

棒材の力学

1. 土木過去問集との対応

問題集ページ	問題	難易度	補足
H.28-29P.	H.29 国家総合職 No.62	A	必修問題 (P.12)
H.26-27P.	H.26 国家一般職 No.23	A	必修問題 (P.14) と実質的に同一問題
H.30-R.1P.	H.30 地方上級 No.11	A	必修問題 (P.12) と同程度

(難易度は A：易しい, B：差が付くもの, C：難しい)

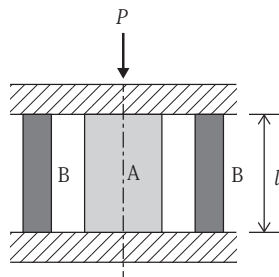
2. 追加問題 A

【No. 1】 (H.28 国家一般職機械職)

追加問題 A では, 基本的な問題を取り扱います

図のように, 長さ l の丸棒 A を, これと等しい長さの円管 B に入れ, 上下から剛体で挟んで圧縮する場合を考える。圧縮荷重が P であるとき, この構造物の縮みとして最も妥当なのはどれか。

ただし, 丸棒 A 及び円管 B の断面積をそれぞれ S_A , S_B , ヤング率をそれぞれ E_A , E_B とする。



- 1 $\frac{Pl}{S_A E_A + S_B E_B}$ 2 $\frac{2Pl}{S_A E_A + S_B E_B}$ 3 $\frac{Pl}{(S_A + S_B)(E_A + E_B)}$
- 4 $\frac{2Pl}{(S_A + S_B)(E_A + E_B)}$ 5 $\left(\frac{1}{S_A E_A} + \frac{1}{S_B E_B} \right) Pl$

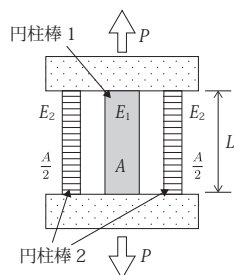
【No. 2】 (H.18 国家総合職農業農村工学)

当時は国家I種試験でしたが、現試験名にします

図のように、異なる弾性係数 E_1 , E_2 を有する長さ L の2種類の円柱棒 1, 2 があり、その上下端は剛体の板で固定されている。この板の上下方向に引張力 P を作用させたとき、円柱棒 1 に発生する応力の大きさはいくらか。

ただし、円柱棒 1 は 1 本で、その断面積は A 、円柱棒 2 は 2 本で、その断面積はそれぞれ $\frac{A}{2}$ であり、

$\frac{E_1}{E_2} = n$ とし、作用させる引張力は、円柱棒が弾性体として挙動する限界値を超えないものとする。



- | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | $\frac{1}{1+n} \cdot \frac{P}{A}$ | 2 | $\frac{n}{1+n} \cdot \frac{P}{A}$ | 3 | $\frac{2}{1+n} \cdot \frac{P}{A}$ |
| 4 | $\frac{2n}{1+n} \cdot \frac{P}{A}$ | 5 | $n \cdot \frac{P}{A}$ | | |

3. 解答

【No. 1】正 解 1

A のばね定数は $k_A = \frac{S_A E_A}{l}$, B のばね定数は $k_B = \frac{S_B E_B}{l}$ である。これが並列になっているのが本問である。並列合成すると全体のばね定数 k になり,

$$k = k_A + k_B = \frac{S_A E_A + S_B E_B}{l}$$

となる。したがって、求める縮み x は,

$$x = \frac{P}{k} = \frac{Pl}{S_A E_A + S_B E_B}$$

この問題では「円管 B に入れ」となっています。つまり、中空の円管 B の中に A が入っていることに気をつけてください。B は 1 本しかありません。

【No. 2】正 解 2

円柱棒 2 は 2 本分を 1 つにまとめる。1 のばね定数を k_1 , 2 の全体のばね定数を k_2 , 1 に加わる力を P_1 , 2 に加わる力を P_2 とすると、並列ばねの分担比の公式より,

$$P_1 : P_2 = k_1 : k_2 = \frac{E_1 A}{L} : \frac{E_2 A}{L} = E_1 : E_2 = n : 1$$

したがって,

$$P_1 = \frac{n}{n+1} P$$

これより 1 の応力 σ_1 は,

$$\sigma_1 = \frac{P_1}{A} = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{P}{A}$$

別解

等価断面を使ってみる。棒 2 のヤング率を $\frac{E_1}{E_2}$ 倍して E_1 にするかわりに、断面積を $\frac{E_2}{E_1}$ 倍して $\frac{E_2}{E_1} A$ にする。

すると全体は一樣で面積が $A + \frac{E_2}{E_1} A = \frac{E_1 + E_2}{E_1} A = \frac{n+1}{n} A$ になるので、応力は,

$$\sigma_1 = \frac{n}{n+1} \frac{P}{A}$$

となる。