

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ปัญหาและความสำคัญ

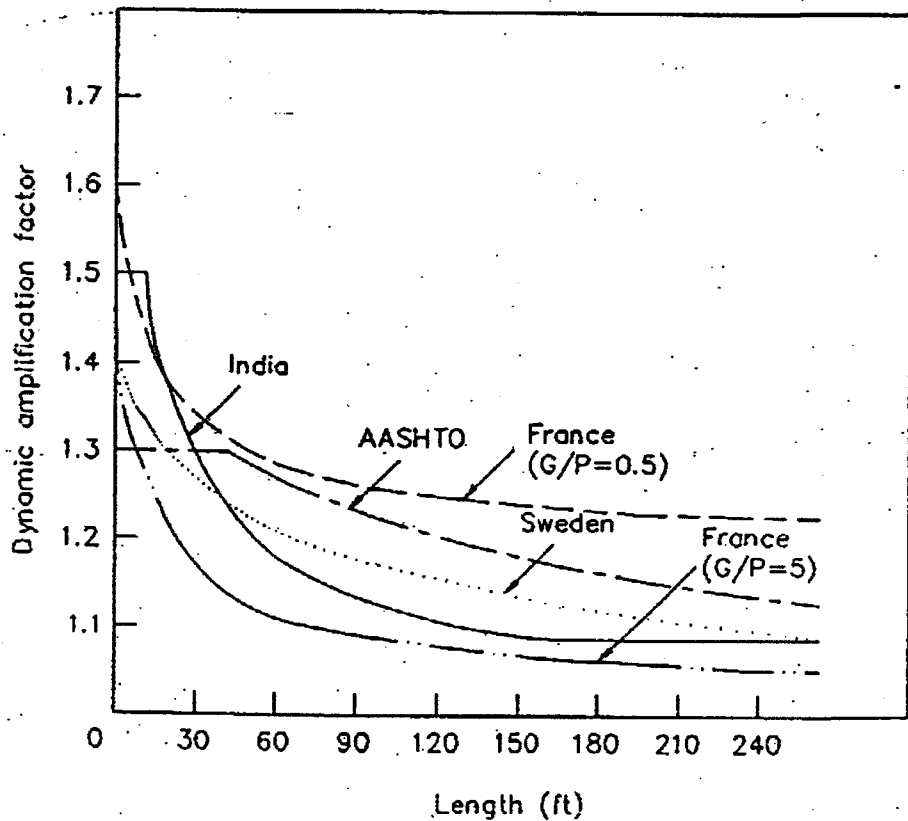
สะพานถือได้ว่าเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาระบบคมนาคมทางบกเพื่อรองรับการขยายตัวในด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ซึ่งจะเห็นได้จากจำนวนโครงการก่อสร้างสะพานและการใช้จ่ายงบประมาณในแต่ละปีของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นอกจากความต้องการในการก่อสร้างสะพานเพิ่มขึ้นแล้วการตรวจสอบและซ่อมบูรณะ โครงสร้างสะพานที่มีอยู่เดิมให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรงและเหมาะสมก็มีความสำคัญไม่น้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อรองรับปริมาณการจราจรของรถที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านจำนวนและขนาดน้ำหนักบรรทุกรวมถึงรูปแบบและคุณลักษณะของรถบรรทุกที่มีการเปลี่ยนแปลง ในการวิเคราะห์และออกแบบรวมถึงการตรวจสอบและประเมินกำลังของ โครงสร้างสะพานอย่างมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจของพฤติกรรมการรับน้ำหนักของ โครงสร้างอย่างลึกซึ้งบนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติอย่างถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงของโครงสร้างสะพานและรถบรรทุก มิเช่นนั้นแล้วผลลัพธ์ที่ได้อาจมีข้อจำกัดและมีผลในทางลบต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานจริงของสะพาน

แม้ว่าสะพานจะเป็น โครงสร้างพื้นฐานอย่างหนึ่งในงานวิศวกรรมโยธาที่พบเห็นทั่วไป แต่พฤติกรรมการตอบสนองของ โครงสร้างประเภทนี้เป็นปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน แรงที่กระทำบนโครงสร้างนอกจากแรงทั่วไปที่ต้องพิจารณา เช่นน้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงสร้าง หรือในบางครั้งอาจต้องพิจารณาแรงลมรวมถึงแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว ตลอดจนแรงกระทำด้านข้างของตอม่อเนื่องจากการไหลเชี่ยวของน้ำแล้ว ยังมีแรงกระทำจากรถบรรทุกซึ่งโดยทั่วไปถือว่าเป็นแรงหลักที่มีผลต่อการออกแบบขนาดและการกำหนดคุณสมบัติทางวิศวกรรมของสะพานที่เหมาะสม การพิจารณาแรงกระทำของรถบรรทุกเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนเนื่องจากแรงกระทำหลายจุด โดยมีจำนวน ขนาดและลักษณะการเคลื่อนที่แปรผันอย่างต่อเนื่องตามสภาพการจราจรของรถ ซึ่งเป็นกระบวนการสุ่มโดยธรรมชาติ นอกจากนี้ขนาดของแรงที่กระทำยังมีขนาดเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการสั่นไหวของมวลทั้งของรถและสะพาน การสั่นไหวดังกล่าวเป็นกระบวนการเชิงพลวัตที่พฤติกรรมของระบบมีการเปลี่ยนแปลงตามการสั่นไหวขององค์ประกอบทั้งสอง กล่าวคือในขณะที่มีการเคลื่อนที่ของรถบนสะพาน น้ำหนักจากมวลและการเคลื่อนที่ของรถจะทำให้โครงสร้างเกิดการสั่นไหวซึ่งในทางกลับกันจะมีผลต่อการสั่นไหวของรถด้วย ทำให้แรงที่กระทำบนโครงสร้างมี

การเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามการสั่นไหวที่คู่ควบกัน (Coupling Motion) ขององค์ประกอบทั้งสองของระบบ การสั่นไหวดังกล่าวสามารถเสริมกันในลักษณะ In-Phase Motion ที่มีผลโดยรวมทำให้แรงกระทำในบางขณะมีขนาดสูงกว่าค่าน้ำหนักบรรทุกแบบสถิตย์ของรถ โดยระดับของการคู่ควบหรือปฏิสัมพันธ์ (Degree of Interaction) นั้นอาจมีผลต่อการตอบสนองของโครงสร้างในขนาดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ยกตัวอย่างได้แก่ ประเภทของรถบรรทุกและสะพาน ขนาดน้ำหนักบรรทุกของรถ คุณลักษณะเชิงพลศาสตร์ของรถและสะพาน คุณลักษณะของระบบกันสะเทือน จำนวน ความเร็วและตำแหน่งในการเคลื่อนที่ของรถ รวมถึงความลาดเอียงและความไม่สม่ำเสมอของผิวจราจร เป็นต้น ดังนั้นในการกำหนดขนาดของแรงกระทำจากรถตลอดจนการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ที่ให้ผลลัพธ์ถูกต้องสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่แท้จริงและนำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น น้ำหนักสถิตย์ที่เพลาน้ำและเพลาลังของรถบรรทุก ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ (Dynamic Amplification Factor หรือ Impact Factor) รวมถึงตัวคูณสำหรับการกระจายแรงภายในโครงสร้าง (Load Distribution Factor) ที่เหมาะสมนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาปัญหาอย่างละเอียดโดยพิจารณาพฤติกรรมการตอบสนองของทั้งระบบและมีการพิจารณาผลกระทบของปัจจัยต่างๆที่กล่าวข้างต้นโดยตรง

ภาพที่ 1.1 แสดงให้เห็นถึงพารามิเตอร์ที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างสะพานคือ ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ ซึ่งมีความแตกต่างกันตามสภาพการใช้งานในแต่ละประเทศ ในปัจจุบันตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ที่ใช้อยู่ในประเทศไทยนี้อ้างอิงจากมาตรฐาน AASHTO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยต่อเนื่องที่มีเป้าหมายหลักในการศึกษาพฤติกรรมกรรมกรสั่นไหวของโครงสร้างสะพานแบบแผ่นพื้นวางบนคาน โดยคำนึงถึงลักษณะของสะพานและรถบรรทุกที่ใช้งานในประเทศและเป็นการศึกษาโดยวิธีการตรวจวัดในสภาพจริง ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองที่มีอยู่และสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการศึกษาพฤติกรรมกรรมกรสั่นไหวของโครงสร้างสะพานแบบแผ่นพื้นวางบนคานอย่างละเอียดต่อไป โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของโครงสร้างสะพานในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาวิธีการและปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่างๆเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการวิเคราะห์ออกแบบ ตรวจสอบ และบำรุงรักษาโครงสร้างสะพานในประเทศให้เหมาะสมยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1.1 ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ที่ใช้ในประเทศต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบและตรวจวัดพฤติกรรมการสั่นไหวของโครงสร้างสะพานประเภทแผ่นพื้นวางบนคานภายใต้รถบรรทุกทดสอบที่มีการแปรผันขนาดน้ำหนักบรรทุกและความเร็วต่างๆ รวมถึงพฤติกรรมภายใต้การใช้งานปกติ
2. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติและประมวลผลในรูปของพารามิเตอร์ที่สำคัญในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างสะพาน โดยพารามิเตอร์เหล่านี้ได้แก่
 - น้ำหนักสถิตที่เพลาหน้าและเพลาหลังของรถบรรทุกทดสอบ
 - ค่าความถี่ของโหมดการสั่นไหวของรถบรรทุกทดสอบ
 - ค่าความถี่ของโหมดการสั่นไหวของโครงสร้างสะพานในช่วงอิสระและในช่วงที่มีแรงกระทำและค่าสัมประสิทธิ์ความหน่วงของโครงสร้าง (Damping Ratio)
 - ค่าตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ (Dynamic Amplification Factor, DAF) ของความเครียดและการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของโครงสร้างสะพาน

- ค่าตัวคูณสำหรับการกระจายแรงภายในโครงสร้าง (Load Distribution Factor)

- ฟังก์ชันแสดง Spectral Density ของความเครียดและการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

ของโครงสร้างรวมทั้งการสั่นไหวในแนวดิ่งของรถบรรทุกทดสอบ

3. เพื่อศึกษาและประเมินผลกระทบของตัวแปรที่มีต่อพฤติกรรมการณ์การสั่นไหวของโครงสร้างสะพานแบบแผ่นพื้นวางบนคาน โดยตัวแปรที่พิจารณาได้แก่ ขนาดน้ำหนักบรรทุก ความเร็วของรถและความถี่ในการสั่นไหวของรถบรรทุกและโครงสร้างสะพาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการตรวจวัดการสั่นไหวของโครงสร้างสะพาน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สะพานที่ทดสอบได้แก่สะพานทางหลวงชนิดแผ่นพื้นวางบนคาน โดยเลือกโครงสร้างสะพานข้ามแยกต่างระดับบนทางหลวงสายเอเชียบริเวณแยกเข้าจังหวัดอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทองและสะพาน Overpass สาย 9 ข้ามทางหลวงรถไฟสายเหนือจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นตัวอย่างในการทดสอบ

2. รถบรรทุกที่ใช้ทดสอบได้แก่รถบรรทุกชนิด 3 เพลา (10 ล้อ)

3. ปัจจัยของรถที่พิจารณาได้แก่ น้ำหนักรวมของรถบรรทุก และความเร็วของรถบรรทุก