

92 年経過した鉄道橋の耐荷力に関する実験的研究

大成ロテック(株) 非会員 岡山成功 大阪工業大学工学部 正会員 ○吉川 紀
川田テクノシステム(株) 非会員 藤田英樹 福井工業大学工学部 正会員 中井 博
扶桑設計コンサルタント(株) 非会員 三村啓介 川鉄テクノリサーチ(株) 非会員 富樫房夫

1. はじめに

本研究の供試体である鉄道橋は、名称は「神崎川橋梁」、大阪市の北部を流れる神崎川に架けられていたもので、阪急宝塚線の一部として使用されていた。1910 年より供用されていた歴史ある橋梁である。2001 年、立体交差事業に伴う新 PC 橋の架設により撤去されたものである。本研究では、橋梁の健全性を診断することと、この橋梁に施されている補強が妥当であるかを検討した。

2. 実験供試体の概要

(1)構造上の特徴

この鉄道橋は、明治時代後半から大正時代にかけて主流であった I ビームを主桁に用いた上路鋼 I 桁である。特徴的なことは、後付けで補強桁が付けられている点である。^{したづり ふながた}下吊(船形)補強¹⁾と呼ばれるもので、I ビームを加工して曲げモーメント図の形にし、断続すみ肉溶接により主桁に取りつけられていた(図-1)。接合はほぼリベット接合であるが、後に高力ボルトに付け替えられている部分も見られた。

(2)現況

全体的に見ると、年代の割には比較的健全であるが、よく見ると下フランジの両端部は腐食が激しかった(図-2)。特に、片側の端部の損傷が深刻であった。もう片側にはない補強板が添接されており、補修の形跡が見られた。上フランジには特に損傷は見られないが、上面に 2 枚の平板が溶接されており、3 枚重ねとなっていた。補強桁は後付けのため、年代が新しいのでそれほど目立った損傷は見られなかった。

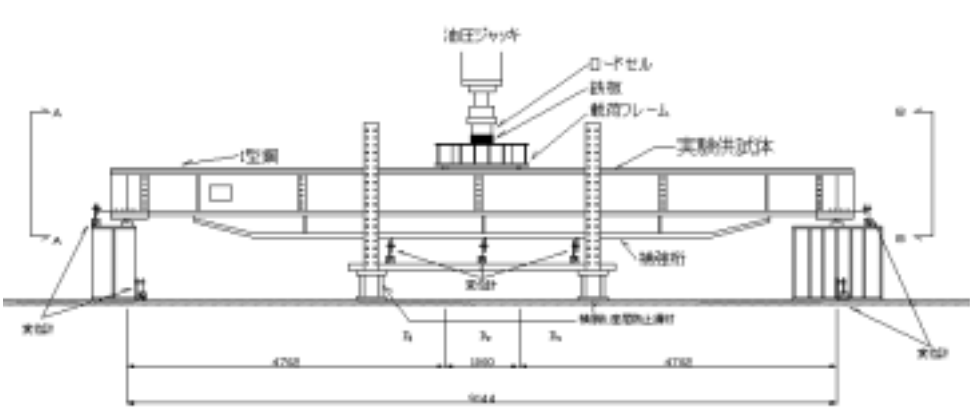


図-1 実験供試体側面図



図-2 I 桁端部の断面の比較

3. 材料試験

1 で述べたように、非常に歴史が古い橋梁であるため、設計図以外のほとんどの情報が欠落しており、材料に関することが全く分からなかった。そこで、材料試験を行なうことによって、材料強度や成分を調べた。

表-1 鋼材の比較

鋼 種	耐力	降伏点	引張強度	伸び	化 学 成 分 (%)				
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%	C	Si	Mn	P	S
I 形 鋼	208	211	428	30.5	0.26	0.01	0.43	0.005	0.02
SS 330	195 以上		330 ~ 440		—	—	—	0.05 以下	0.05 以下
補 強 板	276	269	428	34	0.11	<0.01	0.53	0.023	0.019
SM 400	245 以上		400 ~ 510	18 以上	0.23 以下	—	2.5 × C 以上	0.035 以下	0.035 以下

Key Word : 92 年, 鉄道橋, 材料試験, 耐荷力
〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 工学部 土木工学科 橋梁研究室
Tel/Fax : 06-6954-3315

表-1 は、JIS(2001 年)の SS300 と SM400 の規定と材料試験のデータを比較したものである。降伏点や化学成分を JIS に照らしあわせてみると、I 形鋼は SS 330、補強桁に関しては、SM 400 相当の鋼材が妥当であると結論づけられた。

材料試験から、桁に下吊補強を行った材料の年代が検討づけることができた。昭和 36 年当初に輸送力増強等設備計画が打ち出され、車両編成の拡大、列車本数の増加が本格的に行われた²⁾。その 3 年後の昭和 39 年に、SM 400 材の JIS 規格が規定された。ほぼ同年代であると推測される。車両編成の拡大による負担を、桁の補強により軽減を図るために、この時代以降に補強されたのではないだろうか。

4. 静的载荷実験

(1)実験方法

载荷方法は図-1 に示す通り単純支持の二点载荷で行った。ひずみゲージは 5 断面に分けて全 94 枚貼り付けた(図-3)。荷重は 5tf きざみで上げては除荷していくのを数回繰り返し、その後破壊するまで荷重を上げていった。

(2)実験結果

a. たわみ

実験供試体には、現地調査を行った時点で約 20mm の初期たわみが確認された。これは、桁の自重によるたわみであると考えられる。

桁の限度値は、約 11mm であった。列車運行上から、荷重とたわみの関係を図-4 から見ると、荷重 40tf までは実験値と計算値はよく一致している。80tf を越えるから実験値の方が計算値より大きくなってきている。残留たわみ、せん断たわみを加味するとほぼ一致する。

支点近傍部分の実験値と計算値に差があるのは、桁の急激な変形に十分に機能していなかったのではないだろうか。

b. ひずみ

载荷荷重 90tf で、桁は载荷点近傍の上フランジと、上フランジ約 10cm 下がった部分から腹板に座屈変形が見られた。座屈による桁の変形の状況は図-5 のようになった。

また、中立軸よりも下部に変形が見られないのは、桁の断面形状の関係で、応力に乱れが生じたと推測される。

90tf における実測応力度は $\sigma_{90}=310(\text{N}/\text{cm}^2)$ となり、SS 330 の降伏点応力($\sigma_y=195(\text{N}/\text{cm}^2)$)を越えて降伏領域に入っていた。さらに桁の全塑性モーメントの $M_{pc}=1727978 (\text{N}/\text{mm}^2)$ に対し、90tf での曲げモーメントが $M_{90}=1684951 (\text{N}/\text{mm}^2)$ と近い値になっていた。すなわち、载荷荷重 90tf 近傍で座屈が始まったと考えられる。

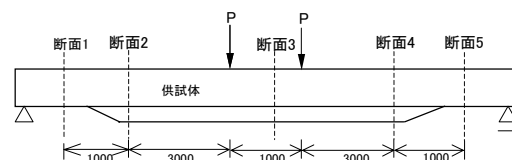


図-3 ひずみゲージ貼り付け位置図

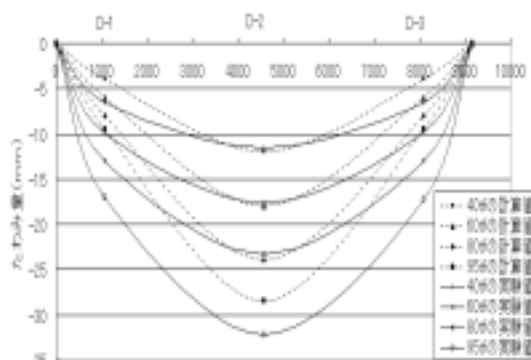


図-4 荷重-たわみ曲線

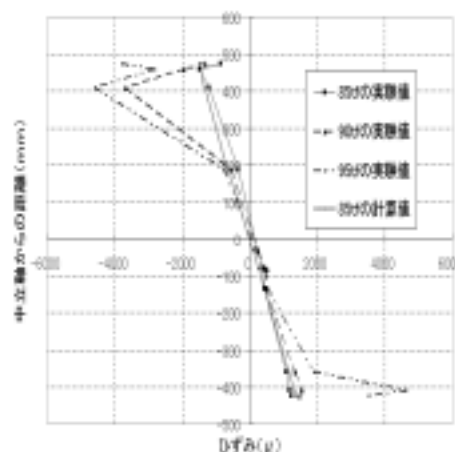


図-5 I形断面の荷重とひずみの関係図(断面3)

5. まとめ

実験より、本供試体の耐荷力は約 90tf である事が確認でき、十分な耐力を有していたことが判明した。このことによって、供用中に施された補強が妥当であったということが出来る。特に補強桁の有効性は多大なものであることが言える。来年度は引き続きこの供試体のもう片方の主桁を用いて、疲労試験を行なう予定である。

本研究を行うにあたって、(株)アーバンエース 上野勝大氏、川崎製鉄(株) 吉川実氏には貴重なご助言とご協力を頂いた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 宮脇俊三：鉄道廃線跡を歩く V, JTB 日本交通公社出版事務局, 1998
- 2) 阪急電鉄株式会社：75 年のあゆみ<記述編>, 株式会社大阪読売広告社, 1982