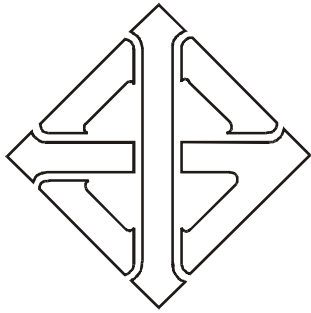




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2398 เล่ม 4 – 2553

กระเบื้องเซรามิก

เล่ม 4 วิธีหามอดูลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก

CERAMIC TILES–

PART 4: DETERMINATION OF MODULUS OF RUPTURE AND BREAKING STRENGTH

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 91.100.23

ISBN 978-616-231-086-7

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องเซรามิก

เล่ม 4 วิธีหามอดูลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก

มอก. 2398 เล่ม 4 – 2553

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 127 ตอนพิเศษ 144 ง
วันที่ 16 ธันวาคม พุทธศักราช 2553

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 60
มาตรฐานกระเบื้องเซรามิก

ประธานกรรมการ

นายสมนึก ศิริสุนทร

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

กรรมการ

นางวรรณดา ต.แสงจันทร์

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นายวิศิษฐ์ ภาณุสิทธิกร

กรุงเทพมหานคร

ผศ. ศิริธน์วี เจียมศิริเลิศ

คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ. ธนากร วาสนาเพียรพงศ์

นางสาวตรี กองเกียรติวานิช

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

นายปฏิกร ณ สงขลา

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์

ผศ. มิตรมาณี ตรีวัฒนาวงศ์

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

นายเจตศักดิ์ วสันตพันธ์

บริษัท ไทย-เยอรมันเซรามิค อินดัสทรี จำกัด (มหาชน)

นางคชวรรณ ชาติบุรุษ

นายวิสิทธิ์ วีระโพธิ์ประสิทธิ์

บริษัท สหโมเสคอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน)

นายภาณุ วาดรักขิต

บริษัท เซรามิคอุตสาหกรรมไทย จำกัด

นางสาวจันทนา ลิ้มระนางกูร

บริษัท เดอะ สยาม เซรามิค กรุ๊ป อินดัสทรีส์ จำกัด

นางสาวกนกพร ก้อนทอง

กรรมการและเลขานุการ

นางสาววรางคณา เลิศสวัสดิ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องเซรามิก เล่ม 4 วิธีหามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตกนี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องเซรามิก เล่ม 4 วิธีหาค่ามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก มาตรฐานเลขที่ 2398 เล่ม 4-2551 ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 126 ตอนพิเศษ 129 ง วันที่ 7 กันยายน 2552 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแปลเป็นภาษาไทยเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย โดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยรับ ISO 10545-8:1994 Ceramic tiles-Part 4 : Determination of modulus of rupture and breaking strength มาใช้โดยวิธีแปลในระดับเหมือนกันทุกประการ (identical) โดยใช้ ISO ฉบับภาษาอังกฤษเป็นหลัก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุดวิธีทดสอบกระเบื้องเซรามิก ซึ่งมีดังนี้

มอก.2398 เล่ม 1-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน
มอก.2398 เล่ม 2-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 2 วิธีตรวจสอบมิติและคุณภาพผิวหน้า
มอก.2398 เล่ม 3-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 3 วิธีหาค่าการดูดซึมน้ำ ความพรุนปรากฏ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ และความหนาแน่นรวม
มอก.2398 เล่ม 4-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 4 วิธีหามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก
มอก.2398 เล่ม 5-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 5 วิธีหาค่าความต้านแรงกระแทกโดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์การคืนสภาพ
มอก.2398 เล่ม 6-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 6 วิธีหาความทนการขัดถูสีสำหรับกระเบื้องชนิดไม่เคลือบ
มอก.2398 เล่ม 7-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 7 วิธีหาความทนการขัดถูผิวหน้าสำหรับกระเบื้องชนิดเคลือบ
มอก.2398 เล่ม 8-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 8 วิธีหาค่าการขยายตัวทางความร้อนเชิงเส้น
มอก.2398 เล่ม 9-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 9 วิธีหาค่าความต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน
มอก.2398 เล่ม 10-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 10 วิธีหาค่าการขยายตัวเนื่องจากความชื้น
มอก.2398 เล่ม 11-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 11 วิธีหาความทนการรานของกระเบื้องชนิดเคลือบ
มอก.2398 เล่ม 12-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 12 วิธีหาค่าความต้านทานอุณหภูมิเยือกแข็ง
มอก.2398 เล่ม 13-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 13 วิธีหาความทนสารเคมี
มอก.2398 เล่ม 14-2553	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 14 วิธีหาความทนการเปราะเปื้อน
มอก.2398 เล่ม 15-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 15 วิธีหาค่าตะกั่วและแคดเมียมของกระเบื้องชนิดเคลือบ
มอก.2398 เล่ม 16-2551	กระเบื้องเซรามิก เล่ม 16 วิธีหาค่าความแตกต่างของสี

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4248 (พ.ศ. 2553)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระเบื้องเซรามิก

เล่ม 4 วิธีหาค่ามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระเบื้องเซรามิก

เล่ม 4 วิธีหามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องเซรามิก เล่ม 4 วิธีหาค่ามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก มาตรฐานเลขที่ มอก. 2398 เล่ม 4-2551

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3969 (พ.ศ. 2551) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องเซรามิก เล่ม 4 วิธีหาค่ามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก ลงวันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องเซรามิก เล่ม 4 วิธีหามอดุลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก มาตรฐานเลขที่ มอก. 2398 เล่ม 4-2553 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้ ทั้งนี้ให้มีผลตั้งแต่วันที่ถัดจากวันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2553

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระเบื้องเซรามิก

เล่ม 4 วิธีหามอดูลัสแตกร้าวและความต้านแรงกดแตก

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดวิธีทดสอบมอดูลัสแตกร้าว และความต้านแรงกดแตกของกระเบื้องเซรามิก

2. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง และอาจมีการแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป ทั้งนี้ให้ใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เอกสารอ้างอิงที่มีได้ระบุปีหมายความว่าให้ใช้เอกสารฉบับล่าสุด

ISO 48 Rubber, vulcanized or thermoplastic—Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)

3. คำศัพท์และบทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 3.1 แรงกดแตก (F_{bl}) หมายถึง แรงที่ทำให้กระเบื้องแตกหัก

หมายเหตุ 1 ดูข้อ 7.5 และรูปที่ 2

หมายเหตุ 2 แรงกดแตก เป็นนิวตัน

- 3.2 ความต้านแรงกดแตก (F_{bs}) หมายถึง แรงที่ได้จากผลคูณของแรงกดแตกกับระยะห่างระหว่างแท่งรองรับหารด้วยความกว้างของชิ้นทดสอบ

หมายเหตุ 1 ดูสมการ 1 ข้อ 8

หมายเหตุ 2 ความต้านแรงกดแตก เป็นนิวตัน

- 3.3 มอดูลัสแตกร้าว (σF_{bl}) หมายถึง ความต้านแรงกดแตก หารด้วยความหนาต่ำสุดตามแนวรอยแตกยกกำลังสอง

หมายเหตุ 1 ดูสมการ 2 ข้อ 8

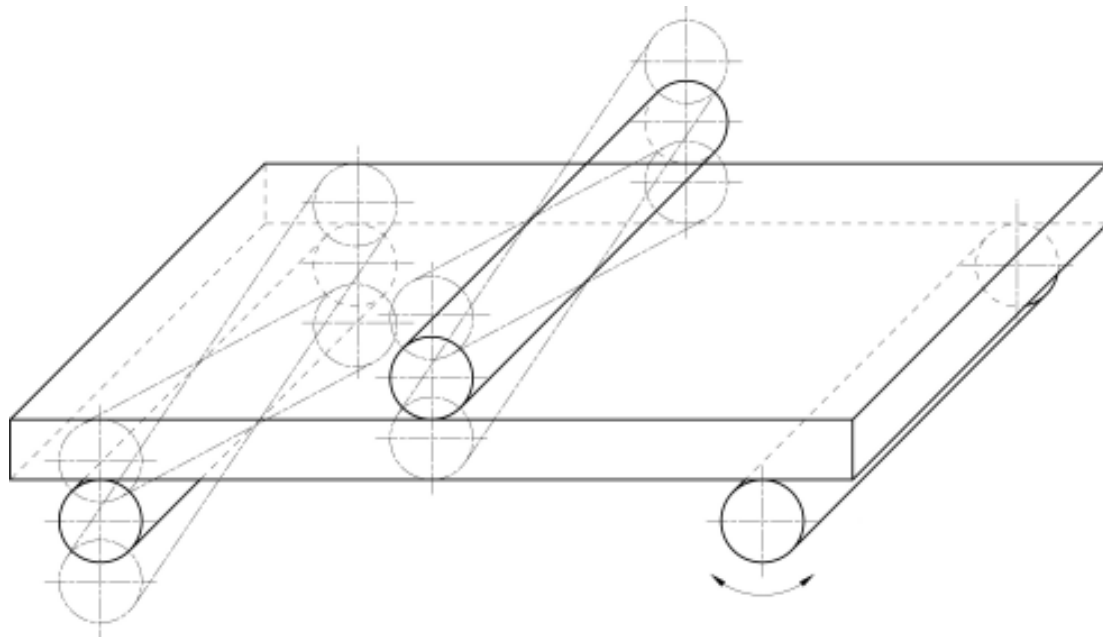
หมายเหตุ 2 มอดูลัสแตกร้าว เป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

4. หลักการ

การหาแรงกดแตก ความต้านแรงกดแตก และมอดูลัสแตกร้าวของกระเบื้อง โดยใช้แรงกดในอัตราที่กำหนดลงบนจุดกึ่งกลางของผิวหน้ากระเบื้อง

5. เครื่องมือ

- 5.1 เตาอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (110 ± 5) องศาเซลเซียส อาจใช้เตาไมโครเวฟ เตาอินฟราเรด หรือ อุปกรณ์อื่นที่เทียบเท่า
- 5.2 มาตรฐานวัดความดัน ที่มีความแม่นยำ ร้อยละ 2.0
- 5.3 แท่งรองรับรูปทรงกระบอก จำนวน 2 แท่ง ทำจากโลหะ ส่วนที่สัมผัสขึ้นทดสอบหุ้มด้วยยางที่มีความแข็ง (50 ± 5) IRHD ตาม ISO 48 แท่งหนึ่งเคลื่อนที่ได้เล็กน้อย ส่วนอีกแท่งหนึ่งหมุนรอบแกนไปมาได้เล็กน้อย (ดูรูปที่ 1)
- ความสัมพันธ์ของขนาดกระเบื้อง ขนาดของแท่งเหล็ก ความหนาของแผ่นยาง และระยะของกระเบื้องที่ยื่นออกมาจากแท่งรองรับ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
- 5.4 แท่งกด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและหุ้มด้วยยางเหมือนกับแท่งรองรับ สำหรับส่งผ่านแรงกดแตก แท่งกดนี้หมุนรอบแกนได้เล็กน้อย (ดูรูปที่ 1 และตารางที่ 1)

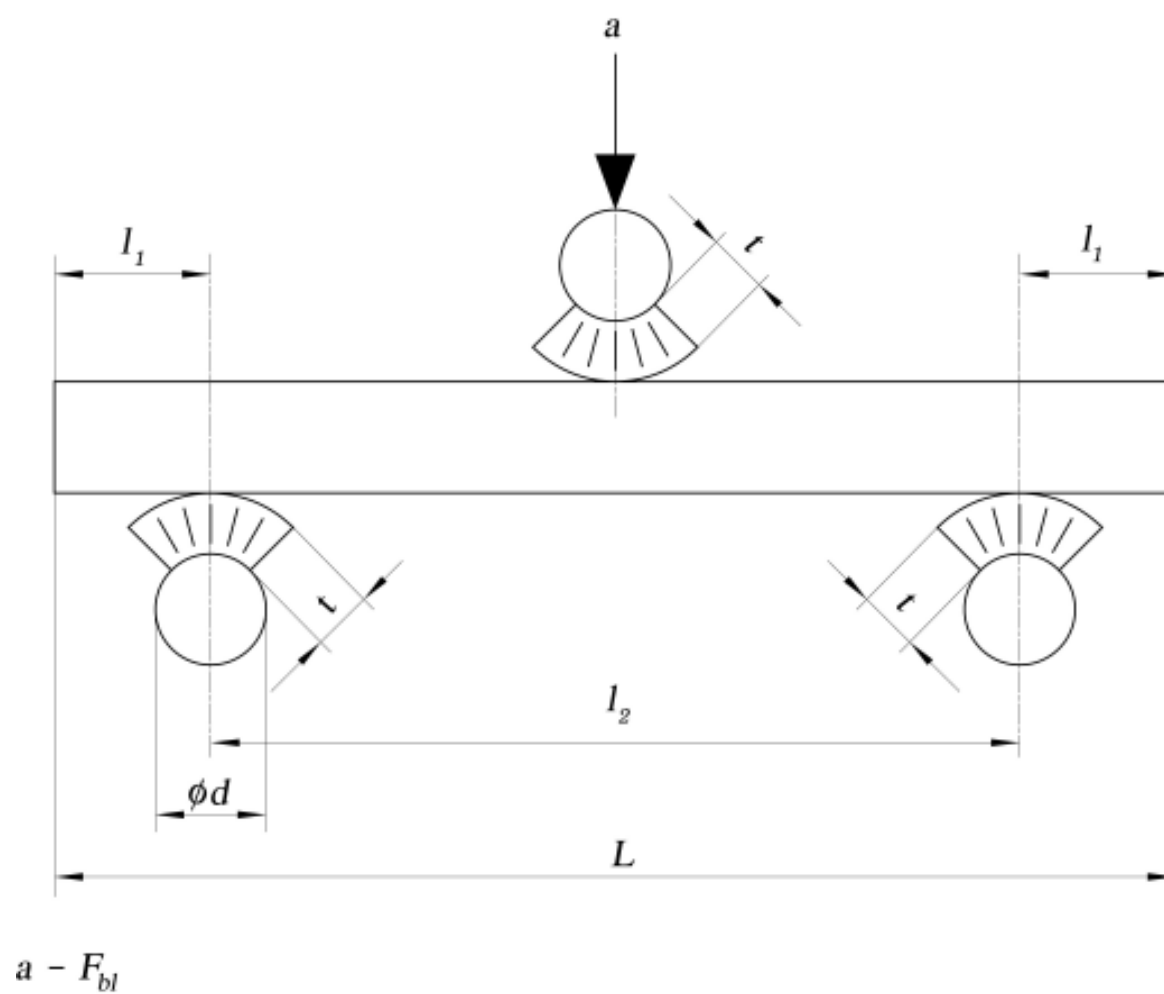


รูปที่ 1 การเคลื่อนที่ของแท่งเหล็ก
(ข้อ 5.3 และข้อ 5.4)

ตารางที่ 1 ขนาดของแท่งเหล็ก ความหนาของแผ่นยาง และระยะของกระเบื้องที่ยื่นออกมาจากแท่งรองรับ
(ข้อ 5.3 ข้อ 5.4 และข้อ 7.2)

ขนาดเป็นมิลลิเมตร

ขนาดกระเบื้อง	ขนาดของแท่งเหล็ก	ความหนาของแผ่นยาง	ระยะของกระเบื้องที่ยื่นออกมาจากแท่งรองรับ
L	d	t	l_1
$18 \leq L < 48$	5	1 ± 0.2	2
$48 \leq L < 95$	10	2.5 ± 0.5	5
$L \geq 95$	20	5 ± 1	10



รูปที่ 2 ตำแหน่งของแรงที่กระทำต่อชิ้นทดสอบ
(ข้อ 7.2)

6. ขั้นตอนทดสอบ

- 6.1 ให้ใช้กระเบื้องทั้งแผ่นในการทดสอบ ในกรณีเครื่องมือทดสอบไม่สามารถทดสอบได้ เนื่องจากกระเบื้องมีขนาดใหญ่ หรือไม่เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก ให้ตัดกระเบื้องเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถทดสอบได้ และมีจุดศูนย์กลางเดียวกับกระเบื้องแผ่นเดิม ในกรณีมีข้อสงสัยในผลทดสอบให้ทดสอบกระเบื้องทั้งแผ่น
- 6.2 จำนวนขั้นทดสอบแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนขั้นทดสอบ
(ข้อ 6.2)

ขนาดกระเบื้อง (L) มิลลิเมตร	จำนวนขั้นทดสอบ แผ่น
$18 \leq L < 48$	10
$L \geq 48$	7

7. วิธีทดสอบ

- 7.1 ทำความสะอาดขั้นทดสอบให้ปราศจากฝุ่นโดยใช้แปรงปัด แล้วอบที่อุณหภูมิ (110 ± 5) องศาเซลเซียส จนมวลคงที่ (ความแตกต่างของมวลระหว่างการชั่ง 2 ครั้งต่อเนื่องกัน ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง น้อยกว่าร้อยละ 0.1) ปล่อยให้เย็นในเดลิกลิเกเตอร์ ทำการทดสอบภายใน 3 ชั่วโมง หลังขั้นทดสอบเย็นถึงอุณหภูมิห้อง
- 7.2 วางขั้นทดสอบบนแท่งรองรับ (ข้อ 5.3) โดยให้ผิวเคลือบอยู่ด้านบน จัดระยะของกระเบื้องที่ยื่นออกมาจากแท่งรองรับ (ดูตารางที่ 1 และรูปที่ 2)
- 7.3 ในกรณีกระเบื้องชนิดไม่เคลือบ สามารถวางขั้นทดสอบด้านใดก็ได้ สำหรับกระเบื้องประเภทขึ้นรูปด้วยวิธีอัดรีด วางขั้นทดสอบโดยให้สันกระเบื้องตั้งฉากกับแท่งรองรับ สำหรับกระเบื้องที่เป็นมุมฉาก วางขั้นทดสอบโดยให้ด้านยาวตั้งฉากกับแท่งรองรับ
- 7.4 สำหรับกระเบื้องที่มีผิวหน้าไม่เรียบ ให้วางแผ่นยางที่มีความหนาตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ตรงจุดที่แท่งกด (ข้อ 5.4) สัมผัสกับผิวหน้าที่ไม่เรียบ
- 7.5 วางแท่งกดลงตรงกึ่งกลางระหว่างแท่งรองรับ เพิ่มแรงลงบนแท่งกดให้แรงกระจายอย่างสม่ำเสมอ ตลอดแกนของแท่งกดนั้น ควบคุมอัตราการเพิ่มแรงให้ความดันของขั้นทดสอบเพิ่มขึ้น (1 ± 0.2) นิวตัน ต่อตารางมิลลิเมตร ภายใน 1 วินาที อัตราการเพิ่มแรงต่อวินาที คำนวณจากสมการที่ 2 ในข้อ 8 แล้วบันทึกแรงกดแตก (F_{bl})

8. การคำนวณ

นำค่าแรงกดแตกของชิ้นทดสอบที่แตกบริเวณกึ่งกลางของความยาวไม่น้อยกว่า 5 ค่า คำนวณหาความต้านแรงกดแตกเฉลี่ย และมอดูลัสแตกร้าเฉลี่ย

ถ้ามีค่าแรงกดแตกที่ยอมรับน้อยกว่า 5 ค่า ต้องทำการทดสอบครั้งที่ 2 โดยเพิ่มชิ้นทดสอบเป็น 2 เท่า และต้องมีค่าแรงกดแตกที่ยอมรับอย่างน้อย 10 ค่า เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ย

ความต้านแรงกดแตก (F_{bs}) เป็นนิวตัน คำนวณจากสูตร

$$F_{bs} = \frac{F_{bl} l_2}{b}$$

เมื่อ F_{bl} คือ แรงกดแตก เป็นนิวตัน

l_2 คือ ระยะห่างระหว่างแท่งรองรับ เป็นมิลลิเมตร (ดูรูปที่ 2)

b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

มอดูลัสแตกร้า (σF_{bl}) เป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร คำนวณจากสูตร

$$\begin{aligned} \sigma F_{bl} &= \frac{3F_{bl} l_2}{2bh^2} \\ &= \frac{3F_{bs}}{2h^2} \end{aligned}$$

เมื่อ F_{bl} คือ แรงกดแตก เป็นนิวตัน

l_2 คือ ระยะห่างระหว่างแท่งรองรับ เป็นมิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

h คือ ความหนาต่ำสุดตามแนวรอยแตก ของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

บันทึกผลการคำนวณแต่ละค่า แล้วหาความต้านแรงกดแตกเฉลี่ย และมอดูลัสแตกร้าเฉลี่ย

9. การรายงานผล

รายงานผลการทดสอบต้องแสดงข้อมูลดังต่อไปนี้

- ก) อ้างอิง มอก.2398 เล่ม 4
 - ข) รายละเอียดของกระเบื้อง รวมทั้งลักษณะของผิวหน้า
 - ค) จำนวนชั้นทดสอบ
 - ง) ขนาดของแท่งเหล็ก ความหนาของแผ่นยาง ระยะของกระเบื้องที่ยื่นออกมาจากแท่งรองรับ ระยะห่างระหว่างแท่งรองรับ (ดูรูปที่ 2)
 - จ) แรงกดแตกของแต่ละชั้นทดสอบ
 - ฉ) แรงกดแตกเฉลี่ย
 - ช) ความต้านแรงกดแตกของแต่ละชั้นทดสอบ
 - ซ) ความต้านแรงกดแตกเฉลี่ย
 - ณ) มอดุลัสแตกร้าวของแต่ละชั้นทดสอบ
 - ญ) มอดุลัสแตกร้าวเฉลี่ย
-