

ชื่อปริญญาโท “ผลกระทบของความไม่แน่นอนของคุณสมบัติของคอนกรีตต่อการ  
ตอบสนองทางพลศาสตร์ของสะพาน แบบ Segmental Box  
Girder”

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2548

โดย นายชาคริต ไม้พันธุ์  
นางสาวฤชดา บุญเย็น

อาจารย์ปรึกษา ผศ.ดร. กิตติศักดิ์ ชันดิวิชัย

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอผลกระทบของความไม่แน่นอนของคุณสมบัติของคอนกรีตต่อการตอบสนองทางพลศาสตร์ของสะพานแบบ Segmental Box Girder เมื่อถูกกระทำโดยแรงแบบเคลื่อนไหว (Moving load) อันเนื่องมาจากขบวนรถไฟที่วิ่งด้วยความเร็วสูง โดยในปริญญานิพนธ์จะประกอบด้วยการทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพลศาสตร์ของโครงสร้าง และผลกระทบต่อโครงสร้าง รวมถึงเทคนิคการจำลองสะพานแบบ Segmental Box Girder โดยใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Finite Element Method) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม SAP2000 Nonlinear ในการสร้างแบบจำลอง และวิเคราะห์ผล โดยในการศึกษาผลกระทบของความไม่แน่นอนของคุณสมบัติของคอนกรีตต่อการตอบสนองทางพลศาสตร์ของสะพานแบบ Segmental Box Girder จะใช้การแปรผันของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตที่ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาพิจารณาเปรียบเทียบกับสะพานที่มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตที่สม่ำเสมอที่ได้ทำการสอบเทียบความถูกต้องแบบจำลองกับมาตรฐาน British Standard (BS EN 1991)

จากผลการศึกษาพบว่าภาพรวมของการตอบสนองของสะพาน (ค่าการแอ่นตัว และค่าความเร่ง) เมื่อค่าโมดูลัสยืดหยุ่นคงที่ตลอดความยาวสะพานจะมีค่าที่สูงที่สุดเมื่อความเร็วของรถไฟเท่ากับความเร็ววิกฤติ (174 กม./ชม.) ส่วนที่ความเร็ว 150 และ 100 กม./ชม. จะมีค่าการตอบสนองลดลง ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากปรากฏการณ์ Resonance สำหรับกรณีที่พิจารณาถึงค่าความไม่แน่นอนของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นพบว่าเมื่อความเร็วของรถไฟและเปอร์เซ็นต์ความแปรผันค่าโมดูลัสยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าความแตกต่างของผลการตอบสนองของสะพานเพิ่มมากขึ้น ในกรณีศึกษาที่ความเร็ว 150 กม./ชม. และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นแปรผันที่ 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลการตอบสนองมีค่าสูงกว่ากรณีอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาจากกรณีศึกษาพบว่าที่

ความเร็ว 100 และ 150 กม./ชม. การตอบสนองของสะพานแบบ Box Girder เมื่อค้ำึงถึงความไม่แน่นอนของค่าโมดูลัสยืดหยุ่น จะมีผลทำให้เกิดค่า Dynamic Factor สูงสุดเท่ากับ 1.26 เท่าของค่าการแอ่นตัวแบบสถิตย์ และค่าความเร่งสูงสุดก็ยังอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับของมาตรฐาน British Standard (BS EN 1991)

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าโครงสร้างสะพานแบบ Box Girder ที่ใช้ในกรณีศึกษาี้สามารถออกแบบโดยใช้ค่า Dynamic Factor ที่กำหนดในข้อกำหนดการออกแบบได้เลย ก็จะ สามารถครอบคลุมถึงผลของแรงกระทำแบบพลศาสตร์เนื่องจากขบวนรถไฟ และความไม่แน่นอนของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นได้ โดยไม่จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางพลศาสตร์โดยละเอียด อนึ่งคณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับค่าความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างสะพานว่า ในการออกแบบสะพานแบบ Box Girder ควรจะออกแบบให้มีค่าความถี่ธรรมชาติอยู่กึ่งกลางระหว่างขอบเขตบนหรือขอบเขตล่างที่ยอมรับให้ เพื่อที่จะได้มีช่วงของการแปรผันของค่าความถี่ธรรมชาติมากขึ้นในกรณีที่มีความไม่แน่นอนของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งจุดนี้จะทำให้วิศวกรไม่ต้องปรับเปลี่ยนขนาดหน้าตัดของ โครงสร้างใหม่ในการที่จะทำให้โครงสร้างมีค่าความถี่ธรรมชาติที่ยอมรับของมาตรฐานในการออกแบบ

**Project Title “Effect of material uncertainties on dynamic response of Segmental  
Box Girder bridge”**

**Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubonrachathani University, 2005**

**By**                    Mr. Chachrit Maiphan  
                         Miss. Ruechuta Boonyen

**Project Advisor**    Asst.Prof.Dr. Kittisak Kuntiyawichai

### **Abstract**

The main objective of this project is to investigate the effect of material uncertainties on dynamic response of Segmental Box Girder bridge subjected to rapid passing train. Literature concerned in dynamic behavior of structures and its effect are described. The technique for modeling Segmental Box Girder bridge in finite element analysis are described and discussed in details. A series of finite element method have been carried out using SAP2000 Nonlinear software. The effect of material uncertainties is investigated by varying the Modulus of elasticity at 5%, 10% and 15% standard deviation respectively. The results are then compared with the case of assumed uniform properties which is already checked the model accuracy by using the British Standard (BS EN 1991).

The results of this study show that the highest response of the bridge, e.g. displacement and acceleration occurs when the bridge is subjected to the train speed at 174 kph (resonance speed) due to resonance phenomena. For the train speed at 150 kph and 100 kph, the responses are about 50% of the 174 kph case. When the effect of material uncertainties is considered, the results show that the increasing of train speed and material uncertainties, i.e. train speed 150 kph and the variation of the Modulus of elasticity at 10% and 15%, result in higher variation of bridge response. From this study, the maximum dynamic factor obtained from displacement response is 1.26. Furthermore the maximum acceleration response is also within the requirement of the standard.

Therefore, by using the dynamic factor provided by the design code, the effects of dynamic load and material uncertainties can be covered for designing Segmental Box Girder

bridge used in this study. In addition, the authors would like to suggest the design engineers that the designed bridge should have the natural frequency close to the mid-range of the requirement in order to provide more tolerance for the natural frequency when material uncertainties become significant.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณบุคคลต่อไปนี้ ที่ได้ช่วยให้ปริญญาานิพนธ์งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผศ.ดร.กิตติศักดิ์ ชันติวิรัช อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและให้ คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ในการค้นคว้าข้อมูลที่หลากหลาย ความห่วงใยต่อคณะผู้จัดทำ และ ช่วยแก้ไขทุกปัญหาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่เสียสละเวลามาเป็นกรรมการสอบโครงงานทุกท่าน พร้อมทั้งคำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน

รศ.ดร.สถาพร โภคา ที่กรุณาช่วยเหลือในการค้นคว้าหา ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ขอขอบพระคุณ ทุกแหล่งข้อมูลที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้ทั้งหมด ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา บุคคลที่รักและเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจให้คณะผู้จัดทำ สามารถทำปริญญาานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ

คณะผู้จัดทำ

28 มีนาคม 2549