บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและ ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการขนส่งคมนาคมทางบกเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และ คุณภาพชีวิตของประชาชน แต่เนื่องด้วยภาวะเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันอย่างรุนแรง ราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น การจราจรทางถนนที่หนาแน่น และ สถิติอุบัติเหตุบนท้องถนนที่เพิ่มขึ้น ทำให้การขนส่งคมนาคมทางบก ประเภทรถไฟความเร็วสูง เป็นทางเลือกหนึ่งที่พึงนำมาดำเนินการในประเทศไทย จากการศึกษาแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย (ระหว่างปี 2535 - 2537) ได้ข้อสรุปว่า ควรสร้างรถไฟความเร็วสูง สายชายฝั่งทะเลตะวันออก (กรุงเทพฯ – สนามบินหนองงูเห่า – ระยอง) เป็นสายแรก รวมระยะทาง 190 กิโลเมตร เนื่องจากช่วยพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และ สภาพแวดล้อมพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกให้เจริญก้าวหน้า เพื่อเดินทางไปทำงาน และ พักอาศัย โดยไม่ต้องเผชิญกับสภาพความแออัดในกรุงเทพมหานคร ความหมายของรถไฟความเร็วสูง คือ ยานพาหนะที่เคลื่อนที่บนพื้นผิวระบบราง หรือระบบแม่เหล็กไฟฟ้า (MAGLEV) ด้วยความเร็ว 150 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป เมื่อพิจารณาถึงงานวิจัยด้านการเคลื่อนที่ของยานพาหนะความเร็วสูงบนโครงสร้างพื้นฐานเป็นที่แพร่หลายในต่างประเทศ แต่ในประเทศไทยงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการวิจัยการเคลื่อนที่ของยานพาหนะประเภท รถยนต์ รถบรรทุก บนโครงสร้างพื้นผิวถนน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาตัวแปรในระบบรถไฟความเร็วสูง ด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง แนวทางการดำเนินการวิจัยทำการศึกษาตัวอย่างภาคสนามข้อมูลความขรุขระของพื้นผิวถนน โดยเครื่องมือ บั๊ม อินทิเกรเตอร์ (Bump Integrator, BI) เพื่อใช้ในการคำนวณดัชนีชี้วัดความขรุขระผิวทาง (International Roughness Index, IRI) และ ทำการแปลงรูปฟูเรียร์ หาฟังก์ชันความหนาแน่นกำลังสเปคตรัล (Power Spectral Density function, PSD) เปรียบเทียบกับ ค่าวัดระดับความขรุขระพื้นผิวกับมาตรฐานสากลที่ยอมให้ จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองความขรุขระพื้นผิว โดยพิจารณาความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวด้วยขบวนการ สโตแคสติก (Stochastic process) ด้วยฟังก์ชันความหนาแน่นกำลังสเปคตรัล ในรูปของโดเมนความถี่ หรือฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability distribution (density) function) ในรูปของโดเมนแอมปิจูด

ด้วยขบวนการ ซีโร่ มีน สเตชั่นนารี่ (Zero-mean stationary) และ เอ็ดโกดิก เกาส์เซียน (erogodic Gaussian) บนพื้นฐานของตัวกรองไวท์นอยซ์ ให้สอดคล้องกับค่าความขรุขระของพื้นผิวระบบราง ตามมาตรฐานสากล สำหรับรถไฟความเร็วสูง สร้างแบบจำลองยานพาหนะ 2 เพลา 4DOF ที่มีระบบกันสะเทือน (k_1) ระบบโช๊คอัพ (c_1) และ ระบบยืดหยุ่นของเพลา (k_2) ตามข้อกำหนดของยานพาหนะประเภทรถไฟ ในส่วนของโครงสร้างพื้นฐานพิจารณาเป็นโครงสร้างประเภทสะพาน ช่วงเดียว เนื่องจากก่อให้เกิดการโก่งตัวทางสถิตสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างสะพานแบบสองช่วง และ หลายช่วง นำค่าความขรุขระพื้นผิว แบบจำลองยานพาหนะ และแบบจำลองโครงสร้างพื้นฐาน มาสร้างสมการการเคลื่อนที่ระบบคู่ควบยานพาหนะบนโครงสร้างพื้นฐาน ในรูปแบบตัวแปรไร้หน่วย แก้ปัญหาโดยเขียนสูตรคำนวณในโปรแกรม MATLAB เพื่อคำนวณค่า ผ่ลตอบสนองของยานพาหนะ และ ของโครงสร้างพื้นฐาน จากนั้นใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนอง สร้างความสัมพันธ์ทางสถิติของพารามิเตอร์เกี่ยวเนื่อง 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 พารามิเตอร์ของระบบพื้นผิว ได้แก่ ตัวแปรไร้หน่วยระยะทางสหสัมพันธ์ ตัวแปรไร้หน่วยความเข้มของไวท์นอยซ์ และ ตัวแปรไร้หน่วยของความเร็วยานพาหนะ กลุ่มที่ 2 พารามิเตอร์ของระบบโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ ตัวแปรไร้หน่วยระยะห่างระหว่างเพลา และ ตัวแปรไร้หน่วยของความเร็วยานพาหนะ กลุ่มที่ 3 พารามิเตอร์ของระบบยานพาหนะ ได้แก่ ตัวแปรไร้หน่วยของความเร็วยานพาหนะ ตัวแปรไร้หน่วยระบบกันสะเทือนตู้รถไฟ ตัวแปรไร้หน่วยระบบยืดหยุ่นของเพลา และ ตัวแปรไร้หน่วยระบบโช๊คอัพรถไฟ และ กลุ่มที่ 4 พารามิเตอร์ของการเคลื่อนที่ยานพาหนะบนโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ ตัวแปรไร้หน่วยระยะทางสหสัมพันธ์ ตัวแปรไร้หน่วยความเข้มของไวท์นอยซ์ ตัวแปรไร้หน่วยของความเร็วยานพาหนะ ตัวแปรไร้หน่วยระยะห่างระหว่างเพลา ตัวแปรไร้หน่วยระบบกันสะเทือนตู้รถไฟ ตัวแปรไร้หน่วยระบบยืดหยุ่นของเพลา และ ตัวแปรไร้หน่วยระบบโช๊คอัพรถไฟ เพื่อคำนวณค่าสมการถดถอยของระบบการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบนโครงสร้างพื้นฐาน

งานวิจัยการเคลื่อนที่ของยานพาหนะความเร็วสูงบนโครงสร้างพื้นฐานมีความสำคัญต่อการออกแบบระบบรางรถไฟความเร็วสูงให้เหมาะสมกับกลศาสตร์วัสดุของยานพาหนะ ความขรุขระของพื้นผิว และ เป็นแนวทางในการออกแบบการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบนโครงสร้างพื้นฐานประเภทต่างๆ ต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. ศึกษาแบบจำลองยานพาหนะรถไฟความเร็วสูง 2 เพลา 4 ลำดับขั้นความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom, DOF)

2. วิเคราะห์ผลตอบสนองต่อโครงสร้าง และ ค่าความรู้สึกของผู้ใช้ยานพาหนะตามมาตรฐาน ISO2631

3. ศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวเนื่องด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองยานพาหนะรถไฟความเร็วสูงที่ซับซ้อน
2. เป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างสะพานรถไฟ
3. เป็นแนวทางในการออกแบบกลศาสตร์วัสดุรถไฟความเร็วสูง
4. เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน
5. เป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัยที่ต่อเนื่องในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาแบบจำลองยานพาหนะสองเพลา เคลื่อนที่บนแบบจำลองพื้นผิวระบบรางรถไฟความเร็วสูง

2. ศึกษาแบบจำลองโครงสร้างพื้นฐานแบบสะพานช่วงเดียว

3. ศึกษาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของรถไฟความเร็วสูงด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

ดัชนีชี้วัดความขรุขระผิวทาง (International Roughness Index, IRI) หมายถึง ค่าทางสถิติวัดความขรุขระของพื้นผิว

ฟังก์ชันความหนาแน่นกำลังสเปคตรัล (Power Spectral Density, PSD) หมายถึง ฟังก์ชันแสดงค่าความสำคัญเชิงสถิติผลตอบสนองสเปคตรัลของจำนวนช่วงคลื่น

แฟกเตอร์กำลังขยายเชิงพลศาสตร์ (Dynamic Amplification Factors, DAF) หมายถึง แฟกเตอร์แสดงหน่วยวัดการสั่นสะเทือนแบบพลวัตเปรียบเทียบกับหน่วยวัดการสั่นสะเทือนแบบสถิต

วิธีพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM) หมายถึง หลักการที่ใช้สร้างความสัมพันธ์ทางสถิติของค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวเนื่อง

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) หมายถึง ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และ ตัวแปรตาม ในรูปแบบทดสอบสมมติฐาน