

รายงานการศึกษาทดลอง

เรื่อง

การพัฒนาและสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบ  
ความบิดเบี้ยวและความเปียงเบนจากความได้ฉากของ  
แผ่นกระเบื้องดินเผา

โดย

นายอภิรักษ์ อุดการะกุล  
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7 ว  
กลุ่มงานเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 2  
กองฟิลิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# รายงานการศึกษาทดลอง

เรื่อง

การพัฒนาและสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบ  
ความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของ  
แผ่นกระเบื้องดินเผา

เลขที่ <sup>๑๑๑</sup> ๗๗ ๐๖๒๔	โดย	ด้วยอภินันท์นาการ
เลขทะเบียน ๑๑๑๑		จาก
วันที่ ๑๑ พฤษภาคม ๒๕๔๔		๑๑๑

นายอภินันท์ อุปการะกุล  
นักวิทยาศาสตร์ ๖ ว

2537

## บทคัดย่อ

ผลงานนี้เป็นการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือพร้อมทั้งอุปกรณ์สำหรับทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของกระเบื้องดินเผาปูพื้น (มอก. 37-2529) กระเบื้องดินเผาโมเสก (มอก.38-2526) และกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายใน (มอก.613-2529) เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเมื่อมีผู้ขอให้กรมวิทยาศาสตร์บริการทดสอบ เพื่อรับรองผลิตภัณฑ์ทั้งหน่วยงานของรัฐและเอกชน จึงได้ออกแบบพัฒนาและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากขึ้นเพื่อให้สามารถทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผาได้หลายชนิดประเภทและขนาดต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือทดสอบเครื่องเดียวกัน เพื่อให้เป็นเครื่องมือทดสอบที่ได้มาตรฐาน ผลการดำเนินการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือ เมื่อนำไปใช้ทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่ส่งมาขอรับบริการรับรองผลิตภัณฑ์ ปรากฏว่าสามารถใช้ทดสอบเพื่อหาความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาได้หลายชนิด ประเภทและขนาดต่าง ๆ ได้ดีตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งยังคงใช้เป็นเครื่องมือทดสอบในหน่วยงานภายในของกรมวิทยาศาสตร์บริการ เพื่อให้เครื่องมือนี้เป็นต้นแบบให้แก่หน่วยงานภายในกรมวิทยาศาสตร์บริการเอง ซึ่งมีลักษณะงานการทดสอบผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ในแบบเดียวกัน และหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนที่มาขอคำแนะนำจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสร้างและพัฒนาเครื่องมือทดสอบในหน่วยงานของตนเองต่อไป และเป็นการยกระดับการพัฒนาเครื่องมือทดสอบที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น ก่อให้เกิดประโยชน์แก่การทดสอบผลิตภัณฑ์ให้มีความถูกต้อง แม่นยำ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานยิ่งขึ้น

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.1 คำจำกัดความ	1
1.2 ความสำคัญของปัญหา	1
1.3 คุณลักษณะที่ต้องการ	2
1.4 วัตถุประสงค์	4
1.5 เป้าหมาย	4
1.6 ขอบเขตและข้อจำกัดของการออกแบบและ จัดสร้างเครื่องมือ	4
1.7 ระยะเวลาดำเนินการ	5
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 วัสดุอุปกรณ์และการพัฒนา	6
2. วัสดุอุปกรณ์และการพัฒนา	6
2.1 วัสดุอุปกรณ์	6
2.2 การพัฒนา	9
บทที่ 3 วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ	10
3. วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ	10
3.1 วิธีการทดสอบ	10
3.2 ผลการทดสอบ	10

	หน้า
บทที่ 4 วิจัยรณั,สรุปละข้อเสนอนเนะ	19
4. วิจัยรณัและสรุปล	19
4.1 วิจัยรณัผล	19
4.2 สรุปล	19
4.3 ข้อเสนอนเนะ	20
คำขอขอบคุณ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	
ก. รูปลเครื่องมือทดสอบแผ่นกระบ็องดินเผา	23
ข. ตารางแสดงขนาดกระบ็องดินเผาและระยะห่างของหลุมมาตรฐาน	35
ค. ผลการสอบเทียบ DIAL INDICATOR (มาตรวัด)	38

## สารบัญตาราง

### ตารางที่

- 1 ผลการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความ  
ได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้น
- 2 ผลการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความ  
ได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายใน
- 3 ผลการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความ  
ได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสก

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1-4 แสดงลักษณะความบิดเบี้ยวแบบต่าง ๆ และความเยื้องเบน จากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผา	3

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

##### 1.1 คำจำกัดความ

คำจำกัดความของกระเบื้องดินเผาปูพื้นและกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายใน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัดดินและส่วนผสมอื่น เช่น หิน ททราย สี เป็นต้น แล้วเผาที่ อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 1000 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นสีเหลี่ยมมุมฉาก แต่ละแผ่นมีพื้นที่ไม่ น้อยกว่า 90 ตารางเซนติเมตร และมีการเคลือบบนหน้ากระเบื้องให้มีสีใดๆ ก็ได้ ทั้งนี้รวมถึง กระเบื้องเสริมประกอบด้วย

สำหรับคำจำกัดความของกระเบื้องดินเผาโมเสกหมายถึง วัสดุซึ่งทำจากส่วนผสมของดินเหนียว ดินขาว หินหรือทรายบางชนิดและวัตถุดิบอื่นๆ วัตถุดิบเหล่านี้เตรียมขึ้นแล้ว อัดผ่านแม่พิมพ์ด้วยความดันสูง และเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 องศาเซลเซียส แต่ละแผ่นมี ขนาดไม่เกิน 50 X 50 มิลลิเมตร เนื้อแน่น สีต่าง ๆ รูปร่างจะเป็นสีเหลี่ยมจตุรัส สีเหลี่ยมผืนผ้า หกเหลี่ยม สีเหลี่ยมขนมเปียกปูนและสามเหลี่ยมก็ได้ มีทั้งชนิดเคลือบและชนิดไม่เคลือบ มักนำ กระเบื้องดินเผาโมเสกหลายๆ ชิ้น ติดบนแผ่นกระดาษหรือวัสดุอื่น ให้มีขนาด 300X300 มิลลิเมตร

##### 1.2 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันได้มีการตั้งโรงงานเพื่อผลิตแผ่นกระเบื้องดินเผาขึ้นภายในประเทศเป็น จำนวนมาก และปรากฏว่าคุณภาพของแผ่นกระเบื้องดินเผาที่ผลิตจากโรงงานเหล่านี้ บางโรงมี คุณภาพดีเหมาะกับการนำไปใช้งาน แต่บางโรงงานมีคุณภาพไม่ดีไม่เหมาะกับการนำไปใช้งาน เป็นการเอาเปรียบผู้บริโภค

ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและคุ้มครองผู้บริโภค รักษาผลประโยชน์ของประชาชนโดยทั่วไป กรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งเป็นหน่วยงานให้บริการ ทดสอบรับรองผลิตภัณฑ์แผ่นกระเบื้องดินเผาหลายชนิด ประเภทและขนาดต่าง ๆ ที่หน่วยงาน ของรัฐและเอกชนส่งมาให้ทดสอบ เพื่อหาคุณลักษณะต่าง ๆ ของแผ่นกระเบื้องดินเผา โดยใช้วิธี



การทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาโมเสก และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายใน มาเป็นแนวทางในการทดสอบ

การทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะของกระเบื้องดินเผาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีรายการทดสอบที่สำคัญคือ การหาคุณลักษณะความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของกระเบื้องดินเผา เนื่องจากกรมวิทยาศาสตร์บริการไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะดังกล่าวและเครื่องมือนี้ไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด ดังนั้นจึงได้ออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ขึ้นใช้เอง

### 1.3 คุณลักษณะที่ต้องการ

ลักษณะความบิดเบี้ยวแบบต่าง ๆ และความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาที่เกิดจากการทำผลิตภัณฑ์ ตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีลักษณะดังนี้

ลักษณะโค้งออกเป็นความบิดเบี้ยวที่ส่วนกลางของขอบกระเบื้องโค้งออก (ดูรูปที่ 1)

ลักษณะเว้าเข้าเป็นความบิดเบี้ยวที่ส่วนกลางของขอบกระเบื้องเว้าเข้า (ดูรูปที่ 1)

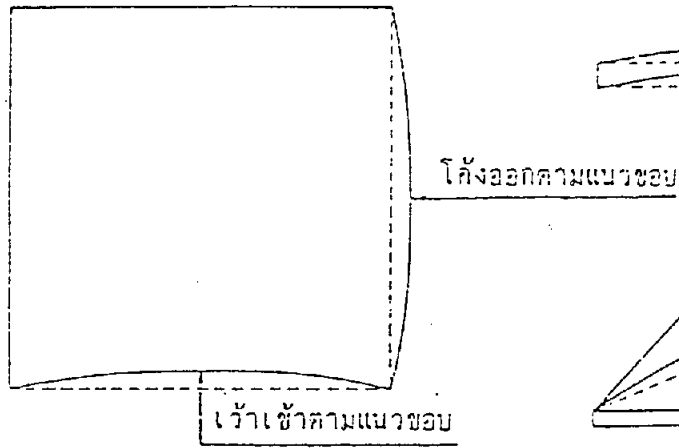
ลักษณะนูนขึ้นเป็นความบิดเบี้ยวไปจากแนวระนาบของผิวหน้ากระเบื้องเนื่องจากส่วนกลางตามแนวเส้นทแยงมุมหรือส่วนกลางตามแนวขอบกระเบื้องสูงขึ้น (ดูรูปที่ 2)

ลักษณะแอ่นลงเป็นความบิดเบี้ยวไปจากแนวระนาบของผิวหน้ากระเบื้องเนื่องจากส่วนกลางตามแนวเส้นทแยงมุมหรือส่วนกลางตามแนวขอบกระเบื้องต่ำลง (ดูรูปที่ 3)

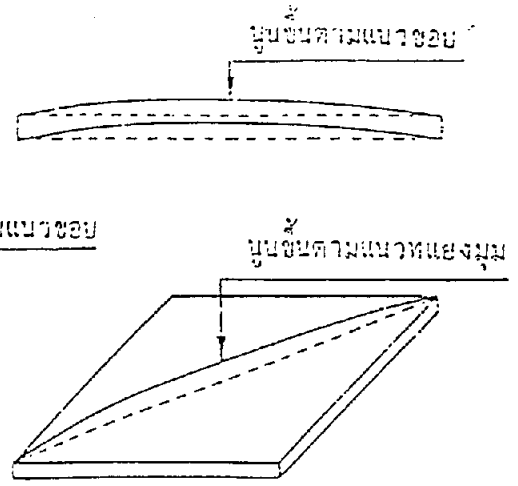
ลักษณะความเบี่ยงเบนจากความได้จากเป็นลักษณะของกระเบื้องที่มีมุมไม่เป็นมุมฉาก (ดูรูปที่ 4)

สามารถจำแนกคุณลักษณะความบิดเบี้ยวแบบต่าง ๆ ความเบี่ยงเบนจากความได้จาก และเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้นให้ดูมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.37-2529) กระเบื้องดินเผาบุผนังภายในให้ดูมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.613-2529)

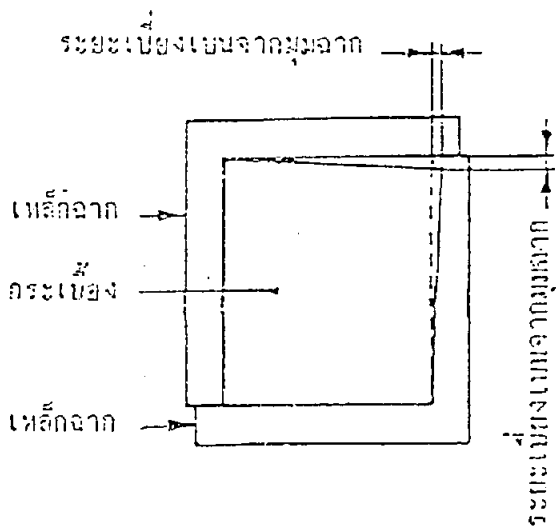
สำหรับกระเบื้องดินเผาโมเสกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา



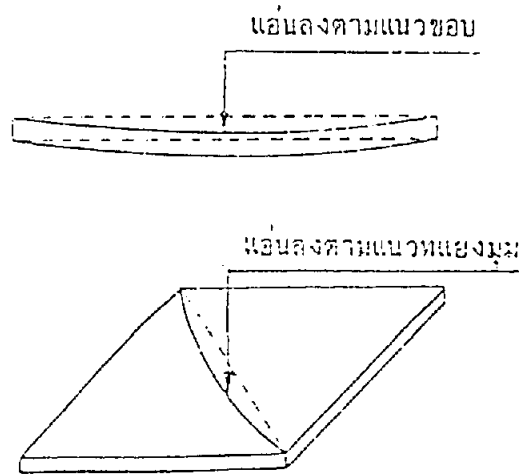
รูปที่ 1 ลักษณะโค้งออกและเว้าเข้า



รูปที่ 2 ลักษณะนูนขึ้น



รูปที่ 4 ลักษณะความเบี่ยงเบนจากความได้ฉาก



รูปที่ 3 ลักษณะแอ่นลง

รูปที่ 1-4 แสดงลักษณะความบิดเบี้ยวแบบต่างๆและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากของแผ่นกระเบื้องดินเผา

โมเสก (มอก. 38-2526) ไม่ได้กำหนดให้มีการทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความ  
ได้จาก แต่ผู้ส่งตัวอย่างต้องการให้กรมวิทยาศาสตร์บริการทดสอบแผ่นกระเบื้องตามมาตรฐาน  
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น เนื่องจากนำเอาไปใช้งานตามวัตถุประสงค์เดียวกัน  
จึงได้ทำการทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องโมเสก  
ด้วยตามความต้องการของผู้ส่งตัวอย่าง

#### 1.4 วัตถุประสงค์

1.4.1 เพื่อให้มีเครื่องมือที่สามารถใช้งานทดสอบรายการ ความบิดเบี้ยวและความ  
เบี่ยงเบนจากความได้จากของกระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาโมเสกกระเบื้องเคลือบผนัง  
ภายใน และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะการทดสอบแบบเดียวกัน

1.4.2 เพื่อให้เกิดความประหยัด แทนการสั่งซื้อเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศ

1.4.3 เพื่อเป็นการพัฒนาข้าราชการ ให้สามารถออกแบบ และจัดสร้างเครื่องมือ  
ทดสอบไว้ใช้เอง

1.4.4 เป็นการเผยแพร่ความรู้แก่ห้องปฏิบัติการและบุคคลผู้สนใจทั่วไป

#### 1.5 เป้าหมาย

เพื่อลดการนำเข้าเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศและก่อให้เกิดประโยชน์ใน  
การทดสอบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

#### 1.6 ขอบเขตและข้อจำกัดของการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือ

การออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือพร้อมทั้งอุปกรณ์นี้ ได้ทำการสร้างเครื่องมือ  
เพื่อใช้ในการทดสอบความบิดเบี้ยวตามแนวขอบ ตามแนวเส้นทแยงมุมและความเบี่ยงเบนจาก  
ความได้จากของกระเบื้องปูพื้นตาม มอก. 37-2529 กระเบื้องดินเผาโมเสกตาม มอก.38-2526 และ  
กระเบื้องดินเผาเคลือบผนังภายใน ตาม มอก.613-2529 ที่มีข้อกำหนดเฉพาะดังนี้

- ความบิดเบี้ยวตามแนวขอบ ที่มีลักษณะโค้งออกและเว้าเข้า กำหนดเฉพาะ  
กระเบื้องที่มีขอบตรง

- ความบิดเบี้ยวตามแนวขอบและตามแนวเส้นทแยงมุม ที่มีลักษณะนูนขึ้นและ  
แอ่นลง กำหนดเฉพาะกระเบื้องที่เป็นแผ่นเรียบ

- ความเบี่ยงเบนจากความได้อาก กำหนดเฉพาะกระเบื้องที่เป็นมุมฉาก
- สามารถทดสอบกระเบื้องที่มีขนาดตั้งแต่ 50 x 50 มิลลิเมตร จนถึง 500 x 500 มิลลิเมตรได้ แต่ในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์นี้สามารถทดสอบกระเบื้องดินเผาที่นิยมใช้งานกันทั่วไปในปัจจุบันเพียง 8 ขนาด หรือขนาดที่แตกต่างไปจากนี้เพียงเล็กน้อย คือ ขนาด 50 x 50 มม. 108 x 108 มม. 150 x 150 มม. 200 x 200 มม. 300 x 300 มม. 400 x 400 มม. และขนาด 500 x 500 มม.

-สามารถทดสอบความบิดเบี้ยวลักษณะโค้งออกและเว้าเข้าตามแนวขอบด้านข้างแผ่นกระเบื้อง ลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลงตามแนวขอบด้านบนแผ่นกระเบื้องลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลงตามแนวเส้นทแยงมุมแผ่นกระเบื้องและความเบี่ยงเบนจากความได้อากตามแนวขอบแผ่นกระเบื้องได้พร้อมกันในการทดสอบตัวอย่างแผ่นกระเบื้อง 1 ครั้ง ยกเว้นขนาด 50 x 50 มม. กระเบื้องมีขนาดเล็ก การทดสอบความบิดเบี้ยวลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลงตามแนวขอบและความบิดเบี้ยวลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลงตามแนวเส้นทแยงมุม ไม่สามารถทดสอบได้พร้อมกันเนื่องจากตำแหน่งของมาตรวัดเบียดซ้อนกัน ต้องเลือกทดสอบรายการใดรายการหนึ่งก่อน

## 1.7 ระยะเวลาดำเนินการ

กุมภาพันธ์ ถึง ธันวาคม 2537

## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลของการพัฒนาออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหาคุณลักษณะความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้อากของแผ่นกระเบื้องดินเผา เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดสร้างและพัฒนาเครื่องมือทดสอบในหน่วยงานของตนเองที่มีลักษณะการทดสอบแบบเดียวกันและเป็นการพัฒนาเครื่องมือทดสอบภายในประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้นก่อให้เกิดประโยชน์แก่การการทดสอบผลิตภัณฑ์ให้มีความถูกต้องแม่นยำประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย เพื่อเป็นเครื่องมือต้นแบบและถ่ายทอดไปสู่ภาครัฐและเอกชนที่มาขอคำแนะนำจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการทำผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ให้มีคุณภาพ

## บทที่ 2

### วัสดุอุปกรณ์และการพัฒนา

#### 2. วัสดุอุปกรณ์และการพัฒนา

##### 2.1 วัสดุอุปกรณ์

การออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์สำหรับทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของกระเบื้องดินเผา (ภาคผนวก ก. รูปที่ 1 และรูปที่ 3 ) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### โครงสร้างฐานรองรับ ( ภาคผนวก ก.รูปที่ 4)

ใช้เหล็กฉากขนาด40x4มิลลิเมตร จำนวน 15 ชิ้น ทำเป็นโครงสร้างฐานรองรับแล้วเชื่อมด้วยไฟฟ้าให้ยึดติดกัน ขนาด 600x600x300 มิลลิเมตร ผิวด้านบนของโครงสร้างเรียบ เพื่อใช้วางแผ่นฐานรองรับและอุปกรณ์อื่น ๆ โครงสร้างด้านล่างใช้สำหรับวางแผ่นระดับมาตรฐาน ฟันสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม

##### แผ่นฐานรองรับ (ภาคผนวก ก.รูปที่ 5)

ให้แผ่นอะคริลิกที่มีขนาด 600x600x12 มิลลิเมตร ผิวเรียบ เพื่อให้สามารถทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่มีขนาดตั้งแต่ 50x50 มิลลิเมตร ถึง 500x500 มิลลิเมตรได้

##### แผ่นบังคับข้าง

แผ่นบังคับข้างทำด้วยแผ่นอะคริลิกมี 2 ด้านคือ ตามแนวระนาบและแนวตั้งวางตั้งฉากซึ่งกันและกัน ตามแนวระนาบยึดติดกับแผ่นฐานรองรับได้

แผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบ (ภาคผนวก ก.รูปที่ 6) มีขนาด 45x600x12 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มิลลิเมตร จำนวน 16 รู สำหรับใส่หมุดมาตรฐานรองรับแผ่นกระเบื้องตามแนวขอบและเจาะรูขนาดเดียวกันจำนวน 16 รูที่แผ่นฐานรองรับ สำหรับใส่หมุดมาตรฐานรองรับแผ่นกระเบื้องตามแนวทแยงมุม ให้มีระยะห่างระหว่างหมุดมาตรฐานทั้งสองตามตารางที่ 4 เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ตำแหน่งตรงกลางระหว่างหมุดมาตรฐานทั้งสองที่แผ่นบังคับข้างและแผ่นฐานรองรับ สำหรับใส่มาตรวัดตำแหน่งที่ 1,2

แผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง (ภาคผนวก ก.รูปที่ 7) มีขนาด 45x45x12

มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มิลลิเมตร จำนวน 1 รู สำหรับใส่หมุดมาตรฐานตามแนวขอบ และเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร จำนวน 8 รู สำหรับใส่มาตรวัดตำแหน่งที่ 4 เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มิลลิเมตร จำนวน 8 รู ที่แผ่นฐานรองรับสำหรับใส่หมุดมาตรฐานรองรับแผ่นกระเบื้องตามแนวทแยงมุม รูที่เจาะเหล่านี้จะถ่ายตำแหน่งมาจากเส้นทแยงมุมของแผ่นกระเบื้องและแผ่นบังคับข้างตามระนาบ เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร จำนวน 8 รู ที่แผ่นฐานรองรับ ตรงกลางระหว่างหมุดมาตรฐานตามแนวทแยงมุมของแผ่นกระเบื้อง สำหรับใส่มาตรวัดตำแหน่งที่ 3

**หมายเหตุ** - มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา กำหนดให้ระยะห่างของหมุดมาตรฐานห่างกันไม่น้อยกว่า 4 ใน 5 ของขนาดกระเบื้องและได้แสดงระยะห่างของหมุดมาตรฐาน 4 ใน 5 ของกระเบื้องขนาดต่าง ๆ ตามภาคผนวก ข.

#### **หมุดมาตรฐาน**

**หมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นบังคับข้าง (ภาคผนวก ก. รูปที่ 8)**

ใช้สำหรับใส่รูเจาะที่แผ่นบังคับข้างแนวระนาบ 2 หมุด และสำหรับใส่รูเจาะที่แผ่นบังคับข้างแนวตั้ง 1 หมุด ทำด้วยเหล็กไร้สนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.1 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร ปลายด้านหนึ่งลบมุมเล็กน้อย ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งทำเกลียวเพื่อใช้ใส่น็อตตัวเมียให้ขันยึดติดกับแผ่นบังคับแต่ละด้าน

**หมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นฐานรองรับ (ภาคผนวก ก. รูปที่ 9)**

ใช้สำหรับใส่รูเจาะที่แผ่นฐานรองรับแนวเส้นทแยงมุมของแผ่นกระเบื้อง 3 หมุด เพื่อรองรับแผ่นกระเบื้องขณะที่ทำการวัดศูนย์กลางของหมุดมาตรฐานนี้อยู่ห่างจากขอบของแผ่นกระเบื้องในขณะที่ทำการทดสอบ 6.3 มิลลิเมตร ทำด้วยเหล็กไร้สนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.1 มิลลิเมตร ยาว 56 มิลลิเมตร ปลายด้านหนึ่งลบมุมเล็กน้อยส่วนปลายอีกด้านหนึ่งทำเกลียวเพื่อใช้ใส่น็อตตัวเมียให้ขันยึดติดกับแผ่นฐานรองรับ

**แผ่นระดับมาตรฐาน (ภาคผนวก ก. รูปที่ 10)**

ทำด้วยเหล็กไร้สนิมผิวเรียบได้มาตรฐาน มุมทุกมุมเป็นมุมฉากมีขนาดเท่ากับแผ่นกระเบื้องที่ใช้วัด แผ่นระดับมาตรฐานนี้ได้ผ่านการวัดมุมจากด้วยเครื่องมือที่ได้มาตรฐานมาแล้ว เพื่อความถูกต้องของผลการทดสอบ ได้จัดทำแผ่นระดับมาตรฐาน จำนวน 4 ขนาด คือ 50x50x5 มม. 108x108x5 มม. 200x200x7 มม. และ 300x300x7 มม. ซึ่งเป็นขนาดของแผ่นกระเบื้อง

ที่นิยมใช้กันโดยทั่ว ๆ ไป

**มาตรวัด (DIAL INDICATOR) (ภาคผนวก ก. รูปที่ 11)**

มาตรวัด อ่านค่าได้ตั้งแต่ 0-10 มิลลิเมตร ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตรมีเข็มแสดงผลการวัด 2 เข็ม และมีสเกลแสดงผลของการวัดทั้งซ้ายและขวา เพื่อป้องกันความผิดพลาดและความสับสนของค่าที่อ่านได้ ใช้วัดทั้งหมด 4 ตำแหน่งคือ

ตำแหน่งที่ 1 วัดความบิดเบี้ยวลักษณะโค้งออกและเว้าเข้า ตามแนวขอบของแผ่นกระเบื้องมาตรวัดจะติดตั้งอยู่ที่แผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบในตำแหน่งตรงกลางของแผ่นกระเบื้องดินเผา

ตำแหน่งที่ 2 วัดความบิดเบี้ยวลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลง ตามแนวด้านบนของแผ่นกระเบื้อง เนื่องจากขณะที่ทำการทดสอบแผ่นกระเบื้อง จะอยู่ในลักษณะของผิวด้านบนของกระเบื้องจะคว่ำลง ทำให้มาตรวัดความหนาที่ติดตั้งอยู่ด้านล่างในตำแหน่งตรงกลางของแผ่นกระเบื้องตามแนวขอบ

ตำแหน่งที่ 3 วัดความบิดเบี้ยวลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลง ตามแนวเส้นทแยงมุมของแผ่นกระเบื้อง มาตรวัดความหนาติดตั้งอยู่ด้านล่าง ในตำแหน่งตรงกลางแผ่นกระเบื้องตามแนวเส้นทแยงมุม

ตำแหน่งที่ 4 วัดความเปียงเบนจากความได้จากตามแนวขอบของกระเบื้องมาตรวัดความหนาจะติดตั้งอยู่ที่แผ่นบังคับข้างตามแนวตั้งในตำแหน่งปลายขอบของแผ่นกระเบื้อง

ผลการสอบเทียบมาตรวัด ทั้ง 4 ตำแหน่ง ได้แสดงตามภาคผนวก ค. และมาตรวัดทั้ง 4 ตำแหน่งนี้มีค่าความไม่แน่นอน  $\pm 0.001$  มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับเกณฑ์ความไม่แน่นอนที่ผู้ผลิตมาตรวัดรุ่นนี้ระบุมา

**อุปกรณ์สำหรับยึดมาตรวัด**

**อุปกรณ์สำหรับยึดมาตรวัดที่แผ่นบังคับข้าง (ภาคผนวก ก. รูปที่ 12)**

ใช้สำหรับยึดมาตรวัดตำแหน่งที่ 1 ที่แผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบ 1 ชิ้น สำหรับยึดมาตรวัดตำแหน่งที่ 4 ที่แผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามขนาดของแผ่นกระเบื้อง จำนวน 8 ชิ้น ทำด้วยแผ่นอะคริลิก ขนาด 20x45x12 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มิลลิเมตร สำหรับใส่สกรูยึดแน่นแผ่นหลังของมาตรวัด

### อุปกรณ์สำหรับยึดมาตรวัดที่แผ่นฐานรองรับ (ภาคผนวก ก. รูปที่ 13)

ใช้สำหรับยึดมาตรวัดตำแหน่งที่ 2 ที่แผ่นฐานรองรับทำด้วยแผ่นอะคริลิก รูปตัว L ขนาด 20x37x12 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มิลลิเมตร สำหรับใส่สกรูยึดแผ่นหลังของมาตรวัด 1 ชิ้น อุปกรณ์สำหรับยึดมาตรวัดตำแหน่งที่ 3 ที่แผ่นฐานรองรับ ทำด้วยแผ่นอะคริลิกรูปตัว Z ขนาด 20x37x12 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มิลลิเมตร สำหรับใส่สกรูยึดแผ่นหลังของมาตรวัด และยึดแผ่นฐานรองรับซึ่งจะเปลี่ยนตำแหน่งไปตามขนาดของแผ่นกระเบื้อง จำนวน 1 ชิ้น

เมื่อได้จัดทำอุปกรณ์และประกอบเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทดลองใช้ทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผาชนิดและขนาดต่าง ๆ เพื่อหาความบิดเบี้ยวตามแนวขอบตามแนวเส้นทแยงมุมและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้อง ปรากฏว่าผลที่ได้จากการทดสอบเชื่อถือได้และการทำงานของเครื่องเป็นไปด้วยดี สามารถใช้ทดสอบแผ่นกระเบื้องขนาดต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ 8 ขนาด คือ 50x50 108x108 200x200 250x250 300x300 400x400 และ500x500 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ปัจจุบันยังคงใช้เป็นเครื่องมือทดสอบกระเบื้องดินเผาในหน่วยงานภายในกรมวิทยาศาสตร์บริการ

## 2.2 การพัฒนา

จากผลการพัฒนาและสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาได้เป็นผลสำเร็จ แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องมือนี้สามารถพัฒนาให้วัดมิติของแผ่นกระเบื้องดินเผาชนิดต่าง ๆ ได้พร้อมกับการวัดความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากพร้อมกันไปด้วย ซึ่งจะดำเนินการต่อไป เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว เป็นการลดเวลาในการทดสอบระหว่างดำเนินการให้น้อยที่สุด



## บทที่ 3

### วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

#### 3. วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

##### 3.1 วิธีการทดสอบ

วิธีการใช้เครื่องมือที่ออกแบบและจัดสร้างเพื่อทดสอบความบิดเบี้ยว และความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผา (ภาคผนวก ก.รูปที่ 2) มีรายละเอียด โดยสรุป ดังนี้

วางแผ่นระดับมาตรฐานที่มีขนาดเท่ากับแผ่นกระเบื้องตัวอย่างลงบนหมุดมาตรฐานด้านล่าง แล้วดันให้แนบชิดกับหมุดมาตรฐานที่แผ่นบังคับข้างทั้งสองตำแหน่ง ปรับมาตรวัดทั้ง 4 ตำแหน่งให้อ่านค่าศูนย์ แล้วเอาแผ่นระดับมาตรฐานออกวางแผ่นกระเบื้องตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ โดยให้ด้านที่มีผิวเคลือบหรือด้านบนคว่ำลงบนหมุดมาตรฐานด้านล่างทั้งสาม แล้วดันให้ขอบกระเบื้องสัมผัสกับหมุดมาตรฐานที่แผ่นบังคับทั้งสามตำแหน่ง อ่านค่าความบิดเบี้ยวลักษณะต่างๆ และความเบี่ยงเบนจากความได้จากจากมาตรวัดทั้งสี่ตำแหน่ง

เนื่องจากแผ่นกระเบื้องดินเผาทั้งหมด 4 ด้าน ดังนั้นการวัดความบิดเบี้ยว ลักษณะโค้งออกและเว้าเข้า ลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลง ความเบี่ยงเบนจากความได้จากตามแนวขอบของแผ่นกระเบื้องจะต้องมี 4 ค่า ลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลงตามแนวเส้นทแยงมุมของแผ่นกระเบื้องจะมี 2 ค่าดังนั้นในการทดสอบจะต้องปรับเปลี่ยนตำแหน่ง ให้ครบทั้ง 4 ด้าน ในการวัดทุกครั้งต้องปรับมาตรวัดให้อ่านค่าศูนย์เสมอ โดยเทียบกับแผ่นระดับมาตรฐาน

เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงขนาดของแผ่นกระเบื้องที่ต้องการทดสอบสามารถทำได้โดยการเลื่อนตำแหน่ง แผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง หมุดมาตรฐานและมาตรวัด ให้ตรงตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้แล้วยึดให้แน่น

##### 3.2 ผลการทดสอบ

การทดสอบหาความบิดเบี้ยว ลักษณะโค้งออกและเว้าเข้าตามแนวขอบ ด้านข้างแผ่นกระเบื้อง ลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลงตามแนวขอบด้านบนกระเบื้องลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลงตามแนวเส้นทแยงมุมแผ่นกระเบื้อง และความเบี่ยงเบนจากความได้จากตามแนวขอบ

ด้านข้างแผ่นกระเบื้อง โดยใช้เครื่องมือที่ได้จัดสร้างขึ้น ได้ผลการทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้น ตามตารางที่ 1 แผ่นกระเบื้องดินเผาบุผนังภายในตามตารางที่ 2 และแผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสก ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากของแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้น

ตัวอย่างที่	หมายเลข ปฏิบัติการ	ขนาดระบุ มิลลิเมตร	ความบิดเบี้ยวสูงสุด						ตามแนวเส้นทแยงมุม		ความเบี่ยงเบนจาก ความได้จากสูงสุด
			ตามแนวขอบ			ตามแนวเส้นทแยงมุม			นูนขึ้น	แอ่นลง	
			โค้งออก	เว้าเข้า	นูนขึ้น	แอ่นลง	นูนขึ้น	แอ่นลง			
1	QC.649	200X200X7	ร้อยละ0.11	ร้อยละ0.13	ร้อยละ0.14	ร้อยละ0.14	ร้อยละ0.10	ร้อยละ0.01	ร้อยละ0.30		
2	QC.650	200X200X7	ร้อยละ0.12	ร้อยละ0.10	ร้อยละ0.07	ร้อยละ0.17	ร้อยละ0.11	ร้อยละ0.05	ร้อยละ0.32		
3	QH.359	200X200X7.4	ร้อยละ0.01	ร้อยละ0.07	ร้อยละ0.11	ร้อยละ0.14	ร้อยละ0.13	ร้อยละ0.11	ร้อยละ0.49		
4	QP.185	200X200X19.5	ร้อยละ0.46	ร้อยละ0.27	ร้อยละ0.01	ร้อยละ0.44	ร้อยละ0.33	ร้อยละ0.21	ร้อยละ0.44		
5	RZ.694	200X200X6.2	ร้อยละ0.15	ร้อยละ0.01	ร้อยละ0.19	ร้อยละ0.06	ร้อยละ0.06	ร้อยละ0.17	ร้อยละ0.13		
6	SE.200	200X200X6.2	ร้อยละ0.15	ร้อยละ0.06	ร้อยละ0.19	ร้อยละ0.01	ร้อยละ0.12	ร้อยละ0.05	ร้อยละ0.07		
7	QC.433	300X300X8.0	0.01 มม.	0.48 มม.	0.17 มม.	0.10 มม.	0.40 มม.	0.01 มม.	ร้อยละ0.26		
8	QC.434	300X300X8.0	0.01 มม.	0.48 มม.	0.17 มม.	0.01 มม.	0.49 มม.	0.01 มม.	ร้อยละ0.48		
9	SW.673	300X300X8.1	0.74 มม.	0.72 มม.	0.69 มม.	0.68 มม.	0.49 มม.	0.11 มม.	ร้อยละ0.17		
10	SW.674	300X300X8.1	0.17 มม.	0.09 มม.	0.16 มม.	0.17 มม.	0.27 มม.	0.11 มม.	ร้อยละ0.20		
11	SW.675	300X300X8.1	0.12 มม.	0.29 มม.	0.21 มม.	0.15 มม.	0.58 มม.	0.12 มม.	ร้อยละ0.18		

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้น จำนวน 11 ตัวอย่าง ซึ่งมีขนาดของแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้นขนาด 200x200 มิลลิเมตรและ 300x300 มิลลิเมตร ที่มีความหนาของแผ่นกระเบื้องต่างกัน ผลการทดสอบปรากฏว่าแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้นทั้ง 11 ตัวอย่าง สามารถผ่านการทดสอบทุกตัวอย่างเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.37-2529)กำหนดเนื่องจากแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้นเป็นแผ่นกระเบื้องที่ผลิตได้อย่างมีคุณภาพดี มีค่าความบิดเบี้ยวลักษณะต่างๆน้อย และมีความเบี่ยงเบนจากความได้จากน้อย เหมาะกับการนำมาใช้งาน รวมถึงเครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีโดยที่เครื่องมือสามารถทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผาได้หลายขนาด ด้วยการเลื่อนตำแหน่งแผ่นบังคับข้างตามแนวดิ่ง หมุดมาตรฐานและมาตรวัดให้ตรงตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้แล้วยึดให้แน่น และก่อนเริ่มทำการทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผาทุกครั้งต้องปรับมาตรวัดทั้ง 4 ตำแหน่งให้อ่านค่าได้ศูนย์โดยเทียบกับแผ่นระดับมาตรฐาน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาเคลือบผนังภายใน

ตัวอย่างที่	หมายเลข ปฏิบัติการ	ขนาดระบุ มิลลิเมตร	ความบิดเบี้ยวสูงสุด , ร้อยละ						ความเบี่ยงเบนจาก ความได้จากสูงสุด ร้อยละ
			ตามแนวขอบ			ตามแนวเส้นทแยงมุม			
			โค้งออก	เว้าเข้า	นูนขึ้น	แอ่นลง	นูนขึ้น	แอ่นลง	
1	QB.894	107X107X5.2	0.20	0.19	0.23	0.25	0.21	0.11	0.47
2	QH.421	108X108X5	0.01	0.06	0.01	0.31	0.01	0.33	0.35
3	QH.422	108X108X5	0.01	0.07	0.01	0.02	0.01	0.05	0.16
4	RA.569	108X108X5	0.04	0.16	0.14	0.17	0.17	0.01	0.19
5	SW.667	108X108X5	0.23	0.22	0.28	0.30	0.26	0.14	0.28
6	SW.668	108X108X5	0.04	0.08	0.17	0.28	0.16	0.17	0.24
7	SW.669	108X108X5	0.05	0.09	0.21	0.30	0.25	0.43	0.29
8	RC.347	201X201X6.5	0.09	0.11	0.23	0.01	0.32	0.01	0.16
9	SW.670	201X201X6.5	0.11	0.13	0.14	0.14	0.01	0.05	0.08
10	SW.671	201X201X6.5	0.10	0.10	0.09	0.07	0.12	0.08	0.11
11	SW.672	201X201X6.5	0.12	0.15	0.15	0.15	0.07	0.04	0.07
12	SW.1000	201X251X7	0.07	0.13	0.11	0.00	0.05	0.00	0.17

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความ  
ได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายใน จำนวน 12 ตัวอย่าง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ขนาด  
107x107 มิลลิเมตร จนถึง 201x251 มิลลิเมตร ที่มีความหนาของแผ่นกระเบื้องต่างกันผลการ  
ทดสอบปรากฏว่าแผ่นกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายในทั้ง 12 ตัวอย่างสามารถผ่านการ  
ทดสอบทุกตัวอย่าง เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.613-2529) กำหนด  
เนื่องจากแผ่นกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายในเป็นแผ่นกระเบื้องที่ผลิตได้อย่างคุณภาพดี มีค่า  
ความบิดเบี้ยวลักษณะต่างๆน้อยและมีความเบี่ยงเบนจากความได้จากน้อย เหมาะกับการนำไป  
ใช้งาน รวมถึงเครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จาก สามารถ  
ทำงานได้เป็นอย่างดีดังเช่นการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จาก  
ของแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้น

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้จากของแผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสก

ตัวอย่างที่	หมายเลข ปฏิบัติการ	ขนาดระนาบ มิลลิเมตร	ความบิดเบี้ยวสูงสุด , ร้อยละ						ความเบี่ยงเบนจาก ความได้จากสูงสุด ร้อยละ
			ตามแนวขอบ			ตามแนวเส้นทแยงมุม			
			โค้งออก	เว้าเข้า	นูนขึ้น	แอ่นลง	นูนขึ้น	แอ่นลง	
1	OI.60	50X50X5	1.06	1.06	1.06	0.71	1.02	0.71	0.13
2	OO.739	50X50X6.5	0.77	0.45	0.65	0.65	0.05	0.18	0.18
3	SW.659	50X50X5	0.15	0.17	0.15	0.17	0.17	0.10	0.20
4	SW.660	50X50X5	0.10	0.17	0.15	0.25	0.10	0.35	0.25
5	SW.661	50X50X5	0.10	0.17	0.10	0.30	0.10	0.33	0.20
6	SW.662	50X50X5	0.20	0.20	0.22	0.25	0.22	0.12	0.22
7	SW.663	50X50X6	0.17	0.15	0.12	0.17	0.13	0.22	0.17
8	SW.664	50X50X6	0.20	0.20	0.17	0.15	0.11	0.08	0.17
9	SW.665	50X50X6.1	0.20	0.17	0.12	0.17	0.10	0.10	0.20
10	SW.666	50X50X6.1	0.20	0.25	0.15	0.17	0.10	0.10	0.17

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความ  
ได้ฉากของแผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสก ซึ่งมีขนาดของแผ่นกระเบื้อง 50x50 มิลลิเมตร ที่มีความ  
หนาของแผ่นกระเบื้องต่างๆกัน เนื่องจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาโมเสก  
(มอก.38-2526) ไม่ได้กำหนดให้มีการทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความ  
ได้ฉากของแผ่นกระเบื้องดินเผาเอาไว้ แต่ผู้ส่งตัวอย่างแผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสกต้องการให้มีการ  
ทดสอบแผ่นกระเบื้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น เนื่องจากนำไป  
ใช้งานตามวัตถุประสงค์แบบเดียวกัน จึงขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้ที่จะนำไปใช้งาน ผลการ  
ทดสอบปรากฏว่าแผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสกตัวอย่างที่ 1 (หมายเลขปฏิบัติการ QI.60 )และ  
ตัวอย่างที่ 2(หมายเลขปฏิบัติการ QO.739 ) มีค่าความบิดเบี้ยวตามแนวขอบบางลักษณะมีค่าสูง  
เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.37-2529 )กำหนด เป็นกระเบื้องที่มี  
ลักษณะโค้งมากไม่เหมาะกับการนำไปใช้งาน สำหรับแผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสกตัวอย่างที่ 3 ถึง  
12 สามารถผ่านการทดสอบ เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด เนื่อง  
จากเป็นกระเบื้องที่ผลิตได้อย่างมีคุณภาพดี มีค่าความบิดเบี้ยวลักษณะต่างๆน้อยและมีความ  
เบี่ยงเบนจากความได้ฉากน้อย เหมาะกับการนำไปใช้งาน รวมถึงเครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยว  
และความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ดังเช่น การทดสอบรายการ  
ความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากของแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้นและแผ่น  
กระเบื้องดินเผาเคลือบภายใน

จากผลการทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากของแผ่น  
กระเบื้องชนิดต่างๆ ตามตารางที่ 1-3 สรุปได้ว่า

แผ่นกระเบื้องดินเผาที่มีความบิดเบี้ยวตามแนวขอบลักษณะนูนขึ้นและมีความ  
บิดเบี้ยวตามแนวเส้นทแยงมุมลักษณะนูนขึ้น ยังมีค่ามาก กระเบื้องดินเผาจะมีลักษณะโค้งมากขึ้น  
เมื่อนำแผ่นกระเบื้องไปใช้งานจะเกิดลักษณะเป็นแอ่งตามรอยต่อของแผ่นกระเบื้องตรงมุม ซึ่งไม่  
สวยงามเมื่อรดน้ำที่แผ่นกระเบื้องจะเกิดน้ำขังตรงมุมรอยต่อของแผ่นกระเบื้อง และแผ่นกระเบื้อง  
ดินเผาที่มีความบิดเบี้ยวตามแนวขอบ ตามแนวเส้นทแยงมุมลักษณะแอ่นลง ยังมีค่ามากเมื่อ  
นำแผ่นกระเบื้องไปใช้งานจะเกิดลักษณะเป็นแอ่งตามแผ่นกระเบื้อง เมื่อรดน้ำที่แผ่นกระเบื้องจะ  
เกิดน้ำขังที่แผ่นกระเบื้อง



สำหรับแผ่นกระเบื้องที่มี ความบิดเบี้ยวตามแนวขอบลักษณะโค้งออก เว้าเข้า และมีความเปียงเบนจากความได้จากยังมีค่ามาก เมื่อนำแผ่นกระเบื้องไปใช้งานจะไม่สวยงาม เนื่องจากแนวของแผ่นกระเบื้องไม่ตรงกัน

## บทที่ 4

### วิจารณ์,สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 4. วิจารณ์และสรุป

##### 4.1 วิจารณ์ผล

จากการที่กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากและได้นำมาทดลองทดสอบตัวอย่างแผ่นกระเบื้องดินเผาปูพื้น แผ่นกระเบื้องดินเผาโมเสก และแผ่นกระเบื้องดินเผาเคลือบบุผนังภายในนั้นปรากฏว่าเครื่องมือสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยที่โครงสร้างของเครื่องมือใช้วัสดุที่ไม่เป็นสนิมทำความสะอาดและดูแลรักษาง่าย สามารถใช้ทดสอบกระเบื้องดินเผาได้หลายขนาด ด้วยการปรับแผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง หมุดมาตรฐานและมาตรวัดความหนาไปตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้ แผ่นระดับหรือแผ่นกระเบื้องมาตรฐานทุกแผ่นและมาตรวัดความหนาทุกตำแหน่งได้รับการสอบเทียบความถูกต้อง ผลการทดสอบที่ได้จึงถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น การใช้เครื่องมือเพื่อการทดสอบตัวอย่างสามารถทำได้ง่าย เพียงแต่ก่อนการทดสอบจะต้องทำการปรับเซตมาตรวัดทุกตำแหน่งกับแผ่นระดับหรือแผ่นกระเบื้องมาตรฐานให้อ่านค่าศูนย์ก่อนทุกครั้ง การทำงานของเครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉาก สามารถทำงานได้ดีทุกชิ้นส่วน

##### 4.2 สรุป

จากการได้ทดลองใช้เครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากกับตัวอย่างแผ่นกระเบื้องดินเผาหลาย ๆ ชนิด สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีตรงตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือ เครื่องทดสอบสามารถใช้งานได้อย่างง่ายดาย แข็งแรงทนทาน ไม่ต้องเสียเวลาบำรุงรักษาเครื่องทดสอบ ประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้างเครื่องทดสอบก่อให้เกิดทักษะการทำงานเพิ่มขึ้น ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการสั่งซื้อเครื่องทดสอบจากต่างประเทศ หน่วยงานภายในกรมวิทยาศาสตร์บริการเอง สามารถนำความรู้ที่ได้ไปดัดแปลงออกแบบจัดสร้างเครื่องมือที่มีลักษณะการทดสอบแบบเดียวกันเป็นของตนเองได้ ซึ่งก่อ

ให้เกิดประโยชน์แก่ทางราชการเพิ่มมากขึ้น ขณะนี้เครื่องมือยังคงใช้ทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา ได้หลายชนิด ประเภทและขนาด อยู่ที่กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เพื่อให้ บริการแก่หน่วยงานของรัฐและเอกชนที่ส่งตัวอย่างมาขอรับการบริการรับรองผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ กรมวิทยาศาสตร์บริการสามารถทดสอบคุณลักษณะอื่นๆ ของกระเบื้องดินเผาได้ทุกรายการตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฯ

#### 4.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาที่มีความประสงค์สร้างเครื่องมือ ทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผารายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความได้ฉาก สามารถที่ จะนำแบบของเครื่องมือที่ได้สร้างนี้ไปจัดสร้างขึ้น เพื่อนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการของตนเอง หรือมา ขอคำแนะนำจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการและอุตสาหกรรมประเภทนี้ให้มีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดีสามารถแข่งขันกับต่างประเทศ ได้

## คำขอบคุณ

ผู้จัดทำผลงานขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาที่ให้การสนับสนุน  
ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายช่างในการจัดทำโครงสร้างฐานรองรับและแผ่นระดับมาตรฐาน  
ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการจัดทำหุ้ดมาตรฐาน  
ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานการวัดมวลและเชิงกล โครงการมาตรวิทยาทางวิทยาศาสตร์  
ในการสอบเทียบความถูกต้องของมาตรวัด

## เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น. : บทนิยามและคุณลักษณะที่ต้องการ. มอก.37-2527.,1-6,8-10
2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องดินเผาโมเสก. : บทนิยาม. มอก.38-2526.,6
3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาเคลือบผนังภายใน. : บทนิยามและคุณลักษณะที่ต้องการ. มอก.613-2529.,2-7,9-10
4. แดง อารยะพงษ์. การทดสอบคุณสมบัติที่สำคัญของกระเบื้องดินเผาเซรามิกส์. วารสารวัสดุศาสตร์, ธันวาคม,2524,ปีที่ 4, ฉบับที่ 1, 14-15
5. กระทรวงอุตสาหกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง. อุตสาหกรรมกระเบื้องปูพื้นผนังและกระเบื้องโมเสก.: รายงานสภาวะเศรษฐกิจเฉพาะประเภท. 2527.,18

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รูปเครื่องมือทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา

		หน้า
รูปที่ 1	เครื่องมือทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา	24
รูปที่ 2	แสดงการทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา	25
รูปที่ 3	แสดงชื่อ ตำแหน่งของเครื่องมือ	26
รูปที่ 4	แสดงโครงสร้างฐานรองรับ	27
รูปที่ 5	แสดงแผ่นฐานรองรับ	28
รูปที่ 6	แสดงแผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบ	29
รูปที่ 7	แสดงแผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง	29
รูปที่ 8	แสดงหมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นบังคับข้าง	30
รูปที่ 9	แสดงหมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นฐานรองรับ	30
รูปที่ 10	แสดงแผ่นระดับมาตรฐาน	31
รูปที่ 11	แสดงมาตรวัด (DIAL INDICATOR)	32
รูปที่ 12	แสดงอุปกรณ์สำหรับยึดมาตรวัดที่แผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบ	33
รูปที่ 13	แสดงอุปกรณ์สำหรับยึดมาตรวัดที่แผ่นฐานรองรับ	34



แผ่นที่ 1/11

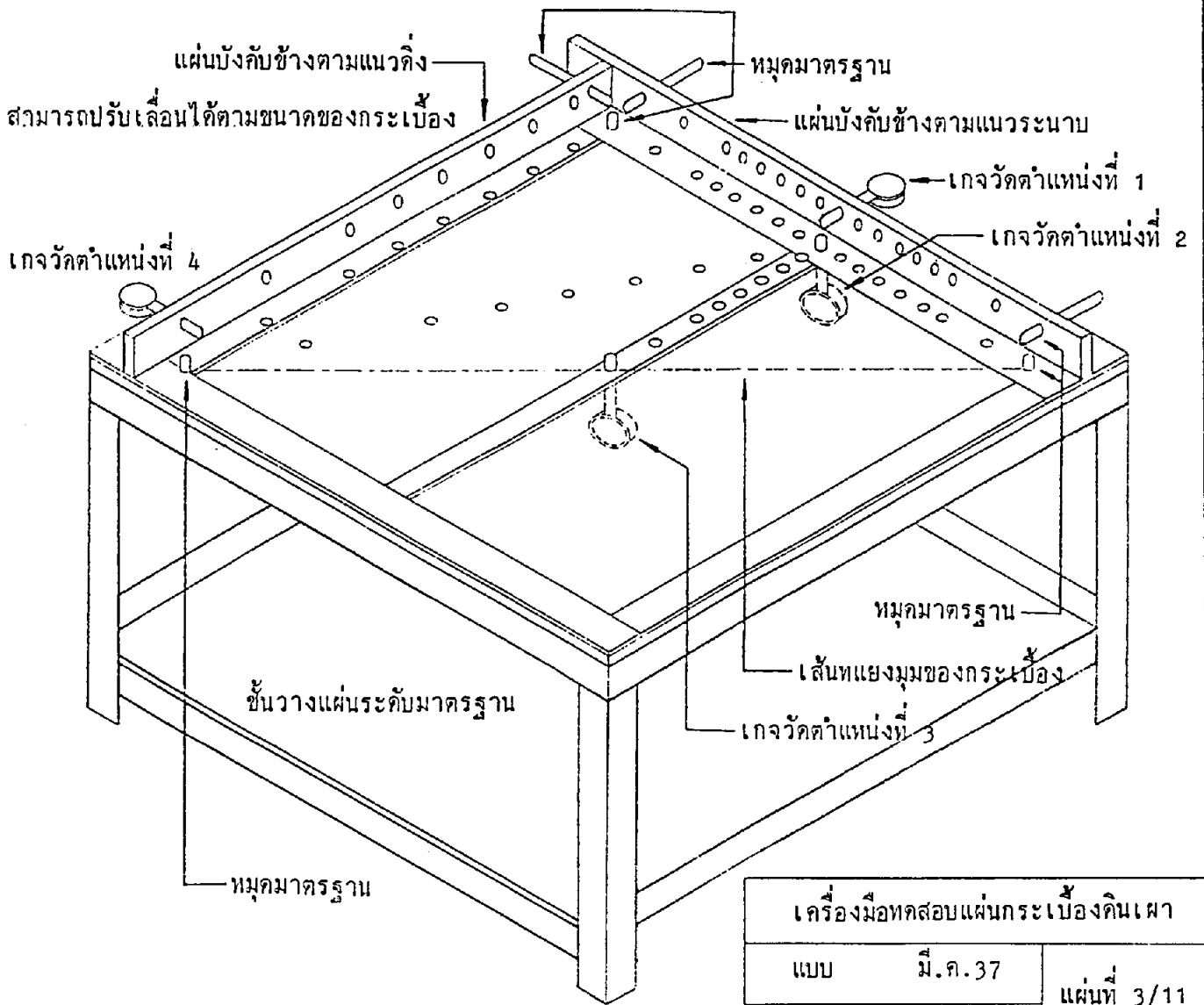
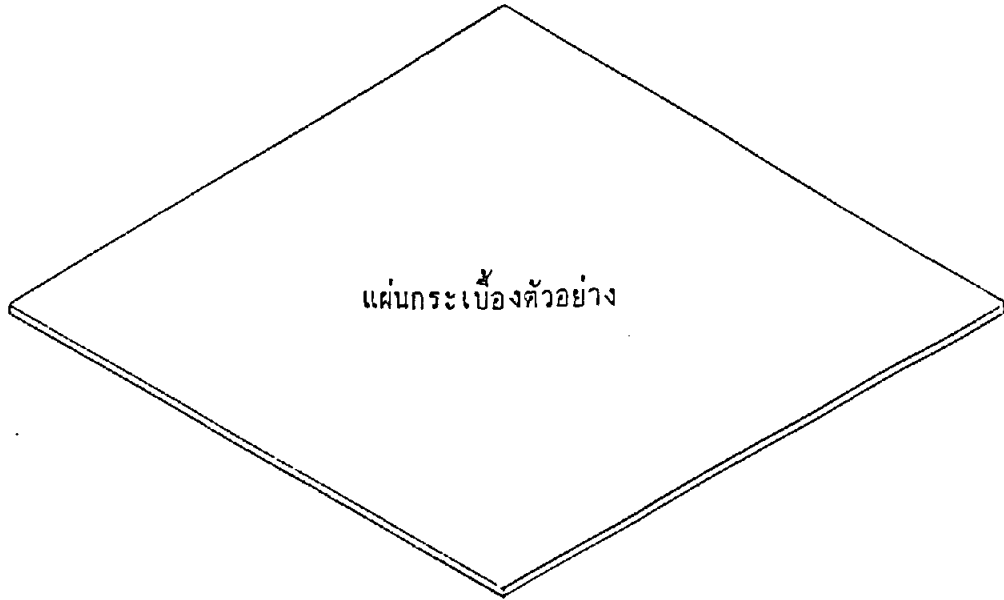
รูปที่ 1 เครื่องมือทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา ใช้สำหรับทดสอบรายการความบิดเบี้ยวและความเบี่ยงเบนจากความไร้ฉาก ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของกระเบื้องดินเผา





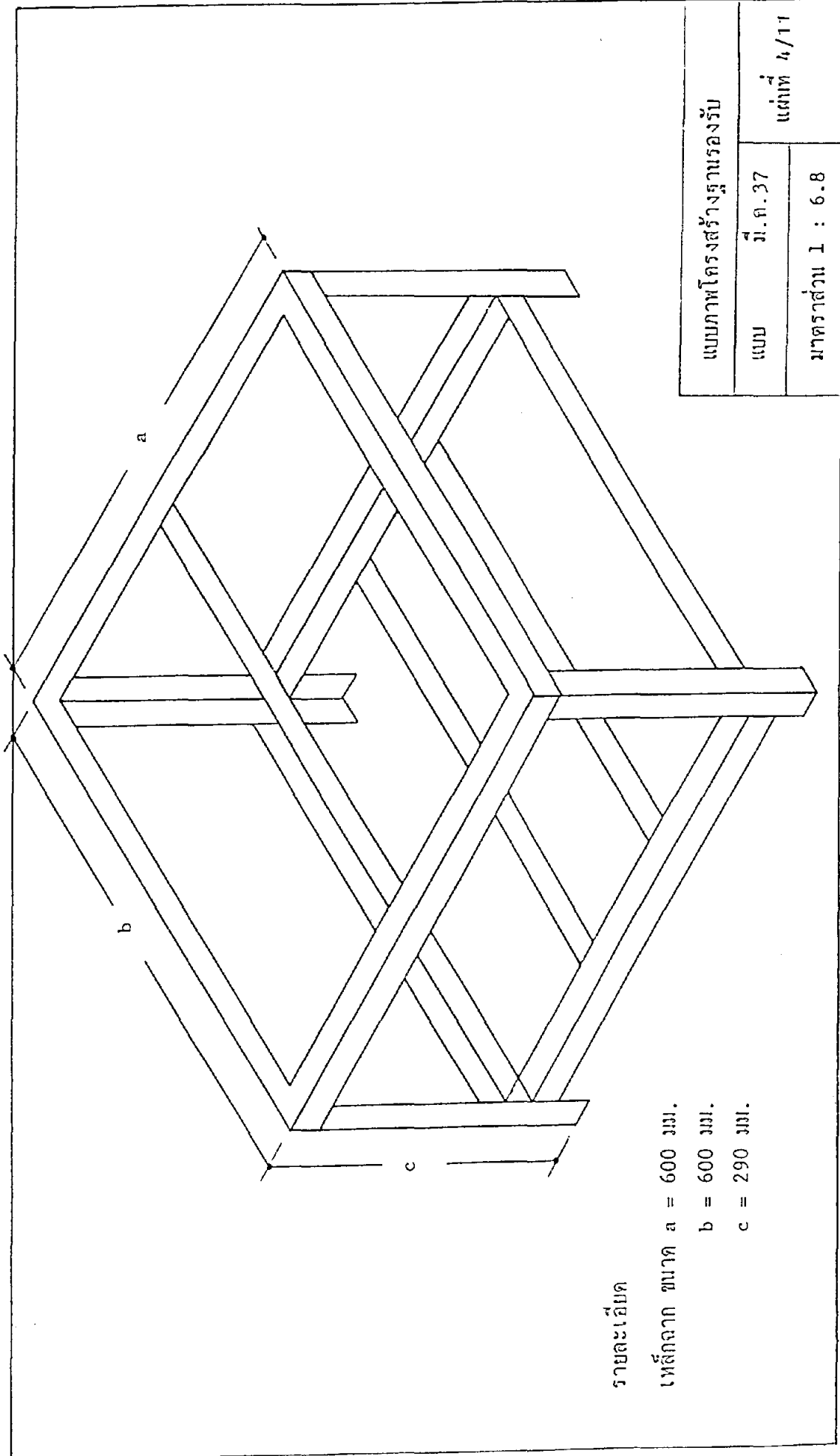
แผ่นที่ 2/11

รูปที่ 2 แสดงการทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา โดยใช้มือกดแผ่นกระเบื้องให้แนบสนิทกับหม้อสุมน้ำทุกหม้อ แล้วอ่านค่าความมิดเบี่ยง  
ลักษณะต่างและความเบี่ยงเบนจากความโค้งจากมาตรวัดทั้ง 4 ตำแหน่ง การทดสอบจะต้องกระทำภายหลังจากการปรับ  
เซตมาตรวัดกับแผ่นกระเบื้องมาตรฐานให้อ่านค่าศูนย์ก่อนทุกครั้ง



เครื่องมือทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา		
แบบ	มี.ค.37	แผ่นที่ 3/11
มาตราส่วน	1 : 6.8	

รูปที่ 3 แสดงชื่อ ตำแหน่ง เครื่องมือทดสอบแผ่นกระเบื้องดินเผา



รายละเอียด

เหล็กฉาก ขนาด a = 600 มม.

b = 600 มม.

c = 290 มม.

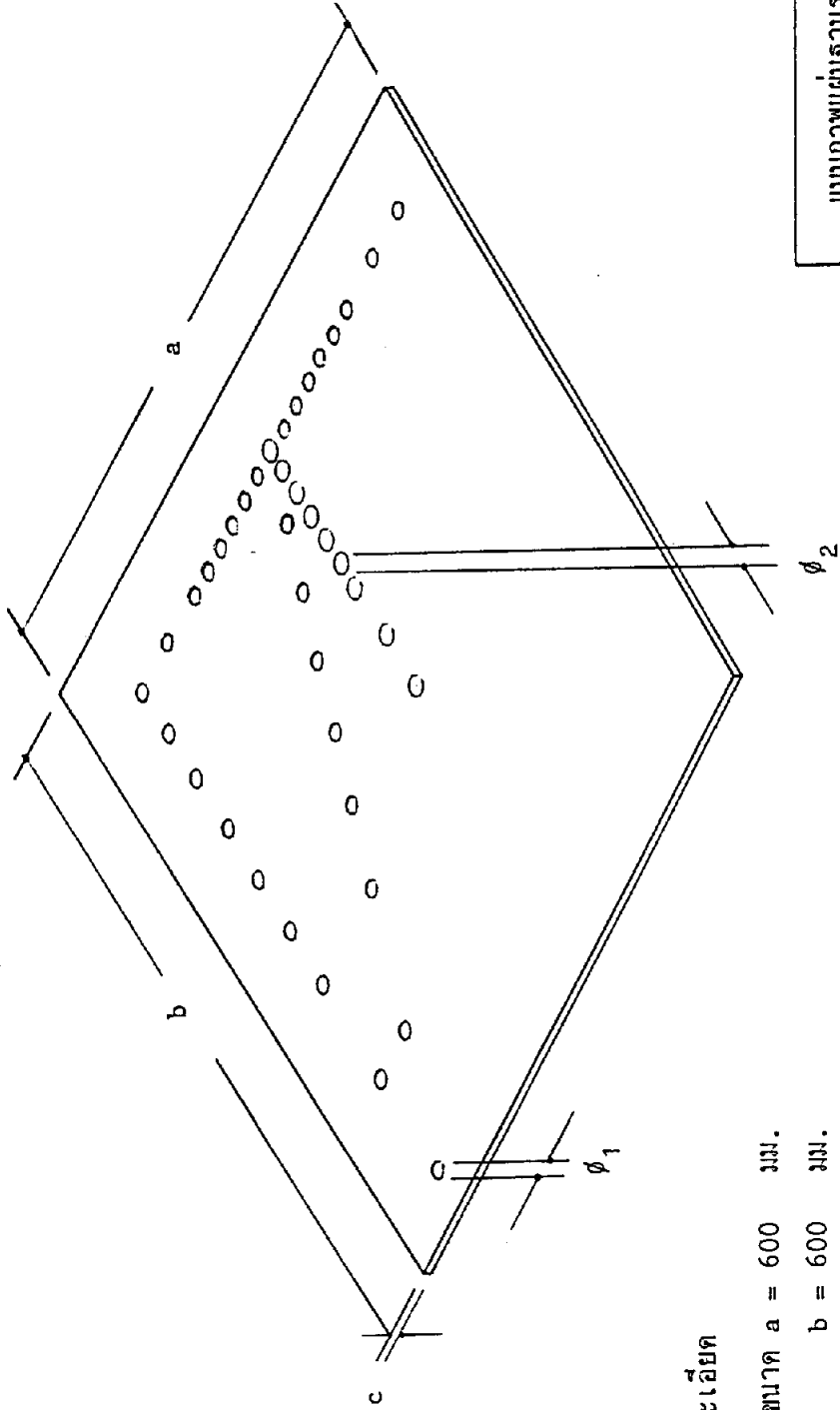
แบบภาพโครงสร้างฐานรองรับ

แบบ มี.ค. 37

แผ่นที่ 4/11

มาตราส่วน 1 : 6.8

รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างฐานรองรับ ทำด้วยเหล็กฉาก ขนาด 40x4 มม. จำนวน 15 ชิ้น



รายละเอียด

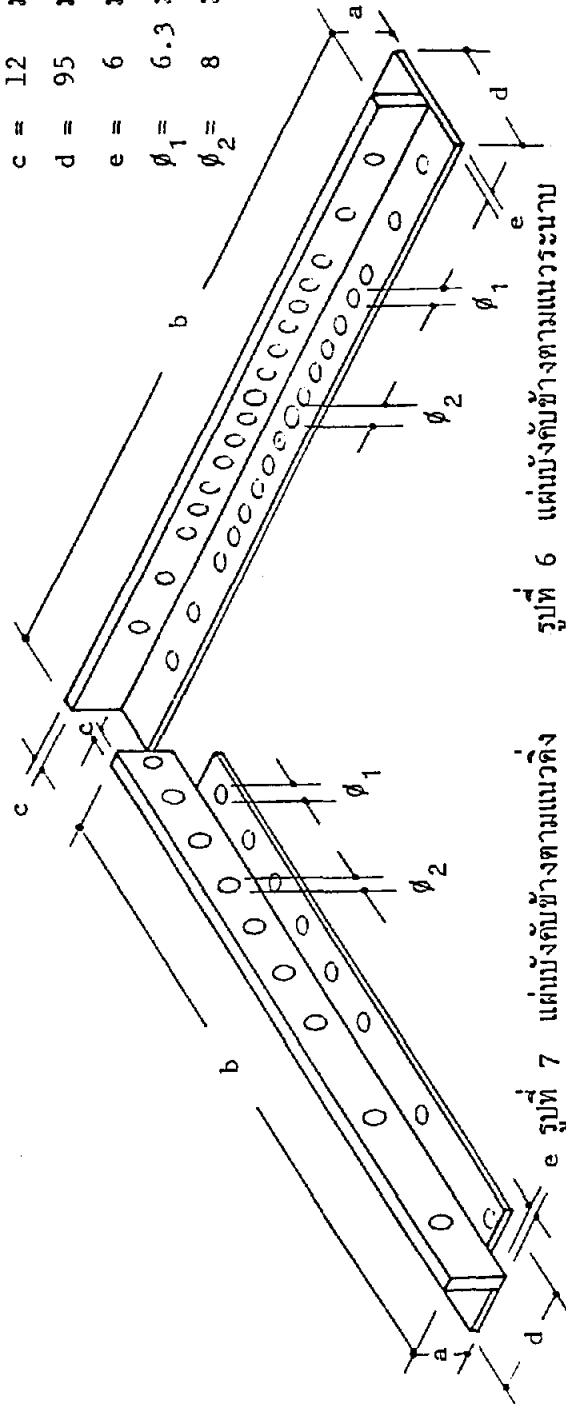
- แผ่นอะคริลิก ขนาด a = 600 มม.
- b = 600 มม.
- c = 12 มม.
- $\phi_1 = 6.3$  มม.
- $\phi_2 = 8$  มม.

แบบภาพแผ่นฐานรองรับ	
แบบ	มี.ค. 37
มาตราส่วน	1 : 6.8
แผ่นที่ 5/11	

รูปที่ 5 แสดงแผ่นฐานรองรับ ทำด้วยแผ่นอะคริลิก ขนาด 600×600×12 มม. เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มม. จำนวน 31 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม. จำนวน 9 รู

รายละเอียด

- แผ่นอะคริลิก ขนาด a = 45 มม.  
 b = 600 มม.  
 c = 12 มม.  
 d = 95 มม.  
 e = 6 มม.  
 $\phi_1 = 6.3$  มม.  
 $\phi_2 = 8$  มม.



รูปที่ 6 แผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบ

รูปที่ 7 แผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง

รายละเอียด

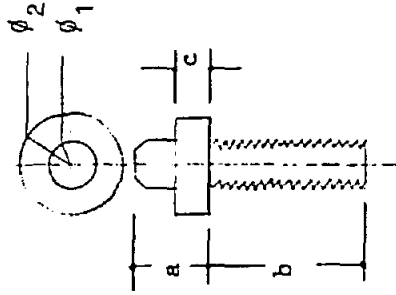
- แผ่นอะคริลิก ขนาด a = 45 มม.  $\phi_1 = 6.3$  มม.  
 b = 545 มม.  $\phi_2 = 8$  มม.  
 c = 12 มม.  
 d = 75 มม.  
 e = 6 มม.

แบบภาพแผ่นบังคับข้าง	
แบบ	มี.ค. 37
มาตราส่วน 1 : 6.8	แผ่นที่ 6/11

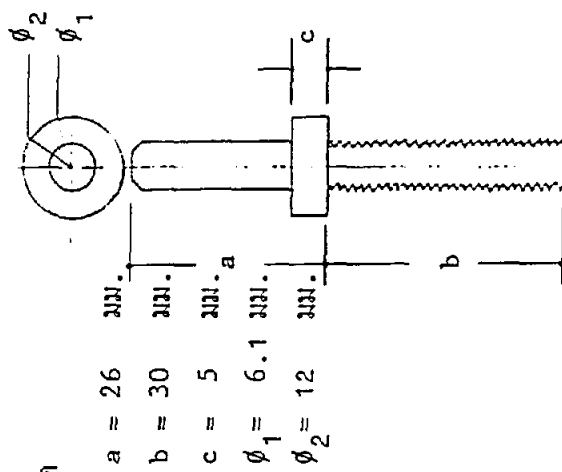
- รูปที่ 6 แสดงแผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบ ทำด้วยแผ่นอะคริลิก ขนาด 45x600x12 มม. เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มม. จำนวน 32 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม. จำนวน 2 รู
- รูปที่ 7 แสดงแผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง ทำด้วยแผ่นอะคริลิก ขนาด 45x545x12 มม. เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.3 มม. จำนวน 9 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม. จำนวน 8 รู

รายละเอียด

เหล็กไร้สนิม ขนาด a = 10 มม.  
 b = 20 มม.  
 c = 5 มม.  
 $\phi_1 = 6.1$  มม.  
 $\phi_2 = 12$  มม.



รูปที่ 8 หมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นบังคับข้าง



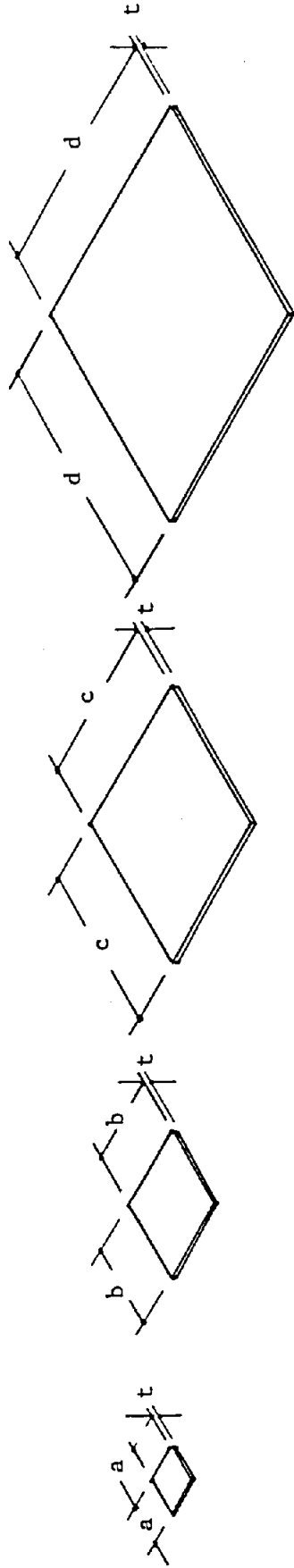
รายละเอียด

เหล็กไร้สนิม ขนาด a = 26 มม.  
 b = 30 มม.  
 c = 5 มม.  
 $\phi_1 = 6.1$  มม.  
 $\phi_2 = 12$  มม.

รูปที่ 9 หมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นฐานรองรับ

แบบภาพหมุดมาตรฐาน	
แบบ	มี.ค. 37
มาตราส่วน	1 : 1
แผ่นที่ 7/11	

รูปที่ 8,9 แสดงหมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นบังคับข้าง และหมุดมาตรฐานที่ยึดติดกับแผ่นฐานรองรับ ทำด้วยเหล็กไร้สนิม

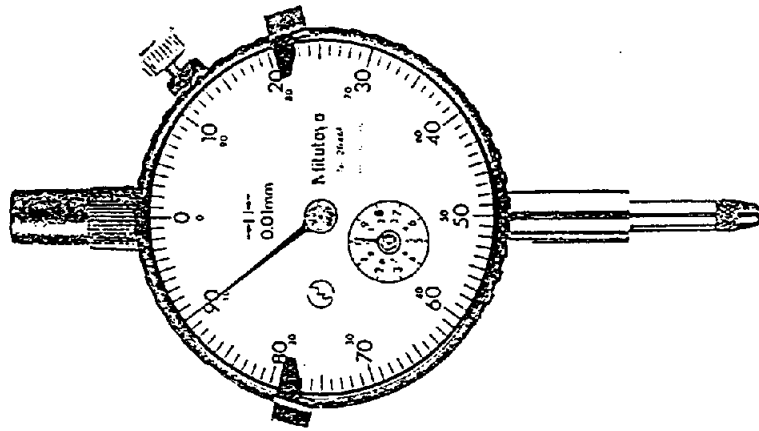


รายละเอียด

- แผ่นเหล็ก ไร้สนิม ขนาด a = 50 มม.
- b = 108 มม.
- c = 200 มม.
- d = 300 มม.
- t = 5, 7 มม.

แบบภาพแผ่นระกบมาตรฐาน	
แบบ	มี.ก. 37
มาตราส่วน	1 : 6.8
แผ่นที่ 8/11	

รูปที่ 10 แสดงแผ่นระกบมาตรฐานทำด้วยเหล็ก ไร้สนิม ขนาด 50x50x5 มม. 108x108x5 มม. 200x200x7 มม. 300x300x7 มม.



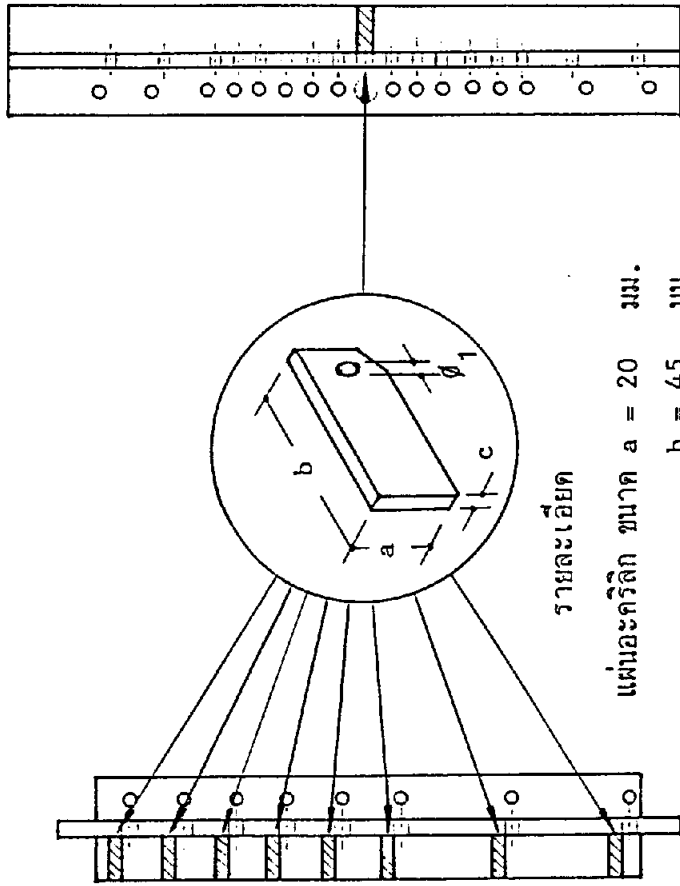
แบบภาพมาตรวัด	
แบบ	มี.ค.37
มาตราส่วน	1 : 1
วันที่ 9/11	

รูปที่ 11 แสดงมาตรวัด (Dial Indicator) อ่านค่าได้ตั้งแต่ 0-10 มม. มีเข็มวัด 2 เข็ม สเกลวัดสามารถอ่านค่าได้ทั้งซ้ายและขวา



แผ่นบังคับข้างตามแนวตั้ง

แผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบ



รายละเอียด

แผ่นอะคริลิก ขนาด a = 20 มม.

b = 45 มม.

c = 12 มม.

$\phi_1 = 6.3$  มม.

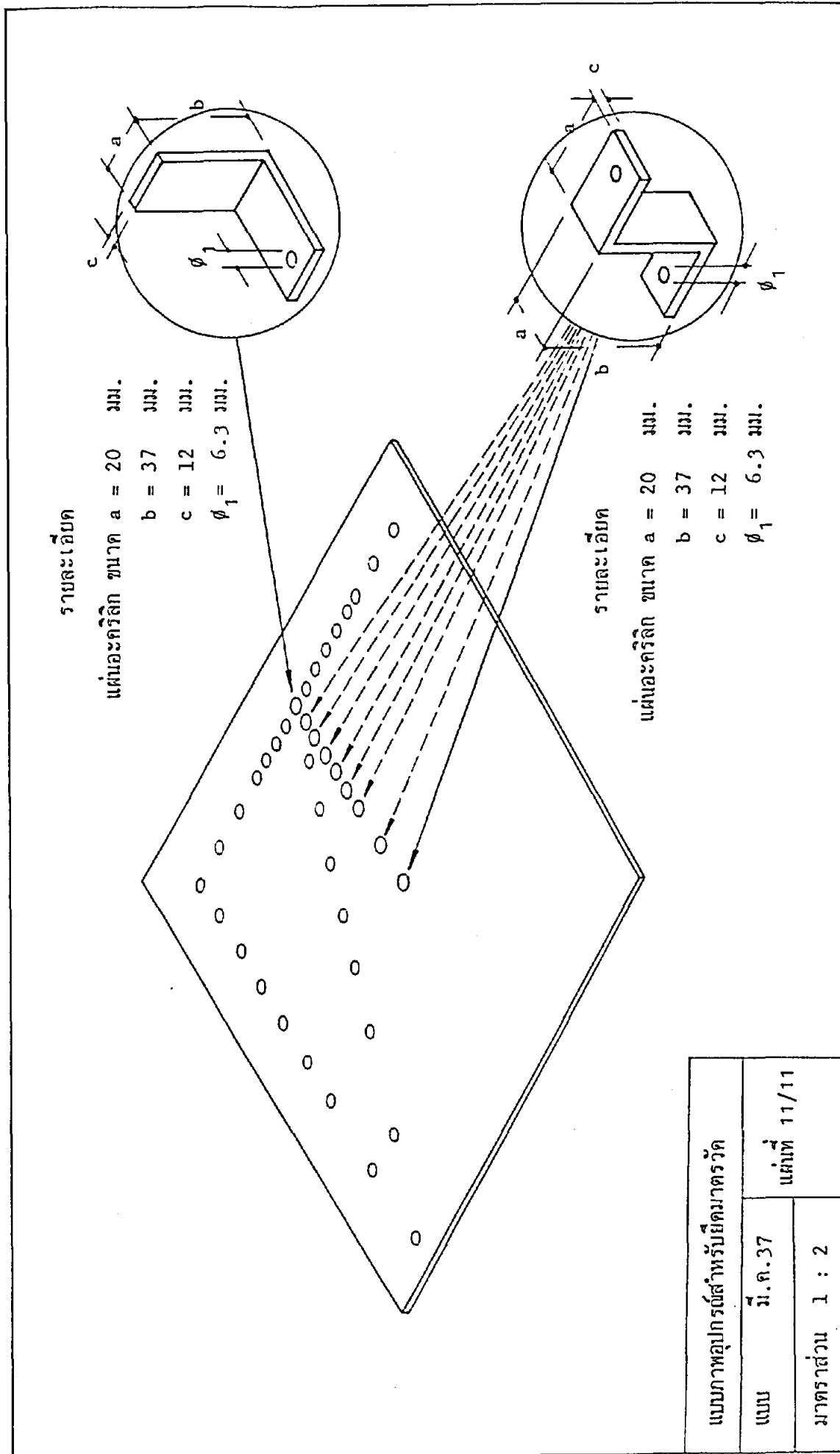
แบบอุปกรณ์สำหรับยึดมาตรฐานวัด

แบบ มี.ค.37

มาตรฐานส่วน 1 : 2

แผ่นที่ 10/11

รูปที่ 12 แสดงอุปกรณ์ยึดมาตรฐานวัดที่แผ่นบังคับข้างตามแนวระนาบจำนวน 1 ชิ้น และตามแนวตั้งจำนวน 8 ชิ้น



รูปที่ 13 แสดงอุปกรณ์ยึดมาตรวัดที่ยึดติดกับแผ่นฐานรองรับตามแนวขอบกระเบื้องรูปตัว L จำนวน 1 ชิ้น และยึดติดกับแผ่นฐานรองรับตามแนวเส้นทแยงมุมกระเบื้องรูปตัว Z สามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้ตามขนาดของแผ่นกระเบื้อง จำนวน 1 ชิ้น

ภาคผนวก ข.

ตารางแสดงขนาดกระเบื้องดินเผาและระยะห่างของหมุดมาตรฐาน

		หน้า
ตาราง ข.1	แสดงระยะ 4 ใน 5 ของกระเบื้องดินเผาและ 4 ใน 5 ของเส้นทแยงมุมกระเบื้องดินเผา ขนาดต่าง ๆ	36
ตาราง ข.2	แสดงระยะห่างของหมุดมาตรฐานตามแนวขอบและแนวเส้นทแยงมุมกระเบื้องดินเผา ขนาดต่าง ๆ	37

ตาราง ข.1 แสดงระยะ 4 ใน 5 ของกระเบื้องดินเผาและ 4 ใน 5 ของเส้นทแยงมุม  
กระเบื้องดินเผา ขนาดต่าง ๆ

หน่วยมิลลิเมตร

ขนาดกระเบื้อง	4 ใน 5 ของขนาดกระเบื้อง	4 ใน 5 ของเส้นทแยงมุมกระเบื้อง
50x50	40	56.5
108x108	86	122.2
150x150	120	169.8
200x200	160	226.3
250x250	200	282.8
300x300	240	339.4
400x400	320	452.5
500x500	400	565.7

จากตาราง ข.1 แสดงระยะ 4 ใน 5 ของกระเบื้องดินเผาและ 4 ใน 5 ของเส้นทแยงมุม  
กระเบื้องดินเผา ขนาดต่าง ๆ ซึ่งระยะ 4 ใน 5 ของขนาดกระเบื้องเป็นระยะห่างของหมุดมาตรฐาน  
ตามแนวขอบและระยะ 4 ใน 5 ของเส้นทแยงมุมของขนาดกระเบื้องเป็นระยะห่างของหมุดมาตรฐาน  
ตามแนวเส้นทแยงมุม

ในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบกระเบื้องดินเผา  
ตามผลงานนี้ ได้กำหนดระยะห่างของหมุดมาตรฐานแนวขอบและแนวเส้นทแยงมุมของกระเบื้อง  
ให้มีระยะห่างมากขึ้น กว่า 4 ใน 5 ของขนาดกระเบื้อง และได้แสดงตามตาราง ข.2

ตาราง ข.2 แสดงระยะห่างของหมุดมาตรฐานตามแนวขอบและแนวเส้นทแยงมุม  
ดินเผา ขนาดต่าง ๆ

หน่วยมิลลิเมตร

ขนาดกระเบื้อง	ระยะห่างของหมุดมาตรฐานตามแนวขอบ		ระยะห่างของหมุดมาตรฐานตามแนวเส้นทแยงมุม
	ด้านขอบข้างแผ่น	ด้านขอบบนแผ่น	
50x50	40	40	60
108x108	90	90	125
150x150	130	140	195
200x200	180	190	270
250x250	220	240	340
300x300	260	290	410
400x400	360	390	550
500x500	460	490	680

จากตาราง ข.2 แสดงระยะห่างของหมุดมาตรฐานตามแนวขอบและแนวเส้นทแยงมุม  
กระเบื้องดินเผาขนาดต่าง ๆ ซึ่งเป็นระยะห่างหมุดมาตรฐานของเครื่องมือทดสอบความบิดเบี้ยว  
และความเบี่ยงเบนจากความได้ฉากของกระเบื้องดินเผาที่ได้จัดสร้างขึ้น

ภาคผนวก ค.

ผลการสอบเทียบ DIAL INDICATOR (มาตรวัด)

	หน้า
1. รายงานผลการสอบเทียบ DIAL INDICATOR หมายเลขปฏิบัติการ SW.803	39-40
2. รายงานผลการสอบเทียบ DIAL INDICATOR หมายเลขปฏิบัติการ SW.804	41-42
3. รายงานผลการสอบเทียบ DIAL INDICATOR หมายเลขปฏิบัติการ SW.805	43-44
4. รายงานผลการสอบเทียบ DIAL INDICATOR หมายเลขปฏิบัติการ SW.806	45-46

### รายงานผลการสอบเทียบ

หมายเลขปฏิบัติการ: SW 803

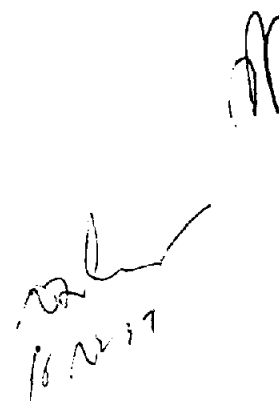
เครื่องมือ : Dial Indicator(0.01 - 10.00 มม.)

แบบ/รุ่น: Mitutoyo 2046F , S/N 59A146

วันที่ทำการสอบเทียบ: 10 กันยายน 2539

สเกลละเอียด Fine Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง มม.	ค่าความไม่แน่นอน มม.
	0.1	0.099	±0.001
	0.2	0.201	±0.001
	0.3	0.302	±0.001
	0.4	0.401	±0.001
	0.5	0.501	±0.001
	0.6	0.600	±0.001
	0.7	0.699	±0.001
	0.8	0.799	±0.001
	0.9	0.899	±0.001

/หน้า 2



Handwritten signature and date: 16/9/97

สเกลหยาบ Coarse Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง		ค่าความไม่แน่นอน มม.
		ขาไป	ขากลับ	
	0	0	-0.001	$\pm 0.001$
	1	0.999	0.998	$\pm 0.001$
	2	1.999	1.998	$\pm 0.001$
	3	2.999	2.998	$\pm 0.001$
	4	4.002	4.001	$\pm 0.001$
	5	5.002	5.001	$\pm 0.001$
	6	6.003	6.002	$\pm 0.001$
	7	7.003	7.002	$\pm 0.001$
	8	8.005	8.002	$\pm 0.001$
	9	9.002	9.001	$\pm 0.001$
	10	9.999	-	$\pm 0.001$

/หน้า 3



วลี  
16 2 39



หมายเลขปฏิบัติการ: SW 804

เครื่องมือ : Dial Indicator(0.01 - 10.00 มม.)

แบบ/รุ่น: Mitutoyo 2046F , S/N 5381L3

วันที่ทำการสอบเทียบ: 10 กันยายน 2539

สเกลละเอียด Fine Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง มม.	ค่าความไม่แน่นอน มม.
	0.1	0.101	$\pm 0.001$
	0.2	0.200	$\pm 0.001$
	0.3	0.300	$\pm 0.001$
	0.4	0.401	$\pm 0.001$
	0.5	0.501	$\pm 0.001$
	0.6	0.600	$\pm 0.001$
	0.7	0.699	$\pm 0.001$
	0.8	0.798	$\pm 0.001$
	0.9	0.899	$\pm 0.001$

/หน้า 4



16 02 39

สเกลหยาบ Coarse Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง		ค่าความไม่แน่นอน มม.
		มม.		
		ขาไป	ขากลับ	
	0	0	0	±0.001
	1	1.000	1.001	±0.001
	2	1.998	1.997	±0.001
	3	3.004	3.003	±0.001
	4	3.996	3.995	±0.001
	5	4.999	4.998	±0.001
	6	5.999	5.998	±0.001
	7	6.999	6.998	±0.001
	8	8.001	8.000	±0.001
	9	8.998	8.998	±0.001
	10	10.001	-	±0.001

/หน้า 5



16 ก.พ. 37

หมายเลขปฏิบัติการ: SW 805

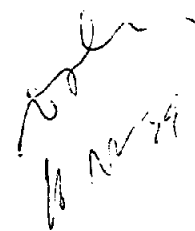
เครื่องมือ : Dial Indicator(0.01 - 10.00 มม.)

แบบ/รุ่น: Mitutoyo 2046F , S/N 5331G7

วันที่ทำการสอบเทียบ: 10 กันยายน 2539

สเกลละเอียด Fine Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง มม.	ค่าความไม่แน่นอน มม.
	0.1	0.100	±0.001
	0.2	0.200	±0.001
	0.3	0.301	±0.001
	0.4	0.399	±0.001
	0.5	0.499	±0.001
	0.6	0.599	±0.001
	0.7	0.699	±0.001
	0.8	0.799	±0.001
	0.9	0.900	±0.001

หน้า 6



สเกลหยาบ Coarse Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง		ค่าความไม่แน่นอน มม.
		มม.		
		ขาไป	ขากลับ	
	0	0	-0.001	±0.001
	1	1.001	0.999	±0.001
	2	1.999	1.999	±0.001
	3	2.998	2.996	±0.001
	4	3.998	3.996	±0.001
	5	4.996	4.995	±0.001
	6	5.995	5.994	±0.001
	7	6.996	6.995	±0.001
	8	7.996	7.995	±0.001
	9	8.998	8.997	±0.001
	10	9.998	-	±0.001

/หน้า 7



ว.ค.ค.  
11/2/37

หมายเลขปฏิบัติการ: SW 806

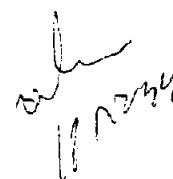
เครื่องมือ : Dial Indicator(0.01 - 10.00 มม.)

แบบ/รุ่น: Mitutoyo 2046F , S/N 59A897

วันที่ทำการสอบเทียบ: 10 กันยายน 2539

สเกลละเอียด Fine Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง มม.	ค่าความไม่แน่นอน มม.
	0.1	0.099	±0.001
	0.2	0.198	±0.001
	0.3	0.299	±0.001
	0.4	0.397	±0.001
	0.5	0.498	±0.001
	0.6	0.598	±0.001
	0.7	0.699	±0.001
	0.8	0.799	±0.001
	0.9	0.900	±0.001

หน้า 8



สเกลหยาบ Coarse Scale	ค่าที่ระบุ มม.	ค่าที่ถูกต้อง		ค่าความไม่แน่นอน มม.
		ขาไป	ขากลับ	
	0	0	-0.001	±0.001
	1	0.999	0.997	±0.001
	2	1.998	1.996	±0.001
	3	2.995	2.993	±0.001
	4	3.997	3.996	±0.001
	5	4.996	4.995	±0.001
	6	5.995	5.994	±0.001
	7	6.995	6.994	±0.001
	8	7.996	7.995	±0.001
	9	8.998	8.996	±0.001
	10	9.979	-	±0.001

หมายเหตุ: -Dial Indicator ได้รับการสอบเทียบจากเครื่อง Dial Gauge Calibration Tester

(0.000 2 mm/ Div) ซึ่งได้สอบย้อนกลับมาตรฐานไปยังสถาบัน NRLM

ประเทศ ญี่ปุ่น

-อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในขณะทำการสอบเทียบ  $20 \pm 1^{\circ}$  ซ และ  $50 \pm 5 \%$

โดยลำดับ

-ค่าการวัดซ้ำ(Repeatability)ของ Dial Indicator ที่จุดเริ่มต้น จุดกึ่งกลาง จุดสูงสุดของ

ระยะวัด น้อยกว่า 0.01 มม.

-การสอบเทียบใช้เอกสาร ISO/R463/December 1965 เป็นอ้างอิงมาตรฐาน

*Handwritten signature*  
วิภาวดี

*Handwritten signature*

กำหนดส่ง

14 มี.ค. 44

21 มี.ค. 44

29 มี.ค. 44

24 เม.ย. 44