

低湿地堤防の樋門に関わる災害と恒久的安全対策に関する一考察

(株)エーティック 正会員 ○瀬川 明久, 港 高学, 掛村 拓史
日本大学理工学部 正会員 吉川 勝秀

1. はじめに

低湿地堤防の杭基礎樋門では、周辺地盤との不同沈下に起因する漏水やパイピングに繋がりがやすい変状が見られ、実際に破堤災害が発生した事例もある。本文では、連続堤防の弱点部になりやすい樋門箇所の安全対策に関して、既往研究分野に少ない樋門漏水に関する事例分析を加え、今後の恒久的で抜本的な安全対策について考察する。

2. 樋門漏水の実態

開削調査結果(平均設置年数 21.4 年)から、樋門周辺の土質、不同沈下及び空洞化の関係について表-1 に示した。表から不同沈下は全体の 84%, 空洞は 68%で確認され、また全樋門で変状が認められた。

表-1 基礎地盤と不同沈下量

地盤系	箇所数	平均樋門長(L)	平均堤防幅(B)	平均最大盛高(MH)	軟弱層厚	L/B	MH/B	樋門周辺不同沈下量			函体不同沈下量	空洞箇所数		
								地表	函体上部	函体基礎		あり	なし	不明
泥炭系	13	22.7	28.0	7.5	19.0	0.83	0.27	(12)0.20	(11)0.55	(11)0.29	(9)0.25	10	1	2
粘性土系	12	24.8	24.3	7.4	13.8	1.07	0.31	(9)0.22	(10)0.36	(9)0.25	(8)0.21	9	2	1
平均(計)	25	23.7	26.2	7.4	16.8	0.94	0.29	(21)0.21	(21)0.47	(20)0.27	(17)0.23	19	3	3

不同沈下と変状の進行状況を推定するため、A 樋門の函体側方 1.0m 離れで鉛直方向に 3 点観測した結果が図-1 である。一次圧密は約 2 ヶ月で終了しているが、2 次圧密は 4 年経過後も同じ傾向で沈下が継続し、変状拡大も進行しているものと考えられる。

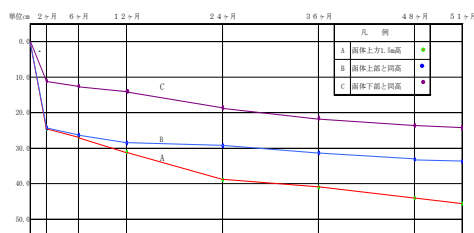


図-1 A 樋門周辺土層の沈下動態

変状形態を見ると、写真-1 は、堤防表面の抜け上がりであり、函体底版付近から繋がっている変状である。

写真-2 は、底版下の空洞であり、平時より浸透水が



写真-1 B 樋門の抜け上がり

疎通していると推定される。写真-3 は、堤防天端から 1.0m 低い水位で杭基礎樋門箇所が破堤したものであり、地表部に泥炭層、その下層に緩い火山灰質砂が分布していることから不同沈下による空洞化が発生し、パイピングや法すべりにより破堤に至ったと推定されている。



写真-2 C 樋門の底版下空洞

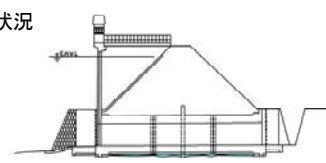
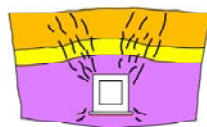


写真-3 D 樋門周辺漏水による決壊

3. 樋門周辺の漏水メカニズム

樋門周辺の圧密沈下進行に伴う変状の発達過程モデルを図-2 に示した。変状は施工中の 1 次圧密進行中から発生し、2 次圧密沈下に伴う変状拡大により、更に漏水への危険性も増大していくと考察される。

① 1 次圧密終了後の変状状況



② 2 次圧密進行中の変状状況

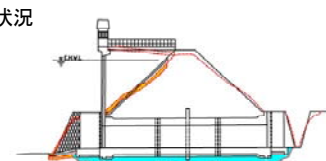


図-2 樋門周辺の変状の発達過程モデル

4. 樋門漏水の課題

泥炭性軟弱地盤の地盤沈下や盛土による圧密沈下を抑止することは技術やコスト面から非現実的である。また樋門漏水の 2 次的対策としての地盤改良工なども地盤沈下に対しては、長期的に遮水機能が低下して漏水危険度は次第に増大する。一方、洪水防御地域には人口と資産の蓄積が著しいことなどから、氾濫は確実に防止する必然性が存在する。これらの問題に対しては、単独的な対策から多面的で総合性のある新しい施策が必要と考えられる。

キーワード: 低湿地堤防, 漏水実態調査, 樋門周辺漏水, 漏水対策, 泥炭性軟弱地盤

連絡先: 〒063-0801 札幌市西区二十四軒 1 条 5 丁目 6 番 1 号 (株)エーティック TEL011-644-2845

5. 恒久的に安全性の高い樋門漏水対策

樋門漏水対策を考える上で、治水安全度に対する社会の信頼性や要請から災害が発生した場合の説明責任を回避することはできない。また降雨、洪水、地盤沈下などの外力を低減させることは困難である。従って現実的な対策は、外力条件に構造物自体で対処する方法、或いは変状や事故が発生しても被害の回避や軽減を図る方法などが考えられ、これをフローに示したものが図-3である。実際に計画検討を行う場合は、地域の社会環境や防災対策などからの実現性や経済性について十分な検討を行う必要がある。

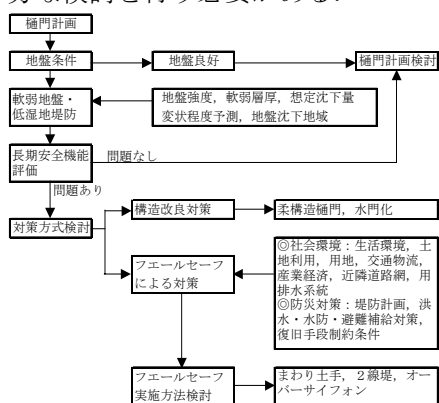


図-3 恒久的安全対策検討フロー

6. 恒久的な樋門漏水対策の事例

恒久的な対策方式には、現位置の構造改良方式とフェールセーフによる方式があり、以下に低湿地河川で実施されている事例を述べる。

(1) 柔構造樋門(写真-5)

基礎型式を空洞化が大きくなりやすい杭基礎から直接基礎に変更し、函体強化と可撓継手を採用し地盤沈下に追従しやすくして、ゆるみや空洞化を減少させる。

沈下状況などのモニタリングを行うことにより、更に適切な安全管理が可能になる。



写真-5 柔構造樋門

(2) 水門化(写真-6)

樋門を水門に構造変更し、盛土荷重による圧密沈下を抑制する。

基礎は堰柱部を杭基礎とし、翼壁などとは可撓継手で連結して沈下



写真-6 水門化

の影響を軽減するものであり、小貝川ではカーテンウォール型の遮水壁による将門水門が実施されている。

(3) 二線堤など(写真-7, 図-4)

フェールセーフによる対策であり、本堤が決壊しても控え堤(副次堤)が氾濫水を抑止する。周辺道路嵩上げ(図-4)、まわり土手なども同じ機能目的である。



写真-7 常呂川の二線堤の例

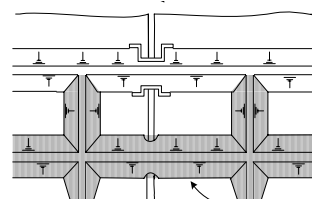


図-4 道路嵩上げ方式

(4) オーバーサイフォン(写真-8, 図-5)

堤防は遮水構造物であることから、弱点部になりやすい横断構造物を避けるため、堤防上又は架空配管により取排水を行う方式である。現況では用水施設に多いが、排水では母小島遊水池などで実施されている。



写真-8 幌向川のオーバーサイフォン

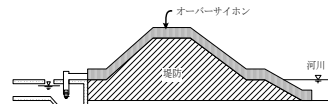


図-5 地上配管方式

7. 考察

低湿地堤防は、超脆弱な軟弱地盤上にあり、また長期的には地盤沈下が進行する地域にあるため、樋門箇所では、不同沈下と漏水災害への危険性が経時的に増加していくことが検証された。このような地域の堤防の長期的な安全確保には、過去の災害事例を詳細に検証すること及び新しい発想の技術の研究が必要と考えられるため、少数ではあるが実例を例示し、実際に実現性が高いことを示した。一方、近年の社会的背景から洪水氾濫が受忍されることはあり得ず、説明責任の重さを考慮するとき、この樋門漏水災害を確実に回避する必然性が生じている社会環境であることを認識し、恒久的に安全性の高い樋門漏水対策技術の確立が重要であると考えらる。

<参考文献等>

- ・(財)北海道開発協会：昭和 56 年洪水報告書
- ・(財)北海道開発協会：昭和 56 年洪水堤防被災状況調査資料
- ・瀬川明久：河川堤防の漏水対策技術（第3版）、北海道河川防災研究センター、2004