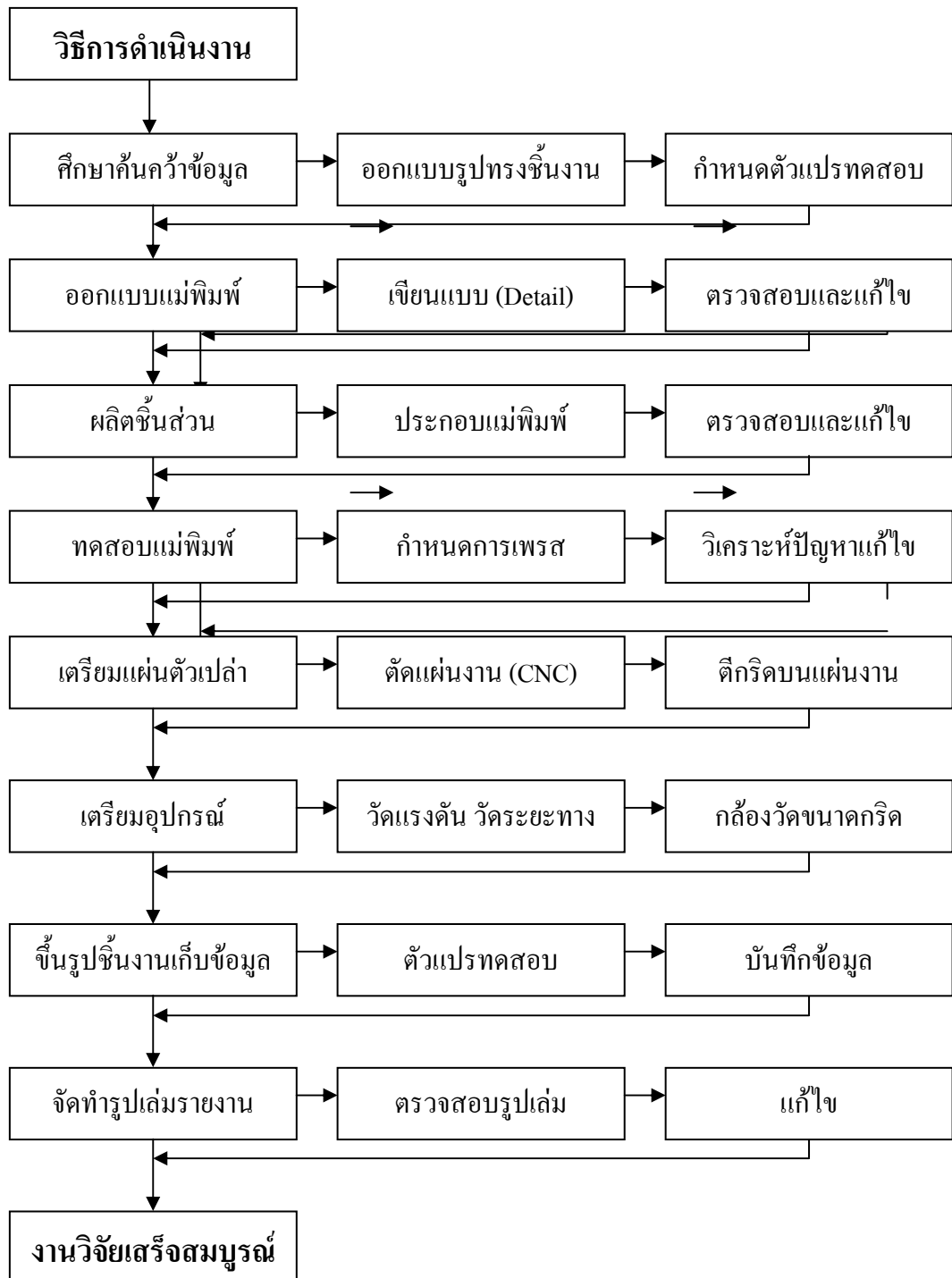


บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 ไคอะแกรมวิธีดำเนินโครงการงานวิจัย

3.2 วัสดุที่จะนำมาใช้ทำการขึ้นรูปลึก

วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นสิ่งที่กำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เพราะ ฉะนั้นในการเลือกวัสดุจึงเป็น SPCC ซึ่งเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบเย็น ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จะนิยมใช้ทั้งภายในประเทศและนอกประเทศ จะต้องมีความคุณภาพผ่านตามมาตรฐานของ มอก. 2012 (TIS 2012) ซึ่งเทียบได้กับมาตรฐาน ISO 3574 และ JIS 3141 มีสมบัติเป็นเหล็กชนิดในการขึ้นรูปทั่วไปและการขึ้นรูปลึก (Deep draw) การกำหนดวัสดุที่จะใช้ต้องครอบคลุมถึง

ก. ความหนาของวัสดุ ถ้าเลือกใช้วัสดุบางเกินไป ก็อาจไม่เหมาะสมในการใช้งาน แต่ถ้าใช้วัสดุหนาเกินไป ก็จะทำให้การผลิตยากมากขึ้น

ข. ประเภท และชนิดของวัสดุ (ซึ่งพิจารณาการขึ้นรูปได้ลึกมากน้อยเพียงใด) การยึดตัวของโลหะวัสดุที่นิยมใช้ในการผลิต ได้แก่ เหล็กกล้าไร้สนิม และอลูมิเนียม ส่วนทางด้านการผลิตขึ้นส่วน ได้แก่ เหล็กเหนียว และเหล็กชุบสังกะสีในที่นี้จะใช้วัสดุ JIS:SPCC หนา 1 มม.ในการทดลอง

3.2.1 ผลการทดสอบวัสดุทางเคมี

ด้วยเครื่องทดสอบส่วนผสมทางเคมี (Optical emission spectrometer) ของเหล็ก SPCC โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ตัดแผ่นชิ้นงานขนาด 50x50 มม.ด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่น (Power shear)
- ทำความสะอาดแล้วขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายให้เรียบดังภาพที่ 3.2
- วางงานที่เครื่องทดสอบบนจุดของหัวสปาร์ก (Electrode) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม.
- แล้วทดสอบซ้ำจำนวน 3 จุด เพื่อหาค่าเฉลี่ยข้อมูลดูในตารางที่ 2.1



ภาพที่ 3.2 ชิ้นงานทดสอบส่วนผสมทางเคมี

จากตารางที่ 3.1 จะได้ค่าเฉลี่ยของส่วนผสมทางเคมี เหล็ก (Fe) คาร์บอน (C) แมงกานีส (Mn) ฟอสฟอรัส (P) กำมะถัน (S) นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) วานาเดียม (V) ไทเทเนียม (Ti) อะลูมิเนียม (Al) ทังสเตน (W) โคบอลต์ (Co) ดีบุก (Sn) ซึ่งในการเทียบมาตรฐานจากธาตุหลักได้กำหนด $C=0.12$ Max $Mn=0.50$ Max $P=0.40$ Max $S=0.45$ Max เมื่อทดสอบได้ค่า $C=0.0267$ $S=0.0135$ $Mn=0.1545$ $W=0.1255$ $P=0.0236$ $Al=0.0290$ และ $Fe=99.57$ 19 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 3.1 สมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

เหล็ก SPCC - SD (มม.)	ความเค้น คราก (MPa)	ค่าความเค้นแรงดึง สูงสุด (MPa)	ค่า r_m	ค่า r_0	ค่า r_{45}	ค่า r_{90}
1.0	241	323	1.9425	2.545	1.508	2.209

ด้วยเครื่องทดสอบส่วนผสมทางเคมี (Optical emission spectrometer) ของเหล็ก SPCC-SD โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ตัดแผ่นชิ้นงานขนาด 50x60 มม. ด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่น (Power Shear)
- 2) ทำความสะอาดแล้วขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายให้เรียบดังภาพที่ 3.3
- 3) วางงานที่เครื่องทดสอบบนจุดของหัวสปาร์ก (Electrode) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม.
- 4) แล้วทดสอบซ้ำจำนวน 3 จุด เพื่อหาค่าเฉลี่ยข้อมูลดูในตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.3 ชิ้นงานทดสอบส่วนผสมทางเคมี

จากตารางที่ 3.2 จะได้ค่าเฉลี่ยของส่วนผสมทางเคมี เหล็ก (Fe) คาร์บอน (C) ซิลิกอน (Si) แมงกานีส (Mn) ฟอสฟอรัส (P) กำมะถัน (S) นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) วาเนเดียม (V) ไทเทเนียม (Ti) อะลูมิเนียม (Al) ทังสเตน (W) โคบอลต์ (Co) ซึ่งในการเทียบมาตรฐานจากธาตุหลักได้กำหนด $C=0.12$ Max $Mn=0.50$ Max $P=0.40$ Max $S=0.45$ Max เมื่อทดสอบได้ค่า $C=0.0607$ $S=0.0192$ $Mn=0.2595$ $W=0.0163$ $P=0.0192$ $Al=0.0564$ และ $Fe=99.4630$ เปอร์เซนต์

3.2.2 การหาค่าสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ใช้วิจัย

จากภาพที่ 3.4 เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile test) ตามมาตรฐาน ASTM E 517-92 (ภาคผนวก ค) พบว่าค่าแอนไอโซทรอปีกวางทิศทางการรีด (r_{90}) เท่ากับ 1.102 ตามแนวทิศทางการรีด (r_0) เท่ากับ 0.891 และทำมุม 45 องศาทิศทางการรีด (r_{45}) เท่ากับ 0.699 มีค่ามากไปหาน้อยตามลำดับ ค่า n คือเลขชี้กำลังการทำให้แข็งด้วยความเครียดมีค่าเท่ากับ 0.184 (ภาคผนวก ค) เกรดที่มีความสามารถในการขึ้นรูปได้ดีจะมีค่า n มากกว่า 0.14 ส่วนค่าแอนไอโซทรอปีตั้งฉากเฉลี่ยหรือค่า r_m (Normal anisotropy) เท่ากับ 0.848 ซึ่งค่าต่างๆ ของตัวแปรดังกล่าวนำไปใช้ในการประมาณค่าของแรงกดเพื่อการขึ้นรูปชิ้นงานและทดสอบความเค้นแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM E8 (ภาคผนวก ค)



ภาพที่ 3.4 เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile test)

ก่อนที่จะนำวัสดุไปทำการทดสอบขึ้นรูปลึกชิ้นงาน จะต้องทดสอบสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของวัสดุ SPCC ได้ค่าดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สมบัติของวัสดุที่ใช้ทำการวิจัย

เหล็กSPCC (มม.)	ความเค้นคราก (MPa)	ความเค้นแรงดึงสูงสุด (MPa)	ค่า r_m	ค่า n_m	ค่า r_0	ค่า r_{45}	ค่า r_{90}
1.0	241	321	0.848	0.184	0.891	0.699	1.102

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

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

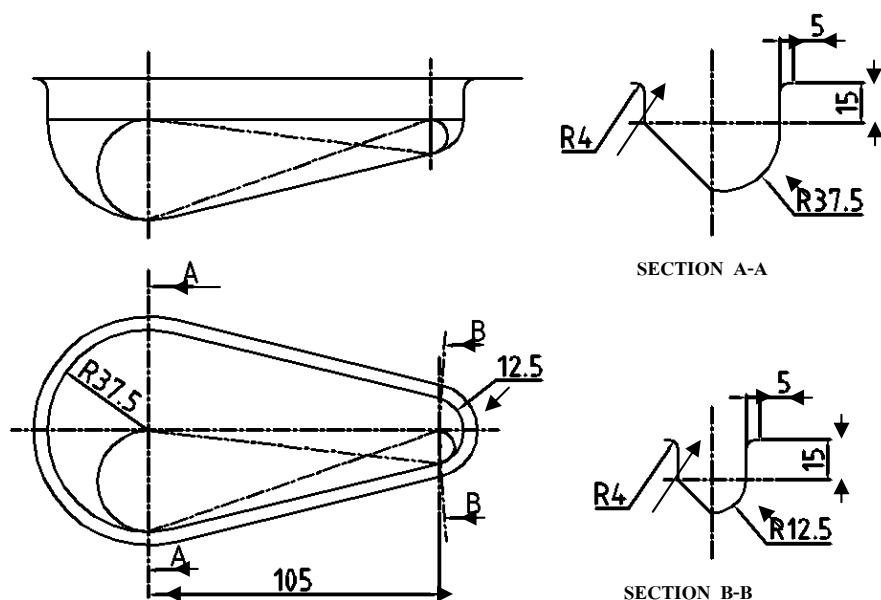
ตารางที่ 3.3 สมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

เหล็ก SPCC - SD (มม.)	ความเค้น คราก (MPa)	ค่าความเค้นแรงดึง สูงสุด (MPa)	ค่า r_m	ค่า r_0	ค่า r_{45}	ค่า r_{90}
1.0	241	323	1.9425	2.545	1.508	2.209

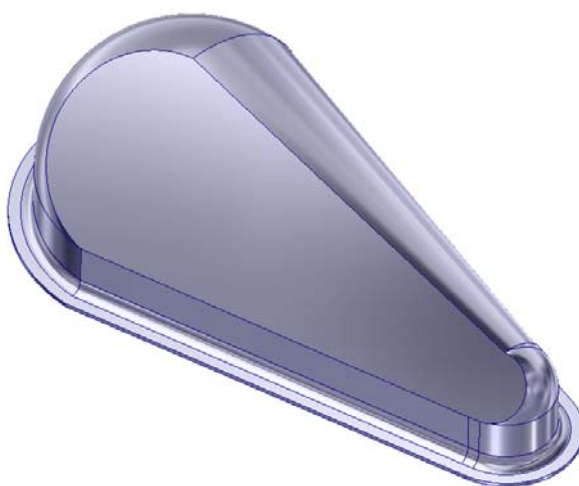
3.3 การออกแบบชิ้นงานและชุดแม่พิมพ์

การออกแบบชิ้นงานในรูปทรงไม่สมมาตรซึ่งจะประกอบด้วยการขึ้นรูปหลายรูปแบบทั้งการดัดงอการดึงการกดอัดชิ้นงานจะมีรัศมีของปลายทั้งสองด้านที่ไม่เท่ากันกล่าวคือ กำหนดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37.5 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. จัดวางอยู่ในแนวเดียวกันมีระยะเท่ากับ 105 มม. และเนื่องด้านข้างเป็นแนวยาวตลอดหลักการออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูป ในรูปที่ 7 การประกอบแม่พิมพ์ ดังวางแผ่นขึ้นงานอยู่บนตาย (Die block) ก้อน 펀ช์ (Punch) ลงบนแผ่นงานจะมีแผ่นกด

ชิ้นงาน (Blank holder) กดชิ้นงานก่อนโดยอาศัยแรงแรงกดจากคู้ชั้น (Cushion) จากเครื่องปั๊มแรงกดอยู่ในระดับที่เหมาะสมด้วยแรงกดชิ้นงาน (FBH) และแรงกดขึ้นรูปลึก (Fd) ของพินซ์ (Punch) กดลงบนแผ่นงานเลื่อนลึกจนได้ความลึกที่ต้องการ

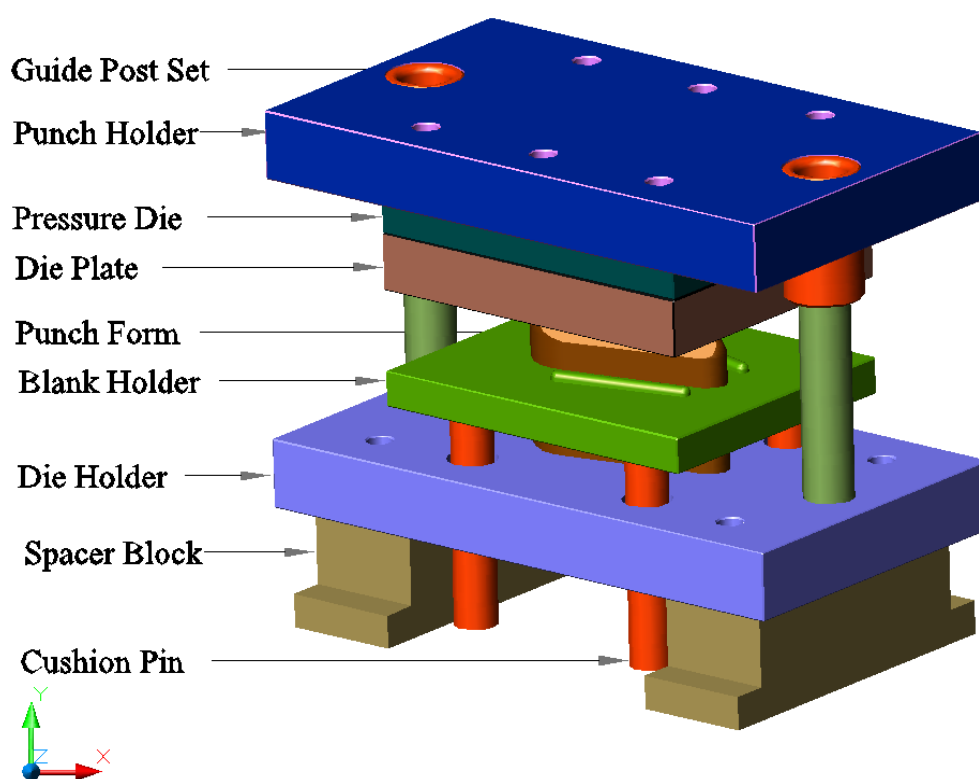


รูปที่ 3.5 ออกแบบชิ้นงาน



รูปที่ 3.6 รูปร่างของชิ้นงานสำเร็จ

หลักการทำงานของแม่พิมพ์ชุด (Die holder) ใช้รับยึดกับแท่นเลื่อนป้อนขึ้นลงและยึดแผ่นรองตาย (Pressure die) และแผ่นตาย (Die) จะยึดกันเช่นชุดบน (Upper shore) มีชุดนำการป้อน (Guide post) เป็นชุดนำเพื่อความเที่ยงตรงในการป้อนขึ้นลงและชุดล่าง (Lower shore) จะประกอบด้วยพินช์ (Punch) แผ่นกดยึด (Blank holder) มีหน้าที่ในการกดยึดชิ้นงานโดยส่งถ่ายแรงจากคushion pin (Cushion pin) ซึ่งสามารถปรับแรงได้และแผ่นพินช์โฮลเดอร์ (Punch holder) จะจับยึดกับแท่นเครื่องป้อนในภาพที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ขึ้นรูปลึก

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการขึ้นรูปด้วยสภาวะต่างๆจนทำให้ชิ้นงานการเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวรของวัสดุ ที่สำคัญประกอบไปด้วย

- ชนิดของแผ่นตัดเปล่า (Blank geometry)
- แรงกดของแผ่นแบดจ์โฮลเดอร์ (Blank holder force)
- ชนิดของครอว์บีด (Draw bead)
- สารหล่อลื่น (Lubricant)

3.4 การประกอบแม่พิมพ์และติดตั้ง

ก. ทำความสะอาดชิ้นส่วนแม่พิมพ์ทั้งหมด

ข. ประกอบชุดแม่พิมพ์ตัวล่าง โดยการนำพunch (Punch) มายึดติดกับแผ่นล่าง (Die holder) โดยที่ยึดด้วยสกรู ทั้ง 3 ตัวยึดให้แน่น

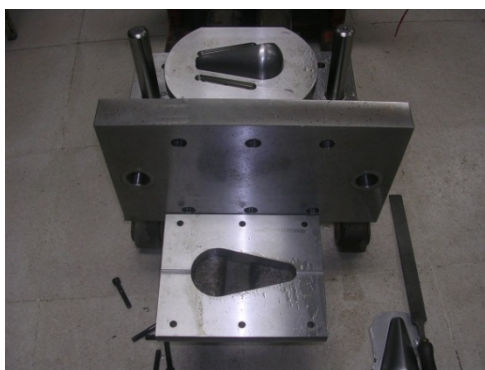
ค. ประกอบชุดแม่พิมพ์ตัวบน โดยการนำคาย (Die) มายึดติดกับบน (Punch holder) โดยที่สกรูทั้ง 6 ตัว โดยที่ไม่ต้องยึดแน่นมาก

ง. นำแผ่นรองที่มีความหนาขนาด 1 มม. มาไว้บริเวณรอบๆพunch (Punch) และนำไม้มารองไว้เพื่อที่จะสวมชุดแม่พิมพ์ตัวบน และชุดแม่พิมพ์ตัวล่าง ดังแสดงในภาพที่ 3.8



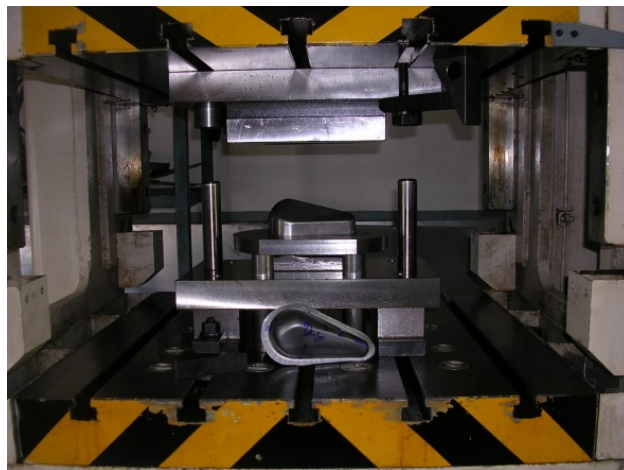
ภาพที่ 3.8 การใส่แผ่นเสริมรองขนาด

จ. สวมชุดแม่พิมพ์ตัวบน ไปสวมที่ชุดแม่พิมพ์ตัวล่าง และยึดด้วยสกรูของชุดแม่พิมพ์ตัวบน ให้แน่น ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 การสวมชุดแม่พิมพ์ตัวบนกับชุดแม่พิมพ์ตัวล่าง

ฉ. นำอุปกรณ์จับยึดแม่พิมพ์ทั้งชุดบนและชุดล่างแล้วยกชุดบนขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 3.10 การติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องเพรส

ซ. ใส่แผ่นกดชิ้นงาน (Blank holder)

ซ. แม่พิมพ์พร้อมใช้งานติดตั้งบนเครื่องปั๊ม ดังแสดงในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แม่พิมพ์พร้อมใช้งาน

3.5 การเตรียมชิ้นงาน

ขั้นตอนการเตรียมครอว์ปิด

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

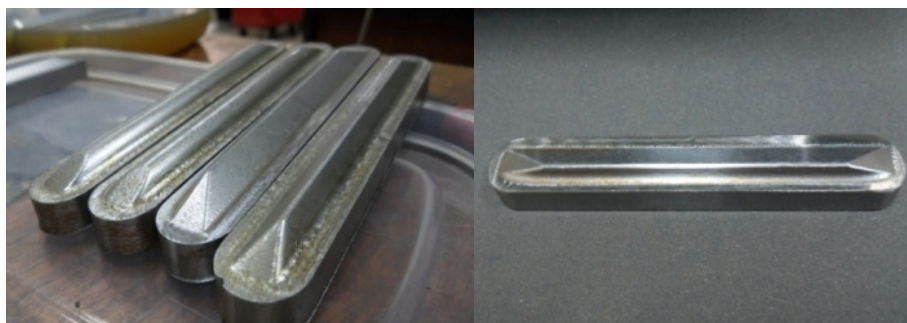
2) ให้เครื่องกัดอัตโนมัติ (Computer Numerical Control : CNC) เดินกัดด้วยโปรแกรม กัดชิ้นงาน ตามโปรแกรม และใช้สารหล่อเย็นขณะทำการกัดรูปร่างจนเสร็จดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 เครื่องกัดอัตโนมัติ เดินโปรแกรมตามที่ได้ตั้งไว้

3) นำชิ้นงานออกจากเครื่องกัดอัตโนมัติแล้วตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นงานดังภาพที่

3.13



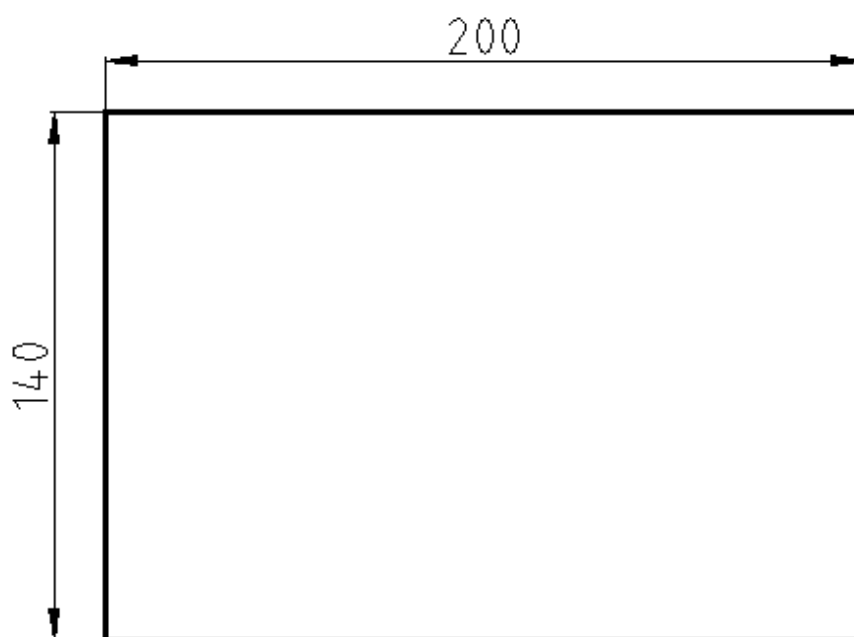
ภาพที่ 3.13 ชิ้นงานครอว์ปิด

3.6 ตัวแปรทดสอบ

การทดสอบตามชนิดของแผ่นตัดเปล่า (Blank geometry)

ก. ชิ้นงานแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ในการตัดแผ่นงานทดสอบด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่นเรียบตามแนวรีดในกระบวนการผลิตของแผ่นโลหะแบบเย็นตามมาตรฐาน JIS: SPCC และ SPCC-SD

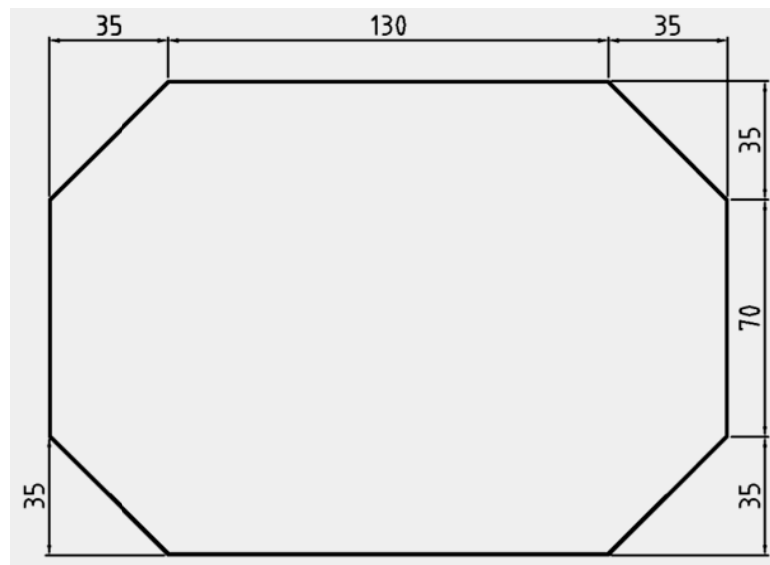


ภาพที่ 3.14 แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า

สิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดของแผ่นงาน ที่ใช้สำหรับการดึงขึ้นรูปให้เที่ยงตรงประการแรก คือ เนื่องจากเหตุผลด้านการประหยัด ดังนั้นสิ่งที่ต้องพิจารณา ได้แก่ การตัดแผ่นชิ้นงานให้เล็กสุดเท่าที่เป็นไปได้ ประการที่สองไม่มีความจำเป็นที่จะใช้แผ่นชิ้นงานขนาดใหญ่ เพราะจะทำให้เป็นการเพิ่มอัตราขึ้นรูป β จะเป็นสาเหตุให้เกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน ซึ่งแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กำหนดคือ 200x140 มม. ดังแสดงในภาพที่ 3.14 มีขนาดเท่ากันของแผ่นตัดเปล่าทั้งสามชนิด

ข. ชิ้นงานแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าบากมุม

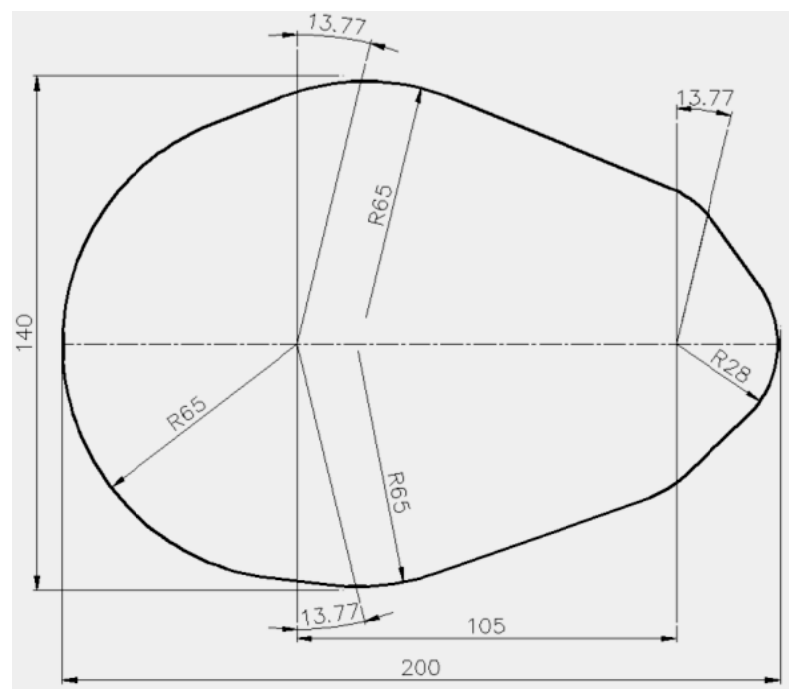
โดยการตัดแผ่นงานเลือกตัดแผ่นงานตามแนวรีดเหมือนกับแผ่นตัดเปล่าแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด 200x140 มม. ดูจากภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าบากมุม

ก. ชิ้นงานจากการคำนวณโดยประมาณค่าตามรูปทรงขึ้นรูปลึก

การตัดแผ่นงานตามแนวรีดมีขนาด 200x140 มม. ประมาณค่าโดยการคำนวณจากสมการพื้นฐานของขนาดของแผ่นงาน (Blank size) นำมาประยุกต์กับรูปทรงที่ทำการศึกษา (ภาคผนวก ก) จนได้ขนาดและรูปร่าง ดังแสดงในภาพที่ 3.16

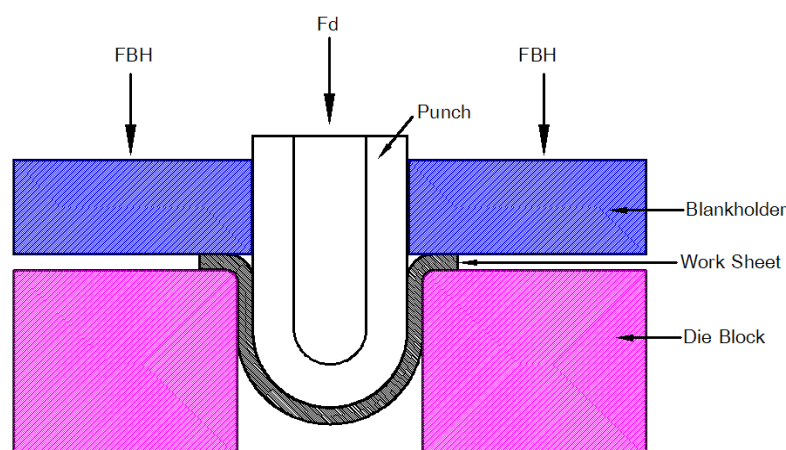


ภาพที่ 3.16 แผ่นตัดเปล่าคำนวณโดยการประมาณค่า

ซึ่งค่าที่ได้นั้นจะต้องนำไปทดสอบว่าได้หรือไม่ตามขนาดที่ต้องการหลังการขึ้นรูป และส่วนมากค่าที่ได้จากการคำนวณจะไม่ใช้ค่าตามความเป็นจริง เป็นเพียงค่าใกล้เคียงเท่านั้น โดยนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเป็นค่าที่กำหนดของชิ้นงานแรกเมื่อเริ่มลองผลิตลองถูกแล้วปรับขนาดต่อไป

3.7 แรงกดชิ้นงาน (Blank holder force)

ปริมาณความต้องการของแรงกดขึ้นจะต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับชนิดของวัสดุนั้นๆ จากภาพที่ 3.17 ในการกดชิ้นงานโดยอาศัยแรงกด (FBH) กดแผ่นชิ้นงาน (Work sheet) ก่อน แล้วแรงกดขึ้นรูปลึก (F_d) ดังแสดงในภาพผนวก ก ที่พื้นที่กดผ่านช่องคายทำให้ชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรจนได้ระลิกตามที่กำหนด



ภาพที่ 3.17 การขึ้นรูปชิ้นงานในขณะเกิดการเปลี่ยนรูป

3.8 ขั้นตอนการเตรียมแผ่นตัดเปล่า

- 1) ตัดชิ้นงานตามแนวรีดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่น (Power shear) ดังภาพที่

3.18



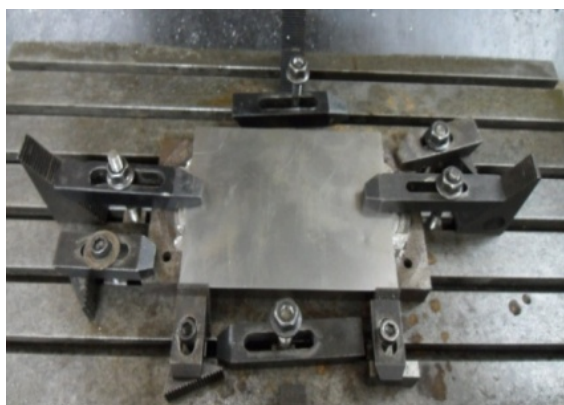
ภาพที่ 3.18 แผ่นตัดเปล่า

2) เตรียมอุปกรณ์จับยึดและติดตั้งบนเครื่องกัดอัตโนมัติดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 การติดตั้งอุปกรณ์จับยึด

3) วางแผ่นงานและทำการจับยึดด้วยแคลมป์ ดังภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.20 การจับยึดแผ่นงานด้วยแคลมป์

4) ให้เครื่องกัดอัตโนมัติเดินกัดด้วยโปรแกรม กัดแผ่นชิ้นงาน ตามโปรแกรม และใช้สารหล่อเย็นขณะทำการกัดรูปร่างจนเสร็จดังภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.21 แผ่นชิ้นงานที่ผ่านการกัดด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ

5) นำแผ่นชิ้นงานออกจากเครื่องกัดอัตโนมัติแล้วตรวจสอบความเรียบร้อยของแผ่นชิ้นงานดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 แผ่นชิ้นงานสำเร็จ

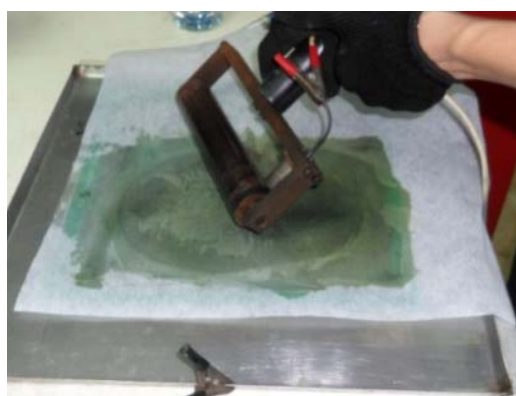
3.9 ขั้นตอนการตีกริดวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มม.

- 1) นำถาดเหล็กทรงสี่เหลี่ยมทาสีขาววางบนโต๊ะงาน
- 2) ประกอบสายไฟโดยด้านหนึ่งต่อกับเครื่องปรับกระแสไฟและอีกสายหนึ่งติดกับลูกกลิ้งและวางแผ่นโลหะที่ขึ้นรูปเป็นแผ่นแบนลงกึ่งและการแต่งครีบบนและขอบพร้อมกับล้างคราบไขมันเรียบร้อยแล้ว ใ้บนแผ่นเหล็กทรงสี่เหลี่ยมที่หนึ่งดังภาพที่ 3.23



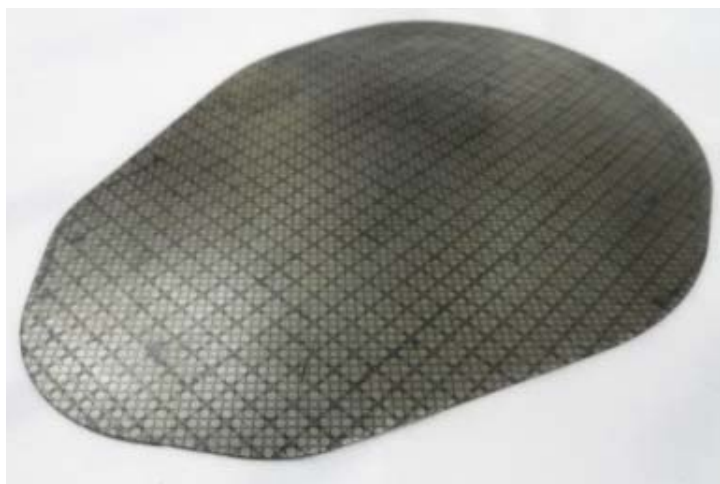
ภาพที่ 3.23 ทำความสะอาดแผ่นแบนลงกึ่งด้วยน้ำยาอิเล็กโทรไลต์และวางแผ่นแบนลงกึ่งบนถาด

- 3) นำแผ่นตะแกรง(Stencils)วางบนชิ้นงาน โดยจัดให้พอดีกับชิ้นงาน และนำแผ่นผ้าสักหลาดมาวางไว้ด้านบนของแผ่นตะแกรงและนำน้ำยาอิเล็กโทรไลต์มาทาแผ่นผ้าสักหลาดให้เปียกหมาดๆ แล้วเปิดสวิทช์ที่เครื่องปรับไฟปรับตั้งขนาดไฟฟ้าให้เหมาะสมใช้ลูกกลิ้งกดลงบนแผ่นผ้าสักหลาดด้วยน้ำหนักพอประมาณ เคลื่อนที่ไปอย่างช้าๆเพียงครั้งเดียวดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 นำน้ำยาอิเล็กโทรไลต์มาทาแผ่นผ้าสักหลาดแล้วรีดด้วยลูกกลิ้ง

4) หลังจากตีกริดวงกลมเสร็จแล้วให้นำแผ่นทดสอบมาเช็ดด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาดเพื่อ
รอรูขึ้นรูปต่อไปดังภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 แผ่นแบลงก์ที่ผ่านการตีกริดเรียบร้อยแล้ว

5) ข้อควรระวัง

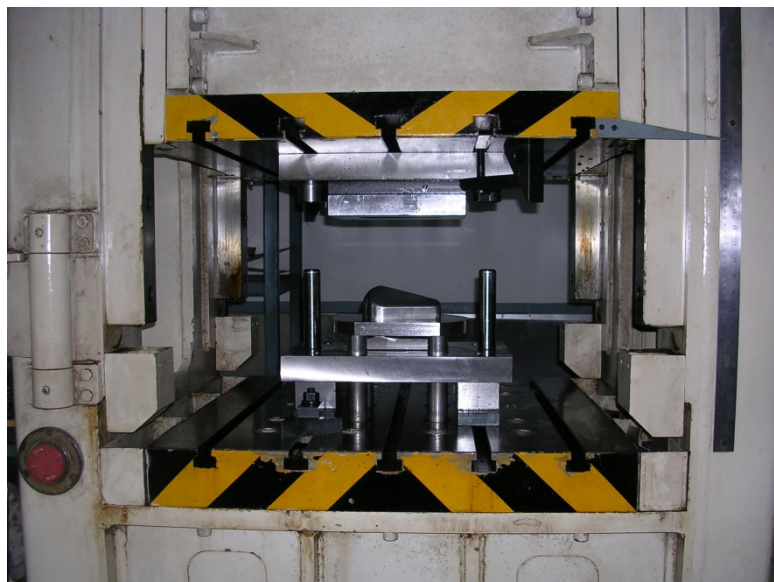
- ในขณะที่เปิดสวิทช์ไฟจะต้องไม่ใช้มือจับผ้าสักหลาดแผ่นตะแกรง หรือแผ่นเหล็กกรอง เพราะจะทำให้ไฟฟ้าช็อตมือได้เมื่อเสร็จแล้วควรปิดสวิทช์ก่อนนำชิ้นทดสอบออกมา
- ในขณะที่ใช้ลูกกลิ้งกดบนผ้าสักหลาด เพื่อตีกริดอยู่นั้นอย่าหมุนลูกกลิ้งกลับไปมาหลายครั้งเพราะจะทำให้แผ่นแผ่นตะแกรงเลื่อนกริดวงกลมซ้อนขึ้นมาทำให้แผ่นทดสอบเสีย
- อย่าให้มีเศษเหล็กหรือผงของวัสดุใดอยู่บนชิ้นงานเพราะจะเกิดการสปาร์ค (Spark) ทำให้แผ่นตะแกรงทะลุได้

3.10 ขั้นตอนการทดสอบและการเก็บข้อมูล

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาอิทธิพลของครอว์บีดในกระบวนการขึ้นรูปลึก ชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตรต่อคุณภาพของชิ้นงาน เพื่อนำเสนอแนวทางในการเลือกใช้ชนิดและขนาดความสูงของครอว์บีดมาช่วยในการขึ้นรูปลึกโลหะแผ่นที่มีรูปทรงไม่สมมาตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการดำเนินโครงการสามารถสรุปได้ดังนี้

3.10.1 ทำการขึ้นรูปแผ่นเบลงค์โดยใช้แม่พิมพ์ที่มีรูปทรงไม่สมมาตรและใช้ดรอว์บีคชนิด และขนาดต่างๆ ช่วยในการขึ้นรูป

1) ทำการประกอบและติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องเครื่องเพรสไฮดรอลิกขนาด 80 ตัน ดังภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.26 แม่พิมพ์พร้อมใช้งาน

2) การขึ้นรูปเริ่มจากนำอุปกรณ์ขยาสัญญาณ (Mini data logger) มาเชื่อมต่อกับ เครื่องเครื่องเพรสไฮดรอลิกขนาด 80 ตัน เพื่อบันทึกความเปลี่ยนแปลงของแรงต่อระยะลิกที่ขึ้นรูป ดังภาพที่ 3.27

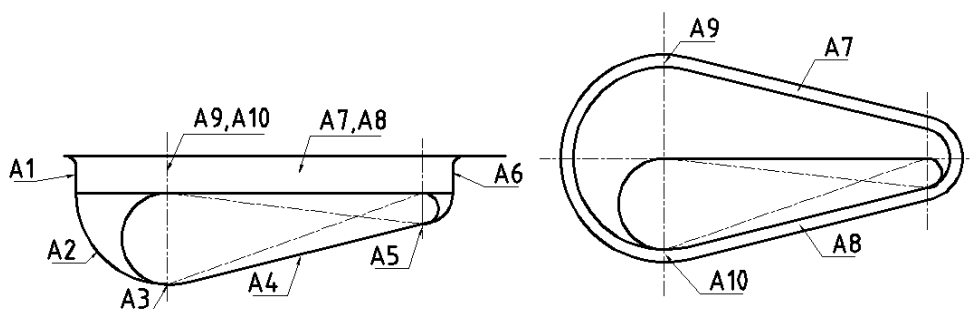


ภาพที่ 3.27 อุปกรณ์ขยาสัญญาณ (Mini data logger)

3.10.2 นำชิ้นงานมาวิเคราะห์ผลและสรุปผล เพื่อหาขนาดและค่าการเปลี่ยนแปลง สำหรับการขึ้นรูปลึกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร

1) ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของความเครียดด้วยกริดชนิดวงกลม Ø2.5 มม. การตรวจสอบเริ่มจากเลือกชิ้นงานที่ขึ้นรูปเรียบร้อยแล้ว โดยเลือกชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุด 1 ชิ้น จาก 5 ชิ้น ของแต่ละชนิดและแต่ละระดับ นำชิ้นงานมาทำการกำหนดจุด 10 จุด เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการตรวจสอบค่าความเครียด

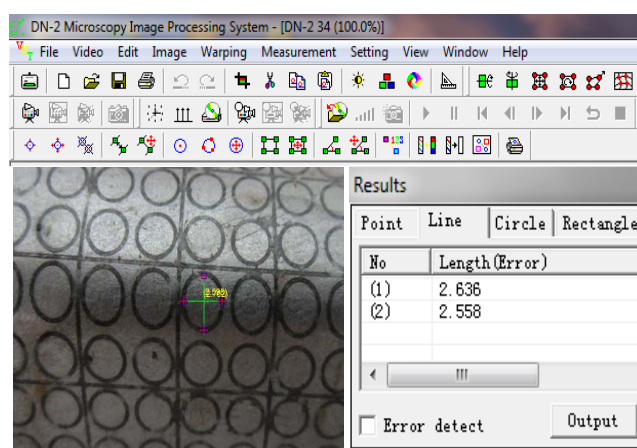
ตรวจวัดจุดอ้างอิงทั้ง 10 จุด ด้วยการถ่ายรูปจากกล้อง Camera OMC แล้ววัดขนาดหลังการขึ้นรูปลึกรูปร่างกริดจากวงกลมเปลี่ยนรูปเป็นวงรีวัดได้ด้วยโปรแกรม Microscopy image processing system โดยวัดจากด้านในของเส้นวงรีด้านยาวเป็นความเครียดหลักด้านสั้นเป็นความเครียดรองซึ่งทั้งสองเส้นจะต้องตั้งฉากกัน ดังภาพที่ 3.28



ภาพที่ 3.28 จุดที่ใช้ในการตรวจสอบวัดความหนาบนชิ้นงาน

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 3.29 แสดงการวัดขนาดของกริดบนชิ้นงานที่ขึ้นรูปแล้วโดยใช้โปรแกรม

Microscopy image processing system

2) ตรวจสอบชิ้นงานหลังขึ้นรูปที่มีการเปลี่ยนรูปร่างด้วยการวัดความหนา การขึ้นรูปลึกเป็นการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยการดึงและการกดโดยที่พื้นที่เคลื่อนที่กดแผ่นชิ้นงานในจุดต่างๆ บนชิ้นงานจะได้รับความเครียดไม่เท่ากันดังนั้นความหนาของแผ่นโลหะจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากความหนาเดิม ในบริเวณที่เป็นจุดวิกฤตแผ่นโลหะจะบางกว่าบริเวณอื่นๆ ตรวจสอบชิ้นงานเพื่อหาค่าความเครียด ด้วยการนำชิ้นงานที่กำหนดจุดอ้างอิงทั้ง 10 จุด ไว้แล้ว มาผ่ากลางชิ้นงาน จากนั้นนำไมโครมิเตอร์มาวัดตามจุดตรวจวัด ที่กำหนดไว้เพื่อหาความแตกต่างของความหนา



ภาพที่ 3.30 อุปกรณ์วัดความหนาผิวชิ้นงานด้วยไมโครมิเตอร์

ในการขึ้นรูปชิ้นงานจะทำการทดลองในแต่ละระดับจากกิจกรรมที่1 กิจกรรมที่2 และกิจกรรมที่3 ขณะทำการทดสอบของทุกระดับตามตัวแปรทดสอบทำการเก็บข้อมูลบันทึกผลเพื่อทำการวิเคราะห์และแปลผลต่อไป