

3径間連続RC桁橋の現場試験に基づく安全性評価

神戸大学工学部 正員 宮本文穂
川崎重工業(株) 正員 熊谷 稔

神戸大学工学部 正員 森川英典
神戸大学大学院 学生員○石田宗弘
鹿島建設(株) 正員 西松利真

1. はじめに

近年、架設後数十年を経過したコンクリート橋の耐荷性・耐久性の低下が問題化するようになり、合理的な安全性評価手法の確立が強く要望されている。本研究では、従来RC単純T桁橋に対して検討を行ってきた橋梁の力学的挙動に基づく安全性評価手法¹⁾の実用化を目的として、耐荷力の算定に実橋での測定データに基づいて材料劣化の影響等を考慮する検討を行い、また、従来とは構造形式の異なる3径間連続RC-T桁橋に対しても現場試験を実施し、本手法の適用性を検討した。

2. 現場試験の概要

図-1に試験対象とした3径間連続RC-T桁橋梁である「旧青木橋」(兵庫県佐用郡)の概略を、また表-1にその橋梁台帳を示す。非破壊試験としては、軸重既知の試験車(総重量25.7tトラック)を各主桁に最も不利になるように順次載荷し、各測点のたわみを測定する静的載荷試験と、重量300kgfの重錘をクレーン車を用いて路面上約70cmの高さから主桁の主要位置に落下させ、重錘における入力加速度と主桁各点の応答加速度を測定し、モデル解析より振動特性を求める重錘落下振動試験とを実施した。また、非破壊試験より得られた力学的挙動をもとに感度係数を利用したSI法(System Identification Method)²⁾を適用して橋梁の主桁剛性等の構造パラメータを同定し、各主桁の損傷状態の相違による荷重分配の変化を考慮して破壊安全率を算定した。また、安全性評価の検証のために、中桁を外桁との間で切断して独立させた状態で主桁破壊試験を行い、その後、各主桁からコンクリートコア、主鉄筋およびスチールウェブを採取し、コンクリートコアに対しては圧縮試験および中性化深さ試験を、主鉄筋およびスチールウェブに対しては引張り試験を行った。

3. 試験結果に基づく安全性評価

図-2にスパン2の主桁BのL/2点に試験車を載荷した場合のたわみ図を一例として示す。この結果より、「旧青木橋」は3径間連続RC桁橋として設計されているが、両端支点は鉛直方向に完全には固定されていないが、実際には張り出し梁のような挙動を示していることがわかる。したがって、SI法に使用する解析モデルの両端支点を鉛直方向ばねを設け、このばね定数も構造パラメータとして同定した。次に橋梁の破壊安全率の算定において、コンクリートの中性化深さを指標

Ayaho MIYAMOTO, Hidenori MORIKAWA, Minoru KUMAGAI, Munehiro ISHIDA, Toshimasa NISHIMATSU

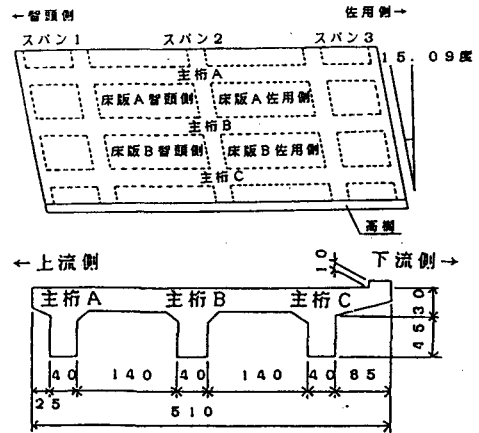


図-1 「旧青木橋」概略図(単位:cm)

表-1 「旧青木橋」橋梁台帳

橋梁名	青木(あおき)橋	路線名	一般国道373号線
橋梁形式	RC連続T桁橋	所在地	兵庫県佐用郡上石井
橋長	15.60m(2.8+10.0+2.8m)	架設河川	佐用川
橋幅員	6.85m	架設年度	昭和12年度
径間数	3径間	設計重量	TL-20(大正15年版)
上部構造	主桁 RC連続T桁 床版 RC床版	主桁	本数:3, 間隔:1.85m@2
下部構造	橋台 桁受コンクリート 橋脚 逆T型RC	橋脚	本数:1
橋梁形式		舗装	アスファルト舗装
		橋脚	鉄筋コンクリート

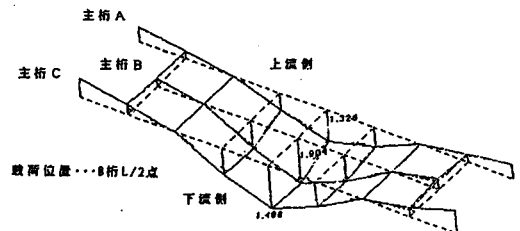


図-2 静的載荷試験におけるたわみ分布の例(単位:mm)

としたコンクリート強度の経年変化を考慮した。図-3は過去5橋のRC単純T桁橋¹⁾に対して行った現場試験から得られたコンクリート強度と中性化深さとの関係を示したもので、この結果から次式で表わす回帰式を得た。

$$f_c = -15.6 \cdot C + 209.8 \quad \cdots \cdots (1) \quad \text{ここで、} f_c: \text{コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm}^2\text{), } C: \text{中性化深さ (cm)}$$

また、過去5橋について、材料劣化を考慮した耐力力の算定値と破壊試験によって得られた耐力力の実測値との比を表-2に示す。ここで、耐力力の算定値は実橋における中性化深さの測定値から(1)式を用いて推定されるコンクリート強度を考慮したものである。表-2を補正係数として利用して曲げおよびせん断破壊安全率を求めることにより安全性の妥当な評価が可能となるものと考えた。表-3にSI法による

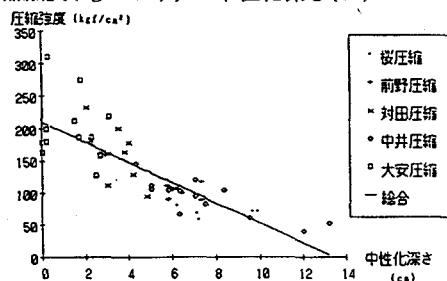


図-3 圧縮強度と中性化深さの関係

表-2 耐力力の算定値と実測値の比較

	M _{ut} /M _m	S _{ut} /S _m
平均値	1.091	1.025
標準偏差	0.088	0.204

M_{ut}, S_{ut}: 破壊試験からの実測値
M_m, S_m: 材料試験結果からの算定値

表-3 SI法による同定結果

識別パラメータ	理論値	静的SI法	動的SI法
剛性 (EI) (× 10 ¹¹ kgf・cm ²)			
主桁 A	9.98	5.76	5.74
主桁 B	10.87	4.49	4.48 (4.07)
主桁 C	11.11	3.22	3.21

() 内の数値は破壊試験時の振動特性測定値より同定した結果

表-4 破壊安全率の算定結果

曲げ破壊安全率 γ _b	主桁 A	静的SI法	動的SI法
	主桁 B	8.50	8.51
	主桁 C	5.83	5.86
せん断破壊安全率 γ _s	A	L/4	4.70
		3L/4	4.73
	B	L/4	4.87
		3L/4	4.86
	C	L/4	6.45
		3L/4	6.48

表-5 コンクリート試験結果

主桁	圧縮試験		中性化深さ試験
	圧縮強度 (kgf/cm ²)	γ ₀ 係数 (kgf/cm ²)	中性化深さ (cm)
A	104.9	0.96 × 10 ⁵	5.4
B	91.8	0.97 × 10 ⁵	6.1
C	69.1	0.78 × 10 ⁵	6.7
平均	90.21	0.91 × 10 ⁵	6.02
標準偏差	23.38	0.35 × 10 ⁵	1.55

程度は主桁A<B<Cとなっており、これは表-3の剛性の値の結果ともほぼ一致している。これらの結果より「旧青木橋」に対する安全性評価はほぼ妥当なものであると考えられる。

4. まとめ

①現場試験で測定した力学的挙動に基づく荷重分配効果の推定結果と、中性化深さを指標として推定したコンクリート強度を考慮して、コンクリート橋の安全性評価手法の実用化を検討した。さらに、本手法を3径間連続RC桁橋に適用し、評価結果の妥当性を確認した。②「旧青木橋」は3径間連続桁橋として設計されたが、現場試験の結果より本橋の力学的挙動はむしろ張り出し梁に近い状態まで劣化していたことが明らかとなった。

【参考文献】1)宮本、前田(敏)、熊谷、前田(強):コンクリート橋の安全性評価と補修・補強法の検討、コンクリート工学年次論文報告集第11巻,1989.2)宮本、森川、山本、桜井:コンクリート橋の振動特性変化に基づく損傷評価に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集第12巻,1990.