

廃棄物地盤における地震時の動的挙動に関する実験的検討

長崎大学大学院工学研究科 学生会員 ○田中 栄一 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖 杉本 知史
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静 正会員 李 博
産業廃棄物処理事業振興財団 正会員 山脇 敦

1. はじめに

日本の都市機能の維持発展のためには、廃棄物等を処理する既存の埋立処分場を延命化していくことが必要不可欠である。しかし、日本は4つのプレートに挟まれている世界でも例を見ない地震大国であり、埋立処分場を延命化していくうえで、耐震性は十分に考慮されなくてはならない事項である。本研究では、擁壁などの抗土圧構造物に対して、現行の設計指針では地震時土圧算定のために物部岡部式が用いられることが多いことを踏まえて、廃棄物層の耐震性の検証のために振動台模型実験と物部岡部式の適用性を検証する。

2. 試験概要

廃棄物層の耐震性を検討するために、10cm以上のプラスチックが混入した廃棄物地盤の振動台模型実験を行った。図1に試験装置の概要、図2に実験の状況を示す。試料は、中国地方の安定型処分場から採取した産業廃棄物であり、プラスチック6%、土等2cm以下59%、石・陶磁器ガラス30%、他5%の組成を有する。物部岡部式の適用性を検証するために、固定壁を設置して、この擁壁に作用する土圧を算定するために荷重計と合計8つの加速度計を設置した。図3に加速度計の入力位置を示す。廃棄物層は1層約10cmの試料を敷いて5.3kgのランマーを15回落下させて作製した(湿潤密度 1.14g/cm^3)。振動台模型実験では、正弦波を入力周波数約5Hzで約5秒間与え、200galずつ増加させて1000gal程度まで加振した。

振動台模型実験で設置した壁は完全に固定されておらず、若干の変位が生じるため、わずかでも水平変位が生じる場合には地震時主働土圧が作用すると仮定する。物部岡部式による地震時土圧算定式を以下に示す(震度法)。

$$P_{Ea} = \gamma \cdot h \cdot K_a$$
$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right]^2}$$

P_{Ea} : 深さ h の地震時主働土圧
 K_a : 地震時主働土圧係数
 ϕ : 裏込め土の内部摩擦角
 γ : 裏込め土の単位体積重量
 δ : 壁面と土の摩擦角
 θ : 地震時回転角

3. 試験結果・考察

図4に現場試験と室内試験で得られた一面せん断試験の垂直応力とせん断強度の関係を示す。室内試験結果は、現場試験のばらつきの範

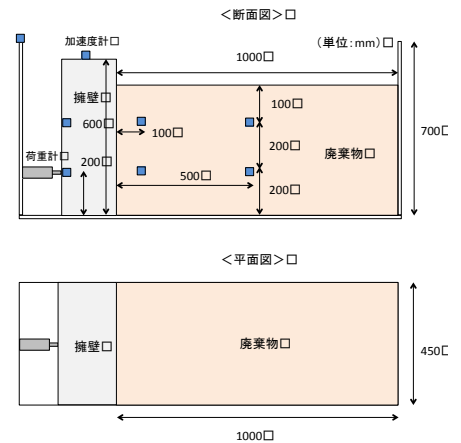


図1 試験装置の概要



図2 実験の状況

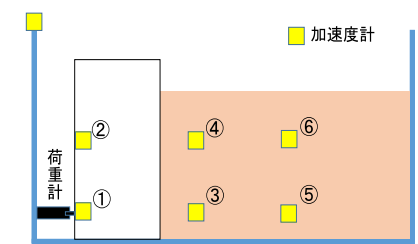


図3 加速度計入力位置

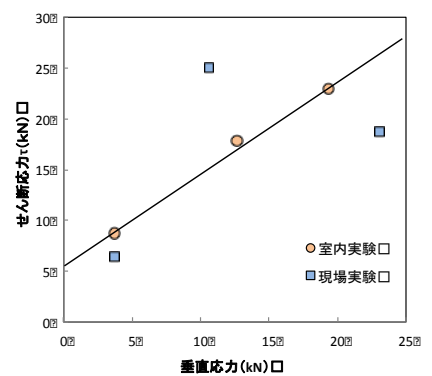


図4 垂直応力-せん断強度
(中国地方・安定型処分場)

囲内にあり、垂直応力—せん断強度の関係も直線状になり、室内試験により適切な c 、 ϕ が求められていると考えられる。地震時主働土圧の算定では、粘着力が無視されるため、廃棄物試料の室内一面せん断試験から得られた内部摩擦角 42.5° のみを用いる。図5に安定型処分場の試料による振動台実験結果を示す。廃棄物地盤は見かけ上の粘着力を有し、静止時には自立して水平土圧が作用しない状態であった。10cm以上のプラスチック等が混入した廃棄物地盤では、水平震度が1を超えるような条件(通常の土木設計では0.12~0.24)で無い限り、地震時に擁壁に作用する水平土圧は、土砂地盤より小さい。図5に測定

結果の一例を示す。入力加速度と荷重計を設置している擁壁の固定点(加速度1)はほぼ同じ振動レベルを維持している。これに対して擁壁は完全に固定されていないため、擁壁上部に設置した加速度4と地盤中の加速度は入力加速度よりも大きな値を示す。また、廃棄物層は全体が同じように振動していることがわかる。震度法では粘着力が無視され、土質定数としては内部摩擦角と土の単位体積重量によって地震時土圧が算定される。ここでは、粘着力のない乾燥豊浦砂(相対密度90%)で同様の条件で行われた振動台実験の結果¹⁾を参考として比較を行う。乾燥豊浦砂での実験と物部岡部式による地震時土圧算定の結果の比較を図6に示す。計算では、相対密度90%の豊浦砂のピーク強度(内部摩擦角 51°)を用いた。水平震度が0.2のときに算定結果と実験値がほぼ一致するが、水平震度が大きくなると算定結果が次第に大きくなる。したがって、通常の土木設計で用いられる0.12~0.24程度の震度なら、粘着力のない砂質土に対して、物部岡部式による地震時土圧算定式が適用できる。一方、廃棄物試料の振動台実験と地震時土圧算定の結果を図7に示す。地震時土圧の算定値はいずれの水平震度においても実験結果より大きな値を示す。これは、プラスチックを含む廃棄物層が粘着力を有し、砂質土に比べて粘り強い構造をしているためであると考えられる。

このように、廃棄物地盤の地震時の斜面安定計算や擁壁等の安定計算においては、土砂地盤で用いられる震度法を用いると土圧を安全側に評価していることがわかる。

4. まとめ

本研究では、10cm以上のプラスチックが混入した廃棄物地盤の振動台模型実験を行い、廃棄物層の耐震性を検討するために物部岡部式の適用性を検証した。検証結果より、物部岡部式を用いることにより廃棄物地盤の耐震性の検討を行うことが可能であることが分かった。今回は粘着力を考慮しない物部岡部式を用いたので、今後は粘着力を考慮して今回の結果と比較し、より適用性が妥当なものか検討を行っていきたいと考えている。

参考文献

1)渡辺健治ほか:「模型実験による地震時土圧に関する一考察」第26回地震工学研究発表会講演論文集, pp.745-728, 2001年

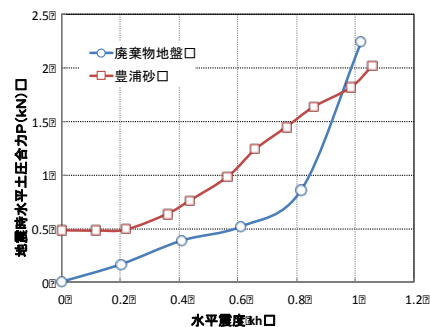


図4 中国現場試料による振動台実験結果
(10cm以上のプラスチックが混入)

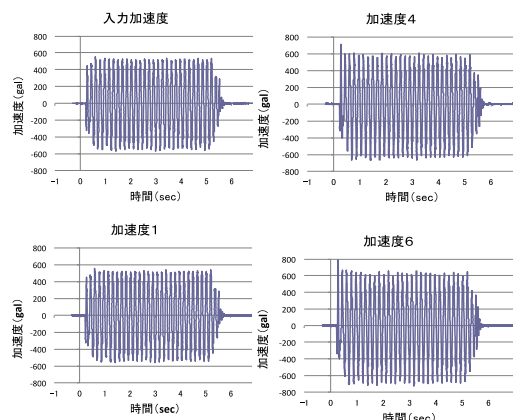


図5 測定結果の一例

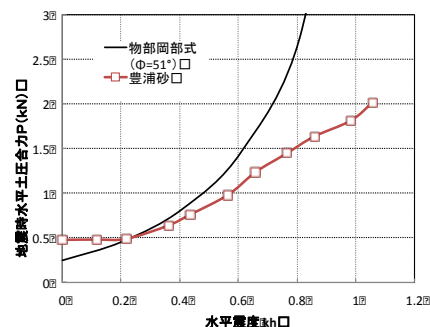


図6 豊浦砂の振動台実験結果と地震時水平土圧の算定結果の比較

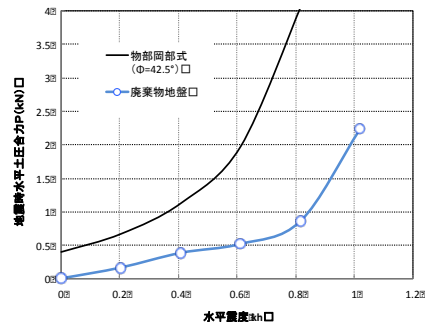


図7 廃棄物試料の振動台実験結果と地震時水平土圧の算定結果の比較