

1. 緒言 鋳鉄、鋳鋼の高温疲れ、熱疲れおよびロール材の耐折損性に効果のある元素を調査した結果、Cr, Mo, V, Ni, Nbなどが有効であることがわかった。本研究は、現在使用されている、Ni-Cr系低合金鋳鋼ロール材をベースにし、この材料の常高温の機械的性質に及ぼす、上記5元素の効果分散分析法によって調査し、各元素の単独効果のみならず、複合添加の効果もある程度明らかにし、優れた成分系を選出し高温疲れ熱疲れに強い低合金鋳鋼ロール材の材質改善の手がかりを得たものである。

2. 試験片 図1に示す線点図に従って、Ni, Cr, Mo, Nb, Vなどを、L₁₆(2⁵)の直交配列表に従って、表1の成分系の組合わせを作り、20kg真空溶解炉によって溶製した。溶製した鋼塊を、拡散焼鈍およびパーライトの球状化熱処理して、各種試験片を採取した。

3. 試験結果 引張り、疲れ、衝撃、硬さ試験を常温~650℃の各温度で行ない、試験値を分散分析法で解析し、各元素の効果および交互作用を明らかにし、これを表2に示した。図2は、ロールの耐折損性を高める手段の一つとして、強さと衝撃値を兼備することが必要であるとの判断から、引張強さと衝撃値との関係を示したもので、強靱性を判定する一つの手法として利用した。図中数字は、試験片符号を示し、図中の直線より右上部分に強靱性の優れたグループ、左下部分に劣ったグループを示す。伸び、絞りについても同じように引張強さとの関係をそれぞれの温度で調べ、強靱性の優れた材料を判定した。この結果を表3に示す。以上の分散分析結果および強靱性判定結果より次の点が確認された。V, Ni×Crは伸び絞りを向上せしめ、Cr×Vは衝撃エネルギー、疲れ強さを向上せしめる。また強靱性の優れている成分系は (イ) 1.0Ni - 0.5Mo - 0.4V - 1.25Cr (ロ) 2.0Ni - 1.0Mo - 0.4V - 1.25Cr (ハ) 2.0Ni - 0.5Mo - 0.2V - 1.25Cr である。経済効果を考えると、(イ)が有利である。

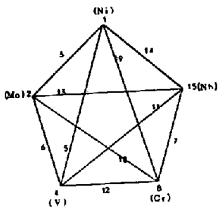


図1 線点図

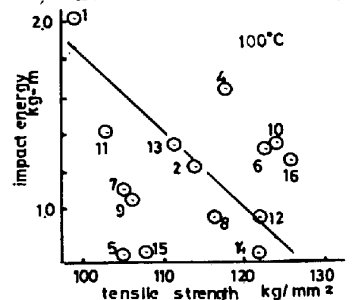


図2 引張強さと衝撃エネルギーとの関係

表1 試験片の化学成分

成分	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Nb
1	0.51	0.41	0.82	0.005	0.006	0.49	1.02	0.50	0.24	0.01
2	0.50	0.43	0.85	0.009	0.009	1.24	1.00	0.51	0.25	0.34
3	0.51	0.44	0.82	0.008	0.007	0.50	1.00	0.52	0.41	0.34
4	0.51	0.43	0.85	0.007	0.010	1.25	1.01	0.53	0.41	0.01
5	0.51	0.43	0.82	0.008	0.007	0.50	1.01	0.97	0.20	0.52
6	0.51	0.44	0.82	0.007	0.008	1.25	1.01	0.99	0.20	0.01
7	0.49	0.43	0.79	0.006	0.007	0.51	1.00	1.00	0.41	0.01
8	0.48	0.44	0.77	0.009	0.009	1.24	1.00	1.00	0.41	0.31
9	0.50	0.42	0.80	0.010	0.010	0.50	2.05	0.51	0.19	0.32
10	0.51	0.43	0.83	0.010	0.013	1.24	2.04	0.52	0.19	0.01
11	0.50	0.41	0.80	0.008	0.009	0.51	2.05	0.51	0.44	0.01
12	0.50	0.43	0.83	0.013	0.013	1.24	2.02	0.51	0.45	0.31
13	0.50	0.43	0.81	0.009	0.011	0.51	2.35	0.98	0.19	0.01
14	0.50	0.44	0.84	0.014	0.015	1.25	2.06	0.98	0.19	0.33
15	0.50	0.45	0.83	0.013	0.015	0.52	2.05	0.99	0.41	0.34
16	0.50	0.43	0.83	0.008	0.014	1.24	2.05	0.99	0.41	0.01
17	0.51	0.38	0.77	0.005	0.006	0.49	0.50	0.48	0.01	0.01

* 製品技術研究所

表2 各成分の主効果と交互作用

試験温度	引張強さ				伸び			絞り		硬さ		衝撃特性		疲れ強さ	疲れ限度比
	常温	100	250	400	常温	100	400	650	常温	100	400	エネルギー	吸収エネルギー		
Ni	●	●	●	△								●	○		
Cr	○	○	○	○	●							○	○		
Mo	●	●	●	△								○	○		
V		(-)	(-)	●	(-)				○	○		●	○		
Cr×Mo	○	○	○	○								○	○		
Cr×V				○	○							(-)	○		
Ni×Mo		△	●	●	●							○	○		(-)
Ni×V			△		(-)							○	○		(-)
Cr×Mo				○	○							○	○		(-)
Ni×Cr				△	△							○	○		(-)
Nb×Cr												○	○		

表3 強靱性に優れた材料の判定

温度	伸び				絞り				吸収エネルギー										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
20	④	17	7	13	④	10	④	16	7	17	13	④	④	④	15	12	13	④	14
100	④	⑩	6	⑩	11	7	④	7	6	⑩	⑩	④	6	⑩	④	14	12		
250	4	12	13	⑩	⑩	6	④	11	15	⑩	6	⑩	13	④	6	⑩	⑩	14	14
400	1	11	④	⑩	⑩			13	7	11	⑩	④	④	④	11	13	⑩	⑩	6
650	3	17	1	④	④	⑩		2	11	7	④	④	⑩						

材質向上効果		
大	中	小
◎ (99%)	● (99%)	△ (99%)
○ (95%)		

ロール特性に影響少	材質劣化	
	小	大
無記入	(-) (99%)	(-) (99%)