

表面遮水工設計分科会

表面遮水工設計分科会は、平成9年度から3か年計画で表面遮水工の設計手法に関する研究を実施した。

1. 表面遮水工の望ましいあり方の提案

遮水シートは条件により破損しうる可能性がある、もしくはそこからの漏水は起こりうるという前提にたった場合、必要な機能は下記のとおりである。

遮水機能

損傷防止機能

漏水速度低減機能、汚染軽減機能

損傷モニタリング機能

自己修復・バックアップ機能

これらの機能は、すべてを兼ね備えるべきということではなく、それぞれの処分場の条件により、重要性の差やいくつかの機能の組合せを検討して対応する必要がある。

2. 遮水材料の耐候性

遮水システムの重要な構成材料である遮水シートと保護マット（この章では遮水材料と略称する）は、長期間屋外にさらされるため、種々の要因による劣化が生じる。そこで、ここでは劣化要因の中で最も影響の大きい太陽光（主に紫外線）による劣化である耐候性についての知見を得るため、アリゾナにおいて天然促進曝露による耐候性試験を行った。

2.1 考察

1) 遮水シートの耐候性について

遮水シートの材質により、耐候性に差が出ているが、概ね15年程度の日射を受けても実用上支障となる損傷は生じていないと考えられる。

2) 保護マットの耐候性について

一般的に使用されている長繊維不織布及び短繊維不織布の耐候性に関して促進試験を実施し、試験後の保護マットを種々分析した。

貫通性に関しては、試料数が1個の試験結果であるが、6ヶ月経過後（自然界で約5年相当）でも大きな物性低下もなく、遮光率も初期値を確保しており、使用上問題ないと考えられる。

短繊維に関しては、50mm幅のサンプルで約1割程度幅入りしており、設計時に考慮すべき項目である。

3) 今回の試験における課題

今回の試験では、遮水材料の劣化はほとんど見受けられない結果を得た。しかし、実際の使用状態における耐候性を評価する方法として、ストレス状態下の試験や低温状態が再現できていないなど、実際の曝露状態より緩い条件で試験したことも想定され、今回得られた結果は耐候性を高く評価しすぎている面が危惧される。

したがって、低温側の温度条件の付加やストレス付加など、実際の曝露状態に近

い状態を再現した試験方法を開発し、耐候性のより正確な把握をすることが課題である。

3. 基盤の陥没に伴う遮水シートの挙動

遮水シートの基盤が陥没した場合に、荷重や遮水シートの材料の相違によって、遮水シートに生じるひずみや応力が異なることが、今泉らの研究成果¹⁾で明らかにされている。しかし、これらの研究はHDPEを対象としたものであり、我が国で多く使用されているEPDMやTPOシートの試験は実施されていない。そこで、宇都宮大学との共同実験により、TPO等のシート材料を用いた基盤の陥没に伴う遮水シートの挙動を測定する実験を行い、設計モデルを検討する上での基礎材料とすることとした。

3.1 沈下量と伸び量

基盤の沈下量（遮水シート中央部の沈下量）と遮水シートの伸び量を図1に示す。地盤の沈下に対して、不織布を両面に敷設すると、遮水シートの伸び量を約3~6割に低減できることがわかる。また、TPO(PE)とTPO(PP)シートを比較すると、同一沈下量の場合、軟らかいTPO(PP)シートの方がシートの伸び量が大きい傾向がある。

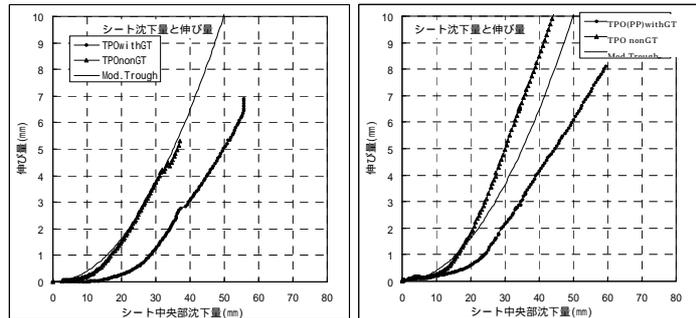


図1 基盤の沈下量と遮水シートの伸び量

3.2 ひずみの分布

シート中央部の沈下量と軸ひずみの分布形状を図2に示す。ここで軸ひずみとは、遮水シート上下面のひずみ量の平均値をいう。

不織布を敷設しないシートの場合は、遮水シートの許容ひずみ量を10%程度とみなすと、許容沈下量は約10cm程度となるものと考えられる。

遮水シートの両面に不織布を敷設した場合のピークひずみ量は、不織布を敷設しない場合の約1/2に低減できることがわかる。また、TPO(PP)シートに生じるピークひずみは、TPO(PE)シートの約1.5~2倍となることがわかる。

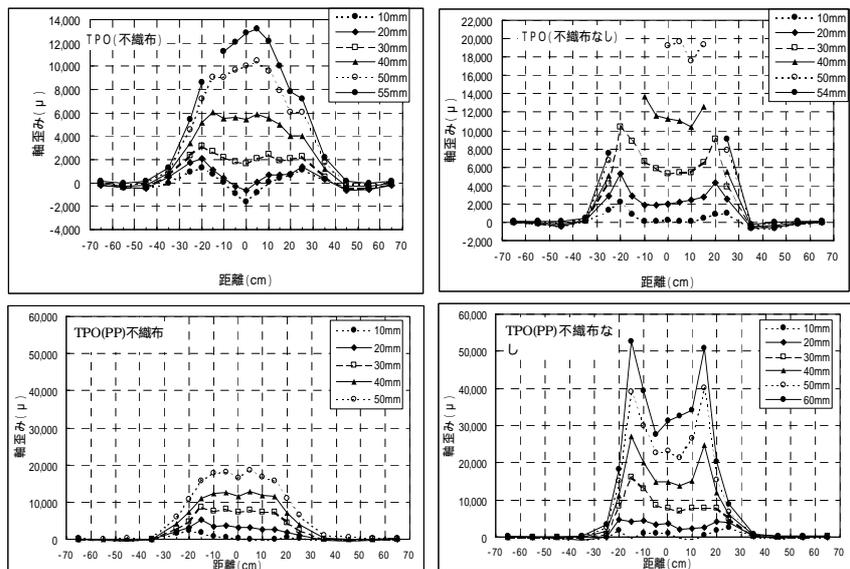


図2 基盤沈下量とシートの軸ひずみ分布

3.3 実験結果と各種モデルとの比較

両面に不織布が敷設されている場合は、最大軸ひずみは修正トラフモデルで求め

られる計算結果が実験値と比較的よく近似しており，設計上修正トラフモデルを採用できると考えられる。一方，両面に不織布が敷設されていない場合は，修正トラフモデルはひずみ量を過小評価する傾向にある。

沈下量が20mm以下の場合には，修正トラフモデルが適用できるが，沈下量が40mmを越えるような場合は2倍以上の安全側の結果を得るが弾性法を利用することが望ましいと考える。

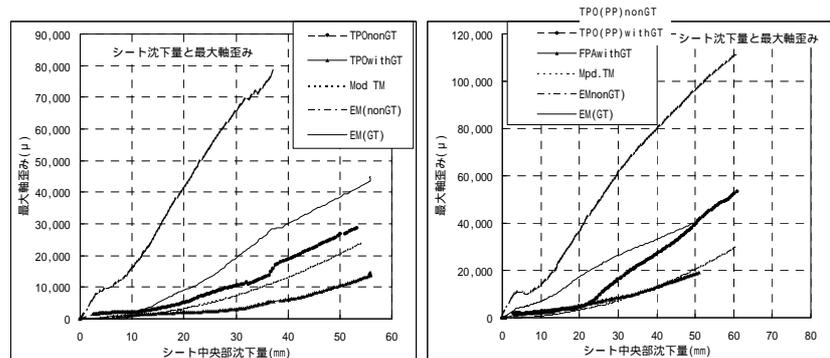


図3 最大軸ひずみとトラフモデル・弾性モデルの比較

4. 埋立に伴う遮水シートの挙動

埋立による遮水シートの引きずり込み現象に着目して，これらのデータを利用し，さらに解析を加えることで，遮水シートの埋立時の挙動を解析した。

4.1 埋立挙動に関する NEDO フィールド実験概要

栃木県芳賀郡芳賀町地先のフィールドサイトに高さ 5m，勾配(H:L)1:1.5 の法面を幅約 40m にわたって掘削により成形し，埋立地の法面を想定した遮水工モデルを再現した。実験概要図を図 4 に，実験状況を図 5 に示す。

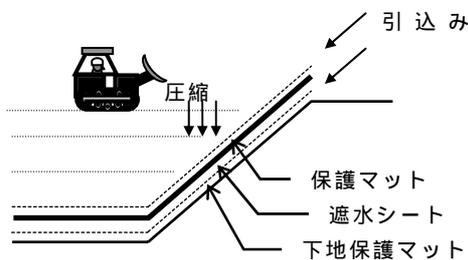


図4 実験概要図



図5 実験状況

4.2 遮水シートの埋立挙動に関する総括

本実験データの解析から，遮水シートの埋立における挙動は，土中への引き込み，抜け出し，時間の経過に伴う応力緩和の一連の3現象によるものであることが明らかになった。本報告において解析を行った HDPE シート(上面保護マットなし)の挙動について表 1 にまとめて示し，図 6 に図示する。

表 1 遮水シートの埋立挙動まとめ (HDPE シート 保護マットなし)

時 期		現 象	ひ ず み	応 力
埋 立	作 業 中	引き込み	増加 (0.14%程度)	増加 (平均 61.6kgf/m)
	直 後	抜け出し	現象 (0.1%程度)	減少するはずであるが確認できていない
埋 立 後		応力緩和	変化なし	12 時間で 1/6，8 日間で 1/30 に低下
埋立最終段階完了後		残 留	4.3%残留	107kgf/m (0.7MPa) 残留

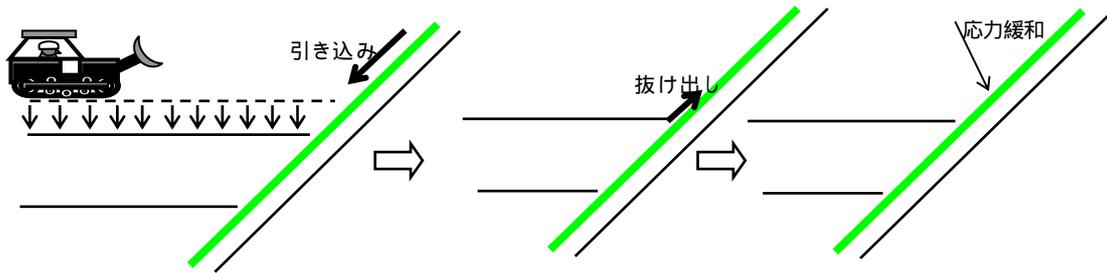


図6 遮水シートの埋立挙動

5. 遮水シート等の設計の考え方

5.1 設計許容強度の考え方

今回実施した耐候性試験の結果を踏まえると、表面遮水工の設計にあたっては、下記のような設計強度を採用することが望ましいと考える。

設計の前提となる温度 40 (20 時強度の70~90%)

暴露等による強度保持率 80%

継続ひずみによる強度保持率 80%

安全率 2

設計許容強度 = 破断強度 $\times (1 - 0.2) \times (1 - 0.2) / 2$

= 破断強度 $\times 0.32$ (40 時)

= 破断強度 $\times 0.256$ (20 時, ただし各種材質の中間値)

5.2 保護マットの設計許容強度

貫通強度 70%

引張強度 70%

安全率 2

設計許容強度 = 破断強度 (破断貫通抵抗) $\times 0.7 / 2$

= 破断強度 (破断貫通抵抗) $\times 0.35$

6. 遮水シート設計モデルの提案

以上の基礎実験に基づいて、下記のような設計モデルを提案した。モデルの詳細は、本報告書を参照願いたい。

法面設計モデル

- ・ 極限つりあいモデル
- ・ 並列ばねモデル
- ・ 抜け出し弾性モデル

固定工設計モデル (場内道路部を含む)

基盤の沈下設計モデル (修正トラフモデル + 弾性モデル)

保護マット設計上の留意点