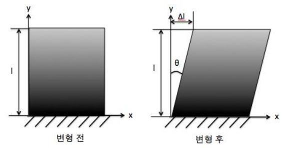
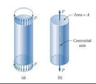
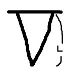
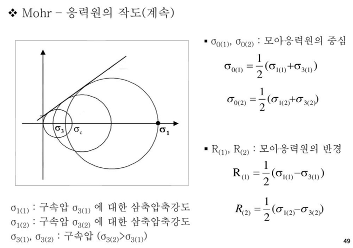
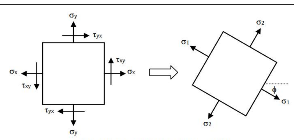
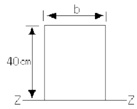
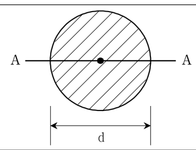
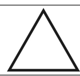
응력과 변형률			
응력	$\sigma=\dfrac{P}{A}$	응력$=\dfrac{\text{하중}}{\text{단면적}}$	
전단응력	$\tau=\dfrac{P}{A}$	전단응력$=\dfrac{\text{하중}}{\text{단면적}}$	
변형률(가로)	$\epsilon=\dfrac{\delta}{L}$	변형률$=\dfrac{\text{변형량}}{\text{길이}}$	
변형률(세로)	$\epsilon=\dfrac{\delta}{D}$	변형률$=\dfrac{\text{변형량}}{\text{지름}}$	
전단변형률	$\gamma=\dfrac{\delta}{L}[rad]$	전단변형률$=\dfrac{\text{변형량}}{\text{길이}}$	
변형량(가로)	$\delta=\dfrac{PL}{AE}$	변형량(가로)$=\dfrac{\text{하중*길이}}{\text{단면적*가로탄성계수}}$	
변형량(세로)	$\delta'=\dfrac{d\sigma}{mE}$	변형량(세로)$=\dfrac{\text{지름*응력}}{\text{프와송수*가로탄성계수}}$	
면적 변형률	$\epsilon_A=\dfrac{\triangle A}{A}=2\mu\epsilon$	면적변형률$=\dfrac{\text{변한면적}}{\text{단면적}}=$2*프와송의비*변형률	
체적 변형률(3방향)	$\epsilon_v=\dfrac{\triangle V}{V}=\pm 3\epsilon$	체적변형률 $=\dfrac{\text{변형체적}}{\text{체적}}=\pm$3*변형률	
체적 변형률(1방향)	$\epsilon_v=\epsilon(1-2\mu)$	체적변형률 = 변형률(1−2*프와송의비)	
HOOK의 법칙 응력	$\sigma=E\epsilon$	응력 = 가로탄성계수* 변형률	
HOOK의 법칙 전단	$\tau=G\gamma$	전단응력 = 세로탄성계수* 전단변형률	
프와송의비	$\mu=\dfrac{1}{m}=\dfrac{\epsilon'}{\epsilon}$	프와송의비$=\dfrac{1}{\text{프와송수}}=\dfrac{\text{세로변형률}}{\text{가로변형률}}$	
세로탄성계수	$G=\dfrac{E}{2(1+m)}$	세로탄성계수$=\dfrac{\text{가로탄성계수}}{2(1+\text{프와송수})}$	
체적탄성계수	$K=\dfrac{E}{3(1-2\mu)}$ $=\dfrac{\sigma}{\epsilon_v}$	체적탄성계수$=\dfrac{\text{가로탄성계수}}{3(1-2\text{*프와송의비})}$ $=\dfrac{\text{응력}}{\text{체적변형률}}$	
안전률		안전률$=\dfrac{\text{최고응력(극한강도)}}{\text{허용응력}}$	
인장,압축,전단			
자중의 의한 처짐			
원형봉 변형량	$\delta=\dfrac{\gamma L^2}{2E}$	변형량$=\dfrac{\text{비중량*길이}^2}{\text{2*가로탄성계수}}$	
원추형봉	$\delta=\dfrac{\gamma L^2}{6E}$	변형량$=\dfrac{\text{비중량*길이}^2}{\text{6*가로탄성계수}}$	
자중과 하중을 고려한 균일 단면봉			
균일단면봉 — 응력	$\sigma=\dfrac{P}{A}+\gamma L$	응력$=\dfrac{\text{하중}}{\text{단면적}}+$비중량*길이	
균일단면봉 — 변형량	$\delta=\dfrac{PL}{AE}+\dfrac{\gamma L^2}{2E}$	변형량$=\dfrac{\text{하중*길이}}{\text{단면적*가로탄성계수}}+\dfrac{\text{비중량*길이}^2}{\text{2*가로탄성계수}}$	
열응력		신장혹은 수축을 방해하였을 때 발생	
변형률	$\epsilon=\alpha\triangle T$	변형률 = 선팽창계수*온도차	
변형량	$\delta=L\alpha\triangle T$	변형량 = 길이*선팽창계수*온도차	
응력	$\sigma=E\epsilon=E\alpha\triangle T$	응력 = 가로탄성계수*선팽창계수*온도차	
가열조임 변형률	$\epsilon=\dfrac{d'-d}{d}$	변형률$=\dfrac{\text{지름의차}}{\text{원래지름}}$	
탄성에너지			
탄성에너지	$U=\dfrac{P\delta}{2}$	탄성에너지$=\dfrac{\text{하중*변형량}}{2}$	
탄성에너지	$U=vV=\dfrac{\sigma^2}{2E}AL$	탄성에너지 = 레질리언스계수* 체적 $=\dfrac{\text{응력}^2}{\text{2*가로탄성계수}}$*단면적*길이	

인장압축	$u=\frac{\sigma^2}{2E}$	탄성에너지 = $\frac{\text{응력}^2}{2*\text{가로탄성에너지}}$	
전단	$u=\frac{\tau^2}{2G}$	탄성에너지 = $\frac{\text{전단응력}^2}{2*\text{세로탄성에너지}}$	
비틀림	$u=\frac{\tau^2}{4G}$	탄성에너지 = $\frac{\text{전단응력}^2}{4*\text{세로탄성에너지}}$	
충격응력 응력	$\sigma=\sigma_O(1+\sqrt{1+\frac{2h}{\delta_o}})$	충격 응력 = 응력$(1+\sqrt{1+\frac{2\text{높이}}{\text{변형량}}})$	
충격응력 변형량	$\delta=\delta_o(1+\sqrt{1+\frac{2h}{\delta_o}})$	충격 변형량 = 변형량$(1+\sqrt{1+\frac{2\text{높이}}{\text{변형량}}})$	
내압을 받는 원통			
축응력	$\sigma_{\text{축}}=\frac{PD}{4t}$	축응력 = $\frac{\text{하중}*\text{지름}}{4*\text{두께}}$	
원주 응력	$\sigma_{\text{원주}}=\frac{PD}{2t}$	원주응력 = $\frac{\text{하중}*\text{지름}}{2*\text{두께}}$	
회전 원환(후프응력)	$\sigma=\frac{\gamma V^2}{g}$	후프응력 = $\frac{\text{비중량}*\text{원주속도}^2}{\text{중력}(*9.8)}$	
원주 속도	$V=R\omega=\frac{\pi DN}{60}$	원주속도 = 내경*각속도$[rad/\sec]=\frac{\pi*\text{지름}*RPM}{60}$	
비중량(N/m^3)	$\gamma=\rho*g$	비중량 = 밀로*중력	
원통의 두께	$t=\frac{PDS}{2\sigma}+C$	원통의두께 = $\frac{\text{하중}*\text{지름}*\text{안전률}}{2*\text{응력}}$ + 부식	
단위변환			
$8g/cm^3$을 kg/m^3으로 바꾸어라	$8g/cm^3*\frac{1kg}{1000g}*\frac{100^3cm^3}{1m^3}$		답 : $8000kg/m^3$
1kwh를 KJ로 바꾸어라	3600KJ		
1Psh를 kJ로 바꾸어라	$1psh=3600KJ\frac{75}{102}$		
법선,전단,조합응력			
1축응력			
응력	$\sigma_n=\sigma_x\cos^2\theta$	응력 = 최대응력*$\cos^2\theta$	
전단응력	$\tau_n=\frac{\sigma_x}{2}sin2\theta$	전단응력 = $\frac{\text{최대응력}}{2}*\sin2\theta$	
	$\tau_n=\sigma_x\sin\theta\cos\theta$	전단응력 = 최대응력*$\sin\theta*\cos\theta$	
최대응력	$\sigma_{\max}=\sigma_x$		
최대전단응력	$\tau_{\max}=\frac{\sigma_x}{2}$		
2축응력			
응력	$\sigma_n=\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}+\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}cos2\theta$	응력 = $\frac{\text{응력}_x+\text{응력}_y}{2}+\frac{\text{응력}_x+\text{응력}_y}{2}*\cos2\theta$	
전단응력	$\tau_n=\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}sin2\theta$	전단력 = $\frac{\text{응력}_x+\text{응력}_y}{2}*\sin2\theta$	
평면응력			
응력	$\sigma_n=\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}+\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}cos2\theta-\tau\sin2\theta$	응력 2축응력 − 전단응력*$\sin2\theta$	 〈그림 6〉 평면응력 상태와 주응력, 주방향
전단응력	$\tau_n=\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}sin2\theta+\tau\cos2\theta$	전단응력 = 2축전단력 + $\cos2\theta$	
주응력	재일크거나, 작은응력, 면에서 전단응력은 0이다.		

주축의 각도	$\tan 2\theta = \dfrac{2\tau}{\sigma_x - \sigma_y}$		
주응력	$\sigma_{1,2} = \dfrac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{(\dfrac{\sigma_x - \sigma_y}{2})^2 + \tau^2}$		제일큰 주응력+ 작은-
주변형률	$\epsilon_{1,2} = \dfrac{\epsilon_x + \epsilon_y}{2} \pm \sqrt{(\dfrac{\epsilon_x - \epsilon_y}{2})^2 + \dfrac{\gamma_{xy}}{2}}$	$*\gamma=$ 전단변형량	
변형각도	$\theta = \dfrac{1}{2} tan^{-1} \dfrac{\gamma_{xy}}{\epsilon_x - \epsilon_y}$		
평면도형의 성질			
도심의 위치 (x)	$x = \dfrac{\sum Ax}{\sum A}$	도심의 위치$x = \dfrac{\text{단면적}_1 * \text{중심거리}_1 + \text{단면..}}{\text{단면적}_1 + \text{단면..}}$	
구형단면			
1차 모멘트	$I = \dfrac{bh^3}{12}$	1차모멘트$= \dfrac{\text{길이} * \text{높이}^3}{12}$	
단면계수	$Z = \dfrac{bh^2}{6}$	단면계수$= \dfrac{\text{길이} * \text{높이}^2}{6}$	
2차 모멘트	$I_P = \dfrac{bh(h^2 + b^2)}{12}$	2차모멘트$= \dfrac{\text{길이} * \text{높이}(\text{높이}^2 + \text{길이}^2)}{12}$	$I_P = I_x + I_y$
극단면계수	$Z_P = \dfrac{b^2 h^2}{3b + 1.8h}$	극단면계수$= \dfrac{\text{높이}^2 + \text{길이}^2}{3 * \text{길이} + 1.8 * \text{높이}}$	
평행축 이동정리	$I_{\text{임}} = I_{\text{중심}} + Ay_0^2 = \dfrac{bh^3}{3}$		$*y_0 =$ 중심축에서 임의축까지 수직길이
원형단면			
1차모멘트	$I = \dfrac{\pi d^4}{64}$		
단면계수	$Z = \dfrac{\pi d^3}{32}$		
2차모멘트	$I_P = \dfrac{\pi d^4}{32}$		$I_P = I_x + I_y$
극단면계수	$Z_P = \dfrac{\pi d^3}{16}$		
회전반경	$K = \dfrac{d}{4}$		K=회전반경
중공축			
1차모멘트	$I = \dfrac{\pi(d_2^4 - d_1^4)}{64}$		
2차모멘트	$I_p = \dfrac{\pi(d_2^4 - d_1^4)}{32}$		
극단면계수	$Z_p = \dfrac{\pi d_2^3 (1 - (\dfrac{d_1}{d_2})^4)}{16}$		
삼각형			
1차모멘트(상단)	$I = \dfrac{bh^3}{4}$		

1차모멘트(중심)	$I=\frac{bh^3}{36}$		
1차모멘트(하단)	$I=\frac{bh^3}{12}$		
단면계수1/3지점	$Z_3=\frac{I}{\frac{h}{3}}=\frac{bh^2}{12}$		
단면계수2/3지점	$Z_1=\frac{bh^2}{24}$		
비틀림(5문제 정도 출제) 중요!			
굽힘모멘트	$M=PL$	굽힘모멘트 = 하중*길이	단위: [N、m]
비틀림모멘트	$T=PR$	비틀림모멘트 = 하중*반지름 = 하중*$\frac{지름}{2}$	
	$T=\tau Z_P=\frac{60*1000kw}{2\pi N}$	비틀림모멘트 = 전단력*극단면계수 = $\frac{60*1000kw}{2\pi*RPM}$	
비틀림각	$\theta=\frac{TL}{GI_P}\frac{180^\circ}{\pi}$	비틀림각 = $\frac{비틀림모멘트*길이}{세로탄성계수*2차모멘트}*\frac{180^\circ}{\pi}$	
	$\theta=\frac{32TL}{G\pi d^4}\frac{180^\circ}{\pi}$	비틀림각 = $\frac{32*비틀림모멘트*길이}{세로탄성계수*\pi*d^4}*\frac{180^\circ}{\pi}$	
bach축 공식			
비틀림에 축지름 구하기	$d=12^4\sqrt{\frac{HP}{N}}=13^4\sqrt{\frac{HkW}{N}}$		*hp 와 kw는 단위계로 동력을 뜻함. N=RPM
코일 스프링			
변형량	$\delta=\frac{64nPR^3}{Gd^4}$	변형량 = $\frac{64*감기는수*하중*반지름^3}{세로탄성계수*지름^4}$	
	$\delta=\frac{8nwD^3}{Gd^4}$		*w는 하중,반지름을 지름으로 변환하면서 64->8
코일의 길이	$L=2\pi Rn$		
하중	$P=K\delta$	하중 = 스프링상수*변형량	
탄성에너지	$U=\frac{P\delta}{2}=\frac{T\theta}{2}=\frac{T^2L}{2GI_P}$	탄성에너지 = $\frac{하중*변형량}{2}=\frac{비틀림모멘트*각도}{2}=\frac{비틀림모멘트^2*길이}{2*세로탄성계수*2차모멘트}$	
스프링 직렬	$\frac{1}{K_1}+\frac{1}{K_2}....$		*K= 스프링 상수
스프링 병렬	$K_1+K_2....$		
반작용은	항상 면의 90도이다.		
전단력이 시계방향	이면 부호는 항상 +이다.		
외팔보 자유단 집중하중			
고정단 반력	$R_A=P$	반력$_A$ = 하중	
최대 전단력	$V_A=P$	전단력$_A$ = 하중	
최대 굽힘모멘트	$M_A=-PL$		
처짐각	$\theta=\frac{PL^2}{8EI}$		
처짐	$\delta=\frac{PL^3}{24EI}$		
외팔보 균일분포하중			
고정단 반력	$R_A=wL$	반력$_A$ = 하중*길이	
최대 전단력	$V_A=-wL$		
최대 굽힘모멘트	$M_A=-\frac{wL}{2}$		
처짐각	$\theta=\frac{wL^3}{6EI}$		
처짐	$\delta=\frac{wL^4}{8EI}$		
외팔보 삼각 분포하중			

고정단 반력	$R_A = \frac{PL}{2}$		
최대 전단력	$V_A = \frac{PL}{2}$		
최대 굽힘 모멘트	$M_A = -\frac{wL}{6}$		
단순보 중앙 집중하중			
반력	$R_A = \frac{PL}{2}$		
최대 전단력	$V_A = \frac{PL}{2}$		
최대 굽힘 모멘트	$M_A = \frac{PL}{4}$		
처짐각	$\theta = \frac{PL^2}{16EI}$		
처짐	$\delta = \frac{PL^3}{48EI}$		
단순보 균일 분포하중			
반력	$R_A = \frac{wL}{2}$		
최대 전단력	$V_A = \frac{wL}{2}$		
최대 굽힘 모멘트	$M_A = \frac{wL^2}{8}$		
처짐각	$\theta = \frac{wL^3}{24EI}$		
처짐	$\delta = \frac{5wL^4}{384EI}$		
단순보 삼각 분포하중			
반력	$R_A = \frac{wL}{6}, R_B = \frac{wL}{3}$		
최대 전단력	$V_A = \frac{wL}{3}$		
전단력이 0 인지점	$x = \frac{1}{\sqrt{3}}$		
최대굽힘 모멘트	$M_A = \frac{wL^2}{9\sqrt{3}}$		
처짐	$\delta = \frac{5wL^4}{768EI}$		
돌출보 집중하중			
반력	$R_A = P_{1+}\frac{P_2}{2}$		
A지점과 B지점 굽힘 모멘트	$M_A = P_1 a$	$\text{굽힘모멘트}_A = \text{하중*지점까지의 길이}$	
중앙에서 굽힘 모멘트	$M_C = \frac{P_2^2}{4} - P_1 a$		
돌출보 등분포 하중			
반력	$R_A = wa + \frac{wL}{2}$		
A지점과 B지점 굽힘 모멘트	$M_A = \frac{wa}{2}$		
중앙에서 굽힘 모멘트	$M_C = \frac{wL^2}{8} - \frac{wa^2}{2}$		
변형량 -> 처짐각(미분1번) -> 모멘트(미분2번) -> 전단력(미분3번) -> 하중(미분4번)			
보의 처짐각	$\theta = \frac{1}{EI} Am$	$\text{처짐각} = \frac{1}{\text{가로탄성계수* 2차모멘트}} * \text{선도}(BMD)\text{의 면적}$	
보의 처짐	$\delta = \frac{1}{EI} Am * x$	$\text{처짐량} = \frac{1}{\text{가로탄성계수* 2차모멘트}} * \text{선도}(BMD)\text{의 면적*도심의 위치}$	

보속의 굽힘응력			
곡률반경(ρ)	$\frac{E}{\rho}=\frac{\sigma}{y}=\frac{M}{I}$	$\frac{\text{가로탄성계수}}{\text{곡률반경}}=\frac{\text{응력}}{\text{중립선에서 끝단까지 거리}}=\frac{\text{굽힘 모멘트}}{\text{2차모멘트}}$	
곡률$(\frac{1}{\rho})$	$\sigma=\frac{My}{I}=\frac{M}{I/y}=\frac{M}{Z}$	$\text{굽힘응력}=\frac{\text{굽힘모멘트*중립선거리}}{\text{2차모멘트}}=\frac{\text{굽힘모멘트}}{\text{2차모멘트/중립선거리}}=\frac{\text{굽힘 모멘트}}{\text{단면계수}}$	
보속의 전단응력			
구형단면 최대 전단응력	$\tau=\frac{3}{2}\frac{V}{A}$	$\text{최대전단응력}=\frac{3}{2}*\frac{\text{전단력}}{\text{단면적}}$	
원형단면 최대 전단응력	$\tau=\frac{4}{3}\frac{V}{A}$	$\text{최대전단응력}=\frac{4}{3}*\frac{\text{전단력}}{\text{단면적}}$	
최대 굽힘 응력	$\sigma=\frac{M_{max}}{Z}$	$\text{최대 굽힘응력}=\frac{\text{최대 굽힘 모멘트}}{\text{단면계수}}$	
상당 비틀림 모멘트	$T_e=\sqrt{M^2+T^2}$	$\text{상당 비틀림 모멘트}=\sqrt{\text{굽힘모멘트}^2+\text{비틀림모멘트}^2}$	
상당 굽힘 모멘트	$M_e=\frac{1}{2}(M+\sqrt{M^2+T^2})$		
단주			
응력	$\sigma=\frac{P}{A}+\frac{M}{Z}$	$\text{응력}=\frac{\text{하중}}{\text{단면적}}+\frac{\text{굽힘모멘트}}{\text{단면계수}}$	
구형단면			
단주의 응력	$\sigma=\frac{P}{bh}(1+\frac{6e}{h})$		$*e=$ 외부에서 내부까지의거리 $*h=$ 중립선이 지나가는 축
핵심 반경	$-\frac{h}{6}< e <\frac{h}{6}$		$*e$ 값이 범위 내 일때 압축하중만이 걸린다.
원형 단면			
단주의 응력	$\sigma=\frac{4P}{\pi d^2}(1+\frac{8e}{d})$		$*e=$ 외부에서 내부까지의거리
핵심반경	$-\frac{d}{8}< e <\frac{d}{8}$		$*e$ 값이 범위 내 일때 압축하중만이 걸린다.
장주			
임계하중	$P_{cr}=\frac{n\pi^2 EI}{L^2}$	$\text{임계하중}=\frac{\text{단말계수}*\pi^2*\text{가로탄성계수}*\text{2차단면 모멘트}}{\text{길이}^2}$	
	$P_{cr}=\frac{\pi^2 EI}{(L')^2}$	$\text{임계하중}=\frac{\pi^2*\text{가로탄성계수}*\text{2차단면 모멘트}}{\text{등가길이}^2}$	$L'=\text{등가길이}(\frac{L}{\sqrt{n}})$
임계응력	$\sigma_{ac}=\frac{P_{cr}}{A}=\frac{n\pi^2 EI}{AL^2}=n\pi^2\frac{EK^2}{L}=\frac{n\pi^2 E}{\lambda^2}$		$*K=\text{회전반경}(\sqrt{\frac{I}{A}})$ $*\lambda=$ 세장비 $*n=$ 단말계수
세장비	$\lambda=\frac{L}{K}$	$\text{세장비}=\frac{\text{길이}}{\text{회전반경}}$	
등가길이	$L'=\frac{L}{\sqrt{n}}$	$\text{등가길이}=\frac{\text{길이}}{\sqrt{\text{단말계수}}}$	
장주는	연강의 경우 세장비가 102초과, 원형봉의 경우 25.5D(d/4) 초과여야 한다.		
외팔보에 집중하중			
처짐각	$\theta=\frac{PL^3}{2EI}$		
처짐	$\delta=\frac{PL^3}{3EI}$		
자유단 회전단 고정회전단 양단고정단