บทที่ 4
ผลการทดลอง

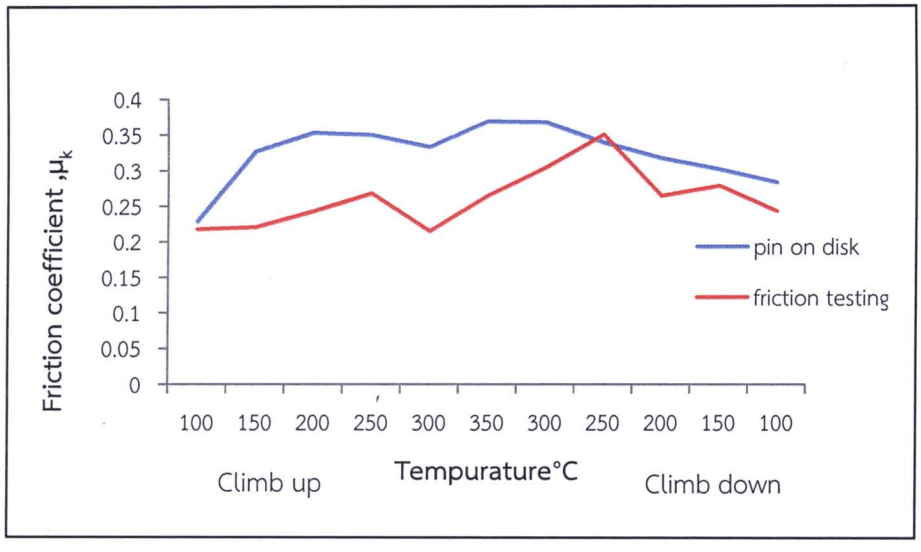
จากการดำเนินการทดลองตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนั้น ข้อมูลที่ได้จากการทดลองระหว่างเครื่อง Pin on disk ซึ่งถูกทดลองโดยภาคอุตสาหกรรม และเครื่อง Friction testing ซึ่งถูกทดลองโดยคณะผู้วิจัยจะถูกนำมาเปรียบเทียบ โดยการทดลองดังกล่าวอยู่ภายใต้สภาวะเดียวกัน คือ ความดันที่ 1 MPa และอุณหภูมิที่ 100 ถึง 350°C บนพื้นฐานชิ้นงานทดสอบประเภทเดียวกัน โดยมีความแตกต่างกันที่ความเร็วในการทดสอบเท่านั้นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สภาวะและรายละเอียดการทดลอง

การทดลอง	อุณหภูมิ°C	แรงดัน(MPa)	ความเร็ว(m/s)
Pin on disk	100-350	1	7
Friction testing	100-350	1.03	0.0083

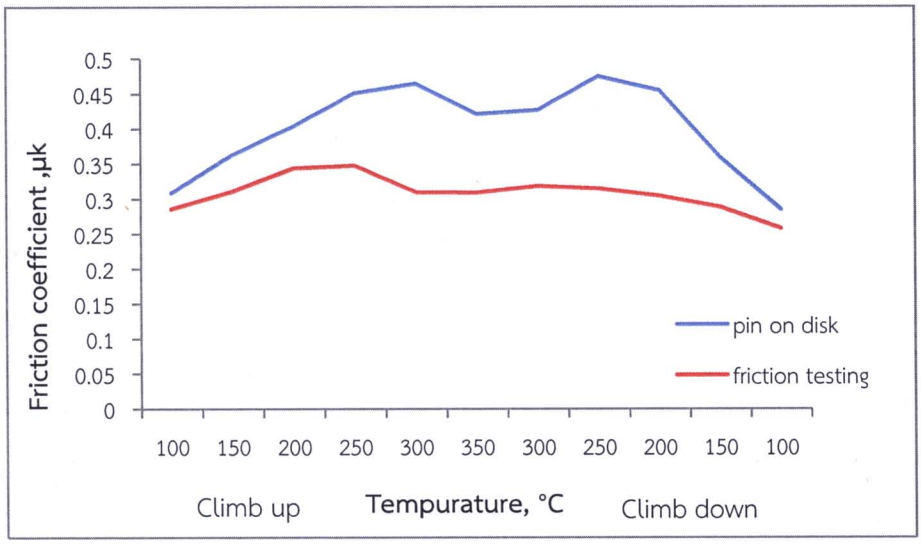
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบผลการทดลอง ระหว่างเครื่อง Pin on disk (กราฟเส้นสีฟ้า) ซึ่งถูกทดลองโดยภาคอุตสาหกรรม และเครื่องFriction testing (กราฟเส้นสีแดง) ซึ่งถูกทดลองโดยคณะผู้วิจัย ดังรูปที่ 1 ถึง 3นอกจากนี้ กราฟเส้นดังกล่าวยังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ 100 ถึง 350°C ที่มีผลกระทบต่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ โดยมีค่าระดับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เป็นตัวชี้วัด



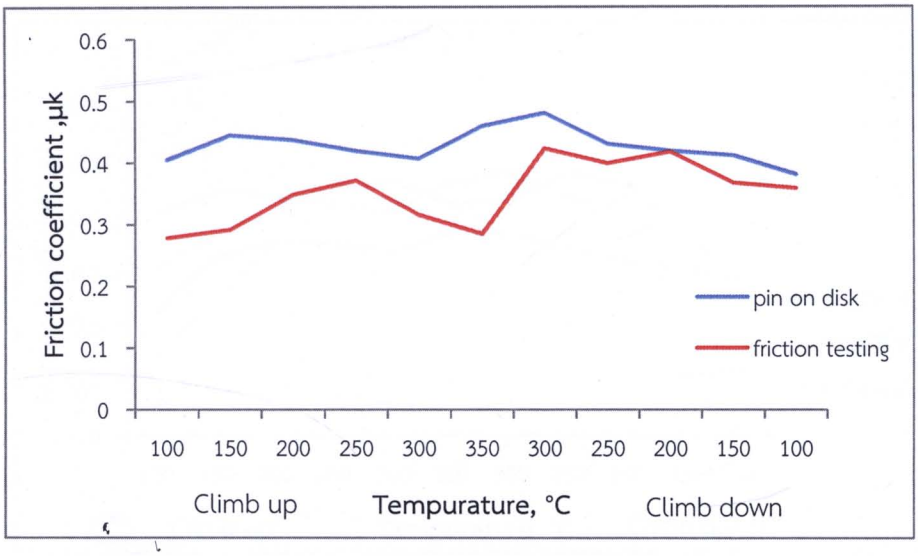
รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบผลการทดลองผ้าเบรกชนิด A

การเปรียบเทียบผลการทดลองผ้าเบรกชนิดAถูกแสดงในรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าผลจากเครื่อง Pin on disk มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์สูงกว่าผลจากเครื่อง Friction testing โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ต่ำสุดจากเครื่อง Pin on disk คือ 0.229 ที่อุณหภูมิ 100°C ในการทดลอง Climb up ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ต่ำสุดของเครื่อง Friction testing มีค่าเท่ากับ 0.214 ที่อุณหภูมิ 300°C ในการทดลอง Climb up และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์สูงสุดของเครื่อง Pin on disk มีค่า 0.368 ที่อุณหภูมิ 350°C ในการทดลอง Climb up ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์สูงสุดของเครื่อง Friction testing มีค่าเท่ากับ 0.349 ที่อุณหภูมิ 250°C ในการทดลอง Climb down หลังจากนั้นค่าจะค่อยๆลดลงเช่นเดียวกัน ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ดังกล่าวจะแปรผันตามอุณหภูมิ นอกจากนี้ ข้อมูลจากการทดลองดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ที่ได้จากเครื่อง Pin on disk มีค่าสูงกว่าเครื่อง Friction testing เท่ากับ 18.9%



รูปที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบผลการทดลองผ้าเบรกชนิดB

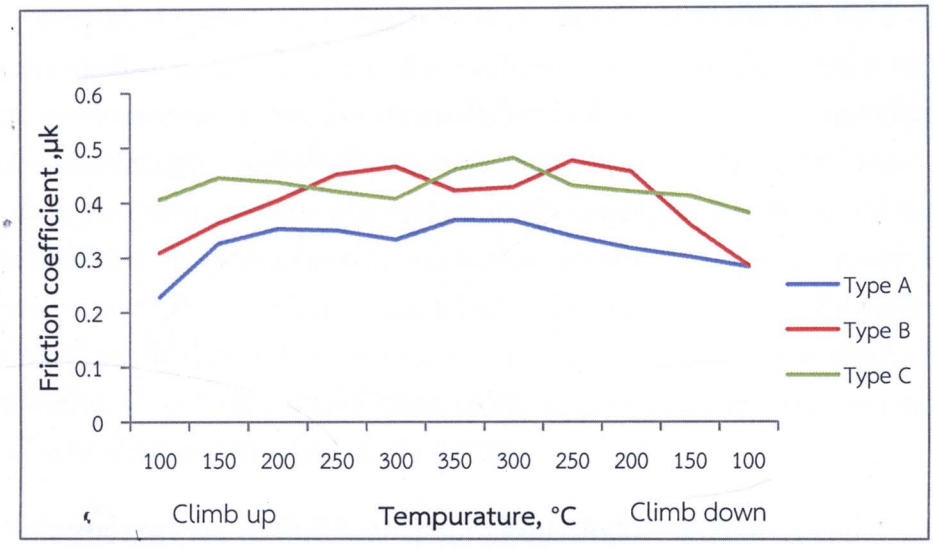
จากรูปที่ 4.2 เป็นการเปรียบเทียบผลการทดลองผ้าเบรกชนิดB จะเห็นว่าผลจากเครื่อง Pin on disk ก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์สูงกว่าผลจากเครื่อง Friction testing เช่นเดียวกันกับชนิดA แต่ก็ยังมีความสอดคล้องตามเครื่อง Pin on disk โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ต่ำสุดจากเครื่อง Pin on disk คือ 0.285 ที่อุณหภูมิ 100°C ในการทดลอง Climb down ส่วนค่าต่ำสุดของเครื่อง Friction testing คือ 0.257 ที่อุณหภูมิ 100°C ในการทดลอง Climb down เช่นเดียวกัน ค่าสูงสุดของการทดลองชนิดนี้ของเครื่อง Pin on disk อยู่ที่ 0.475 ที่อุณหภูมิ 250°C ในการทดลอง Climb down และค่าจากเครื่อง Friction testing คือ 0.347 ที่อุณหภูมิ 250°C ในการทดลอง Climb up และจากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ที่ได้จากเครื่อง Pin on disk มีค่าสูงกว่าเครื่อง Friction testing เท่ากับ 21.96%



รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบผลการทดลองผ้าเบรกชนิดC

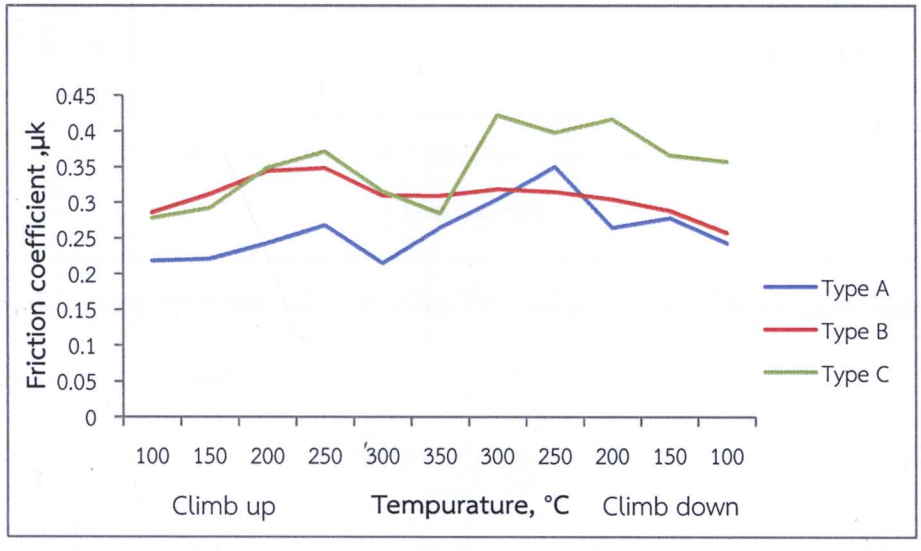
การเปรียบเทียบผลการทดลองผ้าเบรกชนิดC ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.3 ซึ่งผลที่เกิดขึ้นยังเป็นไปตามลักษณะของชนิดA และชนิดB คือค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของเครื่อง Pin on disk จะยังมีค่าสูงกว่าผลจากเครื่อง Friction testing โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ต่ำสุดจากเครื่อง Pin on disk คือ 0.380 ที่อุณหภูมิ 100°C ในการทดลอง Climb down ส่วนค่าต่ำสุดของเครื่อง Friction testing คือ 0.278 ที่อุณหภูมิ 100°C ในการทดลอง Climb up ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์สุดสูงของเครื่อง Pin on disk และเครื่อง Friction testing เกิดขึ้นที่อุณหภูมิเดียวกันคือที่อุณหภูมิ 300°C โดยค่าของเครื่อง Pin on disk เท่ากับ 0.481 ส่วนค่าของเครื่อง Friction testing เท่ากับ 0.422 และจากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ที่ได้จากเครื่อง Pin on disk มีค่าสูงกว่าเครื่อง Friction testing เท่ากับ 17.82%

จากผลการทดลองที่เกิดขึ้นพบว่าผลจากเครื่อง Friction testing มีค่าความคลาดเคลื่อนจากผลของ Pin on disk ตามจุดต่างๆแตกต่างกันไปและแต่ละชนิดก็มีความคลาดเคลื่อนรวมแตกต่างกันซึ่งอาจมีผลมาจากตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากความเร็วที่ใช้ในการทดลองของทั้ง 2 แบบนั้นต่างกันอยู่มาก นอกจากนี้การควบคุมตัวแปรขณะทำการทดลองทำได้ค่อนข้างยาก เช่น อุณหภูมิที่เกิดขึ้นแต่ละจุดบนแผ่นระนาบทดสอบมีค่าแตกต่างกันในบางช่วงการทดลอง



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 3 ชนิดของเครื่อง Pin on disk

จากรูปที่ 4.4 เมื่อนำพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ที่อุณหภูมิต่างๆของผ้าเบรกทั้ง 3 ชนิด มาเปรียบเทียบกันแล้ว โดยรวมจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของผ้าเบรกชนิดA จะมีค่าต่ำที่สุด และผ้าเบรกชนิดB และC จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เพิ่มขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในบางช่วงอุณหภูมิของการทดลองพบว่าผ้าเบรกชนิดBและชนิดC จะมีค่ามากกว่าชนิดA ซึ่งมีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คงที่ทั้งในช่วงการทดลอง Climb up และ Climb down โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของผ้าเบรกชนิดB มากกว่าชนิดC เท่ากับ 36.36% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของผ้าเบรกชนิดC มากกว่าชนิดB เท่ากับ 63.64%

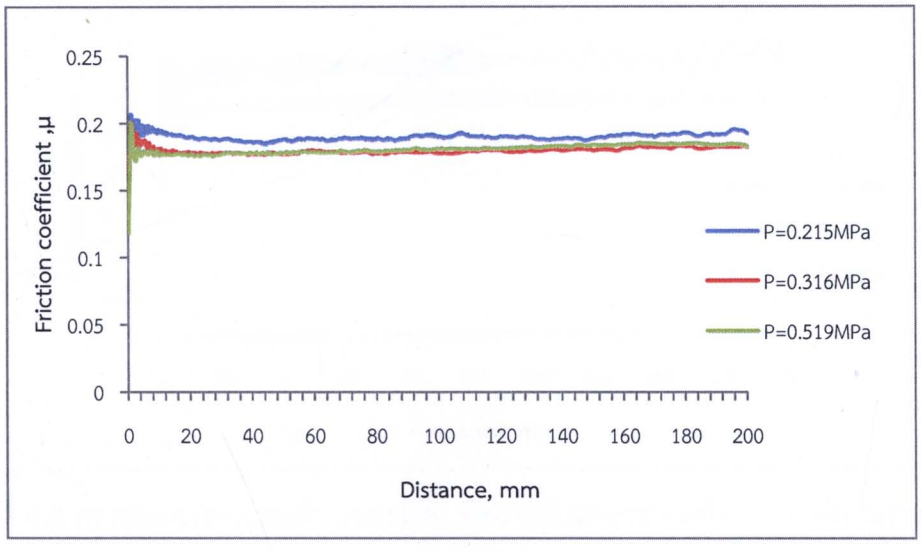


รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 3 ชนิดของเครื่อง Friction testing

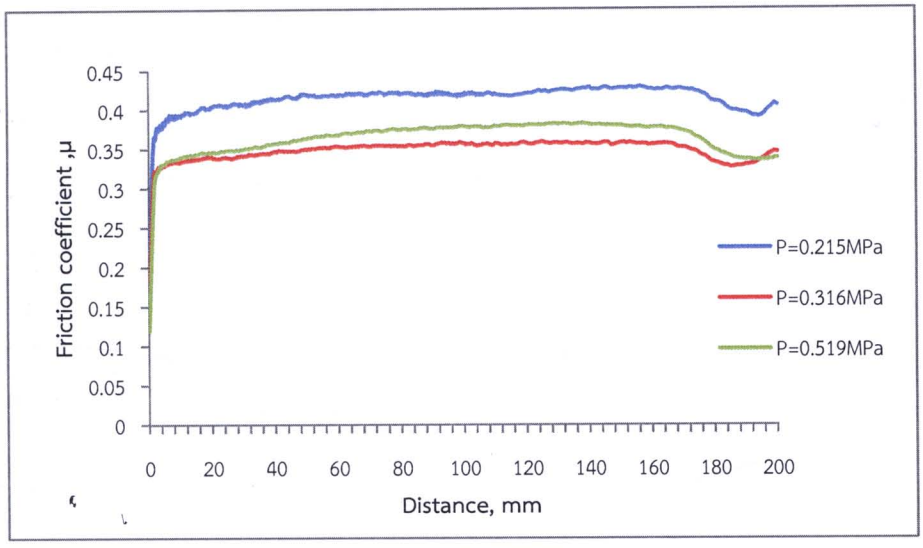
. จากรูปที่ 4.5 เป็นการนำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของผ้าเบรกทั้ง 3 ชนิด ที่ทำการทดลองจากเครื่อง Friction testing มาทำการเปรียบเทียบผลเช่นเดียวกันกับรูปที่ 4 จะเห็นว่าผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองโดยรวมพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของผ้าเบรกชนิดA จะมีค่าต่ำที่สุดแต่จะมีความแปรปรวนเกิดขึ้นที่จุดอุณหภูมิ 250°C ในการทดลอง Climb down ผ้าเบรกชนิดA มีค่ามากกว่าผ้าเบรกชนิดB อันอาจจะเกิดจากปัจจัยดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ส่วนผ้าเบรกชนิดBและC จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เพิ่มขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในบางช่วงอุณหภูมิของการทดลองพบว่าผ้าเบรกชนิดB และชนิดC จะมีค่ามากกว่าชนิดA ซึ่งมีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คงที่ทั้งในช่วงการทดลอง Climb up และ Climb down โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของผ้าเบรกชนิดB มากกว่าชนิดC เท่ากับ 27.27% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของผ้าเบรกชนิดC มากกว่าชนิดB เท่ากับ 72.73%

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่มีผลกระทบต่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

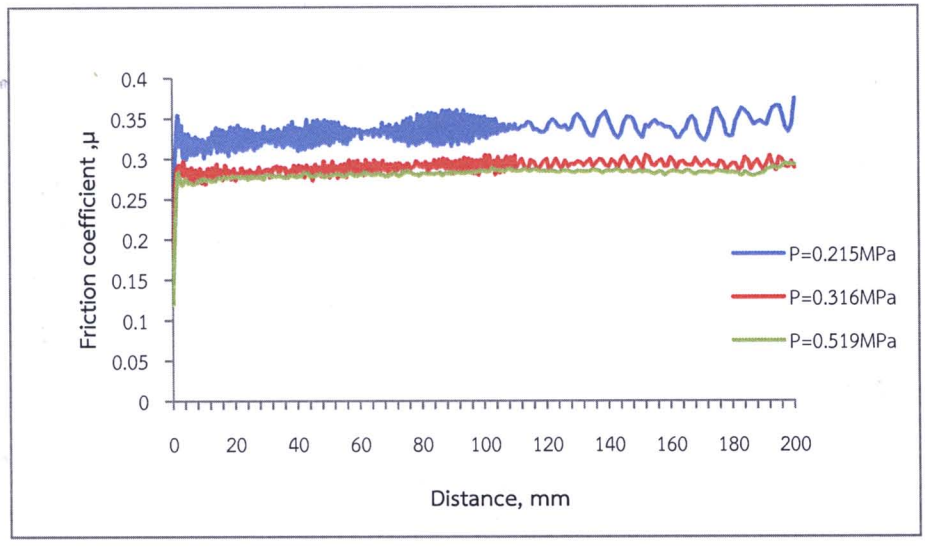
จากรูปที่ 4.6, 4.7 และ4.8 เป็นกราฟแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ ของผ้าเบรกชนิดA, B และC ตามลำดับโดยการทดลองดังกล่าวจะทำการปรับเปลี่ยนความดันและอุณหภูมิเพื่อหาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัจจัยดังกล่าว



รูปที่ 4.6 กราฟผลการทดลองผ้าเบรกชนิดA ที่ความดันต่างๆจากเครื่อง Friction testing



รูปที่4.7 กราฟผลการทดลองผ้าเบรกชนิดB ที่ความดันต่างๆจากเครื่อง Friction testing



รูปที่ 4.8 กราฟผลการทดลองผ้าเบรกชนิดC ที่ความดันต่างๆจากเครื่อง Friction testing

ผลจากการทดลอง พบว่าโดยรวมค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตจะมีค่ามากกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่สภาวะความดันสูงจะส่งผลกระทบให้ทั้งค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์มีค่ามากกว่าที่สภาวะความดันต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในตารางที่ 4.2 และสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนจากผลการทดลองผ้าเบรกชนิด A ดังแสดงในรูปที่ 6 อย่างไรก็ตามพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่มีความอ่อนไหวจะนั้นขึ้นอยู่กับสูตรของผ้าเบรกแต่ละชนิดด้วย

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเนื่องจากความดันของผ้าเบรกแต่ละชนิด

Pressure(MPa)	Type A		Type B		Type C	
	μ_s	μ_k	μ_s	μ_k	μ_s	μ_k
0.215(30 kg)	0.2066	0.1891	0.3656	0.4084	0.3539	0.3268
0.316(60 kg)	0.2008	0.1789	0.3221	0.3437	0.2920	0.2847
0.519(100 kg)	0.2006	0.1778	0.3307	0.3559	0.2822	0.2774