10-A1

式(10.1)、式(10.2)より、

$$\sigma_\theta = \frac{pd}{2t} = \frac{1.6\left[\frac{N}{mm^2}\right]\times 500\ [mm]}{2\times 10\ [mm]} = 40\ \mathrm{MPa}, \qquad \sigma_z = \frac{1}{2}\sigma_\theta = 20\ \mathrm{MPa}$$

10-A2

球殻に生じる応力は、$\sigma_\varphi = \sigma_\theta = \frac{pr}{2t}$より、式(9.6)を用いて

$$\varepsilon_\theta = \frac{1}{E}\left(\sigma_\theta - \nu\sigma_\varphi\right) = \frac{pr}{2tE}(1-\nu)$$

10-A3

柱（BC 部分）には、曲げモーメント$M = P\ell = 15\times 10^3 \times 600 = 9.0\times 10^6$ Nmmが働く。

従って、柱のＢＣ部分の軸断面内には、荷重Pによる軸圧縮応力σ_Pと、曲げモーメントMによる曲げ応力σ_Bが重ね合って生じる。

生じる圧縮応力は、柱ＢＣの断面内で荷重Pの作用線に最も近い表面で最大になり、次式で表される。

$$\sigma_m = \sigma_P + \sigma_B = \frac{P}{\frac{\pi}{4}d^2} + \frac{P\ell}{\frac{\pi}{32}d^3} = \frac{15\times 10^3}{\frac{\pi}{4}(120)^2} + \frac{15\times 10^3\times 600}{\frac{\pi}{32}(120)^3}$$

$$= 1.32 + 53.0 = 54.4\ \mathrm{MPa}$$

10-A4

式(10.15)より、$1+\nu = \frac{E}{2G}$、よって、$\nu = \frac{E}{2G} - 1 = \frac{71}{2\times 26} - 1 = 0.37$

式(10.11)より、$K = \frac{E}{3(1-2\nu)} = \frac{71[\mathrm{GPa}]}{3(1-2\times 0.37)} = 91\ \mathrm{GPa}$

10-B1

薄肉円筒に生じる式(10.1)、式(10.2)の応力成分を式(9.6)に代入すると、

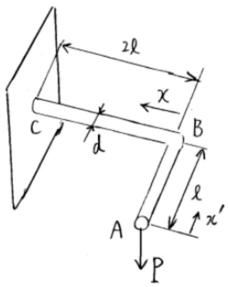
$$\varepsilon_\theta = \frac{1}{E}(\sigma_\theta - \nu\sigma_z) = \frac{1}{E}\left(\frac{pr}{t} - \nu\frac{pr}{2t}\right) = \frac{pr}{Et}\left(1 - \frac{\nu}{2}\right) \cdot \cdot \cdot \cdot ①$$

一方、半径がΔr 増加したときの円周長さは，$2\pi(r+\Delta r)$で与えられるので、

$$\varepsilon_\theta = \frac{2\pi(r+\Delta r) - 2\pi r}{2\pi r} = \frac{\Delta r}{r} \cdot \cdot \cdot ②$$

式①、②より、$\frac{pr}{Et}\left(1 - \frac{\nu}{2}\right) = \frac{\Delta r}{r}$、　よって　$\Delta r = \frac{pr^2}{Et}\left(1 - \frac{\nu}{2}\right)$

10-B2



棒のＡＢ部分において、自由端 A より距離x'では、$M_{x'} = Px'$、$T_{x'} = 0$、B 点では　$M_B = P\ell$　である。また、棒の BC 部分では、B 点より C 点の方向に距離xの断面では、$M_x = Px$、$T_x = P\ell$（一定値）、固定端の C 点では、$M_C = 2P\ell$　より、相当ねじりモーメントT_eは C 点で最大になる。その値は、

$$T_e = \sqrt{{M_C}^2 + {T_C}^2} = \sqrt{(2P\ell)^2 + (P\ell)^2} = \sqrt{5}P\ell$$

許容せん断応力をτ_aとすると、式 10―9 より　$\tau_a > \frac{T_e}{Z_p} = \frac{\sqrt{5}P\ell}{\frac{\pi}{16}d^3} = \frac{16\sqrt{5}P\ell}{\pi d^3}$、

よって　$d > \sqrt[3]{\frac{16\sqrt{5}P\ell}{\pi\tau_a}} = \sqrt[3]{\frac{16\sqrt{5}\times 5\times 10^3\times 40\ [\mathrm{N\cdot mm}]}{\pi\times 60\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm^2}}\right]}} = 33.6\ [\mathrm{mm}]$

以上より、丸棒の直径は 34mm 以上である。

10-B3

伝達トルクを Tとすると、伝達動力 Pは　$P=\frac{2\pi n}{60}T$　より、

$$T=\frac{60P}{2\pi n}=\frac{60\times 2.4\times 10^3\left[\frac{\mathrm{N\cdot m}}{\mathrm{s}}\right]}{2\pi\times 600\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]}=38.2\mathrm{Nm}$$

式 10—7 より、

$$M_e=\frac{1}{2}\left(M+\sqrt{M^2+T^2}\right)=\frac{1}{2}\left\{24.0+\sqrt{24.0^2+38.2^2}\right\}=34.6\mathrm{Nm}$$

式(10.8)より、$T_e=\sqrt{M^2+T^2}=\sqrt{24.0^2+38.2^2}=45.1\ [\mathrm{N\cdot m}]$

式(10.9)より、

$$\sigma_a>\frac{M_e}{Z}=\frac{M_e}{\frac{\pi}{32}d^3}\quad より、d>\sqrt[3]{\frac{32M_e}{\pi\sigma_a}}=\sqrt[3]{\frac{32\times 34.6\times 10^3\ [\mathrm{N\cdot mm}]}{\pi\times 120\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm^2}}\right]}}=14.3\ \mathrm{mm}・・・①$$

$$\tau_a>\frac{T_e}{Z_P}=\frac{T_e}{\frac{\pi}{16}d^3}\quad より、d>\sqrt[3]{\frac{16T_e}{\pi\tau_a}}=\sqrt[3]{\frac{16\times 45.1\times 10^3\ [\mathrm{N\cdot mm}]}{\pi\times 50\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm^2}}\right]}}=16.6\ \mathrm{mm}・・・②$$

①、②より、$d=16\ \mathrm{mm}$ の軸は安全ではない。