

車両の衝突により主桁が損傷したPC橋の状態評価と復旧事例

1. はじめに

道路橋では、長い供用期間中に設計では想定していない作用を受けることもあります。特に、単に設計計算で考慮された以上の大きさの作用を受けるというのではなく、設計で考慮されていない方向からの作用を受けると、部材は耐荷力機構として考慮されていない形で抵抗することになります。そのような場合、部材には設計では想定していない形態の破壊などの悪影響が生じることもあるため、橋や部材の状態の評価にあたってはこの点を考慮する必要があります。

本稿では、下を通行する車両の衝突で大きな損傷を生じたコンクリート橋の状態評価と復旧の事例を紹介します。

2. 事例の概要

深江第一高架橋は、一般国道202号にある昭和58年供用の2径間のプレテンションPC橋です。下を通過したコンテナ積載車両の一部が終点側径間の主桁に衝突して損傷が生まれました。写真-1、図-1に橋梁の概要を示します。

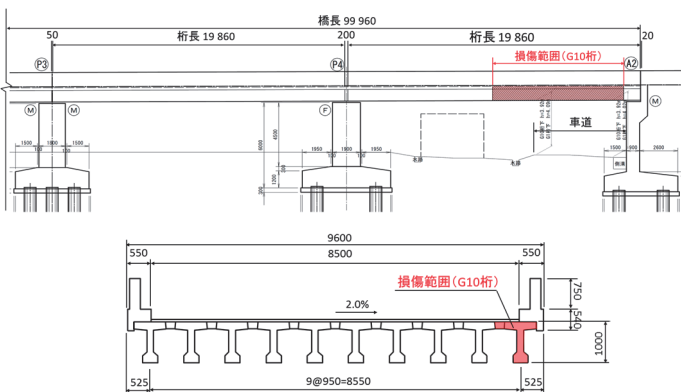


図-1 橋梁一般図



写真-1 橋梁全景

3. 変状の状況

衝突があった最外桁（G10桁）の側面には、明らかに今回発生したと考えられる大きく開口したひび割れがいくつか確認されました（図-2）。

ウェブ側面には桁端部下方から中央部上方に向かう長く伸びるひび割れが複数生じていました（ひびわれ①）。また上フランジとウェブの境界部で水平方向に長く伸びるひび割れも確認されました（ひびわれ②）。さらにウェブ下端付近から桁下面にかけてコンクリート表面に顕著な段差を伴ったひびわれもみられました（ひびわれ③）。

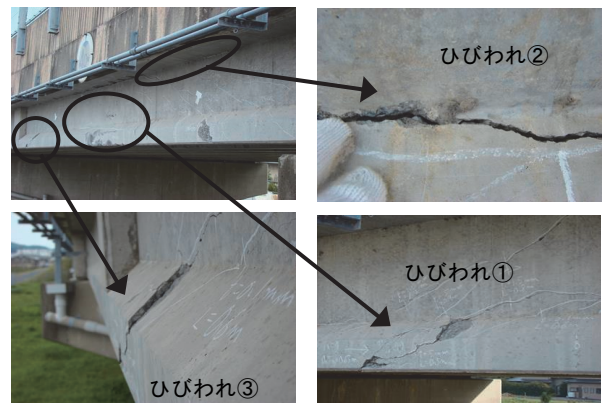


写真-2 主なひび割れ

4. 詳細調査

道路橋の部材では、損傷の外観性状と原因は必ずしも単純には対応しません。そして原因が異なれば、外観性状が類似していても耐荷力状態が大きく異なる場合があります。本事例のように設計で考慮されていない特異な作用を受けた場合には特に注意が必要です。例えば、ひびわれ①は、発生位置や向きなど特徴は、過大な鉛直荷重によって生じるせん断ひび割れ（写真-3）と類似点も多くみられます。そして仮に鉛直力によるせん断破壊であれば通行車両の影響でさらに破壊が進んで急速に危険な状態になることも懸念されます。そのため、本例ではひび割れ内部の開口面の向き、通常せん断破壊に先行して生じる曲げひびわれの有無なども着目して、せん断破壊が生じている可能性について確認を行いました。



写真-3 鉛直荷重で生じるせん断破壊 (実験)

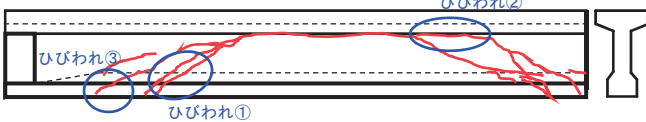


図-2 G10桁側面の主なひびわれ

その結果、ひびわれ①は桁内部に向かって斜め上方に向かって幅が小さくなりながら伸びており（写真-4）、桁下端が水平方向に押し込まれたときの变形によるものと考えられました。ひびわれ②もこのような桁の挙動とは整合しています。

なお、原因は異なっても結果的には鉛直荷重に対してせん断抵抗を期待するコンクリート部分で大きくひび割れており、鉛直荷重に抵抗出来るためには少なくとも上フランジ部のコンクリートが圧縮抵抗力を失っていないことが必要です。またG10桁の桁下端が水平方向に押し込まれたとすると、隣接桁との境界部で床版が屈曲するように変形して横締め鋼材が局部的に曲げられたり、床版上側で負曲げによるひび割れが生じていることも懸念されました。いずれも耐荷力に大きく関わる事項であり、事故直後に舗装を一部除去して桁上面の調査を行いました。結果的にひび割れ等は生じておらず、桁にはある程度耐荷力余裕があるものと判断することができました（写真-5）。



写真-4 ひびわれ①(一部)



写真-5 損傷部桁上面

設計では想定していない主桁側面からの衝撃的な水平力が桁に及ぼす影響については知見も乏しく明確ではありません。また本事例では衝突速度や正確な作用位置や方向も不明でした。そこで表面のひび割れの幅や位置だけでなくひびわれ内部や鉄筋の状態なども非破壊検査機器も用いて調査しました。その結果、鉄筋周りでコンクリートが細かく破碎され

た箇所があり衝突時には表面のひび割れ幅から推定される以上の部材の変形を生じ、鉄筋とコンクリートの付着が低下している箇所もあることがわかりました（写真-6）。

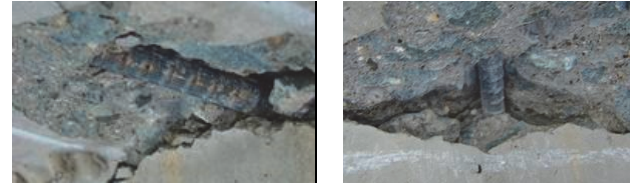


写真-6 鉄筋周囲のコンクリートの破碎

ひび割れ③は、表面的には鋼材腐食に伴う浮きや剥離のようにも見えますが、衝突との関連を明らかにするため桁の詳細測量やひびわれ内部の調査を行いました。その結果、内部鋼材に腐食はなく、桁には水平方向に約16mmの残留変位が生じていました。これらから、G10桁が衝突時に面外に屈曲したことで生じたひび割れと考えられました。

5. 対策の検討

G10桁の大きなひび割れは注入で閉塞しても有効断面としての機能回復は困難であり、衝撃による桁内部の損傷にも不明な点が残りました。そのため桁交換も含めて対策が検討されましたが、横締めで他の桁と一体化されているG10桁の交換は施工が難しく、工事中の供用制限も大規模となることなどから、G10桁はひび割れ補修を行った上で鋼板により耐荷力を補う補強が行われました。

6. おわりに

点検などで発見される損傷には原因が特定できないものも多くあります。このとき本稿の例のように設計で考慮していない作用を受けていると、一般に外観性状から類推されるものとは部材の状態が全く異なっている可能性があります。そのため、原因の絞り込みを行う一方で、設計で考慮されていない特異な作用や現象が関わっている可能性を念頭において現状を正確に把握して対処することが重要です。

参考文献

- 1) 国土交通省九州地方整備局福岡国道事務所
国道202号深江第一高架橋補修技術検討会資料

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 上席研究員 玉越隆史
国土交通省国土技術政策総合研究所
道路構造物研究部橋梁研究室長 白戸真大
同 橋梁研究室 主任研究員 猪狩名人
国土交通省九州地方整備局
道路部 道路構造保全官 鶴林保彦