



ปีการศึกษา 2533

เครื่องเชื่อมอัตโนมัติ



ผศ. พรศักดิ์

อรรถวานิช

อาจารย์ประสิทธิ์

คำพันธ์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027027

ปฏิทินการศึกษา 2533

ภาควิชาเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องเชื่อมอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นายเฉลิมชัย

2. นายมณฑล

รุ่งเรือง

ใจกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

1.

2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเชื่อมอัตโนมัติ

นศ. ที่ทำโปรเจกต์ 1. นายเฉลิมชัย รุ่งเรือง
2. นายมงคล ใจกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผศ. พรศักดิ์ อรรถวานิช
2. อ. ประสิทธิ์ คำพันธ์

บทคัดย่อ

เครื่องเชื่อมอัตโนมัติเป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าใช้เชื่อมชิ้นงาน 2 แผ่นตามแนวนอนให้ติดกันโดยนำชิ้นงานวางไว้บนฐานซึ่งใช้ดีซีมอเตอร์ขนาด 5 วัตต์ ขับสกรูส่งกำลังดันฐานชิ้นงานให้เคลื่อนที่ตามแนวนอน และใช้ดีซีมอเตอร์ขนาด 12 วัตต์ ขับสกรูส่งกำลังดันลวดเชื่อมให้เคลื่อนที่ในแนวตั้ง ต่อจากนั้นจึงทดลองเชื่อมแผ่นเหล็กเพื่อหาความเร็วของการเชื่อม ซึ่งผลจากการทดลองสรุปได้ว่าความเร็วของลวดเชื่อมแนวตั้งจะเป็น 2 เท่า ของชิ้นงานตามแนวราบ จากการความเร็วดังกล่าวจะทำให้สามารถคำนวณหาความเร็วรอบของความเร็วต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วจะทำให้สามารถคำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้งานขณะเชื่อมได้โดยทำการปรับความเร็วของการเชื่อมโดยใช้ความเร็วของลวดเชื่อม 10 รอบต่อนาที และความเร็วชิ้นงาน 5 รอบต่อนาที และเมื่อทราบความเร็วต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ก็สามารถทำการเชื่อมแผ่นเหล็ก 2 แผ่นให้ติดกันได้

AUTOMATIC WELDING MACHINE

STUDENT : Mr.Chalermchai Rungrueng
Mr.Monthon Jaikusol

Adviser : Asst.Pro. Pornsak Attavanich
Mr.Prasit Campamyim

Abstract

Automatic welding machine is the electric welding machine. It is used for welding two steel sheet in order to adhere it together.

The two steel sheet are laid on the horizontal line base and it is moved in the right or left direction by five - watts d.c. motor. The welding wire is holded with the vertical line beam and it is moved up or down by twelve - watts d.c. motor.

We can adjust revolution of two d.c. motor in order to select the velocity for suitable welding. From experiment, we try to weld the example steel sheet and conclude that the velocity of vertical line is two line of horizontal line and we calculation the revolution of two motor.

So we set the revolution of horizontal line motor is about five rpm. and set the revolution of vertical line motor is about ten rpm.. Then we can weld it together.

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ	2
2.2 เพลาน้ำ เลื่อนและสกรูส่งกำลัง	3
2.3 คานจับลวดเชื่อม	4
2.4 ที่จับลวดเชื่อม	5
2.5 แผ่นรองชิ้นงาน	6
2.6 ชิ้นส่วนประกอบอื่น ๆ	7
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	
3.1 คำนวณสกรูส่งกำลังแนวตั้ง	
3.1.1 คำนวณโหลด	8
3.1.2 ปลอกเบร้งนำ เลื่อน	9
3.1.3 ตรวจสอบการรับโหลด	10
3.1.4 ตรวจสอบความเค้นวิกฤต	10
3.1.5 ตรวจสอบความเค้นผสม	11
3.1.6 หาความเค้นเฉือนที่พื้นเกลียว	11
3.1.7 หาทอร์กยกขึ้น	12
3.1.8 หาทอร์กยกลง	12
3.2 คำนวณสกรูแนวนอน	
3.2.1 คำนวณหาน้ำหนัก	13
3.2.2 คำนวณหาแรงต้านที่รองงาน	15
3.2.3 คำนวณการรับสกรูส่งกำลัง	15
3.2.4 หาทอร์กของสกรู	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า	
3.3	คำนวณหาขนาดของมอเตอร์	
3.3.1	คำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์	17
3.3.2	คำนวณหาขนาดของมอเตอร์แนวนอน	18
3.3.3	คำนวณหาขนาดของมอเตอร์แนวตั้ง	18
3.4	การคำนวณขนาดสกรูส่งกำลังที่ประหยัดแนวนอน	19
3.5	การคำนวณขนาดสกรูส่งกำลังที่ประหยัดแนวตั้ง	20
3.6	หาความหนาเปลือกสวมสกรูส่งกำลังแนวตั้งด้านล่าง	21
3.7	หาแรงปฏิกิริยา R_o และ M_o	22
3.8	หาระยะเบี่ยงเบนของเพลารองงาน	24
3.8	คำนวณขนาดเสา	25
3.10	การคำนวณหาระยะเบี่ยงเบนของคานรองรับค้ำบน	27
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	29
บทที่ 5	บทวิจารณ์และสรุป	31
	กิตติกรรมประกาศ	32
	หนังสืออ้างอิง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

โปรเจค นี้เป็นการทดลองสร้างเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ เพื่อนำไปเชื่อมเหล็กในแนวนอนให้ติดกัน โดยทดลองหาค่า ความเร็วที่สัมพันธ์กันระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน โดยไม่มีการส่ายหัวลวดเชื่อม หลังจากนั้นก็นำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม

แต่อย่างไรก็ตาม โปรเจคนี้สามารถพัฒนาต่อไปโดยการส่ายหัวลวดเชื่อมจะทำให้รอยเชื่อมที่ได้แข็งแรงยิ่งขึ้น และเมื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของลวดเชื่อม ความเร็วของชิ้นงานและความสัมพันธ์ของจังหวะของการส่ายหัวลวดเชื่อมก็จะนำไปพัฒนาสร้างแขนกลโดยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ฉะนั้น จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรเจคนี้จะเป็นแนวทางสำหรับรุ่นน้อง และรุ่นต่อไป ในการพัฒนาโปรเจคนี้ให้ดียิ่งขึ้นได้

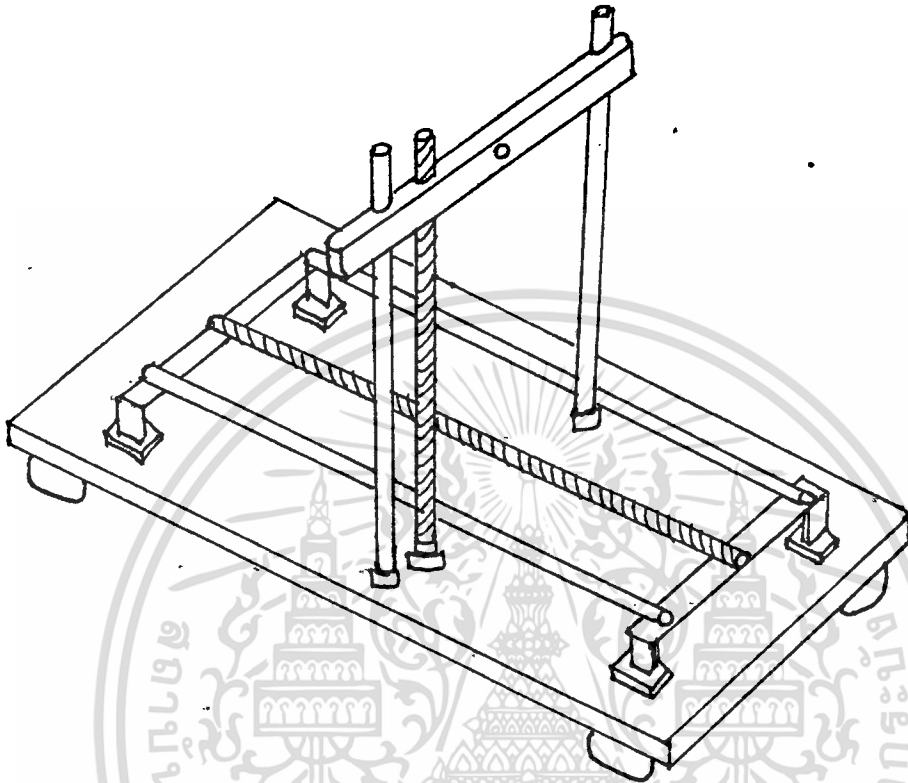
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ

เครื่องเชื่อมอัตโนมัติเป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าใช้เชื่อมชิ้นงาน 2 ชิ้น ตามแนวนอนให้ประกอบติดกัน โดยใช้มอเตอร์ D.C. ซึ่งปรับความเร็วได้ไปหมุนสกรูส่งกำลังพาให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ในแนวนอน และลวดเชื่อมจะเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ที่สำคัญก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำการปรับความเร็วมอเตอร์ระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานให้สัมพันธ์กัน จนกว่าจะได้ความเร็วพอเหมาะที่จะทำให้ชิ้นงานเชื่อมติดกันได้

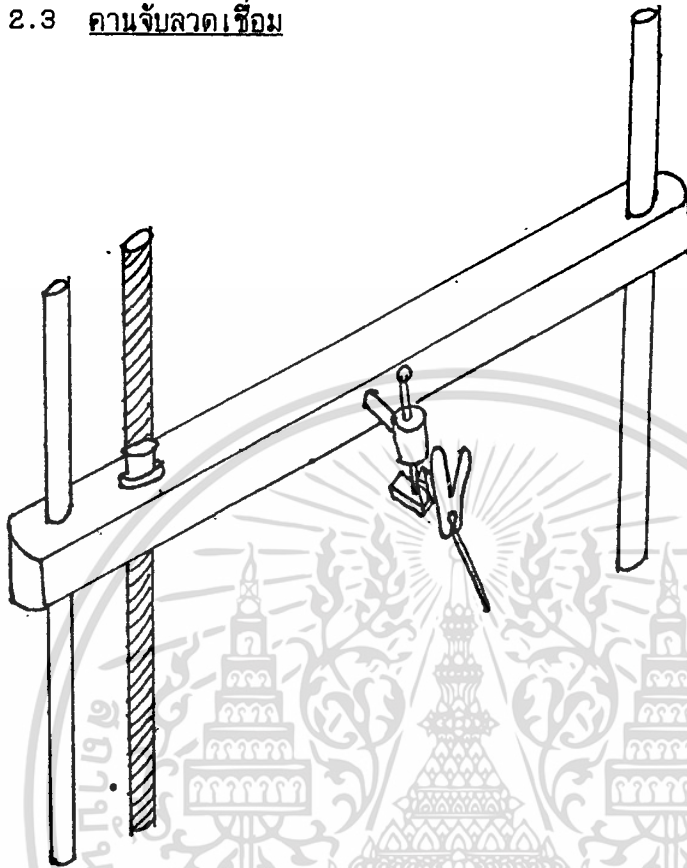
ข้อแนะนำ เริ่มแรกก่อนเชื่อมต้องกดปุ่มให้ลวดเชื่อมลงมาอาร์ตกับชิ้นงานก่อนแล้วค่อยเชื่อมเป็นแนวยาว เมื่อชิ้นงานและลวดเชื่อมเคลื่อนที่สู่ระยะแล้วจะมีตัวเซ็นเซอร์ไปตัดสัญญาณมอเตอร์ไม่ให้มอเตอร์ทำงาน

2.2 เพลานำเลี่ยนและสกรูส่งกำลัง



ตอนประกอบต้องตั้งระยะห่างระหว่างเพลานำเลี่ยนและสกรูส่งกำลัง ทั้งบนและล่างให้มีระยะห่างเท่า ๆ กัน และแนวระดับของสกรูส่งกำลังบนและล่างต้อง อยู่ในแนวเดียวกันด้วยเพื่อป้องกันการขัดตัวเวลาเคลื่อนที่ทำงาน เพลานำเลี่ยนและ สกรูส่งกำลังสามารถทำให้แข็งขึ้นได้โดยการนำไปชุบไนไตร เพื่อป้องกันการขีดขีดของลูกปืน นำเลี่ยน หรือถ้าต้องการผิวมันก็นำไปชุบฮาร์คโครมจะทำให้ผิวมันและแข็งสามารถลด ความเสียดทานลงได้มากทำให้มอเตอร์ขับสกรูนำเลี่ยนได้สะดวกขึ้นสกรูส่งกำลังใช้ขนาด 25 มิลลิเมตร เพราะสะดวกหาซื้อได้ง่ายและราคาถูกกว่าจ้างทำที่ร้านกลึง

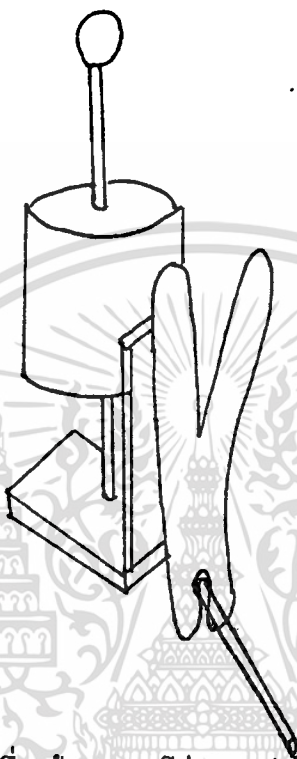
2.3 คานจับลวดเชื่อม



ตรงที่จับลวดเชื่อมจะมีแท่ง เบกเกอร์ไลท์สวมอัดแน่นยึดอยู่ที่ทั้งสองข้าง และมีสกรูยึดที่จับลวดเชื่อมสวมไว้ตรงกลางระหว่าง เบกเกอร์ไลท์ทั้งสอง

การใช้แท่ง เบกเกอร์ไลท์กลึงแล้วสวมอัดไว้ทั้งสองข้างนี้ก็เพื่อป้องกัน กระแสไฟฟ้าที่มาจากลวดเชื่อมไปสู่มอเตอร์ สามารถป้องกันการช็อตของมอเตอร์ได้ คานที่ใช้เป็นคานกลางเพื่อลดน้ำหนักทำให้เคลื่อนที่ได้สะดวก และง่ายต่อการเจาะรูสวมยึด ชิ้นส่วนต่าง ๆ

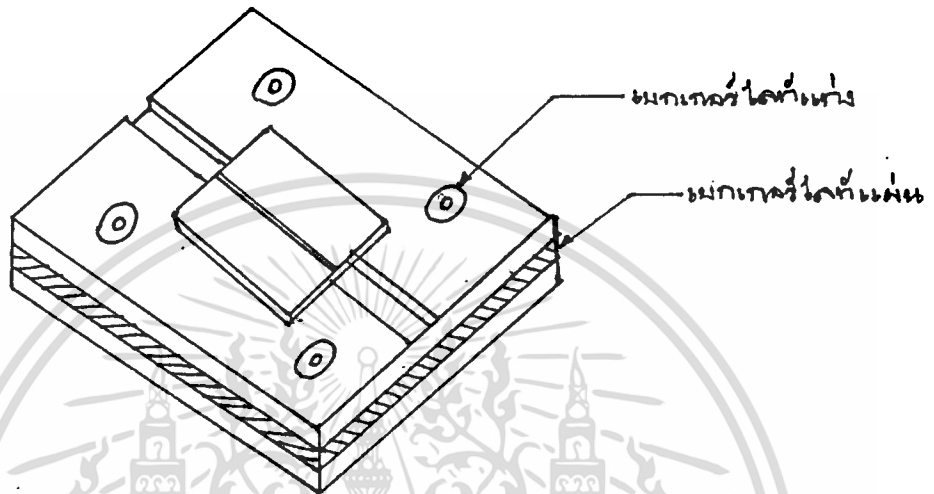
2.4 ที่จับลวดเชื่อม



ที่จับลวดเชื่อมด้านบนจะมีปุ่มกดสวมด้วยจุกยางกันไฟฟ้าและภายในกระบอกลูกสปริงสวมอยู่ เพื่อให้ลวดเชื่อมกลับเข้าที่เดิมหลังจากเลิกกดจุกยางแล้ว

ช่วงแรกของการเชื่อมต้องกดจุกยางลง เพื่อให้ลวดเชื่อมเข้าใกล้ชิ้นงานตอนอาร์คช่วงแรกเพราะต้องใช้กระแสไฟมากหลังจากนั้นปล่อยมือกดจุกยางออกให้มือเตอร์จับลวดเชื่อมและชิ้นงานโดยอัตโนมัติ ด้านล่างจะมีปลอกเหล็กสวมอยู่บังคับระยะกลับสุดของที่จับลวดเชื่อม เพราะของปุ่มกดต้องสวมพอดีกับรูปของกระบอกลูกสปริง เพราะจะสามารถป้องกันการส่ายเลื่อนไปมาของลวดเชื่อมได้

2.5 แผ่นรองชิ้นงาน



ระหว่างที่รองชิ้นงานบนและฐานที่รองชิ้นงานล่างต้องมีแผ่น เบกเกอร์ไลต์
ขึ้นกลางไว้เพื่อป้องกันการผ่านของกระแสไฟฟ้าจากชิ้นงานไปยังมอเตอร์ตัวล่างป้องกันการ
ช็อตของมอเตอร์และการยึดแผ่นรองชิ้นงานสามแผ่นนี้เข้าด้วยกันใช้เบกเกอร์ไลต์แท่งและ
ใช้มือตสวมยึดไว้ ที่รองชิ้นงานบนที่รองอยู่ตรงกลางเพื่อป้องกันการติดกันของชิ้นงานและ
แผ่นรองชิ้นงานเมื่อมีการเชื่อมเกิดขึ้น ด้านข้างมีดีกสองตัวเลื่อนได้ไว้จับยึดชิ้นงาน

2.6 ชิ้นส่วนประกอบอื่น ๆ

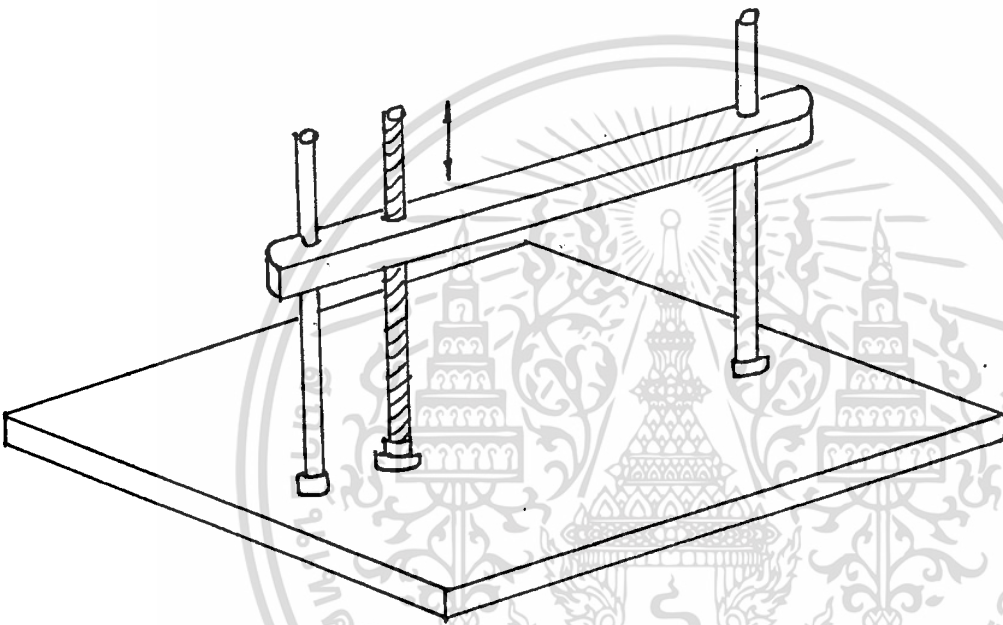
เลือกใช้อายุแบบรีંગแบบปรับ เอื้องศูนย์ได้กับการขัดตัวของสกรูส่งกำลังมีการทำรองสลิตยึดแบบรีงที่ซารองที่แผ่นจับชิ้นงานด้านล่างและที่คานประคองแบบรีงด้านบนเพื่อการปรับตัวได้เวลาประกอบ นอกจากนั้นแล้วยังมีการทำร่องระหว่างฐานรองชิ้นงานและแบบรีงนำเลื่อนด้านล่างสำหรับตั้งแนวระดับของเพลานำเลื่อนและสกรูส่งกำลังด้านล่าง ชิ้นส่วนต่าง ๆ ออกแบบให้มีการถอดประกอบและทำง่าย เพื่อเวลาชิ้นส่วนบางตัวเกิดการติดขัดเสีย จะได้มีการถอดออกและทำชิ้นส่วนใหม่ไปทดแทนได้ง่ายและรวดเร็ว



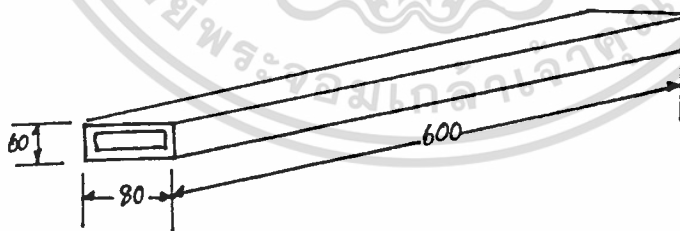
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 คำนวณสกรูส่งกำลัง (lead screw) แนวตั้ง
[ขั้นแรกเลือกขนาดสกรูก่อน]



3.1.1 คำนวณโหลด (load)



ความหนาแน่นเหล็กโครงสร้าง 7.85 kg/dm^3
 $= 7.85 * 10^{-6} \text{ kg/mm.}^3$

ความหนา 5 mm.

ปริมาตร = $[(80*30) - \{(80-10)(30-10)\}] * 600 = 600000 \text{ mm.}^3$

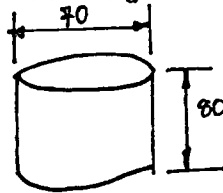
เพราะฉะนั้น $D = m/v$

เพราะฉะนั้น มวล = 4.71 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.1.2 ปลอกแบริ่งนำเลื่อน (sliding bearing) 2 อัน



$$v = 2 * (3.14285/4) * (70)^2 * 80 = 615752.16 \text{ mm.}^3$$

เพราะฉะนั้น $m = 4.83 \text{ kg}$

รวมโหลด = 4.71 + 4.83 + น้ำหนักสไลต์แบริ่ง+ที่รับโหลดเชื่อม+สกรูเกลียวใน

ประมาณ $W = 25 \text{ kg}$

เพื่อความปลอดภัยการคำนวณน้ำหนักรวมนี้จะมากกว่าความเป็นจริง

เหล็กโครงสร้าง st 33-1; $\sigma_u = 320-490 \text{ N/mm.}^2$

$$\sigma_y = 185 \text{ N/mm.}^2$$

$$\sigma_{\text{allow}} = 0.6 \sigma_y = 111 \text{ N/mm.}^2$$

เลือกตัวคูณปลอดภัย (safty factor)

เลือกขนาดสกรูจากร้านที่มีขาย

ตรวจสอบเกลียวคางหมู 1 ปาก ($n = 1$)

$$D_{\text{out}} = 26 \text{ mm.}$$

$$P = 5 \text{ mm.}$$

$$d_m = 23.5 \text{ mm.}$$

$$D_{in} = 20.5 \text{ mm.} = d_r$$

ยาว 600 mm.

เหล็กมีการหล่อขึ้น $f_u = 0.15$

$$l_e = np = 5$$

* เหตุผลเรียกขนาดนี้เพราะสามารถหาซื้อได้ซึ่งประหยัดกว่าจ้างกลึง *

$$\tan \alpha = l_e / (3.14285 d_m) = 5 / \{3.14285 (23.5)\}$$

เพราะฉะนั้น $\alpha = 3.87^\circ$

จาก ไอเอสไอ (ISO) เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู $2\phi = 30^\circ$

เพราะฉะนั้น $\phi = 15^\circ$

จาก $\beta = \tan^{-1} f_u = \tan^{-1} 0.15 = 8.53^\circ$

$\alpha < \beta$ เพราะฉะนั้นสกรูเกิดการล็อก(lock) ตัวเองได้

3.1.3 ตรวจสอบการรับโหลด
สกรูมีการรองรับทั้งสองด้านแบบ CS.



$$L_e = 0.707L = 0.707(600) = 424.2 \text{ mm.}$$

$$K = d_r/4 = 20.5/4 = 5.125$$

เพราะฉะนั้น $L_e/K = 82.77$

L_e/K อยู่ในช่วงสกรูความยาวปานกลางใช้สูตรจอนสัน [$40 < L_e/K < 110$]

$$W = A_r \sigma_y / N \left[1 - \left\{ \frac{\sigma_y (L_e/K)^2}{4(3.14285)^2 E} \right\} \right]$$

สำหรับเหล็ก $E = 206000 \text{ N/mm.}^2$

$$W = (3.14285(20.5)^2/4)(185/3) \left[1 - \left\{ \frac{185(82.77)^2}{4(3.14285)^2 * 206000} \right\} \right]$$

$$= 17181.88 \text{ N}$$

$$= 1751.46 \text{ kg.}$$

เพราะฉะนั้นสกรูนี้รับน้ำหนักได้อย่างปลอดภัยมากเพราะความเค้นที่เราใช้ยกแค่ 25 kg.

3.1.4 ตรวจสอบความเค้นวิกฤต

$$\sigma_c = W/(A_r)$$

$$= 25 * 9.81 / (3.14285/4(20.5)^2)$$

$$= 0.74 \text{ N/mm.}^2$$

เพราะฉะนั้นปลอดภัยจากแรงกดเพราะสกรูรับแรงกดได้ถึง 185 N/mm.²

3.1.5 ตรวจสอบความเค้นผสม

มีทั้งแรงกด, แรงดึง และความเค้นเฉือนเนื่องจากการบิดของสกรู

$$\begin{aligned} \text{จาก } \sigma_c &= Tr/J = 16T/(3.14285d_r^3) \\ &= 16*649.26/(3.14285(20.5)^3) \\ &= 0.384 \text{ N/mm.}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } \sigma_c &= [(\sigma_c/2)^2 + \tau_c^2]^{1/2} \quad ; (\sigma_c = 0.74 \text{ N/mm.}^2) \\ &= [(0.74)^2/2 + (0.384)^2]^{1/2} \\ &= 0.533 \text{ N/mm.}^2 \end{aligned}$$

จากวัสดุเหล็กทำสกรู

ให้ตัวคูณปลอดภัย $N = 3$

$$\text{จาก } \sigma_y = 111 \text{ N/mm.}^2$$

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น } \sigma_c &= \sigma_y/N = 11/3 \\ &= 37 \text{ N/mm.}^2 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นปลอดภัยเพราะสามารถทนแรงเฉือนได้ถึง 37 N/mm.^2

3.1.6 หาความเค้นเฉือนที่พื้นเกลียว



ความหนาของแป้นเกลียวใน $= H = 30 \text{ mm.}$

$$\text{จาก } H = n * P \quad ; \quad (P = 5 \text{ mm.})$$

เพราะฉะนั้นพื้นที่รับแรง $n = 6$ ฟัน

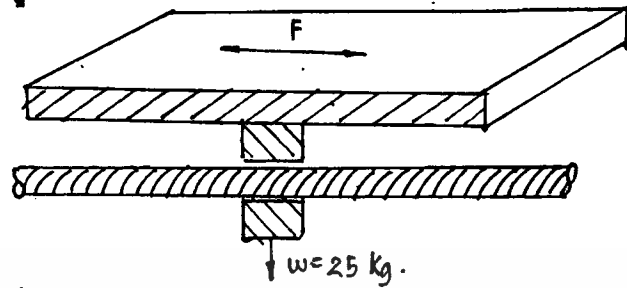
$$\text{จาก } = 3W/(2A)$$

$$\text{และ } A = 3.14285*d_r*b*n \quad ; \quad (b = 5 \text{ mm.})$$

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น } &= 3*25*9.81/(2*3.14285*20.5*5*6) \\ &= 7.8 \text{ N/mm.}^2 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นปลอดภัยเพราะทนความเค้นเฉือนได้ถึง 111 N/mm.^2

3.2 คำนวณสกรูแวนอน

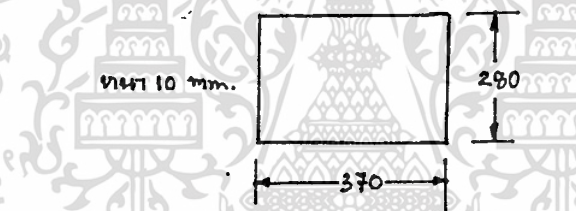


สัมประสิทธิ์ที่ความเสียหายของเหล็กหล่อสีน = 0.11-0.17

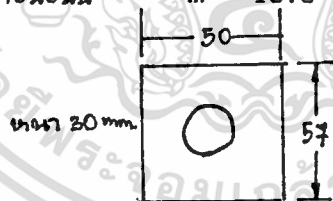
[ให้ $f_s = 0.17$]

3.2.1 คำนวณหาน้ำหนัก

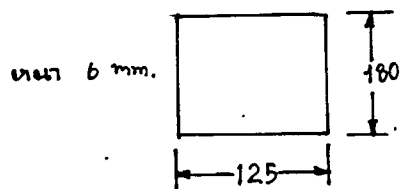
ความหนาแผ่นเหล็กโครงสร้าง $D = 7.85 \times 10^{-6} \text{ kg/mm.}^3$



แผ่นรองงาน 2 แผ่น $v = 2072000 \text{ mm.}^3$
เพราะฉะนั้น $m = 16.3 \text{ kg.}$

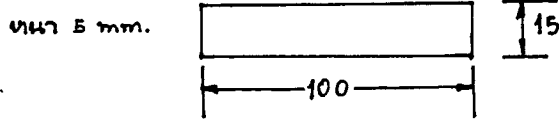


ซากรองงาน 5 ชิ้น $v = 427500 \text{ mm.}^3$
เพราะฉะนั้น $m = 3.36 \text{ kg.}$



ชิ้นงาน 2 ชิ้น $v = 270000 \text{ mm.}^3$
เพราะฉะนั้น $m = 2.12 \text{ kg.}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จิก 2 ตัว $v = 7.5 \times 10^3 \text{ mm.}^3$

เพราะฉะนั้น $m = 0.06 \text{ kg.}$

เพราะฉะนั้น m รวม = $16.3 + 3.36 + 2.12 + 0.06 + \text{มวลสไลสเบริ่ง} + \text{มวลเบกเกอร์ไลท์ (bakerlight)}$

เพราะฉะนั้น ประมาณ m รวม 30 kg.

เพื่อความปลอดภัยการคำนวณน้ำหนักจะมากกว่าความเป็นจริง

เหล็กโครงสร้าง st 33-1; $\sigma_u = 320-490 \text{ N/mm.}^2$

$\sigma_y = 185 \text{ N/mm.}^2$

$\sigma_y = 0.6 \sigma_u = 111 \text{ N/mm.}^2$

เลือกตัวคูณปลอดภัย $N = 3$

เลือกขนาดสกรูสี่เหลี่ยมคางหมู 1 ปาก

$D_{out} = 26 \text{ mm.}$

$P = 5 \text{ mm.}$

$d_m = 23.5 \text{ mm.}$

$D_{in} = d_r = 20.5 \text{ mm.}$

ยาว $L = 600 \text{ mm.}$

$L_E = np = 5$

* เหตุผลเรียกขนาดนี้เพราะสามารถหาซื้อได้ซึ่งประหยัดกว่าจ้างกลึง *

$$\tan \alpha = L_E / (3.14285 d_m)$$

$$= 5 / (3.14285 (23.5))$$

เพราะฉะนั้น $\alpha = 3.87^\circ$

จาก ISO เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู $2\phi = 30^\circ$

เพราะฉะนั้น $\phi = 15^\circ$

จาก $\beta = \tan^{-1} f_u = \tan^{-1} 0.17 = 9.65^\circ$

$\alpha < \beta$ เพราะฉะนั้นสกรูเกิดการลื่นตัวเองได้

3.2.2 คำนวณหาแรงต้านที่โรงงาน

สลกรูจะดันงานเคลื่อนที่ไปได้ต้องออกแรงต้านอย่างน้อยเท่ากับแรงเสียดทานของเหล็กกับสลกรู

$$f_g = 0.17$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } F = f_g \cdot mg = 0.17 \cdot 30 \cdot 9.81$$

$$F = 50 \text{ N}$$

3.2.3 คำนวณการรับสลกรูส่งกำลัง (lead screw)

[คำนวณแรงสลกรูส่งกำลังที่หาซื้อได้]



สลกรูมีการรองรับแบบ CS.

$$L_E = 0.707L = 0.707(600) = 424.2 \text{ mm.}$$

$$K = d_r/4 = 20.5/4 = 5.125$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } L_E/K = 82.77$$

L_E/K อยู่ในช่วงสลกรูความยาวปานกลางใช้สูตรจอนสัน [40 < L_E/K < 110]

$$\text{เพราะฉะนั้น } W = (A_r \cdot \sigma_u/N) * [1 - \sigma_u(L_E)^2 / (4(3.14285)^2 E)]$$

สำหรับเหล็ก E = 206000 N/mm.²

$$W = \{3.14285(20.5)^2/4\} * \{185/3\} * [1 - 185(82.77)^2 / \{4(3.14285)^2 * 206000\}]$$

$$= 17181.88 \text{ N}$$

$$= 1751.46 \text{ kg.}$$

เพราะฉะนั้นสลกรูนี้ต้านโหลดขนาด 50 N ได้อย่างดี

เวลาคำนวณสามารถลดขนาดของสลกรูได้เล็กกว่านี้แต่ประหยัดไม่คุ้มกับค่าที่จ้างโรงกลึงให้ทำ

เพราะฉะนั้นซื้อสำเร็จถูกกว่า

3.2.4 หาทอร์กของสกรู

$$T_r = (Wd_m/2) * [f_g + \cos\phi \tan\phi / (\cos\phi - f_g \tan\phi)] + r_m f_c W$$

ความเสียดทานน้อยมีการหล่อลื่นและใช้แปรง; $r_m f_c W = 0$

$$= (50 * 23.5 / 2) * [0.17 + \cos 15^\circ \tan 3.87^\circ / \{\cos 15^\circ - 0.15 \tan 3.87^\circ\}]$$

$$= 144.66 \quad \text{Nmm.}$$

$$= 0.145 \quad \text{Nm.}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คำนวณหาขนาดของมอเตอร์

3.3.1 คำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์

จากการทดลองหาค่าความเร็วของการเชื่อมโดยทดลองเชื่อมแผ่นเหล็กยาว 30 เซนติเมตร ครั้งแรกใช้เวลา 47 วินาที ครั้งที่สองใช้เวลา 43 วินาที ครั้งที่สามใช้เวลา 45 วินาที

$$\begin{aligned} \text{หาความเร็วเฉลี่ยได้} &= (47+43+45)/3 = 45 \text{ วินาที} \\ \text{ได้ } V &= S/t = 30 \times 10^{-2} / 45 = 0.667 \times 10^{-2} \text{ m/s} \end{aligned}$$

จากการทดลองการเชื่อมชิ้นงานโดยการวัดระยะแนวที่เชื่อมได้และวัดระยะลาดเชื่อมที่หัดสั้นลงจะได้ความเร็วของลาดเชื่อมที่เคลื่อนที่แนวตั้งจะได้สองเท่าของความเร็วชิ้นงานที่เคลื่อนที่ในแนวนอน

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น ความเร็วในแนวราบ } V_1 &= 0.667 \times 10^{-2} \text{ m/s} \\ \text{ความเร็วในแนวตั้ง } V_2 &= 2 \times 0.667 \times 10^{-2} \\ &= 1.33 \times 10^{-2} \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } V_1 &= 2 \times 3.14285 \times r \times f_1 \\ \text{เพราะฉะนั้น } f_1 &= V_1 / (2 \times 3.14285 \times r) \\ &= 0.667 \times 10^{-2} \times 60 / \{2 \times 3.14285 \times (25 \times 10^{-3} / 2)\} \\ &= 5.06 \text{ rpm.} \end{aligned}$$

$$f_2 = 2 \times 5.06 = 10.12 \text{ rpm.}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } \omega_1 &= 2 \times 3.14285 \times 5.06 = 31.84 \text{ rad/min.} \\ &= 31.84 / 60 = 0.53 \text{ rad/sec.} \\ \omega_2 &= 2 \times 0.53 = 1.06 \text{ rad/sec.} \end{aligned}$$

3.3.2 หาขนาดของมอเตอร์แนวนอน

$$\begin{aligned} \text{จากค่า } T_{r1} \text{ ของสกรูแนวนอน} &= 0.145 \text{ Nm.} \\ \text{สมมติประสิทธิภาพของสกรู} &= 80\% = 0.8 \\ \text{เพราะฉะนั้น } T_{r1} &= 0.145/0.8 = 0.1825 \text{ Nm.} \\ \text{กำลังของมอเตอร์แนวนอน } P_1 &= T_{r1} * w_1 \\ &= 0.18125 * 0.53 = 0.096 \text{ W} \end{aligned}$$

จากการเลือกรอบทำงานของมอเตอร์ควรเลือกทำงานได้ถึง 150 rpm. เพื่อปรับความเร็วได้

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น } w_1 &= 2 * 3.14285 * f = 2 * 3.14285 * (150/2) \\ &= 15.71 \text{ rad/sec.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ได้กำลังของมอเตอร์ที่ใช้งานจริง } P_1 &= TR_1 * w_1 = 0.18125 * 15.71 \\ &= 2.85 \text{ W} \end{aligned}$$

3.3.3 หาขนาดของมอเตอร์แนวตั้ง

$$\begin{aligned} \text{จากค่า } T_{r2} \text{ ของสกรูแนวตั้ง} &= 0.649 \text{ Nm.} \\ \text{สมมติประสิทธิภาพของสกรู} &= 80\% = 0.8 \\ \text{จะได้ } T_{r2} \text{ จริง} &= 0.649/0.8 = 0.81125 \text{ Nm.} \\ \text{ได้กำลังของมอเตอร์แนวตั้ง } P_2 &= T_{r2} * w_2 \\ &= 0.81125 * 1.06 \\ &= 0.86 \text{ W} \end{aligned}$$

จากการเลือกรอบทำงานของมอเตอร์ควรเลือกทำงานได้ถึง 150 rpm. เพื่อปรับลดความเร็วได้

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้นจะได้กำลังของมอเตอร์จริง } P_2 &= 0.81125 * 15.71 \\ &= 11.9 \text{ W} \end{aligned}$$

ดังนั้น เลือกขนาดของมอเตอร์แนวตั้งเพื่อความเหมาะสมเท่ากับ 12 วัตต์ และแนวนอนเท่ากับ 5 วัตต์

3.4 การคำนวณขนาดสกรูส่งกำลัง(lead screw) ที่ประหยัดน้ำหนัก

สมมติขั้นแรกให้เป็นสกรูลื่น $L_E/K < 40$

$$\text{จาก } W = \sigma'_{cd} A_r = (\sigma'_v/N) * [(3.14285/4) * d_r^2]$$

$$50 = (185/3) [(3.14285/4) * d_r^2]$$

เพราะฉะนั้น $d_r = 1.02 \text{ mm.}$

จากตาราง 11.3 เลือก d_r มาตรฐาน $d_r = 6.2 \text{ mm.}$ (เล็กที่สุดของตาราง)

$$d_{out} = 8 \text{ mm.}, \quad d_m = 7.25, \quad P = 1.5$$

สมมติการรับทั้งสองข้างใกล้เคียงแบบ CS.

$$L_E = 0.707L = 0.707(600) = 424.2 \text{ mm.}$$

$$K = d_r/4 = 6.2/4 = 1.55 \text{ mm.}$$

เพราะฉะนั้น $L_E/K = 273.68$

เพราะฉะนั้น $L_E/K > 110$ สำหรับสกรูยาวใช้สูตรรอยเตอร์

$$\text{จาก } W = 3.14285E/(NL_E^2) = \{3.14285^2 E/(NL_E^2)\} * \{3.14285 d_r^4/64\}$$

$$= \{3.14285^2 (206000)/(3*(424.2)^2)\} * \{3.14285(6.2)^4/64\}$$

$$= 273.18 \text{ N}$$

เพราะฉะนั้น รับน้ำหนักได้มากกว่า 50 N

เพื่อความปลอดภัยและขนาดเหมาะสมเลือกสกรูขนาดใหญ่ขึ้นอีกคือขนาด

$$d_{out} = 10 \text{ mm.}, \quad P = 2, \quad d_m = 9, \quad d_r = d_m = 7.5 \text{ mm.}$$

* แต่เลือกชื่อขนาดสกรู D_{out} 26 mm. เพราะหาซื้อได้ง่ายและประหยัดกว่าการจ้างกลึง *

3.5 การคำนวณขนาดสกรูส่งกำลัง (lead screw) ที่ประหยัดแรงดึง

สมมติขั้นแรกให้เป็นสกรูลื่น $L_E/K < 40$

$$\begin{aligned} \text{จาก } W &= \sigma'_y A_r = (\sigma'_y/N) * [(3.14285/4) * d_r^2] \\ 25 * 9.81 &= (185/3) * [(3.14285/4) * d_r^2] \\ 245.25 &= (185/3) * [(3.14285/4) * d_r^2] \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น $d_r = 2.25$ mm.

จากตาราง 11.3 เลือก d_r ตามมาตรฐาน $d_r = 6.2$ mm. (เล็กที่สุดของตาราง)

$$d_{out} = 8 \text{ mm.}, \quad d_m = 7.25, \quad P = 1.5$$

สมมติการรองรับทั้งสองเป็นแบบ CS.

$$\text{ได้ } L_E = 0.707L = 0.707(600) = 424.2 \text{ mm.}$$

$$K = d_r/4 = 6.2/4 = 1.55 \text{ mm.}$$

เพราะฉะนั้น $L_E/K = 273.68$

เพราะฉะนั้น $L_E/K > 110$ สำหรับสกรูยาวใช้สูตรรอยล์เลอร์

$$\begin{aligned} \text{จาก } W &= (3.14285)^2 EI / (NL_E^2) = [(3.14285)^2 E / (NL_E^2)] * [3.14285 d_r^4 / 64] \\ &= [3.14285^2 (206000) / (3 * (424.2)^2)] * [3.14285 (6.2)^4 / 64] \\ &= 273.18 \text{ N} \end{aligned}$$

ซึ่งค่าใกล้เคียง 245.25 N

ถ้าลองเลือกขนาดใหม่ $d_r = 7.5$ mm., $d_{out} = 10$ mm., $P = 2$, $d_m = 9$

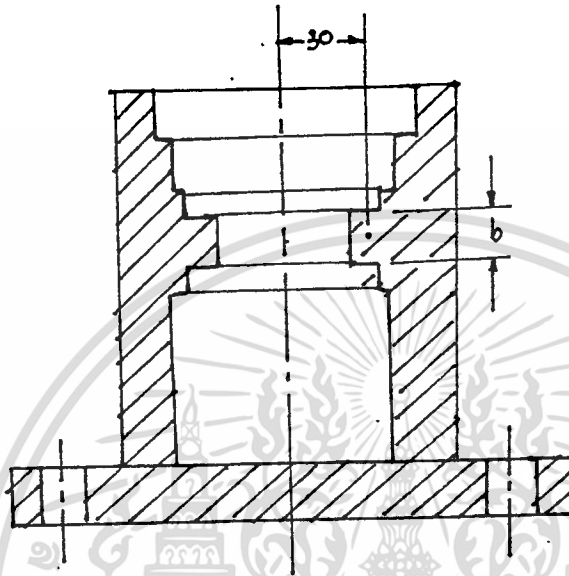
$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น } W &= [3.14285^2 (206000) / (3 * (424.2)^2)] * [3.14285 (7.5)^4 / 64] \\ &= 585 \text{ N} \end{aligned}$$

ซึ่งค่านี้ปลอดภัยดี

เพื่อความปลอดภัยมากยิ่งขึ้นและขนาดที่เหมาะสมกับที่รองรับขนาดโตควรเลือก

ขนาดให้ใหญ่ขึ้นอีกเป็น $D_{out} = 12$ mm., $P = 3$, $d_m = 10.5$, $d_r = d_{in} = 8.5$

3.6 หาความหนาปลอกสามสกรูส่งกำลังแนวตั้งด้านล่าง



สมมติน้ำหนักสกรูส่งกำลังแนวตั้ง 30 kg.

สมมติ $d_m = 30$ mm.

จาก $\sigma_y = F/A$

และ $\sigma_a = \sigma_y/N$

เลือกความปลอดภัย $N = 3$

และค่า $= 185$ N/mm.²

เพราะฉะนั้นจะหาความหนาของปลอกสกรูส่งกำลังแนวตั้งได้ดังนี้

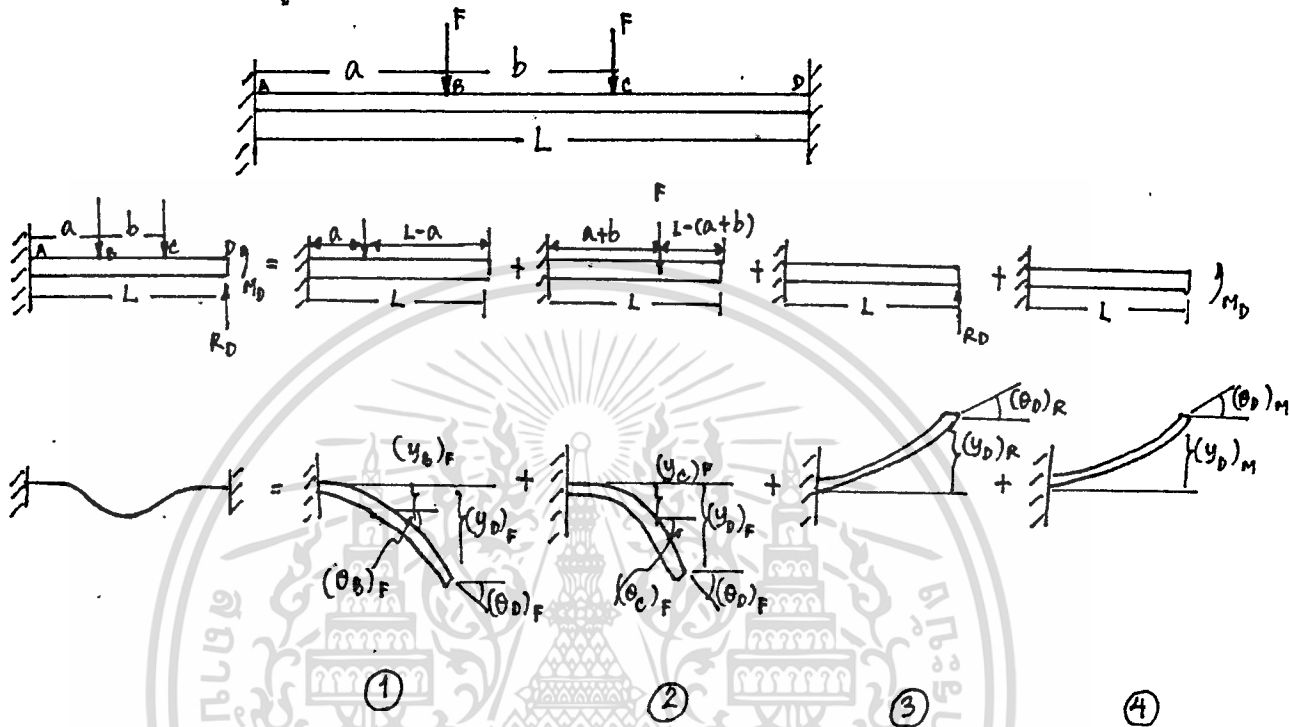
$$185/3 = 30 * 9.81 / (2 * 3.14285 * (30/2) * b)$$

เพราะฉะนั้น $b = 0.05$ mm.

เพื่อความปลอดภัยและความเหมาะสมของขนาดสกรูส่งกำลังควรเลือก b หนา 5 mm.

3.7 หาแรงปฏิกิริยา R_D และ M_D

ใช้วิธีซูเปอร์พозиชัน (super position)



เปิดตารางภาคผนวกที่ 15

1. $(\theta_B)_F = (\theta_D)_F = -Fa^2/(2EI)$; $(y_B)_F = -Fa^3/(3EI)$

เพราะฉะนั้น $(y_D)_F = (y_B)_F + (\theta_B)_F \{L - a\}$
 $= -Fa^3/(3EI) - \{Fa^2/(2EI)\} * (L - a)$
 $= -Fa^3/(3EI) + Fa^3/(2EI) - Fa^2L/(2EI)$
 $= (1/EI) \{ *Fa^3/6 - Fa^2L/2 \}$ _____ 1

2. $(\theta_C)_F = (\theta_D)_F = -F(a+b)^2/(2EI)$; $(y_C)_F = -F(a+b)^3/(3EI)$

เพราะฉะนั้น $(y_D)_F = (y_C)_F + (\theta_C)_F \{L - (a+b)\}$
 $= -F(a+b)^3/(3EI) - \{F(a+b)^2/(2EI)\} * \{1 - (a+b)\}$
 $= -F(a+b)^3/(3EI) + F(a+b)^3/(2EI) - \{F(a+b)^2/(2EI)\} * L$
 $= (1/EI) \{ F(a+b)^3/6 - \{F(a+b)^2/2\} * L \}$ _____ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากตาราง 15

$$(\theta_D)_R = R_D L^2 / (2EI); (y_D)_R = R_D L^3 / (3EI) \quad \text{_____} 3$$

4. จากตาราง 15

$$(\theta_D)_M = M_D L / (EI); (y_D)_M = M_D L^2 / (2EI) \quad \text{_____} 4$$

เพราะฉะนั้นระยะเบี่ยงเบนที่ $D = 0$; _____ 1 + _____ 2 + _____ 3 + _____ 4

เพราะฉะนั้น $\theta = (1/EI) * \{Fa^3/6 - Fa^2L/2 + F(a+b)^3/6 - F(a+b)^3 * L/2 + R_D L^3/3 + M_D L^2/2\}$

มุมที่ $D = 0$ _____ 5

เพราะฉะนั้น $\theta = (1/EI) * \{-Fa^2/2 - F(a+b)^2/2 + R_D L^2/2 + M_D L\}$ _____ 6

_____ 6 * 1/2; $\theta = 1/EI \{-Fa^2L/4 - F(a+b)^2L/4 + R_D L^3/4 + M_D L^2/2\}$ _____ 7

_____ 5 - _____ 7; $\theta = Fa^3/6 - Fa^2L/4 + F(a+b)^3/6 - F(a+b)^3L/2 + R_D L^3/12$

เพราะฉะนั้น $R_D = -2Fa^3/L^3 + 3Fa^2/L^2 - 2F(a+b)^3/L^3 + 6F(a+b)^2/L^2$ _____ *

_____ 5 * _____ 6; $\theta = 1/EI \{Fa^3 - 3Fa^2L + F(a+b)^3 - 3F(a+b)^3L + 2R_D L^3 + 6M_D L^2\}$ _____ 8

_____ 6 * 4L; $\theta = 1/EI \{-2Fa^2L - 2F(a+b)^2L + 2R_D L^3 + 4M_D L^2\}$ _____ 9

_____ 8 - _____ 9; $\theta = Fa^3 - Fa^2L + F(a+b)^3 - F(a+b)^3L + 2M_D L^2$

เพราะฉะนั้น $M_D = -Fa^3/(2L^2) + Fa^2/2L - F(a+b)^3/(2L^2) + F(a+b)^2/2L$ _____ *

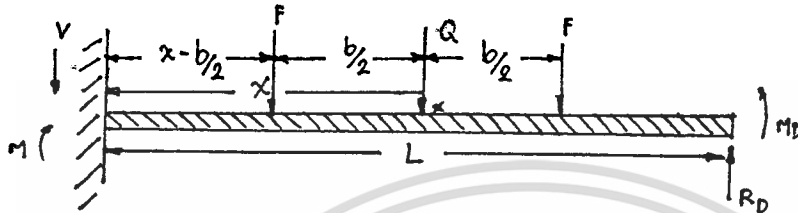
จะได้แรงปฏิกิริยาและโมเมนต์ที่ปลายคานดังนี้

$$R_D = (-2F/L^3) * \{a^3 + (a+b)^3\} + (3F/L^2) * \{a^2 + 2(a+b)^2\}$$

$$M_D = (-F/2L^2) * \{a^3 + (a+b)^3\} + (F/2L) * \{a^2 + (a+b)^2\}$$

3.8 หาระยะเบี่ยงเบน (deflection) ของเพลารองงาน

ระยะเบี่ยงเบนจะเกิดมากที่สุดที่จุดกึ่งกลางคาน



ใช้วิธีแคลคูลัสดิเฟอเรนเชียลใน $M = -F\{x-b/2\} - Q\{x\} - F\{x+b/2\} + R_D L + M_D$

$$\frac{\partial M}{\partial Q} = -x$$

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น } y_x &= \int_0^{L/2} (M/EI) * [M/Q] dx \\ &= (1/EI) \int_0^{L/2} \{F(x-b/2)x^2 + Qx^2 + F(x+b/2)x - R_D Lx - M_D x\} dx \\ &= (1/EI) * [F\{x^3 - bx/2\} + Qx^2 + F\{x^2 + bx/2\} - R_D Lx^2/2 - M_D x^2/2]_0^{L/2} \\ &= (1/EI) * [2Fx^2 + Qx^2 - R_D Lx^2/2 - M_D x^2/2]_0^{L/2} \end{aligned}$$

แทน $Q = 0$

$$= (1/EI) * \{2FL^2/4 - R_D L^3/8 - M_D L^2/8\}$$

แทนค่า $F = 30/5 = 6 \text{ kg} = 6 * 9.81 = 58.86 \text{ N}$

$L = 600 \text{ mm.}$

$E \text{ เหล็ก} = 206000 \text{ N/mm.}^2$

$$I_x = I_y = 3.14285(r)^4/4 = 3.14285d^4/64$$

$$= 3.14285(25)^4/64$$

$$= 19182.43 \text{ mm.}^4$$

แทนค่า $b = 30 \text{ mm.}$

$$a = 600 - 30/2 = 585 \text{ mm.}$$

ได้ค่า $R_D = 117.5$

$$M_D = -44.145$$

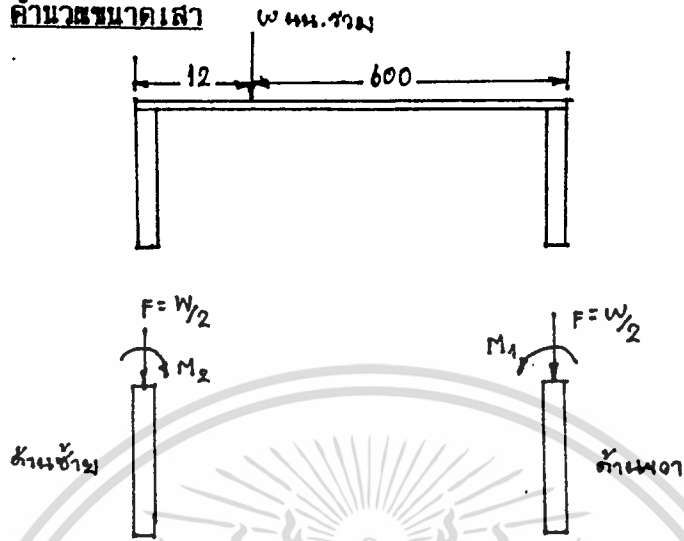
เพราะฉะนั้นผลที่ได้คือ...

$$\begin{aligned} y_x &= [1/206000 * 19182.43] [2 * 58.86(600)^2/4 - 117.5(600)^3/8 + 44.145(600)^2/8] \\ &= -0.8 \text{ mm.} \end{aligned}$$

ซึ่งเป็นค่าซึ่งน้อยมากเลือกเพลารองขนาด 25 mm. ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 คำนวณขนาดเสา



$W =$ น้ำหนักมอเตอร์+น้ำหนักเบรึง+แรงกดลงเนื่องจากสกรูส่งกำลัง (F)
จากทอร์คยกกล $T_L = F_L * R = 0.25 \text{ Nm.}$

เพราะฉะนั้นแรงกดลงเนื่องจากสกรูส่งกำลัง $= 0.25 / (25 * 10^{-3})$
 $= 10 \text{ N}$

ประมาณน้ำหนักมอเตอร์และเบรึง $= 3 \text{ kg.}$
 $= 3 * 9.81$
 $= 29.43 \text{ N}$

เพราะฉะนั้น $W = 29.43 + 10 = 39.43 \text{ N}$

$F = W/2 = 19.715 \text{ N}$

จากเหล็กโครงสร้าง st 33-1;

$$\sigma'_u = 320-490 \text{ N/mm.}^2$$

$$\sigma'_v = 185 \text{ N/mm.}^2$$

$$E = 206000 \text{ N/mm.}^2$$

คิดคานด้านขวาเป็นหลักเพราะโมเมนต์มากกว่า

$$M = F * 600$$

$$= 19.715 * 600 = 11829 \text{ Nmm.}$$

$$\text{จาก } C_c^2 = 2(3.14285)^2 E / \sigma'_v$$

$$C_c = \{2(3.14285)^2 E / \sigma'_v\}^{1/2}$$

$$= \{2(3.14285)^2 * 206000 / 185\}^{1/2}$$

$$= 148.256$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาค่าอัตราส่วนความเร็วสูงสุดของเสา (ค่า L/R)

จากค่ารัศมีไจเนเรชั่นรอบแกนโมเมนต์อินเนอร์เชีย

$$\begin{aligned}
 R &= (I/A)^{1/2} \\
 &= \{(3.14285d^4/64)/(3.14285d^2/2)\}^{1/2} \\
 &= \{d^2/32\}^{1/2} = d/\{4(2)\}^{1/2}
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นค่าอัตราส่วนความเร็ว $L/R = 600*4(2)^{1/2}/d = 3394.11/d$

$$\text{ค่า } F/A = 19.715/(3.14285d^2/4) = 25.1/d^2$$

$$\text{ค่า } MC/I = 11829*(d/2)/\{3.14285d^4/64\} = 120489.2/d^3$$

สมมติเป็นเสาสั้น ($L/R < C_c < 200$)

ได้ตัวคูณความปลอดภัย

$$\begin{aligned}
 \text{ค่า } F.S &= 5/3 + (3/8)*(L/R C_c) - (1/8)*(L/R C_c)^3 \\
 &= 5/3 + (3/8)\{3394.11/(148.256d)\} - (1/8)\{3394.11/(148.256d)\}^3 \\
 &= 1.67 + (8.585/d) - (1499.86/d^3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{และ ค่า } \sigma'_{n11} &= \sigma'_{cr}/F.S = (\sigma'_{cr}/F.S)*[1 - (1/2)*\{(L/R C_c)^2\}] \\
 &= (185/F.S)*[1 - (1/2)*\{3394.11/(d*148.256)^2\}] \\
 &= (185/F.S)*[1 - (262306/d^2)]
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นหาขนาดของเสาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 F/A + MC/I &= < \sigma'_{n11} \\
 25.1/d^2 + 120489.2/d^3 &= < (185/F.S)*[1 - (262.06/d^2)]
 \end{aligned}$$

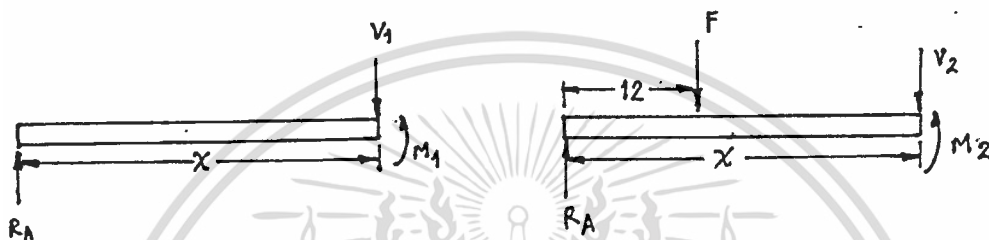
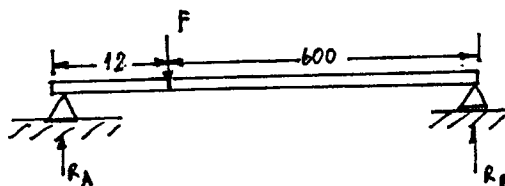
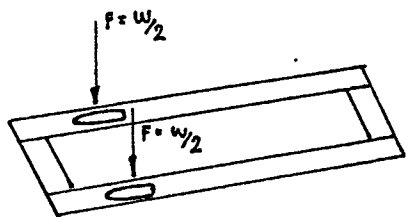
จากการอินเทอร์โพลเรตค่า d ได้ดังนี้

d (mm.)	ค่า F/A + MC/I	ค่า F.S	ค่า σ'_{n11}
1	120504.3	-1489.605	32.422
3	4465.35	-51.02	101.96
5	964.917	-8.61	203.7
6	558.5	-3.843	302.3
7	351.79	-1.476	544.867

เพราะขนาดที่สมการเป็นจริงคือ d = 7 mm.

แต่เพื่อความแข็งแรงและเลือกขนาดเพลลาที่สวมพอดีกับแบริ่งนำเลื่อนซึ่งเป็นขนาดที่หาซื้อได้ง่ายและราคาถูกจึงเลือกเพลลาขนาด 2.54 มิลลิเมตร จะสามารถรับแรงกดและโมเมนต์ได้มากขึ้น

3.10 การคำนวณหาระยะเบี่ยงเบนของคานารองแปรงค้ำคาน



จากค่าน้ำหนักกดลงรวม $W = 39.43 \text{ N}$
 เพราะฉะนั้น $F = W/2 = 19.715 \text{ N}$
 $R_A * 612 - F * 600 = 0$
 เพราะฉะนั้น $R_A = 19.715 * 600 / 612$
 $= 19.328 \text{ N}$
 $R_A + R_B = F$
 เพราะฉะนั้น $R_B = 19.715 - 19.328 = 0.387 \text{ N}$
 จาก $M_1(x) = R_A * x$
 $= 19.328 * x$; $(0 \leq x \leq 12)$
 $M_2(x) = R_A * x - F(x - 12)$
 $= 19.328x - 19.715(x - 12)$; $(12 \leq x \leq 600)$

ใช้วิธีอินทิเกรตที่ฟังก์ชัน

เพราะฉะนั้นจะได้ $M(x) = 19.328x - 19.715(x - 12)$

$EI * (d^2y/dx^2) = 19.328x - 19.715(x - 12)$

$EI \theta = EI * (dy/dx) = 19.328x^2/2 - 19.715(x - 12)^2/2 + C_1$ _____ 1

$EIy = 19.38x^3/6 - 19.715(x - 12)^3/6 + C_1x + C_2$ _____ 2

แทนค่าสมการ _____ 2; เมื่อ $x = 0$ ได้ $y = 0$

เพราะฉะนั้น $C_2 = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า $C_2 = 0$ และ $x = 600$ จะได้ $y = 0$ ลงในสมการ _____2
 $0 = (19.328/2) * (600)^3 - (19.715/2) * (600-12)^3 + C_1(600)$
เพราะฉะนั้น $C_1 = -139031.95$

ค่า E เหล็ก = 206000 N/mm.²

ค่า I หน้าตัดสี่เหลี่ยม = $bh^3/12$
= $35(5)^3/12$
= 364.58 mm.⁴

เพราะฉะนั้นได้ค่าระยะเบี่ยงเบนคือ

$$y = (1/EI) * \{ (19.38/6) * (x^3) - (19.715/6) * (x-12)^3 - 139031.95x \}$$
$$= (1/206000 * 364.58) * \{ (19.38/6) * (x^3) - (19.715/6) * (x-12)^3 - 139031.95x \}$$

เมื่อ $x = 12$ ได้ค่า $y = -0.022$ mm.

ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก ดังนั้น คานขนาด 35*8 เป็นขนาดที่ใช้ได้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

หลังจากประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเชื่อมอัตโนมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะนำเครื่องเชื่อมอัตโนมัติไปทดลองเพื่อทราบถึงประสิทธิภาพในการทำงาน ขั้นตอนต่อไปคือนำมอเตอร์ขนาดที่เหมาะสมมาขับให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ในแนวนอนและขับลวดเชื่อมให้เคลื่อนที่ในแนวตั้ง

จากการคำนวณค่าต่าง ๆ ในบทที่ 3 ผลปรากฏว่ามอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสมที่จะนำมาขับชิ้นงานให้เคลื่อนที่ในแนวนอน คือ มอเตอร์ขนาด 5 วัตต์ และมอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสมที่จะนำมาขับลวดเชื่อมให้เคลื่อนที่ในแนวตั้ง คือ มอเตอร์ขนาด 12 วัตต์ ซึ่งมอเตอร์ดังกล่าวเป็นมอเตอร์ดีซี ที่สามารถปรับความเร็วได้

แต่พบว่า มอเตอร์ดังกล่าวมีราคาค่อนข้างแพงและต้องเสียเวลาในการสั่งซื้อนาน จึงทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในการทดลองกับเครื่องเชื่อมอัตโนมัตินี้ได้ จึงต้องนำมอเตอร์ชนิดอื่นมาทดลองแทนซึ่งในเรื่องนี้อาจารย์ในที่ปรึกษาได้ให้ทางภาควิชาคอนโทรลมาติดตั้งสเคปปีงมอเตอร์ (stepping motor) พร้อมทั้งนำชุดควบคุม (driver) และตัวปรับความเร็วมาใช้ในการทดลองนี้ด้วย

ผลของการทดลองในการหาขนาดมอเตอร์ที่เหมาะสมกับเครื่องเชื่อมอัตโนมัติโดยใช้สเคปปีงมอเตอร์นั้น ครั้งแรก นำมอเตอร์ขนาด 1.7 วัตต์ มาทดลองขับสกรูส่งกำลังแนวนอน ผลปรากฏว่าฐานแผ่นชิ้นงานไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ครั้งที่สอง นำมอเตอร์ขนาด 3 วัตต์มาทดลองขับสกรูส่งกำลังแนวนอนอีกครั้ง ผลปรากฏว่ายังไม่สามารถทำให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ได้ ครั้งที่สาม นำมอเตอร์ขนาด 5 วัตต์ มาทดลองขับสกรูส่งกำลังแนวนอนผลปรากฏว่าฐานชิ้นงานสามารถเคลื่อนที่ได้ซึ่งขนาดมอเตอร์มีค่าเดียวกับที่คำนวณไว้ในบทที่ 3 แต่อย่างไร ก็ตามก็มีการติดขัดของการเคลื่อนที่ของฐานชิ้นงานเป็นบางช่วง

การที่ชิ้นงานเคลื่อนที่ติดขัดนั้นมีทางแก้ไขปรับปรุงได้กล่าวคือ ควรนำ
ขาที่สวมแบบรึ้งนำเลื่อน (sliding bearing) และขาสวมเกลียวนอกของสกรูส่งกำลัง
ทั้งหมด 5 ชุด มาทำใหม่โดยการไสด้านข้างให้เรียบและเจาะรูสวมอัดให้ตรงศูนย์
เสร็จแล้วจึงนำมาประกอบเข้าเหมือนเดิมและควรตรวจสอบการโค้งงอของเพลลาและสกรู
ส่งกำลัง ซึ่งวิธีดังกล่าวนี้จะสามารถทำให้การเคลื่อนที่ของฐานชิ้นงานเรียบขึ้น

เมื่อหามอเตอร์ที่เหมาะสมกับเครื่องเชื่อมอัตโนมัติแล้วก็นำชิ้นงาน สอง
ชิ้น มาทดสอบถึงผลของการเชื่อมว่าชิ้นงานทั้งสองจะสามารถประกอบติดกันหรือไม่
เพียงพอ ข้อสำคัญในเวลาเชื่อมก่อนอาร์คครั้งแรกต้องกดปุ่มกดลวดเชื่อมลงมาเล็กน้อย
และปรับความเร็วมอเตอร์ที่ขับลวดเชื่อมให้เคลื่อนที่ 10 รอบต่อนาที พร้อมกับปรับ
ความเร็วมอเตอร์ที่ขับชิ้นงานให้เคลื่อนที่ 5 รอบต่อนาที

ซึ่งผลจากการทดลองปรากฏว่ามีการติดขัดของลวดเชื่อมเป็นบางครั้ง
รอยเชื่อมของชิ้นงานที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากเวลาเชื่อมไม่ได้มีการส่ายหัวของลวดเชื่อม

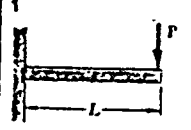
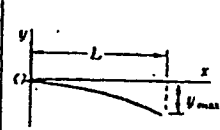
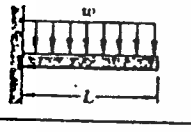
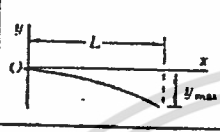
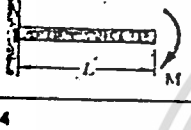
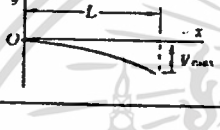
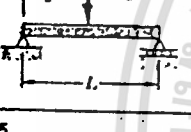
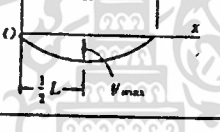
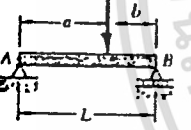
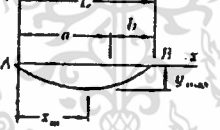
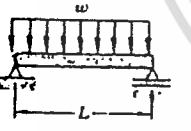

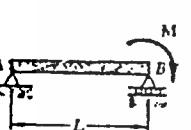
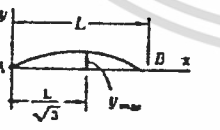
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป

ผลสรุปที่ได้จากการทดลองโดยใช้สแตปปีงมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ นั้น สามารถสรุปได้ว่าขนาดของมอเตอร์ที่จะสามารถนำมาใช้ในการทดลองนั้นต้องมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่าค่ากำลังของมอเตอร์ที่คำนวณได้ สำหรับเครื่อง เชื่อมอัตโนมัติขึ้นนี้ขนาดมอเตอร์ที่จะนำมาขับฐานชิ้นงานให้เคลื่อนที่ตามแนวอนได้ คือ ขนาด 5 วัตต์ขึ้นไป และขนาดมอเตอร์ที่จะนำมาขับลวดเชื่อมให้ขึ้นลงตามแนวตั้งได้ คือ ขนาด 12 วัตต์ขึ้นไป ซึ่งผลจากการทดลองปรากฏว่าการเคลื่อนที่ของชิ้นงานและลวดเชื่อมนั้นมีการติดขัดเป็นบางช่วง และรอยเชื่อมของชิ้นงานที่ได้ไม่เรียบพอ ซึ่งปัญหาเรื่องนี้สามารถแก้ไขปรับปรุงได้โดยใช้คีมมอเตอร์พร้อมชุดควบคุม ขนาด 12 วัตต์ สำหรับสกรูขับลวดเชื่อม และขนาด 5 วัตต์ สำหรับสกรูส่งกำลังขับฐานชิ้นงาน เหตุที่ควรใช้คีมมอเตอร์เพราะสามารถให้ทอร์คได้มากกว่าสแตปปีงมอเตอร์และเคลื่อนที่ได้ราบเรียบกว่าอีกด้วย

การแก้ปัญหาของการขัดตัวเนื่องจากความเสียดทานและแนวระดับไม่ได้ระดับเดียวกันนั้น มีวิธีการในการปรับปรุงกล่าวคือ สกรูส่งกำลังการใช้แบบบอลลีดสกรู (ball lead screw) เพราะลดความเสียดทานน้อยกว่าแบบสี่เหลี่ยมคางหมูมาก นอกจากนั้นปลอกที่สวมแปรงนำเลื่อนที่บริเวณด้านข้างหลังจากใส่แล้วควรมีการเจียรนัยผิวให้เรียบ เพื่อปรับให้เพลลาและสกรูส่งกำลังอยู่ในแนวระดับเดียวกัน และฐานที่รองตุ๊กตาของเพลลาส่งกำลังและเพลลาของฐานรองชิ้นงานควรมีเหล็กแท่งนำมาใส่แทนเหล็กฐานเพราะจะได้แนวระดับที่เที่ยงตรงกว่า

กล่าวโดยสรุป เครื่องเชื่อมอัตโนมัติขึ้นนี้นอกจากมีการแก้ไขปรับปรุงที่สกรูส่งกำลังและแนวระดับของปลอกสวมแปรงนำเลื่อนแล้ว ก็ควรมีการเพิ่มขึ้นส่วนเพื่อสามารถสายหัวลวดเชื่อมได้ซึ่งจะทำให้รอยเชื่อมที่ได้มีประสิทธิภานที่ดีกว่านี้

ตาราง 15 Beam Deflections and Slopes

Beam and Loading	Elastic Curve	Maximum Deflection	Slope at End	Equation of Elastic Curve
		$-\frac{PL^3}{3EI}$	$-\frac{PL^2}{2EI}$	$y = \frac{P}{6I} (x^3 - 3Lx^2)$
		$-\frac{wL^4}{8EI}$	$-\frac{wL^3}{6EI}$	$y = \frac{w}{24EI} (x^4 - 4Lx^3 + 6L^2x^2)$
		$-\frac{ML^2}{2EI}$	$-\frac{ML}{EI}$	$y = -\frac{M}{2EI} x^2$
		$-\frac{PL^3}{48EI}$	$+\frac{PL^3}{16EI}$	For $x \leq \frac{1}{2}L$: $y = \frac{P}{48EI} (4x^3 - 3L^2x)$
		For $a > b$: $-\frac{Pl(L^2 - b^2)^{3/2}}{9\sqrt{3}EI}$ at $x_m = \sqrt{\frac{L^2 - b^2}{3}}$	$\theta_A = -\frac{Pl(L^2 - b^2)}{6EIL}$ $\theta_B = +\frac{Pa(L^2 - a^2)}{6EIL}$	For $x < a$: $y = \frac{Pl}{6EIL} [x^3 - (L^2 - b^2)x]$ For $x = a$: $y = -\frac{Pa^2b^2}{3EIL}$
		$-\frac{5wL^4}{384EI}$	$+\frac{wL^3}{24EI}$	$y = -\frac{w}{24EI} (x^4 - 2Lx^3 + L^2x)$
		$\frac{ML^2}{9\sqrt{3}EI}$	$\theta_A = +\frac{ML}{6EI}$ $\theta_B = -\frac{ML}{3EI}$	$y = -\frac{M}{6EI} (x^3 - L^2x)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โปรเจกต์นี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณอาจารย์พรศักดิ์ อัครตานิช และอาจารย์ประสิทธิ์ คำพันธ์ม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือโปรเจกต์อย่างมากในด้านทุนที่ใช้ในการสร้างเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ การสั่งซื้อชิ้นส่วนต่าง ๆ ในการนำมาประกอบชิ้นงาน อีกทั้งได้ให้คำแนะนำในการออกแบบ และช่วยกรุณาปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องให้ดีขึ้นซึ่งทำให้เครื่องเชื่อมอัตโนมัติพร้อมที่จะนำไปใช้งานได้ต่อไป นอกจากนี้ โปรเจกต์นี้คงจะไม่สำเร็จด้วยดีถ้าไม่ได้รับความร่วมมือจากโรงประลองซ็อบ 1 และโรงประลองซ็อบ 2 ที่ได้เอื้อเฟื้อเครื่องจักรและเครื่องมือในการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบชิ้นงานให้เป็นรูปเป็นร่างขึ้น และท้ายที่สุด ก็ต้องขอขอบคุณพี่ๆทชกิจที่ได้ให้คำแนะนำในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ และช่วยตัดแปลงแก้ไขในส่วนที่ไม่เหมาะสมให้ถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. สมชัย เกาสมบัติ, "กลศาสตร์ของแข็ง เล่ม 1",
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
หน้า 233 - 280 และ หน้า 303 - 349, 2527
2. สมชัย เกาสมบัติ, "กลศาสตร์ของแข็ง เล่ม 2"
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
หน้า 106 - 132, 2529
3. ศจ. วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์, "การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1"
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
หน้า 273 - 304, 2529
4. รศ. บรรณ เลง ศรีนิล, ผศ. ประเสริฐ กิวยสมบุรณ์, "ตารางงานโลหะ"