

樋管構造物周辺に発生するゆるみと浸透に関する模型実験

(独) 土木研究所 正会員 ○谷中 仁志 同 正会員 齋藤由紀子
(独) 土木研究所 正会員 古本 一司 同 正会員 小橋 秀俊

1. はじめに

河川堤防を横断して設けられる樋門・樋管構造物（以下、樋管という）は、洪水時に堤体との境界部で浸透流が卓越し水みちが形成されやすく堤防の弱点箇所となることが多い。特に、軟弱地盤上に杭により支持された樋管周辺堤防においては、堤体土との重量・剛性などの相違から、周辺地盤との間に空洞やゆるみが生じる事例が多く、これらは洪水時の浸透に対する堤防の安全性に重要な影響を及ぼすため、早急で効果的な対策工法の確立が求められている。

本報では、軟弱地盤上で杭により支持された樋管周辺堤防における、地盤沈下時のゆるみ発生状況、並びに洪水時の安定性を把握するために実施した模型実験の結果を報告する。

2. 実験内容

(1) 模型の概要

実験模型は、図-1に示すように、厚さ 1.0m の基礎地盤内に、樋管を模擬したプレキャストボックスカルバート（幅 45×高さ 46×長さ 200cm、3連、以下樋管という）を埋め込んだ。さらに、その上に高さ 1.1m、のり勾配 1:2 の半断面の堤体を製作した。樋管は杭により支持されている。基礎地盤および堤体模型に用いた材料の土質特性を表-1に示す。模型の製作にあたっては、締固め度が 90%程度となるように堤体及び基礎地盤の締固めを行った。

(2) 実験手順

a) ゆるみの発生状況の把握

基礎地盤には、図-1に示すように底部に堤体の敷幅分の発泡スチロール（厚さ：最大5cm、のり尻方面に向けて厚さを減少させた。）を敷設し、この発泡スチロールをリモネン液を用いて溶かすことにより地盤沈下を再現した。投入量は合計15リットルであった。その後、堤体表面、樋管下での沈下量を沈下板等により測定するとともに、堤体内のゆるみの発生状況を把握するため土検棒¹⁾を用い、数カ所で貫入試験を行った。

b) 浸透に対する安定性の把握

a)が終了後、基礎地盤を72時間かけて飽和させた後、堤体内に水を浸透させるために、パイピングに至るまで給水層の水位を上昇（上昇速度：1m/h）させた。実験中は、堤体内の圧力水頭をマンメータおよび間隙水圧計を用いて計測した。また、パイピング発生後、堤体内、基礎地盤内の水位を低下させ、堤体内のゆるみ発生状況を把握するため、a)と同様に数カ所で貫入試験を行った。

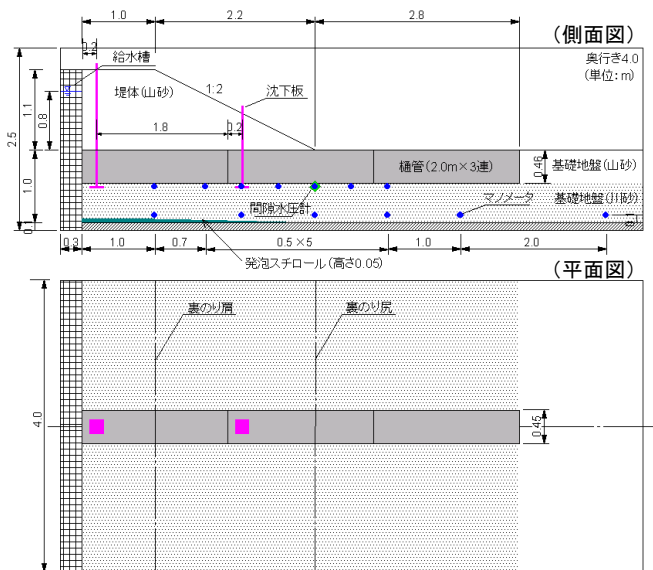


図-1 実験模型

表-1 土質特性

土質材料		山砂	川砂
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)		2.725	2.706
粒度構成	礫分(%)	0.0	11.4
	砂分(%)	95.9	87.3
	シルト・粘土分(%)	4.1	1.3
締固め特性	ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.685	1.681
	w_{opt} (%)	17.6	18.6

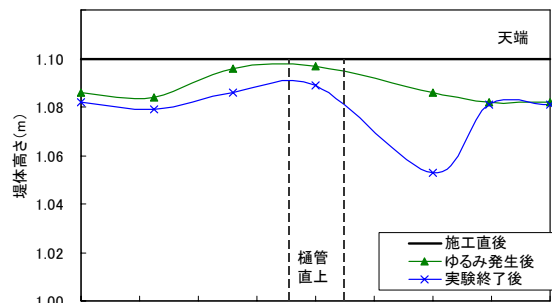


図-2 天端での沈下量

キーワード 河川堤防、樋管、浸透、漏水、空洞

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所材料地盤研究グループ (土質) Tel029-879-6767

3. 実験結果と考察

(1) ゆるみの発生状況

図一2に天端での沈下量を示す。図から樋管上部は殆ど沈下せず、周辺が沈下している様子が分かる。また、樋管下の沈下量は4.5cmであったことから、樋管下に空洞が生じていることが確認された。一方、天端での沈下量は、地盤沈下量5cmに対し最大で2cm程度であることからゆるみが発生していることが予想された。図一3に貫入試験結果を示す。貫入抵抗が 0.8 MN/m^2 より小さい(赤線より左側)と概ね地盤が弱いことを示すが、図に示すように樋管から離れた箇所では、模型製作当初の密度を保っているが、樋管近傍では、特に樋管の肩よりやや外側上部で貫入抵抗が殆ど無くなっており、ゆるみが発生していることが想定された。

(2) 浸透時のパイピング発生状況

給水層水位を上昇させ始めてから52分後に堤体のり先約80cmの樋管近傍から徐々に漏水が始まった。そして、82分後に噴砂が顕著となった(図一4)。その後、噴砂規模をさらに拡大しつつ発生位置が徐々に堤体に近づいたところで実験を終了した。

漏水開始時並びに噴砂が顕著となったときの水位分布並びに、堤体のり尻直下で樋管の下に設置した間隙水圧計により計測した間隙水圧の値をそれぞれ図一5、6に示す。給水層の水位上昇とほぼ同じくらいの速度で水位上昇を示していることから、樋管下が発生した空洞により浸透が助長されていることが確認された。

間隙水圧計の箇所と、漏水発生箇所の位置は若干異なるが、図一6に示す値を用いて、漏水発生時(実験開始52分後)の鉛直方向の局所動水勾配を計算すると $iv=0.69$ 、噴砂拡大時(同92分後)の値は $iv=0.94$ であった。一方、河川堤防におけるパイピングに対する安定性の基準は 0.5 以下²⁾となっており、同基準は概ね妥当であると考えられる

図一7には、水位低下後に実施した土検棒での貫入試験結果を示す。実験終了後のり尻付近で堤体の小規模な陥没が発生したが、貫入試験の結果からものり面の直下で大きなゆるみ領域が発生していることが確認された。噴砂による基礎地盤材および堤体材の吸い出しが主な原因と考えられる。

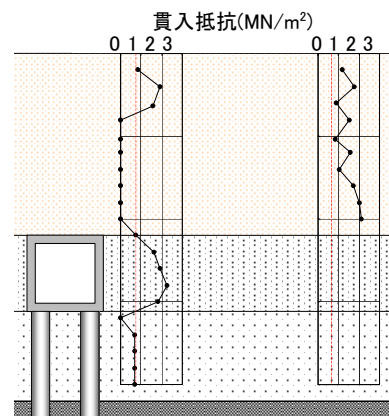
4. まとめ

実験の結果、地盤沈下による樋管周辺の空洞・ゆるみ領域の発生状況ならびに樋管周辺のパイピング現象について確認することができた。

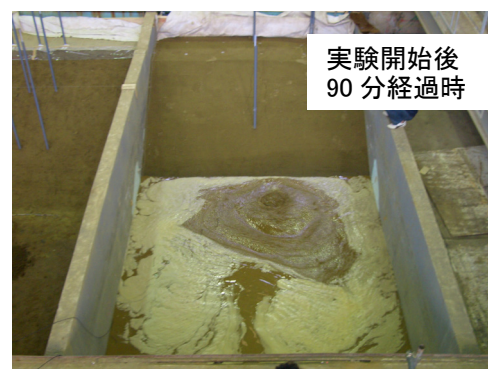
今後は引き続き、樋管周辺堤防の安定度評価手法や効果的な対策手法について、検討を進める予定である。

参考文献

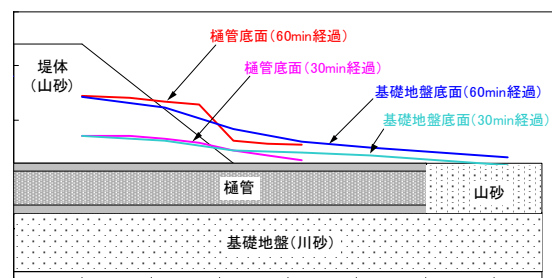
- 1) 佐々木ら: 斜面の土層深さとせん断強度の簡易試験法の開発、平成14年度応用地質学会論文講演集、pp359-362
- 2) 河川堤防設計指針: 国土交通省河川局治水課、H14.7



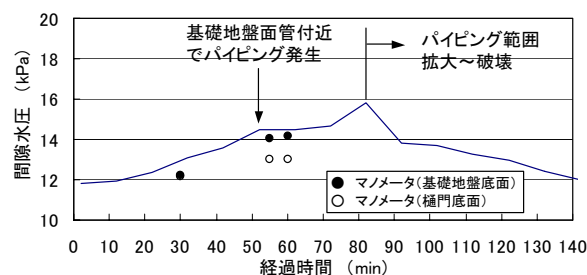
図一3 貫入試験結果



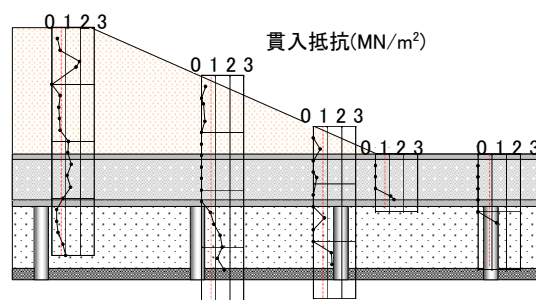
図一4 噴砂の様子



図一5 水位分布



図一6 間隙水圧の変化



図一7 水位低下後の貫入抵抗