

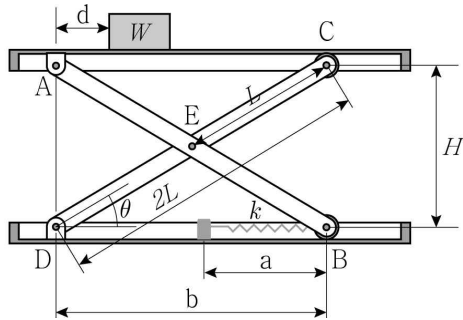
## 기계설계

### 2017년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 다음과 같은 소형 리프트는 링크장치로 구성되어 있다. 무게가  $W$ 인 물체를 하단의 스프링을 이용해서 지지하려고 한다. A점과 D점은 핀 고정이며, B점과 C점은 롤러를 통하여 상하판의 내측을 움직일 수 있다. E점은 핀으로 고정되어 자유롭게 회전한다. 물체에 답하시오. (총 20점)



- 부재 AEB에 작용하는 모든 힘을 변수  $d, L, W, \theta$ 를 이용하여 구하고 자유 물체도로 나타내시오. 또한 스프링에 걸리는 힘  $F_s$ 와 물체의 위치  $d$ 의 상관 관계를 설명하시오. (단, 모든 부재는 강체로 간주하며, 링크의 폭과 자중 및 마찰은 무시한다) (10점)
- 링크의 길이  $2L = 180 \text{ mm}$ 이고, 높이  $H = 60 \text{ mm}$ 일 때, 스프링은 변형이 없는 자유 상태이다.  $W = 5 \text{ kgf}$ 일 때, 높이  $H = 40 \text{ mm}$ 에서 정적평형을 이루기 위한 스프링 상수  $k$ 를 구하시오. (5점)
- 최소 높이  $H = 10 \text{ mm}$ 이며, 이를 위하여 하판에 멈춤턱을 설치한다. 원통 코일 스프링의 외경을  $12 \text{ mm}$ , 소선직경을  $d_s = 2.5 \text{ mm}$ 로 할 때, 유효감김수와 최대전단응력을 구하시오. (단,  $G = 8.0 \times 10^3 \text{ kgf/mm}^2$ 이다) (5점)

제 2 문. 깊은 홈 단일 볼베어링 6212에 반경방향 하중  $F_r = 300 \text{ kgf}$ 와 축방향 하중  $F_a = 300 \text{ kgf}$ 가 동시에 작용하고 있다. 회전속도  $N = 900 \text{ rpm}$ 으로 회전할 때, <표 1>과 <표 2>를 참고하여 다음 물음에 답하시오. (단, 하중보정계수는 1.3을 사용한다) (총 15점)

<표 1> 레이디얼 볼 베어링의 부하용량

베어링 종류		깊은 홈 볼	
하중 크기		경하중	
계열기호		62XX	
안지름번호	안지름[mm]	$C$	$C_0$
05	25	1,430	800
06	30	1,980	1,150
07	35	2,620	1,570
08	40	2,970	1,820
09	45	3,330	2,070
10	50	3,580	2,370
11	55	4,420	3,000
12	60	5,350	3,690
13	65	5,840	4,090
14	70	6,340	4,490
15	75	6,880	4,920

<표 2> 깊은 홈 볼 베어링의 계수  $X$  및  $Y$

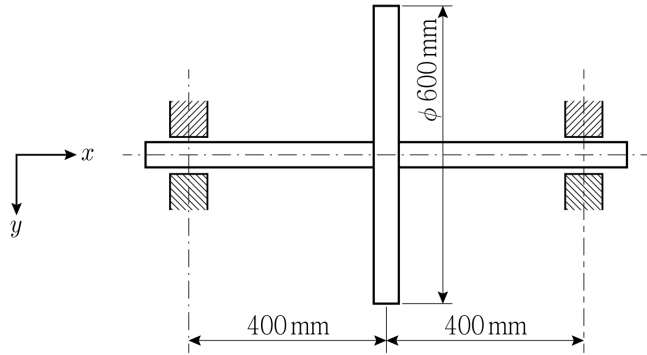
베어링 형식	축방향 하중비	단열 베어링				복열 베어링			
		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} \geq e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} \geq e$	
		$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$
깊은 홈 볼 베어링 (표준통새)	$\frac{F_a}{C_{0r}}$								
	$i Z D_w^2$								
	0.014	0.172			2.30			2.30	0.19
	0.028	0.345			1.99			1.99	0.22
	0.056	0.689			1.71			1.71	0.26
	0.084	1.03			1.55			1.55	0.28
	0.11	1.38	1	0	1.45	1	0	1.45	0.30
	0.17	2.07			1.31			1.31	0.34
	0.28	3.45			1.15			1.15	0.38
	0.42	5.17			1.04			1.04	0.42
	0.56	6.89			1.00			1.00	0.44

※  $C$ : 동등가하중[kgf],  $C_0$ : 정등가하중[kgf]

- 반경방향 동등가하중[kgf]을 구하시오. (8점)
- 베어링 속도계수와 수명계수를 구하시오. (4점)
- 베어링 수명[hrs]을 구하시오. (3점)

제 3 문. 그림과 같이 300 rpm으로 12 kW의 동력을 전달하는 원형단면의 중실축이 있다. 지름 600 mm인 벨트풀리에 작용하는 장력은  $y$  방향으로 작용하고 있다. 벨트의 긴장측과 이완측의 장력비는 4:1이다. 동적효과계수는 모두 1.0으로 적용하며 키홈으로 인한 축강도 저하가 없다고 가정한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 축의 종탄성계수  $E = 200$  GPa, 횡탄성계수  $G = 80$  GPa, 인장강도  $\sigma_u = 400$  MPa, 피로한도  $\sigma_e = 120$  MPa, 안전율  $S = 2$ 이며, 축이 양끝단에서 단순지지되어 있고, 풀리의 무게는 100 kgf이며, 중력은  $y$  방향으로 작용한다)

(총 25점)

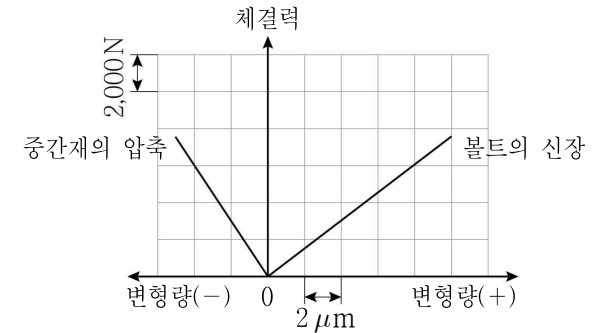
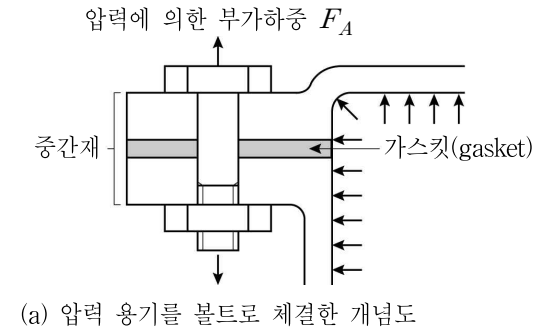


- 1) 정적 굽힘모멘트를  $M_m$ , 정적 비틀림모멘트를  $T_m$ , 동적 굽힘모멘트를  $M_a$ , 동적 비틀림모멘트를  $T_a$ 라고 할 때, 전단변형에너지이론을 적용하여 무한 수명을 보장하는 축의 직경을 구하는 식을 유도하고, 주어진 조건을 이용하여 축의 직경을 구하시오. (단, 축 무게는 무시하고, 굿맨(Goodman) 내구선도

$$\frac{\sigma_a}{\sigma_e} + \frac{\sigma_m}{\sigma_u} = 1 \text{ 을 적용하며, } \sigma_a : \text{교변응력, } \sigma_m : \text{평균응력이다) (15점)}$$

- 2) 길이 1 m당 비틀림각이  $0.25^\circ$  이하일 조건과 최대경사각  $1/1000$  [rad]을 동시에 만족하는 축의 직경을 구하시오. (5점)
- 3) 위의 중실축을 비틀림 강도와 재질이 같은 중공축으로 변경할 때, 중공축의 바깥지름( $d_o$ )과 안지름( $d_i$ )을 각각 구하시오. 이때 중실축에 대한 중공축의 무게비(%)는 얼마인가? (단, 중공축의 내·외경비는  $\frac{d_i}{d_o} = 0.6$ 으로 하고, 중실축 직경은 2)에서 구한 값을 사용한다) (5점)

제 4 문. 그림(a)와 같이 압력용기에 가스킷을 설치하고 관통 볼트를 체결하였다. 초기 체결력에 의해 중간재는 압축이 되고, 볼트는 늘어난다. 초기체결력과 중간재의 압축 및 볼트 신장의 관계는 그림(b)에 나타내었다. 초기  $Q_0 = 2,000$  N의 체결력이 가해진 상태에서 가스의 압력에 의해서 볼트 중앙에 정적인 부가하중  $F_A = 900$  N이 추가로 작용하고 있다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)



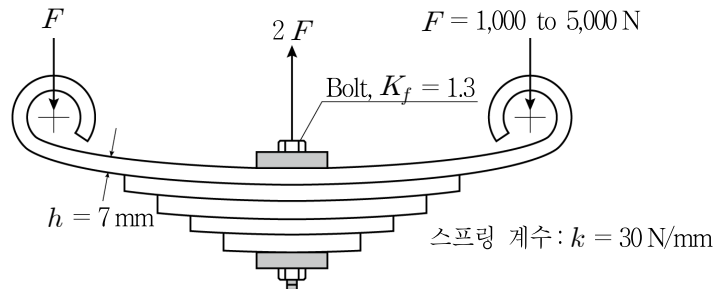
(b) 볼트 체결시의 체결력과 중간재 및 볼트의 변형량과의 관계

- 1) 부가하중  $F_A$ 에 의해 볼트에 추가되는 하중  $F_{bA}$ 와 중간재에서 감소되는 하중  $F_{cA}$ 를 구하는 식을 유도하고, 값을 구하시오. (10점)
- 2) 볼트에 작용하는 최종 인장하중  $Q_b$ 와 중간재에 작용하는 최종 압축하중  $Q_c$ 를 구하시오. (4점)
- 3)  $Q_0 = 2,000$  N의 체결력에 대해 내부 압력가스가 누출되지 않을 조건을 구하고, 최대 부가하중  $F_A$ 를 구하시오. (6점)

제 5 문. 그림과 같은 Semi-elliptic 판스프링(leaf spring)이 하중  $1,000\text{ N} \sim 5,000\text{ N}$  사이에서 변화하는 반복하중에 놓여있다. 이 판스프링은 중앙에서  $2F$ 의 하중을 지지하며 스프링 계수( $k$ )는  $30\text{ N/mm}$ 이다. 각 스프링의 두께는  $7\text{ mm}$ 이며 총 5개의 판으로 구성되어 있다. 판들을 결합하기 위한 중앙의 볼트로 인한 피로응력집중계수는  $K_f = 1.3$ , 스프링 재료의 항복강도( $\sigma_y$ ) =  $1,400\text{ MPa}$ , 인장강도( $\sigma_u$ ) =  $1,600\text{ MPa}$ , 탄성계수( $E$ ) =  $200\text{ GPa}$ , 피로한도( $\sigma_e$ ) =  $700\text{ MPa}$ 을 고려하고, 다음 사항을 가정할 때, 물음에 답하시오. (총 20점)

— <가 정> —

- 파괴는 스프링의 끝단에서 발생하지 않는다.
- 스프링은 비틀림을 유발하지 않는다.
- 처짐에 의해 형상이 크게 변화되지 않는다. (단, 변형량은 30% 이내이다)
- 스프링 폭에 걸쳐 균일한 하중이 가해진다.
- 볼트 너비 효과는 무시한다.



- 1) 교번응력( $\sigma_a$ )과 평균응력( $\sigma_m$ )의 비( $\frac{\sigma_a}{\sigma_m}$ )를 구하시오. (5점)
- 2) 주어진 조건을 적용하여 수정된 굿맨 선도(Modified Goodman Diagram)와 하중선도(load line)를 그리시오. (5점)
- 3) 수정된 굿맨 선도를 바탕으로 피로파손이 발생하지 않는 스프링의 최대 길이와 폭을 구하시오. (10점)

## 인사혁신처 시험출제과장