ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final examination: Semester-II | Academic year: 2007

Date: 18/02/2008 | Time: 13:30 -16:30

Subject: 237-460 (Composite Materials) | Room: R200

หมายเหตุ: (จำนวนนักศึกษา 23 คน)

1. ข้อสอบมี 6 ข้อ 12 หน้า ให้ทำทุกข้อ
2. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารเข้าห้องสอบ ยกเว้นเครื่องคิดเลขได้ทุกรุ่น
3. ให้ทำในกระดาษคำถาม (ไม่พอให้ต่อด้านหลังหรือขอกระดาษเพิ่มได้)
4. คะแนนการสอบคิดเป็น 35% ของทั้งภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	4	
2	4	
3	6	
4	4	
5	8	
6	9	
รวม	35	

อ.วิริยะ ทองเรือง

ผู้ออกข้อสอบ

"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต"

ชื่อ.....**นามสกุล**.....**รหัส**.....

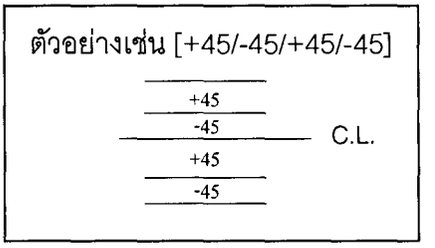
ข้อ 1. (4 คะแนน) <u>*จงเขียนภาพแสดงถึงรหัส*</u> (codes) ที่ใช้แทนวัสดุผสมแผ่นประกบดังต่อไปนี้ ร้อมทั้งให้เขียนเส้น center line ด้วย

1.1 $[30/60/(0)_2/\overline{90}]_s$

1.2 $[(15/45)_2/\pm 90/0]$

1.3 $[0/\pm 45/0/90]_s$

1.4 $[(0/-90)_2/45]$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

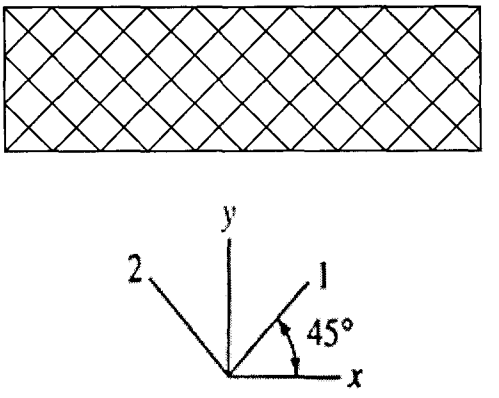
.....

.....

"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจ์ ต"

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

ข้อ 2. (4 คะแนน) <u>จงออกแบบการทดสอบ</u>เพื่อหาค่าความเค้นเฉือนในระนาบ (τ_{12}) และความเครียดเฉือน (γ_{12}) ของชิ้นงานวัสดุผสมดังภาพ



"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต"

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

ข้อ 3. (6 คะแนน) จงพิจารณาข้อความดังกล่าวต่อไปนี้ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติเชิงกลของวัสดุผสม ว่าถูก (T) หรือ ผิด (F) และในกรณีที่ผิดให้อธิบายว่าคำตอบที่ถูกคืออะไร

..... 3.1 ความเครียดตามแนวแกนเกิดจากความเค้นตามแนวแกนเท่านั้น bending moment ไม่มีผลต่อความเครียดตามแนวแกนดังกล่าว

.....

.....

..... 3.2 ค่า Poisson's ratio ν_{21} เป็นค่าความสัมพันธ์ของค่าความเครียดในแนว longitudinal เมื่อเทียบกับแนว transverse และมีค่าเท่ากับ $(\nu_{21}E_{11})/E_{22}$ โดย E_{11} และ E_{22} คือมอดูลัสของวัสดุผสมตามแนวแกนและแนวขวางตามลำดับ

.....

.....

..... 3.3 Compliance คือส่วนกลับของ stiffness และเป็นค่าที่วัดถึง flexibility ของวัสดุ

.....

.....

..... 3.4 Matrix B ([B]) มีค่าเป็นศูนย์เฉพาะวัสดุแบบ isotropic หรือแผ่นประกบแบบสมมาตรที่มีจำนวนแผ่นเป็นเลขคู่เท่านั้น

.....

.....

..... 3.5 วัสดุผสมแผ่นประกบหนึ่งมีจำนวน 4 ชั้น (A, B, C และ D) แต่ละชั้นเส้นใยเรียงด้วยมุมที่ต่างๆกันแต่ความหนาเท่ากัน ดังนั้นกรณีที่เรียงแบบ 1) A-B-C-D, 2) B-C-D-A และ 3) D-C-A-B ทำให้ได้ Matrix A (Laminate extensional stiffness matrix [A]) ที่เท่ากัน

.....

.....

..... 3.6 Transformation matrix คือ matrix ที่ใช้หาความเค้นหรือแรงในทิศต่างๆในระบบแกนอ้างอิงใดๆ

.....

.....

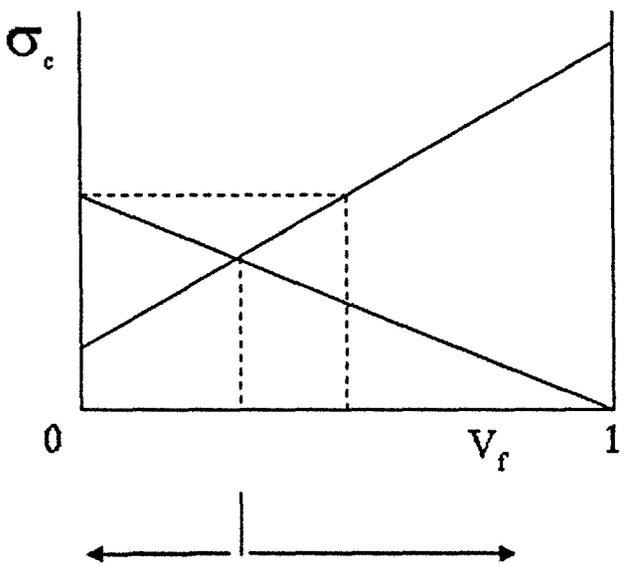
"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต"

ข้อ 4. (4 คะแนน) การวิเคราะห์ความแข็งแรงของวัสดุผสมด้วยกลศาสตร์จุลภาค (micromechanics) <u>จงเติม</u> สิ่งต่างๆต่อไปนี้ลงในกราฟความสัมพันธ์ของสมบัติวัสดุผสมเมื่อปริมาณส่วนผสมของเส้นใยเปลี่ยนไป

4.1 $V_f^*, V_{f\min}, \sigma_{my}, \sigma_{mu}$ และ σ_{fu}

4.2 ช่วง Fiber control และ ช่วง Matrix control

4.2 ความสัมพันธ์เพื่อหาค่า minimum volume fraction (V_{fmin})



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

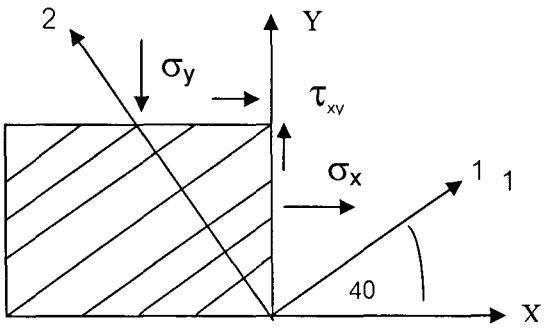
.....

.....

"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต"

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

ข้อ 5. (8 คะแนน) วัสดุผสมแสดงไว้ดังรูปมีค่าความเค้นกระทำดังนี้ σ_x=20 kPa, σ_y= -10 kPa และ τ_{xy}= 10 kPa



5.1 Off-axis loading ของวัสดุผสมแบบ unidirectional คืออะไร วัสดุผสมดังรูปใช่แบบ off- axis loading หรือไม่

5.2 จงหา σ_1 และ σ_2 ของวัสดุผสมข้างต้น

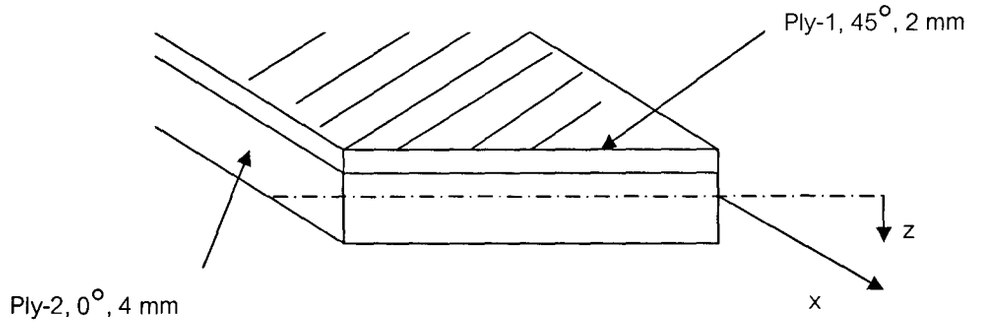
5.3 จงหา maximum direct stress และ minimum direct stress ของวัสดุผสมข้างต้น

5.4 จงหา maximum shearing stress

"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต"

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

ข้อ 6. (9 คะแนน) A laminate, which is 6 mm thick, is composed of an upper unidirectional layer, 2 mm thick, with the fiber aligned at 45° to the plate edges, and a lower unidirectional layer, 4 mm thick, with the fibers parallel to the x-axis. The composite material has E_{11}=138 GPa, E_{22}=8.96 GPa, G_{12}=7.10 GPa and ν_{12}=0.30. Find the A, and D matrices.



"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต"

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

Equations may need

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E_{11}} - \nu_{21}\frac{\sigma_2}{E_{22}}, \qquad \sigma_1 = \frac{E_{11}\varepsilon_1}{1-\nu_{12}\nu_{21}} + \frac{\nu_{21}E_{11}\varepsilon_2}{1-\nu_{12}\nu_{21}},$$

$$\varepsilon_2 = -\nu_{12}\frac{\sigma_1}{E_{11}} + \frac{\sigma_2}{E_{22}}, \qquad \sigma_2 = \frac{\nu_{12}E_{22}\varepsilon_1}{1-\nu_{12}\nu_{21}} + \frac{E_{22}\varepsilon_2}{1-\nu_{12}\nu_{21}},$$

$$\gamma_{12} = \frac{\tau_{12}}{G_{12}}, \qquad \tau_{12} = G_{12}\gamma_{12}.$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E_{11}} & -\frac{\nu_{21}}{E_{22}} & 0 \\ -\frac{\nu_{12}}{E_{11}} & \frac{1}{E_{22}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{G_{12}} \end{bmatrix}; \qquad \mathbf{Q} = \begin{bmatrix} \frac{E_{11}}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & \frac{\nu_{21}E_{11}}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & 0 \\ \frac{\nu_{12}E_{22}}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & \frac{E_{22}}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & 0 \\ 0 & 0 & G_{12} \end{bmatrix};$$

$\sigma_{12} = \mathbf{T}\sigma_{xy}$, and $\varepsilon_{12} = \mathbf{T}\varepsilon_{xy}$.

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} m^2 & n^2 & 2mn \\ n^2 & m^2 & -2mn \\ -mn & mn & (m^2-n^2) \end{bmatrix}, \qquad \mathbf{T}^{-1} = \begin{bmatrix} m^2 & n^2 & -2mn \\ n^2 & m^2 & 2mn \\ mn & -mn & (m^2-n^2) \end{bmatrix}$$

The transformed stiffness matrix

$$\bar{\mathbf{Q}} = \mathbf{T}^{-1}\mathbf{Q}\mathbf{R}\mathbf{T}\mathbf{R}^{-1},$$

the elements of which are:

$$\bar{Q}_{11} = Q_{11}m^4 + 2(Q_{12}+2Q_{33})n^2m^2 + Q_{22}n^4,$$
$$\bar{Q}_{22} = Q_{11}n^4 + 2(Q_{12}+2Q_{33})n^2m^2 + Q_{22}m^4,$$
$$\bar{Q}_{12} = (Q_{11}+Q_{22}-4Q_{33})n^2m^2 + Q_{12}(m^4+n^4),$$
$$\bar{Q}_{33} = (Q_{11}+Q_{22}-2Q_{12}-2Q_{33})n^2m^2 + Q_{33}(m^4+n^4),$$
$$\bar{Q}_{13} = (Q_{11}-Q_{12}-2Q_{33})nm^3 + (Q_{12}-Q_{22}+2Q_{33})n^3m,$$
$$\bar{Q}_{23} = (Q_{11}-Q_{12}-2Q_{33})n^3m + (Q_{12}-Q_{22}+2Q_{33})nm^3.$$

The terms Q_{11}, etc., are found from equation 7.5.

$$\bar{S}_{11} = S_{11}m^4 + (2S_{12}+S_{33})n^2m^2 + S_{22}n^4,$$
$$\bar{S}_{22} = S_{11}n^4 + (2S_{12}+S_{33})n^2m^2 + S_{22}m^4,$$
$$\bar{S}_{12} = (S_{11}+S_{22}-S_{33})n^2m^2 + S_{12}(m^4+n^4),$$
$$\bar{S}_{33} = 2(2S_{11}+2S_{22}-4S_{12}-S_{33})n^2m^2 + S_{33}(m^4+n^4),$$
$$\bar{S}_{13} = (2S_{11}-2S_{12}-S_{33})m^3n + (2S_{12}-2S_{22}+S_{33})mn^3,$$
$$\bar{S}_{23} = (2S_{11}-2S_{12}-S_{33})mn^3 + (2S_{12}-2S_{22}+S_{33})m^3n.$$

"ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต"