

I-A187

ルートギャップと溶接姿勢が荷重伝達型十字溶接継手の疲労強度に及ぼす影響

名古屋大学 学生員 ○ 川本 恭朗* 名古屋大学 学生員 高松 大輔
 名古屋大学 正員 貝沼 重信 名古屋大学 正員 山田 健太郎

1.はじめに 鋼橋の疲労損傷の多くは十字すみ肉溶接部に生じている。既存の鋼橋における十字すみ肉溶接部は、当時の部材の加工精度や製作精度により、ルートギャップが生じているケースがある。このルートギャップが主要因となり疲労損傷が生じた事例も報告されている。また、十字すみ肉溶接は水平、立向上進、立向下進などの溶接姿勢により疲労挙動が異なると考えられる。本研究では、溶接姿勢およびルートギャップが荷重伝達型十字すみ肉溶接継手の疲労強度に及ぼす影響を明らかにするため疲労試験を行った。

2.疲労試験 試験体に用いた供試鋼材はJIS SM490Aである。試験体の形状および寸法を図1に示す。試験体は、板厚がすべて14mmでルートギャップを0mm、3mm、あるいは5mmとして、水平、立向上進または立向下進溶接で製作した。なお、すみ肉溶接の溶接サイズの目標値は6mmとした。疲労試験には、動的能力±25tfの電気油圧サーボ式材料試験機を用いた。引張の疲労試験は未溶着部が開口した状態で試験を行うため下限荷重を3tfとして行った。荷重波形は正弦波、繰り返し速度は10Hzとした。また、下限荷重によって未溶着部が開口しているかどうかを確認するために、未溶着部先端近傍にゲージ長1.0mmのひずみゲージを未溶着部付近に貼付し、載荷荷重と未溶着部先端のひずみとの関係も求めた。

3.疲労試験結果 39体の試験体の内、35体はルート部から裂が発生して破断し、残りの4体は溶接止端部から破断した。疲労試験結果は主板応力とのど断面応力を用いて整理した。のど断面応力は、溶込みを考慮する場合としない場合で整理した。写真1に試験体のマクロ写真および未溶着部の顕微鏡写真を示す。

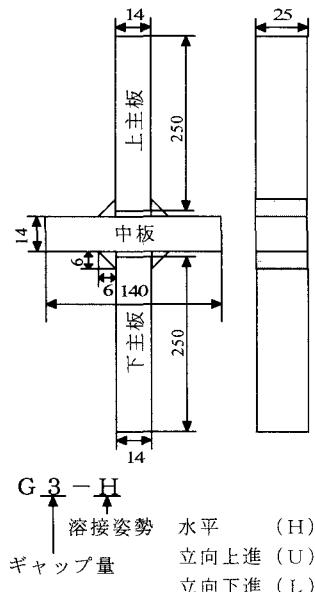


図1 試験体の形状および寸法

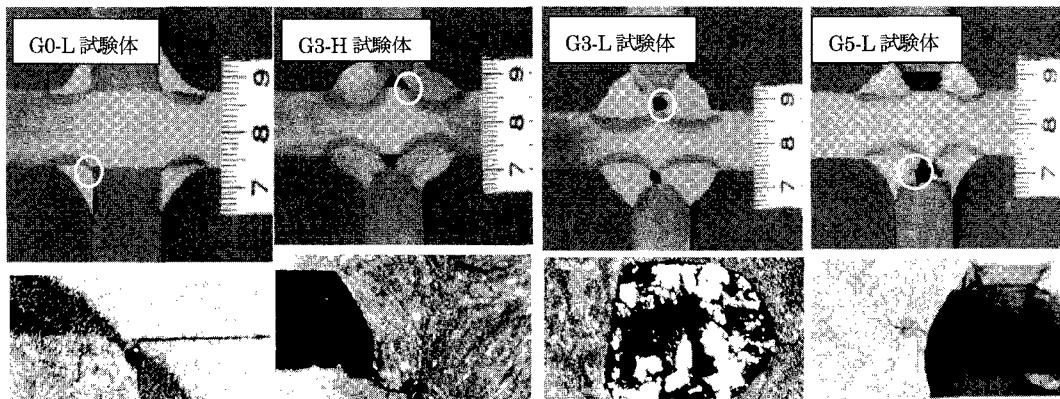


写真1 試験体のマクロ写真および顕微鏡写真

3.1 主板応力で整理 主板応力で整理した疲労試験結果を図2に示す。図中の実線は日本鋼構造協会(以下、JSSC)の疲労設計指針のEおよびF等級であり、破線はG0-H試験体の回帰直線である。G0-U試験体はG0-H試験体よりも疲労強度が若干高い。G0-L試験体は未溶着部にスラグ巻込みがあることから、未溶着長さが主板厚より長くなっている。また、溶接形状が凹形となっているため、のど厚が水平溶接や立向上進溶接した場合に比べ小さくなっているそのためG0-L試験体の疲労強度は、G0-H試験体に比べて低くなったと考えられる。G3-U試験体は、止端破壊したため水平溶接や立向

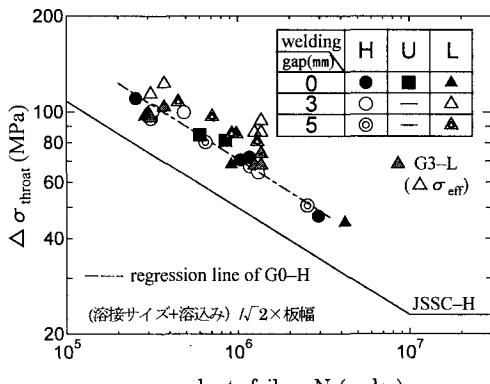
Keyword : ルートギャップ、溶接姿勢、疲労強度、十字溶接継手

* 〒464-8603 名古屋市千種区不老町、TEL 052-789-4620, FAX 052-789-3738

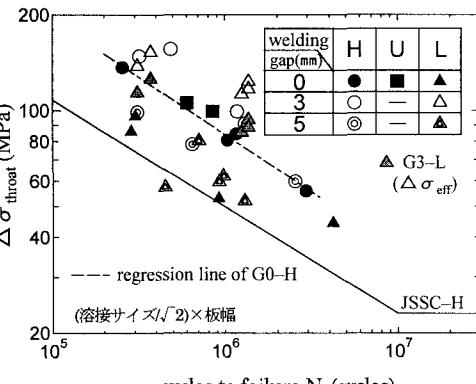
下進溶接した場合よりも疲労強度が高くなっている。これは、溶込みが大きいためにのど断面が主板断面よりも大きくなつたことと、未溶着部の形状が応力集中中の比較的小さなほぼ円形であるためだと考えられる。G3-HとG3-L試験体の疲労強度は同程度であり、G0-H試験体よりも高くなっている。G5-H試験体の疲労強度はG0-H試験体より若干低く、G5-L試験体は融合不良などによりのど断面が他の試験体に比べ小さいため、疲労強度は最も低くなっている。G5-U試験体は、止端破壊したため水平溶接や立向下進溶接した場合よりも疲労強度が高くなつており、E等級となっている。

3.2 のど断面応力で整理 ルート破壊した場合の試験結果

果をのど断面応力により整理した結果を、図3に示す。図中の実線はJSSCの疲労設計指針のH等級である。G3-L試験体以外の試験体の開閉口荷重はいずれも下限荷重を下回っていた。したがって、G3-L試験体は圧縮残留応力の影響により作用応力範囲が減少したため、疲労強度が高くなつたと考えられる。そこで、G3-L試験体の試験結果は有効応力範囲($\Delta\sigma_{\text{eff}}$)で整理した。図3(a)は溶込みを考慮した場合について示している。いずれの試験体の疲労強度もH等級を満たしており、G5-L試験体以外の疲労強度はG0-H試験体と同程度である。G5-L試験体は、溶込み量が板厚方向に一定でないため複数の半梢円形のき裂が発生し、それらが合体しながら進展した。そのため他の試験体に比べ疲労強度が若干高くなつたと考えられる。図3(b)は溶込みを考慮しない場合について示している。G0-H試験体は溶込みの深さが大きいため疲労強度が高くなっている。また、G0-L、G5-H、G5-L試験体ののど厚は、融合不良やスラグ巻込みにより外観上ののど厚に比べ小さくなつたためG0-H試験体より疲労強度が低くなっている。



(a) 溶込みを考慮した場合



(b) 溶込みを考慮しない場合

図3 のど断面応力で整理したSN線図

4.まとめ

- 1) ルートギャップが3mmの場合、溶込みのためのど厚が大きくなり疲労強度は低下しない。さらに、立向上進溶接した場合、溶込み量が大きくなることで止端破壊をするために、JSSC-E等級となる。
- 2) ルートギャップが5mmの場合、水平溶接および立向下進溶接をすると融合不良が生じる。その結果、溶接の溶込みによるのど厚の増加は期待できず、疲労強度は低下する。
- 3) ルートギャップや溶接姿勢によらず、のど厚が同じであれば、疲労強度は同程度になる。
- 4) ルートギャップを3mm以内とし立向下進溶接をしない場合の疲労強度は、JSSC-H等級程度となる。