

1.5 ชนิดของเขื่อนป้องกันตลิ่ง

เขื่อนป้องกันตลิ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 ชนิด ได้ดังนี้

(1) เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง (Slope Bank Protection)

(2) เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง (Vertical Bank Protection)

(3) เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดอาศัยธรรมชาติ (Natural Bank Protection)

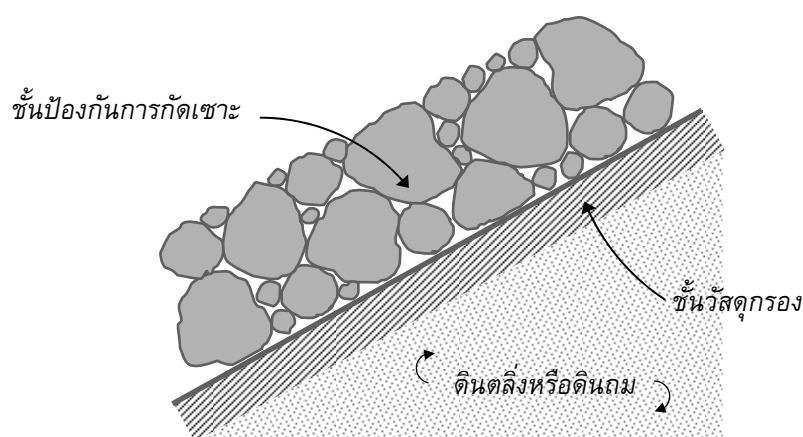
การพิจารณาเลือกรูปแบบของเขื่อนป้องกันตลิ่งต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ออกแบบ รวมทั้งข้อมูลอื่นๆ ประกอบ เช่น ข้อมูลทางด้านชลศาสตร์และปฐพีกลศาสตร์ สภาพของลำน้ำและแหล่งวัสดุ เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสวยงามทางด้านสถาปัตยกรรมและประโยชน์ใช้สอยอีกด้วย

1.5.1 เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง

เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง เป็นการป้องกันตลิ่งโดยการถมด้วยวัสดุที่คัดเลือกแล้ว จนกระทั่งมีความลาดเอียงที่พอเหมาะทำให้ตลิ่งมีความมั่นคงแข็งแรง ความลาดเอียงของเขื่อน (อัตราส่วนระยะแนวตั้งต่อระยะแนวราบ) โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 1:2 ถึง 1:3 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินริมตลิ่งและวัสดุถม หลังจากนั้นจึงทำการปูทับด้วยโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งหรือ Revetment เขื่อนชนิดนี้สามารถดำเนินการก่อสร้างได้ง่าย ไม่ต้องอาศัยช่างฝีมือและราคาก่อสร้างไม่สูงนัก แต่ถ้าตลิ่งมีความสูงมากจะทำให้ลาดของตัวเขื่อนยื่นล้ำเข้าไปในลำน้ำมาก อันอาจเกิดปัญหาในการใช้ลำน้ำได้ ตัวอย่างของเขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียงแสดงในรูปที่ 16

1.5.1.1 โครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่ง

โครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งมีหน้าที่ป้องกันตลิ่งจากการกัดเซาะเนื่องจากคลื่นและกระแสน้ำ โดยทั่วไปโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ชั้นป้องกันการกัดเซาะ (Armour Layer) และชั้นวัสดุกรอง (Filter Layer) ดังแสดงในรูปที่ 18



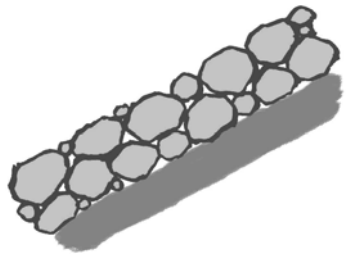
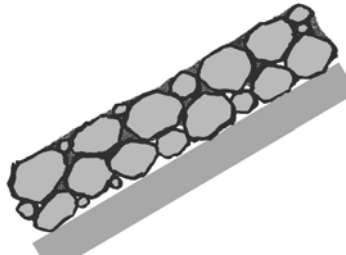
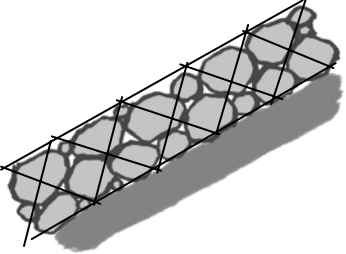
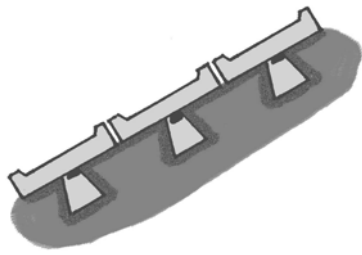
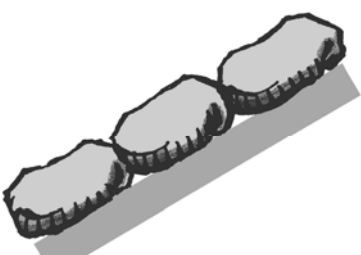
รูปที่ 18: โครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่ง

(1) **ชั้นป้องกันการกัดเซาะ** ชั้นป้องกันการกัดเซาะเป็นโครงสร้างที่ป้องกันตลิ่งจากการกัดเซาะซึ่งเกิดจากคลื่นและกระแสน้ำโดยตรง ผู้ออกแบบต้องออกแบบให้ชั้นป้องกันการกัดเซาะสามารถรับแรงกระแทกจากคลื่นและกระแสน้ำและมีความแข็งแรงทนต่อการสึกกร่อนได้ดี รวมทั้งต้องมีน้ำหนักมากพอที่จะไม่ถูกกระแสน้ำพัดพาหลุดออกไปได้ รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างของวัสดุที่ใช้ทำชั้นป้องกันการกัดเซาะ วัสดุที่นิยมใช้กันมากคือหินเรียง เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ราคาถูก และสะดวกในการก่อสร้าง

(2) **ชั้นวัสดุกรอง** การที่วัสดุในชั้นป้องกันการกัดเซาะมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดดินริมตลิ่งหรือดินถมมาก ทำให้เม็ดดินริมตลิ่งดังกล่าวสามารถหลุดออกตามช่องว่างของชั้นป้องกันการกัดเซาะได้ จึงจำเป็นต้องมีชั้นวัสดุกรองซึ่งเป็นชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นป้องกันการกัดเซาะกับดินตลิ่งหรือดินถมกรองเม็ดดินของดินริมตลิ่งไม่ให้ไหลหลุดออกมา ในการออกแบบชั้นวัสดุกรองต้องพิจารณาถึงขนาดและความหนาของชั้นวัสดุกรองจากขนาดของเม็ดดินและขนาดของชั้นป้องกันการกัดเซาะ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านเพื่อลดแรงดันของน้ำ วัสดุที่นิยมใช้ทำวัสดุกรองได้แก่ หินหรือกรวดคละ และแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile)

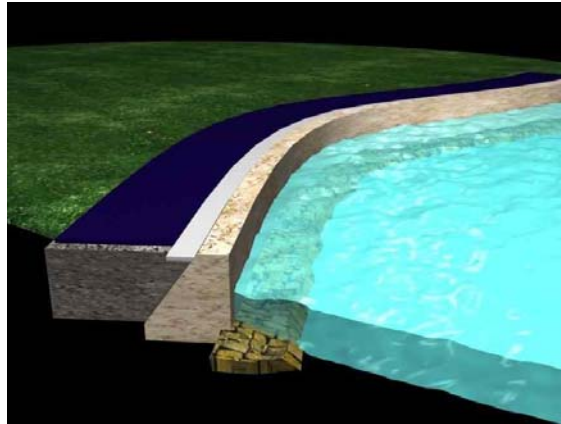
1.5.2 เชื้อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง

การก่อสร้างเชื้อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียงในลำน้ำที่แคบหรือตลิ่งมีความสูงชันมาก อาจไม่เป็นการเหมาะสม เนื่องจากลาดของตัวเชื้อนจะยื่นล้ำเข้าไปในลำน้ำมาก ทำให้เกิดปัญหาในการใช้ลำน้ำได้ วิธีแก้ปัญหาวีธีหนึ่ง คือ เลือกใช้เชื้อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง เชื้อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้งสามารถจำแนกได้ออกเป็น 6 แบบ ดังนี้

เรียงหินใหญ่	
เรียงหินยาแนว	
กล่องลวดตาข่าย	
แผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป	
กระสอบทราย	
หญ้า	

รูปที่ 19: ตัวอย่างวัสดุที่ใช้เป็นชั้นป้องกันการกัดเซาะ

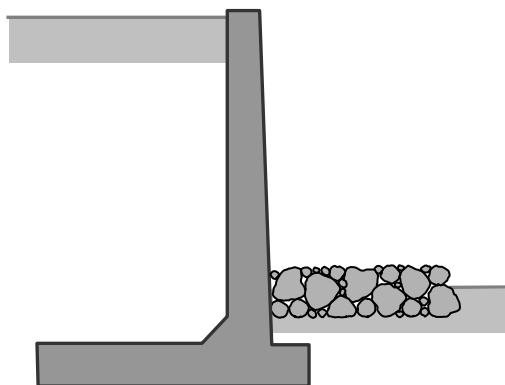
1.5.2.1 เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Gravity Wall



รูปที่ 20: เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Gravity Wall

เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Gravity Wall เป็นเขื่อนป้องกันตลิ่งที่อาศัยน้ำหนักของตัวเขื่อนเองเป็นตัวต้านแรงดันดินด้านหลังเขื่อน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 20 วัสดุที่ใช้มีทั้งคอนกรีตล้วน อิฐก่อ ก่อลงลอยตาข่ายเกเบียนนำมาตั้งเป็นชั้นๆ และแท่งคอนกรีตสำเร็จรูป ข้อเสียในการใช้เขื่อนป้องกันตลิ่งนี้คือ ดินฐานรากต้องมีความแข็งแรง ในกรณีที่ดินฐานรากเป็นดินอ่อนอาจต้องใช้ฐานรากระบบเสาเข็ม ทำให้ราคาก่อสร้างสูง เขื่อนป้องกันตลิ่งประเภทนี้ จึงไม่เหมาะสำหรับการก่อสร้างที่มีดินฐานรากเป็นดินอ่อน เช่น บริเวณตลิ่งของแม่น้ำบางสายในภาคกลาง เป็นต้น

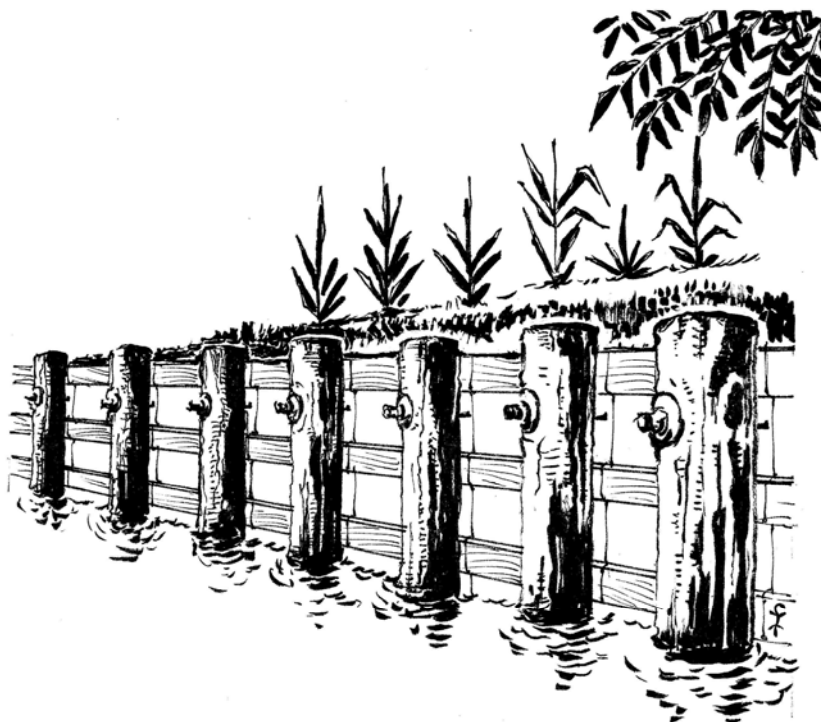
1.5.2.2 เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Cantilever Retaining Wall หรือเขื่อนป้องกันตลิ่งแบบกำแพงกันดิน



รูปที่ 21: เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Retaining Wall

เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Cantilever Retaining Wall ประกอบด้วยกำแพงและแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อทับที่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 21 เขื่อนประเภทนี้มีความสวยงามเป็นระเบียบเรียบร้อย แต่การดำเนินการก่อสร้างกระทำได้ยาก อาจต้องมีการปิดกั้นลำน้ำหรือทำเขื่อนชั่วคราว (Coffer Dam) ก่อนที่จะทำการตั้งไม้แบบ

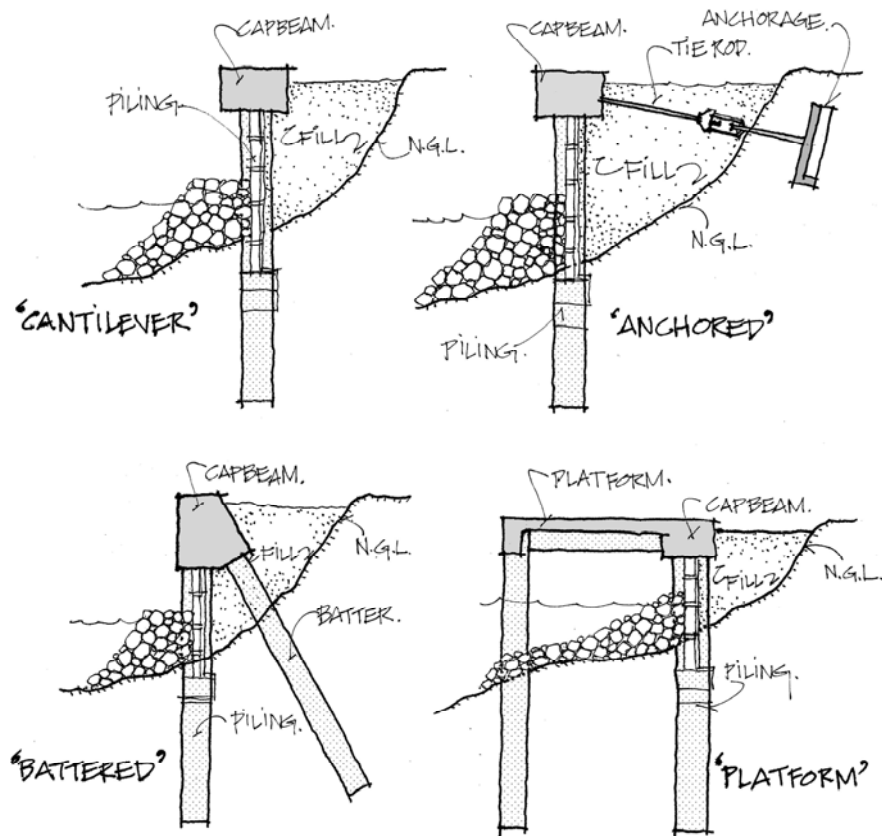
1.5.2.3 เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Sheet-Piling Wall หรือเชื้อนตอกเข็มพืด



รูปที่ 22: เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Sheet-Piling Wall

รูปแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดของเชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Sheet-Piling Wall ได้แก่ เชื้อนตอกเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมแผงกรุกันดิน เนื่องจากเป็นรูปแบบทำการก่อสร้างได้สะดวกเพียงแต่ตอกเข็มแล้วใส่แผงกันดิน ไม่ต้องมีการปิดกันลำน้ำหรือทำเชื้อนชั่วคราวเหมือนการก่อสร้างเชื้อนป้องกันตลิ่งประเภทกำแพงกันดิน เชื้อนป้องกันตลิ่งประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 รูปแบบ (รูปที่ 23) ดังนี้

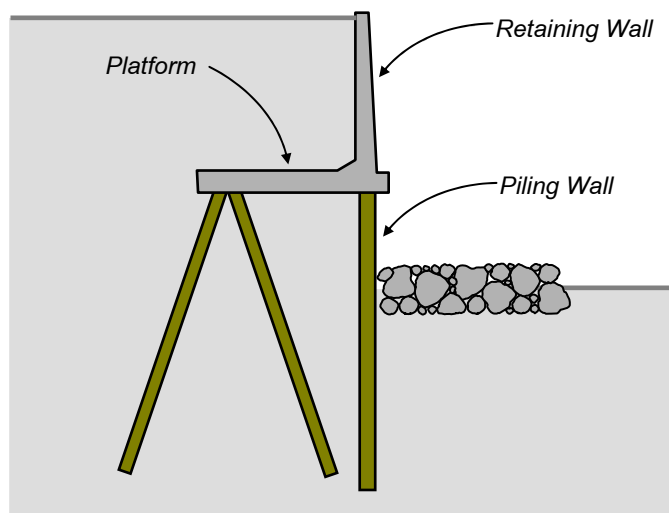
- (1) Cantilever Sheet-Piling Wall เป็นโครงสร้างที่อาศัยแรงดันดินด้านหน้าเชื้อนเป็นตัวต้านแรงดันด้านข้าง เหมาะสำหรับงานเชื้อนที่มีความสูงไม่มากนัก หรือไม่มีที่ว่างด้านหลังเชื้อน เชื้อนประเภทนี้จะเกิดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างสูงโดยเฉพาะขอบบนของตัวเชื้อน การเคลื่อนตัวนี้อาจไม่สม่ำเสมอตลอดความยาวของเชื้อน เนื่องจากคุณสมบัติของดินและน้ำหนักบรรทุกที่แตกต่างกัน จึงมีการทำคานรัดหัวเสาเข็ม (Cap Beam) เพื่อรัดหัวเสาเข็มให้เชื้อนมีความสวยงามเป็นระเบียบเรียบร้อย
- (2) Anchored Sheet-Piling Wall คล้ายเชื้อนตอกเข็มประเภท Cantilever Sheet-Piling Wall แต่มีการดึงสายสมอ (Tie Rod) ที่บริเวณขอบบนของตัวเชื้อน เพื่อช่วยต้านแรงดันด้านข้าง ซึ่งแรงดึงในสายสมอนี้จะส่งผ่านไปยังแผงสมอ (Anchorage) เพื่อด้านทานแรงดึงที่เกิดขึ้น ดังนั้นแผงสมอจะต้องฝังลึกเพียงพอในการพัฒนาแรงดันดินและอยู่ห่างจากกำแพงเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด Overall Failure สำหรับเชื้อนกันดินที่มีความสูงมากกว่า 2.5 - 3.0 เมตร การสร้างเชื้อนแบบ Anchored Wall จะประหยัดค่าก่อสร้างมากกว่าแบบ Cantilever Sheet-Piling Wall แต่ทั้งนี้ด้านหลังเชื้อนจะต้องมีพื้นที่เพียงพอในการก่อสร้างแผงสมอ
- (3) Batter-Pile Wall มีลักษณะคล้ายเชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Anchored Wall แต่ใช้เข็มเอียงช่วยในการรับแรงทางด้านข้าง การใช้เชื้อนรูปแบบนี้เหมาะสำหรับการก่อสร้างที่ไม่มีพื้นที่ด้านหลังเชื้อนเพียงพอที่จะสร้างแผงสมอได้ ราคาค่าก่อสร้างเชื้อนประเภทนี้จะสูงกว่าแบบ Anchored Wall
- (4) Platform เป็นโครงสร้างกันดินแบบ Sheet-Piling Wall ตาม (1) (2) หรือ (3) และมีส่วนยื่นที่เป็นลานออกไปในลำน้ำ เพื่อเพิ่มเติมพื้นที่ใช้สอยให้มากขึ้น



รูปที่ 23: เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Sheet-Piling Wall รูปแบบต่างๆ

1.5.2.4 เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Relieving Platform

เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Relieving Platform เป็นโครงสร้างที่อาศัยกำแพงกันดินและฐานรากเสาเข็มช่วยในการรับแรงดันดินด้านข้างดังแสดงไว้ในรูปที่ 24 โดยตัว Platform จะรับน้ำหนักดินถมส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไป แล้วถ่ายลงเสาเข็มทำให้แรงดันดินด้านข้างที่กระทำกับ Sheet Pile ที่อยู่ใต้ Platform ลดลง เชื้อนป้องกันตลิ่งประเภทนี้เหมาะกับการก่อสร้างที่มีดินฐานรากเป็นดินอ่อน หรือต้องมีการรับน้ำหนักบรรทุกมาก

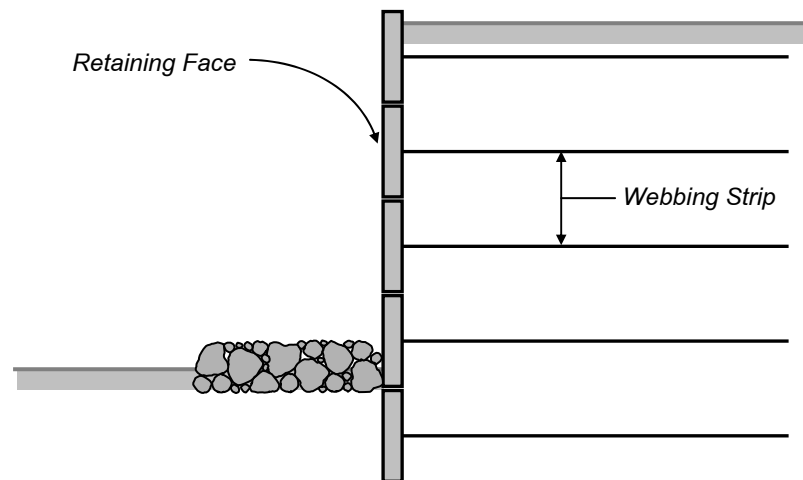


รูปที่ 24: เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบ Relieving Platform

1.5.2.5 เชื้อนป้องกันตลิ่งที่อาศัยหลักการเสริมกำลังดิน (Reinforced Earth)

เชื้อนป้องกันตลิ่งที่อาศัยหลักการเสริมกำลังดิน เป็นการสร้างเชื้อนโดยการเสริมความแข็งแรงของดิน ซึ่งอาศัยวัสดุอื่นที่มีความสามารถในการรับแรงดึงสูง แรงดึงนี้จะช่วยให้ดินสามารถรับแรงต่างๆ ได้เพิ่มมากขึ้น เชื้อนป้องกันตลิ่งประเภทนี้ (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 25) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

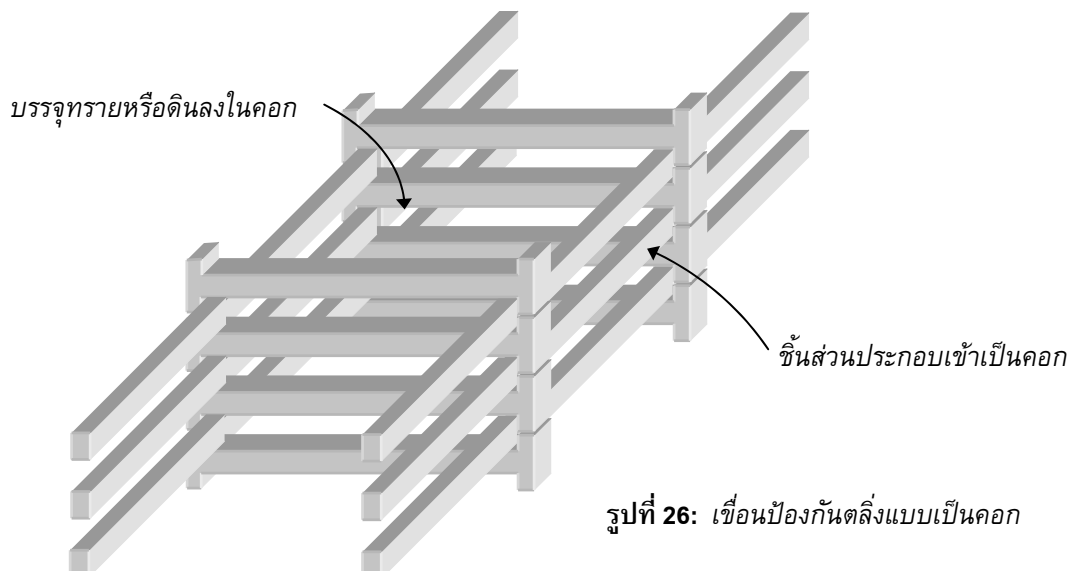
- (1) แผงกันดิน (Retaining Face) ทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงดันดินในแนวราบไปที่แถบเสริมกำลัง แผงกันดินส่วนใหญ่เป็นแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปหรืออาจเป็น Shotcrete
- (2) แถบเสริมกำลัง (Webbing Strip) เป็นวัสดุเสริมความแข็งแรงของดิน ทำหน้าที่ต้านทานการเคลื่อนที่ของ Retaining Face โดยอาศัยแรงเสียดทานระหว่าง Strip และดิน วัสดุเสริมความแข็งแรงของดินนี้อาจใช้ Geogrid, Anchor Bolt หรือ Gabion ก็ได้ แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนจากสภาพแวดล้อมและสารเคมี นอกจากนี้แถบเสริมกำลังจะต้องมีความยาวเพียงพอที่จะทำให้เกิดแรงต้านทานดังกล่าว รวมทั้งจะต้องตัดผ่านระนาบการวิบัติที่อาจเกิดขึ้นได้



รูปที่ 25: เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบเสริมกำลังของดิน

1.5.2.6 เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบเป็นคอก (Crib Wall)

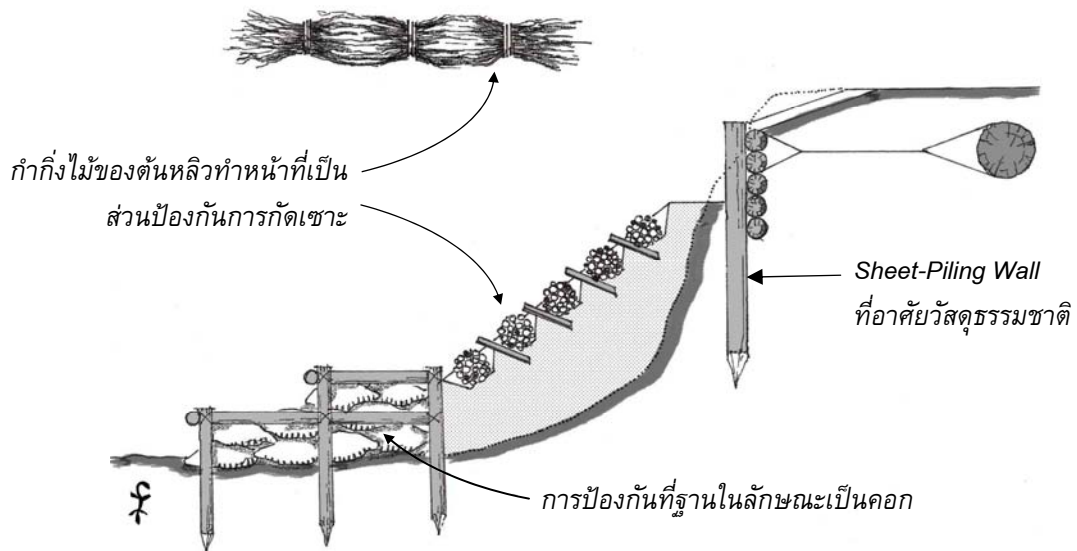
เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบเป็นคอก ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่อาจทำด้วยไม้หรือแท่นคอนกรีต แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นคอก หลังจากนั้นจึงบรรจุทรายหรือดินลงไป ในคอกดังแสดงไว้ในรูปที่ 26 น้ำหนักของดินในคอกจะทำหน้าที่คล้ายกับ Gravity Wall คือเป็นตัวต้านแรงดันดินด้านหลังเชื้อน



รูปที่ 26: เชื้อนป้องกันตลิ่งแบบเป็นคอก

1.5.3 เชื้อนป้องกันตลิ่งชนิดอาศัยธรรมชาติ (Natural Bank Protection)

เชื้อนป้องกันตลิ่งโดยวิธีธรรมชาติเป็นการผสมผสานระหว่างการป้องกันตลิ่งโดยวิธีธรรมชาติและการก่อสร้างเชื้อนป้องกันตลิ่งโดยการนำหลักการทาง Biotechnical Stabilization มาใช้กับโครงสร้างเชื้อนป้องกันตลิ่ง วัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุธรรมชาติที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น พืชประเภทต่างๆ ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาถึงการใช้พืชในท้องถิ่นและการคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสม รวมทั้งยังต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมอีกด้วย สำหรับพันธุ์ไม้ที่นิยมนำมาใช้ในการป้องกันดังกล่าว ได้แก่ ต้นสน (Willow) เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ทนทรหด มีรากที่สามารถยึดติดกับสภาพตลิ่งได้ดี ตัวอย่างของเชื้อนประเภทแสดงในรูปที่ 27



รูปที่ 27: เชื้อนป้องกันตลิ่งชนิดอาศัยธรรมชาติ