

I-202

補剛トラス部材溶接継手の疲労亀裂検出に関する実験

横河橋梁 正員 ○深沢 誠

東京工大 正員 三木千寿

埼玉大学 正員 田島二郎

本四公団 正員 奥川淳志

1 はじめに

鉄道荷重が作用する橋梁部材においては疲労亀裂の発生が考えられ、亀裂の発生を供用後において非破壊試験により検査することは不可欠であり、維持管理上重要な課題である。そこで、本試験では補剛トラス部材の各種溶接継手を盛り込んだ大型箱断面部材を用いて、塗膜を施した後に繰返し載荷を行い、載荷中に発生する各種溶接継手部の疲労亀裂の検出について検討した。

2 供試体

図-1に供試体の一般図を示す。吊橋補剛トラスの鉄道縦桁を支持する横桁をモデル化したものである。溶接完了後、所定の塗装(標準塗膜 $255\mu\text{m}$)を施し、試験に供した。使用鋼材は、箱断面のフランジ、ウェブがSM58Q、その他はSM41である。各種の溶接は、材料、施工方法とも実部材 時と同じとした。

3 試験方法

繰返し載荷は、鉄道縦桁台座部を載荷点とする3点曲げで行った。試験荷重範囲は、最大曲げ緑応力範囲が 150MPa となる 150ton とした。各種の溶接継手の作用応力はできるだけその継手の 200 万回基本疲労許容応力範囲になるように位置させた。非破壊検査は、すべての溶接継手に関して繰返し数 20 万回につき1度行なうこととした。この繰返し数は耐用年数 100 年を考え、 10 年に一度程度定期検査を行なうという主旨で設定した。粗検査で何等かの亀裂発生の兆候が現れた場合は引き続き精密検査を行い、適宜、ストップホール、補強板の添接による補修・補強を行なった。

4 非破壊試験方法

縦ビード溶接継手のルート部の溶接欠陥から発生する内部亀裂の検出は、超音波自動探傷(自動UT)で行い、手動超音波探傷(手動UT)・端部エコー法による精密探傷により寸法推定をした。主構弦材の仕口部などでは自動探傷ができない部分があり、このような箇所については手探傷により粗探傷を行った。

すみ肉溶接部に発生する表面疲労亀裂については、塗膜上からの粗探傷として目視探傷(VT)、渦流探傷

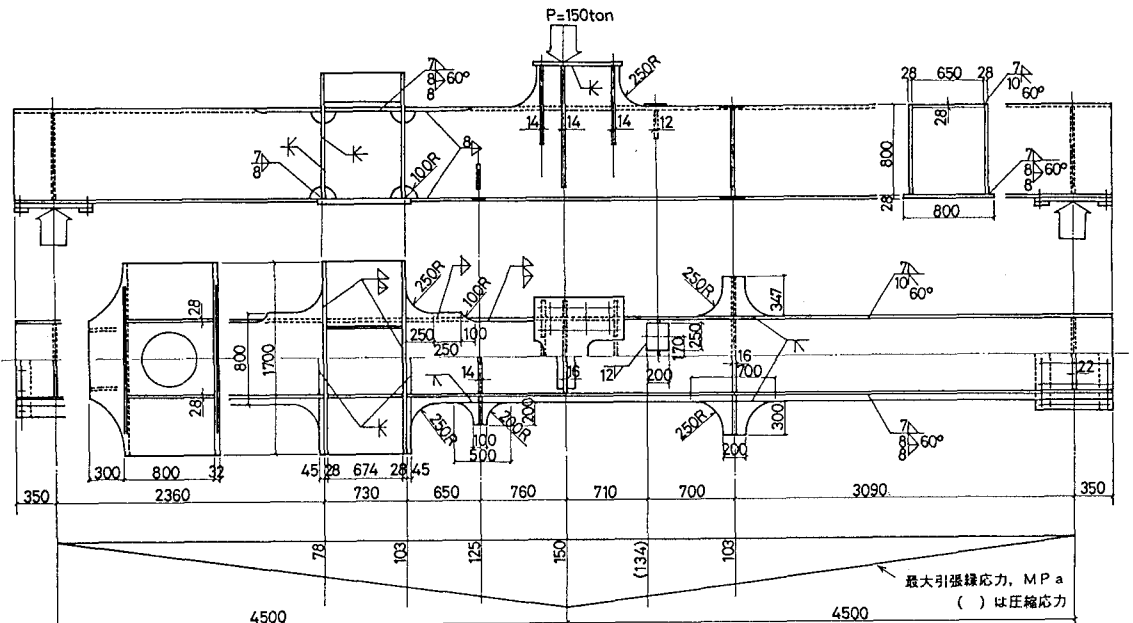


図-1 供試体一般図

試験(ECT)を行い、亀裂指示が認められた場合には塗膜を除去して磁粉探傷試験(MT)、超音波探傷試験(UT)を行った。表面亀裂の他にすみ肉溶接ルート部から発生する亀裂、また、ガセットなどの突合せ溶接部に発生する亀裂の検出も同じとした。

弦材内部のダイアフラムすみ肉溶接などの場合には、密閉構造のために亀裂発生面側からの検査はできない。したがって、超音波探傷試験にたよらざるを得なく、外面側からの探傷により亀裂と板表面とでできるコーナー部からの反射エコーをつかまえる方法とした。

5 試験結果概要

繰返し载荷は273万回まで行った。

载荷途中、非破壊試験により46ヶ所に亀裂が検出

された。かなりの亀裂は横桁と主構の仕口部のスカラップ回りに集中していたが、その他の溶接継手にも多くの亀裂が発生していた。図-2に亀裂のタイプ分けをして示す。亀裂により検出限界寸法は異なるが、今回適用した非破壊試験手法により、一部の亀裂を除いてかなり早期に検出が可能であり、

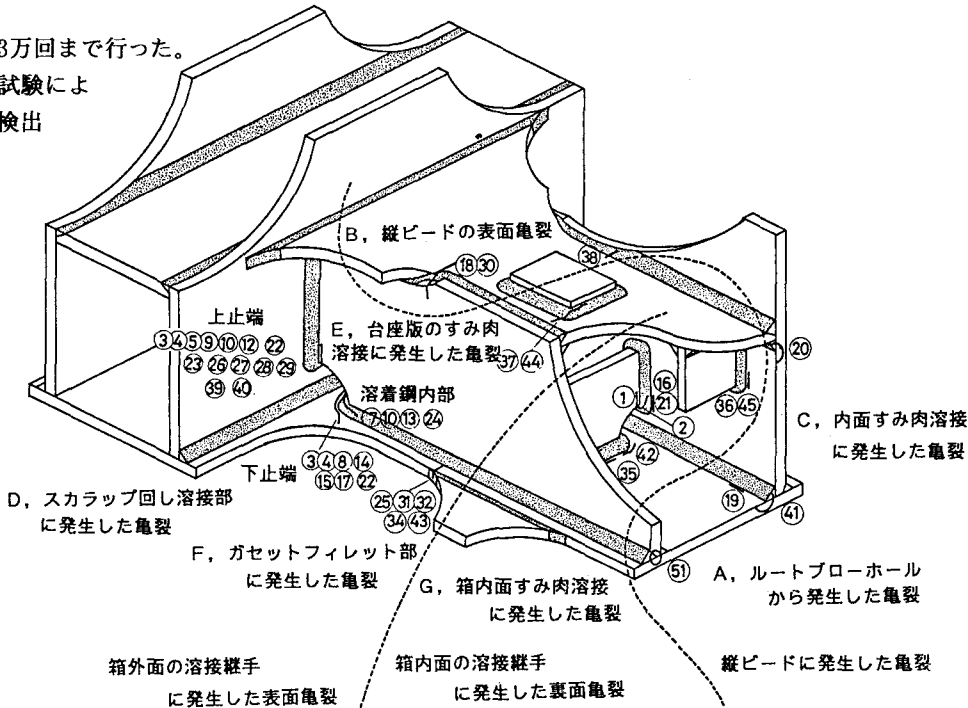


図-2 発生位置に着目した亀裂のタイプ

適切な補修・補強の処置をとるならば、部材の疲労安全性を保つことが可能であることが判った。

6 各種非破壊試験による亀裂検出性能

それぞれの亀裂について非破壊検査による検出限界についてまとめると以下のようであった。

- ・縦ビード溶接において、レ形溶接ルート部から発生する亀裂の検出は表面貫通以前に可能であるが、自動UTができない継手の場合、内部亀裂の検出はむづかしい。また、内面すみ肉溶接継手に発生する亀裂は箱内面からの探傷による亀裂の存在の情報がない場合、外面からの手動UTでは亀裂検出がかなり困難である。特に、形状的に亀裂がかなり大きくなないと検出が不可能な継手もあり、今後の問題として残る。
- ・箱外面の溶接継手に発生する亀裂は、継手の種類により異なるが、VT、ECTの併用により表面長さが10mm～20mmであれば検出可能である。亀裂がすみ肉ルート部、表面近傍の内部欠陥から発生する場合は、表面に貫通するまでは検出が困難である。
- ・箱内面のすみ肉溶接継手に発生する亀裂において、止端からフランジ、ウェブへ進展する場合はUTによって箱外面から検出が可能である。一方、ルート部から溶着鋼へ進展する亀裂については、主材方向へ進展しない限り検出が難しく、また、リブ側の止端部に沿って進展する亀裂は、検出不可能である。

本試験は建設機械化研究所において実施されたものであり、研究所各位の尽力に深く感謝の意を表する。また、非破壊試験にあたっては構造物品質保証技術協会の方々のご協力を得たことを記してお礼申し上げる。