

(683) オーステナイトステンレス鋼の塑性変形に及ぼす積層欠陥エネルギーの影響

金沢工業大学 ○植木正憲, スタンフォード大学 小山利正
日産造船シービーアイ 坂井真一, 長岡技術科学大学 中村正久

1. 緒言

Fe-Cr-Ni系オーステナイトステンレス鋼においては, Crは積層欠陥エネルギー(SFE)を下げ, 逆にNiは上げるとい性質があることが知られており, CrおよびNi量を適当に増減することによって, SFEを系統的に変化させた合金を得ることが出来る。このようにして得たSFEの異なる一連の鋼においては, Fe, CrおよびNiの各元素の原子半径がほぼ等しい値であることから, 固溶体合金化などの効果を考慮せずに, 変形挙動に及ぼす積層欠陥エネルギーの効果を分離検討することが可能である。

2. 実験方法

溶製した供試鋼は, Table 1に示すA~Eの5種類であり, 表に示すSFE値は, Breedisのnode法による測定値をBrownが補正した値である。各合金の化学分析の結果ならびに(Ni) = Ni + 0.65Cr + 1.05Mn + 0.35Si + 12.6Cなる式を用いて計算したNi当量の値をTable 2に示している。試験は, インストロン型引張試験機を用いて温度291~473K, 歪速度約 10^{-5} ~ 10^{-3} sec⁻¹の範囲で行った。また温度変化試験及び歪速度変形試験を行いCottrell-Stokes比, 活性化体積などの変形諸因子を求めるとともに, 供試合金の大部分が上述した試験温度付近で準安定オーステナイトであることから, 応力誘起マルテンサイトの生起を調べるため, 引張試験中に遠磁率の連続的測定を行った。

Table 1. Test alloys and their SFE value.

Steel	Approximate composition	SFE(ergs/cm ²)
A	Fe-19Cr-11Ni	29.2
B	Fe-17Cr-11Ni	40.7
C	Fe-16Cr-12Ni	51.1
D	Fe-13Cr-14Ni	76.1
E	Fe-10Cr-16Ni	98.0

3. 実験結果

Table 2. Results of chemical analysis of test alloys.

	(wt%)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Al	N	Ni eq.
A	0.004	0.24	0.25	0.003	0.008	10.86	18.67	0.017	0.007	23.39
B	0.003	0.21	0.21	0.003	0.008	10.94	16.86	0.049	0.008	22.23
C	0.003	0.27	0.21	0.003	0.009	11.79	13.78	0.035	0.007	22.40
D	0.002	0.24	0.21	0.003	0.008	13.90	13.12	0.031	0.006	22.79
E	0.002	0.26	0.21	0.002	0.008	15.95	10.18	0.057	0.004	22.91

低温におけるfcc金属および合金の変形過程は, 転位とすべり転位の交切によって律速されると考えられるので, 各合金の引張試験によって得られる応力-歪曲線の形状は変形による転位密度の増加と交差すべりによる減少の両方の過程の相対的寄与によって決定される。

実験結果の一例として, 各試験条件での5あるいは3種類の合金における引張諸特性変化をSFEの関数としてFig. 1に示している。室温での降伏強度のSFEへの依存性は明確には出ていないが, 最大引張強度(U.T.S)と加工硬化指数は, 図から明らかに依存していることがわかる。前述したように変形過程は, 転位の交切と交差すべりによって律速され, 両方の過程とも拡張した転位の再結合を必要とし, 再結合に必要なエネルギーは積層欠陥の幅つまりSFEに依存している。つまりSFEが高い程この幅がせまいので, 転位の交切に必要なエネルギーが低く, 交差すべりが起りやすい。さらにこのことにより転位密度が低くなるので, SFEが高いほど加工硬化率は低くなりU.T.Sも低くなっている。U.T.Sおよび加工硬化指数について鋼Bに相当するSFE値で一部最大値が観察されるのは, 応力誘起マルテンサイトの発生によるものである。Table 2から明らかたように鋼BはNi当量が最も低く, 従って最も多くマルテンサイトが発生した。

参考文献 省略。

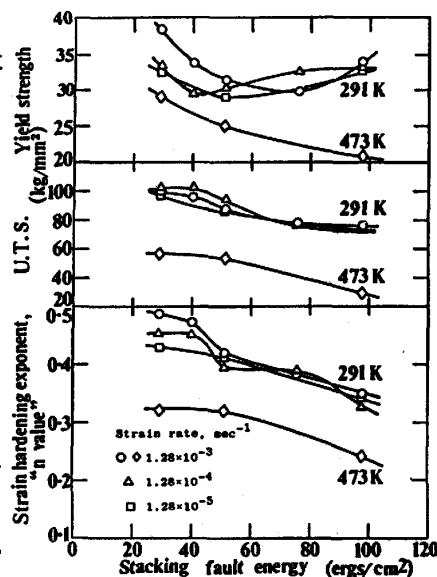


Fig. 1. Effect of SFE on the yield strength, the U.T.S. and the strain hardening exponent in austenitic stainless steels.