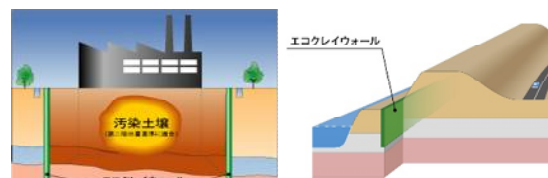


エコクレイウォールⅡ工法の現場透水試験と動的変形に関する基礎的検討

ライト工業 ○荒木 豪 宇梶 伸
 大阪大学大学院 乾 徹
 京都大学大学院 高井 敦史
 基礎地盤コンサルタンツ 井上 玄己

1. はじめに

エコクレイウォールⅡ工法は、大型等厚式施工機械等により、粘土鉱物である EC ウォール材と対象地盤を混合攪拌することで、高い遮水性能を有する鉛直遮水壁を造成する工法である。本工法は、図 1 に示すような汚染土壌の封じ込めや調整池並びに遊水池の遮水対策等にて実績を重ねている¹⁾。本工法の品質管理は、施工後のエコクレイ遮水壁(以下、EC ウォール)中から試料を採取し、室内透水試験より透水係数を確認してい



(a) 汚染土壌の封じ込め (b) 漏水対策

図 1 エコクレイウォールⅡ工法の適用例

る。しかしながら、不攪乱試料を採取して室内試験を実施することは困難であり、室内で再構成する場合がほとんどである。また単孔式の現場透水試験を実施する場合、EC ウォールの強度は低く変形性も高いため、試験中に孔壁面が徐々に変形していくことで、正確な遮水性能を評価することは困難とされている。

本稿では、原位置での EC ウォールの品質管理手法として、粘性土内で測定可能な現場透水試験 BAT システム²⁾(B.A.Torstensson が開発)の適用性についての検証を行った。具体的には施工後 15 年を経過した EC ウォールを対象に BAT システムの現場透水試験を実施した。この EC ウォールではコアボーリング(コアパックを静的圧入)で試料を採取して長期耐久性と鉛直方向への均質性の検証を行っており、そのボーリング孔を現場透水試験に利用した。また採取試料で EC ウォールの動的挙動を把握するために動的変形試験を行っており、その結果についても報告する。

2. 調査地点と試験概要

調査地点は 2003 年 7～8 月にかけて、EC ウォールの試験施工を実施した箇所である。試験施工では等厚式施工機を用いて、施工延長 14.0m、深度 14.5m の EC ウォールを造成している。実施配合は原地盤に対して EC ウォール材 5%濃度の掘削液 300 L/m³ で先行掘削を行った後、粉体混合として EC ウォール材 100 kg/m³ を投入しており、EC ウォール材の総量は 115 kg/m³ となる。施工対象地となった原地盤の柱状図を図 2 に示す。G.L-6 m 付近までは粘性土が多く、それより深い部分は砂礫が主体の地盤である。

2018 年 8 月に試料採取したボーリング孔を用いて BAT システムの現場透水試験を行った。計測位置は壁延長の中央部で、壁厚方向も厚さ 0.7m のほぼ中心部として測定対象深度は原地盤では砂礫層にあたる GL-10.5m とした。

動的変形試験には GL-1.45～1.75m(No.1)と GL-7.0～8.0m(No.2)の 2 試料で行った。No.1 はコアボーリング位置から 2.0m 程度延長方向に移動した表層部(1.45～1.75m)で、内径 100mm の塩ビ管モールドを用いてブロック採取し、No.2 はコアボーリング採取の GL-7～8m の試料を用いた。

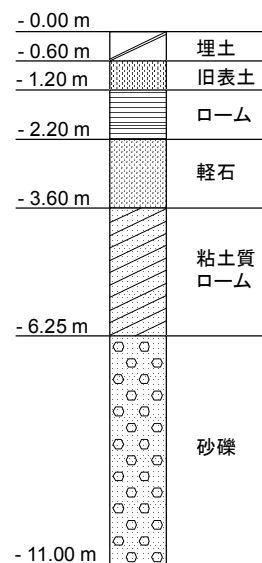


図 2 原地盤の柱状図

キーワード 遮水壁 現場透水試験 動的変形試験

連絡先 〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C23 街区 3 画地 ライト工業㈱R&D センター TEL 029-846-6175

3. BAT システムによる透水試験

BAT システムとは、専用のサンプラーと先端フィルタ(図 3)を用いて地下水調査を行う原位置調査法であり、主に地下水の採取と粘性土層での透水係数の測定を目的とする。今回は EC ウォールの透水係数を計測した。測定手順を以下に示す。

- 1) 測定対象深度上部(GL-9.5m)までボーリングによる掘削
- 2) フィルタエレメントを測定対象深度(GL-10.5m)へ埋設
- 3) 減圧した採取ビンを挿入し、フィルタエレメントと接続する
- 4) 圧力差で間隙水が流入し、採取ビン内の圧力が上昇する
- 5) 採取ビン内の圧力変化を計測して透水係数を算出する

施工直後にもほぼ同深度の採取試料で室内透水試験を行っており、 $k = 7.8 \times 10^{-10} \text{m/s}$ であった。今回の BAT システムによる測定結果は $k = 1.3 \times 10^{-9} \text{m/s}$ となり、施工直後の室内結果と比較すると透水係数がやや大きくなっているが、同程度であることを確認した。

4. 動的変形試験

先述した 2 試料を用いて、繰返し三軸試験による動的変形試験(JGS 0542)を実施した。同一試料の物理試験結果を表 1 に示す。No.1 の原地盤は粘性土層、No.2 は砂礫層であり、両試料ともに原地盤と同じ傾向の粒度構成となった。等厚式施工は全層横引攪拌で遮水壁を造成するが、深度方向において完全に均質化されたとは言い難い。ただし、同時に採取した試料で各深度における物理特性評価を行っており、EC ウォールが原地盤よりも均質化されていることを確認している³⁾。動的変形試験は 2 試料ともに $\phi 100\text{mm}$ 、高さ 200mm 程度の円柱試料を用い、試験中の圧密条件は圧密応力 50kN/m^2 (セル圧 250kN/m^2 、背圧 200kN/m^2) に設定した。結果を表 2

と図 4 に示す。表 2 中の弾性波速度 V_s' は、 G_0 からの推定値で、 V_s は動的試験前の試料で行った弾性波速度試験の測定値である。No.1,2 とともに両者はほぼ一致している。No.1,2 を比較すると当然ながら砂礫主体で密度の大きい No.2 のほうが V_s (181m/s) は速いが、粘性土主体の No.1 でも $V_s = 110\text{m/s}$ 程度であった。

5. まとめ

施工後 15 年が経過した EC ウォールで、BAT システムによる現場透水試験を行った。その結果、施工当時の室内試験結果であるが、同等の透水係数を確認している。今後、室内試験結果との相関性等についての検証を行い、BAT システムをエコクレイウォール II 工法の現場品質管理手法として確立させていきたい。

参考文献：1) 一般財団法人土木研究センター，建設技術審査証明報告書 土木系材料・製品・技術、道路保全技術（建技審証 第 0701 号）無排泥粘土遮水壁工法「エコクレイウォール II 工法」内容変更・更新，2017。

2) 森 研二・丹下 良樹ら，BAT 地下水モニターシステムによる透水試験，第 19 回土質工学研究発表会，1984。

3) 魏 広森・田 彦・高井 敦史・勝見 武・乾 徹・荒木 豪，現場採取したソイルベントナイト鉛直遮水壁の材料品質評価，第 54 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2019。

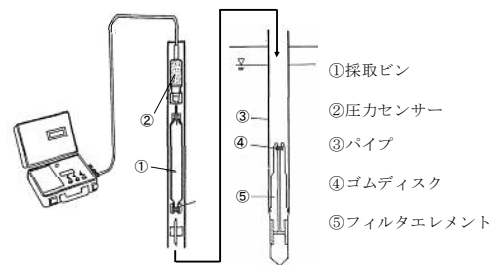


図 3 BAT システム 透水試験装置

表 1 物理試験結果

	No.1	No.2
深度	1.45～1.75m	7～8m
湿潤密度 ρ_t	1.375 g/cm ³	1.878 g/cm ³
乾燥密度 ρ_d	0.646 g/cm ³	1.436 g/cm ³
土粒子密度 ρ_s	2.634 g/cm ³	2.631 g/cm ³
含水比 w	113.1%	30.8%
粒度構成		
礫分	10.6%	52.1%
砂分	22.7%	18.3%
シルト分	30.7%	14.0%
粘土分	36.0%	15.6%

表 2 動的変形試験結果

	No.1	No.2
初期剛性 G_0	13.83 MN/m ²	56.89 MN/m ²
弾性波速度 V_s'	100 m/s	174 m/s
基準ひずみ γ_r	0.103	0.040
弾性波速度 V_s	112 m/s	181 m/s

V_s' : 初期剛性 G_0 より推定

V_s : 弾性波速度試験結果

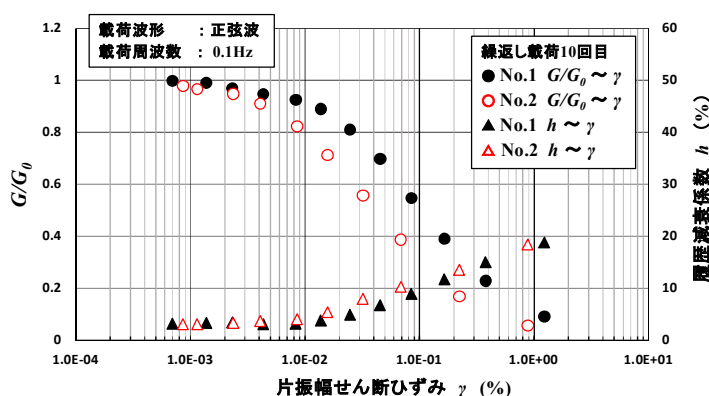


図 4 $G/G_0 \sim \gamma$ $h \sim \gamma$ 関係