

鋼箱桁現場溶接継手の疲労強度解析

名古屋大学	学生員	○田中 寿志
名古屋大学	正会員	山田 健太郎
日本鉄道建設公団	正会員	保坂 鐵矢
トピー工業(株)	正会員	酒井 吉永

1. はじめに

橋梁の現場継手には、高力ボルト継手が一般に用いられてきたが、近年、美観の観点から現場溶接継手が注目されるようになった。しかしながら、現場溶接継手に対する疲労強度は明確な基準及び実績が少ない。そこで、本研究では、現在疲労試験が行われている鋼箱桁を対象にして、疲労き裂が問題となる現場溶接継手の疲労強度を FEM による応力解析と疲労き裂進展解析により検討する。

2. 疲労き裂の着目部

試験桁は、図-1 に示すように 4 ブロックで構成し、中央の 2 ブロックを試験ブロックとする。中央には現場溶接継手として全断面溶接を設け、さらに下フランジにも中央部に縦方向の溶接線を設ける。ダイアフラムと下フランジの間は現場溶接を想定して、あらかじめ駒と呼ばれる裏当て板を片面からすみ肉溶接した後、完全溶け込みで片側から溶接されている。疲労き裂の着目部は、(1) ダイアフラムと下フランジの間の溶接、(2) ダイアフラムとウェブと下フランジの隅角部のスカーアップのパッチ溶接、(3) 下フランジと縦リブの溶接線の交差部、(4) 上フランジと円形のカバープレートの溶接部、(5) ウェブとフランジの全断面溶接線の交差部、(6) 下フランジの全断面溶接線と水平溶接線の交差部であるこれらのうちダイアフラムと下フランジの間の駒を使った溶接部について、FEM 解析で応力集中係数 K_t の分布を求め、き裂進展解析を行った。

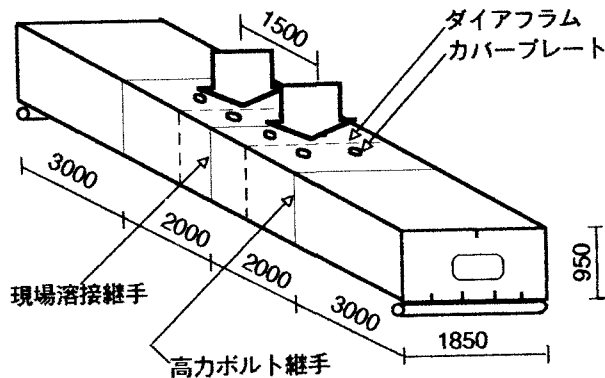


図-1 現場溶接箱桁試験体

3. FEM による応力解析

汎用有限要素解析プログラム COSMOS/M を用い、着目部の応力解析を行った。3 節点平面ひずみ要素を用い、最小要素の平均寸法は 0.1mm とした。図-2 に要素分割図を示す。下フランジの板厚は 14mm、ダイアフラムと駒の板厚はともに 19mm である。駒と下フランジの間に 0.2mm の未溶着部を、ダイアフラムと駒の間は下フランジ上面から 4mm 以上の高さの所に幅 0.2mm のギャップをモデル化した。図-3 にダイアフラムと駒の間のギャップと、溶接止端からの板厚方向への応力集中係数 K_t の分布を示す。ギャップでの K_t は、5 に近い値となり、溶接止端で

の値より大きい、1mm 以上離れた点では、溶接止端からの応力集中の方が大きくなった。

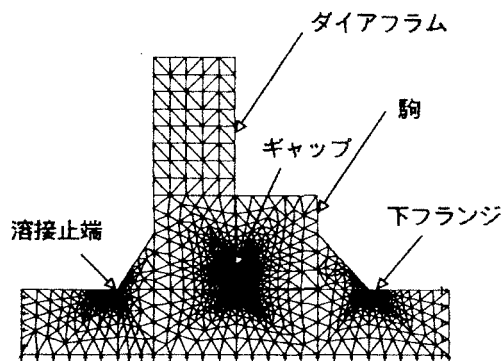


図-2 FEM 解析モデル

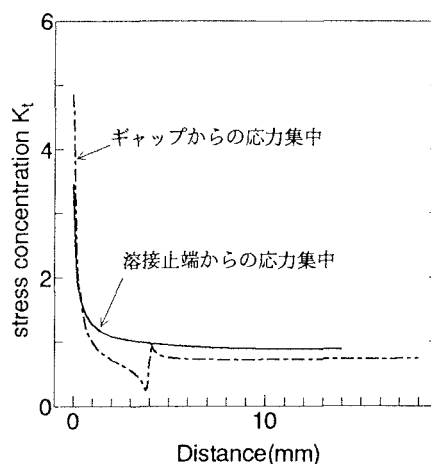


図-3 応力解析結果

4. 疲労き裂進展解析

FEM 解析によって求めた応力集中の分布から、破壊力学の手法を用いた疲労き裂進展解析を行った。応力拡大係数範囲 ΔK と疲労き裂進展速度 da/dN の関係式は、以下に示す JSSC の平均設計曲線を用いた。初期き裂長は 0.2mm、き裂形状は $a/b=1/2$ の半楕円、最終き裂は板厚貫通とした。疲労き裂進展解析の結果を図-4 に示す。溶接止端からのき裂を仮定すると、JSSC の E 等級をほぼ満たすが、ギャップからのき裂を仮定すると 60MPa 以下の低応力範囲でもき裂が進展することから F 等級になる。

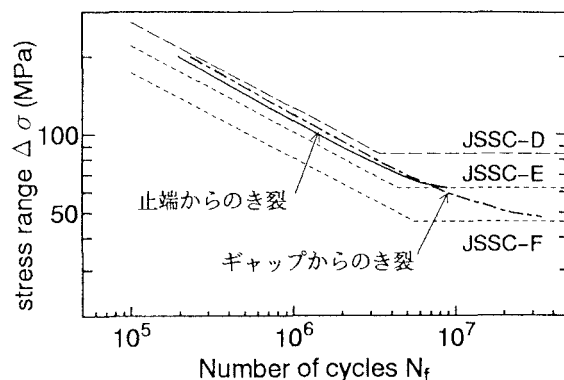


図-4 疲労き裂進展解析結果

5. まとめと今後の予定

鋼箱桁の現場溶接継手のうち、駒を使ったダイアフラムとしたフランジの溶接部について、2次元 FEM 解析により応力集中係数を求め、疲労き裂進展解析を行った。その他の着目点の応力解析と疲労き裂進展解析については当日発表する。

参考文献

日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂、1993