

21Cr-32Ni鋼のHAZ割れ感受性に及ぼすSiの影響
 ——高温延性挙動よりの評価——

日本ステンレス株式会社直江津製造所

○ 斎 藤 喜 一
 近 藤 久
 高 橋 幸 久

1 緒言

オーステナイト系Cr-Niステンレス鋼溶接部の高温割れ感受性に及ぼすSiの影響に関しては、これまで既に数多くの報告がみられ、これらの報告では何れもSiは溶接部の高温割れ傾向に対して有害で、例えばGoochら⁽¹⁾は310S 材の場合、0.3%以下に制限すべきであるとしている。しかしながらこのような報告の殆んどは主に溶接金属の高温割れに関するもので、HAZの高温割れに関しては溶接金属よりの類推から有害であるとされていることが多く、HAZの高温割れに及ぼすSiの影響に関し積極的に検討した報告は特にみられない。そこで筆者らはこれらの実を明らかにすべく、供試材料として21%Cr-32%Ni 鋼(以下21Cr-32Ni 鋼と称す)を選び、そのHAZ割れ感受性に及ぼすSiの影響を熱サイクル再現装置による高温延性試験の結果から評価検討してみた。

2 供試材料

Table 1 に本試験に用いた21Cr-32Ni 鋼の化学組成を示した。Si量は凝固組織中にフェライトを生じない範囲の最高約4%までとした。試料は10Kg 角型鋼塊として高周波炉により溶製後、10 ϕ mm に鍛造(鍛造比:9)し、1100°C にて固溶化処理した後試験に供した。

Table 1 Chemical composition of materials tested, %

No	Aim of Si cont.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
1	0.4	0.058	0.43	0.76	0.011	0.005	20.89	32.04
2	0.6	0.052	0.76	0.75	0.014	0.008	20.24	32.34
3	0.9	0.049	0.96	0.76	0.012	0.007	20.42	32.34
4	1.5	0.048	1.59	0.82	0.010	0.009	20.93	32.34
5	2.0	0.048	2.23	0.79	0.012	0.009	20.84	32.34
6	3.0	0.041	3.12	0.85	0.014	0.007	20.95	32.60
7	4.0	0.044	4.32	0.84	0.013	0.006	20.97	32.08

3 試験方法

先ず2で述べた供試材料より8 ϕ mm 寸法の丸棒型試験片を必要量削り出した。続いて引張装置付熱サイクル再現装置にて、これらの試料に加熱速度; 180°C/sec, 冷却速度; 80°C/sec, 最高加熱温度(T_{max})における保持時間; 3sec. の熱サイクルを与え、その加熱、及び冷却過程で引張破断試験を行なった。そして特にその冷却過程で示す延性曲線から、脆性温度範囲(BTR)を求め、これとSi量との関係からHAZ割れ感受性に及ぼすSiの影響を評価した。

4 試験結果

Fig 1 に熱サイクルの冷却途中における高温延性試験結果の一部を示した。又 Fig 2 には、熱サイクルの加熱途中の試験において延性0となる温度(NDT), 強さ0となる温度(NST), 及び液化開始温度(LIT), 並に熱サイクルの冷却途中の試験において得られた延性が急速に回復する温度、即ち脆性温度範囲(BTR)の下限(L.BTR)及びBTR, さらにこれらとは別に実測した固相線とSi量との関係を示した。Fig. 1 及び Fig. 2 にみられる如く、21Cr-32Ni 鋼へのSiの添加は、Si量の増加と共に固相線, NST, NDT, LIT, 及びL.BTR を低めるが、特に割れ感受性を評価する上で重要なL.BTR は、高Si側において大きく低下している。今こ

れより固相線とLBTRとの間の温度範囲，即ちBTRを求めてみるとFig. 2の太い破線の如くなる。Fig. 2のBTRとSi量との関係より明らかのように，21Cr-32Ni鋼のBTRはSi量約2%以下の時には，通常割れ感受性なしとされる100°C以下の範囲にあるが，約3%以上では100°Cを超え，HAZ割れの危険性を有するようになる。即ち21Cr-32Ni鋼のHAZ割れ感受性とSi量との関係は，Si量約2%附近を境にして大きく変化し，溶接金属の場合より遙かに多い約2%以上の添加量の時，初めて影響を及ぼし始めるようになるといえる。

Si量によるHAZ割れ傾向のこのような相違は材料の組織的相違と関係しているように思われる。即ちBTRが100°C以下を示したSi量約2%以下の試料は，オーステナイト地に主にsilicateが存在しているのみで，他の相の存在は認められないが，BTRの広りを示したSi量約3%以上では，1100°Cでの同一固溶化処理にもかかわらず結晶粒界にかなりのCr炭化物の析出がみられ，約4% Siのそれでは結晶粒界の殆んど全域にみられる。このようなCr炭化物はHAZにおいてHAZ割れの傾向を促進する組成的液化を惹起することが知られており，Si量約3%以上でみられたBTRの広りは，このようなCr炭化物の組成的液化に起因したものとみることが出来る。なおこれらのCr炭化物はSi量の増加に伴うCの固溶限の減少によるものと考えられるので，C含有量を極端に低減すれば，高Si量においてもBTRを100°C以下に抑制し得るようになると思われる。

文 献

- (1) T.G. Gooch, Mrs J. Honeycombe, Metal Const. 7 (1975) 3, 146~148.

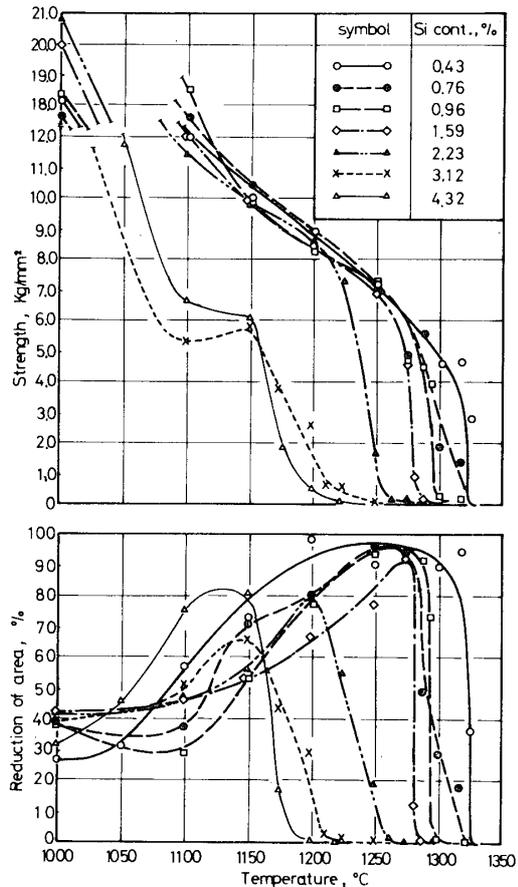


Fig 1 The effect of Si contents on hot ductility characteristics of 21%Cr-32%Ni steel, tested on cooling of thermal cycle.

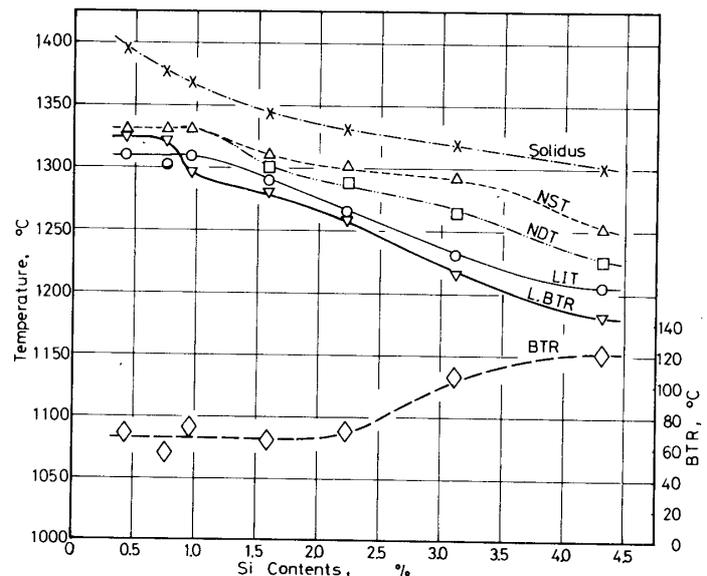


Fig 2 Effects of Si contents on solidus, NST, NDT, LIT, L.BTR, and BTR of 21%Cr-32%Ni steel