มาตรฐานสะพาน

จัดทำโดย

กองช่าง

องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านแหง

คำนำ

การจัดบริการสาธารณะเปนภารกิจสำคัญที่องคกรปกครองสวนทองถิ่น ตองดำเนินการทั้งตาม อำนาจหนาที่และตามที่ไดรับถายโอนจากสวนราชการตางๆ โดยมีหลักการทำงานที่จะตองยึดถือไววา “การจัดบริการสาธารณะใหแกประชาชนนั้น จะตองดีขึ้นหรือไมต่ำกวาเดิม มีคุณภาพ ไดมาตรฐาน มีการ บริหารจัดการที่มีความโปรงใส มีประสิทธิภาพและมีความรับผิดชอบตอผูใชบริการที่มากขึ้น”

กรมสงเสริมการปกครองทองถิ่น ในฐานะหนวยงานหลักในการสงเสริม สนับสนุนและ พัฒนาใหองคกรปกครองสวนทองถิ่นมีศักยภาพในการบริหารจัดการ และสามารถใหบริการสาธารณะ แกประชาชนไดอยางมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลไดเล็งเห็นความสำคัญของการกำหนดมาตรฐาน การบริหารงานและการบริการสาธารณะขององคกรปกครองสวนทองถิ่น เพื่อเปนแนวทางปฏิบัติหรือ เปนคูมือปฏิบัติงานใหกับองคกรปกครองสวนทองถิ่น ตลอดจน เพื่อเปนหลักประกันในระดับหนึ่งวา หากองคกรปกครองสวนทองถิ่น ไดถือปฏิบัติตามแนวทางที่มาตรฐานกำหนดแลว ประชาชนไมวาจะ อาศัยอยูที่ใดในประเทศจะตองไดรับบริการสาธารณะที่มีคุณภาพ โดยเทาเทียมกัน

ในการนี้กรมสงเสริมการปกครองทองถิ่น ไดรวมกับสถาบันการศึกษา และองคกรวิชาชีพ ตางๆ ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการบริหารงานและการบริการสาธารณะขององคกรปกครองสวน ทองถิ่น โดยไดผานการประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อรวมกันพิจารณาจากผูที่เกี่ยวของฝายตางๆ อาทิเชน ผูแทนจากองคการบริหารสวนจังหวัดเทศบาลองคการบริหารสวนตำบล สมาคมองคกรปกครองสวน ทองถิ่น ตลอดจนสวนราชการที่เกี่ยวของจึงเปนที่เชื่อมั่นไดวาองคกรปกครองสวนทองถิ่นจะสามารถนำ มาตรฐานที่ไดจัดทำขึ้น ไปใชเปนแนวทางปฏิบัติในการจัดบริการสาธารณะไดอยางแทจริง

สำหรับ **มาตรฐานสะพาน** กรมสงเสริมการปกครองทองถิ่น ไดรวมกับ สมาคมวิศวกรรมสถาน แหงประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ (ว.ส.ท.) จัดทำขึ้น โดยหวังเปนอยางยิ่งวา องคกรปกครอง สวนทองถิ่นจะไดศึกษา ทำความเขาใจและนำมาตรฐาน รวมทั้งแนวทางขั้นตอนการปฏิบัติตามที่ กำหนดไวไปประยุกตใชในการปฏิบัติงาน รวมทั้งพัฒนาคุณภาพ ประสิทธิภาพ การบริหารและการ บริการสาธารณะใหดียิ่งขึ้น เพื่อประโยชนสุขของประชาชน อันเปนเปาหมายที่สำคัญสูงสุดในการ ทำงานขององคกรปกครองสวนทองถิ่น สืบตอไป

สารบัญ

	หนา
บทที่ 1 บทนำ	1-4
บทที่ 2 การศึกษาความเหมาะสมของโครงการ	5-16
บทที่ 3 การสำรวจและออกแบบ	17-40
บทที่ 4 การกอสรางและควบคุมงานสะพาน	41-103
บทที่ 5 การบำรุงรักษาสะพานและสภาพรองน้ำ	104 - 128
บทที่ 6 ขอเสนอแนะตอการพัฒนามาตรฐาน	129 - 132
ภาคผนวก	

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเปนมา

การจัดใหมีและบำรุงรักษาเสนทางคมนาคมทั้งทางบกและทางน้ำ เปนบริการสาธารณที่ถือ เปนภารกิจหนาที่หนึ่งขององคกรปกครองสวนทองถิ่นที่ตองจัดใหบริการแกประชาชน เพื่อใหเกิด ประโยชนในการใชเปนเสนทางคมนาคมขนสง และสะพานก็เปนภารกิจงานดานโครงสรางพื้นฐานที่ สำคัญเพื่อใชเชื่อมตอเสนทางคมนาคมในกรณีที่มีลำน้ำตัดผาน โดยใชขามฟากระหวางลำหวย คลอง ทางน้ำที่ทอดผาน รวมทั้งใชเชื่อมตอกับถนนอีกฝงหนึ่ง นอกจากนี้การกอสรางและบำรุงรักษาสะพานนี้ ยังมีภารกิจที่กรมทางหลวงชนบท ไดถายโอนภารกิจใหองคกรปกครองสวนทองถิ่นรับผิดชอบสวนหนึ่งดวย ดังนั้นเพื่อใหประชาชนไดรับความสะดวกปลอดภัย ในการเดินทางและขนสงสินคาตางๆ ซึ่งจะสงผล ประโยชนตอเนื่องไปถึงเศรษฐกิจรายไดของคนในทองถิ่น และเพื่อใหองคกรปกครองสวนทองถิ่น สามารถดำเนินการในการกอสรางและบำรุงดูแลรักษาสะพานที่เปนแนวทางอันเดียวกันตามภารกิจ อำนาจหนาที่ จึงไดจัดทำมาตรฐานสะพานฉบับนี้ขึ้น โดยกฎหมายไดกำหนดอำนาจหนาที่ขององคกร ปกครองสวน ทองถิ่น ดังนี้

***พระราชบัญญัติสภาตำบลและองคการบริหารสวนตำบล พ.ศ. 2537**

มาตรา 67 ภายใตบังคับแหงกฎหมาย องคการบริหารสวนตำบล มีหนาที่ตองทำในเขต องคการบริหารสวนตำบล ดังตอไปนี้

(1) จัดใหมีและบำรุงรักษาทางน้ำและทางบก

***พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496**

มาตรา 50 ภายใตบังคับแหงกฎหมาย เทศบาลตำบล มีหนาที่ตองทำในเขตเทศบาล ดังตอไปนี้

(2) ใหมีและบำรุงทางบกและทางน้ำ

มาตรา 53 ภายใตบังคับแหงกฎหมาย เทศบาลเมืองมีหนาที่ตองทำในเขตเทศบาล ดังตอไปนี้

(1) กิจการตามที่ระบุไวในมาตรา 50

มาตรา 56 ภายใตบังคับแหงกฎหมาย เทศบาลนคร มีหนาที่ตองทำในเขตเทศบาล ดังตอไปนี้

(1) กิจการตามที่ระบุไวในมาตรา 53

*** พระราชบัญญัติองคการบริหารสวนจังหวัด พ.ศ.2540**

มาตรา 45 องคการบริหารสวนจังหวัดมีอำนาจหนาที่ดำเนินกิจการภายในเขตองคการ บริหารสวนจังหวัด ดังตอไปนี้

(8) จัดทำกิจการใดๆ อันเปนอำนาจหนาที่ของราชการสวนทองถิ่นอื่นที่ อยูในเขตองคการบริหารสวนจังหวัด และกิจการนั้นเปนการสมควรใหราชการสวนทองถิ่นอื่นรวมกัน ดำเนินการหรือใหองคการบริหารสวนจังหวัดจัดทำ ทั้งนี้ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

- **กฎกระทรวง (พ.ศ.2541) ออกตามความในพระราชบัญญัติองคการ บริหารสวนจังหวัด พ.ศ.2540**

"ใหกิจการดังตอไปนี้เปนกิจการที่ราชการทองถิ่นอื่นสมควรใหองคการบริหารสวนจังหวัดรวมดำเนินการ หรือใหองคการบริหารสวนจังหวัดจัดทำ

(6) จัดใหมีและบำรุงรักษาทางบก ซึ่งอยางนอยตองเปนทางหลวงชนบท ตามกฎหมายวาดวยทางหลวง

(7) จัดใหมีและบำรุงรักษาทางน้ำ"

*** พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจใหแกองคกรปกครองสวน ทองถิ่น พ.ศ. 2542**

มาตรา 16 ใหเทศบาล เมืองพัทยา และองคการบริหารสวนตำบล มีอำนาจและหนาที่ ในการจัดระบบบริการสาธารณะเพื่อประโยชนของประชาชนในทองถิ่นของตนเอง ดังนี้

(2) การจัดใหมีและบำรุงรักษาทางบก ทางน้ำ และทางระบายน้ำ

มาตรา 17 ภายใตบังคับมาตรา 16 ใหองคการบริหารสวนจังหวัดมีอำนาจและหนาที่ ในการจัดระบบบริการสาธารณะเพื่อประโยชนของประชาชนในทองถิ่นของตนเอง ดังนี้

(16) การสรางและบำรุงรักษาทางบกและทางน้ำที่เชื่อมตอระหวางองคกร ปกครองสวนทองถิ่นอื่น

(24) จัดทำกิจการใดอันเปนอำนาจและหนาที่ขององคกรปกครองสวนทองถิ่น อื่นที่อยูในเขตและกิจการนั้นเปนการสมควรใหองคกรปกครองสวนทองถิ่นอื่นรวมกันดำเนินการหรือ ใหองคการบริหารสวนจังหวัดจัดทำ ทั้งนี้ ตามที่คณะกรรมการประกาศกำหนด

สำหรับการกอสรางและบำรุงรักษาสะพานที่กรมทางหลวงชนบทถายโอนใหแกองคกรปกครองสวนทองถิ่น ไดแก

- งานกอสรางทางหลวงชนบท สะพานและอื่นๆ ที่อยูบนสายทาง (ถนนภายในหมูบาน) ถายโอนใหแกองคการบริหารสวนจังหวัด และองคการบริหารสวนตำบล

- งานก อสร างทางหลวงชนบท สะพานและอื่นๆ ที่อยู บนสายทาง (ถนนลาดยาง และสะพาน คสล.) ถายโอนใหแก เทศบาล เมืองพัทยา องคการบริหารสวนจังหวัด และ องคการบริหารสวนตำบล

- งานบำรุงรักษาถนน และสะพาน ถายโอนใหแก เทศบาล เมืองพัทยา องคการบริหารสวนจังหวัด และองคการบริหารสวนตำบล

- งานปรับปรุงสะพานไมเปนสะพาน คสล. (ความยาวชวงไมเกิน 10 เมตร) ความยาวรวมไมเกิน 50 เมตร ถายโอนใหแก เทศบาล เมืองพัทยา องคการบริหารสวนจังหวัด และ องคการบริหาร สวนตำบล

- งานกอสรางสะพาน ค.ส.ล. ถายโอนใหแกองคการบริหารสวนจังหวัด และองคการบริหารสวนตำบล

ดังนั้น เพื่อใหองคกรปกครองสวนทองถิ่นได ดำเนินภารกิจตามอำนาจหนาที่ได อยางมีมาตรฐานขั้นพื้นฐาน และประชาชนมีหลักประกันการได รับบริการสาธารณะอยางเทาเทียมกัน จึงได จัดทำมาตรฐานนี้ขึ้น เพื่อใหองคกรปกครองสวนทองถิ่นไดนำไปเปนแนวทางในการดำเนินการให เปนไปในแนวทางเดียวกัน อันนำไปสูการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ

2. ขอบเขตของมาตรฐาน

มาตรฐานนี้กำหนดแนวทางในการออกแบบ กอสรางและบำรุงรักษาสะพานคอนกรีตเสริม เหล็กที่มีความยาวชวงอยูในขอบเขตอำนาจการดำเนินงานตามกฎหมายขององคการบริหารสวนจังหวัด เทศบาล และองคการบริหารสวนตำบล

3. วัตถุประสงค

3.1 เพื่อใหองคกรปกครองสวนทองถิ่น ใชเปนคูมือและแนวทางในการดำเนินงานดาน สะพานได อยางมีประสิทธิภาพ

3.2 เพื่อใหผูบริหารทองถิ่น ใชเปนเครื่องมือและแนวทางประกอบการตัดสินใจสำหรับการ ดำเนินงานดาน สะพาน

3.3 เพื่อใหประชาชนไดรับบริการสาธารณะจากองคกรปกครองสวนทองถิ่นอยางมี มาตรฐาน

4. คำนิยาม

สะพาน หรือ (Bridge) หมายถึง สะพานขององคกรปกครองสวนท่องถิ่นที่ไดรับการถายโอนจาก กรมทางหลวงชนบทและสะพานที่องคกรปกครองสวนท่องถิ่นกอสร่าง บูรณะ บำรุงรักษา ตามอำนาจหน่าที่ และภารกิจถายโอน เพื่อเชื่อมตอเสนทางการคมนาคมขนสงในเขตองคกรปกครองสวนท่องถิ่น สะพานคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแผนพื้น (Slab type bridge) หมายถึง สะพานคอนกรีตเสริม เหล็กที่พื้นสะพานกอสร่างด่วยวิธีเทคอนกรีตในที่ สะพานคอนกรีตเสริมเหล็กแบบพื้นสำเร็จรูป (Plank type bridge) หมายถึง สะพานที่กอสราง โดยใชพื้นสำเร็จและมีการเทคอนกรีตทับหนา

5. มาตรฐานอางอิง และกฎหมายที่เกี่ยวของ

กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม : การบริหารโครงการกอสร่างทางและสะพาน สำหรับผู่บริหารทองถิ่น, ไมปรากฏปที่พิมพ

กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม : คูมือมาตรฐานงานทางสำหรับทางหลวงชนบท และทางหลวงทองถิ่น ดานการควบคุมงานกอสรางทางและสะพาน, 2547

กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม : คูมือปฏิบัติงานการกอสร่างและบำรุงรักษาทาง ไมปรากฏปที่พิมพ

สภาวิศวกร : เอกสารอบรม “โครงการอบรมเพิ่มพูนความรูวิศวกรผูที่ไดรับใบอนุญาตใหม เรื่อง งานควบคุมการกอสรางทางและสะพาน” , 25 กุมภาพันธ 2549

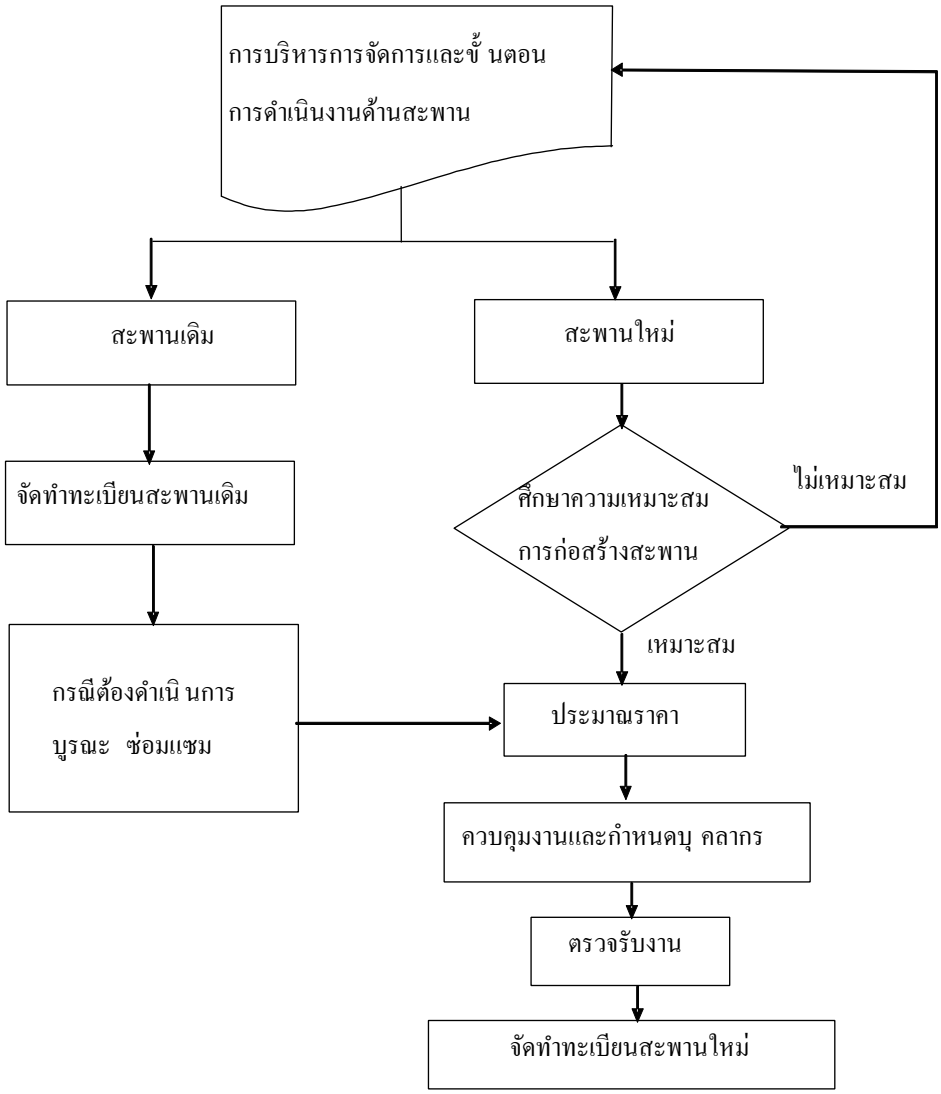
บทที่ 2

การศึกษาความเหมาะสมของโครงการ

1. ผังการบริหารจัดการและขั้นตอนการดำเนินงานดานสะพาน

งานกอสร่างสะพานอาจแบงออกได่เปน 2 ลักษณะใหญ่ๆคือ งานกอสร่างสะพานขึ้นใหม และ งานบูรณะสะพานเดิมที่มีอยู การกอสร่างสะพานขึ้นใหมอาจเปนส่วนหนึ่งของงานกอสร่างถนนที่จะดำเนินการกอสราง การกอสรางสะพานเพื่อเชื่อมตอชุมชนทั้งสองดานที่มีระบบถนนรองรับอยูแล่ว และ งานกอสร่างสะพานขึ้นใหมเพื่อทดแทนสะพานเดิมที่ชำรุด ทรุดโทรม หรือได่รับความเสียหาย ส่วนงาน บูรณะสะพานเดิมที่มีอยูได่แก การขยายความยาวสะพานเพื่อลดปญหาการกัดเซาะริมตลิ่ง งานขยายความกว่างของสะพานเพื่อรองรับการจราจรที่เพิ่มขึ้น งานยกระดับสะพานให่สูงขึ้น เพื่อให่สัมพันธกับงานถนน ที่กอสร่างใหม

ในการกอสรางสะพานจำเปนตองพิจารณาความเหมาะสมของโครงการกอสราง และดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ เพื่อให่ตอบสนองตอการใช่งานของชุมชนให่มากที่สุด ทั้งในดานของการสัญจรของประชาชนระหวางชุมชน การขนสงสินค่า เปนต่น ในการดำเนินงาน กอสร่างสะพานนั้นมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้



2. การคัดเลือกโครงการ

2.1 ตัวชี้วัด และเกณฑการคัดเลือกโครงการ

การกอสร่างสะพานเปนงานที่ต่องใชเวลา บุคลากร และงบประมาณเปนจำนวนมาก ดังนั้นจึงไม่สามารถกอสร่างสะพานทุกแหงที่ชุมชนต่องการไดในเวลาเดียวกัน ดังนั้น ผู่บริหารท่องถิ่น จำเปนต่องพิจารณาความเหมาะสมของการกอสร่างสะพาน และมีเกณฑในการจัดลำดับความสำคัญของ โครงการ ทั้งนี้เพื่อใหเกิดประโยชนสูงสุดตอการคมนาคมของชุมชน

ในการศึกษาความเหมาะสมของการกอสรางสะพานจะตองพิจารณาถึงขอมูลตางๆ หลายขอมูลรวมกัน ขอมูลหลักๆ ที่ตองพิจารณาไดแก ขอมูลดานวิศวกรรม ขอมูลดานเศรษฐกิจ และ สังคม ขอมูลดานสิ่งแวดลอม และขอมูลดานยุทธศาสตรและการปกครอง ความเหมาะสมของการ กอสร่างสะพานจะพิจารณาแตเฉพาะขอมูลใดข่อมูลหนึ่งแตเพียงลำพังมิได่ แตตองพิจารณาทุกขอมูล

ประกอบกันไป โดยคำนึงถึงความสำคัญหรือน้ำหนักของเกณฑที่ไดตั้งไว การตัดสินวาเกณฑใดมี ความสำคัญมากหรือนอยเพียงใด ควรเปนหนาที่ขององคกรปกครองส่วนท่องถิ่น และภาคประชาชนที่จะ พิจารณาวางแผนรวมกัน

เกณฑการคัดเลือกโครงการ (1) เกณฑวิศวกรรม

เกณฑวิศวกรรม เปนขอมูลทางดานเทคนิค ที่เกี่ยวของกับการกอสราง การเชื่อมตอ การจราจรกับโครงขายที่มีอยู ปริมาณการจราจร สภาพทางภูมิศาสตรและธรณีวิทยา และการจัดหาวัสดุ และแรงงานกอสร่าง หลักเกณฑในการพิจารณาไดแก

- การเชื่อมตอสะพานที่จะกอสรางกับโครงขายสายทางการจราจรที่มีอยูเดิม
- ปริมาณการจราจรของชุมชน หรือ ยานพาหนะ ไดแก ประเภทและปริมาณของรถทั้งในปจจุบันและในการคาดการณในอนาคต
- ความมั่นคงแข็งแรงกับตำแหนงที่ตั้งของสะพาน เชน ไมควรกอสรางสะพานบริเวณที่เปนคุ่งน้ำ เพราะน้ำอาจกัดเซาะคอสะพานใหเกิดความเสียหายได แตถ่าหากมีความจำเปนต่อง กอสรางก็ตองกอสรางโครงสรางปองกันคอสะพานดวย
- สภาพทางธรณีวิทยา และคุณสมบัติกำลังรับน้ำหนักของดินบริเวณที่จะกอสราง
- การสำรวจและจัดทำแผนที่แหลงวัสดุและแหลงผลิตที่มีคุณสมบัติเปนไปตามมาตรฐานวัสดุกอสราง

(2) เกณฑเศรษฐกิจและสังคม

เปนการพิจารณาข่อมูลด่านเศรษฐกิจวาโครงการดังกลาวกอใหเกิดประโยชนในทางเศรษฐกิจและสังคมมากน่อยเพียงใด เกณฑทางเศรษฐกิจและสังคมจะต่องพิจารณาควบคูกันไป บางโครงการกระตุนใหเกิดเศรษฐกิจดี ทำใหคุณภาพชีวิตประชาชนดีขึ้น ก็ทำใหเกณฑทางสังคมดีขึ้นตามไปดวย แตบางโครงการอาจทำใหเศรษฐกิจดีขึ้นก็จริง แตก็อาจกอใหเกิดปญหาสังคมตามมาได

หลักเกณฑในการพิจารณาไดแก

- จำนวนครัวเรือน หรือ ประชากร ที่ไดประโยชนจากสะพาน
- ลักษณะการไดประโยชน เชน ใชเปนที่ขนสงสินคาทางการเกษตร สินคาอุตสาหกรรมในครัวเรือน หรือ การเขาถึงแหลงทองเที่ยว อันทำใหชุมชนไดรับรายไดเพิ่มขึ้น
- การยนระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางติดตอระหวางชุมชน
- ความสะดวกในการเขาถึงการใหบริการจากภาครัฐ เชน โรงเรียน โรงพยาบาล สถานีอนามัย สถานีตำรวจ

(3) เกณฑสิ่งแวดล้อม

การกอสรางสะพานอาจมีผลกระทบตอสภาพแวดลอมได เชน อาจกอใหเกิดการ รบกวนสภาพตามธรรมชาติของลำน้ำ และระบบนิเวศของชุมชนได นอกจากนี้ยังอาจกอใหเกิดการตัดไม ทำลายปาเพื่อใหไดพื้นที่กอสราง ในระหวางกอสรางอาจมีมลภาวะตางๆ เกิดขึ้น การศึกษาผลกระทบ ของสิ่งแวดลอมจึงเปนสิ่งจำเปนที่จะตองพิจารณา

ในโครงการกอสรางสะพานบางโครงการที่อาจมีผลกระทบตอสิ่งแวดลอม ตลอดจนความเปนอยูของประชาชน จำเปนตองมีการทำรายงานการศึกษาผลกระทบจากสิ่งแวดลอม (Environmental Impact Assessment หรือ EIA) ซึ่งเปนไปตามขอบัญญัติทางกฎหมาย ทองถิ่นควรจะ ดำเนินการใหทราบแนชัดวาโครงการที่จะทำนั้นตองทำรายงานการศึกษาผลกระทบจากสิ่งแวดลอม หรือไม โดยการปรึกษากับสถาบันการศึกษา หรือ หนวยราชการที่เกี่ยวของ

(4) เกณฑยุทธศาสตรการพัฒนาทองถิ่น

การกอสรางสะพานจะตองคำนึงถึงยุทธศาสตรการพัฒนาของพื้นที่ เพื่อใหทราบวา ทองถิ่นมีเปาหมายในการพัฒนาไปสูความเจริญกาวหนาในทิศทางใด เชน กรณียุทธศาสตรสงเสริมการ ทองเที่ยว อาจจะตองพัฒนาสะพานเพื่อเชื่อมโยงกับถนนเขาสูแหลงทองเที่ยว หรือ แหลงผลิตสินคา หัตถกรรมอุตสาหกรรมพื้นบาน ก็จะตองมีการวางแผนโครงงานกอสรางทางและสะพาน เพื่อเปนการ สนับสนุนยุทธศาสตรในแตละดาน

(5) เกณฑความมั่นคงและการปกครอง

เปนเกณฑที่เกี่ยวของกับการบริหารการปกครอง ซึ่งเปนปจจัยที่มีความสำคัญตอ ความมั่นคงของประเทศชาติ เชน การกอสรางสะพานเขาไปในเขตชายแดน จะชวยใหเจาหนาที่ของรัฐ
เขาไปถึงพื้นที่ไดอยางทันทวงที

ผลกระทบตอสภาพแวดลอมและลำน้ำ

การกอสรางสะพานอาจมีผลกระทบตอสภาพทางธรรมชาติของลำน้ำ และมีผลตอระบบ นิเวศของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบริเวณลำน้ำเชน ปลา พืช และรวมถึงชุมชนดวย การเปลี่ยนแปลงสภาพ การไหลของน้ำตามธรรมชาติ อาจสงผลกระทบใหเกิดน้ำทวม และมีผลกระทบตอสิ่งแวดลอม ดังนั้น การกอสรางสะพานจะตองคำนึงถึงปจจัยทางดานสิ่งแวดลอมอยางนอย 4 ประการคือ

(1) จะตองไมทำใหเกิดการกัดเซาะของตลิ่ง และการตกตะกอนลงไปในกระแสน้ำ

(2) จะตองรักษาระบบนิเวศ ที่อยูอาศัยของสัตวน้ำตามธรรมชาติ

(3) จะตองรักษาคุณภาพของน้ำ และคุณลักษณะทางกายภาพไวดังเดิม

(4) จะตองปองกันไมใหเกิดน้ำทวม หรือ การเปลยี่ นแปลงทิศทางการไหลของลำ น้ำ

ในกรณีที่กอสรางสะพานอยูในแนวชุมชน หรือ อยูหางจากที่ชุมชนไมเกิน 100 เมตร จะตองดำเนินการปองกันผลกระทบดานสิ่งแวดลอม ฝุนละออง มลภาวะน้ำ อากาศ และเสียงดังนี้ **<u>กอนดำเนินการกอสราง</u>**

(1) การประสานงานหนวยงานที่เกี่ยวของ

(2) บริเวณโดยรอบที่ทำการกอสราง ซึ่งรวมถึงตำแหนงที่ทำการกอสราง และพื้นที่สำหรับการกองวัสดุ และอุปกรณ ตองทำรั้วทึบมีความสูงไมนอยกวา 1 เมตร โดยรอบ

(3) ภายในรั้วทึบนี้ ตองจัดใหมีบอขนาดเล็กเพื่อรองรับน้ำที่เกิดจากการชำระลางเศษสิ่งของตางๆ เชน การชำระลางลอรถขนวัสดุการทำความสะอาดอุปกรณตางๆ และเมื่อปริมาณน้ำในบอมีมากพอจะตองดูดไปกำจัดที่อื่นตอไป

(4) พื้นที่สำหรับการผสมคอนกรีตจะตองอยูหางจากชุมชนมากกวา 100 เมตร ขึ้นไป การผสมคอนกรีตจะตองเปนระบบปดทั้งหมด ไมปลอยใหมีสิ่งตกคางกับสิ่งแวดลอม

(5) ควรกำหนดใหมีบริเวณสำหรับลางรถยนตขนสงวัสดุภายในรั้วทึบ กอนบรรทุกวัสดุออกนอกพื้นที่กอสราง

(6) ตรวจสอบสภาพรถยนต และเครื่องจักรอุปกรณสำหรับการกอสรางตางๆไมใหเกิดเสียงดัง หรือ ปลอยควันดำเกินมาตรฐานของกรมการขนสงทางบก

(7) ควรกำหนดมาตรการลดความดังของเสียงและการสั่นสะเทือนที่เกิดจากการตอกเข็ม

(8) ติดตั้งปายระบุชื่อโครงการ ผูเกี่ยวของ หนวยงานที่รับผิดชอบ

(9) จัดใหมีแผนงานดานการจัดการจราจรระหวางกอสราง

<u>ระหวางกอสราง</u>

(1) การกอสรางตางๆ การกองวัสดุ อุปกรณ จะตองกระทำภายในรั้วทึบที่สูงอยางนอย 1 เมตร

(2) ทำการฉีดน้ำอยางนอยวันละ 3 ครั้ง ภายในรั้วทึบ รวมทั้งฉีดน้ำที่กองวัสดุที่เปนหิน ทราย เพื่อปองกันฝุนละออง หรือ จัดใหมีสิ่งปกคลุมกองวัสดุที่กอใหเกิดฝุนละออง

(3) จะตองกำจัดดิน ทราย โคลนที่ตกหลนอยูรอบนอกบริเวณโดยรอบรั้วพื้นที่กอสรางเปนประจำ การกวาดทำลายควรใชกวาดแบบเปยกเพื่อปองกันการฟุงกระจายของฝุนละออง

(4) ทำการลางลอรถยนตขนสงวัสดุหรือรถยนตอื่นๆ ภายในรั้วทึบ กอนออกนอกพื้นที่กอสราง

(5) ตองจัดใหน้ำไหลลงสูรอง และบอที่ไดทำขึ้นภายในรั้วทึบ เมื่อมีปริมาณน้ำมากพอใหสูบไปกำจัด

(6) ตองจัดใหมีไฟฟาสองแสงสวาง และการจัดจราจรระหวางกอสราง

(7) การเจาะ การตอกเสาเข็ม การขุดผิวดิน การใชเครื่องจักรตางๆ ภายในรั้วพื้นที่กอสรางที่เกิดการรบกวนตอประชาชนใหกระทำไดในชวงเวลากลางวันเทานั้น หามทำเวลากลางคืน หาก มีความจำเปนตองมีการขออนุญาต

(8) การเปดผิวถนนนอกรั้วโครงการ เมื่อจบโครงการแลวแลวจะตองปดดวยวัสดุคอนกรีต หรือ ยางมะตอย ไมควรใชแผนเหล็กปดไว และจะตองทำใหเรียบรอยกอนหานาฬิกา เพื่อปองกันการฟุงกระจายของฝุนละอองเนื่องจากการสัญจรของยวดยาน

(9) จัดอุปกรณปองกันฝุน และอุปกรณปองกันอันตราย ใหแกคนงาน

(10) รถบรรทุกที่ขนอุปกรณกอสราง ดิน ทราย จะตองมีผาคลุมปกปดอยางดีเพื่อปองกันฝุนละอองฟุงกระจาย และปองกันเศษวัสดุรวงหลนลงถนน

(11) เมื่อมีผูรองเรียนเกี่ยวกับผลกระทบของการกอสรางจะตองดำเนินการแกไขโดยเร็ว

2.2 การจัดลำดับความสำคัญของโครงการ

เมื่อไดขอมูลตางๆ ที่ตองการตามเกณฑที่ไดใหไวในหัวขอที่ผานมา ก็จะเปนการพิจารณา ให คะแนนน้ำหนักหรือความสำคัญของแตละโครงการ ซึ่งค่าน้ำหนักของแตละเกณฑอาจจะแตกตางกัน ออกไปตามพื้นที่และตามความเหมาะสม เชน ในพื้นที่ที่มีประชากรนอย แต การคมนาคมลำบากมาก ก็อาจจะตองพิจารณาวามีความสำคัญในการกอสรางมาก เพราะเปนการยกระดับคุณภาพชีวิตประชาชน แมวาการกอสรางอาจไมคุมค่าทางเศรษฐกิจ หรือ ในบางพื้นที่ที่การกอสรางสะพานจะทำใหมีคุณค่าทาง เศรษฐกิจมาก แต อาจทำใหระบบนิเวศของชุมชนสูญเสียไป ก็ทำใหความสำคัญของโครงการลดลงไป ตัวอยางขางลางนี้เปนตัวอยางการใหค ะแนนค่าน้ำหนักในแตละเกณฑ

กรณีศึกษาที่ 1: หมูบานที่มียุทธศาสตรการพัฒนาพื้นที่เปนชุมชนผลิตสินคา 1 ตำบล 1 ผลิตภัณฑ การคัดเลือกโครงการกอสรางสะพานก็ควรจะใหค่าน้ำหนักกับเกณฑทางเศรษฐกิจในสัดส่วนที่มากดังนี้

เกณฑทางดานวิศวกรรม	15%
เกณฑเศรษฐกิจ	30%
เกณฑสังคม	15%
เกณฑสิ่งแวดลอม	10%
เกณฑทางดานยุทธศาสตร	20%
เกณฑการปกครอง	10%

กรณีศึกษาที่ 2: หมูบานที่มีประชาชนอาศัยเปนจำนวนมาก แต ไมมีโรงพยาบาล และโรงเรียน ในทองถิ่นของตน ตองอาศัยโรงเรียนและโรงพยาบาลจากหมูบานขางเคียงซึ่งตองขามลำน้ำในตัวอยางนี้ ควรจะใหค่าน้ำหนักแกเกณฑทางสังคมในสัดส่วนที่มากดังนี้

เกณฑทางดานวิศวกรรม	20%
เกณฑเศรษฐกิจ	15%
เกณฑสังคม	35%

เกณฑสิ่งแวดลอม	10%
เกณฑทางดานยุทธศาสตร	10%
เกณฑการปกครอง	10%

(ตัวเลขรอยละที่แสดงไวขางตนเปนเพียงตัวอยางการดำเนินงานเทานั้น แตละทองที่อาจจะใหค่ารอยละ ของแตละโครงการตามความเหมาะสมและจำเปนของพื้นที่นั้น)

ในแตละเกณฑอาจมีเกณฑยอยๆลงไปอีก ซึ่งอาจมีค่าน้ำหนักไมเทากัน เชน เกณฑทาง วิศวกรรม การคิดค่าน้ำหนักของเกณฑยอยลงไปนั้น จะทำใหทราบความสำคัญของเกณฑยอยเหลานั้น ซึ่งจะเปนผลดีตอการพิจารณาความเหมาะสมของโครงการ ตัวอยางเกณฑวิศวกรรมในกรณีศึกษาที่ 2 ซึ่ง เทากับ 20 % มีที่มาจาก

ปริมาณการจราจรและการเชื่อมตอโครงขายทาง	7%
สภาพทางธรณีวิทยา และคุณสมบัติทางปฐพีของดิน ณ ตำแหนงที่ตั้ง	5%
สภาพทองน้ำ และการไหลของน้ำ	4%
การจัดหาแรงงาน อุปกรณ และวัสดุกอสราง	4%
รวม	20%

เมื่อรวมคะแนนจากทุกเกณฑแลว ใหจัดลำดับความสำคัญของโครงการโดยดูวาโครงการใดมีคะแนนสูงก็ถือวามีความสำคัญมาก ควรจะไดรับการพิจารณาใหกอสราง

3. การศึกษาความเหมาะสมของโครงการทางเศรษฐศาสตร

การกอสรางสะพานจะตองใชเงินลงทุนในการกอสราง รวมทั้ง ค่าใชจายในการบำรุงรักษา จำนวนมาก เงินเหลานี้มาจากงบประมาณของแผนดิน ซึ่งมีอยูอยางจำกัด เมื่อเทียบกับโครงการกอสราง ตางๆ ที่มีอยูทั่วประเทศ ดังนั้นโครงการกอสรางที่ไดรับการอนุมัติกอสรางจึงจะตองเปนโครงการที่มี ความคุมค่าตอการลงทุน โครงการดานวิศวกรรมทุกโครงการนั้นจะตองมีการศึกษาความเหมาะสมทาง เศรษฐศาสตรซึ่งนับเปนเกณฑที่สำคัญเกณฑหนึ่งในการพิจารณาคัดเลือกโครงการ อยางไรก็ตามการ ดำเนินงานโครงการตางๆ ของรัฐบาลเปนกิจการสาธารณูปโภค การดำเนินงานจึงมิไดมุงหวังกำไรเปน หลัก แตจุดหมายของโครงการเพื่อเปนการพัฒนาประเทศและการบริการแกประชาชน ความเหมาะสม ของโครงการจึงตองพิจารณาผลประโยชนที่ประเทศชาติ และประชาชนจะไดรับเปนหลัก ส่วนกำไรนั้น เปนเรื่องรองลงไป

ในการศึกษาความเหมาะสมของโครงการกอสรางสะพานในแงความคุมค่าตอการลงทุนทางเศรษฐกิจ สามารถนำเอาหลักการทางเศรษฐศาสตรมาประยุกตใชได การศึกษาความเหมาะสมของ โครงการทางเศรษฐศาสตร เพื่อนำไปสูการคัดเลือกและการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ สามารถกระทำไดหลายวิธีดังนี้

1. วิธีจำนวนเงินเฉลี่ยเทากันรายป
2. วิธีมูลค่าปจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ
3. วิธีเงินลงทุนโครงการ
4. วิธีอัตราผลตอบแทนภายใน
5. วิธีจุดคุมทุน
6. วิธีอัตราส่วนผลประโยชนตอเงินลงทุน ในที่นี้จะอธิบาย วิธีอัตราส่วนผลประโยชนตอเงินลงทุน และวิธีอัตราผลตอบแทนภายใน พอเปนสังเขป

3.1 อัตราส่วนผลประโยชนตอเงินลงทุน (Benefit Cost Ratio, B/C)

อัตราส่วนผลประโยชนตอการลงทุนหมายถึงอัตราส่วนระหวางมูลค่าปจจุบันของ ผลประโยชนตอมูลค่าปจจุบันของตนทุน ผลประโยชนในที่นี้หมายรวมถึงผลประโยชนที่ไดรับตอบแทน จากโครงการทั้งทางตรงที่วัดในรูปของตัวเงินไดอยางชัดเจน และทางออมที่ไมอาจวัดในรูปของตัวเงิน ได่อยางชัดเจน เชน ในกรณีโครงการกอสรางสะพาน ผลประโยชนทางตรงอาจวัดจากการเพิ่มขึ้นของ การค่าขายระหวางชุมชน ส่วนผลประโยชนทางออมไดแกการเขาถึงบริการของรัฐสะดวกขึ้น เปนตน

ส่วนเงินลงทุนในที่นี้รวมถึงตนทุนที่ใชในการกอสร่าง และค่าใช่จายในการดำเนินงาน และการบำรุงรักษา ตลอดจนค่าใชจายสำหรับการดำเนินงานอันเนื่องมาจากผลกระทบตอสิ่งแวดล่อม ของโครงการเชน ค่าชดเชยการยายถิ่นฐาน ค่าใชจายเพื่อแกปญหามลภาวะ การคำนวณอัตราส่วน ผลประโยชนตอเงินลงทุนทำไดโดยเปลี่ยนผลประโยชน และเงินลงทุนทั้งหมด ใหเปนค่าเงินปจจุบัน ตามสูตร

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{มูลค่าปจจุบันของผลประโยชน}}{\text{มูลค่าปจจุบันของตนทุน}}$$

หลักเกณฑที่ใชในการพิจารณาเลือกโครงการใหดูจากค่า B/C หากมีค่ามากกวา 1 แสดง วาเปนโครงการที่มีผลตอบแทนมากกวาการลงทุน เปนโครงการที่มีความเปนไปไดในเชิงเศรษฐกิจ โดย โครงการที่มีค่า B/C มากแสดงวามีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมาก ในกรณีที่มีหลายโครงการ และมี งบประมาณจำกัด ควรเลือกโครงการที่มีค่า B/C สูงกวาดำเนินการกอน แตหากค่า B/C นอยกวา 1 เปน โครงการที่มีผลตอบแทนน่อยกวาการลงทุน ไมคุมทุนในเชิงเศรษฐกิจ แตอาจดำเนินโครงการไดหากมี ความจำเปนในดาน

อื่นๆ ดังที่ได้อธิบายไว้ในเรื่องตัวชี้วัดและเกณฑการคัดเลือกโครงการ

ตัวอย่างการคำนวณค่าอัตราส่วน B/C

ในโครงการก่อสร้างสะพานหนึ่งข้ามลำน้ำหนึ่งซึ่งกำหนดให้มีอายุการใช้งาน 30 ปี มีเงินลงทุนและผลประโยชน์ที่แปลงกลับมาเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วดังนี้

ค่าปัจจุบันของเงินลงทุน

1. ค่าก่อสร้างสะพาน	6,500,000	บาท
2. ค่าบำรุงรักษาปีละ 50,000 บาท	1,500,000	บาท
3. ค่าใช้จ่ายเพื่อแก้ปัญหามลภาวะระหว่างก่อสร้าง	600,000	บาท
รวม	8,600,000	บาท

ค่าปัจจุบันผลประโยชน์

1. ปริมาณการขายสินค้าที่เพิ่มขึ้น (ปีละ 250,000)	7,500,000	บาท
2. การประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (ปีละ 120,000)	3,600,000	บาท
รวม	11,100,000	บาท

อัตราส่วน B/C คำนวณได้เท่ากับ 11,100,000 / 8,600,000 = 1.29 > 1.0 เป็นโครงการที่ทำแล้วมีความ คุ่มค่าในเชิงเศรษฐกิจ

อนึ่ง ในทางเศรษฐศาสตร จำนวนเงินเดียวกันในปจจุบันและในอนาคตถือว่ามีมูลค่าไม่เท่ากัน ขึ้นกับอัตราดอกเบี้ย และเงินเฟอ เพื่อให้การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชนต่อเงินลงทุนสามารถทำการเปรียบเทียบเงินลงทุน กับ ผลประโยชนได้ จึงต้องพิจารณามูลค่าปจจุบันของเงินลงทุน และผลประโยชน โดยการแปลงเงินลงทุนหรอื ผลประโยชนในอนาคตกลับมาเป็นค่าเงินเทียบเท่าในปจจุบัน ซึ่งมีสูตรการ คำนวณที่ขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ย รายละเอียดการคำนวณสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากตำราทางด้าน เศรษฐศาสตร วิศวกรรม

3.2 อัตราผลตอบแทน (Rate of Return)

อัตราผลตอบแทนหมายถึงผลที่ได้จากการลงทุนเป็นอัตรารอยละเมื่อเทียบต่อเวลาหนึ่งป ที่ลงทุนไป ซึ่งก็คืออัตราดอกเบี้ยนั่นเอง การใช้อัตราผลตอบแทนสามารถใช้เปรียบเทียบโครงการต่างๆ ได้ การคำนวณอัตราผลตอบแทนของโครงการนั้น กระทำได้โดยการคำนวณหาอัตราดอกเบี้ย RR ที่ทำ ให้มูลค่าปจจุบันของผลประโยชนสุทธิเท่ากับมูลค่าการลงทุนปจจุบัน โครงการที่ให้อัตราผลตอบแทน สูงเป็นโครงการที่มีความคุ่มทุนในเชิงเศรษฐศาสตรมากกว่าโครงการที่ให้อัตราผลตอบแทนต่ำกว่า อย่างไรก็ดี ความสำคัญของโครงการก่อสรางสะพานจะพิจารณาแต่เฉพาะความคุ่มทุนใน เชิงเศรษฐกิจแต่เพียงอย่างเดียวไม่ได้ สะพานเป็นโครงสรางพื้นฐานที่รัฐ และองคกรปกครองส่วนท้องถิ่น จะต้องดำเนินการก่อสร้างเพื่อให้ประชาชนได้ใช้ประโยชน จึงถือเป็นงานบริการที่ไม่คิดในรูปของกำไร ผลประโยชนของโครงการอาจไม่สามารถวัดออกมาในรูปของตัวเงิน

ได เชน ประชาชนมีคุณภาพชีวิต ที่ดีขึ้น การเดินทางสะดวกรวดเร็วขึ้น การเขาถึงการบริการของภาครัฐสะดวกขึ้น หรือการเขาถึง ประชาชนโดยภาครัฐสะดวกขึ้น ผลประโยชนเหลานี้มีส่วนสำคัญตอการพิจารณาความสำคัญของ โครงการ และจะตองพิจารณาใหรอบคอบอยางเหมาะสมนอกเหนือจากการคุมทุนเชิงเศรษฐกิจ

4. การดำเนินการของบประมาณ

เมื่อไดพิจารณาคัดเลือกโครงการและจัดลำดับความสำคัญแลว ก็จะเสนอแผนของบประมาณ สนับสนุน เพื่อใหการดำเนินงานเกิดขึ้นได การทำแผนของบประมาณนั้นหากเปนการกอสรางภายใน พื้นที่เขตการปกครองส่วนทองถิ่นก็ใหดำเนินการขอจัดตั้งงบประมาณจากองคกรปกครองส่วนทองถิ่น นั้น หากเปนการกอสรางเชื่อมระหวางสองพื้นที่การปกครองส่วนทองถิ่น ก็ใหดำเนินการของบประมาณ จากองคการบริหารส่วนจังหวัด หรือองคกรปกครองส่วนทองถิ่นของพื้นที่ที่เกี่ยวของมีส่วนรวมกัน ในการจัดสรรงบประมาณ

5. การมส่วนรวมของภาคประชาชน

การกอสรางจะสำเร็จลุลวงไปไดดวยดีนั้น จะตองจัดใหมีการรับฟงความคิดเห็นของ ประชาชนในชุมชน โดยใหประชาชนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็น ทั้งกอนการสรางสะพาน ระหวางกอสรางสะพาน และหลังการกอสรางสะพาน ซึ่งการมีส่วนรวมดังกลาวของประชาชนจะไม เพียงแตทำใหการกอสรางสะพานลุลวงไปไดดวยดีเทานั้น แตยังทำใหการใชงานสะพานและการ บำรุงรักษาสะพานดำเนินไปได ตลอดอายุการใชงานของสะพาน ดังนั้นการกอสรางสะพานจึงควรผาน กระบวนการมีส่วนรวมของประชาชน อันเปนการจัดประชุมรวมกัน โดยการจัดใหมีการรับฟงความ คิดเห็นจากทั้งภาครัฐ ทองถิ่น ชุมชน NGO และผูเกี่ยวของตางๆ วัตถุประสงคของการจัดใหมีการรับฟง ความคิดเห็นของประชาชนเพื่อเปนการชี้แจงทำความเขาใจและรับฟงความคิดเห็นของประชาชน เพื่อ นำความคิดเห็นของประชาชนนั้นมาปรับปรุงการดำเนินงานตอไป ขอดีของการใหประชาชนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็น มีดังนี้

(1) เสริมสรางความไววางใจกันระหวางชุมชมและภาครัฐ

(2) เปนเวทีใหประชาชนได แสดงความคิดเห็น ซึ่งอาจเปนขอมูลที่ดีตอการดำเนินงานของภาครัฐ

(3) การมีส่วนรวมของประชาชนทำใหเกิดความโปรงใสในการดำเนินงานของรัฐและทองถิ่น

หลักการสำคัญของการใหประชาชนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็น

(1) ประชาชนทุกคนมีสิทธิ์ในการแสดงความคิดเห็น

(2) กอนการจัดใหประชาชนไดมีส่วนรวมแสดงความคิดเห็น ควรมีการประชาสัมพันธใหประชาชนทราบอยางพอเพียงและทั่วถึง การประชาสัมพันธอาจใชสื่อตางๆ เชน สื่อสิ่งพิมพ ผูนำชุมชน กระจายขาว หรือวิทยุกระจายเสียงประจำชุมชน หรือชองทางอื่นๆ ที่เหมาะสม

(3) สถานที่ และเวลาที่จัดใหมีการรับฟงความคิดเห็นของประชาชน ควรเปนสถานที่ และ เวลาที่ประชาชนสะดวกตอการเขารวม และควรใชเวลานอกเหนือเวลางานตามปกติของชุมชน เชน วันหยุด เปนตน

(4) การจัดใหประชาชนไดมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็น เปนการชี้แจงจากภาครัฐ และเปนการรับฟงความคิดเห็นจากภาคประชาชน ตองมีองคประกอบทั้งสองส่วน ภาครัฐตองไมใชเวที เพื่อชี้แจงอยางเดียว แตตองรับฟงความคิดเห็นและขอเสนอแนะจากภาคประชาชนดวย

(5) การนำเสนอชี้แจงของภาครัฐควรกระทำในรูปแบบที่เขาใจไดงาย อาจมีแผนภูมิ รูปภาพ รูปถายประกอบการนำเสนอ

(6) การดำเนินกิจกรรมรับฟงความคิดเห็น ควรใหประชาชนมีส่วนรวม โดยเปดโอกาสให ผูเขารวมไดอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอยางทั่วถึง และควบคุมการอภิปรายใหอยูในหัวขอที่กำหนด

(7) หลังจากจบกิจกรรมการใหประชาชนมีส่วนรวมแลว ควรมีการสรุปขอคิดเห็น และสิ่งที่ ได จากการอภิปราย และควรจัดทำรายงานผลสรุปการอภิปรายของที่ประชุมเผยแพรใหสาธารณะทราบ ตอไป

แผนกิจกรรมการจัดใหมีการรับฟงความคิดเห็นของประชาชน

ระยะเวลา	กิจกรรม
3-4 สัปดาหกอนการจัดกิจกรรม	1. กำหนดวัตถุประสงค วัน เวลา และสถานที่ที่จะจัดรับฟงความคิดเห็น
2 สัปดาหกอนการจัดกิจกรรม	1. อภิปรายกับบุคลากรของชุมชนในประเด็นหัวข่อที่จะจัดใหมีการเสนอ ความเห็น และใหคำอธิบายเกี่ยวกบั วัตถุประสงคของการรับฟง ข่อคิดเห็น 2. ตระเตรียมเอกสารตางๆที่จะใชในการจัดกิจกรรม
1-2 สัปดาหกอนการจัดกิจกรรม	1. แจกจายสำเนาเอกสารที่เกี่ยวของไปยังประชาชน และผูที่เกี่ยวของเพื่อเชิญมารวมในการรับฟงความคิดเห็น 2. แจงแผนกิจกรรมใหสื่อตางๆในชุมชนรับทราบ เพื่อชวยประชาสัมพันธ 3. ดำเนินการติดตอเพื่อการเตรียมการสถานที่และอุปกรณที่จำเปน เชน เวที โตะ ไมโครโฟน ที่นั่ง
1 สัปดาหกอนการจัดกิจกรรม	1. เตรียมเอกสารประกอบการจัดงานใหอยูในรูปแบบพรอมนำเสนอ 2. เตรียมวาระการดำเนินงาน 3. ยืนยันการนัดหมายกับผูที่เกี่ยวของ 4. จัดเตรียมสำเนาเอกสารที่จะแจกจายในวันงาน
1 วันกอนการจัดกิจกรรม	1. ตรวจสอบความพร่อมของทุกฝ่ายที่เกี่ยวของในการจัดกิจกรรม

ดวยเหตุนี้ รัฐหรือทองถิ่นควรจะประชาสัมพันธใหประชาชนเห็นถึงความสำคัญของการ จัดกิจกรรมการมีส่วนรวมของภาคประชาชน และควรมีหนวยงานตางๆที่เกี่ยวข่อง มารวมเพื่อชี้แจง แนวทางการแกไขปญหาตางๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหวางกอสราง เชน กรรมสิทธิ์ที่ดิน การจัดระบบ สาธารณูปโภค ไฟฟาและแสงสวาง เปนตน

บทที่ 3 การสำรวจและออกแบบ

1. ขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจและออกแบบ

การดำเนินงานสำรวจและออกแบบสะพานมีขั้นตอนดังตอไปนี้

1.1 เลือกตำแหนงที่จะกอสราง

1.2 การสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมขอมูล

1.3 ออกแบบทางเรขาคณิต และจัดสัดสวนสะพาน

1.4 ออกแบบโครงสรางสวนบน

1.5 ออกแบบโครงสรางสวนลาง เชิงลาดคอสะพาน และองคประกอบอื่นๆของสะพาน

2. การเลือกตำแหนงที่จะกอสราง

หลักทั่วไปของการสำรวจพื้นที่เพื่อเลือกทำเลที่ตั้งโครงการไดแก

2.1 พื้นที่ทำเลที่ตั้ง จะตองไดรับคำยินยอมจากผูมีอำนาจ หรือ ผูมีกรรมสิทธิ์ในที่ดิน และ ไมมีปญหาในการกอสราง

2.2 เปนพื้นที่สาธารณะ หรือ พื้นที่ที่ไดมาเพื่อวัตถุประสงคในการกอสรางและขยายเขตทาง และเปนพื้นที่ที่เปนประโยชนตอชุมชนและคนสวนใหญ และไมเปนการเอื้อประโยชนเฉพาะแกบุคคล หรือ คณะบุคคลใด

2.3 การกอสรางในพื้นที่จะตองไมเปนการรบกวนหรือกระทบตอสิ่งกอ สรางสาธารณะที่มีอยู เชน วัด โบราณสถาน สถานที่สำคัญทางศิลปวัฒนธรรม เช น การตอกเข็ม หรือ การสั่นสะเทือนเนื่องจาก รถขนวัสดุ อาจทำใหอาคารที่เปนโบราณสถาน หรือ วัดเกิดความเสียหายได

2.4 ที่ตั้งโครงการจะตองไมทำใหเกิดมลพิษทางเสียง ทางอากาศ หรือ ทางน้ำ หรือ ความ เสียหายตอทัศนียภาพ หรือ มีผลกระทบตอระบบนิเวศของชุมชน

2.5 ตำแหนงสะพานควรอยูที่บริเวณลำน้ำแคบที่สุด ตรงที่สุด และควรตั้งฉากกับแนวลำน้ำ มากที่สุด ควรหลีกเลี่ยงแนวสะพานเฉียง (skew) เพื่อใหไดความยาวสะพานสั้นที่สุดโดยไมขัดตอหลัก วิศวกรรม

การสำรวจเพื่อการออกแบบกอสราง มีวัตถุประสงคที่จะใหไดขอมูลที่จำเปนตอการออกแบบ กอสราง ไดแก ความยาวสะพานทั้งหมด ความยาวชวงสะพาน ระดับหลังสะพาน ชนิดของโครงสราง สะพานสวนบน และโครงสรางสะพานสวนลาง เปนตน

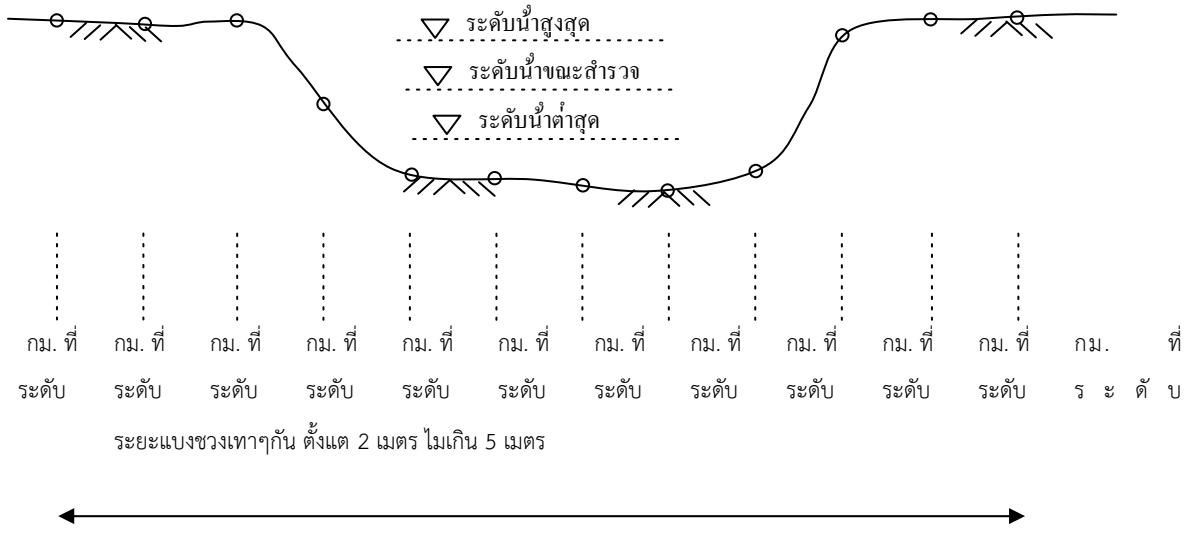
3. การสำรวจพื้นที่

ขอมูลที่จะตองสำรวจไดแก

3.1 ลักษณะลำน้ำ ไดแก

ก. รูปตัดลำน้ำ การสำรวจรูปตัดลำน้ำทำไดโดยการหาคาระดับของทองน้ำ โดยทำการเก็บคาระดับทุกๆระยะประมาณ 2 เมตร ไมควรเกิน 5 เมตร ดังแสดงใน**รูป 3-1** ขอมูลรูปตัดลำน้ำจะใชเพื่อ

- กำหนดความยาวสะพาน สะพานจะตองมีความยาวเพียงพอที่จะครอมลำน้ำได ทั้งหมด แตตองไมเกินความยาวมากสุดที่อยูในขอบเขตอำนาจการดำเนินงานของท่องถิ่น โดยไมให่เกิด การรบกวน หรือ เปลี่ยนแปลงสภาพการไหลของน้ำ และเพื่อทำให่สะพานมีความปลอดภัยจากการกัด เซาะของกระแสน้ำ
- กำหนดตำแหนงตอมอสะพาน ตำแหนงตอมอจะอยูครอมรองน้ำที่ลึกที่สุด ไม นิยมวางตำแหนงตอมอที่จุดน้ำลึกที่สุด เนื่องจากจะเปนการกีดขวางการไหลของน้ำ การสัญจรทางน้ำ และสิ่งลอยน้ำอื่นๆ ซึ่งอาจเปนอันตรายตอผูสัญจรทางน้ำ หรือ อาจทำใหโครงสรางสะพานเกิดความเสียหาย



รูป 3-1 รูปตัดลำน้ำ

ข. ผังแสดงแนวรองน้ำ เปนตัวบงชี้วาลักษณะลำน้ำเปนคุงคดเคี้ยวหรือไม การจัดทำผัง แสดงแนวรองน้ำจะมีประโยชนดังนี้

- กำหนดแนวตอมอ แนวของตอมอสะพานควรจะวางใหอยูในแนวขนานกับการไหลของน้ำเพื่อมิใหตอมอกีดขวางการไหลของกระแสน้ำ
- กำหนดโครงสรางปองกันการกัดเซาะ หรือ ปรับแกไขเปลี่ยนทางน้ำเพื่อปองกันการกัดเซาะที่อาจเกิดกับสะพาน

ค. รายละเอียดบริเวณใกลเคียง การสำรวจบริเวณใกลเคียงจะทำใหทราบวา บริเวณนั้น เปนยานชุมชน หนาแน่นหรือไม มีลักษณะยวดยานที่สัญจรเปนอยางไร และจะต่องออกแบบทางเดินเท่า กวางมากน่อย เท่าใด

3.2 น้ำ ไดแก

ก. ระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำสูงสุดใชในการกำหนดชองลอด (ระยะจากระดับน้ำสูงสุด ถึงใตทองคาน) ของสะพาน ซึ่งจะทำใหกำหนดระดับหลังสะพานได และทำใหกำหนดความยาวทั้งหมด ของสะพานได ระดับน้ำสูงสุดนั้นแปรผันตามฤดูกาล ชวงที่น้ำขึ้นสูงสุดนั้นมักเปนฤดูฝน แตการสำรวจ ในฤดูฝนนี้เปนอุปสรรคต่อ จึงนิยมทำการสำรวจในฤดูที่ทำงานไดสะดวก คาระดับน้ำสูงสุดนี้ อาจดูไดจากคราบน้ำซึ่งเห็นเปนรอยตามเสาหรือต่นไม หรือ อาจสอบถามจากชาวบ่านบริเวณใกลเคียง แล่วนำเอาข่อมูลนั้นมาวิเคราะหประเมินอีกที ในกรณีที่เปนลำน้ำขนาดใหญซึ่งมักมีสถานีตรวจวัด ระดับน้ำ ก็อาจใช่ข่อมูลจากสถานีตรวจวัดน้ำได

ข. ระดับน้ำต่ำาสุด ขอมูลระดับน้ำต่ำาสุดมีประโยชนในการพิจารณาการกอสราง เชน ถาน้ำแหงในฤดูแลง อาจเลือกอาคารระบายน้ำเปนทอเหลี่ยม เพราะสะดวกกับการกอสราง นอกจากนี้ ขอมูลระดับน้ำต่ำาสุดอาจใชเพื่อการหลีกเลี่ยงการเทคอนกรีตใตน้ำในกรณีที่การกอสรางจำเปนต่องใช ระบบฐานรากแบบแผ ซึ่งตองเทคอนกรีตฐานตอมอบนชั้นดินแข็งที่ระดับทองน้ำ

ค. ความเร็วของกระแสน้ำ เปนขอมูลที่มีประโยชนตอการปองกันน้ำกัดเซาะเชิงลาด และตอมอสะพาน กระแสน้ำที่มีความเร็วสูงทำใหเกิดการกัดเซาะของดินท่องน้ำและริมตลิ่ง เปนอันตรายตอโครงสรางเชิงลาด และตอมอสะพาน

ง. ความเค็มของน้ำ ควรตรวจสอบวาน้ำเปนน้ำจืดหรือน้ำเค็ม ในกรณีที่เปนน้ำเค็มควรพิจารณามาตรการปองกันการเกิดสนิมเหล็ก เชน พิจารณาความหนาของคอนกรีตหุมเหล็กใหพอเพียง ตามมาตรฐานกำหนด ใชอัตราสวนน้ำตอซีเมนต (W/C) ไมมากกวา 0.35 เพื่อเพิ่มความทึบน้ำใหกับ คอนกรีต และในกรณีที่ความเค็มเกิดจากเกลือซัลเฟต ควรใชปูนซีเมนตประเภทที่ 5 ซึ่งเปนปูนที่ทน ซัลเฟต

3.3 ลักษณะของดินฐานราก การสำรวจลักษณะดินฐานรากริมฝงและท่องน้ำ เปนข่อมูลในการกำหนดชนิดและ ตำแหนงของฐานราก ปริมาณความยาวของเสาเข็ม และกำแพงกันดิน การสำรวจดินทั่วๆ ไปจะสำรวจ สภาพผิวดิน หรือ ขุดดินดูขางลางเทาที่จะทำได รวมทั้งดูสภาพดินบริเวณข่างเคียง หากสะพานตั้งอยูในที่ สภาพดินที่เปนปญหาควรจะสำรวจชั้นดินในระดับลึก (Boring log) เพื่อใหไดข่อมูลที่แนนอนยิ่งขึ้น

3.4 สิ่งลอยน้ำ

สิ่งที่ลอยมากับน้ำไดแก เรือ ซึ่งอาจเปนเรือประจำที่สัญจรไปมาทุกวัน หรือ เรือพิเศษซึ่ง มีขนาดใหญมีการสัญจรไมมากนัก แพซุง ขอนไมและสิ่งลอยน้ำอื่นๆ ขอมูลเหลานี้จะใชในการกำหนด ความสูงของสะพาน ความยาวชวงสะพาน ชนิดของโครงสร่างสวนบนและสวนลาง เชน สะพานจะต่อง มีความสูง

มากพอให้เรือสัญจรผานไปได้แม้ในฤดูที่น้ำขึ้นสูงสุด การออกแบบตอมอจะต้องพิจารณาแรง กระแทกของเรือ หรือ ซุงที่ลอยมา

3.5 โครงสรางเดิมในลำน้ำ ปญหาและอุปสรรคตางๆในการกอสราง

ขอมูลเหลานี้จะเปนประโยชนตอการกำหนดชนิดและขนาดของการกอสรางสะพานใหม การพิจารณากอสรางทางเบี่ยงหรือสะพานเบี่ยง การกำหนดระดับน้ำสูงสุด ต่ำสุด การออกแบบเพื่อ หลีกเลี่ยงการเทคอนกรีตใตน้ำ การออกแบบปองกันเชิงลาดคอสะพาน เปนตน

4. องคประกอบของสะพาน

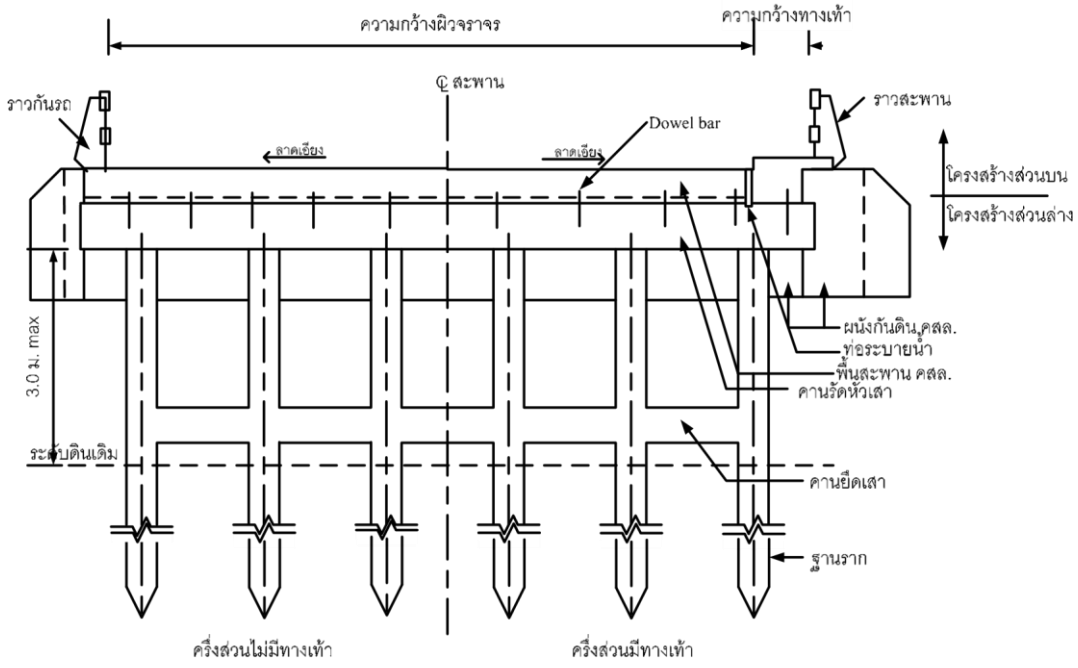
สะพานประกอบดวยโครงสราง 2 สวนดังนี้ ไดแก โครงสรางสวนบน (Superstructure) และ โครงสรางสะพานสวนลาง (Substructure) และมีรายละเอียดดังนี้ (**รูป 3-2**)

4.1 โครงสรางสะพานสวนบนประกอบดวย

- พื้นสะพาน ซึ่ง อาจจะเปน พื้นเทในที่ หรือ พื้นสำเร็จเททับหนาดวยคอนกรีต
- ทางเทา (ในกรณีที่มี)
- ราว และเสาราว
- แผนยางรองพื้นสะพาน

4.2 โครงสรางสะพานสวนลางประกอบดวย

- ฐานราก ซึ่งแบงไดเปน ฐานรากแผ และฐานรากบนเสาเข็ม
- ตอมอ, เสา และคานยึดเสา
- คานรัดหัวเสา



รูป 3-2 องค์ประกอบของสะพาน

5. การออกแบบและคัดเลือกรูปแบบสะพาน

การออกแบบสะพาน ประกอบด้วย การออกแบบทางเรขาคณิต, การออกแบบโครงสร้าง สะพานสวนบน, การออกแบบโครงสร้างสะพานสวนลาง, การออกแบบเชิงลาดสะพาน และการ ออกแบบองคประกอบอื่นๆ ดังมีรายละเอียดตอไปนี้

5.1 การออกแบบทางเรขาคณิต

การออกแบบทางเรขาคณิตหมายถึงการจัดสัดสวน และรูปทรง ของสะพาน ซึ่ง ประกอบดวย

5.1.1 การกำหนดความสูงของสะพาน

ความสูงของสะพาน สามารถกำหนดได้จากระดับผิวจราจรที่ตำแหนงสูงสุดของ สะพาน สะพานจะตองมีความสูงเพียงพอที่จะใหเรือ หรือสิ่งลอยน้ำสัญจรผานใตสะพานไปได้แม้จะอยู ในชวงที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดก็ตาม ขอมูลที่ใชในการกำหนดความสูงสะพานได้แก

(1)ระดับน้ำสูงสุด

(2) ระยะชองลอดทางดิ่ง หมายถึง ระยะจากระดับน้ำสูงสุดถึงระดับบนหลัง ตอมอชวงกลางรองน้ำที่ลึกที่สุด การกำหนดระยะชองลอดทางดิ่งให้ใช้ข้อกำหนดของหนวยงานราชการ ที่รับผิดชอบ เชน กรมการขนสงทางน้ำและพาณิชยนาวี กรมชลประทาน หรือ ข้อกำหนดของท้องถิ่นเอง อยางไรก็ตาม ระดับผิวจราจรที่ปลายสะพานทั้งสองฝงควรกำหนดให้อยูสูงจากระดับน้ำสูงสุดไมน้อยกวา 1.0 ม.

<u>ตัวอยางการกำหนดความสูงของสะพาน</u>

ขอมูล

ระดับน้ำสูงสุดเฉลี่ย = 10.50 ม.

ชองลอดทางดิ่งใช้ = 1.50 ม. (กรณีมีเรือแจวหรือเรือเล็กสัญจรผาน)

ความกวางผิวจราจร = 9.0 ม.

ความลาดผิวจราจร = 1.5 %

ความหนาพื้นสะพาน = 0.50 ม.

ความหนาของลาดผิวจราจร = 9.0/2 x 1.5/100 = 0.07 ม.

ความหนาของพื้นกลางผิวจราจร = 0.5 + 0.07 = 0.57 ม. ระดับผิวจราจรของสะพานที่ตำแหนงตอมอกลางน้ำ = 10.50 + 1.50 + 0.57 = 12.570 ม.

5.1.2 การกำหนดความยาวของสะพาน

หลักเกณฑอยางกว้างๆในการกำหนดความยาวสะพาน ก็คือ สะพานจะต้องมีความ ยาวพอที่จะครอมลำน้ำให้ได้ทั้งหมด และสะพานจะต้องปลอดภัยจากการกัดเซาะของกระแสน้ำ ข้อมูลที่ ใชใน

การกำหนดความยาวสะพานไดแก ระดับผิวจราจรของสะพานที่ตำแหนงตอมอกลางน้ำ และ ลักษณะดินบริเวณคอสะพาน การกำหนดความยาวสะพานสามารถจำแนกไดเปน 2 กรณีคือ

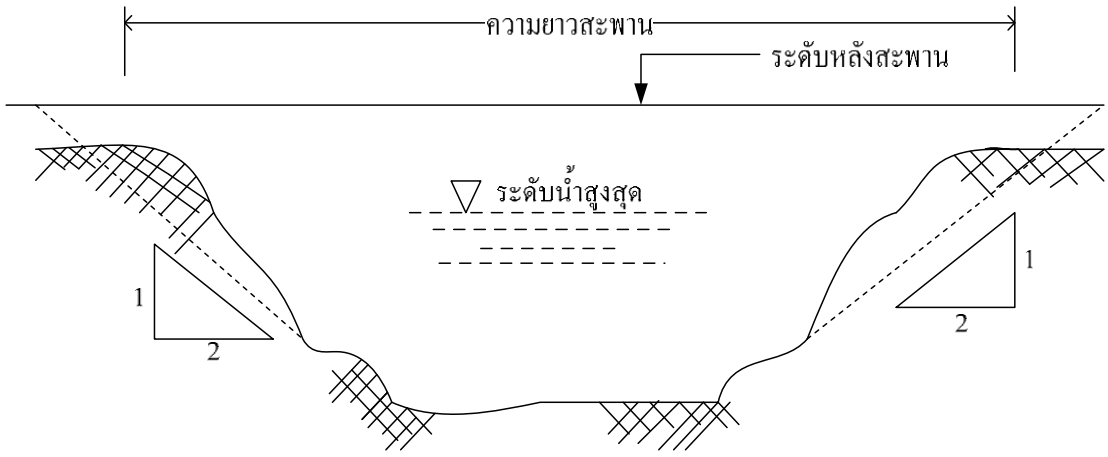
(1) ระดับสะพานอยูในแนวราบตลอดความยาว

การกำหนดใหระดับสะพานอยูในแนวราบ เปนกรณีปกติที่ใชเมื่อระดับ สะพานมีความสูงไมมาก โดยระดับของตอมอตับริมสูงจากดินเดิมไมเกิน 3.0 เมตร การกำหนดความยาว สะพานในกรณีนี้ใหลากเสนตรงมีความลาดดิ่ง 1 สวน ตอราบ 2 สวน ที่ริมตลิ่งทั้งสองดาน ขึ้นไปตัดกับ ระดับหลังสะพาน ดังแสดงในรูป จากนั้น วัดจากจุดตัดทั้งสองเขามาดานละ 2 เมตร จะไดตำแหนงของ ตอมอตับริม ความยาวของสะพานเปนระยะระหวางตอมอตับริมทั้งสองฝงของลำน้ำ ดังแสดงใน **รูป 3-3** อยางไรก็ตามตำแหนงของตอมอตับริมตองอยูหางจากริมตลิ่งเขามาในฝงพอเพียงที่จะปองกันการกัด เซาะของดิน

(2) ระดับสะพานทำเปนแนวโคง ในกรณีที่ระดับสะพานคอนขางสูงถึงสูงมาก หากออกแบบใหสะพานอยูในแนวราบ ก็จะไดสะพานที่มีความยาวมากเกินไป และอาจทำใหตอมอตับริมมีความสูงเกินกวา 3 เมตร ได ในกรณีนี้อาจออกแบบใหระดับสะพานเปนแนวโคง ซึ่งสามารถทำได 3 แบบ ดังแสดงใน **รูป 3-4** ถึง **3-6** แตไมควรออกแบบใหสะพานมีมุมหักในความลาดของสะพาน เพื่อมิใหเกิดความสะดุด ในการใชยวดยาน ในกรณีของสะพานที่ทำเปนโคงดิ่งคว่ำ หรือ โคงดิ่งหงายนั้น ควรจะมีความลาดที่ เหมาะสมดังแสดงในรูป เพื่อใหเกิดความเรียบและความตอเนื่องในการใชยวดยาน

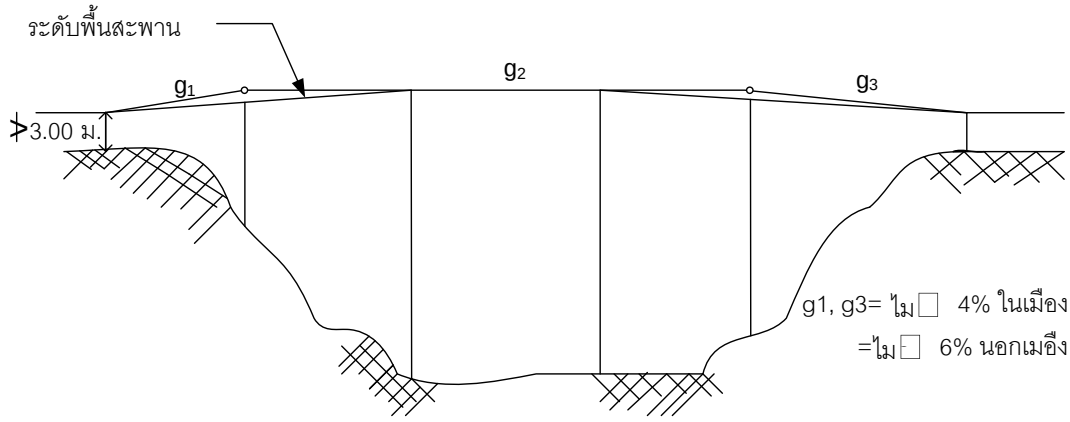
(3) ขอพิจารณาอื่นๆ ที่มีผลตอความยาวสะพาน

การกำหนดความยาวสะพานนั้น จะตองพิจารณาจากลักษณะดินบริเวณคอ สะพาน เชน อาจจะตองถมดินเพื่อลดความสูงของตอมอตับริม หรือ หากดินริมตลิ่งมีความลาดชันมากไม มีความมั่นคง และอาจถูกกระแสน้ำกัดเซาะ ก็อาจจะตองเพิ่มความยาวสะพานใหมากขึ้น มิฉะนั้นก็ตอง ออกแบบโครงสรางปองกันการกัดเซาะดวย วิธีการหาความยาวสะพาน แสดงดังรูป **3-3**

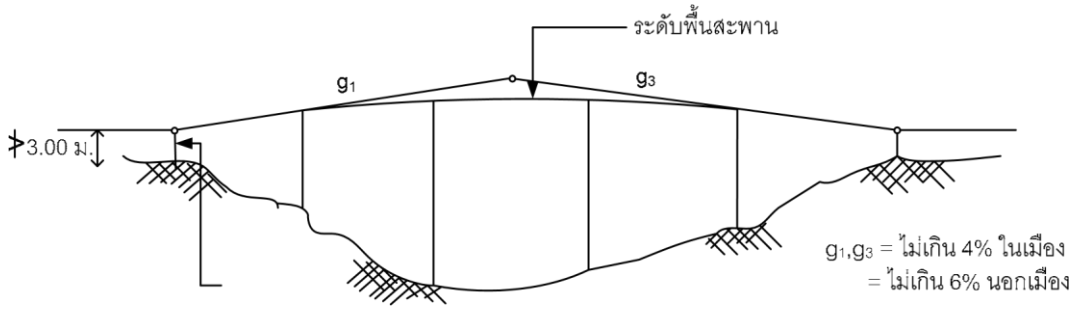


การกำหนดความยาวของสะพาน

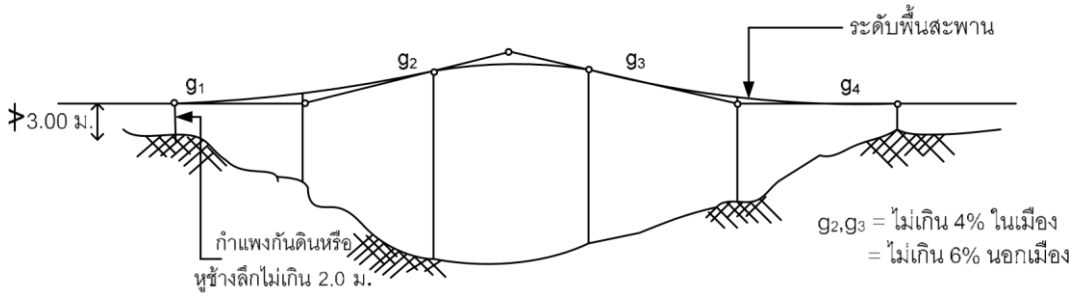
รูป 3-3 การกำหนดความยาวสะพาน



รูป 3-4 พื้นสะพานแบบโคงคฝ่า 2 โคง (กรณีสะพานยาวมาก)



รูป 3-5 พื้นสะพานแบบโค้งคว่ำ



รูป 3-6 พื้นสะพานแบบโค้งคว่ำและโค้งหงาย

5.1.3 การกำหนดชวงสะพาน และตำแหนงตอมอ จำนวนชวงสะพาน และตำแหนงตอมอกำหนดจากความยาวทั้งหมดของสะพาน

หลักเกณฑทั่วไปในการกำหนดจำนวนชวงสะพาน และตำแหนงตอมอไดแก

(1) จำนวนชวงสะพานควรมีใหนอยที่สุด เพื่อลดจำนวนตอมอ

(2) ควรจัดใหตอมอชวงกลางครอมรองน้ำที่ลึกที่สุด และใหมีความยาวชวงมากที่สุด หลีกเลี่ยงการวางตอมอที่กลางลำน้ำลึก เพื่อมิใหกีดขวางการไหลของน้ำ และการจราจรทางน้ำ

<u>ตัวอยางการแบงชวงสะพาน</u>

ในกรณีกอสรางสะพานขนาดเล็กที่มีความยาวชวงไมเกิน 10 เมตร อาจพิจารณาแบงชวงตาม ความยาวสะพานรวมดังนี้

ความยาวสะพาน (เมตร)	การแบงชวงสะพาน และความยาวชวง
5-10	ชวงเดียว
18	8 + 10 (กรณีรองน้ำลึกไมอยูกลางลำน้ำ)
16	5 + 6 + 5
20	6 + 8 + 6
26	8 + 10 + 8
30	10 + 10 + 10

5.1.4 การกำหนดความกวางสะพาน

การกำหนดความกวางของสะพาน จะตองพิจารณาจากความกวางของทางที่มีอยู และปริมาณการสัญจรที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต แตจะตองมีความความกวางผิวจราจรไมนอยกวา 7 เมตร ในกรณีที่เปนสะพานขามระหวางชุมชน และมีผูสัญจรมากอาจจัดใหมีทางเทาทั้งสองดานของสะพาน โดยมีความกวาง 1.0 หรือ 1.5 เมตร

5.2 การออกแบบโครงสรางสะพานสวนบน

รูปแบบโครงสรางสะพานสวนบนจะขึ้นอยูกับความยาวชวงสะพาน ซึ่งอาจแบงเปน

- สะพานความยาวชวง 10 เมตร
- สะพานความยาวชวง 20 เมตร
- สะพานความยาวชวง 30 เมตร

สำหรับสะพานที่มีความยาวชวงมากกวา 20 เมตร ขึ้นไปอาจมีรูปแบบสะพานที่เหมาะสมหลายรูปแบบ จำเปนตองปรึกษาวิศวกรที่ปรึกษาที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบสะพาน

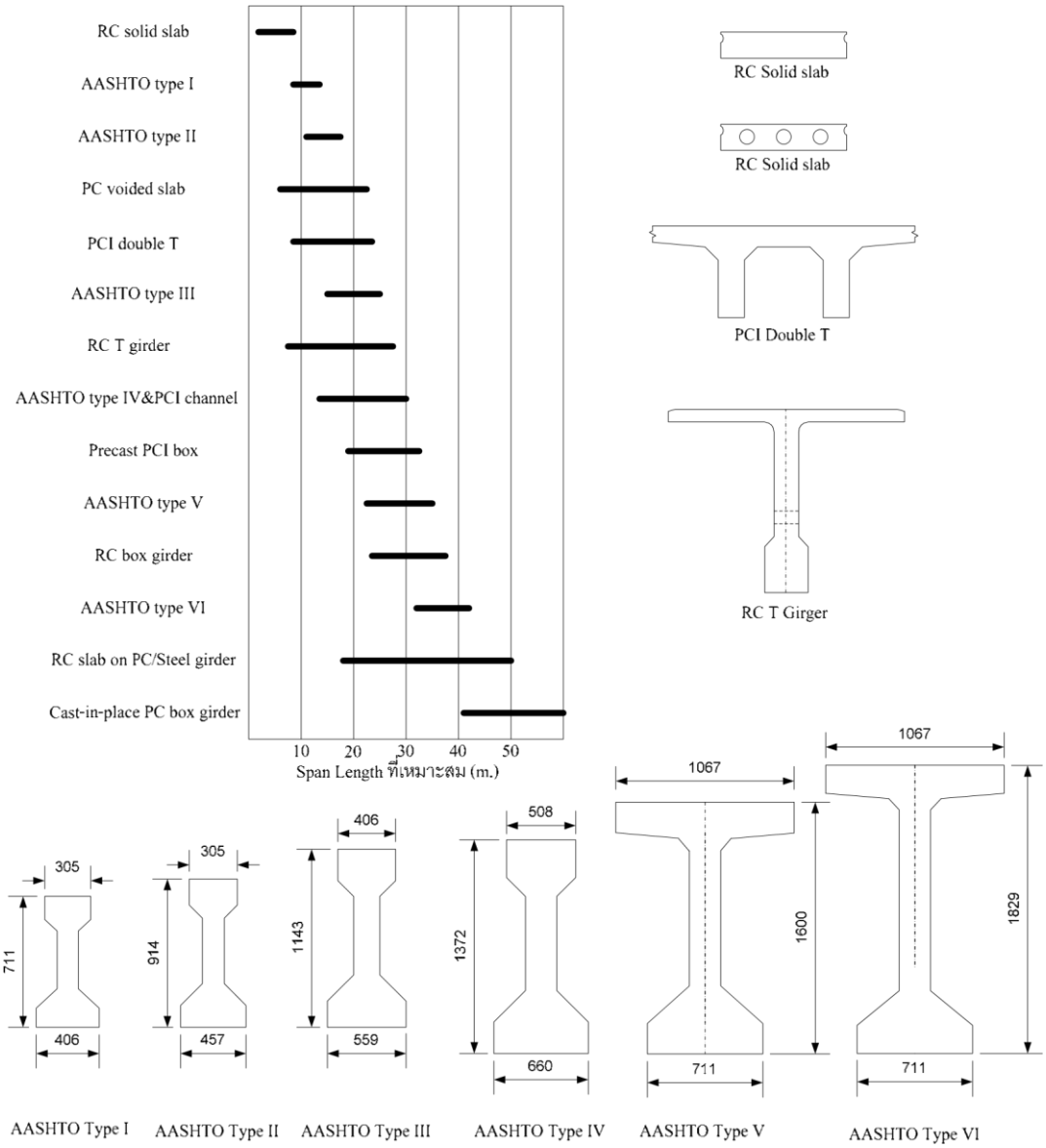
การกำหนดรูปแบบสะพาน ตองพิจารณาถึงความเหมาะสมทางดานวิศวกรรม ดังแสดง ใน **รูป 3-7** ความสามารถในการกอสราง ฝมือแรงงาน ความพรอมของแบบหลอในโรงงานผลิตที่มีอยู แลวตลอดจนถึงความสวยงาม ซึ่งสามารถสรุปออกมาไดดังนี้

สะพานความยาวชวง 10 เมตร

รูปแบบที่เหมาะสมไดแก พื้นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กเทในที่ หรือ พื้นสะพาน คอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูป มีพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเททับหนา

รูปแบบโครงสรางสะพานสวนบนที่เหมาะสำหรับสะพานที่มีความยาวชวงไมเกิน 10 เมตร ไดแก สะพานแบบแผนพื้น (slab type bridge) ซึ่งอาจเปนแบบพื้นเทในที่ (cast-in-place) หรือแบบ พื้นสำเร็จมีคอนกรีตเททับหนา (precast plank) โดยมีความยาวชวงใหเลือกคือ 5, 6, 7, 8, 9 และ10 เมตร รูปแบบสะพานลักษณะนี้เหมาะสำหรับสะพานที่ตองการชองลอดไมกวางนัก พื้นสะพานคอนกรีตเสริม เหล็กหลอในที่ ใชเหล็กเสนธรรมดา ไมมีการเสริมดวยลวดเหล็กอัดแรง การกอสรางตองอาศัยการตั้งไม แบบและตั้งนั่งรานในน้ำ ลักษณะพื้นสะพานเปนชิ้นสวนเดียวกันหมดโดยสมบูรณ การรับโมเมนตที่เกิด จากน้ำหนักบรรทุกอาศัยเหล็กเสริมดานลางเปนสวนใหญ ทำใหการเสริมเหล็กดานลางจะมากกวาเหล็ก เสริมดานบนมาก เหล็กเสริมดานบนใชสำหรับตานทานการยืดหดตัวเนื่องจากอุณหภูมิ การหดตัวของ คอนกรีต และเพื่อชวยทำใหการกระจายน้ำหนักบรรทุกดีขึ้น ลักษณะพื้นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กหลอ ในที่เหมาะสำหรับสถานที่ที่ขาดอุปกรณในการดึงลวดอัดแรง หรือไมสะดวกในการขนสงพื้นสำเร็จจาก โรงงานผลิตเขาสูที่ตั้งโครงการ

สวนระบบพื้นสำเร็จ (precast plank girder) นั้นมีลักษณะเปนคานคอนกรีตอัดแรงทรง ตันมีความหนาประมาณ 35 ซม. มีคอนกรีตเททับหนาอีก 10 ซม. พื้นสำเร็จอาศัยการดึงลวดอัดแรงชนิด ดึงกอน (pre-tension) รับโมเมนตที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุก การกอสรางไมจำเปนตองอาศัยการตั้งไมแบบ ใชระยะเวลาในการกอสรางเร็วขึ้นกวาพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเทในที่ ลักษณะการติดตั้งพื้นสะพานจะทำ ใหพื้นสำเร็จทุกแผนยึดเปนชิ้นสวนเดียวกัน โดยการวางพื้นใหติดกัน จากนั้นเชื่อมเหล็กรับแรงเฉือน ระหวางพื้นใหติดกันแลวอัดชองวางดวยคอนกรีตกอนเทคอนกรีตทับหนาหนา 10 ซม. โดยคอนกรีต ทับหนานี้จะทำใหพื้นสำเร็จติดกันเปนชิ้นสวนเดียวกัน ทำใหการกระจายน้ำหนักบรรทุกดีขึ้น



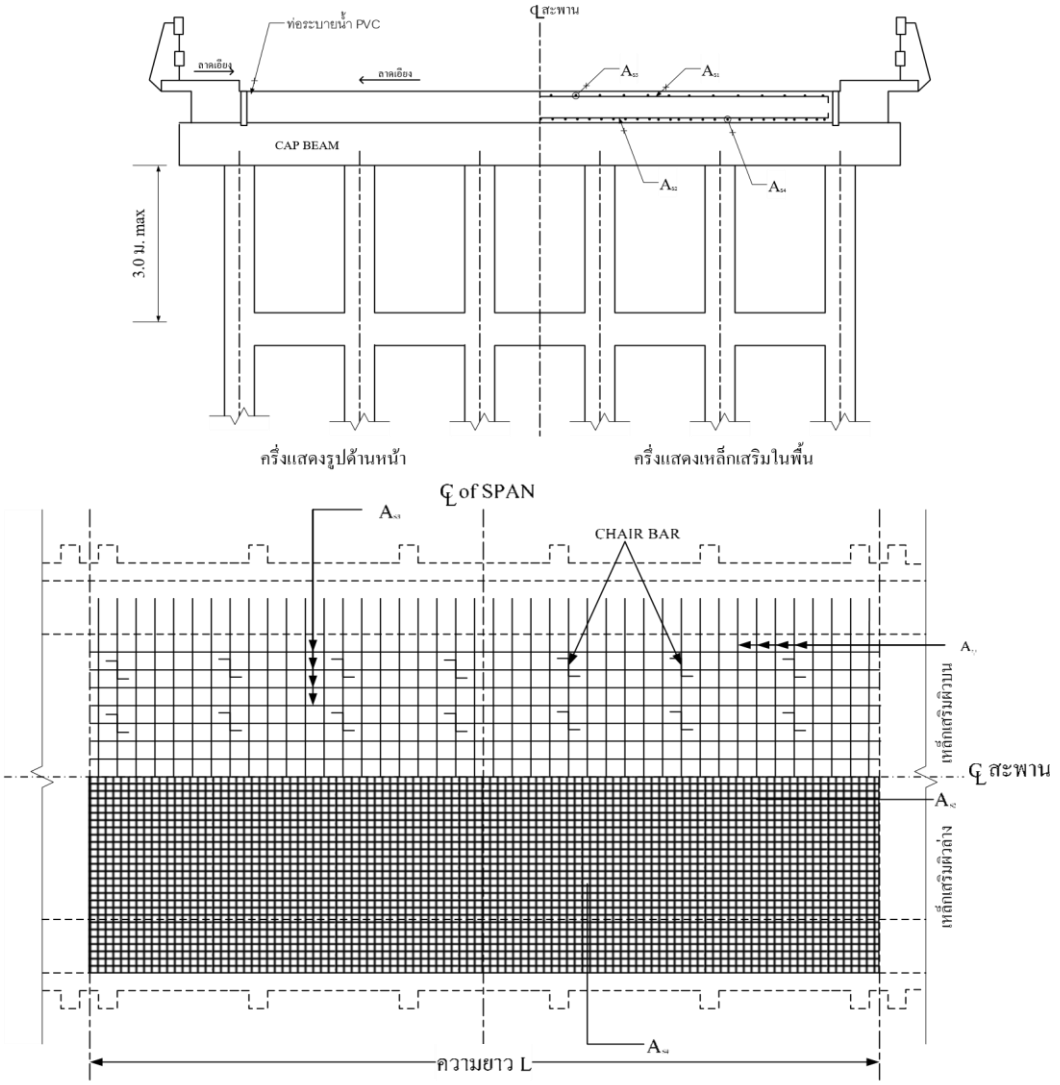
รูป 3-7 ความเหมาะสมของ Girder รูปแบบตาง ๆ ในแตละความยาวชวง (Span)

ตัวอยางแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็กของสะพานแบบแผนพื้นเทในที่ และพื้นสำเร็จแสดงใน **รูป 3-8** การออกแบบสะพานเหลานี้จะตองมีสามัญวิศวกรลงชื่อรับรองเปนอยางนอย นอกจากนี้ สวนราชการหลายแหงอาทิ กรมทางหลวงชนบทได จัดทำแบบมาตรฐานซึ่งแสดงรายละเอียด ขนาด การเสริมเหล็ก และขอกำหนดการกอสรางของพื้นทั้งสองประเภท แบบมาตรฐานของสวนราชการเชน กรม ทางหลวงชนบทสามารถนำมาใชในการกอสรางสะพานได อยางไรก็ตาม ทองถิ่นควรพิจารณาวามี ขอกำหนดเพิ่มเติมอีกหรือไม เชน ในบริเวณที่มีการกัดกรอนสูง อาจจะตองใชคอนกรีตหุมหนากวาที่ กำหนดไวในแบบ ในกรณีเชนนี้ควรตองทำการออกแบบเปนกรณีไป และตองปรึกษาสามัญวิศวกรขึ้น ไป แตทั้งนี้ทั้งนั้น ไมควรใชแบบที่มาตรฐานต่ำากวาแบบมาตรฐานของสวนราชการที่มีอยู

การเลือกรูปแบบสะพานสวนบนเปนแบบพื้นเทในที่ หรือ แบบพื้นสำเร็จมีคอนกรีตทับ หนา มีขอพิจารณาดังนี้

<u>การเลือกใชพื้นชนิดเทในที่</u>

1. ดินทองคลอง เปนดินแข็ง เชน ดินทราย หิน ที่มีกำลังเพียงพอสามารถตั้งนั่งราน รองรับพื้นสะพานระหวางเทคอนกรีตได
2. ในระหวางที่ทำการกอสราง ไมมีการสัญจรทางน้ำ เพื่อใหสามารถตั้งนั่งรานได
3. มีเวลาในการทำงานเพียงพอ ไมมีความเรงดวนในการเปดใชงาน
4. วัสดุในการทำนั่งราน และแบบพื้นหางายหรือมีพรอมอยูแลว
5. มีแรงงานเพียงพอ มีความชำนาญในการทำงาน



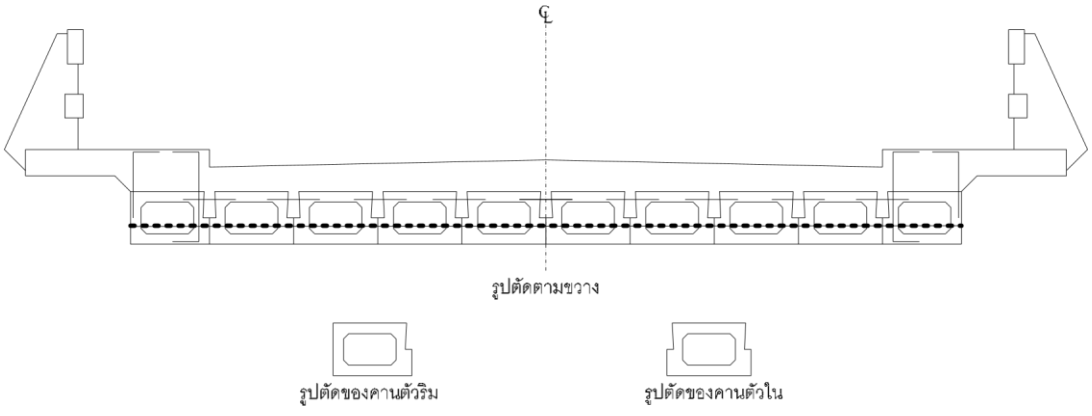
รูป 3-8 ตัวอย่าง หน้าตัด และแปลนแสดงการเสริมเหล็กในพื้นสะพาน

การเลือกใชพื้นชนิดพื้นสำเร็จ

1. ดินทองคลองเปนดินออน มีกำลังรับน้ำหนักไมเพียงพอที่จะตั้งนั่งรานรองรับ น้ำหนักคอนกรีตเหลว ในระหวางเทพื้นสะพานได
2. ลำน้ำมีเรือแพผานเปนประจำ ไมสามารถตั้งนั่งรานไดเปนเวลานาน
3. มีเวลาในการทำงานนอย จำเปนตองเปดการใชจราจรโดยเรงดวน
4. ไมมีปญหาในการขนสงแผนพื้นสำเร็จจากโรงงานผลิต
5. มีอุปกรณในการยกติดตั้ง เชน เครน รถยก
6. มีสถานที่กวางขวางเพียงพอที่จะใชอุปกรณเครื่องมือในการทำงานไดอยา งสะดวก

สะพานความยาวชวง 20 เมตร

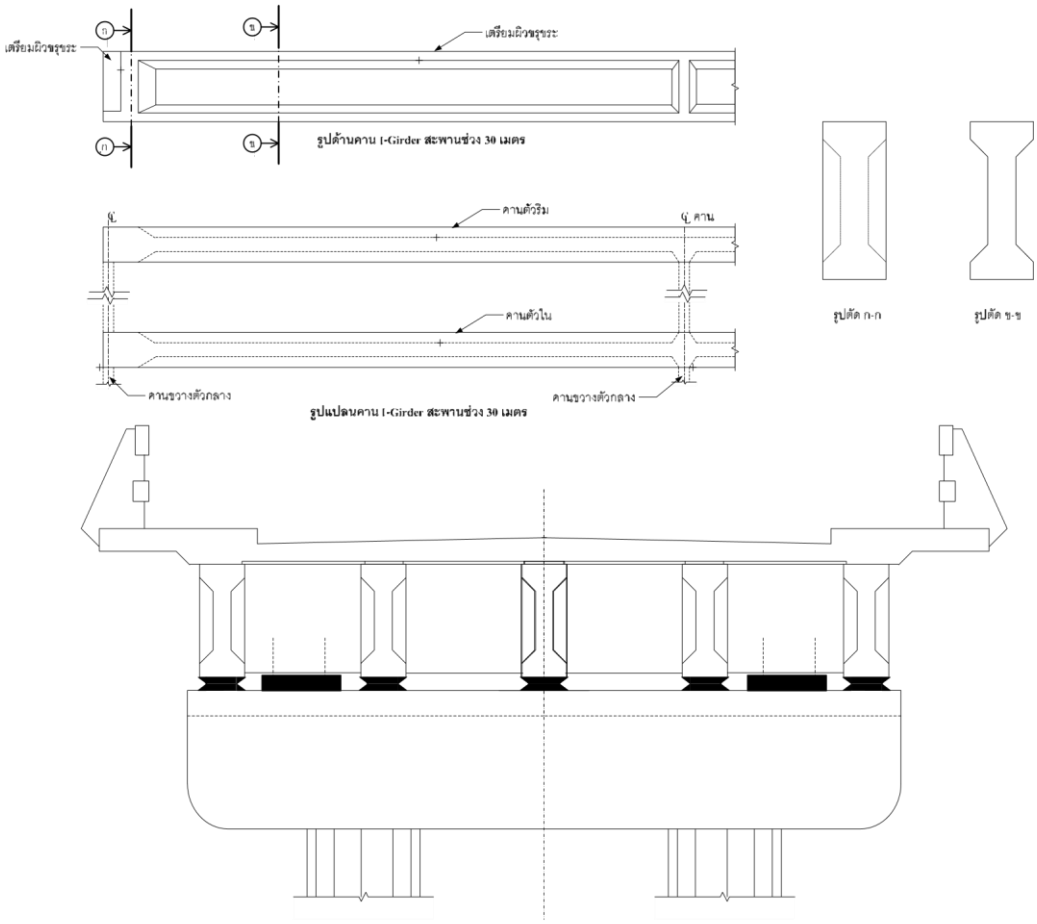
เหมาะสำหรับสะพานที่ตองการชองลอดมากขึ้น รูปแบบที่เหมาะสมไดแก คาน คอนกรีตอัดแรงรูปกลอง (Box girder) มีพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเททับหนา หรือ คานคอนกรีตอัดแรงรูป ตัวไอ (I-girder) มีพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเททับหนา ใชแผนพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปหนา 5 ซม. เปนไมแบบ ตัวอยาง คานคอนกรีตอัดแรงรูปกลองกลวง แสดงใน**รูป 3.9** คานคอนกรีตนี้เปนคาน
สำเร็จรูปผลิตในโรงงาน อาศัยการดึงลวดอัดแรงโดยวิธีดึงลวดกอน (Pre-tension) ความหนาของคานจะ มากกวาความหนาของพื้นสำเร็จที่ใชสำหรับความยาวชวง 10 เมตร เชนเดียวกัน การกอสรางพื้นสะพาน ไมจำเปนตองอาศัยการตั้งไมแบบพื้น วิธีการติดตั้งพื้นสะพานจะทำใหคานทั้งหมดเปนฐานสวนเดียวกัน โดยการวางคานสำเร็จรูปติดกันแลวเชื่อมเหล็กรับแรงเฉือนระหวางคาน จากนั้นเทคอนกรีตทับหนาหนา
10 ซม. เปนตัวกระจายน้ำหนักบรรทุกจากทางดานบนลงสูคาน คานคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ (I girder) เปนคานสำเร็จรูป ใชการดึงลวดอัดแรงรับ
น้ำหนักบรรทุก ซึ่งมีทั้งระบบ ดึงลวดกอน (Pretension) และดึงลวดทีหลัง (Posttension) ตัวอยางพื้นสะพานแบบคานคอนกรีตรูปตัวไอแสดงดังในรูป 3-10 การกอสรางพื้นสะพานโดยใชคานคอนกรีตอัด แรงรูปตัวไอ จะใชพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปหนา 5 ซม. วางพาดบนคานรูปตัวไอที่ไดติดตั้งแลว เพื่อเปนไม แบบรองรับคอนกรีตทับหนา คอนกรีตเสริมเหล็กเททับหนาจะเปนตัวกระจายน้ำหนักจากแผนพื้นลงสู คานรูปตัวไอ



รูป 3-9 คานคอนกรีตอัดแรงรปู Box-Girder ชวง 20 เมตร

สะพานความยาวชวง 30 เมตร

รูปแบบที่เหมาะสมไดแก คานคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ (I-girder) (**รูป 3-10**) มีพื้น คอนกรีตเสริมเหล็กเททับหนา ใชแผนพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปหนา 5 ซม. เปนไมแบบ เชนเดียวกับพื้น สะพานความยาวชวง 20 เมตร แตความลึกของคาน และปริมาณลวดอัดแรงที่ใชมีปริมาณมากกวา



รูป 3-10 พื้นสะพานบนคานรูปตัวไอ

5.3 การออกแบบโครงสรางสะพานสวนลาง

ฐานรากเปนสวนโครงสรางที่ทำหนาที่ถายน้ำหนักจากโครงสรางสวนบนลงสูพื้นดิน โดยปกติแลวการออกแบบฐานรากสะพานจะเริ่มดวยการเจาะสำรวจชั้นดินตามแนวสะพาน แลวทำการ ทดสอบทั้งในสนามและหองปฏิบัติการ ผลการเจาะสำรวจและการทดสอบดังกลาววิศวกรผูออกแบบ

จะพิจารณาคำนวณออกแบบฐานรากใหเหมาะสมกับสภาพขอมูลดินแหงนั้นๆ โดยฐานรากอาจแบงออก ได เปนฐานรากแผ และฐานรากบนเสาเข็ม

การเจาะสำรวจดิน และการทดสอบอยางนอยจะตองไดขอมูลเพื่อการออกแบบ ดังตอไปนี้

ชั้นดิน

- ความลึก ความหนา และการเปลี่ยนแปลงของชั้นดิน
- ชนิด และการจำแนกประเภท
- คุณสมบัติทางกายภาพและทางวิศวกรรม เชน ความชื้น ระดับน้ำใตดิน หนวยน้ำหนัก ความหนาแนน กำลังตานทานแรงเฉือน การอัดตัวได การซึมผานของน้ำ การพองตัวหรือการ ยุบตัวเมื่อมีความชื้น

ชั้นหิน

- ความหนาของชั้นหิน
- ชนิด และการจำแนกประเภท
- คุณสมบัติทางกายภาพ และทางวิศวกรรม เชน ความแข็ง รอยแตก ความตานทานตอการกัดกรอน เปนตน การเลือกชนิดฐานรากใหพิจารณาจาก

1. ขนาดและทิศทางของน้ำหนักที่กระทำตอฐานราก
2. ความลึกของชั้นดินที่มีกำลังรับน้ำหนักเพียงพอ
3. ระดับน้ำทวมถึง
4. โอกาสที่ชั้นดินรับน้ำหนักจะเหลวออนตัว
5. การกัดเซาะใตฐานราก
6. ความยากงายในการกอสราง 7. ราคาคากอสราง

ฐานรากแผ

ฐานรากแผหมายถึงฐานรากที่วางอยูบนดินในระดับตื้นๆ ซึ่งดินใตฐานรากจะตองมีกำลังรับน้ำหนักเพียงพอซึ่งอาจเปนหินหรือดินแข็ง เชน ดินปนกรวด ดินลูกรัง ชั้นดินที่มีความแข็งนี้จะตองมีความหนาไมนอยกวา 1.5 เทาของความกวางฐานราก เพราะอาจพบกรณีชั้นดินแข็งบางวางอยูบนชั้นดิน อ อนที่อยูขางใต ตามปกติแลวเมื่อเจอชั้นดินที่มีกำลังพอเพียงในระดับที่ไมลึกมาก จะใชฐานแผไดเพราะ ไมสามารถตอกเสาเข็มลงไป หรือตอกไดลึกลงไปไมเกิน 3 เมตร เนื่องจากอาจทำใหเสาเข็มแตก หรือหักได นอกจากนี้ฐานแผจะใชเมื่อระดับน้ำไมลึกมาก พอที่จะกั้นน้ำขณะกอสรางได

การเลือกใชฐานรากแผนั้น จะตองมั่นใจวาดินชั้นบนมีกำลังรับน้ำหนักพอเพียง จะตองเจาะสำรวจสภาพดิน และทดสอบกำลังรับน้ำหนักของดินใตฐานที่ระดับใตฐานรากดวยวิธี Plate bearing loading test โดยดินตองรับน้ำหนักปลอดภัยไดตามที่กำหนดไวในแบบไมนอยกวา 20 ตันตอตารางเมตร และมีการทรุดตัวไมเกินคาที่กำหนด

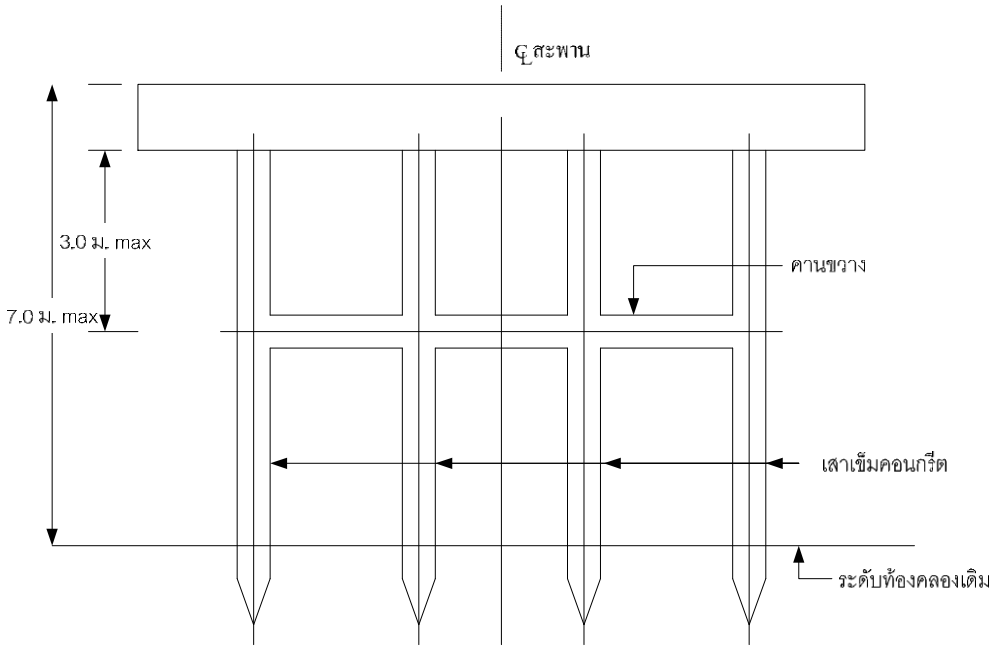
ระดับใตฐานรากแผตองอยูลึกจากระดับดินทองคลองไมนอยกวา 2.50 เมตร เพื่อใหพนจากการกัดเซาะ ยกเวนฐานรากที่เปนหินพืด ใหฐานรากฝงในหินลึกไมนอยกวา 0.50 เมตร และควรมี เหล็กเดือยยึดฐานรากกันการเลื่อนไถลหรือพลิกคว่ำสำหรับตอมอริมควรกำหนดใหฐานรากอยูในระดับลึกใกลเคียงกับตอมอกลางน้ำเพื่อปองกันการกัดเซาะของกระแสน้ำในอนาคต

<u>ฐานรากบนเสาเข็ม</u>

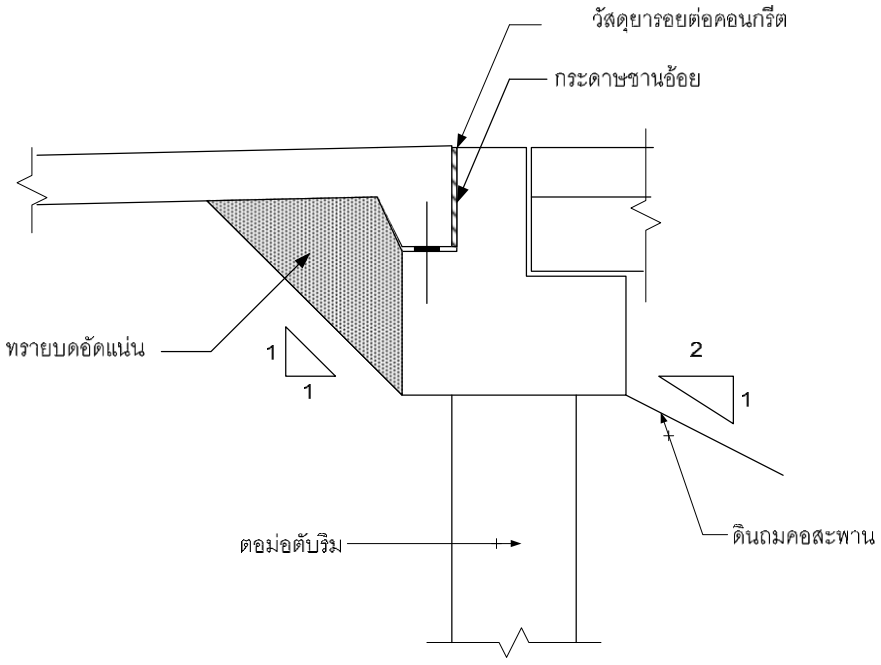
ฐานรากที่ใชเสาเข็มนั้นเหมาะกับพื้นที่ที่ไมสามารถกอสรางเปนฐานแผได เชนพื้นดินที่เปนดินออน หรือพื้นที่ที่มีการกัดเซาะสูง ในการใชฐานรากบนเสาเข็มนั้น กำลังรับน้ำหนักของฐานรากขึ้นอยูกับความยาวของเสาเข็ม ดังนั้นจึงจำเปนตองกำหนดใหเสาเข็มมีความยาวพอเพียง การกำหนด ความยาวเสาเข็มควรพิจารณาจากขอมูลจากการเจาะสำรวจชั้นดิน (Boring Log) ตามหลักวิศวกรรม อีกวิธีหนึ่งซึ่งเปนวิธีอยางงายๆที่ใหความยาวเสาเข็มโดยประมาณ ไดแก วิธีการทดลองตอก โดยใชคอนปอนด อาศัยแรงคนตอกเหล็กกลมเสนผานศูนยกลาง 1 นิ้ว (25 มม.) เชื่อมตอเปนชวงๆ ความยาว 1.00 - 1.50 เมตร ตอกลงไปจนกระทั่งตอกไมลง แสดงวาถึงชั้นดินแข็งแลว ใหวัดความลึกที่ตอกได แลวเผื่อความ ยาวเพิ่มเติมอีกประมาณ 2-3 เมตร น้ำหนักคอนปอนดที่ใชไมควรนอยกวา 70% ของน้ำหนักเหล็กกลมที่ ตอก การใชวิธีนี้นั้นจะมีความถูกตองนอยกวาวิธีการเจาะสำรวจดิน ซึ่งเปนวิธีตามหลักวิศวกรรม

เสาเข็มที่ใชตองมีความยาวพอเพียงตามการคำนวณโดยอาศัยขอมูลการเจาะสำรวจดิน แตเสาเข็มตอกควรตอกใหลึกลงไปต่ำกวาระดับดินเดิมทองคลองที่มีความมั่นคงไมนอยกวา 3 เมตร ถาชั้นดินเดิมเปนดินเหนียวแข็งหรือทรายแนน และไมควรนอยกวา 6 เมตร ถาเปนดินเหนียวออนหรือทราย หลวม และถาใชเสาเข็มเปนสวนของเสาตอมอ ความยาวสวนที่จมดินจะตองไมนอยกวา 1/3 ของความ ยาวเสาตอมอรวมกับความยาวเสาเข็มดวย

เชนเดียวกับการออกแบบโครงสรางสะพานสวนบน การออกแบบโครงสรางสะพานสวนลางสามารถอางอิงจากแบบมาตรฐานของสวนราชการที่เกี่ยวของ เชน แบบมาตรฐานของกรมทางหลวงชนบท ซึ่งแสดงรายละเอียด ขนาด การเสริมเหล็ก และขอกำหนดการกอสรางของฐานรากสะพาน ทั้งสองแบบ ซึ่งประกอบดวย แบบมาตรฐานเสา แบบมาตรฐานตอมอ คานยึดเสา และคานรัดหัวเสา สำหรับสะพานมีความยาวชวงตั้งแต 5-10 เมตร และมีความกวางผิวจราจรตั้งแต 8-12 เมตร **รูป 3-11** แสดงตัวอยางตอมอตับกลางและ **รูป 3.12** แสดงตัวอยางตอมอตับริม



รูป 3-11 ตัวอย่างตอม่อตับกลางบนเสาเข็ม



รูป 3-12 ตัวอยา งตอมอตับริม

5.4 แผนยางรองคอสะพาน

แผนยางรองคอสะพาน (Bearing pad) ทำหนา่ที่ถายน้ำหนักจากโครงสร่างพื้นสะพานลง โครง สร่างตอมอ แผนยางที่ใช่อาจเปนยางธรรมชาติ หรือ ยางสังเคราะห แตแผนยางสังเคราะหจะให ความ

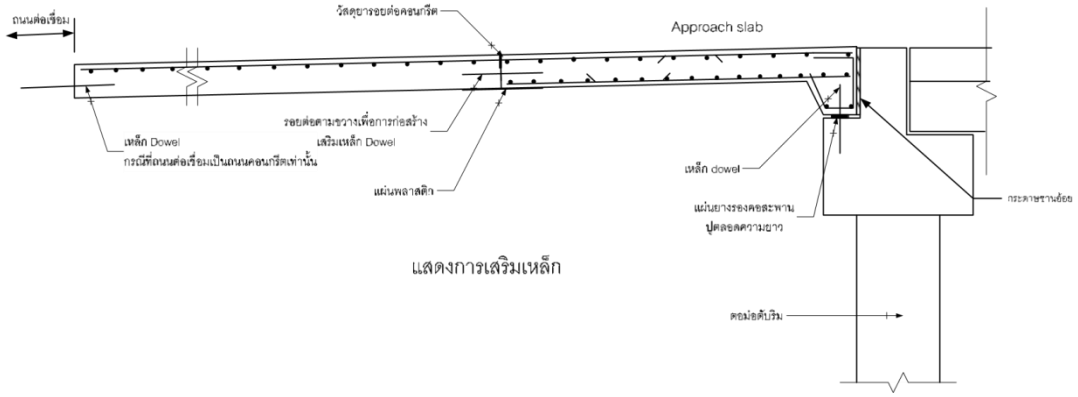
ทนทานตอสภาพแวดลอมมากกวาแผนยางธรรมชาติ คุณสมบัติและวิธีการทดสอบแผนยางเปนไป ตามมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม ชนิดของแผนยางรองคอสะพานแบงออกไดเปน

5.4.1 แบบไมมีวัสดุเสริมแรง (Plain pad)

ใชกับพื้นเทในที่ความยาวชวง 10 เมตร พื้นสำเร็จ (plank girder) ความยาวชวง 10 เมตร และคานคอนกรีตรูปกลองกลวงความยาวชวง 20 เมตร 5.4.2 แบบมีวัสดุเสริมแรงภายใน (Elastomeric pad) ใชกับคานรูปตัวไอความยาวชวง 20 และ30 เมตร.

5.5 การออกแบบเชิงลาดสะพาน

บริเวณรอยตอระหวางคอสะพาน กับ ตัวสะพานมักจะเปนจุดที่เกิดการทรุดตัวที่แตกตางกัน เนื่องจากตัวสะพานตั้งอยูบนฐานรากที่มีความแข็งแรงจึงไมคอยทรุดตัว สวน คอสะพานซึ่งตั้งอยูบนดินเดิม จะมีการทรุดตัวที่มากกวา เพื่อเปนการลดการทรุดตัวดังกลาวนี้ จึงตองออกแบบโครงสรางเชิงลาด สะพาน ดังแสดงใน **รูป 3-13** จะเห็นวาเชิงลาดสะพานจะมีปลายขางหนึ่งวางอยูบนตอมอริมของสะพาน และสวนที่เหลือจะวางอยูบนชั้นโครงสรางทางในลักษณะเดียวกับผิวจราจรคอนกรีตนั่นเอง โดยปกติ ถาเปนถนนคอนกรีตอยูแลวรอยตอระหวางเชิงลาดสะพานกับผิวจราจรคอนกรีตจะใชเหล็กเดือยเปน ตัวยึด ในลักษณะเดียวกับรอยตอในถนนคอนกรีต แตถาผิวถนนเปนแบบอื่น การเชื่อมตอระหวางเชิงลาด สะพาน กับ ถนนจะมีผิวทางคอนกรีตยาวประมาณ 10 เมตรตอเชื่อม



รูป 3-13 ตัวอยา งโครงสรางเชงิ ลาดสะพาน

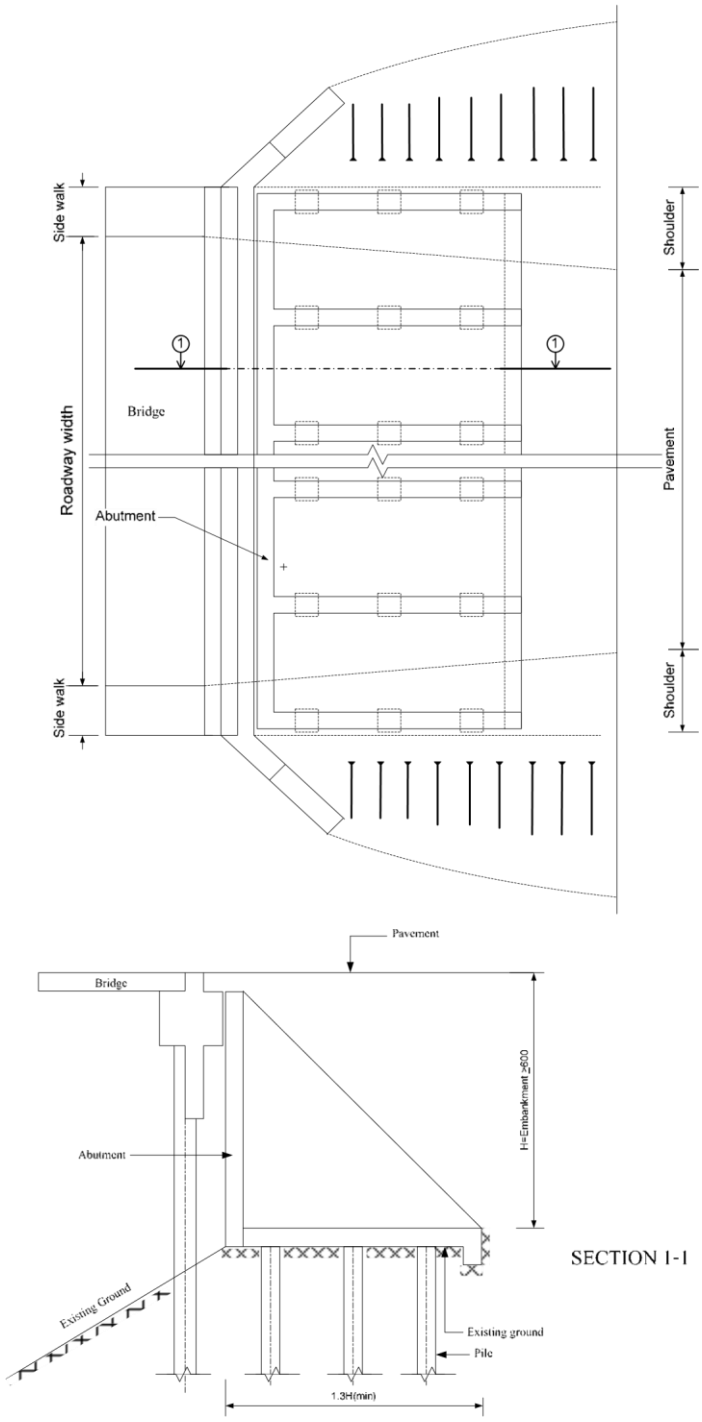
5.6 การออกแบบองคประกอบอื่นๆ

สะพานอาจจะมีองคประกอบอื่นๆ ตามความจำเปนของแตละทองถิ่น ไดแก โครงสราง ปองกันตอมอ ดาดคอนกรีตปองกันเชิงลาดริมตลิ่ง และโครงสรางปรับการทรุดตัว การพิจารณาวาจะจัด ใหมีองคประกอบเหลานี้หรือไมนั้น ควรปรึกษาวิศวกร หรือ ขอความรวมมือกับหนวยงานที่มีวิศวกร ใหคำแนะนำได

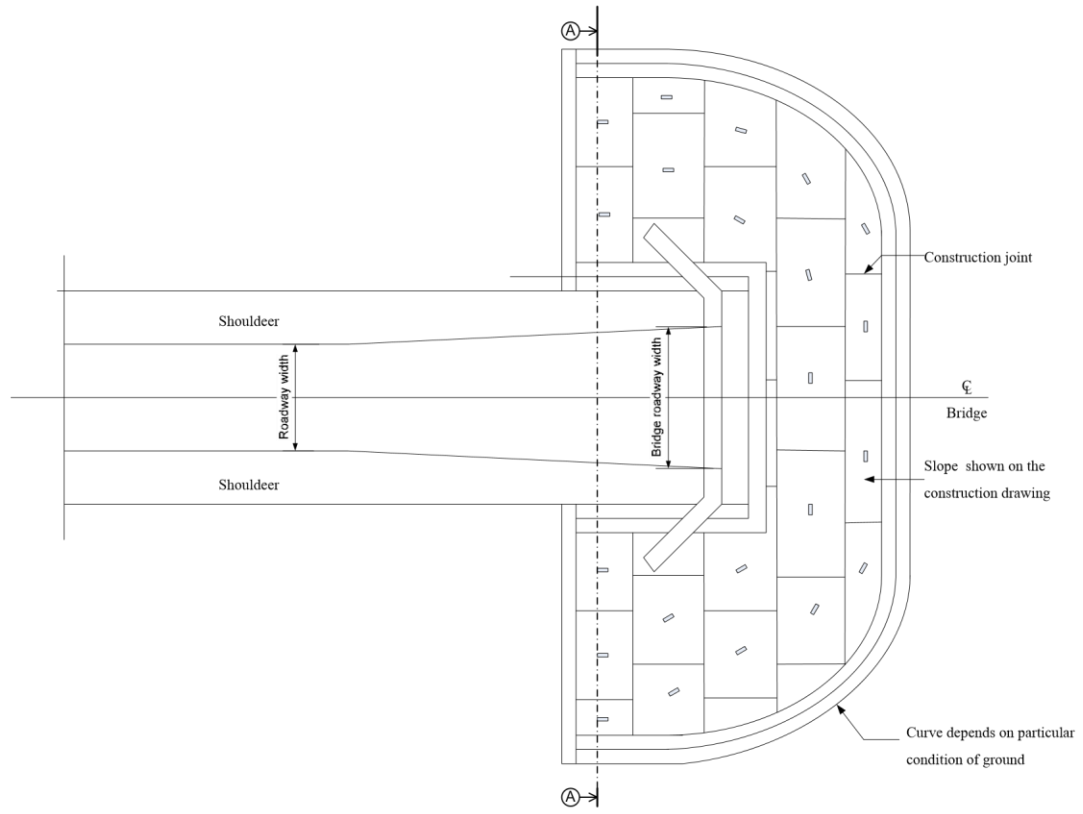
(1) โครงสรางปองกันตอมอ(abutmentprotector)มีหนาที่รักษาเสถียรภาพและความ แข็งแรงของตอมอ โดยทำหนาที่เปนกำแพงกันดินตานทานแรงดันดินที่กระทำตอตอมอ ดังแสดงใน **รูป 3-14**

(2) ดาดคอนกรีตปองกันเชิงลาดริมตลิ่ง (concrete slope protection) มีลักษณะเปนดาด คอนกรีตสำหรับปองกันการกัดเซาะ ใชเมื่อดินริมตลิ่งมีความลาดชันมาก ไมมีความมั่นคง ดังแสดงใน **รูป 3-15**

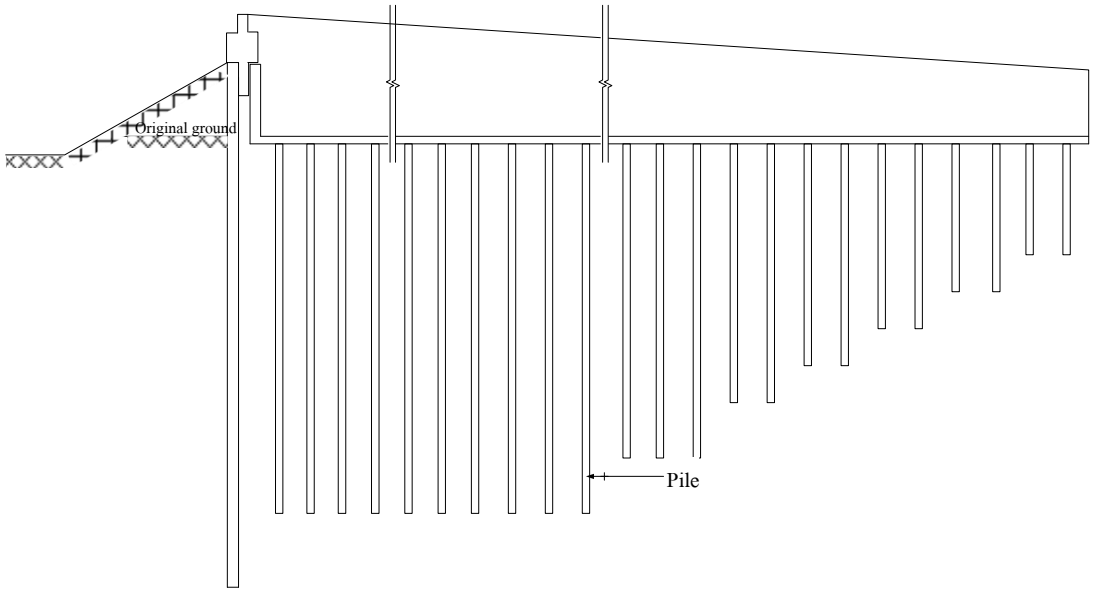
(3) โครงสร้างปรับการทรุดตัว (Bearing Unit) เปนโครงสร้างที่ปรับการทรุดตัวของดิน บริเวณคอสะพานให้เปนไปอย่างสม่ำเสมอ โดยตอกเสาเข็มที่มีความยาวไม่เทากันบริเวณคอสะพาน การใชโครงสร้างปรับการทรุดตัวจะทำให้การทรุดตัวที่บริเวณคอสะพานเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอเมื่อ เทียบกับตัวสะพาน ทำให้ไม่เกิดปญหาการขับขี่ยวดยาน ตัวอย่างโครงสร้างปรับการทรุดตัวดังแสดงใน **รูป 3-16**



รูป 3-14 โครงสร้างปองกันตอมอ



รูป 3-15 ดาดคอนกรีตป้องกันเชิงลาดริมตลิ่ง



รูป 3-16 โครงสรางปรับการทรุดตัว

6. การประมาณราคาคากอสราง

การประมาณราคาคากอสราง หมายถึง การคิดราคาคากอสราง เพื่อจะไดกำหนดราคากลาง และเตรียมงบประมาณใหพอเพียงตอการกอสราง การประมาณราคาควรจะตองกระทำใหรอบคอบและ ละเอียด เพื่อใหไดราคาที่ใกลเคียงกับราคาจริงใหมากที่สุด ขอมูลที่ไดจากการประมาณราคาสามารถ นำไปใชเพื่อ

6.1 จัดทำงบประมาณการกอสราง เพื่อกำหนดราคากลางเพื่อใชเปนบรรทัดฐานในการ ประเมินราคาของผูเสนอราคาในการประมูลงาน

6.2 กำหนดคางวดงานในการกอสราง เพื่อเปนขอมูลประกอบการเบิกจายคางานในแตละงวด

6.3 คิดคางานเพิ่มหรือลดจากสัญญาในงานกอสราง ใชในกรณีที่มีการเพิ่มหรือลดงานจากที่กำหนดไวในแบบและสัญญา ซึ่งจะตองทำการประมาณหาปริมาณงานและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป

การประมาณราคาอาจแบงออกไดเปน 2 ประเภทใหญๆ คือ การประมาณราคาขั้นตน และการประมาณราคาอยางละเอียดดังนี้

(1) การประมาณราคาขั้นตน เปนการประมาณราคาอยางคราวๆ จากแบบราง หรือขอมูลสะพานที่ไดเคยกอสรางในบริเวณใกลเคียงเพื่อตั้งงบประมาณการกอสราง โดยที่ยังไมจำเปนตองมีแบบกอสรางอยางละเอียด การประมาณราคาโดยวิธีนี้มักอางอิงถึง ราคาตอหนวยพื้นที่ ตอหนวยความยาว หรือตอหนวยปริมาตรของการกอสรางในลักษณะเดียวกันที่เคยกอสรางมา ซึ่งอาจอางอิงราคากลางโดย การหาราคาวัสดุกอสรางจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการคา กระทรวงพาณิชย สำนักงานปลัดกระทรวง พาณิชย และสำนักงานพาณิชยจังหวัด สวนคาแรงอางอิงจากสำนักงบประมาณ วิธีการคิดคาใชจายอื่นๆ อางอิงจากคณะกรรมการควบคุมราคากลาง กระทรวงการคลัง และระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีหรือสวน ราชการที่เกี่ยวของ การประมาณราคาขั้นตนนี้ขึ้นอยูกับการประมาณพื้นที่ ความยาว หรือ ปริมาตรวา กระทำไดใกล

เคียงความจริงมากน่อยเพียงใด วิธีการประมาณขั้นต่นสามารถกระทำได่อยางรวดเร็ว แต ให่ผลคอนขาง หยาบ อาจผิดพลาดไดสูงถึง 20-30%

(2) การประมาณราคอย่างละเอีย หมายถึง การประมาณราคาโดยพิจารณาจากปริมาณวัสดุ แรงงาน และเครื่องจักรที่ใช่ จากแบบกอสร่างที่ทำเสร็จสมบูรณแล่ว การประมาณราคาอยางละเอียด ประกอบด่วยการถอดแบบเพื่อหาปริมาณงานแตละประเภท เชน งานขุดดิน งานเทคอนกรีต งานผูกเหล็ก แล่ว คูณปริมาณงานนั้นดวยราคาตอหนวย ซึ่งประกอบดวย ราคาวัสดุตอหนวย และราคาคาแรงตอหนวย ผลคูณที่ไดจึงเปนราคางานแตละรายการ เมื่อรวมยอดทุกรายการแลวจะเปนราคารวมของงานทั้งหมด

องคประกอบของการประมาณราคาได่แก การถอดแบบหาปริมาณวัสดุพร่อมเผื่อความสูญเสีย ราคาวัสดุ ราคาคาแรงงาน และตัวคูณตางๆ แบบฟอรมที่ใชได่แก แบบคำนวณปริมาณงาน ใน การประมาณราคาคากอสรางให่ใชหลักเกณฑและวิธีการดังนี้

2.1 การถอดแบบหาปริมาณวัสดุไดแกเหล็กเสน และคอนกรีตที่ใช่กอสร่างชิ้นสวน โครงสร่างเชน เสาเข็ม เสาตอมอ คานยึด คานรัดหัวเสา คานรับพื้น กำแพงกันดิน เสา และราวสะพานใช่ หลักเกณฑดังนี้

- เหล็กเสน

การคิดปริมาณเหล็กเสริมงานคอนกรีต ให่คิดเปนน้ำหนักโดยคำนวณหาความ ยาวเปนเมตรตามแบบ แล่วคูณด่วยน้ำหนักเหล็ก (กก.ตอ เมตร) ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้หากจะคำนวณโดย ละเอียดแล่ว จะต่องบวกเพิ่มความยาวของมาตรฐาน และระยะทาบตอเหล็ก (ว.ส.ท. กำหนดระยะทาบตอ เหล็กเทากับ 36 เทาของเสนผานศูนยกลางเหล็กกรณีเหล็กข่อออย และ 48 เทาเส่นผานศูนยกลางเหล็ก กรณีเหล็กกลม) แตการคำนวณดังกลาวจะเสียเวลามาก ในขั้นการประมาณราคาเพื่อทำราคากลางนี้ เสนอ ให่คำนวณหาความยาวเหล็กตามปกติแลวเผื่อระยะสำหรับการงอการตอทาบ และการสูญเสีย ซึ่งขึ้นอยู กับขนาดเหล็ก ดังนี้

ตาราง 3-1 น้ำหนักเหล็กเสริมตอ เมตร

เหล็ก	ขนาดเสนผานศูนยกลาง, มม.	น้ำหนัก (กก./เมตร)
เหล็กกลม		
RB 6	6	0.222
RB 9	9	0.499
RB 12	12	0.888
RB 15	15	1.387
RB 19	19	2.226
RB 25	25	3.853
เหล็กขออ ย		
DB 10	10	0.617
DB 12	12	0.888

DB 16	16	1.578
เหล็ก	ขนาดเสนผานศูนยกลาง, มม.	น้ำหนัก (กก./เมตร)
DB 20	20	2.466
DB 25	25	3.853
DB 28	28	4.834
DB 32	32	6.313

ตาราง 3-2 รอยละการเผื่อปริมาณงานเหล็กสำหรับการงอขอ การตอทาบ และการสูญเสีย (ที่มา กองควบคุมราคากลาง พ.ศ. 2535)

ขนาดเหล็ก (เสนผานศูนยกลาง)	ปริมาณเผื่อ (รอยละ)
6 มม.	5
9 มม.	7
12 มม.	9
16 มม.	11
20 มม.	13
25 มม. และมากกวา	15

ตัวอยางการคำนวณ

คานรัดหัวเสา ขนาดหนาตัด 0.50 x 0.70 เมตร ยาว 10 เมตร ประกอบดวยเหล็กนอน DB25 6 เสน และDB12 2 เสน และเหล็กปลอก RB9@0.20 ตลอดความยาว คำนวณปริมาณเหล็กที่ใชได ดังนี้

เหล็กนอน

เหล็ก	ความยาวจริง (ม.)	สวนเผื่อ(ม.)	ความยาวรวมสว น เผื่อ (ม.)	น้ำหนักเหล็ก (กก.)
DB25	6 x 10 = 60	0.15 x 60 = 9	69	69 x 3.853 = 265.86
DB12	2 x 10 = 20	0.09 x 20 = 1.8	21.8	21.8 x 0.888 = 19.36
รวม				285.22

เหล็กปลอก ยาว 2 x (0.45 + 0.62) = 2.14 เมตร (สมมุติระยะคอนกรีตหุมบนและลาง 4 ซม. และระยะคอนกรีตหุมดานขาง 2.5 ซม. จำนวนปลอกที่ใช = 10 x 100/20 = 50 ทอน

เหล็ก	ความยาวจริง (ม.)	สวนเผื่อ(ม.)	ความยาวรวมสว น เผื่อ (ม.)	น้ำหนักเหล็ก (กก.)
RB9	50 x 2.14 = 107	0.07 x 107 = 7.49	114.49	114.9 x 0.499 = 57.13

- คอนกรีต

ให้คำนวณหาปริมาตรของคอนกรีตโดยแบ่งตามประเภท หรือ กำลังอัดของ คอนกรีต โดยให้คำนวณปริมาตรของโครงสร้างแต่ละชิ้นในหน่วยลูกบาศก์เมตร นำมารวมกัน แล้วเผื่อ การสูญเสียอีก 5% เช่น

ปริมาตรคอนกรีตฐานราก = กว้าง x ยาว x ความลึกของฐานราก

ปริมาตรคาน, เสา = พื้นที่หน้าตัด x ความยาว

ปริมาตรพื้น = พื้นที่ผิวหน้าพื้น x ความหนาของพื้น

เช่น คาน ค.ส.ล. ขนาด 0.5 x 0.7 x 10.0 เมตร

ปริมาตรคอนกรีต = 3.5 ลบ.ม.

เผื่อความเสียหาย 5% = 0.05 x 3.5 = 0.175 ลบ.ม.

รวมปริมาตรคอนกรีตทั้งหมด = 3.5 + 0.175 = 3.675 ลบ.ม.

- ไม้แบบ

ให้คิดปริมาณไม้แบบตามพื้นที่ในหน่วย ตร.ม. ที่หอหุ้มคอนกรีตที่ทำ โครงสร้าง เช่น

ฐานราก = เส้นรอบรูป x ความลึกของฐานราก เสา = เส้นรอบรูป x ความสูงเสา คาน = (2 x ความลึกคาน + ท้องคาน) x ความยาวคาน พื้นที่ = กว้าง x ยาว

- ตะปู

ให้ใช้ 0.2 – 0.4 กก. ต่อ พื้นที่ไม้แบบ 1 ตร.ม.

2.2 วัสดุที่จะต้องจัดซื้อหรือจัดหา เช่น เสาเข็มคอนกรีต คานคอนกรีต พื้นคอนกรีตอัดแรง เหล็ก หิน ทราย คอนกรีตผสมเสร็จ ไม้แบบ ให้อิงราคาวัสดุของสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ แล้วตรวจสอบเทียบกับราคาวัสดุจากแหล่งจำหน่ายในท้องถิ่นอย่างน้อย 2 แห่ง ในกรณีที่วัสดุ นั้นไม่มีจำหน่ายในท้องถิ่น เช่น แผ่นยางรองพื้นสะพาน ให้สอบถามราคาจากผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายโดยตรง

2.3 ค่าใช้จ่ายส่วนที่จ้างเหมาหรือจ้างทำ เช่น จ้างตอกเสาเข็ม ทำป้ายชื่อสะพาน ให้อิงราคาของสำนักงบประมาณ (ถ้ามี) แล้วตรวจสอบกับราคาท้องถิ่นอย่างน้อย 2 แห่ง

2.4 ค่าแรง การคิดค่าแรงโดยทั่วไปคิดเป็นค่าแรงต่อหน่วยงานที่ทำได้ เช่น ค่าแรงเทคอนกรีตต่อปริมาตรคอนกรีต 1 ลบ.ม. ค่าแรงงานเหล็กเสริม ต่อ น้ำหนักเหล็ก เป็น กก.เป็นต้น ดังนั้นแต่ละ งานจะมีค่าแรงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับว่าต้องใช้ทักษะช่างมากน้อยเพียงใด การคิดค่าแรงช่างให้อิงจากค่าแรง ที่จ้างกันจริงในแต่ละพื้นที่ของประเทศ หรือ อิงจากราคาที่สำนักงบประมาณกำหนด

2.5 ราคาคากอสรางทั้งหมด คือ ผลรวมของคาวัสดุ คาจางเหมา และคาแรงงาน แลวคูณดวย ตัวคูณ F ตามหลักเกณฑการคิดคา F ที่ทางราชการกำหนด ในสวนของงานเชิงลาดสะพานใหใช หลักเกณฑเดียวกับงานทาง

7. ขอแนะนำในการจางที่ปรึกษาโครงการกอสรางสะพาน

ในกรณีที่สะพานมีขนาดไมใหญมาก เชน สะพานที่มีความยาวชวงไมเกิน 10 เมตร และมี ความยาวรวมไมเกิน 50 เมตร ทองถิ่นอาจดำเนินการไดเอง โดยอาจจางที่ปรึกษาแนะนำ และควบคุมการ กอสราง แต เมื่อสะพานมีขนาดใหญขึ้น มีความยาวชวงมากกวา 10 เมตร หรือ มีความยาวรวมเกิน 50เมตร อาจจะเกินความสามารถของทองถิ่น ในกรณีนี้ทองถิ่นควรพิจารณาจางที่ปรึกษาทำการสำรวจออกแบบประมาณราคาก่อสร้างและควบคุมงานอัตราคาจางที่ปรึกษาให้ปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย วาดวยการพัสดุของหนวยการบริหารราชการสวนทองถิ่น พ.ศ. 2535 ซึ่งไดกำหนดวา อัตราคาจางที่ ปรึกษาใหเปนไปตามความเหมาะสมและประหยัดโดยใหคำนึงถึงองคประกอบตางๆ เชน ลักษณะของ งานที่จะจาง อัตราคาจางของงานในลักษณะเดียวกันที่หนวยการบริหารราชการสวนทองถิ่น สวนราชการ หรือ รัฐวิสาหกิจเคยจาง จำนวนคน-เดือน (Man-months) เทาที่จำเปน ดัชนีคาครองชีพ เปนตน

บทที่ 4
การกอสร้างและควบคุม งานสะพาน

1. การควบคุมงาน

เนื่องจากงานกอสร่างสะพานเกี่ยวข่องกับความปลอดภัย และความมั่นคงแข็งแรงในการใช งาน จึงจำเปนที่จะต่องจัดใหมีชางผู่ควบคุมงาน เพื่อใหงานกอสร่างสะพานเปนไปตามข่อตกลงและถูกต่อง ตามแบบที่กำหนดรวมถึงต่องจัดใหมีคณะกรรมการตรวจการจ่างเมื่อสะพานกอสร่างหรือบูรณะแลวเสร็จ ผู่ควบคุมงานกอสรางตองมีความรูความชำนาญในการกอสร่างสะพาน และเปนผู่ที่มีความ ซื่อสัตยสุจริต เพื่อใหการควบคุมงานเปนไปอยางถูกต่องตามสัญญาและตามมาตรฐานกำหนด หากผู่ควบคุมงานประพฤติมิชอบ ไมเครงครัดในหน่าที่ปลอยปละละเลย หรือรวมมือกับผู่รับจ่าง ลดขนาด ปริมาณ หรือคุณภาพของวัสดุกอสร่างสงผลใหถนนไมมีความมั่นคงแข็งแรงตามมาตรฐาน เปนเหตุใหผู่ใชสะพานไดรับความเดือดรอน และราชการเสียหาย

การกำหนดขั้นตอนการดำเนินการ จะเปนเครื่องมือชวยใหชางผู่ควบคุมงานทราบบทบาทหนาที่ความรับผิดชอบตามระเบียบ และขอสั่งการสามารถปฏิบัติงานตามมาตรฐานงานกอสร่างไดอยางมี ประสิทธิภาพ **ขั้นตอนการดำเนินการของช่างผู่ควบคุมงาน มีดังนี้**

(1) การเตรียมตัวของชางควบคุมงาน

1. เตรียมสภาพรางกายใหมีความพรอมที่จะทำงานภาคสนาม หากมีโรคประจำตัว เชน โรคภูมิแพ ควรเตรียมยาปองกัน และรักษาโรคใหพรอม เปนตน
2. เตรียมสภาพจิตใจใหมีความหนักแนน ไมออนไหวงาย พรอมที่จะแก่ปญหาอุปสรรคและมีมนุษยสัมพันธที่ดี สามารถประสานงานกับผู่ที่เกี่ยวของ เชน คณะกรรมการตรวจการจาง ผู่รับจางและประชาชนในพื้นที่ไดเปนอยางดี
3. ปฏิบัติหนาที่ดวยความตั้งใจ และยึดจรรยาบรรณที่หนวยงานกำหนด
4. ใฝหาความรูทั้งดานทฤษฎีและปฏิบัติอยางสม่ำเสมอ

(2) การเตรียมเอกสาร เครื่องมือ

1. จัดเตรียมแบบแปลน รายละเอียดข่อกำหนดการกอสร่าง สัญญาจ่าง ประกาศประกวดราคา (ซึ่งถือวาเปนสวนหนึ่งของสัญญา) และเอกสารแนบท่ายสัญญาอื่นๆ เชน แบบมาตรฐาน ตางๆ เปนตน
2. จัดเตรียมแบบฟอรมตางๆ ที่เกี่ยวข่อง เชน แบบรายงานประจำวัน แบบรายงาน ประจำสัปดาห แบบรายงานประจำเดือน แบบรายงานคณะกรรมการ

ตรวจการจ่าง แบบทดสอบความ แนนในสนาม (Field Density Test) แบบการคำนวณคาระดับ แบบการคำนวณปริมาณงานดิน แบบการสงงาน เปนตน

3. ตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณที่จำเปนต่องใชในการควบคุมงาน ไดแก เครื่องมือชุด สำรวจ เพื่อตรวจสอบแนวและระดับ เปนตน

(3) ศึกษารายละเอียดสัญญา แบบแปลนและเอกสารแนบท่ายสัญญา หากมีข่อความใด ขัดแยงหรือคลาดเคลื่อนไมครบถวนใหรายงานคณะกรรมการตรวจการจา งทันที

(4) ตรวจสอบแบบแปลนกับสถานที่กอสรางจริง อีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบสภาพพื้นที่ หรือปญหาอันเกี่ยวเนื่องกับสาธารณูปโภคตางๆ เชน สภาพรองน้ำ เสาไฟฟา ทอประปา อยูในบริเวณพื้นที่การ กอสรางหรือไม

รูปที่ 4-1 สภาพรองน้ำที่จะกอสรางสะพาน

(5) ตรวจสอบแผนปฏิบัติงานของผูรับจาง เพื่อนำเสนอคณะกรรมการตรวจการจาง

(6) จัดทำแผนผังการควบคุมงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

(6.1) แผนภูมิการปฏิบัติงาน (ระบุชื่อตำแหนง)

(6.2) แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการ

(6.3) แบบแปลนรูปตัดขวางและตามยาว

(6.4) แผนปฏิบัติงาน

(6.5) รายงานผลความกาวหนาของการกอสราง

(6.6) สำเนาคำสั่งและหนังสือสั่งการที่สำคัญ

(7) ควบคุมใหผูรับจางติดตั้งปายระบุรายละเอียดโครงการตามที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด ณ บริเวณพื้นที่กอสราง เพื่อเปนการประชาสัมพันธโครงการใหประชาชนทั่วไปทราบ

รูปที่ 4-2 ปายแสดงโครงการกอ สรางสะพาน (โดยระบุรายละเอยี ด)

(8) ระหวางการกอสรา้ง ควรใหผ้รับจา้งจัดทำและติดตั้งปายเตือนระบุเขตพื้นที่กอสรา้ง เพื่อความปลอดภัยแกประชาชน และผูที่ปฏิบัติงานในภาคสนาม

(9) ควบคุมใหผู้รับจา้งเก็บตัวอยางวัสดุตามขั้นตอนที่มาตรฐานกำหนด เพื่อนำไปทดสอบ ในหองทดสอบ ในระหวางการกอสรางหากมีขอสงสัยวาวัสดุที่นำมาใชไมตรงกับตัวอยางวัสดุที่เคยนำสงหองทดสอบใหเก็บตัวอยางวัสดุนั้นไปทำการทดสอบใหม หรือพบวาคุณภาพวัสดุไมไดมาตรฐานใหสั่งระงับการนำวัสดุนั้นไปใชในการกอสราง

รูปที่ 4-3 การเก็บขอมูลคอนกรตี ภาคสนามเพื่อทดสอบในหองปฏิบัติการ

ทั้งนี้งานวัสดุชั้นโครงสร้างทาง ควรทำการเก็บตัวอยาง ของวัสดุที่นำมากองไวบริเวณที่กอสราง **สำหรับงานเหล็กทำการสุมเก็บตัวอยางทุกๆ 100 เสนตอหนึ่งตัวอยางทุกขนาดและชนิดของเหล็กเสน**

(10) ใหถือปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย วาดวยการพัสดุขององคกรปกครองส่วน ทองถิ่นเรื่องหนาที่ของชางควบคุมงานอยางเครงครัดดังนี้

(10.1) ตรวจและควบคุมงาน ณ สถานที่ที่กำหนดไวในสัญญา

- ตรวจและควบคุมงานทุกวันโดยใหเปนไปตามแบบรูปรายการและขอกำหนด ตางๆ
- สั่งเปลี่ยนแปลงแกไขเพิ่มเติม หรือลดปริมาณงานตามที่เห็นสมควรและตาม หลักวิชาการเพื่อให เปนไปตามแบบรูปรายการละเอียดและขอกำหนด (หากไมเปนไปตามแบบรูป รายการและขอกำหนดตองรายงานคณะกรรมการตรวจการจางพิจารณาทันที)
- ถาผูรับจางไมปฏิบัติตามใหสั่งหยุดงานนั้นเฉพาะสวนหนึ่งสวนใดหรือ ทั้งหมดแลวแตกรณีไวกอนจน กวาผูรับจางยินยอมปฏิบัติใหถูกตองตามหลักวิชาการ และรายงาน คณะกรรมการตรวจการจางทันที

(10.2) หากผูรับจางกอสรางลาชากวาแผนงาน ใหทำหนังสือแจงเตือนผูรับจางใหเรงรัดดำเนินการกอสรางใหเปนไปตามแผนงาน และรายงานใหกรรมการตรวจการจาง ผูบริหาร ทองถิ่น เพื่อทราบและพิจารณาดำเนินการตอไป

(10.3) สั่งพักงาน

- ในกรณีที่ปรากฏวาแบบรูปรายการขอกำหนดขัดแยงกัน
- หรือเปนที่คาดหมายไดวาถึงแมวางานนั้นจะเปนไปตามแบบรูปรายการ รายละเอียดขอกำหนด แตเมื่อสำเร็จแลวจะไมมั่นคงแข็งแรง
- หรือไมเปนไปตามหลักวิชาการที่ดี
- หรือไมปลอดภัย
- เมื่อสั่งพักงานแลว ตองรายงานตอคณะกรรมการตรวจการจางทันที

(10.4) จดบันทึกการปฏิบัติงานของผูรับจาง และเหตุการณแวดลอมเปนรายวัน พรอม ทั้งผลการปฏิบัติงานอยางนอย 2 ฉบับ รายงานใหคณะกรรมการตรวจการจางทราบ ทุกสัปดาหและเก็บ รักษาไวเพื่อมอบใหแกเจาหนาที่พัสดุเมื่อเสร็จงานแตละงวด โดยใหถือวาเปนเอกสารสำคัญของทาง ราชการเพื่อประกอบการตรวจสอบของผูมีหนาที่ที่เกี่ยวของตอไป

(10.5) รายงานผลการปฏิบัติงานของผูรับจางวาเปนไปตามสัญญา ใหคณะกรรมการ ตรวจการ จางทราบภายใน 3 วันทำการ ในวันกำหนดลงมือทำงานของ ผูรับจางตามสัญญา และในวันสงมอบงานแตละงวด

(10) เปนผูรวบรวมเอกสารเพื่อประกอบการลงทะเบียนพัสดุ

ขอเสนอแนะสำหรับชางผูควบคุมงาน

(1) เมื่อพบปญหาอุปสรรคในการดำเนินการงานกอสราง อยาเก็บปญหานั้นไวโดยลำพัง ให รีบทำรายงานปญหาอุปสรรคเสนอคณะกรรมการตรวจการจางและผูบริหารทองถิ่นเพื่อทราบ และ พิจารณาแนวทางแกไขปญหาดังกลาวตั้งแตเริ่มตนไดอยางทันทวงที

(2) **การสั่งหยุดงานตองสั่งเปนลายลักษณอักษร** อยางมีเหตุผล และรายงาน คณะกรรมการ ตรวจการจางทราบทันที

(3) **เปนผูตรวจสอบสภาพความเสียหายของโครงการในระหวางระยะเวลาประกันสัญญา** หากพบวามีสวนใดสวนหนึ่งชำรุดเสียหายใหรีบรายงานผูบริหารทองถิ่น เพื่อจะไดแจงใหผูรับจาง ซอมแซมแกไขโดยเร็ว

รูปที่ 4-4 การตรวจสภาพของสะพานภายหลังการสงมอบงานและอยูในระยะเวลาประกันงาน

2. การตรวจรับ/ ตรวจการจางงานกอสราง

โดยทั่วไปสัญญาการกอสรางจะแบงงานออกเปนงวดๆ โดยกำหนดรายละเอียดของงาน พรอม กับเงื่อนไขของการจายเงิน แตการตรวจรับหรือตรวจการจางงานแตละงวด **คณะกรรมการตรวจการจาง สวนมากจะใชวิธีซักถามรายละเอียดกับผูควบคุมงาน โดยไมไดศึกษารายละเอียดของงวดงานตามสัญญากอน** ซึ่งเปนสาเหตุสำคัญทำใหเกิดความไมรอบคอบ ในงานกอสรางสะพาน

ดังนั้น เพื่อใหการตรวจรับหรือการตรวจการจางงานเปนไปอยางถูกตอง คณะกรรมการตรวจ การจางตามระเบียบวาดวยการพัสดุ มีหนาที่โดยสรุปดังนี้

(2.1) ตรวจสอบรายงานประจำสัปดาหเปรียบเทียบกับแบบรูป รายการกอสรางและขอกำหนด ในสัญญา

(2.2) รับทราบและพิจารณาการสั่งหยุดงานของชางผูควบคุมงาน

(2.3) หากมีปญหาหรือขอสงสัยใหออกตรวจงาน หากเห็นวาไมถูกตองตามหลักวิชาชางหรือมาตรฐานงานใหพิจารณาแกไข เพิ่มเติม หรือลดปริมาณงานตามผลการประชุมรวมของคณะกรรมการ
ตรวจการจางผูรับจาง ชางผูควบคุมงาน และเสนอผูบริหารทองถิ่นพิจารณาอนุมัติตอไป
(2.4) ใหตรวจผลงานที่ผูรับจางสงมอบภายใน 3 วันทำการ นับจากวันที่ผูรับจางขอสงมอบ งานใหแตละงวด หากไมสามารถดำเนินการไดตองมีเหตุผลประกอบเรื่อง และใหทำการตรวจการจาง โดยเร็วตอไป
(2.5) เมื่อตรวจสอบแลวเห็นวาถูกตองใหลงนามในใบตรวจการจาง แตหากพบวาผลงาน ไมเปนไปตามสัญญา ใหรายงานผูบริหารทองถิ่นและผูรับจางทราบเพื่อพิจารณาดำเนินการแกไขตอไป (2.6) หากกรรมการตรวจการจางบางรายไมตรวจรับงาน จะตองทำความเห็นแยงไวเปน หลักฐาน แลวเสนอผูบริหารทองถิ่นพิจารณาสั่งการตอไป

3. **การกำหนดบุคลากร**

เพื่อใหการดำเนินงานกอสรางสะพานเปนไปอยางมีประสิทธิภาพ ควรกำหนดบุคลากร ให เหมาะสมกับงานในแตละขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงการจัดบุคลากรขององคก ารปกครองสวนทองถิ่น สำหรับงานกอสรางและบำรุงรักษาสะพาน

ประเภทสะพาน	การออกแบบ	ประมาณราคา	การควบคุมงาน	* การตรวจรับงาน	การบำรุงรักษา
Slab Type	วิศวกรโยธา	นายชางโยธา	นายชางโยธา/ วิศวกรโยธา	วิศวกรโยธา	นายชางโยธา
Plank Girder	วิศวกรโยธา	นายชางโยธา	นายชางโยธา/ วิศวกรโยธา	วิศวกรโยธา	นายชางโยธา

หมายเหตุ * ในการตรวจรับงานเปนหนาที่ของคณะกรรมการตรวจรับงาน ซึ่งควรจะมีวิศวกรโยธา อยางนอย 1 คนเขารวมเปนกรรมการดวย และหากไมมีบุคลากรอาจขอความรวมมือจากหนวยงานอื่นที่มีบุคลากรผูเชี่ยวชาญ

รูปที่ 4-5 สะพานแบบตางๆ ที่กอสราง

4. มาตรฐานวัสดุ

การกอสรางงานสะพานนั้น จะประกอบไปดวยงานหลักๆ อยู 2 งาน ไดแก งานกอสร่างสะพาน และงานกอสร่างถนนที่เปนสวนเชื่อมตอกับสะพาน ฉะนั้นในงานมาตรฐานสะพานจะอ่างอิงคุณสมบัติของวัสดุและวิธีการกอสรา งจาก มาตรฐานถนน ทางเดินและทางเทาเพื่อใหเกิดความสอดคลอ่งกัน

***สถ. – มส. – 001 มาตรฐานปูนซีเมนต** ปูนซีเมนตที่ใชในงานโครงสรางทั้งหมด ใหใชตามมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม มอก. 15 เลม 1-2517 ดังนี้

• ปูนซีเมนตปอรตแลนดประเภท 1 (ธรรมดา) ซึ่งใชกับงานโครงสรางทั่วไป ไดแก ปูนซีเมนตตราชาง บริษัทปูนซีเมนตไทย จำกัด ปูนซีเมนตตราพญานาคเศียรเดียวสีเขียวของบริษัท ชลประทานซีเมนต จำกัด ปูนซีเมนตตราเพชรเม็ดเดียวของ บริษัทปูนซีเมนตนครหลวง จำกัด เปนต น

• ปูนซีเมนตปอรตแลนดประเภท 2 เปนปูนปอรตแลนดที่ใหความรอนปานกลาง และมีความตานทานตอซัลเฟตปานกลาง

• ปูนซีเมนตปอรตแลนดประเภท 3 (รับกำลังอัดสูง) ซึ่งใชกันในงานรับแรงสูงเร็ว

หรือที่เรียกวา (High Early Strength) สำหรับงานคอนกรีตที่ตองการรับน้ำหนักไดเร็ว เชน ปูนซีเมนต เอราวัณ ของบริษัทปูนซีเมนตไทย จำกัด ปูนซีเมนตตราสามเพชร ของบริษัทปูนซีเมนตนครหลวง จำกัด ปูนซีเมนตตราพญานาคเศียรเดียวสีแดง ของบริษัทชลประทานซีเมนต จำกัด เปนตน

- ปูนซีเมนตปอรตแลนดประเภท 4 เปนปูนปอรตแลนดที่ใหความรอนต่ำ
- ปูนซีเมนตปอรตแลนดประเภท 5 เปนปูนปอรตแลนดที่ทนซัลเฟตสูง

คุณลักษณะของปูนซีเมนตในการกอสราง

(1) ปูนซีเมนตที่ใชในงานกอสรางทั้งหมดถาแบบหรือรายการประกอบแบบ เฉพาะงานไมไดกำหนดวา เปนปูนซีเมนตประเภทใดใหถือวาเปนปนู ซีเมนตปอรตแลนดประเภท 1

(2) ถาใชปูนซีเมนตประเภทแรงสูงเร็ว ในการกอสรางของโครงสรางใหใชปูนซีเมนต ปอรตแลนดประเภท 3

(3) ผลิตภัณฑ ตองบรรจุถุงใหเรียบรอยหรือเปนปูนซีเมนตที่เก็บในภาชนะบรรจุของ บริษัทผูผลิต

(4) ปูนซีเมนตบรรจุถุงตองเก็บไวบนพื้นที่ยกสูงกวาพื้นดินอยางนอย 30 เซนติเมตร ในโรงเก็บที่มีหลังคาคลุมและมีฝากั้นกันฝนไดดี

(5) หามใชปูนซีเมนตเสื่อมคุณภาพ เชน ปูนซีเมนตที่แข็งจับตัวกันเปนกอน

(6) ในโครงสรางชิ้นเดียวกัน เชน เสา คาน พื้น เปนตน หามใชปูนซีเมนตตางประเภท ผสมคอนกรีตปนกัน

*** สถ. – มส. – 002 มาตรฐานวัสดุชนิดเม็ด หรือวัสดุมวลรวม (Aggregates) สำหรับงานคอนกรีต** วัสดุมวลรวม ที่ใชงานคอนกรีต แบงเปน 2 ชนิด คือ

- วัสดุมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregates) หมายถึงวัสดุที่มีขนาดค่างตะแกรงเบอร 4 ขึ้นไป ไดแกวัสดุหินยอย กรวดยอย ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

- วัสดุมวลรวมละเอียด (Fine Aggregates) หมายถึง วัสดุที่มีขนาดผานตะแกรงเบอร 4 ลงมา ไดแก วัสดุ หินฝุน ทราย ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

คุณสมบัติ

วัสดุมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregates) หรือ หินหรือกรวด

(1) สะอาดปราศจากจากวัสดุอื่น เชน วัชพืช ดินเหนียว เปนตน

(2) คาจำนวนสวนรอยละของความสึกหรอ (Percent of wear) ไมมากกวารอยละ 40 (3) เมื่อทดสอบการคงตัว (Soundness Test) โดยใชสารละลายมาตรฐานโซเดียมซัลเฟต ตามกรรมวิธีรวม 5 วัฏจักร น้ำหนักของวัสดุหินยอย หรือกรวดยอยที่หายไป ตองไมมากกวารอยละ 12

(4) มีคาจำนวนสวนรอยละของการดูดซึมน้ำไมเกิน 5

(5) มีคาดัชนีความแบน (Flakiness Index) ไมมากกวารอยละ 25

(6) มีสวนที่ผานตะแกรง เบอร 200 ไมมากกวารอยละ 0.25

(7) มีมวลคละผานตะแกรง แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ตารางมวลคละผานตะแกรงของวัสดุมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregates) สำหรับคอนกรีต

ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน	น้ำหนักที่ผานตะแกรงมีคาเปนรอยละ				
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"
2 1/2"	100				
2"	95 - 100	100			
1 1/2"		95 - 100	100		
1"	35 - 70		95 - 100	100	
3/4"		35 - 70		90 - 100	100
1/2"	10 - 30		25 - 60		90 - 100
3/8"		10 - 30		20 - 55	40 - 70
เบอร 4	0 - 5	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 15
เบอร 8	0		0 - 5	0 - 5	0 - 5

วัสดุมวลรวมละเอียด (Fine Aggregates) หรือทราย

(1) เปนทรายน้ำจืดที่หยาบคมแข็งแกรง

(2) สะอาดปราศจากวัสดุอื่น เชน วัชพืช ดินเหนียว เปลือกหอย เถาถาน เปนตน

(3) มีสารอินทรียปะปนอยูในทราย เมื่อทดสอบดวยสารละลาย Sodium Hydroxide เขมขน 3 เปอรเซ็นต สีของสารละลายที่ไดจากการทดสอบตองออนกวาสีของกระจกเทียบมาตรฐานเบอร 3 หรือออนกวาสารละลาย Potassium Dichromate

(4) มีคาโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus) อยูระหวาง 2.3 – 3.1

(5) เมื่อทดสอบการคงตัว (Soundness Test) น้ำหนักของวัสดุหินยอย หรือกรวดยอยที่หายไปตองไมมากกวารอยละ 10

(6) มีสวนที่ผานตะแกรง เบอร 200 ไมเกินรอยละ 3

(7) มีมวลคละผานตะแกรง แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ตารางมวลคละผานตะแกรงของวัสดุชนิดเมด์ ละเอียด (Fine Aggregates) สำหรับผิวจราจรคอนกรีต

ขนาดตะแกรงมาตรฐาน	น้ำหนักที่ผานตะแกรงเปนรอยละ
3/8"	100
เบอร 4	95 - 100
เบอร 8	80 - 100
เบอร 16	50 - 85
เบอร 30	25 - 60
เบอร 50	10 - 30
เบอร 100	2 - 10

*** สถ. – มส. – 003 มาตรฐานเหล็กเสนเสริมคอนกรีต (Reinforcement)**

เหล็กเสนเสริมคอนกรีต หมายถึง เหล็กเสริมในงานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใชทำผิวจราจรคอนกรีต ซึ่ง แบงไดเปน 2 ประเภท คือ เหล็กเสนกลม (Round Bar) และเหล็กเสนขออ่อย (Deformed Bar) **คุณสมบัติ**

(1) เหล็กเสนกลม (Round Bar)

ตองมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม มอก. 20-2527 ซึ่งมี รายละเอียด ดังนี้

○ คุณสมบัติทางกล แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 แสดงคุณสมบัติทางกลของเหล็กเสนเสริมคอนกรีต

เหล็กเสนกลม	ความตานแรงดึงที่จุดครากไมนอยกวา (กก./ตร.ซม.)	ความตานแรงดึงสูงสุดไมนอยกวา (กก./ตร.ซม.)	ความยืดในชวงความยาว 5 เทาของเสนผานศูนยกลางไมนอยกวา (รอยละ)	การทดสอบดวยการดัดโคงเยน็	
				มุมการดัด (องศา)	เสนผานศูนยกลางวงดัด
SR 24	2400	3900	21	180	1.5 เทาของเสน
					ผานศูนยกลางระบุ

○ เกณฑความคลาดเคลื่อนสำหรับเสนผานศูนยกลางของเหล็กเสนกลม แสดง ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 แสดงเกณฑความคลาดเคลอื่ นสำหรับเสนผานศูนยกลางของเหล็กเสนกลม

ชื่อขนาดเสนผ่านศูนยกลาง (มิลลิเมตร)		เกณฑความคลาดเคลื่อนไมเกินกวา (มิลลิเมตร)	มวลตอเมตร (กิโลกรัม)	เกณฑความคลาดเคลื่อน สำหรับมวลตอเมตร	
				เฉลยี่ รอยละ	แตละเสน รอยละ
RB 6	6	± 0.4	0.222	± 5.0	± 10.0
RB 9	9	± 0.4	0.499	± 5.0	± 10.0
RB 12	12	± 0.4	0.888	± 5.0	± 10.0
RB 15	15	± 0.4	1.387	± 5.0	± 10.0
RB 19	19	± 0.5	2.226	± 3.5	± 6.0
RB 22	22	± 0.5	2.984	± 3.5	± 6.0
RB 25	25	± 0.5	3.853	± 3.5	± 6.0
RB 28	28	± 0.6	4.834	± 3.5	± 6.0
RB 34	34	± 0.6	7.127	± 3.5	± 6.0

(2) เหล็กขออ้อย (Deformed Bar) ตองมีคุณสมบัติมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม มอก. 24-2527 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

○ คุณสมบัติทางกล แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 แสดงคุณสมบัติทางกลของเหล็กขอออย

สัญลักษณ	ความตานแรงดึงที่จุดคราก ไมนอยกวา (กก./ตร.ซม.)	ความตานแรงดึงสูงสุด ไมนอยกวา (กก./ตร.ซม.)	ความยืดในชวงความยาว 5 เทาของเสนผานศูนยกลางไมนอยกวา (รอยละ)	การทดสอบดวยการดัดโคงเยน์	
				มุมการดัด (องศา)	เสนผานศูนยกลางวงดัด
SD 30	3000	4900	17	180	4 เทาของเสนผานศูนยกลาง ระบุ
SD 40	4000	5700	15	180	5 เทาของเสนผานศูนยกลาง ระบุ
SD 50	5000	6300	13	90	5 เทาของเสนผานศูนยกลาง ระบุ

○ เกณฑความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลตอเมตรของเหล็กขอออย แสดงดัง ตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 แสดงเกณฑความคลาดเคลอื่ นสำหรับมวลตอเมตรของเหล็กขอออย

ชื่อขนาด	มวลตอเมตร กิโลกรัม	เกณฑความคลาดเคลื่อนสำหรับ มวลตอเมตรของทุกขนาด	
		เฉลยี่ รอยละ	แตละเสนรอยละ
DB 10	0.617	± 3.5	± 6
DB 12	0.888		
DB 16	1.578		
DB 20	2.466		
DB 22	2.984		
DB 25	3.853		
DB 28	4.834		
DB 32	6.313		

หมายเหตุ

ความตานแรงดึงที่จุดคราก = YIELD STRESS

ความตานแรงดึงสูงสุด = MAXIMUM TENSILE STRESS

ความยืด = ELONGATION

การทดสอบดวยการดัดโคงเย็น = COLD BEND TEST

มุมการดัด = BENDING ANGLE

เสนผานศูนยกลางวงดัด = DIAMETER OF BENDS

ชวงความยาว 5 เทาของเสนผานศูนยกลาง = GAUGE LENGTH

5. ขอแนะนำในการนำน้ำมาผสมงานคอนกรีต

(1) น้ำที่นำมาผสมคอนกรีตใหใชน้ำประปา หากในกรณีที่หาน้ำประปาไมได ตองเปนน้ำจืด ปราศจากสารที่เปนอันตรายตอคอนกรีตและเหล็กเสริมสามารถใชดื่มได

(2) ในกรณีที่ตองใชน้ำขุนมาผสมคอนกรีตตองทำใหน้ำตกตะกอนกอนนำมาใช อาจปฏิบัติ ดังนี้ ใหใชปูนซีเมนต 1 ลิตร ตอ น้ำขุน 200 ลิตร ผสมทิ้งไวประมาณ 5 นาที หรือจนตกตะกอนหมดแลว จึงน้ำสวนที่ใสมาใชได

(3) ในกรณี ขอ 1 และ 2 น้ำตองผานการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช ในงานคอนกรีตกอน

(4) อัตราสวนน้ำตอซีเมนต (W/C) น้ำหนักของน้ำตอน้ำหนักของปูนซีเมนตของคอนกรีตที่ บมถูกตองและมีอายุครบ 28 วัน

6. ขอแนะนำการใชเหล็กเสริมคอนกรีต (Reinforcement)

1. ตรวจสอบวาการเสริมเหล็กเปนไปตามแบบรูปและขอกำหนดในแบบกอสรา งหรือไม
2. เหล็กเสนเสริมคอนกรีตตองเปนเหล็กเสนใหมไมเคยใชงานมากอนตองมีผิวสะอาดไมมี สนิมกรอนไมเปอนน้ำมัน ไมมีรอยแตกราว
3. เหล็กเสนที่นำมาใชในงานกอสรางตองเก็บไวในที่ที่มีหลังคาคุม หรือมีที่กำบังฝนและ ตองเก็บไวเหนือพื้นดินไมนอยกวา 20 เซนติเมตร
4. การดัดเหล็กเสน หามดัดโดยวิธีการเผาใหรอน

(5) รอยตอเหล็กเสริมแตละเสนที่อยูขางเคียง ตองไมอยูในแนวเดียวกัน และควรเหลื่อมกัน ประมาณ 1 เมตร หากไมจำเปนจริงๆ แลวหามทำการตอเหล็ก

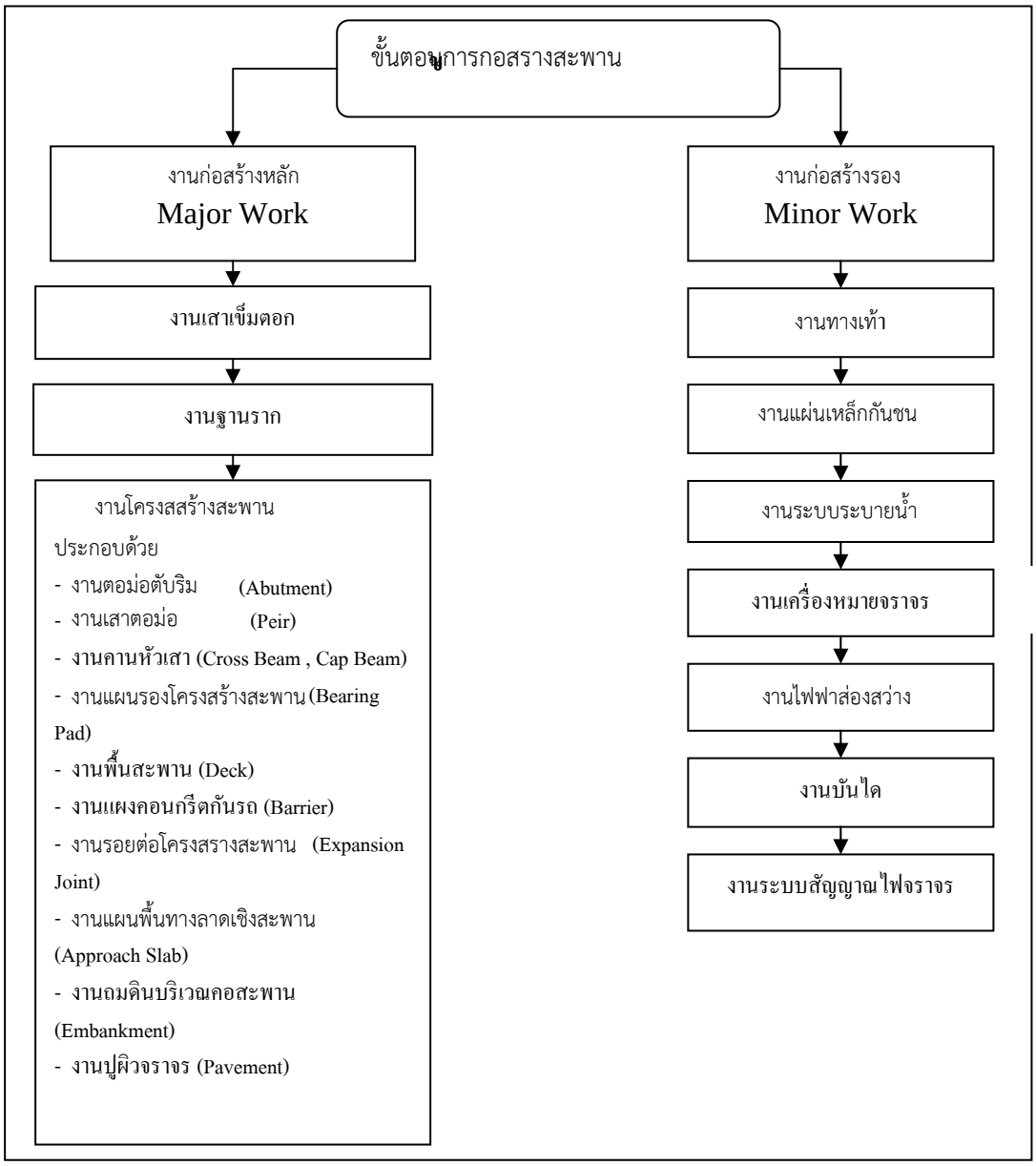
(6) ในการตอเหล็กแบบวางทาบเหลื่อมกัน สำหรับเหล็กเสนกลมใหวางทาบโดยใหเหลื่อม กันมีระยะยาวไมนอยกวา 40 เทาของเสนผานศูนยกลางของเหล็กเสนนั้น และปลายของเหล็กเสนตอง ดัดงอขอ สวนเหล็กขอออย ใหวางทาบกันมีระยะไมนอยกวา 30 เทาของเสนผานศูนยกลางของเหล็ก ขอออยนั้นโดยมิตองงอขอ

(7) การตอโดยวิธีการเชื่อมตอดวยไฟฟาแบบตอชน (Butt Weld) ตองเปนไปตามมาตรฐาน ของการเชื่อมตอรอยตอและตองมีแรงตานแรงดึง (Tensile Strength) ไดไมนอยกวา 1.25 เทาของแรง ตานทานแรงดึงสูงสุดของเหล็กเสนตามสมบัติทางกล ของเหล็กเสนกลมและเหล็กขอออย

(8) เหล็กเสนกลม (Round Bar) เปนไปตาม **สถ. – มส. – 003 มาตรฐานเหล็กเสนเสริม คอนกรีต (Reinforcement)**

7. ขั้นตอนการกอสรางสะพาน

ในการกอสรางสะพานนั้นจะประกอบดวยงานกอสรางหลักและงานกอสรางรอง ซึ่งในแตละ งานหลักและงานรองจะประกอบดวยงานหลายๆ สวน เชน งานโครงสรางสะพาน งานถนนทางเชื่อมกับสะพาน งานระบบระบายน้ำ งานระบบไฟฟาแสงสวาง เปนตน ดังแสดงในแผนภูมิ ดังนี้



แผนผังการควบคุมงานกอสรางสะพาน

องคประกอบของคอนกรีต

คอนกรีตประกอบดวย ปูนซีเมนต มวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียด น้ำ อากาศ และน้ำยาผสม คอนกรีตเมื่อนำสวนผสมตางๆ มาผสมรวมกันจะมีชื่อเรียกเฉพาะดังนี้

(1) ซีเมนตเพสต (Cement Paste) หมายถึง ปูนซีเมนตรวมตัวกับน้ำ และน้ำยาผสม คอนกรีต (น้ำยาผสมคอนกรีตจะมีหรือไมมีก็ได)

(2) มอรตา (Mortar) หมายถึง ซีเมนตเพสตรวมตัวกับทราย

(3) คอนกรีต (Concrete) หมายถึง มอรตาผสมกับหิน

หนาที่และคุณสมบัติของสวนผสม

(1) ซีเมนตเพสต (Cement Paste)

ซีเมนตเพสต ในคอนกรีตเปนสารที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีระหวางปูนซีเมนตกับน้ำจน ทำหนาที่ประสานระหวางมวลรวม หลอลื่นคอนกรีตสดขณะเท โดยซีเมนตเพสตจะไปเคลือบหรือหุม เม็ดทรายและกอนหินทั้งหมดใหยึดเกาะติดเขากันเปนกอนแข็ง และชวยปองกันการซึมผานของน้ำ คุณภาพของซีเมนตเพสต จะขึ้นอยูกับปจจัยหลายอยางดังนี้

- อัตราสวนน้ำตอซีเมนต (Water - Cement Ratio)
- คุณภาพและองคประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต
- ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น หมายถึง ปฏิกิริยาทางเคมีระหวางปูนซีเมนตกับน้ำ ซึ่งขึ้นอยูกับเวลาอุณหภูมิ และความชื้น

(2) มวลรวม (Aggregate)

มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดเปนตัวแทรกประสานที่กระจายอยูทั่วซีเมนตเพสต ชวยใหคอนกรีตมีความคงทน ในเนื้อคอนกรีตมีมวลรวมอยูประมาณรอยละ 60 – 80 ของปริมาณทั้งหมด การเลือกใชมวลรวมมีความสำคัญอยางยิ่ง มวลรวมที่ดีตองมีความแข็งแรงทนทานไมขยายตัวมาก มีเหลี่ยมมุมเพื่อชวยในการยึดเกาะกับซีเมนตเพสตไดดี คงทนตอปฏิกิริยาเคมี มีขนาดคละ (Gradation) ที่ดี ชวยใหคอนกรีตมีเนื้อแนน มีชองวางนอย

(3) น้ำ (Water)

น้ำเปนองคประกอบที่สำคัญในการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับปูนซีเมนต หลอลื่นให คอนกรีตอยูในสภาวะเหลวสามารถเทได ปริมาณน้ำอาจตองใชมากกวาที่ตองการในปฏิกิริยาไฮเดรชั่น เพื่อใหเกิดปฏิกิริยาเคมีอยางสมบูรณ และใหคอนกรีตเหลวทำงานงาย **แตจะทำใหคุณสมบัติการรับกำลังอัดนอยลงจึงควรใชน้ำในปริมาณพอเหมาะและเพิ่มเติมเทาที่จำเป็น**

(4) น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture)

น้ำยาผสมคอนกรีตทำหนาที่ปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตใหดีขึ้น เชน เพิ่ม ความสามารถในการเทได หนวงการกอตัว เพิ่มกำลังอัด หรือ ความทนทาน เพิ่มความตานทานการซึมน้ำ เปนตน การใชน้ำยาผสมคอนกรีตควรใชในอัตราที่เหมาะสมตามคำแนะนำของผูผลิตมิฉะนั้นจะ กอใหเกิดผลเสียในทางตรงกันขาม

<u>ประเภทของคอนกรีต (Type of Concrete)</u>

คอนกรีตที่ใชในงานโครงสรางอาจแบงออกเปน 4 ประเภทใหญๆ คือ

(1) คอนกรีตลวน (Plain Concrete) หมายถึงคอนกรีตอยางเดียวลวนๆ ไมมีวัสดุเสริมแรงอื่น ประกอบเปนคอนกรีตที่ออกแบบใหรับแรงอัดเทานั้น

(2) คอนกรีตน้ำหนักเบา (Light – Weight Concrete) หมายถึง คอนกรีตที่ใชมวลรวมเบาเปน องคประกอบ

(3) คอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce Concrete) หมายถึง คอนกรีตที่มีเหล็กเสริมโดยที่เหล็ก เสริมและคอนกรีตมีคุณสมบัติรวมกันในการตานทานแรงตางๆ ที่เกิดขึ้นกับชิ้นสวนโครงสราง เชน รับแรงอัดและแรงดึงโดยคอนกรีตจะมีหนาที่รับแรงอัดและเหล็กเสริมรับแรงดึง ทั้งนี้เนื่องจากคอนกรีต เปนวัสดุที่มีคุณสมบัติรับแรงดึงไดต่ำ (ประมาณรับแรงดึงไดต่ำกวาแรงอัด 8 ถึง 10 เทา)

(4) คอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete) หมายถึง คอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำใหเกิดหนวย แรงขึ้นภายในชิ้นสวนโครงสรางกอนโครงสรางนั้นจะรับแรงภายนอก (น้ำหนักบรรทุกใชงาน) โดยใหมีขนาด และการกระจายของหนวยแรงภายในตามตองการที่จะหักลางหนวยแรงอันเกิดจากน้ำหนักบรรทุกใชงาน

<u>ขอแนะนำในการนำน้ำยาผสมคอนกรีต มาผสมงานคอนกรีต</u>

(1) ตรวจสอบวาน้ำยาผสมคอนกรีตที่ใชในการกอสรางถูกตองตรงตามขอกำหนดในแบบ หรือรายการประกอบแบบหรือไม

(2) ตรวจสอบอัตราการใชน้ำยาผสมคอนกรีตเปนไปตามขอกำหนดของผูผลิต

(3) น้ำยาผสมคอนกรีตที่ใชในการกอสรางตองเปนไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ อุตสาหกรรม มอก. 733 : สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต และไดรับเครื่องหมายรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม

<u>การผสมคอนกรีต การลำเลียงคอนกรีต การเทคอนกรีต การทำให้คอนกรีตแน่น และการบมคอนกรีต</u>

<u>(Concrete Mixing , Handling , Placing ,Compacting and Curing)</u>

คอนกรีตจะมีคุณสมบัติการรับกำลังที่ดี หรือความทนทานที่ต้องการต้องขึ้นอยู่กับวิธีการผสมผสานการลำเลียง การเท และการทำให้คอนกรีตแน่น ตลอดจนการบมคอนกรีต ถึงแม้ว่าผู้ออกแบบ จะมีการกำหนดสัดส่วนผสมให้ดีเพียงใด หากละเลยการปฏิบัติที่ถูกต้อง ก็จะไม่ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพ ตามต้องการ

(1) การผสมคอนกรีต (Mixing)

- ตรวจสอบว่าคอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเป็นคอนกรีต ค1, ค1-2, ค2, ค3 และ ค4 ตามข้อกำหนด หากไม่มีการกำหนดเป็นอย่างอื่น คอนกรีตที่ใช้ให้ใช้ชนิด ค2
- สวนผสมของคอนกรีตผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ทดลองทำสวนผสมขึ้นเองโดยวิศวกร เป็นผู้ควบคุมการทดลอง โดยการทดลองหาสวนผสมจะต้องทำลวงหนากอนใช้งานคอนกรีตจริง
- ปูนซีเมนต์ใช้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด ตามตารางที่ 4-8
- อัตราสวนผสมและขนาดของมวลรวมต้องเหมาะสม กับประเภทของโครงสร้าง และรับกำลังได้ตามข้อกำหนด
- ปริมาณน้ำใหมีน้อยที่สุด เพื่อให้คอนกรีตมีความข้นเหลวพอเหมาะไม่เหลวเกินไป และมีความสามารถเทได้ (Workability)
- ความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ คือจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นช่วงการยุบที่เหมาะสมสำหรับงานต่างๆ เป็นตามตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-8 ชนิดของคอนกรตี และคาแรงอัดประลัยต่ำสุด

ชนิดของคอนกรีต	จำนวนปูนซีเมนตที่ใช ตอคอนกรีต 1 ลบ.ม. ตองไมนอยกวา (กิโลกรัม)	แรงอัดประลัยต่ำสุดของแทงคอนกรีตมาตรฐานที่อายุ 28 วัน (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	
		ลูกบาศก 15 x 15 x 15 ซม.	ทรงกระบอก 15 x 30 ซม.
ค 1	290	180	145
ค 1-2	300	210	175
ค 2	320	240	200
ค 3	350	300	250
ค 4	400	420	350

ตารางที่ 4-9 คาการยุบตัวของคอนกรีตกับประเภทของงาน

ประเภทของงาน	คาความยุบ ตัว	
	คาสูงสุด	คาต่ำสุด
งานฐานรากกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานฐานรากคอนกรีตไมเสริมเหล็กงานกอสรางใตน้ำ	8.0	2.0
งานพื้นคานและผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานพื้นถนนคอนกรีตเสริมเหลก็	8.0	2.0
งานคอนกรีตขนาดใหญ	5.0	2.0

- การปอนวัตถุดิบลงเครื่องผสม จะเริ่มจากการใสทรายกอน ตามดวยหินบางสวน ปูนซีเมนตและน้ำ และใสหินที่เหลือลงไปสุดทาย เพื่อจะทำใหมอรตาที่จับกันอยูแตกตัวออก
- เวลาการผสม (Mixing Time) สำหรับเครื่องผสมที่มีความจุ 1 ลูกบาศกเมตร หรือ นอยกวาตองใชเวลาผสมนานอยางน่อย 1 นาที 30 วินาที และใหเพิ่มระยะเวลาผสม 15 วินาที ทุกๆ ความ จุที่เพิ่มขึ้น 0.5 ลูกบาศกเมตร หรือเศษของลูกบาศกเมตร
- ในกรณีที่ใชเวลาผสมนานน้ำจะระเหยออกจากคอนกรีต ทำใหคอนกรีตมีความสามารถเทไดลดลง การเพิ่มปริมาณน้ำเพื่อใหคาความสามารถเทไดเหมือนเดิมที่เรียกวา Re – Tempering จะทำให้กำลังอัดต่ำลงและมีการหดตัว (Shrinkage) เพิ่มขึ้น โดยผลเสียนี้จะขึ้นอยูกับปริมาณ น้ำที่ใสเขาไป จึงควรดำเนินการใหเสร็จภายในเวลาที่กำหนด

(2) การลำเลียงคอนกรีต และการเทคอนกรีต (Handling and Placing)

- ตรวจสอบดูแบบหลอ และการวางเหล็กเสริมวา มั่นคงและถูกตองตามแบบ หรือรายการกอสราง พรอมทั้งทำความสะอาดแบบใหปราศจากเศษวัสดุตกคาง อุดรอยรั่วตางๆ เพื่อมิให น้ำปูนไหลออก เสร็จเรียบรอยแลวจึงทำการเทคอนกรีต
- การลำเลียงคอนกรีตและการเทคอนกรีต ตองทำดวยความระมัดระวังไมให คอนกรีตที่สม่ำเสมอเกิดการแยกตัวกอนลงแบบ
- คอนกรีตที่ผสมเสร็จแลวตองรีบนำไปเทในแบบโดยเร็ว กอนที่คอนกรีตจะแข็งตัว (ไมควรเกิน 30 นาที) และตองระมัดระวังไมใหเกิดการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมไปจากตำแหนงเดิม ขณะเท
- ในกรณีที่ไมสามารถเทคอนกรีตใหเสร็จไดมีความจำเปนตองหยุดงาน ถาหาก เทคอนกรีตในโครงสรางสวนหมุงสวนใดไมเสร็จในรวดเดียวแลว การหยุดเทคอนกรีตตองเปนไปตามที่วิศวกรผูควบคุมงานของผูวาจางกำหนดหรือตามตำแหนง ดังนี้
- สำหรับเสาที่ระดับไมเกิน 7.5 เซนติเมตร ต่ำจากทองคานหัวเสา
- สำหรับคานที่กลางคาน โดยรอยหยุดตองเปนแนวตั้งฉากกับทองคาน
- สำหรับพื้นที่กลางแผนพื้น โดยรอยหยุดตองเปนแนวตั้งฉากกับทองพื้น
- เมื่อจะเทคอนกรีตตอใหทำผิวคอนกรีตใหหยาบ ตามวิธีที่ไดรับการรับรองแลว จนเห็นเม็ดหินโผลโดยตลอดปราศจากฝาน้ำปูนหรือเศษหิน ปูน ทราย ที่หลุดรวง ลางผิวที่หยาบนั้นดวย น้ำสะอาดทันทีกอนเทคอนกรีตใหมใหพรมน้ำที่ผิวคอนกรีตใหชื้นแตไ มเปยกโชก
- หามเทคอนกรีตในขณะที่มีฝนตก เวนแตจะมีวิธีปองกัน

รูปที่ 4-6 การเทคอนกรีตพื้นสะพาน

(3) การทำให้คอนกรีตแนนตัว (Compacting Concrete)

- ตรวจสอบการทำให้คอนกรีตแนนตัวดวยวิธีการที่ถูกต่อง โดยให้คอนกรีตไหล เขาถึงทุกซอกทุกมุม และหุมเหล็กเสริมโดยตลอด
- การทำคอนกรีตให้แนนด่วยเครื่องมือ หรือ การใช่เครื่องมือสั่นสะเทือนให่เปนไป ตามชนิด ขนาดและความเหมาะสมของงาน โดยต่องระมัดระวังอยาทำให่แบบหลอเสียรูป เหล็กเสริม เคลื่อนที่ผิดตำแหนง และคอนกรีตเกิดการแตกตัว
- เมื่อใชเครื่องสั่นสะเทือนชนิดจุม เพื่อให้คอนกรีตแนนตัวควรปฏิบัติ ดังนี้
- ให่จุมปลายขึ้นลงตรงๆ ชาๆ การจุมต่องจุมจนสุดคอนกรีตที่เทใหมและเลย เขาไปในชั้นใตเล็กน่อย
- ให่จุมหัวสั่นสะเทือนเปนจุดๆ ระยะหางตั้งแต 45 – 75 เซนติเมตร โดยใช่ เวลาจุมนาน 5 – 15 วินาที
- การถอนหัวสั่นสะเทือนขึ้น ให่ถอนขึ้นชาๆ ประมาณ 7.5 เซนติเมตรตอ วินาที
- ในการจุมหัวสั่นสะเทือนต่องระวังอยาให่หัวสะเทือนถูกแบบหลอและเหล็กเสริมเพราะจะทำให่แบบหลอเสียรูป หรือ เหล็กเสริมเคลื่อนที่ผิดตำแหนงได่
- หามจุมหัวสั่นสะเทือนทิ้งไวนานเกินไป หรือจุมซ้ำที่บริเวณเดียวกันเพราะ จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกตัว และหามใชเกลี่ยหรือดันคอนกรีต

(4) การบมคอนกรีต (Curing)

- ตรวจสอบขอกำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบวากำหนดให้บมคอนกรีตดวยวิธีใดและหากไม่ได่กำหนดไวให้ปรึกษากับวิศวกรผู่ออกแบบหรือวิศวกรผูวาจาง
- เมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล่วในระหวางคอนกรีตยังไม่แข็งตัว ต่องปกคลุมมิให่ถูก แสงแดดและกระแสลมร่อน และมิให่คอนกรีตได่รับความสะเทือน และเมื่อพ่นระยะเวลา 24 ชั่วโมงหรือ เมื่อคอนกรีตแข็งตัว แล่วต่องจัดการบมคอนกรีตตามกรรมวิธีและระยะเวลาตามข่อกำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบในทันที
- การใชน้ำยาบมคอนกรีต ตองตรวจสอบให่เปนไปตามข่อกำหนดของผู่ผลิตโดย เครงครัด

รูปที่ 4-7 การบมคอนกรีตโดยใชกระสอบหรือพลาสติก

<u>การแตงผิวคอนกรีต</u> จุดประสงคเพื่อใหเกิดความสวยงามและเปนไปตามรูปแบบที่กำหนด มีหลักการดังนี้

(1) เมื่อถอดแบบออกแลว ถาเนื้อคอนกรีตมีลักษณะเปนรูพรุนหรือขรุขระ หรือมีรูปรางผิด ไปจากแบบที่ตองการกอนที่จะดำเนินการตอไป ใหแจงตอวิศวกรผูออกแบบหรือวิศวกรผูรับจางตรวจสอบพิจารณาเสียกอน

(2) เมื่อตองการจะฉาบปูนกับผิวหนาคอนกรีตใหกะเทาะผิวคอนกรีตใหขรุขระ ราดน้ำให ชื้นแลวจึงฉาบปูน เมื่อฉาบปูนเสร็จแลวใหมีการปองกันผิวหนาแหงเปนเวลาตอเนื่องไมนอ ยกวา 3 วัน

(3) ตรวจสอบการแตงผิวคอนกรีตใหเปนไปตามขอกำหนดในแบบหรือรายการกอสราง แบบหลอมีความสำคัญในการกำหนดรูปราง รูปทรง ของงานกอสราง แบบหลอที่ดีจะทำใหงานกอสราง เปนไปอยางมีคุณภาพ มีหลักตรวจสอบทั่วไปดังนี้

- ตรวจสอบวัสดุที่ใชแบบหลอ ตองทำจากวัสดุที่แข็งแรง ไมผุ ไมบิดงอ เชน เหล็ก ไม
- ตรวจสอบการประกอบแบบหลอ ตองเขาแบบใหสนิทเพื่อกันน้ำปูนรั่ว ผิวดานในของแบบหลอตองเรียบและสะอาดกอนการเทคอนกรีต
- ตรวจสอบลักษณะรูปรางของแบบหลอ ตองเปนไปตามรูปแบบกอสราง

รูปที่ 4-8 การตรวจสอบแบบหลอคอนกรีตใหอยูตามแบบกอสราง

- ตรวจสอบแบบหลอและนั่งรานตองมั่นคงแข็งแรงเพียงพอตอการรับน้ำหนักคอนกรีต และแรงสั่นสะเทือนจากการทำใหคอนกรีตแนนตัวโดยแบบหลอไมทรุดหรือแอนตัวจนเสียระดับหรือแนวแบบหลอจะถอดไมไดจนกวาจะครบกำหนดเวลา การถอดแบบตองไมใหคอนกรีตไดรับการกระทบกระเทือนและใหถือกำหนดเวลาการถอดแบบดังนี้

  - แบบขางคาน กำแพง ฐานราก 2 วัน
  - แบบขางเสา 3 วัน
  - แบบลางรองรับพื้น – คาน 14 วัน

และเมื่อถอดแลวใหค้ำยันตามจุดตางๆ ที่เหมาะสมไวอีก 14 วัน

  - ยกเวนในกรณีที่ใชปูนซีเมนตปอรตแลนดชนิดใหแรงสูงเร็ว (ปอรตแลนดประเภท 3) ใหถอดแบบได้ทั้งหมดเมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน
  - ตรวจสอบแบบหลอที่รื้อออกแลว กอนที่จะนำกลับมาใชใหมจะตองทำความสะอาด และตกแตงใหเรียบร่อยอยูในสภาพดีดังเดิมกอนจึงจะนำมาใชอีกได
  - พื้นผิวสะพานจะต่องมีลักษณะที่เหมาะสมในการรับคาสัมประสิทธิ์ความฝด

<u>ระยะหุ้มคอนกรีต</u>

ระยะหุมของคอนกรีตต่องเปนไปตามขอกำหนดในแบบหรือรายการกอสราง หากไมได้กำหนดไวใหใชระยะหุมคอนกรีตจากผิว ดานในแบบหลอถึงผิวนอกเหล็กเสริมดังตอไปนี้

- พื้น 1.5 เซนติเมตร
- เสาและคาน 2.5 เซนติเมตร

- เสาตอม่อ 4.0 เซนติเมตร
- ฐานราก 5.0 เซนติเมตร

ในกรณีที่สัมผัสดินเค็มหรือน้ำเค็มให้เพิ่มสวนหุ้มคอนกรีตอีก 2.0 เซนติเมตร

<u>การเก็บตัวอย่างและพิจารณาผลการทดสอบ</u>

(1) **การเก็บตัวอย่างและผลการทดสอบคอนกรีต**

(1.1) เพื่อเป็นการตรวจคุณภาพของคอนกรีตว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแบบเหล็กมาตรฐานมาหล่อตัวอย่างคอนกรีต ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร หรือทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร แล้วเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานนั้นๆ ต่อ หน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง แล้วนำไปเก็บบำรุงรักษา

(1.2) การเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่จะทดสอบให้เก็บทุกวันเมื่อมีการเทคอนกรีตและอย่างน้อย ต้องเก็บ 3 ก้อน เพื่อทดสอบกำลังคอนกรีตเมื่ออายุ 28 วัน โดยใช้วิธีการเก็บ ดังนี้

- เก็บเมื่อหล่อคอนกรีตแต่ละส่วนของโครงสร้าง เช่น ฐานราก เสา คาน และพื้นที่
- เก็บทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุกๆ 50 ลูกบาศก์เมตร และเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตร
- เก็บทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งทรายหรือหินกรวด

(1.3) สำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) การเก็บตัวอย่างให้เก็บที่ปากกลางและก้นโม่ จำนวนตัวอย่างให้เป็นไปตามข้อ (1.2)

(1.4) กำลังอัดของแท่งคอนกรีตแต่ละก้อนต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4-8 ถ้าก้อนใดก้อนหนึ่งมีกำลังอัดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4-8 แล้วกำลังอัดเฉลี่ยของทั้ง 3 ก้อนนั้น ต้องมี สูงกว่าที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และผลต่างของกำลังอัดของก้อนที่มีกำลังอัดต่ำสุดกับค่าที่ กำหนดไว้ต้องไม่เกินร้อยละ 10 ของค่าที่กำหนดไว้

(1.5) ในการทดสอบค่าของกำลังคอนกรีตที่อายุ 7 วัน ค่ากำลังอัดของแต่ละก้อนต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนดเมื่ออายุครบ 28 วัน อย่างไรก็ตาม การพิจารณาตัดสินกำลัง คอนกรีตขั้นสุดท้าย ถือเมื่อก้อนคอนกรีตมีอายุครบ 28 วัน เป็นเกณฑ์

(1.6) หากปรากฏว่าค่าแรงอัดประลัยของผลการทดสอบดังกล่าวไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ (1.4) ผู้รับจ้างต้องสกัดหรือรื้อส่วนที่เทคอนกรีตแล้วนั้นออกเสียแล้วจัดการหล่อใหม่ โดยใช้คอนกรีตที่มีคุณภาพได้แรงอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในข้อ (1.4) หรือผู้รับจ้างจะใช้วิธี ตรวจสอบที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

ความเสียหายหรือคาใชจายตางๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหลอคอนกรีตใหม หรือการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของโครงสรางสวนนั้นๆ ผูรับจางตองเปนผูรับผิดชอบเองทั้งสิ้น จะคิดมูลคาเพิ่มเติมจากผูวาจางไมได

(1.7) การทดสอบหาคาแรงอัดประลัยของตัวอยางคอนกรีตมาตรฐานนั้น ผูรับจางตอง สงมาใหผูวาจางหรือสวนราชการอื่นใด หรือที่ผูแทนของผูรับจางสามารถรวมทำการทดสอบได เปนผูทดสอบคาใชจายในการนี้ ผูรับจางจะตองเปนผูออกเองทั้งสิ้น

(2) การเก็บตัวอยางและผลการทดสอบเหล็กเสน

(2.1) ผูรับจางตองตัดเหล็กทุกๆ ขนาด แตละขนาดยาวไมนอยกวา 1.00 เมตร เพื่อทำการทดสอบ

(2.2) การเก็บตัวอยางใหเก็บหนึ่งตัวอยางจากเหล็กเสนเสนหนึ่งตอจำนวนเหล็กเสนทุกๆ 100เสน หรือเศษของ 100 เสน จำนวนตัวอยางแตละขนาดที่สงมาทดสอบในแตละชุดจะตองไม นอยกวา 5 ตัวอยาง

(2.3) การเก็บตัวอยาง ตองเก็บจากกองเหล็กเสนตอหนาผูควบคุมงานของผูวาจาง

(2.4) เมื่อเก็บตัวอยางแลวผูรับจางตองนำสงมายังผูวาจางเพื่อทำการทดสอบทั้งนี้ผูวาจางอาจแจงใหนำไปทดสอบที่หนวยราชการอื่นที่ผูวาจางเชื่อถือก็ได คาใชจายในการทดสอบผูรับจาง ตองเปนผูออกเองทั้งสิ้น ในกรณีที่ไมผานการทดสอบใหทำเครื่องหมายและนำออกไปนอกสถานที่กอสรางโดยทันที

(2.5) หากปรากฏวาเหล็กเสนตัวอยางที่นำมาทดสอบนั้น ไมเปนไปตามขอกำหนดใหถือวาเหล็กเสริมคอนกรีตชุดนั้นใชไมได

(2.6) ไมอนุญาตใหนำเหล็กเกาที่ใชแลว หรือ เหล็กที่เปนสนิมมาใชในงานกอสราง หากตรวจพบใหนำออกนอกบริเวณพื้นที่กอสรางโดยทันที

7.1 งานกอสรางหลัก-งานสะพาน

การควบคุมขั้นตอนการผลิตเพื่อใหแนใจวาผลิตภัณฑนั้นมีคุณภาพเพียงใด ผูควบคุมงาน หรือวิศวกรผูเกี่ยวของตองทราบและเขาใจกรรมวิธีการทดสอบ มาตรฐานและเกณฑการยอมรับถึง คุณสมบัติตางๆ ของวัสดุ ในการกอสรางสะพานมีวัสดุตางๆ ที่ตองควบคุมเพื่อใหเกิดความมั่นใจวางานที่ไดออกมาจะมีคุณภาพดังนี้

7.1.1 งานเสาเข็มตอก หรือ งานเสาเข็มเจาะ

<u>การเตรียมงานกอนเริ่มงานกอสรางตองตรวจสอบ</u>

(1) แบบ และเอกสารสัญญาจาง

(2) กรรมสิทธิ์ที่ดิน และระบบสาธารณูปโภค

(3) หมุดพยาน และหมุดหลักฐาน

(4) ตำแหนง และแนวของสะพาน และเชิงลาด

(5) การเปลี่ยนแปลงสภาพของลำน้ำในบริเวณกอสราง

(6) การประสานงานกับหนวยงานที่เกี่ยวของ

(7) การตรวจแผนงานการกอสรางของผูรับจาง

(8) การตรวจสอบแบบกอสราง เปรียบเทียบกับพื้นที่กอสราง

(9) การตรวจสอบปริมาณงานที่ระบุไวในใบปริมาณงาน และราคากอสราง กับแบบกอสราง

(10) การจัดเตรียมเอกสารรายงาน และแบบฟอรมตางๆ ที่ใชในการควบคุม

(11) การจัดเตรียมสำนักงานชั่วคราวควบคุมการกอสราง บอรดตางๆ สำหรับการปฏิบัติงาน เครื่องมือทดสอบ และอุปกรณอื่นๆ ที่จำเปนในการปฏิบัติงานกอสราง

(12) ปายชื่อโครงการ

<u>การสำรวจเพื่อการกอสราง</u>

เปนการสำรวจบนพื้นระบบ (PLANE SURVEYING) งานในขั้นนี้เปนการ ตรวจสอบดังนี้

(1) การตรวจหาหมุดหลักฐานบังคับทั้งแนวราบ และแนวดิ่ง

(2) การตรวจสอบแนวทางที่จะทำการกอสราง และหมุดหมายพยานเพิ่มเติม

(3) การตรวจสอบคาระดับของหมุดระดับพรอมทำหมุดระดับชั่วคราว

(4) การใหแนวถนนตอเชื่อมสะพานทั้ง 2 ฝง เพื่อทำการ CLEARING ในการกอสรางถนนตามแบบกอสราง และเพื่อการขนสงวัสดุ – อุปกรณในการปฏิบัติงาน**การวางแนวศูนยกลางและการวางแนวฉากสะพานดวยกลอง THEODOLITE** การวางแนวศูนยกลางและวางแนวฉากสะพาน ในตอนเริ่มตนกอสรางจำเปนตองทำใหละเอียด และถูกตอง เพราะแนวศูนยกลางกับแนวฉากนี้ จะใชอางอิงในการกำหนดรายละเอียด ดังนี้

(1) ตำแหนงเสาเข็ม (เพื่อกอสรางนั่งราน และคอกสำหรับตำแหนงเสาเข็มแตละตน)

(2) ตำแหนงฐานราก

(3) ตำแหนงตอมอ

(4) ตำแหนงโครงสรางสวนอื่นๆ

การตรวจสอบคาระดับ BM และการทำระดับ TBM

ในการกอสรางจะกำหนดคาระดับ และตำแหนงหมุดระดับมาใหผูควบคุมงาน โดย ผูควบคุมงานจะตองทำการตรวจสอบวาหมุดระดับตัวใดบางที่ถูกทำลาย และจะตองบันทึกหมาย เหตุไวใหชัดเจน เพื่อเปนการปองกันไมใหนำคาระดับของหมุดนั้นไปใช เมื่อพบหมุดระดับแลวใหทำ การตรวจสอบคาระดับของหมุดเหลานั้นในขณะเดียวกันก็ทำหมุดระดับชั่วคราวขึ้นเปน ระยะๆ

ถาพบหมุดระดับตัวใดอยูในบริเวณที่จะทำการกอสรางจะตองยายหมุดเหลานั้นออกไปใหพนบริเวณ โดยการถายระดับ และตรวจสอบใหถูกตองกอนที่จะถูกทำลาย ตำแหนงของหมุด ระดับ และหมุดระดับชั่วคราว จะตองทำเครื่องหมายใหเห็นชัดเจนในสนามเพื่อปองกันไมใหถูกทำลาย ไปในขณะกอสราง

รูปที่ 4-9 การควบคุมงานเสาเข็มสะพาน

<u>เสาเข็มตอก</u>

ในงานกอสรางทั่วไปเสาเข็มที่ใชจะเปนเสาเข็มคอนกรีตหลอสำเร็จ ซึ่งอาจจะหลอที่โรงงานกอน หรือหลอเสาเข็มที่บริเวณกอสรางเลยก็ได เสาเข็มคอนกรีตหลอสำเร็จรูปมีอยูดวยกัน 2 ชนิด คือ

(1) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

โดยทั่วไปเสาเข็มจะตองตอกลงไปในดินไมนอยกวา 3.00 ม. (ในกรณีที่เปนชั้นดินแข็ง หรือชั้นกรวดที่แนน) และไมนอยกวา 6.00 ม. (กรณีที่เปนชั้นดินออน หรือชั้นกรวดที่ไมแนน)

ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มสามารถคำนวณได โดยการเจาะสำรวจชั้นดิน เพื่อหาคุณสมบัติของดินในชั้นตางๆ หรือใชวิธีทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็ม (STATIC COMPRESSIVE LOAD) อยางไรก็ตาม ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มควรจะคำนึงถึงองคประกอบดังนี้

(1) ความแตกตางกันของ ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มตนเดี่ยวกับเสาเข็มกลุม

(2) ความสามารถในการรับน้ำหนัก ของชั้นดินใตปลายเสาเข็ม

(3) ผลกระทบเนื่องจากการตอกเสาเข็มตออาคารโครงสรางขางเคียง

(4) การกัดเซาะของน้ำ และผลกระทบที่เกิดขึ้น

(5) การทรุดตัวของชั้นดิน เนื่องจากการถายน้ำหนัก

(6) ในกรณีที่บางสวนของเสาเข็มอยูในอากาศ ในน้ำ หรือในดินที่ไมสามารถตานทานแรงทางดานขางได สิ่งที่จะตองพิจารณาถึงคือ ความยาวเสาเข็ม และการเกิด BUCKING ของ เสาเข็ม

(7) กรณีที่เปน POINT – BEARING PILES ปลายเสาเข็มที่อยูในชั้นดินแข็งจะตองเปนชั้นดินแข็งที่มีความหนาของชั้นดินเพียงพอที่จะสามารถรับน้ำหนักได ไมควรใหปลายเสาเข็ม อยูในชั้นดินแข็งที่มีความหนาของชั้นบางๆ และใตชั้นดินแข็งนั้นเปนดินออน

(8) เสาเข็มที่ตอกทะลุชั้นดินออนลงไปสูชั้นดินแข็ง ปลายเสาเข็มที่อยูในชั้นดินแข็งจะตองมีระยะเพียงพอ ที่จะทำใหปลายเสาเข็มนั้นมั่นคง ไมสามารถจะเคลื่อนตัวไปมาในแนวราบได ปนจั่น (PILE RIG) เปนเครื่องมือพื้นฐานที่ใชในการตอกเสาเข็ม ปจจุบันปนจั่นที่ นิยมใช คือ

DROP HAMMERS เปนปนจั่นที่นิยมใชกันแพรหลาย เนื่องจากใชงายมีราคาถูก การดูแล รักษาไมตองเขมงวดมากนัก ประกอบดวยลูกตุมเหล็กที่มีลวดสลิงสำหรับยกลูกตุม มีตะเกียบปนจั่นเปน ตัวบังคับใหลูกตุมตกลงมาในแนวเดียวกับเสาเข็ม (พลังงานที่ใชในการตอกเสาเข็มไดจากการที่กวานยก ลูกตุมขึ้นใหสูงจากหัวเสาเข็มตามที่คฎ นวณไว แลวปลอยใหลูกตุมตกลงตามรางตะเกียบ โดยน้ำหนักของ ลูกตุมเองจนกระทบหัวเสาเข็ม) การตอกเสาเข็มโดยใชนั่งรานในพื้นที่ๆ สภาพทองน้ำมีความลึกไมมาก และ สภาพดินใตทองน้ำมีความสามารถรับน้ำหนักไดดีก็จะอาศัยนั่งรานซึ่งเปนวิธีที่ทำไดงายไมตองใช เทคนิคมาก และมีราคาถูก เมื่อเทียบกับวิธีอื่น สวนการตอกเสาเข็มโดยใชโปะ สภาพพื้นที่บางแหงไมเอื้ออำนวยตอการตอกเสาเข็มโดยใชนั่งราน เชน สภาพทองน้ำมีความลึกมาก หรือสภาพทองน้ำเปนดิน เลน ซึ่งสภาพเชนนี้ การทำนั่งรานจะไมแข็งแรงเสี่ยงตอการเกิดอุบัติเหตุไดงาย

การตรวจสอบอุปกรณที่ใชในการตอกเสาเข็มคอนกรีต

(1) ปนจั่นที่นำมาใชในการตอกเสาเข็มตองมั่นคงแข็งแรง และมีความกวางของฐานปนจั่นพอที่จะมีการทรงตวั ไดดีเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้ง

(2) ชั้นสวนที่ประกอบกันขึ้นเปนตัวปนจั่นตองไมคดงอ หรือแตกราว

(3) ตะเกียบคูหนาของปนจั่นตองเปนเสนตรงไมหลวมคลอน

(4) เครื่องยนตที่ใชบนปนจั่นตองมีสภาพสมบูรณใหกำลังไดโดยสม่ำเสมอ ห้ามลอครัทช และที่หามการคลายตัวของลวดสลิงตองอยูในสภาพที่ใชการไดโ ดยปลอดภัย

(5) ลวดสลิงตองมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของน้ำหนักเสาเข็ม และตุมที่ยกไมสึกหรอจนสอใหเห็นวาจะเกิดอันตรายไดโดยงาย

(6) หมวก ครอบหัวเสาเข็มในการตอกตองมีขนาดพอเหมาะกับหัวเสาเข็มคือไมโตกวาหัวเสาเข็มเกิน 1 ซม.

(7) ภายในหมวกใหใชไมเนื้อออนรองหัวเสาเข็มไดหนาไมเกิน 3 ซม. และเมื่อไมรองในหมวกแตกยุยจนทำใหประสิทธิภาพของการตอกลดลงตองเปลี่ยนไมรองใหม

(8) หมวกเหล็กจะตองมีที่บังคับตะเกียบ

(9) ตุมที่ใชตอกเสาเข็มต่องมีน้ำหนักไมน่อยกวาร่อยละ 70 ของน้ำหนักเสาเข็ม แตต่องหนักไมน่อยกวา 3 เมตริกตัน หรือตามแบบกำหนด

(10) แทนสำหรับห่อยลูกดิ่งจำนวน 2 แทน ใช่สำหรับตั้งเปนแนวฉากกับตำแหนงเสาเข็ม เพื่อเล็งดิ่งที่ของเสาเข็มทั้ง 2 ด่าน กอนการตอกเสาเข็ม **การควบคุมการตอกเสาเข็ม** การตรวจสอบเสาเข็มกอนตอกเพื่อใหไดผลงานที่ ออกมามีคุณภาพดี ผู่ควบคุมงานจะมีการตรวจสอบสิ่งตางๆ เหลานี้กอนในขณะที่ตอกเสาเข็มเสาเข็มต่องมีเนื้อคอนกรีตที่แน่นสม่ำเสมอไมมีรอยพรุนหรือรอยแตกซึ่งลึกถึง เหล็กเสริม

- เสาเข็มจะต่องไมมีรอยราวตอเนื่องกันเกิน ½ ของเสนรอบรูป และรอยราวที่เกิดขึ้นต่องทำมุม 80 - 90 องศากับแนวแกนสะเทิน โดยรอยราวแตละรอยที่เกิดขึ้น ตองหางกันเกิน 500 มม.
- รอยราวที่เกิดขึ้น ณ ตำแหนงใดๆ จะต่องมีความกวางไมเกิน 0.2 มม.
- เสาเข็มจะต่องแสดงตำแหนงของจุดยกไวใหชัดแจง ถ่าออกแบบใหยกเปนจุดใหทำเครื่องหมายหรือทำเปนรูร่อยหรือที่จับยึดสำหรับยกไว ถาออกแบบใหยกโดย วิธีอื่น ตองแสดงวิธีการยกไวดวย
- เมื่อวางตามตำแหนงที่จุดรองรับที่คำนวณไวจะตองมีการโกงตัว ไมเกิน 1/360
- หนาตัดของหัวเสาเข็มต่องตั้งไดฉากกับแนวแกนของเสาเข็ม และที่หัวเสาเข็มต่องไม มีเหล็กเสริมโผลยื่นออกมา
- ครอบหัวเสาเข็มตองมีขนาดใหญกวาหัวเสาเข็มเล็กน่อยและมีหมอนไมหนุนอยูทั้ง ภายในภายนอก
- ปนจั่นและเสาเข็มจะต่องอยูในแนวเดียวกันและขนานกันทั้งนี้เพื่อใหลูกตุมกระทบหัวเสาเข็มไดเต็มหนา และเปนการปองกันเสาเข็มสะบัด หรือสั่นในขณะตอก ซึ่งจะเปนสาเหตุใหเสาเข็มหักหรือหนีศูนยได่
- ขณะที่ทำการตอกหากเสาเข็มเกิดอาการสั่นสะบัด ลูกตุ่มที่ตอกเดงขึ้นโดยที่เสาเข็ม ไมจมลงไปหรือหัวเสาเข็มแตกทั้งๆ ที่ทำการตอกตามปกติจะต่องหยุดทำการตอก ทันที และทำการตรวจสอบวาสาเหตุมาจากอะไร
- ตองทำการหยุดตอกเมื่อมีข่อบงชี้วาเสาเข็มตอกได่ถึงระดับที่สามารถรับน้ำหนักไดแลว

- สิ่งที่บงชี้วาเสาเข็มที่ทำการตอกชำรุดเสียหายก็คือ เสาเข็มจะมีการทรุดตัวเพิ่มขึ้น ผิดปกติ ในขณะที่ตอกตามปกติทั้งๆ ที่ลักษณะของชั้นดินไมมีขอบงบอกวาจะเปน เชนนั้น และหัวเสาเข็มมีการหนีศูนยมาก
- การตอกเสาเข็มกลุม ควรจะตอกจากตนกลางของกลุมออกไปหาตนริม

การรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม วิศวกรผูออกแบบและผูควบคุมงาน มักพิจารณา การรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มโดยอาศัยการทดสอบดวยน้ำหนักบรรทุกหรือพิจารณาจากผลการเจาะ สำรวจชั้นดิน ในบางครั้งก็นำขอมูลจากทั้งสองกรณีมาพิจารณารวมกัน ในกรณีที่ไมมีการทดสอบ ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มเกณฑในการตัดสินวาเสาเข็มสามารถรับน้ำหนักตามที่ระบุ ในแบบได้หรือไม โดยอาศัยวิธีนำคาเฉลี่ยการทรุดตัวจากการตอก 10 ครั้งสุดทายมาคำนวณ ข่อกำหนด มาตรฐานสำหรับงานกอสรางเสาเข็มตอกของวิศวกรรมสถานแหงประเทศไทย ฯ ไดกำหนดสูตรการตอก เสาเข็ม และสวนปลอดภัยที่ใชกับแตละสูตร ดังนี้

<u>Hiley's Fomula</u>

Qu = (nWhZ) / (S + C/2)

Qa = Qu/Fs

Qu = คาน้ำหนักบรรทุกสูงสุด

Qa = คาน้ำหนักบรรทุกใชงานที่ยอมได

F.S = คาสวนปลอดภัยแนะนำใหใชเทากับ 4

N = Efficiency = $(W+Pr^2) / (W+P)$

W = น้ำหนักของลูกตุ่มเปนตัน

P = น้ำหนักของเสาเข็มเปนตัน

r = Coefficient of restitution = 0.25
ในกรณีที่เสาเข็มคอนกรีตถูกตอกดวยลูกตุ่มปลอยรองดวยกระสอบ

h = ระยะยกลูกตุมสูงจากหัวเสาเข็มเปน ซม.

Z = Equipment loss Factor
= 1.0 สำหรับ Falling hammer
= 0.80 สำหรับ Drop hammer with Friction winch

S = ระยะที่เสาเข็มจมเปนเซนติเมตร โดยคิดเฉลี่ยจากการตอก 10 ครั้งสุดทาย

C = Temporary Compression = C1 + C2 + C3

C1 = การยุบตัวของกระสอบรองหัวเสาเข็มหนา L_2 (ม.)

= 1.8 Qu L_2 / A

C2 = การยุบตัวของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กที่ยาว L (ม.)

= 0.72 QuL / A

C3 = การยุบตัวของดินใตรอบเสาเข็ม

= 3.60 Qu / A

A = พื้นที่ หนาตัดของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กเปนตาราง เซนติเมตร

Janbu's Fomula

Qu = Wh/ Ku S

Qu = Qu / F.S

Ku = $Cd\ [\ 1\sqrt{+}\ ^{1+\ (\lambda/Cd)}\ ]$

Cd = 0.75 + 0.15 P / W

λ = (Whl) / AE s^2

F.S = คาสวนปลอดภัยแนะนำใหใชเทากับ 3

W = น้ำหนักของลูกตุมเปนตัน

H = ระยะยกของลูกตุมจากหัวเสาเข็มเปน ซม.

A = พื้นที่หนาตัดของเสาเข็ม

E = พิกัด (Modulus of elasticity) เปน ตัน/ซม.

L = ความยาวเสาเข็มเปน ซม.

S = ระยะที่เสาเข็มจมเปนเซนติเมตร โดยคิดเฉลี่ยจากการตอก 10 ครั้งสุดทาย

P = น้ำหนักของเสาเข็มเปนตน

ผลของการตอกเสาเข็ม การตอกเสาเข็มทำใหเกิดการสั่นสะเทือนในดินคลื่นของ การสั่นสะเทือนจะมีหลายรูปแบบ ผลของการตอกเสาเข็มทำให

(1) ในบริเวณที่เปนทรายรวนหรือดินทรายหลวมๆ จะทำใหพื้นดินบริเวณที่ตอกเสาเข็มทรุดตัวลง เนื่องจากทรายหรือดินเกิดการแนนตัว แตถาตอกในพื้นที่ที่เปนพื้นทรายแนนกลับ ทำใหทรายหลวมตัวขึ้นเมื่อเปนเชนนี้ประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของเสาเขม็ กลุมลดลง

(2) ในบริเวณที่เปนดินเหนียว ดินอาจปูดขึ้นมาได การแทนที่ดินของเสาเข็ม

มีผลทำให้เกิดการเลื่อนตัวของดินไปดันสิ่งก่อสร้างบริเวณข้างเคียงให้ได้รับความเสียหาย

(3) แรงสั่นสะเทือนของการตอกเสาเข็มที่เกิดขึ้น ทำให้กำลังของดินเสียไปประมาณ 28%

(4) ระยะที่กระทบกระเทือนนั้นหางจากผิวเสาเข็มเท่ากับระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม

(5) กำลังของดินที่เสียไปจะกลับคืนมาหลังจากการตอกไปแล้ว 14 วัน

<u>งานเสาเข็มเจาะ</u>

ขั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะ

(1) กดปลอกเหล็กในชั้นดินออน เมื่อได้ตำแหน่งเสาเข็มเจาะที่ถูกต้องตามแบบแล้ว จะต้องกดปลอกเหล็กลงไปตลอดชั้นดินออนเพื่อป้องกันรูเจาะเป็นคอคอด อีกทั้งเป็นการป้องกันน้ำและการพังของรูเจาะ สำหรับในกรุงเทพฯ จะใช้ปลอกเหล็กยาวประมาณ 12-15 เมตร

(2) หลังจากกดปลอกเหล็กเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มเจาะรูเสาเข็ม โดยปกติจะใช้หัวเจาะแบบสว่านเจาะเพื่อเอาดินขึ้นตลอดความยาวที่ฝังปลอกเหล็กไว้ซึ่งสามารถทำงานเจาะดินได้ค่อนข้างรวดเร็ว เมื่อพบน้ำในรูเจาะและลักษณะชั้นดินมีทรายรวมอยู่เป็นจำนวนมากชั้นจะต้องเปลี่ยน หัวเจาะเป็นแบบถัง เพื่อให้สามารถเก็บดินที่เจาะขึ้นมาได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์เพื่อป้องกันดินในรูเจาะพังทลาย การเจาะดินโดยใช้หัวเจาะแบบถังจะได้ปริมาณงานช้ากว่าการเจาะด้วยสว่าน

(3) เมื่อเจาะรูเสาเข็มได้ขนาดและความลึกที่ต้องการแล้วก็นำเหล็กเสริมเสาเข็มใส่ลงไปในรูเจาะ ต่อกันจนได้ความยาวที่กำหนดไว้ ใช้เครื่องมือจับยึดเหล็กเสริมให้อยู่ในตำแหน่งที่ ถูกต้อง

(4) ลงท่อคอนกรีต หลังจากใส่เหล็กเสริมเสาเข็มครบจำนวนแล้วนำท่อเทคอนกรีตหย่อนลงไปในรูเจาะจนถึงก้นหลุม โดยปกติท่อเทจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 6 - 8 นิ้ว

(5) ก่อนเทคอนกรีตต้องใช้วัสดุสำหรับไล่น้ำในรูเจาะออกไปจากท่อเทโดยใส่วัสดุลงไปในปากกรวยของท่อเทคอนกรีตด้านบน ซึ่งวัสดุที่ใช้จะต้องได้รับการอนุมัติแล้ว เช่น โฟมเม็ด เป็น ต้น แล้วจึงเทคอนกรีตผ่านกรวยรับคอนกรีตให้ไหลลงไปในท่อเท คอนกรีตจะดันโฟมเม็ดให้ขับน้ำ ออกไป

จากทอเท โฟมเม็ดจะหลุดออกจากปลายลางสุดของทอเทแลว ลอยน้ำขึ้นมาที่ปากรูเจาะ สวน คอนกรีตที่เทลงไปจะเขาแทนที่น้ำ และไลน้ำจากหลุมขึ้นมาจนเต็มรูเจาะ

(6) ดึงปลอกเหล็กขึ้นหลังจากเทคอนกรีตเสร็จเรียบร่อยก็ทำการดึงปลอกเหล็กขึ้นจากรูเจาะ ทันที ถาทิ้งไวนานคอนกรีตจะเริ่มแข็งตัวแลวเกาะยึดปลอกเหล็กทำใหไมสามารถดึงขึ้นได

รายการที่ผูควบคุมงานจะตองตรวจสอบในการทำเสาเข็มเจาะ

(1) ตรวจสอบตำแหนงที่จะเจาะใหถูกต่อง

(2) ตรวจการใส Casing ชั่วคราว ตรวจดิ่งของ Casing และแกนของเครื่องเจาะดวยระดับน้ำหรือกล่อง Theodolite

(3) ตรวจความลึกของรูเจาะดวยลูกดิ่งหรือวิธีอื่นที่วิศวกรอนุมัติ

(4) ตรวจโครงเหล็กเสริมใหถูกต่องตาม Shop Drawing และตรวจการเชื่อมเหล็ก

(5) กอนเทคอนกรีตต่องตรวจสอบความลึกและการพังทลายของดินขางหลุมตลอดจนตะกอนกนหลุมอีกครั้ง

(6) ในกรณีที่ใช Bentonite หมุนเวียน ใหตรวจสอบคุณภาพ ความหนาแนน Viscosity เปอรเซนตทราย คา pH ใหถูกต่องตามบทกำหนด

(7) ตรวจสวนผสมคอนกรีตใหตรงตาม Mix Design ที่ไดรับอนุมัติแลว

(8) ตรวจสอบความยาวทอเท ในครั้งแรกปลายจะอยูหางจากก่นหลุมประมาณ 10 ซม. จากนั้นจะต่องจมอยูในคอนกรีตไมนอยกวา 2 เมตร ตลอดเวลา กอนใชทอเททุกครั้งทอเทตอง สะอาดและผนึกแนน

(9) ตรวจสอบปริมาณคอนกรีตที่เทไปแลวเทียบกับคาที่คำนวณไวเปนระยะๆ

(10) ทำระเบียนบันทึกเวลาทำงานปริมาณคอนกรีตและสิ่งผิดปกติตางๆ

ขอควรปฏิบัติสำหรับผูควบคุมงานการทำเสาเข็มเจาะ

(1) ศึกษารายละเอียดการทำเสาเข็มเจาะรูปแบบรายการของวิศวกรผูออกแบบตลอดจนข่อกำหนดตางๆ

(2) ศึกษาขั้นตอนการทำงานจากบริษัทฯ ผูทำงานเสาเข็มเจาะ

(3) ทำแบบฟอรมเพื่อบันทึกข่อมูลสำหรับการควบคุมงาน

(4) ทำรายการตางๆ ที่ผูทำเสาเข็มเจาะจะตองขออนุมัติกอนการทำงาน โดยดำเนินการใหเสร็จเรียบรอยแลวกอนเริ่มงาน

(5) ทำหนาที่อยางมีเหตุผล ประสานงาน แกไขและหาขอยุติของปญหาตางๆ ดวยความถูกตองรวดเร็ว ไมเกิดความลาชาตอการทำงาน

แผนภูมิการทำงานที่ผูควบคุมงานควรจัดทำ

(1) รายละเอียดของประเภทงานรายวัน

(2) เวลาการทำงานของผูรับจาง

(3) สภาพอากาศ และอุณหภูมิ

(4) ปริมาณบุคลากรประเภทตางๆ

(5) ระดับความลึกปลายเสาเข็มเจาะ

(6) ความกาวหนาของการทำงาน

(7) ปริมาณการใชคอนกรีตและเหล็กเสริม **คุณสมบัติของสารละลายเบนโทไนทที่ใชงานในปจจุบัน**

(1) Density อยูระหวาง 1.02 - 1.1 ตัน/ม^3

(2) Viscosity อยูระหวาง 30 - 50 วินาที

(3) pH อยูระหวาง 7.5 – 12

(4) Sand Content ไมเกิน6%

การควบคุมงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ

(1) การตรวจสภาพพื้นที่ และสภาพแวดลอม การสำรวจสภาพสิ่งกอสรางอาคารขางเคียงที่ติดกับพื้นที่กอสรางวามีสภาพอยางใด มีรอยราว แตกชำรุดหรือไม ซึ่งอาจบันทึกไวดวย ภาพถายเปนหลักฐานในการชี้แจงเมื่อมีปญหาการรองเรียน วาเกิดการเสียหายขึ้นเนื่องจากงานกอสราง เปนตน

(2) การตรวจรับผังบริเวณ เปนสิ่งที่สำคัญมากที่สุดเรื่องหนึ่ง ที่จะตองมีความรอบคอบและทำใหถูกตอง ควรไดรับการอนุมัติยินยอมเปนลายลักษณอักษรใหทำงานตามแบบผัง บริเวณจากเจาของโครงการ

(3) การตรวจแบบแปลนเสาเข็ม ดูระยะแสดงตำแหนงเสาเข็มและจุดอางอิงตางๆ ที่สำคัญหากมีรายละเอียดไมครบถวน หรือขัดแยงกันเอง ผูรับจางควรที่จะทำหนังสือขอ รายละเอียดเพิ่มเติมจากผูออกแบบ และผูรับจางควรตรวจระยะตางๆ ในสนามเพื่อเทียบกับแบบกอสราง แลวจัดทำแบบแปลนเสาเข็มเพื่อขออนุมัติใชทำงานไดอยางถูกตอง

(4) การเตรียมแผนภูมิแสดงข่อมูลการทำงาน ใชแสดงขอมูลตางๆ ที่สำคัญของการทำงานในรูปของแผนภูมิตางๆ เชน แผนภูมิวงกลม แผนภูมิแทง และกราฟเสนแสดงความสัมพันธ ปริมาณงานตอเวลา เพื่อใหเจาของโครงการตลอดจนผูเกี่ยวข่องใชประโยชนในการรับทราบความกาวหนา ใชพิจารณาเพื่อวิเคราะหปญหาและวางแผนงานใหดำเนินไปได่อยา งมีประสิทธิภาพ

(5) การเตรียมบุคลากรทำหนาที่ควบคุมงาน สำหรับงานควบคุมเสาเข็มเจาะขนาดใหญซึ่งเปนงานที่จะต่องบันทึกข่อมูลการทำงานแตละขั้นตอนคอนขางละเอียด ต่องทำงานกรำแดด กรำฝนในชวงเวลาทำงานตั้งแต 10-16 ชั่วโมง ตอวันและอาจจะไมมีวันหยุดและเปนการทำงานกลางแจง ดังนั้น ผูควบคุมงานจึงตองเปนผูมีสุขภาพดี แข็งแรง อดทน สามารถอุทิศเวลาใหกับงานได่ตลอดเวลางาน

(6) การบันทึกขอมูลการทำงาน ผูควบคุมงานระดับชางเทคนิคจะเปนผูบันทึกข่อมูลการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญโดยละเอียดและตลอดเวลา เชน เวลาเริ่มและเวลาเสร็จของงาน แตละขั้นตอน ลักษณะชั้นทรายของปลายเสาเข็ม ความลึกของการเจาะ ความยาวของเหล็กเสริมเสาเข็ม ปริมาตรคอนกรีตที่คำนวณไดและคอนกรีตที่ใชงานจริง สภาพอากาศ สิ่งกีดขวาง อุปสรรคและปญหาการ ปฏิบัติงาน หรือหลีกเลี่ยงข่อกำหนด อุบัติเหตุ ขอนาสังเกต ขอควรระวัง โดยการบันทึกข่อมูลตางๆ ลงใน แบบฟอรมที่ได่จัดทำขึ้นใหเหมาะสมกบั ลกษณะของงานั มีความงายและสะดวกตอการบันทึกและตรวจสอบ

(7) การตรวจสอบตำแหนงเสาเข็มเจาะ ขั้นแรกตองตรวจสอบจากแบบกอสรางแล่ว จึงตรวจโดยการวัดในสนามโดยใช่กล่องและเทปวัดระยะ เมื่อกดปลายเหล็กบนตำแหนงที่ทำไวแลวจะตองตรวจดูวามีระยะคลาดเคลื่อนเกินคาที่ยอมใหหรือไม หากเกินไปมากก็ต่องแกไขโดยการถอนแล่ว กดใหม แตหากมีระยะคลาดเคลื่อนเล็กน่อยก็ต่องบันทึกไว่ ซึ่งในกรณีที่เปนเสาเข็มกลุมในฐานรากเดียวกันก็อาจมีการปรับแก่ตำแหนงเสาเข็มในกลุมให่อยูในตำแหนงที่มีศูนยถวงอยูในจุดเดิมตามแบบ

(8) การตรวจแนวดิ่งเสาเข็มเจาะจะทำในขณะเริ่มกดปลอกเหล็กลงดินโดยใช่กล่องหรือระดับน้ำซึ่งมีความยาวไมน่อยกวา 1 เมตร (โดยปกติจะยอมใหมีความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่ง ไมมากกวา 1 : 100) ทาบที่ปลอกเหล็ก 2 ดาน

ที่ตั้งฉากกันจะทำให้ปลอกเหล็กไดดิ่ง ซึ่งจะช่วยให้การ เจาะรูเสาเข็มไดดิ่งด้วย เพราะปลอกเหล็กจะช่วยบังคับหัวเจาะไปในตัว และควรตรวจดิ่งของก่านเจาะในขณะเจาะดินและตรวจดิ่งของปลอกเหล็กในขณะถอนขึ้นหลังเทคอนกรีตเสร็จดวยวิธีเดียวกัน จะชวย ให้เสาเข็มเจาะไดดิ่งตามตองการ

(9) การวัดความลึกเสาเข็มเจาะ โดยใชสายวัดระยะถวงปลายดวยกอนน้ำหนัก เชน ลูกดิ่งหรือเศษเหล็กที่มีน้ำหนัก และขนาดเหมาะสม หยอนลงไปในรูเจาะจนถึงก่นหลุม เพื่อบันทึก ข่อมูลของความลึกสำหรับใชในการคำนวณปริมาณคอนกรีตที่จะสั่งเข่ามาและเปรียบเทียบกับปริมาณ คอนกรีตที่เทจริงเพื่อพิจารณาดูวามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม การวัดความลึกนี้ควรวัดประมาณ 2-3 จุด แล่วหาคาความลึกเฉลี่ย ซึ่งในระหวางเทคอนกรีตก็ควรมีการวัดระดับคอนกรีตที่เทไดเทียบกับการ คำนวณเปนระยะๆ ด่วยวิธีเดียวกันเพื่อพล็อตกราฟดูวามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นที่จุดใดหรือไม

(10) การตรวจความสะอาดก่นหลุมเสาเข็มเจาะ เมื่อเจาะถึงระดับชั้นทรายได ระยะ 3 เทาของเสนผาศูนยกลางเสาเข็มตามข่อกำหนดแล่ว ควรตรวจดูความสะอาดของทรายก่นหลุมที่ หัวเจาะแบบถังขุดขึ้นมาวามีความสะอาดหรือไม ซึ่งในบางครั้งอาจพบเศษวัสดุ เชน เศษไมผุเกาๆ ปะปน อยูหรือมีเศษดินเปนกอนผสมอยู เนื่องจากหลุดรวงจากผนังรูเจาะลงไปก็ต่องขุดตอไปอีกเล็กน่อย เพื่อนำ สิ่งสกปรกดังกลาวขึ้นให่หมดจนเหลือแต่ชั้นทรายแนนที่สะอาดจะช่วยให่คาทรุดตัวของเสาเข็มเมื่อมี น้ำหนักบรรทุกแล่วมีคาไมมากจนเกิดความเสียหายตอโครงสราง

(11) การกำหนดระดับปลายเสาเข็มเจาะในสนาม ระดับปลายเสาเข็มเจาะที่ระบุในแบบกอสร่างจะเปนระดับโดยประมาณที่มาจากข่อมูลการเจาะสำรวจดิน ดังนั้นระดับปลายเสาเข็ม เจาะจริงๆ จะต่องกำหนดขึ้นจากการเจาะดินให่ไดตามขอกำหนด เชน ต่องถึงระดับชั้นทรายแนน และมี ระยะปลายเสาเข็มฝงอยูในทรายไมนอยกวา 3 เทาเส่นผาศูนยกลางของเสาเข็มต่นนั้น และทรายกนหลุม จะต่องสะอาดและผนึกแนนปราศจากสิ่งสกปรก หรือเศษดินที่รวงหลนลงไป ซึ่งระดับปลายเข็ม ดังกลาวโดยปกติผูรับจางจะเปนผูพิจารณารวมกับผูควบคุมงาน ถามีขอขัดแยง ผูควบคุมงานควรรายงาน ข่อมูลเพื่อขอความเห็นตอวิศวกรผูออกแบบ เพื่อใชปฏิบัติไดถูกตองตอไป

(12) การพิจารณาลักษณะทรายที่ปลายเสาเข็ม ผู้ควบคุมงานต้องมีวิธีตรวจลักษณะทรายที่ให้ผลได้ชัดเจน ซึ่งทำด้วยวิธีง่ายๆ โดยใช้กระบอกตวงชนิดแก้วขนาดจุ 500-1,000 ซี.ซี. นำทรายตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบใส่ในกระบอกตวง แล้วเติมน้ำสะอาด ทั้งทรายและน้ำที่ใส่ลงไป ต้องมีปริมาณคงที่ในการทดลองทุกครั้งเพื่อสามารถเปรียบเทียบกันได้ แล้วเขย่าทรายที่ผสมน้ำให้กระจายตัว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จะเห็นสี และขนาดของเม็ดทรายตัวอย่าง ตลอดจนตะกอนที่ ตกค้างอยู่บนเนื้อทรายสามารถเปรียบเทียบกับทรายในบริเวณเสาเข็มทดลองได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้น ก็เก็บตัวอย่างใส่ขวดพลาสติก พร้อมบันทึกตำแหน่ง และระดับความลึกของเสาเข็มต้นนั้นไว้สำหรับ ตัวอย่างทรายที่จะเก็บควรเก็บจากระดับปลายเสาเข็ม และชั้นที่ถัดขึ้นมา 10 ชั้น ใส่ขวดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 2 นิ้ว

(13) ระดับหัวเสาเข็มกับวิธีการเทคอนกรีต เนื่องจากการยุบตัวของคอนกรีตเสาเข็มเจาะภายหลังถอนปลอกเหล็กขึ้นจะมีค่าสูงตั้งแต่ 2 ถึง 4 เมตร ดังนั้นวิธีการเทคอนกรีตเสาเข็ม เจาะที่มีระดับหัวเสาเข็มใกล้ผิวดิน เช่น ระดับหัวเสาเข็มมีค่า 2.00 เมตร ขึ้นมาใกล้ผิวดินอาจจะต้องเท คอนกรีตด้วยวิธีดึงปลอกเหล็กขึ้นสูงจากระดับผิวดินประมาณ 2 เมตร แล้วเทคอนกรีตเผื่อการยุบตัวไว้ จนเต็มเมื่อถอนปลอกออก คอนกรีตจะยุบตัวลงไปโดยมีระดับหัวเสาเข็มไม่ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ ซึ่ง การเทคอนกรีตวิธีนี้จะต้องเทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรก เช่น น้ำเบนโทไนท และเศษดินต่างๆ ให้ไหลล้น ขึ้นมาที่ปากปลอกเหล็ก จนมีแต่คอนกรีตที่ดีล้วนๆ เต็มอยู่ที่ปากปลอกเหล็กแล้วยกปลอกเหล็กขึ้นให้สูง จากระดับผิวดินตามที่ต้องการด้วยไวโบรแฮมเมอร์ หลังจากนั้นจึงเทคอนกรีตเติมลงไปในปลอกเหล็ก จนได้ปริมาณที่พอต่อการเผื่อค่ายุบตัว แล้วจึงถอนปลอกเหล็กออกจากรูเจาะ สำหรับเสาเข็มเจาะที่มี ระดับหัวเสาเข็มตั้งแต่ 4.00 เมตร ลงไปในดิน สามารถเทคอนกรีตด้วยวิธีปกติ คือ เทคอนกรีตไล่สิ่ง สกปรกจนเห็นเนื้อคอนกรีตล้วนที่ปากปลอกเหล็ก แล้วก็ถอนปลอกเหล็กขึ้นได้เลย

(14) การตรวจคุณสมบัติคอนกรีต สำหรับงานเสาเข็มเจาะ คอนกรีตจะต้องมีค่ายุบตัวไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร เพื่อสามารถเทผ่านท่อได้ง่าย และรวดเร็ว โดยสามารถไหลเข้าไปตาม ซอกต่างๆ ได้จนเต็มไม่เกิดโพรง และจะต้องใช้สารผสมตัวหน่วงเพื่อยืดเวลาแข็งตัวออกไปให้มากกว่า 4 ชั่วโมง ดังนั้น การตรวจคุณสมบัติคอนกรีต จึงต้องทำการทดสอบค่ายุบตัวของคอนกรีตทุกคันรถ แล้ว

บันทึกไว ซึ่งในบางครั้งคายุบตัวจะวัดได้น้อยกวากำหนด และผู้รับจ้างอาจจะขอให้มีการเติมน้ำเพิ่ม ใน กรณีนี้ผู้ควบคุมงานควรขอความเห็นผู้ออกแบบเพื่อใช้เป็นแนวการปฏิบัติไว้ก่อนที่จะเริ่มงาน

(15) การตรวจเหล็กเสริมเสาเข็ม เหล็กเสริมควรตัดตัวอย่างไปทดสอบวัดแรงดึงและพื้นที่หน้าตัดเพื่อเสนอผลการทดสอบต่อผู้ออกแบบ ในกรณีที่จะต้องมีการต่อเหล็กด้วยการเชื่อมก็ ควรส่งตัวอย่างการเชื่อมเพื่อทดสอบเพื่อขออนุมัติใช้งาน ต่อไป

(16) ในขณะที่มีการเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะ เมื่อเกิดปัญหาขัดข้องจากการเทคอนกรีตต่างๆ เช่น รถคอนกรีตขาดระยะเป็นเวลานานทำให้เวลาการเทคอนกรีตเกินกำหนดที่ขออนุมัติ ไว้ เกิดการอุดตันในท่อเทคอนกรีตเทต่อไปไม่ได้ ท่อเทคอนกรีตหลุดลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีต เหล็กเสริมเสาเข็มลอยขึ้นมาขณะเทคอนกรีต ฯลฯ ผู้ควบคุมงานจะต้องตัดสินใจที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ในทันทีเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายมากยิ่งขึ้นต่อไป

(17) การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเสาเข็มเจาะเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่จะใช้คอนกรีตตั้งแต่ 25 $ม^3$ ถึง 60 $ม^3$ ต่อต้น ซึ่งจะเห็นว่ามีปริมาณมาก จึงควรมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้งานทุก ต้นๆ ละไม่น้อยกว่า 9 ก้อนตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บจากรถคอนกรีต 3 คันๆ ละ 3 ก้อน

(18) การทดสอบคุณสมบัติเบนโทไนท เบนโทไนทชนิดที่ผลิตจำหน่ายอยู่ในรูปของผงละเอียดเป็นถุงๆ ละ 50 กิโลกรัม มีคุณสมบัติดูดน้ำได้ดี แต่ละอนุภาคจะพองตัวเบียดกัน ทำให้น้ำ ไหลผ่านระหว่างอนุภาคได้ยากจึงใช้สำหรับป้องกันผนังรูเจาะไม่ให้พังทลาย โดยผสมน้ำแล้วใส่ลงไป ในรูเจาะขณะเจาะดินด้วยระบบเปียก น้ำสารละลายเบนโทไนทจะช่วยป้องกันมิให้น้ำใต้ดินไหลผ่านรูเจาะ และ รูเจาะจะไม่เกิดการพังทลาย ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการตรวจคุณสมบัติของเบนโทไนทก่อน ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด ความเป็นกรดด่าง และปริมาณทรายที่เจือปน ซึ่งจะต้องมีการทดสอบ คุณสมบัติทุกวันก่อนใช้งานแล้วบันทึกไว้

(19) การทำรายงานเสนอต่อเจ้าของโครงการ ควรมีรายงานประจำวันแสดงถึงรายละเอียดของการทำงาน และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เช่น รายงานประจำสัปดาห์ แสดงข้อมูลโดยสรุป สาระสำคัญของข้อมูลจากรายงานประจำวัน

และรายงานประจำเดือนซึ่งควรจัดเปนเลมใหเรียบรอย และ อาจมีรูปถายแสดงภาพงานปจจุบันไวดวย เปนตน

(20) แผนภูมิแสดงขอมูลการทำงานเปนสิ่งที่เปนประโยชนที่จะใชพิจารณาแกปญหางาน และใชประกอบเอกสารรายงานเสนอตอเจาของโครงการ

(21) ความสะอาดของพื้นที่การทำงานเปนสิ่งจำเปนมาก สำหรับกองดินที่ไดจากการเจาะดินถาทิ้งไวจะมีกองขนาดใหญ และจะกีดขวางการทำงานตางๆ อยางมาก ดังนั้นควรจะตองมี การขนดินออกไปนอกบริเวณตลอดเวลาที่มีการเจาะดิน เศษดินตางๆ ก็ควรตักเก็บกวาดอยูเสมอ เพื่อเมื่อ โดนน้ำก็จะเปนโคลนทำใหลื่น อาจเกิดอุบัติเหตุรายแรงไดตลอดจนน้ำเบนโทไนทที่ไหลนองตามพื้นที่ การทำงานจะตองรีบทำความสะอาด ไมควรปลอยทิ้งไวและตองปองกันไมใหไหลลงทอหรือทางระบาย น้ำจะทำใหเกิดการอุดตัน

(22) เครื่องจักร และอุปกรณการทำเสาเข็มเจาะจะมีขนาดใหญและน้ำหนักมาก โดยปกติควรมีชนิดและจำนวนดังตอไปนี้เปนอยางนอย คือ รถเครนติดตั้งเครื่องเจาะ 1 คัน รถเครนสำหรับ บริการทั่วไป (Service Crane) เชน ใชยกไวโบรแฮมเมอร ยกทอเทคอนกรีต ยกเหล็กเสริม ซึ่งถามีจำนวน 2 คัน จะชวยใหงานมีความคลองตัวและรวดเร็วขึ้นมาก รถตักดิน 1 คัน รถบรรทุกดิน 1 คัน เครื่องสูบน้ำ เบนโทไนทถังเก็บ ถังผสมน้ำเบนโทไนท เครื่องมือทำความสะอาดน้ำสารละลายเบนโทไนท ปลอก เหล็กหัวเจาะดินแบบตางๆ ทอเทคอนกรีตหัวเขยา เปนตน

(23) เมื่อมีความจำเปนที่จะทิ้งรูเจาะไวคางคืนผูควบคุมงานควรจะขอความเห็นตอวิศวกรผูออกแบบเสียกอนเพื่อขอทราบวิธีปฏิบัติ แตโดยปกติแลวการทิ้งรูเจาะไวคางคืนอาจทำได ตอเมื่อระดับที่เจาะทิ้งไวไมอยูในชั้นทรายปลายเสาเข็ม เพราะทรายขางรูเจาะมักจะพังทำใหสิ้นเปลือง คอนกรีตมากขึ้น การที่ผูควบคุมงานจะยินยอมใหทิ้งรูเจาะไวคางคืนไดหรือไมนั้น สามารถพิจารณาได จากสิ่งตอไปนี้คือ ผูรับจางตองสามารถขุดเจาะตอไปจนกนหลุม สามารถทำความสะอาดไดตามปกติโดย ไมเกิดการพังทลายของรูเจาะในขณะเจาะดิน และปริมาณคอนกรีตที่ใชจริงตองไมมากกวาปริมาณที่ คำนวณไวจนเกินไป เชน มากกวา 30 เปอรเซ็นต เปนตน

(24) การทำเสนแนวและจุดอางอิง ผูรับจางจะตองทำไวใหมีอยูถาวร ไมชำรุดเสียหายจากการทำงานจนกระทั่งหมดความตองการที่จะใชงาน โดยมีผูควบคุม

งานเปนผูตรวจสอบความถูกตอง ของตำแหนงและระยะ พรอมทั้งเสนอแบบแสดงเสนแนวและจุดอางอิงดังกลาวเพื่อขออนุมัติใชงานตาม ขั้นตอนและเพื่อใชตรวจสอบระยะตำแหนงตางๆ ของเสาเข็มวามีความคลาดเคลื่อนหรือไมเพียงใด

(25) การทำเสาเข็มอางอิง โดยเลือกจากเสาเข็มเจาะตนที่เทคอนกรีตสูงถึงผิวดินจำนวน 2 ถึง 4 ตนในโครงการ โดยทำความสะอาดหัวเสาเข็มใหเรียบรอย อาจฉาบปูนใหเรียบแลวทาสี ใหชัดเจน แลวทำการสำรวจตำแหนงหัวเสาเข็มดังกลาว บันทึกไวในแบบลงนามรวมระหวางผูรับจาง ผู ควบคุมงาน และผูแทนเจาของโครงการ เพื่อรับรองความถูกตองของตำแหนงเสาเข็มอางอิง เมื่อมีการขุด ดินเพื่อทำงานโครงสราง เสาเข็มอางอิงจะเปนประโยชนในการใชตรวจสอบวา เสาเข็มเจาะมีการเคลื่อน ตัวผิดศูนย หนีศูนยจากการทำเสาเข็มหรือจากการขุดดินหรือไม เปนตน

(26) การซอมแซมหัวเสาเข็มเจาะ กรณีแรกอาจทำในระหวางการทำเสาเข็มเจาะ เมื่อทราบวาระดับหัวเสาเข็มเจาะที่เทคอนกรีตไปแลวมีระดับต่ำกวาที่กำหนดไวในแบบก็ซอมแซมหัว เสาเข็มไดโดยขุดดินบริเวณหัวเสาเข็มใหกวางพอที่จะทำงาน สกัดคอนกรีตหัวเสาเข็มสวนที่ไมมีออกให หมดแลวตรวจสอบความสะอาดและทดสอบกำลังคอนกรีตหัวเสาเข็มดวยเครื่องยิงคอนกรีต ถาไดตาม ขอกำหนดแลวก็ใชปลอกเหล็กที่มีขนาดเดียวกันกับเสาเข็ม หรือใหญกวาครอบตอหัวเสาเข็ม แลวเท คอนกรีตตอหัวเสาเข็มจนถึงระดับที่ตองการ อีกกรณีหนึ่ง จะเปนการซอมแซมหัวเสาเข็มที่ชำรุด เมื่อได ขุดดินหัวเสาเข็มแลวพบวาคอนกรีตหัวเสาเข็มมีกำลังอัดต่ำกวาที่กำหนด หรือไมสะอาด ก็ตองแกไขดวย วิธีเดียวกันกับวิธีแรกแตอาจจะทำงานไมไดสะดวกเหมือนทำในกรณีแรกเพราะมีงานประเภทอื่นกำลังทำ อยูและจะเสียคาใชจายสูงกวาวิธีแรกดวย

(27) การสกัดหัวเสาเข็ม เปนงานหนักที่ตองใชเวลามาก ซึ่งจะใชวิธีสกัดใหเปนเศษเล็กเศษนอยทั้งหมด หรือใชวิธีตัดใหขาดแลวยกไปทิ้งก็เปนสิ่งที่ผูรับจางจะตองพิจารณาในเรื่องของ เวลาและคาใชจายตางๆ เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสม

(28) ขั้นตอนการควบคุมงานเพื่อใหไดหัวเสาเข็มคุณภาพดี ระดับหัวเสาเข็มจะถูกกำหนดไวในแบบกอสราง คอนกรีตที่ใชตองสะอาด และมีกำลังอัดไดตามขอกำหนด ดังนั้นจึงควรเท คอนกรีตไลสิ่งสกปรกที่เจือปน เชน เศษดิน ทรายตะกอนน้ำสารละลายเบนโทไนทออกใหหมดเหลือแต คอนกรีตที่ดี ผูควบคุม

งานสามารถใช้การสังเกตจากการทำงานในสนามและรวมตรวจสอบอย่างใกล ชิด ในการเทคอนกรีตไลสิ่งสกปรกตลอดจนการเทคอนกรีตให้สูงกวาระดับที่ กำหนดในแบบเพื่อเผื่อคา ยุบตัวของคอนกรีต โดยใช้ข้อมูลที่วัดได้ในสนาม ของการทำเสาเข็มต้นแรกๆ เป็นแนวทาง ซึ่งในการ ยุบตัวของคอนกรีต ภายหลังถอนปลอกเหล็กขึ้นนั้นจะมีคาอยู่ระหวาง 1-4 เมตร

(29) การทดสอบเสาเข็มมักจะทำการทดสอบเสาเข็ม2วิธีด้วยกันคือSeismicTest และ Load Test สำหรับวิธีแรกใช้ทดสอบเสาเข็ม เช่น เสาเข็มร้าวขาดจากกัน พื้นที่หน้าตัดโป่งออก หรือคอนเป็นคอขวด สวนวิธีที่สองเป็นการทดสอบโดย การใส่น้ำหนักให้เสาเข็มที่ขนาด 2.5 เท่าของ น้ำหนักที่ออกแบบโดยมีคาการ ทรุดตัว ไม่เกินที่กำหนด บางโครงการจะกำหนดให้ทำการทดสอบเสาเข็ม ด้วย วิธีแรกทุกต้นเพราะค่าใช้จา ยไม่สูงนัก และจะทำการทดสอบด้วยการใส น้ำหนักหนึ่งหรือสองตัน

(30) กรณีที่เหล็กเสริมเสาเข็มลอยขึ้นมาจากตำแหน่งเดิมนั้น จะมีโอกาสเกิดขึ้น เสมอในทุกๆ โครงการจากข้อมูลเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่มากกวา 200 ตัน บอก ให้ทราบได้วาเสาเข็มเจาะ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กจะเกิดเหล็กลอยได้มากกวา เสาเข็มเจาะที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่กวา อย่างไรก็ตาม ในทุกๆ ขนาดมี โอกาสจะเกิดเหล็กลอยทั้งสิ้นโดยจะลอยขึ้นตั้งแต่ 1 ถึง 4 เมตร ในกรณีนี้ ควร จะขอความเห็นจากผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการไว้ล่วงหน้า โดยเฉพาะใน สัญญาควรจะพูดถึงผู้ที่ จะรับผิดชอบในเรื่องนี้ไว้ด้วย

(31) ปัญหาต่างๆ จากการทำงาน ปัญหาดังต่อไปนี้เป็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นใน การทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ซึ่งผู้ควบคุมงานก่อสร้างควรจะทราบเพื่อ หาทางแก้ไขไว้ล่วง หน้า

- เทคอนกรีตไม่เสร็จในระยะเวลาที่ได้รับการอนุมัติไว้
- คอนกรีตคอนข้างแห้งเทไม่ลง จะเติมน้ำในรถผสมได้หรือไม่
- ขณะเทคอนกรีตคนงานยกท่อเทสูงเกินไปจนหลุดจากระดับคอนกรีตที่เท ไว้ทำให้น้ำไหลเข้ามาในท่อเท
- เจ้าของโครงการเป็นผู้ซื้อคอนกรีตตามสัญญา ผู้รับจ้างสั่งคอนกรีตมาใช้ งานเกินกำหนดแล้วเหลือทิ้ง

- ผู้รับจ้างเป็นผู้ซื้อคอนกรีตตามสัญญา จึงพยายามประหยัดคอนกรีตในการใช้เทไลสิ่งสกปรก ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องความสะอาดของคอนกรีตหัวเสาเข็ม
- ผู้รับจ้างต้องการเทคอนกรีตเผื่อไว้มากๆ เพื่อจะได้แน่ใจว่าระดับหัวเสาเข็มจะไม่ต่ำกว่าแบบที่กำหนดไม่ต้องมาซ่อมหัวเสาเข็มภายหลังเปิดหน้าดินเพราะค่าใช้จ่ายสูงแต่เจ้าของ โครงการไม่อยากให้เผื่อมากเพราะสิ้นเปลืองคอนกรีต และเสียเวลาในการสกัดหัวเข็มมาก
- เมื่อเกิดปัญหาเหล็กลอย เจ้าของโครงการต้องการให้ผู้รับจ้างเสริมเหล็กเผื่อการลอดตัวโดยให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบค่าใช้จ่ายเอง
- ผู้รับจ้างไม่สามารถเจาะเสาเข็มในตำแหน่งตามแบบได้เพราะมีสิ่งกีดขวางใต้ดินที่ไม่อาจกำจัดออกได้
- ผู้รับจ้างทำงานไม่เสร็จตามสัญญา เพราะติดสาธารณูปโภคบริเวณรอบๆ พื้นที่โครงการ
- รายการก่อสร้างกำหนดให้ผู้รับจ้างเจาะดินให้ปลายเสาเข็มฝังเข้าไปในชั้นทรายมีระยะ 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง แต่ในทางปฏิบัติผู้รับจ้างไม่สามารถเจาะได้พอดีกับระยะที่ ต้องการ สำหรับระยะที่เกิน เจ้าของโครงการปฏิเสธการจ่ายเงิน
- เจ้าของโครงการมักเข้าใจว่าระดับปลายเสาเข็มเจาะจะมีระดับใกล้เคียงกันแต่เมื่อเวลาทำจริงๆ จะต้องเจาะให้ลึกลงไปจนปลายเสาเข็มฝังในชั้นทรายได้ 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง ปลายเสาเข็มอาจแตกต่างกันหลายเมตร ทำให้ค่าใช้จ่ายในการจ้างเหมาจะต้องเพิ่ม ซึ่งมักจะมีปัญหาตามมา
- เจ้าของโครงการเข้าใจผิดว่าผู้รับจ้างถือโอกาสที่จะเจาะเสาเข็มให้ลึกมากกว่าความจำเป็นเพื่อจะได้รับค่าจ้างเพิ่ม เกิดข้อขัดแย้งมีความเห็นไม่ตรงกันในเรื่องระดับปลาย เสาเข็ม
- การขุดดินเปิดหัวเสาเข็มที่ขาดการระมัดระวังในการเคลื่อนตัวของดินอาจทำให้เสาเข็มหักหรือหนีศูนย์ จะหาผู้รับผิดชอบได้อย่างไร

7.1.2 งานฐานราก

ฐานรากเปนสวนของโครงสรางทำหนาที่ถายน้ำหนักจากโครงสรางสวนบนสู พื้นดินฐานราก แบงออกเปน 2 ชนิดคือ

ก. ฐานแผ ฐานรากชนิดนี้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่เปนดินแข็ง ดินปนกรวด หินพืด ดินลูกรัง ความสามารถในการรับน้ำหนักของดินใตฐานรากสามารถคำนวณหาได โดย ใชทฤษฎีที่เปนที่แพรหลาย และยอมรับทั่วไป หรือใชวิธีทดสอบการรับน้ำหนักของชั้นดิน แตวิธีนี้ จะตองมีผลการเจาะสำรวจชั้นดินประกอบการพิจารณาควบคูกันไป ระดับฐานรากตองฝงลึกจากก นคลอง ไมนอยกวา 2.50 เมตร หรือตามที่ระบุในแบบกอสรางยกเวนฐานรากที่วางบนหินพืดตองฝงลึกไมน่อยกวา 0.50 เมตร สำหรับตอมอริมฝงควรกำหนดใหฐานรากอยูในระดับลึกใกลเคียงกับตอมอกลางน้ำ เพื่อรับ การกัดเซาะของกระแสน้ำในอนาคต ในการกอสรางฐานรากดินที่ขุดขึ้นมาแตละชั้นตองนำมาบรรจุไวใน ขวดแกวใสและเขียนรายละเอียดของแตละชั้นดินกำกับไว บันทึกระดับของฐานรากแตละฐานใหละเอียด

รูปที่ 4-10 ฐานรากแผ

ข. ฐานรากชนิดฐานวางอยูบนเสาเข็ม ฐานรากที่ใชเสาเข็มนั้นมีจุดประสงคเชนเดียวกับฐานแผ คือ รับน้ำหนักทั้งหมดจากโครงสรางสวนบนแลวถายลงสูชั้นดิน ฐานรากชนิดที่ใช เสาเข็มนั้นเหมาะกับพื้นที่ที่ไมสามารถจะกอสรางเปนฐานแผได เชน พื้นที่ที่มีดินออน หรือพื้นที่ที่มีการ กัดเซาะสูง เสาเข็มที่ใชรับน้ำหนักจากฐานรากนั้นแบงเปน 2 ชนิด คือ

(1) End - bearing or Point - bearing piles เปนเสาเข็มที่ถายน้ำหนักจากฐานรากผานน้ำหรือชั้นดินออนไปยังชั้นดินที่มีความแข็งแรงกวา เชน ดินทราย ดินคาน หรือชั้นหิน

(2) Friction - piles เปนเสาเข็มที่ถายน้ำหนักจากฐานรากไปสูชั้นดินออนโดยอาศัยความเสียดทานตลอดความยาวของเสาเข็ม

<u>ขั้นตอนการดำเนินงานกอสร้างฐานราก</u> เมื่อดำเนินการตอกเสาเข็มฐานรากเสร็จแลวใหปฏิบัติดังนี้

- สำหรับงานฐานรากที่กอสรางเหนือระดับน้ำ

(1) ใชกลองระดับถายระดับจาก BM. ไปที่ระดับท่องฐานราก ตามแบบกำหนด

(2) ทำการกอสรางไมแบบสำหรับหลอฐานราก

(3) สกัดและตัดหัวเสาเข็มใหเนื้อคอนกรีตหัวเสาเข็มโผลเหนือระดับฐานราก ประมาณ 5.0 – 7.5 ซม.

(4) ทำการวางแนวศูนยกลาง และวางแนวฉากฐานรากพรอมวางแนวตำแหนงเสาตอมอบนไมแบบทองฐานรากที่ปูไวแลวดวยกลอง Theodolite

(5) นำเหล็กฐานรากที่ตัดและดัดเตรียมไวแลว ทำการผูกเหล็กตามกำหนด

(6) ในระหวางที่ผูกเหล็กฐานราก ใหทำการผูกเหล็กเสาตอมอไป

(7) ตรวจสอบตำแหนงเสาตอมอ และความกวาง ยาว สูงของฐานราก ครั้งกอนการหลอคอนกรีต อีก

(8) ทำการประกอบแบบขางฐานรากทั้ง 4 ดาน

(9) ทำการหลอคอนกรีตฐานราก

<u>ปญหาอุปสรรค และการแกไขในระหวางการกอสรางฐานราก</u>

(1) ระดับน้ำในแมน้ำขึ้น - ลง เนื่องจากถูกน้ำทะเลหนุนทำใหบางเวลามีระดับสูงเหนือระดับใตฐานรากควรตรวจสอบระดับน้ำใหชัดเจนหากไมสามารถกอสรางไดใหเสนอ คณะกรรมการตรวจการจางขออนุมัติยกระดับทองฐานราก

(2) เสาเข็มตนริมฐานรากบางตนตอกแลวอาจถูกหินทำใหเกิดการหนีศูนยเคลื่อนตัวออกนอกตำแหนงฐานราก ควรทำการขออนุมัติคณะกรรมการตรวจการจางขยายฐานราก

(3) ไมแบบที่มีคุณภาพต่ำใชมาหลายโครงการฯเมื่อหลอคอนกรีตแลวเมื่อถอดแบบผิวคอนกรีตจะมีลักษณะบวมเป็น คลื่นไมเรียบควรเสนอผูรับจางเปลี่ยนใหม กอนการกอสราง

(4.) สภาพภูมิอากาศ หากเปนฤดูฝน ในขณะฝนตกไมสามารถหลอคอนกรีตได (หากจะทำการหลอคอนกรีตต่องใชอุปกรณปองกัน โดยการคลุมปดปองฐานรากเพื่อปองกันปริมาณ น้ำฝนใหมิดชิด จึงหลอคอนกรีตได)

รูปที่ 4-11 การตอกเสาเขม็ ฐานรากและการสกัดหัวเข็ม

7.1.3 งานโครงสรางสะพาน

(1) <u>งานตอมอตับริม (Abutment)</u>

ในการกอสรางงานตอมอตับริม จำนวน 1 ตับ มีสวนประกอบหลัก 4 สวน คือ

(1.1) งานฐานราก

(1.2) งานตอมอ

(1.3) งานผนังกำแพงกันดิน

(1.4) งานคานรัดหัวเสา

สำหรับการดำเนินการควบคุมการกอสราง มีวิธีปฏิบัติดังนี้

(1) ตรวจสอบตำแหนง แนว ขนาด ระยะศูนยกลางของเสาเข็ม และฐานราก รวมทั้งระดับของแตละสวนของโครงสร้างนั้น

(2) ตรวจสอบชนิด ขนาดและคุณสมบัติของเหล็กเสนเสริมคอนกรีต ใหถูกตอง ตามขอกำหนดในแบบ

(3) ตรวจสอบชนิดประเภท และคุณสมบัติ รวมทั้งอัตราสวนผสมของคอนกรีต (Mix Design) ใหถูกตองตามขอกำหนดในแบบ

(4) จัดทำ Shop Drawing ของฐานราก ตอมอ ผนังกำแพงกันดิน และคานรัดหัวเสา เพื่อใหเขาใจถึงขนาด ระยะ และวิธีการตั้งแบบ

(5) ขุดดินหลุมฐานรากตามขนาด กวาง ยาว ลึก ตามแบบแปลน โดยใหกนหลุมมีพื้นเพียงพอตอการปฏิบัติงานปกติจะใหหางจากขอบฐานราก โดยรอบไมน่อยกวา 0.50 เมตร การขุด ใหระวังดินพัง หรือขยับตัว ถาหากดินพังใหทำการปองกันดวยการตอกเสาเข็มไม หรือเสาเข็มแผนเหล็ก (Sheet pile)

(6) ตัดหัวเสาเข็มใหไดระดับเดียวกันตามแบบ และซอมหัวเสาเข็มที่แตกบิ่นดวย Epoxy

(7) ในกรณีถาหัวเสาเข็มต่ำกวาระดับทองฐานรากในแบบใหตอหัวเสาเข็ม (Capping) ใหไดตามรูปแบบที่กำหนด

(8) หากมีน้ำซึม-ขังกนหลุม ตองทำการสูบน้ำ และเลนออกใหหมด พรอมทั้งทำความสะอาดหัวเสาเข็มถมทรายอัดแนนและเทคอนกรีตหยาบใหไดตามแบบ

(9) ในกรณีตามแบบ ถาฐานรากไมมีเสาเข็ม ใหตรวจสอบดูความแนนของดินกนหลุม ถามีปญหา เชน ดินออน รวนซุย หรือมีตาน้ำ ใหรีบรายงานวิศวกรผูออกแบบโดยดวน

(10) จัดทำรายการชนิด และขนาดของเหล็ก รวมทั้งการตัด ดัดเหล็ก และจำนวนที่จะใชทั้งหมด (Bar Bending Schedule)

(11) จุดตอทาบเหล็กเสริม(Lapping)และระยะหุมคอนกร (ConcreteCovering) ใหถือปฏิบัติตามขอกำหนดวาดวยมาตรฐานงานกอสราง และตามขอกำหนดในแบบ

(12) การวางเหล็กเสริมทั้งฐานราก ตอมอ ผนังกำแพงกันดิน และคานรัดหัวเสาจะตองตรงตามตำแหนง ขนาด จำนวน และระยะที่กำหนดในแบบ

(13) ใหใชเหล็ก (Bar Chair) ลูกปูน เปนวัสดุรองรับเหล็กเสริม และจับยึดเหล็กเสริมใหแนน ไมสามารถเคลื่อนยาย หรือขยับเขยื้อนไดในขณะที่ทำการเทคอนกรีต

(14) จัดเตรียมทำรายการ ขนาด และจำนวนแบบที่จะใชทำการหลอคอนกรีต

(15) การติดตั้งไมแบบจะตองไดขนาดตามแบบ มั่นคง แข็งแรง ไมขยับเขยื้อน หลุดหรือแตก ในขณะเทคอนกรีต และจะตองคำนึงถึงความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงานดวย

(16) ในกรณีเทคอนกรีตจำนวนมากใหประสานงานกับ Concrete Plant เพื่อรับทราบปริมาณของคอนกรีตที่จะใชเทในแตละครั้ง หรือหากทำการเทแบบผสมโมเองจะตองจัดเตรียม เครื่องมือ และปริมาณวัสดุใหพรอมพอเพียงกับจำนวนที่ตองใช กอนเทคอนกรีตควรทำความสะอาด และราดน้ำแบบหลอให้ชุม

(17) การเทคอนกรีตใหเทเปนชั้นๆ ตอเนื่องกันไป กรณีเทเสา การเทแตละครั้งไมควรสูงเกิน 2.50 เมตร ถาสูงกวาตองใชทอกรวยสงคอนกรีต และเขยาโดยใชเครื่องจี้คอนกรีตใหแนนทุก ระยะ

(18) การถอดแบบหลอคอนกรีต ตองกระทำดวยความระมัดระวังไมใหคอนกรีตแตก บิ่นเสียหาย และไมใหไมแบบหักชำรุด เพื่อจะนำไปใชครั้งตอไปได

(19) ถาถอดแบบ ปรากฏวาคอนกรีตมีรูพรุนยาวไมเกิน 2 นิ้วใหรีบดำเนินการซอมโดยเร็วและหากพบรูพรุนมากใหรีบแจงวิศวกรผูออกแบบหรือคณะกรรมการตรวจการจางทราบ เพื่อหาทางแกไขโดยดวน

(20) การบมคอนกรีต (Concrete Curing) ใหกระทำภายหลังจากการเทคอนกรีต 24 ชม. โดยการรดน้ำหรือน้ำยาบมคอนกรีต ติดตอกันเปนเวลาไมนอยกวา 7 วัน

(21) กรณีเสาเข็มหนีศูนยออกจากฐานราก จะตองขยายฐานรากตามที่วิศวกรผูออกแบบกำหนด

(22) หลังจากถอดแบบฐานรากแลวตองรีบกลบหลุม โดยเฉพาะฐานรากที่ไมมีเสาเข็มใหรีบกลบทันทีอยาใหน้ำขัง

รูปที่ 4-12 เสาตอมอตับริมและเสาสะพาน

(2) <u>งานตอมอ (Peir)</u>

การดำเนินการควบคุมการกอสราง มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

(2.1) ตรวจสอบตำแหนง แนว ขนาด ระยะศูนยกลาง และระดับความสูงของเสาสะพาน

(2.2) ตรวจสอบชนิด ขนาด และคุณสมบัติของเหล็กเสริมคอนกรีตให้ถูกต่องตามขอกำหนดในแบบ

(2.3) ตรวจสอบชนิด คุณสมบัติ และประเภท รวมทั้งอัตราสวนผสมของคอนกรีต (Mix Design) ใหถูกตองตามข่อกำหนดในแบบ

(2.4) จัดวาง ติดตั้งเหล็กเสริม เสาตอมอสะพานตามขนาด จำนวน และระยะเหล็กปลอกตามที่กำหนดไวในแบบกอสราง

(2.5) ให้ใชเหล็ก หรือลูกปูนรองรับเหล็กเสริม และจับยึดเหล็กเสริมให้แนน ไมสามารถเคลื่อนยายไดในขณะเทคอนกรีต

(2.6) จัดเตรียมทำรายการ ขนาด และจำนวนแบบที่จะใช่ทำการหลอคอนกรีต

(2.7) ติดตั้งแบบหลอคอนกรีตตามขนาดแตละตำแหนงให้ได ดิ่ง ฉาก ยึดค้ำยันให้แนนหนามั่นคงแข็งแรง ไมขยับเขยื้อน เอียง ทรุด หรือแตกขณะเทคอนกรีต และจะต่องคำนึงถึง ความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงานดวย

(2.8) ทำการอุดรอยรั่วของไมแบบดวยดินเหนียว หรือวัสดุอื่นให้เรียบร่อยกอนเทคอนกรีต

(2.9) จัดทำขอบเขตการเทคอนกรีต ตำแหนงการหยุดรอยตอของคอนกรีตที่จะใชเทในแตละครั้ง

(2.10) ในกรณีเทคอนกรีตจำนวนมากให้ประสานงานกับ Concrete Plant เพื่อรับทราบปริมาณของคอนกรีตที่จะใชเทในแตละครั้ง หรือหากทำการเทแบบผสมโมเอง จะตอง จัดเตรียมเครื่องมือและปริมาณวัสดุให้พรอม พอเพียงกับจำนวนที่ต่องใช่ กอนเทคอนกรีตควรทำความ สะอาดและราดน้ำแบบหลอให้ชุม

(2.11) การเทคอนกรีต ให้เทเปนชั้นๆ ตอเนื่องกันไป และเขยาโดยใช่เครื่องจี้คอนกรีต (Concrete Vibrator) เพื่อให้คอนกรีตแนนตลอดเวลา และไมควรเขยานานเกินไปเพราะจะทำ ให้คอนกรีตแยกตัว และไมควรเทเสาสูงเกินกวา 2.50 เมตร ถาสูงกวาตองใชทอกรวยสงคอนกรีต

(2.12) การถอดแบบหลอคอนกรีต ตองกระทำดวยความระมัดระวังไมให คอนกรีตแตก บิ่นเสียหาย และไมแบบแตกชำรุด เพื่อนำไปใชครั้งตอไป

(2.13) ถาถอดแบบ ปรากฏวาคอนกรีตมีรูพรุนเห็นเหล็กเสริมยาวไมเกิน 2 นิ้ว ใหรีบดำเนินการซอมดวยคอนกรีตชนิดพิเศษ (Non-shrink) ถา ยาวเกิน 2 นิ้ว ใหรีบรายงานวิศวกร ผูออกแบบ หรือคณะกรรมการตรวจ การจางทราบเพื่อหาทางแกไขโดยดวน

(2.14) บมคอนกรีตใหชุมดวยน้ำ หรือน้ำยาบมคอนกรีต ภายหลังจากเท คอนกรีตแลวเสร็จติดตอกันเปนเวลาไมนอยกวา 7 วัน

(3) <u>งานคานหัวเสา (Cross Beam , Cap Beam)</u>

การดำเนินการควบคุมการกอสราง มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

(3.1) ตรวจสอบตำแหนง แนว ขนาด ระยะศูนยกลาง รวมทั้งระดับทอง คาน และระดับหลังคาน

(3.2) ตรวจสอบชนิด ขนาด และคุณสมบัติของเหล็กเสนเสริมคอนกรีต ใหถูกตองตามขอกำหนดในแบบ

(3.3) ตรวจสอบชนิด คุณสมบัติ และอัตราสวนผสมของคอนกรีต (Mix Design) ใหถูกตองตามขอกำหนดในแบบ

(3.4) จัดวาง ติดตั้งเหล็กเสริม คานรัดหัวเสาตามขนาด จำนวนระยะ เหล็กปลอกตามที่กำหนดไวในแบบกอสราง

(3.5) ใหใชเหล็ก หรือลูกปูนรองรับเหล็กเสริม และจับยึดเหล็กเสริมให แนน ไมสามารถเคลื่อนยายไดในขณะเทคอนกรีต

(3.6) จัดเตรียมทำรายการขนาด และจำนวนแบบที่จะใชทำการหล อคอนกรีต

(3.7) ติดตั้งแบบหลอคอนกรีตตามขนาดแตละตำแหนงใหได ดิ่ง ฉาก ยึด ค้ำยันใหแนนหนามั่นคงแข็งแรงไมขยับเขยื้อน เอียง ทรุด หรือแตกขณะ เทคอนกรีต และจะตองคำนึงถึง ความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงานดวย

(3.8) ทำการอุดรอยรั่วของไมแบบดวยดินเหนียว หรือวัสดุอื่นใหเรียบร อยกอนเทคอนกรีต

(3.9) จัดทำขอบเขตการเทคอนกรีต ตำแหนงการหยุดรอยตอของ คอนกรีตที่จะใชเทในแตละครั้ง

(3.10) ในกรณีเทคอนกรีตจำนวนมากให้ประสานงานกับ Concrete Plant เพื่อรับทราบปริมาณคอนกรีตที่จะใช้เทในแต่ละครั้ง หรือหากทำการเทแบบผสมโมเอง จะต้องจัดเตรียม เครื่องมือและปริมาณวัสดุให้พร้อม พอเพียงกับจำนวนที่ต้องใช้

(3.11) การเทคอนกรีต ให้เทเป็นชั้นๆ ต่อเนื่องกันไป สำหรับคานที่มีขนาดลึกควรเทคอนกรีตเป็นชั้น ชั้นละไม่เกิน 30 เซนติเมตรและจี้คอนกรีตให้แน่นในแต่ละชั้น แต่ถ้าหากจำเป็น ต้องหยุดการเทคอนกรีต ควรหยุดเทคอนกรีตในแนวตั้งฉากกับคาน ณ ตำแหน่งที่แรงเฉือนเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยทั่วไปอยู่ประมาณกลางคานเพื่อให้รอยต่อเรียบร้อย ใช้ลวดตาข่ายคั่นรอยต่อหรือหาก จำเป็นอาจใช้ไม้เคร่า 1.5 x 3 นิ้ว คั่นระหว่างเหล็กเสริม และก่อนเทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตใหม่ ควรทำ ความสะอาดรอยต่อ แล้วราดด้วยน้ำปูนข้นหน้ารอยต่อให้ทั่วก่อน จึงเทคอนกรีตใหม่ต่อไปได้ และเขย่า โดยใช้เครื่องจี้คอนกรีต (Concrete Vibrator) เพื่อให้คอนกรีตแน่นตลอดเวลา แต่ไม่ควรเขย่านานเกินไป เพราะจะทำให้คอนกรีตแยกตัว

(3.12) การถอดแบบให้กระทำภายหลังจากการเทคอนกรีตแล้วตามระยะเวลาที่กำหนด ให้ถอดด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้คอนกรีต แตกบิ่น กะเทาะ และไม่ให้แบบ หลอแตก หัก งอ ชำรุดเพื่อจะได้นำไปใช้งานครั้งต่อไป

(3.13) ถ้าถอดแบบ ปรากฏว่าคอนกรีตมีรูพรุนเห็นเหล็กเสริมยาวไม่เกิน 2 นิ้ว ให้รีบดำเนินการซ่อมด้วยคอนกรีตชนิดพิเศษ (Non-shrink) ถ้ายาวเกิน 2 นิ้ว ให้รีบรายงานวิศวกรผู้ออกแบบหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบเพื่อหาทางแก้ไขโดยด่วน

(3.14) บ่มคอนกรีตให้ชุ่มด้วยน้ำ หรือน้ำยาบ่มคอนกรีต ภายหลังจากเทคอนกรีตแล้วเสร็จติดต่อกันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน

รูปที่ 4-13 คานหัวเสา

(4) <u>งานแผนรองโครงสรางสะพาน (Bearing Pad)</u>

โดยปกติทั่วไปฐานรองโครงสรางสะพานจะประกอบไปดวยแบบชนิดตางๆ ซึ่งขึ้นกับขนาดของคานรองรับสะพาน ตัวอยางเชน

<u>แผนรองยืดหยุนชนิดแผนยาว</u> (Elastomeric Bearing Pad) เปนแผนยางรองรับคานพื้นสะพานที่มีความยาวไมมากนักประมาณ 10 – 20 เมตร ซึ่งจะมีลักษณะเปนแผนแบนหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร สวนใหญจะผลิตจากยางธรรมชาติ หรือ ผลิตจากยางสังเคราะห Neoprene

รูปที่ 4-14 แผนฐานรองคานแบบชนิดแผนยาว

(5) **<u>งานพื้นสะพาน (Deck)</u>**

แผนพื้นสะพานสำเร็จรูป (Plank Girder) **ขั้นตอนการกอสราง**

(5.1) ทำการตรวจสอบระดับหลังแผนพื้นสำเร็จรูปทุกตัวหลังจากทำการติดตั้งแลวเสร็จ

(5.2) ทำการปรับระดับแผนพื้นสำเร็จรูปดวยปูนทราย

(5.3) ทำการผูกเหล็กพื้นตามแบบกำหนด

(5.4) ติดตั้งแผนเหล็กบริเวณรอยตอเพื่อการขยายตัวของพื้นสะพาน

(5.5) ทำการใหระดับผิวจราจร ที่จุดศูนยกลางสะพาน (Center Line) และที่บริเวณริมผิวจราจร โดยใชทอเหล็ก, เหล็กข่ออ่อย หรือเหล็กเสนกลม ก็ได่ ทำเปนเหล็กระดับ (Leveling Bar) การใหระดับ ถาระดับผิวจราจรมีลักษณะเปนโคงทางดิ่ง (Vertical Curve) ควรใหระดับทุก 1-2 เมตร

(5.6) ทำการเทคอนกรีตเมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวเอาเหล็กระดับ (Leveling Bar) ออกแลวทำการตกแตงผิวคอนกรีต **ขั้นตอนการตรวจสอบและควบคุม**

(1) ตรวจสอบระดับแผนพื้นสะพานสำเร็จรูป (Plank Girder) หลังการติดตั้งแลวเสร็จ

(2) ตรวจสอบความสูงของปูนทรายปรับระดับ ไมใหสูงเกินกวาที่แบบกำหนด

(3) ตรวจสอบชนิด, ขนาด และตำแหนงของเหล็กเสริมต่องจัดใหอยูในแนวระนาบ ไมใหเกิดการแอนตัว ถามีการแอนตัวใหทำการเสริมเหล็ก Chair Bar ใหถี่ขึ้น

(4) ตรวจสอบความเรียบรอยของการติดตั้งแผนเหล็กบริเวณรอยตอเพื่อการขยายตัวของพื้นสะพาน

(5) ตรวจสอบระดับผิวจราจรจากเหล็กระดับ (Leveling Bar)

(6) ตรวจสอบความหนาของพื้นคอนกรีตกอนทำการเท โดยการวัดจากผิวบนแผนพื้นสะพานสำเร็จรูป (Plank Girder) ถึงผิวบนของเหล็กระดับ (Leveling Bar)

(7) ทำการสุมเก็บตัวอยางคอนกรีตระหวางทำการเทตรวจสอบหาคาการยุบตัว (Slump Test) และเก็บตัวอยางคอนกรีตสงทดสอบการรับกำลังแรงอัด (Compressive Strength)

(8) ตรวจสอบความเรียบรอยในการตกแตงผิวคอนกรีต

พื้นสะพานแบบหลอในที่

ขั้นตอนการตรวจสอบและควบคุม

(1) ตรวจสอบสภาพของดินที่รองรับเสาค้ำยันแบบหลอท่องพื้นวาสามารถรับน้ำหนักของพื้นคอนกรีตที่จะหลอได่หรือไม ถ่าไม่ไดให้ทำการกดหรือตอกเสาไม่ค้ำยันลงไป ในพื้นดินจนถึงชั้นดินแข็งที่สามารถรับน้ำหนักพื้นคอนกรีตได่ เพื่อปองกันการทรุดตัวที่อาจจะเกิดขึ้นไดในขณะเทคอนกรีต

(2) ตรวจสอบระยะหางของเสาค้ำยันทองพื้นจะตองไมหางมากจนเกินไป ไมควรเกิน 0.60 เมตร

(3) ตรวจสอบการยึดเสาค้ำยันแบบหลอตองแนนหนามั่นคงโดยเฉพาะอยางยิ่งในกรณีที่ระดับพื้นดินกบัระดบทองพื้นสะพานตางกันกัเพื่อปองกันการโกงเดาะของเสาค้ำยัน

(4) ตรวจสอบระยะระดับของตงรับไมแบบหลอท่องพื้นสะพาน

(5) ควรใชไมอัดที่มีความหนาเพียงพอ หรือใชเหล็กแผน เปนแบบหลอท่องพื้นสะพาน หรือใชแผนไมปูเรียงชิดติดกันกอนแลวจึงใชไมอัดบางปูทับอีกชั้น เพื่อใหท่องพื้น สะพานมีความเรียบสวยงาม

(6) ตรวจสอบขนาด ชนิด และระยะหางของเหล็กเสริม

(7) ตรวจสอบตำแหนงของเหล็กเสริมพื้นขึ้นบนใหอยูในตำแหนงที่ถูกตอง และต่องไดระนาบไมแอนตัว ถามีการแอนตัว ใหทำการเสริมเหล็ก Chair Bar ใหถี่ขึ้น

(8) ตรวจสอบระดับผิวคอนกรีตที่เหล็กระดับ (Leveling Bar) ทั้งที่ศูนยกลางสะพาน (Center Line) และที่ขอบผิวจราจร

(9) ตรวจสอบความหนาของพื้นกอนทำการเทคอนกรีต โดยทำการวัดจากแบบหลอทองพื้นถึงผิวบนของเหล็กระดับ (Leveling Bar)

(10) สุมเก็บตัวอยางคอนกรีตขณะเทนำมาทดสอบหาคาการยุบตัว (Slump Test) และเก็บตัวอยางคอนกรีตเพื่อนำสงทดสอบการหาคากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)

(11) เมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวเอาเหล็กระดับ (Leveling Bar) ออกแลวทำการตกแตงผิว

(12) ตรวจสอบความเรียบรอยในการตกแตงผิวคอนกรีต

รูปที่ 4-15 การผูกเหล็กและการหลอแผนพื้นสะพาน

(6) <u>งานแผงคอนกรีตกันรถ (Barrier)</u>

วัตถุประสงคของการกอสรางแผนคอนกรีตกันรถ (Barrier) เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผูขับขี่รถยนต ในการกอสราง มีวิธีการดำเนินการดังนี้

(6.1) ตรวจสอบรูปแบบการกอสรางตำแหนง แนวความสูง จุดเริ่มตน จุดสิ้นสุด ของแนวคอนกรีตกันรถ

(6.2) ตรวจสอบวัสดุที่ใชในการกอสราง แนวคอนกรีตกันรถ วัสดุที่ใช ตองเปนไปตามมาตรฐานใหถูกตองตามขอกำหนดในแบบ

(6.3) ตรวจสอบเหล็กเสริมคอนกรีตใหมีขนาดถูกตองติดตั้งและจัดวางอยูในตำแหนงตามแบบกำหนด

(6.4) ในการประกอบแบบตองระวังไมใหเหล็กเสริมติดกับแบบกอสรางทำได โดยใชลูกปูนรองกันเหล็กไมใหสัมผัสกับแบบ

(6.5) เหล็กเสริมที่ใชตองปราศจากคราบน้ำมันและสนิมปูนในกรณีมีเปอนคราบน้ำมันตองทำความสะอาดเสียกอนจึงนำมาใช

(6.6) ตรวจสอบการติดตั้งแบบหลอคอนกรีต ใหมั่นคงแข็งแรง ไมขยับหรือแตกขณะเทคอนกรีต และเปนไปตามรูปแบบกอสรางที่กำหนด

(6.7) ในสวนที่บิดโคง ซึ่งไมสามารถตั้งแบบได ใหใชคอนกรีตซึ่งมีคา Slump Test ไมเกิน 4 ซม. ปรับแตงใหเปนไปตามรูปแบบกอสราง

(6.8) แบบหลอคอนกรีต ตองทำการตรวจสอบไมใหมีรอยรั่วของไมแบบ การอุดรอยรั่วใหใชวัสดุที่เหมาะสม อุดรอยรั่วของไมแบบใหเรียบรอยกอนการเทคอนกรีต

(6.9) การหยุดเทคอนกรีต เนื่องจากคอนกรีตไมตอเนื่อง ตองไดรับความเห็นชอบจากผูควบคุมงานกอนจึงจะดำเนินการได ตำแหนงการหยุดตองเปนไปตามมาตรฐาน

(6.10)การทำคอนกรีตใหแนนโดยการใชเครื่องเขยาคอนกรีต (ConcreteVibration) ตองใชอยางถูกวิธีตามขอกำหนด การใชเครื่องเขยาคอนกรีตไมถูกตอง จะทำใหเกิดการ แยกตัวของคอนกรีต

(6.11) การถอดแบบใหดำเนินการไดตอเมื่อคอนกรีตมีอายุเกิน 48 ชั่วโมง นับจากดำเนินการหลอแผงคอนกรีตกันรถแลวเสร็จ และตองถอดแบบดวยความระมัดระวังไมใหเกิด ความเสียหายแกคอนกรีต

(6.12) การบมคอนกรีตใหกระทำหลังจากการเทคอนกรีต 24 ชั่วโมง โดยการใหความชื้นดวยวิธีรดน้ำหรือใชน้ำยาในการบมคอนกรีตติดตอ กันเปนเวลาไมนอยกวา 7 วัน

(7) <u>งานรอยตอโครงสรางสะพาน (Expansion Joint)</u>

อุปกรณเพื่อการขยายตัวของโครงสรางสะพานปจจุบันมีอยูมากมายหลาย ชนิด สำหรับสะพานที่มีชวงคานสั้นๆ จะมีทั้งเปนแบบวัสดุอุดรอยตอ (Elastic Joint Sealant) หรือแผน กั้นรอยตอเพื่อการขยายตัว (Premoulded and Elastic Fillers)

สำหรับสะพานที่มีชวงคานยาวๆ จะมีทั้งเปนแบบยางกับแบบโลหะ โดย อุปกรณรอยตอชนิดฝาเปนยาง (Elastic Deck Joints) นั้นจะใชกับรอยตอที่มีขนาดกวางมากขึ้น ซึ่งจะมีทั้ง แบบแผนเรียบยาว (Modular Type) ซึ่งผูออกแบบจะเปนผูกำหนดใหวารอยตอแตละขนาดนั้นควรจะใช อุปกรณรอยตอแบบใด

สำหรับการควบคุมงานกอสรางนั้น ลำดับและวิธีการติดตั้งอุปกรณเพื่อการ ขยายตัวของโครงสรางหรืออุปกรณรอยตอนี้จะมีความสำคัญอยางยิ่ง เนื่องจากวาหากทำผิดขั้นตอนหรือ ผิดวิธีก็จะมีผลเสียหายกับตัวโครงสรางสะพานได อยางนอยที่สุดก็จะมีผลทำใหผิวจราจร ณ รอยตอตรงนั้น ไมราบเรียบ เวลาจะมีการจราจรวิ่งผานจะเกิดเสียงดัง และผูขับขี่จะรูสึกวาเกิดการสะดุดของผิวจราจร ทั้งนี้ หากสะพานนั้นตองมีการปูผิวแอสฟลตคอนกรีตทับหนาการติดตั้งรอยตอที่ถูกตองจะตองทำโดยวิธี ดังตอไปนี้

(1) ทำการอุดรอยตอดวยแผนไมหรือกลองทราย ณ บริเวณที่จะทำการติดตั้งอุปกรณรอยตอ

(2) ทำการปูผิวแอสฟลตคอนกรีตทับรอยตอที่อุดดวยแผนไมหรือกลองทรายและบดอัดใหแนนเท่ากับบริเวณอื่นๆ

(3) เมื่อแอสฟลตคอนกรีตแข็งตัวดีแล้ว จึงทำการตัดแอสฟลตคอนกรีตบริเวณที่จะทำการติดตั้งรอยตอจากนั้นจึงเอาแผนไมหรือกลองทรายที่อุดรอยตอออก แลวจึงติดตั้ง อุปกรณรอยตอตามคำแนะนำของผูผลิตตอไป ดวยวิธีการดังกลาวขางตน จะทำใหไดผิวของอุปกรณรอยตอที่เสมอกับผิว จราจร ทำใหไมเกิดเสียงดังและไดคุณภาพการขับขี่ที่ราบเรียบ

(8) <u>งานแผนพื้นทางลาดเชิงสะพาน (Approach Slab)</u>

งานแผนพื้นทางลาดเชิงสะพาน (Approach Slab) หมายถึง การกอสรางแผน พื้นคอนกรีตที่ทำไวเพื่อเสริมความแข็งแรงใหกับโครงสรางงานถมดินคอสะพาน ซึ่งอาจจะทำการตอก เสาพืด (Bearing Unit) เพื่อปองกันการทรุดตัวบริเวณคอสะพานดวย สามารถศึกษาไดในงานตอกเสาเข็ม

รูปที่ 4-16 ช่วงคอสะพานที่ไม่มี การตอกเข็มพืด

(9) <u>งานถมดินบริเวณคอสะพาน (Embankment)</u>

งานถมดินบริเวณคอสะพาน หมายถึง การกอสรางดินถมคันทางบริเวณสวน ที่อยูชิดกับสะพาน รวมทั้งการกลบแตงหลุมบอตางๆ ดวยวัสดุคันทางที่มีคุณภาพและถูกตองตาม ขอกำหนด ซึ่งอาจจะเปนดินหรือทรายก็ได โดยหากบริเวณที่จะกอสรางมีลักษณะเปนหนองน้ำ คูน้ำ ที่มีเลน และซากวัสดุตกตะกอนอยู หรือมีลักษณะเปนดินออน มีคา ซี.บี.อาร (C.B.R.) นอยกวารอยละ 2 ใหใชวัสดุถมคันทางประเภททรายจากแหลงที่ไดรับการเห็นชอบแลว มาถมเปนคันทาง โดยการเกลี่ยแตงและ บดอัดใหไดแนวระดับ และรูปราง ตามที่แสดงไวในแบบกอสราง <u>การถมดินบริเวณคอสะพานดวยดิน</u>

(1) กอนถมดิน ถามีหลุม แอง หรือโพรงที่เกิดขึ้นจากการถางปา ขุดตอ ตองใชวัสดุที่เหมาะสม กลบแลวบดอัดใหแนนสม่ำเสมอเสียกอน

(2) การถมดินจะตองถมใหไดแนว ระดับ และรูปราง ตามที่แสดงไวในแบบกอสราง

(3) ดินเดิมหรือลาดคันทางของถนนเดิม ซึ่งอยูต่ำกวาระดับดินถมที่จะทำการกอสรางใหม นอยกวา 1 เมตร ตามแบบกอสราง หลังจากกำจัดสิ่งไมพึงประสงคตางๆ

ออกหมดแลว หรือหลังจากการถางปา และขุดตอแลว จะตองทำการบดอัดชั้น 15 เซนติเมตรสุดทาย วัดจากระดับดิน เดิมหรือผิวถนนเดิมลงไปใหได้ความแนนแหง

(4) กอนการถมวัสดุชั้นแรกใหราดน้ำชั้นดินเดิม หรือชั้นคันทางเดิมที่ไดเตรียมไวแลวใหเปยกชื้นอยางสม่ำาเสมอโดยตลอด วัสดุที่จะใชทำการถมและบดอัดในแตละชั้นตองนำมา เกลี่ย คลุกเคลาใหเขากันกอน แลวราดน้ำตามจำนวนที่ตองการ ใช้รถเกรด (Motor Grader) ปาดเกลี่ยให้ วัสดุมีความชื้นสม่ำเสมอกอนทำการบดอัดแนน

(5) การถมดินใหถมเปนชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแนนตามมาตรฐานแลว แตละชั้นมีความหนาไมเกิน 20 เซนติเมตร

(6) ในกรณีที่มีคันทางเดิมซึ่งอยูต่ำกวาระดับงานดินถมคอสะพานและต่องขยายงานคันทางเดิม ใหตัดลาดคันทางเดิมเปนแบบขั้นบันได (Benching) จากปลายเชิงลาดถึงขอบ ไหลทาง มีความกวางพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ วัสดุที่ตัดนี้ใหเกลี่ยแผวัสดุอยาง สม่ำเสมอในแนวราบ โดยใหดำเนินการกอสร้างเปนชั้นๆ แตละชั้นมีความหนาไมเกิน 20 เซนติเมตร

(7) วัสดุที่ใชถมคอสะพานบริเวณที่ไมสามารถบดอัดดวยเครื่องจักรขนาดใหญได้ทั่วถึง ใหใชเครื่องมือบดอัดขนาดเล็กทำการบดอัดได้ ทั้งนี้เครื่องมือและวิธีการบดอัดจะตอง ไดรับความเห็นขอบจากผูควบคุมงานกอน

(8) เมื่อถมวัสดุจนเสร็จถึงชั้นสุดท้ายแลว ใหเกลี่ยวัสดุจนได้แนวระดับ ความลาดขนาด และรูปตัดตามที่แสดงในแบบกอสร้าง บดทับจนได้ความแนนตามข่อกำหนด ไมมีหลุมบอ หรือวัสดุที่หลุมหลวม ไมแนนอยูบนผิว แล้วกอสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปดทับทันที

<u>การถมดินคอสะพานดวยทราย</u>

(1) ใหทำการถางปา ขุดตอ และกำจัดวัสดุอื่นๆ ที่ไมพึงประสงคออกจากบริเวณที่จะกอสรางงานถมดินคอสะพาน

(2) ในบริเวณพื้นที่ถมคอสะพานเปนคูน้ำ ซึ่งมีเลนหรือวัสดุอื่นที่ไมต่องการตกตะกอนทับถมอยูจะต่องทำการกำจัดวัสดุดังกลาวออกจากบริเวณที่จะเปนฐานรองรับงานถมดิน (Working Platform) โดยสูบน้ำออก และใชเครื่องจักรตักหรือปาดเลนออกมากที่สุด แลวใชทรายถมไลเลน

(3) การถมทรายไลเลนให้เริ่มถมจากแนวกึ่งกลางทางหรือจากเชิงลาดคันทางเดิมออกไปทางด้านข้างจนพ้นบริเวณที่ต้องการ โดยไม่มีเลนเหลือตกค้าง อันอาจทำให้เกิดความ เสียหายแก่คันทางได้

(4) การถมทรายเพื่อทำเป็นฐานรองรับงานถมคอสะพานชั้นแรก โดยให้ถมวัสดุอยู่เหนือระดับน้ำไม่เกิน 20 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นแห้งตามข้อกำหนดหรือ มาตรฐานงานก่อสร้างกำหนด

(5) ในกรณีที่ดินเดิมเป็นดินอ่อนที่มีอัตราการทรุดตัวสูง การดำเนินงานตามข้อ 4. ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น จะต้องทิ้งฐานรองรับคันทางไว้อย่างน้อย 45 วัน ก่อนที่จะทำการ บดอัดให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด แบบมาตรฐาน Standard Compaction Density

(6) ในกรณีที่มีคันทางเดิม เมื่อดำเนินงานตามข้อ 2. เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการก่อสร้างคันทางโดยตัดลาดคันทางเดิมออกไปเป็นแบบขั้นบันได้จากปลายเชิงลาดถึงขอบไหล่ทาง มีความกว้างพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ แล้วถมวัสดุเป็นชั้นๆ ความหนาแต่ละชั้น ไม่เกิน 20 เซนติเมตร บดอัดแน่นตามข้อกำหนด

(7) ในกรณีที่มีคันทางเดิมและต้องขยาย เมื่อดำเนินงานตามข้อ 4. หรือ 6. เรียบร้อยแล้วให้ทำการก่อสร้างคันทางส่วนที่ขยายโดยทำการตัดเชิงลาดคันทางเดิมออกไปเป็นแบบขั้น บันได แล้วถมทรายเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ทำการบดอัดให้ได้ความแน่น ตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานงานก่อสร้างกำหนด

(8) เมื่อได้ก่อสร้างถมคอสะพานจนเสร็จชั้นสุดท้ายแล้ว ถ้าไม่ต้องทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาถมทิ้งไว้ (Waiting Period) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ให้เกลี่ยทรายจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัดตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง บดอัดจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ให้ก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที ในกรณีที่ต้องทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาถมทิ้งไว้ ตามที่กำหนดไว้ ในแบบก่อสร้าง เมื่อครบระยะเวลาถมทิ้งไว้ ให้ตรวจสอบระดับผิวชั้นทรายถมคันทางและทำการปรับ ระดับ เสริมด้วยทรายที่มีคุณภาพถูกต้องก่อสร้าง

ขึ้นมาเปนชั้นๆ ตามวิธีการขางตน จนเสร็จชั้นสุดทาย เกลี่ยแตงจนไดแนวระดับความลาด ขนาด และรูปตัด ตามที่กำหนดไวในแบบกอสราง บดอัดจนไดความ แนนตามขอกำหนดและตองกอสรางชั้นทางชั้นถัดไปปดทับทันที

(9) ใหทำการปองกันลาดดินถมคอสะพาน เพื่อปองกันน้ำเซาะตามที่กำหนดโดยเร็วที่สุด โดยปดทับลาดคันทางดวยดินเหนียวหนา 20 เซนติเมตร และปลูกหญาโดยชนิดปู แผนเต็มพื้นที่ลาดคันทางหรือตามที่กฎ หนดไวในแบบกอสราง

(10) เครื่องจักรที่ใชในการกอสรางตองเปนเครื่องจักรที่มีขนาดเบาเชนรถแทรคเตอร (Bull Dozer Tractor) ขนาด D-4 และหามบดอัด โดยใชการสั่นสะเทือนเปนอันขาด

(11) ในระหวางกอสรางไมควรกองวัสดุ หรือจอดเครื่องจักร หรือจอดรถบรรทุกใดๆ บนคันทางสวนที่ขยายใหม

รูปที่ 4-17 งานถมทรายและบดอัดบริเวณคอสะพาน

(10) <u>งานปูผิวจราจร (Pavement)</u>

การลาดยางแอสฟลตคอนกรีตทับลงบนพื้นสะพานซึ่งเปนคอนกรีตอยูแลว ทำใหผิวพื้นสะพานมีความเรียบและความปลอดภัยมากขึ้น เหมาะสำหรับผิวพื้นสะพานที่มีปริมาณ การจราจรหนาแนนและตองการใหความเร็วสูง โดยจะตองทำการลาดยาง Tack Coat กอน Tack Coat คือ การลาดยางแอสฟลตชนิดเหลวลงบนผิวสะพานเดิม เพื่อจะยึดเหนี่ยวผิวสะพานคอนกรีตกับผิวแอสฟลตคอนกรีตที่จะปูใหม โดยจะตองทำความสะอาดผิวพื้น สะพานคอนกรีตดวยเครื่องกวาดฝุนชนิดหมุนชนิดขับเคลื่อนดวยตัวเองหรือลากจูงก็ได ในบางจุดที่ไม สามารถใชเครื่องกวาดใหใชคนกวาดดวยไม

กวาดแทนเสร็จแลวใชเครื่องเปาลมเปาฝุนออกใหหมด หลังจากนั้นใชยาง RC-70 ตมที่อุณหภูมิระหวาง 50-100 C หรือยาง CRS – 1 ตมที่ 40 - 70 C เมื่อตมได อุณหภูมิตามกำหนดแลวใชรถสเปรยยางใหทั่วสม่ำเสมอ มีความกวางครั้งละครึ่งผิวจราจร โดยถาเปนยาง RC – 70 ลาดในอัตรา 0.2 ลิตร/ตร.ม. และถาเปนยาง CRS-1 ผสมน้ำในปริมาณเทากันลาดในอัตรา 0.4 ลิตร/ตร.ม. แลวใชรถลอยางวิ่งนวดไปมาใหทั่วพื้นที่เพื่อแอสฟลตกระจายครอบคลุมพื้นที่อยางสม่ำเสมอ ในกรณีที่ไมสามารถใชรถสเปรยยางใหใชเครื่องพนดวยมือชวย หลังจากทำ Tack Coat แลวใหปด การจราจรประมาณ 16 ชั่วโมง แลวทำผิวแอสฟลตคอนกรีตตอไป

การปูผิวแอสฟลตคอนกรีต กอนอื่นตองทำความสะอาดพื้นผิวที่จะทำการปูใหปราศจากฝุนละอองและสิ่งสกปรก การขนสงวัสดุแอสฟลตคอนกรีตจากโรงผสม (Plant) ไปยัง สถานที่ที่จะปูผิวทาง จะใชรถบรรทุกเททาย (Dump Truck) พื้นรถตองสะอาดและทาดวยน้ำมันหลอลื่น หรือน้ำมันพาราซิน ถาระยะขนสงไกลตองใชผาใบคลุม เมื่อถึงสถานที่กอสรางแลวใหปูผิวโดยใชเครื่อง ปูผิวทาง (Paver) เมื่อปูวัสดุแอสฟลตคอนกรีตลงเปนผิวทางแลวใหตรวจสอบระดับถาสูงใหขูดออก ถา ต่ำไปก็ใหปูเพิ่มเติม ขณะปูผิวอุณหภูมิของแอสฟลตคอนกรีตตองไมต่ำกวา 121 C แลวบดอัดดวยรถลอเหล็ก 2 ลอ หรือรถบดลอเหล็ก 3 ลอ น้ำหนักรถประมาณ 8-10 ตัน และใชน้ำหลอเพื่อปองกันมิใหวัสดุ แอสฟลตคอนกรีตติดลอรถบด น้ำหลอตองไมใชปริมาณมากเกินไป (ใหหยุดการใชน้ำเมื่อไมติดลอ) แลนบดอยางชาๆ ใหบดจากขอบสะพานหรือขอบทางเทาเขาหาศูนยกลางสะพาน ตรวจสอบระดับอีก ครั้ง แลวบดอัดดวยรถบดลอยาง 9 ลอ หนักประมาณ 12 ตัน บดอัดอยางชาๆ เมื่อแนใจวามีความแนน ตามตองการแลว ใหบดครั้งสุดทายเพื่อลบรอยดวยรถบดลอเหล็กอีกครั้ง สวนเรื่องรอยตอตามขวางและ ตามยาวของการปูผิวนั้น รอยตอทั้งสองชนิดตองตั้งฉากกับผิวถนนและตองเปนแนวเสนตรง รอยตอ ตามยาวไมควรอยูในระหวางกลางชองจราจร

<u>การตรวจสอบ</u> เก็บตัวอยางหินและยางเพื่อออกแบบสวนผสม (Job Mix) ถา มีผลการออกแบบเดิมตองไมเกิน 6 เดือน และเก็บตัวอยางหินทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ตรวจสอบความ สะอาดพื้นสะพานกอนการทำ Tack Coat และปูผิวแอสฟลตคอนกรีต ตรวจสอบเครื่องจักรเครื่องที่ใช ตรวจอัตราการลาดยางชนิดตางๆ ตรวจสอบอุณหภูมิของวัสดุแอสฟลตคอนกรีต ตรวจสอบระดับขณะปู ผิวและหลังปูผิว ตรวจสอบรอยตอตางๆ

7.2 งานกอสรางรอง-งานสะพาน

7.2.1 งานทางเทา

เพื่อความสะดวกและปลอดภัยของผูใชสะพานที่ตองเดินขามลำน้ำ จึงตองมีทางเทาไวสำหรับคนเดินขาม สวนมากจะออกแบบไวสวนในสะพาน แตก็มีบางสะพานออกแบบไวสวนนอกสะพาน ผูควบคุมงานตองตรวจสอบแบบหลอไมใหมีรอยรั่ว ไดแนวไดระดับ ไดขนาด

กวางยาว มีคิ้วใตทางเทาบังคับน้ำใหไหลลงโดยไมเกิดความสกปรก เหล็กเสริมต่องครบและถูกตอง ตาม แบบ คอนกรีตไดตามขอกำหนดผิวหนาไดตามข่อกำหนด

ขอควรระวัง งานทางเทาเปนงานตกแตงที่เปน สวนโชว ฉะนั้นแนวทางเท่าและระดับตองตรวจสอบใหดี ใหไดแนวที่ตรงและโคง (กรณีสะพานโคง) และ อยาลืมการใสเหล็กเสริมใน สวนที่เกี่ยวของ เชน เสาราวสะพาน

7.2.2 งานแผนเหล็กกันชน (Guard Rail) เพื่อความปลอดภัยของผูใชยานยนตที่ใชไหลทางในการสัญจร หากบริเวณคอสะพาน

ที่กอสรางมีตำแหนงอยูในไหลทาง วิธีการลดอัตราการสูญเสียลงได โดยการติดตั้ง แผนเหล็กกันชน

ผูควบคุมงานจะตองตรวจสอบบริเวณหนางานเพื่อนำมาออกแบบการติดตั้งแผนเหล็กกันชนใหสอดคลองกับบริเวณหนางาน ขอควรระวัง งานแผนเหล็กกันชนควรมีการติดตั้งเปาสะทอนแสงเพื่อเพิ่มการ มองเห็นใหชัดเจนขึ้นในเวลากลางคืน

รูปที่ 4-18 ราวกันตกรูปแบบตางๆ

7.2.3 งานระบบระบายน้ำ

“ฝนตกถนนลื่น” ทานเคยไดยินคำกลาวนี้บางไหม เชนกัน เมื่อฝนตกก็จะทำให้พื้นสะพานเปยก ลอของยานยนตไมสัมผัสกับพื้นสะพานโดยตรง เพราะมีน้ำหรือความเปยกชื้นมากั้นกลาง ทำใหการบังคับยานยนตเปนไปโดยลำบาก อาจเกิดอุบัติเหตุไดงาย ฉะนั้น จึงจำเปนตองมีระบบ การระบายน้ำเพื่อใหพื้นสะพานแหงโดยเร็ว เริ่มตั้งแตการออกแบบใหพื้นสะพานมีความลาดเอียง (Crown Slope) ปกติจะอยูที่ 1.5% บังคับใหน้ำจากแนวศูนยกลางสะพานใหไหลไปอยูขอบสะพาน รวม ไปถึงความลาดเอียงบนทางเทา แลวไหลลงทอระบายทิ้งไป ในที่นี้รวมถึงการระบายน้ำหรือความชื้นของ วัสดุที่ใชถมในโครงสรางอื่นๆ เชน Bearing Unit, Slope Protection

การระบายน้ำของงานสะพานจะมีอยู 2 แบบ คือ

1. ระบายน้ำทิ้งลงสูขางลางสะพานโดยตรง คือ การระบายน้ำจากพื้นสะพาน

แลวทิ้งลงสูพื้นลาง โดยทำการฝงทอระบายน้ำซึ่งอาจจะเปนทอ PVC หรือทอคอนกรีตในพื้นสะพาน ในกรณีที่เปนพื้นคอนกรีตแบบหลอกับที่หรือฝงทอระบายน้ำออกดานขางสะพาน ในกรณีที่เปนชิ้นส วน ของพื้นแบบสำเร็จรูป เชน Plank Girder หรือ Box Girder

2. รวมน้ำที่จะระบายแลวไปทิ้งที่จุดใดจุดหนึ่ง คือ การระบายน้ำจากพื้นสะพานเขาสูทอระบายน้ำแลวรวมน้ำไปทิ้งที่ใดที่หนึ่ง สวนมากจะเปนการระบายทิ้งที่เสาตอมอ และอาจ มีการระบายน้ำตอเนื่องสูระบบระบายน้ำของงานถนนตอเชื่อมดานลาง สวนการระบายน้ำหรือความชื้นในโครงสรางอื่นๆ (Bearing Unit หรือ Slope Protection) เปนการระบายจากความชื้นของวัสดุที่ใชถมใน Bearing Unit สวนมากจะใชทอ PVC ฝงเพื่อระบายเฉพาะน้ำออกดานนอกของโครงสรางนั้นๆ และไมใหวัสดุที่ใชถมดานในไหลออกมาได โดย ปลายทอดานในมีการเจาะรูทอ PVC แลวมี Cap อุดปลายทอดานใน มีแผนใยสังเคราะหหอหุมหินขนาด

1 นิ้ว ปริมาตรโดยประมาณ 0.15 x 0.15 x 0.20 ม. ที่ปลายดานใน

<u>การตรวจสอบ</u> ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณการตอเชื่อมไดคุณภาพตามขอกำหนดหรือไม ตำแหนงการติดตั้งไดตามแบบหรือไม ความลาดเอียงของทอระบายน้ำ

<u>ขอควรระวัง</u> กอนเทพื้นสะพานตองฝงทอไวกอนหรือมีการกำหนดตำแหนงไวกอน การตอเชื่อมทอในการระบายน้ำตามขอ 2 ตองติดแนนไมมีการรั่วของน้ำ และตองใหอากาศในทอน้ำทิ้งมีการระบายได ดวย ถาระบายไมได จะทำใหอากาศในทอน้ำทิ้งดันน้ำไวแลวอาจไหลลนออกใน ตำแหนงที่ไหลออกได หรือไหลไดชา

7.2.4 งานเครื่องหมายจราจร

เพื่อความปลอดภัยในการใชสะพานและถนนตอเชื่อมการกอสรางจึงตองออกแบบใหมีเครื่องหมายจราจรกำกับหรือชี้แนะ โดยแยกออกเปนเครื่องหมายจราจรบนสะพานและ ถนนตอเชื่อม ไดแก ปายโครงการ ปายเตือน ปายบังคับ ปายแนะนำ หลักกันโคง Guard Rail และแผงกัน ชน เปนตน สวนอีกประเภทหนึ่งคือ เครื่องหมายบนผิวทางตางๆ ไดแก เสนจราจร เสนชะลอความเร็ว ขอความบนผิวทาง เสนบั้งหัวเกาะ สีบริเวณหัวเกาะ สีที่หัวและทายสะพาน หมุดสะทอนแสง สวน การจราจรทางน้ำ ก็จะมีการทาสีตอมอและขางคานคอนกรีตอัดแรง

ผูควบคุมงานตองตรวจสอบวัสดุและอุปกรณที่เกี่ยวของที่นำมาใชทำปาย หรือ เครื่องหมายตางๆ ตำแหนงการติดตั้งเปนไปไดตามแบบและขอกำหนดหรือไม

ขอควรระวัง ปายเครื่องหมายจราจรในสวนที่อยูบนสะพาน สวนมากจะติดตั้งบน ราวสะพานซึ่งจะตองมีการฝงน็อตหรืออุปกรณอื่นๆ ลงในราวสะพาน ฉะนั้นกอนเทราวสะพานตอง ตรวจสอบกอนวา มีอุปกรณเหลานี้เตรียมพรอมไวแลวหรือยัง ตำแหนงที่ติดตั้งตองเปนตำแหนงที่เห็น ปายหรือ

เครื่องหมายได้อย่างชัดเจน อยาให้มีอะไรมาปดบัง เครื่องหมายบนผิวทางต้องทำความสะอาดผิวพื้นที่จะทำให้ปราศจากฝุนละอองและสิ่งสกปรก

7.2.5 งานไฟฟาสองสวาง

เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้สะพานในยามค่ำคืน ต้องมีระบบไฟฟาสองสวางด้วย ในบางครั้งก็มีการติดตั้งไฟฟาสองสวา งบริเวณบันไดขึ้นลง และบริเวณใต้สะพานด้วย ผู้ควบคุมงานต้องตรวจสอบวาวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานไฟฟาสองสวาง ตำแหนงการติดตั้งเปนไปตามแบบและข้อกำหนดหรือไม ขอควรระวัง ควรประสานกับการไฟฟาฯ เพื่อขอติดตั้งหม้อแปลงกับมิเตอร์ไฟฟา เสียแต่เนิ่นๆ การเดินสายไฟฟาบางจุด แบบก่อสรางอาจให้เดินฝงในราวสะพาน ฉะนั้นควรให้ชางงาน ไฟฟาได้รวมวางแผนการเดินสายไฟและติดตั้งกับชางฝายก่อสรางตั้งแต่ต้นด้วย

7.2.6 งานบันได

สะพานบางตัวสรางในที่คับแคบ สะพานบริเวณเชิงลาดคอสะพานไม่มีพื้นที่ให้ก่อสรางทางเท้าได้ จึงจำเปนต้องตัดงานทางเท้าสวนนี้ทิ้งไปแลวสรางบันไดลงที่ริมตลิ่งแทน

ผู้ควบคุมงานต้องตรวจสอบแบบหล่อไม้ให้มีรอยรั่ว ได้แนวได้ระดับ ได้ขนาดความกวาง ยาว เหล็กเสริมต้องครบและถูกต้องตามแบบ คอนกรีตได้ตามข้อกำหนด ผิวหน้าได้ตามกำหนด ในสวนงานตกแต่งได้ตามแบบ

ขอควรระวัง ถ้าจำเปนต้องย้ายตำแหนงของบันได เพราะไม่เหมาะสม ให้ระวังเรื่องความสูงของสะพานที่เปลี่ยนไป ให้คำนวณระยะ และความยาวของบันไดใหม่ เพื่อที่กำหนด ตำแหนงเสาเข็มของสะพานใหม่และจะทำให้ลูกตั้ง ลูกนอนของบันไดได้ตามแบบที่กำหนด

7.2.7 งานระบบสัญญาณไฟจราจร

สะพานบางสะพานอยู่ในเขตชุมชนที่มีการจราจรหนาแน่น หรือก่อสรางในที่คับแคบ มีทัศนวิสัยในการมองเห็นไม่ดีพอ จึงต้องมีการติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจรช่วย เพื่อความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้สะพานและถนนต่อเชื่อม

ผู้ควบคุมงานต้องตรวจสอบวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวของงานไฟฟาสองสวาง ตำแหนงการติดตั้งต้องได้ตามแบบและข้อกำหนด

ขอควรระวัง ควรประสานกับการไฟฟาฯ เพื่อขอติดตั้งหม้อแปลงกับมิเตอร์ไฟฟาเสียแต่เนิ่นๆ และควรติดตั้งอยู่ในตำแหนงที่เห็นได้ชัดเจน งานเดินสายไฟฟาบางตำแหนงอาจอยู่ใต้ดิน หรือฝงอยู่ ในโครงสรางคอนกรีตจึงควรให้ชางติดตั้งงานไฟฟาประสานงานกับชางฝายก่อสรางตั้งแต่
เริ่มต้นด้วย

บทที่ 5
การบำรุงรักษาสะพานและสภาพรองน้ำ

1. แนวคิดพื้นฐานของการตรวจสอบบำรุงรักษาสะพานและสภาพรองน้ำ

เนื่องจากสะพานขององคกรปกครองสวนท่องถิ่น สวนใหญแล่วจะเปนสะพานเดิมที่ถายโอน มาจากกรมทางหลวงชนบทงานขององคกรปกครองสวนท่องถิ่นสวนใหญแล่วจึงเปนงานที่เน่นกาบำรุงรักษาสะพานเดิมเสียเปนสวนใหญ รวมทั้งงานบูรณะซอมแซมสะพานที่ชำรุด รวมถึงการดูแล สภาพรองน้ำเพื่อมิให่เกิดการกีดขวางการจราจร รวมทั้งเพื่อใหการบริหารงานตรวจสอบทำไดอยางเหมาะสม การจัดระเบียบวิธีบำรุงรักษาเปนความสำคัญที่ผูบริหารทองถิ่น จะตองศึกษาใหเขาใจสภาพปจจุบันและ สามารถวางแผนเพื่อหามาตรการปองกันและบำรุงรักษาสะพานใหสามารถใช่งานได่อยางปลอดภัยและมี อายุการใช่งานที่ยาวนาน โดยอยูบนพื้นฐานของระบบการตรวจสอบและบำรุงรักษาอยางเปนระบบ ดังจะอธิบายตอไปนี้

การกำหนดขอบเขตและการเก็บรวบรวม

ขึ้นอยูกับข่อมูลที่ตรวจสอบ สำหรับการบำรุงรักษาและการจัดการ เปนไปไดที่จะใชข่อมูล รวมกันระหวางหนวยงานทองถิ่นและหนวยงานภายนอก และสามารถใหผูรับผิดชอบใชปฏิบัติงานได่

การกำหนดระดับความเสียหาย

การตัดสินความเสียหายโดยผูปฏิบัติงานท่องถิ่นและหนวยงานภายนอก อาจสามารถชวยใน การลดความแตก ตางและอาจใช่ข่อมูลความเสียหายที่เกี่ยวข่องกับงานบำรุงรักษาสะพาน กำหนดการ จัดเก็บขอมูลและการตัดสินขอมูลความเสียหาย

การจัดการขอมูลอยางมีประสิทธิภาพ

ขึ้นอยูกับการรวบรวม และการจัดการขอมูลของการบำรุงรักษาในรูปของฐานข่อมูลของ ผู่ตรวจสอบและผู่บริหารสามารถดึงข่อมูลสำหรับงานไดในเวลาอันรวดเร็วและงายดาย ด่วยการจัดการ ระบบข่อมูลสำหรับงานบำรุงรักษาข่างต่น มาตรฐานการบำรุงรักษาสะพานจะชวยให่ท่องถิ่น ปฏิบัติงานได่อยางมีประสิทธิภาพและเพิ่มคุณภาพของงานตรวจสอบ ในบทนี้ครอบคลุมรายการตางๆ ที่ จำเปนตอการตรวจสอบและบำรุงรักษาจากแนวคิดพื้นฐานถึงวิธีปฏิบัติงาน แนวคิดนี้ยังใช่งายสำหรับ ผู่ปฏิบัติงานในท่องถิ่น เพื่อที่จะใช่ปฏิบัติงานบำรุงรักษาโดยมุงเน่นการปรับปรุงการตรวจสอบและ บำรุงรักษาโดยใช่ระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อที่จะสามารถดำเนินการ คือ

- ปฏิบัติงานบำรุงรักษาอยางมีประสิทธิภาพดวยขั้นตอนที่เหมาะสม
- ใชขอมูลที่บันทึกไวในฐานขอมูลอยางมีประสิทธิภาพ
- จัดทำรายงานที่จำเปนดวยระบบ
- ประเมินการกำหนดขั้นหรือระดับสภาพของสะพานและสวนประกอบ
- ปฏิบัติงานตรวจสอบหรือสอบสวนเพิ่มเติมโดยใชวิธีการที่เหมาะสม
- ชวยในการเลือกวิธีบำรุงรักษาสำหรับความเสียหายตอโครงสราง และสวนประกอบ
- ฯลฯ

ความรูกวางๆ เกี่ยวกับการกำหนดเกณฑระบบตรวจสอบและบำรุงรักษาสะพาน เกี่ยวของกับหัวขอขั้นตอนการปฏิบัติงานและการใชฐานขอมูล

2. งานตรวจสอบ (Inspection)

2.1 การแบงชั้นของการตรวจสอบ

<u>การแบงประเภทและความถี่ของการตรวจสอบ</u>

สามารถแบงออกไดเปน 4 ประเภท ตามจุดประสงคและวิธีการดังนี้

- **การตรวจสอบรายวัน**

ใหดำเนินการตรวจสอบรายวันสำหรับโครงสรางสะพานและสวนประกอบและ สภาพการจราจรดวยสายตา (Visual Inspection) โดยมีขอจำกัดวาความเสียหายและการเสื่อมสภาพ จะตองสามารถมองเห็นจากรถที่วิ่งตรวจสอบเทานั้น จึงจะตรวจพบโดยอาจจะทำการตรวจสอบไมนอยกวาสัปดาหละ 1-2 ครั้ง ทั้งนี้การตรวจสอบไมเฉพาะเพื่อใหตรวจสอบความเสียหายของสะพานแตยัง ทราบสภาพการจราจรในพื้นที่รับผิดชอบของทองถิ่นเองดวย

- **การตรวจสอบประจำ**

การตรวจสอบคานโครงสรางสะพานและสวนประกอบโดยการเดินตรวจสอบ เพื่อใหไดขอมูลความเสียหายและเสื่อมสภาพในรายละเอียดดวยการใชเครื่องมือ โดยความถี่นั้นตาม กำหนดระยะเวลาอยางสม่ำเสมอ โดยขึ้นอยูกับความสำคัญของสวนโครงสรางและสวนประกอบ การตรวจสอบประจำสำหรับสวนของโครงสรางสะพาน เชน โครงสรางสวนบน ผิวทาง ตอมอ รอยตอ จะตองกระทำปละครั้ง

- **การตรวจสอบพิเศษ**

การตรวจสอบโครงสรางสะพานดวยวิธีการละเอียดมากกวา เพื่อเสริมการตรวจสอบประจำตามความจำเปน และเพื่อที่จะยืนยันผลการซอมแซมตางๆ โดยจะกระทำเมื่อมีความจำเปนตามผลของการตรวจสอบรายวันและการตรวจสอบประจำ

- **การตรวจสอบฉุกเฉิน**

การตรวจสอบโครงสรางสะพานและสวนประกอบชั่วคราว เนื่องจากการเกิดเหตุที่ไมไดคาดหมาย เชนอุบัติเหตุ หรือภัยธรรมชาติ กระทำเปนครั้งคราวเมื่อมีความจำเปน ในการตรวจสอบเมื่อเกิดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพจากอุบัติเหตุ ความถี่ในการตรวจสอบสำหรับโครงสรางทุกสวน และสวนประกอบขึ้นกับความเสียหายที่เกิดขึ้น

2.2 โครงสรางสะพานและสวนประกอบที่ตองตรวจสอบ

1) สวนของโครงสรางที่เปนเปาหมาย สำหรับการตรวจสอบจากพื้นฐาน วิธีการ ตรวจสอบที่กำหนดโดยการแบงตามประเภทขางตน สวนของโครงสรางที่เปนเปาหมายที่ตองตรวจสอบ ก็สามารถกำหนดได เชน สวนของโครงสรางที่จะตองตรวจสอบมีจำกัด เนื่องจากวิธีการตรวจสอบนั้น เปนการตรวจสอบดวยสายตาจากรถที่กำลังวิ่ง ดังนั้นสวนของโครงสรางที่ทำการตรวจสอบรายวันจึงเป็นสวนที่อยูบนสะพาน เชน ไฟฟาสองสวาง ปายจราจร อุปกรณชวยความปลอดภัยตอการจราจร และ สวนประกอบอื่นๆ ของสะพาน นอกจากนั้นจะตองดำเนินการตรวจสอบประจำขางใตสะพานอีกดวย เพื่อตรวจสอบในรายละเอียดความเสื่อมสภาพของโครงสรางระบบการตรวจสอบและบำรุงรักษานี้ ครอบคลุมสวนของโครงสรางและสวนประกอบ 13 สวน ดังแสดงในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 สวนตางๆ และประเภทที่ตองดำเนินการตรวจสอบ

ลำดับที่	สวนของโครงสราง	ประเภทการตรวจสอบ		หมายเหตุ
1	โครงสรางสะพานสวนบน		R	
2	ราวสะพาน	D		
3	ระบบระบายน้ำ	D	R	
4	ตอมอ		R	
5	รอยตอสะพาน	D	R	
6	ฐานรองโครงสรางสะพาน		R	
7	คันทาง	D	R	
8	กำแพงกันดิน		R	
9	ราวเหล็กกันชน	D		
10	ผิวจราจรบนสะพานและเชิงลาด	D	R	
11	ไฟฟาสองสวาง	D	R	
12	ปายจราจร	D	R	
13	สภาพรองน้ำ		R	

หมายเหตุ D = การตรวจสอบรายวัน

R = การตรวจสอบประจำ

โครงสรางและสวนประกอบที่เปนเปาหมายในการตรวจสอบนั้น ไดมีการแบงประเภท การตรวจสอบไวตางๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 5-1 การตรวจสอบสวนของโครงสรางบางสวน ตอเนื่องกันทั้งการตรวจสอบรายวันและประจำ สำหรับลักษณะของโครงสรางและสวนประกอบ แมวา วิธีการและลำดับขั้นตอนการตรวจสอบจะตางกันไป ตามประเภทของการตรวจสอบสำหรับแตละสวน เชน ระบบระบายน้ำจะตองตรวจสอบรายวันและประจำ ซึ่งความเสียหายรายแรงที่มองเห็นดวยสายตา ตรวจสอบไดจากรถ โดยการตรวจสอบรายวันสำหรับความเสียหายตอชองทางระบายน้ำบนสะพานที่ อาจเกิดจากการอุดตัน แตระบบระบายน้ำที่อยูสวนลางไมอาจตรวจพบไดจากการตรวจสอบรายวัน ฉะนั้นจะตองมีการตรวจสอบประจำอยางละเอียดอีกครั้ง

2) ความเสียหายที่จะตองตรวจสอบ

ความเสียหายและเสื่อมสภาพตอโครงสรางสะพาน และสวนประกอบนั้นไดมีการกำหนดไวโดยวิศวกร และผูรูที่เกี่ยวของกับวิศวกรรมโครงสรางและบำรุงรักษาเปนหลายแนวทาง แตอยางไรก็ตามประเภทของความเสียหายและการเสื่อมสภาพที่ตรวจพบมักจะมีการกำหนดเปนพื้นฐาน โดยวัสดุที่ใชและประเภทของโครงสรางของทางและสวนประกอบ ระบบการตรวจสอบจัดทำขึ้นใหใชงาย ทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติ ประเภทของความเสียหายและเสื่อมสภาพตอโครงสรางสะพานและ สวนประกอบ สามารถแบงรายการความเสียหายเปน 10 ประเภท โดยพิจารณาถึงโครงสรางวัสดุ และ ลักษณะความเสียหาย คำยอที่ใชตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพใหญ เพื่อแสดงรายการความเสียหาย บนจอคอมพิวเตอร และแสดงในแบบฟอรมผลลัพธ ดังนี้

(2.1) ความเสียหายตอสวนของโครงสรางที่เปนคอนกรีต (สำหรับโครงสรางสวนบนกำแพงกันตก ตอมอ และกำแพงกันดิน)

LEAKAGE	=	น้ำซึมออกมาและชะหินปูนออกมา
CRACKING	=	เกิดรอยแยก
SPALLING	=	เกิดกะเทาะและเหล็กเสริมเปนสนิม
CAVITIES	=	เกิดเปนโพรง
DISPLACEMENT	=	เกิดการเคลื่อนตัวหรือทรุดตัว

(2.2) ความเสียหายตอรอยตอสะพาน

DAMAGE-JOINT	=	เกิดความเสียหายตอชิ้นสวนของรอยตอ
DAMAGE-PLUS	=	เกิดความเสียหายตอวัสดุอุดรองรอยตอ
LEAKAGE	=	น้ำรั่วซึม เนื่องจากเกิดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพ
NOISE	=	เกิดเสียงดังผิดปกติ หรือไมเงียบ

(2.3) ความเสียหายตอฐานรองโครงสรางสะพาน

DAMAGE-BEARING	=	เกิดความเสียหายตอชิ้นสวนยางหรือแผนเหล็ก
DAMAGE-BED	=	เกิดความเสียหายตอแทนรองแผนฐานรอง
DAMAGE-BOLT	=	เกิดความเสียหายกับน็อตยึด
DEBRIS	=	มีดินทรายทับถมอยูรอบๆ แผนฐานรอง

(2.4) ความเสียหายตอคันทาง

EROSION	=	น้ำกัดเซาะไหลทางหรือบวมขึ้น
SUBSIDENCE	=	ไหลทางทรุดตัว
DAMAGE-MASONRY	=	เกิดความเสียหายตอกำแพง
DISPLACEMENT	=	กำแพงเคลื่อนตัวหรือทรุดตัว

(2.5) ความเสียหายตอระบบระบายน้ำ

DAMAGE-INLET	=	เกิดความเสียหายกับชองระบาย
DAMAGE-PIPE	=	เกิดความเสียหายตอทอ รางระบายและขอตอ
DEBRIS	=	ดินทรายสะสมและอุดตัน
DEFECT-DISCH	=	เกิดข่อบกพรองตอที่รับน้ำที่ระบายทิ้ง

(2.6) ความเสียหายตอสวนประกอบที่เปนเหล็ก (สำหรับราวกันชน ราวสะพานและรั้ว)

CORROS-COLUMN	=	เกิดความเสียหายตอสีที่ทา และเสารับเปนสนิม
DEFORM-COLUMN	=	เสารับยุบหรือรูปรางเปลี่ยนแปลง
DISP. –COLUMN	=	เสารับเกดิ การเคลื่อนตัวหรือน็อตยึดหลวม/หลุด
CORROS-PANEL	=	แผนราว/รั้วเกิดความเสียหายตอสีที่ทาและเปนสนิม
DEFORM-PANEL	=	แผนราวบิดตัวหรือเปลี่ยนรูปราง

DISP.-PANEL = แผนราวเกิดการเคลื่อนตัวหรือน็อตยึดหลุด

(2.7) ความเสียหายตอผิวจราจรบนสะพานและเชิงลาด

CRACKING = ผิวทางเกิดรอยแยก

DEFORMATION = ผิวทางยุบตัว เปนรองลอ เปนคลื่น เปนหลุม

DISRUPTION = ผิวทางแตก เปนหลุม (pot holes)

ABRASION = ผิวทางลึก เกิดรอน

DAMAGE-MARK = เสนแบงเลนเสื่อมสภาพ

(2.8) ความเสียหายตอไฟฟาสองสวาง

CORROS-POLE = เสาไฟเกิดความเสียหายตอสีที่ทาและเปนสนิม

DEFORM-POLE = เสาไฟบิด หรือเปลี่ยนรูปราง

DISP.-POLE = เสาไฟเคลื่อนตัว หรือน็อตยึดหลวม/หลุด

LAMP-BREAK = หลอดไหม หรือเสื่อมสภาพ

DAMAGE- REFLECT = แผนสะทอนแสงในดวงโคมเสียหาย

(2.9) ความเสียหายตอปายจราจร

CORROS-POLE = เสาปายเกดิ ความเสียหายต่อ สีที่ทาและเปน สนิม

DEFORM-POLE = เสาปายเกิดบิด หรือเปลี่ยนรูปราง

DISP.-POLE = เสาปายเกิดเคลื่อนตัว หรือน็อตยึดหลวม/หลุด

VISUAL-DEFLECT = ปายจราจรเสื่อมสภาพในการมองเห็น

DAMAGE-PANEL = โครงปายและอุปกรณยึดเสียหาย

LAMP BREAK = หลอดไฟไหม หรือเสื่อมสภาพการสองสวาง

DAMAGE-REFLECT = แผนสะทอนแสงในดวงโคมเสียหาย

(2.10) ความเสียหายตอสภาพรองน้ำ

DRIFT ACCUMULATE = การสะสมของสิ่งลอยน้ำ

2.3 เจาหนาที่ตรวจสอบ

ในกรณีที่มีความเสียหายรายแรงใหติดตอขอความชวยเหลือจากหนวยงานที่มีความเชี่ยวชาญ เพื่อขอรับคำปรึกษา และสำหรับการตรวจสอบปกติ เพื่อที่จะปฏิบัติการตรวจสอบอย างมีประสิทธิภาพและเที่ยงตรง ผูที่อยูรวมในทีมงานจะตองจัดใหเขากันไดอยางเหมาะสม การปฏิบัติงาน

ตรวจสอบควรจะดำเนินการโดยทีมการตรวจสอบซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่อย่างน้อย 2 คน คือ ชาง และพนักงานขับรถ ดังแสดงในตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 ทีมการตรวจสอบ

ทีม	วิศวกร	ชาง	พนักงานขับรถ	รวม
ก	-	1	1	2
ข	1	1	1	3

สวนประกอบของทีมมีรายละเอียดดังนี้

ทีม **ก** : มีผูรวมทีมอยางน้อยที่สุดเพื่อการตรวจสอบ โดยใชรถตรวจการสำหรับการ ตรวจสอบรายวัน และการตรวจสอบประจำอยางงายๆ เชน ตรวจสอบคันทาง และระบบระบายน้ำ

ทีม **ข** : ทีมงานจะทำการตรวจสอบประจำ เชน ตรวจสอบโครงสรางหลัก และตอมอจาก พื้นดิน โดยใชรถตรวจสอบ การตรวจสอบแตละรายการ แสดงแนวทางดังตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 แนวทางการตรวจสอบ

รายละเอียด	การตรวจสอบรายวัน	การตรวจสอบประจำ
โครงสรางสะพานสวนบน		ข
ราวสะพาน	ก	
ระบบระบายน้ำ	ก	ก
ตอมอ		ข
รอยตอ สะพาน	ก	ข
แผนยางรองโครงสรางสะพาน		ข
คันทาง	ก	ข
กำแพงกันดิน		ข
ราวเหล็กกันชน	ก	
ผิวจราจรบนสะพานและเชิงลาด	ก	ข
ไฟฟาสองสวาง	ก	ก
ปายจราจร	ก	ก
สภาพรองน้ำ		ก

หมายเหตุ : หากในท้องถิ่นไมมี บุคคลากรในทีม ข หรือ ไมมีประสบการณดานงานสะพาน ก็ให้ตรวจสอบและเก็บขอมูลนำสงหนวยงานที่สามารถวิเคราะหหาสาเหตุของปญหา และแนวทางแกไข ตอไป

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบขั้นพื้นฐาน

งานตรวจสอบต้องการเครื่องมือพิเศษเพื่อปฏิบัติงานตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมตอประเภทของการตรวจสอบและสภาพหนางาน เครื่องมือตอไปนี้ใชโดยทั่วๆ ไปในงาน ตรวจสอบ ซึ่งทองถิ่นอาจไมมีเครื่องมือที่ใชในงานตรวจสอบเฉพาะ หรือในกรณีความเสียหายที่ต้องการ เครื่องมือพิเศษจำเปนต้องเก็บข้อมูลรายละเอียดเบื้องต้นและจัดสงข้อมูลให้หนวยงานที่มีความสามารถ เข้ามาตรวจสอบและวิเคราะหหาสาเหตุ แนวทางแกไขตอไป

เครื่องมือที่ใชในการตรวจสอบเบื้องตนดังนี้

1. กลองถายรูป
2. ไมบรรทัด หรือ ตลับเมตร
3. ไมบรรทัดที่มีความละเอียด ใชสำหรับวัดรอยราวของคอนกรีต
4. สีสำหรับกำหนดตำแหนงการตรวจวัด
5. แบบฟอรมการเก็บข้อมูล

ทั้งนี้ทองถิ่น หากสามารถวิเคราะหความเสียหายตอโครงสร้างสะพาน สวนประกอบ อื่นๆ ได และมีแนวทางแกไขปญหากอนดำเนินการซอมแซมได้เอง แตหากความเสียหายที่เกิดขึ้นอยู นอกเหนือวิสัย แล้วให้จัดสงข้อมูลในรูปแบบฟอรมที่เก็บรายละเอียดให้หนวยงานที่มีเครื่องมือและ ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาตรวจสอบ เชน กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท สถาบันการศึกษาที่มีความสามารถ เปนตน

2.5 การกำหนดระดับความเสียหายในเบื้องตน

ภายหลังที่ได้ทำการตรวจสอบแล้วจะต้องมีการกำหนดระดับความเสียหายให้กับ โครงสร้าง หรือสวนประกอบ เพื่อที่จะได้เปนตัวกำหนดการซอมแซม หรือยังไมต้องดำเนินการซอมแซม ตอไป ในการแบงระดับความเสียหายสามารถแบงออกได้เปน 3 ระดับดังนี้

ระดับ A

หมายถึง จำเปนที่จะต้องได้รับการซอมแซมโดยดวน เพื่อความปลอดภัยตอยวดยาน หรือผู้สัญจรทางเทา เชน กรณีเกิดอุทกภัยทำให้คอสะพานขาด

ระดับ B

หมายถึง จำเปนที่จะต้องมีการซอมแซมเนื่องจากมีความเสียหายหรือชำรุดมาก ซึ่งจะมีผลกระทบตอโครงสร้างสะพานหรืออาจมีการขยายความเสียหายของจุดที่ตรวจสอบพบไปยังจุดอื่นๆ ตอไปได

ระดับ C

หมายถึง ความเสียหายหรือการชำรุดเล็กน้อย ไมจำเปนต้องมีการซอมแซม อยางไรก็ตาม จำเปนที่จะต้องมีการศึกษาอยางตอเนื่อง เชน การตรวจสอบติดตามและสังเกตการณ

2.6 การแกไขความเสียหาย

แนวทางปฏิบัติงานในการแกไขความเสียหายหรือซอมแซมโครงสรางสะพานหรือ สวนประกอบอื่นๆ ของสะพานสำหรับทองถิ่นนั้นขึ้นอยูกับความสามารถของทองถิ่น เครื่องมือ บุคลากร และงบประมาณที่จัดสรรไวสำหรับการบำรุงรักษาสะพาน ซึ่งเกี่ยวโยงกับขอมูลการตรวจสอบและ ประเมินความเสียหายที่ไดกลาวมาทั้งหมด

งานซอมแซมฉุกเฉิน

เพื่อปองกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับยวดยาน หรือประชาชนที่สัญจรผานสะพาน ซึ่งเกิดความเสียหายรุนแรงตอโครงสรางสะพานหรือสวนประกอบของสะพาน จำเปนตองมีการซอมแซมแกไข โดยเรงดวน เชน กรณีเกิดอุทกภัยทำใหคอสะพานขาด ตอมอเกิดการทรุดตัว เปนตน ทั้งนี้ตองคำนึงถึงงบประมาณที่จะนำมาซอมแซม แตหากทองถิ่นไดมีการประเมินขอมูลตางๆ ไวเรียบรอยแลวจะสงผลดีหากรัฐบาลหรือหนวยงานกลางมีงบประมาณใหไวในสวนนี้

งานซอมแซมปกติ

- การซอมแซมทันที หมายถึง การแกไขโดยทันทีจำเปนที่จะรักษาสวนที่เสียหายใหอยูในสภาพ ซึ่งจำเปนตอการบำรุงรักษาประจำเทานั้น จะตองกำหนดเวลางานใหแลวเสร็จโดยเร็ว เพื่อไมให เกิดความเสียหายเพิ่มขึ้น แกสวนประกอบหรือจำเปนในการกอสรางใหมใหแลวเสร็จในภายหลัง
- การซอมแซมพิเศษ หมายถึง เนื่องจากผลของการตรวจสอบความเสียหายหรือเสื่อมสภาพที่ไมไดคาดการจำเปนตองแกไขพิเศษดวยความชำนาญ เครื่องมือ และวัสดุพิเศษ เพื่อรักษา หนาที่ของสวนที่เสียหาย **การบำรุงรักษา**
- การซอมแซมประจำ หมายถึง สวนประกอบของสะพาน เชน สวนที่ผิวจราจร เสนจราจร ปายจราจร เสาไฟฟาแสงสวาง
- การทำความสะอาด หมายถึง บางสวนของผิวจราจรมักจะสะสมฝุนละอองหรือสิ่งของตางๆ ปายจราจรที่มีฝุนจับ โคมไฟที่มีแมลงทำใหมีแสงสวางไมเพียงพอ **การตรวจสอบเพิ่มเติม**
- การตรวจสอบใหม หมายถึง การตรวจสอบใหมจำเปนตองกระทำเพื่อศึกษาเพิ่มเติมตอในเรื่อง เชน การออกแบบซอมแซมโครงสรางสะพาน

- การตรวจสอบพิเศษ หมายถึง สวนหลักของโครงสร้างบางสวนซึ่งพบวาเสียหาย หรืออยูในสภาพเสื่อมโดยการตรวจสอบประจำ และอาจจำเปนต่องตรวจสอบด่วยวิธีที่ละเอียดกวาการ ตรวจสอบประจำ

2.7 การรายงานผลการตรวจสอบและการขอความรวมมือจากหนวยงานภายนอก

แบบฟอรมการเก็บข่อมูลโดยการตรวจสอบนั้นเปนสิ่งจำเปนในการนำมาวิเคราะหความ เสียหายและเปนข่อมูลในการตรวจสอบในอนาคต ฉะนั้นผู่ตรวจสอบควรระบุความเสียหายให่ชัดเจน และมีรายละเอียดมากพอที่จะทำให่ผูที่มาตรวจสอบภายหลังสามารถวิเคราะหปญหาและแนวทางแกไข ไดงายขึ้น จากการได่มีการอ่างอิงหนวยงานภายนอก ในการตรวจสอบในกรณีที่มีความเสียหาย รุนแรง หรือความเสียหายที่นอกเหนือที่ท่องถิ่นไมสามารถวิเคราะหสาเหตุในการแกไขได่ให่ขอความ รวมมือ หนวยงานตางๆ เชน กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท สถาบันการศึกษาที่มีผูเชี่ยวชาญ ขอมูล เหลานี้จะชวยให่หนวยงานตางๆ สามารถวิเคราะหปญหาได่รวดเร็วขึ้น

3. การบำรุงรักษาสะพานและสวนประกอบอื่นๆ

สะพานถือวาเปนสวนประกอบสำคัญของถนนในท่องถิ่นเปนเส่นทางคมนาคมและเส่นทางเชื่อมตอระหวางสองฝง การกอสร่างสะพานแต่งละแห่งใช่งบประมาณในการกอสร่างคอนข่างสูง ฉะนั้น งานบำรุงรักษาสะพานจึงจำเปนอยางมากเพื่อให่สะพานและสวนประกอบตางๆ ของสะพานมีอายุการใช่ งานที่ยาวนานขึ้น

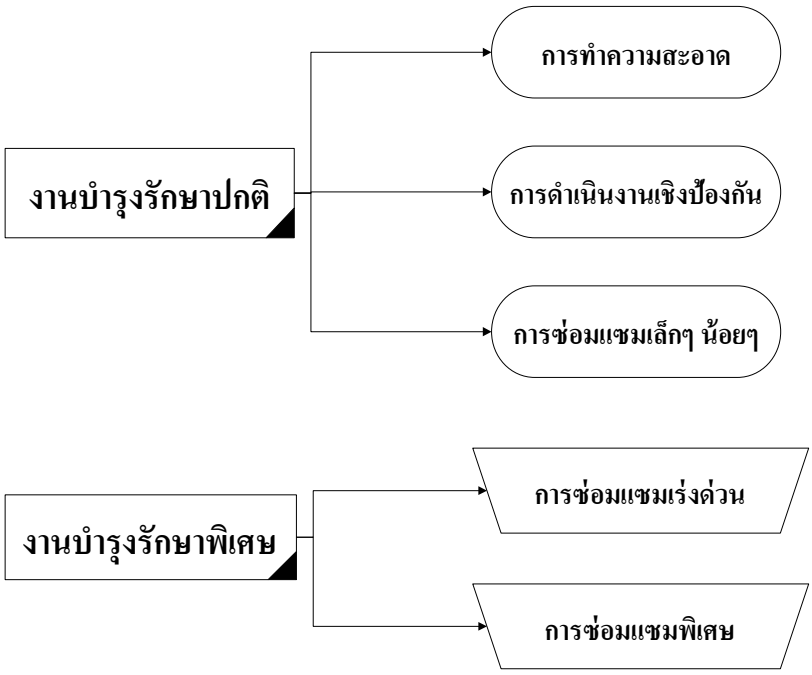
การบำรุงรักษาสะพานและการซอมแซมโครงสร่าง สวนประกอบของสะพาน จะต่อง ดำเนินการตอไปเพื่อรักษาไวซึ่งระดับการให่บริการที่อยูในระดับปกติตลอดเวลา และยังเปนการป่องกัน อุบัติเหตุตางๆ ที่จะเกิดขึ้น อาจกลาวได่วาหากมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอยูตลอดเวลา เมื่อ เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ แล่วจะสรุปวาทำอยางไรให่คาบำรุงรักษาต่ำสุด และได่ผลประโยชนจาก การใช่งานสูงสุด เพื่อให่บรรลุวัตถุประสงคของการบำรุงรักษาสะพาน โดยจำแนกออกเปน 3 ประเภท ดังนี้

(1) การบูรณะ (Rehabilitation) คือ ทำการบูรณะโครงสร่างของสะพานที่เกิดความเสียหายหรือชำรุด ให่มีสภาพดีดังเดิมเหมือนตอนเริ่มแรกที่กอสร่าง เพื่อที่จะสามารถบรรลุถึงความสามารถ ในการรับน้ำหนักเดิม ความคงทน ความสวยงาย

(2) **การเสริมความแข็งแรง (Reinforcing)** คือ ทำการเสริมหน่าที่ความสามารถของส่วนที่เสียหายและชำรุดของโครงสร่างสะพานและสวนประกอบตางๆ ให่มีสภาพที่แข็งแรงขึ้น เพื่อที่จะ สามารถแกไขสภาพที่ดอยลงของสะพาน

(3) **การปรับปรุง (Improvement)** คือ เพื่อทำให้โครงสร้างสะพานและสวนประกอบที่เสียหายและชำรุดให้สามารถทำหน้าที่ได้ดีขึ้น หรือมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม ในกรณีนี้เป็นการ แก้ไขโดยการเพิ่มความต้องการต่างๆ

การบำรุงรักษาจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับงานตรวจสอบคือ จะแบ่งออกเป็น การบำรุงรักษาปกติ และการบำรุงรักษาพิเศษ



รูปที่ 5-1 แผนผังงานซอมบำรุงรักษาสะพาน

3.1 วิธีการบำรุงรักษาสะพานและสวนประกอบแบบปกติ

วัตถุประสงคของการดำเนินงานซอมแซมบำรุงรักษาปกติ เพื่อรักษาการทำงานของโครงสราง สะพาน พื้นผิวจราจรของสะพาน และสวนประกอบของสะพาน ใหอยูในสภาพที่ใชงานไดตามปกติที่ดีและยังคงทนถาวร และสุดทายยังตองจัดเตรียมมาตรการในการปองกันการชำรุดที่จะเกิดขึ้นอีกดวย

3.1.1 การทำความสะอาด

(1) การทำความสะอาดถนนเปนสิ่งจำเปนที่สำคัญตอผูใชถนนและสะพาน เนื่องจากวัสดุที่ตกหลนอาจเปนอันตรายตอผูใชถนน นอกจากนี้ ยังจำเปนที่จะต้องมีการซอมบำรุงทอ ระบายน้ำในกรณีที่สะพานมีลักษณะที่ยาวมากและไมมีการระบายน้ำดีอาจมีน้ำทวมขังจะสงผลให้เกิด ลักษณะน้ำนองจะกอใหเกิดอุบัติเหตุได การทำความสะอาดสะพานแบงเปน 3 กลุม ดังนี้

- การทำความสะอาดพื้นผิวจราจรของสะพาน
- การทำความสะอาดอุปกรณระบายน้ำและชองระบายน้ำ
- การทำความสะอาดอุปกรณที่เปนสวนประกอบของสะพาน การปฏิบัติงานจะเปนไป เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกหรือขยะที่สะสมและกระจัดกระจายอยูบนผิวจราจรโดยการใช เครื่องทำความสะอาดหรือใชแรงงานคน เพื่อกำจัดสิ่งกีดขวางการจราจร และเพื่อใหการจราจรเปนไปโดยปลอดภัยและสะดวก วิธีการทำความสะอาดมี 3 รูปแบบ คือ

🕘 การทำความสะอาดโดยใชเครื่องจักร

🕘 การทำความสะอาดโดยใชแรงงานคน

🕘 การทำความสะอาดโดยใชทั้งเครื่องจักรและแรงงานคน

(2) การทำความสะอาดทอและทางระบายน้ำ การปฏิบัติงานนี้เปนไปเพื่อการกำจัดทรายและฝุนผงที่สะสมอยูในทอระบายน้ำ ที่ฝงตัวอยูในระบบน้ำตางๆ

- การทำความสะอาดทอน้ำ โดยใชเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง หากทรายที่จับตัวแข็งมาก จนทำการฉีดไมออกใหแซะทรายออกดวยมือ และลางดวยน้ำในกรณีที่เปนทอขนาดใหญ ในกรณีที่เปนทอขนาดเล็ก ใหใชสวานเกลียวเจาะทะลวงทอแลวฉีดลางดวยน้ำ
- การทำความสะอาดทางระบายน้ำ อาจใชแรงงานคน ประกอบกับรถน้ำในการทำความสะอาด

(3) การทำความสะอาดสวนประกอบสะพาน

- การทำความสะอาดรอยตอสะพาน เพื่อเปนการกำจัดทรายและหินที่สะสมอยูในระบบระบายน้ำ หรือทอของรอยตอผิวจราจรบนสะพานดวยการใชเครื่องฉีดหัวแรงดันสูง หรือแรงงานคน เพื่อบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ เพื่อปองกันไมใหน้ำขังอยูบนผิวสะพาน และหากทำความสะอาดผิวจราจรแลวจะตองทำความสะอาดระบบทอตามไปดวย
- การทำความสะอาดกำแพงคอนกรีต เพื่อเปนการทำความสะอาดพื้นผิวที่สกปรกของกำแพงคอนกรีตกันตก และที่กั้นแบงกลางถนนในกรณีที่มีการจัดทำเกาะกลาง สะพาน
- การทำความสะอาดเสาไฟฟา โคมไฟ และแผนปายจราจร เพื่อเปนการขจัดฝุนผงที่เกาะติดกับอุปกรณไฟฟาหรือแผนปายจราจรซึ่งลวนตองใชอุปกรณดานความสูง ประกอบการทำงานดานความสะอาด จึงตองเพิ่มความระมัดระวังในการทำงานสูง

3.1.2 **การดำเนินการปองกัน**

นอกเหนือจากการทำความสะอาดแลว ยังควรดำเนินงานบำรุงเชิงปองกันคือ ควรมีการตรวจสอบสภาพราวกันตกที่เหล็ก น็อตยึดเสาไฟ น็อตยึดโครงปายที่อาจมีสนิม จึงควรมีการขัด สนิมและทาสีปองกันสนิมและทาสี ตางๆ ตามตำแหนง อีกทั้งยังปองกันในเรื่องของอุบัติเหตุบริเวณที่ เปนความเสี่ยงของสวนประกอบของสะพาน ดังนี้

- หัวเกาะสะพาน
- ราวเหล็กกันตก
- เสาไฟฟา
- เสาปายจราจร
- ฯลฯ

3.1.3 การซอมแซมเล็กๆ นอยๆ

การบำรุงรักษาดังกลาว หมายถึง การบำรุงรักษาสภาพของสะพานในสวนที่ ไดรับความเสียหายหรือชำรุดใหอยูในสภาพคงเดิม สามารถใชงานไดครบถวนตามวัตถุประสงคการ กอสรางสะพาน เชน การเกิดการกะเทาะของคอนกรีตบริเวณตางๆ

3.2 ความเสียหายและการชำรุดตอคอนกรีตเพื่อการบำรุงรักษาพิเศษ

โครงสรางของสะพานประกอบดวยคอนกรีตเปนสวนใหญโดยมีลักษณะความเสียหายที่ เกิดขึ้นบอยครั้งดังนี้

3.2.1 ความเสียหาย

ก) รอยแตก

บอยครั้งที่รองรอยความเสียหายของโครงสรางคอนกรีตจะแสดงออกมาใน รูปของรอยแตก เมื่อพบรอยแตกเกิดขึ้น บริเวณดังกลาวควรจะมีการสังเกตอยางระมัดระวัง และจะตองมี ความพยายามเปนพิเศษที่จะหาสาเหตุของการเกิด เพื่อที่จะไดทำการแกไข รอยแตกอาจมีสาเหตุจากการหดตัว การรับน้ำหนักมากเกิน การเหนี่ยวรั้งการเคลื่อนตัวของสะพาน เนื่องมาจากแผนรองคานแข็งตัว การทรุดตัวของดิน การเสียดสี และสารเคมี

ข) ผิวหนาคอนกรีตหลุดรอน (Scaling)

ผิวคอนกรีตเปนหลุม เนื่องมาจากการแข็งตัวและวงจรในการละลาย สามารถที่จะกระจายไปทั่วทั้งผิวคอนกรีต ทั้งนี้ โดยมีรูอากาศที่แทรกอยูในผิวคอนกรีตนั้นมีผลตอการ เกิดการหลุดรอนไดมากที่สุด

ค) แตกหัก (Spalling)

การแตกหักของผิวคอนกรีต เนื่องจากการขยายตัวของแรงที่เกิดจากการกัดกรอนของเหล็กเสริมการแตกหักนี้จะรุนแรงหากมีน้ำและเกลือแทรกอยูในคอนกรีต

ง) การบวม (Popouts)

การบวมออกของคอนกรีตซึ่งเกิดจากการขยายตัวของหินที่มีรูพรุน หรือปฏิกิริยาของสวนผสมจะเกิดขึ้นในช วงสั้นๆ หลังจากที่มีการเทคอนกรีตแล ว แตอาจเกิดขึ้นในระยะยาวได ทั้งนี้ ขึ้นอยูกับความลึกของหินนั้น ปริมาตรที่ไมคงที่ของหิน และการซึมผานของน้ำ (Permeability)

จ) การเปนโพรง (Honey Combing)

ชั้นของรูเล็กๆ หรืออากาศในกำแพงหรือเสา เนื่องมาจากการหลอที่ทำให เกิดชองวางของหินใหญ หรือการกระจายของหินไมสม่ำาเสมอ และอาจเกิดขึ้นจากการแยกตัวของ คอนกรีต ในระหวางการกอสราง

3.2.2 สาเหตุของความเสียหาย

(1) การชำรุดของโครงสรางคอนกรีต

มีสาเหตุหลายประการ เชน การชนกันของรถ โครงสร างเสียหายอัน เนื่องมาจากแรงภายในโครงสรางมากเกินไป การแข็งตัว การทรุดตัวของฐานราก สารเคมี รอยตอที่ ใชการไม ได การเสียดสี สวนผสมของคอนกรีตมากเกินไป การออกแบบรายละเอียดไมเหมาะสม ความบกพร องในการกอสราง และการกัดกรอนของเหล็กเสริม

อยางไรก็ตามสาเหตุที่แทจริงของความเสียหายตอโครงสรางคอนกรีตนั้น ยังเปนการยากที่จะคนพบได ตัวชี้ถึงความเสียหายจะคนพบไดโดยงานตรวจสอบ ซึ่งสาเหตุของการเกิด ความ เสียหายนั้นอาจไมใชมีเพียงสาเหตุเดียว แตบอยครั้งที่มีหลายสาเหตุรวมกัน ไมวาจะยากอยางไรก็ ตามก็ยังมี ความจำเปนที่จะตองหาสาเหตุเพื่อที่จะเลือกวิธีการซอมแซม

ในบางครั้งสาเหตุและความเสียหายแสดงการชำรุดออกมา แตกตางจาก สิ่งอื่นในกรณีพิเศษ เชน ไฟไหม และรถชน ซึ่งไมสามารถโตแยงได

(2) การออกแบบบกพรอง

การออกแบบบกพรองทั้งในรายละเอียดและการปฏิบัติ เปนสาเหตุหนึ่ง ของ การชำรุดของสะพานคอนกรีต และทำให การบำรุงรักษาโครงสร างยากขึ้น รายละเอียดที่เป็นผลทำให้ เกิด การชำรุดของโครงสรางคอนกรีตมีดงั ตอไปนี้

o การเทคอนกรีตทับเหล็กเสริมไมถูกต อง ซึ่งเปนสาเหตุให เกิดรอยแตก และการแตกหัก

o ไมได พิจารณาถึงความคืบ โดยเฉพาะอยางยิ่งสะพานที่ออกแบบเฉียง

o การออกแบบที่ตั้งของรอยตอเพื่อการหดตัว และขยายตัวไมเหมาะสม

o รายละเอียดของรอยตอซึ่งทำใหเกิดน้ำซึมผานได

o รายละเอียดระบบระบายน้ำ ซึ่งทำใหเกิดการอุดตัน

(3) ความบกพรองในการกอสราง

การที่ไมดำเนินการอยางใดอยางหนึ่งในระหวางการกอสรางโครงสราง คอนกรีตนั้นจะสงผลความเสียหายและการชำรุดของโครงสรางในเวลาตอมา ความผิดพลาดซึ่งเกิดขึ้น บริเวณผิวคอนกรีตที่พบ และซอมแซมโดยทั่วไปนั้นเกิดขึ้นเนื่องมาจากการขาดความระมัดระวังในชวง กอสราง สิ่งเหลานี้จะไมคอยพบโดยการตรวจสอบทั่วไปจากรูปแบบภายนอก แตจะเกิดขึ้นหลังจาก ระยะเวลาหนึ่ง ในบางครั้งจะเกิดจากการใชสวนผสมที่ผิด หรือโดยการใชสัดสวนของวัสดุผิด การบดอัด หรือการบมไมเพียงพอ การใสเหล็กเสริม และอีกหลายปจจัยที่เกี่ยวของ

(4) การกัดกรอนของเหล็กเสริม

การกัดกรอนของเหล็กเสริม มีสาเหตุมาจากการซึมผานของน้ำ โดยเฉพาะอยางยิ่งน้ำเค็มซึ่งเกิดบริเวณแผนคอนกรีตในบริเวณที่มีรอยแตก และ Honey Combing โครงสราง คอนกรีตที่อยูไกลไมเกิน 50 กม. จากชายฝงทะเลมักจะโดนอิทธิพลของน้ำทะเลดวย เมื่อเหล็กเปนสนิมขึ้น ปริมาตรของเหล็กจะลดลง ในกรณีนี้แรงกดจะเพิ่มมากขึ้นที่จะทำใหคอนกรีตแตก เหล็กถูกกัดกรอนมากเทาใด ปริมาตรก็จะลดลงมากขึ้นเชนกัน และเปนสาเหตุการแตกของคอนกรีตใหเกิดมากขึ้นดวย

(5) ความเสียหายของรอยตอ

รอยตอมีบทบาทสำคัญในการที่จะทำให การทำงานของโครงสราง คอนกรีต เปนไปตามที่ตองการ โดยทำใหโครงสรางคอนกรีตนั้นมีการขยายตัวได ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความเสียหายของรอยตอนั้นเกิดจากการที่รอยตอนั้นขัดกันมากเกินไป และเกิดจากฝุน ดินอุดตัน ซึ่ง ไมสามารถทำใหมีการขยายตัวของคอนกรีตตอไปได นั่นคือคอนกรีตจะตองรับแรงเสียดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงนั้น เมื่อไมสามารถขยายตัวไดจะทำใหแรงอัดมีมากกวาความแข็งแรงของคอนกรีต

(6) การทรุดตัวของฐานราก

การทรุดตัวของฐานรากเปนสาเหตุสำคัญของความเสียหายของโครงสราง ดังนั้นการเคลื่อนตัวของฐานรากควรจะมีการตรวจสอบอยางระมัดระวัง การสำรวจภาคสนามจะเปน ประโยชนอยางมากในการหาทั้งประเภทและการเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้น รอยแตกตามแนวตั้งหรือการเสียดสี โดยโครงสรางอันนั้นไมจำเปนมากนักควรจะสังเกตสิ่งบอกเหตุที่เปนไปไดของการทรุดตัว

(7) สารเคมี

เกลือและสารประกอบเคมีเปนสาเหตุสำคัญของการชำรุดของคอนกรีต โดยที่สารเคมีจะทำใหคอนกรีตแตกตัวและแยกตัวจากหิน ดังนั้น ควรจะใชหินประเภทไมมีดาง และ ซีเมนต ซึ่งมีสวนประกอบของดางที่เหมาะสม

(8) รับแรงเกิน

นอกเหนือไปจากการออกแบบแลว แรงเสียดของคอนกรีตยังเกิดไดจากการบรรทุกน้ำหนักเกิน กระแสน้ำเชี่ยวที่ไมสามารถคาดการณได และสาเหตุอื่นๆ ทั้งที่มาจากธรรมชาติ และมนุษย

(9) สาเหตุอื่นๆ

o รถชน เมื่อโครงสรางหลักของสะพานเสียหายอันเนื่องมาจากรถชนนั้น

o ไฟไหมและความเสียหายที่เกิดจากรถชนนั้น จะแตกตางไปจากความเสียหายปกติ จึงตองมีการตรวจสอบเสา พื้นสะพาน และคาน ดวยสายตาและความระมัดระวัง เพื่อที่จะ ไดรับขอมูลที่เปนประโยชนตอการซอมแซม และการเสริมความแข็งแรง

o การอุดตัน การกีดขวางรองน้ำอันเนื่องมาจากการสะสมของตะกอนและดินทรายสามารถที่จะลดความสามารถในการระบายน้ำ และความเสียหายตอโครงสรางที่ถูกอุดตันได ดังนั้น ควรจะตองมีการพิจารณาการตรวจสอบรองน้ำ และสะพานหลังจากฤดูน้ำหลาก เพื่อที่จะ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของรองน้ำที่จะเปนตัวชี้ถึงแนวโนมในการอุดตัน และการเสริมเหล็กบริเวณ รองน้ำ

3.3 ลักษณะความเสียหายตอโครงสรางสะพานแตละสวน

สาเหตุทั่วไปของการเสียหายเทาที่ไดกลาวมาแลวนั้นสามารถทำใหเกิดการเสียหายไดหลายรูปแบบในโครงสรางสะพานคอนกรีต บางสวนจะมีลักษณะแตกตางออกไป ขึ้นอยูกับชนิดของ โครงสราง จึงมีความจำเปนที่จะตองศึกษาและเขาใจความสัมพันธระหวางสาเหตุที่เกิดและความเสียหาย โดยแยกตามสวนของโครงสรางสะพาน

ก) พื้นสะพาน (Deck)

สาเหตุความเสียหายตอพื้นสะพานนั้นไมไดเกิดขึ้นจากความแตกราวของคอนกรีต จากแรงกดเทานั้น แตยังเกิดขึ้นไดจากแรงดึงของเหล็กเสริมไมเปนไปตามกำหนด รอยแตกที่เกิดขึ้น บริเวณจุดที่มีแรงดึงจะกวางขึ้นตามระยะเวลา เมื่อรอยแตกเกิดขึ้นมากความตอเนื่องของพื้นสะพานจะ ลดลงไปทีละนอย

สวนที่มีความเสียหาย สวนใหญแลวจะขึ้นอยูกับสภาพธรรมชาติของโครงสรางสภาพของสะพานและน้ำหนักบรรทุก ความเสียหายหลักที่มีตอสวนตางๆ และสาเหตุมีดังนี้

- กลางแผนคอนกรีต เกิดจากการหดตัว รอยแตก การทรุดตัวของฐานรากการทำงานผิดพลาด รับน้ำหนักบรรทุกมากเกินและอื่นๆ
- มุมแผนคอนกรีต การรับน้ำหนักบรรทุกมากเกิน (แรงเฉือน) และอื่น

- รอยตอ กอสรางไมดีและอื่นๆ โดยเฉพาะการที่มีรถวิ่งช้านั้น จะทำใหรอยแตกพื้นสะพานแตกเพิ่มขึ้นและจะมีผลไปยังมุมสะพานและรอยตออีกดวย

ข) ตอมอ

โดยทั่วไปแลวประเภทของความเสียหายและสาเหตุ จะประกอบไปดวยสาเหตุทางโครงสราง สาเหตุทางดานการกอสราง และสาเหตุภายนอก ซึ่งสาเหตุทั้งหมดจะเกิดในรูปของรอยแตก ประเภทและสาเหตุตางๆ ดังตอไปนี้

- สาเหตุทางโครงสราง

คุณภาพแผนรองคานไมดี ไมมีเหล็กเสริม ขาดคอนกรีตบริเวณจุดวิกฤติ รอยแตกที่เกิดจากโมเมนตบิด (Torsional Moment) รอยแตกที่เกิดจากการแยกตัวของแรงดึง (Splitting Tensile)

- สาเหตุจากการกอสราง ไมมีการดำเนินการควบคุม ไมมีการบม และอื่นๆ
- สาเหตุจากภายนอกอื่นๆ แรงกระทำจากสภาพอากาศ สารเคมี การชน รอยแตกจากการหดตัวและอื่นๆ

สวนที่เสียหายและสาเหตุที่เกิดบริเวณเสา แสดงไวดังนี้

- บริเวณแผนรองคาน แรงเสียดทานเนื่องจากการหด
- หัวและทายเสา โมเมนตบิด (Torsional Moment)
- กลางเสา การชนของยานพาหนะ

ค) กำแพงกันดินและชองระบายน้ำ

สาเหตุความเสียหายตอกำแพงโดยทั่วไปจะเปนรอยแตกซึ่งเกิดจากการหดตัว ไดแก การหดตัวเนื่องจากการแห่ง การทรุดตัวที่ไมเทากัน การเอน ไมมีการบม ถูกชน ดังนั้น ประเภท ของความเสียหาย ไดแก รอยแตก การแตกหัก การหลุด การกัดกรอนของเหล็กเสริม และอื่นๆ สวนที่ ไดรับความเสียหาย คือบริเวณรอยแตกซึ่งเกิดจากการหดตัวนั้น จะปรากฏบริเวณกึ่งกลางของกำแพง หลังจากนั้นหากมีรอยแตกเพิ่มเติมจะปรากฏบริเวณ 1/4 ของกำแพง รอยแตกดังกลาวจะปรากฏบริเวณ เชิงกำแพง และจะแตกไป ทีละนอยจนถึงสวนบนสุด

ง) ผิวจราจรแบบแอสฟลต

อายุการใชงานของผิวจราจร จะถูกลดลงตามระยะเวลาที่ใชดวยความหนาแนนของการจราจร สภาวะทางกายภาพหรืออายุของสวนผสม ถาผิวจราจรถูกปลอยทิ้งไวตามสภาพเดิมโดย ไมได รับการบำรุงรักษา และในไมชาการเสื่อมคุณภาพของผิวจราจรก็จะกลายมาเปนอุปสรรคตอความ ปลอดภัย และความคลองตัวของการจราจร เพื่อเปนการปองกันจึงจำเปนที่จะตองมีการจัดระบบการ บริหารงานผิว จราจร ตองมีขอมูลเกี่ยวกับผิวจราจรที่ทันสมัยอยูเสมอ มีการซอมบำรุงที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงการประหยัด ซึ่ง ลวนเปนสิ่งที่จะตองดำเนินการในชวงเวลาที่เหมาะสม

ผิวจราจรจะไดรับผลกระทบจากปจจัยภายนอกเชน น้ำหนักการจราจร สภาพ ดินฟ าอากาศ ฯลฯ และปจจัยภายในเชน อายุการใชงานของแอสฟลตหรือคอนกรีต โดยเฉพาะอยางยิ่งเวลา ฝนตกจุดออนตางๆ จะมีปรากฏใหเห็นไดชัดและความเสียหายก็มักจะเกิดขึ้นอยางรวดเร็ว

แผนพื้นสะพานจะถูกทำลายโดยสาเหตุตางๆ กันจากลักษณะถนนทั่วไปที่เปน แบบดินถม เนื่องจากวาในกรณีของผิวสะพานนั้น ฐานของสวนที่เปนดินถมจะมีลักษณะดินแข็ง และ ประกอบ ดวยวัสดุ ที่เจาะผานไมได และยังมีรอยตอตางๆ อีกดวย

ถาสภาพผิวจราจรเสื่อมลง ไมเพียงแตจะทำใหเกิดปญหาการขับขี่ยวดยานไม สะดวก เทานั้นแตยังจะเกิดปญหากับโครงสรางของตอมอของสะพาน แผนพื้นสะพาน รอยตอ อัน เนื่องมาจาก แรงสั่นสะเทือน แรงกด และปญหาการซึมผานของน้ำฝน ฯลฯ

ความเสียหายอยางหนักของผิวพื้นสะพาน มักจะเกิดจากการหลุดร อนของ สวน ผสมของแอสฟลตคอนกรีตอันเกิดจากน้ำทวมขัง

ความเสียหายของผิวจราจรบางประเภทจะเกิดขึ้น และกอใหเกิดความเสียหายอยาง รวดเร็ว ถาไมไดมีการบำรุงรักษาและซอมแซมอยางทันทวงที โดยเฉพาะอยางยิ่งในชวงเวลาหลังฝนตก ดังนั้น จึงควรรักษาซอมบำรุงผิวจราจรใหอยูในสภาพดีอยูเสมอ

ผิวจราจรควรจะตองมีคุณสมบัติดังตอไปนี้อยูตลอดเวลา

- เรียบ
- แข็งแรง
- ไมลื่น

จ) ผิวจราจรแบบคอนกรีต

ความเสียหายที่มีตอผิวจราจรคอนกรีตมักจะเพิ่มขึ้นหลังจากเปดใหการจราจรผาน แลว นั้นคือจะเกิดจากการบรรทุก สภาพการชะลางพังทลาย และอายุของผิวจราจรเอง

การจำแนกประเภทความเสียหายและสาเหตุของผิวจราจรแบบคอนกรีต

- รอยแตก

การบดทับซ้ำของการบรรทุก ผสมผสานไปกับการกระแทกของน้ำหนักที่ผานทางรอยตอ อุณหภูมิและความชื้นซึ่งกอใหเกิดการหอตัว เปนผลทำใหเกิดรอยแตกบริเวณมุมแผนคอนกรีต

- การทรุดตัว

การทรุดตัวคือความตางระดับที่เกิดขึ้นบริเวณรอยตอผิวจราจรคอนกรีต หรือรอยแตก สาเหตุประการหนึ่งซึ่งทำใหเกิดการทรุดตัวคือการสูญเสียวัสดุบริเวณใตพื้นแผนคอนกรีตที่อยู ใกลกับรอยตอหรือรอยแตก พรอมไปกับการจมตัวของแผนคอนกรีตที่เหลือ โดยทั่วไปแลวการทรุดตัว จะเกิดจากการสูญเสียการถายน้ำหนัก

- การยุบตัวหรือการบวมตัว

การยุบตัวหรือการบวมตัวของชองจราจร ไหลทาง จะเกิดขึ้นเมื่อมีความแตกตางในคาระดับระหวางชองจราจรและไหลทาง โดยทั่วไปแลวบริเวณไหลทางดานนอกจะจมตัว เนื่องจากการทรุดตัวของดินหรือวัสดุดินคันทางที่อยูชั้นใตผิวจราจรลงไป หรือเกิดจากการแทรกตัวของ วัสดุที่อยูใตผิวจราจร การโกงตัวของไหลทางอาจเกิดขึ้นจากการขยายตัวของดิน การยุบของหินหรือดินไหลทาง โดยทั่วไปจะมีสาเหตุจากการพัดพาวัสดุไหลทางจากรถบรรทุกที่วิ่งผาน

การบวมตัวจะเปนการเคลื่อนตัวใหมในแนวตั้ง หรือการบวมตัวของแผนคอนกรีต ซึ่งบางทีจะเปนคลื่นหัก โดยทั่วไปแลวจะเกิดขึ้นพรอมกับการแตกของแผนคอนกรีต ทำใหผู ขับขี่จะมีความรูสึกเหมือนกับมีน้ำมันบนผิวจราจร หรือขับขี่ยานพาหนะเหนือผิวจราจร

- ความเสียหายของรอยตอผิวจราจรคอนกรีต

ความเสียหายของรอยตอจะเกิดขึ้นเมื่อมีวัสดุ และ/ หรือ มีน้ำแทรกตัวเขาไปในรอยตอผิวจราจรคอนกรีต วัสดุอุดรอยตอที่เชื่อมขอบแผนคอนกรีตจะเปนตัวปองกันไมใหเกิดการ สะสมของวัสดุ และลดจำนวนน้ำที่แทรกเขาไปในโครงสรางชั้นทาง โดยทั่วไปแลวชนิดความเสียหายที่ มีตอรอยตอผิว จราจรคอนกรีตมีดังนี้

- เกิดจากการหลุดออกของวัสดุอุดรอยตอ
- เกิดการเยิ้มของวัสดุอุดรอยตอ
- มีหญาขึ้น
- สูญเสียการเชื่อมตัวตอขอบแผนคอนกรีต
- ขาด / หรือไมมีวัสดุอุดรอยตอ

ฉ) รอยตอ

ความเสียหายที่รอยตอไมเพียงแตจะทำใหเกิดปญหาตอการจราจรเทานั้น แตยังทำใหผูใชถนนและสะพานรูสึกไมสะดวกสบายอีกดวย และยังมีผลกระทบตอแผนรองสะพาน ทำใหเกิด สนิม และการกัดกรอนที่แผนรองพื้นสะพานและโครงสรางสะพาน

เนื่องจากรอยตอจำตองรับน้ำหนักโดยตรง จึงเกิดความเสียหายไดงาย และในบรรดา สวนประกอบตางๆ ของสะพานนั้น รอยตอเปนสวนที่ซอมยากที่สุด และเนื่องจากรอยตอตองรับแรงกดจาก ยานพาหนะโดยตรง จึงควรจะสรางรอยตอใหเชื่อมติดกับโครงสรางหลักของสะพานอยางหนาแนนที่สุด

สาเหตุของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับรอยตอ มักจะไมไดเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุ หนึ่งเทานั้นแตมักจะเกิดจากสาเหตุหลายประการรวมกัน ดังนี้ f

*สาเหตุที่เกี่ยวกับการออกแบบ

o ความแข็งแรงของสมอที่ยึดรอยตอกับสวนประกอบคอนกรีตไมเพียงพอ

o ความผิดพลาดทางการคำนวณชองวางเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการคืบและการหดตัว f

*สาเหตุที่เกี่ยวกับการกอสราง

o การติดตั้งรอยตอไมเพียงพอ

o ไมมีการควบคุมคุณภาพวัสดุที่ใชทำรอยตอและการบดอัดผิวจราจรรอบๆ รอยตอที่ดีพอ f

*สาเหตุภายนอก

o การเพิ่มปริมาณน้ำหนักยานพาหนะและการรับแรงอัดซ้ำซาก

o การเสื่อมสภาพของวัสดุผิวจราจรและรอยตอ (อันเกิดจากการเสื่อมอายุหรือการกระทุงอยางรุนแรง)

o ความไมสม่ำเสมอของระดับถนนบริเวณดานขางและหลังรอยตอ (การเคลื่อนตัวจะเกิดขึ้นเรื่อยๆ โดยมีสาเหตุจากอาการบวมของวัสดุผิวจราจร)

ช) เสนจราจร

ถาสำรวจแลวพบวาเสนจราจรเกิดเลอะเลือน โดยสาเหตุจากการหลุดรอน มีรอยเปรอะเปอน ขูดขวน ฯลฯ มากกวาครึ่งหนึ่งของระยะสำรวจ ควรจะทำการทาสีใหมโดยทันทีและควร ระวังมิใหเสนจราจรที่ทาใหมมีความแตกตางไปจากเสนเดิมที่มีอยู

ในกรณีนี้จำเปนตองเพิ่มทัศนวิสัยของเสนจราจรในเวลากลางคืน เมื่อพิจารณา สภาพถนน สภาวะการจราจร ฯลฯ แลว ใหพิจารณาใชสีที่มี Glass – Beads ในการซอมสีใหม

3.4 วิธีการซอมแซมงานคอนกรีต

พื้นฐานในการซอมแซมความเสียหายของสะพานคอนกรีต สามารถซอมแซมไดโดยการเปลี่ยนผิวที่เสียหายนั้นดวยปอรตแลนดซีเมนตคอนกรีต มอรทาร หรือ Epoxy โดยทั่วไปการฉีด Epoxy ดวย Pressure Grout เพื่อทำการซอมแซมรอยแตกราวของคอนกรีต และยังมีสวนประกอบอื่นๆ ของ สะพานที่ตองดำเนินการดังนี้

(1) บริเวณที่ชำรุดจะตองตัดดวยเลื่อย หรือ Jackhammer บริเวณปลายสุดของพื้นที่ซอมแซม เพื่อทำใหมีขอบที่สะอาดและคมพอสำหรับการเกาะยึดกับคอนกรีตใหม ชั้นลางของบริเวณที่จะซอมแซมจะตองไมมีรอยแตก หรือรอยแตกจะตองประสานกอนที่จะซอม

(2) เหล็กเสริมควรจะตองทำความสะอาด และถาหากมีความเสียหายก็ควรจะซอแซมหรือเปลี่ยนเหล็กใหม โดยที่จะตองทับกับเหล็กเกาไดอยางพอดี

(3) เมื่อมีสนิมหรืออาจเกิดสนิมบริเวณเหล็กเสริม คอนกรีตในบริเวณนั้นจะตองนำออกทั้งหมด และเคลือบเหล็กเสริมเกาหรือใหมที่นำมาทดแทนดวย Epoxy Bonding Compound เพื่อที่จะทำใหการยึดเกาะดีขึ้นอีกทั้งเปนการปองกันการเกิดสนิมในอนาคต อยางไรก็ตามการเคลือบดวย Epoxy ไมควรใช หากการปองกันสนิมไดมีการวางแผนไว ทั้งนี้ เพราะวาจะทำใหเหล็กนั้นจะถูกหอหุมจากการ ปองกันดังกลาว

(4) การเลือกวิธีและวัสดุในการซอมแซม จะขึ้นอยูกับการชำรุด วัสดุที่หาได ตนทุน สิ่งแวดลอม ความสามารถในการปรับปรุงของวิธีการที่เสนอเพื่อการซอมแซม ทัศนวิสัยและชนิดของการ ซอมที่ตองการ (ถาวร หรือชั่วคราว) ปจจัยบางประการในการพิจารณาการคัดเลือกวัสดุมีดังตอไปนี้

- วัสดุที่จะนำมาใชในการซอมแซมจะตองสามารถยึดเกาะติดกับคอนกรีตได อยางเต็มที่ และสามารถที่จะคงทนตอการกัดเซาะจากสิ่งแวดลอมรอบตัว
- วัสดุซอมแซมจะตองมีความแตกตางระหวางปริมาตรของคอนกรีตเกา และวัสดุซอมแซมต่อ เพื่อที่จะเปนการลดการหดตัวใหนอยที่สุด ขนาดของหินควรจะมากที่สุด (ปริมาณของ ซีเมนตต่ำ) และน้ำที่ผสมจะตองนอยที่สุด (อัตราสวนระหวางน้ำตอซีเมนตต่ำ) ภายในขอบเขตของการ ออกแบบการผสมที่ยอมรับได ขั้นตอนการบมจะตองดำเนินการอยางเขมงวด
- วัสดุซอมแซมจะตองมีการซึมผาน (Permeability) ต่ำ เพื่อที่จะปองกันความชื้นแทรกลงไปในชั้นคอนกรีต
- วัสดุซอมแซมจะตองมีสีและความละเอียดใกลเคียงกับคอนกรีตเดิม

3.5 วิธีการซอมแซมคอสะพานและรองน้ำ

สิ่งที่ลอยน้ำมาในลำคลอง ลำธาร หรือแมน้ำ อาจจะมีการสะสมและกลายเปนทับถม บริเวณตอมอ จนเกิดเปนโคน เปนสาเหตุใหเกิดปญหาหลายอยางตามมา รวมถึงการเปลี่ยนแปลงแนวลำ น้ำซึ่งจะไม่

เปนไปตามการออกแบบของสะพาน จนสามารถทำใหเกิดแนวแรงในทิศทางที่แตกตางกับ การกำหนดในเบื้อง ตนของการออกแบบ

การทำความสะอาดและกำจัดวัชพืชที่ขึ้นในสะพาน ถือเปนภารกิจหนึ่งที่ตองดำเนินการ เพราะอาจจะสงผลใหเกิดรอยแตกของคอนกรีต หรือสวนประกอบของสะพานตามมาได

4. การจัดทำแผนงบประมาณซอมบำรุง

แผนการดำเนินงานซอมแซมที่ไดจากขอมูลการตรวจสอบและวิเคราะหถึงแนวทางการแกไข แลวนำมาสูการจัดทำการประเมินราคาคาซอมแซม และแผนงบประมาณ ดังนี้

(1) คัดเลือกสวนที่จะดำเนินการซอมแซม การคัดเลือกสวนที่จะตองนำมาดำเนินการ ซอมแซมที่ไดมาจากการเก็บขอมูลตรวจสอบและวิเคราะหหาสาเหตุ แนวทางแกไขตางๆ ครบถวนแลว สามารถจะนำมาประเมินคาบำรุงรักษาไดตอไป

(2) การประเมินราคา หลังจากทำการคัดเลือกสวนที่จะตองถูกซอมแซมแลว การประเมิน ราคาจะถูกดำเนินการจัดทำขึ้น โดยใหสอดคลองกับวิธีการซอมแซม แตจะออกมาในลักษณะที่ทองถิ่น สามารถดำเนินการไดเอง หรือวาดำเนินการจัดจางนั้นขึ้นอยูความสามารถของทองถิ่น

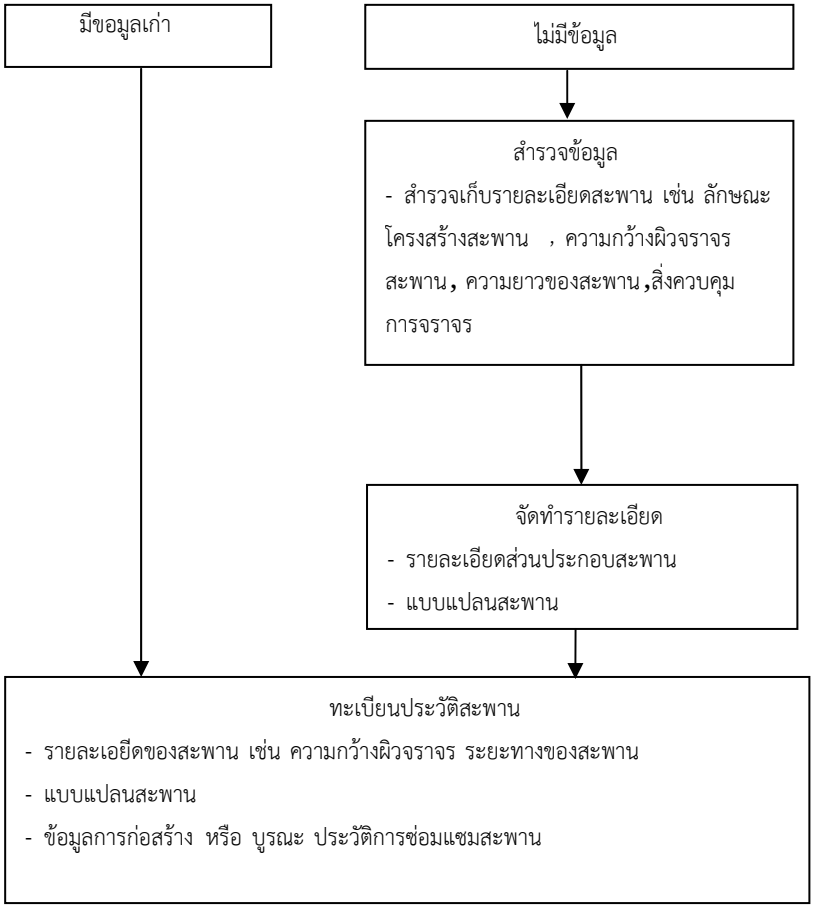
(3) แผนงบประมาณ ดังที่ไดกลาวมาแลววาความสามารถของทองถิ่นไมเทากัน การจัดทำ แผนงบประมาณอาจจะตองพิจารณาดูจากงบประมาณที่ทองถิ่นไดตั้งไวในหมวดคาซอมแซมหรือไม หรืออาจจะจัดทำงบประมาณประจำปลว งหนา หรืออาจจะขอสนับสนุนงบประมาณจากสวนกลาง

5. การขึ้นทะเบียนสะพานองคกรปกครองสวนทองถิ่น

ภายหลังจากมีการโอนอำนาจจากสวนกลางใหองคกรปกครองสวนทองถิ่นดูแลรักษาและทำ การกอสรางใหมจำเปนตองมีการขึ้นทะเบียนทั้งสะพานเดิมและสะพานที่จะมีการกอสรางขึ้นใหมเพื่อ เปนขอมูลในการดำเนินงานดานกอสราง บูรณะ ขยาย และบำรุงรักษา ขององคกรปกครองสวนทองถิ่นนั้นๆ

5.1 การขึ้นทะเบียนสะพานเดิม

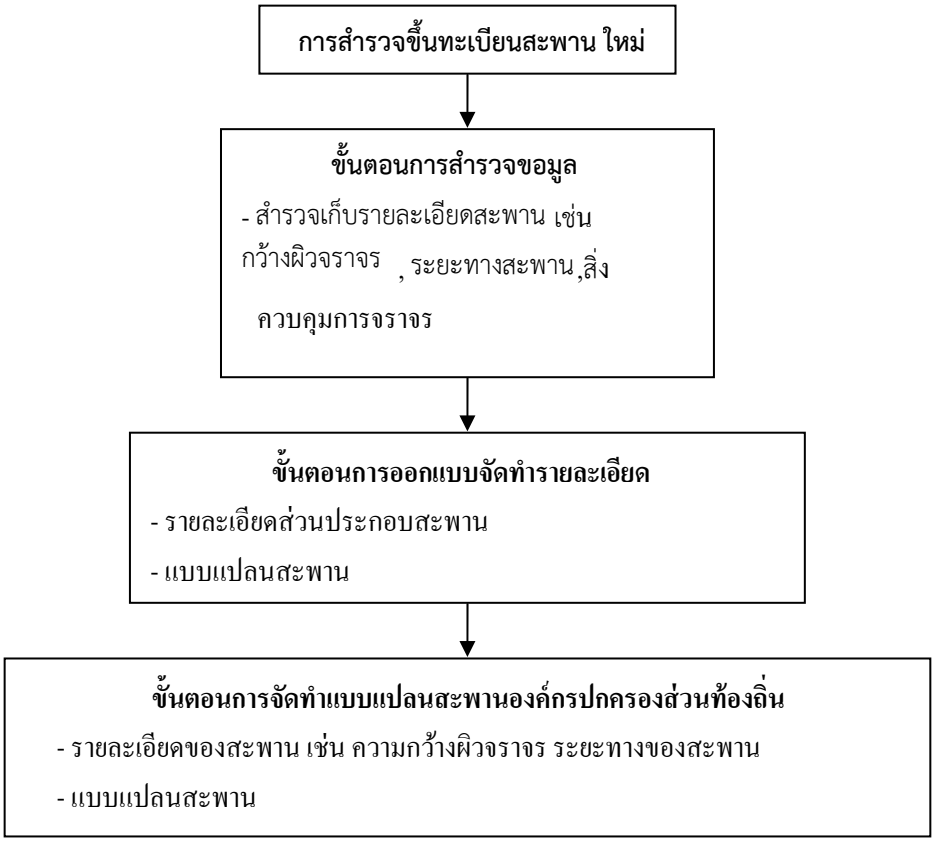
ใหดำเนินการสำรวจแนวสะพานที่มีอยู รวบรวมขอมูลโครงสรางสะพานและ สวนประกอบอื่นๆ ของสะพาน เพื่อจัดทำเปนทะเบียนประวัติ โดยใหจัดทำเปนทะเบียนประวัติ และแบบ แปลนของสะพาน ทั้งนี้หากมีขอมูล อยูแลวสามารถนำมาใชงานได



รูปที่ 5-2 ขั้นตอนการจัดทำรายละเอีย ดสะพานเดิม

5.2 การขึ้นทะเบียนสะพานใหม

กรณีจะขึ้นทะเบียนสะพานใหม่จะต่องมีการดำเนินการตามรายละเอียดพรอมกันโดยจะตองมีการสำรวจออกแบบและจัดทำแบบแปลนใหมซึ่งแบงแนวทางการดำเนินการออกเปน 3 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 5-3 ขั้นตอนการจัดทำรายละเอียดสะพานใหม่

บทที่ 6
ขอเสนอแนะตอการพัฒนามาตรฐาน

มาตรฐานสะพานฉบับนี้เปนมาตรฐานที่ไดรวบรวมขอมูล แนวทางจากหนวยงานที่เกี่ยวของ กับการกอสรางทางและสะพานที่ใชกันอยูในปจจุบัน ซึ่งทางคณะกรรมการจัดทำรางมาตรฐานได พิจารณาแลวเห็นวาสมควรที่จะนำมาปรับใชกับงานที่องคกรปกครองสวนทองถิ่นทั่วประเทศปฏิบัติงานอยู ในปจจุบันได

ทั้งนี้ในการปฏิบัติงานจริงอาจมีขอพิจารณาบางประการที่องคกรปกครองสวนทองถิ่นนั้นๆตองศึกษาและพิจารณาความเปนไปไดและปรับใหเขากับสภาพในทองที่ โดยมีมาตรฐานอื่นๆ ที่เปนที่ ยอมรับมาพิจารณาเพิ่มเติม ซึ่งองคกรปกครองสวนทองถิ่นสามารถกระทำได ทั้งนี้ใหคำนึงถึงหลัก วิชาการทางวิศวกรรม เนนความปลอดภัย และกอใหเกิดความคุมคาในการลงทุน

การปรับปรุงมาตรฐานสะพาน

มาตรฐานนี้อางอิงแบบกรมทางหลวงชนบท ความยาวชวงไมเกิน 10 เมตร ความยาวรวม ไมเกิน 50 เมตร หากองคกรปกครองสวนทองถิ่นมีความพรอมดานงบประมาณและบุคลากร สามารถ ขยายเพิ่มได ซึ่งตองมีการปรับปรุงมาตรฐานในโอกาสตอไป

การใชมาตรฐานสะพานฉบับนี้ ใหองคกรปกครองสวนทองถิ่นติดตามการเปลี่ยนแปลงเรื่อง น้ำหนักบรรทุกสำหรับทางหลวงและสะพาน ที่จะมีการกำหนดโดยหนวยงานที่เกี่ยวของ เชน กรมทาง หลวง และกรมทางหลวงชนบท เพื่อจะไดปรับใชใหเขากับแบบสะพานที่ทองถิ่นเลือกใชตอไป อีกทั้ง ควรระบุความกวางของสะพานตามความกวางของถนน ซึ่งถนนรวมคันทางแลวไมนอยกวา 11 เมตร
(กรมทางหลวง)

คณะกรรมการไดพิจารณาแลวเห็นวาจะเปนอุปสรรคอยางยิ่ง หากมาตรฐานนี้ถูกนำมาเปน แนวทางปฏิบัติงานดานสะพาน แตภายหลังมิไดมีการปรับปรุงมาตรฐานใหเหมาะสมกับสภาพการณ ที่เปนปจจุบันแลว องคกรปกครองสวนทองถิ่นที่กระจายอยูทั่วประเทศอาจไมไดรับขอมูลที่ถูกตอง เหมาะสม จึงควรมีการปรับปรุงมาตรฐานโดยเห็นสมควรใหมีการพิจารณาทบทวนทุก 3-5 ป เพื่อใหทุก องคกรปกครองสวนทองถิ่นไดมีมาตรฐานและแนวทางปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน

เกณฑการประเมินมาตรฐานสะพาน

ลำดับ	รายละเอียด/กรอบตัวชี้วัด	ขั้นพื้นฐาน	ขั้นพัฒนา	
1	โครงการก่อสร้างสะพานไดมีการศึกษาถึงความเหมาะสมเรียบรอยแล้ว	√		
2	โครงการก่อสรางสะพานไดมีการจัดลำดับความสำคัญตามหลักเกณฑ อาทิ เกณฑดานเศรษฐกิจสังคม ดานวิศวกรรม เปนตน เพื่อใหเกิดความคุมคาตอการลงทุน		√	
3	โครงการก่อสร้างสะพานมีภาคประชาชนเขาไปมีสวนรวม ในการพิจารณาวางแผน กอนการกอสร้าง	√		
4	การกอสรางสะพาน มีการประสานหนวยงานที่เกี่ยวของในการดำเนินการ	√		
5	กอนการกอสร้าง มีการดำเนินการตรวจสอบรายละเอียดของโครงการ อาทิ แนวลำน้ำ การไหลของน้ำที่ตัดผาน การเชื่อมโยงของถนน หลักทางวิศวกรรม เปนตน	√		
6	ลักษณะของสะพานที่กอสรางเหมาะสมกับสภาพทำเลและภูมิประเทศ เชน ในบริเวณที่เปนลำน้ำในจุดที่แคบที่สุดหรือ ใชฐานรากที่เหมาะสมกับพื้นที่ เปนตน	√		
7	ในการออกแบบกอสรางสะพาน มีองคประกอบอื่นๆ ที่เหมาะสม เชน มี โครงสรางปองกันตอมอทรุด มีดาด คอนกรีตปองกันเชิงลาดริมตลิ่ง เปนตน	√		

ลำดับ	รายละเอียด/กรอบตัวชี้วัด	ขั้นพื้นฐาน	ขั้นพัฒนา	
8	การกอสรางสะพานมีการกำหนดบุคลากรรับผิดชอบเหมาะสมกับงานแตละขั้นตอน เชน การออกแบบประมาณการ การควบคุมงาน การตรวจรับงาน และการบำรุงรักษา	√		
9	ในการกอสรางสะพาน ชางผูควบคุมงาน ไดควบคุมงานสม่ำเสมอ และดำเนินการตามแนวปฏิบัติอยางถูกตอง	√		
10	ในการตรวจรับงานกอสราง ควรจะมีวิศวกรโยธา อย่างนอย 1 คน ร่วมเปนกรรมการตรวจรับ	√		
11	การตรวจรับ/ตรวจการจางงานกอสรางสะพานคณะกรรมการตรวจรับงานได ดำเนินการตรวจรับตามระเบียบพัสดุฯ อยางเครงครัด	√		
12	มีการตรวจสอบประจำ ซึ่งเปนการตรวจสอบเพื่อใหไดขอมูลความเสียหาย และการเสื่อมในโครงสรางหลักของสะพาน	√		
13	มีการตรวจสอบพิเศษ ซึ่งเปนการตรวจสอบดวยวิธีที่ละเอียดกวา หลังจากที่ไดตรวจสอบประจำแลว	√		
14	มีการตรวจสอบฉุกเฉิน เมื่อมีเหตุที่ไมไดคาดหมายที่เกิดขึ้นกับสะพาน เชน อุบัติเหตุหรือภัยธรรมชาติ	√		

ลำดับ	รายละเอียด/กรอบตัวชี้วัด	ขั้นพื้นฐาน	ขั้นพัฒนา	
15	การปฏิบัติงานตรวจสอบสะพาน ควรจะดำเนินการโดยทีมการตรวจสอบซึ่งประกอบดวย เจาหนาที่อยางนอย 2 คน คือ ชาง และพนักงานขับรถ	√		
16	มีแบบฟอรมพรอมขอมูลสะพานที่ชำรุด เสียหาย เพื่อประกอบการซอมแซมปรับปรุงสะพานใหสามารถใชไดอยางแข็งแรง และมีประสิทธิภาพ		√	
17	มีการจัดทำแผนงบประมาณซอมบำรุงเปนประจำทุกป		√	
18	มีการบำรุงรักษาสะพานทั้ง 3 ประการ คือ - การบูรณะ - การเสริมความแข็งแรง - การปรับปรุง		√	
19	มีการสำรวจสะพานที่มีอยูเพื่อรวบรวมจัดทำเปนทะเบียนประวัติโครงสราง สะพาน และสวนประกอบอื่นๆ	√		
20	มีการขึ้นทะเบียนสะพานที่กอ สรางใหมขององคกรปกครองสวนทองถิ่น	√		

ภาคผนวก

องคกรปกครองสวนทองถิ่น.....

ใบแจงการปฏิบัติงานประจำวันงานกอสราง.....

ประจำวันที่ .....เดือน .....พ.ศ. .....

รายการที่	รายละเอียดงาน	สถานที่	ผูควบคุมงาน	เวลา	หมายเหตุ

เสนอ.....

ผูเสนอ.....

ขอเสนอ/ ความเห็น

.....

.....

.....

.....

.....

องคกรปกครองสวนทองถิ่น.....

บันทึกการตอกเสาเข็ม

โครงการ.....

สถานที่กอสราง.....

เจาของโครงการ.....**ผูควบคุมการตอก**.....

ผูรับจาง.....**ผูควบคุมการตอก**.....

ขนาดเสาเข็ม.....ม. ความยาว.....ม. จำนวนทั้งสิ้น.....ตน หมอนรองหนา.....ซม.

ปนจั่นหมายเลข.....ความสูง.....ม. ลูกตุมหนัก.....ตัน ยกสูง.....ซม.

กำหนดใหตอกถึงระดับ.....เสาสงเหล็กยาว.....ม. เจาะนำขนาด.....ลึก.....ม.

ผลิตภัณฑของ.....วันที่ตอก.....

ลำดับการตอกเสาเข็ม			1	2	3	รูปผังเสาเข็ม	
ตำแหนงฐานราก							
รหัสของเสาเข็ม							
วันที่หลอ							
เวลาที่เริ่มตอกเสาเข็ม							
เวลาที่ตอกเสาเข็มแลว เสร็จ							
ระยะเสาเข็ม จม	ดวยน้ำหนักเสาเข็ม						
	ดวยน้ำหนักลูกตุม						
จานวนครงตอก ตอระยะจม 25 ซม.	ความยาวเสาเข็มแตละทอน	11.25~11.50					
		11.50~11.75					
		11.75~12.00					
		12.00~12.25					
		12.25~12.50					
		12.50~12.75					
		12.75~13.00					
		13.00~13.25					
		13.25~13.50					
		13.50~13.75					
		13.75~14.00					ระดับพื้นดิน
	ความยาวเสาสงจากแตละทอน	14.00~14.25				หมายเหตุ	
		14.25~14.50					
		14.50~14.75					
		14.75~15.00					
		15.00~15.25					
		15.25~15.50					
		15.50~15.75					
ตอกนับ 10 ครั้งสุดทาย		ครั้งที่ 1					
		ครั้งที่ 2					
		ครั้งที่ 3					
คาระดับที่ตอกได		PILE TOP					
		PILE TIP					

คาระดับที่กำหนด (PILE CUT OFF)						
เหลือความยาวเสาเข็มสุทธิ (ม.)						
ศูนยเสาเข็มเมื่อตอกแลวเสร็จ	แนวแกน X					
	แนวแกน Y					

องคกรปกครองสวนทองถิ่น.....

แบบฟอรมรายงานประจำวันงานกอสราง.....

ประจำวันที่ .....**เดือน** .....**พ.ศ.** .....

ชื่อโครงการ.....

ที่ตั้งโครงการกอสราง.....ชวง กม. .....-กม. .....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

สัญญาจางเลขที่ .....ลงวันที่ .....เดือน.....พ.ศ. .....

เริ่มสัญญาวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....สิ้นสุดสัญญาวันที่.....เดือน .....พ.ศ. .....

ผูรับจาง (หจก. / บริษัท).....

ลักษณะดินฟาอากาศ.....

.....

งานที่ปฏิบัติ.....

.....

.....

.....

.....

ปญหาอุปสรรค .....

.....

.....

ลงชื่อ..... ตัวแทนผูรับจาง ลงชื่อ.....ชางควบคุมงาน

(.....) (.....)

ตำแหนง.....

	แบบฟอรมการเก็บขอมูลสะพานที่เสียหาย วันที่ทำการสำรวจขอมูล..... ผูบันทึกขอมูล..... รายละเอียดสะพาน.....
.....	
ประเภทสะพาน	☐ Slab Type ☐ Plank Girder Type ☐ อื่นๆ
ประเภทความเสียหาย	.....
การซอมแซม	☐ ปกติ ☐ ตามกำหนดเวลา ☐ พิเศษ ☐ ฉุกเฉิน
กำหนดระยะเวลาซอมแซม.....	
รายละเอียดเพิ่มเติม.(วิธีการซอมบำรุงกำหนดเวลาซอมแซม).....	

แบบฟอรมรูปถายสะพานที่ไดรับความเสียหาย
รูปเลขที่ .....
รูปเลขที่ .....
รายละเอียดเพิ่มเติม..... ....