

ECO - MW工法

～ 高性能分散剤を用いたソイルセメント連続壁 ～

1. はじめに

地下構造物構築に不可欠な土留壁工事で多くの実績があり、国土交通省の『土木工事標準積算基準』にも掲載されている工法にソイルセメント地中連続壁（柱列式）工法（以下、ソイルセメント連続壁）がある。

SMW工法[®]に代表されるこの工法は、土とセメントミルクを混合攪拌しソイルセメントを造成後、H形鋼を挿入し連続性のある土留壁体を構築するものである。

1995年5月に「循環型社会形成推進基本法」が成立し、2000年の「グリーン購入法」制定に加え、近年では「地球温暖化対策基本法案」の閣議決定など、社会全体として環境負荷低減が促進されている。

一方、ソイルセメント連続壁工事で発生する汚泥は、環境負荷原因のひとつともいわれ、CO₂削減を含めて減量化が求められている。このような背景のなか、早くから建設汚泥の減量化技術に取組み、品質や経済性の観点から採用実績が急激に増えているソイルセメント連続壁工法に環境負荷低減型の「ECO - MW（エコエム - ダブリュウ）工法」がある。

2. 工法概要

ソイルセメント連続壁工法は、セメントミルクを注入しながら地盤を削孔攪拌してソイルセメント壁体を造成するため、セメントミルク注入量と同等量の建設汚泥が発生する。

ソイルセメント連続壁工法の泥土低減技術は、この点に着眼して開発されたものが多く、化学手法による技術 注入手法による技術 機械分離手法による技術に大別される。

ECO - MW工法は、高性能流動化剤を用いて注入量を大幅に抑制することで産業廃棄物汚泥の発生量を低減する工法であり、化学手法による技術と位置づけられる。

2.1 技術概要

ECO - MW工法は、発生した汚泥を現場内での再利用や減容化により汚泥搬出量を低減す

るものではなく、施工中の汚泥発生量そのものを低減する技術である。新規に開発した高性能流動化剤「アロンソイル」をセメントミルクに添加することで注入量を抑制しながら、従来型ソイルセメント連続壁工法（以下、従来工法）と同等以上の品質と施工性を確保する技術である。

2.2 高性能流動化剤アロンソイル

高性能流動化剤「アロンソイル」は、2種類の分散剤（A剤、B剤）から構成される。

写真 - 1 にアロンソイルA剤（液体）、B剤（粉体）の外観を示す。



写真 - 1 アロンソイル外観

表 - 1 にアロンソイルA剤、B剤の物性を示す。A剤はセメント粒子および土粒子に対して高い分散性を発揮する。また、セメント粒子に対して凝結遅延性を示すため、ソイルセメントの流動性を一定時間保持する。粉体であるB剤は、土粒子に対する高い分散効果と一定時間経過後のセメントに対する凝結促進効果を有している。

表 - 1 アロンソイルの物性

	アロンソイルA	アロンソイルB
外観	淡黄色透明液体	白色粉体
成分	ポリカルボン酸塩	無機化合物
固形分	43wt%	100%
比重	1.25 ~ 1.30	2.50 ~ 2.55
pH	7 ~ 8	-
機能	セメント/土粒子の分散 セメントの凝結遅延性	土粒子の分散 セメントの凝結促進

図 - 1 は、セメントと土粒子の分散状態のモデルである。団粒状態を個々に分散させることにより、低粘性（流動性）の維持と高い分散状態のもとでセメントを凝結させることにより止

ECO - MW工法

～高性能分散剤を用いたソイルセメント連続壁～

水性に優れた均質で強度の高いソイルセメント壁体が得られる。

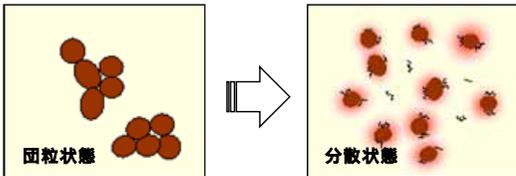


図 - 1 分散モデル図

アロンソイルの最大の特徴は、2剤混合型の流動化剤であるということである。すなわち、土質や施工条件に応じてアロンソイルA剤、B剤の使用量や配合比率を調整することで、あらゆる地盤で最適な効果が得られる。

2.3 発生泥土低減モデル

図 - 2 は、発生泥土の低減イメージである。従来工法の50～60%の注入量での施工が可能のため、汚泥発生量が50～60%に低減できる。

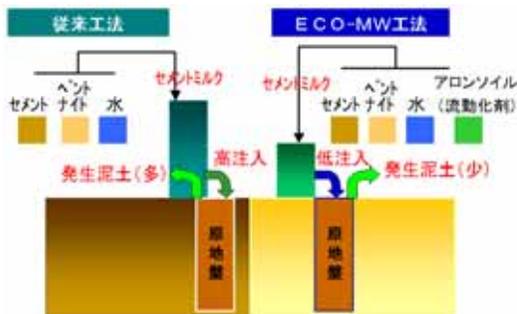


図 - 2 注入量の比較モデル図

2.3 工法の特長

ECO - MW工法の3大特長を示す。

(1) 環境に優しい。

建設汚泥を従来工法の50～60%に低減できる。

工用車輦の通行量減少に伴い近隣周辺への振動騒音や交通障害が緩和できる。

CO₂排出量を従来工法の60%程度に低減できる。

(2) 優れた経済性

使用材料（セメント・ベントナイト・水）が従来工法の50%程度に低減できる。

建設汚泥発生量低減に伴い処理費が大幅に低減できる。

オーガスクリュと地盤との摩擦抵抗減少や攪拌性向上により造壁時間が短縮できる。

(3) 卓越した品質

アロンソイルの分散効果によりソイルセメントが緻密化し、壁体強度および止水性が向上する。

アロンソイルの分散効果により優れた攪拌性と壁体均質性が向上する。

ソイルセメントの流動性が保持できるため、応力材（H形鋼）の挿入がスムーズで建込み精度が向上する。

3. 施工

3.1 施工機械・施工方法および仕様

写真 - 2 に ECO - MW工法の使用機械の一例を示す。アロンソイルの使用により、低注入量でも最適なソイルセメントの流動性が確保できる技術のため、従来工法の施工機械を無改造で使用できる。また、施工管理も従来工法と同等であり、煩雑な施工手順や管理を伴わない。



写真 - 2 施工機械の例

セメントミルク製造プラントも、従来工法と同様のものを使用できる。写真 - 3 は従来プラントにアロンソイル自動供給装置を設置した例であるが、作業員が手動で計量し、アジテータに投入添加する方法もある。

ECO - MW工法

～ 高性能分散剤を用いたソイルセメント連続壁～



写真 - 3 自動供給プラントの例

表 - 3は、ECO - MW工法（柱列式3軸）標準積算資料に記載の仕様を示したものである。大断面H形鋼に対応可能な大口径タイプの他に柱列式5軸タイプもある。

表 - 2 削孔径の標準仕様（3軸タイプ）

	削孔径(mm)	平均壁厚(mm)	軸間距離(mm)
一般径	550	480	450
	600	538	
	650	593	
	850	773	
大口径	900	828	600
	1,000	911	
	1,100	1,020	700

3.2 配合

表 - 2 に、土質別標準配合を示す。

表 - 3 対象土 1m³当りの標準配合

土質	セメント (kg/m ³)	ポトナイト (kg/m ³)	アロンソイル		W/C (%)
			A剤 (kg/m ³)	B剤 (kg/m ³)	
砂礫	150	10	3	4.5	180~220
砂	150	5	4	6	180~240
シルト	160	0	5	7.5	200~260
粘土	170	0	7	10.5	220~300

先行削孔併用時は、アロンソイルの合計使用量は同一でA剤とB剤の配合比率を2:1とする。

土質に関わらず、従来工法の約60%程度のセメント量で従来工法以上の品質を確保できる。

A剤とB剤の配合比率は2：3が標準であるが、数日経過後の既施工部とのラップ部や先行削孔後の施工では、配合比率の調整を行う。配合調整は、A剤とB剤の比率を2：1（アロンソイルの合計使用量は同一）とすることが多い。なお、アロンソイルは、削孔混練時のセメント

ミルクに対して添加することを原則とする。

3.3 施工能率と施工精度

写真 - 4 に示すように、ECO - MW工法は従来工法の約60%の注入量でも、良好なソイルセメント流動性を確保できる。そのため、削孔混練時のオーガモータ負荷も小さく、オーガトルクを効率的にオーガヘッドに伝達できるため削孔混練能率は向上する。

標準的な施工精度も一般径で1/235～大口径で1/270（一般地盤・錐継ぎ無の場合）と従来工法よりも大きく向上している。

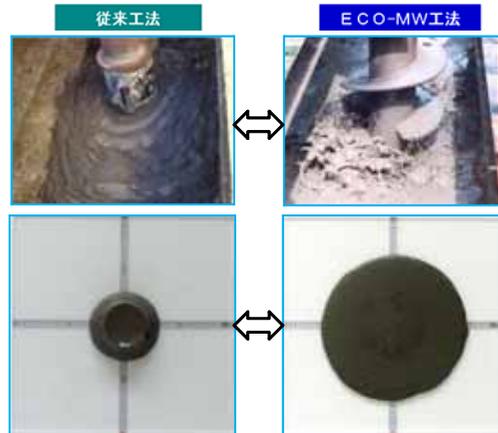


写真 - 4 流動性の比較

3.4 強度品質

図 - 3 は、標準配合における現場採取ソイルセメントの強度傾向を示したものである。対象土 1m³当りのセメント配合量と注入量が低減されているにもかかわらず、従来工法と同等以上の強度品質が得られている。

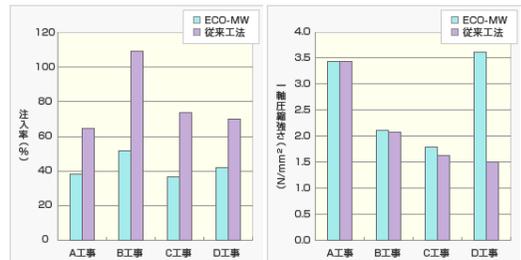


図 - 3 強度比較

ECO-MW工法

～高性能分散剤を用いたソイルセメント連続壁～

3.5 流動性

図-4に現場採取ソイルセメントの流動性の傾向を示す。従来工法の50～60%程度の注入量にも関わらずシリンダフロー値は従来工法以上の高い値を示している。

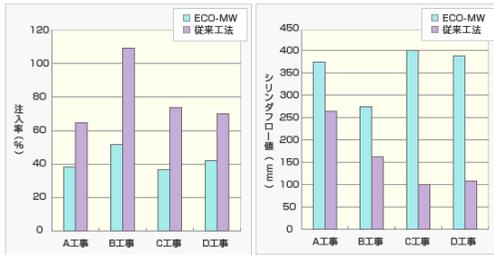


図-4 流動性比較

3.6 泥土発生率

図-5に示すように、注入率と泥土発生率には相関傾向があり、泥土発生率は従来工法の約50～60%程度と大幅に削減できる。

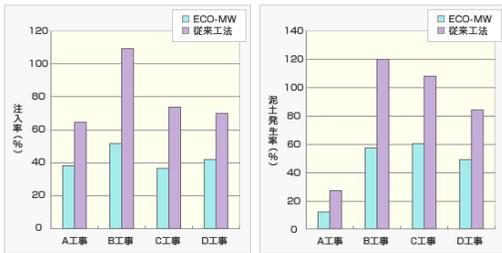


図-5 泥土発生率比較

3.7 CO₂削減

表-3は、ソイルセメント連続壁工事で施工対象土量10,000m³とした施工条件でのCO₂削減量を試算したものである。

表-3 土留壁工事でのCO₂排出量

		ECO-MW工法	従来工法
(1) 材料製造時のCO ₂ 排出量	セメント	730.8t	1,278.9t
	ベントナイト	9.5t	15.8t
	アロンソイルA	5.8t	-
	アロンソイルB	0.0t	-
	小計CO ₂ 排出量	746.1t	1,294.7t
(2) 材料運搬のための軽油量及びCO ₂ 排出量		12.2t	19.8t
(3) 施工時のCO ₂ 排出量		0.1t	0.1t
(4) 発生泥土運搬のための軽油量及びCO ₂ 排出量		47.1t	77.3t
合計CO ₂ 排出量		805.5t	1,391.9t
ECO-MW工法と従来工法とのCO ₂ 削減量比較		586t削減 (42%減)	

アロンソイルB剤は、CO₂吸収反応で製造するため、0.0tとする。

ECO-MW工法による土留壁造成工事全体のCO₂排出量は586tとなり、従来工法の約42%程度の削減が可能との結果が得られている。

4. 施工実績

平成25年3月末現在の実績は、北海道から沖縄まで、関東・中部・近畿を中心に369件(土留壁面積約143万m²)の施工実績がある。

5. 新技術情報登録

ECO-MW工法は、グリーン購入法「特定調達品目」の適合工法でもあり、国土交通省のNETIS登録(KK050019-A)をはじめ、東京都新技術登録(0701001)や首都高速新技術(Aランク)などに登録されている。

6. おわりに

ECO-MW工法は、経済性と品質および泥土低減効果の有効性から、ここ数年急激に採用実績が増加している。このような社会的ニーズに応えるべく、引続き工法協会では、会員各社の施工技術のノウハウを集約し、安全・安心な施工管理技術の研鑽とともに高品質の土留壁を提供できるよう施工方法の更なる改善を進めていきたいと考える。

<参考文献>

- (1) 基礎工、Vol.33, 5,2009: 環境負荷低減型ソイルセメント連続壁工法の事例
- (2) 建築コスト研究、43,2003: 環境負荷低減工法「ECO-MW工法」の開発
- (3) 地盤工学会2010,10: CO₂削減型ソイルセメント地中連続壁工法
- (4) ECO-MW工法協会: ECO-MW工法(柱列式3軸)標準積算資料 平成24年2月版
- (5) ECO-MW工法協会: ECO-MW工法(柱列式5軸)標準積算資料 平成24年3月版

【筆者紹介】

森 忍 (ECO-MW工法協会会員)
成幸利根(株) 技術開発部 上席マネージャー
〒110-0005 東京都台東区上野5-23-14
TEL :03-5816-7788 FAX :03-5816-7789
E-mail :mori@seikotone.co.jp

諸橋 義之 (ECO-MW工法協会事務局)
ECO-MW工法協会
〒105-8419 東京都港区西新橋1-14-1
TEL :03-3507-3080 FAX :03-3501-4805
E-mail :aronsoil@eco-mw.jp