

SRC 構造アーチ橋における長寿命化及び原型の復元について

東鉄工業株式会社 正会員 ○高島 伸也
 東鉄工業株式会社 金杉 康詔
 東鉄工業株式会社 正会員 宇津木浩行

1. はじめに

聖橋は昭和2年に関東大震災後の復興橋梁として築造され、現在で約90年が経過している。平成29年には土木学会選奨土木遺産に認定された著名橋であり、将来に残すべき貴重な土木遺産として、当社は平成27年8月から令和3年1月まで長寿命化工事の施工を担当した。

本稿では、聖橋における長寿命化対策のうち、RCアーチ部の施工について報告するものである。

2. 損傷調査と補修の検討

聖橋の躯体は60N/mm²以上の高い圧縮強度を有する緻密なコンクリートであり、現行基準に対応できる高い耐荷・耐震性能を有している。また、高強度躯体や既設表面処理材等により中性化の進行を防ぐことができたと考えられ、鋼材腐食の懸念がないとされた。当該工事は、200年の延命を目標とし、さらに竣工当時の景観の復元をコンセプトに、既設表面処理材を除去しコンクリート躯体の損傷箇所を調査補修ののち、表面をポリマーセメントモルタル（以下、PCM）で再被覆するものである。

躯体の既設表面処理材は2層（自然石風吹付、下地モルタル）で構成されており、この被覆層除去には、健全なコンクリート躯体を損傷させないようウォータージェット工法を採用した。既設表面処理材を除去した躯体には損傷が多数確認され、それらを損傷毎に分類分けをし、補修方法を選定した結果を表-1に示す。

表-1 損傷・補修方法一覧表

損傷区分	補修方法
ひび割れ(打継目地)	止水、注入及び充填工法等
漏水・遊離石灰	
剥離・鉄筋露出、腐食	不良部除去、除錆、防錆、断面修復等
コンクリートの欠損	
ジャンカ・異常音	
変色劣化損傷	
その他(異物混入、補修跡等)	
その他(異物混入、補修跡等)	異物除去、断面修復等

3. 付着力向上策の検討（断面修復）

損傷の欠損等は、鋼材の下面や添接板付近でその多くが確認された。原因はコンクリート打設時の締固め不足や、平坦な鋼板部でのコンクリートの付着力不足も起因するのではないかと考えられた。しかし、この付着力不足は、今回の断面修復でも起こる可能性があり、将来的な剥落も懸念された。

1) 当初計画での付着力確認

アーチ内部の既存鋼材添接板付近で、供試体を作成し、試験により付着力を確認した。試験結果は0.76N/mm²を示し、吹付コンクリートの付着力の設計強度1.5N/mm²を下回った。当初計画における施工では将来的に剥落の懸念が残る結果となった。

2) 付着力向上手法の選定

第一段階として、コンクリートとの付着力向上手法を立案し、メリットと懸念事項を抽出した(表-2)。選定基準は、付着力向上効果の確実性、既設構造物への負担や影響度、作業の難易度や施工性を考慮し実現可能なものとした。既設構造物の鋼材は経年していることから、入熱等による材質変化を極力回避し、現状の材質を保存する方法を優先とした。結果、「付着金具接着」を採用した。

表-2 付着力向上基本対策一覧表

対策	施工法	メリット	懸念事項	評価
付着金具溶接	付着向上金具を既設鋼材に溶接する。	物理的な効果が得られる。施工が容易。	既設鋼材が加熱により変状劣化する。	×
コンクリート接着	接着剤を塗布しPCMと既設鋼材を接着する。	施工が容易。	防錆材が塗布できない、PCMとの相性に懸念がある。	△
付着金具接着	接着剤で付着向上金具を既設鋼材に接着する。	物理的な効果が得られる。	鋼材と金具、金具とPCMの様に付着向上要素が2種におよぶ。	○
スタッドジベル鉋打ち	ジベルを既設鋼材に打ち込む。	物理的な効果が得られる。施工が容易。	打込設置強度に懸念。既設鋼材が変形変状する。	×

3) 付着力向上金具の形状選定

第二段階として、既設鋼材と金具を接着させる接着力の検証、及び付着力を向上させる金具の形状を検討した。

まず、現位置の既設鋼材に金属専用接着剤を塗布した引張治具を定着させ、養生後に引張試験を実施した(図-1)。結果は10.2N/mm²を示し設計強度1.5N/mm²を大きく上回った。次に付着力向上金具を検討し、引張試験を実施した(表-3)。金具は、新設表面処理材の吹付厚等を確保することで耐久性を保持できる形

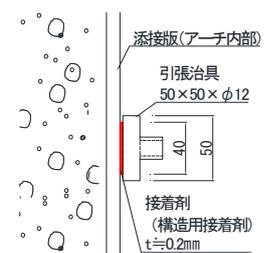


図-1 接着力試験

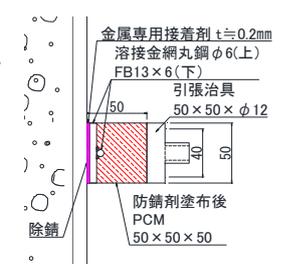


図-2 金具付着力試験②

キーワード 長寿命化、表面被覆、ポリマーセメントモルタル、コンクリート付着力向上、コンクリート打放し

連絡先 〒170-0003 東京都豊島区駒込1-8-11 東鉄工業(株) 東京土木支店 TEL: 03-5978-2813 (代)

状とし、長寿命化の設計思想を遵守した。試験の供試体は固定金具をPCMで包み込み製作(図-2)し、養生したのち試験を実施した。試験結果を設計強度 1.5N/mm^2 以上か否かで評価し、合格したものうち経済性・施工性を考慮し、⑤を採用することとした。

表-3 付着力向上金具の形状検証結果

No	金具形状 (単位: mm)	特徴	試験結果	評価
①	【溶接金網】 丸鋼φ6 (上段) 丸鋼φ6 (下段)	PCMが丸鋼全体を取り込み定着する。	0.76N/mm^2 鋼材との接着部が剥離。接着部が線状のため接着力が弱い。	×
②	【FB+丸鋼】 丸鋼φ6 (上段) FB-13*6*50 (下段)	①の結果より接着部にFBを用い接着部を面状にした。	1.20N/mm^2 横筋の丸鋼がひび割れ誘発部となって丸鋼より上部のPCMが剥離。(写真-1, 2)	×
③	【FB+異形棒鋼】 D10×41-2本 FB-13*3*50-2列	②の結果より丸鋼を異形棒鋼に変更、断面積を大きくしひび誘発部を拡散した。また付着面積を増加した。	0.59N/mm^2 ②と同様に横筋がひび割れ誘発部となって、それより上部が剥離。	×
④	【FB+ジベル】 ジベルφ5×20-4本 FB-16*3*50-2列	スタッドジベルの発想で引張耐力を強化した。	2.69N/mm^2 設計値以上を発現。ジベルより上部が剥離。	○
⑤	【FB+ジベル】 ジベルφ10×20-2本 FB-19*3*50-1列	④よりジベル径を2倍、列を半分にして施工性を改善した。	1.75N/mm^2 設計値以上を発現。ジベルより上部が剥離。(写真-3, 4)	○

(FB: フラットバー)



写真-1 ②金具形状



写真-2 ②剥離状況



写真-3 ⑤金具形状



写真-4 ⑤剥離状況

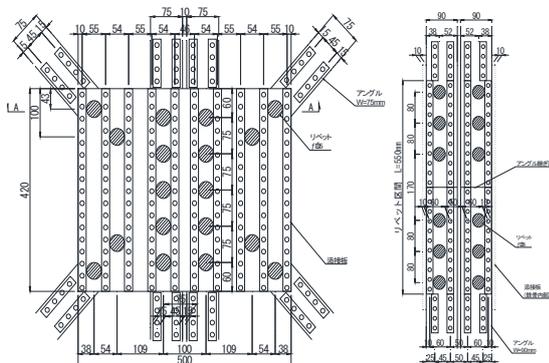


図-3 付着力向上金具設置例

4. 付着力向上金具の取付

断面修復箇所のうち、鋼材平坦部が露出した部位は付着力向上金具を取り付けた。取付頻度は、検証時の供試体形状から@50 mm幅毎にフラットバー1枚分を基準とし

た。取付例を図-3に示す。結果、総延長1683mに達した。

5. 仕上がり(表面被覆)状態の検討

竣工当時の景観を復元すべく、最外面は表面保護工の乾式モルタル吹付工法で計画していたが、施工上やむを得ず、日々の施工継目の色違いの発生が予測された。また、既設表面は土砂、油脂分の付着が多く見られ、さらに打放し状の仕上げのため、風雨や吸水による表面劣化や表面汚濁の懸念が強かった。アーチは河川上であるため、メンテナンスによる景観維持も簡単ではなく、そのため、仕上がりの景観と合わせて汚濁防止処置の検討を行った。

検討は、PCMの景観向上・維持を条件とし、原形の復元コンセプトを遵守できる補助・付帯工法を抽出し、試験施工により判断することとした。試験施工は9工種19種の表面被覆工法を試した(写真-5)。

結果は景観(外観)の色相補修と合わせ、撥水により汚濁防止や防水効果が期待でき、さらに、表面被覆であるがゆえに蒸気の通気性を確保できる工法を採用した。浸透性吸水防止材と超耐久性樹脂塗料等により、素材感を活かした仕上がりを期待しながら、コンクリート打放し表面を保護する工法であり、長期耐用年数の確保にも寄与できると考えられた。



写真-5 表面被覆の試験施工

6. まとめ

本工事では、アーチ下の構台架設から既設被覆の除去、損傷調査、補修、再被覆(乾式吹付)、構台撤去と、一連の作業を試行錯誤しながら施工した。立ち止まり考え前進する現場であったが、苦労の甲斐あって竣工当時を彷彿とさせる仕上がりとなった(写真-6)。



写真-6 施工後の聖橋