การเพิ่มประสิทธิภาพของผ้าเบรคดรัมจากการทำลวดลาย

Brake Efficiency enhanced by figure Design on Drum Brake pads

ธวัชชัย นาคพิพัฒน์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โทร 0-2326-4197 โทรสาร 0-23264198 *อีเมล์ kntawatc@kmitl.ac.th

Tawatchai Nakpipat
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand 10520, Thailand, Tel: 0-2326-4197, Fax: 0-2326-4198, *E-mail:kntawatc@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ: ความปลอดภัยจากระบบเบรคเป็นสิ่งที่จำเป็นลำดับต้นๆของการขับขี่ยานพาหนะ ปัญหาที่พบขณะทำการเบรคซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของการเบรคลดลงเกิดจากขณะที่ผ้าเบรคทำงาน จะมีเศษผ้าเบรคที่เป็นขุยหลุดออกมาแทรกอยู่ระหว่างผิวสัมผัสของผ้าเบรคและดรัมเบรคเป็นผลทำให้เกิดการลื่นไถล ส่งผลให้ผ้าเบรคและดรัมเบรคร้อนมากจนอาจทำให้ผ้าเบรคไหม้ได้เมื่อทำการเบรคติดต่อกันนาน อีกทั้งจะเกิดอาการของเบรคลื่นเมื่อขับรถลุยน้ำขณะที่ผ้าเบรคเปียกน้ำ ประสิทธิผลของการเบรคจึงลดลงเนื่องจากฟิล์มของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างกลาง โครงงานนี้เป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของการเบรคที่เปลี่ยนแปลงไปจากการทำลวดลายบนหน้าสัมผัสของผ้าเบรค เพื่อทำหน้าที่เป็นช่องทางให้เศษผงของผ้าเบรคสามารถหลุดออกจากผิวสัมผัสระหว่างผ้าเบรคกับดรัมเบรคได้มากขึ้น และช่วยในการระบายความร้อนให้กับระบบเบรคเนื่องจากการการไหลผ่านของอากาศที่ร่องของผ้าเบรค จากการทดลองในสภาวะที่ผ้าเบรคแห้งและเปียกน้ำ การตอบสนองของการเบรคทำได้รวดเร็วดีขึ้นทำให้สามารถเบรคได้นานขึ้น การทำลวดลายที่เหมาะสมบนผ้าเบรคสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเบรคให้สูงขึ้นได้อย่างชัดเจน

Abstract: Safety by brake system is first of all necessary for vehicle driving. During brake, reduce speed efficiency has been decreased by many factors. Most of the problem can be concluded into three factors. The first is come from brake pad particle. Some fragment get loose and insert between surface of brake pad and drum brake which cause to make lower friction force. Second is from large amount of heat is generated during braking, the higher temperature on brake pad, it may cause to burn brake pad. Including, slip brake will be occurred when the brake pad is wet. This project is study on the brake efficiency from figure design on brake pads in order to remove fragment out of brake contact, decrease of braking temperature and get rid of water between two contact surfaces. By varying of shape, gap and dept of figure, the optimum figure on brake pad could be seen. The better brake efficiency and all problems could be solved.

Keywords: Braking, brake pad, figuring.

1. บทนำ

ในปัจจุบันการเดินทางเป็นสิ่งที่จำเป็น และควบคู่กับมนุษย์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของกับการขับขี่ยวดยานพาหนะเป็นที่สุด กล่าวได้ว่าความปลอดภัยจากระบบเบรก เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นลำดับต้นของการขับขี่ยานพาหนะ ตั้งแต่การเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ช้าไปจนถึงเร็วมากเพื่อการ หยุดได้ทันต่อเหตุการณ์ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ สามารถลดอุบัติเหตุ เพิ่มความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน อุบัติเหตุมักเกิดขึ้นมากในฤดูฝน เนื่องจากถนนลื่น

หรือมีน้ำท่วมขัง ซึ่งจุดนี้มักเป็นจุดอ่อนของระบบเบรก โดยเฉพาะดรัมเบรก เนื่องจากดรัมเบรกจะไม่มีการรีดน้ำออกเหมือนดิสก์เบรก ทำให้เบรคลื่น การทำงานของของดรัมเบรกจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษา และถ้าปรับปรุงโดยการทำลวดลายบนผ้าเบรก อาจทำให้การเบรกมีประสิทธิภาพดีขึ้น มีการระบายความร้อน การระบายของเศษผงผ้าเบรก อันมีผลทำให้ความปลอดภัยเพิ่มขึ้น อุบัติเหตุบนท้องถนนลดลง

2. วัตถุประสงค์

2.1ศึกษาถึงประสิทธิภาพของผ้าเบรกที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำลวดลาย

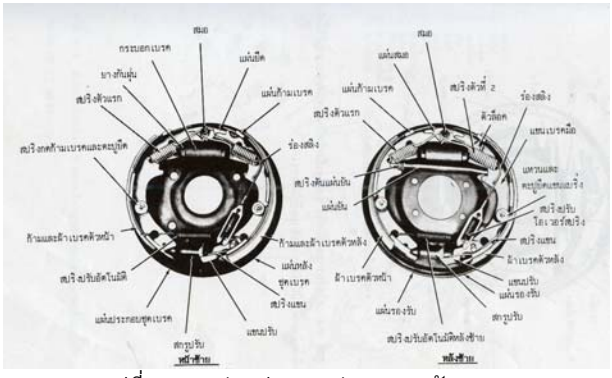
2.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

2.3 เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์และพัฒนาต่อไป

3. การดำเนินงาน

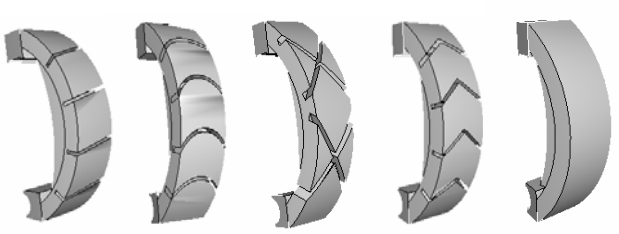
ทำการออกแบบลวดลายบนผ้าเบรกสำหรับใช้ในการทดสอบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพผ้าเบรก โดยจะศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ในการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพผ้าเบรก จากนั้นจึงออกแบบของลวดลายต่างๆ แล้วพิจารณาเลือกลวดลายที่เหมาะสมไปใช้เป็นแบบในการสร้างชิ้นงานทดสอบ โดยการควบคุมพื้นที่ของผ้าเบรก จากนั้นนำผ้าเบรกที่มีลวดลายตามที่ออกแบบและแบบเดิมที่ไม่มีการทำลวดลายไปทดสอบกับเครื่องทดสอบประสิทธิภาพผ้าเบรก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของการเบรกจากการทำลวดลาย

ดรัมเบรกมีหลายชนิด ระบบเบรคประกอบด้วยดรัม (Drum) ฝักเบรกและผ้าเบรก(Brake Shoes and Brake Linine) สายและกลไก (Brake Cable and Mechanism) และระบบไฮดรอลิค ดรัมเบรกมีหลายชนิด การทดสอบครั้งนี้เลือกใช้ดรัมเบรคแบบ Leading and Trailing



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบต่างๆของดรัมเบรค

ผ้าเบรกเป็นอุปกรณ์ที่สร้างแรงเสียดทานเมื่อถูกกดเข้ากับดรัมเบรก เนื้อวัสดุของตัวดรัมเบรกต้องแข็งเพื่อไม่ให้มีการสึกหรอมาก แต่ต้องมีผิวที่ไม่ลื่น ส่วนผ้าเบรกต้องมีเนื้อนิ่มกว่าดรัมเพื่อให้มีแรงเสียดทานสูงหรือสึกหรอมากกว่าเพราะเปลี่ยนได้ง่าย ผ้าเบรคผลิตขึ้นจากวัสดุผสมหลายอย่างและอาจผสมกับโลหะเนื้อนิ่ม เพื่อให้เบรกในช่วงความเร็วสูงได้ดี ผ้าเบรกมีหลายระดับ ประสิทธิภาพและความแข็งพิจารณาด้วยหลักการง่ายๆ คือยิ่งนิ่มยิ่งสร้างแรงเสียดทานได้ง่าย แต่ไม่ทนความร้อนอาจลื่นหรือไหม้หากเบรกบ่อยๆ หรือเบรกนานหรือเบรกในช่วงความเร็วสูง และผ้าเบรคยิ่งแข็งยิ่งทนร้อน ฝุ่นผงที่เกิดจากการสึกหรอของผ้าเบรก เนื่องจากการเสียดสีกันระหว่างผิวสัมผัสของผ้าเบรคกับดรัมเบรค จะรวมตัวกันเป็นก้อนมีลักษณะทรงกลมการออกแบบลวดลายที่ดี จะช่วยระบายผงเบรกเหล่านี้ให้เคลื่อนที่พ้นออกไปจากพื้นที่สัมผัสได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ประกอบกับแรงเฉื่อยและการขยายตัวของอากาศเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยพาผงฝุ่นเหล่านี้วิ่งไปตามร่องที่ออกแบบไว้ได้

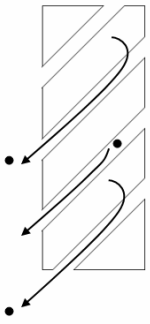


รูปที่ 2 แสดงรูปแบบการทำลวดลายบนผ้าเบรก

แบบของลวดลายมีการพิจารณาในการออกแบบ คือ ออกแบบลวดลายในรูปแบบให้อยู่ในแนวขวางการเคลื่อนที่ของเศษผงผ้าเบรก เพื่อให้เศษผ้าเบรกเคลื่อนที่เข้าสู่ร่องที่ทำไว้และถูกระบายออกไป โดยให้พื้นที่ผิวหน้าสัมผัสของผ้าเบรกเท่ากันทุกชุดของการทดลอง เพื่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพผ้าเบรก

รายละเอียดพื้นที่ผิวสัมผัสของผ้าเบรค	
ขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัสมาตรฐาน	26.25 cm^2
พื้นที่ที่ใช้ทำลวดลายบนผ้าเบรกเป็น 13.71 %ของผ้าเบรกมาตรฐาน	3.6 cm^2
พื้นที่ผิวสัมผัสของผ้าเบรกที่ทำลวดลาย	22.65 cm^2

ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่ผิวสัมผัสของผ้าเบรกที่ทำการออกแบบลวดลาย



รูปที่ 3 ลักษณะการเคลื่อนที่ของฝุ่นออกตามลวดลาย

การเลือกใช้ผ้าเบรคที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อทำการทดสอบในครั้งนี้เลือกวัสดุประเภทแกรไฟต์คาร์บอน

การวัดประสิทธิภาพของผ้าเบรกจากเครื่องทดสอบหาได้จาก

1) ค่ากำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้จากวัตต์มิเตอร์ ผ้าเบรกที่มีประสิทธิภาพดีจะให้ความฝืดมากกว่า ซึ่งมีผลทำให้มอเตอร์ต้องใช้กำลังไฟฟ้าในการหมุนขับดรัมเบรกมากขึ้น

2) คำนวณค่าความหน่วงจากจำนวนรอบ และเวลาที่ใช้ในการหยุดดรัมเบรกที่หมุนได้ โดยอาศัยพลังงานจากล้อช่วยแรง(Fly Wheel) เพียงอย่างเดียว ผ้าเบรกที่มีประสิทธิภาพดีจะให้ค่าความหน่วงในการเบรกมาก โดยค่าความหน่วงสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\theta = \omega t + 0.5\alpha t^2$$

เมื่อ α คือ ค่าความหน่วงเชิงมุม

θ คือ จำนวนรอบที่หมุนขณะเบรก

ω คือ ความเร็วรอบเริ่มต้น

t คือ เวลาที่ใช้ในการเบรก

รูปที่ 4 แสดงผ้าเบรกมาตรฐานสำหรับการทดสอบ

4. การทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 เพื่อหาลายผ้าเบรกที่ดีที่สุด

แบบ	รูปแบบของลวดลาย	รูปร่าง	พื้นที่(cm^2)
1	แบบมาตรฐาน		26.25
2	ลายเฉียง45องศา		22.65
3	ลายกากบาท		22.65
4	ลายโค้งตรงกลาง		22.65
5	ลายเอียงตรงกลาง		22.65

ตารางที่ 2 แสดงลวดลายของผ้าเบรกที่ทำการทดสอบครั้งที่ 1

การทดลองครั้งที่ 2 เพื่อหามุมเอียงที่ดีที่สุด

แบบ	รูปแบบลวดลาย	รูปร่าง	พื้นที่(cm^2)
1	ลายเฉียง 30 องศา		22.65
2	ลายเฉียง 45 องศา		22.65
3	ลายเฉียง 60 องศา		22.65

ตารางที่ 3 แสดงมุมเอียงของผ้าเบรกที่ทำการทดสอบครั้งที่ 2

การทดลองที่ 3 เพื่อหาความกว้างที่ดีที่สุด

แบบ	รูปแบบของลวดลาย	รูปร่าง	พื้นที่(cm^2)
1	ร่องกว้าง 0.225 ซม.		22.65
2	ร่องกว้าง 0.281 ซม.		22.65
3	ร่องกว้าง 0.375 ซม.		22.65

ตารางที่ 4 แสดงขนาดร่องของผ้าเบรกที่ทำการทดสอบครั้งที่ 3

การทดลองที่ 4 เพื่อหาความลึกที่ดีที่สุด

แบบ	รูปแบบของลวดลาย	รูปร่าง	พื้นที่(cm^2)
1	ลายเฉียงร่องลึก 3 มม.		22.65
2	ลายเฉียงร่องลึก1.5 มม.		22.65

ตารางที่ 5 แสดงความลึกของผ้าเบรกที่ทำการทดสอบครั้งที่ 4

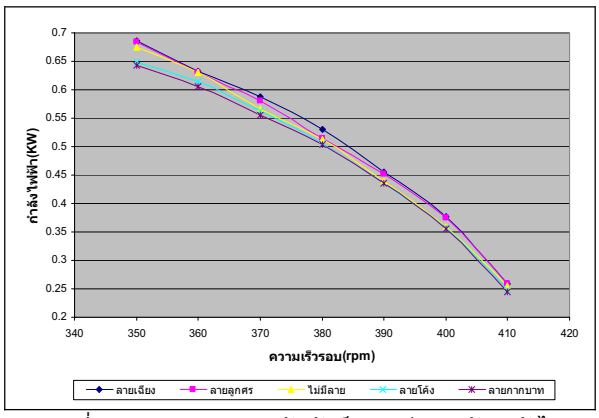
การทดลองที่ 5 การทดลองในสภาวะผ้าเบรกเปียกน้ำ

แบบ	รูปแบบของลวดลาย	รูปร่าง	พื้นที่(cm^2)
1	ร่อง 0.225 ซม.		22.65
2	ร่อง 0.281 ซม.		22.65
3	ร่อง 0.375 ซม.		22.65
4	ไม่มีลวดลาย		26.25

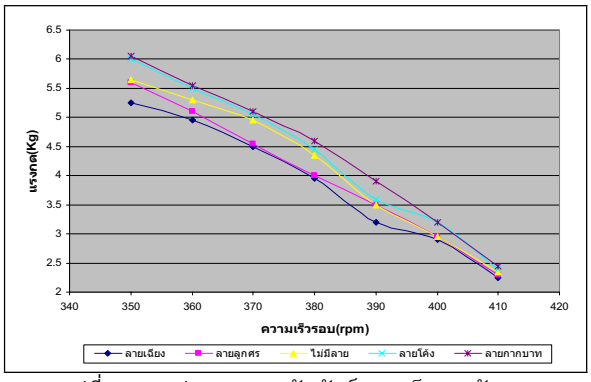
ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดของผ้าเบรกที่ทำการทดสอบครั้งที่ 5

5. ผลการทดลอง

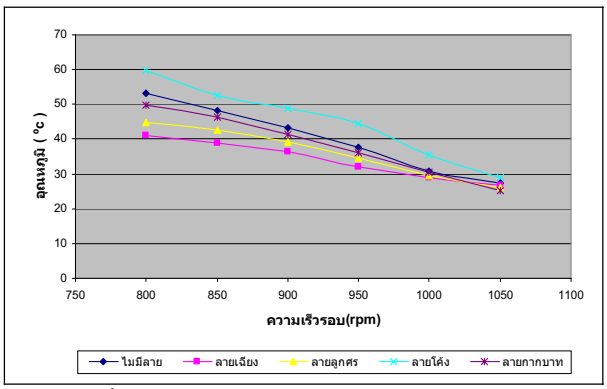
จากการทดลองทั้ง 5 การทดลอง ได้ผลดังกราฟต่อไปนี้



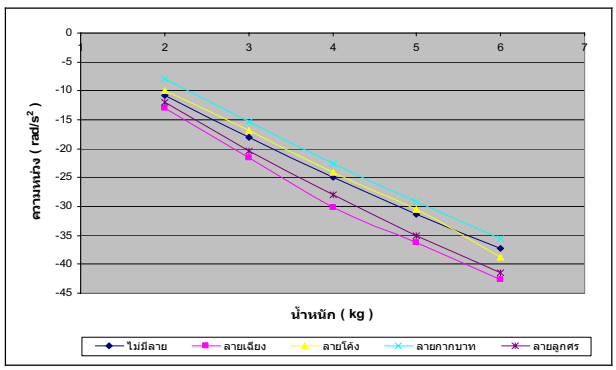
รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้า



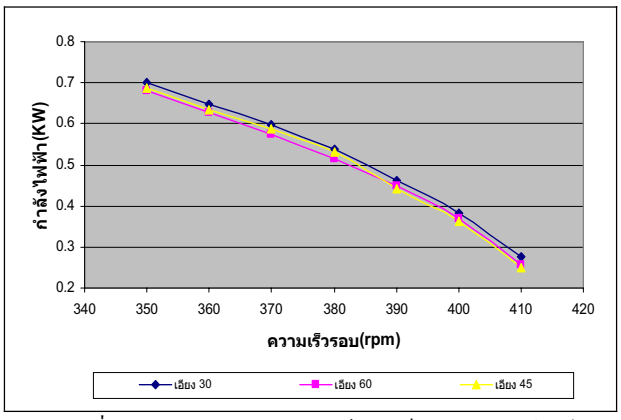
รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับแรงกด



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับอุณหภูมิ

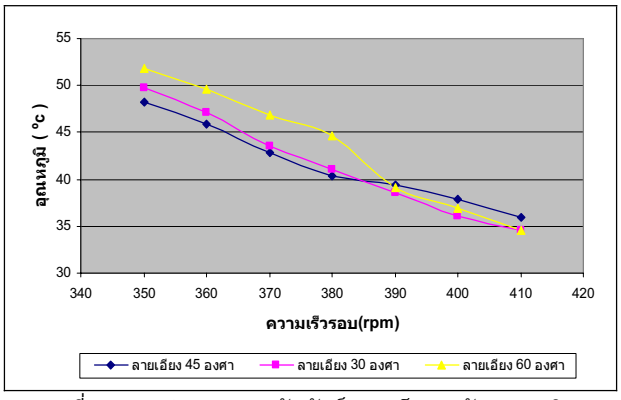


รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความหน่วงกับน้ำหนัก

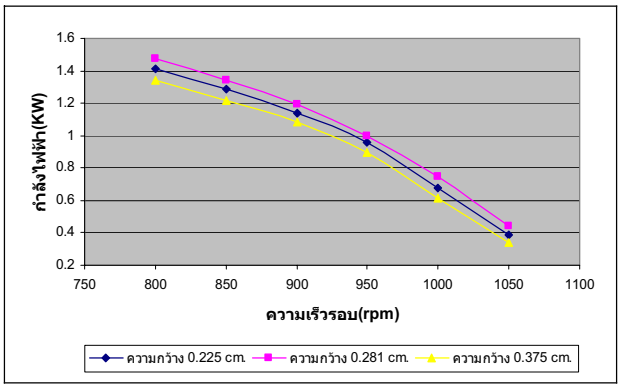


รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้า

จากกราฟที่ 5 และ 6 เห็นได้ว่าลวดลายผ้าเบรกส่วนใหญ่ทำให้เกิดแรงเบรกที่ผ้าเบรกได้ดีกว่าเมื่อไม่ทำลวดลาย ทั้งๆที่มีพื้นที่หน้าสัมผัสน้อยกว่าก็ตาม ลวดลายแบบเอียงเป็นแบบที่ทำให้การเบรกดีที่สุดมากกว่าลวดลายแบบอื่นตามกราฟที่ 8 ส่วนลายโค้งแย่สุด อีกทั้งยังมีการระบายความร้อนได้ดีกว่าตลอดทุกช่วงความเร็วรอบตามรูปที่ 7



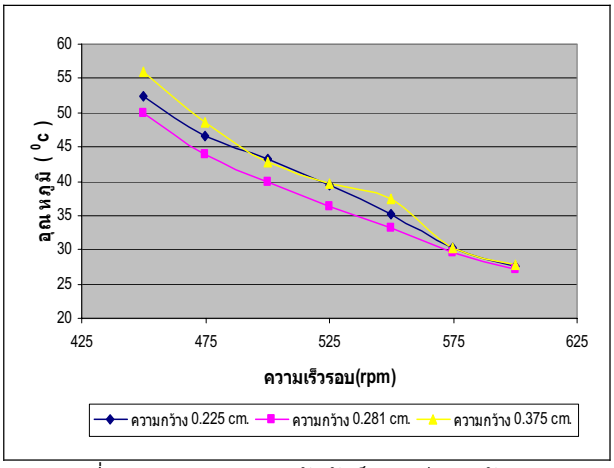
รูปที่10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับอุณหภูมิ



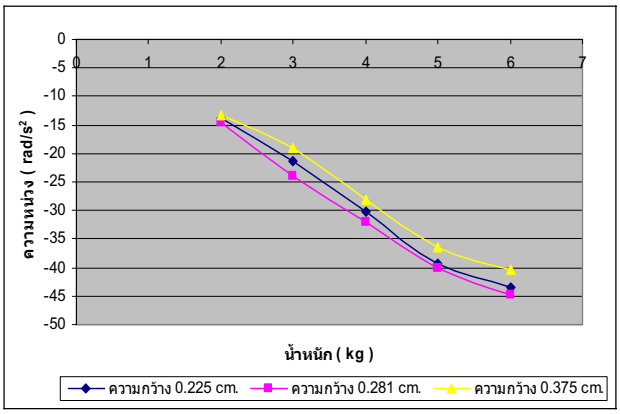
รูปที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้า

จากการทดลองเมื่อผ้าเบรกเอียงเป็นมุมต่างๆ ปรากฏว่าที่มุมเอียง 45 องศามีแนวโน้มที่ทำให้ผ้าเบรกมีอุณหภูมิต่ำสุด แต่แทบ

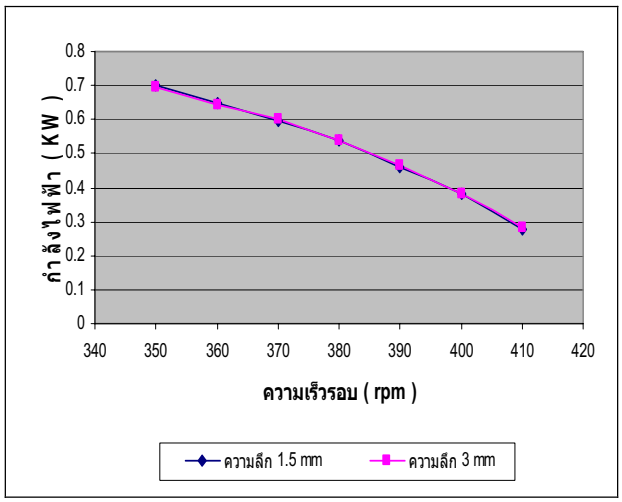
จะไม่เห็นความแตกต่างจากแรงเบรคเมื่อมุมเอียงเปลี่ยนไป มีแนวโน้มว่ามุม 60 องศา จะดีที่สุดตามรูปที่ 9 10 และ 11 ตามลำดับ



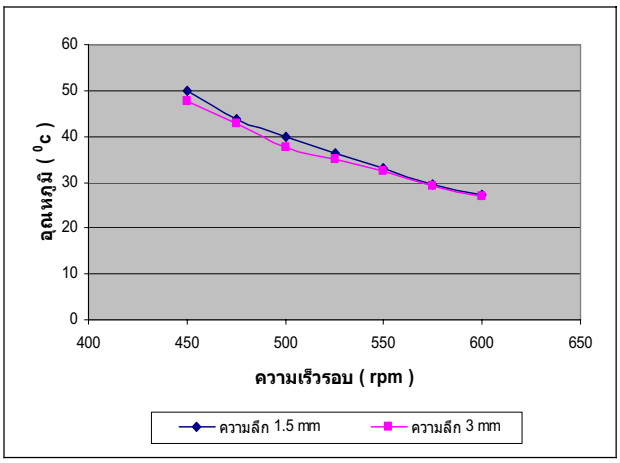
รูปที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับอุณหภูมิ



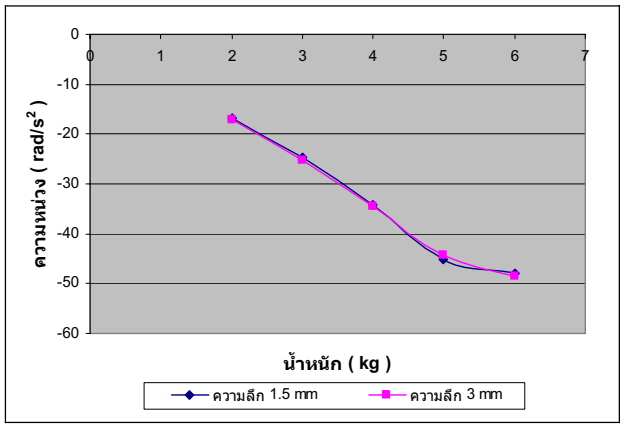
รูปที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความหน่วงกับน้ำหนัก



รูปที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้า

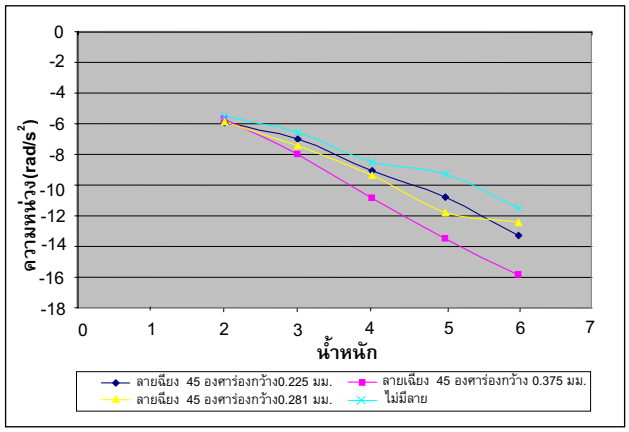


รูปที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบกับอุณหภูมิ



รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความหน่วงกับน้ำหนัก

การทดลองความกว้างและความลึกของร่อง ปรากฏว่าที่ความกว้างขนาด 0.281 ซม. ให้ผลต่อการเบรกที่ดีกว่าร่องขนาดอื่น ส่วนความลึกนั้น แทบจะไม่ให้ผลที่แตกต่างกัน แต่ร่องที่ลึกมีแนวโน้มว่าจะระบายความร้อนได้ดีกว่า



รูปที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความหน่วงกับน้ำหนัก

รูปที่17 เป็นการทดสอบการเบรคขณะที่ผ้าเบรกเปียกน้ำ โดยเปรียบเทียบกับร่องที่มีขนาดความกว้างต่างกัน แล้วหาความสามารถในการรีดน้ำของผ้าเบรค ปรากฏว่าร่องขนาดกลางทำให้อัตราของความหน่วงสูงสุด

6. สรุปผลการทดลอง

1. ผ้าเบรกลายเฉียง เมื่อทำการทดลองแล้วจะมีค่าความฝืดมากกว่าผ้าเบรกลวดลายอื่นที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสเท่ากัน และมากกว่าแบบไม่มีลวดลายมาตรฐานที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า ซึ่งแสดงว่าผ้าเบรกลายเฉียงจะมีประสิทธิภาพในการเบรกที่ดี

2. จากการทดลองพบว่าผ้าเบรกลายเฉียงมุมเอียง 45 องศา จะมีประสิทธิภาพในการเบรกสูงกว่าผ้าเบรกลายเฉียงมุมเอียงอื่น ๆ และผ้าเบรกลายเฉียงมุมเอียง 45 องศาแบบความกว้างร่องปานกลางจะมีประสิทธิภาพในการเบรกสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าเบรกลายเฉียงมุมเอียง 45 องศาแบบความกว้างร่องขนาดอื่น ๆ

3. จากการทดลองในการหามุมเอียง ผ้าเบรกจะมีประสิทธิภาพมากสุดในช่วงประมาณ 45 องศา และประสิทธิภาพจะค่อย ๆ ลดลง เมื่อมุมเอียงมากกว่า 45 องศา และน้อยกว่า 45 องศา

4. ผ้าเบรกลายเฉียงมุมเอียง 45 องศาแบบความกว้างร่องปานกลาง มีการระบายเศษผงผ้าเบรก และมีการระบายความร้อนได้ดี

5. ผ้าเบรกที่มีการทำลวดลายเฉียงมุมเอียง 45 องศาความกว้างร่องปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าเบรกที่ไม่มีการทำลวดลายมีประสิทธิภาพดีขึ้น 16.22 เปอร์เซ็นต์

6. ความลึกของร่องผ้าเบรก แทบจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการเบรก แต่มีผลต่อการระบายความร้อนบ้าง

7. ในสภาวะที่ผ้าเบรกเปียกน้ำ ผ้าเบรกลายเฉียงมุมเอียง 45 องศาความกว้างร่องปานกลาง และความกว้างร่องมาก มีการระบายน้ำออกได้ดี แต่แนวโน้มจากการทดลอง พบว่าผ้าเบรกลายเฉียงมุมเอียง 45 องศาความกว้างร่องปานกลาง จะระบายน้ำได้ดีกว่า

7. เอกสารอ้างอิง

[1]จำนง ถนอม,“ระบบเบรกรถยนต์”,สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ

[2] ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภารกรณ์ และ รศ. ชาญ ถนัดงาน, “การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด

[3] Frank C. Deratol, “Automotive Brake” , MC Graw Hill

[4] Jack Erjavec, “Automotive Technology”, Thomson Delmar Learning

8. ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นเพียงการบอกถึงว่า การทำร่องที่ผ้าเบรคนั้น สามารถทำให้ประสิทธิภาพของการเบรกดีขึ้นได้ ถึงแม้ว่าจะทำให้พื้นที่ของการสัมผัสเพื่อเบรกลดลงก็ตาม การนำไปใช้งานนั้นจะต้องหาขนาดความกว้างของร่อง ระยะห่างของร่องและความลึกของร่องแตกต่างกันไปตามขนาดของผ้าเบรคที่ใช้งานจริง เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้ ใช้ตัวอย่างจากเบรคของรถจักรยานยนต์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น