

簡易熱源を用いた熱処理によるすみ肉まわし溶接部の残留応力低減に関する研究

名古屋大学大学院 正会員 ○廣畑幹人
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤義人

1. はじめに

溶接により生じる残留応力をピーニングなどの機械的処理や焼鈍等の熱処理により低減することで、溶接継手の疲労寿命が改善されることが知られている¹⁾。本稿では、既設鋼橋の補修溶接現場での適用を想定した簡易熱源を用い、熱処理（応力除去焼鈍）によりすみ肉まわし溶接部の残留応力が低減できるか否かを検討した結果について報告する。

2. 焼鈍実験

図-1 に示すすみ肉溶接継手におけるまわし溶接部を対象に、セラミックヒーターを用いて応力除去焼鈍を実施した。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、現場溶接用の電源により 1000℃程度まで加熱可能であり、压力容器やプラント配管等の鋼構造物の溶接後熱処理に広く適用されているものである²⁾。焼鈍に際し、リブの取付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（図-2 参照）。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³⁾に準拠して温度管理を行った。焼鈍時の温度測定結果を図-3 に示す。表側および裏側からの加熱いずれにおいても、高精度に温度管理できていることがわかった。

焼鈍していない溶接のままの供試体と、表側あるいは裏側から加熱し焼鈍した供試体の溶接部に対しビッカース硬さ試験を行った結果を図-4 に示す。溶接のままでは熱影響部の最高硬さは約 220 であったが、表側および裏側から加熱し焼鈍することで、熱影響部の硬さは溶接金属部と同程度（約 150）まで低下した。

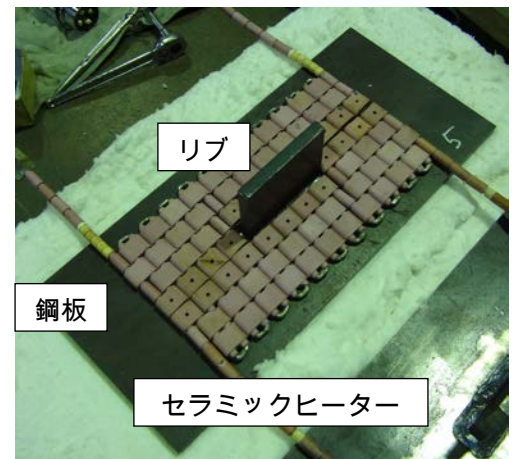


図-2 セラミックヒーター設置状況（表側加熱時）

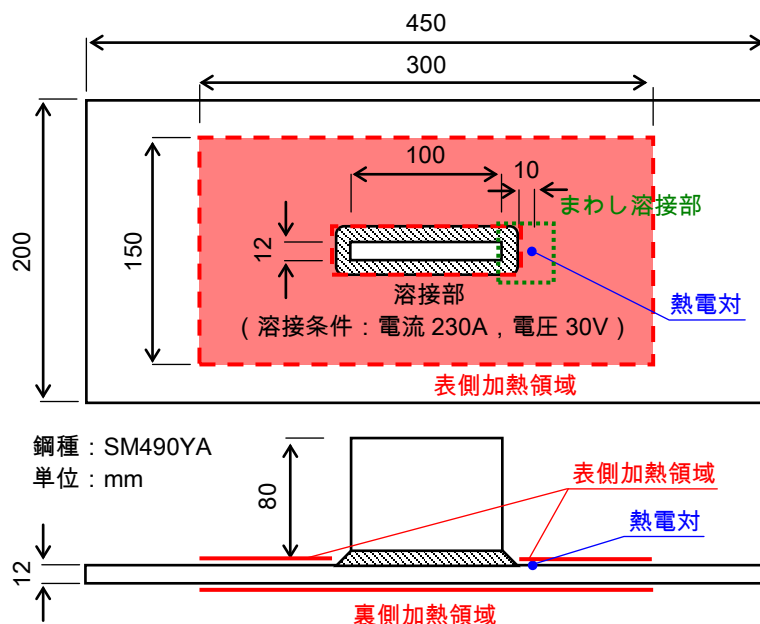


図-1 実験供試体および焼鈍時の加熱領域

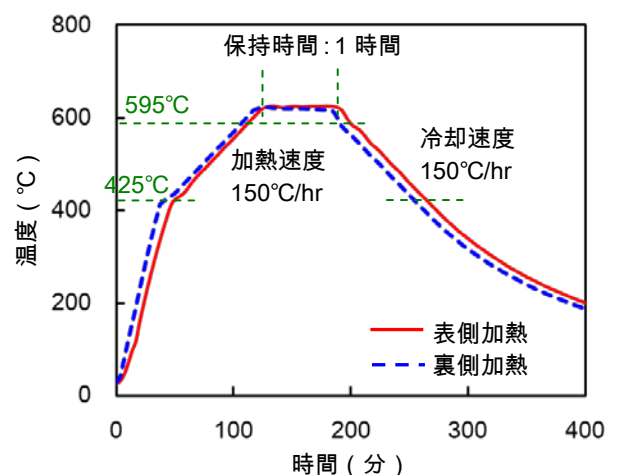


図-3 温度測定結果

キーワード 溶接継手、残留応力、熱処理、応力除去焼鈍

連絡先 〒464-8603 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 052-789-4619

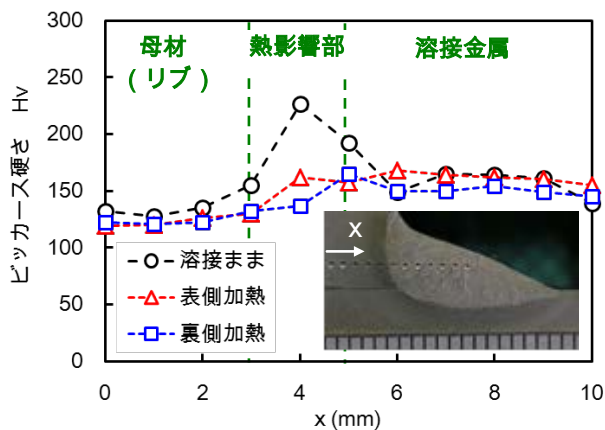
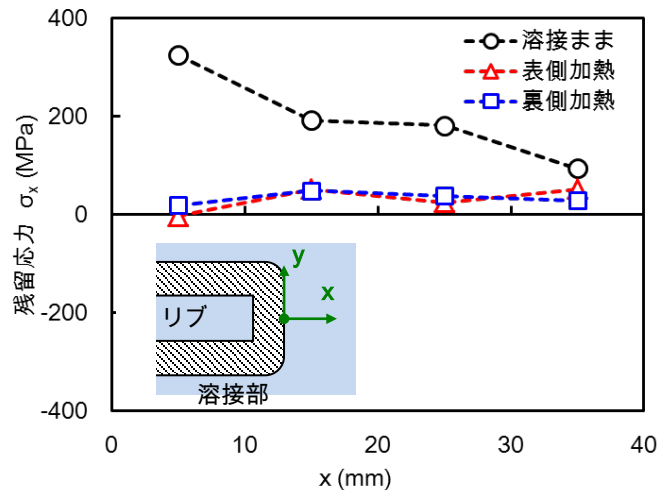
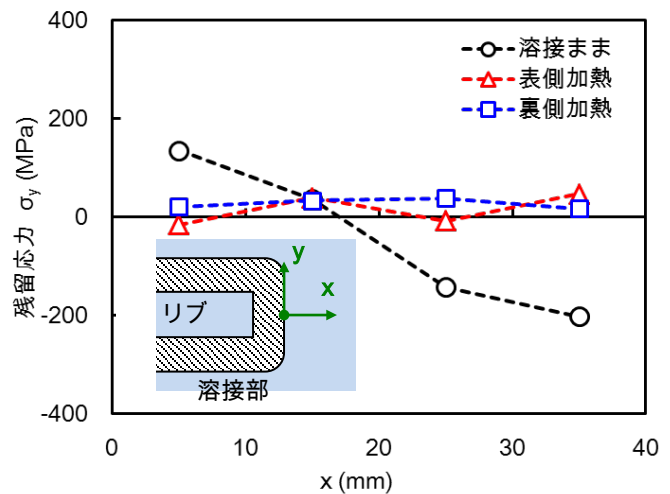


図-4 ビッカース硬さ試験結果



(a) 鋼板長さ方向の応力成分



(b) 鋼板幅方向の応力成分

図-5 残留応力測定結果

3. 残留応力測定実験

溶接のままの供試体と、表側あるいは裏側から加熱し焼鈍した供試体に対し、残留応力を測定した結果を図-5に示す。鋼板表面にひずみゲージを貼付し、ゲージを中心として供試体を10mm×10mmの小片に切断(板厚方向は切断しない)した時に解放されるひずみを測定し、応力弛緩法を用いて残留応力を推定した。

止端部から5mm離れた位置において、溶接のままでは長さ方向に約325MPa、幅方向に約136MPaの引張残留応力が生じていた。表側あるいは裏側から加熱し焼鈍することで、同じ位置の残留応力は20MPa以下に低減された。

簡易熱源であるセラミックヒーターを用いることにより、既設鋼橋の補修溶接現場での応力除去が実施できる可能性を結果は示唆している。

4. まとめ

既設鋼橋の補修溶接現場での適用を想定し、すみ肉まわし溶接部を対象に簡易熱源(セラミックヒーター)による応力除去焼鈍の適用性を検討した。得られた主な知見を以下に示す。

- (1) リブの取付けてある鋼板の表側あるいは裏側から、セラミックヒーターを用いて加熱、焼鈍を行った結果、いずれの場合も高精度に温度管理できることがわかった。
- (2) 溶接のままでは熱影響部のビッカース硬さは約220であったが、表側あるいは裏側から加熱し焼鈍することで、熱影響部の硬さは溶接金属部と同程度(約150)まで低下した。
- (3) 止端部から5mm離れた位置において、溶接のままでは長さ方向に約325MPa、幅方向に約136MPaの引張残留応力が生じていたが、表側あるいは裏側から加熱し焼鈍することで、同じ位置の残留応力は20MPa以下に低減された。

謝辞

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

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。
- 2) JEMIX 株式会社ホームページ：http://www.jemix.co.jp。
- 3) 日本規格協会：溶接後熱処理方法 JIS Z 3700，2009。