

<問題-IV-(2) : トンネル>

1. 山岳トンネルの用語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. 山岳工法とは掘削から支保工の構築完了までの間、切羽付近の地山が自立することを前提として発破、機械または人力により掘削するものである。
- b. 都市部山岳工法とは都市部の土砂地山に山岳工法を用いてトンネルを建設する工法である。
- c. 都市部とは都市および都市近郊において、住宅等の建造物が周囲にあり、トンネルの掘削が周辺に与える影響に対し、沈下量に対する制限、地下水位低下に対する制限等の一定の制約のある地域をいう。
- d. 防水型トンネルは完成後に原則として地下水を遮断し、トンネル坑内に流入させないトンネルをいう。覆工等の設計では水圧の作用を考慮しない。

2. 山岳トンネルの調査に関する記述のうち、取得すべき主な情報として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

	特殊な地山条件	問題となる現象	取得すべき主な情報
a.	未固結地山	<ul style="list-style-type: none"> ・切羽の崩壊 ・トンネル底部の脆弱化 ・地表部湧水 	<ul style="list-style-type: none"> ・力学強度 ・相対密度 ・地下水位 ・透水係数
b.	膨張性地山	<ul style="list-style-type: none"> ・支保工や覆工への強大な土圧 ・坑壁の押し出しによる内空断面の縮小 	<ul style="list-style-type: none"> ・スメクタイト含有量 ・浸水崩壊度 ・地山強度比 ・A E
c.	山はねが予想される地山	<ul style="list-style-type: none"> ・切羽の崩壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・力学強度 ・ぜい性度 ・A E ・浸水崩壊度
d.	高い地熱、温泉、有毒ガス、重金属等がある地山	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧熱水 ・有毒ガス発生 ・酸性水の発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・ガス濃度 ・重金属含有量 ・P H ・地山強度比

3. 山岳トンネルの施工方法等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. トンネルの掘削断面形状は、地山が不良な場合には、インバートの設置を含め断面形状を決定することが必要である。
- b. 切羽の安定性は、一度に掘削する断面の大きさと一掘進長によって変化し、断面が大きく、一掘進長が長くなるにしたがって低下する。
- c. ベンチカット工法は、一度に掘削する断面を小さくできることから、おもに切羽の安定性が悪い場合に用いられる工法である。
- d. 全断面工法は、同一横断面における掘削の繰返しがなく周辺地山の応力変化が単純であるが、他の工法に比べ1回の掘削による応力解放が小さい。

4. 山岳トンネルのインバート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. インバートは支持力不足による覆工の脚部沈下や塑性地圧等の作用による側壁部の変位等を防止する機能がある。
- b. 道路トンネルでは、原則として坑口部および地山等級Dの区間にインバートを設置し、地山等級Cにおいても第三紀の泥質岩類および中古生層の石灰岩類に原則として設置することとしている。
- c. インバートの設置区間としては、インバートが必要とされる区間の前後に影響範囲を考慮した一定延長を確保することが望ましい。
- d. インバートの設置時期は、地山条件が悪い場合等において断面を閉合し安定化させるために、掘削後早い段階が望ましい。

5. 道路トンネルの換気設計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. 換気施設の設計に用いる煤煙及び一酸化炭素の設計濃度は、当該道路の交通量に応じ許容値が定められている。
- b. これまでの主な対面通行の道路トンネルについて機械換気を行っているトンネルは $L \times N = 1000$ 程度以上となっている。
(ここにL：トンネル延長 (km)、N：時間交通量 (台/h))
- c. 一方通行トンネルの場合は交通換気の効果が一方向に作用するため、自然換気の限界は対面通行トンネルに比べ飛躍的に拡大される。
- d. 自動車の排出ガス中の有害物質には一酸化炭素 (CO)、窒素酸化物 (NO_x)、炭化水素 (HC) など多種類の成分があるが、一酸化炭素に対して必要とする換気量で換気を行えば、その他の有害成分は安全な濃度になる。

6. シールド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。
- 土圧式シールドは、掘削土を泥土化し、それに所定の圧力を与え切羽の安定を図るもので、土圧シールドと泥土圧シールドに分けられる。
 - 泥土圧シールドは、沖積の砂礫、砂、シルト、粘土等の固結度が低い軟弱地盤に適しており、洪積地盤及び硬軟入り混じっている互層地盤には適さない。
 - 泥水圧シールドは、切羽に作用する土水圧より多少高い泥水圧をかけ、切羽の安定を保つ工法である。
 - 開放型シールドは、切羽面の全部または大部分が開放されているシールドをいい、切羽の自立が前提となる。
7. シールド工法のセグメントの横断方向の断面力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。
- 慣用計算法では、セグメント継手の剛性の低下を考慮せず、セグメント主断面の曲げ剛性をもつ剛性一様リングとして取扱う。
 - 修正慣用計算法では、慣用計算法に比べ、主断面の設計断面力は小さめ、セグメント継手の断面力は大きめとなる。
 - 多ヒンジ系リング計算法では、主断面の設計断面力は、慣用計算法および修正慣用計算法に比べ、かなり小さくなる傾向にある。
 - はりばねモデルによる計算法は、擬似3次元解析であるため、リング継手の断面力が求められる。
8. シールド工法の急曲線施工に有効な対策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。
- 余掘り量と回転抵抗を低減するため、シールド長さはできる限り短くする。
 - 大きな偏心荷重を受けるため、適切なセグメント形式を選定するものとし、鋼製セグメントでは、リブ、スキンプレート、継手ボルトを補強することもある。
 - 余掘り量が大きければ、それだけ急曲線施工は困難となるが、反面、地山の緩み、裏込め注入材料の切羽への回り込み、掘進反力の低下によるトンネルの変形等、問題点は小さい。
 - 急曲線施工では、テールを離れたセグメントは、ただちに地山と一体化しなければシールド掘削の反力が十分得られずセグメントの変形、トンネルの移動等の原因となる。

9. 開削トンネル工法における土留め壁の構造と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. 鋼矢板土留め壁は遮水性がよく、掘削底面以下の根入れ部分の連続性が保たれるため、地下水位の高い地盤、軟弱な地盤で比較的小規模工事に用いられる。
- b. 鋼管矢板土留め壁は、形鋼、パイプ等の継手をもつ鋼管杭を連続して地中に打ち込んだ土留め壁である。
- c. ソイルセメント地下連続壁は、各種オーガー機や、チェーンカッター機等を用いてセメント溶液を原位置土と混合・攪拌した掘削溝にH形鋼を挿入して連続させた土留め壁である。
- d. 鉄筋コンクリート地下連続壁は、大深度においても遮水性がよく、断面性能が大きいため大規模な開削工事、重要構造物が近接している工事等に使用されるため、壁体は本体構造物の一部としては利用してはならない。

10. 開削トンネル工法で掘削底面の安定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. なんらかの原因で水みちが形成され、水と土砂が噴出する現象をパイピングという。
- b. 粘性土等の難透水性地盤の下に被圧帯水層がある地盤を掘削する場合に、被圧地下水によって掘削底面が膨れ上がる現象を盤ぶくれという。
- c. 軟らかい粘性土地盤を掘削する場合に、掘削底面下の土の強度不足から掘削底面が隆起し、土留め壁の背面地盤で大きな地表面沈下が生じる現象をボイリングという。
- d. 掘削底面の安定は地盤の状態だけでなく、土留め工の構造、施工方法、周辺環境の変化等にも影響される。

11. 関越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. 1期線の換気方式は斜坑を利用している。
- b. 1期線の換気方式は、縦流換気方式である。
- c. 2期線は、避難坑を拡幅して施工した。
- d. 2期線の避難連絡坑は、直接地上へ連絡している。

12. 盤膨れ現象の推定される原因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. トンネル掘削による緩みから塑性域が拡大し、鉛直土圧が増加し盤膨れが発生することがある。
- b. トンネルの周辺に凝灰岩と安山岩などの境界付近がある場合、安山岩噴出時に熱変質作用を受け、膨張性粘土鉱物を含有することがあり、その膨張性鉱物の膨張作用が盤膨れを発生させることがある。
- c. 劣化しやすい地質が路盤の下にある場合、湧水や交通振動によって塑性化し盤膨れが発生することがある。
- d. 側壁下部に施工された地下排水工内の水位の変動によって、地山の乾湿繰り返しで側壁脚部地山の劣化を誘発し、盤膨れを発生させることがある。

13. 緩み圧によるトンネルの変状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. 天端付近に、トンネル縦断方向に引張りひび割れ（開口ひび割れ）を発生させる場合が多い。
- b. 天端の縦断方向ひび割れとともに、側壁の押し出しや、盤膨れ等の現象が伴う場合がある。
- c. 覆工の変形が進行すると、アーチ肩部からスプリングライン付近でトンネル縦断方向に圧縮ひび割れが発生する場合がある。
- d. 緩み圧によるひび割れは、覆工巻厚が極端に変化する位置でせん断ひび割れを発生させる場合がある。

14. 偏圧によるトンネルの変状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. 山側アーチ肩部に水平開口ひび割れが発生する場合が多い。
- b. アーチ頂部、またはやや谷側に圧ぎが発生する場合が多い。
- c. 山側の逆巻き迫め部に目違いが発生する場合が多い。
- d. 断面軸が回転するとともに、谷側へトンネルが変形し、谷側の側壁部に水平の圧ぎひび割れが発生する場合が多い。

15. 変状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. 多くの変状トンネルにおいて、膨潤性粘土鉱物の存在が確認されている。
- b. 地下水と変状特性の関連性は明確ではないが、地下水が膨潤性粘土鉱物の吸水膨張を促進させる可能性が高い。
- c. 温泉水などが湧出する区域では、硬質な地質が出現する可能性が高い。
- d. 塑性圧により変状が発生する軟質岩では大きな土被りが問題となり、緩み圧が問題となるのは未固結堆積岩からなる低土被り区間が多い。

16. 変状に関する坑内調査項目の組み合わせ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。

	状態	調査項目	調査方法
a	ひび割れ	位置、形態、規模、パターン、進行性、剥離・剥落の有無等	目視観察、打音検査、写真撮影、ボーリング、超音波、ひび割れ計、スケール・ノギス等
b	変形	断面形状、内空変位量、地中変位量、盤膨れ、沈下量等	断面測定器、内空変位計、地中変位計、水準測量等
c	漏水	位置、濁り、漏水量、水温、水質、土砂流入、つらら、側氷等	ボーリング、電磁波法、目視検査、打音検査等
d	材料劣化	位置、強度、中性化深さ、材質等	目視観察、打音検査、写真撮影、非破壊検査、強度試験、pH 試験、中性化試験、化学分析等

17. 覆工コンクリートの締固め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. コンクリートの締固めには内部振動機を用いることを原則とし、打込み後すみやかに締固めなければならない。
- b. 締固めにあたっては、防水工、ひび割れ抑制工や裏面排水工を破損したり移動させないようにしなければならない。
- c. 内部振動機をかけ過ぎるとコンクリートの材料分離を引き起こすことがあるので、振動時間の設定に注意を要する。
- d. 内部振動機は横移動させ締固める必要がある。

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. 地下水状況・・・帯水層の分布と透水性、帯水層ごとの地下水圧と水質および経年変化、暗振動
- b. 地表水状況・・・表流水、温泉、湧泉、湖沼、湿原の分布
- c. 地盤沈下・・・事業対象領域の年間沈下量と累積沈下量、沈下の範囲、層別沈下量と沈下速度、沈下による建物等への影響
- d. 動植物・・・動物、植物の分布（とくに希少な種）、生態系調査

19. 施工時の支保工変更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。

【変更項目】・・・・・・・・・・・・・【変更内容】

- a. 吹付けコンクリート・・・・・・・・厚さ、材質等の変更
- b. ロックボルト・・・・・・・・長さ、本数、耐力、定着材、定着方式等の変更
- c. 鋼製支保工・・・・・・・・有無、寸法、施工時期、建込み間隔、材質等の変更
- d. インバート・・・・・・・・有無、形状、施工時期、材質等の変更

20. TBM 工法の構成要素と機能の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。

	構成要素	構成機器	機能
a	掘削部	ディスクカッター	岩を圧砕する
b	駆動部	カッターヘッドベアリング	カッターヘッドを回転させる
c	推進部	スラストジャッキ	推進力を発生させる
d	掘削反力支持部	メイングリッパ	掘削反力を確保する