

廃棄物埋立護岸の遮水性能評価に関する浸透流解析

九州大学工学部 学生会員 ○金清 翔平
九州大学大学院 正会員 陳 光斉

九州大学大学院 フェロー会員 善 功企
九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

1. はじめに

これまで海面埋立処分場の建設は、港湾整備事業の一環として実施されてきたが、1998年に「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令」(旧総理府・旧厚生省令)が改正され、安全性および信頼性の高い高度な構造と機能を有する廃棄物埋立護岸の建設が求められている¹⁾。つまり、廃棄物埋立護岸は、処分場を海特有の外力から護る護岸機能と、処分場の保有水を漏出させないための遮水機能の両者が満足されている必要がある。その際に、実環境条件における遮水材の劣化などによる遮水性能の低下や、台風や地震などの自然災害を受けた後の遮水性能の確認などの問題がある。特に、地震時もしくは地震後の遮水性能の評価は、廃棄物処分場の管理上、重要な検討課題となっている。そこで、本文では、その第一歩として、一重締切構造を有する海面埋立処分場に関して、遮水性能の低下を想定した浸透流解析を行うことで、海面の潮位変動に伴う処分場内水位の変動を計算し、水位変動計測による遮水性能の評価法の有効性を検証した。

2. 解析モデル

解析の対象としたのは、図-1に示すような一枚の鋼管矢板を用いた一重締切型の海面埋立処分場である。厚さ0.2mの遮水壁およびその背後に54mの処分場を想定した。処分場の地盤厚さは12.3mであり、地盤の底面を基準にとると処分場内の初期の地下水位は、+9.3mである。解析の入力条件である海水部の潮位変動は、図-2に示すように平均潮位+9.2mとし、8.9m～10.1mまで12時間周期でサインカーブとして入力した。遮水壁の局所的な破損による漏水を表現するために、解析では遮水壁の透水係数を部分的に変化させることでモデル化した。解析時間は、時間格子を30分間とし、全体で20日間の解析を行い、その間の処分場内の地下水位の変動を計算した。

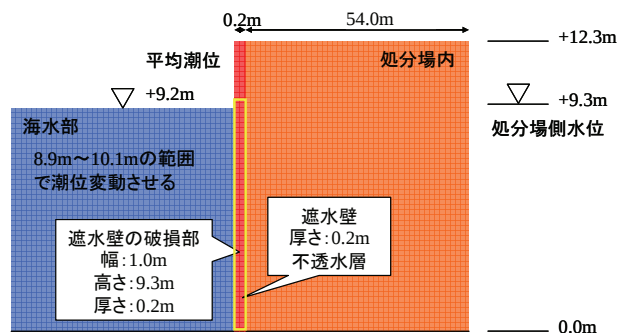


図-1 解析断面

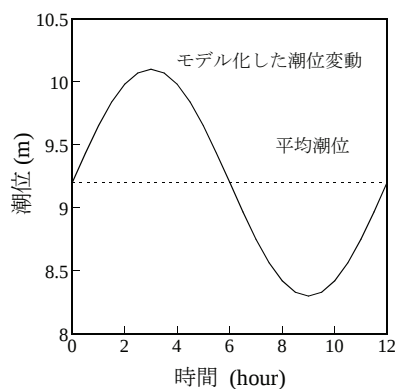


図-2 モデル化した潮位変動

3. 遮水壁の破損を想定した解析

3.1 透水係数による影響

本節では、破損部の透水係数の違いによる、処分場内水位の変動を評価する。処分場の大きさは54m×54mに固定し、破損部の透水係数を、 $1.0 \times 10^{-5} \text{m/sec}$ 、 $1.0 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ 、 $1.0 \times 10^{-3} \text{m/sec}$ 、 $1.0 \times 10^{-2} \text{m/sec}$ 、と変化させて解析を行った。図-3に破損が生じてから20日間経過するまでの処分場内水位の変動を示す。縦軸の Δh 、Hはそれぞれ、処分場内水位の変化量、平均潮位と処分場内水位の初期水頭差0.1mを表す。透水係数が大きいほうが、より潮位変動の影響を受けるため、振幅が大きくなり、より早く定常状態($\Delta h/H=1$)となった。さらに、処分場の透水係数が $1.0 \times 10^{-5} \text{m/sec}$ 、 $1.0 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ の時は、処分場内水位がほとんど変化しないが、これは本解析で想定した処分場の容量が54m×54m×9.3mと破損部からの微量な水の流入に比べてかなり大きいいため、破損部が存在しても処分場内水位の変動にあまり影響しないためだと考えられる。したがって、より小

さな破損の検知を行うには、処分場内をいくつかの区画に細分化して、その区画ごとに処分場内水位の変動を観測する必要があると考えられる。このことについては、以下の節で検討する。

3.2 処分場の大きさによる影響

本節では、処分場の大きさと、処分場内水位の関係に着目して解析を行った。破損部の透水係数は $1.0 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ に固定し、処分場の大きさを $54\text{m} \times 54\text{m}$, $25\text{m} \times 25\text{m}$, $10\text{m} \times 10\text{m}$, $5\text{m} \times 5\text{m}$ と変化させて解析を行った。図-4 に破損が生じてから 20 日間経過するまでの処分場内水位の変動を示す。細分化した区画が小さくなるほど地下水位の変動は大きくなる。 $54\text{m} \times 54\text{m}$ の区画では、ほとんど水位変化がみられないが、 $5\text{m} \times 5\text{m}$ の区画では定常状態となるまで水位が低下した。したがって、20 日間の観測で微小の破損を検知するには、より小さな区画に細分化して計測する必要があると考えられる。今回のパターンでは、 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 以下の大きさの区画に細分化して計測するのが良いと思われる。

3.3 処分場の正規化

本節では、得られた解析結果を一般化するために、処分場の大きさ、透水係数、破損部の厚さ等を用いて、処分場内水位の変動の正規化を試みた(図-5 参照)。図中の、 a , A , l , k , t , ΔH はそれぞれ、破損部の断面積、処分場の面積、破損部の厚さ、破損部の透水係数、破損が生じてからの経過日数、20 日経過時の処分場内水位の変化量である。また、 $a/A=0.003$, 0.014 , 0.093 , 0.372 , 1.488 , 9.3 はそれぞれ、処分場の面積 $A=54\text{m} \times 54\text{m}$, $25\text{m} \times 25\text{m}$, $10\text{m} \times 10\text{m}$, $5\text{m} \times 5\text{m}$, $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$, $1\text{m} \times 1\text{m}$ に対応する。処分場内水位の低下量や破損部の厚さ、断面積を計測できれば、作成したグラフを用いて、破損部の透水係数を推定できると考えられる。

4. まとめ

本文で得られた結論をまとめると以下ようになる。

- (1) 処分場内水位の変動は破損部の透水係数が大きくなるにつれて大きくなる。つまり、破損部の透水係数が大きくなるにつれて、漏水がより激しくなる。
- (2) 幅 1.0m, 高さ 9.3m で透水係数 $1.0 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ の破損部を 20 日間の観測で検知するには、 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 以下の大きさの区画に細分化して計測する必要があると考えられる。
- (3) 処分場の水位変動を一般化したグラフを用いて、処分場の大きさや破損具合によらず、水位低下量を知ることができる。また、水位低下量を計測することにより、破損具合の検知に利用できるのではないかと考えられる。

<参考文献>

- 1) 運輸省港湾局: 管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル, 財団法人 港湾空間高度化センター, 2000.

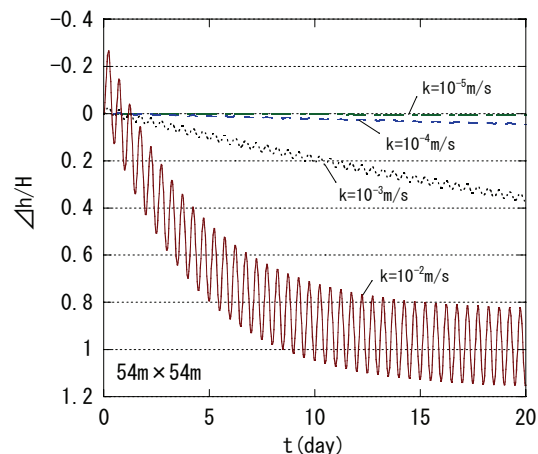


図-3 透水係数と処分場内水位の変動の関係

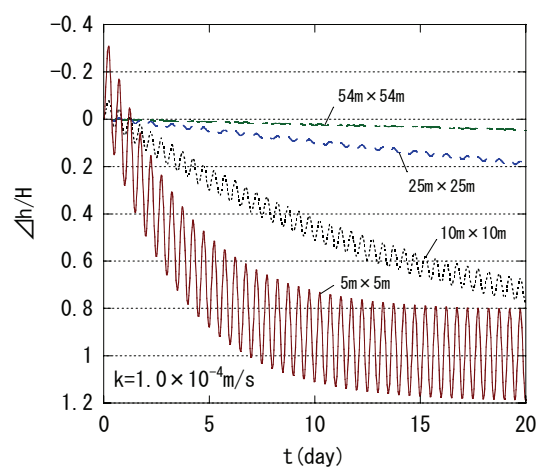


図-4 処分場の大きさと処分場内水位の関係

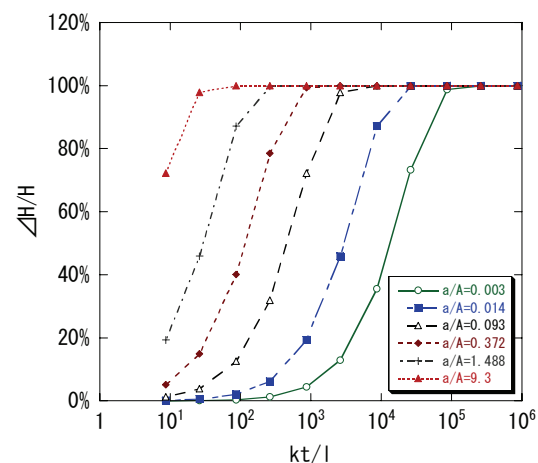


図-5 正規化グラフ