

人家密集地における大断面浅層4連めがねトンネルの支持力対策

西日本高速道路(株)

森 正明

西日本高速道路(株)

中野 将宏

大成建設(株)

正会員

白川 賢志

○大成建設(株)

正会員

大島 基義

1. はじめに

第二京阪道路は、併設する大阪北道路とともに一般国道1号のバイパスとして京都・大阪間を連結し、現道の交通混雑を緩和すると同時に近畿地方の広域幹線道路網の一端を担う道路である。

本文は、第二京阪道路の寝屋川北IC～寝屋川南IC間の人家が密集する丘陵部に位置し、浅層部をNATM工法で施工する大断面浅層4連めがねトンネルという、全国的にも例を見ない工法を採用した小路トンネル(仮称)の支持力対策について述べるものである。



2. 構造概要

本トンネルは、粘性土層・砂質土層・砂礫土層が互層状の未固結堆積物からなる大阪層群に位置し、土被りが最大で約10mと小さく、人家が近接していることから当初設計段階において、トンネル掘削時の切羽対策として土被りの薄い箇所については本坑掘削前に深層混合方式による地表面からの地盤改良を、その他の箇所については長尺先受工法を採用している。また、トンネル全線にわたり支持地盤が粘土層となるため、鉛直方向の支持力対策として支持杭を有するセンターピラー構造が採用された。

3. 検討経緯

設計段階では鉛直方向の支持力対策として支持杭方式、深層混合方式、高圧噴射攪拌方式の3案が比較検討され、確実性、工事費の面から支持杭形式が選定されたが、支持杭施工時の被圧地下水の噴出や支持杭施工による導坑下部地山の緩み(沈下量)増大の懸念が残されていた。深層混合方式であればこの問題点は解決されるが、深層混合により発生する余剰土は全て産廃処分で検討していたため経済性に劣っていた。しかし、余剰土の処理方法について大阪府環境部局との協議を重ねた結果、本線盛土箇所への盛土材として使用することで了解が得られ、大量に発生する地盤改良による余剰土の処理費用が安価に抑えられることとなった。そこで、切羽対策としての地盤改良を支持地盤まで延長することで、センターピラーの支持力対策となり得るかの検討を行った(図-1)。

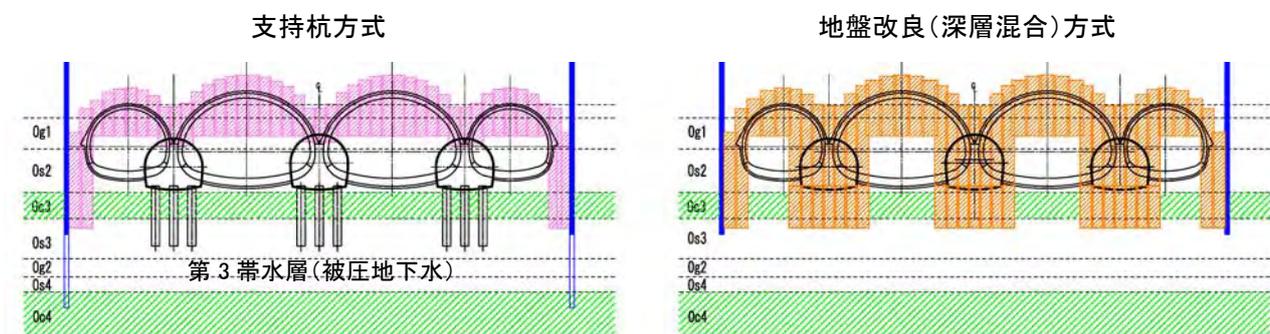


図-1 センターピラー支持比較断面図

4. 検討概要

地盤改良を行った地盤が、センターピラーの支持方法として、支持杭と同等の効果が得られることを確認するために行った検討項目および検討結果一覧を表-1に示す。

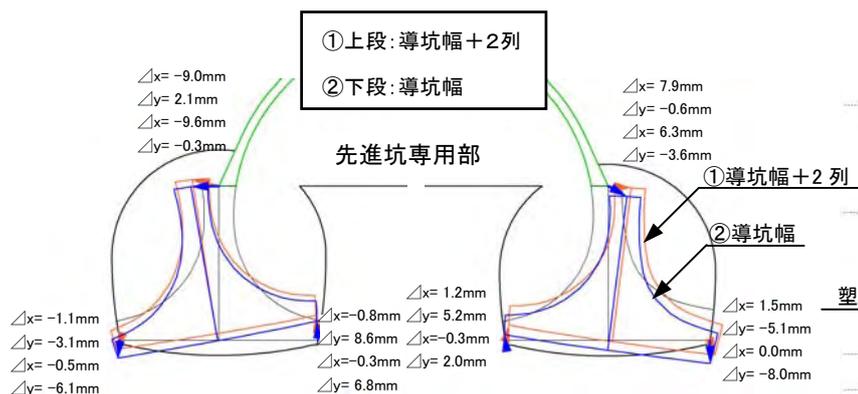
4連めがねトンネル 低土被り 人家密集地 地盤改良

連絡先(大阪府寝屋川市太秦桜が丘34番14号 TEL072-820-1721 FAX072-820-1722)

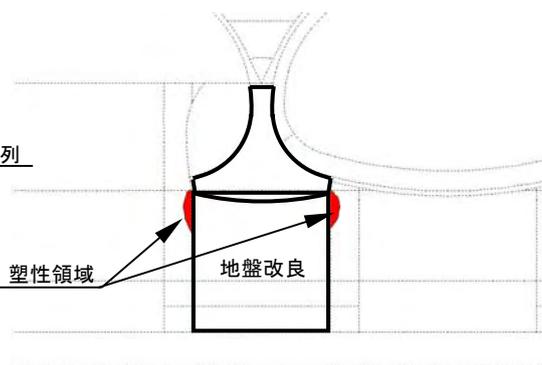
①～④の結果より 1.0MPa 程度の改良強度（改良率 90.6%）で十分な支持力が得られる結果となった。
 また⑤の項目で地盤改良を導坑幅+2列で行う場合と導坑幅で行う場合の比較検討を行ったが、導坑幅のみ改良した場合はピラー端部に塑性領域が発生し不安定になるのに対し、導坑幅+2列を改良した場合はピラー端部に塑性領域は発生せず、ピラーコンクリートの沈下量も抑制される結果となった。

表－1 検討項目及び検討結果一覧

検討項目	検討内容	検討結果
①改良地盤の支持力	導坑下部の必要改良強度	導坑下部の必要改良強度：1.0MPa
②改良地盤の安定性	すべりに対する安定性を極限平衡解析により検討	地盤改良内を通るすべり： $F_s = 1.70$ OK 地盤改良外を通るすべり： $F_s = 1.98$ OK
③着底地盤の支持力	着底地盤(Os3層)の支持力照査 テルツァーギの支持力公式	許容支持力 $1600\text{kN/m}^2 \geq$ 作用荷重 793kN/m^2 OK
④トンネル掘削時の安定性	アーチ部・一般部脚部の必要改良強度を 2次元FEM解析により設定	アーチ部：全区間 1.0MPa 一般部脚部：低土被り部 1.0MPa ：高土被り部 1.2MPa
⑤導坑下部改良範囲	改良幅(導坑幅と導坑幅+2列)の比較 2次元FEM解析	改良範囲：導坑幅+2列



図－2 ピラー挙動(先進上半掘削→先進上半支保)



図－3 塑性領域図(導坑幅のみ改良)

5. 検討結果

検討を行った結果、導坑幅+2列を支持地盤まで地盤改良することにより支持杭と同等の十分な支持力を得られることが確認された。また、支持杭から地盤改良に変更することにより支持杭では懸念されていた問題点が解消され、以下のような利点が生じる。

- ① 地表から改良を行うため、支持杭では懸念されていた第3帯水層(被圧地下水)の遮水が不要となる(地中連続壁の根入れが短くなる)。
- ② 導坑の先受け工法(注入式FP)が不要となるとともに導坑側壁地山の安定性も確保できる。
- ③ 支持杭は導坑掘削後の施工となるが、地盤改良は導坑掘削前に行うため変位を抑制できる。
- ④ ピラー上部の地盤改良により二次覆工の鉄筋量が低減できる。
- ⑤ 工程的に約5.5ヶ月の短縮が可能となる。

6. おわりに

地盤改良の施工も順調に進んでおり、コアサンプリングにより設計強度以上の強度発現及び支持地盤への着底が確認されている。本検討を行うにあたりご協力頂いた足立委員長はじめ施工検討委員会の委員の方々にはこの場を借りてお礼申し上げます。