

平成21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 山岳トンネルを施工する際に行われる観察・計測について，次の問いに答えよ。

- (1) 日常の施工管理のために行われる観察・計測（計測A）と地山条件に応じて追加して実施される観察・計測（計測B）に分け，各々の概要を述べよ。
- (2) 山岳トンネルにおける観察・計測の意義と課題を述べよ。

I-1-2 山岳トンネルにおける防水型のトンネルと排水型のトンネルについて，次の問いに答えよ。

- (1) 設計上の留意点を述べよ。
- (2) 施工上の留意点を述べよ。

I-1-3 山岳トンネルの掘削において発生するずり処理について，次の問いに答えよ。

- (1) トンネル掘削で大量に発生するずりを処理するにあたり，計画段階において考慮すべき事項を述べよ。
- (2) 坑内のずり運搬方式を3つ挙げ，その概要と特性を述べよ。

I-1-4 道路トンネルの換気について，次の問いに答えよ。

- (1) 換気の目的と換気対象となる物質について概説し，その設計濃度について述べよ。
- (2) 機械換気の方式を3つ挙げ，その特徴を概説し，坑口からの排気を抑制する方式について述べよ。

I-1-5 シールド工事における支障物件等について、次の問いに答えよ。

- (1) ルート選定に先立ち、直接支障があるか又は影響範囲にある諸物件に関し、十分調査しておかなければならない項目と内容について述べよ。
- (2) 掘進中に地中障害物に遭遇した場合の調査と対応策について述べよ。

I-1-6 特殊なシールド機について、次の問いに答えよ。

- (1) 地中接合シールドの概要を述べ、設計及び施工上の留意点について述べよ。
- (2) 親子シールドの概要を述べ、設計及び施工上の留意点について述べよ。

I-1-7 開削工法の路面覆工に関して、次の問いに答えよ。

- (1) 覆工桁の設計方法について述べよ。
- (2) 路面覆工の設置時及び撤去時に考慮すべき事項について、それぞれ述べよ。

I-1-8 開削工法によるトンネル躯体の防水に関して、次の問いに答えよ。

- (1) 防水工法の種別を3つ挙げ、それぞれの概要について述べよ。
- (2) (1) で挙げた防水工法のそれぞれについて、施工上の留意点を述べよ。

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 図-1に示す条件により、経年40年の既設の山岳トンネルに近接して新たな山岳トンネルの新設が計画された。この計画に対して検討を行った結果、事前に対策を実施しないと既設トンネルに有害な影響が生じることが予測された。この場合について、次の問いに答えよ。

- (1) トンネルの新設によって既設トンネルが受ける可能性がある影響について考察せよ。
- (2) この場合、どのような対策を行うことが考えられるか、新設トンネル側、既設トンネル側に分けて述べよ。

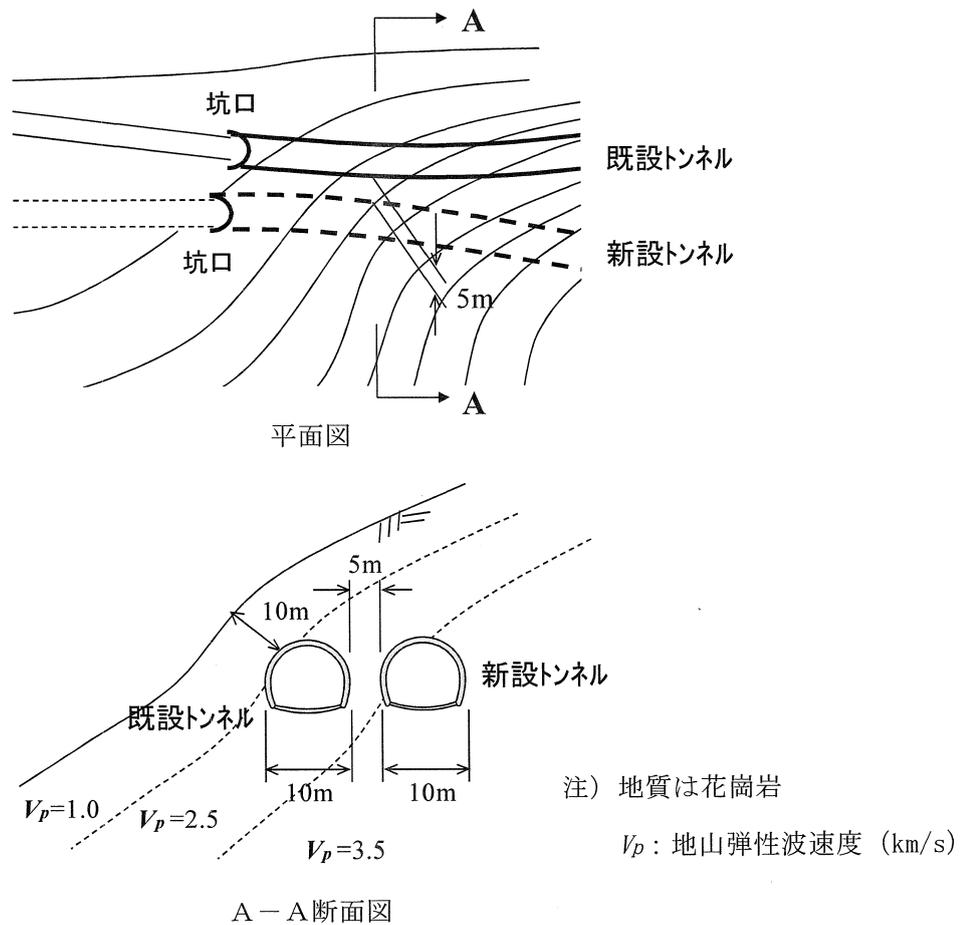


図-1

I-2-2 トンネルと住宅地が図-2のような位置関係にある。トンネルは発破掘削により施工中で、これから住宅近くをトンネル掘削するにあたり、次の問いに答えよ。

- (1) 発破振動による住宅への影響を評価するための予測・評価方法について概説し、影響を評価するにあたり、施工時に留意しなければならない点について述べよ。
- (2) 影響評価の結果、通常の発破掘削では被害発生の可能性があることがわかった。発破振動を低減する具体的な対応を述べよ。

条件 ① 地 質：花崗岩で亀裂は少ない，弾性波速度3～4 km/s，  
一軸圧縮強度70～100 N/mm<sup>2</sup>

② 支保パターン：主に吹付けコンクリートとロックボルト主体の支保  
(道路) C I～B，(水路) B<sub>1</sub>～A，(鉄道) III<sub>NP</sub>～IV<sub>NP</sub>

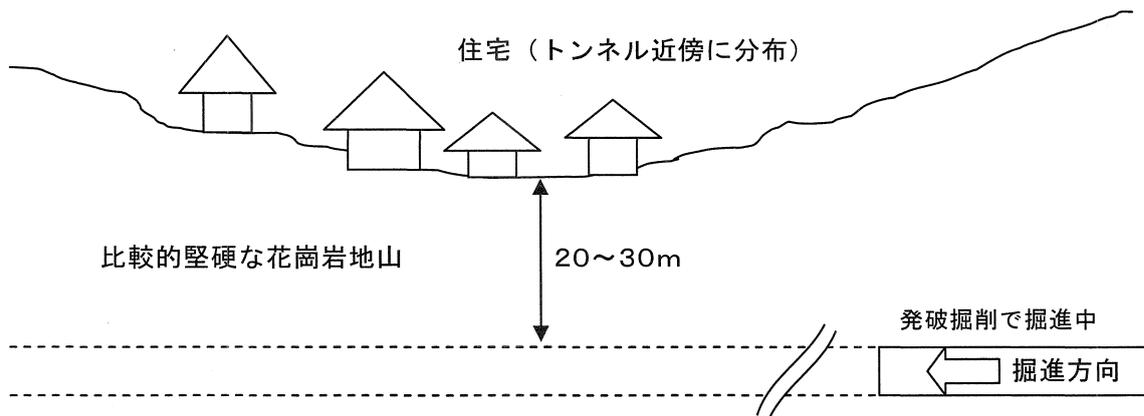


図-2

I-2-3 図-3のような新幹線に供用される4kmの長さの山岳トンネルがある。トンネル入口付近には、トンネルから20~50mの範囲に10軒の人家がある。トンネル入口からは砂岩・泥岩の互層の地質をなす台地（A区間）があり、その直上には田圃と畑地が広がり、山岳部から出口方向（B区間）には鉱化変質岩を主体とする地質の地山が形成されている。地山条件は、次のとおりである。

① A区間は、透水係数が $1 \times 10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ 、一軸圧縮強度が $10 \text{N/mm}^2$ 程度

② B区間は、透水係数が $1 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 程度、一軸圧縮強度が $15 \sim 30 \text{N/mm}^2$

上記の条件を考慮して、次の問いに答えよ。

(1) A区間（坑口の人家の状況を含む）及びB区間の地質等を有するトンネルを計画するにあたり、環境保全上の留意すべき事項をそれぞれ述べよ。

(2) 上記のA区間及びB区間それぞれの環境保全上の留意すべき事項に対して、必要となる対策を述べよ。

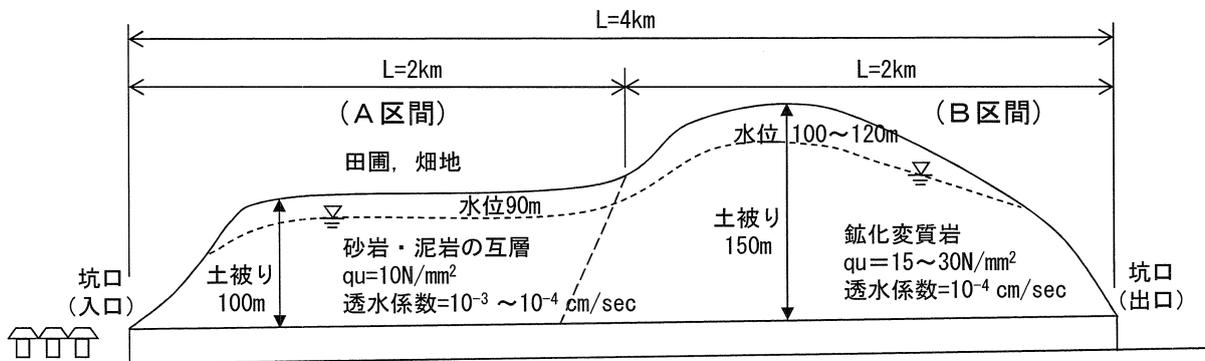


図-3

I-2-4 図-4のような低土被りで3kmの山岳トンネルがある。A区間は約1kmに渡り住宅が密集しており、B区間には高規格の幹線道路が、またC区間には重要な幹線電力鉄塔が存在している。それぞれの区間における地山条件は下記のとおりである。

- ① A区間：土被り $1.5D \sim 2D$ ，一軸圧縮強度 $5\text{ N/mm}^2$
- ② B区間：土被り $1D$ ，N値15
- ③ C区間：土被り $1.5D$ ，N値20

上記の条件を考慮して，次の問いに答えよ。

- (1) A，B，C地区の構造物を保全するために必要な設計・施工上の留意すべき事項を述べよ。
- (2) (1)の留意すべき事項に対し，適切な対策工法を述べよ。

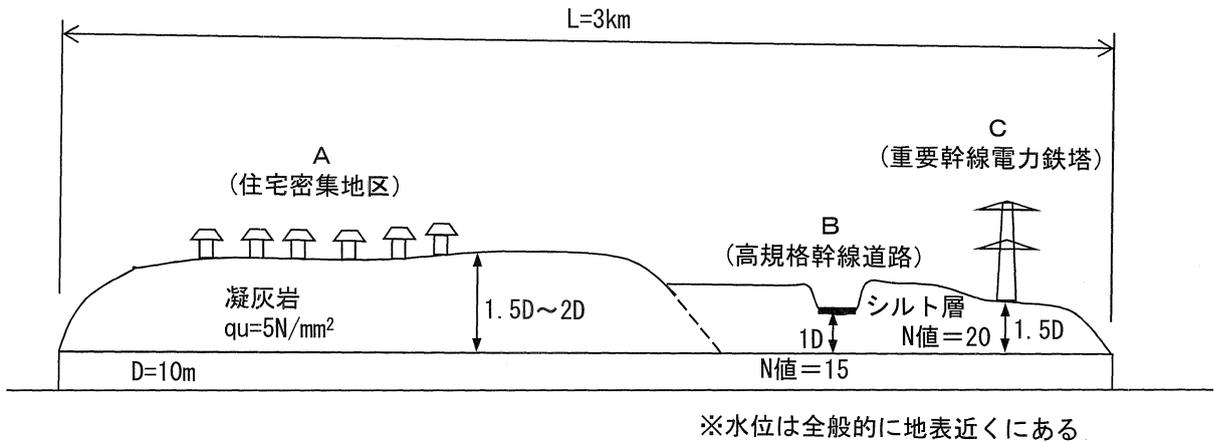


図-4

I-2-5 都市部において、図-5に示すように発進立坑から到達立坑に向けてシールド工事を計画する。シールド工事を計画する上で、平面線形、シールド、セグメントについて、この工事特有の重大となるリスクを洗い出し、リスクに対する対策を述べよ。なお、以下に示す条件以外に、条件が必要な場合、適宜、仮定を記載すること。

- 条件 ① 土被り25m程度  
 ② 掘削地盤は、N値=3程度の粘性土地盤  
 ③ シールド外径5m程度  
 ④ 図-5の着色部は、幅員20mの道路

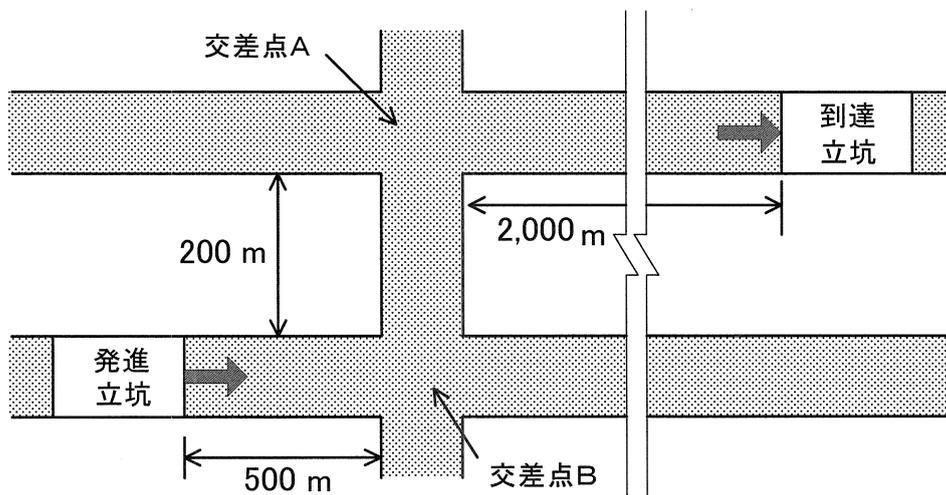


図-5

I-2-6 シールド工法によりトンネルを建設する場合の品質管理に関して、次の問いに答えよ。

- (1) トンネル構築に使用するセグメント、シールド、一次覆工用防水材のそれぞれについて、必要な試験又は検査を列举し、確認すべき事項を述べよ。
- (2) 土圧式シールドの施工管理のうち、切羽の安定管理及び裏込め注入管理について、それぞれ管理方法と管理値設定にあたっての留意点を述べよ。

I-2-7 都市部において、図-6に示すように掘削床付け面下方に既設シールドトンネルが存在する場所で大規模開削工事を行う。この場合の掘削に伴うリバウンド予測方法として、簡易予測法を2つ説明せよ。また、既設シールドトンネルへの掘削に伴う影響を軽減させる対策を記載するとともに、影響予測を精度よく評価、検証する方法について述べよ。

- 条件 ① 掘削幅30m，延長250m，掘削深さ25m  
 ② 床付け付近の地盤は，N値＝10程度の粘性土  
 ③ 土留めは，横断方向，縦断方向とも地下連続壁（厚さ＝1,000mm）  
 ④ 既設シールドトンネルは，セグメント外径5m，鉄筋コンクリート製，土被り30m

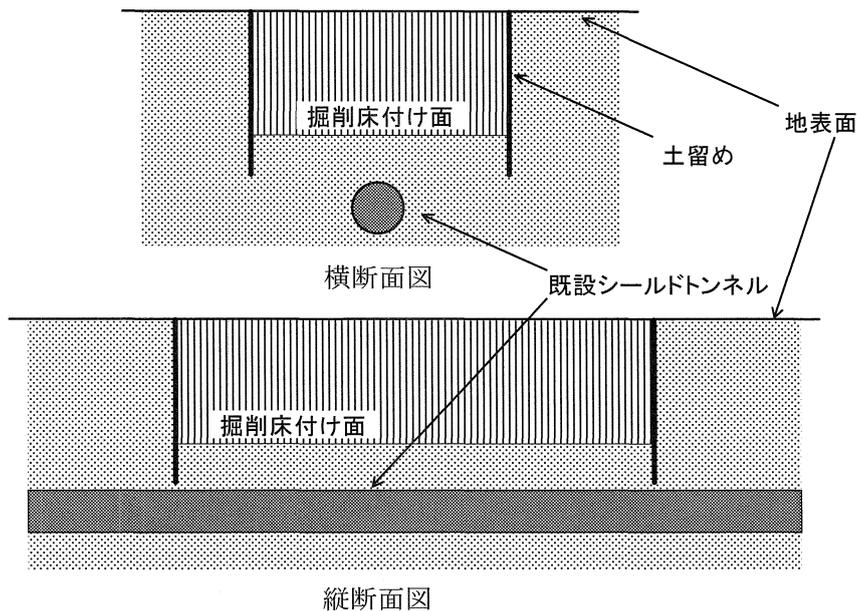


図-6

I-2-8 シールドトンネルの発進部や到達部に築造する永久構造物としての矩形立坑又は円形立坑の設計に関し、それぞれ構造形式に応じた構造解析手法と留意点を述べよ。