

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

จากวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัยนี้ จะทำการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของ แบริ่งใน 2 รูปแบบคือ การวิเคราะห์การสั่นสะเทือนที่เกิดจากการถูกกระตุ้นและที่เกิดจากการชำรุดโดยตรงของแบริ่ง โดยทำการวัดในช่วงความถี่ 20 - 30,000 Hz และ 0.5 - 400 Hz ตามลำดับ โดยการวัดในช่วง 0.5 - 400 Hz แยกเป็น 2 ข้อ คือ การวัดโดยตรงและการวัดโดยใช้อุปกรณ์ปรับปรุงสัญญาณแบบ envelope demodulation และวิธีการวัดทั้ง 3 ข้อ ทำการติดตั้งหัววัดความถี่เป็น 2 แบบคือ ติดตั้งด้วยสลักเกลียวและแม่เหล็ก

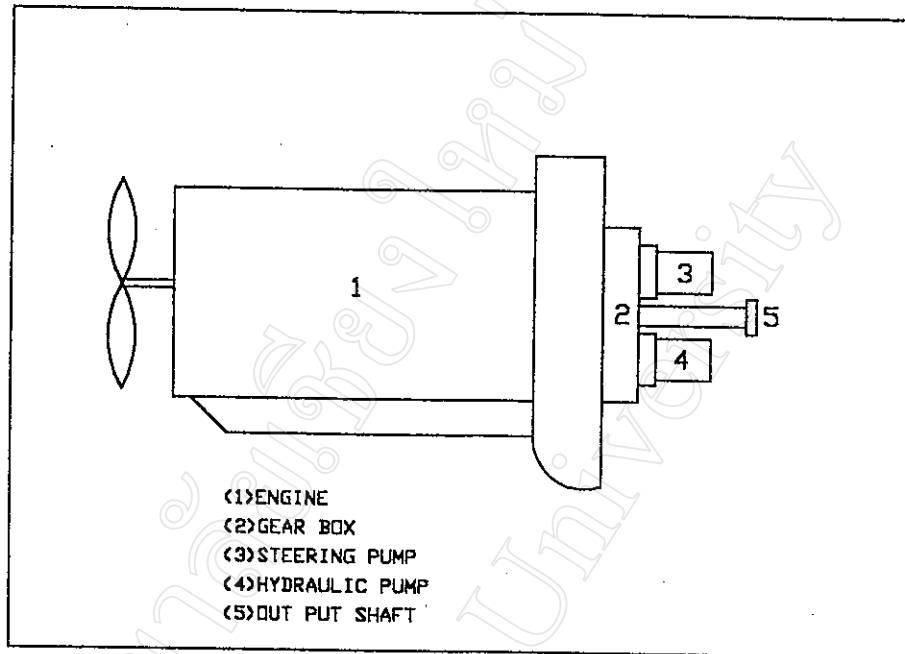
จากรูป 3.1 และ 3.2 แสดงตำแหน่งของปั๊มไฮดรอลิกที่ติดตั้งบนตัวเครื่องจักรรถเทรลเลอร์ขนาด 85 ตัน และแสดงตำแหน่งติดตั้งหัววัดความถี่ที่ทำการวิจัยนี้ หัวข้อวิธีดำเนินการวิจัยนี้จะกล่าวถึงเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัยและการทดสอบหาอัตราการใช้ของรอยแตกของผิวรายนอกของแบริ่ง ซึ่งทำการทดสอบจริงบนตัวเครื่องจักร สำหรับรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับปั๊มไฮดรอลิก แบริ่ง หัววัดความถี่ การกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญในเครื่อง Vibration analyzer และการทำ Bump test จะแสดงไว้ในภาคผนวก

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

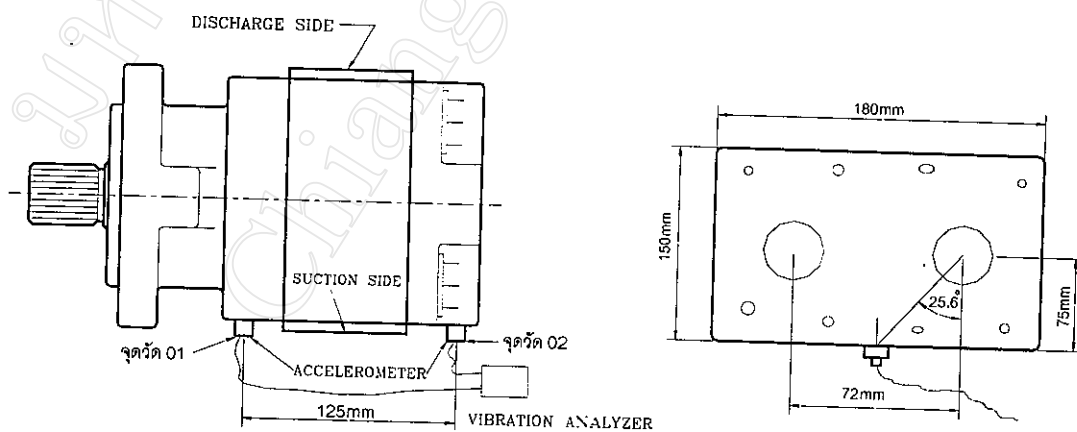
จากรูป 3.3 ซึ่งแสดงเครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญ 8 ส่วน ที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับหมายเลข คือ

1. หัววัดความถี่แบบ piezoelectric ซึ่งมี frequency response ไม่ต่ำกว่า 30 kHz ใช้ติดตั้งรับสัญญาณการสั่นสะเทือน ผ่านสายวัดเข้าเครื่อง Vibration analyzer
2. สายวัด (cable) แบบ low noise ขนาดเกลียวข้อต่อ 10-32 UNF-2B coaxial และ BNC plug ความยาว 1.5 - 2.0 เมตร ใช้งานตามข้อ 1
3. Vibration analyzer ยี่ห้อ CSI รุ่น 2115 DX ใช้วัดและเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือน สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปของ CSI รุ่น Mastertrend V2.70f และเก็บข้อมูลการวัดไว้ในฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) 80486 ความเร็ว 120 mHz ใช้สำหรับเก็บและประมวลผลข้อมูลที่ทำ การวัด
5. สลักเกลียว (stud) ขนาด 10-32 UNF-2A ใช้ติดตั้งหัววัดความถี่เข้ากับปั๊มไฮดรอลิก
6. ชุดติดตั้งแม่เหล็ก (Magnetic mounted) ขนาดเกลียว 10-32 UNF-2B ใช้ติดตั้งหัววัดความถี่เข้ากับปั๊มไฮดรอลิก
7. จารบีแบบซิลิโคน (Silicone grease) ใช้สำหรับทาบาง ๆ ระหว่างผิวที่ติดตั้งหัววัดความถี่กับปั๊มไฮดรอลิก และระหว่างหัววัดความถี่กับชุดติดตั้งแม่เหล็ก

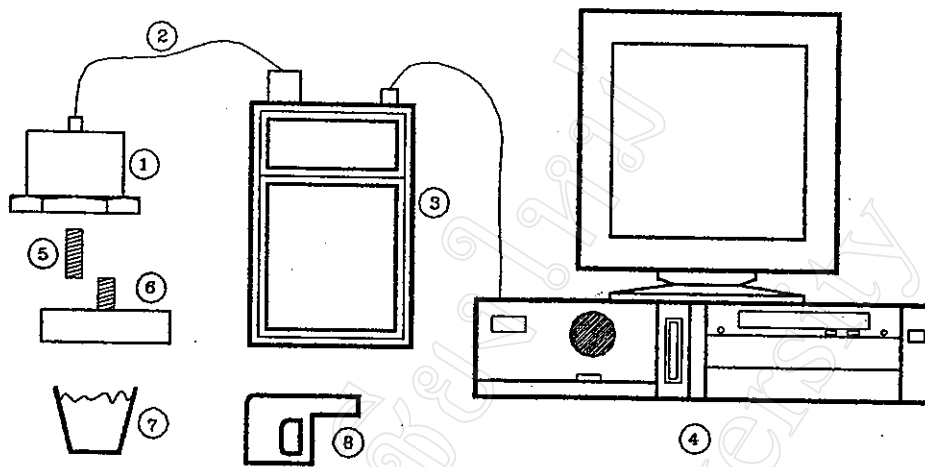
8. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด (Infrared pyrometer)



รูป 3.1 ตำแหน่งการติดตั้งของปั๊มไฮดรอลิค (4) บนตัวเครื่องจักร



รูป 3.2 ตำแหน่งการติดตั้งหัววัดความเร่ง และระยะห่างจากแปรง



รูป 3.3 อุปกรณ์ที่สำคัญในการวิจัย (ข้อ 3.1)

3.2 วิธีดำเนินการวัดการสั่นสะเทือน

3.2.1 การกำหนดจุดวัด (Measurement point) ทำการกำหนดจุดวัดในตำแหน่งที่มีการส่งผ่านการสั่นสะเทือนดีที่สุด และติดตั้งหัววัดความเร่งได้สะดวก ที่ตำแหน่งฝาครอบปั๊มซึ่งเป็นเสื้อของแบร์ริง ทั้งฝาครอบด้านหน้าและด้านหลัง ในทิศทางเดียวกับด้านดูดของปั๊ม โดยอยู่บริเวณกึ่งกลางของแบร์ริงทั้ง 2 ตัว โดยให้ตำแหน่งด้านหน้าเป็นจุดวัด 01, และตำแหน่งด้านหลังเป็นจุดวัด 02 ตามที่แสดงในรูป 3.2

3.2.2 ทำการไล่ปาดผิวของฝาครอบบริเวณที่จะติดตั้งหัววัดความเร่งด้านหน้าและด้านหลังให้เรียบ และเจาะรูทำสลักเกลียวให้ตั้งฉากกับผิวที่ทำการปาดตามขนาดของสลักเกลียวคือ 10-32 UNF

3.2.3 กำหนดหน่วยการวัดเป็นหน่วยของความเร่งเทียบเป็น G (gravity)

3.2.4 รอบการหมุนของปั๊มไฮดรอลิกเท่ากับรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ประมาณ 720 รอบต่อนาที โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งรอบของเครื่องยนต์แต่อย่างใด

3.2.5 กำหนดภาระของปั๊มไฮดรอลิกขณะทำการวัดค่าการสั่นสะเทือน คงที่ 2,000 psi หรือ 100 % ของภาระใช้งาน เพื่อให้สภาพการหล่อลื่นที่แบร์ริงเป็นแบบ EHL (Elasto - Hydrodynamic Lubrication)

3.2.6 กำหนดและควบคุมอุณหภูมิ ณ จุดที่ติดตั้งหัววัดความเร่งแต่ละจุดขณะทำการวัดให้แตกต่างกันไม่เกิน 3°C โดยเริ่มต้นทำการวัดที่ 60°C จุดแรกที่จุด L02S (30 kHz), L02S (400 Hz), H02S (400 Hz), H02M (400 Hz), L02M (30 kHz), L02M (400 Hz), L01S (30 kHz), L01S (400 Hz), H01S (400 Hz), H01M (400 Hz), L01M (30 kHz) และ L01M (400 Hz) ตามลำดับ โดยตำแหน่งการวัดที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร L คือ การวัดโดยตรง และขึ้นต้นด้วย H คือการวัดแบบปรับปรุงสัญญาณและตัวอักษรต่อท้าย S คือติดตั้งหัววัดด้วยสลักเกลียว ส่วนอักษร M คือติดตั้งหัววัดด้วยแม่เหล็ก

3.2.7 วิธีการสำหรับการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนที่เกิดจากการถูกกระตุ้น

ทำการวัดโดยตรง หรือ linear คือไม่มีการปรับปรุงหรือกรองสัญญาณใด ๆ ทั้งสิ้น

ก. กำหนดช่วงความถี่ที่ทำการวัดในช่วง 20 - 30,000 Hz

ข. ทดสอบหาค่าความถี่ธรรมชาติของระบบ โดยการทำให้ bump test (ภาคผนวก ง)

ค. ดำเนินการวัดค่าการสั่นสะเทือน 2 ครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงขณะเบรียงยังไม่เกิดการชำรุด

3.2.8 วิธีการสำหรับการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนที่เกิดจากการชำรุดโดยตรงของเบรียง

ก. กำหนดช่วงความถี่ที่ทำการวัดในช่วง 0.50 - 400 Hz

ข. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 3.2.7.3

ค. กรณีการวัดโดยตรงให้วัดโดยไม่ต้องใช้ตัวปรับปรุงสัญญาณ

ง. กรณีการวัดโดยใช้ envelope demodulation ให้ใช้ชุดตัวกรองสัญญาณแบบ HP ที่ 5,000

Hz

3.2.9 การวัดในข้อ 3.2.7 และ 3.2.8 ให้ติดตั้งหัววัดความเร่ง โดยใช้สลักเกลียวและแม่เหล็กในการวัดแต่ละจุด และหาจอร์ปีชิลโคเนบาง ๆ ที่ผิวหน้าของหัววัดความเร่ง ทุกครั้งที่ทำการวัด

3.2.10 เมื่อวัดข้อมูลอ้างอิงก่อนการชำรุดของเบรียงแล้วเสร็จ ทำการยกปั๊มไฮดรอลิคลงเพื่อทำรอยดำหนีดด้วย carbide tip ที่บริเวณ load zone ของเบรียงให้เกิดรอยขนาด กว้าง x ยาว x ลึก ประมาณ $0.1 \times 2.0 \times 0.1$ มม. โดยกำหนดรอยดำหนีดที่เบรียงทั้งด้านหน้าและหลัง 2 ชุด เฉพาะด้านหน้า 4 ชุด และเฉพาะด้านหลัง 3 ชุด

3.2.11 ดำเนินการวัดค่าการสั่นสะเทือนตามข้อ 3.2.7 , 3.2.8 และ 3.2.9

3.2.12 ทำการเพิ่มภาระให้กับปั๊มไฮดรอลิคโดยการทำให้เกิด shock load ขึ้นในระบบโดยการ operate ให้เกิดการ relief ขึ้นในวงจรไฮดรอลิค เพื่อให้เบรียงเกิดการชำรุดเร็วขึ้น โดยทำให้เกิด shock load ขึ้น 15 ครั้ง ต่อการวัดค่าการสั่นสะเทือน 1 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งที่ทำการวัด จะวัดรวมทั้งหมด 12 ครั้งย่อยคือ

ก. ที่จุดวัดด้านหน้าหรือจุดวัด 01 รวมวัด 6 ครั้ง คือ

- จุดวัด L01S ที่ความถี่ 20 - 30,000 Hz วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยสลักเกลียว
- จุดวัด L01M ที่ความถี่ 20- 30,000 Hz วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยแม่เหล็ก
- จุดวัด L01S ที่ความถี่ 0.5 - 400 Hz วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยสลักเกลียว
- จุด วัดL01M ที่ความถี่ 0.5 - 400 Hz วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยแม่เหล็ก
- จุดวัด H01S ที่ความถี่ 0.5 - 400 Hz วัดแบบ envelope demodulation ติดตั้งหัววัด

ด้วยสลักเกลียว

- จุดวัด H01M ที่ความถี่ 0.5-400 Hz วัดแบบ envelope demodulation ติดตั้งหัว

วัดด้วยแม่เหล็ก

ข. ที่จุดวัดด้านหลังหรือจุดวัด 02 รวมวัด 6 ครั้งคือ

- จุดวัด L02S ที่ความถี่ 20-30,000 Hz วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยสลักเกลียว
- จุดวัด L02M ที่ความถี่ 20-30,000 วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยแม่เหล็ก
- จุดวัด L02S ที่ความถี่ 0.5-400 Hz วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยสลักเกลียว
- จุดวัด L02M ที่ความถี่ 0.5-400 Hz วัดแบบ linear ติดตั้งหัววัดด้วยแม่เหล็ก

- จุดวัด H02S ที่ความถี่ 0.5-400 Hz วัดแบบ envelope demodulation ติดตั้งหัววัด ด้วยสลักเกลียว

- จุดวัด H02M ที่ความถี่ 0.5-400 Hz วัดแบบ envelope demodulation ติดตั้งหัววัด ด้วยแม่เหล็ก

3.2.13 ตรวจสอบสภาพการชำรุดของแบริ่งกับลักษณะของการสั่นสะเทือน เพื่อวิเคราะห์ และสรุป ข้อมูล

3.2.14 ดำเนินการทดสอบกับเครื่องจักรจำนวน 9 คัน หรือ 20 % ของจำนวนรถทั้งหมด

3.3 การทดสอบหาอัตราการเติบโตของรอยแตกของรางนอกแบริ่ง

3.3.1 ดัดแปลงวงจรไฮดรอลิกยกกระเบาะให้กระเบาะลงอย่างช้า ๆ ไม่กระทบกับโครงตัวถัง (Main frame)

3.3.2 ประกอบแบริ่งทั้ง 4 ตัวเข้ากับปั๊มไฮดรอลิกและติดตั้งปั๊มไฮดรอลิกเข้ากับตัวเครื่องจักร

3.3.3 ชู่น้ำมันไฮดรอลิกและเริ่มทดสอบโดยการยกกระเบาะที่อุณหภูมิของน้ำมัน 60 °C ทำการยกกระเบาะขึ้นลงจนอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิกถึง 75 °C เปลี่ยนน้ำมันที่เย็นเข้าระบบใหม่ และทดสอบต่อไปจนได้จำนวนครั้งที่ยกกระเบาะครบ 30 ครั้ง

3.3.4 ทำการยกปั๊มไฮดรอลิกลง และตรวจสอบการชำรุดของแบริ่ง

3.3.5 ทำการทดสอบตามข้อ 3.3.3 ไปจนกว่าจะพบรอยเริ่มแตกของรางนอกแบริ่ง ให้ทำการวัดขนาดรอยแตกเป็นตารางมิลลิเมตร

3.3.6 ทดสอบไปจนขนาดรอยแตก ในแบริ่ง 4 ตัว มีพื้นที่รอยแตกรวมประมาณ 24 ตารางมิลลิเมตร

3.3.7 ทำการทดสอบกับปั๊มไฮดรอลิกจำนวน 3 ชุด หรือคิดเป็นจำนวนแบริ่ง 12 ลูก ทำการเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่ยกกระเบาะกับขนาดพื้นที่รอยแตกของรางนอกแบริ่ง