

ステンレスクラッド鋼を用いた箱桁の曲げ疲労実験

広島県 正会員 ○中元 雄二
 東京工業大学 正会員 三木 千寿
 広島大学 正会員 藤井 堅

1. はじめに

橋梁の腐食に対するメンテナンスフリーを考えると、ステンレスクラッド鋼の橋梁への適用が挙げられる。しかし、メンテナンスフリーを目指す上でもう一つの大きな課題となるのが疲労問題である。そこで本研究ではステンレスクラッド鋼を用いた箱桁の疲労実験を行い、その疲労強度を解明する。

2. 試験体

試験体の形状及び寸法を図-1に示す。使用材料は母材SS400、合わせ材SUS316Lのクラッド鋼である。なお、合わせ材の板厚は総て2mmとした。ステンレスクラッド鋼を用いたのは、下フランジ及びウェブで上フランジ中央を除く外側全面をステンレス側とした。試験体の全長は6.2mとし、中央付近に現場溶接継手として全断面突き合せ溶接部を設け、さらに、下フランジとウェブを接合する部分の縦方向に突き合わせ溶接部を設けた。また、ステンレスクラッド鋼の特性を考慮した構造断面として隅角部に曲率をつけた。これはステンレスクラッド鋼を用いた部材のコーナー部に角溶接を行うと端面において鋼がむき出しになり、耐食性が損なわれてしまうためである。ダイアフラムは支承点上、載荷点上など断面6カ所に設け、支承点上のものを除く4カ所をⅠ～Ⅳとする。

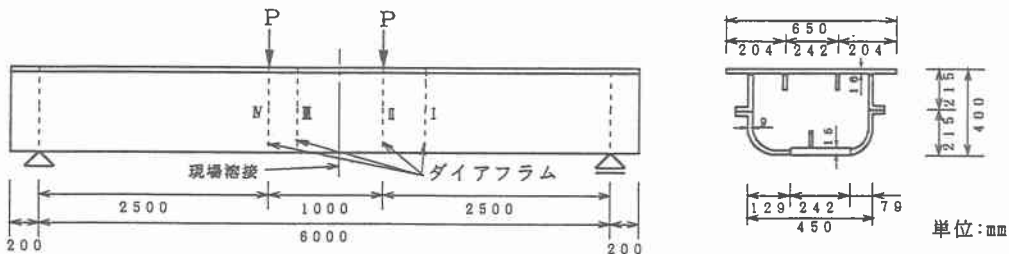


図-1 試験体の形状及び寸法

3. 試験方法

疲労試験は、図-1に示すようにスパン6m、載荷点距離1mの2点支持2点載荷とした。載荷荷重範囲は、 $P=1 \sim 22.5 \text{ tonf}$ (2点載荷であるため全体で2～45 tonf) とし、繰返し周波数は1Hzとした。

$P=22.5 \text{ tonf}$ の時の純曲げ区間の曲げモーメントは56.25 t・mであり、上フランジ及び下フランジの純曲げ区間における応力範囲は、それぞれ105.1MPa、150.8MPaである。

疲労き裂の検出には、試験体に貼り付けたひずみゲージによるひずみ変化からき裂位置を予想した上で、箱桁内側（軟鋼側）では磁粉探傷を、箱桁外側（ステンレス側）では浸透探傷を用いた。

4. 試験結果

図-2に疲労き裂が発見された位置を示す。き裂は全部で8カ所発見され、発見された順に番号を付けた。き裂1～4は、26万回載荷後に載荷点下であるダイアフラムⅡと下フランジとの隅肉溶接部の止端部で発見された。発見時のき裂長さはき裂1が28mm、き裂2が24mm、き裂3が32mm、き裂4が30mmである。このき裂のうち、40万回載荷後にき裂1、45万回載荷後にき裂4が箱桁外側（ステンレス側）まで貫通した。45万回時のき裂1及びき裂4のき裂長さは84mm、63mmであり、進展を停止するためこの部分にスプライスプレートを取り付けた。き裂5は、45万回載荷後にダイアフラムⅢとウェブとの隅肉溶接部の止端部で発見された。き裂6は、55万回

載荷後にダイアフラム I と下フランジとの隅肉溶接部の止端部で発見された。き裂7は、72.5万回載荷後に下フランジの現場溶接部と縦方向の突き合わせ溶接部の交差部で発見された。き裂5～7については、発見した時から進展は見られなかった。き裂5～7の発見時のき裂長さはそれぞれ15mm、25mm、15mmである。き裂8は、72.5万回載荷後に現場溶接部付近の縦リブの下フランジとの隅肉溶接止端部で発見された。き裂8の発見時のき裂長さは75mmと長く、進展する可能性があったのでき裂先端部にストップボルトを設置し、進展の停止を試みた。しかし、ストップボルト設置後3.5万回の載荷で、き裂両端がウェブの中央付近まで脆性的に進展したので、その時点で試験を終了した。

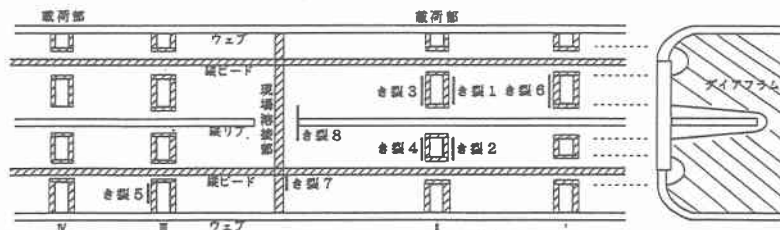


図-2 き裂発見位置

図-3にき裂付近のひずみゲージによるひずみ値の履歴を示す。図にはき裂1～4が発生した位置付近のひずみを代表値として示す。図-3から分かるようにき裂が発生するとひずみは徐々に変化しており、ひずみ変化からき裂位置を予想できる。また、き裂が進展してひずみゲージ部分に近づくときひずみは急変している。

図-4に疲労試験結果を「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」(JSSC指針)で示されている強度等級と比較した結果を示す。この図では、横軸にき裂が初めて発見された時の載荷回数を、縦軸には梁理論による応力範囲を用いた。JSSC指針で示されている本試験体で発見されたき裂部分の強度等級は、き裂1～6がE等級、き裂7がD等級、き裂8がG等級である。図3よりき裂1～4はJSSC指針の強度等級を少し下回っているがほぼ同等であると言える。き裂5～8についてはすべてJSSC指針の強度等級を上回っている。

以上のことから、ステンレスクラッド鋼の疲労強度はJSSC指針とほぼ同等であり、鋼の疲労強度と同程度であると言える。

本研究に関し、土木学会鋼構造委員会鋼構造新技術小委員会耐久性WGのメンバーの方々には多大な協力を得た。記して感謝致します。

5. 結論

ステンレスクラッド鋼の疲労強度は、鋼と比較して同程度であり、橋梁に適用する上でステンレスクラッド鋼特有の疲労問題は生じない。

参考文献 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、1993

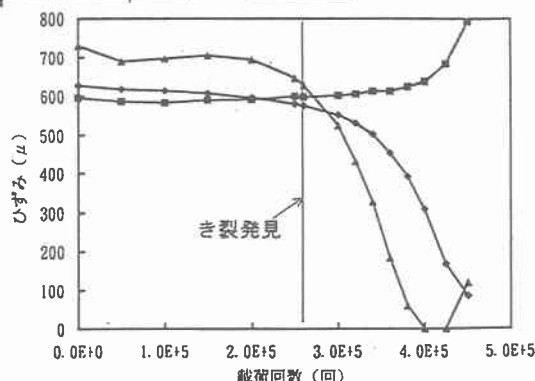


図-3 き裂付近のひずみ履歴

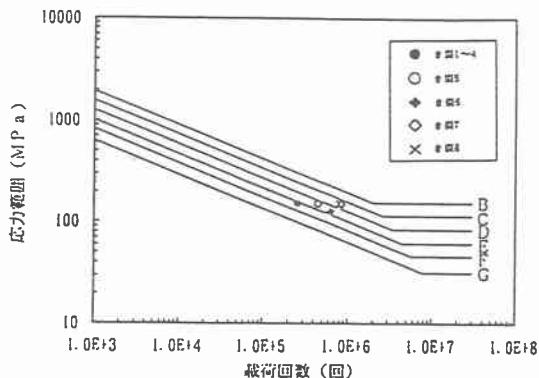


図-4 JSSC指針との比較