

# 環境負荷低減遮水壁工法の実用化

## EC（エコクレイ）ウォール工法



所属名:(社)日本建設機械化協会  
ライト工業(株)

発表者:池田 幸一郎

### 1 はじめに

工場跡地の再開発や建設工事の増加に伴い、重金属や揮発性有機化合物などによる土壌地下水汚染が近年著しく増加している。廃棄物処分場においては、有害物質の流出によるゴムシートの破損によりプラスチック添加溶剤が調整池や周辺井戸などから検出され、処分場における止水工法の信頼性が懸念されている。

このような背景のもと、有害物質を確実に封じ込める新技術として、次世代の無排泥粘土遮水壁工法「EC(エコクレイ)ウォール工法」を開発、実用化した(写真-1)。



写真-1 ECウォール出来形断面

### 2 EC(エコクレイ)ウォール工法の概要

エコクレイウォール(以下、「ECウォール」)工法は、汚染土壌の溶出拡散防止や調整池の漏水防止などに適用する遮水壁の造成を目的とする。少量の粘土鉱物スラリー液(ECウォール掘削液)を用いて掘削し、さらに粉体状の粘土鉱物(ECウォール材)を原位置土と混合攪拌することで、十分な遮水性能を有し、施工に伴う排泥が発生しない環境配慮型無排泥粘土遮水壁工法である。

従来の遮水技術は、ソイルセメント工法に見られるように、セメントスラリーを原位置土と混合攪拌して遮水壁を構築する。このため、施工時の排泥が大量に発生したり、壁体透水係数が十分に満足できないなどの問題を生じる。さらに地震時においては、ソイルセメントが変形追随性を持ち合わせていないためクラックが発生するなどの課題を有している。

これらを解決するため、少量のECウォール掘削液と粉体状のECウォール材にて原位置土と混合攪拌することとした。

工法の利点として以下の3項目が挙げられる。

- (1) 施工時の排泥が発生しないため、環境負荷を大きく低減。
- (2) 高い遮水性能を持ち合わせ $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 以下の壁体透水係数が得られる。
- (3) 粘土遮水壁であることから、変形追随性に富み、地震時においてもクラックを生じない。

施工機械として等厚式施工機（写真-2）および柱列式施工機（写真-3）を用いる。



写真-2 等厚式施工機



写真-3 柱列式施工機

### 3 ECウォール工法の特長

- (1) 使用材料が天然の粘土鉱物であること、施工時の排泥を抑制することで、従来工法に比べて環境負荷を大きく低減することが可能である。
- (2) 壁体透水係数は、 $1 \times 10^{-7}$  (cm/s) 以下の非常に優れた遮水性能を保持される。
- (3) 使用材料は粘土鉱物を主体とするため、従来のセメントを使用した遮水壁よりも耐久性に優れる。
- (4) 粘土壁であることから変形追随性を有するため、地震時においても壁体にクラックが入らず安全性に優れる。
- (5) 排泥処理費が低減され、経済性に優れた工法である。

### 4 室内配合試験

開発にあたり、各種の室内試験を実施した。図-1は、対象土量  $1 \text{ m}^3$  当たりのECウォール材総添加量を  $70 \text{ kg/m}^3$  および  $100 \text{ kg/m}^3$  とした場合の透水係数のグラフを示す。

この試験結果から、ECウォール材を混合した試料土の透水係数が  $10^{-8}$  (cm/s) オーダーの値が確認された。

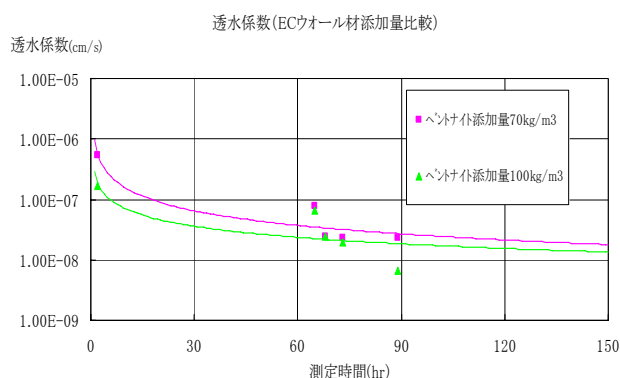


図-1 ECウォール材添加量による比較

### 5 無排泥化技術について

等厚式地中連続壁方式において少量の掘削液で削りほぐされた混合土に、ECウォール材を粉体の状態で混合攪拌させると、ECウォール粉体が吸水し膨潤する。膨潤状態にあるECウォール材が土粒子間の空隙を充填し遮水壁を造成していくことから、遮水壁造成時の排泥量をゼロにする機能を可能とした。

## 6 施工手順

ECウォール工法の等厚式施工機および柱列式施工機を用いた場合の施工手順（例）を図-2 および図-3 に示す。

等厚式地中連続壁方式では、バックホウにて布掘り（幅 1m×深さ 1m）を行った後、掘削攪拌ビットを取り付けたカッターポストを地盤に挿入し、少量の掘削液にて横方向に全層横引き先行掘削を行う。次に、造成位置まで戻り、粉体状のECウォール材による混合攪拌を行い、等厚の遮水壁を造成する。

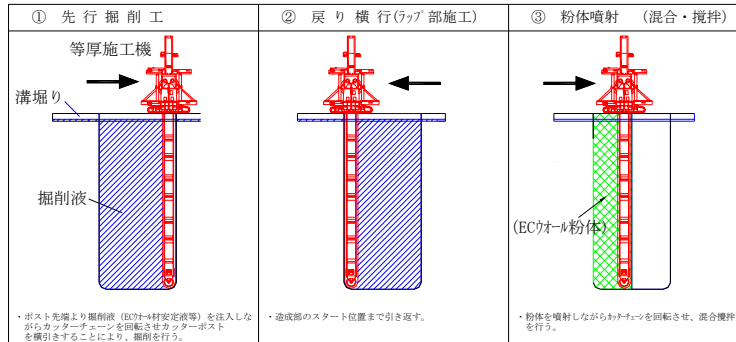


図-2 等厚式地中連続方式における施工手順(例)



写真-4 等厚式の出来形

柱列式地中連続壁方式も同様に、バックホウにて布掘り（幅 1m×深さ 1m）を行う。次に、オーガにて少量の掘削液で掘削攪拌し、底部ターニング後の引上げ攪拌時に粉体状のECウォール材にて混合攪拌を行い、柱列状の遮水壁を造成する。

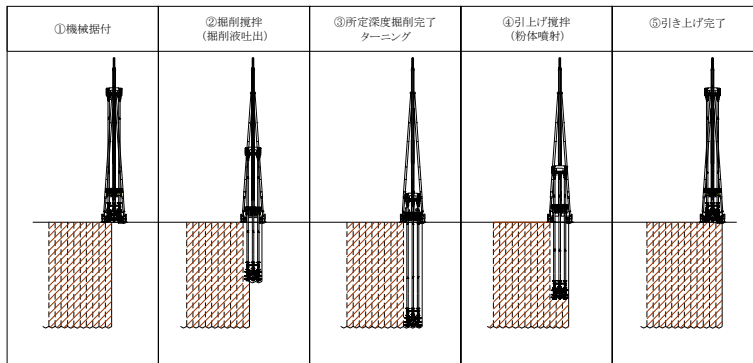


図-3 柱列式地中連続方式における施工手順(例)



写真-5 柱列式の出来形

## 7 ECウォール工法の適応例

ECウォール工法は汚染土壌の封じ込め、最終処分場の遮水壁、調整池の遮水工等に適応できる。

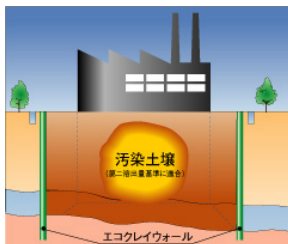


図-4 汚染土壌封じ込め

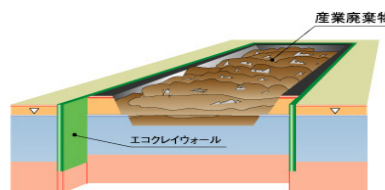


図-5 最終処分場の遮水壁

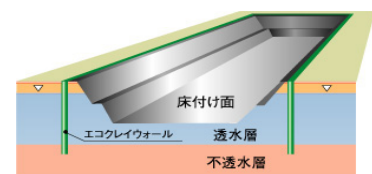


図-6 調整池の遮水壁

## 8 試験施工での効果確認結果

ECウォールの施工完了現場の概要、土質柱状図およびボーリングコア試料の物性値および透水係数を以下に示す。

工事名：ECウォール試験工事

施工場所：栃木県下野市

施工深度：等厚式 GL-35.0m 柱列式 GL-28.0m

ECウォールボーリング試料の湿潤密度試験・含水試験および透水試験結果は、表-1に示す通り、等厚式で  $1.8 \times 10^{-9}$  ~  $1.1 \times 10^{-8}$  cm/s、柱列式で  $3.9 \times 10^{-10}$  ~  $1.6 \times 10^{-9}$  cm/sであり、ローム地盤や砂礫地盤における高い遮水性能が確認された。

表-1 コア採取したECウォール試料の物性値

CASE		①湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	②含水比 (%)	③透水係数 (cm/s)
等厚式	G.L-7m	1.927	27.5	$1.08 \times 10^{-8}$
	G.L-12m	1.910	28.5	$9.19 \times 10^{-9}$
	G.L-18m	1.968	24.4	$1.76 \times 10^{-9}$
	G.L-22m	1.850	33.7	$1.80 \times 10^{-9}$
柱列式	G.L-7m	1.920	27.4	$1.53 \times 10^{-9}$
	G.L-12m	2.006	22.1	$1.28 \times 10^{-9}$
	G.L-18m	1.827	32.6	$3.87 \times 10^{-10}$
	G.L-22m	2.052	19.3	$9.98 \times 10^{-10}$

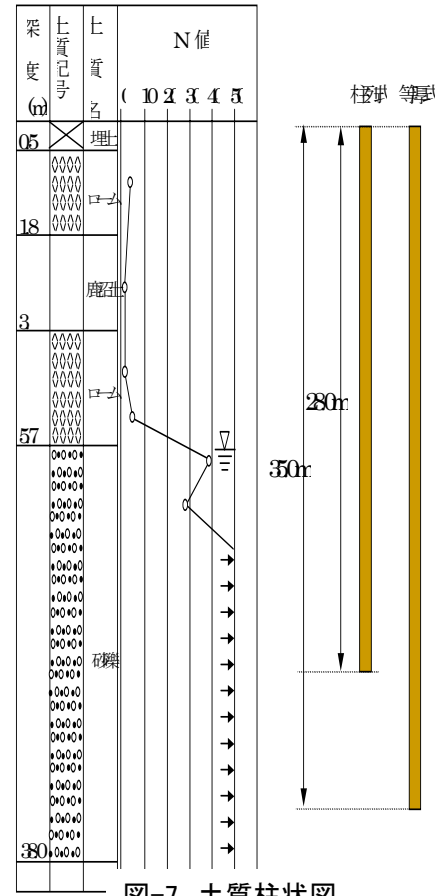


図-7 土質柱状図

## 9 ECウォールの変形追随性

表-2に示す配合にてECウォール供試体を作成し、一軸圧縮試験を実施した。ECウォール供試体の応力-ひずみ関係を測定し、破壊に至るまでのポテンシャルエネルギーを材料の応力-ひずみ曲線の面積（図-8参照）で評価することで、ECウォール供試体の靱性を確認した。

表-2 試験配合

CASE	ECウォール材総混合量 (kg/m <sup>3</sup> )
1	80
2	100
3	120

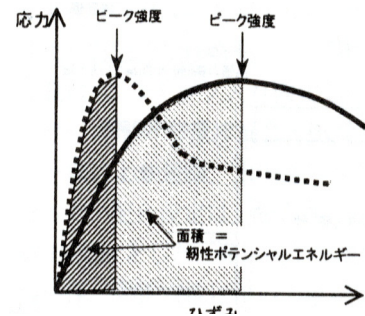


図-8 ポテンシャルエネルギー

図-9 に試験結果を示す。E C ウォール材総混合量 80~120kg/m<sup>3</sup>の E C ウォール供試体が破壊に至るまでの変形量が非常に大きいことが確認でき、周辺地盤の変形に対して高い追随性を有すると判断される。

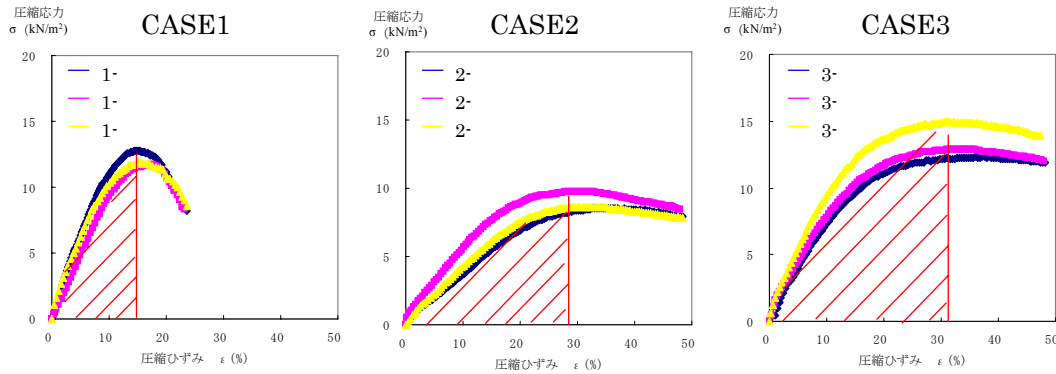


図-9 ECウォール供試体の応力-ひずみ曲線

## 10 施工実施例

等厚式施工機を用いて施工を行った事例を以下に示す。

工事概要：大高南特定土地地区画整理事業 53 街区

発注者：大高南特定土地地区画整理組合

施工場所：愛知県

壁体長：13.0~19.0m

施工面積：11,724.8m<sup>2</sup>

対象土質：シルト質砂

試料採取深度：GL-3m, GL-7, GL-13m

表-3 透水係数データ一覧

測点	採取位置	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 (%)	透水係数 (cm/s)
No.1	-3m	1.729	37.5	1.33×10 <sup>-8</sup>
	-7m	1.769	37.4	1.75×10 <sup>-8</sup>
	-13m	1.780	37.9	1.02×10 <sup>-8</sup>
No.3	-3m	1.831	34.2	8.34×10 <sup>-9</sup>
	-7m	1.815	34.9	6.67×10 <sup>-9</sup>
	-13m	1.821	34.6	8.70×10 <sup>-9</sup>

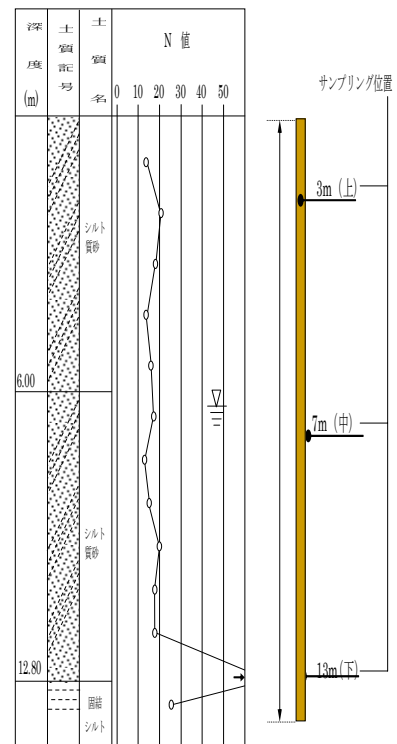


図-10 土質柱状図

## 11 おわりに

遮水材料を粘土鉱物（E C ウォール材）にすることで、従来工法で成し得なかった長期安定性と耐震性および無排泥化を実現可能とした。今後は、汚染土壌の拡散防止に本工法が適用され、多くのデータ蓄積により、信頼性の高い環境負荷低減工法として社会に貢献できれば幸いである。