

管路更生工法による複合矩形渠（ハートSPR工法）の内水圧性能

Performance to inside pressure of culvert renewed by Heart SPR Method

鈴木 隆善 , 渡辺 充彦 , 石井 将幸
Takayoshi SUZUKI , Mitsuhiro WATANABE , Masayuki ISHII

1. はじめに

農業用水利施設の更新事業が各地で見受けられるようになったが、厳しい社会・経済状況下のなかで施設の要求性能に応じた適切で効率的な更新を図るため、既設構造物を活用した更生工法による事業実施が求められる機会が増加している。近年は、経年劣化による機能低下の更生だけでなく、パイプライン化等の水利システムの変更（機能の変更）といった要求性能の変更も考慮する機会も多い。パイプライン化は内圧作用となるため、一般に円形管が用いられるが、社会・環境条件から矩形渠に対しても内圧を負荷するパイプライン構造物として転用する必要性が増加している。本報では外圧管設計の矩形渠に対して製管工法（ハートSPR工法）で更生補強した内水圧性能について、実物大モデルによる内水圧試験及び破壊解析により内圧挙動と内圧転用の有効性を実証できたので報告する。

2. ハートSPR工法の概要

SPR工法は老朽化した管渠の更生工法として20年以上前から実施されており、平成17年度末で約400km程度の施工実績をもつ。本工法は、既設管渠内に硬質塩化ビニル製の帯状部材（プロファイル）を螺旋状に巻回して更生管を構築後、両者との間隙に特殊裏込め材を充填することで、既設構造物と更生材が一体化した強固な複合管として更生する工法である。プロファイルの表面粗度はコンクリートより小さく、更生後の流下能力を低下させずに更生が可能である。本報で検証したハートSPR工法は、上記SPR工法の特徴を生かしつつ、Fig.1に示すように製管と同時に裏込め注入を行うことで断面縮小量を抑え、支保工と注入工の工程を簡略化した新たな製管更生工法である。

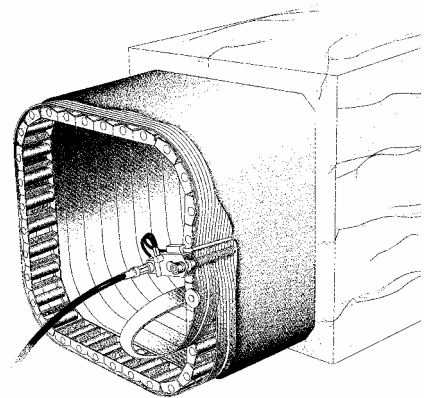


Fig.1 ハートSPR工法

3. 内水圧破壊試験

(1) 試験方法

試験供試体は Fig.2 に示すように外圧仕様（T-25）RC構造プレキャストボックスカルバート 1500×1500 を原管とし、同ロットの原管にハートSPR工法で更生した ハートSPR複合管（以下、更生管と呼ぶ）の2供試体を対象とする。内水圧試験は供試体管端部をスチールフランジ・テンションボルトにより挟み込み、加圧ポンプにより内水圧負荷を行う。

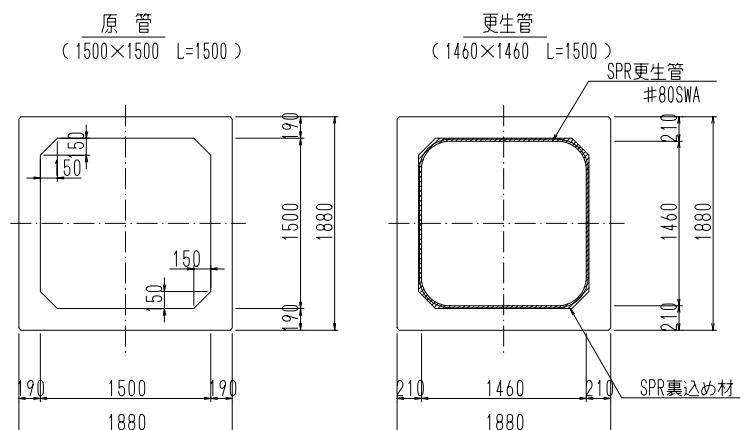


Fig.2 供試体形状

(2) 試験結果

内水圧破壊試験はひび割れが進展するまで、または漏水により加圧が困難となるまで実施した。破壊時の最大内水圧を Table.1 に示す。原管は内水圧 0.19MPa を負荷した段階で、底版外面中央部に軸方向にクラックが生じ、激しく漏水した。管内面を確認したところハンチ部に大きなクラックが確認された。更生管は原管で確認された管内ハンチ部からのひび割れは生じず、0.28MPa を負荷した段階で底版外面中央部にクラックが生じた。いずれも最大内水圧負荷以前に管端部治具からの漏水は認められたが、ハートSPR工法による耐内水圧強度は原管に比べ 1.47 倍に向上することが確認できた。

Table.1 内水圧破壊試験結果

供試体	最大内水圧(MPa)	外 観
原 管	0.19	クラック音とともに底版中央から激しく漏水 加圧の継続不可 - 試験終了
ハートSPR 複合管	0.28	底版部中央にクラック・漏水 治具からの水漏れ止まず試験終了

4. 数値解析による検証

(1) 目的と解析モデル

矩形渠による全体モデル内水圧試験をもとに、非線形ひび割れ解析モデルを用いた FEM 解析を適用して、実験と解析とのひずみ挙動やその精度の検証とともに、鉄筋コンクリート構造物モデルとして性能照査が可能か確認を行った。FEM 解析ソフトは ATENA2D Ver.3.2, (株)計算力学研究センター を使用し、モデルは全体モデルとし、底版支持条件は試験条件を反映して両端を鋼部材(弾性部材)支持とした。照査検証には、ひび割れの進展による部材断面の破壊状態に関連した発生応力や破壊モードごとの内水圧値を指標とする。

(2) 解析結果

内水圧試験に測定した発生歪み、初期ひび割れ発生、破壊内水圧について、数値解析と比較した。Fig.3、Fig.4 に示すように、内水圧に応じた歪み挙動が高い精度で近似しており、数値解析による破壊内水圧値 / 実験値との比較においても、原管 (0.18 / 0.19 : 比率精度 0.95) 更生管 (0.271 / 0.28 : 同 0.97) と精度良く整合した。また、全体モデルでのひび割れ発生状況や進展過程も実験を再現できていることが確認できた。

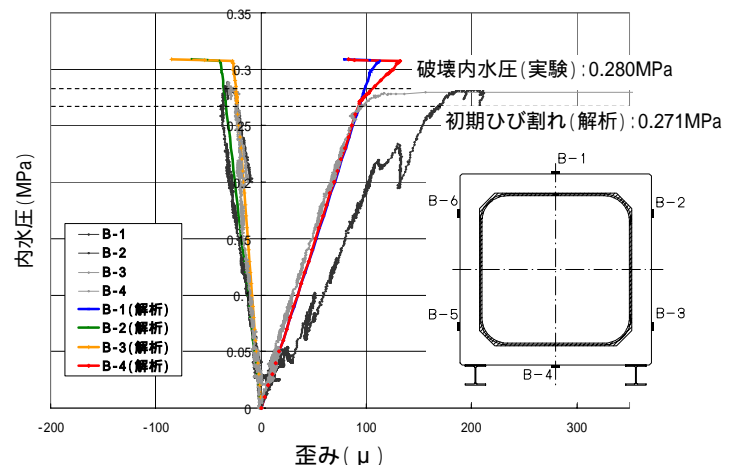


Fig.3 内水圧 - ひずみ関係

5. まとめ

ハートSPR工法の矩形渠補強によって耐内水圧強度の向上、及び、数値解析によって詳細な挙動が把握でき、鉄筋コンクリート構造物モデルとして、構造性能照査が可能であることが確認できた。矩形渠への内圧補強は、解析破壊状況からハンチ部の局所せん断に対して、補強材を配した更生材が曲線形状に増厚された影響が大きいと推察される。全体モデルによる数値解析は、効率的な補強方法の適用を確認する手段として有効と言えるが、一方で試験の加圧過程で管端部からの漏水が見られ、全体モデルによる試験治具や方法に対する課題が残された。なお、本報告はハートSPR工法が新技術導入推進農業農村整備事業を実施するなかで、東海農政局土地改良技術事務所ならびに新矢作川用水農業水利事業所の方々と企画、推進したものです。記して謝意を表します。

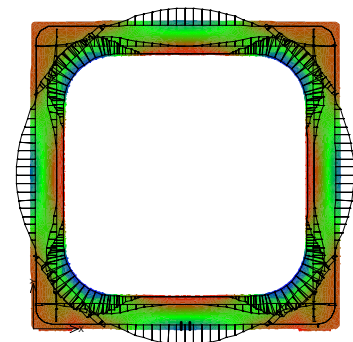


Fig.4 内水圧負荷時の応力分布