



การป้องกันการกัดเซาะหน้าดินด้วยเส้นใยธรรมชาติปกคลุมดิน ผสมผสานการปลูกพืชคลุมดิน

พานิช วุฒิปุทกษ^{1*} จินดารัตน์ มณีเจริญ² สันชัย อินทพิชัย¹ ชัยรัตน์ ธีระวัฒน์สุข³ และ เชิดชนินทร์ หม่อมมลทิน³

บทคัดย่อ

งานวิจัยเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันการกัดเซาะหน้าดินโดยใช้เส้นใยผักตบชวา ปกคลุมดินผสมผสานกับการปลูกหญ้าแฝกและหญ้ารูซี่ เพื่อทราบความสามารถในการป้องกันการกัดเซาะหน้าดินด้วยพืชและวัสดุตั้งกล่าว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานป้องกันการกัดเซาะหน้าดินของลาดคันทาง ดินที่ใช้ทดลองเป็นดินทรายละเอียดจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำแนกด้วยวิธีเอกภาพเป็นทรายที่มีขนาดคละไม่ดี (SP)

ความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 120 มม./ชั่วโมง ลาดดินที่ทดสอบมีอัตราส่วนความชันในแนวราบต่อแนวตั้งคือ 1:1, 2:1 และ 3:1 ผลการทดสอบในช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืชอายุ 1 เดือน ปรากฏว่าเส้นใยผักตบชวา ขนาดช่องตารางขนาด 8×8 มม. ป้องกันการกัดเซาะหน้าดินได้ดีที่สุด รองลงมาคือ เส้นใยผักตบชวาขนาดช่องตาราง 12×12 มม. หญ้ารูซี่และหญ้าแฝกตามลำดับ

คำสำคัญ: การป้องกันการกัดเซาะ หญ้าแฝก หญ้ารูซี่

- ¹ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 - ² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 - ³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- * ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2555-2000 ต่อ 3247 อีเมล: pnv@kmutnb.ac.th



The Prevention of Soil Erosion Using a Combination of Natural Fiber with Vetiver Grass and Ruzi Grass

Panich Voottipruex^{1*} Jinda Maneejaruan² Sunchai Inthapichai¹ Chairat Teerawattanasuk³
and Chirdchanin Modmoltin³

Abstract

This research illustrates the efficiency of the prevention of soil erosion using a combination of water hyacinth fiber with Vetiver grass and Ruzi grass. The study can be applied to prevent the soil erosion of embankment slopes. The soil used in this study was Ayutthaya sand, which is classified as poorly-graded sand or SP by the Unified Soil Classification System. The rainfall intensity used in this study was 120 mm./

hour. The slope models included in this study were: 1:1, 2:1, and 3:1. The test results, within 1 month of the growing period of the ruzi and vetiver grass, revealed that soil covered with hyacinth fiber with an opening size of 8x8 mm. was the best prevention among the others, followed by soil covered with hyacinth fiber with an opening size of 12x12 mm. and ruzi grass and vetiver grass.

Keywords: Soil Erosion, Vetiver Grass, Ruzi Grass

-
- ¹ Associate Professor, Department of Teacher Training in Civil Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
- ² Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- ³ Assistant Professor, Department of Civil and Environmental Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
- * Corresponding Author, Tel. 0-2555-2000 Ext. 3247, E-mail: pnv@kmutnb.ac.th

Received 20 November 2012; Accepted 5 February 2013

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เทือกเขาหรือที่ราบสูงซึ่งเกิดจากการขยับตัวของเปลือกโลกรวมทั้งลาดดินที่มนุษย์สร้างขึ้นเช่นลาดดินตัดและคันทาง อาจสึกกร่อนลงได้จากกระบวนการกัดเซาะผิวหน้าซึ่งมักเกิดจากการกระทำของน้ำฝนทำให้ทรัพยากรดินเสื่อมโทรมลง เพราะเมื่อน้ำไหลผ่านผิวหน้าดินจะนำเอามวลดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่อการเกษตรกรรมไหลลงตามกระแสน้ำและไปตกค้างอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ หรืออ่างเก็บน้ำเพื่อการเกษตรกรรมทำให้ดินชั้นบางครั้งทำให้อัตราส่วนปลอดภัยของลาดดินลดต่ำลงจนกระทั่งเกิดการพังทลายของลาดดิน และส่งผลเสียต่อพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง นอกจากนี้ยังส่งกระทบต่อปริมาณเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำซึ่งดินชั้นเนื่องจากปริมาณตะกอนดินสะสมเพิ่มมากขึ้นทุกปี การป้องกันการกัดเซาะหน้าดินโดยใช้ระบบรากพืชผสมผสานกับการใช้รากพืชเช่นรากหญ้าแฝกและหญ้ารัฐซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในลาดทางหลวงได้เป็นอย่างดี งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการกัดเซาะหน้าดินในลาดจำลองที่มีความลาดเอียงแตกต่างกันคือ 3:1, 2:1 และ 1:1 ปกคลุมด้วย หญ้าแฝก หญ้ารัฐ เส้นใยธรรมชาติ และเส้นใยธรรมชาติผสมผสานหญ้ารัฐ

การกัดเซาะผิวดินเกิดจากการหลุดลอกของชั้นผิวดินเนื่องจาก ลม น้ำหรือน้ำแข็ง การกัดกร่อนเริ่มต้นจากการกระทบ (Impact) การลาก (Drag) หรือแรงดึงลาก (Tractive Force) ที่กระทำต่ออนุภาคดินบริเวณพื้นผิวดิน การกัดเซาะโดยฝนเริ่มต้นจากฝนตก เมื่อหยาดฝนกระทบลงบนพื้นดินที่ว่างเปล่าหรือถูกไถคราดทิ้งไว้ก็จะขับเคลื่อนเม็ดดินไปไกลจากจุดเดิม เมื่อน้ำเริ่มไหลป่าจะรวมกันเป็นสายธารขนาดเล็กซึ่งอาจกัดเซาะเกิดเป็นร่องริ้ว (Rill) เมื่อริ้วเหล่านี้รวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้นกลายเป็นร่องลึก (Gully) ที่มีความซับซ้อนและมีอำนาจในการทำลาย เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีอาจหยุดยั้งได้ พื้นผิวดินที่ว่างเปล่าเปราะบางต่อการถูกกัดเซาะในทุกรูปแบบ ตารางที่ 1 แสดงลักษณะเด่นของกระบวนการกัดกร่อน น้ำฝนและพืชเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการกัดเซาะ การกัดเซาะโดยฝนถูกควบคุมโดยประเภทของดิน สภาพอากาศ ภูมิประเทศ รวมทั้ง

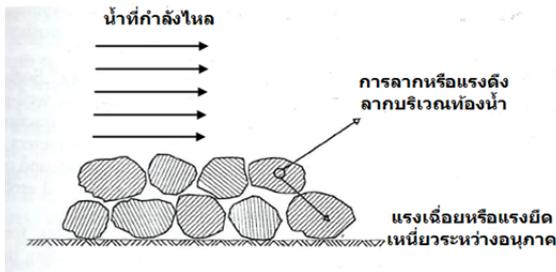
ความชื้นและช่วงเวลากการเกิดฝนตก ความหยาบของผิวดิน ความยาวและความลาดชันของลาดดิน ประเภทและขอบเขตของพืชที่ปกคลุมดิน ปัจจัยเหล่านี้รวมอยู่ในสมการการสูญเสียดินทั่วไป [1]

1.1 ธรรมชาติการกัดเซาะผิวดิน

ตัวกลางการกัดเซาะที่สำคัญคือน้ำ ลมและน้ำแข็ง ตัวกลางเหล่านี้สามารถกัดเซาะและเคลื่อนย้ายอนุภาคดิน จากการไหลผ่าน การกระแทก หรือหลุดออกจากผิวดิน ตัวกลางแต่ละชนิดสามารถกัดกร่อนในลักษณะแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การกัดเซาะโดยน้ำฝนเกิดในลักษณะทำให้เม็ดดินกระเจาย หลุดออกเป็นแผ่น หรือเป็นร่องริ้ว

ตารางที่ 1 ลักษณะเด่นของการกัดเซาะบริเวณผิวดิน

การกัดเซาะผิวดิน	
กระบวนการ	การหลุดลอก และนำพาอนุภาคดิน
แบบจำลองทางกายภาพหรือแบบจำลองการทำนาย	สมการการสูญเสียดินทั่วไป $A=R*K*L*S*C$ เมื่อ A = ค่าการสูญเสียดิน R = แฟกเตอร์ฝนตก K = ค่าความสามารถกัดเซาะได้ L = ปัจจัยความยาวของลาดดิน S = แฟกเตอร์ความลาดชัน C = แฟกเตอร์พืชที่ปกคลุม
คุณสมบัติดินที่สำคัญ	ความสามารถกัดเซาะได้ $K = f(D_{50}, Cu, \% org.)$
บทบาทของพืชปกคลุม	สกัดการไหลของน้ำ หยุดยั้งการไหล หน่วงเหนี่ยวการไหล ดูดซับน้ำ
พืชที่มีประสิทธิภาพสูงสุด	หญ้าและพืชที่ไม่ใช่หญ้าซึ่งขึ้นอย่างหนาแน่น พืชใบคลุมดินที่มีระบบรากเป็นตาข่ายประสานกันใกล้ผิวดิน



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงการกระทำของแรงต่ออนุภาคดินบริเวณท้องน้ำ

1.2 กลไกการกัดเซาะ

การป้องกันและควบคุมการกัดเซาะขึ้นอยู่กับความเข้าใจกลไกของกระบวนการกัดเซาะ การกัดเซาะประกอบด้วยกระบวนการพื้นฐานสองกระบวนการคือ 1) การหลุดออกของเม็ดดิน 2) การเคลื่อนย้ายของเม็ดดิน แรงที่กระทำต่ออนุภาคดินบริเวณผิวสัมผัสแสดงในรูปที่ 1 แรงดึงลากเนื่องจากน้ำที่พัดผ่านถูกต้านทานโดยมุมเสียดทานภายในหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน โดยแรงดึงลากนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วและปริมาณการไหลรวมทั้งรูปร่างและความหยาบของเม็ดดิน ส่วนแรงต้านทานจะขึ้นอยู่กับสมบัติพื้นฐานของดิน โครงสร้างของดินและปฏิสัมพันธ์ทางฟิสิกส์เคมีที่เกิดขึ้น การป้องกันการกัดเซาะประกอบด้วย 1) ลดแรงดึงลากโดยลดความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านผิวดินโดยกระจายพลังงานของน้ำไปในพื้นที่ป้องกัน 2) เพิ่มความต้านทานการกัดเซาะด้วยการเสริมความแข็งแรงแก่ผิวดินบริเวณนั้นโดยการเพิ่มการเชื่อมยึดระหว่างเม็ดดิน

1.3 สาเหตุหลักของการกัดเซาะ

ปัจจัยพื้นฐานที่ควบคุมการกัดเซาะของผืนมี 4 ประการคือ 1) สภาพอากาศหมายถึงช่วงเวลาและความถี่ในการเกิดพายุ 2) ประเภทของดินหมายถึงความสามารถในการถูกกัดเซาะได้ง่าย 3) สภาพภูมิประเทศหมายถึงความยาวและความลาดชันของลาดดินและ 4) พื้นที่ปกคลุม หมายถึงประเภทและขอบเขตพืชที่ขึ้นปกคลุม พารามิเตอร์เกี่ยวกับอากาศที่สำคัญที่สุดต่อควบคุมการกัดเซาะเนื่องจากผืน

คือความชื้นและช่วงเวลาการเกิดฝน Wischmeier และ Smith [1] ได้แสดงให้เห็นว่าพายุฝนที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการกัดเซาะคือผลคูณระหว่างพลังงานฝนตกกับความชื้นสูงสุดของผืนในห้วงเวลา 30 นาที หยาดฝนที่กระแทกผืนดินที่ว่างเปล่าไม่เพียงแต่ทำให้เกิดการกัดเซาะแต่ยังอัดดินให้มีความแน่นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการซึมผ่านของดินลดลง ช่วยลดแรงดันการไหลซึมในดินซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดการพังทลายของลาดดิน ลักษณะความอ่อนไหวหรือความไวต่อการถูกกัดเซาะของดินเรียกว่า ความสามารถถูกกัดเซาะได้ (Erodibility) ดินบางประเภทเช่นตะกอนทรายถูกกัดเซาะได้ง่ายกว่าดินประเภทอื่นเช่นกรวดหยาบที่มีขนาดคละดี โดยทั่วไปหากดินมีปริมาณสารอินทรีย์หรือดินเหนียวเพิ่มมากขึ้นความสามารถถูกกัดเซาะได้จะลดลง ทั้งนี้ความสามารถถูกกัดเซาะได้ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ต่างๆ อาทิ ลักษณะพื้นผิว ปริมาณความชื้นเดิม อัตราส่วนช่องว่าง การแลกเปลี่ยนไอออน ค่าความเป็นกรดด่าง และส่วนประกอบหรือความเข้มข้นของไอออนที่มีอยู่ในน้ำที่มากัดเซาะ ตารางที่ 2 แสดงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการกัดเซาะ จากการศึกษาในช่วงที่ผ่านมายังไม่ปรากฏว่ามีนักวิจัยท่านใดระบุดัชนีความสามารถถูกกัดเซาะได้ในรูปแบบอย่างง่ายและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป ทั้งๆ ที่มีการทดสอบหลากหลายวิธีเช่นการทดสอบการฟุ้งกระจาย [2] การทดสอบการแตกหัก [3] การทดสอบรูซึม [4] โดยสามารถสรุปลำดับความสามารถถูกกัดเซาะได้มากที่สุดไปยังความสามารถถูกกัดเซาะได้น้อยที่สุดได้ดังนี้

$$ML > SM > SC > MH > OL \gg CL > CH > GM > SW > GP > GW$$

เมื่อ GW หมายถึงกรวดที่มีขนาดคละดี GP หมายถึงกรวดที่มีขนาดคละไม่ดี GM หมายถึงกรวดปนดินตะกอนทราย SW หมายถึงทรายที่มีขนาดคละดี SM หมายถึงทรายปนดินตะกอนทราย SC หมายถึงทรายปนดินเหนียว ML หมายถึงดินตะกอนทรายที่มีสภาพพลาสติกต่ำ MH หมายถึงดินตะกอนทรายที่มีสภาพพลาสติกสูง

CL หมายถึงดินเหนียวที่มีสภาพพลาสติกต่ำ CH หมายถึงดินเหนียวที่มีสภาพพลาสติกสูง OL หมายถึงดินอินทรีย์ที่มีสภาพพลาสติกต่ำ

ตารางที่ 2 แนวโน้มของดินที่สามารถถูกกัดเซาะได้

<ul style="list-style-type: none">• ความสามารถถูกกัดเซาะต่ำหากเป็นกรวดหยาบที่มีขนาดละเอียด
<ul style="list-style-type: none">• ความสามารถถูกกัดเซาะสูงหากเป็นทรายละเอียดหรือดินตะกอนทรายที่มีขนาดสม่ำเสมอ
<ul style="list-style-type: none">• ความสามารถถูกกัดเซาะลดลงเมื่อปริมาณสารอินทรีย์และดินเหนียวเพิ่มมากขึ้น
<ul style="list-style-type: none">• ความสามารถถูกกัดเซาะลดลง หากอัตราส่วนช่องว่างต่ำและมีปริมาณความชื้นเดิมสูง
<ul style="list-style-type: none">• ความสามารถถูกกัดเซาะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเพิ่มขึ้นและความเข้มข้นของไอออนในน้ำลดลง

ลำดับความสามารถถูกกัดเซาะนั้นไม่ซับซ้อนแต่ขึ้นอยู่กับขนาดและดัชนีพลาสติกของดินแปลงสภาพ ดังนั้นจึงไม่สามารถพิจารณาผลกระทบเนื่องจากโครงสร้างดิน อัตราส่วนช่องว่าง และปริมาณความชื้นเดิม Wischmeir และคณะ [5] ได้นำเสนอกราฟความสามารถถูกกัดเซาะเพื่อใช้ในสมการการสูญเสียดินทั่วไปซึ่งขึ้นอยู่กับการวัดคุณสมบัติดินอย่างง่าย โดยตัวแปรที่มีผลต่อการกัดเซาะเนื่องจากฝนประกอบด้วย 1) มุมลาดเอียง 2) ความยาวลาดดิน 3) ขนาดและรูปร่างพื้นที่รับน้ำ เมื่อลาดดินมีความชันเพิ่มขึ้นจะทำให้อิทธิพลหรือความสำคัญของความยาวลาดดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น Loch, R.J. [6] สร้างชุดจำลองน้ำฝนให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับฝนตกตามธรรมชาติที่มีความเข้มมากกว่า 40 มม./ชั่วโมง เพื่อทดสอบหาค่าการซึมผ่านของดินและการกัดเซาะผิวดิน

พืชมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการควบคุมการกัดเซาะจากน้ำฝน การแผ่กิ่งก้านของพืชโดยน้ำมือมนุษย์หรือการสูญเสียโดยกระบวนการทางธรรมชาติเช่นไฟป่าทำให้ผิวดินถูกกัดเซาะง่ายขึ้น ดังนั้นหากเพิ่มมาตรการรักษาสภาพธรรมชาติหรือการปลูกพืชทดแทนการถูกทำลายจะช่วย

ลดการสูญเสียผิวดินและลดการกัดเซาะลง พืชสายพันธุ์หญ้า เช่น หญ้าแฝกบางสายพันธุ์มีระบบรากยาวสามารถลดปริมาณน้ำในโพรงดินด้วยการดูดน้ำ ทำให้ดินอยู่ในสภาวะไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ส่งผลดีต่อเสถียรภาพของลาดดิน โดยหญ้าแฝกสามารถชะลอน้ำลงได้ถึงร้อยละ 73 และลดการชะล้างผิวดินลงได้ถึง ร้อยละ 95 [7],[8]

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาผลกระทบของฝนที่มีความเข้มข้นที่ซึ่งกระทำต่อลาดดินที่มีความลาดชันแตกต่างกัน ซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าหรือหญ้าแฝก รวมทั้งเส้นใยผักตบชวา จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชหรือวัสดุปกคลุมที่เหมาะสม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในลาดดินตามธรรมชาติ

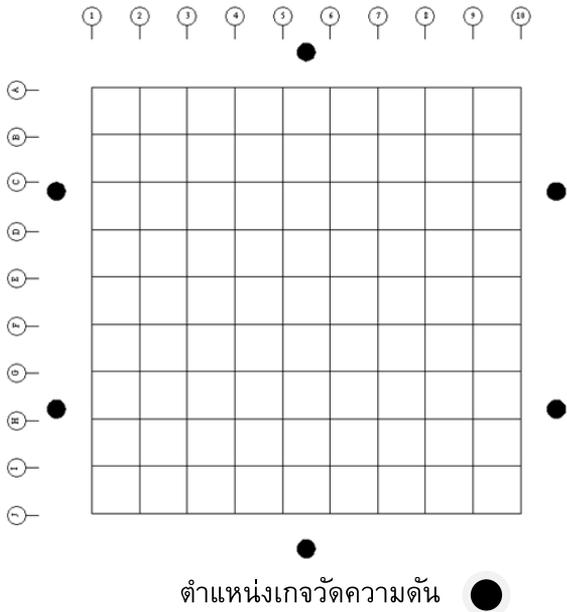
2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน

การทดสอบคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการทดลองทางด้านวิศวกรรมประกอบด้วย การทดลองหาความชื้น (Water Content) พิกัดเหลว (Liquid Limit) และพิกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดินตามมาตรฐาน ASTM D 4318 [9] การทดลองหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil Solid) ตามมาตรฐาน ASTM D 854 [10] การทดลองหาขนาดเม็ดดิน (Grain Size Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D 422 [11] การทดลองการบดอัด (Compaction Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 698 [12]

2.2 การวัดความเข้มของฝน

ในงานวิจัยครั้งนี้ คณะวิจัยได้สร้างชุดจำลองน้ำฝนให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 4.00x4.00 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยขนาด 0.40x0.40 ตารางเมตร จำนวนทั้งหมด 100 จุด เพื่อเป็นจุดทดสอบหาค่าความเข้มฝนตั้งรูปที่ 2 โครงสร้างจำลองน้ำฝนใช้ท่อเหล็กเคลือบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25 นิ้ว ตัวเสายาว 4.50 ม. จำนวน 4 ต้น เหล็กคานด้านข้างแนวนอนและล่างยาว 4.00 ม. และเหล็กคานทแยงยาว 5.50 ม.



รูปที่ 2 แปลนตำแหน่งวาล์วปรับแรงดันและตำแหน่งจุดทดสอบ

ยึดโยงเข้าด้วยกันโดยใช้ตัวบีบยึดท่อ มีท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยาว 4.20 ม. จำนวน 3 ท่อนวางพาดบนเหล็กคานข้างตัวบนเพื่อใช้สำหรับยึดหัวจ่ายน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง มีอัตราการไหล 330 ลิตรต่อนาที ส่งน้ำได้สูง 20 ม. มีความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ดังรูปที่ 3

ระบบส่งน้ำประกอบด้วยกัน 3 ส่วน ท่อสายหลักลำเลียงเป็นสายยางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ต่อเข้ากับท่อโพลีไวนิลคลอไรด์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว จากนั้นลดขนาดท่อลงเหลือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว มีทางน้ำออกอยู่แปดจุดควบคุมโดยมีวาล์วควบคุมการไหลและเครื่องมือวัดแรงดันแล้วส่งน้ำผ่านสายยางพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ใช้ความยาวสายยางพลาสติกเท่ากันเพื่อลดตัวแปรที่จะส่งผลต่อแรงดันที่หัวจ่ายน้ำ ใช้สายยางต่อจากวาล์วควบคุมแรงดันไปยังหัวจ่ายน้ำตามลำดับ โดยหัวจ่ายน้ำชนิดนี้สามารถปรับมุมเพื่อพ่นฝอยน้ำได้ถึง 90 องศา เม็ดน้ำขณะออกจากหัวจ่ายมีขนาดโตสุด 2.8 มม. อุปกรณ์วัดแรงดัน (Pressure

Gauge) เป็นชนิดไม่มีน้ำมัน วัดแรงดันได้สูงสุด 6 บาร์ สามารถอ่านค่าได้ 2 หน่วย คือหน่วยอังกฤษ (PSI) และหน่วย SI (BAR) การวิจัยครั้งนี้ใช้หน่วย SI ข้อต่อทดใช้วัสดุทองเหลือง ในที่นี้เป็นการวัดแรงดันในท่อส่งน้ำก่อนเข้าหัวจ่ายน้ำที่ระดับพื้น เนื่องจากทำงานได้สะดวกและปรับแรงดันน้ำได้ง่าย

2.3 ปกป้องกันลม

ในการทดลองไม่พิจารณาแรงกระทำของลมต่อเม็ดฝน จึงใช้ตาข่ายพลาสติกเพื่อป้องกันลมด้านข้าง เพราะลมจะมีผลต่อทิศทางการตกของเม็ดฝน ความเร็วและยังส่งผลถึงขนาดเม็ดฝนด้วย การเลือกใช้จำนวนหัวจ่ายขึ้นอยู่กับค่าความเข้มที่ต้องการทดสอบ และต้องมีการกระจายตัวที่ดีด้วย ในที่นี้ได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ใช้แรงดันน้ำ 1 บาร์ ส่วนกลุ่มที่ 2 ใช้แรงดันน้ำ 0.7 บาร์ ทั้งสองกลุ่มใช้หัวจ่ายน้ำ 6 หัว ตำแหน่งวาล์วปรับความดันดังรูปที่ 2 ส่วนความสูงของหัวฉีดกำหนดที่ 4 ม. ติดตั้งแบบหงายขึ้น

3. การวัดปริมาณความเข้มฝน

เป็นการหาปริมาณของละอองฝนในพื้นที่ศึกษาตามจุดทดสอบที่ได้กำหนดไว้ โดยประยุกต์ใช้กรวยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว และมีรูยอดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ซึ่งมีขนาดตามมาตรฐานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่ไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (Non-Recording Rain Gauge) จากหน่วยงานทางภูมิอากาศของสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้ใช้โลหะทรงกระบอกยาว 24 นิ้ว เป็นตัวรองรับปริมาณน้ำและใช้กรวยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้วเป็นพื้นที่รับปริมาณน้ำ โลหะทรงกระบอกก็ประยุกต์ใช้กระป๋องพลาสติกยาว 10 นิ้วเป็นตัวรับปริมาณน้ำที่เวลาทดสอบ 1 นาที นำน้ำที่ได้เทลงในถ้วยตวงอ่านค่าปริมาณ เพื่อใช้คำนวณตามสูตรการหาความเข้มฝนดังสมการการสูญเสียดินทั่วไปแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้ปริมาตรที่ได้หารด้วยพื้นที่กรวย จะให้ความเข้มต่อพื้นที่ จากนั้นแปลงค่าเป็นความเข้มฝนที่ได้เป็น มม./ชั่วโมง



รูปที่ 3 ชุดจำลองความลาดชันของตัวอย่าง



รูปที่ 5 หญ้าที่ระยะเวลาการปลูก 1 เดือน



รูปที่ 4 กระบะปลูกหญ้าแฝกระยะเวลา 1 เดือน



รูปที่ 6 เส้นใยผักตบชวาที่ระยะเวลา 1 เดือน

การทดสอบเพื่อหาปริมาณการกัดเซาะหน้าดินของดินทรายอยุธยาแบ่งตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่มตัวอย่างคือ 1) ชุดตัวอย่างที่ไม่มีวัสดุปกคลุมดิน ชุดตัวอย่างที่ปลูกหญ้าแฝกปกคลุมดิน 2) ชุดตัวอย่างที่ปลูกหญ้าที่ปกคลุมดิน 3) ชุดตัวอย่างที่คลุมหน้าดินด้วยเส้นใยผักตบชวาขนาดช่องเปิด 8x8 มม. 4) ชุดตัวอย่างที่คลุมหน้าดินด้วยเส้นใยผักตบชวาขนาดช่องเปิด 8x8 มม. 5) ชุดตัวอย่างที่คลุมหน้าดินด้วยเส้นใยผักตบชวาขนาดช่องเปิด 12x12 มม. โดยตัวอย่างในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย 3 ตัวอย่างเพื่อทดสอบที่ความลาดชัน 1:1 2:1 และ 3:1 ความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบเท่ากับ 120 มม./ชั่วโมง

4. การเตรียมการทดสอบ

เตรียมภาตใส่ตัวอย่างดินขนาดกว้าง 30 ซม. ยาว 100 ซม. และสูง 15 ซม. จำนวน 15 กระบะ จากนั้น

เตรียมชุดจำลองความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งมีความสูงจากพื้น 50 ซม. จำนวน 3 ชุด คือความลาดชัน 1:1, 2:1 และ 3:1 โดยแต่ละความลาดชันมีความยาว 45 ซม. (รูปที่ 3) ตัดแผ่นใยสังเคราะห์ขนาด 0.5x1.2 ตารางเมตร ปูรองที่ก้นภาตเพื่อเป็นตัวป้องกันตะกอนไหลลงด้านล่าง จากนั้นบดอัดดินด้วยการควบคุมความหนาแน่น แต่ละตัวอย่างใช้ดินจำนวน 56.33 กิโลกรัม ผสมน้ำ 9.19 กิโลกรัม เพื่อให้สอดคล้องกับผลการทดสอบการบดอัดดิน จากนั้นจึงปกคลุมดินด้วยวัสดุชนิดต่างๆ ดังนี้คือ หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี ระยะห่างแต่ละต้น 10 ซม. จำนวน 18 ต้น ต่อ 1 ภาต จำนวน 3 กระบะ (รูปที่ 4) หญ้าที่ 300 เมล็ดต่อ 1 ภาต จำนวน 3 กระบะ (รูปที่ 5) เส้นใยผักตบชวาช่องเปิด 8x8 มม. ขนาด 30x100 ซม. จำนวน 3 กระบะ (รูปที่ 6) และเส้นใยผักตบชวาช่องเปิด 12x12 มม. ขนาด 30x100 ซม. จำนวน 3 กระบะ ตัวอย่างดินที่



รูปที่ 7 เปิดฝ้ายางให้เกิดการกัดเซาะและวัดอัตราการไหลทุก 5 นาที จนกระทั่ง

ไม่ปกคลุมหน้าดิน 3 กระบะ การทดสอบกระทำเมื่ออายุครบ 1 เดือน

4. วิธีการทดสอบ

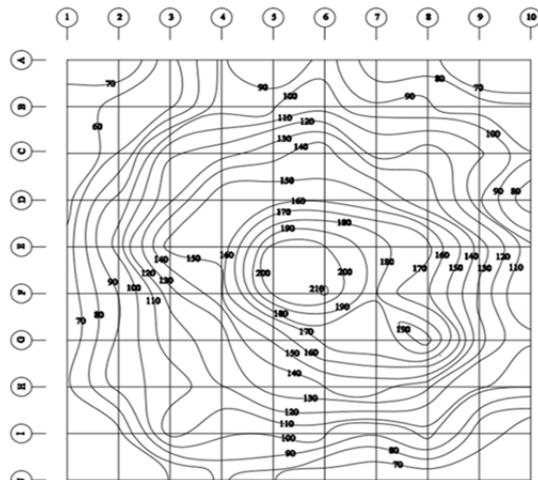
นำตัวอย่างไปวางไว้บนแบบจำลองความลาดชัน ใช้ฝ้ายางคลุมไว้เพื่อป้องกันน้ำฝนลงไปในตัวอย่าง ปรับความเข้มของฝนทุกจุดให้ได้ 120 มม./ชั่วโมง เปิดฝ้ายางออกแล้วจับเวลาทันที เมื่อสังเกตเห็นน้ำผิวดินเริ่มไหลจึงอ่านค่าเวลาแล้วจดบันทึก ภายหลังจากที่น้ำผิวดินเริ่มไหลทำการวัดอัตราการไหลทุกๆ 5 นาที จนอัตราการไหลคงที่ ดังรูปที่ 7 หลังจากที่อยู่อัตราการไหลคงที่ปล่อยให้เกิดการกัดเซาะต่อจนครบ 1 ชั่วโมง นับตั้งแต่ที่น้ำผิวดินเริ่มไหลเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการกัดเซาะที่เวลาเท่ากัน ภายหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นให้นำน้ำตะกอนที่ได้จากการวัดอัตราการไหลตกตะกอน ดังรูปที่ 8 มาดูตุน้ำออกแล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อวัดปริมาณตะกอน

5. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

บทความวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการป้องกันการกัดเซาะหน้าดินของดินที่มีวัสดุปกคลุมดิน 4 ชนิด คือ หญ้าแฝก หญ้ารูซี่ เส้นใยผักตบชวาขนาด 8×8 มม. และเส้นใยผักตบชวาขนาด 12×12 มม. และเปรียบเทียบกรณีที่ไม่มีวัสดุคลุมดิน การทดสอบประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ทดสอบคุณสมบัติ



รูปที่ 8 วัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำผิวดิน

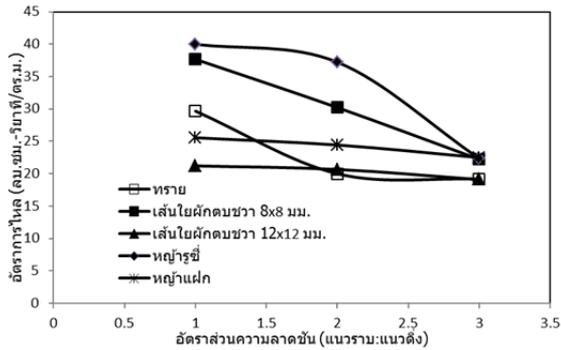


รูปที่ 9 เส้น Contour แสดงปริมาณความเข้มของฝน

พื้นฐานของดินที่ใช้ในการทดสอบ 2) วัดปริมาณความเข้มของฝนที่ความดัน 0.7 บาร์ และ 1 บาร์ และ 3) วัดปริมาณการกัดเซาะหน้าดินที่ความเข้มฝน 120 มม./ชั่วโมง

5.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของทราย

ทรายที่นำมาทดสอบมีปริมาณน้ำธรรมชาติร้อยละ 5.04 ความถ่วงจำเพาะ 2.80 คุณสมบัติการบดอัดคือปริมาณความชื้นเหมาะสมร้อยละ 14.02 และความหนาแน่นแห้ง 1.60 กรัม/ลบ.ซม. ความหนาแน่นรวม 1.82 กรัม/ลบ.ซม. ไม่มีขีดจำกัดเหลวและไม่มีขีดจำกัดพลาสติก



รูปที่ 10 อัตราการไหลของน้ำโคลนตามชนิดวัสดุปกคลุมที่ความลาดชันต่างๆ

5.2 ผลการทดสอบการวัดปริมาณความเข้มของฝน

จากการวัดค่าความเข้มฝนที่แรงดันน้ำ 0.7 บาร์ ช่วงที่ความเข้มฝนสม่ำเสมออยู่ที่ Line E4-E7 ถึง G4-G7 รูปที่ 9 แสดงเส้นชั้นความเข้มฝนที่ความดัน 1.0 บาร์ ผลการวัดค่าความเข้มฝนที่แรงดันน้ำ 1.00 บาร์ ช่วงที่ความเข้มฝนสม่ำเสมออยู่ที่ Line B5-B7 ถึง G5-G7

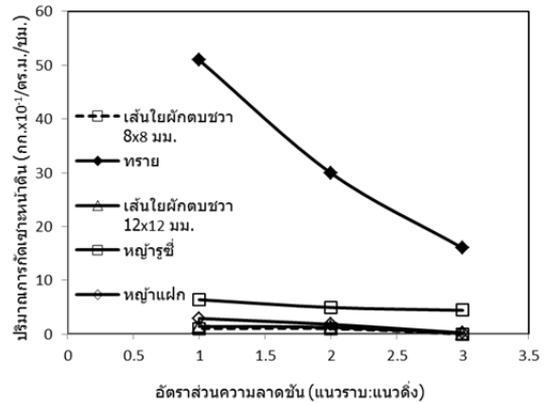
5.3 ผลการทดสอบการวัดปริมาณการกัดเซาะหน้าดิน

5.3.1 อัตราการไหลของน้ำโคลนต่อพื้นที่

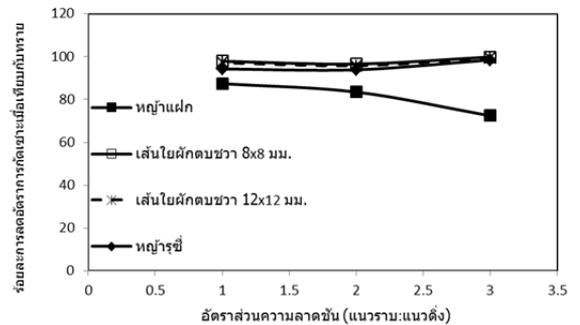
จากการตรวจวัดการไหลของปริมาณน้ำโคลนภายหลังจากการพ่นละอองน้ำเพื่อจำลองสภาพฝนตกและการกัดเซาะพบว่าลาดดินที่ปกคลุมด้วยหญ้ารูซี่มีอัตราการไหลของน้ำโคลนสูงที่สุด รองลงมาคือลาดดินที่ปกคลุมด้วยเส้นใยผักตบชวา 8x8 มม. ตามด้วยลาดดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าแฝก และลาดดินที่ปกคลุมด้วยเส้นใยผักตบชวา 12x12 มม. ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 10

5.3.2 ปริมาณการกัดเซาะหน้าดินต่อพื้นที่

จากการวัดปริมาณดินที่ถูกกัดเซาะในระยะเวลาหนึ่งชั่วโมง พบว่าลาดดินที่ปราศจากวัสดุหรือพืชปกคลุมมีอัตราการกัดเซาะสูงที่สุด ตามด้วยลาดดินที่ปกคลุมด้วยหญ้ารูซี่ และหญ้าแฝกสำหรับลาดดินที่ปกคลุมด้วยเส้นใยผักตบชวาขนาดช่องเปิด 8x8 มม. และ 12x12 มม. มีอัตราการกัดเซาะอยู่ในเกณฑ์ต่ำใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 11 สาเหตุที่เส้นใยผักตบชวาสามารถ



รูปที่ 11 ปริมาณการกัดเซาะหน้าดินต่อพื้นที่



รูปที่ 12 ร้อยละของอัตราการกัดเซาะที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับทราบ

ต้านทานการกัดเซาะได้ดีกว่าเพราะมีช่องเปิดมีระยะสม่ำเสมอและไม่เสียหายเมื่อถูกกระแทกด้วยความแรงของน้ำ ต่างจากหญ้ารูซี่และหญ้าแฝกซึ่งมีระยะเวลาการปลูกเพียง 1 เดือนระบบรากหยั่งลงไปไม่ลึกพอ เมื่อได้รับการกระแทกจากละอองน้ำจึงไม่สามารถต้านทานได้

5.3.3 ผลการเปรียบเทียบการลดปริมาณการกัดเซาะจากการเปรียบเทียบร้อยละการกัดเซาะที่ลดลงโดยใช้อัตราการกัดเซาะของลาดดินที่มีการปกคลุมเป็นค่าอ้างอิง พบว่าเส้นใยผักตบชวาทั้งสองชนิดสามารถลดอัตราการกัดเซาะได้ใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง ร้อยละ 97 ถึง ร้อยละ 99 ส่วนลาดดินที่ปกคลุมด้วยหญ้ารูซี่ลดการกัดเซาะได้ประมาณร้อยละ 94 ถึง 98 และลาดดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าแฝกลดการกัดเซาะได้ในช่วง 72 ถึง 87 ดังแสดงในรูปที่ 12



5. สรุป

การวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบตัวอย่างลาดดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าสองชนิดคือหญ้าแฝกและหญ้ารูซี่ที่ระยะเวลาการปลูกเพียงหนึ่งเดือน ระบบรากหญ้ายังไม่ยาวพอที่จะหยั่งลึกลงในดินทำให้ไม่สามารถป้องกันการกัดเซาะได้ดีมากนัก แต่พบว่าการปลูกหญ้ามืดดินมีส่วนช่วยลดอัตราการไหลของน้ำโคลนได้อย่างมีนัยสำคัญ การใช้เส้นใยผักตบชวาปกคลุมดินสามารถลดการกัดเซาะได้ชัดเจนโดยช่วยลดแรงกระแทกของเม็ดฝน ทำให้ความแรงในการไหลกวาดลดลง ดังนั้นหากนำเส้นใยธรรมชาติมาผสมผสานกับระบบรากหญ้า จะช่วยป้องกันการกัดเซาะและลดอัตราการไหลของน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหญ้ามืดดินมีอยู่มากขึ้นระบบรากจะแข็งแรงขึ้น การยึดดินจะมั่นคงยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาผู้สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณสำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] W.H. Wischmeier and D.D. Smith, *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*, USDA Agricultural Handbook No.537, Washington, DC. 1978.
- [2] G.M. Volk, "Method of determining the degree of dispersion of the clay fraction of soils," *Soil Science Society of America Proceedings*, vol.2, pp.432-445, 1973.
- [3] W.W. Emerson, "A classification of soil aggregates based on their coherence in water," *Australian journal of soil research*, vol.2, pp.211-217, 1967.

- [4] J.L. Sherard, N.L. Ryker, and R.S. Decker, "Pinhole test for identifying dispersive soils," *Journal of Geotechnical Engineering (ASCE)*, vol. 102(GT1), pp.69-85, 1978.
- [5] W.H. Wischmeier, C.B. Johnson, and B.V. Cross, "A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites," *Journal of Soil and Water Conservation*, vol.26, no.5, pp.189-193, 1971.
- [6] R.J. Loch, "Effects of site preparation on runoff, erosion, and nutrient losses from Pinus plantations established on the coastal lowlands of south-east Queensland, Australia," *Australian Journal of Soil Research*, vol.40(8), pp.1287-1302, 2002.
- [7] Chaipattana Foundation, "What is vetiver grass?," *Chaipattana Network Webmaster*, pp.1-4, 1996.
- [8] P. Voottipruex, D.T. Bergado, S. Mairang, S. Chucheepsakul, and C. Modmoltin, "Soil reinforcement with combination roots system: A case study of vetiver grass and acacia mangium willd," *Lowland technology international*, vol.10, no.2, pp.56-67.
- [9] ASTM D 4318. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.
- [10] ASTM D 854-10. Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- [11] ASTM D 422. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils Compaction Test.
- [12] ASTM D 698. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort.