การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของการแตกร้าวและการกัดกร่อนโดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขสำหรับระบบเฝ้าระวังสะพาน

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTS OF CRACKING AND CORROSION USING NUMERICAL MODEL FOR BRIDGE MONITORING SYSTEM

พิชญะ ชัยรุ่งเรืองศรี

PHITCHAYA CHAIRUNGRUANGSRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

KMITL-2023-EN-M-097-136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTS OF CRACKING AND CORROSION USING NUMERICAL MODEL FOR BRIDGE MONITORING SYSTEM

PHITCHAYA CHAIRUNGRUANGSRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING IN
CIVIL ENGINEERING ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION MANAGEMENT
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023

KMITL-2023-EN-M-097-136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของการแตกร้าวและการกัดกร่อน โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขสำหรับระบบเฝ้าระวังสะพาน
นักศึกษา	นายพิชญะ ชัยรุ่งเรืองศรี
รหัสประจำตัว	63601132
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. ณัฏฐ์ดนัย สินสมุทรผดุง

บทคัดย่อ

ระบบเฝ้าระวังสะพานถูกนำมาใช้เพื่อประเมินสภาพสะพานจากระยะไกลและช่วยลดภาระในการตรวจสอบ เมื่อสะพานคานเหล็กกล่องได้รับความเสียหายจากการแตกร้าวในแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปและการกัดกร่อนของสนิมในคานเหล็ก จึงมีระบบดังกล่าวเข้ามาช่วยประกอบด้วยเซนเซอร์วัดค่าการโก่งตัวและค่าความเครียดที่ใช้ตรวจสอบความเสียหายเหล่านี้ได้ ในงานวิจัยฉบับนี้มีการสร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพานด้วยแบบจำลองความเสียหายเชิงโครงสร้างในระดับต่างๆ ถูกนำมาจำลองในรูปแบบของรอยแตกบนแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปและการกัดกร่อนในคานเหล็ก จากนั้นจึงมีการจำลองโดยใช้น้ำหนักของรถบรรทุกมากระทำกับแบบจำลองสะพาน ผลลัพธ์ที่ได้ประกอบด้วยค่าการโก่งตัวและความเครียดที่ส่วนวิกฤตของสะพาน เป็นผลให้มีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสียหายและค่าการโก่งตัวและค่าความเครียด นอกจากนี้ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจสอบสะพานที่เหมาะสมสามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้ผลการศึกษานี้

คำสำคัญ: ระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้าง, แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป, สะพานคานเหล็กกล่อง, แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์, การแตกร้าว, การกัดกร่อน, ความเสียหายของสะพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Comparative Analysis of the Effects of Cracking and Corrosion using Numerical Model for Bridge Monitoring System
Student	Mr. Phitchaya Chairungruangsri
Student ID.	63601132
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering Environmental Engineering and Construction Management
Year	2023
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Natdanai Sinsamutpadung

Abstract

Bridge monitoring system can be used for remotely assess bridge condition and reduce an inspection gap. Steel box girder bridges suffer from cracking in the RC deck and corrosion damage in steel girders. A system consists of displacement and strain sensor can be used to monitor these damages. A finite element model of the bridge has been created. A various level of structural damage was introduced to the model in form of cracks in the RC deck, and corrosion in steel girders. Then, a conventional truck load has been applied in the model. Thus, the severity of the damage can be observed based on the deflection and strain value at the critical section of the bridge. As a result, the relationship between damage level and monitoring deflection and strain index has been established. In addition, the proper location of bridge monitoring sensors can be determined by using the result of this study.

Keywords: Structural health monitoring, RC deck, Steel box girder bridge, Finite element model, Cracks, Corrosion, Bridge damage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ณัฏฐ์ดนัย สินสมุทรผดุง ที่กรุณาให้ คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง คอยแนะนำช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา คอยให้ความรู้ เอาใจใส่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จได้ด้วยดี ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ในทุก ๆ รายวิชาที่ศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐาน โดยคณาจารย์ท่านต่าง ๆ ได้ถ่ายทอดความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ ความรู้ทั่วไป และประสบการณ์ต่าง ๆ จนสามารถนำมาใช้ในการทำงานและการดำเนินชีวิตได้อย่างดียิ่ง ตลอดจนขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นกรรมการในการทดสอบ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำโครงงาน รวมถึงตลอดระยะเวลาที่ได้เรียนรู้ศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมโยธานี้ตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งเป็นผู้ให้ความรักและกำลังใจในการสนับสนุนการศึกษาเล่าเรียนของผู้จัดทำมาโดยตลอด ทำให้ผู้จัดทำมีวันนี้ได้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างสูง

พิชญะ ชัยรุ่งเรืองศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ i

Abstract ii

กิตติกรรมประกาศ iii

สารบัญ iv

สารบัญรูปภาพ vi

สารบัญตาราง vii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบเฝ้าระวังสะพาน 5

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายจากการแตกร้าว 6

2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายจากการกัดกร่อน 6

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักของยานพาหนะตามมาตรฐาน 10

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 11

3.1 ลักษณะสะพาน 11

3.2 คุณสมบัติของวัสดุ 13

3.3 การจำลองความเสียหาย 13

3.3.1 การจำลองรอยแตก 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การจำลองการกัดกร่อนของสนิม 16
3.4 รูปแบบของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำ 18
3.5 การวิเคราะห์ผล 20
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ 25
4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าการโก่งตัว 26
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเครียด 33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 37
5.1 สรุปผลการวิจัย 37
5.2 ข้อเสนอแนะ 37
เอกสารอ้างอิง 38
ภาคผนวก 43
ภาคผนวก ก. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 44
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ในโปรแกรม ABAQUS 58
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 รูปแบบหน้าตัดของสะพานคานเหล็ก 4
รูปที่ 2.2 กราฟแสดงอัตราการกัดกร่อนของสนิมจากงานวิจัย 9
รูปที่ 3.1 รูปด้านของลักษณะสะพาน 11
รูปที่ 3.2 รูปตัดของลักษณะสะพาน 11
รูปที่ 3.3 แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพาน 12
รูปที่ 3.4 รูปแบบรอยแตก 15
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงอัตราการกัดกร่อน 18
รูปที่ 3.6 แสดงภาพจำลองรถบรรทุก 3 เพลาตามมาตรฐาน HL-93 19
รูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำตามมาตรฐาน HL-93 19
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งที่นำผลมาวิเคราะห์ 25
รูปที่ 4.2 แบบจำลองสะพานหลังจากถูกน้ำหนักบรรทุกกระทำ 25
รูปที่ 4.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองรอยแตก 27
รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองการกัดกร่อนของสนิม 28
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองรอยแตกร่วมกับการกัดกร่อนของสนิม โดยมีน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง 29
รูปที่ 4.6 ตำแหน่งของคานที่นำผลมาวิเคราะห์ (เส้นสีแดง) 29
รูปที่ 4.7 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานจากการจำลองรอยแตก 30
รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวบนผิวของคานจากการจำลองการกัดกร่อนของสนิม 32
รูปที่ 4.9 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นจากการจำลองรอยแตก 34
รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นจากการจำลองการกัดกร่อนของสนิม 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติวัสดุ 13
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติออร์โธโทรปิกของรอยแตก 14
ตารางที่ 3.3 อัตราการกัดกร่อน 17
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สะพานเป็นโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ที่สำคัญอย่างมากในการเชื่อมโยงระบบคมนาคม (Transportation network) ให้มีประสิทธิภาพ [1–3] ถูกสร้างขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางทางกายภาพ เช่น แหล่งน้ำ, หุบเขา หรือถนน [4] โดยตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบันมีการพัฒนาทั้งรูปแบบของสะพาน วัสดุที่ใช้และกระบวนการออกแบบเพื่อให้เหมาะสมตามการใช้งาน และลักษณะภูมิประเทศที่สร้าง [5] แต่เมื่อเวลาผ่านไปสะพานก็เริ่มเสื่อมสภาพและชำรุดเสียหายไปตามระยะเวลาการใช้งาน ส่งผลให้ความแข็งแรงของตัวโครงสร้างลดต่ำลง ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งการตรวจสอบการเสื่อมสภาพของโครงสร้างเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก และหากโครงสร้างได้รับการดูแลรักษาเป็นอย่างดีและต่อเนื่องสะพานก็จะสามารถใช้งานได้ดีและยืดอายุการใช้งานได้มากขึ้น [6],[7]

สำหรับการดูแลรักษาและการตรวจสอบสะพานนั้นจะใช้วิศวกรที่มีทักษะและประสบการณ์สูงมาทำการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งในการตรวจสอบจะต้องใช้เวลา แรงงานวิศวกรมากและค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในแต่ละครั้ง [6] รวมถึงความเสียหายบางประเภทนั้นวิศวกรก็ไม่สามารถจะตรวจสอบหรือมองเห็นได้ เช่น ความลึกของรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นจากผิวสะพานลึกลงไปในโครงสร้าง ดังนั้น ระบบของคอมพิวเตอร์ที่มีความก้าวหน้า รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม จึงถูกนำมาช่วยให้การตรวจสอบและแก้ไขปัญหาสามารถทำได้สะดวกและแม่นยำมากขึ้น [8],[9] นักวิจัยจึงมีการศึกษา ค้นคว้าและให้ความสนใจในการพัฒนาความสามารถในการประเมินสภาพโครงสร้างอย่างมาก เพื่อยืดอายุการใช้งานและทำให้โครงสร้างใช้งานได้อย่างปลอดภัย [10]

ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาใช้ คือ ระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้าง (Structural health monitoring system) โดยระบบดังกล่าวจะถูกนำมาใช้เพื่อประเมินสภาพสะพานจากระยะไกลและช่วยลดภาระในการตรวจสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ทุกช่วงเวลาเมื่อสะพานได้รับความเสียหาย เช่น จากการแตกร้าวในแผ่นพื้นคอนกรีต หรือการกัดกร่อนในคานเหล็ก ระบบจะมีการแจ้งเตือนและสามารถส่งวิศวกรเข้าไปตรวจสอบที่หน้างานได้ทันที ช่วยลดช่องว่างจากการเข้าไปตรวจทุกๆ 2-5 ปี เป็นการไปตรวจผ่านระบบได้ทุกวันและสามารถส่งวิศวกรเข้าไปแก้ไขได้ทันที แต่การจะใช้ระบบดังกล่าวได้อย่างเหมาะสมจำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้กับระบบได้อย่างเหมาะสม จึงมีการวิเคราะห์โครงสร้างของสะพานเพิ่มเติมโดยการสร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพานขึ้นมาจากซอฟต์แวร์ และทำการวิเคราะห์ความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการจำลองความเสียหายเชิงโครงสร้างในระดับต่างๆ จากนั้นจึงมีการจำลองโดยใช้แรงมากระทำกับแบบจำลองสะพาน โดยแรงจะใช้เพียงแค่รูปแบบแรงสถิต (Static) เนื่องจากผลที่ได้จากระบบต้องการเพียงแค่ค่าการโก่งตัวและค่าความเครียดนำไปบันทึกผลและวิเคราะห์ และไม่มีความจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์แรงในรูปแบบการเคลื่อนที่ ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ในการวิเคราะห์มากขึ้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือที่จะใช้กับระบบได้อย่างเหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์มาวิเคราะห์โครงสร้างที่จะนำไปใช้กับระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้าง โดยการจำลองความเสียหายเชิงโครงสร้างในระดับต่างๆ เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบและพิจารณาการติดตั้งเซนเซอร์ในตำแหน่งที่เหมาะสมและคุ้มค่า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้นำเอาสะพานคานเหล็กกล่อง (Steel box girder bridge) ที่มีส่วนประกอบแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (RC Deck) มาใช้ในการวิเคราะห์ โดยทำการจำลองรูปแบบการเกิดรอยแตกในแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก และการจำลองการเกิดสนิมในคานเหล็ก จากนั้นจะทำการสร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพานและจำลองรูปแบบความเสียหายดังกล่าวเพื่อแสดงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสะพาน โดยนำค่าการโก่งตัว (Deflection) และค่าความเครียด (Strain) ที่บริเวณใต้แผ่นพื้นสะพานมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาการติดตั้งเกจวัดความเครียดที่เหมาะสม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์มาใช้ในการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสียหายและค่าการโก่งตัวและค่าความเครียด เพื่อคาดการณ์ และประเมินสภาพสะพานได้
- สามารถกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดค่าการโก่งตัว เพื่อตรวจสอบสะพานที่เหมาะสมและคุ้มค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

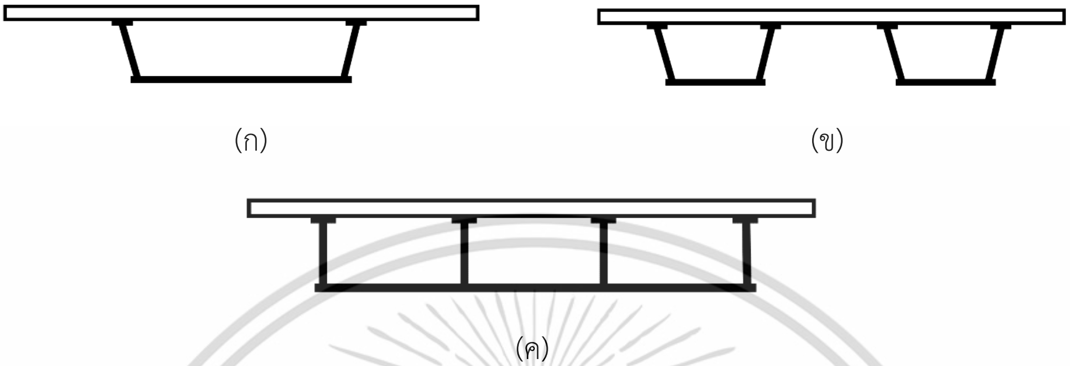
ระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้าง (Structural health monitoring system; SHM) เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ร่วมกับเครื่องมือตรวจวัด (เช่น Strain gauge, Accelerometer, Inclinometer) นำไปต่อยอดและบูรณาการให้สามารถนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงได้ [11],[12] โดยระบบดังกล่าวได้ถูกใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิต ยานยนต์ และอวกาศมาหลายปีแล้ว [13] ในส่วนของระบบโครงสร้างโยธานั้น ได้มีหลายประเทศทั้งสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ฮ่องกง และประเทศในแถบยุโรป พยายามที่จะนำระบบดังกล่าวมาใช้ โดยเจาะจงที่การใช้งานบนทางหลวงและสะพานที่มีช่วงยาว [13] ซึ่งหากนำมาใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจะช่วยให้การประเมินสภาพของโครงสร้างนั้นทำได้อย่างรวดเร็ว เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ช่วยแจ้งเตือนในจุดที่ชำรุดเสียหายได้ทันที และประเมินความปลอดภัยเพื่อการตัดสินใจในการบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม [14] โดยงานวิจัยที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินสะพานจากค่าการโก่งตัวและความเครียดที่วัดได้ [15],[16] นำมาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลอง โดยค่าที่ได้สามารถแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของโครงสร้าง รวมถึงในงานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเครื่องมือตรวจวัดมาใช้ร่วมกับระบบดังกล่าว ถึงแม้ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้างจะมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น [17] แต่การจะนำระบบดังกล่าวมาใช้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพนั้น ก็จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจโครงสร้าง และแบบจำลองที่นำมาวิเคราะห์เพื่อทำนายและคาดการณ์ผลที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การใช้ระบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์ในตำแหน่งที่เหมาะสมนั้น ก็จำเป็นที่จะต้องมีการคำนึงถึงขนาดและทิศทางของโครงสร้างที่ถ่ายทอดไปยังอุปกรณ์ การรักษาความสามารถในการวัดค่าต่างๆในช่วงเวลาที่ต้องการ ซึ่งหากวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลเสียถึงค่าที่ได้จากการวัดที่ไม่ถูกต้อง ทำให้การวิเคราะห์ผลอาจผิดพลาด

ในปัจจุบันมีรูปแบบของสะพานให้เลือกใช้มากมาย เช่น สะพานแบบโค้ง (Arch bridge), สะพานแบบคาน (Beam bridge), สะพานแบบโครง (Truss bridge), สะพานแขวน (Suspension bridge) ตามความเหมาะสม และลักษณะภูมิประเทศที่ใช้งาน [4] โดยในการศึกษานี้ได้เลือกใช้รูปแบบของสะพานคานเหล็กกล่อง (Steel box girder bridge) มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นรูปแบบของสะพานที่ได้รับความนิยมอย่างมากเนื่องจากทำการก่อสร้างและบำรุงรักษาได้ง่าย เหมาะกับโครงการที่มีช่วงยาวและมีแนวโค้ง [8],[18],[19] ในส่วนของหน้าตัดของคานกล่องนั้น มีหลายรูปแบบ โดยส่วนใหญ่แบบหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมคางหมูจะถูกเลือกมาใช้งานมากที่สุด [20] และจำนวนของคานกล่องนั้นอาจเป็นแบบกล่องเดียว (One box) แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายกล่อง (Separate boxes) หรือแบบหลายกล่องต่อเนื่องกัน (Continuous cells) ขึ้นอยู่กับความกว้าง ความยาวของช่วงและน้ำหนักบรรทุก [21–23]



รูปที่ 2.1 รูปแบบหน้าตัดของสะพานคานเหล็ก (ก) แบบกล่องเดียว (ข) แบบหลายกล่อง (ค) แบบหลายกล่องต่อเนื่อง

ในส่วนของความเสียหายนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ เมื่อสะพานถูกใช้งานไป โดยทั่วไปสะพานคานเหล็กกล่องจะพบความเสียหายประเภทการแตกร้าว (Cracking) ในแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป และการกัดกร่อนของสนิม (Corrosion) ในคานเหล็ก โดยการแตกร้าวอาจเกิดจากโครงสร้างถูกใช้งานในระยะเวลานาน หรือเกิดจากการหดตัวของแผ่นพื้นทางคอนกรีต (Concrete shrinkage) และการรับแรงดึงของคอนกรีต (Concrete tension strength) ซึ่งเป็นสาเหตุทั่วไปที่พบได้ [24] หรืออาจเกิดจากสาเหตุทางธรรมชาติที่ทำให้เกิดความเสียหาย เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (Temperature changes), การเปลี่ยนรูปร่างของพื้น (Ground deformation) [25] ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นอาจสามารถซ่อมแซมบำรุงรักษาได้ แต่บางกรณีอาจซ่อมแซมได้ยากหรือไม่ได้เลย และกรณีที่เลวร้ายที่สุดคือการวิบัติของโครงสร้าง จึงจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษา วิเคราะห์เกี่ยวกับความเสียหายดังกล่าว ในส่วนของความเสียหายที่เกิดจากการกัดกร่อนของสนิมในคานเหล็กนั้น โดยทั่วไปเกิดจากกระบวนการทางเคมีและไฟฟ้าระหว่างเหล็กและสภาพแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การกัดกร่อนที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ อาจมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ [26] หรืออีกตัวอย่าง คือ การกัดกร่อนที่เกิดขึ้นนอกชายฝั่ง จะเกิดการกัดกร่อนที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับตำแหน่งของโครงสร้าง เช่น โครงสร้างที่ถูกฝังอยู่ใต้ดินจะเกิดอัตราการกัดกร่อน 0.060-0.100 มิลลิเมตรต่อปี โครงสร้างที่อยู่ในบริเวณเปียก (Splash zone) จะเกิดอัตราการกัดกร่อน 0.200-0.400 มิลลิเมตรต่อปี โครงสร้างที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ (Atmospheric zone) นอกชายฝั่ง จะเกิดอัตราการกัดกร่อน 0.050-0.075

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิเมตรต่อปี เป็นต้น [27] ในส่วนของวัสดุโลหะในแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกันของธาตุทางเคมีที่ส่งผลให้เกิดการกัดกร่อน ตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าไร้สนิมจะสร้างชั้นออกไซด์ป้องกันที่พื้นผิว ในขณะที่เหล็กกล้าอัลลอยด์ต่ำจะมีความไวต่อการกัดกร่อน [27],[28] ทำให้การกัดกร่อนของสนิมมีความซับซ้อนมาก ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนส่งผลต่อพฤติกรรมและกระบวนการในการกัดกร่อนที่แตกต่างกัน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบเฝ้าระวังสะพาน

จากการศึกษาเกี่ยวกับระบบเฝ้าระวังสะพานพบเนื้อหาที่น่าสนใจอย่างงานวิจัยของ Hu Xiaoya และ Wang Bingwen (2012) ที่มีการนำเสนอระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้างสำหรับสะพานทางหลวง โดยมีการพัฒนาระบบดังกล่าวเข้ากับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย พบว่าระบบมีความครอบคลุมและใช้งานได้จริง เนื่องจากเป็นการรวมแพลตฟอร์มการรวบรวมข้อมูลระดับล่างเข้ากับซอฟต์แวร์วิเคราะห์ข้อมูลระดับสูง รวมถึงแพลตฟอร์มนี้ยังใช้พลังงานที่ต่ำมากและมีความยืดหยุ่น ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการปรับขนาดได้กับเซ็นเซอร์ทุกประเภท รวมถึงใช้ได้กับเซ็นเซอร์วัดค่าความเร่ง, อุณหภูมิ และค่าความเครียด ระบบต้นแบบ (Prototype system) ใช้ Multi-hop topology โดยมีจำนวนฮ็อพสูงสุดที่สี่ฮ็อปในการทดลอง ซึ่งซอฟต์แวร์นี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์พารามิเตอร์การตอบสนองแบบไดนามิกได้หลายประเภท รวมถึงค่าความเร่งของการสั่นสะเทือน ค่าการโก่งตัวแบบไดนามิก และค่าความเครียดแบบไดนามิกสำหรับการตรวจสอบสภาพสะพาน

โดยระบบดังกล่าวถูกนำไปใช้จริงกับสะพานทางหลวงเจิ้งเตี้ยน โดยพบว่าความสามารถของระบบในการเก็บข้อมูล ส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารไร้สายแบบมัลติฮอป และวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้รับจากระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้างสำหรับสะพาน มีผลที่ไปในทิศทางเดียวกันและเชื่อถือได้ เมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์และผลการวิเคราะห์เชิงทฤษฎี

ในส่วนของข้อจำกัดของงานนั้นยังสามารถพบได้ เช่น เวลาที่ใช้สำหรับการค้นพบเครือข่ายโทโพโลยีนั้นสูงถึงเกือบ 1 นาทีในเครือข่ายสี่ฮอป ซึ่งผลลัพธ์นี้อาจเกิดจากการมีสัญญาณรบกวนจากภาคสนามซึ่งไม่เสถียร และยังพบการสูญหายของข้อมูลระหว่างการทดสอบ ซึ่งการแก้ปัญหาอาจทำได้โดยการรวมกลไกการกู้คืนข้อมูลเข้ากับโหนดซิงก์ ทำให้การวิจัยในอนาคตเกี่ยวกับระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้างสำหรับสะพานบนพื้นฐานของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายยังสามารถนำไปใช้ในการศึกษาและพัฒนาให้สมบูรณ์แบบต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวทำให้ทราบถึงการทำงานของระบบดังกล่าวและมีความจำเป็นในการวิเคราะห์โครงสร้างเพิ่มเติมผ่านแบบจำลองเชิงตัวเลข เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์และเปรียบเทียบอย่างมีเหตุผล

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายจากการแตกร้าว

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวกับความเสียหายจากการแตกร้าว มีงานวิจัยของ Tingjuan Zhang (2018) โดยมีเนื้อหาในบทความนี้กล่าวถึงสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดการแตกร้าวของคอนกรีตในโครงสร้างพื้นฐานของสะพานที่ใช้ในด้านการขนส่ง การแตกร้าวของคอนกรีตอาจกล่าวได้ว่าเกิดขึ้นบ่อยครั้งและมีโอกาสเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งรอยร้าวจำนวนมากสามารถแก้ไขและควบคุมได้หากใช้มาตรการการออกแบบและการก่อสร้างบางอย่าง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องรอยร้าวในสะพานคอนกรีต ให้พยายามหลีกเลี่ยงการเกิดรอยร้าวที่อันตรายขึ้น ในบทความนี้จึงมีการวิเคราะห์อย่างครอบคลุมและสรุปประเภทและสาเหตุของรอยร้าวในสะพานคอนกรีต เพื่อการออกแบบที่เหมาะสมและค้นหาวิธีการควบคุมการก่อสร้าง

อีกตัวอย่างงานวิจัยของ Wei Ren และคณะ (2015) มีเนื้อหาที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อแสดงพฤติกรรมพลาสติกของแผ่นพื้นสะพานคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูปภายใต้แรงกระทำแบบสถิต (Static Loading) มีการวิเคราะห์แผ่นพื้นจำนวนหกแผ่น ซึ่งจะใช้แบบจำลองความเสียหายในสภาวะพลาสติกเพื่อสร้างแบบจำลองสะพานคอนกรีต โดยผลลัพธ์ที่ได้จะถูกเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลการทดสอบและความสมเหตุสมผล ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าในเชิงตัวเลขและค่าการทดลองของความสามารถในการรับน้ำหนักของทั้งหกแผ่นนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนของการโก่งตัวในช่วงกลางสะพานไม่เกิน 10% นอกจากนี้ยังมีการศึกษาตัวแปรที่มีผลกับค่าความแม่นยำที่สูงขึ้นสามารถทำได้ด้วยการลดค่าความหนืด แต่มีการคำนวณที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในบทความดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นถึงการใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขมาใช้ในการจำลองการเสื่อมสภาพของวัสดุโดยการปรับแก้ค่าของวัสดุ เพื่อจำลองความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ

2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายจากการกัดกร่อน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายที่เกิดจากการกัดกร่อนที่ได้ทำการศึกษามานั้น มีบทความที่น่าสนใจและได้ทำการทดสอบเกี่ยวกับความเสียหายดังกล่าว อย่างเช่นในงานวิจัยแรกของ Vit Krivy และคณะ (2016) เนื้อหาในบทความนี้ได้ทำการทดสอบการกัดกร่อนในชั้นบรรยากาศเชิงทดลองที่ดำเนินการบนสะพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กที่ผุกร่อนในสาธารณรัฐเช็กมีการนำเสนอโดยสังเขป โดยให้ความสนใจกับการประเมินกระบวนการกัดกร่อนบนโครงสร้างรับน้ำหนักของสะพานคานที่มีถนนอยู่เหนือส่วนรองรับ บทความนี้นำเสนอผลการทดสอบการกัดกร่อนในบรรยากาศเชิงทดลอง โดยมุ่งเป้าไปที่การวัดความหนาของผลิตภัณฑ์ที่ถูกกัดกร่อน เป็นผลมาจากการทดสอบว่ากระบวนการกัดกร่อนบนสะพานเหล็กผุกร่อนนั้นถูกกำหนดเงื่อนไขอย่างมีนัยสำคัญตามตำแหน่งและตำแหน่งของพื้นผิวสัมผัสภายในโครงสร้าง โดยผลที่ได้พบว่าค่าการกัดกร่อนนั้นแตกต่างกันตามตำแหน่งที่ตั้งของสะพาน เช่น ตัวสะพานที่ตั้งอยู่ในชุมชนที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการกัดกร่อนต่ำถึงปานกลาง หรือสะพานที่ติดตั้งใกล้ชายฝั่งที่ส่งผลให้ค่าการกร่อนในช่วงแรกมีอัตราที่สูง และหากพิจารณาที่โครงสร้างสะพานนั้นๆจะพบว่าบริเวณพื้นผิวด้านนอกส่วนบนของด้านล่างปีกคานนั้นมีอัตราการเกิดการกัดกร่อนที่สูงที่สุดหากเทียบกับตำแหน่งอื่นๆในสะพาน

ซึ่งหลังจากนั้นได้พบบทความและงานวิจัยของพวกเขาที่กล่าวถึงการทดสอบเกี่ยวกับการกัดกร่อนบนสะพานเหล็ก จึงได้ลองทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับงานวิจัยของพวกเขา อย่างงานถัดมาของ Vit Krivy และคณะ (2015) บทความนี้ได้ทำการนำเสนอการทดสอบการกัดกร่อนเชิงทดลองบนสะพานเหล็กที่ตั้งอยู่ในสาธารณรัฐเช็ก โดยตำแหน่งของพื้นผิวในโครงสร้างต่ออัตราการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นสามารถประเมินได้โดยใช้การทดสอบเชิงทดลองนี้ มีการทดสอบการกัดกร่อนของพื้นผิวในตำแหน่งต่างๆของสะพานเหล็ก เพื่อสังเกตและวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น โดยมีระยะเวลาในการทดสอบ 1, 3 และ 10 ปี และทำการเปรียบเทียบเกรดของเหล็ก S355J2W และ S355J2WP ซึ่งในบทความดังกล่าวเป็นช่วงระยะเวลา 1 ปีแรกเท่านั้น

ผลลัพธ์เบื้องต้นหลังจากผ่านไป 1 ปีพบว่าอัตราการกัดกร่อนของเหล็กได้รับผลกระทบอย่างมากจากตำแหน่งของพื้นผิวที่ทำการตรวจสอบในโครงสร้าง นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นการพึ่งพาอาศัยกันระหว่างการสูญเสียการกัดกร่อนที่วัดได้และความหนาของเหล็กที่เกิดกัดกร่อน การพึ่งพานี้สามารถนำไปใช้ได้จริงในการประเมินการพัฒนาคราบบนสะพานเหล็กที่มีอยู่ สำหรับผลการทดสอบการกัดกร่อนที่สถานีบรรยากาศ สรุปได้ว่าการสูญเสียการกัดกร่อนของเหล็ก S355J2W นั้นมากกว่าเหล็ก S355J2WP ถึง 1.1 เท่า และพบว่าตำแหน่งของการกัดกร่อนจะพบมากในบริเวณพื้นผิวด้านบนส่วนนอกของปีกล่างของคาน (Upper outer surface of bottom flange) และเมื่อผ่านไป 3 ปี ได้มีการนำเสนอการพัฒนาผลิตภัณฑ์การกัดกร่อนและผลการทดสอบการกัดกร่อนในบรรยากาศเชิงทดลองบนโครงสร้างแบริ่งของสะพานรถไฟเหล็กผุกร่อนในปราก-โมทอล (Prague-Motol) โครงสร้างสะพานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยระยะยาวที่มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการการกัดกร่อนในตำแหน่งต่างๆ ของโครงสร้างสะพาน การวัดค่าการกัดกร่อนและความหนาเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ถูกกัดกร่อนจะดำเนินการกับพื้นผิวที่เลือกของโครงสร้างเหล็ก โดยบทความนี้จะนำเสนอผลการทดสอบการกัดกร่อนหลังจากสัมผัสตัวอย่างการกัดกร่อนเป็นเวลาหนึ่งถึงสามปี ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะบ่งชี้ถึงระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาเฉลี่ยที่วัดได้ของผลิตภัณฑ์เหล็กและการสูญเสียจากการกัดกร่อน ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าการกัดกร่อนแสดงให้เห็นว่าการสูญเสียการกัดกร่อนของเหล็กถูกกำหนดโดยตำแหน่งที่ตั้งและตำแหน่งของพื้นผิวสัมผัสภายในโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสำคัญของการวัดเชิงทดลองคือการประเมินกระบวนการกัดกร่อนบนพื้นผิวที่สัมผัสกับน้ำที่รั่วไหลและขังในตำแหน่งต่างๆของโครงสร้างเหล็ก ผลของการทดสอบสามารถใช้ในการประเมินผลกระทบของความเสียหายจากการกัดกร่อนต่อความสามารถในการรับน้ำหนักและอายุการใช้งานของโครงสร้างได้ การวัดความหนาของผลิตภัณฑ์ที่กัดกร่อนสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประมาณค่าอัตราการกัดกร่อนที่ใกล้เคียงกัน โดยการวัดนั้นจะดำเนินการโดยใช้เครื่องวัดความหนาแบบพกพาโดยไม่จำเป็นต้องเข้าไปยุ่งเกี่ยวกับโครงสร้างแต่อย่างใด

บทความที่ได้ทำการศึกษาของ Monika Kubzova และคณะ (2020) เกี่ยวข้องกับการกัดกร่อนในชั้นบรรยากาศ โดยการกัดกร่อนในชั้นบรรยากาศทำให้โครงสร้างเหล็กเสียหายเกือบ 80% ของโครงสร้างเหล็กที่มีอยู่ทั้งหมด ตัวแปรหลักของการกัดกร่อนในบรรยากาศคือช่วงเวลาเปียกชื้น (TOW) อุณหภูมิอากาศ และสารกัดกร่อนที่รุนแรง เช่น คลอไรด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และอื่นๆ ในปัจจุบันเหล็กกล้าผสมต่ำที่มีความต้านทานการกัดกร่อนในชั้นบรรยากาศที่ดีขึ้นเรียกว่าเหล็กกล้าผุกร่อนถูกนำมาใช้สำหรับโครงสร้างเหล็กที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง มีการสร้างชั้นการป้องกันของผลิตภัณฑ์จากการกัดกร่อนบนพื้นผิวเหล็ก และสามารถลดการกัดกร่อนต่อเนื่องของเหล็กได้ ช่วงเวลาที่เปียกชื้นและผลของสารกัดกร่อนรุนแรงนั้นแตกต่างกันสำหรับพื้นผิวในแนวตั้งหรือแนวนอน การทดสอบเชิงทดลองของเหล็กผุกร่อนในบรรยากาศได้ดำเนินการเพื่อตรวจสอบผลกระทบของตำแหน่งและตำแหน่งของพื้นผิวบนโครงสร้างต่างๆ การทดสอบเหล่านี้ช่วยให้สามารถติดตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัดกร่อนในสภาวะสัมผัสจริงได้ บทความนี้นำเสนอส่วนหนึ่งของงานวิจัยซึ่งรวมถึงการตรวจสอบการพัฒนาความหนาของผลิตภัณฑ์การกัดกร่อนโดยคำนึงถึงตำแหน่งบนโครงสร้างการวิจัยได้รับการพัฒนาเพื่อปรับปรุงแบบจำลองการทำนายโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการกำหนดการสูญเสียการกัดกร่อนในระหว่างอายุการใช้งานของโครงสร้าง ส่วนที่สองของการทดลองนี้ได้ทำการวัดอัตราการสะสมของคลอไรด์ คลอไรด์มีฤทธิ์กัดกร่อนผิวเหล็กภายใต้สภาวะปกติ

อีกบทความที่นำเสนอผลการทดสอบกระบวนการการกัดกร่อนบนสะพานเหล็กผุกร่อนในระยะยาวของ Vit Krivy และคณะ (2017) มีการเลือกโครงสร้างสะพานสองแห่งที่ทอดข้ามสิ่งกีดขวางต่าง ๆ สำหรับการวัดเชิงทดลอง สะพานที่ทดสอบตั้งอยู่ในตำแหน่งเดียวกันและโครงสร้างของสะพานเหล่านี้คล้ายคลึงกัน ความแตกต่างในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัดกร่อนส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศระดับจุลภาคด้านล่างโครงสร้างสะพาน ให้ความสนใจเป็นพิเศษกับสะพานข้ามมอเตอร์เวย์ซึ่งได้รับผลกระทบอย่างมากจากการสะสมของคลอไรด์ การพึ่งพากันระหว่างการสะสมของคลอไรด์ที่วัดได้และพารามิเตอร์ของชั้นการกัดกร่อน

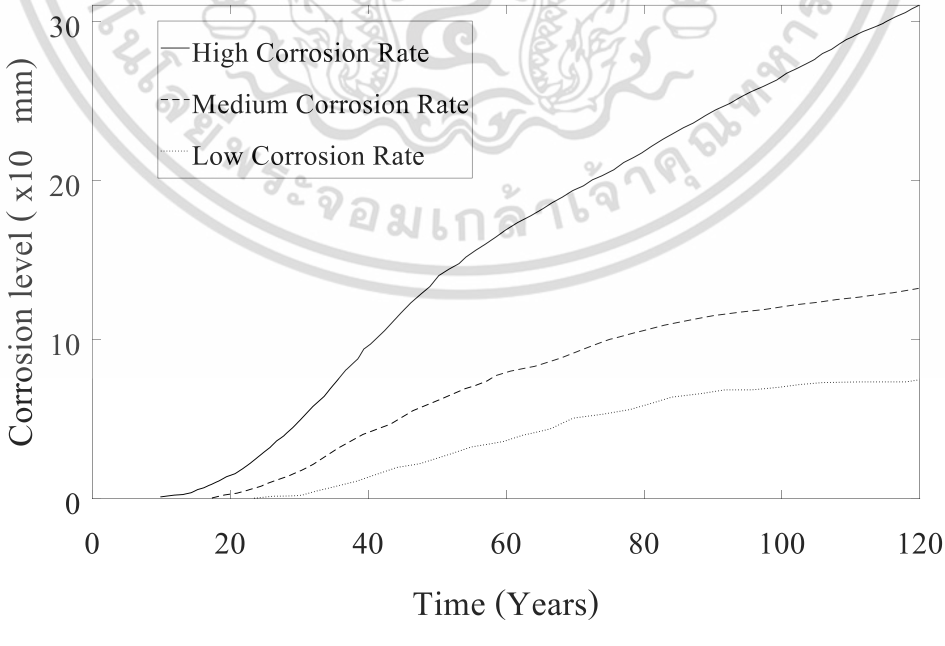
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ความหนาของผลิตภัณฑ์ที่กัดกร่อน อัตราการกัดกร่อน และองค์ประกอบทางเคมี) โดยบทความนี้แสดงให้เห็นถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ส่งผลกับการกัดกร่อนของสนิมอย่างชัดเจน โดยได้ทำการวัดค่าการกัดกร่อนของสนิมในระยะยาวและพบว่ามีค่าการกัดกร่อนที่สูงมากในช่วง 10 ปีแรก เนื่องจากมีค่า SO_2 ในชั้นบรรยากาศค่อนข้างสูง แต่หลังจากนั้นได้มีมาตรการควบคุมมลพิษในอากาศทำให้ SO_2 ในชั้นบรรยากาศลดลงค่าการกัดกร่อนจึงลดลงตามไปด้วย

ซึ่งจากที่ทำการศึกษามาได้พบว่าค่าที่ได้ค่อยข้างมีความหลากหลายในช่วงเวลา จึงทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งได้พบบทความที่ของ Andrzej S. Nowak และ Maria M. Szerszen (2001) โดยในบทความนี้มีการพัฒนาแบบจำลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับค่าความล้าและการกัดกร่อนของสนิม แต่ในการศึกษาของเราต้องการเจาะจงไปที่ค่าการกัดกร่อนของสนิมที่จะนำไปใช้ในแบบจำลอง จึงได้ทำการศึกษาในส่วนของค่าดังกล่าว ซึ่งได้นำค่าในบทความนี้ไปใช้ต่อยอดในแบบจำลองได้

โดยบทความนี้ได้กล่าวถึงระยะเวลาที่การกัดกร่อนของสนิมในเหล็กนั้นเริ่มส่งผลกระทบกับโครงสร้างของสะพาน มีการแบ่งช่วงเวลาการกัดกร่อนออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอายุของวัสดุที่ใช้ในการเคลือบเหล็กในการป้องกันการกัดกร่อน และช่วงของอายุการใช้งานของเหล็กที่เหลืออยู่ รวมถึงระดับการกัดกร่อน 3 ระดับซึ่งพิจารณาตามสภาพแวดล้อมในระดับต่างๆ 3 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ โดยอัตราการกัดกร่อนในช่วง 10-15 ปีแรกนั้นจะถือว่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่วัสดุเคลือบป้องกันการกัดกร่อนนั้นเสื่อมสภาพ และสันนิษฐานว่าการกัดกร่อนจะเริ่มขึ้นทันทีหลังจากนั้น



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงอัตราการกัดกร่อนของสนิมจากงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากบทความทั้งหมดที่ศึกษามาเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกัดกร่อนนั้น ได้มีการนำค่าที่ได้จากบทความทั้งหมดมาวิเคราะห์ ซึ่งจะอธิบายในส่วนของวิธีดำเนินงานวิจัยต่อไป

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักของยานพาหนะตามมาตรฐาน

จากการศึกษามีบทความของ Linda Kaplan (2020) ที่ได้กล่าวถึงการใช้น้ำหนักบรรทุกในการออกแบบของรถบรรทุกตามมาตรฐาน AASHTO LRFD ได้กล่าวถึงความเป็นมาตั้งแต่ในอดีตปี 1870 ในการนำน้ำหนักบรรทุกมาใช้ในการออกแบบจนถึงปัจจุบัน โดยค่าที่ใช้ในการออกแบบในปัจจุบันและได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ โดยที่น้ำหนักรถบรรทุก 3 เพลา (Truck load) ตามมาตรฐานดังกล่าวมีน้ำหนักอยู่ที่ 33.13 ตัน หรือ 325 กิโลนิวตัน ซึ่งในบทความยังกล่าวเสริมอีกว่ามาตรฐานดังกล่าวยังคงมีการศึกษา ปรับใช้ และนำไปพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการออกแบบและปลอดภัยต่อโครงสร้าง

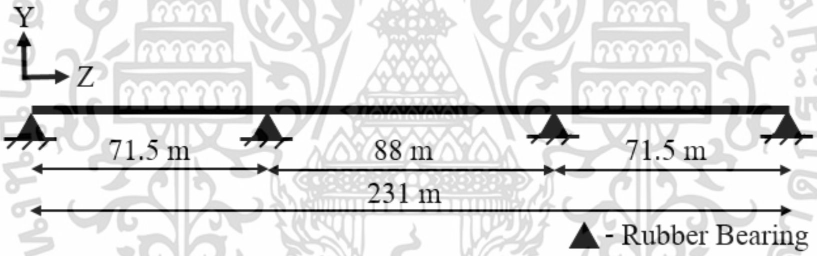
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

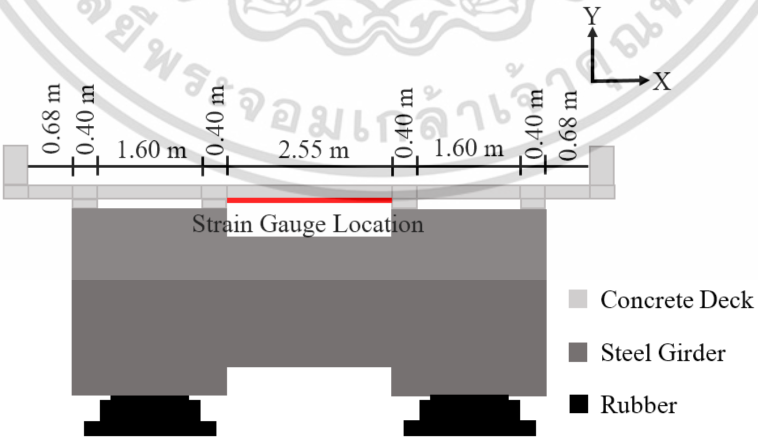
บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ลักษณะสะพาน

สะพานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มีลักษณะเป็นสะพานคานเหล็กกล่อง (Steel box girder bridge) ประกอบด้วยแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (RC Deck) หนา 220 มิลลิเมตร และคานที่ถูกออกแบบเป็นคานเหล็กแบบไม่ประกอบ (Non-composited girder) สะพานแบ่งความยาวออกเป็น 3 ช่วงต่อเนื่องกัน ประกอบด้วยช่วงด้านข้างทั้ง 2 ฝั่งยาว 71.5 เมตรและช่วงตรงกลางยาว 88 เมตร สะพานที่นำมาใช้ ได้ถูกออกแบบและอ้างอิงระยะช่วงสะพานจากมาตรฐาน AASHTO [29],[30] ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ในส่วนของการติดตั้ง เกจวัดความเครียดจะติดตั้งที่บริเวณใต้พื้นผิวของสะพานในช่วงกึ่งกลางของแผ่นพื้นดังแสดงในรูปที่ 3.2 เนื่องจากการติดตั้งเกจวัดความเครียดสามารถทำได้ง่ายที่สุดในบริเวณดังกล่าว



รูปที่ 3.1 รูปด้านของลักษณะสะพาน

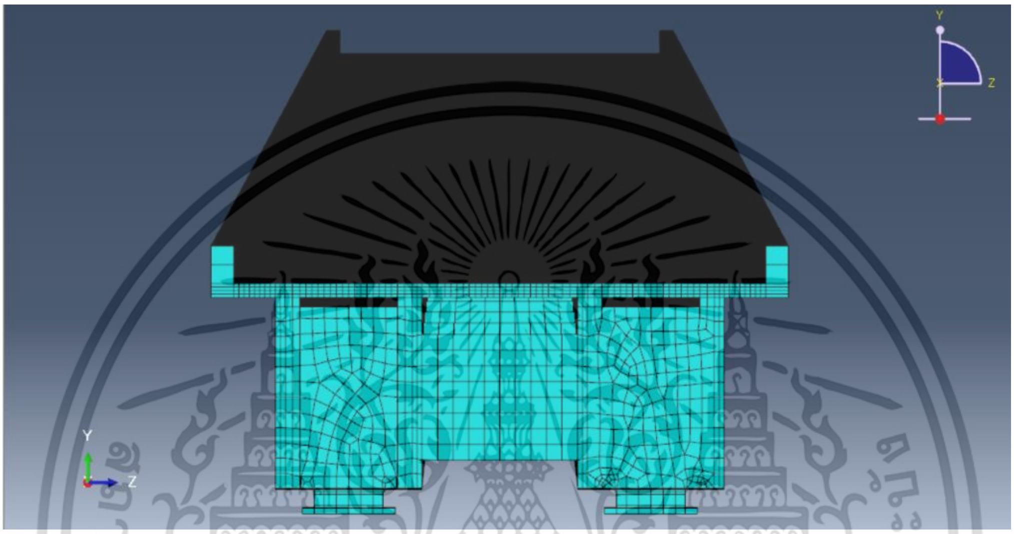


รูปที่ 3.2 รูปตัดของลักษณะสะพาน

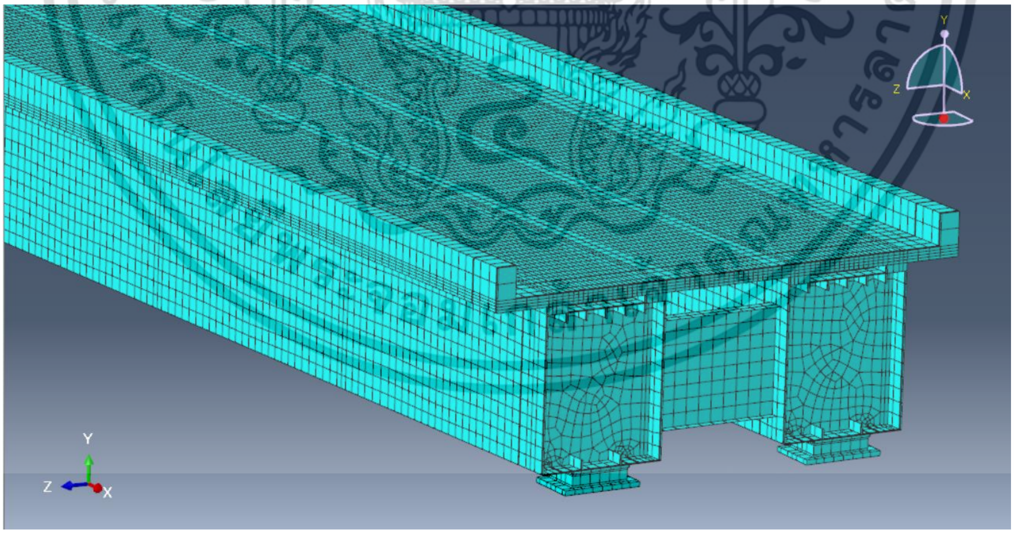
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะพานที่ใช้ในการวิเคราะห์ถูกจำลองขึ้นในรูปแบบของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ (FE Model) โดยใช้โปรแกรม ABAQUS [32] วิธีการสร้างแบบจำลองจะทำการขึ้นชิ้นส่วนของโครงสร้างของสะพานทีละชิ้นส่วน ประกอบด้วยแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก และฐานยางรองคอสะพาน (Rubber bearing) โดยถูกจำลองเป็นรูปแบบทรงตัน (Solid) และคานเหล็ก ซึ่งถูกจำลองในรูปแบบแผ่นเปลือก (Shell) นำมาประกอบกันเป็นแบบจำลองสะพานดังแสดงในรูปที่ 3.3



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.3 แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 คุณสมบัติของวัสดุ

คุณสมบัติของวัสดุได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 โดยที่คอนกรีตและเหล็กเป็นค่าที่ถูกระบุไว้ในมาตรฐาน ในส่วนของฐานรองคอสะพาน จะคำนวณโดยใช้สมการการประมาณค่า (Estimate equation) โดยที่ฐานรองคอสะพานตัวริม (Abutment) และตัวใน (Pier) นั้นมีขนาดที่ไม่เท่ากัน จึงมีการคำนวณที่ต่างกันของทั้ง 2 แบบ [31],[32]

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติวัสดุ

Index	Material	Young's Modulus
1	Concrete	28 GPa
2	Steel	200 GPa
3	Abutment Bearing Rubber	54.14 MPa
4	Pier Bearing Rubber	60.14 MPa

3.3 การจำลองความเสียหาย

การจำลองความเสียหายที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ มีทั้งหมด 2 ประเภท คือ การจำลองรอยแตก และการจำลองการกัดกร่อนของสนิม โดยการจำลองรอยแตกจะทำการจำลองเพียงส่วนของแผ่นพื้นคอนกรีตเท่านั้น ในขณะที่การจำลองการกัดกร่อนของสนิมจะทำการจำลองเพียงส่วนของคานเหล็กในแบบจำลองเท่านั้น

3.3.1 การจำลองรอยแตก

การใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขนั้นสามารถนำมาใช้ในการจำลองการเสื่อมสภาพของวัสดุได้ โดยมีงานวิจัยที่ได้ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขในการปรับแก้ค่าของวัสดุ เพื่อจำลองความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ เช่น การลดกำลังของลวดรับแรงอัดในคอนกรีต [33]

โดยในการศึกษานี้ จากการสำรวจ ณ สถานที่จริงพบว่าสะพานมีรอยร้าวที่แผ่นพื้นคอนกรีตสะพานเป็นสาเหตุหลัก จึงมีแนวคิดว่ารอยร้าวของแผ่นพื้นคอนกรีตไม่ได้รับแรงในทิศทางแนวดิ่งและแนวขวาง เนื่องจากได้แตกร้าวไปแล้ว โดยที่ยังเหลือกำลังในทางแนวยาวเนื่องจากเหล็กเสริมในแผ่นพื้นที่ยังเชื่อมติดกันอยู่ เพื่อให้ใช้แนวคิดดังกล่าวได้ในทางปฏิบัติของการสร้างแบบจำลอง จึงได้เลือกใช้คุณสมบัติของวัสดุประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Orthotropic elasticity จำลองลงในชิ้นส่วนที่จะทำให้เกิดความเสียหาย [32] เพื่อระบุพฤติกรรมดังกล่าวในแต่ละทิศทางดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยการระบุคุณสมบัติของวัสดุดังกล่าวตามแนวรอยร้าวร่วมกับการใส่ปริมาณรอยร้าวในปริมาณที่ต่างกัน จะทำให้แบบจำลองสะพานสามารถจำลองความเสียหายของสะพานในระดับที่แตกต่างกันได้ ซึ่งส่งผลให้แบบจำลองดังกล่าวสามารถใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายในระดับต่างๆกับดัชนีชี้วัดจากเซนเซอร์ ที่ได้จากระบบเฝ้าระวังสะพานได้

รูปแบบรอยแตกที่นำมาศึกษาและทำการจำลองในสะพาน ได้แก่ รอยแตกตามขวาง (T-crack), รอยแตกตามยาว (L-crack) และรอยแตกแบบผสม (TL-crack) โดยการจำลองรอยแตกเหล่านี้นั้นสามารถทำได้โดยการลดค่าความแข็งเกร็ง (Stiffness) ของวัสดุลง [31] โดยคุณสมบัติของออร์โธโทรปิกได้แสดงไว้ในสมการที่ (3.1-1) และ (3.1-2) ประกอบด้วยค่าความเค้น (σ), ความเครียด (ε), ความเครียดเฉือน (γ), โมดูลัสของยัง (E), โมดูลัสของแรงเฉือน (G) และอัตราส่วนปัวซอง (ν) ส่วนการจำลองรูปแบบรอยแตกแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 และคุณสมบัติออร์โธโทรปิกแต่ละแบบแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

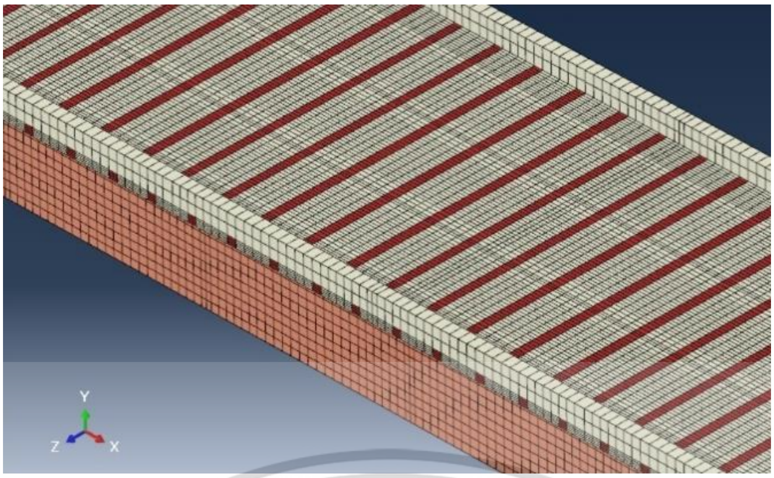
$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{33} \\ \gamma_{12} \\ \gamma_{13} \\ \gamma_{23} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E_1} & \frac{-\nu_{21}}{E_2} & \frac{-\nu_{31}}{E_3} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-\nu_{12}}{E_1} & \frac{1}{E_2} & \frac{-\nu_{32}}{E_3} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-\nu_{13}}{E_1} & \frac{-\nu_{23}}{E_2} & \frac{1}{E_3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G_{12}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G_{13}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G_{23}} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \sigma_{33} \\ \sigma_{12} \\ \sigma_{13} \\ \sigma_{23} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

$$G_{ij} = \frac{\sqrt{E_i E_j}}{2(1+v)} \quad (2)$$

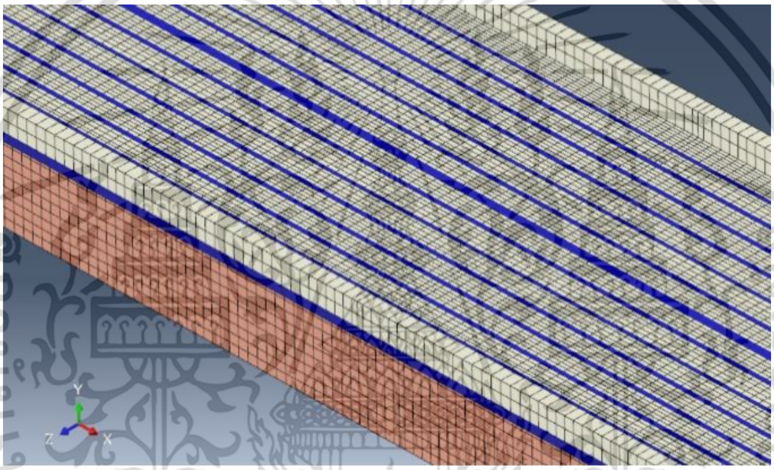
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติออร์โธโทรปิกของรอยแตก

Index	Material	Young Modulus		
		E_{xx}	E_{yy}	E_{zz}
1	T-element	5 GPa	1 GPa	1 GPa
2	L-element	1 GPa	5 GPa	1 GPa
3	TL-element	1 GPa	1 GPa	1 GPa

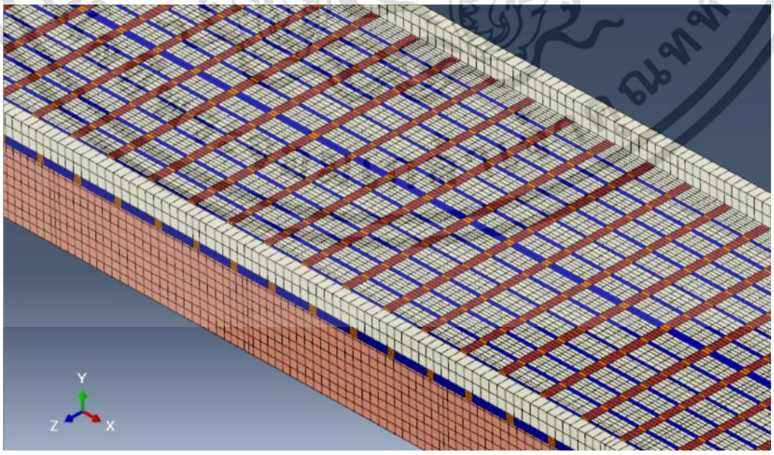
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.4 รูปแบบรอยแตก (ก) รอยแตกตามขวาง (T-crack) (ข) รอยแตกตามยาว (L-crack) (ค) รอยแตกแบบผสม (TL-crack)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การจำลองการกัดกร่อนของสนิม

เหล็กนั้นถูกนำมาใช้ในงานโครงสร้างทางวิศวกรรมค่อนข้างมาก เนื่องจากมีต้นทุนที่ต่ำและมีความแข็งแรงเชิงกลที่ดี [26] แต่เมื่อถูกนำมาใช้งานไปในระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการกัดกร่อนของเหล็ก ซึ่งจะส่งผลกับอายุการใช้งานรวมถึงการเกิดการกัดกร่อนนั้นก็จะใช้เวลาที่ต่างกันในสภาพแวดล้อมและตำแหน่งที่ต่างกัน [34] มีงานวิจัยที่ได้ทำการวัดค่าความหนาของการเกิดการกัดกร่อนของสนิมในตำแหน่งต่างๆของสะพาน โดยได้เลือกสะพานทั้ง 8 แห่งที่ตั้งอยู่ในสถานที่ต่างๆมาวิเคราะห์ โดยพบว่าตำแหน่งของสนิมที่เกิดจะพบมากในบริเวณพื้นผิวด้านบนส่วนนอกของปีกล่างของคาน (Upper outer surface of bottom flange) แต่ค่าการกัดกร่อนนั้นแตกต่างกัน เช่น สะพานที่มีอายุ 30 ปี มีค่าการกัดกร่อน 0.2 มิลลิเมตร ในขณะที่สะพานอีกตัวอย่างมีอายุเพียง 15 ปี แต่มีค่าการกัดกร่อนที่ 0.27 มิลลิเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของสะพานนั้นเอง [35] อีกงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติม ได้ทำการวัดค่าการกัดกร่อนของสนิมในตำแหน่งต่างๆที่เกิดขึ้น 1 ปี และ 3 ปี ซึ่งในงานวิจัยแรกพบว่าค่าการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นสูงสุดประมาณ 0.019 และ 0.034 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในบริเวณพื้นผิวด้านบนส่วนนอกของปีกล่างของคานซึ่งเป็นบริเวณเดียวกับงานวิจัยแรกที่ได้ทำการศึกษา [28],[34] และอีกหนึ่งงานวิจัยได้ค่าการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นสูงสุด 0.035 และ 0.042 มิลลิเมตรตามลำดับ ในบริเวณเดียวกัน [36],[37] อีกงานวิจัยที่น่าสนใจ เป็นงานวิจัยที่ทำให้เห็นถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้นที่ส่งผลกับการกัดกร่อนของสนิมอย่างชัดเจน โดยได้ทำการวัดค่าการกัดกร่อนของสนิม ของสะพาน 2 แห่ง โดยสะพานมีอายุ 47 ปี และมีค่าการกัดกร่อนอยู่ที่ 1.21 และ 1.23 มิลลิเมตร โดยในงานวิจัยนี้พบว่า ในช่วง 10 ปีแรก พบว่าค่า SO_2 ในชั้นบรรยากาศค่อนข้างสูง ทำให้เกิดค่าการกัดกร่อนค่อนข้างมากในปี 1970-1980 แต่หลังจากนั้นได้มีมาตรการควบคุมมลพิษในอากาศทำให้ SO_2 ในชั้นบรรยากาศลดลงค่าการกัดกร่อนจึงลดลงตามไปด้วย [38]

จากตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา จะสังเกตได้ว่ามีปัจจัยหลายอย่างทั้งสภาพแวดล้อม สถานที่ตั้ง ความชื้นที่ส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนของโครงสร้าง และค่าการกัดกร่อนของสนิมที่ได้นั้นแตกต่างกัน ซึ่งหากจะพิจารณานำมาใช้ในการวิเคราะห์ในแบบจำลองนั้นทำได้ยาก จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมและพบ

งานวิจัยที่พูดถึงระยะเวลาที่การกัดกร่อนของสนิมในเหล็กนั้นเริ่มส่งผลกระทบกับโครงสร้างของสะพาน โดยงานวิจัยนี้ได้แบ่งช่วงเวลาการกัดกร่อนออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอายุของวัสดุที่ใช้ในการเคลือบเหล็กในการป้องกันการกัดกร่อน และช่วงของอายุการใช้งานของเหล็กที่เหลืออยู่ รวมถึงระดับการกัดกร่อน 3 ระดับซึ่งพิจารณาตามสภาพแวดล้อม (สูง กลาง ต่ำ) โดยอัตราการกัดกร่อนในช่วง 10-15 ปีแรกนั้นจะถือว่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาก่อนที่วัสดุเคลือบป้องกันการกัดกร่อนนั้นจะเสื่อมสภาพ และสันนิษฐานว่าการกัดกร่อนจะเริ่มขึ้นทันทีหลังจากนั้น [39–41]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยที่ศึกษามาข้างต้นทั้งหมด หากนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการศึกษานี้แสดงในรูปที่ 3.5 โดยค่าการกัดกร่อนที่ทำการศึกษามาจากการศึกษาของ V. Krivy และคณะ [34] จะพบว่าค่าการกัดกร่อนนั้นแตกต่างกัน ส่วนหนึ่งเกิดจากตำแหน่งที่ตั้งของสะพาน เช่น ตัวสะพานที่ตั้งอยู่ในชุมชนที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการกัดกร่อนต่ำถึงปานกลาง หรือสะพานที่ติดตั้งใกล้ชายฝั่งที่ส่งผลให้ค่าการกร่อนในช่วงแรกมีอัตราที่สูง ซึ่งค่าที่ได้ยังถือว่าใกล้เคียงและอยู่ในเกณฑ์กับอัตราการกัดกร่อนที่ศึกษามา อีกสองงานวิจัยที่ได้ค่าการกัดกร่อนใกล้เคียงกันของการศึกษาของ V. Krivy และคณะ [36],[37] และ M. Kubzova และคณะ [42],[43] จะพบว่าค่าการกัดกร่อนมีค่าน้อยมากในช่วง 3 ปีที่ทำการวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับกราฟอัตราการกัดกร่อนที่ให้ช่วง 10-15 ปีแรกเป็นศูนย์ เนื่องจากมีการกัดกร่อนที่ส่งผลต่อเหล็กที่น้อยมาก และการศึกษาของ V. Krivy และคณะ [38] ในงานวิจัยนี้ได้บันทึกค่าการกัดกร่อนในระยะยาว แต่จะเห็นได้ชัดว่าค่าการกัดกร่อนในช่วงแรกมีค่าการกัดกร่อนที่สูงเนื่องจากมีค่า SO_2 ในชั้นบรรยากาศค่อนข้างมากดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่หลังจากที่มีการควบคุมจะพบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของการกัดกร่อนนั้นจะสอดคล้องกับกราฟอัตราการกัดกร่อนระดับกลาง จึงเลือกใช้กราฟอัตราการกัดกร่อนที่ศึกษามาใช้อ้างอิงในงานวิจัยนี้

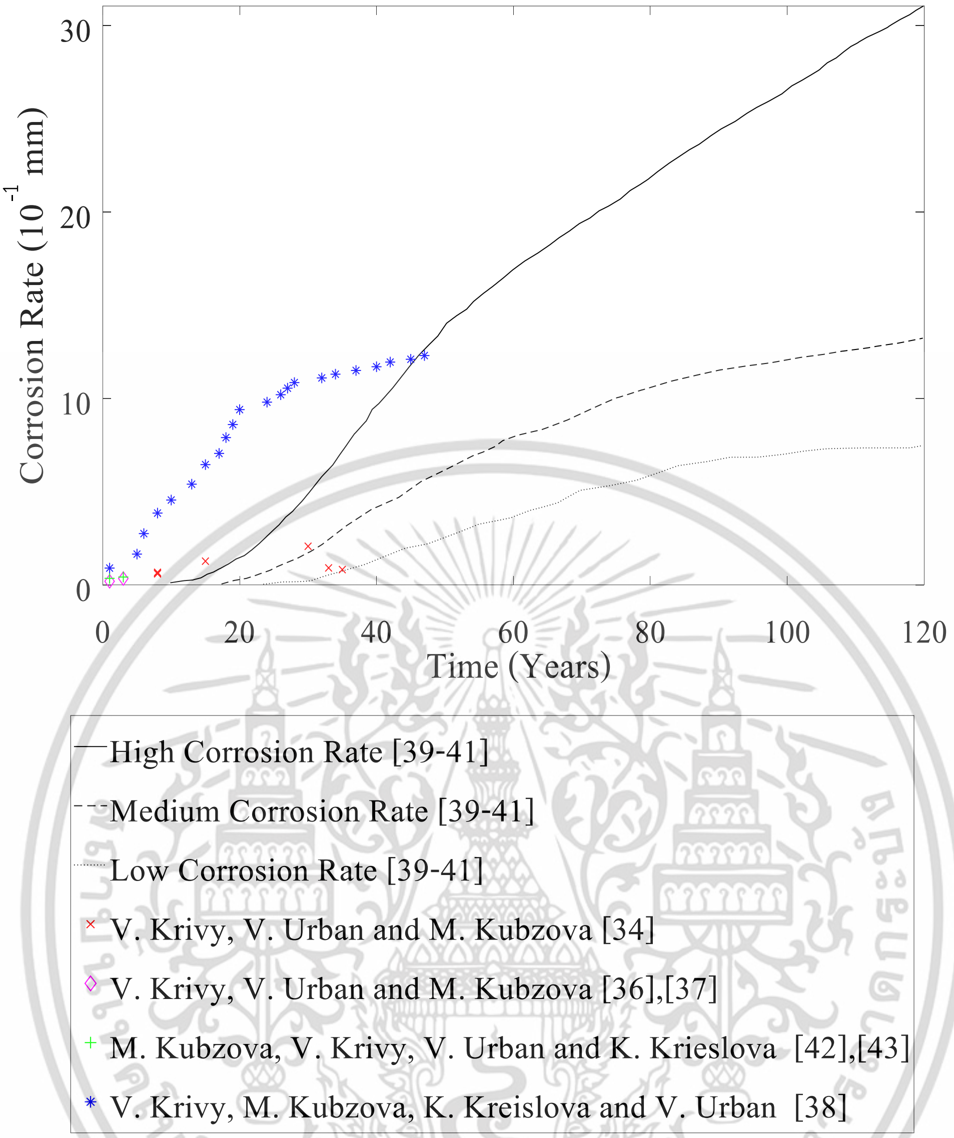
โดยในแบบจำลองที่นำมาวิเคราะห์นั้นจะทำการจำลองการกัดกร่อนในลักษณะนี้ลงไป โดยการลดค่าความหนาของคานเหล็ก และสมมติให้เกิดการกัดกร่อนเท่ากันตลอดทั้งชิ้นส่วน ด้วยอัตราการกัดกร่อนสูงสุดในช่วงเวลา 20, 30 และ 40 ปี มีปริมาณสนิมที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3.3 [39–41]

ตารางที่ 3.3 อัตราการกัดกร่อน

Index	Corrosion Rate (mm)	Time (Years)
1	0.2	20
2	0.5	30
3	1	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงอัตราการกัดกร่อน

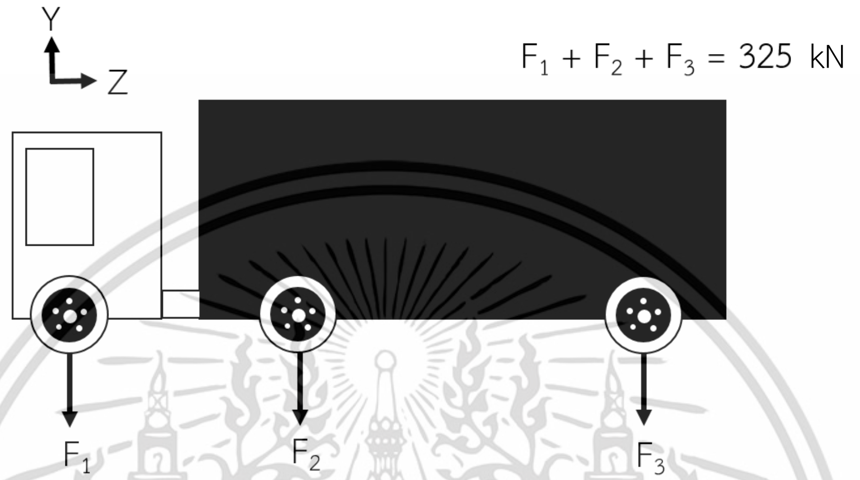
3.4 รูปแบบของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำ

น้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับโครงสร้างสะพาน ได้เลือกใช้น้ำหนักรถบรรทุก 3 เพลา (Truck load) โดยนำน้ำหนักบรรทุกตามมาตรฐาน HL-93 ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ที่ 33.13 ตัน หรือ 325 กิโลนิวตัน [29],[30] ซึ่งโดยทั่วไปน้ำหนักของรถบรรทุกที่กระทำจะกระจายตามตำแหน่งของล้อ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 แต่เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์จึงทำการแบ่งให้น้ำหนักของรถบรรทุกกระทำออกเป็น น้ำหนักบรรทุกแบบจุดทั้งหมด 6 แรงตามแนวแกน X และกระทำในช่วงกึ่งกลางของสะพาน มีน้ำหนักอยู่ที่ 54.2 กิโลนิวตันต่อ 1 แรง โดยลงตาม

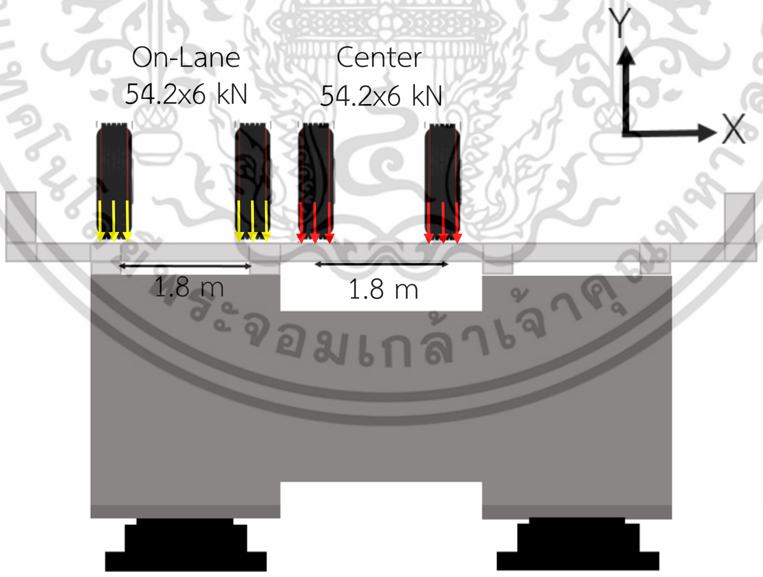
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของระยะห่างระหว่างล้ออยู่ที่ 6 ฟุต หรือ 1.8 เมตร [29] และขนาดความหนาของล้อรถซึ่งมีขนาดอยู่ที่ 250 มิลลิเมตร [44] และทำการใส่น้ำหนักบรรทุก 2 กรณี ได้แก่ การใส่น้ำหนักบรรทุกบริเวณ กึ่งกลาง (Center) ของความกว้างสะพาน และการใส่น้ำหนักบรรทุกบนช่องจราจรของถนน (On-Lane) ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 แสดงภาพจำลองรถบรรทุก 3 เพลาตามมาตรฐาน HL-93



รูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำตามมาตรฐาน HL-93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลจะทำการจำลองแบบจำลองในโปรแกรม ABAQUS และทำการวิเคราะห์ผลในกรณีศึกษาต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3.4 โดยค่าที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วยค่าการโก่งตัวและค่าความเครียด จากนั้นนำค่าที่ได้มาพลอตกราฟ โดยค่าการโก่งตัวที่ได้จะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นในกรณีต่างๆ และค่าความเครียดจะนำมาใช้ในการพิจารณาหาตำแหน่งติดตั้ง Strain gauge ที่เหมาะสม

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์

Index	Case	Pattern	Loading Location	Rate of Corrosion
1	No-crack-C	No Crack	Center	-
2	No-crack-OL	No Crack	On lane	-
3	1.0T-C	Transverse	Center	-
4	0.5T-C	Transverse	Center	-
5	0.25T-C	Transverse	Center	-
6	1T-OL	Transverse	On lane	-
7	0.5T-OL	Transverse	On lane	-
8	0.25T-OL	Transverse	On lane	-
9	1L-C	Longitudinal	Center	-
10	0.5L-C	Longitudinal	Center	-
11	0.25L-C	Longitudinal	Center	-
12	1L-OL	Longitudinal	On lane	-
13	0.5L -OL	Longitudinal	On lane	-
14	0.25L-OL	Longitudinal	On lane	-
15	1T-1L-C	Combined	Center	-
16	1T-0.5L-C	Combined	Center	-
17	1T-0.25L-C	Combined	Center	-
18	1T-1L-OL	Combined	On lane	-
19	1T-0.5L-OL	Combined	On lane	-
20	1T-0.25L-OL	Combined	On lane	-
21	0.5T-1L-C	Combined	Center	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ (ต่อ)

Index	Case	Pattern	Loading Location	Rate of Corrosion
22	0.5T-0.5L-C	Combined	Center	-
23	0.5T-0.25L-C	Combined	Center	-
24	0.5T-1L-OL	Combined	On lane	-
25	0.5T-0.5L-OL	Combined	On lane	-
26	0.5T-0.25L-OL	Combined	On lane	-
27	0.25T-1L-C	Combined	Center	-
28	0.25T-0.5L-C	Combined	Center	-
29	0.25T-0.25L-C	Combined	Center	-
30	0.25T-1L-OL	Combined	On lane	-
31	0.25T-0.5L-OL	Combined	On lane	-
32	0.25T-0.25L-OL	Combined	On lane	-
33	No-crack-C-20Y	No Crack	Center	20 Years
34	No-crack-OL-20Y	No Crack	On lane	20 Years
35	1.0T-C-20Y	Transverse	Center	20 Years
36	0.5T-C-20Y	Transverse	Center	20 Years
37	0.25T-C-20Y	Transverse	Center	20 Years
38	1T-OL-20Y	Transverse	On lane	20 Years
39	0.5T-OL-20Y	Transverse	On lane	20 Years
40	0.25T-OL-20Y	Transverse	On lane	20 Years
41	1L-C-20Y	Longitudinal	Center	20 Years
42	0.5L-C-20Y	Longitudinal	Center	20 Years
43	0.25L-C-20Y	Longitudinal	Center	20 Years
44	1L-OL-20Y	Longitudinal	On lane	20 Years
45	0.5L -OL-20Y	Longitudinal	On lane	20 Years
46	0.25L-OL-20Y	Longitudinal	On lane	20 Years
47	1T-1L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
48	1T-0.5L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
49	1T-0.25L-C-20Y	Combined	Center	20 Years

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ (ต่อ)

Index	Case	Pattern	Loading Location	Rate of Corrosion
50	1T-1L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
51	1T-0.5L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
52	1T-0.25L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
53	0.5T-1L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
54	0.5T-0.5L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
55	0.5T-0.25L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
56	0.5T-1L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
57	0.5T-0.5L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
58	0.5T-0.25L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
59	0.25T-1L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
60	0.25T-0.5L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
61	0.25T-0.25L-C-20Y	Combined	Center	20 Years
62	0.25T-1L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
63	0.25T-0.5L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
64	0.25T-0.25L-OL-20Y	Combined	On lane	20 Years
65	No-crack-C-30Y	No Crack	Center	30 Years
66	No-crack-OL-30Y	No Crack	On lane	30 Years
67	1.0T-C-30Y	Transverse	Center	30 Years
68	0.5T-C-30Y	Transverse	Center	30 Years
69	0.25T-C-30Y	Transverse	Center	30 Years
70	1T-OL-30Y	Transverse	On lane	30 Years
71	0.5T-OL-30Y	Transverse	On lane	30 Years
72	0.25T-OL-30Y	Transverse	On lane	30 Years
73	1L-C-30Y	Longitudinal	Center	30 Years
74	0.5L-C-30Y	Longitudinal	Center	30 Years
75	0.25L-C-30Y	Longitudinal	Center	30 Years
76	1L-OL-30Y	Longitudinal	On lane	30 Years
77	0.5L -OL-30Y	Longitudinal	On lane	30 Years

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ (ต่อ)

Index	Case	Pattern	Loading Location	Rate of Corrosion
78	0.25L-OL-30Y	Longitudinal	On lane	30 Years
79	1T-1L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
80	1T-0.5L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
81	1T-0.25L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
82	1T-1L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
83	1T-0.5L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
84	1T-0.25L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
85	0.5T-1L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
86	0.5T-0.5L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
87	0.5T-0.25L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
88	0.5T-1L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
89	0.5T-0.5L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
90	0.5T-0.25L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
91	0.25T-1L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
92	0.25T-0.5L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
93	0.25T-0.25L-C-30Y	Combined	Center	30 Years
94	0.25T-1L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
95	0.25T-0.5L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
96	0.25T-0.25L-OL-30Y	Combined	On lane	30 Years
97	No-crack-C-40Y	No Crack	Center	40 Years
98	No-crack-OL-40Y	No Crack	On lane	40 Years
99	1.0T-C-40Y	Transverse	Center	40 Years
100	0.5T-C-40Y	Transverse	Center	40 Years
101	0.25T-C-40Y	Transverse	Center	40 Years
102	1T-OL-40Y	Transverse	On lane	40 Years
103	0.5T-OL-40Y	Transverse	On lane	40 Years
104	0.25T-OL-40Y	Transverse	On lane	40 Years
105	1L-C-40Y	Longitudinal	Center	40 Years

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ (ต่อ)

Index	Case	Pattern	Loading Location	Rate of Corrosion
106	0.5L-C-40Y	Longitudinal	Center	40 Years
107	0.25L-C-40Y	Longitudinal	Center	40 Years
108	1L-OL-40Y	Longitudinal	On lane	40 Years
109	0.5L -OL-40Y	Longitudinal	On lane	40 Years
110	0.25L-OL-40Y	Longitudinal	On lane	40 Years
111	1T-1L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
112	1T-0.5L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
113	1T-0.25L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
114	1T-1L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
115	1T-0.5L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
116	1T-0.25L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
117	0.5T-1L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
118	0.5T-0.5L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
119	0.5T-0.25L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
120	0.5T-1L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
121	0.5T-0.5L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
122	0.5T-0.25L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
123	0.25T-1L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
124	0.25T-0.5L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
125	0.25T-0.25L-C-40Y	Combined	Center	40 Years
126	0.25T-1L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
127	0.25T-0.5L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years
128	0.25T-0.25L-OL-40Y	Combined	On lane	40 Years

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

ตำแหน่งที่นำค่ามาใช้ในการวิเคราะห์ คือ บริเวณใต้พื้นผิวของความกว้างของแผ่นพื้น (เส้นสีแดง) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยที่ผลของการวิเคราะห์ค่าการโก่งตัวได้นำผลออกมาเป็นโหนด (Node) ตลอดช่วงความกว้างสะพาน แสดงในรูปที่ 4.1(ก) ในขณะที่ค่าความเครียดได้นำผลออกมาเป็นชิ้นส่วน (Element) เฉพาะตำแหน่งติดตั้งเกจวัดความเครียดแสดงในรูปที่ 4.1(ข) ซึ่งสะพานนั้นจะเสียรูปและเกิดการโก่งตัวในบริเวณที่น้ำหนักบรรทุกกระทำ แสดงในรูปที่ 4.2

(ก)

(ข)

รูปที่ 4.1 ตำแหน่งที่นำผลมาวิเคราะห์ (เส้นสีแดง) (ก) ตำแหน่งของค่า Deflection (ข) ตำแหน่งของค่า Strain

รูปที่ 4.2 แบบจำลองสะพานหลังจากถูกน้ำหนักบรรทุกกระทำ

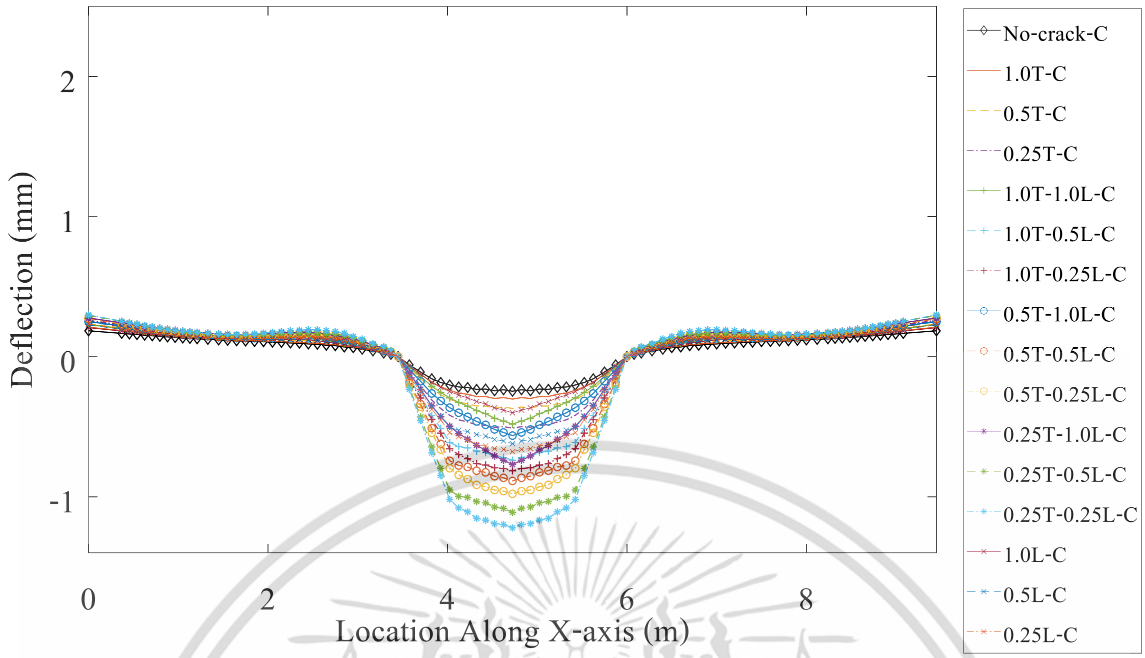
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าการโก่งตัว

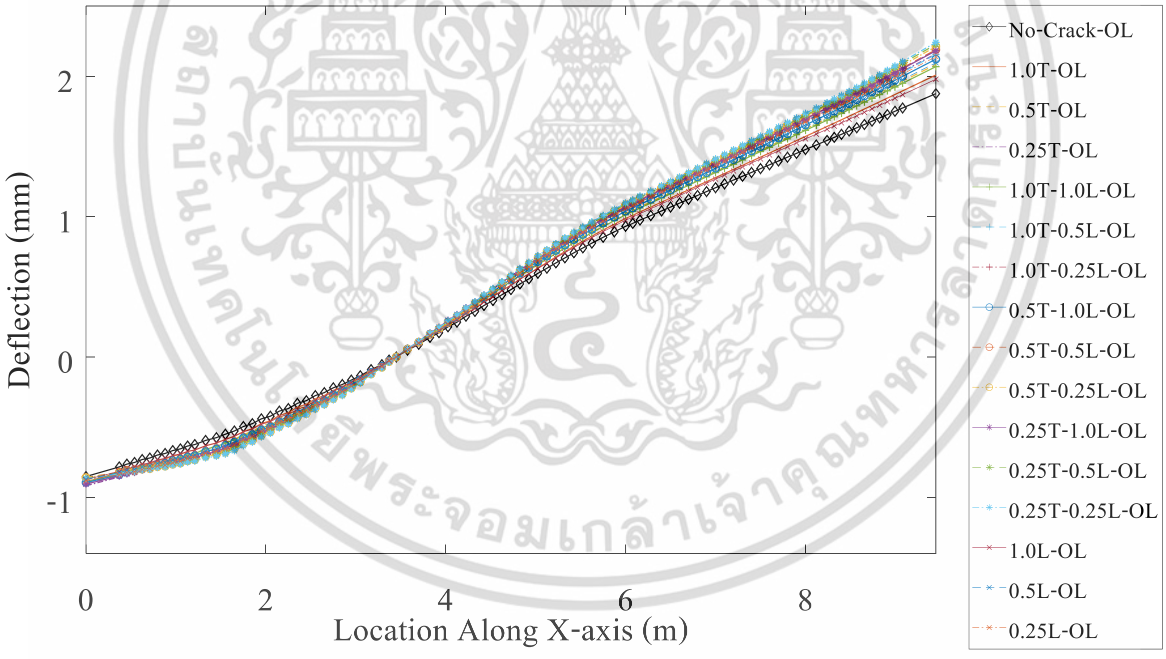
ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากสะพานมีความเสียหายเนื่องจากการแตกร้าวที่มาก ค่าการโก่งตัวก็จะมากตามไปด้วยเช่นกัน รวมถึงการใส่น้ำหนักบรรทุกลงที่บริเวณกึ่งกลางจะสามารถสังเกตความแตกต่างของการโก่งตัวแต่ละระดับ และแยกแยะความเสียหายได้ชัดเจนกว่าการใส่น้ำหนักบรรทุกบนช่องจราจรของถนน ในส่วนของการเพิ่มความเสียหายที่เกิดจากการกัดกร่อน จะพบว่าความแตกต่างนั้นน้อยมาก แสดงให้เห็นว่าความเสียหายจากการกัดกร่อนส่งผลกระทบต่อโครงสร้างน้อยกว่าการแตกร้าว แสดงในรูปที่ 4.4 โดยที่การเพิ่มขึ้นของค่าการโก่งตัวสูงสุดในกรณี No-crack-C-40Y เพิ่มเพียง 1.14% เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อน ในส่วนของการเพิ่มความเสียหายจากการแตกร้าวร่วมกับการกัดกร่อนพบว่าแนวโน้มของกราฟความสัมพันธ์นั้นเหมือนกันกับรูปที่ 4.3 เพียงแต่มีค่าการโก่งตัวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเนื่องจากค่าการกัดกร่อน เช่น กรณี 0.25T-0.25L-C มีการเพิ่มขึ้นของค่าการโก่งตัวเนื่องจากการกัดกร่อน 20, 30 และ 40 ปีเพียง 0.14%, 0.35% และ 0.74% ตามลำดับ แสดงในรูปที่ 4.5 แต่เนื่องจากผลการวิเคราะห์ในรูปที่ 4.4 นั้นมีความใกล้เคียงกันมาก ซึ่งอาจเกิดจากค่าที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่าที่ได้จากบริเวณใต้แผ่นพื้นสะพานที่มีความเสียหายหลักเกิด จากรอยแตกร้าว ส่งผลให้ความเสียหายที่เกิดจากการแตกร้าวนั้นมีผลมากกว่าการกัดกร่อนของสนิม จึงได้ลองทำการนำค่าจากส่วนบนของคานเหล็ก ซึ่งได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิมโดยตรง แสดงในรูปที่ 4.6 และทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ในแต่ละกรณีอีกครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ในรูปที่ 4.7 ว่าแนวโน้มของกราฟยังคงเหมือนเดิม แต่เมื่อนำมาคำนวณหาร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าการโก่งตัวสูงสุดที่ส่วนบนของคานเหล็กจะพบว่ามีค่าน้อยกว่าอย่างมาก เมื่อเทียบกับการนำค่าจากแผ่นพื้นมาวิเคราะห์ ตัวอย่างเช่น กรณี 1T-1L-C ร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าการโก่งตัวสูงสุดที่ใต้แผ่นพื้นคอนกรีตอยู่ที่ 64.34% ในขณะที่ผิวบนของคานเหล็กอยู่ที่ 11.92% เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งที่นำมาวิเคราะห์หากได้รับความเสียหายโดยตรง จะส่งผลให้ค่าการโก่งตัวนั้นเพิ่มขึ้นสูงกว่าตำแหน่งที่ไม่ได้รับความเสียหายโดยตรง อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ใช้ตั้งเกณฑ์สำหรับระดับความเสียหายของสะพานเมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบกรณีที่มีรถวิ่งผ่านเพียงคันเดียวหรือการทดสอบรถบรรทุก (Testing truck) ก็สามารถนำค่าจากระบบเฝ้าระวังในขณะนั้นเข้ามาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ได้นอกจากนี้การประยุกต์ข้อมูลจากการศึกษานี้ในการใช้งานจริง จะต้องมีการปรับแก้ เกณฑ์สำหรับระดับความเสียหายของสะพานอื่นๆ ตามรูปแบบและลักษณะของสะพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



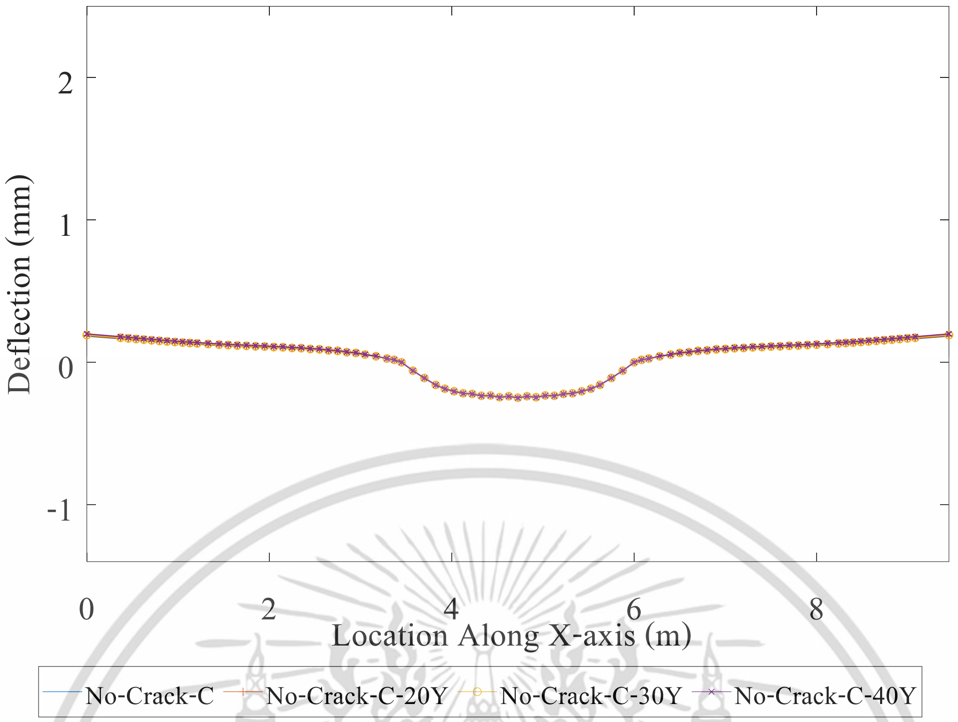
(ก)



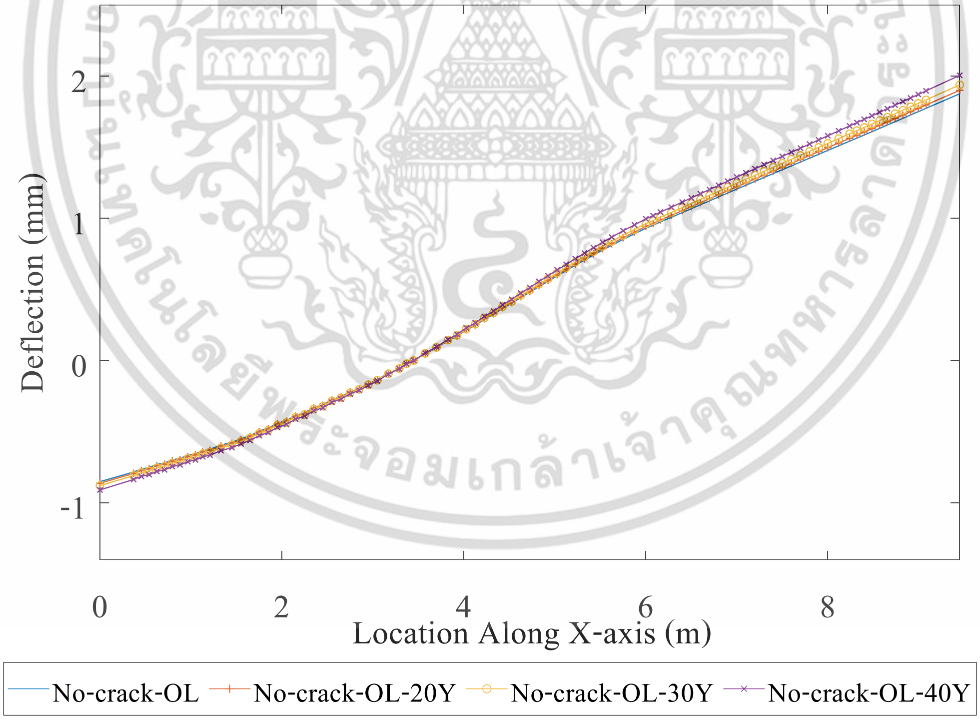
(ข)

รูปที่ 4.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองรอยแตก
(ก) น้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ข) น้ำหนักบรรทุกบนเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



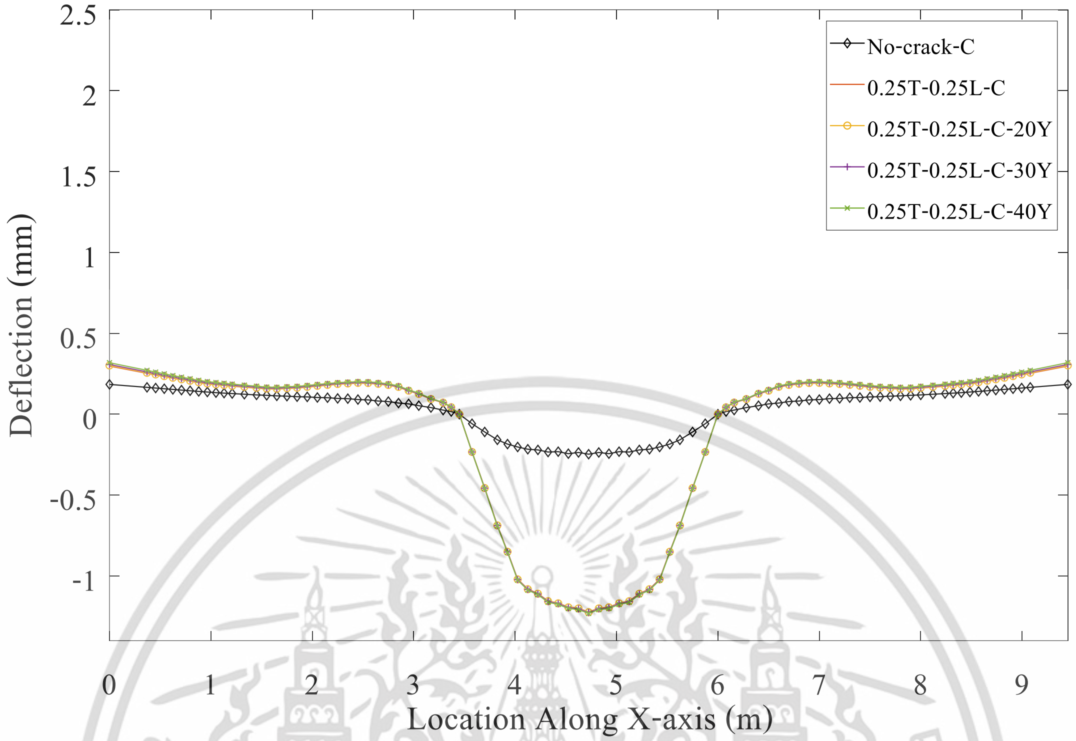
(ก)



(ข)

รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองการกัดกร่อนของสนิม (ก) น้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ข) น้ำหนักบรรทุกบนเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

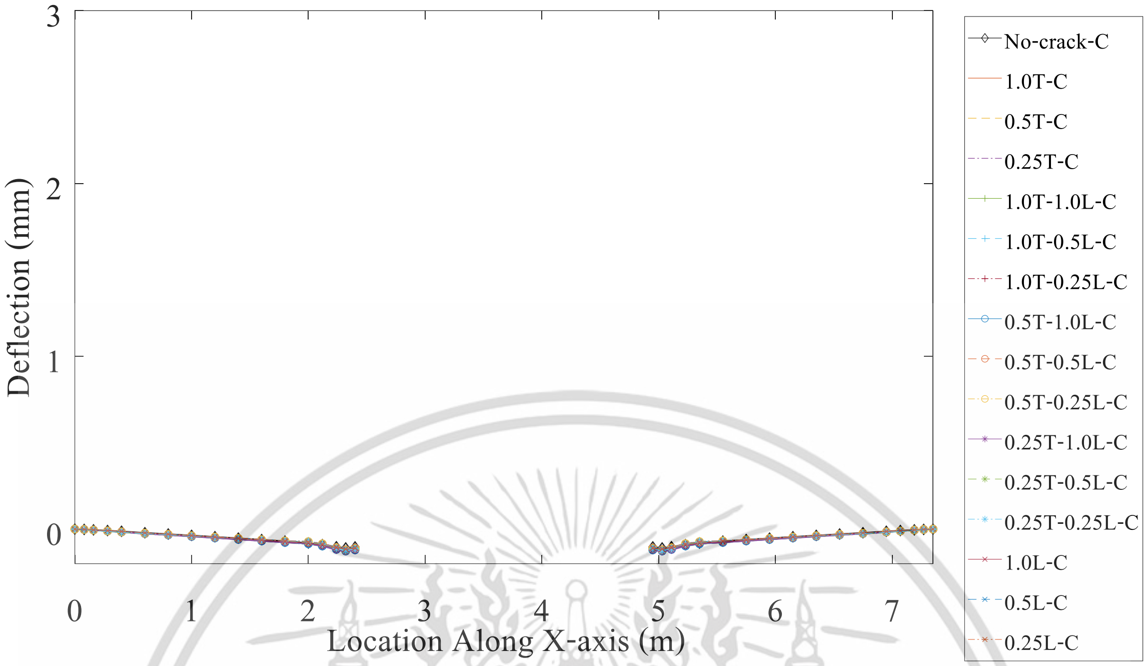


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองรอยแตกร่วมกับการกัดกร่อนของสนิมโดยมีน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

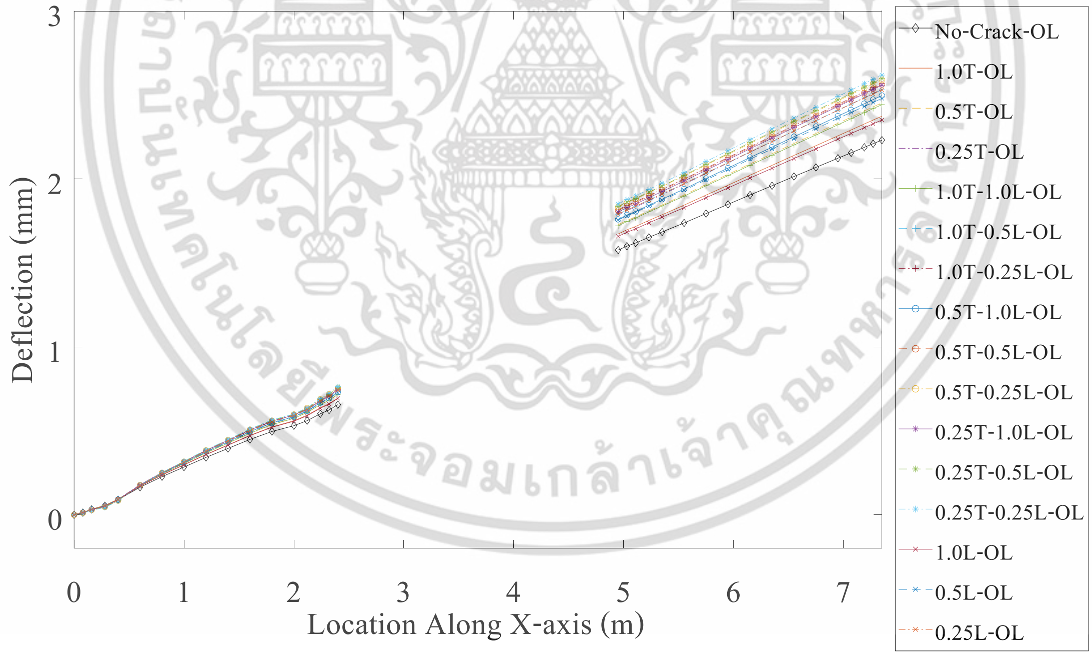
รูปที่ 4.6 ตำแหน่งของคานที่นำผลมาวิเคราะห์ (เส้นสีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.7 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานจากการจำลองรอยแตก
(ก) น้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ข) น้ำหนักบรรทุกบนเลน

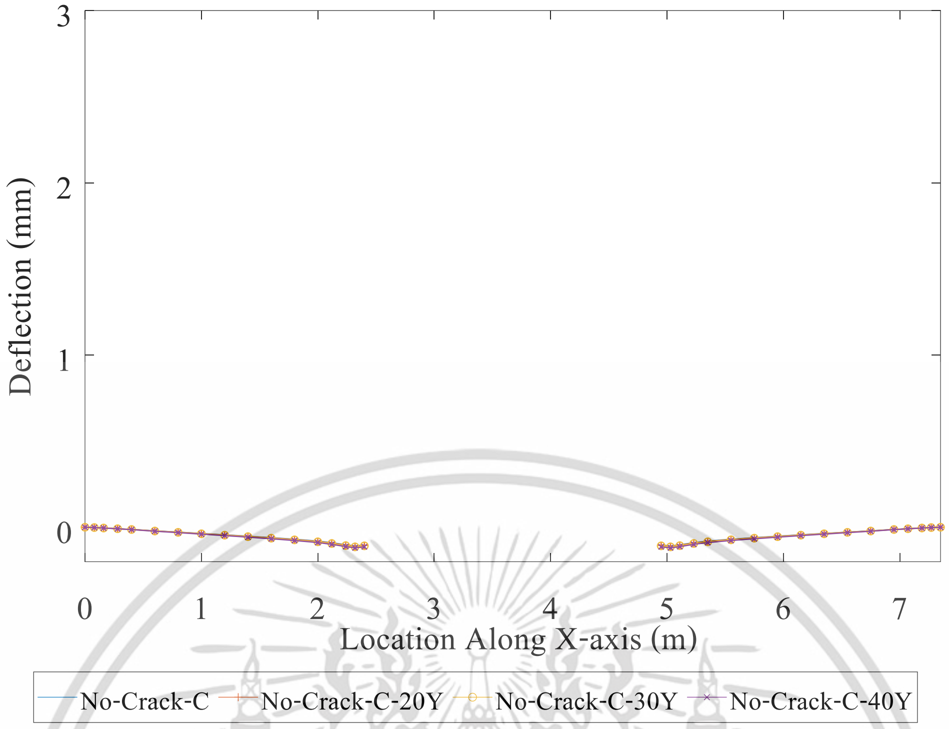
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

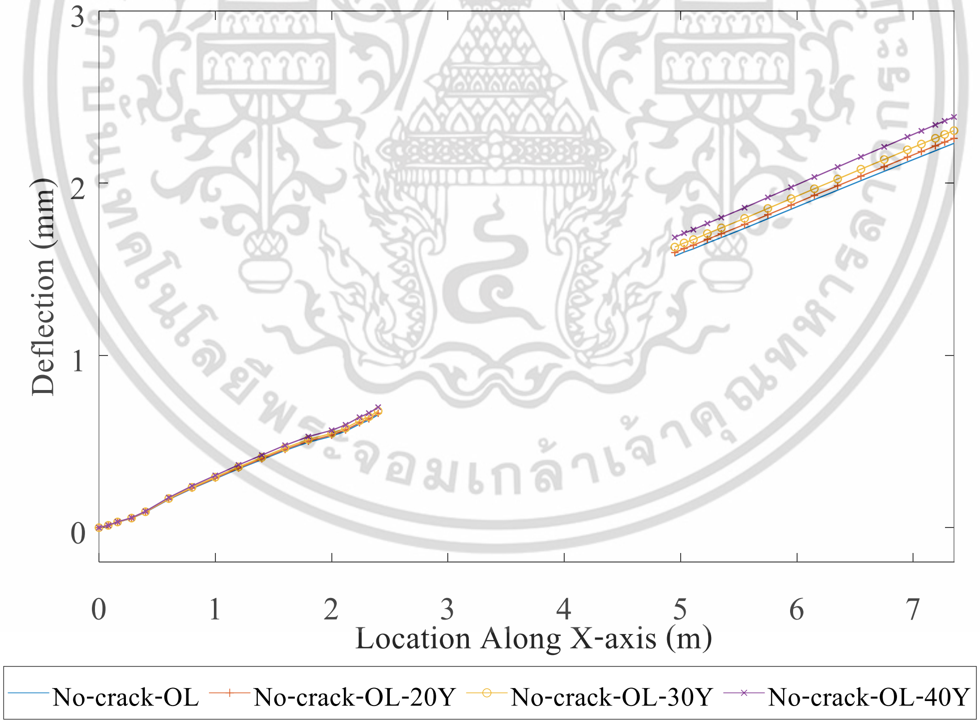
เพื่อทำการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดจากการกัดกร่อนของสนิมว่ามีผลมากน้อยเพียงใด จึงทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์เช่นเดียวกับรูปที่ 4.4 แต่ทำการนำค่าบริเวณผิวบนของคาน (รูปที่ 4.6) มาทำการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 4.8 และเมื่อนำมาคำนวณหาร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าการโก่งตัวจะพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าค่าที่ได้จากใต้แผ่นพื้นมากถึง 76.5% ซึ่งช่วยยืนยันได้ว่าตำแหน่งที่ใช้ในการนำมาวิเคราะห์นั้นมีผล แต่หากพิจารณาความเสียหายที่ส่งผลให้เกิดการโก่งตัวสูง ยังคงพบว่าการเกิดการแตกร้าวยังส่งผลกับการโก่งตัวมากกว่าการเกิดการกัดกร่อนจากสนิมแต่ในระบบการเฝ้าระวังของโครงสร้างนั้น การใช้เกจวัดความเครียดเป็นตัวประเมินผลยังถือว่าทำได้ง่ายกว่าการประเมินโดยใช้เครื่องมือวัดค่าความโก่งตัว เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวมีการใช้งานที่ทำได้ยุ่งยากกว่า และเครื่องมืออาจมีความเสียหายและหลุดได้หากเกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรง เช่น แผ่นดินไหว ซึ่งต่างจากเกจวัดความเครียดที่ติดตั้งกับตัวป้องกันอุปกรณ์ เช่น อีพ็อกซี่เป็นวัสดุเชื่อมประสาน ที่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า อีกทั้งในส่วนของการแตกร้าวที่เกิดขึ้นในโครงสร้างจริง หลังจากเกิดการแตกร้าวจะส่งผลทำให้ค่าการหดตัวนั้นลดลง ดังนั้นการจำลองค่าวัสดุในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์โดยการลดค่าการหดตัวลง จึงสอดคล้องกับพฤติกรรมดังกล่าว ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดในการปรับแก้ตามความเหมาะสมของลักษณะสะพานในสถานการณ์ต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวบนผิวของคานจากการจำลองการกัดกร่อนของสนิม (ก) น้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ข) น้ำหนักบรรทุกบนเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

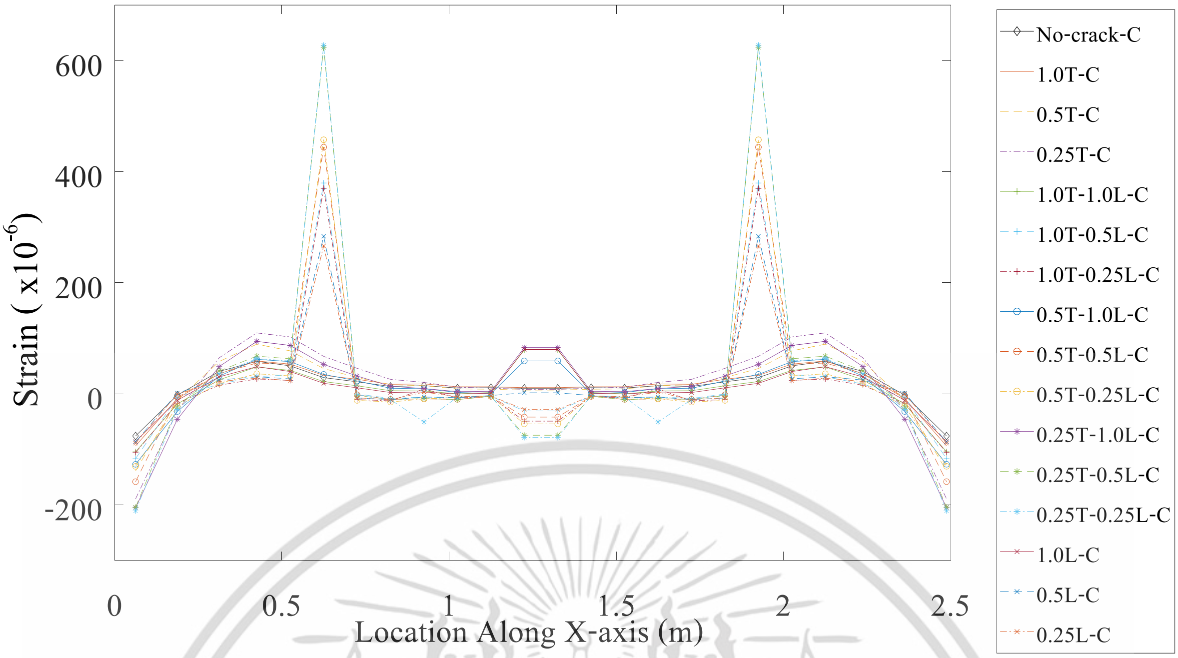
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเครียด

จากการวิเคราะห์ค่าความโก่งตัวเมื่อหัวข้อที่แล้ว พบว่าความเสียหายที่ได้รับจากการแตกร้าวนั้นมีผลมากกว่าความเสียหายเนื่องจากการกัดกร่อนของสนิม ค่าความเครียดที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินความรุนแรงของความเสียหายจึงเลือกจากบริเวณใต้แผ่นพื้นตรงกลางของความกว้างสะพาน เนื่องจากได้รับผลโดยตรงจากความเสียหาย โดยพบว่าค่าความเครียดที่ได้จากการใส่น้ำหนักบรรทุกที่กึ่งกลางสะพานนั้นยังคงมีค่าที่สูงกว่าการใส่น้ำหนักบรรทุกลงบนช่องจราจร ดังแสดงในรูปที่ 4.9

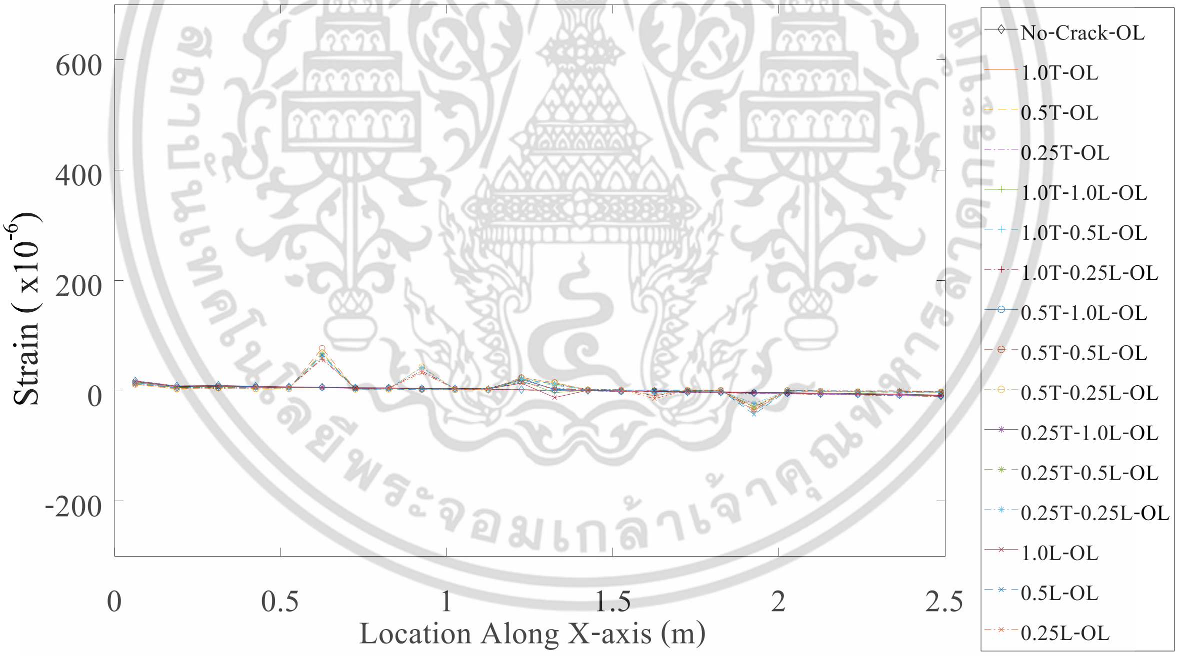
ในส่วนของการเพิ่มความเสียหายที่เกิดจากการกัดกร่อน ได้ทำการคำนวณเทียบออกมาเป็นร้อยละ ซึ่งพบว่าร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเครียดนั้นค่อนข้างมากหากตัวโครงสร้างได้รับความเสียหายจากการจำลองรอยแตก ตัวอย่างเช่น กรณี 1.0T หากได้รับความเสียหายจากการแตกร้าวร้อยละการเพิ่มค่าความเครียดเมื่อเทียบกับกรณีไม่ได้รับความเสียหายใดๆ จะเพิ่มขึ้น 1.09% แต่เพิ่มขึ้นน้อยเมื่อได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อน โดยที่ความเสียหายจากการกัดกร่อนที่ 20, 30 และ 40 ปี จะเพิ่มขึ้น 0.18%, 0.46% และ 0.96% ตามลำดับ และจะเห็นได้ชัดเจนในรูปที่ 4.10 ว่าความเสียหายจากการกัดกร่อนส่งผลกระทบต่อโครงสร้างน้อยกว่าการจำลองรอยแตกเช่นเดียวกับค่าการโก่งตัวที่วิเคราะห์ได้ และเมื่อนำมาคำนวณเป็นร้อยละ จะพบว่าถึงแม้ตัวสะพานจะเกิดความเสียหายจากการกัดกร่อนไปถึง 40 ปี แต่ก็ยังส่งผลให้ค่าความเครียดนั้นเพิ่มขึ้นเพียง 0.96% เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



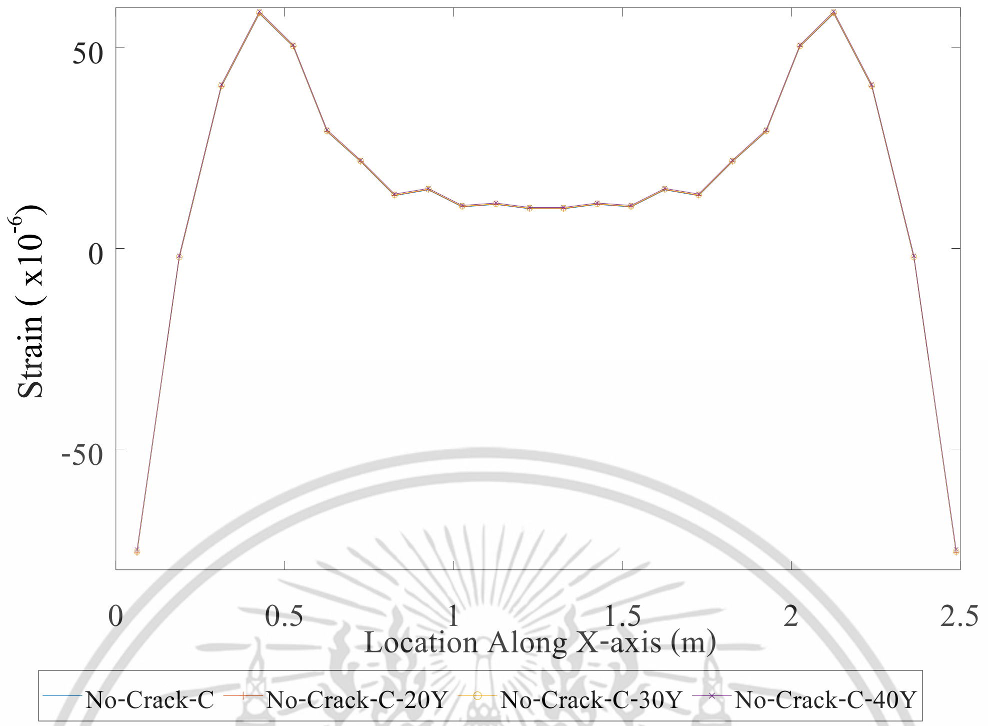
(ก)



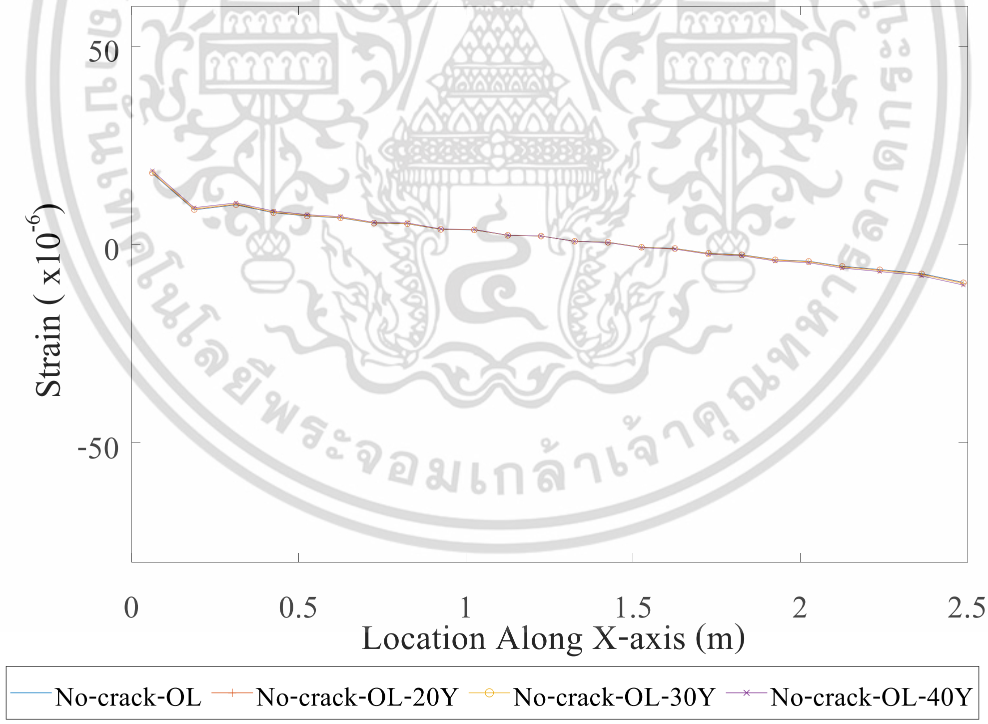
(ข)

รูปที่ 4.9 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นจากการจำลองรอยแตก
(ก) น้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ข) น้ำหนักบรรทุกบนเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นจากการจำลองการกัดกร่อนของสนิม (ก) น้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ข) น้ำหนักบรรทุกบนเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้ทั้งจากค่าการโก่งตัว หรือค่าความเครียดนั้น ความเสียหายที่เกิดจากการกัดกร่อนจะมีผลกระทบน้อยกว่าความเสียหายจากการแตกร้าวทั้งหมด แม้จะนำค่าจากบริเวณที่รับความเสียหายโดยตรงมาวิเคราะห์แล้วก็ตาม แต่อีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ออกมาในลักษณะนี้ อาจเกิดจากน้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับแผ่นพื้นโดยตรงด้วย ซึ่งหากนำน้ำหนักบรรทุกนั้นย้ายไปกระทำกับคานเหล็กที่รับความเสียหายจากการกัดกร่อน ผลการวิเคราะห์ที่ได้อาจออกมาในอีกลักษณะหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามในความเป็นจริง น้ำหนักบรรทุกนั้นยังคงกระทำกับพื้นโดยตรงอยู่ ความเสียหายจากรอยแตกร้าวจึงยังส่งผลมากกว่า แต่ความเสียหายจากการกัดกร่อนก็ไม่ควรที่จะมองข้ามไปด้วยเช่นกัน เพราะความเสียหายนั้นก็ยังส่งผลให้ความแข็งแรงของโครงสร้างนั้นลดต่ำลงเช่นกัน

นอกจากนี้ค่าความเครียดยังสามารถนำมาใช้คำนวณเพื่อดูว่าสะพานที่ออกแบบนั้นมีความปลอดภัยตามมาตรฐานการออกแบบหรือไม่ โดยการนำเอาค่าความเครียดจากการวิเคราะห์แต่ละจุดมาหาค่าความเค้น (Stress) และนำไปเทียบกับค่าความเค้นที่ยอมรับได้ (Stress allowable) โดยค่าความเค้นที่ยอมรับได้ของคอนกรีตอยู่ที่ 12.96 MPa และเหล็กอยู่ที่ 141.22 MPa หากค่าความเค้นในแต่ละจุดมีค่าเกินกว่าค่าความเค้นที่ยอมรับ ได้ แสดงว่าสะพานนั้นไม่ปลอดภัยตามมาตรฐานการออกแบบ ซึ่งจากการคำนวณในแต่ละกรณีพบว่า แผ่นพื้นคอกรีตกรณี 0.25T-0.5L และ 0.25T-0.25L มีค่า Stress ที่เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ เช่นกรณี 0.25T-0.25L-40Y ได้ค่าความเค้นที่ 17.7 MPa ซึ่งเกินค่าความเค้นที่ยอมรับได้ที่ 12.96 MPa ส่วนการกัดกร่อนของคานสะพานเหล็กกล่องนั้นไม่มีกรณีใดที่มีค่าเกิน

การพิจารณาตำแหน่งการติดตั้งเกจวัดความเครียดนั้น จะพิจารณาการติดตั้งที่ตำแหน่งที่มีค่าความเครียดสูง ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบค่าความเครียดสูงในตำแหน่ง 0.475, 1.275, 1.375 และ 2.175 เมตร จึงเลือกทำการติดตั้งเกจวัดความเครียด 5 ตัว ทุกๆ L/5 โดยที่ L คือ ความกว้างของตำแหน่งที่พิจารณาติดตั้งเกจวัดความเครียดในรูปที่ 3.2 ซึ่งก็คือทุกๆ 0.5 เมตร แต่การพิจารณาการติดตั้งดังกล่าวได้ทำการพิจารณาตามผลการวิเคราะห์ที่ได้เท่านั้นและอาจมีตำแหน่งอื่นๆเพิ่มเติมที่เหมาะสมในการติดตั้งซึ่งอาจมีการศึกษาและวิเคราะห์เพิ่มเติมอย่างละเอียดมากขึ้นในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้นำสะพานคานเหล็กกล่อง (Steel box girder bridge) มาวิเคราะห์ โดยการสร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ (FE Model) ขึ้น และจำลองรูปแบบความเสียหายซึ่งประกอบด้วยการจำลองรอยแตกต่างๆและการกัดกร่อนของสนิม เพื่อแสดงถึงความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างสะพาน โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความเสียหายที่เกิดจากการจำลองรอยแตกนั้นส่งผลกับค่าการโก่งตัวและค่าความเครียดมากกว่าการกัดกร่อนของสนิม

2. จากการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสียหายต่างๆของสะพานและค่าที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นสามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์ และการประเมินสภาพสะพานได้

3. ตำแหน่งในการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจสอบสะพานได้เลือกใช้เกจวัดความเครียดเนื่องจากติดตั้งกับตัวป้องกันที่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี โดยที่ตำแหน่งในการติดตั้งที่เหมาะสมอยู่ที่ตำแหน่งที่มีค่าความเครียดสูงสุดที่วิเคราะห์ได้ ซึ่งก็คือ ทุกๆ 0.5 เมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้หากมีการศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของสะพานด้วยแรงอื่นๆ เช่น การจำลองแรงแผ่นดินไหวในรูปแบบต่างๆ เช่น วิธีการตอบสนองเชิงเส้นแบบประวัติเวลา เป็นต้น อาจจะทำให้ได้ค่าความเสียหายของโครงสร้างที่หลากหลายของสะพานมากขึ้น และอาจพบตำแหน่งที่จะเลือกติดตั้งเกจวัดความเครียดที่เหมาะสมมากขึ้น

2. งานวิจัยนี้สามารถเพิ่มรูปแบบของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับสะพานในรูปแบบการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกได้ เพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และอาจพบผลลัพธ์ที่หลากหลายมากขึ้น

3. จากผลการวิเคราะห์ในเรื่องของการกัดกร่อนของสนิมในคานเหล็ก พบว่าผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันและแทบไม่เห็นผลต่างกันมากนัก ซึ่งอาจจะต้องมีการศึกษาหรือพัฒนาหาวิธีการศึกษาอื่นเพิ่มเติม เพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ที่แยกความแตกต่าง เปรียบเทียบผลได้ชัดเจน และหลากหลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] M. H. Nili, H. Taghaddos and B. Zahraie, "Integrating discrete event simulation and genetic algorithm optimization for bridge maintenance planning," Automation in Construction, vol. 122, no. 1, 2021, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103513.

[2] F. Ghodoosi, A. Bagchi, T. Zayed and M. R. Hosseini, "Method for developing and updating deterioration models for concrete bridge decks using GPR data," Automation in Construction, vol. 91, pp. 133–141, 2018, doi: 10.1016/j.autcon.2018.03.014.

[3] D. Fabianowski and P. Jakiel, "An expert fuzzy system for management of railroad bridges in use," Automation in Construction, vol. 106, 2019, doi: 10.1016/j.engfracmech.2017.05.024.

[4] A. Balasubramanian, "Bridges and their Types," Centre for Advanced Studies in Earth Science, University of Mysore, Mysore, India, Tech. Rep. no. 6, 2017.

[5] J. J. Jensen, "Trends in bridge design," in History of Bridges - A philatelic review, Trondheim, Norway: Akademika Publishing 2001, ch 3, sec. 1.

[6] T. Sakagami, Y. Mizokami, D. Shiozawa, T. Fujimoto, Y. Izumi, T. Hanai and A. Moriyama, "Verification of the repair effect for fatigue cracks in members of steel bridges based on thermoelastic stress measurement," Engineering Fracture Mechanics, vol. 183, pp. 1–12, 2017, doi: 10.1016/j.engfracmech.2017.05.024.

[7] Recommendations for Full-scale Maintenance of Aging Roads, The Japan Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Tokyo, Japan, 2014.

[8] A.Kaveh, T. Bakhshpoori and M. Barkhori, "Optimum design of multi-span composite box girder bridges using Cuckoo Search algorithm," Steel and Composite Structures, vol. 17, no. 5, pp. 705–719, 2014, doi: 10.1007/978-3-319-48012-1_3.

[9] S. Rana, N. Islam, R. Ahsan and S. N. Ghani, "Application of evolutionary operation to the minimum cost design of continuous prestressed concrete bridge structure," Engineering Structures, vol. 46, pp. 38–48, 2013, doi: 10.1016/j.engstruct.2012.07.017.

[10] S. Jang, H. Jo, S. Cho, K. Mechitov, J. A. Rice, S. H. Sim, H. J. Jung, C. B. Yun, B. F. Spencer Jr. and G. Agha, "Structural health monitoring of a cable-stayed bridge using smart sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

technology: Deployment and evaluation," Smart Structures and Systems, vol. 6, no. 5–6, pp. 439–459, 2010, doi: 10.12989/sss.2010.6.5_6.439.

[11] A.E. Del Grosso, "Structural health monitoring: Research and practice," in Proc. Second Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitaion of Civil Structures SMAR 2013, Istanbul, Turkey, Sep. 9–11, 2013.

[12] A.E. Del Grosso, "On the reliability of smart monitored structures," in Proc. 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, Oct. 12–17, 2008.

[13] N. Catbas, "Structural health monitoring: applications and data analysis," in Structural Health Monitoring of Civil Infrastructure Systems, V. M. Karbhari and F. Ansari, Eds., Sawston, U.K.: Woodhead, 2009, pp. 1–39, doi: 10.1533/9781845696825.1.

[14] H. Xiaoya, W. Bingwen and J. Han, "A wireless sensor network-based structural health monitoring system for highway bridges," Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, vol. 28, no. 3, pp. 193–209, 2013, doi: 10.1111/j.1467-8667.2012.00781.x.

[15] E. Sasaki, P. Tuttipongsawat, N. Sinsamutpadung, H. Nishida and K. Takase, "Development of a remote monitoring system with wireless power-saving sensons for analyzing bridge conditions," in Proc. 6th International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, Ghent, Belgium, Oct. 28–31, 2018, pp. 1207–1215.

[16] E. Sasaki, P. Tuttipongsawat, N. Sinsamutpadung, H. Nishida, K. Takase, "Condition Evaluation of a Highway Bridge with RC Deck Using Monitoring Data Obtained by Wireless sensors," in Proc. 1st International Conference on Concrete and Steel Technology, Engineering & Design (CASTED2018), Quezon city, Philipines, May. 24–26, pp. 98–106.

[17] R. Chacón and R. Zorrilla, "Structural health monitoring in incrementally launched steel bridges: patch loading phenomena modeling," Automation in Construction, vol. 58, pp. 60–73, 2015, doi: 10.1016/j.autcon.2015.07.001.

[18] Y. S. Chen and B. T. Yen, "Analysis of composite box girders," Lehigh Preserve Institutional Repository, Bethlehem, PA, USA, Fritz Lab. Rep. no. 380.12 (80), 1980.

[19] N. L. Braxtan, R. Whitney, Q. Wang and G. Koch, "Preliminary investigation of composite steel box girder bridges in fire," Bridge Structures, vol. 11, pp. 105–114, 2015, doi: 10.3233/BRS-150089.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[20] R. S. Nicoletti and A. S. C. Souza, “Numerical evaluation of the slab effective width in steel-concrete composite box girder bridges,” IBRACON Structures and Materials, vol. 14, no. 1, 2021, doi: 10.1590/S1983-41952021000100010.

[21] C.Garg and M. V. N. S. Kumar, “Study of basic design of a precast segmental box girder bridge,” International Journal of Civil Engineering (IJCE), vol. 3, no. 3, pp. 103–112, 2014.

[22] C.Garg, and M. V. N. S. Kumar, “Prestressed tendons system in a box girder bridge,” International Journal of Civil Engineering (IJCE), vol. 3, no. 3, pp. 1–8, 2014.

[23] K. M. Sennah and J. B. Kennedy, “Literature review in analysis of box-girder bridges,” Journal of Bridge Engineering, vol. 7, no. 2, 2002, doi: 10.1061/(ASCE)1084-0702(2002)7:2(134.

[24] K. Germaniuk, T. Gajda, A. Sakowski, T. Wierzbicki and P. Kaminski, “Bridge structures cracks – What made that phenomena so common?,” Transportation Research Procedia, vol. 14, pp. 4030–4039, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.500.

[25] T. Zhang, “Analysis on the causes of cracks in bridges,” Journal of Construction Research, vol. 1, no. 1, pp. 13–26, 2018, doi: 10.30564/jcr.v1i1.83.

[26] M. Morcillo, D. de la Fuente, I. Díaz and H. Cano, “Atmospheric corrosion of mild steel,” Revista de Metalurgia, vol. 47, no. 5, pp. 426–444, 2011, doi: 10.3989/revmetalm.1125.

[27] Y. Cai, Y. Xu, Y. Zhao and X. Ma, “Atmospheric corrosion prediction: a review,” Corrosion Reviews, vol. 38, no. 4, pp. 299–321, 2020, doi: 10.1515/corrrev-2019-0100.

[28] H. Simillion, O. Dolgikh, H. Terryn and J. Deconinck, “Atmospheric corrosion modeling,” Corrosion Reviews, vol. 32, no. 3–4, 2014, doi: 10.1515/corrrev-2014-0023.

[29] L. Kaplan, “AASHTO vehicle live loading,” in Concrete, A. Spada, Ed., Chicago, IL, USA: Structure magazine, 2020, pp. 30–33. [Online]. Available: https://issuu.com/structuremag/docs/structure-apr20-zmag.

[30] AASHTO LRFD bridge design specifications, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC, USA, 2012.

[31] N. Sinsamutpadung and E. Sasaki, “Strain-based evaluation of bridge monitoring using numerical model analysis,” IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 639, Art no. 1, p. 012023, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/639/1/012023.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[32] ABAQUS Analysis User's Manual, Version6.14, ABAQUS Inc., Palo Alto, CA, USA, 2014.

[33] W. Ren, L. H. Sneed, Y. Yang and R. He, "Numerical Simulation of Prestressed Precast Concrete Bridge Deck Panels Using Damage Plasticity Model," International Journal of Concrete Structures and Materials, vol. 9, pp. 45–54, 2015, doi: 10.1007/s40069-014-0091-2.

[34] V. Krivy, V. Urban and M. Kubzova, "Thickness of corrosion layers on typical surfaces of weathering steel bridges," Procedia Engineering, vol. 142, pp. 56–62, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.02.013.

[35] G. Masi, F. Matteucci, J. Tacq and A. Balbo, "State of the art study on materials and solutions against corrosion in offshore structures," NeSSIE Project Consortium, ch. 4, sec. 1, pp. 16–18, 2018.

[36] V. Krivy, V. Urban and M. Kubzova, "Experimental corrosion tests on weathering steel bridges," Solid State Phenomena, vol. 227, pp. 537–540, 2015, doi: 10.4028/www.scientific,net/SSP.227.537

[37] V. Urban, V. Krivy and M. Kubzova, "Development of corrosion processes on weathering railway bridge," Procedia Engineering, vol. 190, pp. 275–282, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.05.338.

[38] V. Krivy, M. Kubzova, K. Kreislova and V. Urban, "Characterization of corrosion products on weathering steel bridges influenced by chloride deposition," Metals - Open Access Metallurgy Journal, vol. 7, no. 9, 2017, doi: 10.3390/met7090336.

[39] H. Park, A. S. Nowak, P. C. Das and A. R. Flint, "Time-varying reliability model of steel girder bridges," Structures and Buildings, vol. 128, no. 4, pp. 359–367, 1998, doi: 10.1680/istbu.1998.30912.

[40] A.A. Czarnecki and S. N. Andrzej, "Time-variant reliability profiles for steel girder bridges," Structural Safety, vol. 30, no. 1, pp. 49–64, 2008, doi: 10.1016/j.strusafe.2006.05.002.

[41] S. N. Andrzej and M. S. Maria, "Reliability profiles for steel girder bridges with regard to corrosion and fatigue," Journal of Theoretical and Applied Mechanics, vol. 39, no. 2, pp. 339–352, 2001.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[42] M. Kubzova, V. Krivy, V. Urban and K. Kreislova, “Corrosive environment factors and their influence on the development of weathering steel corrosion products,” Key Engineering Materials, vol. 832, pp. 137–146, 2020, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.832.137.

[43] M. Kubzova, V. Krivy and K. Kreislova, “Influence of microclimate on the sustainability and reliability of weathering steel bridge,” IOP Conference Series Earth and Environmental Science, vol. 143, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/143/1/012008.

[44] Z. El-Sayegh, M. El-Gindy, I. Johansson and F. Öijer, “Modelling tire-moist terrain interaction using advanced computational techniques,” Journal of Terramechanics, vol. 91, pp. 23–30, 2020, doi: 10.1016/j.jterra.2020.04.004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

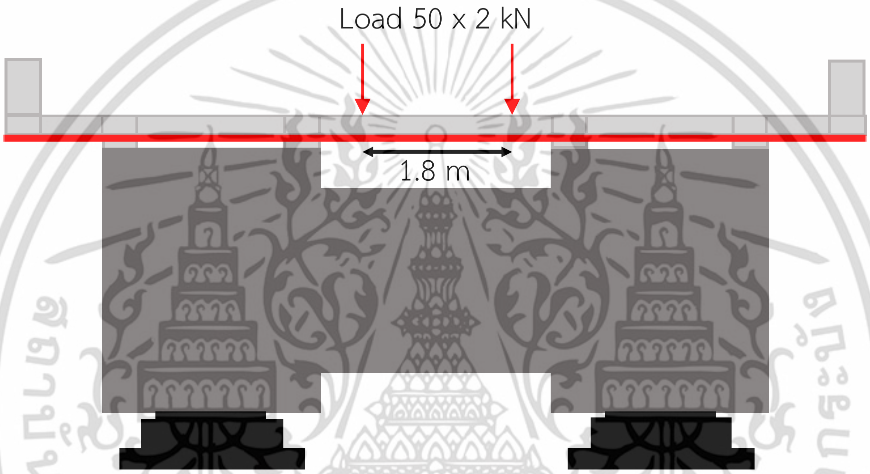
ภาคผนวก ก.

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

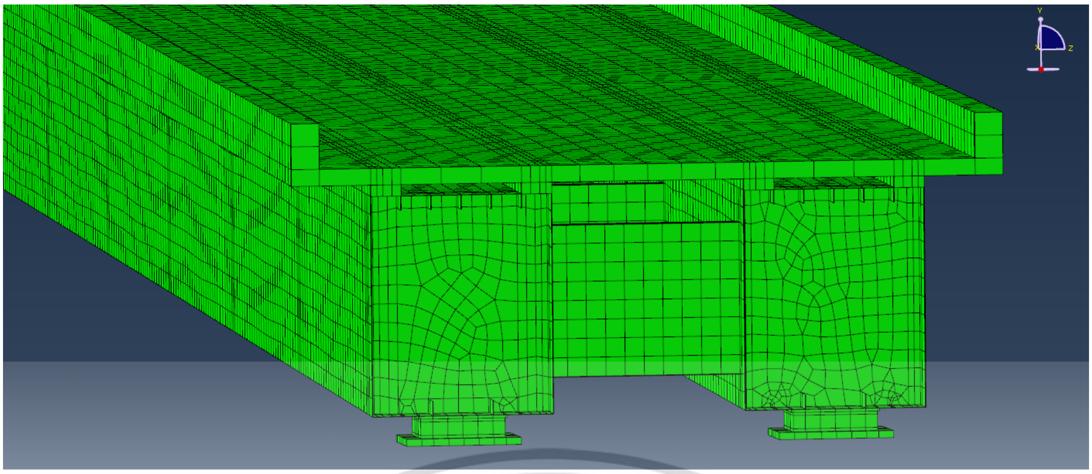
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ผลได้มีการนำแบบจำลองที่จะใช้ในการวิเคราะห์นั้นมาทำ Sensitivity test ก่อน เพื่อทดสอบและช่วยยืนยันว่าแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ที่นำมาใช้วิเคราะห์ผลนั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ โดยเริ่มจากการลงน้ำหนักบรรทุกตามระยะล้อของมาตรฐาน HL-93 ที่ 1.8 เมตร และสมมติน้ำหนักบรรทุกที่ 100 กิโลนิวตัน แสดงในรูปที่ ก-1 โดยทำการแบ่งเมช (Mesh) และลดขนาดของชิ้นส่วนตามแนวขวาง 3 ขนาดประกอบด้วย 100, 250 และ 500 มิลลิเมตร แสดงในรูปที่ ก-2 จากการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากใต้แผ่นพื้นพบว่า หากเมชเล็กลงเรื่อยๆ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จะยิ่งครอบคลุมหรือแม่นยำมากขึ้น ดูได้จากกราฟที่แสดงในรูปที่ ก-3 จะพบว่าเมชที่ 500 มิลลิเมตรกับ 100 มิลลิเมตร ได้ค่าที่แตกต่างกันมาก

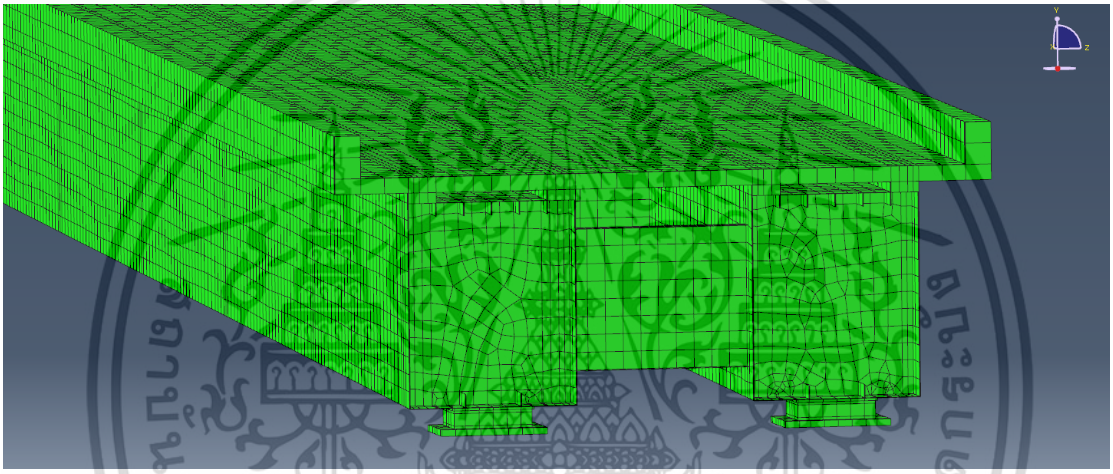


รูปที่ ก-1 แสดงการจำลองตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำ

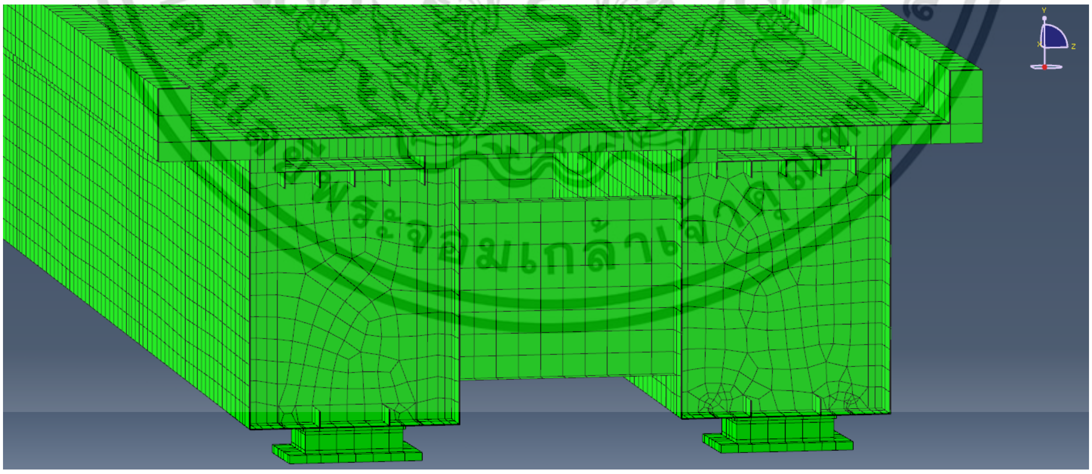
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



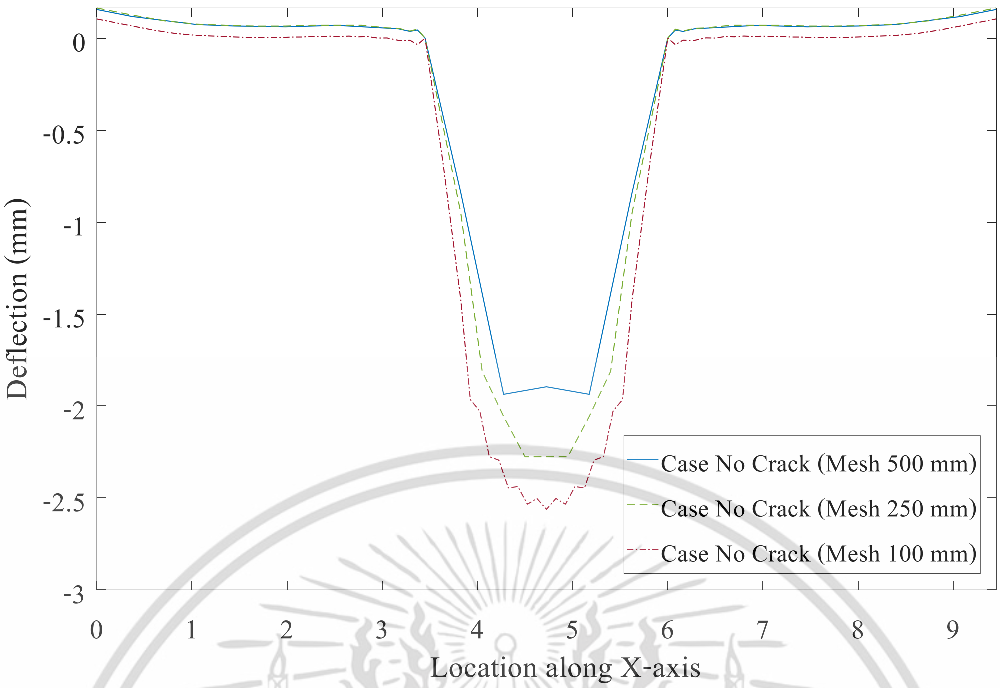
(ข)



(ค)

รูปที่ ก-2 แบบจำลองการเมชตามขวางของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพาน (ก) ทุกๆ 500 มิลลิเมตรตามแนวขวาง (ข) ทุกๆ 250 มิลลิเมตรตามแนวขวาง (ค) ทุกๆ 100 มิลลิเมตรตามแนวขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

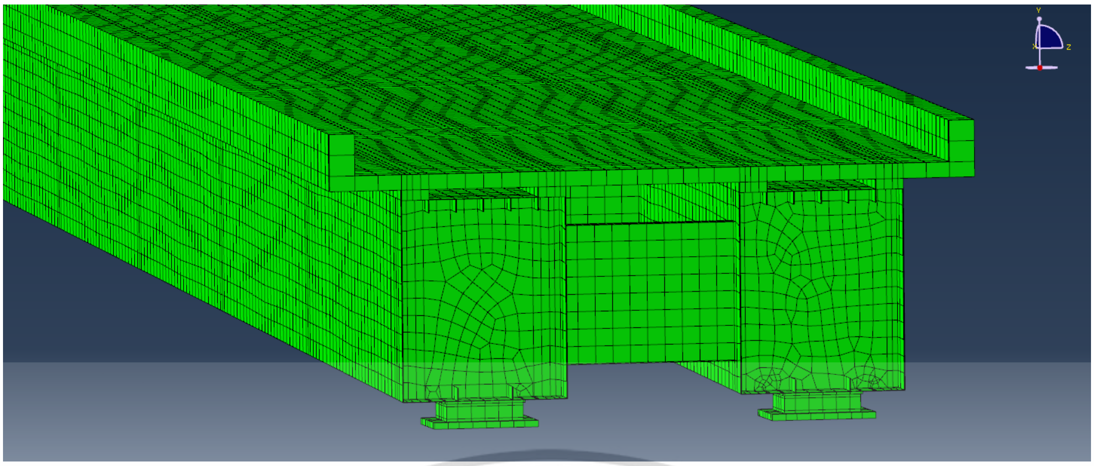


รูปที่ ก-3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองน้ำหนักบรรทุก 100 กิโลนิวตันและเมชตามแนวขวาง

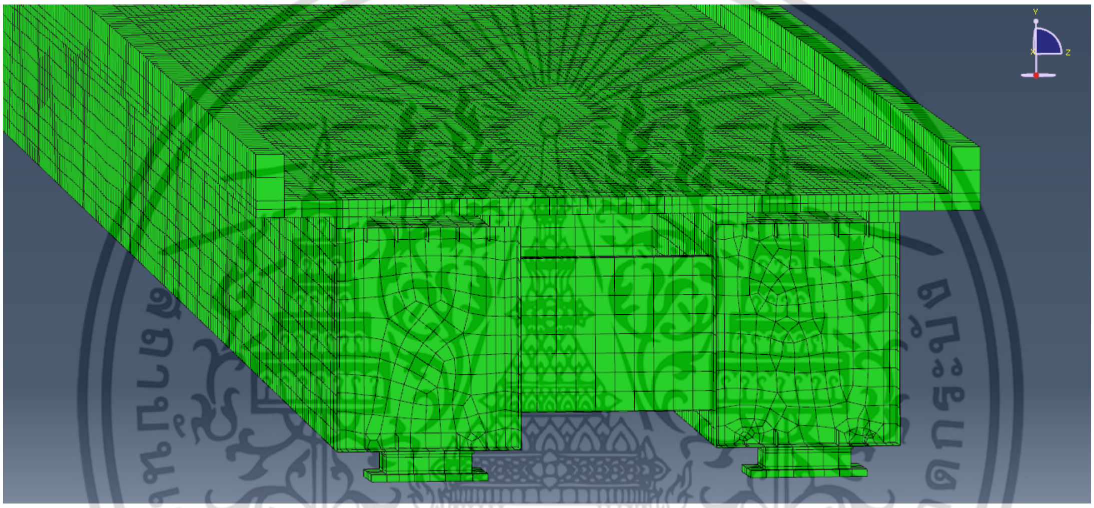
หลังจากนั้นได้ลองทำการเมชให้เป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เท่ากันทุกด้าน เนื่องจากการแบ่งเมชในลักษณะนี้จะทำให้แบบจำลองดูเป็นระเบียบ และเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลจากคอมพิวเตอร์นั้นลดลง แสดงในรูปที่ ก-4 แต่เนื่องจากพื้นมีความหนาเพียง 220 มิลลิเมตร ทำให้การเมชทำได้เพียง 2 กรณี เนื่องจากหากทำการเพิ่มชั้นของเมชแล้วชิ้นส่วนของแบบจำลองจะมีเยอะมาก และจะทำให้การวิเคราะห์ผลใช้เวลานาน ซึ่งขัดกับเงื่อนไขเบื้องต้นที่ต้องการลดเวลาการวิเคราะห์ โดยผลที่ได้แสดงในรูปที่ ก-5 ซึ่งจะพบว่าผลที่ได้ไม่ละเอียดเท่าที่ควร แต่ทำให้พบว่าการเมชตามความหนาของแบบจำลองนั้นส่งผลกับค่าที่วิเคราะห์ได้ด้วย และจะเห็นได้ว่าความหนา 2 ชั้น ได้ค่าการโก่งตัวไม่ถึง 0.2 มิลลิเมตร ในขณะที่ความหนา 1 ชั้น ได้ค่าการโก่งตัวมากถึง 2.2 มิลลิเมตร จึงได้ทำการนำแบบจำลองที่ทำการเมชไว้ในชุดแรกมาทำการเพิ่มชั้นความหนาเป็น 4 ชั้น แสดงในรูปที่ ก-6 และทำการวิเคราะห์ผล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ ก-7 พบว่าค่าที่ได้มีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตร ซึ่งลดลงอย่างเห็นได้ชัดหากเทียบกับผลการวิเคราะห์ในรูปที่ ก-5 ทำให้จากการวิเคราะห์ผลได้ทำการเลือกเมชขนาด 100 มิลลิเมตรมาใช้ในการวิเคราะห์ผล เนื่องจากได้ค่าที่มีความละเอียดแม่นยำและเหมาะสมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

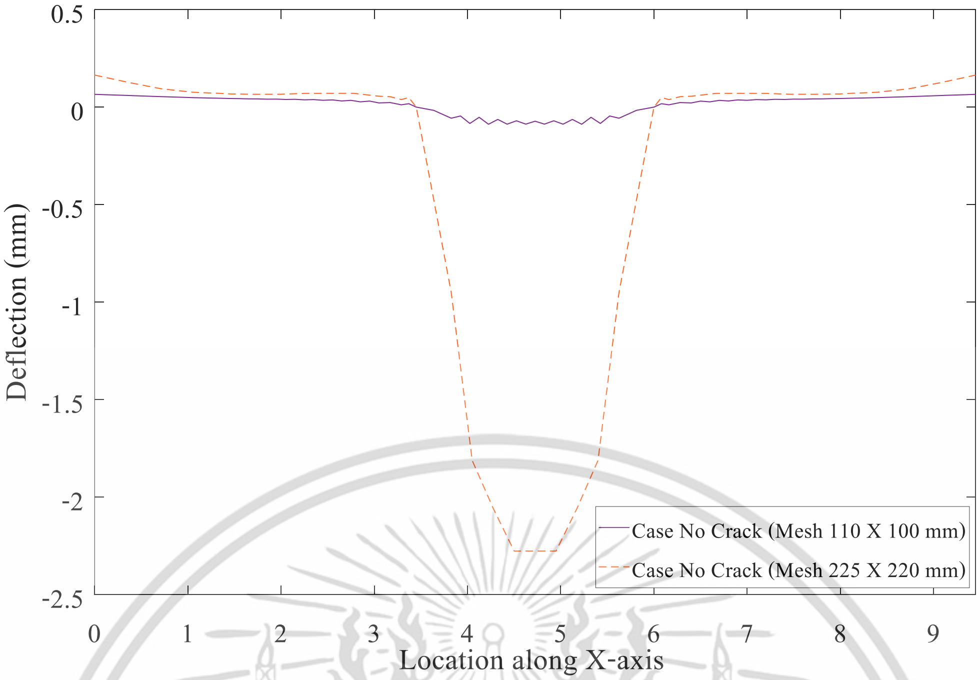


(ข)

รูปที่ ก-4 แบบจำลองการเมชเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพาน (ก) ขนาด 225x220 มิลลิเมตร (ข) ขนาด 110x100 มิลลิเมตร

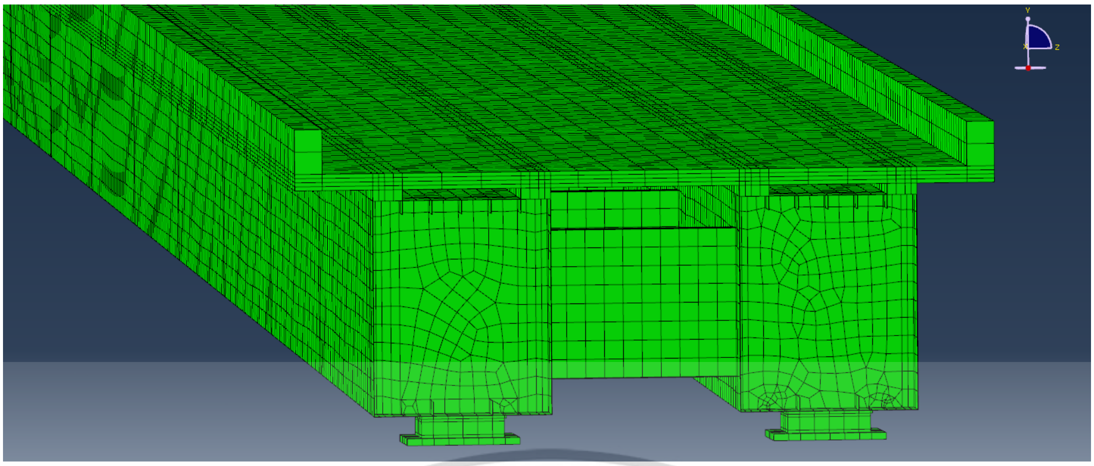
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

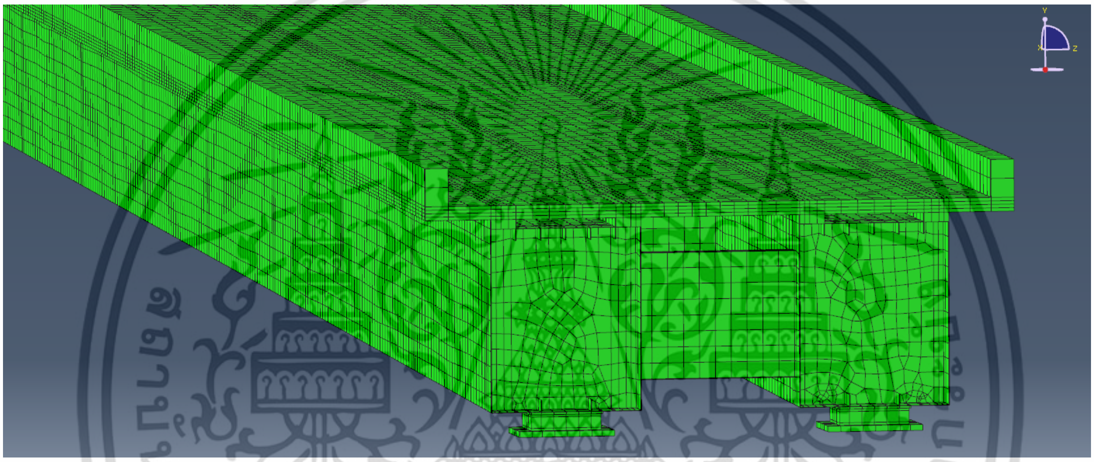


รูปที่ ก-5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองน้ำหนักบรรทุก 100 กิโลนิวตันและเมชเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์

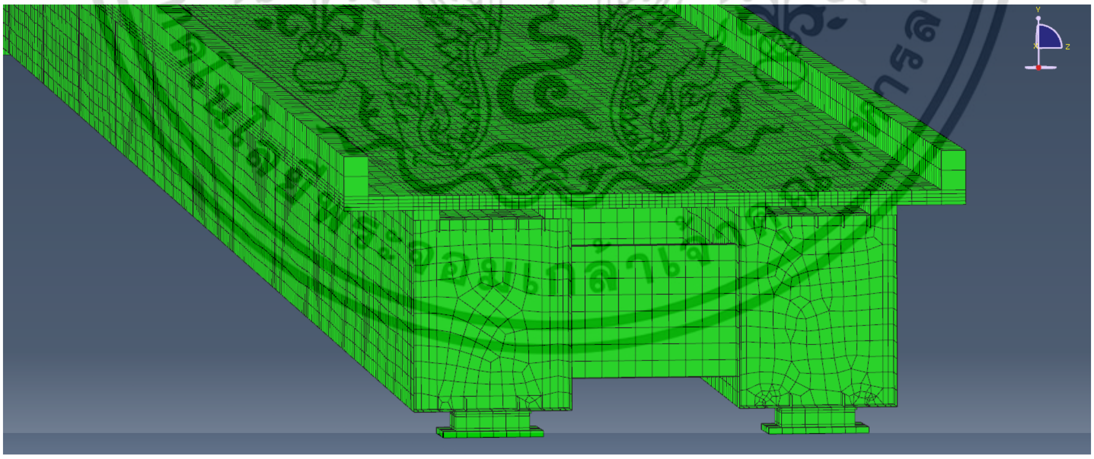
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



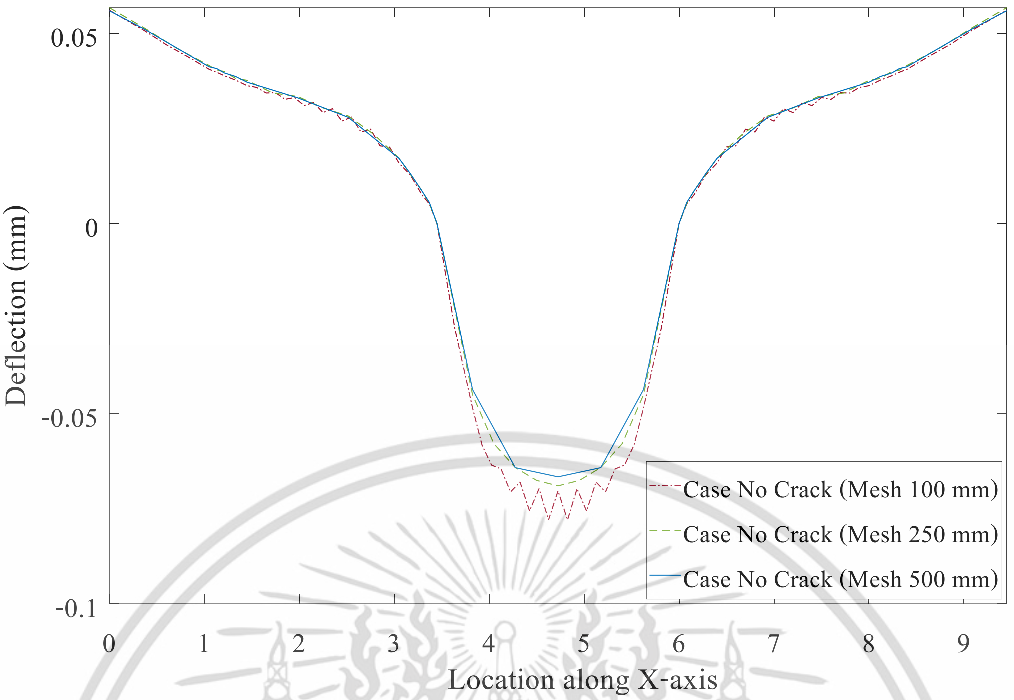
(ข)



(ค)

รูปที่ ก-6 แบบจำลองการ Mesh ตามขวางของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพาน (ก) ทุกๆ 500 มิลลิเมตรตามแนวขวางและความหนา 4 ชั้น (ข) ทุกๆ 250 มิลลิเมตรตามแนวขวางและความหนา 4 ชั้น (ค) ทุกๆ 100 มิลลิเมตรตามแนวขวางและความหนา 4 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

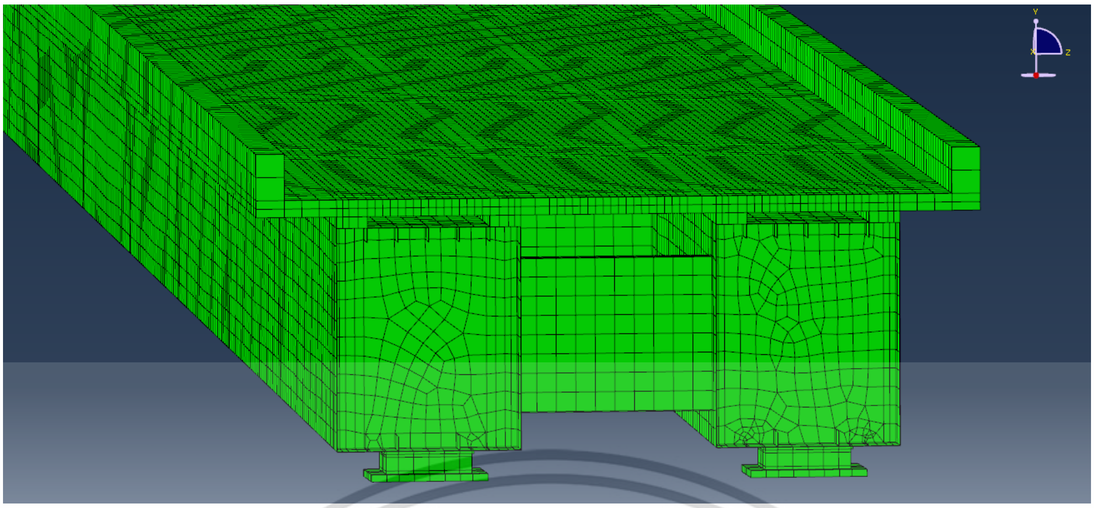


รูปที่ ก-7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองน้ำหนักบรรทุก 100 กิโลนิวตัน โดยที่เมชตามแนวขวางและแบ่งความหนาเป็น 4 ชั้น

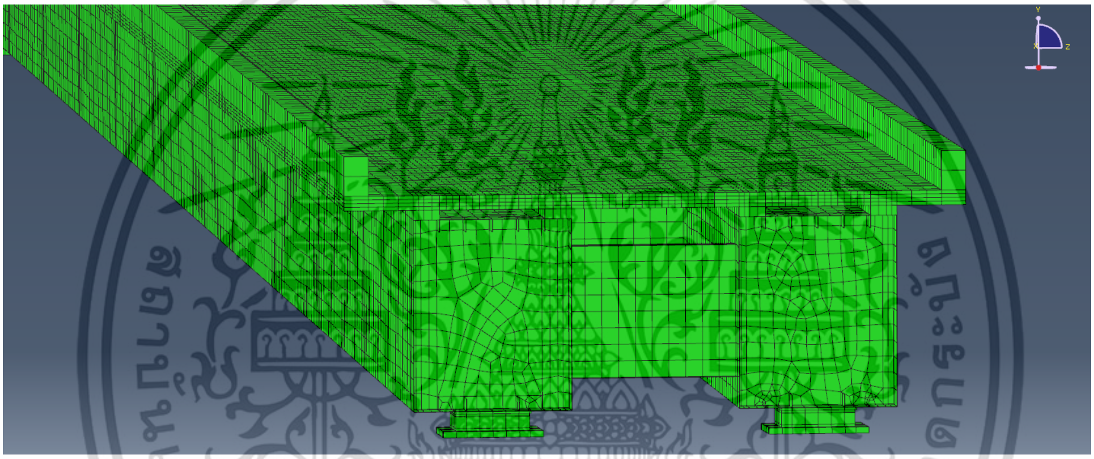
เมื่อได้เมชตามแนวขวางที่เหมาะสม 100 มิลลิเมตรแล้ว หลังจากนั้นจึงทำการเมชความหนาเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ ก-8 ซึ่งจะพบว่ายิ่งมีชั้นความหนามากเท่าไหร่ ยิ่งทำให้กราฟและผลที่ได้มีความละเอียดและน่าเชื่อถือมากขึ้นเท่านั้นแสดงในรูปที่ ก-9 โดยได้กำหนดให้กรณีการเมชความหนา 16 ชั้นมีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดและเมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่ากรณีการเมชความหนา 4 และ 8 ชั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ถึงประมาณร้อยละ 21 และ 11 ตามลำดับแสดงในตารางที่ ก.1 จึงทำการลองเปลี่ยนตำแหน่งที่ใช้ในการนำค่าที่วิเคราะห์ได้จากใต้แผ่นพื้นมาเป็นช่วงตรงกลางของแผ่นพื้นแทน เพราะคาดการณ์ว่าค่าของการโก่งตัวที่นำมาวิเคราะห์จะมีค่าลดลงและมีความใกล้เคียงมากกว่า ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปที่ ก-10 โดยพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากการเมชความหนา 4 และ 8 ชั้น เทียบกับ 16 ชั้น อยู่ที่ประมาณร้อยละ 16 และ 11 ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากเดิมที่นำค่ามาจากใต้แผ่นพื้น แสดงในตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

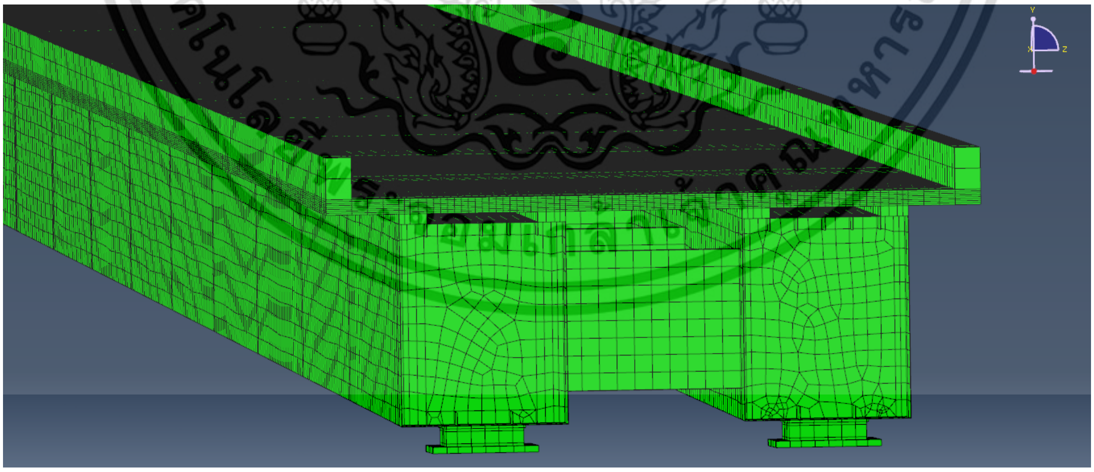
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

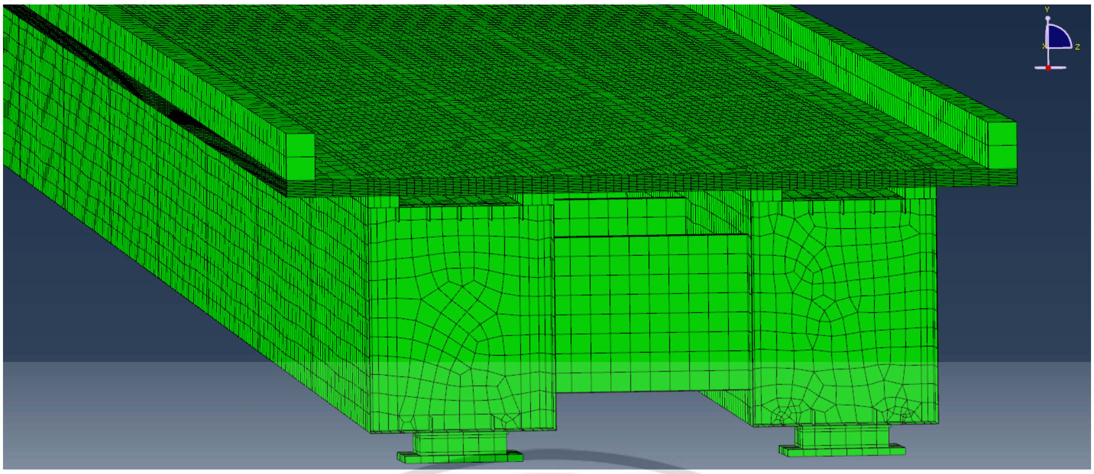


(ข)



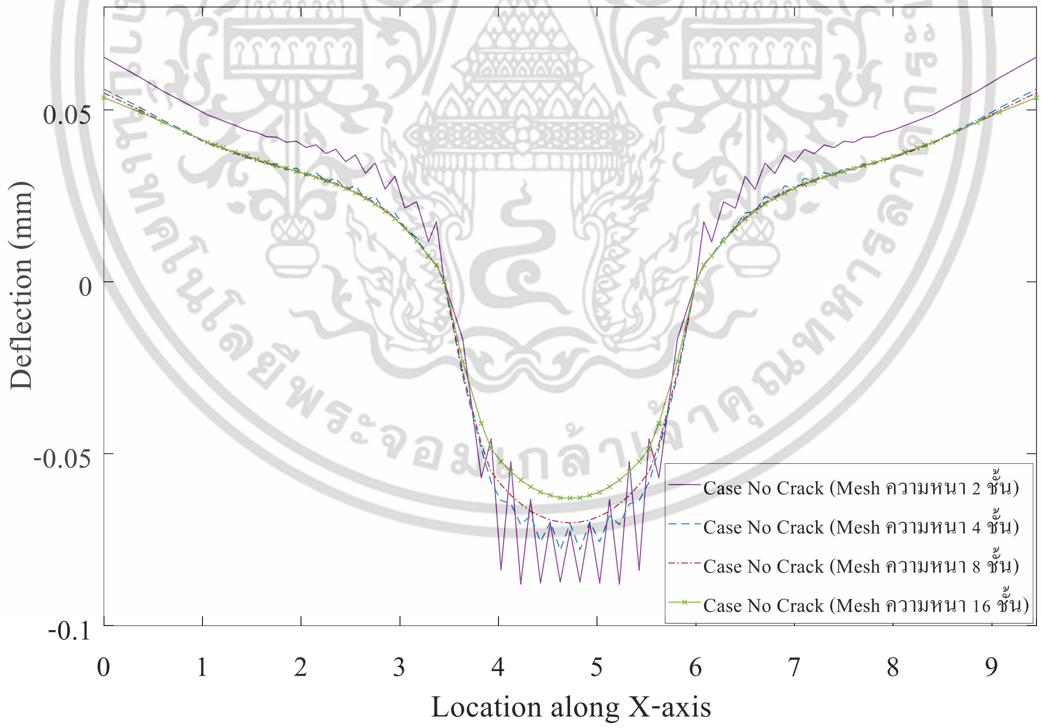
(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง)

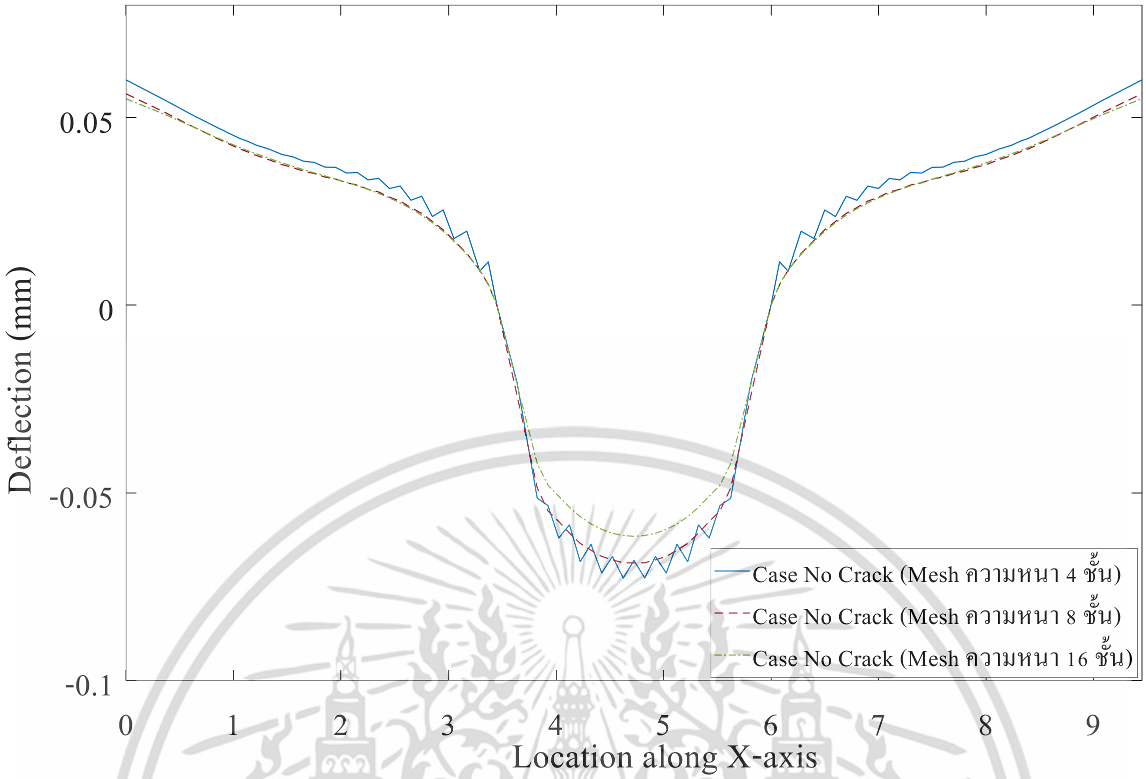
รูปที่ ก-8 แบบจำลองการเมชตามขวางของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพาน (ก) ทุกๆ 100 มิลลิเมตรตามแนวขวางและความหนา 2 ชั้น (ข) ทุกๆ 100 มิลลิเมตรตามแนวขวางและความหนา 4 ชั้น (ค) ทุกๆ 100 มิลลิเมตรตามแนวขวางและความหนา 8 ชั้น (ง) ทุกๆ 100 มิลลิเมตรตามแนวขวางและความหนา 16 ชั้น



รูปที่ ก-9 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นจากการจำลองน้ำหนักบรรทุก 100 กิโลนิวตัน โดยที่เมชตามแนวขวางขนาด 100 มิลลิเมตรและแบ่งความหนาตามความลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-10 ค่าการโก่งตัวกลางแผ่นพื้นจากการจำลองน้ำหนักบรรทุก 100 กิโลนิวตัน โดยที่เมชตามแนวขวางขนาด 100 มิลลิเมตรและแบ่งความหนาตามความลึก

ตารางที่ ก.1 เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างความหนาเมช 4 และ 8 ชั้นกับ 16 ชั้น

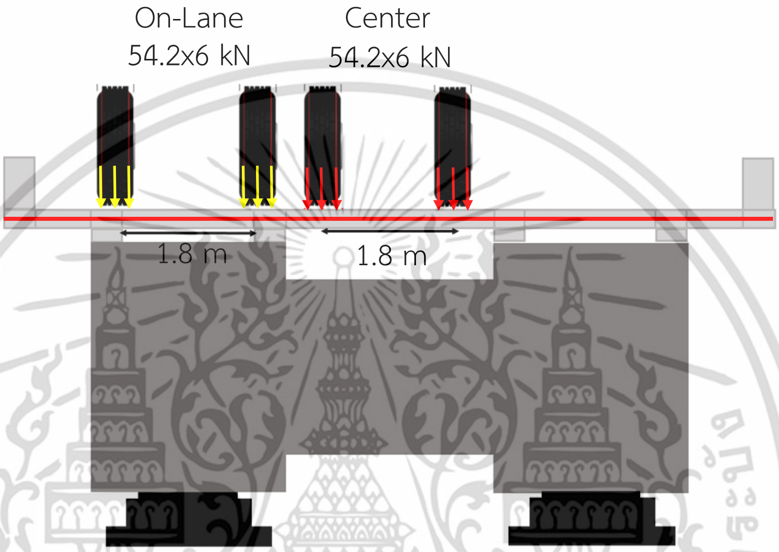
Case	**ค่าความคลาดเคลื่อน**	
	ใต้แผ่นพื้น	**กลางแผ่นพื้น**
ความหนาเมช 4 ชั้น เทียบ 16 ชั้น	21.52 %	16.54 %
ความหนาเมช 8 ชั้น เทียบ 16 ชั้น	11.01 %	10.85 %
* กำหนดให้กรณีความหนาเมช 16 ชั้น มีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด		

หลังจากนั้นได้นำแบบจำลองเดิมมาทำการเปลี่ยนการจำลองน้ำหนักบรรทุกใหม่เป็นการจำลองน้ำหนักบรรทุกกระจายตามความหนาของล้อรถที่บริเวณกึ่งกลางของความกว้างสะพาน และบนช่องจราจรของถนน เพื่อให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดและเปลี่ยนน้ำหนักบรรทุกเป็น 325 กิโลนิวตันตามมาตรฐาน HL-93 แสดงในรูปที่ ก-11 ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปที่ ก-12 และเปรียบเทียบค่าในตารางที่ ก.2 โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

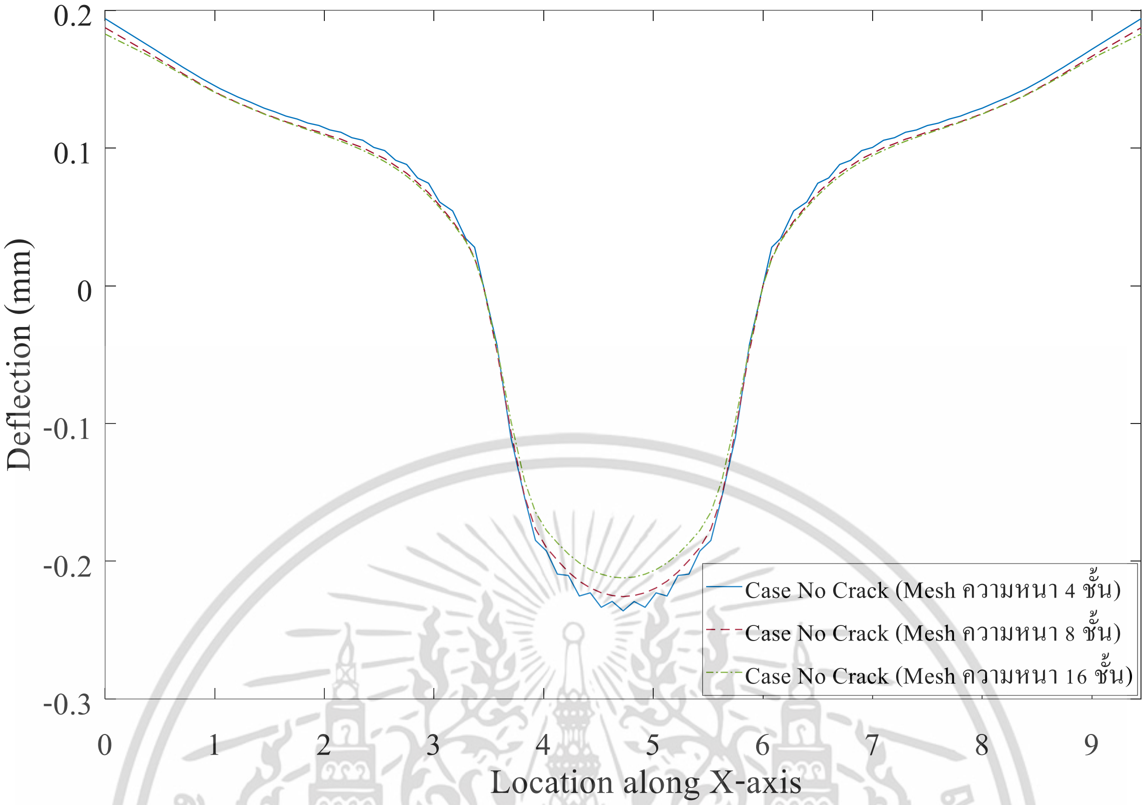
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนลดลงมากกว่าแบบเดิมโดยพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากการเมชความหนา 4 และ 8 ชั้น เทียบกับ 16 ชั้น อยู่ที่ประมาณร้อยละ 11 และ 6 ตามลำดับ และเมื่อนำน้ำหนักบรรทุกมาลงบนช่องจราจรของถนน พบว่ากรณีเมชความหนา 4 ชั้น เทียบกับ 8 ชั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนลดลงเหลือเพียงร้อยละ 1.14 แสดงในรูปที่ ก-13 ซึ่งทำให้ช่วยยืนยันและยอมรับได้ว่าการนำแบบจำลองที่มีความหนาเมช 4 ชั้น ขนาด 100 มิลลิเมตร สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ผลได้ในงานวิจัยนี้



รูปที่ ก-11 แสดงการจำลองตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำใหม่ตามมาตรฐาน HL-93

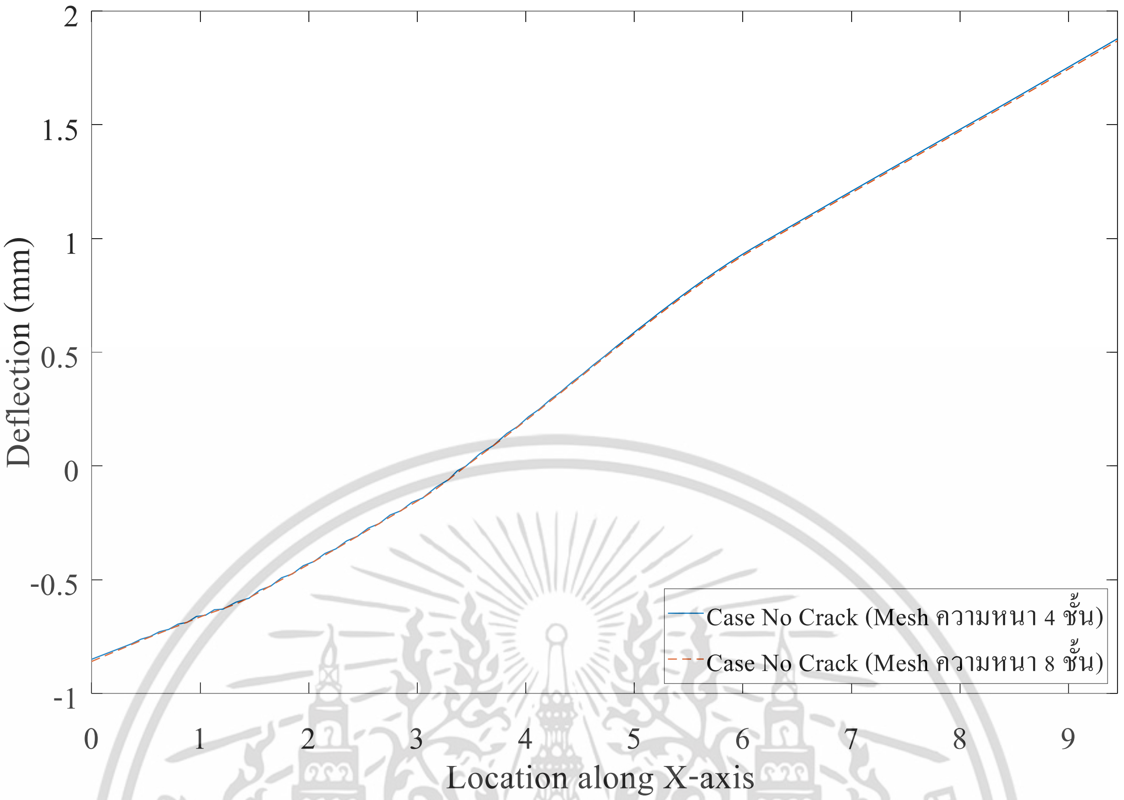
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-12 ค่าการโก่งตัวกลางแผ่นพื้นจากการจำลองน้ำหนักบรรทุก 325 กิโลนิวตันบริเวณกึ่งกลางของความกว้างสะพาน โดยที่เมชตามแนวขวางขนาด 100 มิลลิเมตรและแบ่งความหนาตามความลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-13 ค่าการโก่งตัวกลางแผ่นพื้นจากการจำลองน้ำหนักบรรทุก 325 กิโลนิวตันบนช่องจราจรของถนน โดยที่เมชตามแนวขวางขนาด 100 มิลลิเมตรและแบ่งความหนาตามความลึก

ตารางที่ ก.2 เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์ในกรณีต่างๆ

Case	ค่าความคลาดเคลื่อน		
	100kN / ใต้แผ่นพื้น	100kN / กลางแผ่นพื้น	325 kN / กลางแผ่นพื้น
ความหนาเมช 4 ชั้น เทียบ 16 ชั้น	21.52 %	16.54 %	10.69 %
ความหนาเมช 8 ชั้น เทียบ 16 ชั้น	11.01 %	10.85 %	6.21 %
* กำหนดให้กรณีความหนาเมช 16 ชั้น มีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ในโปรแกรม ABAQUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์การโก่งตัว

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	0.18418	0.2095	0.2317	0.2586	0.2293	0.2489	0.2534	0.2502
0.37	0.16588	0.1858	0.2048	0.2274	0.2005	0.2126	0.2141	0.2187
0.455	0.16168	0.1804	0.1988	0.2201	0.1944	2.05E-01	0.2052	0.2118
0.54	0.15734	0.175	0.1924	0.2128	0.1882	0.1964	0.1963	0.2049
0.625	0.15317	0.1697	0.1863	0.206	0.1821	0.1883	0.1877	0.198
0.71	0.14889	0.1643	0.1801	0.1988	0.176	0.1802	0.18	0.1912
0.795	0.14487	0.1592	0.1742	0.1924	0.1701	0.1722	0.1722	0.1845
0.88	0.14075	0.1541	0.1682	0.1854	0.1642	0.1642	0.1647	0.1779
0.965	0.13707	0.1493	0.1628	0.1796	0.1586	1.56E-01	0.1585	0.1716
1.05	0.13305	0.1443	0.1572	0.1734	0.1528	0.1497	0.1538	0.1652
1.13	0.13022	0.1405	0.1529	0.1688	0.1492	0.1456	0.1498	0.1612
1.21	0.12756	0.1369	0.1487	0.1636	0.146	0.1419	0.1463	0.1576
1.33	0.12337	0.1315	0.1428	0.1574	0.1408	0.1361	0.1406	0.152

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	0.2713	0.276	0.2759	0.2935	0.2973	0.20496	0.22505	0.2314
0.37	0.232	0.2333	0.2414	0.2518	0.2526	0.18129	0.195	0.1986
0.455	0.2231	0.2235	0.2338	0.2423	0.2424	0.17647	0.1885	0.1912
0.54	0.2141	0.2139	0.2259	0.2325	0.2322	0.1716	0.1819	0.1838
0.625	0.2052	0.2043	0.2183	0.2229	0.2222	0.16678	0.1754	0.1766
0.71	0.1962	0.1957	0.2105	0.2132	0.2129	0.16196	0.1688	0.17
0.795	0.1874	0.1872	0.2034	0.2039	0.2039	0.15727	0.1622	0.1636
0.88	0.1785	0.1788	0.1956	0.1942	0.1946	0.15254	0.1556	0.1572
0.965	0.1699	0.1718	0.1888	0.1848	0.1872	0.14805	0.1491	0.1515
1.05	0.1626	0.1668	0.1816	0.177	0.1818	0.14323	0.143	0.1473
1.13	0.1581	0.1627	0.1775	0.1728	0.1776	0.14038	0.1396	0.144
1.21	0.1542	0.1589	0.173	0.1679	0.173	0.13784	0.1365	0.1409
1.33	0.1481	0.1531	0.1673	0.1616	0.167	0.13371	0.1315	0.136

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	0.11922	0.1258	0.1365	0.1507	0.1356	0.1302	0.1352	0.1463
1.55	0.11657	0.1225	0.1332	0.1475	0.1333	0.1256	0.1307	0.1442
1.65	0.11335	0.1187	0.1293	0.1438	0.1308	0.1237	0.1294	0.1417
1.75	0.11149	0.1166	0.1274	0.1427	0.1302	0.1244	0.1304	0.1416
1.85	0.10819	0.1132	0.1243	0.1405	0.1288	0.125	0.1319	0.1406
1.95	0.10683	0.112	0.1233	0.1406	0.1297	0.1263	0.1349	0.142
2.05	0.10315	0.1086	0.1203	0.139	0.129	0.1269	0.1378	0.1418
2.15	0.10194	0.1077	0.1197	0.1395	0.1307	0.1284	0.1416	0.1442
2.25	0.09749	0.1037	0.1163	0.1376	0.13	0.1282	0.144	0.144
2.35	0.09611	0.1027	0.1153	0.1376	0.1323	0.1273	0.1458	0.1469
2.45	0.09048	0.0975	0.1109	0.1345	0.1289	0.1252	0.1465	0.1444
2.55	0.08848	0.0958	0.1089	0.1328	0.1236	0.124	0.1455	0.1386
2.65	0.08126	0.0889	0.1027	0.1275	0.1136	0.1214	0.1402	0.1293

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	0.1421	0.1475	0.1614	0.1552	0.1611	0.12978	0.1265	0.1312
1.55	0.1375	0.1432	0.1594	0.1501	0.1563	0.12791	0.1225	0.1272
1.65	0.1361	0.1426	0.1574	0.1486	0.1555	0.12571	0.1208	0.126
1.75	0.1376	0.1442	0.1585	0.1517	0.1591	0.12507	0.1214	0.1269
1.85	0.1388	0.1466	0.1589	0.154	0.1615	0.12345	0.1215	0.1278
1.95	0.1407	0.1507	0.1621	0.157	0.1671	0.12379	0.1224	0.1302
2.05	0.1419	0.1545	0.1639	0.1596	0.1734	0.12239	0.1224	0.132
2.15	0.1441	0.1595	0.1682	0.1625	0.1793	0.12331	0.1233	0.1351
2.25	0.1447	0.1631	0.1706	0.1647	0.1849	0.12168	0.1223	0.1362
2.35	0.144	0.1651	0.1749	0.1644	0.1883	0.12293	0.1212	0.1374
2.45	0.1427	0.1671	0.1749	0.1641	0.1917	0.11828	0.1183	0.1369
2.55	0.1413	0.166	0.1686	0.1627	0.1909	0.11318	0.1168	0.1354
2.65	0.1392	0.1606	0.1595	0.1617	0.1862	0.10311	0.1133	0.1293

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	0.07808	0.0856	0.0988	0.1229	0.107	0.1196	0.135	0.1218
2.85	0.06894	0.0765	0.0901	0.1142	0.0952	0.111	0.1241	0.1103
2.95	0.06375	0.0708	0.0829	0.1052	0.0861	0.0961	0.1066	0.0995
3.05	0.0526	0.0591	0.0716	0.0936	0.0718	0.0798	0.0884	0.0855
3.17	0.04094	0.0455	0.0551	0.072	0.0539	0.0597	0.0652	0.0644
3.29	0.02538	0.0278	0.0361	0.0526	0.0331	0.0397	0.0433	0.0421
3.37	0.01641	0.018	0.0216	0.0256	0.0205	0.0263	0.0279	0.0244
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.05887	-0.067	-0.0833	-0.1059	-0.0756	-0.1577	-0.1677	-0.0925
3.7	-0.10985	-0.1246	-0.1575	-0.2098	-0.1415	-0.2788	-0.2956	-0.1761
3.825	-0.15836	-0.1818	-0.2304	-0.3094	-0.2116	-0.4217	-0.4501	-0.2632
3.925	-0.18476	-0.2154	-0.2724	-0.3711	-0.255	-0.5124	-0.5464	-0.3162
4.025	-0.20266	-0.2409	-0.3048	-0.4187	-0.2949	-0.6125	-0.6582	-0.3643

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	0.1371	0.1547	0.1505	0.159	0.1791	0.09697	0.1111	0.1242
2.85	0.1284	0.1433	0.1384	0.1505	0.1674	0.08532	0.1017	0.1128
2.95	0.1112	0.1231	0.125	0.1306	0.1441	0.07716	0.0885	0.0973
3.05	0.0948	0.1045	0.1102	0.1136	0.1246	0.0635	0.0733	0.0805
3.17	0.0716	0.0778	0.0833	0.0859	0.0931	0.0482	0.0553	0.0599
3.29	0.0504	0.0543	0.0602	0.0665	0.0712	0.0299	0.0375	0.0404
3.37	0.0338	0.0355	0.0291	0.0407	0.0427	0.0185	0.0251	0.0265
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.1856	-0.1971	-0.117	-0.2195	-0.2332	-0.0664	-0.1347	-0.143
3.7	-0.339	-0.3587	-0.2336	-0.4311	-0.456	-0.1246	-0.2346	-0.2482
3.825	-0.5113	-0.5444	-0.3518	-0.6453	-0.6869	-0.1845	-0.3542	-0.3774
3.925	-0.6231	-0.6634	-0.4287	-0.7978	-0.8494	-0.2194	-0.4248	-0.4522
4.025	-0.7436	-0.7971	-0.4968	-0.9524	-1.0198	-0.2498	-0.5061	-0.5432

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.21666	-0.2608	-0.3272	-0.4513	-0.3272	-0.6422	-0.6993	-0.4007
4.225	-0.22076	-0.2688	-0.3364	-0.4662	-0.3535	-0.652	-0.7283	-0.4296
4.325	-0.23386	-0.2851	-0.3527	-0.487	-0.3851	-0.6747	-0.7632	-0.463
4.425	-0.23166	-0.285	-0.3529	-0.4899	-0.4076	-0.6853	-0.7742	-0.487
4.525	-0.24406	-0.299	-0.3662	-0.5049	-0.4401	-0.7103	-0.7938	-0.52
4.625	-0.23666	-0.2924	-0.3601	-0.5003	-0.4601	-0.7199	-0.7991	-0.5415
4.725	-0.24726	-0.3034	-0.3704	-0.5104	-0.4818	-0.7398	-0.8156	-0.564
4.825	-0.23666	-0.2924	-0.3601	-0.5003	-0.4601	-0.7199	-0.7991	-0.5415
4.925	-0.24406	-0.299	-0.3662	-0.5049	-0.4401	-0.7103	-0.7938	-0.52
5.025	-0.23166	-0.285	-0.3529	-0.49	-0.4076	-0.6853	-0.7742	-0.487
5.125	-0.23386	-0.2851	-0.3527	-0.487	-0.3851	-0.6747	-0.7632	-0.463
5.225	-0.22076	-0.2688	-0.3364	-0.4663	-0.3535	-0.652	-0.7283	-0.4297
5.325	-0.21666	-0.2608	-0.3272	-0.4514	-0.3272	-0.6422	-0.6993	-0.4008

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.7776	-0.844	-0.5491	-0.9975	-1.0804	-0.2744	-0.5253	-0.5714
4.225	-0.788	-0.8746	-0.5896	-1.0048	-1.1084	-0.2946	-0.5347	-0.5962
4.325	-0.8145	-0.9153	-0.6341	-1.0341	-1.1544	-0.3206	-0.5563	-0.6269
4.425	-0.8266	-0.9298	-0.6675	-1.0439	-1.1677	-0.3382	-0.5675	-0.6382
4.525	-0.8541	-0.9523	-0.7095	-1.0741	-1.1922	-0.3661	-0.5919	-0.657
4.625	-0.8654	-0.9603	-0.7398	-1.0837	-1.1991	-0.3817	-0.6024	-0.6626
4.725	-0.8875	-0.9793	-0.77	-1.1117	-1.2225	-0.4015	-0.6215	-0.6783
4.825	-0.8654	-0.9603	-0.7398	-1.0837	-1.1991	-0.3817	-0.6024	-0.6626
4.925	-0.8541	-0.9523	-0.7095	-1.0741	-1.1923	-0.3661	-0.5918	-0.657
5.025	-0.8266	-0.9298	-0.6676	-1.0439	-1.1677	-0.3383	-0.5675	-0.6381
5.125	-0.8145	-0.9153	-0.6341	-1.0341	-1.1545	-0.3206	-0.5563	-0.6269
5.225	-0.7881	-0.8746	-0.5897	-1.0049	-1.1085	-0.2946	-0.5347	-0.5961
5.325	-0.7777	-0.844	-0.5492	-0.9976	-1.0805	-0.2744	-0.5253	-0.5714

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.20266	-0.241	-0.3049	-0.4188	-0.2949	-0.6126	-0.6582	-0.3644
5.525	-0.18486	-0.2155	-0.2725	-0.3712	-0.255	-0.5124	-0.5464	-0.3163
5.625	-0.15836	-0.1818	-0.2305	-0.3095	-0.2117	-0.4217	-0.4501	-0.2633
5.75	-0.10988	-0.1247	-0.1576	-0.2099	-0.1416	-0.2789	-0.2956	-0.1761
5.875	-0.0589	-0.0671	-0.0834	-0.106	-0.0757	-0.1578	-0.1677	-0.0926
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.01637	0.018	0.0215	0.0255	0.0205	0.0261	0.0277	0.0243
6.16	0.02541	0.0279	0.0362	0.0529	0.0333	0.0399	0.0435	0.0423
6.28	0.04088	0.0455	0.055	0.0718	0.0538	0.0595	0.065	0.0643
6.4	0.05264	0.0592	0.0717	0.0939	0.0719	0.08	0.0887	0.0857
6.5	0.06372	0.0707	0.0829	0.1053	0.0861	0.0961	0.1065	0.0995
6.6	0.06894	0.0765	0.0902	0.1144	0.0953	0.1111	0.1242	0.1104
6.7	0.07806	0.0856	0.0988	0.123	0.107	0.1196	0.135	0.1219

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.7437	-0.7971	-0.497	-0.9525	-1.02	-0.2499	-0.5061	-0.5432
5.525	-0.6231	-0.6634	-0.4288	-0.7979	-0.8495	-0.2194	-0.4248	-0.4522
5.625	-0.5113	-0.5444	-0.3519	-0.6455	-0.687	-0.1845	-0.3543	-0.3774
5.75	-0.339	-0.3587	-0.2337	-0.4312	-0.4561	-0.1247	-0.2346	-0.2482
5.875	-0.1857	-0.1972	-0.1171	-0.2196	-0.2333	-0.0665	-0.1347	-0.143
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.0336	0.0353	0.0289	0.0405	0.0424	0.0185	0.025	0.0263
6.16	0.0506	0.0546	0.0607	0.0669	0.0717	0.03	0.0376	0.0406
6.28	0.0714	0.0776	0.0831	0.0857	0.0929	0.0481	0.0551	0.0597
6.4	0.0951	0.1049	0.1107	0.1141	0.1252	0.06364	0.0734	0.0807
6.5	0.1112	0.123	0.1251	0.1306	0.1441	0.07711	0.0884	0.0972
6.6	0.1285	0.1435	0.1387	0.1508	0.1678	0.08535	0.1018	0.1128
6.7	0.1371	0.1548	0.1506	0.1591	0.1793	0.09694	0.1111	0.1241

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	0.08126	0.0889	0.1028	0.1276	0.1137	0.1214	0.1403	0.1294
6.9	0.08847	0.0958	0.1089	0.1328	0.1236	0.124	0.1455	0.1386
7	0.09046	0.0975	0.1109	0.1346	0.1289	0.1252	0.1465	0.1445
7.1	0.09609	0.1027	0.1153	0.1376	0.1323	0.1273	0.1458	0.1469
7.2	0.09748	0.1037	0.1163	0.1377	0.13	0.1281	0.1439	0.1441
7.3	0.10192	0.1077	0.1197	0.1395	0.1307	0.1283	0.1416	0.1442
7.4	0.10312	0.1086	0.1203	0.139	0.1289	0.1268	0.1377	0.1418
7.5	0.1068	0.112	0.1233	0.1406	0.1297	0.1262	0.1348	0.142
7.6	0.10817	0.1132	0.1242	0.1405	0.1288	0.125	0.1318	0.1406
7.7	0.11146	0.1166	0.1274	0.1427	0.1302	0.1244	0.1303	0.1416
7.8	0.11332	0.1187	0.1293	0.1437	0.1308	0.1236	0.1293	0.1417
7.9	0.11655	0.1225	0.1332	0.1474	0.1333	0.1255	0.1307	0.1442
8	0.1192	0.1258	0.1365	0.1507	0.1356	0.1302	0.1351	0.1463

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	0.1393	0.1607	0.1598	0.1619	0.1864	0.10312	0.1133	0.1293
6.9	0.1413	0.166	0.1687	0.1628	0.191	0.11315	0.1167	0.1353
7	0.1427	0.1671	0.1751	0.1643	0.1918	0.11827	0.1183	0.1368
7.1	0.1439	0.1651	0.175	0.1645	0.1884	0.12291	0.1211	0.1373
7.2	0.1447	0.163	0.1707	0.1648	0.185	0.12166	0.1222	0.1362
7.3	0.144	0.1594	0.1683	0.1625	0.1794	0.12329	0.1233	0.135
7.4	0.1419	0.1544	0.1639	0.1596	0.1734	0.12237	0.1223	0.132
7.5	0.1406	0.1506	0.1621	0.1569	0.167	0.12376	0.1223	0.1301
7.6	0.1388	0.1465	0.1589	0.154	0.1615	0.12343	0.1215	0.1277
7.7	0.1375	0.1441	0.1585	0.1516	0.159	0.12504	0.1214	0.1268
7.8	0.1361	0.1425	0.1574	0.1486	0.1554	0.12568	0.1208	0.126
7.9	0.1374	0.1431	0.1593	0.15	0.1562	0.12789	0.1224	0.1271
8	0.142	0.1475	0.1614	0.1551	0.1611	0.12976	0.1265	0.1311

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	0.12336	0.1314	0.1428	0.1574	0.1408	0.1361	0.1406	0.152
8.24	0.12752	0.1369	0.1487	0.1635	0.1459	0.1419	0.1462	0.1575
8.32	0.13022	0.1404	0.1529	0.1688	0.1492	0.1455	0.1497	0.1612
8.4	0.13303	0.1443	0.1572	0.1734	0.1528	0.1497	0.1537	0.1652
8.485	0.13706	0.1493	0.1628	0.1796	0.1586	0.1564	0.1585	0.1716
8.57	0.14074	0.1541	0.1682	0.1854	0.1642	0.1642	0.1647	0.1779
8.655	0.14486	0.1592	0.1742	0.1925	0.1701	0.1722	0.1723	0.1845
8.74	0.14888	0.1644	0.1801	0.1989	0.176	0.1802	0.18	0.1912
8.825	0.15316	0.1697	0.1864	0.2061	0.1821	0.1884	0.1878	0.1981
8.91	0.15735	0.175	0.1925	0.2129	0.1882	0.1965	0.1964	0.2049
8.995	0.16168	0.1805	0.1988	0.2202	0.1944	0.2047	0.2052	0.2119
9.08	0.16588	0.1859	0.2049	0.2275	0.2006	0.2128	0.2142	0.2188
9.45	0.1842	0.2095	0.2318	0.2587	0.2294	0.2491	0.2536	0.2503

ตารางที่ ข.1 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	0.1481	0.1531	0.1672	0.1615	0.167	0.13371	0.1315	0.136
8.24	0.1542	0.1589	0.173	0.1678	0.1729	0.13779	0.1364	0.1409
8.32	0.1581	0.1627	0.1775	0.1728	0.1776	0.14037	0.1396	0.144
8.4	0.1625	0.1668	0.1816	0.177	0.1818	0.14321	0.143	0.1473
8.485	0.1699	0.1718	0.1888	0.1848	0.1872	0.14803	0.1491	0.1515
8.57	0.1785	0.1788	0.1956	0.1942	0.1946	0.15252	0.1556	0.1572
8.655	0.1874	0.1872	0.2034	0.2039	0.2039	0.15726	0.1622	0.1636
8.74	0.1962	0.1957	0.2105	0.2133	0.2129	0.16195	0.1688	0.1701
8.825	0.2053	0.2044	0.2184	0.223	0.2222	0.16678	0.1754	0.1766
8.91	0.2142	0.214	0.2259	0.2326	0.2323	0.1716	0.182	0.1839
8.995	0.2232	0.2236	0.2339	0.2424	0.2425	0.17647	0.1886	0.1913
9.08	0.2321	0.2335	0.2415	0.252	0.2528	0.1813	0.1951	0.1986
9.45	0.2715	0.2762	0.2761	0.2938	0.2976	0.20499	0.22517	0.2315

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	0.18697	0.2126	0.235	0.262	0.2326	0.2524	0.257	0.2536
0.37	0.16844	0.1886	0.2079	0.2306	0.2036	0.2158	0.2173	0.2218
0.455	0.16418	0.1832	0.2017	0.2232	0.1973	2.08E-01	0.2082	0.2148
0.54	0.1598	0.1777	0.1953	0.2158	0.191	0.1993	0.1993	0.2078
0.625	0.15556	0.1723	0.1892	0.2089	0.1849	0.1912	0.1906	0.2008
0.71	0.15123	0.1669	0.1828	0.2016	0.1787	0.1829	0.1828	0.1939
0.795	0.14716	0.1617	0.1769	0.1951	0.1728	0.1749	0.1749	0.1872
0.88	0.14299	0.1565	0.1708	0.188	0.1668	0.1667	0.1673	0.1805
0.965	0.13925	0.1517	0.1653	0.1822	0.1611	1.59E-01	0.161	0.1741
1.05	0.13517	0.1466	0.1597	0.1759	0.1552	0.1521	0.1562	0.1676
1.13	0.1323	0.1427	0.1553	0.1712	0.1516	0.1479	0.1521	0.1636
1.21	0.1296	0.1391	0.1511	0.1659	0.1483	0.1442	0.1486	0.1599
1.33	0.12533	0.1336	0.1451	0.1597	0.143	0.1383	0.1428	0.1542

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	0.275	0.2798	0.2795	0.2974	0.3012	0.20802	0.2283	0.2348
0.37	0.2353	0.2367	0.2446	0.2553	0.256	0.18408	0.198	0.2016
0.455	0.2263	0.2268	0.237	0.2456	0.2457	0.17919	0.1914	0.1942
0.54	0.2172	0.217	0.229	0.2357	0.2354	0.17427	0.1847	0.1867
0.625	0.2082	0.2074	0.2213	0.2261	0.2252	0.16939	0.1781	0.1794
0.71	0.1991	0.1986	0.2134	0.2162	0.2159	0.16451	0.1714	0.1728
0.795	0.1902	0.19	0.2062	0.2068	0.2067	0.15975	0.1648	0.1663
0.88	0.1811	0.1815	0.1983	0.197	0.1974	0.15496	0.1581	0.1597
0.965	0.1725	0.1744	0.1915	0.1875	0.1899	0.15041	0.1515	0.154
1.05	0.1651	0.1694	0.1842	0.1796	0.1844	0.1455	0.1454	0.1498
1.13	0.1606	0.1652	0.18	0.1753	0.1801	0.1426	0.1419	0.1464
1.21	0.1566	0.1614	0.1755	0.1703	0.1754	0.14	0.1387	0.1432
1.33	0.1504	0.1554	0.1696	0.1639	0.1693	0.1358	0.1336	0.1382

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	0.12111	0.1278	0.1387	0.1529	0.1377	0.1323	0.1373	0.1485
1.55	0.11839	0.1245	0.1353	0.1496	0.1354	0.1276	0.1327	0.1462
1.65	0.1151	0.1206	0.1313	0.1458	0.1328	0.1256	0.1313	0.1437
1.75	0.11318	0.1184	0.1294	0.1446	0.1322	0.1263	0.1323	0.1435
1.85	0.1098	0.115	0.1261	0.1423	0.1307	0.1268	0.1337	0.1424
1.95	0.10836	0.1137	0.1251	0.1424	0.1315	0.1281	0.1367	0.1438
2.05	0.1046	0.1102	0.122	0.1407	0.1307	0.1286	0.1395	0.1435
2.15	0.10332	0.1092	0.1213	0.1412	0.1324	0.13	0.1434	0.1458
2.25	0.09878	0.1051	0.1178	0.1392	0.1316	0.1298	0.1457	0.1456
2.35	0.09731	0.104	0.1168	0.139	0.1339	0.1289	0.1475	0.1484
2.45	0.09158	0.0987	0.1122	0.1359	0.1303	0.1267	0.1481	0.1458
2.55	0.08951	0.0969	0.1102	0.1341	0.1249	0.1254	0.1471	0.1399
2.65	0.08218	0.0899	0.1039	0.1287	0.1148	0.1227	0.1416	0.1305

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	0.1442	0.1497	0.1637	0.1574	0.1633	0.1318	0.1285	0.1333
1.55	0.1395	0.1453	0.1616	0.1522	0.1584	0.1299	0.1244	0.1292
1.65	0.1381	0.1446	0.1595	0.1507	0.1575	0.1276	0.1227	0.128
1.75	0.1395	0.1463	0.1605	0.1537	0.1611	0.1269	0.1233	0.1288
1.85	0.1407	0.1486	0.1608	0.156	0.1635	0.1252	0.1233	0.1296
1.95	0.1426	0.1526	0.164	0.1589	0.169	0.1255	0.1241	0.132
2.05	0.1437	0.1564	0.1657	0.1615	0.1753	0.124	0.124	0.1338
2.15	0.1458	0.1614	0.1701	0.1643	0.1812	0.1249	0.125	0.1368
2.25	0.1464	0.1649	0.1724	0.1665	0.1868	0.1232	0.1239	0.1379
2.35	0.1456	0.167	0.1766	0.1662	0.1901	0.1244	0.1227	0.139
2.45	0.1442	0.1689	0.1765	0.1658	0.1935	0.1196	0.1197	0.1385
2.55	0.1428	0.1677	0.1701	0.1643	0.1927	0.1144	0.1181	0.1369
2.65	0.1406	0.1622	0.1609	0.1632	0.1878	0.1042	0.1146	0.1307

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	0.07891	0.0865	0.0998	0.124	0.1081	0.1208	0.1364	0.1229
2.85	0.06965	0.0773	0.091	0.1151	0.0962	0.112	0.1253	0.1112
2.95	0.06438	0.0715	0.0837	0.1061	0.087	0.0971	0.1076	0.1002
3.05	0.05308	0.0597	0.0723	0.0943	0.0725	0.0806	0.0892	0.0861
3.17	0.04132	0.046	0.0556	0.0724	0.0545	0.0603	0.0658	0.0648
3.29	0.02558	0.028	0.0364	0.0529	0.0334	0.0401	0.0436	0.0423
3.37	0.01656	0.0182	0.0218	0.0257	0.0208	0.0265	0.0282	0.0246
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.0589	-0.0671	-0.0833	-0.1061	-0.0757	-0.1579	-0.1678	-0.0927
3.7	-0.11	-0.1248	-0.1577	-0.2101	-0.1418	-0.2793	-0.2961	-0.1765
3.825	-0.1585	-0.182	-0.2307	-0.3098	-0.212	-0.4222	-0.4507	-0.2637
3.925	-0.1851	-0.2158	-0.2727	-0.3716	-0.2555	-0.5131	-0.5472	-0.3169
4.025	-0.203	-0.2413	-0.3052	-0.4192	-0.2954	-0.6134	-0.6591	-0.365

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	0.1384	0.1562	0.1517	0.1604	0.1807	0.098	0.1123	0.1255
2.85	0.1296	0.1446	0.1395	0.1518	0.1688	0.0862	0.1028	0.1139
2.95	0.1123	0.1242	0.126	0.1318	0.1453	0.0779	0.0894	0.0984
3.05	0.0957	0.1055	0.111	0.1146	0.1256	0.0641	0.074	0.0813
3.17	0.0722	0.0785	0.0838	0.0866	0.0938	0.0486	0.0559	0.0606
3.29	0.0508	0.0547	0.0606	0.067	0.0716	0.0302	0.0378	0.0408
3.37	0.0341	0.0358	0.0292	0.041	0.0429	0.0187	0.0254	0.0268
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.1858	-0.1972	-0.1171	-0.2197	-0.2334	-0.0665	-0.1348	-0.1431
3.7	-0.3394	-0.3591	-0.234	-0.4316	-0.4566	-0.1249	-0.235	-0.2485
3.825	-0.5118	-0.5449	-0.3523	-0.6459	-0.6876	-0.1848	-0.3547	-0.3778
3.925	-0.6239	-0.6642	-0.4294	-0.7986	-0.8504	-0.2198	-0.4254	-0.4528
4.025	-0.7445	-0.798	-0.4976	-0.9533	-1.0209	-0.2504	-0.5068	-0.544

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.2171	-0.2612	-0.3276	-0.452	-0.3278	-0.6432	-0.7004	-0.4015
4.225	-0.2212	-0.2692	-0.3368	-0.4669	-0.3542	-0.653	-0.7294	-0.4305
4.325	-0.2343	-0.2856	-0.3532	-0.4877	-0.3859	-0.6758	-0.7644	-0.4639
4.425	-0.2321	-0.2855	-0.3534	-0.4907	-0.4085	-0.6864	-0.7755	-0.488
4.525	-0.2445	-0.2995	-0.3667	-0.5056	-0.4411	-0.7115	-0.7952	-0.5211
4.625	-0.2372	-0.2929	-0.3607	-0.5011	-0.4611	-0.7211	-0.8005	-0.5428
4.725	-0.2478	-0.3039	-0.3709	-0.5111	-0.4829	-0.7411	-0.8171	-0.5652
4.825	-0.2372	-0.2929	-0.3607	-0.5011	-0.4611	-0.7211	-0.8005	-0.5428
4.925	-0.2445	-0.2995	-0.3667	-0.5057	-0.4411	-0.7115	-0.7952	-0.5211
5.025	-0.2321	-0.2856	-0.3534	-0.4907	-0.4086	-0.6864	-0.7755	-0.4881
5.125	-0.2343	-0.2856	-0.3532	-0.4878	-0.386	-0.6758	-0.7644	-0.464
5.225	-0.2212	-0.2693	-0.3368	-0.4669	-0.3543	-0.653	-0.7294	-0.4306
5.325	-0.2171	-0.2613	-0.3276	-0.452	-0.3278	-0.6432	-0.7004	-0.4016

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.7787	-0.8451	-0.55	-0.9985	-1.0817	-0.2751	-0.5261	-0.5723
4.225	-0.7891	-0.8757	-0.5906	-1.0059	-1.1097	-0.2953	-0.5356	-0.5971
4.325	-0.8156	-0.9166	-0.6351	-1.0353	-1.1559	-0.3214	-0.5573	-0.628
4.425	-0.8278	-0.9311	-0.6687	-1.0451	-1.1692	-0.3392	-0.5685	-0.6393
4.525	-0.8553	-0.9537	-0.7107	-1.0754	-1.1938	-0.3671	-0.5929	-0.6581
4.625	-0.8667	-0.9617	-0.7411	-1.0851	-1.2007	-0.3828	-0.6035	-0.6638
4.725	-0.8888	-0.9808	-0.7714	-1.1132	-1.2242	-0.4026	-0.6226	-0.6795
4.825	-0.8667	-0.9617	-0.7411	-1.0851	-1.2007	-0.3828	-0.6035	-0.6638
4.925	-0.8553	-0.9537	-0.7107	-1.0754	-1.1939	-0.3671	-0.5929	-0.6581
5.025	-0.8278	-0.9311	-0.6687	-1.0452	-1.1693	-0.3392	-0.5685	-0.6393
5.125	-0.8157	-0.9166	-0.6352	-1.0353	-1.156	-0.3214	-0.5573	-0.628
5.225	-0.7891	-0.8758	-0.5907	-1.006	-1.1099	-0.2954	-0.5356	-0.5971
5.325	-0.7787	-0.8451	-0.55	-0.9986	-1.0818	-0.2751	-0.5261	-0.5723

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.203	-0.2413	-0.3052	-0.4193	-0.2954	-0.6134	-0.6592	-0.3651
5.525	-0.1851	-0.2158	-0.2728	-0.3717	-0.2555	-0.5131	-0.5472	-0.3169
5.625	-0.1586	-0.1821	-0.2307	-0.3099	-0.212	-0.4223	-0.4507	-0.2638
5.75	-0.11	-0.1249	-0.1577	-0.2102	-0.1418	-0.2793	-0.296	-0.1765
5.875	-0.0589	-0.0671	-0.0834	-0.1062	-0.0757	-0.1579	-0.1679	-0.0927
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.01653	0.0182	0.0218	0.0256	0.0207	0.0264	0.028	0.0245
6.16	0.02561	0.0281	0.0365	0.0532	0.0336	0.0402	0.0439	0.0425
6.28	0.04126	0.0459	0.0556	0.0723	0.0544	0.0601	0.0656	0.0647
6.4	0.05312	0.0597	0.0724	0.0946	0.0726	0.0808	0.0895	0.0863
6.5	0.06435	0.0715	0.0837	0.1061	0.0869	0.097	0.1076	0.1002
6.6	0.06965	0.0774	0.0911	0.1153	0.0962	0.1122	0.1254	0.1113
6.7	0.0789	0.0865	0.0999	0.1241	0.1081	0.1208	0.1364	0.1229

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.7446	-0.7981	-0.4977	-0.9534	-1.0211	-0.2504	-0.5068	-0.5439
5.525	-0.6239	-0.6642	-0.4295	-0.7987	-0.8505	-0.2199	-0.4254	-0.4528
5.625	-0.5119	-0.545	-0.3524	-0.6461	-0.6877	-0.1849	-0.3547	-0.3778
5.75	-0.3394	-0.3591	-0.2341	-0.4316	-0.4566	-0.1249	-0.235	-0.2485
5.875	-0.1858	-0.1973	-0.1173	-0.2198	-0.2335	-0.0665	-0.1348	-0.1431
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.0339	0.0356	0.0291	0.0408	0.0427	0.0187	0.0253	0.0266
6.16	0.051	0.0551	0.061	0.0674	0.0721	0.0303	0.038	0.041
6.28	0.072	0.0783	0.0836	0.0864	0.0936	0.0485	0.0557	0.0604
6.4	0.0959	0.1058	0.1115	0.1151	0.1262	0.0642	0.0742	0.0815
6.5	0.1122	0.1242	0.1261	0.1318	0.1453	0.0779	0.0893	0.0982
6.6	0.1297	0.1449	0.1397	0.1521	0.1692	0.0862	0.1028	0.114
6.7	0.1385	0.1563	0.1519	0.1606	0.1809	0.0979	0.1123	0.1254

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	0.08217	0.0899	0.1039	0.1288	0.1149	0.1227	0.1417	0.1306
6.9	0.08949	0.0969	0.1102	0.1341	0.1249	0.1254	0.147	0.1399
7	0.09157	0.0987	0.1122	0.136	0.1304	0.1267	0.1481	0.1459
7.1	0.0973	0.104	0.1168	0.1391	0.1339	0.1288	0.1474	0.1484
7.2	0.09877	0.1051	0.1178	0.1393	0.1316	0.1297	0.1456	0.1456
7.3	0.1033	0.1092	0.1213	0.1412	0.1324	0.13	0.1433	0.1458
7.4	0.10458	0.1101	0.122	0.1407	0.1307	0.1285	0.1394	0.1435
7.5	0.10834	0.1137	0.1251	0.1424	0.1315	0.128	0.1366	0.1438
7.6	0.10978	0.115	0.1261	0.1423	0.1307	0.1268	0.1336	0.1424
7.7	0.11315	0.1184	0.1293	0.1446	0.1322	0.1262	0.1322	0.1435
7.8	0.11508	0.1206	0.1313	0.1458	0.1328	0.1255	0.1312	0.1437
7.9	0.11837	0.1244	0.1352	0.1495	0.1354	0.1275	0.1327	0.1462
8	0.1211	0.1278	0.1386	0.1528	0.1377	0.1323	0.1372	0.1485

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	0.1407	0.1623	0.1611	0.1634	0.1881	0.1042	0.1146	0.1307
6.9	0.1428	0.1677	0.1702	0.1644	0.1928	0.1144	0.1181	0.1368
7	0.1442	0.1689	0.1767	0.1659	0.1936	0.1196	0.1197	0.1384
7.1	0.1456	0.1669	0.1767	0.1662	0.1902	0.1244	0.1226	0.1389
7.2	0.1464	0.1649	0.1725	0.1666	0.1869	0.1232	0.1238	0.1378
7.3	0.1458	0.1613	0.1701	0.1643	0.1813	0.1249	0.1249	0.1367
7.4	0.1437	0.1563	0.1658	0.1615	0.1753	0.124	0.124	0.1337
7.5	0.1425	0.1525	0.164	0.1589	0.169	0.1255	0.1241	0.1319
7.6	0.1407	0.1485	0.1609	0.156	0.1634	0.1252	0.1233	0.1295
7.7	0.1394	0.1462	0.1605	0.1537	0.161	0.1269	0.1232	0.1287
7.8	0.138	0.1446	0.1595	0.1506	0.1574	0.1276	0.1227	0.128
7.9	0.1394	0.1452	0.1615	0.1521	0.1583	0.1299	0.1244	0.1292
8	0.1442	0.1497	0.1637	0.1573	0.1633	0.1318	0.1285	0.1332

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	0.12532	0.1336	0.145	0.1597	0.143	0.1382	0.1428	0.1542
8.24	0.12956	0.1391	0.1511	0.1659	0.1483	0.1441	0.1485	0.1598
8.32	0.13229	0.1427	0.1553	0.1712	0.1516	0.1479	0.1521	0.1636
8.4	0.13515	0.1466	0.1596	0.1759	0.1552	0.1521	0.1562	0.1676
8.485	0.13923	0.1517	0.1653	0.1822	0.1611	0.1589	0.161	0.1741
8.57	0.14297	0.1565	0.1708	0.188	0.1668	0.1668	0.1673	0.1805
8.655	0.14715	0.1617	0.1769	0.1952	0.1728	0.1749	0.1749	0.1872
8.74	0.15122	0.1669	0.1828	0.2016	0.1787	0.183	0.1828	0.1939
8.825	0.15556	0.1723	0.1892	0.2089	0.1849	0.1913	0.1906	0.2009
8.91	0.1598	0.1777	0.1954	0.2158	0.1911	0.1994	0.1993	0.2078
8.995	0.16419	0.1832	0.2018	0.2232	0.1973	0.2077	0.2083	0.2148
9.08	0.16845	0.1887	0.2079	0.2307	0.2036	0.2159	0.2174	0.2218
9.45	0.187	0.2126	0.2351	0.2622	0.2327	0.2526	0.2572	0.2537

ตารางที่ ข.2 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	0.1503	0.1554	0.1696	0.1638	0.1693	0.1358	0.1336	0.1382
8.24	0.1565	0.1613	0.1754	0.1703	0.1753	0.14	0.1387	0.1432
8.32	0.1605	0.1652	0.18	0.1753	0.1801	0.1426	0.1419	0.1464
8.4	0.165	0.1694	0.1842	0.1796	0.1844	0.1455	0.1453	0.1498
8.485	0.1724	0.1744	0.1915	0.1875	0.1899	0.15039	0.1515	0.154
8.57	0.1812	0.1815	0.1983	0.1971	0.1974	0.15494	0.1581	0.1597
8.655	0.1902	0.19	0.2062	0.2068	0.2068	0.15974	0.1648	0.1663
8.74	0.1991	0.1986	0.2134	0.2163	0.2159	0.1645	0.1714	0.1728
8.825	0.2083	0.2074	0.2213	0.2262	0.2253	0.16938	0.1782	0.1794
8.91	0.2173	0.2171	0.229	0.2358	0.2355	0.17426	0.1848	0.1868
8.995	0.2264	0.2269	0.237	0.2458	0.2458	0.17919	0.1915	0.1942
9.08	0.2354	0.2368	0.2447	0.2554	0.2562	0.18409	0.1981	0.2017
9.45	0.2752	0.2801	0.2797	0.2977	0.3015	0.20805	0.2285	0.2349

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	0.19142	0.2174	0.2401	0.2675	0.2377	0.258	0.2626	0.259
0.37	0.17252	0.193	0.2125	0.2354	0.2081	0.2207	0.2222	0.2266
0.455	0.16818	0.1874	0.2062	0.2279	0.2017	2.12E-01	0.213	0.2195
0.54	0.16371	0.1818	0.1997	0.2204	0.1954	0.204	0.2039	0.2124
0.625	0.15938	0.1764	0.1934	0.2134	0.1891	0.1957	0.1951	0.2053
0.71	0.15497	0.1708	0.187	0.206	0.1828	0.1874	0.1871	0.1983
0.795	0.15081	0.1656	0.1809	0.1994	0.1768	0.1792	0.1791	0.1914
0.88	0.14655	0.1603	0.1747	0.1921	0.1707	0.1709	0.1714	0.1846
0.965	0.14273	0.1553	0.1692	0.1862	0.1649	1.63E-01	0.165	0.1781
1.05	0.13858	0.1502	0.1634	0.1798	0.1589	0.156	0.16	0.1715
1.13	0.13561	0.1462	0.1589	0.175	0.1552	0.1516	0.1558	0.1674
1.21	0.13285	0.1425	0.1547	0.1696	0.1518	0.1478	0.1522	0.1636
1.33	0.12846	0.1368	0.1485	0.1632	0.1464	0.1417	0.1463	0.1578

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	0.2807	0.2856	0.2852	0.3035	0.3073	0.2128	0.2334	0.24
0.37	0.2404	0.2418	0.2496	0.2606	0.2614	0.1884	0.2026	0.2062
0.455	0.2312	0.2317	0.2418	0.2509	0.2509	0.1834	0.1959	0.1987
0.54	0.222	0.2218	0.2337	0.2407	0.2404	0.1784	0.189	0.1911
0.625	0.2129	0.212	0.2259	0.2309	0.2301	0.1735	0.1823	0.1836
0.71	0.2036	0.2031	0.2179	0.2209	0.2206	0.1685	0.1755	0.1769
0.795	0.1946	0.1944	0.2105	0.2113	0.2113	0.1636	0.1688	0.1703
0.88	0.1853	0.1857	0.2025	0.2014	0.2017	0.1587	0.162	0.1636
0.965	0.1765	0.1785	0.1955	0.1917	0.1941	0.1541	0.1553	0.1578
1.05	0.169	0.1733	0.1881	0.1837	0.1885	0.1491	0.149	0.1534
1.13	0.1643	0.169	0.1838	0.1793	0.1841	0.1461	0.1454	0.1499
1.21	0.1603	0.1651	0.1792	0.1742	0.1792	0.1435	0.1421	0.1467
1.33	0.1538	0.159	0.1732	0.1675	0.173	0.1391	0.1369	0.1415

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	0.12414	0.1309	0.1419	0.1563	0.141	0.1356	0.1406	0.1519
1.55	0.12131	0.1275	0.1384	0.1528	0.1386	0.1308	0.1359	0.1495
1.65	0.11792	0.1235	0.1344	0.149	0.1358	0.1286	0.1344	0.1469
1.75	0.11588	0.1212	0.1323	0.1477	0.1351	0.1293	0.1353	0.1466
1.85	0.11239	0.1176	0.1289	0.1453	0.1336	0.1297	0.1366	0.1454
1.95	0.11083	0.1162	0.1278	0.1452	0.1343	0.1309	0.1395	0.1467
2.05	0.10694	0.1126	0.1246	0.1434	0.1333	0.1313	0.1423	0.1463
2.15	0.1055	0.1115	0.1237	0.1437	0.1349	0.1327	0.1461	0.1485
2.25	0.1009	0.1072	0.1201	0.1416	0.1339	0.1323	0.1483	0.1482
2.35	0.0993	0.106	0.1189	0.1414	0.1361	0.1313	0.1501	0.1508
2.45	0.0934	0.1006	0.1142	0.138	0.1324	0.129	0.1506	0.1481
2.55	0.0912	0.0986	0.112	0.1361	0.1269	0.1276	0.1495	0.142
2.65	0.0837	0.0914	0.1055	0.1305	0.1165	0.1248	0.1439	0.1324

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	0.1476	0.1531	0.1672	0.1609	0.1668	0.1351	0.1317	0.1364
1.55	0.1427	0.1485	0.1649	0.1555	0.1617	0.133	0.1274	0.1323
1.65	0.1412	0.1478	0.1628	0.1539	0.1607	0.1306	0.1256	0.1309
1.75	0.1425	0.1493	0.1637	0.1569	0.1642	0.1298	0.1261	0.1316
1.85	0.1437	0.1516	0.1639	0.1591	0.1666	0.128	0.1261	0.1324
1.95	0.1454	0.1556	0.167	0.1619	0.1721	0.1282	0.1268	0.1347
2.05	0.1465	0.1593	0.1686	0.1644	0.1783	0.1266	0.1266	0.1365
2.15	0.1485	0.1642	0.1729	0.1672	0.1842	0.1274	0.1275	0.1394
2.25	0.149	0.1677	0.175	0.1693	0.1897	0.1255	0.1262	0.1404
2.35	0.1481	0.1697	0.1792	0.1689	0.1931	0.1266	0.1249	0.1414
2.45	0.1466	0.1715	0.179	0.1684	0.1963	0.1217	0.1219	0.1408
2.55	0.1451	0.1703	0.1724	0.1668	0.1954	0.1163	0.1202	0.1391
2.65	0.1428	0.1646	0.1629	0.1655	0.1903	0.1059	0.1165	0.1327

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	0.0803	0.0879	0.1014	0.1257	0.1097	0.1228	0.1385	0.1246
2.85	0.0708	0.0785	0.0923	0.1166	0.0975	0.1138	0.1271	0.1127
2.95	0.0654	0.0725	0.0849	0.1073	0.0881	0.0986	0.1093	0.1016
3.05	0.0539	0.0605	0.0732	0.0953	0.0733	0.0818	0.0905	0.0871
3.17	0.042	0.0466	0.0563	0.0731	0.0552	0.0613	0.0668	0.0656
3.29	0.0259	0.0283	0.0368	0.0534	0.0337	0.0406	0.0442	0.0427
3.37	0.0169	0.0184	0.0221	0.0259	0.021	0.0269	0.0285	0.0248
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.059	-0.0672	-0.0834	-0.1063	-0.0759	-0.158	-0.1681	-0.0928
3.7	-0.1103	-0.1252	-0.1581	-0.2107	-0.1423	-0.2798	-0.2968	-0.177
3.825	-0.1589	-0.1825	-0.2311	-0.3105	-0.2127	-0.423	-0.4516	-0.2644
3.925	-0.1856	-0.2164	-0.2734	-0.3724	-0.2564	-0.5142	-0.5485	-0.3177
4.025	-0.2036	-0.242	-0.3059	-0.4201	-0.2964	-0.6147	-0.6606	-0.366

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	0.1405	0.1585	0.1536	0.1627	0.1832	0.0995	0.1141	0.1274
2.85	0.1314	0.1466	0.1411	0.1537	0.1709	0.0875	0.1043	0.1155
2.95	0.1139	0.126	0.1274	0.1335	0.1472	0.0791	0.0908	0.0998
3.05	0.0969	0.1069	0.1122	0.116	0.1272	0.065	0.0751	0.0824
3.17	0.0732	0.0796	0.0846	0.0876	0.0949	0.0493	0.0567	0.0614
3.29	0.0513	0.0553	0.0611	0.0677	0.0724	0.0306	0.0383	0.0413
3.37	0.0344	0.0362	0.0294	0.0413	0.0433	0.019	0.0257	0.0271
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.1861	-0.1975	-0.1175	-0.22	-0.2337	-0.0666	-0.135	-0.1433
3.7	-0.3401	-0.3599	-0.2347	-0.4323	-0.4574	-0.1253	-0.2356	-0.2492
3.825	-0.5128	-0.546	-0.3532	-0.6469	-0.6887	-0.1854	-0.3555	-0.3787
3.925	-0.6251	-0.6655	-0.4305	-0.8	-0.8519	-0.2206	-0.4265	-0.454
4.025	-0.7459	-0.7996	-0.4988	-0.9548	-1.0226	-0.2513	-0.508	-0.5453

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.2177	-0.262	-0.3284	-0.453	-0.329	-0.6446	-0.7021	-0.4027
4.225	-0.2219	-0.2701	-0.3377	-0.4679	-0.3556	-0.6545	-0.7313	-0.4318
4.325	-0.2351	-0.2865	-0.3541	-0.4888	-0.3874	-0.6774	-0.7664	-0.4654
4.425	-0.2329	-0.2864	-0.3543	-0.4918	-0.4101	-0.6881	-0.7776	-0.4896
4.525	-0.2453	-0.3004	-0.3677	-0.5068	-0.4429	-0.7133	-0.7973	-0.5228
4.625	-0.238	-0.2938	-0.3616	-0.5023	-0.463	-0.723	-0.8027	-0.5446
4.725	-0.2486	-0.3049	-0.3719	-0.5124	-0.4848	-0.743	-0.8193	-0.5671
4.825	-0.238	-0.2938	-0.3616	-0.5023	-0.463	-0.723	-0.8027	-0.5446
4.925	-0.2453	-0.3004	-0.3677	-0.5068	-0.4429	-0.7133	-0.7973	-0.5228
5.025	-0.2329	-0.2864	-0.3543	-0.4919	-0.4102	-0.6881	-0.7776	-0.4896
5.125	-0.2351	-0.2865	-0.3541	-0.4889	-0.3874	-0.6775	-0.7664	-0.4654
5.225	-0.2219	-0.2701	-0.3377	-0.468	-0.3556	-0.6545	-0.7313	-0.4319
5.325	-0.2177	-0.262	-0.3284	-0.453	-0.329	-0.6446	-0.7021	-0.4027

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.7803	-0.8469	-0.5514	-1.0003	-1.0836	-0.2761	-0.5275	-0.5739
4.225	-0.7908	-0.8777	-0.5922	-1.0078	-1.1118	-0.2965	-0.5371	-0.5988
4.325	-0.8175	-0.9187	-0.6369	-1.0372	-1.1582	-0.3227	-0.5588	-0.6298
4.425	-0.8297	-0.9333	-0.6705	-1.0472	-1.1716	-0.3406	-0.5701	-0.6412
4.525	-0.8573	-0.956	-0.7127	-1.0775	-1.1963	-0.3687	-0.5946	-0.6601
4.625	-0.8688	-0.9641	-0.7432	-1.0873	-1.2032	-0.3845	-0.6053	-0.6659
4.725	-0.891	-0.9832	-0.7736	-1.1155	-1.2268	-0.4044	-0.6245	-0.6816
4.825	-0.8688	-0.9641	-0.7433	-1.0873	-1.2033	-0.3845	-0.6053	-0.6658
4.925	-0.8573	-0.956	-0.7128	-1.0776	-1.1964	-0.3687	-0.5946	-0.6601
5.025	-0.8297	-0.9333	-0.6706	-1.0472	-1.1717	-0.3406	-0.5701	-0.6412
5.125	-0.8175	-0.9187	-0.637	-1.0373	-1.1583	-0.3228	-0.5588	-0.6298
5.225	-0.7908	-0.8777	-0.5923	-1.0079	-1.112	-0.2965	-0.5371	-0.5988
5.325	-0.7803	-0.8469	-0.5515	-1.0004	-1.0838	-0.2762	-0.5275	-0.5738

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.2036	-0.242	-0.3059	-0.4202	-0.2965	-0.6147	-0.6606	-0.3661
5.525	-0.1856	-0.2164	-0.2734	-0.3725	-0.2564	-0.5142	-0.5485	-0.3178
5.625	-0.1589	-0.1826	-0.2312	-0.3106	-0.2127	-0.4231	-0.4517	-0.2644
5.75	-0.1103	-0.1252	-0.1581	-0.2107	-0.1423	-0.2798	-0.2967	-0.177
5.875	-0.059	-0.0672	-0.0835	-0.1064	-0.0759	-0.1581	-0.1682	-0.0929
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.0168	0.0184	0.022	0.0258	0.0209	0.0268	0.0284	0.0248
6.16	0.026	0.0284	0.0369	0.0537	0.0339	0.0408	0.0444	0.0429
6.28	0.0419	0.0466	0.0562	0.073	0.0551	0.0611	0.0666	0.0655
6.4	0.0539	0.0605	0.0733	0.0956	0.0735	0.082	0.0908	0.0874
6.5	0.0654	0.0725	0.0849	0.1074	0.0881	0.0986	0.1092	0.1016
6.6	0.0708	0.0785	0.0924	0.1168	0.0976	0.1139	0.1273	0.1128
6.7	0.0803	0.0879	0.1014	0.1258	0.1097	0.1228	0.1385	0.1246

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.746	-0.7996	-0.499	-0.9549	-1.0227	-0.2513	-0.508	-0.5453
5.525	-0.6251	-0.6655	-0.4306	-0.8	-0.852	-0.2206	-0.4265	-0.454
5.625	-0.5128	-0.546	-0.3533	-0.6471	-0.6889	-0.1855	-0.3555	-0.3787
5.75	-0.3401	-0.3599	-0.2347	-0.4324	-0.4575	-0.1253	-0.2356	-0.2492
5.875	-0.1861	-0.1976	-0.1176	-0.2201	-0.2338	-0.0667	-0.1351	-0.1434
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.0343	0.036	0.0292	0.0411	0.043	0.019	0.0256	0.027
6.16	0.0515	0.0557	0.0615	0.0681	0.0729	0.0307	0.0384	0.0414
6.28	0.073	0.0794	0.0844	0.0874	0.0947	0.0492	0.0565	0.0612
6.4	0.0972	0.1072	0.1127	0.1165	0.1278	0.0651	0.0752	0.0826
6.5	0.1138	0.126	0.1275	0.1336	0.1473	0.079	0.0907	0.0997
6.6	0.1315	0.1468	0.1413	0.1541	0.1714	0.0875	0.1044	0.1156
6.7	0.1405	0.1585	0.1537	0.1629	0.1834	0.0995	0.1141	0.1273

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	0.0837	0.0914	0.1056	0.1306	0.1166	0.1248	0.1439	0.1325
6.9	0.0912	0.0986	0.1121	0.1362	0.1269	0.1276	0.1494	0.142
7	0.0934	0.1006	0.1142	0.1381	0.1325	0.129	0.1506	0.1482
7.1	0.0992	0.106	0.1189	0.1414	0.1361	0.1313	0.15	0.1509
7.2	0.1008	0.1072	0.1201	0.1417	0.1339	0.1323	0.1482	0.1482
7.3	0.1055	0.1115	0.1237	0.1438	0.1349	0.1326	0.146	0.1485
7.4	0.10692	0.1125	0.1245	0.1434	0.1333	0.1312	0.1422	0.1463
7.5	0.11081	0.1162	0.1277	0.1452	0.1342	0.1308	0.1394	0.1466
7.6	0.11237	0.1176	0.1289	0.1453	0.1335	0.1297	0.1365	0.1454
7.7	0.11585	0.1212	0.1323	0.1477	0.1351	0.1292	0.1352	0.1466
7.8	0.1179	0.1235	0.1343	0.1489	0.1358	0.1286	0.1343	0.1469
7.9	0.12128	0.1275	0.1384	0.1528	0.1385	0.1307	0.1358	0.1495
8	0.12412	0.1309	0.1419	0.1562	0.141	0.1356	0.1405	0.1519

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	0.1428	0.1647	0.1632	0.1657	0.1906	0.1059	0.1164	0.1327
6.9	0.1451	0.1703	0.1725	0.1669	0.1956	0.1163	0.1201	0.139
7	0.1466	0.1715	0.1792	0.1685	0.1965	0.1217	0.1218	0.1407
7.1	0.1481	0.1697	0.1793	0.1689	0.1932	0.1266	0.1249	0.1413
7.2	0.149	0.1677	0.1752	0.1693	0.1898	0.1255	0.1261	0.1403
7.3	0.1485	0.1642	0.1729	0.1672	0.1843	0.1273	0.1274	0.1393
7.4	0.1465	0.1592	0.1687	0.1644	0.1783	0.1266	0.1265	0.1364
7.5	0.1453	0.1555	0.167	0.1619	0.172	0.1282	0.1267	0.1346
7.6	0.1436	0.1515	0.1639	0.159	0.1665	0.128	0.126	0.1323
7.7	0.1424	0.1492	0.1637	0.1568	0.1641	0.1298	0.126	0.1316
7.8	0.1411	0.1477	0.1627	0.1538	0.1607	0.1306	0.1256	0.1309
7.9	0.1426	0.1484	0.1649	0.1554	0.1616	0.133	0.1274	0.1322
8	0.1475	0.1531	0.1671	0.1608	0.1668	0.135	0.1316	0.1364

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	0.12845	0.1368	0.1484	0.1632	0.1464	0.1417	0.1462	0.1578
8.24	0.13281	0.1425	0.1546	0.1696	0.1518	0.1478	0.1521	0.1635
8.32	0.13561	0.1461	0.1589	0.175	0.1552	0.1516	0.1558	0.1674
8.4	0.13855	0.1501	0.1634	0.1798	0.1589	0.156	0.16	0.1715
8.485	0.14271	0.1553	0.1691	0.1862	0.1649	0.1628	0.165	0.1781
8.57	0.14654	0.1603	0.1747	0.1921	0.1707	0.1709	0.1714	0.1846
8.655	0.1508	0.1656	0.1809	0.1994	0.1768	0.1792	0.1791	0.1914
8.74	0.15496	0.1709	0.187	0.206	0.1828	0.1874	0.1871	0.1983
8.825	0.15938	0.1764	0.1935	0.2134	0.1891	0.1958	0.1951	0.2053
8.91	0.16371	0.1819	0.1998	0.2204	0.1954	0.2041	0.204	0.2124
8.995	0.16818	0.1875	0.2063	0.228	0.2018	0.2125	0.2131	0.2196
9.08	0.17253	0.193	0.2125	0.2355	0.2081	0.2208	0.2223	0.2267
9.45	0.19145	0.2174	0.2402	0.2676	0.2378	0.2582	0.2628	0.2591

ตารางที่ ข.3 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	0.1538	0.1589	0.1732	0.1675	0.1729	0.1391	0.1369	0.1415
8.24	0.1602	0.165	0.1791	0.1741	0.1792	0.1434	0.1421	0.1466
8.32	0.1643	0.169	0.1838	0.1792	0.184	0.1461	0.1454	0.1499
8.4	0.1689	0.1733	0.1881	0.1836	0.1885	0.1491	0.149	0.1534
8.485	0.1765	0.1785	0.1955	0.1917	0.1941	0.1541	0.1553	0.1578
8.57	0.1853	0.1857	0.2025	0.2014	0.2017	0.1587	0.162	0.1636
8.655	0.1946	0.1944	0.2105	0.2114	0.2113	0.1636	0.1688	0.1703
8.74	0.2036	0.2032	0.2179	0.221	0.2206	0.1685	0.1755	0.1769
8.825	0.2129	0.2121	0.2259	0.231	0.2302	0.1734	0.1824	0.1837
8.91	0.2221	0.2219	0.2338	0.2409	0.2405	0.1784	0.1891	0.1912
8.995	0.2313	0.2319	0.2419	0.251	0.251	0.1834	0.1959	0.1987
9.08	0.2405	0.242	0.2497	0.2608	0.2616	0.1884	0.2026	0.2063
9.45	0.281	0.2859	0.2853	0.3038	0.3076	0.2128	0.2335	0.2401

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	0.1993	0.226	0.2493	0.2773	0.247	0.2679	0.2726	0.2688
0.37	0.1797	0.2009	0.2208	0.2442	0.2165	0.2296	0.2311	0.2354
0.455	0.1752	0.1951	0.2143	0.2365	0.21	2.21E-01	0.2217	0.2281
0.54	0.1706	0.1894	0.2076	0.2287	0.2034	0.2124	0.2123	0.2208
0.625	0.1661	0.1837	0.2012	0.2215	0.1969	0.2039	0.2032	0.2135
0.71	0.1616	0.178	0.1945	0.2138	0.1905	0.1952	0.195	0.2062
0.795	0.1572	0.1725	0.1883	0.207	0.1842	0.1868	0.1868	0.1991
0.88	0.1528	0.1671	0.1819	0.1996	0.1779	0.1783	0.1788	0.1921
0.965	0.1488	0.162	0.1761	0.1934	0.1719	1.70E-01	0.1721	0.1853
1.05	0.1446	0.1566	0.1702	0.1868	0.1658	0.1629	0.167	0.1786
1.13	0.1414	0.1524	0.1655	0.1818	0.1618	0.1583	0.1625	0.1742
1.21	0.1386	0.1487	0.1611	0.1763	0.1584	0.1544	0.1588	0.1703
1.33	0.1339	0.1427	0.1546	0.1696	0.1527	0.1479	0.1525	0.1642

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	0.2912	0.2962	0.2954	0.3144	0.3182	0.2214	0.2426	0.2494
0.37	0.2497	0.2512	0.2588	0.2702	0.271	0.1963	0.2108	0.2147
0.455	0.2403	0.2408	0.2508	0.2601	0.2601	0.1911	0.2039	0.2069
0.54	0.2307	0.2306	0.2424	0.2497	0.2494	0.1859	0.1969	0.1992
0.625	0.2214	0.2205	0.2344	0.2396	0.2387	0.1808	0.19	0.1914
0.71	0.2118	0.2114	0.2261	0.2293	0.2289	0.1756	0.183	0.1845
0.795	0.2025	0.2023	0.2185	0.2194	0.2193	0.1706	0.176	0.1776
0.88	0.193	0.1934	0.2102	0.2092	0.2095	0.1656	0.169	0.1708
0.965	0.1839	0.1859	0.203	0.1992	0.2016	0.1607	0.1621	0.1647
1.05	0.1761	0.1805	0.1954	0.1909	0.1957	0.1556	0.1556	0.1602
1.13	0.1713	0.176	0.1909	0.1863	0.1911	0.1524	0.1518	0.1565
1.21	0.167	0.1719	0.1861	0.181	0.1861	0.1497	0.1484	0.1531
1.33	0.1603	0.1654	0.1798	0.174	0.1795	0.1451	0.1429	0.1476

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	0.1294	0.1366	0.1479	0.1624	0.1471	0.1416	0.1465	0.1581
1.55	0.1264	0.133	0.1441	0.1587	0.1444	0.1365	0.1416	0.1556
1.65	0.1228	0.1288	0.1399	0.1547	0.1415	0.1341	0.1399	0.1527
1.75	0.1206	0.1263	0.1376	0.1532	0.1406	0.1346	0.1407	0.1522
1.85	0.1169	0.1225	0.134	0.1506	0.1388	0.1349	0.1419	0.1508
1.95	0.1151	0.1208	0.1326	0.1503	0.1393	0.1359	0.1447	0.1519
2.05	0.111	0.117	0.1291	0.1483	0.1382	0.1362	0.1473	0.1513
2.15	0.1094	0.1157	0.1281	0.1484	0.1396	0.1374	0.151	0.1533
2.25	0.1044	0.1111	0.1242	0.146	0.1384	0.1369	0.1531	0.1528
2.35	0.1026	0.1097	0.1228	0.1455	0.1404	0.1357	0.1548	0.1553
2.45	0.0964	0.1039	0.1178	0.1419	0.1364	0.1331	0.1551	0.1522
2.55	0.094	0.1017	0.1154	0.1397	0.1306	0.1316	0.1538	0.1458
2.65	0.0862	0.0942	0.1085	0.1338	0.1198	0.1285	0.1479	0.1358

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	0.1537	0.1593	0.1736	0.167	0.173	0.1409	0.1374	0.1423
1.55	0.1486	0.1545	0.1711	0.1614	0.1676	0.1386	0.1329	0.1379
1.65	0.1469	0.1535	0.1687	0.1596	0.1665	0.1361	0.131	0.1364
1.75	0.1481	0.1549	0.1695	0.1624	0.1698	0.135	0.1313	0.137
1.85	0.1491	0.1571	0.1695	0.1645	0.1721	0.1331	0.1311	0.1376
1.95	0.1507	0.161	0.1724	0.1672	0.1775	0.133	0.1316	0.1398
2.05	0.1516	0.1646	0.1739	0.1696	0.1836	0.1313	0.1313	0.1414
2.15	0.1535	0.1695	0.178	0.1723	0.1895	0.1318	0.132	0.1442
2.25	0.1538	0.1728	0.18	0.1742	0.1949	0.1297	0.1305	0.145
2.35	0.1527	0.1747	0.184	0.1736	0.1982	0.1306	0.1291	0.1459
2.45	0.151	0.1763	0.1835	0.1729	0.2012	0.1254	0.1257	0.1451
2.55	0.1493	0.175	0.1766	0.1712	0.2003	0.1197	0.1239	0.1432
2.65	0.1467	0.1689	0.1667	0.1696	0.1948	0.1089	0.1199	0.1365

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	0.0826	0.0905	0.1041	0.1287	0.1127	0.1264	0.1423	0.1277
2.85	0.0728	0.0807	0.0947	0.1192	0.1001	0.1169	0.1304	0.1154
2.95	0.0671	0.0745	0.0869	0.1096	0.0904	0.1014	0.1122	0.1039
3.05	0.0552	0.062	0.0748	0.0972	0.0751	0.084	0.0928	0.089
3.17	0.043	0.0478	0.0576	0.0744	0.0566	0.063	0.0687	0.0671
3.29	0.0265	0.029	0.0375	0.0542	0.0345	0.0416	0.0452	0.0435
3.37	0.0173	0.0189	0.0225	0.0262	0.0216	0.0277	0.0293	0.0254
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.0592	-0.0674	-0.0837	-0.1067	-0.0761	-0.1584	-0.1686	-0.0931
3.7	-0.1109	-0.1258	-0.1588	-0.2116	-0.1431	-0.2809	-0.298	-0.1778
3.825	-0.1597	-0.1833	-0.232	-0.3116	-0.2137	-0.4245	-0.4533	-0.2655
3.925	-0.1866	-0.2174	-0.2745	-0.3738	-0.2578	-0.5161	-0.5507	-0.3192
4.025	-0.2046	-0.2431	-0.3071	-0.4217	-0.298	-0.6169	-0.6632	-0.3677

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	0.1443	0.1626	0.1571	0.1666	0.1874	0.1023	0.1174	0.131
2.85	0.1347	0.1503	0.1441	0.1572	0.1747	0.0898	0.1071	0.1186
2.95	0.1169	0.1292	0.1301	0.1367	0.1505	0.0812	0.0933	0.1026
3.05	0.0993	0.1094	0.1144	0.1186	0.1299	0.0667	0.077	0.0846
3.17	0.075	0.0816	0.0861	0.0894	0.0967	0.0506	0.0583	0.0632
3.29	0.0524	0.0565	0.0621	0.0689	0.0736	0.0313	0.0392	0.0423
3.37	0.0352	0.0371	0.0298	0.0419	0.0438	0.0196	0.0264	0.0279
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	-0.1864	-0.1979	-0.1179	-0.2206	-0.2344	-0.0668	-0.1354	-0.1437
3.7	-0.3412	-0.3611	-0.2357	-0.4337	-0.459	-0.1261	-0.2365	-0.2502
3.825	-0.5143	-0.5477	-0.3546	-0.6488	-0.6908	-0.1864	-0.3568	-0.3801
3.925	-0.6272	-0.6679	-0.4323	-0.8024	-0.8546	-0.222	-0.4283	-0.4559
4.025	-0.7483	-0.8023	-0.5009	-0.9576	-1.0257	-0.2528	-0.5101	-0.5475

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.2189	-0.2633	-0.3298	-0.4547	-0.3309	-0.6472	-0.7051	-0.4047
4.225	-0.2231	-0.2714	-0.3391	-0.4698	-0.3577	-0.6573	-0.7345	-0.4341
4.325	-0.2364	-0.2879	-0.3557	-0.4908	-0.3898	-0.6804	-0.7699	-0.4679
4.425	-0.2343	-0.288	-0.356	-0.4939	-0.4128	-0.6912	-0.7813	-0.4924
4.525	-0.2467	-0.302	-0.3694	-0.5089	-0.4457	-0.7165	-0.8011	-0.5258
4.625	-0.2395	-0.2954	-0.3634	-0.5044	-0.4661	-0.7264	-0.8066	-0.5478
4.725	-0.2501	-0.3065	-0.3737	-0.5145	-0.488	-0.7465	-0.8233	-0.5704
4.825	-0.2395	-0.2954	-0.3634	-0.5044	-0.4661	-0.7264	-0.8066	-0.5478
4.925	-0.2468	-0.302	-0.3694	-0.509	-0.4457	-0.7165	-0.8011	-0.5258
5.025	-0.2343	-0.288	-0.356	-0.4939	-0.4128	-0.6912	-0.7813	-0.4924
5.125	-0.2364	-0.288	-0.3557	-0.4908	-0.3898	-0.6804	-0.7699	-0.468
5.225	-0.2232	-0.2714	-0.3392	-0.4698	-0.3577	-0.6573	-0.7345	-0.4341
5.325	-0.2189	-0.2633	-0.3298	-0.4548	-0.331	-0.6472	-0.7051	-0.4048

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	-0.783	-0.85	-0.5538	-1.0034	-1.0872	-0.278	-0.5299	-0.5765
4.225	-0.7937	-0.8811	-0.5948	-1.0111	-1.1157	-0.2986	-0.5396	-0.6016
4.325	-0.8205	-0.9224	-0.6399	-1.0407	-1.1624	-0.3251	-0.5615	-0.6329
4.425	-0.8329	-0.9372	-0.6737	-1.0509	-1.176	-0.3432	-0.5729	-0.6444
4.525	-0.8607	-0.96	-0.7162	-1.0814	-1.2008	-0.3715	-0.5976	-0.6635
4.625	-0.8723	-0.9682	-0.7469	-1.0913	-1.2078	-0.3875	-0.6084	-0.6693
4.725	-0.8946	-0.9874	-0.7775	-1.1197	-1.2316	-0.4075	-0.6276	-0.6851
4.825	-0.8723	-0.9682	-0.7469	-1.0914	-1.2079	-0.3875	-0.6084	-0.6693
4.925	-0.8607	-0.96	-0.7162	-1.0814	-1.2009	-0.3715	-0.5976	-0.6635
5.025	-0.8329	-0.9372	-0.6738	-1.0509	-1.176	-0.3432	-0.5729	-0.6444
5.125	-0.8206	-0.9224	-0.6399	-1.0408	-1.1625	-0.3251	-0.5615	-0.6329
5.225	-0.7937	-0.8811	-0.5949	-1.0112	-1.1158	-0.2986	-0.5396	-0.6016
5.325	-0.783	-0.85	-0.5539	-1.0035	-1.0874	-0.278	-0.5298	-0.5764

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.2046	-0.2431	-0.3071	-0.4218	-0.2981	-0.617	-0.6632	-0.3678
5.525	-0.1866	-0.2174	-0.2745	-0.3739	-0.2578	-0.5161	-0.5507	-0.3193
5.625	-0.1597	-0.1833	-0.2321	-0.3117	-0.2138	-0.4245	-0.4533	-0.2656
5.75	-0.1109	-0.1258	-0.1588	-0.2116	-0.1431	-0.2809	-0.2979	-0.1778
5.875	-0.0592	-0.0674	-0.0837	-0.1068	-0.0761	-0.1585	-0.1686	-0.0932
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.0172	0.0189	0.0225	0.0261	0.0215	0.0276	0.0291	0.0253
6.16	0.0265	0.029	0.0376	0.0545	0.0347	0.0418	0.0454	0.0438
6.28	0.0429	0.0478	0.0575	0.0743	0.0565	0.0629	0.0685	0.067
6.4	0.0552	0.062	0.075	0.0976	0.0753	0.0842	0.0931	0.0893
6.5	0.0671	0.0745	0.0869	0.1097	0.0904	0.1014	0.1121	0.1039
6.6	0.0728	0.0807	0.0947	0.1193	0.1001	0.117	0.1306	0.1155
6.7	0.0826	0.0905	0.1041	0.1288	0.1127	0.1264	0.1423	0.1278

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	-0.7484	-0.8023	-0.501	-0.9577	-1.0259	-0.2529	-0.5101	-0.5475
5.525	-0.6272	-0.6679	-0.4324	-0.8025	-0.8547	-0.222	-0.4283	-0.4559
5.625	-0.5144	-0.5478	-0.3547	-0.6489	-0.6909	-0.1865	-0.3569	-0.3801
5.75	-0.3412	-0.3611	-0.2358	-0.4338	-0.459	-0.1261	-0.2365	-0.2501
5.875	-0.1865	-0.198	-0.118	-0.2207	-0.2345	-0.0669	-0.1354	-0.1437
6	0	0	0	0	0	0	0	0
6.08	0.0351	0.0369	0.0296	0.0416	0.0435	0.0195	0.0263	0.0278
6.16	0.0527	0.0568	0.0626	0.0694	0.0742	0.0314	0.0393	0.0425
6.28	0.0749	0.0813	0.0859	0.0891	0.0965	0.0505	0.0581	0.063
6.4	0.0996	0.1098	0.1149	0.1191	0.1305	0.0668	0.0772	0.0848
6.5	0.1168	0.1292	0.1302	0.1367	0.1506	0.0811	0.0932	0.1025
6.6	0.1349	0.1505	0.1443	0.1576	0.1751	0.0899	0.1072	0.1187
6.7	0.1443	0.1627	0.1573	0.1668	0.1877	0.1023	0.1173	0.1309

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	0.0862	0.0942	0.1085	0.1339	0.1199	0.1285	0.1479	0.1359
6.9	0.094	0.1017	0.1154	0.1398	0.1306	0.1316	0.1537	0.1459
7	0.0964	0.1039	0.1178	0.142	0.1365	0.1331	0.155	0.1523
7.1	0.1026	0.1097	0.1228	0.1456	0.1404	0.1357	0.1547	0.1553
7.2	0.1044	0.1111	0.1242	0.1461	0.1384	0.1368	0.153	0.1528
7.3	0.1094	0.1156	0.1281	0.1484	0.1396	0.1374	0.1509	0.1533
7.4	0.111	0.1169	0.1291	0.1483	0.1382	0.1361	0.1472	0.1513
7.5	0.1151	0.1208	0.1326	0.1503	0.1393	0.1358	0.1446	0.1519
7.6	0.1169	0.1225	0.134	0.1505	0.1388	0.1349	0.1418	0.1508
7.7	0.1206	0.1262	0.1375	0.1531	0.1406	0.1346	0.1406	0.1522
7.8	0.1228	0.1287	0.1398	0.1546	0.1415	0.1341	0.1398	0.1527
7.9	0.1264	0.1329	0.1441	0.1587	0.1444	0.1364	0.1415	0.1555
8	0.1294	0.1366	0.1479	0.1624	0.1471	0.1415	0.1465	0.1581

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	0.1468	0.169	0.167	0.1698	0.1951	0.1089	0.1199	0.1365
6.9	0.1494	0.175	0.1768	0.1713	0.2005	0.1197	0.1238	0.1431
7	0.151	0.1763	0.1837	0.173	0.2014	0.1254	0.1257	0.145
7.1	0.1527	0.1747	0.1841	0.1737	0.1983	0.1306	0.129	0.1458
7.2	0.1538	0.1728	0.1801	0.1742	0.195	0.1297	0.1305	0.145
7.3	0.1534	0.1694	0.1781	0.1723	0.1895	0.1318	0.1319	0.1441
7.4	0.1516	0.1645	0.174	0.1696	0.1836	0.1312	0.1312	0.1413
7.5	0.1506	0.1609	0.1725	0.1672	0.1774	0.133	0.1316	0.1397
7.6	0.149	0.157	0.1695	0.1644	0.172	0.1331	0.131	0.1375
7.7	0.148	0.1548	0.1695	0.1624	0.1697	0.135	0.1312	0.1369
7.8	0.1468	0.1534	0.1687	0.1595	0.1664	0.136	0.1309	0.1364
7.9	0.1485	0.1544	0.171	0.1613	0.1675	0.1386	0.1329	0.1379
8	0.1537	0.1593	0.1735	0.167	0.1729	0.1408	0.1374	0.1423

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	0.1339	0.1427	0.1546	0.1696	0.1527	0.1479	0.1525	0.1642
8.24	0.1385	0.1486	0.161	0.1762	0.1583	0.1543	0.1587	0.1703
8.32	0.1414	0.1524	0.1655	0.1818	0.1618	0.1583	0.1625	0.1742
8.4	0.1445	0.1566	0.1701	0.1868	0.1658	0.1629	0.1669	0.1785
8.485	0.1488	0.1619	0.1761	0.1934	0.1719	0.17	0.1721	0.1853
8.57	0.1528	0.1671	0.1819	0.1996	0.1779	0.1783	0.1788	0.1921
8.655	0.1572	0.1725	0.1883	0.207	0.1842	0.1868	0.1868	0.1991
8.74	0.1615	0.178	0.1945	0.2139	0.1905	0.1953	0.195	0.2062
8.825	0.1661	0.1837	0.2012	0.2215	0.1969	0.2039	0.2033	0.2135
8.91	0.1706	0.1894	0.2077	0.2288	0.2034	0.2125	0.2124	0.2208
8.995	0.1752	0.1951	0.2144	0.2366	0.21	0.2212	0.2218	0.2281
9.08	0.1797	0.2009	0.2209	0.2443	0.2166	0.2297	0.2312	0.2355
9.45	0.1993	0.2261	0.2494	0.2774	0.2471	0.2681	0.2728	0.2689

ตารางที่ ข.4 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	0.1603	0.1654	0.1798	0.1739	0.1794	0.1451	0.1429	0.1476
8.24	0.167	0.1718	0.1861	0.1809	0.186	0.1497	0.1483	0.1531
8.32	0.1713	0.176	0.1909	0.1863	0.1911	0.1524	0.1518	0.1565
8.4	0.1761	0.1805	0.1954	0.1909	0.1957	0.1556	0.1556	0.1602
8.485	0.1839	0.1859	0.203	0.1992	0.2016	0.1607	0.1621	0.1647
8.57	0.193	0.1934	0.2102	0.2092	0.2095	0.1655	0.169	0.1708
8.655	0.2025	0.2023	0.2185	0.2195	0.2193	0.1706	0.176	0.1777
8.74	0.2119	0.2114	0.2261	0.2294	0.229	0.1756	0.183	0.1845
8.825	0.2214	0.2206	0.2344	0.2397	0.2388	0.1808	0.19	0.1915
8.91	0.2308	0.2307	0.2424	0.2498	0.2495	0.1859	0.197	0.1992
8.995	0.2404	0.2409	0.2508	0.2603	0.2603	0.1911	0.204	0.207
9.08	0.2498	0.2514	0.2589	0.2704	0.2712	0.1963	0.2109	0.2148
9.45	0.2915	0.2965	0.2956	0.3147	0.3185	0.2214	0.2428	0.2496

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	-0.8518	-0.8898	-0.9064	-0.9182	-0.8886	-0.8649	-0.8704	-0.8951
0.37	-0.7835	-0.8226	-0.8399	-0.8549	-0.8319	-0.8235	-0.8344	-0.8393
0.455	-0.7634	-0.8026	-0.8205	-0.8371	-0.8132	-8.08E-01	-0.8205	-0.8218
0.54	-0.7517	-0.791	-0.809	-0.8259	-0.8029	-0.8027	-0.8166	-0.8118
0.625	-0.7307	-0.77	-0.789	-0.8071	-0.7839	-0.787	-0.8021	-0.7941
0.71	-0.72	-0.7593	-0.7784	-0.7968	-0.7738	-0.7819	-0.7974	-0.7843
0.795	-0.6985	-0.7378	-0.7577	-0.7771	-0.7544	-0.7663	-0.7814	-0.7661
0.88	-0.6875	-0.7266	-0.7472	-0.7676	-0.7438	-0.7609	-0.7765	-0.7561
0.965	-0.6669	-0.706	-0.7266	-0.7477	-0.7248	-7.46E-01	-0.762	-0.7378
1.05	-0.6549	-0.6939	-0.7153	-0.7372	-0.7132	-0.7402	-0.7511	-0.7266
1.13	-0.6346	-0.6733	-0.6953	-0.7195	-0.6971	-0.7219	-0.734	-0.7119
1.21	-0.6239	-0.6628	-0.6848	-0.7083	-0.6874	-0.713	-0.7259	-0.7026
1.33	-0.5946	-0.633	-0.6556	-0.6805	-0.6574	-0.6862	-0.6997	-0.6735

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	-0.8591	-0.8593	-0.9056	-0.8655	-0.8676	-0.8737	-0.872	-0.8824
0.37	-0.8206	-0.8278	-0.8485	-0.8247	-0.8321	-0.8152	-0.8248	-0.8393
0.455	-0.8069	-0.8158	-0.8321	-0.812	-0.8201	-0.7954	-0.8075	-0.8235
0.54	-0.8023	-0.8126	-0.8225	-0.8074	-0.816	-0.7841	-0.8001	-0.8177
0.625	-0.7884	-0.8003	-0.8062	-0.7947	-0.8037	-0.764	-0.7826	-0.8016
0.71	-0.7842	-0.7968	-0.7968	-0.7905	-0.8002	-0.753	-0.7755	-0.7951
0.795	-0.7702	-0.7827	-0.7796	-0.7774	-0.7868	-0.7327	-0.7581	-0.7773
0.88	-0.766	-0.7791	-0.7708	-0.7737	-0.7835	-0.7213	-0.751	-0.7708
0.965	-0.7522	-0.7654	-0.7535	-0.7614	-0.7692	-0.7015	-0.7344	-0.7552
1.05	-0.7481	-0.7567	-0.7418	-0.7575	-0.7628	-0.6892	-0.728	-0.7429
1.13	-0.7306	-0.7404	-0.7302	-0.7411	-0.7484	-0.6728	-0.7087	-0.7246
1.21	-0.7225	-0.7333	-0.7195	-0.7331	-0.7414	-0.6625	-0.6985	-0.715
1.33	-0.6972	-0.7086	-0.692	-0.7096	-0.7186	-0.6325	-0.6707	-0.6873

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.5749	-0.6127	-0.6359	-0.6617	-0.6379	-0.6697	-0.6848	-0.6552
1.55	-0.5503	-0.5872	-0.6092	-0.6346	-0.6137	-0.6531	-0.6694	-0.6296
1.65	-0.5274	-0.5644	-0.5866	-0.6131	-0.5905	-0.6238	-0.642	-0.6076
1.75	-0.4956	-0.5319	-0.553	-0.5783	-0.5603	-0.5869	-0.6081	-0.576
1.85	-0.4751	-0.5104	-0.53	-0.5544	-0.5386	-0.5619	-0.5848	-0.5535
1.95	-0.4409	-0.475	-0.4939	-0.5178	-0.5056	-0.5255	-0.5481	-0.5197
2.05	-0.422	-0.4547	-0.4715	-0.4934	-0.4855	-0.5014	-0.5232	-0.4981
2.15	-0.3857	-0.4168	-0.4336	-0.4555	-0.4504	-0.4644	-0.4856	-0.4628
2.25	-0.3674	-0.3968	-0.4113	-0.4307	-0.431	-0.4404	-0.4605	-0.4415
2.35	-0.3305	-0.358	-0.3728	-0.3923	-0.3952	-0.4011	-0.421	-0.4054
2.45	-0.3113	-0.3369	-0.3497	-0.367	-0.3719	-0.3758	-0.3956	-0.3808
2.55	-0.2751	-0.2987	-0.3115	-0.3285	-0.3301	-0.3381	-0.3576	-0.3394
2.65	-0.2539	-0.2752	-0.2868	-0.3022	-0.3004	-0.312	-0.3274	-0.3095

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.6824	-0.6957	-0.6748	-0.6966	-0.7076	-0.6129	-0.653	-0.671
1.55	-0.6651	-0.6797	-0.6488	-0.6793	-0.6918	-0.5888	-0.6358	-0.6548
1.65	-0.637	-0.6539	-0.6285	-0.6528	-0.6679	-0.5649	-0.6047	-0.6254
1.75	-0.5997	-0.6194	-0.5955	-0.6147	-0.6318	-0.5347	-0.5683	-0.5914
1.85	-0.574	-0.5957	-0.573	-0.5878	-0.607	-0.5132	-0.5439	-0.5682
1.95	-0.5374	-0.5591	-0.5385	-0.5503	-0.5697	-0.4807	-0.5082	-0.5318
2.05	-0.5122	-0.5335	-0.5156	-0.5237	-0.5434	-0.4612	-0.4849	-0.5074
2.15	-0.4752	-0.4961	-0.4803	-0.4857	-0.5055	-0.427	-0.4488	-0.4703
2.25	-0.45	-0.47	-0.457	-0.4592	-0.4783	-0.4085	-0.4253	-0.4457
2.35	-0.4111	-0.4307	-0.4206	-0.4216	-0.44	-0.3735	-0.3865	-0.4069
2.45	-0.3849	-0.404	-0.3942	-0.3946	-0.4119	-0.3516	-0.3616	-0.3819
2.55	-0.347	-0.3656	-0.3532	-0.3572	-0.3737	-0.3114	-0.3245	-0.3443
2.65	-0.3203	-0.3352	-0.3228	-0.3303	-0.3441	-0.2835	-0.299	-0.315

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.2196	-0.2386	-0.2497	-0.2639	-0.2609	-0.2758	-0.29	-0.2696
2.85	-0.1961	-0.2125	-0.2229	-0.2363	-0.2297	-0.2474	-0.2574	-0.2383
2.95	-0.1647	-0.1779	-0.1863	-0.1966	-0.1923	-0.2084	-0.2172	-0.1989
3.05	-0.134	-0.1447	-0.1526	-0.1621	-0.155	-0.1664	-0.1728	-0.1617
3.17	-0.09	-0.0978	-0.1033	-0.1101	-0.1049	-0.1141	-0.1185	-0.1095
3.29	-0.0546	-0.0593	-0.0621	-0.0656	-0.0634	-0.0701	-0.0726	-0.0657
3.37	-0.0217	-0.0238	-0.0255	-0.0287	-0.0258	-0.0307	-0.0319	-0.0273
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0489	0.0523	0.0547	0.0576	0.0552	0.0545	0.0557	0.0572
3.7	0.0899	0.0965	0.101	0.1067	0.102	0.1023	0.1046	0.1056
3.825	0.1398	0.1495	0.1563	0.165	0.1576	0.1564	0.1597	0.1632
3.925	0.1724	0.1847	0.1933	0.204	0.1946	0.1943	0.1982	0.2016
4.025	0.2146	0.2293	0.2393	0.2516	0.2413	0.2388	0.2435	0.2493

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.2836	-0.2972	-0.2815	-0.293	-0.3058	-0.2459	-0.2636	-0.2784
2.85	-0.2559	-0.2657	-0.2503	-0.2657	-0.2752	-0.2166	-0.2368	-0.2475
2.95	-0.2142	-0.2227	-0.2078	-0.2208	-0.2287	-0.1819	-0.2002	-0.2096
3.05	-0.1728	-0.1789	-0.1703	-0.1797	-0.1854	-0.1465	-0.1598	-0.1666
3.17	-0.1183	-0.1225	-0.1154	-0.123	-0.1268	-0.0985	-0.1091	-0.1138
3.29	-0.0725	-0.0748	-0.0687	-0.0747	-0.0767	-0.0596	-0.0671	-0.0697
3.37	-0.0323	-0.0335	-0.0303	-0.0354	-0.0363	-0.0242	-0.0294	-0.0306
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0556	0.0567	0.0598	0.0565	0.0578	0.0525	0.053	0.0544
3.7	0.1046	0.1067	0.1108	0.1076	0.1098	0.0966	0.0991	0.1016
3.825	0.1602	0.1632	0.1711	0.1655	0.1687	0.1497	0.1515	0.1552
3.925	0.199	0.2026	0.2114	0.2055	0.2093	0.1846	0.1878	0.1923
4.025	0.2445	0.2489	0.2607	0.2525	0.257	0.2292	0.2309	0.2362

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	0.2479	0.2652	0.2771	0.2917	0.2788	0.2796	0.2845	0.2884
4.225	0.29039	0.3102	0.3231	0.3389	0.3258	0.3274	0.3326	0.3362
4.325	0.32479	0.347	0.3618	0.3799	0.3643	0.3701	0.3753	0.3763
4.425	0.36695	0.3916	0.4074	0.4266	0.4111	0.4175	0.4243	0.4238
4.525	0.40235	0.4294	0.4469	0.4681	0.4504	0.4606	0.4689	0.4646
4.625	0.44381	0.4732	0.4918	0.5141	0.497	0.5079	0.5178	0.5119
4.725	0.47988	0.5115	0.5318	0.5558	0.5379	0.5518	0.5633	0.5541
4.825	0.52042	0.5543	0.5757	0.6008	0.5818	0.5975	0.6108	0.5987
4.925	0.55674	0.5928	0.6157	0.6423	0.62	0.6401	0.6551	0.638
5.025	0.59614	0.6344	0.6584	0.6862	0.6603	0.6843	0.7014	0.6792
5.125	0.63231	0.6726	0.698	0.7271	0.6985	0.7269	0.7446	0.7182
5.225	0.67031	0.7127	0.7392	0.7694	0.7376	0.7706	0.7871	0.7582
5.325	0.70592	0.7503	0.7781	0.8093	0.7752	0.8129	0.8285	0.7966

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	0.2862	0.2907	0.3019	0.2949	0.2995	0.2645	0.2707	0.2762
4.225	0.3341	0.3389	0.3508	0.3434	0.3485	0.3094	0.3176	0.3237
4.325	0.3777	0.3825	0.3929	0.3878	0.3925	0.3456	0.3594	0.3656
4.425	0.4255	0.4317	0.4416	0.436	0.4417	0.3902	0.4059	0.4141
4.525	0.4693	0.4767	0.4843	0.4807	0.4875	0.4274	0.4479	0.4582
4.625	0.5169	0.5259	0.5325	0.5286	0.5365	0.47172	0.4942	0.5066
4.725	0.5614	0.5718	0.5749	0.5725	0.5812	0.51099	0.5372	0.5515
4.825	0.6077	0.6196	0.6206	0.6198	0.6299	0.55411	0.5826	0.5989
4.925	0.6508	0.6642	0.6608	0.6634	0.6746	0.59142	0.6246	0.6429
5.025	0.6955	0.7108	0.7026	0.7082	0.7211	0.63078	0.66823	0.6887
5.125	0.7385	0.7544	0.7422	0.7513	0.7646	0.66791	0.71013	0.7316
5.225	0.7825	0.7969	0.7829	0.7956	0.8072	0.70613	0.75321	0.77377
5.325	0.8253	0.8386	0.8218	0.8386	0.849	0.74272	0.79487	0.81469

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	0.74221	0.7885	0.8174	0.8497	0.8129	0.8532	0.8678	0.835
5.525	0.77693	0.8251	0.8552	0.8883	0.8496	0.8899	0.9045	0.8724
5.625	0.81105	0.861	0.8921	0.9264	0.8853	0.9254	0.9397	0.9089
5.75	0.85278	0.905	0.9372	0.9723	0.9297	0.9709	0.985	0.9538
5.875	0.89157	0.9458	0.9792	1.0158	0.971	1.0137	1.0277	0.9958
6	0.93125	0.9877	1.0221	1.0587	1.0136	1.0594	1.0735	1.039
6.08	0.95191	1.00949	1.0444	1.0816	1.036	1.081	1.0954	1.0616
6.16	0.97559	1.03457	1.0702	1.1085	1.0619	1.1074	1.1222	1.0879
6.28	1.00751	1.06842	1.105	1.1438	1.0968	1.1423	1.1577	1.1233
6.4	1.04087	1.1037	1.1413	1.1811	1.1333	1.1792	1.1953	1.1605
6.5	1.06841	1.13259	1.171	1.2114	1.16308	1.2091	1.2257	1.1907
6.6	1.09627	1.16203	1.2014	1.2424	1.1936	1.2402	1.2573	1.2218
6.7	1.12368	1.1909	1.2313	1.2733	1.22335	1.2706	1.2881	1.2523

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	0.866	0.8783	0.861	0.8796	0.889	0.7795	0.83451	0.85366
5.525	0.903	0.915	0.8988	0.9169	0.926	0.81527	0.87068	0.8898
5.625	0.9392	0.9508	0.936	0.9538	0.9624	0.85017	0.90567	0.92467
5.75	0.985	0.9963	0.9814	0.9997	1.008	0.89339	0.95029	0.96936
5.875	1.0284	1.0394	1.0245	1.0442	1.0521	0.93363	0.99247	1.01156
6	1.0743	1.0852	1.0675	1.0894	1.0972	0.97512	1.03722	1.05652
6.08	1.0958	1.1069	1.0904	1.1114	1.1193	0.99708	1.0586	1.07839
6.16	1.1224	1.1339	1.1176	1.1387	1.1469	1.02216	1.08453	1.10486
6.28	1.1577	1.1696	1.1532	1.174	1.1826	1.05608	1.11903	1.14014
6.4	1.195	1.2075	1.191	1.2117	1.2207	1.09164	1.15549	1.17745
6.5	1.2251	1.2379	1.2216	1.2421	1.2514	1.12084	1.18519	1.20775
6.6	1.2565	1.2698	1.2529	1.2734	1.283	1.15055	1.21584	1.23907
6.7	1.2877	1.3013	1.2841	1.305	1.3149	1.17967	1.24629	1.27007

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	1.15135	1.22023	1.2616	1.3044	1.25376	1.30205	1.3201	1.2833
6.9	1.1787	1.2492	1.2916	1.3354	1.28361	1.33305	1.3515	1.3138
7	1.20617	1.27845	1.32187	1.3665	1.31397	1.36446	1.3836	1.3448
7.1	1.23343	1.30749	1.35193	1.3975	1.34389	1.39547	1.41514	1.3754
7.2	1.26075	1.3367	1.38212	1.4287	1.37389	1.42686	1.44702	1.4061
7.3	1.28794	1.36579	1.41225	1.4599	1.40383	1.458	1.47862	1.4368
7.4	1.31517	1.39502	1.4425	1.4913	1.43387	1.48925	1.51036	1.46758
7.5	1.3423	1.4242	1.47275	1.5227	1.46384	1.52026	1.54182	1.49832
7.6	1.36951	1.45355	1.50312	1.5542	1.49395	1.55152	1.57365	1.52911
7.7	1.39662	1.48286	1.53351	1.5858	1.52399	1.58252	1.60502	1.55991
7.8	1.42384	1.51243	1.56408	1.61745	1.55428	1.61388	1.63679	1.59084
7.9	1.45091	1.54187	1.59461	1.64942	1.58441	1.64513	1.6683	1.62168
8	1.47826	1.57174	1.6256	1.68134	1.61498	1.67659	1.70009	1.653

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	1.3194	1.3335	1.3154	1.3373	1.3475	1.20921	1.27716	1.30167
6.9	1.3509	1.3654	1.3466	1.3692	1.3796	1.23828	1.30758	1.3328
7	1.3826	1.3977	1.3778	1.4014	1.4121	1.26768	1.33831	1.36441
7.1	1.414	1.4294	1.4092	1.4333	1.4445	1.29665	1.36867	1.39553
7.2	1.4458	1.4616	1.4409	1.4654	1.477	1.32536	1.39931	1.42689
7.3	1.4773	1.4935	1.4726	1.4974	1.5092	1.35395	1.42978	1.45802
7.4	1.5089	1.5254	1.5043	1.5297	1.5418	1.38259	1.46022	1.48916
7.5	1.5404	1.5573	1.5361	1.5618	1.574	1.41113	1.49045	1.52012
7.6	1.57209	1.5894	1.5678	1.5941	1.6065	1.43973	1.52082	1.55124
7.7	1.6035	1.6209	1.5997	1.6262	1.6388	1.46825	1.55098	1.582
7.8	1.63526	1.6531	1.6316	1.6584	1.6713	1.4969	1.58132	1.61298
7.9	1.6666	1.68452	1.6637	1.6908	1.7036	1.5254	1.61134	1.64353
8	1.69845	1.71654	1.6958	1.723	1.7359	1.5542	1.64163	1.67441

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	1.51069	1.60722	1.66243	1.7195	1.65118	1.71335	1.73716	1.69005
8.24	1.54321	1.64274	1.69938	1.75772	1.68752	1.75054	1.77477	1.72733
8.32	1.56489	1.6664	1.72405	1.7834	1.71169	1.77516	1.79964	1.75212
8.4	1.58661	1.69025	1.74895	1.80924	1.73603	1.80009	1.82482	1.77724
8.485	1.60991	1.71574	1.77553	1.83687	1.76249	1.82746	1.8515	1.80457
8.57	1.63326	1.74139	1.80244	1.86464	1.78926	1.85609	1.8793	1.83236
8.655	1.65666	1.76702	1.82941	1.89294	1.81592	1.88482	1.90791	1.86
8.74	1.68014	1.79284	1.85656	1.92113	1.84279	1.91359	1.93686	1.88791
8.825	1.70363	1.81863	1.88374	1.9496	1.86961	1.94244	1.96568	1.91574
8.91	1.72717	1.84455	1.91102	1.97806	1.89659	1.97128	1.99517	1.94375
8.995	1.7507	1.8704	1.93826	2.00671	1.92349	2.00019	2.02493	1.97164
9.08	1.77425	1.89639	1.96551	2.03561	1.95054	2.02908	2.05484	1.99969
9.45	1.87657	2.00933	2.08412	2.16031	2.06898	2.15573	2.18547	2.1223

ตารางที่ ข.5 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	1.73563	1.75387	1.73383	1.761	1.774	1.58838	1.67718	1.71067
8.24	1.77337	1.79183	1.77222	1.7994	1.8124	1.62269	1.71304	1.74726
8.32	1.79831	1.81695	1.79753	1.82496	1.838	1.64557	1.73685	1.77156
8.4	1.8237	1.84242	1.82338	1.85061	1.8639	1.66856	1.76075	1.79593
8.485	1.85188	1.86936	1.85182	1.87945	1.8914	1.69344	1.78722	1.82188
8.57	1.88138	1.89797	1.8804	1.90982	1.92039	1.71847	1.81434	1.8489
8.655	1.91102	1.92736	1.90929	1.94029	1.95062	1.74342	1.84148	1.87638
8.74	1.94068	1.95703	1.93809	1.97069	1.98087	1.76851	1.86866	1.90401
8.825	1.97041	1.98666	1.96709	2.00125	2.01115	1.79353	1.89583	1.93158
8.91	2.00016	2.0171	1.99617	2.03184	2.04225	1.81867	1.92302	1.95972
8.995	2.02992	2.0476	2.02528	2.06255	2.07348	1.84371	1.95021	1.98794
9.08	2.0597	2.0784	2.05435	2.09316	2.10487	1.86884	1.97739	2.01625
9.45	2.18988	2.21239	2.1819	2.22698	2.24191	1.9792	2.09664	2.14002

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	-0.8627	-0.901	-0.9179	-0.93	-0.9	-0.8761	-0.8816	-0.9066
0.37	-0.7935	-0.8329	-0.8505	-0.8658	-0.8424	-0.8339	-0.8451	-0.85
0.455	-0.7731	-0.8126	-0.8309	-0.8478	-0.8235	-8.18E-01	-0.831	-0.8322
0.54	-0.7612	-0.8008	-0.8191	-0.8363	-0.813	-0.8128	-0.8269	-0.822
0.625	-0.74	-0.7796	-0.7989	-0.8173	-0.7937	-0.7969	-0.8122	-0.8041
0.71	-0.7291	-0.7687	-0.7881	-0.8068	-0.7835	-0.7916	-0.8074	-0.7941
0.795	-0.7073	-0.7469	-0.7672	-0.7869	-0.7639	-0.7759	-0.7912	-0.7757
0.88	-0.6962	-0.7356	-0.7565	-0.7773	-0.7531	-0.7703	-0.7862	-0.7655
0.965	-0.6753	-0.7146	-0.7357	-0.7571	-0.7338	-7.55E-01	-0.7714	-0.747
1.05	-0.6631	-0.7024	-0.7241	-0.7465	-0.7221	-0.7493	-0.7604	-0.7357
1.13	-0.6425	-0.6816	-0.7039	-0.7285	-0.7056	-0.7307	-0.7431	-0.7207
1.21	-0.6317	-0.6709	-0.6933	-0.7171	-0.6958	-0.7217	-0.7349	-0.7112
1.33	-0.602	-0.6406	-0.6636	-0.6889	-0.6654	-0.6945	-0.7082	-0.6817

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	-0.8703	-0.8704	-0.9173	-0.8767	-0.8787	-0.8848	-0.8832	-0.8938
0.37	-0.8311	-0.8383	-0.8593	-0.8353	-0.8426	-0.8254	-0.8353	-0.8499
0.455	-0.8173	-0.8262	-0.8427	-0.8224	-0.8305	-0.8054	-0.8177	-0.834
0.54	-0.8125	-0.8229	-0.833	-0.8177	-0.8263	-0.7939	-0.8101	-0.828
0.625	-0.7984	-0.8104	-0.8164	-0.8048	-0.8139	-0.7736	-0.7924	-0.8117
0.71	-0.7941	-0.8068	-0.8069	-0.8005	-0.8102	-0.7623	-0.7852	-0.8051
0.795	-0.7799	-0.7925	-0.7895	-0.7872	-0.7967	-0.7418	-0.7676	-0.7871
0.88	-0.7756	-0.7888	-0.7804	-0.7834	-0.7933	-0.7302	-0.7602	-0.7804
0.965	-0.7616	-0.7749	-0.7629	-0.771	-0.7788	-0.7102	-0.7435	-0.7646
1.05	-0.7574	-0.7661	-0.751	-0.7669	-0.7723	-0.6977	-0.737	-0.7521
1.13	-0.7396	-0.7495	-0.7393	-0.7503	-0.7576	-0.681	-0.7174	-0.7335
1.21	-0.7314	-0.7423	-0.7284	-0.7422	-0.7505	-0.6706	-0.7071	-0.7238
1.33	-0.7057	-0.7172	-0.7005	-0.7183	-0.7273	-0.6402	-0.6787	-0.6957

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.582	-0.6201	-0.6437	-0.6698	-0.6457	-0.6778	-0.6932	-0.6631
1.55	-0.557	-0.5943	-0.6166	-0.6423	-0.621	-0.6609	-0.6774	-0.6372
1.65	-0.5339	-0.5711	-0.5937	-0.6206	-0.5976	-0.6313	-0.6497	-0.6149
1.75	-0.5017	-0.5383	-0.5597	-0.5853	-0.567	-0.5939	-0.6154	-0.5829
1.85	-0.4809	-0.5165	-0.5364	-0.5612	-0.545	-0.5686	-0.5918	-0.5601
1.95	-0.4464	-0.4807	-0.4999	-0.5241	-0.5117	-0.5318	-0.5548	-0.526
2.05	-0.4271	-0.4601	-0.4772	-0.4994	-0.4913	-0.5074	-0.5294	-0.5041
2.15	-0.3906	-0.4219	-0.4389	-0.4611	-0.4558	-0.47	-0.4915	-0.4684
2.25	-0.3719	-0.4015	-0.4163	-0.436	-0.4362	-0.4456	-0.466	-0.4467
2.35	-0.3346	-0.3624	-0.3774	-0.3972	-0.3999	-0.4058	-0.4261	-0.4103
2.45	-0.3151	-0.3409	-0.354	-0.3714	-0.3764	-0.3802	-0.4003	-0.3854
2.55	-0.2786	-0.3023	-0.3154	-0.3326	-0.3341	-0.3421	-0.3618	-0.3435
2.65	-0.2571	-0.2785	-0.2902	-0.3059	-0.304	-0.3157	-0.3312	-0.3132

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.6908	-0.7042	-0.683	-0.7052	-0.7162	-0.6203	-0.6609	-0.6792
1.55	-0.673	-0.6878	-0.6566	-0.6875	-0.7001	-0.5958	-0.6433	-0.6626
1.65	-0.6447	-0.6618	-0.6361	-0.6607	-0.6759	-0.5717	-0.6119	-0.6329
1.75	-0.6069	-0.6269	-0.6027	-0.6221	-0.6394	-0.5411	-0.5751	-0.5985
1.85	-0.5809	-0.6029	-0.5799	-0.5949	-0.6143	-0.5193	-0.5503	-0.575
1.95	-0.5439	-0.5658	-0.5451	-0.5569	-0.5766	-0.4865	-0.5143	-0.5382
2.05	-0.5184	-0.54	-0.5218	-0.53	-0.5499	-0.4667	-0.4907	-0.5135
2.15	-0.481	-0.5021	-0.4861	-0.4916	-0.5116	-0.4321	-0.4541	-0.476
2.25	-0.4554	-0.4757	-0.4625	-0.4648	-0.4841	-0.4133	-0.4303	-0.4511
2.35	-0.4161	-0.4359	-0.4257	-0.4267	-0.4452	-0.378	-0.3911	-0.4118
2.45	-0.3895	-0.4089	-0.399	-0.3994	-0.4168	-0.3557	-0.3659	-0.3864
2.55	-0.3512	-0.37	-0.3575	-0.3615	-0.3782	-0.3152	-0.3283	-0.3484
2.65	-0.3241	-0.3391	-0.3267	-0.3342	-0.3481	-0.2869	-0.3025	-0.3188

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.2224	-0.2414	-0.2528	-0.2671	-0.2641	-0.279	-0.2934	-0.2728
2.85	-0.1985	-0.215	-0.2256	-0.2391	-0.2324	-0.2502	-0.2604	-0.2411
2.95	-0.1667	-0.1799	-0.1885	-0.199	-0.1945	-0.2107	-0.2197	-0.2012
3.05	-0.1356	-0.1464	-0.1544	-0.164	-0.1568	-0.1683	-0.1748	-0.1637
3.17	-0.0911	-0.0989	-0.1046	-0.1114	-0.1061	-0.1153	-0.1198	-0.1108
3.29	-0.0553	-0.06	-0.0629	-0.0664	-0.0641	-0.0709	-0.0734	-0.0665
3.37	-0.0219	-0.024	-0.0258	-0.0291	-0.0261	-0.0309	-0.0322	-0.0276
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0495	0.053	0.0554	0.0583	0.0559	0.0552	0.0565	0.0579
3.7	0.091	0.0978	0.1022	0.108	0.1033	0.1037	0.1059	0.1069
3.825	0.1416	0.1514	0.1583	0.167	0.1596	0.1585	0.1618	0.1652
3.925	0.1746	0.1871	0.1958	0.2066	0.1971	0.1969	0.2008	0.2042
4.025	0.2173	0.2323	0.2423	0.2548	0.2443	0.242	0.2467	0.2525

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.287	-0.3007	-0.2849	-0.2965	-0.3093	-0.2488	-0.2666	-0.2817
2.85	-0.2589	-0.2688	-0.2532	-0.2688	-0.2783	-0.2191	-0.2395	-0.2504
2.95	-0.2167	-0.2252	-0.2102	-0.2233	-0.2313	-0.184	-0.2024	-0.2119
3.05	-0.1749	-0.181	-0.1723	-0.1819	-0.1875	-0.1482	-0.1616	-0.1686
3.17	-0.1197	-0.1239	-0.1168	-0.1244	-0.1282	-0.0997	-0.1103	-0.1151
3.29	-0.0733	-0.0757	-0.0695	-0.0756	-0.0775	-0.0603	-0.0678	-0.0705
3.37	-0.0327	-0.0339	-0.0306	-0.0358	-0.0366	-0.0244	-0.0296	-0.0309
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0563	0.0575	0.0606	0.0572	0.0586	0.0532	0.0537	0.0552
3.7	0.1059	0.1081	0.1122	0.1089	0.1112	0.0979	0.1004	0.1029
3.825	0.1622	0.1654	0.1733	0.1677	0.171	0.1517	0.1535	0.1572
3.925	0.2016	0.2053	0.2141	0.2082	0.2121	0.187	0.1903	0.1948
4.025	0.2477	0.2521	0.264	0.2558	0.2604	0.2321	0.234	0.2393

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	0.2511	0.2687	0.2807	0.2954	0.2824	0.2834	0.2883	0.2922
4.225	0.2941	0.3142	0.3272	0.3433	0.33	0.3318	0.3371	0.3406
4.325	0.329	0.3516	0.3665	0.3848	0.369	0.3751	0.3804	0.3811
4.425	0.37171	0.3967	0.4127	0.4321	0.4164	0.4232	0.43	0.4293
4.525	0.40762	0.435	0.4527	0.4742	0.4563	0.4669	0.4753	0.4707
4.625	0.4496	0.4794	0.4982	0.5208	0.5034	0.5148	0.5249	0.5185
4.725	0.48617	0.5183	0.5387	0.5631	0.5449	0.5593	0.5711	0.5613
4.825	0.52723	0.5616	0.5832	0.6088	0.5894	0.6058	0.6192	0.6066
4.925	0.56406	0.6007	0.6238	0.6509	0.6282	0.649	0.6642	0.6464
5.025	0.60397	0.6428	0.667	0.6953	0.669	0.6938	0.7111	0.6882
5.125	0.64063	0.6815	0.7072	0.7368	0.7077	0.7369	0.755	0.7278
5.225	0.67913	0.7221	0.749	0.7797	0.7474	0.7813	0.7981	0.7683
5.325	0.71523	0.7602	0.7884	0.8202	0.7855	0.8242	0.84	0.8072

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	0.29	0.2945	0.3058	0.2988	0.3036	0.2679	0.2744	0.2799
4.225	0.3385	0.3434	0.3554	0.3479	0.3532	0.3134	0.3219	0.328
4.325	0.3827	0.3876	0.3981	0.3931	0.3978	0.3501	0.3642	0.3705
4.425	0.4312	0.4375	0.4473	0.4419	0.4477	0.3953	0.4114	0.4196
4.525	0.4756	0.4833	0.4907	0.4872	0.4942	0.4329	0.454	0.4644
4.625	0.5239	0.5331	0.5395	0.5358	0.5439	0.4779	0.5009	0.5135
4.725	0.5691	0.5796	0.5826	0.5804	0.5893	0.5177	0.5445	0.5591
4.825	0.616	0.6282	0.6288	0.6283	0.6387	0.5614	0.5906	0.6071
4.925	0.6597	0.6735	0.6697	0.6726	0.6841	0.59919	0.6332	0.6517
5.025	0.705	0.7207	0.712	0.718	0.7312	0.63907	0.6774	0.6982
5.125	0.7487	0.7649	0.7522	0.7618	0.7753	0.67671	0.7199	0.7417
5.225	0.7933	0.8081	0.7935	0.8067	0.8186	0.71544	0.76359	0.7845
5.325	0.8367	0.8504	0.833	0.8503	0.861	0.75253	0.80585	0.826

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	0.75199	0.7989	0.8283	0.8612	0.8236	0.865	0.88	0.8462
5.525	0.7872	0.836	0.8665	0.9003	0.8609	0.9023	0.9171	0.8841
5.625	0.82177	0.8724	0.904	0.9389	0.8971	0.9383	0.9528	0.9211
5.75	0.86407	0.917	0.9497	0.9854	0.9421	0.9844	0.9988	0.9667
5.875	0.90337	0.9584	0.9923	1.0295	0.9839	1.0278	1.0421	1.0092
6	0.9436	1.0009	1.0357	1.0731	1.0271	1.0742	1.0885	1.053
6.08	0.96453	1.0229	1.0583	1.0962	1.0498	1.096	1.1106	1.0759
6.16	0.98854	1.0484	1.0845	1.1235	1.0761	1.1227	1.1378	1.1025
6.28	1.02088	1.0826	1.1197	1.1593	1.1114	1.1581	1.1738	1.1384
6.4	1.05472	1.11841	1.1566	1.1971	1.1485	1.1955	1.2119	1.1762
6.5	1.0826	1.14767	1.1866	1.2278	1.1786	1.2258	1.2427	1.2067
6.6	1.11083	1.1775	1.2174	1.2592	1.2095	1.2574	1.2748	1.2383
6.7	1.13859	1.20673	1.2477	1.2905	1.2397	1.2881	1.3059	1.2691

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	0.878	0.8906	0.8726	0.8918	0.9015	0.78979	0.84604	0.86551
5.525	0.9156	0.9279	0.9111	0.9297	0.9391	0.82606	0.8827	0.90216
5.625	0.9523	0.9641	0.9488	0.9671	0.976	0.86142	0.91817	0.9375
5.75	0.9986	1.0102	0.9948	1.0136	1.0222	0.90522	0.96341	0.98281
5.875	1.0427	1.0539	1.0385	1.0588	1.0669	0.94601	1.00615	1.02558
6	1.0892	1.1004	1.082	1.1046	1.1126	0.98806	1.05152	1.07116
6.08	1.111	1.1224	1.1053	1.1269	1.1351	1.0103	1.07318	1.09331
6.16	1.138	1.1498	1.1329	1.1546	1.163	1.03574	1.09947	1.12016
6.28	1.1737	1.1859	1.169	1.1904	1.1992	1.07009	1.1344	1.15588
6.4	1.2116	1.2244	1.2073	1.2286	1.2378	1.10614	1.17137	1.19371
6.5	1.242	1.2552	1.2382	1.2593	1.2689	1.13572	1.20144	1.22439
6.6	1.2738	1.2875	1.27	1.291	1.3009	1.16583	1.23251	1.25614
6.7	1.3054	1.3194	1.3016	1.3231	1.3333	1.19532	1.26334	1.28753

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	1.16662	1.23644	1.2784	1.3219	1.27048	1.32	1.3383	1.3006
6.9	1.19432	1.26578	1.3088	1.3533	1.30072	1.3513	1.3702	1.3314
7	1.22214	1.2954	1.3394	1.3848	1.33148	1.3831	1.4026	1.3628
7.1	1.24974	1.3248	1.3698	1.4163	1.36177	1.41454	1.4346	1.3938
7.2	1.27741	1.35437	1.40042	1.4479	1.39213	1.44632	1.4669	1.4249
7.3	1.30493	1.38382	1.43093	1.4795	1.42243	1.47785	1.4988	1.456
7.4	1.3325	1.41342	1.46155	1.5112	1.45284	1.50948	1.53098	1.4871
7.5	1.35998	1.44296	1.49217	1.543	1.48318	1.54088	1.56284	1.5182
7.6	1.38752	1.47267	1.52291	1.5749	1.51366	1.57253	1.59506	1.54942
7.7	1.41497	1.50234	1.55368	1.6069	1.54407	1.60391	1.62682	1.58059
7.8	1.44254	1.53227	1.58463	1.639	1.57473	1.63566	1.65899	1.6119
7.9	1.46995	1.56208	1.61554	1.6713	1.60523	1.6673	1.6909	1.64313
8	1.49764	1.59232	1.64691	1.70365	1.63618	1.69916	1.7231	1.67484

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	1.3376	1.352	1.3333	1.3558	1.3663	1.22525	1.2946	1.31954
6.9	1.3694	1.3843	1.3648	1.3881	1.3988	1.25469	1.32539	1.35106
7	1.4016	1.417	1.3965	1.4207	1.4317	1.28447	1.3565	1.38307
7.1	1.4333	1.4491	1.4282	1.453	1.4645	1.31379	1.38724	1.41457
7.2	1.4655	1.4818	1.4604	1.4855	1.4974	1.34285	1.41826	1.44632
7.3	1.4974	1.514	1.4925	1.5179	1.5301	1.37179	1.4491	1.47783
7.4	1.5294	1.5463	1.5246	1.5506	1.563	1.40077	1.47991	1.50936
7.5	1.5613	1.5786	1.5567	1.5831	1.5957	1.42966	1.51052	1.5407
7.6	1.5934	1.6111	1.5889	1.6158	1.6286	1.45861	1.54126	1.5722
7.7	1.6252	1.643	1.6212	1.6483	1.6613	1.48748	1.57178	1.60334
7.8	1.6573	1.6756	1.6534	1.6809	1.6941	1.51649	1.6025	1.6347
7.9	1.68909	1.7074	1.6859	1.7137	1.7269	1.54534	1.6329	1.66565
8	1.72134	1.7399	1.7184	1.7463	1.7596	1.57449	1.66357	1.69691

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	1.53048	1.62824	1.6842	1.7423	1.67283	1.73639	1.76064	1.71236
8.24	1.56342	1.66421	1.72162	1.781	1.70963	1.77405	1.79873	1.75011
8.32	1.58538	1.68817	1.7466	1.80701	1.73411	1.79898	1.82392	1.77522
8.4	1.60738	1.71232	1.77182	1.83317	1.75876	1.82423	1.84942	1.80065
8.485	1.63097	1.73812	1.79872	1.86115	1.78554	1.85194	1.87644	1.82831
8.57	1.65462	1.76409	1.82596	1.88927	1.81264	1.88092	1.90459	1.85645
8.655	1.67832	1.79004	1.85328	1.91792	1.83962	1.90999	1.93355	1.88443
8.74	1.70209	1.81618	1.88076	1.94646	1.86683	1.93911	1.96285	1.91269
8.825	1.72588	1.84229	1.90828	1.97528	1.89397	1.9683	1.99202	1.94085
8.91	1.74971	1.86853	1.93588	2.0041	1.92128	1.99749	2.02187	1.96921
8.995	1.77354	1.8947	1.96346	2.0331	1.94852	2.02675	2.05198	1.99744
9.08	1.79739	1.921	1.99105	2.06236	1.97589	2.05598	2.08225	2.02583
9.45	1.901	2.03534	2.11112	2.18859	2.09577	2.18416	2.21444	2.14993

ตารางที่ ข.6 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	1.759	1.77767	1.757	1.7848	1.7982	1.6091	1.69958	1.73364
8.24	1.79722	1.81612	1.7959	1.8237	1.8371	1.64385	1.73589	1.7707
8.32	1.82248	1.84155	1.82149	1.8496	1.8631	1.66701	1.76	1.79531
8.4	1.84819	1.86736	1.84766	1.8756	1.8893	1.69029	1.7842	1.82
8.485	1.87672	1.89464	1.87646	1.9048	1.9171	1.71548	1.811	1.84627
8.57	1.90658	1.92361	1.90539	1.93554	1.9465	1.74082	1.83845	1.87363
8.655	1.93658	1.95336	1.93463	1.96638	1.9771	1.76608	1.86592	1.90145
8.74	1.96659	1.98338	1.9638	1.99715	2.00768	1.79148	1.89343	1.92941
8.825	1.99668	2.01338	1.99316	2.02808	2.03833	1.81681	1.92093	1.95732
8.91	2.02678	2.04418	2.02258	2.05904	2.06981	1.84225	1.94845	1.9858
8.995	2.0569	2.07504	2.05205	2.09011	2.10141	1.86761	1.97596	2.01436
9.08	2.08704	2.10621	2.08148	2.1211	2.13319	1.89305	2.00348	2.04301
9.45	2.21878	2.24179	2.21059	2.25653	2.27187	2.00476	2.12416	2.16827

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	-0.8797	-0.9185	-0.9357	-0.9483	-0.9176	-0.8935	-0.8991	-0.9244
0.37	-0.8089	-0.8489	-0.8669	-0.8827	-0.8587	-0.8502	-0.8615	-0.8665
0.455	-0.7881	-0.8283	-0.8469	-0.8643	-0.8394	-8.34E-01	-0.8471	-0.8484
0.54	-0.776	-0.8162	-0.8348	-0.8526	-0.8287	-0.8285	-0.8428	-0.838
0.625	-0.7543	-0.7946	-0.8142	-0.8332	-0.8091	-0.8123	-0.8279	-0.8196
0.71	-0.7431	-0.7833	-0.8031	-0.8224	-0.7985	-0.8068	-0.8228	-0.8094
0.795	-0.7209	-0.7612	-0.7818	-0.8021	-0.7785	-0.7907	-0.8063	-0.7907
0.88	-0.7095	-0.7496	-0.7708	-0.7922	-0.7675	-0.7849	-0.8011	-0.7802
0.965	-0.6883	-0.7282	-0.7495	-0.7716	-0.7478	-7.69E-01	-0.786	-0.7613
1.05	-0.6758	-0.7157	-0.7378	-0.7607	-0.7358	-0.7635	-0.7749	-0.7497
1.13	-0.6547	-0.6944	-0.7171	-0.7424	-0.7189	-0.7444	-0.7571	-0.7343
1.21	-0.6437	-0.6835	-0.7062	-0.7306	-0.7089	-0.7352	-0.7487	-0.7246
1.33	-0.6134	-0.6526	-0.676	-0.7019	-0.6779	-0.7074	-0.7214	-0.6945

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	-0.8876	-0.8876	-0.9354	-0.8941	-0.896	-0.9021	-0.9006	-0.9114
0.37	-0.8474	-0.8547	-0.8762	-0.8516	-0.8591	-0.8414	-0.8515	-0.8665
0.455	-0.8333	-0.8422	-0.8592	-0.8385	-0.8467	-0.821	-0.8336	-0.8502
0.54	-0.8283	-0.8388	-0.8492	-0.8336	-0.8423	-0.8092	-0.8258	-0.844
0.625	-0.8139	-0.826	-0.8323	-0.8204	-0.8296	-0.7886	-0.8077	-0.8274
0.71	-0.8094	-0.8223	-0.8226	-0.816	-0.8258	-0.777	-0.8002	-0.8205
0.795	-0.7949	-0.8077	-0.8048	-0.8024	-0.812	-0.7561	-0.7823	-0.8022
0.88	-0.7905	-0.8039	-0.7955	-0.7984	-0.8085	-0.7442	-0.7747	-0.7953
0.965	-0.7761	-0.7896	-0.7777	-0.7857	-0.7937	-0.7238	-0.7576	-0.7791
1.05	-0.7718	-0.7806	-0.7655	-0.7815	-0.787	-0.7111	-0.7509	-0.7664
1.13	-0.7536	-0.7636	-0.7534	-0.7645	-0.772	-0.6939	-0.7308	-0.7474
1.21	-0.7452	-0.7563	-0.7422	-0.7562	-0.7647	-0.6833	-0.7203	-0.7375
1.33	-0.7189	-0.7307	-0.7137	-0.7318	-0.741	-0.6522	-0.6914	-0.7087

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.593	-0.6317	-0.6556	-0.6824	-0.6577	-0.6904	-0.7061	-0.6755
1.55	-0.5674	-0.6052	-0.6279	-0.6543	-0.6325	-0.6728	-0.6898	-0.649
1.65	-0.5439	-0.5817	-0.6046	-0.6321	-0.6086	-0.6428	-0.6617	-0.6262
1.75	-0.5112	-0.5482	-0.57	-0.5963	-0.5775	-0.6049	-0.6268	-0.5937
1.85	-0.4899	-0.526	-0.5462	-0.5716	-0.555	-0.579	-0.6027	-0.5705
1.95	-0.4549	-0.4897	-0.5092	-0.5339	-0.5212	-0.5416	-0.565	-0.5358
2.05	-0.4351	-0.4685	-0.4859	-0.5087	-0.5003	-0.5166	-0.5391	-0.5134
2.15	-0.398	-0.4298	-0.4471	-0.4698	-0.4643	-0.4786	-0.5005	-0.4771
2.25	-0.3788	-0.4088	-0.4239	-0.4441	-0.4441	-0.4537	-0.4745	-0.455
2.35	-0.341	-0.3692	-0.3844	-0.4047	-0.4074	-0.4133	-0.4339	-0.418
2.45	-0.321	-0.3472	-0.3604	-0.3784	-0.3832	-0.3871	-0.4076	-0.3925
2.55	-0.2839	-0.3079	-0.3212	-0.3388	-0.3402	-0.3483	-0.3684	-0.3498
2.65	-0.2619	-0.2836	-0.2955	-0.3115	-0.3096	-0.3213	-0.3372	-0.3189

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.7036	-0.7173	-0.6958	-0.7183	-0.7297	-0.6319	-0.6732	-0.6919
1.55	-0.6853	-0.7004	-0.6689	-0.7	-0.713	-0.6069	-0.6549	-0.6747
1.65	-0.6565	-0.674	-0.648	-0.6728	-0.6884	-0.5823	-0.6231	-0.6446
1.75	-0.6181	-0.6385	-0.614	-0.6336	-0.6513	-0.5512	-0.5857	-0.6096
1.85	-0.5916	-0.614	-0.5907	-0.6059	-0.6257	-0.529	-0.5604	-0.5856
1.95	-0.5539	-0.5763	-0.5553	-0.5672	-0.5873	-0.4957	-0.5238	-0.5482
2.05	-0.5279	-0.5499	-0.5316	-0.5398	-0.5601	-0.4754	-0.4996	-0.5229
2.15	-0.4899	-0.5114	-0.4953	-0.5007	-0.5211	-0.4403	-0.4625	-0.4848
2.25	-0.4638	-0.4844	-0.4712	-0.4733	-0.493	-0.421	-0.4382	-0.4593
2.35	-0.4237	-0.444	-0.4338	-0.4346	-0.4535	-0.3852	-0.3983	-0.4194
2.45	-0.3966	-0.4163	-0.4064	-0.4067	-0.4245	-0.3624	-0.3725	-0.3935
2.55	-0.3577	-0.3767	-0.3642	-0.3681	-0.3851	-0.3212	-0.3343	-0.3548
2.65	-0.3299	-0.3453	-0.3328	-0.3402	-0.3545	-0.2922	-0.308	-0.3246

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.2266	-0.2459	-0.2574	-0.2721	-0.2689	-0.284	-0.2986	-0.2778
2.85	-0.2022	-0.2189	-0.2296	-0.2435	-0.2366	-0.2546	-0.265	-0.2455
2.95	-0.1698	-0.1832	-0.1918	-0.2026	-0.198	-0.2143	-0.2234	-0.2048
3.05	-0.1382	-0.1491	-0.1572	-0.1671	-0.1597	-0.1713	-0.1779	-0.1667
3.17	-0.0927	-0.1007	-0.1064	-0.1135	-0.108	-0.1173	-0.1218	-0.1128
3.29	-0.0563	-0.0611	-0.064	-0.0676	-0.0653	-0.0721	-0.0747	-0.0677
3.37	-0.0223	-0.0244	-0.0262	-0.0297	-0.0265	-0.0313	-0.0326	-0.0281
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0505	0.0541	0.0566	0.0594	0.057	0.0564	0.0577	0.059
3.7	0.0928	0.0997	0.1043	0.1101	0.1053	0.1058	0.1081	0.109
3.825	0.1444	0.1543	0.1614	0.1702	0.1627	0.1617	0.1651	0.1684
3.925	0.1781	0.1908	0.1997	0.2106	0.201	0.2009	0.205	0.2082
4.025	0.2216	0.2369	0.2471	0.2598	0.2491	0.2469	0.2517	0.2574

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.2921	-0.3061	-0.2902	-0.3018	-0.3149	-0.2535	-0.2715	-0.2868
2.85	-0.2635	-0.2735	-0.2579	-0.2735	-0.2833	-0.2232	-0.2438	-0.2549
2.95	-0.2204	-0.2291	-0.2141	-0.2272	-0.2353	-0.1873	-0.2058	-0.2156
3.05	-0.178	-0.1843	-0.1755	-0.1851	-0.1909	-0.151	-0.1646	-0.1716
3.17	-0.1218	-0.126	-0.119	-0.1265	-0.1304	-0.1015	-0.1122	-0.1171
3.29	-0.0746	-0.077	-0.0708	-0.0769	-0.0789	-0.0615	-0.069	-0.0718
3.37	-0.0332	-0.0343	-0.0312	-0.0363	-0.0372	-0.0249	-0.03	-0.0314
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0574	0.0587	0.0617	0.0584	0.0598	0.0542	0.0548	0.0563
3.7	0.1081	0.1103	0.1143	0.1112	0.1135	0.0998	0.1024	0.105
3.825	0.1655	0.1688	0.1766	0.1711	0.1745	0.1546	0.1566	0.1604
3.925	0.2057	0.2095	0.2182	0.2125	0.2164	0.1906	0.1942	0.1987
4.025	0.2527	0.2573	0.2691	0.2611	0.2657	0.2366	0.2387	0.2442

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	0.2562	0.2741	0.2863	0.3013	0.288	0.2892	0.2942	0.2979
4.225	0.3	0.3204	0.3338	0.3501	0.3365	0.3386	0.344	0.3473
4.325	0.3357	0.3586	0.3739	0.3925	0.3763	0.3829	0.3883	0.3887
4.425	0.3791	0.4046	0.4209	0.4408	0.4247	0.432	0.439	0.4378
4.525	0.4158	0.4437	0.4619	0.4838	0.4654	0.4766	0.4853	0.4801
4.625	0.4586	0.489	0.5082	0.5314	0.5134	0.5256	0.536	0.5289
4.725	0.496	0.5287	0.5497	0.5746	0.5559	0.5711	0.5832	0.5726
4.825	0.53785	0.5729	0.595	0.6212	0.6012	0.6185	0.6324	0.6188
4.925	0.57547	0.6128	0.6365	0.6642	0.6408	0.6627	0.6784	0.6595
5.025	0.61617	0.6557	0.6806	0.7096	0.6825	0.7085	0.7263	0.7022
5.125	0.65362	0.6953	0.7217	0.752	0.722	0.7526	0.7712	0.7426
5.225	0.69288	0.7367	0.7643	0.7958	0.7625	0.7979	0.8152	0.784
5.325	0.72975	0.7756	0.8046	0.8372	0.8015	0.8418	0.8581	0.8238

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	0.2959	0.3006	0.3118	0.305	0.3098	0.2732	0.28	0.2856
4.225	0.3455	0.3505	0.3624	0.3552	0.3605	0.3194	0.3285	0.3347
4.325	0.3907	0.3957	0.406	0.4013	0.4061	0.357	0.3717	0.3782
4.425	0.4401	0.4466	0.4562	0.4512	0.457	0.403	0.4198	0.4283
4.525	0.4856	0.4934	0.5005	0.4975	0.5046	0.4415	0.4634	0.4741
4.625	0.5349	0.5444	0.5503	0.5472	0.5554	0.4872	0.5113	0.5242
4.725	0.5811	0.592	0.5944	0.5927	0.6019	0.5279	0.5559	0.5708
4.825	0.629	0.6416	0.6416	0.6417	0.6523	0.5725	0.6029	0.6199
4.925	0.6737	0.6879	0.6833	0.6869	0.6987	0.6111	0.6465	0.6655
5.025	0.72	0.7362	0.7266	0.7334	0.7469	0.6518	0.6916	0.713
5.125	0.7646	0.7814	0.7677	0.7781	0.792	0.6902	0.7351	0.7575
5.225	0.8103	0.8255	0.8098	0.824	0.8363	0.72976	0.7797	0.8012
5.325	0.8546	0.8688	0.8502	0.8686	0.8796	0.76763	0.8229	0.8436

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	0.76725	0.8151	0.8452	0.879	0.8404	0.8835	0.8989	0.8636
5.525	0.8032	0.853	0.8843	0.919	0.8785	0.9216	0.9369	0.9023
5.625	0.83847	0.8901	0.9226	0.9584	0.9154	0.9583	0.9733	0.94
5.75	0.88166	0.9357	0.9693	1.0059	0.9614	1.0054	1.0203	0.9866
5.875	0.92177	0.9779	1.0127	1.0509	1.0041	1.0497	1.0644	1.03
6	0.96284	1.0213	1.0571	1.0954	1.0482	1.0971	1.1118	1.0747
6.08	0.98421	1.0438	1.0801	1.119	1.0714	1.1193	1.1345	1.0981
6.16	1.00873	1.0697	1.1068	1.1469	1.0982	1.1467	1.1623	1.1253
6.28	1.04172	1.1047	1.1427	1.1834	1.1342	1.1827	1.1989	1.1619
6.4	1.07628	1.1412	1.1804	1.222	1.172	1.2209	1.2378	1.2005
6.5	1.10472	1.1711	1.211	1.2533	1.2028	1.2518	1.2692	1.2316
6.6	1.13352	1.2015	1.2424	1.2853	1.2343	1.284	1.302	1.2638
6.7	1.16183	1.2313	1.2733	1.3173	1.2651	1.3154	1.3338	1.2953

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	0.8968	0.9098	0.8907	0.9111	0.921	0.80566	0.8639	0.884
5.525	0.9352	0.9479	0.93	0.9498	0.9594	0.84269	0.90137	0.9214
5.625	0.9727	0.985	0.9685	0.988	0.9971	0.87877	0.93757	0.9575
5.75	1.02	1.0321	1.0155	1.0355	1.0443	0.92349	0.98377	1.0038
5.875	1.065	1.0767	1.0601	1.0816	1.09	0.96511	1.02741	1.04742
6	1.1125	1.1241	1.1046	1.1284	1.1367	1.00803	1.07373	1.09398
6.08	1.1347	1.1465	1.1284	1.1511	1.1596	1.03073	1.09582	1.11656
6.16	1.1623	1.1745	1.1565	1.1794	1.1881	1.0567	1.12267	1.14399
6.28	1.1987	1.2114	1.1933	1.2159	1.225	1.09175	1.15828	1.18041
6.4	1.2374	1.2507	1.2325	1.2549	1.2645	1.12856	1.19603	1.21905
6.5	1.2684	1.2821	1.264	1.2863	1.2962	1.15872	1.22669	1.25032
6.6	1.3009	1.3151	1.2964	1.3187	1.3289	1.18944	1.2584	1.28274
6.7	1.3331	1.3476	1.3286	1.3514	1.3619	1.21951	1.28982	1.31474

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	1.19042	1.26161	1.3047	1.3493	1.2965	1.3478	1.3668	1.3274
6.9	1.21865	1.29151	1.3356	1.3813	1.3273	1.3798	1.3993	1.3589
7	1.24702	1.3217	1.3668	1.4135	1.3587	1.4122	1.4323	1.3908
7.1	1.27515	1.35166	1.3978	1.4455	1.3896	1.4442	1.4649	1.4225
7.2	1.30335	1.3818	1.429	1.4777	1.42051	1.4766	1.4978	1.4541
7.3	1.3314	1.41181	1.4601	1.5099	1.45138	1.5087	1.5304	1.4858
7.4	1.3595	1.44197	1.4913	1.5423	1.48236	1.541	1.5631	1.5175
7.5	1.3875	1.47207	1.5225	1.5747	1.51326	1.57296	1.5956	1.5492
7.6	1.41557	1.50234	1.55382	1.6071	1.54431	1.6052	1.6284	1.581
7.7	1.44355	1.53257	1.58518	1.6398	1.57529	1.63718	1.66081	1.6127
7.8	1.47164	1.56307	1.61671	1.6725	1.60653	1.66953	1.69359	1.6446
7.9	1.49958	1.59344	1.64821	1.7054	1.63761	1.70178	1.72612	1.6765
8	1.52781	1.62426	1.68018	1.7384	1.66914	1.73425	1.75894	1.70878

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	1.3659	1.3808	1.3611	1.3847	1.3955	1.25004	1.32168	1.34738
6.9	1.3984	1.4137	1.3932	1.4176	1.4286	1.28006	1.35306	1.3795
7	1.4311	1.4471	1.4255	1.4509	1.4623	1.31043	1.38476	1.41213
7.1	1.4635	1.4798	1.4578	1.4838	1.4957	1.34031	1.41608	1.44422
7.2	1.4963	1.5131	1.4906	1.517	1.5292	1.36991	1.44769	1.47658
7.3	1.5288	1.546	1.5233	1.55	1.5625	1.39939	1.47911	1.50868
7.4	1.5614	1.5789	1.556	1.5833	1.5961	1.42891	1.5105	1.5408
7.5	1.5939	1.6118	1.5888	1.6164	1.6293	1.45833	1.54168	1.57273
7.6	1.6266	1.6449	1.6215	1.6497	1.6629	1.48783	1.573	1.60483
7.7	1.659	1.6775	1.6544	1.6829	1.6962	1.51724	1.6041	1.63656
7.8	1.6918	1.7106	1.6873	1.7161	1.7297	1.54679	1.63539	1.66852
7.9	1.7242	1.7431	1.7204	1.7495	1.7631	1.57619	1.66638	1.70007
8	1.757	1.7762	1.7535	1.7828	1.7965	1.60589	1.69763	1.73194

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	1.5613	1.66087	1.71819	1.7778	1.7065	1.77221	1.79723	1.74703
8.24	1.59489	1.69753	1.75634	1.8172	1.74401	1.81061	1.83607	1.78552
8.32	1.61727	1.72195	1.78179	1.8438	1.76896	1.83602	1.86174	1.81111
8.4	1.6397	1.74657	1.8075	1.87044	1.79409	1.86177	1.88776	1.83704
8.485	1.66376	1.77286	1.83491	1.89895	1.82137	1.89001	1.9153	1.86522
8.57	1.68787	1.79933	1.86267	1.92761	1.84899	1.91952	1.94398	1.89389
8.655	1.71203	1.82576	1.8905	1.95681	1.87648	1.94913	1.97349	1.92239
8.74	1.73626	1.85241	1.9185	1.98589	1.90419	1.97879	2.00334	1.95119
8.825	1.76051	1.87901	1.94654	2.01526	1.93185	2.00852	2.03306	1.97988
8.91	1.78481	1.90575	1.97467	2.04462	1.95967	2.03825	2.06346	2.00877
8.995	1.8091	1.93241	2.00277	2.07418	1.98742	2.06804	2.09412	2.03753
9.08	1.83341	1.95921	2.03087	2.10398	2.0153	2.09782	2.12494	2.06645
9.45	1.93902	2.07571	2.1532	2.2326	2.13742	2.22834	2.25954	2.19288

ตารางที่ ข.7 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	1.7954	1.8147	1.7929	1.822	1.8358	1.64117	1.73435	1.76939
8.24	1.83441	1.854	1.8325	1.8617	1.8755	1.67659	1.77137	1.80718
8.32	1.86016	1.8799	1.8586	1.8881	1.902	1.7002	1.79595	1.83227
8.4	1.88638	1.9062	1.8853	1.9146	1.9287	1.72393	1.82063	1.85744
8.485	1.91545	1.93401	1.9147	1.9444	1.9571	1.74959	1.84793	1.88423
8.57	1.94586	1.96354	1.9442	1.9757	1.987	1.77542	1.8759	1.9121
8.655	1.97641	1.99384	1.974	2.0071	2.0182	1.80116	1.90387	1.94045
8.74	2.00697	2.02443	2.00367	2.0384	2.0494	1.82704	1.93189	1.96894
8.825	2.03762	2.05498	2.03359	2.0699	2.0806	1.85285	1.9599	1.99737
8.91	2.06827	2.08635	2.06357	2.10146	2.1127	1.87877	1.98794	2.02638
8.995	2.09894	2.11778	2.0936	2.13311	2.1448	1.90461	2.01596	2.05547
9.08	2.12964	2.14951	2.12358	2.16466	2.1772	1.93053	2.04399	2.08465
9.45	2.26379	2.28756	2.25512	2.3026	2.31843	2.04434	2.1669	2.21221

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	-0.9097	-0.9495	-0.9673	-0.9804	-0.9488	-0.9242	-0.9299	-0.9558
0.37	-0.8363	-0.8773	-0.8959	-0.9123	-0.8875	-0.8789	-0.8905	-0.8956
0.455	-0.8149	-0.856	-0.8752	-0.8933	-0.8676	-8.63E-01	-0.8757	-0.8769
0.54	-0.8021	-0.8433	-0.8626	-0.8811	-0.8564	-0.8562	-0.871	-0.866
0.625	-0.7798	-0.8211	-0.8413	-0.8611	-0.8361	-0.8396	-0.8556	-0.847
0.71	-0.7681	-0.8092	-0.8297	-0.8498	-0.825	-0.8336	-0.8502	-0.8363
0.795	-0.7452	-0.7864	-0.8077	-0.8288	-0.8044	-0.817	-0.8331	-0.8169
0.88	-0.7333	-0.7743	-0.7962	-0.8185	-0.7928	-0.8108	-0.8276	-0.806
0.965	-0.7113	-0.7522	-0.7743	-0.7972	-0.7725	-7.95E-01	-0.8119	-0.7864
1.05	-0.6983	-0.7392	-0.762	-0.7857	-0.76	-0.7885	-0.8004	-0.7744
1.13	-0.6765	-0.7171	-0.7406	-0.7668	-0.7423	-0.7686	-0.7818	-0.7583
1.21	-0.665	-0.7059	-0.7293	-0.7545	-0.732	-0.7591	-0.7732	-0.7482
1.33	-0.6336	-0.6738	-0.6979	-0.7247	-0.6998	-0.7302	-0.7449	-0.7169

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	-0.9181	-0.918	-0.9673	-0.9248	-0.9266	-0.9326	-0.9313	-0.9425
0.37	-0.8761	-0.8835	-0.9058	-0.8805	-0.888	-0.8696	-0.8801	-0.8956
0.455	-0.8614	-0.8706	-0.8883	-0.8668	-0.8752	-0.8485	-0.8616	-0.8788
0.54	-0.8561	-0.8669	-0.8778	-0.8617	-0.8706	-0.8362	-0.8533	-0.8722
0.625	-0.8412	-0.8536	-0.8603	-0.848	-0.8574	-0.8149	-0.8346	-0.8551
0.71	-0.8363	-0.8496	-0.8502	-0.8433	-0.8534	-0.8027	-0.8267	-0.8478
0.795	-0.8213	-0.8345	-0.8317	-0.8292	-0.839	-0.7812	-0.8082	-0.8288
0.88	-0.8165	-0.8304	-0.822	-0.8249	-0.8353	-0.7688	-0.8001	-0.8215
0.965	-0.8017	-0.8155	-0.8035	-0.8117	-0.8199	-0.7477	-0.7824	-0.8047
1.05	-0.7971	-0.8063	-0.7909	-0.8072	-0.813	-0.7345	-0.7754	-0.7916
1.13	-0.7781	-0.7886	-0.7782	-0.7896	-0.7974	-0.7165	-0.7545	-0.7718
1.21	-0.7695	-0.7811	-0.7666	-0.7809	-0.7898	-0.7055	-0.7437	-0.7616
1.33	-0.7421	-0.7544	-0.737	-0.7555	-0.7652	-0.6733	-0.7136	-0.7317

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.6125	-0.6521	-0.6768	-0.7045	-0.6789	-0.7126	-0.729	-0.6972
1.55	-0.5859	-0.6247	-0.6481	-0.6754	-0.6526	-0.6941	-0.7117	-0.6697
1.65	-0.5617	-0.6003	-0.624	-0.6524	-0.6281	-0.6632	-0.6829	-0.6462
1.75	-0.5281	-0.5659	-0.5884	-0.6155	-0.5959	-0.6242	-0.6469	-0.6127
1.85	-0.506	-0.5428	-0.5637	-0.59	-0.5727	-0.5974	-0.622	-0.5886
1.95	-0.47	-0.5056	-0.5257	-0.5512	-0.5379	-0.5589	-0.5832	-0.553
2.05	-0.4494	-0.4835	-0.5015	-0.525	-0.5162	-0.533	-0.5563	-0.5297
2.15	-0.4113	-0.4438	-0.4616	-0.4851	-0.4792	-0.494	-0.5167	-0.4925
2.25	-0.3912	-0.4219	-0.4375	-0.4584	-0.4582	-0.468	-0.4896	-0.4694
2.35	-0.3525	-0.3812	-0.3969	-0.4179	-0.4205	-0.4265	-0.4479	-0.4315
2.45	-0.3316	-0.3583	-0.372	-0.3905	-0.3954	-0.3993	-0.4205	-0.405
2.55	-0.2935	-0.318	-0.3317	-0.3498	-0.3512	-0.3593	-0.3801	-0.3611
2.65	-0.2705	-0.2927	-0.305	-0.3215	-0.3194	-0.3314	-0.3478	-0.3291

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
1.45	-0.7263	-0.7406	-0.7184	-0.7416	-0.7534	-0.6523	-0.6947	-0.7142
1.55	-0.7069	-0.7226	-0.6904	-0.7223	-0.7357	-0.6263	-0.6755	-0.696
1.65	-0.6774	-0.6956	-0.6688	-0.6943	-0.7105	-0.601	-0.6428	-0.6652
1.75	-0.6379	-0.6589	-0.6338	-0.6539	-0.6723	-0.569	-0.6043	-0.6291
1.85	-0.6104	-0.6337	-0.6097	-0.6253	-0.6459	-0.5459	-0.5782	-0.6043
1.95	-0.5716	-0.5949	-0.5732	-0.5855	-0.6063	-0.5117	-0.5405	-0.5658
2.05	-0.5447	-0.5675	-0.5487	-0.5571	-0.5781	-0.4906	-0.5155	-0.5396
2.15	-0.5055	-0.5279	-0.5113	-0.5169	-0.538	-0.4546	-0.4773	-0.5004
2.25	-0.4784	-0.4998	-0.4863	-0.4884	-0.5088	-0.4345	-0.452	-0.4739
2.35	-0.4372	-0.4582	-0.4479	-0.4486	-0.4681	-0.3978	-0.411	-0.4329
2.45	-0.4091	-0.4295	-0.4195	-0.4196	-0.438	-0.374	-0.3843	-0.406
2.55	-0.3689	-0.3887	-0.376	-0.3798	-0.3973	-0.3316	-0.345	-0.3662
2.65	-0.3402	-0.3561	-0.3434	-0.3509	-0.3657	-0.3017	-0.3177	-0.3348

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.2342	-0.2539	-0.2657	-0.2808	-0.2775	-0.2929	-0.308	-0.2866
2.85	-0.2089	-0.2259	-0.2369	-0.2512	-0.2441	-0.2625	-0.2733	-0.2532
2.95	-0.1752	-0.189	-0.1979	-0.209	-0.2041	-0.2206	-0.2301	-0.2112
3.05	-0.1428	-0.1539	-0.1623	-0.1724	-0.1648	-0.1767	-0.1836	-0.1719
3.17	-0.0958	-0.1039	-0.1098	-0.1171	-0.1114	-0.1208	-0.1255	-0.1163
3.29	-0.0582	-0.0631	-0.0661	-0.0698	-0.0674	-0.0743	-0.077	-0.0698
3.37	-0.023	-0.0252	-0.027	-0.0306	-0.0273	-0.0321	-0.0335	-0.0289
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0522	0.0559	0.0584	0.0614	0.059	0.0584	0.0597	0.0611
3.7	0.0959	0.103	0.1077	0.1138	0.1089	0.1095	0.1119	0.1127
3.825	0.1492	0.1595	0.1668	0.176	0.1682	0.1674	0.1709	0.1742
3.925	0.1842	0.1973	0.2064	0.2178	0.2079	0.208	0.2122	0.2153
4.025	0.2291	0.2449	0.2555	0.2687	0.2576	0.2556	0.2605	0.2662

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.75	-0.3012	-0.3156	-0.2995	-0.3113	-0.3248	-0.2617	-0.28	-0.2958
2.85	-0.2716	-0.282	-0.2661	-0.282	-0.2921	-0.2304	-0.2514	-0.2629
2.95	-0.2269	-0.2359	-0.2208	-0.234	-0.2424	-0.1932	-0.212	-0.222
3.05	-0.1835	-0.19	-0.1811	-0.1908	-0.1968	-0.1559	-0.1697	-0.1771
3.17	-0.1254	-0.1298	-0.1228	-0.1304	-0.1344	-0.1047	-0.1156	-0.1206
3.29	-0.0768	-0.0793	-0.073	-0.0792	-0.0813	-0.0634	-0.0711	-0.074
3.37	-0.034	-0.0352	-0.0322	-0.0373	-0.0382	-0.0256	-0.0308	-0.0322
3.45	0	0	0	0	0	0	0	0
3.575	0.0595	0.0608	0.0637	0.0605	0.062	0.0561	0.0568	0.0583
3.7	0.1119	0.1142	0.1181	0.115	0.1175	0.1031	0.106	0.1087
3.825	0.1714	0.1747	0.1825	0.1771	0.1806	0.1598	0.1621	0.166
3.925	0.213	0.2169	0.2257	0.22	0.2241	0.1971	0.201	0.2057
4.025	0.2617	0.2664	0.2783	0.2703	0.2751	0.2446	0.2471	0.2527

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
4.125	0.265	0.2835	0.2961	0.3118	0.2979	0.2995	0.3046	0.3082
4.225	0.3103	0.3313	0.3451	0.3623	0.348	0.3506	0.3562	0.3592
4.325	0.3473	0.371	0.3868	0.4063	0.3893	0.3966	0.4022	0.4022
4.425	0.3922	0.4185	0.4354	0.4563	0.4393	0.4475	0.4547	0.453
4.525	0.4303	0.4591	0.4779	0.5009	0.4815	0.4939	0.5029	0.4968
4.625	0.4745	0.5059	0.5259	0.5502	0.5311	0.5446	0.5555	0.5473
4.725	0.5133	0.5471	0.5688	0.595	0.5752	0.5919	0.6046	0.5927
4.825	0.5566	0.5928	0.6158	0.6433	0.6221	0.6411	0.6556	0.6405
4.925	0.5956	0.6342	0.6588	0.688	0.6633	0.687	0.7035	0.6828
5.025	0.6377	0.6786	0.7045	0.735	0.7064	0.7345	0.7532	0.727
5.125	0.6765	0.7197	0.7471	0.779	0.7474	0.7804	0.7998	0.769
5.225	0.7171	0.7625	0.7912	0.8244	0.7894	0.8273	0.8456	0.8119
5.325	0.75535	0.8029	0.833	0.8673	0.8297	0.873	0.8901	0.8531

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
4.125	0.3065	0.3113	0.3226	0.3159	0.3208	0.2825	0.2899	0.2957
4.225	0.3579	0.363	0.3749	0.3679	0.3734	0.3303	0.3401	0.3465
4.325	0.4048	0.4099	0.4201	0.4158	0.4208	0.3693	0.3851	0.3917
4.425	0.4561	0.4628	0.4722	0.4675	0.4736	0.4168	0.4349	0.4436
4.525	0.5033	0.5114	0.5181	0.5156	0.523	0.4567	0.4802	0.4913
4.625	0.5544	0.5643	0.5697	0.5672	0.5758	0.504	0.5297	0.5432
4.725	0.6024	0.6138	0.6154	0.6146	0.6241	0.5462	0.5761	0.5917
4.825	0.6522	0.6653	0.6644	0.6654	0.6765	0.5923	0.6249	0.6426
4.925	0.6986	0.7135	0.7077	0.7124	0.7248	0.6324	0.6701	0.69
5.025	0.7467	0.7636	0.7526	0.7605	0.7748	0.6745	0.7169	0.7393
5.125	0.793	0.8106	0.7953	0.8071	0.8217	0.7143	0.762	0.7855
5.225	0.8404	0.8564	0.839	0.8547	0.8677	0.7552	0.8083	0.8308
5.325	0.8865	0.9013	0.8809	0.901	0.9127	0.7945	0.8531	0.8749

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
5.425	0.79416	0.8437	0.8751	0.9106	0.8701	0.9162	0.9324	0.8944
5.525	0.83142	0.883	0.9156	0.9521	0.9096	0.9557	0.9718	0.9346
5.625	0.86794	0.9215	0.9552	0.993	0.9479	0.9938	1.0096	0.9737
5.75	0.9127	0.9687	1.0036	1.0423	0.9955	1.0426	1.0583	1.022
5.875	0.95424	1.0124	1.0486	1.0889	1.0397	1.0885	1.1041	1.0669
6	0.99679	1.0573	1.0946	1.135	1.0855	1.1376	1.1532	1.1133
6.08	1.01893	1.0806	1.1184	1.1595	1.1094	1.1606	1.1766	1.1375
6.16	1.04436	1.1075	1.1462	1.1885	1.1372	1.189	1.2055	1.1658
6.28	1.07852	1.1437	1.1833	1.2261	1.1745	1.2263	1.2433	1.2036
6.4	1.11437	1.1816	1.2224	1.2662	1.2138	1.2659	1.2837	1.2436
6.5	1.14377	1.2124	1.254	1.2985	1.2455	1.2978	1.3162	1.2758
6.6	1.1736	1.2439	1.2866	1.3317	1.2782	1.3312	1.3501	1.3092
6.7	1.20287	1.2748	1.3185	1.3648	1.31	1.3636	1.383	1.3417

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
5.425	0.9302	0.944	0.9229	0.9451	0.9556	0.8339	0.8957	0.9167
5.525	0.9701	0.9835	0.9637	0.9853	0.9955	0.8722	0.9345	0.9556
5.625	1.0089	1.0219	1.0036	1.0249	1.0346	0.9096	0.972	0.993
5.75	1.0581	1.0708	1.0524	1.0742	1.0836	0.95594	1.0199	1.0409
5.875	1.1047	1.117	1.0986	1.122	1.1309	0.99905	1.0651	1.0862
6	1.154	1.1662	1.1448	1.1706	1.1794	1.04351	1.1132	1.1344
6.08	1.1769	1.1894	1.1693	1.1941	1.203	1.06701	1.136	1.1578
6.16	1.2055	1.2185	1.1986	1.2234	1.2327	1.09394	1.16386	1.1863
6.28	1.2431	1.2566	1.2367	1.2611	1.2708	1.1302	1.20066	1.2239
6.4	1.2833	1.2973	1.2772	1.3016	1.3118	1.16837	1.2398	1.264
6.5	1.3153	1.3297	1.3099	1.334	1.3445	1.19955	1.27149	1.2963
6.6	1.349	1.364	1.3435	1.3676	1.3784	1.23136	1.30435	1.32989
6.7	1.3823	1.3976	1.3768	1.4014	1.4125	1.26246	1.33681	1.36296

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.8	1.23245	1.3061	1.3509	1.3979	1.3426	1.3972	1.4172	1.3749
6.9	1.26163	1.337	1.3829	1.431	1.3744	1.4302	1.4507	1.4074
7	1.29095	1.3682	1.4152	1.4642	1.4069	1.4637	1.4849	1.4405
7.1	1.32003	1.3992	1.4472	1.4974	1.4388	1.4967	1.5185	1.4732
7.2	1.34917	1.4303	1.4794	1.5306	1.4707	1.5302	1.5525	1.5059
7.3	1.37816	1.4613	1.5115	1.5639	1.5026	1.5634	1.5862	1.5386
7.4	1.40719	1.49245	1.5437	1.5973	1.5346	1.5967	1.62	1.5713
7.5	1.43612	1.52353	1.576	1.6308	1.5665	1.6297	1.6535	1.6041
7.6	1.46511	1.55479	1.6083	1.6643	1.5985	1.663	1.6874	1.6369
7.7	1.49402	1.58601	1.6407	1.698	1.6305	1.696	1.7209	1.6697
7.8	1.52305	1.6175	1.6733	1.7318	1.6628	1.7295	1.7548	1.7026
7.9	1.55193	1.64888	1.7058	1.7659	1.69486	1.7628	1.7884	1.7355
8	1.58109	1.6807	1.7388	1.7999	1.72742	1.7963	1.8223	1.7689

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.8	1.4162	1.432	1.4103	1.4358	1.4474	1.29405	1.36972	1.39672
6.9	1.4497	1.466	1.4436	1.4699	1.4816	1.3251	1.40212	1.4299
7	1.4836	1.5005	1.477	1.5042	1.5164	1.35651	1.43487	1.46361
7.1	1.5171	1.5343	1.5104	1.5383	1.5509	1.38736	1.46721	1.49675
7.2	1.5509	1.5687	1.5443	1.5725	1.5855	1.41791	1.49986	1.53018
7.3	1.5845	1.6026	1.578	1.6067	1.6199	1.44834	1.5323	1.56332
7.4	1.6182	1.6366	1.6118	1.6411	1.6546	1.47881	1.56471	1.59649
7.5	1.6518	1.6707	1.6456	1.6753	1.689	1.50919	1.5969	1.62946
7.6	1.6856	1.7048	1.6795	1.7097	1.7236	1.53964	1.62924	1.66261
7.7	1.719	1.7385	1.7135	1.744	1.7581	1.57001	1.66135	1.69538
7.8	1.7529	1.7727	1.7474	1.7783	1.7927	1.60051	1.69366	1.7284
7.9	1.7863	1.8063	1.7817	1.8129	1.8273	1.63088	1.72567	1.76099
8	1.8203	1.8405	1.8159	1.8472	1.8618	1.66155	1.75797	1.79394

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
8.12	1.61573	1.71854	1.7781	1.8407	1.76603	1.83558	1.8619	1.8084
8.24	1.65047	1.75643	1.81752	1.8814	1.8048	1.87528	1.9021	1.8482
8.32	1.67361	1.78165	1.84382	1.9089	1.83057	1.90155	1.92861	1.8746
8.4	1.69681	1.80709	1.87039	1.9364	1.85654	1.92817	1.95551	1.9015
8.485	1.72168	1.83425	1.89871	1.9659	1.88471	1.95733	1.98398	1.9306
8.57	1.74661	1.8616	1.92738	1.9955	1.91323	1.98779	2.01362	1.9602
8.655	1.77158	1.88891	1.95612	2.0257	1.94162	2.01835	2.04409	1.98959
8.74	1.79663	1.91643	1.98504	2.0557	1.97025	2.04896	2.0749	2.01932
8.825	1.82169	1.9439	2.014	2.086	1.9988	2.07964	2.10558	2.04896
8.91	1.84681	1.97151	2.04304	2.1164	2.02753	2.11032	2.13695	2.07878
8.995	1.87191	1.99905	2.07206	2.14689	2.05617	2.14106	2.16859	2.10848
9.08	1.89704	2.02673	2.10108	2.17766	2.08496	2.17179	2.20039	2.13834
9.45	2.0062	2.14704	2.2274	2.3105	2.21101	2.30645	2.33923	2.26884

ตารางที่ ข.8 ค่าการโก่งตัวใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
8.12	1.86	1.8804	1.8565	1.8878	1.9024	1.69802	1.79594	1.83267
8.24	1.9003	1.9209	1.8975	1.9289	1.9435	1.73463	1.83421	1.87174
8.32	1.927	1.9477	1.9245	1.9562	1.9709	1.75902	1.85962	1.89768
8.4	1.9541	1.975	1.9521	1.9836	1.9986	1.78355	1.88513	1.92371
8.485	1.9841	2.0037	1.9824	2.0143	2.0279	1.81006	1.91333	1.95141
8.57	2.0155	2.0342	2.0129	2.0466	2.0588	1.83673	1.9422	1.9802
8.655	2.047	2.0655	2.0437	2.079	2.091	1.86332	1.97108	2.00948
8.74	2.0785	2.0971	2.0744	2.1114	2.1232	1.89005	1.99999	2.03889
8.825	2.11015	2.1286	2.1052	2.1439	2.1554	1.9167	2.02891	2.06825
8.91	2.14178	2.161	2.1362	2.1764	2.1885	1.94348	2.05784	2.09819
8.995	2.17342	2.1934	2.1672	2.2091	2.2217	1.97016	2.08677	2.1282
9.08	2.2051	2.22613	2.1982	2.2417	2.2551	1.99693	2.1157	2.15832
9.45	2.3435	2.36853	2.33399	2.38402	2.4008	2.11444	2.24254	2.28994

ตารางที่ ข.9 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.08	-0.00161	-0.0019	-0.0024	-0.0029	-0.0019	-0.0021	-0.0018	-0.0023
0.16	-0.00415	-0.005	-0.0058	-0.0064	-0.0049	-5.40E-03	-0.005	-0.0055
0.28	-0.00813	-0.0103	-0.0116	-0.013	-0.0098	-0.0109	-0.0102	-0.0109
0.4	-0.01238	-0.0157	-0.0174	-0.0191	-0.0153	-0.016	-0.0153	-0.0167
0.6	-0.02085	-0.0245	-0.026	-0.0272	-0.0249	-0.0239	-0.0235	-0.026
0.8	-0.02818	-0.0319	-0.0334	-0.0346	-0.0328	-0.0306	-0.0303	-0.0337
1	-0.03603	-0.0403	-0.042	-0.0432	-0.0414	-0.0385	-0.0382	-0.0425
1.2	-0.0438	-0.0483	-0.0501	-0.0513	-0.0498	-4.59E-02	-0.0457	-0.0508
1.4	-0.05193	-0.0569	-0.0589	-0.06	-0.0583	-0.0536	-0.0532	-0.0595
1.6	-0.06043	-0.0656	-0.0677	-0.0687	-0.0671	-0.0615	-0.061	-0.0684
1.8	-0.06962	-0.075	-0.0774	-0.0778	-0.0759	-0.069	-0.0679	-0.0772
2	-0.08027	-0.085	-0.0873	-0.0859	-0.0837	-0.075	-0.0723	-0.0848

ตารางที่ ข.9 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.08	-0.0024	-0.0022	-0.0029	-0.0029	-0.0027	-0.00163	-0.0021	-0.002
0.16	-0.0057	-0.0054	-0.0062	-0.0064	-0.006	-0.00423	-0.005	-0.0049
0.28	-0.0114	-0.0107	-0.0123	-0.0127	-0.0119	-0.00806	-0.0097	-0.0095
0.4	-0.0167	-0.0159	-0.0184	-0.0182	-0.0172	-0.01266	-0.0142	-0.014
0.6	-0.0244	-0.0239	-0.0271	-0.0255	-0.0248	-0.02207	-0.0218	-0.0219
0.8	-0.031	-0.0306	-0.0348	-0.0321	-0.0316	-0.03003	-0.0287	-0.0289
1	-0.0389	-0.0385	-0.0434	-0.04	-0.0394	-0.03835	-0.0362	-0.0365
1.2	-0.0463	-0.046	-0.0517	-0.0475	-0.0469	-0.04663	-0.0437	-0.0441
1.4	-0.054	-0.0535	-0.0601	-0.0551	-0.0543	-0.055	-0.0513	-0.0516
1.6	-0.062	-0.0613	-0.0688	-0.063	-0.062	-0.0638	-0.0592	-0.0595
1.8	-0.0694	-0.0681	-0.0769	-0.07	-0.0683	-0.07271	-0.0669	-0.0668
2	-0.0753	-0.0722	-0.0821	-0.0749	-0.0712	-0.08178	-0.0742	-0.0728

ตารางที่ ข.9 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.12	-0.08981	-0.0952	-0.0983	-0.0989	-0.0958	-0.0858	-0.0843	-0.0977
2.24	-0.10181	-0.1088	-0.114	-0.1187	-0.1127	-0.104	-0.1047	-0.1169
2.32	-0.10857	-0.1167	-0.122	-0.1259	-0.1224	-0.1157	-0.1176	-0.1268
2.4	-0.10272	-0.1106	-0.1144	-0.1169	-0.1174	-0.1084	-0.1112	-0.1202
4.95	-0.10275	-0.1106	-0.1144	-0.1169	-0.1174	-0.1085	-0.1112	-0.1203
5.03	-0.10863	-0.1167	-0.122	-0.1258	-0.1224	-0.1156	-0.1176	-0.1268
5.11	-0.10198	-0.109	-0.1143	-0.1192	-0.1131	-0.1045	-0.1053	-0.1173
5.23	-0.08971	-0.0951	-0.098	-0.0985	-0.0955	-0.0855	-0.0838	-0.0973
5.35	-0.08036	-0.085	-0.0874	-0.086	-0.0839	-0.0752	-0.0726	-0.085
5.55	-0.06944	-0.0748	-0.0772	-0.0777	-0.0758	-0.0689	-0.0678	-0.0771
5.75	-0.06043	-0.0656	-0.0677	-0.0687	-0.0671	-0.0615	-0.061	-0.0683
5.95	-0.05195	-0.0569	-0.0589	-0.06	-0.0584	-0.0537	-0.0533	-0.0596
6.15	-0.04377	-0.0483	-0.05	-0.0512	-0.0497	-0.0459	-0.0457	-0.0508

ตารางที่ ข.9 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.12	-0.0865	-0.0848	-0.0973	-0.0876	-0.0853	-0.09298	-0.0846	-0.0843
2.24	-0.1068	-0.1076	-0.121	-0.1109	-0.1113	-0.10778	-0.1009	-0.1026
2.32	-0.1194	-0.1216	-0.1302	-0.1225	-0.1244	-0.11618	-0.1114	-0.1141
2.4	-0.1096	-0.1127	-0.1224	-0.1107	-0.1136	-0.11118	-0.1045	-0.1079
4.95	-0.1097	-0.1127	-0.1224	-0.1108	-0.1137	-0.11118	-0.1046	-0.1079
5.03	-0.1194	-0.1215	-0.1301	-0.1224	-0.1242	-0.11618	-0.1114	-0.1141
5.11	-0.1074	-0.1083	-0.1217	-0.1116	-0.1122	-0.10818	-0.1013	-0.1031
5.23	-0.0861	-0.0842	-0.0967	-0.087	-0.0846	-0.09278	-0.0843	-0.0839
5.35	-0.0755	-0.0724	-0.0823	-0.0751	-0.0714	-0.08198	-0.0744	-0.0731
5.55	-0.0693	-0.068	-0.0768	-0.07	-0.0682	-0.07256	-0.0668	-0.0667
5.75	-0.0619	-0.0613	-0.0687	-0.063	-0.062	-0.0638	-0.0592	-0.0595
5.95	-0.0541	-0.0536	-0.0602	-0.0552	-0.0544	-0.05504	-0.0513	-0.0517
6.15	-0.0463	-0.046	-0.0517	-0.0474	-0.0468	-0.0466	-0.0437	-0.0441

ตารางที่ ข.9 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.35	-0.03604	-0.0403	-0.042	-0.0432	-0.0415	-0.0385	-0.0382	-0.0425
6.55	-0.02819	-0.0319	-0.0334	-0.0346	-0.0328	-0.0306	-0.0303	-0.0337
6.75	-0.02085	-0.0245	-0.026	-0.0272	-0.0249	-0.0239	-0.0235	-0.026
6.95	-0.01241	-0.0157	-0.0174	-0.0192	-0.0154	-0.016	-0.0153	-0.0167
7.07	-0.00817	-0.0104	-0.0117	-0.013	-0.0099	-0.0109	-0.0103	-0.0109
7.19	-0.00415	-0.005	-0.0058	-0.0064	-0.005	-0.0054	-0.005	-0.0055
7.27	-0.00165	-0.0019	-0.0024	-0.0029	-0.0019	-0.0021	-0.0019	-0.0023
7.35	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข.9 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.35	-0.0389	-0.0385	-0.0435	-0.0401	-0.0394	-0.03838	-0.0363	-0.0366
6.55	-0.031	-0.0306	-0.0348	-0.0321	-0.0315	-0.03003	-0.0287	-0.0289
6.75	-0.0244	-0.0239	-0.0271	-0.0255	-0.0249	-0.02208	-0.0218	-0.0219
6.95	-0.0168	-0.016	-0.0185	-0.0183	-0.0173	-0.01267	-0.0142	-0.014
7.07	-0.0115	-0.0108	-0.0124	-0.0127	-0.0119	-0.00811	-0.0097	-0.0095
7.19	-0.0058	-0.0054	-0.0062	-0.0065	-0.006	-0.00423	-0.005	-0.0049
7.27	-0.0024	-0.0022	-0.0029	-0.003	-0.0027	-0.00167	-0.0021	-0.002
7.35	0	0	-1.00E-04	0	0	-3.00E-05	0	-1.00E-04

ตารางที่ ข.10 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.08	0.0129	0.0138	0.0132	0.0123	0.0138	0.0128	0.0128	0.0131
0.16	0.0319	0.0336	0.0329	0.0312	0.0329	3.15E-02	0.0311	0.0317
0.28	0.0539	0.056	0.0551	0.0522	0.0544	0.0512	0.0497	0.0525
0.4	0.0895	0.0924	0.0932	0.0924	0.0915	0.0878	0.0864	0.0909
0.6	0.164	0.1711	0.1757	0.1795	0.1735	0.1744	0.1749	0.1761
0.8	0.2269	0.2381	0.245	0.2513	0.243	0.2469	0.2488	0.2473
1	0.2842	0.2986	0.3074	0.3159	0.3053	0.3114	0.3144	0.311
1.2	0.3417	0.3597	0.3706	0.3812	0.3686	3.77E-01	0.3812	0.3756
1.4	0.395	0.416	0.4286	0.441	0.4265	0.437	0.4419	0.4347
1.6	0.4487	0.4732	0.4876	0.5018	0.4856	0.4981	0.504	0.4949
1.8	0.4961	0.5233	0.5391	0.5546	0.5369	0.5509	0.5574	0.547
2	0.5306	0.5603	0.5762	0.5915	0.5743	0.5888	0.5954	0.584

ตารางที่ ข.10 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.08	0.0117	0.0116	0.0122	0.0106	0.0106	0.0133	0.0126	0.0128
0.16	0.0298	0.0292	0.03	0.0278	0.0272	0.032	0.0315	0.0314
0.28	0.0485	0.0466	0.0494	0.045	0.0431	0.0538	0.0524	0.0515
0.4	0.0862	0.0842	0.0896	0.0842	0.0821	0.0907	0.0898	0.0892
0.6	0.1754	0.1752	0.1785	0.1763	0.1757	0.17	0.1743	0.176
0.8	0.2491	0.2501	0.2516	0.2512	0.2516	0.2367	0.2449	0.2483
1	0.3144	0.3163	0.3169	0.3176	0.3186	0.2972	0.3084	0.3132
1.2	0.3809	0.3837	0.3831	0.385	0.3867	0.358	0.3726	0.3788
1.4	0.4413	0.4448	0.4433	0.4461	0.4483	0.4143	0.4316	0.439
1.6	0.5031	0.5073	0.5048	0.5085	0.5112	0.4711	0.4914	0.5001
1.8	0.5561	0.5607	0.5577	0.5619	0.5648	0.521	0.5437	0.5533
2	0.5931	0.5976	0.5939	0.5979	0.6005	0.5572	0.5811	0.5912

ตารางที่ ข.10 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
2.12	0.5604	0.5932	0.6096	0.6251	0.6092	0.6255	0.6335	0.619
2.24	0.6015	0.6374	0.6557	0.6737	0.6562	0.675	0.6847	0.6674
2.32	0.6241	0.6616	0.6814	0.7015	0.6821	0.7031	0.7139	0.6946
2.4	0.656	0.6953	0.7171	0.7393	0.7174	0.7399	0.7517	0.7316
4.95	1.57702	1.6725	1.7276	1.7859	1.721	1.7903	1.8164	1.7595
5.03	1.60016	1.69741	1.7531	1.8122	1.7467	1.8169	1.8435	1.7856
5.11	1.61906	1.71757	1.7738	1.8331	1.7676	1.8376	1.8646	1.8067
5.23	1.65279	1.75329	1.8105	1.8707	1.8044	1.875	1.9025	1.8441
5.35	1.68454	1.78703	1.8453	1.9068	1.8393	1.9104	1.9385	1.8796
5.55	1.7382	1.84431	1.9049	1.9685	1.89809	1.9712	2.0002	1.94
5.75	1.79409	1.90425	1.967	2.0327	1.95973	2.03489	2.0647	2.0032
5.95	1.84917	1.96306	2.02782	2.0955	2.02021	2.09716	2.1279	2.065
6.15	1.90499	2.02292	2.08981	2.1596	2.08178	2.16065	2.1923	2.128

ตารางที่ ข.10 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
2.12	0.6297	0.6354	0.6288	0.6339	0.6377	0.5897	0.616	0.6275
2.24	0.6804	0.6877	0.6794	0.6865	0.6917	0.6343	0.6638	0.6772
2.32	0.7096	0.7179	0.7084	0.7172	0.7233	0.6591	0.691	0.7056
2.4	0.7479	0.7571	0.7473	0.7569	0.7638	0.6932	0.7272	0.7429
4.95	1.8123	1.8328	1.8032	1.8366	1.8515	1.65842	1.75525	1.79042
5.03	1.8392	1.86	1.8299	1.8636	1.8789	1.68302	1.78117	1.81695
5.11	1.86	1.8811	1.8511	1.8845	1.8999	1.70323	1.80162	1.8379
5.23	1.8976	1.9192	1.889	1.9224	1.9382	1.73905	1.83839	1.87548
5.35	1.9334	1.9555	1.9255	1.959	1.9751	1.77282	1.87335	1.91128
5.55	1.9952	2.0178	1.9876	2.0219	2.0384	1.82946	1.93306	1.97226
5.75	2.0597	2.083	2.0524	2.0875	2.1045	1.8885	1.99515	2.0357
5.95	2.1227	2.1467	2.1157	2.1514	2.1689	1.94672	2.05616	2.09803
6.15	2.1871	2.2117	2.1803	2.2168	2.2347	2.00572	2.11809	2.16132

ตารางที่ ข.10 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Deflection (mm)							
6.35	1.95969	2.08135	2.15019	2.2219	2.14189	2.22253	2.2551	2.18936
6.55	2.01493	2.14063	2.21156	2.2852	2.2029	2.28539	2.31889	2.25176
6.75	2.06912	2.19852	2.27132	2.34692	2.2625	2.34677	2.38121	2.31255
6.95	2.12388	2.25726	2.33192	2.40943	2.3231	2.40932	2.44484	2.37435
7.07	2.15615	2.29234	2.36834	2.44693	2.35907	2.44618	2.48217	2.41121
7.19	2.18868	2.32783	2.40522	2.4851	2.39533	2.48317	2.51955	2.44838
7.27	2.21028	2.35126	2.42958	2.5103	2.41935	2.50776	2.54442	2.47303
7.35	2.23168	2.3742	2.45347	2.53518	2.4429	2.53192	2.56882	2.49722

ตารางที่ ข.10 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Deflection (mm)							
6.35	2.2496	2.275	2.2431	2.2803	2.2986	2.06356	2.1787	2.22324
6.55	2.31328	2.3393	2.307	2.3449	2.3638	2.12199	2.23997	2.28588
6.75	2.37529	2.402	2.3693	2.4078	2.4272	2.17935	2.30009	2.34734
6.95	2.43849	2.46609	2.4325	2.4719	2.492	2.23739	2.36099	2.40968
7.07	2.47584	2.50374	2.47012	2.5097	2.53	2.27151	2.39664	2.4461
7.19	2.51332	2.54145	2.50833	2.5479	2.5682	2.30582	2.4324	2.48259
7.27	2.53825	2.56656	2.53365	2.57333	2.5937	2.32866	2.45625	2.50693
7.35	2.56281	2.59127	2.55866	2.59849	2.6189	2.35129	2.47998	2.53116

ตารางที่ ข.11 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิมในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	No-crack-20Y	No-crack-30Y	No-crack-40Y
	Deflection (mm)			
0	0	0	0	0
0.08	-0.00161	-0.00164	-0.00168	-0.0018
0.16	-0.00415	-0.00423	-0.00436	-0.0046
0.28	-0.00813	-0.00828	-0.00851	-0.009
0.4	-0.01238	-0.01261	-0.01297	-0.0136
0.6	-0.02085	-0.02125	-0.02187	-0.023
0.8	-0.02818	-0.02873	-0.0296	-0.0312
1	-0.03603	-0.03673	-0.03784	-0.0399
1.2	-0.0438	-0.04466	-0.04604	-0.0485
1.4	-0.05193	-0.05294	-0.05454	-0.0574
1.6	-0.06043	-0.06162	-0.06344	-0.0669
1.8	-0.06962	-0.07097	-0.07314	-0.077
2	-0.08027	-0.08185	-0.08434	-0.0888
2.12	-0.08981	-0.09155	-0.09434	-0.0993
2.24	-0.10181	-0.1037	-0.10664	-0.1121
2.32	-0.10857	-0.11061	-0.11384	-0.1196
2.4	-0.10272	-0.10471	-0.10784	-0.1135
4.95	-0.10275	-0.10474	-0.10784	-0.1135
5.03	-0.10863	-0.11067	-0.11384	-0.1197
5.11	-0.10198	-0.10388	-0.10684	-0.1123
5.23	-0.08971	-0.09146	-0.09424	-0.0992
5.35	-0.08036	-0.08193	-0.08444	-0.0889
5.55	-0.06944	-0.07078	-0.07294	-0.0768

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิมในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	No-crack-20Y	No-crack-30Y	No-crack-40Y
	Deflection (mm)			
5.75	-0.06043	-0.06162	-0.06344	-0.0669
5.95	-0.05195	-0.05296	-0.05454	-0.0575
6.15	-0.04377	-0.04463	-0.04594	-0.0485
6.35	-0.03604	-0.03674	-0.03784	-0.0399
6.55	-0.02819	-0.02874	-0.0296	-0.0312
6.75	-0.02085	-0.02125	-0.02187	-0.023
6.95	-0.01241	-0.01264	-0.013	-0.0137
7.07	-0.00817	-0.00832	-0.00855	-0.009
7.19	-0.00415	-0.00423	-0.00435	-0.0046
7.27	-0.00165	-0.00168	-0.00172	-0.0018
7.35	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.12 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิมในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	No-crack-20Y	No-crack-30Y	No-crack-40Y
	Deflection (mm)			
0	0	0	0	0
0.08	0.0129	0.013	0.0133	0.0135
0.16	0.0319	0.0323	0.033	0.034
0.28	0.0539	0.0546	0.0556	0.0573
0.4	0.0895	0.0906	0.0923	0.0951
0.6	0.164	0.1661	0.1693	0.1749
0.8	0.2269	0.2298	0.2342	0.242
1	0.2842	0.2878	0.2934	0.3031
1.2	0.3417	0.346	0.3527	0.3644
1.4	0.395	0.3999	0.4077	0.4212
1.6	0.4487	0.4543	0.4631	0.4784
1.8	0.4961	0.5023	0.5119	0.5288
2	0.5306	0.5371	0.5473	0.5651
2.12	0.5604	0.5673	0.5781	0.5969
2.24	0.6015	0.609	0.6207	0.6412
2.32	0.6241	0.6318	0.6439	0.6651
2.4	0.656	0.6642	0.677	0.6994
4.95	1.57702	1.59748	1.62934	1.68554
5.03	1.60016	1.62093	1.65327	1.71032
5.11	1.61906	1.64007	1.6728	1.73054
5.23	1.65279	1.67429	1.70777	1.76683
5.35	1.68454	1.70644	1.74053	1.80069
5.55	1.7382	1.76077	1.79591	1.85791

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.12 ค่าการโก่งตัวบนผิวของคานเมื่อได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิมในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	No-crack-20Y	No-crack-30Y	No-crack-40Y
	Deflection (mm)			
5.75	1.79409	1.81735	1.85358	1.9175
5.95	1.84917	1.87314	1.91047	1.97633
6.15	1.90499	1.92967	1.9681	2.0359
6.35	1.95969	1.98507	2.02458	2.09431
6.55	2.01493	2.04102	2.08162	2.15328
6.75	2.06912	2.0959	2.13759	2.21115
6.95	2.12388	2.15135	2.19412	2.26961
7.07	2.15615	2.18404	2.22746	2.30409
7.19	2.18868	2.21699	2.26105	2.33883
7.27	2.21028	2.23886	2.28336	2.3619
7.35	2.23168	2.26054	2.31E+00	2.38476

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ค่าความเครียด

ตารางที่ ข.13 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	-75.979	-93.795	-138.893	-189.266	-104.405	-116.889	-105.889	-127.014
0.1875	-2.458	-8.486	-11.885	-30.960	-18.341	-6.204	-16.905	-31.852
0.3125	40.291	35.883	58.088	64.783	25.141	17.462	15.377	31.767
0.425	58.479	59.114	89.319	109.655	48.371	30.812	26.643	62.046
0.525	50.255	53.399	77.268	102.314	42.108	34.177	23.964	57.828
0.625	29.098	33.271	45.400	67.388	21.976	379.609	369.913	34.905
0.725	21.578	26.116	29.285	45.809	14.403	-0.331	-10.502	23.218
0.825	13.155	16.989	16.225	25.965	5.512	-8.427	-12.650	9.881
0.925	14.601	17.767	14.596	20.460	5.089	-5.726	8.685	9.090
1.025	10.355	12.613	8.753	11.847	-0.151	-7.737	-7.442	2.518
1.125	10.974	12.579	8.217	10.165	2.293	-4.402	-5.023	0.171
1.225	9.873	11.073	6.638	7.926	78.875	-30.854	-49.309	59.139
1.325	9.873	11.073	6.638	7.924	78.884	-30.858	-49.314	59.161

ตารางที่ ข.13 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain (x10^{-6})							
0.0625	-158.318	-130.700	-205.276	-204.389	-210.858	-85.980	-86.752	-88.970
0.1875	-6.416	-22.930	-46.044	-23.493	-28.088	-11.693	1.447	-0.243
0.3125	36.559	18.676	48.964	40.973	35.914	30.436	24.779	22.141
0.425	55.277	35.975	94.389	67.787	63.332	48.754	30.678	28.080
0.525	53.129	32.161	87.049	62.995	59.001	40.010	26.837	23.726
0.625	444.136	457.480	52.914	623.775	627.678	18.831	283.762	266.244
0.725	-1.924	-11.895	32.038	-3.298	-1.624	10.738	-7.661	-7.292
0.825	-10.091	-14.883	13.506	-10.168	-10.638	2.280	-10.438	-10.826
0.925	-9.294	-9.204	9.482	-8.745	-50.658	3.231	-5.892	3.014
1.025	-10.053	-6.643	3.852	-10.524	-5.859	-0.511	-6.924	-5.181
1.125	-4.733	-4.120	4.408	-4.606	-3.576	1.103	-3.165	-3.906
1.225	-41.980	-54.239	83.130	-74.729	-78.688	79.739	1.762	-28.328
1.325	-41.985	-54.241	83.152	-74.731	-78.700	79.748	1.760	-28.336

ตารางที่ ข.13 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	10.974	12.580	8.218	10.171	2.294	-4.402	-5.023	0.174
1.525	10.355	12.613	8.754	11.850	-0.151	-7.740	-7.445	2.520
1.625	14.601	17.768	14.599	20.471	5.092	-5.727	8.626	9.095
1.725	13.155	16.990	16.226	25.972	5.512	-8.431	-12.655	9.883
1.825	21.579	26.120	29.291	45.827	14.408	-0.333	-10.504	23.226
1.925	29.099	33.274	45.404	67.400	21.978	379.566	369.842	34.908
2.025	50.257	53.405	77.278	102.344	42.117	34.177	23.967	57.843
2.125	58.480	59.118	89.327	109.677	48.375	30.809	26.638	62.053
2.2375	40.298	35.896	58.111	64.837	25.161	17.472	15.388	31.797
2.3625	-2.455	-8.477	-11.862	-30.918	-18.329	-6.202	-16.901	-31.836
2.4875	-75.944	-93.750	-138.823	-189.138	-104.330	-116.818	-105.792	-126.909

ตารางที่ ข.13 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	-4.732	-4.120	4.416	-4.603	-3.573	1.104	-3.165	-3.906
1.525	-10.055	-6.645	3.856	-10.525	-5.861	-0.512	-6.926	-5.184
1.625	-9.294	-9.244	9.497	-8.741	-50.618	3.231	-5.894	2.946
1.725	-10.095	-14.889	13.514	-10.169	-10.643	2.278	-10.443	-10.833
1.825	-1.924	-11.897	32.063	-3.293	-1.619	10.739	-7.664	-7.296
1.925	444.134	457.439	52.930	623.905	627.811	18.829	283.674	266.135
2.025	53.133	32.165	87.089	63.010	59.017	40.014	26.836	23.723
2.125	55.278	35.972	94.417	67.796	63.342	48.752	30.673	28.073
2.2375	36.577	18.694	49.036	41.007	35.953	30.447	24.785	22.148
2.3625	-6.402	-22.927	-45.990	-23.474	-28.066	-11.690	1.445	-0.244
2.4875	-158.236	-130.587	-205.106	-204.274	-210.716	-85.922	-86.692	-88.893

ตารางที่ ข.14 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	-75.786	-93.591	-138.659	-188.998	-104.250	-116.765	-105.765	-149.859
0.1875	-2.332	-8.346	-11.727	-30.783	-18.243	-6.127	-16.847	-22.296
0.3125	40.401	36.004	58.221	64.938	25.219	17.517	15.432	46.844
0.425	58.585	59.229	89.447	109.803	48.443	30.872	26.684	78.312
0.525	50.339	53.493	77.365	102.429	42.159	34.229	23.981	65.864
0.625	29.189	33.371	45.508	67.513	22.031	380.588	370.723	34.366
0.725	21.654	26.200	29.371	45.910	14.443	-0.283	-10.490	18.206
0.825	13.236	17.078	16.319	26.075	5.555	-8.389	-12.632	5.714
0.925	14.673	17.846	14.678	20.555	5.120	-5.707	9.293	3.963
1.025	10.430	12.695	8.841	11.948	-0.112	-7.704	-7.434	0.079
1.125	11.044	12.657	8.298	10.259	2.339	-4.359	-5.018	2.565
1.225	9.944	11.152	6.721	8.021	79.713	-30.126	-48.740	58.186
1.325	9.944	11.152	6.721	8.020	79.723	-30.130	-48.745	58.195

ตารางที่ ข.14 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	-158.173	-130.553	-205.062	-204.207	-210.696	-85.832	-86.635	-88.865
0.1875	-6.325	-22.864	-45.916	-23.390	-28.000	-11.607	1.513	-0.185
0.3125	36.637	18.736	49.069	41.067	35.992	30.506	24.834	22.189
0.425	55.356	36.017	94.487	67.868	63.400	48.819	30.729	28.122
0.525	53.186	32.180	87.115	63.046	59.040	40.055	26.870	23.752
0.625	445.134	458.339	52.990	624.858	628.513	18.881	284.677	266.957
0.725	-1.871	-11.879	32.091	-3.249	-1.587	10.774	-7.633	-7.268
0.825	-10.038	-14.861	13.566	-10.115	-10.595	2.320	-10.408	-10.797
0.925	-9.255	-8.556	9.532	-8.698	-50.040	3.262	-5.869	3.543
1.025	-10.004	-6.633	3.903	-10.478	-5.828	-0.478	-6.897	-5.161
1.125	-4.685	-4.114	4.449	-4.566	-3.549	1.132	-3.141	-3.888
1.225	-41.243	-53.653	83.944	-73.967	-78.140	80.602	2.452	-27.818
1.325	-41.248	-53.655	83.966	-73.969	-78.152	80.611	2.450	-27.826

ตารางที่ ข.14 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	11.045	12.658	8.299	10.265	2.341	-4.360	-5.018	2.570
1.525	10.430	12.696	8.841	11.950	-0.113	-7.706	-7.437	0.080
1.625	14.673	17.848	14.681	20.566	5.122	-5.708	9.233	3.969
1.725	13.236	17.079	16.321	26.081	5.555	-8.393	-12.637	5.715
1.825	21.654	26.204	29.377	45.928	14.448	-0.285	-10.491	18.215
1.925	29.190	33.373	45.511	67.525	22.033	380.544	370.651	34.369
2.025	50.341	53.499	77.376	102.458	42.169	34.228	23.984	65.880
2.125	58.586	59.234	89.455	109.826	48.447	30.869	26.679	78.321
2.2375	40.408	36.017	58.244	64.992	25.239	17.527	15.444	46.878
2.3625	-2.329	-8.337	-11.705	-30.740	-18.231	-6.125	-16.843	-22.268
2.4875	-75.751	-93.546	-138.589	-188.869	-104.175	-116.695	-105.667	-149.756

ตารางที่ ข.14 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	-4.683	-4.114	4.458	-4.563	-3.545	1.133	-3.141	-3.889
1.525	-10.006	-6.635	3.907	-10.479	-5.830	-0.479	-6.899	-5.164
1.625	-9.254	-8.597	9.547	-8.693	-49.999	3.263	-5.871	3.474
1.725	-10.042	-14.867	13.575	-10.116	-10.600	2.318	-10.413	-10.803
1.825	-1.871	-11.881	32.117	-3.243	-1.582	10.775	-7.636	-7.272
1.925	445.131	458.298	53.005	624.989	628.648	18.879	284.589	266.848
2.025	53.190	32.184	87.155	63.061	59.056	40.059	26.868	23.749
2.125	55.357	36.015	94.515	67.878	63.409	48.818	30.724	28.115
2.2375	36.656	18.754	49.142	41.101	36.032	30.517	24.840	22.196
2.3625	-6.312	-22.861	-45.862	-23.371	-27.977	-11.604	1.511	-0.186
2.4875	-158.091	-130.439	-204.891	-204.092	-210.553	-85.774	-86.574	-88.787

ตารางที่ ข.15 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	-75.487	-93.274	-115.524	-188.580	-100.238	-116.573	-105.571	-149.577
0.1875	-2.136	-8.128	-21.019	-30.505	-24.893	-6.008	-16.757	-22.123
0.3125	40.573	36.192	43.248	65.179	25.334	17.602	15.519	46.981
0.425	58.750	59.409	73.320	110.035	47.791	30.964	26.747	78.441
0.525	50.471	53.639	69.440	102.607	42.159	34.310	24.007	65.948
0.625	29.330	33.526	46.247	67.707	22.912	382.114	371.988	34.463
0.725	21.771	26.332	34.709	46.068	15.495	-0.210	-10.471	18.274
0.825	13.362	17.217	20.427	26.246	6.653	-8.329	-12.603	5.793
0.925	14.784	17.970	18.151	20.704	6.935	-5.677	10.245	4.028
1.025	10.546	12.824	10.974	12.105	1.291	-7.652	-7.422	0.160
1.125	11.154	12.779	10.123	10.406	-0.485	-4.293	-5.011	2.643
1.225	10.055	11.275	8.205	8.171	80.823	-28.988	-47.850	59.437
1.325	10.055	11.275	8.204	8.170	80.838	-28.992	-47.855	59.446

ตารางที่ ข.15 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	-157.948	-130.324	-204.730	-203.925	-210.444	-85.602	-86.452	-88.746
0.1875	-6.185	-22.760	-45.717	-23.230	-27.861	-11.474	1.615	-0.163
0.3125	36.759	18.829	49.233	41.212	36.114	30.615	24.921	22.546
0.425	55.479	36.083	94.641	67.996	63.505	48.921	30.807	28.430
0.525	53.274	32.209	87.218	63.126	59.100	40.125	26.921	23.782
0.625	446.690	459.683	53.107	626.550	629.822	18.959	286.104	267.836
0.725	-1.788	-11.854	32.176	-3.172	-1.529	10.829	-7.590	-7.323
0.825	-9.955	-14.827	13.661	-10.031	-10.528	2.382	-10.362	-10.806
0.925	-9.193	-7.541	9.610	-8.624	-49.070	3.311	-5.834	4.350
1.025	-9.928	-6.617	3.983	-10.405	-5.781	-0.427	-6.856	-5.131
1.125	-4.610	-4.106	4.514	-4.503	-3.506	1.177	-3.104	-3.863
1.225	-40.091	-52.733	85.226	-72.775	-77.279	81.952	3.528	-27.007
1.325	-40.096	-52.735	85.248	-72.778	-77.291	81.960	3.526	-27.016

ตารางที่ ข.15 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain (x10^{-6})							
1.425	11.154	12.779	10.124	10.411	-0.483	-4.294	-5.011	2.647
1.525	10.546	12.824	10.975	12.108	1.292	-7.655	-7.424	0.161
1.625	14.784	17.972	18.154	20.715	6.938	-5.678	10.185	4.034
1.725	13.362	17.218	20.429	26.253	6.652	-8.334	-12.609	5.793
1.825	21.772	26.335	34.715	46.087	15.500	-0.212	-10.472	18.283
1.925	29.331	33.528	46.251	67.720	22.913	382.070	371.915	34.466
2.025	50.473	53.645	69.451	102.637	42.169	34.309	24.010	65.964
2.125	58.751	59.413	73.328	110.057	47.793	30.961	26.742	78.450
2.2375	40.579	36.205	43.270	65.233	25.353	17.613	15.530	47.015
2.3625	-2.133	-8.120	-21.006	-30.463	-24.885	-6.006	-16.753	-22.094
2.4875	-75.452	-93.230	-115.453	-188.452	-100.159	-116.502	-105.472	-149.474

ตารางที่ ข.15 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	-4.608	-4.105	4.523	-4.499	-3.502	1.178	-3.104	-3.863
1.525	-9.931	-6.619	3.987	-10.407	-5.783	-0.427	-6.859	-5.134
1.625	-9.193	-7.582	9.626	-8.619	-49.028	3.312	-5.836	4.281
1.725	-9.959	-14.833	13.669	-10.033	-10.533	2.380	-10.366	-10.812
1.825	-1.788	-11.856	32.201	-3.166	-1.524	10.831	-7.593	-7.327
1.925	446.688	459.642	53.123	626.683	629.959	18.957	286.015	267.726
2.025	53.278	32.213	87.259	63.141	59.117	40.129	26.919	23.780
2.125	55.480	36.081	94.669	68.005	63.515	48.919	30.802	28.423
2.2375	36.777	18.847	49.306	41.247	36.153	30.626	24.927	22.553
2.3625	-6.171	-22.758	-45.663	-23.210	-27.838	-11.471	1.613	-0.163
2.4875	-157.865	-130.209	-204.558	-203.808	-210.299	-85.545	-86.390	-88.671

ตารางที่ ข.16 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	-74.959	-92.714	-114.881	-187.629	-99.791	-116.232	-105.227	-149.077
0.1875	-1.791	-7.743	-20.613	-29.484	-24.644	-5.798	-16.597	-21.815
0.3125	40.875	36.525	43.608	65.748	25.548	17.753	15.672	47.225
0.425	59.041	59.727	73.669	110.328	47.995	31.128	26.858	78.670
0.525	50.703	53.899	69.718	103.238	42.302	34.452	24.052	66.097
0.625	29.579	33.801	46.544	68.436	23.071	384.828	374.245	34.637
0.725	21.979	26.565	34.956	46.768	15.609	-0.080	-10.438	18.396
0.825	13.584	17.463	20.691	26.623	6.780	-8.224	-12.553	5.933
0.925	14.980	18.190	18.385	20.853	7.040	-5.624	11.949	4.145
1.025	10.751	13.052	11.219	12.167	1.375	-7.561	-7.400	0.306
1.125	11.347	12.995	10.353	10.356	-0.446	-4.176	-4.999	2.782
1.225	10.251	11.494	8.439	8.103	83.263	-26.962	-46.255	61.689
1.325	10.251	11.494	8.438	8.101	83.278	-26.966	-46.260	61.698

ตารางที่ ข.16 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	-157.547	-129.917	-203.957	-203.423	-209.995	-85.062	-86.127	-88.410
0.1875	-5.935	-22.577	-44.838	-22.945	-27.615	-11.205	1.794	0.064
0.3125	36.973	18.994	49.662	41.470	36.329	30.490	25.072	22.393
0.425	55.697	36.200	94.782	68.221	63.692	48.761	30.945	28.304
0.525	53.430	32.260	87.730	63.266	59.208	40.182	27.009	23.861
0.625	449.460	462.086	53.734	629.567	632.166	19.243	288.634	270.055
0.725	-1.642	-11.811	32.827	-3.035	-1.426	11.093	-7.514	-7.165
0.825	-9.807	-14.767	14.046	-9.883	-10.408	2.567	-10.280	-10.671
0.925	-9.084	-5.720	9.784	-8.492	-47.326	3.418	-5.773	5.849
1.025	-9.794	-6.589	4.126	-10.277	-5.697	-0.301	-6.785	-5.078
1.125	-4.477	-4.091	4.608	-4.390	-3.429	1.272	-3.039	-3.813
1.225	-38.037	-51.083	86.498	-70.646	-75.731	84.292	5.442	-25.593
1.325	-38.042	-51.085	86.519	-70.649	-75.743	84.300	5.440	-25.601

ตารางที่ ข.16 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	11.347	12.995	10.354	10.362	-0.444	-4.177	-4.999	2.786
1.525	10.751	13.053	11.219	12.169	1.376	-7.564	-7.403	0.306
1.625	14.981	18.192	18.388	20.864	7.043	-5.625	11.888	4.150
1.725	13.584	17.464	20.693	26.630	6.779	-8.229	-12.559	5.934
1.825	21.980	26.568	34.962	46.787	15.614	-0.082	-10.439	18.405
1.925	29.580	33.803	46.548	68.448	23.071	384.783	374.171	34.640
2.025	50.705	53.905	69.729	103.269	42.311	34.451	24.056	66.113
2.125	59.042	59.731	73.677	110.351	47.997	31.125	26.853	78.678
2.2375	40.881	36.537	43.630	65.804	25.567	17.764	15.683	47.258
2.3625	-1.787	-7.735	-20.600	-29.440	-24.636	-5.796	-16.593	-21.787
2.4875	-74.925	-92.670	-114.810	-187.495	-99.713	-102.011	-105.127	-148.975

ตารางที่ ข.16 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณกึ่งกลาง (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	-4.475	-4.090	4.617	-4.387	-3.425	1.273	-3.039	-3.813
1.525	-9.797	-6.591	4.130	-10.278	-5.699	-0.302	-6.787	-5.081
1.625	-9.084	-5.762	9.800	-8.487	-47.283	3.419	-5.774	5.779
1.725	-9.812	-14.772	14.054	-9.885	-10.413	2.565	-10.285	-10.678
1.825	-1.642	-11.812	32.853	-3.029	-1.420	11.094	-7.517	-7.169
1.925	449.457	462.044	53.749	629.704	632.307	19.241	288.545	269.944
2.025	53.434	32.265	87.772	63.282	59.225	40.186	27.008	23.859
2.125	55.698	36.197	94.811	68.231	63.702	48.759	30.940	28.297
2.2375	36.992	19.012	49.736	41.506	36.370	30.501	25.078	22.401
2.3625	-5.921	-22.574	-44.782	-22.925	-27.591	-11.202	1.792	0.064
2.4875	-157.463	-129.800	-203.779	-203.304	-209.846	-85.003	-86.065	-88.330

ตารางที่ ข.17 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	17.889	16.652	18.683	18.318	15.336	13.104	12.116	14.622
0.1875	8.724	7.380	8.706	8.435	6.530	5.600	5.164	5.805
0.3125	9.989	8.189	8.165	8.488	7.466	4.590	4.160	8.541
0.425	7.972	6.628	6.922	7.076	6.016	5.101	4.755	6.730
0.525	7.184	6.109	5.686	5.953	5.762	6.177	5.826	6.362
0.625	6.684	5.773	5.553	5.845	5.411	65.487	57.218	6.010
0.725	5.353	4.622	4.268	4.502	4.508	3.955	4.483	4.986
0.825	5.208	4.559	4.278	4.509	4.294	3.629	4.749	4.921
0.925	3.795	3.233	2.944	3.104	3.210	2.264	35.955	3.305
1.025	3.671	3.135	2.901	3.010	3.985	3.185	3.957	2.398
1.125	2.319	1.808	1.566	1.615	3.663	3.554	4.075	1.819
1.225	2.129	1.616	1.424	1.403	18.105	20.038	20.973	22.298
1.325	0.846	0.320	0.083	0.022	-3.471	9.663	12.297	2.021

ตารางที่ ข.17 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	12.073	11.222	17.147	14.955	13.824	16.415	13.196	12.310
0.1875	3.373	2.703	7.658	6.290	5.606	7.622	5.547	5.098
0.3125	5.531	4.968	7.988	6.828	6.255	9.101	6.441	6.076
0.425	3.431	3.086	6.655	5.342	4.828	7.218	5.536	5.254
0.525	3.698	3.712	5.800	5.056	4.714	6.715	5.826	5.731
0.625	77.157	69.490	5.736	67.297	62.188	6.315	65.270	59.231
0.725	2.611	2.588	4.678	3.663	3.256	5.317	3.386	3.712
0.825	2.640	2.798	4.696	3.582	3.288	5.282	3.620	4.013
0.925	2.110	43.548	3.713	3.306	41.944	4.280	3.191	32.915
1.025	1.735	2.219	3.470	2.851	2.747	4.297	3.440	3.435
1.125	1.513	1.723	2.536	2.336	2.155	3.464	3.170	3.126
1.225	24.039	22.502	20.207	21.025	21.882	13.726	16.025	14.284
1.325	14.628	15.148	2.852	11.828	13.076	-12.359	3.153	4.597

ตารางที่ ข.17 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	0.586	0.048	-0.142	-0.270	1.044	2.116	2.606	0.613
1.525	-0.651	-1.231	-1.500	-1.646	-0.018	1.307	1.777	-1.207
1.625	-0.966	-1.560	-1.784	-1.982	-0.948	0.926	-9.122	-1.524
1.725	-2.190	-2.850	-3.173	-3.369	-2.193	0.639	0.386	-2.232
1.825	-2.547	-3.220	-3.509	-3.726	-2.487	0.109	0.428	-2.628
1.925	-3.787	-4.551	-4.940	-5.139	-3.645	-37.624	-29.536	-3.777
2.025	-4.188	-4.941	-5.339	-5.513	-3.988	-0.637	-0.214	-4.253
2.125	-5.447	-6.300	-6.835	-6.979	-5.182	-0.726	-0.246	-5.439
2.2375	-6.273	-7.185	-7.587	-7.712	-5.977	-1.402	-0.934	-6.352
2.3625	-7.286	-7.693	-8.538	-8.957	-6.393	-0.859	-0.344	-7.744
2.4875	-9.508	-10.070	-10.816	-10.813	-8.441	-2.754	-1.880	-8.629

ตารางที่ ข.17 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain (x10^{-6})							
1.425	1.089	1.496	0.628	1.234	1.276	0.954	1.905	2.250
1.525	-0.004	1.257	-0.653	0.591	0.930	-0.140	1.416	1.916
1.625	-0.091	-7.170	-0.954	0.610	-2.795	-0.505	1.420	-14.388
1.725	0.098	1.248	-2.233	-0.197	0.015	-1.513	1.028	1.123
1.825	0.807	1.329	-2.647	-0.095	0.044	-1.859	0.949	1.182
1.925	-33.968	-27.592	-3.915	-29.896	-23.186	-2.913	-42.917	-35.575
2.025	0.402	0.642	-4.323	-0.765	-0.426	-3.287	0.263	0.668
2.125	-1.046	-0.664	-5.651	-1.799	-1.342	-4.372	-0.228	0.265
2.2375	-2.393	-1.826	-6.360	-2.108	-1.588	-5.108	-0.597	-0.038
2.3625	-2.656	-2.100	-7.532	-2.582	-2.065	-5.991	-0.587	-0.017
2.4875	-2.530	-1.759	-9.180	-3.932	-3.144	-7.906	-2.263	-1.340

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ตารางที่ ข.18 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	18.041	16.813	18.881	18.530	15.485	13.199	12.200	14.778
0.1875	8.842	7.504	8.851	8.595	6.647	5.661	5.220	5.935
0.3125	10.082	8.289	8.272	8.607	7.560	4.635	4.200	8.646
0.425	8.062	6.725	7.028	7.191	6.108	5.156	4.806	6.833
0.525	7.248	6.180	5.756	6.030	5.830	6.228	5.874	6.437
0.625	6.749	5.845	5.630	5.928	5.481	66.339	58.004	6.088
0.725	5.398	4.672	4.317	4.554	4.559	3.994	4.529	5.043
0.825	5.252	4.608	4.329	4.563	4.344	3.660	4.796	4.978
0.925	3.822	3.264	2.973	3.133	3.242	2.278	36.380	3.343
1.025	3.695	3.161	2.928	3.036	4.017	3.206	3.985	2.426
1.125	2.328	1.818	1.575	1.621	3.685	3.574	4.098	1.832
1.225	2.132	1.620	1.428	1.403	18.225	20.164	21.109	22.455
1.325	0.837	0.309	0.070	0.004	-3.660	9.638	12.308	1.828

ตารางที่ ข.18 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	12.162	11.301	17.352	15.098	13.956	16.555	13.276	12.380
0.1875	3.435	2.757	7.814	6.375	5.684	7.731	5.597	5.143
0.3125	5.589	5.020	8.104	6.899	6.320	9.186	6.487	6.117
0.425	3.476	3.128	6.768	5.409	4.890	7.302	5.584	5.299
0.525	3.721	3.735	5.877	5.099	4.755	6.775	5.862	5.765
0.625	78.105	70.387	5.820	68.117	62.972	6.378	66.125	60.047
0.725	2.631	2.607	4.734	3.701	3.292	5.361	3.409	3.738
0.825	2.665	2.822	4.754	3.620	3.328	5.327	3.643	4.043
0.925	2.131	44.055	3.751	3.334	42.402	4.311	3.206	33.331
1.025	1.751	2.231	3.504	2.875	2.768	4.326	3.458	3.450
1.125	1.521	1.730	2.552	2.351	2.168	3.481	3.183	3.137
1.225	24.207	22.672	20.308	21.156	22.043	13.876	16.155	14.393
1.325	14.621	15.173	2.676	11.818	13.101	-12.570	3.092	4.554

ตารางที่ ข.18 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	0.570	0.029	-0.162	-0.297	1.028	2.115	2.609	0.604
1.525	-0.679	-1.262	-1.536	-1.690	-0.043	1.301	1.771	-1.237
1.625	-1.001	-1.601	-1.828	-2.035	-0.982	0.919	-9.445	-1.565
1.725	-2.238	-2.904	-3.233	-3.440	-2.242	0.623	0.362	-2.287
1.825	-2.602	-3.283	-3.578	-3.807	-2.545	0.081	0.401	-2.692
1.925	-3.855	-4.629	-5.026	-5.238	-3.716	-38.404	-30.211	-3.856
2.025	-4.263	-5.027	-5.434	-5.621	-4.067	-0.676	-0.247	-4.340
2.125	-5.537	-6.402	-6.948	-7.106	-5.276	-0.764	-0.278	-5.543
2.2375	-6.374	-7.300	-7.715	-7.856	-6.083	-1.444	-0.970	-6.470
2.3625	-7.399	-7.820	-8.683	-9.119	-6.510	-0.900	-0.379	-7.877
2.4875	-9.646	-10.229	-10.996	-11.009	-8.589	-2.828	-1.942	-8.784

ตารางที่ ข.18 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 20 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	1.089	1.501	0.612	1.231	1.276	0.939	1.902	2.250
1.525	-0.016	1.259	-0.685	0.581	0.925	-0.166	1.408	1.912
1.625	-0.108	-7.503	-0.996	0.595	-3.065	-0.538	1.410	-14.753
1.725	0.083	1.247	-2.291	-0.220	-0.003	-1.558	1.013	1.108
1.825	0.800	1.328	-2.715	-0.120	0.024	-1.911	0.931	1.166
1.925	-34.765	-28.285	-4.000	-30.607	-23.788	-2.977	-43.710	-36.295
2.025	0.387	0.630	-4.419	-0.801	-0.456	-3.358	0.235	0.644
2.125	-1.081	-0.693	-5.765	-1.849	-1.385	-4.456	-0.263	0.236
2.2375	-2.450	-1.875	-6.491	-2.168	-1.639	-5.203	-0.637	-0.072
2.3625	-2.710	-2.146	-7.680	-2.645	-2.119	-6.098	-0.626	-0.051
2.4875	-2.598	-1.815	-9.360	-4.028	-3.226	-8.036	-2.327	-1.394

ตารางที่ ข.19 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	18.277	17.062	16.161	18.861	15.717	13.346	12.331	15.021
0.1875	9.025	7.697	7.158	8.844	6.828	5.754	5.306	6.137
0.3125	10.225	8.445	9.497	8.792	7.705	4.704	4.261	8.810
0.425	8.201	6.875	7.480	7.370	6.251	5.240	4.885	6.994
0.525	7.347	6.290	6.730	6.149	5.936	6.307	5.949	6.555
0.625	6.852	5.957	6.239	6.056	5.591	67.668	59.231	6.210
0.725	5.467	4.751	4.862	4.636	4.638	4.055	4.599	5.131
0.825	5.321	4.683	4.757	4.647	4.420	3.707	4.869	5.066
0.925	3.864	3.311	3.312	3.178	3.292	2.300	37.043	3.401
1.025	3.731	3.202	3.181	3.078	4.067	3.238	4.027	2.469
1.125	2.343	1.835	1.791	1.630	3.719	3.603	4.133	1.851
1.225	2.138	1.626	1.541	1.402	18.410	20.360	21.317	22.698
1.325	0.823	0.293	0.203	-0.025	-3.955	9.598	12.321	1.525

ตารางที่ ข.19 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	12.299	11.423	17.669	15.321	14.162	16.771	13.400	12.488
0.1875	3.531	2.841	8.055	6.507	5.806	7.900	5.674	5.212
0.3125	5.681	5.101	8.283	7.010	6.421	9.317	6.557	6.180
0.425	3.547	3.192	6.944	5.513	4.987	7.431	5.658	5.368
0.525	3.756	3.770	5.997	5.166	4.818	6.868	5.916	5.818
0.625	79.585	71.786	5.950	69.399	64.197	6.476	67.461	61.321
0.725	2.663	2.637	4.822	3.760	3.349	5.430	3.445	3.780
0.825	2.703	2.858	4.845	3.680	3.389	5.398	3.679	4.090
0.925	2.162	44.846	3.810	3.377	43.115	4.360	3.231	33.981
1.025	1.777	2.249	3.557	2.913	2.801	4.371	3.486	3.474
1.125	1.534	1.741	2.577	2.373	2.189	3.506	3.202	3.154
1.225	24.467	22.934	20.465	21.358	22.292	14.107	16.356	14.562
1.325	14.606	15.208	2.402	11.798	13.136	-12.900	2.994	4.486

ตารางที่ ข.19 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	0.545	0.001	-0.153	-0.339	1.004	2.114	2.611	0.588
1.525	-0.723	-1.312	-1.464	-1.759	-0.081	1.292	1.761	-1.283
1.625	-1.056	-1.663	-1.893	-2.119	-1.036	0.908	-9.955	-1.631
1.725	-2.311	-2.988	-3.209	-3.550	-2.320	0.597	0.324	-2.372
1.825	-2.688	-3.381	-3.684	-3.932	-2.635	0.037	0.359	-2.790
1.925	-3.960	-4.750	-5.039	-5.391	-3.828	-39.625	-31.271	-3.978
2.025	-4.381	-5.161	-5.548	-5.791	-4.191	-0.738	-0.299	-4.477
2.125	-5.675	-6.560	-6.941	-7.306	-5.423	-0.824	-0.329	-5.705
2.2375	-6.532	-7.479	-7.967	-8.081	-6.249	-1.510	-1.025	-6.655
2.3625	-7.577	-8.017	-9.513	-9.372	-6.694	-0.966	-0.434	-8.084
2.4875	-9.862	-10.477	-10.659	-11.313	-8.819	-2.946	-2.041	-9.026

ตารางที่ ข.19 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 30 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	1.088	1.508	0.587	1.226	1.277	0.915	1.895	2.249
1.525	-0.035	1.261	-0.736	0.564	0.917	-0.207	1.393	1.905
1.625	-0.134	-8.028	-1.061	0.572	-3.491	-0.591	1.393	-15.328
1.725	0.061	1.244	-2.383	-0.256	-0.031	-1.628	0.989	1.084
1.825	0.788	1.327	-2.823	-0.159	-0.007	-1.992	0.902	1.140
1.925	-36.015	-29.373	-4.135	-31.722	-24.735	-3.077	-44.952	-37.423
2.025	0.364	0.611	-4.570	-0.858	-0.503	-3.469	0.191	0.607
2.125	-1.136	-0.739	-5.944	-1.928	-1.452	-4.586	-0.318	0.189
2.2375	-2.539	-1.952	-6.694	-2.263	-1.720	-5.351	-0.701	-0.126
2.3625	-2.795	-2.218	-7.911	-2.744	-2.205	-6.265	-0.689	-0.104
2.4875	-2.704	-1.903	-9.639	-4.178	-3.356	-8.239	-2.428	-1.478

ตารางที่ ข.20 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	18.585	17.504	16.622	19.056	15.034	13.606	12.562	15.451
0.1875	9.291	8.037	7.540	9.127	6.409	5.919	5.459	6.495
0.3125	10.494	8.720	9.804	9.207	8.983	4.826	4.369	9.099
0.425	8.437	7.140	7.775	7.760	7.215	5.390	5.025	7.277
0.525	7.524	6.485	6.943	6.473	6.612	6.448	6.081	6.764
0.625	7.040	6.155	6.455	6.364	6.339	70.037	61.419	6.425
0.725	5.587	4.889	5.010	4.869	5.125	4.162	4.724	5.287
0.825	5.451	4.817	4.901	4.856	5.111	3.789	4.997	5.221
0.925	3.934	3.395	3.400	3.318	3.865	2.339	38.222	3.503
1.025	3.803	3.273	3.258	3.193	3.214	3.295	4.102	2.545
1.125	2.366	1.863	1.820	1.684	2.212	3.655	4.195	1.884
1.225	2.153	1.636	1.551	1.433	19.704	20.702	21.680	23.129
1.325	0.798	0.264	0.171	-0.050	-4.120	9.519	12.337	0.984

ตารางที่ ข.20 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
0.0625	15.747	14.447	17.853	15.904	14.713	17.038	13.619	12.680
0.1875	7.266	6.625	8.332	6.855	6.131	8.142	5.809	5.334
0.3125	6.649	6.110	8.690	7.135	6.533	9.562	6.680	6.291
0.425	6.669	6.122	7.326	5.724	5.181	7.650	5.790	5.490
0.525	6.381	5.951	6.322	5.305	4.958	7.032	6.013	5.911
0.625	70.652	66.404	6.253	71.184	65.944	6.654	69.839	63.591
0.725	4.147	4.060	5.063	3.825	3.440	5.547	3.508	3.852
0.825	4.188	4.258	5.052	3.809	3.528	5.529	3.743	4.171
0.925	3.574	43.990	3.953	3.438	44.214	4.440	3.273	35.137
1.025	3.802	3.495	3.625	3.010	2.872	4.455	3.533	3.515
1.125	3.340	3.067	2.565	2.481	2.301	3.547	3.235	3.182
1.225	22.047	22.608	20.670	21.783	22.832	14.550	16.709	14.857
1.325	10.220	11.909	2.371	11.358	12.852	-13.451	2.814	4.357

ตารางที่ ข.20 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	No-crack	1.0T	0.5T	0.25T	1.0T-1.0L	1.0T-0.5L	1.0T-0.25L	0.5T-1.0L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	0.505	-0.049	-0.209	-0.387	0.782	2.110	2.615	0.560
1.525	-0.799	-1.400	-1.560	-1.861	-0.883	1.273	1.742	-1.366
1.625	-1.151	-1.775	-2.016	-2.242	-1.239	0.888	-10.876	-1.747
1.725	-2.441	-3.138	-3.374	-3.728	-2.300	0.551	0.254	-2.524
1.825	-2.838	-3.555	-3.876	-4.132	-2.781	-0.043	0.281	-2.966
1.925	-4.145	-4.964	-5.275	-5.647	-3.938	-41.813	-33.176	-4.197
2.025	-4.588	-5.398	-5.811	-6.073	-4.411	-0.849	-0.393	-4.721
2.125	-5.921	-6.841	-7.252	-7.647	-5.619	-0.933	-0.421	-5.994
2.2375	-6.806	-7.795	-8.322	-8.487	-6.382	-1.628	-1.126	-6.983
2.3625	-7.896	-8.368	-9.911	-9.867	-7.726	-1.085	-0.534	-8.453
2.4875	-10.209	-10.915	-11.121	-11.888	-8.951	-3.157	-2.218	-9.454

ตารางที่ ข.20 ค่าความเครียดใต้แผ่นพื้นเมื่อได้รับความเสียหายจากรอยแตกในกรณีต่างๆ และได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของสนิม 40 ปี เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกบนเลน (ต่อ)

Location along X-axis (m)	0.5T-0.5L	0.5T-0.25L	0.25T-1.0L	0.25T-0.5L	0.25T-0.25L	1.0L	0.5L	0.25L
	Strain ($x10^{-6}$)							
1.425	1.625	1.634	0.522	1.244	1.323	0.873	1.883	2.246
1.525	1.133	1.102	-0.841	0.556	0.932	-0.281	1.367	1.891
1.625	1.081	-6.117	-1.171	0.537	-4.326	-0.683	1.363	-16.361
1.725	-0.005	-0.336	-2.535	-0.299	-0.094	-1.751	0.944	1.040
1.825	-0.350	-0.325	-2.994	-0.232	-0.059	-2.135	0.849	1.093
1.925	-36.385	-28.638	-4.361	-33.870	-26.571	-3.252	-47.175	-39.449
2.025	-1.246	-0.748	-4.819	-1.000	-0.616	-3.664	0.111	0.538
2.125	-1.797	-1.213	-6.252	-2.084	-1.586	-4.818	-0.417	0.105
2.2375	-1.634	-1.055	-7.062	-2.437	-1.873	-5.610	-0.815	-0.224
2.3625	-1.826	-1.225	-8.369	-2.920	-2.354	-6.568	-0.801	-0.199
2.4875	-4.103	-3.069	-10.172	-4.445	-3.586	-8.565	-2.608	-1.630

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ – นามสกุล	นาย พิชญะ ชัยรุ่งเรืองศรี
วัน เดือน ปีเกิด	เกิดวันที่ 19 กันยายน พุทธศักราช 2540
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 624/1 ซ.พัฒนาการ 38 ถ.พัฒนาการ เขตสวนหลวง แขวงสวนหลวง จ.กรุงเทพมหานคร 10250

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2559-2563	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2563-ปัจจุบัน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้