

กรมทางหลวง

วิธีการทดลองหาความยืดหยุ่นกลับของวัสดุแอสฟัลต์โดยเครื่องดึง (Elastic Recovery of Bituminous Materials by Ductilometer)

* * * * *

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เป็นการหาความยืดหยุ่นกลับของวัสดุแอสฟัลต์ โดยวัดระยะคืนตัวกลับหลังจากตัวอย่างทดลองที่มีรูปแบบตามที่กำหนดถูกดึงยืดและตัดขาด ตัวอย่างจะถูกดึงยืดด้วยระยะห่าง ความเร็ว และอุณหภูมิที่กำหนด กรณีที่มีได้ระบุเป็นอย่างอื่น การทดลองให้ทำที่อุณหภูมิ 25 ± 0.5 องศาเซลเซียส ความเร็ว 5 เซนติเมตรต่อนาที ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน \pm ร้อยละ 5

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

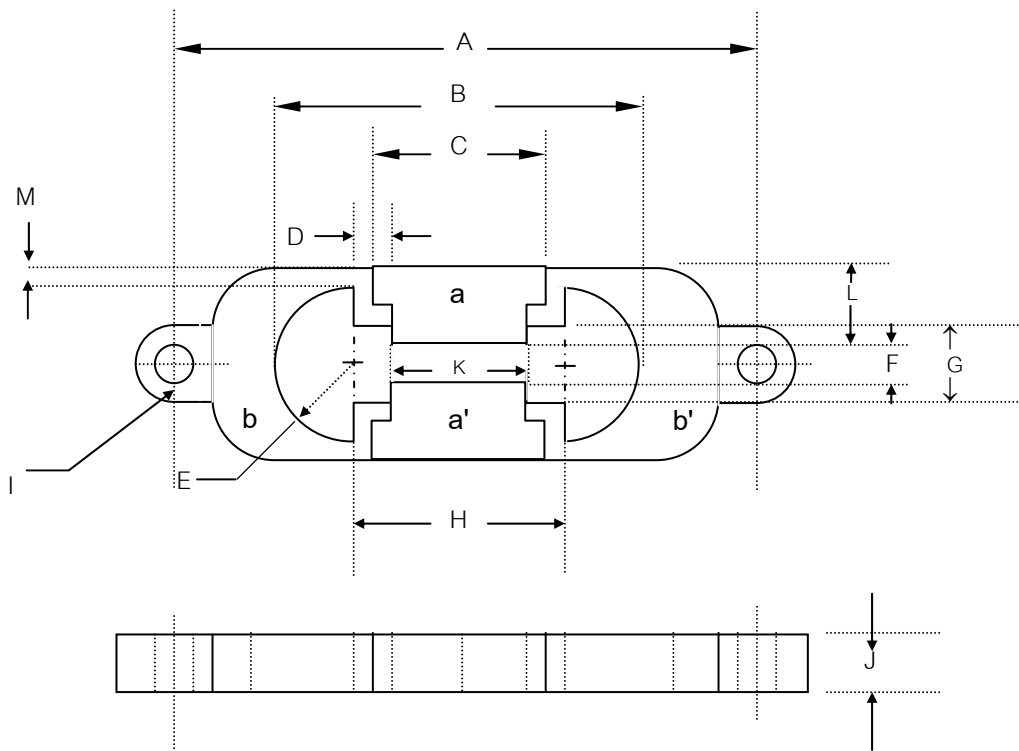
2.1.1 แบบหล่อตัวอย่างทดลอง ทำด้วยทองเหลือง ประกอบด้วย 4 ส่วน คือส่วนปลายของแบบ b และ b' เป็นตัวยึด (clip) ทำหน้าที่เป็นหัวจับตัวอย่างทดลองและส่วนข้างของแบบ a และ a' มีขนาดลักษณะและค่าแตกต่างที่ยอมรับได้ ดังแสดงในรูปที่ 1

2.1.2 แผ่นทองเหลือง สำหรับวางแบบหล่อตัวอย่าง

2.1.3 อ่างน้ำปรับอุณหภูมิ สามารถปรับและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่อุณหภูมิทดลอง โดยอุณหภูมิของน้ำจะคลาดเคลื่อนจากอุณหภูมิทดลองได้ไม่เกิน 0.1 องศาเซลเซียส ปริมาตรของน้ำที่บรรจุไม่น้อยกว่า 10 ลิตร มีชั้นโปรงสำหรับวางตัวอย่างทดลอง สูงจากก้นอ่างไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร และเมื่อวางตัวอย่างทดลองแล้ว น้ำต้องท่วมตัวอย่างทดลองไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

2.1.4 เครื่องดึงตัวอย่างทดลอง (Ductilometer) สามารถดึงตัวอย่างทดลองโดยปราศจากการสั่นสะเทือนในขณะที่ตัวอย่างทดลองจมอยู่ในน้ำตลอดเวลาดังที่กำหนดในข้อ 2.6.1 ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ 5 เซนติเมตรต่อนาที คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน \pm ร้อยละ 5 เครื่องดึงสามารถวัดระยะยืดออกได้ หน่วยเป็นเซนติเมตร

หมายเหตุ: เครื่องดึงมีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องดึงที่ใช้ในการทดลองตามมาตรฐาน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

A - ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของห่วง	112.5 ± 1.0
B - ความยาวทั้งหมดของตัวอย่างทดลอง	76.0 ± 0.5
C - ระยะระหว่างส่วนกว้างที่สุดของตัวยึด	36.5 ± 0.1
D - ป่า	7.0 ± 0.2
R - รัศมี	16.0 ± 0.25
F - ความกว้างที่หน้าตัดที่น้อยที่สุด	10.0 ± 0.1
G - ความกว้างที่ปากของตัวยึด	20.0 ± 0.2
H - ระยะระหว่างศูนย์กลางของรัศมี	44.0 ± 0.1
I - เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วง	6.6 ± 0.1
J - ความหนา	10.0 ± 0.1
K - ระยะระหว่างส่วนแคบที่สุดของตัวยึด	30.0 ± 0.1
L - ความกว้างของขอบแบบหล่อภายนอก	17.0 ± 0.1
M - ความกว้างของขอบแบบหล่อภายใน	10.0 ± 0.1
a, a' - ส่วนข้างของแบบ	
b, b' - ตัวยึด	

รูปที่ 1 แบบหล่อตัวอย่างทดลองความยืดหยุ่นกลับ

2.1.5 เทอร์โมมิเตอร์ ที่วัดอุณหภูมิได้ในช่วง -8 ถึง 32 องศาเซลเซียส มีคุณลักษณะตามมาตรฐาน ASTM E 1 เช่น ASTM Thermometer No. 63C

2.1.6 กรรไกร ใช้แบบธรรมดาทั่วไป ที่สามารถตัดตัวอย่างวัสดุแอสฟัลต์ได้ที่อุณหภูมิทดลอง

2.1.7 เต้าอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 135 ± 5.5 องศาเซลเซียส

2.1.8 ตะแกรงเบอร์ 50 (300 ไมโครเมตร) หรือตะแกรงเบอร์ 20 (850 ไมโครเมตร) ที่มีคุณลักษณะตามมาตรฐาน ASTM E 11

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 สารกันติด เช่น กลีเซอรินผสมกับเดกซ์ทรีน ทัลคัม หรือดินขาว

2.2.2 สารปรับแต่งความถ่วงจำเพาะของน้ำ เช่น เมทานอล หรือ โซเดียมคลอไรด์

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว. 415

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

2.4.1 กากของแอสฟัลต์อิมัลชัน

ตัวอย่างเป็นกากที่ได้จากการกลั่นแอสฟัลต์อิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส หรือเป็นกากที่ได้จากการกลั่นมอดิฟายด์แอสฟัลต์อิมัลชันที่อุณหภูมิต่ำกว่า ให้กวนและเทกากที่อยู่ในหม้อกลั่นลงในแบบหล่อตัวอย่างทดลองทันที เพื่อทำการทดลองตามที่ต้องการ ถ้าสงสัยว่ามีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในกากนี้ ให้เทกากผ่านตะแกรงเบอร์ 50 ก่อนที่จะเทลงในแบบ

หมายเหตุ: กากของแอสฟัลต์อิมัลชันที่มีความหนืดสูงหรือกากที่ได้จากการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำกว่า และไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 50 อาจใช้ตะแกรงเบอร์ 20 แทนได้

2.4.2 ตัวอย่างแอสฟัลต์

ตัวอย่างเป็นแอสฟัลต์ซีเมนต์หรือมอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ ให้ความร้อนกับตัวอย่างที่อยู่ในภาชนะที่มีฝาปิดโดยใช้เต้าอบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 135 ± 5.5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างเหลวพอที่จะเทได้ เทตัวอย่างกรองผ่านตะแกรงเบอร์ 50 ควรระมัดระวังไม่ให้ความร้อนของตัวอย่างสูงเกินไป

หมายเหตุ: กรณีที่ตัวอย่างไม่เหลวพอที่จะเทได้ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส อาจเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น กรณีที่ความหนืดสูงมากจนไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 50 อาจใช้ตะแกรงเบอร์ 20 แทนได้

2.5 การเตรียมตัวอย่างทดลอง

2.5.1 เคลือบสารกันติดบาง ๆ ลงบนแผ่นทองเหลือง และส่วนข้างของแบบด้านใน (a และ a' ในรูปที่ 1) แล้วประกอบแบบทั้งหมดลงบนแผ่นทองเหลืองที่แบนเรียบอยู่ในระดับ หลังจากเตรียมตัวอย่างในข้อ 2.4 แล้ว ให้กวนตัวอย่างและเทลงในแบบอย่างระมัดระวังไม่ให้แต่ละส่วนของแบบเคลือบที่ โดยเทตัวอย่างไปมาเป็นสายเล็ก ๆ จากปลายข้างหนึ่งไปยังปลายอีกข้างหนึ่งไปมา จนตัวอย่างเต็มล้นออกจากแบบ

เล็กน้อย ปลดตัวอย่างทดลองในแบบให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 35 ± 5 นาที แล้วนำแบบพร้อมตัวอย่างทดลองไปแช่ในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิที่อุณหภูมิตดลองเป็นเวลา 30 นาที นำตัวอย่างทดลองพร้อมแบบขึ้นจากน้ำ ใช้มีดหรือพายที่ร้อนปาดส่วนเกินออกจากแบบทันที ให้ผิวหน้าของตัวอย่างทดลองได้ระดับเต็มพอดีขอบแบบ ในแต่ละตัวอย่างให้เตรียม 3 ตัวอย่างทดลอง

2.5.2 แช่ตัวอย่างทดลองพร้อมแบบในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิที่อุณหภูมิตดลอง เป็นเวลา 90 ± 5 นาที นำตัวอย่างทดลองพร้อมแบบขึ้นจากน้ำ ถอดแผ่นทองเหลืองและส่วนข้างของแบบออก แล้วนำไปทดลองทันที

2.6 การทดลอง

2.6.1 สวมห่วงที่ปลายของตัวยึดหัวจับตัวอย่างทดลองทั้งสองข้าง ให้เข้ากับขอหรือสลักของเครื่องดึงตัวอย่างทดลอง เดินเครื่องเพื่อเคลื่อนหัวจับเครื่องดึง (Traveling Carriage) ออกด้วยความเร็วคงที่ 5 เซนติเมตรต่อวินาที ให้ได้ระยะยืด 10 ± 0.25 เซนติเมตร (E) ความเร็วจะเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดได้ไม่เกิน \pm ร้อยละ 5 จากนั้นหยุดเครื่องไม่ให้มีการยืดของตัวอย่างต่อไป และรีบใช้กรรไกรตัดตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วนโดยแบ่งครึ่งที่จุดกึ่งกลาง ปลดปล่อยให้ตัวอย่างทดลองอยู่ในเครื่องดึงตัวอย่างทดลองต่อไปโดยไม่มีการรบกวนที่อุณหภูมิตดลองเป็นเวลา 60 นาที จากนั้นค่อย ๆ เคลื่อนหัวจับเครื่องดึงกลับมาที่ตำแหน่งที่ปลายของตัวอย่างทดลองเริ่มแรก ถ้าปลายของตัวอย่างทดลองโค้งงอ ให้ค่อย ๆ ยกปลายขึ้นมาอยู่ที่ระดับเดิมก่อนที่จะปรับให้ปลายทั้งสองมาแตะกัน แล้วบันทึกระยะยืตกกลับของตัวอย่างทดลองที่ปลายทั้งสองเริ่มแตะกัน (X)

ในขณะที่ทำการทดลองนั้น น้ำในอ่างน้ำของเครื่องดึงจะต้องท่วมตัวอย่างทดลองทั้งผิวบนและล่างอย่างน้อย 2.5 เซนติเมตร และอุณหภูมิของน้ำจะต้องคงที่ที่อุณหภูมิตดลองที่กำหนด คลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 0.5 องศาเซลเซียส

2.6.2 ในระหว่างดึงตัวอย่างทดลอง ถ้าเส้นของตัวอย่างทดลองลอยขึ้นหรือจมลงไม่เป็นไปตามข้อ 2.6.1 ให้ถือว่าการทดลองนั้นใช้ไม่ได้ ต้องยกเลิกแล้วทดลองใหม่ โดยปรับความถ่วงจำเพาะของน้ำในอ่างด้วยการเติมเมทานอลในกรณีทีเส้นของตัวอย่างทดลองลอยขึ้น หรือเติมไซเดียมคลอไรด์ในกรณีทีเส้นของตัวอย่างทดลองจมลง

3. การคำนวณ

3.1 คำนวณค่าร้อยละของความยืดหยุ่นกลับดังนี้

$$\text{ความยืดหยุ่นกลับ ร้อยละ} = \frac{E - X}{E} \times 100$$

เมื่อ E = ระยะยืดเริ่มต้นของตัวอย่างทดลอง เป็นเซนติเมตร

X = ระยะยืดกลับของตัวอย่างทดลองที่ปลายทั้งสองเริ่มแตงกัน เป็นเซนติเมตร

3.2 หาค่าเฉลี่ยจากการทดลองปกติ 3 ครั้ง เป็นค่าความยืดหยุ่นกลับของตัวอย่าง

3.3 ถ้าการทดลอง 1 ใน 3 มีการขาดก่อน จะไม่นำค่านั้นมาพิจารณา และให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลองที่ถูกต้อง 2 ค่านั้น

4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์มที่ ว. 415

4.1 รายงานค่าร้อยละของความยืดหยุ่นกลับเฉลี่ย ให้ใช้ทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง

4.2 บันทึกข้อมูลการให้ความร้อนกับตัวอย่างและภาวะทดลองที่กำหนด

5. ข้อควรระวัง

เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งเกิดจากเมทานอลที่ใช้เป็นสารปรับแต่งความถ่วงจำเพาะ ควรเก็บเมทานอลไว้ให้ห่างจากสารติดไฟ และระวังอย่าให้เมทานอลสัมผัสผิวหนัง เข้าตา หรือสูดดมโดยตรง

6. เอกสารอ้างอิง

6.1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. วิธีทดสอบความยืดดึงของวัสดุยางมะตอย. มอก. 1202 - 2536.

6.2 สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง. วิธีการทดลองหาค่า Ductility ของวัสดุแอสฟัลต์. ทล.-ท. 405/2519.

6.3 American Society for Testing and Materials. Standard test method for ductility of bituminous materials. In Annual book of ASTM standard: ASTM Designation: D 113 - 99.

6.4 American Society for Testing and Materials. Standard test method for elastic recovery of bituminous materials by ductilometer. In Annual book of ASTM standard: ASTM Designation: D 6084 - 97.

6.5 American Society for Testing and Materials. Standard specification for ASTM liquid-in-glass thermometers. In Annual book of ASTM standard: ASTM Designation: E 1 - 03.

6.6 American Society for Testing and Materials. Standard specification for wire-cloth sieves for testing purposes. In Annual book of ASTM standard: ASTM Designation: E 11 - 01.

* * * * *

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่.....วันที่รับตัวอย่าง.....วันที่ทดลอง.....
 เจ้าของตัวอย่าง.....หนังสือที่.....
 แหล่งตัวอย่าง.....ปริมาณ.....จำนวน.....ตัวอย่าง
 เจ้าหน้าที่เก็บ / ส่งตัวอย่าง.....เจ้าหน้าที่ทดลอง.....

Elastic Recovery by Ductilometer

Material Modified Asphalt Cement Modified Asphalt Emulsion

Maximum Heating Temperature°C Test Temperature.....°C Speed..... cm./min.

Test Result	Sample No.			Sample No.			Sample No.		
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
Original Elongation (E), cm.									
Elongation After (X), cm.									
Elastic Recovery , % = $\frac{E-X}{E} \times 100$									
Elastic Recovery, Average %									