หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

เครื่องมือวัดกำลังงาน

เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ทุกชนิดที่โรงงานต่างๆผลิตขึ้นมา จะมีแผ่นป้ายบอก ค่ากำลังงาน (power) ติดไว้ที่ตัวเครื่องเสมอ กำลังงานที่อุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ส่งออกมาได้ เรียกว่า brake power ในทางปฏิบัติมักจะวัดกำลังงานออกมาเป็นหน่วย กำลังม้า (horse power:H.P)นอกจากนี้ยังวัดหน่วยเป็น จูลต่อวินาที (J/s) หรือ วัตต์ (W) ด้วย

4.1 ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometers)(7)

เครื่องมือที่ใช้วัดกำลังงานจากตัวหมุนของเครื่องกล หรือเครื่องยนต์ต่างๆ เช่น เครื่องจักร มอเตอร์ไฟฟ้า กังหันต่างๆ เป็นต้น เรียกว่า ไดนาโมมิเตอร์

4.2 ชนิดของไดนาโมมิเตอร์

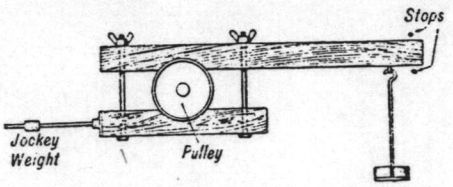
ไดนาโมมิเตอร์แบ่งตามลักษณะของการนำไปวัดกำลังงานของตัวหมุน ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ไดนาโมมิเตอร์แบบดูดกลืน (Absorbtion dynamometers) และ ไดนาโมมิเตอร์แบบส่งกำลัง (Transmission dynamometers)

4.2.1 ไดนาโมมิเตอร์แบบดูดกลืน

เครื่องมือประเภทนี้วัดกำลังงานโดยอาศัยหลักการดูดกลืน (absorb) กำลังงานทั้งหมดที่ส่งออกมาจากตัวหมุน ซึ่งสามารถหากำลังงานที่ทำโดยตัวหมุนได้จาก ค่าแรงต้านความเสียดทานระหว่างตัวหมุนและเครื่องมือ ไดนาโมมิเตอร์ประเภทนี้มีหลายแบบเช่น

4.2.1.1 <u>โพรนี เบรค</u> (Prony brake)

เป็นแบบที่ง่ายที่สุดของไดนาโมมิเตอร์ประเภทนี้ เริ่มใช้ครั้งแรก โดย โพรนี (Prony) รูปแบบเริ่มต้นของเครื่องมือนี้ ประกอบด้วยแผ่นไม้ 2 แผ่น ประกบติดกับตัวหมุนที่จะวัดกำลังงาน และสามารถปรับค่าแรงต้านความเสียดทาน (frictional resistance) ระหว่างตัวหมุนกับเครื่องมือได้ อาศัยหลักของโมเมนต์ สามารถหาค่าแรงต้านความเสียดทานระหว่างตัวหมุนและเครื่องมือได้ ซึ่งจะหาค่างานที่ทำโดยตัวหมุนได้ ลักษณะของเครื่องมือแบบนี้ แสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของไดนาโมมิเตอร์แบบโพรนี เบรค

กำลังงานที่วัดได้จากโพรนี เบรค คือ

$$\text{Horse power} = \frac{2\pi FrN}{550} \qquad (4.1)$$

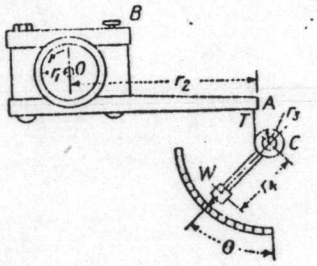
เมื่อ F เป็นแรงต้านความเสียดทาน หน่วยเป็น ปอนด์

r เป็นรัศมีของตัวหมุน หน่วยเป็น ฟุต

N เป็นอัตราการหมุนของตัวหมุน หน่วยเป็น รอบต่อวินาที (rev/s)

นอกจากนี้รูปแบบของโพรนี เบรค ยังได้รับการปรับปรุงและดัดแปลงแก้ไขเพิ่มเติมอีก[8] เพื่อให้วัดค่ากำลังงานได้ดีขึ้น และเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่จะวัดด้วย เช่น

ก. รูปแบบที่เหมาะสำหรับที่จะวัดอุปกรณ์ที่มีตัวหมุนขนาดเล็ก และอัตราการหมุนมีค่าสูง ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

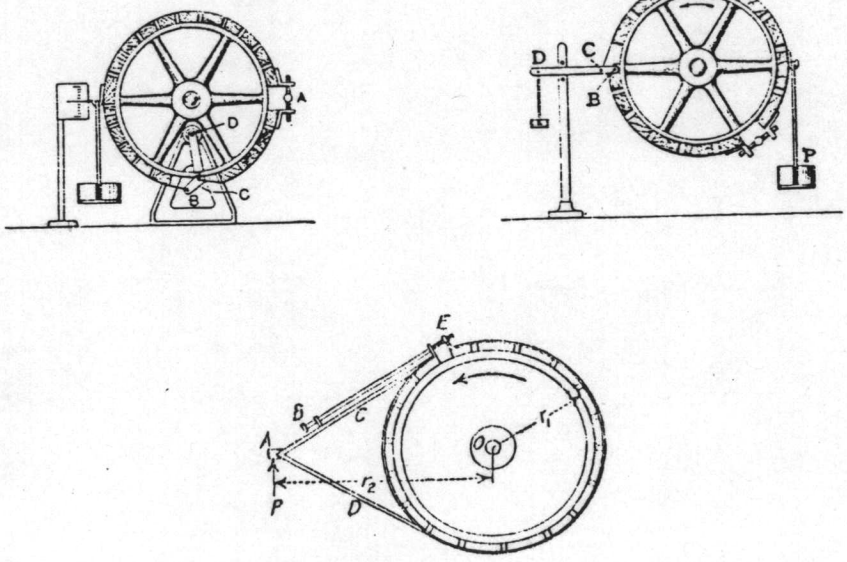


รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของไดนาโมมิเตอร์แบบโพรนี เบรคที่ปรับปรุงขึ้น

กำลังงานที่วัดได้จากโพรนี เบรค แบบนี้ คือ

$$\text{Horse power} = \frac{2\pi W r_2 r_4 \sin\theta \cdot N}{550\, r_3} \qquad (4.2)$$

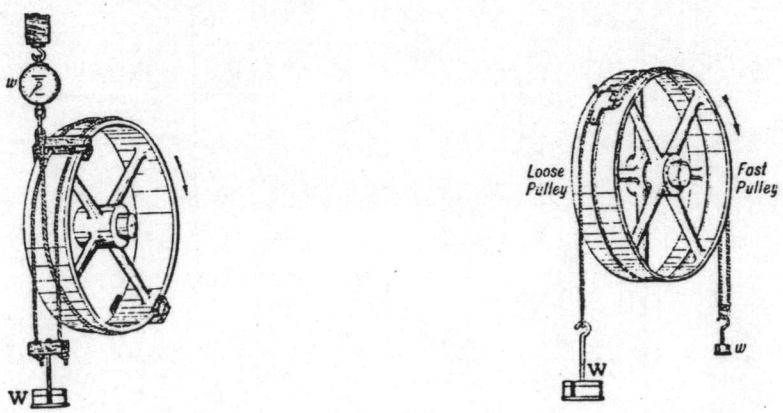
ข. รูปแบบที่เหมาะสำหรับที่จะวัดอุปกรณ์ที่มีตัวหมุนขนาดใหญ่ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะโพรนี เบรค ที่ปรับปรุงขึ้นแบบต่างๆ

4.2.1.2 Rope brakes

Rope brake นี้บางทีก็เรียกว่า Lord Kelvin's brake ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นโดย เคลวิน (Lord Kelvin) และปรับปรุงให้ดีขึ้น โดย ธอมสัน (James Thomson) เป็นแบบที่ใช้วัดกำลังงานที่มีค่าน้อยๆ ประกอบด้วยเชือกคล้องผ่านตัวหมุน ซึ่งมีลักษณะเป็นเพลาใหญ่ และมีไม้ติดที่เพลาหมุนเพื่อบังคับเชือกไม่ให้หลุดจากเพลาหมุน โดยมีน้ำหนักถ่วงที่ปลายเชือกทั้งสองข้าง หรืออาจใช้เครื่องชั่งสปริงแทนก็ได้ ลักษณะแสดงได้ดังรูปที่ 4.4



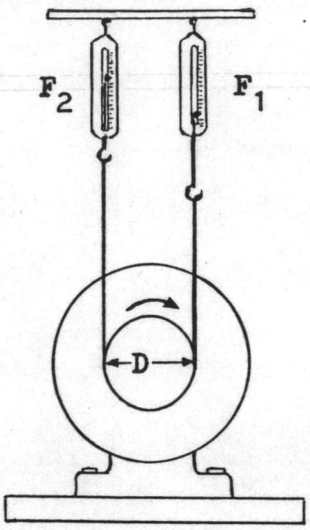
แบบของเคลวิน แบบของธอมสัน

รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของไดนาโมมิเตอร์แบบ Rope brakes

กำลังงานที่วัดได้จาก rope brake คือ

$$\text{Horse power} = \frac{2\pi (W - w)\, r\, N}{550} \qquad (4.3)$$

โพรนี เบรค ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (9) มีลักษณะแสดงได้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของโพรนี เบรค ที่ใช้ในการวิจัยนี้

กำลัง งานที่วัดได้จากโพรนี เบรค แบบนี้ คือ

$$\text{Horse power} = \frac{(F_1 - F_2)\pi DN}{550} \qquad (4.4)$$

หรือ $$\text{Power(watt)} = (F_1 - F_2)\pi DN \qquad (4.5)$$

เมื่อ F_1 และ F_2 มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

D มีหน่วยเป็น เมตร (m)

N มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที (rev/s)

4.2.2 <u>ไดนาโมมิเตอร์แบบส่งกำลัง</u>

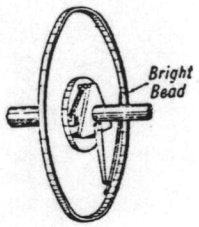
มักใช้ไดนาโมมิเตอร์ประเภทนี้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ ไดนาโมมิเตอร์แบบดูดกลืนได้สดวก หรือเพื่อต้องการควบคุมกำลังงานจากตัวหมุนให้คงเดิม โดยไม่ถูกไดนาโมมิเตอร์ดูดกลืนกำลังงานไป รูปแบบโดยทั่วๆไปของไดนาโมมิเตอร์ประเภทนี้มีอยู่ 3 แบบ คือ

4.2.2.1 <u>เครื่องวัดการบิด</u> (Torsionmeters)

เป็นกรณีซึ่งเกิดมุมบิดของความยาวของเพลาหมุนเนื่องจาก การเค้นบิด (torsional stress) ซึ่งวัดได้ทั้งทาง ทัศนศาสตร์ (optics) และทางกล - ศาสตร์ (mechanics) ตัวอย่างของไดนาโมมิเตอร์แบบนี้ คือ เครื่องวัดการบิดของฮอบกินสันและธริง (Hopkinson Thring Torsionmeter) โดยปกติไดนาโมมิเตอร์แบบนี้มักต้องนำไปเทียบค่ามาตรฐาน (calibrate) เสียก่อน จึงไม่สดวกนัก

4.2.2.2 <u>เครื่องวัดโมเมนต์บิด</u> (Torque - meters)

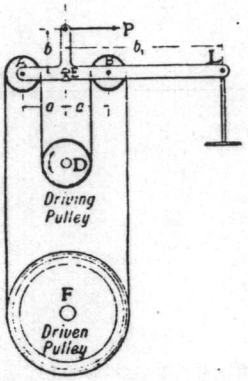
เป็นกรณีซึ่งโมเมนต์บิดถูกส่งไปโดยสปริง หรือลูกสูบไฮโดรลิก (hydraulic plungers) ดังนั้น สภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปจะถูกบันทึกไว้ เพื่อบอกค่าได้เมื่อนำไปเทียบค่ามาตรฐานแล้ว ตัวอย่างของไดนาโมมิเตอร์แบบนี้คือ เครื่องวัดการบิดของแอร์ตันและเพอร์รี (Ayrton and Perry Torsionmeters) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของ Ayrton and Perry Torsionmeters

4.2.2.3 <u>แบบสายพาน</u> (belt)

เป็นรูปแบบที่ใช้สายพานในการส่งผ่านกำลังงานจากตัวหมุน เป็นแบบที่นิยมใช้มากกว่าแบบที่กล่าวมาแล้ว โดยวัดผลต่างของแรงตึงของสายพานทั้งสองด้านของเพลาหมุน ตัวอย่างของไดนาโมมิเตอร์แบบนี้ คือ ไดนาโมมิเตอร์แบบสายพานของธอร์นีครอฟท์ หรือฟรูด (Thornycroft or Froude Belt Dynamometer) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะของไดนาโมมิเตอร์แบบสายพานของฟรูด

นอกจากนี้ยังมีรูปแบบที่สำคัญๆของไดนาโมมิเตอร์แบบส่งกำลัง อีก คือ แบบเครื่องวัดการลากจูง (traction meters) ซึ่งใช้สำหรับวัด แรงลากจูง(tractive force) ของยานพาหนะ ไดนาโมมิเตอร์แบบนี้ จะออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับวัดและบันทึก แรงลากจูงของ รถจักร รถยนต์ หรือเครื่องจักรลากจูง และ วัด บันทึก แรงต้านการลากจูง (tractive resistance) ของรถพ่วง ล้อเลื่อน หรือคันไถ เป็นต้น