

CMI報告

河川堤防における 樋管・樋門の調査と補修・補強

設楽 和久、松本 政徳、谷倉 泉

1. はじめに

河川堤防の樋管・樋門は、雨水や都市排水等の堤内地の水の処理を目的として、河川堤防を横過して設けられるコンクリート製の函渠構造物です。写真 - 1 に示すような樋管の中は、古いものでは昭和の初期に設置され、70年以上経過しているものもあります。これらの樋管は、堤防盛土の土圧や地盤の圧密沈下、老朽化等の影響により、函体そのものにひび割れ等の変状が発生したり、函体の直下に空洞を生じるといった課題を有しています。これを放置すると洪水時に堤体本体の安全性が損なわれることなどが懸念されることから、樋管等の河川構造物を健全な状態で供用していくためには、現状の劣化程度を把握し、補修・補強などの適切な維持管理対策を施すことが重要です。

本報告では、一級河川に設けられた堤防において、変状が見つかったいくつかの樋管について、資料収集ならびに各種の調査を行って正確な変状の実態を把握するとともに、樋管の規模や変状の状況に応じて提案した対策およびその成果について紹介します。



写真 - 1 樋管の吐口と遊離石灰を伴う内部のひび割れ

2. 調査結果および補修・補強方針の判定

本管渠の調査実施に際し、まず収集資料をもとに本管渠が矩形カルバート渠や円形ヒューム管であること、過去に底板下の空洞対策としてグラウト注入などの補修工事が実施されていたこと、現時点における変状の発生状況等を確認しました。続いて、現場での施工性や施工実績等を踏ま

え、各樋管に適した対策を提案するため、表 - 1 に示すような詳細調査を行うこととしました。

表 - 1 各樋管の詳細調査項目

樋管 No.	内径寸法 (m)	完成年度	経過年数	注1) 目視調査	注2) カメラ調査	中性化深さ (ドリル法)	かぶり厚・配筋調査 (電磁波レーダ)	圧縮強度試験	備考
樋管1	3.0×2.6×25.00	S44	37	全長	-	側壁部 3箇所	側壁部 3箇所	側壁部 3本	
樋管2	2.25×2.5×50.28	H8	9	全長	-	側壁部 3箇所	側壁部 3箇所	側壁部 3本	
樋管3	1.0×1.0×20.00	S15	66	全長	-	側壁・頂版部 3箇所	側壁・頂版部 3箇所	側壁部 3本	
樋管4	0.7×0.6×26.81	S8	73	全長	-	側壁・頂版部 3箇所	側壁・頂版部 3箇所	胸壁部 3本	
樋管5	0.4×0.4×13.30	S10	71	-	全長	-	-	-	小口径
樋管6	0.5×35.4	不明	-	-	全長	-	-	-	小口径
樋管7	0.6×28.87	S35	46	-	全長	-	-	-	小口径
樋管8	0.6×10.7 0.45×10.7	不明	-	-	全長	-	-	-	小口径

注1) 目視、カメラ調査には、堤防の沈下量測量、函体・継手の変状観察、鉄筋腐食調査を含む。

注2) カメラ調査は、ウォータージェットで管内洗浄後に実施。

現場調査の結果、大口径樋管 1 は 3 つの函体で構成されており、継手部に 1~3cm の開きや 3~5cm の段差が生じており、側壁部には遊離石灰を伴う幅 0.15~0.5mm のひび割れが 10 本程度認められました。

比較的新しい大口径樋管 2 は軟弱な粘性土（第三紀層）上にあり、排水機場設置のための堤内地側約 3m の追加盛土により、杭の沈下や破損が生じたと推測され、これにより底板が約 8cm 沈下して函渠がへりの字に折れ曲がり、頂版、側壁に遊離石灰を伴う幅 0.5~1.0mm の大きなひび割れが認められました。さらに止水して調べた底板上面にも同様のひび割れが 4、5 本見つかり、これらは函体全周につながっていることがわかりました。

中小口径の樋管では、函体コンクリートに発生していたひび割れ、ジャンカ、継手部の開き等の変状の大きさは、各対象樋管でそれぞれ異なり、その範囲はひび割れが幅 0.2~15mm 程度、ジャンカは大きさ 10~30cm 程度、継手部の開きは 1~9cm 程度でした。コンクリートの圧縮強度は、竣工年度が古い樋管 3 と 4 は、26~27N/mm² であり、設計基準強度の 21 N/mm² を満足しており、中性化は最大でも 20mm 程度で、鉄筋のかぶり厚さ 80~100mm よりも小さくおさまっていました。しかし、目視調査では函体内のコンクリートにひび割れやジャンカが多く見られたことから、盛土荷重や圧密沈下等の影響による損傷は進んでいると推測されます。

以上より、函体の劣化の現状は貫通ひび割れや遊離石灰が見られることから加速期レベルにあると推定され、本樋管については大口径、中小口径ともに、耐荷力、耐久性の回復を主目的とする補修・補強対策が必要と判断しました。

3. 補修・補強工法の選定と実施

3.1 概要

補修・補強工法の選定にあたりましては、特定された変状の原因について、劣化程度（健全度）を判定して劣化の進行を予測した後、構造物が置かれている環境や供用年数等を勘案し、表 - 2 に示す具体的な対策方針を提案しました。

日本コンクリート工学協会のひび割れの調査、補修・補強指針の基準を参考にして、0.25mm 以上のひび割れおよび継手部には樹脂注入、ジャンカ部では断面修復を行い、さらに、大口径の樋管 2 には、不等沈下対策として、応急的に全周に鋼板接着工法を実施し、中小口径樋管 3～8 では、老朽化対策として、内巻きによる管渠更生工法を採用しました。

表 - 2 各樋管の変状と補修・補強工法

樋管 No.	内径寸法 (m)	完成年度	経過年数	主な変状	補修・補強工法	備考
樋管 1	3.0×2.6 ×25.00	S44	37	・漏水ひびわれ ・継手部の開き	・ひび割れ補修（樹脂注入、充填） ・継手部の補修	
樋管 2	2.25×2.5 ×50.28	H8	9	・追加盛土荷重によるひび割れ	・ひび割れ補修（樹脂注入、充填） ・鋼板接着	応急的な対策
樋管 3	1.0×1.0 ×20.00	S15	66	・継手部の劣化 ・ジャンカ	・断面修復、樹脂注入後に 自立管式の内巻き工法を適用	
樋管 4	0.7×0.6 ×26.81	S8	73	・空隙、ジャンカ ・多数のひび割れ	・断面修復後に 自立管式の内巻き工法を適用	
樋管 5	0.4×0.4 ×13.30	S10	71	・ジャンカ ・漏水ひびわれ	自立管式の内巻き工法を適用	小口径樋管
樋管 6	0.5×35.4	不明	-	・継手部の開き ・ジャンカ、鉄筋露出	自立管式の内巻き工法を適用	小口径樋管 屈曲 (20°)
樋管 7	0.6×28.87	S35	46	・継手部の開き ・大きなひび割れ	自立管式の内巻き工法を適用	小口径樋管
樋管 8	0.6×10.7 0.45×10.7	不明	-	・ジャンカ、ひび割れ ・継手部の開き	自立管式の内巻き工法を適用	小口径樋管

このうち、人が中に入って施工することが難しい小口径樋管は、施工性・経済性に優れた管渠更生工法の特徴を踏まえて適用性を検討しましたので、その詳細を以下に述べます。

3.2 小口径樋管の施工上の課題と管渠更生工法の適用性

小口径樋管の内部のほぼ全長にわたる老朽化対策の補修につきましては、樋管の設置してある河川堤防上の国道や県道の交通量が多く、工事のための交通規制が難しいこと、また樋管の内空幅が 1m 以下であるために人が入って施工することが難しいことなどの課題がありました。これを解決する手段として、非開削で堤防上に作業ヤードを必要とせず、機械化施工により樋管内部へ更生材を内巻きすることが出来る管渠更生工法（写真 - 1）を採用しました。

今回の対象樋管は、いずれも劣化している部分（加速期レベル）があり、今後の長期にわたる耐久性確保の観点から、古い管渠が壊れても内側の新しく更生した管渠が自立

して機能を維持し、既設管の強度を期待しないで済む自立管を採用しました。自立管の施工法には、一例として反転工法（図 - 2）があり、同工法は管内に内面被覆材を水圧、空気圧等により反転・挿入し、紫外線、温水等で熱硬化性樹脂入りポリエステルフェルト等の更生材を硬化させるものです。



写真 - 1 管渠更生工法による樋管補修
（既設管口径：矩形 1.0×1.0m、更生材厚さ 36mm）

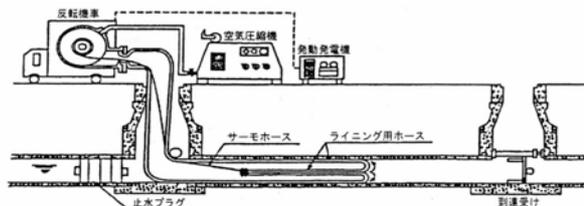


図 - 2 反転工法の概要図（更生工法の一例）

また、樋管においては、内水の速やかな排水確保のため、管更生後においても流水阻害のない設計流量を確保する必要があります。この点において、ポリエステルフェルト等を用いた管更生材は、粗度係数が 0.010 と、通常のコンクリートの粗度係数 0.013 の 77% と小さく、管更生後に内空断面を多少侵しても、流下能力を確保できるところに特徴を有しており（最小口径矩形 0.4×0.4m のケースも流下能力を確保）、さらに耐薬品性、耐摩耗性、耐震性等を備えた材料です。

管渠更生工法の施工後は、当初計画どおり、樋管内の水のスムーズな流れにより、以前にも増して堤内地の水の速やかな排水が確保されています。

4. おわりに

今後は、函体の不等沈下の観測と合わせて、補修・補強箇所の追跡調査による効果の確認を行いながらデータを蓄積していくとともに、これらの成果を将来の樋管・樋門の補修・補強対策へ反映し、より良い河川構造物の管理体制を構築していくために貢献していきたいと考えています。

〔筆者紹介〕

谷倉 泉（たにくら いずみ）
社団法人日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第二部 次長

設楽 和久（しだら かずひさ）
同 研究第二部 専門課長
松本 政徳（まつもと まさのり）
同 研究第二部 主任研究員