

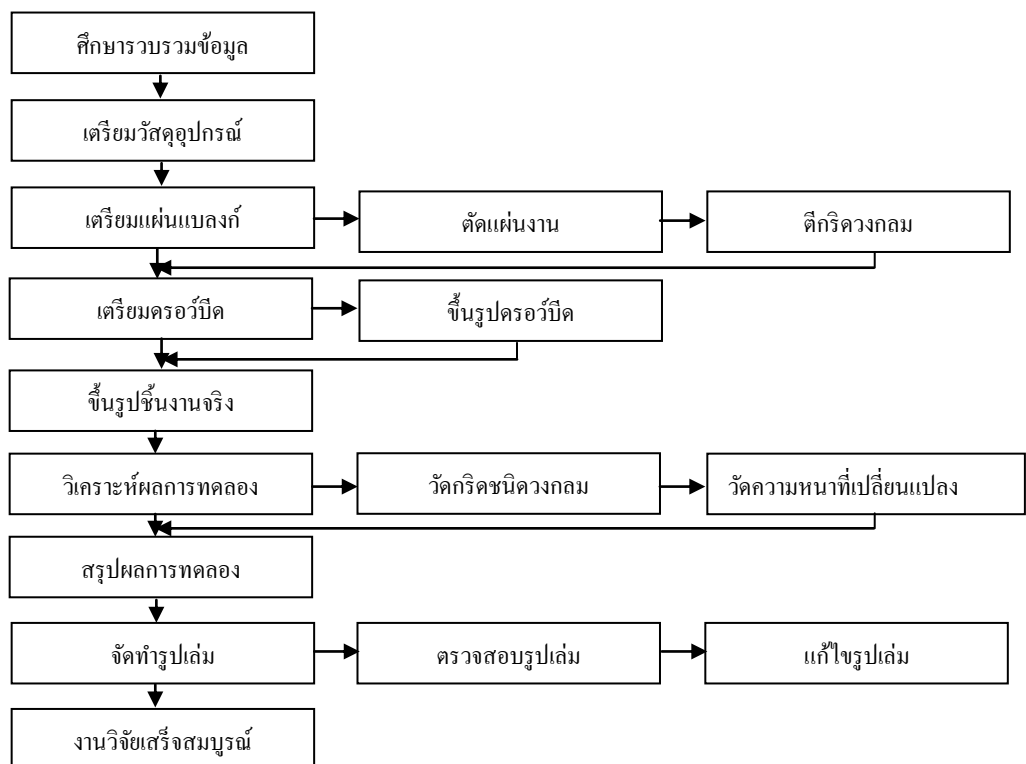
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินโครงการ ซึ่งนับว่าเป็นบทที่สำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ เนื่องจากจะกล่าวถึงวิธีการทดลองและการดำเนินงานทั้งหมดของโครงการนี้ ประกอบด้วย การหาหัวข้อที่สนใจ ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จัดเตรียมชิ้นงานที่จะทำการทดสอบ ดำเนินการทดสอบ วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง จัดทำรูปเล่มเพื่อนำเสนอ และ เตรียมสอบปริญญานิพนธ์ จึงได้จัดแผนการดำเนินงานดังนี้

3.1 แผนการดำเนินงาน

การขึ้นรูปลิกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตรจะทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอ และเกิดรอยร้าว ซึ่งเป็นผลมาจากการไหลของแผ่นโลหะไม่สม่ำเสมอ ในบทนี้จะบอกถึงวิธีการศึกษาอิทธิพลของชนิดครอว์บีด ทำการทดลองด้วยการขึ้นรูปชิ้นงาน และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการหาความเครียดที่เกิดขึ้นบนชิ้นงาน เพื่อนำเสนอแนวทางในการเลือกใช้ครอว์บีดมาช่วยในการขึ้นรูปลิกโลหะแผ่นที่มีรูปทรงไม่สมมาตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภาพการดำเนินโครงการ

3.2 วัสดุที่จะนำมาใช้ทำการขึ้นรูปลึก

วัสดุที่จะใช้ในการผลิตเป็นสิ่งที่กำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เพราะฉะนั้นในการเลือกวัสดุจึงเป็น SPCC ซึ่งเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบเย็น ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จะนิยมใช้ภายในประเทศและนอกประเทศ จะต้องมีความทนทานตามมาตรฐานของ มอก. 2012 (TIS 2012) ซึ่งเทียบได้กับมาตรฐาน ISO 3574 และ JIS 3141 มีสมบัติเป็นเหล็กชนิดในการขึ้นรูปทั่วไปและการขึ้นรูปลึก

3.2.1 ความหนาของวัสดุ ถ้าเลือกใช้วัสดุบางเกินไป ก็อาจไม่เหมาะสมในการใช้งาน แต่ถ้าวัสดุหนาเกินไป ก็จะทำให้การผลิตยากมากขึ้น

3.2.2 ประเภทและชนิดของวัสดุ (ซึ่งพิจารณาการขึ้นรูปได้ลึกมากน้อยเพียงใด) การยึดตัวของโลหะวัสดุที่นิยมใช้ในการผลิต ได้แก่ เหล็กกล้าไร้สนิม และอลูมิเนียม ส่วนทางด้านการผลิตชิ้นส่วน ได้แก่ เหล็กเหนียว และเหล็กชุบสังกะสี ในที่นี้จะใช้วัสดุ JIS : SPCC-SD หนา 1 มม.

3.3 การเตรียมชิ้นงาน

3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมคร่าวเบื้องต้น

1) ตัดชิ้นงานเหล็ก ขนาด 50 x 115 x 25 มม. แล้วนำเหล็กวัสดุจับบนปากกาที่เครื่องกัด CNC

2) ให้เครื่องกัดอัตโนมัติ (Computer Numerical Control : CNC) เดินกัดด้วยโปรแกรม กัดชิ้นงาน ตามโปรแกรม และใช้สารหล่อเย็นขณะทำการกัดรูปร่างจนเสร็จ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เครื่องกัดอัตโนมัติ เดินโปรแกรมตามที่ได้ตั้งไว้

3) นำชิ้นงานออกจากเครื่องกัดอัตโนมัติแล้วตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นงาน ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ชิ้นงานคร่าว์ปิด

3.3.2 ขั้นตอนการเตรียมแผ่นตัดเปล่า

1) ตัดชิ้นงานตามแนวรีดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 165 x 225 มม. ด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่น (Power shear) ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แผ่นตัดเปล่า

2) เตรียมอุปกรณ์จับยึดและติดตั้งบนเครื่องกัดอัตโนมัติ ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การติดตั้งอุปกรณ์จับยึด

3) วางแผ่นงานและทำการจับยึดด้วยแคลมป์ ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 การจับยึดแผ่นงานด้วยแคลมป์

4) ให้เครื่องกัดอัตโนมัติ เดินกัดด้วยโปรแกรม กัดแผ่นชิ้นงาน ตามโปรแกรม และใช้สารหล่อเย็นขณะทำการกัดรูปร่างจนเสร็จ ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แผ่นชิ้นงานที่ผ่านการกัดด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ

5) นำแผ่นชิ้นงานออกจากเครื่องกัดอัตโนมัติ แล้วตรวจสอบความเรียบร้อยของแผ่นชิ้นงาน ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แผ่นชิ้นงานสำเร็จ

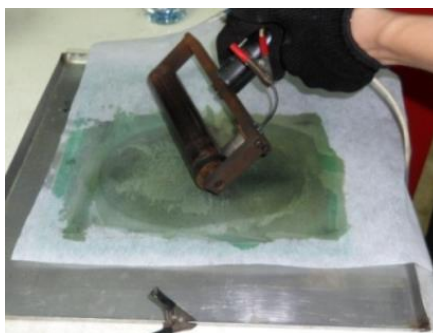
3.3.3 ขั้นตอนการตีกรีดวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มม. บนแผ่นโลหะ

- 1) นำถาดเหล็กทรงรีทดสอบวางบนโต๊ะงาน
- 2) ประกอบ สายไฟโดยด้านหนึ่งต่อกับเครื่องปรับกระแสไฟและ อีกสายหนึ่งติดกับลูกกลิ้ง และวางแผ่น โลหะที่ขึ้นรูปเป็นแผ่นแบนลงก่และการแต่งกริบและขอบ พร้อมกับล้างคราบไขมันเรียบร้อยแล้ว ใ้บนแผ่นเหล็กทรงรีอีกหนึ่ง ดังภาพที่ 3.9



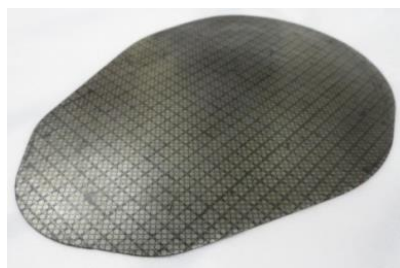
ภาพที่ 3.9 ทำความสะอาดแผ่นแบนลงด้วยน้ำยาอิเล็กโทรไลต์
และวางแผ่นแบนลงบนถาด

- 3) นำแผ่นตะแกรง (Stencils) วางบนชิ้นงานโดยจัดให้พอดีกับชิ้นงาน และนำแผ่นผ้าสักหลาดมาวางไว้ด้านบนของแผ่นตะแกรง และนำน้ำยาอิเล็กโทรไลต์มาทาแผ่นผ้าสักหลาดให้เปียกหมาด ๆ แล้วเปิดสวิทช์ที่เครื่องปรับไฟ ปรับตั้งขนาดไฟฟ้าให้เหมาะสม ใช้ลูกกลิ้งกดลงบนแผ่นผ้าสักหลาดด้วยน้ำหนักพอประมาณ เคลื่อนที่ไปอย่างช้าๆ เพียงครั้งเดียว ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 นำน้ำยาอิเล็กโทรไลต์มาทาแผ่นผ้าสักหลาดแล้วรีดด้วยลูกกลิ้ง

4) หลังจากตีกริดวงกลมเสร็จแล้วให้นำแผ่นทดสอบมาเช็ดด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาด เพื่อรอการขึ้นรูปต่อไป ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แผ่นเบลงก์ที่ผ่านการตีกริดเรียบร้อยแล้ว

5) ข้อควรระวัง

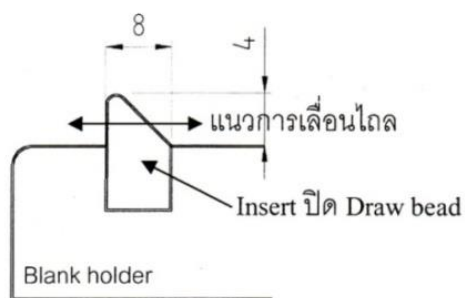
- ในขณะที่เปิดสวิตช์ไฟ จะต้องไม่ใช้มือจับผ้าสักหลาด แผ่นตะแกรง หรือแผ่นเหล็กกรอง เพราะจะทำให้ไฟฟ้าช็อตมือได้ เมื่อเสร็จแล้วควรปิดสวิตช์ก่อนนำชิ้นทดสอบออกมา
- ในขณะที่ใช้ลูกกลิ้งกดบนผ้าสักหลาด เพื่อตีกริดอยู่นั้นอย่าหมุนลูกกลิ้งกลับไปมาหลายครั้งเพราะจะทำให้แผ่น แผ่นตะแกรง เลื่อน กริดวงกลมซ้อนขึ้นมาทำให้แผ่นทดสอบเสีย
- อย่าให้มีเศษเหล็กหรือผงของวัสดุโคอยู่บนชิ้นงาน เพราะจะเกิดการสปาร์ก (Spark) ทำให้แผ่นตะแกรง ทะลุได้

3.4 กำหนดตัวแปรทดสอบ

3.4.1 ดรอว์บีคชนิดเดี่ยว (Draw bead single)

เพื่อควบคุมการไหลตัวของแผ่นชิ้นงานให้เกิดความสม่ำเสมอ ด้วยสาเหตุรูปทรงของชิ้นงานสำเร็จมีรูปทรงที่ไม่สมมาตรจึงทำให้ความต้องการของปริมาณของแรงกดขึ้นที่แตกต่างกัน จึงต้องมีวิธีที่ใช้ในการบังคับนั้น ได้แก่ ดรอว์บีค ซึ่งตัวแปรนี้ได้ทำการทดสอบที่ 3 ระดับดังต่อไปนี้

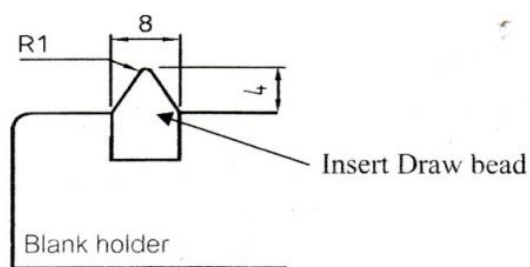
1) ดรอว์บีคแบบเอียงด้านเดียว อาศัยความเสียดทานบนระนาบของแผ่นกดชิ้นงาน และแผ่นคาย ที่ราบเรียบ ที่ความสูง 3 4 5 6 7 และ 8 มม. ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 ครอว์ปิดแบบเอียงด้านเดียว

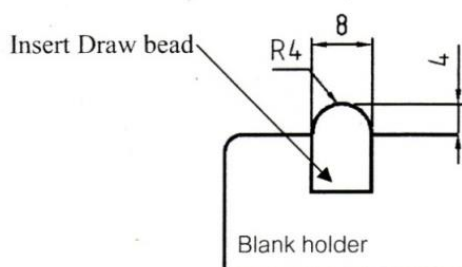
2) ครอว์ปิดชนิดสามเหลี่ยมที่มีรัศมีที่ปลาย 1 มม. ที่มีความสูงเช่นเดียวกัน ดังภาพที่

3.13



ภาพที่ 3.13 ครอว์ปิดชนิดสามเหลี่ยม

3) ครอว์ปิดชนิดส่วนโค้งครึ่งวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0 มม. ที่มีความสูงเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 ครอว์ปิดชนิดส่วนโค้งครึ่งวงกลม

3.5 ขั้นตอนการทดสอบและการเก็บข้อมูล

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาอิทธิพลของครอว์บีคในกระบวนการขึ้นรูปลึก ชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตรต่อคุณภาพของชิ้นงาน เพื่อนำเสนอแนวทางในการเลือกใช้ชนิดและขนาดความสูงของครอว์บีคมาช่วยในการขึ้นรูปลึกโลหะแผ่นที่มีรูปทรงไม่สมมาตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการดำเนินโครงการสามารถสรุปได้ดังนี้

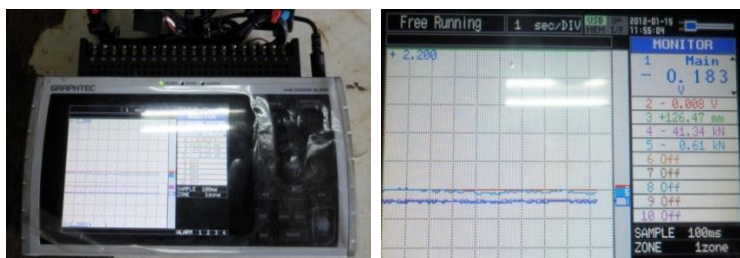
3.5.1 ทำการขึ้นรูปแผ่นเบलग์โดยใช้แม่พิมพ์ที่มีรูปทรงไม่สมมาตร และใช้ครอว์บีคชนิดและขนาดต่างๆ ช่วยในการขึ้นรูป

1) ทำการประกอบและติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องเครื่องเพรสไฮดรอลิคขนาด 80 ตัน ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แม่พิมพ์พร้อมใช้งาน

2) การขึ้นรูปเริ่มจากนำอุปกรณ์ขยาสัญญาณ (Mini data logger) มาเชื่อมต่อกับเครื่องเครื่องเพรสไฮดรอลิคขนาด 80 ตัน เพื่อบันทึกความเปลี่ยนแปลงของแรงต่อระยะลึกที่ขึ้นรูป ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 อุปกรณ์ขยาสัญญาณ (Mini data logger)

3) ประกอบครอว์ปิดกับแผ่นกดยึด โดยใช้ครอว์ปิดทั้ง 3 ชนิด ได้แก่

- ชนิดสามเหลี่ยมเรียงตามด้านที่ขึ้นรูป ที่ปลายมีรัศมี 1 มม. มีความสูง 3 4 5 6 7 และ 8 มม
- ชนิดครึ่งวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0 มม. ที่มีระดับความสูงเช่นเดียวกัน
- ชนิดรูปสามเหลี่ยมหรือตัววีที่ปลายมีรัศมี 1 มม. ที่มีระดับความสูงเช่นเดียวกัน มาช่วยในการขึ้นรูป และในแต่ละระดับความสูงจะขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทั้งหมด 5 ชิ้น โดยใช้ครอว์ปิดช่วยในการขึ้นรูปจำนวน 2 ตัว ดังภาพที่ 3.17



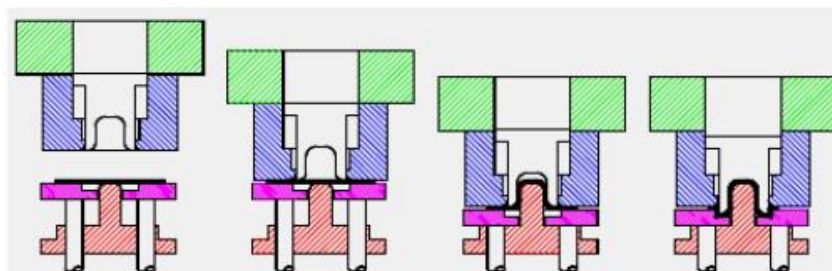
บริเวณที่ประกอบครอว์ปิด

ภาพที่ 3.17 การประกอบครอว์ปิด

4) นำแผ่นแบลงก์ มาวางบนแผ่นกดยึด ซึ่งมีหน้าที่ในการกดยึดชิ้นงานโดยส่งถ่ายแรงจากคูล์ชชั่นพิน (Cushion pin)

5) จากนั้นนำแผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีน วางซ้อนไว้ด้านบนแผ่นแบลงก์ เพื่อช่วยในการป้องกันการเสียดสีระหว่างผิวโลหะจึงช่วยลดการสึกหรอและการเสียค่า

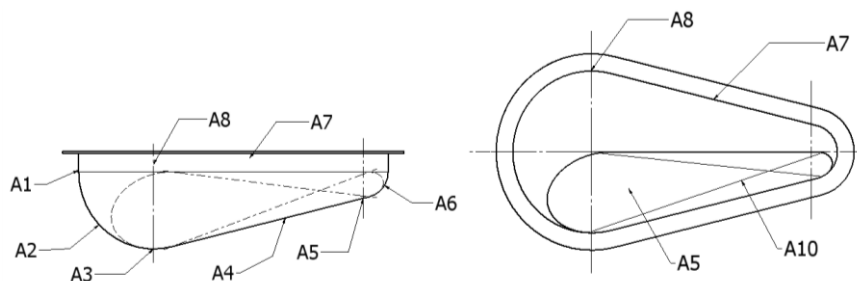
6) ทำการปั๊มขึ้นรูปด้วย อัตราส่วนการลากขึ้นรูป (Plastic-ratio : β) ประมาณ 2 และความเร็วขณะขึ้นรูปที่อัตรา 1 เมตร/10 วินาที เมื่อใส่ชิ้นงานเข้าไปในคานแล้ว พันช์และแผ่นจับยึดชิ้นงานรวมทั้งคานคูล์ชชั่น จะอยู่ในตำแหน่งบนของแม่พิมพ์ ขั้นตอนแรกของการขึ้นรูป แผ่นขึ้นงานจะถูกกดอยู่ระหว่างแผ่นจับยึดชิ้นงานกับคานคูล์ชชั่น ในตำแหน่งนี้แม่พิมพ์ส่วนบนจะเคลื่อนที่ลงมาและเริ่มต้นการขึ้นรูปด้วยพันช์ซึ่งถูกติดตั้งไว้ที่แท่นเครื่อง ในจังหวะที่สอง ตัวสไลด์ของเครื่องปั๊มที่อยู่ด้านบนจะเคลื่อนตัวลงมาและทำการขึ้นรูปลึก ดังภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 แบบสามจังหวะมีแผ่นจับยึดชิ้นงานเคลื่อนที่และตัวคายคู่ชั้น [3]

3.5.2 นำชิ้นงานมาวิเคราะห์ผลและสรุปผล เพื่อหาขนาดและชนิดของครอร์ปิดที่เหมาะสม สำหรับการขึ้นรูปลิกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร

1) ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของความเครียดด้วยกริดชนิดวงกลม $\varnothing 2.5$ มม. การตรวจสอบเริ่มจากเลือกชิ้นงานที่ขึ้นรูปเรียบร้อยแล้ว โดยเลือกชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุด 1 ชิ้น จาก 5 ชิ้น ของแต่ละชนิดและแต่ละระดับ นำชิ้นงานมาทำการกำหนดจุด 10 จุด เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการตรวจสอบค่าความเครียด ดังภาพที่ 3.19

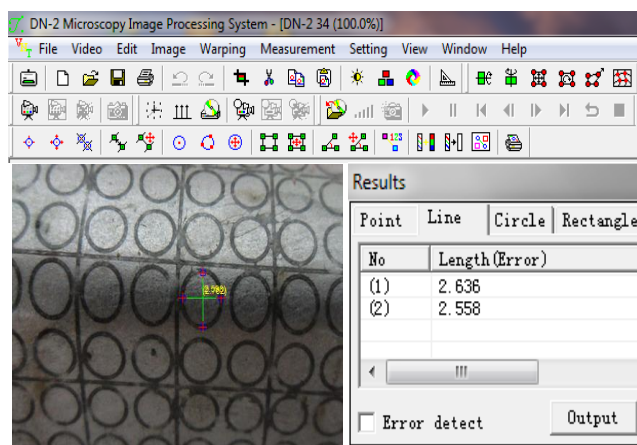


ภาพที่ 3.19 จุดที่ใช้ในการตรวจสอบความเครียดบนชิ้นงาน [3]

ตรวจวัดจุดอ้างอิงทั้ง 10 จุด ด้วยการถ่ายรูปจากกล้อง Camera OMC แล้ววัดขนาด กริดจากการเปลี่ยนรูปเป็นวงรี ด้วยโปรแกรม Microscopy image processing system โดยวัดจาก ด้านในของเส้นวงรีด้านยาวเป็นความเครียดหลัก ด้านสั้นเป็นความเครียดรอง ซึ่งทั้งสองเส้นจะต้องตั้งฉากกัน ดังภาพที่ 3.20

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ใช้สำหรับการวัดความเครียดในชิ้นงาน

Ellipse Number	Major Diameter (dmax)	Minor Diameter (dmin)	Thickness	Major Strain (ϵ_1)	Minor Strain (ϵ_2)	Thickness Strain (ϵ_3)	Equivalent Strain ($\bar{\epsilon}$)
A1							
A2							
A3							
A4							
A5							
A6							
A7							
A8							
A9							
A10							



ภาพที่ 3.20 แสดงการวัดขนาดของกริดบนชิ้นงานที่ขึ้นรูปแล้วโดยการใช้โปรแกรม

Microscopy image processing system

2) ตรวจสอบชิ้นงานหลังขึ้นรูปที่มีการเปลี่ยนรูปร่างด้วยการวัดความหนา การขึ้นรูปลึกเป็นการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยการดึงและการกดโดยที่พื้นที่เคลื่อนที่กดแผ่นชิ้นงาน ในจุดต่างๆ บนชิ้นงานจะได้รับความเครียดไม่เท่ากัน ดังนั้นความหนาของแผ่นโลหะจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากความหนาเดิม ในบริเวณที่เป็นจุดวิกฤต แผ่นโลหะจะบางกว่าบริเวณอื่นๆ ตรวจสอบชิ้นงานเพื่อหาค่าความเครียด ด้วยการนำชิ้นงานที่กำหนดจุดอ้างอิงทั้ง 10 จุด ไว้แล้ว มาผ่ากลางชิ้นงาน จากนั้นนำไมโครมิเตอร์มาวัดตามจุดตรวจวัด ที่กำหนดไว้ เพื่อหาความแตกต่างของความหนา