

橋梁の安全性評価に及ぼす荷重分配の影響

神戸大学工学部 正 員 宮本文穂
清水建設(株) 正 員 前田敏也

神戸大学工学部 正 員 森川英典
神戸大学大学院 学生員 〇熊谷 稔
鹿島建設(株) 村岸聖介

1. まえがき 既存橋梁の安全性評価を行う場合、各橋梁における荷重分配効果の相違により評価結果が大きく左右される¹⁾ため、この影響の特性を明らかにすることが重要であると考えられる。そこで本研究では、架設後27年を経て取壊しの決定したRC-T桁橋に対して現場試験法を適用し、横桁への人工損傷導入による安全性評価結果の相違を評価するとともに、各主桁の損傷進行程度の相違による荷重分配効果の変化についても検討したものである。

2. 試験の概要 今回試験対象とした「大安橋」の橋梁台帳を表1に、概略図を図1に示す。本橋は橋齢27年(昭和37年架設)の4主桁を有する斜角約40度の3径間RC単純T桁橋であり、河川改修による新橋の完成にともない取壊しが既に決定していた。

まず、横桁損傷による安全性の変化を調べるため、横桁への人工損傷の導入前後で静的載荷試験と重錘落下振動試験を行った。横桁の損傷は、コンクリートブレーカを用いて、鉄筋を残した状態でコンクリートを除去することにより導入した。静的載荷試験では、軸重既知の試験車(20tトラック)を図2に示すように各主桁に最も不利になるような位置に載荷し、各主桁の4等分点のたわみを変位計を用いて測定した。重錘落下試験ではクレーン車を利用し、図2に示す複数の箇所にて各々10回ずつ重量300kgfの重錘を落下させ、重錘の入力加速度、各主桁の4等分点の応答加速度を超小型加速度計(100G, 20G)を用いてアンパを通してデータレコーダに記録した。ここで落下位置を複数としたのは高次の振動特性を得るためである。

次に、主桁の損傷にともなう荷重分配効果の変化を調べるため、図3に示す載荷桁を用いた載荷試験を行った。この載荷桁は油圧ジャッキで荷重をかけ、その反力を両耳桁に受け持たせようとするものである。はじめに図3に示すように中桁2本が床版と横桁で連結した状態で載荷試験を行い、主桁L/2点のたわみ、主鉄筋ひずみを測定した。そして中桁を1本ずつに縁切りして各々独立な桁とした上で、再度載荷試験を行い、たわみと主鉄筋ひずみを測定した。

3. 試験結果と考察 まず、安全性評価結果に及ぼす荷重分配横桁の影響について考える。安全性評価は以下の手順で行った。すなわち静的載荷試験及び重錘落下振

表1 橋梁台帳

橋梁名		大安橋		橋梁形式	RC単純T桁橋	
橋梁形式		RC単純T桁橋		架設年度	昭和37年度	
橋梁形式	上部工	主桁	RC単純T桁	橋	主桁	本数=4本、間隔=1.95m
		床版	RCスラブ	造	横桁	本数=3本
	下部工	橋台	重力式コンクリート	概	舗装	アスファルト舗装
		橋脚	重力式コンクリート	要	高欄	コンクリート製

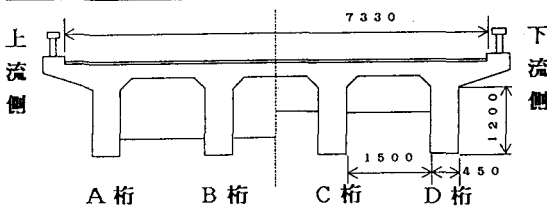


図1 「大安橋」の概略図 (単位: mm)

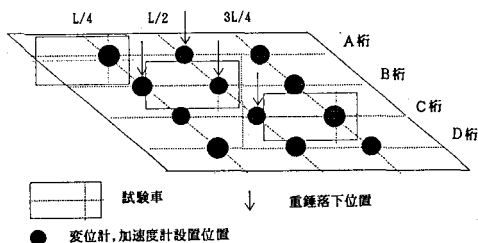


図2 現場非破壊試験の概要

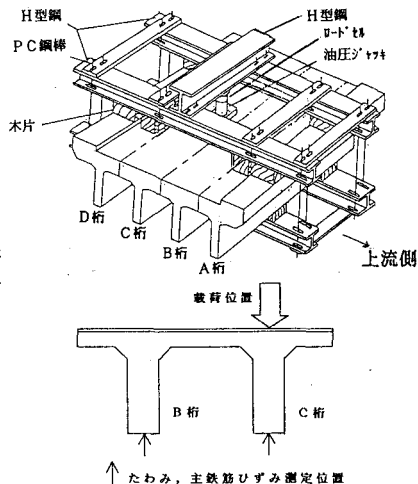


図3 載荷桁を用いた載荷試験

Ayaho MIYAMOTO, Hidenori MORIKAWA, Toshiya MAEDA, Minoru KUMAGAI, Seisuke MURAGISHI

動試験から得られるたわみ、固有振動数、振動モードに対して System Identification Method(SI法)を適用し、各主桁の有する剛性を推定する。それを基にT-20荷重に対する曲げ及びせん断破壊安全率 γ_n 、 γ_s を算出しその値から各主桁ごとの安全性を評価する²⁾。表2に現状及び横桁に人工損傷を導入した場合の各主桁の剛性の推定値と曲げ及びせん断破壊安全率 γ_n 、 γ_s を示す。

表2 剛性の推定値と破壊安全率

	主桁	曲げ剛性($\times 10^{12} \text{kgfcm}^2$)		γ_n	γ_s	
		理論値	推定値		L/4	3L/4
現 状	A	12.55	14.62	11.83	3.53	2.87
	B	10.56	11.88	19.88	11.0	11.7
	C	10.56	7.08	24.23	22.9	10.7
	D	12.55	9.60	13.08	2.77	3.33
	横桁	4.75	0.74	-----	-----	-----
横桁損傷	A	-----	14.62	11.68 (-1.3)	3.50(-0.8)	3.15 (+9.8)
	B	-----	11.88	18.68 (-6.1)	10.4(-5.5)	10.8 (-7.7)
	C	-----	7.08	22.92 (-5.4)	19.0(-17.0)	11.3 (+5.6)
	D	-----	9.60	12.92 (-1.2)	2.78(+0.4)	3.31 (-0.6)
	横桁	-----	0.41	-----	-----	-----

() 内は低下率(%)

剛性の推定値から、C、D桁における損傷程度がA、D桁に比べてかなり大きくなっていることがわかる。また、損傷の導入によって横桁の剛性が約半分に低下している。横桁の剛性低下にともなう安全率の変化についてみると、曲げ破壊安全率 γ_n についてはB、C桁で-6.1%、-5.4%、せん断破壊安全率 γ_s についてはB、C桁の L/4点で-5.5%、-17.0%、B桁の3L/4点で-7.7%といずれも中桁での低下が大きくなっている。この結果から、横桁における損傷の導入による荷重分配効果の変化により、特に中桁の安全性が低下し、橋梁全体の安全性のバランスが悪化するといえる。

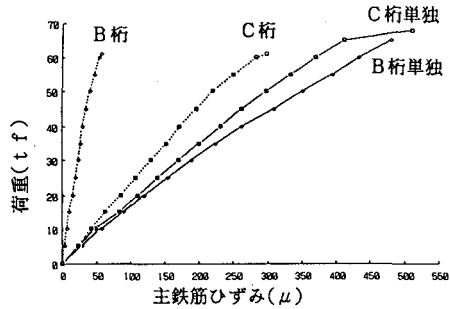


図4 荷重～主鉄筋ひずみ曲線

次に、2主桁連結及び主桁単独の載荷試験から、主桁の損傷にともなう荷重分配効果の変化について検討する。図4に2主桁連結及び主桁単独の荷重～主鉄筋ひずみ曲線を示す。両者の結果の相違により、荷重分配効果による影響とその荷重の進行にともなう変化がわかる。しかし、今回の試験では、塑性化がかなり進んだ領域までの載荷が行えなかったため、顕著な差を示す結果が得られなかった。

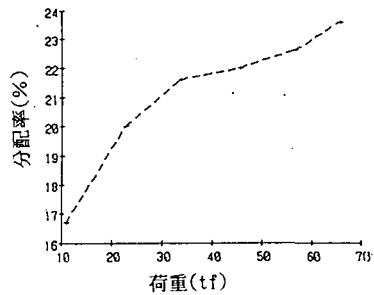


図5 荷重分配率の変化

さらに、図4における2主桁連結の場合のC桁とC桁単独での主鉄筋ひずみの同一レベルでの荷重値の相違から2主桁連結の場合のB桁への荷重の分配率を算出し、載荷荷重の増加にともなう変化を調べた。その結果を図5に示す。この図から、非載荷桁への荷重分配率は載荷荷重の増加にともなって増

大する傾向が認められる。つまり、このことは、ある桁の剛性低下による他の桁の安全性評価への影響度が、剛性低下の進行にともなって増大することを示しており、塑性化が進行した段階ではこの傾向がさらに顕著になり、他の桁の安全性を大きく低下させることになると考えられる。また、このことから逆に各主桁間での相対的な損傷程度の相違が大きい場合、横桁の増設等による荷重分配の増大化を施すことによって橋梁全体として効果的に荷重に抵抗させ、安全性をバランス良く変化させることができるものと考えられる。

5. まとめ (1) 横桁に損傷を導入することにより、荷重分配効果が小さくなり、特に中桁の破壊安全率が大幅に減少し橋梁全体の安全性のバランスを変化させるなど、安全性評価結果に影響を与える。

(2) 主桁間の損傷の進行程度の差が大きいほど、荷重分配率は大きくなる。

参考文献

- 1) 建設工学研究所:「旧中井橋」耐用性診断報告書, 1989. 3
- 2) 宮本他:既存橋梁の耐用性診断とその検証法、建設工学研究所「研究報告」, 第29号別刷, 1987. 12