

引張試験による二相系ステンレス鋼の材料特性

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○佐藤 信輔
長岡工業高等専門学校 正会員 宮寄 靖大

1. はじめに

二相系ステンレス鋼は、ステンレス鋼の特徴である高耐食性ととともに、高強度を有するため、土木構造物主部材への活用が期待されている。また、2015年9月にJIS化されたリーン二相系ステンレス鋼¹⁾は、一般的な二相系ステンレス鋼である汎用二相鋼に比べて希少元素であるNiの含有量が小さい鋼種である。そのため、リーン二相系ステンレス鋼土木構造物の実現は、構造物の高耐久高強度化および初期コストの低減が期待できる。そこで本研究では、新しいリーン二相鋼を含めた二相系ステンレス鋼4種類の引張試験を実施し、その材料特性を明らかにする。

2. 対象とする引張試験片

本研究で対象とする二相系ステンレス鋼は、汎用二相鋼 SUS329J3L および SUS329J4L、リーン二相鋼 SUS323L および SUS821L1 である。図1は、本研究で対象とする引張試験片形状を示す²⁾。引張試験片は5号試験片を採用し、図1中の記号は、 L_c が平行部長さ、 L_0 が標点間距離、 b_0 が平行部板幅、 t が板厚(10mm または 20mm)を示している。表1は、対象とする試験片をまとめている。同表中の試験片名は、鋼種、板厚、試験片採取方向の順に表している。なお、試験片採取方向は、RDが圧延方向、TDが圧延直角方向を意味する。また、表1に示すとおり、各条件の引張試験片は3体ずつ製作した。

3. 引張試験

本研究では、JISZ2241²⁾に基づく引張試験を実施した。使用した試験機は、東京試験機社製 RU1000D 長柱型万能試験機である。試験中は、試験機に付属のロードセルより荷重を計測し、試験片に貼付けたひずみゲージ(東京測器研究所製)よりひずみを計測した(図2参照)。ここで、ひずみゲージは、試験片両面に弾性2軸ひずみゲージ FCA-3-17-3L および、塑性単軸ひずみゲージ YFLA-5-3L を、片面に塑性単軸ひずみゲージ YHFLA-5-3L を設置した。

4. 二相系ステンレス鋼の材料特性

4. 1 応力ひずみ関係

図3は、引張試験により得られた板厚10mmのSUS329J4LおよびSUS821L1の公称応力と公称ひずみの関係を示す。同図の

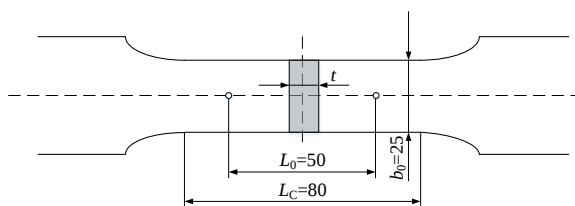
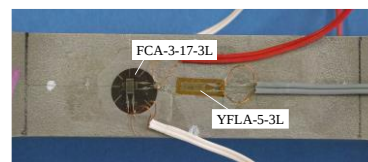
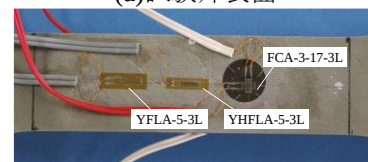
図1 JISZ2241 5号試験片²⁾

表1 対象とする引張試験片

試験片名	鋼種	板厚 t (mm)	採取方向
J3L-10-RD-1,2,3	SUS329J3L	10	RD
J3L-10-TD-1,2,3			TD
J3L-20-RD-1,2,3		20	RD
J3L-20-TD-1,2,3			TD
J4L-10-RD-1,2,3	SUS329J4L	10	RD
J4L-10-TD-1,2,3			TD
J4L-20-RD-1,2,3		20	RD
J4L-20-TD-1,2,3			TD
323-10-RD-1,2,3	SUS323L	10	RD
323-10-TD-1,2,3			TD
323-20-RD-1,2,3		20	RD
323-20-TD-1,2,3			TD
821-10-RD-1,2,3	SUS821L1	10	RD
821-10-TD-1,2,3			TD
821-20-RD-1,2,3		20	RD
821-20-TD-1,2,3			TD



(a)試験片表面



(b)試験片裏面

図2 ひずみゲージ貼付け位置

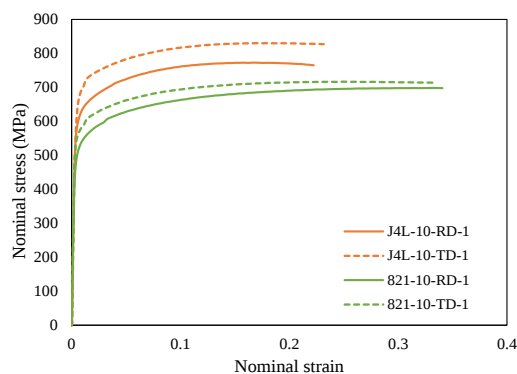


図3 二相系ステンレス鋼の公称応力-公称ひずみ関係

キーワード 二相系ステンレス鋼, 材料特性, 応力ひずみ関係, 引張試験

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝 888 TEL0258-34-9439

表2 対象とした二相系ステンレス鋼の機械的性質

試験片名	ヤング係数 E (GPa)	ポアソン比 ν	0.01%耐力 $\sigma_{0.01}$ (MPa)	0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ (MPa)	引張強さ σ_t (MPa)	降伏比 $\sigma_{0.2}/\sigma_t$	破断伸び δ (%)
J3L-10-RD	198	0.217	336	519	729	0.713	41
J3L-10-TD	217	0.234	337	576	786	0.734	37
J3L-20-RD	202	0.224	300	497	732	0.679	52
J3L-20-TD	215	0.250	305	551	765	0.721	47
J4L-10-RD	201	0.204	373	577	773	0.746	41
J4L-10-TD	217	0.226	406	638	831	0.769	35
J4L-20-RD	193	0.208	317	525	749	0.701	47
J4L-20-TD	206	0.244	337	578	786	0.735	44
323-10-RD	211	0.194	373	555	727	0.763	41
323-10-TD	227	0.210	428	611	755	0.809	35
323-20-RD	207	0.226	398	557	717	0.777	50
323-20-TD	217	0.244	406	601	736	0.816	44
821-10-RD	201	0.228	323	485	698	0.696	48
821-10-TD	215	0.244	390	542	717	0.756	45
821-20-RD	207	0.212	330	496	695	0.713	58
821-20-TD	218	0.232	363	541	705	0.767	48

縦軸は荷重を試験片平行部の元断面積で除した公称応力，横軸は塑性単軸ひずみゲージ YHFLA-5-3L より計測した公称ひずみである．同図より，リーニ二相鋼 SUS821L1 の応力ひずみ関係は，汎用二相鋼 SUS329J4L の応力ひずみ関係に比べて試験片採取方向の違いによる差が小さくなることからわかる．紙面の都合上割愛するその他の試験結果についても汎用二相鋼とリーニ二相鋼の違いは同様である．

4. 2 機械的性質

表2は，引張試験により得られた各鋼種および各条件の試験片3体の平均した機械的性質をまとめている．また，図4は，SUS329J3L および SUS821L1 の機械的性質の比較を示す．ここで，同図(a)の縦軸は圧延直角方向の結果を圧延方向の結果で除した値を，同図(b)の縦軸は板厚20mmの結果を10mmの結果で除した値を示している．そして，同図の横軸は各機械的性質を表している．同図(a)より，板厚10mmのSUS821L1の $\sigma_{0.01}$ は，試験片採取方向の違いにより，最大約20%の差が生じることが確認できる．紙面の都合上割愛したその他の結果を含めた試験片採取方向の違いによる機械的性質の差は最大平均約14%となる．つぎに，圧延直角方向のSUS329J3Lの δ は，板厚の違いにより，最大約29%の差が生じることが確認できる．紙面の都合上割愛したその他の結果を含めた板厚の違いによる機械的性質の差は最大平均約14%となる．

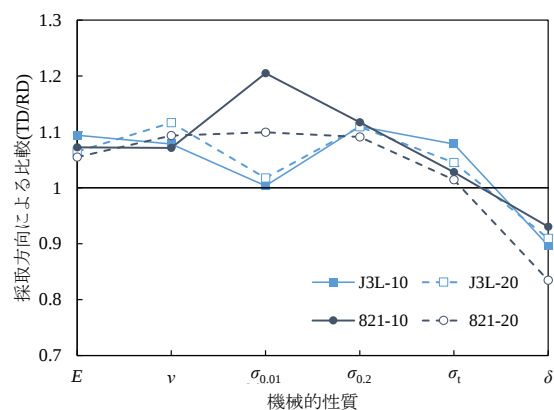
5. おわりに

本研究で得られた内容は，次の通りである．(1)リーニ二相鋼の応力ひずみ関係は，汎用二相鋼に比べて試験片採取方向の違いによる傾向の差が小さい．(2)試験片採取方向の違いによる二相系ステンレス鋼の機械的性質の差は，最大平均約14%となる．(3)板厚の違いによる二相系ステンレス鋼の機械的性質の差は，最大平均約14%となる．

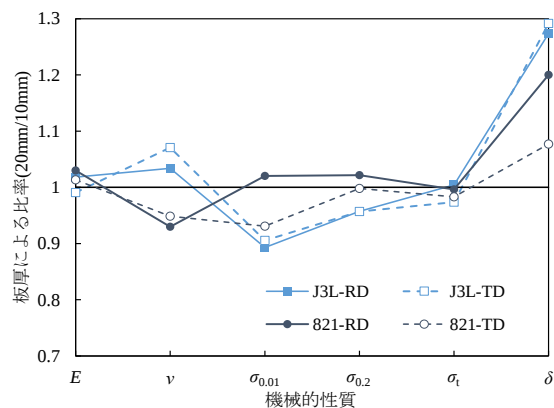
最後に，本研究は公益財団法人ユニオンツール育英奨学金の平成27年度研究助成により実施したものである．さらに，試験片は日本鋼構造協会より提供いただいたものである．ここに記して，謝意を表する．

参考文献

1)日本工業規格調査会: JISG4304, 熱間圧延ステンレス鋼板および鋼帯(追補1), 日本規格協会, 2015. 2)日本工業規格調査会: JISZ2241, 金属材料引張試験方法, 日本規格協会, 2011.



(a)試験片採取方向の違いによる比較



(b)板厚の違いによる比較

図4 機械的性質の比較(SUS329J3L, SUS821L1)