

固定矢板の浸透破壊に関する実験と弾塑性有限要素解析

Failure of sheet pile wall in sand by seepage pressure

田中 忠次*

張 善姬*

小松 宜紘*

TANAKA Tadatugu

ZHANG Shanji

KOMATU Takahiro

1. はじめに

浸透破壊による被害は、フィルダムや溜池の堤防のような構造物から、河川工事や港湾工事に利用される矢板のような仮設構造物にいたるまで広範囲に及ぶ。本研究では、矢板を固定した場合の定常流浸透破壊の実験と弾塑性有限要素法による崩壊解析を検討した。

2. 室内模型実験

実験装置は横 100 cm、高さ 50cm、奥行き 20cm の箱型であり、側面は厚いガラスである。実験槽本体以外には、上流側には注水槽、下流側には排水槽が付属している。

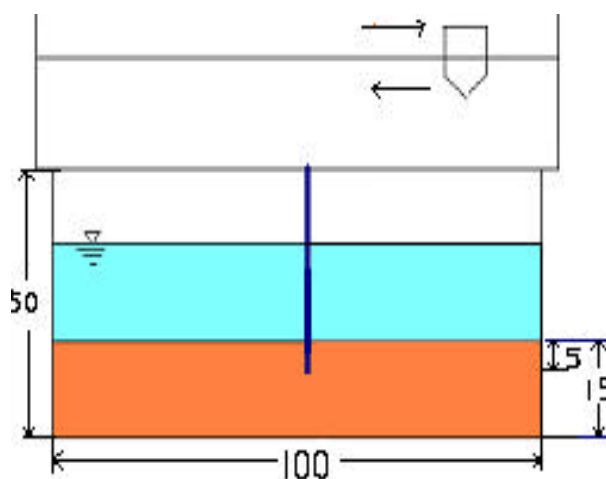


図1 実験装置 (単位 cm)

矢板には、厚さ 0.3cm の軽量なアルミ板を使用し、実験槽の中央、底面より 10cm の位置に設置した。矢板が実験において発生する外力に対して固定条件を保証するために、矢板とガラス面の接している部分をシリコン製の接着剤を用いて固定した。

地盤部分は気乾状態の豊浦標準砂を用い、水中落下法で平均の高さが 15cm に作成した。また、地盤の挙動を観測するため、着色した標準砂薄層を等間隔に作成した。相対密度 2% ~ 11% の緩詰め条件で 3 回実験を行った。

実験では、下流側を 1cm / 1 時間で下げ、上流側と下流側の水頭差を大きくしていき、着色砂層や地盤表面の変化から、目視により破壊を判定し、そのときの水頭差を破壊水頭差とした。

3. 有限要素解析

本有限要素解析には、ひずみ硬化・軟化、せん断帯幅、異方性を考慮した構成式を採用し、非線形解法には implicit-explicit 型の動的緩和法とリターンマッピング方を結合した方法を用いた。解析では、まず、浸透解析によって、浸透力を求めた。次に、浸透力を外力として増分的に与え、破壊までの解析を行った。地盤材料の材料定数は初期弾性係数を 800 kgf/cm²、せん断帯幅を 0.3cm とした。収束判定には荷重ノルム 0.001 を用いており、10,000 回の繰り返し計算を行った。

図2は解析に用いた有限要素メッシュで、要素数 550、節点数 608 である。さらに、アルミ壁体

*東京大学大学院 Graduate school of Tokyo University

及び側壁、底部と接している要素については摩擦角を 6° と設定した。

4. 結果及び考察

実験結果を表 1 に記す。

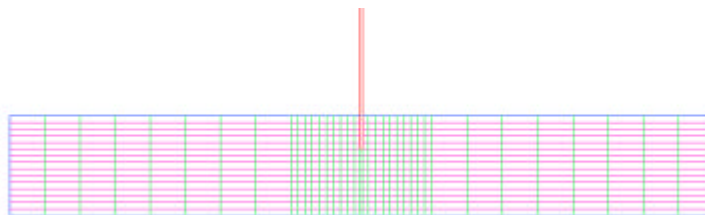


図 2 有限要素メッシュ

	実験 1	実験 2	実験 3
相対密度(%)	2.0	10.7	6.0
実験・破壊水頭差 (cm)	14.5	14.0	14.0

表 1 実験結果

実験結果から、この 3 回の実験については再現性があると判断できる。

解析結果から破壊を判断する基準としては、矢板付近の地盤表面節点の鉛直変位を用いた。すなわち、解析で地盤表面の変位が一番大きかった、矢板から 1cm 離れた節点の変位とした。図 3 はその節点における水頭差と変位の関係であり、3 回とも 12 cm ~ 13cm で破壊が見られる。

図 4 は解析による地盤の変位図である。実験と解析はよく一致した。最大せん断ひずみコンター図(図 5)は矢板最下端部から斜め上方に剪断帯が発達していることを表した。

5. まとめ

本有限要素解析が実験を十分表現できており、浸透破壊現象について有望な解析手法であることが示された。今回の実験においては、破壊を目視によって判定しているので、地盤の微小な変位を測定できていない。今後地盤条件を変え様々な測定を実施していく所存である。

参考文献

- 1) 田中忠次 わかりやすい土質力学原論 p.109 ~ p.154 有限要素法による変形・安定解析 土質工学会(1992)
- 2) 河上房義新編 土質力学 丸善株式会社(1971)
- 3) 最上武雄、福田秀雄共編 現場技術者のための土質力学 鹿嶋出版会(1967)
- 4) 地盤の浸透破壊のメカニズムと評価手法に関するシンポジウム発表論文集 社団法人地盤工学会(2002)

比較水頭

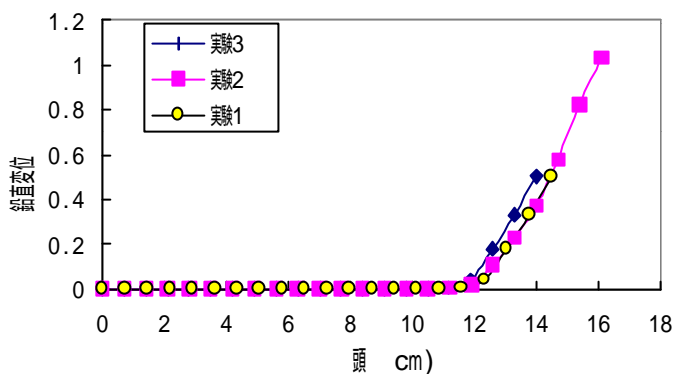


図 3 水頭差による地盤表面の変位

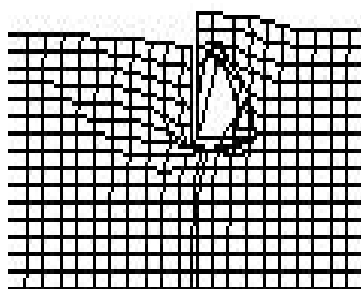


図 4 計算された変位

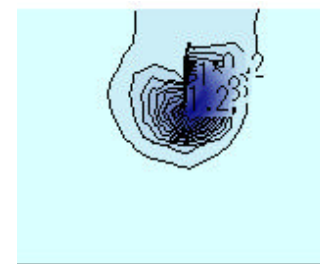


図 5 最大せん断ひずみコンター