้องที่รับน้ำหนักถุงทรายทั้งหมด เพื่อนำไปแปลงน้ำหนักบรรทุกทดสอบในแต่ละขั้นตอน เป็นน้ำหนักต่อตารางเมตร

10.7. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกทดสอบ (แกน y) กับการแอ่นตัวของแปที่จุดกึ่งกลางช่วง (แกน x)

10.8. จากกราฟ อ่านค่าน้ำหนักบรรทุกทดสอบที่สอดคล้องกับค่าการแอ่นตัวที่ยอมให้ (ระยะช่วงแป / 360)

11. ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในหน้าที่ 6 ถึงหน้าที่ 9

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

TEST OF STEEL PURLIN

Sample From : PROFAST ASIA CO.,LTD.
Request No. 53-286
Type of specimen : Purlin for Monier-Roof Tile
Request date : 5/4/2010
Specimen description : Thickness of cross section 0.55 mm
Test date : 2/6/2010

Applied Load (Kg/m^2)	Mid-span Deflection (mm.)
0	0
12	0.16
24	0.66
37	1.44
49	2.34
61	2.79
73	3.50
85	4.48
98	5.26
110	5.53
122	6.14
134	7.02
85	4.86
37	2.69
0	0.33

Data of Specimen :
Sample No : 1
Nominal Size : 61.0 x 27.0 x 0.55 mm.
Weight : 0.394 kg/m

Test Condition :
Type of Loading : Uniform Load
Spacing of Purlin : 0.32 m.
Spacing of Rafter : 1.20 m.
Angle of Roofting : 25.00 Degree
Weight of Tile : 29.04 kg/m^2

Test Result :
Load at : 71 Kg/m^2 (Service Load Only)
Or 100.04 Kg/m^2 (Included Tiles Weight)
* These values are load per horizontal plane area of roof

Deflection : 3.33 mm.

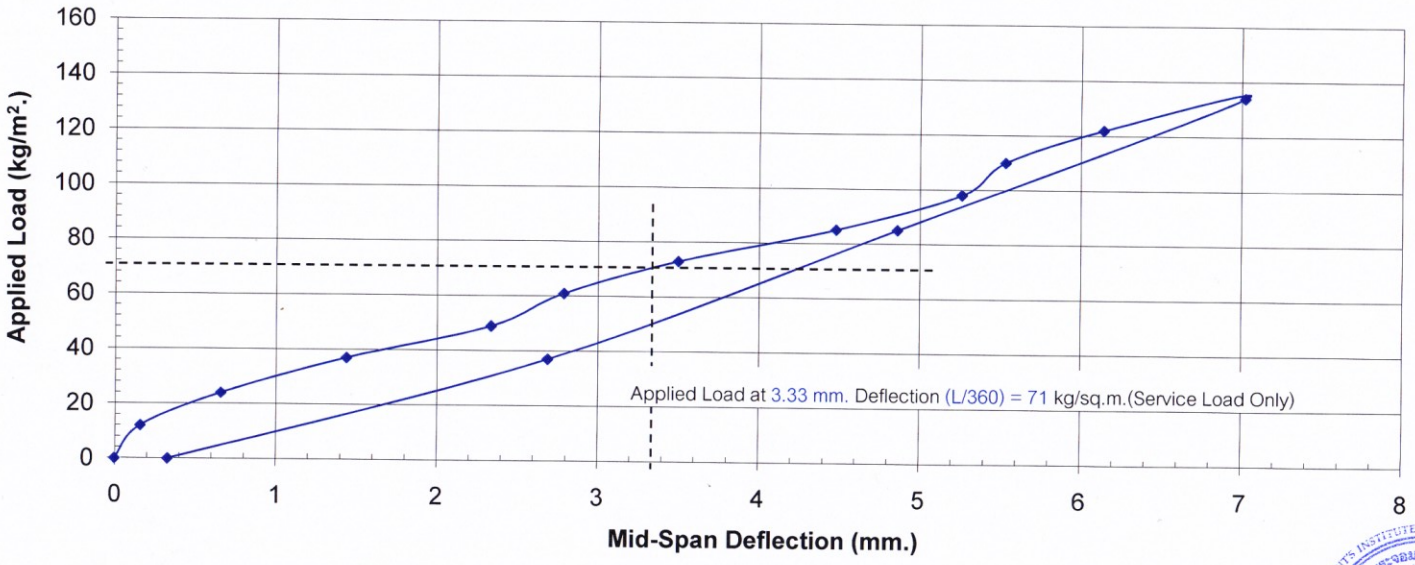
Remark :
1) Certification apples only to test samples.
2) No erasure or alterations for this sheet.

Tested By : Mr. Sumate Santadwattana

Certified By : Asst.Prof.Laemthong Laokhongthavorn
Civil Engineering Material Testing Center

PROFAST ASIA - Galvanized Steel Purlin 61.0 x 27.0 x 0.55 mm.-แปกระเบื้องโมเนีย

Sample NO.1, 25 Degree



Supervised and Computed by .....

Asst.Prof.Laemthong Laokhongthavorn

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

TEST OF STEEL PURLIN

Sample From : PROFAST ASIA CO.,LTD. **Request No.** 53-286

Type of specimen : Purlin for Monier-Roof Tile **Request date :** 5/4/2010

Specimen description : Thickness of cross section 0.55 mm **Test date :** 2/6/2010

Applied Load (Kg/m^2)	Mid-span Deflection (mm.)
0	0
14	0.11
28	0.39
42	0.93
55	1.85
69	2.62
83	3.07
97	3.45
111	4.39
125	5.35
139	5.80
152	6.60
166	7.60
111	5.56
55	3.89
0	0.22

Data of Specimen :

Sample No : 2

Nominal Size : 61.0 x 27.0 x 0.55 mm.

Weight : 0.394 kg/m

Test Condition :

Type of Loading : Uniform Load

Spacing of Purlin : 0.32 m.

Spacing of Rafter : 1.20 m.

Angle of Roofting : 37.00 Degree

Weight of Tile : 29.04 kg/m^2

Test Result :

Load at : 94 Kg/m^2 (Service Load Only)

Or 123.04 Kg/m^2 (Included Tiles Weight)

* These values are load per horizontal plane area of roof

Deflection : 3.33 mm.

Remark :

1) Certification apples only to test samples.

2) No erasure or alterations for this sheet.

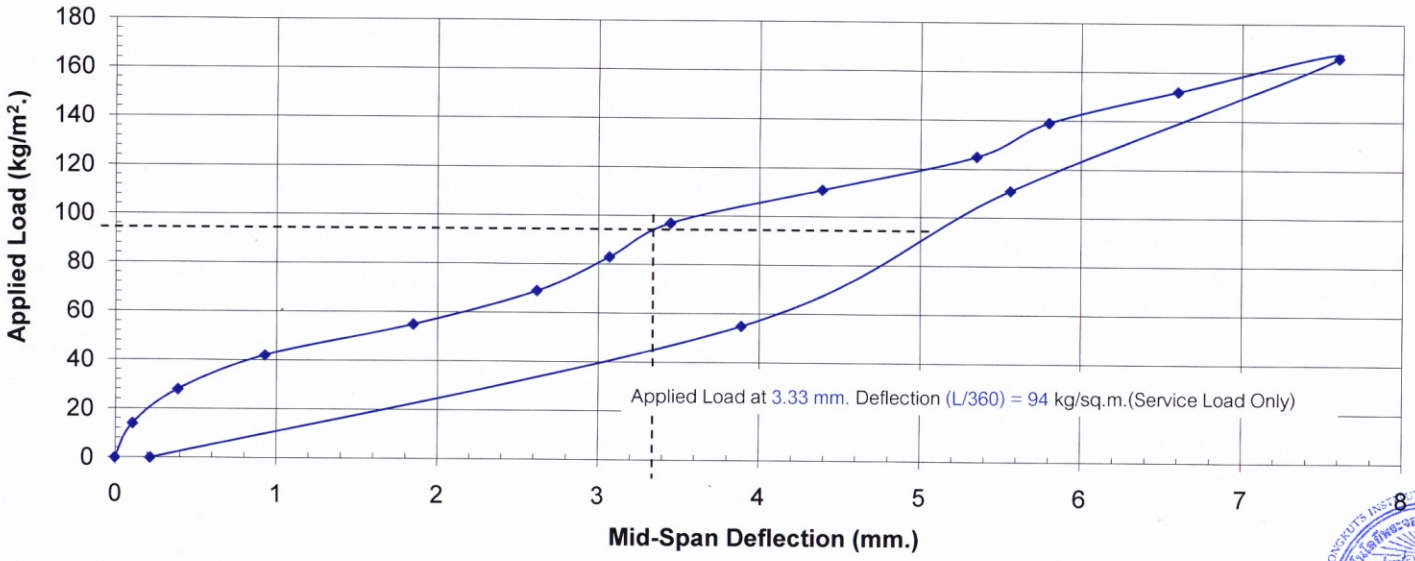
Tested By : Mr. Sumate Santadwattana

Certified By : Asst.Prof.Laemthong Laokhongthavorn

Civil Engineering Material Testing Center

PROFAST ASIA - Galvanized Steel Purlin 61.0 x 27.0 x 0.55 mm.-แปกระเบื้องโมเนีย

Sample NO.2, 37 Degree



Supervised and Computed by .....

Asst.Prof.Laemthong Laokhongthavorn

12. วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบที่แสดงในหน้าที่ 6 ถึงหน้าที่ 9 สามารถพิจารณาสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานของแปแต่ละหน้าตัดที่ทดสอบได้

No.	SIZE (mm.)	WEIGHT (kg/m)	ANGLE OF ROOFING	น้ำหนักบรรทุก ณ จุดที่มีการแอ่นตัวเท่ากับค่าที่ยอมให้ (kg/m^2)	
				น้ำหนักบรรทุกใช้งาน (kg/m^2)	น้ำหนักบรรทุกใช้งานรวมน้ำหนักกระเบื้อง (kg/m^2)
1	61.0x27.0x0.55 mm.	0.394	25°	71	100.04
2	61.0x27.0x0.55 mm.	0.394	37°	94	123.04

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นน้ำหนักที่กระทำกับหลังคาหารด้วยพื้นที่รับแรงในแนวระนาบ

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

12.2. ในการทดสอบนี้ มีการยึดแปกับจันทันด้วยสกรูข้างละ 2 ตัว และยึดกระเบื้องหลังคากับแปด้วยสกรูอย่างแน่นหนา ลักษณะการยึดแปกับจันทันและการยึดกระเบื้องหลังคากับแปมีผลต่อค่าการรับน้ำหนักของแปมาก กระเบื้องหลังคาที่ถูกมุงโดยวางไว้เฉยๆจะรับน้ำหนักได้น้อยกว่าการมุงกระเบื้องโดยมีการยึดกระเบื้องเข้ากับตัวแป การใช้ขอ ป.ปลา มีค่าการรับน้ำหนักใกล้เคียงกันกับการใช้สกรู

12.3. เมื่อความชันของหลังคาเพิ่มขึ้น ความสามารถในการรับน้ำหนักขอแปร่วมกับกระเบื้องจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะค่า I_x เพิ่มขึ้น ทำให้การใช้ประสิทธิภาพของหน้าตัดแปสูงขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการขันสกรูด้วย

12.4. ความสามารถในการรับน้ำหนักที่คำนวนได้ จะมีค่ามากกว่าความสามารถในการรับน้ำหนักที่ได้จากการทดสอบจริง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการยึดรั้งตัวแปโดยกระเบื้องหลังคา ว่ามีประสิทธิภาพในการยึดรั้งไม่ให้แปเกิดการบิดตัวได้มากเพียงไร

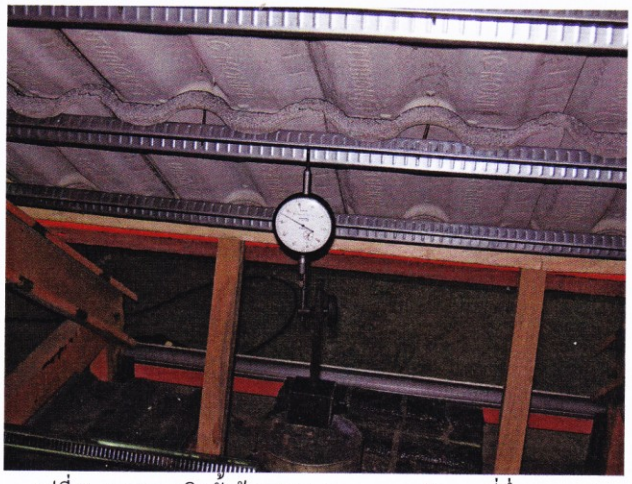
ลงชื่อ .....

(ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร)

หัวหน้าชุดทดสอบ

รูปที่ 3 แสดงโครงหลังคาจำลองที่ความลาดชัน 25° เพื่อใช้ในการทดสอบรับน้ำหนักบรรทุกของแป

รูปที่ 4 แสดงจุดติดตั้ง Dial Gauge เพื่อวัดค่า Deflection ของแปที่จุดกึ่งกลางแป



รูปที่ 5 แสดงการติดตั้งก้าน Dial Gauge บนหัวหมุดที่กึ่งกลางแป

รูปที่ 6 แสดงภาพถุงทรายที่ใช้ทดสอบ น้ำหนักประมาณถุงละ 2 กิโลกรัม

รูปที่ 7 แสดงการทดสอบความสามารถรับน้ำหนักที่จุดประลัยด้วยน้ำหนักถุงทราย 55 กก.
คิดเป็น 134 กก/ม^2 ที่ความลาดชัน 25°

รูปที่ 8 แสดงการทดสอบความสามารถรับน้ำหนักที่จุดประลัยด้วยน้ำหนักถุงทราย 60 กก.
คิดเป็น 166 กก/ม^2 ที่ความลาดชัน 37°