

III-532

開削トンネルの施工における地下水低下工法について

首都高速道路公団 正員 門田誠治

1. はじめに

近年、都市交通は周辺地域との調和等により、高架形式ではなく、地下トンネル形式として計画されることが多くなってきており、一方では、施工時及び完成時での地下水環境並びに周辺地盤への影響が問題視されている。首都高速大宮線も、与野インターチェンジから以東、約2.8kmは地下構造で計画され、最深部では35m程度のトンネル構造が採用されており、施工時の盤脹れ対策による地下水の汲み上げ、また完成時での構造物及び土留め壁による滞水層の遮断から地下水流の乱れ、これによる地盤変状の恐れがあると考えられる。

本報告は、開削トンネルの施工時の盤脹れ対策として、地下水の周辺への影響を抑制した地下水工法について検討したものである。

2. 地質・地形概要

当地域は、洪積台地上に位置し、東西には、沖積低地が分布している。当台地は、表層に関東ローム層が被覆し、下位は、砂質土層と粘性土層が互層状をなす洪積層から構成され、沖積低地は、軟弱な腐植土層と粘性土層及び緩い砂質土層から構成されている。

3. 地下水動態

当地域での滞水層は、表-1に示すように第3滞水層まで確認されており、第1、第2滞水層は連動し、第3滞水層は層厚30~40mで広範囲に分布している。

周辺の地下水の利用は、浅井戸についてはアンケート調査により、相当軒数で飲用等に用いられ、深井戸についても、工業用水等への利用が確認されている。

表-1 地下水位及び透水係数

滞水層区分	地層区分	地下水位	透水係数 (cm/sec)
第1滞水層	Ds ₁	GL -1.0 m	1×10^{-3}
第2滞水層	Ds ₂	GL -1.0 m	1×10^{-3}
第3滞水層	Dg	GL -11.5 m	1×10^{-1}
	Ds ₄	GL -11.5 m	4×10^{-3}
	Ds ₅	GL -11.5 m	2×10^{-4}

4. 対策工法の検討

トンネル構造が上下2層からパラレルへの移行区間であるため、掘削断面は図-1に示すもので、幅;34.5m、深さ;29.4m、延長;175mである。土留め壁は、浅部は、完成時のトンネル上の開放及び、通水性の確保から鋼矢板を用い、深部は、経済性、施工性等より柱列式中連続壁（以下 SMWと称す）を用いた。施工時の盤脹れ対策としては、地下水低下工法、遮水壁工法、地盤改良工法等があるが、完成時の通水性を含めた周辺地下水環境への影響、施工性、経済性、及び揚水した地下水処理等より、地下水低下工法（ディープウェル）+覆水工法（リチャージウェル）を用い、ディープウェルは周辺部の地下水低下を考慮し、土留め内に設置する事とした。ここで、揚水対象を第3滞水層中のDg層とし、SMWの根入れ長と揚水量の検討をFEM断面二次元軸対象解析を用い、SMWの根入れ長を

ケース1; 力の釣り合いより求まる長さ (L=35.0m)

ケース2; Ds₄層に根入れ (L=47.5m)

ケース3; Ds₅層に根入れ (L=55.5m)

について行った。(図-1)

検討結果は、表-2に示すものであり、揚水量が比較的少ないケース2、3については、解析領域を1kmから2kmに拡張した検討を行ったが、透水係数が小さい為、揚水量は前者で90%、後者で98%と影響はあまりない結果となった。また、揚水した地下水は周辺の地下水の利用を考慮し揚水した層に覆水する計画の基に、Dg層の揚水・注水試験を行った結果、限界揚水量は、260 L/min、また限界注水量は、285 L/minで、10日以降目ずまりが生じ、注水井は2週間程度毎に洗浄を要する事が確認された。

以上より、SMWの根入れは、第3滞水層の通水性を確保し、日当たり揚水量も706 m³（影響半径；R=2km）と比較的抑制できる、難透水層と考えられるDs₅層（L=55.5m）とした。この場合、周辺での地下水低下量は50cm程度となり、地盤沈下については、揚水の影響を受ける洪積粘性土層は、既存の資料からは過圧密比が2程度あり圧密沈下は発生しないと考えられる。

また、施工後の地下水のダムアップ、ダムダウン化現象についても、図-2に示すように、影響範囲は800mにも及ぶが10cm以上の変動は100m程度と比較的軽微と思われるものとなった。

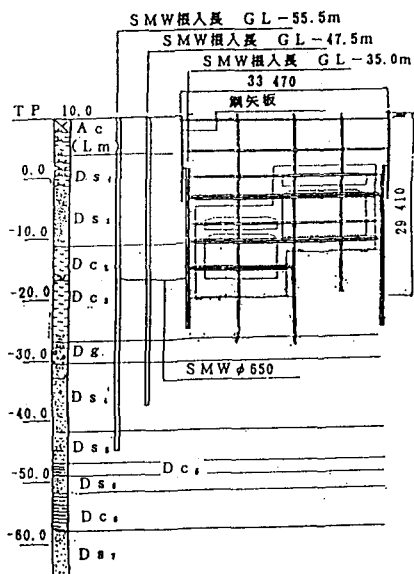


図-1 断面図

5. まとめ

地下水低下工法を用いる場合、土留め壁を滞水層中の難透水層で止める工法は、滞水層の通水性の確保、地下水の揚水量、地盤変状の抑制には効果的であると考えられる。現在、地下水影響度について、首都高速大宮線のトンネル構造が2.8 km程度の線形構造として存在するため、完成時及び工事工程を踏まえた検討を行うとともに、他の構造物も含んだ検討を行っているところである。

最後に、当地区の地下構造物の施工において、多岐にわたる検討項目について審議いただき、貴重なご意見、ご助言をいただいた方々に、ここに記して感謝の意を表す次第である。

表-2 揚水量検討結果

SMW 根入れ長 (GL-m)	ディープウェル 位置	影響 半径 R (km)	揚水量 (m ³ /分) * (m ³ /日)	第3滞水層の 減圧水頭 (GL-m)	SMW背面の 地下水頭 (GL-m)
35.0	Dg層	1.0	10.68 * (15380)	30.1	29.2
47.5	Dg層	1.0	4.77 * (6870)	30.1	20.0
		2.0	4.39 * (6320)	30.1	19.8
55.5	Dg層	1.0	0.50 * (720)	30.1	12.5
		2.0	0.49 * (706)	30.1	12.5

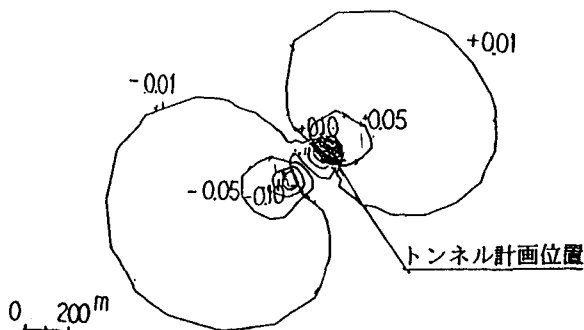


図-2 水位差分布図（施工後予測）