

# 板材および山形鋼より採取した Cr-Ni 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 ○井崎 茜  
 長岡工業高等専門学校 正会員 宮寄 靖大  
 長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛  
 早稲田大学 正会員 小野 潔

## 1. はじめに

ステンレス鋼は、従来の構造用炭素鋼に比べ高い耐食性を示すため、土木構造物の材料として活用することで、長期的なライフサイクルコストの低減が期待できる。このようなステンレス鋼を土木構造物に用いる際には、基本的な材料特性を明確にすることが必要不可欠である。そこで本研究では、板材および山形鋼より板厚、採取方向を変化させた引張試験片を用いて、その材料特性を明らかにする。

## 2. 引張試験方法

本研究で実施する引張試験は、JIS Z2241<sup>1)</sup>に準拠する。表1は本研究で対象とする引張試験片の実測寸法およびミルシートに記載の化学成分をまとめている。対象鋼種は、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 および SUS316、リーン二相系ステンレス鋼 SUS821L1 および SUS323L の4鋼種である。ここで、試験片は板材(P)および山形鋼(L)から採取している。なお、板材については圧延方向(RD)および圧延直角方向(TD)の2方向を、山形鋼については圧延方向(RD)のみを、各条件につき3体の引張試験片を採取している。図1には、本研究に用いている JIS Z2241 5号試験片を示している。

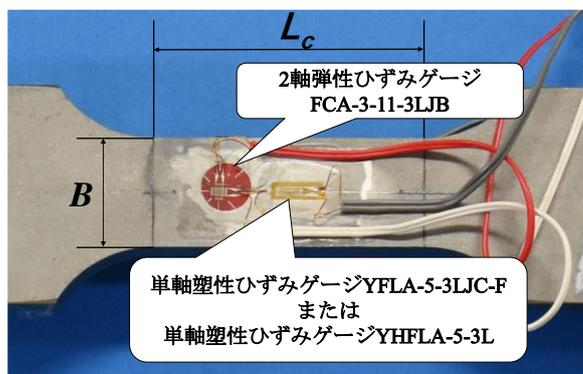


図1 試験片形状およびひずみゲージ貼付け状況

引張試験時の負荷条件は、文献1)に従い、ミルシートの基準耐力までを応力増加速度 3MPa/s および 4MPa/s とし、その後、クロスヘッド変位速度を 19mm/min として設定する。また、試験中のデータは、試験機付属のロードセルより荷重を、試験片に貼り付けたひずみゲージよりひずみを計測する。ここで、ひずみゲージは、全試験片両面に計測範囲 5%の2軸弾性ひずみゲージ FCA-3-11-3LJB を、No.1 試験片および No.2 試験片両面、No.3 試験片表面に

表1 対象ステンレス鋼の化学成分および寸法諸元

採取	鋼種	公称板厚	採取方向	試験片名	寸法緒元(一例)			化学成分(%)							
					B (mm)	板厚t (mm)	Lc (mm)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
板材P	SUS323L	10	RD	P-323-10-RD-1,2,3	25.06	10.06	60.74	0.01	0.57	1.60	0.03	0.00	3.94	23.53	0.32
			TD	P-323-10-TD-1,2,3	25.05	9.98	60.20								
		20	RD	P-323-20-RD-1,2,3	25.05	19.89	59.96	0.01	0.56	1.59	0.03	0.00	3.94	23.60	0.36
			TD	P-323-20-TD-1,2,3	25.07	19.97	60.27								
	SUS821L1	10	RD	P-821-10-RD-1,2,3	25.05	9.36	59.87	0.02	0.31	3.19	0.02	0.00	2.26	20.86	0.48
			TD	P-821-10-TD-1,2,3	25.07	9.46	60.15								
		20	RD	P-821-20-RD-1,2,3	25.05	19.90	60.21	0.02	0.30	3.22	0.02	0.00	2.26	20.99	0.48
			TD	P-821-20-TD-1,2,3	25.06	19.92	59.85								
	SUS304	10	RD	P-04-10-RD-1,2,3	25.03	10.12	60.12	0.08	1.00	2.00	0.05	0.03	14.00	18.00	3.00
			TD	P-04-10-TD-1,2,3	25.08	10.11	60.55								
		20	RD	P-04-20-RD-1,2,3	25.03	19.99	59.94	0.08	1.00	2.00	0.05	0.03	10.50	20.00	-
			TD	P-04-20-TD-1,2,3	25.04	20.00	61.00								
	SUS316	10	RD	P-16-10-RD-1,2,3	25.04	10.85	60.02	0.08	1.00	2.00	0.05	0.03	10.50	20.00	-
			TD	P-16-10-TD-1,2,3	25.05	10.90	60.07								
		18	RD	P-16-18-RD-1,2,3	25.05	18.21	59.96	0.08	1.00	2.00	0.05	0.03	14.00	18.00	3.00
			TD	P-16-18-TD-1,2,3	25.05	18.20	60.55								
山形鋼L	SUS316	10	RD	L-16-10-RD-1,2,3	25.03	5.82	61.04	0.08	1.00	2.00	0.05	0.03	14.00	18.00	3.00
		6	RD	L-16-6-RD-1,2,3	25.06	9.83	60.27	0.08	1.00	2.00	0.05	0.03	14.00	18.00	3.00

計測ひずみ範囲 15 から 20%の単軸塑性ひずみゲージ YFLA-5-3LJC-F を, No.3 試験片裏面に計測ひずみ範囲 30 から 40%の単軸塑性ひずみゲージ YHFLA-5-3L を設置した. 図 1 には, ひずみゲージ貼付け状況も示している.

### 3. 材料特性

表 2 は, 引張試験で求められた材料特性値をまとめている. ここで, 同表中の  $\sigma_{0.01}$  は 0.01%耐力,  $\sigma_{0.1}$  は 0.1%耐力,  $\sigma_{0.2}$  は 0.2%耐力,  $\nu$  はポアソン比,  $E$  はヤング係数,  $\delta$  は破断伸び,  $\sigma_{0.2}/\sigma_u$  は降伏比,  $\sigma_u$  は引張強度,  $\sigma_F$  はミルシートに記載されている基準耐力を意味する. 同表より,

板材における採取方向による材料特性値の差異は明確でないことがわかる. また, 板材および山形鋼から採取したステンレス鋼の板厚による差異も明確でないことがわかる.

図 2 は, No.3 試験片について, 引張試験で得られた応力ひずみ関係を示す. ここで, 同図の縦軸は公称応力, 横軸は公称ひずみを表している. 同図より, 鋼種間での応力ひずみ関係のばらつきは明確でないことがわかる. また, 板材と山形鋼の応力ひずみ関係においても, その差は明確でないことがわかる.

図 3 は, 板材の採取方向による違いを RD/TD の割合で表したものである. まず, 材料強度に着目してみると, 採取方向による差は, 0.2%耐力で最大 11.8%, 引張強度で最大 5.0%の差となることがわかる. つぎに, 図 4 は, 板材および山形鋼から採取したステンレス鋼の板厚の違いによる比較を示している. 同図の材料強度に着目してみると, 板厚の違いによる差は, 0.2%耐力で最大 5.9%, 引張強度で最大 3.0%となることがわかる.

### 4. おわりに

本研究で得られた内容は, つぎの通りである. (1) SUS821L1, SUS323L, SUS304 および SUS316 製板の採取方向による違いは, 0.2%耐力で 12%以下, 引張強度で 5%以下となる. (2) 板材と山形鋼の板厚による違いは, 0.2%耐力で 6%以下, 引張強度で 3%以下となる. (3) 板材および山形鋼の応力ひずみ関係は, 同鋼種の場合ほぼ同様の傾向を示す.

本研究で実施した材料試験は, 土木研究所との共同研究「耐久性向上のための高性能鋼材の道路橋への適用に関する共同研究」にて実施されたものである. ここに記して謝意を表す.

### 参考文献

- 1) 日本工業規格調査会: JIS Z2241, 金属材料引張試験方法, 日本規格協会, 2011.

表 2 材料特性値

試験片名	$\sigma_{0.01}$	$\sigma_{0.1}$	$\sigma_{0.2}$	$\nu$	$E$	$\delta$	$\sigma_{0.2}/\sigma_u$	$\sigma_u$	$\sigma_F$
	(MPa)				(GPa)			(MPa)	(MPa)
P-323-10-RD	365	505	543	0.200	202	0.387	0.756	718	614
P-323-10-TD	448	589	615	0.222	263	0.335	0.814	756	
P-323-20-RD	398	506	532	0.235	194	0.506	0.760	701	544
P-323-20-TD	364	526	560	0.247	211	0.461	0.772	725	
P-821-10-RD	333	458	495	0.221	232	0.460	0.712	696	537
P-821-10-TD	383	516	543	0.240	216	0.390	0.752	723	
P-821-20-RD	354	490	526	0.226	200	0.515	0.734	717	530
P-821-20-TD	374	529	570	0.249	245	0.443	0.777	733	
P-04-10-RD	181	252	271	0.279	191	0.640	0.436	622	286
P-04-10-TD	200	262	279	0.297	205	0.627	0.444	629	
P-04-20-RD	189	257	275	0.287	198	0.697	0.431	638	275
P-04-20-TD	200	275	301	0.292	204	0.679	0.465	647	
P-16-10-RD	174	243	262	0.281	192	0.651	0.463	567	261
P-16-10-TD	190	255	274	0.298	198	0.657	0.480	570	
P-16-18-RD	184	257	273	0.282	195	0.698	0.463	590	264
P-16-18-TD	191	264	284	0.295	199	0.683	0.482	589	
L-16-6-RD	189	249	267	0.267	185	0.630	0.466	573	263
L-16-10-RD	201	249	255	0.277	180	0.575	0.450	568	264

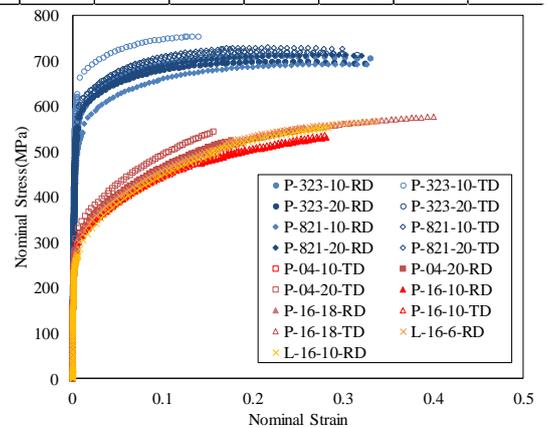


図 2 応力ひずみ関係

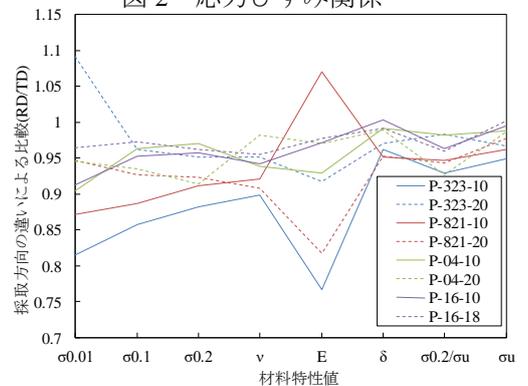


図 3 採取方向の違いによる比較

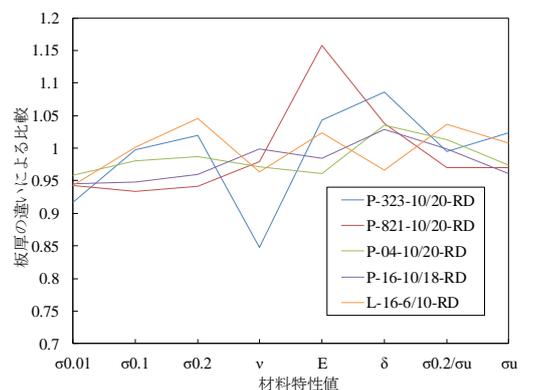


図 4 板厚の違いによる比較