

【 문제-1 】 (30점)

한 방향으로 회전하는 웜기어장치를 적용한 감속기가 있다. 주철로 제작된 줄수(Z_w) 4인 웜(worm)이 구동기어이며, 회전 각속도(N_w) 1200 rpm으로 작동하고 있다. 이 때 소요되는 구동 동력은 1.5 kW이다. 웜휠(worm wheel)은 인청동으로 제작되었으며, 잇수(Z_g) 80, 축 직각 모듈(m_s) 4이다. 또한 치직각 압력각(α_n)은 14.5° , 웜과 웜휠의 중심거리(A)는 190 mm, 상호 마찰계수(μ)는 0.15, 이 너비(b)는 30 mm이다. 아래 표를 활용하여 다음 물음에 답하시오.

[표1] 웜휠의 속도계수 f_v

재료	속도계수 f_v
금속재료	$f_v = \frac{6}{6 + v_g}$
합성수지	$f_v = \frac{6 + 0.25v_g}{1 + v_g}$

[표2] 재료에 따른 허용굽힘응력 $\sigma_b(N/mm^2)$

재료	한방향 회전	양방향 회전
주철	85	57
인청동	170	113
안티몬 청동	105	70
합성수지	30	20

[표3] 웜휠의 치형계수 y

치직각 압력각 α_n	치형계수 y
14.5°	0.100
20°	0.125
25°	0.150
30°	0.175

- (1) 웜휠의 회전 각속도 N_g (rpm) 및 웜휠의 피치원 지름 D_g (mm)을 구하시오. (5점)
- (2) 웜의 피치원 지름 D_w (mm), 리드각 γ ($^\circ$) 및 웜의 치직각 피치 p_n (mm)를 구하시오. (10점)
- (3) 웜휠의 피치원 상의 원주속도 v_g (m/s), 웜의 피치원 상의 원주속도 v_w (m/s) 및 웜휠의 속도계수 f_v 를 구하시오. (5점)
- (4) 효율 η (%), 웜휠의 출력 동력 H_{output} (kW) 및 웜휠의 굽힘강도 F_t (N)를 구하시오. (10점)

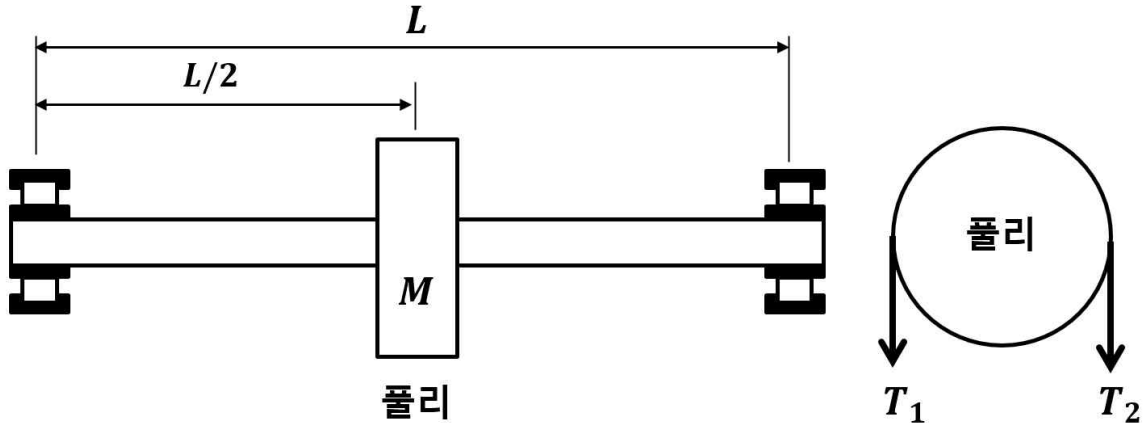
【 문제-2 】 (20점)

원동축에 대한 종동축의 회전 각속도비가 $\frac{2}{3}$, 두 축 사이 각이 90° 인 외접 원추 마찰차에서 원동차의 외단부 지름이 600 mm, 회전 각속도 495 rpm, 접촉 너비 100 mm로 2 kW의 동력을 전달한다. 마찰계수가 0.25 일 때 다음 물음에 답하시오.

- (1) 원동차와 종동차의 원추각 $\delta_1, \delta_2(^{\circ})$ 및 평균지름 $D_{m1}, D_{m2}(mm)$ 을 구하시오. (6점)
- (2) 종동차의 평균지름 위치에서 원주속도 $v_2(m/s)$ 및 접촉면에 수직방향으로 작용하는 힘 $Q(N)$ 을 구하시오. (6점)
- (3) 원동차와 종동차 축방향 하중 $P_1, P_2(N)$ 및 접촉 선압력 $p_0(N/mm)$ 을 구하시오. (8점)

【 문제-3 】 (30점)

그림과 같이 두 개의 원통 롤러 베어링으로 지지된 회전축이 있다. 두 베어링의 중심사이 거리(L)는 1 m이고, 이 축 중앙에 질량 200 kg, 직경 400 mm인 벨트 풀리가 달려 있다. 구동중인 양 벨트에는 장력이 각각 $T_1 = 1000 N$, $T_2 = 2000 N$ 만큼 작용하며 1000 rpm으로 회전하고 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, 중력 가속도는 $9.8 m/s^2$ 을 사용하시오.)



- (1) 축의 무게는 무시하고, 벨트 풀리의 무게와 벨트의 장력만을 고려하여 축에 작용하는 최대 굽힘모멘트($N \cdot m$) 및 비틀림 모멘트($N \cdot m$)를 구하시오. (11점)
- (2) 축은 연성재료이며 허용 전단응력이 $\tau_a = 70 MPa$ 일 때, 최대 전단응력 이론을 적용하여 필요 최소 축직경(mm)을 구하시오. (단, 축은 중실축이며, 안전계수는 1을 사용한다.) (8점)
- (3) 사용한 원통 롤러 베어링의 사양이 아래 표와 같을 때 베어링의 수명(h, 시간)을 구하시오. (4점)

베어링 호칭 번호	정적부하용량 (C_0)	동적부하용량 (C)
NU2316	24,000 N	20,000 N

- (4) 축은 지름이 80 mm로 일정하게 설계되었다. 축의 자중은 무시하고 풀리의 자중만을 고려하여 축의 위험속도(rpm)를 구하시오. (단, 축의 탄성계수는 200 GPa이다.) (7점)

【 문제-4 】 (20점)

미터 가는 나사 $M24 \times 2$ 를 철판 구멍에 넣은 후 너트를 조였더니 볼트에 인장 방향으로 5000 N의 체결력(예하중)이 작용하고 있음을 확인하였다. 너트와 철판 사이의 마찰은 무시하고, 수나사와 암나사 재료 사이의 순수 마찰계수는 0.2라 할 때 다음 물음에 답하시오. (단, 나사의 필요 치수는 아래의 표를 이용하시오.)

나사의 호칭	암나사		
	골지름 D	유효지름 D_2	안지름 D_1
	수나사		
	바깥지름 d	유효지름 d_2	골지름 d_1
$M24 \times 2$	24.000 mm	22.701 mm	21.835 mm
$M24 \times 1.5$	24.000 mm	23.026 mm	22.376 mm
$M24 \times 1$	24.000 mm	23.350 mm	22.917 mm

- (1) 너트를 더 조일 경우에 필요한 토크($N \cdot m$)와 효율(%)을 구하시오. (14점)
- (2) 너트를 풀 경우에 필요한 토크($N \cdot m$)와 효율(%)을 구하시오. (6점)