บทที่ 6

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการปรับปรุงเครื่องและวิเคราะห์เครื่องตรวจสอบโดยที่ตัวเครื่องได้รับการตกแต่งให้เรียบร้อยอยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำการทดสอบ ดังนั้นความสำคัญอันดับแรกสมควรตรวจสมดุลย์ ชิ้นงานทดสอบด้วยวิธีการ static balance ให้เหลือความไม่สมดุลย์น้อยที่สุด อันดับต่อไปจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตรวจสอบสมดุลย์เพลา ทั้งนี้เพราะเครื่องตรวจสอบถูกสร้างขึ้นมาสำหรับตรวจสมดุลย์ชิ้นงานหมุนต่าง ๆ ซึ่งมาจากแหล่งภายนอก จุดประสงค์ต้องการกำจัดความไม่สมดุลย์ที่มีอยู่ในตัวเพลาให้เหลือน้อยที่สุดเช่นเดียวกัน จะได้ไม่มีผลต่อชิ้นงานหมุนหรือชิ้นงานทดสอบ เมื่อดำเนินการดังที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าเราสามารถลดความไม่สมดุลย์จากแหล่ง 2 แหล่งด้วยกัน ขณะนี้ชิ้นงานทดสอบและเพลาอยู่ในสภาพสมดุลย์ หลังจากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตรวจสอบทั้งแบบระนาบเดียวและสองระนาบ และเมื่อพิจารณาผลจากการทดสอบจะเห็นได้ว่าขนาดการสั่นที่เกิดจากความไม่สมดุลย์ขนาดต่าง ๆ ไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรง แต่ก็เข้าใกล้ความเป็นสัดส่วนพอสมควรอยู่ในช่วงที่พอจะยอมให้ได้ และสำหรับการแสดงตำแหน่งของการสั่นก็ไม่ค่อย consistence เท่าใดนัก แต่ก็พอจะยอมให้ได้เช่นเดียวกัน

ดังนั้นเมื่อเราทราบพฤติกรรมของเครื่องตรวจสอบว่าเป็นไปในลักษณะที่กล่าวมาแล้ว จะได้ยอมรับสภาพที่เกิดขึ้นและจะได้เป็นแนวทางในการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่มีอยู่ในระบบรวมของเครื่องว่ามาจากแหล่งใด และมีผลต่อเครื่องตรวจสอบในระดับใดบ้าง ส่วนวิธีการตรวจสอบสมดุลย์ที่ได้กำหนดขึ้นมา สำหรับตรวจสอบแบบระนาบเดี่ยวและสองระนาบ มีข้อจำกัดอยู่เหมือนกันคือต้องเป็นชิ้นงานที่มีลักษณะรูปร่างเหมือนกันทุกประการและน้ำหนักใกล้เคียงกันมีจำนวนตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไป จึงจะนำวิธีการที่กำหนดขึ้นมาใช้ ถ้าเป็นกรณีที่ชิ้นงานแต่ละชิ้นที่นำมาทดสอบมีรูปร่างที่แตกต่างกันหรือไม่เหมือนกัน ก็ยังคงใช้วิธีการตรวจสอบแบบเดิม (Trial and Error method) ดังนั้นประโยชน์ของเครื่องตรวจสอบประเภท Trial and Error Balancing Machine อยู่ตรงประเด็นนี้เอง จะเห็นได้ว่าสามารถเปลี่ยนไปเป็นการตรวจสอบในลักษณะของ mass -production ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าวิธีการตรวจสอบแบบเดิมหรือแบบใหม่ ในลักษณะของการนำไปใช้ควรดำเนินการควบคู่กันไปหรือต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะช่วงเริ่มต้น จากผลการทดสอบที่ผ่านมาพอที่จะสรุปแยกแยะออกเป็นดังนี้

ก. ผลการตรวจสอบสมดุลย์เพลา ปรากฏว่ายังมีความไม่สมดุลย์หลงเหลืออยู่ 1 μm หรือมีค่าเท่ากับ 1 gm-mm/kg. เทียบกับ Balancing Quality ค่า Tolerance อยู่ระหว่าง 0.2-1.0 gm-mm/kg. ก็อยู่ในช่วงแห่งการยอมรับได้

ข. ผลการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องแบบระนาบเดี่ยว ตำแหน่งของความไม่สมดุลย์ที่อ่านได้คลาดเคลื่อนสูงสุด (Machine Error) $+4^{o}$, -6^{o} เมื่อเทียบกับมุมล้าหลังเฉลี่ย ส่วนการทดสอบหาสมรรถนะแบบสองระนาบนั้นให้ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุด (Machine Error) ด้านระนาบแก้ซ้ายมีค่าเท่ากับ $+7^{o}$, -6^{o} และ $+8^{o}$, -9^{o} เป็นค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านระนาบแก้ขวาเทียบกับมุมล้าหลังเฉลี่ยของแต่ละด้านแต่ก็พอจะยอมให้ได้

ค. ผลการตรวจสอบสมดุลย์แบบระนาบเดี่ยว ยังมีความไม่สมดุลย์หลงเหลืออยู่ 2 μm หรือมีค่าเท่ากับ 2 gm-mm/kg. หากเทียบกับ Balancing Quality ซึ่งค่า Tolerance มีค่าเท่ากับ 4.5 gm-mm/kg. อยู่ในช่วงแห่งการยอมรับได้ ส่วนผลการตรวจสอบสมดุลย์แบบสองระนาบนั้น ในการทดสอบหาขนาดและตำแหน่งของความไม่สมดุลย์คลาดเคลื่อนมากที่สุด 9.877 gm-mm., 7^{o} เกิดขึ้นกับระนาบแก้ด้านขวามือ

ดังนั้น ผลของการทดสอบต่าง ๆ จะให้ความละเอียดมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ตัวเครื่องตรวจสอบ ความสามารถของเครื่องมือวัด สภาพของชิ้นงานทดสอบ ตลอดจนถึงขั้นตอนการทดสอบต้องระมัดระวังและรอบคอบด้วย ตัวเครื่องตรวจสอบที่ได้ทำการปรับปรุงขึ้นมา มีข้อจำกัดอยู่ว่าชิ้นงานที่จะนำมาตรวจสอบสมดุลย์กับเครื่องนี้ ควรมีความยาวไม่เกิน 40 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 35 ซม. น้ำหนักของชิ้นงานประมาณ 5 กก. และที่สำคัญต้องสวมพอดีกับเพลาโต 1 นิ้ว มีความแข็งแกร่งด้วย จากการปรับปรุงเครื่องตรวจสอบ ทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องตลอดจนถึงผลการตรวจสอบสมดุลย์ระนาบเดี่ยวและสองระนาบ ที่ผ่านมาผู้เขียนใคร่ขอเสนอข้อแนะนำบางประการดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. มอเตอร์ซึ่งเป็นต้นกำลังขับหมุนชิ้นงานทดลอบนั้นควรเลือกเป็นแบบ ดี-ซี มอเตอร์ เพราะมอเตอร์แบบนี้ความเร็วรอบค่อนข้างจะคงที่มากและสามารถควบคุมความเร็วรอบจากความเร็วรอบเริ่มต้นไปยังความเร็วที่ต้องการได้

2. ระบบส่งกำลังขับหมุนชิ้นงานนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรแยกมอเตอร์ออกต่างหาก ไม่ควรวางอยู่บนโต๊ะของเครื่องตรวจลอบ โดยการสร้างโต๊ะขนาดเล็กเป็นแท่นสำหรับวางมอเตอร์ ตำแหน่งของแท่นควรวางอยู่ใต้โต๊ะเครื่องตรวจลอบและส่งกำลังจากมอเตอร์ขับผ่านสายพานรูปตัววีในแนวตั้งคล้องกับ pulley โดยส่วมยึดให้แน่นเข้ากับ Hollow shaft ซึ่งเป็นชิ้นส่วนชิ้นหนึ่งของฟุต แฟล็กซิเบิลยางฟ้า คัปปลิ้ง และจะต้องมีแบริ่งรองรับ Hollow shaft สองจุด

3. สำหรับฟุต แฟล็กซิเบิล ยางฟ้า คัปปลิ้ง ควรให้มีน้ำหนักเบาให้มากที่สุด และถ้าเป็นไปได้ตัว ยางฟ้า คัปปลิ้ง ควรเพิ่มความยาวให้มากกว่าเดิมอย่างน้อยสองเท่า ส่วนตัว Hollow cylinder ควรเปลี่ยนไปเป็นเหล็กสปริงท่อบาง สามารถยุบตัวได้นิดหน่อยและสำหรับชิ้นส่วนทุก ๆ ชิ้นควรผ่านขบวนการชุบผิวป้องกันการเป็นสนิมกระทำได้ด้วยการรมดำหรือรมควัน

4. สำหรับแบริ่งควรให้มีน้ำหนักเบากว่าเดิม จุดประสงค์เพื่อลด Moment of inertia of mass bearing และถ้าเป็นไปได้ควรเป็นแบบ plane-half Bearing เพื่อต้องการลด impact effect

5. ในการเดินเครื่องทดลอบแต่ละครั้ง สังเกตบรรยากาศรอบข้าง ควรปราศจากสิ่งรบกวนต่าง ๆ เช่น หากมีหลอดไฟภายในอาคารดวงไหนติด ๆ ดับ ๆ อยู่ ควรรีบไปดับหลอดไปดวงนั้นเสียเพราะมีผลต่อเครื่องมือวัดโดยสังเกตได้จากเข็มมิเตอร์ซึ่งอ่านขนาดการสั่นเกิดการกระตุกและล่วงตามจังหวะการติด ๆ ดับ ๆ ของหลอดไฟดวงนั้น

6. ควรเคลื่อนย้ายสวิทช์ของมอเตอร์ให้อยู่ห่างจากฟุตเครื่องมือวัด เพราะจะทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจาก disturbing wire มีผลต่อสัญญาณที่ออกจากสเตรนเกจ

7. ก่อนการเดินเครื่องทดลอบทุกครั้งต้องปรับสมดุลย์วงจรวีสโตนบริดจ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นแล้วทำให้เข็มมิเตอร์อ่านขนาดการสั่น จะอ่านค่าเสียก่อน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะสัญญาณไฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D.C. มากเกินไปทำให้ OP-Am (Operational Amplifier) เกิดการตัดสัญญาณ (Clip) ขึ้นได้

8. ควรระวังการต่อสายไฟระหว่างชุดเครื่องมือวัดกับออสซิลโลสโคป อย่าให้สายไฟต่าง ๆ พันกันได้หรือแตะกับโครงของเครื่องมือวัดจะทำให้เกิดการสั่นวงจรถึงกันได้จะมีผลทำให้เข็มมิเตอร์อ่านขนาดการสั่นไม่แสดงค่า เพราะสัญญาณที่ผ่าน ออกมาจากภาคขยายจะสั่นวงจรลงดินหมด

9. สำหรับผู้ที่สนใจในการทำวิจัยขั้นต่อไปก็คือ การทดสอบสมรรถนะของเครื่องตรวจสอบโดยทำการทดสอบในลักษณะของ plane separation

10. ควรนำวิธีการตรวจสอบสมดุลย์แบบสองระนาบที่กำหนดขึ้นมานั้น มาทดสอบกับชิ้นงานจริง ๆ เช่น Blower เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย