[재 료 역 학]

* 변형률

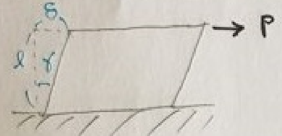
$$\varepsilon = \frac{l'-l}{l} = \frac{\Delta l}{l}$$ 세로, 축방향 변형률

$$\varepsilon' = \frac{d-d'}{d} = \frac{\Delta d}{d}$$ 가로, 횡방향 변형률

* 푸아송의 비

$$\mu = \frac{1}{m} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$$ m: 푸아송의 수

*



$$\tan\gamma = \frac{\delta}{l}$$

* (수직응력) $\sigma = E\varepsilon$

(전단응력) $\tau = G\gamma$

* (단면적 변형률) $\varepsilon_A = \frac{\Delta A}{A} = 2\mu\varepsilon$

(체적 변형률) $\varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V} = \varepsilon(1-2\mu)$

$$= \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z$$

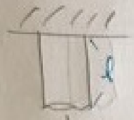
*

$$K = \frac{E}{3(1-2\mu)} \qquad G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{mE}{2(m+1)}$$

* $\sigma_{av} = \frac{P}{A}$ $\sigma_{max} = \alpha \times \sigma_{av}$ α: 응력 집중 계수

(평균 수직응력) (최대 집중 수직응력)

* 자중을 고려한 응력, 처짐량

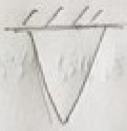


자중(중력)

$\sigma = \gamma l$

$\delta = \dfrac{\gamma l^2}{2E}$

원추형 $\xrightarrow[\times \frac{1}{3}]{}$



$\sigma = \gamma l \times \frac{1}{3}$

$\delta = \dfrac{\gamma l^2}{2E} \times \frac{1}{3}$

* 열응력

$\varepsilon = \alpha \Delta T$ 열변형률

$\delta = l \alpha \Delta T$ 열처짐량

$\sigma = E \alpha \Delta T = \dfrac{P}{A}$ 열응력

* 탄성에너지 (U)

1. 잡아당길때 $U = \dfrac{P\delta}{2} = \dfrac{\sigma^2 A l}{2E}$

2. 비틀릴 때 $U = \dfrac{T\theta}{2}$

단위체적당 탄성에너지 (u)

1. 인장·압축 $u = \dfrac{\sigma^2}{2E}$

2. 전단 $u = \dfrac{\tau^2}{2G}$

비틀림 $u = \dfrac{\tau^2}{4G}$

* 레질리언스 계수

$= \dfrac{\text{응력}^2,\ \text{탄성한도}}{\boxed{\text{탄성계수}}}$ 비례 / 반비례

* 충격 받았을 때

$$\delta = \delta_0\left(1+\sqrt{1+\frac{2h}{\delta_0}}\right)$$

$\delta_0,\ \sigma_0$: 정하중시 변형율과 응력

$$\sigma = \sigma_0\left(1+\sqrt{1+\frac{2h}{\delta_0}}\right)$$

* 내압받는 원통

1. 축방향 $\sigma_x = \frac{PDS}{4t}$ t: 두께, S: 안전율, η: 효율

$$t = \frac{PD}{4\sigma\eta}$$

2. 원주방향 $\sigma_y = \frac{PDS}{2t}$

$$t = \frac{PD}{2\sigma\eta}$$

최대 전단응력 $\tau_{max} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}$

* 얇은 회전 원환

(원주속도) $V = \frac{\pi D N}{60}$

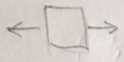
$$\sigma = \frac{\gamma}{g} V^2$$

$\gamma = 9800 \cdot S$ S: 비중

*

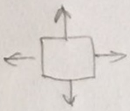
θ (각도)	관계
0°	$\sigma_{max} = \sigma_x$
90°	$\sigma_{min} = 0$
45°	$\tau_{max} = \frac{\sigma_x}{2}$
135	$\tau_{min} = -\frac{\sigma_x}{2}$

*



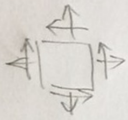
1축 $\sigma_n = \sigma_x \cos^2\theta$

$\tau_n = \frac{\sigma_x}{2} \sin 2\theta$



2축 $\sigma_n = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta$

$\tau_n = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta$



평면 $\sigma_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \underbrace{\sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau^2}}_{\tau_{max}}$

(주응력)

* I (2차 단면모멘트), Z (단면계수)

I	$\frac{bh^3}{3}$, $\frac{bh^3}{12}$, $\frac{bh^3}{3}$	$\frac{bh^3}{4}$, $\frac{bh^3}{36}$, $\frac{bh^3}{12}$	$\frac{\pi d^4}{64}$, $\frac{5\pi d^4}{64}$
Z	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{bh^3}{36} \Big/ \frac{h}{3}$	$\frac{\pi d^3}{32}$

(삼각형은 잘 안나옴)

* 평행축 정리

$I_{임의축} = I_{중심축} + A y_0^2$

A: 단면적

y_0: 도심에서 떨어진 거리

* 극 2차 관성모멘트 극 단면계수

$J_p = J_x + J_y$ $\qquad Z_p = \frac{J_p}{y}$

*

중실

$J_p = \frac{\pi d^4}{32}$

$Z_p = \frac{\pi d^3}{16}$

*

중공

$J_p = \frac{\pi d_2^4}{32}(1-x^4)$

$Z_p = \frac{\pi d_2^3}{16}(1-x^3)$

* 세장비 (λ)

$\lambda = \frac{l}{k}$, $k = \sqrt{\frac{I}{A}}$

(원의 $k = \frac{d}{4}$

사각형의 $k = \frac{\text{작은 변 길이}}{2\sqrt{3}}$

k : 회전반경

*

* 굽힘, 비틀림 모멘트

$M = \sigma \cdot Z = P \cdot l$

$T = \tau \cdot Z_p = P \cdot r = 716.2 \frac{PS}{N} 9.8$ (N·m)

$= 974 \frac{kW}{N} 9.8$

$\theta = \frac{Tl}{GJ_p}$ ($\times \frac{180}{\pi}$ 하면 단위 $^\circ$)

* [rad]

* $EIy = \delta$

$EIy' = \theta$

$EIy'' = -M$

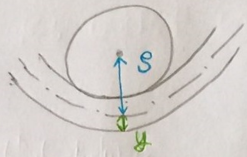
$EIy''' = -V$

$EIy^{IV} = -p$

미분

진안내용 참고

*



원통에 강선이 감겼을 때

$$\frac{M}{I} = \frac{E}{\rho} = \frac{\sigma}{y}$$

$\frac{1}{\rho}$: 곡률 ρ : 곡률반경

곱해지는 것 끼리 반비례! (곱반비)

ex) M, ρ , $E \cdot y$, I, σ 반비례!

M, E , $\rho\ y$, I, y 비례!

한번씩 나옴

* 보속 응력

* $\sigma = \frac{M}{Z}$ (굽힘응력)

* $\tau = \frac{V \cdot Q}{I \cdot b}$ (전단응력)

$Q : A \times \bar{y}$

b : 구하고 싶은곳 자른길이

V : 전단력

* □ 모양 보의 $\tau = \frac{3V}{2A}$

○ 모양 보의 $\tau = \frac{4V}{3A}$

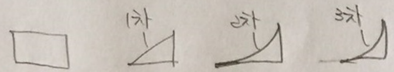
* 보의 처짐

* $\delta = \theta \cdot \bar{x}$

$\theta = \frac{1}{EI} \cdot A_m$

A_m : BMD 면적

$\bar{x}$: BMD 끝단에서 도심까지 길이V



BMD		1차	2차	3차
A_m	bh	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh}{3}$	$\frac{bh}{4}$
$\bar{x}$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{2}{3}b$	$\frac{3}{4}b$	$\frac{4}{5}b$

* 스프링

$$\delta = \frac{8nPD^3}{Gd^4}$$

n: 감김수

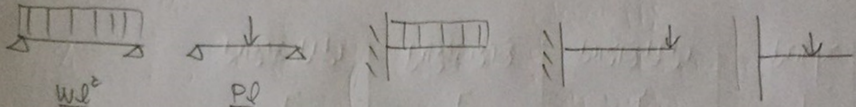
d: 소선의 지름

D: 원통 지름

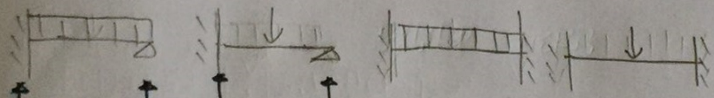
$$\theta = \frac{\delta}{dR}$$

$$\tau = \frac{8WD}{\pi d^3}$$

* 단순보, 외팔보, 부정정보



M	$\frac{wl^2}{8}$	$\frac{Pl}{4}$			
θ	$\frac{wl^3}{24EI}$	$\frac{Pl^2}{16EI}$	$\frac{wl^3}{6EI}$	$\frac{Pl^2}{2EI}$	
δ	$\frac{5wl^4}{384EI}$	$\frac{Pl^3}{48EI}$	$\frac{wl^4}{8EI}$	$\frac{Pl^3}{3EI}$	$\frac{5Pl^3}{48EI}$



	$\frac{5}{8}wl$, $\frac{3}{8}wl$	$\frac{11}{16}P$, $\frac{5}{16}P$		
M	$\frac{wl^2}{8}$	$\frac{3Pl}{16}$	$\frac{wl^2}{24}$	$\frac{Pl}{8}$
δ	$\frac{wl^4}{184.6EI}$		$\frac{wl^4}{384EI}$	$\frac{Pl^3}{192EI}$

이거다 분모랑 지수만 기억

8 2
24 3
5/384 4
/
4 1
16 2
48 3
/
2배
6 3
8 4
/
그대로 내려감
2 2
3 3

* 도심위치

$$\bar{y} = \frac{A_1 \times y_1 + A_2 \times y_2}{A_1 + A_2}$$

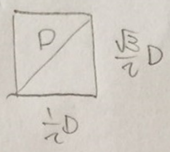
* 임계하중, 좌굴하중 응력

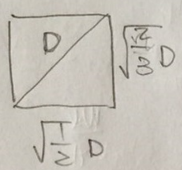
$$P_{cr} = \frac{n\pi^2 EI}{l^2} \rightarrow \sigma = \frac{n\pi^2 E}{\lambda^2}$$

n : 단말계수

종류	자유단	양단회전단	회전고정단	양단고정단
n	$\frac{1}{4}$	1	2	4

* 처짐최소 사각단면 응력최소 사각단면





* $\sigma_T = \sigma_n (1 + \varepsilon_n)$ $\varepsilon_T = \ln(1 + \varepsilon_n)$ [illegible]에서, 2회 한번 나옴
(진응력) (진변형율) (공식인)