

関西大学 学生員 ○船山 晃司, 山岡 大輔, 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

突合せ溶接の板厚方向の材片の偏心（目違い量）は、良好な溶接を行うために、板厚に対して 10%以下と規定されている^{1) 2)}。しかし、10%を超えるような目違いがある突合せ溶接継手の疲労強度がどの程度低下するかは明らかになっていない。そこで本研究では、目違いがある下フランジ突合せ溶接部の疲労強度特性を把握、疲労強度に対する目違いの影響の検討を目的とし、疲労試験を行った。また、目違いに対するテーパ仕上げの効果についても検討した。

2. 実験方法

(1) 試験体の形状と寸法

図 1 に試験体の形状と寸法を示す。スパン 3.6m、高さ約 30cm の桁試験体である。鋼材は SM490YA 使用している。下フランジに 4 種類の突合せ溶接継手部を設けている。継手の種類は目違いなし(M0)、目違い 2mm(M2)、目違い 4mm(M4)、目違い 4mm でテーパ仕上げした継手(M4T)の 4 種類である。表 1 に溶接条件を示す。

(2) 荷重方法

荷重方法は両端支持、スパン中央 1 点荷重の 3 点曲げである。静的荷重試験の荷重範囲は $\Delta P=100\text{kN}$ (20kN～120kN)とした。疲労試験の荷重範囲は、1 体目を $\Delta P=100\text{kN}$ (80kN～180kN)、2 体目を $\Delta P=130\text{kN}$ (50kN～180kN)とした。荷重速度は 4Hz とした。

(3) 応力測定

図 1 にひずみゲージ貼付位置を示す。公称応力を測定するためにゲージ長 5mm の 1 軸ひずみゲージ(▲, ■)を突合せ溶接部から 225mm の位置の下フランジ下面に 3 枚ずつ、およびスパン中央の下フランジ下面に 3 枚、計 21 枚貼付した。また、突合せ溶接部の局部応力を測定するためにゲージ長 1mm の 1 軸ひずみゲージ(○, ■)を突合せ溶接

部の下フランジ上面、下面の両止端からそれぞれ 10mm 離れた位置に上面に 2 枚ずつ、下面に 3 枚ずつ、計 40 枚貼付した。

3. 静的荷重試験結果

図 2 に目違い量と突合せ溶接部近傍の応力をその平均値で無次元化した値 (α) の関係を示す。目違いがある溶接部では凸側より凹側の局部応力が大きくなっている。 α の最大値は M0 が 1.12, M2 が 1.27, M4 が 1.51, M4T が 1.61 と、目違い量が大きくなるにつれて、大きくなっていることから M0, M2, M4 の順に疲労強度は低くなると考えられる。

4. 疲労試験結果

(1) 疲労き裂発生進展挙動

M0 と M2 に疲労き裂は発生せず、M4 と M4T に疲労き裂が発生した。図 3 に M4 と M4T 継手部の疲労き裂発生箇所を示す。写真 1, 2 に荷重範囲 $\Delta P=130\text{kN}$ 時の M4 および M4T の疲労き裂を示す。M4 の疲労き裂は下フランジ下面のウェブ直下凹側溶接止端部から疲労き裂が発生し、下フランジを貫通した。M4T はウェブ裏側下フランジ上面の凹側溶接止端部から疲労き裂が発生したが、下フランジを貫通していない。

表 1 溶接条件

溶接方法	溶接材料	溶接姿勢	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱量 (kJ/cm)
CO ₂ アーク溶接	JIS Z3313 YFW-C50DR	立向	160～180	24	4.2～6.4	40.4～54.2

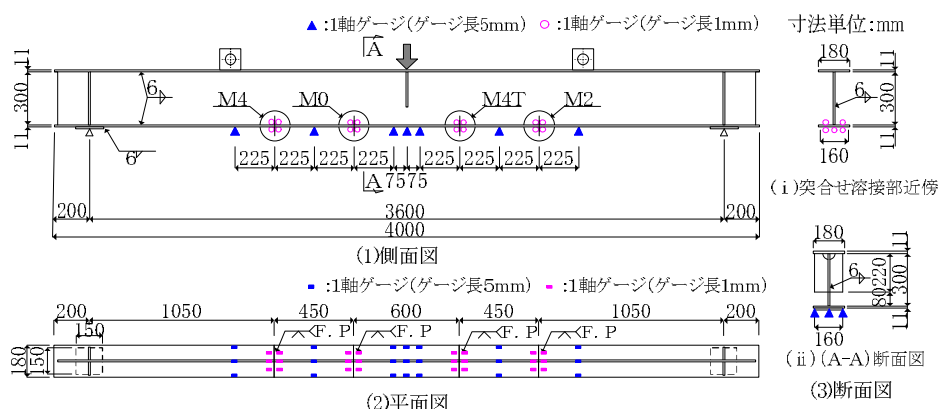


図 1 試験体の形状と寸法およびひずみゲージ貼付位置

(2) 疲労強度等級

図4に試験体各部の疲労強度を示す。疲労き裂発見寿命 N_d はき裂発見時の応力繰返し回数、破断寿命 N_f は下フランジを貫通した時の応力繰返し回数とそれぞれ定義している。M0はC等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲でもき裂は発生しなかったため、C等級以上である。M2はE等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲でもき裂は発生しなかったため、D等級以上である。M4はE等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲でき裂は発生せず、D等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲でき裂が発生し、下フランジを破断した。したがって、E等級以上でD等級程度と考えられる。M4TはD等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲でき裂は発生せず、C等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲でき裂が発生した。したがって、D等級以上でC等級以下と考えられる。

M0とM4の疲労強度を比較すると、4mmの目違いがあれば、1等級以上低下すると考えられる。M4とM4Tの疲労強度を比較すると、テーパ仕上げにより疲労強度が1等級程度向上すると考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた主な結果を以下に示す。

5. 1 静的载荷試験結果

(1) 突合せ溶接部近傍の応力分布

目違いがある突合せ溶接継手部近傍では、継手部近傍の凸側より凹側で高い応力が発生する。

5. 2 疲労試験結果

(1) 突合せ溶接部の疲労き裂発生進展挙動

M4およびM4Tの疲労き裂は、凸側よりも応力が高い凹側溶接止端部から発生し、M4のき裂のみ下フランジを貫通した。

(2) 突合せ溶接部の疲労強度

M0がC等級以上、M2がD等級以上、M4がD等級程度、M4TがD等級以上でC等級以下である。

(3) 突合せ溶接部に対する目違いの影響

M0とM4の疲労強度を比較すると、4mmの目違いがあれば、1等級以上低下すると考えられる。

(4) 目違いに対するテーパ仕上げの効果

M4とM4Tの疲労強度を比較すると、テーパ仕上げにより疲労強度が1等級程度向上すると考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書（□共通編，□鋼橋編）・同解説，2002年。
- 2) 鉄道総合研究所：鉄道構造物等標準・同解説 鋼・合成構造物，2009年

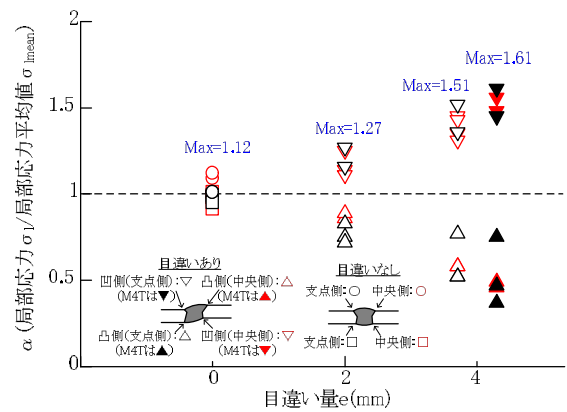
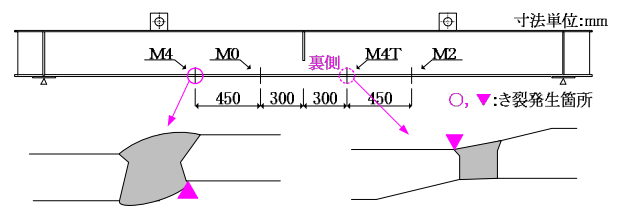


図2 目違い量と突合せ溶接部の局部応力/局部応力平均値の関係



(1) M4(ウェブ表側) (2) M4T(ウェブ裏側)

図3 疲労き裂発生箇所(側面図)

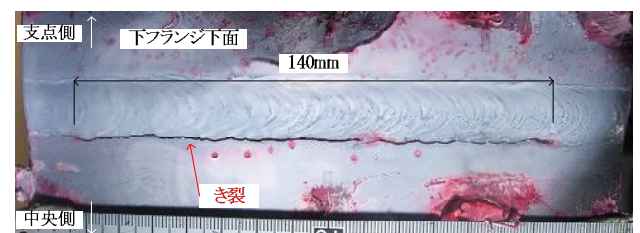
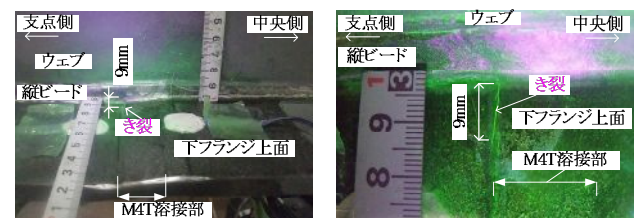


写真1 M4継手の疲労き裂 (N=409万回時)



(1) ウェブ裏側

(2) 拡大

写真-2 M4T継手の疲労き裂 (N=180万回時)

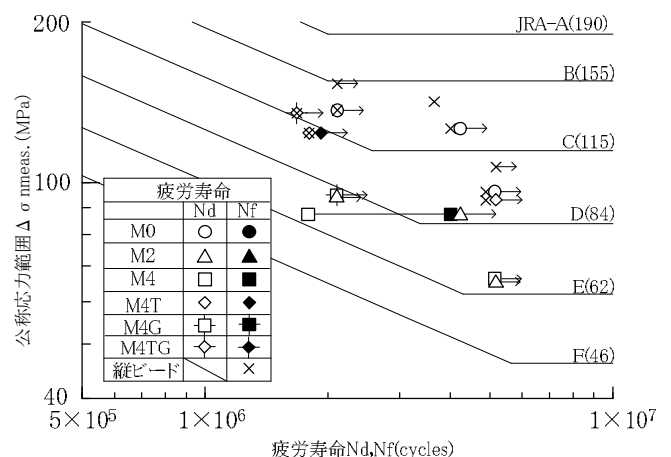


図4 試験体各部の疲労寿命 N_d , N_f