

京都大学防災研究所 正 会 員 嘉門雅史

京都大学防災研究所 正 会 員 勝見 武

京都大学工学部 学生会員 ○浜口智洋

京都大学大学院 学生会員 金山政民

1. はじめに

我が国では廃棄物の最終処分として主に海面埋立および内陸埋立が行われており、管理型処分場における有害物質の漏水防止のための遮水層として、廃棄物層下部粘土層に遮水性能を期待することが多い。そこで本研究では、廃棄物層下部粘土層の遮水工としての性能を海面埋立、内陸埋立のそれぞれについて地盤工学的に考察した。

2. 海面埋立における粘土層の遮水性

大阪港における一般廃棄物埋立処分場を考察の対象とした。廃棄物層直下には層厚19mにおよぶ沖積粘土層（透水係数 $k=1.35 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ）があり、その下に砂礫層（伊丹礫層）が存在している¹⁾。処分場の概略を図-1に示した。有害物質が粘土層を鉛直方向に通過する時間（トラベルタイム）で粘土層の遮水性を考察した。また、当該処分場では受け入れ容量を増やすためサンドドレーンが打設されているので、サンドドレーンを打設した場合と仮に打設してない場合のそれぞれについてトラベルタイムを計算し図-2に示した。ただし、廃棄物層の透水係数を $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ とし、廃棄物層内部の水頭と粘土層下部との水頭差を廃棄物層内の地下水面と海面との水位差 Δh （図-1b）とした。また、サンドドレーンは直径40cm、打設間隔3.5m、長さ14m、砂の透水係数 $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ と報告されている²⁾ので、これらの値を計算に用いた。

当該処分場において地下水位は平均海面上2mと観測されている。この場合トラベルタイムはサンドドレーンの打設により約40年から約10年に短縮される。海面埋立の場合、仮に我が国の遮水工の構造基準値を満たしていたとしても、サンドドレーンを打設すると大幅に遮水工としての性能が損なわれるため、この点に留意した新たな構造基準が必要であると考えられる。

3. 内陸埋立における粘土層の遮水性

京都市におけるある一般廃棄物埋立処分場を考察の対象とした。概略を図-3に示す。廃棄物層下部粘土層

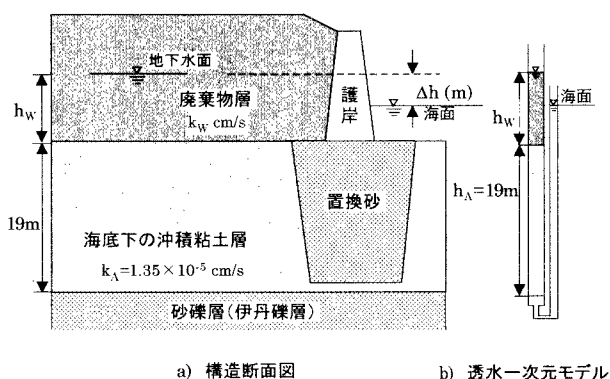


図-1 埋立処分場の模式断面図

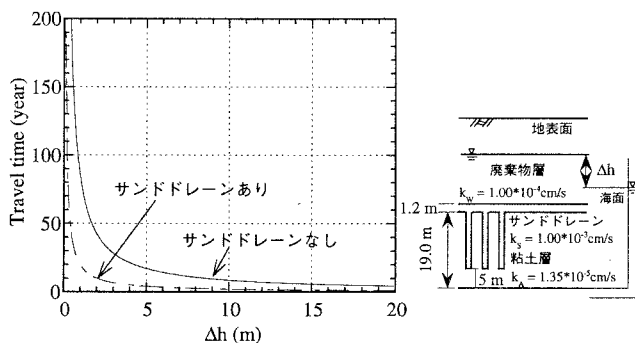


図-2 サンドドレーンによるトラベルタイムへの影響

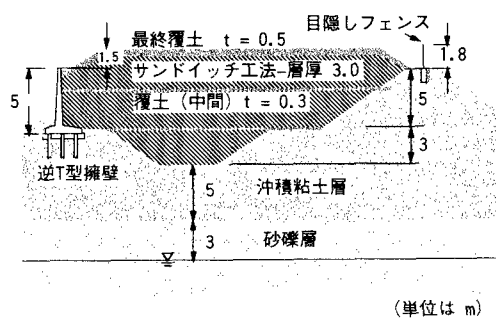


図-3 内陸処分場の断面図

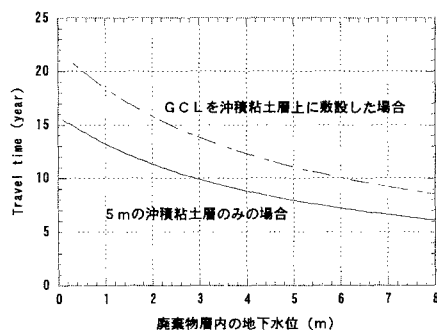


図-4 廃棄物層の地下水位とトラベルタイムの関係

の厚さは約2～6mであり、平均値は約5mとなり、計算ではこの平均値を用いた。また粘土層直下の砂礫層には地下水が流れており、粘土層から地下水面までの距離は3mしかなく、廃棄物層からの有害物質を含んだ浸出水が粘土層を通過することは、地下水への有害物質の混入を意味するため遮水層としての粘土層はますます重要である。粘土層の透水係数は $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 、廃棄物層の透水係数は $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ として海面埋立のときと同様にトラベルタイムを計算した。さらに、廃棄物層底部にライナー層が敷設されていることを想定し、透水係数が $5.0 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ 厚さ1cmのジオシンセティッククレイライナー（GCL）を敷設した場合についても計算を行った。計算結果を図-4に示す。

GCLなどの透水係数の極めて低いライナー層が存在する場合、移流による有害物質の漏出以外に拡散による漏出が考えられる。そこで、一次元移流拡散の解析解³⁾による有害物質の濃度の計算結果を図-5に示す。なお、拡散係数は $6.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ 、土の吸着性を示す遅延係数は2、廃棄物層内の水位は安定時に観測されている値である5mとした。また、浸出水の有害物質の初期濃度については京都市がこの処分場の浸出水の水質調査を重金属を含め9項目で行った調査結果に基づいて 0.03 mg/l とした。計算結果を図-5に示した。

廃棄物層内の地下水位を5mとくと遮水工を設けない時でトラベルタイムは8年、GCLを敷設した場合で約1.4倍の11年、また遮水粘土層を敷設した場合で約1.7倍の14年であることが図-4からわかる。有害物質の到達にかかる時間が8年というのは極めて短く、漏出防止に対する特別の配慮が求められる。土の吸着を考慮に入れ、遅延係数を2とした場合の粘土層下部での有害物質の濃度が土壌基準値を超えるのにかかる時間は遮水工を設けない場合で15年、GCLを敷設した場合で20年、遮水粘土層を敷設した場合で約30年となった。

4. まとめ

管理型最終処分場における遮水工の日本の構造基準値は欧米各国に比べると極めて不十分なものであり、透水係数 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 以下で層厚5m以上の粘土層が存在しているときは特に遮水工を設ける必要がないとされている。しかし今回の計算結果でわかるように、処分場内の地下水位条件によっては遮水性能として不十分であることから、対策が必要であるとともに、遮水工の構造基準値の見直しが求められる。

【参考文献】

- 1) 波多野清史ら（1993）：海面埋立浚渫土処分場における海底地盤改良の効果、第28回土質工学研究発表会、pp.2423-2324.
- 2) 波多野清史ら（1991）：廃棄物埋立地盤の沈下について、第26回土質工学研究発表会、pp.83-84.
- 3) 勝見 武ら（1999）：廃棄物処分場遮水ライナーの性能評価について、廃棄物学会誌、Vol.10、No.1

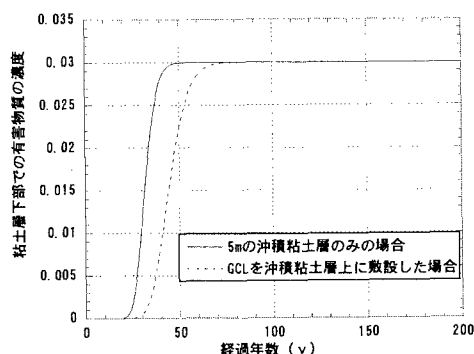


図-5 移流・拡散を考慮した場合の濃度の経時変化