

止端仕上げした鋼床版横リブ継手スカラップ部の疲労強度

三井住友建設鉄構エンジニアリング株式会社 正会員 ○濱 達矢
法政大学 正会員 内田 大介

1. はじめに 鋼床版は軽量、架設工期の短縮、設計自由度の高さ、維持管理のしやすさ等の利点を有する。一方で、重交通路線においては疲労き裂が多数報告されている。疲労き裂発生箇所の一つとしてデッキプレート（以下、デッキ）の溶接継手と交差する横リブ継手に設けられるスカラップ部が挙げられる。道路橋示方書¹⁾では、当該箇所がやむを得ず輪荷重位置になる場合の対策の一つとして溶接止端部の仕上げが挙げられているが、その詳細は示されていない。本研究では、止端仕上げ方法としてグラインダ仕上げを考え、溶接施工試験により溶接方法を検討するとともに、グラインダ仕上げを施した試験体の疲労試験を行った。

2. 止端仕上げおよび溶接方法の検討 止端仕上げによる疲労強度の改善処理として JSSC 疲労設計指針²⁾の面外ガセット溶接継手を対象とした方法を参考とした。指針では止端曲率半径を 3mm 以上とし、ルート部を起点とした疲労き裂が発生しないよう、ガセット端部から一定の範囲を完全溶込み溶接としているが、指針で対象としているのは直応力を受ける場合の主板側止端部のき裂である。そのため、本研究で対象としているのは輪荷重により局部曲げを受ける横リブ側止端部のき裂に対して必要な溶込み量については検討の余地があると考えた。そこで、すみ肉溶接よりは溶込み量が期待できる方法として、スカラップ端部に開先（コーナークット；図-1）を設ける方法の適用を考えた。この方法は面外ガセット溶接継手に対しては 3.6mm 程度の溶込みが確認された例もあるが³⁾、継手形式が異なるため、疲労試験に先立って溶込み量を確認するために溶接施工試験を実施した。図-2 に施工試験体の諸元を示す。試験体は 3 体用意した。溶接時の姿勢は疲労試験体と同様に下向きとした。まわし溶接の手順を図-3 に示す。溶接時の電流は 240A、電圧は 32V、溶接速度は 30cm/min で行っている。溶接後に B-B ラインで試験片を切断しエッチング処理を行ったあと破断面を写真撮影した。溶込み量は写真をスキャニングし、CAD を使って計測した。写真-1 に溶込み量の計測の一例を示す。溶込み量は 3.7mm から 6.1mm であり、平均すると 4.4mm であった。

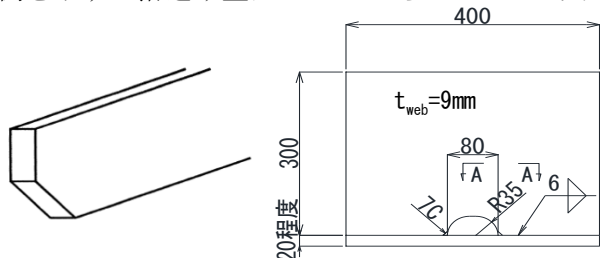


図-1 開先例（コーナークット）

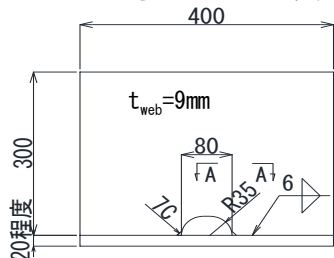


図-2 施工試験体諸元

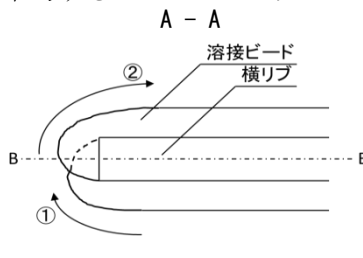


図-3 まわし溶接の手順

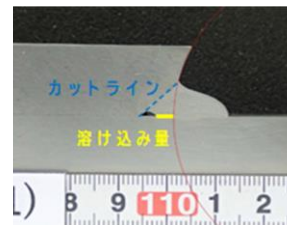


写真-1 溶込み量計測例

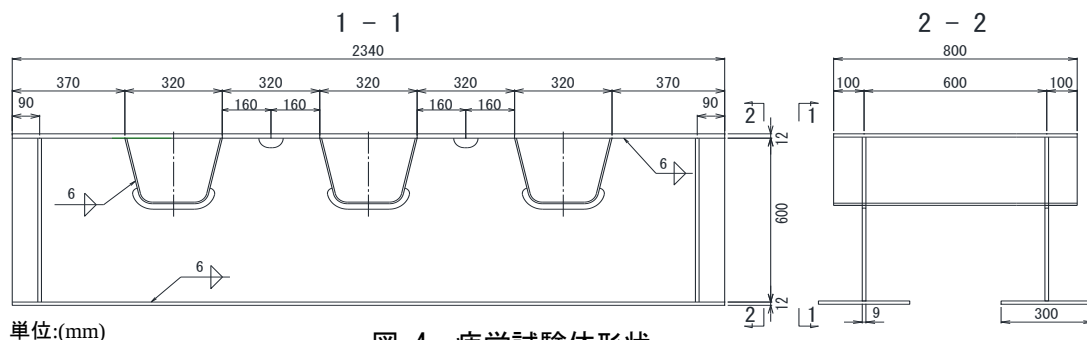
3. 疲労試験

(1) 試験体 疲労試験体の形状寸法を図-4 に示す。試験体の概形および材質は筆者らが過去に行った⁴⁾疲労試験体と同様で、横リブの継手を省略している。スカラップは図-5 に示すとおり FP80、CC80 の 2 種類を用意した。FP80 は JSSC 疲労設計指針²⁾を参考としてスカラップ端部から 40mm(デッキ板厚の 2 倍以上)の範囲の完全溶込み溶接し、さらにまわし溶接部およびスカラップ端部から 18mm(横リブ板厚 9mm の 2 倍)の範囲の止端仕上げ(曲率半径 3mm)としたものを示す。CC80 は前述の溶接施工試験と同様にスカラップ端部に開先を設け溶接で埋め戻し、FP80 と同様に止端仕上げとしたものを示す。

(2) 疲労試験 試験方法は筆者らが過去に行った疲労試験⁴⁾と同様である。ただし仕上げによる疲労強度向上を考慮して 1 か所の荷重範囲を 50kN から 70kN(下限荷重 5kN)に変更した。ひずみゲージの貼付け位置

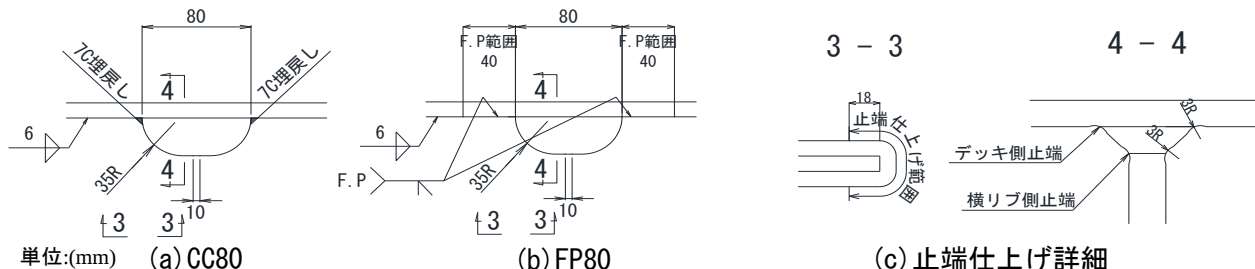
キーワード 鋼床版、横リブ継手部、スカラップ、疲労試験、止端仕上げ

連絡先 〒290-8531 千葉県市原市八幡海岸通り 1 番地 三井住友建設鉄構エンジニアリング(株) TEL 0436-40-1174



単位:(mm)

図-4 疲労試験体形状



単位:(mm)

(a) CC80

(b) FP80

(c) 止端仕上げ詳細

図-5 スカラップ詳細

を図-6 に示す。ひずみゲージは仕上げの切削にかからないように切削の終点から 2mm の位置に貼付けた。

図-7 にスカラップコバ面および横リブウェブ側面のひずみ範囲の変化率の推移の一例を示す。ひずみ範囲は荷重繰り返し数 5,000 回ごとに計測した。図中の AW80(※止端仕上げ無し)は過去に筆者らが行った疲労試験の結果⁴⁾である。AW80 は荷重繰り返し数 205 万回の時点でコバ面および側面のひずみ範囲が大きく減少し、これと前後して磁気探傷試験でも疲労き裂の発生が確認されている。一方、CC80, FP80 はともに荷重繰り返し数 300 万回までひずみに大きな変化がなく、磁気探傷試験でもき裂は見つからなかったことから、グライнда仕上げによる疲労強度改善効果が確認された。さらに、ルート部からのき裂発生を確認するため、液体窒素を用いた疲労破面の暴露を行った。FP80 はすべてぜい性破面であったが、CC80 においては溶接ルート端部を起点とした、小さなき裂が確認された(図-8)。完全溶け込み溶接を行わずにルート部からのき裂を防ぐための溶接手順については今後の課題である。

図-9 に疲労寿命をコバ面の溶接止端から 5mm の位置のひずみに鋼材の弾性係数 $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ を乗じて算出した応力で整理した結果を示す。疲労寿命は横リブウェブ側面の表裏のひずみが減少し、き裂が貫通したと思われる際の荷重繰り返し回数である。なお、FP80, CC80 では仕上げ前の溶接止端位置を把握できておらず、溶接形状から推定している。図中の AW80, AW120(※スカラップ長さ 120mm)も先行研究の疲労試験の結果⁴⁾である。このような整理を行うと、仕上げの有無の寄らず、1 つの疲労強度曲線で評価できる可能性がある。

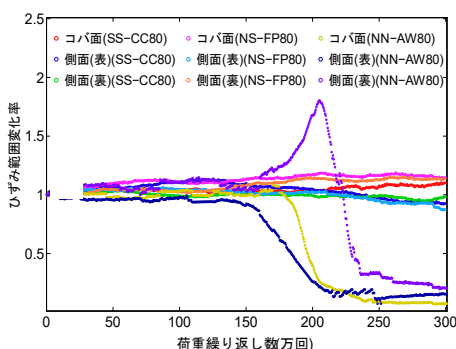


図-7 ひずみ推移の一例

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書（Ⅱ鋼橋・鋼部材編）・同解説，2017。
- 2) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，2012。
- 3) 森穀，内田大介，荒川直樹：止端仕上げした面外ガセット溶接継手のルート破壊防止法の検討，鋼構造論文集第 16 巻第 63 号，2009.9。
- 4) 濱達矢，内田大介：鋼床版横リブ継手スカラップ部の疲労試験，第 77 回土木学会年次学術講演会，2022.9。

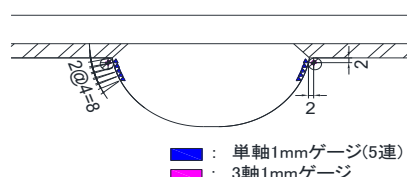


図-6 ひずみゲージ位置

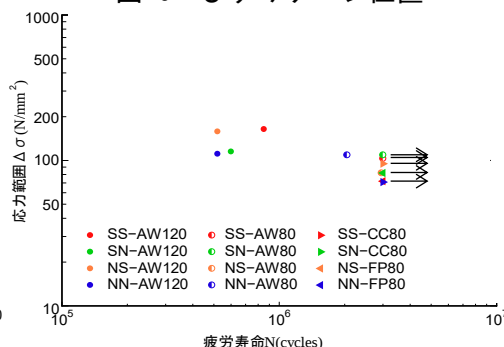
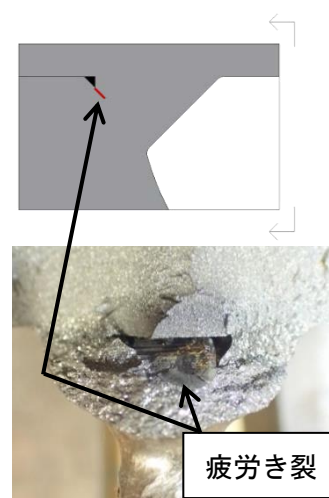


図-9 疲労寿命-応力範囲



(試験体：SS-CC80)

図-8 ルート部き裂発生状況