

กรมทางหลวง
กองวิเคราะห์และวิจัย
วิธีการทดลองหาค่า Penetration ของวัสดุแอสฟัลต์
(เทียบเท่า AASHO T. 49)

* * * * *

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เป็นการทดลองหาค่า Penetration ของวัสดุแอสฟัลต์ที่อยู่ในสภาพแข็ง (Solid) หรือกึ่งแข็ง (Semi solid)

Penetration คือ ระยะทางที่เข็มมาตรฐานแทรกลงในตัวอย่างวัสดุใดๆ ตามแนวตั้ง ภายใต้ น้ำหนัก เวลา และอุณหภูมิที่กำหนด 1 Penetration เท่ากับ 1 ใน 10 ของมิลลิเมตร

2. วิธีทำ

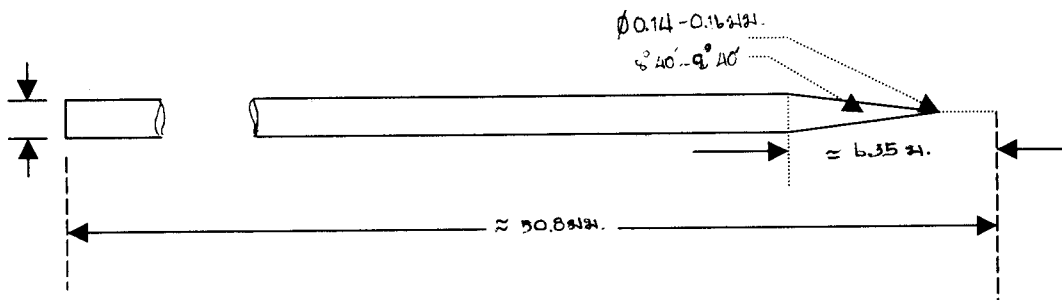
2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ทำการทดลองประกอบด้วย

2.1.1 เครื่องทดลอง Penetration ประกอบด้วยแกนที่เคลื่อนขึ้นลงได้ตามแนวตั้ง โดยมีความเสียดทานน้อยที่สุด และอ่านได้ละเอียดถึง 1 Penetration เข็มมาตรฐานจะประกอบติดกับแกน โดยมีปากจับ น้ำหนักของแกนเท่ากับ 47.50 ± 0.05 กรัม เมื่อรวมน้ำหนักของเข็มมาตรฐานแล้ว ต้องหนัก 50.00 ± 0.10 กรัม เครื่องทดลองจะต้องมีน้ำหนักถ่วง 50.00 ± 0.05 กรัม และ 100.00 ± 0.05 กรัม เพื่อให้ได้น้ำหนักกด 100 กรัม และ 200 กรัม ตามความประสงค์ของการทดลอง

2.1.2 เข็มมาตรฐาน ดังแสดงไว้ตามรูปที่ 1 ทำด้วยเหล็ก Stainless steel ชุบแข็ง มีค่า Rockwell Hardness จาก C 57 ถึง 60 ยาวประมาณ 50.8 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00-1.02 มิลลิเมตร ปลายข้างหนึ่งเสียมแหลมเป็นรูปกรวย มีมุมแหลม $8.67^\circ - 9.67^\circ$ ปลายกรวยแหลมนี้ ตัดในแนวตั้งฉากกับแกนของเข็ม โดยคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 องศา ให้ปลายตัดนี้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.14-0.16 มิลลิเมตร มุมที่ปลายตัดต้องคมและปราศจากรอยบิ่น ผิวของปลายตัดต้องมีความเรียบถึง 8 ไมโครนิ้ว ปลายอีกข้างหนึ่งของเข็มมาตรฐาน อาจจะฝังยึดกับแท่งโลหะทรงกระบอกที่โตกว่า แท่งทรงกระบอกนี้จะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.18 มิลลิเมตร ยาว 38.1 มิลลิเมตร โดยประมาณ

ทำด้วยทองเหลือง หรือ Stainless steel เชื่อมกับแท่งทรงกระบอกจะต้องฝังยึดติดกันแน่น และอยู่ในแกนเดียวกัน โดยเชื่อมโผล่ออกจากแท่งทรงกระบอก ยาวประมาณ 41.26 มิลลิเมตร น้ำหนักรวมของเชื่อมและแท่งกระบอก เท่ากับ 2.5 ± 0.05 กรัม (ในการควบคุมน้ำหนักให้ได้ตามระบุ อาจเจาะรูที่ปลายแท่งทรงกระบอกได้)



รูปที่ 1 เชื่อมมาตรฐานสำหรับ Penetration Test

2.1.3 ภาชนะบรรจุตัวอย่าง ทำด้วยโลหะหรือแก้ว ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ก้นแบน ถ้าใช้บรรจุวัสดุแอสฟัลต์ที่มีค่า Penetration ไม่มากกว่า 200 จะต้องมี ความจุ 3 ออนซ์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 55 มิลลิเมตร ลึก 35 มิลลิเมตร วัสดุแอสฟัลต์ที่มีค่า Penetration มากกว่า 200 จะต้องมี ความจุ 6 ออนซ์ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 70 มิลลิเมตร ลึก 45 มิลลิเมตร

2.1.4 อ่างน้ำปรับอุณหภูมิ เป็นอ่างน้ำที่สามารถปรับและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ โดยมีค่าอุณหภูมิของน้ำคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.1°C . มีความจุไม่น้อยกว่า 10 ลิตร มีชั้นโปร่งสูง 50 มิลลิเมตร สำหรับวางตัวอย่างและต้องให้น้ำท่วมตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร น้ำที่ใช้จะต้องไม่มีน้ำมันหรือสิ่งสกปรกปะปน อาจใช้น้ำเกลือแทนน้ำได้ในกรณีที่ต้องการทดลองที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าต้องการทดลองโดยไม่ย้ายตัวอย่างออกจากอ่างน้ำ ต้องจัดหาสำหรับวางเครื่องทดลอง Penetration ที่มั่นคงแข็งแรงพอ

2.1.5 ภาชนะย้ายตัวอย่าง (Transfer dish) ควรเป็นภาชนะทรงกระบอกก้นแบน ทำด้วยแก้ว โลหะ หรือพลาสติก เส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร และลึกไม่น้อยกว่า 55 มิลลิเมตร ภาชนะนี้ต้องมีที่กั้นกันภาชนะบรรจุตัวอย่างเคลื่อนไปมาในเวลาทดลอง

2.1.6 เทอร์โมมิเตอร์ ขนาดต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก. ในกรณีที่ต้องการทดลองที่อุณหภูมิ 25°C . ให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1°C . ในช่วง 19°C . ถึง 27°C . และตัวเทอร์โมมิเตอร์ต้องจุ่มลงในน้ำ 150 ± 15 มิลลิเมตร

ข. ในกรณีที่ทดลองที่อุณหภูมิ 0°C . ให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1°C . ในช่วง -8°C . ถึง 32°C . และตัวเทอร์โมมิเตอร์ต้องจุ่มลงในน้ำ 150 ± 15 มิลลิเมตร

ค. ในกรณีที่ทดลองที่อุณหภูมิ 46.1°C . ให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1°C . ในช่วง 25°C . ถึง 55°C . และตัวเทอร์โมมิเตอร์ ต้องจุ่มลงในน้ำ 150 ± 15 มิลลิเมตร

เนื่องจากอุณหภูมิมิผลต่อค่า Penetration อย่างมาก ดังนั้นเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิดที่ได้ Calibrate ไว้อย่างถูกต้องแล้ว

2.1.7 นาฬิกาจับเวลา ชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 วินาที อาจใช้นาฬิกาจับเวลาให้เสียงสัญญาณ ใช้กับเครื่องทดลอง Penetration แบบใช้มือควบคุม (Hand operated) หรือเครื่องจับเวลาอัตโนมัติประกอบเพื่อควบคุมเครื่องทดลองเลขก็ได้

2.2 วัสดุประกอบการทดลอง -

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว. 7-02

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

2.4.1 ทำตัวอย่างให้เหลวโดยใช้ความร้อน การให้ความร้อนต้องคนตัวอย่าง อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้จุดหนึ่งจุดใดร้อนมากเกินไป จนตัวอย่างมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดอ่อนตัว (Softening point) $80-90^{\circ}\text{C}$. สำหรับตัวอย่างวัสดุแอสฟัลต์ และไม่สูงกว่า 56°C . สำหรับตัวอย่าง Tar-pitch ต้องระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศ เทตัวอย่างลงในภาชนะบรรจุตัวอย่างให้มีปริมาณมากพอที่เมื่อตัวอย่างเย็นลงจนถึงอุณหภูมิที่จะทดลองแล้ว ความลึกของตัวอย่างในภาชนะจะต้องมากกว่าความลึกที่คาดว่าเข็มมาตรฐาน จะแทรกลงไปอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร สังเกตดูถ้ามีฟองอากาศปะปนอยู่ ให้ความร้อนอีกเล็กน้อย แล้วคนไล่ฟองอากาศให้หมด

2.4.2 ปิดภาชนะบรรจุตัวอย่างเพื่อป้องกันฝุ่น แล้วปล่อยให้เย็นลงในบรรยากาศที่อุณหภูมิระหว่าง $20-30^{\circ}\text{C}$. สำหรับตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะขนาด 6 ออนซ์ ปล่อยให้เย็นลงในเวลา ระหว่าง $1\frac{1}{2}-2$ ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะขนาด 3 ออนซ์ ใช้เวลาระหว่าง $1-1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

หลังจากนั้นนำตัวอย่างและภาชนะย้ายตัวอย่างไปแช่ในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ ซึ่งมีอุณหภูมิตามข้อกำหนดของการทดลอง ในวรรคต่อไป สำหรับตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะขนาด 6 ออนซ์ ใช้เวลาแช่ระหว่าง 1 1/2-2 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะขนาด 3 ออนซ์ ใช้เวลาแช่ระหว่าง 1-1 1/2 ชั่วโมง ในการทดลองปกติ ซึ่งไม่ได้กำหนดเงื่อนไขใด ๆ ไว้ ให้ใช้อุณหภูมิทดลองที่ 25 °ซ. น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที เงื่อนไขที่กำหนดเป็นอย่างอื่นสำหรับการทดลองพิเศษอาจเป็นได้ ดังนี้

อุณหภูมิทดลอง (°ซ.)	น้ำหนักกด (กรัม)	เวลา (วินาที)
0	200	60
4	200	60
46.1	50	5

ถ้าเป็นกรณีดังกล่าวนี้ ต้องรายงานเงื่อนไขการทดลองให้ชัดเจน

2.5 การทดลอง

2.5.1 ถ้าไม่ได้กำหนดเงื่อนไขของการทดลองไว้ ให้ใช้น้ำหนักถ่วง 50 กรัม ถ่วงบนแกนเพื่อให้ได้น้ำหนักกดรวม 100 กรัม การทดลองทำได้ 2 วิธี คือ

ก. ไม่ย้ายภาชนะบรรจุตัวอย่างออกจากอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ ทำได้โดยตั้งเครื่องทดลอง Penetration ไว้ในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิแล้ววางภาชนะบรรจุตัวอย่างลงบนที่ตั้งของเครื่องมือซึ่งจมอยู่ในน้ำ หรืออาจตั้งเครื่องทดลอง Penetration ไว้นอกอ่างน้ำปรับอุณหภูมิแล้ววางภาชนะบรรจุตัวอย่างลงบนชั้นซึ่งเตรียมไว้ในอ่างแล้ว และต้องอยู่ในตำแหน่งซึ่งจะทำการทดลองได้ ทั้งสองกรณีดังกล่าวนี้ต้องให้ภาชนะบรรจุตัวอย่างจมอยู่ในน้ำตลอดเวลา

ข. ย้ายภาชนะบรรจุตัวอย่างออกจากอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ โดยใช้ภาชนะย้ายตัวอย่างตั้งเครื่องทดลอง Penetration ไว้ภายนอกอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ นำภาชนะย้ายตัวอย่างบนที่ตั้งของเครื่องมือแล้วทำการทดลองทันที

ในแต่ละวิธีดังกล่าวต้องปรับเครื่องมือให้เข็มมาตรฐานที่มีน้ำหนักกดตามระบุสัมผัสกับผิวของตัวอย่างพอดี ซึ่งอาจทำได้โดยการปรับปลายเข็มให้สัมผัสกับเงาของตัวเข็มซึ่งเกิดจากการสะท้อนมาจากผิวหน้าของตัวอย่าง โดยการตั้งเครื่องมือให้ได้รับแสงสว่างที่พอเหมาะ ตั้งหน้าปัทม์ให้อ่านค่าทดลองที่ศูนย์ แล้วปล่อยเข็มให้แทรกลงบนตัวอย่างตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นปรับหน้าปัทม์ให้อ่านค่าระยะทางที่เข็มแทรกลงไปในตัวอย่าง ในระหว่างที่ปล่อยเข็มแทรกผ่านตัวอย่าง ถ้าภาชนะบรรจุตัวอย่างเกิดการเคลื่อนที่ให้ถือว่าการทดลองนั้นใช้ไม่ได้

2.5.2 แต่ละตัวอย่างทำการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง โดยให้ตำแหน่งที่จะแทรกเข็มบนหน้าของตัวอย่างอยู่ห่างจากริมภาชนะไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร และจุดทดลองแต่ละจุดอยู่ห่างกันอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร ถ้าใช้ภาชนะย้ายตัวอย่างในการทดลอง ให้เปลี่ยนน้ำในภาชนะย้ายตัวอย่างหลังการทดลองแล้วทุกครั้ง เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ก่อนการทดลองทุกครั้งให้ทำความสะอาดเข็มมาตรฐานโดยใช้ผ้าสะอาดชุบคาร์บอนเตตระคลอไรด์ เช็ดวัสดุเอสฟิลต์ที่ติดอยู่ออกให้หมด แล้วใช้ผ้าแห้งสะอาดเช็ดอีกครั้งหนึ่ง การทดลองวัสดุที่มีค่า Penetration มากกว่า 225 ให้ใช้เข็มอย่างน้อย 3 อัน โดยทิ้งเข็มไว้ในตัวอย่างหลังการทดลองแต่ละจุด แล้วเริ่มทดลองด้วยเข็มอันใหม่จนกว่าจะทดลองเสร็จทุกจุด

3. การคำนวณ -

4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์ม ตามข้อ 2.3

ให้รายงานค่าเฉลี่ยของการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง ความแตกต่างของค่าทดลองจะต้องไม่เกินข้อกำหนด ดังนี้

ค่า Penetration	0 ถึง 49	50 ถึง 149	150 ถึง 249	250 ขึ้นไป
ค่าแตกต่างระหว่าง ค่าทดลองสูงสุดและต่ำสุด	2	4	6	8

5. ข้อควรระวัง

5.1 ในการเตรียมตัวอย่าง โดยการให้ความร้อนก่อนที่จะเทลงสู่ภาชนะบรรจุตัวอย่างนั้นควรให้ความร้อนให้สม่ำเสมอ เมื่อเทลงสู่ภาชนะบรรจุตัวอย่างแล้ว ต้องสังเกตดู ถ้ามีฟองอากาศปะปนอยู่ก็ควรให้ความร้อนอีกเล็กน้อย แล้วคนไล่ฟองอากาศให้หมด

5.2 ต้องตรวจสอบน้ำหนักของแกนเข็ม และน้ำหนักถ่วงรวมกันว่า ครบตามระบุ เช่น 100 กรัมหรือไม่ หากไม่ถูกต้อง ต้องทำการแก้ไข

5.3 การพิจารณาผลการทดลอง ให้ใช้หลักเกณฑ์ ต่อไปนี้

5.3.1 Reproducibility ผลการทดลอง 2 ครั้ง โดยผู้ทดลองคนเดียวกัน ตัวอย่างเดียวกัน ห้องทดลอง และเครื่องทดลองเดียวกันในเวลาต่างกัน จะเชื่อถือได้เมื่อผลการทดลองนั้นแตกต่างกันไม่มากกว่ากำหนดดังต่อไปนี้

วัสดุทดลองที่ 25° ซ.	Penetration	ค่าแตกต่างที่ยอมรับให้
วัสดุแอสฟัลต์	ต่ำกว่า 50	1 หน่วย
วัสดุแอสฟัลต์	50 และสูงกว่า	ร้อยละ 3 ของค่าเฉลี่ย
Tar pitches	-	ร้อยละ 15 ของค่าเฉลี่ย

5.3.2 Reproducibility ผลการทดลองซึ่งทำโดยผู้ทดลอง 2 คน จากห้องทดลองต่างกัน จะเชื่อถือได้เมื่อผลการทดลองให้ค่าแตกต่างกันไม่มากกว่าค่าดังต่อไปนี้

วัสดุทดลองที่ 25° ซ.	Penetration	ค่าแตกต่างที่ยอมรับให้
วัสดุแอสฟัลต์	ต่ำกว่า 50	4 หน่วย
วัสดุแอสฟัลต์	50 และสูงกว่า	ร้อยละ 8 ของค่าเฉลี่ย
Tar pitches	-	8 หน่วย

6. หนังสืออ้างอิง

The American Association of State Highway Officials Standard Specifications for Highway Materials and Method of Sampling and Testing Part II AASHO T 49-68

* * * * *

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทาง

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่

เจ้าของตัวอย่าง

หนังสือที่ วันที่รับหนังสือ

ทางสาย

เจ้าหน้าที่ทดลอง วันที่รับตัวอย่าง วันที่ทดลอง

PENETRATION OF BITUMINOUS MATERIALS

Material:

Penetrometer:

Dial : 0.1 mm/division

Load : 100 gms.

Time : 5 sec

Temp : 25° C

Sample No.	Trial	Readings				Penetration Grade
		Div.	Div.	Div.	Average (Div.)	

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงินบาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางได้รับเท่านั้น