

開削トンネル工事に伴う盤ぶくれ対策工法

阪神高速道路公団 正会員 安田扶律 *

同上 正会員 生田正洋 *

奥村・大日本建設工事共同企業体 正会員○石井俊明 **

1. はじめに

京都高速道路 1 号線（新十条通）は、京都市山科区と伏見区をトンネル構造にて東西に結ぶ都市高速道路で、阪神高速道路公団により現在順調に施工中である。新十条通の完成により、京都市東部地区と都心部との間の交通混雑が大きく緩和されることとなる。

鴨東線取付道路は、新十条通の伏見区端末ランプへの一般街路からのアクセス道路で、阪神高速道路公団が京都市から受託し開削トンネル工事として施工している。鴨東線取付道路は、新十条通をアンダーパスして街路に取り付くため、掘削深さが最大 20.5m と非常に深くなっている。また、施工場所では地下水位が高く、掘削底面の盤ぶくれが予想される。周辺には民家が密集し、地下水の利用も多いことから施工においては、周辺の地下水位ならびに地盤への影響に細心の注意を払いながら、盤ぶくれ対策を施す必要があった。

ここでは、このような厳しい現場条件における開削トンネル工事の盤ぶくれ対策の検討と施工について述べる。

2. 地形・地質

鴨東線取付道路は東山連峰稲荷山の裾野に位置し、山裾から西側の鴨川までは東高西低の緩傾斜地を成している。地盤構成は、大阪層群基盤層、さらにその上に低位段丘堆積層が分布する。いずれも砂質土・砂礫土・粘性土の互層構造となっているが、淡水成の堆積物から成る地層であることから連続性に乏しい。また、西側には沖積層が発達するなど、複雑な地層構造を呈している。構造物は、大阪層群より上部の低位段丘堆積層から表層部に位置する。

3. 対策工法の検討

図-1 のフローに従い周辺地盤への影響に着目して対策工法の検討を行った。解析においては、まず揚水試験を実施し、その結果よりディープウェル工法やリチャージ工法の検討に必要な透水係数などの水理定数を決定した。次に、それらの定数を用いてモデル化を行い、非定常解析にて地下水位低下の検討を行った。さらには、土留めの延長や底盤部の改良工法などについても比較検討した。

4. 検討結果

開削トンネル工事における土留工掘削地盤の安定と、周辺地盤の地下水位への影響に関して詳細検討を行った結果をまとめると、①～⑤のようになる。

- ① 掘削地盤以下の洪積層や大阪層群中では、地下水を多量に含む砂質土の連続性はよいが、粘性土層は薄く連続性に乏しいので不透水層としては不適當である。
- ② 揚水試験より被圧水層と判断される Os 層は、透水係数が大きく、揚水に伴う影響も広範囲に及ぶ。そのためディープウェル工法では、地盤沈下や井戸の水位低下が懸念される。

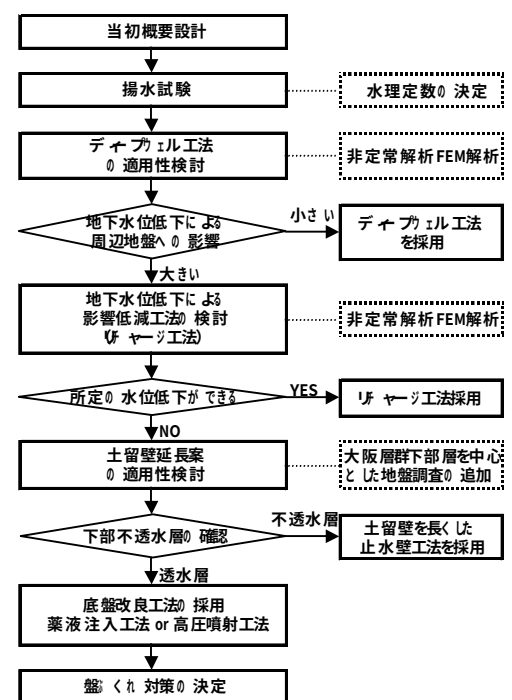


図-1 検討フロー図

キーワード；盤ぶくれ対策、高圧噴射工法

* 〒612-8418 京都市伏見区竹田向代町4 TEL:075-693-2430 FAX:075-693-2431

** 〒612-0003 京都市伏見区深草藤田坪町1 TEL:075-531-0576 FAX:075-531-0577

- ③ さらに、ディープウェル工法にリチャージ工法を併用しても、周辺地盤の透水係数が大きい (1.92×10^{-2}) ため、周辺への影響と掘削底盤安定の両方を満足できない。
- ④ 適度な深さに止水層として信頼できる粘性土層が無い場合、土留壁を延長して被圧水頭と重量バランスをとれない。
- ⑤ 土留壁に鋼矢板を採用した地盤改良工法としては、薬液注入工法および高圧噴射工法のいずれも盤ぶくれに対する安全性が望めると判断できる。これらを比較すると、高圧噴射工法は、薬液注入工法よりも地盤改良単価では割高であるが、土留壁が短くて済むので、トータルでは経済的な工法と言える。

以上の結果を踏まえ、経済性・施工性・安全性などの見地から判断して、高圧噴射工法を盤ぶくれ対策工法に採用した。

5. 高圧噴射工法

実際の工事では、高圧噴射工法のうちN値 50 程度の砂質土においても大口径の改良体を築造できる工法を選択した。同工法は、改良深度まで三重管ロッドを貫入後、水および硬化材スラリーを含む超高压噴流体 (約 40N/mm^2) により地盤内の土粒子と硬化材を混合攪拌し、大口径 (2400~3200mm) の柱状改良体を築造する工法である。

施工に当たっては、ロッド引き上げ速度および地盤性状から杭径を $\phi 2400\text{mm}$ とし、地盤強化に加えて止水性が要求されることから、完全ラップとなる配置とした (図-2)。

掘削を行う際には、まず事前に改良効果を確認するため、ボーリングにより改良体から6ヶ所でコアを採取し、改良パターン毎のコアの出来形を観察すると共に、一軸圧縮試験を行って改良効果の確認を行った。その結果、改良体は設定値 3.0N/mm^2 (砂質土) を全て満足しており、安全性に問題のないことを確認できた。

また、掘削中に搬出される土砂を観察すると、地盤が砂質土から粘性土へと頻繁に変化していることがよく分かり、地盤の複雑さが確認された。さらに、最深部掘削時にも底盤からの湧水はなく、期待したとおりの止水性が得られ、盤ぶくれに対する安全性が検証できた。

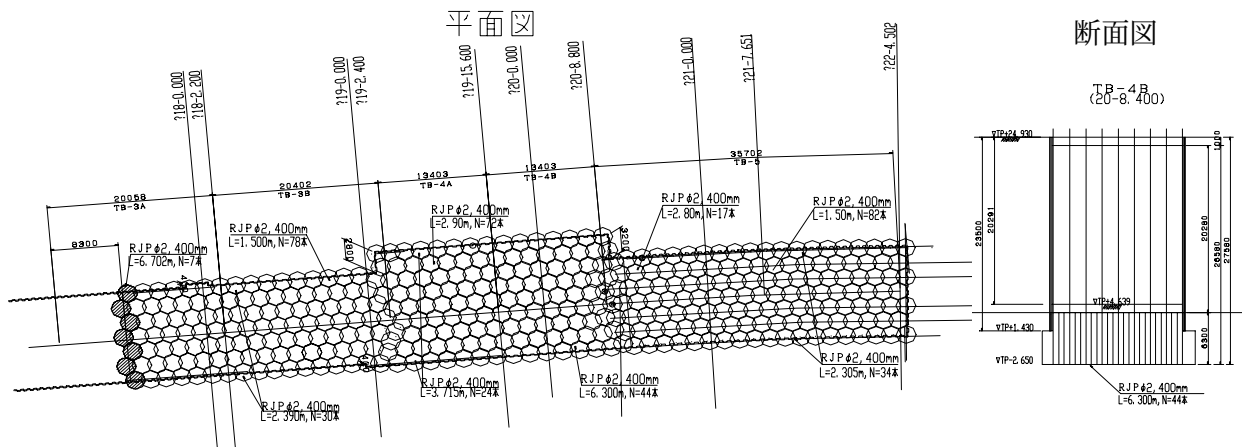


図-2 底盤改良配置図

6. おわりに

本工事においては、底盤改良工法 (高圧噴射工法) の採用により周辺地盤及び地下水への影響を最小に抑えて施工することができた。しかし今後は、地中特に地下水環境に対する保全要求がさらに高まっていくことから、地下水流動保全も含めた地下環境のトータルコントロールを目指した設計を行うよう努めたいと考える。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：開削トンネル設計指針 (案), 平成9年10月, 2) 土木学会：トンネル標準示方書 (開削工法編)・同解説, 平成8年7月,
- 3) 土質工学会：土質基礎工学ライブラリー／建設工事と地下水 P72~73, 4) 土質工学会：土質・基礎工学のための地質学入門 P102~105,
- 5) 日本ジェットグラウト工法・技術資料, 6) RJP協会：RJP工法・技術資料, 7) 日本薬液注入協会：薬液注入工法・設計資料