

目違いがある下フランジ横突合せ溶接部の疲労強度

関西大学 学生員 ○山岡 大輔, 学生員 船山 晃司, 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

開先溶接部の板厚方向の材片の偏心（目違い量）は、板厚が 50 mm 以下の場合には薄い方の板厚に対して 10% 以下と規定されている^{1),2)}。しかしながら、目違いが 10% を超えるような横突合せ溶接部の疲労強度について検討した疲労試験結果は見当たらない。

本研究では、板厚の 10% を超えるような目違いがある下フランジ横突合せ溶接部の疲労強度特性の把握を目的とし、疲労実験を行った。また、目違いをもつ溶接部に対するテーパ仕上げや溶接止端仕上げの効果についても検討した。

2. 実験方法

2.1 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 の桁試験体を 3 体 (G1~G3) 用いた。鋼材は全て SM490YA 使用している。図 2 に各突合せ溶接部の詳細を示す。板厚 11mm の下フランジに目違いなし(M0)、目違い 2mm(M2、板厚の 18%)、目違い 4mm(M4、板厚の 36%)、および目違い 4mm でテーパ仕上げ（テーパ率 1:5）(M4T) の 4 種類の

突合せ溶接部を設けている。なお、G3 試験体では M4 および M4T の溶接止端を止端半径 $R=5\text{mm}$ 以上となるようにグラインダーで仕上げ、それぞれを M4G および M4TG とした。

2.2 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（図 1 (1)）。疲労試験の最大荷重は、試験体下フランジの最大応力が鋼材の許容応力度程度となるように設定し、荷重範囲は最小荷重を変えることで調整した。荷重速度は 4Hz である。

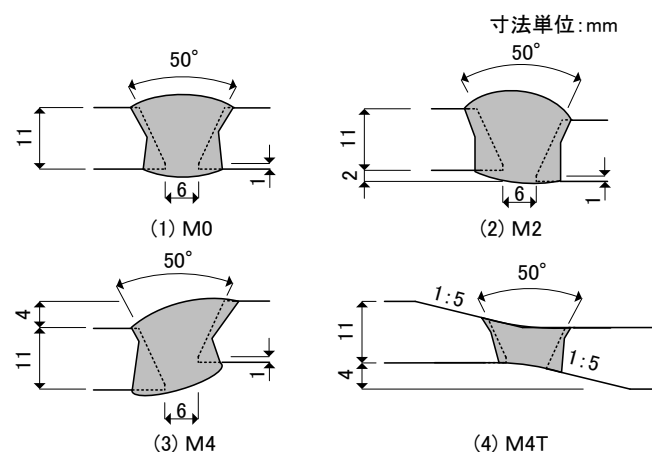


図2 各突合せ溶接部詳細（側面）

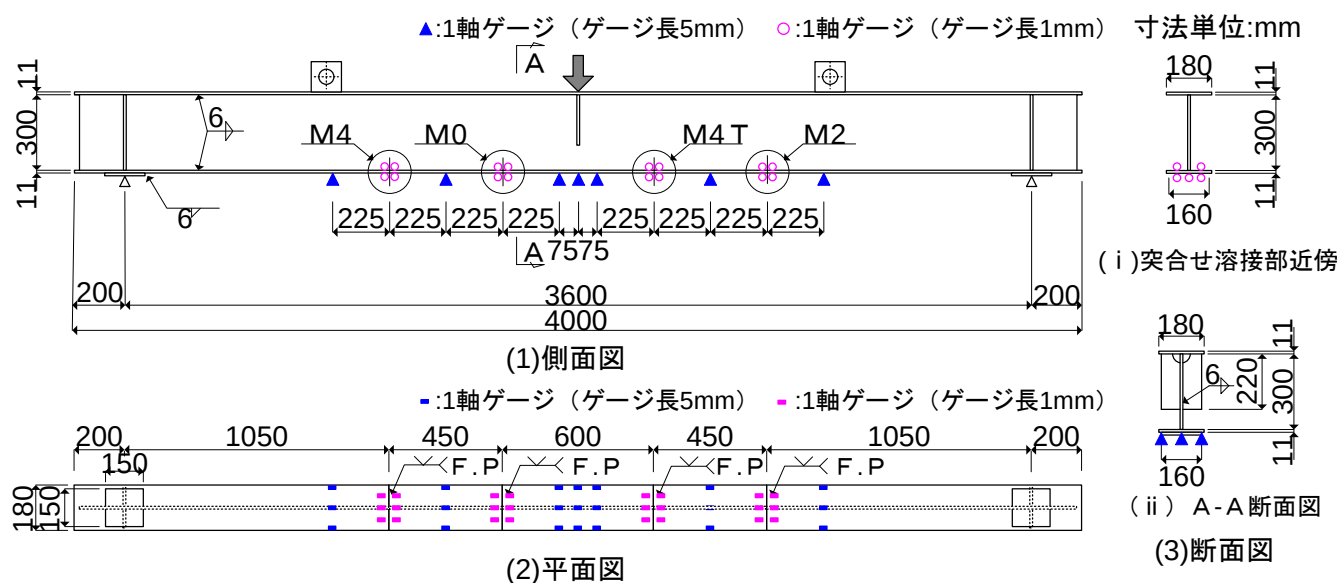


図1 試験体の形状と寸法，疲労試験荷重位置およびゲージ貼付位置

キーワード 突合せ溶接部，目違い，下フランジ，疲労強度

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学大学院 山岡大輔 TEL06-6368-1121

3. 疲労試験結果

図3に試験体各部の疲労寿命を示す。疲労き裂発見寿命Ndはき裂発見時の応力繰返し回数、破断寿命Nfは亀裂が下フランジを貫通した時の応力繰返し回数で定義した。

(1) 目違いの影響

目違い0mmのM0継手は3体とも亀裂が発生せず、最大の応力範囲がC等級の疲労限以上なのでC等級以上、目違い2mmのM2継手も同様に3体とも亀裂が発生せず最大の応力範囲がD等級の疲労限以上だったのでD等級以上の疲労強度であることが明らかとなった。目違い4mmのM4継手については、2体の内1体ではE等級の疲労限以上の応力範囲で亀裂が発生しなかったが、残りの1体でD等級の疲労限以上の応力範囲で突合せ溶接止端から亀裂が発生し破断寿命がD等級を満たしたことから、E等級以上D等級以下（E等級かD等級）であることが判明した。以上より、仕上げなしの横突合せ溶接継手に要求されるD等級³⁾を基準に目違いの影響を考えると、目違いが2mm程度まではD等級をクリアし、4mm程度になると1等級下のE等級に落ちる可能性があることが示された。

(2) テーパー仕上げの効果

テーパー仕上げを施した目違い4mmのM4T継手については、2体の内の1体でD等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲ではき裂は発生しなかったが、残りの1体でC等級の $\Delta\sigma_{ce}$ より大きい応力範囲でき裂が発生し、破断寿命がC等級を満たすと推定されることからD等級以上C等級以下であると判断できる。したがって、テーパーなし目違い4mmのE等級以上と比べて1等級程度疲労強度が改善され、指針で要求されるD等級を満たすことが明らかとなった。

(3) 溶接止端仕上げの効果

止端仕上げを施した目違い4mmのM4G継手についてはD等級の疲労限以上の応力範囲で亀裂が発生しないことからD等級以上、テーパー仕上げと止端仕上げの両方を施した目違い4mmのM4TG継手についてはC等級の疲労限以上の応力範囲で亀裂が発生していないことからC等級以上であることが示された。したがって、それぞれ、止端仕上げなしのM4継手のE等級以上、M4T継手のD等級以上と比べて1等級程度疲労強度が改善されたことが明らかとなった。

(4) 縦ビード継手の疲労強度

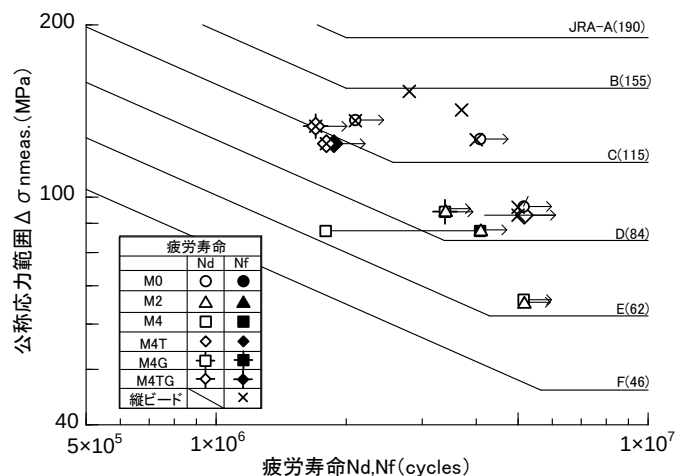


図3 試験体各部の疲労寿命

ウェブと下フランジを接合する縦方向溶接継手ではD等級の疲労限以上の応力範囲で8か所から疲労亀裂が発生し、溶接部を破断させており、横突合せ継手と同様に、指針で要求されているD等級程度の疲労強度であることが確認された。横突合せ継手と縦ビード継手を比較すると、目違いが2mm程度以下の横突合せ継手の疲労寿命は縦ビード継手以上であるが、目違いが4mm程度になると縦継手よりも若干劣る結果となっている。

4. まとめ

板厚11mmの下フランジに目違いが0mm、2mm、4mmの3種類の仕上げなしの横突合せ溶接継手部を有する3体の桁試験体の疲労試験により得られた主な結果を以下に示す。

(1) 仕上げなしの横突合せ溶接部の疲労強度は、目違いが2mm程度までは疲労設計指針で要求されるD等級を満たし、4mm程度になると満たさない可能性があることが確認された。

(2) 目違いが4mmの横突合せ継手にテーパー仕上げを施すことにより、疲労強度が1等級程度改善でき、D等級を満たすことが確認された。

(3) 目違いが4mm程度の横突合せ継手の溶接止端部を仕上げることにより、疲労強度が1等級程度改善され、D等級を満たすことが確認された。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書（I 共通編，I 鋼橋編）・同解説，2002。
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，2009。
- 3) (社)日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針