

スカラップを有する併用継手現場接合部の疲労強度

(株)サクラダ 正会員 南 邦明
同 上 正会員 葛西 真一
日本道路公団 正会員 広瀬 剛

1. はじめに

製作の合理化から少数主桁橋が建設され、主桁間の接合に現場溶接が採用されるようになった。現場溶接では、フランジの施工上からウェブにスカラップを有する構造となり、スカラップ近傍で局部的な応力集中が発生し、疲労強度が低い継手（G等級：JSSC疲労設計指針）となる。特に、せん断力が作用した場合には、スカラップ内の廻し溶接部をグラインダーで仕上げなければ、G等級を満足しないことを報告した¹⁾。

本報告は、少数主桁橋の現場接合部において、フランジを溶接接合、ウェブをボルト接合とする併用継手におけるスカラップディテールの疲労強度を調べるため、併用継手と全断面溶接を想定した試験体を作成し、疲労試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 試験体

試験体形状を図1に示す。使用鋼材はSM490A材であり、ウェブ板厚を16mm、下フランジを16～40mm、上フランジを16～28mmと断面変化させた。試験体の左側半分は全断面溶接を想定した50Rのスカラップ（溶接タイプ）を開口し、右側半分はウェブをボルト接合とした。ボルト側のディテールとして、載荷点側は、通常の50Rのスカラップを設けたタイプ（ボルトⅠ（図2））であり、支点部側は、第1ボルトをフランジに出来る限り近づけるため、3角形状のスカラップ（ボルトⅡ（図3））とした。

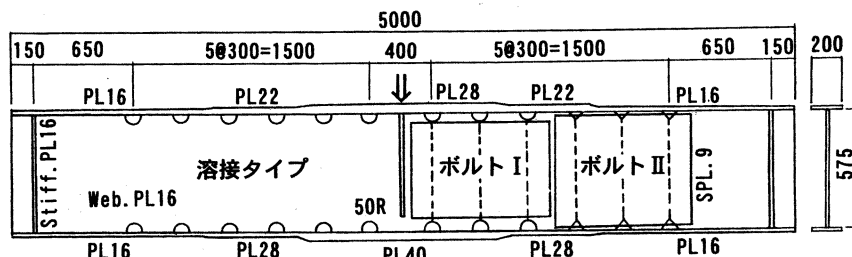


図1 試験体形状

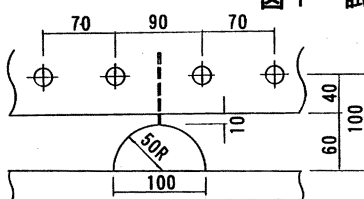


図2 ボルトⅠ詳細図

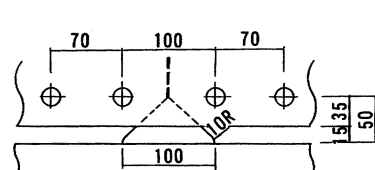


図3 ボルトⅡ詳細図

部側は、第1ボルトをフランジに出来る限り近づけるため、3角形状のスカラップ（ボルトⅡ（図3））とした。ボルト径は、26.5φの拡大孔とし、ボルト接合面はブラスト処理を行った後にトルシヤ型のハイテンションボルトで締め付けた。なお、スカラップの廻し溶接は、全て非仕上げ（As-Weld）とした。

3. 静的載荷試験

(1)試験方法 図4に示すように、スカラップに挟まれた支点部側のフランジの表面に、廻し溶接から2mm離れた位置にゲージ長1mmの応力集中ゲージを取り付け、疲労試験を行う前に静的載荷による応力測定を実施した。荷重は、疲労試験の荷重範囲と同じ343KNをスパン中央に載荷させた。

(2)試験結果 図5に示すように、ひずみ測定により得られた溶接止端部から4mmと10mm位置の実測応力を直線で結び、その直線を用いて溶接止端部位置での応力を外挿した値をホットスポット応力²⁾とし、図6は各板厚毎に平均化した応力集中係数（ホットスポット応力／公称応力）と板厚の関係を示す。なお、同じ板厚であってもスカラップの箇所によってせん断応力と曲げ応力の比が異なり、せん断変形量に違いが生じるので局部応力にも多少影響するが、ここでは板厚毎に整理することとした。

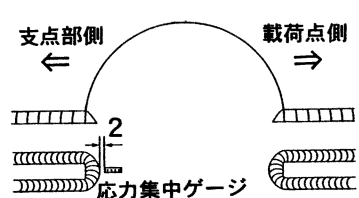


図4 ゲージ取り付け位置

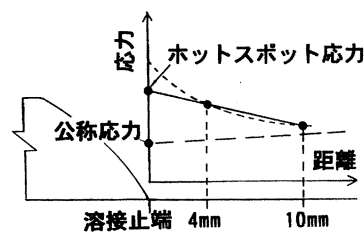


図5 ホットスポット応力の算定法

キーワード：疲労，併用継手，スカラップ

連絡先：* 〒272-0002 千葉県市川市二俣新町 21 TEL 047-328-3145 FAX 047-328-3156

中係数も減少していた。ボルトⅠでは、ほとんどが溶接タイプより応力集中係数が増加しており、最も差の大きい40mmで見れば約10%増加していた。これとは逆に、ボルトⅡでは、最もデータ数の多い16mmのデータで溶接タイプと比較すると、約20%減少した。これは、スプライスプレート可能な限りフランジに近づけたことで、スカラップ開口による変形量が小さくなり、応力集中係数が低減したと思われる。

4. 疲労試験

(1) 試験方法 疲労試験は、動的载荷能力±500KNの油圧サーボ型疲労試験機を用い、各スカラップ箇所にてせん断力を用させるため、スパン中央に载荷させる3点曲げ载荷で行った。荷重は下限値を20KN、上限値を363KNとし、荷重波形は正弦波で、繰返し周期を1.2Hzで行った。

(2) 試験結果 疲労試験は、繰返し回数が310万回に達した時に打ち切り、亀裂は

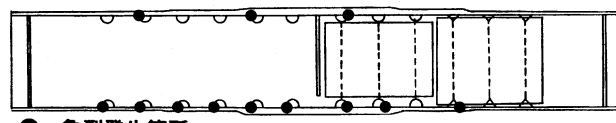


図7 亀裂発生位置

図7に示すように上下フランジ両側で発生した。亀裂はいずれも、スカラップ内の廻し溶接部（支点部側）の溶接止端から発生し（図8）、フランジ内に進展した。

図9は、亀裂長が40mmに達した時の公称応力で整理した疲労試験結果を示す。まず、溶接タイプについてはG等級を下回るデータもあり、特に板厚が薄い16mmの強度が最も低かった。これは、静的载荷試験結果でも示したが、板厚が薄くなれば応力集中係数も高くなり、この傾向と同様に疲労強度も低い結果を示した。また、板厚28mmと40mmを比較しても疲労強度の違いはほとんど無く、ある程度板厚が大きくなれば板厚差による影響はほとんどないと言える。次に、ボルトⅠでは溶接タイプと比較して、疲労強度が若干高い部位もあったが、全体としてはほとんど違いはなかった。応力集中係数ではボルトⅠの方が溶接タイプより高い値を示していたが、この程度の違いでは疲労強度に明確な差は出ないと言える。ボルトⅡでは、1箇所しか亀裂が発生せず、溶接タイプで最も疲労強度が低かった板厚16mmのスカラップからは発生しなかった。また、亀裂が発生した箇所も溶接タイプと比較し、若干強度が高い結果となった。これは、応力集中係数がボルトⅡでは溶接タイプより低く、局部応力が低減されたことで疲労強度も高い結果になったと考えられる。

5. まとめ

- ・併用継手のスカラップディテール（ボルトⅠ）は、全断面溶接（溶接タイプ）と比較しても疲労強度の違いはない。このため、併用継手を採用する場合の疲労照査は、全断面溶接と同様としても差し支えない。
- ・併用継手のスカラップディテールの疲労強度向上法として、スプライスプレートを出来る限りフランジに近づけ（ボルトⅡ）、スカラップ近傍の局部応力を抑えることにより疲労強度が若干向上する。

【参考文献】：1) 南 邦明, 三木千壽, 館石和雄：スカラップを有する厚板Ⅰ型断面現場溶接継手の疲労強度, 土木学会論文集, No.577/I-41, pp121 ~ 130, 1997.10
2) 三木千壽, 館石和雄, 山本美博, 宮内政信：局部応力を基準とした疲労評価手法に関する一考察, 構造工学論文集, Vol.38A, pp1055 ~ 1062, 1992.3

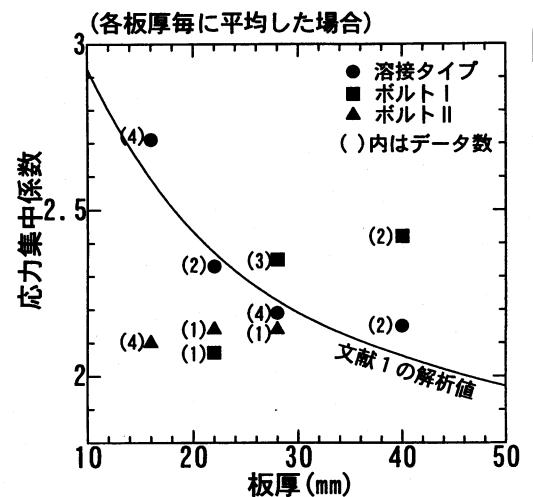


図6 板厚と応力集中係数の関係



図8 亀裂発生状況

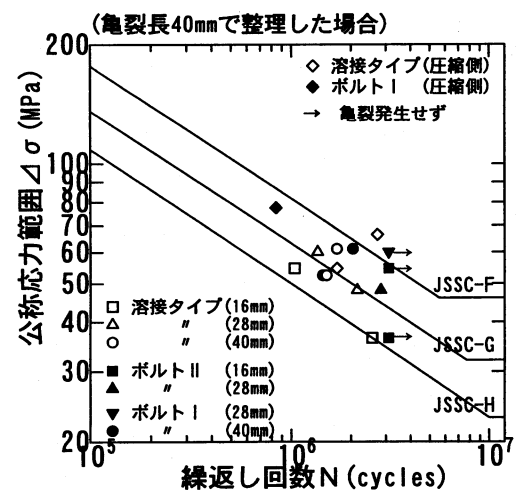


図9 疲労試験結果