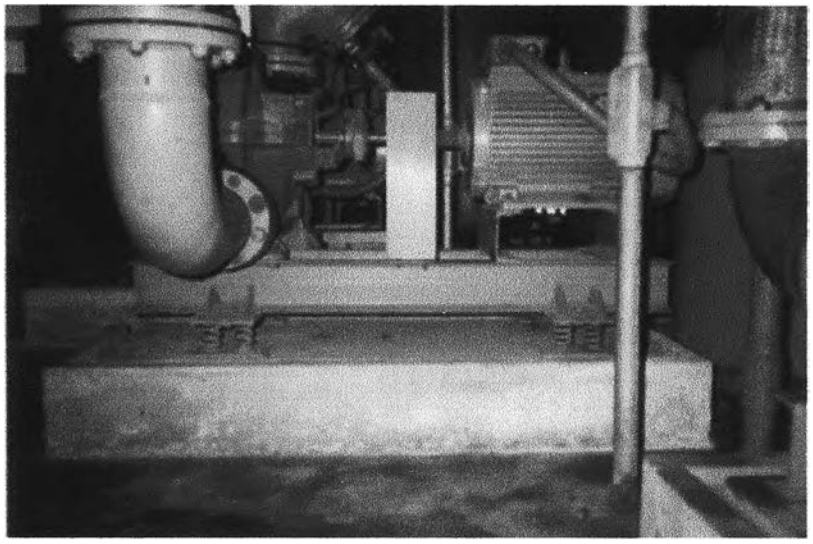
บทที่ 9

การคำนวณออกแบบตัวดูดซับการสั่นสะเทือนเพื่อใช้กับเครื่องจักรจริง

หลังจากติดตั้งตัวดูดซับการสั่นสะเทือนกับระบบจำลอง ต่อไปจะคำนวณออกแบบเพื่อใช้กับเครื่องจักรจริงที่มีการเปลี่ยนความเร็วรอบในการทำงาน สำหรับปั๊มน้ำที่มีขนาด 25 แรงม้า ทำงานที่ความเร็วรอบ 1450 rpm น้ำหนักที่กดลงบนตัวกันการสั่นสะเทือนประมาณ 400 กิโลกรัม ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 9-1 ต้องการลดภาระการทำงานของปั๊มโดยให้ทำงานที่ความเร็วรอบ 800 ถึง 1450 rpm



รูปที่ 9-1 เครื่องจักรจริงที่จะออกแบบตัวดูดซับการสั่นสะเทือน

ปั๊มจะมีหน้าแปลนที่ต่อกับท่อรับและส่งน้ำ ซึ่งจะมีท่อยางที่ยืดหยุ่นได้ซึ่งมีค่าความแข็งสปริงน้อยเมื่อเทียบกับตัวกันการสั่นสะเทือนและสปริงของตัวดูดซับ จึงไม่พิจารณาถึงผลจากท่อน้ำนี้

เนื่องจากในเครื่องจักรจริงเราไม่สามารถทราบขนาดของแรงไม่สมดุลที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร ดังนั้น จึงไม่สามารถคำนวณหาอัตราส่วนมวลที่เหมาะสมได้ การเลือกอัตราส่วนมวลที่เหมาะสมจะนำมาจากการทดลองที่ใช้กับระบบจำลอง จึงเลือกใช้อัตราส่วนมวลเท่ากับ 0.2 ดังนั้น มวลของก้อนมวลดูดซับจะมีขนาดเท่ากับ 0.2x400 = 80 กิโลกรัม ช่วงของความแข็งสปริงที่ต้องการสำหรับคานคำนวณได้จากความสัมพันธ์ $k_2 = m_2\omega^2$

$k_{2min} = (80)(800x2x\pi/60)^2 = 561$ kN/m

$k_{2max} = (80)(1450x2x\pi/60)^2 = 1845$ kN/m

จึงต้องออกแบบคานให้มีความแข็งสปริงอยู่ในช่วง 561 ถึง 1845 kN/m ค่าความไว (Sensitivity) ของความแข็งสปริงต่อระยะรองรับควรมีค่าน้อย เนื่องจากจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนของค่าความแข็งสปริงเมื่อปรับตำแหน่งรองรับคลาดเคลื่อน ซึ่งการลดค่าความไวทำได้โดยการออกแบบให้คานมีความยาวมาก ๆ ออกแบบคานโดยใช้สมการ 4-18 ใช้วิธีเปลี่ยนพารามิเตอร์และคำนวณความคลาดเคลื่อนได้พารามิเตอร์ของคานดังต่อไปนี้

- ความยาวคานจากตำแหน่งรองรับซ้ายสุดถึงขวาสุด 1 เมตร (คานมีตำแหน่งรองรับ 3 ตำแหน่ง)

- ความกว้างคาน 20 เซนติเมตร

- ความหนาคาน 1 เซนติเมตร

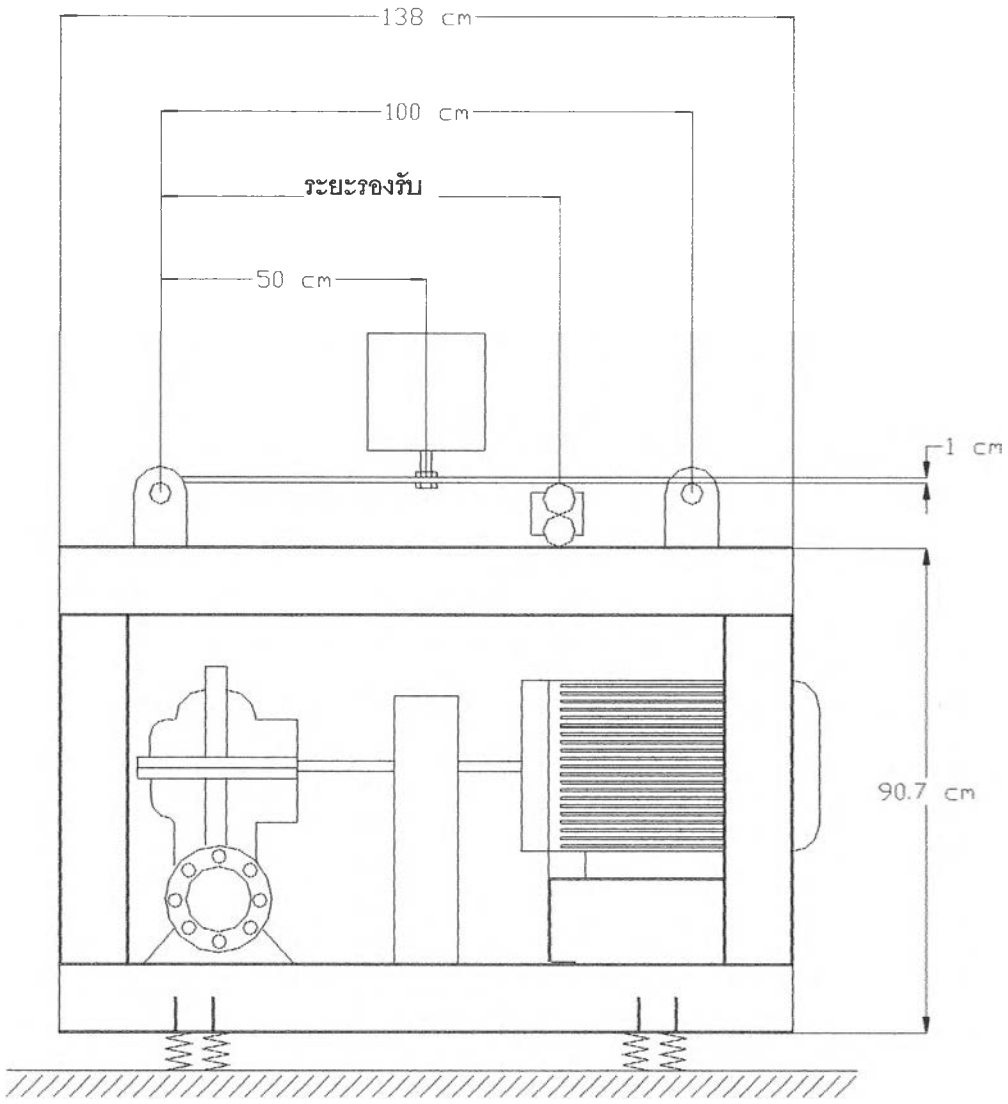
- ระยะรองรับคานที่ให้ค่าความแข็งสปริงที่ต้องการอยู่ในช่วง 67 ถึง 87 เซนติเมตร ให้ค่าความแข็งสปริง 551 kN/m ถึง 1.89 kN/m ซึ่งระยะรองรับที่ใช้งานอยู่ในช่วง 20 เซนติเมตรมากกว่าในการทดลองซึ่งใช้งานอยู่ในช่วง 10 เซนติเมตร ทำให้ได้ความแม่นยำในการควบคุมค่าความแข็งสปริงมากกว่า

- ก้อนมวลดูดซับทำจากเหล็กความหนาแน่น 7870 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นรูปทรงลูกบาศก์จะมีขนาด 21.6x21.6x21.6 cm^3

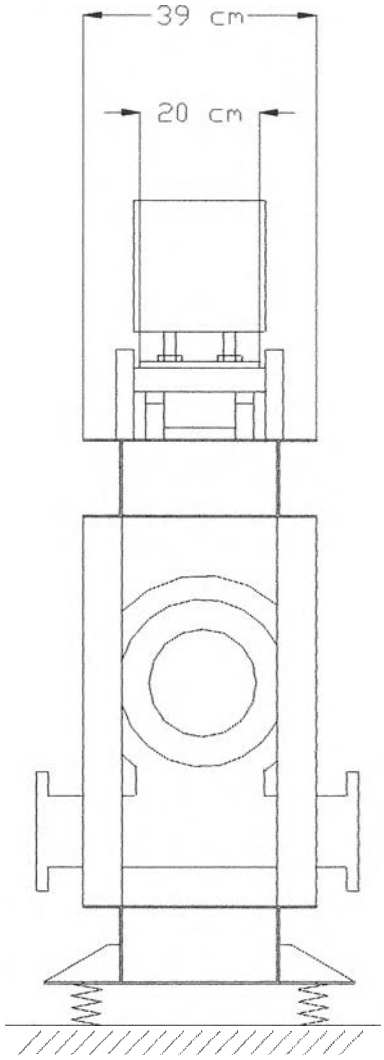
เนื่องจากในงานวิจัยนี้ มีสมมติฐานให้จุด CG อยู่บนแกน z และในการตั้งแกนเพื่อวิเคราะห์ระบบกำหนดให้แกน z อยู่กึ่งกลางของตัวกันการสั่นสะเทือนทั้งหมด หรือตัวกันการสั่นสะเทือนทั้งหมดมีความสมมูล (Symmetry) รอบแกน z ดังนั้นในการติดตั้งตัวดูดซับการสั่นสะเทือนเข้ากับระบบจริง ควรมีการถ่วงสมดุลเพื่อให้จุด CG อยู่ใกล้แกน z มากที่สุด โดยอาจสังเกตได้จากความสูงของสปริงตัวกันการสั่นสะเทือนควรใกล้เคียงกันมากที่สุด

ผลของตัวกันการสั่นสะเทือนที่ติดตั้งไว้กับเครื่องจักรก่อนการติดตั้งตัวดูดซับการสั่นสะเทือน คือ ตัวกันการสั่นสะเทือนที่มีค่าความแข็งสปริงต่ำกว่า ตำแหน่งความถี่ธรรมชาติทั้ง 2 ค่าของระบบจะห่างกันมากกว่า และค่าการส่งผ่านจะมีค่าต่ำกว่าทุกความเร็วรอบของเครื่องจักร ทำให้ประสิทธิภาพของตัวดูดซับการสั่นสะเทือนมากขึ้น แต่การเปลี่ยนตัวกันการสั่นสะเทือนที่ติดตั้งมากับเครื่องจักรแต่แรกทำได้ยาก

เมื่อติดตั้งตัวดูดซับการสั่นสะเทือนเข้ากับระบบจะมีลักษณะดังรูปที่ 9-2



รูปที่ 9-2 ภาพของตัวดูดซับการสั่นสะเทือนที่ออกแบบและมิติเมื่อติดตั้งกับเครื่องจักร



FRONT VIEW

รูปที่ 9-2 ภาพของตัวดูดซับการสั่นสะเทือนที่ออกแบบและมิติเมื่อติดตั้งกับเครื่องจักร (ต่อ)