

I-A 419 アーチ橋支柱端部の局部応力に関する一考察

木更津工業高等専門学校 正 会 員 佐藤 恒明

関 東 学 院 大 学 フェロー 倉西 茂

1. まえがき

道志橋は、昭和39年に架設された神奈川県管理の上路鋼2ヒンジ・アーチ橋であり、アーチ・スパン(L)120m、ライズ(f)18m、箱断面のアーチ・リブとI形断面の補剛桁を有する橋梁である。補剛桁とアーチ・リブ間に生じる橋軸方向の水平変位差に伴い、支柱と補剛桁あるいはアーチ・リブとの接合部には設計上考慮されない曲げが作用¹⁾し、ガセット・プレート端部に応力集中が生じる。

本文は、歩道部の増設前に行われた車両走行時のガセット・プレート端部の応力測定結果²⁾と振動計測結果³⁾に着目し、ガセット・プレート端部に生じる局部応力に及ぼす動的な影響を考察する。

2. 車両走行時応力測定

アーチ・スパン(L)のL/4点にある支柱と補剛桁との接合部に着目し、21.3tfの試験車1台を時速40kmで走行させ、ガセット・プレート両端部の応力を測定している。ゲージ位置は溶接止端部から10mmである。測定結果を図-1に示す。ガセット・プレート両端部のゲージ①と②では、走行車両が直上を通過する際に圧縮応力と引張応力をそれぞれ生じることがわかる。また車両速度は秒速11.1mであるので、L/4の区間30mを通過する時間は2.7秒となり、その間の振動回数は図-1に示される比較的小さな応力波形から9~10回程度とみられる。これから本橋が3.6Hz程度の振動数で振動していることが読み取れる。

3. 振動計測および固有振動モード

補剛桁スパン中央における一般車両走行時の計測値から振動の大きかった60秒間を取り出し、パワースペクトルを求めた結果、以下の点が判明した。

(1) スパン中央では上下動と面外動の振動数が一致する卓越振動数3.56Hzが存在する。

(2) 面外動の加速度は上下動の約40%である。

そこで399節点、619部材、214質点の集中質量法を採用した立体多質点系モデルを作成し固有振動モードを求めた。また刺激係数³⁾を調べると、上下動では2次と3次モードが卓越し、面外動では1次と3次モードが卓越することがわかった。計測で得られた上下動と面外動の振動数が一致する卓越振動数3.56Hzに最も近い値の振動モードは、図-2に示すように上下動の3次モードと面外動の3次モードであった。図-1でみられる比較的小さな応力の波形は3次の振動モードの影響を受けている可能性が考えられる。

4. 立体構造解析および考察

支柱と補剛桁との接合部のガセット・プレートに作用する曲げモーメントMを把握するために、アーチ・スパン(L)のL/4点に21.3tf車1台を静的に載荷したときの変形性状を図-3に示す。補剛桁とアーチ・リブは荷重によって鉛直下方へたわむとともに、スパン中央へ向かって橋軸方向にも変位を生じる。その際、補剛桁よりもアーチ・リブの橋軸方向変位が大きいため、橋軸方向変位差 ΔH が生じる。図-3で載荷側と非載荷側の同一部位における橋軸方向変位差 ΔH とガセット・プレートに作用する曲げモーメントMの値を比較した。ガセットに作用する曲げモーメントMは、補剛桁とアーチ・リブの橋軸方向変位差 ΔH に起因していることが明らかである。また、非載荷側でも載荷側の約70%の曲げが作用すると考えられる。

図-4に同一部位(L/4点)における曲げモーメントMと橋軸方向変位差 ΔH の影響線図を示す。橋軸方向変位差 ΔH の影響線の形状は、図-1に示すガセット・プレート端部のゲージ②と④の応力測定結果の形状とよく類似している。これは、ガセット・プレート端部に生じる局部応力が静的な影響線を基本に推定できることを示唆している。

5. まとめ

重量が20トン程度の車両が1台通過する場合、ガセット・プレート両端部に生じる局部応力に及ぼす動的な影響は少ないと考えられる。また局部応力の推定は、静的な影響線を基本に可能であると考えられる。

謝辞：貴重なデータを提供していただいた神奈川県土木部道路管理課並びに神奈川県津久井土木事務所の方々へ厚くお礼を申し上げます。

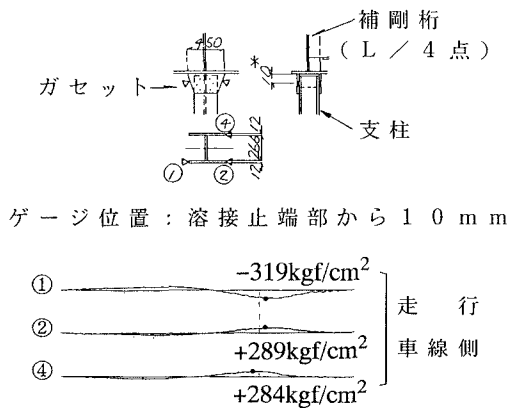


図-1 車両走行時応力測定結果（L/4点）
（21.3 tf 車 走行速度 40 km/時）

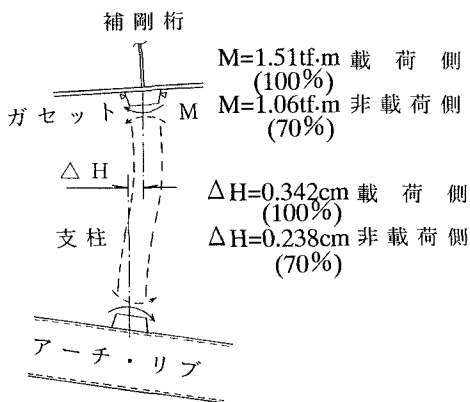
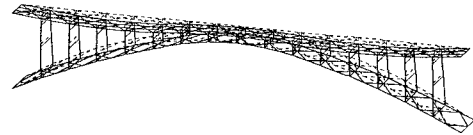
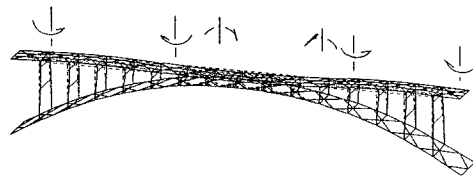


図-3 橋軸方向変位差（L/4点）
（21.3 tf 車 静的載荷）



上下動固有振動モード
（3次：対称）



面外動固有振動モード
（3次：対称）

図-2 固有振動モード図（卓越振動数3.56 Hz）

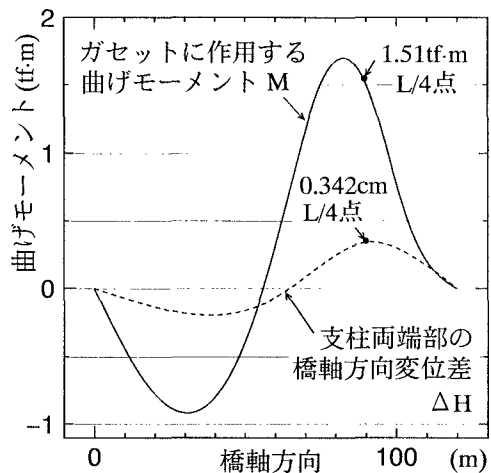


図-4 ガセットの曲げモーメント影響線（L/4点）
（21.3 tf 車 橋軸方向移動時走行車線側）

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会鋼橋の余寿命評価小委員会：鋼橋の劣化現象と損傷の評価，土木学会論文集，No. 501 / I-29，pp. 21-36，1994. 10.
- 2) 神奈川県津久井土木事務所：道志橋現況調査報告書，第3章 実橋挙動調査，pp. 232-275，1991. 12.
- 3) 渡辺昇・宮本裕：時刻歴地震応答解析法，pp. 23-58，技報堂出版，1985. 10.