

<問題－IV－（２）：トンネル>

1. 道路トンネルの換気設計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. 車道内風速の（縦流風速）の上限値の目安としては、一方通行の場合で 15m/s 程度、対面通行の場合で 8m/s 程度、歩行者がある場合には 7m/s 程度である。
 - b. 所要換気量は基準換気量に速度勾配補正及び標高 300m 以上は標高による補正を行って求める。
 - c. ジェットファン所要台数算出において、対面通行トンネルでは重交通量比 50% で自然風 -2.5m/s（逆風）という条件で台数を求める。
 - d. 一般に換気施設の設計の対象とする有害物質は、煤煙及び一酸化炭素で、一酸化炭素の設計濃度は設計速度に関係なく 150ppm である。

2. トンネル施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. 道路トンネルの施工法は、山岳工法、シールド工法、開削工法および沈埋工法の 4 つの工法に分類することができる。
 - b. 一般に都市部では、シールド工法、開削工法が、水底部では沈埋工法、シールド工法が、山岳部では山岳工法、シールド工法が用いられる。
 - c. 沈埋工法は、トンネルエレメントを函体（ケーソン）の形で別の場所において、プレハブ方式で製作することが一般的である。
 - d. 都市部のトンネル工事では、施工時の路面交通の確保、騒音や振動への対策、既設構造物との交差や近接施工への対応などからシールド工法が多く用いられている。

3. 山岳工法の選定と検討手順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. 山岳工法は、トンネル周辺地山の支保機能によりグラウンドアーチが形成され、空間を安定させることを基本としているため、掘削時の切羽の自立は前提としない。
 - b. 山岳工法は、断面変更への自由度が高く、道路の分岐合流部や、非常駐車帯の拡幅部に有利で、大規模な補助工法を用いない限り経済性に優れている。
 - c. 都市部で山岳工法を選定する際には、工法の特性や地山条件、立地条件、周辺環境への影響、工期、経済性について十分検討しなければならない。
 - d. 従来は開削工法あるいはシールド工法が適用されていた都市部の未固結地山で、土被りの小さい場所においても山岳工法の適用事例が増えてきている。

4. トンネル標準示方書（山岳工法）の道路トンネルの地山等級の適用上の留意事項の記述のうち、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. トンネル基盤より上部約 15m の範囲が複数の速度層からなる場合は、上層（速度の遅い層）の速度を採用する方が望ましい。
 - b. 坑口部および谷直下付近は、トンネルの上方及び側方の土被りが薄い場合が多く、その場合は、弾性波速度値に注意を払い、等級を下げる（安全側）ことも考えられる。
 - c. ボーリングコアの状態、RQD はボーリング外径には関係しないが、ダブルコアチューブで採取されたコアについて適用する。
 - d. 地山等級 E は特殊な岩質（大きな崖錐、大きな断層、破砕帯等の土圧が著しい岩質）で内空変位量が 200mm 程度以上になるもの以外には用いない。
5. 道路トンネル（中断面：内空幅 8.5~12.5m 程度）の標準的な支保パターン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. 地山等級が D I の場合、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もないと考えられる場合においても、インバートを省略することはできない。
 - b. 早期の断面閉合が必要な場合は、吹付けコンクリートにてインバートを閉合するものとするが、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。
 - c. 鋼繊維補強吹付けコンクリート（SFRC）などを用いる場合でも、金網を省略することはできない。
 - d. 通常断面の適用範囲であれば、大断面との境界付近で、上半三心円などの偏平な断面を採用する場合であっても、大断面の支保パターンの適用を検討する必要はない。
6. トンネルの縦断勾配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、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 5% 程度以下とすることが望ましい。
 - b. 水路トンネルの勾配は、目的に応じた通水量、通水断面積、流速等により定める。
 - c. 行政界にまたがってトンネルが設定され、水利用問題がある場合には、可能な限り行政界にクレストを置く拌み勾配とするのがよい。
 - d. 道路や鉄道トンネルでは、一般に施工を考慮して 0.3% 以上の勾配で、使用の目的・延長、施工中の排水等も考えて適切な勾配を採用しなければならない。

7. ロックボル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。
- ロックボルトの効果としては、吊下げ効果、吹付け支持効果、内圧効果、地山物性改良効果、縫付け効果がある。
 - ロックボルトの定着方式のうち、摩擦式の代表例としてカプセル型がある。
 - 鋼管膨張型は穿孔した孔の半径方向に大きな塑性変形が可能なので、孔壁が自立すれば、広い範囲の地山に適用できる。
 - ロックボルトは地山に定着されたのち、軸方向の引張りと軸直角方向のせん断に抵抗する機能からその効果を発揮する。
8. 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。
- 水路トンネルでは用途上からトンネルのタイプにかかわらず、原則としてインバートを設置することとしている。
 - 鉄道トンネルでは、地山等級ⅡN以下に該当する場合は、原則としてインバートを設置することとしている。
 - 道路トンネルでは、坑口部および地山等級Dの区間に原則としてインバートを設置することとしている。
 - インバートは、覆工とともに必要な内空断面を保持する機能がある。
9. 坑口部の設計において予想される問題点と対策に関する組合せのうち、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

| 問題 対策 | 斜面崩壊 | 地すべり | 偏圧 | 地耐力 不足 | 切羽崩壊 | 地表面 沈下 |
|----------|------|------|----|-----------|------|-----------|
| a. 垂直縫地 | ○ | ○ | ○ | — | ○ | — |
| b. 地山注入 | ○ | — | — | ○ | ○ | ○ |
| c. 先受け工 | — | — | — | — | ○ | ○ |
| d. 脚部の補強 | — | — | — | ○ | — | ○ |

10. 近接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。
- 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する。
 - 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増大し、先行トンネルが下方に変形する。
 - 交差トンネルでは、後行トンネルが先行トンネルの下部を通過する場合には、先行トンネルが沈下するように変形し、支保工、覆工の応力が増加する場合がある。
 - 後行トンネルの掘削や覆工により、水脈や地下水位が変化する場合がある。

11. 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縦断勾配と密接な関連性がある。
- 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、換気所や換気坑等の配置が、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、短いトンネル群は経済性に優れることが多い。

12. 未固結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. 未固結砂層や砂礫層が粘土等の不透水層と互層をなしている場合や、レンズ状構造等の不均質な構造を呈する場合は、未固結砂層や砂礫層内の地下水はにじみ出し程度の場合が多い。
- b. 都市部を含む平野部や丘陵地では埋没谷が分布することがあり、大量の突発湧水、切羽の崩壊やこれらの影響がトンネルから離れた場所で生じる問題があるので、特に注意しなければならない。
- c. 火山帯の場合は、ボーリング調査を主体に電気探査、地下水調査、弾性波探査（反射法）等により総合的に評価する。
- d. 火山帯の場合は、地質構造が旧地形に顕著に支配されるため複雑であり、さらに新期の堆積物が地表を被っている場合が多いので、施工段階まで継続した調査が必要となる場合が多い。

13. トンネル湧水量とその集水範囲の予測方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. 計画地周辺や類似地山でのトンネル施工事例の検討
- b. 地形および水文地質条件を用いた方法
- c. 水理公式による方法
- d. 梁ばねモデルによる数値解析

14. 地山特性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. 切羽の安定性は、岩盤においては岩の強度、割れ目の状態と間隔、あるいは膨張性の有無等により異なり、割れ目に粘土を挟在する場合や割れ目が発達している場合等は切羽の安定性は良くなる。
- b. 割れ目が多い硬岩や中硬岩地山においては、土被りが大きく地山応力が高い場合に、山はね等が発生することがある。
- c. 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、地下水等によって、切羽の安定性が左右され、一般に、細粒分（粒径 $75\mu\text{m}$ 以下）の含有量が少なく均等係数の小さい地山の場合は切羽の安定性が良くなる。
- d. 砂質地山においては、含水比が高いと地山の流動化を生ずることがあるが、逆に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、流砂現象を生ずることがある。

15. 地震の影響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. トンネルは周辺地山と一体になって挙動するため、地表の構造物に比べて地震の影響が少なく、耐震性に富む構造物であるといえる。
- b. 地山が良好なトンネルについては一般に地震の影響を考慮する必要はない。
- c. 規模が大きい地震がトンネルの近傍で発生した際には、土被りの小さな坑口付近で斜面崩壊の影響を受けたり、覆工の変状が発生する場合がある。
- d. 既往の調査によれば、断層破碎帯や地質の急変部等において、地震の影響として覆工コンクリートに亀甲状のひび割れ等の変状が発生した例もある。

16. 水圧とトンネル構造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. トンネルに作用する水圧は、内水圧と外水圧がある。
- b. 内水圧は水路トンネルのようにトンネル内を水が流れる場合に考慮する必要があり、状態に応じて静水圧と動水圧がある。
- c. 外水圧はトンネル周辺の地下水の水抜き状態や、地山の一軸圧縮強度に応じて異なる。
- d. 地下水位低下に伴う地盤沈下の問題や地下水の利用状況から地下水を低下させてはならないような場合には、地下水をトンネル内に流入させないような構造とする。

17. 山岳トンネルの覆工の変状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。
- トンネル側部の塑性圧が原因となる覆工のひび割れは、トンネル横断方向に開口ひび割れが多く発生する。
 - トンネル天端のゆるみ圧が原因となる覆工のひび割れは、トンネル天端付近のトンネル縦断方向に圧縮ひび割れが多く発生する。
 - 偏圧が原因となる覆工のひび割れは、トンネルアーチ肩部付近のトンネル縦断方向に開口ひび割れが多く発生する。
 - トンネル天端の覆工背面に空隙があり、トンネル側部の塑性圧が増加すると、トンネル天端の縦断方向に圧縮ひび割れが多く発生し、側壁部にもトンネル縦断方向に圧縮ひび割れが発生する。
18. トンネルの変状調査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。

| | 調査対象 | 調査項目 | 使用機器・試験等 |
|----|--------|--------|-----------------|
| a. | 地表面・地山 | 地山挙動調査 | 地すべり変位測定・傾斜測定 |
| b. | 覆工・表面 | ひび割れ | モルタルパット・電導度試験 |
| c. | 覆工・材質 | 覆工強度調査 | コアボーリング・強度試験 |
| d. | 覆工・漏水 | 漏水水質試験 | pH 調査・水温・水質化学分析 |

19. 覆工背面の裏込め注入工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。
- 地山と覆工背面との間の空洞に材料を充填し、覆工の曲げ剛性を増加させる。
 - 覆工に作用する土圧を分散することにより、一様な荷重を覆工に作用させる。
 - 覆工表面のひび割れから派生している小ブロックを安定化する。
 - 漏水による覆工の劣化を促進することがある。
20. 工学的モデルによる掘削影響解析における解析用入力物性値を採用する際の記述のうち、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
- 試験で得られる物性値を割れ目の状態に応じて低減する。
 - 実測にもとづく逆解析で得られる値を参考にする。
 - 各機関により定められた標準的な物性値を用いる。
 - 地層モデルの代表的な地層の物性値を一律に用いる。