

水生環境負荷を 1/25 に低減した特殊起泡剤「エコムース」の開発

清水建設株式会社	正会員	○安井	克豊
清水建設株式会社	正会員	迫野	涼
清水建設株式会社	正会員	渡邊	洋輔

1. はじめに

気泡シールド工法の環境負荷の低減を目的に、水生環境にやさしい特殊起泡剤「エコムース」を開発した（写真-1）。気泡は、特殊起泡剤の水溶液を発泡させたもので、特殊起泡剤の成分は界面活性剤と水で構成される。掘削土が排出される過程で気泡は消泡するが、界面活性剤が含まれている掘削土が海面や河川の埋め立てに使用されると水生環境に負荷がかかる。こうした負荷は、界面活性剤が土水中に生息する微生物により分解（生分解）されることで、短期間に解消されるものの、環境負荷のより小さい特殊起泡剤が求められていた。

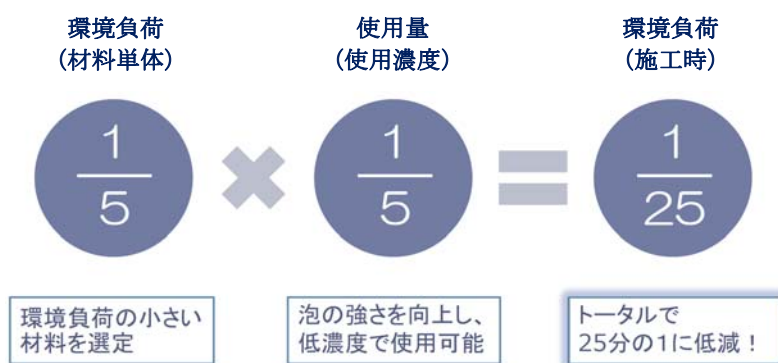


写真-1 エコムース

2. エコムースの特徴

エコムースの特徴をまとめると、以下に示すとおりである（図-1）。

- ① 原液の水生環境負荷が従来品の 1/5
- ② 使用量（使用濃度）が従来品の 1/5
- ③ 施工時の水生環境負荷が従来品の 1/25
- ④ 生分解性に優れ環境中に蓄積されない
- ⑤ 従来の気泡シールドの設備で使用可能
ここで、従来品とは OK-1 をさす。



以下、①～③について、それぞれ詳述する。

図-1 水生環境負荷低減イメージ

(1) 原液の水生環境負荷が従来品の 1/5

公的機関である(財)日本食品分析センターに分析を依頼した。評価基準としては、化学品の危険性（危険有害性）に対する国際的な危険有害性分類基準と表示方法を定める GHS（Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals）の基準を採用した。この基準は、水系食物連鎖における高次消費者である魚類（メダカ）を対象とし、化学物質に 96 時間暴露した際に魚類の半数が死亡する化学物質の濃度（96 時間 LC_{50} ）で評価するものである。ここで、96 時間 LC_{50} の値が大きいほど水生環境負荷が小さいことを意味する。分析結果によると、従来品の 96 時間 LC_{50} が 43mg/L に対し、エコムースは 240mg/L であり、水生環境負荷が従来品の特殊起泡剤の 1/5 未満になることを確認した。なお、特殊起泡剤の水生環境負荷が低減できたのは、数多くの界面活性剤の中から水生環境負荷の小さいものを選別したためであり、医薬部外品原料規格品の陰イオン系界面活性剤と食品添加物として使用される非イオン系界面活性剤の 2 種類を採用した。

(2) 使用量（使用濃度）が従来品の 1/5

気泡の安定性を強化し、使用量（使用濃度）を低減するために、界面活性剤の併用効果を活用した。併用効果とは、陰イオン系界面活性剤に適量の非イオン系界面活性剤を添加すると、配向密度が上昇し、泡の安定性が向上する効果である。併用効果による泡の安定性向上のイメージを図-2 に示す。

キーワード シールドトンネル、気泡シールド、エコムース、特殊起泡剤、掘削土、水生環境、環境負荷低減
連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 清水建設(株)土木技術本部シールド統括部 TEL03-5441-0555

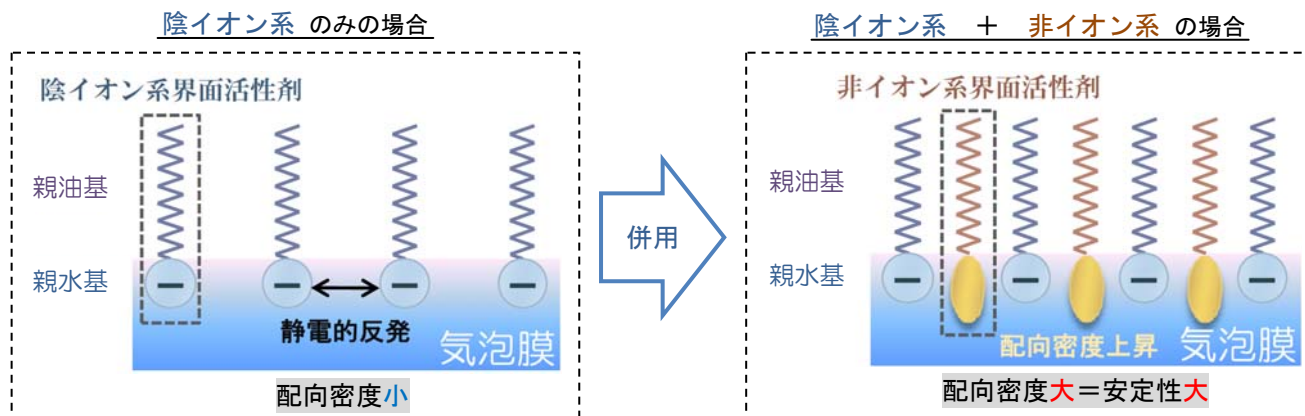


図-2 界面活性剤の併用効果による気泡の安定性向上のイメージ

また、気泡の安定性を確認するために破膜試験を実施した。破膜試験は、写真-2のような器具を用いてフレームに形成された泡膜が破れるまでの時間を計測するもので、破膜時間が長いほど泡の安定性が高いことを意味する。従来品の破膜時間 27 分に対し、エコムースは 138 分であった。破膜試験結果より、エコムースは従来品の 5 倍以上という優れた泡の安定性を有するといえる。

次に気泡シールドへの適用性(施工性)を検証するために、スランプ試験およびコーン貫入試験によって気泡混合土の塑性流動性を評価した。試験結果を表-1 に示す。エコムースは従来品と比較して 5 分の 1 の濃度(使用量)で同様の施工性が得られることが確認できた。

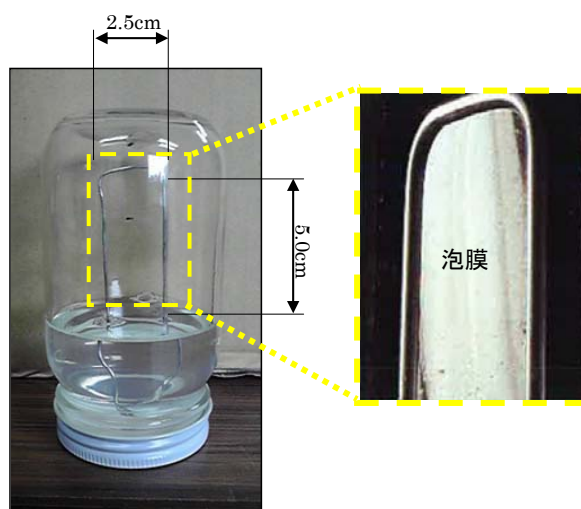


写真-2 破膜試験器具

表-1 エコムースの施工性確認試験結果

	試料	注入率 (%)	発泡倍率 (倍)	濃度 (%)	スランプ (cm)	コーン指数 (kN/m ²)
エコムース	5 号硅砂 含水比 15.0%	10	8	0.6	13.0	19.5
従来品				3.0	13.0	13.2

(3) 施工時の水生環境負荷が従来品の 1/25

以上より、エコムースは、①原液の水生環境負荷が従来品の 1/5 であり、②使用量(使用濃度)が従来品の 1/5 であることから、トータルで③施工時の水生環境負荷が従来品の 1/25 となることが確認できた。

3. 実施工への適用

エコムースを当社の現場において使用し、その実用性・有効性を確認した。使用状況を写真-3, 4 に示す。環境負荷低減効果はもちろんのこと、掘削土の流動性と止水性を高める効果も確認できた。



写真-3 排土状況



写真-4 掘削土性状

6. おわりに

気泡シールド工法の環境負荷低減を目的に特殊起泡剤エコムースを開発し、当社のシールド現場に適用してその実用性・有効性を確認した。今後は実プロジェクトへの提案を積極的に展開していきたいと考えている。