

安全性・経済性を有する起泡剤「LT²」の開発と現場適用結果

戸田建設株式会社	正会員	○本合 弘樹
戸田建設株式会社	正会員	小林 修
戸田建設株式会社	正会員	中山 卓人

1. はじめに

当社では、気泡シールド工法で使用される起泡剤として、粘性土から礫質土まであらゆる土質に対応できる「LT² (エルティーツー)」を開発した。LT²は希釈濃度が従来品の約3分の1となり経済的であり、さらに使用量が少なく済むことから、従来品と比較して水生環境負荷が低い起泡剤である。本論文は、気泡シールド工法用特殊起泡剤「LT²」の性能確認試験結果と、実際に現場に適用した事例について報告するものである。



写真-1 発泡状況

2. LT²の特徴

この起泡剤は、①高発泡であること、②安全性の高いアニオン系活性剤を主成分とすることを特徴とする。LT²の発泡状況を写真-1に示す。LT²は無色～淡黄色の界面活性剤であり、比重は1.00～1.04と水と同等である。従来品は起泡剤濃度3%で発泡倍率が8倍であったのに対し、LT²は起泡剤濃度0.9%で発泡倍率が9倍であるという高発泡性を有する。

3. 性能確認試験結果

3.1 破泡試験

気泡の効果の持続性を確認するために、LT²と従来品とで破泡試験を行った。試験状況を写真-2に示す。作成した気泡をシリンダーに入れ、空気に触れないよう密閉した状態で時間経過による破泡状況を確認した。破泡するとシリンダー下部に液体が溜まっていくため、液量の増加が緩やかな方が破泡しにくいと言える。



写真-2 破泡試験状況

試験結果を図-1に示す。従来品は観察開始後すぐに破泡が始まったのに対し、LT²はおよそ15分経過してから破泡が始まったことがわかる。さらに、60分経過時点でのLT²の破泡量は従来品の約半分である。これらのことから、LT²は従来品と比較して気泡の効果の持続性が高いことが確認できた。

3.2 ヒメダカによる急性毒性試験

LT²が地中に溶出した場合、周辺に生息する生物への影響が懸念される。そこで、水生生物への影響を評価するために魚毒性試験を行った。試験は、JISにより定められている「工場排水試験方法」の規格(JIS K0102 71)に則り行った。結果、96時間後の半数致死濃度(LC50)がLT²は19mg/Lであったのに対し、従来品は4～10mg/Lであった。LC50が大きいほど安全性が高いことを踏まえると、LT²は従来品と比較して水生生物に対する安全性が高いことが確認できた。

3.3 生分解性試験

周辺生物への影響だけでなく周辺環境への影響についても評価するために、OECD(経済協力開発機構)テストガイドライン記載の物質の生分解性確認試験(OECD301F)を行った。この試験により、微生物の働きによる

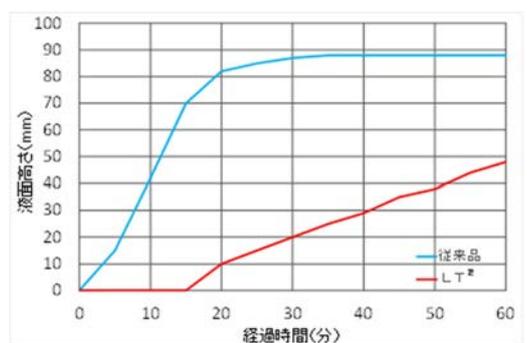


図-1 経過時間と液面高さの関係

キーワード 気泡シールド工法 起泡剤

連絡先 戸田建設株式会社 東京都中央区八丁堀 2-8-5 TEL 0120-805-106

LT²の分解のされやすさを確認した。OECD テストガイドラインによると、28 日後の分解度が 60%に達すると易分解性と判断される。

試験結果を図-2 に示す。LT²の分解度は、8 日後には 60%に達し、28 日後には 89%にまで到達したことがわかる。このことから、LT²は高い生分解性を有していると言える。

4. 現場適用

4.1 現場概要

起泡剤LT²の適用工事について、概要を述べる。シールド外径 2,930mm、セグメント外径 2,750mm の泥土圧シールド現場であり、土被りは 7.1m~8.6m である。主な掘削対象土質については、一軸圧縮強度 5~47N/mm² の風化泥岩である。セグメント幅は 1m のため、掘削土量は $2.93^2 \times \pi / 4 \times 1 = 6.74\text{m}^3$ となる。

4.2 掘削添加材

表-1 に掘削添加材の計画配合を示す。起泡剤と補助剤としてベントナイト泥水を使用した。起泡剤には、350 リング~426 リングでは従来品、427 リング~550 リングではLT²を使用した。なお、350 リング~550 リング区間はほぼ同じ土質であった。

4.3 現場適用結果

(1) 従来品 (350 リング~426 リング)

図-3 に従来品の起泡剤を使用した場合の掘削添加材の使用実績を示す。1 リング当たりベントナイト泥水は平均で 2,600ℓ (掘削土量の 39%)、起泡剤は 1,250 ℓ (掘削土量の 19%) 使用した。添加材の合計は 3,850 ℓ であり、掘削土量の 58%の添加量となった。

(2) LT² (427 リング~550 リング)

図-4 にLT²を使用した場合の掘削添加材の使用実績を示す。1 リング当たりベントナイト泥水は平均で 2,150ℓ (掘削土量の 32%)、起泡剤は 1,150ℓ (掘削土量の 17%) 使用した。添加材の合計は 3,300ℓ であり、掘削土量の 49%の添加量となった。

(3) 考察

起泡剤に従来品を使用した区間とLT²を使用した区間とで、排土の性状はほぼ同じであった。このことから、LT²は従来品と比較して、少ない添加量で起泡剤としての効果が得られると考えられる。

5. まとめ

性能確認試験および現場適用の結果、新しく開発した「LT²」は環境にやさしく経済的であることがわかった。今後は、気泡シールド工法のさらなる発展のため、LT²の現場適用を推進していく。

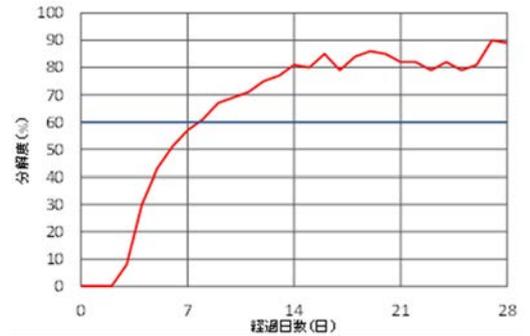


図-2 経過日数と分解度の関係

表-1 掘削添加材の計画配合

リングNo.		350~426	427~550
ベントナイト泥水濃度	kg/m ³	50	
ベントナイト泥水添加率	%	30	
起泡剤(従来品)濃度	L/m ³	30	-
起泡剤(従来品)添加率	%	8	-
起泡剤(LT ²)濃度	L/m ³	-	9
起泡剤(LT ²)添加率	%	-	8

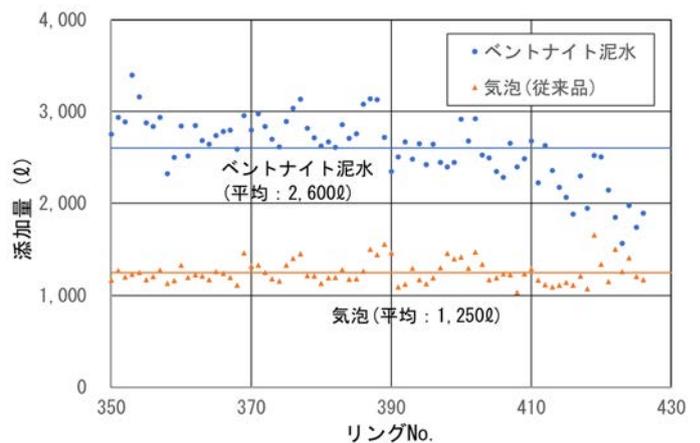


図-3 掘削添加材使用実績(従来品)

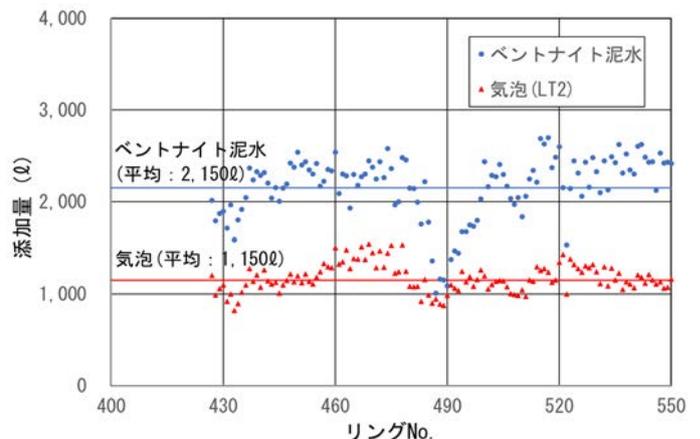


図-4 掘削添加材使用実績(LT²)