ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
ว352

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 8 ว.

การประกันคุณภาพการทดสอบหาค่าความแข็งของยางรองคอสะพาน

โดย
นางดรุณี วัชราเรืองวิทย์
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ 8 ว.

การประกันคุณภาพการทดสอบหาค่าความแข็งของยางรองคอสะพาน

เลขหมู่ วพ
ว62
เลขทะเบียน 4947
วันที่ 14 พ.ค. 44

โดย

นางดรุณี วัชราเรืองวิทย์

นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
วพ

กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1

กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

การประกันคุณภาพในการทดสอบค่าความแข็งของยาง โดยใช้เครื่อง Durometer hardness Shore A เพื่อให้ผลการทดสอบมีคุณภาพและความถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 [5](มอก. 1300 [10]) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติการ (Standard Operating Procedure) ในการทดสอบความแข็งของยางไว้ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้มาตรฐาน ASTM : D2240-97[1]เป็นเอกสารอ้างอิง

2. สอบเทียบความถูกต้องของเครื่อง Durometer hardness Shore A ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความแข็งของยางในกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 โดยใช้ Shore Durocalibrator เป็นเครื่องมือสำหรับสอบเทียบ

3. ตรวจทดสอบความถูกต้องในการวัดค่าความแข็งของยาง ของบุคลากรในห้องปฏิบัติการทดสอบยาง โดยใช้การวัดความแข็งของยางมาตรฐานซึ่งรู้ค่าความแข็งแล้ว นำผลการวัดที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อกำหนดเป็นค่าเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

นอกจากนั้นยังได้ศึกษาทดลองหาความแข็งของยางรองคอสะพานรวม 5 ตัวอย่าง โดยการทดสอบหาความแข็งของยาง ที่มีความหนาต่างกันและแตกต่างไปจากความหนาที่กำหนดในมาตรฐานวิธีทดสอบ เพื่อศึกษาหาค่าความคลาดเคลื่อนและนำมาเป็นเกณฑ์สำหรับการทดสอบในกรณีที่ไม่สามารถเตรียมชิ้นทดสอบให้มีความหนาตามมาตรฐานกำหนดได้

จากการจัดทำมาตรฐานวิธีการทดสอบ คู่มือการใช้เครื่องมือในการทดสอบ การสอบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัด และการตรวจสอบความถูกต้องของผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานทั้ง 5 คน ทำให้ห้องปฏิบัติการทดสอบยางได้รับการรับรองว่ามีคุณภาพมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 [5](มอก.1300[10]) ซึ่งช่วยให้การทดสอบความแข็งของยางถูกต้อง เป็นที่ยอมรับของลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ ลดปัญหาข้อโต้แย้งในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาง และนำข้อมูลการทดสอบไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าให้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนเป็นแนวทางในการประกันคุณภาพวิธีทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านอื่นของผลิตภัณฑ์ยางต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ทดสอบ	1
1.2 ขอบเขตของการวิเคราะห์ทดสอบ	2
1.3 ระยะเวลาในการดำเนินการ	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องวัดความแข็งของยาง	3
บทที่ 3 ขั้นตอนการประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน	7
3.1 การสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยาง	7
3.2 การจัดทำคู่มือการทดสอบ	13
3.3 การทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน	13
3.4 การทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานที่ชิ้นทดสอบมีความหนาแตกต่างกัน	14
3.5 การทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยาง	14
บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการ และสรุปผล	15
4.1 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน	15
4.2 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานที่ชิ้นทดสอบมีความหนาแตกต่างกัน	20
4.3 ผลการทดสอบความชำนาญ	32
4.4 ปัญหาและอุปสรรค	45
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการประกันคุณภาพการทดสอบ	46
กิตติกรรมประกาศ	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	50

บทที่ 1
บทนำ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีห้องปฏิบัติการที่ให้บริการด้านการวิเคราะห์ ทดสอบ และรับรองคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ให้แก่หน่วยงานของเอกชนและหน่วยงานราชการอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพของสินค้า นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรมในการส่งออกผลิตภัณฑ์ไปจำหน่ายยังต่างประเทศด้วย ในการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศนั้น จะต้องผ่านการทดสอบโดยผู้ที่มีความรู้และมีความชำนาญสูง ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบจะต้องมีความถูกต้องแม่นยำ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ทดสอบเป็นที่ถูกต้องและไม่เกิดการโต้แย้งขึ้นในภายหลัง กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์1 กองพิสิกส์และวิศวกรรม เป็นหน่วยทดสอบคุณภาพยางรองคอสะพานให้แก่กรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร กรมโยธาธิการ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและโรงงานอุตสาหกรรมยางหลายแห่ง เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง และเป็นการควบคุมคุณภาพของยางรองคอสะพานที่ใช้ในการก่อสร้างสะพานภายในประเทศและต่างประเทศ กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 จึงได้จัดทำการประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของผลิตภัณฑ์ยางรองคอสะพานโดยใช้เครื่อง Durometer hardness Shore A ในการทดสอบ เพื่อให้คุณภาพของการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 [5] และ มอก. 1300 [10]

นอกจากนี้ยังใช้เป็นแนวทางในการจัดทำการประกันคุณภาพ ในการทดสอบคุณลักษณะด้านอื่นๆของผลิตภัณฑ์ยาง ตลอดจนใช้เผยแพร่ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมยางเพื่อจัดทำห้องปฏิบัติการทดสอบของโรงงาน ให้เป็นที่ยอมรับของลูกค้าในผลการทดสอบคุณภาพของสินค้าได้ด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของการประกันคุณภาพในการทดสอบความแข็งของผลิตภัณฑ์ยางรองคอสะพาน

1.1.1 เพื่อประกันคุณภาพของผลการการทดสอบ ให้เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้บริการผลการทดสอบทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.1.2 เพื่อขจัดปัญหาข้อโต้แย้งในผลการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพด้านความแข็งของยางระหว่างโรงงานผู้ผลิตและหน่วยงานของรัฐที่ต้องการใช้ยาง

1.1.3 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทดสอบของผู้ปฏิบัติงาน ให้มีคุณภาพทัดเทียมกัน

1.1.4 เพื่อส่งเสริมคุณภาพสินค้าในการส่งออกให้ได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของลูกค้า

1.2 ขอบเขตของการจัดทำประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน

1.2.1จัดทำเอกสารมาตรฐานวิธีทดสอบความแข็งของยาง โดยอ้างอิงวิธีทดสอบตามมาตรฐานต่างประเทศASTM : D 2240-97 [1] จัดทำตารางบันทึกข้อมูล(worksheet) เพื่อไว้ใช้บันทึกผลการทดสอบ

1.2.2จัดทำทะเบียนประวัติของเครื่องมือสำหรับวัดความแข็งของยางแบบShoreA คู่มือการใช้เครื่องมือ ตารางบันทึกการใช้เครื่องมือ การบำรุงรักษาเครื่องมือ และระยะเวลาในการสอบเทียบเครื่องมือ

1.2.3สอบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือสำหรับวัดความแข็งของยางปีละ1 ครั้ง

1.2.4ทดสอบความถูกต้องของการวัดความแข็งของยาง ของผู้ปฏิบัติการทดสอบ

1.2.5 ทดสอบหาค่าความแข็งของตัวอย่างยางรองคอสะพาน 5 ตัวอย่าง

1.2.6 ทดสอบหาค่าความแข็งของตัวอย่างยางรองคอสะพาน โดยทดสอบกับชิ้นทดสอบที่มีความหนาแตกต่างกัน ซึ่งเป็นชิ้นทดสอบที่ความหนาไม่เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน รวม 5 ตัวอย่าง

1.3 ระยะเวลาในการดำเนินการ

สิงหาคม 2541-ธันวาคม 2542 รวมเป็นเวลา 1 ปี 5 เดือน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองตามมาตรฐาน [5, 10]

1.4.2ห้องปฏิบัติการได้รับการยอมรับจากผู้มาใช้บริการทดสอบ และลดปัญหาข้อโต้แย้งระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อสินค้า

1.4.3สินค้าที่ผ่านการทดสอบจากห้องปฏิบัติการได้รับการยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.4.4ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความชำนาญและมีความมั่นใจในการใช้เครื่องมือตลอดจนวิธีการทดสอบว่ามีความถูกต้อง

1.4.5สามารถให้คำแนะนำแก่ห้องปฏิบัติการทดสอบยางของรัฐและของเอกชนในการจัดทำการประกันคุณภาพวิธีทดสอบตามมาตรฐานISO/IECGuide25 [5] ต่อไป

บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องวัดความแข็งของยาง

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าความแข็งของยางโดยทั่วๆไปมีอยู่หลายแบบ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือสำหรับวัดความแข็งของแผ่นยางรองคอสะพาน ที่ใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ซึ่งมีอยู่ 2 แบบคือ

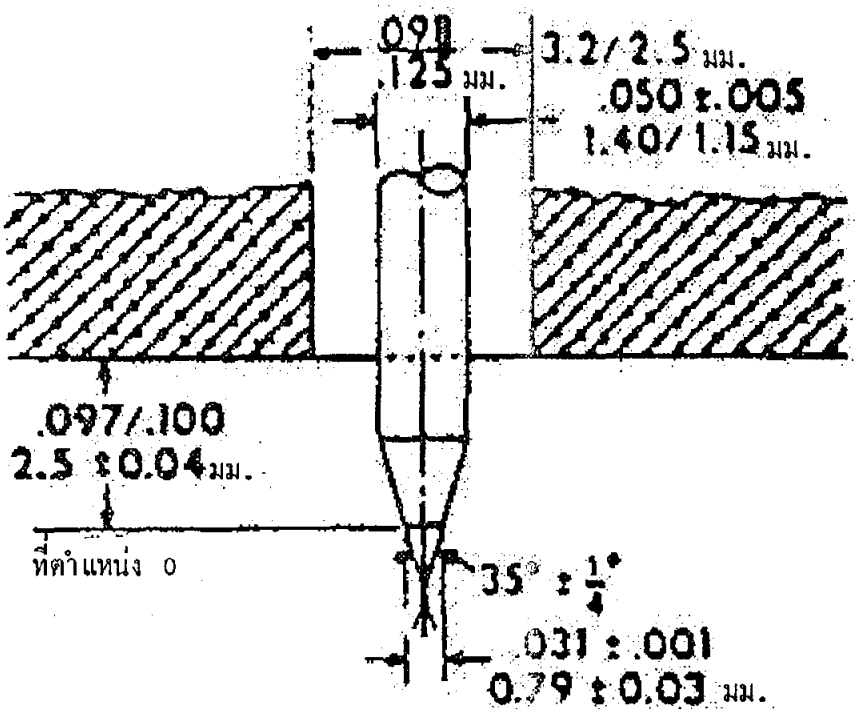
แบบที่ 1 เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A

แบบที่ 2 เครื่องวัดความแข็งแบบ IRHD (International Rubber Hardness Degree)

เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A เป็นเครื่องสำหรับวัดความแข็งของยางตามมาตรฐานของ American Standard of Testing Material ,ASTM D2240[1] ลักษณะของเครื่องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1.ส่วนที่เป็นหัวกด (Presser Foot) ซึ่งจะมีรูตรงกลางสำหรับใส่เข็มกด

2.ส่วนที่เป็นเข็มกด (Indentor) ทำจากเหล็กที่มีความแข็ง มีรูปร่างและขนาดตามรูปที่ 1



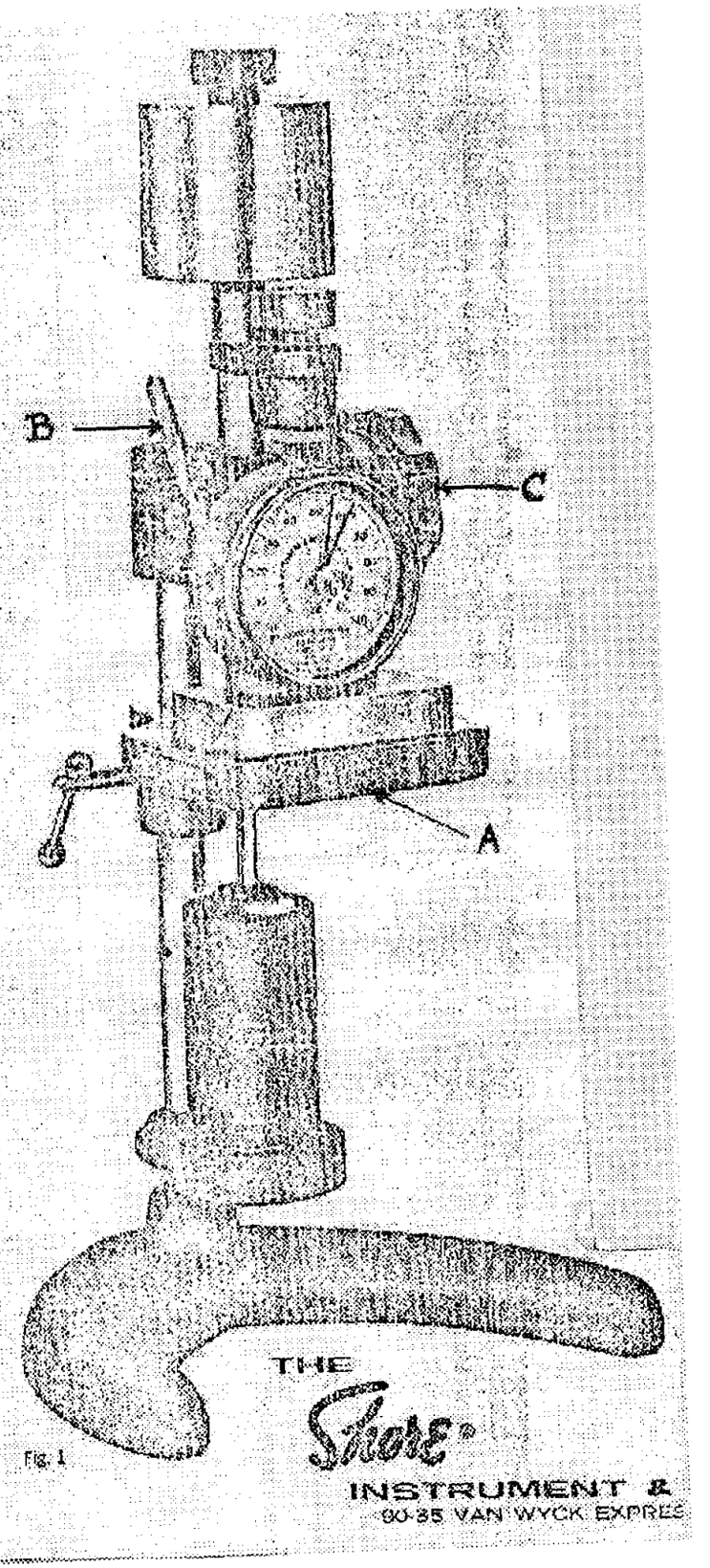
รูปที่ 1 แสดงส่วนที่เป็นหัวกดและเข็มกดสำหรับ Durometer Type A

3.ส่วนที่เป็นสเกลสำหรับอ่านค่าความแข็งของยาง อาจเป็นตัวเลขหรือสเกลที่มีเข็มชี้ อ่านค่าได้จาก 0 ถึง 100 Shore A โดยแบ่งสเกลออกเป็น 1 ช่องเท่าๆกัน ค่าที่อ่านได้จะเป็นสัดส่วนผกผันกับการต้านแรงกดของยางที่มีต่อการเคลื่อนที่ของเข็มกดที่กดลงบนผิวของยาง เช่นถ้ายางมีความแข็งมากก็จะมีแรงต้านการกดของเข็มกดมาก เข็มกดจะเคลื่อนที่ลงไปในยางได้น้อยและค่าความแข็งของยางจะสูง

4.ส่วนที่เป็นสปริงสำหรับใช้ในการส่งแรงกดลงมาที่ปลายเข็มกด

5.แป้นสำหรับวางชิ้นทดสอบยาง

6.ส่วนที่เป็นขาตั้งสำหรับยึดส่วนประกอบของเครื่องมือทั้งหมดเข้าด้วยกันดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เครื่องวัดความแข็งของยาง แบบ Shore A[9]

เครื่องวัดความแข็งแบบIRHDใช้สำหรับทดสอบความแข็งของยางตามมาตรฐาน International Organization for Standardization [6] และ British Standard [2] ซึ่งกำหนดให้ใช้เครื่องมือชนิดนี้ในการทดสอบ ผลที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือทั้งสองแบบนี้ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากไม่มีตารางเปรียบเทียบ ในการทดสอบจะขึ้นกับผู้ส่งตัวอย่างว่าต้องการให้ทดสอบตามมาตรฐานใด หรือขึ้นกับผู้ส่งตัวอย่างทดสอบจะส่งสินค้าไปจำหน่ายยังประเทศในภูมิภาคใด ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องวัดความแข็งแบบ IRHD จะคล้ายกับส่วนประกอบต่างๆแบบ Shore A แต่ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงรายละเอียดทั้งนี้เพราะจะมีวิธีการทดสอบแยกออกไปอีก 1 วิธี [7] และในเอกสารฉบับนี้เป็นการประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางแบบ Shore A เท่านั้น

บทที่ 3
การประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน

3.1 การสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยาง

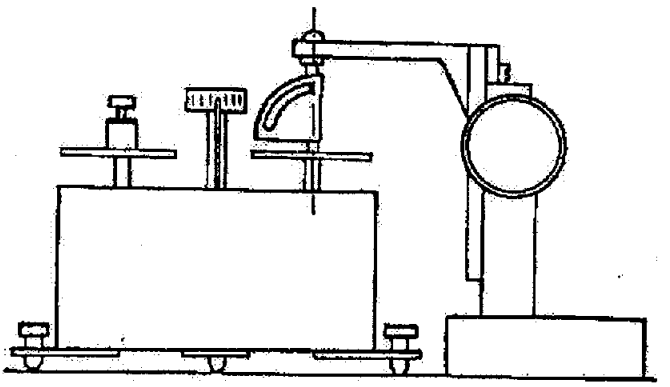
การสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยาง เป็นขั้นตอนการดำเนินการส่วนหนึ่งในการประกันคุณภาพการทดสอบหาค่าความแข็งของยางรองคอสะพาน ซึ่งการสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยางแบบ Shore A(Durometer Hardness Shore A) จากมาตรฐาน American Standard of Testing Material [1] ระบุไว้ว่าสามารถสอบเทียบได้ 2 วิธีคือ

1.ใช้วิธีสอบเทียบสปริงของเครื่องวัดความแข็ง (Durometer Hardness) โดยยึดเครื่องวัดความแข็งให้อยู่ในแนวดิ่ง จากนั้นใช้แรงกดลงบนหัวกดของเครื่องวัดความแข็ง เครื่องมือสำหรับใช้ใส่แรงกดอาจใช้เป็นตุ้มน้ำหนักหรือใช้ Load cell electronic ซึ่งสามารถอ่านค่าแรงกดได้ แต่การสอบเทียบด้วยวิธีนี้จะต้องระวังให้แรงที่ใช้กดลงบนเครื่องวัดความแข็ง กดลงในแนวดิ่งเท่านั้นจึงจะให้ผลการสอบเทียบที่ถูกต้อง ในการสอบเทียบจะทำที่ค่าของความแข็งในตำแหน่งที่ 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 ตามลำดับค่าแรงกดที่วัดได้ (คำนวณจากน้ำหนักกดจะเป็น 9.8 X น้ำหนักที่ใช้กด ,เป็นกิโลกรัม) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการคำนวณจากค่าความแข็งโดยใช้สูตร

$$\text{แรง , นิวตัน} = 0.550 + 0.075\ H$$

เมื่อ H = ค่าความแข็งที่อ่านจากหน้าปัทม์ (Dial gage) ของเครื่องวัดความแข็ง ค่าแรงกดที่วัดจากการใช้ Load cell electronic หรือจากการใช้น้ำหนักกด เมื่อเปรียบเทียบกับแรงที่คำนวณจากสูตร จะต้องต่างกันไม่เกิน $\pm$ 0.08 นิวตันจึงจะยอมรับว่าเครื่องมือวัดความแข็งเหมาะสำหรับนำมาใช้งาน

การสอบเทียบสปริงของเครื่องวัดความแข็ง อาจใช้เครื่องมือในการสอบเทียบสปริงโดยตรงได้เลย ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงเครื่องมือสำหรับสอบเทียบสปริง

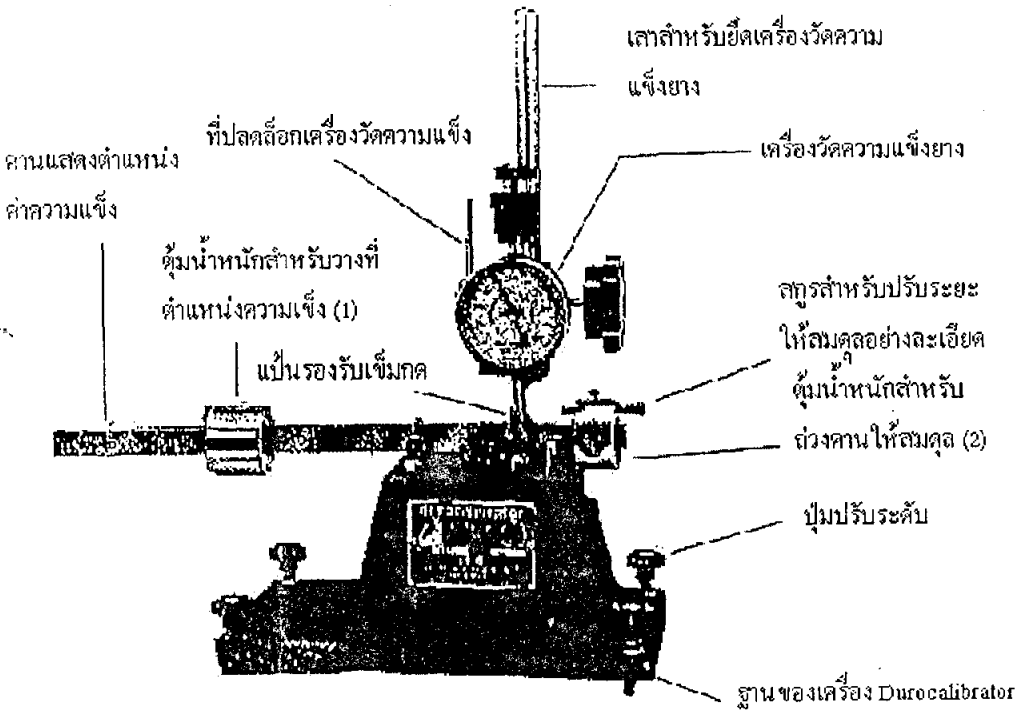
2 การสอบเทียบด้วยการใช้เครื่องมือสำหรับสอบเทียบเครื่องวัดความแข็ง(Durocalibrator) โดยตรง ซึ่งเครื่องมือที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องสอบเทียบได้จะต้องเป็น Durocalibrator [1] หรือ The Shore Durocalibrator [9]

สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบยาง ของกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ได้ใช้วิธีสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยางด้วยการใช้เครื่องของ The Shore Durocalibrator Serial No. 744 [9] เป็นเครื่องมือในการสอบเทียบ

3.1.1 วิธีดำเนินการสอบเทียบ

3.1.1.1วัสดุอุปกรณ์

1. The Shore Durocalibrator Serial No. 744 [9] ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงภาพและส่วนประกอบต่างๆของ Shore Durocalibrator

2.เครื่องวัดความแข็งของยางแบบ Shore A Serial No. 83909

3.1.2 ขั้นตอนการดำเนินการสอบเทียบ

ข้อควรระวังห้ามใช้มือเปล่าจับเครื่องสอบเทียบตลอดเวลาที่ทำการสอบเทียบ

1.ปรับตั้งเครื่อง Durocalibrator เพื่อให้คานที่มีเสกลบอกค่าความแข็งจาก0-100 อยู่ในตำแหน่งสมดุล วางตุ้มน้ำหนักหมายเลข 1(รูปที่ 4) อยู่ในตำแหน่ง 0-A ปรับตุ้มน้ำหนักหมายเลข 2 (รูปที่ 4) ด้วยการเลื่อนเข้า-ออกเพื่อปรับให้คานอยู่ในตำแหน่งเกือบสมดุล จากนั้นหมุนสกรูที่ตุ้มน้ำหนักหมายเลข 2 ให้แน่น เลื่อนสกรูที่อยู่ในแนวนอนบนตุ้มน้ำหนักหมายเลข 2 เพื่อเป็นการปรับสมดุลอย่างละเอียด (fine adjustment) ให้คานอยู่ในตำแหน่งสมดุล เมื่อคานอยู่ในตำแหน่งที่สมดุลแล้วจึงหมุนสกรูให้แน่นเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่คงที่

2.ติดตั้งส่วนที่เป็นหัวกดพร้อมหน้าปัทม์ของเครื่องวัดความแข็งเข้ากับเสาของเครื่องสอบเทียบ ในตำแหน่งแนวดิ่งซึ่งเมื่อปล่อยให้เข็มกดของเครื่องวัดความแข็งเคลื่อนลงมา จะตรงกับกึ่งกลางแป้นรองรับของเครื่องสอบเทียบพอดี และขณะที่ยังไม่ได้ปลดล็อกเพื่อปล่อยให้ปลายเข็มกดลงมานั้นปลายเข็มกดจะอยู่ห่างจากแป้นประมาณ 12 มิลลิเมตร

3. เลื่อนตุ้มน้ำหนักหมายเลข 1 มาอยู่ในตำแหน่งหมายเลข 20 บนคาน จากนั้นปลดล็อกเพื่อปล่อยให้เครื่องวัดความแข็งเลื่อนลงมา ให้ปลายเข็มกดลงบนแป้นของเครื่องสอบเทียบปรับให้คานสมดุลโดยค่อยๆกดเครื่องวัดความแข็งลง เมื่อคานอยู่ในตำแหน่งสมดุลแล้วอ่านค่าบนหน้าปัทม์ของเครื่องวัดความแข็งว่ามีค่าเท่าใด บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในสมุดบันทึกผล จากนั้นหมุนให้เครื่องวัดความแข็งเลื่อนขึ้นจนปลายเข็มกดอยู่สูงจากแป้นของเครื่องสอบเทียบประมาณ10มิลลิเมตร แล้วค่อยๆปล่อยให้เครื่องวัดความแข็งเลื่อนลงมาใหม่อีกครั้งหนึ่ง ให้ปลายเข็มกดลงบนแป้นของเครื่องสอบเทียบแล้วค่อยๆกดเครื่องวัดความแข็งลงจนทำให้คานอยู่ในสมดุล อ่านค่าความแข็งบนหน้าปัทม์ของเครื่องวัดความแข็งแล้วบันทึกลงในสมุดบันทึกผล ทำซ้ำ 5 ครั้ง ในตำแหน่งเดิมเพื่อให้ได้ผลการสอบเทียบ 5 ค่า

4. เลื่อนตุ้มน้ำหนักหมายเลข 1 บนคานเครื่องสอบเทียบไปอยู่ในตำแหน่งที่ 30 จากนั้นทำการสอบเทียบตามข้อ 3.2.3 และทำการสอบเทียบในตำแหน่งที่ 40 , 50, 60, 70 และตำแหน่งที่ 80 ตามลำดับซึ่งจะได้ผลการสอบเทียบ 5 ค่าในทุกๆตำแหน่งดังกล่าว นำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความไม่แน่นอนในทุกๆตำแหน่งที่สอบเทียบ

5. เมื่อเสร็จการสอบเทียบแล้วให้เลื่อนตุ้มน้ำหนักหมายเลข 1 ไปอยู่ในตำแหน่งที่ 50 เสมอ เพื่อป้องกันมิให้คานถ่วงน้ำหนักไปข้างใดข้างหนึ่งมากเกินไป

ผลการสอบเทียบดังปรากฏในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยาง (Durometer Hardness Shore A Serial No. 83909)

ค่าที่ระบุบนสเกลเครื่องสอบเทียบ,Shore A	ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดความแข็งของยาง Shore A					ค่าเฉลี่ย Shore A	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน Shore A	ความไม่แน่นอน [11] Shore A
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5			
0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	20	20	20	20	20	20	0	±1.15
30	29	30	30	30	30	29.8	0.447	±1.28
40	40	40	40	40	39.5	39.9	0.223	±1.18
50	49	49	49.5	49.5	50	49.4	0.418	±1.24
60	60	59.5	59	59	60	59.5	0.5	±1.31
70	69	69	69	69.5	69.5	69.2	0.274	±1.20
80	78.5	78.5	78.5	79	79	78.7	0.274	±1.20

หมายเหตุ : 1) ใช้เครื่อง The Shore Durocalibrator Model SD.1 Serial No.744 [9] เป็นเครื่องสอบเทียบ

2) วันที่สอบเทียบ 14 ตุลาคม 2541 สอบเทียบครั้งต่อไป วันที่ 13 ตุลาคม 2542 อุณหภูมิขณะสอบเทียบ $22 \pm 2\,^{\circ}c$ ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ55±10

3) ค่าความไม่แน่นอนคำนวณที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

(นาง ดรุณี วัชราเรืองวิทย์)

ผู้สอบเทียบ

จากตารางการสอบเทียบตารางที่1ที่ความแข็งที่ 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ80 Shore A เครื่องมือของกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ที่ใช้ในการทดสอบอ่านค่าเฉลี่ยได้20, 29.8, 39.9, 49.4, 59.5, 69.2, 78.7 Shore A ตามลำดับ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.5 ค่าความไม่แน่นอนซึ่งคำนวณที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่าระหว่าง 0 ถึง $\pm$ 1.31

ตารางที่ 2 การสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยาง (Durometer Hardness Shore A Serial No. 83909)

ค่าที่ระบุบนสเกลเครื่องสอบเทียบ,Shore A	ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดความแข็งของยาง Shore A					ค่าเฉลี่ย Shore A	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน Shore A	ความไม่แน่นอน [11] Shore A
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5			
0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	20	20	20	20	21	20.2	0.447	±1.28
30	30	30.5	30	30	30.5	30.2	0.274	±1.20
40	39.5	39.5	40	40	40	39.8	0.274	±1.20
50	49	50	49.5	50	50	49.7	0.447	±1.28
60	60.5	59.5	60	59.5	60	59.9	0.418	±1.24
70	70	70	70	70	70	70	0	±1.15
80	79	79	80	80	80	79.6	0.548	±1.36

หมายเหตุ : 1) ใช้เครื่อง The Shore Durocalibrator Model SD.1 Serial No.744 [9] เป็นเครื่องสอบเทียบ

2) วันที่สอบเทียบ 6 กันยายน 2542 สอบเทียบครั้งต่อไป วันที่ 5 กันยายน 2543 อุณหภูมิขณะสอบเทียบ 21 ± 2 °c ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ55±5

3) ค่าความไม่แน่นอนคำนวณที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

(นาง ดรุณี วัชราเรืองวิทย์)

ผู้สอบเทียบ

จากผลการสอบเทียบตารางที่ 2 ค่าความแข็งในแต่ละตำแหน่งที่สอบเทียบเท่ากับ 20.2, 30.2, 39.8, 49.7, 59.9, 70 และ 79.6 Shore A ตามลำดับ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.548 สำหรับค่าความไม่แน่นอนของเครื่องวัดความแข็งที่ตำแหน่งต่างๆดังกล่าวอยู่ระหว่าง $\pm$ 1.15 ถึง $\pm$ 1.26

ผลการสอบเทียบทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่าเครื่องสำหรับวัดความแข็งของยางแบบ Shore A ที่ใช้ในการทดสอบยางของกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องและเหมาะสมในการนำมาใช้ทดสอบยาง เพราะมาตรฐานของเครื่องทดสอบความแข็งของยางที่ดีควรจะมีความไม่แน่นอนน้อยกว่า $\pm$ 3 Shore A

3.2 การจัดทำคู่มือการทดสอบ

ในการประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน ได้จัดทำคู่มือการทดสอบโดยใช้ American Standard of Testing Materials[1] เป็นเอกสารอ้างอิง นอกจากนี้ยังได้จัดทำแผ่นบันทึกผลการทดสอบ (work sheet) และวิธีการใช้เครื่องทดสอบความแข็งของยางไว้ใช้ในห้องปฏิบัติการทดสอบยางด้วย (ดูภาคผนวก)

3.3 การทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน ที่ชิ้นทดสอบมีความหนาตามมาตรฐานกำหนด รวม 5 ตัวอย่าง

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.3.1.1 เครื่องวัดความแข็งของยางแบบ Shore A Serail No.83909

3.3.1.2 ตัวอย่างยางรองคอสะพาน จำนวน 5 ตัวอย่าง

3.3.2 วิธีการทดสอบ

1. เตรียมชิ้นทดสอบให้มีขนาดประมาณ 2x2 นิ้ว จำนวน 5 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง
2. เก็บชิ้นทดสอบไว้ที่อุณหภูมิ 23$\pm$2°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงก่อนนำมาทดสอบ
3. วางชิ้นทดสอบลงบนแป้นสำหรับวางที่เครื่องทดสอบ จากนั้นปรับระดับความสูงของปลายเข็มกด ให้ห่างจากผิวบนของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร ปรับเข็มที่หน้าปัทม์ให้ชี้ที่เลข 0 ปลดล็อกแล้วค่อยๆปล่อยให้เข็มกดเคลื่อนลงมากดบนผิวหน้าของชิ้นทดสอบ อ่านค่าความแข็งบนหน้าปัทม์ทันทีภายหลังจากเข็มกดสัมผัสกับชิ้นทดสอบ
4. หมุนเพื่อปรับให้หน้าปัทม์พร้อมทั้งเข็มกดกลับสู่ตำแหน่งเดิม
5. เลื่อนตำแหน่งของชิ้นทดสอบเพื่อไม่ให้ทดสอบซ้ำบริเวณเดิม ทั้งนี้ต้องให้ห่างจากจุดเดิมไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร และห่างจากขอบของชิ้นทดสอบไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตรเช่นกัน
6. ทำการทดสอบซ้ำเพื่อให้ได้ค่าความแข็งรวมทั้งหมด 5 ค่า ต่อ 1 ชิ้นทดสอบ

และทดสอบรวมทั้งหมด 5 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง

7. บันทึกค่าความแข็งของยางที่วัดได้แต่ละชิ้นลงในแบบฟอร์มสำหรับบันทึกผล หาค่ามัธยะฐานของความแข็งที่วัดได้ของแต่ละชิ้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของมัธยะฐานของผลการทดสอบทั้ง 5 ชิ้นเพื่อใช้ในการรายงานผลทดสอบ
8. การรายงานผลให้รายงานเป็นเลขจำนวนเต็ม

3.4 การทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานที่มีความหนาแตกต่างกัน

เนื่องจากในการทดสอบความแข็งของยางตามมาตรฐานวิธีทดสอบ จะต้องเตรียมชิ้นทดสอบให้มีความหนาสม่ำเสมอและหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร แต่ในทางปฏิบัติการเตรียมตัวอย่างชิ้นทดสอบให้มีความหนาสม่ำเสมอค่อนข้างยากมาก ดังนั้นจึงทำการศึกษาทดลองวัดค่าความแข็งของยาง ในชิ้นทดสอบที่มีความหนาแตกต่างกัน แต่เตรียมจากตัวอย่างชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบตามข้อ 3.3 เพื่อไว้ใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบตัวอย่างที่ไม่สามารถเตรียมชิ้นทดสอบ ที่มีความหนาตามมาตรฐานกำหนดได้

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องในการทดสอบ

ได้จัดให้มีการตรวจทดสอบความถูกต้องขึ้นระหว่างผู้ปฏิบัติงานภายในกลุ่มงาน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและความมั่นใจในการทดสอบ โดยการซื้อยางมาตรฐานที่ทราบค่าความแข็งแล้วมาให้ผู้ปฏิบัติการทดสอบยางใช้ในการวัดค่าความแข็ง เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบของแต่ละบุคคล โดยดำเนินการอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

4.1 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานรวม 5 ตัวอย่าง โดยวัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐานกำหนด ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 1 ความหนา 10 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	51	50	50.5	50.5	50.5	50.5	
2	50	49.5	50	50	50.5	50	
3	49.5	51	49.5	49.5	49.5	49.5	
4	50.5	49.5	50.5	50.5	50.5	50.5	
5	50	50	50	50	50	50	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						50.1	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐานกำหนดคือประมาณ 10 มิลลิเมตร ความแข็งของยางแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูได้จากค่ามัธยะฐาน เท่ากับ 50.5 Shore A, 50 Shore A, 49.5 Shore A, 50.5 Shore A และ 50 Shore A ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.1 Shore A

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 2 ความหนา 10 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	48	48	48	48	48	48	
2	47.5	49	47.5	48.5	49	48.5	
3	47.5	49	48	48.5	48.5	48.5	
4	46.5	48	46.5	48.5	48	48	
5	48	48	47.5	48.5	48	48	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						48.2	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร

จากตาราง ผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น วัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร ความแข็งของยางแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 50 Shore A, 49.5 Shore A, 49 Shore A, 49.5 Shore A และ 49 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเป็น 49.4 Shore A

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 3 ความหนา 10 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	51.5	51	52	51	51	51	
2	51.5	51	50.5	50.5	51	51	
3	51.5	50.5	50.5	51	50.5	50.5	
4	50	51	50	50	51	50	
5	51	51	51	51	52	51	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						50.7	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐานกำหนดคือประมาณ 10 มิลลิเมตร ความแข็งของยางแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูได้จากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 51 Shore A, 51 Shore A, 50.5 Shore A, 50 Shore A และ 50.5 Shore A ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.7 Shore A

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 4 ความหนา 10 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	57.5	58.5	59	59.5	57.5	58.5	
2	60.5	59.5	60	60	58.5	59.5	
3	59	59	60	59.5	61	59.5	
4	58.5	58	58.5	58	59	58.5	
5	58.5	58	58	58	58	58	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง							

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐานกำหนดคือประมาณ 10 มิลลิเมตร ความแข็งของยางแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูได้จากค่ามัธยะฐาน เท่ากับ 58.5 Shore A, 59.5 Shore A, 59.5 Shore A, 58.5 Shore A และ 58 Shore A ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.8 Shore A

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 5 ความหนา 10 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	59.5	58	57.5	57.5	59	58	
2	57.5	59	57	59	58	58	
3	55.5	56	57	56.5	57	56.5	
4	58.5	57.5	56.5	57.5	57.5	57.5	
5	58	57.5	58.5	57.5	58	58	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						57.6	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐานกำหนดคือประมาณ 10 มิลลิเมตร ความแข็งของยางแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูได้จากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 58 Shore A, 58 Shore A, 56.5 Shore A, 57.5 Shore A และ 58 Shore A ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.6 Shore A

4.2 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานในกรณีที่ความหนาของชิ้นทดสอบไม่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนดรวม 5 ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 8-ตารางที่ 17

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 1 ความหนา 20 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	50	50	50	49.5	49.5	50	
2	50	49.5	49.5	50	49.5	49.5	
3	49	49	48.5	49.5	49	49	
4	49.5	49.5	49.5	50.5	49.5	49.5	
5	49	49.5	49	50	49	49	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						49.4	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นวางซ้อนทับกัน

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 20 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากการซ้อนชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นและมีความหนาประมาณ 20 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 50 Shore A, 49.5 Shore A, 49 Shore A, 49.5 Shore A และ 49 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.4 Shore A

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 2 ความหนา 22 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	47	47.5	47	47.5	47.5	47.5	
2	48	48	48	47.5	48	48	
3	47	48.5	48.5	47.5	47.5	47.5	
4	48	47	48.5	48	48	48	
5	48	4	48	47.5	48	48	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						47.5	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากการซ้อนชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นและมีความหนาประมาณ 22 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 47.5 Shore A, 48 Shore A, 47.5 Shore A, 48 Shore A และ 48 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.5 Shore A

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 3 ความหนา 20 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	46	46.5	47	47.5	48	47	
2	47.5	47.5	46	46.5	48.5	47.5	
3	49.5	50.5	49	49.5	51	49.5	
4	51	48.5	49	49.5	51	50	
5	49.5	49	50	50	50	50	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						48.5	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นวางซ้อนทับกัน

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 20 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากการซ้อนชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นและมีความหนาประมาณ 20 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 47 Shore A, 47.5 Shore A, 49.5 Shore A, 50 Shore A และ 50 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.5 Shore A

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 4 ความหนา 21 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	58	58.5	58	60	60	58.5	
2	60.5	60	59	61	59	60	
3	59.5	57	60	60.5	58.5	59.5	
4	60	58	58.5	57.5	57	58	
5	57.5	58	57	57	57	57	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						58.6	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นวางซ้อนทับกัน

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 21 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากการซ้อนชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นและมีความหนาประมาณ 21 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 58.5 Shore A, 60 Shore A, 59.5 Shore A, 58 Shore A และ 57 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.6 Shore A

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 5 ความหนา 25 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	59.5	57.5	58.5	57.5	59.5	58.5	
2	57	58	57.5	57	57.5	57.5	
3	56.5	57	56.5	57	56.5	56.5	
4	56.5	56.5	56.5	56	56	56.5	
5	57.5	58.5	57.5	57	57	57.5	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						57.3	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นวางซ้อนทับกัน
2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 25 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากการซ้อนชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นและมีความหนาประมาณ 25 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 58.5 Shore A, 57.5 Shore A, 56.5 Shore A, 56.5 Shore A และ 57.5 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.3 Shore A

เนื่องจากยางรองคอสะพานที่ได้รับคำร้องขอให้ทดสอบ มีความหนาประมาณ 25-30 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงได้ทดสอบหาค่าความแข็งจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาประมาณ 30 มิลลิเมตร เพื่อศึกษาดูว่าความหนาของชิ้นทดสอบที่มากกว่ามาตรฐานกำหนด จะทำให้ผลการทดสอบเปลี่ยนไปหรือไม่ ผลการทดสอบดูได้ในตารางที่ 13 ถึงตารางที่ 17

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 1 ความหนา 30 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	49	49.5	49	49	50	49	
2	49.5	49.5	49	49.5	50	49.5	
3	49.5	49	49.5	50.5	49	49.5	
4	50	50	50	49.5	50	50	
5	49.5	49	49.5	49.5	49	49.5	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						49.5	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นวางซ้อนทับกัน

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 30 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น ซึ่งวัดจากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นวางซ้อนทับกัน ทำให้มีความหนาประมาณ 30 มิลลิเมตร ความแข็งของยางแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 49 Shore A, 49.5 Shore A, 49.5 Shore A, 50 Shore A และ 49.5 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.5 Shore A

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 2 ความหนา 30 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	47.5	47	47.5	47	46.5	47	
2	47	46.5	48	47.5	47.5	47.5	
3	47	47.5	47	47	48	47	
4	46.5	47	46.5	48	47.5	47	
5	47.5	47.5	47	47.5	47	47.5	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						47.2	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นวางซ้อนทับกัน

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 32 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น วัดจากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นวางซ้อนทับกันและมีความหนาประมาณ 32 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 47 Shore A, 47.5 Shore A, 47 Shore A, 47 Shore A และ 47.5 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.2 Shore A

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 3 ความหนา 30 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	50.5	51	51	50.5	50.5	50.5	
2	51	51	50	49.5	50	50	
3	50	50	49.5	51	50	50	
4	47.5	48	48.5	50	48.5	48.5	
5	49	49	51	49	49	49	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						49.6	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นวางซ้อนทับกัน

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 30 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น วัดได้จากการนำชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นมาวางซ้อนทับกันและมีความหนาประมาณ 30 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 50.5 Shore A, 50 Shore A, 50 Shore A, 48.5 Shore A และ 49 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.6 Shore A

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 4 ความหนา 31 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	58	57	58	59.5	59.5	58	
2	59.5	60	60	60.5	60	60	
3	62	62	61	61	60.5	61	
4	57	59	57.5	60	61	59	
5	60	59	58.5	57.5	59	59	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						59.4	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นวางซ้อนทับกัน

2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 31 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น วัดจากการนำชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นมาวางซ้อนทับกันและมีความหนาประมาณ 31 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 58Shore A, 60 Shore A, 61 Shore A, 59 Shore A และ 59 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.4 Shore A

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานตัวอย่างที่ 5 ความหนา 35 มิลลิเมตร

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	ค่ามัธยะฐาน	
1	58.5	58	57.5	58	58.5	58	
2	57	57.5	57	57.5	57.5	57.5	
3	56	56.5	56	56	57	56	
4	56.5	56	56	56.5	56.5	56.5	
5	57	57.5	57.5	57	57.5	57.5	
ค่าเฉลี่ยของค่ามัธยะฐานของความแข็ง						57.1	

หมายเหตุ : 1. วัดความแข็งจากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นวางซ้อนทับกัน
2. ความหนาของชิ้นทดสอบประมาณ 35 มิลลิเมตร

จากตารางผลการทดสอบความแข็งของยางทั้ง 5 ชิ้น วัดได้จากการนำชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นมาวางซ้อนทับกันและมีความหนาประมาณ 35 มิลลิเมตร ค่าความแข็งของแต่ละชิ้นที่วัดได้ดูจากค่ามัธยะฐานเท่ากับ 58 Shore A, 57.5 Shore A, 56 Shore A, 56.5 Shore A และ 57.5 Shore A ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.1 Shore A

ตารางที่ 18 สรุปผลการทดสอบความแข็งของยางจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาแตกต่างกัน

ความหนาของชิ้นทดสอบ,มม	ตัวอย่างที่ 1, Shore A	ตัวอย่างที่ 2, Shore A	ตัวอย่างที่ 3, Shore A	ตัวอย่างที่ 4, Shore A	ตัวอย่างที่ 5, Shore A
ระหว่าง 10-12 (ความหนาตามมาตรฐาน)	50.1	48.2	50.7	58.8	57.6
ระหว่าง 20-25	49.5	47.8	48.8	58.6	57.3
ระหว่าง 30-35	49.5	49.6	49.6	59.4	57.1

จากตาราง สรุปได้ว่าในตัวอย่างที่ 1 จะมีค่าความแข็งเกือบจะไม่แตกต่างกัน ชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐานและชิ้นทดสอบที่มีความหนามากกว่า เมื่อวัดความแข็งแล้วจะต่างกัน -0.6 Shore A ตัวอย่างที่ 2 ความแข็งที่วัดได้ต่างจากที่วัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐาน –0.4 และ +1.4 Shore A คือมีทั้งน้อยกว่าและมากกว่า ในตัวอย่างที่ 3 ความแข็งที่วัดได้ต่างจากที่วัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐาน –1.1 และ-1.9 Shore A ในตัวอย่างที่ 4 ความแข็งที่วัดได้ต่างจากที่วัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐาน–0.2 และ+0.6 Shore A และในตัวอย่างที่ 5ความแข็งที่วัดได้ต่างจากที่วัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐาน –0.3 และ-0.5 Shore A

จากผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ถ้าชิ้นทดสอบมีความหนามากกว่าความหนาตามมาตรฐานกำหนด ผลการทดสอบจะไม่แตกต่างมากนัก ตามมาตรฐานยางรองคอสะพานกำหนดค่าเกณฑ์คลาดเคลื่อนของความแข็งไว้ที่ ± 5 Shore A จากการทดสอบตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง จำนวน 50 ชิ้น วัดความแข็ง 250 ค่า ได้ผลที่แตกต่างไปจากการวัดจากชิ้นทดสอบที่มีความหนาตามมาตรฐานกำหนด ตั้งแต่ –1.9 ถึง +0.6 Shore A ซึ่งค่าส่วนใหญ่ที่น้อยกว่าเพราะในการวางชิ้นทดสอบซ้อนกัน บางครั้งอาจซ้อนกันได้ไม่แนบสนิทดังนั้นค่าที่วัดได้จึงต่ำกว่า ในการทดสอบครั้งนี้เพื่อไว้ใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน เนื่องจากยางรองคอสะพานชนิดไม่เสริมเหล็กมีขนาดความหนาประมาณ 25-30 มิลลิเมตร ซึ่งในการเตรียมชิ้นทดสอบความแข็งให้มีความหนาสม่ำเสมอตลอดทั้งชิ้นค่อนข้างยาก ดังนั้นจึงใช้วิธีการเตรียมชิ้นทดสอบโดยใช้ความหนาเท่าความหนาของแผ่นยางตัวอย่าง ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะมีค่าสม่ำเสมอเพราะชิ้นทดสอบทุกชิ้นมีความหนาเท่ากัน และมีผิวหน้าที่เรียบสม่ำเสมอด้วย

4.3 ผลการดำเนินการทดสอบความถูกต้องและความชำนาญ ในการทดสอบความแข็งยางของผู้ปฏิบัติการทดสอบยาง โดยการวัดค่าความแข็งของยางมาตรฐานที่กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ได้จัดซื้อมาจากต่างประเทศรวม 2 ชุด

4.3.1 ผลการวัดค่าความแข็งของยางมาตรฐานชุดที่ 1 ซึ่งใบรับรองแสดงค่าความแข็งของยางดังปรากฏในตารางที่ 19 และผลการทดสอบปรากฏในตารางที่ 20-ตารางที่ 24

ตารางที่ 19 ใบรับรองค่าความแข็งของยางมาตรฐานชุดที่ 1

Reference Block Calibration Certificate

HAMPDEN

TEST EQUIPMENT Ltd

Kingsthorpe Business Centre, Studland Road
Northampton NN2 6EB. ENGLAND
Phone : 01604 718177 Fax : 01604 717197
Web : www.hampden-test.com

THIS CERTIFICATE RECORDS THE REFERENCE BLOCK VALUES TAKEN ON THE DATE SHOWN
NOTE. THE ± TOLERANCE VALUE SHOWN FOR THESE BLOCKS MUST BE TAKEN INTO ACCOUNT WHEN TAKING REFERENCE VALUES.
* RE-CALIBRATION DATES ARE GIVEN AS A GUIDE ONLY, NO CALIBRATION VALIDITY PERIOD IS GIVEN OR IMPLIED. SUCH DATES MAY BE ALTERED AT THE DISCRETION OF THE OPERATOR.

CUSTOMER INTRO ENTERPRISE CO LTD
ADDRESS 44/97 M0010, KLONGKUM, BUNGKUM
BANKOK 10230 THAILAND
CERTIFICATE Nº: 090798EW07
DATE CALIBRATED : 09 JULY 1998
RE-CALIBRATION DUE* JAN 1999
AMBIENT CONDITIONS: 21 °C. 60 %.
BLOCK TYPE: SHORE 'A' ~~(0, 0/0, 0/0, 00/00 multi-scale)~~ IRHD
MAKE: ~~Shore Instruments Inc~~ - Durotech - ~~Other~~
SERIAL NUMBER: 000636
TECHNICIANS NAME E WRIGHT
SIGNED E Wright

INSTRUMENTS USED WITHIN OUR CALIBRATION SYSTEM ARE INDEPENDENTLY CALIBRATED AND TRACEABLE TO NPL STANDARDS
Total durometer error of uncertainty = ± 1 duro points

THE VALUES ARE TAKEN FROM A MASTER DUROMETER USED ON A CONSTANT FORCE STAND.
Master durometer calibration certificate number : 110598EW07
Certified according to : ASTM D 2240 Dated : 11 MAY 1998

Reference block material tolerance = ±03.. durometer points

Block Identity	H1	H2	H3	H4	H5	Median Value	Dwell
WHITE	32	33	32	32	33	32	ONE SECOND
YELLOW	43	43	44	43	42	43	
BLUE	57	56	54	54	55	55	
GREEN	72	71	70	69	69	70	
RED	80	80	80	79	80	80	
ORANGE	88	89	87	90	89	89	

Document blocert.sam /ag © HAMPDEN TEST EQUIPMENT LIMITED. This document shall not be copied or reproduced without consent.

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 1

วันที่ทดสอบ 14 กันยายน 2541, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 13 กันยายน 2542								
สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	31	31	31	32	32	31	0.547	**32±3**
เหลือง	42	42	42	41	42	42	0.547	**43±3**
น้ำเงิน	54	54	54	54	55	54	0.707	**55±3**
เขียว	69	69	70	71	70	70	0.836	**70±3**
แดง	79	79	79	78	79	79	0.447	**80±3**
ส้ม	88	88	90	89	88	88	0.894	**90±3**
หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. 000636 [4] ในการทดสอบความชำนาญ								

จากตารางความแข็งของยางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 1 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง และแต่ละชิ้นที่วัด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.447 Shore A ถึง 0.894 Shore A

ตารางที่ 21 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 2

วันที่ทดสอบ 12 ตุลาคม 2541, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 11 ตุลาคม 2542								
สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	32	32	32	31	32	32	0.223	**32±3**
เหลือง	42	42	42	42	42	42	0	**43±3**
น้ำเงิน	55	56	55	53	53	55	1.341	**55±3**
เขียว	69.5	71	70	69	69	70	0.801	**70±3**
แดง	80	78	79	79	79	78	0.752	**80±3**
ส้ม	88	86	88	88	89	88	1.095	**90±3**
หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. 000636 [3] ในการทดสอบความชำนาญ								

จากตารางความแข็งของยางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 2 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง และแต่ละชิ้นที่วัด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 Shore A ถึง 1.341 Shore A

ตารางที่ 22 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 3

วันที่ทดสอบ 9 ตุลาคม 2541, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 8 กันยายน 2542

สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	32	32	32	32	32	32	0	**32±3**
เหลือง	42	42	42	42	43	42	0.547	**43±3**
น้ำเงิน	55	55	56	53	54	55	1.140	**55±3**
เขียว	70	71	70	71	69	70	0.836	**70±3**
แดง	80	79	81	80	79	80	0.836	**80±3**
ส้ม	88	89	89	90	89	89	0.707	**90±3**

หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. 000636 [3] ในการทดสอบความชำนาญ

จากตารางความแข็งของยางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 3 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง และแต่ละชิ้นที่วัด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 Shore A ถึง 1.140 Shore A

ตารางที่ 23 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 4

วันที่ทดสอบ 9 ตุลาคม 2541, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 8 กันยายน 2542								
สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	32	31	31	31	31	31	0.408	**32±3**
เหลือง	42	42	42	41	41	42	0.547	**43±3**
น้ำเงิน	55	53	54	54	54	54	0.707	**55±3**
เขียว	70	71	71	70	70	70	0.547	**70±3**
แดง	79	80	80	79	79	79	0.547	**80±3**
ส้ม	87	88	86	88	88	88	0.894	**90±3**
หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. 000636 [3] ในการทดสอบความชำนาญ								

จากตารางความแข็งของยางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 4 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง และแต่ละชิ้นที่วัด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.408 Shore A ถึง 0.894 Shore A

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 5

วันที่ทดสอบ 14 กันยายน 2541, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 13 กันยายน 2542								
สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							ความแข็งระบุ, Shore A
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	32	32	32	32	32	32	0	32±3
เหลือง	42	42	42	42	42	42	0	43±3
น้ำเงิน	54	55	55	54	53	54	0.837	55±3
เขียว	69	69	68	70	71	69	1.140	70±3
แดง	78	78	79	79	79	79	0.547	80±3
ส้ม	89	87	86	88	90	88	1.581	90±3
หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. 000636 [3] ในการทดสอบความชำนาญ								

จากตารางความแข็งของยางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 5 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง และแต่ละชิ้นที่วัด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 Shore A ถึง 1.581 Shore A

4.3.2 ผลการวัดค่าความแข็งของยางมาตรฐานชุดที่ 2 ซึ่งใบรับรองแสดงค่าความแข็งของยางดังปรากฏในตารางที่ 25 และผลการทดสอบปรากฏในตารางที่ 26- ตารางที่ 30

ตารางที่ 25 ใบรับรองค่าความแข็งของยางมาตรฐานชุดที่ 2[9]

INSTRON

WILSON/SHORE INSTRUMENTS

100 Royall Street • Canton, MA 02021-1089

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Description: Rubber Test Block Kit Certificate Number: 990562A
Serial Number: A00202
Date of calibration: 10-7-99 Calibration Due: 10-7-00
The standards used are traceable to the N.I.S.T through unbroken chain.
Referenced to N.I.S.T. # : 822/260017-98
The calibration performed is in compliance with ASTM 2240-95
The procedure used to calibrate this unit was: SL061 Issue 2
The calibration sources used for this unit was Instron #: Master "A" S/N: 198
Enviromental Conditions: Temperature: 73F
Limits of permissible error: +/- 2.0

Approved signature: M. B. Operator 823
Note: This certificate shall not be reproduced, except in full, without the approval of the Instron Corporation.

	1	2	3	4	5	Average	Range
WHITE							
Peak	29.4	29.7	30.3	29.7	30.7	30.0	1.3
1.0 secs.	28.5	29.0	29.1	28.8	28.7	28.8	.6
YELLOW							
Peak	40.1	40.8	40.2	41.2	40.4	40.5	1.1
1.0 secs.	39.4	39.9	39.7	39.8	39.7	39.7	.5
BLUE							
Peak	49.9	50.4	49.9	51.4	50.1	50.3	1.5
1.0 secs.	49.2	49.7	49.1	50.4	49.3	49.5	1.3
GREEN							
Peak	62.9	62.6	62.3	62.5	63.5	62.8	1.2
1.0 secs.	62.0	61.4	61.3	61.6	61.3	61.5	.7
RED							
Peak	73.7	74.3	74.2	74.5	73.8	74.1	.8
1.0 secs.	72.9	73.4	73.4	73.0	73.0	73.1	.5
BROWN							
Peak	80.0	79.7	79.8	79.4	80.2	79.8	.8
1.0 secs.	78.0	78.7	78.8	78.6	78.3	78.5	.8
BLACK							
Peak	89.4	89.4	89.8	89.7	89.1	89.5	.7
1.0 secs.	88.8	88.9	89.2	88.7	88.6	88.8	.6

Originator of the Rockwell® Hardness Tester and the Shore® Durometer
TEL: (781) 575-6000 • FAX: (781) 575-5770

Quality System Registered to ISO 9001

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 1

วันที่ทดสอบ 13 กันยายน 2542, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 12 กันยายน 2543

สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	32	32	32	31.5	31	32	0.447	**28.8±2**
เหลือง	39	40	40	39	39	39	0.547	**39.7±2**
น้ำเงิน	49	49	49	49	48.5	49	0.224	**49.5±2**
เขียว	61	61	61	61	60	61	0.447	**61.5±2**
แดง	73	73	73	73	73	73	0	**73.1±2**
น้ำตาล	77	76	77	76	77	77	0.547	**78.5±2**
ดำ	87	86	88	87	87	87	0.656	**88.8±2**

หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. A 00707 [4] ในการทดสอบความชำนาญ

จากตารางความแข็งของบางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 1 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าเกือบทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง ยกเว้นชิ้นที่ 1 สีขาว เป็นช่วงความแข็งที่ไม่เหมาะสมสำหรับวัดด้วยเครื่องวัดที่ใช้ในห้องทดสอบ เพราะในข้อกำหนดของเครื่องมือกำหนดให้วัดความแข็งของยางในช่วง 40 Shore A ถึง 80 Shore A มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดอยู่ระหว่าง 0 Shore A ถึง 0.656 Shore A

ตารางที่ 27 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 2

วันที่ทดสอบ 8 ตุลาคม 2542, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 7 ตุลาคม 2543								
สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	32	32	32	32	32.5	32	0.22	**28.8±2**
เหลือง	39	39	39.5	39.5	39	39	0.27	**39.7±2**
น้ำเงิน	49	49.5	49	49	48.5	49	0.35	**49.5±2**
เขียว	60	61	61	61	61	61	0.76	**61.5±2**
แดง	725	74	73.5	73	72.5	73	0.79	**73.1±2**
น้ำตาล	76	77	78	76.5	77	77	0.74	**78.5±2**
ดำ	86	86	88	88	88	88	1.20	**88.8±2**
หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. A 00707 [4] ในการทดสอบความชำนาญ								

จากตารางความแข็งของบางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 2 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าเกือบทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง ยกเว้นชิ้นที่ 1 สีขาว เป็นช่วงความแข็งที่ไม่เหมาะสมสำหรับวัดด้วยเครื่องวัดที่ใช้ในห้องทดสอบ เพราะในข้อกำหนดของเครื่องมือกำหนดให้วัดความแข็งของยางในช่วง 40 Shore A ถึง 80 Shore A มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดอยู่ระหว่าง 0.22 Shore A ถึง 1.20 Shore A

ตารางที่ 28 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 3

วันที่ทดสอบ 8 ตุลาคม 2542, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 7 ตุลาคม 2543

สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	32	31	31.5	31.5	31.5	31.5	0.35	**28.8±2**
เหลือง	39	39	40	39	39	39	0.45	**39.7±2**
น้ำเงิน	49	49	49	48	49	49	0.41	**49.5±2**
เขียว	62	62	61	61	62	62	0.55	**61.5±2**
แดง	74	74	74	73	73	74	0.55	**73.1±2**
น้ำตาล	77	78	77	78	77	77	0.55	**78.5±2**
ดำ	87	87	88	88	88	88	0.55	**88.8±2**

หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. A 00707 [4] ในการทดสอบความชำนาญ

จากตารางความแข็งของบางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 3 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าเกือบทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง ยกเว้นชิ้นที่ 1 สีขาว เป็นช่วงความแข็งที่ไม่เหมาะสมสำหรับวัดด้วยเครื่องวัดที่ใช้ในห้องทดสอบ เพราะในข้อกำหนดของเครื่องมือกำหนดให้วัดความแข็งของยางในช่วง 40 Shore A ถึง 80 Shore A มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดอยู่ระหว่าง 0.35 Shore A ถึง 0.55 Shore A

ตารางที่ 29 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 4

วันที่ทดสอบ 8 ตุลาคม 2542, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 7 ตุลาคม 2543

สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							ความแข็งระบุ, Shore A
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	31	32	32	31	32	32	0.55	**28.8±2**
เหลือง	39	39	40	39	40	39	0.55	**39.7±2**
น้ำเงิน	49	50	49	49	48	49	0.71	**49.5±2**
เขียว	62	62	62	60	61	62	0.89	**61.5±2**
แดง	72	72	72	72	72	72	0	**73.1±2**
น้ำตาล	77	76	77	76	76	76	0.55	**78.5±2**
ดำ	88	88	88	88	88	88	0	**88.8±2**

หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. A 00707 [4] ในการทดสอบความชำนาญ

จากตารางความแข็งของบางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 4 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าเกือบทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง ยกเว้นชิ้นที่ 1 สีขาว เป็นช่วงความแข็งที่ไม่เหมาะสมสำหรับวัดด้วยเครื่องวัดที่ใช้ในห้องทดสอบ เพราะในข้อกำหนดของเครื่องมือกำหนดให้วัดความแข็งของยางในช่วง 40 Shore A ถึง 80 Shore A มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดอยู่ระหว่าง 0 Shore A ถึง 0.89 Shore A

ตารางที่ 30 ผลการทดสอบความชำนาญของผู้ทดสอบยางคนที่ 5

วันที่ทดสอบ 8 ตุลาคม 2542, ทดสอบครั้งต่อไปวันที่ 7 ตุลาคม 2543								
สี	ความแข็งที่วัดได้, Shore A							**ความแข็งระบุ, Shore A**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่ามัธยะฐาน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขาว	31	31	32	31	32	31	0.548	**28.8±2**
เหลือง	38	39	38	39	38	38	0.548	**39.7±2**
น้ำเงิน	48	48	48	48	49	48	0.447	**49.5±2**
เขียว	60	61	60	60	60	60	0.447	**61.5±2**
แดง	72	72	73	72	72	72	0.447	**73.1±2**
น้ำตาล	77	76	76	77	76	76	0.548	**78.5±2**
ดำ	88	88	87	87	87	87	0.548	**88.8±2**
หมายเหตุ : ใช้ยางมาตรฐาน Serial No. A 00707 [4] ในการทดสอบความชำนาญ								

จากตารางความแข็งของบางมาตรฐานแต่ละชิ้นที่ผู้ทดสอบคนที่ 5 วัดได้ ดูได้จากค่ามัธยะฐานของการวัด 5 ครั้ง ปรากฏว่าเกือบทุกชิ้นค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ระบุไว้ในใบรับรอง ยกเว้นชิ้นที่ 1 สีขาว เป็นช่วงความแข็งที่ไม่เหมาะสมสำหรับวัดด้วยเครื่องวัดที่ใช้ในห้องทดสอบ เพราะในข้อกำหนดของเครื่องมือกำหนดให้วัดความแข็งของยางในช่วง 40 Shore A ถึง 80 Shore A มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดอยู่ระหว่าง 0.447 Shore A ถึง 0.548 Shore

ตารางที่ 31 สรุปผลการทดสอบความถูกต้องและความชำนาญในการวัดค่าความแข็งของยางมาตรฐาน ชุดที่ 1 ของผู้ทดสอบยางทั้ง 5 คน

สีของยางมาตรฐาน	ความแข็งระบุ, Shore A	ความแข็งที่วัดได้, Shore A					ค่าเฉลี่ย, Shore A	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน,ShoreA
		ผู้ทดสอบคนที่ 1	ผู้ทดสอบคนที่ 2	ผู้ทดสอบคนที่ 3	ผู้ทดสอบคนที่ 4	ผู้ทดสอบคนที่ 5		
ขาว	32±3	31	32	32	31	32	31.6	0.548
เหลือง	43±3	42	42	42	42	42	42	0
น้ำเงิน	55±3	54	55	55	54	54	54.4	0.548
เขียว	70±3	70	70	70	70	69	69.8	0.447
แดง	80±3	79	78	80	79	79	79	0.707
ส้ม	89±3	88	88	89	88	88	88.2	0.447

จากตารางที่ 31 สรุปได้ว่าผู้ทดสอบทั้ง 5คน วัดค่าความแข็งของยางมาตรฐานชุดที่ 1 ทั้ง 6 ชิ้น ได้ค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วงที่ระบุไว้ทุกชิ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของการวัดจากทั้ง 5 คนดังนี้ ชิ้นสีขาวค่าเฉลี่ยของการวัดได้ 31.6 Shore A สีเหลือง 42 Shore A สีน้ำเงิน 54.4 Shore A สีเขียว 69.8 Shore A สีแดง 79 Shore A และสีส้ม 88.2 Shore A มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดยางมาตรฐาน 6 ชิ้นจากทั้ง 5 คนอยู่ระหว่าง 0 – 0.707 Shore A แสดงว่าทุกคนมีความชำนาญในการวัดและวัดได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 32 สรุปผลการทดสอบความถูกต้องและความชำนาญในการวัดค่าความแข็งของยางมาตรฐาน ชุดที่ 2 ของผู้ทดสอบยางทั้ง 5 คน

สีของยางมาตรฐาน	ความแข็งระบุ, Shore A	ความแข็งที่วัดได้, Shore A					ค่าเฉลี่ย, Shore A	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน,ShoreA
		ผู้ทดสอบคนที่ 1	ผู้ทดสอบคนที่ 2	ผู้ทดสอบคนที่ 3	ผู้ทดสอบคนที่ 4	ผู้ทดสอบคนที่ 5		
ขาว	28.8±2	32	32	31.5	32	31	31.6	0.476
เหลือง	39.7±2	39	39	39	39	38	38.8	0.447
น้ำเงิน	49.5±2	49	49	49	49	48	48.8	0.447
เขียว	61.5±2	61	61.5	62	62	60	61.3	0.836
แดง	73.1±2	73	73	74	72	72	72.8	0.836
น้ำตาล	78.5±2	76	77	77	77	76	76.4	0.547
ดำ	89± 2	87	88	89	88	87	87.6	0.547

จากตารางที่ 32 สรุปได้ว่าผู้ทดสอบทั้ง 5 คน วัดค่าความแข็งของยางมาตรฐานชุดที่ 2 ทั้ง 7 ชิ้น ได้ค่าใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับค่าที่ระบุไว้ทั้งหมด 6 ชิ้น ยกเว้นชิ้นที่ 1 ซึ่งทุกคนวัดได้ใกล้เคียงกันแต่จะสูงกว่าค่าที่ระบุไว้ประมาณ 1 Shore A ค่าเฉลี่ยของทั้ง 5 คน ในการวัดยางมาตรฐานแต่ละชิ้นจะเป็นดังนี้ สีขาววัดได้ 31.6 Shore A สีเหลือง 38.8 Shore A สีน้ำเงิน 48.8 Shore A สีเขียว 61.3 Shore A สีแดง 72.8 Shore A สีน้ำตาล 76.4 Shore A และสีดำ 87.6 Shore A ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดทั้ง 7 ชิ้นอยู่ระหว่าง 0.447 –0.836 Shore A

สรุปจากการทดสอบความชำนาญทั้ง 2 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบทั้ง 5 คน มีประสิทธิภาพและมีความชำนาญในการทดสอบเป็นอย่างดี มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน ± 1 Shore A และจากมาตรการการประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพานครั้งนี้ ห้องปฏิบัติการทดสอบยางได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐานว่าด้วยการรับรองห้องปฏิบัติการ[5,10]

4.4 ปัญหาและอุปสรรค

4.4.1 เนื่องจากเป็นการจัดทำการประกันคุณภาพวิธีทดสอบค่าความแข็งของยางรองคอสะพาน เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25[5](มอก.1300 [10]) ซึ่งเป็นการจัดทำเป็นครั้งแรกของกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 จึงทำให้ใช้เวลา ในการจัดทำมาตรฐานวิธีทดสอบนาน เพราะจะต้องให้ถูกต้องและมีรายละเอียดครบตามข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1300 [10]

4.4.2 การเตรียมชิ้นทดสอบค่อนข้างยุ่งยากเพราะจะต้องทำให้ผิวหน้าเรียบ และความหนาต้องสม่ำเสมอ เพื่อให้ผิวหน้าของชิ้นทดสอบสัมผัสกับแป้นสำหรับวางชิ้นทดสอบได้สนิท ซึ่งจะให้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง

4.4.3 การสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งผู้สอบเทียบจะต้องมีความชำนาญ แต่ละตำแหน่งจะต้องทำซ้ำหลายๆครั้งแล้วจึงหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความไม่แน่นอนของแต่ละตำแหน่ง เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือวัดค่าได้ถูกต้อง

4.4.4 การตรวจทดสอบความถูกต้องในการวัดของผู้ปฏิบัติการทดสอบยาง จะต้องใช้ยางมาตรฐานชุดเดียวกัน เมื่อวัดซ้ำกันหลายๆครั้งโดยผู้ทดสอบ 1 คนจะวัด 5 ครั้งต่อยางมาตรฐาน 1 ชิ้นการวัดแต่ละครั้งจะทำให้เกิดรอยกดขึ้น ดังนั้นในการวัดครั้งหลังๆอาจวัดซ้ำรอยเดิมได้ ผู้ทดสอบจะต้องใช้ความระมัดระวังมาก จึงทำให้ผลการวัดของแต่ละคนอาจได้ไม่เท่ากัน

4.4.5 การวัดความแข็งของยางแต่ละชิ้นแม้จะเป็นตัวอย่างเดียวกัน ความแข็งของยางแต่ละด้าน(ด้านบนและด้านล่าง)ในบางครั้งไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อผลการทดสอบให้ค่าแตกต่างกันเกิน±5 ShoreA ผู้ทดสอบจะต้องทำการวัดซ้ำใหม่อีก 5 ครั้งในชิ้นทดสอบเดิมแต่กลับเอาอีกด้านหนึ่งขึ้นมาวัด เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและผลของการวัดออกมาใกล้เคียงกัน

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการประกันคุณภาพ

ในการประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน ให้ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 [5] (มอก. 1300 [10]) จะต้องดำเนินการดังนี้

1. จัดทำคู่มือมาตรฐานวิธีทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน ไว้ใช้ในห้องปฏิบัติการทดสอบยาง โดยอาศัยมาตรฐาน ASTM : D 2240-97 [1] เป็นเอกสารอ้างอิง เพื่อให้ผู้ทดสอบทุกคนได้ใช้วิธีการทดสอบที่ถูกต้องและเหมือนกัน
2. ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ และดูแลบำรุงรักษาให้มีสภาพที่ใช้งานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำอยู่ตลอดเวลา ผู้ทดสอบที่ใช้เครื่องมือจะต้องดูแลและรับผิดชอบ รวมทั้งจะต้องลงบันทึกในตารางการใช้เครื่องมือทุกครั้ง พร้อมทั้งจะต้องบันทึกสภาวะของเครื่องมือทุกครั้งหลังการใช้งาน
3. มีการตรวจติดตามการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการทดสอบยาง (internal audit) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างถูกต้องและผ่านการตรวจติดตามคุณภาพ จากคณะกรรมการตรวจติดตามคุณภาพภายในได้
4. จากการตรวจสอบความถูกต้องในการวัดความแข็งของยาง ของผู้ปฏิบัติงานในกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 โดยดำเนินการอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ด้วยการวัดค่าความแข็งของยางมาตรฐานเพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้อง ผลปรากฏว่าผู้ปฏิบัติงานทุกคนวัดได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับค่าที่ระบุไว้ในใบรับรองของยางมาตรฐานทั้ง 2 ชุด แสดงว่าผู้ปฏิบัติงานมีความชำนาญและทดสอบได้อย่างถูกต้อง

สรุปผลจากการดำเนินการทั้ง 4 ข้อดังกล่าว ทำให้ห้องปฏิบัติการทดสอบยางของกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 [5] (มอก. 1300 [10])

วิจารณ์ผลการประกันคุณภาพการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน

1. จากการใช้คู่มือมาตรฐานการทดสอบฉบับเดียวกัน ทำให้ผู้ปฏิบัติการทดสอบความแข็งของยางมีการทดสอบที่เหมือนกัน และลดปัญหาการโต้แย้งเมื่อผลการทดสอบจากโรงงานเดียวกันในบางครั้งให้ผลไม่เท่ากัน
2. จากการสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งของยางที่ใช้สำหรับวัดความแข็งของยางทั้ง 2 ครั้ง ปรากฏว่าเครื่องมืออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีและวัดค่าได้ถูกต้อง ในช่วงของการสอบเทียบค่าความแข็งระหว่าง 20 ถึง 80 Shore A มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่

ระหว่าง 0 ถึง0.548 Shore A ค่าความไม่แน่นอนระหว่าง ± 1.15 ถึง±1.36 Shore A ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับว่าเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพสูง

3. ผลจากการตรวจสอบความถูกต้องของผู้ปฏิบัติการทดสอบความแข็งของยาง ปรากฏว่าผู้ปฏิบัติการทุกคนมีความชำนาญและวัดความแข็งได้ถูกต้อง
4. จากผลการดำเนินการทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนของความแข็งของยางรองคอสะพาน ในกรณีที่ทดสอบจากชิ้นตัวอย่างที่มีความหนาแตกต่างกันและความหนาต่างไปจากความหนาตามที่มาตรฐานกำหนด ผลการทดสอบปรากฏว่ากรณีชิ้นทดสอบที่มีความหนามากกว่ามาตรฐานกำหนด จะไม่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งของยางรองคอสะพาน ดังนั้นจึงนำไปใช้เป็นแนวทางในการเตรียมชิ้นทดสอบเพื่อวัดความแข็งของยาง โดยเตรียมชิ้นทดสอบที่มีความหนาเท่ากับความหนาของแผ่นยางรองคอสะพานได้เลยคือหนาประมาณ 25-30 มิลลิเมตร ทำให้สะดวกรวดเร็วในการทดสอบและให้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง
5. ทำให้สามารถยกระดับการทำงานของผู้ปฏิบัติการทดสอบให้มีคุณภาพเท่าเทียมกันและสามารถเข้าร่วมในการทำ Round robin test กับต่างประเทศได้อย่างมั่นใจ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ห้องปฏิบัติการทดสอบยางของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้บริการทดสอบว่าให้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง
2. ผู้ทดสอบมีความชำนาญและเกิดความมั่นใจในผลการทดสอบ ว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
3. ลดปัญหาข้อโต้แย้งในผลการทดสอบที่ได้จากโรงงานผู้ผลิต และจากห้องปฏิบัติการทดสอบยาง
4. เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมยาง ในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ยาง
5. ผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับของต่างประเทศ ไม่ต้องทำการทดสอบซ้ำ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการส่งตัวอย่างไปทดสอบในต่างประเทศ ซึ่งทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการรอผลการทดสอบจากต่างประเทศ ก่อนที่จะส่งผลิตภัณฑ์ออกไปจำหน่าย
6. มีการดูแล บำรุงรักษา และการใช้งานของเครื่องมืออย่างถูกต้อง ตลอดจนการสอบเทียบเครื่องมือเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ในกรณีที่เครื่องมือชำรุดเสียหายก็จะรู้ได้ทันที เพราะผู้ใช้เครื่องมือทุกคนจะต้องบันทึกวันที่ใช้งานและสภาวะของเครื่องมือทุกครั้ง
7. เป็นตัวอย่างในการจัดทำการประกันคุณภาพ การทดสอบสมบัติด้านอื่นๆของยางรองคอสะพานในอันดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานการประกันคุณภาพการทดสอบหาค่าความแข็งของยางรองคอสะพานครั้งนี้ ประสบผลสำเร็จ และได้รับการรับรองว่าเป็นห้องปฏิบัติการทดสอบที่มีความสามารถ เป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 และมอก.1300 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมว่าด้วยคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณ ผอก.กฟ. และ หัวหน้ากลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนช่วยแก้ไขปัญญาต่างๆ ขณะดำเนินการจัดเตรียมห้องปฏิบัติการจนได้รับความสำเร็จ พร้อมกันนี้ขอขอบคุณผู้ร่วมงานในงานทดสอบยางทั้ง 4 ท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดสอบความชำนาญระหว่างผู้ปฏิบัติการด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ห้องปฏิบัติการทดสอบยางได้รับการรับรองคุณภาพรวมทั้งผลงานนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

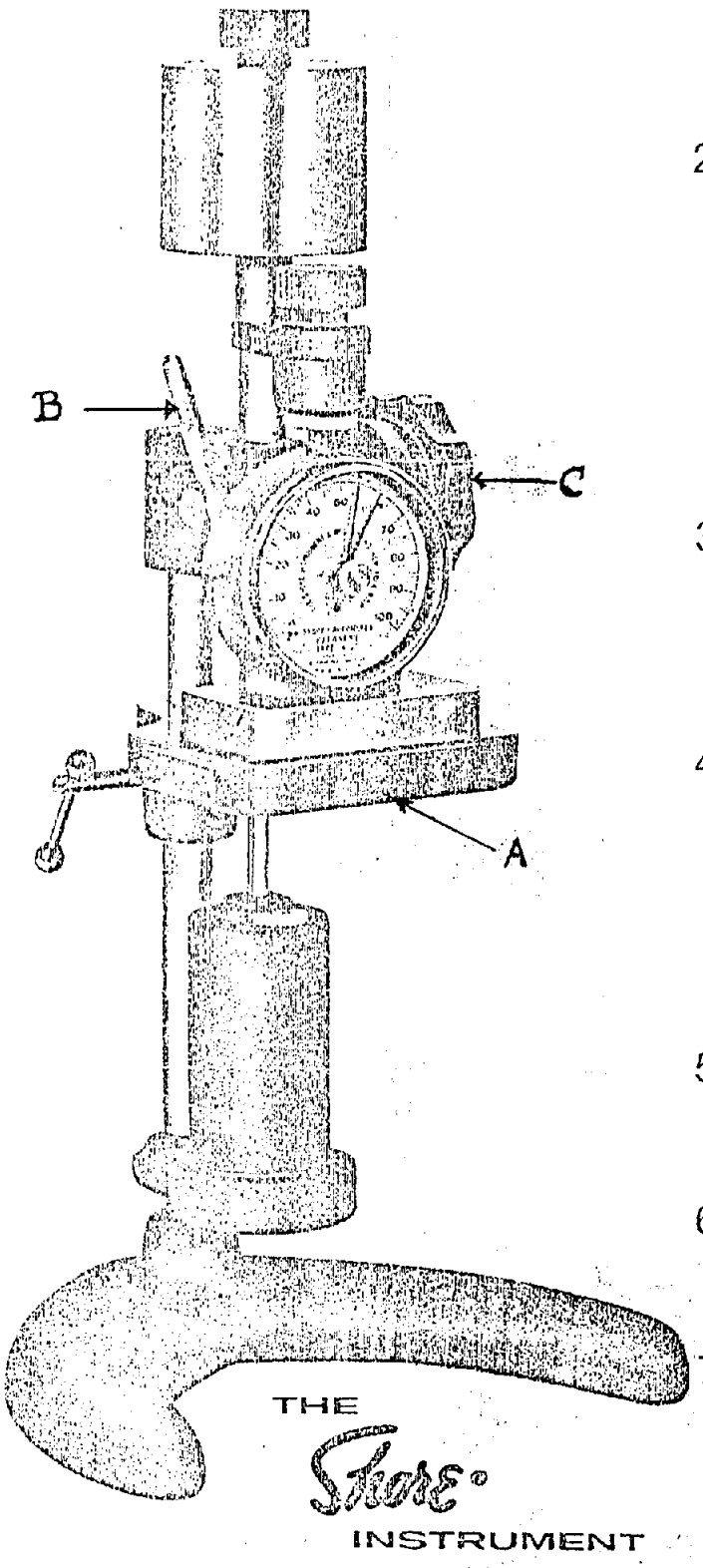
เอกสารอ้างอิง

1. American Society for Testing Materials Standard Test Method for Rubber Property – Durometer Hardness. **ASTM D2240 –1997**
2. British Standards Institution . Physical Testing of Rubber Part A 26 : Method for determination of hardness .**BS 903 Part A 26**
3. Hampden Test Equipment Ltd. **Reference Block Calibration Certificate** . Northampton England . May 1998. P.1
4. Instron / Wilson / Shore Instruments & MFG. Co. **Certificate of Calibration** . 100 Royal Street Canton. MA 02021-1089, July 1999. P.1
5. International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission. General requirements for the competence of Calibration and testing laboratories. **ISO/ IEC Guide 25**
6. International Organization for Standardization . Rubber, Vulcanized or Thermoplastic Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD).**ISO 48:1994**
7. Dr. S. Lackovic, Miss. R. Morgans and Dr. B. McGarry "New hardness testing *method for rubber*" **Rubber Asia** ,**Vol.6,November-December 1998** ,p 67-69.
8. The Shore Instrument & MFG. Co. **Bulletin R –12** " **Shore Durometer** " [n.p.,n.d.] p.7
9. The Shore Instrument & MFG. Co. **Manual for Operation of Shore Durocalibrator** New York [n,p.,n.d.].
10. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดทั่วไปว่าความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ **มอก.1300-2537**
11. นางสาว พจมาน ชำนาญทัศน์ และนาย วันชัย ชินชูศักดิ์ **เอกสารประกอบคำบรรยายโครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ หลักสูตร** " Uncertainty of Measurement " **รุ่นที่ 4** สถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2543

ภาคผนวก

วิธีใช้เครื่องวัดความแข็ง[7,8]

แบบ Shore A



1. วางชิ้นทดสอบลงบนแป้นโลหะสำหรับวางชิ้นทดสอบ (A)
2. ปรับระยะห่างระหว่างปลายเข็มกดของเครื่องกับผิวหน้าของชิ้นทดสอบ ให้ห่างกันอย่างน้อย 12 มม.(ประมาณ 0.5 นิ้ว) และห่างจากด้านข้างของชิ้นทดสอบอย่างน้อย 12 มม. เช่นกัน
3. ตรวจดูว่าเข็มบนหน้าปัทม์ของเครื่องชี้ที่เลข 0 ถ้าไม่ตรงให้หมุนเข็มให้อยู่ที่เลข 0 ก่อนใช้เครื่องทุกครั้ง
4. ใช้มือซ้ายปลดล็อค (B) มือขวาจับอยู่ที่ปุ่มหมุน (C) เพื่อปล่อยแป้นกดให้เคลื่อนที่ลงมากดบนชิ้นทดสอบตามความเร็วของเครื่องโดยไม่เกิดแรงกระแทก (shock)
5. เมื่อปลายเข็มกดลงบนชิ้นทดสอบดีแล้ว ให้อ่านค่าทันที
6. หมุนปุ่ม (C) ให้เคลื่อนที่ขึ้นกลับไปยังตำแหน่งเดิม พร้อมล็อค (B) ไว้
7. ให้วัดทั้งหมด 5 ครั้งต่อชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น ในการวัดแต่ละครั้งจะต้องให้ห่างจากจุดเดิมอย่างน้อย 6 มม. บันทึกค่าที่วัดได้ลงในแบบฟอร์มสำหรับบันทึกค่าความแข็ง

18 ก.ค. 41

ตารางบันทึกการใช้เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A

วัน เดือน ปี	เวลา	ชื่อผู้ใช้เครื่องมือ	เวลาที่ใช้เสร็จ	สภาวะของเครื่อง

หมายเหตุ กรุณาลงชื่อทุกครั้งที่ใช้เครื่องมือ

ตารางบันทึกผลการทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน

การทดสอบความแข็งของยางรองคอสะพาน

โดยใช้เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A

วันที่ทดสอบ :..... วันที่รับตัวอย่าง :..:.....

ชื่อตัวอย่าง :.....หมายเลขปฏิบัติการ.: .....PE. No.:.....

ลักษณะตัวอย่าง :.....

ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง / ที่อยู่ :.....

.....

.

อุณหภูมิขณะทดสอบ. .....°C

ชิ้นที่	ความแข็งที่วัดได้, Shore A						หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	มัธยะฐาน	
1							
2							
3							
4							
5							
ค่าเฉลี่ยของมัธยะฐานความแข็ง							

หมายเหตุ

ทดสอบโดย ....วันที่ทดสอบ.....

ผู้รับรอง ..... วันที่ .....