

# (46) PCT桁橋の損傷と補修の一事例について

ピーシー橋梁株式会社      ○ 森田 修司  
田岡 健次

## 1. はじめに

### 1-1 概要

一般国道155号小山橋は、豊田市若林西地内において主要地方道・名古屋岡崎線を跨ぐPC単純T桁橋である。名古屋岡崎線を名古屋方面に通行する建設工事用掘削機を積載した大型トラックが小山橋に接触、同橋梁は主桁の一部に損傷を受けた。

本報告は、損傷事故に対する被害状況調査、補修工法案の比較検討、鋼板接着工法の詳細設計、ならびに施工についての概要を報告するものである。

### 1-2 工事概要

- |          |                          |
|----------|--------------------------|
| 1) 工事名   | 155号小山橋損傷補修工事            |
| 2) 位置    | 豊田市若林西地内                 |
| 3) 工期    | 平成元年10月5日<br>～平成元年11月20日 |
| 4) 路線名   | 一般国道155号線                |
| 5) 等級    | 一等橋 (TL-20)              |
| 6) 橋長    | 23.20 m                  |
| 7) 幅員    | 12.50 m                  |
| 8) 型式    | PC単純T桁橋 (フレキシオン方式)       |
| 9) 交通量   | 11,347 台/12h             |
| 10) 竣工年月 | 昭和47年3月                  |

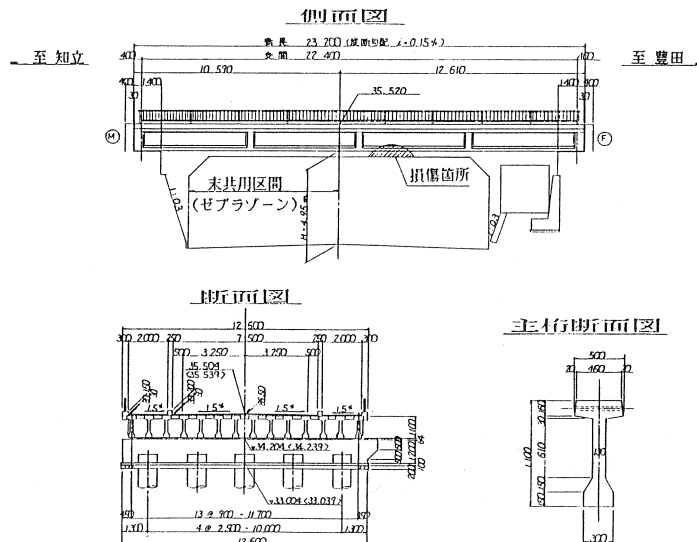


図 - 1 橋梁概要図

## 2. 損傷の概要

本損傷事故は、トレーラーに積載したバックフォアのアーム部が本橋梁の桁側面及び下面に衝突したもので、図-2のような損傷状況を示していた。橋梁全体の損傷は、下フランジに配置されたPC鋼線が部分的に露出した桁が3本（写真-1）、断面欠損が生じた桁が6本（写真-2）といった損傷状態であった。

損傷範囲はスパン中央部から瀬戸側にクラックが6～10mm（クラック幅は0.3～0.6mm）におよび、桁コンクリートも一部では1.0～1.5m程度が剝落、局部的にはコンクリートの浮き部分がみられた。

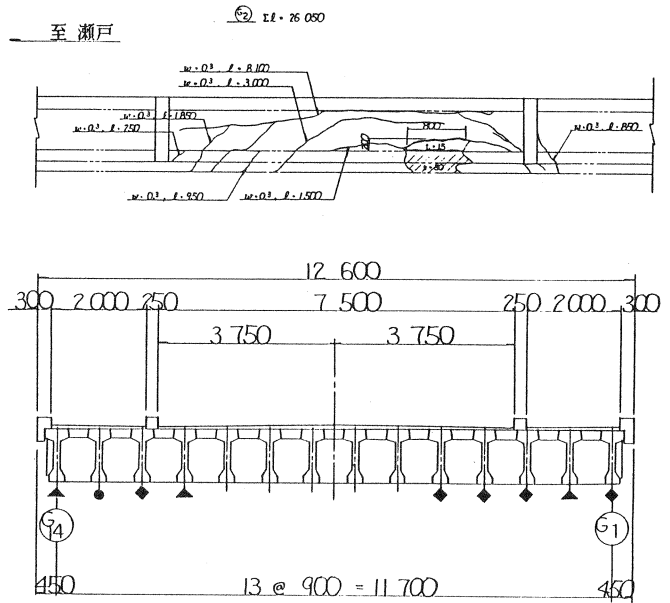
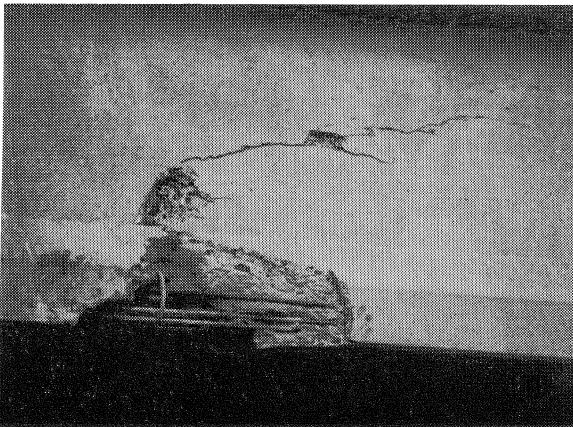


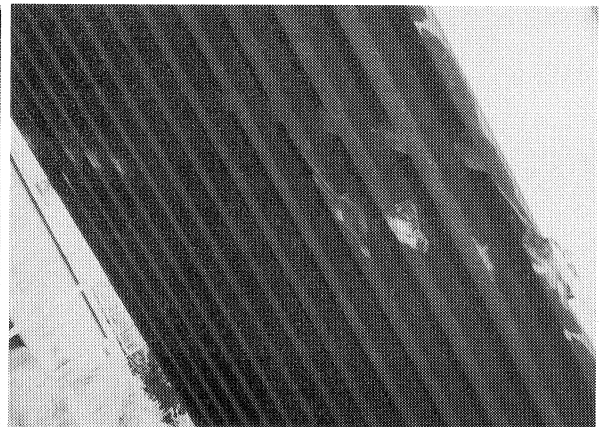
図-2 損傷状況

注) 桁の損傷程度の分類は下記の通りである。

- ▲ 重傷桁：桁コンクリートが著しく破壊されPC鋼線が露出、クラックが桁を貫通している。
- ◆ 中傷桁：桁コンクリートが破壊されPC鋼線の露出はないが、クラックが桁を貫通している恐れがある。
- 軽傷桁：上記以外で損傷を受けたもの。



(写真-1)



(写真-2)

### 3. 載荷試験

本試験は桁の損傷度を診断する事、特にPC鋼線のストレスの確認を目的とした静的載荷試験である。歪み（応力）、変位（桁たわみ量）及びヒビ割れ（開口幅）について計測を実施した。

#### 3-1. 試験方法

静的載荷試験は、載荷荷重としてはトラック（全重量20t）を4台使用し、載荷車1～4台を用いて合計8ケースの載荷パターンについて計測を行った。

載荷試験に先立ち、橋面上に各載荷ケース毎の車輪位置をマーキングしトラックを誘導、マーク位置に停止させる事として載荷位置による誤差をなくすようにした。

#### 3-2. 解析及び考察

載荷試験に先立ち現地で行われる載荷状態をモデル化したものにより、格子理論を用い理論解析値を求めた。尚、部材剛度は元設計で示される値とした。

載荷試験結果は、図-4に示すとうり、変位については実測値が理論値と非常に近い値を示した。応力についても理論値と同傾向の値を示したが一部の桁（G11, G14桁）で理論値と多少大きな差を生じた。この原因としては、ゲージを取り付けた位置がクラックの干渉を受けた事、桁中央部のヒンジ化、地覆による断面剛度の増、計算上の載荷位置と実際の載荷位置のズレ等が考えられるが、重傷桁の応力の値が小さいもの他の桁への負担が極端に大きくなっていない事、及び全ケースをどうして曲げによる新しいクラックなどの発生が認められなかったことより判断して、桁としてのストレスは抜いていないとした。

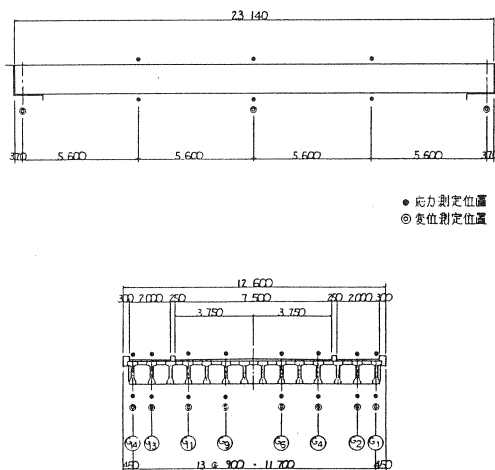


図-3 変位・応力測定位置

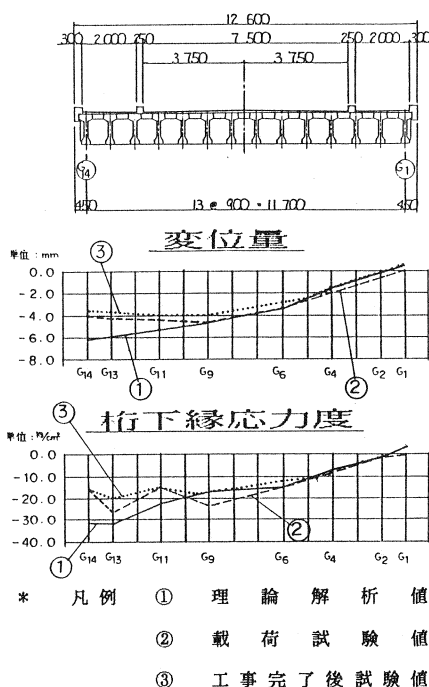


図-4 桁中央部における変位及び桁下応力

#### 4. 対策工法の検討

##### 4-1. 比較検討

小山橋の損傷事故は全国的な視野で眺めた場合、その損傷事例は皆無であるといっても過言ではない。損傷事故原因がたまたま通行中の建設工事用掘削機を積載した大型トラックが橋桁に接触したために起きた損傷事例であり、橋の老朽化、材料劣化などといった原因で生じた損傷ではないところにその特異性が存在する。又、小山橋の架橋条件から考えても橋桁への接触という事例は、桁下が  $H = 4.9$  m 確保されていることより常識的には考えられない事故原因であるといえる。

桁の損傷を調査し、個々には損傷程度が大きくても構造物としては作用する外力に対して全体で抵抗すると考え

$$\frac{(3 \times \alpha + 6 \times \beta) + 5}{14}$$

の損傷による耐荷力の低下と考え、以下の4つの対策工法案について検討を行った。

- ① 橋梁架け替え案
- ② 損傷桁取り替え案
- ③ 鋼板接着 + 増し桁案
- ④ 鋼板接着案

PC桁の損傷程度により第1案から第4案までの対策工法案として、工法①、②は桁の損傷が大きい場合（PC鋼線のストレスが抜けている場合）、工法③、④は桁の損傷が小さい場合（PC鋼線のストレスが抜けていない場合）に適用する工法案である。静的載荷試験の結果比較的損傷度が小さいこと、さらに工期および施工性より第4案 鋼板接着工法による復旧が最適と判断された。

##### 4-2. 鋼板接着工法の設計

鋼板接着工法の理論は鉄筋コンクリート構造解析としており、不足している鉄筋量に対して接着鋼板量にて補う手法が取られている。PC桁への鋼板接着は数多く行われているが確立した解析方法はない。が、その多くの考え方は、プレストレスの損失量を仮定して、その損失量を補う目的で接着鋼板量を決定し補修を行う方法が取られている。

小山橋の場合は、PC鋼線の損傷がないことから、検討の方法は断面損傷部の剛性低下を考え、損傷前の桁断面剛性に復元させることを目的に接着鋼板量（鋼板厚）の決定を行うこととした。又、今回の補修は損傷している部分のみとしていることより、部分的な剛性の増大を避けるために桁全体の桁剛性も検討することとした。

検討の結果

$$\text{損傷前の桁断面剛性} \quad I = 3,700,000 \quad \text{cm}^4$$

$$\text{鋼板厚} \quad t = 6.0 \quad I_1 = 3,818,861 \quad \text{cm}^4$$

となり、桁全体としての桁断面剛性も

$$I_A = 3,728,123 \quad \text{cm}^4 \geq I = 3,700,000 \quad \text{cm}^4$$

よって、補強接着鋼板の厚さを  $t = 6.0$  mm と決定した。

## 5. 損傷補修工事

損傷補修工事の施工順序を図-5のフロー図に示す。

施工はクラック内に樹脂接着剤を注入し、断面欠損部は樹脂モルタルにて断面復旧を行った後に鋼板接着を行い工事を完了する。工事としてはそんなに難しい工事ではない。がしかし、工事全体に目に見えない部分（クラック内の樹脂接着材注入量、断面復旧を行う樹脂モルタル量、鋼板とコンクリートの間の樹脂接着材量など）が多く、施工中の検査の方法、数量計算の方法などに難しい点があった。工事施工の重要性は当然のこと、これらの部分についても十分な配慮が必要と思われる。

### 5-1. クラック注入工

クラック内の樹脂接着材注入は、施工前の調査時にクラックの幅と延長を計測し、今までの経験からクラック延長当たり $0.16 \text{ kg/m}$ として数量の計上を行った。これは通常の補修工事（コンクリート劣化によるクラック注入）についてのデータであり、今回はコンクリートが受けた衝撃力により発生したクラックであり、コンクリート劣化により発生したクラックとはその発生形状、形態が異なり同じレベルで数量を計上したところに問題があった。実際の樹脂接着材注入量は設計数値の約2.5倍の量を使用した。樹脂接着量を明確にするためにも着工前の検測方法として、クラックの幅、延長そしてクラックの深さについても測定を行い、数量計算の根拠として明確にしていく必要があると思われる。

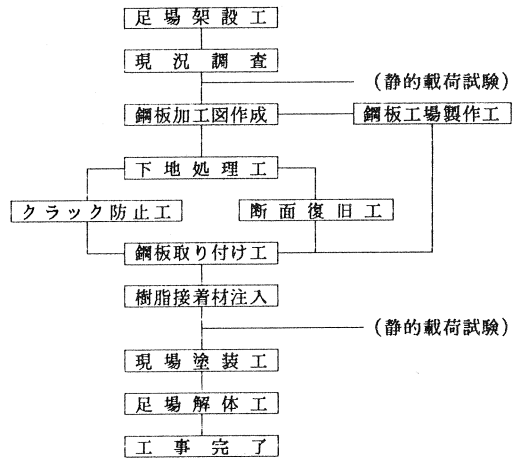
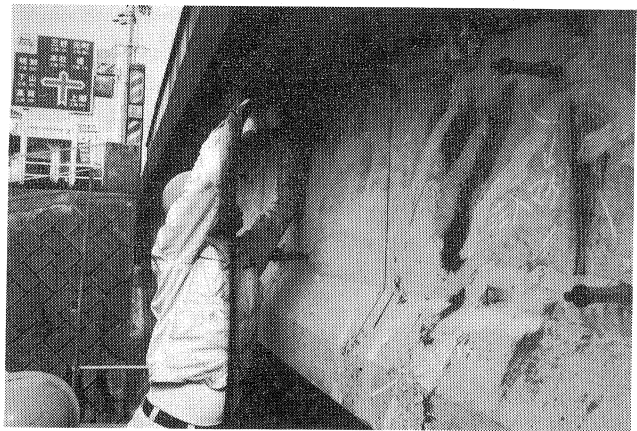


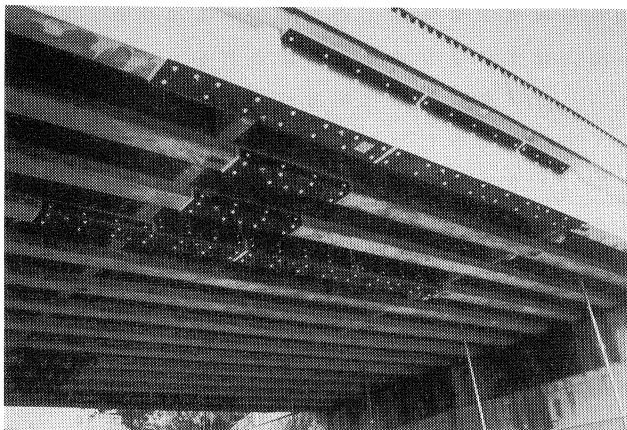
図-5 工事工程フロー図



(写真-3)

## 5-2. 鋼板接着工

コンクリートにホールインアンカーを打ち込み、このアンカーを鋼板の位置決めと仮止め用として使用し樹脂接着材にてコンクリートと鋼板が一体化すると考えた。コンクリートと鋼板との隙間（樹脂接着材注入空間）は、接着効果としては厚すぎるのは問題があり、薄ければ薄いほど良いが施工する上で0では施工不可能であり、コンクリート面の不陸性と施工性を考え平均5mmと設定して施工を行った。



(写真-4)

## 6. まとめ

補修工事完了後、補修効果の確認をするために前回と同様なケースで載荷試験を行った。結果としては、図-4に示すように重傷桁の応力が増加し、他の桁の応力が減少していることがわかる。他の載荷ケースについても同様な傾向を示した。このことから、損傷を受けた桁の機能回復により効果的な荷重分配が図られたと判断する。

以上のような経緯を経て一般国道155号小山橋は、平成元年11月1日を以て無事再共用（通行止め日数44日間）を開始した。PC桁の損傷と安全度については理論的判断が難しい面もあり、現地調査載荷試験を重点に対策補修工法の決定、施工を行った。本補修工事がPC構造物の損傷補修工事の1事例として参考になれば幸いである。

最後に、今回の損傷工事に当たって緊急な対応を迫られる中、多くの意見・資料を頂いた関係各位に感謝の意を述べるものであります。