

第1章

水力発電

●計算

- ・ベルヌーイの定理
- ・水力発電所の出力

●論説・空白

- ・水力発電所全般の概要
- ・各種水車の特徴・比速度・適用落差
- ・调速機
- ・キャビテーション対策
- ・発電機・主変圧器
- ・水撃作用と対策

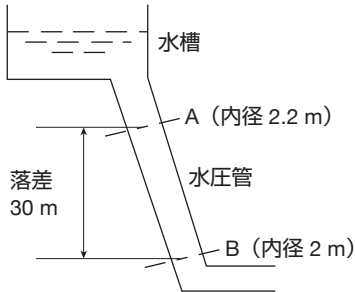
問1

Check!

(令和3年 ㊦問題2)

図で、水圧管内を水が充満して流れている。断面Aでは、内径2.2 m、流速3 m/s、圧力24 kPaである。このとき、断面Aとの落差が30 m、内径2 mの断面Bにおける流速[m/s]と水圧[kPa]の最も近い値の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、重力加速度は 9.8 m/s^2 、水の密度は 1000 kg/m^3 、円周率は3.14とする。



	流速 [m/s]	水圧 [kPa]
(1)	3.0	318
(2)	3.0	316
(3)	3.6	316
(4)	3.6	310
(5)	4.0	300

解1 **解答 (3)**

水圧管内の流量は等しいので、断面 B の流速 v_B は、次のようになる。

$$v_B \times \pi \times 1^2 = 3 \times \pi \times 1.1^2$$

$$\therefore v_B = 3 \times 1.1^2 = 3.63 \approx 3.6 \text{ m/s}$$

流水の圧力水頭 h_p および速度水頭 h_v は、水の密度を ρ [kg/m^3]、重力加速度を g [m/s^2]、水圧を p [Pa]、流速を v [m/s] とすれば、

$$h_p = \frac{p}{\rho g} [\text{m}]$$

$$h_v = \frac{v^2}{2g} [\text{m}]$$

で表される。いま、断面 B の位置水頭を 0 にとれば、ベルヌーイの定理より、断面 B における水圧 p_B [kPa] に対し、次式が成立する。

$$30 + \frac{24 \times 10^3}{1000 \times 9.8} + \frac{3^2}{2 \times 9.8} = 0 + \frac{1000 p_B}{1000 \times 9.8} + \frac{3.63^2}{2 \times 9.8}$$

$$\frac{1000 \times (p_B - 24)}{1000 \times 9.8} = 30 + \frac{3^2 - 3.63^2}{2 \times 9.8} \approx 29.787$$

$$p_B - 24 = 29.787 \times 9.8 \approx 291.913$$

$$\therefore p_B = 291.913 + 24 = 315.913 \approx 316 \text{ kPa}$$

問2

Check!

(令和2年 ㊸問題15)

ある河川のある地点に貯水池を有する水力発電所を設ける場合の発電計画について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 流域面積を $15\,000\text{ km}^2$ 、年間降水量 750 mm 、流出係数 0.7 とし、年間の平均流量の値 $[\text{m}^3/\text{s}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 25 (2) 100 (3) 175 (4) 250 (5) 325

(b) この水力発電所の最大使用水量を小問(a)で求めた流量とし、有効落差 100 m 、水車と発電機の総合効率を 80% 、発電所の年間の設備利用率を 60% としたとき、この発電所の年間発電電力量の値 $[\text{kW}\cdot\text{h}]$ に最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

年間発電電力量 $[\text{kW}\cdot\text{h}]$

(1) 100 000 000

(2) 400 000 000

(3) 700 000 000

(4) 1 000 000 000

(5) 1 300 000 000

解2**解答 (a)－(4), (b)－(4)**(a) 年間の平均流量 Q_a は、

$$Q_a = \frac{15\,000 \times (10^3)^2 \times 750 \times 10^{-3} \times 0.7}{365 \times 24 \times 3\,600} \approx 249.715$$

$$\approx 250 \text{ m}^3/\text{s}$$

(b) 発電所の年間発電電力量 W は、年間の設備利用率が 60 % であるから、

$$W = 0.6 \times 9.8 \times 250 \times 100 \times 0.8 \times 24 \times 365$$

$$= 1\,030\,176\,000 \approx 1\,000\,000\,000 \text{ kW}\cdot\text{h}$$