

腹板に制振鋼板を用いたI桁の疲労試験

新日本製鐵 正員○安波博道

新日本製鐵 正員 後藤信弘

名古屋大学 正員 山田健太郎

鉄道総研 正員 阪本謙二

1. まえがき

橋梁から発生する騒音を低減するため、著者らは2枚の鋼板の間に粘弾性樹脂をサンドイッチした制振鋼板の構造部材への適用性に関する研究を行っている^{1) 2) 3)}。その一環として腹板(ウェブ)に制振鋼板を使用したI桁の疲労特性を把握するために、鋼鉄道橋に多く用いられる各種溶接継手を有する模型桁を製作し、実応力頻度分布を想定した繰り返し荷重による疲労試験を行った。

2. 試験方法

試験体の概要を図-1に示す。フランジ(普通鋼板)とウェブ(制振鋼板)の接合は脚長7mmのすみ肉溶接とした。制振鋼板の溶接では、特に鋼板間の樹脂が直接燃焼される場合は、ガスの発生による溶接欠陥が生じ易い。そのため、フランジとウェブの溶接では、予め樹脂を焼却除去するなどの溶接欠陥を抑止する処理が必要である²⁾が、本試験体製作においてはあえてこのような処理を施さず、ウェブを普通鋼とみなした溶接を行った。製作後、フランジとウェブの溶接部の全線に放射線透過試験を行った結果、不揃いな形状(長辺が最大5mm程度)の大小のブローホールが多数観察された。また、ウェブに取り付けたガセット、スティフナー(いずれも普通鋼板)も脚長5mmの通常のすみ肉溶接とした。

荷重は100トン構造物疲労試験機を用い、4点曲げとした。荷重は、等曲げ区間の下フランジ下縁における応力振幅が82MPa、最大応力度が110MPaとなるように設定した。載荷波形を図-2に示す。この載荷波形は東海道新幹線の実橋での列車走行時のひずみ計測結果をモデル化したものである^{4) 5)}。本試験の繰り返し回数(N)は1次波の数で整理した。

3. 試験結果

(1) 疲労き裂の発生と進展状況

荷重は最終的に723万回行った。下フランジとウェブの溶接部に2ヶ所、および支間中央のウェブに取り付けた水平ガセットの廻し溶接止端部に疲労き裂が生じた。き裂発生位置を図-1中に示す。き裂発生時の載荷回数は、いずれも340~370万回であった。

図-3は下フランジとウェブの溶接部に生じた疲労き裂の破面の写真である。き裂は溶接ルート部に内在する大きさ5mmのブローホールを起点としている。このき裂は半円形を保ちつつフランジと裏面のウェブに進展している。同一ディテールの他の位置に生じた疲労き裂も同様の形態であった。

また、水平ガセットの廻し溶接部に発生したき裂は、360万回で発見した時のき裂長が6mmであった。試験終了段階で、き裂長が206mmと大きく成長したにもかかわらず、ウェブの一方の鋼板でのき

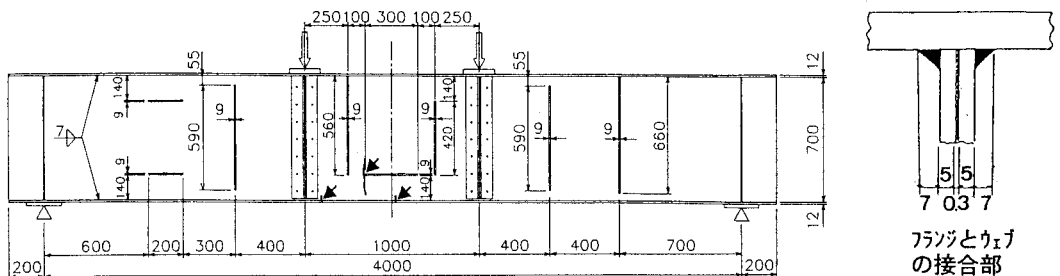


図-1 試験体の概要(図中に疲労き裂発生位置を▲で示す。)

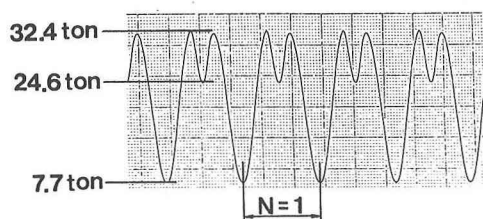


図-2 疲労試験の载荷波形

裂進展に留まった。ガセット端から20mmの位置でのひずみの変化を図-4に示す。この図によると、き裂が発生した側では、き裂発生後にひずみが圧縮側に变化したが、き裂が発生していない側でのひずみ変化は、わずかに引張側に变化するものの大きな変化は見られない。

(2) S-N線図

今回実施した試験体の疲労試験結果を過去に行われた普通鋼板溶接継手の結果⁶⁾およびJSSC疲労設計指針(案)⁷⁾と対比してみた。

図-5には、縦方向溶接継手の中ですみ肉溶接継手のデータ⁴⁾とJSSC指針のD等級疲労設計曲線、および本試験結果を示している。樹脂の燃焼によると思われるブローホールが大きかったため、JSSC指針の下限に近い所にデータがあり、普通鋼板の縦方向溶接継手より疲労強度が低下することがわかった。しかしながら、樹脂をあらかじめ焼却する処理をすることによりブローホールの発生を抑えることも可能であり²⁾、このようにすればウェブとフランジの溶接部の疲労強度をJSSC指針のD等級とすることができる可能性が示唆された。

図-6には面外ガセット溶接継手のS-N線図を示す。本試験結果は他の疲労試験結果と同様な直線上にあり、面外ガセット溶接部の疲労特性については制振鋼板固有の樹脂やサンドイッチ構造などによる影響は小さく、普通鋼の結果と相違ないものと判断される。

4. まとめ

上記の結果より制振鋼板をウェブに使用したI桁の疲労特性は、き裂進展モードには制振鋼板の特性が現れるものの、き裂の発生箇所や疲労強度などは普通鋼によるI桁とほぼ同等であると判断される。

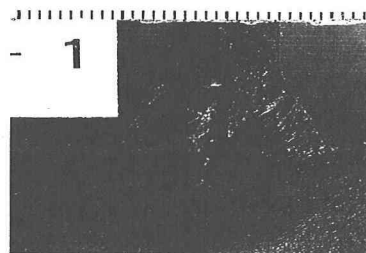


図-3 疲労破面の写真

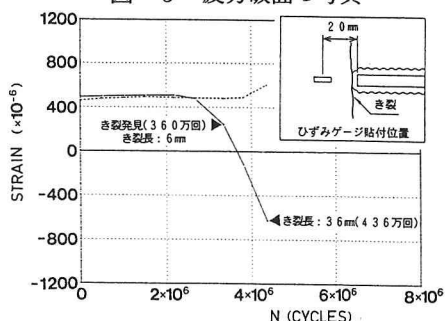


図-4 き裂発生によるひずみの変化

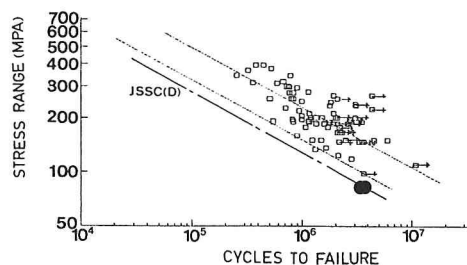


図-5 S-N線図(縦すみ肉溶接)

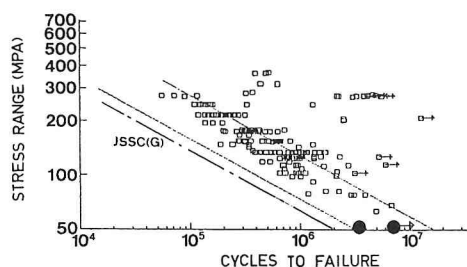


図-6 S-N線図(面外ガセット継手)

参考文献

- 1) 片山大助、ほか：腹板に制振鋼板を用いたせん断耐力、土木学会第46回年次学術講演会、1991.9
- 2) 内藤 繁、ほか：制振鋼板の溶接施工性の検討、土木学会第47回年次学術講演会、1992.9
- 3) K. YAMADA et al.: Sandwich Steel Plate as Noise Abating Structural Element, PSSC, 1992.10
- 4) 阪本謙二、ほか：実働荷重による鋼橋部材の疲労強度(その1)、鉄道総研報告、Vol.3, No.10, 1989.10
- 5) 阪本謙二、ほか：実働荷重による鋼橋部材の疲労強度(その2)、鉄道総研報告、Vol.5, No.5, 1991.5
- 6) 山田健太郎、ほか：疲れ試験データベースの作成と疲労許容応力度の評価、昭和62年度科学研究費補助金研究成果報告書、1988.3
- 7) 疲労設計指針改定小委員会：疲労設計指針(案)、日本鋼構造協会、1989.11