

＜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として、正しいものを a～d のなかから選びなさい。**
 - a. 山岳トンネル工法で未固結地山を施工する場合に、土被り高さ/トンネル直径比（H/D）が3未満程度と小さい場合には、天端沈下量を抑制する補助工法が必要となる。
 - b. 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と同程度であるが、十分な検討が必要である。
 - c. シールド工法の急曲線での施工実績は、曲線半径とシールド外径の比が5～8程度である。
 - d. 開削工法でのボーリングや盤膨れ対策として、土留め壁の根入れを深くしたり、地下水水位低下工法や地盤改良等の補助工法が必要となる場合が多い。

2. **山岳トンネルの計画に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。**
 - a. 双設トンネルの中心線間隔は、地山が完全弾性体と考えられる場合には掘削幅Dの2倍、軟弱な地山の場合でも5倍とれば、ほとんど影響はない。
 - b. トンネルの平面線形は、使用目的及び施工の面からできるだけ大きな曲線とし、直線は避けるべきである。
 - c. 地すべりや大規模な斜面崩壊はトンネルの重大な変状を引き起こす危険性があるので、それらが予想される範囲内にトンネルの坑口を計画しないよう心がける。
 - d. トンネル計画に際しては、問題となる地形や地質をできるだけ避け、適切な土被りを確保し、できるだけ地下水位の低い位置を選定する。

3. **地質調査に関する記述として、正しいものを a～d のなかから選びなさい。**
 - a. 弾性波探査の結果は、あくまでも速度分布であり、詳細な地盤状況等の評価は、他の調査結果と合わせて総合的に評価する必要がある。
 - b. 弾性波探査を都市部で実施する場合、振源は限定されるが、人工的な振動ノイズは小さい。
 - c. 電気探査の結果は、探査地点の地形、地質条件が違っていても、探査精度はほとんど変わらない。
 - d. 電気探査は、比抵抗値を測定するものであるが、地盤の力学強度とも関係がある。

4. 山岳トンネルの掘削工法に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 全断面工法は地山条件の変化に対する順応性が低く、施工途中で他の掘削工法へ変更する場合には、掘削効率が低下する。
- b. ベンチカット工法は、一般に上部半断面、下部半断面に2分割して掘進する工法であるが、特異なものとして、3段以上に分割する多段ベンチカット工法もある。ベンチの長さによって、ロングベンチ、ショートベンチ、ミニベンチに分けられる。
- c. 坑口付近や土被りの小さい区間、土砂地山、切羽が不安定な地山等では従来よりも大規模な補助工法を用いて、できる限り大断面で掘削した方が経済性に有利な場合もある。
- d. 中壁分割工法は小断面掘削の場合に多く用いられ、左右どちらか片側半断面を先進掘削し、反対側半断面を遅れて掘削する工法で、CD（センターダイヤフラム）工法、CRD（クロスダイヤフラム）工法等がある。

5. 山岳トンネルの覆工に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 山岳工法で施工されるトンネルでは、支保工で地山を安定させ地山の变形が収束してから覆工を施工することが一般的である。そのため、覆工には外力は作用しないと考えられ、覆工に力学的機能を付加させないことが多い。
- b. 設計段階で将来のトンネル周辺における環境条件の変化が分かっている場合には、一定規模の改変を想定し、覆工に相応する耐荷能力を付与することがある。
- c. 膨張性の荷重と変形を、設計上覆工コンクリートで抑えようとする時に、覆工に作用する荷重を考慮する場合がある。この場合、掘削から覆工までの期間を考慮し、覆工施工後に生じる地山の塑性圧による荷重を想定して設計することもある。
- d. 圧力水路トンネル等のように内水圧が加わる場合は、周辺地山の地盤反力は期待できない。

6. 相互に近接する山岳トンネルに関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 併設トンネルでは、先行トンネルが後に施工されるトンネル側に変形したり、先行トンネルの周辺地山がさらに緩み、支保工に作用する荷重が増加する場合がある。
- b. 交差トンネルでは、後行トンネルが先行トンネルの上部を通過する場合には、先行トンネルに作用する荷重が軽減されるため、先行トンネルが下方に変形する。
- c. めがねトンネルは導坑、先行トンネル、後行トンネルの各掘削時に周辺地山の応力再配分が繰り返し生じるが、トンネルが相互に影響を受けることはない。
- d. めがねトンネルは中央壁の構築を伴うが、先行トンネルの支保工や覆工を適切に補強しても、導坑をなくした双設トンネルとすることはできない。

7. 山岳トンネルの補助工法に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 充填式フォアポーリングは、切羽面から上半アーチ外周に 3 m 程度以下の長さのボルト等を施工することにより、天端の見かけのせん断強度の増大、前方地山の緩み防止等を期待する工法である。
- b. 長尺フォアパイリングは、崖錐、断層破碎帯、未固結地山等の地山のアーチ作用が期待できない不安定な地山を補強し、先行変位を抑制するとともに切羽の安定化を図る工法で、一般に先受け材としては鋼管が用いられ、その長さは 12.5m 程度以上のものをいう。
- c. 未固結な砂質地山の場合、均等係数が 3 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いる。
- d. 鏡ボルトは、1 打設長 5 m 程度以下の短尺ものと、それ以上の長尺ものがあり、鏡の一部または全面にボルト等を打設して、鏡の安定や地表面の沈下抑制に用いられる。

8. 道路トンネルの換気設計に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 換気施設の設計では、主としてディーゼル車の排出ガス中に含まれる黒煙と、タイヤ等に付着した土砂及び、路面やタイヤの磨耗による粉塵を合計したもの、いわゆる煤煙を対象として計算を行っている。
- b. これまでの主な一方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 $L \times N = 2000$ 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. 対面通行トンネルでジェットファン台数を求める場合は、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)は、50%で自然風-1.5m/s(逆風)という条件で求める。
- d. 車道内風速は一方通行の場合で 12m/s 程度、対面通行の場合で 8 m/s 程度、歩行者がある場合には 5 m/s 程度を上限にしている。

9. 道路トンネル技術基準（構造編）の標準的な通常断面の支保構造に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 吹付けコンクリートによるインバートは、インバート厚さに含めることができるが、現場打ちコンクリートによるインバート部分の厚さがアーチ・側壁の覆工コンクリート厚さを下回ってはならない。
- b. 地山等級が D I であっても、下半部に堅岩が現れるなど、岩の長期的支持力が十分であり、側圧による押し出しなどが無い場合は、インバートを省略することができる。
- c. 鋼繊維補強吹付けコンクリート（SFRC）を用いる場合でも、金網を省略することはできない。
- d. 地山等級 D II においては、上半断面工法の場合は上半部に、補助ベンチ付全断面工法は掘削に時間差が無いため、上・下半部に変形余裕量として 10 cm 程度見込んで設計するのが通例である。

10. シールドトンネルのセグメントの構造計算に関する記述として、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なければならない。
- b. 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。
- c. トンネルの構造計算は、完成後の状態のみに応じた荷重に対して、安全側となるように行わなければならない。
- 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、一般に鉄筋を無視し、コンクリート全断面を有効として計算する。

11. 緩み圧による変状の原因に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 外因として、緩みやすい地山や地震による緩み領域の拡大に起因することがある。
- b. 環境的な外因として、周辺地山の風化や材料劣化に起因することがある。
- c. 内因として、覆工背面の空洞残存による緩み領域の拡大に起因することがある。
- d. 環境的な外因として、豪雨、地すべり土塊による、左右非対称の外圧に起因することがある。

12. 地圧発生の予測に関する組合わせとして、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- | 【地質】 | 【スレーキング特性】 | 【地圧発生特性】 |
|----------------|------------|----------|
| a. 花崗岩類 | スレーキングしない | 地圧発生しにくい |
| b. 安山岩・玄武岩 | スレーキングしない | 地圧発生しにくい |
| c. 蛇紋岩 | スレーキングしにくい | 地圧発生しにくい |
| d. 中古生層の頁岩・粘板岩 | スレーキングしやすい | 地圧発生しやすい |

13. 覆工コンクリートの打込みに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. コンクリートの打込みに先立ち、コンクリートの品質を低下させないように型枠内の清掃を行い、湧水や溜り水がある場合は適切な排水を行わなければならない。
- b. コンクリートの打込みは材料の分離を生じないように、また隅々に行きわたり空隙が残らないよう十分に締め固めなければならない。
- c. コンクリートは打上がりが必要な速度となるように、また覆工の左右均等に連続して打込まなければならない。
- d. コンクリートの打上がり速度を速くすると締め固め効果が向上する傾向がある。

14. インバートコンクリートの施工に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 支保工や覆工コンクリートの脚部とインバートとの打継ぎ目は、トンネルの断面のうち、最も弱点となりやすいので、吹付けコンクリートのはね返り材等の異物を除去するとともに、インバートの掘削面は十分に清掃を行い、ずりや異物等がコンクリートに混入しないように留意しなければならない。
- b. インバートコンクリートの表面の整形は定規を使用して仕上げるが、覆工との間に小半径の曲線が入るインバート形状の場合には、仕上がり面が急なので吹付けコンクリートを用いることもある。
- c. 打込み後、インバートを埋め戻す場合や車両等の通行に供する場合は、コンクリートが埋め戻し土や転圧作業の荷重あるいは輪荷重等の載荷に支障のない強度に達してから行わなければならない。
- d. 覆工コンクリートとの打ち継ぎ目、およびインバートコンクリートの中央付近に設ける打継ぎ目は、軸力を円滑に伝達できるように、原則としてインバートの軸線と直交するように設けなければならない。

15. 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合わせとして、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、地下水の涵養量
- b. 湧水 …………… 水利用状況、地下水位・水質・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

16. 坑外仮設備に関する組合わせとして、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

【設備】

【主要機器】

- a. ずりビン …………… 受ビン、ベルトコンベア、フィーダー、スクリーコンベア
- b. 骨材サイロ …………… ベルトコンベア、クラムシエル
- c. 受電設備 …………… 高圧線路引込線、高圧受電盤、変圧器
- d. 照明設備 …………… 低圧電線路、坑外設備照明

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

- a. 一般に水セメント比は、湿式では 50~65%、乾式では 45~55% の範囲である。
- b. 高強度吹付けコンクリートの水セメント比は、30~40% (水結合材比 30~40% 程度) である。
- c. 単位セメント量は、通常強度では 360kg/m³ 程度 (約 3.6kN/m³ 程度) である。
- d. 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は 400~500kg/m³ 程度 (約 4~5kN/m³ 程度) であることが多い。

18. 施工時の坑内安全点検項目とその内容に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

【点検項目】

【点検内容】

- a. 地山…………… 切羽における浮石や亀裂等の有無、未覆工区間の変状の有無、可燃性ガスや有毒ガスの発生の有無、および湧水の状態、地表面の変状の有無等
- b. 支保工…………… 吹付けコンクリートのひび割れ、および剥離の有無、ロックボルトの定着状態、プレートの変形、ボルトの破断、鋼製支保工の沈下および変形等
- c. 作業環境…………… 温度、炭酸ガス、視界、通気量、排ガス、粉じん濃度、湧水の pH 濃度
- d. 機械、設備…………… 通路、運搬路、軌道、走行車両、換気設備、照明設備、排水設備、連絡通報設備、緊急避難設備および救護用具等の整備状況等

19. トンネルと地すべりに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. トンネル坑口や土被りの小さい谷部や斜面に近接したトンネルの場合、地すべりや斜面崩壊の可能性を検討するとともに、トンネルの安定性を評価し、対策工の必要性やその設計について判断できる資料を得るための調査が必要である。
- b. 規模の大きい地すべりの発生が予想される場合には、地すべりを避けたルートを検討も必要である。
- c. 斜面災害が予想される地山や偏圧地形部で土被りが小さいトンネルでは、集中豪雨や地震動、経年的な地山の劣化等によって供用後に変状がみられることがあるため、長期的な地山の安定性についても検討する必要がある。
- d. 地すべり地や斜面崩壊地は、地すべり地形等の特有な地形を呈している場合が多いので、路線選定段階での踏査や弾性波探査が有効である。

20. 覆工コンクリートの養生に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 打ち終わったコンクリートに十分な強度を発現させ、所要の耐久性、水密性等、品質を確保するためには、打込み後一定期間中、コンクリートを適当な温度および湿度に保つ必要がある。
- b. コンクリート養生期間には、振動や変形等の有害な作用の影響を受けないようにする必要がある。
- c. 坑内は坑奥ほど温度低下があるため、ヒーターによる加熱等の付加的な養生を計画する必要がある。
- d. トンネル貫通後には通風等により温度、湿度が低下することがあるため、必要に応じてシート等による通風の遮断や保温、ジェットヒーターによる加熱等、養生に適した坑内環境を確保する必要がある。