บทที่ 8
การทดลองวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคาร 3 ชั้น จำลอง

ในบทนี้เป็นการทดลองวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของโครงสร้าง 3 ชั้น แบบระนาบเดี่ยว ซึ่งจำลองขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลตอบสนองของโครงสร้างอาคารที่รับภาระไม่สมดุลจากเครื่องจักรซึ่งคำนวณจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TFRAME โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ การหาค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้าง การหาผลตอบสนองสูงสุดจากการติดตั้งเครื่องจักรโดยตรงในโครงสร้าง การทดลองหาค่าความถี่ธรรมชาติของชุดแยกการสั่นสะเทือน และการหาผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างจากการติดตั้งเครื่องจักรบนชุดแยกการสั่นสะเทือน

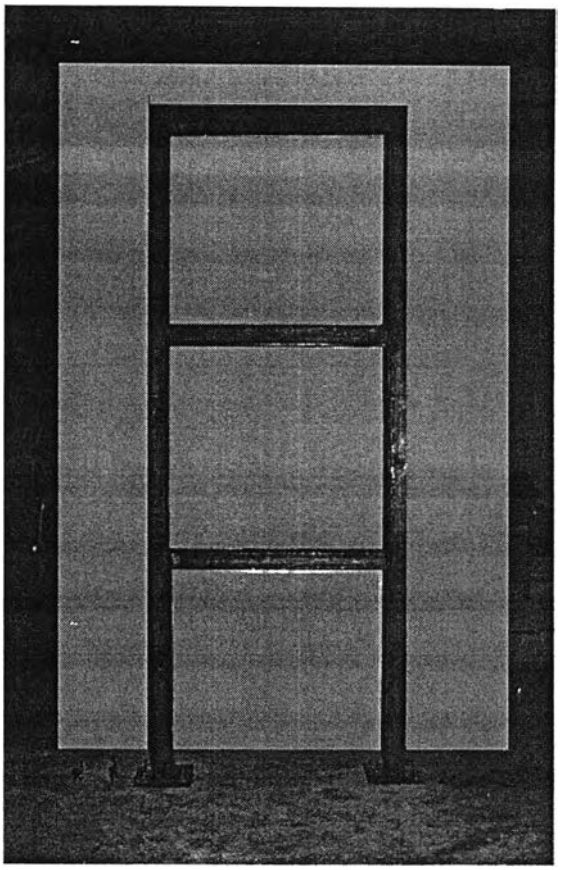
8.1 ชุดอุปกรณ์การทดลอง

โครงสร้างอาคารจำลอง

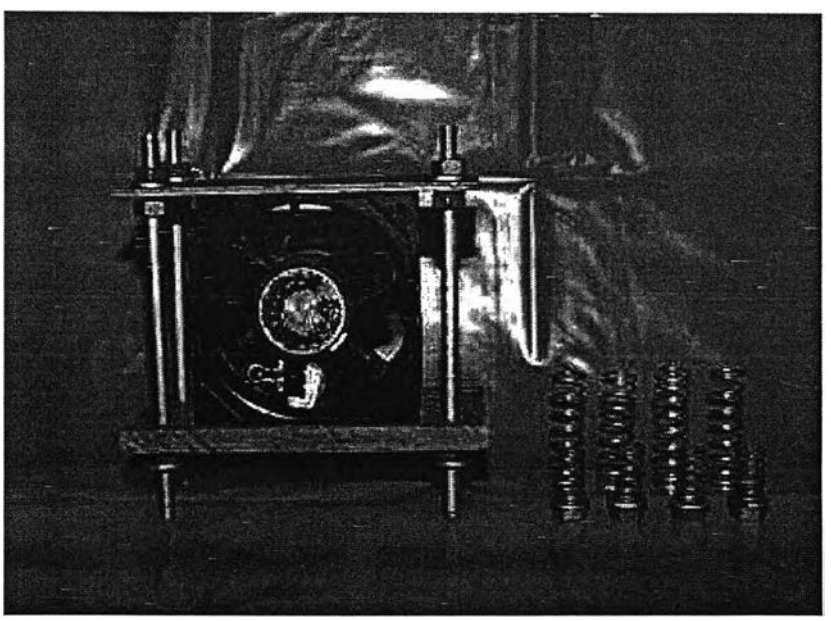
เป็นโครงสร้างทำจากเหล็กพื้นที่หน้าตัดเป็นแบบแชนเนล (Channel) ตามมาตรฐาน JIS G 3192 ขนาด 100 x 50 ตารางมิลลิเมตร มีความสูงประมาณ 1 เมตร 80 เซนติเมตร (แต่ละชั้นสูงประมาณ 60 เซนติเมตร) และมีความกว้างโดยประมาณ 65 เซนติเมตร ที่แต่ละจุดต่อใช้วิธีการเชื่อมรอบรอยต่อ ตำแหน่งปลายด้านหนึ่งของแต่ละเสาทั้ง 2 ต้นเชื่อมติดกับแผ่นเหล็กหนา ซึ่งแต่ละแผ่นเจาะรูไว้ 4 ด้านสำหรับขันสกรูยึดกับพุกเหล็กที่ฝังอยู่ในพื้นคอนกรีตเพื่อใช้ยึดฐานของโครงสร้างทั้งหมด ดังรูปที่ 8.1

เครื่องจักรไม่สมดุล

เป็นพัดลมดูดอากาศขนาดเล็กใช้กาวยึดกรอบของพัดลมกับแผ่นเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ซึ่งเจาะรูไว้บริเวณหัวมุม 4 รู ส่วนอีกด้านหนึ่งใช้แผ่นไม้ที่มีความหนาประมาณ 80 มิลลิเมตร เจาะรูไว้ 4 รูเช่นเดียวกันในตำแหน่งตรงกับรูของแผ่นเหล็กสำหรับยึดกับน็อตยาว 4 ตัวเป็นการประกบพัดลมทั้ง 2 ด้านเพื่อลดผลของการสั่นแยกที่บริเวณผิวสัมผัสของพัดลมกับแผ่นเหล็กซึ่งยึดไว้ด้วยกาว สำหรับแรงไม่สมดุลนั้นสร้างโดยติดตั้งมวลเยื้องศูนย์ใช้คลิปหนีบกระดาษหนีบแหวนรองน็อต 2 วง ไว้กับใบพัดใบหนึ่งของพัดลม หลังจากติดมวลเยื้องศูนย์แล้วสามารถวัดความเร็วรอบการทำงานของพัดลมด้วยแทคโคมิเตอร์ (Tachometer) ได้ประมาณ 1300 รอบต่อนาที มวลของพัดลมรวมกับแผ่นเหล็กมีขนาด 1.6724 กิโลกรัม



รูปที่ 8-1 โครงสร้างอาคารจำลอง 3 ชั้นที่ใช้ในการทดลอง



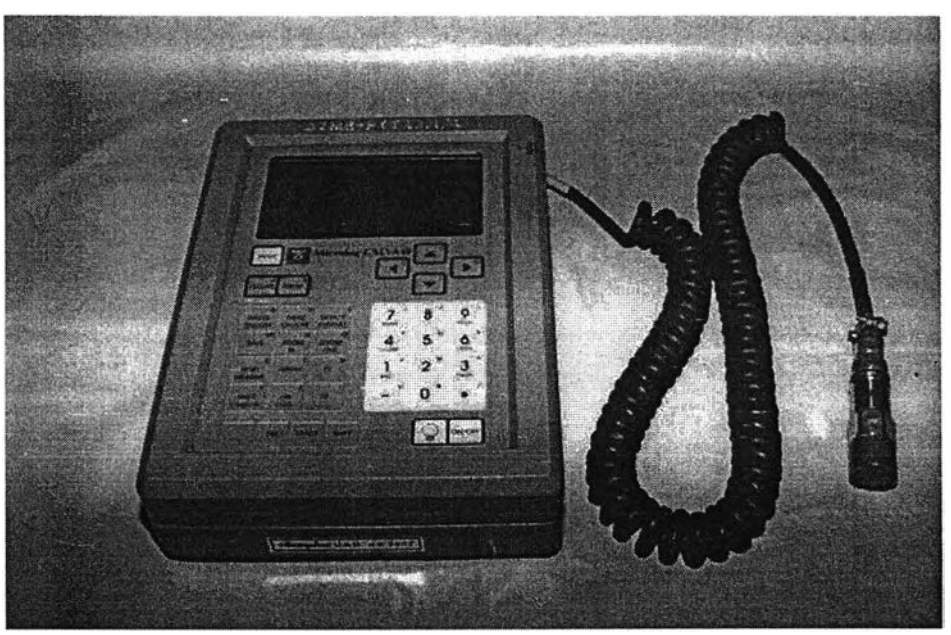
รูปที่ 8-2 ชุดเครื่องจักรไม่สมดุล และสปริงที่ใช้ในชุดตัวแยกการสั่นสะเทือน

ชุดแยกการสั่นสะเทือน

เป็นขดสปริงมีอยู่ 2 ชุด ชุดละ 4 ตัว แต่ละตัวติดกาวกับน็อตตัวเมียเพื่อใช้ขันสกรูยึดติดกับฐานของเครื่องจักรทั้ง 4 มุม ดังรูปที่ 8-2 และเนื่องจากไม่ทราบวัสดุที่ใช้ทำสปริงเป็นวัสดุใด ดังนั้นจึงหาค่าความถี่ธรรมชาติของชุดแยกการสั่นสะเทือนด้วยวิธีการทดลองแบบกดและปล่อย ทั้งความถี่ธรรมชาติของการสั่นในแนวนอนและการสั่นในแนวดิ่ง

อุปกรณ์วัดการสั่นสะเทือน

สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้ ใช้เครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนคือ เครื่องไมโครล็อก (Microlog data collector) ของบริษัท SKF Condition Monitoring Inc. ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสเปคตรัมแบบเอฟเอฟที (Fast Fourier Transform Spectrum) และขณะเดียวกันยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลแบบโดเมนเวลาได้ โดยเครื่องวัดนี้ใช้ร่วมกับหัววัดการสั่นสะเทือนแบบแม่เหล็กและวัดสัญญาณแบบความเร่ง (Accelerometer) ซึ่งมีมวลประมาณ 150 กรัม ใช้ติดตั้งเพื่อวัดการสั่นสะเทือนเฉพาะในทิศทางตั้งฉากกับหัววัดการสั่นสะเทือนเท่านั้น



รูปที่ 8-3 เครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนพร้อมหัววัดการสั่นสะเทือนแบบแม่เหล็ก

8.2 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ การทดลองหาค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้าง การทดลองหาขนาดผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างต่อแรงไม่สมดุลของเครื่องจักรที่ติดตั้งโดยตรงในโครงสร้าง การทดลองหาค่าความถี่ธรรมชาติของชุดแยกการสั่นสะเทือนทั้ง 2 ชุด และการทดลองหาขนาดผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างต่อแรงไม่สมดุลของเครื่องจักรที่ติดตั้งผ่านชุดแยกการสั่นสะเทือน (ใช้ตัวแยกการสั่นสะเทือน 2 ชุด) การวัดการสั่นสะเทือนมีทำใน 2 ทิศทางเท่านั้นคือทิศทางตามแนวนอน (X) และทิศทางตามแนวดิ่ง (Y) โดยเลือกพิกัดที่สนใจในการวัดทั้งหมด 6 พิกัดด้วยกัน โดยที่พิกัดที่ 1 ถึงพิกัดที่ 3 วัดการขจัดสูงสุดในแนวนอนของโครงสร้างชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 3 ตามลำดับ และพิกัดที่ 4 ถึงพิกัดที่ 6 วัดการขจัดสูงสุดของโครงสร้างที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแต่ละชั้นตั้งแต่ชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 3 ตามลำดับ

ส่วนแรกเป็นการวัดค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างแบ่งออกเป็นความถี่สำหรับการสั่นทางด้านข้างโหมดที่ 1 ถึงโหมดที่ 3 และความถี่ของการสั่นในแนวดิ่งแบบสมมาตร โหมดที่ 4 ถึงโหมดที่ 6 ทำการทดลองโดยใช้ค้อนยางเคาะที่ตำแหน่งต่าง ๆ (Bump Test) โดยทดลองทั้งหมด 12 ครั้ง การทดลอง 6 ครั้งสำหรับโหมดของการสั่นทางด้านข้าง อีก 6 ครั้งสำหรับการสั่นในแนวดิ่ง แล้วเลือกค่าที่ใกล้เคียงกันจากการทดลอง 2 ครั้ง (ในแต่ละทิศทาง) เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย สำหรับการวัดความถี่ธรรมชาติของการสั่นในแนวนอนใช้หัววัดการสั่นสะเทือนแบบแม่เหล็กติดบริเวณข้างเสาของชั้นที่ 1 แล้วเคาะทดสอบในแนวนอนชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 จากนั้นนำหัววัดการสั่นสะเทือนไปติดในบริเวณข้างเสาของชั้นที่ 2 แล้วเคาะทดสอบในแนวนอนชั้นที่ 1 และชั้นที่ 3 และเปลี่ยนไปติดหัววัดการสั่นสะเทือนในชั้นที่ 3 แล้วเคาะทดสอบในแนวนอนชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 สำหรับการวัดความถี่ธรรมชาติในแนวดิ่งของโครงสร้างเริ่มจากติดหัววัดการสั่นสะเทือนไว้บนคานบริเวณใกล้ ๆ กับหัวเสาในชั้นที่ 1 แล้วเคาะทดสอบในแนวดิ่งที่ตำแหน่งกึ่งกลางของชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 หลังจากนั้นเลื่อนหัววัดการสั่นสะเทือนไปติดในชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 ทำการทดลองโดยเคาะทดสอบที่บริเวณกึ่งกลางของชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 2 สำหรับแต่ละตำแหน่งของหัววัดการสั่นสะเทือนตามลำดับ

ส่วนที่สองการวัดผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างอาคารจากการติดตั้งเครื่องจักรไม่สมดุลโดยตรง ทำการทดลองโดยติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่มีการถ่วงใบพัดด้วยมวลเยื้องศูนย์เป็นแหวนรองน็อตกับคลิปหนีบกระดาษไว้แล้ว ดังรูปที่ 8-4 ในบริเวณกึ่งกลางของชั้นที่ 1 เจาะรูที่ ฐานรองเครื่องจักร 4 ด้านยึดกับน็อต 4 ตัวโดยตรงติดกับโครงสร้างทำการวัดทั้งหมด 6 ตำแหน่ง โดยนำหัววัดการสั่นสะเทือนไปติดเพื่อวัดการขจัดสูงสุดในแนวนอน 3 ชั้น และการขจัดสูงสุดในแนวดิ่ง

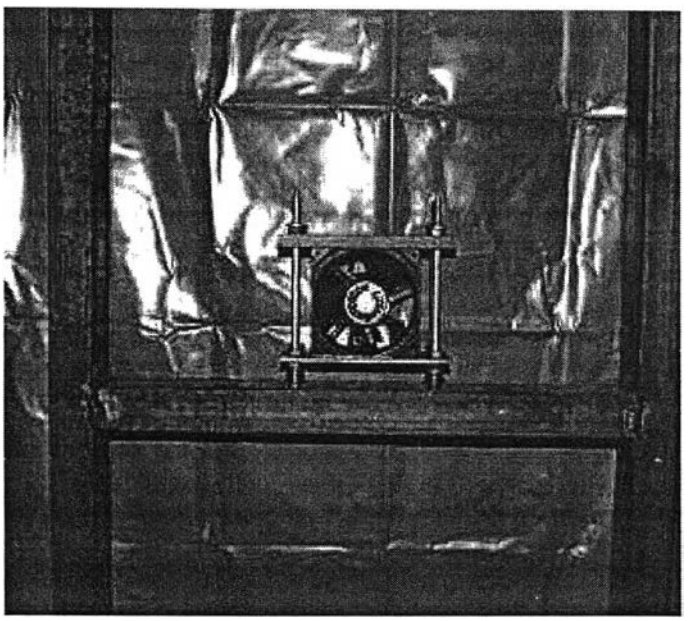
ตำแหน่งกึ่งกลางของแต่ละชั้น และก่อนที่จะทำการวัดต้องเปิดให้พัดลมทำงานสักพักก่อนจนรู้สึกว่าการสั่นสะเทือนของโครงสร้างเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady state) แล้ว

รูปที่ 8-4 การติดตั้งเครื่องจักรไม่สมดุลในโครงสร้างโดยตรง

ส่วนที่สามทำการทดลองเพื่อหาค่าความถี่ธรรมชาติของการสั่นในแนวนอนและแนวดิ่งของชุดแยกการสั่นสะเทือนทั้ง 2 ชุด ทำการทดลองโดยยึดปลายน็อตทั้ง 4 มุมด้วยสปริง (ซึ่งติดกาวไว้) ของแต่ละชุด จากนั้นนำชุดแยกการสั่นสะเทือนทั้งชุดไปวางบนพื้นเรียบ ปรับให้กรอบของพัดลมทั้งหมดตั้งได้ระดับก่อนทำการทดลอง แล้วติดหัววัดการสั่นสะเทือนไว้บนแผ่นเหล็กที่รองรับพัดลม เริ่มทำการทดลองโดยออกแรงกดที่บริเวณกึ่งกลางของพัดลมด้วยแรงปานกลางอย่ากดหนักเกินไปแล้วปล่อยให้พัดลมสั่น (สำหรับการวัดความถี่ธรรมชาติของชุดแยกการสั่นสะเทือนในแนวดิ่ง) และติดตั้งหัววัดการสั่นสะเทือนกับตัวกรอบพัดลมทางด้านข้าง (นำแหวนรองน็อตติดกาวกับตัวกรอบพัดลมก่อน) จากนั้นออกแรงผลักเบา ๆ อย่าให้ชุดแยกการสั่นสะเทือนมีการไถลในขณะเคลื่อนที่ (สำหรับการวัดความถี่ธรรมชาติของชุดแยกการสั่นสะเทือนในแนวนอน)

ส่วนสุดท้ายเป็นการทดลองวัดผลตอบสนองสูงสุดของอาคารเมื่อติดตั้งเครื่องจักรผ่านชุดแยกการสั่นสะเทือน โดยใช้ชุดแยกการสั่นสะเทือน 2 ชุด เลือกติดตั้งในตำแหน่งเดียวกับส่วนที่สองคือบริเวณกึ่งกลางของชั้นที่ 1 โดยใช้ตั้งชุดทดลองเช่นเดียวกับในส่วนที่สาม และนำชุดแยกการสั่นสะเทือนทั้งหมดวางบนโครงสร้างในตำแหน่งดังกล่าว ดังรูปที่ 8-5 จากนั้นเปิดพัดลมจนกว่าจะรู้สึก

ว่าการสั่นสะเทือนเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady state) แล้วจึงทำการวัดในตำแหน่งทั้ง 6 เช่นเดียวกับในส่วนที่สอง



รูปที่ 8-5 การติดตั้งเครื่องจักรไม่สมดุลในโครงสร้างอาคารผ่านชุดแยกการสั่นสะเทือน

8.3 วิเคราะห์ผลการทดลองวัดการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคารจำลอง

ผลการทดลองที่นำมาแสดงในตารางต่าง ๆ รวบรวมมาจากข้อมูลที่ทำการวัด ซึ่งผลการวัดในแต่ละกรณีแสดงในรูปของกราฟในโดเมนความถี่ ข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการถ่ายโอนข้อมูลจากเครื่องวัดขึ้นไปในคอมพิวเตอร์ซอฟแวร์ที่สนับสนุนการทำงานของเครื่องไมโครล็อกนี้ ได้แก่ซอฟแวร์ PRISM[4] for WINDOWS รายละเอียดของเครื่องวัดและวิธีการถ่ายโอนข้อมูลแสดงอยู่ในภาคผนวก ฉ. และกราฟข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดแสดงอยู่ในภาคผนวก ซ. ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

8.3.1 ความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างอาคาร

สำหรับส่วนความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างจำลอง ซึ่งต้องการออกแบบให้มีเงื่อนไขเป็นแบบปลายตรึง (Fixed end) ผลการทดลองปรากฏว่าสามารถวัดค่าความถี่ธรรมชาติได้ ตั้งแต่โหมดที่ 1 ถึงโหมดที่ 5 โดยค่าที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TFRAME เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขที่ฐานเสาเป็นแบบหมุด (Pined end) มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการยึดที่ฐานเสาใช้วิธีการเชื่อมแผ่นเหล็กติดกับขาเสาโดยรอบ แล้วเจาะรูฝังพุกเหล็กลงในพื้นคอนกรีต

เหลือปลายออกมาเพื่อยึดกับแผ่นเหล็กซึ่งเจาะรูไว้ตรงกันด้วยน็อตตัวเมียนั้น ยังไม่เพียงพอที่จะบังคับให้เงื่อนไขเป็นแบบปลายตรึงได้ ข้อมูลที่วัดได้แสดงในตารางที่ 8-1 ดังนี้

โหมดที่	ความถี่ธรรมชาติ (รอบต่อนาที)				
	การทดลอง	คำนวณ TFRAME (Fixed end)		คำนวณ TFRAME (Pined end)	
		ค่าที่คำนวณ	% แตกต่าง	ค่าที่คำนวณ	% แตกต่าง
1	1375	1843	-25.393	1165	18.026
2	4525	6243	-27.519	4925	-8.122
3	9750	11310	-13.793	10400	-6.25
4	18500	19790	-6.518	18950	-2.375
5	21500	23720	-9.359	22110	-2.759

ตารางที่ 8-1 เปรียบเทียบค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างจำลอง

เนื่องจากในการทดลองวัดค่าความถี่ธรรมชาตินั้นให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับกรณีที่ฐานเสาเป็นแบบหมุดมากกว่า การทดลองในลำดับถัดไปจะอาศัยเงื่อนไขที่ฐานเสาเป็นแบบหมุดสำหรับคำนวณเปรียบเทียบเพียงอย่างเดียว

8.3.2 ผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างเมื่อติดตั้งเครื่องจักรไม่สมดุลโดยตรง

สำหรับเครื่องจักรไม่สมดุล ใช้พัดลมดูดอากาศความเร็วรอบประมาณ 1300 เรเดียนต่อวินาที ติดมวลเยื้องศูนย์ขนาด 15.5 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากจุดหมุน 4 เซนติเมตร ดังนั้นขนาดของแรงไม่สมดุลมีค่าประมาณ $0.0155 \times 0.04 \times (1300 \times 2\pi / 60)^2 = 11.49$ นิวตัน ติดตั้งโดยตรง ณ ตำแหน่งกึ่งกลางของชั้นที่ 1 ได้ผลการทดลอง เป็นดังตารางต่อไปนี้

ตำแหน่งที่วัด	ข้อมูลจากการทดลอง หน่วยความถี่ (รอบต่อนาที) หน่วยขนาด (10^{-7} m.)					TFRAME (Pined ends)	
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ขนาดเฉลี่ย	ขนาด 10^{-7} m.	% แตกต่าง
	ความถี่	ขนาด	ความถี่	ขนาด			
1X	1287.5	368.19	1312.5	397.11	382.65	369.18	3.649
2X	1287.5	462.25	1287.5	468.74	465.50	492.18	-5.422

3X	1300	700.61	1287.5	695.76	698.19	564.13	23.764
1Y	1290	5.056	1275	5.056	5.056	5.177	-2.337
2Y	1290	4.274	1282.5	4.016	4.145	3.306	25.378
3Y	1297.5	4.679	1297.5	4.290	4.485	3.860	16.192

ตารางที่ 8-2 ผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างจำลอง เมื่อติดตั้งเครื่องจักรโดยตรงในชั้นที่ 1

การทดลองในส่วนที่มีการติดตั้เครื่องจักรโดยตรงที่ตำแหน่งกึ่งกลางของชั้นที่ 1 นั้น มีบางพิกัดที่ให้ผลใกล้เคียงกับการคำนวณ และบางพิกัดให้ผลแตกต่างกันค่อนข้างสูง สำหรับพิกัด 3X ที่มีค่าผิดพลาดสูงนั้น สังเกตได้จากค่าผิดพลาดในการทดลองหาค่าความถี่ธรรมชาติในโหมดที่ 1 ของโครงสร้าง (พิกัด 3X มีขนาดการสั่นสะเทือนสูงที่สุด) ซึ่งมีค่าประมาณ 18 เปอร์เซนต์ ส่งผลให้การคำนวณผลตอบสนองสูงสุดของพิกัด 3X นี้ให้ค่าแตกต่างค่อนข้างสูง โดยสาเหตุหลักควรจะเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของโครงสร้างจำลอง สำหรับในพิกัด 2Y และ 3Y ที่มีความแตกต่างสูงสาเหตุหลักน่าจะเกิดจากเงื่อนไขบังคับของแบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณ (มุมระหว่างเสาและคานเป็นมุมฉากตลอดเวลา) แตกต่างจากเงื่อนไขที่เกิดขึ้นจากการทดลอง (มีลักษณะของ simply support เกิดขึ้น) เป็นผลให้ผลตอบสนองสูงสุดในแนวดิ่งเหล่านี้มีค่าสูงขึ้น

8.3.3 ความถี่ธรรมชาติของชุดแยกการสั่นสะเทือน

สำหรับการทดลองในส่วนชุดแยกการสั่นสะเทือนนั้น ใช้สปริง 2 ขนาดซึ่งไม่รู้ว่าทำจากวัสดุชนิดใด ดังนั้นในการหาค่าความแข็งเกร็งของสปริงจึงใช้วิธีติดตั้งสปริงกับฐานรองเครื่องจักร แล้วหาความถี่ธรรมชาติของการสั่น โดยการกดแล้วปล่อย ผลการทดลองพบว่าความถี่ธรรมชาติของสปริงชุดที่ 1 ทาง X และทาง Y มีค่าเป็น 202.5 รอบต่อนาที และ 345 รอบต่อนาที ตามลำดับ ส่วนชุดที่ 2 ทาง X และทาง Y มีค่าเป็น 202.5 รอบต่อนาที และ 420 รอบต่อนาทีตามลำดับ มวลของชุดเครื่องจักรมีขนาด 2.3 กิโลกรัม และมวลของหัววัดการสั่นสะเทือนมีขนาด 0.15 กิโลกรัม ดังนั้นเมื่อนำไปคำนวณจะได้ค่าความแข็งเกร็งทาง X และทาง Y ของสปริงชุดที่ 1 เป็น 1102 และ 3198 นิวตันต่อเมตร โดยประมาณ สำหรับชุดที่ 2 มีค่าเป็น 1102 และ 4739 นิวตันต่อเมตร นำค่าเหล่านี้ไปคำนวณในโปรแกรม TFRAME เงื่อนไขของฐานเสาเป็น Pined ends นำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองในหัวข้อการทดลองหาผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างอาคารภายใต้ภาระไม่สมดุลจากเครื่องจักรที่ติดตั้งบนฐานแยกการสั่นสะเทือน

8.3.4 ผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างติดตั้งเครื่องจักรบนชุดแยกการสั่นสะเทือน

ทำการทดลองโดยติดตั้งเครื่องจักรบนชุดแยกการสั่นสะเทือนทั้ง 2 ชุดในตำแหน่งกึ่งกลางของชั้นที่ 1 วัดผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างได้ดังต่อไปนี้

ตำแหน่งที่วัด	ข้อมูลจากการทดลอง หน่วยความถี่ (รอบต่อนาที) หน่วยขนาด (10^{-7} m.)					TFRAME (Pined ends)	
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ขนาดเฉลี่ย	ขนาด 10^{-7} m.	% แตกต่าง
	ความถี่	ขนาด	ความถี่	ขนาด			
1X	1200	9.9473	1185	7.9058	8.927	16.553	-46.07
2X	1200	14.989	1192.5	12.822	13.906	22.434	-38.01
3X	1200	16.972	1185	17.085	17.029	24.694	-31.04
1Y	1177.5	0.3721	1177.5	0.3702	0.3712	0.4177	-11.13
2Y	-	-	-	-	-	0.0240	-
3Y	-	-	-	-	-	0.0246	-

ตารางที่ 8-3 ผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้าง ติดตั้งเครื่องจักรบนตัวแยกการสั่นสะเทือนชุดที่ 1

ตำแหน่งที่วัด	ข้อมูลจากการทดลอง หน่วยความถี่ (รอบต่อนาที) หน่วยขนาด (10^{-7} m.)					TFRAME (Pined ends)	
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ขนาดเฉลี่ย	ขนาด 10^{-7} m.	% แตกต่าง
	ความถี่	ขนาด	ความถี่	ขนาด			
1X	1357.5	8.9737	1365	8.5244	8.7491	16.555	-47.15
2X	1320	11.798	1335	12.595	12.197	22.437	-45.64
3X	1342.5	17.219	1357.5	16.036	16.628	24.697	-32.67
1Y	1297.5	0.8812	1297.5	0.9641	0.9227	0.6434	43.41
2Y	-	-	-	-	-	0.0367	-
3Y	-	-	-	-	-	0.0378	-

ตารางที่ 8-4 ผลตอบสนองสูงสุดของโครงสร้าง ติดตั้งเครื่องจักรบนตัวแยกการสั่นสะเทือนชุดที่ 2

ผลการทดลองเมื่อติดตั้งเครื่องจักรบนชุดแยกการสั่นสะเทือนชุดที่ 1 และชุดที่ 2 พบว่าในส่วนของพิกัดทางแนวนอน (X) ทั้งหมดให้ค่าผิดพลาดสูงมากเมื่อเทียบกับผลการคำนวณ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการติดตั้งบนฐานแยกการสั่นสะเทือนนั้นมีการยึดสปริง 4 ตัวติดกับฐานของพัดลม แล้วตั้งลงบนโครงสร้างจำลอง ซึ่งเมื่อเทียบน้ำหนักของเครื่องจักรที่กดลงบนสปริงกับแรงไม่สมดุลที่สร้างขึ้นแล้วนั้นเห็นว่าเครื่องจักรมีน้ำหนักเบาเกินไป ทำให้เกิดการลื่นไถลที่ผิวสัมผัสระหว่างสปริงกับโครงสร้างได้ ดังนั้นแรงสั่นสะเทือนในแนวนอน ที่ถ่ายทอดลงบนโครงสร้างจึงลดลงไปกว่าค่าที่คำนวณได้มาก

จากการทดลองมีปัจจัยหลายอย่างที่ไม่สามารถควบคุมได้ อาทิเช่น ความสมบูรณ์ของโครงสร้าง เงื่อนไขของฐานเสาที่ยึดติดกับพื้น มุมระหว่างเสากับคาน ความเร็วรอบของพัดลม ความเหมาะสมของอัตราส่วนการจำลองโครงสร้างและเครื่องจักรเมื่อเทียบกับโครงสร้างและเครื่องจักรที่ใช้งานจริง ยกตัวอย่างเช่นค่าความถี่ธรรมชาติระหว่างโครงสร้างสมมติที่ใช้ในการวิเคราะห์ในบทที่ 7 กับค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างจำลองที่สร้างขึ้น พบว่าความถี่ธรรมชาติ 3 โหมดแรก (ความถี่ธรรมชาติของการสั่นในแนวนอน) ของโครงสร้างจำลองมีค่าอยู่ในช่วงความถี่ธรรมชาติในแนวดิ่งของโครงสร้างจริง (ประมาณ 1000-10000 รอบต่อนาที) ผลที่เกิดขึ้นตามมาอย่างน้อยคือสำหรับช่วงความถี่ทำงานของเครื่องจักรควรจะมีผลกับการขจัดในแนวดิ่งของอาคารมากกว่าแต่ในการทดลองกลับกลายเป็นว่ามีผลกับการขจัดในแนวนอนของโครงสร้างมากกว่าในแนวดิ่ง และในขณะที่เครื่องจักรโดยทั่วไปมักจะมีมวลหรือน้ำหนักมากและมีขนาดของแรงไม่สมดุลน้อยแต่สำหรับในการทดลอง เครื่องจักรกลับมีน้ำหนักน้อยแต่มีขนาดของแรงไม่สมดุลมาก เป็นผลให้การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรในการทดลองมีขนาดของการสั่นสูงมาก อย่างไรก็ดีจากผลการทดลองพบว่าการติดตั้งเครื่องจักรบนชุดแยกการสั่นสะเทือนที่เหมาะสมจะช่วยลดขนาดของการสั่นสะเทือนได้ดี โดยเฉพาะในทิศทางที่มีขนาดการสั่นสะเทือนสูง