

# (731) SUS304および316ステンレス鋼の極低温機械的性質におよぼすCならびにNの影響

(株)日本製鋼所 材料研究所 工博 大西敬三 ○三浦 立  
 日本原子力研究所 工博 島本 進 吉田 清  
 多田栄介 高橋良和

**1.緒言** 最近、核融合炉用大型超電導コイルのように極低温(4K)で大きな応力を生じる装置の開発にともなつて、従来のr系ステンレス鋼やアルミニウム合金よりも高強度の低温材料の必要性が認識されてきている。CおよびNは、とくに低温においてr相を著しく強化することが知られており、核融合炉用大型超電導コイル開発の国際協力事業であるLCTプロジェクトでは装置およびコイルの構造材料に304あるいは316系の窒素強化型ステンレス鋼が採用されている。

表1 供試鋼の化学成分

Series	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N
304	0.015 0.077	0.52	1.19	0.020	0.009	9.97	18.35	-	0.050 0.176
316	0.014 0.085	0.52	1.19	0.020	0.009	11.87	16.43	2.46	0.056 0.166

本研究では、合金設計の基礎データを得

ることを目的として、SUS304および316ステンレス鋼の4°Kまでの低温機械的性質におよぼすCとNの影響を調査した。

**2.実験方法** Cを3レベル、Nを4レベル変化させた表1に示す成分の供試鋼 24チャージを50kg高周波誘導炉で大気溶解し、熱間鍛造および熱間圧延により22mmt鋼板とした後、1040℃×2hrsWQの熱処理を施して引張試験およびシャルピー試験に供した。引張試験は室温、77°K、4°Kの3温度で各2本ずつ実施した。77°Kおよび4°Kの試験はそれぞれ液体窒素および液体ヘリウムに浸漬して行なつた。引張速度は0.2%耐力を越えるまではクロスヘッドスピード0.2mm/min、それ以降は3.0mm/minとした。シャルピー試験は273~77°Kで行なつた。

**3.実験結果** 得られた結果をまとめると次のとおりである。

- 4°Kに冷却した試料のX線回折結果ではマルテンサイト相(ε, α)は認められず、全供試鋼のMs点は4°K以下である。
- C、Nとも0.2%耐力および引張強さを増加させる。結果の一例として、SUS304Lおよび316Lの室温から4°Kまでの強度におよぼすN含有量の影響をそれぞれ図1および2に示す。とくに0.2%耐力に対する効果が著しく、その効果は低温ほど大きい。4°Kにおける0.2%耐力に対するCとNの影響について次の重回帰式が得られた。

$$\text{SUS304: } 0.2\% \text{YS (Kg/mm}^2\text{)} = 138 + 295.0 (\%C) + 378.2 (\%N)$$

$$\text{SUS316: } 0.2\% \text{YS (Kg/mm}^2\text{)} = 398 + 254.4 (\%C) + 297.5 (\%N)$$

- 伸びおよび絞り温度の低下とともにわずかに減少するが、CおよびNの影響は小さい。
- 衝撃値はCおよびNの増加とともに低下する傾向があり、その傾向は低温ほど大きい。ただし、もつともCおよびNが多い場合でも、77°Kにおける衝撃値はSUS304で10Kg・m、SUS316で8Kg・mであり、なお十分な靱性を有している。

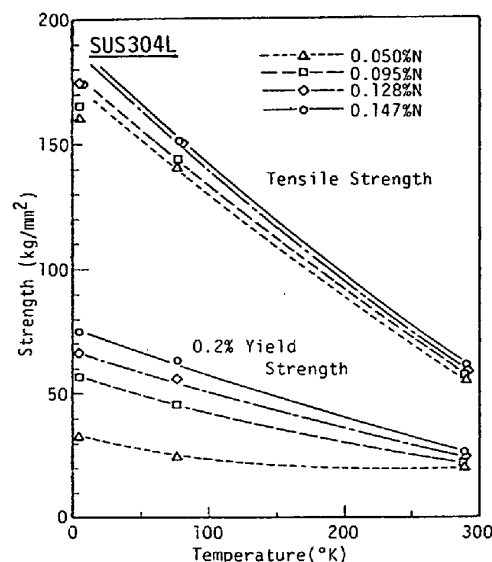


図1 SUS304Lの低温強度におよぼすNの影響

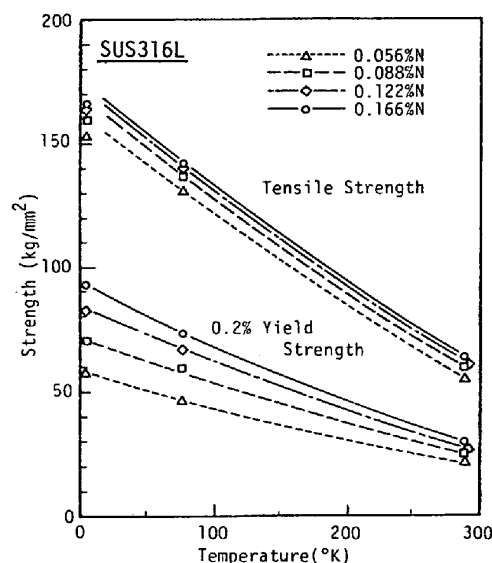


図2 SUS316Lの低温強度におよぼすNの影響