

高架橋の載荷実験における梁部材の断面性能に関する一考察

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○稲熊 弘 フェロー 関 雅樹
 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 稲熊唯史

1. はじめに

高架橋の設計においては、設計作業の簡略化のため、梁部材の圧縮突縁の有効幅や二方向スラブの荷重の取り方は安全側の仮定となっており、梁部材の断面性能には余力があると思われる。また、高架橋の版上には、レール、防音壁、ケーブルダクトなどが設置されており、これらの付帯設備は設計上、付加死荷重として考慮しているが、列車荷重を支持する梁部材の鉛直剛性に幾らか寄与しているものと考えられる。本研究は、高架橋の梁部材の実断面性能の把握を目的として、高架橋の実大モデルの供試体を使用した載荷実験を実施し、現行の鉄道設計標準¹⁾に基づく安全率を見込んだ設計レベルの解析を行い、実測値と解析値との比較検証を試みた。

2. 実験概要

載荷実験に使用した供試体の一般図を図1に示す。供試体の特徴は、橋軸方向は対称形であるのに対し、橋軸直角方向のはね出し部の長さが非対称であることである。実験方法は、供試体版上のレールにH形鋼を固定し、その上に10t個のカウンターウェイトを最大100t積載し、梁部材の主筋応力およびたわみ、コンクリートの表面ひずみ、ひび割れ幅を計測した。カウンターウェイトの載荷ケースは図2の5種類であり、列車の軸距を極力考慮して、縦梁、横梁および張出し部の主筋応力が最大となるケースを想定して決定した。なお、主筋応力を計測する鉄筋計は、供試体の製作時に予めコンクリート内部の主筋に配置したものを使用した。

3. 実験結果

縦梁の鉄筋計の配置箇所と載荷ケースごとの発生応力の比較を図3、4、横梁の鉄筋計の配置箇所と載荷ケースごとの発生応力の比較を図5、6に示す。なお、図4、6中のCase0は、供試体製作におけるコンクリート打設時を初期値とした載荷実験開始前の初期応力である。

縦梁の主筋の最大発生応力は、Case2の0.5m通路側のL2で92.8MPaであり、1本の曲げひび割れが縦梁のスパン中央断面に観察された。コンクリートひずみゲージが破断したときの主筋応力は71MPaであった。一方、1.0m通路側の縦梁の主筋の最大発生

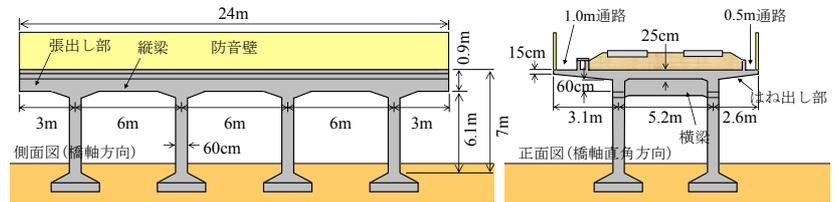


図1 供試体の一般図

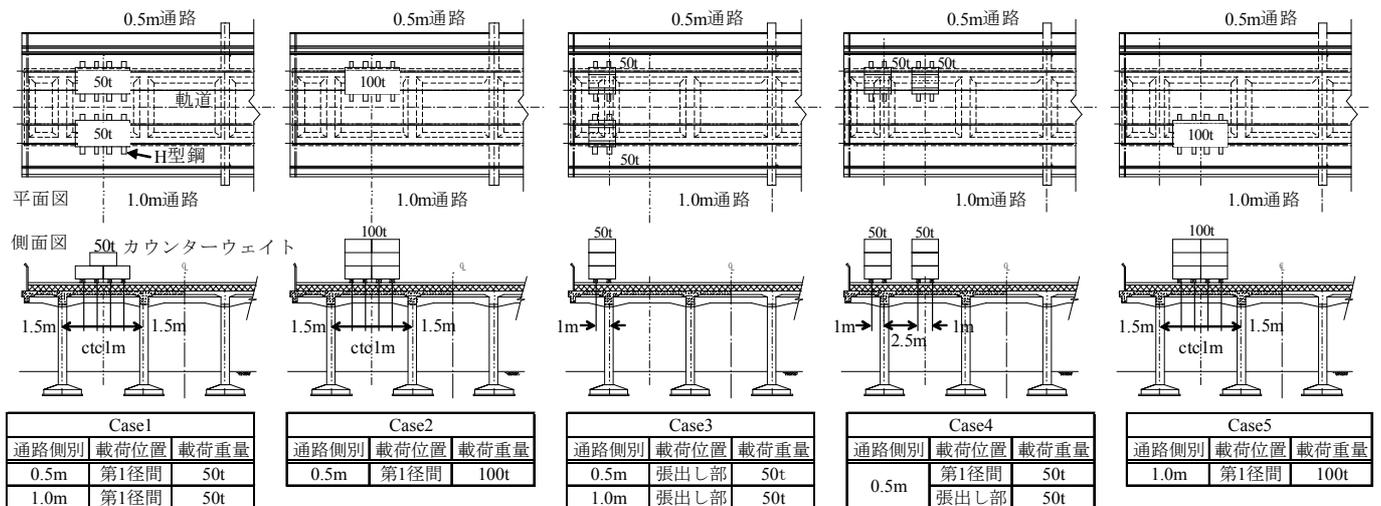


図2 載荷ケース

キーワード：高架橋，梁部材，載荷実験，発生応力，断面性能

〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 TEL (0568) 47-5374 FAX (0568) 47-5364

応力は、Case2 と荷重条件が同一の Case5 の R2 で 33.6MPa と小さい値であり、ひび割れは発生しなかった。1.0m 通路側と 0.5m 通路側での発生応力の違いは、はね出し部の長さの違いによるものであり、はね出し部断面が縦梁の有効断面として大きく寄与していることがわかる。横梁の主筋の発生応力については、どのケースにおいても縦梁に比べて非常に小さく、Case0 の初期応力に対する増加応力の最大値は、Case5 の r1 で 13.1MPa であり、縦梁の主筋の発生応力の 2 割程度であった。

4. 実測値と解析値との検証

解析は、荷重実験において縦梁の主筋応力が大きいケースと初期応力時を対象に、Case0, Case 2, Case 5 で平面解析, Case0, Case 2 で立体解析を実施した。なお、構造解析における荷重の取扱いや部材の設計は鉄道設計標準¹⁾に基づいた。

梁部材の主筋応力の実測値と解析値との比較を表 1, 主筋応力の検討位置を図 7 に示す。実測値と平面解析による主筋応力の比較では、初期応力時の Case0 における解析値に対する実測値の割合は 38~45%である。一方、100t 荷重の Case2 および Case5 では、節点によって解析値に対する実測値の割合は異なっており、5~57%とばらつきが大きい。Case2 および Case5 は、標準列車荷重に対して軸距の違いや列車走行に伴う衝撃荷重などが加算されることを考慮しても、列車 1 台車当りの重量の約 2 倍の荷重を荷重しており、梁部材の主筋(規格 SD295A)の引張降伏強度は 295MPa で Case2 の節点 1 および Case5 の節点 2 は、解析上、降伏したことになる。しかしながら、実測値は最大で 92.8MPa であり、引張降伏強度の 30%程度しか至っていない。このことから、設計レベルの安全率を見込んだ平面解析に比べ、実断面性能はかなり大きいといえる。なお、この違いは、設計上における仮定、荷重の取り方、安全率、コンクリートの有効引張力、付帯設備の剛性などの要因によるものと考えられる。

立体解析と平面解析との主筋応力の比較では、節点 1 および節点 2 の縦梁は、平面解析値に対する立体解析値は 90%であるが、節点 4 の横梁は、逆に立体解析値が大きい値となっている。これは、縦梁上に荷重を荷重しているため、縦梁から横梁へ荷重分担した影響と考えられる。しかしながら、これらの解析結果には大差はみられない。

5. まとめ

- (1) 軸重の約 2 倍の荷重を荷重しても、縦梁の主筋の発生応力の実測値は、鉄筋の引張降伏強度の 30%程度であった。
- (2) 縦梁にひび割れが生じた主筋応力は 71MPa であり、列車荷重程度ではひび割れは発生しない。
- (3) 荷重実験を設計レベルの安全率を見込んで解析した結果、平面解析値に対する実測値の梁部材の主筋の発生応力は 5~57%であり、解析値に対して実断面性能はかなり大きい。
- (4) 平面解析と立体解析との比較では、平面解析に対する立体解析の荷重荷点の縦梁の主筋応力は 90%であり、設計標準による手法での検討では大差はない。

[参考文献]

1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），平成 16 年 4 月。

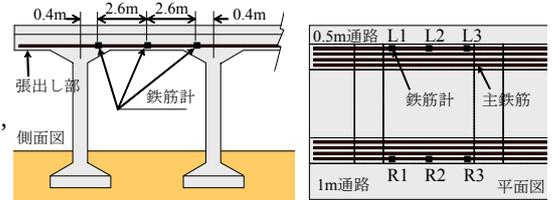


図 3 縦梁の鉄筋計の配置箇所

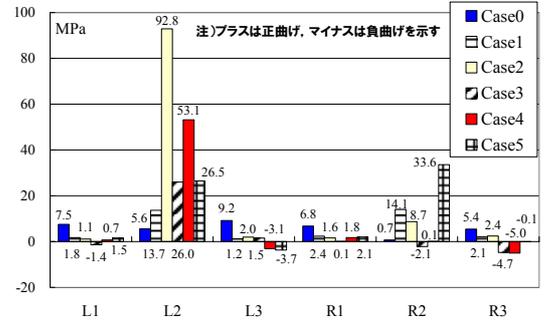


図 4 縦梁主筋の発生応力の比較

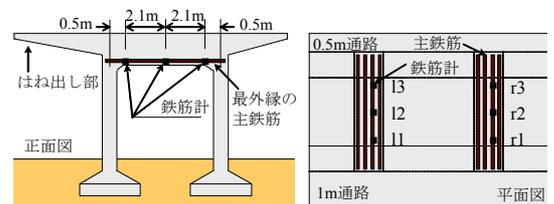


図 5 横梁の鉄筋計の配置箇所



図 6 横梁主筋の発生応力の比較

表 1 主筋応力の比較

Case	区分	節点1	節点2	節点3	節点4
0	実測値	5.6	6.8	-6.5	-8.2
	平面解析値	14.6	15.2	圧縮	19.4
	立体解析値	12.9	13.6	圧縮	46.2
2	実測値	92.8	8.7	3.8	2.5
	平面解析値	458.4	15.2	17.2	54.5
	立体解析値	422.6	46.8	34.1	29.2
5	実測値	26.5	33.6	4.3	2.8
	平面解析値	未解析	460.6	14.6	53.2

[単位：MPa]

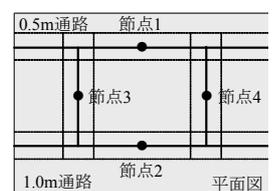


図 7 検討位置