

高濃度のメタンガス含有地盤におけるシールド掘進対策について  
 -茨戸処理区XIV-03000(東雁来12条4丁目ほか)下水道新設工事-

札幌市 安田 絢一  
 株式会社 鴻池組 亀山 博通  
 株式会社 鴻池組 平田 健  
 株式会社 鴻池組 正会員 ○桶川 宏司

1. はじめに

本工事は、泥土圧式シールド工法により、内径φ2,600mm(外径φ3,000mm)の二次覆工一体型RCセグメントを路線延長1,114.2mにわたり敷設する浸水対策工事である。表-1に工事概要を示す。

図-1に路線一般図(土質縦断図)を示すとおり、掘進対象土質はN値0~4の軟弱粘性土層(Ac2)であった。シールド工事に先立ち、工事区間内の可燃性ガス調査を実施したところ、シールド掘進深度において、爆発下限濃度の5Vol%を大幅に超える高濃度のメタンガスが存在することが判明したため、メタンガス対策を実施した。本稿では、本工事で実施したメタンガス対策について報告する。

表-1 工事概要

工事名	茨戸処理区XIV-03000(東雁来12条4丁目ほか)下水道新設工事
発注者	札幌市下水道河川局
施工者	鴻池・道興特定共同企業体
工事場所	札幌市東区東苗穂13条4丁目(到達立坑) ~札幌市東区東雁来12条4丁目(東雁来ポンプ場)
工期	平成25年9月9日~平成29年1月10日
土被り	11.3m~16.6m
縦断勾配	到達立坑から東雁来ポンプ場まで1.50‰の下り勾配
最小曲線半径	R=200m(平面)

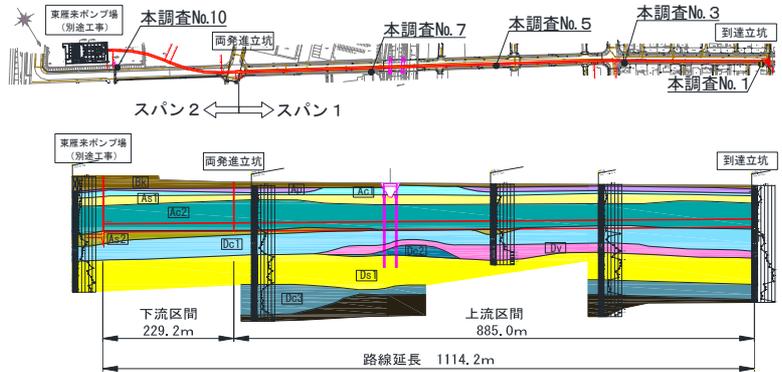


図-1 路線一般図(土質縦断図)

2. 可燃性ガス調査

換気技術指針<sup>1)</sup>の可燃性ガス分布状況(図-2)によると、本工事場所は水溶性ガス地帯もしくは推定予想産ガス地帯に該当した。また、シールド下部のAs2層に関して、複数のボーリング柱状図の記事に‘まれに腐食物見られる。’と記載されていた。

これらの知見から可燃性ガスの発生が懸念されたため、到達立坑において可燃性ガスの予備調査を実施したところ、5Vol%を超えるメタンガスを確認した。

そのため、5地点でメタンガス本調査を実施した。図-1に調査位置、表-2にメタンガス濃度調査結果を示す。メタンガス濃度は34.9~86.0Vol%と爆発下限濃度の5Vol%を大きく超える結果となり、換気技術指針<sup>1)</sup>における危険度区分では危険度ランクIに該当し、最も厳しいメタンガス対策が必要となった。

3. メタンガス対策

3.1 坑内へのメタンガス流入を防止するための対策

① メタンガスを含有した掘削土をトンネル坑内で曝露させないように、土砂搬出方法をズリ鋼車方式から土砂キーワード 可燃性ガス メタンガス 土砂圧送 バネ板の強化 エアカーテン メタンガス濃度測定

連絡先 〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1 (株)鴻池組 土木事業本部 技術統括本部 土木技術部 TEL06-6245-6594



図-2 可燃性ガス分布状況<sup>2)</sup>(北海道のみ表示)

表-2 メタンガス濃度調査結果

調査地点No.	シールド位置土質		湧出	坑口ガス メタンガス濃度(Vol%)	地下水溶存ガス メタンガス濃度(Vol%)
	上部	下部			
本調査No.1	Ac2	Ac2	無	81.1	46.6
本調査No.3	Ac2	Dc1	無	1.67	34.9
本調査No.5	Ac2	As2	無	79.0	44.4
本調査No.7	Ac2	Dc1(As2)	無	77.9	47.9
本調査No.10	Ac2	As2	有	86.0	—

■:メタンガス濃度採用値

圧送方式に変更した。図-3 に土砂圧送方式の概要を示す。

- ② 切羽土質のメタンガス濃度を把握するため、P1 ポンプの位置で圧送管内のメタンガス濃度測定を行った (図-3)。測定の結果、シールド延長の約 2 割の範囲で 5Vo1%を超える高い濃度を検知した (図-4)。圧送管内のメタンガス濃度が 0.5Vo1%を超えた場合には監視体制を強化し、メタンガスが滞留しやすい後続台車付近を重点的に、携帯式検知器による坑内のガス測定を行った。
- ③ テールブラシのバネ板を 2 枚重ねに強化し、曲線でのセグメントとの密着度を高めるとともに、テールシールの自動給脂を行い、テールブラシの止水性を高めることで、メタンガスが溶存する湧水の浸入を防止した。
- ④ 継手面の片当りを防止し、シールの止水効果を確保するため、セグメントの継手面に PE テープを貼り付けた。
- ⑤ 下流側到達部のポンプ場の躯体には天井スラブが構築されていたため、メタンガスが滞留しやすい構造になっていた。そのため、到達防護工の地盤改良を延長して地盤改良領域と裏込め注入領域を十分に重ね合わせることで、シールド機解体時にメタンガスがシールド機背面からテールボイドを伝わって到達躯体内に流入することを防止した (図-5)。

### 3.2 その他の対策

- ⑥ 防爆エアカーテンを設置し、エアカーテンから切羽側は危険区域として、シールド機内電気設備やセグメント搬送設備を防爆仕様とした。また、エアカーテンから坑口側は非危険区域として、非常用設備 (坑内電話、非常灯、警報ベル) だけを防爆仕様とした。
- ⑦ 坑内換気は排気方式とし、メタンガス目標希釈濃度 0.25Vo1%を満足する換気設備とした。
- ⑧ 土砂ピットから発生するメタンガスの天井部への滞留を防止するため、防音ハウスの排気ファンを増設した。

図-6 にメタンガス対策の概要を示す。

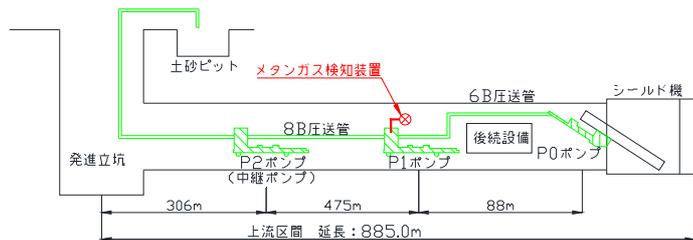


図-3 土砂圧送方式の概要 (上流区間 施工時)

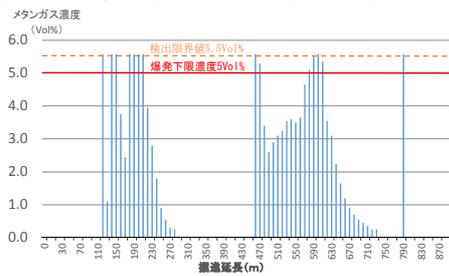


図-4 圧送管内のメタンガス濃度測定結果 (上流区間 施工時)

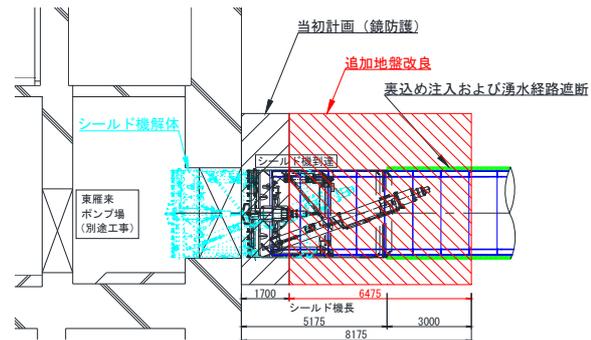


図-5 下流側 (東雁来ポンプ場側) 到達防護工

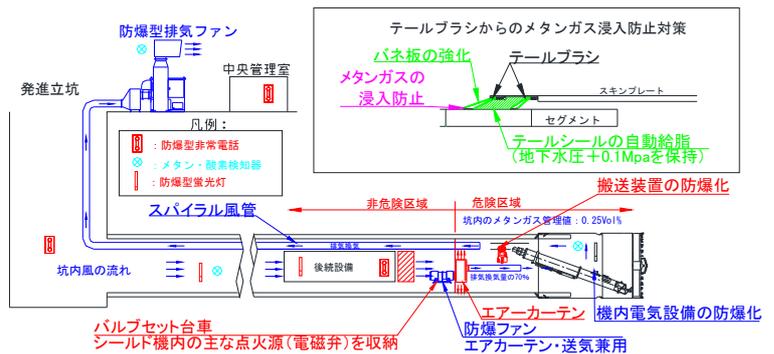


図-6 メタンガス対策の概要

## 4. おわりに

シールド掘進中の掘削土砂から検出限界値の 5.5Vo1%を超えるメタンガス濃度を検知したが、メタンガスのシールド機内やトンネル坑内への湧水防止対策および換気対策等を実施したことで、トンネル坑内ではメタンガスを検知することなく、安全にシールド工事を終えることができた。

### 参考文献

- 1) 建設業労働災害防止協会：新版 ずい道等建設工事における換気技術指針《換気技術の設計及び粉じん等の測定》、2012.3
- 2) 原田実：建設環境エンジニアリング、(株)山海堂、2000.9