

京都大学工学部 正員 山田善一

大阪市交通局 ○正員 道田淳一, 正員 金山正吾

日正造船KK 正員 田村周平, 正員 蒲田昭典

牧本 宏

1. まえがき

大阪市高速軌道1号線に架橋された新淀川橋梁は、その一部を総支間230m(57.5+115.0+57.5)のランガー型ゲルバーゲたとして設計されている。本橋については (1)上弦材、つり材に生ずる2次応力の状況、(2)上弦材と補剛げたのつくる端部隅角部の応力集中の状況 を調査することを主な対象とした載荷実験を行ったので、その概要を報告する。

2. 上弦材、つり材の2次応力

上弦材、つり材に生ずる2次応力は、列車の位置によってかなり大きく左右されるが、上弦材で、(0.01~0.32) σ_{ca} 、つり材で(1.5~5.0) σ_{ca} の範囲にあると考えようである。(図1) 鋼鉄道橋設計示方書解説(昭和31年11月)では、上弦材のように軸方向応力および曲げ応力を同時にうける部材に対しては、次式を奨めている。

(i)軸力Pが圧縮の場合

$$\frac{P}{A_g} + \frac{M}{W_c} \frac{\sigma_{ca}}{1200} \leq \sigma_{ca} \quad (\text{曲げモーメントの作用する面内の圧縮に対して}) \quad (1)$$

$$\frac{P}{A_g} + \frac{M}{W_c} \leq \sigma_a \quad \text{かつ} \quad \frac{P}{A_g} \leq \sigma_{ca2} \quad (\text{曲げモーメントの作用する面外の圧縮に対して}) \quad (2)$$

(ii)軸力Pが引張の場合

$$\frac{P}{A_n} + \frac{M}{W_t} \frac{b}{b_n} \leq 1300 \quad (3)$$

いま、本橋の設計々算書の諸数値を用いて、 U_{4-5} 、 U_{n-1} 部材に許容しうる曲げ応力 M/W_c の、軸応力 P/A_g に対する比を(1)式より求めてみると、それぞれ9.8%、13.1%となる。一方、つり材は部材の細長比の規定からその断面が決まってくるので、結果的には、軸力による計算上の実応力は許容応力を大幅に下廻ることが多い。本橋の場合、 $\sigma_a=1300 \text{ kg/cm}^2$ に対し、 $\sigma_{ca}=427 \text{ kg/cm}^2$ であるから、(3)式を用いると2次応力の許容限界は $\sigma_{ca2} \leq 2.04 \sigma_{ca}$ となる。また、ランガーゲた、ローゼゲた、フーレンティールゲた理論による計算値と測定値を対比した結果、補剛げたの応力はランガーゲた理論と、上弦材の応力はローゼゲた理論と良く対応した。つり材の応力はフーレンティールゲた理論の約60~60%程度の値が得られた。したがって、かなり大きな繰り返し荷重をうける環境の下にあり、疲れ破壊に対して十分な配慮を必要とする鉄道橋では、今後構造に忠実な計算法を採用することが望まれる。

3. 隅角部の集中応力

図2は補剛げたと上弦材のつくる端部隅角部の応力分布状況を示すものである。図において、R5点の応力が最も大きく、R7点の応力に対する応力集中係数は表1のとおりである。そこで、図2

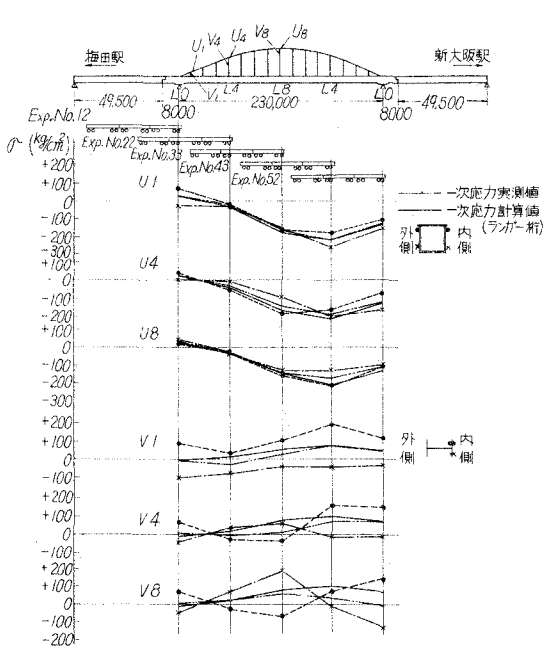


図 1 上弦材・つり材の応力測定結果

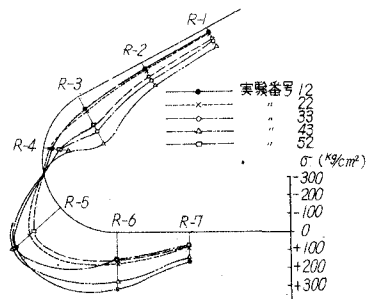


図 2 隅角部応力分布図

表 1 隅角部の応力集中係数

実験番号	R-5, (kg/cm ²)	R-7, (kg/cm ²)	応力集中係数 K	応力比 σ
12	330	168	1.96	1.96
22	229	82	2.79	1.36
33	336	74	4.54	2.00
43	347	143	2.43	2.07
52	191	82	2.33	1.14

ただし応力比 σ は実験番号 12 の場合の R7 点の応力に対する R5 点の応力比を示す。

から分かるように、R5点の応力が最大となるような載荷位置が、R7点の応力を最大にする載荷位置とは必ずしも一致していないので、参考のためにR7点の最大応力（実験番号12）に対する比 σ を示した。応力比 σ は最大の場合で2.07であり、本橋の架設に先立って実施された隅角部模型による応力集中係数2.0とは一致した。

4. むすび

- (1) 上弦材、つり材の2次応力は載荷位置によって異なり、それぞれ $(0.01 \sim 0.32) \sigma_{12}$, $(1.5 \sim 5.0) \sigma_{12}$ の範囲にあった。
- (2) 上弦材と補剛材のつくる隅角部の応力集中の状況が明らかになった。また、本実験で得られたこの部の応力集中係数は、表1に示したように最大で4.54でありかなり大きい。R5点とR7点はそれぞれ載荷位置により異なった影響を受けるので設計荷重である満載状態では、応力集中係数はかなり小さくなるであろうと予想される。
- (3) 本橋のための傾向は計算によるものと良く一致しており、平均して計算値の約85%程度であった。
- (4) 縦げには連続ばりに近い状態で、横げには端部に $-0.38 M_0$ (M_0 : 横げた支間中央の曲げモーメント) の端モーメントをうけるはりとして挙動している。
- (5) 制動および起動時の各部材の応力状況は、列車走行時のそれと良く一致した。しかしながら、制動試験では制動前の列車速度の大きい程、応力振幅が僅かに大きくなる傾向がある。