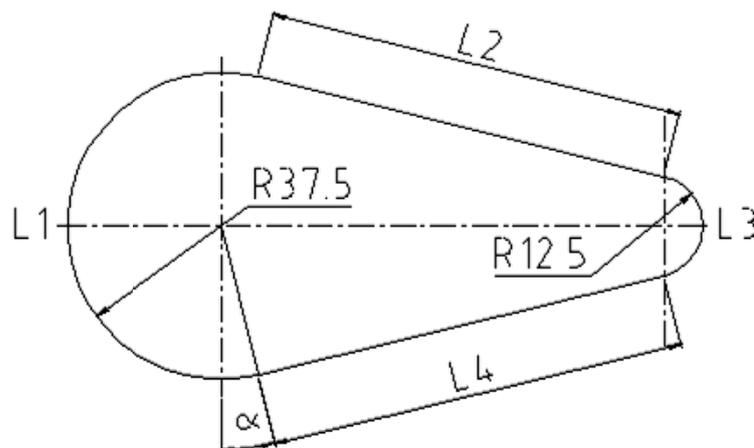


ภาคผนวก ก

การคำนวณ

ก-1 การคำนวณแรงขึ้นรูปลึก

แรงในการขึ้นรูปสามารถหาได้จากสมการที่ 2.1 มีการคำนวณโดยการประมาณค่าดังแสดงวิธีดังนี้



รูปที่ ก-1 เส้นขอบรูปของชิ้นงานหาความยาว Lt (L Total)

เมื่อ L2 กับ L4 เป็นเส้นตรงที่มีขนาดเท่ากันและ L1 กับ L3 เป็นเส้นโค้ง R1 = 37.5 มิลลิเมตร

R2 = 12.5 มิลลิเมตร ตามลำดับเพื่อหามุม α

$$\sin \alpha = \frac{R1+R2}{105}$$

แทนค่าในสมการ

$$\sin \alpha = \frac{37.5-12.5}{105} = \frac{25}{105}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{25}{105} = 13.77 \text{ องศา}$$

$$L2 = L4 = 105 \cos \alpha$$

$$= 105 \cos 13.77$$

$$L2 = L4 = 102 \text{ มม.}$$

หาค่า L1 และ L3 ที่สัมผัสส่วนโค้งของ R1 และ R2

$$L1 = \frac{\pi(180 + 2\alpha)R1}{180}$$

$$L1 = \frac{\pi(180 + 2 \times 13.77) \times 37.5}{180}$$

$$L1 = 135.8 \text{ มม.}$$

$$L3 = \frac{\pi(180 + 2\alpha)R2}{180}$$

$$L3 = \frac{\pi(180 + 2 \times 13.77) \times 12.5}{180}$$

$$L3 = 33.3 \text{ มม.}$$

$$L_t = L1 + L2 + L3 + L4$$

$$L_t = 135.8 + 102 + 102 + 33.3$$

$$L_t = 373.1 \text{ มม.}$$

แทนค่าในสมการที่ 2.2

$$F_d = \frac{241+321}{2} \times 373.1 \times 1.0$$

$$F_d = \frac{104841}{1000} \text{ N หรือ } = 104.84 \text{ kN}$$

ก-2. แรงกดยึดแผ่นชิ้นงาน

แรงกดยึดแผ่นชิ้นงานสามารถหาได้จากสมการที่ 2.2 และ 2.3 ดังนี้ [4]

$$\text{หาค่า } h = \sqrt{105^2 - (37.5 - 12.5)^2} = 101.98 \text{ มม.}$$

$$A_o = \frac{207.54}{360} \pi (75)^2 + \frac{152.46}{360} \pi (38)^2 + \frac{87 + 48}{2} 101.98 + \frac{81 + 46}{2} 101.98$$

$$A_o = 25468.17 \text{ มม}^2. \text{ หรือ } \cong 25468 \text{ มม}^2.$$

$$A_{st} = \frac{207.54}{360} \pi (37.5)^2 + \frac{152.46}{360} \pi (12.5)^2 + 2 \left[\frac{37.5 + 12.5}{2} 101.98 \right]$$

$$A_{st} = 7853.78 \text{ มม}^2. \text{ หรือ } \cong 7854 \text{ มม}^2.$$

จากสมการเส้นตรงของข้อมูลคู่ระหว่างแรงกับความเครียด F, ε

$$k = \left[\frac{1 + (1.102 - 0.699)}{0.848 \times 0.180} \right] 0.49 \times 10^{-3}$$

$$k = 4.5038 \times 10^{-3}$$

d_{fo} , (The fictitious equivalent punch diameter)

$$d_{fo} = \sqrt{\frac{4A_{st}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(7854)}{\pi}} = 100 \text{ มม}$$

ค่าตัวแปรของวัสดุ m

$$m = 1 + \left[\frac{100}{1} - 175 \right] \frac{0.17}{100}$$

$$m = 0.87$$

แรงกดที่ F_{NA} ผ่านกดชิ้นงาน (BHF)

$$P_{NA} = (4.5038 \times 10^{-3})(0.87) \times \left(\frac{25468}{7854} - 1 \right) \times 321$$

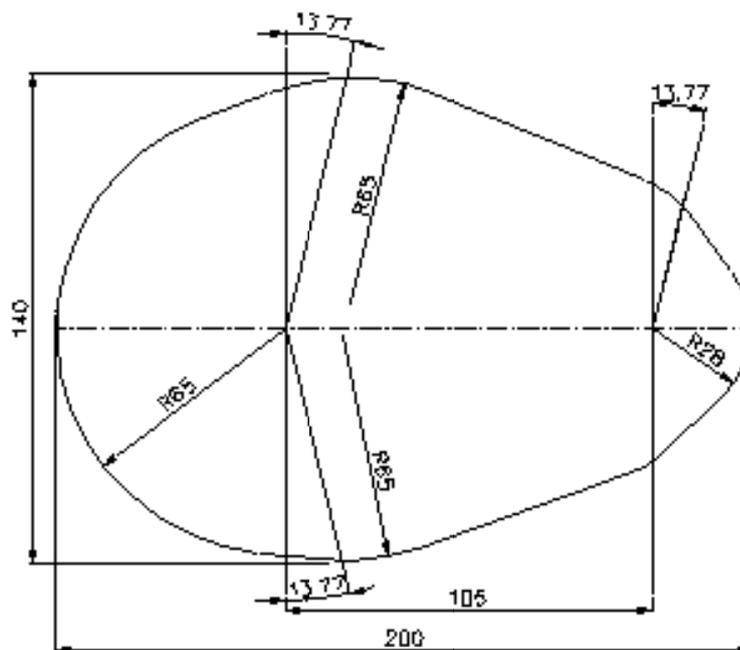
$$P_{NA} = 2.8208 \text{ N/mm}^2$$

∴ BHF จาก $F_{NA} = P_{NA} (A_o - A_{st})$

$$F_{NA} = 2.8208 (25468 - 7854)$$

$$F_{NA} = 49685.57 \text{ N หรือ } \cong 49.69 \text{ kN}$$

ก-3 ขนาดของแผ่นชิ้นงาน



รูปที่ ก-2 การคำนวณแผ่นตัดเปล่า

หาค่ารัศมี Rc 1 จากสมการ [5]

$$D1 = \sqrt{d^2 + (d+2a)^2 + 4d(h-0.43r)}$$

เมื่อกำหนดให้

$$D = 75 \text{ มม.}$$

$$H = 15 \text{ มม.}$$

$$A = 5 \text{ มม.}$$

$$R = 4 \text{ มม.}$$

แทนค่า

$$D1 = \sqrt{75^2 + (75 + 2(5))^2 + 4(75)(15 - 0.43(4))}$$

$$= 129.75 \text{ มม.}$$

$$Rc1 = \frac{D1}{2} = \frac{129.5}{2} = 64.88 \cong 65 \text{ มม.}$$

หาค่ารัศมี Rc2 จากสมการ[5]

$$D2 = \sqrt{25^2 + (25 + 2(5))^2 + 4(25)(15 - 0.43(4))}$$

$$= 56.37 \text{ มม.}$$

เมื่อกำหนดให้

$$D = 25 \text{ มม.}$$

$$H = 15 \text{ มม.}$$

$$A = 5 \text{ มม.}$$

$$R = 4 \text{ มม.}$$

$$Rc2 = \frac{D2}{2} = \frac{56.37}{2} = 28.19 \cong 28 \text{ มม.}$$

หาค่าความยาว L1 และ L2

$$L1 = \frac{\pi}{2} R1 + (h - r) + \frac{\pi}{2} r + (a - r)$$

เมื่อกำหนดให้ $R1 = 37.5$ มม.

$$H = 15 \text{ มม.}$$

$$A = 5 \text{ มม.}$$

$$R = 4 \text{ มม.}$$

แทนค่าในตัวแปรสมการเพื่อหาค่า L1

$$L1 = \frac{\pi}{2} (37.5) + (15 - 4) + \frac{\pi}{2} (4) + (5 - 4)$$

$$L1 = 77.16 \cong 77 \text{ มม.}$$

หาค่า L2 ดังสมการ

$$L2 = \frac{\pi}{2} R2 + (h - r) + \frac{\pi}{2} r + (a - r)$$

เมื่อกำหนดให้ $R2 = 12.5$ มม.

$$H = 15 \text{ มม.}$$

$$A = 5 \text{ มม.}$$

$$R = 4 \text{ มม.}$$

แทนค่าในตัวแปรสมการเพื่อหาค่า L2

$$L2 = \frac{\pi}{2} (12.5) + (15 - 4) + \frac{\pi}{2} (4) + (5 - 4)$$

$$L2 = 37.91 \cong 38 \text{ มม.}$$

หาค่าความยาว L3 และ L4

$$L3 = 2R1 \sin 45 + (h - r) + \frac{\pi}{2} r + (a - r)$$

เมื่อกำหนดให้ R1 = 37.5 มม.

$$H = 15 \text{ มม.}$$

$$A = 5 \text{ มม.}$$

$$R = 4 \text{ มม.}$$

แทนค่าในสมการเพื่อหาค่า L3

$$L3 = 2(37.5) \sin 45 + (15 - 4) + \frac{\pi}{2} (4) + (5 - 4)$$

$$L3 = 71.31 \cong 71 \text{ มม.}$$

หาค่า L_4 ดังสมการ

$$L_4 = 2R_2 \sin 45 + (h - r) + \frac{\pi}{2} r + (a - r)$$

เมื่อกำหนดให้

$$R_2 = 12.5 \text{ มม.}$$

$$H = 15 \text{ มม.}$$

$$A = 5 \text{ มม.}$$

$$R = 4 \text{ มม.}$$

แทนค่าในสมการเพื่อหาค่า L_4

$$L_4 = 2(12.5)\sin 45 + (15 - 4) + \frac{\pi}{2}(4) + (5 - 4)$$

$$L_4 = 35.95 \cong 36 \text{ มม.}$$