# 破損遮水シート下部における高吸水膨潤性不織布の止水性能の検討

熊本大学 正会員 ○椋木俊文 学生会員 福島淳平 前田知子 東洋紡 非会員 川中直樹 日本エクスラン工業株式会社 非会員 赤木佑輔

# 1. はじめに

廃棄物最終処分場,特に放射性廃棄物を取り扱う処分場 では,漏洩物の危険性の高さからさらなる漏水のリスク低 減,つまりは拡散防止が必要と考えられる<sup>1)</sup>.そこで本研 究の目的は,図1に示すように埋立廃棄物処分場における 遮水シート破損部直下の止水を目的として,高吸水膨潤性 繊維(以下ランシールと呼ぶ)を使用したジオテキスタイ ルであるボランシールの止水性能を評価することである. 今回,現状データの少ない面内方向(遮水シートに対して 面方向)の止水性能ついて,高吸水膨潤性繊維を複合化し た水膨潤シートである「ボランシール」(東洋紡㈱製)<sup>2)</sup>を 例に挙げて調査と定量化を試みることにした.

#### 2. 実験概要

図2は、漏水実験装置の概要図である.この実験では、 埋立廃棄物処分場底部遮水シート施工後の破損を想定し ている.そのため、上載圧及び破損個所に与えられる位置 水頭は、汚水集水管の直径程度と言える.これを50cmと 仮定して、本実験では、破損部上部に50cmの定水位位置 水頭と与えた.またランシールと遮水シートの接触条件が 拘束圧の違いによる影響を議論するために遮水シートと してアクリル板を使用した.初期状態として漏水個所には、 栓をし、実験開始と同時にその栓を抜くようにした.

漏水現象を観察するために、ランシール下部底面もアク リル板を敷設した.使用する水に黒色のインクを混入し、 また定位置よりビデオ撮影を実施することにより、経過時 間ごとの漏水状況を観察した.表1は、ビデオ撮影の時間 をまとめている.

# 3. 一次元水拡散モデルの提案

ランシールの吸水挙動は、水を吸収するとはじめ急速に 体積膨張し、その膨張速度は時間とともに小さくなる.す なわち、ランシールの単位体積当たりの水の吸水現象は、 圧密の逆現象に捉えることができる.一般に移流拡散型の 偏微分方程式の厳密解の一つに、OGATA-BANKの式があ る<sup>3)</sup>. ランシールの吸水現象では移流項は無視すると、後 述の境界条件においてOGATA-BANKの式は式(1)のように 表示できる.

С	x	(1)
=	erfc(	(1)
$c_0$	$2(D * t)^{\frac{1}{2}}$	

D: ランシール内水拡散係数

 $D = m_v \rho_b q$ 

- *m<sub>v</sub>*: ランシールの膨張係数 (m<sup>2</sup>/kN)
- *ρ<sub>b</sub>*: ランシールの乾燥密度 (kN/m<sup>3</sup>)
- q: ランシールの単位時間当たりの吸水体積 (m<sup>3</sup>/s)



図1 高級性膨潤不織布の適用想定図



*erfc* は誤算関数、 $c_0$ :定常状態におけるランシールの単位体 積吸水質量 c:各タイムステップ(t)におけるランシールの単 位体積吸水質量 x:一次元空間座標である。式(1)は, t=0, x=0

の時 $c=c_0$  t>0, x=0 の時 $c=c_0$   $t>0, x=\infty$  の時c=0 で拡 散現象のみ考慮した時に得られる解である. この境界条件 は、今回実施する実験と等価で仮定できる. またランシー ルの単位体積吸水量は測定できていないが、吸水箇所が写 真撮影できることから、式(1)の解が0になる空間座標と画 像から得られる吸水領域を比較する.

# 4. 結果と考察

(2)

### 4.1 漏水実験結果

図4は、使用した高吸水性膨潤不織布の光学顕微鏡写真 である.吸水前後の繊維を比較すると、吸水直後は、繊維 の直径は5-10倍大きくなっていることが分かった.図5は、 図2に示した実験装置よりアクリル越しに撮影した鉛直拘 束圧7kPa時および24時間後の止水状況を示した写真であ



図4 高吸水性膨潤不織布の光学顕微鏡写真

る。吸水膨張箇所が遮水シートとの接触条件を模擬したア クリル板に密着しているため、1日経過してもわずか17mm までしか水が拡散していない.図6は、図の止水領域の写 真を拡大し、ランシールのカラーを最高輝度値として各画 素の輝度値を正規化して止水分布を示したものである。画 像では、黒色(正規化輝度値が小さい)ほど止水できてい ることを意味する。24、50時間後の輝度値は17mm でほぼ 一定であり、193 時間後には止水領域が 28mm まで拡大し ている。これは、ランシールの高吸水性能ゆえに漏水個所 の水を吸水現象が作用するためで、それによって143時間 (約6日)で直径方向に11mm水が収束しながら拡散して いると言える。図7は、止水領域を新円と仮定した時の各 拘束圧,各位置水頭における止水領域の時間変化である. 位置水頭がわずか5.0cmの場合、止水領域は5日で定常状 態に至っている.低拘束圧下では、鉛直方向拘束圧依存性 は明確ではないが、高膨潤性であることは、膨潤できる空 間が存在するとそこに吸水性能が卓越するため、拘束圧の みならずランシールとアクリル板(実際には遮水シート) との位面積当たりの設置面積が、ランシールの止水性能を 発揮するための重要ファクターであると考えられる。

# 4.2 水拡散シミュレーションの試み

図8は、式1を用いて鉛直拘束圧7kPaにおいて、与える 水頭がそれぞれ 50.0cm における1次元水拡散領域と実験 値との比較を示している.本実験では、ランシール内部の 吸水量は確認できなかったため、止水領域のみの比較とな るが漏水時間が72時間以内の場合、解析値はランシールの 止水性能を過大評価した結果になっているが、193時間で は、定性的に漏水領域を評価できる結果を得た.

## 5. おわりに

今後は、止水材料としてのランシール適用における潜在 的な能力と問題を評価するために、ランシール下部に地盤 材料が存在する場合などの実験を計画している。

本研究は、平成26年度拠点化計画促進研究開発事業補助 金(公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター)により 実施された.ここに謝意を表す.

# 参考文献

- 清水建設株式会社,株式会社ブリヂストン:水膨張性マット 及び遮水構造並びに遮水構造の施工方法,特開2009-22836.
- 2) 東 洋 紡 株 式 会 社 AP 事 業 部 website, http://www.toyobo.co.jp/seihin/ap/lanseal\_f/lanseal\_f.html,



図5 拘束圧 7kPa における 24 時間後の漏水状況



2014/10/30アクセス.

 Ogata, A. and Banks, R.B. (1961) Asolution of the differential equation of longitudinal dispersion in porous media. US Geological Survey, Professions paper 411-A.