บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เบรกเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในด้านความปลอดภัยของรถยนต์โดยมีผ้าเบรกเป็นตัวสร้างแรงเสียดทานกับจานเบรกเพื่อหยุดการหมุนของล้อ แต่ปัญหาที่พบบ่อยครั้งคือ เมื่อผู้ขับขี่เหยียบเบรกบ่อยๆ เช่น ขณะขับรถลงจากที่ลาดชันผู้ขับขี่ต้องเหยียบเบรกบ่อยๆ ส่งผลเร่งให้อุณหภูมิของผ้าเบรกเพิ่มขึ้น ทำให้ผ้าเบรกเกิดการเฟด (Fade) กล่าวคือมีประสิทธิภาพในการเบรกลดลงโดยเฉพาะสัมประสิทธิ์ความเสียดทานขาดความเสถียร ผู้ขับขี่จะต้องออกแรงเหยียบเบรกมากกว่าปกติ องค์ประกอบผ้าเบรก มีฟีนอลิกเรซิน (Phenolic resin) เป็นองค์ประกอบทำหน้าที่เป็นสารยึดติด (Binder) ยึดองค์ประกอบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน ข้อดีของฟีนอลิกเรซิน คือ ทนความร้อน ทนสารเคมี แต่ฟีนอลิกเรซินมีโครงสร้างร่างแหสามมิติ จึงทำให้ผ้าเบรกแข็งและเปราะ ดังนั้นจึงมีการเติมยางไนไตรล์บิวตะไดอีน (Nitrile Butadiene Rubber, NBR) อนุภาคขนาดไมโครเพื่อเพิ่มความเหนียวให้แก่ผ้าเบรก ผ้าเบรกเหล่านี้ยังมีอาการเฟด ผู้ประกอบการได้พยายามปรับปรุงปัญหาดังกล่าวมาโดยตลอด โครงการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ร่วมมือกับผู้ประกอบการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของผ้าเบรกให้ดีขึ้นโดยการใช้วัตถุดิบใหม่ๆ ได้แก่ ยาง NBR ขนาดอนุภาคระดับนาโนเป็นสารเพิ่มความเหนียวแก่ผ้าเบรก เนื่องจากผงยางนาโนมีขนาดเล็กมาก จึงน่าจะสามารถกระจายตัวได้ดีและสม่ำเสมอกว่ายาง NBR อนุภาคขนาดไมโคร ซึ่งน่าจะส่งผลให้ผ้าเบรกมีประสิทธิภาพดีขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมุ่งวิเคราะห์หาสัดส่วนปริมาณยาง NBR อนุภาคขนาดนาโนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตผ้าเบรกรถยนต์

ยาง ถือ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผ้าเบรก ยางที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตผ้า ได้แก่ ยางไนไตรล์บิวตะไดอีน (Nitrile Butadiene Rubber, NBR) เนื่องจาก ยาง NBR มีข้อดี คือ มีความเป็นขั้วสูง ทนต่อตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ทนต่อความร้อน ทนต่อการขัดถู และทนต่อน้ำมันปิโตรเลียม การผสมยางในผ้าเบรกมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเหนียว (Toughness) ยางที่เติมลงในผ้าเบรกนิยมใช้ในรูปแบบผง มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยในระดับไมโคร โดยกระบวนการผลิตผ้าเบรกต้องมีการผสมผงยางพร้อมวัสดุเสียดทานอื่นๆ เช่น เส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยหิน ผงขัด สารตัวเติม

เช่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารหล่อลื่น เป็นต้น ทำให้ผ้าเบรกจัดเป็นวัสดุประกอบแต่ง (Composites material) ที่มีองค์ประกอบมากมายและซับซ้อนมากที่สุด

อุตสาหกรรมการผลิตผ้าเบรกเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่ออุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันเป็นศูนย์กลางแหล่งผลิตรถยนต์แห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีอัตราการขยายตัวสูงดังข้อมูลและกราฟแสดงปริมาณผลิตรถยนต์ประจำปีพุทธศักราช 2542-2550 ในตารางที่ 1.1 และรูปที่ 1.1 ตามลำดับ ในปีพุทธศักราช 2550 ประเทศไทยมีอัตราการผลิตรถยนต์นั่ง รถยนต์นั่งตรวจการ รถปิกอัพ และรถบรรทุกรวม 1,301,012 คัน [1] นอกจากจะผลิตเพื่อสนองอุปสงค์ภายในประเทศแล้ว รถยนต์และรถปิกอัพที่ผลิตยังเป็นสินค้าส่งออกนำรายได้สูงเป็นอันดับต้นๆ ของสินค้าอุตสาหกรรมที่ส่งออกของประเทศไทย คิดเป็นมูลค่าปีละหลายล้านบาท ดังนั้นอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ของประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงในด้านประสิทธิภาพของรถยนต์ด้านต่างๆ อยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบความปลอดภัย เช่นระบบเบรกและผ้าเบรก ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวสร้างแรงเสียดทานให้กับล้อรถยนต์ เพื่อหยุดการหมุนของล้อ แต่หน้าที่ดังกล่าวอาจทำให้ผ้าเบรกเกิดการฉีกขาด หากมีแรงเสียดทานมากเกินไป หรือสารยึดติดสมบัติเปราะเกินไป การใช้งานเบรกบ่อยๆ ยังสามารถนำไปสู่การเพิ่มอุณหภูมิ ทำให้ผ้าเบรกมีสมบัติเชิงกลลดถอยลง เกิดอาการเฟด กล่าวคือประสิทธิภาพในการเบรกลดลง เมื่อจะหยุดรถต้องออกแรงเหยียบเบรกมากกว่าปกติ

ตารางที่ 1.1 แสดงยอดการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2550 (แยกตามประเภทรถ)

หน่วย : คัน

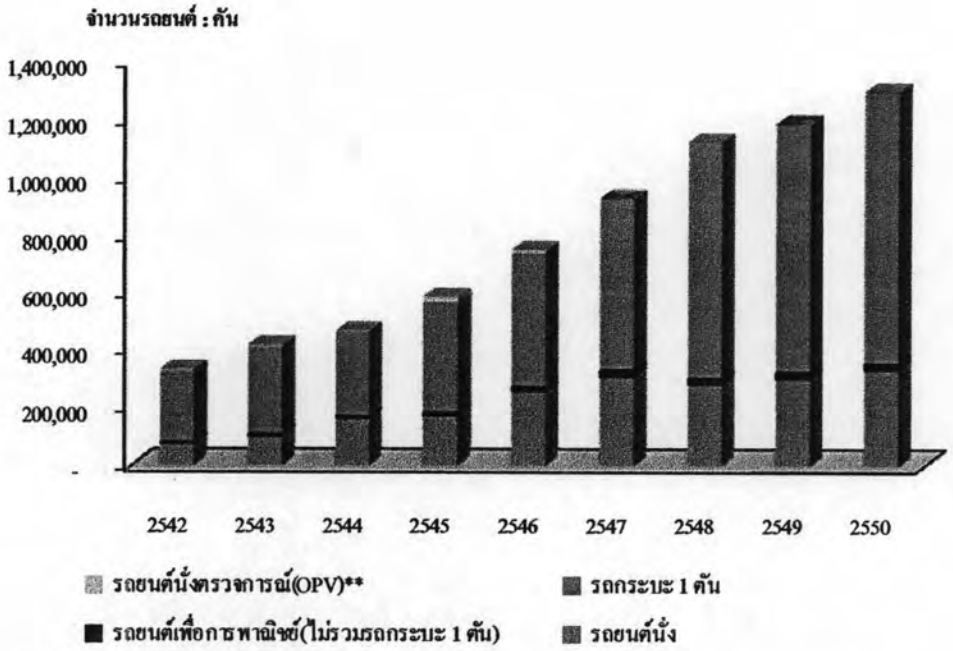
รายการ	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550
รถยนต์นั่ง	72,716	97,129	159,066	169,321	251,684	304,349	277,603	298,819	329,223
รถยนต์เพื่อการพาณิชย์ (ไม่รวมรถกระบะ 1 ตัน)	8,326	13,795	9,382	12,774	20,925	25,818	24,846	22,456	23,419
รถกระบะ 1 ตัน	240,369	294,834	289,349	382,297	468,938	597,914	822,867	866,769	948,370
รถยนต์นั่งตรวจการณ์ (OPV)**	5,822	5,960	4,621	20,559	8,965	-	-	-	-
รวม	327,233	411,718	462,418	584,951	750,512	928,081	1,125,316	1,188,044	1,301,012

หมายเหตุ :
1. รถกระบะ 1 ตันได้รวมทั้งรถ Double cab และ PPV ไว้ในที่นี้ด้วย
2. ตั้งแต่ปี 2547 เป็นต้นไปรถยนต์นั่งตรวจการณ์ (OPV) ได้รวมในรถยนต์นั่งตามการเก็บภาษีสรรพสามิต

PPV : Police patrol vehicle

OPV : Observation post vehicle

ที่มา : กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



รูปที่ 1.1 แสดงยอดการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2550 (แยกตามประเภทรถ)

แม้เทคโนโลยีการผลิตผ้าเบรกจะได้ถูกนำเข้าจากต่างประเทศ แต่ผู้ประกอบการผลิตผ้าเบรกในประเทศไทย (ซึ่งกว่าร้อยละ 85 เป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดย่อม) ก็พยายามพัฒนาต่อยอดความรู้ และพัฒนาการผลิตผ้าเบรกเพื่อใช้วัตถุดิบที่มีการพัฒนาใหม่ๆ หรือมีการพัฒนาขึ้นภายในประเทศ เพื่อให้มีการใช้องค์ประกอบที่ผลิตได้ในประเทศ (local content) มากยิ่งขึ้น แต่ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตผ้าเบรกยังขาดแคลนบุคลากร และการพัฒนาสูตรอย่างเป็นระบบประกอบกับเทคโนโลยีปัจจุบันที่เจริญก้าวหน้าทำให้มีการพัฒนาวัตถุดิบใหม่ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวโน้มการประยุกต์ใช้อนุภาคยางที่ได้มีการผลิตในระดับนาโน จึงทำให้ผู้ประกอบการผลิตผ้าเบรกในประเทศไทย มิอาจละเลยการประยุกต์ใช้ยางละเอียดขนาดนาโนเหล่านี้ เพื่อพัฒนาผ้าเบรกให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพิ่มความปลอดภัยสำหรับผู้ขับขี่และผู้โดยสาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ยางไนไตรล์บิวตะไดอีน (Nitrile Butadiene Rubber, NBR) อนุภาคขนาดนาโนเป็นสารเพิ่มความเหนียวแก่ผ้าเบรก แทนการใช้ยาง NBR อนุภาคขนาดไมโคร โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติหลักที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการเบรก ของผ้าเบรกสูตรยางนาโนเทียบกับสูตรยางไมโคร

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดอนุภาคยาง NBR ต่อคุณสมบัติหลักที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการเบรก

1.2.3 เพื่อหาอัตราส่วนยาง NBR ขนาดนาโนที่เหมาะสมที่สุดแก่การผลิตผ้าเบรก โดยใช้กระบวนการและเครื่องจักรขึ้นรูปผ้าเบรกที่โรงงานใช้กันอยู่แล้ว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ยางสังเคราะห์ไนไตรล์บิวตะไดอีน (NBR) ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 120 ไมโครเมตร และ 100 นาโนเมตร

1.3.2 สัดส่วนยาง NBR ที่ศึกษา ได้แก่ 2.2%, 2.0%, 1.8%, 1.6%, 1.4% และ 1.2% โดยน้ำหนัก

1.3.3 สาร Binder ที่ใช้ในผ้าเบรก คือ ฟีนอลิกเรซิน (Phenolic resin)

1.3.4 องค์ประกอบอื่นๆ ของผ้าเบรก ได้แก่ เส้นใยโลหะ เส้นใยอะรามิด ผงฝุ่น rock wool antimony carbon black แคลเซียมไฮดรอกไซด์ แบเรียมซัลเฟต ผงทองแดง กราไฟต์ เซอร์โคเนียม ซิลิเกต โพแทสเซียม ไททาเนต โดยใช้อัตราในส่วนเดิมที่ใช้อยู่แล้วในผ้าเบรกที่ผลิตในเชิงพาณิชย์

1.3.5 การขึ้นรูปชิ้นงานผ้าเบรก ใช้กรรมวิธี Compression Molding

1.3.6 สมบัติของผ้าเบรกที่ผลิตจากยาง NBR อนุภาคขนาดไมโครและนาโนวิเคราะห์โดยทดสอบสมบัติเชิงกลต่างๆ ได้แก่ การทนต่อแรงดัดโค้ง การทนต่อแรงกระแทก

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศึกษาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผ้าเบรกที่ระดับอุณหภูมิ 100 ถึง 350°C อัตราการสึกของผ้าเบรก และสมบัติเชิงกายภาพต่างๆ ที่สำคัญ สำหรับผ้าเบรกได้แก่ ความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ ความพรุน

1.3.7 ศึกษาโครงสร้างผ้าเบรกในระดับจุลภาคโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบการกระจายตัวของอนุภาคยาง NBR ขนาดไมโครและขนาดนาโนในผ้าเบรก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์: อุตสาหกรรมการผลิตผ้าเบรกรถยนต์ได้ผ้าเบรกต้นแบบที่ใช้ยางไนไตรล์บิวตะไดอีน (nitrile butadiene rubber; NBR) อนุภาคขนาดนาโนแทนผงยาง NBR ขนาดไมโคร ซึ่งผ้าเบรกต้นแบบที่ได้นี้มีประสิทธิภาพในการเบรกที่สูงกว่าผ้าเบรกที่ใช้ยาง NBR ขนาดไมโคร

1.4.2 ด้านสังคม: เพิ่มความปลอดภัยต่อชีวิตของผู้ขับขี่รถยนต์ ผู้โดยสาร และต่อ ทรัพย์สิน ผู้บริโภคได้รับผ้าเบรกที่ลดปัญหาการเฟด (Fade) หรือการเบรกไม่อยู่เมื่อเบรกร้อน

1.4.3 ในด้านผู้ประกอบการผลิตและธุรกิจผ้าเบรก (ซึ่งกว่าร้อยละ 85 เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม): กระตุ้นให้มีการพัฒนาวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ในกลุ่ม ทำให้มีผ้าเบรกแบบใหม่ ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ทันสมัย

1.4.4 ด้านต้นทุนการผลิต : การกระจายตัวของอนุภาคยาง NBR ขนาดนาโนที่มีขนาดเล็กและทั่วถึงกว่า ทำให้ผ้าเบรกที่เติมยาง NBR ขนาดนาโนใช้ยางในปริมาณน้อยกว่ายางขนาดไมโคร

1.4.5 ด้านการแข่งขันเชิงพาณิชย์ระหว่างประเทศ : เป็นการเตรียมตัวและกระตุ้นผู้ประกอบการผลิตผ้าเบรกรถยนต์ในประเทศไทยให้ผลิตสินค้าที่มีความทันสมัย ทันต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง การพัฒนาในอุตสาหกรรมผลิตผ้าเบรกในประเทศกลุ่มผู้นำ เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ฯลฯ

1.4.6 ด้านการพัฒนาบุคลากร: เป็นการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์เชิงวิชาการสู่บุคลากรในอุตสาหกรรมในขณะเดียวกัน นิสิต ผู้ดำเนินการวิจัยได้เรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและแนวทางการแก้ไขในโรงงานอุตสาหกรรม พร้อมทั้งได้พัฒนาทักษะการวิจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมการผลิต