

厚板 SUS316 および SUS821L1 のシャルピー吸収エネルギーに及ぼす引張予ひずみの影響

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○山田 悠作
 長岡工業高等専門学校 正会員 宮寄 靖大
 日本鋼構造協会 正会員 志村 保美

表1 対象ステンレス鋼の機械的性質と化学成分(ミルシート値)

試験体	機械的性質			化学成分(%)									
	0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ (MPa)	引張強さ σ_u (MPa)	伸び δ (%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N
SUS316	295	585	60	0.020	0.47	0.83	0.029	0.001	10.5	16.62	2.08	-	-
SUS821L1	559	731	38	0.022	0.35	3.21	0.024	0.000	2.22	20.84	0.50	1.06	0.16

1. はじめに

橋梁をはじめとした我が国の土木構造物は、供用期間 50 年を経過しはじめており、経年劣化に対する課題解決が求められている。鋼橋に対する解決策として、高耐久性材料であるステンレス鋼の使用が考えられる。炭素鋼製鋼構造物のエネルギー吸収能¹⁾は明らかにされているものの、ステンレス鋼についての同様の検討は行われていない。そこで本研究では、冷間加工したステンレス鋼を使用する際の素材特性として、SUS316 および SUS821L1 の厚板を対象に、予ひずみを与えた後、シャルピー吸収エネルギーの変化を実験により明らかにすることを目的とする。

2. 材料試験方法

本研究で対象とする材料は、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS316 および二相系(リッチ型)ステンレス鋼 SUS821L1 である。表 1 は、これらのステンレス鋼のミルシートに記載の化学成分および材料特性値を示す。図 1 は、予ひずみを与える試験体を示す。同図中の黒丸は、単軸塑性ひずみゲージ(共和電業製:KFEM-5-120-C1L3M2R)を貼付けた位置を表している。この試験体を用いた予ひずみを与える試験では、平行部 L_0 の片面に設置したひずみゲージおよび試験機付属のロードセルより、ひずみおよび荷重を計測した。予ひずみ導入試験における負荷は、万能試験機のクロスヘッド変位を静的な速度で与えた。これらの試験は、除荷後の試験体平行部のひずみが 5% および 10% となるように実施した。図 1 の点線で表す部分は、予ひずみ導入試験体からシャルピー衝撃試験用の試験片を 15 本採取する状況を示す。採取した試験片は 250°C で 1 時間保持の時効処理を行い、-60°C ~ 20°C の間の 5 温度で各 3 本試験を行った。シャルピー衝撃試験では、比較用として予ひずみを導入しない試験片も同様にして行った。以降に示すシャルピー吸収エネルギーの結果は、3 本の試験結果の平均とする。

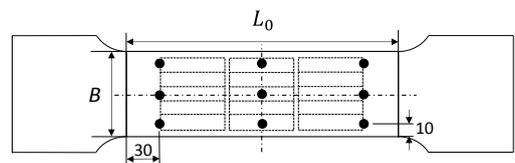


図1 予ひずみ導入用試験体

表2 予ひずみ導入用試験体の寸法諸元

供試体名	平行部 L_0 (mm)	板厚 t(mm)	板幅 B(mm)	断面積 A(mm ²)
316-5%-L	291	11.9	80	951
316-5%-C	292	12.0	80	957
316-10%-L	291	12.0	80	956
316-10%-C	291	12.0	80	956
821L1-5%-L	292	12.2	80	978
821L1-5%-C	291	12.1	80	971
821L1-10%-L	291	12.2	80	976
821L1-10%-C	291	12.1	80	970

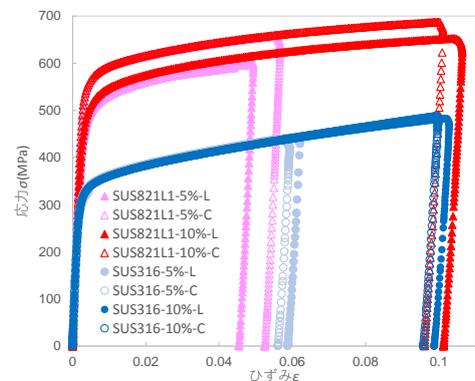


図2 応力ひずみ関係

キーワード ステンレス鋼, 予ひずみ, シャルピー衝撃試験, シャルピー吸収エネルギー

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258 - 34 - 9439

3. 実験結果

図2は、予ひずみ導入試験により得られた応力ひずみ関係を示す。同図の横軸は、試験体平行部に貼り付けた9枚のひずみゲージの値を平均したひずみを表している。同図より、対象としたステンレス鋼の応力ひずみ関係は、ラウンドハウス型を示すことがわかる。また、SUS316とSUS821L1を比較してみると、SUS821L1は、SUS316に比べて高強度であることが確認できる。

図3は、対象とした全試験体のシャルピー吸収エネルギーの温度による変化を示す。同図(a)より、SUS316のシャルピー吸収エネルギーは、温度の低下による明確な変化が発生しないことが分かる。一方、同図(b)のSUS821L1のシャルピー吸収エネルギーでは、温度低下に伴う減少がわずかに見られ、温度が20℃の時に対する-60℃の時のシャルピー吸収エネルギー比は、約0.41倍から約0.63倍となった。

図4は、予ひずみの変化に伴うシャルピー吸収エネルギーの変化を示す。また、同図中には、JIS G3106²⁾およびJIS G3114³⁾に規定される炭素鋼のシャルピー吸収エネルギーを線で表している。(以下では、この値を規格値と称する。)同図より、予ひずみの増加とともにシャルピー吸収エネルギーが低下し、予ひずみが0%の時に対する10%の時のシャルピー吸収エネルギー比は、SUS316で約0.72から約0.89、SUS821L1で約0.47から約0.72となった。

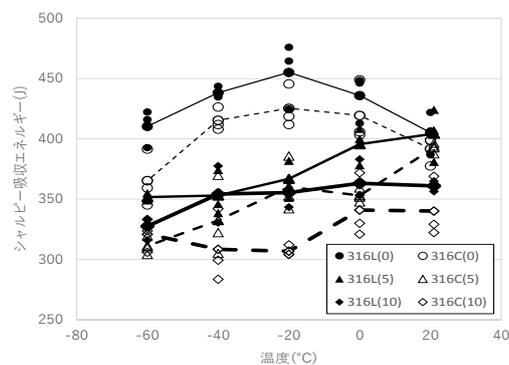
図4にて、実験で得られたシャルピー吸収エネルギーの最小の値が、SM490YBおよびSM570の規格値の約2.17倍および約1.25倍となることから、本研究で対象としたSUS316およびSUS821L1は、予ひずみ10%でも十分な衝撃吸収能力を有することがわかる。

4. おわりに

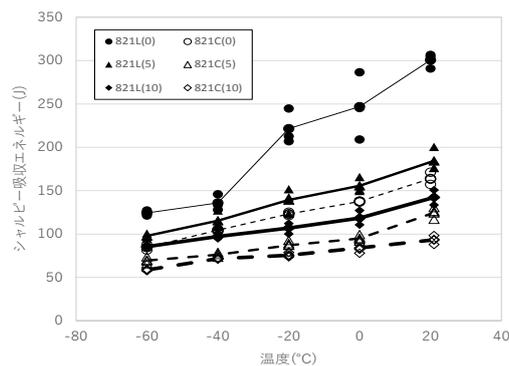
本研究で得られた成果は以下の通りである。(1)シャルピー吸収エネルギーの温度の低下による変化は、SUS316にてほとんど発生せず、SUS821L1にて20℃から-60℃まで低下すると、-60℃のシャルピー吸収エネルギーが20℃時の0.41倍から0.63倍となる。(2)予ひずみが10%の試験体のシャルピー吸収エネルギーは、0%の試験体に比べてSUS316で約0.72倍から約0.89倍、SUS821L1で約0.47倍から約0.72倍となる。(3)本研究で対象としたSUS316およびSUS821L1のシャルピー衝撃値の最小の値は、SM490YBおよびSM570の規格値の約2.17倍および約1.25倍となる。

参考文献

- 1) 本間宏二, 三木千尋, 征矢勇夫, 笹尾英弥, 奥村健人, 原修一: 冷間加工を受けた構造用鋼材の歪み時効と冷間曲げ加工の許容値に関する研究, 土木学会論文集, I-40, 1997.
- 2) 日本産業標準調査会: JIS G3106, 溶接構造用圧延鋼材, 日本規格協会, 2015.
- 3) 日本産業標準調査会: JIS G3114, 溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材, 日本規格協会, 2016.

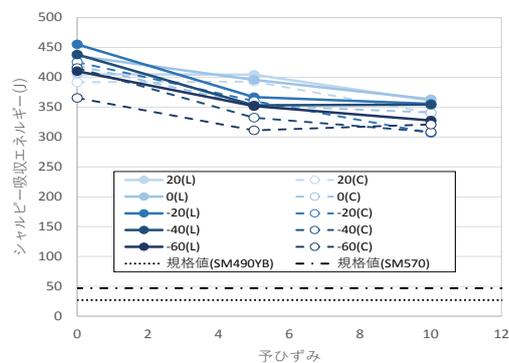


(a) SUS316

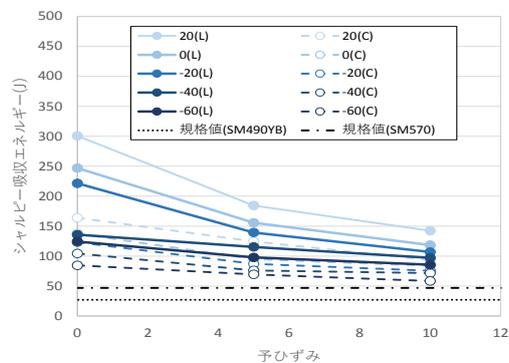


(b) SUS821L1

図3 シャルピー吸収エネルギーの温度による変化



(a) SUS316



(b) SUS821L1

図4 シャルピー吸収エネルギーの予ひずみの進展による変化