

ภาคผนวก ก

- การคำนวณหาค่าต่างของวัสดุ SPCEN
- การคำนวณหาค่าต่างของวัสดุ SPCC
- การคำนวณหาค่าต่างของวัสดุ SUS 304
- การคำนวณหาค่าต่างของวัสดุ SUS 430
- การคำนวณหาค่าต่างของวัสดุ BRASS
- การคำนวณหาค่าต่างของวัสดุ ALUMINUM

ก.1 การคำนวณค่าต่าง ๆ ของ SPCEN

1. การคำนวณค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นชิ้นงาน (d_0)

$$\begin{aligned} d_0 &= \sqrt{d_2^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2} \\ &= 2304 + 192(24 + 4.56) - (0.56 \times 8^2) \\ &= 90.522 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่า Clearance

$$\begin{aligned} u_z &= d_s + 2t + 2c \\ &= 48 + (2 \times 2) + (2 \times 0.0192) \dots\dots\dots 12\% \\ &= 52.038 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Force)

$$F_{d, \max} = \pi \times d_m \times S_0 \left[1.1 \frac{1.3 \times S_u}{\eta_{\text{def}}} \left[\ln \frac{d_0}{d_1} - 0.25 \right] \right]$$

$F_{d, \max}$ = แรงในการลากขึ้นรูปลึก (กิโลนิวตัน)

F_{BH} = แรงกดของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (กิโลนิวตัน)

P_{BH} = ความดันของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)

A_{BH} = พื้นที่รับแรงดันของแผ่นเปล่า (ตารางมิลลิเมตร)

S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ SPCEN มีค่าเท่ากับ 300 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

S_0 = ความหนาแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 2 มิลลิเมตร

d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร

d_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพunch (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 48 มิลลิเมตร

d_m = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วยกลม (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตร

C = ค่าคงที่ ได้จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3

η_{def} = ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปของโลหะมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.7

$$d_m = d_1 + S_0 = 48 + 2 = 50 \text{ มม.}$$

$$= \pi \times 50 \times 2 \left[1.1 \frac{1.3 \times 300}{0.6} \left[\ln \frac{90.522}{48} - 0.25 \right] \right]$$

$$= 86343.598 \text{ kN}$$

∴ แรงที่ใช้ในการลากจูงรูปตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 86343.598 kN

4. การคำนวณหาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า (Blank holder Force)

$$F_{BH} = A_{BH} \times P_{BH}$$

หาพื้นที่ของแผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} A_{BH} &= \frac{\pi}{4} (d_0^2 - d_1^2) \\ &= \frac{\pi}{4} (90.522^2 - 48^2) \\ &= \underline{4626.177 \text{ มม.}^2} \end{aligned}$$

หาแรงดันที่แผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} P_{BH} &= 10^{-3} \times C \times S_u \left[(\beta - 1)^3 + \frac{0.005 \times d_0}{S_0} \right] \\ \beta &= \frac{d_0}{d_1} = \frac{90.522}{48} = \underline{1.885} \\ &= 10^{-3} \times 2.5 \times 300 \left[(1.885 - 1)^3 + \frac{0.005 \times 90.522}{2} \right] \\ &= 0.689 \text{ N/mm.}^2 \end{aligned}$$

หาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} F_{BH} &= A_{BH} \times P_{BH} \\ &= 4626.177 \times 0.689 \\ &= 3.187 \text{ kn} \end{aligned}$$

∴ แรงจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่าที่เหมาะสมตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 3.184 kN

5. การคำนวณลดความหนาของผนังชิ้นงาน (Thickness of Reduction)

ความหนา ชิ้นงาน (มม.)	เปอร์เซ็นต์การลดความหนาผนังชิ้นงาน				
	25%	35%	45%	55%	60%
2	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8

6. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป (Ironing Force)

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

F_i = แรงในการกดรีดขึ้นรูป (นิวตัน)

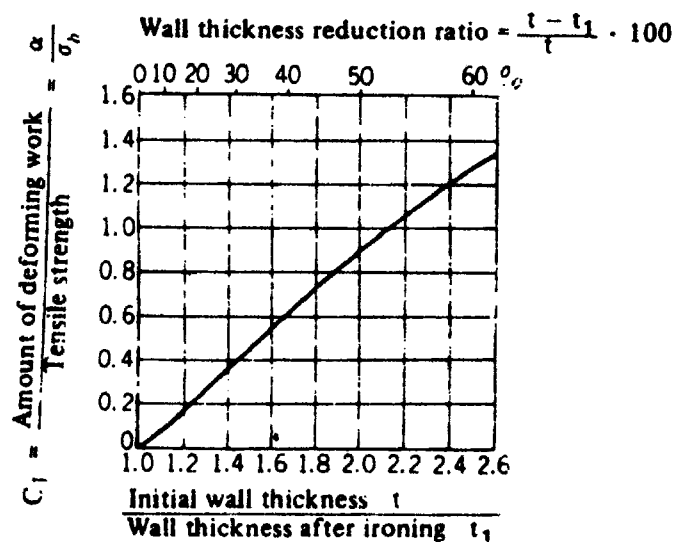
C_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป

A = พื้นที่หน้าตัดของผนังชิ้นงานภายหลังการกดรีดขึ้นรูป (ตารางมิลลิเมตร)
มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร

S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของSPCEN มีค่าเท่ากับ 300 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

หรือ 30.591 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร

η = ค่าประสิทธิภาพของการกดรีดขึ้นรูป มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8

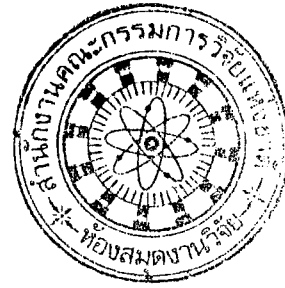


แผนภูมิของค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป (C_i)

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 25%

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$A_{25\%} = 0.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$



$$= 0.3 \times 233.263 \times \left[\frac{30.591}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$
$$= 3.293 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 35%

$$A_{35\%} = 0.42 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$
$$= 0.42 \times 201.344 \times \left[\frac{30.591}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$
$$= 3.979 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 45%

$$A_{45\%} = 0.73 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$
$$= 0.73 \times 169.677 \times \left[\frac{30.591}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$
$$= 5.829 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 55%

$$A_{55\%} = 1.1 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$
$$= 1.1 \times 138.261 \times \left[\frac{30.591}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$
$$= 7.157 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 60%

$$A_{60\%} = 1.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$
$$= 1.3 \times 122.647 \times \left[\frac{30.591}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$
$$= 7.503 \text{ ตัน}$$

ก.2 การคำนวณค่าต่าง ๆ ของ SPCC

1. การคำนวณค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นชิ้นงาน (d_0)

$$d_0 = \sqrt{d_2^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2}$$
$$= 2304 + 192(24 + 4.56) - (0.56 \times 8^2)$$
$$= 90.522 \text{ มิลลิเมตร}$$

2. การคำนวณหาค่า Clearance

$$\begin{aligned}
 u_2 &= d_s + 2t + 2c \\
 &= 48 + (2 \times 2) + (2 \times 0.0192) \dots\dots\dots 12\% \\
 &= 52.038 \text{ มิลลิเมตร}
 \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Force)

$$F_{d, \max} = \pi \times d_m \times S_0 \left[1.1 \frac{1.3 \times S_u}{\eta_{\text{def}}} \left[\ln \frac{d_0}{d_1} - 0.25 \right] \right]$$

$F_{d, \max}$	=	แรงในการลากขึ้นรูปลึก (กิโลนิวตัน)
F_{BH}	=	แรงกดของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (กิโลนิวตัน)
P_{BH}	=	ความดันของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
A_{BH}	=	พื้นที่รับแรงดันของแผ่นเปล่า (ตารางมิลลิเมตร)
S_u	=	ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ SPCC มีค่าเท่ากับ 270 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร
S_0	=	ความหนาแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 2 มิลลิเมตร
d_0	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร
d_1	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพUNCH (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 48 มิลลิเมตร
d_m	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วยกลม (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตร
C	=	ค่าคงที่ได้จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3
η_{def}	=	ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปของโลหะมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.7
d_m	=	$d_1 + S_0 = 48 + 2 = 50 \text{ มม.}$ $= \pi \times 50 \times 2 \left[1.1 \frac{1.3 \times 270}{0.6} \left[\ln \frac{90.522}{48} - 0.25 \right] \right]$ $= 77709.239 \text{ kN}$

∴ แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปตามที่ได้คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 77709.239 kN

4. การคำนวณหาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า (Blank holder Force)

$$F_{BH} = A_{BH} \times P_{BH}$$

หาพื้นที่ของแผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} A_{BH} &= \frac{\pi}{4} (d_0^2 - d_1^2) \\ &= \frac{\pi}{4} (90.522^2 - 48^2) \\ &= \underline{4626.177 \text{ มม.}^2} \end{aligned}$$

หาแรงดันที่แผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} P_{BH} &= 10^{-3} \times C \times S_u \left[(\beta - 1)^3 + \frac{0.005 \times d_0}{S_0} \right] \\ \beta &= \frac{d_0}{d_1} = \frac{90.522}{48} = \underline{1.885} \\ &= 10^{-3} \times 2.5 \times 270 \left[(1.885 - 1)^3 + \frac{0.005 \times 90.522}{2} \right] \\ &= 0.620 \text{ N/mm.}^2 \end{aligned}$$

หาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} F_{BH} &= A_{BH} \times P_{BH} \\ &= 4626.177 \times 0.620 \\ &= 2.871 \text{ kn} \end{aligned}$$

∴ แรงจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่าที่เหมาะสมตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 2.871 kN

5. การคำนวณลดความหนาของผนังชิ้นงาน (Thickness of Reduction)

ความหนา ชิ้นงาน (มม.)	เปอร์เซ็นต์การลดความหนาผนังชิ้นงาน				
	25%	35%	45%	55%	60%
2	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8

6. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการครีดยื่นรูป (Ironing Force)

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

F_i = แรงในการครีดยื่นรูป (นิวตัน)

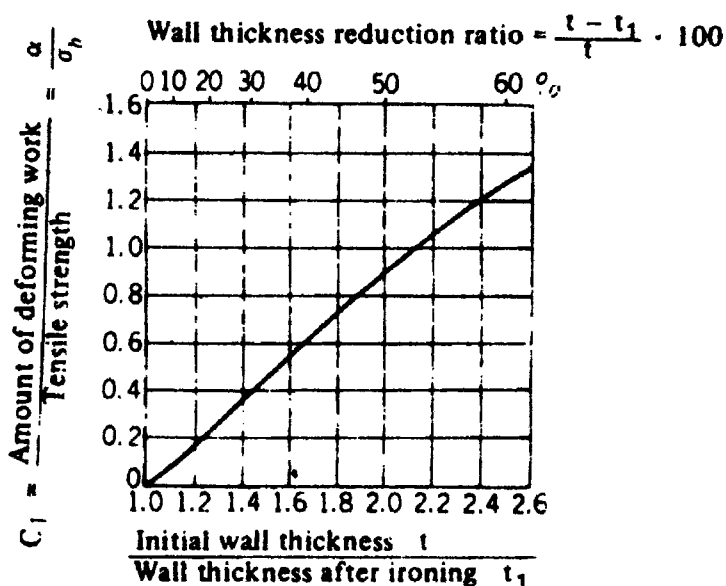
C_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการครีดยื่นรูป

A = พื้นที่หน้าตัดของผนังชิ้นงานภายหลังการครีดยื่นรูป (ตารางมิลลิเมตร)
มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร

S = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของSPCC มีค่าเท่ากับ 270 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

หรือ 27.532 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร

η = ค่าประสิทธิภาพของการครีดยื่นรูป มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8



แผนภูมิของค่าสัมประสิทธิ์ของการครีดยื่นรูป (C_i)

หาแรงที่ใช้ในการครีดยื่นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 25%

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$A_{25\%}$ = 0.3 ตารางมิลลิเมตร

$$= 0.3 \times 233.263 \times \left[\frac{27.532}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

= 2.964 นิวตัน

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 35%

$$\begin{aligned} A_{35\%} &= 0.42 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 0.42 \times 201.344 \times \left[\frac{27.532}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 3.581 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 45%

$$\begin{aligned} A_{45\%} &= 0.73 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 0.73 \times 169.677 \times \left[\frac{27.532}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 5.246 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 55%

$$\begin{aligned} A_{55\%} &= 1.1 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 1.1 \times 138.261 \times \left[\frac{27.532}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 6.441 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 60%

$$\begin{aligned} A_{60\%} &= 1.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 1.3 \times 122.647 \times \left[\frac{27.532}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 6.753 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

ก.3 การคำนวณค่าต่าง ๆ ของ SUS 304

1. การคำนวณค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นชิ้นงาน (d_0)

$$\begin{aligned} d_0 &= \sqrt{d_2^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2} \\ &= 2304 + 192(24 + 4.56) - (0.56 \times 8^2) \\ &= 90.522 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่า Clearance

$$\begin{aligned} u_z &= d_s + 2t + 2c \\ &= 48 + (2 \times 2) + (2 \times 0.0192) \dots\dots\dots 12\% \\ &= 52.038 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Force)

$$F_{d, \max} = \pi \times d_m \times S_0 \left[1.1 \frac{1.3 \times S_u}{\eta_{\text{def}}} \left[\ln \frac{d_0}{d_1} - 0.25 \right] \right]$$

$F_{d, \max}$ = แรงในการลากขึ้นรูปลึก (กิโลนิวตัน)

F_{BH} = แรงกดของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (กิโลนิวตัน)

P_{BH} = ความดันของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)

A_{BH} = พื้นที่รับแรงดันของแผ่นเปล่า (ตารางมิลลิเมตร)

S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ SUS 304 มีค่าเท่ากับ 600 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

S_0 = ความหนาแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 2 มิลลิเมตร

d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร

d_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพunch (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 48 มิลลิเมตร

d_m = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วยกลม (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตร

C = ค่าคงที่ ได้จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3

η_{def} = ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปของโลหะมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.7

$$\begin{aligned} d_m &= d_1 + S_0 = 48 + 2 = 50 \text{ มม.} \\ &= \pi \times 50 \times 2 \left[1.1 \frac{1.3 \times 600}{0.6} \left[\ln \frac{90.522}{48} - 0.25 \right] \right] \\ &= 172687.197 \text{ kN} \end{aligned}$$

∴ แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 172687.197 kN

4. การคำนวณหาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า (Blank holder Force)

$$F_{\text{BH}} = A_{\text{BH}} \times P_{\text{BH}}$$

หาพื้นที่ของแผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} A_{\text{BH}} &= \frac{\pi}{4} (d_0^2 - d_1^2) \\ &= \frac{\pi}{4} (90.522^2 - 48^2) \\ &= \underline{4626.177 \text{ มม.}^2} \end{aligned}$$

หาแรงดันที่แผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 P_{BH} &= 10^{-3} \times C \times S_u \left[(\beta - 1)^3 + \frac{0.005 \times d_0}{S_0} \right] \\
 \beta &= \frac{d_0}{d_1} = \frac{90.522}{48} = \underline{1.885} \\
 &= 10^{-3} \times 2.5 \times 600 \left[(1.885 - 1)^3 + \frac{0.005 \times 90.522}{2} \right] \\
 &= 1.379 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

หาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 F_{BH} &= A_{BH} \times P_{BH} \\
 &= 4626.177 \times 1.379 \\
 &= 6.379 \text{ kn}
 \end{aligned}$$

∴ แรงจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่าที่เหมาะสมตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 6.379 kN

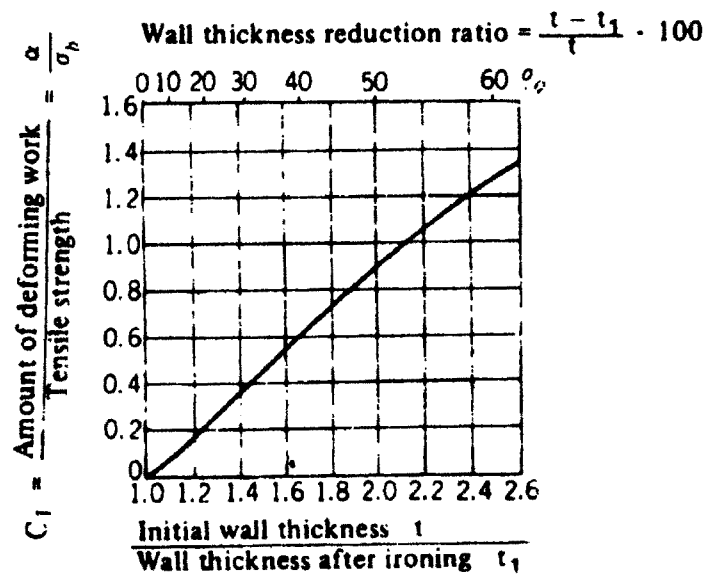
5. การคำนวณลดความหนาของผนังชิ้นงาน (Thickness of Reduction)

ความหนา ชิ้นงาน (มม.)	เปอร์เซ็นต์การลดความหนาผนังชิ้นงาน				
	25%	35%	45%	55%	60%
2	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8

6. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป (Ironing Force)

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

- F_i = แรงในการกดรีดขึ้นรูป (นิวตัน)
 C_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป
 A = พื้นที่หน้าตัดของผนังชิ้นงานภายหลังการกดรีดขึ้นรูป (ตารางมิลลิเมตร)
 มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร
 S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ SUS 304 มีค่าเท่ากับ 600 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หรือ 61.183 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร
 η = ค่าประสิทธิภาพของการกดรีดขึ้นรูป มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8



แผนภูมิของค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป (C_1)

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 25%

$$F_i = C_1 \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$A_{25\%} = 0.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.3 \times 233.263 \times \left[\frac{61.183}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 6.586 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 35%

$$A_{35\%} = 0.42 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.42 \times 201.344 \times \left[\frac{61.183}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 7.959 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 45%

$$A_{45\%} = 0.73 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.73 \times 169.677 \times \left[\frac{61.183}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 11.659 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 55%

$$\begin{aligned} A_{55\%} &= 1.1 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 1.1 \times 138.261 \times \left[\frac{61.183}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 14.315 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 60%

$$\begin{aligned} A_{60\%} &= 1.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 1.3 \times 122.647 \times \left[\frac{61.183}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 15.007 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

ก.4 การคำนวณค่าต่าง ๆ ของ SUS 430

1. การคำนวณค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นชิ้นงาน (d_0)

$$\begin{aligned} d_0 &= \sqrt{d_2^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2} \\ &= 2304 + 192(24 + 4.56) - (0.56 \times 8^2) \\ &= 90.522 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่า Clearance

$$\begin{aligned} u_z &= d_s + 2t + 2c \\ &= 48 + (2 \times 2) + (2 \times 0.0192) \dots\dots\dots 12\% \\ &= 52.038 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Force)

$$F_{d, \max} = \pi \times d_m \times S_0 \left[1.1 \frac{1.3 \times S_u}{\eta_{\text{def}}} \left[\ln \frac{d_0}{d_1} - 0.25 \right] \right]$$

$F_{d, \max}$	=	แรงในการลากขึ้นรูปลึก (กิโลนิวตัน)
F_{BH}	=	แรงกดของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (กิโลนิวตัน)
P_{BH}	=	ความดันของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
A_{BH}	=	พื้นที่รับแรงดันของแผ่นเปล่า (ตารางมิลลิเมตร)

- S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ SUS 430 มีค่าเท่ากับ 550 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร
 S_0 = ความหนาแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 2 มิลลิเมตร
 d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร
 d_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพันธ์ (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 48 มิลลิเมตร
 d_m = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วยกลม (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตร
 C = ค่าคงที่ ได้จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3
 η_{def} = ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปของโลหะมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.7

$$\begin{aligned}
 d_m &= d_1 + S_0 = 48 + 2 = 50 \text{ มม.} \\
 &= \pi \times 50 \times 2 \left[1.1 \frac{1.3 \times 550}{0.6} \left[\ln \frac{90.522}{48} - 0.25 \right] \right] \\
 &= \underline{158296.598 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

∴ แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 158296.598 kN

4. การคำนวณหาแรงในการจับยึดแผ่นขึ้นงานเปล่า (Blank holder Force)

$$F_{BH} = A_{BH} \times P_{BH}$$

หาพื้นที่ของแผ่นจับยึดแผ่นขึ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 A_{BH} &= \frac{\pi}{4} (d_0^2 - d_1^2) \\
 &= \frac{\pi}{4} (90.522^2 - 48^2) \\
 &= \underline{4626.177 \text{ มม.}^2}
 \end{aligned}$$

หาแรงดันที่แผ่นจับยึดแผ่นขึ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 P_{BH} &= 10^{-3} \times C \times S_u \left[(\beta - 1)^3 + \frac{0.005 \times d_0}{S_0} \right] \\
 \beta &= \frac{d_0}{d_1} = \frac{90.522}{48} = \underline{1.885} \\
 &= 10^{-3} \times 2.5 \times 550 \left[(1.885 - 1)^3 + \frac{0.005 \times 90.522}{2} \right] \\
 &= \underline{1.264 \text{ N/mm.}^2}
 \end{aligned}$$

หาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 F_{BH} &= A_{BH} \times P_{BH} \\
 &= 4626.177 \times 1.264 \\
 &= \underline{5.848 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

∴ แรงจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่าที่เหมาะสมตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 5.848 kN

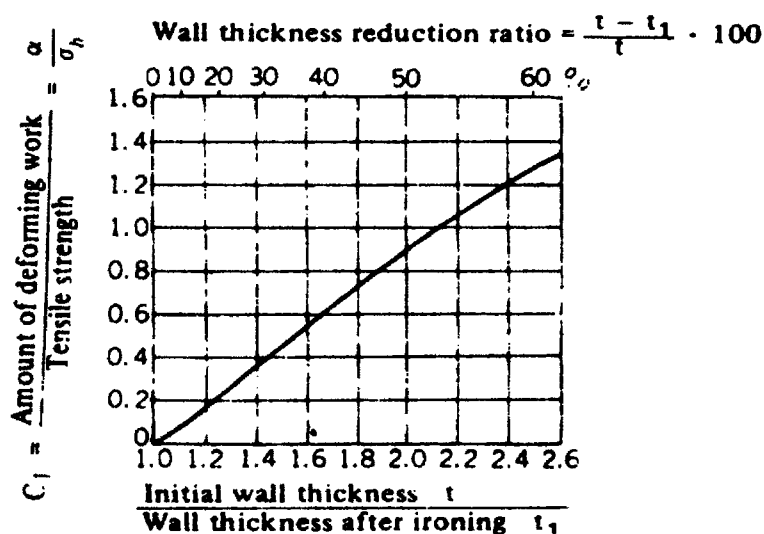
5. การคำนวณลดความหนาของผนังชิ้นงาน (Thickness of Reduction)

ความหนา ชิ้นงาน (มม.)	เปอร์เซ็นต์การลดความหนาผนังชิ้นงาน				
	25%	35%	45%	55%	60%
2	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8

6. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป (Ironing Force)

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

- F_i = แรงในการกดรีดขึ้นรูป (นิวตัน)
 C_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป
 A = พื้นที่หน้าตัดของผนังชิ้นงานภายหลังการกดรีดขึ้นรูป (ตารางมิลลิเมตร)
 มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร
 S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ SUS 440 มีค่าเท่ากับ 550 นิวตันต่อตาราง
 มิลลิเมตร หรือ 56.084 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร
 η = ค่าประสิทธิภาพของการกดรีดขึ้นรูป มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8



แผนภูมิของค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป (C_i)

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 25%

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$A_{25\%} = 0.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.3 \times 233.263 \times \left[\frac{56.084}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 6.037 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 35%

$$A_{35\%} = 0.42 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.42 \times 201.344 \times \left[\frac{56.084}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 7.296 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 45%

$$A_{45\%} = 0.73 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.73 \times 169.677 \times \left[\frac{56.084}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 10.687 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 55%

$$A_{55\%} = 1.1 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 1.1 \times 138.261 \times \left[\frac{56.084}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 13.122 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 60%

$$A_{60\%} = 1.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 1.3 \times 122.647 \times \left[\frac{56.084}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 13.757 \text{ ตัน}$$

ก.5 การคำนวณค่าต่าง ๆ ของ BRASS

1. การคำนวณค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นชิ้นงาน (d_0)

$$d_0 = \sqrt{d_2^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2}$$

$$= 2304 + 192(24 + 4.56) - (0.56 \times 8^2)$$

$$= 90.522 \text{ มิลลิเมตร}$$

2. การคำนวณหาค่า Clearance

$$u_z = d_s + 2t + 2c$$

$$= 48 + (2 \times 2) + (2 \times 0.0192) \dots\dots\dots 12\%$$

$$= 52.038 \text{ มิลลิเมตร}$$

3. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Force)

$$F_{d, \max} = \pi \times d_m \times S_0 \left[1.1 \frac{1.3 \times S_u}{\eta_{\text{def}}} \left[\ln \frac{d_0}{d_1} - 0.25 \right] \right]$$

$F_{d, \max}$	=	แรงในการลากขึ้นรูปลึก (กิโลนิวตัน)
F_{BH}	=	แรงกดของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (กิโลนิวตัน)
P_{BH}	=	ความดันของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
A_{BH}	=	พื้นที่รับแรงดันของแผ่นเปล่า (ตารางมิลลิเมตร)
S_u	=	ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ BRASS มีค่าเท่ากับ 262 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร
S_0	=	ความหนาแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 2 มิลลิเมตร

$$\begin{aligned}
 d_0 &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 90.522} \\
 &\quad \text{มิลลิเมตร} \\
 d_1 &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพินซ์ (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 48 มิลลิเมตร} \\
 d_m &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วยกลม (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 50} \\
 &\quad \text{มิลลิเมตร} \\
 C &= \text{ค่าคงที่ ได้จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3} \\
 \eta_{\text{def}} &= \text{ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปของโลหะมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.7} \\
 d_m &= d_1 + S_0 = 48 + 2 = 50 \text{ มม.} \\
 &= \pi \times 50 \times 2 \left[1.1 \frac{1.3 \times 262}{0.6} \left[\ln \frac{90.522}{48} - 0.25 \right] \right] \\
 &= 74,760.965 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

∴ แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 74,760.965 kN

4. การคำนวณหาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า (Blank holder Force)

$$F_{\text{BH}} = A_{\text{BH}} \times P_{\text{BH}}$$

หาพื้นที่ของแผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 A_{\text{BH}} &= \frac{\pi}{4} (d_0^2 - d_1^2) \\
 &= \frac{\pi}{4} (90.522^2 - 48^2) \\
 &= \underline{4626.177 \text{ มม.}^2}
 \end{aligned}$$

หาแรงดันที่แผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 P_{\text{BH}} &= 10^{-3} \times C \times S_u \left[(\beta - 1)^3 + \frac{0.005 \times d_0}{S_0} \right] \\
 \beta &= \frac{d_0}{d_1} = \frac{90.522}{48} = \underline{1.885} \\
 &= 10^{-3} \times 2.5 \times 262 \left[(1.885 - 1)^3 + \frac{0.005 \times 90.522}{2} \right] \\
 &= 0.602 \text{ N/mm.}^2
 \end{aligned}$$

หาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
 F_{BH} &= A_{BH} \times P_{BH} \\
 &= 4626.177 \times 0.602 \\
 &= 2.748 \text{ kn}
 \end{aligned}$$

∴ แรงจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่าที่เหมาะสมตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 2.748 kN

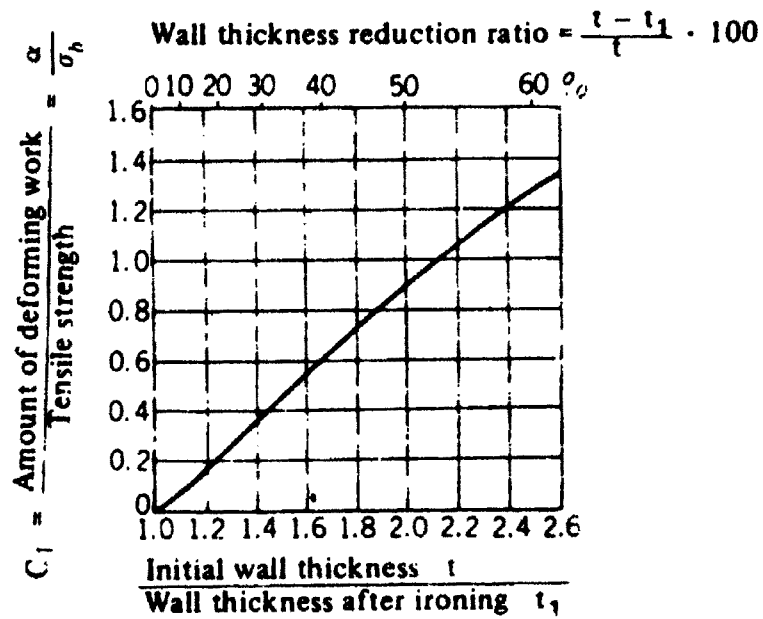
5. การคำนวณลดความหนาของผนังชิ้นงาน (Thickness of Reduction)

ความหนา ชิ้นงาน (มม.)	เปอร์เซ็นต์การลดความหนาผนังชิ้นงาน				
	25%	35%	45%	55%	60%
2	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8

6. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป (Ironing Force)

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

- F_i = แรงในการกดรีดขึ้นรูป (นิวตัน)
 C_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป
 A = พื้นที่หน้าตัดของผนังชิ้นงานภายหลังการกดรีดขึ้นรูป (ตารางมิลลิเมตร)
 มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร
 S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของALUMINUM มีค่าเท่ากับ 262 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หรือ 26.707 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร
 η = ค่าประสิทธิภาพของการกดรีดขึ้นรูป มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8



แผนภูมิของค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป (C_1)

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 25%

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$A_{25\%} = 0.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.3 \times 233.263 \times \left[\frac{26.707}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 2.874 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 35%

$$A_{35\%} = 0.42 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.42 \times 201.344 \times \left[\frac{26.707}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 2.875 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 45%

$$A_{45\%} = 0.73 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.73 \times 169.677 \times \left[\frac{26.707}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 5.089 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 55%

$$\begin{aligned} A_{55\%} &= 1.1 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 1.1 \times 138.261 \times \left[\frac{26.707}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 6.248 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 60%

$$\begin{aligned} A_{60\%} &= 1.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\ &= 1.3 \times 122.647 \times \left[\frac{26.707}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\ &= 6.550 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

ก.6 การคำนวณค่าต่าง ๆ ของ ALUMINUM

1. การคำนวณค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นชิ้นงาน (d_0)

$$\begin{aligned} d_0 &= \sqrt{d_2^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2} \\ &= 2304 + 192(24 + 4.56) - (0.56 \times 8^2) \\ &= 90.522 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่า Clearance

$$\begin{aligned} u_z &= d_s + 2t + 2c \\ &= 48 + (2 \times 2) + (2 \times 0.0192) \dots\dots\dots 12\% \\ &= 52.038 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Force)

$$F_{d, \max} = \pi \times d_m \times S_0 \left[1.1 \frac{1.3 \times S_u}{\eta_{\text{def}}} \left[\ln \frac{d_0}{d_1} - 0.25 \right] \right]$$

$F_{d, \max}$	=	แรงในการลากขึ้นรูปลึก (กิโลนิวตัน)
F_{BH}	=	แรงกดของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (กิโลนิวตัน)
P_{BH}	=	ความดันของแผ่นจับยึดชิ้นงาน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
A_{BH}	=	พื้นที่รับแรงดันของแผ่นเปล่า (ตารางมิลลิเมตร)
S_u	=	ความแข็งแรงดึงสูงสุดของ ALUMINUM มีค่าเท่ากับ 179 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

$$\begin{aligned}
S_0 &= \text{ความหนาแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 2 มิลลิเมตร} \\
d_0 &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นเปล่า (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร} \\
d_1 &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพันธ (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 48 มิลลิเมตร} \\
d_m &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วยกลม (มิลลิเมตร) มีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตร} \\
C &= \text{ค่าคงที่ ได้จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3} \\
\eta_{\text{def}} &= \text{ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปของโลหะมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.7} \\
d_m &= d_1 + S_0 = 48 + 2 = 50 \text{ มม.} \\
&= \pi \times 50 \times 2 \left[1.1 \frac{1.3 \times 179}{0.6} \left[\ln \frac{90.522}{48} - 0.25 \right] \right] \\
&= 51492.149. \text{ kN}
\end{aligned}$$

∴ แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 51492.149. kN

4. การคำนวณหาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า (Blank holder Force)

$$F_{\text{BH}} = A_{\text{BH}} \times P_{\text{BH}}$$

หาพื้นที่ของแผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
A_{\text{BH}} &= \frac{\pi}{4} (d_0^2 - d_1^2) \\
&= \frac{\pi}{4} (90.522^2 - 48^2) \\
&= \underline{4626.177 \text{ มม.}^2}
\end{aligned}$$

หาแรงดันที่แผ่นจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned}
P_{\text{BH}} &= 10^{-3} \times C \times S_u \left[(\beta - 1)^3 + \frac{0.005 \times d_0}{S_0} \right] \\
\beta &= \frac{d_0}{d_1} = \frac{90.522}{48} = \underline{1.885} \\
&= 10^{-3} \times 2.5 \times 179 \left[(1.885 - 1)^3 + \frac{0.005 \times 90.522}{2} \right] \\
&= 0.411 \text{ N/mm.}^2
\end{aligned}$$

หาแรงในการจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่า

$$\begin{aligned} F_{BH} &= A_{BH} \times P_{BH} \\ &= 4626.177 \times 0.411 \\ &= 1.901 \text{ kn} \end{aligned}$$

∴ แรงจับยึดแผ่นชิ้นงานเปล่าที่เหมาะสมตามที่คำนวณได้ทางทฤษฎี คือ 1.901 kn

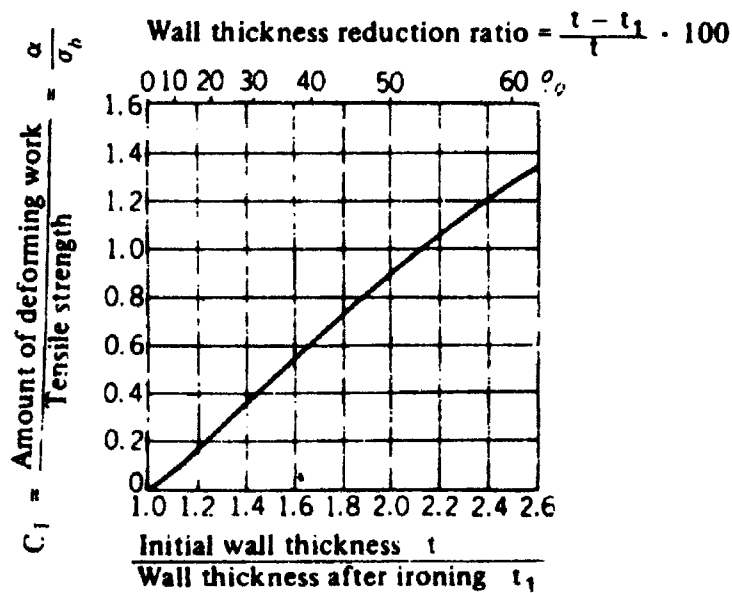
5. การคำนวณลดความหนาของผนังชิ้นงาน (Thickness of Reduction)

ความหนา ชิ้นงาน (มม.)	เปอร์เซ็นต์การลดความหนาผนังชิ้นงาน				
	25%	35%	45%	55%	60%
2	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8

6. การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป (Ironing Force)

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

- F_i = แรงในการกดรีดขึ้นรูป (นิวตัน)
 C_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป
 A = พื้นที่หน้าตัดของผนังชิ้นงานภายหลังการกดรีดขึ้นรูป (ตารางมิลลิเมตร)
 มีค่าเท่ากับ 90.522 มิลลิเมตร
 S_u = ความแข็งแรงดึงสูงสุดของBRASS มีค่าเท่ากับ 179 นิวตันต่อตาราง
 มิลลิเมตร หรือ 18.246 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร
 η = ค่าประสิทธิภาพของการกดรีดขึ้นรูป มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8



แผนภูมิของค่าสัมประสิทธิ์ของการกดรีดขึ้นรูป (C_1)

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 25%

$$F_i = C_i \times A \times \left[\frac{S_u}{\eta} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$A_{25\%} = 0.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.3 \times 233.263 \times \left[\frac{18.24}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 1.963 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 35%

$$A_{35\%} = 0.42 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.42 \times 201.344 \times \left[\frac{18.24}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 2.372 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังขึ้นงาน 45%

$$A_{45\%} = 0.73 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$= 0.73 \times 169.677 \times \left[\frac{18.24}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right]$$

$$= 3.475 \text{ ตัน}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 55%

$$\begin{aligned}
 A_{55\%} &= 1.1 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\
 &= 1.1 \times 138.261 \times \left[\frac{18.24}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\
 &= 4.267 \text{ ตัน}
 \end{aligned}$$

หาแรงที่ใช้ในการกดรีดขึ้นรูป สำหรับการลดความหนาของผนังชิ้นงาน 60%

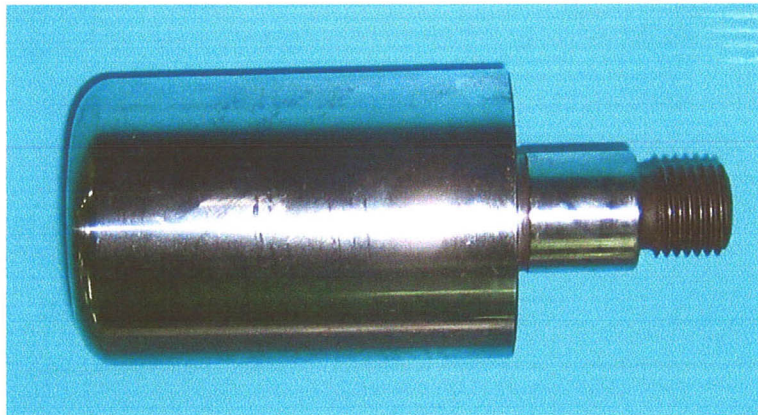
$$\begin{aligned}
 A_{60\%} &= 1.3 \text{ ตารางมิลลิเมตร} \\
 &= 1.3 \times 122.647 \times \left[\frac{18.24}{0.65} \times \frac{1}{1,000} \right] \\
 &= 4.474 \text{ ตัน}
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

แบบแม่พิมพ์ Ironing

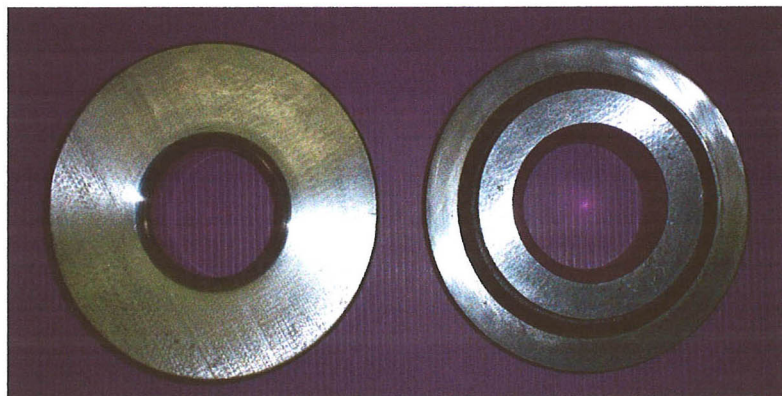
1. Deep Drawing & Ironing Punch
2. Deep Drawing Blank Holder
3. Ironing Die – 25%
4. Ironing Die – 35%
5. Ironing Die – 45%
6. Ironing Die – 55%
7. Ironing Die – 60%

1. Deep Drawing & Ironing Punch ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตรยาว 128 มิลลิเมตร



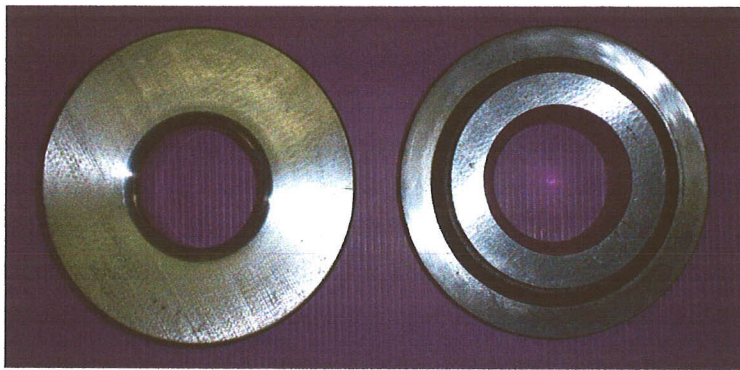
ภาพที่ ข.1 แสดง Deep Drawing & Ironing Punch

2. Deep Drawing Die ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 52.62 มิลลิเมตรรัศมีภายในปากแม่พิมพ์ R8 ± 0.05 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 130 ± 0.2 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุ JIS. SKD – 11 ดังแสดงในรูป



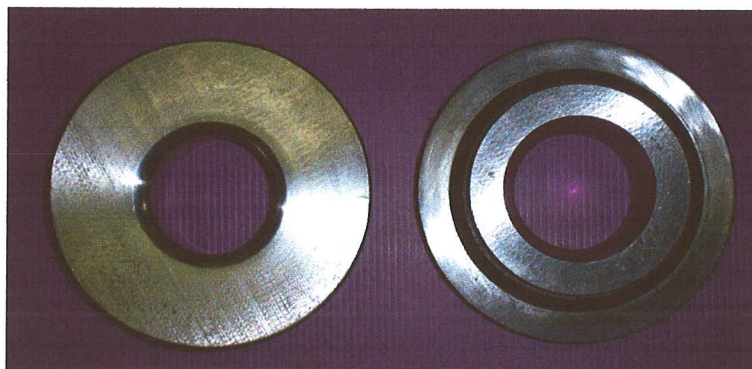
ภาพที่ ข.2 แสดง Deep Drawing Die

1. Ironing Die-25% ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 51.4 5 มิลลิเมตรรัศมีภายในปากแม่พิมพ์ R8 ± 0.05 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 130 ± 0.2 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุ JIS. SKD – 11 ดังแสดงในรูป



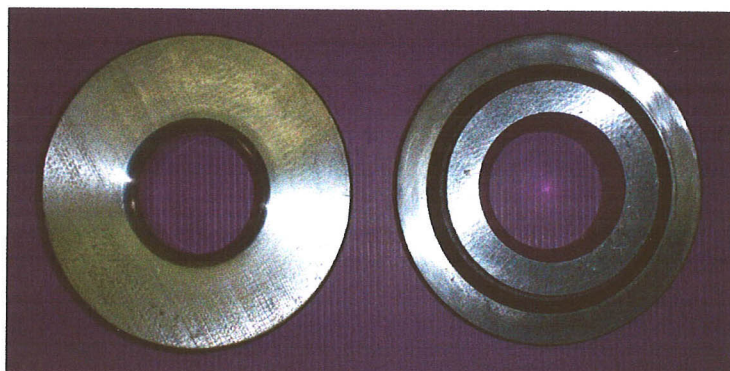
ภาพที่ ข.3 Ironing Die-25%

3. Ironing Die-35% ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 50.99 มิลลิเมตร รัศมีภายในปากแม่พิมพ์ $R8 \pm 0.05$ มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 130 ± 0.2 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุ JIS. SKD – 11 ดังแสดงในรูป



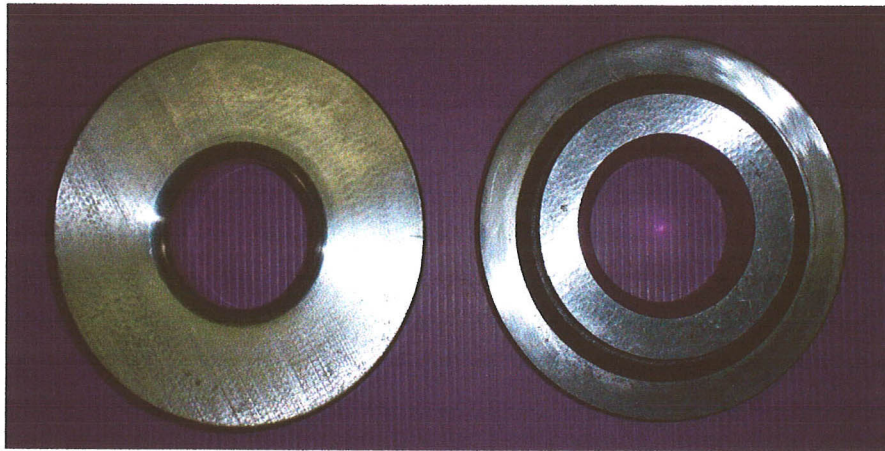
ภาพที่ ข.4 แสดง Ironing Die-35%

4. Ironing Die-45% ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 50.53 มิลลิเมตร รัศมีภายในปากแม่พิมพ์ $R8 \pm 0.05$ มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 130 ± 0.2 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุ JIS. SKD – 11 ดังแสดงในรูป



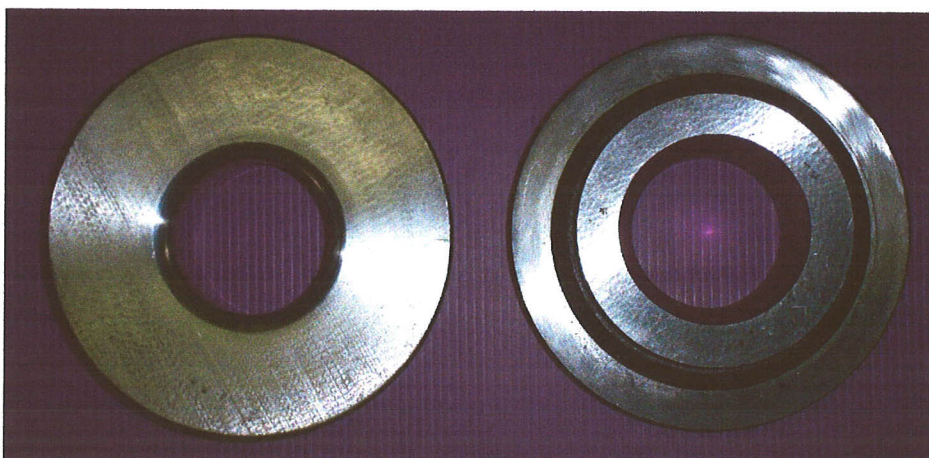
ภาพที่ ข.5 แสดง Ironing Die-45%

5. Ironing Die-55% ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 50.07 มิลลิเมตรรัศมีภายในปากแม่พิมพ์ R8 $\pm$ 0.05 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 130 ± 0.2 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุ JIS. SKD – 11 ดังแสดงในรูป



ภาพที่ ข.6 แสดง Ironing Die-55%

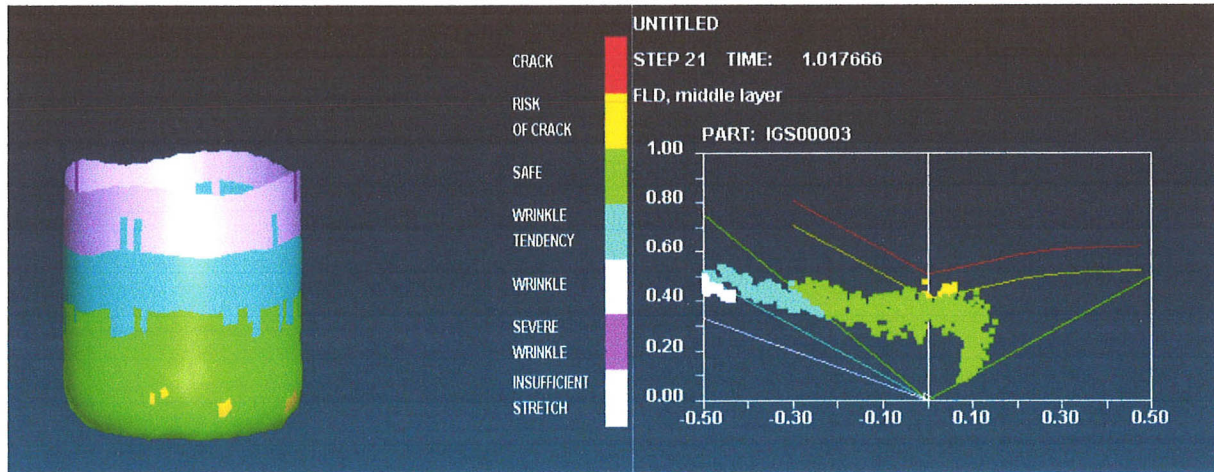
6. Ironing Die-60% ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 49.84 มิลลิเมตรรัศมีภายในปากแม่พิมพ์ R8 $\pm$ 0.05 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 130 ± 0.2 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุ JIS. SKD – 11 ดังแสดงในรูป



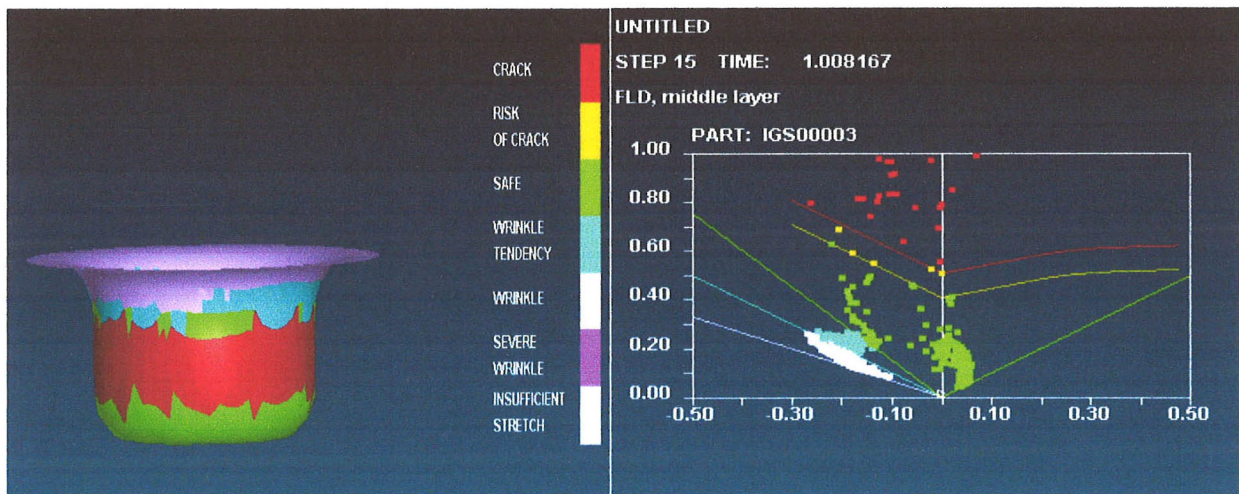
ภาพที่ ข.7 แสดง Ironing Die-60%

ภาคผนวก ค

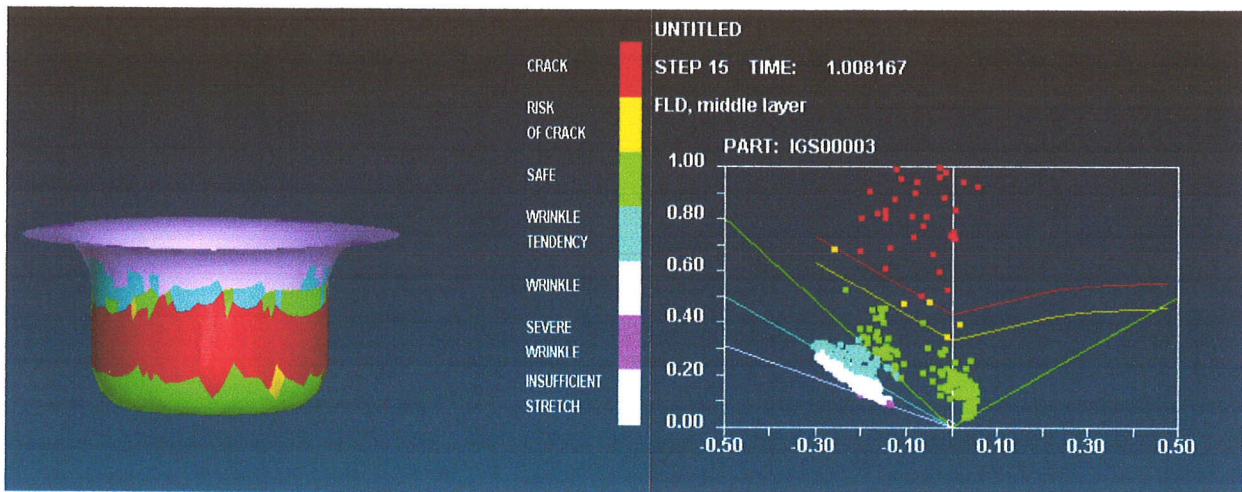
ผลการไฟไนต์ เอลิเมนต์ ของงาน Ironing



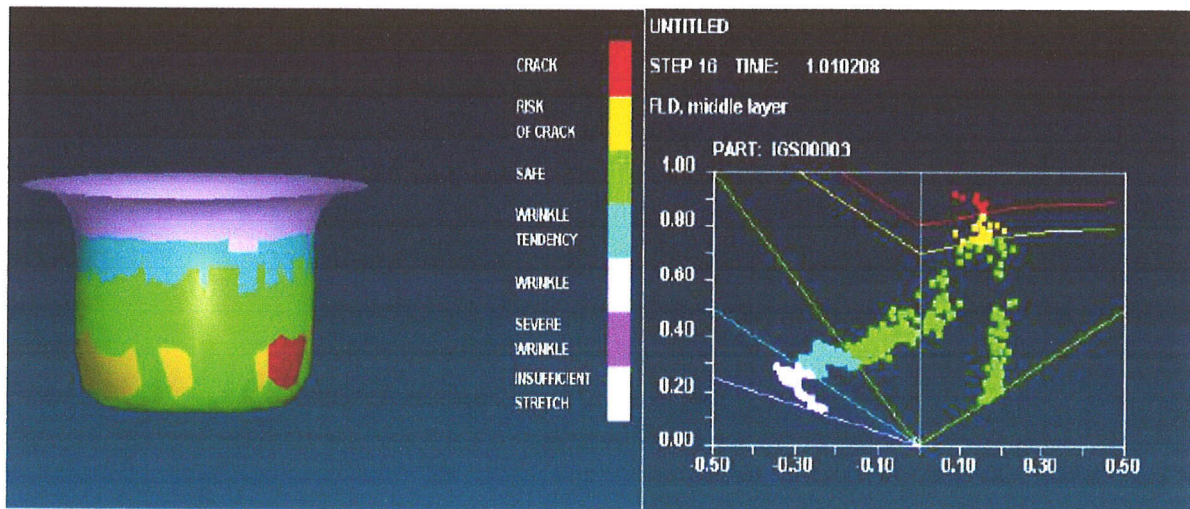
ภาพที่ ก.1 ผลไฟไนต์ Ironing. SPCEN 25% แดกช่วง 55%



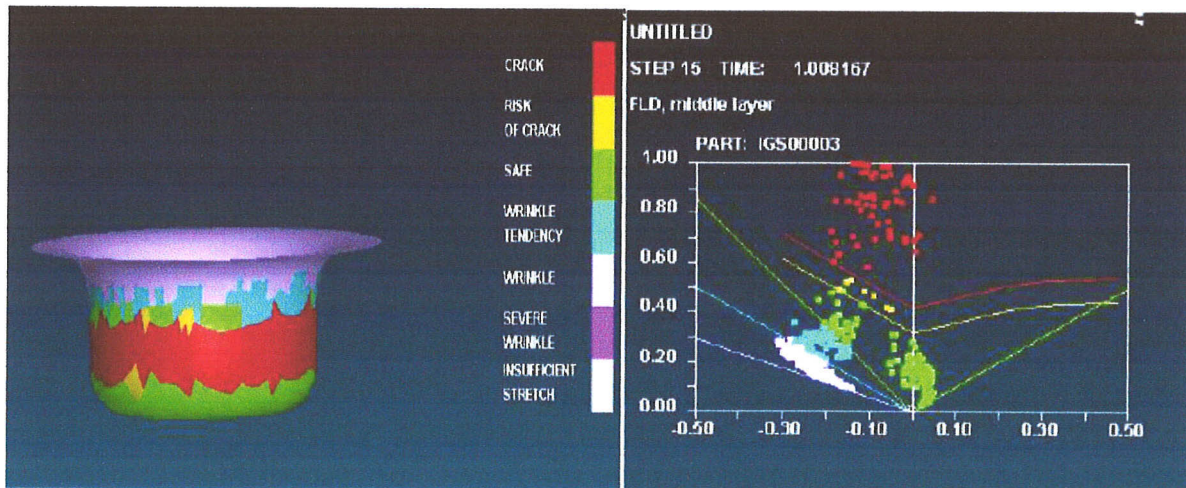
ภาพที่ ก.2 ผลไฟไนต์ Ironing. SPCEN 35% แดกช่วง 60%



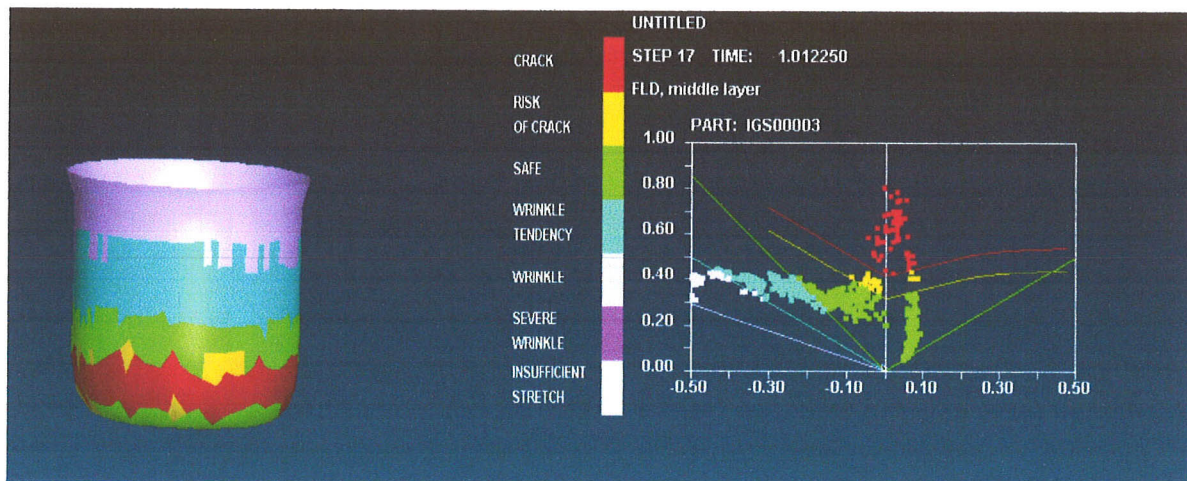
ภาพที่ ก.3 ผลไฟไนต์ Ironing. Brass 35% แดกช่วง 45%



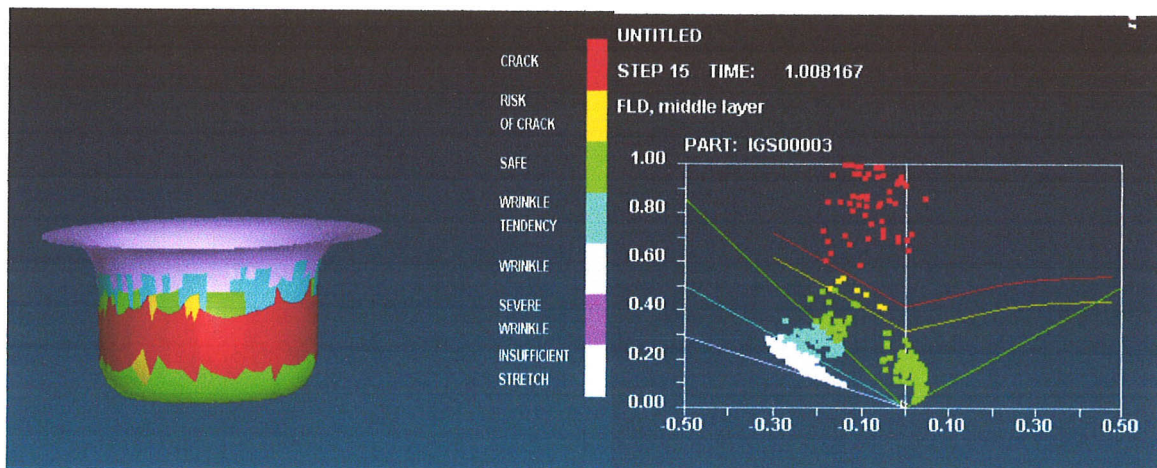
ภาพที่ ก.4 ผลไฟไนต์ Ironing. SUS 304 25% แดกช่วง 25%-35%-45%



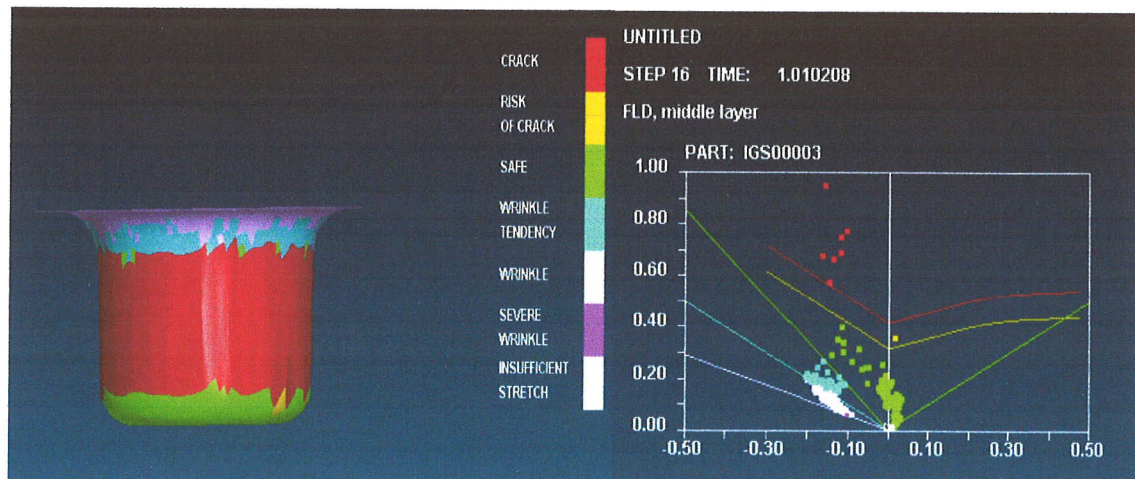
ภาพที่ ก.5 ผลไฟไนต์ Ironing. SUS 304 35% แดกช่วง 45%



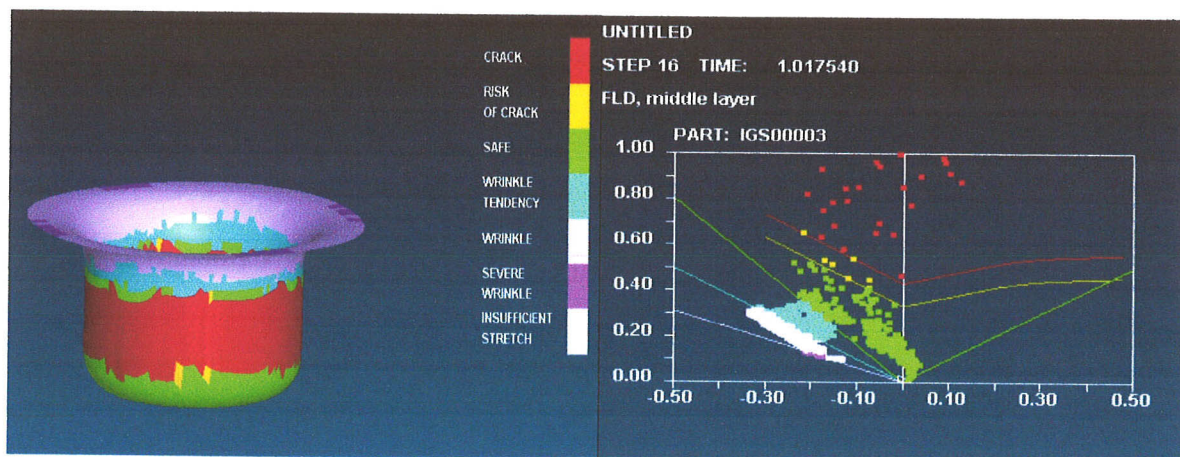
ภาพที่ ก.6 ผลไฟไนต์ Ironing. SUS 403 25% แตกช่วง 45%-55%



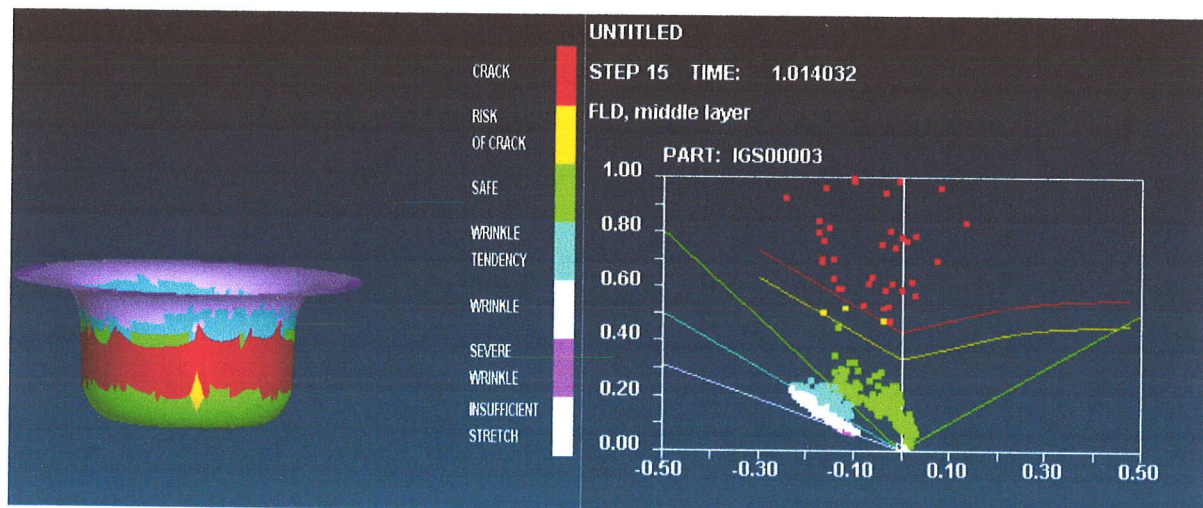
ภาพที่ ก.7 ผลไฟไนต์ Ironing. SUS 403 35% แตกช่วง 45%-55%



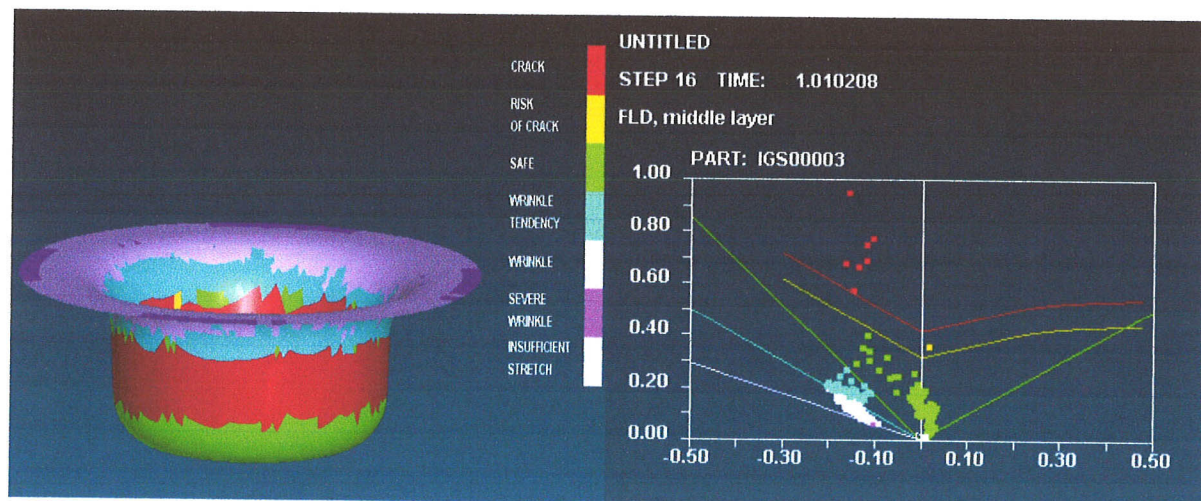
ภาพที่ ก.8 ผลไฟไนต์ Ironing. SUS 403 45% แตกช่วง 45%



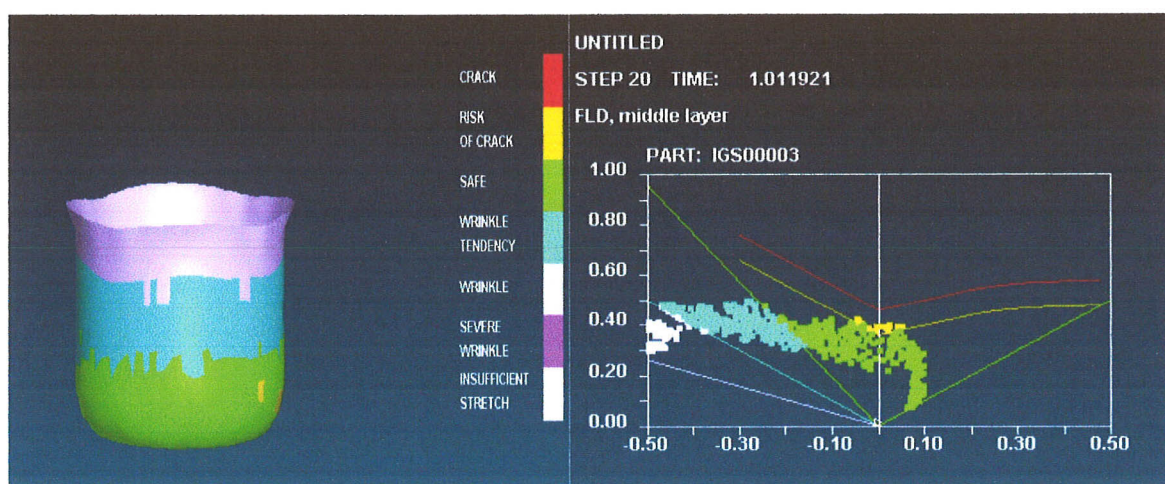
ภาพที่ ค.9 ผลไฟไนต์ Ironing Aluminum 25% แดกช่วง 45%-55%



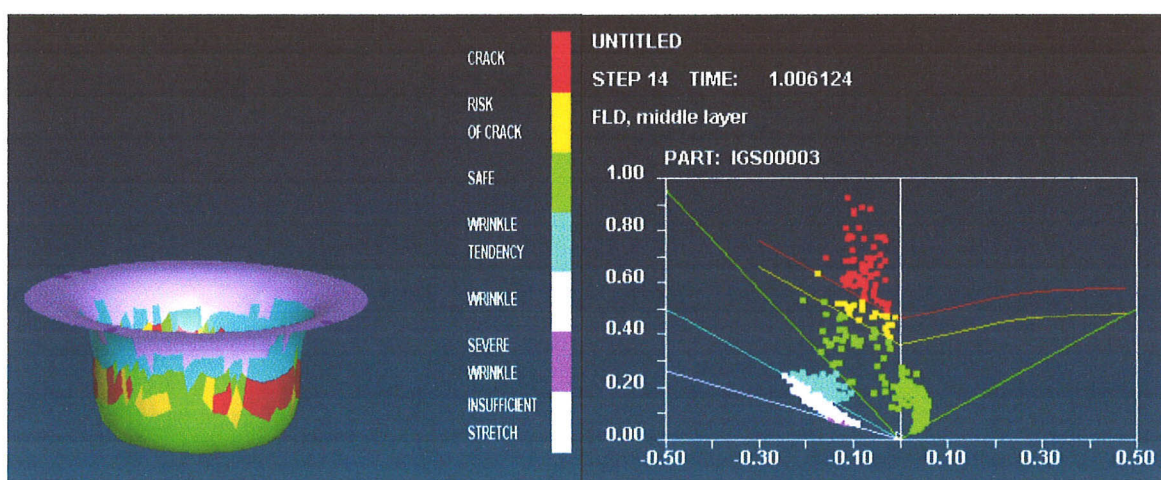
ภาพที่ ค.10 ผลไฟไนต์ Ironing Aluminum 35% แดกช่วง 45%-55%



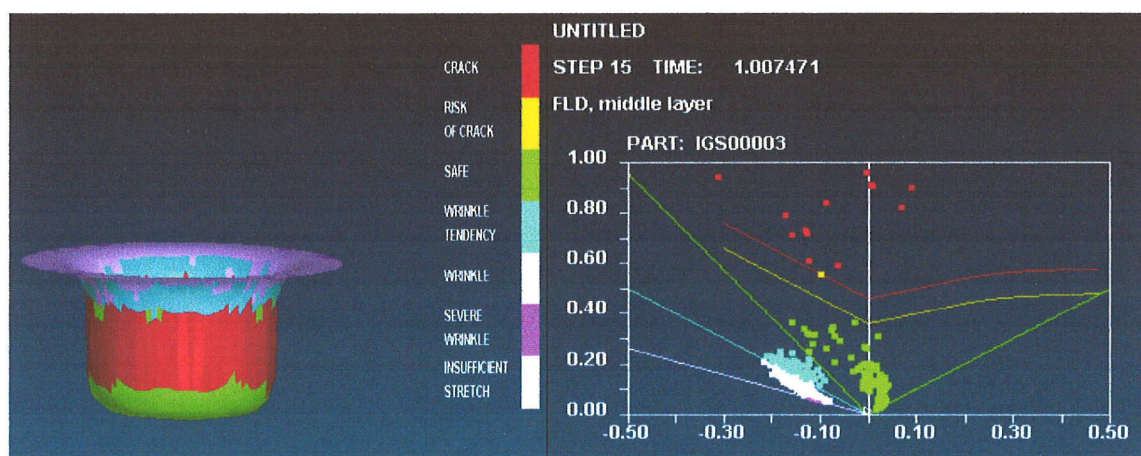
ภาพที่ ค.11 ผลไฟไนต์ Ironing Aluminum 45% แดกช่วง 45%



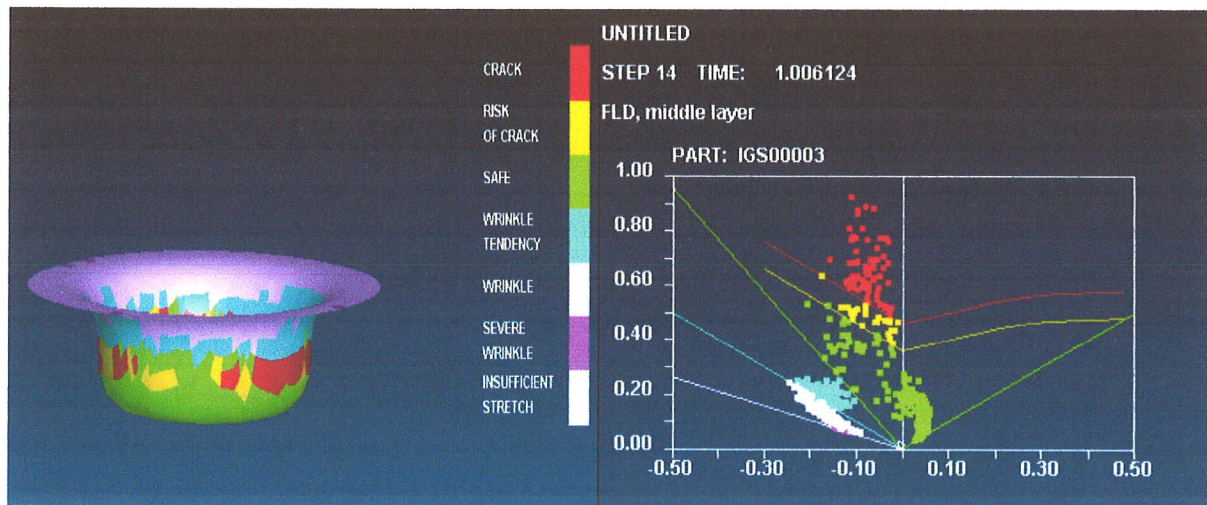
ภาพที่ ค.12 ผลไฟไนต์ Ironing. SPCC 25% แดกช่วง 45%-55%



ภาพที่ ค.13 ผลไฟไนต์ Ironing. SPCC 45% แดกช่วง 45%



ภาพที่ ค.14 ผลไฟไนต์ Ironing. SPCC 55% แดกช่วง 55%



ภาพที่ ก.15 ผลไฟไนต์ Ironing. SPCC 60% แดกช่วง 60%

ภาคผนวก ง

- ผลการทดลองของ Ironing SPCEN
- ค่าการวัดผิวสำเร็จของชิ้นงาน Ironing SPCEN
- ผลการทดลองของ Ironing SPCC
- ผลค่าการวัดผิวสำเร็จของชิ้นงาน Ironing SPCC
- สรุปผลรายละเอียดผลการทดลองของ Ironing
- ผลค่าการวัดผิวสำเร็จของชิ้นงาน Ironing SUS 304
- ผลรายละเอียดผลการทดลองของ Ironing SUS 430
- ผลค่าการวัดผิวสำเร็จของชิ้นงาน Ironing SUS 430
- ผลรายละเอียดผลการทดลองของ Ironing Brass
- ผลค่าการวัดผิวสำเร็จของชิ้นงาน Ironing Brass
- ผลรายละเอียดผลการทดลองของ Ironing Aluminum
- ผลค่าการวัดผิวสำเร็จของชิ้นงาน Ironing Aluminum

ตารางที่ ง.1 ผลการทดลองของ Ironing SPCEN

วัสดุ : SPCEN	ความหนา : 2 มม.		Punch High: 100 มม.		ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81															
	รายละเอียดผลการทดลอง																					
	No.	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)								ความสูงของถ้วย (มม.)								
1						2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-25-01	112.4	34.0	51.55	47.95	1.83	1.85	1.86	1.78	1.75	1.75	1.80	1.80	1.80	28.55	28.89	29.15	29.64	28.63	29.19	29.12	28.02	28.90
I-25-02	103.7	24.49	51.57	47.94	1.83	1.75	1.76	1.74	1.77	1.80	1.82	1.91	1.80	28.06	27.85	28.13	27.73	23.62	29.04	28.32	29.71	27.81
I-25-03	107.6	30.59	51.56	47.94	1.73	1.76	1.85	1.97	1.82	1.83	1.76	1.85	1.82	28.20	27.95	29.05	28.76	25.45	29.08	28.93	28.76	28.27
I-25-35-01	190.7	32.05	51.11	47.95	1.56	1.53	1.47	1.51	1.55	1.58	1.60	1.67	1.56	33.88	33.04	32.72	31.65	32.27	31.78	31.23	31.60	32.27
I-25-35-02	186.3	28.02	51.10	48.02	1.53	1.56	1.62	1.58	1.55	1.50	1.48	1.51	1.54	33.98	32.11	32.62	32.68	31.75	32.68	32.11	31.42	32.42
I-25-35-03	189.4	30.49	51.10	48.00	1.57	1.58	1.48	1.73	1.49	1.54	1.55	1.59	1.57	33.90	33.02	32.68	32.48	31.85	31.78	31.84	31.53	32.39
I-25-35-45-01	235.0	28.38	50.62	48.00	1.34	1.30	1.34	1.36	1.36	1.33	1.38	1.26	1.33	37.64	37.11	37.16	35.45	35.19	36.06	36.50	35.48	36.32
I-25-35-45-02	230.0	27.93	50.73	47.96	1.30	1.32	1.36	1.35	1.34	1.30	1.28	1.24	1.31	37.50	35.98	35.31	37.09	36.23	38.06	36.22	34.61	36.38
I-25-35-45-03	232.0	27.96	50.65	47.90	1.31	1.32	1.35	1.35	1.37	1.32	1.31	1.25	1.32	37.55	36.48	36.51	36.84	35.95	37.42	36.33	34.81	36.49
I-25-35-45-55-01	285.9	30.47	49.64	47.98	1.14	1.08	1.19	1.03	1.12	1.16	1.03	1.05	1.10	42.03	41.76	42.08	41.56	42.01	41.86	42.05	41.86	41.90
I-25-35-45-55-02	286.4	31.53	49.99	47.99	1.09	1.12	1.07	1.18	1.14	1.15	1.11	1.18	1.13	41.79	41.83	41.96	41.87	42.08	41.78	42.05	41.95	41.91
I-25-35-45-55-03	284.3	31.43	49.94	47.97	1.07	1.14	1.04	1.11	1.11	1.06	1.16	1.15	1.11	41.85	42.06	46.86	41.79	41.75	41.96	41.78	41.83	42.49
I-25-35-45-55-60-01	321.4	32.59	49.63	48.01	0.83	0.84	0.79	0.76	0.91	0.81	0.78	0.79	0.81	46.75	46.83	46.93	47.05	47.08	46.98	47.03	47.08	46.97

วัสดุ : SPCCEN		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81														
No.	รายละเอียดผลการทดลอง																					
	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย									
I-25-35-45-55-60-02	322.3	30.44	49.53	48.02	0.73	0.83	0.78	0.81	0.76	0.92	0.84	0.76	0.80	46.85	47.02	47.05	46.95	46.85	46.83	46.54	47.08	46.90
I-25-35-45-55-60-03	322.4	31.52	49.83	47.99	0.76	0.79	0.83	0.84	0.74	0.91	0.82	0.79	0.81	47.53	47.83	47.63	47.93	47.53	46.62	46.61	46.83	47.31
I-35-01	198.9	32.05	51.11	47.95	1.58	1.53	1.47	1.58	1.55	1.58	1.6	1.67	1.57	33.97	33.04	32.72	31.65	32.27	31.78	31.23	31.6	32.28
I-35-02	196.3	28.02	51.10	48.02	1.53	1.56	1.62	1.58	1.55	1.57	1.48	1.51	1.55	33.98	32.11	32.89	32.68	31.42	32.68	32.11	31.42	32.41
I-35-03	199.4	30.49	51.10	48.00	1.53	1.58	1.49	1.73	1.49	1.54	1.55	1.59	1.56	33.99	33.02	32.68	32.48	31.85	31.78	31.03	31.53	32.30
I-35-45-01	235.0	28.38	50.62	48.00	1.36	1.38	1.34	1.36	1.36	1.39	1.38	1.26	1.35	37.86	37.11	37.16	35.7	35.19	36.06	36.5	35.48	36.38
I-35-45-02	230.0	27.93	50.73	47.96	1.37	1.38	1.36	1.35	1.34	1.3	1.28	1.24	1.33	37.78	35.98	35.31	37.09	36.23	38.06	36.22	34.61	36.41
I-35-45-03	232.0	27.96	50.65	47.90	1.39	1.32	1.35	1.35	1.3	1.32	1.31	1.25	1.32	37.58	36.48	36.64	36.84	35.95	37.42	36.33	34.81	36.51
I-35-45-55-01	285.9	30.47	49.64	47.98	1.18	1.08	1.14	1.03	1.12	1.19	1.03	1.05	1.10	42.09	41.76	42.08	41.74	42.01	41.86	42.05	41.86	41.93
I-35-45-55-02	286.4	31.53	49.99	47.99	1.24	1.12	1.07	1.14	1.14	1.15	1.11	1.18	1.14	41.89	41.67	41.96	41.87	42.08	41.68	42.05	41.93	41.89
I-35-45-55-03	284.3	31.43	49.94	47.97	1.12	1.14	1.04	1.11	1.11	1.09	1.16	1.15	1.12	41.35	42.06	46.86	41.79	41.75	41.96	41.78	41.83	42.42
I-35-45-55-60-01	321.4	32.59	49.63	48.01	0.83	0.84	0.79	0.76	0.81	0.81	0.78	0.79	0.80	46.86	46.83	46.93	47.05	47.08	47.98	47.03	47.08	47.11
I-35-45-55-06-02	284.3	31.43	49.94	47.97	0.73	0.83	0.82	0.81	0.8	0.92	0.84	0.76	0.81	46.75	48.02	47.05	46.95	47.85	46.83	46.54	47.08	47.13
I-35-45-55-60-03	321.4	32.59	49.63	48.01	0.76	0.79	0.85	0.84	0.74	0.91	0.82	0.79	0.81	47.63	47.83	47.63	47.93	47.53	46.62	46.61	46.83	47.33

วัสดุ : SPCEN		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วตีแผ่ : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81														
รายละเอียดผลการทดลอง																						
No.	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)								ความสูงของถ้วย (มม.)									
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-45-01	285.9	30.47	49.64	47.98	1.4	1.38	1.34	1.36	1.36	1.47	1.38	1.26	1.37	37.86	37.11	37.16	35.7	35.19	36.06	36.5	35.48	36.38
I-45-02	286.4	31.53	49.99	47.99	1.42	1.38	1.48	1.35	1.34	1.3	1.28	1.24	1.35	37.78	35.98	35.31	37.09	36.23	38.06	36.22	34.61	36.41
I-45-03	284.3	31.43	49.94	47.97	1.39	1.32	1.35	1.35	1.3	1.49	1.31	1.25	1.35	37.58	36.48	36.64	36.84	35.95	37.42	36.33	34.69	36.49
I-45-55-01	285.9	30.47	49.64	47.98	1.14	1.08	1.19	1.03	1.12	1.16	1.03	1.05	1.10	42.03	41.76	42.08	41.56	42.01	41.86	42.05	41.86	41.90
I-45-55-02	286.4	31.53	49.99	47.99	1.09	1.12	1.07	1.18	1.14	1.15	1.11	1.18	1.13	41.79	41.83	41.96	41.87	42.08	41.78	42.05	41.95	41.91
I-45-55-03	284.3	31.43	49.94	47.97	1.07	1.14	1.04	1.11	1.11	1.06	1.16	1.15	1.11	41.85	42.06	46.86	41.79	41.75	41.96	41.78	41.83	42.49
I-45-55-60-01	321.4	32.59	49.63	48.01	0.83	0.84	0.79	0.76	0.74	0.81	0.78	0.79	0.79	46.55	46.83	46.93	46.05	47.08	47.98	47.03	47.08	46.94
I-45-55-60-02	325.3	31.43	49.94	47.97	0.73	0.76	0.82	0.77	0.76	0.83	0.84	0.76	0.78	46.75	48.02	47.05	46.95	46.85	46.83	47.54	47.08	47.13
I-45-55-60-03	321.4	32.59	49.63	48.01	0.76	0.79	0.85	0.84	0.74	0.82	0.82	0.79	0.80	47.63	47.53	47.63	46.93	47.53	46.62	46.61	46.83	47.16
I-55-01	285.9	30.47	49.64	47.98	1.25	1.12	1.07	1.25	1.14	1.15	1.11	1.18	1.16	41.87	41.67	41.86	41.87	42.86	41.68	42.05	41.93	41.97

จากตารางการทดสอบ ที่ Punch High : 100 มม. ความเร็วตีแผ่ : 60 มม./นาที สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงความหนาของถ้วย (มม.) และความสูงของถ้วย (มม.)

ตารางที่ ง.2 ค่าการวัดผิวลัมบริ่งของชิ้นงาน Ironing SP-CEN

วัสดุ : SP-CEN		ความหนา : 2 มม.			Punch High : 100 มม.			ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที			สารหล่อลื่น : TDN 81							
No.	รายละเอียดผลการทดลอง																	
	วัดตามแนวแกน (µm)									วัดตามแนวขวาง (µm)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-25-01	0.23	0.32	0.18	0.2	0.28	0.44	0.27	0.31	0.28	1.28	1.01	0.98	0.95	1.53	0.94	1.13	1.22	1.13
I-25-02	0.29	0.52	0.65	0.54	0.31	0.47	0.3	0.25	0.42	1.19	1.59	1.13	1.10	1.54	1.23	1.21	1.56	1.32
I-25-03	0.25	0.56	0.46	0.36	0.46	0.37	0.23	0.21	0.36	1.30	1.08	1.20	1.06	0.96	0.94	1.32	1.35	1.15
I-25-35-01	1.07	1.21	0.9	0.95	1.22	1.53	1.28	1.55	1.21	5.39	3.94	3.39	5.82	5.69	4.65	6.88	5.02	5.10
I-25-35-02	0.56	0.57	1.66	0.95	1.69	1.26	0.79	1.29	1.10	5.63	4.56	3.86	4.01	12.69	4.95	7.34	5.24	6.04
I-25-35-03	0.98	0.87	0.89	1.64	0.96	1.25	0.76	0.57	0.99	5.25	3.64	4.56	6.21	6.73	9.63	6.54	4.98	5.94
I-25-35-45-01	0.7	0.45	0.78	1.37	0.53	0.71	0.31	0.65	0.69	3.56	5.55	2.45	2.13	3.96	5.22	3.98	1.92	3.60
I-25-35-45-02	0.5	1.49	0.79	0.57	0.93	0.63	0.55	0.43	0.74	2.23	3.05	5.30	6.88	2.42	2.33	8.80	2.65	4.21
I-25-35-45-03	0.54	0.47	0.66	0.57	0.75	0.46	0.56	0.65	0.58	3.98	3.25	3.24	3.15	5.32	6.66	7.33	4.33	4.66
I-25-35-45-55-01	0.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	0.98	3.28	4.66	3.09	3.48	3.26	4.10	5.15	5.01	4.00
I-25-35-45-55-02	1.09	0.64	0.73	0.89	0.38	1.99	0.96	0.45	0.89	2.87	3.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31
I-25-35-45-55-03	1.05	0.59	0.78	0.95	1.36	0.98	1.69	1.45	1.11	3.54	4.23	5.42	5.42	3.57	4.57	3.78	5.35	4.49
I-25-35-45-55-60-01	0.55	0.47	0.83	0.77	0.8	1.06	0.76	1.23	0.81	3.67	4.13	2.75	2.39	2.97	4.31	2.55	2.52	3.16
I-25-35-45-55-60-02	0.45	0.43	0.73	0.68	0.87	1.23	0.96	1.25	0.83	3.74	4.25	5.62	5.42	3.87	4.67	3.88	5.35	4.60
I-25-35-45-55-60-03	0.65	0.46	0.83	0.77	0.8	1.06	0.76	1.23	0.82	3.37	4.53	2.35	4.39	4.97	4.31	2.95	2.92	3.72

วัสดุ : SPCCEN		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วตีพิมพ์ : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : TDN 81					
No.		รายละเอียดผลการทดลอง																	
		วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย		
I-35-01		1.17	1.21	0.9	1.95	1.22	1.53	1.28	1.55	1.35	5.39	6.94	3.39	3.82	5.69	4.65	8.88	5.02	5.47
I-35-02		1.56	0.57	1.56	0.95	1.69	1.26	0.79	1.29	1.21	5.63	3.56	3.86	5.01	12.69	4.95	7.34	5.24	6.04
I-35-03		0.98	0.87	0.89	0.64	1.96	1.25	1.76	0.57	1.12	5.25	3.64	4.56	6.21	6.73	9.63	6.54	4.98	5.94
I-35-45-01		0.79	0.45	0.78	1.37	1.53	0.71	0.31	0.65	0.82	3.56	5.35	2.25	2.13	3.96	5.22	3.98	2.92	3.67
I-35-45-02		0.58	1.49	0.69	0.57	0.93	1.63	0.55	0.43	0.86	3.23	3.45	5.3	6.88	2.42	2.33	8.8	2.65	4.38
I-35-45-03		0.54	0.47	0.66	1.57	0.75	0.46	0.56	0.65	0.71	3.98	3.25	3.24	3.15	4.32	6.26	7.33	4.33	4.48
I-35-45-55-01		1.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	1.11	2.28	4.66	4.09	3.48	3.26	3.15	5.15	5.01	3.89
I-35-45-55-02		0.69	1.64	0.73	1.89	0.38	1.99	0.96	0.45	1.09	3.87	2.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31
I-35-45-55-03		0.05	1.59	0.78	1.95	1.36	0.98	1.69	0.45	1.11	2.54	4.23	5.42	4.42	3.57	2.57	3.78	5.35	3.99
I-35-45-55-60-01		0.37	0.47	0.73	0.77	0.88	0.86	1.76	1.23	0.88	2.67	3.13	2.75	3.39	2.97	4.31	2.55	2.52	3.04
I-35-45-55-06-02		0.45	0.43	0.73	0.88	0.87	0.89	0.96	1.25	0.81	2.74	3.25	5.62	5.42	4.87	4.67	3.88	5.35	4.48
I-35-45-55-60-03		0.65	0.46	0.83	0.77	1.43	0.86	0.86	1.23	0.89	2.37	4.53	3.35	4.39	4.97	4.31	2.95	2.92	3.72
I-45-01		0.89	0.55	0.78	1.37	1.53	0.71	0.41	0.35	0.82	3.56	5.35	2.25	2.13	3.96	5.22	3.98	2.92	3.67
I-45-02		0.68	1.49	0.69	0.57	0.93	1.63	0.55	0.43	0.87	3.23	3.45	5.3	6.88	2.42	2.33	8.8	2.65	4.38

วัสดุ : SPCEN		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : TDN 81				
รายละเอียดผลการทดลอง																		
No.	วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-45-03	0.74	0.57	0.66	0.95	0.85	0.46	1.56	0.65	0.81	3.98	3.25	3.24	3.15	4.32	6.26	7.33	4.33	4.48
I-45-55-01	1.53	0.82	1.14	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	1.11	4.28	4.66	3.09	3.48	3.26	3.15	4.15	5.01	3.89
I-45-55-02	0.79	1.64	0.73	1.89	0.48	1.99	0.96	0.45	1.12	3.87	2.96	3.59	5.95	4.75	2.69	3.36	1.31	3.56
I-45-55-03	0.05	1.59	0.78	1.85	1.36	0.98	1.69	0.45	1.09	2.54	4.23	3.42	4.42	3.57	3.57	3.78	5.35	3.86
I-45-55-60-01	0.47	0.27	0.73	0.67	0.88	0.86	1.76	1.23	0.86	4.57	3.13	3.75	3.39	2.97	4.31	3.55	2.52	3.52
I-45-55-60-02	0.55	0.63	0.73	0.88	0.87	1.35	0.96	1.25	0.90	3.65	3.25	3.42	5.42	3.37	4.67	2.88	3.35	3.75
I-45-55-60-03	0.55	0.46	0.73	0.87	1.43	0.86	0.86	1.23	0.87	3.37	4.53	4.35	4.39	4.97	3.31	2.95	2.92	3.85
I-55-01	0.89	1.54	0.73	1.79	0.48	1.99	0.96	0.45	1.10	4.87	3.96	3.59	5.95	4.75	2.69	3.36	1.31	3.81

จากตารางการทดสอบที่ Punch High : 100 มม. ,ความเร็วสัมผัส: 60 มม./นาที ,สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงการวัดตามแนวแกน(µm)และวัดตามแนวขวาง(µm)

ตารางที่ ง.3 ผลการทดลองของ Ironing SPCC

วัสดุ : SPCC		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วตีพิมพ์ : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81															
รายละเอียดผลการทดลอง																							
No.	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)								ความสูงของถ้วย (มม.)										
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	
I-25-01	112.4	34.0	51.55	47.95	1.83	1.85	1.86	1.78	1.75	1.75	1.75	1.80	1.80	1.80	28.55	28.89	29.15	29.64	28.63	29.19	29.12	28.02	28.90
I-25-02	103.7	24.49	51.57	47.94	1.83	1.75	1.76	1.74	1.77	1.80	1.82	1.91	1.80	1.80	28.06	27.85	28.13	27.73	23.62	29.04	28.32	29.71	27.81
I-25-03	107.5	30.54	51.56	47.94	1.82	1.83	1.84	1.76	1.75	1.78	1.81	1.86	1.81	1.81	28.39	28.23	28.45	28.56	24.95	29.33	29.03	27.55	28.06
I-25-35-01	190.7	32.05	51.11	47.95	1.56	1.53	1.47	1.51	1.55	1.58	1.60	1.67	1.56	1.56	33.88	33.04	32.72	31.65	32.27	31.78	31.23	31.60	32.27
I-25-35-02	186.3	28.02	51.10	48.02	1.53	1.56	1.62	1.58	1.55	1.50	1.48	1.51	1.54	1.54	33.98	32.11	32.62	32.68	31.75	32.68	32.11	31.42	32.42
I-25-35-03	187.9	29.08	51.09	48.00	1.54	1.55	1.56	1.59	1.64	1.58	1.60	1.63	1.59	1.59	33.90	32.06	32.70	32.08	31.98	32.33	31.89	31.50	32.31
I-25-35-45-01	236.0	28.08	50.70	47.96	1.32	1.31	1.35	1.35	1.36	1.32	1.34	1.25	1.33	1.33	37.55	36.80	36.77	36.90	35.98	37.84	36.67	34.57	36.64
I-25-35-45-02	230.0	27.93	50.73	47.86	1.30	1.32	1.36	1.35	1.34	1.30	1.28	1.24	1.31	1.31	37.50	35.98	35.31	37.09	36.23	38.06	36.22	34.61	36.38
I-25-35-45-03	235.0	28.38	50.62	48.00	1.34	1.30	1.34	1.36	1.36	1.33	1.38	1.26	1.33	1.33	37.64	37.11	37.16	35.45	35.19	36.06	36.50	35.48	36.32
I-25-35-45-55-01	275.9	30.47	49.64	47.98	1.08	1.08	1.14	1.03	1.12	1.19	1.13	1.05	1.10	1.10	41.09	42.76	41.08	41.74	42.01	41.86	42.05	41.86	41.81
I-25-35-45-55-02	276.4	31.53	49.99	47.99	1.15	1.12	1.27	1.25	1.14	1.15	1.11	1.18	1.17	1.17	42.87	41.67	42.86	41.87	42.86	41.68	42.05	41.93	42.22
I-25-35-45-55-03	279.3	31.43	49.94	47.97	1.12	1.14	1.04	1.02	1.11	1.09	1.06	1.15	1.09	1.09	41.35	41.06	46.86	41.79	42.75	41.96	41.78	41.83	42.42
I-25-35-45-55-60-01	325.3	31.43	49.94	47.97	0.83	0.74	0.79	0.86	0.74	0.81	0.88	0.79	0.81	0.81	46.55	46.83	46.83	47.05	47.08	47.68	47.03	47.08	47.02

วัสดุ : SPCC		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วตีพิมพ์ : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81														
		รายละเอียดผลการทดลอง																				
No.	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)								ความสูงของถ้วย (มม.)									
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-25-35-45-55-60-02	327.4	31.43	49.94	47.97	0.83	0.76	0.72	0.77	0.86	0.83	0.74	0.76	0.78	47.85	48.02	47.85	46.95	46.85	46.83	47.54	47.08	47.37
I-25-35-45-55-60-03	335.3	31.43	49.94	47.97	0.76	0.79	0.85	0.84	0.74	0.82	0.72	0.79	0.79	47.63	47.53	47.63	46.93	47.53	46.62	46.61	46.83	47.16
I-35-01	177.5	27.80	51.07	48.07	1.62	1.56	1.59	1.58	1.68	1.61	1.65	1.61	1.61	32.29	31.98	31.21	32.51	32.84	32.06	32.71	33.98	32.82
I-35-02	195.6	27.58	50.25	47.45	1.45	1.53	1.54	1.45	1.47	1.53	1.49	1.47	1.49	33.56	35.64	35.84	34.88	33.75	33.86	32.78	35.78	32.51
I-35-03	192.8	27.78	51.10	47.99	1.56	1.55	1.51	1.56	1.54	1.56	1.64	1.61	1.57	31.54	31.41	32.38	33.69	31.71	32.75	30.47	31.03	31.87
I-35-45-01	233.9	28.38	50.65	48.00	1.16	1.38	1.24	1.36	1.36	1.47	1.38	1.36	1.34	37.86	37.11	37.16	35.7	35.19	36.06	36.5	35.48	36.38
I-35-45-02	234.6	27.93	50.67	47.96	1.42	1.38	1.48	1.35	1.24	1.3	1.28	1.24	1.34	37.78	35.98	35.31	37.09	36.23	38.06	36.22	34.61	36.41
I-35-45-03	236.4	27.96	50.65	47.90	1.39	1.32	1.35	1.35	1.3	1.29	1.31	1.25	1.32	37.58	36.48	36.64	36.84	35.95	37.42	36.33	34.69	36.49
I-35-45-55-01	285.9	30.47	49.64	47.98	1.04	1.08	1.14	1.03	1.12	1.19	1.13	1.05	1.10	42.98	42.76	41.08	41.74	42.01	41.86	42.05	41.86	42.04
I-35-45-55-02	286.4	31.53	49.89	47.99	1.05	1.12	1.27	1.05	1.09	1.15	1.11	1.18	1.13	41.96	41.57	42.86	41.87	42.86	41.58	42.05	41.93	42.09
I-35-45-55-03	284.3	31.43	49.84	47.97	1.12	1.04	1.04	1.02	1.11	1.19	1.06	1.15	1.09	41.35	41.06	46.86	41.39	42.75	41.96	41.78	41.53	42.34
I-35-45-55-60-01	326.9	31.59	49.98	47.97	0.72	0.74	0.79	0.76	0.74	0.71	0.78	0.79	0.75	46.55	46.83	46.83	46.05	46.08	47.68	47.03	47.08	46.77
I-35-45-55-60-02	324.7	31.67	49.94	47.99	0.71	0.73	0.72	0.77	0.86	0.83	0.74	0.76	0.77	47.85	46.02	47.85	45.95	46.85	46.83	45.54	47.08	46.75
I-35-45-55-60-03	325.8	31.89	49.93	47.98	0.77	0.79	0.85	0.84	0.74	0.72	0.72	0.79	0.78	47.63	47.53	47.63	46.93	45.53	46.62	46.61	46.83	46.91

วัสดุ : SPCC		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วตีพิมพ์ : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81														
รายละเอียดผลการทดลอง																						
No.	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)								ความสูงของถ้วย (มม.)									
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-45-01	235.0	28.38	50.62	48.00	1.32	1.31	1.35	1.35	1.36	1.32	1.34	1.25	1.33	37.55	36.80	36.77	36.90	35.98	37.84	36.67	34.57	36.64
I-45-02	230.0	27.93	50.73	47.96	1.30	1.32	1.36	1.35	1.34	1.30	1.28	1.24	1.31	37.50	35.98	35.31	37.09	36.23	38.06	36.22	34.61	36.38
I-45-03	232.0	27.96	50.65	47.90	1.34	1.30	1.34	1.36	1.36	1.33	1.38	1.26	1.33	37.64	37.11	37.16	35.45	35.19	36.06	36.50	35.48	36.32
I-45-55-01	285.9	30.47	49.64	47.98	1.14	1.08	1.19	1.03	1.12	1.16	1.03	1.05	1.10	42.03	41.76	42.08	41.56	42.01	41.86	42.05	41.86	41.90
I-45-55-02	286.4	31.53	49.99	47.99	1.09	1.12	1.07	1.18	1.14	1.15	1.11	1.18	1.13	41.79	41.83	41.96	41.87	42.08	41.78	42.05	41.95	41.91
I-45-55-03	284.3	31.43	49.94	47.97	1.07	1.14	1.04	1.11	1.11	1.06	1.16	1.15	1.11	41.85	42.06	46.86	41.79	41.75	41.96	41.78	41.83	42.49
I-45-55-60-01	321.4	32.59	49.63	48.01	0.83	0.84	0.79	0.76	0.81	0.81	0.78	0.79	0.80	46.86	46.83	46.93	47.05	47.08	47.98	47.03	47.08	47.11
I-45-55-60-02	284.3	31.43	49.94	47.97	0.73	0.83	0.82	0.81	0.8	0.92	0.84	0.76	0.81	46.75	48.02	47.05	46.95	47.85	46.83	46.54	47.08	47.13
I-45-55-60-03	321.4	32.59	49.63	48.01	0.76	0.79	0.85	0.84	0.74	0.91	0.82	0.79	0.81	47.63	47.83	47.63	47.93	47.53	46.62	46.61	46.83	47.33
I-55-01	284.3	31.43	49.94	47.97	1.12	1.14	1.04	1.11	1.11	1.09	1.16	1.15	1.12	41.35	42.06	46.86	41.79	41.75	41.96	41.78	41.83	42.42
I-55-02	321.4	32.59	49.63	48.01	0.83	0.84	0.79	0.76	0.81	0.81	0.78	0.79	0.80	46.86	46.83	46.93	47.05	47.08	47.98	47.03	47.08	47.11
I-55-03	284.3	31.43	49.94	47.97	0.73	0.83	0.82	0.81	0.8	0.92	0.84	0.76	0.81	46.75	48.02	47.05	46.95	47.85	46.83	46.54	47.08	47.13
I-55-60-01	321.4	32.59	49.63	48.01	0.83	0.84	0.79	0.76	0.91	0.81	0.78	0.79	0.81	46.75	46.83	46.93	47.05	47.08	46.98	47.03	47.08	46.97
I-55-60-02	323.9	33.78	49.63	48.01	0.76	0.79	0.85	0.84	0.74	0.82	0.72	0.79	0.79	47.63	47.53	47.63	46.93	47.53	46.62	46.61	46.83	47.16

วัสดุ : SPCC		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81														
No.	รายละเอียดผลการทดลอง																					
	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)																	
					ความสูงของถ้วย (มม.)																	
I-55-60-03	331.9	32.09	49.63	48.01	0.83	0.84	0.79	0.76	0.91	0.81	0.78	0.79	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-60-01	342.3	32.44	49.53	48.02	0.73	0.83	0.78	0.81	0.76	0.92	0.84	0.76	0.80	46.85	47.02	47.05	46.95	46.85	46.83	46.54	47.08	46.90
I-60-02	347.4	33.52	49.83	47.99	0.76	0.79	0.83	0.84	0.74	0.91	0.82	0.79	0.81	47.53	47.83	47.63	47.93	47.53	46.62	46.61	46.83	47.31
I-60-03	350.6	33.09	49.63	48.01	0.88	0.79	0.85	0.84	0.74	0.72	0.76	0.79	0.80	47.63	47.53	47.63	46.93	45.53	46.62	46.61	45.83	46.79

จากตารางการทดสอบที่ Punch High : 100 มม. ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงความหนาของถ้วย (มม.) และความสูงของถ้วย (มม.)

ตารางที่ ง.4 ผลค่าการวัดผิวสำหรับงาน Ironing SPPC

วัสดุ : SPPC		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็ววัดผิว : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : : TDN 81				
รายละเอียดผลการทดลอง																		
No.	วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-25-01	0.17	0.32	0.18	0.2	0.28	0.44	0.27	0.31	0.27	1.18	1.01	0.98	0.95	1.53	0.94	1.13	1.22	1.12
I-25-02	0.19	0.52	0.55	0.54	0.31	0.47	0.3	0.25	0.39	1.29	1.59	1.13	1.15	1.34	1.23	1.21	1.56	1.31
I-25-03	0.25	0.56	0.46	0.36	0.46	0.37	0.23	0.21	0.36	1.3	1.08	1.2	1.06	1.56	0.94	1.32	1.35	1.23
I-25-35-01	1.17	1.21	0.9	1.95	1.22	1.53	1.28	1.55	1.35	5.25	3.64	4.56	6.21	6.73	9.63	6.54	4.98	5.94
I-25-35-02	0.56	0.57	1.66	0.95	1.69	1.26	0.79	1.29	1.10	5.63	4.56	3.86	4.01	12.69	4.95	7.34	5.24	6.04
I-25-35-03	1.07	1.21	0.9	0.95	1.22	1.53	1.28	1.55	1.11	5.39	3.94	3.39	5.82	5.69	4.65	6.88	5.02	5.08
I-25-35-45-01	0.7	0.45	0.78	1.37	0.53	0.71	0.31	0.65	0.69	3.56	5.55	2.45	2.13	3.96	5.22	3.98	1.92	4.21
I-25-35-45-02	0.5	1.49	0.79	0.57	0.93	0.63	0.55	0.43	0.74	2.23	3.05	5.30	6.88	2.42	2.33	8.80	2.65	3.92
I-25-35-45-03	0.68	1.49	0.69	0.57	0.93	1.63	0.55	0.43	0.87	3.56	5.35	2.25	2.13	3.96	5.22	3.98	2.92	3.67
I-25-35-45-55-01	0.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	0.98	3.28	4.66	3.09	3.48	3.26	4.10	5.15	5.01	4.00
I-25-35-45-55-02	0.05	1.59	0.78	1.85	1.36	0.98	1.69	0.45	1.09	4.28	4.66	3.09	3.48	3.26	3.15	4.15	5.01	3.89
I-25-35-45-55-03	1.09	0.64	0.73	0.89	0.38	1.99	0.96	0.45	0.89	2.87	3.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31
I-25-35-45-55-60-01	0.55	0.47	0.83	0.77	0.8	1.06	0.76	1.23	0.81	3.67	4.13	2.75	2.39	2.97	4.31	2.55	2.52	3.16

วัสดุ : SPCC		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : TDN 81					
No.		รายละเอียดผลการทดลอง																	
		วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย		
I-25-35-45-55-60-02		0.55	0.63	0.73	0.68	0.87	1.35	0.66	0.87	0.79	3.45	3.25	3.42	4.42	3.37	4.67	4.88	3.35	3.85
I-25-35-45-55-60-03		0.55	0.46	1.38	0.87	1.43	0.86	0.86	1.23	0.96	4.37	4.53	4.35	3.39	4.97	3.31	3.95	2.92	3.97
I-35-01		1.17	1.41	0.98	1.95	1.22	1.53	1.28	1.55	1.39	5.99	6.94	3.39	3.82	5.69	5.65	8.88	5.02	5.67
I-35-02		1.86	0.57	1.56	0.95	1.49	1.26	0.79	1.29	1.22	6.63	3.56	3.86	5.01	9.69	4.95	6.34	5.24	5.66
I-35-03		1.98	0.87	0.89	0.64	1.96	1.25	1.76	0.57	1.24	4.25	3.64	4.56	6.21	6.73	9.63	6.54	4.98	5.82
I-35-45-01		0.89	0.55	0.78	1.37	1.53	0.71	0.41	0.35	0.82	3.56	5.35	2.25	2.13	3.96	5.22	3.98	2.92	3.67
I-35-45-02		0.68	1.49	0.69	0.57	0.93	1.63	0.55	0.43	0.87	3.23	3.45	5.3	6.88	2.42	2.33	8.8	2.65	4.38
I-35-45-03		0.74	0.57	0.66	0.95	0.85	0.46	1.56	0.65	0.81	3.98	3.25	3.24	3.15	4.32	6.26	7.33	4.33	4.48
I-35-45-55-01		0.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	0.98	3.28	4.66	3.09	3.48	3.26	4.10	5.15	5.01	4.00
I-35-45-55-02		1.09	0.64	0.73	0.89	0.38	1.99	0.96	0.45	0.89	2.87	3.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31
I-35-45-55-03		1.05	0.59	0.78	0.95	1.36	0.98	1.69	1.45	1.11	3.54	4.23	5.42	5.42	3.57	4.57	3.78	5.35	4.49
I-35-45-55-60-01		1.53	0.82	1.14	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	1.11	4.28	4.66	3.09	3.48	3.26	3.15	4.15	5.01	3.89
I-35-45-55-60-02		0.89	1.54	0.73	1.79	0.48	1.99	0.96	0.45	1.10	4.87	3.96	3.59	5.95	4.75	2.69	3.36	1.31	3.81
I-35-45-55-60-03		0.05	1.59	0.78	1.85	1.36	0.98	1.69	0.45	1.09	2.54	4.23	3.42	4.42	3.57	3.57	3.78	5.35	3.86

วัสดุ : SPCC		ความหนา : 2 มม.				Punch High: 100 มม.				ความเร็วตีแผ่น : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : TDN 81					
No.		รายละเอียดผลการทดลอง																	
		วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย		
I-45-01		0.84	1.57	0.76	0.95	0.85	0.46	1.56	0.55	0.94	4.28	4.66	3.09	3.48	3.26	3.15	4.15	5.01	3.89
I-45-02		0.79	0.45	0.78	1.37	1.53	0.71	0.31	0.65	0.82	3.56	5.35	2.25	2.13	3.96	5.22	3.98	2.92	3.67
I-45-03		0.58	1.49	0.69	0.57	0.93	1.63	0.55	0.43	0.86	3.23	3.45	5.3	6.88	2.42	2.33	8.8	2.65	4.38
I-45-55-01		0.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	0.98	3.28	4.66	3.09	3.48	3.26	4.10	5.15	5.01	3.78
I-45-55-02		1.09	0.64	0.73	0.89	0.38	1.99	0.96	0.45	0.89	2.87	3.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31
I-45-55-03		1.05	0.59	0.78	0.95	1.36	0.98	1.69	1.45	0.95	3.54	4.23	5.42	5.42	3.57	4.57	3.78	5.35	4.25
I-45-55-60-01		0.47	0.27	0.73	0.67	0.88	0.86	1.76	1.23	0.86	4.57	3.13	3.75	3.39	2.97	4.31	3.55	2.52	3.52
I-45-55-60-02		0.55	0.63	0.73	0.88	0.87	1.35	0.96	1.25	0.90	3.65	3.25	3.42	5.42	3.37	4.67	2.88	3.35	3.75
I-45-55-60-03		0.55	0.46	0.73	0.87	1.43	0.86	0.86	1.23	0.87	3.37	4.53	4.35	4.39	4.97	3.31	2.95	2.92	3.85
I-55-01		1.63	1.82	1.64	1.06	0.79	1.01	0.78	1.32	1.26	4.28	5.66	3.09	5.48	3.26	3.15	4.15	5.01	4.26
I-55-02		0.89	1.34	0.73	1.79	1.48	1.99	0.96	0.45	1.20	4.87	3.96	3.59	5.95	4.75	5.69	3.36	5.31	4.69
I-55-03		0.89	1.59	0.78	1.85	1.36	0.98	1.69	1.45	1.32	5.54	4.23	3.42	4.42	5.57	3.57	3.78	5.35	4.49
I-55-60-01		0.85	0.63	0.73	0.68	0.87	1.35	0.66	0.87	0.83	5.57	3.13	3.75	4.39	4.97	4.31	3.55	2.52	4.02
I-55-60-02		0.85	0.46	1.38	0.87	1.43	0.86	0.86	1.23	0.99	5.45	3.25	3.42	4.42	3.37	4.67	4.88	3.35	4.10

วัสดุ : SPCC		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : TDN 81					
No.		รายละเอียดผลการทดลอง																	
		วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-55-60-03		0.87	0.27	0.73	0.67	0.88	0.86	1.76	1.23	0.91	5.37	4.53	4.35	3.39	4.97	3.31	3.95	2.92	4.10
I-60-01		0.74	0.57	0.66	0.95	0.85	0.46	1.56	0.65	0.81	3.98	3.25	3.24	3.15	4.32	6.26	7.33	4.33	4.48
I-60-02		0.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	0.98	3.28	4.66	3.09	3.48	3.26	4.10	5.15	5.01	4.00
I-60-03		1.09	0.64	0.73	0.89	0.38	1.99	0.96	0.45	0.89	2.87	3.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31

จากตารางการทดสอบที่ Punch High : 100 มม. , ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที , สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงการวัดตามแนวแกน(µm)และวัดตามแนวขวาง(µm)

ตารางที่ 5.5 สรุปผลรายละเอียดผลการทดลองของ Ironing

วัสดุ SUS 304		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81														
No.	รายละเอียดผลการทดลอง																					
	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย									
I-25-01	112.4	34.0	51.55	47.95	1.83	1.85	1.86	1.78	1.75	1.75	1.80	1.80	1.80	28.55	28.89	29.15	29.64	28.63	29.19	29.12	28.02	28.90
I-25-02	103.7	24.49	51.57	47.94	1.83	1.75	1.76	1.74	1.77	1.80	1.82	1.91	1.80	28.06	27.85	28.13	27.73	23.62	29.04	28.32	29.71	27.81
I-25-03	105.5	30.76	51.56	47.94	1.83	1.80	1.82	1.70	1.72	1.80	1.78	1.85	1.79	28.35	28.35	28.53	28.92	25.56	28.09	28.96	28.53	28.16
I-25-35-01	190.7	32.05	51.11	47.95	1.56	1.53	1.47	1.51	1.55	1.58	1.60	1.67	1.56	33.88	33.04	32.72	31.65	32.27	31.78	31.23	31.60	32.27
I-25-35-02	188.6	30.45	51.11	48.00	1.55	1.54	1.49	1.55	1.53	1.52	1.58	1.60	1.55	33.80	32.55	32.68	31.88	32.05	31.70	31.56	31.51	32.22
I-25-35-03	186.3	28.02	51.10	48.02	1.53	1.56	1.62	1.58	1.55	1.50	1.48	1.51	1.54	33.98	32.11	32.62	32.68	31.75	32.68	32.11	31.42	32.42
I-35-01	177.5	27.80	51.07	48.07	1.62	1.56	1.59	1.58	1.68	1.61	1.65	1.61	1.61	32.29	31.98	31.21	32.51	33.84	34.06	32.71	33.98	32.82
I-35-02	192.8	27.78	51.10	47.99	1.56	1.55	1.51	1.56	1.54	1.56	1.64	1.61	1.57	31.54	31.41	32.38	33.69	31.71	32.75	30.47	31.03	31.87
I-35-03	180.5	27.80	51.15	48.00	1.60	1.55	1.52	1.57	1.60	1.58	1.64	1.61	1.58	32.08	31.68	32.09	33.54	32.56	33.07	31.56	32.07	32.33

จากตารางการทดสอบที่ Punch High : 100 มม. ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงความหนาของถ้วย (มม.) และความสูงของถ้วย (มม.)

ตารางที่ ๖.6 ผลค่าการวัดผิวสัมผัสของชิ้นงาน Ironing SUS 304

วัสดุ SUS 304		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : TDN 81				
รายละเอียดผลการทดลอง																		
No.	วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-25-01	0.23	0.32	0.18	0.2	0.28	0.44	0.27	0.31	0.28	1.28	1.01	0.98	0.95	1.53	0.94	1.13	1.22	1.13
I-25-02	0.29	0.52	0.65	0.54	0.31	0.47	0.3	0.25	0.42	1.19	1.59	1.13	1.10	1.54	1.23	1.21	1.56	1.32
I-25-03	0.25	0.45	0.30	0.33	0.31	0.45	0.28	0.26	0.33	1.25	1.35	1.02	1.05	1.53	1.09	1.11	1.36	1.22
I-25-35-01	1.07	1.21	0.9	0.95	1.22	1.53	1.28	1.55	1.21	5.39	3.94	3.39	5.82	5.69	4.65	6.88	5.02	5.10
I-25-35-02	0.56	0.57	1.66	0.95	1.69	1.26	0.79	1.29	1.10	5.63	4.56	3.86	4.01	4.69	4.95	7.34	5.24	5.04
I-25-35-03	0.70	0.64	1.08	1.02	1.34	1.36	1.08	1.33	1.07	5.48	4.20	3.46	4.58	5.89	4.89	6.38	5.09	5.00
I-35-01	0.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	0.98	3.28	4.66	3.09	3.48	3.26	4.10	5.15	5.01	4.00
I-35-02	0.78	0.77	0.78	0.95	0.45	1.55	0.88	1.03	0.90	3.03	3.08	3.24	3.56	4.90	3.21	3.43	2.89	3.42
I-35-03	1.09	0.64	0.73	0.89	0.38	1.99	0.96	0.45	0.89	2.87	3.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31

จากการทดสอบ ที่ Punch High : 100 มม., ความเร็วสัมผัส: 60 มม./นาที, สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงการวัดตามแนวแกน(µm)และวัดตามแนวขวาง(µm)

ตารางที่ ๖.7 ผลระยะเวลายึดผลการทดลองของ Ironing SUS 430

วัสดุ SUS 430		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที		สารหล่อลื่น : TDN 81															
รายละเอียดผลการทดลอง																							
No.	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)								ความสูงของถ้วย (มม.)										
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	
I-25-01	112.4	34.0	51.55	47.95	1.83	1.85	1.86	1.78	1.75	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	28.55	28.89	29.15	29.64	28.63	29.19	29.12	28.02	28.90
I-25-02	108.8	30.4	51.56	47.94	1.83	1.80	1.72	1.75	1.76	1.77	1.81	1.85	1.79	28.48	27.89	28.98	28.95	25.96	29.07	29.87	28.65	28.48	
I-25-03	103.7	24.49	51.57	47.94	1.83	1.75	1.76	1.74	1.77	1.80	1.82	1.91	1.80	28.06	27.85	28.13	27.73	23.62	29.04	28.32	29.71	27.81	
I-25-35-01	188.6	30.45	51.10	48.00	1.54	1.54	1.55	1.56	1.54	1.53	1.58	1.62	1.56	33.89	33.06	23.65	31.85	31.87	31.48	31.67	31.84	31.16	
I-25-35-02	186.3	28.02	51.10	48.02	1.53	1.56	1.62	1.58	1.55	1.50	1.48	1.51	1.54	33.98	32.11	32.62	32.68	31.75	32.68	32.11	31.42	32.42	
I-25-35-03	190.7	32.05	51.11	47.95	1.56	1.53	1.47	1.51	1.55	1.58	1.60	1.67	1.56	33.88	33.04	32.72	31.65	32.27	31.78	31.23	31.60	32.27	
I-25-35-45-01	236.0	28.08	50.70	47.96	1.32	1.31	1.35	1.35	1.36	1.32	1.34	1.25	1.33	37.55	36.80	36.77	36.90	35.98	37.84	36.67	34.57	36.64	
I-25-35-45-02	230.0	27.93	50.73	47.86	1.30	1.32	1.36	1.35	1.34	1.30	1.28	1.24	1.31	37.50	35.98	35.31	37.09	36.23	38.06	36.22	34.61	36.38	
I-25-35-45-03	235.0	28.38	50.62	48.00	1.34	1.30	1.34	1.36	1.36	1.33	1.38	1.26	1.33	37.64	37.11	37.16	35.45	35.19	36.06	36.50	35.48	36.32	
I-35-01	177.5	27.80	51.07	48.07	1.62	1.56	1.59	1.58	1.68	1.61	1.65	1.61	1.61	32.29	31.98	31.21	32.51	33.84	34.06	32.71	33.98	32.82	
I-35-02	195.6	27.58	50.25	47.45	1.45	1.53	1.54	1.45	1.47	1.53	1.49	1.47	1.49	33.56	35.64	35.84	34.88	33.75	33.86	32.78	35.78	34.51	
I-35-03	192.8	27.78	51.10	47.99	1.56	1.55	1.51	1.56	1.54	1.56	1.64	1.61	1.57	31.54	31.41	32.38	33.69	31.71	32.75	30.47	31.03	31.87	
I-35-45-01	208.7	27.46	50.60	48.16	1.39	1.50	1.43	1.37	1.36	1.50	1.39	1.37	1.41	36.65	38.43	38.15	38.84	36.13	35.98	37.04	37.21	37.30	

จากตารางทำการทดสอบที่ Punch High : 100 มม. ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงความหนาของถ้วย (มม.) และความสูงของถ้วย (มม.)

ตารางที่ ง.8 ผลค่าการวัดผิวสัมผัสของชิ้นงาน Ironing SUS 430

วัสดุ SUS 430		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที				สารหล่อลื่น : TDN 81				
No.		รายละเอียดผลการทดลอง																
		วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)								
1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	
I-25-01	0.27	0.38	0.56	0.34	0.36	0.45	0.33	0.27	0.37	1.20	1.37	1.21	1.04	1.56	1.18	1.25	1.34	1.27
I-25-02	0.29	0.52	0.65	0.54	0.31	0.47	0.3	0.25	0.42	1.19	1.59	1.13	1.10	1.54	1.23	1.21	1.56	1.32
I-25-03	0.23	0.32	0.18	0.2	0.28	0.44	0.27	0.31	0.28	1.28	1.01	0.98	0.95	1.53	0.94	1.13	1.22	1.13
I-25-35-01	1.07	1.21	0.9	0.95	1.22	1.53	1.28	1.55	1.21	5.39	3.94	3.39	5.82	5.69	4.65	6.88	5.02	5.10
I-25-35-02	0.87	0.96	1.34	0.85	1.34	1.53	1.03	1.18	1.14	5.46	3.89	3.56	4.85	5.96	6.97	6.39	7.32	5.55
I-25-35-03	0.56	0.57	1.66	0.95	1.69	1.26	0.79	1.29	1.10	5.63	4.56	3.86	4.01	6.69	4.95	7.34	5.24	5.29
I-25-35-45-01	0.6	1.23	0.75	0.83	0.78	0.65	0.45	0.55	0.73	2.55	4.83	3.33	4.98	3.09	4.12	3.34	4.56	3.85
I-25-35-45-02	0.5	1.49	0.79	0.57	0.93	0.63	0.55	0.43	0.74	2.23	3.05	5.30	6.88	2.42	2.33	3.80	2.65	3.58
I-25-35-45-03	0.7	0.45	0.78	1.37	0.53	0.71	0.31	0.65	0.69	3.56	5.55	2.45	2.13	3.96	5.22	3.98	1.92	3.60
I-35-01	0.63	0.82	1.04	1.06	0.79	1.41	0.78	1.32	0.98	3.28	3.66	3.09	3.48	3.26	4.10	3.15	4.01	3.50
I-35-02	0.85	0.76	1.02	0.92	0.85	0.88	0.88	0.87	0.88	2.98	3.87	3.05	4.28	3.84	2.85	3.98	3.56	3.55
I-35-03	1.09	0.64	0.73	0.89	0.38	1.99	0.96	0.45	0.89	2.87	3.96	3.59	5.95	4.75	1.69	2.36	1.31	3.31
I-35-45-01	0.55	0.47	0.83	0.77	0.8	1.06	0.76	1.23	0.81	3.67	4.13	2.75	2.39	2.97	4.31	2.55	2.52	3.16

จากตารางการทดสอบ ที่ Punch High: 100 มม., ความเร็วสัมผัส: 60 มม./นาที , สารหล่อลื่น: TDN 81 ซึ่งค่าการวัดตามแนวแกน(µm) และวัดตามแนวขวาง(µm)

ตารางที่ ๙.๑ ผลระยะเยียดผลการทดลองของ Ironing Brass

วัสดุ ทองเหลือง		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วสัมผัส : 60 มม./วินาที				สารหล่อลื่น : TDN 81								
No.	รายละเอียดผลการทดลอง																					
	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย									
I-25-01	97.8	33.5	50.43	46.75	1.83	1.83	1.82	1.79	1.76	1.75	1.81	1.80	1.79	27.55	28.44	27.22	28.22	28.33	28.19	26.66	26.11	27.59
I-25-02	102.5	26.4	51.57	45.85	1.81	1.75	1.77	1.76	1.77	1.81	1.79	1.82	1.78	26.16	25.44	25.22	26.12	24.33	25.44	26.32	26.61	28.88
I-25-03	103.6	27.8	52.46	47.87	1.81	1.79	1.81	1.75	1.74	1.78	1.79	1.83	1.79	26.34	24.45	25.45	26.22	24.56	25.34	26.75	26.67	25.72
I-25-35-01	184.7	26.7	51.09	46.65	1.54	1.55	1.49	1.50	1.54	1.57	1.61	1.65	1.55	29.77	28.33	30.13	28.45	29.45	28.25	28.23	29.60	29.02
I-25-35-02	185.6	27.4	50.18	47.78	1.54	1.54	1.49	1.53	1.52	1.51	1.53	1.61	1.53	26.45	27.55	29.68	27.84	25.44	28.79	29.28	27.24	27.78
I-25-35-03	182.3	26.44	50.59	46.56	1.52	1.55	1.62	1.57	1.56	1.51	1.44	1.51	1.53	28.98	27.14	29.62	29.22	29.75	29.23	30.14	29.12	29.15
I-35-01	181.2	27.67	51.11	46.67	1.61	1.55	1.59	1.57	1.64	1.61	1.62	1.64	1.60	32.34	30.98	30.31	29.31	30.78	29.12	30.61	32.48	30.74
I-35-02	178.5	27.58	51.11	48.56	1.55	1.55	1.56	1.56	1.54	1.53	1.62	1.61	1.56	29.64	29.67	28.48	27.44	27.75	28.89	27.67	29.03	28.57
I-35-03	179.3	25.87	49.56	47.10	1.61	1.56	1.55	1.58	1.61	1.54	1.62	1.60	1.58	26.99	28.66	27.55	29.98	28.99	29.99	28.56	29.05	28.72

จากตารางการทดสอบที่ Punch High : 100 มม. ความเร็วสัมผัส : 60 มม./วินาที สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงความหนาของถ้วย (มม.) และความสูงของถ้วย (มม.)

ตารางที่ ง.10 ผลค่าการวัดผิวสัมผัสของชิ้นงาน Ironing Brass

วัสดุ ทองเหลือง		ความหนา : 2 มม.				Punch High : 100 มม.				ความเร็วสัมผัส : 60 มม./วินาที				สารหล่อลื่น : TDN 81				
รายละเอียดผลการทดลอง																		
No.	วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
I-25-01	0.28	0.31	0.22	0.23	0.25	0.26	0.26	0.28	0.22	1.12	1.13	0.97	1.23	1.12	1.34	1.12	1.12	1.14
I-25-02	0.29	0.34	0.45	0.34	0.45	0.43	0.33	0.28	0.36	1.21	1.32	1.02	1.09	1.34	1.12	1.12	1.31	1.19
I-25-03	0.26	0.34	0.36	0.37	0.38	0.45	0.47	0.27	0.36	1.23	1.13	1.13	1.12	1.13	1.15	1.16	1.23	1.16
I-25-35-01	1.15	1.24	1.23	1.23	1.12	1.34	1.13	1.15	1.19	4.45	3.56	4.22	3.45	4.65	4.32	3.89	4.67	4.15
I-25-35-02	0.98	1.12	1.14	1.23	1.14	1.15	0.97	1.12	1.10	4.67	4.45	4.56	3.78	3.67	3.98	5.56	4.54	4.40
I-25-35-03	0.87	0.89	1.12	1.11	1.14	1.14	1.16	1.16	1.07	4.12	4.23	3.45	3.78	4.88	4.77	4.12	4.12	4.18
I-35-01	0.89	0.89	1.14	1.23	1.34	1.22	1.33	1.32	1.17	3.45	3.45	3.65	3.46	3.12	3.43	3.22	3.56	3.41
I-35-02	0.87	0.89	0.98	0.89	0.78	1.23	0.98	1.13	0.96	3.65	3.78	3.45	3.78	3.56	3.45	3.44	3.54	3.58
I-35-03	1.13	0.86	0.89	0.98	0.78	1.12	0.89	0.98	0.95	2.56	2.45	2.56	3.45	3.75	2.69	2.46	2.31	2.77

จากการทดสอบ ที่ Punch High : 100 มม.,ความเร็วสัมผัส: 60 มม./วินาที ,สารหล่อลื่น: TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงการวัดตามแนวแกน (μm)และวัดตามแนวขวาง(μm)

ตารางที่ 9.11 ผลระยะเยื้องผลการทดลองของ Ironing Aluminum

วัสดุ อลูมิเนียม		ความหนา : 2 มม.		Punch High : 100 มม.		ความเร็วสัมผัส : 60 มม./วินาที		สารหล่อลื่น : TDN 81														
รายละเอียดผลการทดลอง																						
No.	Punch Load (kN)	Punch High (มม.)	ขนาดแผ่นฐานของภายนอก (มม.)	ขนาดแผ่นฐานของภายใน (มม.)	ความหนาของถ้วย (มม.)								ความสูงของถ้วย (มม.)									
					1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
	I-25-01	108.4	34.6	51.43	47.67	1.85	1.85	1.83	1.78	1.79	1.76	1.82	1.82	1.81	27.55	28.59	28.54	28.44	28.33	29.12	28.4	29.02
I-25-02	103.8	29.4	50.49	49.56	1.83	1.81	1.76	1.79	1.78	1.78	1.82	1.83	1.8	28.43	28.89	28.6	28.6	27.95	29.12	29.23	28.45	28.65
I-25-03	101.7	23.45	50.45	48.78	1.82	1.78	1.77	1.77	1.76	1.86	1.84	1.87	1.80	28.12	28.85	28.5	27.63	26.66	29.14	28.31	29.11	28.29
I-25-35-01	178.4	29.45	50.45	48.67	1.53	1.54	1.53	1.55	1.55	1.56	1.56	1.64	1.55	32.82	32.16	26.67	31.44	31.45	31.54	31.57	31.54	31.14
I-25-35-02	176.5	28.22	51.16	48.77	1.54	1.55	1.67	1.57	1.56	1.52	1.49	1.52	1.55	32.68	33.11	32.44	32.66	31.43	32.58	32.11	31.21	32.27
I-25-35-03	189.6	31.02	51.13	49.88	1.52	1.53	1.49	1.51	1.52	1.52	1.61	1.63	1.54	32.88	33.14	32.12	31.15	32.17	31.58	30.23	31.66	31.87
I-25-35-45-01	225.0	29.56	50.89	49.67	1.34	1.34	1.36	1.37	1.38	1.31	1.33	1.28	1.33	31.55	32.80	33.73	33.52	34.38	38.84	37.67	34.54	34.62
I-25-35-45-02	212.0	28.98	51.45	48.88	1.32	1.34	1.37	1.35	1.34	1.32	1.29	1.28	1.32	33.50	32.98	33.33	32.29	32.22	32.06	32.21	33.21	32.72
I-25-35-45-03	223.0	29.99	50.89	49.12	1.31	1.33	1.33	1.34	1.35	1.36	1.35	1.28	1.33	32.14	32.11	32.16	33.23	32.18	31.26	32.52	32.42	32.25
I-35-01	167.6	28.88	51.33	48.12	1.61	1.58	1.59	1.57	1.62	1.64	1.65	1.66	1.61	32.22	31.28	32.21	32.21	32.44	32.06	32.41	32.98	32.22
I-35-02	189.7	29.71	51.43	48.44	1.48	1.51	1.53	1.43	1.42	1.54	1.45	1.47	1.47	32.46	32.64	32.84	32.82	32.75	32.82	33.78	32.78	32.86
I-35-03	189.8	28.67	51.45	47.88	1.55	1.55	1.51	1.53	1.55	1.56	1.65	1.65	1.56	31.54	31.21	31.32	32.63	32.21	32.25	30.33	30.03	31.44
I-35-45-01	207.4	28.98	51.12	48.66	1.45	1.50	1.46	1.43	1.43	1.46	1.41	1.40	1.44	34.65	33.43	34.15	35.44	34.45	33.78	35.04	34.87	34.47

จากตารางการทดลองที่ Punch High : 100 มม. ความเร็วสัมผัส : 60 มม./นาที สารหล่อลื่น : TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงความหนาของถ้วย และความสูงของถ้วย (มม.)



ตารางที่ 3.12 ผลการวัดผิวสัมผัสของชิ้นงาน Ironing Aluminum

วัสดุ อลูมิเนียม	ความหนา : 2 มม.								Punch High : 100 มม.								ความเร็วสัมผัส : 60 มม./วินาที								สารหล่อลื่น : TDN 81	
	รายละเอียดผลการทดลอง																									
	No.	วัดตามแนวแกน (µm)								วัดตามแนวขวาง (µm)																
1		2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย								
I-25-01	0.26	0.38	0.26	0.31	0.31	0.31	0.32	0.27	0.3	1.21	1.2	1.11	1.04	1.36	1.18	1.21	1.24	1.19								
I-25-02	0.29	0.32	0.35	0.34	0.31	0.37	0.31	0.26	0.31	1.29	1.39	1.33	1.20	1.24	1.23	1.11	1.36	1.26								
I-25-03	0.28	0.31	0.22	0.23	0.29	0.34	0.27	0.31	0.28	1.31	1.21	0.98	0.93	1.33	0.94	1.23	1.12	1.13								
I-25-35-01	1.17	1.21	0.97	0.91	1.23	1.23	1.28	1.25	1.15	4.29	3.94	3.89	4.84	4.67	4.33	4.89	4.12	4.37								
I-25-35-02	0.97	0.96	1.14	0.95	1.34	1.33	1.13	1.18	1.12	4.38	3.87	3.46	4.12	4.87	4.78	4.34	5.42	4.4								
I-25-35-03	0.86	0.87	1.36	0.95	1.39	1.16	0.99	1.19	1.09	4.13	4.16	3.83	4.67	5.63	4.45	5.32	5.22	4.67								
I-25-35-45-01	0.6	1.13	0.85	0.88	0.88	0.75	0.75	0.85	0.83	2.12	4.23	3.13	3.56	3.12	3.12	3.12	3.34	3.21								
I-25-35-45-02	0.5	1.19	0.89	0.87	0.98	0.73	0.85	0.83	0.85	2.12	3.12	4.32	5.89	3.45	3.43	3.70	3.55	3.69								
I-25-35-45-03	0.71	0.67	0.78	1.17	0.83	0.91	0.71	0.67	0.80	3.57	4.12	3.32	4.13	3.96	4.22	3.98	3.92	3.90								
I-35-01	0.73	0.88	1.14	1.16	0.89	1.31	0.88	1.32	1.03	3.54	3.43	3.19	3.13	3.26	4.23	3.45	4.11	3.54								
I-35-02	0.82	0.86	1.02	0.98	0.89	0.87	0.88	0.87	0.89	2.98	3.17	3.15	4.18	3.84	2.95	3.96	3.45	3.46								
I-35-03	1.12	0.87	0.98	0.89	0.89	1.34	0.96	0.78	0.97	3.87	3.98	3.55	4.85	4.65	3.69	3.34	3.31	3.90								
I-35-45-01	0.54	0.67	0.83	0.74	0.82	1.06	0.86	1.21	0.84	3.57	3.83	3.76	3.39	3.97	4.12	3.56	3.57	3.72								

จากตารางการทดสอบที่ Punch High: 100 มม., ความเร็วสัมผัส: 60 มม./วินาที, สารหล่อลื่น: TDN 81 ซึ่งกล่าวถึงการวัดตามแนวแกน (µm) และวัดตามแนวขวาง (µm)

