

I-264

鋼工桁橋ウェブギャップ・プレートの疲労検討

阪神高速道路公団

正会員

川北 司郎

〃

〃

江見 晋

〃

〃

北沢 正彦

まえがき

近年鋼橋における損傷について、いくつかの文献で事例等の報告がなされており、それらの損傷例の一つとして鋼工桁橋梁組交差部の補剛板（以下ウェブギャップ・プレートと呼ぶ）の疲労亀裂があげられている。阪神公団の鋼橋についても同様の損傷が問題となっていることから、当公団においても実橋のウェブギャップ・プレートの応力測定、応力解析、また実橋に近いモデルでの疲労実験を行った。本報告は、これらの結果と阪神高速道路で行われた交通実態調査結果をもとに、その損傷原因や既供用路線のウェブギャップ・プレートがこれまでに受けた応力履歴を推定するとともに、現行設計基準により設計された新規路線のウェブギャップ部の安全性を、疲労面から検討したものである。

1. 実橋における発生応力の推定

阪神高速道路におけるウェブギャップ部の応力測定は、現在までに3路線で行われており、旧基準により設計された路線として堀線と神戸西宮線の2路線を、現行基準で設計された路線としては東大阪線を対象としている。ただし、前2路線については合成桁であり、東大阪線は非合成桁である。各路線毎の測定位置での構造諸元と着目した

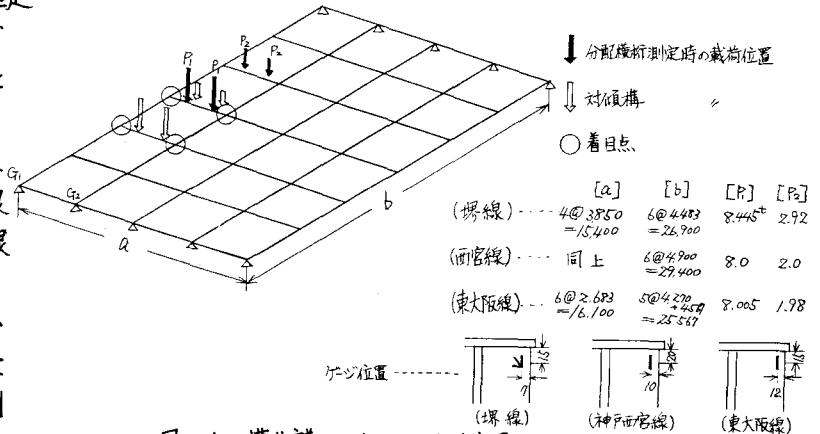


図-1. 構造諸元とゲージ貼付位置

ゲージ位置を、図-1に示す。測定結果の一例を図-2に示す。ゲージ位置等に若干のちがいはあるが、旧基準により設計されたものと現行基準によるものとの発生応力を比較すると、T-20荷重に対して旧橋タイプではおよそ750 kg/cm²の応力が発生し、新橋タイプでは200～300 kg/cm²の応力が発生すると考えられる。ウェブギャップ・プレートの両面での応力差は、分配横桁の場合あまりみうけられなかったが、対傾構の場合にはかなりの差があり、偏心による面外方向の曲げ応力が発生しているのがわかる。

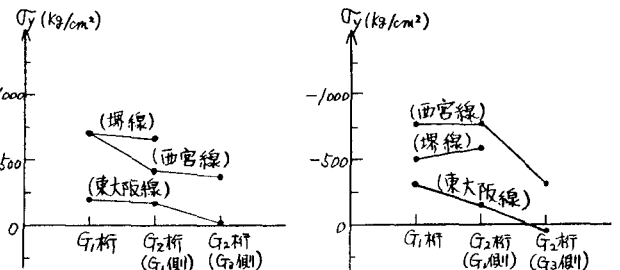
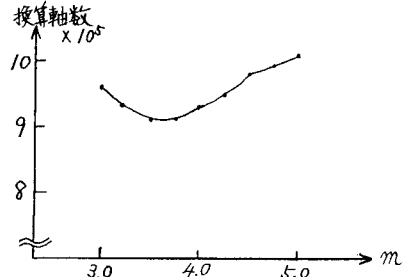


図-2. 実測応力の比較の一例

2. 等価軸数の換算

疲労の検討にあたってはマイナー則を用い、基準となる軸重として/6ton軸（T-20荷重後軸）を考えた。車種によって軸数や荷重の分配率も異なり、またタンデム軸の取扱いも大きく疲労寿命に影響してくる。今回の試算ではタンデム軸を/軸としてカウントし、30軸種のモデルを用いて各軸種毎に軸重の上限値と下限値の間を20分割し、離散的に計算した。然る軸数は、路線毎の断面通行台数と車種別混入率を用いて求めた。

等価軸数を求めるにあたって、もう一つの重要な要素としてS-N曲線の傾きがあるが、ここでは傾きの逆数 m を3.0から5.0まで0.25ピッチで変化させ、各路線毎に換算軸数を求め、 m による影響も調べてみた。結果の一例として、堺線の upper 車線に関するものを図-3に示す。図からもわかるように、 m が3.5あたりに極値をもっており、 $m < 3.5$ では比較的小さな軸重の頻度が、 $m > 3.5$ では頻度的には小さな大軸重が影響している。実交通がウェブギャップ部の損傷に与える影響は、堺線の場合16 ton軸が年間90万～100万軸（総軸数の5%弱に相当）通過した時とほぼ等しいものと考えられる。堺線では、供用後/4年目の点検によりこの種の損傷が報告されていることから、かりに供用後/4年で亀裂が発生したとすると、 $m=3$ の場合、亀裂発生までに約 1.3×10^7 回の16 ton軸通過による応力履歴を受けたのと等価であると考えられる。

図-3. 換算軸数と m との関係(堺線上り)

3. S-N曲線の推定および疲労寿命の相対比較

前述のように、T-20荷重により 750 kg/cm^2 の底力が発生し、供用後/4年目に亀裂が発生したとすると、S-N曲線は図-4の○印をつけた位置を通ると考えられる。図では、 $m=3$ と $m=5$ の場合について求めた等価軸数から引いたS-N線を実線でプロットした。また疲労実験の結果より得られたS-N線を2点鎖線で示し、参考のため他国体の実験結果とS-N線も記入した。

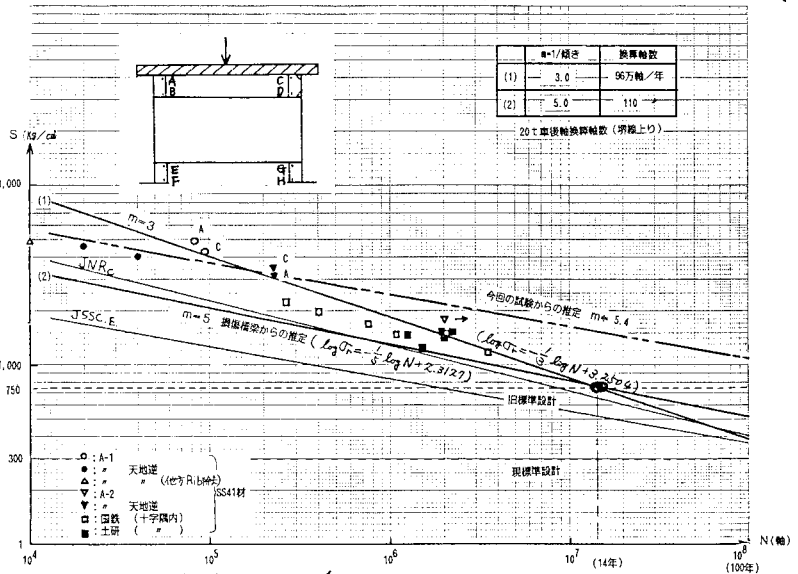


図-4. 実験および試算から求めたS-N線図

いまかりに、T-20荷重による発生底力を、旧基準によるものでは 750 kg/cm^2 、現行基準によるものでは 250 kg/cm^2 とすると、現行基準によるウェブギャップ・プレート疲労寿命

は、 $m=3$ と考えた場合でも、 $(750/300)^3 \approx 16$ 倍となり、主桁間隔が短かく、床版厚が大きくなった新橋では、旧橋に比べかなりの疲労寿命をもつと考えられる。

あとがき

今回報告した東大阪線での実測に先立ち、ウェブギャップ部の発生底力に影響を与える要因を感度分析により検討し、床版厚と主桁間隔が大きく影響を与えるという結果を得ている。これらの解析結果と旧橋に関する実測結果より、東大阪線での測定結果はほぼ予想どおりのものとなった。今回の検討では、これらの静的載荷による実測結果をベースにしており、今後さらに動的な応力履歴や車両の通行位置等を取り入れた解析も望まれるところであるが、今回の検討結果より、ウェブギャップ・プレートの疲労損傷に関する問題点の幾分かは解き明かされたと考え次第である。

最後に、疲労実験を行っていただいた、大阪大学客接工学研究所の堀川浩南助教授をはじめとする阪神公団技術審議会の鋼構造分科会各委員の方々に、深く感謝の意を表します。