

II-627

模擬廃棄物層における不飽和透水係数の特性

山梨大学大学院 学生員 箕輪 信行
山梨大学工学部 正 員 坂本 康

1. はじめに

廃棄物埋立処分場内の水分移動を知ることは処分場を適正に管理するために重要なことである。本研究では廃棄物を抽象化した模擬廃棄物を用いて、フィルム状物質の混合率や体積含水率が不飽和透水係数に与える影響を検討した。

2. 実験方法

①実験装置：装置の概要を図-1に示す。図の内径 29.2cmのアクリルパイプ中に模擬廃棄物をつめた。模擬廃棄物層の上部には2cm間隔で網目状にとりつけた161本の注射針からなる降雨装置を設置した。給水量はデジタル重量計により重量より求めた。

②実験材料：模擬廃棄物としてガラスビーズ(0.074~13mm, $D_{10}=0.078$)と10cm 四方のビニールフィルムの混合物を用いた。ガラスビーズとフィルムの大きさは東京三多摩地区で実際に埋立てている焼却灰、不燃物の大きさを参考にして決定した。

③実験手順：1.ビーズとフィルムを表-1の割合で混ぜ装置にいれる。層厚は実験1, 3では24cm、実験2では20cm程度である。2.蒸留水をためて飽和させた後、重力で排水する。3.半日程度おいた後、降雨装置より表面に蒸留水を滴下し5分毎の流出量を測定する。4.降雨強度は表-1のように変化させる。各降雨強度での体積含水率は水収支より求める。5.実験1から3のそれぞれについて1~4を5回繰り返す。

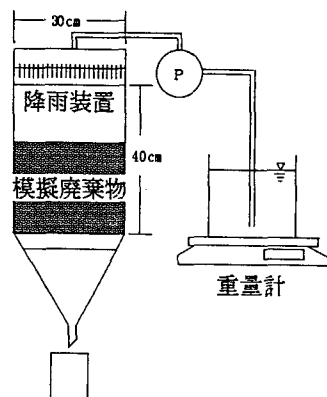


図-1 実験装置概要

表-1 実験条件

実験	ビーズ重量 (g)	フィルム重量 (g)	フィルム混合率 (重量%)	降雨強度 (mm/h)
1	33000	0	0	約25→40
2	20000	255	1.26	→55→
3	10000	510	4.85	40→25

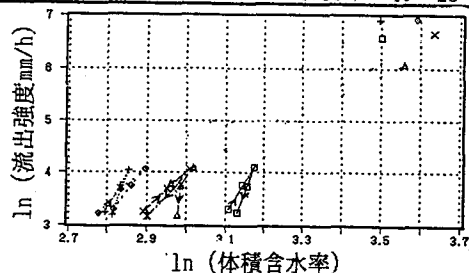


図-2 実験1の流出強度と体積含水率

3. 実験結果

図-2から4に実験1から3の流出強度と体積含水率の関係を示す。図には降雨強度の変化の過程を矢印で示す。また図-2,3の右上の点は変水位透水試験による飽和透水係数を示している。これらの図から、降雨強度の増加過程を外挿した線が変水位透水試験による飽和透水係数の値の近くを通ることがわかる。

4. 考察

4.1 $K \sim \theta$ の平均的関係とばらつき

不飽和透水係数 K と体積含水率 θ との間には一般に次式の間接関係があるといわれる。

$$K = K_s (\theta / \theta_s)^p \quad (1)$$

ここに K_s ：飽和透水係数、 θ_s ：飽和体積含水率、 p ：定数である。

両辺の対数をとると次式となる。

$$\ln K = p \ln \theta + \ln K_s - p \ln \theta_s \quad (2)$$

そこで不飽和透水係数（水頭勾配を1として流出強度より算出）と体積含水率を両対数紙上にプロットし、その直線の傾き p と y 切片を求めた。5回の実験の結果を平均する方法としては、次の3通りの方法を用いた。

A) 5回の K と θ を平均し、その平均値から傾き p と y 切片を求める。

B) 5 回の傾き p と y 切片をそれぞれ求め、平均する。
C) B の内、傾き p の最大値と最小値を除いて平均する。

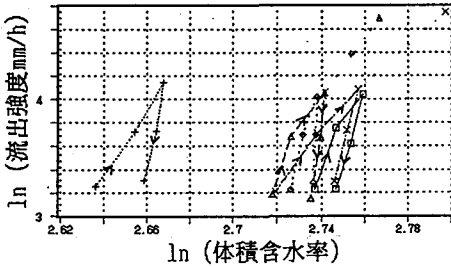


図-3 実験2の流出強度と体積含水率

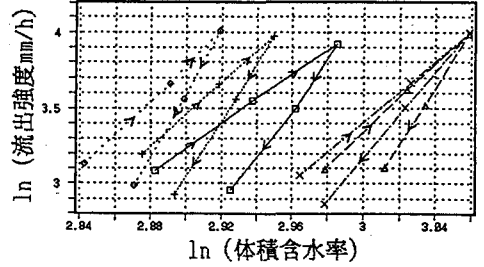


図-4 実験3の流出強度と体積含水率

これらの内、AとCは似た値となったが今回はAの値を用いることとした。その結果を図-5に示す。この図からフィルム混合率の大きい方が同じ体積含水率での透水係数は小さくなることがわかる。また、Bで求めた傾きのうち、実験2と3の値を、正規確率紙にプロットしたのが図-6である。この図を見ると実験3の方が正規分布に近いことがわかる。これはフィルム混合率が大きいほど混ざり方の偏りが少なくなったためと考えられる。ただし、フィルム混合率の大きな実験3では、フィルムとビーズの分離を防ぐために混合時に水を加える必要があったため、そのことが正規分布からのずれを小さくしたとも考えられる。

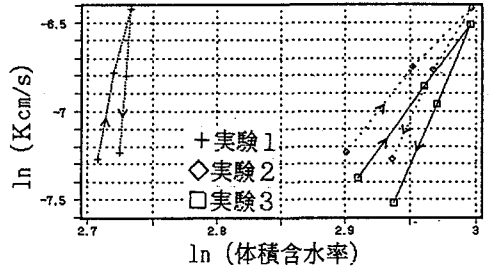
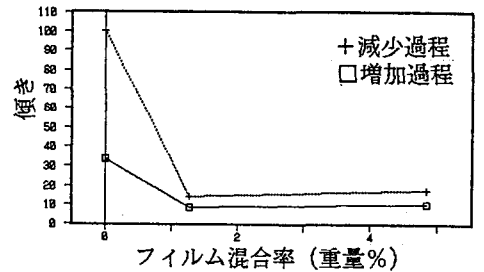


図-5 平均のKと体積含水率

4.2 フィルム混合率の影響

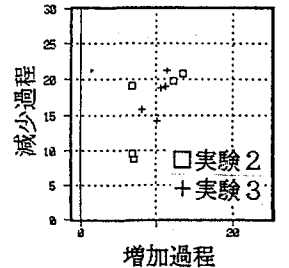
図-7にフィルム混合率と p の平均値との関係を示す。

図-6 傾き p の出現特性図-7 フィルム混合率と傾き p

この図からフィルムのある方が傾きは小さくなるが、混合率が増加しても傾きはあまり変わらないことがわかる。また、降雨強度の減少過程の方が平均の傾きは大きくなっている。

4.3 増加過程と減少過程の相違

図-8に実験2と3の個々の実験について増加過程と減少過程における p の関係を示す。この図から個々の実験においても増加過程より減少過程の方が傾きが大きくなっていることがわかる。これは、増加過程でできた水みちが減少過程でも残り、その分体積含水率の減少が小さくなるためと考えられる。

図-8 増加過程と減少過程の傾き p の相違

5. まとめ

以上をまとめると次のようになる。

- 1) ビーズにフィルムが混ざることにより同じ体積含水率における透水係数は小さくなった。
- 2) フィルム混合率が大きいほうが結果が正規分布に近づいた。これはビーズが少ないことと、混合時に水を加えたためであると考えられる。
- 3) フィルムを混ぜた方が傾き p は小さくなるが、混合率が変わっても傾き p はあまり変わらなかった。
- 4) 降雨強度の増加過程と減少過程では、減少過程の方が傾き p は常に大きくなった。