

可燃性ガスを有する自立性の低い砂地盤でのシールド施工

新潟市 下水道部

山田 哲

西松建設株式会社 関東土木支社 正会員 ○金子 博己

1. はじめに

本工事は、新潟市西区の浸水対策を目的とし、合流式下水道のピークカットを行い排水するために、仕上り内径φ2,600mmのシールドトンネル（延長2.0km）を泥土圧シールドにて新設するものである。本稿は、発注当初には確認されていなかった可燃性ガスの追加調査および調査結果、可燃性ガス対策の計画および実施結果について報告するものである。

2. 可燃性ガス追加調査に至る経緯

本工事の事前ガス調査は発進立坑部1箇所のみであったが、シールド延長2.0km全線に亘る影響を把握するため、追加調査を実施することとした。新潟県は全域にわたり石油、天然ガスの賦存地質であり、地下水が豊富な砂層を掘削するシールド通過箇所について、地下水に溶解した可燃性ガスの賦存状況の把握。シールド通過断面の近傍（後半1.0km区間）に有機物を含有すると思われる腐植土層（Ap層）が介在するため、可燃性ガスの賦存状況を把握しシールド工事計画に反映する必要がある。そのため、追加調査は先に述べた内容と地上条件を考慮し、5箇所、10点から試料を採取することとした。本工事の土質概要図および追加ガス調査箇所を図-1に赤字で示す。

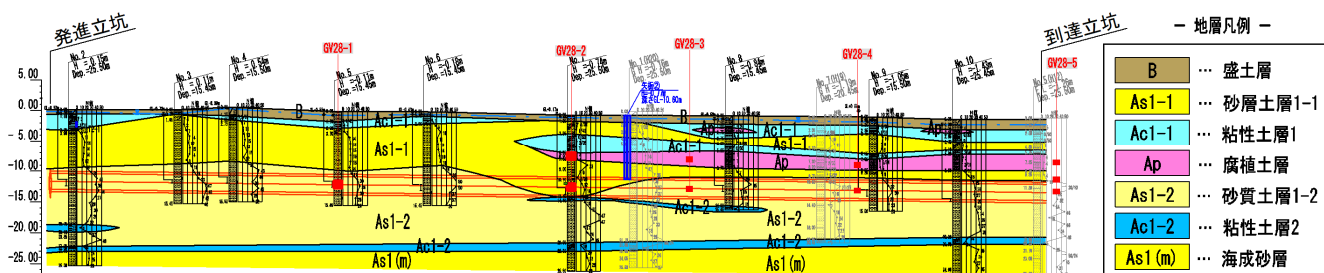


図-1 土質概要図および追加ガス調査箇所

3. 可燃性ガス調査結果

調査の結果、シールド路線上部1D範囲の腐植土層において遊離、溶存とも可燃性ガスが検出され、その濃度は20vol%程度であった。また、シールド通過断面の試験箇所からも1.6～2.3vol%の溶存ガスが確認された。

4. シールド機仕様および工法の選定

可燃性ガスの爆発限界濃度は、空気中において約5%であり、労働安全衛生法では、1.5%で坑内退避と定めている。労働安全衛生法には防爆仕様の基準について明確には規定されておらず、換気等の措置を講じてもなお、可燃性ガスが爆発下限値の濃度に達する恐れのある場所に関して、防爆構造とすることとされている。これは換気設備のトラブル、出水、ガスの噴出等により一時的にガス濃度が上昇するような不測の事態も、その爆発濃度に達するおそれのある場所というところをえ方をしているものと考えられる。以上のことから、シールド機を機内防爆仕様とした。

また、シールド通過断面の地盤は崩壊性の高い砂地盤であることから、切羽保持は泥土圧とし、チャンバー内の土砂をスクリーコンベヤにて坑内へ排土し、排土口以降の坑内輸送は流体輸送とする複合式シールド工法を採用した。

5. 換気設備の計画および施工

ガス調査結果より、坑内に可燃性ガスが流入した場合にも十分に希釈および排出が出来る換気設備が必要となった。可燃性ガスの流入量は掘削土およびその周辺の可燃性ガス発生層の土量から求める「平松の方法」¹⁾で想定した。その濃度を目標濃度にするために所要換気量を算定し、換気ファンの必要風量、圧力を算出し換気設備計画を行った。換

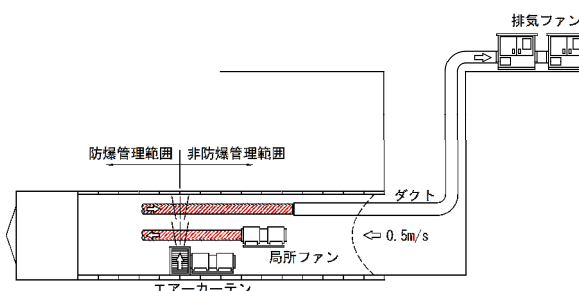


図-2 換気設備の概要図

キーワード 可燃性ガス、シールド、防爆、複合式シールド

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目1番18号 西松建設株式会社関東土木支社 TEL03-3502-7556

気方式は送排気方式を採用し、エアーカーテンより切羽側を防爆エリア、坑口側を非防爆エリアとして施工を行った。換気設備概要図を図-2に示す。

6. 土砂輸送設備の計画および施工

坑内の掘削土砂搬出方式は、当初ズリ鋼車による搬出を計画していたが、可燃性ガスが確認されたため、ズリ鋼車方式での排土ではシールド坑内にて可燃性ガスが充満することが懸念された。そのため、土砂搬出方式は搬出中に掘削土砂が開放されない土砂圧送方式または流体輸送方式を選定することとした。ここで、シールド通過断面の砂層は均等係数が低いため、土砂圧送方式の場合、輸送中に土砂と水が分離し、配管閉塞を起こすことが考えられた。一方、流体輸送方式の場合にはシールド機スクリーコンベヤ排土口から地上までを流体輸送方式とする。この方式は、スクリーコンベヤ排土口に常に一定の泥水圧をかけることができ、スクリーコンベヤ排土口での土砂の蓄発抑制することができる。これらのことから土砂搬出設備は流体輸送方式を採用した。土砂搬出設備の概要を図-3に示す。

7. 安全対策

可燃性ガスが発生する恐れがあるある場所において重要なのは、発生するガスを速やかに測定検知し、火源対策を行うことである。そのため、本工事ではシールド坑内 200m毎に可燃性ガスの測定器を設置し、中央制御室にて坑内全線の状況確認を行える設備を施して実施工を行った。坑内環境計測システム構成図を図-4に示す。また、可燃性ガスが検知された場合に備え警報管理基準を定めた。労働安全衛生規則では、可燃性ガスの濃度が爆発下限値の 30%(1.5Vol%)以上の場合、直ちに労働者を安全な場所に退避させることとなっている。本工事では、爆発下限値の 10%(0.5Vol%)を超えた場合、全作業を中止し、作業員を退避することとして定めた。

また、爆発下限値の 30%を超えた場合には非常用設備の電源を除き送電を停止出来るように非常用電源系統の構築を行った。また、停電等により電力が供給されなくなった場合に備え、非常用の発電機を配置し、換気設備等が停止することがないように設備配置を行った。警報管理基準について表-1に示す。

8. まとめ

本工事では、シールド機通過断面の特性を追加ボーリング調査の結果から把握し、特性に合わせた設備計画を実施することで、可燃ガスを有する自立性の低い砂地盤において地盤の変状や可燃性ガスによる掘進の停止等のトラブルなく掘進を完了することができた。シールド掘進においては地盤特性に合わせた設備計画を行い、掘進中の状況が適正であるか日々確認を実施することが重要である。本稿が今後の工事の参考となれば幸いである。

参考文献 1) 野本・安田：泥水シールドにおけるメタンガス対策，西松建設技報 Vol.3, 1980.

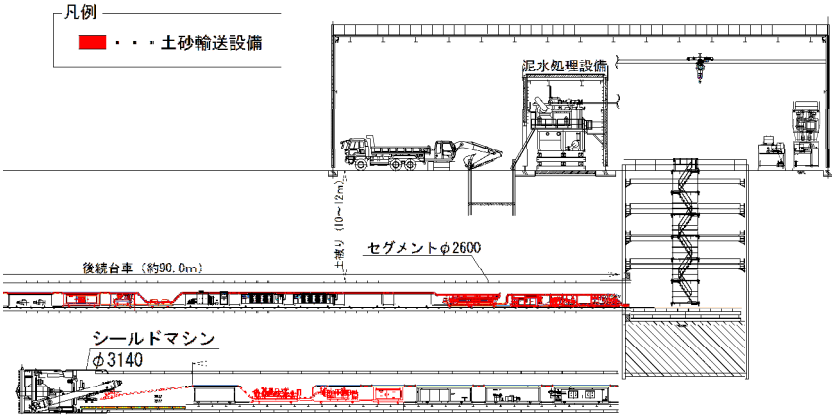


図-3 土砂搬出設備概要図

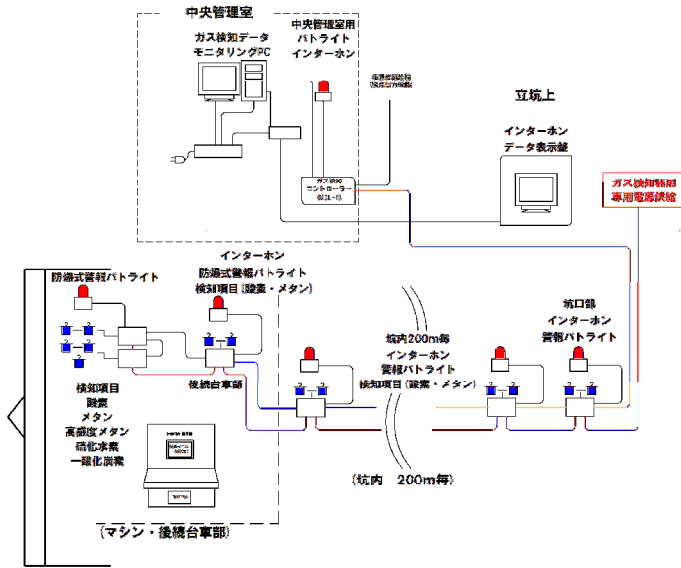


図-4 坑内環境計測システム構成図

表-1 警報管理基準

作業規制	規制-1	規制-2	非常作業体制
メタン濃度	0.25%以上～0.5%未満 (5%～10%LEL未満)	0.5%以上～1.5%未満 (10%～30%LEL未満)	1.5%以上 (30%LEL以上)
規制要旨	火気作業の禁止 関係者※1に周知徹底する。	全作業の中止 作業員※2を退避させる。	非常用設備の電源を除き送電停止する。 工事関係者※3全員を退避させる。
措置と対策	①発生源調査 ②測定頻度を増す ③換気設備等の点検	①発生源調査 ②測定頻度を増す ③換気設備等の点検	①残入坑者の点検確認 ②入坑禁止 ③換気検知対策等再検討
備考	【労働安全衛生規則濃度】		

※1 関係者：工事にかかわるすべての者
※2 作業員：ガス測定者以外の坑内作業員
※3 工事関係者：坑内入坑者の全ての者