

425 溶接熱影響部の結晶粒粗大化に関する研究(4) — ニッケルの結晶粒成長におよぼす溶質元素の影響 —

大阪大学 工学部

〃

〃

〃

〃

井 川 博

新 成 夫

○ 大 重 広 明

山 根 伸

馬 久 地 裕

1. 緒 言

前報までに、工業用純度の純ニッケルを用い、種々の熱サイクルにおける結晶粒成長を定量的に表わしてきた。

純金属にごく少量の溶質元素を加えることにより、結晶粒界移動速度は急激に減少すると言われ、この事を実証する実験データは比較的多くある。しかし、実用合金を考えた場合、このようなごく微量元素の影響よりも、合金元素として含有させてある固溶元素の影響を検討しなければならない。したがって、本報では、ニッケルのベースに種々の種類ならびに量の固溶元素を含有させた合金において実験を行ない、固溶元素が熱サイクル時の結晶粒成長に及ぼす影響について検討を行なった。

2. 実験方法

Table 1 に示したニッケル・ベースの2元素ならびに3元素の固溶体合金を高周波真空溶製した。これらの合金を約1100℃で鍛造後、冷間圧延し、各合金それぞれ適当な温度で再結晶させこれを基準試料とした。そして、これら基準試料について恒温保持ならびに熱サイクルを与えて結晶粒の成長を測定した。

3. 実験結果

Fig. 1 は2元素合金における溶質濃度(at%)と、恒温成長データより求めた一定条件(1200℃, 1min)における結晶粒成長速度の関係を示したものである。Fig. 1 からわかるように、それぞれの2元素合金において、 $\log C$ の増加とともに $\log (d_t/d_0)$ は直線的に減少し、各合金系を通じてその勾配はほぼ一定であるが、絶対値はかなりことなっている。このように、結晶粒成長速度は、溶質の濃度のみに支配されるものでないことがわかったので、他のファクターとして、溶質原子の原子半径を加味して結晶粒成長速度を整理した例をFig. 2 に示す。すなわち、Fig. 2 においては、 $\log C|r-r'|$ と結晶粒成長速度の関係を示している。ここで、 C は溶質濃度(at%)、 r, r' はそれぞれ、溶媒(ニッケル)ならびに溶質の原子半径(Å)である。Fig. 2 における方が、Fig. 1 に比べて、溶質元素の種類による差は小さ

Table 1 Chemical compositions of materials used (at %)

Cr	Mn	W	Mo	Ni
0.97				Bal.
3.19				"
5.27				"
10.22				"
20.04				"
	0.34			"
	0.81			"
	2.02			"
	4.15			"
	13.28			"
		0.83		"
		2.98		"
		5.09		"
		9.99		"
		13.81		"
3.89		0.98		"
3.00		1.87		"
1.64		2.65		"
1.13		3.99		"
2.48	2.02			"
2.31			2.40	"
	1.96		2.06	"

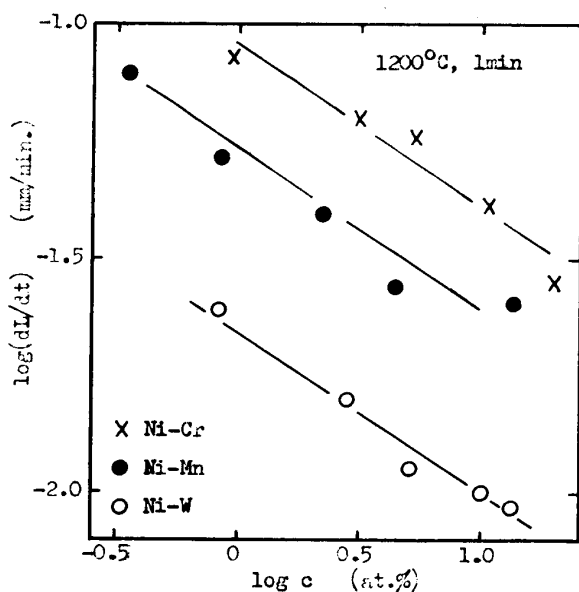


Fig. 1 Effect of solute content on the rate of grain growth

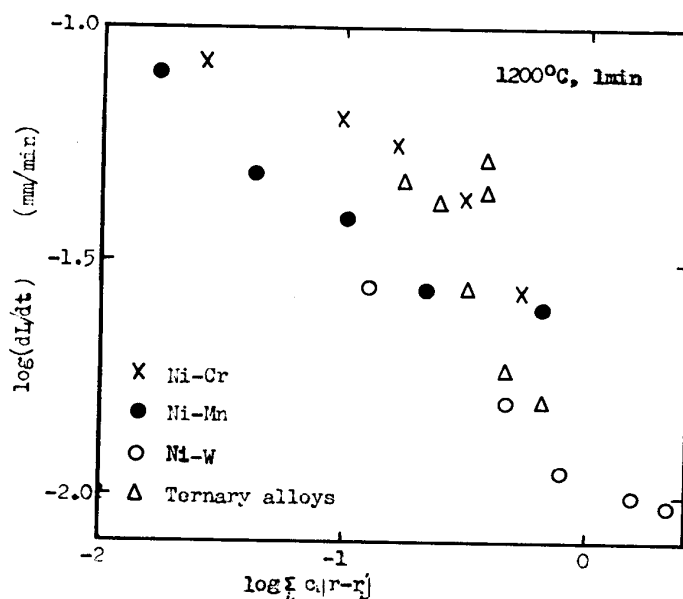


Fig. 2 Effect of content and atomic radii of solute on the rate of grain growth

くばっている。すなわち、 $|r - r_0|$ (原子径の差) が結晶粒成長速度に影響を及ぼしていると考えられる。なお、Fig. 2には3元素合金の場合を、 $\log \sum c_i |r_i - r_0|$ 、すなわち、各溶質による加算効果があるとしてプロットしてある。この場合、2元素合金とほぼ同一の直線にのるものもあるが、一部そうでないものもあり、このように単純に加算効果があるとは考えらるには問題があるかもしれない。

Fig. 3は、図中に示したような熱サイクルを与えたときの、最高加熱温度1400°Cにおける結晶粒の大きさの実測値を示す。

この場合も、横軸はFig. 2と同様、 $\sum c_i |r_i - r_0|$ で整理してある。Ni-Crはらびに一部の3元素合金は少し大きい値を示しているが、全体としては、ほぼ一定の傾向が存在する。以上の結果より、熱サイクル時、すなわち溶接熱影響部における結晶粒の大きさは、溶質元素の種類、量によってかなり変化することがわかった。

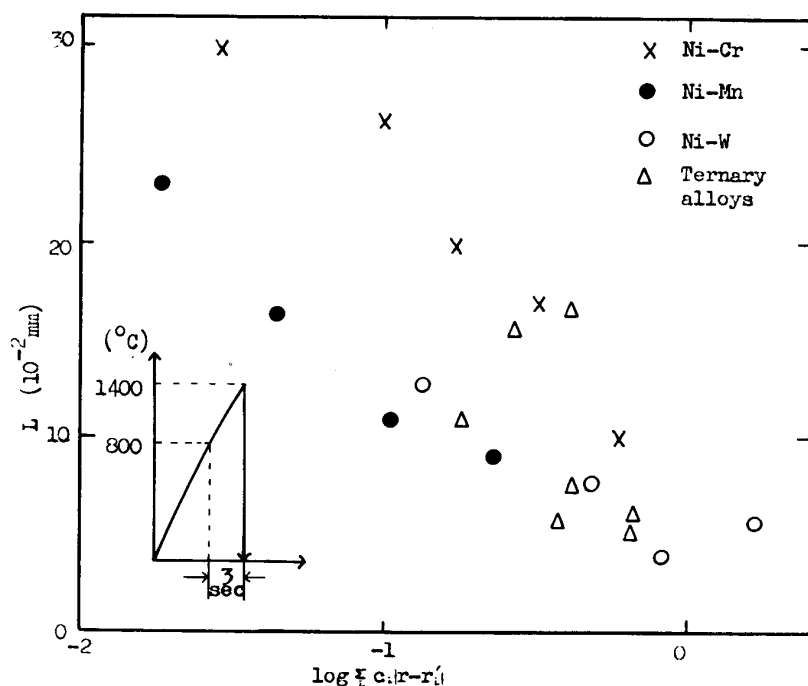


Fig. 3 Effect of content and atomic radii of solute on the grain size after thermal cycle