

不来内排水樋管における河川堤防健全度調査手法に関する一考察

川崎地質株式会社 正会員 ○大坪智博
 川崎地質株式会社 正会員 太田史朗
 北上川下流河川事務所 大沼敏治

1. はじめに

樋門・樋管構造物周辺、特に軟弱地盤上に杭により支持された樋管周辺では、樋管下の空洞、堤体のゆるみを生じる事例が多く、これらは洪水時の浸透に対する堤防の安全性に重大な影響を及ぼす可能性がある。

本報告は、平成23年3月11日の東日本大震災及び平成23年9月の出水に伴い被災した鳴瀬川水系吉田川右岸13.6k+100mの不来内排水樋管施設において実施した事前調査(①簡易動的貫入試験②パルスレーダ探査③表面波探査)と堤防開削調査結果を基に堤防健全度評価手法について考察するものである。

2. 被災概要

不来内排水樋管は、昭和45年に設置され、函体は内空2.1m×2.1mのRC構造、継手はカラー形式で、本体の全長は55.70mである。基礎形式は、杭基礎(本体:鋼管杭、翼壁及び吐出水槽:RC杭)である。

本施設は、平成23年3月の東日本大震災において門柱・翼壁部及び継手部の開口が発生し、平成23年9月の出水時に川裏法尻からの漏水、川裏法面・吐出水槽脇の堤体土の陥没が発生した。

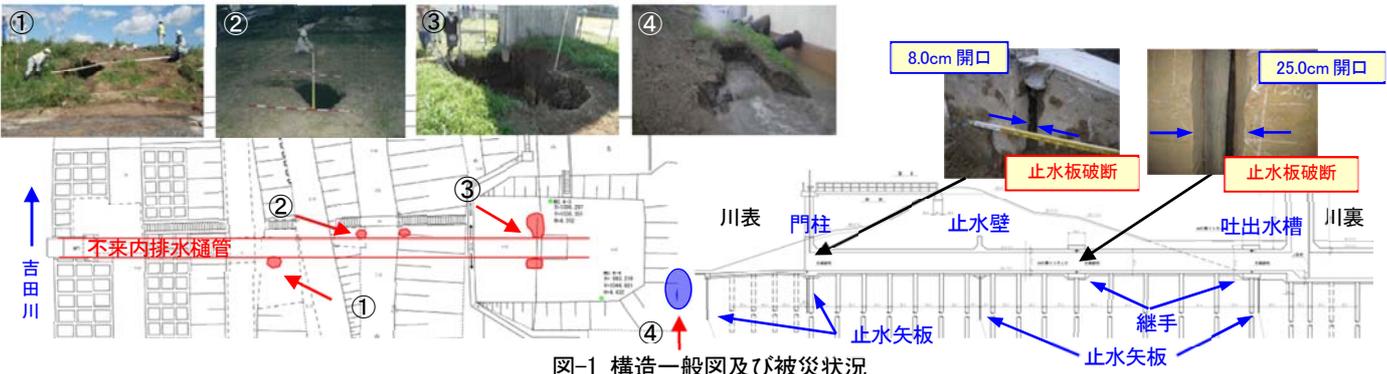


図-1 構造一般図及び被災状況

3. 事前調査及び堤防開削調査の概要

3-1. 事前調査 開削調査前に、空洞、緩みの分布を把握することを目的に簡易貫入試験、パルスレーダ探査、表面波探査を実施した。各調査概要を表-2に示す。

3-2. グラウト注入 開削調査に先立ち、開削時に亀裂や空洞の確認を容易に行うため、堤体・函体底盤にグラウトを注入した。グラウト材は、セメントベントナイト(CB)を使用し、端部はグラウト材の河川及び耕作地への流出防止を図るため、1分程度で流動性を失い固化が進行する瞬結材(珪酸3号)を混合した。グラウト注入位置を図-2に示す。

3-3. 堤防開削調査 樋管構造物周辺及びその上部の空洞・緩みを詳細に把握するため、図-3に示す掘削形態で掘削を行い、8段階に分け観察を実施した。観察対象は、函体側壁(上下流面)及び底盤とした。

表-2 事前調査の概要

調査手法	サウンディング (簡易貫入試験)	パルスレーダ探査 (国内:パルス、堤防:チャープ式)	表面波探査
概要	地中に貫入棒を打撃で押し込み、その時の打撃回数で地盤の締め具合を把握する。	電磁波を地中に透過し、空洞やゆるみからの反射波を異常反応として認識して、判別する方法。	地表面を起振し、複数の地震計により、表面波(レイリー波)を受信し、位相速度解析を行い、地盤の速度構造を求める。
適用深度	3~4m程度	1.0~1.5m(函体底版用) 1.5~5.0m(堤防用)	10m程度

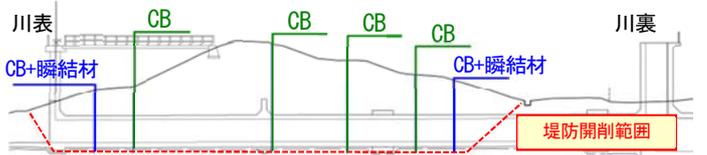


図-2 グラウト注入位置

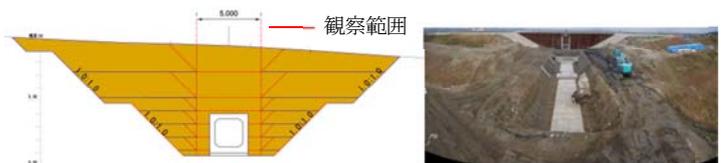


図-3 堤防掘削形態

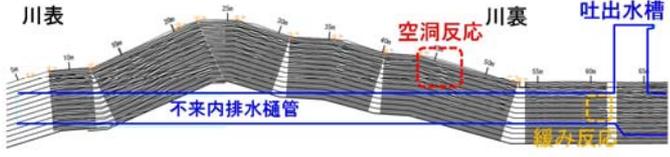
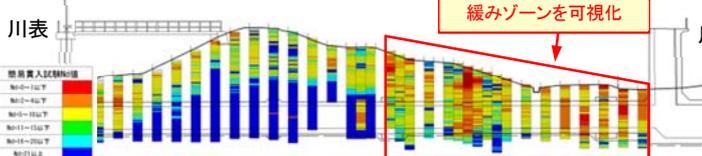
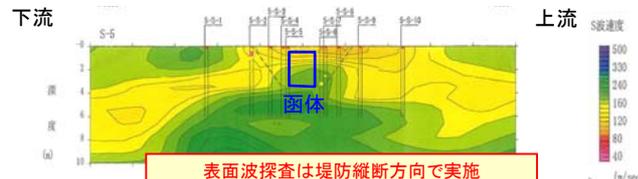
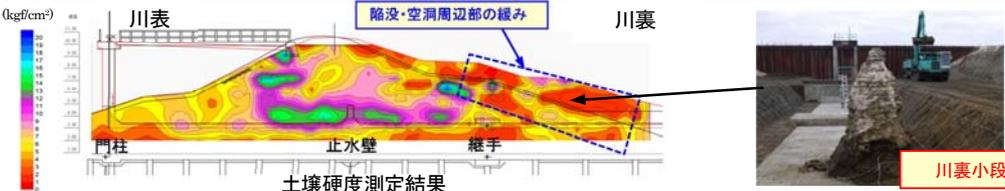
キーワード 樋管 河川堤防 パルスレーダ探査 空洞化調査 健全度調査

連絡先 〒983-0852 宮城県仙台市宮城野区榴岡三丁目4-16 川崎地質株式会社北日本支社 TEL022-792-6330

4. 調査結果及び考察

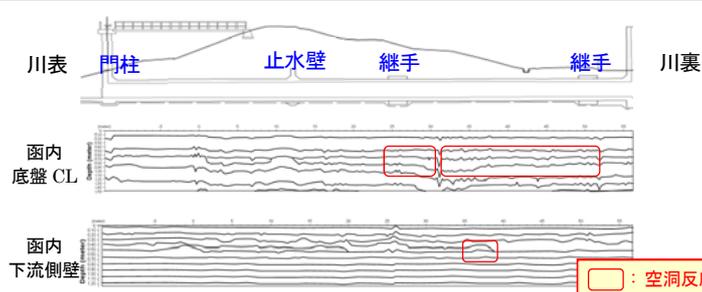
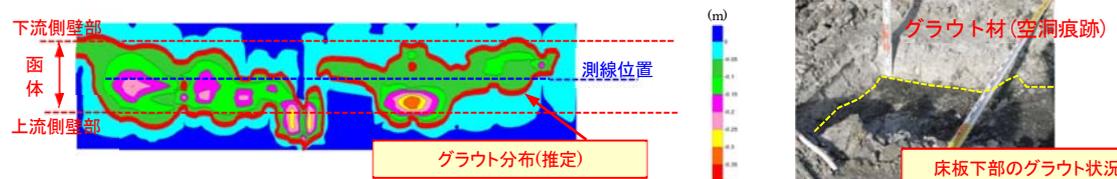
4-1. 堤体土の空洞・緩み 堤防開削調査結果より、川裏小段付近で確認された空洞及び H23. 11 に発生した陥没周辺で緩みが確認された。また、函体周辺部では、門柱周辺及び止水壁から継手部にかけて連続する緩みが確認された。堤防開削調査結果を踏まえ、事前調査結果の妥当性及び調査手法の有効性を表-3 に示す。

表-3 堤体土の空洞・緩み調査手法の比較表

対象	手法	調査結果	評価
堤体土の空洞・緩み	パルスレーダ探査		①空洞検出精度は優れ、開削調査で確認された空洞箇所でも空洞反応を検出。 ②緩みに対する反応は芳しくない。 ③空洞化調査に有効。
	簡易貫入試験		①開削調査結果と比較し、空洞・緩み箇所の整合性は良好。 ②試験を多数実施することで、ゾーンの可視化が出来る。 ③深部でややばらつきがあるが、空洞・緩み調査手法として有効。
	表面波探査		①空洞の検出は困難。 ②函体周辺で緩み傾向は確認されるが、分解能が劣るため、分布の特定は困難。
	開削調査		

4-2. 床板下部の空洞 開削調査結果より床板下部は門柱から川裏にかけて層厚 10~30cm のグラウトが連続的に存在し、床板下部に発生した空洞の痕跡が確認された。グラウトは、床板下部に一樣に浸透せず、蛇行するように分布する。開削調査で確認された床板下部の空洞状況を踏まえ、函内レーダ探査結果の妥当性及び調査の有効性を表-4 に示す。

表-4 床板下部の空洞調査手法の比較表

対象	手法	調査結果	評価
床板下部の空洞	函内レーダ探査		①空洞反応箇所では、開削調査でグラウトが確認され事前調査の有効性が確認できた。 ②レーダの検出範囲外では積極的に削孔調査を実施し、空洞の有無を把握する必要がある。 ③空洞は一樣に形成されないことが懸念されるため、測線を複数設け面的に評価することが望ましい。 ④空洞化調査に有効。ただし、削孔調査との併用が必須。
	開削調査		

5. まとめ 事前調査及び堤防開削調査結果を踏まえ、各種調査結果を比較することで、堤防健全度評価手法の適用性・有効性を把握することが出来た。簡易貫入試験・パルスレーダ探査を併用することで樋管周辺部の空洞・緩みを把握することが可能である。

参考文献 北上川・鳴瀬川水系堤防土質調査業務 報告書