

大同製鋼(株)中央研究所 工博 福井彰一
 ○上原紀興

1. 目的 0.2% C 鋼をベースにしてマルエージング現象を利用して強化させ、しかも靱性も十分に高い合金組成を探索するために、Ni Mo Co Cr Al V の 6 元素の最適組合せを実験計画法的手法(山登り法)によつて求める。

2. 実験方法 実験は最適成分(Peak)に到達する最短距離方向を見出す実験(Phase I)と最短距離方向に登つて Peak を見出す実験(Phase II) から成る。また最適化の対象とする特性値(機械的性質)は硬さ(H_{RC} 、以下 H と記す)と衝撃値(以下 T と記す)とした。衝撃値は予め既存の超強力鋼を用いて H と T 間の標準曲線を作成しておき、実験鋼の衝撃値はその硬さでの標準値で除して無次元化した。

3. 実験結果

Phase I 最短距離方向の探索 出発点の合金組成 (Design Center) と、6 元素を二水準ずつ変動させる変動巾(Scale Factor)を表 1 に示す。これを L_{16} 直交配列表にわりつけ、1/4 部分実施計画で行なつた。 L_{16} 表から正規方程式を作成し、これに 500°C , 4 hr 時効後の機械的性質 $\{ H \times T, (H \times T)^{1/2}, H \times T^{1/2} \}$ を入れて機械的性質と成分間の 1 次回帰式の係数を決定した。その係数をもとに最短距離方向にある成分組成を計算した結果が表 2 であり、鋼種番号の大きいものほど Peak に向つて登つてきているはずである。

Phase II 最適成分組合せの探索 表 2 に示す各鋼を最も硬化する時効処理後の硬さと衝撃値の関係を図 1 に示す。図中の○印の添字は表 2 の鋼種番号を示すが Design Center から Peak をめざして登ると硬さと衝撃値はほぼ良いバランスをとりながら硬化するが、鋼種 22 以上ではかえつて硬さは低下し、衝撃値も低い。すなわち鋼種 20, 21 がこの系の実用上の最適組合せであり、鋼種 22 以上は実用上の Peak を通りすぎたと判断できる。ここで得られた最適鋼種 20, 21 は成分および性能上からも実用性は十分あると考えられ、これらの超強力鋼の合金設計に対して本研究で用いた方法は有効であることが確認できた。

表 1 要因表

	Ni	Mo	Co	Cr	Al	V
Design Center (%)	8	2	4	2	0.5	0.5
Scale Factor (%)	4	2	2	2	0.5	0.5

表 2 最短距離方向の成分組合せ

Steel No.	Scale of factor	Composition (w/o)					
		Ni	Mo	Co	Cr	Al	V
17	Design Center	8.0	2.0	4.0	2.0	0.5	0.5
18	1/4	9.0	2.7	3.9	2.4	0.45	0.6
19	1/2	10.0	3.3	3.8	2.8	0.4	0.65
20	3/4	11.0	4.0	3.7	3.1	0.25	0.6
21	3/4*	11.0	4.0	3.7	3.1	0.4	0.8
22	1*	12.0	4.7	3.6	3.5	0.4	0.9
23	5/4	13.0	5.3	3.5	3.9	0.1	0.7
24	5/4*	13.0	5.3	3.5	3.9	0.35	1.0
25	6/4	14.0	6.0	3.4	4.3	0.05	0.7
26	6/4*	14.0	6.0	3.4	4.3	0.35	1.1

(注) *印は $H \times T^{1/2}$ を用いて時効硬化しない材料は欠測値として取扱ひ、無印は $H \times T$ を用いて時効硬化しない材料は $H \times T=0$ とした。

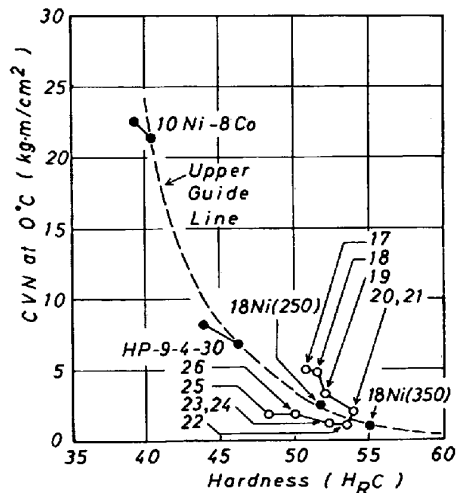


図 1 最短距離方向にある各鋼の硬さと衝撃値の関係