

<問題－IV－（2）：トンネル>

1. トンネルの主な出来事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. わが国に初めてNATMが導入されたのは、上越新幹線の中山トンネルで、1970年のことである。
 - b. 道路トンネルでの大規模な火災事故としては、1990年に発生した日本坂トンネルでの火災事故が有名である。
 - c. 「トンネル標準示方書（山岳編）・同解説」（土木学会）の改訂で、NATMが標準とされたのは1986年である。
 - d. JRの鉄道トンネル（山陽新幹線福岡トンネル、北九州トンネル、室蘭本線礼文浜トンネル）で覆工コンクリートのはく落事故が発生したのは2005年のことである。

2. 大断面道路トンネル（内空幅12.5～14.0m程度）の標準的な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. 地山等級D Iパターンにおけるロックボルトは長さ6 m、周方向間隔1 m、延長方向間隔1 mである。
 - b. 地山等級D IIパターンにおける鋼アーチ支保工は、H-150である。
 - c. 地山等級がD Iパターンであっても、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もない場合はインバートを省略できる。
 - d. 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はできるが、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。

3. 道路トンネルの換気設備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. ジェットファンの設置方法には、吊り下げる方法と固定する方法があるが、吊り下げるのが一般的であり、設計にあたっては、吊り金具を含めアンカーの強度は、ジェットファン本体の静荷重の15倍以上をとることが望ましい。なお、アンカーに対しては、ジェットファンの取付前に強度試験を行う必要がある。
 - b. ジェットファンの標準的な仕様において、高風速ジェットファンの噴流風速は、30m/sが標準である。
 - c. 連絡ダクトの圧力損失は、ダクト長に比例する摩擦損失によるものの他、ダクトの変形（曲がり、拡大、縮小、分岐、合流など）によるものがあり、ダクト内風速は、山岳トンネルの事例では、約15m/sが経済的であると言われている。
 - d. 送・排風機をトンネル火災時に排煙用として運転するときには、送・排風機保護上ダクト内に排煙温度を50℃まで下げるダクト冷却装置を設ける必要がある。

4. 山岳工法における層状地盤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。
- 付加体と呼ばれる地質体中の堆積岩類には、層理面や断層、へき開面などの弱面が発達することが多い。
 - 地表付近に比較的硬質で風化に対して抵抗力の大きなチャート・砂岩・石灰岩などの岩塊が露出している場合は、これらがキャップロックとなり、弾性波探査結果に影響を与える場合がある。
 - メラングジュ（混在岩）中に含有される石灰岩岩塊は、炭酸カルシウムを主成分とすることから、砂岩など他の岩種に比べ水との反応性（溶解）に富み、鍾乳洞のような空洞が生じることがある。
 - メラングジュ（混在岩）は層状岩塊が泥岩や頁岩に散在する連続性のある地層である。
5. 山岳工法における膨張性地山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。
- 粘土鉱物を含む地山がトンネル掘削による水の供給をうけ、強度低下や粘土鉱物自体の体積膨張でトンネル内に押し出す場合がある。
 - 極まれな現象であるが、地質によって高压のガスを内在する場合に、トンネル掘削による圧力の低下でガスが膨張し、地圧となってトンネル内に押し出す場合がある。
 - 断面を分割して掘削すると、地山の応力の再配分が複雑となって、変形がなかなか収束しない場合がある。
 - 膨張性が大きい場合には、円形支保が有利となり、施工性も良いが、特別な場合を除いて採用は少ない。
6. 山岳工法における主な計測項目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。
- ロックボルトの軸力測定では、ロックボルトに生じたひずみから、ロックボルト軸力を算出し、効果の確認やロックボルト長、ロックボルト径の適否を判断することができる。
 - ロックボルトの引抜き試験では、ロックボルトの定着効果を確認し、引抜き耐力から適正な定着方式や、ベアリングプレートの面積の適否を判断することができる。
 - A E測定結果から、インバートの必要性、効果を判断することができる。
 - 坑内地中変位測定では、トンネル周辺の緩み領域、変位量を知り、ロックボルト長、鋼製支保工の大きさ、ピッチの適否を判断することができる。

7. 山岳工法における鋼製支保工の機能および効果の概念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。
- 鋼製支保工は、吹付けコンクリートと同様に軸圧縮抵抗、せん断抵抗、曲げ抵抗により外力に抵抗することができる。
 - 開口亀裂や規模の小さい弱層等の地山の弱点となる個所を鋼製支保工が支持することにより、地山内の不連続面や弱層の影響を低減する効果を内圧付与効果という。
 - 鋼製支保工を地山と密着させることにより、部材の曲げ抵抗やせん断抵抗により局所的な岩塊の崩落を防止する効果を岩塊保持効果という。
 - 支保工に作用する荷重を、鋼製支保工が底板やウイングリブを介して、地山（脚部）に伝達させる効果を荷重伝達効果という。
8. シールド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。
- トンネル内空は、用途に応じた形状と大きさを有するとともに、施工上の要件も考慮して決定する。
 - トンネルの平面線形は、できるだけ直線あるいは緩やかな曲線とし、小さい曲線半径を用いる場合は、設計、施工に関して十分な検討を行う。
 - トンネルの土被りは、地表や地下構造物の状況、地山の条件、掘削断面の大きさ、施工方法等を考慮して決定する。必要な最小土被りは、一般には $1.0D \sim 1.5D$ （ D ：シールド外径）と言われているが、これより小さい土被りでの施工例も多い。
 - トンネルを2本以上併設する場合は、後続トンネルの施工を安全に行うために適切な離隔が必要であり、トンネルの相互の離隔距離は、一般にトンネル内径以上を確保することが望ましい。
9. シールド工法のセグメント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。
- セグメントリングの横断方向の断面力は、完成後のみに対する荷重の作用状態やセグメントの構造特性を考慮して計算するものとする。
 - コンクリート系セグメントを用いたトンネルの構造計算では、不静定力または弾性変形の計算において、一般に鉄筋を考慮し引張鉄筋側のかぶりを控除したコンクリート断面で計算する。
 - 鉄鋼製セグメントのスキンプレートおよび背板の有効幅は、主断面の曲げ剛性、軸剛性および曲げ応力度の計算にあたっては、主桁1枚あたり片側 $25t$ （ t ：スキンプレートの板厚）とする。
 - セグメントの継手の断面力は、セグメントリングの断面力の算定方法によらず最大の発生断面力に対し60%としてよい。

10. シールド工法の施工設備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. 坑内の作業場においては、安全で衛生的な作業環境を作るために安全通路や昇降設備を設置する必要があるが、換気については自然換気で十分対応できるため換気設備は不要である。
- b. スtockヤードは、工程の進捗に支障ないように、2日分程度のセグメント等の覆工材料、仮設備材料、施工用機械器具等を貯蔵できる面積を計画する。
- c. 泥水式シールド工法に用いられる送排泥管設備の管径は、シールド径、土質等によらず250Aを使用する。
- d. 土圧式シールド工法に用いられる坑内掘削土砂搬出方法には、軌道方式、パイプライン方式、コンベヤー方式があり、このうちパイプライン方式が最も一般的である。

11. 道路トンネルの定期点検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. 「判定区分A」は、「変状が著しく通行車輛の安全を確保できないと判断され、応急対策を実施した上で補修・補強対策の要否を検討する標準調査が必要な場合。」である。
- b. 「判定区分B」は、「変状があり、応急対策は必要としないが補修・補強対策の要否を検討する標準調査が必要な場合。」である。
- c. 「判定区分S」は、「変状はないか、あっても軽微で応急対策や標準調査の必要がない場合。」である。
- d. 覆工のひび割れ、段差の変状の「判定区分B」は、「天端や肩部で幅3mm以上、延長方向に2m以上の規模を有する場合、または、ひび割れが多い場合。」である。

12. トンネル変状に関する坑内調査項目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。

	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、目地切れ、材質、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

13. 覆工コンクリートの締固め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. 内部振動機は打設したコンクリートのなかを横移動させ締固める必要がある。

14. 施工時の支保工変更に関する組み合わせとして、誤っているものをa～dのなかから選びなさい。

【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、建込み間隔、材質等の変更
- d. インバート……………有無、形状、裏込め注入、施工時期、材質等の変更

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。

- 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程度であることが多い。

16. 施工時の坑内安全点検項目・内容に関する組み合わせとして、誤っているものをa～dのなかから選びなさい。

【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、積算温度等
- 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

17. 道路トンネルの付属施設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. 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、あまりに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。

18. 設計、施工計画段階の地質調査の目的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. トンネル区間の全体的な地質構造、地質分布およびその性状の把握
- b. 特殊地山の分布や性状および問題となる現象の発生予測と対策工検討のための基礎資料の取得
- c. 坑口位置の地形、地質条件および問題となる事項とその対策の設計に必要な基礎資料の取得
- d. 切羽の安定性評価、支保工の設計、補助工法の選定、掘削工法および覆工コンクリート打設方式の選定のための基礎資料の取得

19. 計測管理基準と安全管理体制に関する組み合わせとして、誤っているものをa～dのなかから選びなさい。

- a. 通常体制……………定時計測
- b. 注意体制……………計測頻度強化、現場点検、作業員への注意強化
- c. 要注意体制……………計測体制の強化、軽微な対策工の実施
- d. 嚴重注意体制……………施工の停止、変状要因・傾向の解析、遠望目視点検

20. TBM工法の構成要素と機能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	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	メインビーム	掘削反力を確保する