บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เครื่องจักรที่มีลักษณะการทำงานเป็นวัฏจักร อันได้แก่ เครื่องจักรที่มีลักษณะการทำงานแบบหมุน (Rotary type) หรือการทำงานแบบเคลื่อนที่กลับไปกลับมา (Reciprocating type) เช่น คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์ เครื่องยนต์ และเทอร์ไบน์ แบบต่าง ๆ เป็นต้น โดยทั่วไปในขณะทำงานจะมีแรงไม่สมดุล (Unbalanced force) เกิดขึ้น ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดการสั่นสะเทือน โดยขึ้นอยู่กับความถี่ในการทำงาน และขนาดของแรงไม่สมดุล ดังนั้นเมื่อนำเครื่องจักรต่าง ๆ เหล่านี้ไปติดตั้งกับโครงสร้างอาคารแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอาคารพักอาศัย หรือในโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว แรงไม่สมดุลที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรเหล่านี้ สามารถเหนี่ยวนำให้โครงสร้างของอาคารสั่นสะเทือนได้ และโครงสร้างของแต่ละอาคารจะมีคุณสมบัติเฉพาะอย่างหนึ่ง เรียกว่า ค่าความถี่ธรรมชาติ (Natural frequency) เป็นคุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับ ชนิดของวัสดุ (ในกรณีของโครงสร้างอาคารโดยมากจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก) และรูปร่างของวัสดุ (ความยาว พื้นที่หน้าตัด และขนาดโมเมนต์ของความเฉื่อย) การสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคารจะเกิดปัญหาขึ้นเมื่อแรงไม่สมดุลของเครื่องจักรต่าง ๆ เหนี่ยวนำให้โครงสร้างของอาคารสั่นด้วยความถี่ใกล้เคียงกับค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างนั้น เพราะจะทำให้โครงสร้างของอาคารสั่นกว้าง (Large amplitude) สภาวะของการสั่นแบบมีแรงกระตุ้นที่มีความถี่ตรงกับความถี่ของการสั่นแบบธรรมชาตินี้ ถูกเรียกว่า " สภาวะการสั่นพ้อง (Resonance) " ซึ่งอาจจะทำให้โครงสร้างของอาคารเสียหาย หรืออาจจะไปรบกวนระบบการทำงานอื่น ๆ ภายในอาคารได้

การแก้ปัญหาการสั่นสะเทือนดังกล่าวสามารถทำได้โดยหลีกเลี่ยงไม่ให้ค่าความถี่ของแรงไม่สมดุลจากเครื่องจักรมีค่าตรงกันหรือใกล้เคียงกับค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างอาคารซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเปลี่ยนแปลงความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างอาคารโดยเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโครงสร้างอาคารบางส่วน ได้แก่ ความหนาของพื้น หรือเปลี่ยนตำแหน่งการวางเครื่องจักร ความถี่และแรงไม่สมดุลของเครื่องจักร หรือลดขนาดของแรงที่ถ่ายทอดการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักรไปสู่อาคาร โดยใช้ตัวแยกการสั่นสะเทือน (Vibration isolator) เช่น ใส่สปริง ตัวหน่วง และเพิ่มมวลของฐานรองเครื่องจักร แล้วทำการปรับปรุงสัมประสิทธ์ของความหน่วง(Damping ratio) อัตราส่วนของความถี่ (Freqency ratio) และ อัตราส่วนมวล (Mass ratio) เพื่อหาขนาดที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัญหาการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคารที่เกิดจากเครื่องจักร จำแนกระดับความถี่ และขนาดของแรงที่มากระทำ วิเคราะห์ขนาดและความถี่ของการสั่นสะเทือนของโครงสร้างที่เกิดขึ้น
2. เพื่อสรุปหาแนวทางในการแก้ปัญหาการสั่นสะเทือนของโครงสร้างที่เกิดจากเครื่องจักร

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเป็นตัวแทนของโครงสร้างอาคาร 3 ชั้น สร้างสมการรวมของการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคาร โดยใช้ระเบียบวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ และคำนวณหาผลเฉลยของสมการดิฟเฟอเรนเชียลของระบบ
2. ศึกษาการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร แรงที่ถ่ายทอดไปยังโครงสร้างอาคารเมื่อวางเครื่องจักรที่ตำแหน่งต่าง ๆ และผลการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคาร
3. คำนวณผลการแก้ปัญหาการสั่นสะเทือน โดยการเปลี่ยนแปลงความหนาของพื้นบางส่วน หรือการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการวางเครื่องจักร
4. ศึกษาวิธีลดการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร โดยใช้ตัวแยกการสั่นสะเทือน ได้แก่ ตัวหน่วง สปริง และฐานรองเครื่องจักร ทดลองเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ คือ สัมประสิทธ์ของความหน่วง อัตราส่วนของความถี่ และ อัตราส่วนมวล แล้วรวมสมการของการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรในระบบสมการ เพื่อคำนวณผลที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง
5. สรุปแนวทางในการแก้ปัญหาการสั่นสะเทือนของโครงสร้างที่เกิดจากเครื่องจักร แล้วนำมาสร้างแบบจำลองโครงสร้างอย่างง่าย เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลการคำนวณ

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสรุป

1. ศึกษาการสั่นสะเทือนของโครงสร้างแบบชั้นเดียว สร้างสมการรวมของโครงสร้าง หาเมตริกซ์มวลรวม เมตริกซ์ความแข็งเกร็งรวม คำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติ และหาเมตริกซ์ความหน่วงรวม จากนั้นหาผลเฉลยของระบบสมการอย่างง่าย เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานที่ซับซ้อนมากขึ้น

2. รวบรวมข้อมูล และทดลองใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ประดิษฐ์ขึ้น นำผลการคำนวณมาตรวจสอบกับทฤษฎีอ้างอิงว่าตรงกันหรือไม่อย่างไร
3. ศึกษาการสั่นสะเทือนของโครงสร้าง 3 ชั้น ทั้งแบบอิสระ และแบบมีแรงกระตุ้นเนื่องจากแรงไม่สมดุลของเครื่องจักร โดยใช้โปรแกรมช่วยในการคำนวณ เช่นเดียวกันกับในข้อที่ 1
4. ศึกษาลักษณะของแรงไม่สมดุลที่เกิดจากเครื่องจักรชนิดต่าง ๆ และลักษณะของการถ่ายทอดแรงไปสู่โครงสร้างอาคาร ตลอดจนลักษณะการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคารแบบบังคับ พร้อมทั้งพิจารณาช่วงความถี่ของเครื่องจักรที่มีผล และไม่มีผลกับการสั่นสะเทือนของโครงสร้างของอาคาร เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็น ในการแก้ปัญหา
5. คำนวณหาขนาด และความถี่ของการสั่นสะเทือน โดยการเปลี่ยนแปลงความหนาของโครงสร้างบางส่วน และเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการวางเครื่องจักร แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงไป
6. ศึกษาวิธีลดการสั่นสะเทือนโดยใช้ตัวแยกการสั่นสะเทือน ซึ่งประกอบด้วย สปริง ตัวหน่วง และมวลเฉื่อย (Inertia mass) จากนั้นทดลองเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ของความหน่วง อัตราส่วนมวล และ อัตราส่วนของความถี่ แล้วนำไปคำนวณหาผลของการสั่นสะเทือนที่มีต่อโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไป
7. สรุปรวมแนวทางในการแก้ไขปัญหาการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคารเนื่องจากแรงไม่สมดุลของเครื่องจักร จากนั้นสร้างโครงสร้างจำลอง 3 ชั้นขนาดเล็ก ติดตั้งเครื่องจักรแบบหมุนอย่างง่ายที่มีแรงไม่สมดุล แล้วทำการทดลองวัดค่าเปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้น
8. ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาเขียนเป็นวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แนวทางในการแก้ไขปัญหาการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคารเนื่องจากแรงไม่สมดุลที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร