

# シールド発生土の海面埋立利用における海洋環境への影響リスク評価

地井 直行\*

Naoyuki Jii

佐藤 靖彦\*\*

Yasuhiko Sato

石渡 寛之\*\*

Hiroyuki Ishiwata

## 1. はじめに

シールド工事において発生する掘削土は、シールド断面が大きい場合、発生量が膨大になることから利用先が課題となることが多い。利用先の一つに、海面埋立材としての利用が挙げられる。泥土圧シールド工法による掘削土（以下、シールド発生土）の場合には、切羽保持および掘削土の流動性確保を目的として添加材が使用される。添加材の中には陰イオン界面活性剤等が含まれているため、海面埋立時に海洋環境への影響リスクが懸念される。そこで、リスク評価の方法として、シールド発生土の泡立ち試験および陰イオン界面活性剤の溶出試験を実施することとした。

本稿では、実際のシールド発生土と海水を用いて実施した、泡立ち試験および陰イオン界面活性剤の溶出試験によるリスク評価について報告する。

## 2. 試験材料

シールド発生土（以下、試料）は、チャンバー内で添加材が添加された後、搬送するベルトコンベア上で採取し、試験まで所定の期間（1～7日間）ビニール袋内で密封養生した。添加材には、陰イオン界面活性剤であるポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩（以下、AES）を主成分とする起泡材、アクリル系水溶性ポリマーを主成分とする高分子材が使用されていた（表-1）。

泡立ち試験の比較試料としては、当該工事区間の土壤に加水のみで調製したものをを用いた（以下、原土試料）。

海水は、実際の海面埋立地付近で採取し、試験に供するまで4℃にて保存した。なお、海水の保存期間は7日までとした。

## 3. 実験方法

### (1) 泡立ち試験

泡立ち試験は、以下に示す方法にて実施した。

\* 技術研究所環境技術グループ

\*\* 技術研究所

表-1 添加材の種類と添加量

	起泡材	高分子材
主成分	ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩 (AES)	アクリル系水溶性ポリマー (分子量：1,800～2,200 万)
添加量	0.24 kg/m <sup>3</sup> (0.4% 溶液, 5 倍発泡)	5 kg/m <sup>3</sup>



図-1 試料の投入状況 (泡立ち試験)



図-2 試料の投入状況 (陰イオン界面活性剤の溶出試験)

- ① 投入方法による泡の発生状況の確認試験（泡立ち①）：海水 50 L を入れたポリ製容器（容量 100 L）に試料 0.5 L を投入し、直後の泡立ち状況を目視にて観察した（図-1）。なお、投入方法は水中での投入および水面上からの投入の 2 通りを実施した。
- ② 波による泡の発生状況の確認試験（泡立ち②）：泡立ち①同様に、ポリ製容器内の海水に試料を投入した後、攪拌機を 100 rpm で回転させ波を発生させて 24 時間後の泡立ち状況を目視にて観察した。
- ③ 投入方法および波による泡の発生状況の確認試験（泡立ち③）：異なる投入条件を想定し、ポリ製容器内の海水 25 L に試料 10 L を 10 回に分けて 5 分間隔で投入後、波を発生させて 24 時間後の泡立ち状況を目視にて観察した。なお、投入方法は水中での投入および水面上からの投入の 2 通りを実施した。

### (2) 陰イオン界面活性剤の溶出試験

図-2 に示すように、海水 50 L を入れたポリ製容器（容量 100 L）に試料 50 L を 100 回に分けて連続で投入し、

20℃の恒温室にて0,1,3,5,10日経過後の上澄み液200 mLを分取して陰イオン界面活性剤の濃度を分析した。

本試験ではメチレンブルー活性物質（以下、MBAS）濃度を陰イオン界面活性剤濃度とした。MBASの分析はJIS K 0102 30.1.1に則して実施した。陰イオン界面活性剤の溶出量（以下、溶出量）は、式(1)に基づき算出した。

$$\text{陰イオン界面活性剤の溶出量 (mg/L)} = C_{soil} - C_{ctrl} \quad (1)$$

$C_{soil}$ ：試料投入後上澄み液中 MBAS 濃度 (mg/L)

$C_{ctrl}$ ：海水中 MBAS 濃度 (mg/L)

#### 4. 結果および考察

##### (1) 泡立ち試験

表-2に結果の一覧を示す。試料の投入による泡の発生状況の観察（泡立ち①）においては、試料の養生日数や投入方法に関係なく泡立ちや濁りの発生は認められなかった。一方、原土試料は投入時に若干の気泡および濁りの発生が確認された。これは投入時に試料中に内包されていた空気によると考えられた。

試料投入後の波による泡の発生状況の確認（泡立ち②および泡立ち③）においては、試料は投入量や投入方法に関係なく投入時から24時間後まで泡立ちや濁りの発生が認められなかった（図-3左）。一方、原土試料は投入時に気泡および濁りの発生が確認されたが（図-3右）、24時間後には消泡して濁りもなくなった。

以上のとおり、起泡材に起因する泡成ちは確認されなかった。これは添加された高分子材による土粒子の団粒化が泡の発生や濁りを抑制させたと考えられる。

##### (2) 陰イオン界面活性剤の溶出試験

養生日数1, 3, 7日の各試料の溶出量を図-4に示す。養生日数の経過に伴い溶出量は減少した。養生日数1日の試料では、投入直後に0.12 mg/L検出されたが、日数の経過により減少傾向を示し、10日後には0.06 mg/Lとなった。養生日数3日の試料では、投入直後から0.02~0.04 mg/Lでほとんど変化がなかった。養生日数7日では、投入直後から定量下限値未満(<0.02 mg/L)であった。この結果は、養生日数の経過に伴って試料中のAESが分解したことによると考えられる<sup>1),2)</sup>。

本起泡材の魚類急性毒性は、96時間後における0%死亡最高濃度は32 mg/Lであることから、今回の最大溶出量0.12 mg/L（1日養生試料）は、その約1/267となる。

#### 5. まとめ

シールド発生土の海面埋立利用において、海洋環境への影響リスクを泡立ち試験および陰イオン界面活性剤の溶出試験によって評価した。

その結果、泡立ち試験では、様々な試験条件において

表-2 泡立ち試験結果

試験方法	対象試料	水中で投入	水面上から投入
泡立ち① 試料：海水 = 0.5 L : 50 L	1日養生	投入時に気泡発生と濁りとも無し	
	3日養生		
	7日養生		
	原土試料	投入時に気泡発生と濁りとも有り	
泡立ち② 試料：海水 = 0.5 L : 50 L	1日養生	投入時から24時間後まで気泡発生なし	-
泡立ち③ 試料：海水 = 10 L : 25 L	1日養生	投入時から24時間後まで気泡発生と濁りなし	
	3日養生		
	7日養生		
	原土試料	投入時に気泡発生と濁りとも有り 24時間後は気泡と濁りが消失	

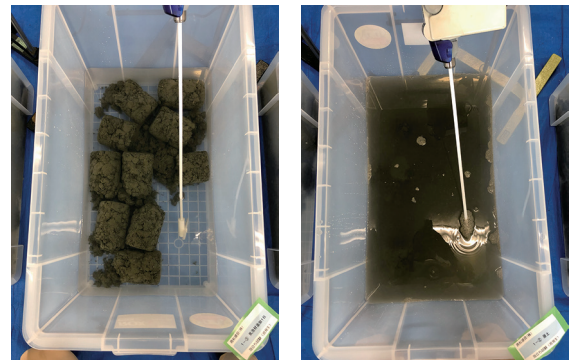


図-3 試料投入時の気泡の発生状況  
(左：試料, 右：原土試料)

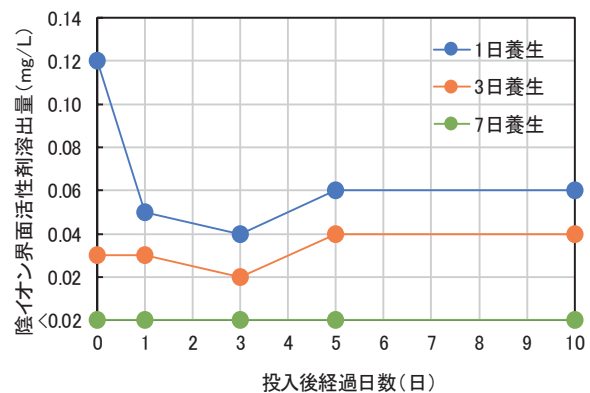


図-4 陰イオン界面活性剤溶出量の経時変化

も泡成ちは認められなかった。陰イオン界面活性剤の溶出試験では、養生日数7日試料で溶出量が投入直後から定量下限値未満であった。また、最大溶出量（1日養生試料）は、本起泡材の魚類急性毒性の96時間後における0%死亡最高濃度の約1/267であった。

以上から、今回供試したシールド発生土による海洋環境への影響リスクは、極めて低いと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 伊藤伸一 他：油化学, Vol. 28, No. 3, pp. 199-204, 1979.
- 2) 都島康彦他：日本海水学会誌, No. 50, No. 1, pp. 18-22, 1996.