溶接組立てしたSUS323L製部材断面の残留応力分布

長岡工業高等専門学校　正会員　○宮嵜　靖大

1. はじめに

高耐食性材料であるステンレス鋼は，多くの鋼種が存在する．なかでも，二相系ステンレス鋼は，一般的なステンレス鋼であるSUS304などに比べて，高強度かつ高耐食性を示す．また，2015年には，Niの含有量を抑制したリーン二相系ステンレス鋼（以下では，リーン二相鋼と呼ぶ．）がJIS化された．これまでに著者らは，リーン二相鋼の材料特性を実験により明らかにしてきた[1)]．一方，リーン二相鋼で構成される部材強度については，実験的にほとんど明らかにされていない．

そこで本研究では，溶接構造物の強度に影響を及ぼす残留応力に着目し，リーン二相鋼板を溶接組立てした部材断面の残留応力を実験により明らかにすることを目的とする．

2. 対象供試体

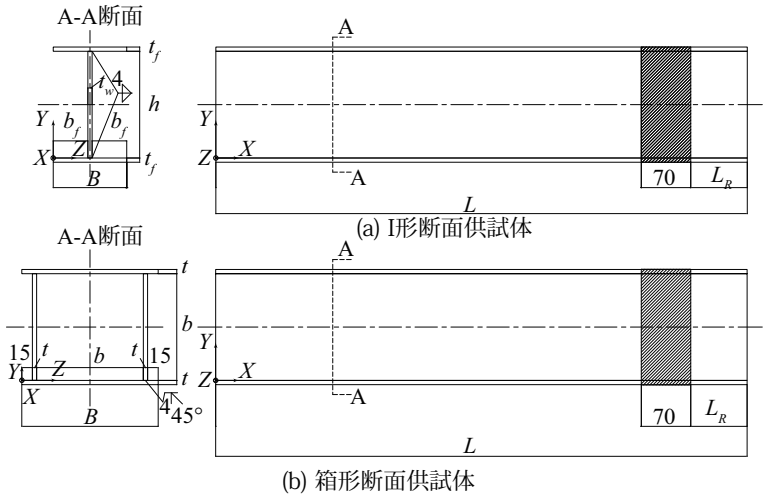
本研究で対象とするステンレス鋼は，リーン二相鋼SUS323Lである．表1は，本研究に用いたSUS323Lのミルシートに記載の機械的性質および化学成分を示す．この材料で構成される供試体形状は，板厚6mmのSUS323Lを溶接組立てしたI形および箱形断面を有する柱である．これらの断面寸法は，断面を構成する板（I形断面上下フランジのみ自由突出板，その他は全て周辺単純支持板）の幅厚比パラメータ[2)]を0.7および1.0として，各形状2パターン計4体の供試体を決定した．図1および表2は，対象とする供試体形状および供試体実測寸法を示す．なお，残留応力の測定は，図1の柱長手方向ハッチング部70mmにて行う．以上の供試体は，ステンレス鋼ミグ溶接用ワイヤYS2209を用いたMIG溶接により製作した．表3は，これら供試体の溶接条件を示す．

3. 残留応力測定方法

図2は，I形断面(IR07)および箱形断面(SHR07)供試体の残留応力測定位置を示す．2.で示した各供試体の残留応力は，図2に示すような供試体断面の切断幅14から30mmの断面切断位置中央部に3軸弾性ひずみゲージ(東京測器研究所製FRA-5-11-3LT)を貼り付けた後，切断位置をジグソーお

表1 対象材料の機械的性質および化学成分

鋼種	板厚 (mm)	0.2%耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	化学成分(mass%) C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N
SUS323L	6	593	743	34	0.014	0.51	1.55	0.028	0.000	4.0	23.5	0.33	0.18	0.15



(a) I形断面供試体

(b) 箱形断面供試体

表2 供試体寸法諸元

断面形状	I形		箱形	
モデル名	IR07	IR10	SHR07	SHR10
$R_f(R)$	0.71	1.01	0.71	1.01
R_w	0.71	1.01	—	—
$t_f(t)$	6.2	6.2	6.2	6.2
b_f	49.8	70.5	—	—
t_w	6.1	6.2	—	—
$h(b)$	152.5	216.8	152.6	216.7
B	105.4	147.4	194.4	258.2
L	751.4	944.9	751.6	944.3
L_R	229.4	229.9	229.6	229.3

括弧内の記号は，箱形断面の場合を意味する．

図1 供試体形状

キーワード　リーン二相系ステンレス鋼，SUS323L，残留応力
連絡先　〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町888　　TEL 0258-34-9439

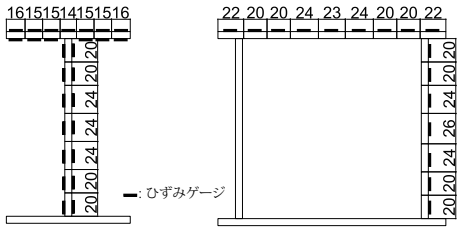
よびバンドソーを用いた機械式切断を行い，切断前後のひずみの差に弾性係数 (E=200GPa) を乗じて測定する．図3は，以上のI形断面および箱形断面供試体の切断後の状況を示す．

4. SUS323L製供試体の残留応力分布

図4は，実験により得られた各供試体断面の残留応力の大きさ σ_{rs} を，表1で示したSUS323Lの0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ で除した結果を示している．なお，同図中の残留応力は，図1の X 軸方向の結果を表している．ここで，プロットのみは各測定点の結果を，プロットと実線は測定点の平均値(箱形断面の場合は測定結果)を，実線のみは全供試体の最大引張または最大圧縮残留応力測定結果の平均値を用いて供試体断面を構成する各板での自己平衡となる形状で補正した結果を，それぞれ表している．まず，同図の各測定点の結果を見ると，同図(a)のI形断面の最大引張残留応力は，同図(b)の箱形断面の結果に比べて約1.6倍程度大きくなることかがわかる．これは，I形断面では上下フランジと腹板を両側すみ肉溶接した条件に対して，箱形断面ではレ形開先溶接による条件の違いによるものである．つぎに，同図の実線のみで示す補正した残留応力分布モデルについてみると，最大引張および圧縮残留応力は，約 $0.42\sigma_{0.2}$ および約 $-0.19\sigma_{0.2}$ となることがわかる．これらの値および残留応力分布形状は，これまでに多くの測定実績がある炭素鋼の結果[2]と同等の傾向である．

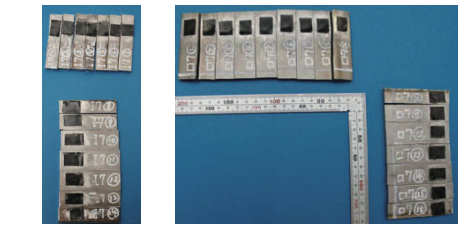
表3 溶接条件

板厚	ワイヤ径	電流	電圧	速度	シールドガス流量
6mm	1.6mm	200A	20V	630mm/min	20l/min



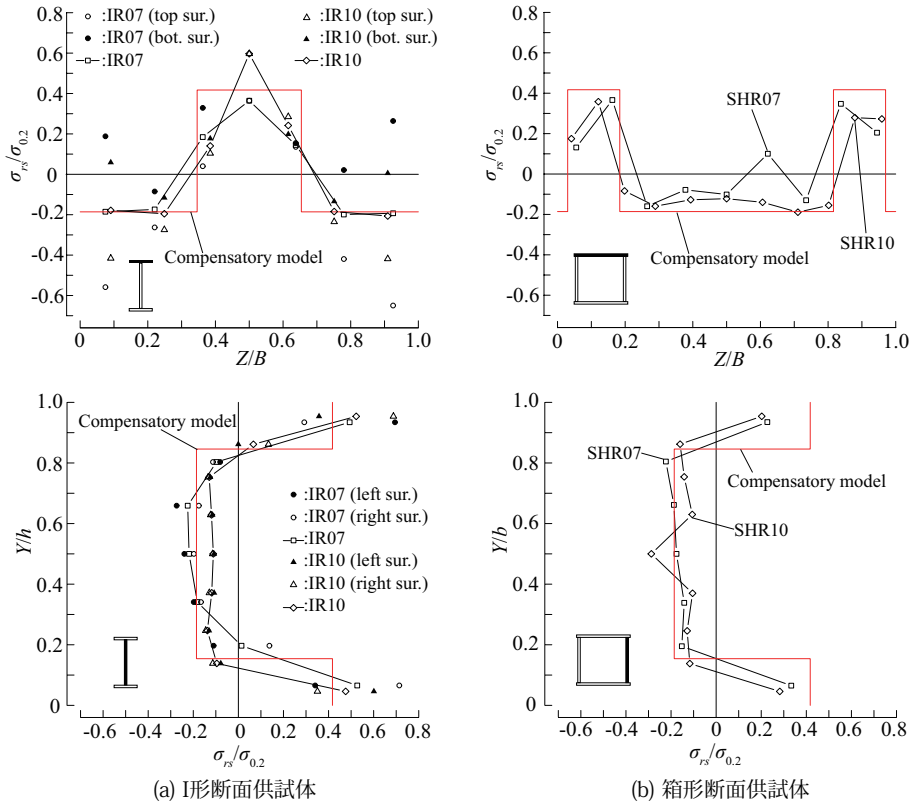
(a) I形断面(IR07) (b) I形断面(SHR07)

図2 残留応力測定位置



(a) I形断面 (IR07) (b) 箱形断面 (SHR07)

図3 断面切断後の状況



(a) I形断面供試体 (b) 箱形断面供試体

図4 残留応力分布

5. おわりに

本研究では，SUS323Lの板を溶接組立てしたI形および箱形断面を対象に，残留応力分布を実験により調べた．これにより，溶接組立てしたSUS323L製部材断面の圧縮残留応力は，平均約 $-0.19\sigma_{0.2}$ であり，大きさおよび分布形状ともに，炭素鋼の結果と同等の傾向を示すことを明らかにした．

最後に，本研究は日本溶接学会平成28年度次世代を担う研究者助成により実施したものである．また，供試体は日本鋼構造協会より提供頂いたものである．さらに，実験実施に当たっては，研究室の学生に協力頂いた．ここに記して，謝意を表する．

参考文献

1) 佐藤信輔，宮嵜靖大: 静的引張試験による二相系ステンレス鋼の材料特性, 鋼構造年次論文報告集，第24巻，pp.297-304, 2016. 2) 土木学会鋼構造委員会座屈設計ガイドライン改定小委員会: 鋼構造リシーズ12座屈設計ガイドライン改訂第2版[2005年改訂版]，土木学会, 2005.