ประเทศไทย
กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม

ประเทศไทย
การสำรวจเพื่อวางแผน
โครงการดูแลบำรุงรักษาสะพาน
(สะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา)

รายงานเล่มที่ 2
"คู่มือการตรวจสอบและประเมินผล"

JICA LIBRARY
1202349 [5]

มีนาคม พ.ศ. 2554
(ปีค.ศ. 2011)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
(JICA)

CHODAI CO., LTD.
METROPOLITAN EXPRESSWAY CO., LTD.

SA2
JR
11-018

ประเทศไทย
กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม

ประเทศไทย
การสำรวจเพื่อวางแผน
โครงการดูแลบำรุงรักษาสะพาน
(สะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา)

รายงานฉบับสุดท้าย

รายงานเล่มที่ 2
"คู่มือการตรวจสอบและประเมินผล"

มีนาคม พ.ศ. 2554
(ปีค.ศ. 2011)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
(JICA)

CHODAI CO., LTD.
METROPOLITAN EXPRESSWAY CO., LTD.

1202349 [5]

คำนำ

ในช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนจากระบบงานบำรุงรักษาแบบซ่อมหลังพบความเสียหาย มาเป็นระบบงานบำรุงรักษาในระยะยาวแบบเชิงป้องกัน งานตรวจสอบประจำนั้น จัดได้ว่าเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งในแต่ละประเทศได้มีการพัฒนาเพื่อเตรียมความพร้อมในเรื่องนี้อย่างเร่งด่วน

สำหรับ DRR ที่ผ่านมาได้มีการจัดทำคู่มือหลายฉบับที่เกี่ยวข้องกับงานตรวจสอบประจำในสำนักงานแต่ละแห่ง (สำนักงานบำรุงรักษาถนน, สำนักงานก่อสร้างสะพาน, สำนักงานทดสอบวิจัยและพัฒนา) แต่คู่มือเหล่านี้ไม่ได้มีเนื้อหาที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน

นอกจากนี้ ยังมีปัญหาเกี่ยวกับงบประมาณในงานบำรุงรักษาสะพานที่อยู่ในความดูแลของ DRR ซึ่งมีอยู่ถึง 7000 แห่ง และสภาพการขาดแคลนบุคลากรในการดำเนินงานตรวจสอบซึ่งไม่ได้รับการฝึกอบรมที่เพียงพอ จึงทำให้มาตรฐานของผลการตรวจสอบไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับผู้ทำการตรวจสอบ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัญหาเหล่านี้ใน DRR ควรได้รับการแก้ไขเป็นอย่างยิ่ง

เนื่องจากได้พิจารณาว่าความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่กล่าวข้างต้นนั้นสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงได้ ดังนั้นในการจัดทำคู่มือนี้ จึงได้อาศัยข้อมูลพื้นฐานจาก "คู่มืองานตรวจสอบประจำของโครงสร้างสะพาน (ฉบับร่าง), เมษายน 2004" และ "คู่มือการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสะพานทางหลวง (ฉบับร่าง), เมษายน 2007" ซึ่งออกโดย กระทรวงที่ดิน,โครงสร้างพื้นฐาน, คมนาคม และการท่องเที่ยว ของประเทศญี่ปุ่น

ในคู่มือฉบับนี้ ได้อธิบายถึงเป้าหมายของงานตรวจสอบประเภทต่างๆ ในระบบการบำรุงรักษา รวมถึงขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่งานตรวจสอบปกติจนถึงงานตรวจสอบประจำ ในงานตรวจสอบประจำนั้น จะมีการดำเนินการ จนถึงการประเมินความเสียหายอย่างมีหลักเกณฑ์ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย สำหรับการตัดสินใจในการดำเนินมาตรการตามความเสียหายที่ตรวจพบ (เช่น ความจำเป็นในการซ่อมแซม เป็นต้น) ซึ่งเป็นการประเมินผลในเชิงอัตนัยนั้น สามารถอ้างอิงได้จาก "ระดับมาตรการ" ที่กำหนดไว้ใน "คู่มือการวางแผนงานบำรุงรักษาระยะยาว"

คู่มือนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้กับสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา 12 แห่ง อย่างไรก็ตาม เนื้อหาหลักในคู่มือนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสะพานข้ามแม่น้ำในส่วนภูมิภาคได้

ในอนาคตนั้น เป็นที่หวังว่าจะมีการใช้คู่มือนี้ในการเก็บรวบรวมและทำการปรับปรุงข้อมูลการตรวจสอบ และสามารถเป็นประโยชน์ต่อระบบการบำรุงรักษาระยะยาวแบบเชิงป้องกันในหน่วยงานทั้งหมดของ DRR

กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

การสำรวจเพื่อวางแผนโครงการดูแลบำรุงรักษาสะพาน (สะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา)
รายงานสุดท้าย ฉบับกลาง
เอกสาร 2 "คู่มือประเมินผลการตรวจสอบ"

สารบัญ

I	**บททั่วไป**	**1**
1.	ขอบเขตของงาน	1
2.	วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบ	1
3.	ประเภทของการตรวจสอบ	1
	3.1 การตรวจสอบแบบปกติ	3
	3.2 การตรวจสอบประจำ	3
	3.3 การตรวจสอบแบบพิเศษ	3
	3.4 การตรวจสอบแบบละเอียด	3
II	**การตรวจสอบแบบปกติ**	**4**
III	**การตรวจสอบประจำ**	**6**
1.	งานตรวจสอบ	6
	1.1 การจัดทำแผนการตรวจสอบ	6
	1.2 วิธีการและหัวข้อการตรวจสอบ	6
	1.3 ระบบการตรวจสอบ	10
	1.4 อุปกรณ์การตรวจสอบ	10
	1.5 ความถี่ในการตรวจสอบ	11
2.	การวัดสภาพความเสียหายและการประเมินผล	12
	2.1 การวัดสภาพความเสียหาย	12
	2.2 การประเมินระดับความเสียหาย	12
	2.2.1 โครงสร้างเหล็ก	12
	2.2.2 โครงสร้างคอนกรีต	24
	2.2.3 ผิวถนน (Road surface)	39
	2.2.4 ที่รองรับสะพาน (Bearings)	41
	2.2.5 โครงสร้างส่วนล่าง (Substructure)	43
	2.2.6 พื้นถนน (Pavement)	45
	2.2.7 ราวกันชน (Barrier)	48
	2.2.8 รอยต่อขยายตัว (Expansion Joints)	50
	2.2.9 สายเคเบิล (Cable)	52
3.	การบันทึกผลการตรวจสอบ	54
	3.1 วิธีการบันทึกผลการตรวจสอบ	54
	3.2 แบบฟอร์มการบันทึกและตัวอย่างของผลการตรวจสอบ	62

I บททั่วไป

1. ขอบเขตของงาน

คู่มือนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในงานตรวจสอบประจำ (Periodic Inspection) ของสะพานทางหลวงข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา 12 แห่งที่อยู่ในความดูแลของกรมทางหลวงชนบท (Department of Rural Roads – DRR) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

สะพานที่อยู่ในขอบเขต : สะพานพระราม4, สะพานพระราม5, สะพานพระราม7, สะพานกรุงธน, สะพานพระปิ่นเกล้า, สะพานปฐมบรมราชานุสรณ์ (สะพานพระพุทธยอดฟ้า), สะพานพระปกเกล้า, สะพานสมเด็จพระเจ้าตากสิน, สะพานกรุงเทพ, สะพานพระราม3, สะพานภูมิพล1, 2 (สะพานวงแหวนอุตสาหกรรมเหนือ, ใต้)

2. วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบ

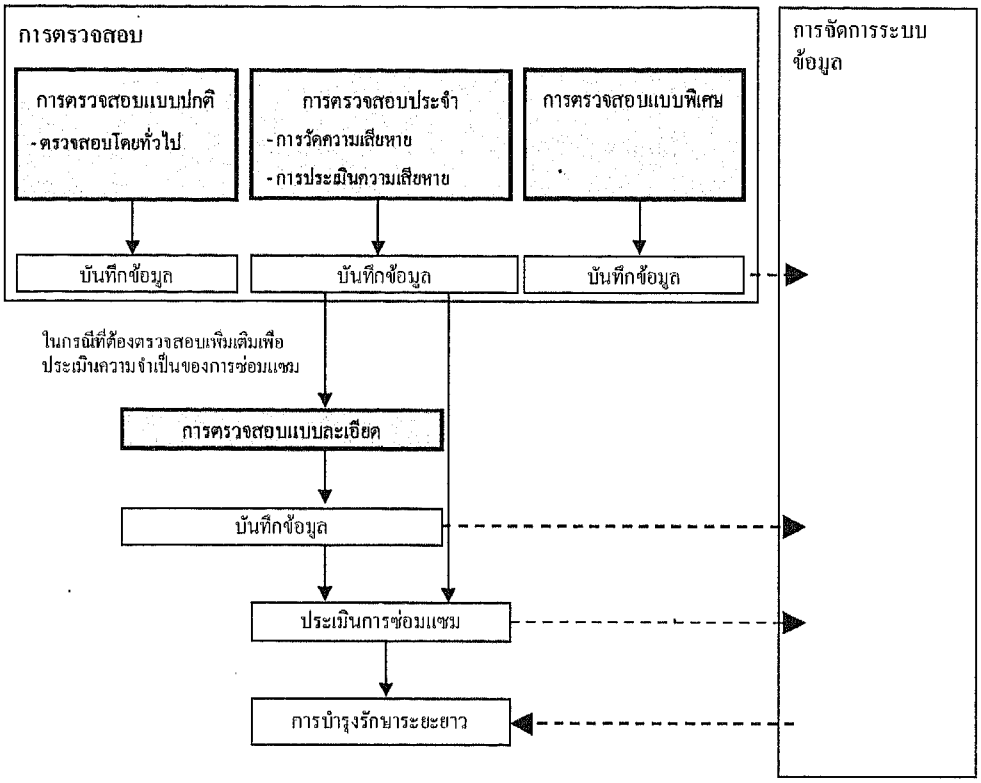
การตรวจสอบนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อบันทึกข้อมูลความเสียหายของสะพาน โดยเน้นไปที่การตรวจสอบด้วยสายตาเพื่อดูว่าสะพานมีการเสื่อมสภาพอย่างรุนแรงหรือไม่ ทั้งนี้ข้อมูลตรวจสอบที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อให้สามารถดำเนินการบำรุงรักษาสะพานอย่างมีระบบได้

3. ประเภทของการตรวจสอบ

ในการตรวจสอบนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมและดำเนินการในเวลาที่สมควร ตามวัตถุประสงค์และสภาวะเงื่อนไขของการตรวจสอบแต่ละประเภท ดังได้กล่าวไว้ข้างล่าง

3.1 การตรวจสอบแบบปกติ
3.2 การตรวจสอบประจำ
3.3 การตรวจสอบแบบพิเศษ
3.4 การตรวจสอบแบบละเอียด

ในระบบการบำรุงรักษานั้น นอกจาก "การตรวจสอบปกติ" และ "การตรวจสอบประจำ" ที่ได้กล่าวถึงเป็นหลักในคู่มือนี้แล้ว ยังมีการตรวจสอบและการสำรวจประเภทอื่นๆ อีก ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และขั้นตอนของงานตรวจสอบ ขอบเขตและรายละเอียดของงานตรวจสอบเหล่านี้ ได้อธิบายไว้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1: วัตถุประสงค์และขอบเขตของการตรวจสอบ

ตารางที่ 3.1: ประเภทของงานตรวจสอบ

	ผู้ทำการตรวจสอบ	ความถี่ในการตรวจสอบ	วิธีการ	หมายเหตุ
การตรวจสอบแบบปกติ	นายช่าง	1 ครั้ง/สัปดาห์	โดยสายตา	- ตรวจสอบสภาพทั่วไป (ตรวจสอบโดยรถตรวจการณ์และเดินตรวจ)
การตรวจสอบประจำ	นายช่างวิศวกร	1 ครั้ง/ 5 ปี	โดยสายตา (เข้าใกล้เท่าที่สามารถทำได้)	ในบางกรณีอาจมีการใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงช่วยในการตรวจสอบ
การตรวจสอบแบบพิเศษ	นายช่างวิศวกร	ดำเนินการตามความจำเป็น	ตามวิธีการตรวจสอบประจำและการตรวจสอบพิเศษ	กรณีที่เกิดความเสียหายเนื่องจากเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึง เช่น แผ่นดินไหว, พายุ, ฝนตกหนัก
การตรวจสอบแบบละเอียด	ที่ปรึกษาเอกชน	ดำเนินการตามความจำเป็น	การทดสอบแบบไม่ทำลาย, การคำนวณวิเคราะห์ (ถ้าผลการตรวจสอบประจำระบุว่าจำเป็น)	ตัวอย่างสะพานที่ได้ดำเนินการแล้วได้แก่ สะพานกรุงธน, สะพานพระพุทธยอดฟ้า

3.1 การตรวจสอบแบบปกติ (Routine Inspection)

การตรวจสอบแบบปกติ คือผู้ตรวจสอบจะเดินตรวจหรือนั่งรถตรวจการณ์เพื่อตรวจสภาพความเสียหายของโครงสร้างและดูว่าบนถนนมีสิ่งของตกหล่น มีผู้เข้ามาอาศัยบริเวณสะพานโดยผิดกฎหมาย หรือมีการสูญหายของวัสดุโครงสร้างหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบดังกล่าวนี้จะดำเนินการเป็นประจำทุกวัน

ผู้ที่ตรวจสอบจะเป็นนายช่างของสำนักบำรุงรักษา

3.2 การตรวจสอบประจำ (Periodic Inspection)

การตรวจสอบประจำนับได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการดำเนินงานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพ โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการประเมินและวัดระดับความเสียหายของสะพาน โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบด้วยสายตาเป็นส่วนใหญ่ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบในระยะใกล้ได้ อาจมีการใช้กล้องดิจิตอลหรือเครื่องมือตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพสูงช่วยในการตรวจสอบถ้ามีความจำเป็น

งานตรวจสอบจะถูกดำเนินการโดยวิศวกรของ DRR สำนักงานใหญ่และนายช่างของสำนักงานบำรุงรักษา

3.3 การตรวจสอบแบบพิเศษ (Special Inspection)

การตรวจสอบแบบพิเศษคือการตรวจหาว่ามีความเสียหายร้ายแรงที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อความเสถียรภาพของโครงสร้างสะพานหรือไม่ ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว, พายุ, ฝนตกหนัก หรือเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง วิธีการตรวจสอบนั้น ดำเนินการเช่นเดียวกับการตรวจสอบประจำและการตรวจสอบพิเศษ

งานตรวจสอบจะถูกดำเนินการโดยวิศวกรของ DRR สำนักงานใหญ่และนายช่างของสำนักงานบำรุงรักษา

3.4 การตรวจสอบแบบละเอียด (Advanced Inspection)

การตรวจสอบแบบละเอียด มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและประเมินระดับของความเสียหายโดยละเอียด เพื่อใช้ในการประเมินความจำเป็นในการซ่อมแซม รวมไปถึงการคัดเลือกวิธีการซ่อมแซม

นอกจากนี้ ตัวอย่างสะพานที่เคยดำเนินการตรวจสอบพิเศษ ได้แก่ สะพานกรุงธน, สะพานพระพุทธยอดฟ้า และสะพานพระปิ่นเกล้า

งานตรวจสอบพิเศษควรถูกดำเนินการโดยที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์ เนื่องจากเนื้อหางานตรวจสอบจะมีลักษณะเฉพาะขึ้นอยู่กับสภาพความเสียหาย และต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเป็นพิเศษในการดำเนินงาน

II การตรวจสอบแบบปกติ

การตรวจสอบแบบปกตินั้น คือ งานตรวจสอบที่มักดำเนินการเป็นรายวัน โดยผู้ตรวจสอบจะทำการตรวจสอบด้วยตาเปล่าในระหว่างการลาดตระเวนด้วยรถตรวจการณ์หรือการเดินเท้า เพื่อตรวจหาว่ามีความเสียหายของโครงสร้าง, มีสิ่งของตกหล่น, มีการเข้าใช้พื้นที่อย่างผิดกฎหมาย หรือมีการสูญหายของวัสดุโครงสร้างหรือไม่ วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อสร้างความปลอดภัยในการจราจรและป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับบุคคลอื่น

1. วิธีการตรวจสอบ

สำหรับการตรวจสอบแบบปกติ ผู้ตรวจจะตรวจสะพานและชิ้นงานต่างๆ ตามวิธีด้านล่าง ดังนี้

(1) สะพาน

พื้นฐานในการตรวจสอบคือการตรวจโดยเดินเท้าสำรวจ ในกรณีที่สะพานไม่มีทางเท้าหรือฝนตกก็จะนั่งรถตรวจการณ์สำรวจแทน

a) การตรวจโดยเดินเท้าสำรวจ

ผู้ตรวจสอบทำการลาดตระเวนในตอนกลางวัน และทำการตรวจสอบโครงสร้างที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า รวมทั้งตรวจสภาพการใช้งานใต้สะพาน ในกรณีที่มีฝนตก ก็ตรวจดูว่ามีน้ำท่วมล้นจากรางระบายน้ำ รอยต่อส่วนขยายหรือมีน้ำขังบนผิวถนนหรือไม่

b) การตรวจโดยใช้รถตรวจการณ์

ผู้ตรวจสอบนั่งรถตรวจการณ์สำรวจอย่างช้าๆ และทำการตรวจสอบโครงสร้างด้วยตาเปล่า ทำการประเมินความไม่เรียบของผิวถนนและรอยต่อส่วนขยายจากความรู้สึกในการขับขี่ รวมทั้งตรวจสภาพการใช้งานใต้สะพาน ในกรณีที่มีฝนตกก็ตรวจดูว่ามีน้ำท่วมล้นจากรางระบายน้ำหรือมีน้ำขังบนผิวถนนหรือไม่ หากมีพื้นที่ที่รถไม่สามารถเข้าไปได้ก็จะลงเดินตรวจสอบ

(2) อุปกรณ์

กรณีของเครื่องจักร,อุปกรณ์ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์สื่อสาร นอกจากการตรวจสอบด้วยตาเปล่าแล้ว อาจมีกรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจวัดอย่างง่ายเพื่อตรวจสภาพการทำงานของอุปกรณ์ด้วย สำหรับต้นไม้ประดับนั้นให้สังเกตดูว่ากีดขวางการจราจรหรือไม่

2. สิ่งที่จำเป็นต้องตรวจสอบ

สิ่งสำคัญที่ต้องใส่ใจในการตรวจสอบมีดังนี้

บนสะพาน : ผิวจราจร ราวสะพาน ตะแกรงระบายน้ำ รอยต่อส่วนขยาย อุปกรณ์ประดับอื่นๆ (กำแพงกั้นเสียง ระบบไฟฟ้า ป้ายจราจร ฯลฯ) ของตกหล่นบนผิวจราจร

ใต้สะพาน : ตอม่อ ผิวคาน ด้านล่างแผ่นพื้น อุปกรณ์ระบายน้ำ รอยต่อส่วนขยาย ทางเดินสำรวจตรวจสอบ อุปกรณ์ประดับอื่นๆ (กำแพงกั้นเสียง ระบบไฟฟ้า ป้ายจราจร ฯลฯ) เสาไฟฟ้า

3. ความถี่ของการตรวจสอบ

ความถี่ของการตรวจสอบคือ 1ครั้ง / 1อาทิตย์

4. บันทึกผลการตรวจสอบ

ข้อมูลการตรวจสอบต่างๆ เหล่านี้จะถูกส่งไปยังสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องดำเนินมาตรการ ก็จะมีการกำหนดอย่างชัดเจนถึงนโยบาย, ผู้รับผิดชอบ และเวลาในการดำเนินมาตรการให้เสร็จ

III การตรวจสอบประจำ

1. งานตรวจสอบ

1.1 การจัดทำแผนการตรวจสอบ

แผนการตรวจสอบจะถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้การตรวจสอบประจำสามารถดำเนินไปได้อย่างเหมาะสม แผนการตรวจสอบจะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้ – การตรวจสอบเอกสารที่มีอยู่, หัวข้อและวิธีการตรวจสอบ, ระบบการตรวจสอบ, การสำรวจพื้นที่, การประชุมกับผู้ควบคุมงาน, มาตรการด้านความปลอดภัย, ระบบการติดต่อยามฉุกเฉิน, ระบบรายงานความสำคัญของมาตรการยามฉุกเฉิน และตารางเวลาการตรวจสอบ

1.2 วิธีการและหัวข้อการตรวจสอบ

(1) ใช้การตรวจสอบด้วยสายตาเป็นหลัก ในกรณีที่การตรวจสอบไม่สามารถทำได้อย่างสะดวก เนื่องจากลักษณะโครงสร้างและตำแหน่งที่ตั้งของสะพาน หรือสภาพของชิ้นส่วนที่ตรวจสอบเช่น สภาพพื้นผิว เป็นต้น อาจมีการใช้เครื่องมือประสิทธิภาพสูงถ้ามีความจำเป็น

(2) บริเวณปลายคาน (Girder End) และฐานรองรับสะพาน (Bearing) ควรตรวจสอบในระยะใกล้ที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยการเข้าถึงผ่านทางตอม่อริม (Abutment) หรือตอม่อกลางน้ำ (Pier) ที่อยู่ใกล้

(3) ในบริเวณพื้นที่ที่เข้าตรวจสอบในระยะใกล้ได้ยาก ให้ใช้การตรวจสอบด้วยสายตาในระยะไกล และการประเมินความเสียหายจากการวิเคราะห์สภาพของชิ้นส่วนที่อยู่รอบๆ

การตรวจสอบและประเมินจะถูกดำเนินการในทุกช่วงคาน โดยไม่คำนึงว่าเป็นคานช่วงเดี่ยว (Single beam) หรือคานต่อเนื่อง (Continuous beam) ตารางที่ 1.1 แสดงหัวข้อในการตรวจสอบด้วยสายตาและวิธีการประเมินผล รวมทั้งตำแหน่งที่ตรวจสอบ นอกจากนี้ รูปที่ 1.1 แสดงขอบเขตของการเข้าตรวจสอบในระยะใกล้ของสะพานเหล็ก

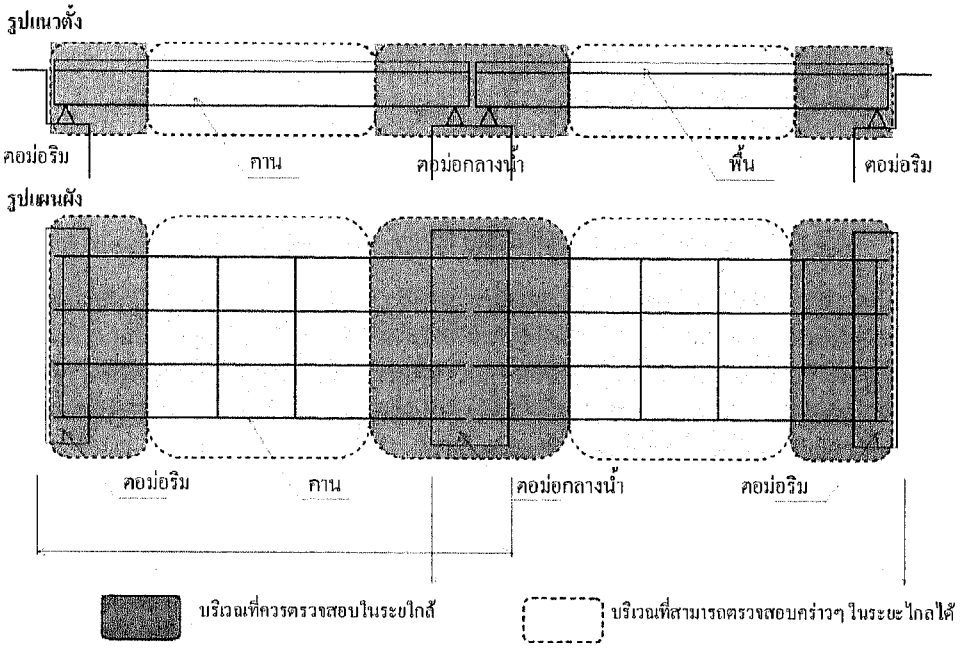
คำจำกัดความของคำว่า "ระยะใกล้" คือ ระยะห่างที่สามารถเข้าถึงได้ด้วยมือ

ตารางที่ 1.1: หัวข้อการตรวจสอบด้วยสายตาและตำแหน่งที่ตรวจสอบ

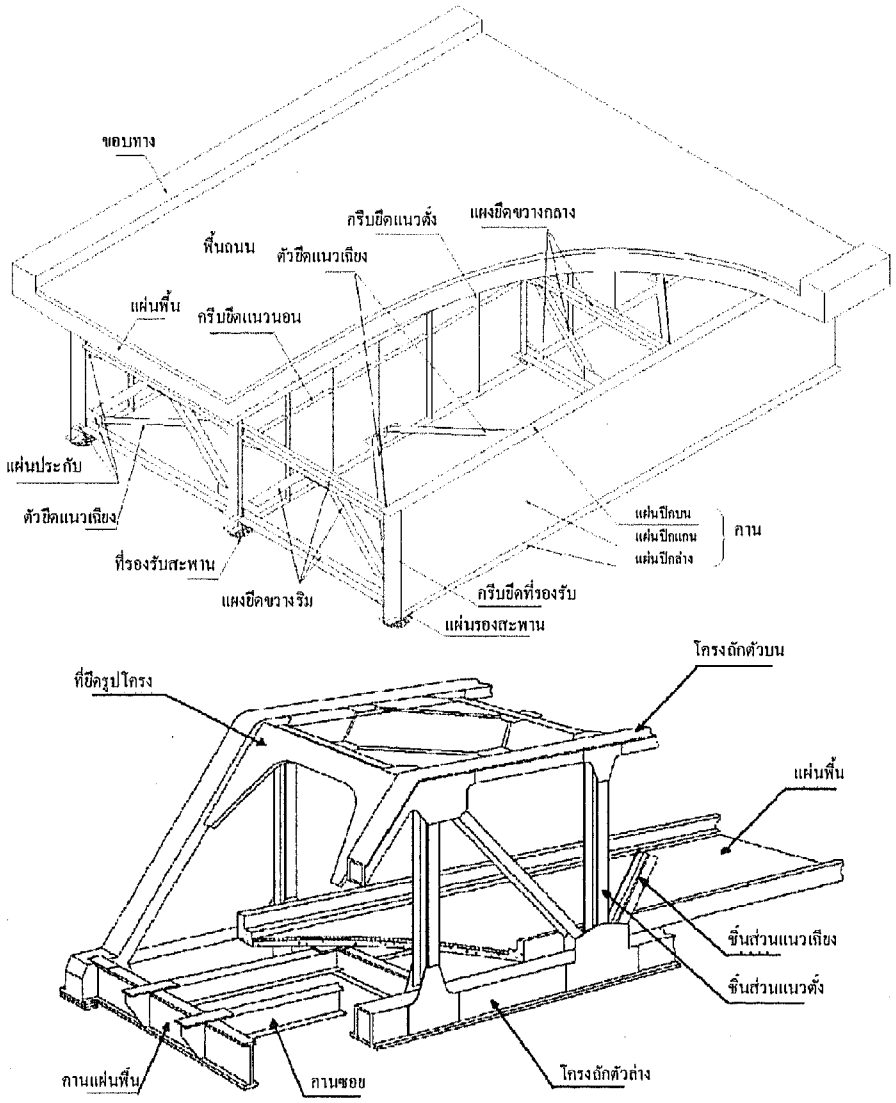
ประเภทของความเสียหาย		เกณฑ์การประเมินผล	บริเวณที่ทำการตรวจสอบ	ระยะไกล	ระยะใกล้	หมายเหตุ
เหล็ก	(1) สนิมเหล็ก	a – e	ปลายคาน, รอยต่อ Truss		✓	
	(2) รอยแตก (Cracking)	a – e	ปลายคาน, รอยต่อ Truss		✓	
	(3) การหลุดของน็อต	a – e	ทั้งหมด	✓		
	(4) การฉีกขาด (Fracture)	a – e	ทั้งหมด	✓		
	(5) การเปลี่ยนรูปร่าง, การเสียรูปร่าง	a – e	ทั้งหมด	✓		
คอนกรีต	(6) รอยแตก, น้ำรั่วซึม, คราบหินปูน	a – e	ทั้งหมด		✓	
	(7) การโผล่ของเหล็กเสริม	a – e	ทั้งหมด	✓		
	(8) การหลุดร่อน	a – e	ทั้งหมด	✓		
	(9) รอยแตกในแผ่นพื้น	a – e	ปลายคาน*		✓	
	(10) ความผิดปกติในที่ยึดลวดอัดแรง	a – e	ทั้งหมด	✓		
อื่นๆ	(11) ความไม่เรียบของผิวถนน	a – e	ทั้งหมด		✓	
	(12) ความเสียหายในที่รองรับ	a – e	ทั้งหมด		✓	
	(13) ความเสียหายในโครงสร้างส่วนล่าง	a – e	ทั้งหมด	✓		ทรุดตัว, เคลื่อนตัว, เอียงตัว, กัดเซาะ
	(14) ความเสียหายของพื้นถนน	a – e	ทั้งหมด		✓	
	(15) ความเสียหายของราวกันชน	a – e	ทั้งหมด		✓	
	(16) ความเสียหายในรอยต่อขยายตัว	a – e	ทั้งหมด		✓	
	(17) ความผิดปกติในสายเคเบิล	a – e	ทั้งหมด	✓		

*ในบริเวณที่สามารถเข้าตรวจสอบผ่านทางตอม่อได้โดยไม่ต้องติดตั้งนั่งร้าน ควรตรวจสอบแผ่นพื้นบริเวณปลายคานประมาณ 2แผ่น

อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ดำเนินการตรวจสอบตามคู่มือนี้แล้วพบว่า มีความผิดปกติเป็นพิเศษที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้งานและอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับผู้ใช้งานได้ เช่น มีร่องรอยการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเนื่องจากไฟไหม้ ในกรณีดังกล่าวนี้ มีความจำเป็นที่จะต้องการดำเนินมาตรการที่เหมาะสมเพื่อตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นการเพิ่มเติม



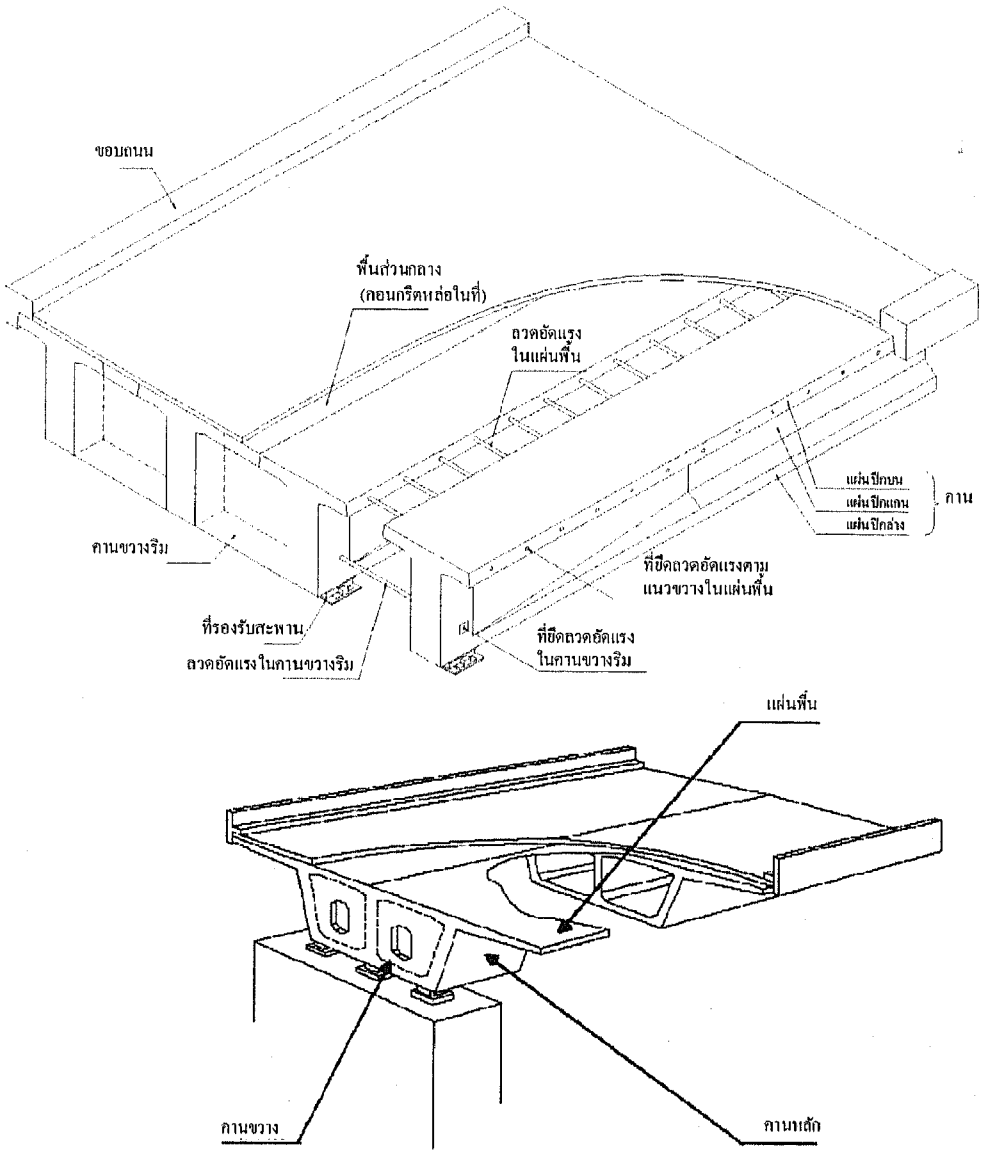
รูปที่ 1.1: ภาพประกอบแสดงขอบเขตของการเข้าตรวจสอบในระยะใกล้ของสะพานเหล็ก



รูปที่ 1.2: ส่วนประกอบหลักๆ ของสะพานเหล็ก (บน: Steel Plate Bridge, ล่าง: Truss Bridge)

รูปที่ 1.2 แสดงรายชื่อของชิ้นส่วนหลักๆ ของสะพานเหล็ก ถึงแม้โดยปกติจะไม่สามารถระบุตำแหน่งที่จะเกิดความเสียหายได้อย่างแน่นอน ในสะพานคานช่วงเดี่ยวนั้นบริเวณปลายคานมักจะมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายมากกว่าส่วนอื่น นอกจากนี้รูปแบบและระดับความเสียหายของบริเวณปลายคานซึ่งเป็นที่รองรับของสะพานนั้น มีผลกระทบอย่างมากต่อความปลอดภัยของสะพาน ดังนั้นจึงควรให้มีการเข้าตรวจสอบบริเวณปลายคานในระยะใกล้ที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบได้ง่ายจากน้ำรั่วซึมหรือการหล่นของเศษดินที่ลอดผ่านรอยต่อขยายตัว (Expansion joint) เช่น บริเวณจุดตัดเชื่อมของครีบยึดที่รองรับกับแผ่นปิกล่างของคานหลัก, บริเวณจุดยึดต่อของแผ่นประกับ (Gusset Plate) หรือ จุดยึดต่อในสะพานโครงถักนั้นมีโอกาสที่จะเกิดสนิมและการแตกร้าวได้ง่าย นอกจากนี้ การตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนเหล่านี้ด้วยสายตาอาจทำได้ไม่สะดวกนัก เนื่องจากมีน้ำรั่วซึมและการเกาะจับของฝุ่นและเศษดิน จึงควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษในการตรวจสอบบริเวณเหล่านี้



รูปที่ 1.3: ส่วนประกอบหลักๆ ของสะพานคอนกรีต (บน: PC-T shaped girder, ล่าง PC box girder)

รูปที่ 1.3 แสดงรายชื่อของชิ้นส่วนหลักๆ ของสะพานคอนกรีต รูปแบบและลักษณะความเสียหายในคานคอนกรีตนั้นมีหลายแบบขึ้นอยู่กับการแตกร้าวและตำแหน่งของชิ้นส่วนที่เกิดความเสียหาย เนื่องจากรอยแตกร้าวที่เกิดจากแรงเฉือนอาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อความปลอดภัยของสะพาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าตรวจสอบในบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้เพื่อสามารถตรวจสอบรอยแตกร้าวทั้งหมดได้

ในกรณีคานคอนกรีตอัดแรง เนื่องจากความปลอดภัยของสะพานขึ้นอยู่กับสภาพการอัดแรงเป็นอย่างมาก ดังนั้นการตรวจสอบสภาพของที่ยึดลวดอัดแรงตามแนวขวางในคานขวาง (Transverse beam) และแผ่นพื้น (Slab) เพื่อตรวจหาความผิดปกติและเป็นข้อมูลในการประเมินสภาพความเสียหายของลวดอัดแรง (Prestressing steel) นั้นควรให้มีการดำเนินการทุกแห่ง ถึงแม้ว่าโดยทั่วไปแล้วสามารถดำเนินการเป็นบางแห่งเพื่อประเมินสภาพความปลอดภัยของสะพานอย่างคร่าวๆ ได้

1.3 ระบบการตรวจสอบ

งานตรวจสอบประจำจะต้องถูกดำเนินการโดยบุคคลกรที่มีความรู้ทางด้านสะพานและมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานอย่างพอเพียง

บุคคลากรที่จำเป็นในการตรวจสอบประจำได้แสดงไว้ข้างล่างนี้ ทั้งนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้โดยคำนึงถึงรายละเอียดของงานและสภาพแวดล้อมของสถานที่ตรวจสอบ

- ผู้ตรวจสอบสะพาน : 1 คน
- ผู้ช่วยตรวจสอบ : 1-2 คน
  ในกรณีที่ใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบ (เครื่องตรวจสอบสะพาน) ให้กำหนดจำนวนบุคคลากรเพิ่มที่เหมาะสมกับสภาพงาน โดยไม่ต้องใช้ข้อกำหนดตามข้างต้น
- ผู้ควบคุมการจราจร : กำหนดจำนวนบุคคลากรให้เหมาะสมกับสภาพการจราจร

นอกจากนี้ รายชื่อบุคคลากรที่เกี่ยวข้องในงานตรวจสอบและรายละเอียดของงานที่รับผิดชอบมีดังต่อไปนี้

a) ผู้ตรวจสอบสะพาน : ผู้ตรวจสอบสะพาน คือ ผู้นำกลุ่มปฏิบัติงานตรวจสอบโดยทำการควบคุมการปฏิบัติงานของแต่ละบุคคลากรโดยคำนึงถึงความปลอดภัย นอกจากนี้ ทำการติดต่ออย่างใกล้ชิดกับผู้ช่วยตรวจสอบในระหว่างดำเนินงานตรวจสอบ
b) ผู้ช่วยตรวจสอบ : ผู้ช่วยตรวจสอบ คือ ผู้ที่ทำหน้าที่ช่วยเหลืองานตรวจสอบตามคำชี้แนะของผู้ตรวจสอบสะพาน นอกจากนี้ยังทำการควบคุมเครื่องมือช่วยในงานตรวจสอบ ทำการติดต่อและประสานงานกับผู้ควบคุมการจราจร
c) ผู้ควบคุมการจราจร : ผู้ควบคุมการจราจร มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อการจราจรในระหว่างการดำเนินงานตรวจสอบ และรักษาความปลอดภัยของผู้ดำเนินงานตรวจสอบ

1.4 อุปกรณ์การตรวจสอบ

โดยทั่วไปอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบมีดังต่อไปนี้ (สำหรับอ้างอิง)

(1) อุปกรณ์ใช้ในการตรวจสอบ
กล้องส่องทางไกล, ค้อนตรวจสอบ, สายวัด, เสา เป็นต้น

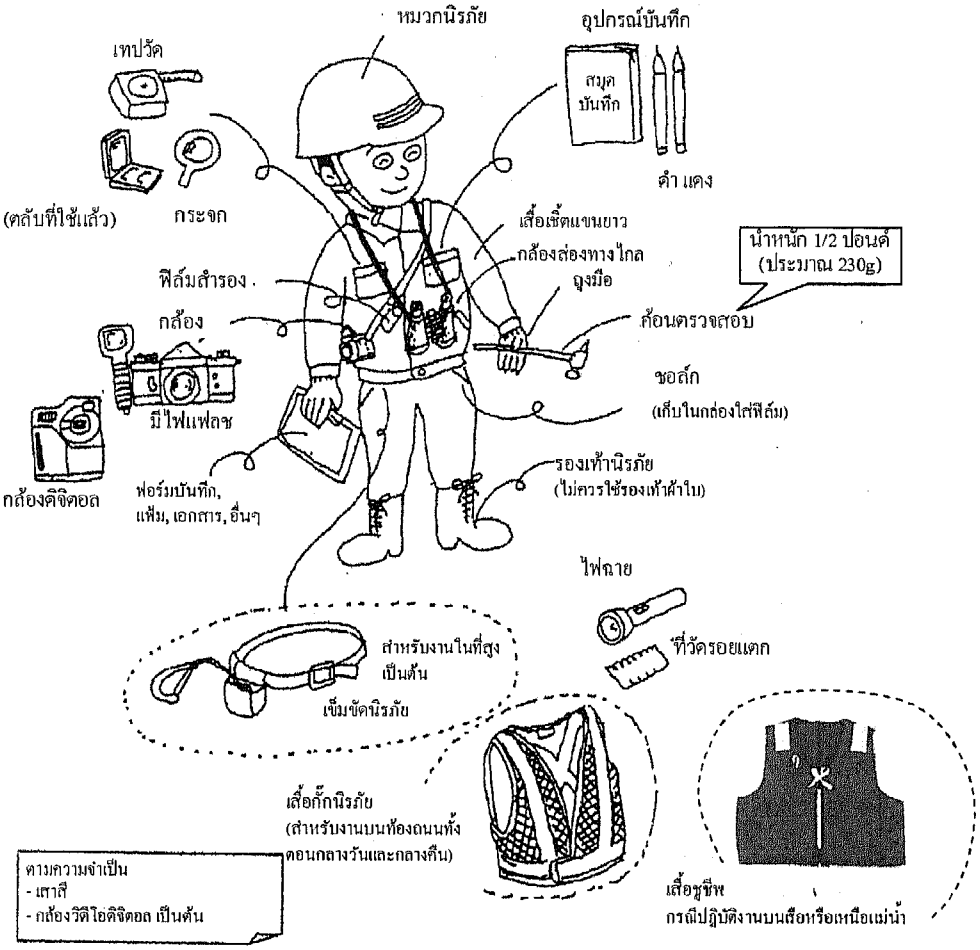
(2) อุปกรณ์บันทึกข้อมูล
กล้อง, กล้องวีดีโอ, ชอล์ก, กระดานดำ, ปากกาเมจิก, มาตรวัด, กระดาษบันทึก

(3) เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบ
อุปกรณ์ส่องแสง, ไฟฉาย, เครื่องมือทำความสะอาด, อุปกรณ์ด้านความปลอดภัยและการควบคุมจราจร, เชือก, เทปกาว

(4) อุปกรณ์ช่วยในการเข้าใกล้
เก้าอี้, บันได

(5) อุปกรณ์ชูชีพ
เสื้อชูชีพ, ห่วงยาง (กรณีปฏิบัติงานบนเรือหรืออยู่เหนือแม่น้ำ), เชือก เป็นต้น

นอกจากนี้ ตัวอย่างของชุดเครื่องแบบโดยทั่วไปที่ใช้ในการตรวจสอบประจำ ได้แสดงตามข้างล่างนี้



รูปที่ 1.4: ตัวอย่างชุดเครื่องแบบโดยทั่วไปที่ใช้ในการตรวจสอบประจำ

1.5 ความถี่ในงานตรวจสอบ

จากตัวอย่างข้อมูลความถี่ในงานตรวจสอบประจำ (โดยสายตาในระยะใกล้) ในแต่ละประเทศ พบว่าส่วนใหญ่มีการดำเนินงาน 1 ครั้ง ต่อระยะเวลาประมาณ 5 ปี ยกเว้นประเทศอเมริกาที่มีความถี่ 1ครั้ง/2ปี ดังนั้นในคู่มือนี้จึงกำหนดให้ค่าเบื้องต้นของความถี่ในงานตรวจสอบเท่ากับ "1 ครั้ง / 5 ปี"

ค่าความถี่ในงานตรวจสอบนี้ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในภายหลังถ้ามีความจำเป็น เหมือนกับที่ดำเนินการในหลายประเทศ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของงานตรวจสอบในประเทศไทย ภายหลังจากดำเนินงานตรวจสอบเป็นเวลาหลายปีโดยทำตามกระบวนการ PDCA อย่างต่อเนื่อง

2. การวัดสภาพความเสียหายและการประเมินผล

2.1 การวัดสภาพความเสียหาย

ในกรณีที่พบความเสียหายในการตรวจสอบประจำ ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับสภาพความเสียหายจะถูกวัดตามประเภทของความเสียหาย และถูกนำไปใช้ในการบำรุงรักษาเพื่อให้มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ความเสียหายที่ถูกตรวจพบจะถูกจำแนกประเภทตามหัวข้อในบทที่ 1.2, ถูกประเมินสภาพความเสียหายตามขั้นตอนในบทที่ 3 และถูกบันทึกผลตามฟอร์มบันทึกการตรวจสอบในบทที่ 3

2.2 การประเมินระดับความเสียหาย

สำหรับคู่มือนี้ คือการวัดสภาพของชิ้นส่วนต่างๆ โดยจำแนกตามประเภทความเสียหายและชนิดของชิ้นส่วน และทำการบันทึกประเมินผลเพื่อทำให้สามารถประเมินผลกระทบต่อความปลอดภัยของสะพานอย่างคร่าวๆ ได้

2.1.1 โครงสร้างเหล็ก

(1) การเกิดสนิม (Corrosion)

(a) สภาพโดยทั่วไปและลักษณะพิเศษของความเสียหาย

ในกรณีวัสดุเหล็กธรรมดา (ที่มีการป้องกันสนิมโดยการทาสีและเคลือบผิว) จะมีสภาพการเกิดสนิมเป็นแห่งๆ หรือว่าเกิดสนิมอย่างรุนแรงและมีการกัดกร่อนของพื้นผิวหน้าตัด ในกรณีวัสดุเหล็กที่มีความทนทานต่อสภาพอากาศนั้น จะเป็นกรณีที่มีสนิมที่ไม่ปกติเกิดโดยไม่มีการจับกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ หรือว่ามีการเกิดสนิมอย่างรุนแรงและมีการกัดกร่อนของพื้นที่หน้าตัดของวัสดุ

บริเวณที่เกิดสนิมได้ง่าย ได้แก่ บริเวณปลายคานซึ่งมีน้ำรั่วซึมมาก, บริเวณผิวบนของวัสดุแนวราบที่มีน้ำขังได้ง่าย, บริเวณที่รองรับสะพาน, บริเวณรอยต่อที่มีการระบายอากาศและน้ำที่ไม่ดี, บริเวณผิวด้านบนของแผ่นปีกล่างซึ่งมีการสะสมของเศษดินและฝุ่น และบริเวณที่มีการเชื่อมต่อ เป็นต้น

(b) ความสัมพันธ์กับความเสียหายประเภทอื่น

- ถ้ามีรอยแตก, การฉีกขาดนอกเหนือจากสนิมเหล็ก ให้ทำการประเมินความเสียเหล่านี้ตามหัวข้อที่เกี่ยวข้อง
- สนิมในเหล็กเสริมนั้น ไม่จัดอยู่ในการประเมินของหัวข้อนี้

(c) ตำแหน่งที่ตรวจสอบ

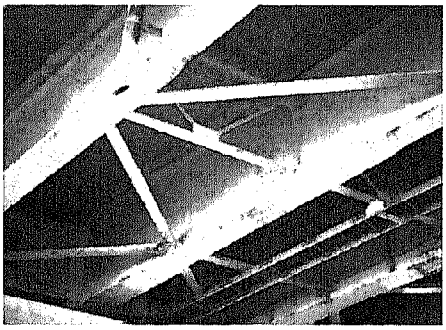
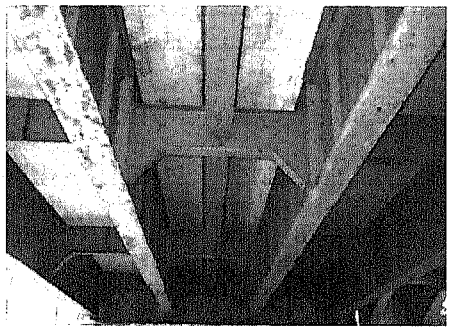
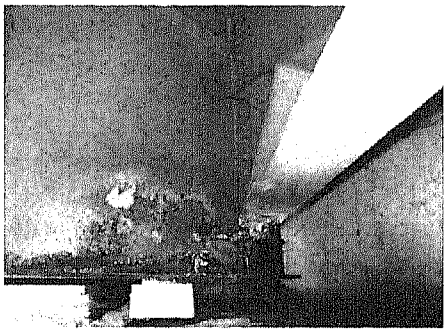
การตรวจสอบสภาพการเกิดสนิมของชิ้นส่วนหลักในบริเวณปลายคานที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ (คานหลัก, แผงยึดทางขวาง, แผงยึดแนวขวางริม, คานขวางริม) บริเวณปลายคานในที่นี้หมายถึงคานหลัก 1 ช่วง (บริเวณตั้งแต่ปลายคานถึงตำแหน่งของแผงยึดขวางหรือคานขวาง) หรืออาจเป็นช่วงระยะประมาณ 5 เมตรจากปลายคาน

(d) การจำแนกประเภทของระดับความเสียหาย

ผลการตรวจสอบจะถูกจำแนกประเภทตามระดับความเสียหายดังตารางต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินผล			ระดับความเสียหาย
การเกิดสนิม	ความลึกของสนิม	ขอบเขตการเกิดสนิม	
ไม่มี	-	-	a
มี	เฉพาะพื้นผิว	เฉพาะแห่ง	b
		บริเวณกว้าง	c
	การกัดกร่อนของแผ่นเหล็ก, การแผ่ขยายอย่างรุนแรงบนพื้นผิว	เฉพาะแห่ง	d
		บริเวณกว้าง	e

(ตัวอย่าง)

ระดับความเสียหาย **b**	ระดับความเสียหาย **c**
	
รอยสนิมเฉพาะแห่งบนผิวคาน	รอยสนิมบริเวณกว้างบนผิวของแผ่นปีกล่าง
ระดับความเสียหาย d	**ระดับความเสียหาย e**
	
รอยสนิมเฉพาะแห่งพร้อมกับการกัดกร่อนของแผ่นเหล็กที่บริเวณปลายคาน	รอยสนิมอย่างเด่นชัดเป็นบริเวณกว้างพร้อมกับการกัดกร่อนของแผ่นเหล็กในบริเวณส่วนใหญ่ของคาน

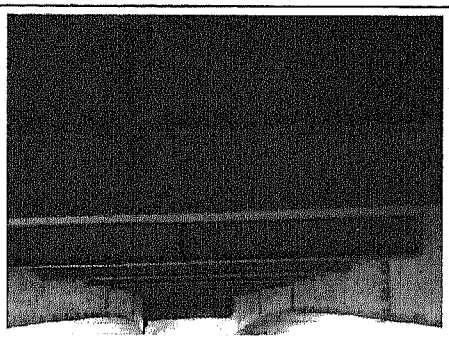
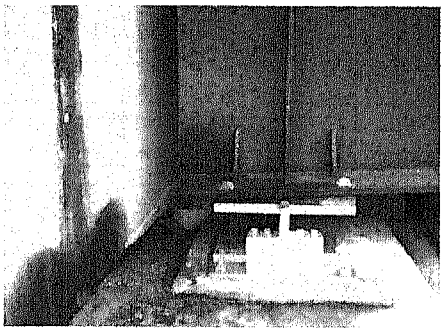
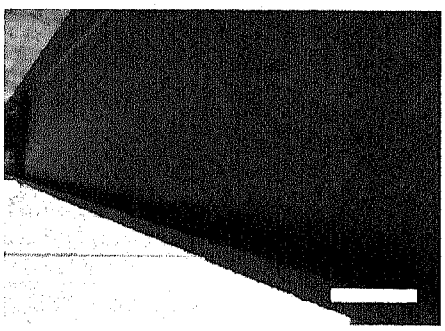
สำหรับสะพานเหล็กประเภททนสภาพอากาศ (Weathering steel) จะจำแนกประเภทความเสียหายตามตารางข้างล่าง

เกณฑ์การประเมินผล		ระดับความเสียหาย
สภาพการเกิดสนิม	ขอบเขตการเกิดสนิม	
มีสนิมเกิดอย่างสม่ำเสมอ*	-	a
มีเคาะสนิมเกิด	-	c
มีการลอกของผิว, มีการกัดกร่อนของแผ่นเหล็ก	เฉพาะแห่ง	d
	บริเวณกว้าง	e

* หมายถึงสนิมที่เกิดที่ผิวของชิ้นส่วนทนสภาพอากาศในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทั้งนี้รวมถึงรอยสนิมทั่วไปแบบ

ขรุขระที่เกิดในเวลาไม่กี่ปีหลังจากสร้างเสร็จ (รอยสนิมเพียงเล็กน้อยและบริเวณที่เกิดจะลดลงตามอายุการใช้งาน)

(ตัวอย่าง)

ระดับความเสียหาย **a**	ระดับความเสียหาย **c**
	
รอยสนิมอย่างสม่ำเสมอเป็นบริเวณกว้าง	รอยเคาะสนิม
ระดับความเสียหาย **d**	ระดับความเสียหาย **e**
	
รอยสนิมอย่างเด่นชัดเป็นบริเวณเฉพาะแห่ง	การหลุดลอกของผิวเป็นบริเวณกว้าง

(2) รอยแตก (Cracking)

(a) สภาพโดยทั่วไปและลักษณะพิเศษของความเสียหาย

เป็นรอยแตกที่เกิดขึ้นในวัสดุเหล็ก ซึ่งมักพบในบริเวณที่เกิดความเค้นรวมศูนย์ (Stress concentration) ได้ง่าย เช่น บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดหน้าตัดหรือบริเวณที่มียึดต่อด้วยการเชื่อม เป็นต้น

มีบางกรณีที่รอยแตกอาจเกิดภายในวัสดุเหล็ก ซึ่งไม่สามารถตรวจหาได้จากตรวจสอบลักษณะภายนอก

รอยแตกโดยส่วนใหญ่มีขนาดค่อนข้างเล็ก ทำให้ตรวจหาได้ยากโดยเฉพาะในกรณีที่ผิววัสดุไม่เรียบ เนื่องจากมีความลำบากในการแยกรอยแตกจากเงาของผิวที่ขรุขระจากสนิมเหล็กหรือรอยถลอก นอกจากนี้ ในกรณีที่มีการทาสี รอยแตกที่แยกเปิดที่ผิวมักจะเกิดพร้อมกับการแตกแยกของชั้นผิวทาสีเป็นส่วนใหญ่

(b) ความสัมพันธ์กับความเสียหายประเภทอื่น

- สาเหตุของความเสียหายของรอยแตกในวัสดุเหล็กนั้น ส่วนใหญ่ไม่สามารถประเมินได้ด้วยการตรวจสอบภายนอก ดังนั้นจึงควรระบุรอยแตกทั้งหมดที่เกิดที่ผิวของวัสดุ โดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งและขนาดของรอยแตก
- ในกรณีที่ชิ้นส่วนวัสดุมีการฉีกขาดเนื่องจากการพัฒนาของรอยแตกในวัสดุเหล็ก ให้ประเมินความเสียหายเป็น "การฉีกขาด"

(c) ตำแหน่งที่ตรวจสอบ

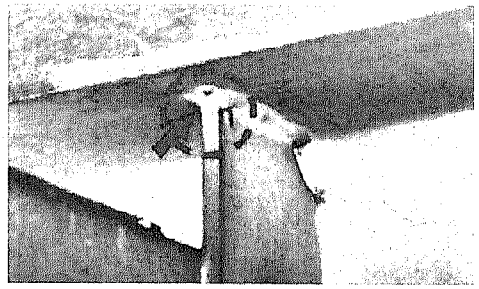
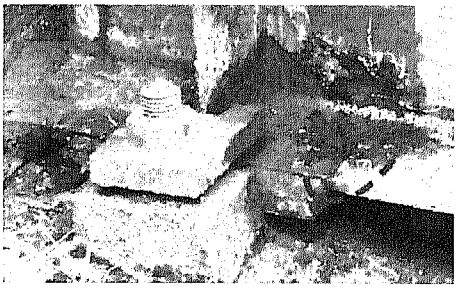
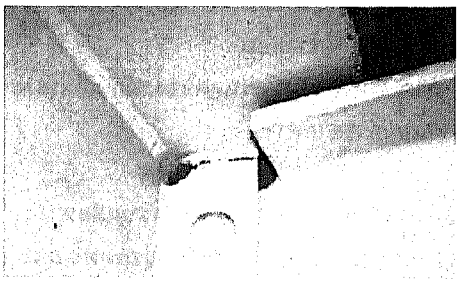
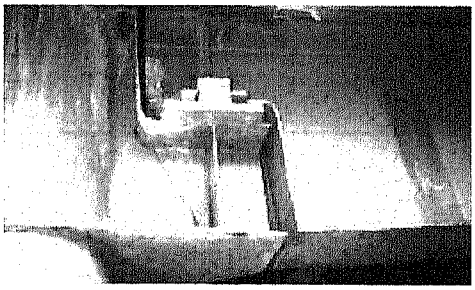
การตรวจสอบว่ามีรอยแตกร้าวเกิดขึ้นหรือไม่ ในชิ้นส่วนทั้งหมดในบริเวณปลายคานที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ เนื่องรอยแตกร้าวที่เกิดในบริเวณที่รองรับสะพานที่มีการเชื่อมของชิ้นส่วนต่างๆ หรือบริเวณที่รองรับต่างระดับของ Gerber Bridge นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้างสะพานได้ การตรวจสอบในบริเวณดังกล่าวนี้ควรดำเนินการด้วยความรอบคอบเป็นพิเศษ

(d) การจำแนกประเภทของระดับความเสียหาย

ผลการตรวจสอบจะถูกจำแนกประเภทตามระดับความเสียหายดังตารางต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินผล	ระดับความเสียหาย
ไม่มีความเสียหาย	a
มีรอยร้าวของผิวเคลือบในบริเวณชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดหน้าตัดหรือบริเวณยึดต่อด้วยการเชื่อม / มีรอยแตกแต่ไม่ได้เป็นเส้นตรง หรือว่าเป็นเส้นตรงแต่มีความยาวค่อนข้างสั้นและมีจำนวนน้อย	c
มีรอยร้าวของผิวเคลือบอย่างชัดเจนและสันนิษฐานได้ว่าน่าจะมีรอยแตกอยู่ใต้รอยร้าวนั้น / มีรอยแตกเป็นแนวเส้นอย่างชัดเจน	e

(ตัวอย่าง)

ระดับความเสียหาย C	ระดับความเสียหาย C
	
รอยแตกที่มีความยาวสั้นมาก	รอยแตกที่คาดว่าเกิดเฉพาะที่ผิวเคลือบ
ระดับความเสียหาย e	**ระดับความเสียหาย e**
	
รอยแตกเป็นแนวเส้นอย่างชัดเจนบริเวณที่รองรับสะพาน	รอยร้าวที่ผิวเคลือบของแผ่นครีบแนวตั้งและคาดว่าน่าจะเกิดที่แผ่นเหล็กด้วย
ระดับความเสียหาย e	**ระดับความเสียหาย e**
	
รอยแตกที่บริเวณปลายคาน	รอยแตกที่บริเวณที่รองรับต่างระดับ

(3) การหลุดของน็อต (Slip-out of Bolts)

(a) สภาพโดยทั่วไปและลักษณะพิเศษของความเสียหาย

สภาพการหลุดของสลักเกลียว (Bolt) หรือน็อต (Nut) ทั้งนี้รวมถึงสลักเกลียวที่ฉีกขาดด้วย

ในที่นี้ให้นับรวมสลักเกลียวและหมุดย้ำ (Rivet) ทั้งหมด โดยไม่คำนึงถึงประเภทของวัสดุโครงสร้างหรือชนิด ของสลักเกลียว เช่น สลักเกลียวรับกำลังธรรมดา สลักเกลียวรับกำลังสูง หมุดย้ำ ฯลฯ

(b) ความสัมพันธ์กับความเสียหายประเภทอื่น

- ในกรณีที่เป็นการหลุดของแผ่นฐานของที่รองรับสะพาน ให้ประเมินเป็นความเสียหายในการทำงานของที่รองรับ
- สลักเกลียวยึดในที่รองรับสะพานหรือรอยต่อขยายตัวก็จัดอยู่ในหมวดนี้ แต่ความเสียหายที่เกิดขึ้นให้จัดประเภทอยู่ในหมวดความเสียหายในการทำงานของที่รองรับหรือรอยต่อขยายตัว ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนนั้นๆ

(c) ตำแหน่งที่ตรวจสอบ

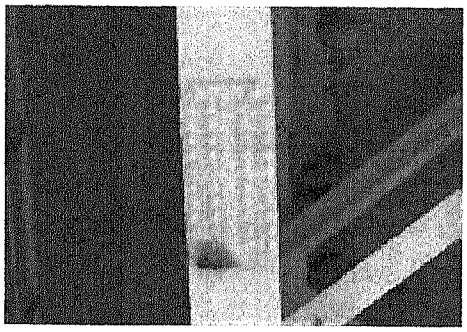
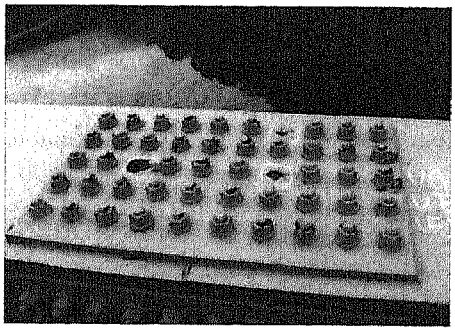
การตรวจสอบว่ามีการหลุดของสลักเกลียวและน็อตหรือไม่ ในชิ้นส่วนหลักทั้งหมดของสะพานที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้

(d) การจำแนกประเภทของระดับความเสียหาย

ผลการตรวจสอบจะถูกจำแนกประเภทตามระดับความเสียหายดังตารางต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินผล	ระดับความเสียหาย
ไม่มีความเสียหาย	a
มีการหลุดของสลักเกลียวหรือน็อต (ไม่ขึ้นกับจำนวนสลักเกลียวและน็อตที่หลุด)	e

(ตัวอย่าง)

ระดับความเสียหาย e	ระดับความเสียหาย e
	
การหลุดของน็อต	รอยฉีกขาดและการหลุดของน็อต

(4) การฉีกขาด (Fracture)

(a) สภาพโดยทั่วไปและลักษณะพิเศษของความเสียหาย

ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กมีการฉีกขาดทั้งหมด หรือว่ามีสภาพการแตกหักที่สามารถประเมินคร่าวๆ ได้ว่ามีการฉีกขาด โดยส่วนใหญ่พบในชิ้นส่วนโครงสร้างรอง เช่น ระบบแผ่นพื้น, ตัวยึดแนวขวาง, ตัวยึดแนวเฉียง หรือว่า แผงกันชน, ราวกันชน, ชิ้นส่วนประกอบและวัสดุติดตั้งของชิ้นส่วนเหล่านั้น เป็นต้น

(b) ความสัมพันธ์กับความเสียหายประเภทอื่น

- ในชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีการฉีกขาดเนื่องจากการขยายตัวของสนิมเหล็กหรือรอยแตก ในกรณีที่ไม่มีสนิมหรือรอยแตกในชิ้นส่วนอื่นนอกจากบริเวณที่มีการแตกหัก ให้ประเมินความเสียหายเฉพาะการฉีกขาด ในกรณีที่มีสนิมหรือรอยแตกในชิ้นส่วนอื่นนอกจากบริเวณที่มีการแตกหัก ให้ประเมินความเสียหายตามหัวข้อนั้นๆ
- การฉีกขาดของสลักเกลียวหรือหมุดย้ำ ให้จัดความเสียหายอยู่ใน "การหลุดของสลักเกลียว"

(c) ตำแหน่งที่ตรวจสอบ

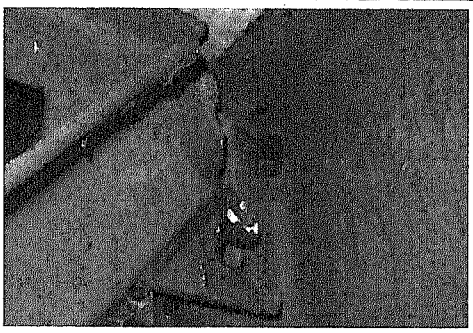
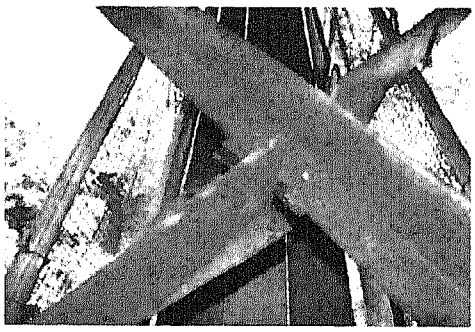
การตรวจสอบว่ามีการฉีกขาดหรือไม่ ในชิ้นส่วนหลักทั้งหมดของสะพานที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้

(d) การจำแนกประเภทของระดับความเสียหาย

ผลการตรวจสอบจะถูกจำแนกประเภทตามระดับความเสียหายดังตารางต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินผล	ระดับความเสียหาย
ไม่มีความเสียหาย	a
มีการฉีกขาด (กรณีที่ชิ้นส่วนยังติดยึดกันอยู่ถือว่าเป็นการแตกร้าว)	e

(ตัวอย่าง)

ระดับความเสียหาย e	ระดับความเสียหาย e
	
รอยฉีกขาดของแผ่นประกับในแผงยึดขวาง (Diaphragm)	รอยฉีกขาดของแผ่นประกับในตัวยึดแนวเฉียง (Lateral bracing)

(5) การเปลี่ยนรูปร่าง, การสูญเสียรูปร่าง (Deformation and loss)

(a) สภาพโดยทั่วไปและลักษณะพิเศษของความเสียหาย

ชิ้นส่วนโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเฉพาะแห่งหรืออาจมีการสูญเสียรูปร่างบางส่วน ทั้งนี้ไม่นับรวมความเสียหายที่เกิดเนื่องจากการชนของรถหรือเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง

(b) ความสัมพันธ์กับความเสียหายประเภทอื่น

ในกรณีที่มีรอยแตกหรือการฉีกขาดเกิดขึ้นในชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กด้วย ให้ทำการประเมินความเสียหายตามแต่ละหัวข้อนั้นๆ ด้วย

(c) ตำแหน่งที่ตรวจสอบ

การตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือไม่ ในชิ้นส่วนโครงสร้างทั้งหมดของสะพาน

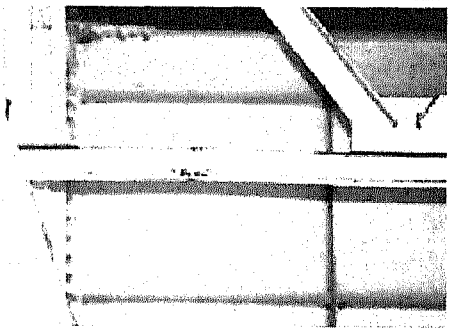
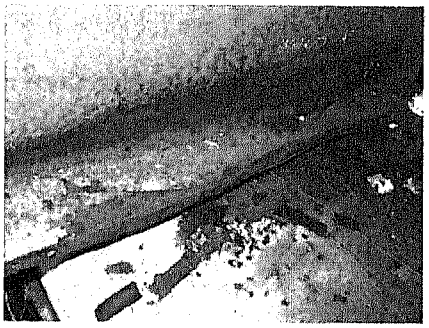
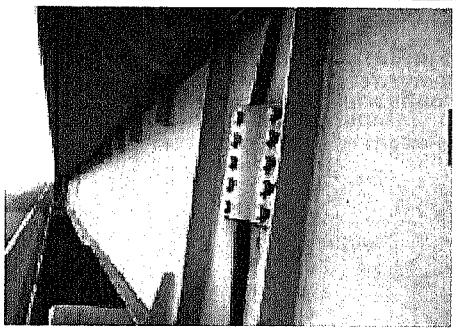
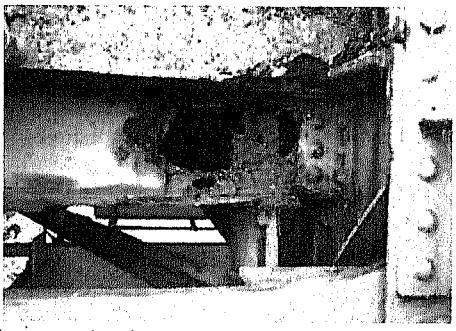
ในกรณีชิ้นส่วนโครงสร้างหลักนั้น ควรทำการตรวจสอบด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อโครงสร้างสะพานขึ้นอยู่กับสภาพของการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

(d) การจำแนกประเภทของระดับความเสียหาย

ผลการตรวจสอบจะถูกจำแนกประเภทตามระดับความเสียหายดังตารางต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินผล	ระดับความเสียหาย
ไม่มีความเสียหาย	a
มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเฉพาะแห่งในชิ้นส่วน มีการสูญเสียรูปร่างในบางแห่งของชิ้นส่วน	c
มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างรุนแรงเฉพาะแห่งในชิ้นส่วน มีการสูญเสียรูปร่างอย่างรุนแรงในบางแห่งของชิ้นส่วน	e

(ตัวอย่าง)

ระดับความเสียหาย C	ระดับความเสียหาย C
	
มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเฉพาะแห่งในตัวยึดแนวขวาง	มีการสูญเสียรูปร่างในบางแห่งของชิ้นส่วน
ระดับความเสียหาย e	**ระดับความเสียหาย e**
	
มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างรุนแรงเฉพาะแห่งในชิ้นส่วน	มีการสูญเสียรูปร่างอย่างรุนแรงในบางแห่งของชิ้นส่วน

2.1.2 โครงสร้างคอนกรีต

(6) รอยแตก (Cracking), น้ำรั่วซึม (Water leakage), คราบหินปูน (Free lime)

(a) สภาพโดยทั่วไปและลักษณะพิเศษของความเสียหาย

มีรอยแตกเกิดขึ้นที่ผิวของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีต หรือมีการรั่วซึมหรือซึมแทรกของน้ำหรือขี้เกลือออกมาจากบริเวณรอยแตกหรือรอยต่อในการเทคอนกรีต

(b) ความสัมพันธ์กับความเสียหายประเภทอื่น

- ในกรณีที่มีความเสียหายอื่นนอกเหนือจาก รอยแตก, น้ำรั่วซึม, คราบหินปูน เช่น การหลุดร่อนของคอนกรีต, การโผล่ของเหล็กเสริม เป็นต้น ให้ทำการประเมินความเสียหายเหล่านั้นตามแต่ละหัวข้อ
- ในกรณีของรอยแตก, น้ำรั่วซึม, คราบหินปูนในแผ่นพื้น ให้ประเมินความเสียหายตามหัวข้อ "รอยแตกในแผ่นพื้น" โดยไม่ต้องประเมินตามหัวข้อนี้

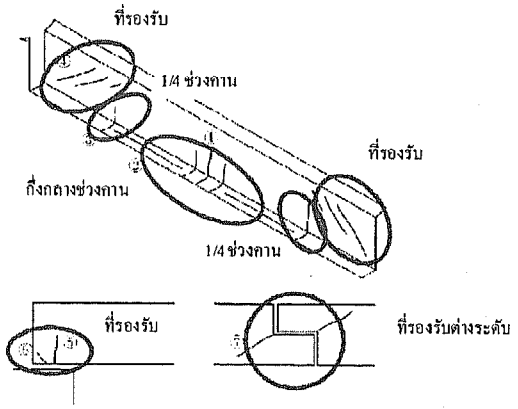
(c) ตำแหน่งที่ตรวจสอบ

ลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนหลักของคานหลักและโครงสร้างส่วนล่าง จะถูกตรวจสอบด้วยสายตาในระยะใกล้เท่าที่สามารถเข้าถึงได้ ในการประเมินผลความเสียหายนั้นให้จำแนกประเภทและประเมินระดับความเสียหายตาม "รอยแตกขนาดใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง" ดังตารางข้างล่าง

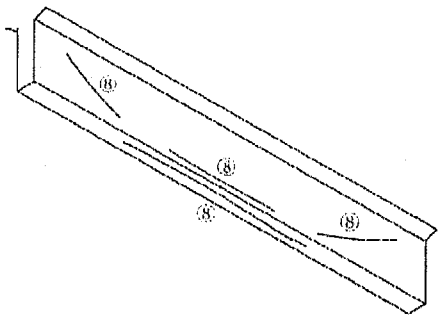
รอยแตกขนาดใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง (คานหลัก)

หมายเลข	ตำแหน่ง	รูปแบบรอยแตก
1	กึ่งกลางช่วงคาน	รอยแตกในแนวดิ่งและตั้งฉากกับแกนของคานที่ผิวด้านล่างและด้านข้าง
2		รอยแตกตามแนวแกนของคานที่ผิวด้านล่าง
3	1/4 ช่วงคาน	รอยแตกในแนวดิ่งและตั้งฉากกับแกนของคานที่ผิวด้านล่างและด้านข้าง
4	ที่รองรับ	รอยแตกในแนวเฉียงที่เอวคาน (Web)
5		รอยแตกในแนวดิ่งที่บริเวณเหนือแผ่นรองสะพานที่ผิวด้านล่างและด้านข้างของคาน
6		รอยแตกในแนวเฉียงบริเวณเหนือแผ่นรองสะพานที่ผิวด้านข้างของคาน
7	ที่รองรับต่างระดับ	รอยแตกบริเวณที่รองรับต่างระดับ (Gerber Support)
8	บริเวณทั่วไปของคาน	รอยแตกตามแนวของปลอก (Duct) และลวดอัดแรง (Prestressing steel)

[คานคอนกรีตอัดแรงและคอนกรีตเสริมเหล็ก]



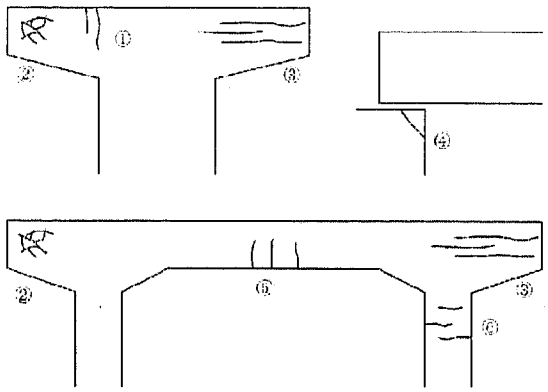
[คานคอนกรีตอัดแรง]



รอยแตกขนาดใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง (ตอม่อ)

หมายเลข	ตำแหน่ง	รูปแบบรอยแตก
1	ตอม่อรูปตัวที (T-Pier)	รอยแตกที่ด้านบนของชิ้นส่วนยื่น (Cantilever)
2	โดยรวม	รอยแตกหลายๆ แห่งในบริเวณกว้าง
3		รอยแตกขนาดใหญ่ตามแนวแกนของชิ้นส่วน
4	ใต้ฐานรองรับสะพาน	รอยแตกบริเวณด้านล่างของฐานรองรับสะพาน
5	ตอม่อของโครงสร้างข้อแข็ง (Frame pier)	รอยแตกช่วงกึ่งกลางคานที่ผิวด้านล่าง
6		รอยแตกโดยรอบเสา

[ตอม่อ Pier]



(d) การจำแนกประเภทของระดับความเสียหาย

ผลการตรวจสอบจะถูกจำแนกประเภทตามระดับความเสียหายดังตารางต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินผล				ระดับความเสียหาย
รอยแตก	ตำแหน่งของรอยแตก	ความกว้างของรอยแตก*	น้ำรั่วซึม, คราบหินปูน	
ไม่มี	-	-	-	a
มี	อ้างอิงตาม "รอยแตกขนาดใหญ่ที่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง" ใน (a)	น้อยกว่า 0.2 mm (เล็ก)	ไม่ต้องพิจารณา	c
		มากกว่า 0.2 mm (ใหญ่)	มีเฉพาะรอยแตก	c
			มีเฉพาะน้ำรั่วซึม	d
			มีคราบหินปูนเล็กน้อย	d
			มีคราบหินปูนและสนิมอย่างรุนแรง	e
	นอกเหนือจากที่ระบุไว้ข้างบน (ผลกระทบน้อย)	น้อยกว่า 0.2 mm (เล็ก)	ไม่ต้องพิจารณา	b
		มากกว่า 0.2 mm (ใหญ่)	มีเฉพาะรอยแตก	b
			มีเฉพาะน้ำรั่วซึม	c
			มีคราบหินปูนเล็กน้อย	c

			มีคราบหินปูนและสนิมอย่างรุนแรง	d

* ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าใกล้เพื่อทำการวัดความกว้างของรอยแตกได้ ให้ใช้การประเมินความกว้างของรอยแตกอย่างคร่าวๆ จากระยะไกล