

VII-294 シールドトンネル施工に伴う周辺地下水挙動の変化に関する検討

佐藤・東急・大日本特定建設工事JV 平山国弘, 中井定寿, 田中一成
建設省関東地方建設局相武国道工事事務所 大日方尚巳
佐藤工業(株) 中央技術研究所 児玉敏雄

1. はじめに

近年, 都市部地下構造物の大型化・大深度化に伴い, 構造物周辺の地下水環境問題が重要視されてきている。地下構造物が, 地下水流のある帯水層内に建設される場合, 構造物周辺の上・下流では, ダムアップ効果による地下水位の上昇や下降等の現象が生じ, 水位変動量が大きい場合には, 下流部井戸水や湧水源の枯渇等周辺地下水環境に変化を与えることがある^{1), 2)}。このような影響が懸念される場合には, 工事期間中や完成操業後において短期的・長期的に環境影響評価を行う必要がある。

本研究では, 砂礫層に建設されるシールドトンネルが周辺地下水環境に与える影響を調べるため, FEM解析によるダムアップ量の予測解析を実施し, トンネルを挟んだ上流と下流において流向, 流速および間隙水圧の計測を行った。対象とした工事は, 新宿副都心と多摩地区を結ぶ共同溝のうち, 調布市内の国道20号線直下約2500mの区間である。ここでは, 水位の計測結果および水位に着目したFEM解析結果に基づく当該地域の環境影響評価について述べる。

2. 計測位置

工事箇所は, 武蔵野台地の南西端付近の立川面に位置し, 地層は, 上位から立川ローム層立川礫層, 上総層群となっている。この地域での地下水の流れは, 北西から南東に向かっている。

間隙水圧による水位の計測を行った観測井の位置を図-1に示す。当該工区は, 立坑6～1までの約2.5kmの区間であり, 全立坑構築後, 立坑6より立坑1に向かってシールドは進行している。なお, シールドトンネルの外径は6.2m, 平均土被りは, 約8.5m程度である。今回, 図中No.1～No.4の観測点において間隙水圧の連続計測をH8.9.13(豊水期)～H9.2.27(渇水期)にわたって実施した。なお, H8.9.13時点での立坑3から立坑1に至る区間における地下水はシールドとほぼ平行に流れていることが確認されている。

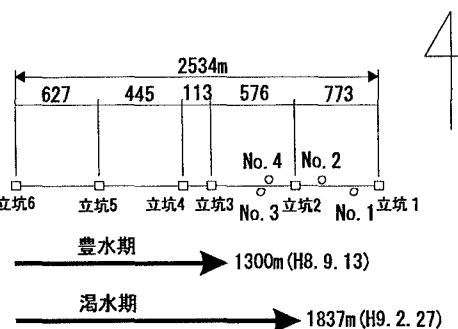


図-1 観測井の位置およびシールドの進捗

3. 計測結果

図-2に各観測井における間隙水圧による水位の計測結果を示す。No.1とNo.2は測定開始時点(H8.9.13)から50cm程度の水位差があり, H9.2.27現在に至るまで初期の水位差を保持している。これは, この位置では, 地下水環境に大きな変化がないためであると考えられる。それに対してNo.3, No.4をみると, 初期の水位差はほとんど無いが, シールドが観測井直近を通過したH8.11.11を境にNo.4の水位の上昇による水位差の増加が顕著に認められ, H9.2.27現在, この差は約27cmとなっている。これは, シールド建設による地下水流れのダムアップ効果の影響を受けているためであると考えられる。しかしながら, 南側の観測井No.3における水位の変化は, シールドの影響を受けていないと考えられるNo.1およびNo.2と平行な変

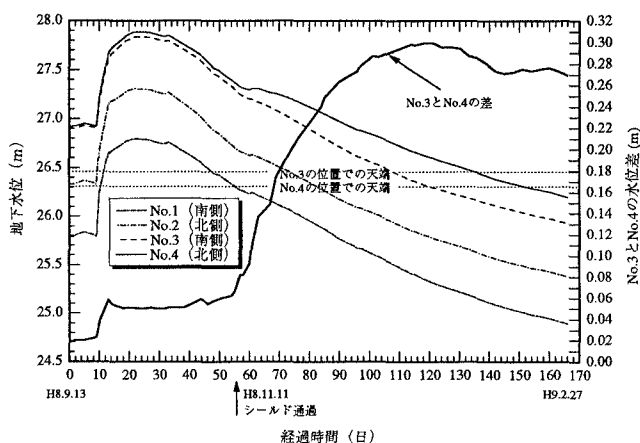


図-2 水位の時間変化

キーワード：地下水環境, 浸透流解析, シールドトンネル

佐藤・東急・大日本特定建設工事JV 〒182 東京都調布市下石原 1-43-7 TEL 0424-41-2707 FAX 0424-41-2769

化を示している。したがって、シールドの建設によるダムアップの影響は、北側でみられ、南側に対しては比較的小さいものと考えられる。

4. 数値計算による予備検討結果

計測を行うにあたり、鉛直2次元飽和・不飽和浸透流解析プログラムPC-UNISSFによる予備検討を行った。解析に用いた要素分割を図-3に示す。解析領域は幅118m、深さ40mとした。地質は、立川礫層と上総層群との二層構造となっているが、砂礫層と砂層の境界は、当該区間内で変化しているため、境界の位置をパラメータとし（CASE1:トンネル上端部から1.5m下、CASE2:トンネル中心部、CASE3:トンネル下端部から1.5m上）、シールド北側（上流）および南側（下流）の水位差を求めた。なお、簡単のため、地層境界は水平と仮定した。各層の透水係数は、地質調査結果を参考に、砂礫層： $k=1.0 \times 10^{-2}$ cm/sec、砂層： $k=5.0 \times 10^{-4}$ cm/secとした。境界条件として、両端で1mの水位差を与えた。底部およびシールド内部は、不透水条件とした。以上の条件のもとに、定常解析を実施した。図-4にCASE3の解析結果を示す。また、各ケースのダムアップ量を表-1に示す。

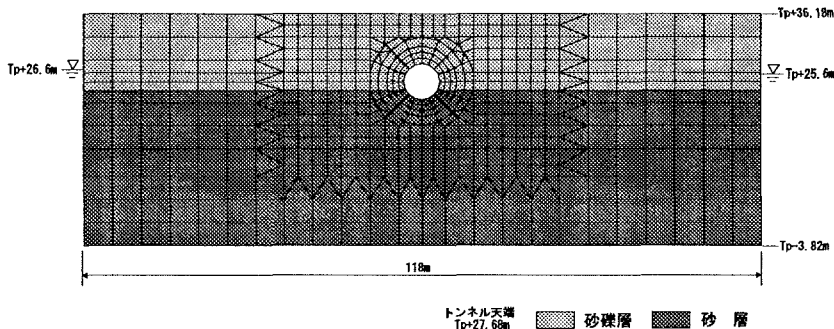


図-3 有限要素分割および境界条件

5. まとめ

計測および予備解析の結果から以下のような事柄が考察される。

- ① 水位の計測の結果、シールド通過部の南北間の水位差は約27cmとなった。地層境界をパラメータとしたFEM解析の結果から予測されたダムアップ量は、15～32cmの範囲にあった。このことから、ダムアップ効果に関して、今回適用した簡易解析によってある程度現象の予測が可能であることがわかった。
- ② シールド通過部北側において認められた約27cmの水位差は、北側（上流部）の水位の上昇によるものであると考えられ、南側に対するシールドの影響は少ないものと推察される。

今回の計測に基づく検討により、シールドトンネルの周辺地下水への影響は局所的であり、影響の程度はそれほど大きくないと判断しているが、今後長期的な変動に対しても注意を払う必要があり、継続して計測を行う予定である。また、当該工区のような比較的均質な帯水層における地下水に着目した場合、ここで示した調査、解析により構造物周辺地下水の、ある程度の変化予測が可能であるといえるが、より複雑な地質条件・水理条件をもつサイトにおいては、その条件に応じた対応が必要であると考えている。

参考文献

1. 田中ほか：地下構造物の地下水復水対策工とその効果，応用地質，第35巻，6号，pp.23-31，1995。
2. 大東ほか：掘削構造物周辺の地下水流動状態保全に関する研究，土木学会論文集，No.535/Ⅲ-34，pp.13-21，1996。

表-1 ダムアップ量予測結果

CASE	地層境界	ダムアップ量(cm)
1	トンネル上端	15
2	トンネル中心	26
3	トンネル下端	32

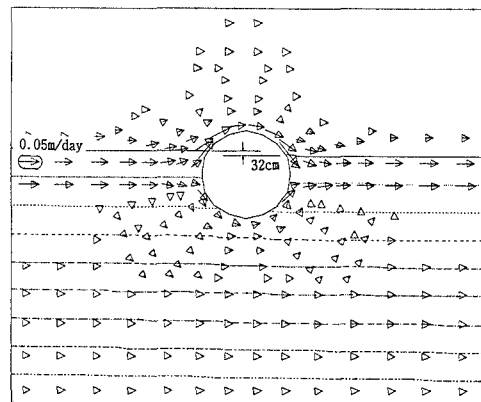


図-4 水位および流速の計算結果(CASE3)