

気泡混合土に含まれる界面活性剤の溶出特性における基礎的検討

大成建設（株） 技術センター 正会員 ○近藤 俊介, 高畑 陽, 西田 与志雄

1. はじめに

気泡シールド工法で発生した気泡混合土には起泡剤に含まれる界面活性剤が一時的に残留しており、環境影響が懸念されている。界面活性剤を含んだ気泡混合土を処分する際、その処分方法によって界面活性剤の溶出試験方法が異なる。海洋投入時には、「浚渫土砂等の海洋投入及び有効利用に関する技術指針」（国土交通省港湾局）に示す環境庁告示第14号の溶出試験で得られた検液を公定法（JIS K 0102）で分析を行うことが望ましいとされている¹⁾。一方、起泡剤を添加してから海洋処分を行うまでの仮置きや運搬を行う際に、界面活性剤は土壌への吸着や微生物による生分解によって、溶出量が変化すると推察される。当社が使用する起泡剤「TAS-foam」は、分解性の高い陰イオン界面活性剤を使用しており、これまで材料自体の生態影響評価や、実工事で発生した気泡混合土からの界面活性剤の溶出に伴う環境影響評価を実施してきた²⁾。

本報では、TAS-foam で作製された気泡混合土から溶出する界面活性剤成分の溶出特性を把握する基礎的な試験を実施した結果について報告する。また、気泡混合土を盛土して仮置した状態での界面活性剤の分解挙動を把握するために、実際の施工条件と同様の配合で作製した気泡混合土を一定温度に維持した室内試験を実施した結果についても報告する。

表-1 土試料の土質性状

試料	含水率 [%]	湿潤 密度 [g/cm ³]	粒度組成		
			礫分 [%]	砂分 [%]	細粒分 [%]
Ns	13.8	1.70	5.7	84.5	9.8
Nts	19.1	1.54	0.0	77.0	23.0

2. 試験方法

2.1 振とう時間による溶出特性の検討

実工事の発生土である表-1の立坑土壌Ns（砂岩層）と函渠部の土壌Nts（凝灰質砂岩・泥岩の互層）に、TAS-foam で作成された気泡を実際の工事と同様の添加条件で混合し、環告13、14号の公定分析法に準じて気泡混合土と純水を混合させて（写真-1）溶出試験を実施した。振とう時間は1、2、3、6、24時間（200rpm、室温）とし、溶出液を孔径1.0μmのメンブレンフィルター（親水性PTFE）で吸引ろ過し、メチレンブルー吸光光度法で陰イオン界面活性剤（MBAS）濃度を測定した。

2.2 液固比による溶出特性の検討

2.1と同様に気泡混合土を作製し、純水と液固比1、2、3、5、10、30で混合させた溶液を200rpmで3時間振とうした。溶出液を孔径0.45μmのメンブレンフィルター（親水性PTFE）で吸引ろ過し、MBAS濃度を測定した。

2.3 生分解性の検討

気泡を混合させた約200gのNs試料を表-2の処理を施した後に100mlガラス瓶になるべく気相部が無い状態になるように土試料を充填し、表-2の温度条件で静置させた。静置から0、1、3、6日経過後の試料を採取し、環告14号の公定分析法に準じて作成した土壌溶出液（振とう3時間）のMBAS濃度を測定した。

表-2 生分解性試験に用いる土試料

土壌試料	温度 条件	処理内容
原土	10℃	気泡混合のみ
原土	25℃	気泡混合のみ
滅菌土	25℃	気泡混合後オートクレーブで 121℃、30分滅菌
添加剤 混合土	25℃	気泡混合後に添加剤 (水溶性ポリマー)を所定量混合



写真-1 気泡添加の様子 写真-2 生分解性試験の状況

キーワード 気泡シールド, 界面活性剤, 発生土, 土壌溶出量

連絡先 〒245-0051 横浜市区戸塚区名瀬町344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7226

3. 試験結果

3.1 振とう時間による溶出特性の検討

図-1 に振とう時間毎の陰イオン界面活性剤 (MBAS) 溶出量に示す. 各条件で振とう 1~6 時間までは溶出量に大きな差はなかった. 一方で, 振とう 24 時間後の溶出量は, 全ての条件で 6 時間後と比較して低下傾向が確認された. また, 環告 13 号より液固比の大きい環告 14 号の溶出量が小さくなることを確認された.

3.2 液固比による溶出特性の検討

図-2 に液固比毎の界面活性剤溶出率を示す. 両試料とも液固比の増加に伴い溶出率が大きくなる傾向がみられた. 最も溶出率の高い液固比 30 において, 土壌 Ns の溶出率は 95% に達したが, 土壌 Nts の溶出率は 30% と低かった. 砂岩 (Ns) より細粒分を多く含む泥岩 (Nts) では, 界面活性剤が吸着し易いため³⁾, 土壌からの溶出率が砂岩 (Ns) と大きな差が生じていると考えられた.

3.3 生分解性の検討

図-3 に経過日数ごとの界面活性剤溶出量を示す. 原土 25°C の試料の界面活性剤溶出量は経過 1 日目で 50% 減少し, 2 日目には基準値 (0.5mg/L) 以下となった. 原土 25°C の試料は同条件の 10°C で静置した試料より界面活性剤溶出量の分解速度が速く, 高温期 (夏季想定) は低温期 (冬季想定) より生分解が促進されやすいことが示唆された. 一方, 10°C 程度の低温期でも気泡混合土中の界面活性剤は緩やかに分解することが示された. 添加剤を加えた試料では, 3 日間で原土 25°C の試料と同様に減少しており, 添加剤による分解性の阻害などの影響が無いことが明らかとなった.

4. 考察・まとめ

本試料において, 公定分析法の振とう 6 時間と 1 時間の溶出量がほぼ同等であったため, 迅速に評価したい場合は 1 時間の振とう時間で十分であることが示された. 振とう時間を 6 時間より長くすると界面活性剤の溶出量が減少する原因は, 温度条件に近い原土 25°C の分解性試験の結果 (図-3) から, 界面活性剤が微生物によって分解されたためと考えられた. 盛土を模擬した条件下で界面活性剤の分解性を確認した結果, 低温期でも 1 週間程度養生すれば界面活性剤の溶出量が基準値以下になるため, 溶出リスクは高くなる粗粒分が多い発生土であっても一定時間の仮置きを行えば安全性は確保できると考えられた. 今後, 添加剤の主成分である水溶性ポリマーへの界面活性剤の吸着傾向についても検証する予定である.

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局: 浚渫土砂の海洋投入及び有効利用に関する技術指針, pp. 23-25, 2006.
- 2) 近藤俊介他: 土木学会第 73 回年次学術講演会, (Ⅲ), pp.525-526, 2018.
- 3) 阿部幸子他: 日本化学会誌, (5), pp.814-819, 1985.

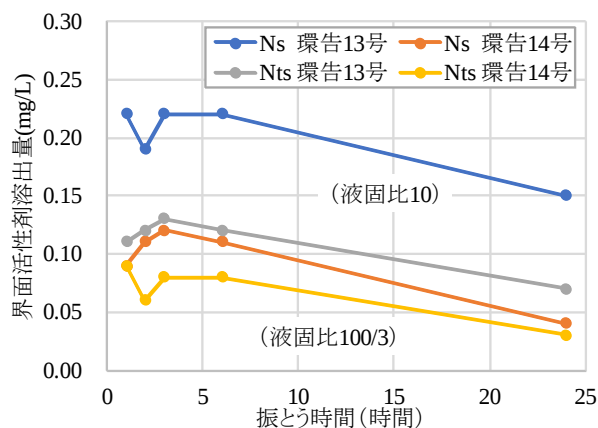


図-1 振とう時間による界面活性剤溶出量の推移

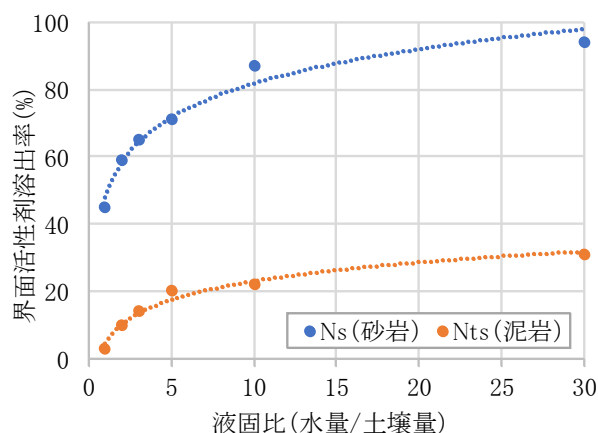


図-2 液固比毎の界面活性剤溶出率

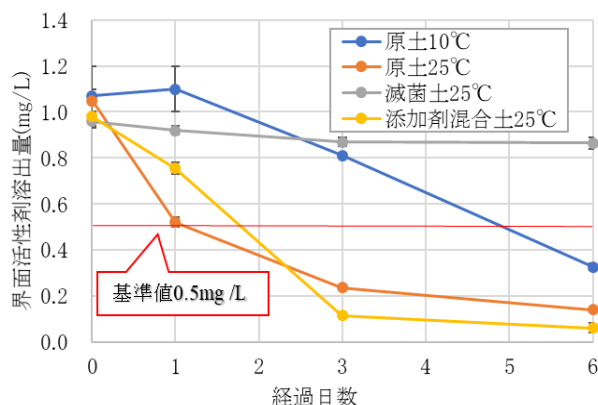


図-3 経過日数による界面活性剤溶出量の推移