

浸透流解析による廃棄物埋立護岸の遮水性評価

九州大学大学院 学生会員 ○金清 翔平 フェロー 善 功企
 正会員 陳 光斉 正会員 笠間 清伸

1. はじめに

海面処分場の護岸は、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¹⁾。しかしながら、遮水壁は経年劣化や台風や地震などの自然災害により、遮水性能が低減する可能性があり、実海域における遮水性能の早期評価法の構築が求められている。そこで本文では、遮水性能の早期評価手法の実現可能性を検証する基礎的な研究として、三次元浸透流解析を用いて、遮水壁の局所的な透水係数の低減を想定した、海面の潮位変動による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 12.2m であり、地盤の底面を基準にとると、処分場内の初期水位および平均潮位は、それぞれ +9.3m と +9.2m と仮定し、0.1m の初期水頭差を設定した。解析の入力条件である海水部の潮位変動は、平均潮位 +9.2m とし、8.3m~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局所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 10 分間とし、全体で 7 日間の解析を行い、その間の処分場内水位の変動を計算した。また、水位計測は破損部から 0.5m の位置で計測した。なお、処分場内と遮水壁の透水係数は、それぞれ $1.0 \times 10^{-2} \text{m/s}$ 、 $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ とした。

3. 解析結果および考察

図-2 に、破損部の透水係数を変化させたさいの、破損が生じてから 7 日間経過するまでの処分場内水位の変動を示す。縦軸の $\Delta h/H$ 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。処分場の大きさ A を $54\text{m} \times 54\text{m}$ 、破損部の幅 b を 1m に固定し、破損部の透水係数 k を、 $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 、 $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 、 $2.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 、 $3.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ と変化させて解析を行った。破損部の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 ($\Delta h/H=1$) に向かっている。また、破損部の透水係数が $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 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 $54\text{m} \times 54\text{m} \times 9.3\text{m}$ と破損部からの微量な水の流入に比べてかなり大きいため、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である。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。

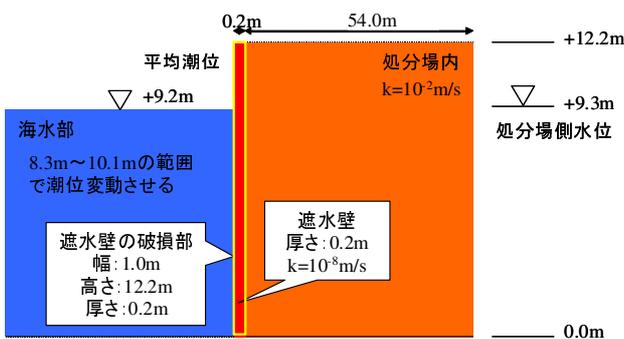


図-1 解析断面

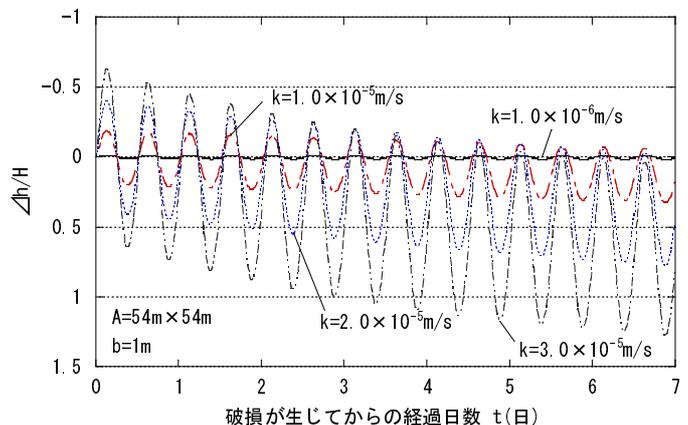


図-2 破損部の透水係数と処分場内水位の変動の関係

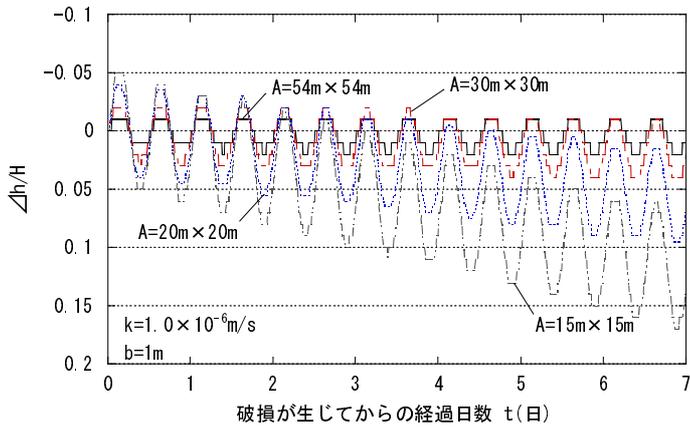


図-3 破損箇所と水位計測地点の関係

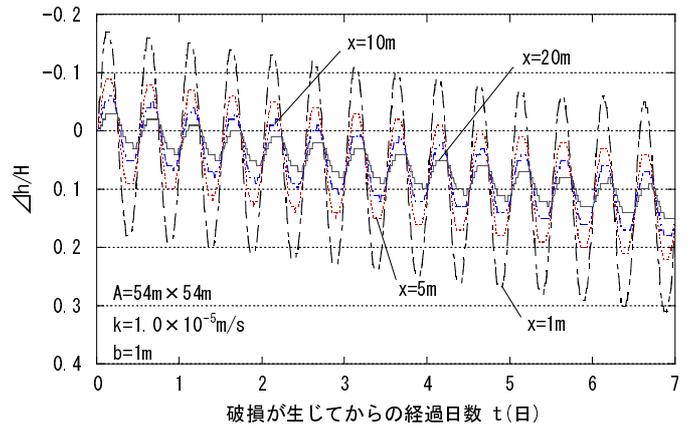


図-4 破損箇所と水位計測地点の関係

処分場内をどの程度細分化すれば、処分場内水位の観測から破損部の有無を検知できるかについて調べるために、処分場の観測区画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。図-3に、観測区画を変化させたさいの、破損が生じてから7日間経過するまでの処分場内水位の変動を示す。破損部の透水係数 k は $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 、破損部の幅 b は 1m に固定し、観測区画の大きさ A を $54\text{m} \times 54\text{m}$ 、 $30\text{m} \times 30\text{m}$ 、 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 、 $15\text{m} \times 15\text{m}$ と変化させて解析を行った。細分化した区画が小さくなるほど処分場内水位の変動は大きくなる。 $54\text{m} \times 54\text{m}$ 、 $30\text{m} \times 30\text{m}$ の区画では、ほとんど水位変化がみられないが、 $15\text{m} \times 15\text{m}$ の区画では水位が低下し、水位計で観測可能な振幅(1cm以上)をもたらした。今回の解析パターンでは、 $15\text{m} \times 15\text{m}$ 以下の大きさの区画に細分化して水位計測するのが良い。

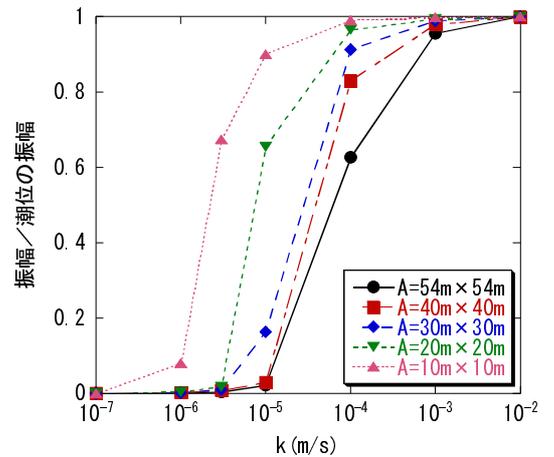


図-5 処分場内水位変動の振幅に着目した正規化グラフ

図-4に、水位観測地点を変化させたさいの、破損が生じてから7日間経過するまでの処分場内水位の変動を示す。破損箇所と水位計測地点の位置の関係によって水位変動は大きく変わる。そこで、破損の検知が可能な破損部と水位計測地点間の距離を調べた。処分場の大きさ A は $54\text{m} \times 54\text{m}$ 、破損部の透水係数 k は $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 、破損部の幅 b は 1m と固定し、水位観測地点 x を 1m 、 5m 、 10m 、 20m と変化させて解析を行った。破損部と水位計測地点との距離が長くなるほど、振幅が小さくなる。今回の解析パターンでは、破損部から 10m 以内で水位計により振幅を計測し、破損を検知できる。

図-5は、図-2、図-3で示した処分場内水位の振幅を潮位変動の振幅により正規化した図である。この処分場内水位の振幅は、破損後1日間で得られた振幅を利用した。ほとんど破損していない状態では処分場内水位の振幅は0で、破損の程度が大きくなるにつれ、振幅は大きくなり、最終的には処分場内水位の変動が潮位変動と等しくなり1となる。あらかじめ観測区画の大きさと破損部を変化させた解析結果を準備しておくことで、処分場内水位の振幅を計測することにより、短期間で破損具合を推測できる可能性がある。

4. まとめ

- (1) 幅 1.0m 、高さ 9.3m で透水係数 $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ の破損部を検知するには、 $15\text{m} \times 15\text{m}$ 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。
- (2) 幅 1.0m 、高さ 9.3m で透水係数 $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ の破損部を検知するには、破損部から 10m 以内で水位を計測する必要がある。
- (3) 12時間あたりの処分場内水位変動の振幅を計測することにより、短期間で破損具合を推測できる可能性がある。

<参考文献>

1) 運輸省港湾局: 管理型廃棄物物理立護岸設計・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.