

円柱断面鋼製ラーメン橋脚のはりウェブディテールが疲労特性におよぼす影響

東京工業大学 学生員 木下 幸治
 東京工業大学 フェロー 三木 千壽
 東京工業大学 正会員 佐々木栄一

1. はじめに

円柱鋼製ラーメン橋脚都市内高速道路などに多く用いられている。既存橋脚の隅角部では、Webを円柱内部に貫通させたもの（Web貫通 Type）と円柱表面に突合せたもの（Web突合せ Type）がある。しかしながら、これらの構造特性および疲労特性の違いについて検討した事例は少ない。そこで、本研究では、それらの違いについて大型試験体を用いた実験及び FEM 解析により比較検討を行った。

2. 大型試験体による静的及び疲労試験

図-1 に試験セットアップ状況を示す。試験体は、実橋梁の 3分の1 スケールである。Web貫通 Type Web突合せ Type のそれぞれに対し、静的試験及び疲労試験を行った。それぞれの試験体に用いている鋼板の板厚、板組み、溶接手法（すみ肉溶接）は等しくし、違いを Web貫入のあるなしのみとした。



図-1 試験セットアップ

3. FEM 解析モデル

大型試験体を対象とした FEM 解析モデルを図-2 に示す。解析コードには汎用有限要素解析プログラム ABAQUS を使用した。全部材を SHELL 要素でモデル化し、そのメッシュサイズを約 5mm~40mm とである。表-1 に各々のモデルの全節点数及び全要素数を示す。高い応力が発生すると考えられる隅角部近傍において、最小のメッシュサイズ 5mm を用いている。境界条件として、柱端部を完全固定とし、試験体に載荷した荷重と同様の荷重を FEM モデルに与え、また試験体載荷治具と柱基部の固定部を剛域として考えることにより試験条件を再現した。

表-1 FEM モデル

	載荷荷重	全節点数	全要素数
Web貫通 Type	800kN	156108	163732
Web突合せ Type	800kN	141010	147396

4. 応力分布による比較検討

図-3 に照査断面 A の実測値による応力分布及びその断面の FEM 解析結果、図-4 に照査断面 B の実測値による応力分布及びその断面の FEM 解析結果を示す。図-3 より、Web突合せ Type の FEM 解析結果と実測値がほぼ一致している。また図より、Web突合せ Type の方が、Web貫通 Type よりも高い応力が発生することがわかる。

両 Type の結果において、せん断遅れの影響により端部に鋼材の降伏点程度の高い応力が発生することがわかり、この位置から疲労き裂が発生する可能性があることがわかる。

図-4 より、Web突合せ Type の FEM 解析の結果と実測値との間に差異が生じていることがわかる。この結果から、FEM 解析は円柱の応力分布を過大評価する傾向があることが言える。

5. 疲労試験結果

Web貫通 Type と Web突合せ Type の疲労試験結果として、図-5 にき裂長 50mm 時の S-N 線図を示す。図-6 にき裂発生状況を示す。図-5 の縦軸は現行の設計法をベースに算出した公称応力で整理した応力振幅を示している。Web貫通 Type は 76MPa、Web突合せ Type は 40MPa の応力振幅である。図-6 より、き裂長 50mm 時において、両 Type とも要求疲労性能である F 等級を満たすことなく、H 等級程度であることがわかる。この結果から、公称応力ベースでそれぞれの結果を整理した場合、要求疲労性能を満たさないが、それぞれの疲労強度は、貫通 Web のあるなしに関わらずほぼ一致していることがわかる。また、両 Type ともき裂の発生位置が図-6 に示すような、梁フランジ端部の位置に発生している。き裂発生確認後、著しいき裂進展が観察されたことからき裂が内部から進展していることがわかった。

Key Words: 円柱鋼製ラーメン橋脚, Web貫通, Web突合せ, FEM, 隅角部, 疲労き裂

〒152-8522 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学 緑が丘 5 号館 3 階 Tel.03-5732-2596 Fax.03-5734-3578

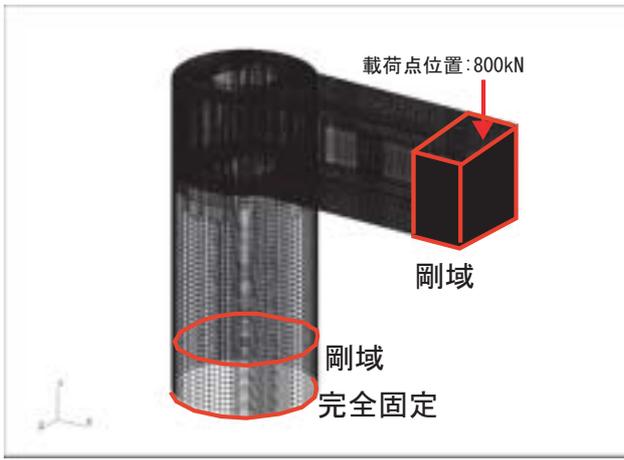


図-2 FEM モデル

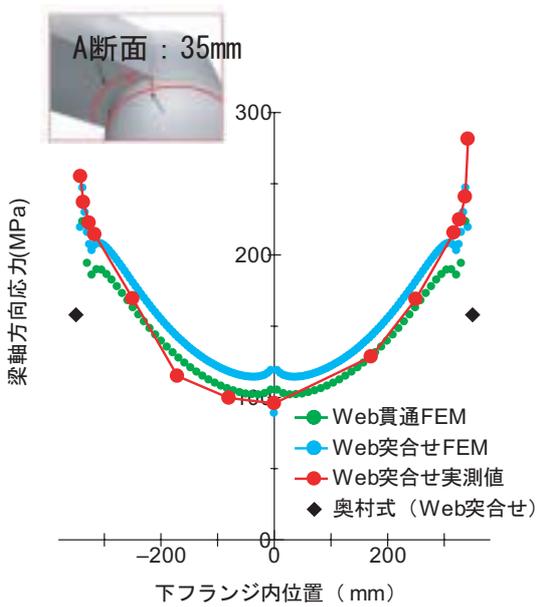


図-3 A 断面応力分布

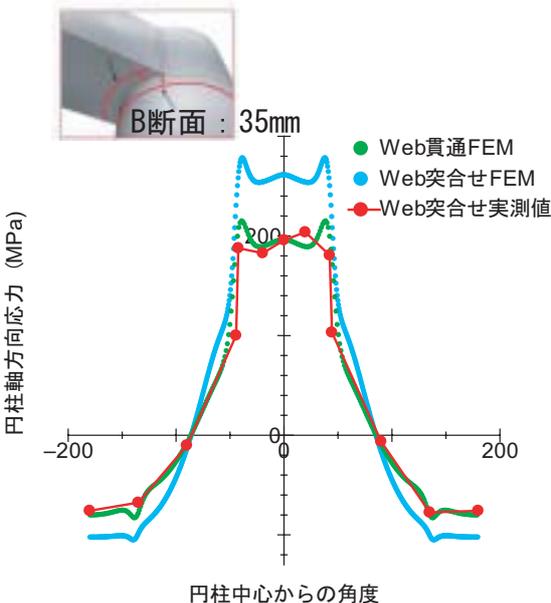


図-4 B 断面応力分布

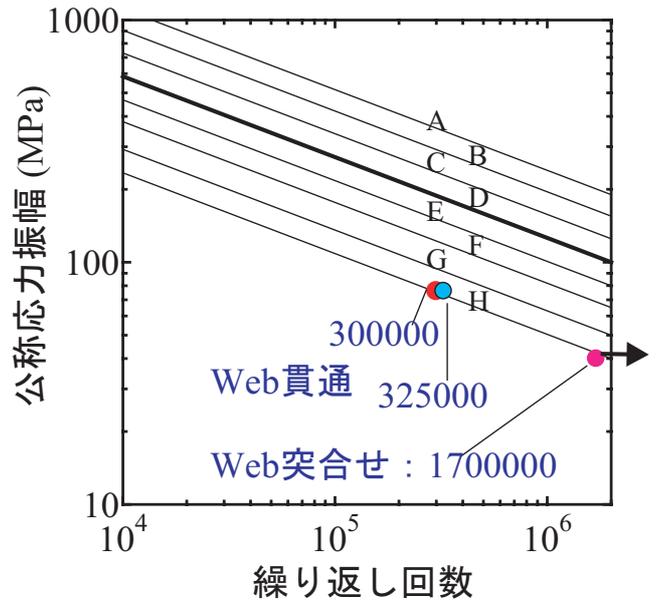


図-5 S-N 線：き裂長 50mm 時

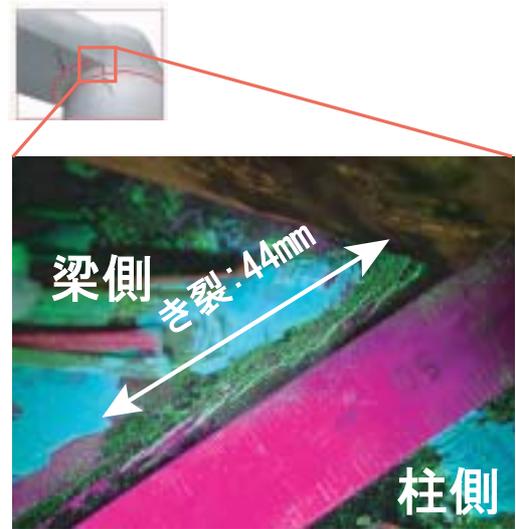


図-6 き裂発生状況：Web 突合せ 170 万回

6. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

1：大型試験体を用いた静的試験及び FEM 解析より、Web 貫通 Type よりも Web 突合せ Type の方が隅角部近傍において高い応力が発生する。

2：公称応力ベースで整理した疲労試験結果より、き裂長 50mm 時に、Web 貫通 Type と Web 突合せ Type は、H 等級程度である。

参考文献

- 1) 奥村敏恵, 石沢成夫: 薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について, 土木学会論文集, No.153, pp99-105, 1968.5.
- 2) 加藤雅之, 三木千壽, 佐々木栄一: 円柱を有する鋼製ラーメン橋脚隅角部の構造特性, 土木学会第 57 回年次学術講演会, pp555-556, 2002.9.