

## 廃棄物最終処分場からの漏水現象に関する実験的研究（第四報）

Experimental study on leakage phenomena from a sanitary landfill (part 4)

室蘭工業大学 ○学生員 佐野貴行 (Takayuki Sano)  
 室蘭工業大学 正員 吉田英樹 (Hideki Yoshida)  
 室蘭工業大学 正員 穂積 準 (Hitoshi Hozumi)

### 1. はじめに

第三報までの研究により以下のことが明らかになっている。漏水量はシート直下の砂層内の不飽和透水流れにより大きく影響を受けること、シート破損部を通過した汚染水は放射状に流れていくこと、水温が上昇した場合、水の粘性係数変化により漏水流量が増加すること、シートと下の地盤の接触状態によって2オーダーほどの範囲で漏水流量が変化すること、シート上の水位が変化した時の漏水流量はオリフィス流れの理論に基づく計算値と同じ傾向であることが明らかになっている。

実際の処分場ではシート上部に土、砂などの保護材を設置している場合が多いが、シートが破損した時それらが漏水流量へどのように影響するかは明らかにされていない。

本研究では、最終処分場での漏水の基本的な現象を明らかにすることを目的として、破損したシート上に砂層がある場合を模擬した実験を行い、遮水シート上部の条件を変えた時の漏水流量の変化を模擬実験により明らかにした。

### 2. 実験概要

図-1 に実験装置を示した。装置は模擬汚染水供給カラムと試料充填カラムからなる。模擬汚染水供給カラムは水位を一定に保てるようになっており、試料充填カラムの底部には試料を支持するための網が設置されている。試料上部表面には遮水シートを設置し、シート中心部には直

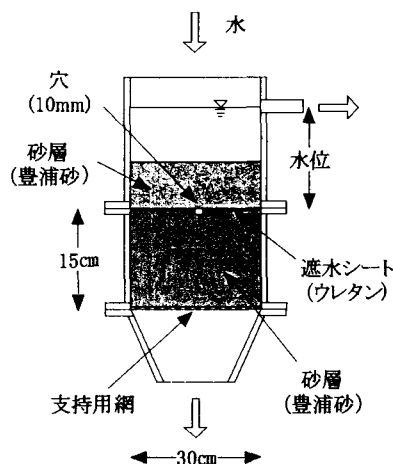


図-1 実験装置図

径 10mm の円形の穴を開けることによりシートの破損を模擬した。また、カラム底部からの流出水の水量を測定できるようになっている。充填試料としては、シートの下に透水性の高い地盤がある状況を再現するため、比較的透水係数の大きい豊浦標準砂（平均径 0.17mm）を用いている。これらの実験装置は断熱版

で作られた部屋に収められ、エアコン等によって室温は一定に保つことができるようになっている。充填された試料は水分不飽和状態であり、カラム内の含水率分布が深さ方向にほぼ一定となるように、重量含水率約 20% に調整して充填した。

実験は試料充填後、カラム上部の水位、温度を一定に保った状態で模擬汚染水を通水させ、底部からの漏水流量を測定した。

### 3. 実験条件

実験はシート上の砂の厚さ、水温、を変化させて表-1 の条件のもとで行った。条件 A は砂の厚さの違いによる漏水流量の変化を、条件 B は水温の違いによる漏水流量の変化を比較するために設定した。

また、予備実験として、充填試料の飽和透水係数を求めた結果、 $3.8 \times 10^{-4}$  [m/s] (水温 20°C) が得られた。

表-1 実験条件

条件	水温 【°C】	水位 【cm】	シート上の状態
A-0	20	23	シートのみ
A-2	20	23	シート上に砂層 2cm 設置
A-5	20	23	シート上に砂層 5cm 設置
A-10	20	23	シート上に砂層 10cm 設置
A-15	20	23	シート上に砂層 15cm 設置
B-0	50	23	シートのみ
B-10	50	23	シート上に砂層 10cm 設置

### 4. 実験結果及び考察

図-2 はシート上に設置した砂層の厚さの違いによる漏水流量への影響を示している。条件ごとに 2~8 回の実験を行い、測定値の最大・平均・最小を示した。

シートのみ条件 A-0 に比べ、砂層の厚さを大きくすると、漏水流量が減少した。たとえば、条件 A-0 に対して条件 A-15 では流量が約 1/6 となった。この理由は 2 つ考えられ、1 つはシート上の砂層内で発生する圧力損失によって、シート破損部を通過する流れの駆動力が減少すること、もう 1 つはシートと砂層の密

着性が良くなり、シート破損部真下を流れる際の通水抵抗が大きくなることである。この実験のみから、どちらの効果が大きいかを定量的に把握でなため、今後モデリングによる数値解析を用いた考察が必要であると考えている。

図-3 は水温の違いによる漏水流量の変化を示している。また、図に示したオリフィス流れは次のトリチュリーの定理よりシートからの最大漏水流量を表している。つまりシートの下に水の流れの抵抗（ここでは砂層）がないと考えた場合でありシートからの最大流量を与える。

$$Q = 0.6a\sqrt{2gh}$$

$Q$ : 漏水流量 [m<sup>3</sup>/s]、 $a$ : 穴の面積 [m<sup>2</sup>]、 $g$ : 重力加速度 [m/s<sup>2</sup>]、 $h$ : シート上の水位 [m]

シートのみ、50℃の条件 B-0 の漏水流量はシートのみ、20℃の条件 A-0 より 1 オーダー以上大きくなっており、オリフィス流れで与えられる最大流量にほぼ等しくなった。一方、シート上に砂層を 10cm 設置した条件 A-10 と B-10 の場合、条件 B-10 の漏水流量は条件 A-10 の約 2 倍になった。

水温変化に伴う透水係数への影響として、水の粘性変化による影響のみを考えた場合、20℃を 1 とすると 50℃では 1.8 となる。

シート上に砂層を 10cm 設置した条件での変化は約 2 倍であるので、透水係数の水温変化による影響のみを受けていると考えられる。一方、シートのみの変化は約 10 倍であるので、透水係数の水温変化による影響を大きく上回っているため、他の要因の影響が考えられる。

シートのみ 50℃の条件では、温度上昇によってシートが伸びてたわみ、シートと砂層の密着性が悪くなっていた。実験終了後にはシート破損部と砂層の接触部分に円錐状の窪みができており、これは破損部周辺で渦が生じて砂層を洗掘し、通水抵抗が小さくなったために漏水流量が大きくなったと考えられる。

## 5. まとめ

本研究では最終処分場における遮水シート破損模擬実験を行い、破損部からの漏水流量について評価した結果、以下のような結論が得られた。

- (1) シート上の砂層の厚さを 2～15 cm に変化させると、砂層なしの条件に比べて、最大で 1/6 まで漏水流量が減少した。p
- (2) 水温が 20℃から 50℃に上昇した場合、砂層の透水係数の変化、シートのたわみの発生によるシートと砂層の密着性の影響を受けて、漏水流量が 2～10 倍になった。
- (3) 実際の処分場で遮水シートからの漏水流量を推定するには、シート上部の状態、浸出水水温の変化による影響を考慮する必要があることがわかった。

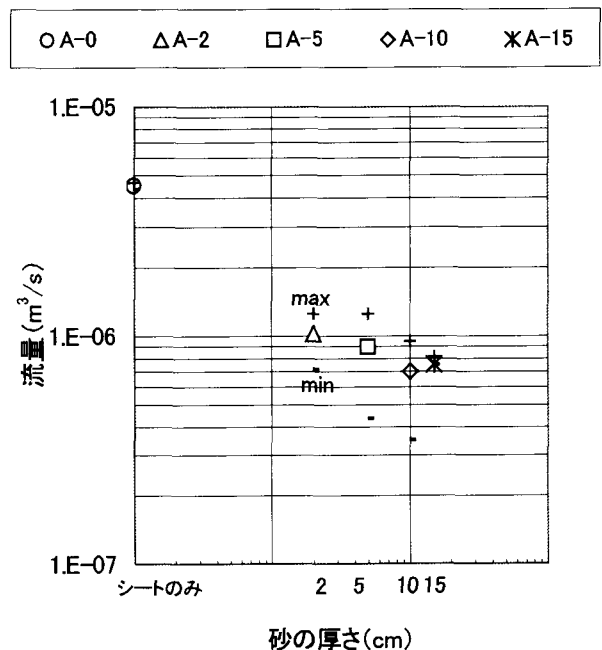


図-2 砂の厚さの違いによる漏水流量 (最大・平均・最小)

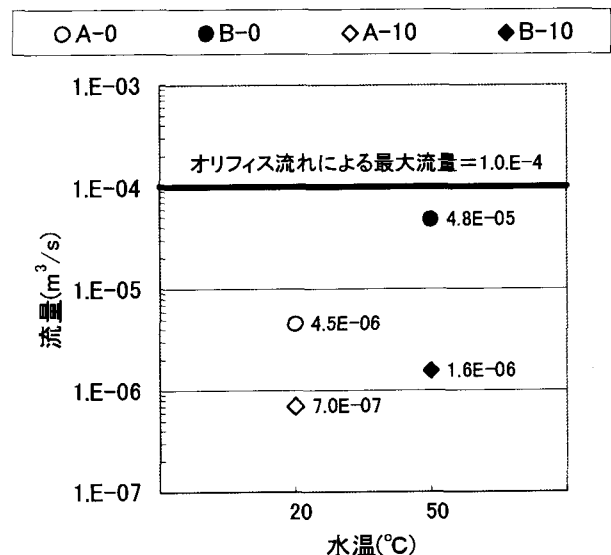


図-3 水温の違いによる漏水流量

## 参考文献

- 1) 川内、吉田、穂積：廃棄物最終処分場からの漏水現象に関する実験的研究、土木学会支部論文報告集・57号、pp.1018-1019 (2001)
- 2) 川内、吉田、穂積：廃棄物最終処分場からの漏水現象に関する実験的研究、土木学会支部論文報告集・58号、pp.978-979 (2002)
- 3) 北野、吉田、穂積：廃棄物最終処分場からの漏水現象に関する実験的研究、土木学会支部論文報告集・60号、pp.978-979 (2003)