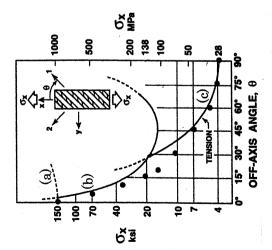
			ſ	
草		£		
				ません。 【問3】を二枚目表、【問4】
学番号号				させん。 問3】を
,		氏名		解答には 配点しま 】を一枚目裏、【
李 奉 及 存 存		学年		長のみの (問2)
基礎工学部		向後 保雄		(□) #記用具以外特込不可 2. 下記のみ参照・特込可 解答には計算過程を示すこと。結果のみの解答には配点しません。 解答記入方法:[問1]を一枚目表、[問2]を一枚目裏、[問3] え - か日車にむえする車
李帝		相当		田東公本等 のみを選りままる 一番一番の 日本の 日本の 日本の 日本の 日本の 日本の 日本の 日本の 日本の 日本
3TM		(平)		2.下記。
女祭		Э Н		社 章 徵 顷
计设备 人士河流	西観復口を代子	25年7月24	田	09
本 目名		平成		紧 电
	-			

- 複合材料の引張強度について示している。
- 黒丸で 示した値は何を意味しているか説明せよ。図中の模式図をに関連 (1) 図の縦軸は複合材料の引張強度を示している。図の横軸、
- いる。(a), (b), (c)はそれぞれどのような意味を持っているか説明 (2) 図中に(a), (b), (c)で示した曲線は強度の理論的な予測を示して

せた。



る。左図のように2種類の板を主軸(X,Y) た積層板の主軸もX,Yとなる。それぞれ をそれえて積層したとする。でき上がっ 【間2】 積層板の面内問題について考え の積層板の応力ひずみ関係は下記のよう

に示せる。ここで、複合材料には等ひずみが成立している

$$\left\{\begin{array}{c} \sigma_{x} \\ \sigma_{r} \end{array}\right\} = \left[\begin{array}{cc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array}\right] \left\{\begin{array}{c} \varepsilon_{x} \\ \varepsilon_{r} \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{c} \sigma_{x} \\ \sigma_{r} \end{array}\right\} = \left[\begin{array}{cc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array}\right] \left\{\begin{array}{c} \varepsilon_{x} \\ \varepsilon_{r} \end{array}\right\}$$

この板を X, Y 方向に P,, P,の力で引張ったとする。

上記の板と等価な均質直交異方性板を左図

のように考える。この板の応力ひずみ関係を下 $\left\{\begin{array}{c} \sigma_{x} \\ \sigma_{r} \end{array}\right\} = \left[\begin{array}{cc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array}\right] \left\{\begin{array}{c} \varepsilon_{x} \\ \varepsilon_{r} \end{array}\right\}$ 記のように示す。

これらが 複合材料全体としての弾性定数である。これを以下で導出する。 また、この等価板の基本弾性定数を $E_{
m X}, E_{
m Y},
u_{
m XY},
u_{
m XY}$ とすると、

(1) 積層板の応力 $(\sigma_{X1},\sigma_{X2},\sigma_{Y1},\sigma_{Y2})$ と P_x , P_y の関係、ならびに等価 弾性板の応力($\sigma_{\scriptscriptstyle X},\sigma_{\scriptscriptstyle Y}$)と $\mathsf{P}_{\scriptscriptstyle X}$, $\mathsf{P}_{\scriptscriptstyle Y}$ の関係を図中の記号などを用いて 示せ。さらに以下の関係を導出する過程を説明せよ。

$$(t_1+t_2) \left[\begin{array}{cc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array} \right] = t_1 \left[\begin{array}{cc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array} \right]_1 + t_2 \left[\begin{array}{cc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array} \right]_2$$

(2) $\alpha_1 = t_1 / (t_1 + t_2), \alpha_2 = t_2 / (t_1 + t_2)$ とした場合

$$(t_1 + t_2) \left[\begin{array}{ccc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array} \right] = t_1 \left[\begin{array}{ccc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array} \right]_1 + t_2 \left[\begin{array}{ccc} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{12} & Q_{22} \end{array} \right]_2$$

下記のようになり、積層材では各要素の添え字番号を付けるものとする。 の関係を、積層板を構成する材料と均質直交異方性板のヤング率とポア ソン比を用いて書き改めよ。ただし、剛性係数の要素と弾性率の関係は

$$Q_{11} = \frac{E_X}{1 - V_{XY}V_{YX}}, \quad Q_{22} = \frac{E_Y}{1 - V_{XY}V_{YX}}, \quad Q_{12} = \frac{E_XV_{YX}}{1 - V_{XY}V_{YX}} = \frac{E_TV_{XY}}{1 - V_{XY}V_{XY}}$$

例えば、 u_{XY} は以下のように示す事ができる。その導出過程を示すと共 (3) $E_{
m X},E_{
m Y},
u_{
m XY},
u_{
m XX}$ 積層板を構成する材料値を用いて示す事にする。 に、 $oldsymbol{v}_{ extit{X}}, oldsymbol{E}_{ extit{Y}}$ についても同様に導出せよ。

$$v_{XY} = \sum_{i=1}^{2} \alpha_i \frac{E_{ii} v_{XYi}}{1 - v_{XYi} v_{YXi}}$$

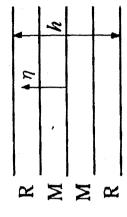
$$\sum_{i=1}^{2} \alpha_i \frac{E_{ii} v_{XYi}}{1 - v_{XYi} v_{YXi}}$$

【間3】複合材料の層間せん断強さに関する以下の間に答えよ。

- (1) 「層間せん断強さ」の概要を簡潔に説明せよ。
- (2) 曲げ強さが 2000MPa、層間せん断強さが 100MPa の FRP 積層材 が、曲げ破壊から層間せん断破壊に遷移する条件を示せ。

【聞4】下図のような積層構成を持つ MR 材がある。断面は矩形断面で 幅をbとする。M層と R層の厚さは等しいものとする。また、それぞれ のヤング率は En, Erである。この時、以下の式の中から適当なものを用 いて各問いに答えよ。

- (1) この材料を積層方向に垂直に引張試験した場合に得られるヤング率 (EL) を求めよ。
- (2) この材料の曲げ弾性率を求めよ



 $\int_{-h/2}^{-} \eta^2 b d\eta$ $dA = bd\eta$, $I = \int_{L/L}^{h/2}$ $M_x = \int_A \sigma \eta dA$, $\sigma = E\varepsilon = E \frac{\eta}{\rho}$,

$$E_C = E_M V_M + E_R V_R, \quad M_x = \frac{EI}{\rho}$$