

鋼床版の補剛材交差部に対する局所加熱による溶接残留応力低減の施工性に関する基礎的検討

エム・エムブリッジ (株)	正会員	○富永	周佑
大阪大学大学院	学生会員	中谷	紘人
大阪大学大学院	正会員	廣畑	幹人
エム・エムブリッジ (株)	正会員	小西	英明
エム・エムブリッジ (株)	正会員	鈴木	俊光

1. はじめに

著者らは、高周波誘導加熱装置を用いて溶接部近傍を局所的に加熱することで溶接残留応力を低減させ、溶接部の疲労耐久性を向上させる技術（以下、局所加熱と称す）を提案し、一連の検討を実施している^{1,2)}。道路橋鋼床版の縦補剛材と横補剛材が交差する溶接部は、疲労き裂が発生しやすい部位として認識されている。本研究では、平板を用いた縦補剛材（平リブ）と横補剛材の交差部をまわし溶接した構造に対し、局所加熱の施工性を検討することを目的に、異なる疲労耐久性向上技術との比較を基本に一連の実験を実施した。

2. 実験供試体

道路橋鋼床版の縦補剛材と横補剛材が交差する部位を想定した実験供試体の形状および寸法を図-1に示す。横補剛材（板厚 9 mm）にスリットを設け、スリットに縦補剛材（板厚 16 mm）を通してスリットを埋めるように CO₂ 半自動溶接を実施した。縦補剛材と横補剛材を厚さ 6 mm の支持板に組立溶接し、安定させた状態で補剛材どうしを溶接した。スリット幅は縦補剛材厚さに対し両側+1 mm とし、脚長 6 mm を目標とした。鋼種は縦補剛材、横補剛材ともに SM400A であり、溶接材料は JIS Z 3313 に該当するフラックス入りワイヤ（直径 1.2 mm）である。

3. 実験方法

作製した供試体のまわし溶接部に対し、止端仕上げ、ピーニング、局所加熱の 3 種類の疲労耐久性向上技術を以下の条件で施工した（図-2）。供試体数は各技術に対し 6 体ずつである。

- (1) 止端仕上げ：既往の文献³⁾を参考に、まわし溶接部に加え、縦補剛材に沿う方向に 64 mm の範囲（表裏両面）を処理した（図-3(a)）。直径 9.5 mm の超硬バグラインダを用い、仕上げ部の曲率 5 mm 以上、削り込み深さ 0.5 mm 以下となるように管理した。

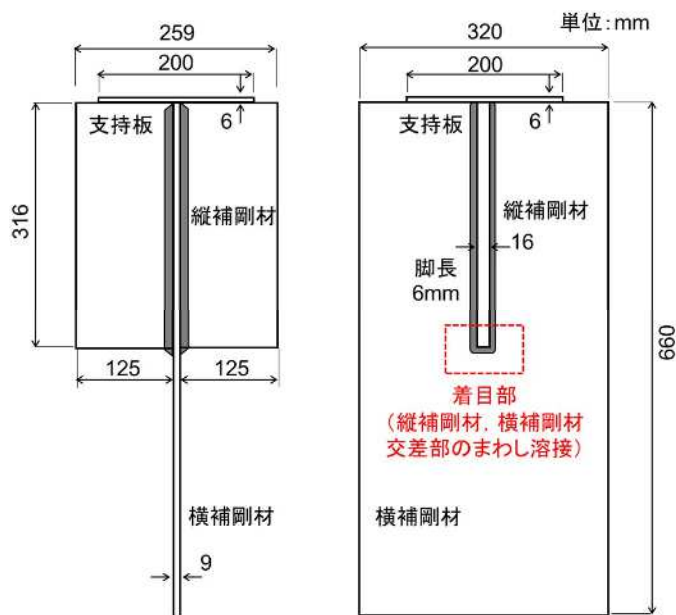


図-1 実験供試体



(a) 止端仕上げ



(b) ピーニング



(c) 局所加熱

図-2 施工状況

キーワード 鋼床版, 疲労, 残留応力, 止端仕上げ, ピーニング, 局所加熱

連絡先 〒733-0036 広島市西区観音新町1丁目20番24号 TEL 082-292-3124

- (2) ピーニング：エア－式ニードルピーニング装置を用いて、上述の止端仕上げと同じ範囲（図-3(a)）を処理した．ピーニングによる打痕が止端部に残ることを確認し、施工完了とした．
- (3) 局所加熱：40 mm×110 mm のコイルを有する高周波誘導加熱装置を用い、図-3(b)に示す領域を局所加熱した．事前検討⁴⁾の結果に基づき、表面からの加熱で表面のまわし溶接部近傍の溶接残留応力（縦補剛材に平行な方向の応力成分）が降伏応力程度からほぼゼロになる条件として、領域①を9秒で250℃まで、領域②③をそれぞれ約30秒で550℃まで加熱した．なお、この条件では、表面からの加熱で裏面の溶接残留応力も同程度に低減されるため、加熱は表面のみに実施した．

4. 実験結果

各技術の施工に要した時間（各技術、供試体6体の平均値）を表-1に示す．止端仕上げの場合、片面の溶接部に対し7分～7分40秒（両面で14分40秒）を要した．ピーニングの場合、片面の溶接部に対し約1分10秒（両面で2分20秒）を要した．局所加熱の場合、片面からの加熱で、1供試体あたり1分51秒で作業を完了した．

5. まとめ

平板を用いた縦補剛材（平リブ）と横補剛材の交差部をまわし溶接した構造に対し、局所加熱の施工性を検討することを目的に、異なる疲労耐久性向上技術との比較を基本に一連の実験を実施した．本検討の範囲では、1供試体あたりに要する作業時間の短さは局所加熱、ピーニング、止端仕上げの順となった．ただし、実施工においては、大型部材の反転や狭隘部での作業性、ツール等の消耗による交換などの作業が含まれる．実施工における作業効率の比較にはこれらを考慮したさらなる検討が必要である．また、疲労試験を行い、各技術による疲労耐久性向上効果に関する定量的な検討が必要である．

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費（19KK0366）の助成を受けて実施した．記して謝意を表す．

参考文献

1) 廣畑幹人, Aung May Phy, 阿二一慶：高周波誘導加熱装置を用いた局所加熱によるすみ肉まわし溶接継手の残留応力低減, 土木学会論文集 A1（構造・地震工学）, Vol. 76, No. 1, pp. 29-40, 2020.

2) 廣畑幹人, 阿二一慶, 鈴木俊光, 小西英明：局所加熱による残留応力の低減がすみ肉まわし溶接継手の疲労耐久性に及ぼす影響, 土木学会論文集 A1（構造・地震工学）, Vol. 77, No. 3, pp. 475-488, 2021.

3) 一般社団法人日本橋梁建設協会：溶接止端仕上げの手引き, 2012.

4) 中谷紘人, 廣畑幹人, Chang Kyong-Ho, 富永周佑, 小西英明, 鈴木俊光：鋼床版の補剛材交差部における溶接残留応力低減のための局所加熱条件に関する解析的検討, 土木学会令和5年度全国大会（投稿中）, 2023.

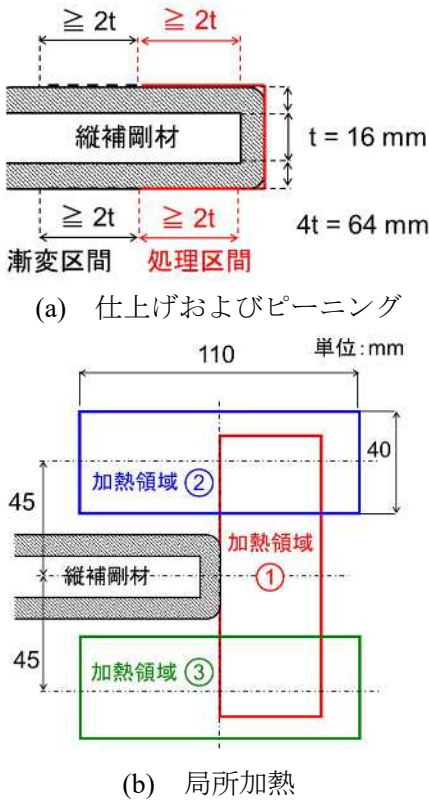


図-3 処理範囲

表-1 施工時間の一覧

	表面	裏面	合計	備考
仕上げ	7分40秒	7分0秒	14分40秒	検査, 補修時間を含む.
ピーニング	1分12秒	1分8秒	2分20秒	
局所加熱	1分51秒	—	1分51秒	常温までの冷却時間は除く.