

（株）東洋情報システム 正員○山本恭義  
神戸大学工学部 正員 宮本文穂  
神戸大学工学部 正員 西村 昭  
兵庫県浜坂土木事務所 正員 西垣 勉

## 1. はじめに

コンクリート橋の補修、補強は、「調査」「診断」の過程を経て行なわれるが、一般的には劣化の進行している箇所に限られることが多い。本研究は、約37年を経て架替えの決定したRC橋について、補強等を想定して主桁スパン中央下部にばね定数既知の“ばね”を設置した状態及び高欄を除去した状態等、本来の構造系を変更させた場合の各主桁の安全性評価を行なうことによって補修、補強の体系化の確立を目指すものである。

## 2. 安全性評価試験の概要

2.1 試験橋の概要：試験対象とした「対田橋」は、橋齢37年（昭和25年架設）の5径間RC単純T桁橋であり、3主桁を有し架設後、両端スパンの片側にそれぞれ増桁が設けられたが、構造的には独立なものであり、構造系の大幅な変更無しにほぼ架設当時の状態で供用されてきたと考えられる。本橋は、取付け道路とほぼ直角に架設されており、道路線形の改良による新橋の架設に伴って取壊されることが決定した。

「対田橋」の概略図及び試験対象スパンを図1に示す。

2.2 試験条件：試験は、供用時の状態、構造系を変更させた状態及び高欄（図2参照）を除去した状態の3条件とした。構造系の変更は、主桁が局部的に補強されていること等を想定し、図3に示すようなばね定数既知（45.3kgf/mm）の“ばね”を中桁（主桁B）のスパン中央下部に設置し、油圧ジャッキを用いて約5tfの鉛直上向き荷重を加えることによって行った。これら各状態に対する試験は以下の2種類とした：①静的載荷試験：重量既知の試験車（20tfトラック）を、各主桁に最も不利になるように、後輪軸の中心が各主桁中心線上でかつ各主桁スパン中央（ $L/2$ ； $L$ =スパン長）にくるように載荷し、各主桁のスパン4等分点（ $L/4$ 、 $L/2$ 、 $3L/4$ ）、合計9測点のたわみを測定した。②重錘落下振動試験：舗装上の所定の各位置に、重量300kgfの重錘をクレーン車を用いて15回程度落下させ（落下高さ；約1m）、その際の重錘の入力加速度及び各主桁の4等分点の応答加速度をそれぞれ超小型加速度計を用いて測定し、アンプを通してデータレコーダに記録した。

## 3. 安全性評価結果及び考察

各主桁の安全性評価は、静的及び動的試験より得られる、それぞれ各主桁スパン中央（ $L/2$ ）のたわみ分布及び1-1次、1-2次の固有振動数及びスパン中央の1-1次の振幅を構造パラメータとするSI法<sup>1)</sup>の適用によって実行した。SI法で必要となる構造モデルには、静的試験に対しては高欄及び舗装を考慮したねじり剛性を有する格子桁を、動的試験に対しては主桁を24質点、横桁を8質点に分割した集中

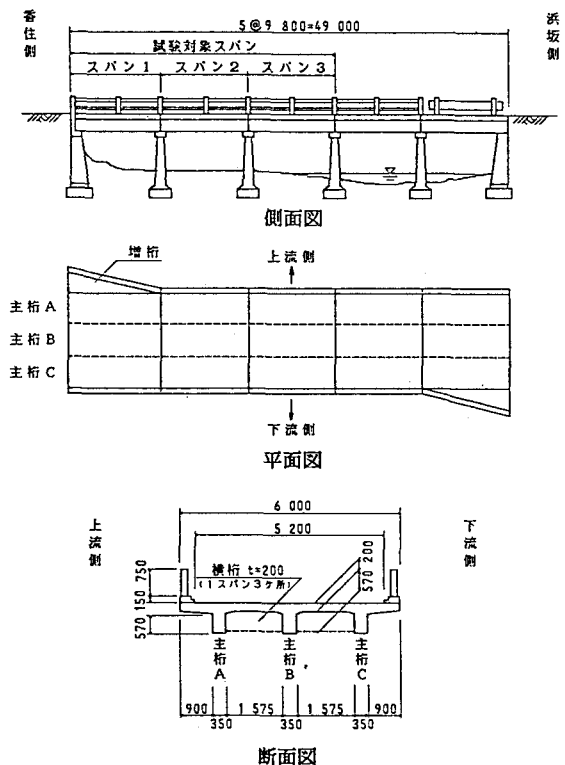


図1 「対田橋」の概要及び試験対象スパン（単位：mm）

質量モデルを用いた。SI法によって推定される構造パラメータ（コンクリートのヤング係数 $E_c$ 及び各桁の断面2次モーメント $I$ 。）をもとに、静的、動的試験結果に基づく曲げ破壊安全率 $\gamma_n$ 及びせん断破壊安全率 $\gamma_s$ を算出した。表1(a),(b)は、一例として両者の曲げ破壊安全率を示したものである。これより、静的、動的両者とも高欄の除去に伴う安全率の変化は小さく、高欄死荷重の減少が影響しているに過ぎないことがわかる。しかし、構造系変更の影響は顕著であり、主桁Bにおいて安全率が低下し、両耳桁において高くなっている。これは、主桁Bの剛性が、大きく改善されたため荷重分配効果に変化が生じ、結果的に両耳桁の安全率が増加し、主桁Bの安全率が低下したものであると思われる。従って、全体系の安全性への影響を考慮せず、損傷部分のみに対処する局部的な補強等は、各主桁の剛性のバランスを崩し、その結果、必ずしもその安全性を高めるという結果にはならないと言える。

#### 4. あとがき

本研究は、補強、補修等を想定した構造系の変更がRC橋の安全性にどのような変化を生じさせるかを明らかにすることによって合理的補修、補強法を検討したものである。その結果、各主桁の破壊に対する安全率からみると、局部的な補強等が必ずしも橋全体の安全性を高めることにはならないことが明らかとなった。

**参考文献** 1) 西村、藤井、宮本 他：橋梁診断ケーススタディー～RC桁橋の場合～ 橋梁と基礎、Vol.19、No.4、1985.4

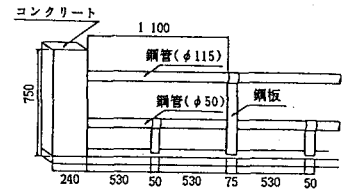


図2 高欄の詳細（単位：mm）

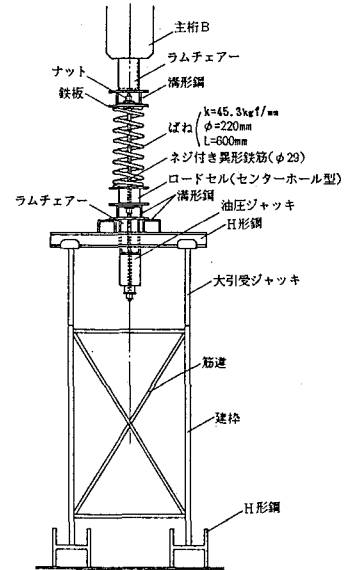


図3 設置”ばね”の詳細

表1 曲げ破壊安全率の推定結果

(a)静的SI法による推定結果

|   | 主桁  | $M_u$ (tfm) | $M_d$ (tfm) | $M_l$ (tfm) | $\gamma_n$ | $\gamma_n'$ |
|---|-----|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| ス | 高欄有 | A 74.4      | 20.1        | 17.5        | 3.01       | 3.01        |
|   | B   | 75.3        | 10.9        | 9.88        | 6.54       | 6.50        |
|   | C   | 75.3        | 24.9        | 21.3        | 2.25       | 2.25        |
| パ | 高欄有 | A 74.4      | 20.2        | 17.5        | 2.98       | 2.98        |
|   | B   | 75.3        | 10.5        | 9.60        | 6.64       | 6.58        |
|   | C   | 75.3        | 25.1        | 21.5        | 2.22       | 2.22        |
| 1 | 系変更 | A 74.4      | 23.3        | 16.2        | 3.01       | 3.01        |
|   | B   | 75.3        | 10.5        | 9.48        | 6.72       | 6.66        |
|   | C   | 75.3        | 21.8        | 16.9        | 3.04       | 3.04        |
| ス | 高欄有 | A 75.3      | 25.5        | 20.8        | 2.27       | 2.25        |
|   | B   | 75.3        | 12.0        | 8.40        | 7.39       | 7.25        |
|   | C   | 75.3        | 27.2        | 21.8        | 2.08       | 2.08        |
| パ | 高欄有 | A 75.3      | 25.4        | 20.7        | 2.29       | 2.29        |
|   | B   | 75.3        | 11.7        | 8.20        | 7.61       | 7.44        |
|   | C   | 75.3        | 27.6        | 22.0        | 2.04       | 2.04        |
| 2 | 系変更 | A 75.3      | 21.1        | 15.5        | 3.36       | 3.32        |
|   | B   | 75.3        | 17.7        | 12.2        | 4.57       | 4.55        |
|   | C   | 75.3        | 25.7        | 17.7        | 2.68       | 2.68        |
| ス | 高欄有 | A 75.3      | 25.1        | 20.8        | 2.29       | 2.28        |
|   | B   | 75.3        | 13.7        | 9.19        | 6.55       | 6.48        |
|   | C   | 75.3        | 26.8        | 21.7        | 2.11       | 2.11        |
| パ | 高欄有 | A 75.3      | 25.1        | 20.7        | 2.30       | 2.30        |
|   | B   | 75.3        | 13.6        | 9.06        | 6.68       | 6.58        |
|   | C   | 75.3        | 27.0        | 21.8        | 2.09       | 2.09        |
| 3 | 系変更 | A 75.3      | 19.1        | 14.2        | 3.82       | 3.74        |
|   | B   | 75.3        | 20.3        | 12.3        | 4.31       | 4.31        |
|   | C   | 75.3        | 26.1        | 17.6        | 2.64       | 2.64        |

注)  $M_u$ : 破壊曲げモーメント  $M_d$ : 死荷重による曲げモーメント  
 $M_l$ : L-20による曲げモーメント  $\gamma_n$ : 曲げ破壊安全率  
 $\gamma_n'$ : 有効幅を考慮した曲げ破壊安全率

(b)動的SI法による推定結果

|   | 主桁  | $M_u$ (tfm) | $M_d$ (tfm) | $M_l$ (tfm) | $\gamma_n$ | $\gamma_n'$ |
|---|-----|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| ス | 高欄有 | A 74.4      | 14.6        | 12.6        | 4.63       | 4.63        |
|   | B   | 75.3        | 19.2        | 13.1        | 4.14       | 4.14        |
|   | C   | 75.3        | 22.1        | 18.5        | 2.76       | 2.76        |
| パ | 高欄有 | A 74.4      | 11.8        | 10.6        | 5.79       | 5.79        |
|   | B   | 75.3        | 24.0        | 15.4        | 3.18       | 3.09        |
|   | C   | 75.3        | 20.1        | 17.1        | 3.11       | 3.11        |
| 1 | 系変更 | A 74.4      | 12.6        | 9.7         | 6.24       | 6.11        |
|   | B   | 75.3        | 23.4        | 15.4        | 3.22       | 1.68        |
|   | C   | 75.3        | 19.3        | 15.0        | 3.60       | 3.60        |
| ス | 高欄有 | A 75.3      | 24.9        | 19.2        | 2.50       | 2.45        |
|   | B   | 75.3        | 12.9        | 9.9         | 6.17       | 6.17        |
|   | C   | 75.3        | 27.9        | 20.7        | 2.16       | 2.16        |
| パ | 高欄有 | A 75.3      | 26.2        | 19.8        | 2.35       | 2.35        |
|   | B   | 75.3        | 13.8        | 10.3        | 5.84       | 5.73        |
|   | C   | 75.3        | 25.7        | 19.5        | 2.41       | 2.41        |
| 2 | 系変更 | A 75.3      | 20.0        | 14.6        | 3.65       | 3.50        |
|   | B   | 75.3        | 20.2        | 12.2        | 4.35       | 3.56        |
|   | C   | 75.3        | 23.9        | 16.5        | 2.97       | 2.95        |
| ス | 高欄有 | A 75.3      | 22.4        | 18.2        | 3.13       | 3.13        |
|   | B   | 75.3        | 15.3        | 10.4        | 5.62       | 5.62        |
|   | C   | 75.3        | 29.0        | 19.3        | 2.25       | 2.25        |
| パ | 高欄有 | A 75.3      | 22.3        | 15.8        | 3.21       | 3.21        |
|   | B   | 75.3        | 15.8        | 10.6        | 5.46       | 5.46        |
|   | C   | 75.3        | 27.6        | 18.3        | 2.46       | 2.46        |
| 3 | 系変更 | A 75.3      | 18.4        | 12.1        | 4.55       | 4.37        |
|   | B   | 75.3        | 19.8        | 10.9        | 4.91       | 4.78        |
|   | C   | 75.3        | 26.6        | 15.8        | 2.91       | 2.91        |

注)  $M_u$ : 破壊曲げモーメント  $M_d$ : 死荷重による曲げモーメント  
 $M_l$ : L-20による曲げモーメント  $\gamma_n$ : 曲げ破壊安全率  
 $\gamma_n'$ : 有効幅を考慮した曲げ破壊安全率