

環境に優しい起泡材 (TAS-foam) の開発

大成建設 (株) 正会員 ○西田 与志雄
 正会員 岩下 篤
 正会員 大坂 衛

1. はじめに

気泡シールド工法に使われる起泡材は、特殊起泡材 (OK-1) が代表的で、AOS (α -オレフィンスルホン酸ナトリウム) が主成分である。掘削土の粒径が中砂から砂礫と大きくなり流動性と止水性が低下すると、気泡材へのセルロース系の高分子剤の添加や、さらにゲル化剤を加えて増粘性を増すことで対応している。AOS 系起泡材は毒性があるので掘削土中において生分解期間を置く必要があるため、掘削直後の掘削土を海洋投棄する場合などでは、3 日程度の仮置きをし、AOS 成分の分解を待ってから掘削土を埋立に使っている。そこで、起泡材の濃度の調整のみで粘性土から砂礫土まで使用でき、3 日間の生分解を待たなくても海洋投棄のできる起泡材「TAS-foam (タスフォーム)」を開発した。



写真-1 TAS-foam (0.6%溶液 10 倍発泡)

2. TAS-foam の概要

TAS-foam は、AOS 系起泡材より安全性が高く、かつ高倍率に発泡しても安定していることから、以下の効果を得ている。

- ①従来の AOS 系気泡材より魚毒性が低くなった。(約 2 ～ 3 倍の安全性)
 - ②低濃度での発泡を可能とした。(0.6%希釈液で発泡が可能)
 - ③高発泡倍率を可能とした。(10 倍～30 倍発泡が可能)
 - ④高濃度使用で、添加剤を加えなくとも砂礫への対応を可能とした。(砂礫層は 2.0%濃度以上で対応可能)
- 上記の効果から、毒性の低い成分を少なく使うことで、環境負荷を大幅に減少させることができた。

3. 魚毒性の確認試験

TAS-foam の単体の魚毒性を確認するため、AOS 系と同じ条件でヒメダカによる魚類急性毒性試験を行った。試験結果を図-1, 2 に示す。

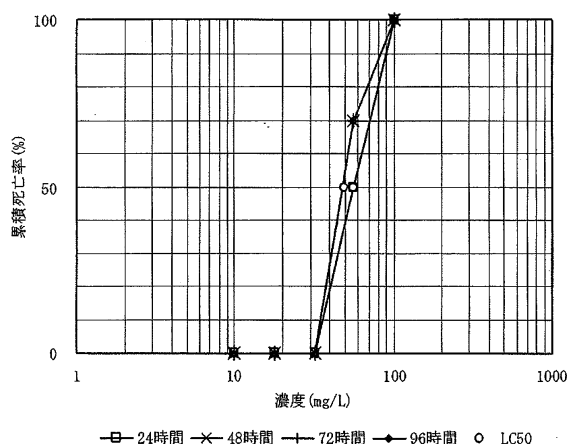


図-1 TAS-foam の濃度-死亡率曲線

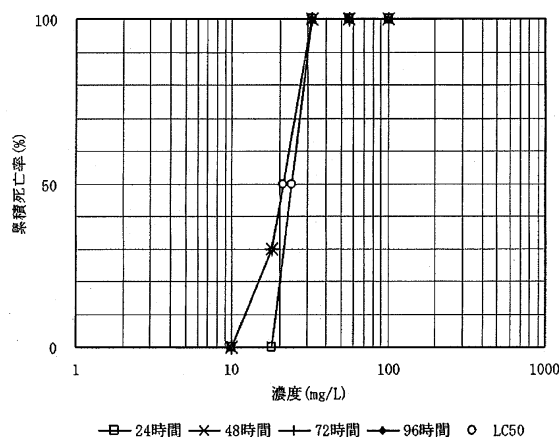


図-2 AOS 系の濃度-死亡率曲線

AOS 系の LC_0 (死亡ゼロ) $< 10 \text{ mg/L}_{96\text{hr}}$ に対して、TAS-foam は $LC_0 < 32 \text{ mg/L}_{96\text{hr}}$ となり、原液成分で約 3 倍の安全性を有していることが確認できた。なお、 LC_{50} (半数致死濃度) は、AOS 系の $21 \text{ mg/L}_{96\text{hr}}$ に対し、TAS-foam は $49 \text{ mg/L}_{96\text{hr}}$ であった。

キーワード シールドトンネル, 起泡材, 界面活性剤, 魚毒性

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設 (株) 土木技術部 TEL 03-5381-5284

掘削土のストックと運搬時間を考えて、混合して半日程度を経た気泡材混合土を海水に投入し、界面活性剤成分の海水への溶出量を測定した。陰イオン界面活性剤濃度の測定結果を表-1 に示す。掘削土は横浜の土丹層を使用した。

表-1 気泡混合土の海水への溶出率

名称	仕様	注入率	発泡倍率	原液希釈率	理論上の含有界面活性剤量	1時間後の溶出量	溶出率
		%	倍	%	mg/L	mg/L	%
TAS-foam	一般配合	30	10	0.6	52	0.11	0.21
TAS-foam	砂礫配合	30	20	5.0	222	0.32	0.14
AOS系	一般配合	30	8	3.0	380	5.4	1.42

上記の結果から、AOS 系気泡材に対して TAS-foam は界面活性剤成分の海水への溶出率が 1/7～1/10 であり、一般配合で界面活性剤成分の溶出量を比較すると、原液の使用量が少なく、溶出量も少ないことから $5.4\text{mg/L} \div 0.11\text{mg/L} \approx 50$ となり、溶出量で 50 倍の安全性を有している。溶出特性など具体的な化学的メカニズムはまだ特定されないが、従来の AOS 系気泡材に対して 100 倍以上の安全性を有していることが確認できた。

4. 練り混ぜ試験結果

TAS-foam による土砂の安定性を試験するため、5号硅砂と江戸川層の礫質土を使用して、スランプ試験を行った。以下に気泡材の未混入の状態と、TAS-foam を混入した状態の写真を示す。未混入では5号硅砂も礫質土も自立できない状態であったものが、TAS-foam を混入させることで良好な自立性と柔らかさを有することが確認できた。



写真-2 5号硅砂（気泡材なしのスランプ試験）



写真-3 5号硅砂（TAS-foam 0.6%溶液 10倍発泡）



写真-4 使用した礫質土

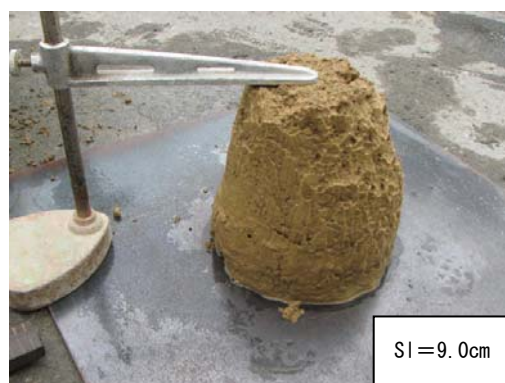


写真-5 礫質土（TAS-foam 5%溶液 20倍発泡）

5. まとめ

新しく開発した TAS-foam は、採用した界面活性剤の安全性と、使用量と溶出量の低減効果から、従来の気泡材に対して魚毒性が桁違いに低いことが確認できた。TAS-foam は、砂質土や礫質土に塑性を与え、自立性を高めることが確認できた。この性能を生かすことで濃度と発泡倍率の調整だけで、粘土層から砂層、砂礫層まで対応が可能となった。今後は、TAS-foam の泡の高い安定性（強さ）から、高水圧下での適用性を確認してゆきたい。