

ゲルバーヒンジ部補強吊り部材脱落の対応事例

1. はじめに

コンクリートゲルバー橋^{*}は構造形式が単純で、鉄筋コンクリートの単純桁橋に比べ径間を長くでき、更に連続桁形式よりも設計を単純化できることから、昭和初期から昭和20年代にかけて数多く建設され、現在もその多くが供用されています。

しかし、近年、ヒンジ部については、漏水等による劣化や点検の難しさなど問題が多く発生しており、また、海外ではヒンジ部の損傷により落橋に至ったケースもありました。

その対策として、様々な補強対策工が全国で実施されてきていますが、本稿では、その対策工の一つである吊り桁支持工法における補強対策箇所

2. 湯岡橋のヒンジ部損傷事例と対策

2.1 橋梁の概要と損傷発生の経緯

本橋は、国道27号福井県小浜市に位置する7径間単純ゲルバー式RCT桁(図-1)の橋梁で、昭和11年に竣工しました。

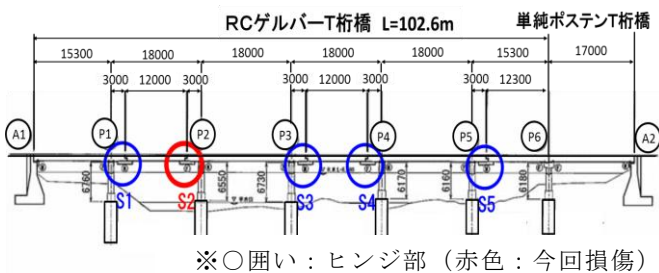


図-1 湯岡橋一般図

平成9年にヒンジ部耐荷力向上のため、補強吊り部材(PC鋼材)により支持部材(鋼部材)を桁下に設置し、補強吊り部材を支点として吊り桁荷重を支持桁に伝達させる吊り桁支持工法(図-2)が施工されました。

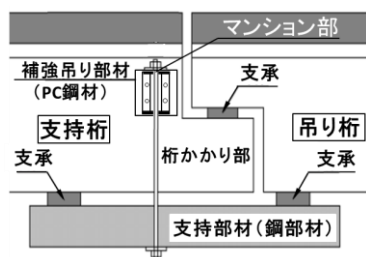


図-2 吊り桁支持工法

平成16年の定期点検時、伸縮装置に最大14mmの段差が生じ、近傍のヒンジ部の補強吊り部材が左右で25mm傾斜していることが確認されました。段差の原因としては吊り桁が支持桁より浮き上がっていることから、補強吊り部材のPC鋼材緊張時に緊張力が均等に揃っていなかったことが想定されました。

平成22年5月25日、湯岡橋P2橋脚起点側ヒンジ部(S2)の支持部材が脱落しているのが確認されました(写真-1)。脱落原因は、支持部材を支えていたPC鋼材の上部マンションねじ部が破断し、支持力を失った支持部材が脱落したというものでした。

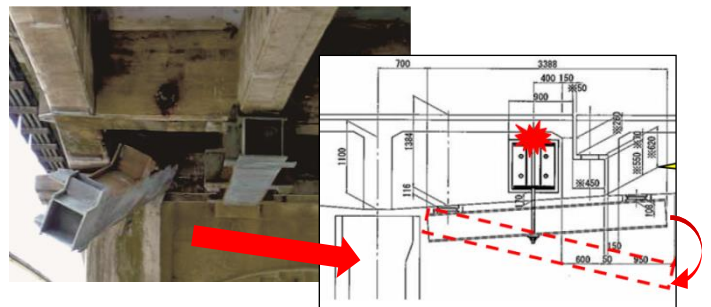


写真-1 支持部材の脱落(S2)

2.2 補強吊り部材の破断原因と劣化度調査

PC鋼材の破断原因を究明するため、外観調査、磁粉探傷試験、破面調査、補強吊り部材張力の調査等を行いました。

破断したPC鋼材のマンションねじ部から試験片2本を採取し引張試験を実施した結果、引張及び降伏荷重はPC鋼材の規格値(引張及び降伏強度)を十分に上回っていることが確認されました。

マクロ的破面観察の結果、破断部の平滑面は繰返し変動応力により形成される明瞭なビーチマーク^{*}(貝殻模様)が現れて、疲労破面の特徴が観察されました(写真-2)。また、走査型電子顕微鏡(SEM)ミクロ破面観察でも、ビーチマーク形成全域に、不鮮明だが、疲労破面の特徴であるストライエーション^{*}状模様も確認されました。

^{*}土木用語解説：ゲルバー橋、ビーチマーク、ストライエーション

現場に学ぶメンテナンス

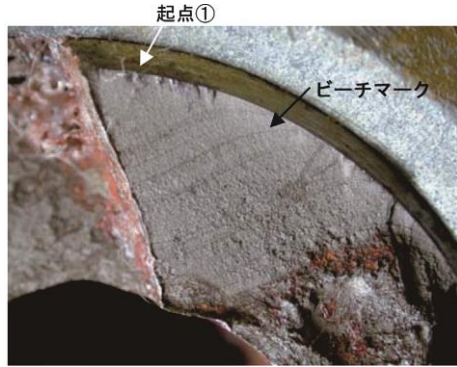


写真-2 マクロ破面形態（起点①）

以上より、PC鋼材マンションねじ部の破断位置、破断形状、破断形態および金属組織等から、破断原因は応力的要因に起因したものと推察されました。ねじ部破断や亀裂発生位置がナット座面近傍の噛み合い部を起点とした疲労破壊であることから、破断原因は吊り桁が支持桁より浮き上がっていたことにより協働せず、吊り桁の振動・偏荷重により、疲労亀裂が進行し、破断に至ったものと推定されました。

また、外観調査の結果、定着マンションねじ部では、上下部ともに発錆程度で、ねじ山形状はほぼ原形を保っていました。また、ポリエチレン被覆下のPC素線も発錆は見られませんでした。

磁粉探傷試験の結果は、下部定着部の破断していなかったマンションねじ部のナット座面から1～2山目の谷部に沿った長さ26mmと30mmの亀裂が検出されました。亀裂の発生位置は、破断した上部定着部の破断位置と同じくナット座面から1～2山目の谷部となっていました。

2.3 既設PC鋼材の劣化度調査

今回は破断に至りませんでした。健全性を確認するため、他の破断しなかったPC鋼材についても同様の調査を実施しました。

上下マンションねじ部について超音波探傷器による亀裂調査を実施した結果、最左岸側のかけ違い部の下部マンションねじ部のナット座面位置で亀裂が確認され、マクロ観察による亀裂の深さを観察した結果、長さ100mm（貫通）、最大幅0.2mmの亀裂が発見されました。

2.4 補修及び補強計画

補修・補強計画の基本方針は耐震補強等の観点から架け替えを行う方針としたが、事業着手まで

時間を要することから、応急的な対策として、上部工のヒンジ部補強を実施しました（写真-3）。

補強方法としては、吊り桁支持部材をすべて鋼板で補強し、補強吊り部材(防食処理)も桁かかり部損傷時の張力で規格を決定し、吊り桁が変位しない様に緊張管理し施工しました。また、他の破断しなかった吊り桁補強部材（PC鋼材、ブラケット等）や支持部材についても全て交換しました。



写真-3 ヒンジ部補強完了状況

3. 教訓

コンクリートゲルバー橋での吊り桁支持による補強工法では、補強吊り部材をはじめとするゲルバーヒンジ部の補強構造を構成する各部材について個々に健全性を確認することが必要です。

補強部材の劣化に伴う機能の低下が確認された場合は、橋梁全体の耐荷力は著しく低下していると考えられ、供用安全性の確保が難しいことから、供用を中止することも念頭に、詳細な調査を行い、対策を講じる等の慎重な対応が必要となります。

機能の回復や向上を目的とした補修・補強の効果は、適切な設計・施工・管理が前提となっており、仮にこれらが適切に行われなかった場合、早期の再劣化や目的とした機能の喪失の危険性があります。なお、補修・補強を実施したことで安心し、管理を怠った場合、機能の喪失予兆等の異常症状を見落とし、補修・補強前よりも悪化した極めて危険な状態での供用となり大惨事になりかねないことから、点検等により適切な予防保全を行う必要があります。

国土交通省国土技術政策総合研究所
 道路研究部道路構造物管理研究室長 玉越 隆 史
 国土交通省近畿地方整備局
 福井河川国道事務所道路管理課長 澤崎 広一郎
 独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター
 橋梁構造研究グループ 首席研究員 木村 嘉富
 同 主任研究員 本間 英貴