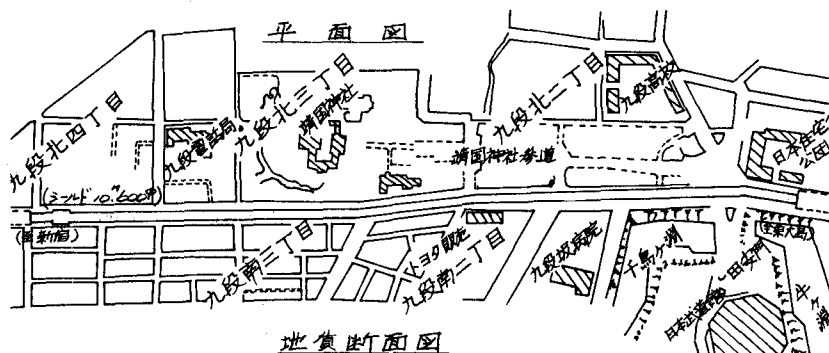


III-175 圧気シールドにおける層境での湧水処理

飛島建設(株) ○ 正会員 平松勝二
正会員 伝田勲郎

1. 工事概要と地質の条件

都営地下鉄10号線は、新
酒駅を起点とし、東大島に至
る路線である。そのうち横国
通りの九段北四丁目から九段
北一丁目に至る九段上工区、
複線シールド掘削工事におけ
る湧水処理の更積と、若干の
考察を述べる。



掘工延長 1044 m (溝淵
54 m、シールド 990 m)
である。この地区は、東京山
手の典型的「埋土、関東ロ
ーム、凝灰質粘土、東京砂層、
江戸川層」である。シールド
は、この堆積層を市ヶ谷から
九段下に向かって、5%、22
%の下り勾配で貫いている。

土核は、15m～27mである。東京層を覆う施工されているが、発掘部では大半を砂層が占め、徐々に粘土層をかみ、終突付近では下半分は礫層になることが予想された。(堀江甫治は49年6月、寛3は50年12月)

2. 事前調査と課題点

(1) 調査地全体がローム台地であり、一部九段坂の低地に沖積層がみられる。(2) 各地層は比較的連続性が良い。(3) 地層を工学的な視覚からみると次のように区分される。①上部粘性土層 ②上部滞水層 ③下部滞水層 ④東京礫層 ⑤下部砂層である。この②と③、③と④の区分を決定的にしているのは、標高 5~7m に分布する層厚わずか 1m 位の固結シルト層と、東京礫層の直上の分布する粘性土層である。(4) 地下水の分布、上部滞水層の地下水は、ほぼ堤防砂に沿って起伏し、牛ヶ淵の水位に向かって低下している。下部滞水層の地下水は、標高 9m 前後に分布し、わずかに九段下の低地に向かって低くなっている。この地下水は中間の薄い固結シルト層によって被圧状態となっている。(標高 1.3%) 湧水量予想は、最大 90% min 平衡状態が 30~40% min である。(5) 砂質土層の粗分、上部滞水層は砂分含有率 70~80% の範囲で、比較的単調である。下部滞水層は砂分含有率 80~90% の範囲で粗粒砂、細粒砂が複雑に介在している。また粘性がなく、均等性数も小さい。

以上の調査結果から、シールドがほとんど砂層中を通過するため、地下水の影響が施工上の問題点となること、
 湧き水と地下水の存在とから、補助工法の選択がむづかしいこと、以上の2点が考えられた。

3. 施工時、切羽の湧水と応題点

(1) 釜通から約550m間は、湧水量40~80% min で、圧気工法(0.5~0.9% min)のみで掘進できた。(2) それ以後、湧水量が漸次増加し150~350% min となり圧気工法だけでは掘削不可能となった。両肩(45°上向)の流砂現象がみられた。湧水量の増加と、流砂による空洞発生の原因として次の2点が考えられる。①、2.2%

の下り勾配が促進しなければならず、水圧の増加による湧水だけでなく、すぐに組込まれたセグメント、シールド機背面にも水が集積し、中間の湧水層を切ったことと合せて、切羽に水が集中する。②湧水をおさえるための圧入圧を高くすると、天側付近の中砂は圧入効果（1%位）により含水比が10%以下となり、粘着性のないことも重なる肌落ちを起す。噴発・酸欠の危険もあり、1%以上圧入圧を高くできない。

4. 補助工法の検討と選定

(1) ディアウェル、噴発・湧水の防止上15m以上シールドから距離をおく必要があり、この位置で水位低下は2m位である。千鳥メシの水に直接影響を与えることから、この部分に兼注壁の施工を要す。(2) ウェルポイント、土質上有効であるが、設置方向が水平又は上向きとなり真空排水の効果が減少する。切羽は断り移動することから、連続した湧水侵入がでない。(3) 路上からの兼注注入、15m以上掘削に先行して注入する。注入減圧路面から22m～28mと深いため、ボーリング、パイプ設置に高い精度が要求される。注入範囲の決定に注意を要す。(4) シールド坑内から切羽先兼注注入、シールド機の構造上ボーリング作業に支障のないことと条件である。湧水の少ない水密な切羽工質が必要である。掘進と平行作業はできない。(5) セグメント背面湧水壁兼注注入、組立完了後のセグメントからツバ型に兼注壁を造る工法である。シールド切羽、シールド機スキンプレート側からの湧水に無力である。セグメント中子部に穿孔して注入する。(6) パイロット工法、断面が小さいので、各種補助工法の採用が比較的自由である。施工工期が長く（約300日）、コスト高となる。(7) サンドドレーン排水工法、湧水層の地下水を水のない疎層に豆砂利ドレーンを用いて排水させる工法である。

以上7項目の工法検討の結果、後オセグメントからの湧水対策としてウェルポイント、切羽附近の湧水対策として兼注注入、この2工法を採用した。兼注注入は、比較的地層が低くパイプセットの可能な部分についで坑内注入とし、その他は路上注入とした。

5. 実施と効果

(1) ウェルポイント、設置はセグメント裏込注入孔を使用、ライザーパイプ等は1インチとし、長さは4m俾入深さは2～3mとした。ピッチはセグメント中で決定され1.8mとした。設置本数は両側7本ずつ合計14本、吸水量は全体で100～150 $\frac{m^3}{min}$ 、1本当り7～11 $\frac{m^3}{min}$ であった。(2) 坑内切羽兼注注入、パイプは左右とも3本ずつとし、兼注は水ガラス溶液型（珪酸塩）を採用、4R分（3.6m）を1サイクルとした。1本を2ステップ（1.6、2.0）に分け、ストレーナー注入とした。割合式は1ショット、圧力は3～4%とし、ゲルタイムは3分前後を標準とした。シールド切羽の両側は土質の難しいこともあり、兼注の湧水がみられた。層境の水を完全に止める事はできなかったが、流砂崩壊防止に効果的であった。(3) 路上切羽兼注注入、推進減の両サイドを限定し、注入中を3mとした。注入高さはシールド上部に位置する固結粘土層下面から、切羽中背面上面迄の6～7mとした。兼注は(2)と同様である。注入圧は先端で3～5%注入孔間隔は2m、2列の千鳥配列とし、列間は1.3mとした。割合式は1ショット、1ステップ長を1.5～2mとし、ストレーナー注入した。ゲルタイムは6分前後とした。パイプ設置誤差は50m以内におさまリ、連続した兼注壁の形成はほぼ確認できた。

6. まとめ

特に大断面圧入シールド掘削において、不透水層上の砂層の砂分が80%以上で、粘着性がなく、水圧の高い場合、層境の湧水とそれに関連する流砂、崩壊現象が起る事を想定し補助工法を考へなければならぬ。当工区では、地層が比較的連続していたこと、地下水の流れ、堀の水の流れを事前に調査できたこと等から、連続性のある兼注壁の形成と圧入工法の併用により、層境での湧水を比較的安全に、経済的に処理することができた。

