

エコクレイウォールⅡ工法の現場透水試験に関する現場実証（その1）

ライト工業(株) 正会員 ○荒木 豪

正会員 ティンザーリモー

1. はじめに

エコクレイウォールⅡ工法（以下、本工法）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。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はほとんどである。

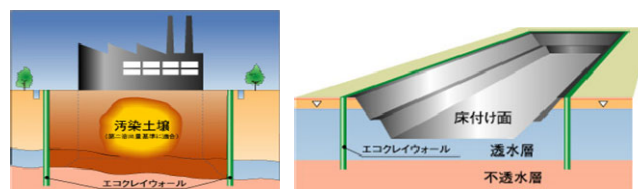
そこで著者らは、EC ウォールの原位置における遮水性能の新たな評価手法として、粘性土内で測定可能な現場透水試験 BAT システム¹⁾(B.A.Torstensson が開発)の適用を検討している。これまでに数値解析や模型実験により本工法への適用性を検証²⁾³⁾しており、本稿では実現場での検証結果を報告する。具体的には調整池の遮水壁として施工された EC ウォールを対象に BAT システムを実施し、室内透水試験結果との比較を行った。

2. 現場概要および試験概要

本検討は、栃木県栃木市の一級河川永野川の左岸に位置する調整池整備工事で施工された EC ウォールを対象に実施した。本工事は、雨水時や河川の増水時に調整池が河川水位の影響を受けないことを目的とし、調整池全周(総延長約 440m)に地中連続壁を造成する計画である。1 期工事として本工法が採用されており、延長約 240m を 2022 年 5～12 月に造成している。図 2 に代表地点の柱状図を示す。造成深度は不透水層(柱状図：GL-35.8m)への根入れとなっており、平均深度は約 33m となり、最深部では 40m に達する。遮水壁の要求性能は壁厚 0.55m で透水係数が $3 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 以下であり、事前の室内試験により実施配合を選定している。実施配合は EC ウォール材 10%濃度の掘削液 90 L/m³で先行掘削を行い、粉体混合として EC ウォール材 70 kg/m³を投入しており、EC ウォール材の総量は 79 kg/m³となる。

BAT システムの計測位置を図 3 に示す。計測位置は No.1～4 の 4 地点とし、造成後約 1 ヶ月で計測を行った。No.1,2 では、BAT システムと室内透水試験の透水係数の比較を行っており、本稿ではその結果を報告する。

No.1 地点の造成深度は 36.9m、No.2 地点は 37.6m である。計測深度は両地点ともに 7,14,21m の 3 深度(計 6 計測点)とした。室内透水試験は、施工時に同地点で 3 深度(GL-10m, 20m, 30m 付近)のウェットサンプリングを行い、再構成試料を用いた変水位法(JIS A 1218)の透水試験を実施している。



(a) 汚染土壌の封じ込め (b) 調整池の遮水

図 1 エコクレイウォールⅡ工法の適用例

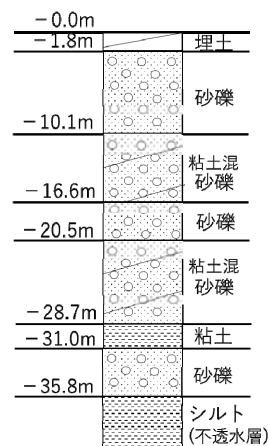


図 2 原地盤の柱状

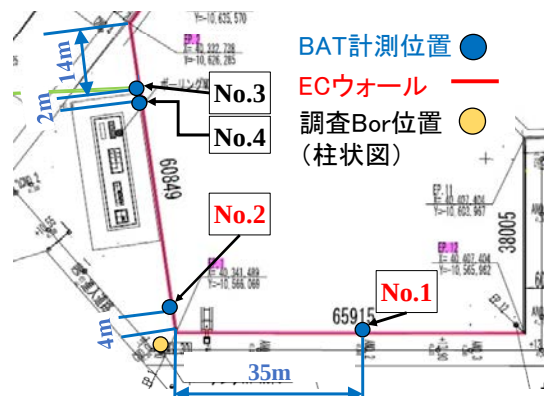


図 3 計測位置

キーワード 透水係数 遮水壁 現場透水試験

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(株)R&D センター TEL 029-846-6175

3. BAT システムによる透水試験

BAT システムは、専用サンプラーと先端フィルタ(以下、FE)を用い、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。本測定では、採取ビンの圧力差より地下水を汲上げる回復法を用いた。図 4 に示すように流入水は、FE を中心とした放射流と仮定し、流入時間と容積の関係から式(1)より透水係数 k を算出した。

$$k = \frac{P_0 V_0}{F \cdot t \cdot 10^3} \left\{ \frac{1}{U_0 P_0} - \frac{1}{U_0 P_m} + \frac{1}{U_0^2} \ln \left(\frac{P_0 - U_0}{P_0} \times \frac{P_m}{P_m - U_0} \right) \right\} \quad (1)$$

P_0 : 採取ビン初期圧力(mH₂O), V_0 : 採取ビン初期空気体積(ml)
 F : フィルタ形状係数(mm), U_0 : 初期間隙水圧(mH₂O)
 t : 試験時間(sec), P_m : 時間 t での採取ビン圧力(mH₂O)

4. 試験結果

図 5 に No.1 深度 21m の間隙水圧の計測結果を示す。間隙水圧の計測開始直後は、FE 挿入により過剰間隙水圧が発生するが、時間経過とともに消散する。各計測点ともに概ね平衡状態となることを確認して計測を終了し、終了時の測定値を透水係数の算出に用いる初期間隙水圧 U_0 とした。図 6 に No.1,2 深度 21m の透水試験結果を示す。各計測点ともに計測時間 t は 7200 秒(2 時間)とし、採取ビンの接続前の初期圧力 P_0 は、 U_0 から 5~8mH₂O 程度低い値に調整した。No.1,2(GL-21m)の圧力上昇は、同じ傾向となっており、算出した透水係数も 1×10^{-10} m/sec 程度とほぼ同じ値となった。

表 1 に各計測点の BAT 透水試験結果と室内透水試験結果を示す。BAT 透水試験の No.1 深度 14m は、EC ウォール内に介在する砂礫の影響で、目標深度まで挿入することができず、13.3mでの計測を行った。他の計測点は、目標深度まで FE をほぼ静的に挿入することができた。BAT 試験の透水係数は、No.1 深度 13.3m 以外は全て 10^{-10} オーダとなり、室内試験とは、深度は異なるがほぼ同等の結果となった。No.1 深度 13.3m のみが、 10^{-11} オーダとなった原因としては、挿入が困難となり、FE を回転等で強制挿入を行っており、フィルタ部の目詰まり等が生じた影響が考えられる。

5. まとめ

BAT システムによる現場透水試験において室内試験と同等の透水係数を確認することができた。今後、更なる検証を行い、本工法の現場品質管理手法として確立させていきたい。

謝辞

本検討の実施にあたっては、栃木市上下水道局下水道建設課、館野・サカタ特定建設工事共同企業体の関係各位には多くのご協力をいただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献：1) 荒木 豪・宇梶 伸・乾 徹・高井 敦史・井上 玄己，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，令和元年度土木学会全国大会 第 74 回年次学術講演会，2019. 2) モーティンザーリ・荒木 豪，エコクレイウォールⅡ工法の現場透水試験に関する数値解析による検討，第 58 回地盤工学研究発表会，2023(投稿中). 3) 荒木 豪・モーティンザーリ，模型実験によるエコクレイウォールⅡ工法の現場透水試験の検証，第 58 回地盤工学研究発表会，2023(投稿中).

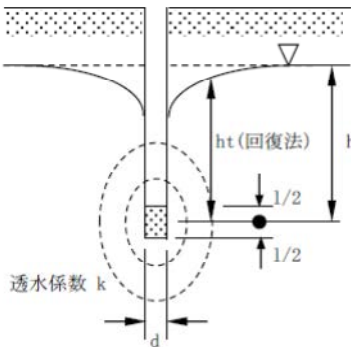


図 4 BAT システム測定原理

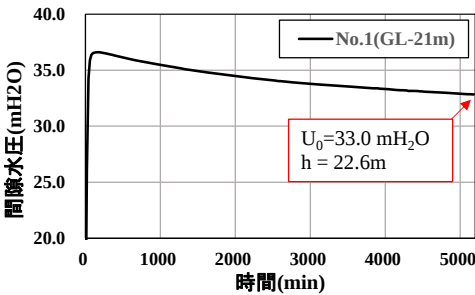


図 5 間隙水圧(No.1, GL-21m)

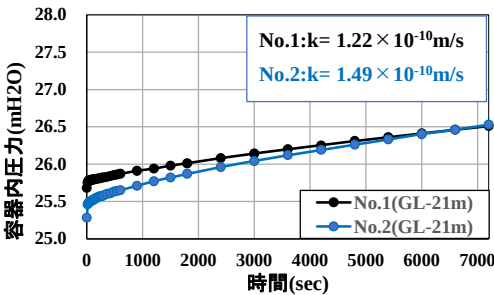


図 6 透水試験(GL-21m)

表 1 透水試験結果

	BAT試験		室内試験	
	深度(m)	k(m/s)	深度(m)	k(m/s)
No.1	7.0	2.1E-10	10	1.5E-10
	13.3	5.8E-11	20	6.8E-10
	21.0	1.2E-10	30	3.9E-10
No.2	7.0	2.0E-10	10	2.2E-10
	14.0	1.7E-10	20	2.4E-10
	21.0	1.5E-10	30	2.3E-10