

<問題-IV-(2):トンネル>

1. 道路トンネルにおける、一般的な定期点検の実施要領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. 定期点検の結果で、応急対策が必要と判断された場合は、遅滞なく応急対策を行う。
 - b. 点検員は専門的な判断が求められるので、大学卒業者においては4年以上の実務経験を有することが望ましい。
 - c. 新設トンネルの初回定期点検は、建設後1年から2年以内に実施することが望ましい。
 - d. 近接目視点検は、特に日常点検では発見しづらい変状があるアーチの上部や、坑門の上部に対して高所作業車等により点検個所に接近し入念に観察する必要がある。

2. 山岳工法で建設されたトンネルの変状の原因と特徴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. 緩み土圧は、地山が自然に緩み、自重を支えられなくなり、覆工に荷重として作用する鉛直圧を主体とするものである。
 - b. 膨張性土圧による変状では、左右の側壁あるいはアーチの両肩に、複雑な輪切り方向のひび割れが生じやすい。
 - c. 凍害の発生機構は、コンクリート中の水分の凍結およびそれに伴う体積膨張にある。
 - d. 水圧・凍上圧は、漏水と深くかかわっており、トンネルに作用する場合は通常、側圧が卓越し、側壁あるいはアーチ肩部に水平ひび割れが生じることが多い。

3. トンネルの変状対策工として施工される裏込め注入工の設計・施工上の留意点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. 注入材により作用土圧を均等に伝達させる必要があることから、そのための強度としては2～3 N/mm²程度のものが一般的に採用されている。
 - b. 湧水がある場合は、比重の小さい材料は流される恐れがあることから、比重の大きな材料を選定する。
 - c. 指定領域外への逸出防止として施工するストッパーは、指定領域の境界部分にゲル時間の長い注入材を先行注入するものである。
 - d. 注入は、注入材料、使用機械、注入圧力等により方式が異なるため、空隙、背面の地山状態、漏水、施工条件等に応じ適切な方法を選定するものとするが、注入材の選定にあたっては、材料分離、ブリージング、注入後の体積収縮の大きなものを選定する。

4. 山岳工法における地山条件に応じた観察・計測項目の選定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. 膨張性地山の施工において問題となる現象は、側壁の押出し、盤ぶくれ、切羽の押出しや自立性等で、場合により追加すべき観察・計測項目としては、地山試料試験、覆工応力測定、盤ぶくれ測定がある。
- b. 硬岩・中硬岩地山の施工において問題となる現象は、岩塊・岩片の肌落ちや緩み、崩落、切羽の自立性等で、必要な観察・計測項目としては、坑内観察調査、天端・脚部沈下測定、内空変位測定がある。
- c. 軟岩地山（膨張性地山は除く）の施工において問題となる現象は、岩塊・岩片の肌落ちや緩み、崩落、切羽の自立性等で、場合により追加すべき観察・計測項目としては、坑内地中変位測定、ロックボルト軸力測定、吹付けコンクリート応力測定、鋼アーチ支保工応力測定等がある。
- d. 土砂地山の施工において問題となる現象は、地山の緩みとそれに伴う地表面の沈下、切羽の流出、近接構造物への影響等で、場合により追加すべき観察・計測項目としては、地山試料試験、盤ぶくれ測定、地下水圧や間げき水圧の測定、AE測定等がある。

5. 山岳工法における道路トンネルの標準的な支保構造の組み合わせの目安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. 通常断面トンネル（内空幅8.5～12.5m程度）における地山等級Bパターンのロックボルトの長さは3mで、その施工範囲は、上半120度である。
- b. 通常断面トンネル（内空幅8.5m～12.5m程度）の地山等級CⅡ及びDⅠパターンにおけるCⅡ-a、CⅡ-b、DⅠ-a、DⅠ-bの区分は、国土交通省ではbを基本としている。
- c. 鋼繊維補強吹付けコンクリート（SFRC）などを用いる場合は、金網を省略できる。
- d. 地山等級DⅠパターンにおいては、下半部に堅岩が現れるなど岩の長期的支持力が十分で、側圧による押し出しなどもないと考えられる場合でも、インバートは省略できない。

6. 道路トンネルにおける換気方式の選定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. 車道内風速は、トンネル利用者あるいは保守作業員などの安全と快適性を確保するために一方通行の場合で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7 m/s程度を上限にする必要がある。
- b. 換気量は、交通条件、トンネル条件、設計濃度などによって求まるが、供用中の換気施設の設置されているトンネル状況より、対面通行のジェットファン縦流換気方式などの場合、概ねkm当たり100m³/s程度が目安である。
- c. 交通条件には交通方式（一方通行、対面通行）、交通量、走行速度、車種構成などがあり、交通方式に関しては、対面通行トンネルでは交通換気力を有効に利用できる。
- d. 車道内風速が高くなると、換気抵抗が大きくなること、換気施設や交通換気力による昇圧効果が大きくなることなどにより、経済的に不利となることがある。

7. 山岳工法における施工時の土圧による変状対策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. 支保部材の変状は、一般に吹付けコンクリートでは、ひび割れやはく離・はく落、ロックボルトでは、ベアリングプレートの変形や抜け落ち、ロックボルトの破断がある。
- b. トンネルに作用する土圧には、緩み土圧、膨張性土圧、偏土圧等があり、膨張性土圧は、地山強度比が2以下の場合に発生しやすく、長期にわたって大きな変位が発生する場合がある。
- c. 偏土圧が作用しやすい地形・地質の条件としては、地表面が傾斜しており土被りが比較的大きい場合で、地質が著しく不均質な場合に発生しやすい。
- d. 吹付けコンクリートに曲げ耐力や、じん性を求める場合には、繊維補強コンクリートを用いる場合がある。

8. シールド工法の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. 調査は、シールド工法を安全かつ経済的に実施するもので、立地条件調査、支障物件等調査、地形および地盤調査に大別される。
- b. 立地条件調査は、土地利用および権利関係、将来計画、道路種別と路上交通状況、工事用地確保の難易度、河川・湖沼・海の状況、工事用電力および給排水施設について、トンネル通過地付近の周辺環境を調査するものである。
- c. 支障物件等調査は、トンネル周辺諸施設の保全とシールド工法の安全性の確保との両面を目的に行うものであり、構造物の変状、地下水の水位や水質への影響、噴発、逸泥等を調査するもので、構造物の基礎反力や建物荷重によりトンネルに作用する上載荷重等の諸荷重については、検討する必要はない。
- d. 地形および地盤調査は、踏査、ボーリング等を適切な方法により行うものとし、調査位置や調査項目等については、周辺環境、工事内容、規模等を考慮して決めるものとするが、基本調査におけるボーリングの間隔は、一般に50m間隔程度で行われることが多い。

9. シールド工法の荷重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. 地震の影響を検討する場合、中規模地震動(レベル1)に対しては、一時的な荷重と考え、部材に発生する応力度を割増しした許容応力度以内におさめ、大規模地震動(レベル2)に対しては、トンネルの内空断面を確保する観点から、部材の局所的な損傷は許容して設計するのが一般的である。
- b. 水圧はトンネルの施工中および将来の地下水位の変動を想定し、安全な設計となるような地下水を設定して定めるものとする。円形トンネルでは、設計計算上、地下水位を高く採る方が必ずしも安全側ではなく、むしろ地下水位は低く抑えた方が安全側の設計となる場合が多い。
- c. 土圧の算定にあたって、土と水とを分離して取扱う考え方(土水分離)と、水を土の一部として包含する考え方(土水一体)とがあるが、一般的に、土水分離は粘性土において、土水一体は砂質土において採用される傾向にある。
- d. 軟弱地盤中にトンネルを構築する場合には、シールドの施工過程に起因する沈下とは別に、地盤特性がもたらす沈下の影響に留意し、必要に応じて、トンネル部およびトンネルと立坑との接合部などへの地盤沈下による影響を検討する。

10. シールド工法のシールド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. カッターヘッドの支持方式のうち、センターシャフト支持方式は構造が簡単なため、中小口径シールドに使われる場合が多い。
- b. カッターヘッドの開口率は、泥水式シールドの場合10～30%程度、土圧式シールドの場合、面板形では30～40%、スポーク形では60～80%、フレーム形では50～60%程度の場合が多い。
- c. 一般にシールドジャッキ1本あたりの推力は、中小口径シールドで500～1500kN、大口径で1500～9500kNのものが使用されている。
- d. カッタービットの種類はティースビット、ローラーカッター、先行ビット、シェルビット等があるが、このうちローラーカッターは巨石、粗石の破碎およびティースビットの保護に用いられる。

11. 山岳トンネルに使用される覆工材料は、時代によって変遷している。古い順にあげた記述として、正しいものをa～dのなかから選びなさい。

- a. 石積み、無巻（無覆工）、レンガ積み、コンクリートブロック積み、場所打ちコンクリート
- b. レンガ積み、無巻（無覆工）、石積み、コンクリートブロック積み、場所打ちコンクリート
- c. 石積み、無巻（無覆工）、コンクリートブロック積み、レンガ積み、場所打ちコンクリート
- d. 無巻（無覆工）、石積み、レンガ積み、コンクリートブロック積み、場所打ちコンクリート

12. 鉄道トンネルの保守管理に関し、新しい全般検査体系の確立や剥落に対する健全度判定法を整備する契機となったのは、山陽新幹線福岡トンネル及び北九州トンネルと室蘭本線礼文浜トンネルの覆工コンクリートの剥落事故である。これらが発生した西暦年として、正しいものをa～dのなかから選びなさい。

- a. 1979年
- b. 1989年
- c. 1999年
- d. 2009年

13. 覆工コンクリートの変状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. 塑性圧に起因する変状の事例として、覆工肩部からSL付近にトンネル縦断方向に連続的なひび割れが発生することが多い。
- b. 天端地山のゆるみ土圧に起因する変状の事例として、覆工の天端にトンネル縦断方向に連続的な開口性ひび割れが発生することが多い。
- c. 偏圧に起因する変状の事例として、覆工山側の肩部にトンネル縦断方向の連続的なひび割れが発生することが多い。
- d. 外力に起因する変状かどうかは、多くの場合、遠望目視点検によって判断できる。

14. Terzaghiの支保工に作用する地圧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。

	岩盤の状態	ゆるみ高さ (m)	摘 要
a	堅硬で侵されていない	o	肌落ちや山はねのある場合は軽易な支保工を用意する
b	普通程度に塊状で割れ目のあるもの	$0.25B \sim 0.35 \times (B+Ht)$	側圧はない
c	はなはだしく小塊で割れ目の多いもの	$(0.35 \sim 1.10) \times (B+Ht)$	相当の側圧
d	徐々に押し出してくるもの (中程度の土被り)	$(1.10 \sim 2.10) \times (B+Ht)$	大きな側圧、インバートストラットが必要で、円形支保工が推奨される

※土被り 1.5 (B+Ht) 以上の場合の鋼製支保工天端に作用する土荷重の高さを示す。

B: トンネル掘削断面の幅 (m)

Ht: トンネル掘削断面の高さ (m)

15. 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。

- 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。
- 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260kg/m³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は400～500kg/m³程度であることが多い。

16. 青函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。

- 海底掘削区間は、シールドトンネルで施工された。
- 海底掘削区間の最大水深は、約140mである。
- 海底掘削区間の最大水深部の土被りは、約140mである。
- 海底掘削区間は、片押し掘削によって施工された。

17. 地圧発生の予測に関する組み合わせの記述のうち、誤っているものをa～dのなかから選びなさい。

- | | | |
|----------------|------------|----------|
| 【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 | スレーキングしやすい | 地圧発生しやすい |
| c. 蛇紋岩 | スレーキングしやすい | 地圧発生しやすい |
| 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 |

18. 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、突発的湧水 | 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 | 相対密度、粒度分布 |
| d. 高圧熱水、有毒ガス発生 | 温度、ガス濃度 |

19. 吹付けコンクリートの機能および効果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。

	機 能	効果の概要
a	コンクリートの軸圧縮抵抗	コンクリートの軸圧縮耐力や剛性によって、アーチに作用する、おもに内空に向けた比較的均一な外力や変形に起因する軸力に抵抗する。
b	コンクリートのせん断抵抗	コンクリートのせん断耐力や剛性によって、局部的な抜落ち等に起因するせん断力やせん断変位に抵抗する。地山と吹付けコンクリート間の付着力が必要である。付着力が損なわれると曲げ抵抗モードとなる。
c	コンクリートの曲げ抵抗	コンクリートの曲げ耐力や剛性によって、局部的な抜落ち等に起因する曲げモーメント等に抵抗する。
d	コンクリートと地山の境界面のせん断抵抗、付着抵抗	コンクリートと地山の境界面におけるせん断抵抗や付着抵抗による吊り下げ効果を得る。

20. TBM工法の構成要素と機能の記述の組み合わせとして、誤っているものをa～dのなかから選びなさい。

	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	カッターヘッド駆動装置	反力支持部に対し伸縮させる
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