

＜問題－Ⅳ－（２）：トンネル＞

1. 主なトンネル工法の相互比較に関する記述のうち、正しいものを a～d のなかから選びなさい。
  - a. シールド工法におけるトンネル外径の実績は最大でも 12m 程度である。
  - b. シールド工法における急曲線の実績は、曲線半径とシールド外径の比が 3～5 程度がある。
  - c. 開削工法における最大掘削深度は 30m 程度の実績が多い。
  - d. 山岳工法での最大断面積の実績は 150 m<sup>2</sup>程度までである。
  
2. 道路トンネルの換気に関する記述のうち、正しいものを a～d のなかから選びなさい。
  - a. 換気施設の設計に用いる煤煙の設計濃度（100m 透過率）は、当該道路の設計速度に応じて要求される値が異なる。
  - b. 換気施設の設計に用いる一酸化炭素の設計濃度は当該道路の設計速度に応じて要求される値が異なる。
  - c. 所要換気量は交通量に比例するほか速度勾配補正係数や換気の設計濃度によって異なるが、車種構成による差異は微小である。
  - d. 対面交通トンネルでは重方向率（往復合計の交通量に対する重方向交通量の割合）60%で自然風 2.5 m/s（順風）という条件でジェットファン台数を求める。
  
3. 道路トンネルの非常用施設に関する記述のうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
  - a. 等級区分の交通量（台／日：トンネル一本当たり）のとり方は、一般に計画策定時から 20 年後の計画交通量（トンネル一本当たり）としている。
  - b. AA 等級においては、排煙設備または避難通路を設置するが、延長 3,000m 以上のトンネルにおいては避難通路を設置することが望ましい。
  - c. 給水栓はトンネル両坑口に設置することを標準とし、水源は 2 個同時放水した場合 60 分程度放水できる容量を確保することが望ましい。
  - d. 水噴霧設備は微細な粒子状の水を放水することによって火災の延焼、拡大を抑制し、消火活動を援助するための設備で放水区間は 50m 以上で設定する。

4. 自然由来の重金属等の対策に使用される用語の説明のうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
- 重金属の主なものとしては、カドミウム (cd) 鉛 (pd) 六価クロム (cr) 水銀 (hg) ひ素 (As) セレン (Se) ふっ素 (F) ほう素 (B) およびそれらの化合物をいう。
  - 酸性水とは pH が 5.8 を下回る地下水又は表流水をいう。
  - 重金属等（水銀を除く）の第二溶出量基準は、土壌溶出量基準の 30 倍として設定されている。
  - 土壌溶出量基準とは、土壌汚染対策法に規定されている指定区域の指定に係る基準のうち、土壌に含まれる特定有害物質の量に関するものをいう。
5. 山岳トンネルに作用する地圧に関する記述のうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
- スメクタイト等の膨張性粘土鉱物が吸水膨張することで覆工に荷重が作用する現象をスクイーピングという。
  - トンネル掘削によりトンネル上方の地山が緩み、ある高さ相当の地山重量がトンネルの覆工に直接、鉛直方向の荷重として作用する地圧を緩み圧という。
  - 緩み圧が縦断方向に連続的に作用する場合には、天端にトンネル縦断方向の開口性ひび割れが生じ、アーチの両側付近には、圧縮ひび割れ（圧ざ）や、せん断ひび割れが生じることがある。
  - 偏圧は左右非対称な地圧が作用する状況であり、トンネル断面中心線に対し片側のアーチ肩部が主働土圧作用領域となり、その反対側のアーチ肩部は突き上げられ受働土圧作用領域となる。

6. 山岳トンネルの補助工法に関する記述のうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 施工中に切羽崩壊・地山の押出し、突発湧水などが発生し、修正設計によって補助工法を適用する際には、費用対効果の観点から適用区間長によって最適な補助工法が異なる場合がある。
- b. 切羽の安定を確保するためには、加背割りを細分化する方法と加背割を変えずに補助工法を併用する方法があるが、現在では加背割を細分化するケースが多い。
- c. 天端安定対策と鏡面の安定対策は互いに関連している部分もあり、地山条件や切羽観察結果等に基づき効果的で目的に適合した補助工法を組み合わせることが望ましい。
- d. トンネル施工に伴う地表沈下は、地形条件、地質条件、地下水、施工法等が複雑に関係するが、トンネル掘削による緩み領域の拡大ならびに地下水の排除が大きな原因と考えられる。

7. ロックボルトの機能および効果の概念に関する記述のうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. ロックボルトの引張抵抗機能とは、ロックボルト軸方向の引張抵抗によってその方向の地山との相対変位を抑制する機能である。
- b. ロックボルトのせん断抵抗機能とは、ロックボルト軸直角方向のせん断抵抗によってその方向の地山との相対変位を抑制する機能である。
- c. 不安定な岩塊を深部の地山と一体化し、そのはく落や抜け落ちを抑止することを縫付け効果という。
- d. 吹付けコンクリートと地山の付着が損なわれた場合に、ロックボルトが吹付けコンクリートを地山に縫付けることによって荷重を支持することを内圧効果という。

8. シールド工法の用語に関する記述のうち、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. シールドの外径とはスキンプレートの外径をいい、フリクションカット用ビット、固定そり、裏込め注入管等による突起部の寸法も含む。
  - b. セグメント外面と地山との空隙をテールクリアランスという。
  - c. シールドのテール部におけるセグメント外面とテールスキンプレート内面との間隔をテールボイドという。
  - d. シールド鋼殻の先端部にあつて、隔壁とともにカッターチャンバーを形成する部分をフード部という。
9. シールド工法のセグメントの構造計算に関する記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. トンネルの構造計算では、横断方向と縦断方向に分けて行う。
  - b. トンネルの構造計算は、施工途中の各段階および完成後の状態に応じた荷重に対して安全側となるように行う。
  - c. トンネル横断面に対する設計荷重は設計の対象となるトンネルの区間内の最も不利な条件をもとに定める。
  - d. コンクリート系セグメントでは、不静定力または弾性変形の計算において一般に鉄筋を考慮したコンクリート全断面を有効として計算する。
10. 開削工法における地下連続壁の特徴に関する記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. ソイルセメント地下連続壁は遮水性が比較的良好、断面性能は場所打ち杭、既製杭地下連続壁と同等であることから、市街地での中規模開削工事に用いられることが多い。
  - b. 安定液固化地下連続壁はRC地下連続壁に比較して、剛性が小さいことから掘削深さに限界があるものの、削孔精度が良いことから大深度の遮水壁構築に適する。
  - c. 鉄筋コンクリート地下連続壁（RC地下連続壁）は、壁体が本体構造物の一部として利用できることや、工事による騒音や振動が小さいことが特徴である。
  - d. 鋼製地下連続壁はRC地下連続壁に比較して作業スペースが大きくなることが特徴である。

11. 青函トンネルに関する記述のうち、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 海底掘削区間は、シールドトンネルで施工された。
- b. 海底掘削区間の最大水深は、約 100m である。
- c. 海底掘削区間の最大水深部の土被りは、約 100m である。
- d. 海底掘削区間は、片押し掘削によって施工された。

12. 支保工に関する記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 支保工の施工は、周辺地山の有する支保機能が早期に発揮されるように掘削後速やかに行わなければならない。
- b. 支保工と地山はできるだけ密着あるいは一体化させ、地山を安定させなければならない。
- c. 支保工は、地山の状態を考慮し、適切な施工順序を定めて施工しなければならない。
- d. 地山条件が悪い場合の支保工の施工順序は、①鋼製支保工、②一次吹付けコンクリート、③ロックボルト④二次吹付けコンクリートの順である。

13. トンネルの縦断線形計画に関する記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. トンネル完成後の坑内湧水を良好な縦断排水工等によって自然流下させるには、通常 0.02%以上の勾配があればよい。
- b. 施工中の湧水を自然流下させるためには、湧水が少ない場合でも、0.3%以上、相当多い場合は 0.5%程度の勾配が必要である。
- c. トンネル勾配はずり出しや材料運搬時の能率に影響を与えるので、施工面からの規制が必要なことがある。
- d. 道路トンネルでは、通行車両の排気ガスを極力少なくする点から、機械換気を必要とするトンネルにおける最急上り勾配は 3%程度以下とすることが望ましい。

14. ずり積み作業に関する記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 発破掘削で連続ベルトコンベヤー方式の場合は、掘削ずりをクラッシャーに投入可能な大きさまでブレイカー等により小割りする必要がある。
- b. ずり積み作業中は危険区域を定め、当該作業員以外の立入りを禁止し、十分な証明と換気を行い、ずりの性状によっては粉じん対策を行う必要がある。
- c. 発破方式の場合は、特に十分な照明を行い、作業前、作業中を通じて、湧水の有無を十分確認しながら作業を行う必要がある。
- d. 過積載により、運搬中にずりがこぼれ落ち、障害事故や脱線の原因となるほか、後方設備やジャンボ等他の施工機械に損傷を与えることがあるので、ずりは積み過ぎないように心がける必要がある。

15. 特殊な地山条件において問題となる現象と取得すべき情報に関する組み合わせのうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

【問題となる現象】

【取得すべき情報】

- a. 切羽の崩壊、突発湧水・・・・・・・・・・地山強度比、地下水位、破碎帯等の分布
- b. 坑壁の押し出し・・・・・・・・・・スメクタイト含有量、地山強度比
- c. 山はね、切羽崩壊・・・・・・・・・・ぜい性度、AE
- d. 高圧熱水、有毒ガス発生・・・・・・・・・・重金属含有量、pH

16. 膨張性地山に関する記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 膨張性地山の挙動は、周辺の地山とともに坑壁が徐々に内空側に押し出されてくる現象が見られ、はなはだしい場合には工事に支障をきたすほど著しく掘削面積が縮小することがある。
- b. 膨張性地山の変位は、天端や側壁に限定して生ずることが特徴である。
- c. 膨張性地山の変位を支保工や覆工で抑えようとする、支保工や覆工に大きな土圧が作用することになる。
- d. 膨張性地山の土圧は、掘削直後ではごく小さな場合でも、切羽の進行とともに増加し、その強大な土圧によって支保工が破壊したり、また数年にわたりクリープひずみが蓄積した結果、覆工やインバートが変状し、トンネルの改築を余儀なくされることもある。

17. 都市域を通過するトンネルに関する記述のうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 都市域におけるトンネル工事は周辺の状況や地山条件等から通常の山岳工法によるトンネルに比較して厳しい制約がある。
- b. 都市域を通過するトンネルでは、計画時から地表および地下構造物等の支障など、周辺条件の調査を行わなければならない。
- c. 都市域を通過するトンネル計画における周辺状況調査は、自然環境、社会環境、生活環境等の調査である。
- d. 土被りが小さく未固結地山の場合には、地下水障害や地表沈下が問題となるので、地層状況（破碎帯等の有無、走向、傾斜）、地下水（酸性水濃度）、地質状態（不連続面状態等）、力学的性質等を調査するために、ボーリング調査やその孔を利用した各種原位置試験、室内試験、地下水調査等を実施する。

18. トンネルの周辺環境調査に関する調査項目と調査事項の組み合わせのうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

【調査項目】

【調査事項】

- a. 地表水状況・・・・・・・・・・表流水、温泉、湧泉、湖沼、湿原の分布
- b. 湧水・・・・・・・・・・水利用の状況、地下水位、水質、水源状況、大気汚染物質、湧水発生の可能性がある近接工事
- c. 動植物・・・・・・・・・・動物、植物の分布（とくに希少な種）、生態系調査
- d. 鉱染、重金属・・・・・・・・・・湧水の pH、電気伝導度、水質分析、含有量試験、溶出試験

19. 山はねに関する記述の組み合わせのうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

	トンネル名	地質	山はねの発生状況と位置
a	関越トンネル (関越自動車道)	石英閃緑岩 ホルンフェルス	・土被り 750m 程度以上 ・鏡
b	大清水トンネル (上越新幹線)	花崗岩 花崗閃緑岩	・土被り 100m 程度以上 ・切羽天端～側壁 ・切羽後方 20m 程度の天端～側壁
c	雁坂トンネル (国道 140 号線)	花崗閃緑岩 ホルンフェルス 砂岩・粘板岩	・土被り 300m 程度以上 ・天端～側壁
d	新清水トンネル (上越線)	石英閃緑岩 花崗閃緑岩 ホルンフェルス 花崗岩	・土被り 500m 程度以上 ・側壁

20. 吹付けコンクリートの配合に関する記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- 一般に水セメント比は、湿式では 65~75%、乾式では 45~55% の範囲である。
- 高強度吹付けコンクリートの水セメント比は、40~50% (水結合材比 30~40% 程度) である。
- 単位セメント量は、通常強度では 360kg/m<sup>3</sup> 程度である。
- 単位セメント量は、高強度吹付けコンクリートや液体急結剤を使用する場合には 400~500kg/m<sup>3</sup> 程度であることが多い。