

リブ十字継手溶接部の3次元形状と疲労強度

法政大学 学生員 ○猪股 俊哉

法政大学 正会員 森 猛

1. はじめに

鋼橋の基本的な継手であるリブ十字溶接継手の疲労強度は、主として溶接止端の曲率半径とフランク角に代表される2次元的な溶接形状に依存するとされている。しかし、疲労強度の支配因子である応力集中係数は3次元的な溶接形状の乱れ、すなわち溶接方法や姿勢などにより生じる溶接脚長の乱れにも影響されると考えられる。本研究では、溶接脚長の乱れが疲労強度に及ぼす影響を調べる目的で、溶接の方法と姿勢を変えて作成したリブ十字溶接継手の溶接部形状測定、3次元有限要素応力解析と疲労試験を行った。

2. 試験体

試験体の形状及び寸法を図1に示す。試験体は、異なる溶接形状を得る目的で下向き自動(F試験体)、水平(H試験体)、上向き(O試験体)と立向き(V試験体)姿勢で溶接施工することにより製作した4種類のリブ十字継手である。供試鋼材は板厚12mmのSM490YA、溶接法はCO₂溶接である。各試験体の溶接部の外観を写真1(a)～(d)に示す。

各試験体で測定した曲率半径・フランク角の平均値、そして脚長の平均値と標準偏差を表1に示す。曲率半径に各試験体で大きな差は認められない。フランク角はF試験体で大きく、他の3つの試験体では同程度である。脚長の乱れを示すと考えられる標準偏差はO試験体で最も大きく、F試験体で小さい。

3. 応力解析

溶接脚長の乱れが疲労強度の支配因子である応力集中係数に与える影響を調べる目的で、溶接止端がまっすぐなモデル(Lモデル)と溶接止端がsinカーブを描くモデル(SINモデル 波長=5, 10, 20mm, 振幅/波長=1/50, 1/25, 1/10, 1/5)を対象として3次元有限要素解析を行った。モデルの対称性を考慮して、解析は1/8モデルに対して行った。要素分割図の例を図2と図3に示す。SINモデルの応力のコンター図の例を図

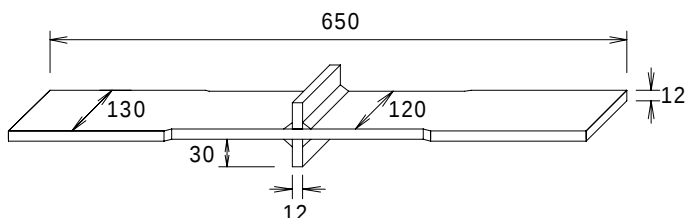
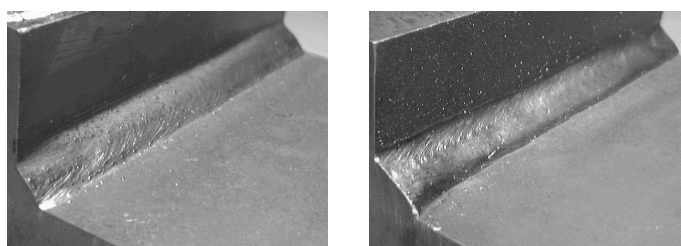
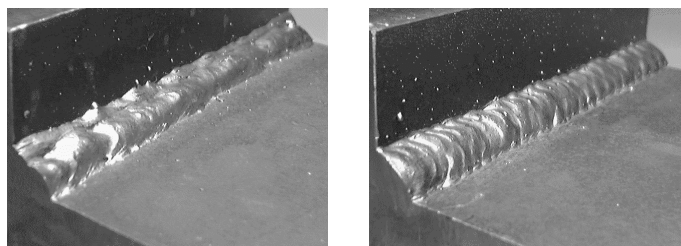


図1. 試験体



(a)F 試験体

(b)H 試験体



(c)O 試験体

(d)V 試験体

写真1. 溶接部の外観

表1. 形状測定結果

試験体	曲率半径 (mm)	フランク角 (°)	脚長(mm)	
			平均値	標準偏差
F	1.9	131	8.7	0.28
H	1.3	120	8.8	0.52
O	1.8	118	9.4	0.73
V	1.6	120	9.3	0.45

キーワード リブ十字溶接継手 疲労強度 溶接脚長の乱れ 溶接姿勢

連絡先 住所 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 電話番号 042-387-6279

4 に示す。このモデルの溶接止端に沿う応力集中係数の分布を図 5 に示す。図 6 は応力集中係数と振幅波長比の関係を示したものである。SIN モデルでは溶接脚長が長い箇所で高い応力集中が生じており、波長が大きく振幅波長比が大きいほど応力集中係数も高くなっている。

疲労亀裂の起点となる溶接止端部近傍の応力性状を調べる目的で、図 1 に示したリブ十字継手試験体を解析対象として 3 次元有限要素応力解析を行った。疲労試験を行う前に試験体の溶接部の形状をレーザー変位計で測定し、そのデータより直接要素分割を行った。V 試験体の要素分割図を図 7 に示す。

4. 疲労試験

F・H・O・V 試験体、それぞれ 2 体を応力範囲 150N/mm² で疲労試験を行った。疲労試験より得られた各試験体の疲労寿命を図 8 に示す。V 試験体の形状測定から得られた溶接脚長、応力解析で得られた溶接止端に沿う応力分布、そして破面観察から得られた疲労亀裂の起点を図 9 に示す。

5. まとめ

フランク角が大きく、脚長の標準偏差が小さい（脚長の乱れが小さい）F 試験体の疲労寿命が最も長く、フランク角がほぼ等しい H、O、V 試験体の疲労寿命は脚長の標準偏差によらずほぼ同じであった。したがって、ここで用いた溶接法の範囲では脚長の乱れよりもフランク角の疲労強度に対する影響の方が顕著と言える。

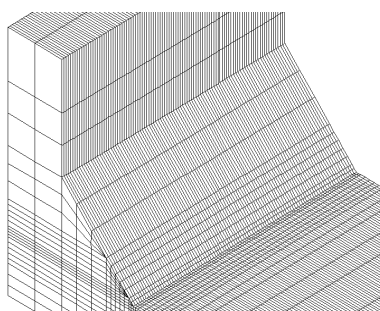


図 2 . L モデルの要素分割図

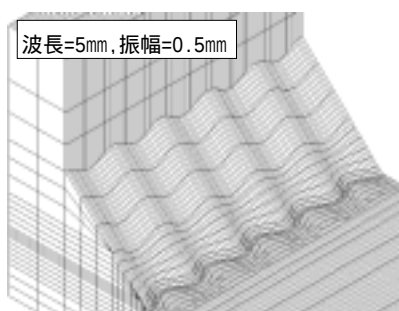


図 3 . SIN モデルの要素分割図

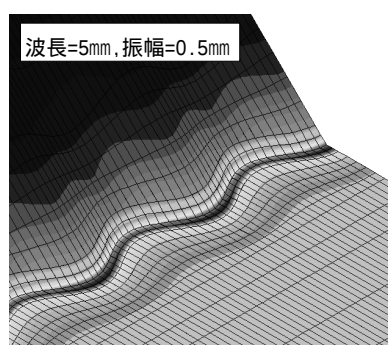


図 4 . SIN モデルのコンター図

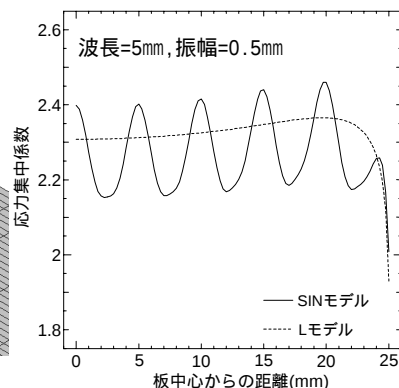


図 5 . 溶接止端の応力分布

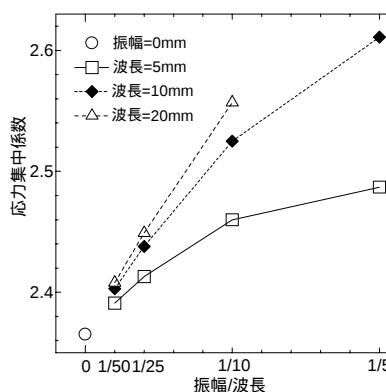


図 6 . 振幅波長比と応力集中

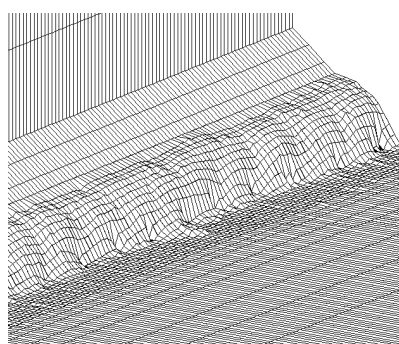


図 7 . V 試験体の要素分割図

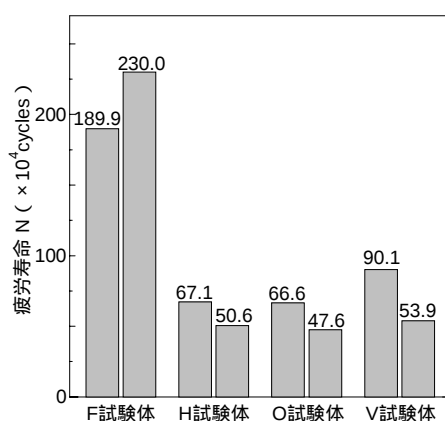


図 8 . 疲労試験結果

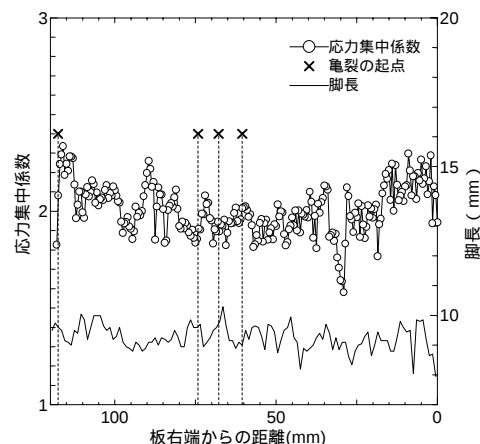


図 9 . 脚長・解析・亀裂の起点の関係