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

วศ
กฟ
อว 25

รายงานการศึกษาทดลอง

เรื่อง

การศึกษาวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์

โดย

นายอภินันท์ อุปการะกุล
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

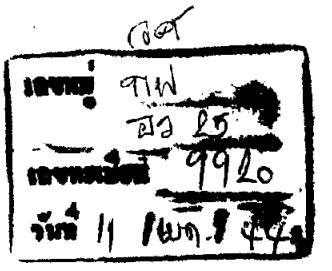
ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7 ว
กลุ่มงานเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

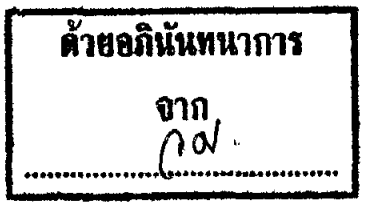
รายงานการศึกษาทดลอง

เรื่อง

การศึกษาวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์



โดย



นายอภินันท์ อุปการะกุล
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

2537

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ผลงานนี้เป็นการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ ด้วยการใช้วิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง โดยการแทนที่ด้วยน้ำกลั่นและการแทนที่ในน้ำมันก๊าด เปรียบเทียบกับวิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟซึ่งเป็นวิธีที่ผู้ผลิตยางใช้ เพื่อนำไปใช้หาความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ตามต้องการของผู้ประกอบรถยนต์ ผลการดำเนินการหาพื้นที่หน้าตัดขวางและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ที่ได้จากวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยางทั้ง 2 วิธี มีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งแตกต่างกับวิธี การใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้ ให้มีการทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของผู้ประกอบรถยนต์ กรมวิทยาศาตร์บริการจึงได้แนะนำวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ โดยการหาค่าความหนาแน่นของยางทั้ง 2 วิธีให้กับโรงงานอุตสาหกรรมผู้ผลิตยาง เพื่อปรับปรุงวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางของประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ ใหม่ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการและอุตสาหกรรมประเภทนี้ให้มีการตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดี เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ภายในประเทศ เพื่อเป็นการแข่งขันของอุตสาหกรรมนี้ในตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.1 คำจำกัดความ	1
1.2 ขั้นตอนการผลิต	2
1.3 ความสำคัญของปัญหา	3
1.4 วัตถุประสงค์	4
1.5 เป้าหมาย	4
1.6 ขอบเขตและข้อจำกัด	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ	4
บทที่ 2 วัสดุอุปกรณ์,วิธีการและผลการทดสอบ	9
2.วัสดุอุปกรณ์,วิธีการและผลการทดสอบ	9
2.1 วัสดุอุปกรณ์,วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ การหาพื้นที่หน้าตัดขวาง	9
2.1.1 การใช้หน้าตัดขวางขอบยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ	9
2.1.2 การหาค่าความหนาแน่นของยาง	9
2.1.3 การดูดซึมน้ำ	10
2.2 การทดสอบความแข็งแรงของรอยต่อและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่	20
2.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ	20
2.2.2 วิธีทดสอบ	21

หน้า

2.2.3 การทดสอบหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ 21

บทที่ 3 วิจารณ์, สรุปและข้อเสนอแนะ 24

3. วิจารณ์และสรุป 24

3.1.1 วิจารณ์ผล 24

3.1.2 สรุป 24

3.1.3 ข้อเสนอแนะ 24

คำขอบคุณ 26

เอกสารอ้างอิง 27

ภาคผนวก

ก การใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ 28

ข การแทนที่ในน้ำกลั่น 29

ค ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าด 31

ง การแทนที่ในน้ำมันก๊าด 33

จ การดูดซึมน้ำ 35

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยการใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ 12

2. แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยการแทนที่ในน้ำกลั่น 13

3. แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยการแทนที่ในน้ำมันก๊าด 15

4. แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยการแทนที่ในน้ำมันก๊าดที่ใช้อุปกรณ์ช่วยถ่วง 17

5. แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ 19

6. แสดงผลการทดสอบแรงดึงของรอยต่อและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ 22

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพการผลิตยางขอบประตูรถยนต์	5
2	แสดงภาคตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำแบบต่าง ๆ จำนวน 20 ตัวอย่าง	6-7
3	แสดงการเตรียมชิ้นทดสอบและวิธีการจับชิ้นทดสอบของรอยต่อยางขอบประตูรถยนต์แบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทดสอบหาความแข็งแรงของรอยต่อ	20

บทที่ 1

บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 คำจำกัดความ

ยางขอบประตูรถยนต์หมายถึง ยางหรือวัสดุอื่นที่ยึดติดแน่นกับตัวถังรถยนต์ ใช้สำหรับป้องกันน้ำจากภายนอกรถ เช่น น้ำฝน ไม่ให้เข้าสู่ภายในรถ และมิให้ประตูรถยนต์สัมผัสกับตัวถังรถยนต์โดยตรง ซึ่งทำให้เกิดเสียงดังและรถอาจจะชำรุดได้ และครอบคลุมถึงยางของฝากระโปรงหน้าและยางขอบฝากระโปรงหลังด้วย

ปัจจุบันได้มีอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ภายในกระเทศเกิดขึ้น มีการพัฒนา การผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต่างๆเพิ่มมากขึ้น เพื่อป้อนให้แก่โรงงานประกอบรถยนต์ แต่โดยที่ชิ้นส่วนรถยนต์ภายในประเทศมักมีปัญหาในเรื่องคุณภาพไม่ได้ตามข้อกำหนดที่ผู้ประกอบการรถยนต์ต้องการ จึงได้มีการสนับสนุนจากภาครัฐบาลให้มีการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ในประเทศที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายในต่างประเทศ

ยางขอบประตูรถยนต์เป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ มี 4 ประเภทคือ ประเภทที่ 1 ยางฟองน้ำติดกับยางเนื้อตันที่มีวัสดุเสริมแรง ประเภทที่ 2 ยางฟองน้ำติดกับยางเนื้อตัน ประเภทที่ 3 ยางฟองน้ำ ประเภทที่ 4 ยางเนื้อตัน การเลือกใช้ยางขอบประตูรถยนต์ประเภทใดขึ้นอยู่กับผู้ผลิตรถยนต์ออกแบบให้เหมาะสมกับรถยนต์แต่ละแบบ ประเภท ผู้ผลิตยางจะผลิตตามแบบที่ผู้ผลิตรถยนต์กำหนด ในปัจจุบันยางขอบประตูรถยนต์ที่ผลิตในประเทศเมื่อนำมาตัดขวางเพื่อดูพื้นที่หน้าตัดขวางจะมีรูปร่างไม่เป็นทรงเรขาคณิต เพราะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับตัวถังรถยนต์ เพื่อให้สามารถใช้กันน้ำรั่วซึมและเปิดปิดประตูรถยนต์ได้ดียิ่งขึ้น มีประมาณ 150 แบบ และเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ เปลี่ยนแปลงไปตามแบบ รุ่น และประเภทรถยนต์

ยางขอบประตูรถยนต์มี 2 แบบคือ แบบเส้นและแบบสำเร็จ แบบเส้นส่วนมากแล้วใช้กับรถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุก แบบสำเร็จเป็นการนำเอาแบบเส้นมาตัดให้ได้ความยาวตามต้องการแล้วต่อให้เป็นวง การต่ออาจต่อแบบโดยตรงโดยใช้กาวทา แล้วนำมาติดกันหรือใช้ยางมาประสานแล้วผ่าน

ขบวนการความร้อนทำให้ติดกัน การต่ออีกแบบหนึ่งคือ การใช้แบบยางสำเร็จรูปมาต่อแล้วผ่านขบวนการความร้อนทำให้ยางติดกัน ส่วนมากแล้วจะเป็นการต่อตรงมุม แบบสำเร็จนี้โดยทั่วๆไปใช้กับรถยนต์นั่งโดยทั่วๆไป

1.2 ขั้นตอนการผลิต (ดูรูปที่ 1)

การเตรียมยางผสม (COMPOUND RUBBER) ยางผสมจะมี 2 ส่วนคือ ยางเนื้อตันและยางฟองน้ำ วิธีเตรียมคือ ผสมยางสังเคราะห์และสารเคมีชุดแรกในเครื่องผสมแบบแบนเบอรี่ โดยสารเคมีชุดแรกที่ใช้ประกอบด้วย คาร์บอนแบล็ค น้ำมันช่วยผสม ยากันเสื่อม สารเพิ่มผสมและสารกระตุ้น หากเป็นการเตรียมยางฟองน้ำ จะผสมสารทำฟองเพิ่มขึ้น ส่วนผสมที่ได้นำออกมาผ่านลูกกลิ้งเพื่อรีดเป็นแผ่นๆ แล้วนำไปผึ่งลมคลายความร้อนบนรางตระแกรง แล้วนำแต่แผ่นมาวางเก็บรอ โดยเรียงซ้อนกัน และระหว่างแผ่นโรยผงแป้งเพื่อป้องกันการเกาะติดกันของผิวยางที่นำมาเรียงซ้อน ส่วนผสมครั้งแรกที่ได้จะเป็น MASTER BATCH รอนำไปผสมในขั้นต่อไป โดยเก็บไว้ได้ประมาณ 1 สัปดาห์ การผสมในขั้นต่อมาจะนำ MASTER BATCH มาผสมกับสารเคมีชุดที่สอง ได้แก่ ยาเร่ง และยาสุก โดยวิธีโรยสารเคมีดังกล่าวลงบน TWO ROLL MILLS และกลิ้งผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันในลูกกลิ้งผสมยาง ส่วนผสมที่ได้นำมาผึ่งลมคลายความร้อนและส่วนผสมนี้เรียกว่า ยางผสม (COMPOUND RUBBER) ซึ่งยางผสมส่วนที่เป็นยาง เนื้อตันกับยางฟองน้ำ จะแตกต่างกันที่สูตรและการเติมสารทำฟอง

การขึ้นยางขอบประตู ยางขอบประตูมี 2 ประเภทคือ ประเภทที่ 1 และ 3 แต่ละประเภทแตกต่างกันที่ส่วนประกอบ ที่นำมาขึ้นรูปกล่าวคือ ประเภทที่ 1 มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ ยางเนื้อตัน ยางฟองน้ำ และวัสดุเสริมแรง (เหล็กกระดูกงู) ส่วนประเภทที่ 3 จะมีเฉพาะยางฟองน้ำเพียงอย่างเดียว วิธีการขึ้นรูปทำโดยนำส่วนประกอบข้างต้นมาเข้าเครื่องฉีดยาง (EXTRUDER) เพื่อฉีดยางออกมาตามรูปร่างหน้าตัดของแบบที่กำหนด โดยวิธีการออกแบบ DIE ของเครื่องฉีดเพื่อให้เป็นตัวบังคับรูปร่างหน้าตัดดังกล่าว ยางจะถูกฉีดออกมาเป็นเส้นยาว ถูกลากผ่านเข้าตู้ให้ความร้อน โดยมีลมร้อนอุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส เพื่ออุ่นก่อนนำไปอบในตู้ไมโครเวฟ จากนั้นจึงผ่านเข้าตู้อบไมโครเวฟ เพื่ออบยางที่อุณหภูมิประมาณ 150-180 องศาเซลเซียส แล้วผ่านเข้าตู้ลมร้อนเพื่ออุ่นอีกครั้งก่อนนำไปอบในตู้ไมโครเวฟเพื่ออบครั้งที่ 2 ยางที่อบได้จะถูกนำไปผ่านตู้ลมร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิหลังอบในช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อน แล้วจึงนำไปผ่านอ่างน้ำเย็นอุณหภูมิห้อง เพื่อคลายความร้อนลง จากนั้นจึงม้วนเส้นยางเก็บเข้าล้อ (ROLLS) เพื่อนำรอไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ซึ่งกรรมวิธีในขั้นตอนนี้จะเป็นระบบต่อเนื่อง (CONTINUOUS PROCESS)

หมายเหตุ - สำหรับยางประเภทที่ 1ก่อนนำมาฉีดขึ้นรูป ต้องนำเหล็กแผ่นมาผ่านเครื่องเจาะกระดูกงู

เพื่อทำเหล็กกระดูกงูก่อน และหลังการฉีดขึ้นรูปแล้วต้องนำม้วนยางมาเข้าเครื่องหักกระดูกงูให้เป็นรูปตัวยู เพื่อขึ้นรูปส่วนที่เป็นวัสดุเสริมแรงอีกครั้ง แล้วจึงม้วนเก็บเข้าล้อ (ROLL)

- ยางทั้งสองประเภทที่ผลิตในขั้นตอนนี้ จะสุ่มตัวอย่างตรวจสอบทุกความยาว 50-100 เมตร ในรายการ มิติหน้าตัด ความเรียบร้อยและ การยึดเกาะตัวของยางมีวัสดุเสริมแรง (เฉพาะประเภทที่ 1)

การทำยางแบบเส้น นำยางแต่ประเภทที่ผลิต มาตัดขนาดความยาวตามขนาดโดยควบคุมความยาวเป็นเมตร และมีเครื่องมือวัดความยาววัดก่อนที่จะตัดเป็นม้วนตัดหัวและท้ายของยางให้เรียบร้อย แล้วม้วนเก็บ ตรวจสอบควบคุมทุกม้วนเป็นน้ำหนัก(ใช้แทนการตรวจสอบความยาว) จะได้ยางแบบเส้นผลิตเป็นม้วนความยาวประมาณไม่ต่ำกว่า 50 เมตร สุ่มตัวอย่างตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ก่อนนำไปบรรจุ

การยางแบบสำเร็จ นำยางแต่ละประเภทมาตัดเป็นชิ้น มีความยาวตามขนาดกำหนด แล้วนำยางแต่ชิ้นมาทำ MARKER เพื่อเป็นเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่จะเจาะรู ระบายอากาศหรือเพื่อแสดงตำแหน่งที่จะเสริมยางฟองน้ำเพิ่มความแข็งแรงในการใช้งาน หรือเพื่อแสดงตำแหน่งที่จะเสริมไส้ในของยางเพื่อเป็นตัวบังคับรูปทรงให้เข้ารูปในการใช้งาน (การทำ MARKING สำหรับ 2 กรณีหลัง จะมีเฉพาะยางบางรุ่นที่ผลิตเท่านั้น) หลังทำตำแหน่งแล้ว จึงนำมาเจาะรูระบายอากาศหรือนำมาเสริมยางฟองน้ำหรือเสริมไส้ใน (เฉพาะรุ่นที่มีการเสริม) จากนั้นนำยางที่เตรียมเรียบร้อยแล้วแต่ชิ้นที่มีแบบหน้าตัดต่างกันมาต่อมุมในแม่พิมพ์ต่อมุม (JOINT-MOULD) โดยมียางต่อมุมเป็นยางประสานรอยต่อและมีการทากาวเป็นน้ำยาประสานรอยต่อด้วย อนึ่งการต่อมุมอาจทำการต่อมุมเพียงมุมเดียวจนถึงการต่อ 4 มุม นำเข้าเครื่องต่อมุมเพื่ออบยางบริเวณรอยต่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยอบที่อุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส ถอดยางออกจากแม่พิมพ์ต่อมุม ทิ้งให้เย็นตัวแล้วนำไปตกแต่งมุมต่อให้เรียบร้อย และสุ่มตัวอย่างตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

1.3 ความสำคัญของปัญหา

ยางขอบประตูแบบสำเร็จรูป เมื่อนำยางแบบเส้นมาต่อเข้าด้วยกัน มักจะมีปัญหาเรื่องความแข็งแรงของรอยต่อ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางขอบประตูรถยนต์ ได้กำหนดค่าความแข็งแรงของรอยต่อ โดยใช้ยางขอบประตูแบบสำเร็จที่มีรอยต่อ มาทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงด้วยความเร็ว 200 มิลลิเมตรต่อนาที ค่าของความแข็งแรงรอยต่อคือค่าแรงดึงที่ทดสอบได้

ปัจจุบันโรงงานประกอบรถยนต์บางรายได้กำหนดความแข็งแรงของรอยต่อ ยางขอบประตู

รถยนต์เป็นแรงดึงต่อพื้นที่ ตามการออกแบบของผู้ผลิตรถยนต์ในต่างประเทศ ซึ่งไม่ตรงตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางขอบประตูรถยนต์ ผู้ผลิตยางจึงได้ส่งชิ้นตัวอย่างรอยต่อแบบต่างๆ ของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทที่ 3 ยางฟองน้ำ จำนวน 20 ตัวอย่าง ที่มีหน้าตัดขวางของยางตามรูปที่ 2 มาที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ศึกษาวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตู โดยใช้เครื่องมือภายในห้องทดลองทั่วๆไปเปรียบเทียบกับวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางที่โรงงานผลิตยางใช้คือ วิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั๊มบนกระดาษกร๊าฟ หาค่าความแข็งแรงของรอยต่อตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และนำค่าพื้นที่หน้าตัดขวางที่หาค่าได้มาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ เพื่อให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ผลิตและประกอบรถยนต์

1.4 วัตถุประสงค์

1.4.1 เพื่อให้ได้วิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวาง ของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ และเพื่อหาความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่

1.4.2 เพื่อให้ผลิตยางปรับปรุงวิธีการทดสอบ เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้ผลิตและประกอบรถยนต์

1.4.3 เพื่อเป็นการเผยแผ่ความรู้ แก่ห้องปฏิบัติการ และบุคคลผู้สนใจทั่วไป

1.5 เป้าหมาย

เพื่อให้ได้วิธีการทดสอบการพัฒนาคุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพอุตสาหกรรมการผลิตยางขอบประตูรถยนต์ให้คุณภาพดี เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศ

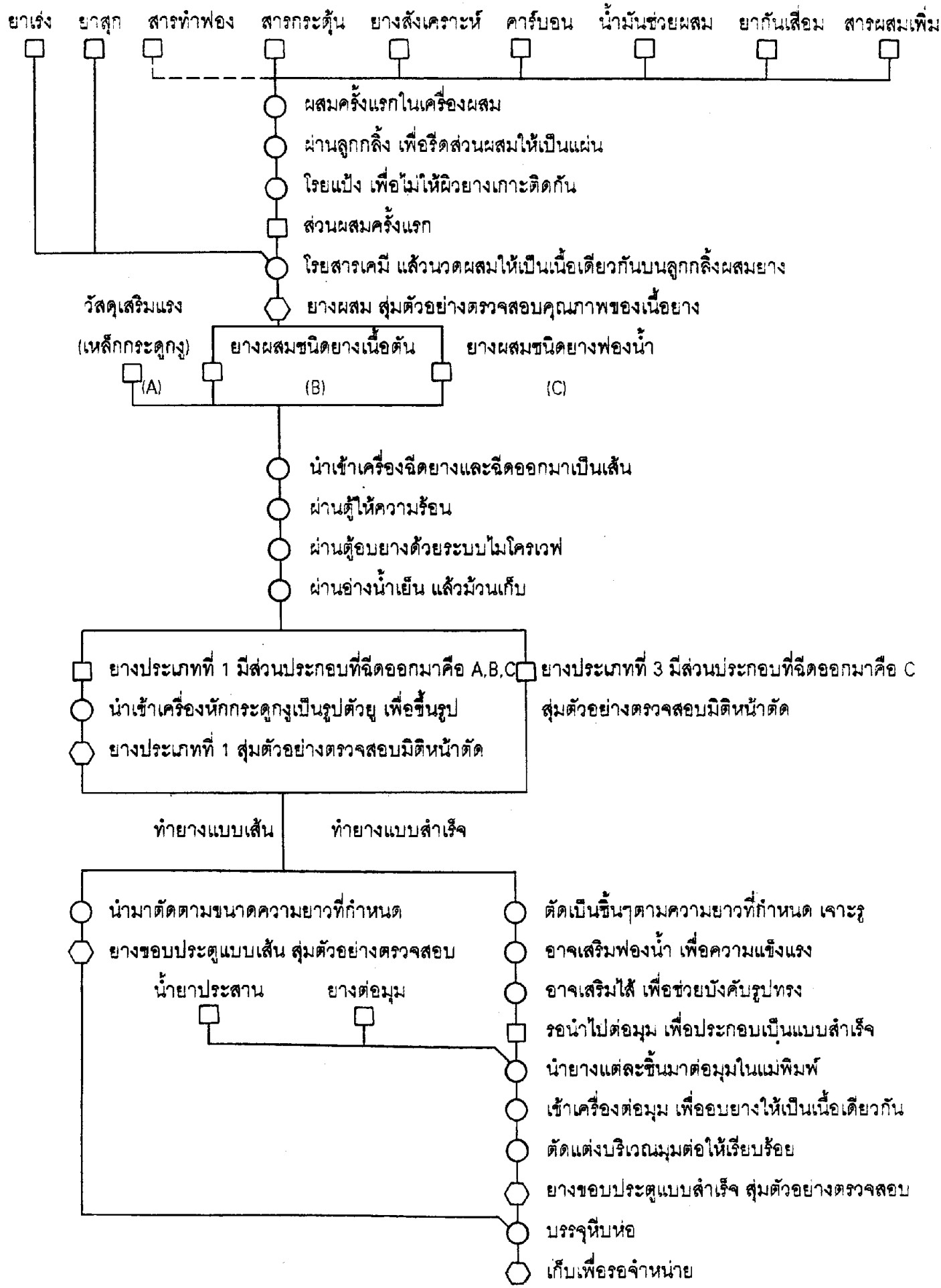
1.6 ขอบเขตและข้อจำกัด

1.6.1 ศึกษาวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยใช้เครื่องมือภายในห้องทดลองทั่วๆไป

1.6.2 การหาความแข็งแรงของรอยต่อ ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางขอบประตูรถยนต์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

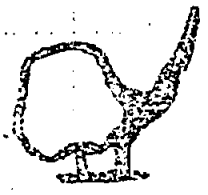
ผลการพัฒนาวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวาง สามารถนำไปถ่ายทอดให้แก่ผู้ผลิตยางขอบประตูรถยนต์ ซึ่งจะทำให้อุตสาหกรรมนี้สามารถพัฒนาคุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพ ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ เพื่อเป็นการแข่งขันของอุตสาหกรรมนี้ในตลาดภายในและภายนอกประเทศ



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพการผลิตยางขอบประตูรถยนต์

รูปแบบหน้าตัดขวางยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ

ตัวอย่างที่ 1

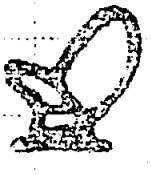


ตัวอย่างที่ 2

ตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 4

ตัวอย่างที่ 5



ตัวอย่างที่ 6

ตัวอย่างที่ 7

ตัวอย่างที่ 8

ตัวอย่างที่ 9

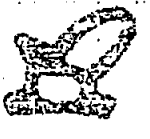
ตัวอย่างที่ 10

ตัวอย่างที่ 11

ตัวอย่างที่ 12

ตัวอย่างที่ 13

ตัวอย่างที่ 14



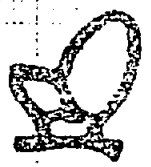
ตัวอย่างที่ 15

รูปแบบหน้าตัดขวางยางขอบประดูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ

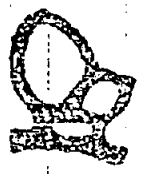
ตัวอย่างที่ 16

ตัวอย่างที่ 17

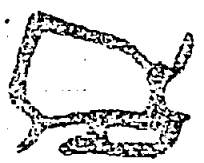
ตัวอย่างที่ 18



ตัวอย่างที่ 19



ตัวอย่างที่ 20



รูปที่ 2 แสดงภาคตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ แบบต่างๆ จำนวน 20 ตัวอย่าง ที่ผู้ผลิตยางส่งมาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการทดสอบ เพื่อหาพื้นที่หน้าตัดขวางและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่

บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์, วิธีการและผลการทดสอบ

2. วัสดุอุปกรณ์, วิธีการและผลการทดสอบ

2.1 วัสดุอุปกรณ์, วิธีการและผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวาง

ยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ มีคุณลักษณะที่ลอยน้ำ ดังนั้นการหาค่าพื้นที่หน้าตัดขวางจึงมีความแตกต่างไปจากยางประเภทยางเนื้อตัน ซึ่งมีคุณลัษณะที่จมน้ำ

จากการศึกษาทดลองในครั้งนี้ได้ศึกษา 2 วิธีคือ

- วิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ
- วิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง

2.1.1 การใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ

การหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตู ประเภทยางฟองน้ำตามวิธีนี้ได้จากการนับพื้นที่ตารางเล็กๆ บนกระดาษกร๊าฟ (ภาคผนวก ก.) โดยไม่ได้หักรูพรุนของอากาศระหว่างเนื้อยางออกและไม่แน่นอน เป็นวิธีที่ผู้ผลิตยางใช้ในการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 1

2.1.2 การหาค่าความหนาแน่นของยาง

การหาค่าความหนาแน่นของยาง โดยทั่วไปเราสามารถหาได้ 2 วิธีคือ

- การแทนที่ในน้ำกลั่น
- การแทนที่ในของเหลวอื่นๆ

2.1.2.1 การแทนที่ในน้ำกลั่น

การหาพื้นที่หน้าตัดขวางโดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำทั้ง 20 ตัวอย่าง มีค่าน้อยกว่าค่าความหนาแน่นของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส คือ 0.9976 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้ต้องใช้ตัวถ่วงที่มวลมากเพื่อใช้ถ่วงให้ชิ้นตัวอย่างจมลงในน้ำกลั่น (ภาคผนวก ข)สำหรับการหาค่าพื้นที่หน้าตัดขวาง ตามวิธีนี้มีค่าน้อยกว่าวิธีการใช้หน้าตัดขวางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ เนื่องมาจากค่าพื้นที่หน้าตัดขวาง ได้มาจากการหาค่าความหนาแน่นของยาง ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 2

2.1.2.2 **การแทนที่ในของเหลวอื่น ๆ**

การศึกษาทดลองในครั้งนี้ได้ใช้น้ำมันก๊าดเป็นของเหลวในการหาค่าความหนาแน่นของยาง น้ำมันก๊าดมีคุณลักษณะที่เหมาะสมคือ ไม่ทำให้ชิ้นตัวอย่างละลาย บวม หรือผลกระทบอื่นๆ ไม่ดูดความชื้นในอากาศ มีการระเหยการเป็นไอต่ำ มีความหนืดต่ำ มีจุดวาบไฟสูง และมีความถ่วงจำเพาะน้อย

เนื่องจากน้ำมันก๊าดที่ใช้เป็นของเหลวที่ไม่รู้ค่าความถ่วงจำเพาะ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดก่อน

สามารถหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดได้ (ภาคผนวก ค) เท่ากับ 0.7957 ที่ 23/23 องศาเซลเซียส

เมื่อหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดได้ สามารถหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ โดยใช้วิธีการหาความหนาแน่นของชิ้นตัวอย่างยาง(ภาคผนวก ง.) ด้วยการแทนที่ในน้ำมันก๊าด ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 3

จากผลการทดสอบตารางที่ 3 สามารถหาพื้นที่หน้าตัดขวางได้เฉพาะชิ้นตัวอย่างที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดคือ 0.7957 ที่ 23/23 องศาเซลเซียสชิ้นตัวอย่างนอกจากนั้นมีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำมันก๊าด จึงไม่สามารถจมลงในน้ำมันก๊าดได้

ดังนั้น สามารถพื้นที่หน้าตัดขวางของชิ้นตัวอย่างที่เหลือได้โดยใช้ตัวถ่วงถ่วงชิ้นตัวอย่างจมลงในน้ำมันก๊าด วิธีการทดลองสามารถทำแบบเดียวกับการใช้น้ำกลั่น แต่มีข้อดีกว่าคือสามารถจุ่มชิ้นตัวอย่างในน้ำมันก๊าดได้โดยไม่ต้องไล่ฟองอากาศในชิ้นตัวอย่างออก ทำให้สามารถลดความผิดพลาดจากการทดลองลงได้ ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 4

2.1.3 การดูดซึมน้ำ

เนื่องจากยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ มีคุณลักษณะที่ดูดซึมน้ำได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางผิดพลาดไป และชิ้นตัวอย่างยางขอบประตูรถยนต์ทั้ง 20 ตัวอย่าง ที่ผู้ผลิตส่งมาให้ทำการทดสอบมีความยาวน้อยมากไม่เพียงพอต่อการทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะการดูดซึมน้ำของยาง จึงได้นำผลการทดสอบคุณลักษณะการดูดซึมน้ำของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ ที่ผู้ผลิตและหน่วยงานราชการอื่นๆได้ส่งตัวอย่างมาให้กรมวิทยาศาสตร์

บริการ ทำการวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางขอบประตูรถยนต์ (มอก.800-2531) (ภาคผนวก จ.) มาแสดงให้เห็นว่ายางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำมีคุณลักษณะการดูดซึมน้ำต่ำ จึงมีผลต่อการหาพื้นหน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำน้อยมาก ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 5

จากผลการทดสอบตามตารางที่ 5 คุณลักษณะการดูดซึมน้ำของยางขอบประตูประเภทยางฟองน้ำจะเห็นว่าต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานมาก

ดังนั้น การหาพื้นที่หน้าตัดขวางโดยใช้วิธีการแทนที่ในน้ำกลั่นขั้นตอนการชั่งชิ้นทดสอบในน้ำกลั่นแต่ละชิ้นใช้เวลาน้อยมากไม่เกิน 10 วินาที การดูดซึมน้ำของชิ้นทดสอบจึงมีผลทำให้การทดสอบผิดพลาดไปน้อยมาก สำหรับคุณลักษณะการดูดซึมน้ำมันก๊าดของชิ้นทดสอบไม่สามารถทำการทดสอบได้เนื่องจากชิ้นตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีความมีความยาวน้อยมาก ไม่เพียงพอสำหรับใช้ในการทดสอบและไม่มีวิธีทดสอบ เกณฑ์มาตรฐานกำหนด ที่ใช้ในการอ้างอิง แต่จากผลการทดสอบการหาค่าพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำทั้ง 20 ตัวอย่าง ด้วยการใช้ วิธีการแทนที่ในน้ำกลั่นและวิธีการแทนที่ในน้ำมันก๊าด มีผลการทดสอบที่แตกต่างกันน้อยมาก

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยใช้หน้าตัดขวางของยางปั๊มบนกระดาษกร๊าฟ

ตัวอย่างที่	วิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั๊มบนกระดาษกร๊าฟ พื้นหน้าตัดขวาง (ตร.มม.)
1.	145
2.	137
3.	139
4.	154
5.	126
6.	115
7.	152
8.	150
9.	138
10.	125
11.	107
12.	169
13	165
14	108
15.	118
16.	130
17.	112
18.	132
19.	128
20.	165

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ จำนวน 20 ตัวอย่าง ที่มีหน้าตัดขวางของยางตามรูปหน้า 7-8 ซึ่งการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางตามวิธีนี้ หาได้โดยวิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางฟองน้ำด้านปลายที่เรียบจุ่มลงในน้ำหมึกปั๊มบนกระดาษกร๊าฟ แล้วนับพื้นที่ตารางเล็กๆบนกระดาษกร๊าฟ โดยไม่ได้หักรูพรุนของฮากาศระหว่างเนื้อยางออก จึงทำให้ผลการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำตามวิธีนี้มีค่ามากเกินความเป็นจริง

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยการแทนที่ในน้ำกลั่น

ตัวอย่างที่	การแทนที่ในน้ำกลั่น			
	ความถ่วงจำเพาะของยางฟองน้ำ	ความหนาแน่น กรัม/ลบ.ซม.	ปริมาตร ลบ.ซม.	พื้นที่หน้าตัดขวาง ตร.มม.
1.	0.8374	0.8354	3.5412	138.33
2.	0.8505	0.8484	3.4259	134.35
3.	0.8594	0.8573	3.4417	135.50
4.	0.8286	0.8266	3.8810	153.40
5.	0.6248	0.6233	3.0602	120.01
6.	0.6311	0.6296	2.9249	113.37
7.	0.6625	0.6691	3.7431	145.08
8.	0.6177	0.6102	3.6656	143.75
9.	0.6977	0.6960	3.4335	137.34
10.	0.6330	0.6315	2.9304	115.37
11.	0.6003	0.5988	2.5382	101.53
12.	0.8254	0.8234	4.3143	167.22
13.	0.8541	0.8520	4.1736	161.77
14.	0.6848	0.6831	2.6295	105.18
15.	0.8505	0.8484	2.9491	115.65
16.	0.6055	0.6040	3.2858	128.35
17.	0.8368	0.8348	2.8298	111.41
18.	0.6281	0.6266	3.0868	124.47
19.	0.6096	0.6081	3.1898	126.58
20.	0.8303	0.8283	4.0952	159.97

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ จำนวน 20 ตัวอย่าง ที่มีหน้าตัดขวางของยางตามรูปหน้า 7-8 ซึ่งการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางตามวิธีนี้ หาได้โดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง ด้วยการแทนที่ในน้ำกลั่น โดยใช้ชิ้นทดสอบที่มีความยาว 25 ±1 มิลลิเมตร ปลายทั้งสองข้างเรียบ แล้วนำมาแทนที่ในน้ำกลั่นเพื่อที่จะหาความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดขวางของยาง เนื่องจากยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำนี้มีความหนาแน่นของยางน้อยกว่าน้ำกลั่น จึงต้องใช้อุปกรณ์ช่วยถ่วงเพื่อให้ยางจมลงในน้ำกลั่น ผลการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำด้วยการหาความหนาแน่นของยางจะมีค่าน้อยกว่า การพื้นที่หน้าตัดขวางของยางโดยวิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟตามตารางที่ 1 เนื่องจากการหาพื้นที่หน้าตัดขวางตามวิธีนี้ เป็นการหาพื้นที่โดยหักพื้นที่ในส่วนของรูพรุนของอากาศในยางฟองน้ำออก

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยการแทนที่ในน้ำมันก๊าด

ตัวอย่างที่	การแทนที่ในน้ำก๊าด			
	ความถ่วงจำเพาะของยางฟองน้ำ	ความหนาแน่น กรัม/ลบ.ซม.	ปริมาตร ลบ.ซม.	พื้นที่หน้าตัดขวาง ตร.มม.
1.	0.8338	0.8318	3.5565	138.92
2.	0.8472	0.8452	3.4388	134.85
3.	0.8560	0.8539	3.4544	136.00
4.	0.8261	0.8281	3.8937	153.90
5.	-	-	-	-
6.	-	-	-	-
7.	-	-	-	-
8.	-	-	-	-
9.	-	-	-	-
10.	-	-	-	-
11.	-	-	-	-
12.	0.8222	0.8202	4.3311	167.87
13.	0.8516	0.8495	4.1859	162.87
14.	-	-	-	-
15.	0.8473	0.8453	2.9599	116.07
16.	-	-	-	-
17.	0.8335	0.8315	2.8410	111.85
18.	-	-	-	-
19.	-	-	-	-
20.	0.8282	0.8262	4.1055	160.37

ภูมิวิทยาศาสตร์บริการ

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ จำนวน 20 ตัวอย่าง ที่มีหน้าตัดขวางของยางตามรูปหน้า 7-8 ซึ่งการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางตามวิธีนี้ หาได้โดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง ด้วยการแทนที่ในน้ำมันก๊าด โดยใช้ชิ้นทดสอบที่มีความยาว 25 $\pm$1 มิลลิเมตร ปลายทั้งสองข้างเรียบ แล้วนำมาแทนที่ในน้ำมันก๊าด เพื่อที่จะหาความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดขวางของยาง ผลการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำด้วยการหาความหนาแน่นของยางนี้ จะหาค่าได้เฉพาะตัวอย่างที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันก๊าดและ จะมีค่าน้อยกว่าการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยาง โดยวิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟตามตารางที่ 1 แต่จะมีค่าใกล้เคียงกับการหาพื้นที่โดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง ด้วยการแทนที่ในน้ำกลั่นตามตารางที่ 2 เนื่องจากการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางวิธีนี้ เป็นการหาพื้นที่โดยหักพื้นที่ในส่วนของรูพรุนของอากาศภายในยางฟองน้ำออก

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ โดยการแทนที่ในน้ำมันก๊าด ที่ใช้อุปกรณ์ช่วยถ่วง

ตัวอย่างที่	การแทนที่ในน้ำก๊าด			
	ความถ่วงจำเพาะของยางฟองน้ำ	ความหนาแน่น กรัม/ลบ.ซม.	ปริมาตร ลบ.ซม.	พื้นที่หน้าตัดขวาง ตร.มม.
1.	0.8338	0.8318	3.5565	138.92
2.	0.8472	0.8452	3.4388	134.85
3.	0.8560	0.8539	3.4544	136.00
4.	0.8261	0.8281	3.8937	153.90
5.	0.6228	0.6213	3.0699	120.39
6.	0.6292	0.6277	2.9337	113.71
7.	0.6687	0.6671	3.7541	145.51
8.	0.6101	0.6086	3.6748	144.11
9.	0.6973	0.6956	3.4355	137.42
10.	0.6308	0.6293	2.9403	115.76
11.	0.5977	0.5963	2.5487	101.95
12.	0.8222	0.8202	4.3311	167.87
13.	0.8516	0.8495	4.1859	162.87
14.	0.6824	0.6808	2.6382	105.53
15.	0.8473	0.8453	2.9599	116.07
16.	0.6041	0.6027	3.2927	128.62
17.	0.8335	0.8315	2.8410	111.85
18.	0.6279	0.6264	3.0878	124.51
19.	0.6078	0.6064	3.1986	126.93
20.	0.8282	0.8262	4.1055	160.37

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ จำนวน 11 ตัวอย่าง ที่มีหน้าตัดขวางของยางตามรูปหน้า 7-8 ซึ่งการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางตามวิธีนี้ หาได้โดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง ด้วยการแทนที่ในน้ำมันก๊าด โดยการใช้อุปกรณ์ช่วยถ่วง เนื่องจากการหาค่าความหนาแน่น และพื้นที่หน้าตัดขวางของยางฟองน้ำตามตารางที่ 3 จะหาค่าได้เฉพาะยางที่มีค่าความหนาแน่นของยางมากกว่าน้ำมันก๊าด ตัวอย่างที่เหลือจะลอยหรือจมเป็นเพียงบางส่วนในน้ำมันก๊าด เนื่องจากยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำมันก๊าด จึงไม่สามารถหาค่าความหนาแน่นและพื้นที่ของยางได้ จึงต้องใช้อุปกรณ์ช่วยถ่วงเพื่อให้ยางจมลงในน้ำมันก๊าด ผลการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำด้วยการหาค่าความหนาแน่นของยางนี้ จะมีค่าน้อยกว่าการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางโดยวิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟตามตารางที่ 1 แต่จะมีค่าใกล้เคียงกับการหาพื้นที่โดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง ด้วยการแทนที่ในน้ำกลั่น ตามตารางที่ 2 เนื่องจากการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางตามวิธีนี้ เป็นการพื้นที่โดยหักพื้นที่ในส่วนของรูพรุนของฟองอากาศภายในฟองน้ำออก

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ

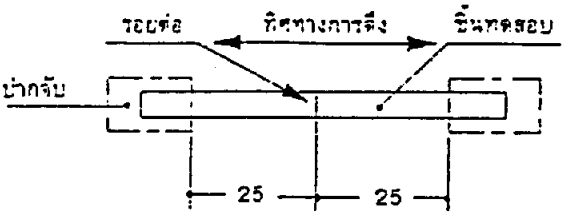
ตัวอย่างที่	หมายเลขปฏิบัติการ	การดูดซึมน้ำ ร้อยละ	เกณฑ์มาตรฐานกำหนด ตาม มอก. 800-2531
1.	MR.124	0.26	
2.	MR.125	0.37	
3.	MR.126	0.31	
4.	MR.127	0.22	
5.	MR.128	0.23	ไม่เกิน ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
6.	MR.129	0.26	
7.	OT.219	0.37	
8.	PD.39	0.46	
9.	QR.288	0.45	
10.	RF.139	0.45	

จากตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบหาการดูดซึมน้ำของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางขอบประตูรถยนต์ (มอก. 800-2531) เพื่อแสดงให้เห็นว่ายางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ มีการดูดซึมน้ำต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก จึงทำให้ผลการทดสอบหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางฟองน้ำ โดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยางด้วยการแทนที่ในน้ำกลั่น เนื่องจากการดูดซึมน้ำของยางฟองน้ำมีผลการทดสอบผิดพลาดไปน้อยมาก

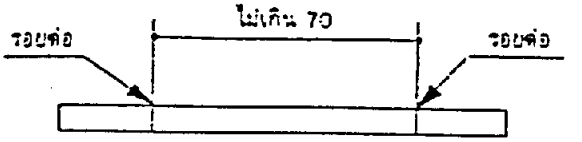
2.2 การทดสอบความแข็งแรงของรอยต่อและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่

2.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

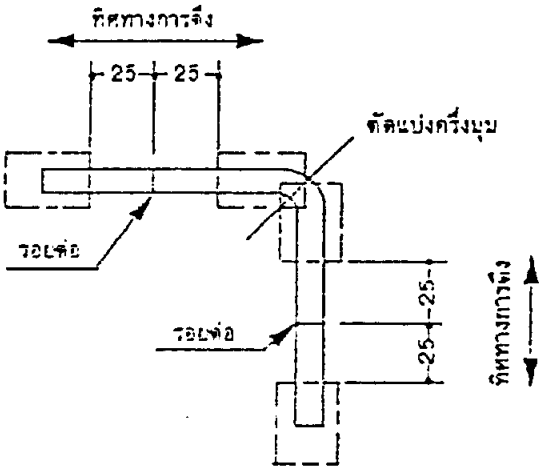
ตัดชิ้นตัวอย่างขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ ตรงบริเวณรอยต่อทุกแห่งที่มีหน้าตัดขวางตามรูปที่ 2 จำนวน 20 ตัวอย่าง ทำเป็นชิ้นทดสอบ ตามรูปที่ 3



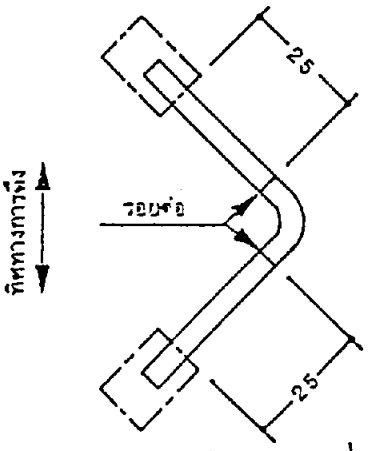
รอยต่อตรงแบบที่ 1



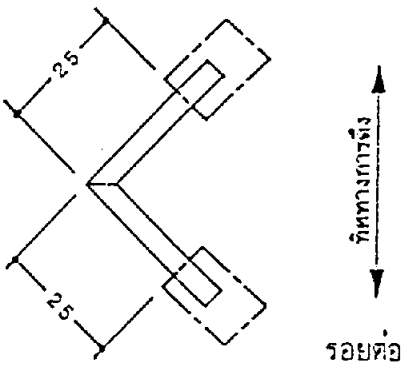
รอยต่อตรงแบบที่ 2



รอยต่อตรงแบบที่ 3



รอยต่อตรงแบบที่ 4



รอยต่อมุม

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 แสดงการเตรียมชิ้นทดสอบและวิธีการจับชิ้นทดสอบของรอยต่อยางขอบประตูรถยนต์ประเภทยางฟองน้ำ แบบต่างๆ เพื่อใช้ในการทดสอบหาความแข็งแรงของรอยต่อ

2.2.2 **วิธีทดสอบ**

- จับชิ้นทดสอบด้วยปากจับของเครื่องทดสอบแรงดึง แล้วดึงชิ้นทดสอบตามทิศทางตามรูปที่ 3 ด้วยความเร็ว 200 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

หมายเหตุ

1. กรณีที่รอยต่อสองรอยต่อห่างกันไม่เกิน 70 มิลลิเมตร ให้ถือเป็นรอยต่อเดียวและทดสอบตามรูปรอยต่อตรงแบบที่ 1 โดยให้ปากจับห่างจากรอยต่อแต่ละรอย ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
2. กรณีที่มุมระหว่างรอยต่อเกิน 70 มิลลิเมตร ให้ตัดชิ้นทดสอบออกเป็น 2 ชิ้น โดยแบ่งครึ่งมุมระหว่างรอยต่อ ตามรูปรอยต่อ
3. กรณีที่มุมระหว่างรอยต่อแคบมาก ไม่สามารถตัดชิ้นทดสอบออกเป็น 2 ชิ้น โดยแบ่งครึ่งมุมระหว่างรอยต่อและทดสอบตามรูปรอยต่อตรงแบบที่ 3 ให้จับชิ้นทดสอบและดึงตามรูปรอยต่อตรงแบบที่ 4 แทน
4. กรณีที่มีการเจาะรูที่ยางขอบประตูในบริเวณที่เป็นชิ้นทดสอบให้ใช้ปากจับจับชิ้นงานให้ห่างจากรอยต่อมากที่สุด โดยไม่ให้ชิ้นทดสอบขาดตรงรูในระหว่างทำการทดสอบ

2.2.3 **การทดสอบหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่**

เมื่อได้ค่าแรงดึงของรอยต่อแบบต่างๆของยางขอบประตูรถยนต์ที่มีหน้าตัดขวางตามรูปที่ 2 จำนวน 20 ตัวอย่าง นำผลการทดสอบพื้นที่หน้าตัดของยางขอบประตู ตามตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และ ตารางที่ 4 มาคำนวณหาความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ได้ดังนี้

$$\text{ความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่, เมกกะปลาสคาล} = \frac{\text{แรงดึง (นิวตัน)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดขวาง (มม.}^2\text{)}}$$

ดังนั้น จะได้ค่าความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ตามการหาพื้นที่หน้าตัดขวางวิธีต่างๆและได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบ แรงดึงของรอยต่อและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ

ตัวอย่างที่	แรงดึงของรอยต่อ	ความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่		
		วิธีปั๊มหน้าตัดขวาง	วิธีการหาค่าความหนาแน่น	
			การแทนที่ในน้ำกลั่น	การแทนที่ในน้ำมันก๊าด
	นิวตัน	เมกกะปาสคาล	เมกกะปาสคาล	เมกกะปาสคาล
1.	136.0	0.938	0.983	0.979
2.	65.0	0.474	0.484	0.482
3.	76.0	0.547	0.561	0.559
4.	90.0	0.584	0.587	0.585
5.	141.0	1.119	1.175	1.171
6.	61.0	0.401	0.420	0.419
7.	76.0	0.661	0.670	0.668
8.	65.0	0.433	0.452	0.451
9.	89.0	0.645	0.648	0.648
10.	93.0	0.744	0.806	0.803
11.	72.0	0.673	0.709	0.706
12.	120.0	0.710	0.718	0.715
13.	111.0	0.673	0.686	0.684
14.	99.0	0.917	0.941	0.938
15.	126.0	1.068	1.089	1.085
16.	86.0	0.661	0.670	0.669
17.	149.0	1.330	1.337	1.332
18.	90.0	0.682	0.723	0.723
19.	164.0	1.281	1.296	1.292
20.	200.0	1.212	1.250	1.247

จากตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบหาแรงดึงของรอยต่อและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ จำนวน 20 ตัวอย่าง ที่มีหน้าตัดขวางของยางตามรูปหน้า 7-8 การทดสอบหาแรงดึงของรอยต่อของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำทำการทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบแรงดึง แล้วนำผลการทดสอบมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อต่อต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำโดยการนำเอาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำที่ได้จากวิธีปั้มหน้าตัดขวางของยางบนกระดาษกร๊าฟและวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง มาคำนวณหาค่าความแข็งของรอยต่อต่อพื้นที่ ผลการหาความแข็งแรงของรอยต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำโดยวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยางจะมีค่ามากกว่าวิธีการปั้มหน้าตัดขวางของยางบนกระดาษกร๊าฟทั้ง 20 ตัวอย่าง

เนื่องจากการหาความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ เป็นความต้องการของผู้ผลิตและโรงงานประกอบรถยนต์เฉพาะบางรายที่ต้องการให้ผู้ผลิตยางทำยางขอบประตูรถยนต์ที่มีการกำหนดให้ยางขอบประตูที่มีรอยต่อ เป็นค่าแรงดึงต่อพื้นที่ เพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ภายในประเทศ โดยมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานกันโดยเฉพาะซึ่งเป็นความตกลงกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ผลิต ดังนั้นจึงไม่สามารถนำมาเป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับยางขอบประตูที่ใช้งานกันโดยทั่ว ๆ ไปได้

บทที่ 3

วิจารณ์,สรุปและข้อเสนอแนะ

3. วิจารณ์และสรุป

3.1 วิจารณ์ผล

การหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อและความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทที่ 3 ยางฟองน้ำ จำนวน 20 ตัวอย่าง ที่ผู้ผลิตยางส่งมาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการทดสอบนั้น ความแข็งแรงของรอยต่อต่อพื้นที่ซึ่งหาได้จากวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยางทั้ง 2 วิธี คือ การแทนที่ในน้ำกลั่นและน้ำมันก๊าดมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งแตกต่างกับวิธีการใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟตามที่ผู้ผลิตยางใช้อยู่ปัจจุบันที่ไม่ได้หักรูพรุนของอากาศระหว่างเนื้อยางออกจากพื้นที่หน้าตัดขวางทำให้มีค่ามากเกินความเป็นจริง ยางขอบประตูรถยนต์ประเภทที่ 3 ยางฟองน้ำมีการดูดซึมน้ำที่ต่ำมาก ดังนั้นปัญหาของการหาพื้นที่หน้าตัดขวางของยางขอบประตูรถยนต์ ที่ใช้วิธีการแทนที่ในน้ำกลั่นคือการไล่ฟองอากาศที่อยู่ในยางออกมาให้หมดจึงค่อนข้างยุ่งยากมากแต่ถ้าใช้วิธีการแทนที่ในน้ำมันก๊าดจะไม่เกิดปัญหานี้

3.2 สรุป

ผลการศึกษาทดลองนี้เป็นการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทดสอบให้กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ยางให้ถูกต้อง เหมาะสม เชื่อถือได้ให้กับผู้ประกอบรถยนต์ รวมถึงผู้บริโภคอื่น ๆ ที่ต้องใช้ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์เหล่านี้ นอกจากนั้นเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในประเทศให้มีการทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เพื่อให้สามารถแข่งขันกับชิ้นส่วนประกอบรถยนต์จากต่างประเทศและสามารถส่งออกขายไปยังต่างประเทศได้อีกด้วย

3.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้ผลิตยางต้องทำการปรับปรุงวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดขวางใหม่ โดยเปลี่ยนเป็นวิธีการหาค่าความหนาแน่นของยางแทน อาจจะใช้วิธีการแทนที่ในน้ำกลั่นหรือน้ำมันก๊าด ก็ได้ แล้วใช้ตัวถ่วงช่วยถ่วงเพื่อให้ชิ้นตัวอย่างจมลงในของเหลวได้ การเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับความพร้อมของอุปกรณ์และทักษะของผู้ทดสอบ

สำหรับการหาพื้นที่หน้าตัวขวางของยางขอบประตูรถยนต์ประเภทที่ 1 ยางฟองน้ำติดกับยางเนื้อตันมีวัสดุเสริมแรง ประเภทที่ 2 ยางฟองน้ำติดกับยางเนื้อตันและ ประเภทที่ 4 ยางเนื้อตัน

การหาพื้นที่หน้าตัดขวางโดยใช้วิธีการหาค่าความหนาแน่นของยาง จะต้องแยกส่วนที่เป็นยางฟองน้ำ ส่วนที่เป็นยางเนื้อตันและส่วนที่เป็นยางเนื้อตันออกจากวัสดุเสริมแรงออกจากกัน เมื่อรวมเป็นพื้นที่หน้าตัดขวางของยางชิ้นตัวอย่างแล้วจะต้องคิดอัตราส่วนให้ถูกต้อง

คำขอบคุณ

ผู้จัดทำผลงานขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาที่ได้ให้การสนับสนุน และขอขอบคุณกลุ่มงานเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 1 ที่ให้ยืมอุปกรณ์ในการหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดในรายงานฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ยางขอบประตูรถยนต์.; คุณลักษณะที่ต้องการ. มอก.800-2535.,1-5

2. American Society for Testing and Materials. Standard Test Methods for Specific Gravity (Relative Densiy) of Plastics by Displament. : Test Method A for Testing Solid Pastics in Water and Test Method B for Testing Solid Plastics in Liquids other than Water. ASTM D 792. Volume 08.01. 1991.,175-177

3. American Society for Testing and Material. Standard Speecification for Elastomeric Cellular Performed Gasket and Sealing Material.: Physical Properties. ASTM C 509. volume 04.07. 1979.,40

4. International Organization for Standardization. Rubber, Vulcanized- Determination of Density.: Procedure. ISO 2781. 1988.,2

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การใช้หน้าตัดขวางของยางปั้มบนกระดาษกร๊าฟ

ก.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดยางขอบประตูรถยนต์ที่มีหน้าตัดขวาง ตามรูปที่ 2 จำนวน 20 ตัวอย่าง ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ทำหน้าตัดขวางปลายทั้งสองข้างให้เรียบและให้ตั้งฉากกับแนวแกนตามยาว การเตรียมชิ้นตัวอย่างให้เรียบต้องระมัดระวังให้เกิดความร้อนแก่ชิ้นทดสอบน้อยที่สุด แล้วทำความสะอาดให้ปราศจากเศษผงของยาง

ก.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- กระดาษกร๊าฟ ที่มีสเกลแบ่งเป็นพื้นที่เล็กๆขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร กระดาษจะต้องมีความเรียบและความหนาของเนื้อกระดาษสม่ำเสมอ
- แว่นส่องขยาย มีกำลังขยายประมาณ 3 เท่า
- น้ำหมึกชนิดที่ไม่ซึมลงในกระดาษกร๊าฟจนพร่ามัว

ก.3 วิธีทดสอบ

นำชิ้นทดสอบด้านปลายที่ผ่านการทำให้เรียบจุ่มในน้ำหมึก แล้วปั้มลงบนกระดาษกร๊าฟ ปล่อยทิ้งไว้จนหมึกแห้ง แล้วใช้แว่นส่องขยายนับช่องตารางพื้นที่ทั้งหมด

ภาคผนวก ข.

การแทนที่ในน้ำกลั่น

ข.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดยางขอบประตูรถยนต์ที่มีหน้าตัดขวางตามรูปที่ 2 จำนวน 20 ตัวอย่างมาทำเป็นชิ้นทดสอบ ทำหน้าตัดขวางปลายทั้งสองข้างให้เรียบและให้ตั้งฉากกับแนวแกนตามยาว โดยให้ชิ้นทดสอบมีความยาว 25 ±1 มิลลิเมตร การเตรียมชิ้นทดสอบให้เรียบร้อยต้องระมัดระวังให้เกิดความร้อนแก่ชิ้นทดสอบน้อยที่สุด แล้วทำความสะอาด ให้ปราศจากเศษผงของยาง

ข.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องชั่ง ชั่งได้ละเอียด 0.0001 กรัม
- เวอร์เนียร์ ใช้สำหรับวัดความยาวของชิ้นทดสอบ อ่านค่าได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร
- ลวดสำหรับแขวนชิ้นทดสอบ ใช้ลวดทองแดงอาบน้ำยานัมเบอร์ 36 SWG
- น้ำหนักถ่วง ทำด้วยทองเหลือง
- บีเกอร์ ใช้บรรจุน้ำกลั่น
- เทอร์โมมิเตอร์ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ

ข.3 ภาวะการทดสอบ

ควบคุมภาวะการทดสอบ ให้ได้อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ± 5

ข.4 วิธีทดสอบ

- วัดความยาวของชิ้นทดสอบ
- ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบในอากาศ
- ติดลวดเข้ากับชิ้นทดสอบ ปลายอีกข้างหนึ่งทำเป็นตะขอสำหรับเกี่ยวกับเครื่องชั่ง ลวดจะต้องยาวพอสำหรับให้ชิ้นทดสอบจุ่มลงในน้ำกลั่นที่บรรจุในบีเกอร์ได้ทั้งชิ้น
- ติดน้ำหนักถ่วงเข้ากับชิ้นทดสอบด้านล่าง เพื่อถ่วงให้ชิ้นทดสอบจมน้ำ
- จุ่มชิ้นทดสอบและน้ำหนักถ่วงในแอลกอฮอล์ เพื่อไล่อากาศในชิ้นทดสอบออกให้หมด

- รอจนแอลกอฮอล์เริ่มแห้ง จุ่มชิ้นทดสอบและน้ำหนักถ่วงในน้ำกลั่นที่บรรจุในบีเกอร์ ชิ้นทดสอบ ต้องจมใต้ผิวน้ำ ต้องระมัดระวังไม่ให้ชิ้นทดสอบแตะกับผนังบีเกอร์และน้ำหนักถ่วงแตะก้นบีเกอร์
- บันทึกค่ามวล มวลที่ได้จะเป็นมวลของชิ้นทดสอบรวมกับมวลของลวดและมวลของตัวถ่วงที่ชั่งในน้ำกลั่น
- ชั่งน้ำหนักของลวดและตัวถ่วงในน้ำกลั่นตรงตำแหน่งความลึกเดียวกับชิ้นทดสอบ
- บันทึกค่ามวลของลวดและตัวถ่วงที่ชั่งในน้ำกลั่น

ข.5 วิธีคำนวณ

หาค่าความถ่วงจำเพาะ $= \dfrac{a}{a+w-b}$

หาค่าความหนาแน่น, กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร = ความถ่วงจำเพาะx 0.9976

หาค่าปริมาตร, ลูกบาศก์เซนติเมตร $= \dfrac{a}{\text{ความหนาแน่น}}$

หาค่าพื้นที่หน้าตัดขวาง, ตารางเซนติเมตร $= \dfrac{\text{ปริมาตร}}{\text{ความยาว}}$

ตารางมิลลิเมตร $= \dfrac{\text{ปริมาตร}}{\text{ความยาว}}$

เมื่อ a = มวลของชิ้นทดสอบที่ชั่งในอากาศ

b = มวลของชิ้นทดสอบรวมกับลวดแขวนและตัวถ่วงที่ชั่งในน้ำกลั่น, กรัม

w = มวลของลวดแขวนและตัวถ่วงที่ชั่งในน้ำกลั่น, กรัม

ภาคผนวก ค.

ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าด

ค.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องชั่ง ชั่งได้ละเอียด 0.0001 กรัม
- บีเกอร์ สำหรับใช้บรรจุน้ำกลั่นและของเหลว
- ปิกคนอมิเตอร์ พร้อมทั้งเทอร์โมมิเตอร์ มีความจุ 25 มิลลิลิตร
- เทอร์โมมิเตอร์ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ

ค.2 ภาวะการทดสอบ

ควบคุมภาวะการทดสอบให้ได้อุณหภูมิ 23 $\pm$ 0.1 องศาเซลเซียส

ค.3 วิธีทดสอบ

- ทำความสะอาดปิกคนอมิเตอร์และเทอร์โมมิเตอร์ แล้วเช็ดให้แห้ง
- ชั่งน้ำหนักของปิกคนอมิเตอร์ พร้อมทั้งเทอร์โมมิเตอร์
- เติมน้ำกลั่นลงในปิกคนอมิเตอร์จนเต็ม ปิดฝาที่มีเทอร์โมมิเตอร์ สอดอยู่ให้แน่น
- เช็ดน้ำกลั่นที่ล้นออกมาทางด้านบนของหลอดแก้วด้านข้างของ ปิกคนอมิเตอร์ให้แห้ง
- ปิดฝาด้านบนของหลอดแก้วด้านข้าง เช็ดทำความสะอาดภายนอก ให้เรียบร้อย
- ชั่งน้ำหนักของปิกคนอมิเตอร์พร้อมทั้งเทอร์โมมิเตอร์ที่บรรจุน้ำ กลั่นจนเต็ม
- เทน้ำกลั่นทิ้ง ทำความสะอาดปิกคนอมิเตอร์และเทอร์โมมิเตอร์ แล้วเช็ดให้แห้ง
- ชั่งน้ำหนักของปิกคนอมิเตอร์พร้อมทั้งเทอร์โมมิเตอร์(ค่ามวลที่ ได้เท่ากับครั้งแรก) ปิดฝาที่มีเทอร์โมมิเตอร์สอดอยู่ให้แน่น
- เติมน้ำมันก๊าดลงในปิกคนอมิเตอร์จนเต็ม ปิดฝาที่มีเทอร์โมมิเตอร์ สอดอยู่ให้แน่น แล้วดำเนินการเหมือนกับขั้นตอนของน้ำกลั่น
- ชั่งน้ำหนักของปิกคนอมิเตอร์ที่บรรจุน้ำมันก๊าดจนเต็ม

ค.4 การคำนวณ

สามารถหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดที่ 23/23 องศาเซลเซียส

ได้ดังนี้

$$d = \frac{b-e}{w-e}$$

เมื่อ d = ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดที่ 23/23 องศาเซลเซียส

e = มวลของปิกคนอมิเตอร์พร้อมทั้งเทอร์โมมิเตอร์

w = มวลของปิกคนอมิเตอร์ที่บรรจุน้ำกลั่นจนเต็มที่ 23 องศาเซลเซียส

b = มวลของปิกคนอมิเตอร์ที่บรรจุน้ำมันก๊าดจนเต็มที่ 23 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ง.

การแทนที่ในน้ำมันก๊าด

ง.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดยางขอบประตูรถยนต์ที่มีหน้าตัดขวางตามรูปที่ 2 จำนวน 20 ตัวอย่าง มาทำเป็นชิ้นทดสอบ ทำหน้าตัดขวางปลายทั้งข้างให้เรียบและให้ตั้งฉากกับแนวแกนตามยาว โดยให้ชิ้นทดสอบมีความยาว 25 $\pm$ 1 มิลลิเมตร การเตรียมชิ้นทดสอบให้เรียบต้องระมัดระวังให้เกิดความร้อนแก่ชิ้นทดสอบน้อยที่สุด แล้วทำความสะอาดให้ปราศจากเศษผงของยาง

ง.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องชั่ง ชั่งได้ละเอียด 0.0001 กรัม
- เวอร์เนียร์ ใช้สำหรับวัดความยาวของชิ้นทดสอบ อ่านค่าได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร
- ลวดสำหรับแขวนชิ้นทดสอบ ใช้ลวดทองแดงอาบน้ำยานัมเบอร์ 36 SWG
- บีเกอร์ ใช้สำหรับบรรจุน้ำมันก๊าด
- เทอร์โมมิเตอร์ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ

ง.3 ภาวะการทดสอบ

ควบคุมภาวะการทดสอบ ให้ได้อุณหภูมิ 23 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส

ง.4 วิธีทดสอบ

- วัดความยาวของชิ้นทดสอบ
- ชั่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบในอากาศ
- ติดลวดเข้ากับชิ้นทดสอบ ปลายอีกข้างหนึ่งทำเป็นตะขอสำหรับเกี่ยวกับเครื่องชั่ง ลวดจะต้องยาวเพียงพอ สำหรับให้ชิ้นทดสอบจุ่มลงในน้ำมันก๊าดที่บรรจุในบีเกอร์ได้ทั้งชิ้น
- จุ่มชิ้นทดสอบในน้ำมันก๊าดที่บรรจุในบีเกอร์ ชิ้นทดสอบต้องจมใต้ผิวของของเหลว ต้องระมัดระวังไม่ให้ชิ้นทดสอบแตะกับผนังของบีเกอร์

  บันทึกค่ามวล มวลที่ได้จะเป็นมวลของชิ้นทดสอบรวมกับมวลของลวดที่ชั่งในน้ำมันก๊าด
- ชั่งน้ำหนักของลวดตรงตำแหน่งความลึกเดียวกับที่ติดชิ้นทดสอบ

  บันทึกค่ามวลของลวดที่ชั่งในน้ำมันก๊าด

ง.5 วิธีคำนวณ

หาค่าความถ่วงจำเพาะ $= \frac{axd}{a+w-b}$

หาค่าความหนาแน่น, กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร = ความถ่วงจำเพาะ x 0.7957

หาค่าปริมาตร, ลูกบาศก์เซนติเมตร $= \frac{a}{\text{ความหนาแน่น}}$

หาค่าพื้นที่หน้าตัดขวาง, ตารางเซนติเมตร $= \frac{\text{ปริมาตร}}{\text{ความยาว}}$

ตารางมิลลิเมตร $= \frac{\text{ปริมาตร}}{\text{ความยาว}}$

เมื่อ a = มวลของชิ้นทดสอบที่ชั่งในอากาศ, กรัม

d = ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันก๊าดที่ 23/23 องศาเซลเซียส

b = มวลของชิ้นทดสอบรวมกับลวดแขวนที่ชั่งในน้ำมันก๊าด, กรัม

w = มวลของลวดแขวนที่ชั่งในน้ำมันก๊าด, กรัม

ภาคผนวก จ.

การดูดซึมน้ำ

ยางขอบประตูรถยนต์มีวิธีการทดสอบ เพื่อหาคุณลักษณะการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางขอบประตูรถยนต์ ดังนี้

- ภาวะการทดสอบที่ 21 องศาเซลเซียส
- ตัดชิ้นทดสอบยางขอบประตูรถยนต์ ประเภทยางฟองน้ำ ยาว 460 มิลลิเมตร จำนวน 10 ชิ้น
- ชั่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบ
- ดัดโค้งยางขอบประตูรถยนต์ให้เป็นรูปตัว U โดยให้มีส่วนโค้งด้านล่างยาว 152 มิลลิเมตร จัดปลายทั้งสองข้างให้มีความสูงเท่ากันแล้วทำเครื่องหมายที่ปลายทั้งสองข้างให้ต่ำลงมาข้างละ 25 มิลลิเมตร
- เติมน้ำกลั่นลงในภาชนะให้มีความลึกประมาณ 300 มิลลิเมตร
- จุ่มชิ้นทดสอบลงในน้ำกลั่น โดยให้ชิ้นทดสอบจุ่มในน้ำกลั่นรวม 406 มิลลิเมตร โดยที่ปลายทั้งสองข้างของชิ้นทดสอบอยู่เหนือระดับน้ำกลั่นข้างละ 25 มิลลิเมตร
- ตัดปลายทั้งสองข้างของชิ้นทดสอบที่อยู่เหนือระดับน้ำกลั่นออกข้างละ 25 มิลลิเมตร แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
- แช่ชิ้นทดสอบไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดให้นำชิ้นทดสอบขึ้นจากน้ำกลั่น แล้วใช้กระดาษซับน้ำให้แห้ง
- ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบ
- คำนวณผลการทดสอบการดูดซึมน้ำเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ดังนี้

(แล้วหาค่าเฉลี่ยจากจำนวนชิ้นทดสอบ 10 ชิ้น)

$$\text{การดูดซึมน้ำ, ร้อยละ} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100$$

เมื่อ w_1 = น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนแช่ในน้ำกลั่นเป็นมิลลิกรัม (หักน้ำหนักของปลายทั้งสองข้างออก)

w_2 = น้ำหนักของชิ้นทดสอบภายหลังการแช่น้ำกลั่นเป็นมิลลิกรัม