

樋門周辺堤防の抜け上がり量とゆるみ分布状況の検討

国立研究開発法人土木研究所

正会員

○吉田 直人、平林 学
石原 雅規、佐々木哲也

1. 目的

樋門等構造物周辺堤防は、連続した堤防区間に比べ、空洞などが形成されやすく、洪水に対して弱点となる場合がある。特に、基礎地盤が軟弱な箇所では支持杭基礎を用いて設置された構造物が多く、支持杭基礎の場合、構造物は沈下しないため、その周辺堤防が沈下すると、不同沈下が生じ、構造物周辺でゆるみや空洞が生じやすい¹⁾。本研究では、樋門函体周りに生じるゆるみに着目して、軟弱地盤上に杭支持で設置された函体およびその周辺堤防を模擬した遠心力模型実験を行い、抜け上がり量とゆるみの発生過程について検討した。

2. 実験方法

実験は、土木研究所の遠心力載荷試験装置を用いた。模型スケールで幅 800mm、奥行き 400mm、高さ 600mm の土槽の中に基礎地盤、樋門の函体、支持杭、堤体の模型を 1/80 スケールで作製し、80G の遠心加速度を与えることで、圧密させた。なお、以降に示す数値は、断りがない限り、実物スケールに換算したものである。実験模型の模式図を図-1 に示す。模型は杭支持の 5m×5m の樋門函体と周辺地盤を模擬したもので、20m の厚さ 20m 基礎地盤の上に、厚さ 8m の堤体を設けた。樋門函体は、石膏で作製し、φ1.28m のアルミ棒 6 本の杭を介して、土槽底面に固定した。

実験条件を表-1 に示す。基礎地盤はカオリン粘土砂特 8 号の混合土、堤体には礫分をふるい分けして除去した山砂を用いた。基礎地盤に使用した粘土は、事前に真鍮棒を用いて、遠心場において予備圧密した。堤体は、山砂を土槽外で締固め度約 90%に締固め、凍結させて作製し、予備圧密後の基礎地盤の上部に設置し、解凍して作製した。

実験の計測項目を表-2 に示す。実験は、遠心加速度上昇時の載荷速度 0.1G/min とし 80G まで上昇させ、その後 80G で、遠心場で圧密時間が 50 年となるまで圧密を行った。実験中は、カメラで標点を撮影し、実験後に画像から地盤の変位量を求め、体積ひずみを算出した。標点は、φ4mm (実寸大) を 0.8m 間隔で、土層ガラス面に設置した透明のフィルムに、グリスを塗って貼り付け、それを模型地盤に密着させることで設置した。なお、カメラの画像から標点の移動量を読み取った結果は、実験前後の位置計測により、実測の変形量を概ね示していることを確認している。標点の移動量から求めた体積ひずみを、地表面の沈下量、抜け上がり量とともに整理した。

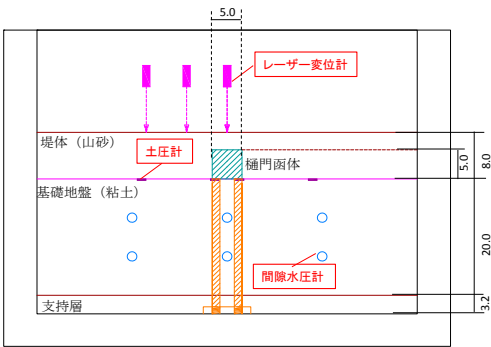


図-1 実験模型の模式図 (単位:m)

表-1 実験条件

基礎地盤 (粘土) -実験前-	含水比 w (%)	37.2
	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.298
	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.617
	先行圧密応力 (kN/m ²)	172.3
	間隙比 e (実験前)	1.058
	間隙比 e (実験後)	0.636
堤体 (山砂)	含水比 w (%)	14.66
	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.566
	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.702
	締固め度 D_r (%)	89.7

表-2 計測項目

計測項目	計測内容	設置数等
レーザー変位計	地表面の抜け上がり量	3点 (樋門函体直上、脇、離れ)
土圧計	函体底面の空洞確認	4点 (樋門函体下)
間隙水圧計	基礎地盤の状態把握	6点 (樋門函体下、断面左右)
評点 (画像)	地盤の変位量	0.8m間隔

キーワード 樋門, ゆるみ, 圧密, 抜け上がり, 遠心力模型実験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所土質・振動チーム TEL 029-879-6771

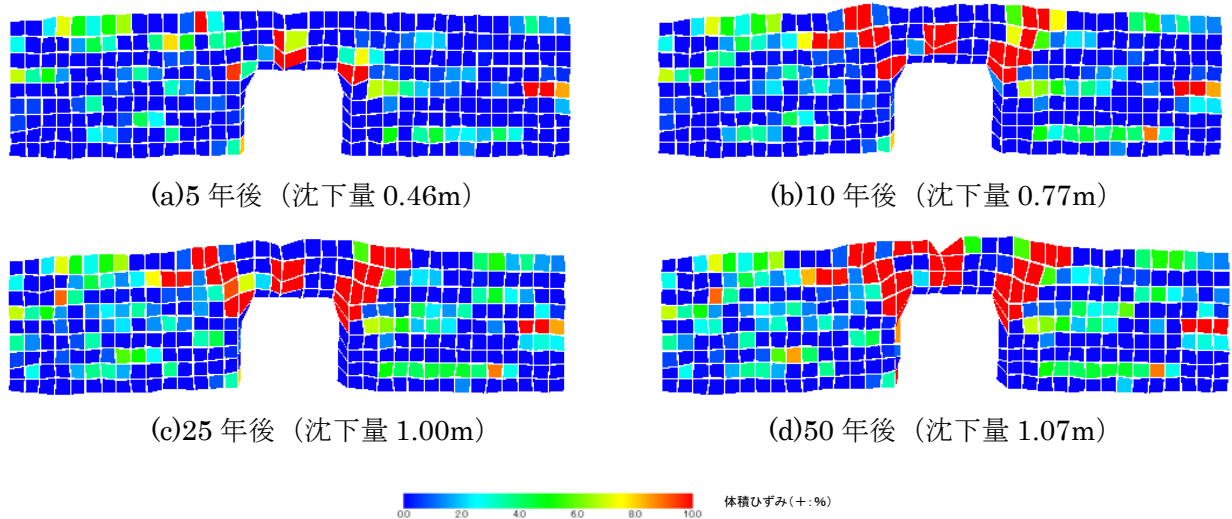


図-2 実験模型の断面図

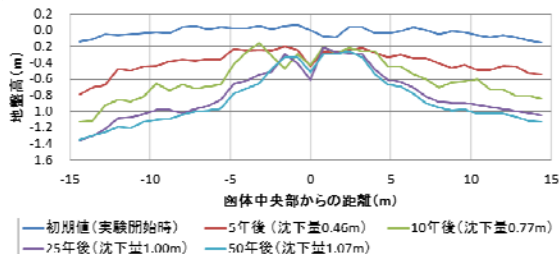


図-3 地表面の形状変化

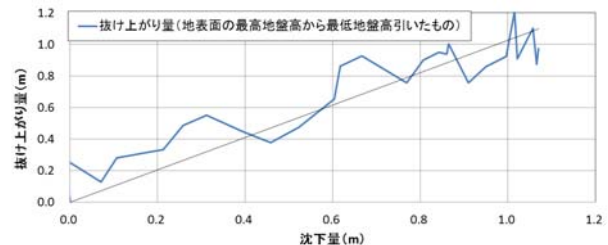


図-4 沈下量と抜け上がり量の関係

3. 実験結果

ゆるみの現地調査事例からのゆるみ領域の分布²⁾は、函体上方隅角部から斜め上方向に集中する傾向や、函体側方部からの離れ0.5mまではゆるみを生じているところが多いことが確認されている。図-2は、標点の移動量から求めた地盤の体積ひずみを示している。本実験結果においては、函体側方については、標点の設置間隔により1要素が0.8mとなっているため、函体側方の細部のゆるみについては捉えられていない可能性がある。函体上方については、函体上方隅角部から斜め上方向に5%以上の体積ひずみが生じている箇所が集中し、現地調査事例と同じ傾向が確認された。図-4に、沈下量と抜け上がり量を示す。沈下量の増加に伴い、抜け上がり量は増加する。図-3に示す地表面の形状変化と合わせてみると、抜け上がり量の増加に伴い、ゆるみ範囲が拡大していく状況がわかる。地表面の形状は、函体から近い位置で大きな勾配を示し、離れると緩やかな勾配を示す。函体から近い位置で地表面に大きな勾配を示す範囲に、体積ひずみが10%以上のゆるみが分布する結果となった。

4. まとめ

軟弱地盤上に杭支持で設置された函体およびその周辺堤防を模擬した遠心力模型実験の結果、堤体のゆるみについて、抜け上がり量の増加に伴い、ゆるみは上方隅角部斜め上方向に生じた。その範囲は、函体近くの抜け上がりによる地表面のけいじょうが急勾配となる範囲に一致していた。今後、地盤の種類や現地調査事例との比較を行い、抜け上がり量とゆるみの分布状況の関係について検討を進めていく。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局治水課：樋門等構造物周辺堤防詳細点検要領，平成24年5月
- 2) 荒金聡，森啓年，齋藤由紀子，佐々木哲也：樋管周辺堤防のゆるみによる浸透特性への影響，河川技術論文集，第16巻，2010年6月