บทที่ 5
การอภิปรายผลการวิเคราะห์

การอภิปรายผลการวิเคราะห์นั้นจะทำการอภิปรายเป็น 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

5.1 การอภิปรายในส่วนของอายุการใช้งานที่เหลือ

5.2 การอภิปรายถึงค่าหน่วยแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง

5.3 การอภิปรายถึงรถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอขึ้นมาใหม่ เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงในประเทศไทย

สามารถที่จะแสดงรายละเอียดใน 3 หัวข้อข้างต้นได้ดังนี้

5.1 การอภิปรายอายุการใช้งานที่เหลือของสะพานตัวอย่างทั้ง 6 สะพาน

5.1.1 เมื่อพิจารณาการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลือทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษามานั้นพบว่า การประเมินในแนวทางในหัวข้อที่ 4.1.3 นั้นมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดเมื่อเทียบกับแนวทางการประเมินต่างๆที่ได้ทำการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

5.1.1.1 ค่าช่วงความเค้นเสมือน :

ค่าช่วงความเค้นเสมือนในแนวทางที่ 4.1.1 นั้นเป็นการนำเอาค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากการนำเอารถบรรทุกมาตรฐานที่ AASHTO ได้กำหนดไว้แล่นผ่านแบบจำลองของสะพานที่ได้ทำการพิจารณา ซึ่งการหาค่าช่วงความเค้นดังกล่าวมีความไม่เหมาะสมอันเนื่องมาจาก น้ำหนักของรถบรรทุกมาตรฐานดังกล่าวนั้นอาจไม่สัมพันธ์กับรถบรรทุกที่แล่นผ่านสะพานจริง ทำให้ค่าช่วงความเค้นที่ได้ต่างจากค่าช่วงความเค้นจริงๆ ที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนของสะพาน นอกจากนี้แล้วค่าคุณสมบัติต่างๆ ของหน้าตัดตลอดจนข้อจำกัดต่างๆ ในการวิเคราะห์แบบจำลองนั้น ไม่อาจทำให้ถูกต้องตามคุณสมบัติจริงของสะพาน และพฤติกรรมการรับแรงจริงของสะพานเพราะจะทำให้การวิเคราะห์นั้นมีความซับซ้อนมากจนเกินไป ส่วนแนวทางในหัวข้อที่ 4.1.2 นั้นค่าช่วงความเค้นเสมือนที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากค่าช่วงความเค้นเสมือนดังกล่าวได้ทำการหามาจากรถบรรทุกทั้ง 5 ประเภทที่แล่นผ่านสะพานจริงๆ โดยการสุ่มตัวอย่างของรถบรรทุกทั้ง 5 ประเภทดังกล่าวขึ้นมา โดยคุณสมบัติต่างของหน้าตัดนั้นจะไม่ส่งผลต่อความผิดพลาดเพราะ ค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างนั้นเป็นค่าช่วงความเค้นที่เกิดขึ้นจริงในชิ้นส่วนที่พิจารณา แต่ก็ยังไม่เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจาก การสุ่มตัวอย่างของรถประเภทต่างๆ ที่ทำการพิจารณา

นั้นจะพิจารณาในเฉพาะรถบรรทุกที่มีความเด่นชัดของสัญญาณ จึงส่งผลทำให้การสุ่มตัวอย่างนั้นไม่ครอบคลุมสัญญาณทั้งหมดของรถประเภทต่างๆที่ได้ทำการพิจารณา และสุดท้ายค่าช่วงความเค้นเสมือนที่นำมาใช้ในแนวทางที่ 4.1.3 นั้นเป็นค่าที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับการศึกษาครั้งนี้ เพราะค่าช่วงความเค้นเสมือนดังกล่าวได้มาจากการทำด้วยวิธีการตามแนวทาง AASHTO แบบที่ 4.1.3 ซึ่งจะทำให้ครอบคลุมสัญญาณของรถทั้ง 5 ประเภทที่ได้ทำการพิจารณาทุกคัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณ ADTT ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามในส่วนของการตรวจนับปริมาณการจราจร และคุณสมบัติของหน้าตัดที่กำลังพิจารณานั้นไม่ส่งผลกระทบต่อการหาค่าช่วงความเค้นเสมือน โดยมีเหตุผลเช่นเดียวกันกับในแนวทางหัวข้อที่ 4.1.2

5.1.1.2 ค่าความน่าเชื่อถือ :

ค่าความน่าเชื่อถือนั้นเป็นค่าของความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลืออย่างปลอดภัย โดยแนวทางที่ 4.1.1 นั้นใช้ค่า R_s เท่ากับ 1.75 ส่วนแนวทางที่ 4.1.2 และ 4.1.3 จะใช้ค่า R_s ดังกล่าวเท่ากับ 1.4875 โดยค่าความน่าเชื่อถือนี้จะนำมาคูณกับค่าช่วงความเค้นเสมือนที่หามาได้แล้วข้างต้นก่อนที่จะมีการยกกำลังสามในขั้นตอนการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลืออย่างปลอดภัย ดังนั้นแนวทางที่ 4.1.1, แนวทางที่ 4.1.2 และ แนวทางที่ 4.1.3 จึงส่งผลความคลาดเคลื่อนของการประเมินจากมากไปหาน้อยตามลำดับ

5.1.1.3 ปริมาณ ADTT :

ปริมาณ ADTT ที่นำมาใช้นั้นในแนวทางที่ 4.1.1 นั้นจะได้มาจากการปรับแก้ค่าปริมาณ ADTT ของรถประเภทต่างๆ มาเป็นรถบรรทุก 10 ล้อ โดยให้ค่าค่าปรับแก้นั้นมาจากการเทียบค่าโมเมนต์มากที่สุดที่เกิดขึ้นจากรถประเภทต่างๆ (ยกเว้นรถบรรทุก 10 ล้อ ที่ให้ค่าโมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นเท่ากับค่าโมเมนต์สูงสุดที่เกิดจากรถบรรทุกมาตรฐานของ AASHTO) เทียบกับรถบรรทุกมาตรฐานของ AASHTO (ดังที่ได้แสดงในบทที่ 4 ที่ผ่านมา) การกระทำตามแนวทางนี้จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความคลาดเคลื่อนในการหาค่าค่าช่วงความเค้นเสมือนที่เกิดขึ้นต่อหน้าตัดที่ได้ทำการพิจารณา (ตามเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น) ส่วนแนวทางที่ 4.1.2 นั้นการหาปริมาณ ADTT จะทำเช่นเดียวกันกับแนวทางที่ 4.1.1 แต่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับแนวทางที่ 4.1.1 ทั้งนี้เนื่องจากความถูกต้องที่มากขึ้นของค่าช่วงความเค้นเสมือน ส่วนในแนวทางที่ 4.1.3 นั้นจะมีความถูกต้องมากที่สุดเพราะ ปริมาณ ADTT นั้นเป็นค่าเดียวกันกับค่าปริมาณ ADTT ที่ได้มาจากการการตรวจวัดภาคสนามในส่วนของการตรวจนับปริมาณการจราจร

ดังนั้นการที่อายุการใช้งานที่เหลืออย่างปลอดภัยที่ได้มาจากการประเมินทั้ง 3 แนวทางของ AASHTO มีความแตกต่างกัน จึงเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น

5.1.2 อายุการใช้งานที่เหลืออย่างปลอดภัยที่ได้มาจากการวิเคราะห์ในบทที่ 4 นั้น พบว่าการประเมินตามหลักการของ AASHTO (ในหัวข้อที่ 4.1.3) เมื่อเทียบกับการประเมินตามหลักการของ Palmgren-Miner (ในหัวข้อที่ 4.2) ดังแสดงในตารางที่ (4-14) พบว่าค่าดังกล่าวจะมีความต่างกันประมาณ 3.352 เท่า ซึ่งเมื่อนำค่าดังกล่าวมาทำการหารากที่สามแล้วจะมีค่าเท่ากับ 1.498 ทั้งนี้เนื่องจากถ้าพิจารณาสมการที่ (4.2-6) กับสมการที่ (2-16) พบว่าสมการทั้งสองมีที่มาจากสมการเดียวกัน (มาจากสมการที่ (2-2)) แต่จะมีความแตกต่างกันคือ เมื่อพิจารณาสมการที่ (2-6) นั้นจะมีการนำเอาค่าความไม่น่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้มาจากการตรวจวัดค่าความเครียดในการตรวจวัดภาคสนาม (ค่า R_s) คูณกับค่าช่วงความเค้นเสมือนที่ได้มาจากการด้วยวิธีการ Rainflow counting ซึ่งค่าความไม่น่าเชื่อถือดังกล่าวนั้นมีค่าเท่ากับ 1.4875 ซึ่งเมื่อนำมาคูณกับค่าช่วงความเค้นเสมือนแล้ว ค่าที่ได้จากการคูณดังกล่าวจะถูกยกกำลังสาม นั่นหมายความว่าสมการที่ (2-6) และสมการที่ (2-16) นั้น ค่าช่วงความเค้นจะมีความแตกต่างกันเท่ากับ $1.4875^3 = 3.291$ เมื่อพิจารณาถึงกราฟ S-N ในแต่ละหัวข้อคือหัวข้อที่ 4.1.3 อ้างอิงจาก AASHTO และหัวข้อที่ 4.2 อ้างอิงจาก JSSC แล้วพบว่าค่า K ของทั้งสองหัวข้อในกรณีที่การเชื่อมมีลักษณะแบบเดียวกันจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน (สะพานที่ทำการศึกษามีลักษณะรอยเชื่อมแบบ B' สำหรับ AASHTO และแบบ D สำหรับ JSSC จึงพิจารณาเฉพาะช่องดังกล่าว) ดังแสดงในตารางที่ (4-5) พบว่าเมื่อนำค่า K ดังกล่าวมาทำการพิจารณาแล้วพบว่าค่า K ของ AASHTO จะเป็น 1.018 เท่าของค่า K จาก JSSC นำค่าความแตกต่างที่ได้คูณเพิ่มเข้าไปในการพิจารณาค่าความไม่น่าเชื่อถือ จะทำให้มีค่าเท่ากับ 3.350

ดังนั้นจึงสามารถที่จะบ่งชี้ได้ว่าการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลืออย่างปลอดภัยที่ใช้แนวทางในหัวข้อที่ 4.1.3 กับแนวทางในหัวข้อที่ 4.2 นั้นจะมีความแตกต่างกัน โดยที่มีสาเหตุมาจากค่าช่วงความเค้นเสมือนที่ทำการพิจารณา

5.1.3 แนวทางในการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลืออย่างปลอดภัยที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับการศึกษานี้คือแนวทางที่ทำการประเมินโดยใช้ค่าช่วงความเค้นเสมือนที่ได้มาจากการตรวจวัดค่าความเครียดจริงที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนของสะพานที่พิจารณา ซึ่งค่าช่วงความเค้นเสมือนนี้

จะได้มาจากการทำวิธีการตามแนวทาง AASHTO แบบที่ 4.1.3 กับสัญญาณที่ได้มาจากการตรวจวัด และค่าปริมาณ ADTT นั้นจะใช้ค่าที่ได้จากการตรวจนับยวดยานที่แล่นผ่านสะพาน

5.1.4 จากผลการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือพบว่าอายุของสะพานที่เหลือน้อยที่สุดได้แก่ สะพาน B4 รองลงมาคือสะพาน B3, B1, B6, B2 และ B5 ตามลำดับ โดยที่สะพานทั้ง 6 สะพานนั้นมีอายุการใช้งานที่เหลือมากกว่าอายุการใช้งานที่ได้รับการออกแบบไว้ (มากกว่า 75 ปี ตามมาตรฐาน AASHTO) และจากตารางที่ (4-14) พบว่าสามารถที่จะแบ่งกลุ่มของสะพานที่ทำการศึกษาโดยใช้อายุการใช้งานที่เหลือที่ได้ทำการประเมินในหัวข้อที่ 4.1.3 เป็นเกณฑ์ (การแบ่งนี้จะอยู่บนพื้นฐานที่สภาพการจราจรมีปริมาณคงที่) โดยแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกได้แก่ สะพาน B1, B3 และ B4 ส่วนกลุ่มที่สองคือ สะพาน B2, B5 และ B6 ซึ่งพบว่าสะพานกลุ่มแรกนั้นจะมีอายุการใช้งานที่เหลือต่ำกว่าสะพานในกลุ่มที่สอง โดยสะพานกลุ่มแรกนั้นมีอายุการใช้งานที่เหลือน้อยกว่า 103 ปี ส่วนกลุ่มที่สองจะมีอายุการใช้งานที่เหลือมากกว่า 200 ปี นั่นแสดงให้เห็นว่าผลจากการเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากความล้านั้นจะส่งผลต่อสะพานกลุ่มแรกมากกว่ากลุ่มที่สอง ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากการตรวจวัดจะพบว่า ค่าช่วงความเค้นของสะพานกลุ่มแรกนั้นจะมีค่ามากกว่าสะพานกลุ่มที่สองด้วยเช่นกัน แม้ว่าสะพาน B6 จะมีค่าช่วงความเค้นใกล้เคียงกับสะพาน B1 ซึ่งอยู่ในสะพานกลุ่มแรก แต่ผลจากปริมาณรถบรรทุกที่แล่นบนสะพาน B6 มีค่าต่างจากปริมาณรถบรรทุกของสะพาน B1 ค่อนข้างมากประมาณร้อยละ 40 ส่งผลทำให้อายุการใช้งานของสะพาน B6 ที่ได้จากการประเมินนั้นมีค่าต่างจากสะพาน B1 ประมาณร้อยละ 50 (เพราะความแตกต่างกันของค่าช่วงความเค้นต่างกันประมาณร้อยละ 6) และเมื่อพิจารณาปริมาณรถบรรทุกที่แล่นผ่านสะพาน B2 แล้วพบว่ามีปริมาณสูงที่สุด แต่จัดอยู่ในสะพานกลุ่มที่สองนั้นเนื่องจากค่าช่วงความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยกว่าสะพานในกลุ่มแรกประมาณร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับสะพาน B1 นั่นหมายความว่าความแตกต่างของอายุการใช้งานที่เหลือในกลุ่มแรกกับสะพานในกลุ่มที่สองนั้นเป็นผลเนื่องมาจากค่าช่วงความเค้นมากกว่าปริมาณรถบรรทุกที่แล่นผ่านสะพาน (ถ้าพิจารณาสมการที่ (2-10)) พบว่าค่าช่วงความเค้นนั้นถูกยกกำลังสาม แต่ปริมาณการจราจรนั้นยกกำลังแค่หนึ่ง ทำให้เมื่อค่าช่วงความเค้นต่างกันเพียงเล็กน้อยก็จะส่งผลต่ออายุการใช้งานที่เหลือมากกว่าผลที่เกิดมาจากความต่างกันของปริมาณรถบรรทุกที่แล่นผ่านสะพาน) ดังนั้นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากความล้านั้นคือค่าช่วงความเค้นเป็นอันดับแรก รองลงมาคือปริมาณรถบรรทุกที่แล่นบนสะพาน จากอายุการใช้งานที่เหลือที่ได้จากการประเมินนั้นได้แสดงให้เห็นว่าการประเมินมีส่วนช่วยทำให้เห็นถึงลำดับความสำคัญในการปรับปรุงซ่อมแซมสะพานคือ ถ้าพิจารณาแต่ผลอันเนื่องมาจากความล้าเพียงอย่างเดียว พบว่าสะพานที่จะต้องทำการปรับปรุงซ่อมแซมสะพานแรกคือ สะพาน B4 ต่อมาคือ สะพาน B3, B1, B6, B2 และ

B5 ตามลำดับ ดังนั้นถ้าต้องการที่จะทำการปรับปรุงซ่อมแซมสะพานที่เป็นสะพานโครงสร้างเหล็ก เมื่อคำนึงถึงผลของการเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากความล้าเป็นสำคัญ สิ่งที่ต้องทำอย่างแรกคือ การประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลือของสะพาน เพราะการประเมินนี้จะแสดงผลความสำคัญและลำดับการปรับปรุงซ่อมแซมได้อย่างคร่าวๆ ต่อมาจึงเริ่มด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (non-destructive examination (NDE)) ในรูปแบบต่างๆ เช่นวิธีการตรวจสภาพภายนอก และการตรวจหารอยแตกร้าว (crack) ในโครงสร้างด้วยตาเปล่า (visual inspection) หรือทำการตรวจหารอยแตกร้าวในรอยเชื่อมด้วยวิธี ultrasonic test ในกรณีที่จำเป็นการตรวจสอบนี้ควรจะเน้นเป็นพิเศษในบริเวณที่มีหน่วยแรงเกิดค่อนข้างสูง เช่นบริเวณกึ่งกลางช่วงคานหลักของสะพาน เป็นต้น นอกจากนี้แล้วควรจะตรวจสอบส่วนโครงสร้างอื่นๆ ด้วย เช่นผิวทางการจราจร, จุดเชื่อมต่อ และจุดรองรับ เป็นต้น

5.1.5 ถ้าทำการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลือตามแนวทางของ AASHTO (แบบหัวข้อที่ 4.1.3) โดยทำการเพิ่มเงื่อนไขอีกประการหนึ่งคือ มีการเพิ่มปริมาณการจราจรต่อวันต่อช่องทางการจราจร (ADTT) ให้มีอัตราการเพิ่มเท่ากับร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5, ... , 3.5 ตามลำดับทั้ง 6 สะพาน (และกำหนดให้ปริมาณการจราจรต่อวันต่อช่องทางการจราจรสูงสุดในแต่ละสะพานเท่ากับ 3,400 คันต่อวันต่อช่องทางการจราจร ค่าดังกล่าวนี้ได้จากมาตรฐาน AASHTO) จะได้ผลการประเมินด้วยวิธีการดังกล่าวดังตารางที่ (5-1) จากตารางที่ (5-1) พบว่าเมื่ออัตราการเพิ่มปริมาณ ADTT เป็นร้อยละ 1.5 แล้วสะพานเกือบทุกสะพาน (ยกเว้นสะพาน B5) จะมีอายุการใช้งานที่เหลือต่ำกว่ามาตรฐานการออกแบบ (ประมาณ 75 ปี) เนื่องจากสะพาน B5 นั้นมีช่องทางการจราจร 3 ช่องทางการจราจรจึงได้มีการออกแบบให้หน้าตัดของคานนั้นมีการรับน้ำหนักของปริมาณการจราจร 3 ช่องทาง รวมทั้งค่าช่วงความเค้นที่เกิดขึ้นและปริมาณการจราจรต่อวันต่อช่องทางการจราจรจะมีค่าน้อยกว่า 5 สะพานที่เหลือ เมื่อทำการพิจารณารูปที่ (5-1) จะพบว่ารูปแบบของกราฟทั้ง 6 สะพานจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มแรกได้แก่สะพาน B1, B3, B4 และ B6 มีลักษณะของกราฟที่คล้ายคลึงกันส่วนกลุ่มที่สองได้แก่ สะพาน B2 และ B5 ทั้งนี้ค่าช่วงความเค้นจะส่งผลต่อการประเมินมากกว่าค่าปริมาณ ADTT คือในกลุ่มแรกจะมีค่าช่วงความเค้นมากกว่ากลุ่มที่สองอย่างเห็นได้ชัด (กลุ่มแรกจะประมาณ 270 กก./ตร.ซม. ส่วนกลุ่มที่สองจะประมาณ 170 กก./ตร.ซม.) จะทำให้กลุ่มแรกจะมีผลจากค่าช่วงความเค้นมากกว่ากลุ่มที่สอง เพราะกลุ่มแรกสามารถหมดอายุการใช้งานได้ด้วยค่าช่วงความเค้น แต่กลุ่มที่สองนั้นค่าช่วงความเค้นมีค่าน้อยทำให้เมื่อปริมาณ ADTT เพิ่มจนกระทั่งถึงขอบเขตสูงสุดที่ได้ถูกกำหนดไว้ตามมาตรฐาน AASHTO นอกจากนั้นแล้วจากตารางที่ (5-1) แสดงให้เห็นว่าถ้ามีการปล่อยให้มีปริมาณรถทั้ง 5

ประเภทให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.0 ต่อปี จะพบว่าอายุการใช้งานที่เหลือนั้นมีค่าน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ถึงประมาณร้อยละ 50 (ประมาณ 35 ปี)

5.1.6 ตามที่ทางกรุงเทพมหานครได้มีข้อบังคับไม่ให้รถบรรทุกที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ล้อขึ้นไปแล่นบนสะพานนั้น จากการตรวจนับปริมาณการจราจรพบว่ายังมีการฝ่าฝืนข้อบังคับดังกล่าวอยู่พอสมควร ซึ่งถ้าไม่มีการฝ่าฝืนข้อบังคับดังกล่าวนั้น (ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ, รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วง มีค่าเท่ากับศูนย์) จะได้อายุการใช้งานที่เหลือดังตารางที่ (5-2) (ใช้ค่าช่วงความเค้นเดียวกันกับการประเมินในหัวข้อที่ 4.1.2) พบว่าสะพานทั้ง 6 สะพานมีอายุการใช้งานที่เหลือมากกว่า 110 ปี แต่ในทางกลับกันถ้ามีการอนุญาติให้มีการใช้สะพานได้อย่างเสรี คือรถบรรทุกทุกประเภทสามารถที่จะแล่นบนสะพานได้ จากสถิติการศึกษาสภาพการจราจรบนระบบทางด่วนของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยในปี พ.ศ. 2541[2] พบว่า สัดส่วนรถบรรทุก 6 ล้อต่อรถบรรทุก 10 ล้อต่อรถบรรทุกมากกว่า 10 ล้อ ในทางด่วนมีค่าค่อนข้างคงที่ และมีค่าประมาณ 4:2:1 ดังนั้น ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อจะมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 50 ของรถบรรทุก 6 ล้อ ส่วนปริมาณรถบรรทุกกึ่งพ่วงจะมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 15 ของรถบรรทุก 10 ล้อ และปริมาณรถบรรทุกพ่วงจะมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 15 ของรถบรรทุก 10 ล้อด้วยเช่นกัน (จากสถิติต้องมีปริมาณรถบรรทุกมากกว่า 10 ล้อเท่ากับร้อยละ 50 ของรถบรรทุก 10 ล้อ แต่ใช้รถบรรทุกกึ่งพ่วงและรถบรรทุกพ่วงอย่างละร้อยละ 15 ของรถบรรทุก 10 ล้อ เนื่องจากอีกร้อยละ 20 ที่เหลือให้เป็นรถพิเศษแบบอื่น) และค่าช่วงความเค้นใช้ค่าเดียวกันกับการประเมินในหัวข้อที่ 4.1.2 จะได้อายุการใช้งานที่เหลือดังตารางที่ (5-3) จากตารางดังกล่าวพบว่าอายุการใช้งานที่เหลือของสะพาน B1, B2, B3, B4 และ B6 มีค่าน้อยกว่าอายุการใช้งานที่ได้ทำการออกแบบไว้ (75ปี ตามมาตรฐาน AASHTO) โดยสะพาน B3 จะมีอายุการใช้งานเหลือน้อยที่สุดคือ 5 ปี ที่เป็นเช่นนี้เพราะรถบรรทุก 10 ล้อและรถบรรทุกพ่วงส่วนใหญ่บรรทุกน้ำหนักเกินกว่าข้อบังคับที่กรมทางหลวงกำหนดไว้ (ตารางที่ (5-13)) นั่นแสดงให้เห็นว่าที่ทางกรุงเทพมหานครได้ตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้ทำให้มีการออกข้อบังคับที่ไม่ให้รถบรรทุกขนาดตั้งแต่ 10 ล้อขึ้นไปแล่นบนสะพาน และข้อกำหนดนี้ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของสะพานออกไปได้อีกอย่างมาก

5.2 การอภิปรายค่าหน่วยแรงสูงสุดที่เกิดขึ้น

จากตารางที่ (5-4) แสดงให้เห็นค่าหน่วยแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นในสะพาน โดยสะพานที่มีค่าหน่วยแรงสูงสุด (หน่วยแรงจากน้ำหนักบรรทุกคงที่รวมกับหน่วยแรงที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกจร, $S_{DL}+S_{LLmax}$) คือสะพาน B6 โดยค่าหน่วยแรงนี้จะเกิดประมาณ $0.8F_y$ ซึ่งหน่วยแรงของน้ำหนักบรรทุกจรนี้เกิดจากรถบรรทุกพ่วงที่มีน้ำหนักรวมประมาณ 67.5 ตัน และจากสะพานทั้ง 6 สะพานนี้พบน้ำหนักสูงสุดของรถบรรทุกที่แล่นบนสะพานคือมีน้ำหนักประมาณ 70 ตัน (เกิดขึ้นในสะพาน B4 เป็นรถประเภทรถบรรทุกพ่วง) ซึ่งรถคันดังกล่าวมีค่ามากกว่าที่ทางกรมทางกำหนดไว้ถึงประมาณร้อยละ 44 ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูงพอสมควร และน้ำหนักสูงสุดที่ตรวจวัดได้เทียบกับน้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบตามมาตรฐานของ AASHTO พบว่ามีน้ำหนักที่เกิดนั้นมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของรถที่ทำการออกแบบตามมาตรฐาน AASHTO เล็กน้อยประมาณร้อยละ 17 (น้ำหนักที่ AASHTO ใช้คือน้ำหนักของรถประเภท HS20-44 ซึ่งมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 72 กิโลปอนดN หรือประมาณ 32.65 ตัน แต่เมื่อทำการออกแบบด้วยวิธีการสัมประสิทธิ์ของน้ำหนัก (Load factor design) จึงต้องมีการคูณค่าสัมประสิทธิ์เข้าไปด้วย ดังนั้นน้ำหนักรวมที่ออกแบบคือ 1.3x1.67x1.195x32.65 = 84.7 ตัน โดยค่าสัมประสิทธิ์ต่างนั้นหามาจากมาตรฐานการออกแบบของ AASHTO ปี ค.ศ. 1996)[20] แต่ผลที่ได้ออกมานั้นได้มาจากการตรวจวัดเป็นเวลาเพียงแค่ 3 วัน นั่นหมายความว่าอาจจะมีรถบรรทุกที่มีน้ำหนักรวมมากกว่าน้ำหนักที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งมีโอกาสที่จะมีค่ามากกว่าน้ำหนักที่ออกแบบไว้ แต่เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของสะพานทั้ง 6 สะพานแล้วพบว่าสะพานทั้ง 6 สะพานนี้สามารถที่จะรับน้ำหนักได้อย่างน้อยที่สุดถึง 125 ตัน (น้ำหนักรวมของรถบรรทุกพ่วง) และทุกสะพานสามารถที่จะรับน้ำหนักได้มากที่สุดประมาณ 2.17 เท่าของค่าน้ำหนักสูงสุดที่ทำการตรวจวัดได้ แสดงให้เห็นว่าการที่รถบรรทุกที่ก่อให้เกิดน้ำหนักที่สูงสุดที่ตรวจวัดได้นั้น (ส่วนใหญ่เป็นรถบรรทุกพ่วง) มีโอกาสน้อยมากที่จะเพิ่มน้ำหนักได้อีกถึง 2.17 เท่าต่อคัน จากน้ำหนักที่ได้จากการตรวจวัดแสดงให้เห็นว่าสะพานทั้ง 6 สะพานนั้นยังมีความปลอดภัยค่อนข้างสูง แต่เมื่อใดที่รถบรรทุกที่แล่นบนสะพานนั้นมีพฤติกรรมการขับขี่ที่แล่นค่อนข้างกระชั้นชิดกันบนช่องทางเดียวกัน หรือแซงกันนั้น พฤติกรรมการขับขี่แบบนี้จะก่อให้เกิดพฤติกรรมที่เรียกว่าทรัคซุปเปอร์โพซิชั่น (truck superposition) ขึ้นมา พฤติกรรมนี้ส่งผลทำให้ค่าหน่วยแรงเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มนี้มีค่าไม่เกิน 2 เท่า จากน้ำหนักของรถบรรทุก 1 คัน นั่นแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ค่อนข้างน้อยที่สะพานจะพังอันเนื่องมาจากปัญหาทางสถิติศาสตร์ แต่ถ้าพิจารณาทางด้านการเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากความล้าแล้วพบว่าพฤติกรรมทรัคซุปเปอร์โพซิชั่น (truck superposition) มีความสำคัญค่อนข้างสูง เพราะการเพิ่มน้ำหนักนั้นส่งผลทำให้หน่วยแรงเพิ่มขึ้นแต่อายุการใช้งานที่เหลือขึ้นกับค่าช่วงความเค้นยกกำลังสาม ส่งผลทำให้อายุการใช้งานลดลง

อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการออกแบบสะพานทั้ง 6 สะพานนี้ ถ้าคำนึงแต่ปัญหาทางด้านสถิตศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียวแล้วนั้น จะพบว่าเป็นการสิ้นเปลืองพอสมควรแต่ถ้าคำนึงถึงผลทางด้านความล้าด้วยแล้วก็น่าที่จะมีความคุ้มค่าสำหรับปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้

5.3 <u>การปรับปรุงมาตรฐานการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย</u>

การปรับปรุงการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือของสะพานเหล็กข้ามแยกนั้น จะทำการปรับปรุงในส่วนของรถบรรทุกมาตรฐานที่นำมาใช้ในการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลือ จากการที่มาตรฐาน AASHTO ได้กำหนดให้ใช้รถบรรทุกมาตรฐานแบบ HS20 ที่มีน้ำหนักรวมเท่ากับ 54 กิโลปอนด์ หรือเท่ากับ 24.5 ตัน (รูปที่ (2-6)) มาใช้ในการประเมิน ซึ่งจากการวิเคราะห์ที่ผ่านมาพบว่ารถบรรทุกมาตรฐานคันดังกล่าวไม่มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานที่เกิดขึ้นในประเทศไทย จากบทที่ 4 ในหัวข้อที่ 4.1.1 นั้นได้ใช้แนวทางที่ใกล้เคียงกับที่ AASHTO ได้กำหนด ต่างกันตรงที่ตามแนวทาง AASHTO นั้นได้กำหนดให้ปริมาณรถบรรทุกต่อช่องทางการจราจรต่อวันนั้นกำหนดให้พิจารณา เฉพาะรถบรรทุกที่มีขนาดตั้งแต่ 3 เพลาขึ้นไป (รถบรรทุก 10 ล้อ, รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วง) แต่ในหัวข้อที่ 4.1.1 นั้นพิจารณารถบรรทุก 6 ล้อ กับรถบัสเข้าไปด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประเมินตาม AASHTO นั้น (แสดงการคำนวณได้ดังตารางที่ (5-5)) ได้ให้อายุการใช้งานที่เหลือมากกว่าความเป็นจริง (แนวทางที่ 4.1.3 ในบทที่ 4) ดังนั้นการประเมินตามแบบ AASHTO จึงจะทำให้ความปลอดภัยลดลง ทั้งนี้เพราะการประเมินดังกล่าวไม่คำนึงผลของ รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบัส ทั้งๆที่ความเป็นจริงแล้ว สำหรับการใช้งานของสะพานในกรุงเทพมหานครซึ่งมีกฎหมายห้ามรถบรรทุก 10 ล้อขึ้นไปใช้สะพานนั้น รถที่ทำความเสียหายต่อวันกับสะพานมากที่สุด 2 อันดับได้แก่ รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบัส (ตารางที่ (5-6)) ดังนั้นเพื่อความถูกต้องในการประเมินเสนอให้รถบรรทุกมาตรฐานนั้นควรจะมี 5 ประเภท ได้แก่ รถบรรทุก 6 ล้อ, รถบัส, รถบรรทุก 10 ล้อ, รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วง

รถบรรทุก 5 ประเภทดังกล่าวที่กำหนดให้เป็นรถบรรทุกมาตรฐานนั้นจะมีระยะระหว่างเพลาและการกระจายน้ำหนักลงในแต่ละเพลา เป็นไปตามมาตรฐานกรมทางหลวงของประเทศไทย[1] (รูปที่ (3-21)) แต่น้ำหนักรวมทั้งหมดของรถทั้ง 5 ประเภทนั้นจะทำการคำนวณมาจากสะพาน B1 เป็นเกณฑ์อ้างอิงสำหรับสะพานที่เหลืออีก 5 สะพานโดยการคำนวณหาน้ำหนักของรถทั้ง 5 ประเภทนั้นจะทำโดยการสุ่มสัญญาณขึ้นมาเช่นเดียวกับการสุ่มตัวอย่างในหัวข้อที่ 4.1.2 ของบทที่ 4 โดยรายละเอียดในการคำนวณนั้นจะแสดงอยู่ในภาคผนวก

เมื่อได้น้ำหนักรวมของรถทั้ง 5 ประเภทออกมาแล้ว โดยจะแสดงอยู่ในรูปของอัตราส่วนเทียบกับน้ำหนักของรถบรรทุกมาตรฐานซึ่งจะเรียกว่า สัมประสิทธิ์การปรับแก้น้ำหนัก (coefficient of weight, γ) และแสดงผลคูณค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวกับน้ำหนักของรถบรรทุกมาตรฐานตาม AASHTO ได้ดังตารางที่ (ก-9) ซึ่งเมื่อนำเอารถทั้ง 5 ประเภท แล่นผ่านแบบจำลองของทั้ง 6 สะพานแล้วก็จะสามารถที่จะหาค่าช่วงความเค้นออกมาได้ดังแสดงในตารางที่ (5-5) และเมื่อนำเอาค่าช่วงความเค้นที่คำนวณออกมาได้จากตารางที่ (5-5) มาทำการคำนวณเป็นค่าช่วงความเค้นเสมือน โดยอาศัยสมการที่ (2-1) และนำมาทำการเปรียบเทียบกับค่าช่วงความเค้นเสมือนที่คำนวณได้มาจากการทำตามแนวทาง AASHTO แบบที่ 4.1.3 จะแสดงออกมาได้ดังตารางที่ (5-6) ซึ่งจากตารางที่ (5-6) พบว่าในสะพาน B1, B2, B3, B5 และ B6 นั้น ค่าช่วงความเค้นเสมือนที่คำนวณมาจากรถบรรทุกมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาใหม่ มีค่ามากกว่าค่าช่วงความเค้นเสมือนที่เกิดจากสภาพการจราจรจริง (คำนวณจากการทำตามแนวทาง AASHTO แบบที่ 4.1.3) นั่นแสดงให้เห็นว่าค่าช่วงความเค้นที่เกิดจากรถบรรทุกที่เสนอทั้ง 5 ประเภท มีความครอบคลุมต่อสภาพการใช้งานที่เกิดจริงในอีก 4 สะพานข้างต้น เมื่อพิจารณารูปที่ (5-2) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกันในแง่ของน้ำหนักของรถทั้ง 5 ประเภท (ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างขึ้นมา การคำนวณหาค่าน้ำหนักโดยการประมาณจะแสดงในภาคผนวก) และตารางที่ (5-12) พบว่ารถบรรทุกทั้ง 5 ประเภทมีค่าน้ำหนักใกล้เคียงกับรถบรรทุกมาตรฐานที่ได้เสนอขึ้นมาใหม่ นั่นหมายความว่าค่าการกระจายน้ำหนักลงสู่คานตัวนอกตามที่ AASHTO ได้กำหนดนั้นมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพราะการหาค่าน้ำหนักจากการนำเอาผลการทดสอบทางพลศาสตร์มาใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณจะมีตัวแปรที่แตกต่างจากการหาค่าน้ำหนักโดยวิธีการประมาณอยู่ตัวแปรหนึ่งคือค่าการกระจายน้ำหนักลงสู่คานตัวนอก ดังนั้นเมื่อทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักด้วยวิธีการทั้งสองออกมาแล้วมีค่าต่างกันน้อยมาก แสดงว่าตัวแปรที่ไม่เหมือนกันนั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าถ้าทำการใช้วิธีการประมาณทำการหาน้ำหนักของรถบรรทุกทั้ง 5 ประเภทที่แล่นผ่านสะพานทั้ง 5 สะพานที่เหลือสมควรให้ผลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง จากตารางที่ (5-13) ซึ่งเป็นตารางแสดงค่าน้ำหนักที่ได้จากการจราจรจริง โดยหาจากข้อมูลน้ำหนักรถทั้ง 5 ประเภทที่แล่นผ่านทั้ง 6 สะพาน (ตารางที่ (5-12)) พบว่าน้ำหนักของรถบรรทุกกึ่งพ่วงและรถบรรทุกพ่วงนั้นมีค่าน้ำหนักบรรทุกรวมมากกว่าตามมาตรฐานของกรมทางหลวง แต่น้ำหนักของรถอีก 3 ประเภทที่เหลือนั้นมีค่าน้อยกว่าตามที่กรมทางหลวงกำหนดแต่มีความแตกต่างกันไม่มาก ซึ่งถ้าทำการหาอายุการใช้งานที่เหลืออย่างปลอดภัยจากค่าช่วงความเค้นที่หาจากรถบรรทุกตามมาตรฐานกรมทางหลวง (ตารางที่ (5-14)) เปรียบเทียบกับค่าช่วงความเค้นที่ได้จากการตรวจวัดจริง และตามรถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอขึ้นมาแทนรถบรรทุกมาตรฐานของ AASHTO จะแสดงได้ดังตารางที่ (5-15) พบว่าอายุการใช้งานที่ได้จากการใช้ค่าช่วงความเค้นที่คำนวณมาจากรถบรรทุกตามมาตรฐานกรมทางหลวง (ไทย) นั้นจะมีอายุการใช้งานที่เหลือต่ำ

กว่าการประเมินที่ใช้ค่าช่วงความเค้นที่ได้จากอีก 2 แนวทาง แต่ในสะพาน B6 พบว่าอายุการใช้งานที่ได้จากการใช้ค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากรถบรรทุกมาตรฐานของกรมทางหลวง (ไทย) มีค่ามากกว่าอายุการใช้งานที่ได้จากการใช้ค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากรถบรรทุกมาตรฐานที่ได้เสนอขึ้นใหม่ เนื่องจากค่าช่วงความเค้นเสมือนที่ได้จากรถบรรทุกตามมาตรฐานกรมทางหลวง (ไทย) มีค่ามากกว่าค่าช่วงความเค้นเสมือนที่ได้จากรถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอใหม่ เนื่องจากพิจารณาตารางที่ (5-16) พบว่าในสะพาน B6 ค่าช่วงความเค้นของรถบรรทุก 6 ล้อ และรถบัส ที่ได้จากน้ำหนักรถบรรทุกตามมาตรฐานกรมทางหลวง (ไทย) มีค่ามากกว่าค่าช่วงความเค้นที่ได้จากรถบรรทุกมาตรฐานที่ได้เสนอใหม่ประมาณ 1.35 เท่า จึงส่งผลทำให้การคำนวณหาค่าช่วงความเค้นเสมือนเนื่องจากรถบรรทุกตามมาตรฐานกรมทางหลวง (ไทย) มีค่ามากกว่าค่าช่วงความเค้นเสมือนที่ได้จากรถบรรทุกมาตรฐานที่ได้เสนอใหม่

ส่วนสะพาน B4 นั้นค่าช่วงความเค้นเสมือนที่คำนวณมาจากรถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอขึ้นมาใหม่ มีค่าน้อยกว่าค่าช่วงความเค้นเสมือนที่เกิดจากสภาพการจราจรจริง ทำการพิจารณาตารางที่ (5-12) พบว่าน้ำหนักรวมของรถบรรทุกทั้ง 5 ประเภท จะมีค่ามากกว่ารถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอขึ้นมาใหม่ จึงส่งผลทำให้ค่าช่วงความเค้นที่ได้จากการทำตามแนวทาง AASHTO แบบที่ 4.1.3 มีค่ามากกว่าค่าช่วงความเค้นที่ได้จากรถบรรทุกมาตรฐาน และสาเหตุที่ทำให้น้ำหนักของรถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอขึ้นมานั้นมีค่าน้อยกว่ารถบรรทุกที่แล่นข้ามผ่านสะพาน B4 คือรถบรรทุกมาตรฐานที่ทำการวิเคราะห์หามานั้นจะหามาจากสะพาน B1 ซึ่งสะพาน B1 ก็คือสะพานข้ามแยกรัชโยธิน เมื่อพิจารณาถึงตำแหน่งที่ตั้งของสะพานรัชโยธินพบว่าโอกาศที่รถบรรทุกจะแล่นข้ามผ่านสะพาน มีค่าน้อยกว่าสะพาน B4 (สะพาน B4 คือสะพานข้ามแยกพงษ์เพชร) เพราะสะพาน B4 แต่อย่างไรก็ดีรถบรรทุกที่เสนอขึ้นมาใหม่นี้เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดสะพานแต่ละแห่งเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ดังนั้นรถบรรทุกที่เสนอขึ้นมานั้นอาจไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการประเมินเท่าที่ควร ซึ่งถ้าต้องการให้มีความเหมาะสมต่อการประเมินหาอายุการใช้งานของสะพานในปัจจุบันจึงควรที่จะมีการทำการตรวจวัดสะพานตัวอย่างให้มีจำนวนที่มากกว่าในการศึกษานี้

ถ้านำเอาค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากรถบรรทุกมาตรฐานทั้ง 5 ประเภทที่ได้เสนอขึ้นมาใหม่ และค่าช่วงความเค้นที่ได้จากการตรวจวัดจริงมาทำการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลือตามแนวทางของ AASHTO (สมการที่ (2-6)) โดยที่จะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 แบบคือ

1. การประเมินโดยใช้ค่าความน่าเชื่อถือ (R_s) มีค่าเท่ากับ 1.0 การประเมินนี้แสดงได้ดังตารางที่ (5-7) พบว่าอายุการใช้งานที่เหลือที่คำนวณออกมาได้จากค่าช่วงความเค้นทั้ง 2 จะสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (5-1)

$$\Delta Y_{AB} = (\Delta S_{rBA})^3 \qquad (5\text{-}1)$$

เมื่อ ค่า ΔY_{AB} คือ อายุการใช้งานที่เหลือตามแนวทาง A เทียบกับอายุการใช้งานที่เหลือตามแนวทาง B และค่า ΔS_{rBA} คือ ค่าช่วงความเค้นที่ใช้ในการประเมินตามแนวทาง B เทียบกับในแนวทาง A และจากสมการที่ (5-1) สามารถที่จะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ (5-3)

2. การประเมินโดยใช้ค่าความน่าเชื่อถือ (R_s) เท่ากับ 1.75 สำหรับกรณีที่ใช้ค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากการแล่นผ่านแบบจำลองของรถบรรทุกมาตรฐานที่ได้เสนอขึ้นมาใหม่ และเท่ากับ 1.4875 สำหรับกรณีที่ใช้ค่าช่วงความเค้นที่ได้มาจากการตรวจวัด สามารถที่จะแสดงการประเมินในแนวทางนี้ได้ดังตารางที่ (5-8) พบว่าอายุการใช้งานที่เหลือที่คำนวณออกมาได้จากค่าช่วงความเค้นทั้ง 2 จะสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (5-2)

$$\Delta Y_{AB} = 1.628\ (\Delta S_{rBA})^3 \qquad (5\text{-}2)$$

เมื่อ ค่า ΔY_{AB} คือ อายุการใช้งานที่เหลือตามแนวทาง A เทียบกับอายุการใช้งานที่เหลือตามแนวทาง B และค่า ΔS_{rBA} คือ ค่าช่วงความเค้นที่ใช้ในการประเมินตามแนวทาง B เทียบกับในแนวทาง A ส่วนค่า 1.628 นั้นมาจากอัตราส่วนค่าความน่าเชื่อถือของแนวทางการประเมิน B เทียบกับแนวทางการประเมิน A ยกกำลังสาม ($(1.75/1.4875)^3$=1.628) และจากสมการที่ (5-2) สามารถที่จะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ (5-3)

จะเห็นได้ว่าการประเมินแบบแรก (ใช้ค่าความน่าเชื่อถือเท่ากับ 1.0) นั้นอายุการใช้งานที่เหลือจะส่งผลมาจากค่าช่วงความเค้นโดยตรง คือเมื่อทำการประเมินโดยใช้ค่าช่วงความเค้นที่มีค่าสูงก็จะมีอายุการใช้งานที่ต่ำกว่าการประเมินโดยใช้ค่าช่วงความเค้นที่ต่ำกว่า (ตารางที่ (5-7)) แต่ถ้าทำการพิจารณาการประเมินแบบที่สอง (ใช้ค่าความน่าเชื่อถือเท่ากับ 1.75 และ 1.4875) แล้วจะพบว่าสะพานทุกสะพานที่ใช้ค่าช่วงความเค้นที่ได้จากการนำเอารถบรรทุกมาตรฐานที่ได้เสนอขึ้นมาใหม่มาแล่นผ่านแบบจำลองของสะพานนั้น จะมีค่าอายุการใช้งานที่เหลือต่ำกว่าการใช้ค่าช่วงความเค้นที่ได้จากการตรวจวัดเข้ามาประเมิน และเมื่อพิจารณาตารางที่ (5-9) แล้วจะพบว่า

อายุการใช้งานที่เหลือที่คำนวณออกมาได้นั้นจะมีค่าที่มากกว่าอายุการใช้งานที่เหลือที่ได้จากการประเมินตามหัวข้อที่ 4.1.1 ในบทที่ 4 (มีค่าใกล้เคียงกับการประเมินในหัวข้อที่ 4.1.3 บทที่ 4) ทุกสะพาน นั่นหมายความว่ารถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอขึ้นมาใหม่นั้นมีความเหมาะสมในการประเมินหาอายุการใช้งานที่เหลือสำหรับทั้ง 6 สะพาน มากกว่ารถบรรทุกมาตรฐานที่ AASHTO กำหนด แต่สะพาน B4 พบว่าอายุการใช้งานที่เหลือที่ได้จากการประเมินด้วยค่าช่วงความเค้นที่หาจากรถบรรทุกมาตรฐานที่เสนอขึ้นมาใหม่มีค่ามากกว่าการประเมินตามหัวข้อที่ 1.2 ในบทที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพิจารณาที่ (5-11) จะพบว่าค่าช่วงความเค้นที่นำไปใช้ในการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือตามหลักการของ AASHTO (ค่าช่วงความเค้นที่มีการคูณด้วยค่าความน่าเชื่อถือ) ของสะพาน B4 มีค่าน้อยกว่าค่าช่วงความเค้นที่นำไปใช้ในหัวข้อที่ 4.1.2 ของบทที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย