

## กรมทางหลวง

### วิธีการทดลองหาความเหนียวและเทเนซิตีของวัสดุแอสฟัลต์

\* \* \* \* \*

#### 1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เป็นการวัดความเหนียว (Toughness) และเทเนซิตี (Tenacity) ของวัสดุแอสฟัลต์ ใช้ตรวจสอบการเป็นอีลาสโตเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์ (Elastomer Modified Asphalt) จากแอสฟัลต์ ทั้งชนิดที่เป็นมอดิไฟด์แอสฟัลต์หรือไม่ใช่มอดิไฟด์แอสฟัลต์ อีลาสโตเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์สามารถ บ่งชี้ได้โดยความสามารถในการยึดตัวได้มากและในขณะเดียวกันก็สามารถต้านทานการยึดตัวต่อไปด้วย ความเหนียวและเทเนซิตีเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวัดความสามารถดังกล่าว

#### 2. วิธีทำ

##### 2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 ภาชนะใส่ตัวอย่าง ทำด้วยโลหะ มีลักษณะเป็นภาชนะรูปทรงกระบอกก้นแบนเรียบ มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 55 มิลลิเมตร (2 1/8 นิ้ว) ความลึก 35 มิลลิเมตร (1 3/8 นิ้ว)

2.1.2 หัวดึง (Tension Head) ทำด้วยทองเหลืองหรือเหล็กกล้าไร้สนิม มีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลมขัดเรียบ มีรัศมี 11 มิลลิเมตร (7/16 นิ้ว) โดยเชื่อมต่อกับแกนโลหะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.4 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว) และมีความยาวประมาณ 33 มิลลิเมตร (1 5/16 นิ้ว) แกนโลหะนี้จะมีลักษณะเป็นเกลียวที่พอดีกับร่องเกลียวของสกรูปรับระดับ (Lowering Screw) ที่มีปาก เพื่อปรับความสูงของหัวดึงได้อย่างเที่ยงตรงในภาชนะใส่ตัวอย่าง ก้านของหัวดึงจะยึดติดด้วยหมุดขนาดเล็กเพื่อป้องกันการบิดของหัวดึงในขณะปรับความสูง ขนาดมิติของหัวดึงแสดงในรูปที่ 1

2.1.3 อุปกรณ์รองรับหัวดึง (Spider) ทำด้วยโลหะ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นแกนกลางเป็นรูปทรงกระบอก ซึ่งทำให้งานของหัวดึงเคลื่อนผ่านขนานกับแกนทรงกระบอกได้อย่างอิสระ ผนังด้านในของแกนกระบอกเป็นร่องเพื่อรับกับหมุดที่อยู่บนก้านของหัวดึง แกนกระบอกของอุปกรณ์รองรับหัวดึงจะยึดติดกับแกนสามขาที่มีระยะห่างทำมุม 120 องศา เท่ากันจากแกนกลาง และมีรอยบากเพื่อรับกับปากของภาชนะบรรจุ ทำให้อุปกรณ์รองรับหัวดึงและหัวดึงอยู่ที่กึ่งกลางของภาชนะบรรจุ ขนาดมิติของอุปกรณ์รองรับหัวดึงแสดงในรูปที่ 2

2.1.4 เครื่องทดสอบ เป็นเครื่องดึงที่สามารถดึงหัวดึงด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ 50 เซนติเมตรต่อ นาที และบันทึกผลทดลองเป็นกราฟระหว่างแรงกับระยะที่ยืดออก อัตราดึงคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 2 กำลังดึงสูงสุด (Maximum Load Capacity) ไม่น้อยกว่า 45 กิโลกรัม ถ้าเป็นตัวอย่างพอลิเมอร์มอดิไฟด์ แอสฟัลต์ หลังอบในตู้อบแบบ Thin Film หรือ Rolling Thin Film ควรใช้กำลังดึงที่สูงขึ้น เช่น กำลังดึง สูงสุดไม่น้อยกว่า 90 กิโลกรัม

เครื่องดึงจะต้องจับยึดภาชนะใส่ตัวอย่างให้อยู่ในที่อย่างมั่นคงในขณะที่หัวดึงถูกดึงออกจากตัวอย่าง หลังจากที่ได้ติดตั้งจับยึดตัวอย่างแล้วเครื่องดึงจะต้องมีระยะเวลาความยาวในการดึงไม่น้อยกว่า 61 เซนติเมตร

2.1.5 อ่างน้ำรับอุณหภูมิ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง  $25 \pm 0.1$  องศาเซลเซียส มีชั้น โปร่งสำหรับวางตัวอย่างทดลอง สูงจากก้นอ่างไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และอยู่ต่ำกว่าระดับของน้ำ ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

2.1.6 ตู้อบไฟฟ้าระบายอากาศชนิด Gravity Convection สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง  $163 \pm 5.5$  องศาเซลเซียส ใช้สำหรับให้ความร้อนกับตัวอย่าง

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

## 2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

-

## 2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.416

## 2.4 การเตรียมตัวอย่าง

2.4.1 เตรียมตัวอย่างให้อุณหภูมิเหลวพอที่จะเทได้ ดังนี้

(1) ถ้าตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง ให้นำตัวอย่างที่อยู่ในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิด อย่างหลวม ๆ ไปอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 163 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างเหลวพอที่จะเทได้ ทั้งนี้เพื่อ ป้องกันการให้ความร้อนสูงเฉพาะที่กับตัวอย่าง

(2) ถ้าตัวอย่างเป็นกากที่ได้จากการทดลองการกลั่นอีมีลชันและยังร้อนอยู่ ให้คนตัวอย่าง ในหม้อกลั่นอย่างระมัดระวัง และเทลงในภาชนะบรรจุทันที

2.4.2 คนตัวอย่างในภาชนะบรรจุอย่างระมัดระวังโดยไม่ให้เกิดฟองอากาศ จนกระทั่งตัวอย่าง เป็นเนื้อเดียวกัน

2.4.3 เทตัวอย่างลงในภาชนะใส่ตัวอย่าง ให้ได้มวลตัวอย่าง  $36 \pm 0.5$  กรัม ในแต่ละภาชนะ จำนวน 3 ภาชนะ

2.4.4 รีบวงหัวดิ่งที่ประกอบติดตรงกึ่งกลางของอุปกรณ์รองรับหัวดิ่งลงในภาชนะใส่ตัวอย่างแต่ละภาชนะ ลดระดับของหัวดิ่งลงโดยหมุนสกรูปรับระดับ (Lowering Screw) ที่มีเกลียว จนกระทั่งขอบระนาบเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวดิ่งอยู่สูงกว่าระดับตัวอย่างประมาณ 1 มิลลิเมตร

หมายเหตุ การทำความสะอาดหัวดิ่งก่อนที่จะนำมาใช้ทำการทดลองมีความสำคัญมาก ซึ่งจะมีผลต่อการยึดติดของตัวอย่างกับหัวดิ่ง ต้องนำมาล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้งด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม

2.4.5 นำภาชนะใส่ตัวอย่างพร้อมหัวดิ่งและอุปกรณ์รองรับหัวดิ่งเข้าสู่ตู้อบที่มีอุณหภูมิ 163 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2.4.6 นำภาชนะใส่ตัวอย่างออกจากตู้อบ ลดระดับของหัวดิ่งลงจนกระทั่งตัวอย่างอยู่ที่ระดับขอบระนาบเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวดิ่ง ปล่อยให้ตัวอย่างเย็นลงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา  $75 \pm 5$  นาที

2.4.7 นำภาชนะใส่ตัวอย่างวางในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $75 \pm 5$  นาที

## 2.5 การทดลอง

2.5.1 เตรียมเครื่องดิ่งให้สามารถดิ่งได้ด้วยอัตราเร็ว 50 เซนติเมตรต่ออนาที ปรับการบันทึกผลให้เริ่มต้นที่ตำแหน่งศูนย์ และเตรียมส่วนอื่นเท่าที่จำเป็น

2.5.2 นำภาชนะใส่ตัวอย่างออกจากอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ และรีบนำไปวางในเครื่องดิ่ง อาจจำเป็นต้องนำอุปกรณ์รองรับหัวดิ่งที่อยู่ตรงกลางออกก่อนที่จะวางตัวอย่างในเครื่องดิ่ง อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง  $25 \pm 3$  องศาเซลเซียส

2.5.3 ดิ่งหัวดิ่งออกจากตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 50 เซนติเมตรต่ออนาที บันทึกเส้นกราฟระหว่างแรงกับระยะที่ยืดออก ดิ่งต่อไปจนกระทั่งตัวอย่างขาด หรือแรงกลับมาอยู่ที่ศูนย์ หรือถึงระดับขีดจำกัดการยืดออกของเครื่องดิ่ง

หมายเหตุ เวลาที่ใช้ในการนำตัวอย่างออกจากอ่างน้ำปรับอุณหภูมิจนกระทั่งเริ่มดิ่ง จะต้องไม่เกิน 3 นาที ในขณะที่นำภาชนะใส่ตัวอย่างออกจากอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ ถ้าให้น้ำอยู่ที่ผิวบนของภาชนะใส่ตัวอย่าง จะช่วยรักษาอุณหภูมิที่ผิวบนของตัวอย่าง

## 3. การคำนวณ

3.1 ความเหนียวของตัวอย่าง หมายถึง งานที่เกิดขึ้นจากแรงที่ใช้ดึงหัวดิ่งภายใต้ภาวะทดลองที่กำหนด ซึ่งคำนวณได้จากพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดระหว่างแรงกับระยะที่ยืดออก

3.2 เทนซิตีของตัวอย่าง หมายถึง งานที่เกิดขึ้นในการยืดตัวอย่างออกหลังจากที่ได้ผ่านจากความต้านทานแรงดิ่งเริ่มต้น ซึ่งคำนวณได้จากการลากเส้นสัมผัสตัดกับแกนของแรงที่มีค่าเป็นศูนย์ พื้นที่ใต้กราฟไปทางขวาของ

เส้นสัมผัสเป็นค่าเทนซิตีของตัวอย่าง

3.3 กราฟระหว่างแรงกับระยะที่ยืดออกของอิลาสโตเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์ตัวอย่างหนึ่งได้แสดงในรูปที่ 3 อาจมีกราฟรูปแบบอื่น ในรูปนี้ได้แสดงตัวอย่างของวิธีการลากเส้นสัมผัสเพื่อคำนวณค่าเทนซิตี

3.4 การคำนวณพื้นที่ใต้กราฟมีหลายวิธี เครื่องดั่งส่วนมากจะทำการคำนวณได้โดยอัตโนมัติ เครื่องดั่งแบบอื่นอาจจะต่อเข้ากับระบบประมวลข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณพื้นที่ใต้กราฟหรือใช้วิธีวัดพื้นที่เป็นค่าความเหนียวและเทนซิตี

3.5 หาค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง เป็นค่าความเหนียวและเทนซิตีของตัวอย่าง

3.6 ถ้าตัวอย่างทดลอง 1 ใน 3 มีการขาดก่อนเมื่อเทียบกับเส้นกราฟอีก 2 ตัวอย่าง จะไม่นำค่านั้นมาพิจารณา และให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลองที่ถูกต้อง 2 คำนั้น

#### 4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์มที่ ว.416

4.1 รายงานค่าความเหนียวและเทนซิตีเฉลี่ย ในหน่วยกิโลกรัม - เซนติเมตร

4.2 บันทึกข้อมูลการให้ความร้อนตัวอย่างและภาวะทดลองที่กำหนด

#### 5. หนังสืออ้างอิง

5.1 American Society for Testing and Materials. Standard test method for toughness and tenacity of bituminous materials. In Annual book of ASTM standard: ASTM Designation: D 5801-95 (Reapproved 2001)

5.2 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

\* \* \* \* \*

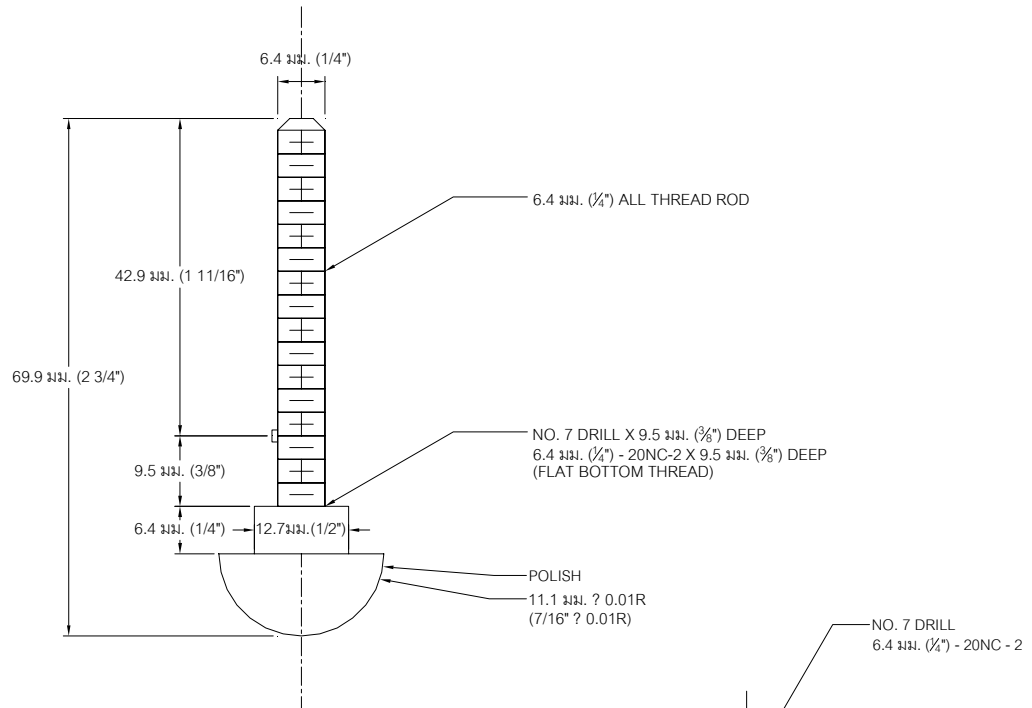
**สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ  
กรมทางหลวง**

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

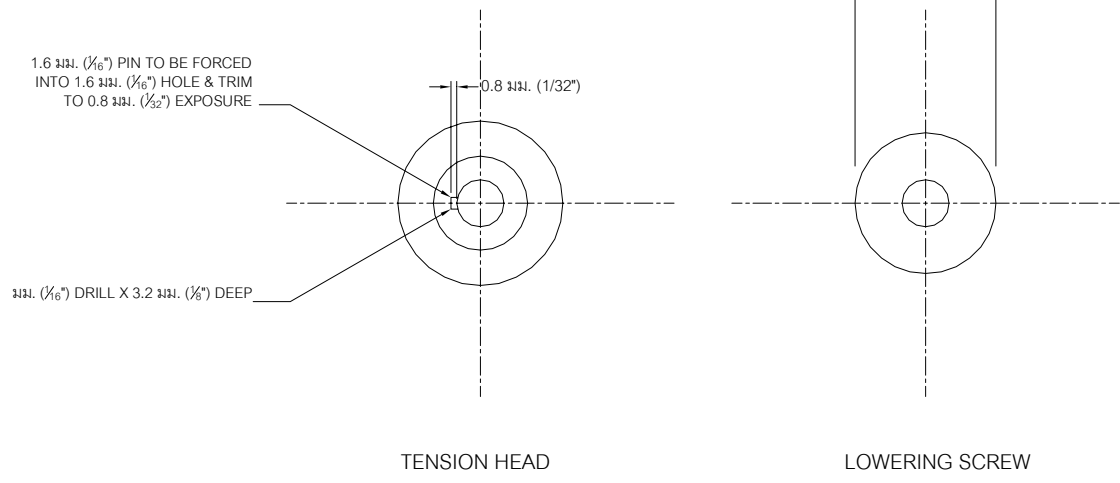
**ความเหนียวและเทนซิตี**

วัสดุ  มอดิไฟด์แอสฟัลต์ซีเมนต์  มอดิไฟด์แอสฟัลต์อิมัลชัน  .....  
 อุณหภูมิให้ความร้อนสูงสุด ..... องศาเซลเซียส อุณหภูมิทดลอง ..... องศาเซลเซียส อัตราเร็ว ..... เซนติเมตร/นาที

ผลการทดลอง	ตัวอย่างที่ .....			ตัวอย่างที่ .....			ตัวอย่างที่ .....		
ความเหนียว , กิโลกรัม-เซนติเมตร									
เทนซิตี , กิโลกรัม-เซนติเมตร									
ความเหนียวเฉลี่ย , กิโลกรัม-เซนติเมตร									
เทนซิตีเฉลี่ย , กิโลกรัม-เซนติเมตร									



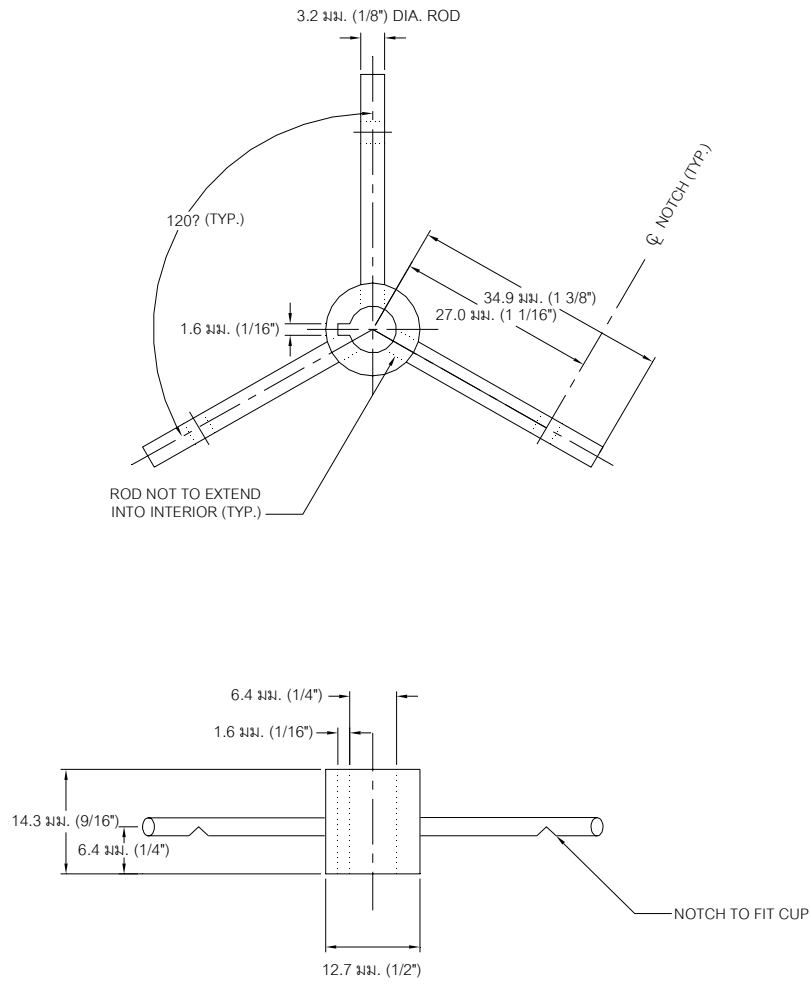
(NOTE) : ALL DIMENSIONS ARE NOMINAL EXCEPT FOR THE RADIUS OF THE TENSION HEAD



TENSION HEAD

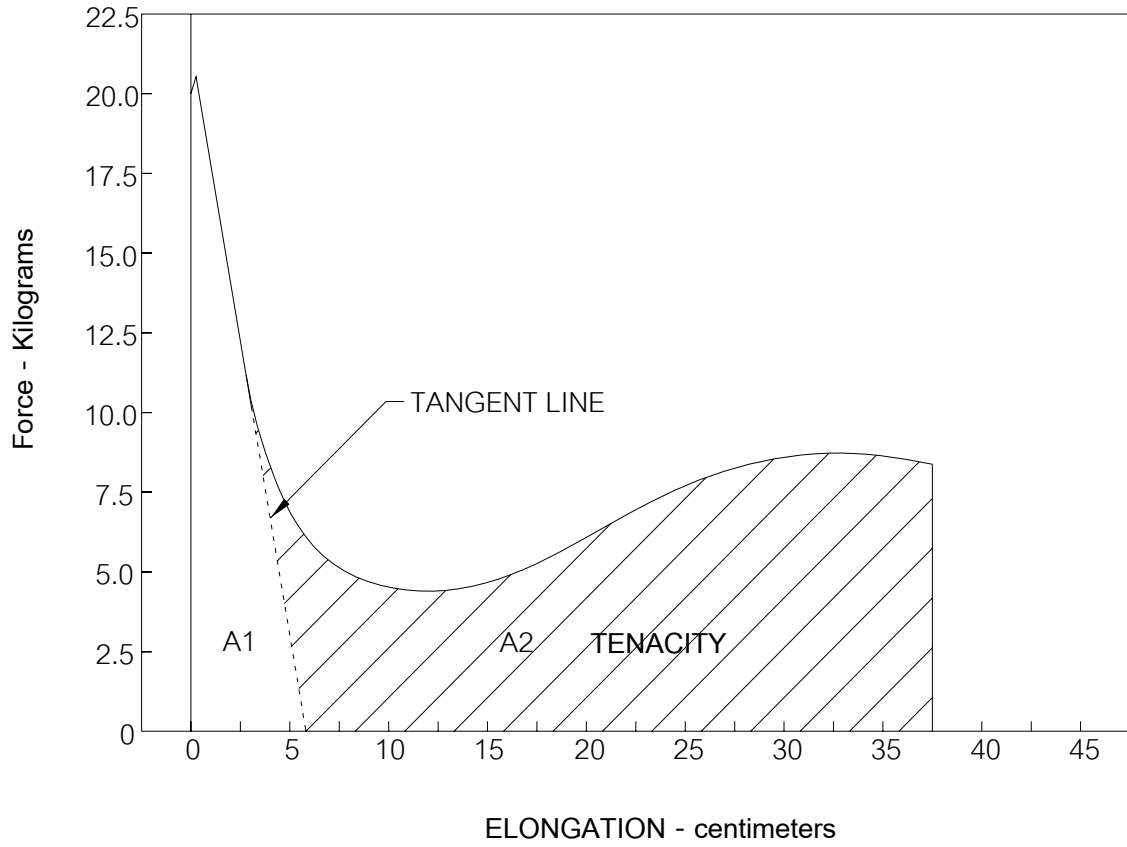
LOWERING SCREW

รูปที่ 1 หัวดึง และสกรูปรับระดับ



SPIDER ASSEMBLY

รูปที่ 2 อุปกรณ์รองรับหัวดิ่ง



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างกราฟค่าความเหนียวและเทนซิตีของอิลาสโตเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์

พื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด (A1 + A2) คือ ค่าความเหนียว

พื้นที่ใต้กราฟไปทางขวาของเส้นสัมผัส (A2) คือ ค่าเทนซิตี