

平成23年度技術士第二次試験問題〔建設部門〕

選択科目【9-9】トンネル

1時30分～5時

I 次の2問題（I-1，I-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

I-1 次の8設問のうち1設問を選んで解答せよ。（解答設問番号を明記し，3枚以内にまとめよ。）

I-1-1 山岳トンネル工事を計画するに当たっては，環境保全に十分配慮しなければならないが，工事に伴い周辺環境に影響を及ぼす項目を3つ挙げ，それぞれについて調査時の留意点と環境保全対策について述べよ。

I-1-2 山岳トンネルの覆工の設計において，力学的機能を付加させる場合の代表的なケースを3つ挙げ，それぞれのケースについて付加させる理由と設計上の留意事項を述べよ。

I-1-3 山岳トンネルの特殊地山においては，設計及び施工に当たり，それぞれの地山性状に適応した安全で経済的な対策を検討しなければならない。山岳トンネルの特殊地山について，以下の問いに答えよ。

(1) 特殊地山を5つ挙げ，その中から2つについてその発生する地質や地山性状と問題となる現象を説明せよ。

(2) (1) で説明した特殊地山2つについて，その現象に対する対策を述べよ。

I-1-4 道路トンネルの換気について，以下の問いに答えよ。

(1) 道路トンネルの，1) 交通条件，2) 車道内風速，3) 環境条件（坑口排気の低減）のそれぞれについて，換気との関連において留意すべき事項を述べよ。

(2) 換気方式や交通方式を考慮し，火災時の換気施設の運用について述べよ。

I-1-5 セグメントの設計に当たり考慮する施工時荷重を3つ挙げ，それぞれについて検討すべき事項を述べよ。

I-1-6 泥水式シールド工法の掘削，切羽の安定に関する施工管理項目を列挙し，それぞれの留意点について述べよ。

I-1-7 開削工法における土留め壁の設計法について、以下の問いに答えよ。

- (1) 慣用計算法による応力計算の概要を述べるとともに、適用に当たっての留意点を3つ述べよ。
- (2) 弾塑性法による応力及び変形の計算において、構造系と側圧に対する解析上の仮定をそれぞれ3つ述べよ。

I-1-8 開削トンネルの適切な計画、設計及び施工を目的に行う調査のうち、地盤調査について、以下の問いに答えよ。

- (1) 予備調査及び本調査について、それぞれ目的と代表的な調査手法を述べよ。
- (2) 主な調査項目である地層構成、地盤物性、地下水について、それぞれ把握すべき事項を述べよ。

I-2 次の8設問のうち1設問を選んで解答せよ。(解答設問番号を明記し、3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 山岳トンネルの耐久性を確実なものとするためには、最終構造系であるトンネル覆工(インバートも含む。)の品質を長期にわたり適切に確保する必要がある。現状において問題となっているトンネル覆工の品質確保の課題を設計、施工及び維持管理上それぞれについて2つ挙げ(計6つ)、それぞれの課題の内容と対策を述べよ。

I-2-2 図-1に示すように、掘削幅約10mの山岳トンネルの坑口部について、A、B、Cの3つのルートが検討されている。これらのルートについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 坑口部の施工を行う上で検討すべき課題をルートごとに2つ挙げ、それぞれの課題の概要を述べよ。
- (2) これらの課題に対して考えられる対策を述べ、3ルートを比較せよ。

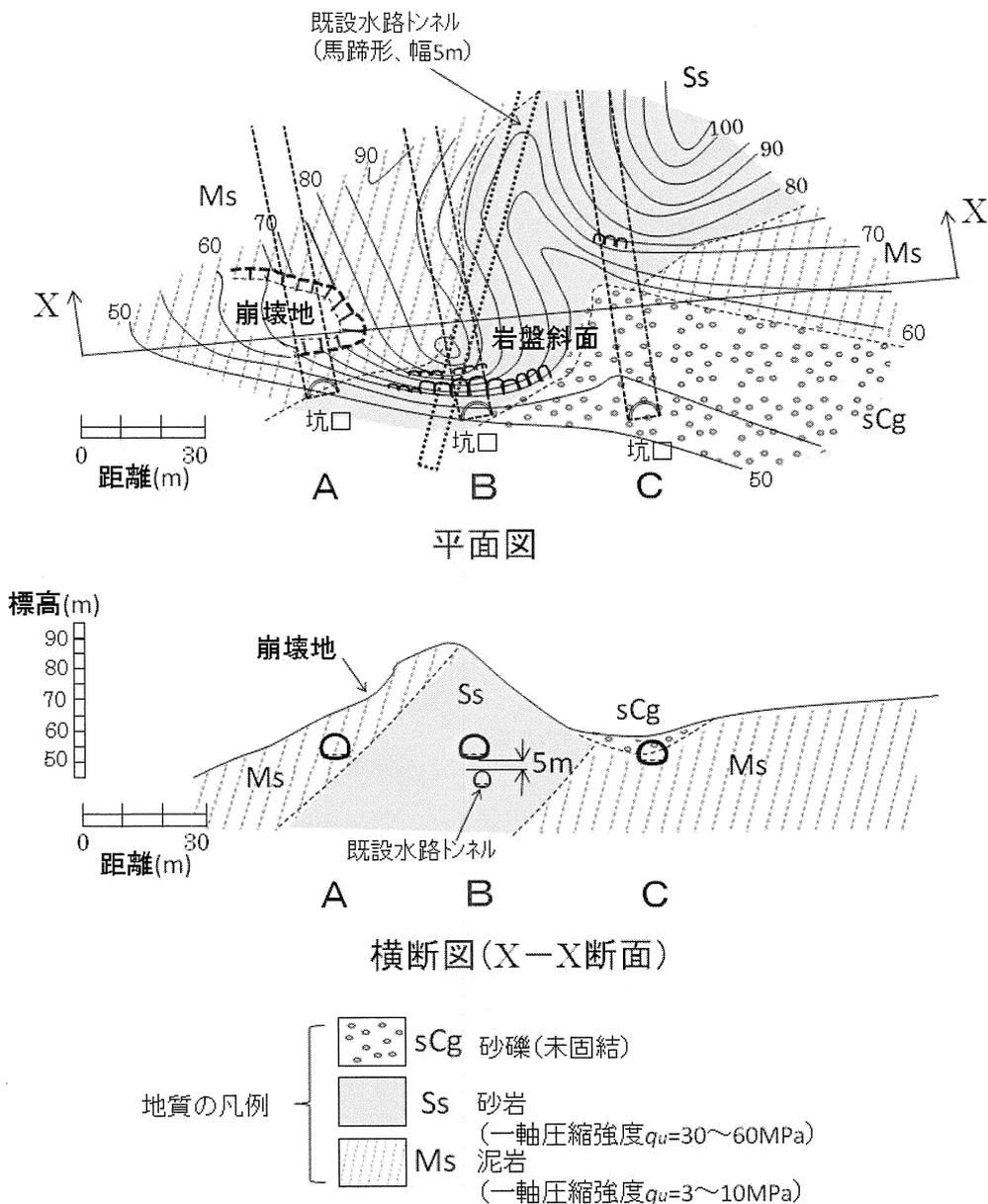


図-1 各ルートの坑口部の平面及び横断面図

I-2-3 掘削幅約10mの山岳トンネルが図-2, 図-3のような地形・地質で河川の下を通過する。このような条件で施工するトンネルについて, 以下の問いに答えよ。

- (1) 設計及び施工で検討すべき課題について述べよ。
- (2) 検討すべき課題に対する具体的な対策と設計及び施工に当たり留意すべき事項を述べよ。

補足条件)

- ① 掘進工程が遅れており, できるだけ進捗を図りたい。
- ② 河川水は下流で農業用水や養魚などに使用され, 施工中・後も濁水させることはできない。
- ③ 地表部は比較的容易にアプローチできる。
- ④ 砂礫層は固結度が低く, 右岸は地すべり崩土が堆積している。

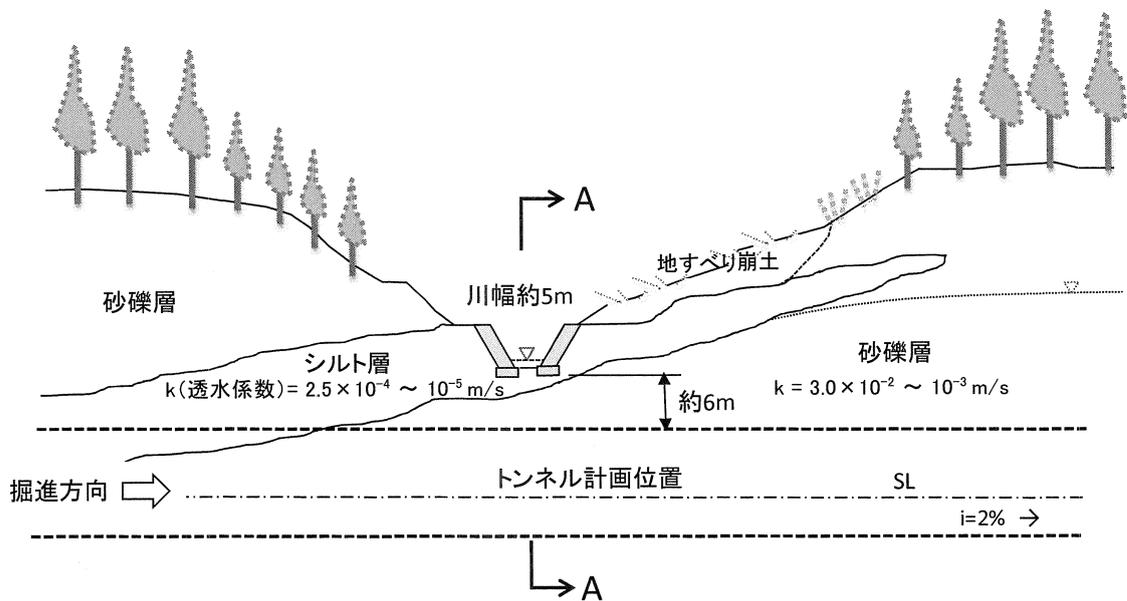


図-2 河川横断部のトンネル縦断面図

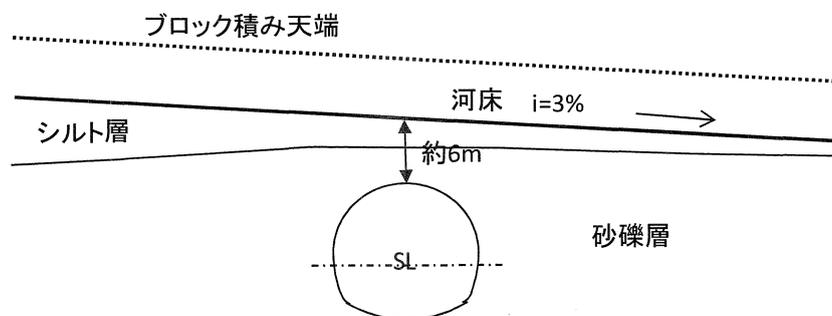
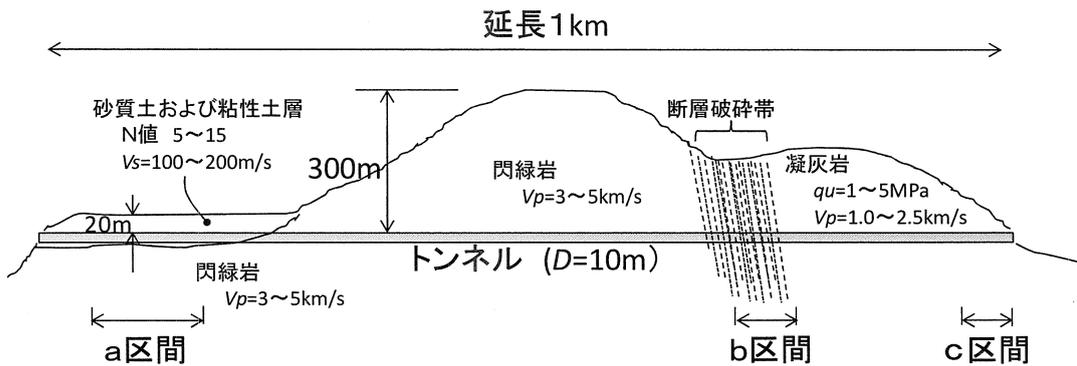


図-3 A-A断面図

I-2-4 マグニチュード7の直下型地震により、震源から5 km以内に位置する交通用の山岳トンネルの一部区間において、アーチ部からの覆工片の剥落、変形による建築限界の支障、路盤の隆起、アーチ部からの漏水などの補修・補強を要する被害が発生した。図-4は、このトンネルの縦断図であり、被害が生じた区間はa, b, cの各区間である。なお、このトンネルの諸元や被害区間の構造の概要は図の注釈に示したとおりである。

- (1) a, b, cの各区間で考えられる被害の形態を推測し、復旧のための対策方法を述べよ。
- (2) 山岳トンネルの耐震性を確保するために配慮すべき事項を、設計、施工、維持管理の3つの段階に分けて述べよ。



注1) トンネルの概要

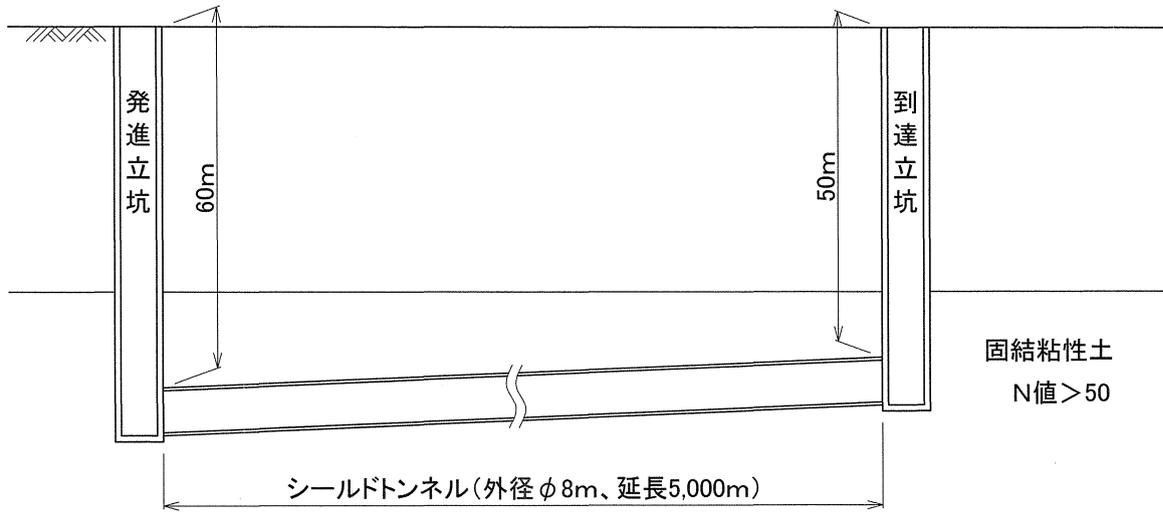
- ①建設(竣工) : 1995年
- ②施工方法 : NATM
- ③a, b, c区間の覆工・イパ-トの状況 : 下表のとおり。

| 区間 | 二次覆工 | イパ-ト |
|----|----------|------|
| a | 無筋コンクリ-ト | 有り |
| b | 無筋コンクリ-ト | 一部無し |
| c | 無筋コンクリ-ト | 有り |

- 注2) V_p : 地山弾性波速度 (P波)
 V_s : 地山弾性波速度 (S波)
 qu : 一軸圧縮強度

図-4 トンネルの縦断図

I-2-5 都市部において、図-5に示すようなシールド工事を計画している。セグメント、シールド、施工及び施工設備について、この工事で特に留意すべき事項とその対策をそれぞれ述べよ。



※トンネルの平面線形はほぼ直線

図-5 縦断面図

I-2-6 可燃性ガスの存在が予想される地域でシールド工事を行う場合に、災害防止のために必要な措置や設備を述べよ。さらに万一、シールドの掘進中に可燃性ガスがシールドトンネル内へ噴出した場合に講ずべき緊急時対策について述べよ。

I-2-7 非常に軟弱な沖積粘性土層において、地下鉄の駅本体と出入口を開削工法で築造するに当たり、図-6に示すような土留め工を計画している。掘削底面の安定に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 駅本体工事と出入口工事のそれぞれに想定される掘削底面の安定を損なう現象について説明するとともに、図中に示した条件を用いて安全性を評価せよ。
- (2) (1)で説明した現象ごとに防止するための対策を3つ挙げ、それぞれ設計・施工上の留意点を述べよ。

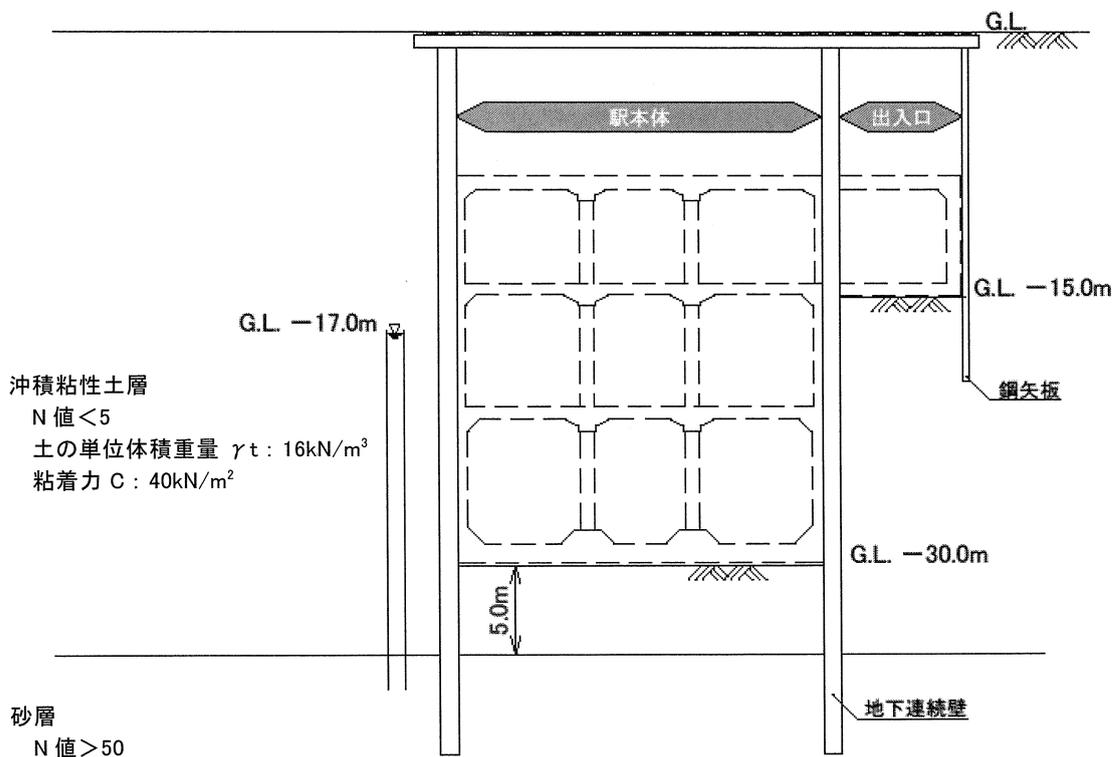


図-6 横断面図

I-2-8 図-7に示すように、都市部において、シールドトンネルを築造した後、引き続き立坑（円形立坑）を築造して、このシールドトンネルと接続する工事を行っている。立坑は、上部を地下連続壁で、また、シールドトンネルとの接続部周辺をライナープレートで施工している。

- (1) 接続部の築造に当たり、事前に検討すべき項目について述べよ。
- (2) 立坑底版部を築造した後、シールドトンネルのセグメントの一部を撤去したところ、接続部上部付近から大量の地下水が出水した。このような状況を踏まえ、今後、立坑工事を完成させるために講ずべき措置について述べよ。

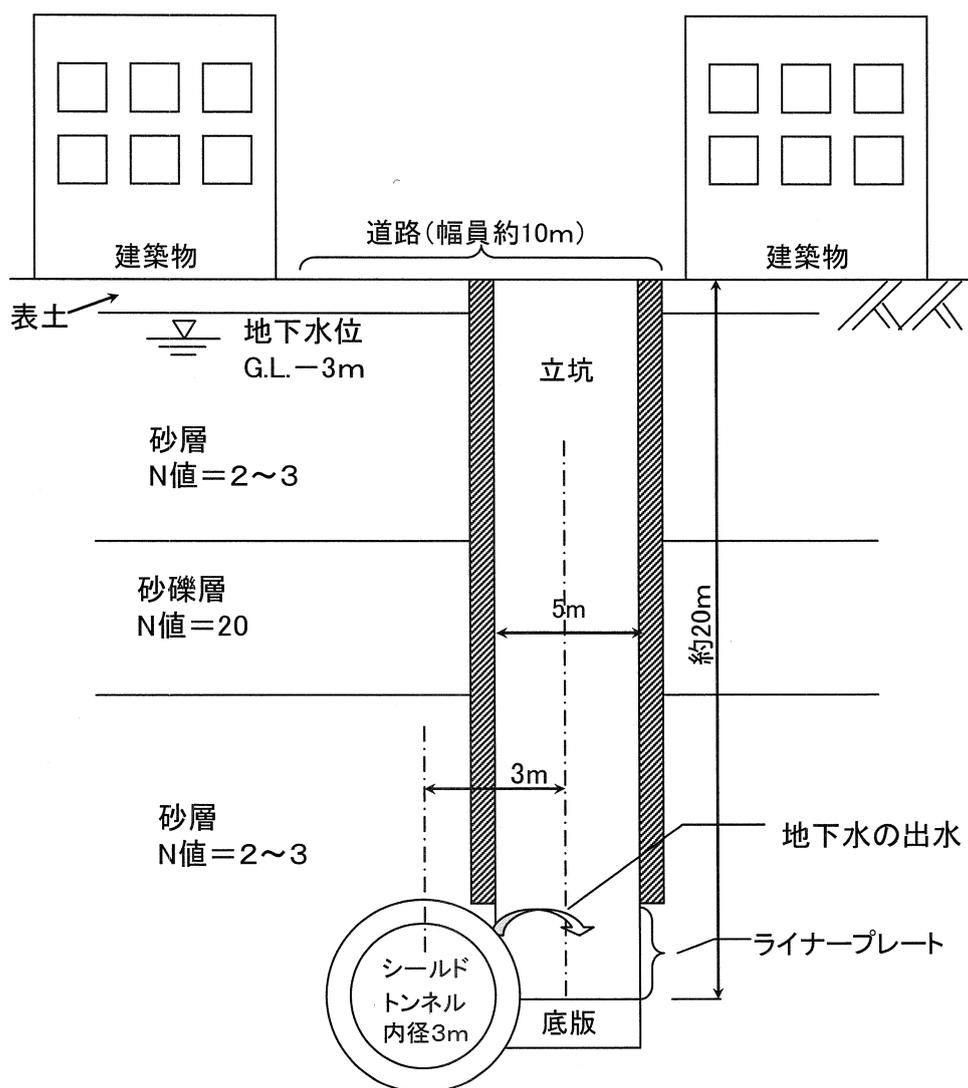


図-7 横断面図