

I-395

HT 80 トラス弦材かど継手の疲労強度

東京工業大学 正員 三木 千寿
 本州四国連絡橋公団 正員 奥川 淳志
 本州四国連絡橋公団 正員 ○高城 信彦

1. まえがき

本四連絡橋明石海峡大橋の補剛トラス弦材には、HT 80 材が多用される予定である。補剛トラス弦材の断面は暴風時風荷重に対して決定されており、影響線載荷される自動車活荷重の影響は風荷重の約 $1/3$ に過ぎない。

しかし、明石海峡大橋の補剛トラス弦材に疲労亀裂が発生した場合の補修の困難さを考慮すると、活荷重による応力振幅が小さいとはいえ、製作基準として瀬戸大橋の調質高張力鋼を用いたトラス弦材と同じものを適用することが考えられる。

一方、実際の工場製作による溶接欠陥の補修限界については、当部材の使用特性から判断して、瀬戸大橋の場合と比較しある程度大きく設定することが妥当と考えられることから、これらの考え方を確認するため大型のトラス部材を使用して、低応力レベル長寿命域での疲労強度を確認した。

本報告では、この疲労試験において得られたトラス弦材かど継手の疲労強度について報告するものである。

2. 製作基準と欠陥の補修限界寸法

調質高調力鋼を用いたトラス弦材は、基本的に無欠陥を目標とするとの考えにより、製作基準として次の項目を要求した。

- ①弦材組立時にルートギャップを 0.5 mm 以下とする。
- ②仮付け溶接はサイズは本溶接時に、再溶融される大きさとする。
- ③溶接面の錆・プライマーの除去
- ④予熱する場合は、開先部を直接バーナーであぶらないこと。
- ⑤溶接条件は十分な溶け込みが確保できること。

また万一、ブローホール等の欠陥が生じた場合の補修を必要とする限界寸法は、明石海峡大橋が道路橋であること、および瀬戸大橋の製作実績における溶接欠陥の最大値から判断して、B 等級を採用することとした。すなわち、ブローホールの補修限界寸法として幅 $W = 3$ mm、高さ $H = 6$ mm とした。

3. 供試体

供試体は幅 70 cm、高さ 80 cm の箱断面で長さ 10 m、両端で単純支持し、中央部分 4 m 区間で等曲げモーメントが作用するように試験した。

供試体の載荷状態を図-1 に示す。

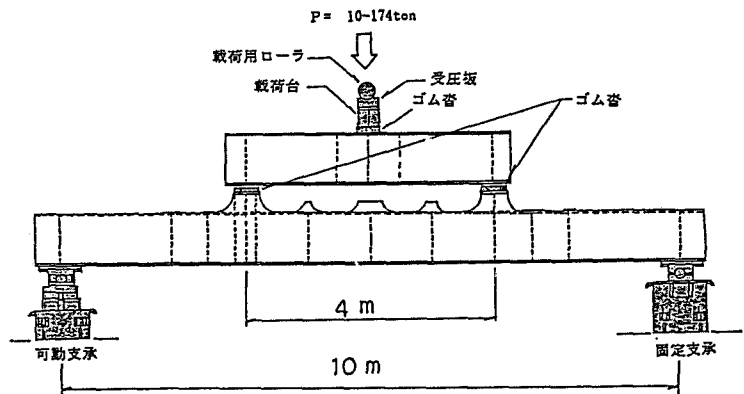


図-1 載荷姿図

供試体のフランジおよびウェブはHT80材板厚3.2mmで構成し、供試体内にはSS41材を使用したダイヤフラムを配置している。

供試体には引張と圧縮の違いはあるが4つのかど溶接継手が利用できることで製作方法の差による疲労強度の確認を行うため異なる製作方法をとることとした。

かど溶接部はブローホールの発生を防止するため材片の組立に先立ち錆、酸化皮膜、プライマー等の異物を完全に除去することを基本としたが、これらの影響を調査するため、開先の研削とプライマーの除去を行わない場合の継手も設けた。

また、ルートギャップについては、0.5mm以下とすることを基本としたが1mmの場合の継手も設けている。

仮付け溶接のサイズは、本溶接時に再溶融される大きさとして、のど厚4mmに設定している。

供試体では、かど溶接全線にわたって、幅(W)3mm、高さ(H)6mmのブローホールを再現するため、開先面内に故意にジंकリッチペイントを塗布させている。

本溶接はサブマージアーク溶接により行った。使用材質はHT80材であり、予熱、入熱量の管理方法はHT80の製作基準に合わせた。溶接材料は60キロ級を使用した。溶接終了後、かど溶接4線について中央部分7mmの区間に自動超音波探傷検査を実施し、欠陥の位置・寸法を調査した結果、約900点のブローホールが確認できた。このうち幅(W)2.5mm以上、高さ(H)5.0mm以上のものは68ヶ所が確認された。

4. 試験結果

試験終了時の繰り返し回数は537万回であった。この間に供試体のかど溶接部、内面すみ肉溶接部、ダイヤフラム溶接部のほか、各種のアタッチメント溶接部に65ヶ所の疲労亀裂が発生し、このうちかど溶接部には6ヶ所の亀裂が検出された。

かど溶接部に検出された疲労亀裂はいずれも溶接ビードの内部欠陥から進展して表面に達したものと推定される。

これらについて、亀裂発生位置付近で測定した実測応力と亀裂発生時の繰り返し回数とS-N線図にまとめると図-2の傾向を示した。

図には、本四公団疲労設計基準に示す許容疲労応力範囲を併記している。

圧縮領域については許容疲労応力範囲を基本許容疲労応力範囲の1.3倍とする考えにより、200万回時の許容疲労範囲を1.3倍した直線を表示している。

5. あとがき

比較的大きなブローホールを内在する場合の調質高張力鋼を使用したトラス弦材について、長寿命域での疲労強度が得られた。

本報告に示した試験結果は、供試体表面に達した疲労亀裂だけを対象に概略の整理を行ったものであるが、実際には表面には達せずに板厚内部で成長している亀裂が内在されていることから、これらについても解析し疲労強度との対応を整理する予定である。

なお、本実験の実施にあたっては、本州四国連絡橋鋼上部構造委員会、同疲労分科会の指導を得たことを記す。

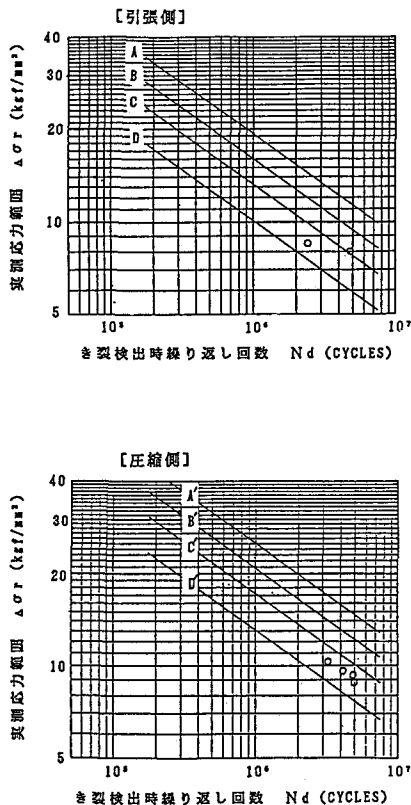


図-2 実測応力と亀裂発現時でのS-N線図