บทที่ 1

บทนำ

เหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot Rolled Flat Products) ได้จากการนำเหล็กวัตถุดิบ (SLAB) ไปผ่านการอบความร้อนแล้วนำมารีดซ้ำเป็นแผ่น ปริมาณการใช้เหล็กแผ่นรีดร้อนนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กที่มีปริมาณความต้องการสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เหล็กทรงแบนอื่นๆ ทั้งหมด เนื่องจากเหล็กแผ่นรีดร้อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง, ท่อเหล็ก, ต่อเรือ, รถยนต์ และขนส่ง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเหล็กแผ่นส่วนใหญ่ได้แก่ อุตสาหกรรมท่อเหล็กกล้าชนิดเชื่อม ซึ่งมีปริมาณการใช้เป็นสัดส่วน ถึงร้อยละ 30 ของปริมาณการใช้เหล็กแผ่นรีดร้อนทั้งหมดในประเทศ ส่วนรองลงมาคืออุตสาหกรรมเหล็กโครงสร้างรูปพรรณชนิดขึ้นรูปเย็น มีปริมาณการใช้เป็นสัดส่วนร้อยละ 26 ของปริมาณการใช้เหล็กแผ่นรีดร้อนทั้งประเทศ นอกจากนี้เหล็กแผ่นรีดร้อนสามารถนำมาผลิตต่อเพื่อแปรรูปเป็นเหล็กแผ่นรีดเย็นเพื่อที่จะได้เหล็กแผ่นที่บางขึ้นและนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆได้มากมาย

ภาวะอุตสาหกรรมเหล็กประสบปัญหาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปลายปี 2538 ตามความซบเซาของการก่อสร้างและธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ และจากการถูกทุ่มตลาดในผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นรีดร้อนจากกลุ่มประเทศยุโรปตะวันออก, รัสเซีย ซึ่งดัมพ์ราคาลงมาต่ำในขณะเดียวกันภาวะการส่งออกค่อนข้างลำบาก เนื่องจากต้นทุนการผลิตของค่อนข้างสูงการผลิตต้องอาศัยการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศที่ยังมีปัญหาการจัดส่งวัตถุดิบล่าช้า,ปัญหาการเก็บรักษา และการผันผวนของราคาวัตถุดิบ ทำให้การควบคุมต้นทุนการผลิตได้ยากลำบาก และมีการเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ต้นทุน มาตราการต่างๆ จึงถูกนำมาใช้เพื่อลดต้นทุนการดำเนินงาน แนวทางหนึ่งที่มีความสำคัญและก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีก็คือ การมุ่งเน้นการลดการเกิดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์จากกิจกรรมการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด (Defect Minimization) เพื่อลดความสูญเสีย เพิ่มผลผลิตให้ได้สูงสุด

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการตรวจสอบข้อมูลการผลิตย้อนหลังตั้งแต่ปี 2544, 2545 และมกราคมถึงมิถุนายน 2546 พบว่าปัญหาข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความหนาที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามลูกค้ากำหนดมีอัตราการเกิดค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับข้อบกพร่องชนิดอื่นๆ ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียและผลกระทบต่าง ๆ ตามมาดังนี้

- สิ้นเปลืองวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบหรือที่เรียกว่า SLAB ต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมดและมีราคาค่อนข้างสูง คิดเป็นสัดส่วนต้นทุนประมาณ 70-75 เปอร์เซ็นต์ การรีดเหล็กแผ่นแต่ละครั้งน้ำหนักแต่ละก้อนหนักไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลกรัม จนถึง 20,000 กิโลกรัม ดังนั้นการเกิดข้อบกพร่องของความหนามีผลให้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ลดลงเป็นมูลค่าที่สูงมาก

- สิ้นเปลืองพลังงาน สำหรับพลังงานที่ใช้ในการผลิตเหล็กรีดร้อนที่สำคัญจะประกอบไปด้วยพลังงานความร้อนจากน้ำมันเตาที่ใช้ในการอบให้ความร้อนแก่วัตถุดิบและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตและขับเคลื่อนต่างๆ ซึ่งสัดส่วนต้นทุนพลังงานจะสูงประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ ซึ่งการเกิดของเสียแต่ละครั้งก็เท่ากับว่าพลังงานที่ถูกใช้ไปเกิดการสูญเสียและอาจต้องเพิ่มขึ้นในการผลิตซ้ำใหม่เพื่อทดแทน

- สิ้นเปลืองเวลา ในการผลิตเหล็กรีดร้อน วัตถุดิบแต่ละก้อนก่อนนำเข้ารีดต้องผ่านการตัดเตรียมและอบให้ความร้อนในเตาประมาณ 3-4 ชั่วโมง

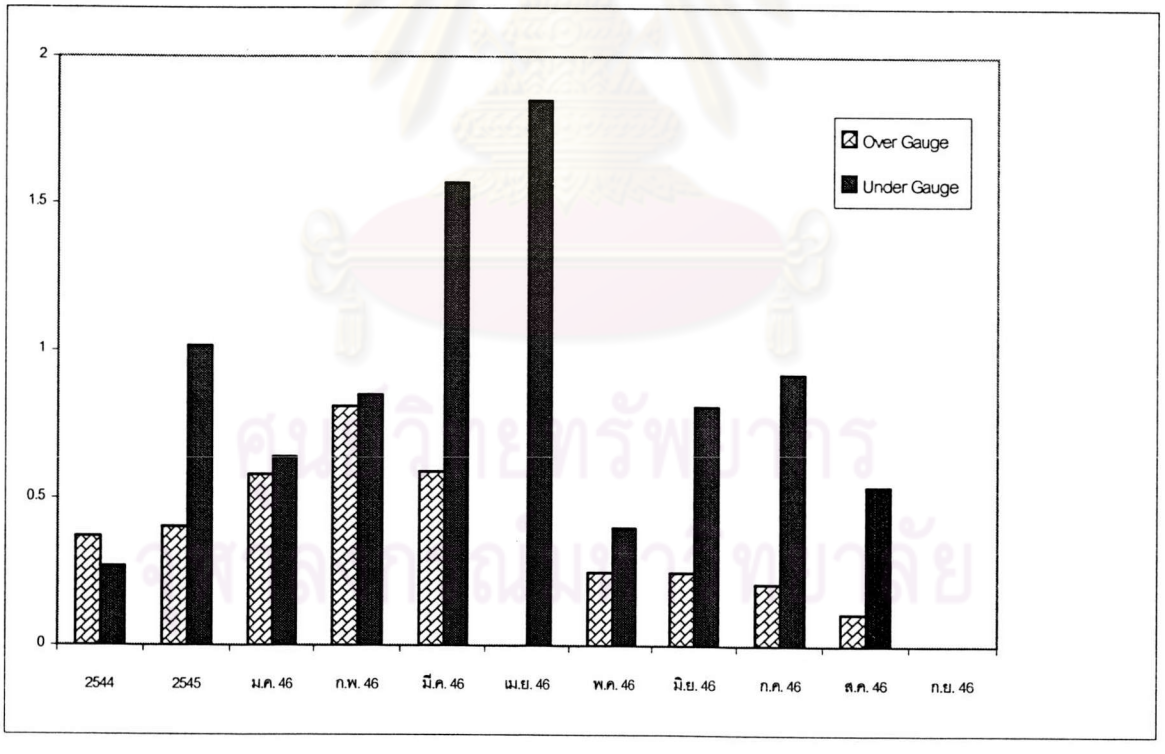
- สิ้นเปลืองแรงงาน ของเสียหรือข้อบกพร่องผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดความสูญเสียด้านแรงงานที่จะต้องทำการขนย้าย, คัดแยก จัดเก็บหรือประสานงานกับลูกค้าเพิ่มขึ้น

- สิ้นเปลืองเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในการผลิตยังมีค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่แปรผันตามปริมาณการรีดเช่น การสึกหรอของเนื้อลูกรีด, หินเจียร์ลูกรีด, น้ำมันหล่อลื่น, ใบมีดตัดร้อนเย็น ฯลฯ ดังนั้นการรีดผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นของเสียและต้องมีการผลิตซ้ำใหม่ ล้วนแต่ทำให้เกิดการสูญเสียเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ มากขึ้น

- การสูญเสียความน่าเชื่อถือจากลูกค้า ของเสียที่เกิดขึ้นทำให้การส่งของให้แก่ลูกค้าไม่ทันตามกำหนด และการวางแผนงานผลิตทำได้ลำบากเพราะต้องมีการแทรกแผนเพื่อผลิตทดแทน การคาดการณ์กำหนดเสร็จไม่แน่นอนหรืออาจเสี่ยงต่อการเคลมสินค้า, การส่งของคืน, การร้องเรียนจากลูกค้า ทำให้ลูกค้าไม่มั่นใจในคุณภาพ เป็นการทำลายความน่าเชื่อถือที่ได้สร้างไว้กับลูกค้า

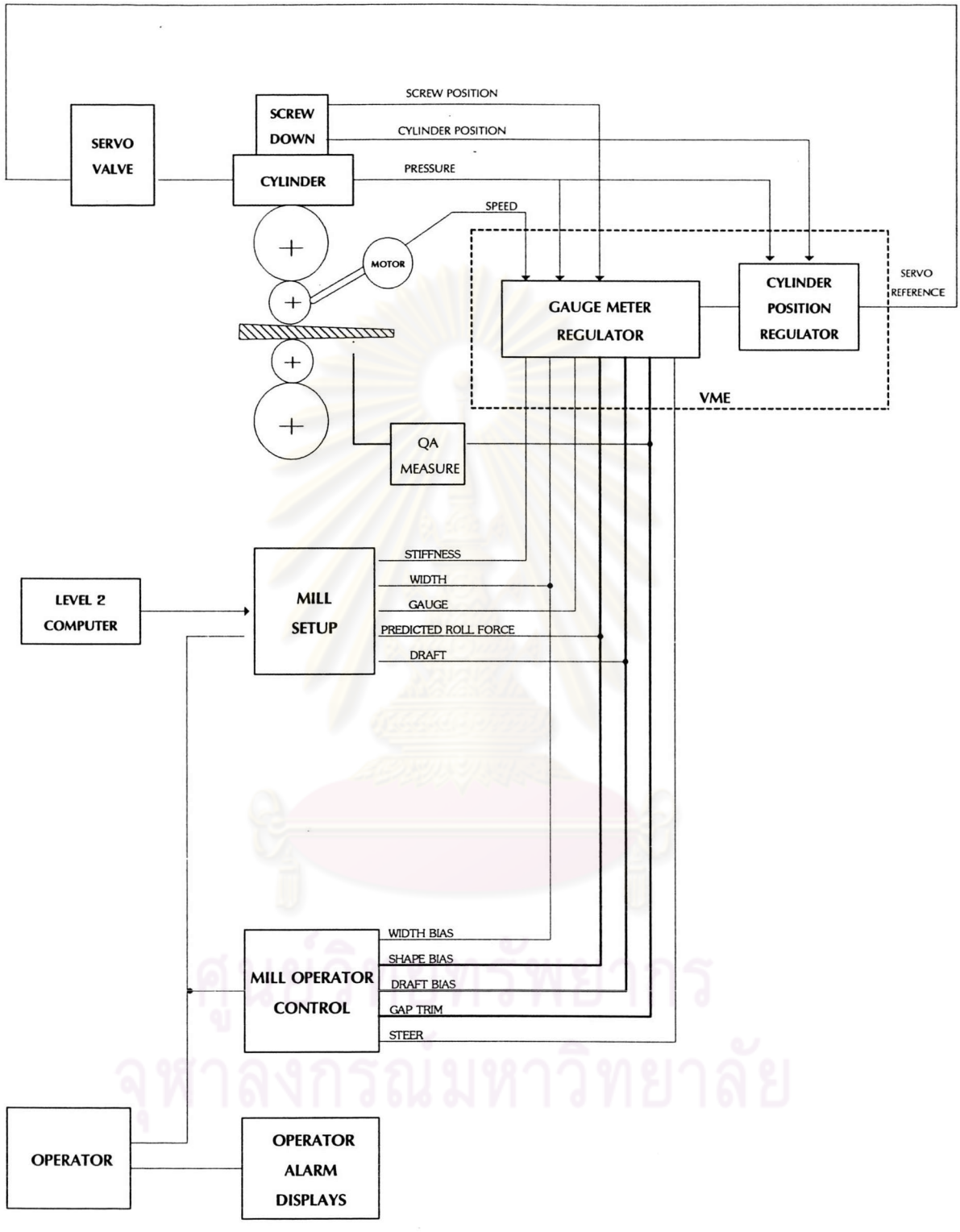
ช่วงเวลา	ยอดผลิต รวม (ตัน)	ของเสียจากความหนา		ของเสียประเภทอื่น		รวมของเสีย	
		ตัน	เปอร์เซ็นต์	ตัน	เปอร์เซ็นต์	ตัน	เปอร์เซ็นต์
2544	80,388.49	519.43	0.64	4,303	5.36	4,823	6.0
2545	96,852.59	1,347.49	1.42	4,547	4.69	5,922	6.11
ม.ค.–มิ.ย. 2546	52,667	725.53	1.37	3,289	6.24	4,015	7.6

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณของเสียที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความหนาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาก่อนการวิจัย



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสีย OVG และ UNG ที่เกิดขึ้น

SYSTEM BLOCK DIAGRAM



รูปที่ 1.2 รูปแสดง Block Diagram การทำงานของระบบการรีด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลกราฟและตารางสรุปข้อมูลที่เกิดข้อบกพร่องความหนาที่ผ่านมา 3 ปีย้อนหลัง พบว่าจะเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยคิดเป็นสัดส่วนถึง 17.56 เปอร์เซ็นต์ของข้อบกพร่องชนิดอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด จึงถือว่าเป็นปัญหาหลักด้านคุณภาพที่ควรนำมาแก้ไข โดยที่ผ่านมาค่อนข้างละเลยปัญหานี้ เนื่องจากข้อบกพร่องความหนาจะไม่ได้ทำให้เกิดของเสียโดยสมบูรณ์ (Scrap) ที่จะขายเป็นเศษเหล็กอย่างเช่น ข้อบกพร่องอื่นๆ คือ เป็นคลื่น, แผ่นยับ, เกิดลอนตรงกลาง, ขอบโค้ง ฯลฯ แต่ก็ทำให้เกิดการสูญเสียต่างๆ ตามมาดังเช่นที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยเฉพาะการที่ต้องขายเป็นเหล็กเกรด B (Second Grade) ทำให้มูลค่าลดลงจากเดิมอย่างมาก

ดังนั้นจากปัญหาต่างๆ จากข้อบกพร่องของความหนาเหล่านี้ จึงเป็นสิ่งทีที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อทำการวิจัยแก้ไขต่อไป

- จากขั้นตอนการผลิตที่แสดงไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา ปัญหาการเกิดข้อบกพร่องความหนาเกิน (OVG) และความหนาต่ำกว่ากำหนด (UNG) จะเกิดขึ้นในกระบวนการขั้นตอนการรีดโดยลักษณะการทำงานจะเริ่มจากคอมพิวเตอร์ Level 2 นำข้อมูลของวัตถุดิบที่จะนำมารีดก้อนต่อไปจากแผนกเตาอบเช่น ขนาดของวัตถุดิบ, ขนาดของผลิตภัณฑ์ที่จะรีด, อุณหภูมิของวัตถุดิบ ฯลฯ มาคำนวณหารูปแบบของการรีด (Rolling Model) โดยจะคำนวณว่าต้องใช้การรีดกี่ครั้ง (Pass Number) แต่ละครั้งจะมีการลดขนาดลงครั้งละเท่าไร (Draft), ใช้แรงในการกดรีดเท่าไร (Force) และข้อมูลอื่น ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ยังมีการคาดการณ์ถึงผลความเรียบที่จะได้แสดงออกทางหน้าจอควบคุมด้วย

ถึงจุดนี้ทางพนักงานควบคุมแท่นรีดจะทำการพิจารณารูปแบบการรีด (Rolling Model) โดยเฉพาะช่วง Pass ท้ายๆ ถึงความเหมาะสมโดยใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมาว่าถ้ารีดเหล็กแผ่นขนาดนี้จะต้องใช้ค่า Draft และ Force เท่าใด จากนั้นพนักงานก็จะทำการปรับเปลี่ยน Model การรีดใหม่ โดยการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ได้แก่ ค่า Draft Bias และ Shape Bias ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ โดย Model จะตั้งเริ่มต้นไว้ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และพนักงานรีดสามารถปรับลดได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มได้ถึง 120 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ Draft Bias และ 150 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ Shape Bias

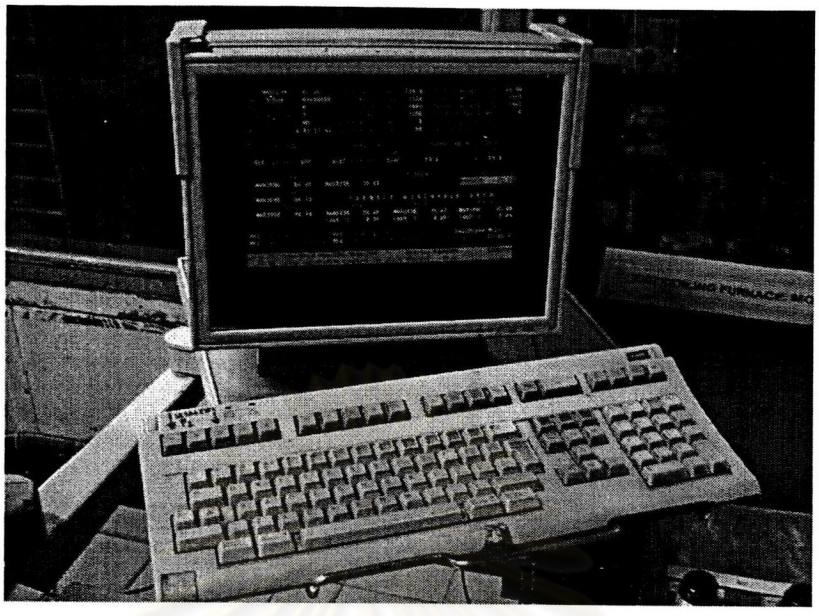
และเมื่อได้รูปแบบ Model รีดที่ถูกใจแล้ว พนักงานรีดก็จะถ่ายโอนข้อมูลการรีดจาก Level 2 เข้าสู่คอมพิวเตอร์ระดับ 1 (Level 1) ที่ทำหน้าที่ควบคุมแท่นรีด และมีการป้อนค่าชดเชยความหนา (Gap Trim) ที่จอของ Level 1 โดยอาศัยการคาดการณ์จากประสบการณ์อีกเช่นกัน

รูปที่ 1.3 แสดงห้องควบคุมการรีดโดยมีจอควบคุม Level 2 อยู่ด้านซ้ายมือ และจอควบคุม Level 1 อยู่ด้านขวามือ

เมื่อระบบทุกอย่างเรียบร้อย พนักงานรีดก็จะส่งสัญญาณนำวัตถุดิบ (SLAB) ออกจากเตาอบมารีดที่แท่นรีดตามขั้นตอนกระบวนการผลิต จนเมื่อสิ้นสุดการรีดในครั้งสุดท้าย (Last Pass) จึงนำแผ่นเหล็กออกผ่านขั้นตอนตัดแบ่งร้อน (Hot Shear) เข้าสู่ขั้นตอนการรีดปรับผิวเรียบ (Hot Leveler) และที่บริเวณหลังผ่านเครื่อง Hot Leveler เสร็จจะมีพนักงานควบคุมคุณภาพทำการตรวจวัดความหนาร้อนของเหล็กแผ่นที่ได้ และแจ้งกลับต่อพนังงานรีดที่รอการแจ้งค่าความหนาอยู่เพื่อนำค่าไปปรับชดเชยค่าความหนาในก้อนต่อไป โดยถ้าความหนามีค่าสูงเกินไปต้องการปรับลดความหนา ทางพนักงานรีดก็จะปรับค่า Gap Trim เพิ่มขึ้น หรือถ้าความหนาต่ำไปก็จะปรับ Gap Trim ลดลงตามขนาดความหนาที่ได้รับแจ้งเพื่อควบคุมความหนาให้อยู่ค่าตรงกลางของพิกัดความเผื่อ

ตัวอย่างเช่น ต้องการรีดเหล็กแผ่นหนา 7.7 ม.ม. พิกัดความเผื่อ $\pm$ 0.3 ม.ม.

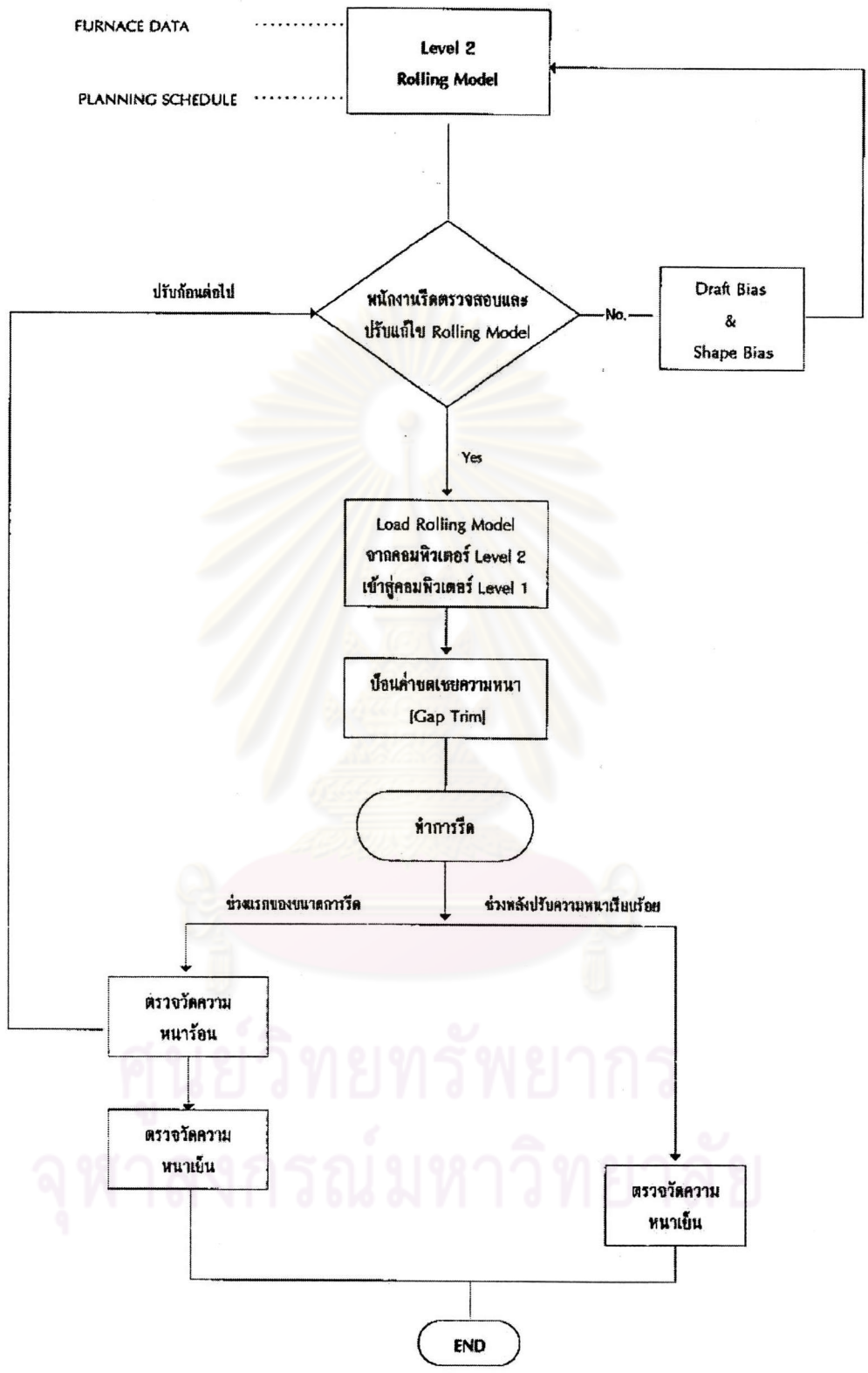
- รีดก้อนหน้าค่า Gap Trim อยู่ที่ 0.2 ม.ม. ได้รับแจ้งความหนาวัดร้อน = 7.48 ม.ม. ซึ่งต่ำเกินไป
- รีดก้อนต่อไปต้องปรับค่า Gap Trim ลดลงเท่ากับ 0.2–(7.7–7.48) ม.ม. = -0.02 ม.ม.



รูปที่ 1.4 แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์ Level 1 ที่แสดง Model การรีด

หลังจากปรับชดเชยค่า Gap Trim สำหรับการรีดก้อนใหม่และทำการรีดต่อไป พนักงานคุณภาพก็จะทำการวัดความหนาร้อนซ้ำอีกครั้ง เพื่อยืนยันและแจ้งกลับพนักงานรีด ส่วนในก้อนถัดๆ มา จะไม่มีการวัดความหนาร้อนอีกจนกว่าจะครบระยะช่วงห่างทุก ๆ 6 ก้อน ในขนาดการรีดเดียวกัน หรือมีการเปลี่ยนขนาดการรีดใหม่ก็จะทำการวัดความหนาร้อนในส่วน 2 ก้อนแรกเท่านั้น

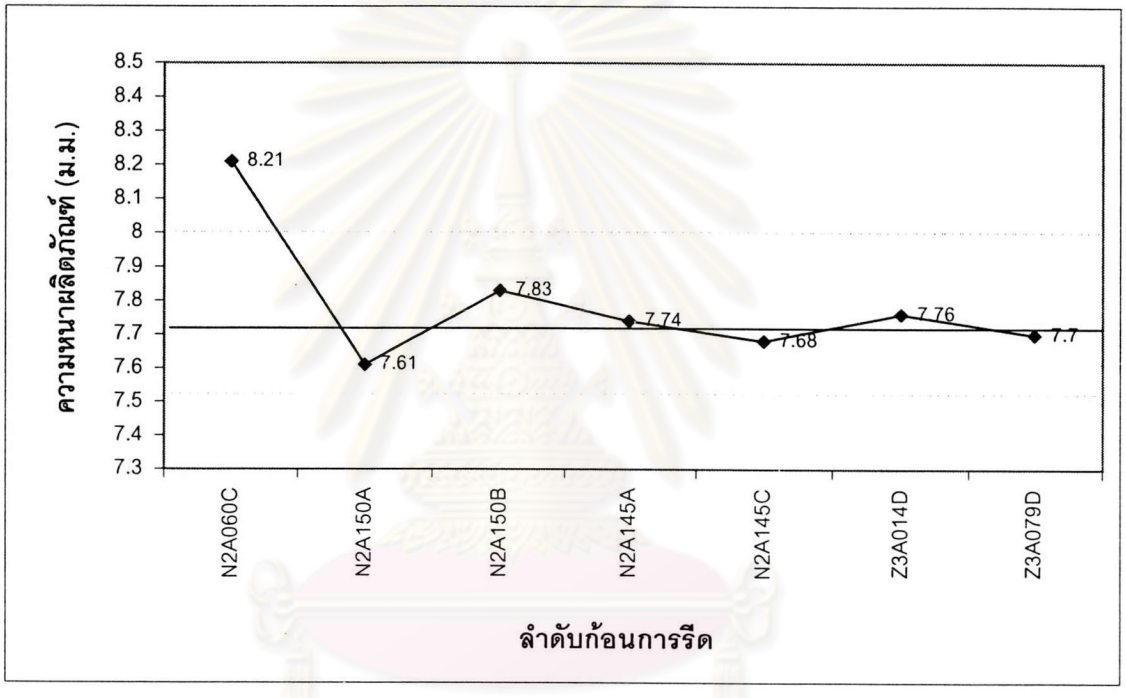
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.5 แสดงขั้นตอนการปรับแต่งข้อมูลการรีดของพนักงานรีด

จากขั้นตอนการดำเนินการรีดที่ทำอยู่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะการเกิดข้อบกพร่องของความหนาพบว่าปัญหาการเกิดความหนาสูงหรือต่ำกว่าค่ากำหนดเกิดขึ้นใน 3 ลักษณะคือ

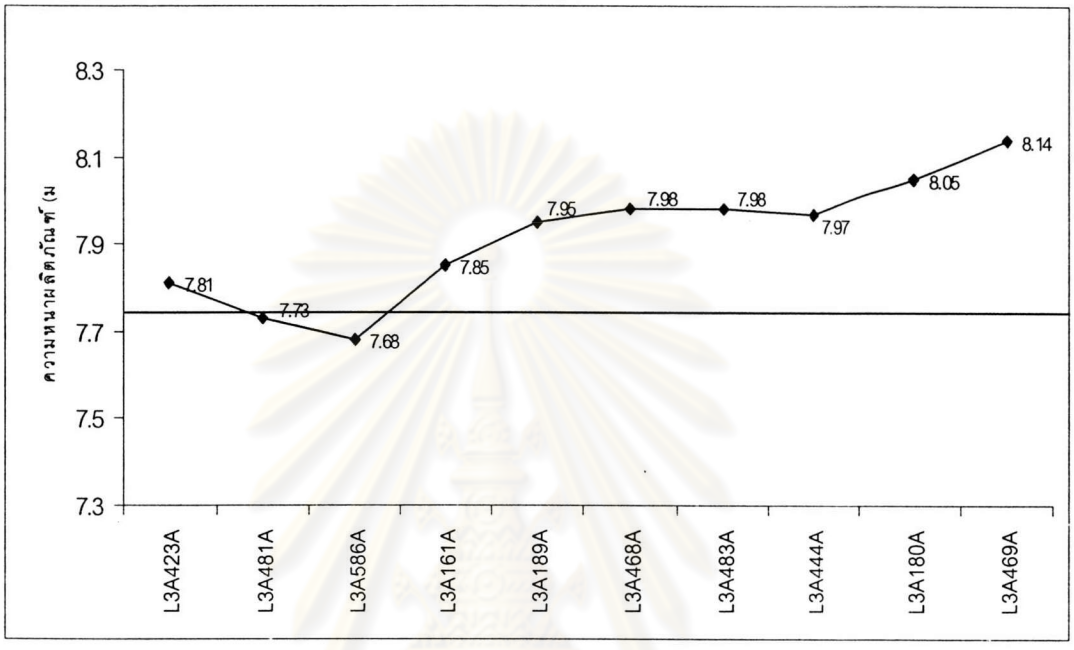
1. การเกิดข้อบกพร่องความหนาในช่วงก้อนแรก หรือช่วงต้น ๆ ของการรีดแต่ละขนาด เนื่องจากพนักงานรีดจะใช้การคาดการณ์ค่า Gap Trim เริ่มต้นสำหรับการรีดก้อนแรกก่อนโดยอาศัยประสบการณ์ แล้วรอปรับแก้ไขในก้อนต่อไป ดังนั้นการเกิดข้อบกพร่องความหนาจึงมักเกิดขึ้นในลักษณะนี้



รูปที่ 1.6 แสดงตัวอย่างลักษณะข้อบกพร่องความหนาที่สูงเกินไปในการรีดก้อนแรก

2. การเกิดข้อบกพร่องความหนาเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่า Draft และ Force ในระหว่างการรีด เนื่องจากในระหว่างการรีดคอมพิวเตอร์จะมีการศึกษาสภาวะการรีดและนำมาปรับปรุง Rolling Model โดยตลอด (Learning Program) ดังนั้นค่าของ Draft และ Force ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงทำให้ค่าของ Gap Trim ที่ชดเชยไว้ไม่พอเพียง โดยเฉพาะในช่วงที่ไม่มีการวัดค่าความหนาร้อนก็อาจเกิดข้อบกพร่องความหนาขึ้นได้

3. การเกิดข้อบกพร่องความหนาเนื่องมาจากความผิดปกติระหว่างการรีด เช่นเกิดการหยุดชะงักระหว่าง Pass การรีด ฯลฯ หรือจากความไม่มีเสถียรภาพของระบบควบคุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความผันแปรของความหนา อาทิเช่น อุณหภูมิของวัตถุดิบ, อุปกรณ์ตรวจวัดระดับ ฯลฯ



รูปที่ 1.7 แสดงตัวอย่างลักษณะข้อบกพร่องความหนาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง Model การรีดหรือความผิดปกติระหว่างรีด

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนาไม่คงที่หรือสูงต่ำเกินค่าพิกัดความเผื่อที่ลูกค้ากำหนด งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะขจัดสาเหตุทั้ง 3 ข้อตามที่กล่าวมาให้เหลือน้อยที่สุด โดยวิธีต่างๆ จะแสดงในการวิจัยขั้นตอนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความผันแปรของการปรับตั้งลูกรีดที่แตกต่างระหว่างค่าการคำนวณกับค่าการปรับตั้งจริงในการผลิตแผ่นเหล็กรีดร้อน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โรงงานผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนแท่นรีดเดียว(Single Stand)แบบ Reversing Mill แห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา ได้มีการจำกัดขอบเขตในการวิจัยดังนี้

ปัจจัยของการศึกษาคือช่วงการสึกหรอจากการใช้งานของลูกรีดที่มีผลต่อการปรับตั้งอัน ได้แก่ Last Pass Force, Last Pass Draft ที่ทำให้เกิด Gauge Variation อันมีผลสืบเนื่องต่อการควบคุมความหนาของผลิตภัณฑ์

เครื่องมือที่ช่วยในการศึกษาปัจจัยครั้งนี้คือ โปรแกรมการจำลองข้อมูลการรีดเหล็กแผ่นรีดร้อน ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท Tippins Incorporated

ขนาดของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษา กำหนดที่ความหนา 8.0 ม.ม. พิกัดความเผื่อ $\pm$0.3 ม.ม. ความกว้างแผ่นเหล็ก 5 ฟุต วัสดุที่รีดเป็น Low Carbon Steel ซึ่งเป็นเกรดและขนาดของผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตมากที่สุด

กระบวนการที่ทำการศึกษา จะเริ่มขั้นตอนตั้งแต่วัตถุดิบป้อนเข้าสู่แท่นรีด ออกมาเป็นแผ่นเหล็กจนผ่านไปถึงแท่นพักเย็น (Cooling Bed) ซึ่งเป็นจุดตรวจวัดความหนาของหน่วยคุณภาพ

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การปรับค่าของ Draft จะใช้ในช่วงย่านการปรับใช้งานปกติคือ เริ่มตั้งแต่ระดับการปรับที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 เปอร์เซ็นต์ จนถึง 120 เปอร์เซ็นต์
2. การปรับค่าของ Force จะใช้ในช่วงย่านการปรับใช้งานปกติคือเริ่มตั้งแต่ระดับการปรับที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 เปอร์เซ็นต์จนถึง 150 เปอร์เซ็นต์
3. อุณหภูมิของวัตถุดิบก่อนนำเข้ารีดอยู่ที่ 1,180 $\pm$ 30 °C และอุณหภูมิเหล็กแผ่นสุดท้ายหลังออกจากแท่นรีดอยู่ที่ 850 $\pm$ 50 °C
4. การวิจัยกำหนดที่สภาวะของการสึกลูกรีด (Wear Crown) 3 ระดับคือ 0.25ม 0.15 และ 0.05 โดยการเปรียบเทียบกับระยะทางการใช้งานของลูกรีด (Roll Length)

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. เหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot Rolling) หมายถึง การรีดขึ้นรูปเหล็กแผ่นให้มีขนาดตามต้องการ โดยใช้อุณหภูมิในการขึ้นรูปสูงกว่าอุณหภูมิการเกิดผลึกใหม่ (Re-crystallization Temperature)

2. Gauge Variation หมายถึง การแปรเปลี่ยนหรือไม่คงที่ของค่าความหนาสุดท้ายของเหล็กแผ่นจากการรีด มีผลให้ความหนาเกินหรือต่ำกว่าค่ากำหนดตามมาตราฐาน

3. Draft หมายถึง ค่าปริมาณการลดขนาดความหนาของการรีดซึ่งเท่ากับความหนาของเหล็กแผ่นด้านขาเข้าช่องระหว่างลูกรีดลบด้วยความหนาของเหล็กแผ่นที่ออกจากลูกรีดในแต่ละรอบของการรีด

4. Rolling Force หมายถึง แรงกดที่ใช้ในการรีดจริงสุทธิที่วัดจาก Vertical Force และคำนวณชดเชยแรงต้านและแรงเสียดทานต่างๆ

5. Pass หมายถึง การรีดลดขนาดแต่ละเที่ยวที่วิ่งผ่านช่องห่างระหว่างลูกรีด Work Roll จุดที่สนใจในงานวิจัยนี้คือ Last Pass ซึ่งก็คือ การรีดรอบสุดท้ายที่ทำให้ได้ความหนาตามต้องการ

6. Roll Gap ระยะช่องเปิดระหว่างลูกรีด Work Roll บน-ล่าง

7. Gap Trim ค่าชดเชยความผิดพลาดของค่าความหนา

8. Shape Bias เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับแรงการรีดในช่วง Pass ท้ายๆ โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์จากค่าที่คำนวณของคอมพิวเตอร์ จะคิดเทียบที่ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถปรับลดลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มได้ถึง 150 เปอร์เซ็นต์

9. Draft Bias เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับอัตราการลดขนาดของการรีดในช่วง Pass ท้ายๆ โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบจากที่คำนวณโดยคอมพิวเตอร์จะอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์สามารถปรับลดลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มได้ถึง 120 เปอร์เซ็นต์

10. Rolling Model เป็นรูปแบบการรีดที่คำนวณโดยคอมพิวเตอร์เพื่อกำหนดขั้นตอนลักษณะการรีดแต่ละก้อนโดยคำนวณจากพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

11. Slab วัตถุดิบสำหรับการรีดที่ได้จากกระบวนการผลิตเหล็กกล้าซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

12. Crown ค่าระยะการปรับผิวโค้งของลูกรีดให้ตรงกลางส่วนกลางลูกรีดมีขนาดโตกว่าที่ขอบลูกรีดทั้งสองข้างเพื่อชดเชยการโก่งตัวของลูกรีดระหว่างรับแรง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถทราบค่าเบี่ยงเบนของค่าที่ได้จากโปรแกรมจำลองการรีดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการรีดจริง เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับแก้ข้อมูลการรีดให้ถูกต้อง
- สามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงช่องว่างระหว่าง Work Roll
- ผลการศึกษาทำให้ทราบค่า Last Pass Draft, Last Pass Force และ Gauge Variation ที่จะใช้ควบคุมช่องว่างของลูกรีด ตามปัจจัยของการสึกหรอของลูกรีดที่เปลี่ยนแปลงไป
- สามารถใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์สาเหตุข้อบกพร่องผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนอื่นๆ ต่อไป

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีแนวทางในการศึกษาดังนี้

1. สำรวจงานวิจัย และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยทุกตัวที่มีผลต่อการควบคุมช่องว่างระหว่างลูกรีด คัดเลือกปัจจัยที่สนใจอันได้แก่ ปัจจัยของการสึกของลูกรีด ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Last Pass Draft, Last Pass Force และ Gauge Variation
3. ทำการทดลองปรับเปลี่ยนสภาวะของปัจจัยตามข้อที่ 2 โดยใช้โปรแกรมจำลองข้อมูลการรีดเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยของการรีดต่างๆ ได้แก่ ค่า Last Pass Draft, Last Pass Force และ Gauge Variation
4. นำค่าที่ได้จากการจำลองข้อมูลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปกำหนดค่าปรับตั้งการรีดที่ใช้ในแต่ละสภาวะ พร้อมกับการดำเนินการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่สามารถควบคุมได้ของแท่นรีดก่อนรีดจริง
5. วิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบผลที่คำนวนได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับค่าที่วัดได้จริง ได้แก่ค่า Last Pass Draft, Last Pass Force และ Gauge Variation เพื่อหาค่าความผันแปรที่เกิดขึ้น

6. วิเคราะห์ผลการศึกษา

7. สรุป และเสนอแนะ

1.8 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานวิจัย

การศึกษาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้สามารถสรุปขั้นตอนในการดำเนินงานได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจงานวิจัยและรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะกับการรีดเหล็กแผ่นรีดร้อน

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาวิเคราะห์สาเหตุที่เกี่ยวข้อง และเลือกปัจจัยที่มีผลกระทบ

วิธีการ 1. ศึกษาจากทฤษฎีของการรีด ค้นหาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อค่าความถูกต้องของช่องว่างระหว่างลูกรีด

2. พิจารณาแต่ละสาเหตุเพื่อหาวิธีการแนวทางการตรวจสอบควบคุมปัจจัยที่ควบคุมได้

3. เลือกปัจจัยที่มีการแปรผันอันได้แก่ การสึกหรอระหว่างใช้งานของลูกรีดมาทำการศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองปรับเปลี่ยนสภาวะของปัจจัยโดยป้อนค่าในโปรแกรมจำลองการรีดเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของค่าปรับตั้งการรีดได้แก่ Last Pass Draft, Last Pass Force และ Gauge Variation

วิธีการ 1. ศึกษาโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมจำลองข้อมูลการรีด

2. แบ่งช่วงระยะการทดลองปัจจัยแต่ละตัวออกเป็น 3 ช่วงโดยดูจากหลักเกณฑ์การสึกหรอของลูกรีดหาได้จากการเก็บข้อมูลอัตราการสึกหรอจากค่า Crown สูงสุด 0.3 ม.ม. จนถึงผิวเรียบคือ crown เท่ากับศูนย์ โดย

เปรียบเทียบกับระยะทางการใช้งานของลูกรีด หน่วยเป็นกิโลเมตร นับตั้งแต่เริ่มใช้งานจนถึงเปลี่ยนออก

3. ทำการทดลองป้อนค่าในโปรแกรมจำลองการรีด ทำการเก็บบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

- สภาวะปัจจัยที่ใช้
- ค่าที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์
- วิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาสมการความสัมพันธ์

ขั้นตอนที่ 4 ทำการรีดจริงเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

วิธีการ 1. ควบคุมปัจจัยต่างๆ ตามขั้นตอนที่ 2 เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อการรีด

2. ดำเนินการรีดและเก็บข้อมูลโดยแบ่งแยกตามสภาวะของปัจจัยที่ทดลอง

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบผล

วิธีการ 1. เปรียบเทียบผลของปรับตั้งจากการรีดจริงกับที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์หาค่าเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้น

2. กำหนดค่าการปรับตั้งที่ดีที่สุดในแต่ละสภาวะของปัจจัย

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสรุปผลการทดลอง

วิธีการ 1. สรุปผลการทดลอง

2. เสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย