

(497) 0.13% C-Ni-Cr-Mo-Co 系時効硬化鋼の合金組成の最適化

大同特殊鋼㈱ 中央研究所 ○上原紀興 那 宝魁*

(*中華人民共和国 冶金工業部 鋼鉄研究院)

1 目 的

近年開発された H Y 180 (0.1C-10Ni-8Co-2Cr-1Mo) はすぐれた切欠靱性を有する超高力鋼であり、その強化因子は主として炭化物の析出であるとされている。⁽¹⁾ しかし炭化物を利用した時効硬化形の超高力鋼の開発研究の例は少なく、検討する余地の多い領域である。そこで本研究は統計的最適化手法 (Box-Wilson 法) を用いて題記の合金組成における合金元素の影響を明らかにし、合金組成の最適化を行なった。

2 実験方法

Box-Wilson 法による最適化は以下に示す二段階の実験から構成される。(1) 設計中心と探索範囲を設定し (表 1)、直交配列を利用して要因のわりつけ (表 2) を行なった実験を行う。実験によって得られた性質と要因とについて

$y = b_0 + \sum b_i x_i$ (y : 性質、 x_i : 要因、 b_i : 回帰係数) の形で表わされる一次回帰式を計算し、その回帰係数を用いて最も迅速に目標に到達できる方向 (最大傾斜方向) を算出する。最大傾斜方向は各要因を b_i/b_j (j は任意に選択した一つの要因の回帰係数、 b_i は各要因の回帰係数) の割合で変化させる方向として与えられる。(2) 最大傾斜方向に沿って要因を小さく変化させて性質を調べ、目標とする性質を示す位置を見出す。

3 実験結果

本研究は最も時効硬化した状態 (peak aging) での強度と靱性を同時に最適化する方針で実験を行った。強度と靱性を一つのパラメータで表わすために「強靱係数」(Strength-Toughness Coefficient) と称する特性値を考案した。強靱係数は規準化した引張強さと規準化した衝撃値の和である (規準化: (測定値 - 平均値) / 標準偏差)。強靱係数に関する最大傾斜方向の計算結果を表 3 に示す。各元素の回帰係数のうち、Mo と Cr については標準偏差が大きかったので、表 3 に示すように幅を持たせた最大傾斜方向を算定した。図 1 に設計中心から最大傾斜方向に沿って合金組成を変化させた場合の硬さと衝撃値の変化を示す。ここでステップとは Ni を 1% 増量することに相当し、他の合金元素は表 3 に示す割合で変化させてある。図中の A シリーズは Mo と Cr の回帰係数の中央値を採用した最大傾斜方向で、最も強度が高く、しかも靱性のすぐれた組成としてステップ 3-A の組成を得た。

参考文献: (1) G. R. Speich et. al.; Met. Trans.,

4 (1973), p. 303

表 1 設計中心と探索範囲 (wt%)

Alloying element	Ni	Cr	Mo	Co
Design center	5	2	1	2
Scale factor	2	1	0.5	2

Factor = 4 Level = 2

表 2 第一段階供試材の公称成分 (wt%)

Steel	Ni	Cr	Mo	Co
1-1	3	1	0.5	0
1-2	3	3	1.5	0
1-3	3	1	1.5	4
1-4	3	3	0.5	4
1-5	7	1	1.5	0
1-6	7	3	0.5	0
1-7	7	1	0.5	4
1-8	7	3	1.5	4

(C: 0.13, Si: 0.15, Mn: 0.15)

表 3 「強靱係数」の最大傾斜方向

	b_i	b_i/b_{Ni}
Ni mean	0.171	1.00
Mo mean + σ	0.346	2.023
Mo mean	0.198	1.158
Mo mean - σ	0.051	0.298
Co mean	0.022	0.128
Cr mean + σ	0.026	0.152
Cr mean	0.174	1.018
Cr mean - σ	0.322	1.883

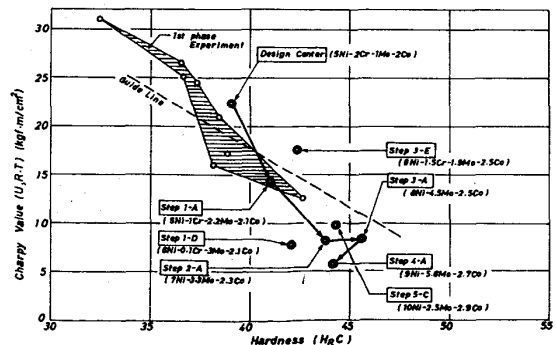


図 1 最適化過程における硬さと衝撃値の変化