

第53回 労働安全コンサルタント試験 (土木安全)

071021

土木安全

1/6

注：試験問題は、全部で4問です。問1又は問2から1問、問3又は問4から1問、合計2問を選択して解答用紙に解答を記入してください。また、問3及び問4の解答は、計算過程も記入してください。

問 1 車両系建設機械（解体用）における労働災害の防止について、以下の設問に答えよ。

(1) 図に示す（ア）～（オ）の各種解体用アタッチメント（作業具）について、それぞれの名称及び用途・特徴を述べよ。

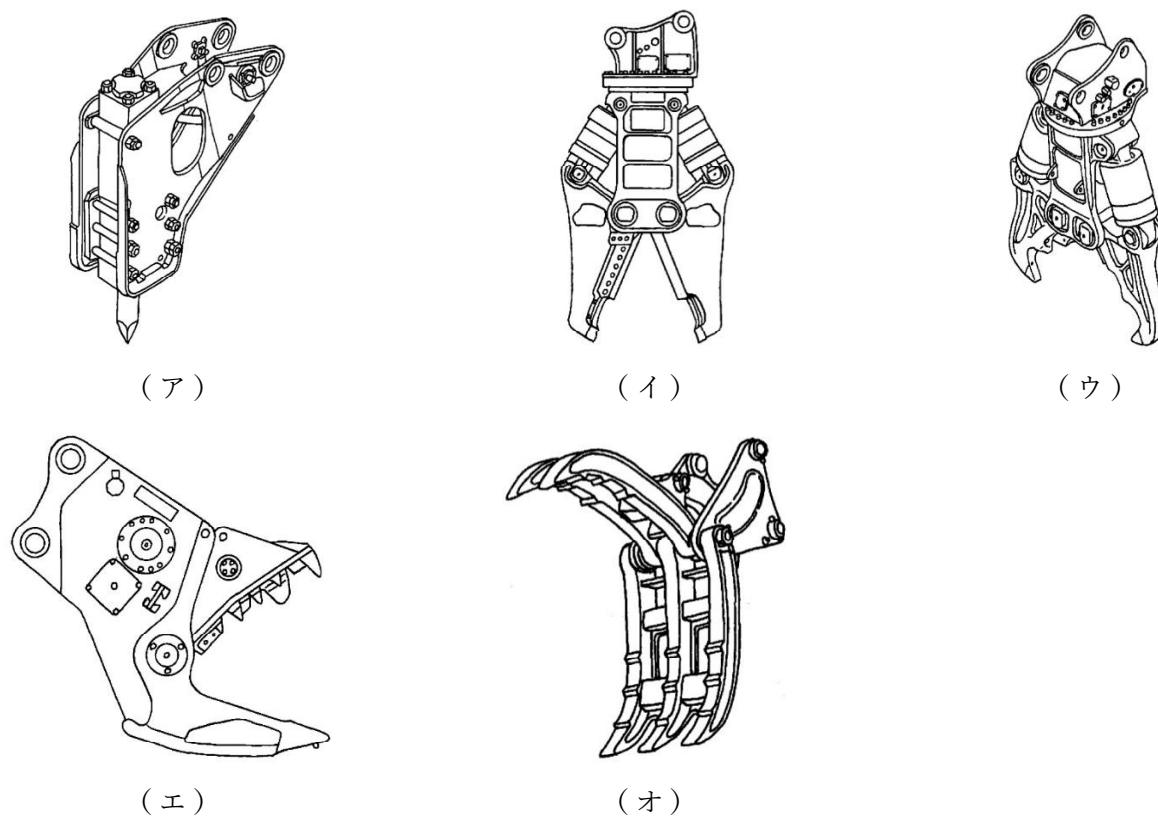


図 解体用アタッチメント

(2) 図のアタッチメントを装着した解体用機械について、アタッチメントの使用又は装着・取外しにおける労働災害の発生状況の例を四つ挙げ、それぞれについて防止対策を述べよ。

問 2 建設工事において使用される移動式クレーンについて、以下の設問に答えよ。

(1) 次の移動式クレーンについて、特徴をそれぞれ五つ以上述べよ。

- ① ラフテレーンクレーン
- ② クローラクレーン（クレーン機能付きドラグ・ショベルを除く。）

(2) (1) で述べた特徴を踏まえ、次の移動式クレーンに適した工事の例をその理由とともに述べよ。

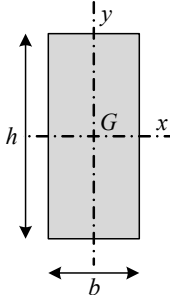
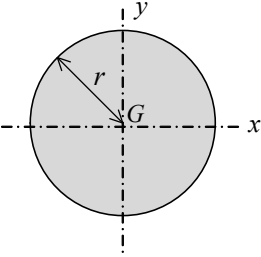
- ① ラフテレーンクレーン
- ② クローラクレーン（クレーン機能付きドラグ・ショベルを除く。）

(3) ラフテレーンクレーンの転倒防止対策について、次の①及び②の段階で検討又は実施すべきことを具体的に述べよ。なお、クレーンの能力の選定については、考慮すべき事項を具体的に述べること。

- ① 計画段階
- ② 施工段階

問 3 長方形断面（長辺 h 、短辺 b ）や円形断面（半径 r ）において、図心 G を通る中立軸の x 軸まわり及び y 軸まわりの断面二次モーメント I_x 及び I_y は、それぞれ表 1 に示す式により求められる。様々な断面形状の材料を圧縮部材として使用することに関して、以下の設問に答えよ。ただし、円周率（ π ）は 3.14 とする。

表 1 図心 G を通る中立軸の長方形断面・円形断面の断面二次モーメント

断面形状		
x 軸まわりの 断面二次モーメント I_x	$I_x = \frac{bh^3}{12}$	$I_x = \frac{\pi r^4}{4}$
y 軸まわりの 断面二次モーメント I_y	$I_y = \frac{b^3h}{12}$	$I_y = \frac{\pi r^4}{4}$

(1) 図 1 のように断面をモデル化した角鋼管を圧縮部材として使用することを考える。このモデル化した角鋼管の断面積 A_1 [mm²]、 x 軸まわり、 y 軸まわりの断面二次モーメント I_{x1} [mm⁴]、 I_{y1} [mm⁴] をそれぞれ求めよ。

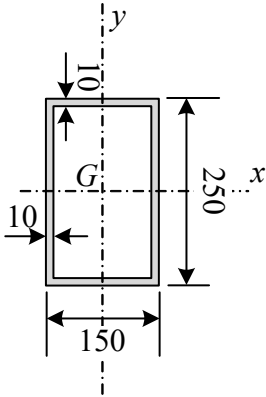


図 1 モデル化した角鋼管断面（単位は mm）

(2) 図 2 のように断面をモデル化した鋼管を圧縮部材として使用することを考える。このモデル化した鋼管の断面積 A_2 [mm²]、 x 軸まわりの断面二次モーメント I_{x2} [mm⁴] を求めよ。

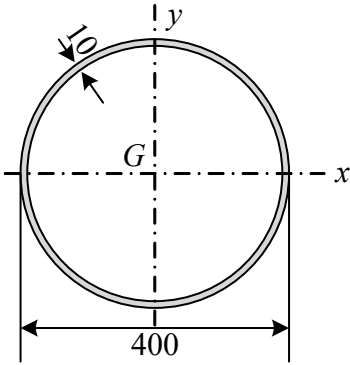


図 2 モデル化した鋼管断面（単位は mm）

(3) 図3のように断面をモデル化したH形鋼を圧縮部材として使用することを考える。このモデル化したH形鋼の断面積 A_3 [mm²]、 x 軸まわり、 y 軸まわりの断面二次モーメント I_{x3} [mm⁴]、 I_{y3} [mm⁴]をそれぞれ求めよ。

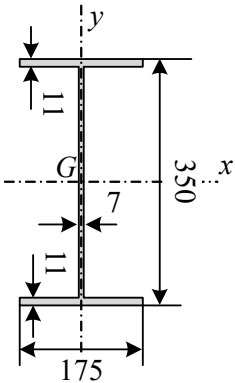


図3 モデル化したH形鋼断面（単位はmm）

(4) 「座屈」とは、部材に加える圧縮荷重を次第に増加させると、ある荷重で急に変形の様相が変化し、大きなたわみを生ずる現象である。オイラーの座屈荷重 P_{cr} は以下の式で与えられている。

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2} = \frac{\pi^2 EI}{(Kl)^2}$$

ここで、 E はヤング係数、 I は断面二次モーメント、 l は部材長さ、 l_k は有効座屈長、 K は有効長さ係数であり、 l_k と K の関係は部材両端の支持条件によって表2のように変化する。

表2 柱の支持条件による有効座屈長 l_k と有効長さ係数 K の関係

	固定×固定	ヒンジ×固定	ヒンジ×ヒンジ	固定×自由
柱の支持条件と座屈モード				
K	0.5	0.7	1.0	2.0

長さ l [m] の両端固定された中心圧縮部材について、図3のようにモデル化したH形鋼断面を有する形状で、上記の式を用いて求めた座屈応力 σ_{cr} が降伏応力 σ_y ($= 235 \text{ MPa}$)を超えるように設計したい。この場合の圧縮部材の最大長さ $l_{\max}$ [m]を小数点以下2桁で答えよ。

ただし、ヤング係数 E は206 GPaとする。

問 4 建築物の基礎を構築するため、図に示すように地盤中に矢板を挿入し、矢板の右側の地盤を掘削した。このとき、土中に発生する水の浸透力によって生じるクイックサンドについて考える。クイックサンドに関して、以下の設問に答えよ。

なお、地盤等の条件は次のとおりとする。

- ① 地表面及び掘削面は水平であり、矢板は地表面に対して垂直に挿入されている。
- ② 図に示すとおり、流線の長さを l [m]、矢板の左側と右側の水位差を h [m]、矢板の根入れ深さを D_f [m]、掘削面から点 A までの深さを z [m]、土の水中単位体積重量を γ' [kN/m³]、浸透力を j [kN/m³] とする。
- ③ 水の単位体積重量を γ_w [kN/m³]、土粒子の密度を ρ_s [g/cm³]、水の密度を ρ_w [g/cm³]、重力加速度を g [m/s²] とする。

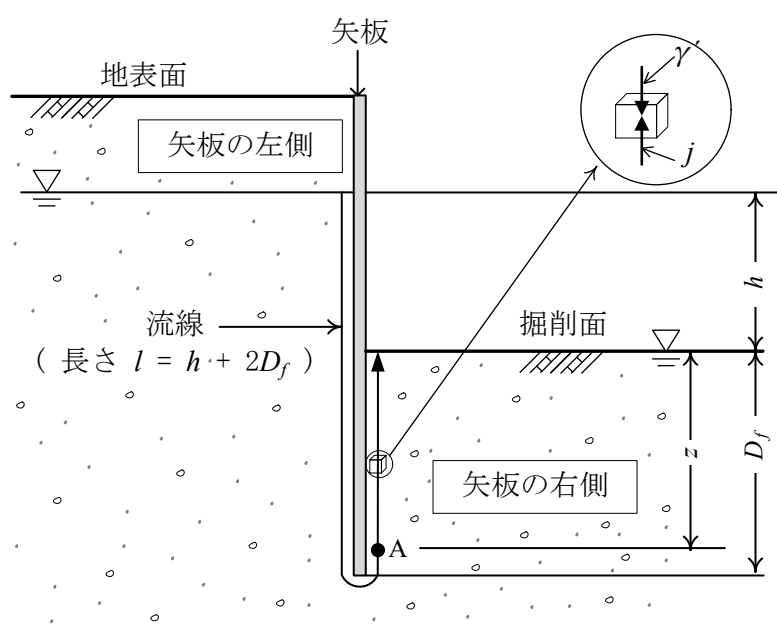


図 矢板をまわる水の流れ

- (1) 地盤を図のように掘削した場合、矢板の左側と右側の水位差により土中に掘削面に向かう浸透流が生じる。浸透流によって、矢板の右側の単位体積当たりの土の骨格が上向きに受ける力を浸透力といい j で表す。浸透力は、一つの流線の上にある土の骨格にはどの部分にも均等に働き、その大きさは、その部分を通る流線の動水勾配 i に水の単位体積重量 γ_w を掛けたもので表される。動水勾配 i は、矢板の左側と右側の水位差 h の、流線の長さ l に対する比である。このとき、 l 、 h 及び γ_w を用いて、浸透力 j を表す式を示せ。
- (2) 図に示すように、矢板の右側の土の骨格には水中単位体積重量 γ' が鉛直下向きに働く一方、浸透力 j が鉛直上向きに働く。このとき、 γ' 、 j 及び深さ z を用いて、点 A の土に作用する有効応力 σ'_z を表す式を示せ。
- (3) クイックサンドが生じはじめるとき、つまり $\gamma' = j$ のときの動水勾配 i を限界動水勾配 i_c という。土の水中単位体積重量 γ' と水の単位体積重量 γ_w を用いて、限界動水勾配 i_c を表す式を示せ。

- (4) 土の水中単位体積重量 γ' は、土粒子の密度 ρ_s 、水の密度 ρ_w 、土の間隙比 e 及び重力加速度 g を用いて次式で表される。

$$\gamma' = \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e} g$$

また、水の単位体積重量 γ_w は、次式で表される。

$$\gamma_w = \rho_w g$$

このとき (3) で得られた式の γ' と γ_w に上式を代入し、 ρ_s 、 ρ_w 及び e を用いて、限界動水勾配 i_c を表す式を示せ。

- (5) 矢板の左側から矢板の右側に向かう流線の長さ l は次式で表される。

$$l = h + 2D_f$$

このとき、(4) で求めた限界動水勾配 i_c と、現場の状況から求められる動水勾配 i とを比較し、 i_c が i 以上であれば、つまり $i_c/i \geq 1$ を満たすようであれば、クイックサンドは生じない。 ρ_s 、 ρ_w 、 e 、 h 及び D_f を用いて、 i_c/i を表す式を示せ。

- (6) 土粒子の密度 $\rho_s = 2.5 \text{ g/cm}^3$ 、水の密度 $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$ 、土の間隙比 $e = 1.4$ 、矢板の左側と右側の水位差 $h = 5.0 \text{ m}$ 、矢板の根入れ深さ $D_f = 1.0 \text{ m}$ のとき、クイックサンドが起きるかどうか、計算により根拠を示して判定せよ。また、判定の結果、クイックサンドが起きる場合、矢板の根入れ深さ $D_f [\text{m}]$ をいくら以上にすればクイックサンドを防ぐことができるか示せ。なお、解答は小数点以下2桁まで求めること。