

大阪大学大学院 学生員 〇森 省吾
 大阪大学大学院 正会員 奈良 敬
 大阪大学大学院 学生員 宮寄 靖大
 大阪大学大学院 正会員 三好 崇夫

1. まえがき

ステンレス鋼は高い耐食性を有し、普通鋼に比べて延性や靱性が優れた材料である。このような特徴を有するステンレス鋼は、我が国における建築構造物に関する設計基準¹⁾のほか、海外でも設計指針が設けられており、既に構造用部材として幅広く活用されている。しかし、土木構造物への適用に関する設計基準が設けられていない我が国では、構造部材としてステンレス鋼の活用例はなく、高い耐食性を有効に活用した被覆材等に使用されているのが現状である。そこで本研究では、ステンレス鋼の持つ優れた耐食性を有効に利用して構造部材として活用するため、基本となる材料特性を明らかにする。

2. 試験方法

熱間圧延ステンレス鋼板(JIS G4304)²⁾の材料特性を照査するため、構成式のパラメータを決定する材料試験³⁾を実施する。試験は、①単調载荷試験、②弾性域の減少に関する繰り返し载荷試験、③両振り繰り返し载荷試験の3種類である。使用した試験片は、**図-1**に示す繰り返し载荷材料試験用の丸棒試験片とした。試験片に用いたステン

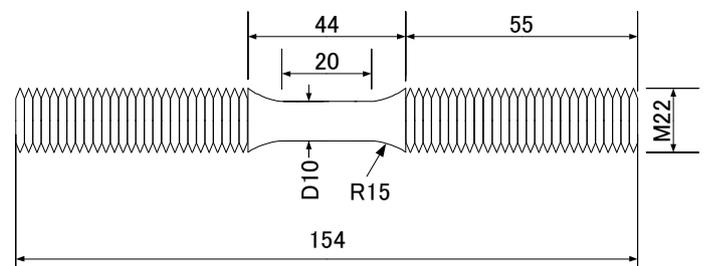


図-1 材料試験片³⁾

レス鋼はオーステナイト系の SUS304 と SUS304N2 の 2 種類とした。SUS304,SUS304N2 共に 1000mm×1000mm×20mm の板材から圧延方向(L)、圧延直角方向(C)から採取して試験片を作成した。

3. 試験結果と考察

表-1 ステンレス鋼の機械的性質

単調载荷試験により得られたステンレス鋼の機械的性質を**表-1**に、真応力-真ひずみ関係を**図-2**に示す。**表-1**に示す試験結果の強度については、JIS G4304 で規定されている圧延ステンレス鋼の0.2%耐力と JIS G4321 で規定さ

鋼種		試験結果(MPa)			基準値(MPa)	規格・基準等
		L	C	平均		
SUS304	ヤング率	198×10 ³	196×10 ³	197×10 ³	193×10 ³	文献1)
	0.1%耐力	275	239	259	235以上	JIS G4321(SUS304A)
	0.2%耐力	289	263	277	205以上	JIS G4304
	弾性限	235	217	229		
SUS304N2	ヤング率	195×10 ³	189×10 ³	192×10 ³	193×10 ³	文献1)
	0.1%耐力	397	364	381	325以上	JIS G4321(SUS304N2A)
	0.2%耐力	432	410	421	345以上	JIS G4304
	弾性限	306	302	304		
SM490	降伏応力		327	327	325	JIS G3106

れている建築構造用ステンレス鋼材の0.1%耐力、弾性限のそれぞれに対して、圧延方向(L)と圧延直角方向(C)、平均値を表示している。SUS304、SUS304N2 共に0.1%耐力は、JIS で規定される0.2%耐力および0.1%耐力を満たしていることが同表から読み取れる。このため、構造部材として SUS304,SUS304N2 を活用する場合、JIS G4321 に規定される0.1%耐力を用いて差し支えないといえる。ステンレス鋼の圧延方向および圧延直角方向の特性を比較してみると、**図-2**からも判断できるように両鋼種共に大きな差は見られない。このことから、両鋼種は等方性とみなしてよいことが確認できる。

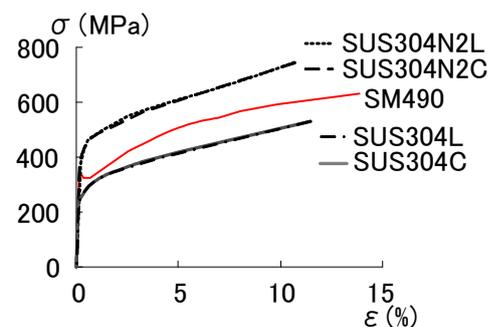


図-2 単調引張試験結果

Shogo MORI, Satoshi NARA, Yasuhiro MIYAZAKI, Takao MIYOSHI

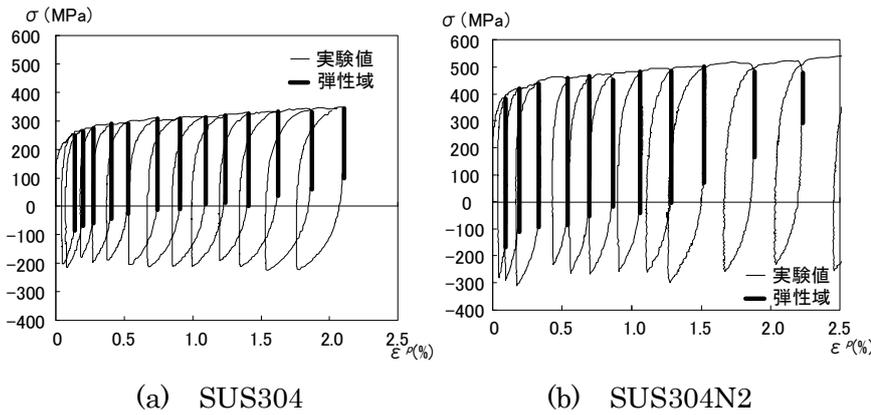


図-3 垂直応力 σ と塑性ひずみ ϵ^p の関係

繰り返し塑性履歴に伴う弾性域の減少を照査するため、両ステンレス鋼に対して、図-3に示すように、小さなひずみステップでの除荷と載荷を繰り返す試験を行った。図中の縦軸は真応力、横軸は塑性ひずみ ϵ^p を示している。また、図-4に弾性域の大きさ κ/κ_0 と累積相当塑性ひずみ ϵ_{mon}^p の関係を示す。図中の縦軸は、図-3の太い実線で示す除荷開始点から直線的に下降する弾性域 κ を初期の弾性域 κ_0 (SM490の場合は降伏点の2倍、ステンレス鋼の場合は弾制限の2倍)で無次元化した値である。また、比較のためSM490の結果も図中に表示している。同図から、ステンレス鋼の結果はSM490に比べてばらつきが大きく、累積相当塑性ひずみ ϵ_{mon}^p が0.5%付近から一定に収まるSM490とは異なることがわかる。また、SUS304では累積相当塑性ひずみが大きくなるに従い弾性域が減少するが、SUS304N2ではその傾向が明確に読み取れないことがわかる。

両振り試験を示す図-5から、SM490の降伏応力より64MPa小さい0.2%耐力を有するSUS304は、SM490材とほぼ同様の傾向を示すことがわかる。しかし、図-6に示すように両振り試験から得られた非線形遷移領域に関する応力と塑性ひずみの関係から、SUS304N2はもちろん、SUS304もSM490に比べ非線形遷移領域でのひずみ増加量が小さいことがわかる。これより、両ステンレス鋼とSM490では非線形遷移領域の応力ひずみ関係が異なることがわかる。

4. まとめ

本研究では、ステンレス鋼を土木構造物に活用するため、SUS304,SUS304N2を対象とした材料特性について繰り返し載荷試験により明らかにした。本研究で得られた内容をまとめると次の通りである。(1) SUS304,SUS304N2の耐力は、建築構造を対象としたJIS G4321に規定される0.1%耐力として差し支えない。(2) SUS304,SUS304N2共に等方性として扱うことができる。(3) 弾性域は、SUS304ではひずみの進行とともに減少し、SUS304N2では明確な特性が現れなかった。(4) SUS304,SUS304N2の両鋼材の応力ひずみ関係は非線形遷移領域においてSM490の応力ひずみ関係とは異なることがわかった。今後、収集したデータを活かして、ステンレス鋼を対象とした材料構成式の提案を行う予定である。

参考文献 1) ステンレス構造建築協会: ステンレス建築構造設計基準・同解説, 技報堂出版, 2001.5. 2) 日本規格協会編: JISハンドブック鉄鋼. 3) 鈴木雄大, 小野潔, 池内啓行, 岡田誠司, 西村直男, 高橋実: 実用鋼材構成式の開発, 第6回地震時保有水平耐力に基づく橋梁等構造物の震害に関するシンポジウム講演論文集, pp.351-358, 2003.1.

図-4 弾性域と累積相当塑性ひずみの関係

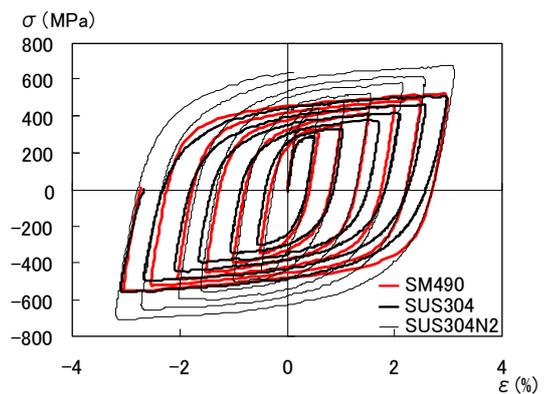


図-5 両振り試験結果の一例

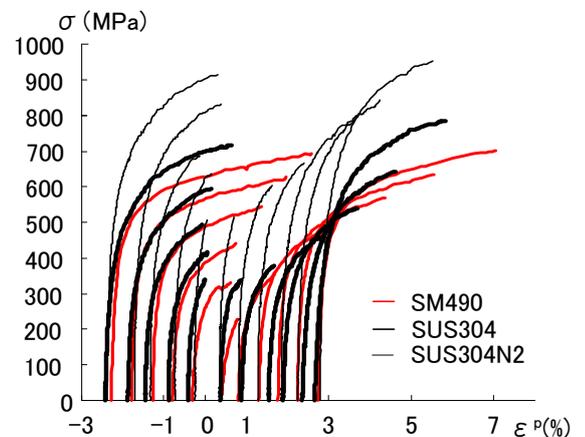


図-6 非線形遷移領域