

熊本地震により発生した樋門・樋管の空洞の確認調査と連通試験

株式会社 建設技術研究所

正会員 ○白川博之, 松下俊樹

国土交通省 熊本河川国道事務所

非会員 末吉仙英, 長船建太郎

1. はじめに

平成 28 年 4 月に発生した熊本地震により、一級河川緑川水系や白川水系の樋門・樋管において、堤防機能を有する河川構造物として重要な遮水機能が低下している可能性を示す、堤体の抜け上りを 10 施設で確認した。堤体の抜け上りを確認した施設に対しては、遮水機能の低下を確認する上で重要な指標となる空洞化の調査や、連通試験等の詳細な調査を実施し、対策方針の検討を行った。さらに、堤体の抜け上りと空洞量の関係性について、既存の文献との関係性を整理し考察を行った。

なお、本稿では、緊急点検で漏水が確認されたため、対策工事の先行を兼ねた開削調査を実施した住吉排水樋管と、先に述べた 10 施設のうち堤体の抜け上りが最も大きく、空洞の確認調査と連通試験を実施した三郎無田排水樋管の 2 施設について、調査結果と対策工法の検討結果を報告するものである。

2. 三郎無田排水樋管の調査結果と評価

三郎無田排水樋管は、表-1 に示す通り基礎面には 1m ～2m 程度の薄い粘性土層が分布し、その下部には 7m 程度の砂質土層が分布している杭基礎構造の樋管である。

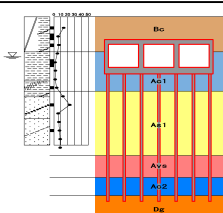
三郎無田排水樋管は緊急点検によって、35cm の堤体抜け上りや幅 1cm の堤防天端の横断クラック等の外観上の変状が確認された。35cm の堤体の抜け上りは、函体と周辺地盤との相対沈下が 10cm を超えると空洞化が発生することが多い※¹⁾とされていることと対比すると 3 倍を超えており、当該施設は基礎の空洞化が発生している可能性が高いと考えられるため、詳細調査を実施した。

詳細調査として先ず、基礎の空洞化を確認するため、中央遮水壁を挟む川表側と川裏側において函体底版を 2 箇所削孔し、スケールにより空洞量を計測したところ、川裏側の 1 箇所に空洞量 3cm を確認した。3cm の空洞量は、文献 3) に示された樋管の健全度の評価では、空洞量が 5cm 未満である場合、樋管はほぼ健全であり、補修等によって回復が見込める※²⁾とする評価に該当するため、当該施設は遮水機能の低下の可能性は低いと考え、対策工は実施せず経過観察を行うこととした。

なお、本調査では、空洞量 5cm を対策工実施の判断指標に用いたことの妥当性を評価するため、空洞量 5cm 未満の当該施設には、鉛直方向遮水矢板の脱落による空洞の連続が無く、遮水機能が維持されていることを確認するための連通試験を図-1 に示す方法で実施した。

図-2 に応答相関図を示す。図-2 より、2 箇所の注水孔における応答比は類似しておらず、また応答比も小さいため、鉛直方向

表-1 三郎無田排水樋管の主要諸元

	位置：加勢川左岸 10K800
	建設年度：昭和 62 年
	樋管規模：B4.4m×H2.7m×3 連
	L=23.1m
	基礎地盤：粘性土
	(Fc=99%, N=2, Ip=48)
	基礎形式：杭基礎 PHC 杭
	φ 350 L=15m

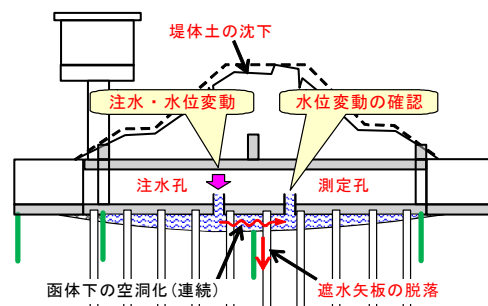


図-1 連通試験の方法

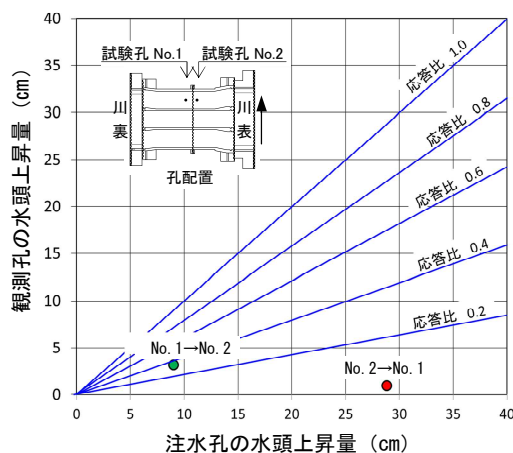


図-2 応答相関図

キーワード 樋門・樋管, 堤体の抜け上り, 空洞化, 連通試験, 遮水機能

連絡先 〒810-0041 福岡県福岡市中央区大名 2-4-12 株式会社建設技術研究所 水工部 TEL092-714-2211

遮水矢板を挟む空洞の連続性は無いと判断でき、またこの結果は、空洞量 5cm を対策工実施の判断指標に用いたことの妥当性の一助になったと評価できる。

以上より、三郎無田排水樋管は 35cm の堤体の抜け上りを確認したものの、遮水矢板を挟む空洞の連続性は無く、遮水機能が維持されていることが確認できたと考える。

3. 住吉排水樋管の調査結果と評価

住吉排水樋管は、表-2 に示す通り緑川の河口部に位置し、直轄区間の中で基礎地盤の軟弱層が比較的厚い施設の一つであり、建設当初より圧密沈下に伴う空洞化が生じ、平成 12 年には空洞充填工事が実施された施設である。

住吉排水樋管は緊急点検によって、外観上の変状として護岸のクラックや 25cm の堤体の抜け上りに加え、潮位の変動に応答した川裏法尻からの漏水も確認された。これは、樋管下部に 7m 程度分布する飽和域の $N=7$, $F_c=8$ 程度の砂質土層が、平成 12 年の空洞充填工事後の熊本地震によって液化化し、発生した変状であると考えられる。

漏水が確認された当該施設は、早急に空洞分布を把握し適切な処置を行う必要があることから、空洞対策工事の先行を兼ねて函体沿いの空洞を直接確認できる開削調査を実施した。

開削調査の結果、写真-1 に示すような最大 30cm 程度の、基礎の空洞化を函体全面に確認し、また一部で写真-2 に示すような空洞部からの漏水も生じており、遮水機能が失われていることを確認した。

対策としては、空洞部への確実な充填を行うため、空洞開口部に直接配管したグラウト工や、川表胸壁部への新たな遮水工の構築を検討した。

4. 今回の調査結果の分析

今回の調査では、前述した 2 施設を含め合計 10 施設に対して空洞量を調査しており、文献 3) に示された、堤体抜け上り量と空洞量の関係のグラフに、今回の調査結果の追加を行い図-3 に示す。

図-3 より、今回の調査結果は、杭長 40m 以上の長尺支持杭の場合、抜け上り量：空洞量が概ね 1:1~1:2 の範囲にあり、既往の調査結果と同様の傾向にあることが確認された。

5. まとめ

今回の調査結果が、堤体の抜け上り量から空洞量を推定するための両者の関係性を示す資料の妥当性を高め、平常時の河川巡視では確認が困難な空洞化という地中の潜在的な危険性を早期に発見するための、一つの目安として参考になればと考える。

参考文献

- 1) 柔構造樋門設計の手引き (財)国土技術研究センター
- 2) 樋門補強マニュアル(案)-既設樋門の補修・補強, 継足し- 平成 13 年 10 月 (財)国土技術研究センター
- 3) 大谷悟, 末次忠司, 小林裕明, 岡部勉: 樋門・樋管の健全度診断手法, 土木技術資料, 40-12 (1998)

表-2 住吉排水樋管の主要諸元

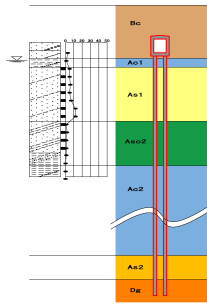
	位 置	緑川左岸 0K+230
	建設年度	平成元年
	樋管規模	B1.5m×H1.75m×1 連 L=29.15m
	基礎地盤	旧堤体盛土～粘性土 ($F_c=57\%$, $N=1$, $I_p=21$)
	基礎形式	杭基礎 鋼管杭 $\phi 400$ L=55m



写真-1 函体下面の空洞化 (川表上流側)



写真-2 函体下面の空洞化 (川裏下流側)

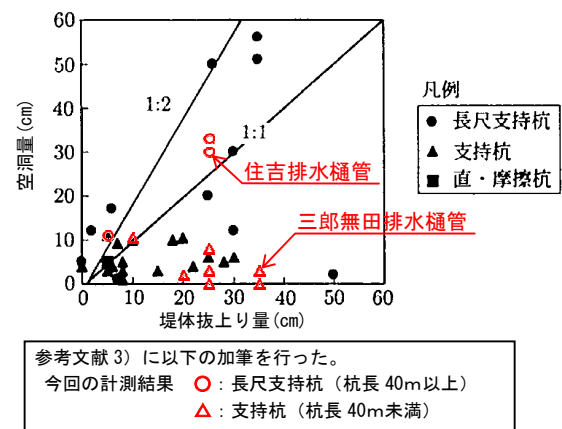


図-3 堤体抜け上り量と空洞量の関係※3)