หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์และสร้างเครื่องตรวจสอบสมดุลย์รวมทั้งการตรวจสอบสมดุลย์ของชิ้นงานหมุนซึ่งในการวิจัยนี้ใช้โบลเวอร์เป็นชิ้นงานทดสอบ และทำการทดสอบความสมดุลย์แบบระนาบคู่ ส่วนการสมดุลย์แบบระนาบเดี่ยวถือเป็นผลพลอยได้ที่ได้รับ ผลจากการทดสอบสมดุลย์ทั้งระนาบเดี่ยวและระนาบคู่ได้แสดงไว้ตามกราฟและตารางการทดสอบในบทที่ 4 และในภาคผนวก ก จะเห็นได้ว่าการสมดุลย์แบบระนาบคู่มีข้อยุ่งยากมากกว่าการสมดุลยแบบระนาบเดี่ยว เพราะขั้นตอนการทดสอบมีความละเอียดลึกซึ่งมากกว่า การตรวจสอบสมดุลย์จะได้ผลเป็นที่น่าพอใจก็ต่อเมื่อทำให้ความไม่สมดุลย์ที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยที่สุดหรืออยู่ในช่วงแห่งการยอมรับได้ ซึ่งในการวิจัยนี้ก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือโบลเวอร์ตัวที่ 1 เหลือค่าขนาดความไม่สมดุลย์ 13 μm และโบลเวอร์ตัวที่ 2 เหลือ 15 μm ส่วนน้ำหนักถ่วงสมดุลย์ในการวิจัยนี้ใช้แผ่นโลหะบางหนีบไว้ที่ตัวใบพัดลมตามตำแหน่งที่ตรงกันข้ามกับตำแหน่งของความไม่สมดุลย์ที่เกิดขึ้น ชิ้นงานบางอย่างอาจจะใช้การเจาะเอาเนื้อโลหะตรงตำแหน่งของความไม่สมดุลย์ออกก็ได้ ถ้าจะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายแก่ชิ้นงานนั้น ๆ

ในการวิจัยที่ผ่านมาเรามีข้อสมมุติฐานว่าที่ความเร็วรอบเดียวกันขนาดของการสั่นแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงของความไม่สมดุลย์ที่ทำให้เกิดการสั่น ดังนั้นสำหรับชิ้นงานที่เราจะทดสอบความสมดุลย์ ถ้าเราใส่น้ำหนักแห่งการทดสอบให้กับชิ้นงานนั้น แล้ววัดหาขนาดและตำแหน่งของผลที่เกิดขึ้นเราก็สามารถแก้ความไม่สมดุลย์เริ่มแรกของชิ้นงานนั้น ๆ ได้ โดยเทียบเป็นอัตราส่วนกับน้ำหนักแห่งการทดสอบที่เราใส่เข้าไป แต่ในทางปฏิบัติแล้วยังมีเครื่องรักรกต่าง ๆ อีกมากที่มีคุณสมบัติเป็น non-linear นั่นคือการเปลี่ยนแปลงขนาดของการสั่นไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงที่แท้จริงกับแรงไม่สมดุลย์ที่ทำให้เกิดการสั่น อีกทั้งยังอาจจะเกิดจากความผิดพลาดจากการวัดค่าและจากการคำนวณ จะทำให้งานที่ได้ออก

มาไม่สมบูรณ์พอ จึงเป็นการดีที่จะทำการตรวจสอบสมดุลย์อีกครั้งให้ละเอียดขึ้น เพื่อให้ได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

จากการสร้างเครื่องตรวจสอบสมดุลย์และทำการทดสอบสมดุลย์ที่ผ่านมา ผู้เขียนอยากจะเสนอข้อแนะนำบางประการอันอาจจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจทางด้านนี้คือ

1. การขับชิ้นงานโดยผ่านมอเตอร์จะใช้การขับจากมอเตอร์โดยตรงโดยผ่าน Flexible Coupling หรือ Universal Joint ก็ได้ แต่ก็ควรระวังเรื่อง Misalignment

2. ในการขับชิ้นงานโดยผ่านมอเตอร์ถ้าเป็นไปได้ควรแยกมอเตอร์ออกเป็นอีก system หนึ่งไม่ให้ของเกี่ยวกับเครื่องตรวจสอบ โดยขับผ่านสายพานให้สายพานรับที่ชิ้นงานแนวสายพานลงในแนวดิ่ง แล้วค่อยปรับให้นอนตามแนวราบเข้ามอเตอร์

3. สำหรับแบริ่ง ถ้าจะให้ดีควรทำให้ปรับระดับความสูงต่ำขึ้นลงในแนวดิ่งได้ อาจจะโดยการยันด้วยสกรูปรับหมุนได้ที่แต่ละปลายบนสุดของ Bearing Pedestal

4. Bearing Pedestal ควรให้มีความ Rigid มากพอเพื่อที่จะไม่ให้มีปัญหาการสั่นที่ส่งมาจากส่วนฐานซึ่งจะไปรบกวนแบริ่งได้

5. ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าการสั่นของแบริ่งส่วนที่อยู่ใกล้กับมอเตอร์และสายพานจะสั่นน้อยกว่าแบริ่งส่วนที่อยู่ไกลออกไป ณ ขณะสภาวะปกติที่เป็นเช่นนี้เพราะแบริ่งส่วนที่อยู่ใกล้มอเตอร์รองรับ Shaft ซึ่งถูกขับด้วยมอเตอร์โดยผ่านสายพานอยู่ใกล้จุดบังคับการหมุนมากกว่าส่วนที่อยู่ไกลออกไป เปรียบเสมือนเป็นจุดยอดของรูป cone ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของ Shaft ถูกกวาดเป็นวงรอบมากขึ้น ทำให้การสั่นมีค่ามากกว่านิดหน่อย ถ้าเป็นไปได้ควรแก้ไขตามข้อ 2

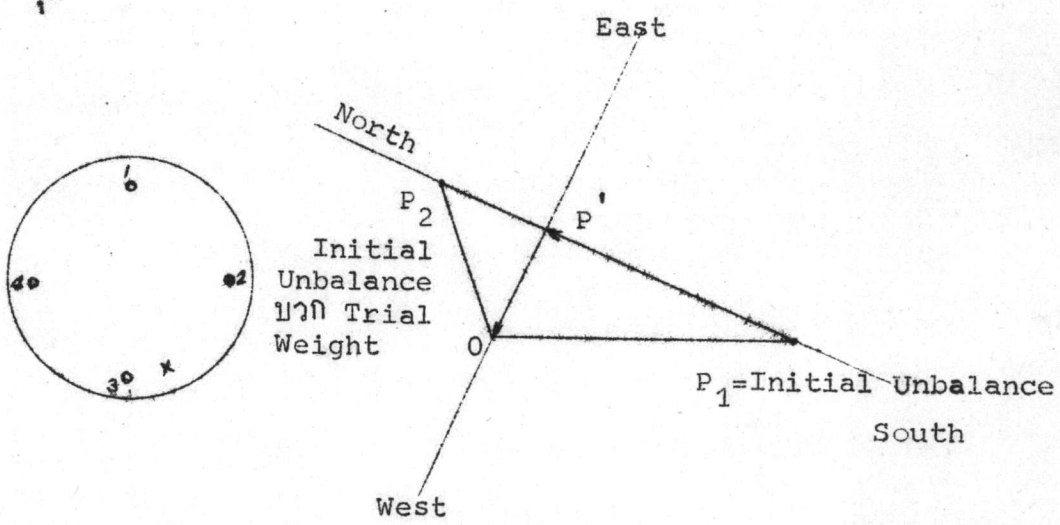
6. เครื่องวัดขนาดและตำแหน่งของ Unbalance ถ้าเป็นไปได้ควรเลือกเครื่องวัดที่วัดค่าได้ละเอียดและแน่นอนมากจะช่วยให้การตรวจสอบสัมฤทธิ์ผลยิ่งขึ้น

7. ชิ้นงานบางชิ้นมีค่า unbalance มาก ขนาดที่ว่าเมื่อนำมาตรวจสอบในเครื่องตรวจสอบดังกล่าวข้างต้น เครื่องอาจทนไม่ได้และเกิดการเสียหายได้ ทางที่ดีควรเอาชิ้นงานนั้นมาทำการตรวจสอบสมดุลย์ขั้นต้นโดยใช้ Gravity Balancing Machine

เพื่อลดค่า unbalance จากนั้นค่อยนำไปตรวจสอบสมดุลย์ในเครื่อง Dynamic Balancing Machine

8. การตรวจสอบสมดุลย์ควรกระทำที่ระนาบสองระนาบซึ่งอยู่ห่างกันมากที่สุด และอยู่ห่างจากแนวแกนการหมุนมากที่สุด เพื่อว่าจะได้เติมน้ำหนักแก้น้อยที่สุด

9. ในกรณีที่ชิ้นงานไม่มีตำแหน่งของน้ำหนักถ่วงตามที่เราต้องการ เราก็ควรแบ่งน้ำหนักถ่วงไปยังจุดซึ่งสามารถถ่วงน้ำหนักได้ ดังรูปข้างล่างซึ่งมีตำแหน่งที่จะถ่วงน้ำหนักได้ 4 จุด



จุดกากะบาทเป็นตำแหน่งน้ำหนักถ่วงที่ถูกต้อง แต่ไม่มีที่จะยึด เราก็ทำการแก้ไขโดยแบ่งน้ำหนักถ่วงไปที่จุด 2,3 ดังเช่นสมมุติเริ่มแรกเราใส่ Trial Weight 5.6 กรัมที่ตำแหน่ง 3 กำหนดให้จุด P_2 เป็นจุดที่เกิดจากการถ่วง Trial Weight เป็นทิศเหนือ เราจะได้ทิศตะวันออก ทิศใต้ ทิศตะวันตก ตามลำดับ การที่จะได้ displacement เป็นศูนย์ก็โดยการแยกแนว P_1P_2 คือแทนที่จะจาก $P_1 \rightarrow P_2$ เราให้จาก $P_1 \rightarrow P'$ และจาก $P' \rightarrow 0$ ได้ระยะ P_1P_2= 5.1 ซม., P_1P' = 3.7ซม., $P'0$ =1.5 ซม., จะเห็นได้ว่าน้ำหนักถ่วงที่ทิศเหนือเท่ากับ 5.6X3.7/5.1 = 4.062 กรัม และน้ำหนักถ่วงที่ทิศตะวันตกเท่ากับ 5.6X1.5/5.1 = 1.647 กรัม ผลจากการรวมกันของ Correction Weight ทั้งสองดังกล่าวจะเท่ากับผลจากการใส่ Correction Weight 4.45 กรัมที่มุม 158° ตามกราฟรูป 4 - 1

10. สำหรับผู้ที่สนใจในการทำการวิจัยขั้นต่อไปคือการหาการสั่นที่เกิดขึ้นกับระบบรวมใหญ่ ๆ ดูว่าระบบย่อยใดบ้างที่เป็นตัวเหตุทำให้เกิดการสั่นโดยอาศัยหลักการของความถี่ เพราะชิ้นงานหมุนของส่วนต่าง ๆ ของระบบย่อมมีความถี่ต่างกันออกไป ถ้าเราสามารถจับได้ว่าการสั่นที่เกิดขึ้นเกิดที่ความถี่เท่าไร เราก็จะทราบได้ว่าชิ้นส่วนใดของระบบรวมนั้นทำให้เกิดการสั่น แล้วก็ทำการสมดุลย์ระบบที่ว่านั้นต่อไป