

VI-145 大規模地下鉄工事における水中掘削工法

交通営団 正会員 ○今井京平 助川 禎
渡辺重夫 岩橋正明

1. はじめに

地下鉄7号線六本木駅は、首都高速道路橋脚10基にごく近接した場所で、高被圧水下を開削工法で施工する。この近接工事の対象となる高速道路は、2層の床版を支える超大型構造物であり、また交通量も非常に多く、慢性的に渋滞している場所であるため、地下鉄工事に際しては高速道路の保全に万全の措置をとらなければならない。

2. 東六本木駅の概要

(1) 地形・地質

当位置は、縦断・横断共海拔26.5m~13mの起伏のある場所で、地質は地表面からFs、Ac、Ap、Ac、To-s、To-c、To-s、To-g、Ed-sとなっている。特に地表面から10~15mの範囲は軟弱なAp(腐食土)であるため、工事に際して地盤沈下の影響が出やすい地質である。地下水は、To-s、To-g、Ed-sの各層に豊富で被圧水頭も高く、水位は概ね海拔7m~8mの範囲にある。したがって施工法を検討する上で地下水対策は重要な問題となっている。

(2) 駅の構造及び土留め

駅は箱型トンネルで、地形に合わせて始端から4層・3層・2層構造であり、掘削巾×深さは最大で20m×30m、土留は最も信頼できる地下連続壁を採用し本体壁として利用する。

3. 工事の課題と対策工の検討

(1) 工事の課題 ①土留変位の抑制 各掘削段階での土留変位を弾塑性法によってもとめ、算出された変位を土留各点に強制変位として与えて、FEMにより地山の変位を求め、この変位を橋脚基礎杭に与えると基礎杭に発生する応力度が許容応力度を超えるため、土留め変位対策が必要である。②To-s、To-g、Ed-sの被圧水により、掘削進行にしたがって発生するTo-cの盤ぶくれ、Ed-sのボーリング対策が必要である。

(2) 対策工の検討 ①土留変位

(単位:mm)

工 法	変 位 量	経済性	摘 要	評価
対策工なし 	16 > 8.9		土留許容変位量 = 8.9 切妻pitch 船道3m 木平2m	
生石灰改良 	14 > 8.9	○	7号線神谷留置線、志茂駅の軟弱地盤での実績では、生石灰打設による土留背面側への移動量は10~15	×
高圧噴射置換 	13.5 > 8.9	×	CJG φ2.0m、CtC 1.6m	×
横断隔壁 	2 < 8.9	△	連続壁と直角に連続壁で横断隔壁(先行地中梁)を設ける。	○

表-1 土留変位の検討

②被圧水

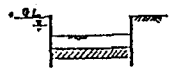
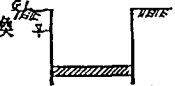
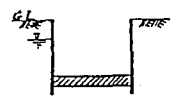
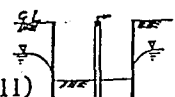
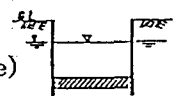
工 法	問 題 点	経済性	評価
薬液注入 	硬質地盤での連続壁施工長が増加する。	×	×
高圧噴射置換 	硬質地盤の改良体の造成径が小さいため、施工本数が多くなる。	×	×
凍結 	① 掘削・構築築造時に凍結管が支障する。 ② 凍土解凍時に構築が沈下する恐れあり。	△	×
地下水低下 (Deep Well) 	T o - s 上に A c ・ A p 層があり、土留背面の地下水低下により地盤沈下の恐れあり。	○	×
水中掘削 (水中concrete) 	水中コンクリートの土留壁付着面周面摩擦を期待するため、連続壁面処理が必要	△	○

表-2 被圧水対策工の検討

4. 施工計画 前項で検討の結果、土留変位量、土留背面の地下水低下の有無、経済性から横断隔壁と水中掘削を組合わせた工法を採用することにした。

(1) 施工方法

隔壁内で地下水位面以下の掘削を水中で行い、掘削が完了した時点で水中コンクリートを打設し、硬化してから排水し、各隔壁内で構築築造を進め、その築造が完了してから隔壁を取りこわし、隔壁部の構築を築造する。

(2) 本工法の特徴

①先行地中梁（横断隔壁）の施工により、先行変位が防止できる。②掘削坑内の揚水を行わないため、土留背面の地下水低下が生じない。③水中掘削した土砂はスラリー輸送で排出するため、施工の機械化ができる。

(3) 本工法の課題

①狭いスペース内での隔壁の取りこわし②構築の小分割施工③連続壁壁面と水中コンクリートの接合。
④掘削底面が平らに、また連続壁壁面清掃ができる掘削機の開発。

(4) 水中掘削機

①現在使用されているもの：クラムシェル・RCD・混気ジェット ②新規開発：掘削底面を平らにする目的のスクリーカッタと壁面清掃目的のジェットを組み合わせた機械を開発中である。

5. おわりに

近年大都市では、地上・地下を問わず、過密なまでに各種構造物が密集した状態になっている。したがって、新たにトンネルを築造しようとするれば、必ず既設構造物に近接した工事となり土留変位・地下水の変動を押さえて工事を行わなければならない場合が増加する。

また、大深度掘削が増加しようとしている現状で、地下鉄構築の築造で初めて使用する本工法が、成功するよう、さらに本工法課題の対策検討を行い、工事に着手する所存である。