

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดได้ในงานวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. รถบรรทุกประเภท 3 เพลา (10 ล้อ) ที่ใช้งานอยู่ในประเทศมีน้ำหนักบรรทุกสถิตที่เพลาหน้าอยู่ระหว่างร้อยละ 18.6 ถึง 26.5 ของน้ำหนักรวมโดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 22.4 และน้ำหนักบรรทุกสถิตที่เพลาหลังอยู่ระหว่างร้อยละ 73.5 ถึง 81.4 ของน้ำหนักรวมโดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.6 สำหรับน้ำหนักบรรทุกสถิตที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างสะพานของรถบรรทุกมาตรฐานแบบ H20 ตามมาตรฐาน AASHTO ที่เพลาหน้ามีค่าเท่ากับร้อยละ 20 และที่เพลาหลังมีค่าเท่ากับร้อยละ 80 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรถบรรทุกประเภท 10 ล้อที่ใช้งานอยู่ในประเทศ

2. ความถี่ธรรมชาติของรถบรรทุกมีค่าพหุคูณกับน้ำหนักรวมของรถ คือเมื่อน้ำหนักรวมเพิ่มขึ้นความถี่ธรรมชาติในโหมดโยนตัวขึ้นลง (Bouncing) ของรถบรรทุกจะมีค่าต่ำลงซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่ามีความถี่ประมาณ 4.04, 3.32, 2.94 และ 2.78 Hz สำหรับน้ำหนักรวม 15.23, 24.69, 34.17 และ 41.34 ตันตามลำดับ ในส่วนของความเร็วของรถบรรทุกมีผลต่อการเปลี่ยนความถี่ของการโยนตัวขึ้นลงของรถซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้างสะพานไม่มากนักเมื่อเทียบกับน้ำหนักบรรทุกของรถ โดยเมื่อรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างๆความถี่ของการโยนตัวของรถจะมีค่าอยู่ในช่วงใกล้กับความถี่ธรรมชาติของรถบรรทุกที่น้ำหนักนั้นๆ

3. ความถี่ธรรมชาติในโหมด Bending ของโครงสร้างสะพานข้ามแยกต่างระดับจังหวัดอ่างทองซึ่งเป็นสะพานชนิดต่อเนื่อง 7 ช่วง Span มีความยาวช่วงสะพาน 20 เมตรที่ได้จากข้อมูลการตรวจวัดมีค่าเท่ากับ 7.45 Hz และมีค่าอัตราส่วนความหน่วงเท่ากับ 0.047 และความถี่ธรรมชาติในโหมด Bending ของโครงสร้างสะพาน Overpass สาย 9 ข้ามทางรถไฟสายเหนือซึ่งเป็นสะพานชนิด Simple Span ความยาวช่วงขนาด 28 เมตรมีค่าเท่ากับ 5.32 Hz และมีค่าอัตราส่วนความหน่วงเท่ากับ 0.039

4. พฤติกรรมเชิงพลศาสตร์ของระบบรถบรรทุกและโครงสร้างสะพานซึ่งประเมินในรูปของ DAF มีความซับซ้อนแปรผันตามน้ำหนักรวมและความเร็วของรถบรรทุก โดยพบว่าการสั่นไหวของโครงสร้างภายใต้แรงกระทำของรถบรรทุกประกอบด้วยความถี่สองส่วนหลักๆคือ ส่วนแรกเป็นความถี่ที่สัมพันธ์กับความถี่ของการโยนตัวขึ้นลงของรถขณะแล่นอยู่บนสะพานซึ่งขึ้นอยู่กับ

กับความถี่ธรรมชาติและความเร็วของรถ โดยความถี่ธรรมชาติของรถจะเปลี่ยนแปลงตามน้ำหนักรวมของรถส่วนความเร็วของรถมีผลต่อการเปลี่ยนความถี่ของการสั่นไหวของรถไม่มากในกรณีที่พื้นผิวจราจรค่อนข้างเรียบแต่ถ้าพื้นผิวจราจรมีความไม่สม่ำเสมอความเร็วของรถจะมีผลทำให้ความถี่และขนาดของการสั่นไหวของรถเปลี่ยนแปลงซึ่งมีผลทำให้ DAF มีค่าเพิ่มขึ้นและความเร็วของรถยังมีผลต่อระยะเวลาที่แรงจากรถกระทำต่อโครงสร้างสะพานโดยรถที่เคลื่อนที่ช้าจะมีระยะเวลาที่อยู่บนสะพานนานซึ่งมีผลทำให้ระยะเวลาที่แรงจากรถกระทำต่อโครงสร้างสะพานมากกว่ารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงขึ้น ส่วนที่สองของความถี่ในการสั่นไหวของโครงสร้างเป็นความถี่ที่ใกล้เคียงกับความถี่ธรรมชาติของสะพานซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางพลศาสตร์ของโครงสร้างสะพาน

5. จากผลการวิจัยในส่วนของสะพานข้ามแยกต่างระดับจังหวัดอ่างทองซึ่งเป็นสะพานชนิดต่อเนื่องพบว่าค่า DAF ของแต่ละช่วง Span ยังมีความแตกต่างกัน

6. ค่า DAF ของความเครียดมีค่าสูงกว่าค่า DAF ของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของคานภายใต้น้ำหนักบรรทุกรวมของรถบรรทุกและความเร็วเดียวกัน และพบว่าค่า DAF ที่ได้จากการตรวจวัดในงานวิจัยนี้ของสะพาน Overpass สาย 9 ข้ามทางรถไฟสายเหนือมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่า DAF ที่พิจารณาจากมาตรฐาน AASHTO

7. ค่าตัวคูณสำหรับการกระจายแรงภายในโครงสร้าง (DF) มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของรถบรรทุกบนโครงสร้างสะพานและค่า DF ของความเครียดในคานและของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของคานมีค่าใกล้เคียงกัน

8. น้ำหนักรวมของรถบรรทุกและค่าการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของคานมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ในการประเมินน้ำหนักของรถบรรทุกภายใต้การใช้งานปกติที่แล่นผ่านสะพานได้หรือที่เรียกว่ากระบวนการ Weigh-In-Motion และจากการตรวจวัดค่าการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของคานของสะพาน Overpass สาย 9 ข้ามทางรถไฟสายเหนือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าจากรถบรรทุก 10 ล้อที่วิ่งผ่านสะพานนี้จำนวน 83 คัน มีน้ำหนักบรรทุกอยู่ระหว่าง 10.16 ถึง 44.34 ตัน (โดยทั่วไปน้ำหนักของรถเปล่าอยู่ระหว่าง 10 ถึง 11 ตัน) และมีรถบรรทุกที่น้ำหนักเกิน 21 ตันที่เป็นข้อกำหนดของกฎหมายจำนวน 34 คันคิดเป็นร้อยละ 41.0 ของจำนวนรถที่เก็บข้อมูลและพบว่าเมื่อน้ำหนักรถเพิ่มขึ้นค่า DAF มีแนวโน้มลดลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาที่ผ่านมามีข้อเสนอแนะที่เป็นน่าจะเป็นประโยชน์ดังนี้

1. จากการทำการทดสอบและตรวจวัดพฤติกรรมการสั่นไหวของระบบรถบรรทุกและโครงสร้างสะพานพบว่าการศึกษาพฤติกรรมการสั่นไหวโดยวิธีทดสอบและตรวจวัดมีข้อจำกัดค่อนข้างมากทั้งในด้านระยะเวลา ความสะดวกในการทำงาน และค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ การศึกษาพฤติกรรมของระบบนี้จึงน่าจะทำได้โดยใช้แบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์ของโครงสร้างสะพานและปรับคุณสมบัติของแบบจำลองเพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับผลของพฤติกรรมจริงแล้วจึงศึกษาพฤติกรรมการสั่นไหวโดยวิธีการวิเคราะห์นี้เพื่อให้ครอบคลุมถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสั่นไหวอย่างละเอียด

2. ในงานวิจัยนี้พบว่ามีความแปรที่มีผลค่อนข้างมากต่อการสั่นไหวของระบบรถบรรทุกและโครงสร้างสะพานคือความไม่สม่ำเสมอของผิวจราจรซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและความถี่ของแรงกระทำของรถบรรทุกและมีผลทำให้ค่า DAF มีค่าเพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก ซึ่งควรที่จะมีการศึกษารายละเอียดถึงผลกระทบที่มีต่อการสั่นไหวของโครงสร้าง