

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน ความสนใจของการขนส่งภาคพื้นดินด้วยความเร็วสูงมีมากขึ้น การศึกษาระบบยานพาหนะ-โครงสร้างที่ความเร็ว 240 ถึง 480 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจึงมีความจำเป็น แบบจำลองของระบบที่พิจารณาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยแบบจำลองยานพาหนะที่มีการรับการกระเทือนแบบแพสซีฟ และมีหลายเพลลา แบบจำลองความขรุขระพื้นผิวแบบสุ่ม และแบบจำลองโครงสร้างยึดหยุ่นเชิงเส้น งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดในการสร้างแบบจำลองระบบ การวิเคราะห์ระบบ และการออกแบบระบบ

แบบจำลองของกลุ่มยานพาหนะแบบ 2DOF ที่มีความเร็วคงที่และมีระยะระหว่างเพลลาที่ถูกนำมาใช้ในงานนี้ และมีการพิจารณายานพาหนะควบคู่ไปกับโครงสร้างที่ตำแหน่งของเพลลา จุดเชื่อมต่อระหว่างยานพาหนะและโครงสร้างเป็นตัวกำหนด การปรากฏของเทอมพาราเมตริกซ์ในเมตริกซ์ของระบบ ถ้ามวล-สปริง-ตัวหน่วงเป็นตัวเชื่อมทุกเมตริกซ์ของระบบจะมีเทอมพาราเมตริกซ์ ถ้าสปริงเป็นตัวเชื่อมเทอมพาราเมตริกซ์จะเกิดขึ้นเฉพาะในสตีเฟนสมเมตริกซ์

ความขรุขระพื้นผิวถูกจำลองขึ้นด้วยสเตชันนารีแรนดอมโพรเซส แบบจำลองมากอฟเวกเตอร์ที่มีจุดเชื่อมต่อหลายจุดจะถูกสร้างขึ้น คาบสองช่วงถูกใช้เป็นแบบจำลองโครงสร้างโดยมีความถี่ธรรมชาติ รูปร่างโหมด และค่าความหน่วงเป็นตัวกำหนด ตัวแปรต่าง ๆ ในระบบจะถูกทำเป็นตัวแปรไร้หน่วย และสมการการเคลื่อนที่ของระบบควบคู่ยานพาหนะ-โครงสร้างจะถูกเขียนในสแตทฟอร์ม สมการจะถูกแยกออกเป็น 2 สมการ สมการแรกคือ สมการเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ย อีกสมการหนึ่งคือ สมการเมตริกซ์ของค่าความแปรปรวน สมการเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ยจะมีเทอมพาราเมตริกซ์และมีตัวแปรแบบกำหนดได้ สมการเมตริกซ์ความแปรปรวนจะมีเทอมพาราเมตริกซ์และมีตัวแปรแบบสุ่ม ผลตอบสนองของโครงสร้างจะถูกหารด้วยค่าสูงสุดของผลตอบสนองสถิตศาสตร์ ดังนั้น ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของแฟลคเตอร์กำลังขยายพลศาสตร์จะถูกคำนวณขึ้น

ผลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีต่อค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของผลตอบสนองจะถูกศึกษาขึ้น อัตราในการข้ามช่วงคาบและอัตราการมาถึงของเพลลาเป็นตัวแปรสองตัวที่มีผลต่อผลตอบสนองมาก ที่ความเร็วสูงอัตราการมาถึงของเพลลาอาจเท่ากับความถี่พื้นฐานของโครงสร้างและจะก่อให้เกิดค่าเฉลี่ยของผลตอบสนองที่มีค่าสูง ผลของจำนวนของเพลลาจะมีการศึกษาด้วย ผลของความแตกต่างของความขรุขระพื้นผิวที่มีต่อผลตอบสนองของระบบควบคู่ยานพาหนะ-โครงสร้างที่มีความเร็วสูงได้ถูกนำเสนอ

Abstract

In recent years, interest in high speed ground transportation has encouraged the study of vehicle-guideway systems that can operate at 240 to 480 kph (150 to 300 mph). The system considered here consists of a multiple axle, passive suspension vehicle model, random surface roughness model and a linear elastic structure model. This research provides insights on system modeling, system analysis and system design.

A series of 2DOF vehicle model with a constant velocity are used and a fixed wheelbase or distance between axles. The vehicle is coupled with the structure at the spatial positions of the axles. The interface between the vehicle and the structure determines the appearance of parametric terms in system matrices. If a mass-spring-dashpot interface is used, then all the system matrices are parametric. If a spring interface is used, then only the stiffness matrix is parametric.

Surface roughness is modeled as a stationary spatial random process. A Markov vector model that includes multiple interface points is formulated.

A two-span beam is used as a structure model. It is defined in the modal domain by natural frequencies, mode shapes and damping values. All vehicle, roughness and structure parameters are nondimensionalized and the equations of motion of the vehicle-guideway coupled system are written in state form. Then, by taking expectations, stochastic state equation is decoupled into two matrix equations. One is for the evolutionary mean vector and the other is for the evolutionary covariance matrix. The matrix equation for the evolutionary mean vector has parametric and deterministic additive excitation. The equation for the evolutionary covariance matrix has parametric and random additive excitation. Structural responses are normalized by maximum static responses, so the evolutionary means and variances of dynamic amplification factors are computed.

Effects of parameters on mean and variance responses are studied. The nondimensional span passage rate and the nondimensional axle arrival rate are two parameters that affect responses significantly. At very high velocities, the axle arrival rate can be equal to fundamental frequencies of the structure, causing large mean values of responses. Effects of the number of axles are also studied. Effects of different surface

roughnesses, including those corresponding to current surface roughness specifications, on the responses of the high speed vehicle-guideway coupled system are presented.