**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**การสอบกลางภาค** ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ปีการศึกษา:** 2556

**วันที่:** 1 สิงหาคม 2556 **เวลา:** 9.00-12.00 น.

**วิชา:** 229-361 Machine design **ห้อง:** S101

.....

**ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต**

<u>คำแนะนำ</u>

1. ข้อสอบวิชานี้มี 3 ข้อหลัก ทั้งหมด 13 หน้า คะแนนรวม 60 คะแนน คิดเป็นคะแนนสุดท้าย 20 %
2. นักศึกษาต้องเขียนชื่อ รหัส และกลุ่ม ในช่องว่างที่กำหนดไว้
3. สามารถนำเอกสารและเครื่องคำนวณทุกชนิดเข้าห้องสอบ
4. นักศึกษาต้องเขียนคำตอบในช่องว่างของกระดาษคำถามที่กำหนดไว้ ถ้าช่องว่างไม่พอ อนุญาตให้เขียนด้านหลังโดยระบุข้อให้ชัดเจน

| ข้อ | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|
| 1 | 20 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| | รวม | |

***Endeavor is a way to succeed***

พิเชฐ ตระการชัยศิริ

ผู้ออกข้อสอบ

1. **จงระบุว่าข้อความที่กล่าวนี้ ✔ หรือ ✘ และระบุเหตุผลสนับสนุน (20 คะแนน)**
   **ข้อใดไม่มีระบุเหตุผล คิดคะแนน เป็น -1 ในข้อดังกล่าว**

   1.1 เหล็กกล้าคาร์บอนถูกภาระผสมกระทำที่ตำแหน่งหนึ่ง ได้ค่า $\sigma_1 > 0$ แต่ $\sigma_3 = 0$ เกิดขึ้น ดังนั้นจะใช้ทฤษฎีพลังงานบิดเบี้ยว หรือทฤษฎีพลังงานความเค้นเฉือนสูงสุด คำนวณการวิบัติก็ได้เพราะให้ผลลัพธ์เท่ากัน

   ..... เหตุผล.....

   .....

   .....

   1.2 สำหรับวัสดุเปราะเมื่อภาระกระทำที่ตำแหน่ง ได้ผลลัพธ์ $|\sigma_1| = |-\sigma_3|$ จะให้ผลการคำนวณจากทฤษฎีโมร์ดัดแปลง เช่นเดียวกันกับในกรณีที่ $\sigma_3$ มีค่าเป็นศูนย์

   ..... เหตุผล.....

   .....

   .....

   1.3 การเกิดสภาวะความเค้นสูงสุด (Stress concentration) เกิดขึ้นเมื่อ ชิ้นงานรับภาระนั้น มีรูปร่างหน้าตัดเป็นรูปร่างวงกลมและมีขนาดไม่คงที่ตลอดชิ้นงาน

   ..... เหตุผล.....

   .....

   1.4 S-N diagram เป็นกราฟแบบ log-log ใช้บ่งบอกสมบัติเฉพาะวัสดุจากลักษณะความชันกราฟที่สัมพันธ์กันระหว่างความเค้นส่วนต่าง $\sigma_a$ และความเค้นเฉลี่ย $\sigma_m$

   ..... เหตุผล.....

   .....

   .....

   1.5 อลูมิเนียม 6061-T6 ขนาดหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 3.0" รับเฉพาะภาระความล้าจากการดึงในแนวแกน Y ที่อุณหภูมิใช้งาน 500 $^{\circ}$C โดยไม่เกิดการหมุนได้ค่า $C_{temp} = 1.0$

   ..... เหตุผล.....

   .....

   .....

1.6 ถ้าอลูมิเนียม 6061-T6 ชุบแข็ง ในข้อ 1.5 มี $S_{ut}$ = 50 ksi มีรูเจาะตรงกลาง$\varnothing$ 0.6 in. จะได้ค่า $K_t \approx 2.5$ และ $q \approx 0.75$

..... เหตุผล.....

.....

.....

1.7 เพลาที่ติดตั้งบนล้อรถไฟที่หมุนบนรางจะมีการรับภาระความล้าโดยการเปลี่ยนแปลงความเค้นใน 1 ช่วงเวลาเป็นลักษณะกราฟแบบความเค้นซ้ำ (Repeated stress)

..... เหตุผล.....

.....

.....

1.8 วัสดุASTM A228 ใช้ผลิตขดสปริงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. โดยใช้ขดลวดขนาด 2 มม. มีค่าดัชนีสปริงเป็น 5 เหมาะสำหรับใช้รับภาระความล้าจากการดึงหรือกระแทก

..... เหตุผล.....

.....

.....

1.9 สปริงขดที่มีค่าคงที่สปริงเดียวกัน เมื่อนำมาต่อกันแบบอนุกรมที่จำนวนเท่ากันกับการต่อแบบขนาน จะมีผลให้ความยืดหดของชุดสปริงรวมมีค่าน้อยกว่าชุดสปริงที่ต่อกันในแบบขนาน

..... เหตุผล.....

.....

.....

1.10. เกลียวส่งกำลังแบบสี่เหลี่ยมคางหมู มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเป็น 0.15 มีค่าระยะนำ (lead) เป็น 0.5 in. และเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (pitch diameter) เป็น 0.9 in. พบว่าเกลียวนี้จะเกิดสภาพติดตายด้วยตนเอง

..... เหตุผล.....

.....

.....

**2. จงเติมคำตอบที่ถูกต้องที่ได้จากการระบุสูตร การคำนวณหรือเปิดตารางลงในช่องว่าง โดยในกรอบเป็นการระบุสูตรสมการที่เลือกใช้**

Figure 1 shows a hand crank is made of gray cast iron – class 40 with static vertical load 1000 N applied to the handle. (20 points)

2.1 Determine the location (select point A, B, C and D on hand crank surface) of highest bending stress and calculate all stresses at point A. (neglect stress concentration) (6 points)

2.2 Determine the location (select point A,B,C and D on hand crank surface) of highest combined torsion and transverse shear stress and calculate all stresses at the point B (neglect stress concentration) (6 points)

2.3 Compute safety factors of ultimate strength, for stress element at point A and B. Based upon the modified Mohr theory. (8 points)

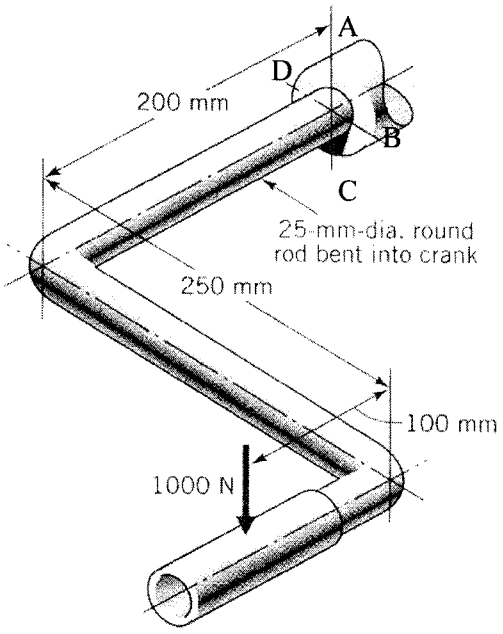



Figure 1

2.1 จากลักษณะการรับแรงในรูป พบว่าที่ตำแหน่ง [ ] จะเกิดความเค้นดัดสูงสุดในการดึง และที่ตำแหน่ง [ ] จะเกิดความเค้นดัดสูงสุดในการกด โดยมีค่าเท่ากันแต่แตกต่างที่เครื่องหมาย

เลือกที่ตำแหน่ง A เพื่อคำนวณหาค่าความเค้นดัดจากสมการ

$\sigma_b = \sigma_x =$ [ ] = [ ] = [ ] MPa

ที่ตำแหน่ง A คำนวณความเค้นเฉือนจากการบิด

$\tau_T =$ [ ]

$=$ [ ]

$=$ [ ] MPa

ที่ตำแหน่ง A คำนวณความเค้นเฉือนจากการแรงเฉือนในคาน

โดย Q = พื้นที่ครึ่งวงกลม X ระยะจากจุด Centroid ไปยังแกนสะเทิน

$= \left(\frac{\pi d^2}{8}\right)\left(\frac{4r}{3\pi}\right)$ mm$^2$.

$\tau_V =$ [ ]

$=$ [ ]

$=$ [ ] MPa

ความเค้นเฉือนรวม $\tau_{xy} =$ [ ] $=$ [ ] MPa

2.2 จากลักษณะการรับแรงในรูป

พบว่าที่ตำแหน่ง [ ] ได้ผลรวมจากความเค้นเฉือนจากการบิดและความเค้นเฉือนจากแรงเฉือนในคานสูงสุด

พบว่าที่ตำแหน่ง [ ] ได้ผลรวมจากความเค้นเฉือนจากการบิดและความเค้นเฉือนจากแรงเฉือนในคานต่ำสุด

เลือกที่ตำแหน่ง B เพื่อคำนวณหาค่าความเค้นดัดจากสมการ

$\sigma_b = \sigma_x =$ [ ] $=$ [ ] $=$ [ ] MPa

ที่ตำแหน่ง B คำนวณความเค้นเฉือนจากการบิด

$\tau_T =$ [ ]

$=$ [ ]

$=$ [ ] MPa

ที่ตำแหน่ง B คำนวณความเค้นเฉือนจากการแรงเฉือนในคาน

โดย Q = พื้นที่ครึ่งวงกลม X ระยะจากจุด Centroid ไปยังแกนสะเทิน

$= \left(\frac{\pi d^2}{8}\right)\left(\frac{4r}{3\pi}\right)$ mm$^2$.

$\tau_V =$ [ ]

$=$ [ ]

$=$ [ ] MPa

ความเค้นเฉือนรวม $\tau_{xy}$ = [ ] = [ ] MPa

2.3 เปิดตารางหาค่า $S_u$ ของวัสดุ Gray cast iron – class 40, $S_u$ = [ ] MPa

คำนวณหาตัวประกอบความปลอดภัย ที่ตำแหน่ง A

ที่ตำแหน่ง A คำนวณจากสมการได้

$\sigma_1$ = [ ]

= [ ]

= [ ] MPa

$\sigma_3$ = [ ]

= [ ]

= [ ] MPa

ที่ตำแหน่ง B คำนวณจากสมการได้

$\sigma_1$ = [ ]

= [ ]

= [ ] MPa

$\sigma_3$ =

=

= MPa

เมื่อใช้ทฤษฎีโมร์ดัดแปลง (Modified Mohr theory)

ที่ตำแหน่ง A เป็นไปตามเงื่อนไข

ดังนั้น วัสดุจะไม่วิบัติจากการฉีกขาด จากสมการ

คำนวณได้ค่าเผื่อความปลอดภัยที่ตำแหน่ง A

$n_A$ = =

ที่ตำแหน่ง B เป็นไปตามเงื่อนไข

ดังนั้น วัสดุจะไม่วิบัติจากการฉีกขาด จากสมการ

คำนวณได้ค่าเผื่อความปลอดภัยที่ตำแหน่ง B

$n_B$ = =

**3. จงแสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง (20 คะแนน)**

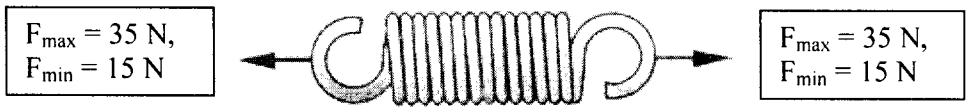
3.1 สปริงรับภาระดึงแบบ Full loop ดังรูปที่ 2 ถูกใช้รับภาระความล้าที่ขนาดแรงดึงตั้งแต่ 15 -35 N โดยมีความเค้นคงค้างภายในสปริงอยู่ที่ 100 MPa และค่าขีดจำกัดความทนทานที่แท้จริงของสปริงเป็น 960 MPa ถ้ากำหนดให้เลือกใช้วัสดุชนิด A232 โครมวานาเดียมเป็นลวดสปริงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 mm. และขนาดขดสปริง 6.0 mm. โดยมีจำนวนขดเป็น 20 ขดและโมดูลัสความเค้นเฉือน G = 80.8 GPa (11 คะแนน)

จงคำนวณหา

3.1 .1 ค่าเผื่อความปลอดภัยของสปริงเมื่อรับภาระความล้า (7 คะแนน)

3.1.2 ค่าคงที่ของสปริงเมื่อรับภาระความล้าจากการดึง (2 คะแนน)

3.1.3 ระยะยืดตัวของสปริงเมื่อถูกกระทำที่ค่าแรงดึงเฉลี่ย (2 คะแนน)




รูปที่ 2

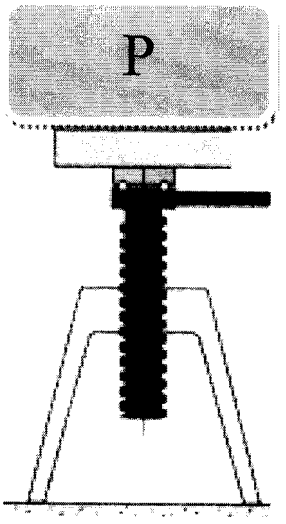
3.2 ชุดสกรูส่งกำลังสำหรับยกรถ ใช้สกรูแบบเกลียวสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 ปากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 1.5 in. มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานในเกลียวเป็น $\mu_s = 0.25$ โดยใช้แรงขัน $F = 7500\ lb_f$ (9 คะแนน)

จงคำนวณหา

3.2.1 ขนาดน้ำหนักรถสูงสุดที่สกรูส่งกำลังนี้สามารถยกได้ (5 คะแนน)

3.2.2 ขนาดน้ำหนักรถสูงสุดที่สกรูส่งกำลังนี้สามารถยกได้เมื่อเปลี่ยนมาใช้สกรูแบบสี่เหลี่ยมคางหมู ACME thread ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเดียวกัน (2 คะแนน)

3.2.3 ค่าประสิทธิภาพของเกลียวส่งกำลังที่ได้ทั้ง 2 แบบ (3 คะแนน)




$F = 7500\ lb_f$

รูปที่ 3