

# 塩害損傷を受けた RCT 桁橋（御幸橋）の耐荷力検討

香川高専専攻科 学生会員 ○薬師 侑祐  
大阪ガス 石床 健太  
香川高専 正会員 太田 貞次

## 1. はじめに

コンクリート橋の損傷原因の1つに塩害がある。塩害による損傷を受けた橋では、コンクリートの剥離や鉄筋露出などの外観上の著しい損傷状況を呈し、耐荷力の低下が懸念される。

筆者等の研究室では市町村の道路管理者を対象として技術力向上のための講座を開講し、講座活動を通じて市町が管理する橋の現況を調べ、損傷が顕著なものを数多く見つけてきた。ここでは、塩害による損傷を受けた橋(御幸橋)を対象として行った耐荷力検討について報告する。

## 2. 現地調査

実施した3回の現地調査の内容について説明する。第1回調査では、御幸橋に生じているひび割れや鉄筋露出を中心に目視点検した(写真-1)。第2回調査では、ノンプリズム測量により橋梁のたわみを計測するとともに、現地振動計測により固有振動数を調べた。第3回調査では、目視点検でひび割れ幅やひび割れ形状などをより詳細に調査するとともに、シュミットハンマーを用いてコンクリートの圧縮強度を調べた。



支点付近の損傷状況      せん断ひび割れ  
写真-1 御幸橋主桁側面

## 3. 現場計測

### (1)ノンプリズム測量による変形計測

変形計測では、橋の主桁下面に沿って径間ごとに9か所の鉛直変位を測定した。計測結果を図-1, 2に示す。支点部コンクリートの劣化が顕著な第1径間では、支間中央で最大3.6cmの鉛直変位が発生していたが、損傷が比較的軽微な第2径間では鉛直変位は発生していないことが確認された。

### (2)現地振動計測

サーボ型加速度変換器を各径間の1/2の位置に設置

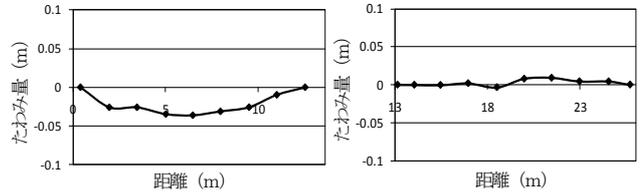


図-1 第1径間の変形形状      図-2 第2径間の変形形状

し振動加速度波形を測定した。

計測対象は橋自体の常時微振動とジャンプによる強制振動の2ケースとした。後者による振動加速度波形と、これをフーリエ変換して得られた振動加速度スペクトルを図-3, 4にそれぞれ示す。図より御幸橋の固有振動数は61.5Hzとなることがわかる。

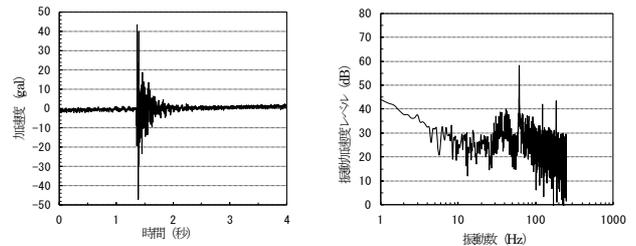


図-3 振動加速度波形      図-4 振動加速度スペクトル

### (3)シュミットハンマーによる強度測定

主桁の圧縮強度を計測するためにシュミットハンマーを用いてコンクリート表面の反発度を測定し、その測定値に基づいてコンクリートの圧縮強度を推定した。計測結果を表-1に示す。

表-1 圧縮強度の推定結果

	測点1	測点2	測点3
圧縮強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	24.5	19.3	10.2

## 4. 耐荷力検討

### 4.1 曲げに対する検討

#### (1)曲げ剛性の検討

現橋の曲げ剛性について検討する。設計図面から得られる断面を健全モデルとする(図-5)。

次に、現地振動計測から得られた値を現橋モデル値として両者を比較する(表-2)。表-2より、現在の御幸橋は建設された当時よりも約2.7%曲げ剛性が減少していることが確認できた。

キーワード：RCT 桁橋、耐荷力検討、現地調査、振動計測、形状計測

住所：香川県坂出市文京町二丁目2番10号・電話：0877-45-7302

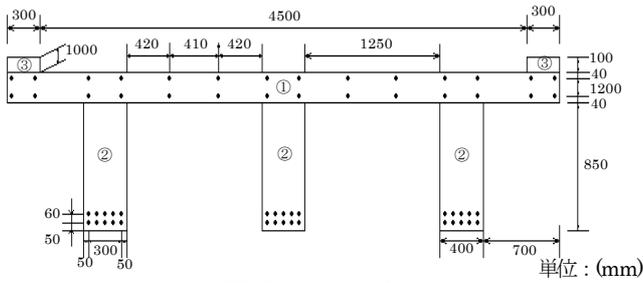


図-5 健全モデル

表-2 固有振動数と曲げ剛性

	①基準値	②現橋値	減少率 [%]
固有振動数 $h_s$ [Hz]	62.3	61.5	1.35
曲げ剛性 $EI$ [Nmm <sup>2</sup> ]	$7.78 \times 10^{15}$	$7.57 \times 10^{15}$	2.70

(2)曲げ破壊に対する検討

曲げ破壊に対する検討では、健全モデルと現橋モデルに加えて、主桁下面のコンクリートが剥離して鉄筋が露出し、さらに鉄筋断面が D32 から D25 相当に減少した損傷モデルの 3 ケースを対象とした。荷重として死荷重と T 活荷重を載荷し、主桁に発生する応力度を調べた。計算では  $E_c=2.4 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ (一定)として、断面 2 次モーメントだけを変化させている。計算結果を表-3 に示す。

表-3 各モデルに発生する応力度

	$\sigma_{cu}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{sl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
健全モデル	2.68	33.5
現橋モデル	2.72	35.7
損傷モデル	2.82	33.8

極端な損傷状況をモデル化した損傷モデルでは健全モデルと比較して曲げ剛性が約 11%減少している。しかし、発生応力度は許容応力度よりもかなり小さく、健全モデルと比較してもあまり応力度に変化がないことがわかった。また、現橋モデルでは損傷モデルよりも安全側にあり、健全モデルと比較して曲げ剛性が 2.7%しか減少していないことから、御幸橋は曲げに対する十分な安全性を確保していることが確認できた。

4.2 せん断破壊に対する検討

御幸橋では支間中央で 3.6cm の鉛直変位が計測されているが、4.1 で検討したように、曲げ剛性の低下が原因ではなく、支点部における角折れ、またはせん断変形が影響していると推察される。さらに、外側主桁側面に幅 1.7mm のせん断ひび割れが発生しており、せん断耐力の低下が懸念された(写真-1)。ここでは、現橋のせん断耐力に対して検討を行う。

(1)現橋のせん断耐力

現地調査の結果を踏まえた現橋のせん断耐力を、コンクリート断面、せん断補強鉄筋(スターラップ)、及び折

り曲げ鉄筋別に表-4 に示す。

表-4 構造要素別せん断耐力

コンクリート耐力 [kN]	スターラップ耐力 [kN]	折り曲げ鉄筋耐力 [kN]	合計 [kN]
156	126	118	400

(2)作用せん断力

作用力として橋の死荷重と T 活荷重を橋に載荷したときの主桁が受け持つせん断力を算出する。作用せん断力の検討では、御幸橋の主桁 3 本のうち 1 本は支点部の損傷が著しく、この部分から支点への力の伝達が期待できないので、ここでは主桁 2 本で全作用力を受け持つこととする。その結果、主桁 1 本に働く力は 220kN となった。

(3)せん断耐荷力の検討

(1)、(2)より現橋のせん断耐力は作用せん断力よりも大きい安全である。しかし、現地調査で得られた橋の損傷状況から、主桁に十分なせん断耐力を有していると考えるのは難しい。このため、損傷状態を反映したモデルを作成し、せん断耐力を求めた(表-5)。せん断耐力は、コンクリートの強度低下、せん断補強鉄筋の断面減少、および折り曲げ鉄筋の断面減少の 3 つの影響を同時に考慮したモデルを対象として検討した。

表-5 各要素減少時のせん断耐力

コンクリート耐力 [kN]	スターラップ耐力 [kN]	折り曲げ鉄筋耐力 [kN]	合計 [kN]
139	0	75	214

3 主桁のうち 2 主桁だけが設計荷重を支えるとする作用力は 220kN となる。せん断耐力の計算において、コンクリート強度を劣化断面の  $10.2 \text{N/mm}^2$ 、スターラップがなし、鉄筋腐食により鉄筋径が D32 から D25 まで断面減少させると、計算結果は 214kN となり、設計荷重による作用力よりも小さく危険側となった。

5.まとめ

塩害による損傷を受けた御幸橋を対象として耐荷力検討を行った。確認できたことを次に示す。

1. 支点付近で著しい損傷を受けているが、曲げ剛性は 3% 程度の低下に収まっており、曲げ応力度も余裕がある。
2. 支点部の断面欠損に伴い、せん断耐力が低下している。今後主鉄筋やせん断補強鉄筋の腐食の進行に伴い、せん断破壊の可能性はある。

参考文献

1) 太田貞次：市町の道路管理者を対象とした実践的橋梁維持管理講座の紹介、道路、Vol. 86、2009 年 3 月