環境影響の小さい新しいシールド工事用起泡剤の開発

㈱大林組　正会員　○三浦　俊彦、千野　裕之、高橋　寛、木村　勉

１．はじめに

気泡シールド工事で使用する起泡剤は、主に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、気泡混合後の土壌を現場で仮置きしたり、処分場へ埋立てする際に、雨水の浸透や水域への混入等により、一時的に高濃度の界面活性剤を含む水が発生する場合があり、さらに環境影響の小さい起泡剤が望まれている。

起泡剤は、発泡性や土壌に混合した際の流動性、止水性、内壁面への付着防止等の様々な機能を有することが必要であり、その機能を減ずることなく、環境影響の小さい起泡剤を選定する必要がある。そこで、魚毒性が従来よりも約 1/5 と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作成し、現場適用に向けて、混合土の流動性や生分解性、海水への溶出挙動を室内実験で調べた。

２．気泡混合土の流動化実験

２．１ 目的　シールドチャンバー内の掘削土の流動性や止水性等の性能を評価するには、多くの物理性試験が必要[1)]であるが、本実験は流動性の一指標として、気泡混合土のスランプ試験を実施した。

２．２ 方法　起泡剤は、従来のスルホン酸系起泡剤 A と新規起泡剤 B、比較のため新規起泡剤の高級アルコールを添加する前の起泡剤 C を使用した。試料土は、粒径 9.5mm 以下で含水比 45%に調整した土丹を使用した。起泡剤の添加量は、一般の添加条件（界面活性剤濃度 0.9%、8 倍発泡、地山体積に対して 30%）とした。大断面のシールド工事では、気泡がチャンバーに添加されてから掘削土が排出されるまで 30 分程度かかるため、この間も気泡が消泡することなく機能することが求められる。そのため、気泡混合直後に加えて、30 分放置後のスランプ値を測定した。

２．３ 結果　スランプ試験の結果を表 1 に示す。なお、いずれの起泡剤も発泡性は良好であった。気泡添加前の試料土のスランプ値は 0cm であったが、従来の起泡剤 A を添加することで流動性が向上し、直後で 18.5cm の値を示した。新規起泡剤 B のスランプ値は 16.8cm で、起泡剤 A と同程度であったが、起泡剤 C のスランプ値は 12.9cm と少し低い値を示した。新規起泡剤 B は、起泡混合土の流動性において、起泡剤 C よりも改善されていることがわかる。30 分後のスランプ値は、いずれの起泡剤においても直後から低減したが、起泡剤 C の低減量は大きく、気泡を保つ力が弱かった。

表 1 気泡混合土のスランプ試験の結果

No.	起泡剤	混合直後スランプ値（cm）	混合 30 分後スランプ値（cm）
1	なし（初期）	0	—
2	起泡剤 A	18.5	5.7
3	新規起泡剤 B	16.8	8.2
4	起泡剤 C	12.9	1.5

３．起泡剤の生分解性実験

３．１ 目的　河川や海水中における界面活性剤の生分解性を調べる方法として、ダイ・アウェイテスト[2)]を実施した。ダイ・アウェイテストとは、河川や海水中に 1～100mg/L 程度の易分解性の対象物質を入れ、何も添加せずにそのまま養生した際の分解傾向を調べる方法である。一般的な生分解性試験としては、活性汚泥を用いた方法もあるが、より実際の環境に近い条件として、ダイ・アウェイテストを選定した。

３．２ 方法　起泡剤は、起泡剤 A と新規起泡剤 B の 2 種類を使用した。河川水と海水は、採取してから 1 週間以内に、一晩空気曝気した後に使用した。河川水と海水 2L に起泡剤を 5、50mg/L となるように添加して、20℃の恒温室内に開放状態のまま静置した。藻の発生を防ぐため、できるだけ光を遮断して養生し、一定時間ごとに溶液の一部を採取して、メチレンブルー吸光光度法により陰イオン界面活性剤濃度を測定した。

キーワード　界面活性剤，シールド，生分解、環境汚染

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

３．３ 結果 図 1 に実験結果を示す。両起泡剤とも、界面活性剤濃度は養生日数とともに減少し、5mg/L のケースでは約 3～5 日で定量下限値（0.2mg/L）以下となった。50mg/L の高濃度のケースでは、河川水において、従来の起泡剤 A では濃度低減が見られなかったのに対し、新規起泡剤 B の界面活性剤濃度は低減した。したがって、淡水の高濃度条件においては､新規起泡剤Bの生分解性が良いことがわかった。海水の高濃度条件では、起泡剤 A の方が少し低い値を示したが、大きな差はなかった。

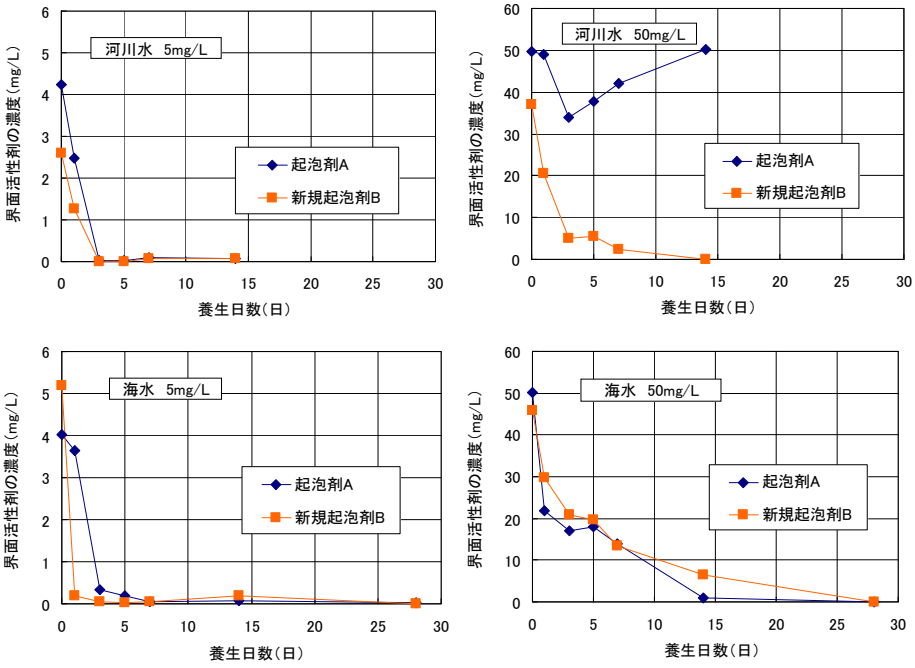

図 1 ダイ・アウェイテストにおける界面活性剤濃度の変化

４．気泡混合土の河川水中、海水への投入実験

４．１ 目的 仮置き時の混入や海域埋立て処分等、気泡混合土が河川や海域に投入される状況を想定して、起泡剤の溶出量と分解性を調べることを目的とした。

４．２ 方法 起泡剤は、起泡剤 A と新規起泡剤 B を使用し、河川水と海水は生分解性実験と同じ試料水を使用した。試料土や気泡の混合条件は流動化実験と同じである。気泡混合土を液固比が 1 となるように河川水と海水に投入し、20℃の恒温室内に開放状態のまま静置した。一定時間ごとに溶液の一部を採取して、メチレンブルー吸光光度法により陰イオン界面活性剤濃度を測定した。

４．３ 結果 図 2 に実験結果を示す。河川水においては、両起泡剤とも、初期には 7～8mg/L の界面活性剤が溶出していたが、時間とともに減少し、約 1 週間で定量下限値以下となった。海水も初期の溶出量が河川水に比べて少し低いだけで、同様の傾向にあった。したがって、液固比 1 という条件の範囲内ではあるが、気泡混合土が河川水や海水に混入したとしても、溶出量は数 mg/L 程度であり、かつ 1 週間程度で分解等により濃度低減することがわかった。

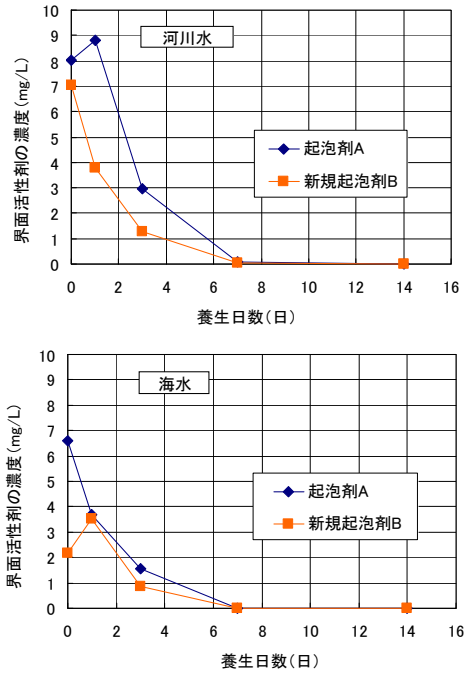

図 2 河川水・海水に気泡混合土を投入した場合の界面活性剤濃度の変化

まとめ

1）従来よりも魚毒性が約 1/5 と低い新規起泡剤 B は、気泡混合土の流動化の点において、従来の起泡剤と同程度の能力を持つことがわかった。

2）新規起泡剤 B は、従来の起泡剤と同程度の生分解性を示し、淡水中の高濃度条件ではより分解性が良いことがわかった。また、気泡混合土が河川水や海水に混入しても、溶出量は僅かであり、1 週間程度で濃度低減するため、環境影響は小さいと考えられた。

参考文献

1）藤原紀夫他，気泡シールド工法の開発，土木学会誌、第 72 巻、pp.45-51、1987.

2）阿部幸子他，河川水中でのアニオン界面活性剤の生分解について、家政誌、Vol.35、No.6、pp.385-390、1984.