

腹板貫通型のガセット取付部の疲労耐久性評価

名城大学 学生員○柿市 拓巳 名古屋大学 正会員 石川 敏之 山田 健太郎
名城大学 正会員 近藤 明雅 小塩 達也

1. はじめに

近年、供用中の鋼橋において疲労き裂の発生が多数報告されている。2006 年 10 月に、国道 25 号山添橋において写真-1 に示す、主桁ウェブの横桁下フランジの貫通部から 1 m を超える疲労き裂が発見された¹⁾。この構造形式は、当時の建設省の標準ディテールであり、同様なディテールが全国に多数存在していると思われる。したがって、今後も同様な疲労損傷が起こることが予測される。この構造形式には、主桁の曲げによる主桁ウェブの引張応力と、横桁の変形による主桁ウェブの面外曲げ変形が生じる。本研究では、腹板貫通部のガセット取付部の疲労強度を求め、さらに同種のディテールを持つ実橋の応力計測を行い、腹板貫通型のガセット取付部の疲労耐久性を評価する手法について検討した。



2. 疲労強度の評価方法

山添橋タイプのガセット取付部は、図-1 に示すようにモデル化できる。すなわち、(a)に示す腹板のスリット片面に溶接された継手は、(b)に示す T 型継手にスリット部の応力集中が重畳した形とみなせる。T 型継手の引張応力の繰返しに対しては、過去の疲労試験データ²⁾を参考にできる。曲げ応力の繰返しに対しては、図-2 に示す試験体を製作し、板曲げ振動疲労試験機を用いて、疲労試験を行って求める。さらに腹板貫通部のスリットを考慮した FEM 解析を行い、それらの構造に対する応力集中係数を算出する。実橋計測によって得られたデータをレインフロー法により応力頻度分布へ変換し、疲労試験結果と FEM 解析による応力集中係数を考慮してこの継手形式における疲労耐久性の評価を行う。

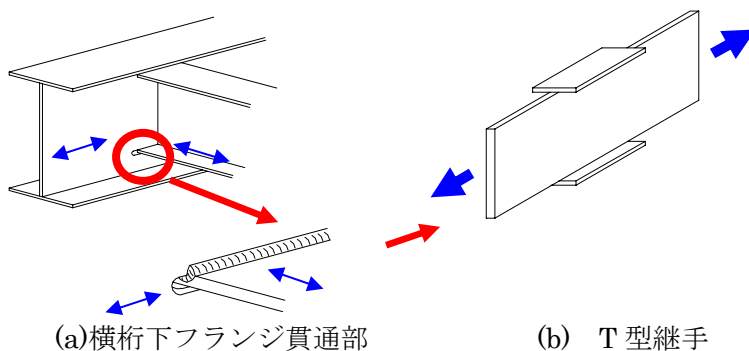


図-1 腹板貫通型のガゼットのモデル化

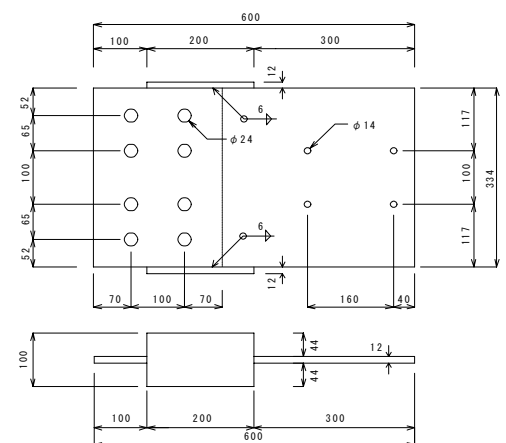


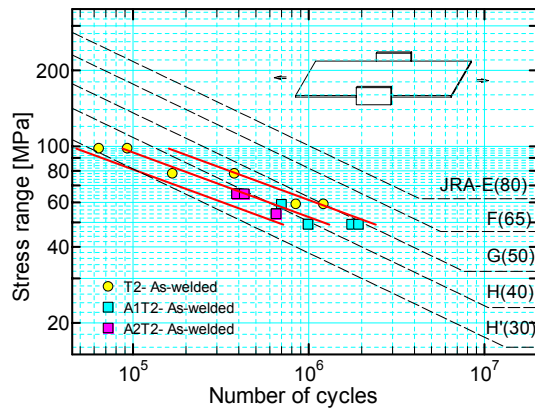
図-2 板曲げ疲労試験体

3. 継手の疲労強度の解析

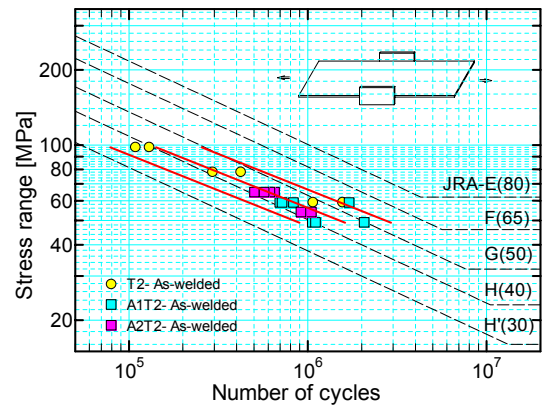
山田らにより行われた引張疲労試験の結果^{2), 3)}を図-3に示す。図-3(a)は、鋼板の公称応力範囲と溶接止端に貼付けられた銅線が切れ、溶接止端にき裂が発生したときの繰返し回数 N_{toe} の関係を示し、図-3(b)は、公称応力範囲と発生したき裂が板幅方向に 10mm 進展した場合の繰返し回数 N_{10} の関係が示されている。図-3 (b) からわかるようにこの継手形式の疲労強度の下限値は、H'等級程度であり、疲労強度が低い継手であることがわかる。

先述したように、腹板貫通型のガセット取付部の構造は、スリットを有する場合など貫通部の形状による応

力集中を考慮しなければならない。



(a) 溶接止端の銅線 (0.04mm) が切れたとき, N_{toe}



(b) き裂が上端から 10mm まで進展したとき, N_{10}

図-3 引張試験の S-N 線図

そこで、横桁貫通部のスカラップによる応力集中係数 K_t を FEM 解析を用いて算出する。FEM 解析には、汎用の有限要素解析プログラム COSMOS/M を使用した。解析には、線形四辺形薄肉シェル要素を用い、最小要素の寸法は、ガセット継手部およびスカラップ近傍において、 $1 \times 1\text{mm}$ とした。解析モデルを図-4 に示す。図-4(a)は、T 型継手のモデルであり、平板に対して Y 軸に沿って対称、側辺の板に対して Z 軸に沿って対称条件を考慮している。このモデルの最大の応力集中係数を K_t とする。図-4(b)は、腹板貫通部のスリットのモデルであり、平板に対して Y 軸に沿って対称条件を考慮している。このモデルの最大の応力集中係数を K_s とする。図-4(c)は、腹板貫通部の横桁下フランジとスリットの両方を考慮したモデルであり、平板に対して Y 軸に沿って対称、横桁下フランジをモデル化した板に対して Z 軸に沿って対称条件を考慮している。このモデルの最大の応力集中係数を K_a とする。 K_t , K_s , K_a を考慮して実橋における疲労耐久性を評価する。

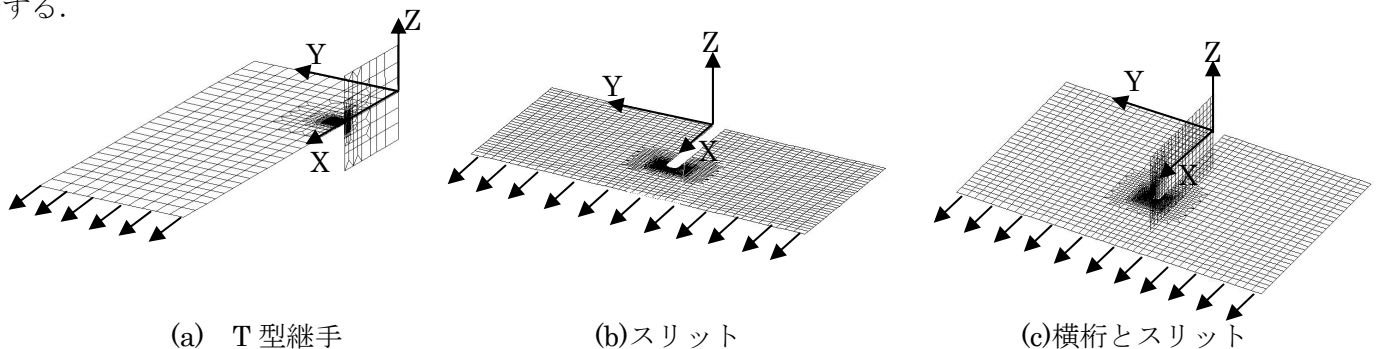


図-4 解析モデル

本研究で得られた T 型継手の板曲げ疲労試験結果および実橋における疲労耐久性を評価した結果は、講演当日に述べる。

4. 参考文献

- 1) 奈良国道ホームページ <http://www.kkr.mlit.go.jp/nara/>
- 2) 山田健太郎・酒井吉永・菊池洋一：ガセットを溶接した引張部材の疲れ強さとストップホールの効果，土木学会論文報告集，第 341 号，pp. 129～136，1984 年 1 月
- 3) Yamada, K., Sakai, Y., Kondo, A., and Kikuchi, Y. : Fatigue Strength of Tension Members with Welded Gussets and Life Estimation by Fracture Mechanics, IIW Doc, XIII-1204-86, pp. 1～21, March, 1986