

基盤の沈下を模擬した大型土槽実験における遮水シートの変形挙動

○(正)宇佐見 貞彦¹⁾、工藤賢悟²⁾、(正)加納光³⁾、(正)今泉繁良⁴⁾

1)八千代エンジニアリング㈱、2)日本アドックス㈱、3)ネオ・ルーフィング㈱、4)宇都宮大学

1. はじめに

陸上埋立地における局所沈下に伴う遮水工の変形挙動に対しては、宇都宮大学¹⁾やLS研²⁾等の研究成果があり、許容局所沈下量は遮水工の材質にもよるが数 cm 程度であることが明らかとなっており、沈下・応力評価のための簡便解析モデルも提案されている。しかし、埋立地底部地盤全体が沈下するような水面埋立地における遮水工の挙動については十分な研究例がない。そこで、水面埋立地における遮水工の適正な設計法を確立することを目指して、大型土槽を用いた模擬地盤の沈下と遮水シートの挙動に関する実験を行ったので報告する。

2. 大型土槽を用いた模型基盤の沈下実験概要

本研究では、図

1 に示す幅 1.2m、長さ 5m、法面長 2m の大型土槽を用いて実験を行った。使用した遮水シートは LLDPE 及び PVC (3mm) であり、その表裏に図 2 に示すひずみゲージを貼り、基盤の沈下により遮水シートに生じるひずみを計測した。

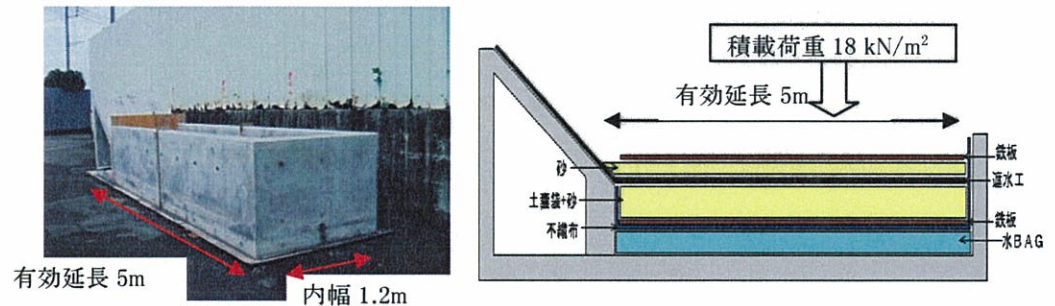


図1 実験に用いたコンクリート土槽

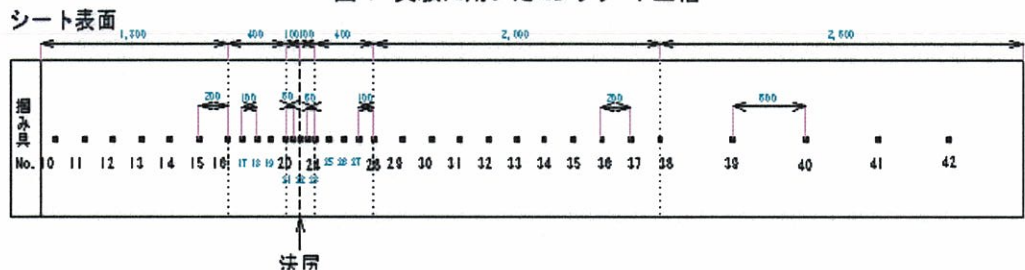


図2 遮水シートのひずみゲージ貼付け位置

3. 計測ひずみの補正

計測したひずみ値に対し、①リード線の感度補正、②温度変化による熱出力補正、③ひずみゲージ貼付による拘束効果補正を行った。

補正後の実ひずみ値は、LLDPE ではひずみゲージ値のおよそ 1.4 倍、PVC ではおよそ 6 倍となった。

4. 実験結果の概要と考察

実験結果は、以下のとおりである。

- ①遮水シート下部の基盤沈下は、これを支持する水枕の内水を排除することにより模擬したが、荷重を均一に積載できなかったことなどから不同沈下が生じた。そのため、沈下計で測定した値を、土槽四隅のレベル測定結果を用いて補正して使用した。
- ②沈下に伴う遮水シートの水平変位は、斜面先から水平方向へ 5m 離れた地点では、ほとんど生じていなかった。
- ③遮水シート上の载荷ならびに基盤の沈下により、斜面上端に働く引張力は、遮水シートの弾性係数の二乗根に比例する傾向にある。
- ④基盤の沈下に伴う遮水シートの軸ひずみは、図3に見られるように、斜面先から両側に 500mm 程度以内で大きく生じており、斜面先から水平方向へ 1.0m も離れた場所では、ひずみがほとんど発生していない。
- ⑤基盤の沈下量と遮水シートの軸ひずみの積分値(=伸び量)は、ほぼ近似していると評価でき、本実験で得られた補正後実ひずみ値の妥当性を示唆している。
- ⑥この軸ひずみの分布は、弾性係数大きい LLDPE より、小さい PVC の方が狭い範囲にピーク値が現れている。遮水シート全体が均一に伸びていることはない。
- ⑦また、軸ひずみのピーク値は、沈下量が 100mm 程度の場合、LLDPE で 1.9%、PVC で 6%程度(図4参照)である。軸ひずみのピーク値は、固定工に働く荷重と同様に、遮水シートの弾性係数の二乗根に逆比例する関係が窺える。
- ⑧弾性係数の小さい PVC の場合は、図4に示すように斜面上のシートにひずみの伝播現象と考えられる結果が確認された。

【連絡先】 宇佐見 貞彦(八千代エンジニアリング株式会社 総合事業本部環境施設部)

〒161-8575 東京都新宿区西落合 2-18-12 電話 03-5906-0581 FAX03-5906-0817 E-mail:sd-usami@yachiyo-eng.co.jp

【キーワード】 遮水シート、基盤沈下、LLDPE、PVC、変形挙動、ひずみ

⑨ 曲げひずみのピーク値は、斜面先付近に生じ、この地点は沈下の進行に伴い、両側に移動していく。

以上のように、基盤の沈下に伴い生じる遮水シートのひずみは、均一ではなく斜面先付近に集中する。したがって、遮水シートの応力・ひずみ等を計算するとき、均一伸張を仮定したモデルを使用すると危険側に評価することとなる。

5. 現状設計手法の課題

水面埋立地における遮水シートの評価計算は、弾塑性有限要素法解析が主流となっている。この方法では、遮水シートのひずみ量は地盤の変形量と等しく、ある要素間内で遮水シートは均一にひず

むと仮定している。この要素間距離は、事例では5m程度である。

今回の実験結果では遮水シートが均一にひずむことはないとの結果を得ており、かつ、遮水シートが大きくひずみを生じる範囲は、斜面先から50cm程度の範囲である。すなわち、表1に示すように、既存の解析では遮水シートの最大ひずみ量を過小評価している可能性が高い。実際に生じるひずみは7m区間の平均ひずみに比べて4～5倍程度大きいことがわかる。

6. まとめ

埋立地の底部地盤全体が沈下する現象を模擬した大型土槽実験から得られた結果は、下記のとおりである。

- ① 遮水シートに生じるひずみは、斜面先から1m以内に集中的に生じる。
 - ② 軸ひずみのピーク値は、沈下量100mmの場合、LLDPEで1.9%、PVCで6%程度である。
 - ③ 軸ひずみ値や固定工に働く荷重は、遮水シートの弾性係数の二乗根と比例関係が窺える。
 - ④ 実際に生じるひずみは7m区間を平均して算出したひずみに比べて4～5倍程度大きい。
- また、今後の課題は、以下のとおりである。

- ① 今回の実験では積載荷重18 kN/m²(廃棄物高さ5m程度)、沈下量120mmが限界であった。今後は、積載荷重や沈下量を増加させた場合における遮水シートの挙動把握が必要である。
- ② LLDPEの実験では、ロードセル許容荷重以上の荷重が固定工に働き固定工が変形した。LLDPEは再実験が必要である。
- ③ 実際に遮水シートに生じるひずみを精度よく予測できる解析モデルを検討する必要がある。

7. おわりに

本研究は、「大阪湾圏域における廃棄物・海域水環境保全に係る調査研究助成事業」(大阪湾広域臨海環境整備センター)の助成を戴いてNPO・LSCS 研(花嶋最高顧問、古市理事長)が実施主体となって行った成果の一部である。ここに記して謝意を表します。また、本研究は著者ら以外に、松山眞三氏(大日本プラスチック㈱)、原田高志氏(㈱ブリヂストン)、柴田健司氏(㈱大林組)、賀来一紀氏(㈱ボルクレイ・ジャパン)、額額卓也氏(日本技術開発㈱)の各氏が担当したものである。

【参考文献】

- 1) 例えば、宇佐見貞彦, 今泉繁良, 葛巻賢二: 最終処分場に敷設された遮水シートの許容局所沈下量, 土木学会論文集, No. 722/III-61, 2002.12, pp.37-48 など
- 2) 例えば、特定非営利活動法人最終処分場技術システム研究協会: 最終処分場遮水システムハンドブック, 2008.3 など

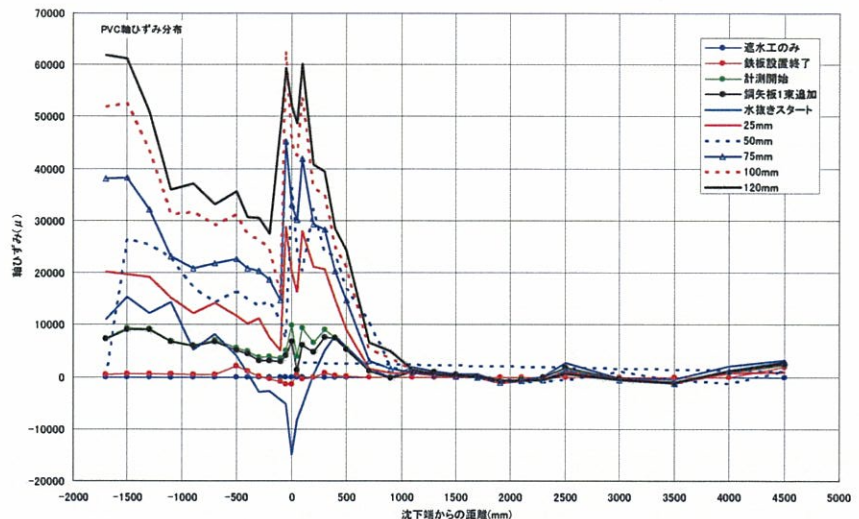


図3 軸ひずみの分布(PVC)

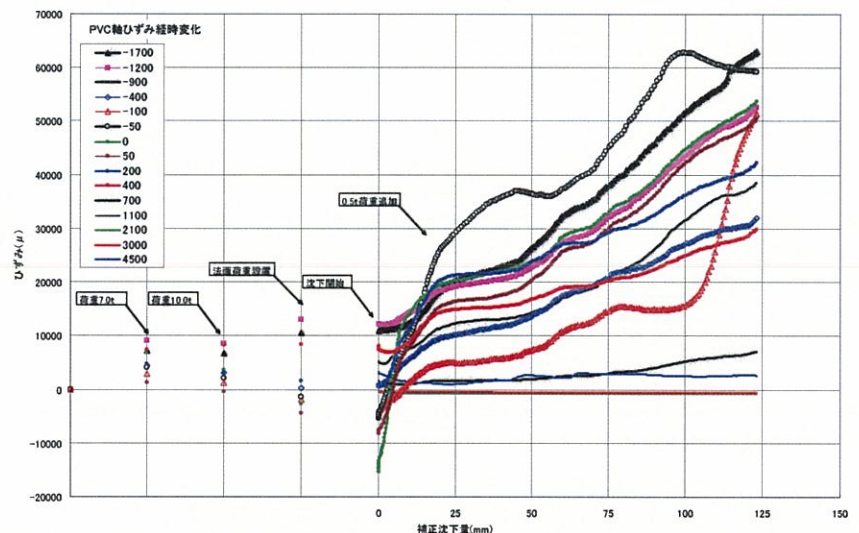


図4 鉛直沈下量と軸ひずみの経時変化(PVC)

表1 実験結果による最大ひずみと平均ひずみの比較

沈下量	50mm		100mm	
シート材質	LLDPE*1	PVC	LLDPE*1	PVC
最大ひずみ	10,000	36,000	>15,000	62,000
平均ひずみ*2	7,000		14,000	
最大/平均	1.43	5.14	>1.07	4.43

*1: LLDPEは、固定工の変形により遮水シートの引きずり込みが生じた。

*2: 平均ひずみは、沈下量/7.0mで算出した値