

遮水シート引き抜き実験の FEM 解析

国土技術政策総合研究所 正会員 小田 勝也
五洋建設(株) 正会員 三藤 正明

五洋建設(株) 正会員 ○吉田 誠
五洋建設(株) 正会員 秋本 哲平

1. はじめに

管理型処分場における管理型廃棄物埋立護岸の遮水工には地震時における遮水機能の確保が求められているが、遮水工の地震時挙動を反映した設計法は確立されていない。遮水シート工法による管理型廃棄物埋立護岸の耐震性能照査を実施するにあたっては、遮水シートに生じるひずみや遮水工全体の変形挙動を定量的に把握する必要がある、FEM による数値解析は有効な解析手法である。しかし、FEM 解析において遮水シートをモデル化するためには各材料間の摩擦特性を把握する必要がある。

本研究では、各材料間にジョイント要素を用いた FEM 解析を実施し、遮水シートの引き抜き実験を再現することを試みた。

2. 実験および解析内容

実験断面図を図-1 に示す。実験土槽は、長さ 2.04m、奥行き 1.4m、高さ 2m の箱型の剛土槽である。遮水シート、保護材および土試料にはそれぞれ軟質 PVC シート、短繊維不織布および砕石を使用した。実験は、遮水シートあるいは不織布を油圧ジャッキを用いて約 10mm/min の速さで引張り、ジャッキを 1m 変位させた。引き抜き荷重および遮水シート・不織布の変位はそれぞれロードセルおよびワイヤー式変位計で計測した。

FEM 解析モデルを図-2 に示す。遮水シート、不織布および砕石は線形弾性体の平面要素でモデル化し、弾性係数はそれぞれ 13,000、4,600 および 10,000kN/m² とし、ポアソン比はそれぞれ 0.35、0.35 および 0.3 とした。各材料間にはそれぞれ厚さ 5mm のジョイント要素を配置した。ジョイント要素の圧縮剛性、せん断剛性はそれぞれ $E_n=60,000$ 、 $E_s=20,000$ kN/m² とした。解析は、自重解析を実施して常時の要素内応力を算定した後、遮水シートおよび不織布の先端節点 (D1) に強制変位を与えて引き抜き実験を再現した。

実験・解析ケースは、遮水シートおよび不織布の配置を変えた 3 ケースとした(図-3)。Case1 および Case2

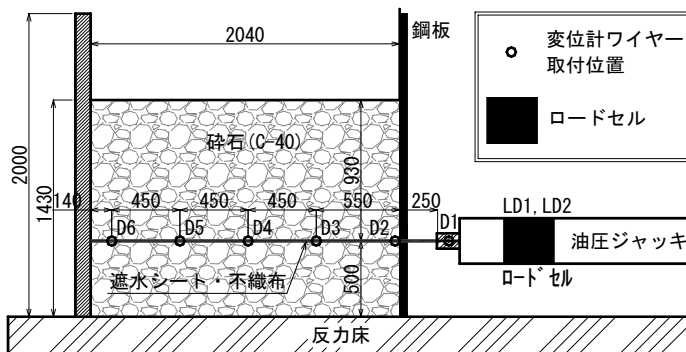


図-1 実験断面図

遮水シート・不織布・ジョイント要素

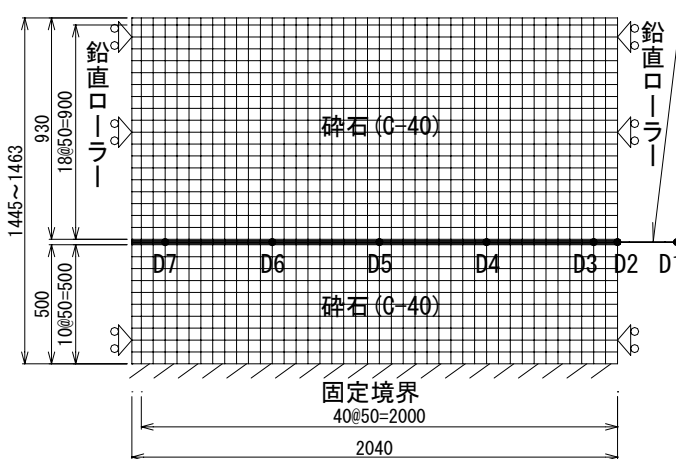


図-2 FEM 解析モデル

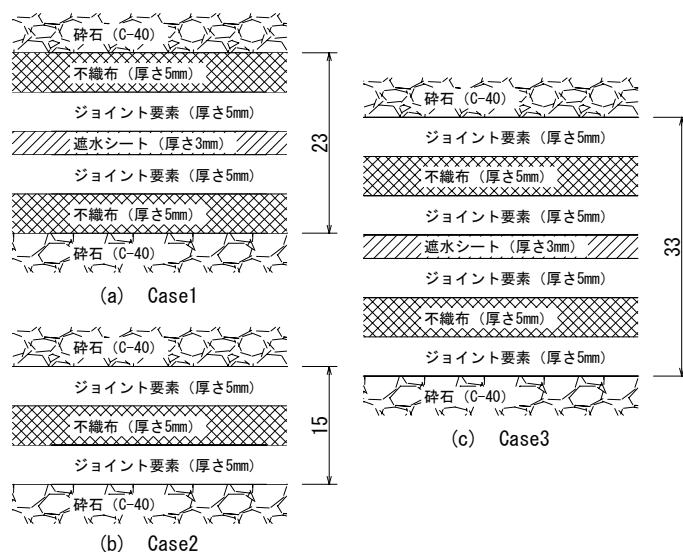


図-3 実験・解析ケース

キーワード 遮水シート, 引き抜き実験, FEM 解析, ジョイント要素

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株) TEL 0287-39-2109

は、それぞれ遮水シートおよび不織布を引き抜く実験であり、摩擦係数を変化させた解析により各材料間の摩擦係数を同定した。Case3は、遮水シートと不織布の両者を同時に引き抜く実験を対象とした実験であり、FEM解析により実験結果を再現することを試みた。

3. 解析結果

図-4、図-5にそれぞれCase1、Case2における遮水シートあるいは不織布のひずみと引き抜き変位の関係を示す。図中の $\varepsilon_{e i-j}$ および $\varepsilon_{a i-j}$ は変位計DiとDjの変位から算定した変位計DiとDjの間のひずみで、それぞれ実験および解析によるひずみを表している。なおCase2では不織布が引き抜き途中で破断したため、引き抜き変位が600mmまでの結果を示した。Case1、Case2についてFEM解析を実施した結果、遮水シートと不織布間、不織布と砕石間の摩擦係数をそれぞれ0.5、1.1とした場合、実験によるひずみを概ね再現することができた。

図-6にCase3の遮水シートおよび不織布のひずみと引き抜き変位の関係を示す。なお遮水シートおよび不織布は引き抜き途中で破断したため、引き抜き変位が800mmまでの結果を示した。FEM解析による遮水シートおよび不織布のひずみが発生しはじめる時点は実験値とほぼ一致した。その後の挙動を見ると、引き抜かれる側から離れた箇所のひずみ ε_{5-6} では実験値と解析値が若干異なっているが、それ以外のひずみはFEM解析により実験値をほぼ再現することができた。

4. まとめ

遮水シートと不織布の間の摩擦特性および不織布と砕石の間の摩擦特性を同時に考慮するために、各材料間にジョイント要素を用いたFEM解析を実施し、遮水シートの引き抜き実験を再現することを試みた。その結果、本解析手法により引き抜き実験における遮水シートおよび不織布のひずみを定量的に評価することができた。

参考文献

- 1) 吉田誠, 小田勝也, 狩野真吾, 三藤正明, 秋本哲平: 大型土槽を用いた遮水シートの引き抜き実験, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 2006
- 2) 財) 港湾空間高度化センター(現(財) 港湾空間高度化環境研究センター港湾・海域環境研究所): 管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル, 2000.

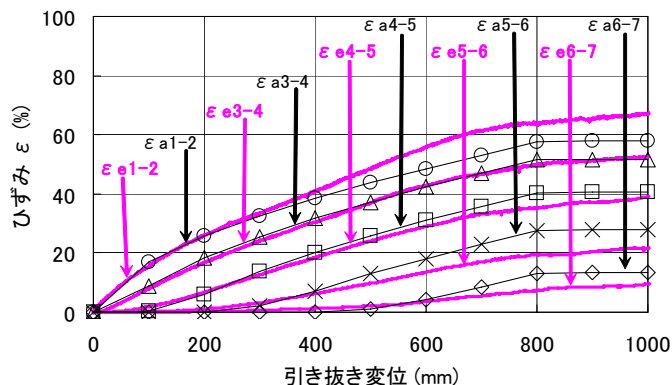


図-4 Case1の遮水シートのひずみー引き抜き変位

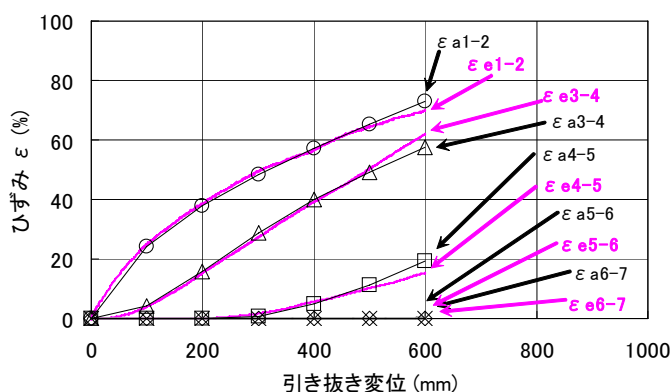
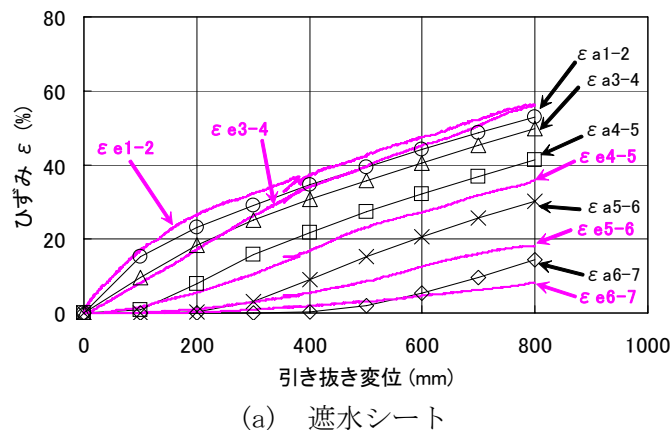
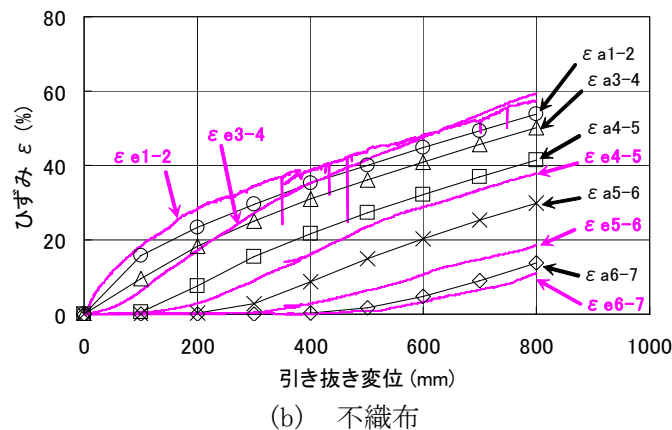


図-5 Case2の不織布のひずみー引き抜き変位



(a) 遮水シート



(b) 不織布

図-6 Case3のひずみー引き抜き変位