

スリット付き横桁下フランジ貫通構造の疲労挙動

関西大学 学生会員 ○吉田 直人, 正会員 坂野 昌弘
日本橋梁建設協会 正会員 小西 日出幸, 姫路河川国道事務所 非会員 藤井 隆

1. はじめに

名阪国道山添橋では主桁ウェブの横桁下フランジ貫通部から長さ 1m のき裂が発生した¹⁾。このき裂は主桁を破断させる恐れのある極めて危険なき裂である。このタイプの貫通構造を有する道路橋は国内に相当数存在すると考えられることから、これらの疲労強度特性を把握することは火急の課題である。

しかしながら、横桁下フランジ貫通構造の疲労実験例は非常に少ない^{2),3)}。そこで、本研究では主桁ウェブのスリット付き横桁下フランジ貫通構造を有する桁試験体の疲労実験を行い、それらの疲労挙動を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

(1) 試験体の設計・製作

図 1 に試験体の形状・寸法とひずみゲージ貼付位置を示す。主桁ウェブ中央下フランジ側にスリットを有し、スリットの上に横桁下フランジがすみ肉溶接で取り付けられている。鋼材は全て SM490YA を用いた。溶接方法はウェブとフランジ間はサブマーギアーク溶接、それ以外は CO₂ 溶接である。

(2) 静的载荷試験

貫通部周辺の応力性状を把握することを目的として、両端支持の中央 1 点载荷で静的载荷試験を行った。横桁下フランジ貫通部の応力集中の影響

を避けるため、横桁下フランジ縁端から水平方向に 100mm 離れたウェブの表裏両面に 3 軸ひずみゲージを貼付した。また、上フランジ上面と下フランジ下面にも、ウェブの 3 軸ゲージ貼付位置と同じ断面に 1 軸ひずみゲージを 3 枚ずつ（フランジ幅方向の中央と両縁端から 10mm の位置に）それぞれ貼付した。下フランジの最大引張応力が 50MPa 程度となるように、载荷荷重は 100kN に設定した。

(3) 疲労実験

疲労実験は静的载荷試験と同様に両端支持の中央 1 点载荷で行った。荷重繰返し速度は 6Hz とした。荷重の大きさは $P_{max}=300kN$, $P_{min}=200kN$ とし、 $\Delta P=100kN$ とした。2 箇所試験部の一方のき裂が進展した場合、ストップホールと HTB 締付によるき裂進展防止対策を行い、疲労試験を続行した。き裂の検出は渦流探傷法と磁粉探傷法を用い、横桁下フランジ両縁の回し溶接部 4 箇所に対して行った。

3. 実験結果

(1) 静的载荷試験結果

図 2 に静的载荷試験の結果を示す。計算値については横桁下フランジや補剛材を無視し、一様断面の I 型ばりと仮定して曲げモーメントとせん断力から求めた。疲労き裂の発生進展に対して影響の大きい最大主応力範囲 $\Delta \sigma_1$ を比較すると、

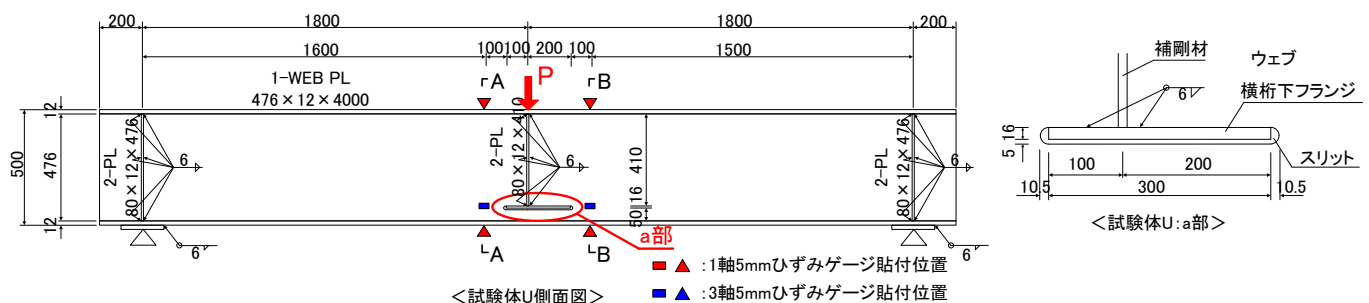


図-1 試験体の形状・寸法とひずみゲージ貼付位置

キーワード：スリット付き横桁下フランジ貫通構造、疲労実験、疲労き裂発生進展挙動、疲労寿命

連絡先：〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 鋼構造デザイン研究室 Tel：06-6368-1111（内線 6506）

最大で 6%程度の差はあるもののゲージ位置ではほとんど梁理論通りの主応力が生じていることが確認できた。

(2) 疲労実験結果

図 3 に载荷回数とき裂長さの関係を示す。载荷回数 20 万回の時点で、横桁下フランジ縁のすみ肉回し溶接止端部に沿って長さ 8mm 程度のき裂が検出された。その後、しばらくき裂長さに変化がなかったが、载荷回数 80 万回時点で A 断面表と裏、120 万回時点で B 断面表、230 万回時点で B 断面裏においてき裂がウェブへ進展しているのが確認できた。その後き裂は最大主応力方向とほぼ垂直にウェブを斜め上に進展した。また、载荷回数 250 万回時点で A 断面のき裂の進展を止める為 (写真-1)、ストップホールと HTB による締付けを行った。なお、A 断面のき裂が進展するにつれて荷重伝達が途切れるため、B 断面のき裂の進展が遅くなっている。

図 4 に最大主応力範囲で整理した S-N 関係と設計曲線⁴⁾を示す。試験体の疲労寿命は、疲労き裂発見寿命 N_d で評価すると H' 等級の 1/4~1/6, ウェブへのき裂進展寿命 N_w で評価すると H' 等級以下、き裂長さ 30mm の時の繰返し回数で定義した破断寿命 N_{30} で評価すると H' 等級となる。

4. おわりに

(1) 疲労き裂は横桁下フランジ縁端部のウェブ側溶接止端に沿って発生し、最大主応力方向とほぼ垂直にウェブを斜め上に進展した。

(2) 試験体の疲労寿命は、疲労き裂発見寿命 N_d で評価すると H' 等級をはるかに満たさず、ウェブへのき裂進展寿命 N_w で評価すると H' 等級以下、破断寿命 N_{30} で評価すると H' 等級となる。

参考文献

1) 奈良国道ホームページ

<http://www.kkr.mlit.go.jp/nara/>

2) 坂野, 三上, 村山, 森脇: フランジ貫通型鉄道橋床組連結部の疲労強度, 構造工学論文集, Vol.41A, pp.965-973, 1995.3.

3) 坂野, 宝角, 下良, 三上: 主桁-横桁接合部ウェブガセット溶接継手の長期疲労強度, 鋼構造論文

集, 第 5 巻第 18 号, pp.31-40, 1998.6.

4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編), 2012.3.

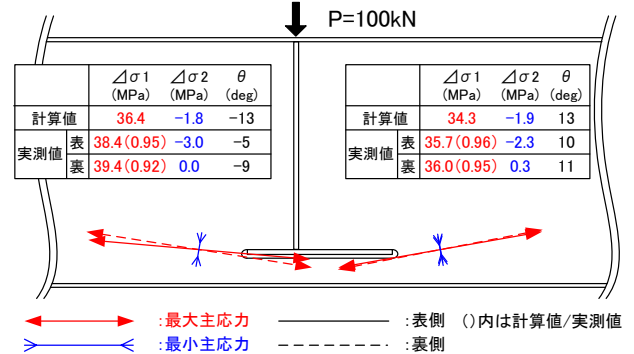


図-2 横桁貫通部付近の主応力図

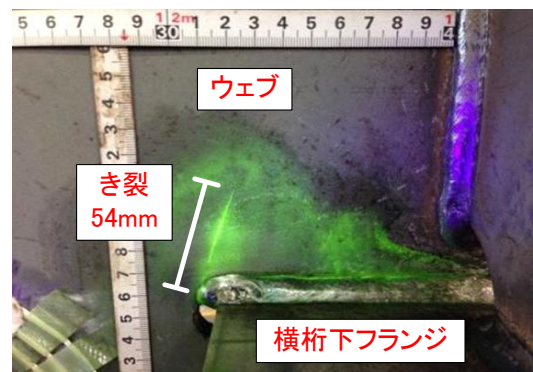


写真-1 A断面表側き裂進展状況 (250万回)

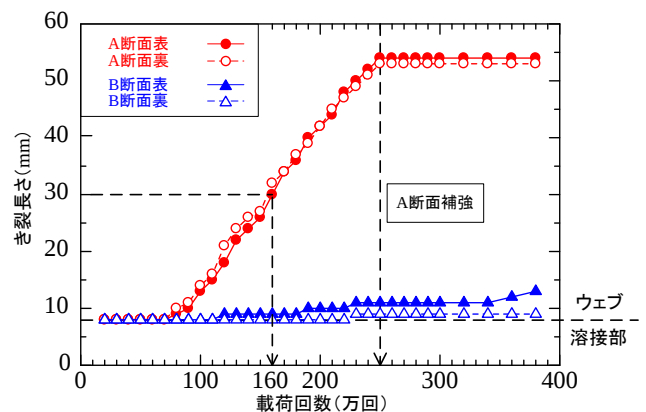


図-3 载荷回数とき裂長さの関係

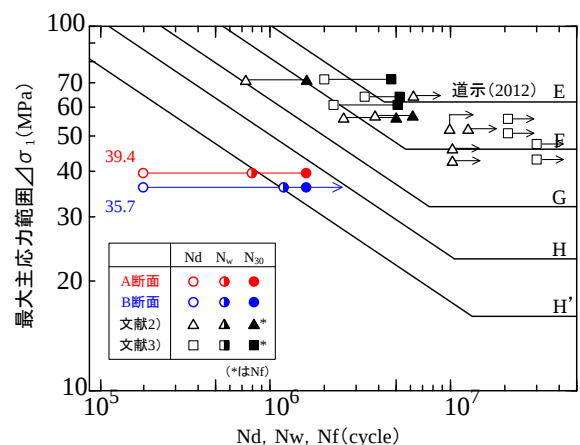


図-4 最大主応力範囲で整理した S-N 線図