

ลักษณะความชื้นดินพื้นที่กัดเซาะตลิ่ง และหลังโครงสร้างป้องกัน การกัดเซาะตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา

Soil Moisture Characteristic of Bank Erosion Areas and behind Erosional Bank Protection Structure of the Chao Phraya River

อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น¹ กรรณ จินดาประเสริฐ^{1*} วรัญญา อรัญวาลัย² และกนก เลิศพานิช³
Apisak Popan¹, Gunn Jindaprasert^{1*}, Varanya Aranyavalai² and Kanok Leardpanich³

บทคัดย่อ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักของที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย มีการใช้พื้นที่ริมฝั่งเป็นพื้นที่ชุมชนมาช้านาน แต่ปัญหาการกัดเซาะตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี และส่งผลกระทบทำให้เกิดความเสียหายต่อชุมชนริมแม่น้ำอย่างมาก จึงได้ทำการศึกษาลักษณะการกัดเซาะตลิ่งของแม่น้ำเจ้าพระยาขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะความชื้นดินพื้นที่กัดเซาะตลิ่งและหลังโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา โดยเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-50 50-100 100-150 150-200 200-250 และ 250-300 เซนติเมตร ในบริเวณที่มีการพังทลายของตลิ่งที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ และมีโครงสร้าง ในช่วงระยะเวลาระดับน้ำในแม่น้ำสูง ระดับน้ำลดระดับลง และระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ พบว่าทั้งพื้นที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ และมีโครงสร้าง ความชื้นดินที่ระดับลึกกว่า 200 เซนติเมตรลงไปมีค่ามากกว่าร้อยละ 40 ในทุกช่วงเวลา ตลิ่งที่มีเนื้อดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายมีชั้นทรายแทรกสลับในเนื้อดิน มีการพังทลายในช่วงระดับน้ำลดระดับลง ในลักษณะการทรุดตัวลงเป็นแถบ ส่วนตลิ่งที่มีเนื้อดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีการพังทลายในช่วงระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ ลักษณะการลื่นไถลแบบหมุน เมื่อเปรียบเทียบความชื้นดินพื้นที่หลังโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบกำแพงทึบ รอดักทราย และโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่ ในช่วงระยะเวลาต่างกัน พบว่าโครงสร้างแบบกำแพงทึบมีค่าความชื้นดินในระดับลึก 150 เซนติเมตรลงไปมีค่าสูงกว่าร้อยละ 40 ตลอดทุกช่วงระยะเวลาทั้งระดับน้ำในแม่น้ำสูง ระดับน้ำลดระดับลง และระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ สำหรับโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่มีความชื้นดินสูงกว่าร้อยละ 40 ที่ระดับลึกที่ความลึก 150 เซนติเมตรลงไปเฉพาะในช่วงระดับน้ำในแม่น้ำสูง

คำสำคัญ: ความชื้นดิน พื้นที่กัดเซาะตลิ่ง โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง

Abstract

The Chao Phraya River is the main river of the central flood plain in Thailand. The river bank is normally using for urbanization. The river bank erosion is regularly occurrence every year and caused the most valuable community damage. Therefor the study was conducted for the objective of study on soil moisture characteristic of bank erosion areas and behind erosional bank protection structure. The soil samples were collected from those areas at different depth of 0-50, 50-100, 100-150, 150-200, 200-250 and 250-300 centimeter to analyze the soil texture, bulk density and soil moisture at high, intermediate and low river water level. The study found that soil moisture from 200 centimeter down is over than 40 percent both areas with or without protection structure for all water levels. The river bank composted of sandy clay loam texture soil with stratified sand layer caused block slide bank erosion at intermediate river water

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

²ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

³ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*Corresponding author, Email: kjgunn@kmitl.ac.th

level. While the river bank composed of clayey texture soil caused rotational slide bank erosion at low river water level. The comparison study on soil moisture behind the structure of vertical retaining wall, deflector and slope revetment wall was found that the soil moisture at 150 centimeter down of vertical retaining wall structure was over than 40 percent all high, intermediate and low river water level. The soil moisture at 150 centimeter down of slope revetment wall structure was over than 40 percent only at high river water level.

Keyword: soil moisture, bank erosion areas, erosional bank protection structure

บทนำ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักของที่ราบลุ่มภาคกลาง มีการใช้พื้นที่ริมฝั่งเป็นพื้นที่ชุมชนมายาวนาน แต่ปัญหาการกัดเซาะตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี และส่งผลกระทบทำให้เกิดความเสียหายต่อชุมชนริมแม่น้ำอย่างมาก การกัดเซาะตลิ่งริมแม่น้ำเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการทั้งลักษณะสัณฐานภูมิประเทศหรือความคดโค้งของแม่น้ำ ความเร็วกระแสน้ำ ระดับน้ำในแม่น้ำ คลื่นจากเรือ และชนิดโครงสร้างป้องกันตลิ่ง แม่น้ำเจ้าพระยาดังอยู่บนพื้นที่ราบลุ่มที่มีความลาดเทน้อย กระแสน้ำจึงไหลกัดเซาะตลิ่งด้านข้างมากกว่าการกัดเซาะในด้านลึก เมื่อแม่น้ำมีความคดโค้ง กระแสน้ำจะไหลกัดเซาะตลิ่งในด้านโค้งนอก (อภิศักดิ์, 2542g; เสถียร, 2552; Plummer *et al.*, 2013) กระบวนการกัดเซาะตลิ่งในขณะที่มีน้ำมีน้ำเต็มตลิ่ง กระแสน้ำไหลแรงและมีการไหลวน (turbulent flow) จึงกัดเซาะที่ฐานตลิ่งจนเป็นโพรงใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เมื่อรับน้ำหนักดินด้านบนไม่ได้ ตลิ่งก็จะพังทลายลง (เสถียร, 2552) อย่างไรก็ตามการกัดเซาะตลิ่งของแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่ยังเกิดขึ้นในระยะเวลาที่ระดับน้ำในแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลง จากที่มีน้ำเต็มตลิ่งแล้วระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่มีน้ำไปพยุงเสถียรภาพของตลิ่ง (อภิศักดิ์, 2542ข; สำนักงานทรัพยากรธรณีวิทยาเขต 3 ปทุมธานี, 2556) ความชื้นในดินริมตลิ่งบริเวณตอนล่าง หรือฐานตลิ่งยังคงมีความชื้นสูงจากน้ำในแม่น้ำ และจากน้ำใต้ดินบริเวณข้างเคียงที่ไหลลงสู่แม่น้ำ ส่งผลให้ดินมีลักษณะเป็นดินเลนหรือดินอ่อน เมื่อน้ำหนักกดทับด้านบนที่ดินริมตลิ่งก็จะเกิดการพังทลายลงได้ ลักษณะการพังทลายของที่ดินริมตลิ่งมีความแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะเนื้อดินใน 3 ลักษณะ คือ 1) ดินที่ไม่มีแรงยึดเหนี่ยว เช่น ทราย และทรายปนดินร่วน จะเกิดการกัดเซาะที่ด้านฐานตลิ่งจนเป็นโพรง ดินด้านนี้จะเกิดการหลุดตัวลงเป็นแถบ (block slide) 2) ดินที่มีแรงยึดเหนี่ยว เช่น ดินเหนียว หรือดินเหนียวละเอียด น้ำใต้ดินที่ไหลลงสู่แม่น้ำซึมผ่านชั้นดินจะถูกกักเก็บไว้ในดินจนมีสภาพเป็นโคลนเหลว แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเม็ดดินลดลงจนรับน้ำหนักด้านบนไม่ได้ ตลิ่งจะเกิดการลื่นไถลแบบหมุน (rotational slide) ออกไปด้านข้าง ทำให้ที่ดินริมตลิ่งลื่นไถลลงสู่แม่น้ำเป็นบริเวณกว้างอย่างรวดเร็ว 3) ดินที่มีขนาดต่างกันเรียงชั้นกัน (stratified bank) เช่น ดินร่วนเรียงสลับกับชั้นทราย ตลิ่งประเภทนี้จะมีการกัดเซาะที่ซับซ้อน ชั้นที่เป็นดินไม่มีแรงยึดเหนี่ยว เช่น ทรายจะเกิดการกัดเซาะที่ผิวหน้า น้ำจะพัดพาตะกอนทรายออกไปจนเป็นโพรงที่ด้านฐาน ดินตอนบนที่มีน้ำหนักจะหลุดตัวลงไป การพังทลายของตลิ่งประเภทดินที่มีขนาดต่างกันเรียงชั้นกันนี้ยังเกิดขึ้นร่วมกับการไหลเซาะของน้ำใต้ดิน (สำนักงานทรัพยากรธรณีวิทยาเขต 3 ปทุมธานี, 2556; Peterson, 1986; Przdowski *et al.*, 1995; Rutherford and Bishop, 1996) แม่น้ำเจ้าพระยาดอนบนตั้งแต่อำเภอเมืองนครสวรรค์ลงมาถึงอำเภอเมืองชัยนาท ดินบริเวณฐานของตลิ่งส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนมีชั้นทรายแทรกสลับ ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยาดอนใต้ตั้งแต่อำเภอเมืองชัยนาท ลงมาถึงอำเภอพระนครศรีอยุธยา ที่ดินบริเวณฐานตลิ่งที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (อภิศักดิ์, 2542g) กรมเจ้าท่า (2559) รายงานว่าพบพื้นที่วิกฤติการกัดเซาะตลิ่งจากการลดลงของระดับน้ำบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาดอนใต้มากถึง 20 บริเวณ ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีโครงสร้างป้องกัน การกัดเซาะตลิ่ง โครงสร้างป้องกันตลิ่งลักษณะต่างๆ มีประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งต่างกัน โครงสร้าง

ทางวิศวกรรมแต่ละแบบอาจจะส่งผลต่อการไหลของน้ำใต้ดินจากแผ่นดินลงสู่แม่น้ำในขณะนี้น้ำในแม่น้ำลระดับลง ซึ่งส่งผลต่อเสถียรภาพของโครงสร้างทางวิศวกรรม และระบบการไหลของน้ำใต้ดินแต่ยังไม่มีการศึกษาความขึ้นดิน หลังโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบต่างๆ จึงได้ทำการศึกษาลักษณะความขึ้นดินพื้นที่กัดเซาะตลิ่ง และหลัง โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะที่ดินริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของโครงสร้างป้องกัน ตลิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงความขึ้นดิน ของโครงสร้างป้องกันตลิ่ง 3 ลักษณะ คือ โครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพง ทึบ (vertical retaining wall) โครงสร้างแบบรูดักทราย (deflector) และโครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบ เรียงหินใหญ่ (slope revetment wall)

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

บริเวณศึกษาสภาพพื้นที่เป็นสันดินริมแม่น้ำ (river levee) แม่น้ำเจ้าพระยา 3 บริเวณ ที่มีโครงสร้างป้องกันตลิ่ง แตกต่างกัน 3 ลักษณะ แสดงดัง Figure 1 มีรายละเอียดดังนี้

- บริเวณที่ 1 โครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพงทึบ (vertical retaining wall) (Figure 1a) บานกลางแดด ตำบลกลางแดด อำเภอเมืองนครสวรรค์ ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาพิกัด $15^{\circ}38'16.07''$ เหนือ $100^{\circ}06'16.61''$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 24 เมตร โครงสร้างมีความยาวตามลำน้ำ 500 เมตร และพื้นที่ตัวแทนดินที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันอยู่ห่างจากปลายสุดของโครงสร้างออกไปด้านทิศเหนือ 15 เมตร พิกัด $15^{\circ}38'26.99''$ เหนือ $100^{\circ}06'18.27''$ ตะวันออก ระดับน้ำในแม่น้ำสูงสุด 23.30 เมตร รทก. (วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558) ระดับน้ำลระดับลงที่ 20.15 เมตร รทก. (วันที่ 15 ธันวาคม 2558) และระดับน้ำในแม่น้ำต่ำสุด 18.75 เมตร รทก. (วันที่ 23 มกราคม 2559)

- บริเวณที่ 2 โครงสร้างแบบรูดักทราย (deflector) (Figure 1b) วัดดอกไม้ ตำบลประศุก อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาพิกัด $15^{\circ}01'54.81''$ เหนือ $100^{\circ}19'25.47''$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำ ทะเลปานกลาง 16 เมตร โครงสร้างมีความยาวตามลำน้ำ 6,000 เมตร และพื้นที่ตัวแทนดินที่ไม่มีโครงสร้างป้องกัน อยู่ห่างจากโครงสร้างรูดักทรายตัวสุดท้ายออกไปด้านทิศเหนือ 115 เมตร $15^{\circ}03'1.23''$ เหนือ $100^{\circ}18'21.17''$ ตะวันออก ระดับน้ำในแม่น้ำสูงสุด 15.50 เมตร รทก. (วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558) ระดับน้ำลระดับลงที่ 13.35 เมตร รทก. (วันที่ 15 ธันวาคม 2558) และระดับน้ำในแม่น้ำต่ำสุด 10.25 เมตร รทก. (วันที่ 23 มกราคม 2559)

- บริเวณที่ 3 โครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่ (slope revetment wall) (Figure 1c) บริเวณวัดโพธิ์ทูล ตำบลจำปาหล่อ อำเภอเมืองอ่างทอง ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา พิกัด $14^{\circ}32'33.77''$ เหนือ $100^{\circ}26'54.27''$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 8 เมตร โครงสร้างมีความยาวตามลำน้ำ 1,850 เมตร มีความลาด $1/2$ หรือ 45 องศา และพื้นที่ตัวแทนดินที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันอยู่ห่างจากปลายสุดของโครงสร้างออกไป ด้านทิศเหนือ 21 เมตร พิกัด $14^{\circ}32'57.91''$ เหนือ $100^{\circ}26'44.29''$ ตะวันออก ระดับน้ำในแม่น้ำสูงสุด 7.25 เมตร รทก. (วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558) ระดับน้ำลระดับลงที่ 4.70 เมตร รทก. (วันที่ 15 ธันวาคม 2558) และระดับน้ำในแม่น้ำ ต่ำสุด 3.10 เมตร รทก. (วันที่ 23 มกราคม 2559)

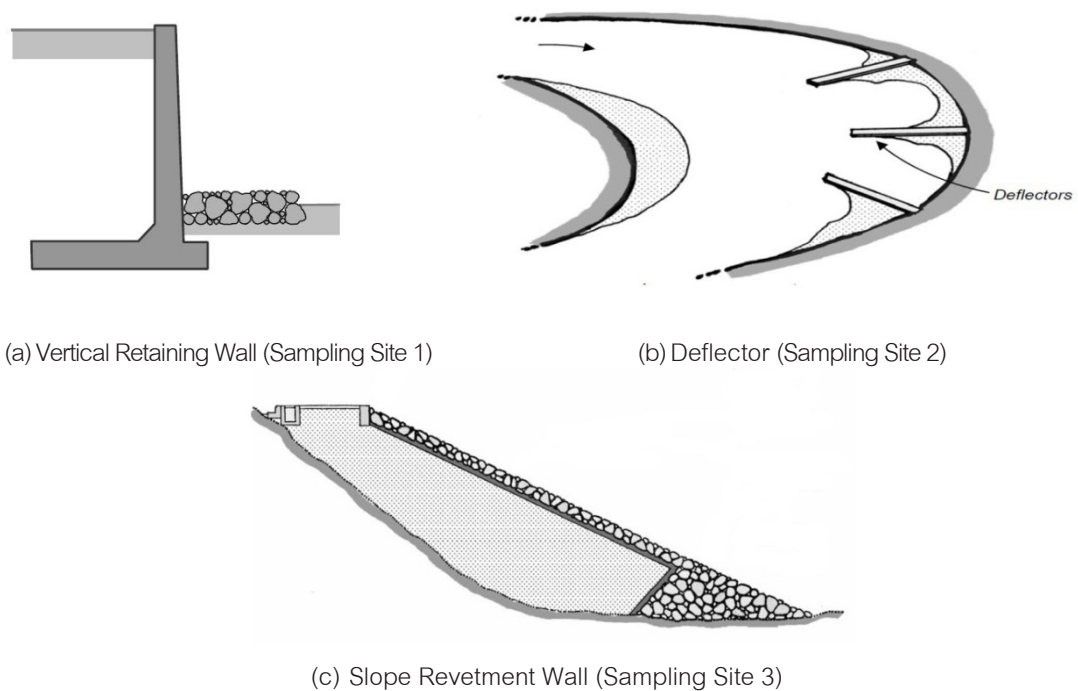


Figure 1 The river bank protection structures type in the case study (เสถียร, 2552)

วิธีการเก็บตัวอย่างดินและบริเวณเก็บตัวอย่างดิน

ทำการสำรวจ และกำหนดบริเวณจุดเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้พื้นที่ที่มีโครงสร้างป้องกันตลิ่งที่มีลักษณะแตกต่างกันใน 3 ลักษณะแสดงใน Figure 1 และพื้นที่บริเวณข้างเคียงโครงสร้างแต่ละแบบที่มีการกัดเซาะตลิ่ง แต่ไม่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบความขึ้นดิน อีกโครงสร้างละ 1 บริเวณ รวมบริเวณจุดเก็บตัวอย่างดิน 6 บริเวณ ในแต่ละบริเวณจุดเก็บตัวอย่างดินจะเก็บดินด้วยสว่านเจาะดิน (soil auger) ห่างจากตัวโครงสร้าง หรือตลิ่งแม่น้ำระยะ 5 เมตร เก็บดินที่ระดับความลึก 0-50 50-100 100-150 150-200 200-250 และ 250-300 เซนติเมตร ระดับความลึกละ 3 ตัวอย่างนำดินใส่กระป๋องเก็บความขึ้นดิน (moisture can) มาวิเคราะห์ความขึ้นดินในช่วงระดับน้ำในแม่น้ำต่างกัน ใน 3 ช่วงเวลา ระดับน้ำในแม่น้ำสูงสุด (วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558) ระดับน้ำลดระดับ (วันที่ 15 ธันวาคม 2558) และระดับน้ำในแม่น้ำต่ำสุด (วันที่ 23 มกราคม 2559) และเก็บตัวอย่างดินบริเวณที่มีการกัดเซาะตลิ่ง แต่ไม่มีโครงสร้างป้องกันมาวิเคราะห์เนื้อดิน และความหนาแน่นรวมของดิน ในระดับความลึกเดียวกับการวิเคราะห์ความขึ้นดิน

การวิเคราะห์ความขึ้นดิน

เก็บตัวอย่างดินในสนามใส่กระป๋องเก็บความขึ้นดิน (moisture can) นำมาชั่งน้ำหนักดินขึ้น แล้วนำดินไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนักดินแห้ง และคำนวณปริมาณน้ำในดินเป็นร้อยละต่อดินแห้ง 100 กรัม (Gardner, 1965) วิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) ด้วยวิธี hydrometer (Soil Survey Staff, 1996) วิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ด้วยวิธี Core method (Blake and Hartge, 1986) เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ความขึ้นดินในแต่ละระดับความลึกโดยใช้การวิเคราะห์ one way-ANOVA ด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

เนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดิน

ทรัพยากรดินบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 บริเวณ เมื่อจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (soil taxonomy) พบว่าบริเวณที่ 1 และบริเวณที่ 2 ทรัพยากรดินจัดจำแนกได้เป็นชุดดินท่าม่วง (Coarse-loamy, mixed, active, calcareous, isohyperthermic Typic Ustifluvents) (Soil Survey Staff, 2014) เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วน ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีชั้นทรายแทรกสลับ (stratified layer) ในเนื้อดินเป็นชั้นบางๆ และพบเศษหินส่วนแร่ไมกา (mica flake) ในเนื้อดินจำนวนมาก ส่วนบริเวณที่ 3 ทรัพยากรดินจัดจำแนกได้เป็นชุดดินสรรพยา (Fine-loamy, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Aquic (Fluventic) Haplusteps) (Soil Survey Staff, 2014) เนื้อดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีการสะสมอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก ดังแสดงใน Table 1 เนื่องจากองค์ประกอบหลักของดินประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ อินทรีย์วัตถุร้อยละ 45 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 5 น้ำร้อยละ 25 และอากาศร้อยละ 25 (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2541) โดยอินทรีย์วัตถุจะค่อนข้างคงที่เปลี่ยนแปลงน้อย ขณะที่อินทรีย์วัตถุจะพบมากในดินบนและเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดพืชที่เจริญเติบโต อัตราการย่อยสลายและการจัดการดิน ส่วนน้ำและอากาศที่อยู่ในช่องดิน (soil pore) จะมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะผกผันกัน ถ้าดินมีความชื้นสูง น้ำในช่องดินจะมีมากและมีอากาศน้อย ดินที่มีความชื้นสูงจะมีความสามารถในการรับน้ำหนักต่ำ เนื่องจากมีโมเลกุลของน้ำแทรกอยู่ในช่องดินจนเต็ม การยึดเกาะกันระหว่างอนุภาคดินลดลง มีลักษณะเป็นดินเหลวและพร้อมที่จะเคลื่อนที่ไปจากที่เดิมได้ง่าย

สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของดินในบริเวณที่ศึกษามีค่าเช่นเดียวกับดินปกติทั่วไป คือ ดินบนมีความหนาแน่นรวมปานกลาง (0.95-1.35 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และมีค่าสูงขึ้นในดินล่าง เนื่องจากในดินล่างมีอนุภาคดินเหนียวเพิ่มมากขึ้น และต้องรับน้ำหนักกดทับจากด้านบน โดยพบว่าเนื้อดินที่มีอนุภาคขนาดทรายมาก ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าต่ำ ส่วนเนื้อดินที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวมาก ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าสูง (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2541)

ลักษณะความชื้นดินในพื้นที่ที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ

จากการศึกษาความชื้นในดินในพื้นที่ที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ 3 บริเวณ คือ บริเวณที่ 1 บ้านกลางแดด ตำบลกลางแดด อำเภอเมืองนครสวรรค์ บริเวณที่ 2 บ้านวัดหนึ่ง ตำบลบ้านแปง อำเภอพรมบุรี และบริเวณที่ 3 บ้านโพสะ ตำบลโพสะ อำเภอเมืองอ่างทอง ในช่วงเวลาต่างๆ ช่วงเวลา คือ ระดับน้ำในแม่น้ำสูง (วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558) ระดับน้ำลดระดับลง (วันที่ 15 ธันวาคม 2558) และระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ (วันที่ 23 มกราคม 2559) พบว่าลักษณะความชื้นดินที่ 3 บริเวณมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ในช่วงเวลาระดับน้ำในแม่น้ำสูง เดือนพฤศจิกายน ดินบนที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร มีความชื้นมีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับดินในระดับลึกลงไป โดยมีพิสัยร้อยละ 20.17 ± 1.30 ถึงร้อยละ 21.57 ± 1.17 เนื่องจากดินบนสัมผัสอากาศและน้ำในดินบนมีการระเหยออกไปจากดิน ดินล่างที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร มีความชื้นดินสูงกว่าดินบน โดยมีพิสัยร้อยละ 25.32 ± 1.53 ถึงร้อยละ 26.91 ± 0.93 แต่ความชื้นดินที่ระดับความลึก 100-150 เซนติเมตร มีความชื้นดินสูงแตกต่างจากระดับความชื้นด้านบนอย่างมาก โดยมีพิสัยร้อยละ 33.93 ± 0.97 ถึงร้อยละ 35.73 ± 1.06 ความชื้นดินที่ระดับความลึก 150-200 เซนติเมตร มีความชื้นดินสูงใกล้เคียงกันที่พิสัยร้อยละ 35.54 ± 0.32 ถึงร้อยละ 35.75 ± 0.91 ยกเว้นบริเวณที่ 3 ที่มีความชื้นดินสูงถึงร้อยละ 40.87 ± 0.91 ส่วนความชื้นดินที่ระดับความลึก 200 เซนติเมตรลงไปมีค่าสูงที่สุดมีพิสัยร้อยละ 40.23 ± 0.82 ถึงร้อยละ 43.78 ± 0.76 ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Soil moisture content and some soil properties in the areas without river bank protection structure.

Area	Depth (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Textural Class	Bulk Density (g/cm ³)	Soil Moisture Content (%)		
							November	December	January
B. Klang Daet	0-50	40.47	35.16	24.37	Loam	0.95-1.29	20.17±1.30 ^a	15.87±2.11 ^a	11.10±1.15 ^a
T. Klang Daet	50-100	58.35	23.32	18.33	Sandy Loam	0.97-1.55	25.32±1.53 ^b	18.36±1.37 ^a	12.34±1.17 ^a
A. Muang	100-150	56.11	16.35	27.54	Sandy Clay Loam	1.08-1.14	33.93±0.97 ^c	26.34±1.35 ^b	25.23±1.06 ^b
Nakhon Sawan	150-200	55.37	16.21	28.42	Sandy Clay Loam	1.27-1.36	35.54±0.32 ^c	33.84±1.01 ^c	33.51±0.94 ^c
C. Nakhon Sawan	200-250	45.25	15.52	39.23	Sandy Clay	1.53-1.59	40.23±0.82 ^d	40.01±0.72 ^d	40.47±1.05 ^d
	250-300	44.22	17.43	38.35	Sandy Clay	1.60-1.64	42.11±0.51 ^d	41.84±0.63 ^d	41.33±0.74 ^d
B. Wat Nang	0-50	61.39	21.76	16.85	Sandy Loam	0.81-1.03	21.03±1.15 ^a	15.37±2.45 ^a	11.54±1.01 ^a
T. Ban Paeng	50-100	50.21	25.26	24.53	Loam	1.22-1.37	26.52±1.22 ^b	17.35±1.37 ^a	13.31±1.53 ^a
A. Phrom Buri	100-150	55.41	18.62	25.97	Sandy Clay Loam	1.01-1.20	34.87±0.97 ^c	24.41±1.16 ^b	25.14±1.01 ^b
C. Sing Buri	150-200	56.25	14.38	29.37	Sandy Clay Loam	1.18-1.30	35.87±0.55 ^c	34.71±1.04 ^c	35.03±0.71 ^c
	200-250	43.12	19.43	37.45	Sandy Clay	1.56-1.63	41.16±0.61 ^d	40.69±1.09 ^d	40.41±0.79 ^d
	250-300	39.98	16.15	43.87	Clay	1.60-1.64	43.55±0.48 ^d	41.56±0.87 ^d	41.13±0.56 ^d
	0-50	64.64	12.53	22.83	Sandy Clay Loam	0.95-1.05	21.57±1.17 ^a	15.74±1.38 ^a	10.15±0.81 ^a
B. Pho Sa	50-100	59.47	15.51	25.02	Sandy Clay Loam	1.08-1.27	26.91±0.93 ^b	19.57±2.35 ^a	12.21±1.12 ^a
T. Pho Sa	100-150	47.33	14.15	38.52	Sandy Clay	1.51-1.49	35.73±1.06 ^c	25.53±0.93 ^b	23.57±0.94 ^b
A. Muang	150-200	45.53	14.31	40.16	Clay	1.60-1.64	40.87±0.91 ^d	35.75±0.91 ^c	35.53±0.85 ^c
Ang Thong	200-250	37.93	18.16	43.91	Clay	1.61-1.64	42.52±0.42 ^d	40.33±0.76 ^d	41.44±0.71 ^d
C. Ang Thong	250-300	39.54	18.38	42.08	Clay	1.58-1.65	43.78±0.76 ^d	42.11±0.57 ^d	43.44±0.92 ^d

Remark : B. = Ban or Village, T. = Tambon or Sub-district, A. = Amphoe or District and C. = Changwat or Province

ช่วงระยะเวลาที่ระดับน้ำในแม่น้ำลดระดับลงเดือนธันวาคม ลักษณะความชื้นดินที่ 3 บริเวณมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ดินบนที่ระดับผิวดินถึงความลึก 100 เซนติเมตร ความชื้นลดลงจากช่วงเดือนพฤศจิกายน ทำให้ระดับความชื้นดินบนและดินล่างเริ่มแตกต่างกันมากขึ้น โดยความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร มีพิสัยร้อยละ 15.37±2.45 ถึงร้อยละ 19.57±2.35 ส่วนดินล่างที่ระดับความลึก 100-150 เซนติเมตร ความชื้นความชื้นมีพิสัยร้อยละ 24.41±1.16 ถึงร้อยละ 26.34±1.35 และความชื้นดินที่ระดับความลึก 150-200 เซนติเมตร มีพิสัยร้อยละ 33.84±1.01 ถึงร้อยละ 35.75±0.91 ส่วนความชื้นที่ระดับความลึก 200 เซนติเมตรมีค่าใกล้เคียงกัน โดยลดลงเพียงเล็กน้อยจากเดือนพฤศจิกายนมีพิสัยร้อยละ 40.01±0.72 ถึงร้อยละ 42.11±0.57 ดังแสดงใน Table 1

ช่วงระยะเวลาที่ระดับน้ำในแม่น้ำลดระดับลงต่ำ เดือนมกราคม ดินบนที่ผิวดินจนถึงที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร มีความชื้นลดลงอย่างมาก ส่วนดินล่างตั้งแต่ระดับความลึก 100 เซนติเมตรลงไป ความชื้นดินลดลงจากช่วงเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคมเพียงเล็กน้อย โดยดินบนที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร ความชื้นใกล้เคียงกันมีพิสัยร้อยละ 10.15±0.81 ถึงร้อยละ 13.31±1.53 ส่วนความชื้นดินที่ระดับความลึก 100-200 เซนติเมตรมีความชื้นดินสูงแตกต่างจากระดับความชื้นด้านบนโดยที่ระดับความลึก 100-150 เซนติเมตร ความชื้นดินมีพิสัยร้อยละ 23.57±0.94 ถึงร้อยละ 25.23±1.06 และความชื้นดินที่ระดับความลึก 150-200 เซนติเมตร มีพิสัยร้อยละ 33.51±0.94 ถึงร้อยละ 35.53±0.85 ส่วนความชื้นดินที่ระดับความลึก 200 เซนติเมตร

ลงไป มีค่าความชื้นสูงใกล้เคียงกับเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม โดยมีพิสัยร้อยละ 40.41 ± 0.79 ถึงร้อยละ 43.44 ± 0.92 Table 1

พื้นที่บริเวณที่ไม่มีโครงการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งทั้ง 3 บริเวณ มีการพังทลายของที่ดินริมตลิ่งแตกต่างกันเล็กน้อย โดยที่ดินริมตลิ่งบริเวณที่ 1 บ้านกลางแดด ตำบลกลางแดด อำเภอเมืองนครสวรรค์ และบริเวณที่ 2 บ้านวัดหนึ่ง ตำบลบ้านแปง อำเภอพรมบุรี ที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วน ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายมีชั้นทรายแทรกสลับในเนื้อดินเป็นชั้นบางๆ ตลิ่งมีการพังทลายในช่วงระดับน้ำลดระดับลง ในลักษณะการกัดเซาะตลิ่งเป็นแบบการหลุดตัวลงเป็นแถบ (Block slide) โดยอนุภาคทรายที่ผิวหน้า (Surface erosion) ถูกน้ำพัดพาไปจนเหลือแต่ทรายละเอียดที่ระบายน้ำได้ช้า เมื่อดินริมตลิ่งมีความอิ่มตัวด้วยน้ำ และระดับน้ำในแม่น้ำเริ่มลดลง ความดันน้ำในช่องดิน (Soil pore) ริมตลิ่งเพิ่มขึ้น ทำให้มวลดินเริ่มเปลี่ยนสมบัติกลายเป็นทรายเหลว ดินด้านล่างจะเลื่อนตัวไหลลงสู่แม่น้ำ ดินด้านบนจะพังทลายลงตาม (Peterson, 1986; Przdowski et al., 1995) ส่วนบริเวณที่ 3 บ้านโพสะ ตำบลโพสะ อำเภอเมืองอ่างทอง ที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึกจนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ตลิ่งมีการพังทลายในช่วงระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ ลักษณะการกัดเซาะตลิ่งเป็นแบบการลื่นไถลแบบหมุน (Rotational slide) เนื่องจากที่ดินบริเวณฐานตลิ่งที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเนื้อละเอียด น้ำใต้ดินที่ไหลลงสู่แม่น้ำซึมผ่านได้ช้า และถูกกักเก็บไว้ในดินจนมีสภาพเป็นโคลนเหลว ความสามารถยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเม็ดดินลดลง ดินด้านล่างเกิดการลื่นไถล (Slide) ออกไปด้านข้างทำให้ที่ดินริมตลิ่งด้านบนลื่นไถลลงสู่แม่น้ำตามมาเป็นบริเวณกว้างอย่างรวดเร็ว (สำนักงานทรัพยากรธรณีวิทยาเขต 3 ปทุมธานี, 2556; Peterson, 1986; Przdowski et al., 1995; Rutherford and Bishop, 1996)

ลักษณะความขึ้นดินในพื้นที่ที่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ

จากการศึกษาความขึ้นดินในพื้นที่ที่มีโครงสร้างป้องกันตลิ่ง 3 บริเวณ คือ บริเวณที่ 1 บ้านกลางแดด ตำบลกลางแดด อำเภอเมืองนครสวรรค์ ที่มีโครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพงทึบ (Vertical retaining wall) บริเวณที่ 2 บ้านวัดหนึ่ง ตำบลบ้านแปง อำเภอพรมบุรี ที่มีโครงสร้างแบบรอดักทราย (Deflector) และบริเวณที่ 3 บ้านโพสะ ตำบลโพสะ อำเภอเมืองอ่างทอง ที่มีโครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่ (slope revetment wall) ใน 3 ช่วงเวลา คือ ระดับน้ำในแม่น้ำสูง (วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558) ระดับน้ำลดระดับลง (วันที่ 15 ธันวาคม 2558) และระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ (วันที่ 23 มกราคม 2559) พบว่าลักษณะความขึ้นดินบนที่ผิวดินจนถึงระดับความลึก 100 เซนติเมตร ทั้ง 3 บริเวณมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ความขึ้นดินบนที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร มีค่าลดลงตั้งแต่ช่วงระดับน้ำในแม่น้ำสูง (วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558) จนถึงช่วงระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ (วันที่ 23 มกราคม 2559) โดยในเดือนพฤศจิกายนความขึ้นดินมีพิสัยร้อยละ 21.57 ± 1.11 ถึงร้อยละ 26.45 ± 0.83 ความขึ้นดินในเดือนธันวาคมลดลงเหลือพิสัยร้อยละ 15.77 ± 1.44 ถึงร้อยละ 20.39 ± 0.53 และความขึ้นดินในเดือนมกราคมลดลงเหลือพิสัยร้อยละ 10.41 ± 0.53 ถึงร้อยละ 15.37 ± 0.75 ส่วนลักษณะความขึ้นดินในตอนที่ความลึก 100-150 เซนติเมตรลงไป พื้นที่ที่มีโครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพงทึบ บริเวณที่ 1 และโครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่ บริเวณที่ 3 ความขึ้นดินลดลงเพียงเล็กน้อยตั้งแต่ช่วงระดับน้ำในแม่น้ำสูง (พิสัยร้อยละ 33.47 ± 1.41 ถึงร้อยละ 33.64 ± 1.05) ระดับน้ำลดระดับลง (พิสัยร้อยละ 32.16 ± 1.33 ถึงร้อยละ 33.33 ± 1.32) จนถึงช่วงระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ (พิสัยร้อยละ 30.74 ± 1.45 ถึงร้อยละ 31.41 ± 1.31) ส่วนความขึ้นดินที่ระดับความลึกต่ำกว่า 150 เซนติเมตรลงไป เมื่อเปรียบเทียบกับความขึ้นดินในพื้นที่ที่ไม่มีโครงสร้างในระดับความลึกเดียวกัน พบว่าความขึ้นดินในพื้นที่โครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพงทึบ บริเวณที่ 1 และโครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่ บริเวณที่ 3 มีความขึ้นสูงกว่าไม่มีโครงสร้างอย่างเห็นได้ชัด โดยที่ระดับความลึก 150 เซนติเมตรลงไป ความขึ้นดินสูงกว่าร้อยละ 40 แสดงให้เห็นถึงการสะสมความขึ้นดินด้านฐานตลิ่ง โดยเฉพาะโครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพง

ที่บึงมีความชื้นสะสมในดินล่างที่ระดับความลึก 150 เซนติเมตรลงไปสูงมากที่สุด แสดงใน Table 2 และ Figure 2 อย่างไรก็ตามความชื้นดินบริเวณหลังโครงสร้างแบบรอกดักทราย (Deflector) มีพฤติกรรมคล้ายคลึงกับพื้นที่ที่มีการกัดเซาะแต่ไม่มีโครงสร้างป้องกัน คือความชื้นดินมีค่าสูงมากกว่าร้อยละ 40 ที่ระดับความลึกมากกว่า 200 เซนติเมตรลงไป แสดงว่าโครงสร้างแบบรอกดักทรายไม่มีผลกระทบต่อการไหลของน้ำใต้ดินลงสู่แม่น้ำ

เมื่อเปรียบเทียบความชื้นดินพื้นที่หลังโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบต่างๆ ในช่วงระยะเวลาต่างกัน พบว่าโครงสร้างแบบกำแพงทึบ จะปิดกั้นการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินลงสู่แม่น้ำทำให้ค่าความชื้นดินที่ระดับลึกที่ความลึก 150 เซนติเมตรลงไป มีค่าสูงกว่าร้อยละ 40 ในทุกช่วงระยะเวลาที่ศึกษาทั้งช่วงน้ำในแม่น้ำสูง น้ำในแม่น้ำลดระดับ และน้ำในแม่น้ำต่ำ สำหรับโครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่มีแนวโน้มปิดกั้นการไหลของน้ำใต้ดินลงสู่แม่น้ำเล็กน้อยโดยเฉพาะช่วงน้ำในแม่น้ำสูง ความชื้นดินที่ระดับลึกที่ความลึก 150 เซนติเมตรลงไปมีค่าสูงกว่าร้อยละ 40 และในช่วงน้ำในแม่น้ำลดระดับ และน้ำในแม่น้ำต่ำความชื้นดินที่ระดับความลึกมากกว่า 200 เซนติเมตรลงไป มีค่าสูงกว่าร้อยละ 40 ส่วนโครงสร้างแบบรอกดักทรายไม่มีการปิดกั้นการไหลของน้ำใต้ดินลงสู่แม่น้ำ อย่างไรก็ตามความชื้นดินที่ระดับความลึกมากกว่า 200 เซนติเมตรลงไปมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่ศึกษาน้อยมาก คาดว่าเป็นผลจากการที่ระดับน้ำใต้ดินระดับต้นจากแผ่นดินไหลลงสู่ลำน้ำในระดับความลึกดังกล่าว

Table 2 Soil moisture content in the different river bank protection structure.

Type of River Bank Protection Structure	Depth (cm)	Soil Moisture Content (%)		
		November	December	January
Vertical Retaining Wall	0-50	21.57±1.11 ^a	16.31±1.30 ^a	11.42±1.76 ^a
	50-100	25.35±1.25 ^b	19.34±2.15 ^a	13.16±1.95 ^a
	100-150	33.47±1.41 ^c	33.33±1.33 ^c	31.41±1.31 ^c
	150-200	43.57±1.03 ^d	41.13±0.74 ^d	40.41±1.15 ^d
	200-250	44.59±0.93 ^d	45.89±0.55 ^d	44.15±0.77 ^d
	250-300	45.83±0.55 ^d	45.16±0.85 ^d	44.49±1.07 ^d
Deflector	0-50	22.53±1.37 ^a	15.89±0.95 ^a	11.43±1.03 ^a
	50-100	25.17±0.89 ^b	17.63±1.38 ^a	15.37±0.75 ^a
	100-150	32.35±1.35 ^c	26.66±1.31 ^b	25.41±1.17 ^b
	150-200	31.83±1.47 ^c	33.95±1.00 ^c	32.44±0.86 ^c
	200-250	40.44±0.81 ^d	34.41±0.95 ^c	33.57±1.32 ^c
	250-300	41.17±0.76 ^d	42.24±1.18 ^d	41.59±1.46 ^d
Slope Revetment Wall	0-50	22.31±1.27 ^a	15.77±1.44 ^a	10.41±0.53 ^a
	50-100	26.45±0.83 ^b	20.39±0.53 ^a	13.44±1.39 ^a
	100-150	33.64±1.05 ^c	32.16±1.32 ^c	30.74±1.45 ^c
	150-200	40.64±1.11 ^d	35.01±0.46 ^c	35.73±0.31 ^c
	200-250	42.96±1.05 ^d	41.52±0.53 ^d	42.31±1.14 ^d
	250-300	43.29±0.51 ^d	42.17±1.25 ^d	41.30±0.84 ^d

สรุปผลการศึกษา

ในพื้นที่ที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณที่ทำการศึกษามีการพังทลายของตลิ่งทั้ง 3 บริเวณ ความชันดินบนจากผิวดินถึงระดับความลึก 200 เซนติเมตรเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนความชันดินด้านฐานตลิ่งที่มีความลึกมากกว่า 200 เซนติเมตร มีความชันสูงมากกว่าร้อยละ 40.00 และมีค่าใกล้เคียงกันตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษา คือช่วงน้ำในแม่น้ำสูง น้ำในแม่น้ำลดระดับ และน้ำในแม่น้ำต่ำลักษณะการพังทลายของตลิ่งขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของดินบริเวณฐานตลิ่ง ในกรณีที่ที่ดินฐานตลิ่งมีองค์ประกอบเป็นอนุภาคขนาดร่วนปนทราย หรือดินเนื้อหยาบที่มีชั้นทรายแทรกสลับการพังทลายของตลิ่งเกิดขึ้นในช่วงระดับน้ำลดระดับลง การพังทลายตลิ่งเป็นแบบการหลุดตัวลงเป็นแถบ (Block slide) ส่วนในกรณีที่ดินฐานตลิ่งมีองค์ประกอบเป็นอนุภาคดินเหนียว หรือดินเนื้อละเอียด ตลิ่งมีการพังทลายในช่วงระดับน้ำในแม่น้ำต่ำ การพังทลายของตลิ่งเป็นแบบการลื่นไถลแบบหมุน (Rotational slide)

เมื่อเปรียบเทียบความชันดินพื้นที่หลังโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบต่างๆ ในช่วงระยะเวลาต่างกัน พบว่าโครงสร้างแบบกำแพงทึบ จะปิดกั้นการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินลงสู่แม่น้ำทำให้ค่าความชันดินในระดับลึกที่ความลึก 150 เซนติเมตรลงไปมีค่าสูงกว่าการมีโครงสร้างแบบอื่น โครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่มีแนวโน้มปิดกั้นการไหลของน้ำใต้ดินลงสู่แม่น้ำเล็กน้อย ส่วนโครงสร้างแบบรอดักทรายจะมีการปิดกั้นการไหลของน้ำใต้ดินลงสู่แม่น้ำน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามความชันดินที่ระดับความลึกมากกว่า 200 เซนติเมตรลงไปมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาศึกษาน้อยมากในทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งพื้นที่ที่ไม่มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง และพื้นที่ที่มีโครงสร้าง

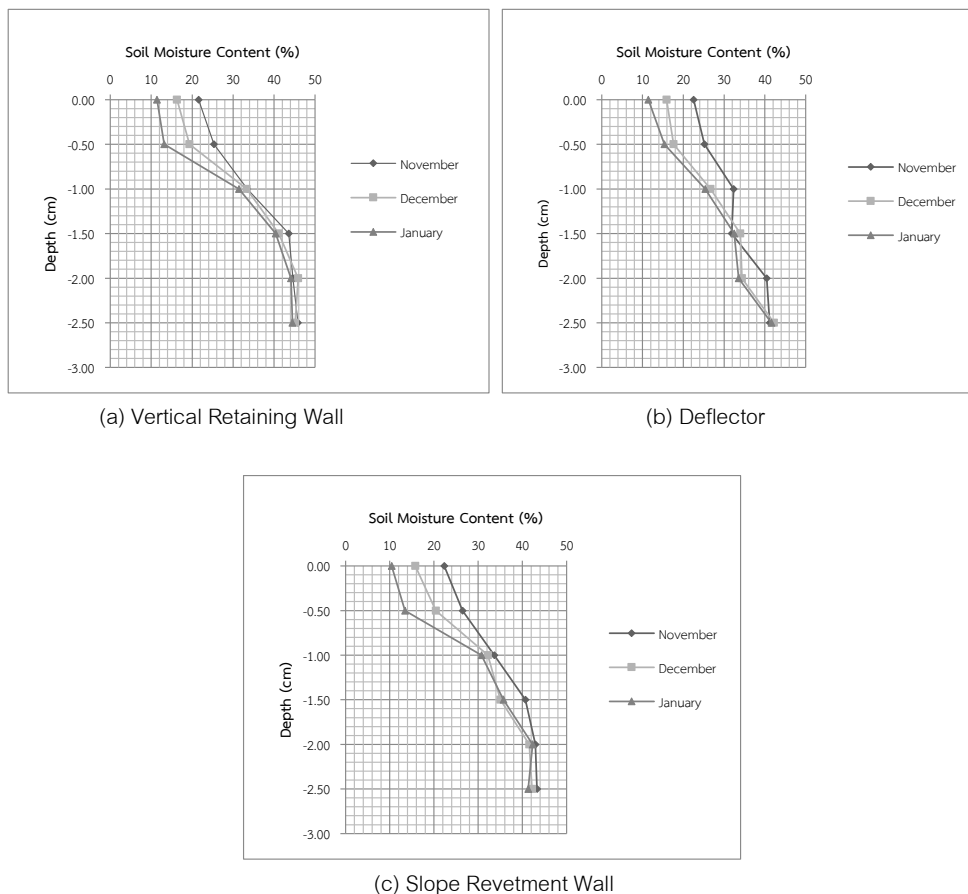


Figure 2 Soil moisture content in the different river bank protection structure.

ข้อเสนอแนะ

โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งทุกแบบที่ทำการศึกษามีสามารถป้องกันการกัดเซาะตลิ่งได้ แต่ในการพิจารณาโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบใดควรพิจารณาถึงเสถียรภาพของโครงสร้าง และผลกระทบจากโครงสร้าง เนื่องจากในการศึกษาพบว่าโครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพงที่มีการกักเก็บน้ำใต้ดินระดับตื้นไว้หลังโครงสร้างมาก ทำให้คุณสมบัติดินเปลี่ยนไปเป็นโคลนเหลว และมีน้ำหนักมากอาจส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของโครงสร้างได้มาก แต่โครงสร้างแบบนี้มีส่วนยื่นลงไปใ้ร่องน้ำน้อยกว่าแบบอื่นมีความเหมาะสมในช่วงที่แม่น้ำแคบ สำหรับโครงสร้างแบบโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งแบบเรียงหินใหญ่ มีการกักเก็บน้ำใต้ดินไว้ในโครงสร้างเช่นกัน แต่น้อยกว่าโครงสร้างแบบกำแพงกันดิน หรือกำแพงที่ ทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพมากกว่า ข้อเสนอคือมีส่วนฐานโครงสร้างยื่นลงไปใ้ร่องน้ำ ส่วนโครงสร้างแบบบดกทรายไม่มีการกักเก็บน้ำใต้ดินระดับตื้นไว้หลังโครงสร้าง แต่มีข้อเสีย คือ ส่วนของโครงสร้างทั้งหมดอยู่ในลำน้ำ และมีส่วนทำให้ร่องน้ำแคบลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนงบประมาณแผ่นดินในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร และภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมเจ้าท่า. 2559. รายงานโครงการศึกษาและสำรวจออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำน้อย และคลองบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. กรมเจ้าท่า. กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 547 น.
- สำนักงานทรัพยากรธรณีวิทยาเขต 3 ปทุมธานี. 2556. พิบัติภัยตลิ่งทรุดตัวตำบลโพสะ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง. รายงานวิชาการฉบับที่ สทช3 8/2556. กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ. 27 น.
- อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น. 2542ก. ลักษณะธรณีโครงสร้าง และดินบนคันดินริมแม่น้ำเจ้าพระยา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 17(2) : 48-56.
- อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น. 2542ข. การใช้รูปถ่ายทางอากาศศึกษาการกัดเซาะตลิ่ง และการตกตะกอนทับถมริมฝั่งลำน้ำเจ้าพระยา. หน้า 73 – 83. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ “30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหาร” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density. In A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1-Physical and Mineralogical Methods Second Edition. American Society of Agronomy, Madison WI.
- Gardner, W.H. 1965. Water content. In C.A. Black (ed.) Methods of Soil Analysis, part 1. Agronomy No. 9. Am. Soc. Of Agron. Madisson, Wisconsin. pp. 92-127.
- Peterson, M.S. 1986. River Engineering. McGraw-Hill Co.Inc. New Jersey. 457 p.
- Perdojski, B, R. Blazejewski and K.W. Pilarczyk. 1995. River Training Techniques, Fundamentals, design and application. A.A. Ballema Rotterdam Brookfield, Netherland. 147 P.
- Plummer C.C., D.H. Carlson and L. Hammersley. 2013. Physical Geology. McGraw-Hill Co.Inc. New York. 633 p.
- Rutherford, I. and P. Bishop. 1996. Morphology and Bank Protection of the Mekong River in the Vientiane-Nong Kai Reach, Lao PDR and Thailand. Report prepared for the Mekong River Commission.
- Soil Survey Staff. 1996. Soil survey laboratory methods manual version No. 3.0. USDA NRCS.
- Soil Survey Staff. 2014. Soil Survey Mannul. U.S. Dept. Agri., U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C. 637 p.

วันรับบทความ (Received date) 19 ม.ค. 2561

วันแก้ไขบทความ (Revised date) 26 มี.ค. 2561

วันตอบรับบทความ(Accepted date) 16 พ.ค. 2561