

III-178 湧水軽石層における圧気シールド工法の適用

東京電力株式会社 正員 ○ 土 屋 貢一郎
三井建設株式会社 正員 葛 谷 研 三

1. はじめに

当工区の地盤は、シールド貫入部の上部半断面に粘土層、下部半断面に軽石層と砂礫層が位置したために「坑内圧気による地下水の回り込み現象」の発生をはじめとして、都市土木特有の困難な問題が生じた。この諸問題の対策として二重管瞬結工法を採用し、効果があったので、その経過を報告する。

2. 工事概要

場所—東京都練馬区中村北1丁目～豊玉北5丁目、 工期—昭和54年10月～昭和56年9月
工法—手掘り式圧気シールド工法、 シールド外径— $\phi 4,422\text{mm}$ 、 延長—620m、 土被り—6.5m
補助工法—溶液型水ガラス一般薬液注入 → 溶液型水ガラス二重管瞬結注入

3. 地形、土質、地下水

3-1 地 形

- (1) 明治14年調査の古地形図をみると、当工区は旧河川の谷間がいくつも横断して形成されている。
- (2) 旧河川が土砂を運んでできた地形のため、切羽付近の土質は変化が多く、不均一な土質である。
- (3) シールド路線に近接する井戸が多く、採水位置はローム層、軽石層、礫層と多種である。これらの軽石層、礫層は水量も多く、豊富な被圧滞水層である。

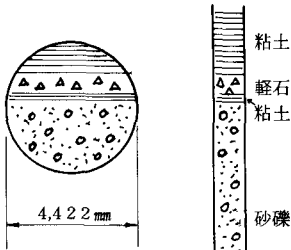
3-2 土質 シールド切羽の土質(図-1)とその性状は、下記のとおりである。

- (1) 軽石層は非常に多孔質で粒子がそろっている。また層は1.0m前後の厚さで連続分布している。
- (2) 軽石層および砂礫層は、極めて透水性、透気性が高い。
- (3) 隣接の圧気工事の影響で、 0.2kgf/cm^2 の残留圧がある。
- (4) 砂礫層は、極めて酸化しやすい地盤である。

3-3 地下水 (1) 当地区は非常に地下水が多い。

- (2) 軽石層は、とくに“水みち”となっている。

図-1 切羽標準土質



4. 工事施工経過に伴う問題

4-1 切羽の不安定 (1) 掘進に伴い、切羽面の注入効果の弱い箇所より40~50ℓ/minの湧水があり、とくに軽石層での流砂現象が度々発生し、掘進が困難となった。

- (2) 切羽湧水量の増加に伴い、切羽の崩壊を

表-2 圧気の変化

防ぐために、圧気は表-2のように次第に高めざるを得ず 0.65kgf/cm^2 までに達した。

- (3) 切羽には、エアブロー止め、止水の補強として一般薬注を行っていた。しかし一般溶液型のロッド工法では、当工区のような

地 点	坑内圧	年 月 日
圧気開始時5.6m地点	0.3 kgf/cm^2	昭和55年3月12日
6.2m	0.45	" 3月14日
6.6m	0.55	" 3月15日
9.0m	0.65	" 5月10日

湧水軽石層に対して、均等に充填することは難しく、改良地盤の弱部が被圧地下水により破られ、その箇所からの大量湧水により流砂現象が発生し、切羽の崩壊となった。

4-2 圧気による地下水の回り込み現象 上部に不透水の粘土層があり、下部に砂礫層のようなエアブローの著しい層があるとき、被圧滞水層に圧気を作用させると、地山に流出した空気が前方の地下水を押し、その水が切羽の水圧を高める「地下水の回り込み現象」のみられる場合があるが、当工事においてもこの現象が発生している。(図-2)

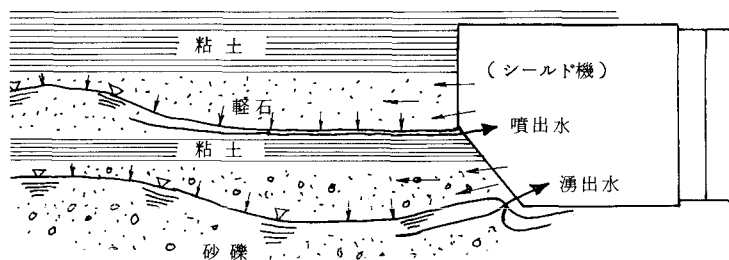


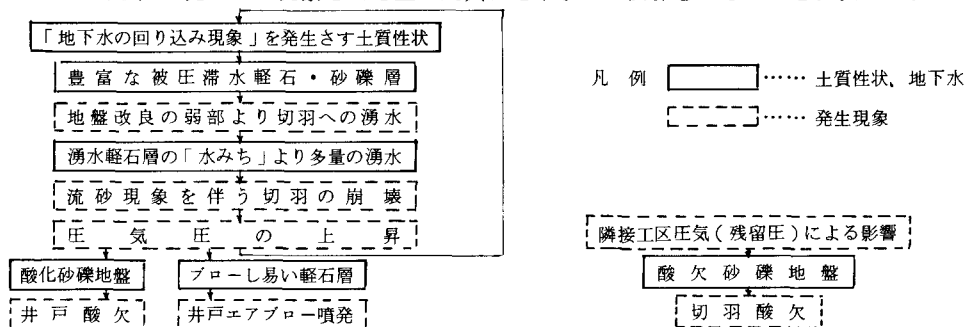
図2 地下水の回り込み現象

凡例
 ← 圧気エア
 → 噴出水または湧出水

4-3 エアブロー現象と井戸水白濁 掘進に伴い、立坑より180m地点(圧気 0.65 kgf/cm^2)で、路線より7m離れた井戸において、軽石層や砂礫層を通して圧気のエアブローおよび飲料用井戸水の白濁という第三者災害が発生した。

4-4 酸欠空気発生 立坑より185m地点において、工法の再検討のため切羽面の山留、断気を行った。断気は段階的に時間を十分にかけて、圧気、地下水の戻り状況に合わせて行ったが、隣接の圧気工事の影響もあって、酸欠空気が切羽へ噴き出し続け、酸素濃度は最小5%を記録した。

4-5 まとめ 当工区に発生した現象と当地盤の土質、地下水との関係をまとめると、次のようになる。



5 対策とその結果

5-1 圧気の設定 砂礫層の間隙水圧 $0.3\sim0.4\text{ kgf/cm}^2$ 、軽石層の間隙水圧 0.2 kgf/cm^2 、隣接工区の残留圧 0.2 kgf/cm^2 に対応して、補助工法を考慮しない場合の湧水、流砂現象を防止できる圧気は $0.5\sim0.6\text{ kgf/cm}^2$ であるが、井戸へのエアブローによる白濁、噴発、酸欠空気の流出などの第三者災害を防止するため、圧気は $0.2\sim0.3\text{ kgf/cm}^2$ にとどめた。

5-2 薬液注入剤および工法の選定 薬液注入の目的は、(1) 低圧気設定により発生する湧水軽石層の流砂現象と砂礫層の被圧湧水による切羽崩壊の防止。

(2) 低圧気設定に伴う隣接の圧気工事による切羽への酸欠空気の流入防止。

(3) とくにエアブローの激しい軽石層より近隣井戸へ影響する第三者災害の防止。である。

このため、より密なる間隙充填が可能で、豊富な滞水層である砂礫層、とくに湧水軽石層の水みちにもゲルタイム0~3秒の瞬結に対応できる改良効果のよい溶液型水ガラス二重管瞬結工法を採用した。

5-3 試験注入による設計注入範囲の決定 設計の注入範囲を知るため、数回にわたる試験注入を行い、注入範囲を最小限にとどめるようにした。

5-4 結果 途中で軽石層が若干厚くなったりしたため、多少のトラブルはあったが、大きな切羽の崩壊はなく、近接井戸へのエアブローなどによる第三者災害もなく、また切羽への酸欠空気の流入もなしに掘進を完了することができた。

6. おわりに

当工区のような連続した湧水軽石層は、東京では時々みられる。土被りが薄く、しかも地下埋設物のある立地条件をもつ当工事のような場合、泥水加圧工法などの適用が困難であり、その対応策として、二重管瞬結工法を適用したが、今後の参考になれば幸いである。