

海面処分場における廃棄物層の透水性が安定化促進効果に及ぼす影響に関する研究

九州大学工学部 学生会員 ○藤崎 成晶
九州大学大学院 正会員 高橋 史武
" フェロー会員 島岡 隆行

1.はじめに

近年、広域の土地を必要とする最終処分場を内陸部に建設することが困難になってきていることから、海域を利用し、大量の廃棄物処分が可能な海面処分場への需要は今後も無視できないものと予想される。しかし、海面処分場は廃棄物の大半が海水中に没してしまうために、廃棄物が曝される環境は嫌気的な状態となり、有機物の分解が遅れ、安定化に長期間を要する。そのため、海面処分場の廃止や跡地利用を行うまでに多くの制約と時間を要し、埋立廃棄物の安定化を促進させることは極めて重要である。朝倉¹⁾らは覆土の透水性に着目し、覆土の透水性を高めると層内の安定化が促進されると報告している。本研究では安定化の促進に伴う廃棄物層の透水性の変動に着目した。海面処分場における埋立廃棄物は地下水位の変動により汚濁成分が洗い出されるため、廃棄物層の透水性が経時的に変化する可能性がある。そこで本研究は、汚濁成分の洗い出しに伴う埋立廃棄物、特に埋立焼却灰層の透水係数への影響を明らかにすることを目的とした。

2.実験概要

(1)実験方法：実験には2009年10月F市清掃工場で採取した焼却灰(粒径13mm以下)を用いた。試料の透水性は定水位透水試験により求めた。ただし、試料中の気泡を吸引除去していない点は注意を要する。定水位透水試験装置の模式図を図1に示す。上下に流入口と流出口が設けられた内径φ5cm、高さ25cmの円筒カラムに焼却灰を密度1.2g/cm³、高さ25cmに充填した。カラムと給水装置および排水装置をシリコンチューブで接続した。給水装置には微量定量ポンプで常に一定量を供給し、カラムの底部の流出口から排水させることにより、給水装置と排水装置に一定の水位差を維持した。排水装置からの浸出水量を求め飽和透水係数を算出し、浸出水のpH、EC、蒸発残留物について測定、分析した。

(2)実験条件：表1に実験条件を示す。含水率はいずれも20~30%付近になるように調整し、水位差hはNo.1において10cmと設定した。No.2においては水位差を5cmとして、No.1より流速が小さくなるようにした。No.3は、No.2で得られた実験データの再現性を確認するために、No.2と同様の条件下で実験を実施した。試料の粒度分布の結果を図2に示す。No.4とNo.5の焼却灰は粒度の違いによる影響を調べるために粒度調整を行った。No.4では粒径が4.75mm以上の試料を用意し、No.5では4.75mm以下の小さい粒径の試料を利用した。L/Sが0~1の間は250mLの浸出水を1回採水し、L/S 5, 10, 30においては3回ずつ採水した。

(3)浸出水分析方法：排水により得られた浸出水の飽和透水係数をDarcy則により求めた²⁾。飽和透水係数には温度補正を行った。また、pH、ECはガラス電極で測定し、浸出水を蒸発乾固させて、ER(蒸発残留物)の重量を測定した。

3.結果および考察

(1)廃棄物層における洗い出し効果：図3にL/S 30までの飽和透水係数の経時変化を示す。そこで、No.1からNo.3に着目する。L/S 30の時点で孔隙率が初期の約64.8%から3.9%程度増加するが、いずれの飽和透水

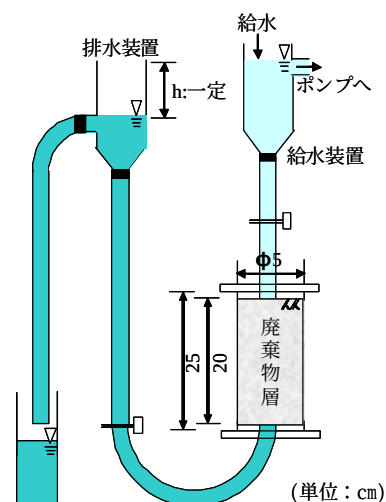


図1 実験装置の模式図

表1 実験条件

項目	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
充填試料	焼却灰				
充填密度(g/cm3)	1.2				
堆積層高さ(cm)	20				
含水率(%)	27.9	28.6	28.7	20.0	28.5
水位差(hcm)	10	5.0			
粒径	図2に従う			4.75mm以上	4.75mm以下
通水量	L/S 30				
水質	純水				

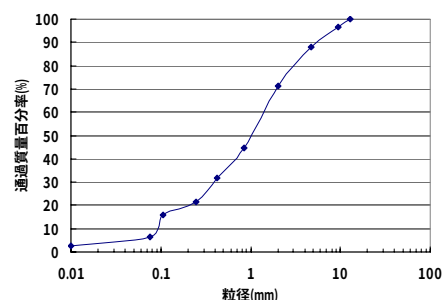


図2 粒度分布

係数も $0.08 \sim 0.12 \text{ cm/s}$ の間にあり、時間経過による飽和透水係数の変動は大きくなかった。この値は比較的粒径の大きい礫や粗粒砂(飽和透水係数が $0.1 \sim 0.2 \text{ cm/s}$)³⁾とほぼ同じある。また、流速の大きい No.1 のみ時間経過とともに若干であるが飽和透水係数が下がっており、流速が大きいほど次第に流れにくくなる傾向が示唆された。これは微細粒子がカラム下層へ移動して間隙を小さくしたためと考えられる。次に、図4に着目する。図4は汚濁成分の変化が大きい L/S 1.0 付近までの pH, EC, ER, 飽和透水係数の変遷を示している。pH は L/S 1.0 付近まで No.1~No.3 のいずれも変動は小さい。EC, ER に関しては L/S 0.1~0.3 の間でピークに達した後、減少するという同様の傾向を示している。EC, ER が大きく変動している L/S 0.1~0.3 の間で飽和透水係数の値は顕著な変動をしておらず、飽和透水係数と pH, EC, ER の間に明瞭な相関は現れなかった。よって、洗い出しが飽和透水係数に与える影響は、図2で示した粒度分布では小さいと考えられる。

(2) 粒径の違いによる洗い出し効果: L/S 1.0 までは EC, ER ともに No.5(試料粒径が小さい)の方が No.4 より絶えず大きく、通水に伴う孔隙率の増加にも差が現れた。No.4 では初期値(57.2%)から 0.94%の増加にとどまった反面、No.5 では初期値(63.2%)から 2.28%増加している。また、飽和透水係数において No.4では初期(L/S=0.1)の 0.23 cm/s から徐々に値が小さくなり、L/S 0.2 以降では 0.14 cm/s と一定になっている。一方、No.5 では 0.05 cm/s から 0.08 cm/s まで値が大きくなり、L/S 0.3 以降で一定となった。No.4 では微細粒子がカラム下層へ移動して、空隙を小さくしていく影響が大きいために、飽和透水係数が減少する傾向が現れたと考えられる。No.5 では粒径が小さいため、固層と液層の接触面積が大きくなっている。洗い出しにより汚濁成分の溶出がより進み、飽和透水係数の値が大きくなったと考えられる。以上より洗い出しが飽和透水係数に与える影響は粒度分布に依存し、粒度が小さくなるほど洗い出しにより飽和透水係数が大きくなる傾向が示された。特に埋立初期の L/S が小さい時期では、廃棄物層の飽和透水係数が無視できない大きさで変化している可能性が示唆される。

4. おわりに

洗い出しが進むにつれて、透水係数が大きく変動することが予想されたが、効果は粒度分布に依存した。粒度調整をしなかった場合、飽和透水係数が $0.08 \sim 0.12 \text{ cm/s}$ の間に収束しており、変化は小さかった。しかし、粒径調整を行うと、粒径が大きいほど洗い出しに伴って飽和透水係数が小さくなり、粒径が小さいほど洗い出しにより飽和透水係数が大きくなる傾向が見られた。

今後は洗い出しが不飽和透水係数に与える影響を検討していく予定である。

[参考文献]1) 朝倉宏・山田正人・遠藤和人・井上雄三・小野雄策：最終処分場のあたらしい考え方のために覆土と廃棄物層の透過性改善による早期安定化の促進, 環境技術, Vol.38 No.4 Page.255-261 2) 社団法人地盤工学会：土質試験基本と手引き, p98 3) 社団法人地盤工学会：土質試験基本と手引き, p99

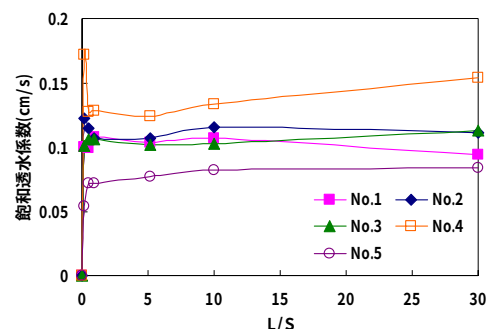


図3 飽和透水係数

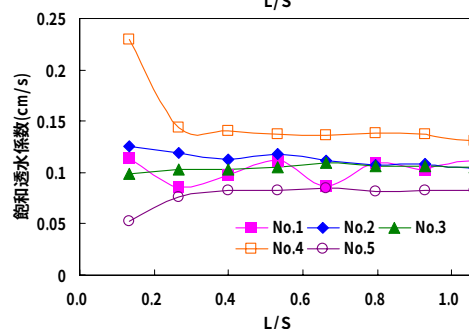
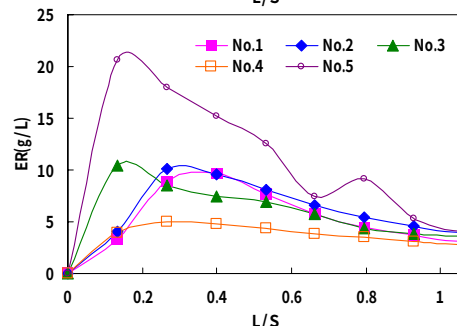
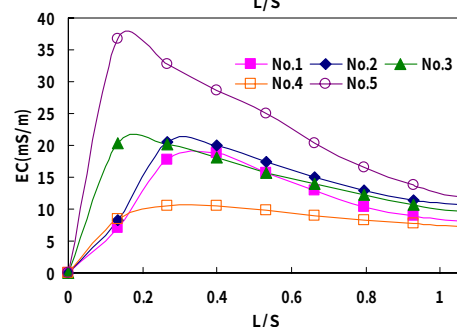
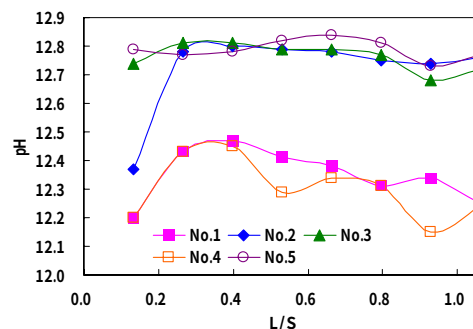


図4 pH, EC, ER, 飽和透水係数