
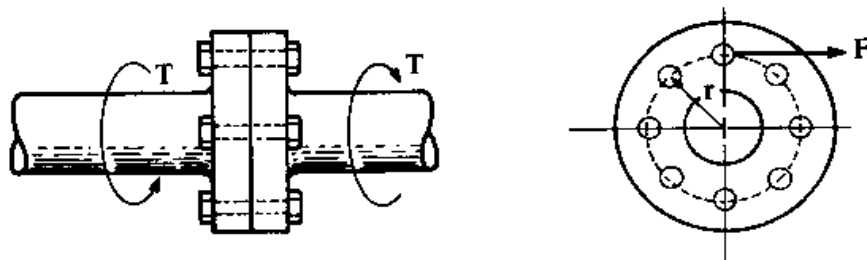
	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>หัวข้อเรื่อง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การต่อเพลลาด้วยหน้าแปลน 2. เพลลาขนาดไม่เท่ากัน <p>สาระสำคัญ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การต่อเพลลา 2 อันเข้าด้วยกัน โดยการใช้หน้าแปลนจะต้องยึดด้วยสลักเกลียว ในการหาค่าโมเมนต์บิดที่ใช้กับการต่อเพลลาด้วยหน้าแปลนหาได้จากสูตร $T = n \frac{\pi}{4} d^2 \tau \cdot r$ 2. ในการออกแบบเพลลาที่มีขนาดต่างกัน ซึ่งทำจากวัสดุเดียวกันหรือต่างกันในการใช้งานพิจารณาได้ 2 ลักษณะ คือ ปลายเพลลาทั้งสองเป็นอิสระ และปลายเพลลาทั้งสองข้างยึดแน่น <p>วัตถุประสงค์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าโมเมนต์บิดที่ใช้กับการต่อเพลลาด้วยหน้าแปลนได้อย่างถูกต้อง 2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าการต่อเพลลาที่ขนาดไม่เท่ากัน ได้อย่างถูกต้อง 		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพล	จำนวน 3 ชั่วโมง

เนื้อหาสาระ

1. การต่อเพลด้วยหน้าแปลน (Coupling)

การต่อส่วนของโครงสร้าง เช่น เพลวัสดุกลม เพื่อใช้รับแรงบิดนั้นทำได้โดยการเชื่อมปลายทั้งสองข้างของเพลด้วยหน้าแปลน (คับปลีง) แล้วยึดหน้าแปลนทั้งสองด้วยสลักเกลียว



รูปที่ 2 แสดงการต่อเพลด้วยหน้าแปลน

กำหนดให้ n คือ จำนวนสลักเกลียวบนหน้าแปลน

r คือ รัศมีที่ห่างจากจุดกึ่งกลางของคัปปลิ่ง (หน้าแปลน) ไปยังจุดกึ่งกลางสลักเกลียว

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียว

τ คือ ความเค้นเฉือนเนื่องจากการบิด


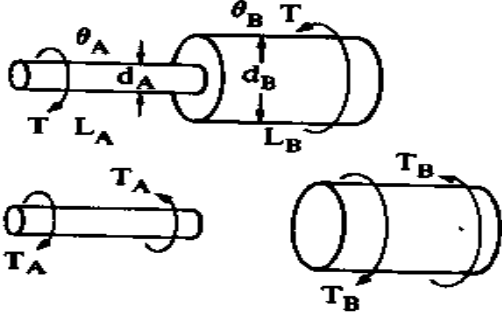
F คือ แรงต้านทานต่อการบิดของสลักเกลียวแต่ละตัว


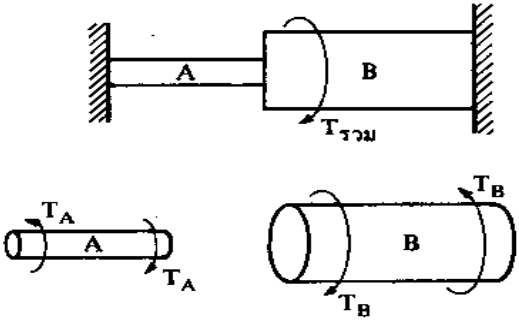
$$\text{จาก } T = nF \times r$$


$$T = nA\tau \cdot r$$

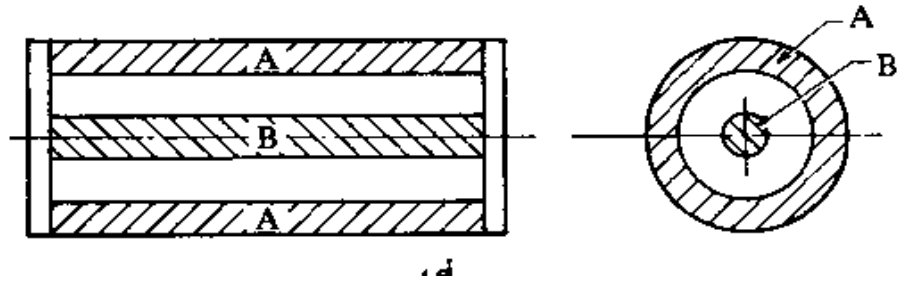
$$= n \frac{\pi}{4} d^2 \tau \cdot r$$

$$\text{จะได้สมการ } T = n \frac{\pi}{4} d^2 \tau \cdot r$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพล	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>2. เพลขนาดไม่เท่ากันต่อเข้าด้วยกัน</p> <p>ถ้าต้องการเพลสองเพลหรือหลาย ๆ เพลที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกันหรือชนิดเดียวกันแต่มีขนาดไม่เท่ากันนำมาต่อเข้าด้วยกัน เพื่อการใช้งานอันเดียวกันแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 แบบคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปลายเพลทั้งสองข้างเป็นอิสระ 2. ปลายเพลทั้งสองข้างโค่นยึดแน่น <p>1) ปลายเพลทั้งสองข้างเป็นอิสระ</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>รูปที่ 3 ปลายเพลทั้งสองข้างเป็นอิสระ</p> <p>ถ้าเพลประกอบไปด้วยเพลสองอันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากันต่อกันแบบอนุกรม โดยมีแรงบิดที่ปลายทั้งสองข้างเท่ากับ T เราจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้ คือ</p> <p style="text-align: center;">แรงบิดรวม = แรงบิดของท่อน A = แรงบิดของท่อน B</p> $T_{รวม} = T_A = T_B$ <p>เมื่อแรงบิดเท่ากัน มุมบิดจะไม่เท่ากันเพราะขนาดต่างกัน</p> <p style="text-align: center;">มุมบิดรวม = มุมบิดของท่อน A + มุมบิดของท่อน B</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p style="text-align: center;">2) ปลายเพลลาทั้งสองข้างโดนยึดแน่น</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">รูปที่ 4 ปลายเพลลาทั้งสองข้างโดนยึดแน่น</p> <p>เมื่อปลายทั้งสองข้างถูกยึดแน่น เพลลาจะบิดไปเท่ากันตลอดความยาวของเพลลา แต่แรงบิดของแต่ละท่อนจะไม่เท่ากัน คือ</p> <p style="text-align: center;">แรงบิดรวม = แรงบิดของท่อน A + แรงบิดของท่อน B</p> $T_{รวม} = T_A + T_B$ <p style="text-align: center;">ส่วนมุมบิดรวม = มุมบิดของท่อน A = มุมบิดของท่อน B</p> $\theta_{รวม} = \theta_A = \theta_B$ <p>3) เพลลาหลายอันต่อเข้าด้วยกันแบบขนาน</p> <p>เพลลาหลายอันต่อเข้าด้วยกันแบบขนานหรือเพลลาสองเพลลามิแกนร่วมกัน แต่ขนาดไม่เท่ากันสวมเข้าด้วยกัน</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพล	จำนวน 3 ชั่วโมง



รูปที่ 5 เพลหลายอันต่อเข้าด้วยกันแบบขนาน

เนื่องจากปลายทั้งสองข้างของเพลบิดไปด้วยกัน ดังนั้นมุมบิดของเพลทั้งสองจึงต้องเท่ากัน เราจะได้มุมบิดรวมเท่ากับมุมบิดของท่อน A เท่ากับมุมบิดของท่อน B

$$\theta_{\text{รวม}} = \theta_A = \theta_B$$

แต่แรงบิดที่เกิดขึ้นในกรณีนี้จะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีค่าดังนี้

$$\text{แรงบิดรวม} = \text{แรงบิดท่อน A} + \text{แรงบิดท่อน B}$$

$$T_{\text{รวม}} = T_A + T_B$$

สรุปเนื้อหา

1. การคำนวณหาทอร์กที่หน้าแปลนใช้สูตร $T = n \frac{\pi d^2}{4} \times \tau \times r$


2. การคำนวณหาทอร์กของเพลที่มีขนาดไม่เท่ากัน


1) ปลายเพลทั้งสองเป็นอิสระแรงบิดที่ปลายทั้งสองจะเท่ากัน


ใช้สูตร $T = \frac{G_1 J_2 \theta_1}{L_1} = \frac{G_2 J_2 \theta_2}{L_2}$ มุมบิดรวม $\theta_T = \theta_1 + \theta_2$


2) ปลายเพลทั้งสองยึดแน่น แรงบิดที่ปลายทั้งสองจะไม่เท่ากัน


ใช้สูตร $T_T = \frac{G_1 J_1 \theta_1}{L_1} + \frac{G_2 J_2 \theta_2}{L_2}$ มุมบิดรวม $\theta_T = \theta_1 = \theta_2$ หรือ $\frac{T_1 L_1}{G_1 J_1} = \frac{T_2 L_2}{G_2 J_2}$


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>ตัวอย่างที่ 1</p> <p>หน้าแปลนยึดเพลลาด้วยโบลท์ขนาด 20 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัว แนวยึดโบลท์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร จงคำนวณหาทอร์กที่หน้าแปลนรับได้ ถ้าความเค้นเฉือนของโบลท์ห้ามเกิน 48 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p>		
<p>วิธีทำ</p> <p>จากสูตร $T = n \frac{\pi d^2}{4} \times \tau \times r$</p> <p>แทนค่าในสูตร $T = 4 \frac{\pi(0.02)^2}{4} \times 48 \times 10^6 \times 0.05$</p> <p style="text-align: center;">$= 3015.93 \text{ N.m}$</p>	<p>$n = 4$</p> <p>$d = 0.02 \text{ m}$</p> <p>$\tau = 48 \times 10^6 \text{ N/m}^2$</p> <p>$r = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ m}$</p> <p>$T = ?$</p>	
<p>ตอบ ทอร์กที่หน้าแปลนรับได้เท่ากับ 3015.93 นิวตันเมตร</p>		
<p>ตัวอย่างที่ 2</p> <p>เพลลาต้นสองอันทำจากวัสดุต่างกัน คือ เพลลาอะลูมิเนียมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร ยาว 4 เมตร มีค่า G เท่ากับ 27 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร และเพลลาเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 2.5 เมตร มีค่า G เท่ากับ 78 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร ปลายทั้งสองยึดกับผนัง ตรงช่วงต่อเพลลา มีทอร์กเท่ากับ 1.4 กิโลนิวตันเมตร จงคำนวณหาความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาอะลูมิเนียมและเพลลาเหล็ก</p>		
<p>วิธีทำ</p> <p>จากสูตร $\frac{T_1 L_1}{G_1 J_1} = \frac{T_2 L_2}{G_2 J_2}$</p> <p>แทนค่าในสูตร $\frac{T_a \times 4 \times 32}{27 \times 10^9 \times \pi(0.065)^4} = \frac{T_s \times 2.5 \times 32}{78 \times 10^9 \times \pi(0.05)^4}$</p> <p>ย้ายข้างสมการ $T_a = \frac{T_s \times 2.5 \times 32 \times 27 \times 10^9 \times \pi(0.065)^4}{78 \times 10^9 \times \pi(0.05)^4 \times 4 \times 32}$</p>	<p>$D_a = 0.065 \text{ m}$</p> <p>$D_s = 0.050 \text{ m}$</p> <p>$L_a = 4 \text{ m}$</p> <p>$L_s = 2.5 \text{ m}$</p> <p>$G_a = 27 \times 10^9 \text{ N/m}^2$</p> <p>$G_s = 78 \times 10^9 \text{ N/m}^2$</p> <p>$T = 1.4 \times 10^3 \text{ N.m}$</p>	


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p style="text-align: center;">$T_a = 0.6179T_s$</p> <p style="text-align: center;">จาก $\sum M_x = 0$</p> <p style="text-align: center;">จะได้ $T_a + T_s - T = 0$</p> <p>แทนค่า $0.6179T_s + T_s - 1400 = 0$</p> $T_s = \frac{1400}{1.6179}$ $= 865.32 \text{ N.m}$ <p style="text-align: center;">และ $T_a = 0.6179 \times 865.32$</p> $= 534.68 \text{ N.m}$ <p style="text-align: center;">จากสูตร $\tau = \frac{16T}{\pi D^3}$</p> <p style="text-align: center;">จะได้ $\tau_a = \frac{16 \times 534.68}{\pi \times (0.065)^3}$</p> $= 9915713.72 \text{ N/m}^2$ $= 9.9157 \text{ MN/m}^2$ <p>ตอบ ความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาอะลูมิเนียมเท่ากับ 9.9157 เมกะนิวตัน/ตารางมิลลิเมตร</p> $\tau_s = \frac{16 \times 865.32}{\pi \times (0.05)^3}$ $= 35256308.57 \text{ N/m}^2$ $= 35.256 \text{ MN/m}^2$ <p>ตอบ ความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาเหล็กเท่ากับ 35.256 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู		
ขั้นนำ 1. กล่าวทักทายนักศึกษาแล้วนำภาพการต่อเพลลาแบบต่าง ๆ มาให้นักศึกษาดูแล้วถาม		
ขั้นสอน 1. แจงจุดประสงค์รายวิชา หัวข้อที่จะต้องเรียน การวัดการประเมนผล ข้อตกลงต่าง ๆ แก่นักศึกษา 2. บรรยายเนื้อหาประกอบแผ่นใสในหน่วยที่ 5 3. สาธิตหลักการคำนวณประกอบแผ่นใสตัวอย่างที่ 3 และ 4 4. เปิดโอกาสให้นักศึกษาถาม และให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหน่วยที่ 5		
ขั้นสรุป 1. ให้นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหา		
งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม 1. ให้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนในเรื่อง ที่จะสอนต่อไป 2. ให้ไปศึกษาทบทวนเรื่องที่เรียน และทำแบบฝึกหัด		
สื่อการเรียนรู้การสอน 1. เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 5 2. รูปภาพ 2, 3, 4 และ 5		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>การวัดผลและประเมินผล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตความสนใจผู้เรียน 2. ความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย 3. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน 4. ให้ทำแบบทดสอบ 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>แบบฝึกหัด</p> <p>1. หน้าแปลนยึดเพลลาด้วยโบลท์ขนาด 35 มิลลิเมตร จำนวน 6 ตัว แนวยึดโบลท์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร จงคำนวณหาทอร์กที่หน้าแปลนรับได้ ถ้าความเค้นเฉือนของโบลท์ห้ามเกิน 37 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p> <p>2. เพลลาต้นสองอันทำจากวัสดุต่างกัน คือ เพลลาอะลูมิเนียมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร ยาว 6 เมตร มีค่า G เท่ากับ 34 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร และเพลลาเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร มีค่า G เท่ากับ 81 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร ปลายทั้งสองยึดกับผนัง ตรงช่วงต่อเพลลา มีทอร์กเท่ากับ 2.6 กิโลนิวตันเมตร จงคำนวณหาความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาอะลูมิเนียมและเพลลาเหล็ก</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
เฉลยแบบฝึกหัด		
<p>1. หน้าแปลนยึดเพลลาด้วยโบลท์ขนาด 35 มิลลิเมตร จำนวน 6 ตัว แนวยึดโบลท์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร จงคำนวณหาทอร์กที่หน้าแปลนรับได้ ถ้าความเค้นเฉือนของโบลท์ห้ามเกิน 37 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p>		
<p>วิธีทำ</p> <p>จากสูตร $T = n \frac{\pi d^2}{4} \times \tau \times r$</p> <p>แทนค่าในสูตร $T = 6 \times \frac{\pi(0.035)^2}{4} \times 37 \times 10^6 \times 0.075$</p> <p style="text-align: center;">$= 16019.177 \text{ N.m}$</p> <p style="text-align: center;">ตอบ ทอร์กที่หน้าแปลนรับได้เท่ากับ 16019.177 นิวตันเมตร</p>		
<p>2. เพลลาต้นสองอันทำจากวัสดุต่างกัน คือ เพลลาอะลูมิเนียมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร ยาว 6 เมตร มีค่า G เท่ากับ 34 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร และเพลลาเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร มีค่า G เท่ากับ 81 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร ปลายทั้งสองยึดกับผนัง ตรงช่วงต่อเพลลา มีทอร์กเท่ากับ 2.6 กิโลนิวตันเมตร จงคำนวณหาความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาอะลูมิเนียมและเพลลาเหล็ก</p>		
<p>วิธีทำ</p> <p>จากสูตร $\frac{T_1 L_1}{G_1 J_1} = \frac{T_2 L_2}{G_2 J_2}$</p> <p>แทนค่าในสูตร $\frac{T_a \times 6 \times 32}{34 \times 10^9 \times \pi(0.080)^4} = \frac{T_s \times 2.6 \times 32}{81 \times 10^9 \times \pi(0.065)^4}$</p> <p>ย้ายข้างสมการ $T_a = \frac{T_s \times 2.6 \times 32 \times 34 \times 10^9 \times \pi(0.080)^4}{81 \times 10^9 \times \pi(0.065)^4 \times 6 \times 32}$</p> <p style="text-align: center;">$T_a = 0.417 T_s$</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>จาก $\sum M_x = 0$ จะได้ $T_a + T_s - T = 0$ แทนค่า $0.417T_s + T_s - 2600 = 0$</p> $T_s = \frac{2600}{1.417}$ $= 1834.86 \text{ N.m}$ <p>และ $T_a = 0.417 \times 1834.86$</p> $= 765.137 \text{ N.m}$ <p>จากสูตร $\tau = \frac{16T}{\pi D^3}$ จะได้ $\tau_a = \frac{16 \times 765.137}{\pi \times (0.080)^3}$</p> $= 7610958.48 \text{ N/m}^2$ $= 7.61 \text{ MN/m}^2$ <p>ตอบ ความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาอะลูมิเนียมเท่ากับ 7.61 เมกะนิวตัน/ตารางมิลลิเมตร</p> $\tau_s = \frac{16 \times 1834.86}{\pi \times (0.065)^3}$ $= 34027729.61 \text{ N/m}^2$ $= 34.03 \text{ MN/m}^2$ <p>ตอบ ความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาเหล็กเท่ากับ 34.03 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>แบบทดสอบ</p> <p>1. เพลาดันสองอันทำจากวัสดุต่างกัน คือ เพลาทองแดงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร ยาว 1.5 เมตร มีค่า G เท่ากับ 42 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร และเพลาเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ยาว 0.5 เมตร มีค่า G เท่ากับ 81 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร ปลายทั้งสองยึดกับผนัง ตรงช่วงต่อเพลามีทอร์กเท่ากับ 3.4 กิโลนิวตันเมตร จงคำนวณหาความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลาทองแดงและเพลาเหล็ก</p> <p>2. หน้าแปลนยึดเพลาคด้วยโบลท์ขนาด 18 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัว แนวยึดโบลท์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร จงคำนวณหาทอร์กที่หน้าแปลนรับได้ ถ้าความเค้นเฉือนของโบลท์ห้ามเกิน 52 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
เฉลยแบบทดสอบ		
<p>1. เพลาดันสองอันทำจากวัสดุต่างกัน คือ เพลาทองแดงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร ยาว 1.5 เมตร มีค่า G เท่ากับ 42 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร และเพลาเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ยาว 0.5 เมตร มีค่า G เท่ากับ 81 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร ปลายทั้งสองยึดกับผนัง ตรงช่วงต่อเพลามีทอร์กเท่ากับ 3.4 กิโลนิวตันเมตร จงคำนวณหาความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลาทองแดงและเพลาเหล็ก</p>		
<p>วิธีทำ</p>		
<p>จากสูตร $\frac{T_1 L_1}{G_1 J_1} = \frac{T_2 L_2}{G_2 J_2}$</p>		
<p>แทนค่าในสูตร $\frac{T_a \times 1.5 \times 32}{42 \times 10^9 \times \pi (0.045)^4} = \frac{T_s \times 0.5 \times 32}{81 \times 10^9 \times \pi (0.035)^4}$</p>		
<p>ย้ายข้างสมการ $T_a = \frac{T_s \times 0.5 \times 32 \times 42 \times 10^9 \times \pi (0.045)^4}{81 \times 10^9 \times \pi (0.035)^4 \times 1.5 \times 32}$</p>		
<p>$T_a = 0.472 T_s$</p>		
<p>จาก $\sum M_x = 0$</p>		
<p>จะได้ $T_a + T_s - T = 0$</p>		
<p>แทนค่า $0.472 T_s + T_s - 3400 = 0$</p>		
<p>$T_s = \frac{3400}{1.472}$</p>		
<p>$= 2309.78 \text{ N.m}$</p>		
<p>และ $T_a = 0.472 \times 2309.78$</p>		
<p>$= 1090.22 \text{ N.m}$</p>		
<p>จากสูตร $\tau = \frac{16T}{\pi D^3}$</p>		
<p>จะได้ $\tau_a = \frac{16 \times 1090.22}{\pi \times (0.045)^3}$</p>		
<p>$= 60932179.6 \text{ N/m}^2$</p>		
<p>$= 60.93 \text{ MN/m}^2$</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย การบิดของเพลลา	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>ตอบ ความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาทองแดงเท่ากับ 60.93 เมกะนิวตัน/ตารางมิลลิเมตร</p> $\tau_s = \frac{16 \times 2309.78}{\pi \times (0.035)^3}$ $= 274369981.2 \text{ N/m}^2$ $= 274.37 \text{ MN/m}^2$ <p>ตอบ ความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลลาเหล็กเท่ากับ 274.37 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p> <p>2. หน้าแปลนยึดเพลลาด้วยโบลท์ขนาด 18 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัว แนวยึดโบลท์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร จงคำนวณหาทอร์กที่หน้าแปลนรับได้ ถ้าความเค้นเฉือนของโบลท์ห้ามเกิน 52 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร</p> <p>วิธีทำ</p> <p>จากสูตร $T = n \frac{\pi d^2}{4} \times \tau \times r$</p> <p>แทนค่าในสูตร $T = 4 \times \frac{\pi (0.018)^2}{4} \times 52 \times 10^6 \times 0.0225$</p> $= 1190.915 \text{ N.m}$ <p>ตอบ ทอร์กที่หน้าแปลนรับได้เท่ากับ 1190.915 นิวตันเมตร</p>		

