

高発泡性能を有するシールドトンネル工事用起泡剤レオフォーム OL-10 の現場適用

(株)大林組 正会員 ○木村 志照, 三浦 俊彦

武田 厚, 千野 裕之

ライオン・スペシャリティ・ケミカルズ(株) 野田 泰史, 足立とう子

1. はじめに

気泡シールド工法では、スルホン酸塩系陰イオン界面活性剤を主成分とした発泡性に優れている起泡剤（以下、従来剤）が多く使われ、通常は1.5～3.0%濃度程度の起泡剤水溶液と空気を混合した後、気泡として切羽に添加する。泥土圧シールドで用いられる他の掘削用添加材に比べて材料使用量が少ないのが特長である。近年は、大断面シールド工事においても気泡シールド工法が多く用いられるようになり、これまで以上に、材料使用量の低減が必要とされ、起泡剤の発泡性等の向上が求められている。そこで、(株)大林組は、ライオン・スペシャリティ・ケミカルズ(株)と共同で、従来剤よりも低濃度で同等以上の発泡性・気泡性能を有する新規起泡剤レオフォーム OL-10 を開発した。これは従来剤と異なる主成分に複数の助剤を混合することで、高い発泡・気泡性能を確保した剤である。低濃度でも使用が可能であるため、トンネル坑内運搬を含めた材料運搬頻度が少なくなり、施工性の向上に寄与できる材料である。本稿では、レオフォーム OL-10 の現場適用事例について報告する。

2. レオフォーム OL-10 の気泡性能¹⁾

図-1 に、発泡性（起泡性）を示す。従来剤の 1/3 濃度でも同程度であり、発泡性に優れた剤である。図-2 から、従来剤より耐消泡性に優れた強靱な気泡である。図-3 から、従来剤に比べいずれの濃度においても、同程度以上の泡粘性を有する。

3. レオフォーム OL-10 の現場適用事例

レオフォーム OL-10 を適用した 3 事例を報告する。なお、表-1 に適用事例の概要を、図-4 に事例 A の掘進データ、図-5 に事例 B の掘進データを示す。

事例 A は、シールド外径 $\phi 12,540\text{mm}$ 、砂混じり粘性土を主体とした地山を対象とし、施工延長の内、一部区間において適用した。掘削土は、ベルトコンベアによって排出される。起泡剤は、既使用の起泡剤（1%濃度）と同条件で置き換え、添加条件は、地質条件や排土性状を観察しながら、最適性状を確保できるように適宜調整し、結果、一部注入率を少なくした影響で、スクリュ回転圧力が高くなったが、全体としては、発泡倍率 7～19 倍、気泡注入率 16～60%の範囲で順調な掘進状態を保持することができた。

事例 B は、シールド外径 $\phi 2,330\text{mm}$ 、玉石混じりの砂礫土を対象としているため、鉋物系加泥材を併用して掘進している。施工延長の内一部区間において適用した。掘削土は、ベルトコンベアを介してズリ鋼車によって排出される。従来剤は、1%濃度で使用しており、レオフォーム OL-10 を最初は、同じ 1%濃度で、途中から 0.6%濃度へ低くして使用した。添加条件は、排土性状を確認しながら最適になるように適宜調整し、1%濃度では、従来剤よりも総推力・スクリュ回転圧力が低くなり、0.6%濃度では従来剤と同等となり、結

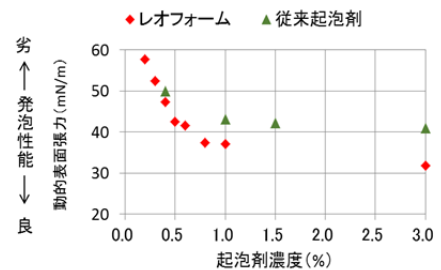


図-1 動的表面張力計測結果 (100msec)

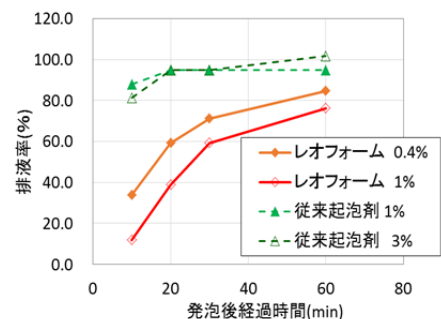


図-2 消泡性計測結果

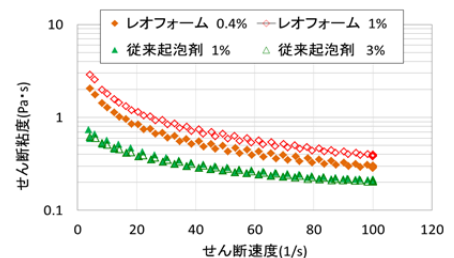


図-3 泡粘性測定結果

キーワード 界面活性剤, シールドトンネル, 低濃度

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 TEL 042-495-4907

果、全体として発泡倍率 6～11 倍，注入率 5%程度の範囲で順調な掘進状態を保持することができた。

事例 C は，シールド外径 $\phi 2,130\text{mm}$ ，細粒分 10%以下の砂質土の地山を対象とし，掘削土が一次スクリーコンベアからノンタックホースを介してズリ鋼車に排出される条件であったことから，細粒分を捕いかつ排土のまとまりを強くするため，鉱物系加泥材と増粘剤を併用している．全線で適用し，起泡剤濃度は 0.5%，添加条件は，地質条件や排土性状を観察しながら，最適性状を確保できるように適宜調整しているが，その結果として発泡倍率 5～20 倍，気泡注入率 30～60%の範囲で順調な掘進状態を保持することができた。

4. まとめ

- 1) レオフォーム OL-10 は，従来剤の約 1/3 の濃度でも同等以上の気泡性能を有する．
- 2) 従来剤と同様，最適条件に調製しながら掘進することで，砂礫土，砂質土，粘性土と幅広い地山，小断面から大断面，排土方法等，様々な掘進条件においても，従来剤と遜色なく，かつ従来剤よりも低濃度で掘進可能な起泡剤であることが実証された．

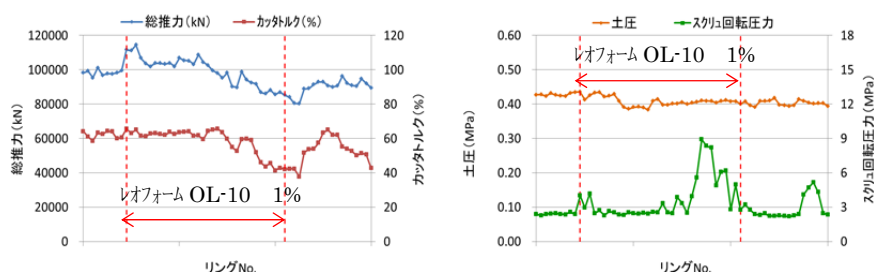


図-4 事例 A の掘進データ

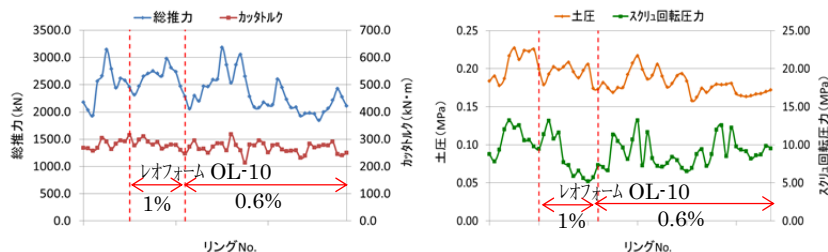


図-5 事例 B の掘進データ

表-1 レオフォーム OL-10 適用事例一覧

	事例 A	事例 B	事例 C
シールド径・延長	$\phi 12,540\text{mm}$, L 630m	$\phi 2,330\text{mm}$, L 1,249m	$\phi 2,130\text{mm}$, L 1,383m
土質	砂混じり粘性土	玉石混じりの砂礫土	砂質土（細粒分 10%以下）
土被り	26～28m 程度	18～22m 程度	9～18m 程度
排土方法	ベルトコンベア 	ベルトコンベア → ズリ鋼車 	ノンタックホース → ズリ鋼車 
適用区間	一部区間適用	一部区間適用	全線適用
気泡	濃度	1.0%	1.0% → 0.6%
	発泡倍率	7～19 倍	6～11 倍
	注入率	16～60%	5%程度
その他	—	鉱物系加泥材との併用	増粘剤・鉱物系加泥材併用

参考文献

- 1) 武田厚他：高発泡性能を有するシールドトンネル工事用起泡剤の開発，土木学会第 70 回年次講演会，VI-261，2015