

関西大学工学部 正会員 坂野 昌弘
高田機工設計部 正会員 宝角 正明

関西大学工学部 フェロー会員 三上 市蔵
関西大学工学部 学生会員 〇下良 利成

1. はじめに

最近、道路橋において主桁腹板と横桁下フランジ取合部の主桁腹板側溶接止端部に疲労亀裂が発見されている^{1), 2)}。このタイプの亀裂は主桁応力方向に直交しており、そのまま進展すれば主桁の破壊に繋がる非常に危険性の高いものである。本研究では、プレートガーダー試験体を用いた疲労実験と疲労亀裂進展解析を行い、横桁が突き当たる主桁ウェブの疲労強度特性について検討する。

2. 実験方法

試験体の形状と寸法を図-1に示す。試験体は全長 2.2m 全高 40cm の I 型断面プレートガーダーである。スパン中央のウェブには横桁下フランジを突き当てグループ溶接で取付けてある。実際のディテールの寸法を考慮して主桁ウェブと横桁下フランジの板厚はそれぞれ 12mm および 16mm とし、鋼材は主桁上下フランジおよびウェブには SM490A、それ以外は SS400 を用いた。載荷方法は 3 点曲げとし、死荷重応力の影響を考慮してスパン中央の引張りフランジの最大応力が 150MPa となるように最大荷重を 294kN に固定した部分片振り荷重とする。荷重波形は正弦波で荷重繰返し速度は 4Hz。亀裂の検出には磁粉探傷法を用い、亀裂発見後にはビーチマークを印す。

3. 実験結果

図-2と5に疲労実験結果を示す。それぞれ、公称応力を曲げ応力と最大主応力で表してある。図-2には Fisher³⁾らおよび Hirt⁴⁾らが行った疲労実験の結果を併せて示した。現在、図-5に示すように JSSC 疲労設計指針⁵⁾の F 等級をはさんだ応力条件で実験を継続中であり、応力繰返し数は 1700 万回を越えているが疲労亀裂はまだ発見されていない。

4. 解析方法

疲労亀裂進展解析の手法は基本的には文献 6) と同様である。解析では継手形状の影響は主として応力分布に対する応力拡大係数の補正係数 F_g により評価する事ができる。ここでは継手部の 3 次元ソリッド要素を用いた FEM 解析⁷⁾により補正係数 F_g を求めた。解析モデルは対称性を考慮し、試験体の約 1/4 とした。溶接形状については文献 8) を参考とし、 $\rho=0.5\text{mm}$ $\theta=60^\circ$ 、 $\rho=1.0\text{mm}$ $\theta=50^\circ$ の 2 つの解析ケースを設定した。図-3に要素分割と荷重および拘束条件を示す。

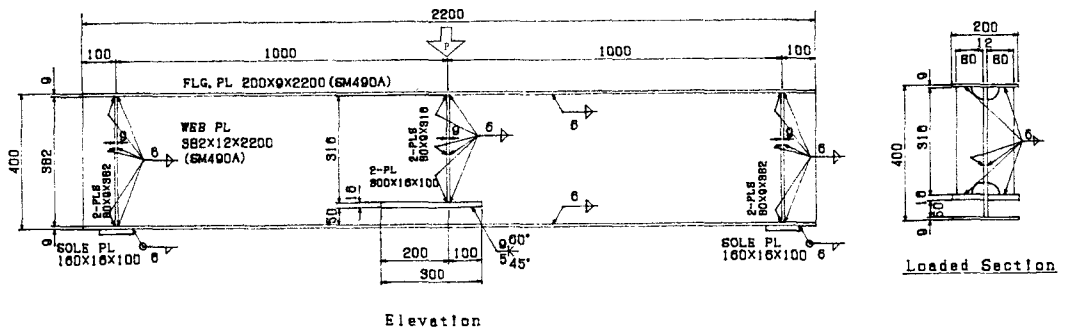


図-1 試験体の形状と寸法

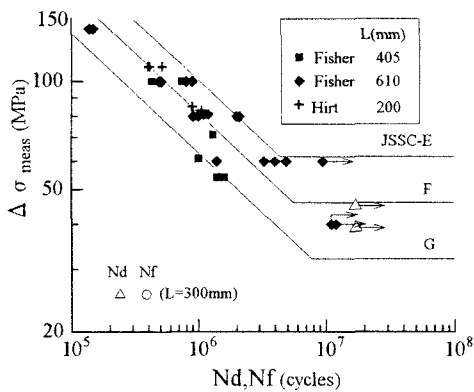


図-2 疲労試験結果(曲げ公称応力)

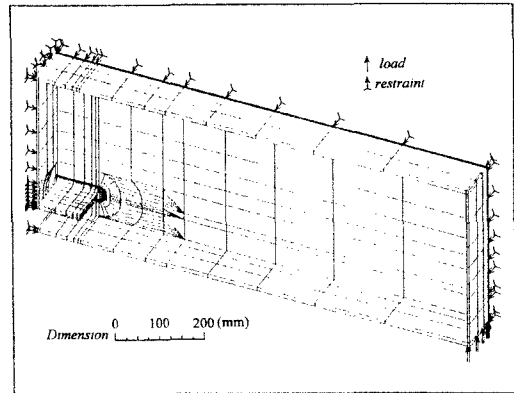


図-3 有限要素分割と荷重および拘束条件

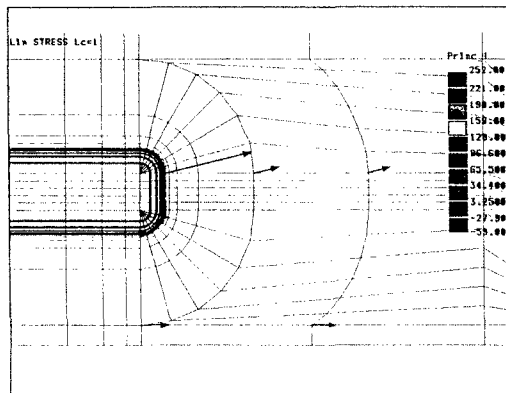


図-4 最大主応力図

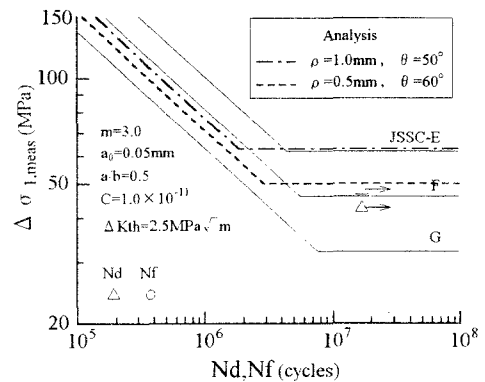


図-5 疲労寿命予測(最大主応力)

5. 解析結果

図-4にFEM解析で求めた継手部の最大主応力の大きさと方向を示す。溶接止端部では公称応力(50MPa)に対して約5倍の応力集中がみられる。図-5に疲労亀裂進展解析より求めた疲労寿命予測曲線を実験結果と併せて示す。今のところ、解析結果と実験結果には矛盾はない。

6. おわりに

横桁が突き当たる主桁ウェブの疲労実験について現在までに得られている成果を報告した。実験は継続中である。

参考文献；1)首都高速道路公団：鋼道路橋の疲労設技 Windos, Vol. 1, pp. 3-4, 1992. 2) 米倉ら：鋼鉋桁の横桁下フランジ損傷部調査報告，土木学会第 49 回年次学術講演概要集，I-215, pp. 428-429, 1994. 3) Fisher, J. W., et al.: Evaluation of fatigue tests and design criteria on welded details, NCHRP. Report 286 1986-9. 4) IABSE Colloquium Lausanne 1982: Fatigue of Steel and Concrete Structures, Proceedings of IABSE, 1982. 5) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版，1993. 6) 坂野ら：疲労亀裂進展解析による面外ガセット継手の寸法効果の検討，構造工学論文集，Vol. 37A, pp. 503-510, 1991. 7) SRAC 社: COSMOS/M・ユーザーマニュアル，1995. 8) Miki, C., et al.: Early Stage Propagation Behavior of Fatigue Cracks in Fillet Welded Joints, Structural Eng. Earthquake Eng., Vol. 7, No. 1, pp. 123s-131s, 1990.