

主桁と横桁の取合部の応力緩和による疲労強度向上効果

名古屋大学 工学部 正員 ○貝沼重信*, 山田健太郎*, 香川直輝*

阪神高速道路公団 正員 西岡敏治** 横河ブリッジ 正員 石井博典***

1. はじめに 鋼道路橋において Fig. 1 に示すように、プレートガーター橋の主桁と横桁の間に取り付けられたウェブギャップ板(以下、ギャップ板と呼ぶ)の溶接部に疲労き裂が発生する事例が数多く報告されている。このき裂の発生の主要因は、主桁の上フランジの回転変位がギャップ板により拘束され、その溶接部に高い局部応力が生じるためである。本研究ではギャップ板に半円孔を明け、ギャップ板端部の応力を低減させたときの疲労強度の向上効果を明らかにするために、孔無し、1 半円孔および2 半円の孔試験体の3種類の3点曲げ試験体の有限要素解析および疲労試験を行なった。

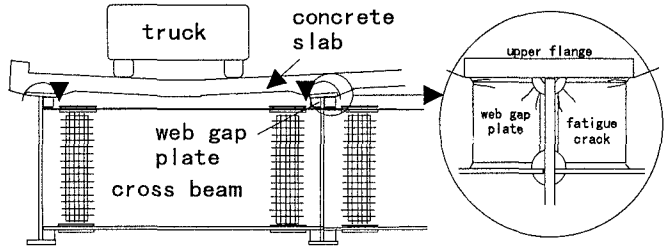


Fig. 1 Some examples of fatigue cracks

2. 試験体 試験体の形状および寸法をFig. 2に示す。試験体は、床版変形によるギャップ板の挙動を再現するため、ギャップ板と主桁の一部をモデル化した。なお、ギャップ板については、予備解析¹⁾からまわし溶接部の応力が最も高くなる半円孔が無い試験体と、まわし溶接部の応力が最も小さくなる2 半円孔の試験体、および溶接線に沿って応力分散効果が最も良い1 半円孔の試験体の計3種類とした。

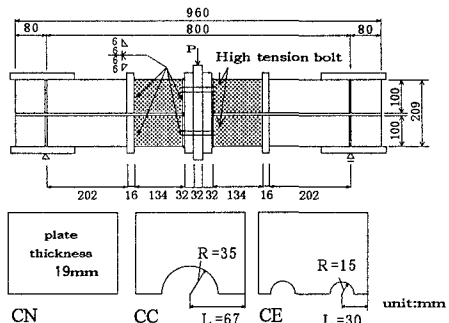


Fig. 2 Shapes and dimensions of specimen

3. 有限要素解析 解析モデルは、試験体の対称性を考慮して1/4 モデルとした。また、解析モデルには3次元ソリッド要素を用い、着目部の最小要素寸法を約 $3 \times 3 \times 3 \text{ mm}$ とした。ギャップ板には試験体の3タイプの他に半円孔の半径と位置を変えた3タイプについても解析を行なった。解析モデルの半円孔の半径および位置をTable 1に示す。解析結果からギャップ板の溶接部に発生する最大主応力の方向が溶接線に対しほぼ垂直にはならないことから、ギャップ板の上端部の評価応力として主応力を用いることとした。Fig. 3に解析結果を示す。r35-67はまわし溶接部よりすみ肉溶接部の方が疲労強度が高いことを考慮すると、疲労強度を向上させる上で適切な応力分布となっている。また、r15-30についてはまわし溶接部の応力が非常に小さくなっている。なお、半円孔壁ではr15-30で最大32.3MPa、r35-67では最大26.2MPa程度の応力が生じていた。Fig. 4は試験体モデルの解析結果を示している。図中に示す式を用いて、それぞれのモデルについてすみ肉溶接の応力集中のみを除いた公称応力 σ を算出した。その結果、1tf 載荷した場合にr15-30で13.3MPa、r35-67で11.9MPaの公称応力が得られた。

Table 1 Analytical models

model	radius of cut-out : R (mm)	distance from edge : L (mm)
no cut-out	—	—
r25-67	25	67
r30-67	30	67
r35-67	35	67
r15-30	15	30
r15-40	15	40

4. 疲労試験 疲労試験は、応力比を約0.1とした一定振幅荷重下で試験体に曲げ応力を与えることで行なった。

キーワード：主桁と横桁の取合部、半円孔、応力緩和、疲労寿命向上

* 〒464-01 名古屋市中千種区不老町 Tel. 052-789-4619, Fax. 052-789-3738

** 〒541 大阪市中央区久太郎町4-1-3 Tel. 06-252-8121, Fax. 06-252-4583

*** 〒261 千葉市美浜区新港88 Tel. 043-247-8411, Fax. 043-248-7158

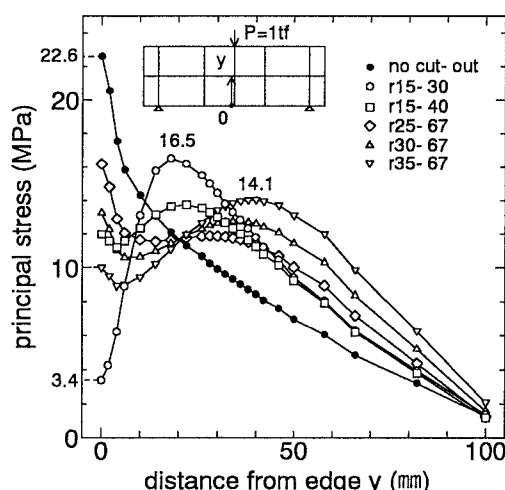


Fig. 3 Principal Stress Distributions

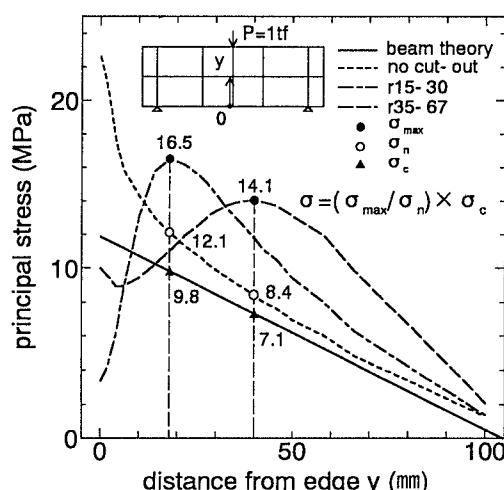


Fig. 4 Calculation of Nominal Stress

Fig. 5に試験結果および過去の試験データを示す。本試験結果の応力範囲 $\Delta\sigma$ は前述の公称応力に基づき算出している。図中の実線は、日本鋼構造協会の疲労設計指針の強度等級である。低応力レベルでは、ギャップ板に半円孔を明けた試験体はいずれも半円孔の無い試験体に比べ、疲労強度はD等級からC等級程度に向上している。しかし、半円孔を明けた試験体はいずれも高応力レベルでは半円孔部から破断し、低応力レベルではすみ肉溶接部から破断したため、高応力レベルでは疲労強度の向上効果は見られなかった。また、高い応力集中が生じる半円孔壁の強度等級については、A等級となっている。なお、半円孔の公称応力は、その応力集中部の応力を用いている。過去の試験データから、引張試験体の強度等級はF等級、曲げ試験体についてはE等級程度となっている。

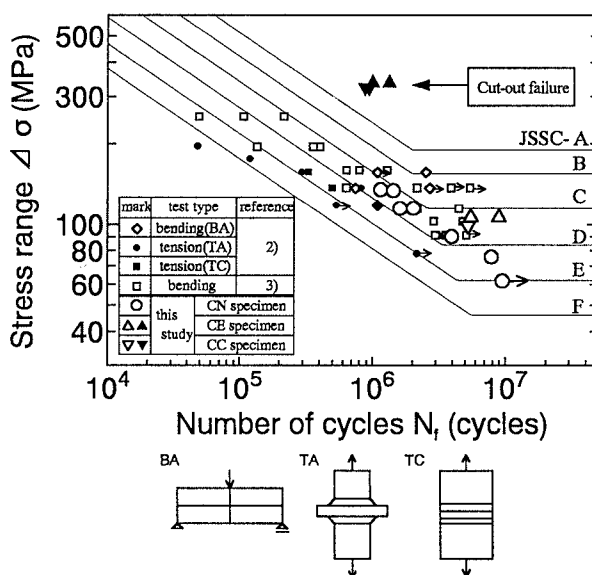


Fig. 5 Results of Fatigue Tests

5. まとめ

- 1) ギャップ板の材端中央に半径 30mm 程度あるいは材端近傍に半径 15mm の半円孔を明けることが、ギャップ板上端部の局部応力を緩和する上で効果的である。
- 2) ギャップ板に半円孔を明けた試験体は高応力レベルで半円孔から破断し、低応力レベルではすみ肉溶接部から破断する。
- 3) 各試験体の疲労強度は、半円孔無し試験体はD等級、半径 35mm の半円孔を有する試験体および材端近傍に半径 15mm の半円孔を有する試験体はC等級程度(低応力レベル)である。

現在、試験が終了していない試験体について疲労試験を行っている。

参考文献 1) 貝沼重信, 山田健太郎, 石井博典, 西岡敬治: ウェブギャップ板の上端部の応力緩和による疲労強度向上法, 土木学会第 51 回年次学術講演会概要集, I-A411, 1996. 2) 永津省吾: 鋼桁の主桁及び横桁の取り付け部の疲れ試験, 名古屋大学修士論文, 1984. 3) 阪神高速道路公団: 主桁と横桁取り付け部耐震補強調査検討業務報告書, 1996.