

車両衝突により繰返し損傷を受ける PC 中空床版横断歩道橋の補修設計



㈱ テイコク
コンサルタント本部
古田 光 司

1. はじめに

本橋は、図 - 1 に示す 2 径間単純 PC 中空床版構造の横断歩道橋である。建築限界は確保されているが、クリアランスが小さいため大型車両の衝突による損傷が発生し、炭素繊維プレート緊張接着工法による補強を繰返し行ってきた。



図 - 1 横断歩道橋再現図

一方、横断歩道橋に関しては、少子高齢化に伴い小・中学校の統廃合による対象利用者の減少やバリアフリー化への障害など、取り巻く環境が変化してきているため、撤去も選択肢として考慮する時期がきている。しかし、本橋も含め既存の横断歩道橋は、その地域の中でいまでも重要な役割をもち合せているのも事実である。

このため、現況の利用頻度や要求性能および将来性を考えると、本橋のような横断歩道橋の維持管理方法として、高価な炭素繊維プレート緊張接着工法により耐荷力を復元する補修を繰返し続けることは、適切ではないと判断した。

かぎられた予算のなかで維持管理を効率的に行うため、経年劣化や構造部材の損傷または破損・破断後における構造全体系の耐荷力と必要とされる機能を維持する能力をどの程度有しているかを評価し、使用目的との適合性を確保できる補修・補強工法を検討した。その結果、鋼板接着を併用した PRC 構造に改良する工法を採用し、経済的で安全性・耐荷力を確保できる補修設計を行った。

2. 損傷状況とこれまでの補修工法

本橋は、擦過痕などの損傷状況から大型車両の積載物の衝突による損傷（写真 - 1）が繰返し発生していると考え

えられる。初回の損傷はとくに損傷度が大きく、主桁断面の欠損および PC ケーブルの破断（鋼材 12 本中切断 5 本）が確認されている。支間中央部に関しては、非破壊検査（インパクトエコー法）によりグラウト充填が確認され、プレストレスが機能していると判断し、損傷部付近に限定して緊張力を補う目的で炭素繊維プレート緊張接着工法による補強を実施している。しかし、この補強箇所には再び車両が衝突し、炭素繊維プレート緊張接着工法の部材が破損した。このため、同じ工法により復旧したが、同じ位置に車両が衝突し 3 回目となる損傷が生じた。このため、高価で損傷しやすい炭素繊維プレート緊張接着工法により、繰返し復旧しても同じ現象が生じることが考えられ、非効率・不経済な維持管理となる。



写真 - 1 損傷状況の変遷

3. 補修工法の検討

今回の補修対象となる損傷では、炭素繊維プレート緊張材の定着部近傍に 21 mm のずれが確認されており、設計伸びが 30 mm であることから、少なくとも 2/3 のプレストレスが減少していると想定された。さらに、衝突箇所の炭素繊維プレート緊張材に破断が見られることから、プレストレスはほぼ残存していないものと推定でき、初回の PC 鋼材破断時の応力状態に戻っていると考えられた。

切断ケーブルについて、グラウトとの付着により、支間中央部のプレストレスは有効に作用すると判断し検討を行った結果、死荷重時の応力度は許容値を満足している。しかし、群集荷重 (3.5 N/mm²) を満載した活荷重時には、支間中央部および損傷位置断面において下縁側の合成応力度が許容応力度以上となる。活荷重時における支間中央部の応力度は -2.2 N/mm² (許容値: -1.5 N/mm²) 程度となり、コンクリートの許容引張応力度を超えた。したがって、建設時の設計は群衆荷重の満載時はフルプレストレスでなかったことも考えられたため、活荷重時のひび割れを許容する PRC 構造も対策工法として取り入れ、活荷重時の応力増加に対して ① 補強材に負担させる方法 (・炭素繊維

プレート接着工法(下面補強)・鋼板接着工法(下面補強))と、
 ② 炭素繊維プレート緊張材の破断により解放されたプレ
 ストレスを追加してPC構造を復元する方法(・アウトプ
 レート工法(下面補強)・外ケーブル工法(側面補強))の2
 パターンについて2案ずつ抽出した(表-1)。ただし、損
 傷経緯から繰り返す主桁および主桁補強部の損傷を受け
 ても崩壊に至らず、詳細調査結果からも損傷後もひび割れの
 進展性はなく死荷重に対する耐荷性能は残存していると推
 定できる。したがって、主桁への車両の衝突という想定外
 の荷重にも連鎖的に損傷範囲が拡大するようなことはない
 と評価し、補強材に活荷重を負担させる構造としたうえで、
 主構造をPC構造からPRC構造¹⁾に変更して耐荷力を照
 査した。

表-1 補修工法比較一覧表

形	第1案：炭素繊維シート接着工法	第2案：鋼板接着工法
状		
図		

4. 補修工法の選定と補修設計

4.1 鋼板接着工法の採用

主桁構造をPC構造からPRC構造に変更して補修を行
 った場合、主桁下縁の引張応力が大きくなり、補修前に発
 生していたひび割れが進展することが考えられる。しかし、
 横断歩道の場合、活荷重が小さく、引張応力の発生を活荷
 重の応力増加のみに限定すれば、ひび割れの進展によるコ
 ンクリートの剥落などのリスクは低減できる。また、コン
 クリートのクリープや乾燥収縮も収束しているため、損傷
 につながる要因は限定され、主桁下縁の応力増加が小さい
 ことから鋼板による桁下の防護効果を考えると経済的で効
 率的な補修工法であると判断し採用した。

4.2 鋼板接着工法の設計

鋼板接着を併用したPRC構造への改良における照査は、
 図-2に示す切断PCケーブルに対する補強範囲および補
 強位置に対し、活荷重時の応力増加について行った。プレ
 ストレスはPC鋼材とグラウトとの付着により分布するた

め、PC鋼材が有効に作用する距離(定着長)は、道示Ⅲ(H
 24)6.6.7²⁾に準拠してプレテン桁に用いられる65φとし、
 PC鋼材断面を換算して、定着長=65φ=65×φ29≒1900
 mmとした。この定着長等の条件から、付着応力、引張応
 力度について照査し、耐荷力が確保できる補強範囲に鋼板
 を敷設した。

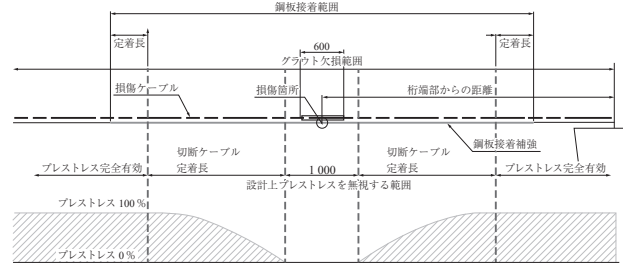


図-2 鋼板接着工法補強範囲

5. おわりに

橋梁補修では、建設当初の耐荷力に回復することが目的
 とされるため、PC構造のようにひび割れを許容しない構
 造では、部材性能を復元するためにプレストレスを再導入
 するなど複雑で高価な対策が必要となる。横断歩道橋のよ
 うに、社会情勢の変化から利用者が減少し、ニーズの低下
 した構造物においては、余寿命や残留リスクを評価し、要
 求性能を再設定した対策も補修と捉える必要がある。とく
 に、「横断歩道橋設計基準(建設省道路局長通達):昭和
 40年」³⁾および「立体横断施設技術基準・同解説:昭和
 54年」⁴⁾の基準以降に設置された横断歩道橋(供用後50
 年未満)では、これらの基準に準拠して設計されていれば、
 構造全体系の耐荷力が高いか、もしくは、機能維持に関す
 る性能が高いと考えられる。これらを踏まえてリダンダン
 シーを判定・評価することで管理水準(管理限界値)の幅
 を広げることができ、少子高齢化社会における効率的な維
 持管理になると考える。

参考文献

- 1) 玉越ら：PRC 道路橋の性能照査に関する研究、ISSN 1346-7328、
 国総研資料第620号、共同研究報告書第416号、pp.258-287、平
 成23年1月
- 2) 社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート編、
 pp.200-202、平成24年3月
- 3) 建設省道路局長：横断歩道橋の設計基準について(通達)、道発
 第413号、昭和40年9月27日
- 4) 社)日本道路協会：立体横断施設技術基準・同解説、昭和54年1
 月

【2019年4月11日受付】