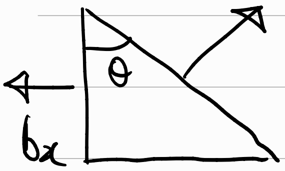
* 경사면 응력 (법선응력)



1) 수직응력

$$\sigma_\theta = \frac{1}{2}\sigma_x + \frac{1}{2}\sigma_x \cos 2\theta$$

2) 전단응력

$$\tau_\theta = \frac{1}{2}\sigma_x \sin 2\theta$$

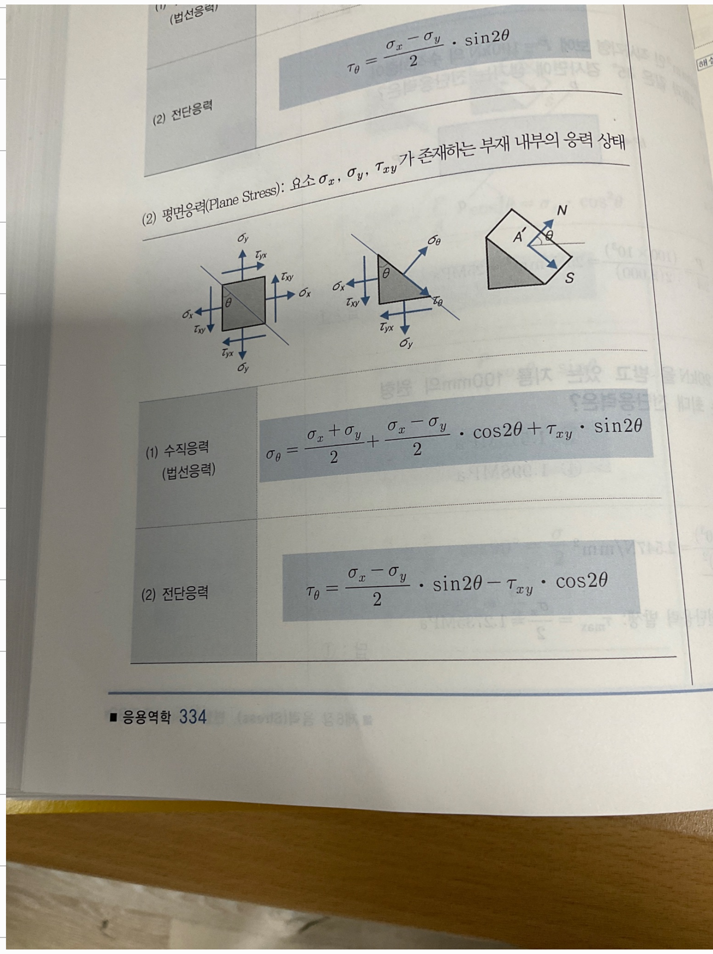
3) 최대 전단응력

$\theta = 45°$ 일때 최대 전단응력 발생

$$\sigma_\theta = \frac{\sigma_x}{2} = \frac{P}{2A} \ *$$

$$\tau_\theta = \frac{\sigma_x}{2}$$

* 평면응력



(법선응력)	
(2) 전단응력	$\tau_\theta = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \sin 2\theta$

(2) 평면응력(Plane Stress): 요소 σ_x, σ_y, τ_{xy}가 존재하는 부재 내부의 응력 상태

(1) 수직응력 (법선응력)	$\sigma_\theta = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \cos 2\theta + \tau_{xy} \cdot \sin 2\theta$
(2) 전단응력	$\tau_\theta = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \sin 2\theta - \tau_{xy} \cdot \cos 2\theta$

■ 응용역학 334

$$\sigma_\theta = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\cos 2\theta + \tau_{xy}\sin 2\theta$$

$$\tau_\theta = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\sin 2\theta - \tau_{xy}\cos 2\theta$$

* 주응력면

$$\tan 2\theta = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$

* 최대, 최소 전단응력

$$\tau_{max} = \pm\sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

* 체적 변형률

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V} = \frac{(1-2\nu)}{E}(\sigma_x + \sigma_y)$$

* 응력

$$\sigma_x = \frac{E}{(1-\nu^2)}(\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y)$$

* 합성부재에서 동선 (copper) 응력

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c + \frac{E_s}{E_c} A_s}$$

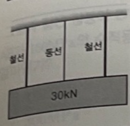
철선(강선) steel 응력

$$\sigma_s = \frac{P}{A_c + \frac{E_s}{E_c} A_s} \times \frac{E_s}{E_c}$$

* 합성응력

5 합성응력(Composite Stress)

다음의 예제를 통해 합성응력의 의미를 생각해 보자.



무게 30kN 인 물체를 단면적이 200mm^{2}인 1개의 동선 (E_c= 105,000MPa)과 양쪽 단면적이 100mm^{2}인 철선(Es= 210,000MPa)으로 매달았다면 철선(steel)과 동선 (copper)에 작용하는 인장응력 σ_{steel}, σ_{copper} 를 구해 보자.

■ 탄성계수(Modulus of Elasticity)가 다른 재질의 2개 이상의 재료들이 일체가 되어 외력이 작용했을 때 동일한 변형이 발생하도록 제작한 부재를 합성재(Composite Member)라고 한다.

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c + \frac{E_s}{E_c} A_s}$$

(1) R.Hooke의 법칙 : $\sigma = E \cdot \epsilon$ ➡ $\epsilon = \frac{\sigma}{E}$

① $\epsilon_c = \frac{\sigma_c}{E_c}$ 이고 $\epsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s}$ 이다.

② 합성부재는 변형률이 같으므로 $\epsilon_c = \epsilon_s$ 로부터

$\frac{\sigma_c}{E_c} = \frac{\sigma_s}{E_s}$ 이므로 $\sigma_s = \frac{E_s}{E_c} \cdot \sigma_c$

(2) 힘의 평형조건: $P = P_c + P_s$

① $P = P_c + P_s = \sigma_c \cdot A_c + \sigma_s \cdot A_s$

$= \sigma_c \cdot A_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot \sigma_c \cdot A_s = \sigma_c\left(A_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot A_s\right)$ 로부터

$$\boxed{\sigma_c = \frac{P}{A_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot A_s}}$$

② $\sigma_s = \frac{E_s}{E_c} \cdot \sigma_c$ 로부터 $\sigma_s = \frac{E_s}{E_c} \cdot \frac{P}{A_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot A_s}$

(3) 응력 계산

① 철선 : $\sigma_s = \frac{E_s}{E_c} \cdot \frac{P}{A_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot A_s}$

$$= \frac{(210{,}000)}{(105{,}000)} \cdot \frac{(30 \times 10^3)}{(200) + \left(\frac{210{,}000}{105{,}000}\right)(100 \times 2\text{개})} = 100\text{N/mm}^2$$

② 동선 : $\sigma_c = \frac{P}{A_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot A_s}$

$$= \frac{(30 \times 10^3)}{(200) + \left(\frac{210{,}000}{105{,}000}\right)(100 \times 2\text{개})} = 50\text{N/mm}^2$$

■ 결과의 고찰: 탄성계수가 큰 철[선] (steel)이 탄성계수가 작은 동[선] (copper) 보다 더 많은 응력을 부담하고 있음을 알 수 있다.

* 트러스 기본 가정

① 마찰 없는 핀

② 트러스 변형 & 자중의 (X) 무시.

* 절대 최대 모멘트

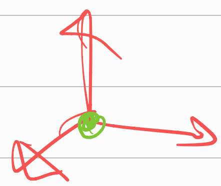
① 합력의 중점 찾기!

② 중앙 지점을 그 가운데 두기

③ 이후 최소 하중이 작용하는 곳 밑에서의 모멘트 값이 절대 최대 모멘트.

* 참 아리

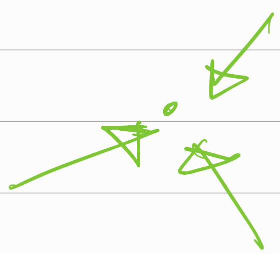
합력 => 아리송 정리



=> 라미의 정리

$\frac{힘}{\sin} = \frac{힘}{\sin}$

한 점에서 받는 4개는 평형 *



(X) 불가.