

(697) 高耐食性高強度ニッケル基合金の合金設計

—高耐食性高強度ニッケル基合金の開発(第2報)—

(株) 日立製作所 日立研究所 服部成雄 正岡功 佐々木良一
 日立金属(株) 冶金研究所 ○渡辺力蔵
 (株) 日立製作所 日立工場 伊藤久雄

1. 緒言

第1報で高耐食性マトリックスの最適組成を明らかにした。本報告では第1報で求めた最適マトリックス組成に系統的に変化させた析出強化相の組成を組合わせて行った析出強化型合金の合金設計について述べる。

2. 成分設計(相合成法)

(1) マトリックス組成

第1報の結果よりマトリックス組成は 25%Cr-4%Mo-20%Fe-bal. Ni とした。

(2) 析出強化相の組成と量比

Ni₃(Al, Ti, Nb) 型の析出強化相は Al, Ti 及び Nb の比率が高くなるとそれぞれ安定 r' 相, 擬安定 r' 相及び擬安定 r'' 相になる。使用温度が比較的 low, 使用中の相変化を考えないでよい場合は Al の高い安定 r' 相に比べて Ti や Nb の高い擬安定 r' や r'' の方が強度上有利である。そこで本合金設計では Al 比率は擬安定 r' や r'' にとって必要最小限の 0.2 とし, Ti と Nb の比率は系統的に変化させた実験によって求めることにした。析出強化相の量は類似合金の例を参考にして 20at% とした。

(3) 相合成

Ti と Nb の比率をそれぞれ 0~0.8 の間で 10 段階に変化させた 20at% の析出強化相と(1)で述べた組成のマトリックス 80at% を次式によって合成し, 10 種類の合金組成を求めた。

$$X = 0.2 X_P + 0.8 X_M$$

ここに X, X_P 及び X_M は各合金成分のそれぞれ合金組成中, 析出強化相中及びマトリックス中の原子濃度である。さらに炭化物に見合う補正を行って最終的に

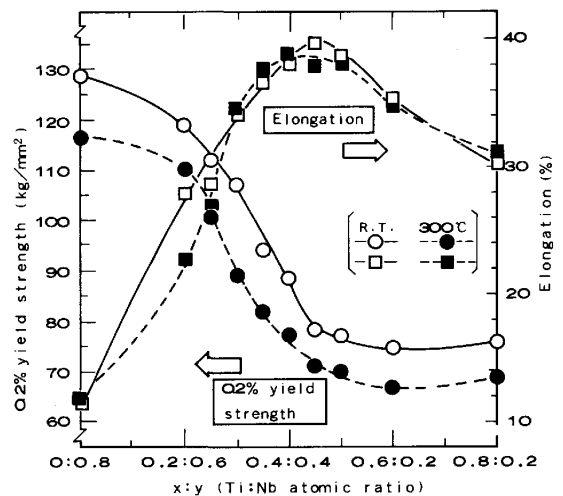
Table 1 に示す 10 種類の合金組成を得た。

3. 実験的検討

Table 1 の 10 種類の合金について棒試料を作製し, 機械的性質と耐 SCC 性に関する各種評価試験を行った。Fig. 1 には Table 1 の x:y 比と耐力及び伸びの関係を示すが, x:y 比が 0.2:0.6~0.45:0.35 の範囲で強度と延性のバランスが良好になることがわかる。CBB 試験(前報参照)の結果は x:y が 0.60:0.20 及び 0.80:0 の Ti の高い 2 合金で SCC 感受性が認められたが, その他の合金はいずれも良好であった。このほかシャルピー衝撃試験や曲げ試験も実施し, 総合的に評価した結果, Table 1 の x:y 比が 0.35:0.45 付近の合金を最適組成の開発合金として選定した。

Table 1 Alloy design factors and calculated alloy compositions

Alloy design factors		Calculated alloy compositions (wt%)									
Matrix	: 25Cr-4Mo-20Fe-bal. Ni (wt%)	x	y	C	Cr	Mo	Al	Ti	Nb	Ni	Fe
Precipitates	: Ni ₃ (Al _{0.2} Ti _x Nb _y ; x+y=0.8); 20at%	0	0.80	0.03	19.6	3.1	0.46	-	6.6	64.7	bal.
Carbides	: (Ti _{0.05} Nb _{0.05})C; C=0.03 wt%	Q20	Q60	Q03	19.6	3.1	0.46	0.88	4.9	65.1	bal.
		Q26	Q55	Q03	19.7	3.1	0.46	1.09	4.5	65.2	bal.
		Q30	Q50	Q03	19.7	3.1	0.46	1.30	4.1	65.3	bal.
		Q35	Q45	Q03	19.7	3.1	0.47	1.51	3.7	65.4	bal.
		Q40	Q40	Q03	19.8	3.1	0.47	1.72	3.3	65.5	bal.
		Q45	Q35	Q03	19.8	3.2	0.47	1.93	2.9	65.6	bal.
		Q50	Q30	Q03	19.8	3.2	0.47	2.14	2.5	65.7	bal.
		Q60	Q20	Q03	19.9	3.2	0.47	2.57	1.7	65.9	bal.
		Q80	0	Q03	20.1	3.2	0.47	3.49	-	66.4	bal.



Heat treatment: 1050-1100°C, 1h+720°C, 8h FC 620°C, 8h
 Fig. 1 Effect of Ti:Nb ratio on mechanical properties of age-hardened Ni base alloy