

การทดสอบความแข็งของยาง

กาพนธ์ สกุลแก้ว

คำ ความแข็งของยางมักถูกจัดอันดับอยู่ในหัวข้อลำดับต้นๆ ของข้อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ยาง (product specification) เสมอ เนื่องจากเป็นวิธีการทดสอบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้เวลาไม่นานนัก การทดสอบความแข็งของยางนอกจากจะเป็นการช่วยจำแนกสมบัติของยางให้เหมาะสมต่อการใช้งานแล้ว ยังสามารถใช้ร่วมกับการทดสอบรายการอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น การทดสอบการเสื่อมสภาพของยางภายใต้อุณหภูมิสูง การทดสอบความทนต่อสารเคมี เป็นต้น

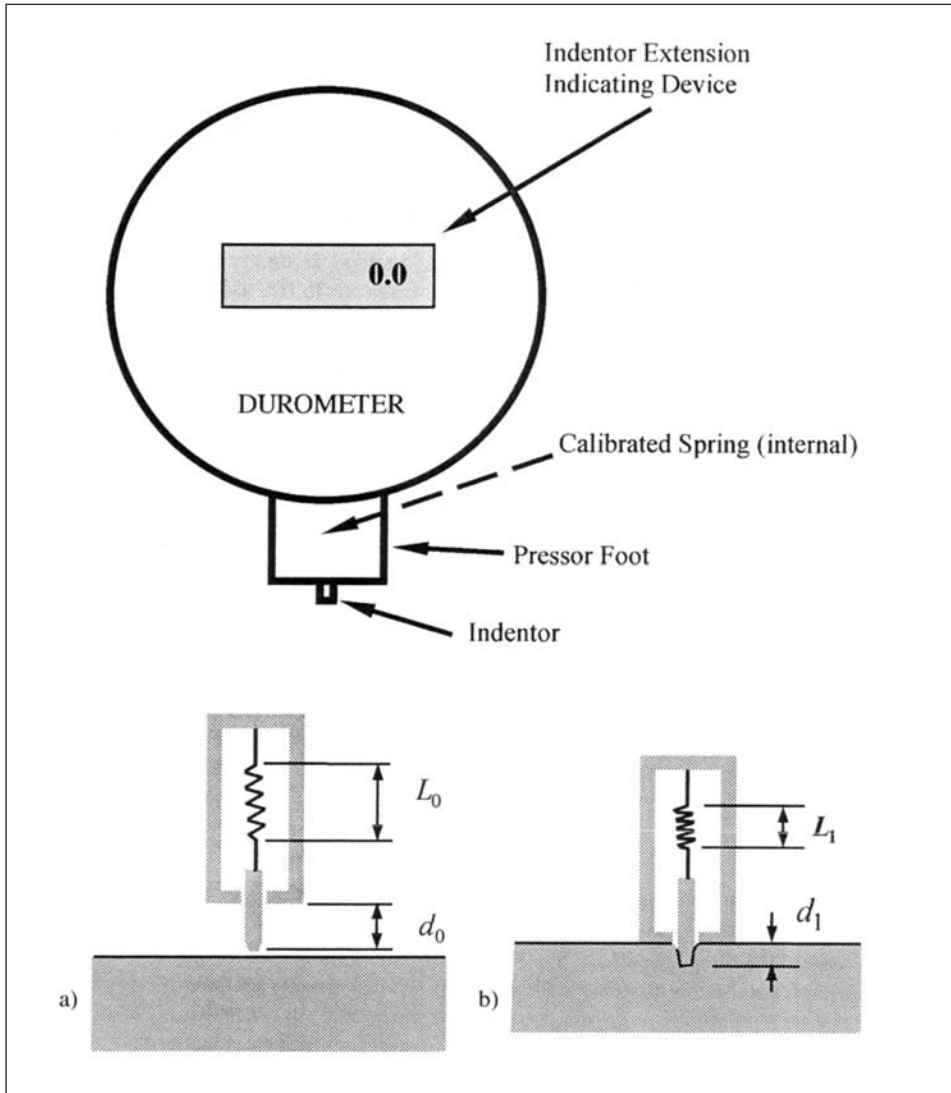
การทดสอบความแข็งของยาง เป็นการวัดความสามารถในการรักษา รูปทรงของยางเมื่อถูกกดภายใต้สภาวะที่กำหนด ยางที่มีความแข็งมากจะมีความต้านทานต่อการกดมาก ในสมัยก่อนการตรวจสอบว่ายางสุกหรือไม่ทำได้โดยการวัดความแข็ง ในปัจจุบันก็ยังคงมีการใช้อยู่และใช้เป็นวิธีตรวจสอบอย่างง่าย ๆ ว่ายางสุกหรือไม่ โดยใช้เล็บกดลงไปบนผิวหน้ายางเพื่อวัดความแข็ง เพราะยางที่สุกแล้วจะแข็งและไม่มียุบหลงเหลืออยู่ภายหลังจากการกด สมบัติอย่างหนึ่งที่สัมพันธ์กับความแข็งของยาง คือ โมดูลัส (แรงที่ใช้กดยางให้ยุบตัวไปตามระยะที่กำหนด) ค่าโมดูลัสสูงขึ้นไป ค่าความแข็งก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ถูกนำไปเป็นเครื่องกำหนดหน่วยวัดความแข็งในหน่วย IRHD ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

ระบบการวัดความแข็งของยาง

ระบบการวัดความแข็งของยางโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ ดังนี้

1. **Durometer** เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นโดย Shore Instrument Company ประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนั้นจึงพบว่าหน่วยความแข็งของยางที่วัดด้วยระบบนี้อยู่ในสเกลของหน่วยชอร์ (Shore scale) สเกลในหน่วยชอร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 8 สเกล ตาม รูปทรงของเข็มกด แรงกด และขนาดของแป้นกดของเครื่องทดสอบ ได้แก่ A B C D DO O OO และ M ซึ่งการเลือกใช้แบบใดนั้นจะขึ้น

อยู่กับชนิดของวัตถุที่จะนำมาทดสอบ โดยสเกลแบบ A หรือชอร์ A (Shore A) เป็นสเกลที่นิยมใช้มากที่สุดในการวัดความแข็งของยางคงรูป (vulcanized rubber) ในการทดสอบเมื่อแป้นกดของ Durometer ถูกกดให้สัมผัสแนบสนิทกับผิวหน้าของยางขึ้นทดสอบ เข็มกดของเครื่องทดสอบจะเจาะลงไปบนผิวหน้าของยางขึ้นทดสอบในขณะเดียวกันผิวหน้าของยางขึ้นทดสอบก็จะออกแรงต้าน (แรงต้านที่เกิดขึ้นจากการที่ทำให้ยางเปลี่ยนรูปทรง) ทำให้หัวเข็มกดยุบตัวพร้อมกับออกแรงไปดันสปริงซึ่งติดอยู่ที่เข็มกดให้เคลื่อนที่ (ยุบตัว) โดยระยะเคลื่อนที่ของสปริงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงต้านจากผิวหน้าของยางขึ้นทดสอบที่กระทำต่อเข็มกด (รูปที่ 1) โดยทั่วไปมาตรฐานการทดสอบจะกำหนดให้อ่านค่าความแข็งของยางภายใน 1 วินาที ภายหลังจากที่หัวกดสัมผัสแนบสนิทกับผิวหน้าของขึ้นทดสอบยาง



รูปที่ 1 : ลักษณะการทำงานของเครื่อง Durometer

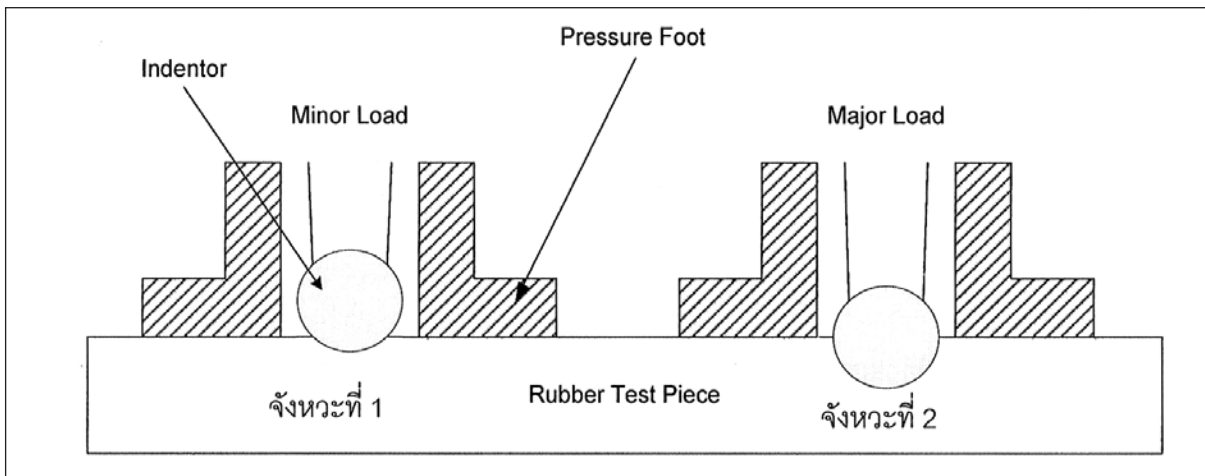
a) ก่อนทำการวัด

b) ขณะทำการวัด โดยค่าความแข็งที่อ่านได้ $H = \frac{\Delta L}{0.025 \text{ mm}}$

$$\Delta L = L_0 - L_1$$

2. IRHD (International Rubber Hardness Degree) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาจากระบบ Durometer สเกลของความแข็งในระบบ IRHD สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 สเกลตามรูปทรงของเข็มกด แรงกด และขนาดของหัวกด ได้แก่ Low(10 - 35 IRHD) Normal(35 - 85 IRHD) High (85 - 100) Micro(35 - 85 IRHD) โดยแรง

ที่กระทำต่อเข็มกดจะเป็นน้ำหนักกดโดยตรงไม่ใช่สปริงกด การทำงานของเครื่องวัดความแข็งในระบบนี้มี 2 จังหวะ (รูปที่ 2) จังหวะแรก(Minor load) เป็นการปรับสภาพของเครื่องทดสอบให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน(ใช้เวลา 5 วินาที) ในจังหวะนี้หัวกดของอุปกรณ์ทดสอบจะกดลงบนผิวหน้าของชิ้นทดสอบที่ระดับความลึกค่าหนึ่ง (ใช้แรงกด 0.3 นิวตัน) ทำให้สามารถขจัดความผิดพลาดจากการทดสอบเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของผิวหน้าของชิ้นทดสอบได้ จังหวะที่สอง(major load) เป็นการกดด้วยน้ำหนักจริง 5.4 นิวตัน (ใช้เวลา 30 วินาที) โดยระดับความลึกที่หัวกดสามารถกดลงบนผิวหน้าของชิ้นทดสอบจะถูกแปลงเป็นหน่วย IRHD ซึ่งอ่านได้จากหน้าปัทม์ของเครื่องทดสอบ



รูปที่ 2 : จันทะการทำงานของเครื่องวัดความแข็งของยางในหน่วย IRHD

ชิ้นทดสอบที่นำมาใช้ในการวัดความแข็งจะต้องมีความหนาที่เหมาะสม และค่าที่อ่านได้ขณะทำการทดสอบจะต้องไม่มีผลกระทบจากแป้นรองชิ้นทดสอบ เนื่องจากในขณะที่ทำการทดสอบเนื้อของชิ้นทดสอบที่อยู่ภายใต้เข็มกดจะถูกกด และบีบให้เข้าหาแป้นรองชิ้นทดสอบซึ่งทำด้วยเหล็กแข็ง ดังนั้นถ้าชิ้นทดสอบมีความหนาดำเกินไป ความแข็งของแป้นรองชิ้นทดสอบก็จะไปช่วยเพิ่มความต้านทานของชิ้นทดสอบ ทำให้ค่าความแข็งที่อ่านได้มีค่าสูงเกินกว่าความเป็นจริงได้ ในมาตรฐานการทดสอบ การวัดความแข็งในหน่วยชอร์จะใช้ชิ้นทดสอบที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร สำหรับหน่วย IRHD ในสเกลแบบ Low Normal และ High จะใช้ชิ้นทดสอบที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร ส่วนสเกลแบบ Micro IRHD จะใช้กับชิ้นทดสอบที่มีความหนาดำกว่า 4 มิลลิเมตร

หากผู้สนใจท่านใด ต้องการใช้บริการทดสอบความแข็งของยาง โปรดติดต่อ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทุกวันในเวลาราชการ โทรศัพท์ 0 2201 7130

เอกสารอ้างอิง

- American Society for Testing and Materials. Standard test method for rubber property-durometer hardness, D 2240-04. In **Annual Book of ASTM**. Vol. 09.01. Rubber, natural and synthetic general test methods ; carbon black, Sect. 9 p.424-436.
- Brown, R.P. **Physical Testing of Rubbers**. London : Applied Science Publishers,1979.
- J, Qi H.; K. Joyce ; and C, Boyce M. Durometer hardness and the stress-strain behavior of elastomeric materials. **Rubber Chemistry and Technology**, May-June, 2003, Vol.76 no.2. p.419-435.
- Morgans, R.; Lackovic, S.; and Cobbold, P. Understanding the IRHD and shore a methods used in rubber hardness testing. [online] [cited 10 January 2006] Available from : <http://www.hwwallace.co.uk/paper2.pdf>