

京都大学大学院工学研究科	学生員	○小川泰弘
京都大学地球環境学大学院	フェロー	嘉門雅史
京都大学地球環境学大学院	学生員	李 海勲
ジオシンセティクス研究会		

1. はじめに

廃棄物埋立処分場においては、安全で信頼性の高い遮水構造が要求される。従来、廃棄物処分場の遮水工には、ジオメンブレンに代表される遮水シートが用いられてきたが、遮水シートは破損の恐れがあり、特に各シートの接合部に欠陥が生じやすい。そこで、遮水シートが損傷を受けた場合にも遮水性が確保でき、かつ接合部においても信頼性の高い新しい遮水工法として、一体型複合遮水シート工法の開発が行われている¹⁾。本研究では、廃棄物処分場遮水工の適切な設計を行うためには、遮水シートの引張強度および伸び率の評価が重要であることから、一体型複合遮水シートを対象として引張試験およびクリープ試験を実施し、その強度および変形特性を評価した。

2. 一体型複合遮水シート工法の概要

一体型複合遮水シート工法の特徴は、Fig. 1 に示すように二枚の遮水シートの間に遮水性中間保護層として可とう性および遮水性に富む高分子材料を注入し、遮水性中間保護層と二枚の遮水シートによる三重構造をもつ一体化した複合遮水シートとすることである。中間保護層には海面処分場での利用を考慮し、優れた耐加水分解性能を有するポリブタジエン系ポリウレタンエラストマー（以下、ポリウレタン）を用いている。本工法では、従来の遮水シートを使用した工法と比較して、遮水シートが破損した場合にも十分な遮水性の保持が可能である。また、施工現場でシートのつなぎ部分（ジョイント部）にポリウレタンを注入し硬化させることでシート間の打ち継ぎが可能となり、ジョイント部での欠陥は起こり難い。ジョイント部の構造を Fig. 2 に示す。なお、ポリウレタンの透水係数は 10^{-12} cm/s 以下であり、十分な遮水性も確保されている¹⁾。

3. 試験方法

引張試験およびクリープ試験は、物性の異なるポリウレタンを中間保護層として用いた 2 種類の一体型複合遮水シートのサンプルを対象に実施した。Sample-1 として、ポリウレタンの主液と硬化液を混合直後の粘性度が 11000 mPa・s である普通粘度タイプのポリウレタンを使用した複合シート、Sample-2 として、現場施工性を考慮した低粘度タイプで混合直後の粘性度が 5300 mPa・s であるポリウレタンを使用した複合シートをそれぞれ準備した。遮水シートには PVC シートを使用し、複合シート厚さは 36 mm（中間保護層 30 mm、PVC シート 3 mm×2）とした。

引張試験は施工実験後にサンプリングした複合シートの本体部（継手なし）とジョイント部を対象に実施した。本体部の引張試験は、Fig. 3 に示すダンベル形の試験片形状にて引張り速度 0.5 mm/s

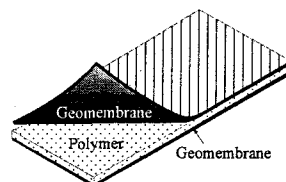


Fig. 1 一体型複合遮水シート

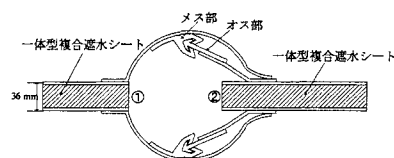


Fig. 2 ジョイント部模式図

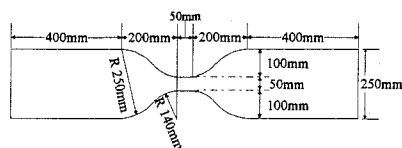


Fig. 3 引張試験片

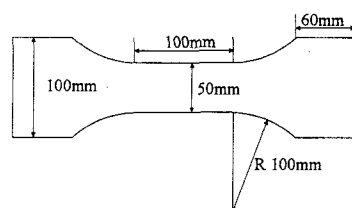


Fig. 4 クリープ試験片

の条件で行った。ジョイント部の引張試験では幅 100 mm の試験片を使用した。なお、ジョイント部においては、ポリウレタンの硬度は 20 であり、本体部（硬度 55）とは物性が異なる。

クリープ試験は本体部のみを対象として、Fig. 4 に示すダンベル形試験片を用い、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温槽で実施した。載荷重は本体部での引張試験でポリウレタン破断時の応力を基準とし、その 10、20、30、40、50、60、80% 程度に相当する荷重を作用させた。

4. 引張変形挙動試験の結果および考察

引張試験で得られた複合シートの引張強さー伸びひずみの関係を Fig. 5 (a) (b) に示す。本体部では、中間保護層であるポリウレタンと PVC シートの伸び特性の違いからポリウレタンが先に破断したが、ポリウレタン破断時まで、ポリウレタンと遮水シートは剥離することなく、一体的に挙動した。なお、複合シートの最大引張強度は、Sample-1 は 72 kN/m、Sample-2 は 96 kN/m であった。遮水シートの強度要求性能としては、厚生省の共同命令における要求性能の二次展開項目から 10 mm のクラックに耐えられることが挙げられている²⁾。この場合、厚さ 36 mm のシートでは約 3 kN/m の引張力が作用すると想定できるが、これに対して一体型複合遮水シートは十分な引張強さを有しているといえる。

ジョイント部の最大引張強度は Sample-1 : 36 kN/m、Sample-2 : 32 kN/m であり、その時の伸びひずみはそれぞれ約 30% と 36% である。Fig. 2 の①に示す複合シート本体のポリウレタンとジョイント部のポリウレタン界面が剥離し破断に至り、Fig. 2 中②の界面では剥離は全く生じなかった。また、オスメスの勘合部は外れなかった。この結果から、複合シート本体の破断強度を 1.0 とするとジョイント部のそれは 0.4 程度であるといえる。

Fig. 6 (a), (b) にクリープ試験における、載荷重による複合シートの伸びひずみの経時変化を示す。Sample-1、2 とともに短期引張破断強度の 30% 以下に相当する荷重では、試験開始直後の短期間にクリープひずみが発生し、その後、収束する傾向にある。それ以上の荷重ではひずみが増加し、破断に至っている。クリープひずみが 20% 程度を超えると一体型複合シートは破断に至ると判断できる。一体型複合遮水シートは応力変形において時間依存性が大きく、設計時には短期引張破断強度の 30% 以下の強度で考えなければならないと判断できる。

5. おわりに

一体型複合遮水シートは、実用上十分な引張強度を有するが、ジョイント部の強度向上に配慮する必要がある。また、一体型複合遮水シートに引張応力が作用した場合、ポリウレタンと遮水シートは一体的に挙動するが、応力変形において時間依存性が大きく、設計時におけるクリープ強度のとり方に十分に考慮する必要がある。

【参考文献】 1) 嘉門雅史, 赤井智幸, 他: 一体型複合遮水シート工法の開発, 材料, Vol.51, No.1, 13-18 (2002). 2) 国際ジオシンセティックス学会日本支部ジオメンブレン技術委員会 (2000): ごみ埋立地の設計施工ハンドブッカーー水工技術一, オーム社。

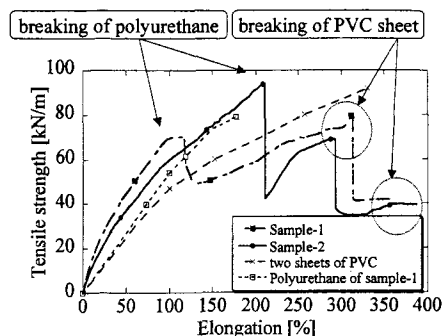


Fig. 5 (a) 引張強度特性 (本体部)

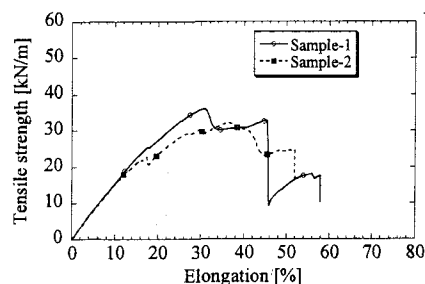


Fig. 5 (b) 引張強度特性 (ジョイント部)

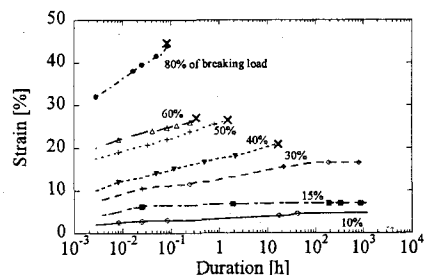


Fig. 6 (a) クリープ特性 (Sample-1)

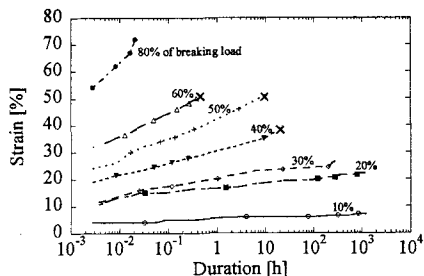


Fig. 6 (b) クリープ特性 (Sample-2)