

土質や締固め度がパイピング破壊に与える影響に関する一考察

独立行政法人土木研究所 正会員 ○高田 尚秀, 森 啓年, 齋藤 由紀子
同 上 正会員 古本 一司, 小橋 秀俊

1. はじめに

河川堤防を横断して設置される樋門等構造物は、それ自体に堤防としての機能を求められるが、軟弱地盤上に支持杭基礎で設置した場合には、周辺地盤の沈下などによる函体底版周辺の空洞化や堤体の緩みの発生により、洪水時に堤体と構造物との境界部で水みちが形成されやすく、弱点箇所になりやすいとされている。

樋門等構造物では、浸透流に対して安全となるように、遮水工を設置することで必要な浸透経路長を確保することとされているが、パイピング破壊に至るメカニズムについて十分に明らかにされているとはいえない。

本論文では、砂地盤において樋門底面部の空洞をモデル化した模型を用いて、パイピング破壊を生じさせる実験をおこなった結果から、鉛直方向の遮水工の効果に着目して、土質や締固め度がパイピング破壊に与える影響について報告する。

2. 実験方法

(1) 模型作製

実験は幅、8.0m×高さ2.6m×奥行き1.9mの土槽内に図-1に示す模型を作製して、表-1に示す5ケースについて実験をおこなった。

土質材料には、茨城県稲敷郡江戸崎町で採取した山砂と茨城県かすみがうら市で採取した川砂の2種類を用いた。図-2に土質材料の物理特性を示す。

模型地盤の作製は、一層の仕上がり厚を0.4mとして、人が踏み固めることによりゆるく作製する場合（締固めなし）と一層の仕上がり厚を0.2mとして、振動コンパクターを用いて2往復以上締固める場合（締固めあり）の二通りとした。

空洞部にはジオテキスタイル（厚さ3mm、透水係数は $3.6 \times 10^{-3} \text{m/sec}$ ）で包んだ $\phi 30 \sim 40 \text{mm}$ の碎石を設置して、閉塞しないようにした。

樋門底面部に相当する水平の遮水板と遮水工に相当する鉛直の遮水板には、木製合板（厚さ24mm）を用いた。鉛直の遮水板は奥行き方向全面に設置している。いずれの遮水板も接触部は、漏水が生じないように十分に止水処理を施した。水平の遮水板にはコンクリートブ

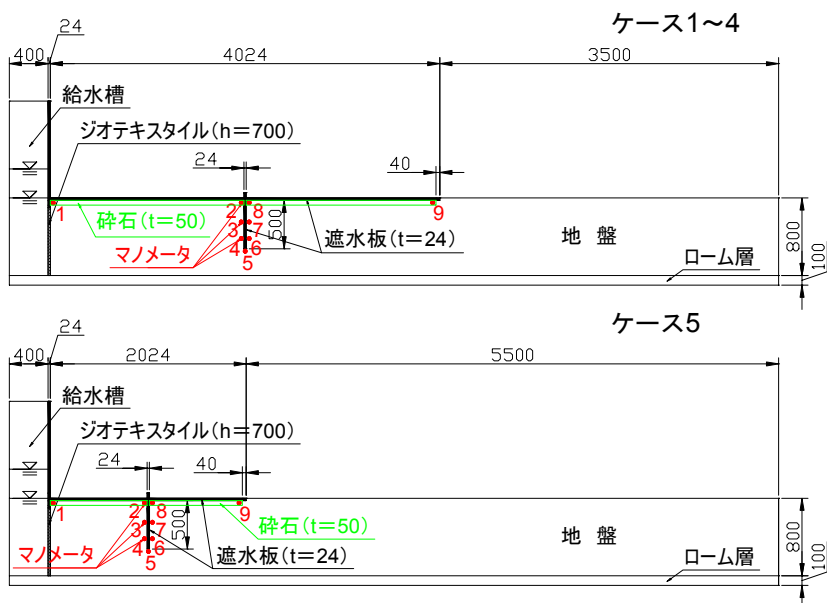


図-1 模型断面図

表-1 実験ケース

	土質材料	地盤の締固め	乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	締固め度 D_c (%)	樋門長さ (m)
ケース1	山砂	なし	1.360	81.5	4.0
ケース2	山砂	あり	1.481	88.8	4.0
ケース3	川砂	なし	1.449	88.8	4.0
ケース4	川砂	あり	1.490	91.4	4.0
ケース5	川砂	あり	1.491	91.4	2.0

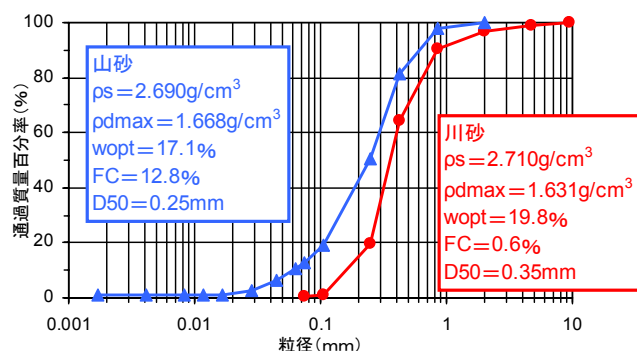


図-2 土質材料の物理特性

キーワード：模型実験, パイピング, 遮水工

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6, tel. 029-879-6767, fax. 029-879-6798

ックを載せ、実験時の変位を防止した。

（２）実験方法

実験方法は、最初に給水槽の水位を0.9m（模型地盤上面）に保ち、24時間以上通水して模型を飽和させる。その後、模型右端は水位を0.9mに保ちつつ給水槽の水位を上昇させ（0.05 m）、マノメータの水位が安定するまで放置した後、マノメータの圧力水頭を観測するという作業を、パイピングが発生するまで段階的に繰り返した。

3. 実験結果

（１）浸透経路長と圧力水頭

図－3に浸透経路長と圧力水頭の関係を示す。浸透経路長の算出にあたり、浸透流は空洞部を通り遮水板に沿って回り込むと仮定している。

空洞部においては浸透経路長によらず圧力水頭にほとんど変化がない。本実験のように空洞部が生じた場合、水平方向の浸透経路長による圧力水頭の低下は期待できず、鉛直方向の浸透経路長による圧力水頭の低下が主となる。

（２）遮水工の効果

全てのケースにおいて、遮水工による圧力水頭の低下量は、前面より背面の方が大きい。これは、鉛直方向の遮水工を回り込む浸透流は、上向きの方が生じにくいことを示している。

また、図－4に水位差と遮水工前後の圧力水頭差の関係を示す。水位差は給水槽直近のマノメータ1の測定値と模型地盤上面における水頭との差とし、遮水工前後の圧力水頭差はマノメータ2と8の測定値の差とした。遮水工前後の圧力水頭差の変化は、土質や締固め度の違いによる差異がほとんどみられなかった。

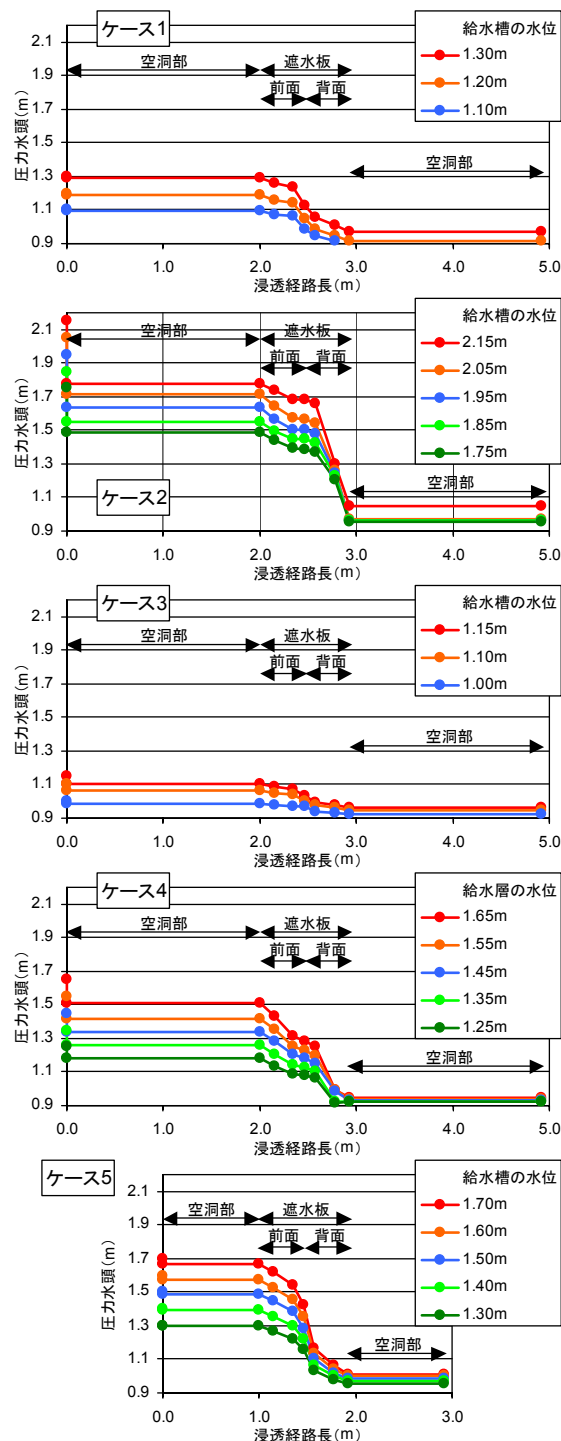
一方、パイピング破壊が発生する水位差は土質や締固め度により異なる。本実験では山砂より川砂の方が、また締固め度が小さい方が、小さい水位差においてパイピング破壊が発生した。パイピング破壊が土質や締固め度に影響を受ける理由として、空洞部端における圧力水頭が上昇して発生することから、空洞部端の地盤の強度が大きく影響するためと考えられる。

4. おわりに

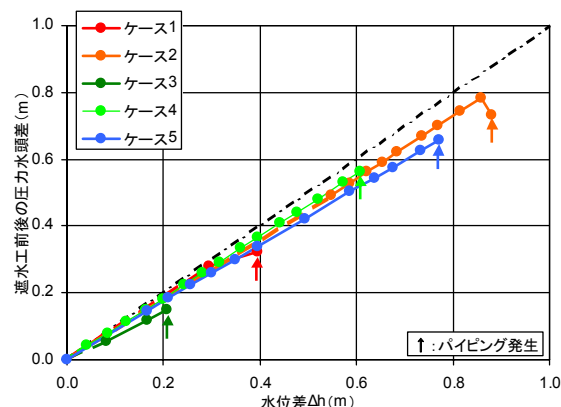
砂地盤において樋門底面部の空洞をモデル化した模型を用いた実験においては、以下のような結果が得られた。

- ・ 遮水工前後の圧力水頭差の変化は、土質や締固め度の違いによる差異がほとんどないこと
- ・ パイピング破壊が発生する水位差には、土質や締固め度の違いが影響すること

今後も模型実験によりパイピング破壊のメカニズムを把握し、合理的な設計法の確立に取り組みたい。



図－3 浸透経路長～圧力水頭の関係



図－4 遮水工による圧力水頭の変化