

3-7 最終処分場の性能評価に関する誘電法を用いた計測技術の高度化及び災害廃棄物の地盤工学的有効利用

岡山大学大学院環境生命科学研究科・社会基盤環境学専攻

竹下 祐二

岡山大学廃棄物マネジメント研究センター

小松 満

1. 研究概要

廃棄物最終処分場における浸出水の移動現象を定量的に評価するために、地表面からの降雨浸透挙動を評価する浸透流解析と物質の移動挙動を評価する移流分散解析による数値解析手法が主に用いられている。その中で、モデルの初期条件や境界条件に加えて、地盤の物性値を正確に入力することが適切な評価を行う上での前提となる。ただし、解析技術の向上に比べて、これらの物性値を特に原位置において測定する手法は未だ確立されていない。特に、原位置での測定では試験装置や試験条件の制限が多く、迅速かつ簡便な試験方法の確立が課題となっている。本研究では、これらの物性値を適切に測定する手法について誘電率の計測技術を用いた簡便な手法の提案を目指し、浸透流解析で用いられる地盤の浸透特性値（透水性や保水性）の測定方法として、室内試験及び原位置試験の適用性を検討した。

2. 交流報告

(1) 海外出張：インドネシア（ジョグジャカルタ市）

① 概要

出張者：教員2名（竹下・小松）

日程：平成24年9月18日（火）～平成24年9月21日（金）（4日間）

訪問場所及び目的：PIYUNGAN 廃棄物最終処分場調査及びガジャマダ大学での意見交換

対応者：アハマド・リファイ准教授（ガジャマダ大学）

② 最終処分場の視察

インドネシア・ジョグジャカルタ市における PIYUNGAN 廃棄物最終処分場（ジョグジャカルタ市内から車で1時間程度）を視察した（**図-1**）。処分場に通じる幹線道路は廃棄物搬入車が頻繁に通行しており（**写真-1**），騒音と排気ガスが酷い上に，搬入車の荷台は薄いシートで覆われているだけであった。管理事務所（**写真-2**）において処分場の概要について下記説明を受けた。

- ・山間処分場（**写真-3**）、ジョグジャカルタ州施設、スタッフ11名、作業員40名、1995年創業。
- ・搬入量平均2,633m³/day、廃棄物未焼却、未分類（**写真-4**）。埋立率9割程度。
- ・処分場のライナーには、遮水シート及びジオテキスタイルが設置。
- ・ZoneⅢ埋立中、ZoneⅡの一部に覆土設置（**写真-5**）。
- ・谷開口部に堰堤（約20m高（**写真-6**）、浸出水処理施設（**写真-7**）。

浸出水は水質をモニタリングした上で処理がなされているとの説明であったが、単なる沈殿池のようであり、上澄み液を水路にポンプで放出していた。処分場内への立入規制はなく、粗大ゴミも至る所に捨てられていた。また、スカベンジャーが周囲でゴミ搬入車の到着を待っている状態で、処分場内には家畜が放牧されていた。悪臭が激しく、日本の処分場とは全く様子が異なっていた。

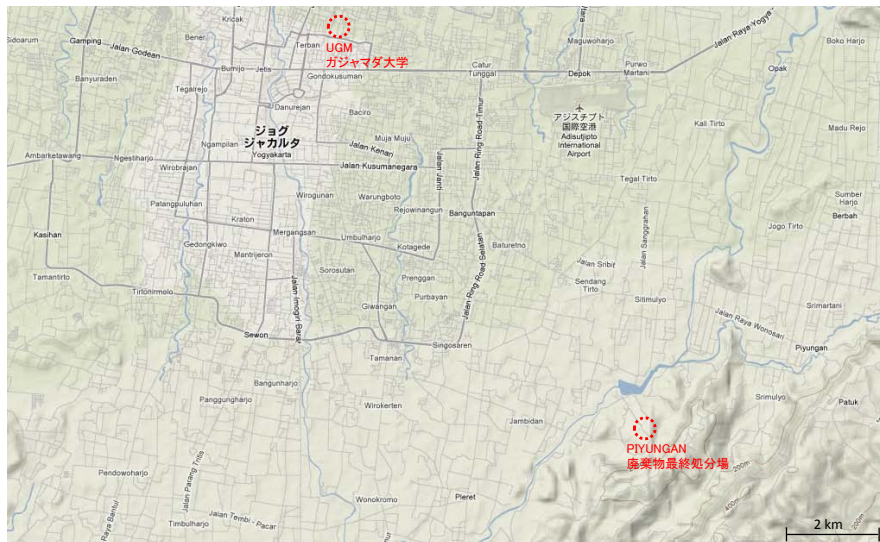


図-1 処分場位置図



写真-1 廃棄物搬入車



写真-2 管理事務所



写真-3 処分場全景



写真-4 堰堤



写真-5 浸出水処理施設



写真-6 堰堤



写真-7 浸出水処理施設

③ アジア・太平洋地域における最終処分場についての意見交換

廃棄物最終処分場の視察後にアハマド・リファイ准教授（ガジャマダ大学工学部）と意見交換を行い、以下の知見を得た。

- ・インドネシアの廃棄物最終処分場の維持・管理は今後大きな社会問題となることが予想されるため、日本での事例は大変参考になる。
- ・豪雨、地震、火山噴火等、日本と同様の自然災害時における廃棄物最終処分場に対する地盤工学的な課題も多い。特に、豪雨時や雨期には水処理施設の処理容量を大幅に超える浸出水が流入している可能性が高い。今回視察した処分場は安定型処分場であることから、一見、有害物質が周辺地域へ流出する可能性は低いと思われるが、廃棄物の分別や無害化处理を実施していない状況では、本来搬入してはならない物質が混入している危険性も考えられる。
- ・残飯や家畜の尿尿の影響で、処分場周辺の衛生環境は非常に悪いことから、廃棄物の処分方法に関する根本的な改善が必要。
- ・今回実施した現場透水試験方法は簡便な方法であることから、インドネシアでの適用性も高い。

3. 研究報告

(1) 表層土層（不飽和地盤）における現場透水係数の測定

処分場内の覆土部分において2カ所の試験場所を選定し、現場透水試験を実施した。なお、覆土は浸出水量を減らす重要な役割を示すために、その透水性の原位置評価が重要である。測定方法は Reynolds と Elrick が開発した Guelph Pressure Infiltrometer (以後 GPI 法と記す) を採用した。本試験方法は、図-2 に示すように単一の浸潤リングから5～25cm程度の定水位による浸透を生じさせ、計測された定常浸透流量の値から飽和透水係数を算出する非常に簡便な定水位透水試験方法である。

GPI 法によれば、現場飽和透水係数は次式によって算出される。

$$k_{fs} = \frac{\alpha^* G Q_s}{a \alpha^* H + a + G \alpha^* \pi a^2}, \quad G = 0.316 \frac{d}{a} + 0.184 \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 k_{fs} : field-saturated hydraulic conductivity (便宜的に、現場飽和透水係数と記す)、 G : 浸潤リングによって決定される定数、 a : 浸潤リングの半径、 d : 浸潤リングの貫入深さ、 α^* : 土壌パラメータと呼ばれる土の種類に応じて設定される定数で、Reynolds らは $0.01 \text{ cm}^{-1} \sim 0.36 \text{ cm}^{-1}$ を推奨、 Q_s : 定常浸透流量、 H : 浸潤リング内に発生させた定水位である。

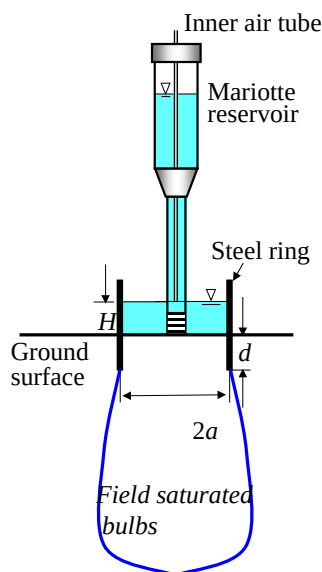


図-2 GPI 法

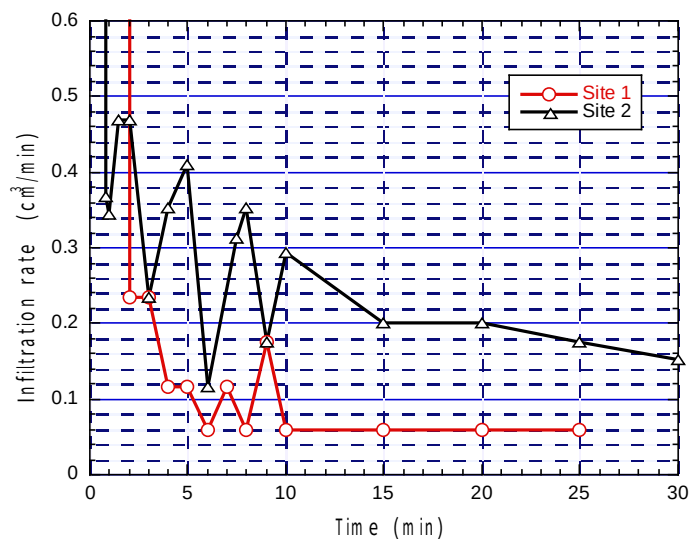


図-3 浸透流量の経時変化

表層土層で実施した透水試験データとして、表-1 に計測データの一覧を、図-3 に浸透流量の経時変化を示す。算定された現場飽和状態での透水係数の値は $1.54 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ と $4.64 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ であった。

表-1 計測データ

Site 1		Site 2	
Date	2016/9/20	Date	2016/9/20
Time	12:10	Time	13:10
H (cm)	5.0	H (cm)	3.0
a (cm)	5.5	a (cm)	5.5
d (cm)	4.0	d (cm)	5.0
水温 (°C)	30.0	水温 (°C)	32.0
$\alpha * (1/\text{cm})$	0.15	$\alpha * (1/\text{cm})$	0.15

定常浸潤量 (cm ³ /s)	0.059	定常浸潤量 (cm ³ /s)	0.153
Kfs(cm/s) at 15°C	1.54E-04	Kfs(cm/s) at 15°C	4.64E-04



写真-8 透水試験（左）及びサンプリング状況（右）

4. 今後の計画

アハマド・リファイ准教授（ガジヤマダ大学工学部）と廃棄物最終処分場における地盤工学的な諸問題について意見交換を継続する予定である。

5. 活動資料

特になし。

以上