

L 形鋼材により溶接角補強した箱形断面部材の疲労耐久性評価

大阪大学接合科学研究所 正会員 金 裕哲
同 上 正会員 ○廣畑 幹人
近畿地方整備局 村田 重雄

1. はじめに

完成後 35 年以上が経過している鋼逆ランガー橋(橋長 172m, 中央支間 112m)について, 交通量の増加や車両の大型化に対する耐荷力, 疲労耐久性の向上, ならびにレベル 2 地震に対する耐震性の向上を図るため補修補強方法を検討し, アーチクラウン固定化およびアーチ支承固定化による構造変更, アーチリブ(500×550 (mm)の箱形)の断面補強, 端支柱無補剛箱断面のリブ補強, 疲労損傷部の細部構造改善等を行った. 補修補強における部材の接合には, 高力ボルトだけではなく現場溶接も用いられることになり, 溶接継手の健全性を確認するため, 実橋から採取した鋼材を用いて一連の溶接施工前実験を行った. 本稿では, これらの実験のうち, アーチリブの断面補強として, 4 隅に外側から L 形鋼材(200×200×20 (mm))を増設する際に, 溶接接合を用いる場合を想定して行った 1/4 模型を用いた疲労耐久性の実験結果について報告する.

2. 実験

2. 1 実験概要

アーチリブ角部を実寸大で現わした部分模型による完全片振り引張載荷と, 約 1/2 に縮小した全断面模型による部分両振り曲げ載荷の 2 種類の疲労実験を行った. 前者は, 溶接形状の出来形が疲労耐久性に大きく影響することを考慮したものであり, 後者は, PC ケーブルを用いてプレストレスを与えることにより死荷重載荷状態を再現し, 実際に近い応力状態における疲労耐久性を確認することを意図したものである. いずれの供試体についても, L 形鋼材の接合では, 実際の施工状態に近づくように配慮して, 片方のすみ肉溶接を上向き溶接で行った. 対象とした実験部位は, L 形鋼材(部材長約 2m)間を接合する突合せ溶接部と既設添接板によって角補強が途切れる角補強材端部のすみ肉回し溶接部である.

2. 2 実寸大 1/4 部分模型実験

現行鋼材を用いて, 接合部の溶接形状を実際どおりに再現したアーチリブ角部の実寸大の 1/4 部分模型を作製した. 実験全景を図-1 に示す. 突合せ溶接を含む供試体は, アーチクラウン固定端付近の母材断面を用いた供試体 1 と, アーチ基部付近の母材断面を用いた供試体 2 の 2 体とした. すみ肉回し溶接を含む供試体は, 溶接止端仕上げの効果の確認も兼ね, 溶接止端を仕上げない供試体 3A と, 角部の溶接止端を仕上げた供試体 3B の 2 体とした. 載荷荷重は, 供試体 1, 2 では 0~700kN, 供試体 3A, 3B では 0~400kN とし, いずれも疲労限界を確認するため, 実橋の疲労設計応力範囲の 2~4 倍程度に設定した. なお, 供試体 3A では, 疲労損傷の発生進展の過程を, 電場指紋照合法により確認した.

2. 3 1/2 縮小全断面模型実験

実橋の補剛桁端部のウェブから採取した鋼材(板厚 $t=10\text{mm}$)を上フランジの一部に用い, 実物に対し 1/2.2 に縮小した現況断面模型を作製した.

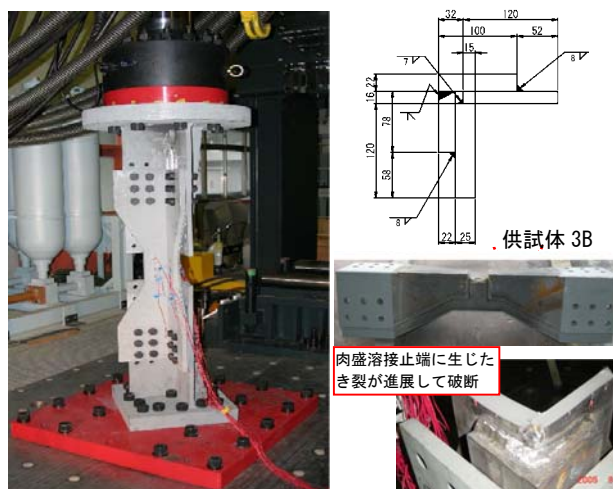


図-1 実寸大 1/4 部分模型実験

キーワード: 鋼逆ランガー橋, 補修補強, 溶接接合, 疲労, 模型実験

連絡先: 〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 11-1 大阪大学 接合科学研究所 TEL 06-6879-8647

死荷重による軸圧縮状態($\sigma = 119.1 \text{ N/mm}^2$)を再現するため、PCケーブルにより1200kNの軸力を導入した後、角補強材をすみ肉溶接により接合した。突合せ溶接を含む供試体は2体とし(供試体4A, 4B: アーチ基部付近を代表し、実際の補強と同様にコンクリートを充填した)、すみ肉回し溶接を含む供試体は1体とした(供試体4C)。載荷荷重は、供試体4A, 4Bでは、試験装置の能力から引揚げ荷重を-250kNとし、設計活荷重の応力比から押込み荷重を470kNとした。供試体4Cでは、 $\pm 150 \text{ kN}$ とした。いずれも、疲労限界を確認するため、実橋の疲労設計応力範囲の3~4倍程度に設定した。実験の全景を図-2に示す。供試体4Bは、30万回載荷後、供試体の上下面を入れ換えたが、き裂は上面(母材が現行鋼材)の溶接金属に発生した。

3. 実験結果

実験結果をまとめて表-1に示す。また、実験結果とS-N曲線との関係を図-3に示す(○, □印)。図中には、実橋の疲労設計応力範囲と今後100年間に予想される載荷回数の関係も示している(●, ■印)。

突合せ溶接継手がD等級、すみ肉回し溶接継手はほぼF等級と評価できる。疲労設計指針に示された類似の溶接継手に比べて、1~2ランク高い疲労耐久性能を有している。

実橋の疲労設計応力範囲は、上述の疲労強度等級の打ち切り限界以下にある。実験室レベルではあるが、角部にL形鋼材を溶接接合した箱形断面部材の疲労耐久性は、十分な安全性を確保していると考えられる。

供試体3A, 3Bの結果から、止端仕上げによって疲労耐久性が改善されていることが確認できた。肉盛り溶接部の止端を仕上げれば、効果はより増すと考えられる。

供試体4A, 4Bの結果から、疲労耐久性について既設鋼材と現行鋼材に有意な差は認められなかった。

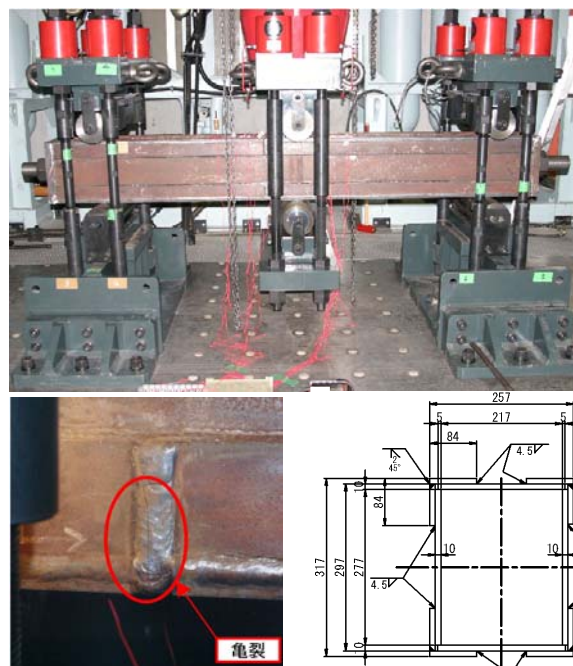
実寸大1/4部分模型実験結果と1/2縮小全断面模型実験結果の比較において、初期圧縮力の有無による有意な差は認められなかった。母材は圧縮域での完全片振りであるが、L形鋼材接合部の疲労については、部分両振りとして評価した方がよいと考えられる。

4. まとめ

箱形断面部材の角補強において、L形鋼材を溶接接合しても経年鋼材特有の問題や疲労耐久性に対する危惧のないことが模型実験により確認された。

参考文献

- 1) 「鋼道路橋の疲労設計指針」, 平成14年3月(日本道路協会)。
- 2) S.Murata, M.Kijitani, T.Akinaga, Y.-C. Kim: Experiments for Quality Confirmation in Reinforcement by Welding of a Deck-Type Steel Langer Girder Bridge, Proc. of the 6th Japan-Korea Joint Seminar on Bridge Maintenance, Korea, 7-9 November, 2007.



供試体 4A

図-2 1/2 縮小全断面模型実験

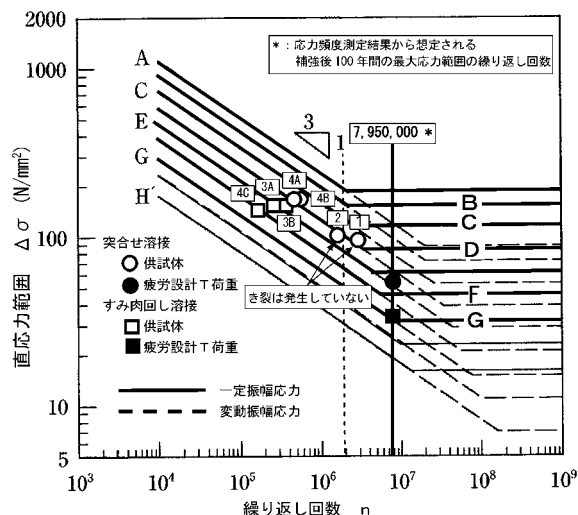


図-3 実験結果と S-N 曲線の関係

表-1 実験結果

供試体	応力範囲 N/mm ²	載荷回数 × 10 ⁴ [回]	き裂発生位置	200 万回 載荷換算 応力範囲 N/mm ²	「疲労設計指針」	
					基本許容 応力範囲 N/mm ²	疲労強度等級 類似の 溶接継手
1	97.0	283.0	変状なし	108.9	≥ 100	D 裏当金付き
2	103.8	165.0	変状なし	97.4	≧ 100	D 突合せ: F
3A	154.8	25.0	すみ肉溶接止端	77.4	≧ 65	F すみ肉回し
3B	154.8	35.3	肉盛り溶接止端	86.8	≧ 80	E : G
4A	164.8	44.4	溶接金属中央	99.8	≧ 100	D 裏当金付き
4B	164.8	54.3	溶接金属中央	106.7	≧ 100	D 突合せ: F
C	146.8	15.0	すみ肉溶接止端	61.9	≧ 65	F すみ肉回し
					≧ 50	G