

การจำลองลักษณะของรากพืชเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน THE MODEL OF TREES ROOT FOR SLOPE STABILITY ANALYSIS

รัฐธรรม อีโรพาร (Rattatam Isaroranit)

นิติปรัชญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรากร ไม้เรียง (Warakorn Mairaing)

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ: แนวทางปรับปรุงเสถียรภาพของลาดดินด้วยวิธีทางชีวภาพโดยการเสริมกำลังด้วยรากพืช เป็นวิธีที่ใช้เทคโนโลยีพื้นฐานในการก่อสร้าง ราคาต่ำก่อสร้างถูก และยังเป็น การปรับปรุงสภาพแวดล้อมอีกด้วย บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการจำลองลักษณะของรากพืช เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินเป็นหลัก โดยแบ่งออกเป็น การจำลองลักษณะการแผ่ขยายของรากพืช และการจำลองการกระจายตำแหน่งของรากพืชบนลาดดิน

การจำลองลักษณะการแผ่ขยายของรากพืช จำลองโดยการแทนที่ดินประสานกับรากพืชด้วยทรงกระบอกที่มีความหนาตาหนึ่งวางเรียงซ้อนกัน โดยเปลี่ยนแปลงค่ารัศมีให้มีค่าใกล้เคียงกับการแผ่ขยายของรากพืชจริง ส่วนการจำลองการกระจายตำแหน่งของรากพืช จำลองโดยแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็นช่องๆ พร้อมกับหาค่ากำลังเฉลี่ยในแต่ละช่อง แล้วนำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการพิบัติมากที่สุด เพื่อจำลองลักษณะชั้นดินและวิเคราะห์เสถียรภาพต่อไป

ABSTRACT: Slope stabilization by bioengineering method with vegetation is simple, inexpensive and environmental friendly. This paper proposes the model for representing root reinforcement in soil mass for stability analysis. The model considers both root distribution under the trees and their combination of root zones on soil slope.

The root distribution is represented by the stacks of the cylinders of definite height and diameter close to the size of the actual root zone. The root reinforcement on the target area is simulated by mapping tree distributions and their root zones on the suitable assigned grids and blocks. Then the average reinforced root soil strengths (c_{block}) in every blocks are calculated, and the minimum value of soil strength on critical block is selected for further stability analysis.

KEYWORDS: VEGETATION, ROOT MODEL, SLOPE STABILITY

1. บทนำ

การแผ่ขยายของรากพืชในดินมีส่วนช่วยให้กำลังของดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากการประสาน (Root Reinforcement) การยึดเกาะ (Root Anchorage) ระหว่างรากพืชกับดิน นอกจากนั้นผลจากการดูดน้ำของพืชยังช่วยลดแรงดันน้ำภายในดินอีกด้วย ดังนั้นในการประเมินความปลอดภัยของลาดดินทั้งในสภาพป่าธรรมชาติและลาดดินที่ก่อสร้างหรือตัดแปลงแก้ไขโดยมนุษย์จึงควรคำนึงถึง

การเสริมกำลังของรากพืชด้วย เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของการประเมินนั้นๆ

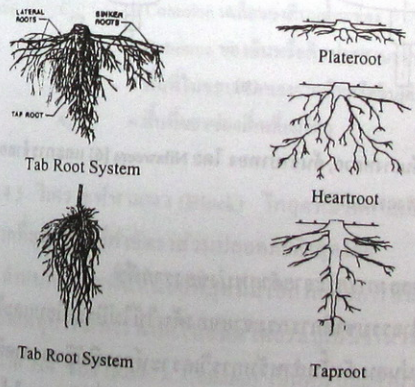
บทความนี้จะนำเสนอถึงแนวทางในการจำลองลักษณะการแผ่ขยายของรากพืช และการจัดเรียงตำแหน่งของต้นไม้เพื่อนำปัจจัยดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบรากพืชแบบต่างๆ

Wang [1] ระบบของรากพืชแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ Tap Root System และ Fibrous System ดังรูปที่ 1 โดย Tap Root System จะเป็นระบบรากที่พบในไม้ยืนต้นทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ รากแก้ว (Tap roots) ซึ่งเป็นศูนย์กลางที่ก่อให้เกิดการประสานของดินชั้นล่าง (ศูนย์กลางที่ยังงายไปไม้ ร่วมกับสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม [2]) รากแขนง (Lateral roots) เป็นรากที่แผ่ออกจากศูนย์กลางลำต้น ก่อให้เกิดการประสานของดินชั้นบนโดยปกติกากแขนงจะมีมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-50 เซนติเมตรจากผิวดิน รากฝอย (Sinker roots) เป็นส่วนของรากที่แผ่ขยายจากรากแก้ว หรือรากแขนง

Gray and Sotir [3] แบ่งรูปแบบหรือลักษณะการแผ่ขยายของรากพืชออกเป็น 3 แบบ คือ Taproot, Heartroot และ Plateroot ดังรูปที่ 1 นอกจากนั้นยังพบว่าลักษณะของรากที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก และการประสานกับดินอย่างแน่นหนา จะมีผลต่อการเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดินมากกว่า พืชที่มีรากขนาดใหญ่แต่มีจำนวนน้อยๆ



รูปที่ 1 ระบบรากพืชแบบ Tap Root System และ Fibrous System (Wang [1]) และรูปแบบการแผ่ขยายของรากพืช (Gray and Sotir [3])

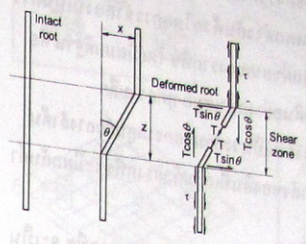
2.2 ทฤษฎีการจำลองรูปแบบการเสริมกำลังของดินด้วยรากพืช

Wu [4] ศึกษาและพัฒนาทฤษฎีการจำลองรูปแบบการเสริมกำลังของดินด้วยรากพืช โดยสมมติว่ารากเป็นวัสดุยืดหยุ่น ในระยะที่เกิดแรงเฉือน ทุกๆรากรับแรงดึงอย่างสม่ำเสมอ และอยู่ในแนวตั้งกับระนาบการเกิดแรงเฉือน ดังรูปที่ 2 กำลังต้านทานแรงเฉือนของดินที่เพิ่มขึ้นด้วยราก หาได้จากสมการที่ 1, 2 และ 3

$$S_R = S + \Delta S_R \quad (1)$$

$$t_R = T_R \left(\frac{A_R}{A} \right) \quad (2)$$

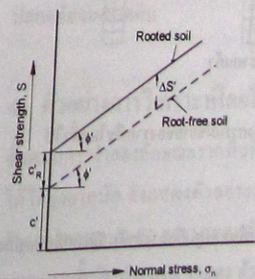
$$\Delta S_R = t_R (\sin \theta + \cos \theta \tan \phi) \quad (3)$$



รูปที่ 2 การจำลองรูปแบบการเสริมกำลังของดินด้วยรากพืชในแนวตั้งฉาก (Wu [4])

- เมื่อ S_R = กำลังต้านทานแรงเฉือนของดินที่มีการเสริมด้วยราก
- S = กำลังต้านทานแรงเฉือนของดินที่ไม่มีการเสริมด้วยราก
- ΔS_R = กำลังต้านทานแรงเฉือนของดินที่เพิ่มขึ้นด้วยการเสริมราก
- t_R = กำลังรับแรงดึงเฉลี่ยของรากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่
- T_R = กำลังรับแรงดึงของราก
- A_x = พื้นที่หน้าตัดของรากที่อยู่ในพื้นที่หน้าตัดดิน
- A = พื้นที่หน้าตัดของดิน
- θ = มุมของแรงเฉือนที่บีบคั้นของราก หรือเท่ากับ $\tan^{-1}(x/z)$

กำลังของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการเสริมด้วยรากพืช จะแปรผันกับปัจจัย 6 อย่างคือ ความหนาแน่น, กำลังรับแรงดึง, Tensile Modulus, อัตราส่วนความยาวต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง, ความขรุขระของพื้นผิว และการวางตัวของรากพืช (Coppin and Richards [5]) โดยทั่วไปกำลังของดินที่มีการเสริมด้วยรากพืชสามารถแสดงได้ด้วยรูปที่ 3 ซึ่ง C'_r เป็นค่าเชดซีคเหนียวที่เพิ่มขึ้น และโดยทั่วไป ϕ มีค่าเท่ากับดินที่ไม่มีการเสริมด้วยรากพืช



รูปที่ 3 กำลังของดินที่มีการเสริมด้วยรากพืช (Coppin and Richards [5])

3. การจำลองลักษณะของรากพืช

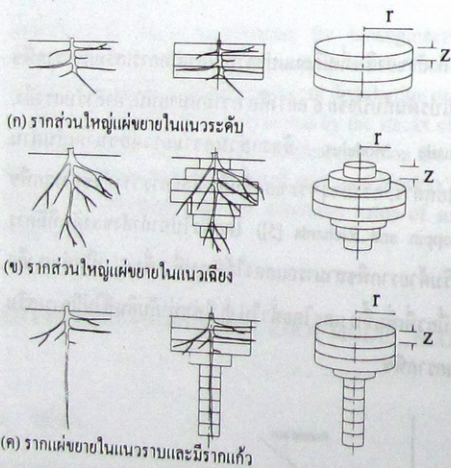
3.1 สมมติฐาน

รูปแบบการแผ่ขยายของรากพืชที่แตกต่างกันย่อมมีผลต่อการเสริมกำลังของดินที่แตกต่างกันด้วย โดยที่การจำลองนี้เป็นการศึกษาแบบลักษณะการแผ่ขยายของรากพืช โดยมีสมมติฐาน คือ

- รากพืชประสานกับดินอย่างสม่ำเสมอ ทุกความลึก
- รัศมีการแผ่ขยายของรากเป็นวงกลมออกจากศูนย์กลางลำต้น
- การเปลี่ยนแปลงกำลังของดินที่เสริมด้วยรากพืชจะมีผลกับค่า Cohesion เท่านั้น
- ลักษณะการพิบัติของลาดดินหลังการจำลองรากพืช จะเป็นแบบ Shallow - Seated Instability และ Deep - Seated Instability ไม่คำนึงถึง Surface Erosion

3.2 การจำลองลักษณะการแผ่ขยายของรากพืช

เมื่อทำการศึกษาลักษณะการแผ่ขยายของรากพืชอย่างชัดเจนแล้ว การจำลองทำได้โดยแทนดินที่ประสานกับรากพืชด้วยทรงกระบอกที่มีความหนา z และรัศมี r วางเรียงซ้อนกันจากบนลงล่าง ค่ารัศมีจะเปลี่ยนแปลงตามความลึกเพื่อให้การจำลองใกล้เคียงกับลักษณะการแผ่ขยายจริงของรากพืช ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การใช้ทรงกระบอกจำลองการแผ่ขยายของรากพืชโดยทั่วไป

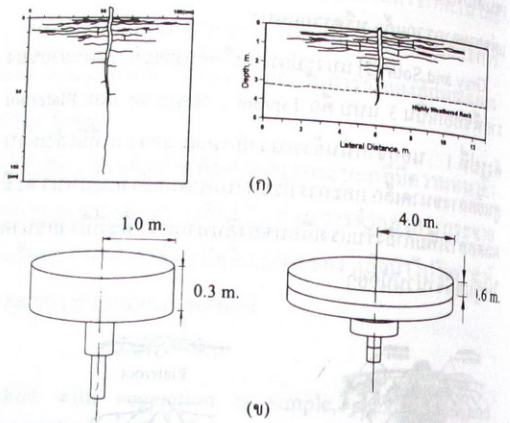
เมื่อ

r = รัศมีการแผ่ขยายของรากพืชจากศูนย์กลางลำต้น มีค่าเปลี่ยนแปลงตามความลึก

z = ความหนาของดินที่ประสานกับรากพืชในช่วงการแผ่ขยายของรากพืชที่มีรัศมีใกล้เคียงกัน จำลองโดยทรงกระบอก มีค่าอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 1.0 เมตร ขึ้นอยู่กับลักษณะชั้นดินและชนิดของพืช

3.3 ตัวอย่างการจำลองรากพืชจริงจากการสำรวจ

Nilaweera [6] ทำการศึกษาหาชนิดของต้นไม้ที่เหมาะสมกับเสถียรภาพความลาดของพื้นที่ภูเขา บริเวณเขาหลวง จ. นครศรีธรรมราช โดยตัวอย่างการแผ่ขยายของรากพืช แสดงดังรูปที่ 5(n) ซึ่งเป็นรากของต้นยางหยวก (*Dipterocarpus alatus*) และต้นจําปาทอง (*Alangium kurzii*) การจำลองรากพืชดังกล่าวโดยใช้ทรงกระบอก แสดงดังรูปที่ 5(ข)



รูปที่ 5 รากต้นยางหยวก, ต้นจําปาทอง โดย Nilaweera [6] และการจำลองโดยใช้ทรงกระบอก

3.4 การจำลองการกระจายตำแหน่งของรากพืช

ในสภาพป่าธรรมชาติการกระจายของต้นไม้ไม่มีระเบียบและไม่มีการที่แน่นอน ดังนั้นสำหรับการวิเคราะห์การพิบัติของลาดดินจึงต้องหาแนวที่เป็นตัวแทนการพิบัติ (แนวที่มีโอกาสให้ค่าอัตราส่วนปลอดภัยต่ำสุด) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง

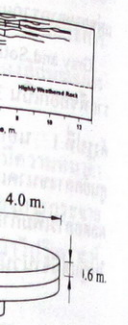
การจำลองการกระจายตำแหน่งของรากไม้เป็นการนำแบบจำลองการแผ่ขยายของรากพืชในหัวข้อ (3.2) มาแทนตำแหน่งของรากไม้บนลาดดิน แล้วจึงวิเคราะห์หาค่ากำลังที่เปลี่ยนไปของดินในพื้นที่หนึ่งๆ (Grid) และทำการพิจารณาหาแนวที่มีโอกาสให้ค่าอัตราส่วนปลอดภัยต่ำสุด

ขั้นตอนการจำลองการกระจายตำแหน่งของรากพืชทำได้ดังนี้

3.4.1 กำหนดขนาดพื้นที่เป้าหมาย (กว้าง x ยาว) ดังรูปที่ 6(n) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวต้องมี ชนิดของพืชพันธุ์ การกระจายของพืช

งการแผ่ขยายของราก
มีค่าอยู่ในช่วง 0.3 ถึง

ว
ไม่ที่เหมาะสมกับ
เวมเขาหลวง จ.
รากพืช แสดงถึง
erocarpus alatus)
รากพืชดังกล่าว



6] และการจำลอง

เรียบและไม่
บิตของลาดดิน
โอกาสให้ค่า
ถูกต้อง
มีเป็นการนำ
2) มาแทน
หาค่ากำลังที่
หรือพิจารณาหา
ค่าได้ดังนี้
ตั้งรูปที่ 6(n)
ะจ่ายของพืช

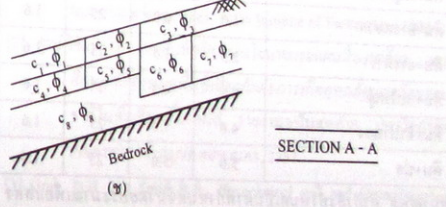
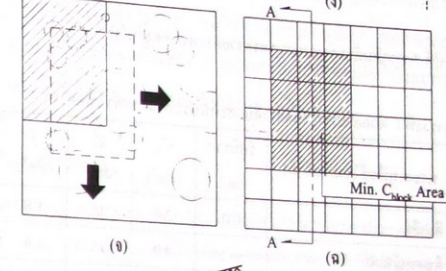
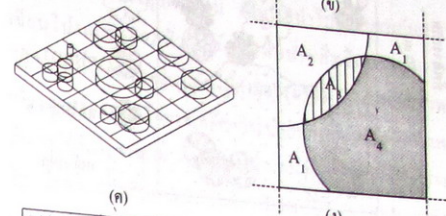
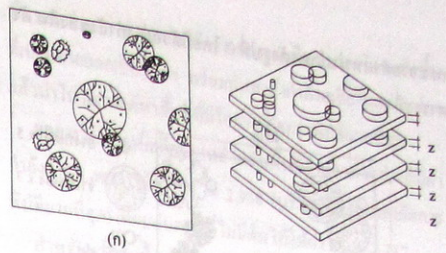
พันธุลักษณะของชั้นดิน และความชันของลาดดิน ที่สามารถเป็น
ตัวแทนของสภาพภูมิประเทศบริเวณนั้นๆ ได้
3.4.2 แบ่งดินออกเป็นชั้นๆ ให้ความหนาแต่ละชั้นเท่ากับ z
(หนาเท่ากับความหนาของแท่งทรงกระบอก) พร้อมทั้งระบุ
ตำแหน่ง รัศมีการแผ่ขยายของรากพืช และกำลังของดินประสาน
รากพืช ในแต่ละชั้นของความลึก บนพื้นที่เป้าหมาย ดังรูปที่ 6(ข)
3.4.3 แบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็นช่อง (Grid) ตามแนวตั้งและ
แนวนอน ดังรูปที่ 6(ค) โดยความกว้างของช่องควรมีค่าอยู่
ระหว่าง 1.0 ถึง 5.0 เมตร เนื่องจากขนาดที่เล็กกว่า 1.0 เมตร การ
เก็บข้อมูลในสนามจะทำได้ยาก แต่ถ้าขนาดใหญ่กว่า 5.0 เมตร
ผลที่ได้จากการจำลองจะขาดความแม่นยำ ทั้งนี้ขนาดช่องอาจ
ปรับเปลี่ยนได้ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ที่ศึกษา ชนิด และการกระจาย
ตำแหน่งของพืชพันธุ์

3.4.4 หาค่า c_{avg} สำหรับแต่ละช่องโดยสมการที่ 4 และแสดงดัง
รูปที่ 6(ง)

$$c_{avg} = \sum_{i=1}^n \frac{c_i A_i}{A_T} \quad (4)$$

- เมื่อ C_{avg} = Cohesion เฉลี่ยของดินแต่ละช่อง
- C_i = Cohesion ของดินหรือดินประสานรากพืช
- A_i = พื้นที่ในขอบเขตของรากพืชหรือดินเดิม
- A_T = พื้นที่ของช่องสี่เหลี่ยมใดๆ

3.4.5 วิเคราะห์หาแนว (Block) วิกฤตที่มีโอกาสเกิดการพิบัติ
มากที่สุดหรือให้ค่าอัตราส่วนปลอดภัยต่ำสุดโดย
- กำหนดขนาดพื้นที่น้อยที่สุดที่มีโอกาสเกิดการพิบัติจากสถิติ
หรือเหตุการณ์การพิบัติในอดีตโดยระบุเป็นจำนวนช่อง เช่น
ขนาด 3x4 ช่อง (Row x Column) เป็นต้น และคำนวณค่ากำลัง
เฉลี่ยของทั้งพื้นที่นั้นๆ (c_{block}) โดยพิจารณาจากชั้นดินทุกความ
ลึก
- เลื่อนพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการพิบัติไปจนทั่วพื้นที่เป้าหมาย และ
คำนวณค่า c_{block} แล้วเทียบว่าพื้นที่ใดมีค่า c_{block} น้อยที่สุด ดังรูปที่
6(จ)
- จำลองสภาพชั้นดินสำหรับพื้นที่ที่ให้ค่า c_{block} น้อยที่สุดเพื่อใช้
ในการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนปลอดภัย ดังรูปที่ 6(ฉ) และ 6(ช)



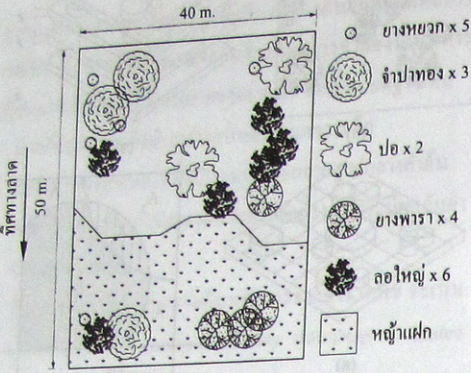
รูปที่ 6 ขั้นตอนการจำลองการกระจายตำแหน่งของรากพืช

ลักษณะชั้นดินที่ได้หลังการจำลองจะถูกแบ่งเป็นชั้นๆ ซึ่งมีค่า
กำลังที่ต่างกันตามลักษณะการแผ่ขยายของรากพืช, กำลังของราก
พืช และกำลังของดิน ซึ่งทุกอย่างประกอบจะมีผลต่อค่าอัตราส่วน
ปลอดภัยของลาดดิน

4. ตัวอย่างการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองรากพืช

ขั้นตอนการจำลองลักษณะรากพืชที่กล่าวมานั้นสามารถคำนวณ
ได้ไม่ยุ่งยากนัก ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณ ได้ดังนี้ ลาดดิน
ตัวอย่าง ขนาด 40x50 ตารางเมตร มีความลาดชันเฉลี่ย 25 องศา
ความหนาชั้นดินประมาณ 3 เมตร พื้นไม้บนลาดดินประกอบด้วย
ต้นยางหยวก ยางพารา กล้วยน้ำว้า กล้วยป่อ และหญ้าแฝก การ

กระจายตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 7 โดยมีตัวอย่างกำลังของดิน ดังตารางที่ 1



รูปที่ 7 ลาดคินตัวอย่างและการกระจายตำแหน่งของต้นไม้

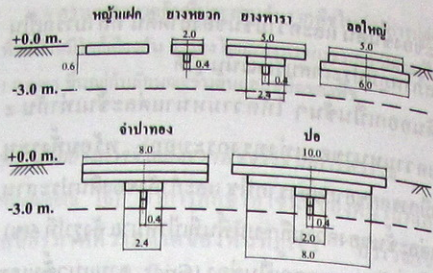
ตารางที่ 1 ตัวอย่างกำลังของดินเดิมและดินประสานรากพืชชนิดต่างๆ

| ประเภทพืชที่ใช้เสริมกำลัง | รัศมีราก (m.) | c'_R (t/m^2) | ϕ (deg.) | γ (t/m^3) |
|---------------------------|---------------|--------------------|---------------|----------------------|
| ดินเดิม | 0.0 | 2.0 | 25 | 1.8 |
| ดิน+หญ้าแฝก | - | 4.0 | 25 | 1.6 |
| ดิน+ยางหยวก | 1.0 | 6.0 | 25 | 1.6 |
| ดิน+ยางพารา | 2.5 | 3.0 | 25 | 1.6 |
| ดิน+ลอใหญ่ | 2.5 | 4.0 | 25 | 1.6 |
| ดิน+จำปาทอง | 4.0 | 5.0 | 25 | 1.6 |
| ดิน+ปอ | 5.0 | 5.0 | 25 | 1.6 |

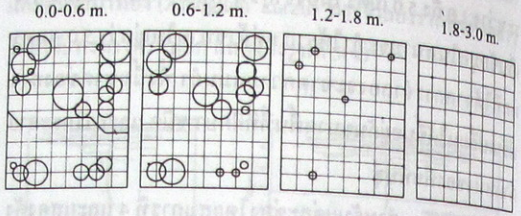
หมายเหตุ ค่ากำลังทั้งหมดเป็นค่าที่กำหนดขึ้นโดยประมาณเพื่อแสดงวิธีการคำนวณเท่านั้น

ทำการจำลองรากพืชทั้ง 6 ชนิด โดยพิจารณาจากการกระจายตำแหน่งของรากพืชจริงแต่ละชนิด แล้วแทนที่การประสานกันของดินกับรากพืชด้วยแท่งทรงกระบอกหนา 0.6 เมตร (ทุกช่วงความลึก) และมีรัศมีต่างกันตามช่วงความลึก แสดงดังรูปที่ 8

การจำลองการกระจายตำแหน่งของรากพืชในช่วงความลึกต่างๆแสดงดังรูปที่ 9 หากค่า c_{avg} ของดินประสานรากพืชในแต่ละช่อง ทุกช่วงความลึก (0-3.0 m.) ด้วยสมการที่ 4 ได้ค่าดังตารางที่ 2 และเมื่อกำหนดให้พื้นที่เล็กสุดที่มีโอกาสเกิดการพิบัติมีขนาด 4x6 ตารางเมตร จะได้พื้นที่ที่ให้ค่า c_{block} ค่าสุดอยู่ระหว่างแถวที่ 1 ถึงแถวที่ 6 และหลักที่ 3 ถึงหลักที่ 6 (พื้นที่ส่วนเงา) ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 8 การจำลองลักษณะการแผ่ขยายของรากพืชทั้ง 6 ชนิด

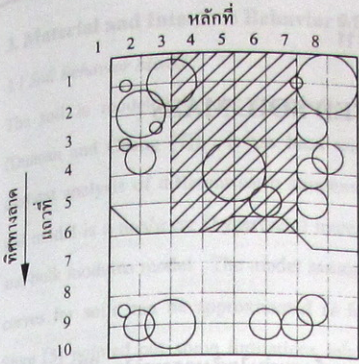


รูปที่ 9 ผลการจำลองการกระจายตำแหน่งของรากพืชในช่วงความลึกๆ

พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการพิบัติมากที่สุด สามารถสรุปเป็นลักษณะชั้นดินได้ดังรูปที่ 11 และผลจากการวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยโปรแกรม KUslope ซึ่งเป็นโปรแกรม วิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินที่พัฒนาโดย รศ.ดร. วรากร ไม้เรียง และคุณชูลิศจีเอื้อจน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [7] ก่อนและหลังการจำลองลักษณะรากพืช ได้ค่าอัตราส่วนปลอดภัย (FS.) 2.717 และ 2.938 ตามลำดับ ดังรูปที่ 12

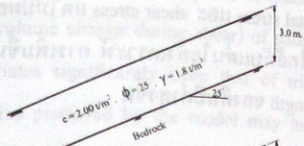
ตารางที่ 2 c_{avg} ในแต่ละช่องและแต่ละช่วงความลึก

| ช่องที่ | c_{avg} | | | | | | |
|---------|-----------|------|-------|---------|---------|---------|---------|
| | แถว | หลัก | 0-0.6 | 0.6-1.2 | 1.2-1.8 | 1.8-2.4 | 2.4-3.0 |
| 1 | 1 | 1 | 2.25 | 2.01 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| | 1 | 2 | 3.51 | 3.51 | 2.14 | 2.00 | 2.00 |
| 1 | 1 | 3 | 3.51 | 3.51 | 2.14 | 2.00 | 2.00 |
| | 1 | 4 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| 1 | 1 | 5 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| | 1 | 6 | 2.13 | 2.01 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| 1 | 1 | 7 | 4.44 | 3.51 | 2.13 | 2.01 | 2.01 |
| | 1 | 8 | 4.36 | 3.51 | 2.09 | 2.00 | 2.00 |
| 2 | 2 | 1 | 3.76 | 3.52 | 2.18 | 2.01 | 2.01 |
| | 2 | 2 | 4.92 | 4.92 | 2.27 | 2.01 | 2.01 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| 10 | 10 | 7 | 3.80 | 2.05 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| | 10 | 8 | 4.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |

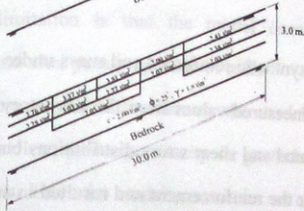


รูปที่ 10 พื้นที่ขนาด 4x6 ตารางเมตร ที่ให้ค่า c_{block} ต่ำที่สุด (พื้นที่แรกๆ)

กรณีไม่มีรากพืช

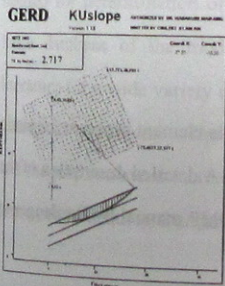


กรณีดินเสริม

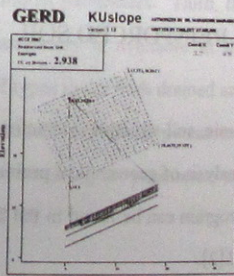


รากพืช

รูปที่ 11 ลักษณะชั้นดินกรณีไม่มีรากพืช และชั้นดินที่ได้จากการจำลองในช่วงแถวที่ 3 ถึง 6



กรณีไม่มีรากพืช



กรณีดินเสริมรากพืช

รูปที่ 12 ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินก่อนและหลังการจำลองรากพืช โดยโปรแกรม KUSlope [7]

5. สรุป

การใช้แบบจำลองลักษณะของรากพืชแบ่งขั้นตอนการจำลองออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการจำลองลักษณะการแผ่ขยายของรากพืช จำลองโดยการแทนที่ดินประสานกับรากพืชด้วยทรงกระบอกที่มีความหนาประมาณ 0.3 ถึง 1.0 เมตร วางเรียงซ้อนกัน แล้วเปลี่ยนแปลงค่ารัศมีให้มีค่าใกล้เคียงกับการกระจายราก

พืช และส่วนการจำลองการจัดวางของรากพืช จำลองโดยแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็นช่องๆ พร้อมกับหาค่ากำลังเฉื่อยในแต่ละช่องแล้วนำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการพิบัติมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพสำหรับพื้นที่จำลองตัวอย่างที่มีค่ากำลังต่ำสุด พบว่าให้ค่า FS. = 2.938 (บริเวณที่มีโอกาสเกิดการพิบัติมากที่สุด) เทียบกับกรณีที่ไม่มีดินไม้ให้ค่า FS. = 2.717

สำหรับการประยุกต์ใช้งาน สามารถนำไปประกอบกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ทั้งกรณีลาดดินมีต้นไม้ตามธรรมชาติ ว่างมีเสถียรภาพเพียงพอหรือไม่ หรือกรณีที่ต้องการปลูกพืชเพื่อเพิ่มเสถียรภาพว่าควรใช้ต้นไม้ชนิดใด การจัดวางตำแหน่งในการปลูกเป็นอย่างไร จึงเหมาะสมกับลักษณะชั้นดินบริเวณนั้นๆ นอกจากนี้ยังอาจนำไปใช้ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งเป็นภาพลักษณะ Raster (มีลักษณะเป็นช่องๆ) แปลผลเป็นชนิดของต้นไม้และทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนการจำลองรากพืชได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Wang, In Nilaweera, N.S. (eds.), *Effects of tree root on slope stability: The case of Khao Luang mountain area* : 70-73, Doctoral of technical science thesis, Asian Institute of Technology, 1994.
- [2] ศูนย์วิจัยป่าไม้ ร่วมกับสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, การศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติในพื้นที่ภูม่าน้ำภาคใต้, รายงานฉบับสุดท้าย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2537.
- [3] Gray, D.H. and Sotir, R.B., *Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization*, John Wiley & Sons, Inc., Singapore, 1996.
- [4] Wu, T.H., *Investigation of landslides on Prince of Wales Island*, *Geotechnical Engineering Report 5*, Columbus, Ohio, 1976.
- [5] Coppin, N.J. and Richards, I.G., *Use vegetation in civil engineering*, Butterworths, Singapore, 1990.
- [6] Nilaweera, N.S., *Effects of tree root on slope stability: The case of Khao Luang mountain area*, Doctoral of technical science thesis, Asian Institute of Technology, 67-437, 1994.
- [7] วรากรไฉเรียง และชุตินิจิตเจ็ญ, *การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินสำหรับประเทศไทย*, การสัมมนาวิศวกรรมทางครั้งที่ 1, กรมทางหลวง, 269-287, 2544

For further details, contact

Mr. Rattatam Isaroranit, Geotechnical Engineering Research and Development Center, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand.

Tel. 0-2579-2263, E-mail: Nuk136@hotmail.com