

【 문제-1 】 (30점)

삼각보통나사로 이루어진 나사 잭(screw jack)을 이용하여 축방향 하중 Q 를 끌어 올리고자 할 때, 구체적인 자료가 없는 경우 나사의 허용응력(σ_a)을 이용하여 나사의 바깥지름을 구하는 식을 구하고자 한다. 다음 물음에 답하시오.

(단, d_1 은 나사 끝지름, d_2 는 나사 유효지름, d 는 나사 바깥지름일 때 $d_1 = 0.8d$, $d_2 = 1.1d_1$ 이다. 계산은 소수점 넷째자리에서 반올림한다.)

- (1) 나사 잭에 사용된 삼각보통나사와 지지대 너트 간 마찰계수(μ)가 0.15일 때, 상당 마찰계수와 상당 마찰각을 구하시오. (5점)
- (2) 나사 잭에서 축방향 하중(Q)에 의한 인장응력(σ) 식과 회전 토크(T)에 의한 전단응력(τ) 식을 구하시오. (6점)
- (3) 나사 잭이 축방향 하중(Q)을 끌어올리기 위해 필요한 토크(T) 식을 구하고, 물음 (2)에서 구한 식을 대입하여 인장응력과 전단응력간의 관계식을 구하시오. (단, 잭의 나사 간 마찰계수는 물음 (1)과 같고, 나사의 리드 각(α)은 3.028° 이다.) (7점)
- (4) 전단변형에너지 설(von Mises theory)을 적용하여 위 물음들과 같은 조건의 나사 잭에서 허용응력과 인장응력 간의 관계식을 구하고, 축방향 하중만 받는 나사의 바깥지름을 구하는 식을 이용하여 나사 잭과 같이 복합응력이 작용될 때 나사의 바깥지름을 구하는 다음 식을 유도하시오. (12점)

$$d \approx \sqrt{\frac{2.65 Q}{\sigma_a}} \approx \sqrt{\frac{8 Q}{3 \sigma_a}}$$

【 문제-2 】 (20점)

전동공구에 사용된 헬리컬 기어가 파손되어 교체하고자 한다. 파손된 헬리컬 기어 규격이 잇수 25, 치직각 모듈 3 mm, 치직각 압력각 20°, 기준 피치원 비틀림각 30°로 표시되어 있으나 교체품의 규격은 축직각 방식으로 되어 있어 치직각 방식을 축직각 방식으로 변환하고자 한다. 다음 물음에 답하시오.

- (1) 치직각 방식과 축직각 방식에 대하여 그림을 그리고 설명하시오. (6점)
- (2) 축직각 모듈과 축직각 압력각을 구하시오. (8점)
- (3) 교체하고자 하는 헬리컬 기어의 기초원지름을 구하시오. (6점)

【 문제-3 】 (30점)

어떤 구조 재료의 파단인장강도는 $\sigma_{ut} = 160 \text{ MPa}$, 파단전단강도는 $\tau_u = 80 \text{ MPa}$, 그리고 파단압축강도는 $\sigma_{uc} = 450 \text{ MPa}$ 이다. 이 재료로 만들어진 기계 부품 내부의 2차원 응력 상태가 $\sigma_x = 110 \text{ MPa}$, $\sigma_y = 35 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 20 \text{ MPa}$ 일 때 다음 물음에 답하시오.

- (1) 최대 주응력 설(maximum normal stress theory: Rankine theory)에 따른 안전계수를 구하시오. (10점)
- (2) 최대 전단응력 설(maximum shear stress theory: Tresca-Guest theory)에 따른 안전계수를 구하시오. (10점)
- (3) 전단변형에너지 설(distorsion energy theory: von Mises theory)에 따른 안전계수를 구하시오. (10점)

【 문제-4 】 (20점)

450 rpm 으로 일정하게 회전하는 단열 깊은 홈 볼 베어링이 있다. 하중은 최소 $P_{\min} = 0 N$ 에서 최대 $P_{\max} = 3,300 N$ 사이를 정현곡선(sine 함수) 형태로 변화한다. 하중계수는 $f_w = 1.4$ 이고 수명시간은 60,000 시간이다. 다음 물음에 답하시오.

- (1) 평균하중을 구하시오. (6점)
- (2) 설계하중을 구하시오. (6점)
- (3) 동정격하중이 어느 범위에 있어야 하는지 구하시오. (8점)