

FEM解析による斜面傾度が遮水工の固定端張力に与える影響の評価

宇都宮大学大学院工学研究科 学生会員 ○李 明飛
宇都宮大学大学院工学研究科 正会員 今泉 繁良

1. はじめに

廃棄物処分場は切土斜面で十分な強度があれば、急斜面の方が埋立容量の増大の観点からは得策である。本研究では、まず斜面傾度を 1:2.0, 1:1.5, 1:1.0, 1:0.5 及び鉛直と 5 段階に変化させた 35 分の 1 の遠心载荷実験¹⁾に対して FEM 解析を行って、FEM 解析の有用性を確認した。次に、実際処分場に対して FEM 解析を実施し、斜面傾度が遮水工の固定端張力に与える影響を評価した。

2. 有限要素解析の概要

実施した FEM 解析は焼却灰—保護マット及び保護マット—遮水シート間での摩擦力伝播を考慮するためのジョイント要素を取り入れた有限要素法解析²⁾である。本研究では、上部不織布と遮水シートに対して、四角要素を棒要素に変え、廃棄物を 2 次元平面ひずみ要素でモデル化した。遮水シートと保護マットの応力—ひずみ関係を弾性体、廃棄物の応力—ひずみ関係とジョイント要素の摩擦力度—相対変位関係を双曲線近似した。

要素構成を図-1 に示す。境界条件としては、不織布と遮水シートの端部を完全拘束し、図の左側面については、水平方向の変位を拘束して、鉛直方向の変位を自由とした。底部と斜面については、節点の変位を完全拘束した。

実験ケースと FEM 解析ケースを表-1 に示す。実験で使った上部保護マットは短繊維不織布であり、遮水シートは HDPE シートである。これらの材料の厚さ及び 20℃ の 1% ひずみの弾性係数を表-2 に示す。また、廃棄物として一般廃棄物焼却灰を用いた。表-3 に各材料間の摩擦係数を示した。

3. 計算結果と実験結果

遠心実験の模型寸法が実験結果に与える影響を調べるために、底面部分の長さ L_B が異なる模型に対して遠心加速度 35G と

して FEM 計算を行った。底面長さと斜面水平方向長さの比 (L_B/L_S) と固定端張力の関係を図-2 に示す。この図によると、底面長さと斜面水平方向長さの比 (L_B/L_S) の増大に伴い上部不織布と遮水シートの固定端張力が大きくなり、四ケースに対して、 L_B/L_S の値が 1.0 以上では固定端張力がほぼ一定値になる。遠心実験では、斜面傾度が 1:2.0 と 1:1.5 の場合、 L_B/L_S は 0.11 と 0.48 であったため、このケースでの実験値は少し過少評価であったことがわかった。

図-3 と図-4 は遠心加速度が 35G のときの上部不織布と遮水シートの固定端張力の実験結果と FEM 計算結果を示したものである。上部不織布の固定端張力の計算値は実験値の 0.99～1.21 倍、遮水シートの計算値は実験値の 0.87～1.13 倍であり、計算値は実験値にかなり良く一致している。また、FEM 計算

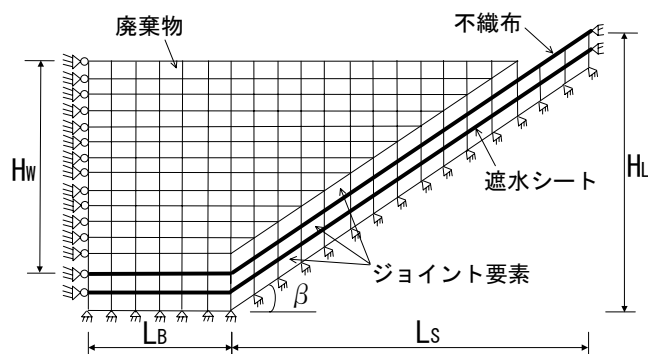


図1 FEM解析モデル

表2 ジオシンセティックスの材料特性

材料	厚さ (mm)	弾性係数 (MPa)	ポアソン比	破断強度 (kN/m)
短繊維不織布	10	6.7	0.3	13.0
HDPE	1.5	484	0.3	48.2

表3 各材料間の摩擦特性

材料の境界面	摩擦係数
焼却灰—不織布	0.76
不織布—HDPE	0.22

表1 実験ケースと解析ケース

	H_L (cm)	H_W (cm)	加速度 (G)	斜面傾度
遠心模型実験	18	15	35	1:2.0, 1:1.5, 1:1.0, 1:0.5, 鉛直
FEM (模型処分場)	18	15	35	1:2.0, 1:1.5, 1:1.0, 1:0.5, 1:0.4, 1:0.3, 1:0.2, 1:0.1, 鉛直
FEM (実際処分場)	630	525	1	1:2.0, 1:1.5, 1:1.0, 1:0.5, 1:0.4, 1:0.3, 1:0.2, 1:0.1, 鉛直

キーワード：処分場、遠心実験、FEM 解析、斜面傾度

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室 Tel/Fax. 028-689-6218

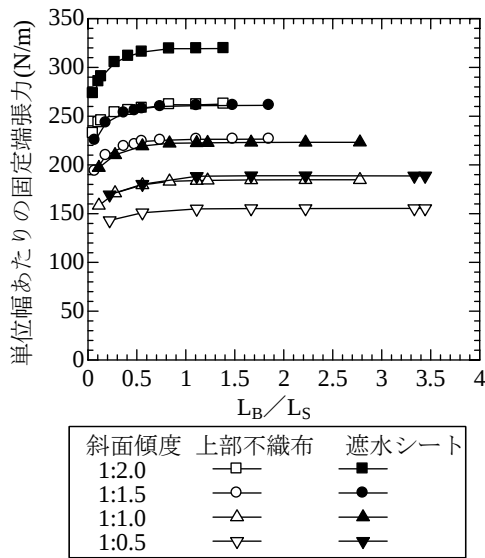


図2 底面長さと斜面水平方向長さの比と固定端張力の関係

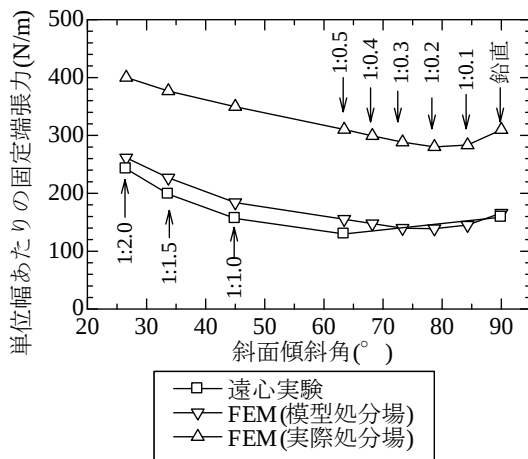


図3 上部不織布の固定端張力

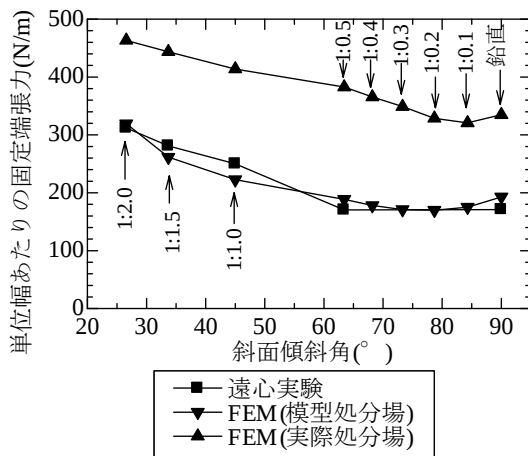


図4 遮水シートの固定端張力

値と実験値とも、斜面傾斜角が1:2.0から急傾斜になっていくと、上部不織布と遮水シートの固定端張力は減少し、FEM計算値では、斜面傾度が1:0.2のとき最小値になり、鉛直では少し増大する傾向がわかる。この傾向は、許らが重力場で行った実験結果³⁾と比べてほぼ同じである。

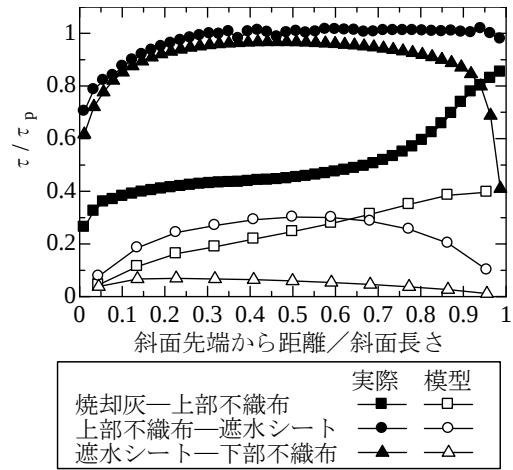


図5 層間摩擦応力とピーク摩擦応力の比の分布

図-3と図-4には実際処分場に対して計算した上部不織布と遮水シートの固定端張力も示した。実際処分場の固定端張力の計算値は遠心模型処分場のより大きいが、斜面傾度の増大に伴う変化の傾向は両者がほぼ一致した。

図-5は斜面傾度が1:1.5の場合を例として、FEM計算による斜面上層間に発揮している摩擦応力 τ とピーク摩擦応力 τ_p の比の分布を示したものである。図-5によると、いずれの境界面に対しても、実際処分場の場合の層間摩擦応力は模型処分場の場合によりピーク摩擦応力に近い値として発揮していることがわかる。実際処分場の斜面は模型処分場より長いので、材料上下面の摩擦応力の差の積も大きくなり、実際処分場固定端張力の計算値は模型処分場での値より大きくなると考える。

4. まとめ

本研究は遠心模型処分場と実際処分場に対してFEM解析を実施することによって、斜面傾度の増大に伴い上部不織布と遮水シートの固定端張力の変化を解明した。

参考文献

- 1) 李明飛, 今泉繁良: 斜面傾度が敷設された遮水シートの固定端張力に与える影響, 第20巻ジオシンセティックス論文集, pp.49-54, 2003.
- 2) 野本哲也, 今泉繁良, 横山幸満: スリップモデルを導入した廃棄物処分場ライナーの有限要素解析, 第12回ジオシンセティックスシンポジウム発表論文集, 1997.
- 3) 許四法, 今泉繁良: 傾斜角の異なる斜面に敷設された遮水工の引き込み張力, 第18巻ジオシンセティックス論文集, pp.49-54, 2003.