

III-170 ディープウェルを併用したシールドの施工例について

日本電信電話公社 正会員 村瀬 昇
 " 大蔵昭彦
 " 大石善一

1. はじめに

一般にシールド切羽における湧水の処理は、圧気工法による場合が多いが、電電公社では、通岩ケーブル用地下トンネルを築造する際、ディープウェルによって地下水位を低下させ、無圧気工法でシールド工事を実施したところ良好な成果が得られたので、ここに報告する。

2. 地質概要

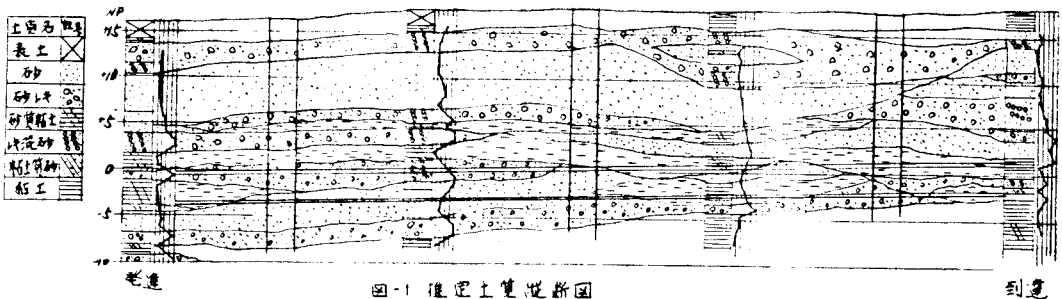


図-1 推定土質縦断面図

工事の施工場所は、名古屋市千種区千種町地内の遊休熱田跡と呼ばれている渡津池使朝の地盤で、砂と粘土が互層をなしているのが特徴である。土質調査結果により推定した土質縦断面図は図-1のとおりである。地質状況は、熱田跡上部によって構成され、浮石の分布しているNP+4M付近を境に上部は砂質土が主体で、下部は粘性土と砂質土の互層をなしている。

層間は表土(下)、※1粘土層(Dc1)、上部砂層(Ds1)、※1浮石層(Dqm1)、※2粘土層(Dc2)、下部砂層(Ds2)、※3粘土層(Dc3)に分けられる。※2粘土層は、連続性に欠け、層厚も比較的薄い。また※3の粘土層は、下部砂層と互層をなし、2〜3層に堆積している。シールドが通過した下部砂層の粒状試験結果および※3粘土層の圧密試験結果をそれぞれ図-2、表-1に示す。

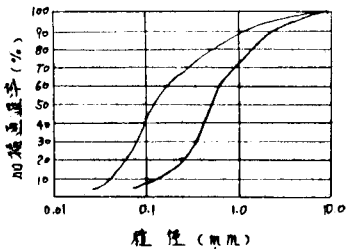


図-2 粒状試験結果 (Ds2層)

表-1 圧密試験結果

先行荷重 (P)	5.0 ~ 10.0 kg/cm ²
圧縮指数 (Cc)	0.2 ~ 0.35

3. 工法の選定

施工の際には、切羽の湧水対策として、圧気工法、地下水位低下工法等が考えられる。圧気工法の場合、エアブローや破孔密閉防止のため、不透水層下を、また無圧気の場合にも、不透水層直上の完全止水に対する不安、地表への影響などから、不透水層下を通過するのが最善といえるので、連続性、層厚など様々な検討の結果※3粘土層を対象とした。

なお下部砂層の透水係数が平均 $1.0 \sim 2.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ であり、ディープウェルにより地下水位の低下が可能と判断される。こうした実を考慮して、圧気、無圧気の両者について、施工の安全性および経済性について、比較検討の結果図-3の如く、※3粘土層直下の下部砂層内を無圧気で通過し、地下水位は、下部滞水層をディープウェルによって低下させることとした。また粘土層(Dc2、Dc3)は表-

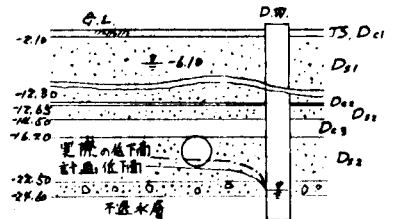


図-3 シールド通過位置断面図

1の如く、おりの先行荷重を受けており、圧縮係数も小さいので、地下水位低下による圧密地圧は、おりと判断した。

4. ディープウエルの検討

(1) 地下水位低下の検討

地下水位低下の対象は、下部滞水層のみとし、従ってストレーナのスリット加工、フィルター枝の投入は、下部滞水層の部分だけとした。ストレーナの開孔率は20%、その形状は300mm×25mmの長方形ちぎり配列とし、外面に4mm目の金網を二重巻きして集水効果をほがうた。ストレーナ径は、揚水量、揚程にもとづいてポンプ外径がφ500mm鋼管とし、スリット加工長は、下部滞水層の深さにより決定した。フィルター枝は5mmφの砂利を使用し、またディープウェル間隔は群井戸の理論式より算出して30Hとした。

(2) 井戸の検討

削井方法には、ベントナイト泥水によるものとケーシングパイプによるものがあるが、泥水が土粒子間に浸透して排水効果を低下させることが考えられるためケーシングパイプによるものをおこなう粘土層と下部砂層が互層をなしていることから排水効果の増進を考慮して、バキュームディープウェルを実施する構造とした。

5. 施工実績および考察

施工に際してディープウェルの運転は地下水位の低下に要する期間を考慮して40日間の先行設置とシールド通過後にセグメント周囲のゆるみを生じた地層に沿って切羽へ地下水がまわり込むのを防ぐため、通過後20日間の運転継続を計画したが、実際は地下水の回復が早く切羽への回り込みが見受けられ、安全を主として、通過後30日間運転を継続した。地下水位の低下状況は、シールド工事の成否を決める要因であるため各ディープウェル中間部に観測孔を設置し常に低下状況を確認した。実際の水位低下面を図-4に示す。計画水位低下面と異なる理由としては、次の粘土層と下部砂層が互層をなしており、この部分の集水効果が減少したものと考えられる。さらに地下水位低下による地盤への影響をみるため、泥下測定も行った結果図-5の如く数ミリに押えることができた。

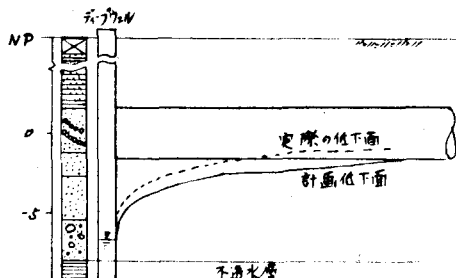


図-4 地下水位低下状況

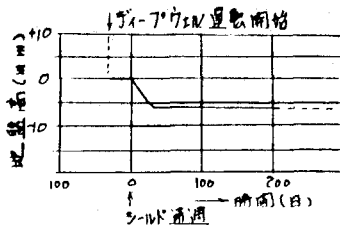


図-5 地盤沈下測定結果

表-2 バキュームディープウェルの効果

	No.5 井戸	No.14 井戸
ディープウェル	51.0 m ³ /min	67.8 m ³ /min
バキュームディープ	63.2 m ³ /min	81.4 m ³ /min

この水は前出の如く上新粘土層は先行荷重を受けており、圧縮係数も小さいが、ためと判断できる。シールド推進途中、一部で間において、切羽が土砂を伴う湧水が生じたが、応急処置として、切羽からのウェルポイントおよび集液注入を実施し切羽の湧水を止めた。以後のシールド推進のため再度土質調査を行った結果、下部滞水砂層中には粘土層が薄く入り込み予想以上に複雑な土層を形成しており、ディープウェルによる集水排水のみでは処理しきれないことが判明したため、この区間の排水をバキュームディープによって強制排水するにとり、一部集液注入を併用して、切羽からの湧水を防止して、シールド工事を完成させることができた。なお、バキュームディープウェルによる排水効果は、表-2のとおりである。

6. まとめ

本工事は、地質と工費条件に思われたため成功したが、ディープウェルのみに排水を頼ることは、土質の層が変化し、水位低下の差が大きくなり、地下水位の完全な低下に問題があり、危険性を伴うことも考えられる。従って、今後は、事前の土質調査と工費細に実施するにとり、圧入工法との併用等を考慮すれば、充分効果を発揮するものと考える。