

東急電鉄(株) 新王川線建設事務所 正員 青藤喜重

〇小倉正勝

加藤英治

1. まえがき

シールド圧気工事に伴う地下酸欠空气の発生は、シールド施工位置と透気性地質、地下水との位置関係および透気性、環元性地質と不透気層の地層構成、加圧空気圧、送気量に關係することは種々の研究により解明されているが、工事が施工される現場では、これらの要素が複雑に変化すること、シールド工事以外の諸条件が複雑することのために、これ等酸欠空气発生の諸要素を施工面から実証できるケースは数少ないと思われる。しかし、当炭谷地区では過去に大規模な圧気作業が行なわれていないこと、近年地下水位の低下が著しいにもかかわらず、まだ、砂礫層の水位が高く標高12mを確保していること等のために比較的現象をとらえやすい条件となっている。また、シールド施工位置が不透気層より滞水砂礫層への移行、防護工事まちによる切羽の円塞、断気等かなり変化のある段階を至っているため、これをいかし、シールド施工の実態面からとらえた報告し、事故防止対策の参考に供したい。

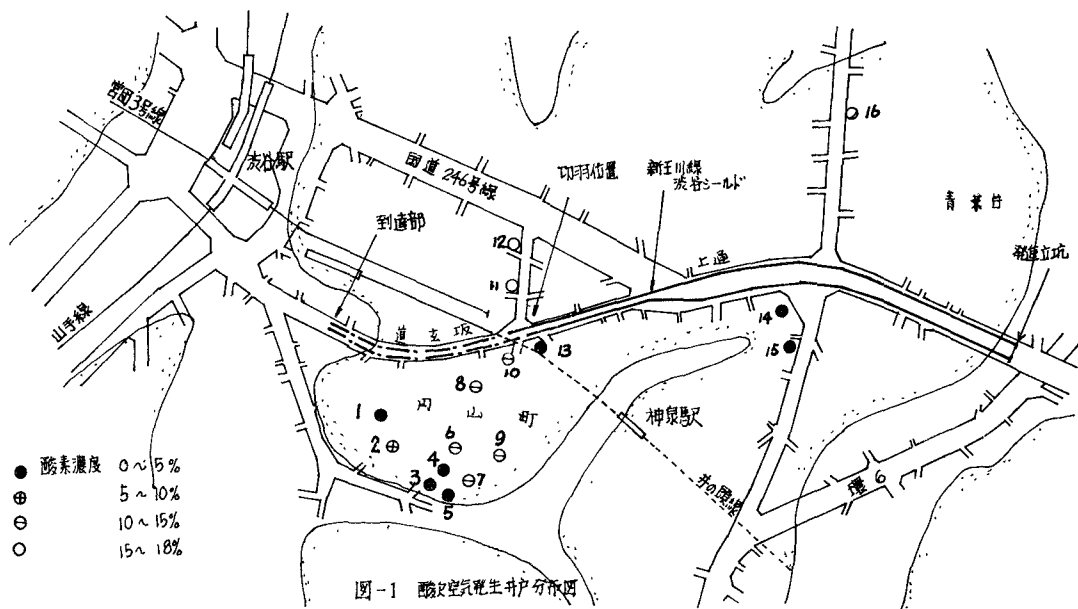
2. 工事概要

本工程は昭和47年末より東急新王川線の一部として施工中のもので、王川通りと環6通りの交差する大坂橋を発達立坑として、国道下を上通りから道玄坂に至る全長1100m、外径6.5mの単線並列型円型トンネルを築造するものである。セグメントは、幅90cm、厚35cmの鉄筋コンクリート箱型セグメントである。

3. 地質、地下水

この地域の地形は、標高30~35mの洪積台地で淀橋台に属し、シールドはこの台地下を工被り15~20mで通過する。発達部および到達部は、この台地を侵蝕した目黒川、炭谷川が形成する洪積谷下である。

地層構成は、地表より表土、関東ローム(厚5m)、凝灰質粘土(厚4m、 $N=4\sim10$)、砂質土($N=10\sim40$)と粘性土との互層よりなる上部東京層、東京砂礫層およびオ三期の固結シルト層の順である。シールドの通過地層は、発



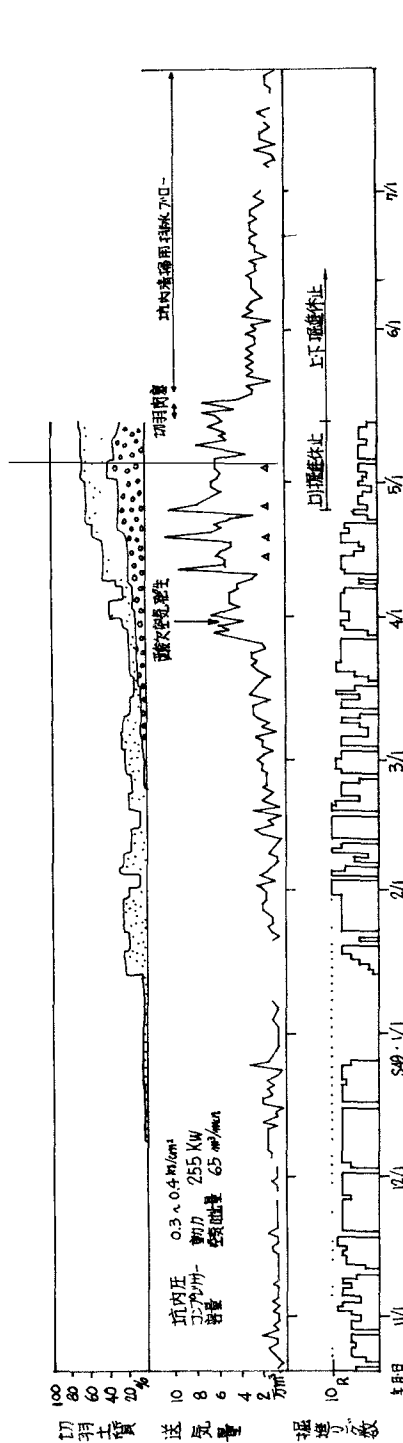


図-2 切羽土質と送気量の関係

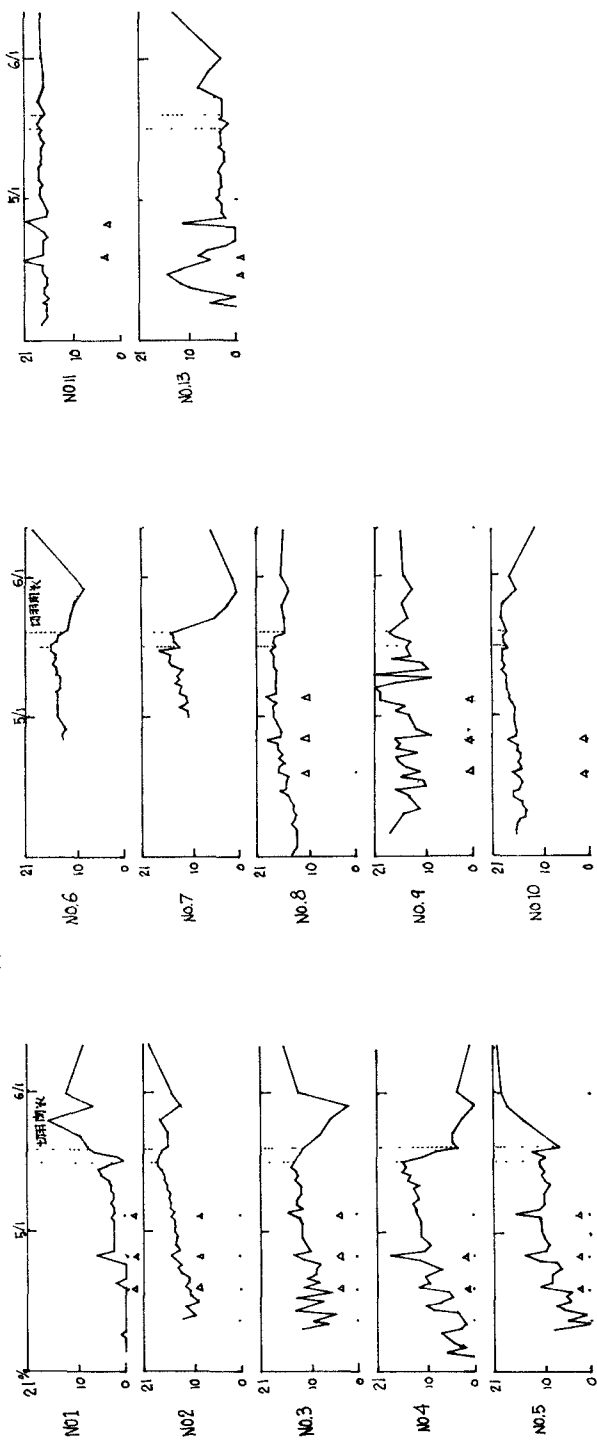


図-3 掘進効率の推移

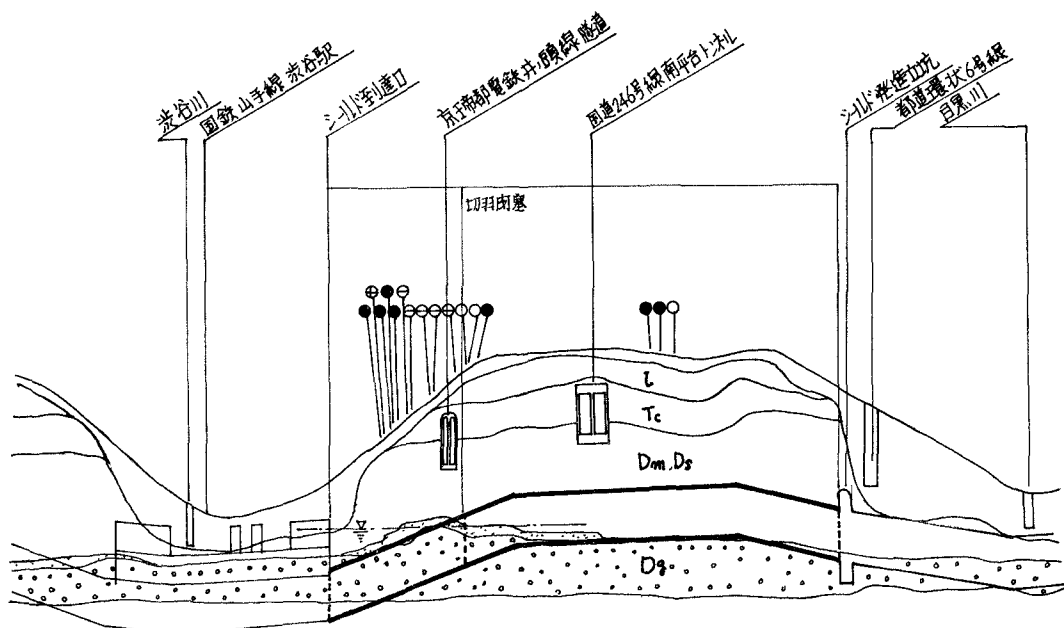


図-4 地質断面図

進部より600mまでが砂、シルト、粘土よりなる上都東京層で、海成堆積の様相を呈し、渋谷側500mは河成堆積の様相をみせる東京砂礫層となっている。

地下水位は地表面下2〜3mであるが、東京砂礫層の被圧水位は標高12m程である。

4. 酸欠空気発生の時点

酸欠空気発生を発見した切羽掘削は、図-1のN0.8地質の井戸からの漏気に伴う異常音の通報によるもので、それ以前には発生していない。

地元住民へは、事前調査の段階で酸欠空気発生の可能性と漏気があった場合の通報をお願いしたビラを配布し、消防署へは、圧気作業開始届のコピーを提出し、工事内容、地質との関係等について説明してあった。

発生の時点と地質との関係は、図-3に示す通り、切羽断面内に砂礫層が下層40%を占めるに至った時点に発生しており、特に下位の砂礫層は砂分の多く粒径のばらついた(2〜40mm)灰色の層があるが、この間に砂分のほとんどなく、至10mm前後の粒のそろった赤茶色に変色した水平層が不規則に挟在している。この層には空洞があり、タバコの煙りが地層へ吸込まれていく様子からもわかるように、一見して透気性が欠けて強還元性であり、酸欠発生の主原因であろうと推測される。

一方送気量との関係からみると、送気量は発生時点の3〜4日前より急激に増大しており、不透気層と掘進中に比べると6倍の量になっている。また、地層の変化と送気量の変化は比較的に対応しており、砂礫層への送気の逃げが著しいことを裏づけている。なおこの間の圧気圧は、常に0.3〜0.4MPaに保持した。

さらにまた、地下水との関係は、水位観測よりこの砂礫層上面まで地下水があることが確認されているため、水みちがあるいは、空洞が発達している地層では、地下水が漏気の拡散をおさえる効果はなく、反面この地層が切羽に露出して地下水の逸失が起るまでは、多量の送気の逃げがみられない事実は、この層がシルトより下位にあるときは地下水が漏気の拡散をおさえる効果はあるということになる。

5. 酸欠空気噴出井戸の分布

酸欠空気噴出井戸の分布の特徴は、次の通りである。

- (1). 切羽前方では 300 m、後方では 590 m と前方に狭く後方に広く漏気範囲が広がっている。
- (2). 16 か所中、11 か所がミールド切羽前方丘側の円山町に集中する。
- (3). 沖積地の谷部での発生はみられず砂礫工面の凸部に分布する。

これは東京砂礫層の上面高が谷部の下では、3~4 m と低くその工部は、不透気層で埋まっているため地下水も被圧状態にあり、これが加圧空気の拡散をまたげているため、送気が地層中に逃げても、この砂礫層の凸部に滞留しているものとみられる。

6. 酸素濃度測定の結果

No. 8 地質の井戸への噴出を切り掛けとする再測定のうち、特に代表的な井戸 12 か所 (300 m 以内) についての測定結果を図一に示す。この測定結果から、次の事実が読みとれる。

- (1) 低酸素濃度は、漏気範囲の外周部に多い。
- (2) 酸素濃度は、ミールド圧気工事と発生井戸との距離および漏気量に関係する。すなわち、距離が離れると濃度は低下し、漏気量が増ると濃度は回復する傾向がある。

このうち、ミールド圧気工事と噴出井戸との位置関係については、切羽から 300 m 離れた No. 3, 4, 5 がいずれも初期に低酸素濃度を示しているが、切羽から 200 m 以内の距離にある No. 8, 9, 10 等がいずれも初期に 14~15% を示している。その後前者と比較して急激な変化もないことによりわかる。また、切羽閉塞後送気が地層中へほとんど逃げない状態での酸素濃度の変化についても 300 m 地質では一時的に著しい低下を示すが、その後急速に回復する、一方 200 m 地質では著しい低下はみられず徐々に回復してゆく。

さらに漏気量との関係については、送気量の推移を見ると、送気量の増大と酸素濃度の回復傾向はよく一致している。特に顕著なのは送気量の著しいピークである (ΔEP)。これはいずれも酸素濃度の一時的回復ピークと一致しており、漏気量と酸素濃度とが密接な関係をもっていることを裏づけている。

7. まとめ

以上ミールドの施工を通じろ着への酸欠事故の予防対策を主眼としたものではあるが、その測定結果は従来の酸素欠乏空気の発生機構に関する考え方で説明できるものであり、酸欠空気発生の時点と送気量、切羽閉塞地下水等の関係が明瞭であることがわかった。しかし、砂礫層における空洞の有無は急激な漏気の増大を招き、種々の危険性をばらむものであるから、面ごとらえた地下地質の構造を把握し、漏気量、地中空気圧の観測と送気量、送気圧との関係をつぎ酸欠空気発生の時期範囲を予知し、事故防止の予防対策に結びつける必要がある。