

(I-3) ステンレスクラッド鋼の大型箱断面桁における疲労試験

東京工業大学 学生員 山本 晴人

東京工業大学 正 員 穴見 健吾

1. はじめに

耐食性、美観性、腐食環境下での経済性など様々な面で高い評価を得ているステンレスクラッド鋼は、その優れた機能性から、現在、橋梁分野にも実用化されようという気風にある。今までにステンレスクラッド鋼材やその溶接継手部の疲労強度に関して、多くの研究^{1)・2)}がなされてきたが、そのほとんどは小型試験体を用いたものであり、実寸大などの大型試験体を用いた研究は少ない。実寸大となると、応力集中発生箇所の増加や残留応力の増加、施工不良の可能性の増加など小型試験体とは異なった疲労現象を生じることが懸念される。本研究では、箱断面を有する大型試験体において疲労試験を行い、実橋梁への適用性を疲労の面から検討した。

2. 試験体および実験方法

実験に用いたステンレスクラッド鋼は、母材 SS400、合せ材 SUS316L である。試験体の概略図を図-1 に示す。載荷点はダイアフラムの位置と一致させ、4点曲げ載荷とした。載荷方法は、荷重振幅(補修前:-2~44[tf], 補修後:-1~43[tf])、公称応力範囲(補修前:5~102[MPa], 補修後:2~100[MPa])、周期(補修前:1.2~1.6[Hz], 補修後:1.0[Hz])とした。実験は、試験体に貼付した歪みゲージの値を測定し変化を調べ、試験体外側では浸透探傷、内側では磁粉探傷によって亀裂の観察を行った。なお歪みゲージは全て単軸ゲージを用い、溶接線から5mm離れた位置に貼付した。

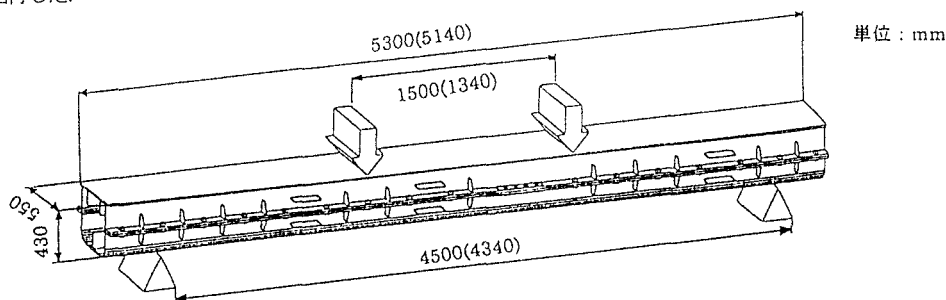


図-1 試験体概略図

()の数字は補修後

3. 実験結果

<補修前>

115万回載荷後、下フランジ内側(鋼側)、縦方向の突き合わせ溶接ビートと横方向の突き合わせ溶接ビートの交差部付近で亀裂を観察した。亀裂は横方向突き合わせ溶接止端部に沿って、長手直角方向に進展し、その後185万回載荷でウェブに達した。この亀裂を写真-1に示す。この試験体を、発生した亀裂付近の溶接ビートを中心に両側へ80mmの位置で切断し、再度突き合わせ溶接して、再試験を行った。

<補修後>

50万回載荷後、下フランジ内側(鋼側)、縦リブスカーラップ部の廻り溶接止端部で亀裂を観察した。亀裂は長手直角方向に進展し、その後172万回載荷でウェブに達した。この亀

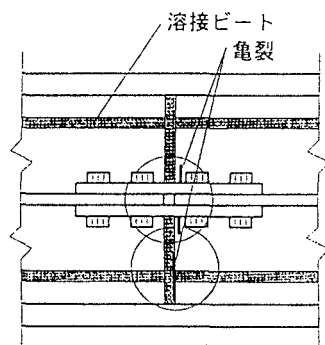


図-2 亀裂発生箇所(下フランジ鋼側スカーラップ部付近)

裂を写真-2に示す。補修前・後の亀裂の発生箇所を、図-2にそれぞれサークルA、Bで示す。

疲労試験結果をJSSC指針³⁾の疲労設計曲線と比較したものを、図-3に示す。プロットした点の横軸は、公称応力で(補修前:97MPa, 補修後:95MPa)を、縦軸には亀裂がウェブに達し、ほぼ破壊したと思われる載荷回数(補修前:185万回, 補修後:172万回)とした。この結果だけで判断すると、JSSC指針で定められている同じ溶接仕様に対する等級規定(補修前:D等級, 補修後:G等級)を、補修前においては満足しておらず、1ランク低いE等級となった。この理由として、亀裂発生部が現場溶接部を模した溶接部であり、目違い量が3mmあったために、疲労強度が低くなったと推測される。補修後においては同じ溶接仕様に対する等級規定を十分満足するものでE等級をも満足するものであった。なお補修後に亀裂が発生した箇所は、補修前において縦リブ下であったため、補修前の回数は考慮しないものとした。

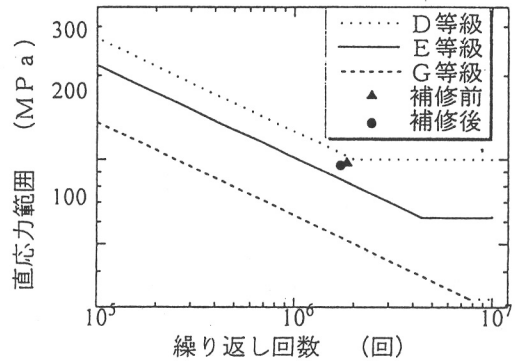


図-3 JSSC指針の疲労設計曲線との比較

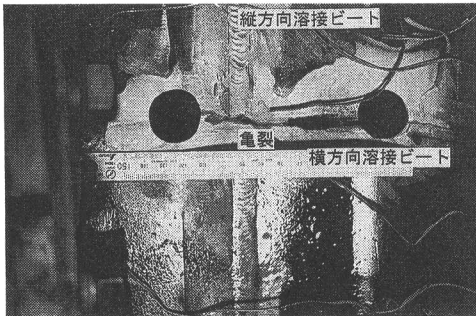


写真-1 補修前の実験の亀裂
(下フランジ内側)

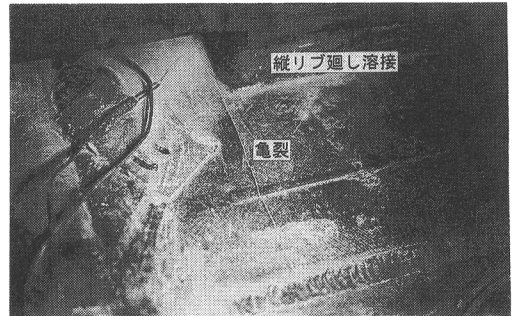


写真-2 補修後の実験の亀裂
(下フランジ内側)

4. まとめ

- 1) 補修前において、下フランジ縦方向の突き合わせ溶接ビートと横方向の突き合わせ溶接ビートの交差点付近で亀裂を観察した。補修後では、下フランジ縦リブスカーラップ部の廻し溶接止端部で亀裂を観察した。両亀裂とも鋼側から発生した。
- 2) この結果をJSSC指針の疲労設計曲線と比較すると、補修前においてはE等級となりJSSC指針で定められている同じ溶接仕様に対する等級規定(D等級)より1ランク低いものであった。その理由として、亀裂発生部の突き合わせ溶接部に目違い量があり、それが大きく影響したと推測される。補修後においては、E等級であり、JSSC指針で定められている同じ溶接仕様に対する等級規定(G等級)を十分満足していた。

参考文献

- 1) 西川, 藤井, 三木: ステンレスクラッド鋼板の座屈耐荷力, 土木学会第51回年次学術講演会講演概要集, pp. 84-85, 1996
- 2) 公門, 牧原, 森: ステンレスクラッド鋼の疲労亀裂進展速度, 土木学会第51回年次学術講演会講演概要集, pp. 776-777
- 3) 日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 技報堂出版 1993. 4