

技術士第二次試験 試験問題

9-9 トンネル

(午後)

注意事項

1. 答案用紙の記入について

- (1) 試験問題の指示どおりに解答していない場合は、【失格】となります。
- (2) 受験番号/問題番号*/技術部門/選択科目/専門とする事項を、解答に使用した答案用紙のそれぞれの上欄に記入して下さい。〔※ 問題番号には、設問番号を含む。〕
☆ 受験番号/問題番号*について、未記入、誤記入又は不明確の場合は、【失格】となります。
- (3) 答案の書き方は、原則として1マス1字とし、横書きで解答して下さい。
縦書きの解答は、【失格】となります。
また、答案用紙の裏面に記載された内容は採点対象外となります。

2. 答案用紙綴りの使用について

試験問題が、「答案用紙3枚以内」で「計2問題」を解答する形式の場合は、以下のように答案用紙綴りを使用して下さい。

答案用紙綴りの1枚目～3枚目で1問題を解答

答案用紙綴りの4枚目～6枚目で1問題を解答

- ☆ 解答する順序の指定はありませんが、解答の書き出しを、答案用紙綴りの1枚目から及び4枚目からとして下さい。
- ☆ 例えば、最初に解答する問題を答案用紙2枚のみで解答した場合でも、次に解答する問題は、答案用紙綴りの4枚目から使用して下さい。

答案用紙綴りの使用については、誤った場合でも【失格】とはなりません。

3. 試験問題冊子について

受験申込をした選択科目の問題冊子であることを確認して下さい。

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 都市部の土砂地山において土被り1D（D：トンネルの掘削幅）以下で施工される山岳トンネルについて、次の問いに答えよ。

- (1) 覆工及びインバートの設計上の留意点を3つ述べよ。
- (2) 施工中に問題となる可能性がある現象を3つ挙げ、それぞれについて対策の概要を述べよ。

I-1-2 山岳トンネルの線形及び内空断面に関し、次の問いに答えよ。

- (1) 線形（平面線形、縦断線形）を計画するにあたり、留意すべき事項を5つ述べよ。
- (2) 内空断面を決定するにあたり、留意すべき事項を4つ述べよ。

I-1-3 山岳工法の支保工について、次の問いに答えよ。

- (1) 支保工には、鋼製支保工、吹付けコンクリート、ロックボルトがある。それぞれの支保工の効果を地山条件との関係でそれぞれ3つ以上述べよ。
- (2) これらの支保工を単独あるいは組み合わせてトンネル支保工を設計するにあたり、一般的な留意事項を3つ以上述べよ。

I-1-4 道路トンネルの非常用施設の種類には、①通報・警報設備、②消火設備、③避難誘導設備、④その他の設備がある。これら非常用施設について、次の問いに答えよ。

- (1) 非常用施設の種類から3つを選び、設備の設置目的とその設備の種類を述べよ。
- (2) これらを的確に運用できるようにするには、どのようなことが必要か述べよ。

I-1-5 シールドトンネルのセグメントの耐久性に影響を及ぼす止水性、ひび割れ、防食・防錆について、検討すべき事項をそれぞれ述べよ。

I-1-6 シールドトンネルへの地震の影響について、次の問いに答えよ。

- (1) 地震の影響に対する考え方と地震の影響を考慮すべき条件について述べよ。
- (2) トンネルの耐震検討手法と構造解析モデルについて述べよ。

I-1-7 開削トンネルの設計に関して、次の問いに答えよ。

- (1) 限界状態設計法による性能照査において考慮する限界状態を3つ挙げ、それぞれについて述べるとともに、その代表的な例を列挙せよ。
- (2) 限界状態に対する照査に用いる安全係数を列挙し、それぞれを定めるにあたって考慮すべき事項を述べよ。

I-1-8 開削トンネルの施工に関して、次の問いに答えよ。

- (1) 遮水性土留め壁において、埋設物等のために不連続部が生じる箇所の設計及び施工上の留意点についてそれぞれ述べよ。
- (2) 掘削内及び掘削に近接した位置に埋設物がある場合、掘削中の埋設物の保安措置方法をそれぞれ列挙し、施工上の留意点について述べるとともに、埋戻し時の掘削内の埋設物に対する保安措置について、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に示すように、新第三紀の堆積岩(一軸圧縮強度 $2\sim 20\text{MPa}$)で構成される最大土被り 200m の地山において施工中の延長 1km 、掘削幅 10m の山岳トンネルがある。図-2は、図-1のa断面、b断面、c断面において計測されたインバート掘削前までの内空変位の経距変化と代表的なロックボルト軸力のパターンを示したものである。なお、掘削工法はショートベンチカット工法である。以上の点を考慮して、次の問いに答えよ。

- (1) a, b, cの各断面における施工中の地山挙動の特徴を述べよ。
- (2) この結果を踏まえて、各断面における設計及び施工上の留意点を述べよ

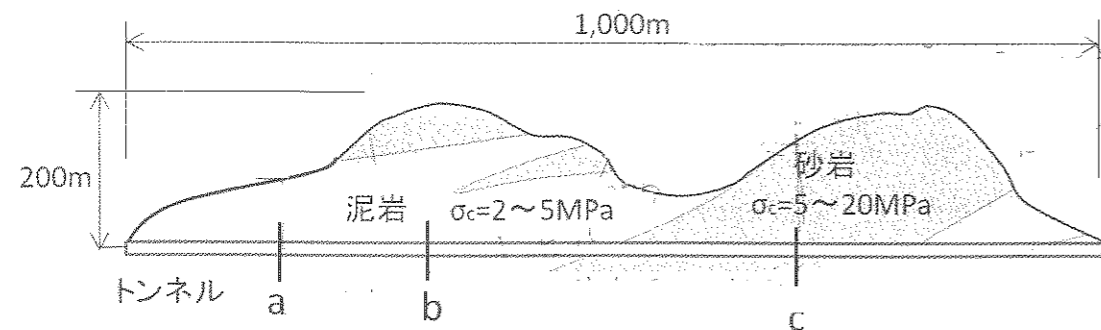


図-1 地質縦断面図

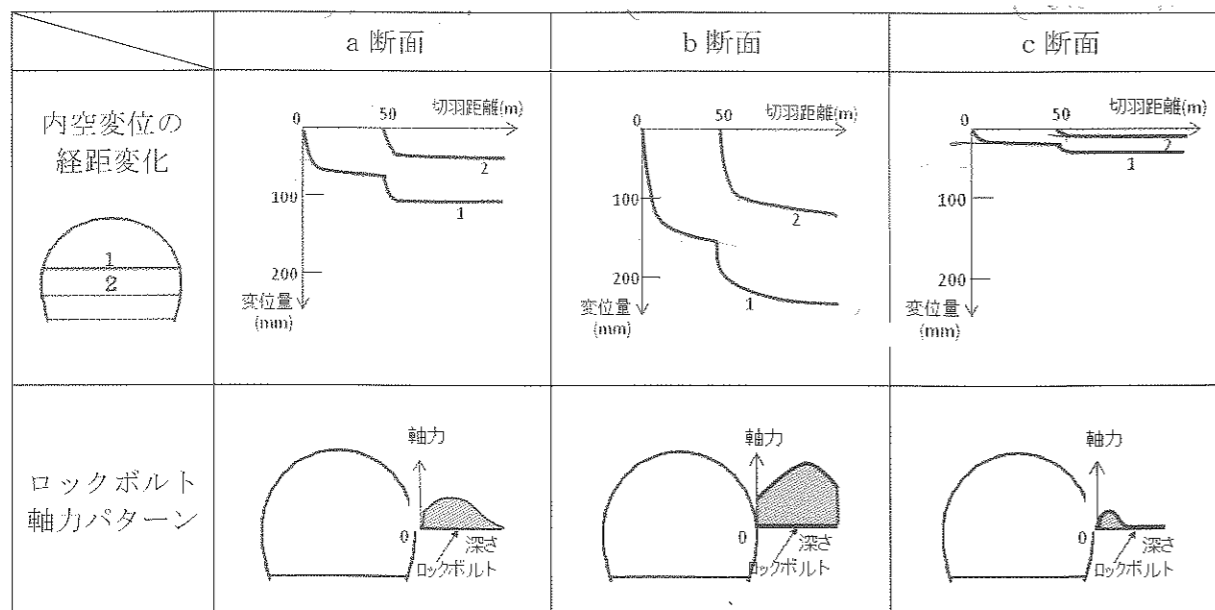


図-2 各断面における計測結果(インバート掘削前まで)

I-2-2 図-3の地質縦断面図に示すような経年20年の山岳トンネルの坑内を点検したところ、A区間、B区間において図-4に示すような変状が見られた。各区間の覆工とインバートは、図-5に示すような構造である。以上の点を考慮して、次の問いに答えよ。

- (1) A区間、B区間それぞれについて、考えられる変状原因と対策方法を述べよ。
- (2) これらの変状の発生を防止するためには、建設時にどのような配慮をすべきかについて述べよ。

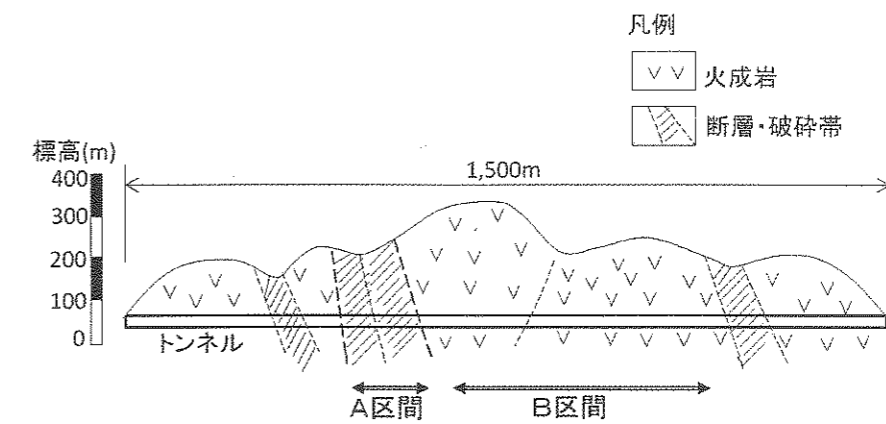


図-3 地質縦断面図

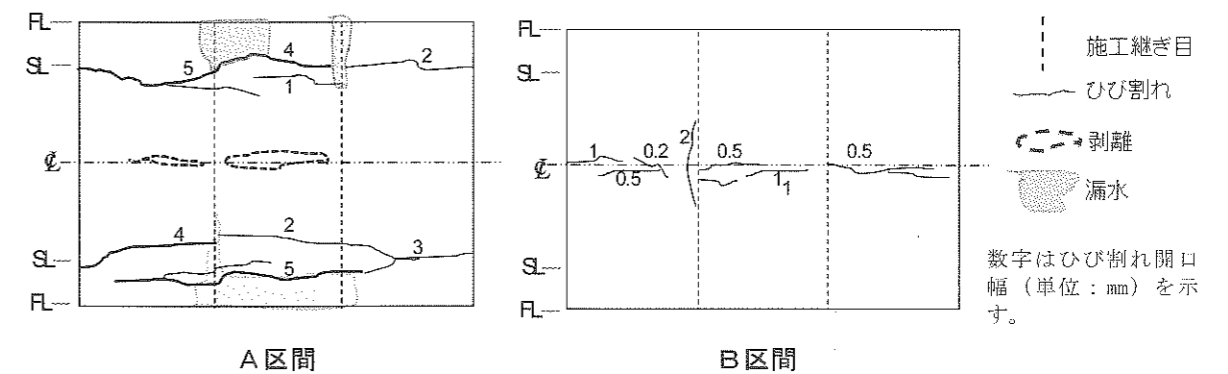


図-4 変状展開図(各区間の中から代表的な3スパン分を抽出して描いたもの)

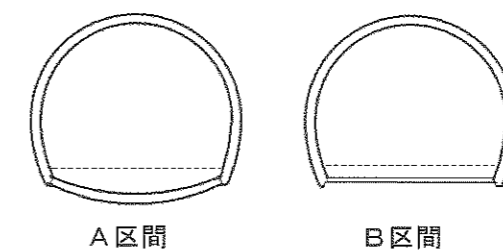


図-5 覆工及びインバートの構造

I-2-3 図-6のような9kmの長大山岳トンネルの建設計画がある。このトンネルを含むプロジェクト全体の完成を考慮し、本トンネルは仮設備に着手してから5年で覆工まで確実に完了させる必要がある、3つの工区を設定するものとしている。以上の点を考慮して、次の問いに答えよ。

- (1) 5年の完成工程を遵守するため、地山の性状から3つの工区の長さを設定し、各工区の掘削・覆工の工程管理をどのようにすべきかを述べよ。
- (2) 5年で完成させるために留意すべき課題を3つ挙げ、それぞれ必要となる対策を述べよ。

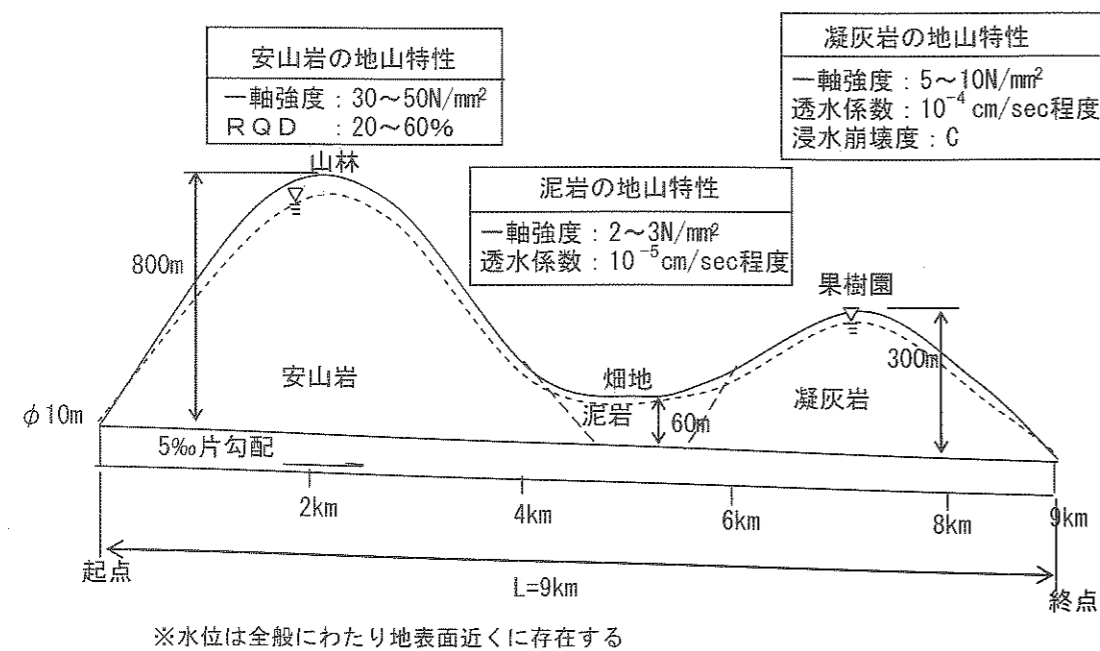


図-6 トンネル計画縦断面図

I-2-4 図-7のような斜面斜交型トンネルの出口を設計・施工するにあたり、次の問いに答えよ。

- (1) このような坑口部で予想される設計上の問題点とその留意点について述べよ。
- (2) このような坑口部を施工するうえで課題となる事項とその対策について述べよ。

現場条件：出口部は山間部の深い谷で、明かり部から坑口部へのアプローチは困難であり、片押しで抜ける（貫通する）必要がある。

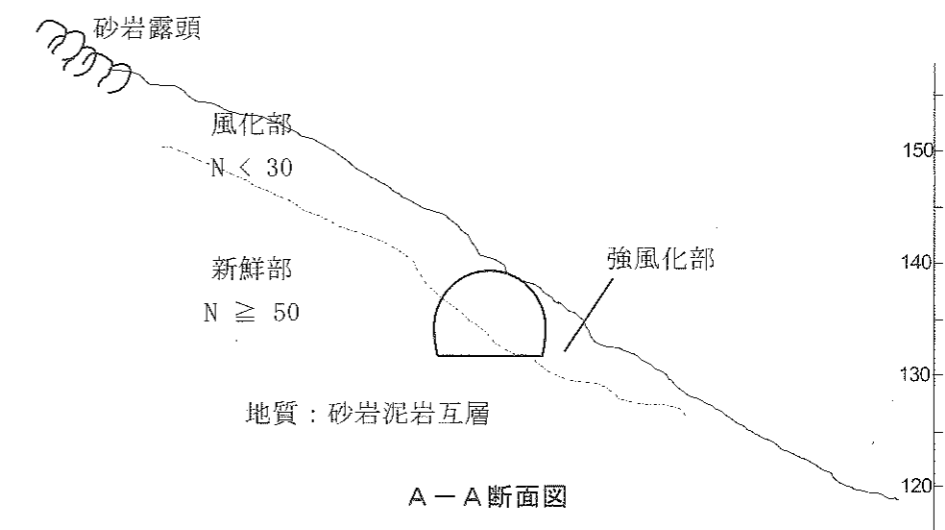
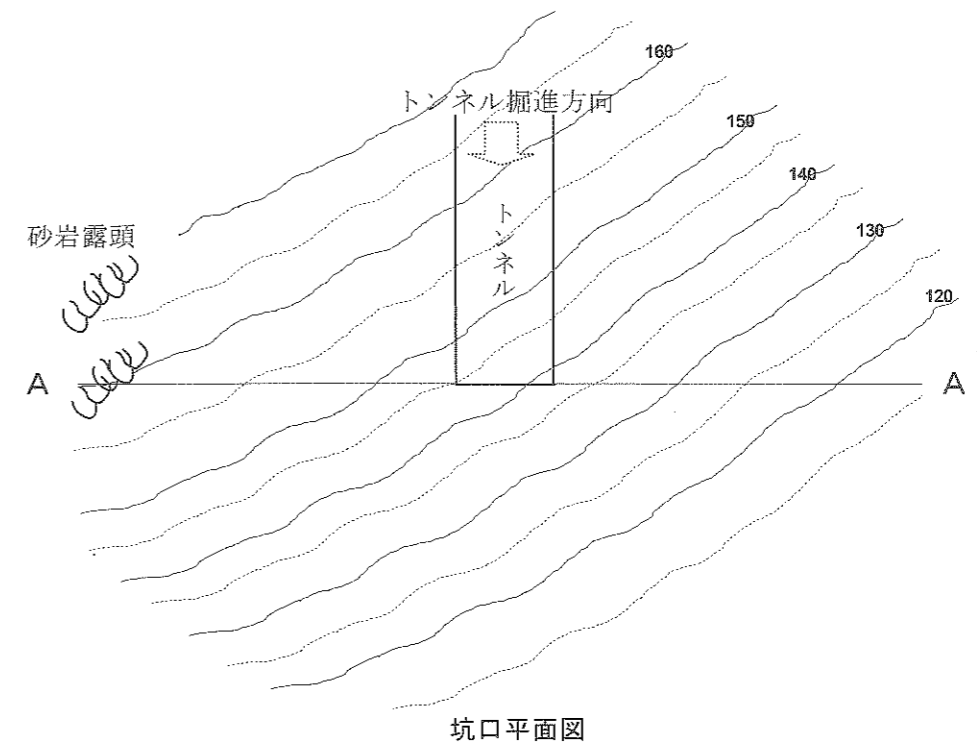


図-7 坑口平面図及び横断面図

I-2-5 図-8に示す条件で、河川を横断するシールド工事を計画している。施工にあたり、線形、シールド、セグメントに関連して考えられるリスクをそれぞれ列挙し、その対策について述べよ。

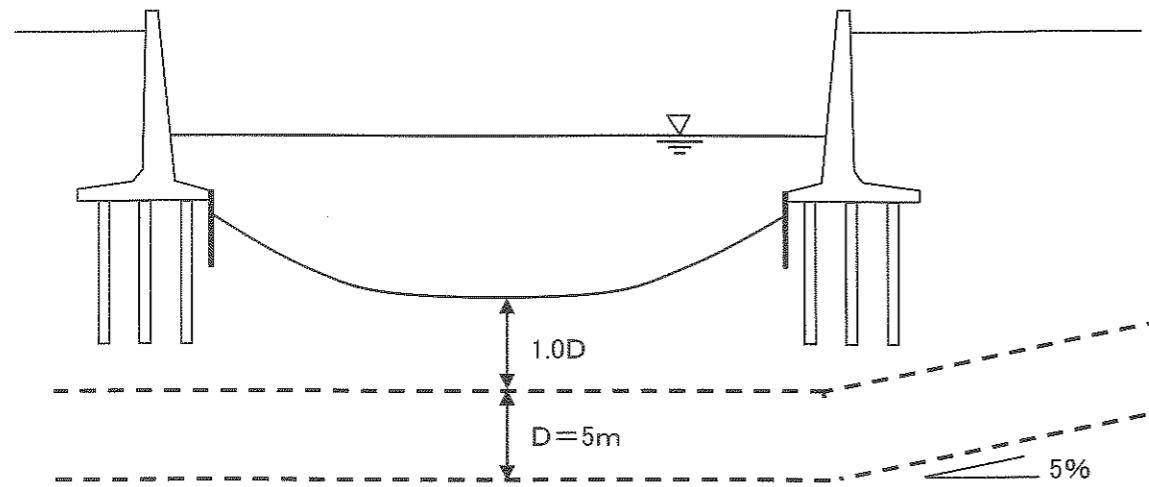


図-8 トンネル計画縦断面図

I-2-6 シールド工事の発進・到達に関して、次の問いに答えよ。

- (1) 発進部において、立坑背面に仮壁撤去のための地盤改良を行う場合、各種工法による改良範囲の検討方法をそれぞれ述べよ。
- (2) 被圧地下水が存在する砂質土地盤の到達部において、シールド機本体を立坑内に引き出す場合の到達方法を列挙し、施工上の留意点について述べよ。

I-2-7 開削工法で築造するトンネルに関して、次の問いに答えよ。

- (1) トンネル設計時のひび割れの検討項目と検討方法及びひび割れ制御策について述べよ。
- (2) 供用開始後のトンネル点検でひび割れが発見された場合、検討すべき事項と対応策について述べよ。

I-2-8 都市部において、図-9に示すような開削工事を行う場合の情報化施工に関して、次の問いに答えよ。

- (1) 情報化施工の必要性について概説し、掘削途中における次段階の挙動予測解析手法と解析にあたっての留意点を述べよ。
- (2) 掘削途中において周辺地盤が事前予測値より大きく沈下した場合に、考えられる要因を列挙し、その後の対策工について述べよ。

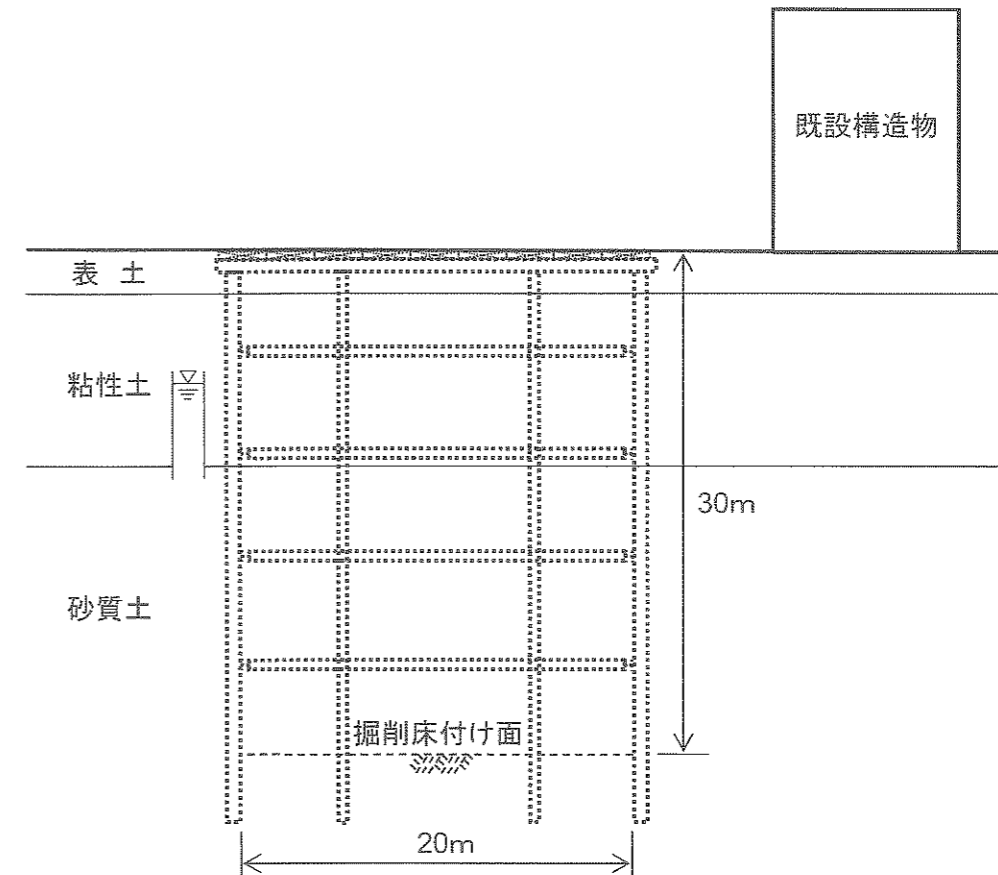


図-9 横断面図