

半導体レーザーを用いたホットワイヤ隅肉溶接継手の性能確認

(株) IHI 技術開発本部 正会員 〇猪瀬幸太郎, 阿部大輔
 (株) IHI 検査計測 大脇桂
 (株) IHI インフラシステム 正会員 大畑和夫, 岡田誠司, 倉田幸宏
 大阪大学接合科学研究所 正会員 金裕哲

1. はじめに

鋼コンクリート合成構造など薄板鋼構造部材の製作への適用を意図し, レーザ光とホットワイヤを熱源とする隅肉溶接プロセスを開発した¹⁾。ここでは, 本溶接方法を用いて施工した継手の性能確認について報告する。

2. 溶接施工試験および継手性能確認

図1にレーザーホットワイヤ溶接プロセスの概念を示す。溶接熱源はレーザー光であるが, 補助熱源として溶接ワイヤに通電して得るジュール熱を利用する。小脚長の高速隅肉溶接に適していることから, 薄板構造製作への適用が期待される。図2に試作した継手の一例を, 表1に溶接条件範囲を示す。図示した継手はスキンプレートにC型鋼を設計脚長4mmの隅肉溶接で接合し, これを介して鋼とコンクリートを合成する構造を模擬している。レーザー光のスポット径は7mmであり通常のレーザー溶接より大きく, このため溶接現象はキーホール型ではなく熱伝導型となる。また, レーザ光のスポット径が大きいことから, これに適した光源として半導体レーザーを採用した。

本研究では, この継手が隅肉溶接継手として機能することを引張試験, 疲労試験によって確認した。図3に引張試験片を示す。試験片寸法はJIS Z 3131を援用して計画した。図4に試験で得た破断荷重を設計耐力で無次元化して示す。溶接熱量が増加するに従い脚長は大きく, 強度も向上する。また, 今回実施した試験の範囲では, 設計脚長に満たない継手であっても十分な引張強度を有していることは明らかである。

図5に疲労試験片を示す。試験は荷重非伝達型継手の止端割れに着目して実施した。載荷方法は4点曲げであり, 溶接ビード止端から5mmと20mmの位置に貼付したひずみゲージによって応力範囲を管理した。試験結果を図6に示す。ここでは, 溶接ビード止端から5mmのゲージで得たひずみ範囲が15%変動した時点の繰り返し回数と, 載荷点の変位が1.5mm増加した時点の繰り返し回数(試験完了時)を示している。前者を指標として用いる方がより厳しい判定と言えるが, 今回実施した試験(16体)すべてにおいて継手はJSSC疲労強度E等級を満たしていた。さらに本図からは溶接熱量が増加するに従い, 疲労強度が上昇することも見て取れる。継手のマクロ観察では, レーザ出力を6kWとしたときの継手の方が4kWのそれよりも止端形状が滑らかであったことから, レーザ出力の増加に伴う疲労強度上昇は, その影響によるものと考えられる。また試験終了後, 試験片のき裂発生部位を切断し, き裂の進展状況を観察した。これより, 載荷点変位の1.5mm増加は, き裂が概ね板厚の1/2程度まで進展したことに相当することを確認した。

3. まとめ

薄板鋼構造の小脚長隅肉溶接への適用を意図して開発した半導体レーザーとホットワイヤを併用する溶接継手の性能確認を行った。本溶接は小脚長を容易に施工することができること, 継手は鋼コンクリート合成構造の隅肉溶接に適用できることを確認した。

参考文献

- [1]大脇桂, 猪瀬幸太郎, 他: 半導体レーザーを用いたホットワイヤ隅肉溶接プロセスの開発, 溶接学会全国大会講演概要, 第86集, 2010

キーワード 半導体レーザー, ホットワイヤ, 高速溶接, 継手性能

連絡先 〒235-8501 横浜市磯子区新仲原町1番地 (株) IHI 技術開発本部 TEL 045-759-2812

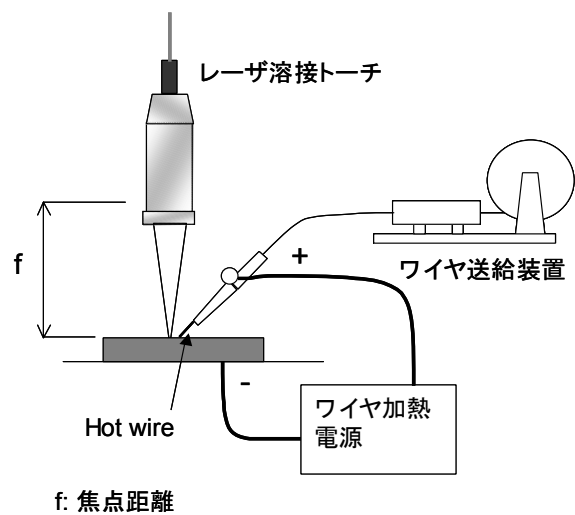


図1 レーザホットワイヤ溶接プロセス概念図

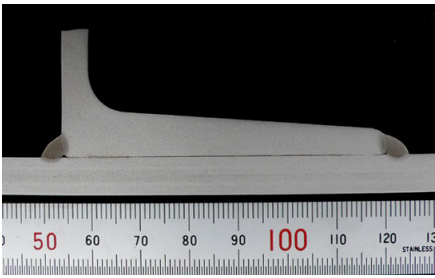


図2 継手マクロ写真(レーザ出力: 6 kW)

Table-1 溶接条件

項目		備考
レーザ出力	4-6 kW	
スポットサイズ	φ7mm	
発振機	半導体レーザ	
電流	184-205A	実行値
溶接速度	0.8 m/min	

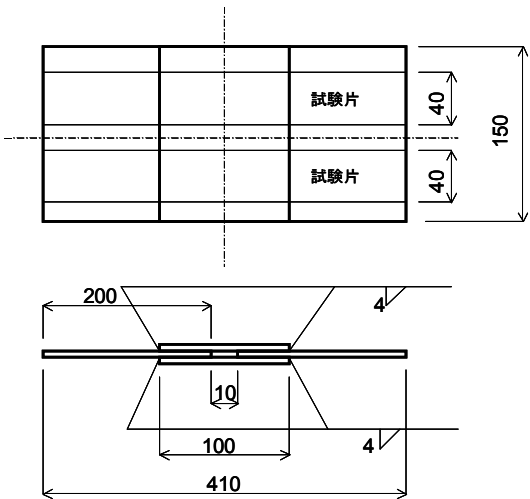


図3 引張試験片

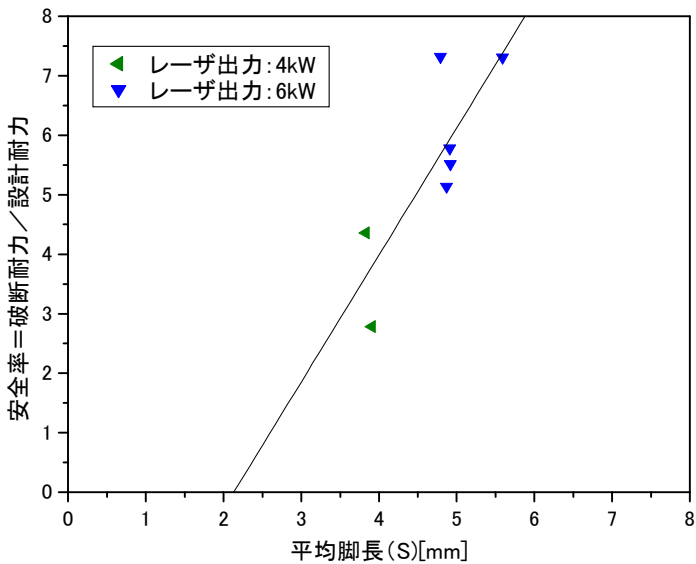


図4 引張試験結果

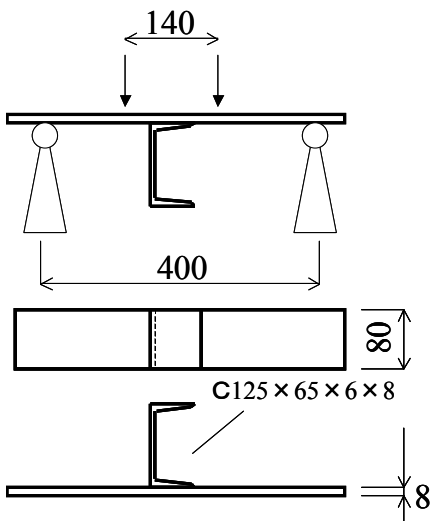


図5 疲労試験片および荷重条件

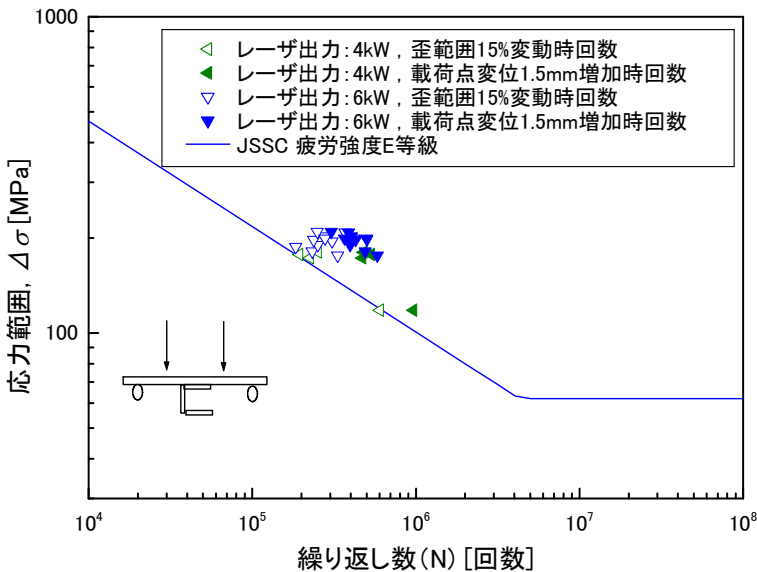


図6 疲労試験結果