

重機を積載したトレーラーの接触により損傷した PC 橋りょうの復旧事例

北海道旅客鉄道株式会社 正会員 ○笹田 航平、渡辺 一功、川村 力、工藤 雅史

1. はじめに

根室線の野花南・島ノ下信号場間に位置する野花南架道橋は、2019 年 11 月 21 日、トレーラーに積載された重機の一部が橋りょうの支間中央付近に接触し、主桁の接触箇所付近に損傷が生じたため列車の運休を生じた。本稿では、当該橋りょうに生じた損傷の状況および復旧方法について報告する。

2. 橋りょうの概要

図 1 に橋りょうの全景を、図 2 に橋りょうの主な諸元を示す。本橋りょうは、1962 年に建設された国道をまたぐ架道橋である。橋りょうの構造は、支間長が 16.0m、主桁高さが 1.0m のプレストレストコンクリート I 形桁を 4 主の上路形式の単純桁であり、各主桁を橋軸方向に約 3 等分するように横桁が配置されている。また、本橋りょうの桁下空頭の最小値は、道路の中央線付近で約 4.6m（主桁の損傷後に計測した値）であり、道路構造令¹⁾による道路の建築限界で定められた 4.5m を超えて確保できおり、100mm 程度の余裕しかない。



図 1 橋りょうの全景（損傷調査時）

3. 損傷の状況

図 3 および図 4 に本橋りょうに生じた損傷の状況を示す。本橋りょうに生じた変状は、コンクリートの欠損、スラブのひび割れ、PC 鋼材を納めたシース管の破損であった。

図 3(a) のように、コンクリートの欠損は、中間横桁間の主桁下縁部付近において生じた。G1、G2、G4 桁におけるコンクリートの欠損は、シース管や PC 鋼材が剥き出しになる程度であった。G3 桁におけるコンクリートの欠損は、図 3(b) のように、最も広くかつ深い領域に及んでおり、PC 鋼材よりも深部に多数のひび割れが生じる程度であった。図 3(c) のように、スラブのひび割れは、支間中央付近に生じ、橋軸直角方向に貫通し、腹部にも進展していた。なお、レールレベルなど軌道に異常は見られなかった。図 3(d) のように、PC 鋼材を納めたシース管の破損は、G1 桁において生じたものの、PC 鋼材の自体に破断や断面欠損などは見られなかった。また、橋りょうの支承部や橋台については、重機の接触による損傷は見られなかった。

損傷要因については、重機が接触した時の衝撃力により、コンクリートの破壊あるいは欠損が発生し、一方、設計では想定していない主桁を下から押し上げるような、上向きの一時的な力により、スラブにおけるひび割れが発生したものと考えられる。なお、PC 鋼材の自体に損傷がなく、軌道にも異常がないことから主桁が上反するような弾性変形が見られず、PC 鋼材の引張応力度に顕著な変化はないものと推測される。

4. 復旧の方針

3 章に示した損傷の状況を踏まえ、次に示すような復旧の方針とした。図 5 に補修工法の概要を示す。

- (1) G1、G2、G4 桁の中間横桁間は、主桁が有する耐力の低下が些少と考えられるような軽微な損傷であったため、断面修復とひび割れ注入を施すことで耐久性を確保する
- (2) G3 桁の中間横桁間は、主桁が有する耐力の低下が懸念されるような損傷であったため、断面修復とひび割れ注入とともに、補強材を追加する

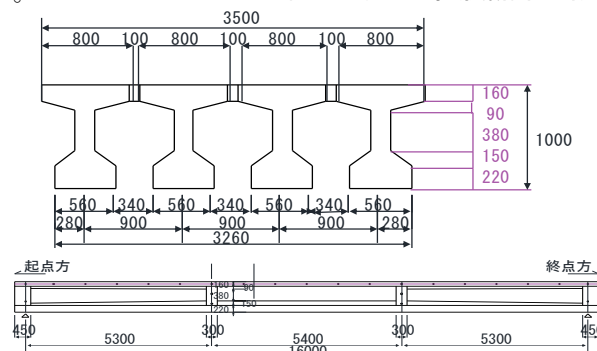


図 2 橋りょうの主な諸元（単位：mm）

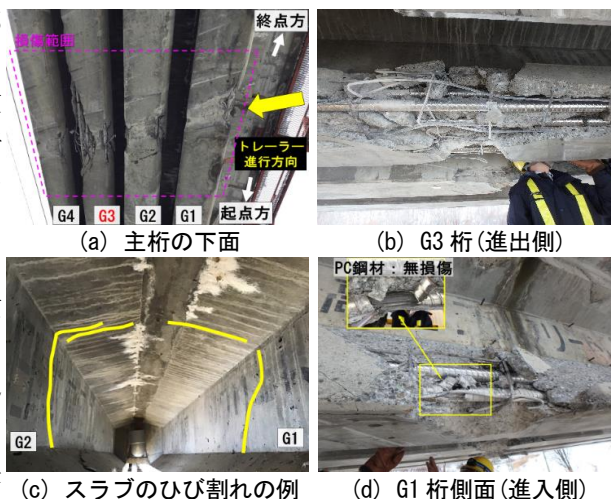


図 3 損傷の状況

キーワード プレストレストコンクリート，PC，自動車衝突，復旧

連絡先 〒060-0012 北海道札幌市中央区北 11 条西 15 丁目 1 番 1 号 北海道旅客鉄道（株） TEL 011-700-5794

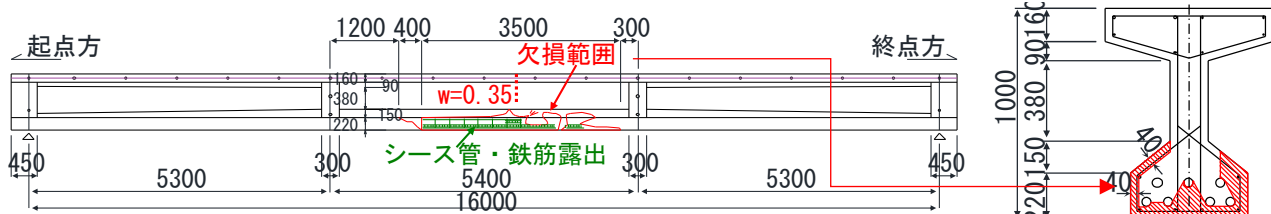


図4 G3桁におけるコンクリートの欠損範囲（単位：mm）

(3)すべての主桁の中間横桁より桁端側は、コンクリートに損傷が見られないことやPC鋼材に損傷が見られず、引張応力度に顕著な変化がないものと推測されたことから、断面修復、ひび割れ注入とする。なお、補強材の追加は中間横桁間に限定する。

図6に示すように、G3桁に追加する補強材は、曲げ引張応力を負担する鋼板、主桁の腹部を貫通させたせん断補強筋（以下、補強用鉄筋）、および一体化を図るための無収縮モルタルである。

- 設計・施工時に配慮した点は以下のとおりである。
- ・ 鋼板は、健全時の耐力に回復させる程度の補強材量とする。
 - ・ 鋼板には頭付きスタッドジベルを熔植し、補強用鉄筋は主桁の腹部を貫通させることで、鋼板と主桁とが重ねばり状態とならないように配慮する。
 - ・ 桁下空頭4.5mを確保できるように、鋼板と主桁の間隙は20mm程度とし、頭付きスタッドジベルを主桁の下突縁直下を避けるように配置し、桁下への突出量を抑制する。
 - ・ 市場で迅速に入手可能な材料を使用するとともに、施工中の道路通行止め時間を極力短くするため寒冷地の冬期施工でも短時間で強度発現が見込める材料を使用する。
 - ・ 防錆処理のため、鋼板、鉄筋などの鋼材に亜鉛メッキを施す。
 - ・ 工事による交通規制の範囲や期間を短縮するため、支保工を省略し、隣接した桁に反力をとった吊り型枠を用いる。
 - ・ 補強用鋼板を型枠としても利用し、工期短縮のため側型枠は取り外し不要の鋼製の埋設型枠とする。

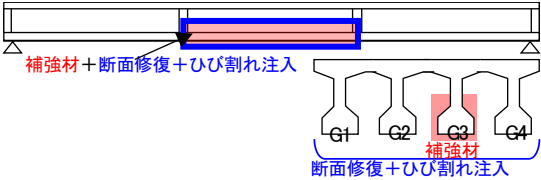


図5 補修工法の概要

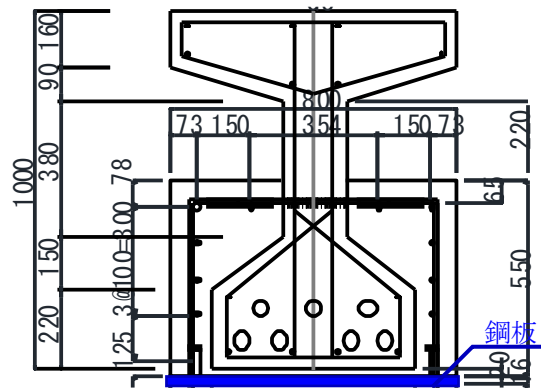


図6 補修詳細図（G3桁）（単位：mm）

表3 G3の耐力（RCはりとして算定）

項目	健全	補修後 (補修後／健全の比)
設計曲げ耐力 (MN・m)	3.22	3.22 (1.0)
設計せん断耐力 (kN)	240	275 (1.1)

図6に示した補強後の断面について、鉄道構造物等設計標準（コンクリート構造物）²⁾を用いて、RCはり部材として耐力を算定した。その結果、表3に示すように、補強後のG3桁の耐力と健全なPC桁とを比較して同程度以上となることを確認した。

5. 試運転による性能の確認

4章に示した補修を実施した後に、試運転列車を走行させて支間中央のたわみ値を計測した。たわみ値は、各主桁の支間中央の鉛直変位であり、リング式たわみ計を用いてその値を計測した。なお、G2、G3桁の両支点における沈下量も併せて計測した。その結果、設計列車荷重（EA-15）の最大曲げモーメント相当³⁾でのたわみ値は、約1.0mm（G1、G4桁）であり、たわみの限界値32mm（支間長/500）よりも小さく、RCはり部材として算定したたわみ値の約8mmよりも小さい値となった。

以上より、たわみの測定値が限界値やRCはりとして算定したたわみ値よりも小さい値であったことから、列車の走行安全性に問題がないことを確認した。

6. まとめ

主桁下部のコンクリートが欠損したPC橋りょうに対して、主桁の断面修復とひび割れ注入を施すとともに、鋼板およびせん断補強鉄筋を追加して耐力を回復させた。試運転列車を走行させて走行安全性に問題ないことを確認し、2020年2月5日に運転を再開した。

謝辞：本橋りょうの復旧について、（公財）鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部（コンクリート構造、鋼・複合構造）に多大なご指導を賜りました。ここに心より御礼を申し上げます。

参考文献：1)（公社）日本道路協会：道路構造令解説と運用、2015、2)国土交通省監修（財）鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準（コンクリート構造物）、2004、3)国土交通省監修（財）鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準（コンクリート構造物）、2007