

การออกแบบใบมีดจอบหมุนโดยใช้คอมพิวเตอร์

ตอนที่ 1 การสร้างโมเดลใบมีดจอบหมุน

Rotary Blade Design by Using Computer

Part 1 Construction of Rotary Blade Model

สุรินทร์ พงศ์สุภสมิทธิ์, ไพศาล มานิตย์โชติพิสิฐ และ อรรถวัฒน์ วิริโยภาส

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร. 218-6428, 218-6593, โทรสาร, 252-2889, E-mail: surin1950@hotmail.com

Surin Phongsupasamit, Pisan Manitchotipisit and Attawat Wiriyoapat

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

Phayathai Rd., Pathumwan, Bangkok 10330

Tel. (662) 218-6428, 218-6593 Fax. 252-2889, E-mail: surin1950@hotmail.com

บทคัดย่อ

ทฤษฎีการออกแบบใบมีดจอบหมุน จะพิจารณารูปร่างของใบมีด จอบหมุนเป็นส่วนๆ โดยคำนึงถึงลักษณะการพรวนดิน ความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ในการทำใบมีด แรงที่ใช้ในการพรวน และการผลิต ดังนั้น การออกแบบใบมีดจึงเกี่ยวข้องกับค่าพารามิเตอร์หลายตัว ไม่ว่าจะเป็นความเร็วในการเคลื่อนที่ ความเร็วรอบหมุน รัศมีของใบมีด ความลึกในการพรวน สภาพของดิน เป็นต้น ในอดีตการออกแบบใบมีดจอบหมุน จะใช้การวาดด้วยมือเพื่อที่จะดูลักษณะของใบมีด ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการออกแบบมาก และยากต่อการแก้ไขและดัดแปลง อีกทั้งสามารถแสดงให้เห็นได้เพียงในรูปแบบสองมิติ ในปัจจุบันมีโปรแกรมช่วยในการออกแบบ ที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการของวินโดวส์หลายโปรแกรม เช่น โปรแกรม Solid Edge ในบทความนี้ได้นำ Visual Basic มาประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Solid Edge เพื่อช่วยสร้างโมเดลของใบมีดจอบหมุนในลักษณะสามมิติ

Abstract

Design theories of rotary blade are separately performed by considering shape of the blade which is related to soil tilling operation. Moreover, the strength of material, tilling force and manufacturing process of blade is also considered. Therefore, design of rotary blade relates to several parameters such as motion and rotation speed, radius of blade, tilling depth, soil and field conditions and etc. In the past, rotary blade is drawn by manual in order to describe the characteristics of blade. This method is consumed lot of time and the blade shape is shown only in two dimensions. At present, there are several CAD programs that can work under Windows operation system. Solid

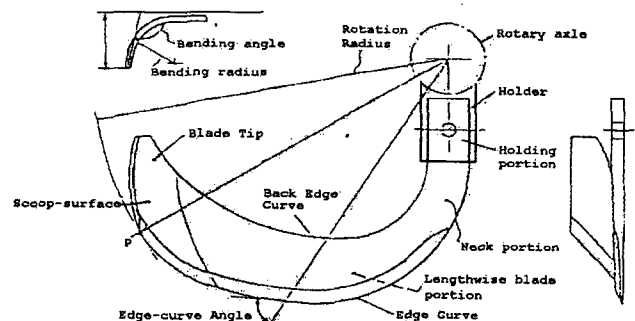
Edge is one of them that users can easily applied for their work. In this study, Visual Basic is applied with Solid Edge Program for construction rotary blade's model in three dimensions.

1. บทนำ

เครื่องพรวนจอบหมุน เป็นอุปกรณ์การเกษตรที่ใช้สำหรับการพรวนดิน ทำงานโดยการตัดดินเป็นก้อนๆ ด้วยใบมีดจอบหมุนที่ติดอยู่บนเพลาลูกหมุนพร้อมกับการเคลื่อนที่ไปในแนวระดับ เนื่องจากใบมีดจอบหมุนเป็นชิ้นส่วนที่ตัดดิน ทำให้ต้องใช้กำลังขับเคลื่อนจากเครื่องยนต์มาก ดังนั้นการออกแบบใบมีดจอบหมุนที่ดี จะช่วยลดแรงต้านทานดินและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องพรวนจอบหมุน ใบมีดจอบหมุนแบ่งออกเป็นหลายชนิด โดยในบทความนี้จะเน้นใบมีดจอบหมุนแบบญี่ปุ่น ซึ่งมีขอบตัดดินเป็นรูปตัวซี ทำงานแบบ Down cut แกนของเพลาลูกหมุนขนานกับพื้นระนาบ

2. ทฤษฎีการออกแบบใบมีดจอบหมุน

2.1 ลักษณะของใบมีดจอบหมุน



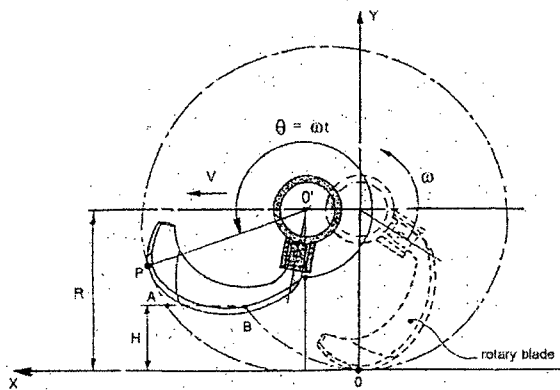
รูป 1 ส่วนต่างๆ ของใบมีดจอบหมุน

การวิเคราะห์เพื่อการออกแบบแบ่งใบมีดจอบหมุนออกเป็น 4 ส่วน คือ

- ส่วนด้ามใบมีด ใช้สำหรับยึดตัวใบมีดกับเพลาลอยของใบมีดจอบหมุน
- ส่วนคอ เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างส่วนตรงกึ่งกับส่วนด้ามใบมีด
- ส่วนตรง เป็นส่วนที่ใช้ในการตัดดิน โดยมีขอบตัดดินโค้ง
- ส่วนปลาย เป็นส่วนตรงที่ถูกตัดโค้งเพื่อใช้ในการเหวี่ยงและพลิกก่อนดิน

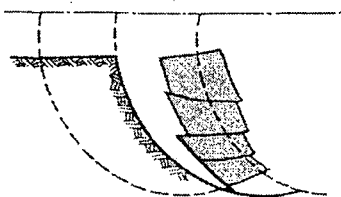
2.2 การทำงานของใบมีดจอบหมุน

การเคลื่อนที่ของใบมีดจอบหมุนในขณะที่ตัดดินจะหมุนพร้อมกับการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ทำให้เกิดทางเดินของใบมีดในลักษณะที่เรียกว่า เส้นโค้งโทรคอยด์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ ความเร็วในการหมุน และรัศมีใบมีด



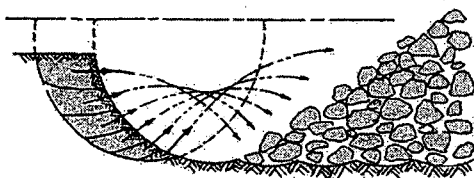
รูป 2 แสดงลักษณะการพรวนดินของใบมีดจอบหมุน

2.3 ฟังก์ชันการทำงานของส่วนปลายใบมีด



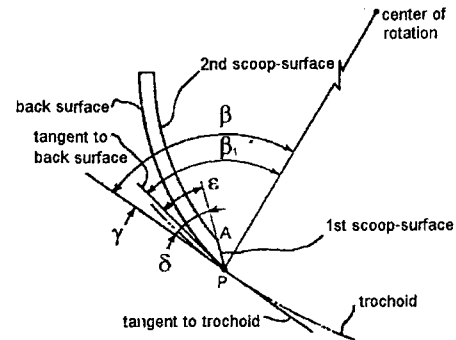
รูป 3 ลักษณะของก่อนดินที่ถูกตัด

เมื่อใบมีดหมุนตัดดินในแต่ละรอบ ใบมีดจะตัดก่อนดินออก โดยมีลักษณะดังแสดงในรูป 3 ก่อนดินจะแตกตัวออกเป็นก้อนย่อยๆ และถูกเหวี่ยงด้วยปลายใบมีด ทำให้เกิดการพลิกหน้าดินดังแสดงในรูป 4

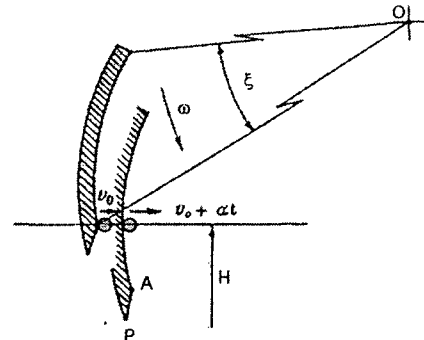


รูป 4 ก่อนดินถูกเหวี่ยงในลักษณะพลิกหน้าดิน

ลักษณะของปลายใบมีด นอกจากใช้ในการเหวี่ยงก่อนดินแล้วยังสัมพันธ์กับแรงต้านทานในการพรวน โดยขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ ถ้าหากเลือกค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบไม่เหมาะสม ผิวโค้งหลังของปลายใบมีดจะเกิดการผลึกผิวดินที่ไม่ได้ถูกตัด ทำให้เสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์

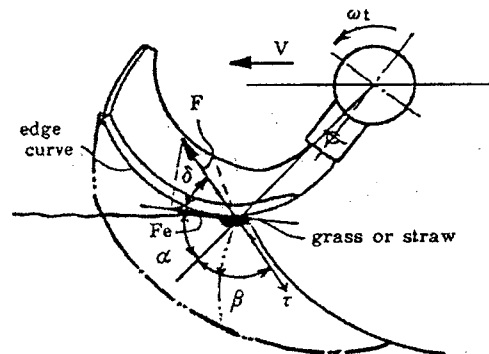


รูป 5 แสดงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่ปลายใบมีด



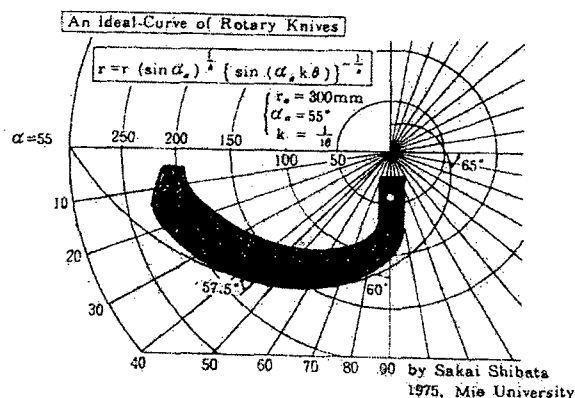
รูป 6 โมเดลการเหวี่ยงก่อนดินของส่วนปลายใบมีด

2.4 ฟังก์ชันการทำงานของขอบตัดดินของใบมีดส่วนตรง



รูป 7 แสดงลักษณะของแรงกระทำบนขอบตัดดิน

ในการพรวนดินของใบมีดจอบหมุนที่มีลักษณะของพื้นดินที่มีความชันสูง ใบมีดจะไม่สามารถที่จะตัดเศษฟางข้าวและหญ้าให้ขาดได้ ทำให้เกิดปัญหาการพันของเศษฟางข้าวและหญ้ากับเพลาลอยจอบหมุน เป็นเหตุให้ใบมีดจอบหมุนไม่สามารถทำงานได้ สำหรับใบมีดจอบหมุนแบบตัวซีนี้ จะทำให้เศษฟางข้าวและหญ้าเกิดการลื่นไถลไปตามส่วนโค้งและถูกฝังไว้ในดินหรือถูกเหวี่ยงออกไปพร้อมกับก่อนดิน ไม่ทำให้เกิดการพันที่ใบมีดและที่เพลาลอยจอบหมุน

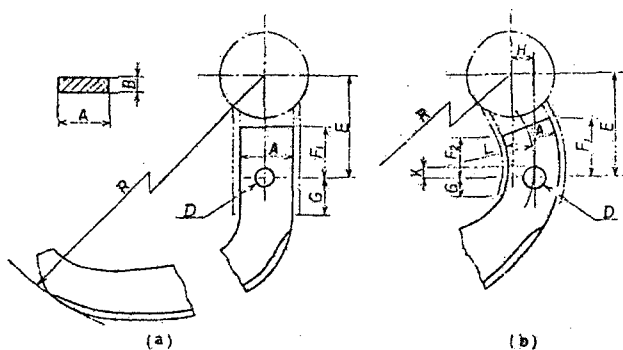


รูป 8 เทียบขอบโค้งของใบมีดจอบหมุนกับเส้นขอบโค้งในอุดมคติ

2.5 ลักษณะของด้ามใบมีดและส่วนคอใบมีด

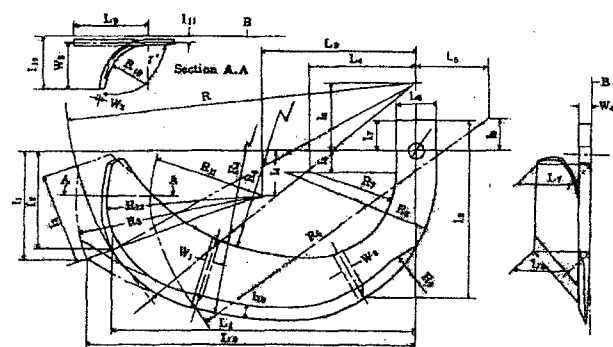
ด้ามใบมีดจอบหมุนมี 2 แบบ คือแบบด้ามใบมีดตรงกับแบบด้ามใบมีดโค้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของการทำงาน ถ้าส่วนที่ทำงานของใบมีดไม่เกี่ยวกับส่วนด้ามใบมีด ด้ามใบมีดตรงจะช่วยให้การประหยัวัสดุและน้ำหนัก ในขณะที่ด้ามใบมีดโค้งจะช่วยให้การป้องกันการพันของเศษฟางข้าวและหญ้า

ส่วนคอของใบมีดจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างส่วนตรงของใบมีดกับส่วนด้ามใบมีด โดยเน้นในเรื่องความแข็งแรงและความเป็นไปได้ในการผลิต



รูป 9 ลักษณะด้ามใบมีดแบบตัวซีตามมาตรฐาน JIS

2.6 การออกแบบใบมีดจอบหมุนโดยการเขียนแบบ



รูป 10 ตัวอย่างการเขียนแบบรูปใบมีดจอบหมุนด้วยมือ

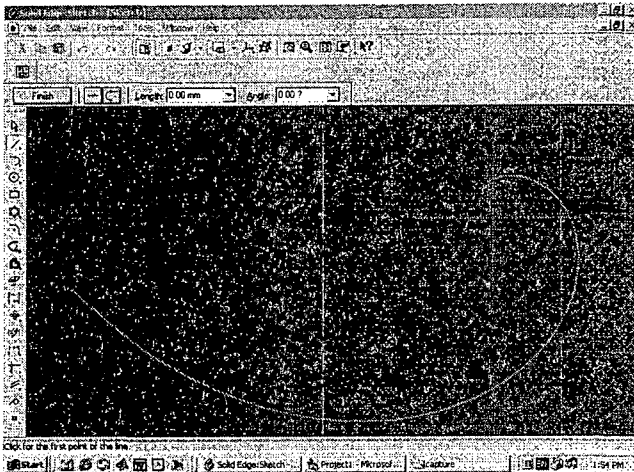
เมื่อพิจารณาเลือกค่าพารามิเตอร์ของส่วนต่างๆ ของใบมีดแล้ว การออกแบบโดยกระบวนการเขียนแบบใบมีดจะเริ่มด้วยการเขียนแบบ

ส่วนด้ามใบมีดและรัศมี จากนั้นทำการเขียนแบบขอบโค้งของใบมีดส่วนตรง ส่วนปลายใบมีด และการเขียนแบบส่วนเชื่อมต่อ คือ ส่วนคอและส่วนผิวโค้งที่ปลายใบมีด ซึ่งจะใช้เวลาประมาณหนึ่งอาทิตย์ในการออกแบบและเขียนแบบ

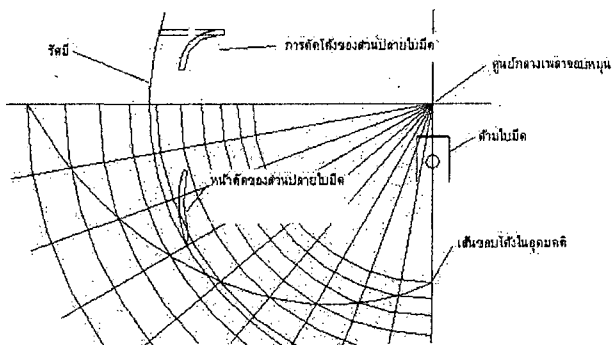
3. ขั้นตอนในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ ดังนี้

- ความเร็วเดินทางของรถไถเดินตาม (V) (รูป 2)
- ความเร็วรอบของการหมุน (W) (รูป 2)
- รัศมีของใบมีดจอบหมุน (R) (รูป 2)
- ความลึกในการพรวน (H) (รูป 2)
- ค่ารัศมีที่มากที่สุดที่ปลายของ Edge Curve (R_0) (รูป 8)
- มุมของ Edge Curve ที่รัศมีเท่ากับ R_0 (C'_0) (รูป 8)
- มุมของ Edge curve ที่ส่วนปลายของใบมีดส่วนตรง (α_1)
- อัตราการเปลี่ยนแปลงมุมจาก α_1 ถึง α_n (K)
- ค่ามุมที่เบี่ยงเบนของ Edge Curve จากแกน X
- ความกว้างด้ามใบมีด (A) (รูป 9)
- ความหนาด้ามใบมีด (B) (รูป 9)
- เส้นผ่านศูนย์กลางของด้ามใบมีด (D) (รูป 9)
- ระยะระหว่างรูปนด้ามใบมีดกับศูนย์กลางเพลาจอบหมุน (E) (รูป 9)
- ระยะระหว่างส่วนปลายด้ามใบมีดกับรู (F1) (รูป 9)
- ระยะระหว่างส่วนโคนด้ามใบมีดกับรู (G) (รูป 9)
- ระยะระหว่างที่จับใบมีดแต่ละใบ (C_1)
- มุมผิวโค้งของส่วนปลายใบมีดถึงศูนย์กลางเพลาจอบหมุน (ξ) (รูป 6)
- รัศมีของเส้นโค้งด้านข้าง (R_{10}) (รูป 10)
- ความกว้างของการตัด (W_5) (รูป 10)
- มุมของการตัดของส่วน Scoop (γ') (รูป 10)
- ความหนาของปลายใบมีด (W_3) (รูป 10)

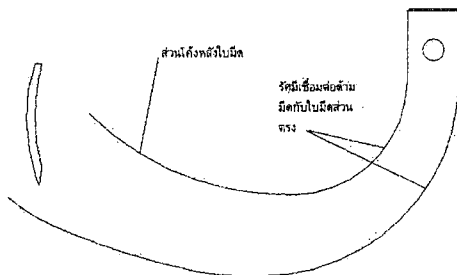


รูป 11 ตัวอย่างเส้นขอบโค้งในอุดมคติที่วาดใน Solid Edge โดยใช้ VB จากนั้นนำมาใส่เป็นข้อมูลเพื่อให้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างเส้นโค้งทอคอยด์ เส้นขอบโค้งในอุดมคติ(รูป 11) หน้าตัดที่ปลายใบมีดและด้ามใบมีด



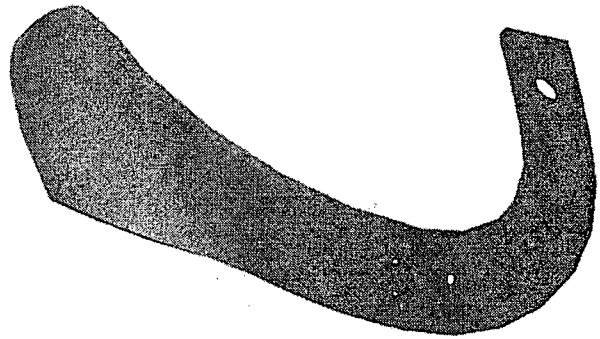
รูป 12 ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 เลือกคาร์ตัมเพื่อสร้างส่วนคอซึ่งเชื่อมต่อระหว่างด้ามใบมีดกับใบมีดส่วนตรงและเลือกคาร์ตัมของส่วนโค้งหลังใบมีด



รูป 13 ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อได้โครงร่างของใบมีดแบบ 2 มิติที่ยังไม่ได้ตัดปลายกับหน้าตัดส่วนปลาย จากนั้นทำการเชื่อมต่อระหว่างโครงร่างใบมีดแบบ 2 มิติ กับหน้าตัดส่วนปลายในลักษณะ 3 มิติ



รูป 13 โมเดลของใบมีดจอบหมุนในสามมิติ

4.สรุป

1. การสร้างโมเดลของใบมีดจอบหมุน เริ่มจากการทำความเข้าใจในทฤษฎีการออกแบบใบมีดในแต่ละส่วนก่อน เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการออกแบบ การแก้ไขตัดแปลงค่าพารามิเตอร์สามารถทำได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากการแก้ไขค่าข้อมูลที่ใส่เข้าไปในโปรแกรม และทำการแก้ไขอย่างอัตโนมัติในแต่ละส่วน
2. โมเดลใน 3 มิติสามารถแสดงให้เห็นใบมีดจอบหมุนในมุมมองต่างๆ ทำให้สามารถสื่อให้คนอื่นได้เข้าใจได้ง่าย
3. โมเดลของใบมีดจอบหมุนในสามมิตินี้ สามารถที่จะนำไปแก้ไขปรับปรุง และทำการพัฒนาต่อไปวิเคราะห้เพื่อหาค่าความแข็งแรงในโปรแกรมทางด้านไฟไนต์เอลิเมนต์

เอกสารอ้างอิง

- [1] James G. Hendrick and William R. Gill, Rotary-Tiller Design Parameters, Direction of Rotation, Transactions of the ASAE, 1971, p. 669-674
- [2] James G. Hendrick and William R. Gill, Rotary-Tiller Design Parameters, Depth of Tillage, Transactions of the ASAE, 1971, p. 675-678
- [3] James G. Hendrick and William R. Gill, Rotary-Tiller Design Parameters, Ratio of Peripheral and Forward Velocities, Transactions the ASAE, 1971, p. 679-683
- [4] Jun Sakai, 'Some Design Know-hows of Theoretical Approach to the Hand Tractor of Rotary Tillage, JARQ: Japan Agricultural Research Quarterly: Tropical Agriculture Research Center, 1974.
- [5] Jun Sakai, Some Design Know-hows of Edge-curve Angle of Rotary Blades for Paddy Rice Cultivation, Agricultural Mechanization in ASIA, 1977, p. 49-57
- [6] Jun Sakai, Design Process and Theories of Rotary Blades for Better Rotary Tillage, JARQ: Japan Agricultural Research Quarterly: Tropical Agriculture Research Center, 1978.
- [7] Hai Sakurai, Design-Theories and Production Technology of Japanese Rotary Tillage Blades, TIATC, 1993.

- [8] Jun Sakai, Two-wheel Tractor engineering for Asian Wet Land Farming, Chulalongkorn University Printing House, Bangkok: Thailand, 2000.