

レーザ溶接を用いて製作した構造部材の圧縮耐荷力に関する研究

石川島播磨重工 正会員 〇猪瀬幸太郎, 正会員 中西保正
大阪大学接合科学研究所 正会員 金 裕哲, 学生員 廣畑幹人

1. はじめに

近年溶接構造物の性能向上を意図した鋼材や溶接プロセスの開発が数多く試みられている。しかし、既存の設計基準は従来の軟鋼(400~500[Mpa]級)をアーク溶接で施工した場合を想定しているため、新素材や新施工に対し、合理的な評価ができない事も考えられる。そこで現在、構造物の主要部材への適用を検討しているレーザ溶接を用いて製作した部材の圧縮実験を行い、その耐荷力性能を検証したので報告する。

2. 供試体製作および実験方法

表1に供試体諸元を図1に構造寸法を示す。供試体は補剛構造が2種類、無補剛構造が1種類であり、設計計算上の幅厚比（降伏応力を規格値とした値）は $R=0.5, 1.0, 1.2$ と設定した。これら3種類の構造をアーク溶接およびレーザ溶接の2種類を用いてそれぞれ2体製作した（計12体）。補剛板は座屈モードがリブ間座屈先行となるように設計した。実験は試験機による圧縮荷重载荷とし、荷重-変位、面外変形等を計測した。また3次元写真計測による座屈形状の計測を実施した。

3. 結果と考察

図3にアーク溶接供試体とレーザ溶接供試体のフランジ面寸法精度（初期不整量）の比較を示す。寸法精度は写真計測で得た測点の3次元座標とフランジコーナー部の3測点で定義される基準面との面外距離によって評価した。それぞれの供試体における最大値の比較では、アーク溶接供試体とレーザ溶接供試体の製作精度はともに高い事が確認された。図4に試験後の供試体フランジ形状の一例(R05P2)を示す。補剛構造の供試体(R05P2, R10P2)ではすべての供試体で補剛板座屈とリブ間座屈が重畳する座屈モードとなった。無補剛構造の供試体(R12P1)ではフランジが一樣に正弦波形状に座屈した。面外変形の方法は供試体の内側に凸となる場合と外側に凸となる場合が確認されたが溶接方法との関連はないと思われる。図5に降伏荷重と降伏変位とで無次元化した荷重-変位曲線の一例を示す。ここに示す幅厚比の小さい供試体(R05P2)ではレーザ溶接供試体の反力の立ち上がりはアーク溶接供試体より僅かに早い。その理由としては形状初期不整と残留応力性状の違いが考えられるが、一般に残留応力の影響は幅厚比が小さくなるほど大きくなると言われていることや幅厚比が大きい供試体(R10P2, R12P1)では荷重変位曲線に有意差がなかったことなどを考慮すると、これは残留応力によるものである可能性が示唆される。図6に今回実験したすべての供試体の最高耐荷力を示す。構造寸法と溶接施工が同じである供試体は最高耐荷力がよく一致した。溶接方法の比較ではレーザ溶接供試体の耐荷力はアーク溶接供試体より僅かに大きいことが見て取れる。しかし、設計計算に反映できるほどの有意差はない。これは今回用いた供試体は板厚($t=6\text{mm}$)と薄いため、レーザ溶接とアーク溶接で母材への溶込み形状にあまり差はなく、かつ両者ともに、構造寸法精度が高かったためと考えられる。ただしレーザ溶接部材の耐荷力はアーク溶接部材と少なくとも同等であることは確認できた。

4. まとめ

レーザ溶接により製作した部材耐荷力検証の第1段階として小型供試体（板厚6mm）による耐荷力実験を実施し、少なくともアーク溶接部材と同等の耐荷力を有することは確認した。今後より規模の大きい実験を実施し、溶接施工方法の違いが部材性能に及ぼす影響を明らかにする。

キーワード レーザ溶接, 耐荷力, 座屈モード, 荷重-変位曲線

連絡先 〒235-8501 横浜市磯子区新中原町1番地 石川島播磨重工業（株）技術開発本部生産技術開発部

T E L 045-759-2812 F A X 045-759-2205

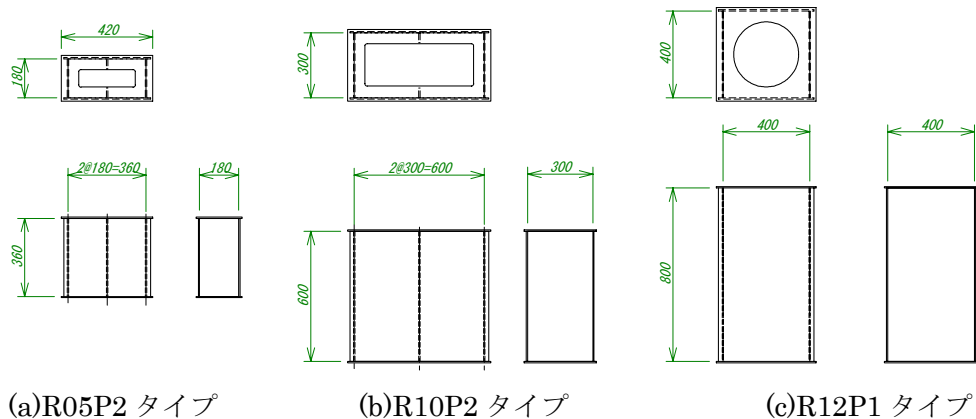
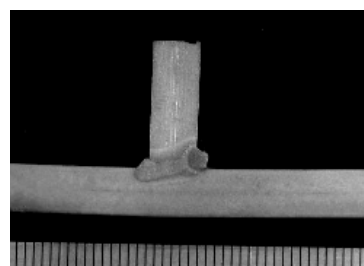


図 1. 供試体構造図

表1 供試体諸元

パラメータ			R05P2	R10P2	R12P1
材質			SM400	SM400	SM400
補剛板の横補剛間隔	a	mm	360	600	800
補剛板の全幅	b	mm	360	600	400
補剛板の板厚	t	mm	6	6	6
設計計算上の鋼材降伏点	σ_Y	MPa	240	240	240
局部座屈幅厚比	R_R		0.5	0.9	1.2
補剛材幅	hr	mm	45	45	0
補剛材板厚	tr	mm	6	6	0
リブ必要剛度比	γ/γ_{req}		3.2	2.1	—
降伏断面力	F_Y	kN	1800	2837	2419
部材耐力(道示)	F_U	kN	1716	1671	820



出力；3kW～4kW， 溶接速度；0.6m/min

図 2. レーザ溶接継手の断面マクロ

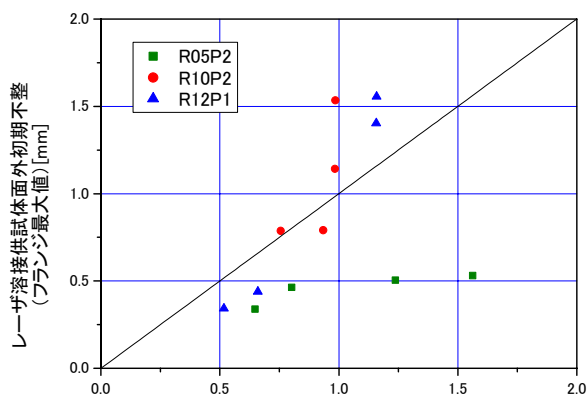


図 3. フランジ形状初期不整量比較

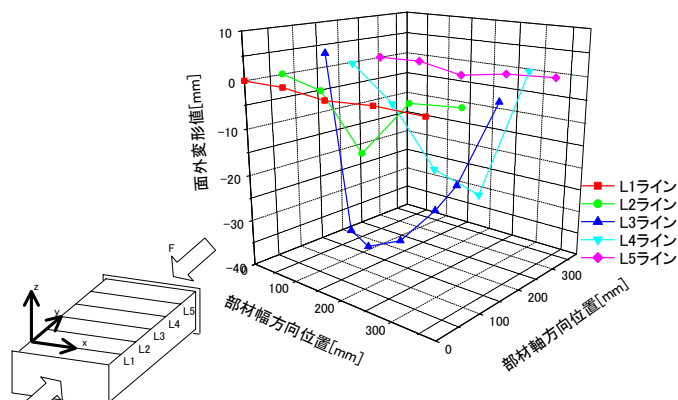


図 4. フランジ座屈形状 (R05P2)

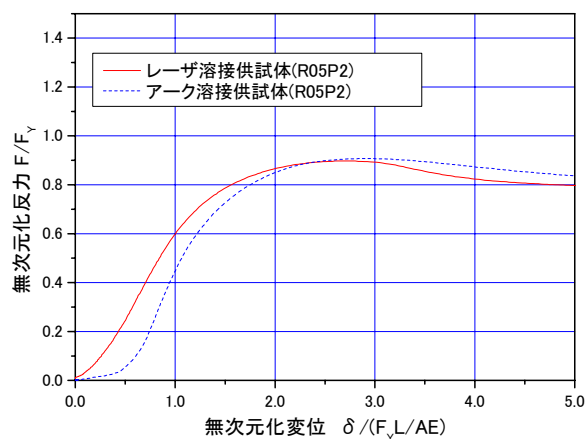


図 5. 荷重-変位曲線 (R05P2)

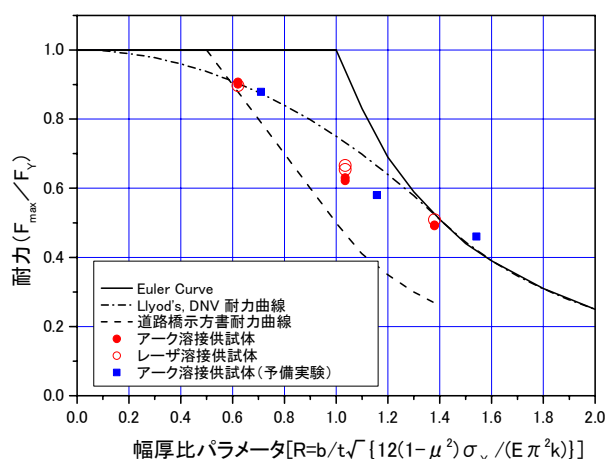


図 6. 最高耐荷力比較