

環境影響の小さいシールドトンネル工事用起泡剤の現場適用事例

(株)大林組 正会員 ○三浦 俊彦、千野 裕之、高橋 寛
足立 邦靖、武田 厚、服部 鋭啓
浜松市上下水道部 下水道工事課 高井 竜太、野本 英晴

1. はじめに

気泡シールド工事で使用する起泡剤は、毒性が低く生分解性の良い陰イオン界面活性剤が使用されており、環境への影響は小さい。しかし、近年は大口径の気泡シールド工事が施工されており、発生土砂が大量になることから、さらに環境影響の小さい起泡剤が望まれている。

そこで弊社は、従来の起泡剤に比べて、魚毒性の低い陰イオン界面活性剤と発泡性を高める高級アルコールの組合せによる新しい起泡剤を開発した。この起泡剤は、発泡性や土壌に混合した際の流動性、止水性等のシールド工事で必要とされている機能は従来と同等の効果があるが、魚毒性が低く生分解性に優れているため、環境への負荷が小さい特徴がある。前報¹⁾では、新規起泡剤の生分解性を報告したため、本論文では、新規起泡剤の魚毒性を調べた結果と、現場適用を行った事例を報告する。

2. 起泡剤の魚毒性評価

2. 1 目的 陰イオン界面活性剤の魚毒性は、淡水の水生生物に対する調査例が多いが、一般に淡水よりも海水における魚毒性が強く発揮されることから、ここでは海水における新規起泡剤の魚毒性を評価した。

2. 2 方法 従来のスルホン酸塩系起泡剤と新規起泡剤の2種類を用いた。海水の水生生物にはジャワメダカを使用した。ジャワメダカは、マレー半島からボルネオ島の汽水に成育するメダカで、化学物質に対する感受性が高く、試験魚として使用されている²⁾。一定濃度の起泡剤溶液を1000mLのガラスビーカーに投入し、そこへジャワメダカ10個体を入れ、14時間明条件、10時間暗条件とした26℃のインキュベーター内で24時間毎に試験水を全量交換しながら、死亡個体数の観察を行った。得られた累積死亡率から、統計処理の一手法であるプロビット法(JIS K0102に掲載)により48時間および96時間の半数致死濃度(LC₅₀)を算出した。

2. 3 結果 起泡剤溶液は、土質に応じて様々な濃度でを使用することから、半数致死濃度だけでは魚毒性が比較できないと考えて、従来の起泡剤の1%溶液を基準として、相対濃度と半数致死濃度の逆数を乗じて、魚毒性指数を算出した。測定結果を表1に示す。新規起泡剤の魚毒性指数は、従来の起泡剤と比べて低く、同じ濃度では約1/8であった。また、新規起泡剤は泡が強いため、気泡混合土の流動性を確保するために必要な濃度は、従来の起泡剤の1/2～1/4程度であることから、新規起泡剤Bを0.5%と0.25%で使用すれば、魚毒性指数はそれぞれ約1/17、1/42となる。

表1 新規起泡剤の魚毒性指数

起泡剤溶液		48hLC ₅₀ から 算出した魚 毒性指数	96hLC ₅₀ から 算出した魚 毒性指数
種類	濃度(%)		
従来の起泡剤	1	1	1
	0.5	0.5	0.5
新規起泡剤	0.5	0.059	0.042
	0.25	0.024	0.017

3. 新規起泡剤の現場適用

3. 1 目的 開発した新規起泡剤を実際に現場適用した際の気泡効果を検証した。

3. 2 方法 本現場は、浜松市上下水道部発注の浸水対策のための管渠築造工事で、施工延長1587.2m、セグメント外径4550mm(親機)、3150mm(子機)の気泡シールド工事である。工事中の気泡添加量等の条件は、土質等によって異なるが、試験期間は比較的安定な砂質土が対象で、従来のスルホン酸塩系起泡剤の0.4～0.6%溶液を5倍発泡させて、地山1m³あたり30～40%添加した。その一部の期間を新規起泡剤の適用期間に設定し、発泡倍率と添加量が同一条件で新規起泡剤を使用した場合の、シールド推力やカッタートルク、掘進速度、チャンバー内土圧への影響を調査した。チャンバーから排出される掘削土(気泡混合土)は、一次スクリー

キーワード 界面活性剤, 起泡剤, シールドトンネル, 魚毒性, 環境負荷低減

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組技術研究所 環境技術研究部 TEL042-495-1014

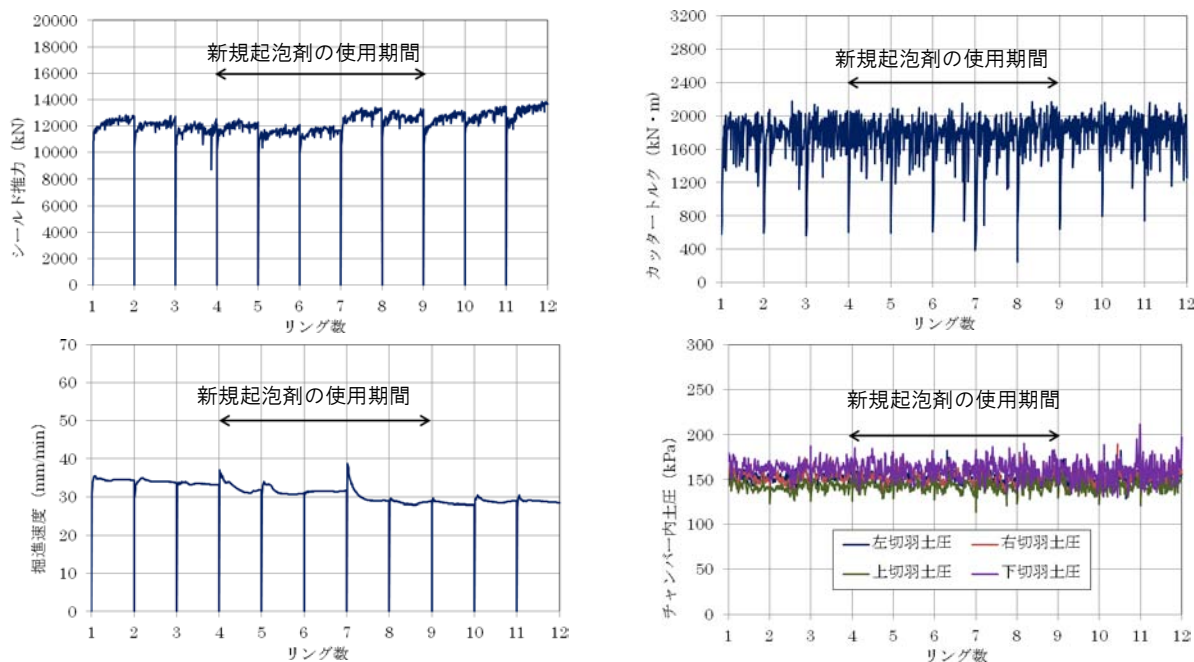


図1 シールド掘進データ

コンベアからノンタックホースを介してズリ鋼車で土砂ピットまで運搬し、建設汚泥として処理を行う。ノンタックホースより排出された時点の掘削土を採取して、ミニスランプ等で性状を確認した。

3. 3 結果 シールド掘進データを図1に、ミニスランプの測定結果を表2に示す。掘削土の様子を写真1と写真2に示す。図中のリング数は、試験期間のリングNo.を示し、No.4～6は新規起泡剤の0.6%溶液を使用し、No.7～9は0.4%溶液を使用した。新規起泡剤を使用した際のシールド推力やカッタートルク、掘進速度、チャンバー内土圧は、従来の起泡剤を使用したリングと同程度の値を示し、新規起泡剤でも問題なく掘削できることが確認できた。シールド推力はリングNo.7から少し上昇しているが、これは掘進速度を少し速くしたことが原因であり、新規起泡剤の影響ではないと考えられる。新規起泡剤を用いた掘削土のミニスランプ値は6.5～10.6cmで、従来の起泡剤と同様に、ノンタックホースによってスムーズに排出可能な目安6～10cm（対象現場の実績による）の範囲にあった。ポンプ圧送の場合12cm以上を示すと噴発の可能性があるとい一般的にされているが、本掘削土は流動性を確保しながらも、噴発を起こさない状態を確保できた。

参考文献

- 1) 三浦俊彦他：環境影響の小さい新しいシールド工事用起泡剤の開発、土木学会第66回年次学術講演会講演概要集、7-021、2011.
- 2) Jiro Koyama, et.al : A Proposed New Marine Test Fish for Ecotoxicology, Environ. Toxicology, 23, pp.487-491, 2008



写真1 掘削土の様子



写真2 掘削土の排出状況

表2 掘削土のミニスランプ値

試験 リング No.	起泡剤の 種類	ミニ スランプ 値(cm)	試験 リング No.	起泡剤	ミニ スランプ 値(cm)
1	従来 0.5%	6.5	6	新規 0.6%	10.0
2	従来 0.5%	9.6	7	新規 0.4%	6.5
3	従来 0.5%	8.7	8	新規 0.4%	9.4
4	新規 0.6%	10.6	9	新規 0.4%	8.8
5	新規 0.6%	9.4	10	従来 0.5%	7.1