

大阪大学大学院 学生員 ○石川 敏之 大阪大学工学部 正員 大倉 一郎
 阪神高速道路公団 正員 西岡 敬治

1. はじめに

現在、鋼橋の1次部材に疲労亀裂が発生した事例は、主桁の支承付近以外、著者らが知る限りでは報告されていない。1次部材に発生する疲労亀裂は橋の落橋に繋がる恐れがある。そこで、将来、主桁の支承付近以外で、1次部材に疲労亀裂が発生する可能性があるのか、あるとすればどの箇所に発生するのか、これらを明らかにすることが求められている。本研究では25年間供用されたプレートガーダー橋の主桁から桁試験体を採取し、その疲労試験を実施し、主桁の疲労強度を明らかにした。

2. 桁試験体の疲労試験

試験体を採取した橋は、図-1に示す阪神高速道路神戸線のプレートガーダー橋（5本主桁の単純支持合成桁橋）である。この橋は阪神・淡路大地震を受けたが、桁端以外に局所的な変形、局所的な塗装の剥離が見られず、桁端以外は再利用される予定であった。この橋の主桁の上下フランジの破壊靱性がシャルピーの衝撃試験で調べられ、主桁は地震時に塑性ひずみを受けていなかったことが報告されている¹⁾。図-1の主桁において斜線を施した部分から図-2に示す桁試験体を製作した。2本の主桁から、このような桁試験体を2体用意した。点A、Bに同じ大きさの荷重を同周期で载荷し、点AB間に等曲げモーメントが発生するようにした。疲労試験の結果を図-3に示す。コネクションプレート下端からは疲労亀裂が発生しなかった。コネクションプレート下端およびガセットプレート端はそれぞれ疲労強度等級E、Gを満足している。

3. 帯板試験片の疲労試験

桁試験体の疲労試験終了後、横桁下フランジが貫通する主桁ウェブのスカルップすなわち主桁ウェブスカルップ（スカルップの直径は60mm）の疲労強度を明らかにするために、図-2で斜線を施した部分から図-4に示す帯板試験片を採取した。さらに、一方の帯板試験片については、ガセットプレートを取り除いた。疲労試験の結果、どちらの帯板試験片もスカルップ縁から疲労亀裂が発生した。スカルップ縁の応力範囲

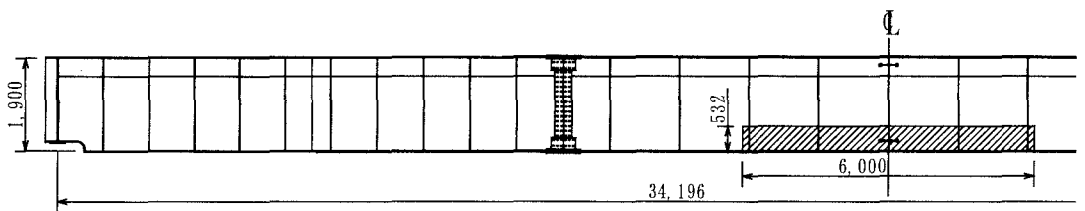


図-1 試験体が採取された主桁

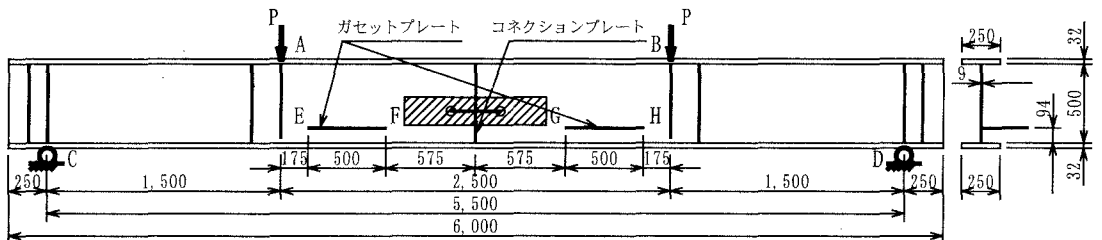


図-2 桁試験体詳細図

Toshiyuki ISHIKAWA, Ichiro OKURA, Takaharu NISHIOKA

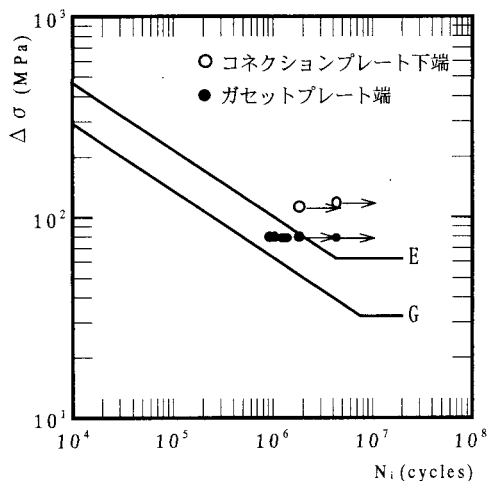


図-3 桁試験体の S-N 曲線

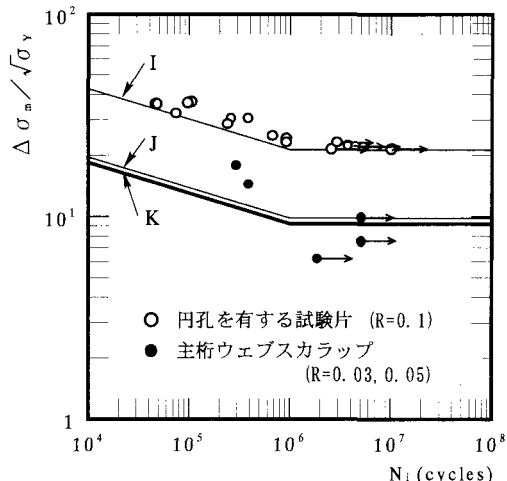


図-5 主桁ウェブスカラップの S-N 関係

$\Delta\sigma_m$ (MPa) を用いて、主桁ウェブスカラップの S-N 関係を図-5 に示す。ここで、 σ_y は鋼材の降伏応力 (MPa) である。

主桁ウェブスカラップは、疲労試験データが少ない。そこで、主桁ウェブスカラップが円形であることより、図-6 に示す円孔を有する帯板試験片の疲労試験を行い、そこで得られた S-N 関係を以下に示す方法で、主桁ウェブスカラップに適用することを考えた。

過去行なわれた円孔を有する帯板試験片の疲労試験²⁾の結果に、その後行なった疲労試験の結果を追加して、図-5 に示す曲線 I の S-N 曲線を得た。主桁ウェブスカラップにおいて、514 万回で疲労亀裂が発生しなかった点まで曲線 I を下げて得られた曲線 J を主桁ウェブスカラップの S-N 曲線とする。主桁ウェブスカラップの疲労亀裂発生位置は溶接でないため、応力比の影響を考慮しなければならない。円孔を有する帯板試験片の疲労試験において、応力比 R が 0.5 の疲労限は R が 0.1 のその 0.939 倍になった。したがって、曲線 J の S-N 曲線に 0.939 倍して、次式で与える曲線 K の S-N 曲線を得た。

$$\log N_i = \log(5.962 \times 10^{11} \sigma_y^{3.07}) - 6.14 \log(\Delta\sigma_m)$$

$$\Delta\sigma_{caf} = 9.2 \sqrt{\sigma_y} \quad (\text{単位: MPa})$$

この式が、主桁ウェブスカラップの疲労寿命を推定する際に用いる S-N 曲線である。

本研究で得られた各構造詳細の S-N 曲線を用いて橋の疲労寿命を推定した結果は、講演当日に述べる。

【参考文献】

- 1) 大倉一郎・田原潤・西岡敬治・安田修, “繰返し塑性ひずみが鋼材の破壊靱性に与える影響”, 鋼構造論文集, 第3巻第11号, pp.1-11, 1996.
- 2) 大倉一郎・塩崎哲也・中西芳文, “膜応力と板曲げ応力を受けるストッブホール疲労強度”, 土木学会論文集, No.537/I-35, pp. 327-338, 1996.

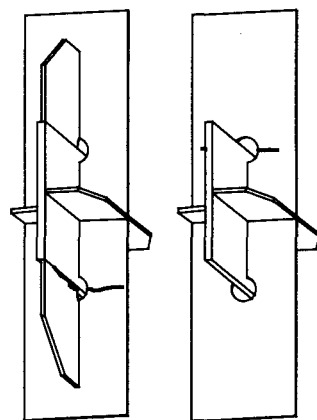


図-4 スカラップを有する帯板試験片

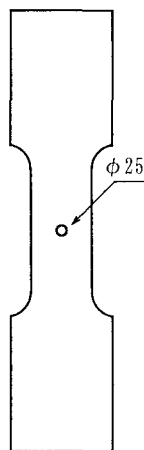


図-6 円孔を有する帯板試験片