

Ⅲ 次の 35 問題のうち 25 問題を選択して解答せよ。（解答欄に 1 つだけマークすること。）

Ⅲ－1 土粒子の密度を ρ_s [g/cm³]，土の乾燥密度を ρ_d [g/cm³] とするとき，土の間隙比 e を算出する式として正しいものはどれか。

- ① ρ_s / ρ_d
- ② $\rho_d / \rho_s - 1$
- ③ $\rho_s / \rho_d - 1$
- ④ $\rho_d / \rho_s + 1$
- ⑤ $\rho_s / \rho_d + 1$

正解は③

土粒子の質量を m_s 、土粒子の体積を V_s 、間隙の体積を V_v 、土全体の体積を $V (=V_s+V_v)$ とする。

土粒子の密度 $\rho_s=m_s/V_s$ 、乾燥密度 $\rho_d=m_s/V$ である。

間隙比 $e=V_v/V_s=(V-V_s)/V_s=V/V_s-1$

ここで $V/V_s=(m_s/\rho_d)/(m_s/\rho_s)=\rho_s/\rho_d$ であるから、

$e=\rho_s/\rho_d-1$

Ⅲ－2 土の基本的性質に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。

- ① 土の単位体積当たりの質量を土の密度といい，土粒子と水分の合計の質量を考える場合を乾燥密度という。
- ② 土中の間隙が水で完全には満たされず，一部に気体が存在する状態を飽和という。
- ③ 粒度（粒径分布もしくは粒度分布ともいう。）とは，土を構成する土粒子を粒径によって分けしたときの分布状態のことで，塑性図によってこれを知ることができる。
- ④ 最大間隙比とは，砂の最も緩い状態における間隙比のことであり，砂の相対密度を求めるために必要な間隙比の 1 つである。
- ⑤ 粗粒土のコンシステンシー限界の 1 つで，土を突き固めたときの液性状態と塑性状態の境界の含水比を液性限界という。

正解は④

最大間隙比 $e_{\max}$ は砂を最も緩い状態にしたときの間隙比、最小間隙比 $e_{\min}$ は最も密な状態にしたときの間隙比である。砂の相対密度 D_r は、現地盤の間隙比を e として $D_r=(e_{\max}-e)/(e_{\max}-e_{\min})$ で求められる。

- ①：×土粒子と水分の合計の質量を単位体積当たりで考えたものは湿潤密度である。乾燥密度は土粒子のみの質量を単位体積当たりで考えたものである。
- ②：×間隙が水で完全には満たされず気体が存在する状態は不飽和である。飽和とは間隙が水で完全に満たされた状態をいう。
- ③：×粒度はふるい分析や沈降分析の結果を粒径加積曲線に表して知る。塑性図は液性限界と塑性指数から細粒土を分類するためのものである。
- ⑤：×コンシステンシー限界は細粒土の性質を表すものであり、液性限界は土が液性状態から塑性状態に移る境界の含水比である。土を突き固めたときの含水比ではない。

Ⅲ－3 土のダイレイタンスーに関する次の記述の， [] に入る語句として，最も適切な組合せはどれか。
土はせん断されると体積を変化させようとする性質を顕著に示す。この性質をダイレイタンスーといい，
[a] しようとする場合を正のダイレイタンスー， [b] しようとする場合を負のダイレイタンスーと呼ぶ。ダイレイタンスーの正負やその現れ方は [c] と土の [d] によって異なる。

- | | a | b | c | d |
|---|----|----|-------|----|
| ① | 膨張 | 収縮 | せん断速度 | 粒度 |
| ② | 膨張 | 収縮 | 排水条件 | 密度 |
| ③ | 膨張 | 収縮 | せん断速度 | 密度 |
| ④ | 収縮 | 膨張 | 排水条件 | 粒度 |
| ⑤ | 収縮 | 膨張 | せん断速度 | 密度 |

正解は②

せん断時に体積が膨張しようとする場合を正のダイレイタンスー、収縮しようとする場合を負のダイレイタンスーという。密な砂は正のダイレイタンスー、緩い砂は負のダイレイタンスーを示すように、正負は土の密度によって異なる。また、排水条件下では体積変化として現れ、非排水条件下では体積変化が拘束されるため間隙水圧の変化（正のダイレイタンスーでは間隙水圧の低下、負のダイレイタンスーでは間隙水圧の上昇）として現れる。

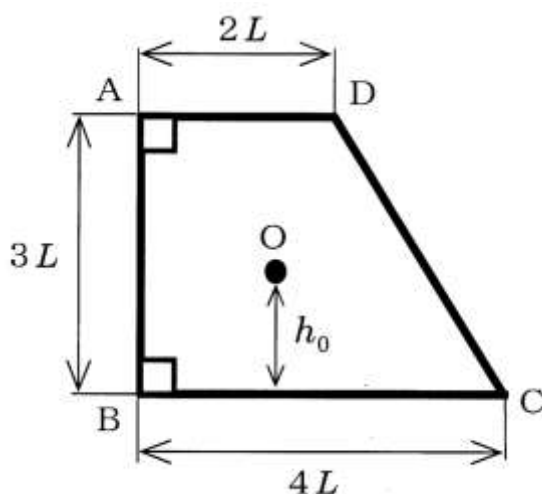
Ⅲ－4 基礎に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① テルツァギーの支持力公式における支持力係数は地盤のせん断抵抗角と粘着力の組合せから求まる。
- ② 構造物基礎地盤の圧密沈下とは，長期にわたって継続的に発生する沈下である。
- ③ 基礎の荷重と沈下の関係は非線形であるが，浅い基礎の即時沈下の概略値は地盤を弾性体とみなして計算することができる。
- ④ 杭基礎において，杭の支持力が主として先端支持力からなる場合を支持杭，主として周面摩擦力からなる場合を摩擦杭と呼ぶ。
- ⑤ 極限支持力を構造物の重要性や地盤条件に応じて選んだ安全率で割った値を許容支持力という。

正解は①

テルツァギーの支持力公式の支持力係数 N_c 、 N_q 、 N_γ は、地盤のせん断抵抗角 ϕ のみの関数として与えられる。粘着力 c は支持力係数を求めるためのものではなく、支持力公式の第 1 項 (cN_c) に直接用いられる。

Ⅲ－5 下図に示すような台形 ABCD がある。下図の台形の図心 O の辺 BC からの距離 h_0 として、正しいものはどれか。ただし、台形 ABCD の $\angle DAB$ 及び $\angle ABC$ は直角とする。



- ① $3L/2$
- ② $4L/3$
- ③ L
- ④ $L/2$
- ⑤ $L/3$

正解は②

図より、 $AD=2L$ 、 $BC=4L$ 、 $AB=3L$ である。

D から辺 BC に垂線を下ろし、台形を長方形と三角形に分ける。

長方形（幅 $2L$ 、高さ $3L$ ）：面積 $A_1=2L \times 3L=6L^2$ 、図心の BC からの距離 $y_1=3L/2$

三角形（底辺 $4L-2L=2L$ 、高さ $3L$ ）：面積 $A_2=(1/2) \times 2L \times 3L=3L^2$ 、図心の BC からの距離 $y_2=3L/3=L$

台形の図心の BC からの距離 h_0 は、面積のモーメントの釣合いから

$$\begin{aligned}
 h_0 &= (A_1 y_1 + A_2 y_2) / (A_1 + A_2) \\
 &= (6L^2 \times 3L/2 + 3L^2 \times L) / (6L^2 + 3L^2) \\
 &= (9L^3 + 3L^3) / 9L^2 \\
 &= 12L^3 / 9L^2 \\
 &= 4L/3
 \end{aligned}$$

Ⅲ－6 トラス構造に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

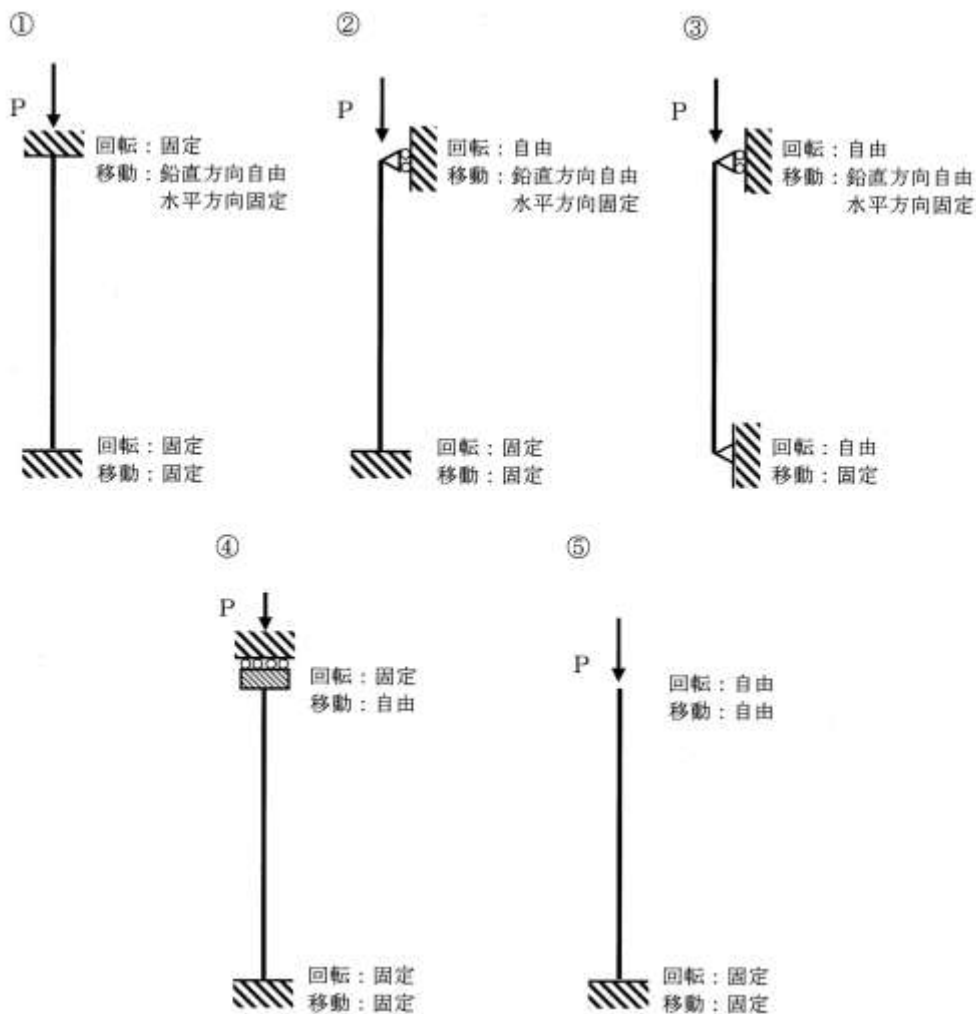
- ① トラスとは，まっすぐな棒状の部材の両端をピン結合して組み立てた構造物であり，三角形の骨組みを基本とする。
- ② トラスの構成部材には，圧縮力は作用しない。
- ③ 静定トラスの部材力を求める方法として，節点法や断面法などがある。
- ④ トラス橋の上弦材と下弦材が平行に配置されているものを平行弦トラス橋，そうでないものを曲弦トラス橋と呼ぶ。
- ⑤ 静定トラスでは，力のつり合い条件式のみにより，支点反力・部材力を算定できる。

正解は②

トラスの部材は両端がピン結合で、荷重は節点にのみ作用するものとして扱う。そのため各部材には曲げモーメントやせん断力は生じず、軸力のみが作用する。軸力には引張力と圧縮力の両方があり、たとえば単純支持の平行弦トラスでは、上弦材に圧縮力、下弦材に引張力が作用する。圧縮力を受ける部材には座屈の検討が必要である。

②：×トラスの部材には引張力だけでなく圧縮力も作用する。

Ⅲ－７ 下図に示す異なる支持条件の柱（圧縮材）について、有効座屈長が最も長いものはどれか。ただし、柱の長さは全て同じものとする。



正解は⑤

柱の長さを L 、有効座屈長を L_k とする。オイラーの座屈荷重は $P_{cr} = \pi^2 EI / L_k^2$ であり、 L_k が長いほど座屈荷重は小さくなる。 L_k は両端の支持条件で決まり、図の①～⑤は次のとおりである。

①：○上端は回転固定・水平移動固定、下端は固定。両端固定（水平移動なし）で $L_k = 0.5L$ 。

②：○上端は回転自由・水平移動固定（ピン）、下端は固定。一端固定・他端ピンで $L_k = 0.7L$ 。

③：○上端はピン、下端もピン。両端ピンで $L_k = 1.0L$ 。

④：○上端は回転固定・水平移動自由、下端は固定。両端の回転は拘束されるが上端が水平に移動できるので $L_k = 1.0L$ 。

⑤：○上端は回転自由・移動自由（自由端）、下端は固定。一端固定・他端自由（片持ち柱）で $L_k = 2.0L$ 。

よって有効座屈長が最も長いのは⑤の $L_k = 2.0L$ であり、座屈荷重は両端ピン③の $1/4$ になる。

Ⅲ－８「道路橋示方書・同解説（Ⅱ 鋼橋編）（平成 24 年 3 月）」に規定される，鋼道路橋における部材の連結に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① ボルトの最大中心間隔は，ボルト間の材片が局部座屈することなく，かつ材片の密着性が確保できる寸法以下に定められている。
- ② 完全溶込み開先溶接における溶接部の有効厚（理論のど厚）は，ビード仕上げをしないとしないにかかわらず母材の厚さとする。
- ③ 溶接継手では，溶接品質や溶接部の応力状態が疲労耐久性に大きく影響する。
- ④ 連結部の構造はなるべく単純にして，構成する材片の応力伝達が明確な構造になるようにする必要がある。
- ⑤ 高力ボルト支圧接合では，応力の伝達がボルトのせん断変形によって行われるので，溶接と高力ボルト支圧接合とは併用することができる。

正解は⑤

高力ボルト支圧接合は，ボルト軸部のせん断と材片の支圧によって応力を伝達する接合方法である。溶接継手とは応力の伝達機構や変形性状が異なり，両者に応力を分担させることができないため，道路橋示方書では溶接と高力ボルト支圧接合との併用を認めていない。なお，溶接と高力ボルト摩擦接合との併用は，応力の方向が溶接線と平行な場合などの条件のもとで認められている。

⑤：×溶接と高力ボルト支圧接合とは併用してはならない。

Ⅲ－９ 我が国の道路橋に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 道路橋は，建設後 50 年以上経過する施設の割合が，今後 20 年間で加速度的に高くなる見込みであり，戦略的に維持管理・更新することが求められる。
- ② 橋梁の床版は通行車両を直接支持し，床組・主構造に荷重を伝達する部材であり，その損傷は車両の走行性に大きく影響する。
- ③ 耐震設計上有利となるだけでなく，橋梁全体の振動や伸縮装置部の衝撃音を緩和できることから，単純桁の連続化が行われる。
- ④ 建設に要する初期コストだけでなく，維持管理，架け替えを含めたトータルのコストを BMS（Bridge Management System）という。
- ⑤ 伸縮装置に段差，破損，はがれ，亀裂などが発生すると，衝撃音の発生や走行性に悪影響を与える。

正解は④

建設時の初期コストに，供用中の維持管理費や架け替え費用まで含めた総費用はライフサイクルコスト（LCC：Life Cycle Cost）と呼ばれる。BMS（Bridge Management System、橋梁マネジメントシステム）は，点検結果や損傷状況をデータベース化し，劣化予測や補修の優先順位付け，予算計画などの維持管理を支援するシステムのことであり，コストの名称ではない。

④：×維持管理、架け替えを含めたトータルのコストはライフサイクルコスト（LCC）という。

Ⅲ－10 コンクリートに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① コンクリートの圧縮強度は、一般に水セメント比が大きくなるほど小さくなる。
- ② コンクリートの引張強度は、一般に「コンクリートの割裂引張強度試験方法」によって求める。
- ③ コンクリートの乾燥収縮は、一般に単位水量が多いほど大きくなる。
- ④ コンクリートの中性化速度は、一般に水セメント比が大きくなるほど遅くなる。
- ⑤ コンクリートの凍害対策の1つとして、水セメント比を小さくすることが挙げられる。

正解は④

中性化は、空気中の二酸化炭素がコンクリート内部に浸透し、水酸化カルシウムと反応してコンクリートのアルカリ性が失われる現象である。水セメント比が大きいほどコンクリートの組織が粗くなり、二酸化炭素が浸透しやすくなるため、中性化速度は速くなる。

④：×コンクリートの中性化速度は、一般に水セメント比が大きくなるほど速くなる。

Ⅲ－11 鉄筋コンクリートに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鉄筋のあきは、部材の種類及び寸法、粗骨材の最大寸法、鉄筋の直径、コンクリートの施工性等を考慮して、コンクリートが鉄筋の周囲にゆきわたり、鉄筋が十分な付着を発揮できる寸法を確保しなければならない。
- ② 鉄筋は、その強度を十分に発揮させるため、鉄筋端部がコンクリートから抜け出さないよう、コンクリート中に確実に定着しなければならない。
- ③ 鉄筋のかぶりは、要求される耐火性、耐久性、構造物の重要度、施工誤差等を考慮して定めなければならないが、鉄筋の直径に施工誤差を加えた値よりも小さくしなければならない。
- ④ 鉄筋の配置について、例えば、ぜい性的な破壊を防止するために鉄筋量が過多又は過少とならないように、あるいは有害なひび割れを制御できるように、鉄筋を配置しなければならない。
- ⑤ 鉄筋の継手は、鉄筋の種類、直径、応力状態、継手位置等に応じて選定しなければならない。

正解は③

鉄筋のかぶりは、付着強度を確保するとともに、要求される耐火性、耐久性、構造物の重要度、施工誤差等を考慮して定め、鉄筋の直径に施工誤差を加えた値よりも小さくしてはならない（コンクリート標準示方書〔設計編〕）。選択肢③の「小さくしなければならない」は逆である。

Ⅲ－12 プレストレストコンクリートに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① プレストレストコンクリートは、コンクリート部材におけるひび割れ性能の改善、部材断面の縮小等に不利な構造である。
- ② コンクリート標準示方書（土木学会）における PC 構造は、使用性に関する照査においてひび割れの発生を許容することを前提とし、プレストレスの導入により、コンクリートの縁応力度を制御する構造である。
- ③ コンクリート標準示方書（土木学会）における PRC 構造は、鉄筋コンクリートと同様に異形鉄筋のひび割れ分散作用によりひび割れ間隔を制御し、プレストレスにより鉄筋応力度の増加量を抑制する構造である。
- ④ ポストテンション方式の施工においては、一般に、所定の張力を導入した複数の緊張材を同時に解放してプレストレスを導入する。そのため、コンクリートの弾性変形による緊張材の引張力の増加を必ず考慮する。
- ⑤ プレテンション方式においては、緊張材を 1 本又は複数のグループに分割し、それぞれを順次緊張する。そのため、緊張材を緊張するたびにコンクリートが弾性変形し、先に緊張した緊張材の引張力はその影響を受けて順次減少する。

正解は③

PRC 構造は、ひび割れの発生を許容し、異形鉄筋のひび割れ分散作用でひび割れ間隔を制御し、プレストレスで鉄筋応力度の増加量を抑えてひび割れ幅を制御する構造である。

- ①：×プレストレストコンクリートは、ひび割れ性能の改善、部材断面の縮小等に有利な構造である。
- ②：×PC 構造は、使用性に関する照査においてひび割れの発生を許容しないことを前提とし、プレストレスによりコンクリートの縁応力度を制御する構造である。
- ④：×緊張材を同時に解放してプレストレスを導入するのはプレテンション方式である。ポストテンション方式では緊張材を順次緊張するため、先に緊張した緊張材の引張力は、後の緊張によるコンクリートの弾性変形で減少する。「増加」ではない。
- ⑤：×緊張材を 1 本又は複数のグループに分割して順次緊張するのはポストテンション方式である。プレテンション方式では、緊張した緊張材を同時に解放してプレストレスを導入する。

Ⅲ－13 都市計画の決定に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 都市計画区域の整備、開発及び保全の方針に関する都市計画は国が定める。
- ② 産業廃棄物処理施設についての都市計画は都道府県が定める。
- ③ 都道府県又は市町村は、都市計画を決定しようとするときは、その旨を公告し、当該都市計画の案を、当該都市計画を決定しようとする理由を記載した書面を添えて、当該公告の日から2週間公衆の縦覧に供しなければならない。
- ④ 一級河川に関する都市計画については、国土交通大臣の同意が必要であるが、二級河川については大臣の同意は必要ない。
- ⑤ 土地区画整理法による土地区画整理事業で施行区域の面積が50ヘクタールを超えないものに関する都市計画は、市町村が定める。

正解は①

都市計画区域の整備、開発及び保全の方針に関する都市計画は、都道府県が定める（都市計画法第15条第1項第1号）。国が定めるのではない。

②は都市計画法第15条第1項第5号および同法施行令第9条第2項により都道府県が定める。

③は都市計画法第17条第1項のとおりである。

④は都市計画法第18条第3項により、国の利害に重大な関係がある政令で定める都市計画（一級河川に関する都市計画を含む）を都道府県が決定するときは、国土交通大臣に協議し、その同意を得なければならない。

⑤は同法施行令第10条により、都道府県が定めるのは施行区域の面積が50ヘクタールを超える土地区画整理事業であり、それ以外は市町村が定める。

Ⅲ－14 都市交通に関連した調査に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 国勢調査は、日本に住んでいるすべての人及び世帯を対象として、国内の人口や世帯の実態を明らかにするもので、従業地又は通学地等を把握することができる。
- ② パーソントリップ調査は、一定の調査対象地域内における人の動きを調べるもので、交通行動の起終点、目的、利用手段を把握することができる。
- ③ 物資流動調査は、主に物の動きとそれに関連する貨物自動車の動きを調べるもので、品目別の地域間流動量を把握することができる。
- ④ 大都市交通センサスは、三大都市圏において、鉄道・バス等の利用実態を調査するもので、旅客流動量や利用状況、乗換施設の実態を把握することができる。
- ⑤ 道路交通センサスは、日本全国の道路や交通状況、自動車の利用状況を調べるもので、その中の一般交通量調査では、自動車がどこからどこへ移動しているかを把握することができる。

正解は⑤

道路交通センサス（全国道路・街路交通情勢調査）は、一般交通量調査と自動車起終点調査（OD調査）からなる。一般交通量調査は、道路状況、断面交通量、旅行速度等を調べるものである。自動車がどこからどこへ移動しているかを把握するのは自動車起終点調査（OD調査）である。

Ⅲ－15 道路区間 400mの両端で交通量を 60 秒間観測し、3 台の車両を観測した。各車両は 30km/h, 30km/h, 60km/h の一定速度で走行していた。このとき時間平均速度は 40km/h になるが、空間平均速度に最も近い値はどれになるか。

- ① 32km/h
- ② 36km/h
- ③ 40km/h
- ④ 45km/h
- ⑤ 50km/h

正解は②

空間平均速度は、各車両が区間を走行するのに要した時間をもとに求める平均速度で、各車両の速度の調和平均に等しい。

区間 400m (0.4km) の走行時間は、

30km/h の車両： $0.4/30=1/75$ h (48 秒)

60km/h の車両： $0.4/60=1/150$ h (24 秒)

3 台の走行時間の合計＝ $1/75+1/75+1/150=5/150=1/30$ h (120 秒)

3 台の走行距離の合計＝ $0.4\times 3=1.2$ km

空間平均速度＝ $1.2/(1/30)=36$ km/h

調和平均で計算しても、 $3/(1/30+1/30+1/60)=3/(5/60)=36$ km/h となる。

Ⅲ－16 都市計画制度における区域区分に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 区域区分を定めるか否かは、都道府県が地域の実情を踏まえて、都市計画区域マスタープランの中で判断する仕組みとなっている。
- ② 区域区分を定めた場合には、都市計画区域は、市街化区域と市街化調整区域のいずれかに含まれる。
- ③ 市街化区域は、すでに市街地を形成している区域及びおおむね 10 年以内に優先的かつ計画的に市街化を図るべき区域とする。
- ④ 優先的かつ計画的に市街化を図る市街化区域には、原則として、溢水、湛水、津波、高潮等による災害の発生のおそれのある土地の区域は含めない。
- ⑤ 市街化区域については、用途地域を都市計画に定める必要はないが、少なくとも道路、公園及び下水道は定める。

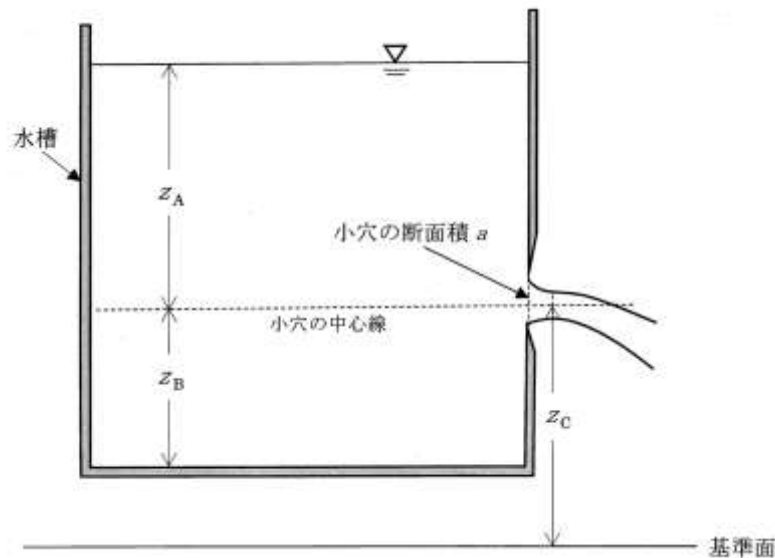
正解は⑤

都市計画法第 13 条第 1 項では、市街化区域については少なくとも用途地域を定めるものとし、市街化調整区域については原則として用途地域を定めないものとされている。また、市街化区域及び区域区分が定められていない都市計画区域については、少なくとも道路、公園及び下水道を定めるものとされている。市街化区域には用途地域を必ず定めるので、定める必要はないとした⑤が誤りである。

Ⅲ－17 非圧縮性完全流体の定常流れでは、流線上で次式のベルヌーイの定理が成立する。

$$v^2/(2g) + z + p/(\rho g) = \text{一定}$$

ここで、 g は重力加速度、 ρ は水の密度、 v は高さ z の点における流速、 p は高さ z の点における水圧である。下図に示すように、壁面に断面積 a [m²] の小穴をあけて水を放流するオリフィスについて、小穴の中心から水槽水面までの高さが z_A [m]、水槽底面から小穴の中心までの高さが z_B [m]、基準面から小穴の中心までの高さが z_C [m] のとき、小穴から流出した水の圧力が大気圧に等しく、流れが一様になる位置（基準面からの高さは z_C に等しいとする）における水の流速 v [m/s] を、ベルヌーイの定理を適用して算出すると正しいものはどれか。



- ① $\sqrt{2g \cdot z_A}$
- ② $\sqrt{2g \cdot z_B}$
- ③ $\sqrt{2g \cdot z_C}$
- ④ $\sqrt{2g \cdot (z_A + z_B)}$
- ⑤ $\sqrt{2g \cdot (z_A + z_C)}$

正解は①

水槽の水面上の点と、小穴から流出して流れが一様になった位置の点とを結ぶ流線にベルヌーイの定理を適用する。圧力は大気圧を基準にとり、大気圧を $p=0$ とする。

水面の点：水槽の水面は小穴に比べて十分広く、水面の降下速度は無視できるので流速は 0。基準面からの高さは $z_C + z_A$ 。水面は大気に接しているので $p=0$ 。

流出位置の点：流速は v 。基準面からの高さは z_C 。流出した水の圧力は大気圧に等しいので $p=0$ 。

$$0 + (z_C + z_A) + 0 = v^2/(2g) + z_C + 0$$

$$v^2/(2g) = z_A$$

$$v = \sqrt{2g \cdot z_A}$$

流速は小穴の中心から水面までの高さ z_A だけで決まり、水槽底面までの高さ z_B や基準面までの高さ z_C には関係しない（トリチェリの定理）。

Ⅲ－18 円形断面の管路流れの損失水頭に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 摩擦による損失水頭は、管路の長さに比例して大きくなる。
- ② 管内の損失水頭には、摩擦による損失と局所的な渦や乱れによる損失がある。
- ③ 摩擦による損失水頭は、管径に比例して大きくなる。
- ④ 曲がりや弁による損失水頭は、断面平均流速の2乗に比例して大きくなる。
- ⑤ 管の拡大又は縮小による損失水頭を算定する場合、断面積が小さい方の管における断面平均流速を用いる。

正解は③

摩擦による損失水頭 h_f は、ダルシー・ワイズバッハの式で表される。

$$h_f = f \cdot (L/D) \cdot v^2 / (2g)$$

(f : 摩擦損失係数、 L : 管路の長さ、 D : 管径、 v : 断面平均流速、 g : 重力加速度)

管径 D は分母にあるので、摩擦による損失水頭は管径に反比例し、管径が大きいほど小さくなる。管径に比例するとした③が誤りである。

Ⅲ－19 一様勾配・一様断面の開水路の水理解析に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 開水路の流れは、フルード数が1より小さい常流と、フルード数が1を超える射流、フルード数が1の限界流に分けられる。
- ② マニングの平均流速公式によると、開水路の平均流速は粗度係数に比例する。
- ③ 等流水深は水路勾配が大きいほど減少するが、限界水深は水路勾配によらない。
- ④ 限界勾配より緩い勾配の水路においては、等流水深は限界水深よりも大きい。
- ⑤ 限界勾配より急な勾配の水路においては、射流の水面形は下流側で等流水深に漸近する。

正解は②

マニングの平均流速公式は次のとおりである。

$$v = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)}$$

(v : 平均流速、 n : 粗度係数、 R : 径深、 I : 水路勾配)

粗度係数 n は分母にあるので、平均流速は粗度係数に反比例し、粗度係数が大きい（壁面が粗い）ほど流速は小さくなる。粗度係数に比例するとした②が誤りである。

Ⅲ－20 河川の土砂の移動に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 河床に働く摩擦速度がある限界を超えて大きくなると、粒径の大きい土砂粒子から移動を始める。
- ② 底質又は河床構成材料との交換を伴う土砂の輸送形態は、掃流輸送と浮遊輸送に大別される。
- ③ 底質よりも細かく、つねに浮遊しながら移動する土砂を浮泥又はウォッシュロードと呼ぶ。
- ④ 砂漣、砂堆などの形態は、河床材料の粒径、水深、河床勾配より概ね推定することができる。
- ⑤ 直線水路であっても、水路内に発生した砂州などにより、水流の蛇行や深掘れ部が生ずる。

正解は①

河床の土砂粒子は、河床に働く摩擦速度が限界摩擦速度を超えると移動を始める。限界摩擦速度は粒径が大きい粒子ほど大きいので、摩擦速度が大きくなると粒径の小さい土砂粒子から先に移動を始める。粒径の大きい粒子から移動を始めるとした①が誤りである。

Ⅲ－21 河川護岸に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 護岸は、洪水時の侵食作用に対して堤防を保護することを主たる目的として設置される。
- ② 護岸ののり覆工は、護岸の構造の主たる部分を占めるものであり、流水・流木の作用、土圧等に対して安全な構造となるよう設計するものとする。
- ③ 護岸の基礎工は、洪水による洗掘等を考慮して、のり覆工を支持できる構造とする。
- ④ 護岸の根固工は、河床の変動等を考慮して、基礎工が安全となる構造とするものとする。
- ⑤ 高水敷の河岸に設置される護岸の天端工は、高水護岸が流水により裏側から侵食されることを防止するために設けるものである。

正解は⑤

高水敷の河岸（低水路の河岸）に設置される護岸は低水護岸である。天端工・天端保護工は、低水護岸が流水により裏側から侵食されることを防止するために設けるものである（河川砂防技術基準 設計編）。高水護岸は堤防のり面を保護する護岸であり、選択肢⑤は低水護岸とすべきところを高水護岸としている。

①～④は河川砂防技術基準 設計編の護岸の記述のとおりである。護岸はのり覆工、基礎工（のり留工）、根固工等から構成される。

Ⅲ－22 河川計画に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 国土交通大臣は、河川整備基本方針を定めようとするときは、あらかじめ、社会資本整備審議会の意見を聴かなければならない。
- ② 河川管理者は、河川整備基本方針に沿って、計画的に河川の整備を実施すべき区間について、河川整備計画を定めておかなければならない。
- ③ 基本高水の検討に用いる対象降雨は計画基準点ごとに、降雨量、降雨量の時間分布及び降雨量の地域分布の3要素で表すものとする。
- ④ 堤防は堤防高以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造を持つものとして整備されるが、計画高水流量を超える超過洪水が発生する可能性があるので、特に必要な区間については高規格堤防の整備を計画する。
- ⑤ 正常流量は流水の正常な機能を維持するために必要な流量で、年間を通じて確保されるべき流量であるが、必要に応じ、維持流量及び水利流量の年間の変動を考慮して期間区分を行い、その区分に応じて設定する。

正解は④

河川管理施設等構造令第18条第1項では、堤防は「計画高水位（高潮区間にあつては計画高潮位）以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造」とすると定めている。「堤防高以下の水位」ではない。堤防高は計画高水位に余裕高を加えた高さであり、余裕高の部分は波浪・うねり等に対する余裕であつて、そこまでの水位の流水的作用に対して安全性を保証するものではない。

①は河川法第16条第3項、②は河川法第16条の2第1項のとおりである。③・⑤は河川砂防技術基準計画編のとおりである。

Ⅲ－23 海岸工学に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 有義波は1/10 最大波のことであり、目視観測によって報告されている波の波高、周期にほぼ等しい。
- ② 養浜とは、突堤群や離岸堤によって海浜の回復を図ることである。
- ③ 津波の主要部分は、長波の波速で伝播する。
- ④ 波の屈折は、防波堤のような障害物の背後に波が回り込んで進行する現象である。
- ⑤ ある一定の風速によって発達する波の状態は、風速と吹送時間によって決まる。

正解は③

津波は波長が水深に比べてきわめて長い長波（浅水波）であり、その波速は水深 h のみで決まる $\sqrt{gh}$ (g は重力加速度) で伝播する。

①：×有義波は1/3 最大波（波高の大きい方から全体の1/3の波を選んで平均したもの）である。目視観測の波高・周期にほぼ等しいという点は正しい。

②：×養浜は、海浜に土砂を人工的に供給して砂浜を造成・回復することである。突堤群や離岸堤は構造物によって海浜の安定を図る対策である。

④：×障害物の背後に波が回り込む現象は回折である。屈折は、水深の変化に伴う波速の変化によって波向が変わる現象である。

⑤：×風波の発達は、風速、吹送時間に加えて吹送距離によって決まる。

Ⅲ－24 海岸付近の波・流れ現象に関連する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 波の回折現象を支配する方程式は、光の場合と同じくスネルの法則である。
- ② 海岸構造物に作用する抗力は、波の進行方向速度の $1/2$ 乗に比例する。
- ③ 離岸流は、離岸堤を設けた場合にのみ発生する固有現象である。
- ④ 波の浅水変形は、水深変化により波高や波長などが変化する現象である。
- ⑤ 沿岸流の流速は、砕波点の陸側よりも沖側の方が大きい。

正解は④

波が沖から浅い海域に進むと、水深の減少に伴って波速・波長が小さくなり、波高が変化する。これを浅水変形という。

- ①：×スネルの法則は屈折を支配する法則である。回折を支配するものではない。
- ②：×抗力は流速の 2 乗に比例する（モリソン式の抗力項）。
- ③：×離岸流は自然海浜でも発生する。離岸堤の有無によらない。
- ⑤：×沿岸流は砕波帯内で生じる流れであり、砕波点の陸側の方が流速は大きい。

Ⅲ－25 港湾に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 港湾計画の中には、港湾と背後地域を連絡する主要な陸上交通施設を定めることが含まれる。
- ② 航路の水深は、対象船舶の動揺の程度及びトリム等を考慮して、対象船舶の満載吃水以上の適切な深さをとるものとする。
- ③ 一般の往復航路の幅員は、比較的距離が長く対象船舶同士が頻繁に行き会う場合、対象船舶の幅の 3 倍とする。
- ④ 港湾計画においては、岬や島など、波に対する天然の遮蔽物として利用できるものは有効に利用する。
- ⑤ 港内の静穏度を保つために、自然海浜を残したり、消波工を設置する。

正解は③

航路の幅員は対象船舶の長さを基準に定める。港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示（平成 19 年国土交通省告示第 395 号）第 30 条では、船舶が行き会う可能性のある航路は対象船舶の長さ以上、行き会う可能性のない航路は対象船舶の長さの 2 分の 1 以上の適切な幅を有することとされている。港湾の施設の技術上の基準・同解説の標準的な幅員では、比較的距離が長く対象船舶同士が頻繁に行き会う往復航路は対象船舶の長さの 2 倍とされており、「対象船舶の幅の 3 倍」ではない。

- ①：○港湾計画では港湾施設の規模及び配置を定める（港湾法施行令第 1 条の 4）。港湾施設には道路、鉄道等の臨港交通施設が含まれる。
- ②：○告示第 30 条第 2 号のとおりである。

Ⅲ－26 砂防計画に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 砂防施設計画では、砂防基本計画で決定された各地点の流出土砂量を実現するために必要な砂防施設について、妥当な施設の種類、位置、その施設の分担する土砂量を決定する。
- ② 計画流出土砂量は、計画生産土砂量のうち、土石流あるいは掃流砂として計画基準点に流出する土砂量であり、既往の土砂流出、流域の地形、植生の状況、河道の調節能力などを考慮して算定する。
- ③ 計画許容流砂量は、計画基準点から下流の土砂害を防除する対象に対して無害な量であるばかりでなく、同時に必要な土砂として流送されなければならない土砂量である。
- ④ 計画超過土砂量は、計画基準点において、計画流出土砂量を上回る土砂量であり、超過外力であることから砂防基本計画においては処理の対象としない土砂量である。
- ⑤ 土砂生産抑制計画は、山崩れ、地すべり、河床河岸の侵食等の土砂生産源に抑制対策を施して生産源地域の荒廃を復旧し、さらに新規荒廃の発生を防止する計画である。

正解は④

計画超過土砂量は、計画基準点ごとに計画流出土砂量から計画許容流砂量を差し引いた土砂量である。この量が砂防基本計画における土砂処理計画の対象であり、砂防施設で処理すべき土砂量である。「計画流出土砂量を上回る量」でも「処理の対象としない量」でもない。

Ⅲ－27 火力発電所の冷却水取水に深層取水方式を採用した場合の効果に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 夏季に低温の深層水を取水することにより、プラントの熱効率向上が期待できる。
- ② 汚染度の低い良質の冷却水を取水できる。
- ③ 海底付近を浮遊する塵芥、漂流物の取水口への流入を阻止できる。
- ④ 放水口から放水される温排水の取水口への再循環を抑制できる。
- ⑤ 外海に面した海域では、取水路内への波浪侵入を低減でき、冷却水ポンプの安定した運転が保たれる。

正解は③

深層取水方式は、取水口の開口部を海面より深い位置に設け、下層の海水を取水する方式である。塵芥や漂流物は海面付近に浮遊しているため、深層取水によって流入を阻止できるのは海面付近の塵芥、漂流物である。「海底付近を浮遊する」ものではない。

深層取水の効果は、夏季の低温水の取水による熱効率の向上、浮遊汚濁物の少ない良質な冷却水の取水、海面付近に放水される温排水の再循環の抑制、波浪の取水路内への侵入低減などである。

Ⅲ－28 水力発電所の水路ルート選定に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水路ルートの線形は、施工上及び利用上の観点からでもできる限り直線とするのが好ましく、曲線とする場合には比較的大きな半径とする。
- ② できるだけ地質の良好な個所を通過するように定め、やむをえず不良個所を通過する場合には、その通過距離が最短となる方向に水路ルートを選定する。
- ③ 水路が谷や沢の下を通過する場合は、十分な地山被り厚が得られるよう水路ルートを選定する。
- ④ 1本のトンネルの長さが長くなる場合には、全体の工事工程を考えながら工事用機材の運搬や仮設備、捨土の処理等が円滑に行われるよう水路ルートを選定する。
- ⑤ 無圧トンネルの勾配を急にすれば、流速が増大してトンネル断面積を小さくでき工事費を低減できる他、損失落差も小さくなる。

正解は⑤

無圧トンネルの勾配を急にすると、流速が増大してトンネル断面積を小さくでき工事費は低減できるが、水路区間で消費される落差（損失落差）は大きくなり、発電に利用できる有効落差が減少する。勾配は工事費の低減と損失落差の増加を比較して定める。

Ⅲ－29 道路の構造及び設計に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 計画交通量は、計画、設計を行う路線を将来通行するであろう自動車の日交通量のことで、計画目標年における30番目日交通量とすることが一般的である。
- ② 道路の線形設計は、必ずしも自動車の速度が関係して定まるものではないため、設計速度は道路の構造を決定する重要な要素とはならない。
- ③ 車線数は、当該道路の実際の構造、交通条件から定まる交通容量を求め、設計時間交通量との割合に応じて定めるのが一般的である。
- ④ 車線の幅員は、走行時の快適性に大きな影響を与えるため、路線の設計速度にかかわらず設計交通量に応じて定めるのが一般的である。
- ⑤ 建築限界内には、橋脚、橋台、照明施設、防護柵、信号機、道路標識、並木、電柱などの諸施設を設けることはできない。

正解は⑤

道路構造令第12条（建築限界）の趣旨により、建築限界内には、橋脚、橋台、照明施設、防護柵、信号機、道路標識、並木、電柱その他の物件を設けてはならないとされている。

- ①：×計画交通量は計画目標年における年平均日交通量である。「30番目」は設計時間交通量（30番目時間交通量）に用いる考え方である。
- ②：×設計速度は道路の区分に応じて定められ、曲線半径、縦断勾配、視距などの線形要素はいずれも設計速度に基づいて決まる。道路の構造を決定する基本的な要素である。
- ③：×車線数は、計画交通量を設計基準交通量（車線1本あたりの交通量）で除して定める。
- ④：×車線の幅員は、道路の区分（設計速度）に応じて3.5m、3.25m、3.0m、2.75mなどと定められている。

Ⅲ－30 鉄道の軌道に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鉄道線路は、それぞれの区間における列車重量・列車速度・輸送量などにより、列車の輸送状態に適した構造・強度に合わせて設計される。
- ② 鉄道車両では一般に、曲線を通過するときには、車輪のフランジが内軌側、外軌側ともにレールの内側に接触する。その対策として軌間を少し拡大して、車輪がレール上を通過しやすいようにしている。この拡大量をスラックと呼ぶ。
- ③ 我が国におけるレールの標準長さは 25m であるが、現場溶接によって長尺化した 200m 以上のレールも使用されている。これをロングレールと呼ぶ。
- ④ レールの継ぎ目が減ると乗心地が良くなり、線路保守作業が容易になることから、現場溶接でレール同士をつなぐことがある。これをレール締結と呼び、その装置をレール締結装置と呼ぶ。
- ⑤ まくらぎの役目は、左右のレールが正しい軌間を保つように保持するとともに、列車荷重を広く道床に分布させることである。

正解は④

レール同士を溶接でつなぐことはレール溶接であり、レール締結ではない。レール締結とはレールをまくらぎ（または軌道スラブ）に固定することで、そのための装置（犬くぎ、板ばね、ボルト、軌道パッドなど）をレール締結装置と呼ぶ。

Ⅲ－31 シールドトンネルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① シールド形式の選定にあたっては、施工区間の地山の条件、地表の状況、断面形状及び寸法、施工延長、トンネルの線形、工期等の諸条件を考慮しなければならない。
- ② 立坑は、シールドトンネルを施工するため、シールド機（シールドマシン）の投入と搬出、方向転換、組立と解体、掘進中の土砂の搬出、資機材の搬入と搬出等のための作業坑をいう。
- ③ 覆工は、シールドトンネル周辺地山の土圧、水圧を受け、トンネル内空を確保するための構造体をいう。
- ④ テールボイドは、シールドトンネルのセグメントとシールド機（シールドマシン）との間の空隙のことである。
- ⑤ セグメントは、シールドトンネルの一次覆工に用いるプレキャスト製の部材をいう。

正解は④

テールボイドは、シールドの掘進に伴いテール部がセグメントから抜け出したときに、セグメントの外表面と地山との間に生じる空隙をいう。その大きさはスキンプレーットの厚さとテールクリアランスの和である。セグメントの外表面とスキンプレーットの内表面との間の余裕はテールクリアランスと呼び、テールボイドとは区別する。テールボイドは地盤沈下やセグメントの移動を防ぐため裏込め注入により充填する。

Ⅲ－32 施工計画に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 機械使用計画立案時は、組合わせる機械ごとの作業を主作業と従属作業に分類し、従属作業の作業能力は、通常の場合、主作業の能率を落とさないために主作業の能力より多めに計画する。
- ② 盛土のり面のすべりに対する安全率は、のり面の高さが高いほど、のり面の勾配が急であるほど小さくなる。
- ③ 河川締切り工は、渇水期と呼ばれる 11 月から 5 月にかけて工事が行われる場合が多い。
- ④ 型枠支保工を取り外す順序は、同じ構造物でも比較的荷重を受けない部分をまず取り外し、その後、残りの重要な部分を取り外す。
- ⑤ 仮設構造物の事故は重大な事故になりにくいので、安全管理に関するリスクマネジメントは不要である。

正解は⑤

土留め、支保工、足場、仮締切り等の仮設構造物の崩壊・倒壊は、死亡災害を含む重大な事故につながる。仮設構造物は本体構造物に比べて設計・施工の裕度が小さく、使用中に条件が変わることも多いため、施工計画の段階で危険性を洗い出し、対策を講じるリスクマネジメントが必要である。

Ⅲ－33 開削工事における土留め工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 自立式土留め工は、比較的良質な地盤で浅い掘削工事に適する。
- ② 切ばり式土留め工は、現場の状況に応じて支保工の数、配置等の変更が可能であるが、機械掘削や躯体構築時等に支保工が障害となりやすい。
- ③ グラウンドアンカー式土留め工は、偏土圧が作用する場合や掘削面積が広い場合には適さない。
- ④ 控え杭タイロッド式土留め工は、土留め壁周辺に控え杭やタイロッドを設置するための用地が必要となる。
- ⑤ 補強土式土留め工は、深い開削工事では合理的な設計とならないことが多く、比較的浅い掘削工事に用いられる。

正解は③

グラウンドアンカー式土留め工は、土留め壁を背面地盤に定着したアンカーで支えるため、掘削内部に切ばりを設ける必要がない。このため、偏土圧が作用する場合や、掘削面積が広く切ばりが長大になる場合、掘削平面が不整形な場合に適する。一方、アンカーの定着地盤が必要であること、隣接地の地下に定着体を設けるため用地の制約を受けることが短所である。

Ⅲ－34 次の建設環境に関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 環境基本法で定める「公害」とは、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染、騒音、振動、地盤の沈下及び悪臭によって、人の健康又は生活環境に係る被害が生ずることをいう。
- ② 水質汚濁防止法に定義される「公共用水域」とは、河川、湖沼、港湾、沿岸海域その他公共の用に供される水域及びこれに接続する公共溝渠、かんがい用水路その他公共の用に供される水路（下水道法に規定する公共下水道及び流域下水道であって、終末処理場を設置しているものを除く。）をいう。
- ③ 大気汚染防止法の目的には、建築物の解体等に伴う粉じんの排出等の規制により、大気の汚染に関し、国民の健康を保護することが含まれる。
- ④ 騒音規制法では、指定地域内において特定建設作業を伴う建設工事を施工しようとする者は、特定建設作業の場所及び実施の期間、騒音の防止の方法等を市町村長に届け出なければならない。
- ⑤ 建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）に規定する「特定建設資材」とは、建設資材のうち建設資材廃棄物となった場合におけるその再資源化が資源の有効な利用及び廃棄物の減量を図る上で特に必要であるものとして政令で定めるものをいい、その再資源化の経済性の面における制約は考慮されていない。

正解は⑤

建設リサイクル法第 2 条第 5 項では、「特定建設資材」を、コンクリート、木材その他建設資材のうち、建設資材廃棄物となった場合におけるその再資源化が資源の有効な利用及び廃棄物の減量を図る上で特に必要であり、かつ、その再資源化が経済性の面において制約が著しくないと認められるものとして政令で定めるものと定義している。再資源化の経済性も要件に含まれている。なお、政令で定める特定建設資材は、コンクリート、コンクリート及び鉄から成る建設資材、木材、アスファルト・コンクリートの 4 品目である。

①は環境基本法第 2 条第 3 項、②は水質汚濁防止法第 2 条第 1 項、③は大気汚染防止法第 1 条のとおりである。④は騒音規制法第 14 条第 1 項のとおりで、届出先は都道府県知事ではなく市町村長である。

Ⅲ－35 建設環境に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 規制基準は、主に地域の環境基準を維持するために課せられる基準で、大気汚染防止法では「排出基準」、水質汚濁防止法では「排水基準」、騒音規制法、振動規制法、悪臭防止法では「規制基準」という用語が用いられている。
- ② 主な地下水汚染として、細菌類、工場から排出されるシアン・クロム等の有害物質、下水・農地浸出水による亜硝酸・硝酸等による汚染があり、汚染すると回復が困難である。
- ③ 土壌汚染とは、土壌の特定有害物質による汚染のことで、土壌汚染対策法では、特定有害物質として、鉛、砒素、トリクロロエチレン等が指定されている。
- ④ 近年、一級河川の水質は確実に改善され、水質は良好なものとなってきたが、湖沼の水質については、閉鎖性水域のため滞留時間が長く、COD の環境基準の満足率が低い。
- ⑤ 河川における水質事故は、工場等における操作ミスや機械の故障、交通事故、廃棄物の不法投棄等に起因する油類や化学物質の流出等により生じているが、特に化学物質の流出が多い。

正解は⑤

国土交通省が集計している一級河川の水質事故の原因物質は油類が最も多く、全体の約 8 割を占める。化学物質によるものは 5%程度である。平成 27 年の一級河川の水質事故 1,120 件（自然現象によるものを除く）のうち、油類によるものは 896 件（80.0%）、化学物質によるものは 61 件（5.4%）であった。③の特定有害物質は土壌汚染対策法施行令第 1 条に定められており、鉛及びその化合物、砒素及びその化合物、トリクロロエチレンが含まれている。