

ผลกระทบของรถบรรทุกหนักต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากความล้าของสะพานเหล็ก

นายชัยชาญ บุณะศิริ



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

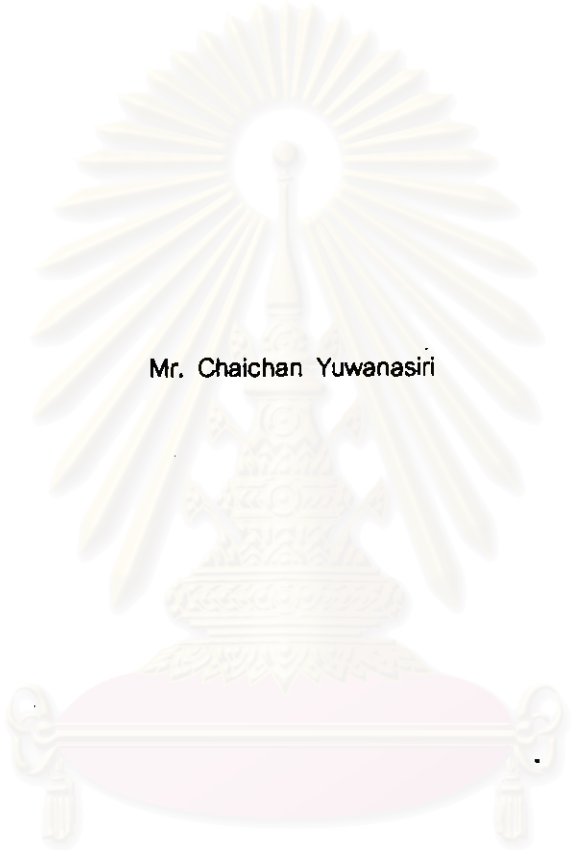
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-059-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 19230653

EFFECTS OF HEAVY TRUCK ON FATIGUE DEGRADATION OF STEEL BRIDGE



Mr. Chaichan Yuwanasiri

สถาบันวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University


Academic Year 1999

ISBN 974-334-059-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์
โดย
ภาควิชา
อาจารย์ที่ปรึกษา


ผลกระทบของรณบรรพทุกหนักต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากความล้าของสะพานเหล็ก
นายชัยชาญ ยวนะศิริ
วิศวกรรมโยธา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล ปิ่นแก้ว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล ปิ่นแก้ว)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนศักดิ์ เพ็ชรสุสม)

สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัยชาญ ยุวนะศิริ : ผลกระทบของรถบรรทุกหนักต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากความล้าของสะพานเหล็ก.
(EFFECTS OF HEAVY TRUCK ON FATIGUE DEGRADATION OF STEEL BRIDGE)
อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล ปิ่นแก้ว , 113 หน้า. ISBN 974-334-059-9.

การศึกษานี้ ได้ตรวจวัดค่าความเครียดที่กึ่งกลางช่วงคานหลักของโครงสร้างสะพานเหล็กในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 5 สะพาน ซึ่งมีความยาวของช่วงคานหลักระหว่าง 30-50 เมตร จากนั้นได้ประเมินอายุการใช้งานของสะพานเหล็กเนื่องจากความล้า 3 แนวทางคือ แนวทางที่หนึ่ง เป็นการประเมินอายุการใช้งานของสะพานเหล็กจากข้อมูลการตรวจวัดความเครียดในภาคสนาม แนวทางที่สอง เป็นการประเมินอายุการใช้งานของสะพานเหล็กตามมาตรฐานของ AASHTO ที่ใช้แบบจำลองรถบรรทุก (fatigue truck) ในการประเมินอายุการใช้งานเนื่องจากความล้า จากการประเมินพบว่าเกิดความคลาดเคลื่อนของอายุการใช้งานถึง 40-73 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับอายุการใช้งานที่ได้จากข้อมูลการตรวจวัดความเครียด เนื่องจากแบบจำลองรถบรรทุกของ AASHTO ได้จากข้อมูลการตรวจวัดในสหรัฐอเมริกาซึ่งความเสียหายของสะพานส่วนใหญ่เกิดเนื่องจากรถบรรทุกกึ่งพ่วงขนาด 4 และ 5 เพลา ซึ่งต่างกับการใช้สะพานในประเทศไทย แนวทางสุดท้ายเป็นการประเมินอายุการใช้งานจากแบบจำลองรถบรรทุกที่ได้สร้างขึ้นจากข้อมูลการตรวจวัดความเครียด โดยแบ่งประเภทของรถออกเป็น 5 ประเภทคือ รถบรรทุกหนัก รถบัส รถบรรทุกสิบล้อ รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วง คำนำน้หนักและค่าตัวประกอบการขยายพลวัต (dynamic amplification factor) ของรถแต่ละประเภทนั้นหาจากแบบจำลองรถบรรทุกหนักโดยการทำออปติไมเซชัน (optimization)

แบบจำลองที่ 1 สร้างจากการทำออปติไมเซชันของผลรวมสัดส่วนความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุดระหว่างผลต่างของอัตราความเสียหายที่เกิดจากความเค้นจากการตรวจวัดและจากแบบจำลองของรถแต่ละประเภทเมื่อนำน้หนักและตัวประกอบการขยายพลวัตที่ได้ไปประเมินอายุการใช้งานเทียบกับอายุการใช้งานที่ได้จากข้อมูลการตรวจวัดแล้วยังมีความคลาดเคลื่อนที่สูงคือ 10-62 เปอร์เซ็นต์ แบบจำลองที่ 2 สร้างจากการทำออปติไมเซชันของผลรวมสัดส่วนความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุดระหว่างผลต่างของอายุที่ประเมินได้จากความเค้นที่ได้จากการตรวจวัดและน้ำหนักจากแบบจำลอง และน้ำหนักรถบางประเภทที่ได้จากแบบจำลองที่ 2 นี้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ส่วนในแบบจำลองที่ 3 สร้างจากการทำออปติไมเซชันของผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังต่ำสุดระหว่างผลต่างจำนวนปีของความเสียหายที่เกิดจากความเค้นที่ได้จากการตรวจวัดกับน้ำหนักจากแบบจำลอง ซึ่งเป็นการพิจารณาทั้งอัตราความเสียหาย (แบบจำลองที่ 1) และอายุการใช้งาน (แบบจำลองที่ 2) ควบคู่กันไป น้ำหนักและค่าตัวประกอบการขยายพลวัตในการประเมินอายุการใช้งานเนื่องจากความล้าได้คือน้ำหนักของรถบรรทุกหนัก รถบัส รถบรรทุกสิบล้อ รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วงเป็น 8.4 12.3 17.8 30.2 และ 47.1 ตัน ส่วนค่าตัวประกอบของรถบรรทุกหนัก รถบัส รถบรรทุกสิบล้อ รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วงเป็น 1.18 1.11 1.12 1.09 และ 1.04

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา.....
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.....
ปีการศึกษา2542.....

ลายมือชื่อผู้คิด
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4070247321 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: FATIGUE / HEAVY TRUCK / STEEL BRIDGE

MR. CHAICHAN YUWANASIRI : EFFECTS OF HEAVY TRUCK ON FATIGUE DEGRADATION OF STEEL BRIDGE. (THESIS TITLE) THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR DR. TOSPOL PINKAEW, 113 pp. ISBN 974-334-059-9.

This research studies the fatigue lives of 5 overpass bridges in Bangkok from the strain data measured at midspan. The bridges are steel bridges with orthotropic decks and 30-50 meter spans. Three methods of fatigue evaluation are employed. In the first method, the evaluation depends on the field measured strain data which is believed to yield the actual lives of the bridges. In the second method, the evaluation follows the AASHTO specification using the proposed fatigue truck model; the obtained result shows the difference of 40-73 percent from the first method, since the fatigue truck proposed by AASHTO is not suitable for Thailand. In the last method, new truck models are proposed. The models divide the truck into 5 categories consisting of 6-wheel truck, bus, 10-wheel truck, semi-trailer and full-trailer. Truck weights and their dynamic amplification factors are determined by optimization based on measured strain data.

In the third method, we propose 3 models to determine truck weights and their dynamic amplification factors. The first model optimizes the square of the difference between the damage ratio from field measured strain data and that from each truck weight model. Using the obtained parameters to evaluate the lives of the bridges, we found about 10-62 percent error compared with the actual lives. The second model determines the truck weights by optimizing the square of the difference between actual lives which is determined from field measured strain data and from the truck weight model. The results indicate undesirable truck weights; therefore, this model seems not appropriate for use. The third model, considered for both the damage ratio and bridge lives, determines truck weights by optimizing the square of the difference between damage year ratio due to each truck from field measured strain data and that from each truck weight model. Based on this model, we propose the truck weights and their dynamic amplification factors used to evaluate the life of bridges be 8.4, 12.3, 17.8, 30.2, 47.1 ton and 1.18, 1.11, 1.12, 1.09, 1.04 for 6-wheel truck, bus, 10-wheel truck, semi-trailer and full-trailer.

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา.....
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.....
ปีการศึกษา2542.....

ลายมือชื่อผู้ผลิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนอย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทศพล ปิ่นแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการจัดทำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาติ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการ ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะ ตลอดจนการตรวจแก้วิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุดศักดิ์ เทียบตุสม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และการตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งได้รับเงินสนับสนุนการทำวิจัยจาก บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรุงเทพมหานคร ที่อนุญาตให้ใช้ข้อมูลในการศึกษาวิจัย และเพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา รวมทั้งพี่และน้องของผู้วิจัย ที่ได้ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน อีกทั้งได้ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทย์บริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
สัญลักษณ์	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา	2
1.3 วัตถุประสงค์ในงานวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการศึกษาในงานวิจัย	5
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย	5
1.6 ผลที่ได้รับจากงานวิจัย	6
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 บทนำ	7
2.2 ความล้า	7
2.3 วิธีการเรนไฟล์วเคาน์ติ้ง	9
2.4 กฎของพาลเกรน-ไมเนอร์	9
2.5 ช่วงความเค้นเทียบเท่า	10
2.6 ช่วงความเค้นประสิทธิผล	11
2.7 ตัวประกอบการขยายพลวัต	13
2.8 การประเมินอายุการใช้งานของสะพานเนื่องจากความล้า	14
2.9 การประเมินอายุการใช้งานของสะพานโดยใช้แบบจำลองรบกวนทุก ตามมาตรฐานของ AASHTO	15
บทที่ 3 ข้อมูลการตรวจวัดและการวิเคราะห์	19
3.1 บทนำ	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การตรวจวัดภาคสนาม	19
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัด	24
3.4 การประเมินอายุการใช้งานของสะพานเหล็กจากข้อมูลการตรวจวัด ความเครียด	29
3.5 การประเมินอายุการใช้งานของสะพานโดยใช้แบบจำลองรถบรรทุก ตามมาตรฐานของ AASHTO	31
บทที่ 4 การสร้างแบบจำลองของน้ำหนักและตัวประกอบการขยายพลวัตใน การประเมินอายุการใช้งานของสะพานเหล็ก	36
4.1 บทนำ	36
4.2 แบบจำลองที่ 1 ประเมินจากผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุด ระหว่างผลต่างอัตราความเสียหายที่เกิดจากความเค้นจากการตรวจวัด และจากแบบจำลองรถแต่ละประเภท	36
4.3 แบบจำลองที่ 2 ประเมินจากผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุด ระหว่างผลต่างของอายุที่ประเมินได้จากความเค้นที่ได้จากการตรวจวัด และน้ำหนักจากแบบจำลอง	41
4.4 แบบจำลองที่ 3 ประเมินจากผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุด ระหว่างผลต่างจำนวนปีของความเสียหายที่เกิดจากความเค้นที่ได้จาก การตรวจวัดและน้ำหนักจากแบบจำลอง	43
4.5 การประเมินอายุการใช้งานของสะพานเหล็กจากตัวหนักและตัว ประกอบการขยายพลวัต	45
บทที่ 5 การอภิปรายและการวิเคราะห์ผลการศึกษา	49
5.1 การประเมินอายุการใช้งานจากข้อมูลความเครียดในสภาพการใช้งานจริง	49
5.2 การประเมินอายุการใช้งานจากแบบจำลองรถบรรทุกตามมาตรฐานของ AASHTO	50
5.3 การประเมินอายุการใช้งานจากแบบจำลองที่ 1	50
5.4 การประเมินอายุการใช้งานจากแบบจำลองที่ 2	51
5.5 การประเมินอายุการใช้งานจากแบบจำลองที่ 3	52
5.6 ความเสียหายที่เกิดเนื่องจากรถแต่ละประเภท	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.8 ค่าความน่าเชื่อถือในการประเมินอายุการใช้งานจากแบบจำลองและ การปรับค่า	53
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา	55
6.1 สรุปการศึกษา	55
6.2 ข้อเสนอแนะ	56
รายการอ้างอิง	57
ภาคผนวก ก ค่าที่ใช้ในการปรับแก้โมดูลต้นน้ำตัด	59
ประวัติผู้วิจัย	113

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 ค่า K สำหรับรูปแบบของรอยเชื่อม	62
ตารางที่ 2-2 ค่าสัมประสิทธิ์ D	62
ตารางที่ 3-1 รายงานสรุปการสำรวจเบื้องต้นของสะพานที่ทำการศึกษา	63
ตารางที่ 3-2 แสดงคุณสมบัติของสเตรนเกจ	64
ตารางที่ 3-3 แสดงความเค้นประสิทธิผล ตัวประกอบการขยายพลวัต และค่าน้ำหนัก ของรถแต่ละประเภท	65
ตารางที่ 3-4 แสดงการประเมินอายุการใช้งานของสะพานหลักจากข้อมูลความเครียดที่ ได้จากการตรวจวัด	66
ตารางที่ 3-5 แสดงค่าตัวประกอบโมเมนต์ดัดที่กลางคานและอัตราส่วนความเสียหายเมื่อ เปรียบเทียบกับรถบรรทุกของ AASHTO ในสะพาน B1	66
ตารางที่ 3-6 แสดงปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อช่องทางการจราจรด้านนอกจากการ ตรวจนับและจากรถบรรทุกมาตรฐาน AASHTO ของสะพาน B1	66
ตารางที่ 3-7 แสดงการประเมินอายุการใช้งานของสะพานหลักตามมาตรฐานของ AASHTO	67
ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบอายุการใช้งานของสะพานหลักจากการตรวจวัดความเครียดและ จากมาตรฐานของ AASHTO	69
ตารางที่ 4-2 แสดงตัวแทนน้ำหนักและตัวประกอบการขยายพลวัตที่ได้จากแบบจำลองที่ 1	69
ตารางที่ 4-3 แสดงตัวแทนน้ำหนักที่ประเมินจากแบบจำลองที่ 2 และจากแบบจำลองที่ 3	69
ตารางที่ 4-4 แสดงการประเมินอายุการใช้งานของสะพานหลักจากข้อมูลความเครียดที่ได้ จากการตรวจวัด	70
ตารางที่ 4-5 แสดงการประเมินอายุการใช้งานของสะพานหลักจากแบบจำลองที่ 1	72
ตารางที่ 4-6 แสดงการประเมินอายุการใช้งานของสะพานหลักจากแบบจำลองที่ 2	74
ตารางที่ 4-7 แสดงการประเมินอายุการใช้งานของสะพานหลักจากแบบจำลองที่ 3	76
ตารางที่ 4-8 แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของอายุการใช้งานที่ประเมินได้จากวิธี ต่าง ๆ เทียบกับอายุการใช้งานที่ประเมินจากการตรวจวัดความเครียด	78
ตารางที่ 5-1 แสดงอัตราส่วนของผลคูณระหว่างค่า T_a และ Se^3	79
ตารางที่ 5-2 แสดงความเสียหายที่เกิดจากรถแต่ละประเภทและความคลาดเคลื่อน ของอายุการใช้งานในสะพาน B1	79
ตารางที่ ก-1 แสดงค่าโมดูลัสหน้าตัดของสะพาน	80
ตารางที่ ก-2 การกระจายน้ำหนักลงคาน	83
ตารางที่ ก-3 แสดงค่าโมดูลัสหน้าตัดที่ปรับแก้	83

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2-1 ตัวอย่างกราฟ S-N	84
รูปที่ 2-2 แอมพลิจูดคงที่ของหน่วยแรง	84
รูปที่ 2-3 กราฟ S-N สำหรับลักษณะของรอยเชื่อมต่าง ๆ	85
รูปที่ 2-4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด และวิธีเรนโพล์วเคาน์ดิ่ง	86
รูปที่ 2-5 แอมพลิจูดไม่คงที่ของหน่วยแรง	87
รูปที่ 2-6 ลักษณะของสัญญาณความเครียด	87
รูปที่ 2-7 สัญญาณความเค้นที่ผ่านวิธีเรนโพล์วเคาน์ดิ่ง	88
รูปที่ 2-8 แบบจำลองรถบรรทุกตามมาตรฐานของ AASHTO	88
รูปที่ 3-1 ตำแหน่งที่ตั้งและแนวการวางตัวของสะพาน	89
รูปที่ 3-2 ช่วงคานหลักของสะพาน	91
รูปที่ 3-3 ลักษณะการจราจรบนสะพาน	91
รูปที่ 3-4 การติดตั้งอุปกรณ์การตรวจวัด	92
รูปที่ 3-5 การตรวจนับปริมาณการจราจร	93
รูปที่ 3-6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์การตรวจวัด	94
รูปที่ 3-7 ลักษณะของสเตรนเกจ	95
รูปที่ 3-8 ไดนามิคสเตรนแอมพลิไฟเออร์	95
รูปที่ 3-9 อนาลอกโลว์พาสฟิวเตอร์	96
รูปที่ 3-10 อนาลอก ทุ ดิจิตอล คอนเวอร์เตอร์	96
รูปที่ 3-11 การเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม LABVIEW	97
รูปที่ 3-12 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจากการตรวจวัด	97
รูปที่ 3-13 ลักษณะของรถทั้ง 5 ประเภทที่ทำการตรวจวัด	98
รูปที่ 3-14 ตัวอย่างการบันทึกการตรวจนับรถ	99
รูปที่ 3-15 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเครียด	100
รูปที่ 3-16 ตัวอย่างจุดสูงสุดและต่ำสุดสัมพันธ์ของสัญญาณความเครียด	101
รูปที่ 3-17 ค่าความเครียดที่ผ่านวิธีเรนโพล์วเคาน์ดิ่ง	102
รูปที่ 3-18 ความเค้นเทียบเท่า	102
รูปที่ 3-19 สัญญาณความเค้นเมื่อผ่านการกรองสัญญาณ	103
รูปที่ 3-20 การกระจายน้ำหนักของรถแต่ละประเภท	103
รูปที่ 3-21 ตำแหน่งของรถบรรทุกตามมาตรฐานของ AASHTO ที่ทำให้เกิดโมเมนต์ดัด ที่กลางคานสูงสุด	106
รูปที่ 3-22 ตำแหน่งของรถแต่ละประเภทที่ทำให้เกิดโมเมนต์ดัดที่กลางคานสูงสุด	107

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5-1 เปรียบเทียบการกระจายน้ำหนักของรตแต่ละประเภทกับน้ำหนักรตที่ได้จาก แบบจำลองต่าง ๆ	108
รูปที่ 5-2 แสดงอัตราความเสียหายของสะพานที่เกิดเนื่องจากรตแต่ละประเภท	110
รูปที่ ก-1 แสดงลักษณะของสะพานและชิ้นส่วนที่พิจารณาค่าโมดูลัสของหน้าตัด	111
รูปที่ ก-2 แสดงสัญญาณความเค้นที่เกิดกับคานแต่ละตัวเนื่องจากรตบรรทุกทดสอบ	111
รูปที่ ก-3 แสดงสัญญาณความเค้นเสมือนสถิตศาสตร์ที่เกิดจากคานแต่ละตัว	112
รูปที่ ก-4 แสดงการกระจายแรงลงในคานแต่ละตัว	112



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

f	ความถี่ของช่วงความเค้น
i	รถคันที่ i
j	ประเภทรถที่ j
k	สะพานที่ k
n	จำนวนรอบที่เกิดเนื่องจากช่วงความเค้น S
m	ตัวประกอบโมเมนต์ (moment factor)
s	ระยะระหว่างคาน
A	ค่าคงที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของรอยเชื่อม
C	จำนวนรอบที่เกิดความเค้นต่อการแล่นผ่านของรถหนึ่งคัน
D	อัตราความเสียหาย (damage ratio)
DAF	ตัวประกอบการขยายพลวัต (dynamic amplification factor)
DY	จำนวนปีความเสียหายของสะพาน
E	โมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity)
I	ค่าตัวประกอบการกระทบ (impact factor)
K	ค่าคงที่คุณสมบัติของรอยเชื่อม (detail constant)
Le	ตัวประกอบการกระจายด้านข้างของคานตัวนอก (lateral distribution factor for exterior girder)
Li	ตัวประกอบการกระจายด้านข้างของคานตัวใน (lateral distribution factor for interior girder)
M	โมเมนต์ดัด
N	จำนวนรอบสูงสุดของการวิบัติ
S	ช่วงความเค้น (stress range)
Se	ช่วงความเค้นประสิทธิผล (effective stress range)
Sq	ความเค้นเหมือนสถิตศาสตร์ (quasi static stress)
T	จำนวนรถ
Ta	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อช่องทางการจราจรนอกสุด
W	น้ำหนักรถ
Y	อายุการใช้งานของสะพานเหล็กเนื่องจากความล้า
Z	โมดูลัสหน้าตัด (modulus of section)