

(496) 高Niマルエージ鋼の強靱性に及ぼすNi, Mo, Co, Tiの影響

大同特殊鋼(株) 中央研究所 ○綱川顕一 上原紀興

1. 目的：高Niマルエージ鋼は現在引張強さ245kgf/mm²級までは実用に供されているが、それ以上の強度を有するものについては最適合金組成の開発段階にある。そこで本研究は高強度マルエージ鋼の合金設計の基礎資料を得るために、最も基本となる強度と延性について主要合金元素の影響を調査した。実験にあたってはとくに合金元素間の相互作用を明らかにしたいと考え、実験計画法を用いて供試材の成分設定と結果の解析を行った。

2. 実験方法：Ni, Mo, CoおよびTi量を表1に示すようにそれぞれ2水準に設定し、H2-16の直交配列表を利用して16種類の供試材の合金組成を決定した。供試材は各各50kgの真空誘導炉で溶製し、鋼塊を均質化熱処理後、鍛造により直径15mmの丸棒とし、各種試験用の素材とした。各鋼種について溶体化下限温度およびピーク時効温度を硬さ測定により求め、これに基づいて溶体化、時効を行った。強度および延性を知るために硬さ測定および引張試験を行った。回帰分析は4成分に関する直線回帰として行った。

表1. 成分量
の水準(wt%)

水準	1	2
Ni	16	18
Mo	4	6
Co	12	18
Ti	0.7	1.3

3. 実験結果：引張強さ、伸びおよび絞りに関して各合金成分量の線型一次の回帰式をあてはめると式(1)~(3)が得られ、これらはいずれも危険率1%で有意となり高い相関関係が得られた。

$$TS = 1.1 + 4.24[Ni\%] + 15.85[Mo\%] + 3.77[Co\%] + 32.24[Ti\%] \cdots (1)$$

(引張強さ、kgf/mm²)

$$El = 44.12 - 0.46[Ni\%] - 2.42[Mo\%] - 0.60[Co\%] - 5.20[Ti\%] \cdots (2)$$

(伸び、%)

$$RA = 175.14 - 0.93[Ni\%] - 10.57[Mo\%] - 2.95[Co\%] - 22.60[Ti\%] \cdots (3)$$

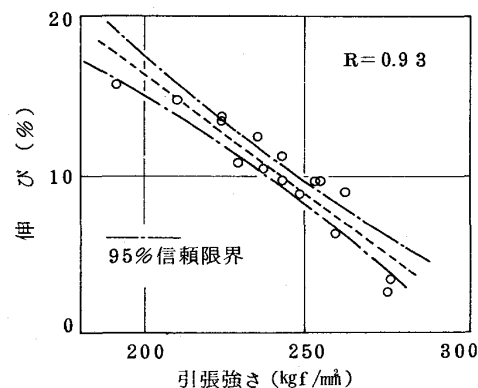
(絞り、%)

回帰係数の上に印した**印はその係数が1%の危険率で有意であることを示す。伸びおよび絞りに対するNi量の係数が5%の有意検定で棄却されたが、他はすべて危険率1%で有意であった。引張強さに対しては4成分のすべてに増加させる効果が認められ、Ni, Coの効果はほぼ等しくMo, Tiはこれらにくらべてそれぞれ約4倍、8倍の効果がある。伸び、絞りに対しては、有意性のあるMo, Co, Tiのすべてに減少させる効果があり、Mo, Tiの効果はCoにくらべてそれぞれ約4倍、8倍であり引張強さに対するこれら2元素の効果と表裏一体である。図1に示すように伸びに対する引張強さの効果は直線回帰すると危険率1%で有意であるが、95%信頼限界の外側に出るものは引張強さ以外の要因が効果をもつと思われる。表2に各特性に対する各成分の主効果および交互作用の一部を示す。主効果の有意性は回帰係数と同様に認められるが、交互作用は5%の有意検定で棄却された。

表2. 強度と延性に対する合金元素
の主効果と交互作用

要因	F ₀		
	引張強さ	伸び	絞り
Ni	15.88**	3.57	0.73
Mo	152.17**	56.75**	37.52**
Co	78.93**	32.10**	26.77**
Ti	73.03**	34.01**	22.29**
Ti×Mo	0.23	3.57	2.75
Ni×Co	0.99	0.07	0.27

** 危険率1%で有意。他は5%の有意検定で棄却。F(1, 9; 0.01) = 10.6, F(1, 9; 0.05) = 5.12

図1. 伸びに及ぼす引張強さの影響
 $El = 45.99 - 0.1491[TS]$