

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา หรือดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (Delta) บริเวณภาคกลางของประเทศไทย เริ่มจากส่วนยอดของสามเหลี่ยมบริเวณที่เป็นต้นน้ำเจ้าพระยาในเขตตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมืองนครสวรรค์ แผ่ลงมาทางด้านทิศใต้จนจรดอ่าวไทยที่เป็นด้านฐาน ความกว้างของพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาประมาณ 100 กิโลเมตร แต่มีความสูงเฉลี่ยเพียง 2.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เป็นพื้นที่ซึ่งมีการยกตัวของแผ่นดินค่อนข้างต่ำ พื้นที่ที่มีความลาดลงสู่ทะเลต่ำ ทำให้น้ำไหลช้า และแม่น้ำมีความคดเคี้ยว (เกรียงศักดิ์, 2526; Thiramongkol, 1983)

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่แม่น้ำเจ้าพระยาอยู่ในเขตร้อนชื้น (Tropical Monsoon Belt) อุณหภูมิระหว่างช่วงปีไม่แตกต่างกันมากนัก ฤดูฝนเริ่มจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ในฤดูฝนน้ำฝนรวมกับน้ำเหนือที่ไหลหลากทำให้น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาปริมาณสูง จนไหลหลากท่วมพื้นที่สองฝั่งตลิ่งแม่น้ำสูงประมาณ 50 - 100 เซนติเมตร เป็นเวลาประมาณ 4 เดือนเพราะไม่สามารถระบายน้ำลงทะเลได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากภูมิประเทศซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่ม และพื้นที่ที่มีความลาดลงสู่ทะเลต่ำ แต่เมื่อฤดูแล้ง น้ำจะค่อยๆ แห้งหายไป จนถึงแล้งจัดๆ ในบางพื้นที่

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นน้ำลง ขึ้นอยู่กับสภาพทางอุทกศาสตร์ของพื้นที่ริมชายฝั่ง ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำขึ้นและน้ำลงมีค่าสูงประมาณ 2.00 เมตร ข้อมูลที่วัดได้ที่สถานีวัดน้ำที่สันดอนเจ้าพระยา และที่ป้อมพระจุลฯ จังหวัดสมุทรปราการ ดังที่ได้สรุปไว้ในตารางที่ 1

ทิศทาง และความเร็วของกระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบนขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศชายฝั่งและอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งเคลื่อนตัวเข้ามาจากทะเลจีนใต้ ปริมาณน้ำท่าที่ไหลจากแม่น้ำทั้ง 4 สายก็มีผลต่อระดับ และกระแสน้ำในบริเวณปากแม่น้ำด้วยเช่นกัน ข้อมูลของกระแสน้ำที่วัดได้จริงมีจำนวนจำกัด เนื่องจากต้องทำการวัดอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาติดต่อกันหลายวันให้ครอบคลุมไปถึงช่วงเวลาน้ำเกิด และน้ำตาย ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ข้อมูลที่รวบรวมไว้โดยกรมอุทกศาสตร์ จากสถานีวัดกระแสน้ำ 8 แห่งในอ่าวไทยตอนบนได้ถูกนำไปใช้ในการปรับแก้ และเปรียบเทียบกับผลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของน้ำขึ้น น้ำลง (Tide Model) ผลการศึกษาของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบนจากหลายโครงการ พบว่าในช่วงเวลาน้ำขึ้นกระแสน้ำจะมีความเร็วประมาณ 0.25 - 0.40 เมตรต่อวินาที ในขณะที่น้ำลงกระแสน้ำจะเปลี่ยนทิศทาง และมีความเร็วลดลงเหลือประมาณ 0.1 - 0.15 เมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 2-1 ส่วนใหญ่ทิศทางของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงจะอยู่ในแนวทิศทางเหนือ-ใต้ กระแสน้ำบริเวณใกล้ปากแม่น้ำอาจจะมีความเร็วสูงขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณน้ำที่ไหลมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา

ตารางที่ 2-1 ระดับน้ำเฉลี่ยที่สถานีวัดระดับน้ำใกล้พื้นที่โครงการ

สถานีวัดระดับน้ำ		สันดอนเจ้าพระยา		ป้อมพระจุล ๓	
ปีของการตรวจวัด		พ.ศ. 2483-2554		พ.ศ. 2583-2554	
ตำแหน่งสถานี		13° 26' 55" N 100° 35' 55" E		13° 34' 06" N 100° 34' 44" E	
ระดับน้ำ		จาก รทก.	ศูนย์บรรทัดน้ำ	จาก รทก.	ศูนย์บรรทัดน้ำ
น้ำขึ้นสูงสุด	HHWL	+2.55	5.05	+2.52	5.02
น้ำขึ้นเฉลี่ย	MHWS	+1.41	3.91	+1.39	3.89
	MHWN	+0.95	3.45	+0.94	3.44
	MHHW	+1.18	3.68	+1.16	3.66
	MHW	+0.94	3.44	+0.95	3.45
	MLHW	-	-	-	-
น้ำทะเลปานกลาง	MTL	+0.09	2.59	+0.13	2.63
	Local	+0.00	2.50	+0.00	2.50
	MSL				
น้ำลงเฉลี่ย	MHLW	-	-	-	-
	MLW	-0.78	1.72	-0.63	1.87
	MLLW	-1.26	1.24	-1.12	1.38
	MLWN	-0.88	1.62	-0.87	1.63
	MLWS	-1.48	1.02	-1.29	1.21
น้ำลงต่ำสุด	LLWL	-2.46	0.04	-1.79	0.71

ที่มา : ฝ่ายอุทกวิทยา กรมเจ้าท่า (2554)

เมื่อนำข้อมูลของคลื่นมาใช้ในการประมาณการ ปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนตามชายฝั่งตามฤดูกาลต่างๆ ชายฝั่งทะเลด้านเหนือของอ่าวไทยตอนบนจะมีตะกอนเคลื่อนตัวไปทางตะวันออกสำหรับในพื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นดินเลน ซึ่งเกิดจากการตกตะกอนดินเหนียวที่มาจากแม่น้ำเจ้าพระยา ในกรณีของแม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการมีปริมาณตะกอนรวม 6,990,149 ตันต่อปี หรือ 4,992,964 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยจำแนกเป็นปริมาณตะกอนแขวนลอย 616,083 ตันต่อปี หรือ 45.03 ตันต่อตารางกิโลเมตร และปริมาณตะกอนท้องน้ำ 61,608 ตันต่อปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551) การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ในบริเวณต้นน้ำของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยเฉพาะเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ซึ่งสร้างในปี พ.ศ.2508 และ พ.ศ. 2515 ตามลำดับ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกอนในแม่น้ำเจ้าพระยาลดลง จากข้อมูลสถานีวัดน้ำที่จังหวัดนครสวรรค์ และข้อมูลปริมาณการขุดร่องน้ำเดินเรือมายังท่าเทียบเรือกรุงเทพฯ พบว่าตั้งแต่มีการก่อสร้างเขื่อนทั้ง 2 ทำให้ปริมาณตะกอนเฉลี่ยก่อนมีการสร้างเขื่อนที่มีปริมาณ 25,321,017 ตันต่อปี ลดลงเหลือ 6,990,149 ตันต่อปี ภายหลังการสร้างเขื่อน หรือกล่าวได้ว่าปริมาณตะกอนลดลงประมาณร้อยละ 75.00

2.1 สันฐานภูมิประเทศ และทรัพยากรดินพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา

พื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยามีลักษณะเป็นคันดินธรรมชาติ (River Levee) ลักษณะดินพื้นที่ตอนเหนือที่เป็นต้นน้ำเป็นเนื้อดินเหนียวและเนื้อดินจะค่อยๆ ละเอียดยกลงมาทางด้านทิศใต้ที่เป็นปากแม่น้ำ ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ตามลักษณะดินออกได้เป็น 3 ตอน คือ พื้นที่บริเวณต้นแม่น้ำเจ้าพระยาในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ถึงอำเภอเมืองชัยนาท ลักษณะเนื้อดินริมตลิ่งเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) ถึงดินร่วน (Loam) ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผลยืนต้น และเป็นพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กกระจายทั่วไป พื้นที่ตั้งแต่อำเภอเมืองชัยนาทลงมาถึงอำเภอพระนครศรีอยุธยา เนื้อดินริมตลิ่งแม่น้ำเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt Loam) จนถึงดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty Clay) ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชผัก การทำนาข้าว และเป็นพื้นที่ชุมชนขนาดกลางและขนาดใหญ่ พื้นที่ตั้งแต่อำเภอพระนครศรีอยุธยาลงมาถึงปากน้ำเจ้าพระยาที่อำเภอพระประแดง เนื้อดินริมตลิ่งแม่น้ำมีเนื้อเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งถึงดินเหนียวจัด (Heavy Clay) ใช้ประโยชน์เพื่อการทำนาข้าว และเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง ชุมชนหนาแน่น (เฉลี่ย, 2530; เอ็บ, 2533; อภิศักดิ์, 2542 ข)

สันฐานภูมิประเทศที่เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะตลิ่งแม่น้ำที่สำคัญ คือ ตลิ่งริมน้ำบนพื้นที่สันฐานแบบสันดินริมน้ำธรรมชาติ (Natural Levee) บนพื้นที่ราบลุ่มริมน้ำ เพราะอยู่ติดกับตัวลำน้ำ และแม่น้ำจะมีการไหลกัดเซาะลงไปในสันฐานภูมิประเทศแบบนี้ ส่วนสันฐานภูมิประเทศที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ สันฐานภูมิประเทศที่เกิดจากลักษณะการตกตะกอนในลำน้ำ

2.1.1 พื้นที่ราบลุ่มริมน้ำ (River Flooded Plain) ที่ราบลุ่มริมน้ำ หรือที่ราบน้ำท่วมถึง หมายถึงพื้นที่ราบหรือค่อนข้างราบที่มีน้ำท่วมถึงเป็นประจำทุกปี มีลักษณะเป็นแนวยาวขนานไปกับแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่เหล่านี้เกิดจากการทับถมของตะกอนที่กระแสน้ำพามาบนพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย เมื่อสายน้ำไม่สามารถพาวัสดุที่ติดมาด้วยต่อไปได้อีก เพราะความเร็วกระแสน้ำลดลง หรือขนาดของวัสดุโตเกินกว่าจะแขวนลอยไปกับน้ำได้ก็จะเกิดการตกตะกอนทับถมขึ้น การตกตะกอนของวัสดุจะแบ่งได้เป็นสองลักษณะ คือ การตกตะกอนในลำน้ำ และการตกตะกอนบริเวณริมฝั่งลำน้ำ สำหรับการตกตะกอนริมฝั่งลำน้ำ การตกตะกอนแบบนี้จะเกิดในช่วงฤดูน้ำหลากที่มีปริมาณน้ำ และตะกอนที่ถูกพัดพามากับน้ำเป็นจำนวนมาก เมื่อปริมาณน้ำมากเกินกว่าจะไหลไปตามลำรางได้ ก็จะไหลล้นฝั่งออกมาท่วมพื้นที่ด้านข้างลำน้ำ ตะกอนขนาดทรายแป้ง และดินเหนียวที่ติดมากับกระแสน้ำก็จะถูกพาออกไปตกตะกอนนอกตัวลำน้ำ โดยตะกอนขนาดทรายแป้ง และตะกอนขนาดทรายละเอียดจะตกตะกอนบริเวณริมฝั่งเป็นแนวยาวขนานไปกับลำน้ำ เรียกสันฐานภูมิประเทศแบบนี้ว่า สันดินริมน้ำธรรมชาติ (River Levee) ส่วนตะกอนขนาดดินเหนียวจะถูกพาไปตกตะกอนทับถมไกลออกไป ตั้งแต่หลังสันดินริมน้ำเกิดเป็นสันฐานที่เรียกว่าที่ราบน้ำท่วม (Flooded Plain) ความกว้างของสันดินริมน้ำจะมีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอน ความเร็วน้ำ ความลาดชันของท้องน้ำ นอกจากนี้ขนาดของสันดินริมน้ำในแต่ละฝั่งอาจมีความแตกต่างกันออกไปได้ ขึ้นอยู่กับความคดโค้งของลำน้ำ ส่วนพื้นที่ราบน้ำท่วมจะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำมีน้ำท่วมขังในฤดูฝนนาน 4 - 6 เดือน ดินมีการระบายน้ำเลว ปฏิกริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง ดินที่พบเป็นดินตะกอนหลายชนิดปะปนกับประเภทที่มีการระบายน้ำเลว พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่ทำนาข้าว (เฉลิม และมนัส, 2524; เฉลียว, 2530) การกัดเซาะตลิ่งลำน้ำจะเกี่ยวข้องกับสันฐานภูมิประเทศแบบสันดินริมน้ำธรรมชาติเป็นอย่างมาก

2.1.2 สันฐานภูมิประเทศที่เกิดจากลักษณะการตกตะกอนในลำน้ำ เป็นการตกตะกอนทับถมของตะกอนในขณะที่ทางน้ำเหวี่ยงตัวไปตามความโค้งของลำน้ำ เนื่องจากความเร็วของกระแสน้ำบริเวณโค้งน้ำจะมีความแตกต่างกัน โดยกระแสน้ำด้านโค้งนอกจะมีความเร็วสูง เพราะมีความเร่งหนีศูนย์กลางร่วมกับแรงเหวี่ยงของกระแสน้ำทำให้เกิดการกัดเซาะฝั่งด้านโค้งนอกได้ ส่วนโค้งน้ำด้านในนั้นความเร็วของกระแสน้ำจะลดลงทำให้เกิดการตกตะกอนของวัสดุที่น้ำพัดพามา ตะกอนส่วนใหญ่เป็นขนาดทรายเกิดเป็นสันฐานภูมิประเทศขนาดเล็กเรียกว่าหาดยื่น (Point Bar) นอกจากนี้ยังอาจพบลักษณะสันฐานที่เรียกว่าสันดอนทราย หรือฟีดสันทรายใต้ (Sand Bar) เกิดขึ้นในบริเวณน้ำตื้นกลางลำน้ำ เนื่องจากกระแสน้ำพัดพาเอาทรายมารวมกันเกิดเป็นเนินตะกอนบริเวณที่น้ำตื้นบริเวณนี้อาจพบเศษเปลือกหอย กรวดโคลน รวมอยู่ด้วย (คณะอนุกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา, 2530) พื้นที่ทั้งหาดยื่น และสันดอนทรายเป็นสันฐานภูมิประเทศที่เกิดจากการตกตะกอนทับถมขนาดเล็กในตัวลำน้ำ วัสดุส่วนใหญ่เป็นตะกอนขนาดทราย และมีน้ำท่วมทั้งในฤดูน้ำหลากจึงมีพืชพันธุ์ขึ้นปกคลุมน้อย การใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้เป็นพื้นที่สันหนาทหาร หรือที่พักผ่อนหรือเป็นแหล่งทรายก่อสร้าง แต่หลายพื้นที่ลักษณะของหาดยื่น และสันดอนทรายเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือหรือการคมนาคมทางน้ำ ลักษณะของการตกตะกอนในลำน้ำนอกจากจะบ่งบอกถึงความเร็วของกระแสน้ำแล้วยังบ่งบอกถึงความมากน้อยของการชะล้างพังทลายบริเวณต้นน้ำอีกด้วย เพราะบริเวณต้นน้ำที่มีการชะล้างพังทลายมากจะมีตะกอนมากับกระแสน้ำ และตกตะกอนในลำน้ำมากตามไปด้วย

ลักษณะธรณีสันฐานภูมิประเทศมีผลต่อการกัดเซาะที่ดินริมตลิ่งเช่นกัน โดยเฉพาะการกัดเซาะบริเวณโค้งของแม่น้ำ ความรุนแรงของการกัดเซาะยังขึ้นกับลักษณะความโค้ง และรูปแบบความโค้งของแม่น้ำ (อภิศักดิ์, 2543) เสถียร (2553) กล่าวว่ารูปร่างความคดเคี้ยวของลำน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกัดเซาะ ลำน้ำที่มีความคดเคี้ยวมากการกัดเซาะจะเป็นไปอย่างรุนแรง

- ลำน้ำตรง (Straight Channels) การไหลของกระแสน้ำในลำน้ำตรงทำให้เกิดหน่วยแรงเฉือนขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างผิวดินและน้ำ ซึ่งเรียกหน่วยแรงเฉือนดังกล่าวว่า หน่วยแรงเฉือนที่ขอบ (Boundary Shearing Stress) ซึ่งขนาดของหน่วยแรงเฉือนขึ้นอยู่ด้วยความเร็วของกระแสน้ำ รูปร่างของหน้าตัด ความลาดเอียงและระดับความลึกในลำน้ำ

- ลำน้ำที่ไม่สม่ำเสมอ (Irregular Channels) ลำน้ำที่มีความไม่สม่ำเสมอ (เช่น ลำน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของหน้าตัด การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของลำน้ำ) ทำให้เกิดการไหลของกระแสน้ำรอง ซึ่งการไหลดังกล่าวทำให้การไหลตามยาวในลำน้ำหรือการไหลหลักเกิดการปั่นป่วน ส่งผลต่อการกระจายของค่าหน่วยแรงเฉือนที่ขอบ

สำหรับธรณีสันฐานภูมิประเทศแม่น้ำเจ้าพระยาที่ส่งผลต่อการกัดเซาะที่ดินริมตลิ่ง สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

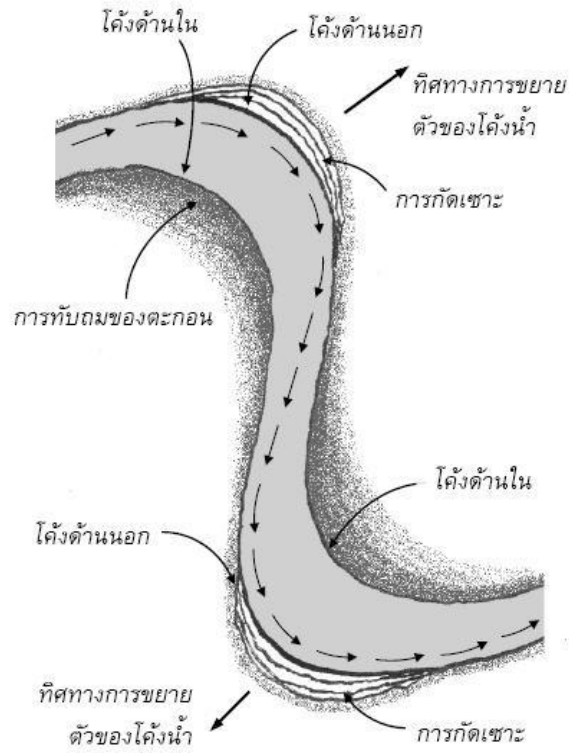
1. พื้นที่ตั้งแต่อำเภอเมืองนครสวรรค์ลงมาถึงอำเภอเมืองชัยนาท พื้นที่บริเวณนี้ลักษณะและทิศทางการไหลของแม่น้ำจะถูกควบคุมโดยโครงสร้างธรณีวิทยาแบบรอยโค้งงอ (Fold System) และรอยเลื่อน (Fault System) ที่มีแนวเทือกเขาประกบฝั่งแม่น้ำทั้งสองด้าน กระแสน้ำมีความเร็วสูงเนื่องจากท้องน้ำมีความลาดเทค่อนข้างมาก หรือประมาณ 1:2 ถึง 1:5 (กรมเจ้าท่า, 2553)

2. พื้นที่ตั้งแต่อำเภอเมืองชัยนาทถึงอำเภอพระนครศรีอยุธยา แม่น้ำมีการไหลแบบค่อนข้างอิสระความเร็วของกระแสน้ำค่อนข้างมาก กัดเซาะลงบนฐานดินโครงสร้างแบบพื้นที่ราบ แม่น้ำช่วงนี้มีความคดเคี้ยว และมีโค้งแม่น้ำจำนวนมาก หลายบริเวณมีการตกตะกอนเป็นเกาะกลางน้ำ หรือสันดอน มีผลทำให้แม่น้ำเปลี่ยนทิศทางอยู่เสมอ เพราะน้ำไหลไม่สะดวกจึงเกิดสาขาของแม่น้ำ เช่น แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำในช่วงนี้ได้สร้างฐานภูมิประเทศทั้งคันดินธรรมชาติ (River Levee) และที่ราบน้ำท่วม (Flood Plain) ขึ้นมาใหม่

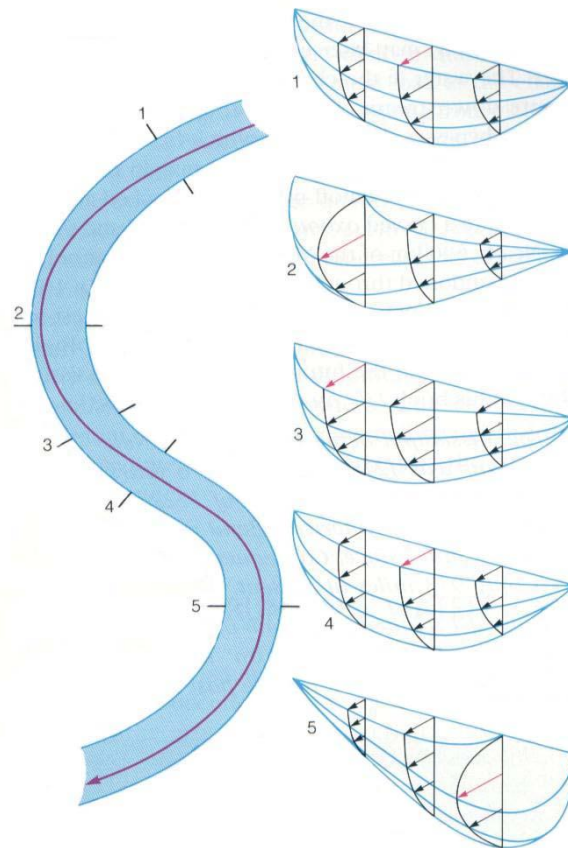
3. พื้นที่ตั้งแต่อำเภอพระนครศรีอยุธยาถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอพระประแดง แม่น้ำมีการกัดเซาะลงบนฐานดินโครงสร้างแบบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (Delta) พื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ ความลาดเทตื้นชันน้อยมาก และกระแสน้ำไหลช้าประกอบกับพื้นที่ช่วงนี้มีชุมชนอาศัยริมฝั่งแม่น้ำค่อนข้างมาก มีกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากธรรมชาติ เช่น มีการสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งในรูปแบบต่างๆ และใช้แม่น้ำในการเดินเรือทำให้เกิดคลื่น และกระแสน้ำมีการไหลวน

2.2 สาเหตุของการกัดเซาะตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำ

การกัดเซาะตลิ่งริมฝั่งน้ำส่วนใหญ่ เกิดจากความเร็วของกระแสน้ำที่มีความเร็วสูงบริเวณโค้งด้านนอกของลำน้ำ เมื่อน้ำไหลผ่านโค้งน้ำจะเกิดแรงสู่ศูนย์กลางขึ้น ทำให้เกิดการยกกระดกของผิวหน้าบริเวณโค้งด้านนอก และลดระดับที่บริเวณโค้งด้านใน การที่ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้ทำให้เกิดการไหลในแนวขวางกับหน้าตัดลำน้ำ และมีลักษณะหมุนวน การหมุนวนนี้ทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณโค้งด้านนอกของตลิ่งลำน้ำ และพัดพาตะกอนมาทับถมเป็นเนินทรายบริเวณโค้งด้านใน (เสถียร, 2552) ดังแสดงในภาพที่ 2.2-1 อภิสิทธิ์ (2530) และ Hamblin (1982) เสนอว่าการกัดเซาะของตลิ่งลำน้ำด้านโค้งนอกเกิดจากการที่กระแสน้ำบริเวณโค้งด้านนอกมีการไหลเร็ว และมีการไหลแบบหมุนวนจึงมีแรงตกกระทบและแรงดึงวัสดุที่อยู่ด้านโค้งนอกของลำน้ำให้หลุดออก และพัดพาไปจากบริเวณโค้งด้านนอกของลำน้ำ ลำน้ำช่วงที่มีลักษณะตรง ความเร็วของกระแสน้ำที่ไหลในร่องน้ำมีความเร็วสม่ำเสมอทั้งหน้าตัดลำน้ำ ส่วนบริเวณโค้งลำน้ำ กระแสน้ำที่ไหลด้านโค้งนอกจะมีความเร็วสูงมาก ทำให้มีแรงตกกระทบ กัดเซาะวัสดุต่างๆ ให้แตกออกจากกัน และสามารถพัดพาเอาวัสดุเหล่านั้นออกไปจากตลิ่งบริเวณโค้งด้านนอกได้ดี ในขณะที่บริเวณโค้งด้านในกระแสน้ำมีความเร็วลดลงอย่างมากทำให้ความสามารถในการพัดพาตะกอนน้อยลง จึงเกิดการตกตะกอนของวัสดุที่น้ำพัดพามา ลักษณะรูปร่างลำน้ำและความเร็วกระแสน้ำแสดงในภาพที่ 2.2-2



ภาพที่ 2.2-1 ลักษณะการกัดเซาะและการทับถมบริเวณโค้งลำน้ำ (เสถียร, 2552)



ภาพที่ 2.2-2 ลักษณะรูปร่างลำน้ำและความเร็วกระแสน้ำ (Hamblin, 1982)

การกัดเซาะตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา มีสาเหตุทั้งจากธรรมชาติของการไหลของน้ำในแม่น้ำ และผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ โดยการสร้างเขื่อนกันตลิ่ง หรือเขื่อนกันทรายในแม่น้ำ การขุดทรายจากแม่น้ำ และจากคลื่นเรือที่ใช้ในการคมนาคมขนส่ง (Pezedwojski *et al.*, 1995) เสถียร (2553) กล่าวว่า การกัดเซาะตลิ่งเกิดขึ้น เมื่อแรงกัดเซาะเนื่องจากการไหลของกระแสน้ำเกินกว่าแรงต้านทานของดินริมตลิ่งทำให้เม็ดดินถูกพัดพาไหลหลุดออกมา และนำไปสู่การพังทลายของตลิ่ง สาเหตุการกัดเซาะของตลิ่งที่สำคัญสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. การกัดเซาะเนื่องจากการไหลของกระแสน้ำ (Erosion by Current Flow) ความรุนแรงของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณการไหลของน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ ขนาดและความลาดเอียงของลำน้ำ

2. การกัดเซาะเนื่องจากคลื่น (Erosion by Wave Action) คลื่นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการกัดเซาะขึ้นในลำน้ำโดยเฉพาะในบริเวณลาดตลิ่ง โดยเฉพาะคลื่นที่เกิดจากเรือ (Boat-Generated Waves) เกิดขึ้นจากการสัณจรของเรือในลำน้ำ ความรุนแรงของคลื่นขึ้นอยู่กับประเภทรูปร่าง ขนาด และความเร็วของเรือ รวมทั้งขนาดและรูปร่างของลำน้ำด้วย

3. การกัดเซาะทางกล (Erosion by Mechanical Action) สาเหตุการกัดเซาะทางกลมีอยู่หลายประเภท ตัวอย่าง เช่น การกระทบของเรือเมื่อเรือเทียบฝั่งรวมทั้งการฝังหมุดเพื่อยึดเรือ การขยายและหดตัวของดินสลับกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเกิดขึ้นจากการที่ดินมีสภาพชุ่มน้ำและแห้งสลับกัน ผลทำให้ดินเกิดการล้าตัวและหลุดร่อน การกัดเซาะเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ การกัดเซาะประเภทนี้ได้แก่ การสร้างสิ่งก่อสร้าง เช่น สะพานฝายน้ำล้น ท่าเทียบเรือ สิ่งก่อสร้างเหล่านี้ทำให้เกิดผลกระทบกับลำน้ำและเกิดการกัดเซาะตลิ่งขึ้นได้ นอกจากนี้การสร้างสิ่งก่อสร้าง และโครงสร้างทางวิศวกรรมต่างๆ ที่มีน้ำหนักมากบนที่ดินริมตลิ่งก็อาจทำให้ดินตอนล่างเกิดการเคลื่อนไหล ทำให้ที่ดินริมตลิ่งเกิดการทรุดตัว และเกิดการพังทลายของตลิ่งตามมา

4. การกัดเซาะเนื่องจากการซึมผ่านของน้ำในมวลดิน (Erosion Due to Seepage) การซึมผ่านนี้ทำให้เกิดแรงดันน้ำในมวลดิน ซึ่งสามารถกัดเซาะเม็ดดินออกเป็นโพรง (Piping) ได้

5. การกัดเซาะเนื่องจากการไหลของน้ำผิวดิน (Erosion due to Surface Runoff) การกัดเซาะในกรณีนี้เกิดขึ้น เมื่อปริมาณน้ำฝนสูงกว่าอัตราการซึมได้ของน้ำในดิน ทำให้เกิดการไหลหลากของน้ำบนผิวดิน การที่น้ำผิวดินไหลผ่านตลิ่งอาจทำให้น้ำผิวดินเกิดการกัดเซาะขึ้นได้ การปลูกหญ้าหรือพืชคลุมตลิ่งจะทำให้ความรุนแรงของการกัดเซาะในลักษณะนี้ลดน้อยลงได้

ปัจจัยหลักที่ส่งเสริมการกัดเซาะที่ดินริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยามี 3 ประการ คือ ปริมาณและรูปแบบการตกของฝน ปริมาณและรูปแบบการไหลของน้ำในแม่น้ำ และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากสภาวะโลกร้อน

1. ปริมาณและรูปแบบการตกของฝน ปกติพื้นที่ตอนล่างของกลุ่มน้ำทั่วไปจะมีความสมดุลของการไหลของน้ำจืดที่จะผลักดันน้ำทะเลให้ออกไปพ้นจากปากลำน้ำ โดยบริเวณที่ปะทะกันระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเล หรือบริเวณที่เป็นพื้นที่น้ำกร่อยในแต่ละกลุ่มน้ำจะมีความกว้างแตกต่างกัน ในกลุ่มน้ำที่มีน้ำจืดปริมาณมากน้ำจืดจะผลักดันน้ำเค็มออกไปพ้นจากปากแม่น้ำได้ แต่ถ้าปีใดเกิดสภาวะฝนแล้งปริมาณฝนน้อยกว่าน้ำเค็มจะไหลย้อนกลับเข้าสู่ลำน้ำทำความเสียหายต่อระบบนิเวศ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และการเกษตรในพื้นที่ปากลำน้ำ (ณัฐฐา, 2547) ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาหากปีใดมีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 1,300 มิลลิเมตร ปัญหาความเค็มของดินจะรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากการชะล้างเกลือจากดินชั้นรากพืชด้วย

น้ำฝนจะเกิดขึ้นน้อยมาก การรुकูล้ำของน้ำทะเลเข้ามาในพื้นที่ปากลำน้ำทำลายระบบนิเวศน้ำกร่อย และระบบนิเวศน้ำจืดของกลุ่มน้ำ

2. ปริมาณและรูปแบบการไหลของน้ำในแม่น้ำ ถ้าปีใดปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาน้อยจะส่งผลให้เกิดปัญหาการรुकูล้ำของน้ำเค็มเข้ามาในแผ่นดินมากขึ้น จากการตรวจวัดค่าความเค็มล่าสุดในแม่น้ำสายหลักสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำบางปะกง ของกรมชลประทาน (2552) พบว่า แม่น้ำเจ้าพระยานั้นเป็นแม่น้ำที่มีปัญหาความเค็มรुकูล้ำเป็นลำดับสองรองจากแม่น้ำบางปะกง การรुकูล้ำของน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาถูกบริหารจัดการโดยกรมชลประทานจากเขื่อนเจ้าพระยา เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เพื่อป้องกันความเสียหายของระบบนิเวศภาคกลาง และการนำน้ำจืดมาใช้ทำประปาในเขตเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร ส่วนรูปแบบการไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาจะผันแปรไปตามการขึ้นลงของน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งมีลักษณะการขึ้นลง 2 ครั้งในรอบ 24 ชั่วโมง (Semi-Diurnal Tides) การขึ้นลงของน้ำทะเลมีอิทธิพลทำให้น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาขึ้นลงตามไปด้วยเป็นระยะทาง 30 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ แต่ขึ้นกับปริมาณน้ำจืดที่ไหลในแม่น้ำ ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำขึ้น และน้ำลงบริเวณปากน้ำเจ้าพระยา ทั้งช่วงน้ำเกิด และน้ำตาย ส่วนใหญ่จะมีค่าไม่เกิน 2.00 เมตร

3. การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากสภาวะโลกร้อน สภาวะโลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของโลก และระดับน้ำในทะเลและมหาสมุทรต่างๆ โดยระดับน้ำทะเลอาจเพิ่มสูงขึ้นกว่าปัจจุบันอย่างน้อย 90 เซนติเมตรในอีก 100 ปีข้างหน้า ชายฝั่งบริเวณอ่าวไทยตอนบนอาจได้รับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากปัญหาสภาวะโลกร้อน เพราะเป็นพื้นที่ต่ำสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเพียง 2.00 ถึง 3.00 เมตร บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนที่ประสบปัญหารุนแรง คือ กรุงเทพมหานคร และบริเวณใกล้เคียง ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นจากสภาวะโลกร้อนจะทำให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะอย่างรุนแรง บริเวณชะวากทะเล (Estuary) ซึ่งเป็นพื้นที่ต่ำจะจมลง และถูกกัดเซาะมากขึ้น บริเวณปากแม่น้ำจะเกิดการผันแปรของน้ำขึ้นน้ำลง และมีการรुकูล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ลำน้ำ (Vongvisessomjai, 2006) เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อการดำรงชีวิตของพืช และสัตว์ การเพิ่มของระดับน้ำทะเลเป็นสาเหตุนำไปสู่การเคลื่อนตัวของน้ำเค็มสู่แผ่นดิน ส่งผลกระทบต่อชุมชนที่ต้องพึ่งพาแหล่งน้ำจืดและน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ยังพบว่าการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ของกรุงเทพมหานครยังทำให้แผ่นดินทรุดตัวลงประมาณปีละ 3 - 5 เซนติเมตร ระดับน้ำทะเลสัมผัสเพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มนี้สูงขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละปี (กรมแผนที่ทหาร, 2549) พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาก็อาจเกิดปัญหาแผ่นดินทรุดตัวมากขึ้น

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยประเมินไว้ในรายงานการศึกษาเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการแห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยว่า มีสิ่งชี้ชัดในเรื่องความเป็นไปได้ของสภาวะการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ และอุทกภัยที่ถี่ขึ้นและรุนแรงยิ่งขึ้นในพื้นที่ราบลุ่ม เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของระดับน้ำในมหาสมุทรที่สูงขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน ที่มีพื้นที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลเพียง 1 เมตรเท่านั้น ระดับการรुकูล้ำของน้ำเค็มจะเข้ามาในพื้นที่ลำน้ำได้ถึง 30 กิโลเมตร ส่งผลกระทบรุนแรงต่อพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความอ่อนไหวต่อความสมดุลของน้ำจืด และน้ำเค็มในพื้นที่ และยังเสี่ยงต่อความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำล้นตลิ่งและอุทกภัย ที่จะก่อความเสียหายกับระบบสาธารณสุขโลก ที่อยู่อาศัยของคนจำนวนมาก รวมถึงผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจที่จะตามมา (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2551)

2.3 ปัจจัยที่ควบคุมเสถียรภาพของตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำ

ปัจจัยที่ควบคุมเสถียรภาพของตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำได้แก่ ลักษณะฐานลำน้ำ ทิศทางการพังทลายและความเร็วของกระแสน้ำ การไหลของน้ำใต้ดิน สิ่งก่อสร้างริมตลิ่งหรือน้ำหนักที่กดทับ และคุณสมบัติของดินริมตลิ่ง (Knighton, 1984; Neill and Yaremko, 1989) Peterson (1996) รายงานว่าลักษณะของดินริมตลิ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อลักษณะและความรุนแรงของการกัดเซาะตลิ่ง โดยจำแนกลักษณะของดินริมตลิ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ดินที่มีแรงยึดเหนี่ยว เช่น ดินเหนียว มีความสามารถในการยอมให้น้ำใต้ดินไหลผ่านได้น้อย และระบายน้ำได้ช้า ในสภาวะที่ระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็วตลิ่งจึงไม่มั่นคง และอาจเกิดการพังทลายลงได้ เนื่องจากน้ำใต้ดินถูกขังอยู่ภายใน และดินริมตลิ่งจะอมน้ำไว้จนมีน้ำหนักมาก การยึดเหนี่ยวกันเองของอนุภาคดินลดลง จึงมีการเลื่อนไถลออกจากกัน การเลื่อนไถลแบบนี้เป็นการพัฒนาเอาดินไปเป็นจำนวนมากและรวดเร็ว ความสูงของตลิ่งเป็นปัจจัยกำหนดความมั่นคงของการพังทลายของตลิ่งประเภทนี้ เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับตลิ่งที่เป็นดินแบบไม่มีแรงยึดเหนี่ยวในระดับความสูงเท่ากัน ตลิ่งที่ดินมีแรงยึดเหนี่ยวจะค่อนข้างมีความมั่นคงน้อยกว่า

2. ดินที่ไม่มีแรงยึดเหนี่ยว เช่น ทราย และทรายปนดินร่วน มักจะเกิดการกัดเซาะตลิ่งที่ผิวหน้า (Surface Erosion) เป็นผลให้สูญเสียหน้าดินไปอย่างช้าๆ เมื่อพิจารณาจากขนาดเม็ดทรายจะพบว่าทรายเม็ดละเอียดระบายน้ำได้ช้า ตลิ่งจึงมีโอกาสเลื่อนพังทลายได้ง่าย เมื่อดินริมตลิ่งมีความอิ่มตัวด้วยน้ำ และระดับน้ำในแม่น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ความดันน้ำในช่องว่างในดินริมตลิ่งจะเพิ่มขึ้น ทำให้ทรายเริ่มมีการเคลื่อนตัว และมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติให้มีลักษณะคล้ายของเหลวแล้วไหลลงมากองที่ด้านฐานตลิ่ง

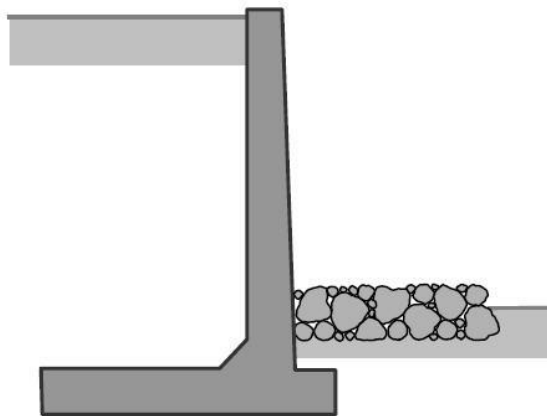
3. ดินที่มีขนาดอนุภาคต่างกันแยกชั้น (Stratified Bank) เช่น ดินร่วนเรียงสลับชั้นกับทราย ตลิ่งประเภทนี้จะมีการกัดเซาะที่ซับซ้อน ชั้นที่ไม่มีแรงยึดเหนี่ยว เช่น ทรายจะปรากฏการกัดเซาะที่ผิวหน้า น้ำจะพัดพาทรายออกไปเป็นโพรง จนโพรงมีขนาดกว้างและใหญ่ขึ้น ดินตอนบนที่มีน้ำหนักมากจะทรุดตัวลงเป็นบริเวณกว้าง การพังทลายของตลิ่งประเภทนี้ยังอาจเกิดจากการไหลเซาะของน้ำใต้ดินร่วมด้วย

2.4 แนวทางการจัดการ และป้องกันแก้ไขปัญหาการกัดเซาะตลิ่งแม่น้ำ

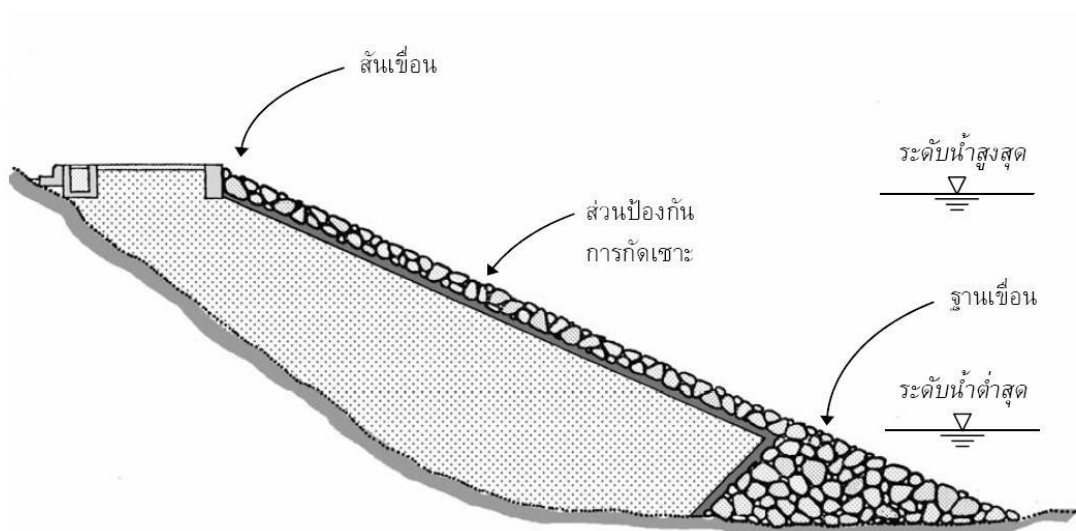
มาตรการในการจัดการปัญหา หรือบรรเทาความเสียหายจากการพังทลายของตลิ่งมีอยู่หลายมาตรการด้วยกัน ทั้งมาตรการในเชิงรุกและเชิงรับ เช่น การกำหนดระยะถอยร่น การอพยพประชาชน หรือรื้อสิ่งก่อสร้างออกจากพื้นที่ความเสียหาย การเปลี่ยนเส้นทางแม่น้ำ การขุดลอกแม่น้ำ การสร้างโครงสร้างป้องกันตลิ่ง เช่น เขื่อนหินทิ้ง เขื่อนคอนกรีต และการใช้วัสดุประเภทไม้ไผ่ หรือไม้ยูคา ไม้ค้ำยันป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง เสถียร (2552) รายงานว่ามาตรการที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และเป็นที่ยอมรับนำมาใช้ปฏิบัติแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การป้องกันตลิ่งโดยการเสริมสร้างเสถียรภาพให้กับตลิ่ง ซึ่งที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี ดังนี้

- (1) การป้องกันโดยใช้เขื่อนป้องกันตลิ่ง เขื่อนป้องกันตลิ่งเป็นสิ่งก่อสร้างที่วางตัวขนานไปกับแนวตลิ่งเพื่อทำหน้าที่ป้องกันตลิ่งไม่ให้เกิดความเสียหายจากการกัดเซาะของกระแสน้ำ หรือคลื่นตลอดจนความเสียหายจากการขาดเสถียรภาพของตัวตลิ่งเอง การก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งเป็นการ

ป้องกันการพังทลายของตลิ่งที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง เนื่องจากการก่อสร้างที่ไม่มีข้อจำกัดต่อสภาพพื้นที่ ไม่ต้องอาศัยเทคนิคการก่อสร้างชั้นสูง ค่าดูแลรักษาต่ำ การป้องกันโดยใช้เขื่อนป้องกันตลิ่ง รูปแบบวิธีป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้แก่ เขื่อนคอนกรีตหรือกำแพงป้องกันตลิ่ง (Seawall) (ภาพที่ 2.4-1) และกำแพงป้องกันตลิ่งหินทิ้ง (Revetment) (ภาพที่ 2.4-2) ซึ่งรูปแบบโครงสร้างเหล่านี้จะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หินทิ้ง หรือไม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ แหล่งวัสดุก่อสร้าง สภาพธรณีวิทยาฐานราก วิธีการก่อสร้าง รูปแบบและวิธีการข้างต้น สามารถป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งได้ดี และมีการก่อสร้างมาแล้วทั้งในและนอกประเทศ อย่างไรก็ตามการสร้างกำแพงป้องกันตลิ่งหินทิ้งจะต้องมีพื้นที่ลาดเทพอที่จะทำการวางเรียงหิน แต่ตลิ่งลำน้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่เป็นตลิ่งที่มีความชันเกือบตั้งฉาก ดังนั้นกำแพงป้องกันตลิ่งแบบคอนกรีตจึงมีความเหมาะสมกับพื้นที่ตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยามากกว่าโครงสร้างแบบอื่นๆ

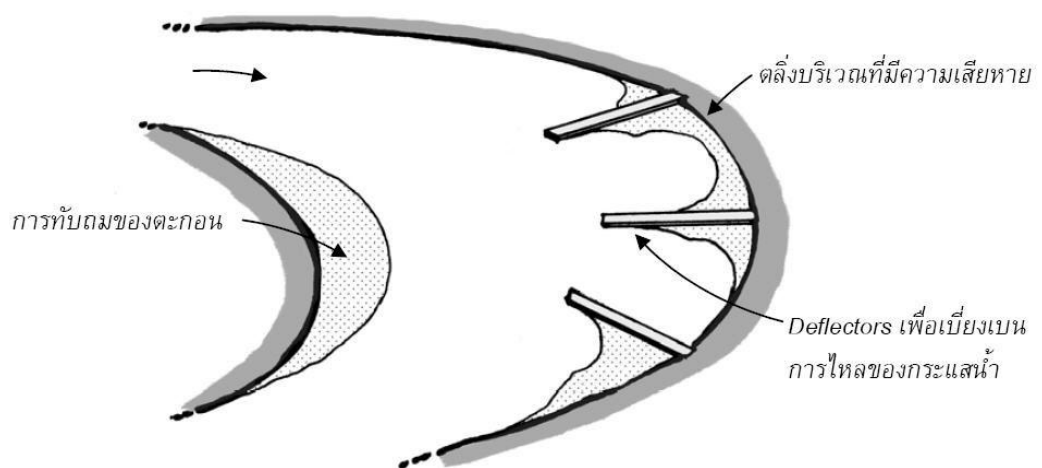


ภาพที่ 2.4-1 ลักษณะเขื่อนคอนกรีตหรือกำแพงป้องกันตลิ่ง (Seawall) (เสถียร, 2552)



ภาพที่ 2.4-2 ลักษณะกำแพงป้องกันตลิ่งหินทิ้ง (Revetment) (เสถียร, 2552)

(2) การป้องกันโดยใช้โครงสร้างเบี่ยงเบนการไหลของกระแสน้ำ การป้องกันตลิ่งวิธีนี้กระทำได้โดยก่อสร้างโครงสร้างประเภท Deflectors ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ยื่นล้ำเข้าไปในลำน้ำเพื่อเบี่ยงเบนและชะลอการไหลของกระแสน้ำ ตัวอย่างของโครงสร้างประเภทนี้ได้แก่ รอด (Dikes) ดังแสดงในภาพที่ 2.4-3 การป้องกันตลิ่งโดยวิธีนี้ต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ โดยเฉพาะการกำหนดขนาด ตำแหน่ง ระยะห่าง และมุมเอียงกับแนวตลิ่ง เพราะการก่อสร้างโครงสร้างประเภทนี้จะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของกระแสน้ำ อาจเกิดการกัดเซาะในบริเวณที่ไม่ได้คาดหมายได้



ภาพที่ 2.4-3 รอดักทรายบริเวณทางโค้งริมฝั่งแม่น้ำ (เสถียร, 2552)

(3) การป้องกันโดยวิธีธรรมชาติ การป้องกันตลิ่งโดยวิธีธรรมชาติเป็นการอาศัยธรรมชาติช่วยในการป้องกันการพังทลายของตลิ่ง เช่น การปรับปรุงปริมาณตะกอนในลำน้ำ และการปลูกพืชป้องกันลาดตลิ่ง การป้องกันตลิ่งโดยวิธีธรรมชาตินี้เป็นการป้องกันตลิ่งแบบไม่ถาวร ค่าใช้จ่ายเริ่มแรกต่ำเมื่อเทียบกับการป้องกันตลิ่งชนิดอื่น แต่จะต้องมีการดูแลรักษาอยู่ตลอดเวลา ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือต้องใช้ระยะเวลาเพื่อให้พันธุ์ไม้เจริญเติบโตจนสามารถป้องกันตลิ่งได้

ซึ่งในแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมที่แตกต่างกันไปแล้วแต่กรณี องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการพิจารณาความเหมาะสมของการป้องกันในแต่ละวิธีนั้น ประกอบด้วย สภาพลำน้ำ ความเสียหายของตลิ่ง สภาพแวดล้อม วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นเทคนิคการก่อสร้าง วัตถุประสงค์ ประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม และงบประมาณของโครงการ