



สำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง

โครงการศึกษาจัดทำแนวทางการบูรณะ
สะพานปรีดี-ธำรงภายหลังการใช้งาน ๗๗ ปี



Final Report รายงานขั้นสุดท้าย

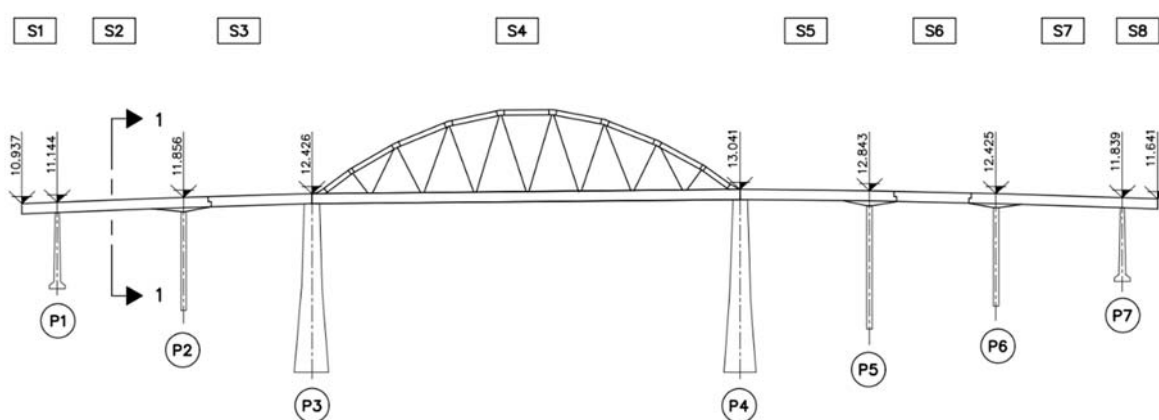
กันยายน 2564

บริษัท แอสโคนา เอ็ม จำกัด



บทที่ 9 การประมาณราคาค่าบูรณะสะพาน

สะพานปรีดี-ธำรง (รูปที่ 9-1) เป็นสะพานเก่าแก่ของกรมทางหลวง รวมถึงเป็นสะพานยุคแรก ๆ ที่สร้างความโดดเด่นและความเป็นเลิศทางวิศวกรรมให้แก่กรมทางหลวงในการก่อสร้างสะพานยุคนั้น ดังนั้น สะพานปรีดี-ธำรง จึงมีคุณค่าควรแก่การอนุรักษ์ เพื่อให้เป็นสะพานประวัติศาสตร์ของกรมทางหลวง และยังคงสามารถเปิดให้บริการแก่ประชาชนในการสัญจรได้ โดยการประมาณราคาค่าบูรณะสะพานของโครงการนี้ได้นำเสนอไว้ 2 ทางเลือก ดังนี้



รูปที่ 9-1 สะพานปรีดี-ธำรง

ทางเลือกที่ 1: ใช้รองรับยานพาหนะขนาดไม่เกิน 2 เพลา 4 ล้อ ยาง 4 เส้น มีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 95,556,926.80 บาท (ราคา ณ กันยายน 2564) ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 12 เดือน โดยรายละเอียดการประมาณราคาได้แสดงไว้ในตารางที่ 9-1

ทางเลือกที่ 2: ใช้รองรับยานพาหนะขนาดตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น ขึ้นไป มีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 104,513,015.53 บาท (ราคา ณ กันยายน 2564) ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 14 เดือน โดยรายละเอียดการประมาณราคาได้แสดงไว้ในตารางที่ 9-2

โดยระยะเวลาดำเนินการ 12 เดือน หรือ 14 เดือน ที่กล่าวข้างต้น เป็นระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่สามารถกระทำได้ในทางวิศวกรรม เพื่อลดความเดือดร้อนด้านจราจรในพื้นที่จากการปิดบูรณะสะพาน อย่างไรก็ตามระยะเวลาดำเนินงานจริงอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามผลการประชุมการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ ซึ่งอาจความต้องการเพิ่มเติม หรือมีข้อจำกัดด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม ซึ่งอาจทำให้ระยะเวลาการดำเนินงานเพิ่มขึ้นได้ ในการประมาณราคาได้อ้างอิงแบบการปรับปรุงและเสริมกำลังสะพานซึ่งได้แนบมาพร้อมรายงานฉบับนี้

ตารางที่ 9-1 ค่าใช้จ่ายในการบูรณะสะพานปรีดี-ธำรงรองรับยานพาหนะขนาดไม่เกิน 2 เพลา 4 ล้อ ยาง 4 เส้น

รายละเอียดราคาค่าบูรณะสะพานปรีดี-ธำรง รองรับยานพาหนะขนาดไม่เกิน 2 เพลา 4 ล้อ ยาง 4 เส้น								
ระยะเวลาดำเนินการ 12 เดือน								
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	ราคาต้นทุน (บาท)	Factor "Fn"	ราคาต่อหน่วย x Fn (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
1	งานซ่อมปรับปรุงโครงสร้างคอนกรีตสะพาน							
	ช่วง Arch Span	ช่วงสะพาน	1	500,000.00	500,000.00	1.1721	586,070.00	586,070.00
	ช่วง Approach Span	ช่วงสะพาน	7	400,000.00	2,800,000.00	1.1721	468,856.00	3,281,992.00
2	งานซ่อมรอยแตกคอนกรีต Epoxy Injection	ม.	800	1,000.00	800,000.00	1.1721	1,172.14	937,712.00
3	งานบูรณะ โครงสร้าง Arch Span S4							
	งานติดตั้ง Hanger ใหม่และเสริมกำลังบริเวณจุดต่อ	เส้น	8	20,000.00	160,000.00	1.1721	23,442.80	187,542.40
	งานทาสีพื้นสะพานเดิมและก่อสร้างใหม่	ช่วงสะพาน	1	3,295,824.00	3,295,824.00	1.1721	3,863,167.14	3,863,167.14
	งานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing	ช่วงสะพาน	1	3,967,281.00	3,967,281.00	1.1721	4,650,208.75	4,650,208.75
4	งานบูรณะ โครงสร้างช่วง Approach Span							
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S1&S2, S7&S8	ช่วงสะพาน	2	4,315,408.00	8,630,816.00	1.1721	5,058,262.33	10,116,524.67
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S3	ช่วงสะพาน	1	3,147,646.00	3,147,646.00	1.1721	3,689,481.78	3,689,481.78
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S5	ช่วงสะพาน	1	3,846,855.00	3,846,855.00	1.1721	4,509,052.62	4,509,052.62
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S6	ช่วงสะพาน	1	2,456,954.00	2,456,954.00	1.1721	2,879,894.06	2,879,894.06
5	งานนั่งร้าน							
	งานนั่งร้าน S1, S2, S6, S7, S8	ตร.ม.	300	8,000.00	2,400,000.00	1.1721	9,377.12	2,813,136.00
	ชุด Temporary Shoring S3, S4, S5	ชุด	1	34,695,000.00	34,695,000.00	1.1721	40,667,397.30	40,667,397.30
6	งานยกเปลี่ยน Spherical Bearing	ชุด	4	700,000.00	2,800,000.00	1.1721	820,498.00	3,281,992.00
7	งานยกเปลี่ยน Elastomeric Bearing	ชุด	24	60,000.00	1,440,000.00	1.1721	70,328.40	1,687,881.60
8	งานซ่อมเปลี่ยน Expansion Joint	เมตร	56	52,000.00	2,912,000.00	1.1721	60,951.28	3,413,271.68
9	งานทาสีป้องกันการเสื่อมสภาพคอนกรีต	ตร.ม.	6,000	350.00	2,100,000.00	1.1721	410.25	2,461,494.00
10	งานรื้อปูผิวจราจร							
	งานรื้อผิวถนนเดิม	ตร.ม.	3,300	50.00	165,000.00	1.1721	58.61	193,403.10
	งาน Tack Coat	ตร.ม.	3,300	150.00	495,000.00	1.1721	175.82	580,209.30
	งานปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต AC 60/70	ตร.ม.	3,300	350.00	1,155,000.00	1.1721	410.25	1,353,821.70
11	งานติดตั้งจราจร							
	สีเทอร์โมพลาสติก (สีเหลือง)	ตร.ม.	100	350	35,000.00	1.1721	410.25	41,024.90
	สีเทอร์โมพลาสติก (สีขาว)	ตร.ม.	200	350	70,000.00	1.1721	410.25	82,049.80
12	งานตรวจสอบแบบการซ่อมปรับปรุงโครงสร้างสะพานการรับรอง ShopDrawing และคำนวณแรงของสะพาน	งาน	1	500,000.00				500,000.00
13	งานประชาสัมพันธ์และการจัดการจราจร							
	ป้ายและอุปกรณ์งานจราจรระหว่างการก่อสร้าง	L.S.	1	210,000				210,000.00
	ค่าบริการจัดการจราจรระหว่างการก่อสร้าง	L.S.	1	1,000,000				1,000,000.00
14	ค่าควบคุมโครงการ							
	ค่าเช่าสำนักงาน	เดือน	12	30,000.00				360,000.00
	ค่าเช่าเครื่องคอมพิวเตอร์ 4 ชุด	เดือน	12	8,000.00				96,000.00
	ค่าน้ำประปา-ไฟฟ้า-โทรศัพท์	เดือน	12	10,000.00				120,000.00
	ค่าจัดหารถยนต์ปิกอัพ 3 คัน(เช่า)	วัน	360	2,760.00				993,600.00
15	ค่าใช้จ่ายพิเศษ							
	งานประชาสัมพันธ์และการจัดการจราจรทางน้ำ	L.S.	1	1,000,000.00				1,000,000.00
รวมค่าใช้จ่ายงานบูรณะสะพานปรีดี-ธำรง รองรับยานพาหนะขนาดไม่เกิน 2 เพลา 4 ล้อ ยาง 4 เส้น								95,556,926.80



ตารางที่ 9-2 ค่าใช้จ่ายในการบูรณะสะพานปรีดี-ช้างรองรับยานพาหนะขนาดตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น ขึ้นไป

รายละเอียดราคากำบูรณะสะพานปรีดี-ช้าง รองรับยานพาหนะขนาดตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น								
ระยะเวลาดำเนินการ 14 เดือน								
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาค้นทุนต่อหน่วย (บาท)	ราคาค้นทุน (บาท)	Factor "Fn"	ราคาต่อหน่วย x Fn (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
1	งานซ่อมปรับปรุง โครงสร้างคอนกรีตสะพาน							
	ช่วง Arch Span	ช่วงสะพาน	1	500,000.00	500,000.00	1.1684	584,199.60	584,199.60
	ช่วง Approach Span	ช่วงสะพาน	7	400,000.00	2,800,000.00	1.1684	467,359.68	3,271,517.76
2	งานซ่อมรอยแตกคอนกรีต Epoxy Injection	ม.	800	1,000.00	800,000.00	1.1684	1,168.40	934,719.36
3	งานบูรณะ โครงสร้าง Arch Span S4							
	งานติดตั้ง Hanger ใหม่และเสริมกำลังบริเวณจุดต่อ	เส้น	56	20,000.00	1,120,000.00	1.1684	23,367.98	1,308,607.10
	งานเสริมกำลัง Tie Girder และ ก่อสร้างใหม่ RC Floor	ช่วงสะพาน	1	9,546,512.00	9,546,512.00	1.1684	11,154,136.98	11,154,136.98
	งานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing	ช่วงสะพาน	1	4,447,281.00	4,447,281.00	1.1684	5,196,199.56	5,196,199.56
4	งานบูรณะ โครงสร้างช่วง Approach Span							
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S1&S2, S7&S8	ช่วงสะพาน	2	4,315,408.00	8,630,816.00	1.1684	5,042,119.25	10,084,238.51
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S3	ช่วงสะพาน	1	3,147,646.00	3,147,646.00	1.1684	3,677,707.07	3,677,707.07
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S5	ช่วงสะพาน	1	3,846,855.00	3,846,855.00	1.1684	4,494,662.30	4,494,662.30
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง S6	ช่วงสะพาน	1	2,456,954.00	2,456,954.00	1.1684	2,870,703.09	2,870,703.09
5	งานนั่งร้าน							
	งานนั่งร้าน S1, S2, S6, S7, S8	ตร.ม.	300	8,000.00	2,400,000.00	1.1684	9,347.19	2,804,158.08
	ชุด Temporary Shoring S3, S4, S5	ชุด	1	34,695,000.00	34,695,000.00	1.1684	40,537,610.24	40,537,610.24
6	งานยกเปลี่ยน Spherical Bearing	ชุด	4	700,000.00	2,800,000.00	1.1684	817,879.44	3,271,517.76
7	งานยกเปลี่ยน Elastomeric Bearing	ชุด	24	60,000.00	1,440,000.00	1.1684	70,103.95	1,682,494.85
8	งานซ่อมเปลี่ยน Expansion Joint	เมตร	56	52,000.00	2,912,000.00	1.1684	60,756.76	3,402,378.47
9	งานหาซื้อป้องกันกระแทกเสาสะพานคอนกรีต	ตร.ม.	6,000	350.00	2,100,000.00	1.1684	408.94	2,453,638.32
10	งานรื้อปูผิวจราจร							
	งานรื้อผิวถนนเดิม	ตร.ม.	3,300	50.00	165,000.00	1.1684	58.42	192,785.87
	งาน Tack Coat	ตร.ม.	3,300	150.00	495,000.00	1.1684	175.26	578,357.60
	งานปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต AC 60/70	ตร.ม.	3,300	350.00	1,155,000.00	1.1684	408.94	1,349,501.08
11	งานติดตั้งจราจร							
	สีเทอร์โมพลาสติก (สีเหลือง)	ตร.ม.	100	350	35,000.00	1.1684	408.94	40,893.97
	สีเทอร์โมพลาสติก (สีขาว)	ตร.ม.	200	350	70,000.00	1.1684	408.94	81,787.94
12	งานตรวจสอบแบบการซ่อมปรับปรุงโครงสร้างสะพานการ รับรอง ShopDrawing และ ความแข็งแรงของสะพาน	งาน	1	500,000.00				500,000.00
13	งานประชาสัมพันธ์และการจัดการจราจร							
	ป้ายและอุปกรณ์งานจราจรระหว่งการก่อสร้าง	L.S.	1	210,000				210,000.00
	การบริหารการจราจรระหว่างก่อสร้าง	L.S.	1	1,000,000				1,000,000.00
14	ค่าควบคุมโครงการ							
	ค่าเช่าสำนักงาน	เดือน	14	30,000.00				420,000.00
	ค่าเช่าเครื่องคอมพิวเตอร์ 4 ชุด	เดือน	14	8,000.00				112,000.00
	ค่าน้ำประปา-ไฟฟ้า-โทรศัพท์	เดือน	14	10,000.00				140,000.00
	ค่าจัดการรถยนต์ปิกอัพ 3 คัน(เช่า)	วัน	420	2,760.00				1,159,200.00
15	ค่าใช้จ่ายพิเศษ							
	งานประชาสัมพันธ์และการจัดการจราจรทางน้ำ	L.S.	1	1,000,000.00				1,000,000.00
รวมค่าใช้จ่ายงานบูรณะสะพานปรีดี-ช้าง รองรับยานพาหนะขนาดตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น								104,513,015.53

[9.1] รายละเอียดการประมาณราคาค่าบูรณะสะพาน

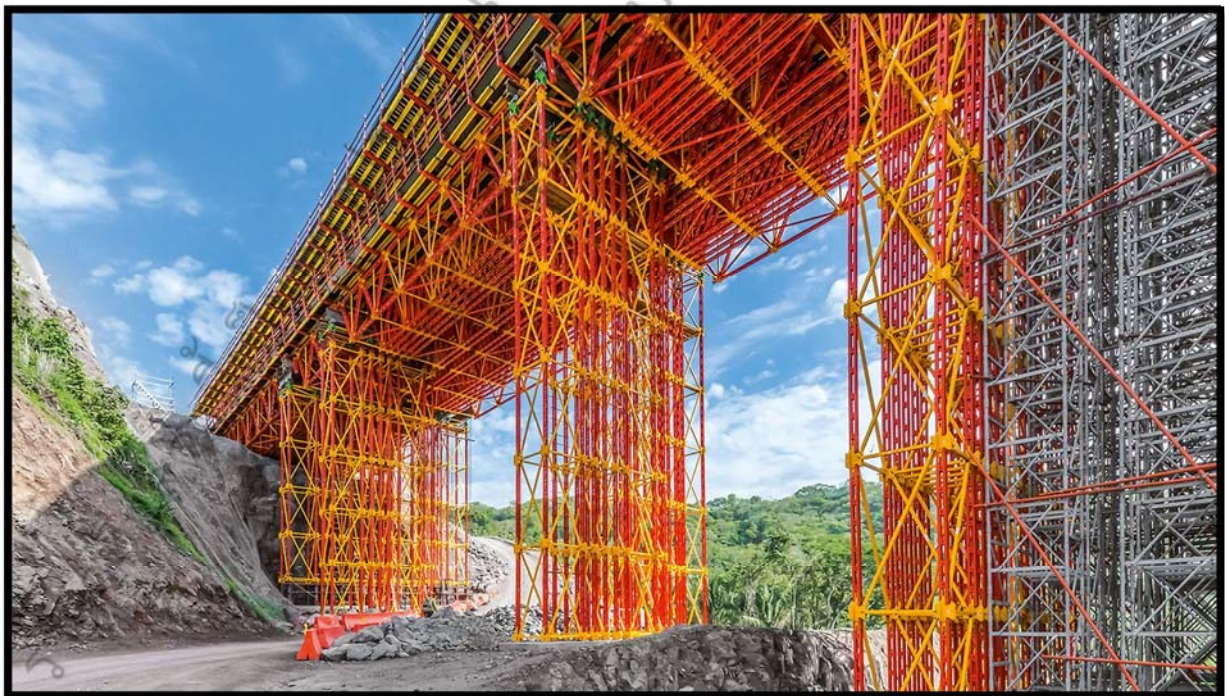
[9.1.1] นั้งร้าน

อ้างอิงแนวคิดการคิดราคารั้งร้านของงานก่อสร้างขนาดใหญ่ของสำนักก่อสร้างสะพาน กรมทางหลวง ซึ่งร้านนี้จะใช้ประกอบในการบูรณะสะพานบริเวณช่วง Approach Span โดยงานที่เกี่ยวข้องที่ต้องใช้ร้านได้แก่ งานซ่อมเสริมกำลังและบูรณะพื้นสะพาน รวมถึงงานปรับปรุงโครงสร้างคอนกรีตสะพาน โดยตัวอย่างการประมาณราคารั้งร้านของงานก่อสร้างสะพานแสดงดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง										
ขนาดกว้าง	25.00	เมตร	ยาว	15.00	เมตร	พื้นที่รวม	375.00 ตารางเมตร			
1.1. BRACKETS PATE 12 MM.	ขนาด	300	x	400	x	280.00	กก./ม.			
=	0.92	ม.	x	68	ชั้น	x	97.22	กก.	=	6,082.08 กก.
1.2. BRACKETS PATE 12 MM.	ขนาด	700	x	400	x	280.00	กก./ม.			
=	2.80	ม.	x	68	ชั้น	x	97.22	กก.	=	18,510.69 กก.
1.3. BRACKETS PATE 25 MM.	ขนาด	300	x	350	x	583.00	กก./ม.			
=	1.05	ม.	x	68	ชั้น	x	202.43	กก.	=	14,453.50 กก.
2. SUPPORT BEAMS H-350	ขนาด	300	x	350	x	137.00	กก./ม.			
=	7.50	ม.	x	2	ชั้น	x	137.00	กก.	=	2,055.00 กก.
3. SUPPORT BEAMS H-300	ขนาด	300	x	300	x	94.00	กก./ม.			
=	3.00	ม.	x	14	ชั้น	x	94.00	กก.	=	3,948.00 กก.
3.1. SUPPORT BEAMS H-300	ขนาด	300	x	300	x	94.00	กก./ม.			
=	3.10	ม.	x	4	ชั้น	x	94.00	กก.	=	1,165.60 กก.
3.2. SUPPORT BEAMS H-300	ขนาด	300	x	300	x	94.00	กก./ม.			
=	2.20	ม.	x	4	ชั้น	x	94.00	กก.	=	827.20 กก.
3.3. SUPPORT BEAMS H-300	ขนาด	300	x	300	x	94.00	กก./ม.			
=	6.00	ม.	x	8	ชั้น	x	94.00	กก.	=	4,512.00 กก.
3.4. SUPPORT BEAMS H-300	ขนาด	300	x	300	x	94.00	กก./ม.			
=	4.00	ม.	x	4	ชั้น	x	94.00	กก.	=	1,504.00 กก.
3.5. SUPPORT BEAMS H-300	ขนาด	300	x	300	x	94.00	กก./ม.			
=	6.85	ม.	x	2	ชั้น	x	94.00	กก.	=	1,287.80 กก.
4. BRACING C 200	ขนาด	200	x	80	x	5	x	24.60	กก./ม.	
=	4.50	ม.	x	5	ชั้น	x	24.60	กก.	=	553.50 กก.
4.1. PATE 12 MM.	ขนาด	300	x	7,500	x	12	x	280.00	กก./ม.	
=	22.50	ม.	x	4	ชั้น	x	97.22	กก.	=	8,749.80 กก.
4.2. STIFNET 9 MM.	ขนาด	300	x	150	x	12	x	280.00	กก./ม.	
=	0.45	ม.	x	272	ชั้น	x	72.91	กก.	=	8,924.18 กก.
						น้ำหนักรวม		=	72,573.36	กก.
เฉลี่ยปริมาณเหล็ก ต่อ พื้นที่ฐาน				=	72,573.36	/	375.00	=	193.53	กก./ตร.ม.
กำหนดปริมาณ ประยุกต์ใช้										200.00 กก./ตร.ม.

1.ค่าเหล็ก	193.53	กก.	×	28.00	=	5418.81	บาท
ค่าเชื่อม - ตัด	193.53	กก.	×	8.50	=	1,645.00	บาท
				รวม	=	7,063.81	บาท
น๊อต, ทาสี อื่นๆ คิด 10%					=	706.38	บาท
				รวม(1)	=	7,770.19	บาท
คิดใช้งาน 1 ครั้ง มูลค่าใช้งาน 80 % ขยายซาก 20 %							
	7,770.19		×	0.80	=	6,216.15	บาท
				รวม(1)	=	6,216.15	บ./ม ²
2.PRECAST FORM	ปริมาณ	1 ตารางเมตร หนา		0.2	ม.		
-CONCRETE GRADE 30	0.20	ลบ.ม.	×	2,400	บาท	=	480.00 บาท
-STEEL REINFORCING 12 mm.	11.958	กก.	×	24.00	บาท	=	286.99 บาท
				รวม(2)	=	766.99	บาท
	ค่าวัสดุรวม			(1) + (2)	=	6,983.14	บาท
ค่าแรงประกอบติดตั้ง คิด 20 % ของค่าวัสดุ							
	6,983.14		×	0.20	=	1,396.63	บาท
ค่าน้ำมัน ต่อ ตารางเมตร					=	8,379.77	บาท
				ใช้	=	8,379.77	บ./ม ²

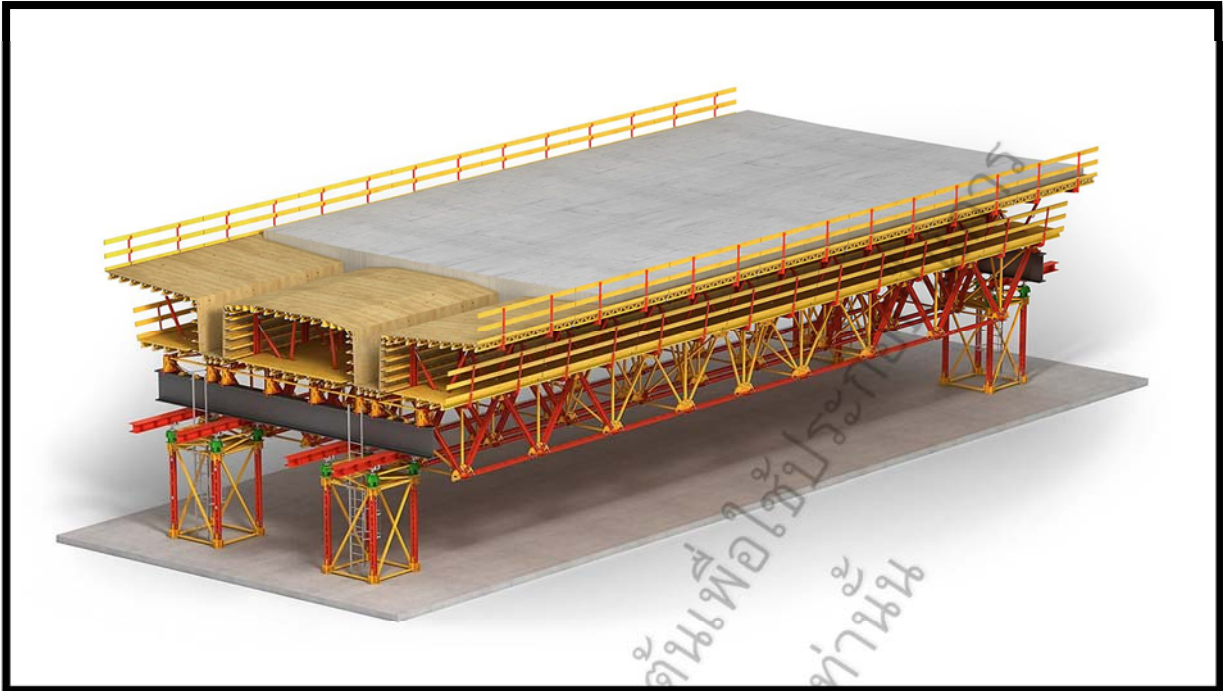
ดังนั้น คิราคาน้ำมันที่ 8,000 บาท/ตร.ม. สำหรับการประมาณราคาในโครงการนี้



รูปที่ 9-2 ตัวอย่างนั่งร้านที่ใช้ประกอบการก่อสร้างและบูรณะสะพาน

[9.1.2] Temporary Shoring

2. งาน Erection Truss & Segment				
2.1 ค่าดำเนินการติดตั้งเริ่มงานและรื้อถอนเสร็จงาน Launching Truss				= 2,340,000.00 บาท
2.2 ค่าดำเนินการประกอบติดตั้ง Segment ต่อ 1 ชุด Truss				= 2,151,000.00 บาท
(2.1+2.2) ค่าติดตั้ง – รื้อถอน และดำเนินการต่อ 1 ชุด				= 4,491,000.00 บาท
3. ค่าขนส่งอุปกรณ์ ไป-กลับ ระยะทางคิดที่ 50 กม.				
3.1 Launching Truss				185.68 ตัน
3.2 อุปกรณ์ประกอบการทำงาน				130 ตัน
ชุด Hydraulic jack		30 ตัน		
ชุด Stress Bar และกระเช้าแขวน		40 ตัน		
อุปกรณ์ขารอง Truss และชุดยก Segment		60 ตัน		
รวม		130 ตัน		
3.1+3.2				315.69 ตัน
3.3 ค่าขนย้ายชิ้นส่วนหลัก (Truss)				
รถเทรลเลอร์ 6 ตัน	@ 6	LS.	55,000.00 บาท	= 330,000 บาท
(รวมค่า คนขับ น้ำมัน รอยชัก 3 วัน เดินทาง 1 วัน ยกลง 2 วัน เดินทางพร้อมกันเป็นขบวนมีรถนำ ประกันภัยและค่าใช้จ่ายอื่นๆ)				
เครน 50 ตัน 5 วัน 2 ตัน	@ 10		15,000.00 บาท	= 150,000.00 บาท
(ใช้ 2 คัน หัวหัว - ห้าย ยกขึ้น – ลง 5 วัน)				
คนงาน 15 คน 5 วัน 300				= 22,500.00 บาท
รวม 3.3				= 502,500.00 บาท
3.4 ค่าขนย้ายอุปกรณ์และชิ้นส่วนย่อย	13	เที่ยว	เที่ยวละ	8,000.00 บาท = 104,000.00 บาท
รวม 3.3+3.4				= 606,500.00 บาท
3.5 ค่าดำเนินการ 10% (3.3+3.4)				= 60,650.00 บาท
3.3+3.4+3.5 รวมค่าขนส่ง Launching Truss และค่าอุปกรณ์				= 667,150.00 บาท
ค่าขนส่งไป – กลับ	2	เที่ยว	เที่ยวละ	667,150.00 บาท = 1,334,300.00 บาท
รวมค่า (1. Launching Truss และค่าอุปกรณ์ + 2. Erection Truss & Segment + 3. ค่าขนส่งอุปกรณ์) ต่อ 1 ชุด				
1+2+3				= 19,114,144.00 บาท
Launching Truss For Super Structure				
ใช้ Launching Truss				1 ชุด
Launching Truss	1 ชุด	ชุดละ	19,114,144.00 บาท	= 19,114,144.00 บาท
Concrete Segment	1898.33 ลบ.ม.	ลบ.ม. ละ	10,068.93 บาท	
Segment	155 Ea	Ea ละ	123,317.06 บาท	
ราคา Launching Truss ต่อหน่วยพื้นที่นั่งร้าน				
19,114,144.00/438.658				43,574 บาท/ตร.ม.



รูปที่ 9-3 ตัวอย่าง Truss (หรือ Temporary Shoring) ที่ใช้ประกอบการบูรณะสะพานบริเวณ Arch Span

ดังนั้น คิดราคา Launching Truss ที่ 43,000 บาท/ตร.ม. สำหรับการประมาณราคาในโครงการนี้
อย่างไรก็ดี ในการก่อสร้างจะต้องมีชุดรอกและ Hydraulic ในการประกอบขนย้ายและติดตั้งในแต่ละ Span
จึงมีค่าดำเนินการส่วนดังกล่าวเพิ่มเติมในการประมาณราคาสำหรับโครงการนี้

การเสริมแผ่นพื้นสะพานเหนือแม่น้ำ 3 ช่วงสะพาน (งานชุด Temporary Shoring : S3,S4,S5)						
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Total 3 Span	Unit cost	Total cost
1	ชุด Temporary Shoring	ตร.ม.	585	945	43,000	25,155,000
2	เครื่องมือประกอบติดตั้ง Temporary Shoring	วัน	60	180	23,000	4,140,000
2	ชุดรอกและ Hydraulic (30 วัน ต่อ 1 Span) พร้อมติดตั้งและขนย้าย	วัน	30	90	60,000	5,400,000
รวมค่า Temporary Shoring						<u>34,695,000</u>

[9.1.3] งานเสริมกำลัง Approach Span S1 และ S2

การเสริมกำลัง Approach Span S1 และ S2					
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Unit cost	Total cost
1	Turn buckle	ชุด	24	20,000	480,000
2	Concrete เสริมกำลังคาน	ลบ.ม.	80	2,800	224,000
3	Prestressing tendon	เส้น	6	200,000	1,200,000
4	DB16 ตามยาว งานเสริมกำลังคาน	เมตร	4368	32	139,776
5	DB25 งานเสริมกำลังคาน	เมตร	1176	77	90,552
6	DB16 ตัว U งานเสริมกำลังคาน	เมตร	7882	32	252,224
7	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3	ชุด	3378	300	1,013,400
8	Concrete ก่อสร้างพื้นใหม่	ลบ.ม.	60	2,800	168,000
9	DB16 ก่อสร้างพื้นใหม่	เมตร	7858	32	251,456
10	ไม้แบบพื้นสะพาน	ตร.ม.	240	1,000	240,000
11	Precast พื้นสะพาน	ตร.ม.	196	1,000	196,000
12	ทุบพื้นสะพานเดิม	ลบ.ม.	60	1,000	60,000
ราคาค่าบูรณะช่วงสะพาน S1, S2					4,315,408

[9.1.4] งานเสริมกำลัง Approach Span S3

การเสริมกำลัง Approach Span S3					
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Unit cost	Total cost
1	Turn buckle	ชุด	12	20,000	240,000
2	Concrete เสริมกำลังคาน	ลบ.ม.	60	2,800	168,000
3	Prestressing tendon	เส้น	6	200,000	1,200,000
4	DB16 ตามยาว งานเสริมกำลังคาน	เมตร	2371	32	75,872
5	DB25 งานเสริมกำลังคาน	เมตร	638	77	49,126
6	DB16 ตัว U งานเสริมกำลังคาน	เมตร	4298	32	137,536
7	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3	ชุด	1842	300	552,600
8	Concrete ก่อสร้างพื้นใหม่	ลบ.ม.	50	2,800	140,000
9	DB16 ก่อสร้างพื้นใหม่	เมตร	4266	32	136,512
10	ไม้แบบพื้นสะพาน	ตร.ม.	304	1,000	304,000
11	Precast พื้นสะพาน	ตร.ม.	106	1,000	106,000
12	ทุบพื้นสะพานเดิม	ลบ.ม.	38	1,000	38,000
ราคาค่าบูรณะช่วงสะพาน S3					3,147,646

[9.1.5] งานเสริมกำลัง Approach Span S5

การเสริมกำลัง Approach Span S5					
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Unit cost	Total cost
1	Turn buckle	ชุด	20	20,000	400,000
2	Concrete เสริมกำลังคาน	ลบ.ม.	84	2,800	235,200
3	Prestressing tendon	เส้น	6	200,000	1,200,000
4	DB16 ตามยาว งานเสริมกำลังคาน	เมตร	3666	32	117,312
5	DB25 งานเสริมกำลังคาน	เมตร	987	77	75,999
6	DB16 ตัว U งานเสริมกำลังคาน	เมตร	6622	32	211,904
7	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3	ชุด	2838	300	851,400
8	Concrete ก่อสร้างพื้นใหม่	ลบ.ม.	50	2,800	140,000
9	DB16 ก่อสร้างพื้นใหม่	เมตร	6595	32	211,040
10	ไม้แบบพื้นสะพาน	ตร.ม.	200	1,000	200,000
11	Precast พื้นสะพาน	ตร.ม.	164	1,000	164,000
12	ทุบพื้นสะพานเดิม	ลบ.ม.	40	1,000	40,000
ราคาค่าบูรณะช่วงสะพาน S5					3,846,855

[9.1.6] งานเสริมกำลัง Approach Span S6

การเสริมกำลัง Approach Span S6					
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Unit cost	Total cost
1	Turn buckle	ชุด	8	20,000	160,000
2	Concrete เสริมกำลังคาน	ลบ.ม.	39	2,800	109,200
3	Prestressing tendon	เส้น	6	200,000	1,200,000
4	DB16 ตามยาว งานเสริมกำลังคาน	เมตร	1731	32	55,392
5	DB25 งานเสริมกำลังคาน	เมตร	466	77	35,882
6	DB16 ตัว U งานเสริมกำลังคาน	เมตร	3150	32	100,800
7	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3	ชุด	1350	300	405,000
8	Concrete ก่อสร้างพื้นใหม่	ลบ.ม.	30	2,800	84,000
9	DB16 ก่อสร้างพื้นใหม่	เมตร	3115	32	99,680
10	ไม้แบบพื้นสะพาน	ตร.ม.	100	1,000	100,000
11	Precast พื้นสะพาน	ตร.ม.	77	1,000	77,000
12	ทุบพื้นสะพานเดิม	ลบ.ม.	30	1,000	30,000
ราคาค่าบูรณะช่วงสะพาน S6					2,456,954

งานเสริมกำลัง Approach Span S7 และ S8

การเสริมกำลัง Approach Span S7 และ S8					
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Unit cost	Total cost
1	Turn buckle	ชุด	24	20,000	480,000
2	Concrete เสริมกำลังคาน	ลบ.ม.	80	2,800	224,000
3	Prestressing tendon	เส้น	6	200,000	1,200,000
4	DB16 ตามยาว งานเสริมกำลังคาน	เมตร	4368	32.00	139,776
5	DB25 งานเสริมกำลังคาน	เมตร	1176	77.00	90,552
6	DB16 ตัว U งานเสริมกำลังคาน	เมตร	7882	32.00	252,224
7	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3	ชุด	3378	300.00	1,013,400
8	Concrete ก่อสร้างพื้นใหม่	ลบ.ม.	60	2,800.00	168,000
9	DB16 ก่อสร้างพื้นใหม่	เมตร	7858	32.00	251,456
10	ไม้แบบพื้นสะพาน	ตร.ม.	240	1,000	240,000
11	Precast พื้นสะพาน	ตร.ม.	196	1,000	196,000
12	ทุบพื้นสะพานเดิม	ลบ.ม.	60	1,000	60,000
	ราคาค่าบูรณะช่วงสะพาน S7, S8				4,315,408

[9.1.7] งานเสริมกำลัง Main Arch Bridge S4 รองรับยานพาหนะขนาดไม่เกิน 2 เพลา

4 ล้อ ยาง 4 เส้น

การเสริมกำลัง Main Arch Bridge S4 รองรับรถ 2 เพลา					
งานทุบรื้อพื้นสะพานเดิมและก่อสร้างใหม่					
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Unit cost	Total cost
1	ทุบพื้นสะพานเดิม	ลบ.ม.	132	1,000	132,000
2	Precast พื้นสะพาน	ตร.ม.	450	1000	450,000
3	ไม้แบบ	ตร.ม.	1200	1,000	1,200,000
4	Concrete ก่อสร้างพื้นใหม่	ลบ.ม.	110	2,800	308,000
5	DB16 ก่อสร้างพื้นใหม่	เมตร	17682	32	565,824
6	Turn buckle With Turn Buckle	ชุด	32	20,000	640,000
รวม	ราคางานทุบรื้อพื้นสะพานเดิมและก่อสร้างใหม่				3,295,824
งานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing					
1	Steel jacking Cover Plate (Arch Rib) หนา 3 cm	ชุด	8	5,000	40,000
2	Concrete Jacketing to Arch Rib (0.86*1.05)	เมตร	137	3,000	411,000
3	PT-Bar Dia 50 mm L=1.05 m	ชุด	8	10,000	80,000
4	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3(Arch Rib)	ชุด	7319	300	2,195,700
5	DB25	เมตร	3841	77	295,757
6	Steel jacking Cover Plare หนา 3 cm (0.86*0.4)	ชุด	4	5,000	20,000
7	CONCRETE JACKETING TO Side Walk (0.86*0.15)	ลบ.ม.	16	3,000	48,000
8	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3 Side Walk	ชุด	1680	300	504,000
9	DB25	เมตร	504	77	38,808
10	DB32	เมตร	2016	126	254,016
11	PT-Bar Dia 50 mm L = 1.8m	ชุด	8	10,000	80,000
รวม	ราคางานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing				3,967,281

[9.1.8] งานเสริมกำลัง Main Arch Bridge S4 รองรับยานพาหนะขนาดตั้งแต่ 3 เพลา

6 ล้อ ยาง 10 เส้น ขึ้นไป

การเสริมกำลัง Main Arch Bridge S4 รองรับรถ 3 เพลา					
งานเสริมกำลัง Tie Girder และ ก่อสร้างใหม่ RC Floor					
ที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	Unit cost	Total cost
1	Concrete Stiffening Girder	ลบ.ม.	120	2,800	336,000
2	DB16 ตามยาว	เมตร	2646	32	84,672
3	DB25 Stiffening Girder	เมตร	2016	77	155,232
4	DB32 Stiffening Girder	เมตร	504	126	63,504
5	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3 Stiffening Girder	ชุด	6736	300	2,020,800
6	HIGH STRANGTH BAR Ø 26.5 MM. @1.00 M	ชุด	256	10,000	2,560,000
7	Prestressing tendon	เส้น	8	200,000	1,600,000
8	ทุบพื้นสะพานเดิม	ลบ.ม.	150	1,000	150,000
9	Precast พื้นสะพาน	ตร.ม.	630	1,000	630,000
10	ไม้แบบ	ตร.ม.	400	1,000	400,000
11	DB16 ก่อสร้างพื้นใหม่	เมตร	17822	32	570,304
12	Concrete ก่อสร้างพื้นใหม่	ลบ.ม.	120	2,800	336,000
13	Turn buckle With Turn Buckle	ชุด	32	20,000	640,000
รวม	ราคางานเสริมกำลัง Tie Girder และ ก่อสร้างใหม่ RC Floor				9,546,512
งานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing					
1	Steel jacking Cover Plate (Arch Rib) หนา 3 cm	ชุด	16	5,000	80,000
2	Concrete Jacketing to Arch Rib	เมตร	137	3,000	411,000
3	PT-Bar Dia 50 mm L=1.05 m	ชุด	32	10,000	320,000
4	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3 (Arch Rib)	ชุด	7319	300	2,195,700
5	DB25 (Arch Rib)	เมตร	3841	77	295,757
6	Steel jacking Cover Plare หนา 3 cm	ชุด	4	5,000	20,000
7	CONCRETE JACKETING TO Side Walk	ลบ.ม.	16	3,000	48,000
8	Dowel DB16 with Hilti RE 500 V3 Side Walk	ชุด	1680	300	504,000
9	DB25 Side Walk	เมตร	504	77	38,808
10	DB32 Side Walk	เมตร	2016	126	254,016
11	PT-Bar Dia 50 mm L = 1.8m	ชุด	28	10,000	280,000
รวม	ราคางานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing				4,447,281

ตารางที่ 9-3 แผนการดำเนินงานการบูรณะสะพานปรีดี-ช้าง รองรับยานพาหนะขนาดไม่เกิน 2 เพลา 4 ล้อ ยาง 4 เส้น (12 เดือน)

ที่	รายการ	เดือนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	เตรียมงานก่อสร้าง												
1.1	งานควบคุมโครงการ												
	งานเข้าสำนักงาน												
	งานเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ 4 ชุด												
	งานน้ำประปา-ไฟฟ้า-โทรศัพท์												
	งานจัดหารถยนต์ปิกอัพ 3 คัน(เช่า)												
1.2	งานประชาสัมพันธ์และงานจราจรระหว่างการก่อสร้าง												
1.3	งานประชาสัมพันธ์และการจัดการจราจรทางน้ำ												
1.4	งานบริหารการจราจรระหว่างก่อสร้าง												
2	Temporary Shoring และนั่งร้านสะพาน												
3	งานเสริมกำลังช่วง Approach Span												
	งานยกเปลี่ยน Bearing Approach Span												
	งานซ่อมรอยแตกคานสะพานคอนกรีต Epoxy Injection (S1&S2, S7&S8)												
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง (S1&S2, S7&S8)												
	งานซ่อมรอยแตกคานสะพานคอนกรีต Epoxy Injection (S3, S5, S6)												
	งานเสริมกำลังโครงสร้างช่วง (S3, S5, S6)												
4	งานเสริมกำลังช่วง Arch Span (S4)												
	งานยกเปลี่ยน Bearing Arch Span												
	งานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing												
	งานติดตั้ง Hanger ใหม่และเสริมกำลังบริเวณจุดต่อ												
5	งานทาสีพื้นสะพานเดิมและก่อสร้างใหม่												
6	งานทาสีป้องกันการเสื่อมสภาพคอนกรีต												
7	งานรื้อปูผิวจราจร												
	งานรื้อผิวถนนเดิม												
	งาน Tack Coat												
	งานปูผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีต AC 60/70												
8	งานตีเส้นจราจร												

ตารางที่ 9-4 แผนการดำเนินงานการบูรณะสะพานปรีดี-ช้าง รองรับยานพาหนะขนาดตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น ขึ้นไป (14 เดือน)

ที่	รายการ	เดือนที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	เตรียมงานก่อสร้าง														
1.1	งานควบคุมโครงการ														
	งานเข้าสำนักงาน														
	งานเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ 4 ชุด														
	งานน้ำประปา-ไฟฟ้า-โทรศัพท์														
	งานจัดหารถยนต์บีคอป 3 คัน(เช่า)														
1.2	งานประชาสัมพันธ์และงานจราจรระหว่างการก่อสร้าง														
1.3	งานประชาสัมพันธ์และการจัดการจราจรทางน้ำ														
1.4	งานบริหารการจราจรระหว่างก่อสร้าง														
2	Temporary Shoring และนั่งร้านสะพาน														
3	งานเสริมกำลังช่วง Approach Span														
	งานยกเปลี่ยน Bearing Approach Span														
	งานซ่อมรอยแตกคานสะพานคอนกรีต Epoxy Injection (S1&S2, S7&S8)														
	งานเสริมกำลัง โครงสร้างช่วง (S1&S2, S7&S8)														
	งานซ่อมรอยแตกคานสะพานคอนกรีต Epoxy Injection (S3, S5, S6)														
	งานเสริมกำลัง โครงสร้างช่วง (S3, S5, S6)														
4	งานเสริมกำลังช่วง Arch Span (S4)														
	งานยกเปลี่ยน Bearing Arch Span														
	งานเสริมกำลัง Tie Girder														
	งานเสริมกำลัง Arch Rib และ Wind Bracing														
	งานติดตั้ง Hanger ใหม่และเสริมกำลังบริเวณจุดต่อ														
5	งานทาสีพื้นสะพานเดิมและก่อสร้างใหม่														
6	งานทาสีป้องกันการเสื่อมสภาพคอนกรีต														
7	งานรื้อปูผิวจราจร														
	งานรื้อผิวถนนเดิม														
	งาน Tack Coat														
	งานปูผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีต AC 60/70														
8	งานตีเส้นจราจร														



บทที่ 10 การจัดทำแผนการตรวจสอบสะพานภายหลังการบูรณะ

การตรวจสอบสะพานถือว่าเป็นภารกิจที่มีความสำคัญอย่างมากต้องงานบำรุงรักษาสะพาน โดยจะเป็นการรวบรวมข้อมูลการเสื่อมสภาพและความเสียหายที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงอายุการใช้งานของสะพานเพื่อนำไปซ่อมแซมและปรับปรุงสะพานอย่างเหมาะสม ทำให้สะพานสามารถเปิดให้บริการได้อย่างต่อเนื่องและมีความปลอดภัยในการเดินทาง สะพานแต่ละประเภทอาจมีวิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษาที่แตกต่างกัน โดยเนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอแผนการตรวจสอบสะพานปรีดี - ธำรง ซึ่งเป็นสะพานโค้งโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

[10.1] ความเป็นมาของสะพานปรีดี - ธำรง

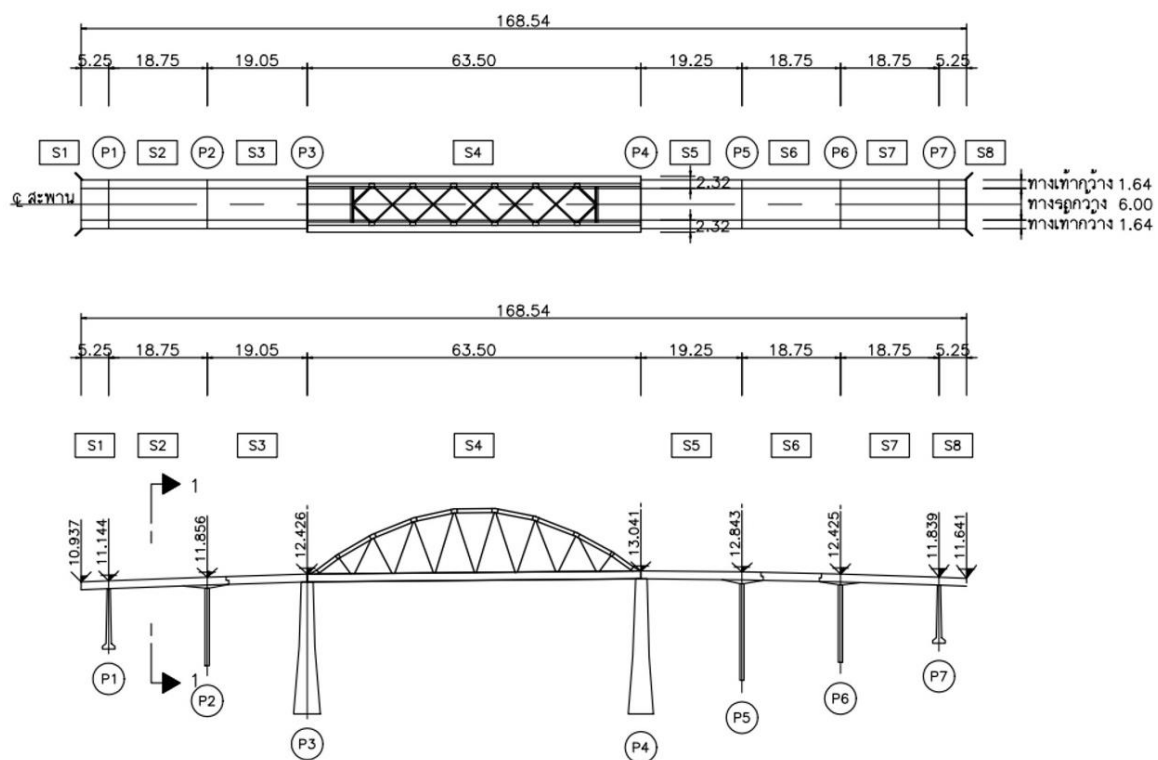
สะพานปรีดี - ธำรง เป็นสะพานสำคัญทางประวัติศาสตร์ ถูกสร้างขึ้นโดยกรมทางหลวง เพื่อใช้ข้ามแม่น้ำป่าสักหรือแม่น้ำลพบุรีที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สะพานถูกก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2483 และแล้วเสร็จพร้อมเปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2486 สะพานปรีดี - ธำรง เป็นหนึ่งในสะพานโค้งคอนกรีตเสริมเหล็กจากทั้งหมด 3 สะพาน ที่ถูกสร้างโดยกรมทางหลวง ซึ่งทั้ง 3 สะพาน มีอายุการใช้งานมากกว่า 77 ปี

สะพานปรีดี - ธำรง เป็นสะพานโค้งคอนกรีตเสริมเหล็ก (Bowstring Arch Bridge) มีความยาว 167.80 เมตร ทางรถกว้าง 6.50 เมตร ทางเท้าข้างละ 1 เมตร โครงสร้างด้านบนของสะพานช่วงกลางแม่น้ำเป็นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กโค้ง (Arch Bridge) มีความยาวกว่า 60 เมตร ส่วนบริเวณเชิงลาดเป็นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป (Approach Bridge) มีความยาวรวมกว่า 100 เมตร ซึ่งจะเป็นโครงสร้างที่รับน้ำหนักบรรทุกทุกจากพื้นสะพานทำให้แรงอัดที่กระทำต่อตอม่อสะพานน้อยลง ทำให้สามารถก่อสร้างสะพานขนาดใหญ่ข้ามแม่น้ำที่ดินฐานรากไม่แข็งแรงได้ รูปที่ 10-1 แสดงภาพตัดตามยาวของสะพานปรีดี - ธำรง

เนื่องจากสะพานปรีดี - ธำรง ถูกใช้งานมานานกว่า 77 ปี และการที่มีปริมาณจราจรเพิ่มมากขึ้นจากการขยายตัวของเมืองอยุธยา ทำให้โครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กได้รับความเสียหายทั้งโครงสร้างส่วนบน (Superstructure) และโครงสร้างส่วนล่าง (Substructure) สำนักวิจัยและพัฒนางานทางร่วมกับสำนักสำรวจและออกแบบ จึงได้ทำการตรวจสอบ ทดสอบ และวิเคราะห์ผลควบคู่กับการจัดทำแบบจำลองไฟไนต์อีลิเมนต์ของสะพานปรีดี - ธำรง

การประเมินความสามารถรับน้ำหนักของโครงสร้างสะพานปรีดี - ธำรง จะแบ่งการตรวจสอบโครงสร้างสะพานออกเป็น 2 ส่วน โครงสร้างสะพานโค้ง (Bow – String Arch Bridge) และโครงสร้างสะพานช่วงเชิงลาด (Approach Bridge)

ผลการประเมินกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้างสะพานปรีดี - ธำรง ด้านกำลังรับน้ำสูงสุดปลอดภัย แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างส่วนบนไม่สามารถรับน้ำหนักสูงสุดปลอดภัยจากการประเมินตามมาตรฐานการออกแบบ กรมทางหลวง (อ้างอิงมาตรฐาน ASSHTO LRFD 2010) แต่อย่างไรก็ตาม โครงสร้างส่วนล่างยังคงรับน้ำหนักสูงสุดปลอดภัยจากการประเมินตามมาตรฐานการออกแบบได้ ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยและเพื่อให้สะพานเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบ จึงมีความเป็นจำที่จะต้องทำการบูรณะสะพานปรีดี - ธำรง โดยการปรับปรุงโครงสร้างส่วนบน จะแบ่งโครงสร้างสะพานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างสะพานโค้ง (Bow – String Arch Bridge) และโครงสร้างสะพานช่วงเชิงลาด (Approach Bridge) เพื่อออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรจำนวน 2 ทางเลือก คือ รับรองยานพาหนะขนาดเล็ก และรองรับยานพาหนะขนาดใหญ่หรือรถบรรทุก

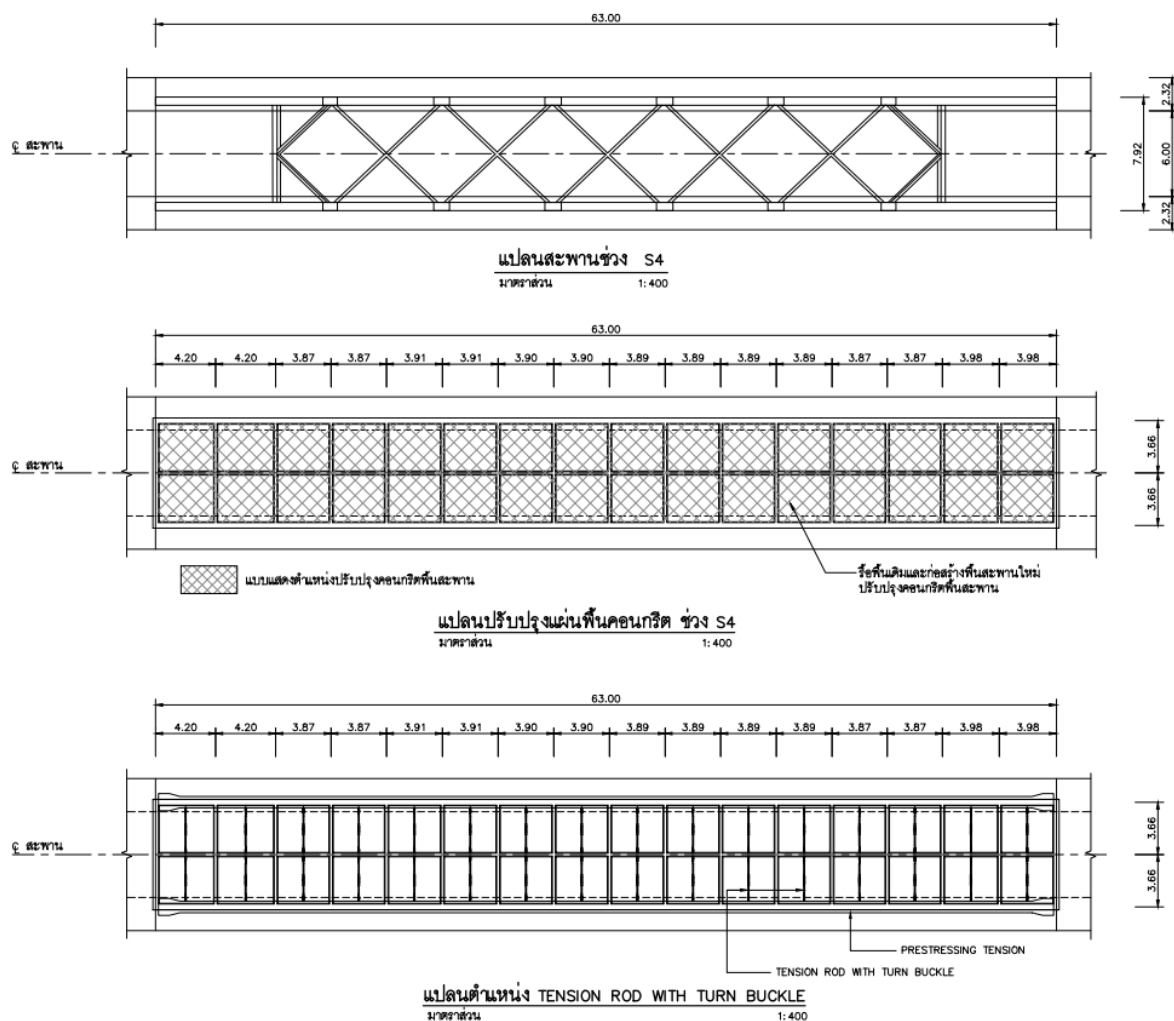


รูปที่ 10-1 ภาพตัดตามยาวของสะพานปรีดี - ธำรง

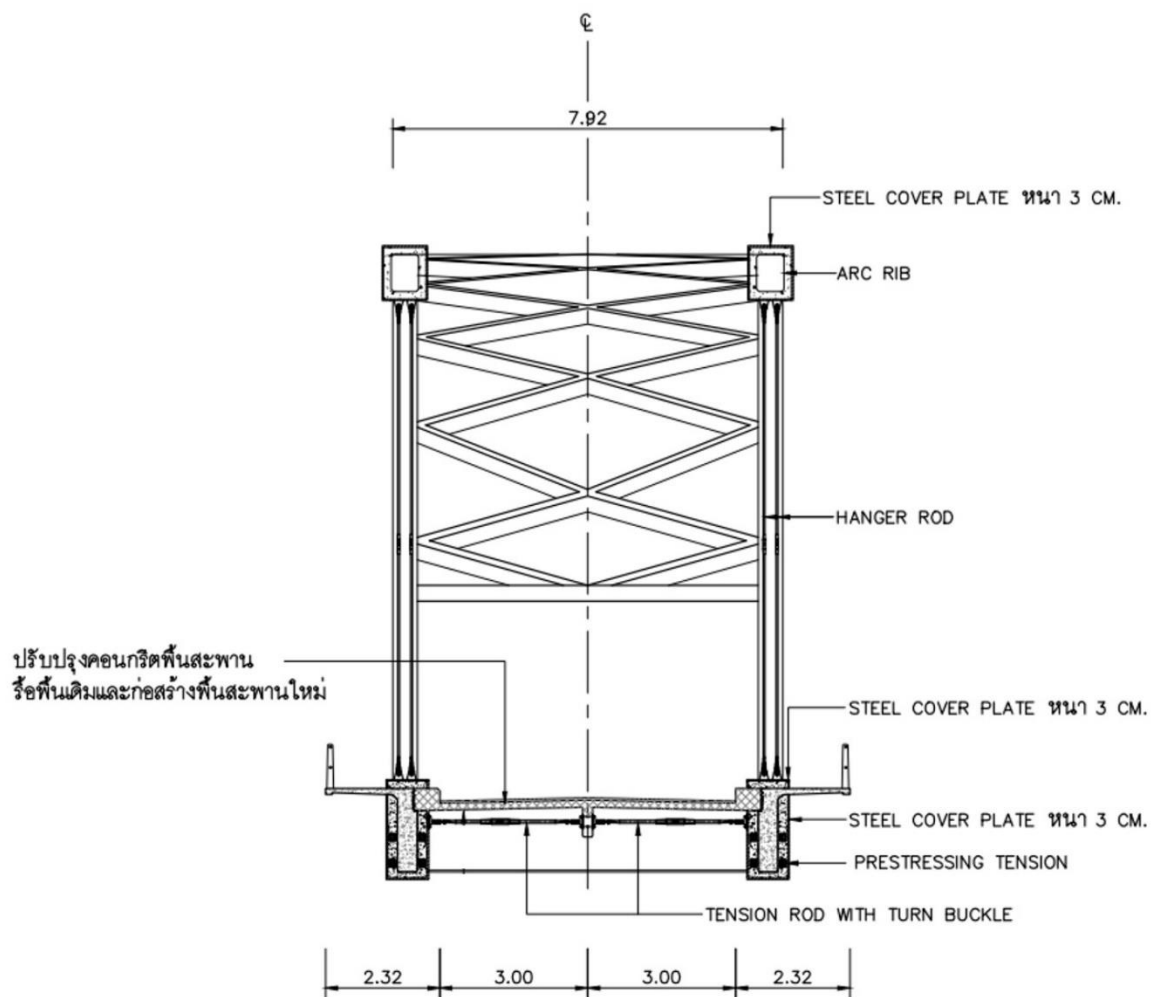
การบูรณะโครงสร้างสะพานโค้งเพื่อรองรับน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากยานพาหนะขนาดเล็กและรถบรรทุกจะทำรื้อก่อสร้างพื้นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก (Concrete Slab) เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงในรูปที่ 10-3 ดังนั้นพื้นที่ทำการปรับปรุงจะมีความต้านทานแรงดัด (Flexural Rigidity) และความต้านทานแรงเฉือน (Shear Rigidity) สูงกว่าหน้าตัดพื้นสะพานรูปเดิม ทำให้ความ



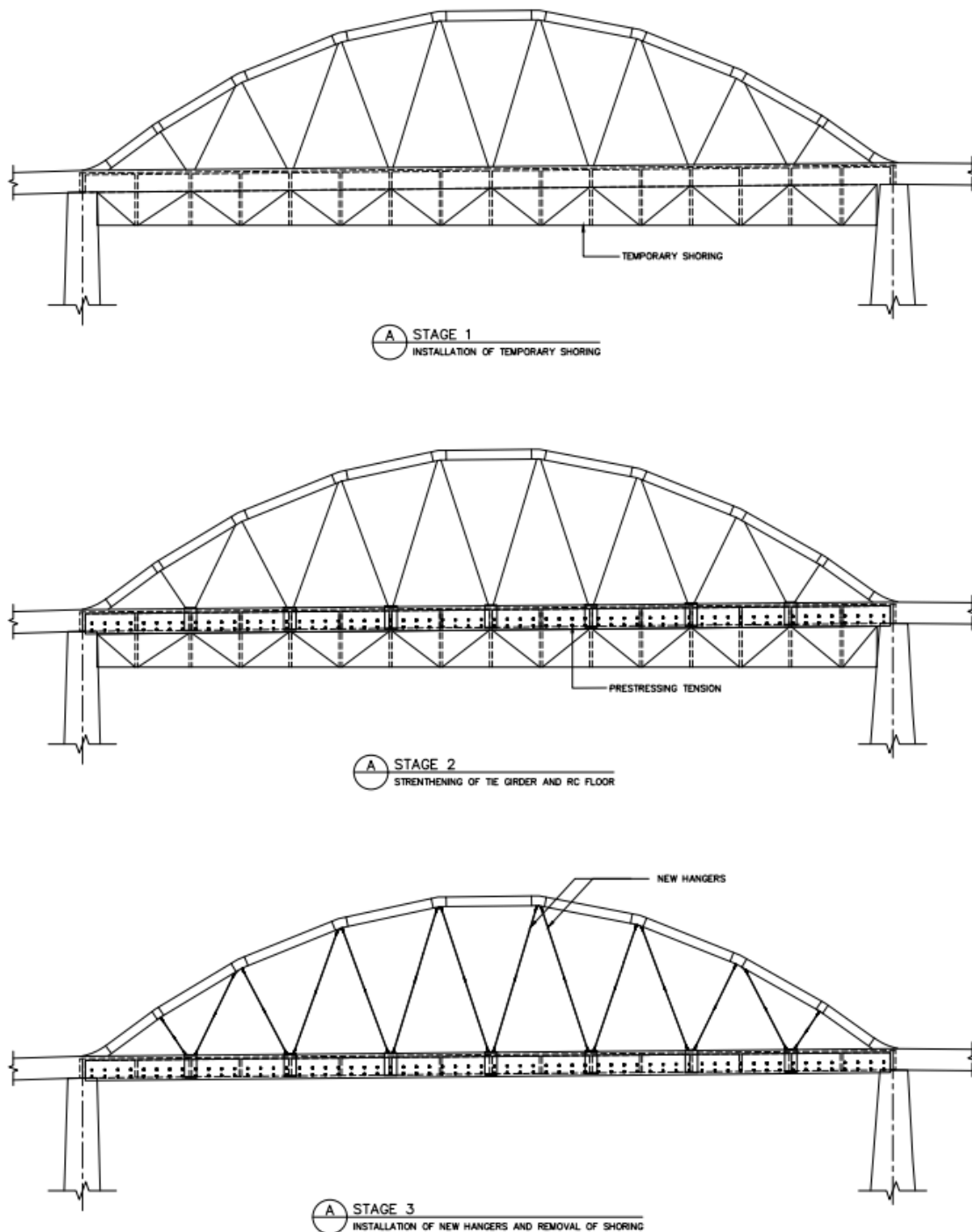
เค้นที่เกิดขึ้นในพื้นสะพานเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจรลดลง ทำการปรับปรุงโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กหลัก (Main Beam) ให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นโดยการขยายหน้าตัดคานสะพานแล้วดึงลวดอัดแรง (Pre-stressing Tension) จากนั้นทำการเทคอนกรีตตามความกว้างของคานสะพานเพื่อให้ได้คานที่มีหน้าตัดที่ใหญ่ขึ้น ดังนั้นคานจะมีความต้านทานแรงดัด (Flexural Rigidity) และความต้านทานแรงเฉือน (Shear Rigidity) สูงกว่าหน้าตัดคานสะพานรูปเดิม ทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นในคานสะพานเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจรลดลง และทำการยึดคานทั้ง 2 ผังด้วยเส้นลวดพร้อมกับเกลียวเร่ง (Turnbuckle) สำหรับคานโค้งจะถูกเสริมกำลังโดยใช้แผ่นเหล็กหนา 3 เซนติเมตร รัตรอบคานเพื่อเพิ่มกำลังน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของคานโค้งซึ่งแสดงในรูปที่ 10-2 นอกเหนือจากนี้จะทำการเปลี่ยนเส้นลวดซิง (Hanger Rod) ตามตำแหน่งที่กำหนด เพื่อเพิ่มกำลังรับน้ำหนักบรรทุก



รูปที่ 10-2 การเสริมกำลังโครงสร้างพื้นสะพานโค้งที่ทำการบูรณะจากน้ำหนักบรรทุก
ยานพาหนะขนาดเล็กและรถบรรทุก



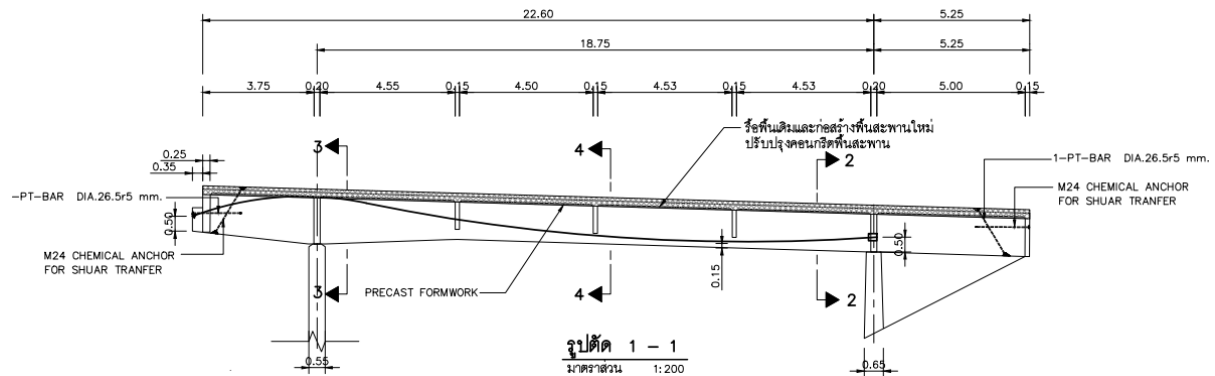
รูปที่ 10-3 หน้าตัดตามขวางของโครงสร้างสะพานโค้งที่ทำการบูรณะจากหน้าหน้าบรรทุก ยานพาหนะขนาดเล็กและรถบรรทุก



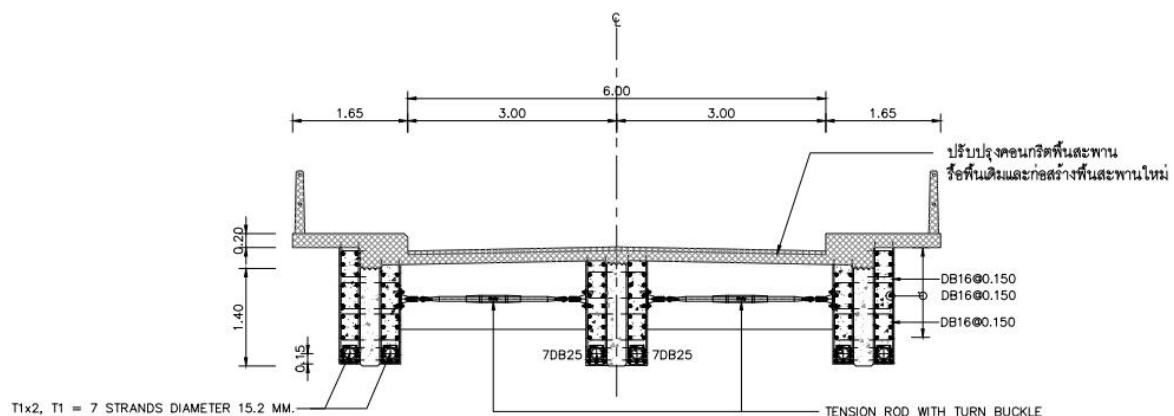
รูปที่ 10-4 การเปลี่ยนเส้นลวดขึงสำหรับโครงสร้างสะพานโค้งที่ทำการบูรณะจากหน้าหนักบรรทุก ยานพาหนะขนาดเล็กและรถบรรทุก

สำหรับโครงสร้างสะพานช่วงเชิงลาดจะทำการบูรณะโครงสร้างคานและพื้นสะพานเพื่อรองรับ น้ำหนักบรรทุกจากทั้งยานพาหนะขนาดเล็กและขนาดใหญ่ให้เพิ่มขึ้น ทำการรื้อและก่อสร้างพื้นสะพาน ใหม่ที่มีความสามารถสูงขึ้นเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อสะพาน ขยายหน้าตัดคานสะพานแล้วตั้ง

ลวดอัดแรง (Pre-stressing Tension) จากนั้นทำการเทคอนกรีตตามความกว้างของคานสะพานเพื่อให้ได้คานที่มีหน้าตัดที่ใหญ่ขึ้น และทำการยึดคานทั้ง 2 ผัง ด้วยเส้นลวดพร้อมกับเกลียวเร่ง (Turnbuckle) ซึ่งแสดงในรูปที่ 10- และ รูปที่ 10- ตามลำดับ ดังนั้นคานและพื้นสะพานที่ทำการปรับปรุงจะมีความต้านทานแรงดัด (Flexural Rigidity) สูงกว่าหน้าตัดคานสะพานรูปเดิม ทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นในคานสะพานเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจรลดลง



รูปที่ 10-5 หน้าตัดตามยาวของโครงสร้างสะพานส่วนของสะพานช่วงเชิงลาดที่ทำการบูรณะรองรับทั้งยานพาหนะขนาดเล็กและขนาดใหญ่



รูปที่ 10-6 หน้าตัดตามขวางของโครงสร้างสะพานส่วนของสะพานช่วงเชิงลาดที่ทำการบูรณะรองรับทั้งยานพาหนะขนาดเล็กและขนาดใหญ่

ถึงแม้ว่าสะพานจะได้รับการปรับปรุงให้เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบแล้วก็ตาม การตรวจสอบและบำรุงรักษาสะพานปรีดี - ธำรง ยังคงเป็นภารกิจที่ต้องทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานสะพานให้ยาวนานที่สุดและเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง เนื้อหาในหัวข้อต่อไปจะนำเสนอแนวทางและแผนในการตรวจสอบและบำรุงรักษาสะพานปรีดี - ธำรง

[10.2] องค์ประกอบของสะพานปรีดี - ช้าง

เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบและบำรุงรักษา โครงสร้างสะพานปรีดี - ช้าง ได้ถูกแบ่งออกเป็นองค์ประกอบต่างๆ 3 กลุ่ม ได้แก่ โครงสร้างส่วนบน (Superstructure) โครงสร้างส่วนล่าง (Substructure) และส่วนประกอบอื่นๆ (Miscellaneous Elements) โดยรายละเอียดของแต่ละกลุ่มมีดังนี้

[10.2.1] โครงสร้างส่วนบน (Superstructure)

โครงสร้างส่วนบน หมายถึง ส่วนของโครงสร้างที่อยู่เหนือแผ่นรองคานสะพาน (Bearing Pad) ขึ้นไป ทำหน้าที่หลักในการรับแรงกระทำเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกจร องค์ประกอบของโครงสร้างสะพานโค้ง ได้แก่ พื้นสะพาน (Deck Slab) คานสะพาน (Main Beam) เส้นลวดซึง (Hanger) คานโค้ง (Arch Rib) และคานค้ำยัน (Bracing)

1) พื้นสะพาน (Deck Slab)

พื้นสะพานของสะพานปรีดี - ช้าง เป็นพื้นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ (Cast – in – Place) หนา 13 เซนติเมตร ปูทับด้วยผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) หนา 5 เซนติเมตร พื้นสะพานเป็นโครงสร้างส่วนแรกที่รองรับแรงกระทำเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกจร และถ่ายแรงลงองค์ประกอบอื่น ๆ ของโครงสร้าง รูปที่ 10-5 แสดงลักษณะพื้นสะพานคอนกรีตของสะพานปรีดี - ช้าง

2) คานสะพาน คานโค้ง และคานค้ำยัน (Main Beam, Arch Rib and Bracing)

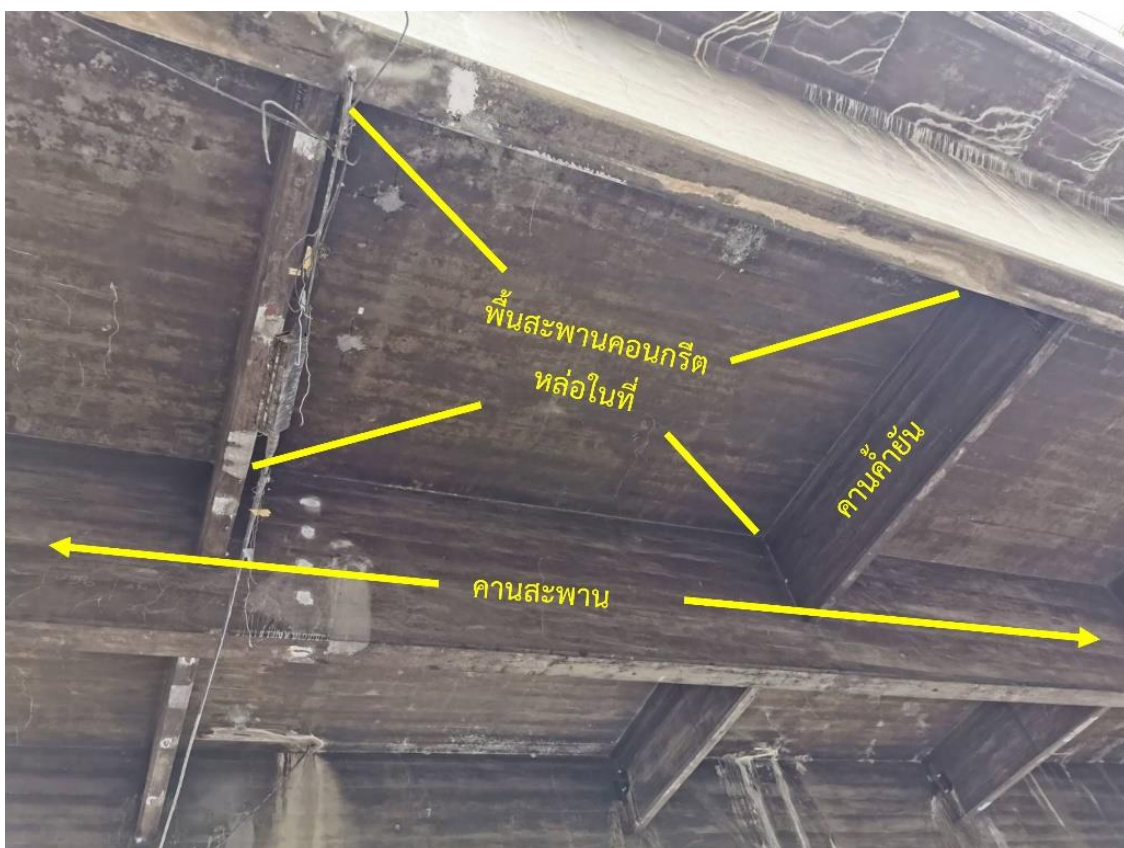
คานที่ใช้ในโครงสร้างของสะพานปรีดี - ช้าง มีรวมทั้งสิ้น 4 รูปแบบ ได้แก่ คานคอนกรีตเสริมเหล็กตัวที (T - Beam) คานโค้ง (Arch Rib) คานคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงดึง (Tie Beam) และคานค้ำยัน (Bracing)

- คานคอนกรีตเสริมเหล็กตัวที (T - Beam) จะถูกใช้กับโครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กช่วงเชิงลาด (Approach Bridge) ซึ่งคาน T – Beam เป็นรูปแบบคานอย่างง่าย (Simple T – beam) คานมีขนาดความกว้าง 0.30 เมตร ความลึก 1.45 เมตร และความยาว 10-26 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 10-6
- คานโค้ง (Arch Rib) จะใช้ทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกทุกจรจากเส้นลวดซึง (Hanger Rod) หน่วยแรงที่กระทำต่อคานโค้งจะเป็นหน่วยแรงอัดในแนวแกน ซึ่งจะกระจายต่อไปยังคานสะพานและโครงสร้างส่วนล่างต่อไป คานโค้งของสะพานปรีดี - ช้าง มีขนาดความกว้าง 0.60 เมตร ความลึก 0.60 เมตร และมีความยาวตามแนวนอน 63.00 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 10-7

- คานคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงดึง (Tie Beam) จะถูกใช้กับโครงสร้างสะพานโค้ง ซึ่งจะรับแรงจากคานโค้ง ส่งผ่านแรงมาในรูปของแรงดึง คานมีขนาดความกว้าง 0.30 เมตร ความลึก 1.45 เมตร และมีความยาว 63.00 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 10-8
- คานค้ำยัน (Bracing) เป็นโครงสร้างในทิศทางขวางกับแนวนานสะพาน คานค้ำยันของสะพานปรีดี - ธำรง มี 2 รูปแบบย่อย ได้แก่ คานค้ำยันคานสะพานหลักและคานค้ำยันคานโค้ง ซึ่งคานค้ำยันทั้ง 2 รูปแบบย่อยนี้ จะทำหน้าที่หลักในการเสริมสร้างเสถียรภาพให้กับคานสะพานในแต่ละช่วงสะพานโดยยึดคานสะพานเข้าด้วยกัน และทำหน้าที่กระจายแรงกระทำเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจรลงคานสะพานเพื่อให้คานสะพานแต่ละตัวช่วยกันรับแรง ดังแสดงในรูปที่ 10-5 และ รูปที่ 10-7

3) เส้นลวดซิง (Hanger Rod)

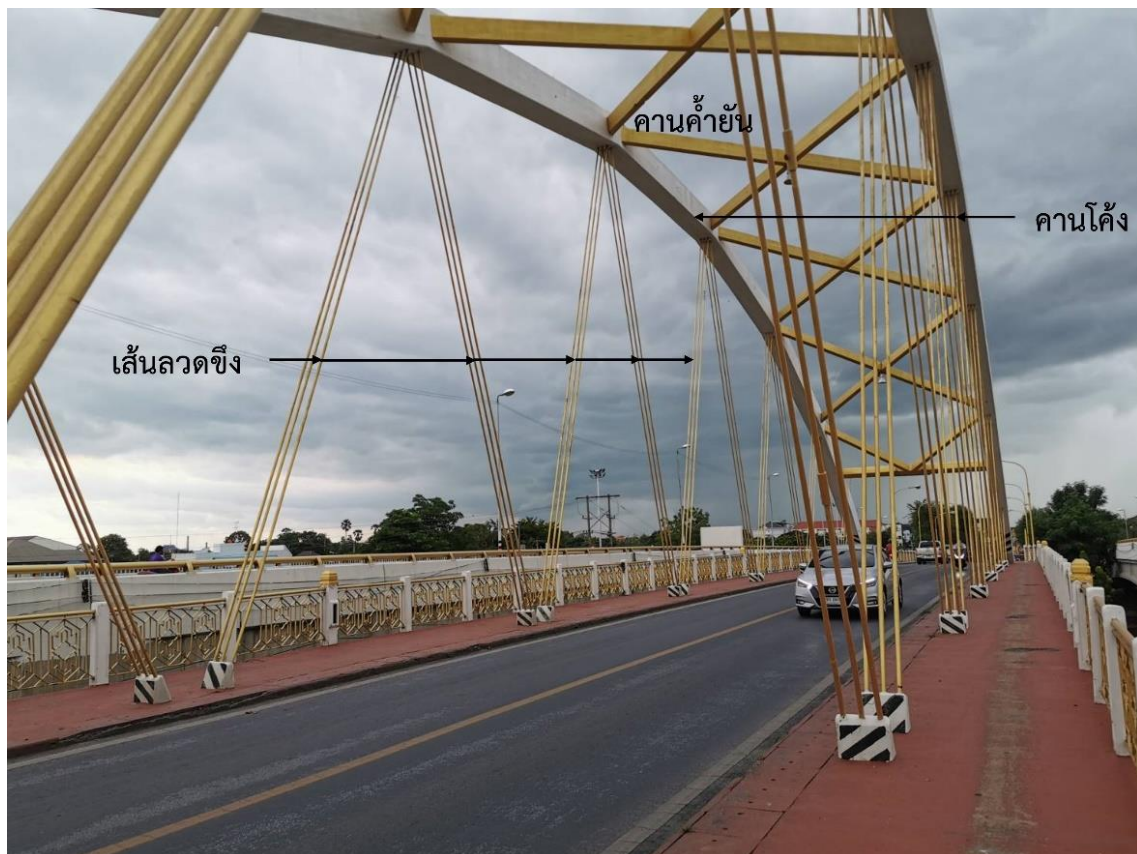
เส้นลวดซิงจะทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกจากพื้นคอนกรีต โดยภายในเส้นลวดจะเป็นแรงดึง เส้นลวดจะถูกซิงไว้กับคานโค้งและทำการถ่ายแรงต่อไป สำหรับสะพานปรีดี - ธำรง เส้นลวดที่ใช้ทำมาจากเหล็กเส้น (Steel Rod) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร



รูปที่ 10-5 พื้นสะพานคอนกรีตหล่อในที่ คานสะพาน และคานค้ำยัน



รูปที่ 10-6 คานคอนกรีตเสริมเหล็กรูปตัวที



รูปที่ 10-7 คานโค้ง ค้ำยันคานโค้ง และเส้นลวดขึง



รูปที่ 10-8 คานคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงดึง

[10.2.2] โครงสร้างส่วนล่าง (Substructure)

โครงสร้างส่วนล่าง หมายถึง ส่วนของโครงสร้างที่อยู่ใต้แผ่นรองคานสะพาน (Bearing Pad) ลงไปจนถึงระดับผิวดิน ซึ่งได้แก่ เสาคอนกรีต (Concrete Column) และกำแพงตอม่อ (Pier Wall) โดยที่เสาคอนกรีตอยู่ในช่วงสะพานที่เป็นเชิงลาด (Approach Bridge) ดังรูปที่ 10-9 ส่วนกำแพงตอม่อจะอยู่ในช่วงสะพานที่ 4 บริเวณกลางแม่น้ำ โดยกำแพงตอม่อจะมีลักษณะเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กและมีฐานรากเป็นแบบกล่อง (Caisson) ขนาดของฐานรากแบบกล่องจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความสูงของตอม่อ ดังแสดงในรูปที่ 10-10 แผ่นรองคานสะพานจะถูกวางอยู่เสาคอนกรีตเสริมเหล็กหรือผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจะทำให้การถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างส่วนบนลงมายังตอม่อสะพานต่อไป

[10.2.3] ส่วนประกอบอื่นๆ (Miscellaneous Elements)

ส่วนประกอบอื่นๆ ของสะพาน หมายถึง องค์ประกอบที่เมื่อเกิดการชำรุดอาจจะไม่ส่งผลกระทบหรือส่งผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อความมั่นคงแข็งแรงและกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างสะพาน แต่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้งานด้านต่าง ๆ ของสะพาน เช่น รองรับการยึดหดตัวของสะพานจากอุณหภูมิ ความราบเรียบในการขับขี่ เป็นต้น สำหรับสะพานปรีดี - ธำรง องค์ประกอบเหล่านี้ได้แก่ แผ่นรองคานสะพาน (Bearing Pad) และรอยต่อพื้นสะพานแบบอัดยาง (Compression Seal Joint) ดังแสดงในรูปที่ 10-11 และ รูปที่ 10-12 ตามลำดับ





รูปที่ 10-9 เสาคอนกรีตและตอม่อสะพานสำหรับสะพานช่วงเชิงลาด



รูปที่ 10-10 กำแพงตอม่อสะพาน (Pier Wall)



รูปที่ 10-11 แผ่นยางรองคานสะพาน



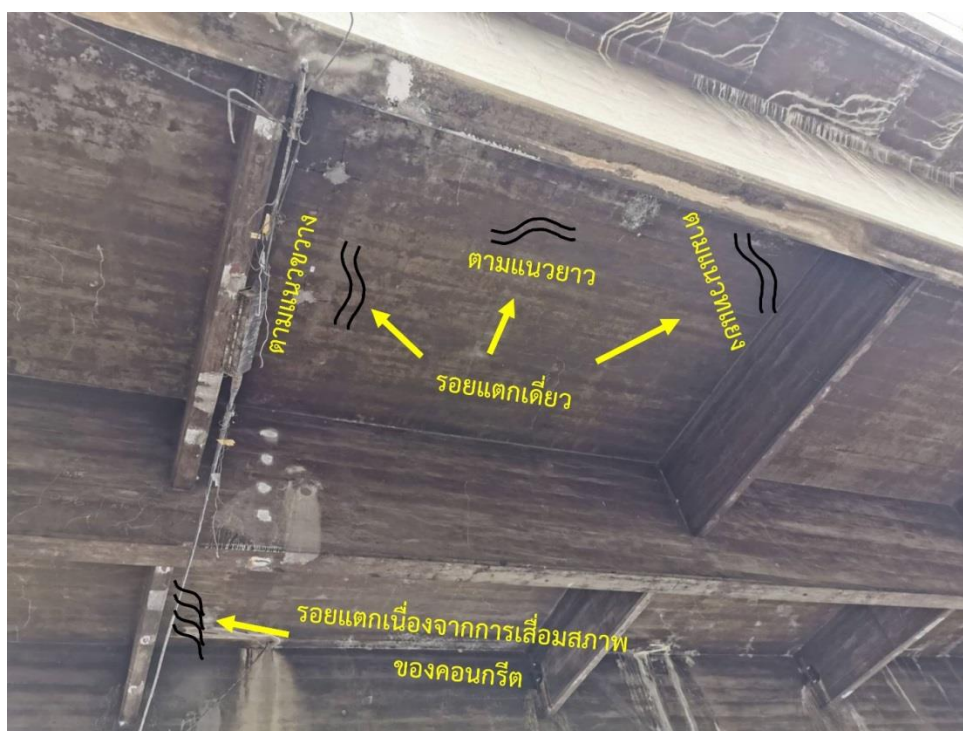
รูปที่ 10-12 รอยต่อพื้นสะพานแบบอัดยาง (Compression Seal Joint)

[10.3] ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับองค์ประกอบของสะพาน

ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับองค์ประกอบสะพานเป็นข้อมูลสำคัญในการนำไปพิจารณาแนวทางการตรวจสอบสะพานอย่างเหมาะสมซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป เนื้อหาในข้อหัวนี้จะนำเสนอความเสียหายสำคัญที่อาจเกิดขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ของสะพานปรีดี - ช้าง และแนวทางดำเนินการหากเกิดความเสียหายขึ้น

[10.3.1] ความเสียหายของพื้นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก

รอยแตก (Crack) เป็นความเสียหายสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานพื้นสะพานคอนกรีตแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ รอยแตกเนื่องจากการเสื่อมสภาพของคอนกรีต (Durability Cracks or D-Cracks) และรอยแตกเดี่ยว (Individual Cracks) โดยรอยแตกเนื่องจากการเสื่อมสภาพของคอนกรีต (D-cracks) เป็นรอยแตกที่มักเกิดขึ้นบริเวณท้องพื้นคอนกรีตใกล้กับรอยต่อพื้นสะพาน สาเหตุเนื่องจากความชื้นสะสมบริเวณรอยต่อพื้นสะพานหรือการรั่วซึมของน้ำจากรอยต่อพื้นสะพาน ทำให้คอนกรีตพื้นสะพานเสื่อมสภาพและเกิดรอยแตกจากแรงดันน้ำ ส่วนรอยแตกเดี่ยว (Individual Cracks) เป็นรอยแตกที่มีทิศทางแน่นอน อาจจะเป็นรอยแตกรอยเดี่ยวหรือรอยแตกขนานกันหลายรอยก็ได้ รอยแตกเดี่ยวเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีแรงดึงเกิดขึ้นในทิศทางตั้งฉากกับรอยแตก สาเหตุเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่สูงเกินหรือแรงกระแทกจากน้ำหนักบรรทุกที่จู่ทำให้คอนกรีตแตกร้าว รูปที่ 10-13 แสดงภาพจำลองรอยแตกที่สามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากการเสื่อมสภาพของคอนกรีตและรอยแตกเดี่ยว



รูปที่ 10-13 ภาพจำลองรอยแตกเนื่องจากการเสื่อมสภาพของคอนกรีตและรอยแตกเดี่ยว

[10.4] แนวทางการดำเนินการหากเกิดรอยแตกเนื่องจากการเสื่อมสภาพของคอนกรีต

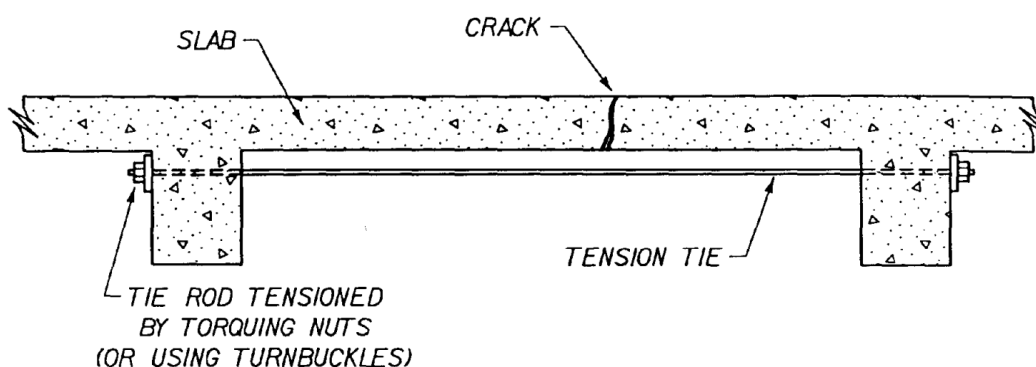
- 1) ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำหรือการสะสมความชื้นบริเวณที่คอนกรีตเสื่อมสภาพ
- 2) ซ่อมผิวหน้าคอนกรีตส่วนที่เสื่อมสภาพด้วยวิธีสกัดฉาบด้วยมอร์ต้ากำลังอัดสูงชนิดไม่หดตัว (Non-shrinkage Rapid Strength Mortar) โดยในระหว่างการซ่อมให้ปิดการจราจรบนสะพานเพื่อไม่ให้เกิดแรงกระแทก

[10.5] แนวทางการดำเนินการหากเกิดรอยแตกเดี่ยว

- 1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไป ใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม
 - 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อมรอยแตก
- ข้อแนะนำสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา

แนะนำให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) เพื่อป้องกันความชื้นเข้าไปทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม เนื่องจากรอยแตกอาจจะยังไม่หยุดขยายตัว (Active Cracks) แนะนำให้ปิดรอยแตกด้วยการอัดแรงจากภายนอก (External Post Tensioning) โดยออกแบบการอัดแรงให้มั่นใจว่าพื้นสะพานสามารถรับน้ำหนักบรรทุกตายตัว (Dead Load) ได้ตามเดิม การอัดแรงจากภายนอกสามารถทำได้โดยใช้เหล็กเส้นยึด (Tie Rod) ระหว่างคาน 2 คาน บริเวณที่มีรอยแตกเดี่ยว ทำการดึงเพื่อให้เกิดการอัดตัวของพื้นคอนกรีต ซึ่งจะทำให้อย่างน้อยรอยแตกหดเข้าหากันดังแสดงในรูปที่ 10-14

- 3) ดำเนินการซ่อมตามแบบซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน



รูปที่ 10-14 การปิดรอยแตกของพื้นคอนกรีตโดยใช้เหล็กเส้นอัดแรงจากภายนอก

[10.6] ความเสียหายของคานสะพาน คานโค้ง และค้ำยันคานสะพาน

คานสะพาน คานโค้ง และค้ำยันคานสะพานของสะพานปรีดี - ช้าง เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบดังกล่าวจะเป็นความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยความเสียหายสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้แก่ การเกิดสนิมในเหล็กเสริมคอนกรีต (Rust) และการเกิดรอยแตก (Crack)

[10.6.1] สนิม (Rust) คือ การผุกร่อน (Corrosion) ของเหล็กเสริมที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของเหล็กกับน้ำและอากาศ สีของสนิมเหล็กมีตั้งแต่สีแดงเข้มไปจนถึงสีน้ำตาลเข้ม การเกิดสนิมบนผิวเหล็กเสริมทำให้พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมลดลง ซึ่งจะทำให้เหล็กเสริมรับน้ำหนักบรรทุกได้น้อยลงไปด้วย นอกจากนี้ ผิวเหล็กเสริมที่เปลี่ยนเป็นสนิมจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ซึ่งจะดันผิวคอนกรีตให้หลุดกะเทาะออกมา ทำให้หน้าตัดของคานคอนกรีตลดลงดังรูปที่ 10-15



รูปที่ 10-15 สนิมที่เกิดขึ้นที่เหล็กเสริมและทำให้ผิวคอนกรีตหลุดกะเทาะ

[10.6.2] แนวทางการดำเนินการหากเกิดสนิมในเหล็กเสริมคอนกรีต

1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม

2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม

ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา

แนะนำให้ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นบริเวณที่เกิดสนิม จากนั้นให้สกัดคอนกรีตบริเวณจุดที่เกิดสนิมออก ขัดสนิมออกจากผิวเหล็ก แล้วให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ต้า

3) ดำเนินการซ่อมตามแบบซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน

[10.6.3] รอยแตก (Cracks) เป็นความเสียหายที่เป็นอันตรายต่อโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นความเสียหายที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกที่สูงเกินหรือแรงกระทำจากน้ำหนักบรรทุกจร ทำให้คอนกรีตแตกร้าว รูปที่ 10-16 แสดงภาพจำลองรอยแตกที่สามารถเกิดขึ้นได้ทีบริเวณต่างๆ ของโครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก

[10.6.4] แนวทางการดำเนินการหากเกิดรอยแตกขึ้น

1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไป ใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม

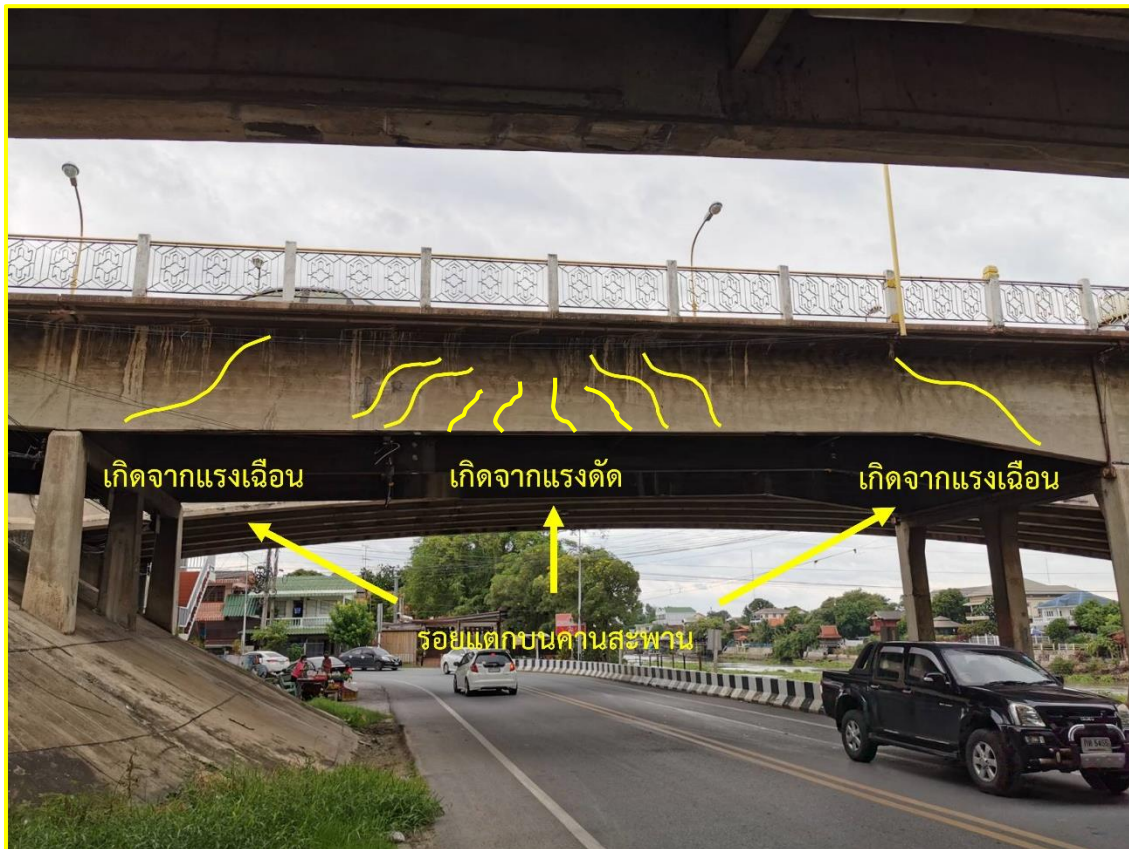
2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม

ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา

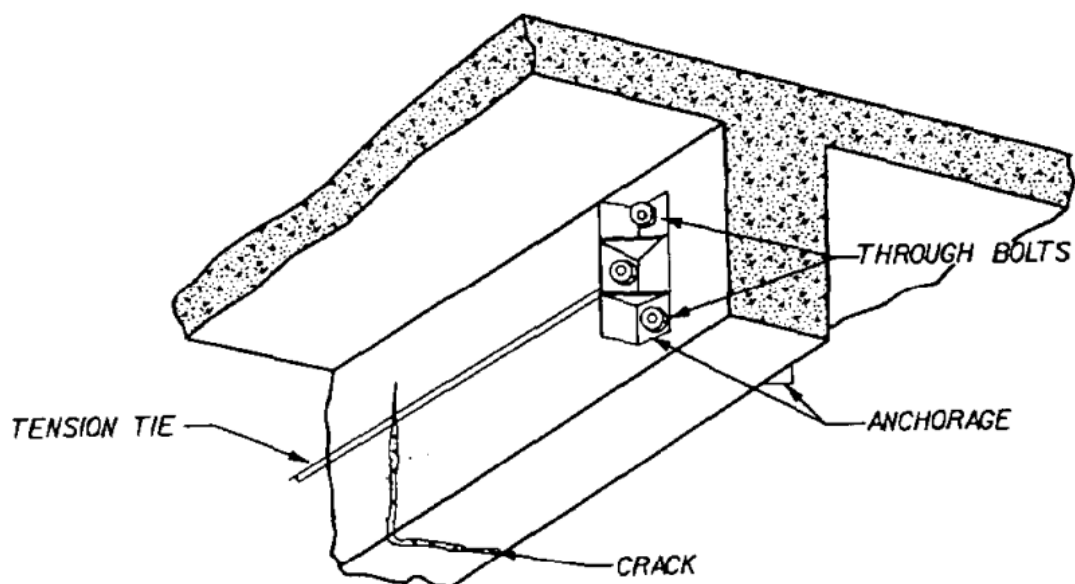
แนะนำให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) เพื่อป้องกันความชื้นเข้าไปทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม เนื่องจากรอยแตกอาจจะยังไม่หยุดขยายตัว (Active Cracks) แนะนำให้ปิดรอยแตกด้วยการอัดแรงจากภายนอก (External Post – Tensioning) โดยออกแบบการอัดแรงให้มั่นใจว่าพื้นสะพานสามารถรับน้ำหนักบรรทุกตายตัว (Dead Load) ได้ตามเดิม ทำการติดตั้งอุปกรณ์จับยึด (Anchorage) ที่ปลายคานทั้ง 2 ฝั่ง จากนั้นทำการชิงเหล็กเส้นเพื่อให้เกิดแรงบีบอัดทำให้อุดรอยแตกชิดเข้าหากันดังแสดงในรูปที่ 10-17

3) ดำเนินการซ่อมตามแบบซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน





รูปที่ 10-16 ภาพจำลองรอยแตกบริเวณต่าง ๆ ของโครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 10-17 การปิดรอยแตกคานคอนกรีตโดยใช้เหล็กเส้นอัดแรงจากภายนอก

[10.7] ความเสียหายของเส้นลวดขึง

ความเสียหายที่มักพบเห็น คือ การเกิดสนิมบนเส้นลวดขึง ทำให้พื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดขึงลดลงและรับน้ำหนักบรรทุกได้น้อยลง

[10.7.1] แนวทางการดำเนินการหากเกิดสนิมที่ทำให้หน้าตัดเส้นลวดลดลง

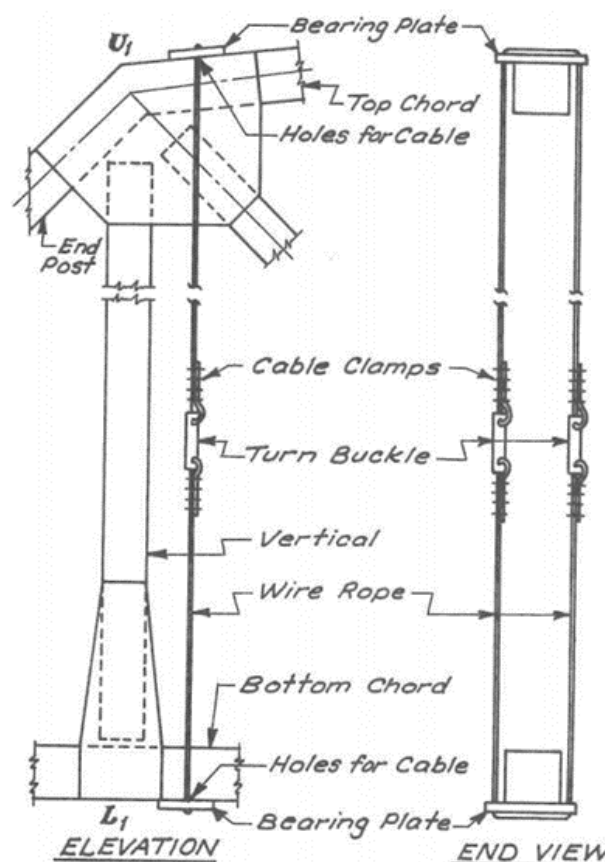
- 1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม

- 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม

ข้อแนะนำสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา

แนะนำให้ติดตั้งสลิงพร้อมเกลียวแรง (Turnbuckle) สำหรับรับน้ำหนักบรรทุกแทนเส้นลวดเดิมก่อนดังแสดงในรูปที่ 10-18 จากนั้นทำการเปลี่ยนเส้นลวดเดิมออกแล้วทำการติดตั้งเส้นลวดใหม่เข้าไป จากนั้นนำสลิงพร้อมเกลียวแรงที่ติดตั้งเพื่อช่วยรับน้ำหนักบรรทุกออก

- 3) ดำเนินการซ่อมตามแบบซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน



รูปที่ 10-18 การติดตั้งสลิงพร้อมเกลียวแรงเพื่อช่วยรับน้ำหนักก่อนการเปลี่ยนเส้นลวด



[10.8] ความเสียหายของเสาคอนกรีตใต้แผ่นยางรองสะพาน

ความเสียหายที่มักพบเห็น คือ การเกิดรอยแตกบริเวณหัวเสาเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจรของสะพาน

[10.8.1] แนวทางการดำเนินการหากเกิดความเสียหายกับเสาคอนกรีต

- 1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม

- 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม

ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา

แนะนำให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) เพื่อป้องกันความชื้นเข้าไปทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม เนื่องจากรอยแตกอาจจะยังไม่หยุดขยายตัว (Active Cracks) แนะนำให้ปิดรอยแตกด้วยการใช้แผ่นคาร์บอนไฟเบอร์อัดแรง (Pre-stressed Carbon Fiber) หรือวิธีอื่นๆ ที่เหมาะสม

- 3) ดำเนินการซ่อมตามแบบซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน

[10.9] ความเสียหายของตอม่อและฐานรากสะพาน

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างตอม่อและฐานรากสะพานที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน ได้แก่ การกะเทาะของคอนกรีต และเนื่องจากเป็นโครงสร้างที่สัมผัสน้ำ จึงอาจมีความเสียหายจากปฏิกิริยาซัลเฟตในคอนกรีต (Sulfate Attack) ได้ง่าย นอกจากนี้อาจมีการกัดเซาะ (Scour) รอบๆ ตอม่อและฐานรากสะพานจากการไหลของกระแสน้ำ

[10.9.1] แนวทางการดำเนินการหากเกิดความเสียหายเนื่องจากการปฏิกิริยาซัลเฟต

- 1) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม
- 2) แนะนำให้สกัดคอนกรีตบริเวณที่เกิดการกะเทาะออก ขัดสนิมออกจากผิวเหล็กเสริม แล้วให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ตาร์

[10.9.2] แนวทางการดำเนินการหากเกิดความเสียหายเนื่องจากการกัดเซาะ

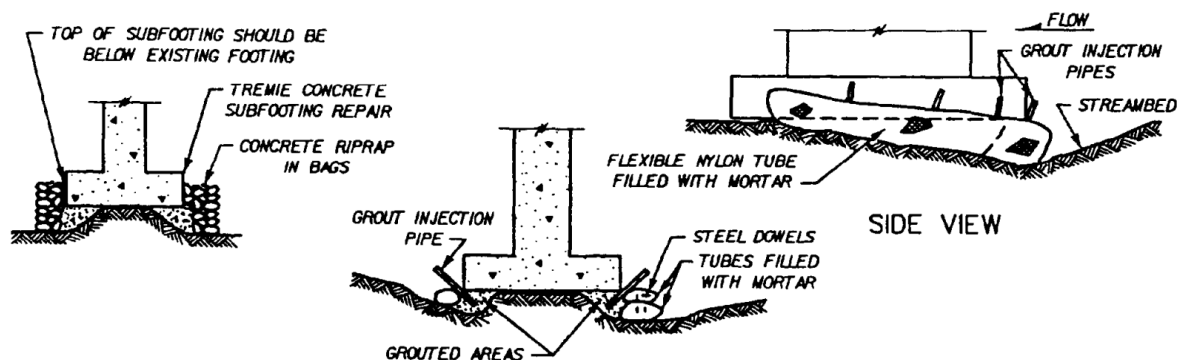
- 1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม

- 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม

ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา

แนะนำให้ใช้วิธีการอัดฉีดคอนกรีต (Concrete Grout) ดังแสดงในรูปที่ 10-19 เพื่อให้คอนกรีตไปปิดหลุมกัดเซาะที่เกิดขึ้น ทำให้หน่วยแรงแบกทานบริเวณตอม่อและฐานรากสะพานเพิ่มขึ้น รายละเอียดวิธีการซ่อมสามารถอ้างอิงได้จาก Bridge Inspection, Maintenance, and Repair (TM 5-600/AFJPM 32-1088) หรืออาจใช้วิธีการอื่น ๆ ที่เหมาะสม

3) ดำเนินการซ่อมตามแบบซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน



รูปที่ 10-19 การอัดฉีดคอนกรีตเพื่อปิดหลุมกัดเซาะบริเวณใต้ตอม่อและฐานรากสะพาน

[10.10] ความเสียหายของแผ่นรองคานสะพานประเภทยางเสริมแผ่นเหล็ก

ความเสียหายที่มักพบเห็น คือ การเสื่อมสภาพของแผ่นยาง เช่น การปูดบวม การยุบตัว การแข็งแตกกลายาง

[10.10.1] แนวทางการดำเนินการหากเกิดความเสียหาย

- 1) ติดป้ายเตือนชะลอความเร็วก่อนขึ้นสะพาน
- 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการยกเปลี่ยนแผ่นรองคานสะพาน



[10.11] ความเสียหายของรอยต่อพื้นสะพานแบบอัดยาง (Compression Seal Joint)

การรั่วซึมและการสะสมของตะกอนดินและฝุ่นเป็นความเสียหายที่พบบ่อยที่สุดของรอยต่อพื้นสะพานแบบอัดยาง

[10.11.1] แนวทางการดำเนินการหากเกิดความเสียหาย

- 1) ให้ทำความสะอาดรอยต่อพื้นสะพานโดยฉีดล้างด้วยน้ำแรงดันสูง
- 2) หากพบการรั่วซึมให้เปลี่ยนยางกันซึม (Elastomeric Compression Seal)

[10.12] ความเสียหายของผิวจราจรแอสฟัลต์คอนกรีต

ความเสียหายที่มักเกิดขึ้นกับผิวจราจรแอสฟัลต์คอนกรีต ได้แก่ การเกิดร่องล้อ (Rutting) และ ผิวลื่น (Polishing)

[10.12.1] แนวทางการดำเนินการหากเกิดความเสียหาย

- 1) ติดป้ายเตือนชะลอความเร็วก่อนขึ้นสะพาน
- 2) ปูผิวจราจรใหม่

[10.13] ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบสะพาน

การตรวจสอบสะพานเป็นการตรวจสอบหาความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ของสะพานตามที่กล่าวในหัวข้อ [10.3]

เพื่อความสะดวกและความเป็นระบบในการตรวจสอบสะพานปรีดี - ช้าง การตรวจสอบจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบปกติ (Routine Inspection) การตรวจสอบใหญ่ (Principal Inspection) และการตรวจสอบเชิงป้องกัน (Preventive Inspection) โดยรายละเอียดของการตรวจสอบแต่ละประเภทมีดังนี้

[10.13.1] การตรวจสอบปกติ (Routine Inspection)

หลักการ

การตรวจสอบปกติจัดทำขึ้นเพื่อให้มั่นใจว่า สะพานยังคงมีสภาพปกติ มีความราบเรียบและปลอดภัยในการขับขี่

รอบการตรวจสอบ

1 ปี หรือน้อยกว่า ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่จะทำการตรวจสอบ

องค์ประกอบที่ทำการตรวจสอบ

องค์ประกอบอื่นๆ (Miscellaneous Elements) ทั้งหมดตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ [10.2.3] ได้แก่

- 1) แผ่นรองคานสะพานประเภทยางเสริมแผ่นเหล็ก (Steel Reinforced Elastomeric Bearing Pad)
- 2) รอยต่อพื้นสะพานแบบอัดยาง (Compression Seal Joint)
- 3) ผิวจราจรแอสฟัลต์คอนกรีต (AC Wearing Surface)

แนวทางการตรวจสอบ

แนวทางการตรวจสอบองค์ประกอบต่างๆ สรุปไว้ในตารางที่ 10-1



ตารางที่ 10-1 แนวทางการตรวจสอบปกติ (Routine Inspection)

องค์ประกอบ	ความเสียหายที่ตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ	รอบการตรวจสอบ	แนวทางการแก้ไขหากพบความเสียหาย
1) แผ่นรองคานสะพานประเภทยางเสริมแผ่นเหล็ก (Steel Reinforced Elastomeric Bearing Pad)	การเสื่อมสภาพของแผ่นยาง เช่น การบวม การยุบตัว การแตก ลายงา	สายตา (Visual Inspection)	1 ปี	1) ติดป้ายเตือนชะลอความเร็วก่อนขึ้นสะพาน 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการยกเปลี่ยนแผ่นรองคานสะพาน
2) รอยต่อพื้นสะพานแบบอัดยาง (Compression Seal Joint)	การรั่วซึมและการสะสมของตะกอนดินและฝุ่น	สายตา (Visual Inspection)	1 ปี	1) ทำความสะอาดรอยต่อโดยฉีดล้างรอยต่อด้วยน้ำแรงดันสูง 2) หากพบการรั่วซึมให้เปลี่ยนยางกันซึม (Elastomeric Compression Seal)
3) ผิวจราจรแอสฟัลต์คอนกรีต (AC Wearing Surface)	การเกิดร่องล้อ (Rutting) และผิวลื่น (Polishing)	สายตา (Visual Inspection)	1 ปี	1) ติดป้ายเตือนชะลอความเร็วก่อนขึ้นสะพาน 2) ปูผิวจราจรใหม่

[10.14] การตรวจสอบใหญ่ (Principal Inspection)**หลักการ**

การตรวจสอบใหญ่จัดทำขึ้นเพื่อตรวจหาความเสียหายที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างสะพาน (Damage Detection)

รอบการตรวจสอบ

2 ปี หรือน้อยกว่า

องค์ประกอบที่ทำการตรวจสอบ

โครงสร้างส่วนบน (Superstructure) และโครงสร้างส่วนล่าง (Substructure) ทั้งหมดตามที่ได้กล่าวในหัวข้อ [10.2.1] และ [10.2.3] ได้แก่

1. พื้นสะพานคอนกรีต (Concrete Deck Slab)
2. คานสะพาน (Main Beams) คานโค้ง (Arch Rib) และคานค้ำยัน (Bracing)
3. เส้นลวดขึง (Hanger Rod)
4. เสาคอนกรีต (Concrete Column)
5. กำแพงตอม่อและฐานราก (Pier Wall and Foundation)

แนวทางการตรวจสอบ

แนวทางการตรวจสอบองค์ประกอบต่างๆ สรุปไว้ในตารางที่ 10-2

ตารางที่ 10-2 แนวทางการตรวจสอบใหญ่ (Principal Inspection)

วัสดุ	องค์ประกอบ	ความเสียหายที่ตรวจสอบ	บริเวณที่ตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ	รอบการตรวจสอบ	แนวทางการแก้ไขหากพบความเสียหาย
คอนกรีต (Concrete)	1) พื้นสะพาน (Deck Slab)	รอยแตกเนื่องจากการเสื่อมสภาพของคอนกรีต (Durability Cracks or D-cracks)	ท้องพื้นใกล้กับรอยต่อพื้นสะพาน	สายตา (Visual Inspection)	2 ปี	1) ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำหรือการสะสมความชื้นบริเวณที่คอนกรีตเสื่อมสภาพ 2) ซ่อมผิวหน้าคอนกรีตส่วนที่เสื่อมสภาพด้วยวิธีอัดฉีดด้วยมอร์ตาร์กำลังอัดสูงชนิดไม่หดตัว (Non-shrink Rapid Strength Mortar) โดยในระหว่างการซ่อมให้ปิดจราจรบนสะพานเพื่อไม่ให้เกิดแรงกระแทก
		รอยแตกเดี่ยว (Individual Cracks)	ท้องพื้น			1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาส่งซ่อมเพื่อออกแบบซ่อมรอยแตก <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> ให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) เนื่องจากรอยแตกอาจจะยังไม่หยุดขยายตัว (Active Cracks) นอกจากนี้ยังแนะนำให้ปิดรอยแตกด้วยการอัดแรงจากภายนอก (External Pre – stressing) โดยออกแบบการอัดแรงให้แน่นใ้ผิวพื้นสะพานสามารถรับน้ำหนักบรรทุกตายตัวได้ตามเดิม การอัดแรงจากภายนอกสามารถทำได้โดยใช้เหล็กยึด (Tie Rod) ระหว่างคาน 2 คาน บริเวณที่มีรอยแตกเดี่ยว ทำการดึงเพื่อให้เกิดการอัดตัวของพื้นคอนกรีตซึ่งทำให้รอยแตกชิดเข้าหากัน 3) ดำเนินการซ่อมตามแบบซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาส่งซ่อม
	2) คานสะพาน (Main Beams)	สนิมที่เกิดขึ้นบนเหล็กเสริมคอนกรีต (Rust)	บริเวณที่มีสนิมขึ้นสนิมใกล้ผิวดินหรือ รอยต่อพื้นสะพาน			1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาส่งซ่อมเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นบริเวณที่เกิดสนิม จากนั้นให้เจาะคอนกรีตบริเวณจุดที่เกิดสนิมออก ขัดสนิมจากผิวเหล็กแล้วให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ตาร์ (Non-shrink Rapid Strength Mortar)
	3) คานโค้ง (Arch Ribs)					1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาส่งซ่อมเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นบริเวณที่เกิดสนิม จากนั้นให้เจาะคอนกรีตบริเวณจุดที่เกิดสนิมออก ขัดสนิมจากผิวเหล็กแล้วให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ตาร์ (Non-shrink Rapid Strength Mortar)
	4) คานค้ำยัน (Bracing)					1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาส่งซ่อมเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นบริเวณที่เกิดสนิม จากนั้นให้เจาะคอนกรีตบริเวณจุดที่เกิดสนิมออก ขัดสนิมจากผิวเหล็กแล้วให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ตาร์ (Non-shrink Rapid Strength Mortar)
	5) เส้นลวดขึง (Hanger Rod)	สนิม (Rust)	บริเวณที่มีสนิมขึ้นสนิมใกล้ผิวดินหรือ รอยต่อพื้นสะพาน			1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาส่งซ่อมเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นบริเวณที่เกิดสนิม จากนั้นให้เจาะคอนกรีตบริเวณจุดที่เกิดสนิมออก ขัดสนิมจากผิวเหล็กแล้วให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ตาร์ (Non-shrink Rapid Strength Mortar)
	6) เสาคอนกรีต (Concrete Column)	รอยแตก (Crack)	บริเวณหัวและกึ่งกลางเสาคอนกรีต			1) ห้ามรถบรรทุกประเภทใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาส่งซ่อมเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นบริเวณที่เกิดสนิม จากนั้นให้เจาะคอนกรีตบริเวณจุดที่เกิดสนิมออก ขัดสนิมจากผิวเหล็กแล้วให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ตาร์ (Non-shrink Rapid Strength Mortar)

ตารางที่ 10-3 แนวทางการตรวจสอบใหญ่ (Principal Inspection) (ต่อ)

วัสดุ	องค์ประกอบ	ความเสียหายที่ตรวจสอบ	บริเวณที่ตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ	รอบการตรวจสอบ	แนวทางการแก้ไขหากพบความเสียหาย
คอนกรีต (Concrete)	6) เสาคอนกรีต (Concrete Column)	รอยแตก (Crack)	บริเวณหัวและกึ่งกลางเสาคอนกรีต	สายตา (Visual Inspection)	2 ปี	1) ห้ามรถทุกประเภทใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) เนื่องจากรอยแตกอาจจะยังไม่หยุดขยายตัว (Active Cracks) แนะนำให้ใช้ตรอยแตกด้วยการใช้เส้นคาร์บอนไฟเบอร์อัดแรง (Pre-stressed Carbon Fiber) หรือวิธีอื่นๆที่เหมาะสม 3) ดำเนินการซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน
	7) ตอม่อและฐานราก (Pier and Foundation)		หัวตอม่อสะพานและบริเวณรอบๆ			1) ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น (รถบรรทุก 10 ล้อ) ขึ้นไปใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้ตรวจสอบและแก้ไขการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นบริเวณที่เกิดรอยแตก จากนั้นให้เคาะคอนกรีตบริเวณจุดที่เกิดสนิมออก ขัดสนิมจากผิวเหล็ก และแนะนำให้อุดรอยแตกด้วยอีพอกซี (Epoxy) หรือมอร์ต้า (Non-shrink Rapid Strength Mortar)
	7) ตอม่อและฐานราก (Pier and Foundation)	การกัดเซาะรอบตอม่อ	รอบๆตอม่อและฐานรากสะพาน	สายตา (Visual Inspection) และการสำรวจโครงสร้างใต้ดินด้วยวิธีการสแกนด้วยโซนาร์ (SONAR)		1) ห้ามรถทุกประเภทใช้สะพานระหว่างรอการซ่อม 2) แจ้งวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพานเพื่อออกแบบซ่อม <u>ข้อเสนอแนะสำหรับวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา</u> แนะนำให้ใช้วิธีการอัดฉีดคอนกรีต (Concrete Grout) เพื่อให้คอนกรีตไปปิดหลุมกัดเซาะที่เกิดขึ้น ทำให้หน่วยแรงแบกทานบริเวณตอม่อและฐานรากสะพานเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถอ้างอิงได้จาก Bridge Inspection, Maintenance, and repair (TM 5-600/AFJPM 32-1088) หรือวิธีอื่นๆที่เหมาะสม 3) ดำเนินการซ่อมภายใต้การควบคุมของวิศวกรโครงสร้างหรือวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษาสะพาน



[10.15] การตรวจเชิงป้องกัน (Preventive Inspection)**หลักการ**

การตรวจสอบเชิงป้องกันจัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างสะพาน เพื่อให้แน่ใจว่า สะพานยังคงสามารถรองรับการจราจรที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างปลอดภัยตามมาตรฐานการออกแบบ

รอบการตรวจสอบ

6 ปี หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานการออกแบบ

องค์ประกอบที่ทำการตรวจสอบ

โครงสร้างส่วนบน (Superstructure) และโครงสร้างส่วนล่าง (Substructure)

แนวทางการตรวจสอบ

อาศัยข้อมูลการตรวจวัดสะพาน (ความเครียดและความเร่งที่ตำแหน่งต่างๆ ของโครงสร้างสะพาน) ภายใต้การจราจรปกติที่ได้จากระบบ Long-term Health Monitoring ซึ่งคาดว่าจะได้ทำการติดตั้งไว้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ข้อมูลจาก Long-term Health Monitoring ได้ ให้ทำการเก็บข้อมูลแบบ Short-term เป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน ก่อนครบกำหนดรอบการตรวจสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบเพื่อประเมินกำลังรับน้ำหนักให้ใช้แนวทางที่ได้จัดทำไว้แล้วในรายงานฉบับสุดท้าย (Final Report) ของโครงการศึกษาจัดทำแนวทางการบูรณะสะพานประวัติศาสตร์ของกรมทางหลวงที่ก่อสร้างก่อนปี พ.ศ. 2500 ปี พ.ศ. 2563 โดยสำนักวิจัยและพัฒนาทาง หรืออาจใช้แนวทางอื่นๆ ที่เหมาะสมตามดุลยพินิจของวิศวกรผู้ประเมิน

เอกสารอ้างอิง

1. NCHRP 271. Guidelines for Evaluation and Repair of Damaged Steel Bridge Members, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. (1984).
2. TM 5-600/AFJPM 32-1088. Bridge Inspection, Maintenance, and repair, Departments of the Army and the Air Force, Washington, D.C. (1994).



บทที่ 11 บทสรุป

สะพานปรีดี-ธำรง เป็นสะพานเก่าแก่ที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ด้านวิศวกรรมการก่อสร้างสะพานของกรมทางหลวงและของประเทศไทย เปิดให้บริการเมื่อปีพ.ศ. 2486 สะพานใช้ข้ามแม่น้ำป่าสัก ตั้งอยู่บนทางหลวงหมายเลข 309 กิโลเมตรที่ 20+552 ซึ่งเป็นเส้นทางหลักเข้า-ออก ตัวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีการจราจรหนาแน่น ในปัจจุบัน สะพานปรีดี-ธำรง ได้ถูกจำกัดการใช้งานโดยให้รองรับยานพาหนะขนาดเล็กเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากสะพานมีสภาพทรุดโทรมหลังผ่านการใช้งานมานานกว่า 77 ปี ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องบูรณะสะพานปรีดี-ธำรง นี้ให้มีสภาพปลอดภัยต่อผู้ใช้ทางนอกจากนี้จะเป็นการช่วยสะพานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช และสะพานสมเด็จพระเอกาทศรถ ซึ่งเป็นสะพานที่ขนานกับสะพานปรีดี-ธำรง ในการระบายรถเข้า-ออก ตัวจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น สำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง จึงได้จัดทำ “โครงการศึกษาจัดทำแนวทางการบูรณะสะพานปรีดี-ธำรงภายหลังการใช้งาน 77 ปี” ขึ้น เพื่อศึกษาและจัดทำแนวทางการบูรณะสะพานปรีดี-ธำรง โดยขอบเขตการดำเนินงานประกอบด้วย การจัดทำค่าระดับและมิติสะพาน การจัดทำรายละเอียดความเสียหายสะพาน การสำรวจโครงสร้างใต้หน้า การสำรวจรายละเอียดเหล็กเสริม การทดสอบคุณสมบัติวัสดุโครงสร้างสะพาน การตรวจวัดพฤติกรรมโครงสร้างสะพาน การออกแบบบูรณะสะพาน การจัดทำแบบรายละเอียดการบูรณะสะพาน การประมาณราคาค่าบูรณะสะพาน และการจัดทำแผนการตรวจสอบสะพานภายหลังการบูรณะ

การดำเนินงานในส่วนแรกเป็นการสำรวจค่าระดับหลังสะพาน และการตรวจวัดขนาดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างสะพาน เพื่อนำไปใช้สร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานด้วยโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยโครงสร้างส่วนบน (Superstructure) ประกอบด้วย 8 ช่วงสะพาน (Span) มีความยาวรวม 168.54 เมตร แบ่งเป็นช่วงสะพานเชิงลาด (Approach Span) ผังวิ่งน้อย 3 ช่วง (S1-S3) ช่วงสะพานสะพานโค้ง (Arch Span) 1 ช่วง (S4) และช่วงสะพานเชิงลาดฝั่งอยุธยาอีก 4 ช่วง (S5 – S8) โครงสร้างส่วนล่าง (Substructure) ประกอบด้วย ตอม่อตักกลาง (Pier) 7 ตอม่อ (P1-P7) ซึ่งอยู่ระหว่างตอม่อตักริม (Abutment) 2 ตอม่อ (A1-A2)

จากการตรวจสอบความเสียหาย ในแต่ละบริเวณของสะพาน พบว่ามีการเสื่อมสภาพและมีปริมาณขรุขระที่ค่อนข้างมาก พบคอนกรีตหลุดล่อนมองเห็นเหล็กเสริมในหลาย ๆ บริเวณที่เป็น พื้นสะพาน และคานตามยาว บ่งบอกถึงระดับสนิมในเหล็กเสริมที่เกิดขึ้นค่อนข้างมากแล้ว ผิวคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมเลยแตกและหลุดล่อนออกมา นอกจากนี้ คานตามยาว (Girder) ในช่วงสะพานโค้ง (Arch Span) มีรอยแตกตัดหลายเส้นขนานกัน จากท้องคานถึงพื้นสะพาน บ่งบอกว่าช่วงสะพานโค้งไม่สามารถ

รับแรงดัดจากน้ำหนักบรรทุกจรได้เพียงพอ ควรได้รับการเสริมกำลัง ส่วนบริเวณตอม่อกลางน้ำ (Pier) มีการเสื่อมสภาพหลายตำแหน่ง แต่ยังไม่รุนแรงมากนัก

การสำรวจโครงสร้างส่วนที่อยู่ใต้น้ำได้ใช้เครื่อง Sonar Scan ทำให้สามารถมองเห็นลักษณะท้องน้ำตามแนวสะพานและสภาพโครงสร้างตอม่อส่วนที่อยู่ใต้น้ำได้ ผลการสำรวจพบว่าร่องน้ำลึกจะอยู่ในช่วงสะพาน S4 ระหว่างตอม่อ P3 และ P4 โดยมีความลึกอยู่ที่ 10.58 เมตร ไม่พบปัญหาด้านการกัดเซาะของตอม่อสะพานปรีดี-ช้างที่ต้องการจะบูรณะในโครงการนี้

การสำรวจรายละเอียดเหล็กเสริมได้ใช้เครื่อง Ferro Scan ร่วมกับเครื่อง Ground Penetration Radar โดยได้สุ่มตรวจสอบครอบคลุมทั้งสะพาน ประกอบด้วย เสาตอม่อ 5 ตำแหน่ง คานรัดหัวเสา 1 ตำแหน่ง คานหลัก 39 ตำแหน่ง คานรองพื้นสะพาน 26 ตำแหน่ง พื้นสะพานบริเวณถนน 32 ตำแหน่ง พื้นสะพานบริเวณทางเท้า 26 ตำแหน่ง และคานโค้ง 2 ตำแหน่ง ผลการสำรวจเหล็กเสริมรวมทั้งสิ้น 131 ตำแหน่ง ถูกนำมาใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างภาคสนาม (Field As-Built Drawing) เพื่อใช้ประกอบการประเมินความสามารถรับแรงกระทำของโครงสร้างเดิมและการออกแบบเสริมกำลังกรณีที่เป็น

การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตด้วยวิธีการเจาะทดสอบ (Core Drilling) พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดคอนกรีตของชิ้นส่วนทางเท้า (SW) คานตามยาว (GD) คานรองพื้นสะพาน (FB) คานรัดหัวเสา (CB) ค้ำยันเสาตอม่อ (BC) กำแพงตอม่อ (PW) และเสาตอม่อ (PR) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.0, 16.2, 16.7, 18.1, 17.5, 15.2 และ 16.5 MPa ตามลำดับ ซึ่งนับว่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากคอนกรีตที่ใช้ก่อสร้างสะพานผ่านการใช้งานมานานกว่า 77 ปี ยกเว้นทางเท้าที่อาจมีการก่อสร้างใหม่

การทดสอบความลึกการเกิดปฏิกิริยาคาร์บอนเนชันในคอนกรีต พบว่าชิ้นส่วนทางเท้า (SW) คานตามยาว (GD) คานรองพื้นสะพาน (FB) คานรัดหัวเสา (CB) ค้ำยันเสาตอม่อ (BC) กำแพงตอม่อ (PW) เสาตอม่อ (PR) และพื้นสะพาน (Deck) มีความลึกการคาร์บอนเนชันเฉลี่ยเท่ากับ 1.19, 3.00, 3.17, 1.50, 2.50, 3.75, 2.40 และ 2.77 ซม. ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ตามหลักสถิติที่พิจารณาความแปรปรวนความลึกการคาร์บอนเนชันกับระยะคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมแล้ว พบว่า ชิ้นส่วนคานตามยาว (GD) และคานรองพื้นสะพาน (FB) มีโอกาสจะเกิดสนิมได้มากที่สุด (70% และ 73%) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจความเสียหาย

การทดสอบกำลังรับแรงดึงของเหล็กเสริมที่ตัดออกมาจากชิ้นส่วนโครงสร้างสะพาน พบว่าเหล็กที่ใช้ในสะพานเป็นเหล็กกลมทั้งหมด เมื่อทดสอบจำนวน 40 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเค้นดึงที่จุดครากเท่ากับ 372 MPa ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 43 MPa เมื่อวิเคราะห์ตามหลักสถิติที่พิจารณาความแปรปรวนความเค้นดึงที่จุดคราก พบว่าโอกาสที่เหล็กกลมจะมีกำลังรับแรงดึงต่ำกว่าจุดครากของเหล็กเสริม SR2400 (240 MPa) มีเพียง 0.18%

การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของสะพานจะแบ่งโครงสร้างส่วนบนของสะพานปรีดี-ช้าง เป็น 5 กลุ่มช่วงสะพาน ได้แก่ Span with 1 Overhang, Span with 2 Overhang, Suspended Span on Overhang 1 side, Suspended Span on Overhang 2 side และ Arch Span ผลการทดสอบพบว่าแต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ยความถี่ธรรมชาติเท่ากับ 5.37, 5.98, 5.60, 5.37 และ 3.91 Hz ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสะพานให้มีพฤติกรรมใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบัน หรือใช้เปรียบเทียบพฤติกรรมก่อนและหลังการบูรณะได้

การออกแบบบูรณะสะพานใช้มาตรฐาน ASSHTO LRFD ผลการประเมินพบว่า โครงสร้างส่วนล่าง (Substructure) ยังคงสามารถรับน้ำหนักสูงสุดได้อย่างปลอดภัย แต่โครงสร้างส่วนบน (Superstructure) มีความสามารถไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องปรับปรุงเสริมกำลัง โดยการปรับปรุงสะพานจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นช่วงสะพานโค้ง (Arch Span) และส่วนที่เป็นช่วงสะพานเชิงลาด (Approach Span) การออกแบบบูรณะสะพานจะแบ่งเป็น 2 ทางเลือก คือ ใช้รองรับรถเล็กและใช้รองรับรถบรรทุกหนัก ซึ่งการบูรณะของทั้งสองทางเลือกนี้จะต่างกันเฉพาะส่วนที่เป็นช่วงสะพานโค้ง โดยการบูรณะสำหรับรองรับรถเล็ก ส่วนที่เป็นช่วงสะพานโค้ง จะทำการขยายหน้าตัดคานโค้งให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เปลี่ยนลวดขึงเพียง 2 เส้นในแต่ละข้าง รื้อทำพื้นสะพานใหม่ และขึงพื้นสะพานตามแนวขวางด้วยเกลียวแรง (Turnbuckle) ขณะที่การบูรณะสำหรับรองรับรถบรรทุกหนักจะมีเพิ่มเติม ดังนี้ เปลี่ยนลวดขึงทุกเส้น ทำการขยายหน้าตัดคานตามยาวให้ใหญ่ขึ้นและอัดคานด้วยลวดอัดแรง ส่วนการบูรณะสำหรับรองรับรถเล็กและรถใหญ่บริเวณช่วงสะพานเชิงลาดกระทำเหมือนกัน คือ รื้อทำพื้นสะพานใหม่ ขยายหน้าตัดคานตามยาวให้ใหญ่ขึ้นและอัดคานด้วยลวดอัดแรง ขึงพื้นสะพานตามแนวขวางด้วยเกลียวแรง (Turnbuckle) เสริมกำลังปลายคานรับแรงเฉือนด้วย PT bar นอกจากนี้ ทั้งสองทางเลือกจะทำการยกสะพานเปลี่ยนจุดรองรับคาน (Bearing) ใหม่ทั้งหมด ปูผิวทางและติดตั้งรอยต่อเพื่อขยายใหม่ตลอดความยาวสะพาน

การประมาณราคาค่าบูรณะสะพานในโครงการนี้เป็นการแนะนำราคาเบื้องต้นเท่านั้น โดยได้พิจารณาปริมาณวัสดุตามแบบรายละเอียดการบูรณะสะพาน รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ระหว่างการบูรณะสะพาน ผลการประเมิน พบว่าทางเลือกรองรับรถเล็กและทางเลือกรองรับรถบรรทุกหนักต้องใช้งบประมาณรวมทั้งสิ้น 95 ล้านบาท และ 104 ล้านบาท ตามลำดับ และเมื่อสะพานได้รับการบูรณะเรียบร้อยแล้ว หน่วยงานที่รับผิดชอบควรหมั่นตรวจสอบสภาพการใช้งานสะพานเป็นประจำตามแผนการตรวจสอบสะพานภายหลังการบูรณะที่ได้จัดทำขึ้นในโครงการนี้