

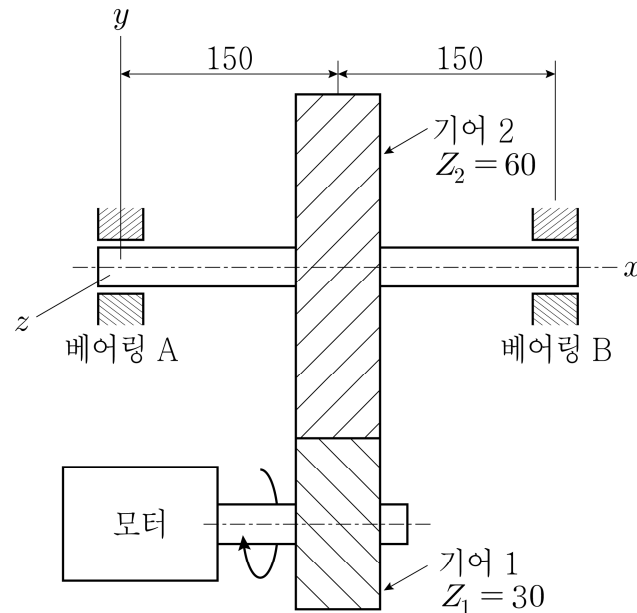
기계설계

2022년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

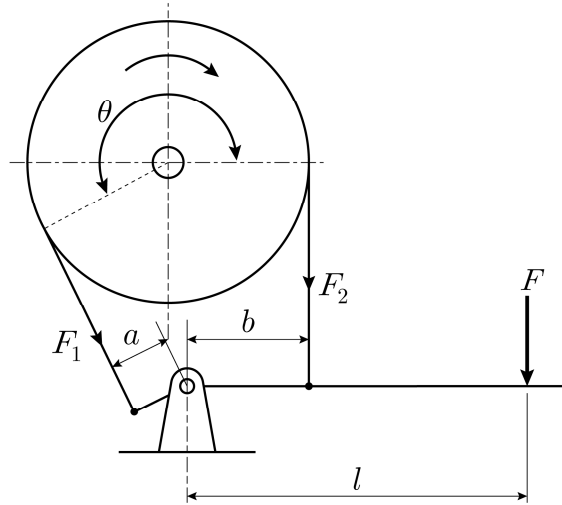
성명 :

제 1 문. 그림과 같이 두 축은 xy 평면에 놓여있으며, $+x$ 축에서 바라볼 때 모터는 시계방향으로 회전하고 있다. 모터의 끝에 헬리컬기어 1이 부착되어 있으며, 기어 1은 길이 300 mm의 축 중앙에 부착된 헬리컬기어 2를 회전시킨다. 다음 물음에 답하시오. (단, 기어의 전달효율은 100 %이고, 축방향 하중은 베어링 B에서만 받는다) (총 25점)



- 1) 모터의 회전수 N [rpm], 동력 H [W], 기어의 치직각 압력각 α_n , 비틀림각 β , 치직각 모듈 m_n , 기어 1의 지름 D_1 [mm]을 이용하여, 기어의 접촉면에 작용하는 x, y, z 축 방향 힘의 성분 F_x, F_y, F_z 의 크기[N]를 각각 유도하시오. (10점)
- 2) 헬리컬기어는 치직각 압력각 $\alpha_n = 20^\circ$, 비틀림각 $\beta = 30^\circ$, 치직각 모듈 $m_n = 2$ 이며, 기어 1과 기어 2의 잇수는 각각 30, 60개이다. 모터가 $H = 12.5$ kW의 동력을 전달하며 $N = 2,400$ rpm으로 회전할 때, 기어의 접촉면에 작용하는 x, y, z 축 방향 힘의 성분 F_x, F_y, F_z 의 크기[N]를 각각 구하시오. (6점)
- 3) 레이디얼 볼베어링 A에 작용하는 반경방향 힘[N]을 구하고, 이 베어링에 45,000시간의 수명이 요구될 때 기본 동정격하중[kN]을 구하시오. (단, 하중계수 $f_w = 1.3$ 이다) (5점)
- 4) 두 축이 평행하고 헬리컬기어가 인벌류트 치형을 갖는 경우 두 기어가 맞물려 돌아갈 수 있는 조건 4가지를 기술하시오. (4점)

제 2 문. 그림과 같이 차동 브레이크(differential band brake)는 마찰계수 μ , 접촉각 θ , 폭 w , 허용 압력 p_{\max} 인 밴드와 반지름 r 인 드럼으로 구성되어 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, 드럼은 시계방향으로 회전한다) (총 20점)



- 1) 레버의 최대 조작력 F 를 구하기 위한 식을 $r, w, \theta, \mu, a, b, l, p_{\max}$ 를 이용하여 유도하시오. (5점)
- 2) 동일조건에서 브레이크가 자동체결(self locking)이 되기 위한 조건을 μ, θ, a, b 를 이용하여 기술하시오. (5점)
- 3) 브레이크 치수 $a = 40 \text{ mm}$, $b = 130 \text{ mm}$, 밴드 폭 $w = 70 \text{ mm}$, 레버 길이 $l = 700 \text{ mm}$, 드럼 반지름 $r = 250 \text{ mm}$, 접촉각 $\theta = 240^\circ$, 마찰계수 $\mu = 0.2$, 밴드 허용 압력 $p_{\max} = 0.5 \text{ MPa}$ 일 때, 차동 브레이크에서 최대 제동 시 긴장측과 이완측의 장력을 각각 구하고, 최대 제동 토크를 구하시오. (10점)

제 3 문. 3축 응력 상태에 놓여있는 소재의 주응력이 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 일 때, 비틀림탄성 에너지밀도는 $u = \frac{1}{12G} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2]$ 로 표현된다. 여기에서 소재의 횡탄성계수는 G 이고 항복강도와 전단항복강도는 각각 S_y 와 S_{ys} 이다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 단순인장시험에서 소재가 소성변형을 일으키지 않는 최대 비틀림탄성에너지 밀도를 위 식을 이용하여 표현하시오. (3점)
- 2) 단순전단시험에서 소재가 소성변형을 일으키지 않는 최대 비틀림탄성에너지 밀도를 위 식을 이용하여 표현하시오. (3점)
- 3) 비틀림탄성에너지밀도를 기준으로 S_y 와 S_{ys} 의 관계를 구하시오. (4점)
- 4) 비틀림탄성에너지밀도 식과 위 1), 2), 3)의 결과를 이용하여 (σ_x, τ_{xy}) 의 응력상태에 대한 파손기준을 제시하시오. (단, 안전계수는 1로 한다) (5점)

제 4 문. 내부와 외부에서 압력을 받고 있는 두꺼운 관의 반경방향 변위(u), 반경방향 응력(σ_r), 원주방향 응력(σ_θ)은 미분방정식의 해를 통하여 아래와 같이 나타내어진다. 다음 물음에 답하시오. (단, r 은 반경위치, E 는 종탄성계수, ν 는 푸아송비이며, c_1 과 c_2 는 적분상수이다) (총 25점)

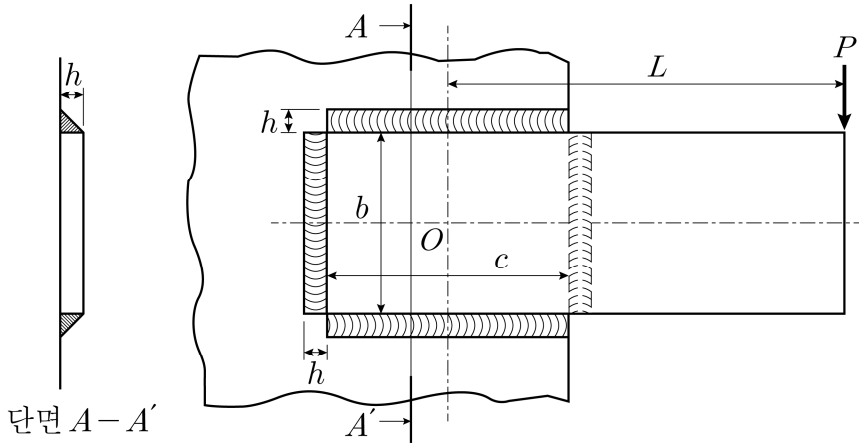
$$u = c_1 r + \frac{c_2}{r}$$

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\nu^2} \left[c_1(1+\nu) - c_2 \left(\frac{1-\nu}{r^2} \right) \right]$$

$$\sigma_\theta = \frac{E}{1-\nu^2} \left[c_1(1+\nu) + c_2 \left(\frac{1-\nu}{r^2} \right) \right]$$

- 1) 관의 안쪽 반지름이 a , 바깥쪽 반지름이 b 인 경우 내부 압력 p_i 만 작용할 때, 반경 r 에 따른 원주방향응력(σ_θ)과 반경방향변위(u)를 유도하시오. (5점)
- 2) 관의 안쪽 반지름이 a , 바깥쪽 반지름이 b 인 경우 외부 압력 p_o 만 작용할 때, 반경 r 에 따른 반경방향변위(u)를 유도하시오. (5점)
- 3) 안쪽 반지름 20 mm, 바깥쪽 반지름 40 mm인 강철관(종탄성계수 210 GPa, 푸아송비 0.3)을 길이가 100 mm이고, 바깥쪽 반지름이 140 mm인 알루미늄관(종탄성계수 70 GPa, 푸아송비 0.25)에 억지끼워맞춤을 하려고 한다. 간섭으로 인하여 발생하는 최대압력, 반지름 끼워맞춤 공차, 전달할 수 있는 최대 토크를 각각 구하시오. (단, 접촉압력은 균일하며 알루미늄관의 끼워맞춤 공칭 반지름은 40 mm이고, 이 반지름에서 원주방향 응력은 30 MPa을 넘지 않아야 하며, 강철관과 알루미늄관 사이의 마찰계수는 0.15이다) (15점)

제 5 문. 그림과 같이 4곳이 측면 필렛 용접된 이음 구조에 편심하중 $P = 5,000 \text{ kgf}$ 가 작용하고 있다. 용접부 중심 O 에서 하중작용점까지의 거리 $L = 500 \text{ mm}$, 용접부 수직길이 $b = 100 \text{ mm}$, 용접부 수평길이 $c = 200 \text{ mm}$, $h = 8 \text{ mm}$ 일 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 용접부의 단면형상은 동일하다) (총 15점)



- 1) 하중 P 에 의해 용접부에 직접 작용하는 단순 전단응력을 구하시오. (단, 하중은 용접부에 균일하게 작용한다) (5점)
- 2) 용접부의 극단면 2차 모멘트를 구하고, 하중 P 로 인한 비틀림 모멘트에 의해 발생하는 최대 전단응력을 구하시오. (단, 용접부에서 전단응력의 크기는 회전중심으로부터 거리에 비례한다) (10점)

인사혁신처 시험출제과장