

宇都宮大学大学院工学研究科 学生員 ○葛巻 賢二
 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 宇佐見 貞彦

1. はじめに

現在、廃棄物最終処分場には、ジオメンブレンが遮水シートとして敷設されている。しかし、遮水シート下方の基盤土中に設置された有孔管まわりの埋め戻し土の締固めが不十分であると、この部分だけが圧縮沈下するいわゆる局所沈下が生じ、遮水シートにも引張りひずみが発生する。

これまで、局所沈下を受ける遮水シートの発生ひずみの評価式として、Trough モデルや弾性モデルが提案されている。そして、各評価式の妥当性を検討するため実験的検証がなされてきた¹⁾。古川ら²⁾は、局所沈下を受ける遮水シート上に作用する鉛直土圧は、弾性モデルで仮定されるように水平方向に一定ではなく、アーチングによる土圧の再配分が生じていると実験的に確認した。

しかし、これらの研究では、遮水シートとしてHDPEのみを用いており、材質の違いが土圧の再配分に与える影響について検討されてない。また、遮水シート上の土圧が再配分されたときの土圧分布については詳細に検討されてない。

本研究では、上載圧を変化させ、遮水シートとしてHDPE、FPAの異なる材質を用いて、遮水シート上の土圧の再配分について実験的に検証する。そして、これらの実験結果から発生ひずみの評価式の提案とその妥当性を検討する。

2. 実験概要

実験装置は、図-1に示す幅250cm、奥行き90cm、深さ70cmの直方体鋼製土層であり、中央部の幅30cm部分をスクリージャッキで沈下させて、局所沈下をシミュレートする。下部及び上部保護層は、碎石砂を空中落下法 ($Dr = 90 \pm 5\%$) により厚さが20cmとなるように敷き均した。このときの内部摩擦角は $\phi = 48^\circ$ である。遮水シートは、ストレインゲージを表裏21箇所に貼り付けた幅80cm、長さ180cmのものを使用した。また、遮水シート下部の砂層上部に中央部から水平方向に0, 7.5, 15, 30cmの位置に土圧計(容量196kPa)を設置し、遮水シートに作用する鉛直土圧を計測した。

実験ケースは、材質の異なるHDPE、FPAを用いた場合について、上載圧を49, 98kPaの2段階に変

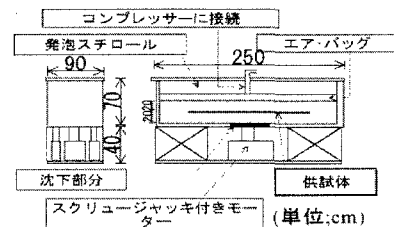


図-1 落とし戸模型実験装置

化させた合計4ケースを実施した。

3. 実験結果と考察

図-2～図-5に、基盤沈下量と計測土圧の関係を示す。図より、遮水シートの材質や上載圧に依らず、遮水シート中央部の土圧は基盤の沈下とともに減少し、基盤沈下量が10mmになると中央部土圧は全く作用していない。他方、沈下部の両端(遮水シート中央部から15cm)では沈下するに従って土圧が増加している。このことに関係して、実験時の色砂の観察をもとに断面形状を描いた。

図-6に示すように、基盤沈下が生じるとすぐに①のすべり線が発生し、遮水シート中央部の鉛直土圧は減少する。そして、さらに、沈下が進むと②のすべり線が発生し、下部保護層上部のすべり線外側付近では鉛直土圧が増加するというアーチング現象が生じていると考える。また、図-2～図-5において、再配分された土圧の増加量について着目すると、初期値に対してHDPE(49kPa)のとき1.4倍、HDPE(98kPa)のとき1.4倍、FPA(49kPa)のとき1.6倍、FPA(98kPa)のとき1.4倍となっている。本実験の条件(保護層厚20cm、沈下幅30cm)では、遮水シートの材質や上載圧が変化しても再配分された土圧の増加率は、1.4～1.6倍の範囲内であると考えられる。

以上述べたように、遮水シート上では、アーチングにより鉛直土圧は再配分されている。そこで、遮水シート上の土圧分布を三角形分布と仮定したときのひずみ分布の弾性評価式を導く。すなわち、土圧分布を図-7に示すように、土圧は沈下部の中央の直上で0となり、下部砂層表面ですべり線が現れている位置(中央からの距離 L_0) に向けて増加する三角形分布をなすとした。そしてこの低減した土圧分は、中央部から $1/2 \cdot \sigma_n L_0 = \alpha \sigma_n L_v$ となる L_v の範囲まで均等に再配分されると仮定した。

Key Words: 落とし戸模型実験、局所沈下、アーチング、最大引張りひずみ、

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6218 Fax.028-689-6218

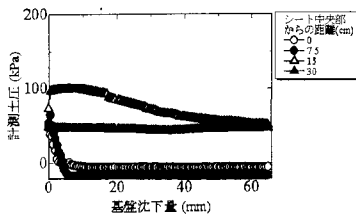


図-2 計測土圧と基礎沈下量の関係 (HDPE, $\sigma=49\text{kPa}$)

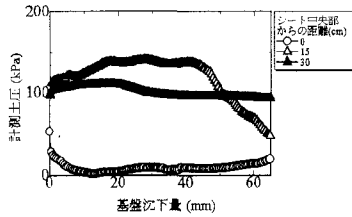


図-3 計測土圧と基礎沈下量の関係 (HDPE, $\sigma=98\text{kPa}$)

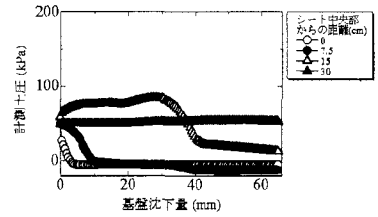


図-4 計測土圧と基礎沈下量の関係 (FPA, $\sigma=49\text{kPa}$)

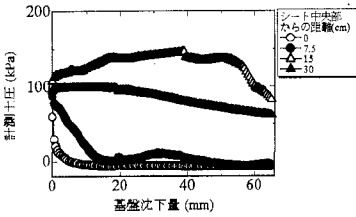


図-5 計測土圧と基礎沈下量の関係 (FPA, $\sigma=98\text{kPa}$)

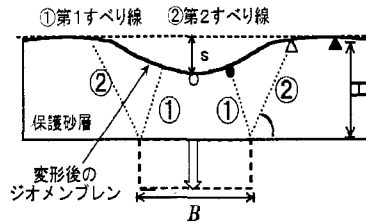


図-6 遮水シートの変形形状

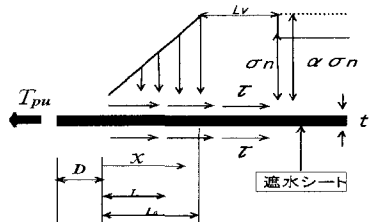


図-7 土圧の再配分を考慮した発生ひずみ弾性評価式概念図

これらの仮定のもと、最大引張りひずみの評価式を導くと (1), (2) 式のように表される。

$$\epsilon_{a,max} = \left(\frac{9 \cdot D^2 \cdot \alpha \cdot \sigma_n \mu}{4 \cdot E \cdot t \cdot L_0} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (D \leq D_0) \quad (1)$$

$$\epsilon_{a,max} = \frac{\alpha \cdot \sigma_n \cdot \mu}{E \cdot t} \left(2\sqrt{\frac{L_0^2}{3} + \frac{D \cdot E \cdot t}{\alpha \cdot \sigma_n \mu}} - L_0 \right) \quad (D \geq D_0) \quad (2)$$

D : 遮水シートの伸び量

(1), (2) 式における伸び量 D は不等沈下量 s とすべり線の中央からの距離 L_0 を用いて (3) 式に示す修正 Trough モデルから計算される。また、 D_0 とは遮水シートの伸びる範囲 L が L_0 となるときの伸び量であり、(4) 式のように計算される。

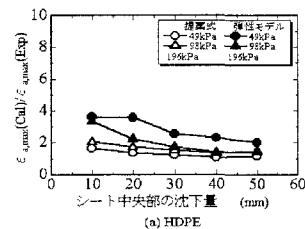
$$2D = 2L_0 \sqrt{1 + (s/L_0)^2} - 1 \quad (3)$$

s : 遮水シート中央部の沈下量

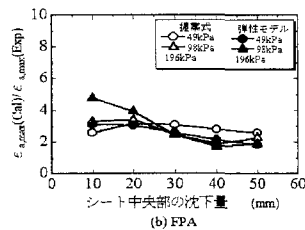
$$L_0 = B/2 + H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$$

$$D_0 = \frac{2\alpha \cdot \sigma_n \cdot \mu \cdot L_0^2}{3E \cdot t} \quad (L = L_0) \quad (4)$$

図-8 に、土圧の再配分を考慮したひずみ評価式及び従来の弾性モデルから計算される最大引張りひずみの計算値と実験値との比を遮水シート中央部の変位量に対して示した。なお、再配分された土圧の増加率 α は、図-2～図-5 に示された増加率の最大値をとって 1.6 とした。図より、土圧の再配分を考慮したひずみ評価式に基づく計算値は、従来の弾性モデルによる値と比較すると、より実験値に近似している。



(a) HDPE



(b) FPA

図-8 最大引張りひずみの計算値と実験値の比較

4. まとめ

- 沈下の中央部では鉛直土圧が低減し、沈下両端部では土圧が増加するという土圧の再配分が生じていること、そしてこの再配分による土圧の増加率を実験的に知ることができた。
- 土圧の再配分を考慮したひずみ評価式を提案した。このモデルに基づく最大引張りひずみの計算値は従来の弾性モデルによる値と比較すると実験値により近似した。

参考文献

- 野本哲也, 今泉繁良, 阿部秀治, 坪井正行, 二見智子: 基礎の局所沈下に伴う敷設高密度ポリエチレン (HDPE) ジオメンブレンの伸び挙動評価の模型実験, 土木学会論文集, No.652/III-51, pp.35-45, 1999
- 古川祐勝, 今泉繁良, 宇佐見貞彦, 葛巻賢二: 局所沈下を受ける遮水シートの応力分布, 第 28 回関東支部講演集, pp.906-907, 2001