

2018년 서울시 7급 기계설계 A책형 해설

01. ② 02. ① 03. ① 04. ② 05. ② 06. ② 07. ② 08. ② 09. ① 10. ③ 11. 정답없음 12. ① 13. ④ 14. ② 15. ③ 16. ③ 17. ① 18. ④ 19. ③ 20. ④

1. 【정답】 ②

$$T = \frac{d_2}{2} Q = \frac{d_2}{2} Q \tan(\rho + \lambda)$$

미터보통나사의 나사산각 $2\beta = 60^\circ$ 이므로 마찰각 $\rho = \tan^{-1}\left(\frac{\mu}{\cos 30^\circ}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\mu\right)$

한줄 나사이므로 리드각 $\lambda = \tan^{-1}\left(\frac{p}{\pi d_2}\right)$

$$T = \frac{d_2}{2} Q \tan\left[\tan^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\mu\right) + \tan^{-1}\left(\frac{p}{\pi d_2}\right)\right] \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

2. 【정답】 ①

모터가 전달하는 토크 : $T_1 = \frac{20 \times 10^3}{\frac{2\pi \times 500}{60}} = 400 \text{ [N} \cdot \text{m]}$

클러치가 전달할 수 있는 토크 : $T_2 = 0.4 \times 10 \times 10^3 \times \frac{0.2 + 0.3}{4} = 500 \text{ [N} \cdot \text{m]}$

따라서 종동축에 전달하는 최대토크는 $T_1 = 400 \text{ [N} \cdot \text{m]}$ 이다.

3. 【정답】 ①

연직방향 힘의 평형에 의해 $P = 2\left(\frac{Q}{2} \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\mu Q}{2} \cos \frac{\alpha}{2}\right)$

$$Q = \frac{P}{\sin \frac{\alpha}{2} + \mu \cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$F = \mu Q = \frac{\mu P}{\sin \frac{\alpha}{2} + \mu \cos \frac{\alpha}{2}}$$

4. 【정답】 ②

$$\text{굽힘응력 } \sigma_b = \frac{P \frac{l}{2} \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi d^4}{64}} = \frac{16Pl}{\pi d^3}$$

$$\text{베어링 압력 } p_a = \frac{P}{dl}$$

두식에서 P 를 소거하면 $\frac{\pi d^3 \sigma_b}{16l} = p_a dl$

$$\left(\frac{l}{d}\right)^2 = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{\sigma_b}{p_a}, \quad \frac{l}{d} = \sqrt{\frac{\pi}{16} \cdot \frac{\sigma_b}{p_a}}$$

5. 【정답】 ②

- ㄱ. 슬리브 커플링(sleeve coupling) : 고정 커플링
- ㄴ. 분할원통 커플링(split muff coupling) : 고정 커플링
- ㄷ. 벨로즈 커플링(bellows coupling) : 유연한 커플링
- ㄹ. 플랜지 커플링(flange coupling) : 고정 커플링

6. 【정답】 ②

② 전단변형에너지설이 최대 전단응력설보다 실험결과와 더 잘 일치한다.

7. 【정답】 ②

$$L = \left(\frac{C_r}{P}\right)^{\frac{10}{3}} [10^6 \text{ rev}]$$

$$\left(\frac{C_r}{P}\right)^{\frac{10}{3}} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$C = P \left(\frac{C_r}{P}\right)^{\frac{10}{9}} = C_r \left(\frac{C_r}{P}\right)^{\frac{1}{9}} = C_r L^{\frac{3}{10} \times \frac{1}{9}} = C_r L^{\frac{1}{30}}$$

8. 【정답】 ②

최대전달토크 $T = 0.2 \times 10 \times \frac{0.4}{2} = 0.4 \text{ [kN} \cdot \text{m]}$

최대전달동력 $H = 0.4 \times \frac{2\pi \times 1200}{60} = 16\pi \text{ [kW]}$

9. 【정답】 ①

허용압축응력 : $\frac{T^2}{\frac{b}{2}d} \leq \sigma_c, \quad \frac{4T}{bdl} \leq \sigma_c$

허용전단응력 : $\frac{T^2}{bl} \leq \tau_s, \quad \frac{2T}{bdl} \leq \tau_s$

허용압축응력에 대해 정리하면 $\frac{4T}{bdl} \leq \sigma_c$, $\frac{2T}{bdl} \leq \tau_s = 0.4\sigma_c$ 에서 $l \geq \frac{5T}{db\sigma_c}$

허용전단응력에 대해 정리하면 $\frac{2T}{bdl} \leq \tau_s$, $\frac{4T}{bdl} \leq \sigma_c = \frac{\tau_s}{0.4}$ 에서 $l \geq \frac{2T}{db\tau_s}$

10. 【정답】 ③

$$\text{비틀림각 } \phi = \frac{PRL}{\frac{\pi d^4}{32} G} = \frac{32PRL}{\pi d^4 G}$$

$$\textcircled{1} \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot 1}{\left(\frac{1}{2}\right)^4} \phi = 2\phi \quad \textcircled{2} \frac{1 \cdot 1 \cdot 2}{1^4} \phi = 2\phi$$

$$\textcircled{3} \frac{4 \cdot 3 \cdot \frac{1}{4}}{1^4} \phi = 3\phi \quad \textcircled{4} \frac{4 \cdot 2 \cdot 1}{\left(\frac{3}{2}\right)^4} \phi = \frac{128}{81} \phi$$

11. 【정답】 정답없음

모두 맞는 것으로 인정

- 사유 : 인벌류트 치형 호환을 위해, 압력각과 모듈이 같아야함 (단, 원추피치 = $\pi \times$ 모듈)

12. 【정답】 ①

$$\frac{1}{N_c^2} = \frac{1}{N_1^2} + \frac{1}{N_2^2} = \frac{1}{N_1^2} + \frac{1}{\left(\frac{N_1}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{4}{N_1^2}$$

$$N_c = \frac{1}{2} N$$

13. 【정답】 ④

$$\text{중간기어 C의 중심의 속도 : } v_C = \left(\frac{mZ_A}{2} + \frac{mZ_C}{2}\right)\omega_H = 35m\omega_H$$

$$\text{기어 A와 C의 접촉점에서의 속도 : } v_1 = v_C - \frac{mZ_C}{2}\omega_C = \frac{mZ_A}{2}\omega_A$$

$$35m\omega_H - 5m\omega_C = 30m\omega_A, \quad 6\omega_A + \omega_C = 7\omega_H$$

$$\text{기어 B의 중심의 속도 : } v_B = \left(\frac{mZ_A}{2} + mZ_C + \frac{mZ_B}{2}\right)\omega_H = 55m\omega_H$$

$$\text{기어 C와 B의 접촉점에서의 속도 : } v_2 = v_B - \frac{mZ_B}{2}\omega_B = v_C + \frac{mZ_C}{2}\omega_C$$

$$55m\omega_H - 15m\omega_B = 35m\omega_H + 5m\omega_C, \quad 3\omega_B + \omega_C = 4\omega_H$$

$$6\omega_A + \omega_C = 7\omega_H, \quad 3\omega_B + \omega_C = 4\omega_H \text{에서 } \omega_C \text{를 소거하면}$$

$$2\omega_A - \omega_B = \omega_H$$

$$\omega_A = -2 \text{ (반시계방향 회전), } \omega_H = +2 \text{ (시계방향 회전) 을 대입하면}$$

$$\omega_B = -6 \text{이므로 기어 B는 '반시계방향 6회전'한다.}$$

다른 방법

$$\frac{\omega_A - \omega_H}{\omega_C - \omega_H} = -\frac{Z_C}{Z_A}, \quad \frac{\omega_C - \omega_H}{\omega_B - \omega_H} = -\frac{Z_B}{Z_C} \text{의 관계에서}$$

$$\frac{\omega_A - \omega_H}{\omega_B - \omega_H} = \frac{Z_B}{Z_A}, \quad \frac{-2 - 2}{\omega_B - 2} = \frac{30}{60}, \quad \omega_B = -6 \text{이므로 기어 B는 '반시계방향 6회전' 한다.}$$

14. 【정답】 ②

낙하에너지는 스프링의 변형에너지로 저장되므로

$$F(h + \delta) = \frac{1}{2}k\delta^2$$

$$\delta^2 - \frac{2F}{k}\delta - \frac{2Fh}{k} = 0$$

$$\text{이차방정식을 풀면 } \delta = \frac{F}{k} \pm \sqrt{\left(\frac{F}{k}\right)^2 + \frac{2Fh}{k}}, \quad \delta > 0 \text{이므로}$$

$$\delta = \frac{F}{k} + \sqrt{\left(\frac{F}{k}\right)^2 + \frac{2Fh}{k}} = \frac{F}{k} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2kh}{F}}\right)$$

15. 【정답】 ③

ㄱ. 감쇠력이 작아 충격흡수력이 작다. : 구름베어링

ㄴ. 소음 발생이 작다. : 미끄럼베어링(저널베어링)

ㄷ. 발열이 크다. : 미끄럼베어링(저널베어링)

ㄹ. 기동토크가 작다 : 구름베어링

16. 【정답】 ③

플랜지면 사이의 마찰력에 의해 전달할 수 있는 토크

$$T_1 = 0.25 \times 100 \times Z \times \frac{200}{2} = 2500Z \text{ kg}_f \cdot \text{mm}$$

볼트의 전단저항에 의해 전달할 수 있는 토크

$$T_2 = 2.5 \times 10 \times Z \times 100 = 2500Z \text{ kg}_f \cdot \text{mm}$$

$$T_1 + T_2 = 5000Z \text{ kg}_f \cdot \text{mm} = 3.6 \times 10^4 \text{ kg}_f \cdot \text{mm}$$

$$Z = \frac{3.6 \times 10^4}{5000} = 7.2 \text{ 따라서 볼트의 최소 개수는 8개다.}$$

17. 【정답】 ①

정하중 W 에 의한 봉의 신장량 δ_s 이므로 $\delta_s = \frac{W}{k}$ (k 는 봉의 탄성계수)

낙하에너지는 스프링의 변형에너지로 저장되므로

$$W(h + \delta) = \frac{1}{2}k\delta^2$$

$$W(h + \delta) = \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{\delta_s} \cdot \delta^2$$

$$\delta^2 - 2\delta_s\delta - 2h\delta_s = 0$$

이차방정식을 풀면 $\delta = \delta_s \pm \sqrt{\delta_s^2 + 2h\delta_s}$, $\delta > 0$ 이므로

$$\delta = \delta_s + \sqrt{\delta_s^2 + 2h\delta_s} = \delta_s \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_s}} \right)$$

18. 【정답】 ④

볼트의 인장력을 F 라 하면 모멘트 평형에 의해

$$2F \times a = W \times (a + b)$$

$$F = \frac{a+b}{2a} W = \frac{a + \frac{4}{3}a}{2a} W = \frac{7}{6} W$$

$$\text{따라서 최대 인장응력 } \sigma_{\max} = \frac{7W}{6A}$$

19. 【정답】 ③

순수전단에서 $\sigma_1 = \tau_{\max}$, $\sigma_2 = 0$, $\sigma_3 = -\tau_{\max}$ 로 놓으면

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{2} \{ (\tau_{\max} - 0)^2 + (0 - (-\tau_{\max}))^2 + (-\tau_{\max} - \tau_{\max})^2 \}$$

$$\sigma_y^2 = 3\tau_{\max}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{3} \sigma_y$$

20. 【정답】 ④

$$\text{반시계방향} : F_1 a = \mu P c + P b$$

$$\text{시계방향} : F_2 a + \mu P c = P b$$

$$F_1 - F_2 = \frac{2\mu P c}{a}$$