

簡易熱源による PWHT がすみ肉まわし溶接継手の疲労強度に及ぼす影響

名古屋大学大学院 ○廣畑 幹人

名古屋大学大学院 伊藤 義人

Effect of PWHT by Portable Heat Source on Fatigue Strength of Box Welded Joints

by HIROHATA Mikihiro and ITOH Yoshito

キーワード：すみ肉まわし溶接継手，疲労強度，PWHT，残留応力，応力除去焼鈍

Keyword: Box welded joints, Fatigue strength, PWHT, Residual stress, Stress release annealing

1. はじめに

鋼橋の現場補修溶接における品質向上のため，現場で使用できる簡易熱源（シート状セラミックヒーター）による PWHT の適用性とその効果を検証した．実構造において疲労き裂の発生事例が多い面外ガセットすみ肉まわし溶接継手¹⁾を対象として熱処理実験を実施すると共に，継手を疲労試験に供し，疲労寿命の向上効果を確認した．

2. 熱処理実験

Fig.1 に示すすみ肉溶接継手のまわし溶接部を対象に，セラミックヒーターを用いて溶接後熱処理（PWHT）を実施した．使用したヒーターは，セラミック小片を組合せることで自由に形状を設定できるものである．PWHT に際し，リブの取付けてある表側あるいは裏側からそれぞれ鋼板中央の 150mm×300mm の領域にセラミックヒーターを設置した．止端から 10mm 離れた位置の鋼板表面に熱電対を取付け，JIS Z 3700 に規定される熱処理条件²⁾に準拠して温度管理を行った．PWHT 時の温度測定結果を Fig.2 に示す．表側および裏側からの加熱いずれにおいても，高精度に温度管理することができた．

溶接ままの継手と表側あるいは裏側から加熱し PWHT した継手に対し，応力弛緩法により残留応力を測定した結果を Fig.3 に示す．溶接ままでは止端部近傍の継手長さ方向に約 370MPa の引張残留応力が生じていたが，PWHT により残留応力は 20MPa 以下に緩和された．

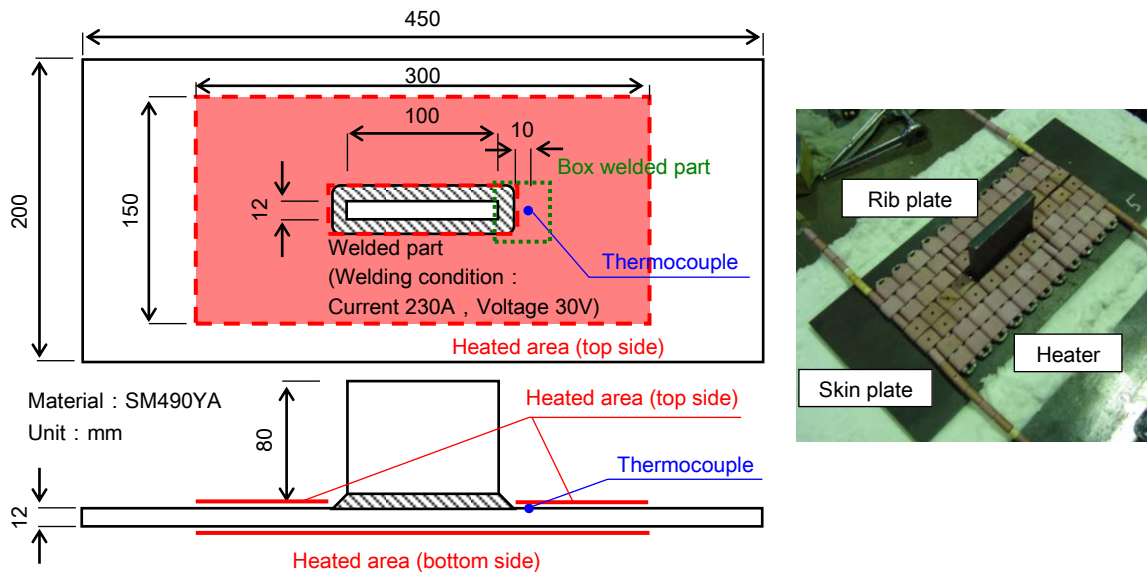


Fig.1 Test specimen and PWHT on it by a portable heater

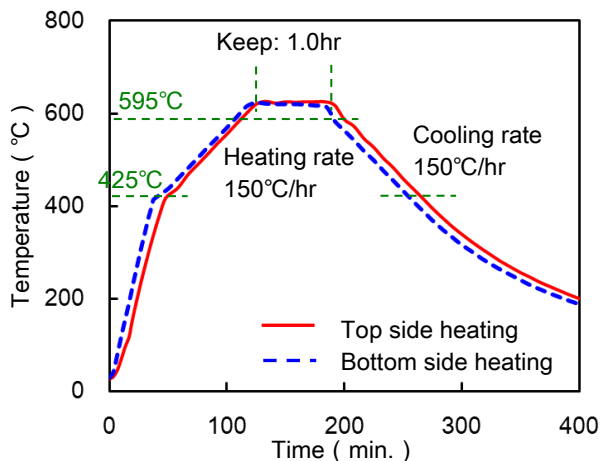


Fig. 2 Temperature histories in PWHT

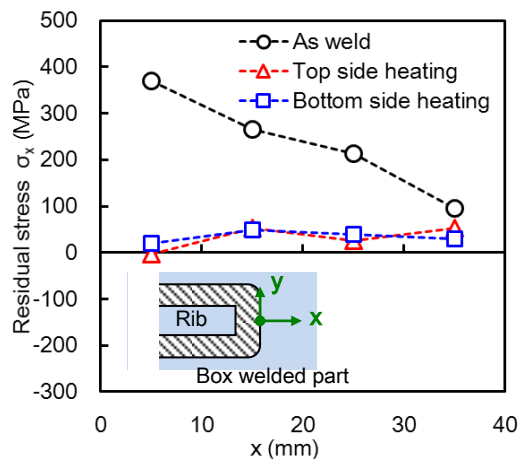


Fig. 3 Residual stress around box welded part

3. 疲労試験

溶接ままとPWHTした継手を4点曲げ疲労試験（応力比0.1）に供した結果をFig.4に示す。なお、磁粉探傷によりまわし溶接部に約10mmの疲労き裂が検出された時点を経済寿命とした。溶接ままの継手に対する疲労試験の結果はJSSCによるF等級とE等級の設計曲線りの間にプロットされた。応力範囲が150MPa以下の場合にはPWHTした継手は溶接ままの継手に比べ疲労寿命が向上した。応力範囲100MPaでは、溶接ままに比べPWHTした継手の疲労寿命が2倍程度になった。応力範囲が150MPaよりも大きい場合は溶接ままとPWHTした継手の疲労寿命はほぼ同じであった。

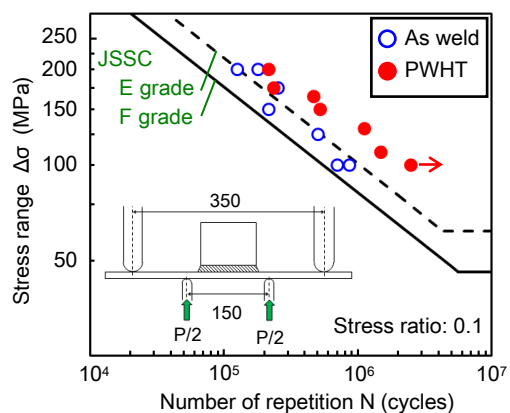


Fig. 4 Results of fatigue test

4. まとめ

- (1) 鋼橋の現場補修溶接で使用できる簡易熱源（シート状セラミックヒーター）により、すみ肉まわし溶接継手のPWHTを実施し、残留応力の緩和効果を確認した。
- (2) 4点曲げ疲労試験において、応力範囲が150MPa以下の場合、PWHTした継手は溶接ままの継手に比べ疲労寿命が向上した。応力範囲が150MPaよりも大きい場合は溶接ままとPWHTした継手の疲労寿命はほぼ同じであった。
- (3) 継手形式や寸法によるが、応力範囲が大きい場合、残留応力の緩和により平均応力を低減させても疲労寿命の向上効果は得られない。継手形式、寸法および疲労き裂発生位置に作用する応力範囲を考慮し、残留応力の緩和が疲労寿命の改善に対して有効になるか否かを検討した上で、PWHTの適用を判断する必要がある。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説 2012年改訂版，技報堂出版
- 2) 日本規格協会：溶接後熱処理方法 JIS Z 3700，2009.

謝辞

本研究の一部は、一般社団法人日本鉄鋼連盟 2013年度、2014年度「鋼構造研究・教育助成制度」の助成を受けて実施した。PWHTの実施にはJEMIX（株）平松慶大氏および松田充弘氏（故人）の協力を賜った。記して謝意を表す。