

<問題-IV-(2): トンネル>

1. トンネル工法の相互比較のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
  - a. シールド工法は、泥土あるいは泥水で切羽の土圧と水圧に対抗して切羽の安定を図る工法である。
  - b. 開削工法では、ボーリングや盤膨れの対策として土留め壁の根入れを深くする場合がある。
  - c. 山岳工法は硬岩から新第三紀の軟岩までの地盤に適用され、条件によっては洪積層にも適用されることもある。
  - d. シールド工法の最小土被りは、これまでの実績ではシールド径の 1/3 程度である。
  
2. 山岳トンネルにおける地山特性の記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
  - a. 緩み土圧は、割れ目の発達した硬岩や土砂地山等で考慮され、テルツァーギの緩み土圧式や全土被り荷重をもとに設定される。
  - b. 土砂地山においては土被り、粘着力の大きさ、粒度分布、含水比、地下水位等によって切羽の安定性が左右される。
  - c. 土砂地山においては、一般に細粒分（粒径  $50\mu\text{m}$  以下）の含有量が少なく、均等係数の小さい地山の場合には切羽の安定性が悪くなる。
  - d. 砂質地山においては、地下水位が下がり含水比が極端に低下すると粘着力が小さくなり、流砂現象が生じることがある。
  
3. 山岳工法の支保部材選定の目安の記述のうち、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

	地山の種類	支保部材				摘要
		吹付け コンクリート	ロック ボルト	鋼製 支保工	インハート	
a	割れ目が多い硬岩	○	○	△	×	標準施工
b	地山強度比が小さい軟岩	○	△	○	○	インハートの早期施工
c	土被りが小さい土砂地山	○	△	△	○	覆工を構造部材として考慮する。
d	土被りが大きい破碎帯	○	○	△	○	断面の早期閉合を考慮する。

[記号説明 ○：効果が大きい、△：効果がある、×：原則的に不要]

4. 道路トンネル（通常断面トンネル）の支保パターンの記述のうち、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 支保パターン B のロックボルトの施工範囲は上半 120 度である。
  - b. 支保パターン C II -b の下半部の鋼製支保工は H-125 である。
  - c. 支保パターン D I -a のロックボルトの長さは 4m である。
  - d. 支保パターン D I -b のインバート厚は 50 cm である。
5. 吹付けコンクリートの力学的特性の記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 材齢 1 日での強度の設定例としては、二車線道路トンネルでは  $5\text{N/mm}^2$ 、新幹線トンネルでは  $8\text{N/mm}^2$ 、大断面道路トンネルでは、 $10\text{N/mm}^2$  等がある。
  - b. 新幹線トンネルや大断面トンネルでは、材齢 7 時間に対しても管理の目安となる強度を設定している例がある。
  - c. 材齢の大きな区分としては、吹付け後 1 日までの初期、7 日程度までの早期、および 28 日程度以降の長期が用いられている。
  - d. 大断面の道路トンネルでは吹付け厚の低減、膨張性地山等では、耐力向上などを目的として、より高強度の  $36\text{N/mm}^2$  に設計基準強度を設定している例がある。
6. 山岳工法の覆工の考え方についての記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 坑口部では不確定要素に対応するため鉄筋を配置する必要があるが、条件を設定した構造設計をしているわけではない。
  - b. 山岳工法によるトンネルで、覆工に力学的機能を付加させるものとして膨張性地山のように、地山の変形の収束前に覆工を施工し、地山を支持する場合等がある。
  - c. 山岳工法では切羽が十分遠ざかり、変形が収束してから覆工を打設することが基本であるが、これはすでに地山の応力は 100% 解放され、それ以上解放すべき応力が存在しないことである。
  - d. 圧力水路トンネル等のように内水圧が加わる場合、周辺地山の地盤反力は期待しないのが一般的である。

7. 山岳工法における湧水対策のため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。
- 未固結な砂質地山の場合、均等係数が 5 以下で細粒分が 10% 以下の場合に切羽鏡面は不安定になりやすいとされており、過度に水を抜いて地山の含水量を極端に低下させると、かえって切羽の崩壊を起こす場合がある。
  - ウエルポイント工法は、集水管を地盤に設置し、地盤に負圧をかけて地下水を吸引する方法で、一般に地下水位低下は 5m 程度以下が限度と言われている。
  - ディープウエル工法は、外径 300~600 mm 程度の井戸を掘り、水中ポンプによって排水する工法で、ディープウエルは、ほぼ一定間隔で設置しなければよい効果が得られない。
  - 湧水対策は排水工法が一般的であるが、排水工法を実施しても湧水量の低減が図れない場合、地下水の排出による地表面沈下を許容できない場合等では、止水工法が適用される場合がある。
8. 道路トンネルの換気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。
- 対面通行トンネルで機械換気を行っている事例は、 $L \times N = 1000$  [但し、L：トンネル延長 (km)、N：時間交通量 (台/h)] 程度以上となっている。
  - 一方通行トンネルで機械換気を行っている事例は、 $L \times N = 2000$  [但し、L：トンネル延長 (km)、N：時間交通量 (台/h)] 程度以上である。
  - 一般的に渋滞を考慮した換気施設の設計は行わないが、渋滞現象を考慮する場合には、視認性を対象とするよりも一酸化炭素を対象とすべきである。
  - トンネル内の視環境に直接的にかかわる煤煙濃度は、走行速度に応じて要求される値が異なる。
9. 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。
- トンネル等級 AA 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 3000m 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。
  - トンネル等級 AA 級においては、ラジオ再放送設備または拡声放送設備を設置するが、延長 3000m 以上のトンネルにおいては、拡声放送設備を設置することが望ましい。
  - 避難通路を設置するトンネル、歩道を有するトンネルおよびトンネルの分岐部・合流部においては、拡声放送設備を設置することが望ましい。
  - 等級区分の交通量 (台/日：トンネル一本当り) 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。

10. トンネルに適用される物理探査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. 弾性波探査反射法（地表からの反射法）は、速度層の境界を検知する探査法であり、山岳地で適用されることはない。
- b. 電気探査比抵抗法は、地盤の比抵抗分布を把握するための探査手法であり、三次元比抵抗探査が実用化されたことにより、トンネル調査に多く適用されるようになった。
- c. 電磁探査は、地盤の比抵抗分布を探査する手法であり、地盤中に人工的に発生させた交流電磁場から、励起される二次電磁場を測定することで地盤の比抵抗分布を求めるものである。
- d. 電磁探査のうち CSAMT 法は、探査深度が 500m 程度までの断層破碎帯、変質帯や風化帯の把握に有効である。

11. TBM の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. 水路トンネルに TBM を適用する場合には、施工精度が通水断面と損失水頭に直接影響を及ぼす場合もあるため、トンネル内面の粗度係数や縦断方向の施工精度等も考慮して内空断面を決定する必要がある。
- b. 先進導坑を TBM で施工し、導坑から補強対策を行う場合は、補強対策に必要な機材等の所要空間をもとに断面を決定する必要がある。
- c. TBM の掘削径は、施工中に掘削径を変更することができないため、掘削径の決定にあたっては、所要の内空断面に支保工厚、覆工厚、変形余裕量および施工余裕量等を考慮して決定しなければならない。
- d. 支保工厚は、一般に水圧によって決定される。掘削径の決定にあたっては、その区間で採用される支保工の最大値を採用しなければならない。

12. TBM の支保部材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. 鋼製支保工は、山岳工法と同様に、掘進時の天端崩落対策やその後の崩落、崩落の恐れのある区間に設置される。
- b. 矢板には、木矢板と鋼製矢板があるが、長期的に支保機能が要求されるようなトンネルで、長期にわたり支保工を存置する場合は、鋼矢板が有効である。
- c. ロックボルトの打設にあたっては、穿孔機が配置できる所要の空間が必要なことから、適用に際しては掘削径、機種、施工範囲の検討が必要である。
- d. 矢板は、吹付けのみで崩落を防止できない場合にロックボルトと併用して設置される。

13. 特殊な地山条件において問題となる現象と調査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】

【調査すべき情報】

- a. 切羽の崩壊、突発湧水・・・・・・・・・・地山強度比、地下水位、破砕帯等の分布
- 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・・・・・・・・・・相対密度、粒度分布
- d. 重金属の溶出、酸性水の発生・・・・・・・・・・重金属含有量、pH

14. 道路トンネルの付属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. 道路トンネルでは、特に換気施設、非常用施設等のトンネル付属施設の計画が道路の交通量、トンネルの延長および平面線形と密接な関係がある。
- b. トンネルの坑口位置、縦断線形を決めるときには、換気所、換気坑の位置、規模を含めた換気ならびに非常用施設の概略設計を行い、工費、施工性、維持管理費等についての総合的な比較検討を行わなければならない。
- c. 長大トンネルでは、経済的な換気を行うために、換気所や換気坑の位置が、トンネルの線形を決定するような場合もある。
- d. 照明施設計画では、出入口部の緩和照明に関する費用が大きな比重を占めるため、あまり短いトンネル群にするとかえって不経済になることもある。

15. 断層破砕帯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. 幅の広い破砕帯を伴った断層の存在は、路線選定段階の調査で概略把握できる。
- b. 破砕の程度等の性状については弾性波探査、X線回折試験等により想定できる。
- c. 断層破砕帯には大量の地下水を賦存していることがあり、この分布や性状の把握が大切である。
- d. 活断層については資料調査により活動度を把握したうえで必要に応じて踏査やトレンチによる詳細観察等の調査を検討することを原則とする。

16. 土被りの小さな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. 土被りの小さな地山は、グラウンドアーチが形成されにくく、地山の緩みに伴う地表沈下や陥没等が起きやすい。
  - b. 土被りの小さなトンネルは、切羽の安定性や坑壁の保持は、問題となることが多い。
  - c. 地表に構造物がある場合は、沈下量と沈下範囲を想定するための調査を行わなければならない。
  - d. 沈下量の予測には、地山の透水係数の把握が必要であるため、標準貫入試験やボーリング孔を利用した原位置試験および室内試験を行う。

17. 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、正しいものを 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
- b. 地表水状況・・・・・・・・・・表流水、温泉、湧泉、湖沼、湿原の分布、埋設管路
- 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、電気伝導度、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）、溶存成分、生態系調査

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. 汚濁水・・・・・・・・・・排水状況、流量および水質、排水経路、水路の状態、流末河川の状態
- b. 湧水・・・・・・・・・・水利用状況、地下水位、水質、PS 検層、水源の状況、湧水発生の可能性のある近接工事
- c. 鉱染、重金属・・・・・・・・・・湧水の pH、電気伝導度、水質分布、含有量試験、溶出試験
- d. 大気汚染・・・・・・・・・・大気汚染物質、気象状況

19. トンネルの維持管理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。

【評価指標】

【変状現象】

- a. 地山の変形・・・・・・・・トンネル周辺の押し出し、地表面沈下、地表面陥没等
- b. 材料劣化・材質不良・・・・・・・・石灰分の溶出、ジャンカ、鉄筋の露出、氷盤等
- c. 補修・補強材の劣化・・・・・・・・浮き、ひび割れ、はく離、剥落、腐食等
- d. 漏水・凍結・・・・・・・・漏水、つらら、側氷

20. トンネルの維持管理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. トンネルの変状の原因は、外力や環境の変化を要因とする「内因」と、材料劣化や設計・施工の不具合を要因とする「外因」に大別される。
- b. 材料面からは、山岳トンネルでは石材、煉瓦、無筋コンクリートの劣化問題を取り扱うことが多く、都市トンネルでは鉄筋コンクリートの劣化問題を扱うことがほとんどである。
- c. トンネルの変状現象は、複数の変状が複合的に生じていることが多く、トンネル表面において観察できる変状が根本的な原因とは限らないことに注意する必要がある。
- d. 変状原因の究明にあたっては、種々の調査からその変状の根本的な原因を把握して適切に補修などの手当てを施さない限り、同じ変状を繰り返すことになるので、原因の究明には慎重に取り組むべきである。