

大口径管渠補修工法の開発（その2）～外圧強度への効果～

(株)鴻池組 正会員 佐野祐一
 ガジマ・リハイ(株) 正会員 秋山 暉
 (株)松村組 正会員 森中宏和

1. はじめに

大口径の下水道管渠や農業用水管渠を再構築する「フローリング工法」は、ポリエチレン樹脂製表面部材および嵌合部材を鋼製リングに組み付け、既設管渠との間隙に高流動モルタルを充填することによる製管工法であり(図1)、1)大きさ、断面を自由に成型(製管)できる、2)非開削で施工できる、3)水替工の必要がほとんどない、等の特徴を有する¹⁾。さらに、本工法では鋼製リングおよび高流動モルタルを構造部材として取り扱うことができるため、既設管の劣化状況に適した設計により新管と同等以上の強度に更生できる点が従来の製管工法²⁾と一線を画すものである。ここでは、本工法による更生管を対象とした載荷実験結果およびその検証解析を例に挙げ、本工法による外圧強度への効果について報告するとともにその耐荷機構について考察を加える。

2. 更生管の載荷実験

載荷実験においては、あらかじめ最大荷重を載荷した4種類の遠心力鉄筋コンクリート管(元管)をそれぞれ更生した管渠(更生管)を対象とし、JIS A 5303において規定されている外圧試験方法に準じ、供試体に鉛直荷重を載荷して最大荷重を測定した。図2に載荷実験概略図を、表1に本実験のケースおよび供試体の諸元を示す。なお、更生管の内径はそれぞれ元管の流下能力を確保できるように設定した。

表2に実験の結果を元管の最大荷重、更生管の最大荷重および本工法による最大荷重の向上率を示す。表に示されるように4種類とも更生管の最大荷重は元管の最大荷重を上回っており、最大荷重を経験した元管に本更生工法を施すことにより健全な元管と同等以上の外圧強度に回復できること確認した。

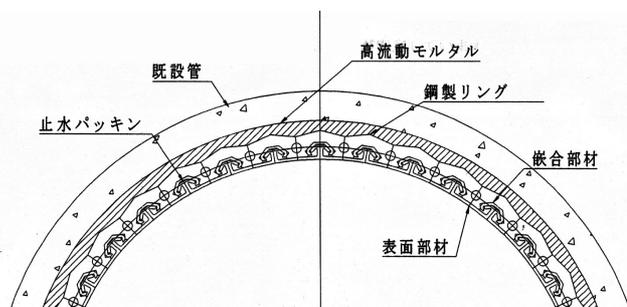


図1 フローリング工法の断面図



図2 載荷実験状況(供試体 No.1)

表1 載荷実験ケースおよび供試体諸元

		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
元管内径(mm)		800	800	1200	1500	2000
元管規格(形,種)		B-1	B-1	B-1	C-1	C-1
元管長さ(mm)		500	2430	2430	2360	2360
更生管内径(mm)		726	726	1100	1400	1850
更生部材厚 (mm)	頂部	31	31	60	60	85
	底部	43	43	40	40	65
E/外強度(N/mm ²)		32				
鋼製 リ ン グ	有効せい(mm)	9	9	15	15	40
	厚さ(mm)	6				
	間隔(mm)	250				
	降伏強度(N/mm ²)	330				

表2 載荷実験結果

	No.1	No.2*	No.3*	No.4*	No.5*
既設管の最大荷重 (kN/m)	59.1	117.7	192.6	184.3	173.5
更生管の最大荷重 (kN/m)	99.5	167.7	211.1	206.1	198.1
最大荷重の向上率	1.67	1.42	1.10	1.12	1.14

*数値は2体の試験結果の平均値

キーワード：フローリング工法、管更生、下水管渠、製管工法、管渠内面被覆工法

連絡先：大阪市中央区北久宝寺町3-6-1 Tel: 06-6244-3617 Fax: 06-6244-3676

3. 2次元FEM解析による荷重試験の検証

(1) 解析条件

2次元非線形FEM(使用プログラム:WCOMD)を用いて外圧試験の検証解析を行った。解析の対象はカラー部がなく、2次元のモデル化が可能な実験No.1に用いた元管およびその更生管とした。解析は表3に示すように健全な元管1ケースと更生管3ケース(元管との境界面が常に付着の場合、引張領域が滑面の場合および常に滑面である場合)の計4ケースについて、自重を荷重した後、漸増鉛直荷重をモデル上端部に荷重する条件で実施した。解析モデルは、図3に示すように横断面の右半分について、元管の主筋部分および更生部材の構造体部分(嵌合部材を除いた鋼製リングとモルタル)をそれぞれRC要素として、元管の被りコンクリート部分をコンクリート要素としてモデル化し、それぞれの非線形特性を考慮した。また、ケース3および4において、元管と更生部材との境界にジョイント要素を設置し、境界面が滑面である状態を表現した。表4に解析条件を示す。なお、最大荷重を荷重した元管の材料強度については、ひび割れが生じている箇所のコンクリート部分の引張強度を低減(1.0N/mm²)し、主筋の強度特性およびコンクリートの圧縮強度は健全な元管と同等とした。

(2) 実験検証解析と耐荷機構

図4はモデル上端部における鉛直荷重と鉛直変位の関係について解析結果を実験結果(No.1)と比較して示したものである。元管においては、解析結果(ケース1)は荷重実験の荷重-変位関係をおおむね表現していることが確認できる。更生管については、ケース2の解析結果が荷重実験の荷重-変位関係を最もよく表現しており、ケース3および4では剛性、鉛直荷重の最大値ともに実験に比べて25%以上小さい結果が得られた。

これら結果より、本工法による更生管の強度特性を、元管と更生部材とを一体として表現した解析により定量的に評価することが可能であることを確認した。

なお、本報告はパルテム・フローリング工法共同研究会(芦森エンジニアリング(株), 芦森工業(株), カジマ・リノベイト(株), (株)鴻池組, 小松建設工業(株), (株)白石, 南野建設(株), 日産建設(株), (株)松村組)における開発研究成果の一部をとりまとめたものである。

参考文献

- 1) 芦森工業(株), 芦森エンジニアリング(株), 「パルテム・フローリング工法技術資料」, 37p, 2000年7月.
- 2) 横山博一, 「下水管路の再構築」, pp89, 理工図書, 1999年3月.

表3 解析ケース

	対象構造物	元管と更生部材との境界面の状態	
		圧縮応力作用時	引張応力作用時
ケース1	健全な元管	-	-
ケース2	更生管	付着	付着
ケース3	更生管	付着	滑面
ケース4	更生管	滑面	滑面

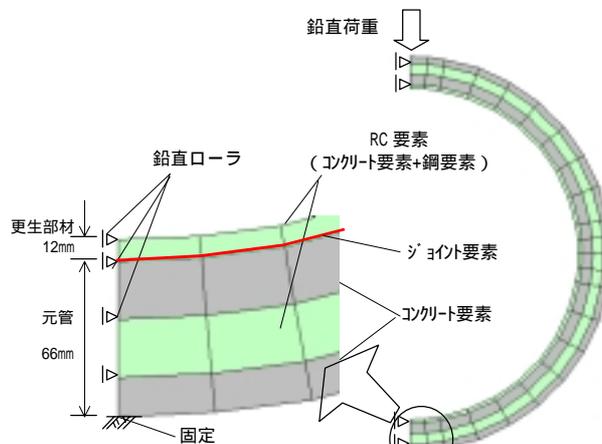
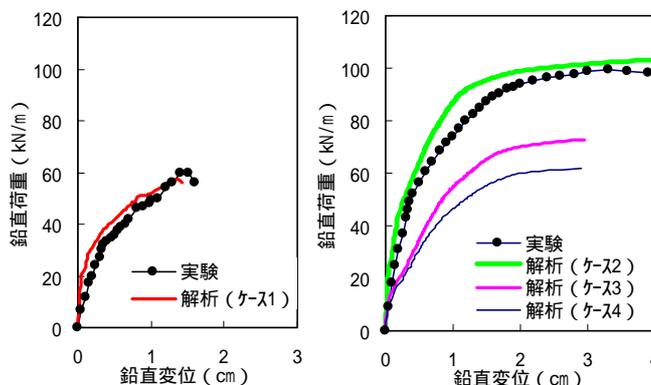


図3 解析モデル(ケース3, 4)

表4 解析対象構造物の諸元

原管	元管規格		B型1種	
	元管内径	800mm		
	元管厚	66mm		
	コンクリート強度	40N/mm ²		
主筋	径	5mm		
	ピッチ	50mm		
	降伏強度*	560N/mm ²		
更生部材	有効部材厚	12mm		
	引張強度	32N/mm ²		
	鋼製リング	有効せい	9mm	
		厚	6mm	
		間隔	250mm	
降伏強度		330N/mm ²		

*引張強度試験結果より推定



(a)元管 (b)更生管

図4 荷重-変位関係(実験と解析の比較)