

廃棄物の埋立重機による遮水シート張力の評価

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
宇都宮大学大学院工学研究科 非会員 許 四法

1. はじめに

廃棄物処分場には底部と斜面にジオメンブレンからなる遮水工が敷設される。斜面部では、廃棄物の埋め立て進行に伴う遮水工固定部に張力が生じる。特に、埋立重機による影響は大きいと考える。本研究では、廃棄物の埋立重機による遮水シート固定部張力について、遠心模型実験と有限要素法による解析を行った。そして、重機の位置が遮水シート固定部張力の大きさに与える影響についてFEM解析を行った。

2. 実験装置と実験方法

実験模型は、図1に示すような内寸法が高さ35cm、幅50cm、奥行き10cmの鋼製コンテナ内に、石膏を用いて高さ20cm、勾配33.69°、奥行き10cmの斜面を造り、その表面上に厚さ10mmの短繊維不織布を接着剤で固定した後、その上に遮水シートと上部保護マットを敷設した一重の遮水工模型である。上部保護マットと遮水シートの固定部張力 T_1 と T_2 を測定するために、それらの斜面天端部を容量がそれぞれ490Nと196Nのロードセルを介して固定した。

使用し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とTPO(PE)の2種類である。これらの材料の厚さ及び20℃の1%ひずみの弾性係数を表1に示す。廃棄物として一般廃棄物焼却灰を用いた。表2は各材料間の摩擦係数を示したものである。

模型遮水工上に焼却灰を平均密度が 0.87g/cm^3 となるように投入した後、重機を想定した幅12.4cm、奥行き9.5cm、厚さ2.1cm、質量1.99kgの模型荷重を遮水工からの水平距離が2cm

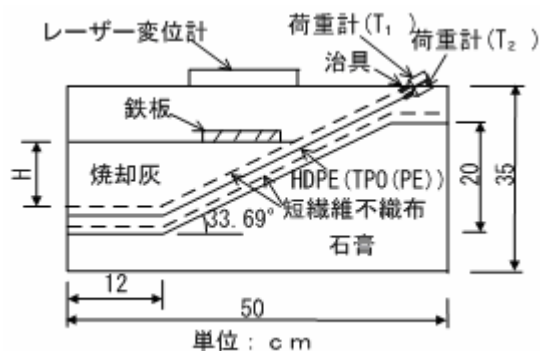


図1 遠心実験模型の概略図

表1 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
短繊維不織布	10	6.7	0.3
HDPE	1.5	484	0.3
TPO(PE)	1.5	141.5	0.3

表2 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	0.74
不織布—HDPE	0.12
不織布—TPO(PE)	0.40

となるように载荷した。遠心载荷は、加速度を5G/min程度の割合(1Gは重力加速度)で上昇させ、相似則による換算斜面高さが6mとなる30Gまで加えた。

実施した実験ケースは、遮水シートをHDPEシート、TPO(PE)シートと変え、焼却灰の投入高さを0, 8, 14, 18cmと変えた。合計8ケースである。

3. 有限要素解析の概要

遠心模型実験に対する数値解析として、焼却灰—上部保護マット—遮水シート—下部保護マッ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解析¹⁾を実施した。実験に用いたコンテナ内側面には潤滑層が設けられているので、焼却灰の供試体は2次元平面ひずみ要素でモデル化し、上部不織布、遮水シートの供試体は棒要素でモデル化した。図2は焼却灰の投入高さが8cmの場合の要素構成を示したものである。実験温度が材料の弾性係数に与える影響を坪井の提案式²⁾に基づいて考慮した。

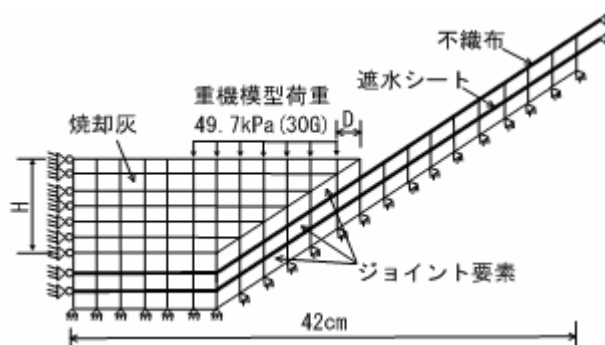
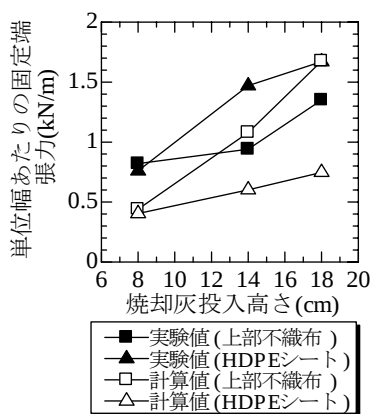


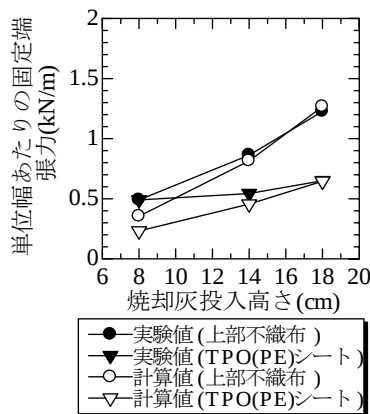
図2 遠心模型実験のFEM解析モデル

キーワード: 廃棄物処分場, 遠心模型実験, 固定部張力

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



(a)HDPE 遮水シート



(b)TPO(PE)遮水シート

図3 FEMによる計算値と実験値の比較

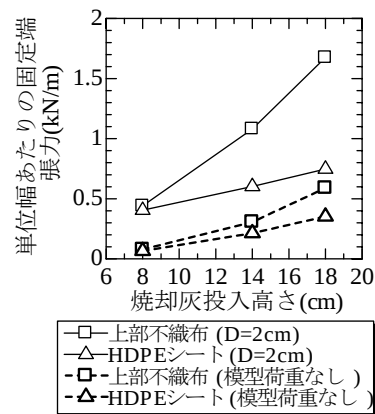


図4 重機模型荷重がない場合との比較
(遮水シートにHDPEを用いたとき)

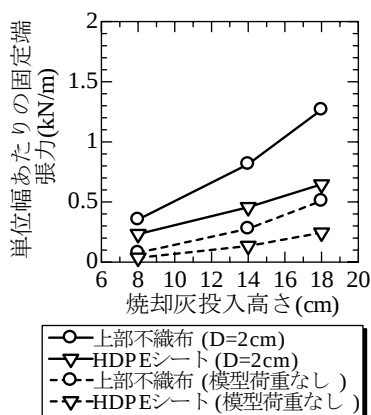


図5 重機模型荷重がない場合との比較
(遮水シートにTPO(PE)を用いたとき)

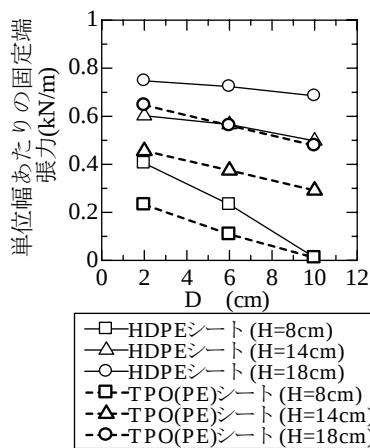


図6 重機模型荷重が遮水工からの
距離と固定端張力の関係

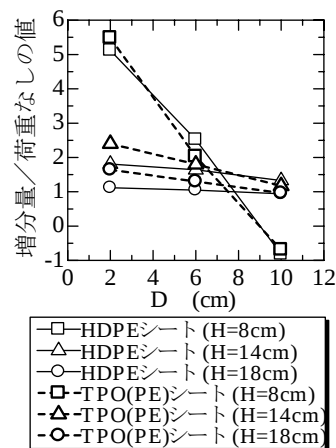


図7 模型荷重による固定端張力増
分量と荷重がないときの値の比

4. 実験結果と計算結果

遠心加速度が30Gのときの固定端張力をFEMで計算した値と実験結果とを図3に示す。上部不織布に関しては、両者は良く一致するが、遮水シートに関しては、HDPEシートを用いたときの計算値は実験値より過小評価となる。計算した値と実験値の差の理由としてFEMで用いた短繊維不織布とHDPE遮水シートの境界面の初期剛性係数は、実験で発揮している値より小さいためと考えられる。

図4と5には重機模型荷重がない場合と重機模型荷重を設置した場合の固定端張力の計算値を示す。両者の比は遮水シートにHDPEを用いたとき1:2.12~1:6.12であり、TPO(PE)を用いたとき1:2.49~1:6.48である。このより、遮水工固定端張力に占める埋立重機の果す割合が大きいことが分かった。

図6はFEMで計算した遮水シートの固定端張力の重機模型荷重が遮水工からの水平距離に伴う変化を示したものである。重機模型荷重が遮水工からの距離の増大に伴い、遮水シートの固定端張力は焼却灰の投入高さが8cm場合著しく減少するが、投入高さが14cmと18cm場合の減少傾向は小さい。図7には固定端張力の増分量と重機模型荷重がないときの値の比を

示す。焼却灰投入高さが8cm場合は距離Dが10cmとき固定端張力の増分量と重機模型荷重がないときの値の比がゼロ以下になる。この原因は重機模型荷重がほとんど底面上の焼却灰の上になり、斜面上の焼却灰の斜面に沿う変位を抑えるためと考えられる。

5. まとめ

- (1) 遮水工固定端張力に占める埋立重機の果す割合が大きいことが分かった。
- (2) 重機模型荷重による遮水シートの固定端張力の増分は投入高さが低いときは顕著であるが、投入高さが高くなると、それほど顕著でない。

参考文献

- 1)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シンポジウム発表論文集, 1997.
- 2)坪井正行: ジオメンブレンの材料特性とライナーとしての力学的評価に関する研究, 宇都宮大学博士学位論文, 1999.