

การวิจัยและพัฒนาใบมีดจอบหมุนสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศ ตอนที่ 2 การออกแบบและสร้างใบมีดจอบหมุนต้นแบบเพื่อลดแรงกระแทก

Research and Development of Rotary Tiller for Thai Agriculture Area

Part 2: Design and Construction of Rotary Blade for Reducing Impacted Forces

สุรินทร์ พงศ์สุภสมิทธิ์ กวี ศรีทองกุล สรรพฤทธิ์ เผื่อน้อยกา

ชวิน จิตพิพัฒน์พงศ์ กิตติพล อาชาวาราทรร ปฐวี ธาณีโต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Surin Phongsupasamit Kavee Srithongkul Sanparit Puanaiyaka

Chawin Jitipipatpong Kitipon Achawarathon Pattawee Taneeto

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University,

Phayathai Rd., Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand

*E-mail:surin1950@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบและสร้างใบมีดจอบหมุนชนิดใหม่ สำหรับใช้ในการเตรียมดินในไร่และนา ใบมีดจอบหมุนมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ ใบมีดส่วนตรง ใบมีดส่วนปลาย และด้ามใบมีด โดยแนวคิดในการออกแบบคือ ออกแบบส่วนตรงของใบมีดให้มีลักษณะตรง เพื่อลดความซับซ้อนในขั้นตอนการขึ้นรูป ส่วนปลายใบมีดออกแบบให้มีมุมเฉือน (Slice angle) ทำให้ขอบคมของใบมีดเฉือนตัดดิน เพื่อลดแรงกระแทกขณะใบมีดพรวนดิน และมีผิวตัด (Scoop surface) ทำให้ไม่เกิดการเสียดสีระหว่างดินกับผิวด้านนอกใบมีด เพื่อลดแรงต้านทานจากดินที่กระทำต่อใบมีด ความลึกสูงสุดการพรวน 15 เซนติเมตร และผิวดินชั้นล่างหลังการพรวนเรียบ การวิจัยนี้จะออกแบบให้มุมเฉือนของใบมีดมีค่าต่างๆ กัน 4 ค่าคือ 10° 15° 20° และ 25° องศา ใบมีดแต่ละใบสลับกันยึดกับชุดอุปกรณ์วัดแรง EOR (Extend Octagonal Ring) แล้วนำมาพรวนดินที่เตรียมไว้ในกระบะทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ ขนาดของแรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อใบมีดระหว่างใบมีดแบบยุโรปกับใบมีดต้นแบบ และความสัมพันธ์ระหว่างแรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อใบมีดที่มีค่ามุมเฉือนต่างๆ กับองศาการหมุนเพลาใบมีด จากการทดลองพบว่า ความลึกการพรวนดินคือ 15 เซนติเมตร และชั้นดินหลังการพรวนเรียบทุกการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามแนวทางของการออกแบบ โดยแรงต้านทานลัพท์ขณะพรวนดินของใบมีดแบบยุโรป มีลักษณะเป็นแรงกระแทกทุกระยะตัดดิน สำหรับใบมีดต้นแบบ ที่ระยะตัดดิน 4 เซนติเมตร มุมเฉือนที่เพิ่มขึ้นจาก 10° ถึง 20° องศา สามารถลดขนาดของแรงต้านทานลัพท์ได้ 25 % ส่วนมุมเฉือนเกินกว่า 20° องศา ไม่สามารถลดแรงได้อีก แต่ที่ระยะตัดดิน 6

และ 8 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงใช้งานจริง ค่ามุมเฉือนที่เพิ่มจาก 10° ถึง 25° องศา สามารถลดแรงต้านทานลัพท์ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงสรุปได้ว่าใบมีดจอบหมุนต้นแบบที่มีค่ามุมเฉือน 10° องศา น่าจะมีความเหมาะสมที่สุด

คำหลัก ใบมีดจอบหมุน มุมเฉือน ผิวดัก

Abstract

The objective of this research is to design and construction rotary blade for reducing soil impacted-resistance forces. There are three important portions of a rotary blade, namely lengthwise, tip and holding blade portions. This paper presents how to design prototype rotary blades. The lengthwise blade portion is designed straight in order to simplify the production process. The tip blade portion is designed for cutting and throwing soil. As well, it contains slice angle to avoid every portion of the cutting edge from impacting the soil surface at the same time. And it also contains scoop surface to avoid the abrasion of blade's outer surface from the soil, hence reducing the soil resistance. In experiment, slice angles of 10°, 15°, 20° and 25° are designed in order to determine the relationship between the impacting forces with slice angle and the rotational angle of rotary shaft. Four prototype blades with different slice angles are then tested on the testing set EOR (Extend Octagonal Ring) composing of a moving soil bin and a stationary rotating rotary shaft. The experiment's

results showed that every design of the blade gives satisfying flat tilled-soil bed and tillage depth of 15 cm. At tillage pitch of 4 cm, the increasing of slice angle from 10° to 25° results in a significant decreasing of the reaction force. The maximum reaction force for the blade with the angle of 20° decreases 25% from that of the one with the angle of 10°. However, increasing slice angle above 20° can no longer reduce the reaction force. Whereas for the pitches of 6 and 8 cm, the practical value of actual soil tillage pitch, the increasing of slice angle from 10° to 25° can slightly decrease the reaction force. From this experiment, it can be concluded according to the reaction force and material saving that the designed blade with the slice angle of 10° is the most appropriate.

Key words: Rotary Blade, Slice Angle, Scoop Surface

1. บทนำ

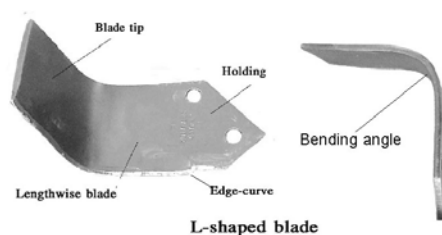
ใบมีดจอบหมุน (Rotary blade) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องพรวนจอบหมุน (Rotary tiller) สำหรับเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูก ทำงานโดย กำลังจากเครื่องยนต์จะถ่ายทอดผ่านเพลาลำนำกำลัง (P.T.O. Power take off) หมุนขับเคลื่อนใบมีดจอบหมุนที่มีใบมีดจำนวนหลายใบจัดเรียงกันอยู่ ซึ่งเพลาลำนำกำลังจะหมุนและเคลื่อนที่ในแนวราบ ทำให้ใบมีดหมุนตัดดินเพื่อย่อยดินให้แตกออกเป็นก้อนเล็กๆ พร้อมทั้งกลับหน้าดิน เพื่อคลุมเศษพืชให้ผสมกับดิน ดังนั้นแรงต้านทานดินที่กระทำกับใบมีด ขึ้นอยู่กับ ลักษณะรูปร่างของใบมีด ระยะตัดดิน ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์หรือรถไถเดินตาม ความเร็วรอบหมุนของเพลาลำนำกำลัง ลักษณะการจัดเรียงใบมีด ความกว้างและความลึกในการพรวนดิน รวมทั้งคุณสมบัติของดินและความหนาแน่นของพืชที่ปกคลุมดินเป็นต้น ใบมีดที่ใช้กันในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ ใบมีดแบบยุโรป และใบมีดแบบญี่ปุ่น ใบมีดทั้งสองถูกออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพพื้นดิน และการนำไปใช้งานในแต่ละประเทศ ซึ่งเป็นดินที่มีลักษณะแตกต่างจากดินในประเทศไทย ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลในการออกแบบและสร้างใบมีดจอบหมุนชนิดใหม่ ให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกว่าใบมีดต่างประเทศที่ใช้อยู่ เพื่อให้สามารถลดแรงต้านทานลัทธิ มีรูปร่างแตกต่างจากใบมีดต่างประเทศ เป็นการสร้างนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีการออกแบบ องค์ความรู้และผลจากการศึกษานี้ เอกชนกลุ่มเครื่องจักรกลเกษตร (บริษัท สามมิตรมอเตอร์แมนแฟคเจอร์ จำกัด) สามารถนำไปผลิต ปรับปรุง และพัฒนาใบมีดจอบหมุนเชิงพาณิชย์ได้ นอกจากนั้นยังสามารถลดการนำเข้าใบมีดพรวนดินจอบหมุน จากต่างประเทศได้อีกด้วย

2. ลักษณะใบมีดและการหมุนพรวนดิน

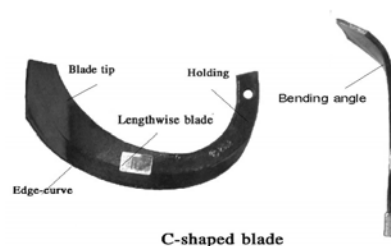
การเตรียมดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน จะได้ขนาดก้อนดินเล็กและใหญ่ ตามความเหมาะสมของชนิดเมล็ด และต้นกล้าพืชที่เกษตรกรต้องการปลูก ดังนั้นใบมีดจอบหมุนจึงเหมาะสำหรับการใช้เตรียมดินสำหรับการเกษตรแบบ ไร่ นา และสวน ผสมกัน ซึ่งปลูกพืชหลากหลายชนิด

2.1 ลักษณะของใบมีดแบบยุโรปและญี่ปุ่น

ใบมีดแบบยุโรปและใบมีดแบบญี่ปุ่นมีลักษณะและส่วนประกอบดังรูปที่ 1



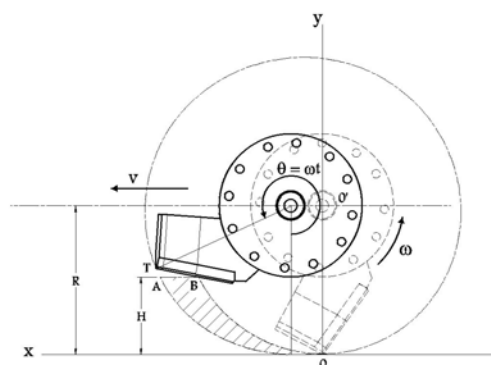
รูปที่ 1.ก) ลักษณะของใบมีดแบบยุโรป



รูปที่ 1.ข) ลักษณะของใบมีดแบบญี่ปุ่น

2.2 การเคลื่อนที่ของใบมีดจอบหมุน

เมื่อเครื่องพรวนจอบหมุนทำงาน เพลาลำนำกำลังจะหมุนพร้อมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ส่งผลให้ใบมีด ที่ติดอยู่บนเพลาลำนำกำลัง เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง (Locus curve) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นโค้งโทรคอยด์ (Trochoid curve)



รูปที่ 2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของใบมีด

จากรูปที่ 2 สมการการเคลื่อนที่ของจุด T ที่ปลายใบมีด ที่เวลา t ใดๆ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$x = Vt - R \sin(\omega t) \quad (1)$$

$$y = R - R \cos(\omega t) \quad (2)$$

โดย R คือ รัศมีของใบมีด (เซนติเมตร)

V คือ ความเร็วเชิงเส้นเพลาลำนำกำลัง (เซนติเมตร/วินาที)

ω คือ ความเร็วเชิงมุมเพลาลำนำกำลัง (เรเดียน/วินาที)

$\overline{AB}$ คือ ระยะตัดดิน (เซนติเมตร)

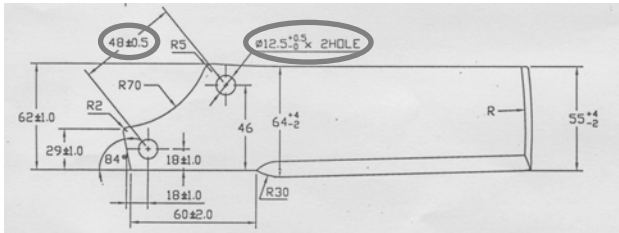
H คือ ความลึกการพรวนดิน (เซนติเมตร)

3. แนวคิดและการออกแบบใบมีดจอบหมุนต้นแบบ

การออกแบบใบมีดต้นแบบ จะพิจารณาลักษณะเด่นของใบมีดแบบยุโรปและแบบญี่ปุ่น มาพัฒนาต่อยอดดังนี้

3.1 ด้ามใบมีดและรูยึด

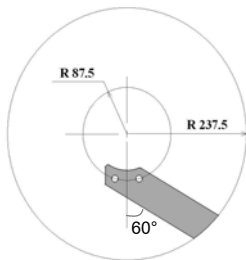
เพื่อให้ใบมีดที่ออกแบบ สามารถนำไปติดบนหน้าแปลนของเพลาลใบมีด ที่ใช้กับเครื่องพรวนจอบหมุนของ บริษัท สามมิตรมอเตอร์ส แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ซึ่งให้ความร่วมมือในการผลิตใบมีดต้นแบบ ดังนั้น ขนาดและตำแหน่งของรูยึด จึงกำหนดได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขนาดและตำแหน่งรูยึด จากแบบของบริษัท สามมิตรฯ

3.2 ใบมีดส่วนตรง

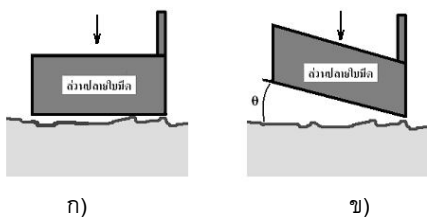
ลักษณะของใบมีดส่วนตรงดังรูปที่ 4 มีลักษณะคล้ายกับส่วนตรงของใบมีดแบบยุโรป มุมระหว่างเส้นรัศมีกับขอบตัดดินมีค่า 60 องศา จากข้อกำหนดความลึกการพรวนดิน 150 มิลลิเมตร ดังนั้น รัศมีการหมุนของใบมีดก็คือ ระยะจากจุดศูนย์กลางเพลาลใบมีดถึงจุดศูนย์กลางรูยึดบวกกับความลึกการพรวนดิน $87.50 + 150.0 = 237.5$ มิลลิเมตร



รูปที่ 4 การออกแบบด้ามและส่วนตรงของใบมีด

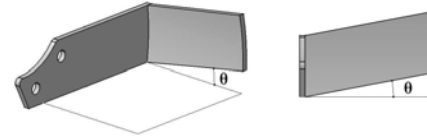
3.3 มุมเฉือน (Slice Angle)

การทดลองหาแรงต้านทานลัทธิ ของผลงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า แรงที่กระทำกับใบมีดแบบยุโรปขณะพรวนดินนั้น เกิดแรงในลักษณะเป็นแรงกระแทกขึ้น บริเวณขอบคมตัดดินใบมีดส่วนตรงและส่วนปลาย ซึ่งจะปะทะกับดินพร้อมกันตลอดทั้งแนว (รูปที่ 5.ก) ดังนั้น จึงออกแบบใบมีดต้นแบบให้มีมุมเฉือน (θ) เพื่อให้ส่วนปลายใบมีดค่อยๆ เฉือนตัดดิน ทำให้สามารถลดแรงกระแทกได้ (รูปที่ 5.ข)



รูปที่ 5. ส่วนปลายใบมีด ก) แบบยุโรป ข) แบบมีมุมเฉือน

งานวิจัยนี้จะออกแบบมุมเฉือน ให้มีค่าต่างๆ กัน 4 ค่า 10 15 20 และ 25 องศา แล้วนำมาทดสอบพรวนดินกับชุดอุปกรณ์วัดแรง EOR เพื่อศึกษาลักษณะของแรงต้านทานลัทธิที่กระทำต่อใบมีดขณะพรวนดิน เมื่อใบมีดมีมุมเฉือน (θ) ค่าต่างๆ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 มุมเฉือนของใบมีด

3.4 ผิวตัก (Scoop Surface)

ผิวตักของส่วนปลายใบมีด ทำหน้าที่เหวี่ยงดินที่ถูกตัดความสามารถในการเหวี่ยงดินขึ้นอยู่กับมุมผิวตัก (β_1) (มุมระหว่างเส้นสัมผัสผิวตัก กับเส้นรัศมีเพลาลใบมีด) ใบมีดแบบยุโรปมีผิวตักเป็นระนาบ ดังรูปที่ 7.ก) ค่ามุมผิวตักจะเพิ่มขึ้นจากบริเวณขอบคมของใบมีด ไปยังด้านหลังของส่วนปลายใบมีด ทำให้ความสามารถในการเหวี่ยงดินไม่สม่ำเสมอ สำหรับใบมีดต้นแบบจะมีการออกแบบผิวตักให้โค้ง ดังรูปที่ 7.ข) มุมผิวตักมีขนาดคงที่ ทำให้ความสามารถในการเหวี่ยงดิน สม่ำเสมอทั่วทั้งผิวตัก ส่งผลให้ การสึกหรอของส่วนปลายใบมีดสม่ำเสมอ นอกจากนั้นการออกแบบส่วนโค้งของผิวตักให้เหมาะสม ยังสามารถหลีกเลี่ยงการพลิกดันดิน ที่ผิวตักด้านนอกของใบมีดด้วย สำหรับผิวโค้งที่เหมาะสม จะมีมุมผิวตักดังสมการที่ 3

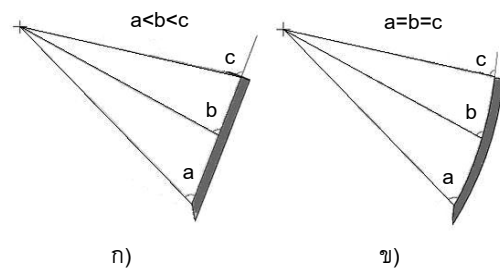
$$\beta_1 \leq \cos^{-1} \left\{ \frac{30V}{R} \sqrt{\frac{H(2R-H)}{(30V)^2 - 60\pi nV(R-H) - (Rn\pi)^2}} \right\} \quad (3)$$

โดย V คือ ความเร็วของรถไถ (เซนติเมตรต่อวินาที)

H คือ ความลึกการพรวนดิน (เซนติเมตร)

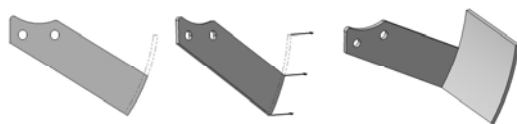
R คือ รัศมีการหมุนของใบมีด (เซนติเมตร)

n คือ ความเร็วรอบเพลาลใบมีด (รอบต่อวินาที)



รูปที่ 7. ผิวตักของใบมีด ก) แบบยุโรป ข) ต้นแบบ

สำหรับค่ามุมผิวตัก (β_1) ที่เหมาะสม ควรมีค่าน้อยกว่ามุมการทางด้านขวาประมาณ 0° ถึง 15° และจากความเร็วรถไถเดินทางตาม เมื่อติดเครื่องพรวนจอบหมุน มีค่าประมาณ 30 - 140 เซนติเมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วรอบเพลาลใบมีดที่ใช้งาน อยู่ในช่วง 150 - 400 รอบต่อวินาที ดังนั้นจากการคำนวณตามสมการที่ 3 ในช่วงการใช้งานของใบมีดพบว่า ค่ามุมผิวตักที่สอดคล้องกับสมการคือ 70 องศา ($\hat{a} = \hat{b} = \hat{c} = 70^\circ$) ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ลักษณะผิวตัดของโบริมิตตันแบบ

3.5 ความกว้างโบริมิตส่วนปลาย

กำหนดให้ส่วนปลายของโบริมิต ที่ติดอยู่แต่ละหน้าแปลนเหลื่อมกันประมาณ 10 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแนวสันดินขึ้น ระหว่างช่องว่างของส่วนปลายโบริมิต จึงออกแบบให้มีความกว้างส่วนปลายโบริมิต 140 มิลลิเมตร

3.6 รัศมีตัดของโบริมิต

รัศมีการตัดกำหนดเป็น 30 มิลลิเมตร เหมือนกับโบริมิตแบบยุโรป

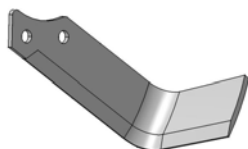
3.7 ขอบคมตัดของโบริมิต

กำหนดออกแบบให้มีขอบคมด้านเดียว โดยให้อยู่ด้านในของโบริมิต เพราะมีแนวโน้มทำให้แรงต้านทานและแรงเสียดทาน ในการพรวนดินน้อย โดยค่ามุมขอบคมกำหนดตามที่บริษัท สามมิตรฯ กำหนดคือ 15 องศา ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 มุมขอบคมของโบริมิต

จากการออกแบบตามขั้นตอนด้วยข้อมูลจำเพาะที่ได้กล่าวมา จะทำการผลิตโบริมิตตันแบบ ซึ่งมีรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 รูปร่างโบริมิตตันแบบเต็มโบริ

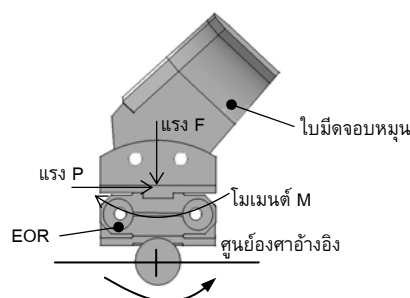
4. ขั้นตอนการทดสอบโบริมิต

4.1 วิธีการทดสอบ

ยึดติดโบริมิตแบบยุโรป และโบริมิตตันแบบกับชุดอุปกรณ์วัดแรง EOR โดยทำการทดลองที่ละโบริ แล้วนำชุด EOR ไปติดกับเพลาลำโบริมิต จากนั้นอัดดินในกระเบให้แน่น เกี่ยหน้าดินให้เรียบ แล้ววัดความต้านทานการแทงทะลุของดินด้วย Cone penetrometer ปรับชุดควบคุมความเร็วรอบหมุน (Inverter) ของเพลาลำโบริมิตและความเร็วเคลื่อนที่กระเบดิน ให้ได้ตามเงื่อนไขการทดลอง บันทึกสัญญาณข้อมูลจากชุดอุปกรณ์วัดแรงขณะโบริมิตหมุนพรวนดิน เพื่อนำข้อมูลไปเก็บในคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 เงื่อนไขในการทดสอบ

กำหนดความเร็วรอบเพลาลำโบริมิต 300 รอบต่อนาที ที่ระยะตัดดิน 4 6 และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ ควบคุมความต้านทานการแทงทะลุของดินให้มีค่า 10 และ 20 กก./ซม.² ที่ความลึก 7 และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ องศาการหมุนอ้างอิงของเพลาลำโบริมิต และทิศทางของแรง และโมเมนต์ที่กระทำกับชุดอุปกรณ์วัดแรง EOR แสดงในรูปที่ 11

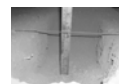


รูปที่ 11 องศาการหมุนของเพลาลำโบริมิตและทิศทางของแรงบน EOR

5. ผลการทดลองและวิจารณ์

5.1 การตรวจพินิจ

การสังเกตผลการทดลองหลังจากโบริมิตหมุนพรวนดิน โดยการวัดความกว้างและลึกการพรวนดิน และสังเกตสีที่พื้นไวนโบริมิตหลังการพรวนดิน ว่ามีความแตกต่างจากสีที่พื้นไวก่อนการพรวนดินอย่างไร



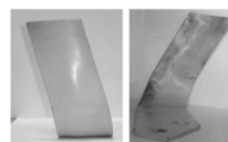
รูปที่ 12 การวัดความกว้างและลึกการพรวนดิน

จากรูปที่ 12 ผลการทดลองทั้งโบริมิตแบบยุโรปและโบริมิตตันแบบ ความกว้างและความลึกการพรวนคือ 14 และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ และผิวดินชั้นล่างหลังการพรวนได้แนวระดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของการเตรียมดินเพื่อเกษตรกรรม



รูปที่ 13 โบริมิตแบบยุโรปหลังการพรวนดิน

ผลการตรวจพินิจ โบริมิตแบบยุโรปหลังการพรวนดิน ดังรูปที่ 13 พบว่า สีที่พื้นไวก่อนที่ผิวโบริมิตด้านนอกและด้านในหลุดหายไปแสดงว่าโบริมิตตันดินข้างหน้าที่ยังไม่ถูกพรวน และผิวโบริมิตด้านในของส่วนปลายโบริมิตเสียดสีกับดินบางบริเวณ แสดงว่าการเสียดสีของโบริมิตเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณที่โบริมิตเสียดสีกับดินเท่านั้น

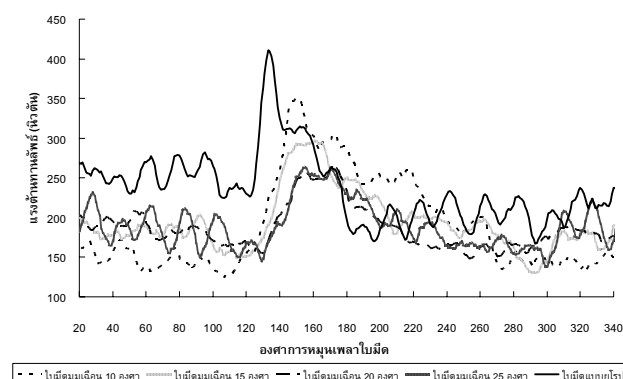


รูปที่ 14 โบริมิตตันแบบหลังการพรวนดิน

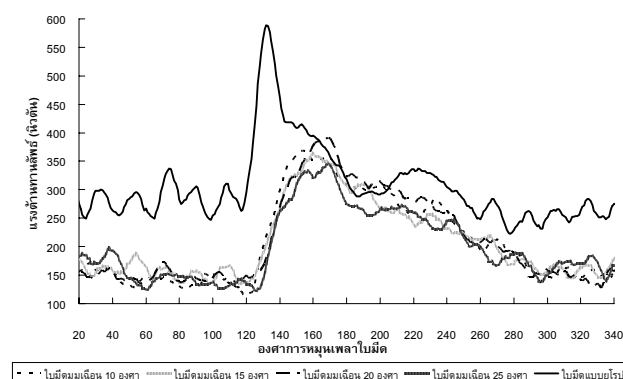
สำหรับผลการตรวจพินิจ โบริมิตตันแบบหลังการพรวนดิน ดังรูปที่ 14 พบว่า ผิวโบริมิตตันแบบด้านนอกไม่ได้เสียดสีกับดิน แสดงว่าโบริมิตไม่เกิดการดันดินที่ยังไม่ถูกพรวน ทำให้แรงต้านทานอันเกิดจากผิวโบริมิตด้านนอกมีค่าน้อย ส่วนผิวด้านในของส่วนปลายโบริมิตเสียดสีกับดินสม่ำเสมอทั่วทั้งผิว ทำให้การเสียดสีของโบริมิตกระจายทั่วทั้งโบริ ส่งผลให้อายุการใช้งานโบริมิตยาวขึ้น ซึ่งเป็นไปตามแนวทางของการออกแบบ

5.2 แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิด

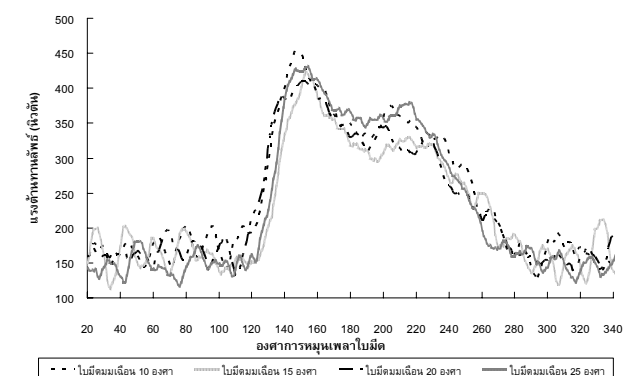
ผลการทดลองเปรียบเทียบ แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิดแบบยุโรป กับไวมิดต้นแบบที่มีมุมเฉือนต่างกัน 4 แบบ ที่ระยะตัดดิน 4 6 และ 8 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 15 16 และ 17 ตามลำดับ และตัวอย่างสรุปผลเปรียบเทียบข้อมูลจำเพาะระหว่างไวมิดแบบยุโรป กับไวมิดต้นแบบที่มีมุมเฉือน 10 องศา ระยะตัดดิน 6 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 15 แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิด
เมื่อทดลองที่ระยะตัดดิน 4 เซนติเมตร



รูปที่ 16 แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิด
เมื่อทดลองที่ระยะตัดดิน 6 เซนติเมตร



รูปที่ 17 แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิด
เมื่อทดลองที่ระยะตัดดิน 8 เซนติเมตร

6. สรุปผลการทดลอง

6.1 จากกราฟแรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิดที่ระยะตัดดินต่าง ๆ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำกับไวมิดจอบหมุนทุกแบบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะตัดดินมีค่ามากขึ้น เนื่องจากระยะตัดดินที่มีค่ามากก่อนดินที่ถูกตัดจะมีปริมาตรมาก แรงต้านทานลัพท์ที่ไวมิดใช้ในการตัดและเหวี่ยงก่อนดินจึงมีค่ามากด้วย ดังนั้น กรณีต้องการพรวนดินแข็งควรกำหนดระยะตัดดินน้อย และกรณีการพรวนดินอ่อน สามารถกำหนดระยะตัดดินให้มากขึ้นได้ อนึ่ง แรงที่กระทำต่อไวมิดก่อนการตัดดิน ในช่วง 0 – 120 องศาการหมุนเพลไวมิด เกิดจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ที่เกิดเนื่องจากน้ำหนักของไวมิด เพราะแรงในแนวตั้งฉากกับ EOR (แรง F) ที่วัดได้มีค่ามากกว่าแรงในแนวขนานกับ EOR (แรง P) ประมาณ 3 เท่า

2. ขณะไวมิดแบบยุโรปพรวนดิน แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิดมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว สาเหตุเกิดจากการกระแทกของส่วนคมไวมิดกับดินพร้อมกัน โดยที่ระยะตัดดิน 6 เซนติเมตร (ระยะตัดดิน 8 เซนติเมตร ไม่สามารถทดลองได้) แรงต้านทานลัพท์สูงสุดของไวมิดแบบยุโรปมีค่าประมาณ 580 นิวตัน ทิศทางของแรงชี้ขึ้น ทำมุม 90 องศา กับแนวระดับ ซึ่งต่างจากไวมิดต้นแบบ ที่อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลง ของแรงต้านทานลัพท์มีค่าน้อยกว่าไวมิดแบบยุโรป แสดงว่า ผลการออกแบบไวมิดต้นแบบเพื่อลดการเกิดแรงกระแทกและแรงต้านทาน โดยการเพิ่มมุมเฉือนและส่วนโค้งผิวตัดสามารถลดแรงกระแทกและแรงต้านทานลัพท์ระหว่างไวมิดกับดินได้ตามการวิเคราะห์เชิงรูปร่าง

3. เส้นกราฟของไวมิดต้นแบบในแต่ละระยะตัดดินมีลักษณะเกาะกลุ่มกัน และเมื่อพิจารณาระยะตัดดินมีค่ามากขึ้น ค่ามุมเฉือนที่เพิ่มขึ้นแทบจะไม่มีผลต่อแรงต้านทานลัพท์ที่กระทำต่อไวมิด เนื่องจากมุมเฉือนช่วยลดการเกิดแรงกระแทก แต่ไม่ช่วยลดแรงต้านทานลัพท์ที่กระทำกับไวมิด

4. การทดลองที่ระยะตัดดิน 4 เซนติเมตร พบว่า แรงต้านทานลัพท์ที่กระทำกับไวมิดต้นแบบมีค่าลดลง ตามค่ามุมเฉือนที่เพิ่มขึ้น 10 15 20 และ 25 องศา ตามลำดับ

5. การทดลองที่ระยะตัดดิน 6 เซนติเมตร พบว่า แรงต้านทานลัพท์ของไวมิดต้นแบบทั้งสี่แทบจะไม่ต่างกัน โดยแรงต้านทานลัพท์สูงสุดมีค่าอยู่ในช่วง 300 - 350 นิวตัน ทิศทางของแรงชี้ไปข้างหน้าทำมุม 77 องศา กับแนวระดับ

6. การทดลองที่ระยะตัดดิน 8 เซนติเมตร (เฉพาะไวมิดต้นแบบ) พบว่า แรงต้านทานลัพท์ของไวมิดทั้งสี่มีค่าไม่ต่างกันเป็นนัยสำคัญ แรงต้านทานลัพท์ที่มีค่าสูงเกิดขึ้น 2 ช่วง ช่วงแรกเมื่อไวมิดเริ่มตัดดินลึก 5 เซนติเมตร ขนาดแรงต้านทานลัพท์มีค่าประมาณ 450 นิวตัน ทิศทางชี้ไปข้างหน้า ทำมุม 77 องศา กับแนวระดับ ช่วงที่สองเมื่อไวมิดพรวนดินลึก 12 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงไวมิดเหวี่ยงก่อนดินที่ถูกตัด ขนาดของแรงต้านทานลัพท์มีค่าประมาณ 320 นิวตัน ทิศทางชี้ไปข้างหน้า ทำมุม 21 องศา กับแนวระดับ โดยแรงต้านทานลัพท์สูงช่วงหลังนี้มีส่วนช่วยในการผลักดันรถแทรกเตอร์ที่ติดเครื่องพรวนจอบหมุนไปข้างหน้า จนทำให้บางครั้งค่าความสิ้นของล้ออาจจะมีค่าเป็นลบได้

6.2 ตารางสรุปผลเปรียบเทียบข้อมูลจำเพาะระหว่างใบมีดแบบยุโรปกับใบมีดต้นแบบ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างสรุปผลเปรียบเทียบข้อมูลจำเพาะใบมีดแบบยุโรปกับใบมีดต้นแบบมุมเฉือน 10° ที่ระยะตัดดิน 6 เซนติเมตร

ชนิดใบมีด	ใบมีดแบบยุโรป	ใบมีดต้นแบบมุมเฉือน 10°
ลักษณะทั่วไป	ใบมีดขนาดใหญ่ กว้าง 90 มิลลิเมตร หนา 6 มิลลิเมตร	ใบมีดขนาดกลาง กว้าง 60 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร
ด้ามใบมีด	มี 2 รู เพื่อยึดใบมีดกับหน้าแปลนใบมีด	เหมือนใบมีดแบบยุโรป
ใบมีดส่วนตรง	เรียบเป็นระนาบ ขอบคมใบมีดมีลักษณะตรง	เหมือนใบมีดแบบยุโรป
ส่วนปลายใบมีด	เรียบเป็นระนาบ ไม่มีมุมเฉือนและมุมตัก ขอบคมใบมีดส่วนปลายตัดดินพร้อมกันทั้งแนว ความยาวส่วนปลายใบมีด 140 มิลลิเมตร	มีมุมเฉือนเพื่อให้ใบมีดเฉือนตัดดิน มีมุมตัก 70° เพื่อป้องกันการเสียดสีระหว่างผิวใบมีด ด้านนอกกับดินที่ยังไม่ถูกพรวน ความยาวส่วนปลายใบมีด 140 มิลลิเมตร
องศาการตัด	95 องศา	90 องศา
รัศมีตัด	30 มิลลิเมตร	30 มิลลิเมตร
รัศมีการหมุนใบมีด	230 มิลลิเมตร	237.5 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	1023 กรัม	411 กรัม
ชั้นดินหลังการพรวน	เรียบเป็นระนาบ	เรียบเป็นระนาบ
ความลึกหลังการพรวน	15 เซนติเมตร	15 เซนติเมตร
ความกว้างหลังการพรวน	14 เซนติเมตร	14 เซนติเมตร
แรงหนีสันย์กลาง	180.73 นิวตัน	64.90 นิวตัน
แรงต้านทานลัพท์ที่สูงที่สุด (พิจารณาที่ระยะตัดดิน 6 ซม)	600 นิวตัน	350 นิวตัน
ลักษณะแรงต้านทานลัพท์ ขณะใบมีดพรวนดิน	แรงกระแทก	แรงค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนสูงสุด จากนั้นค่อยๆ ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานโครงการทุนวิจัย มหาวิทยาลัย สงข. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สัญญาเลขที่ MRG475E022 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ยืม Slip Ring และสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ยืม Cone Penetrometer SR-2 สำหรับใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์ สราวุธ เหล่าพงศ์สวัสดิ์ กวี ศรีทองกุล ธนัญญา ตุมราควิน วรพงษ์ สุรัชย์วัฒนา และ สมโภช ชิวหิตานนท์ “การวิจัยและพัฒนาใบมีดจอบหมุนสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศไทย ตอนที่ 1 การหาคุณลักษณะและวัดแรงต้านทาน พลศาสตร์ที่กระทำกับใบมีดจอบหมุน” การประชุมเครือข่าย วิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 18-20 ตุลาคม 2547.
- [2] สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์ ขวัญตรี แสงประชานารักษ์ และ วรพจน์ นิรมิตมงคล “การออกแบบใบมีดพรวนดินสำหรับอุตสาหกรรม ภายในประเทศ” โครงการสนับสนุนทุนวิจัยสำหรับนักศึกษา ปริญญาตรี (IRPUS) พ.ศ. 2546.

- [3] สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์ กิตติพล อาชาวราทร ชวิน จิตพิพัฒน์พงศ์ ปฐวี ธานีโต และ สรรพฤทธิ์ เผื่อนอัยกา “การออกแบบและผลิต ใบมีดจอบหมุนต้นแบบสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศ” โครงการสนับสนุนทุนวิจัยสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี (IRPUS) พ.ศ. 2547.
- [4] ไพศาล มานิตยโชติพิสิฐ การศึกษาแรงที่กระทำกับใบมีดพรวนดิน จอบหมุนที่พรวนในกระบะทราย วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2545.
- [5] สราวุธ เหล่าพงศ์สวัสดิ์ การศึกษาเปรียบเทียบแรงที่กระทำกับ ใบมีดจอบหมุน 3 ชนิด วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2546.
- [6] สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์ วิศวกรรมรถไฟเดินตาม สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2539.
- [7] S. Phongsupasamit, S. Laophongsawat, “Characteristics of Resultant Forces Acting on Two Types of Rotary Blade”, Proceeding of The 2nd International Symposium on Mechinery and Mechatronics for Agriculture and Bio-systems Engineering, Kobe Japan, 21-23 September 2004.