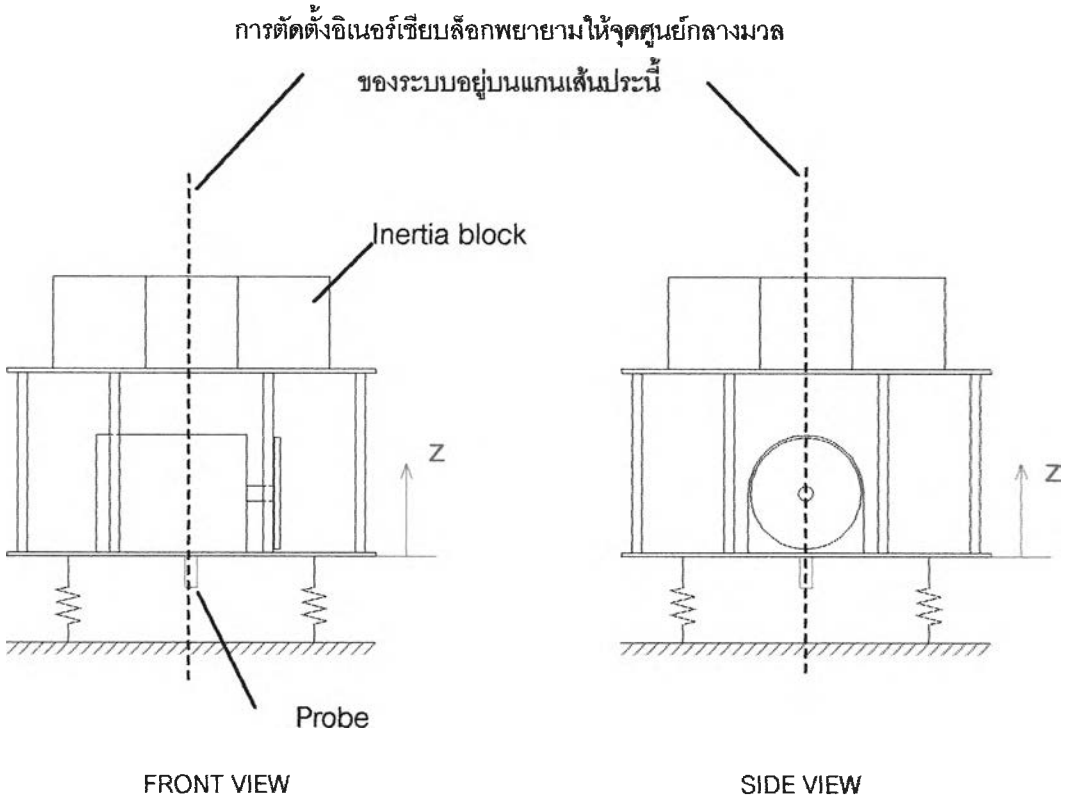
บทที่ 6

การทดลองวิเคราะห์ผลของอิเนอร์เชียบล็อก (Inertia block)

ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่ประกอบด้วยเครื่องจักรที่มีการติดตั้งตัวกันการสั่นสะเทือน (Vibration Isolator) และมีอิเนอร์เชียบล็อก กับระบบที่ไม่มีอิเนอร์เชียบล็อก โดยมีหลักเกณฑ์ในการติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อก คือ ค่าความแข็งสปริงและน้ำหนักรวมของระบบที่ติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกต้องทำให้ค่าความถี่ธรรมชาติ (วิเคราะห์ในแนวตั้ง 1 ลำดับขั้นความเสรี) เท่ากับระบบเดิม จากรูปที่ 5-2 เดิมระบบที่ติดตั้งบนตัวกันการสั่นสะเทือนมีมวล 53.85 กิโลกรัม ติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกโดยเพิ่มคอนกรีตบล็อกมวล 33.8 กิโลกรัม ทำให้น้ำหนักรวมเป็น 87.65 กิโลกรัม ดังนั้นต้องเพิ่มความแข็งสปริงของตัวกันการสั่นสะเทือนจาก 188.7 kN/m เป็น 302.5 kN/m ดังรูปที่ 6-1 โดยมีสมมติฐานว่า วัตถุที่อยู่บนสปริงทั้งหมดเป็นวัตถุเดียวกัน เป็นวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body) การเคลื่อนที่เชิงมุมมีค่าน้อย ไม่มีความหน่วง และพิจารณาเฉพาะในแนวตั้ง 1 ลำดับขั้นความเสรี โดยปกติอิเนอร์เชียบล็อกจะติดตั้งระหว่างตัวกันการสั่นสะเทือนและเครื่องจักร แต่ในงานวิจัยนี้การติดตั้งไว้ใต้เครื่องจักรทำได้ยาก จึงติดตั้งไว้บนเครื่องจักร โดยพยายามให้จุดศูนย์กลางมวลของอิเนอร์เชียบล็อกอยู่ในแกนแนวตั้งที่ผ่านจุดกึ่งกลางระหว่างตัวกันการสั่นสะเทือนทั้งหมด (แกน z ในบทที่ 5) เพื่อให้การสั่นสะเทือนจริงใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุด จากสมมติฐานในบทนี้ การติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกทั้งด้านบนและด้านล่างเครื่องจักรมีการสั่นสะเทือนทางทฤษฎีของระบบเหมือนกัน



รูปที่ 6-1 ภาพวาดระบบที่ใช้ในการทดลองวิเคราะห์ผลของอิเนอร์เชียบล็อก

รูปที่ 6-2 ภาพถ่ายระบบที่ใช้ในการทดลองวิเคราะห์ผลของอิเนอร์เชียบล็อก

6-1 อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดจำลองระบบเครื่องจักรที่มีความไม่สมดุลทางพลวัตและมีการติดตั้งตัวกันการสั่นสะเทือนจากบทที่ 5

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ขนาด 2 แรงม้า

1.2 สปริงที่ใช้แทนตัวกันการสั่นสะเทือน ความแข็งสปริง 188.7 kN/m

1.3 โครงสร้างฐานรองรับมอเตอร์

1.4 จานเจาะรูเยื้องศูนย์เพื่อสร้างแรงไม่สมดุล

2. อินเวอร์ตเตอร์สำหรับแปลงเป็นกระแสไฟฟ้า 3 เฟส

3. อุปกรณ์วัดสัญญาณการสั่นสะเทือน MICROLOG DATA COLLECTOR (MDC) รุ่น CMVA10

4. โพรบวัดความเร่งสำหรับไมโครล็อก

5. อิเนอร์เชียบล็อกมวล 33.8 กิโลกรัม

6. สปริงติดตั้งเพิ่มเพื่อให้ตัวกันการสั่นสะเทือนมีค่าความแข็งสปริง 302.5 kN/m

6-2 วิธีการทดลอง

1. ใช้ระบบจากการทดลองในบทที่ 5 ติดตั้งส่วนของอิเนอร์เชียบล็อกเพิ่มเติม และเพิ่มความแข็งสปริงที่ตัวกันการสั่นสะเทือน โดยติดตั้งสปริงเพิ่มขึ้น 2 ตัว

2. ติดตั้งโพรบของไมโครล็อกเข้ากับระบบที่จำลองขึ้นเพื่อวัดสัญญาณการสั่นสะเทือนในแนวตั้ง

3. เดินเครื่องมอเตอร์และปรับความถี่ที่อินเวอร์ตเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบจาก 300 ถึง 1500 rpm โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 100 rpm

4. แต่ละค่าความเร็วรอบในขั้นตอนที่ 3 วัดสัญญาณการสั่นสะเทือนจากไมโครล็อกในรูปแบบสเปกตรัมของการกระจัด รอจนสัญญาณเข้าสู่สภาวะคงที่ประมาณ 30 วินาทีและจดบันทึกแอมพลิจูดที่ตำแหน่งความถี่เท่ากับความเร็วรอบของเครื่องจักร

5. นำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบตารางและกราฟเปรียบเทียบกับผลการทดลองเมื่อไม่ติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกในบทที่ 5 และอภิปรายผลการทดลอง

6-3 ผลการทดลอง

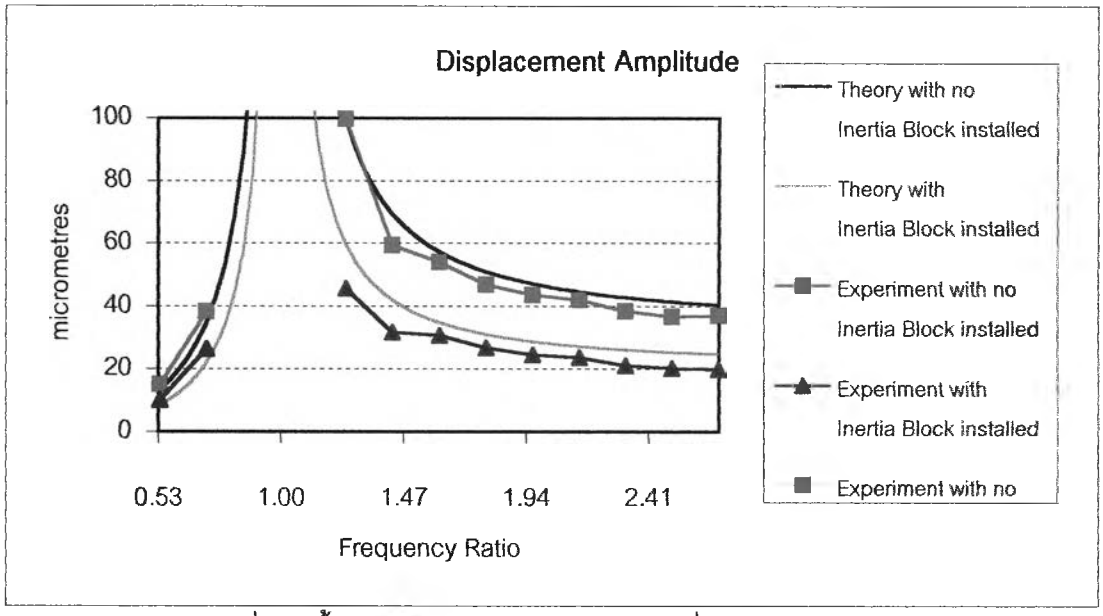
- สำหรับระบบที่ไม่มีอินเนอร์เชียบล็อกใช้ผลการทดลองจากบทที่ 5 ในแนวแกน z
- แอมพลิจูดการกระจัดทางทฤษฎี คำนวณจากสมการ 5-5
- ค่าการส่งผ่าน คำนวณจากสมการ 5-11

Machine Speed (rpm)	Unbalance Force (N)	Frequency Ratio	Displacement Amplitude (micrometres)			
			Theory with no Inertia Block installed	Theory with Inertia Block installed	Experiment with no Inertia Block installed	Experiment with Inertia Block installed
300	1.84	0.54	13.61	8.54	15.17	10.17
400	3.28	0.71	34.83	22.05	38.23	26.47
500	5.12	0.89	124.92	82.35	176.60	133.90
600	7.38	1.07	308.27	169.62	210.10	111.60
700	10.04	1.25	99.73	59.62	99.72	45.59
800	13.12	1.43	69.31	41.96	59.41	31.79
900	16.60	1.61	57.32	34.88	54.00	30.75
1000	20.50	1.79	51.00	31.12	46.80	26.70
1100	24.80	1.96	47.16	28.82	43.65	24.58
1200	29.52	2.14	44.61	27.29	42.10	23.72
1300	34.64	2.32	42.80	26.21	38.44	21.08
1400	40.18	2.50	41.47	25.40	36.76	20.30
1500	46.12	2.68	40.45	24.79	36.97	19.97

ตารางที่ 6-1 แอมพลิจูดการกระจัดในแนวตั้งเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ผลของการติดตั้งอินเนอร์เชียบล็อก

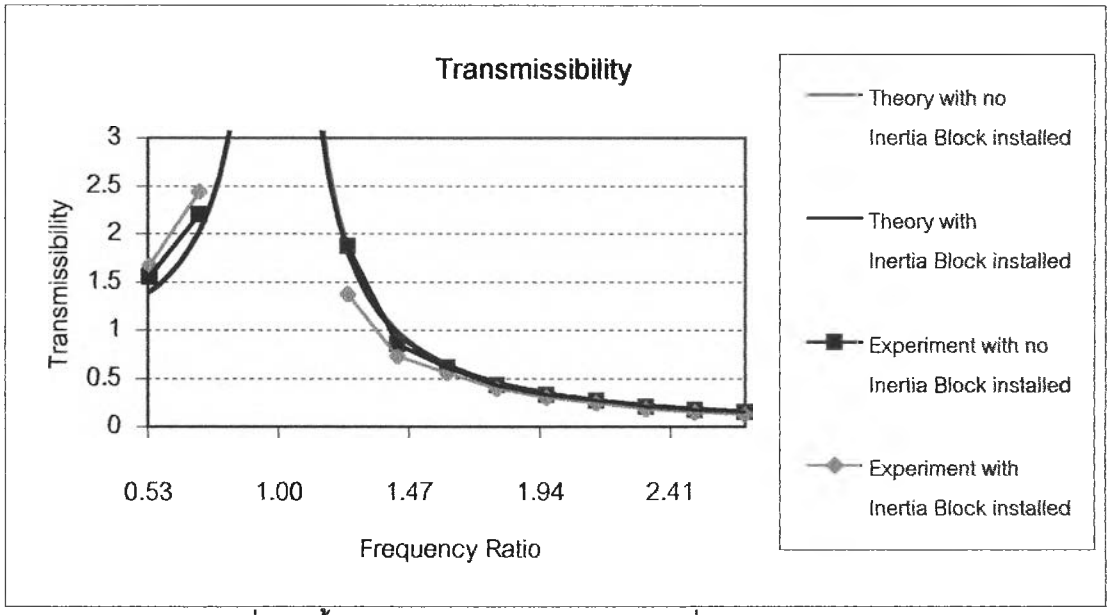
Machine Speed (rpm)	Unbalance Force (N)	Frequency Ratio	Transmissibility			
			Theory with no Inertia Block installed	Theory with Inertia Block installed	Experiment with no Inertia Block installed	Experiment with Inertia Block installed
300	1.84	0.54	1.39	1.40	1.55	1.67
400	3.28	0.71	2.00	2.03	2.20	2.44
500	5.12	0.89	4.60	4.86	6.50	7.90
600	7.38	1.07	7.88	6.95	5.37	4.58
700	10.04	1.25	1.87	1.80	1.87	1.37
800	13.12	1.43	1.00	0.97	0.85	0.73
900	16.60	1.61	0.65	0.64	0.61	0.56
1000	20.50	1.79	0.47	0.46	0.43	0.39
1100	24.80	1.96	0.36	0.35	0.33	0.30
1200	29.52	2.14	0.29	0.28	0.27	0.24
1300	34.64	2.32	0.23	0.23	0.21	0.18
1400	40.18	2.50	0.19	0.19	0.17	0.15
1500	46.12	2.68	0.17	0.16	0.15	0.13

ตารางที่ 6-2 ขนาดค่าการส่งผ่านในแนวตั้งเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ผลของการติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อก



มีข้อมูลจากการทดลองที่ไม่ติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกอยู่เหนือเส้นกราฟที่พิกัด (0.89,176.6) และ (1.07,210.1)
มีข้อมูลจากการทดลองที่ติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกอยู่เหนือเส้นกราฟที่พิกัด (0.89,133.9) และ (1.07,111.6)

รูปที่ 6-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอมพลิจูดการกระจัดในแนวตั้งและอัตราส่วนความถี่
เพื่อเปรียบเทียบผลของอิเนอร์เชียบล็อก : วิเคราะห์แบบ 1 ลำดับขั้นความเสรีในแนวตั้ง



มีข้อมูลจากการทดลองที่ไม่ติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกอยู่เหนือเส้นกราฟที่พิกัด (0.89,6.50) และ (1.07,5.37)
มีข้อมูลจากการทดลองที่ติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกอยู่เหนือเส้นกราฟที่พิกัด (0.89,7.90) และ (1.07,4.58)

รูปที่ 6-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดค่าการส่งผ่านในแนวตั้งและอัตราส่วนความถี่
เพื่อเปรียบเทียบผลของอิเนอร์เชียบล็อก : วิเคราะห์แบบ 1 ลำดับขั้นความเสรีในแนวตั้ง

เปรียบเทียบระหว่างระบบที่มีการติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกกับระบบที่ไม่มีการติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อก พบว่า

ทฤษฎี

1. ขนาดค่าการส่งผ่านจะเท่ากัน

2. มีค่าความถี่ธรรมชาติเท่ากัน

3. หากมีการติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อก ระบบจะมีแอมพลิจูดการกระจัดน้อยกว่าเมื่อไม่มีการติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อก

การทดลอง

1. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอมพลิจูดการกระจัดในแนวตั้งและอัตราส่วนความถี่ พบว่าผลการสั่นสะเทือนจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับในทางทฤษฎีมาก

2. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดค่าการส่งผ่านในแนวตั้งและอัตราส่วนความถี่ พบว่าผลการสั่นสะเทือนจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับในทางทฤษฎีมากเช่นกัน

6-4 อภิปรายผลการทดลอง

การติดตั้งอิเนอร์เชียบล็อกมีจุดประสงค์ คือ เพื่อให้แอมพลิจูดการกระจัดลดลงเนื่องจากเครื่องจักรอาจมีการติดตั้งกับท่อ เช่น ปั๊มน้ำ การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรที่ลดลงจะช่วยลดการสั่นสะเทือนของท่อที่ติดตั้งอยู่ด้วย แต่ค่าความถี่ธรรมชาติและค่าการส่งผ่านจะเท่าเดิม โดยการติดตั้งมวลแทรกระหว่างตัวกันการสั่นสะเทือนและเครื่องจักร และเพิ่มความแข็งสปริงของตัวกันการสั่นสะเทือน เพื่อให้ความถี่ธรรมชาติเท่าเดิม จากการทดลองจะเห็นว่า ค่าที่ได้จากการทดลองใกล้เคียงกับทางทฤษฎีมาก แสดงว่าการวัดค่าพารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อนน้อย ได้แก่ ค่าความแข็งสปริงในแนวตั้ง และมวลของระบบ (ต่างจากการทดลองในบทที่ 5 ที่พารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อนมาก ได้แก่ ค่าความแข็งสปริงในแนวนอนและโมเมนต์ความเฉื่อยของมวล แต่พารามิเตอร์เหล่านี้ไม่ได้ใช้กับการวิเคราะห์ในการทดลองบทนี้) การจำลองระบบด้วยสมการทางทฤษฎีมีความถูกต้องมากและพิกัดในแนวตั้งของระบบที่พิจารณาการสั่นสะเทือนแบบ 1 ลำดับขั้นความเสรีนี้ไม่มีการควบกับพิกัดอื่น ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพิจารณาระบบในการทดลองขั้นต่อไปที่มีการพิจารณาการสั่นสะเทือนในแนวตั้งที่มีลำดับขั้นความเสรีมากกว่าหนึ่ง