球状黒鉛鋳鉄の衝撃値に及ぼす合金元素の影響

Effect of Alloyed Elements on Impact Values of Ductile Cast Iron

西山太喜夫* 小 池 敬 一*
Takio Nishiyama Keiichi Koike

内 容 梗 概

Ni $0\sim2.25\%$, Cr $0\sim1\%$, Mo $0\sim1\%$ のニッケル, クロム, モリブデン球状黒鉛鋳鉄および Cu $0\sim3\%$, Mo $0\sim1\%$ の銅, モリブデン球状黒鉛鋳鉄について, 三元配置法および二元配置法を用いて衝撃値を主とした機械的性質を調べ, 合金元素の影響と, 組織および機械的性質の関係を検討し, 次の結果を得た。

- (1) Ni-Cr-Mo, Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄で引張強さと衝撃値がともに高い範囲は Ni $1.5\sim2.25\%$, Mo $0.5\sim1.0\%$, Cr 0%および Cu 1%, Mo $0\sim1.0\%$ である。
- (2) Mo, Ni あるいは Mo, Cu の添加によって基地がベイナイト組織となったものは硬度に比して衝撃値が高く, 硬度と衝撃値をともに必要とする場合有用である。

1. 緒 言

球状黒鉛鋳鉄の衝撃値については、すでに前報において C, Si, Mn, Pを変化した場合について報告した(1)。 すなわち C 2.5~4.0%, Si 1.5~3.5%, Mn 0.2~1.4% の範囲の試料について実験した結果、C 2.5~3.5%, Si 2.0

~2.5%で Mn, Pが可及的に少ない場合に衝撃値が高く、また衝撃値とほかの機械的性質との関係は衝撃値-硬度、衝撃値-伸びの間にそれぞれ負および正の相関が認められることが判明した。

しかし鋼材の衝撃値が変形量と密接な関係を有することから球状黒鉛鋳鉄に合金元素を添加した場合、その硬度、引張強さなどは増加するが、衝撃値は必ずしも向上しないことが予想された。しかし衝撃値はほかの機械的性質と関連して考えられることが多く、ほかの機械的性質を改善するに用いられる Ni, Cr, Mo, Cu などを添加した場合、衝撃値がどのように変化するかが問題となる。

この点を明らかにするため,これらの合金元素を添加 した球状黒鉛鋳鉄試料を熔製し,その衝撃値などと化学 組成および顕微鏡組織との関係を調査した。

しかしこれらの試料は Cr の存在によって多量の遊離 炭化物を析出し、Ni-Mo, Cu-Mo の存在によって基地 がベイナイトに変化し、あるいは Cr の共存によってソ ルバイト,ツルスタイトなどの焼入組織を残留するなど 顕微鏡組織が大きく変化しているため組織の影響は定性 的にしか取り扱えなかった。

2. 実 験 方 法

試料の熔製は(1) Ni, Cr, Mo の組合せによる三元配置, (2) Cu, Mo の組合せによる二元配置の2系列に分けて行った。素材の成分目標を C 3.5%, Si 2.5%, Mn 0.3% とし合金元素添加後マグネシウム処理を行った。合金元素の添加量は系列(1)においては Ni 0~2.25%, Cr 0~1.0%, Mo 0~1.0%, 系列(2)においては Cu 0~3%, Mo 0~1.0%の範囲で変化し、これを第1表に示す組合せに従って実験した。

熔解材料は釜石ダクタイル銑を使用し、マグネシウム処理は Fe-Si-Mg(40:40:20)および Fe-Si (25:75)を使用した。試料は第1図に示す舟形試片に鋳造し、その底部より衝撃試片(切欠なし)、小形引張試片、顕微鏡試片などを採取し、これらにつき引張試験および切欠きのない試片のシャルピー衝撃試験、組織の検鏡などを行った。

なお,試料の一部は第2図に示す条件で焼鈍し、その機械的性質を調査した。これは成分的に完全焼鈍の困難なものが多いので、普通のダクタイル鋳鉄の焼鈍条件での性質の変化を調べたのである。

第1表 化学成分の組合せと実験順序

(a) Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄

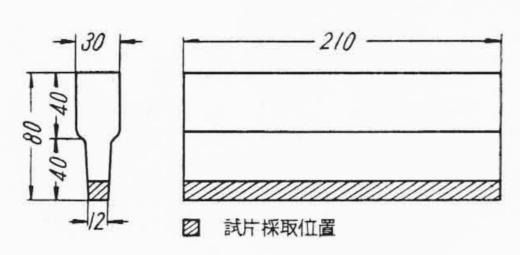
Mo(%)		0			0.5			1.0	
Ni(%) Cr(%)	0	0.5	1.0	0	0.5	1.0	0	0.5	1.0
0	15	14	27	22	34	25	5	2	23
0.75	17	10	26	24	30	4	12	35	11.
1.5	13	20	1	19	7	36	6	16	31
2.25	9	28	33	32	21	18	29	8	3

(表中の数字は実験順を示す)

(b) Cu-Mo 系球状黑鉛鋳鉄

0	0.5	1.0
7	11	4
5	9	2
10	3	8
6	1	12
	7 5 10	7 11 5 9 10 3

^{*} 日立製作所亀有工場



第1図 鋳造した試験片形状



第2図 焼 鈍 条 件

第2表 Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄の化学分析値

Solve Mr. In	目標	成分	(%)		化	学	分	析	値 (%)	
試料番号	Ni	Cr	Мо	С	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
215	0	0	0 0	3.21	2.71	0.29	0.091	0.026	Tr	Tr	Tr
214	0	0.5		3.44	2.71	0.29	0.091	0.034	Tr	0.59	Tr
227	0	1.0		3.42	2.50	0.25	0.080	0.034	Tr	0.97	Tr
217	0.75	0	0	3.54	2.60	0.27	0.088	0.030	0.82	0.02	Tr
210	0.75	0.5	0	3.43	2.48	0.26	0.089	0.036	0.76	0.57	Tr
226	0.75	1.0	0	3.47	2.67	0.23	0.083	0.032	0.78	1.00	Tr
213	1.5	0	0 0	3.21	2.52	0.26	0.088	0.026	1.59	Tr	Tr
220	1.5	0.5		3.02	2.56	0.25	0.091	0.029	1.62	0.56	Tr
201	1.5	1.0		3.37	2.59	0.23	0.089	0.038	1.70	0.92	Tr
209	2.25	0	0	3.15	2.23	0.28	0.086	0.029	2.29	0.02	Tr
228	2.25	0.5	0	3.24	2.66	0.25	0.076	0.030	2.29	0.57	Tr
233	2.25	1.0	0	3.22	2.61	0.24	0.078	0.028	2.33	0.89	Tr
222 234 225	0 0	0 0.5 1.0	0.5 0.5 0.5	3.20 3.15 3.39	2.67 2.71 2.66	$0.27 \\ 0.24 \\ 0.24$	0.095 0.079 0.095	0.032 0.028 0.038	Tr Tr Tr	$0.01 \\ 0.64 \\ 0.92$	0.61 0.76 0.70
224	0.75	0	0.5	3.08	2.71	0.26	0.094	0.030	0.73	$0.01 \\ 0.59 \\ 1.02$	0.65
230	0.75	0.5	0.5	3.23	2.58	0.28	0.082	0.032	0.78		0.63
204	0.75	1.0	0.5	3.18	2.63	0.26	0.093	0.029	0.75		0.65
219	1.5	0	0.5	3.16	2.69	$0.29 \\ 0.25 \\ 0.24$	0.086	0.030	1.52	0.02	0.55
207	1.5	0.5	0.5	3.06	2.62		0.083	0.029	1.31	0.53	0.51
236	1.5	1.0	0.5	3.23	2.62		0.078	0.029	1.55	0.97	0.83
232	2.25	0	0.5	3.03	2.57	$0.28 \\ 0.25 \\ 0.22$	0.078	0.028	2.28	Tr	0.76
221	2.25	0.5	0.5	3.17	2.63		0.090	0.036	2.13	0.54	0.55
218	2.25	1.0	0.5	3.22	2.58		0.083	0.032	2.29	0.86	0.62
205	0	0	1.0	3.19	2.68	$0.27 \\ 0.27 \\ 0.25$	0.096	0.027	Tr	0.01	1.00
202	0	0.5	1.0	3.43	2.65		0.089	0.032	Tr	0.53	1.06
223	0	1.0	1.0	3.35	2.65		0.093	0.034	Tr	0.91	1.03
212	0.75	0	1.0	3.15	2.61	0.26	0.088	0.032	0.81	0.02	1.00
235	0.75	0.5	1.0	3.21	2.66	0.25	0.073	0.024	0.78	0.61	1.19
211	0.75	1.0	1.0	3.21	2.48	0.27	0.086	0.026	0.89	1.02	0.95
206	1.5	$0 \\ 0.5 \\ 1.0$	1.0	3.15	2.70	0.26	0.085	0.027	1.49	0.01	1.06
216	1.5		1.0	3.67	2.70	0.26	0.084	0.036	1.53	0.58	0.98
231	1.5		1.0	3.34	2.57	0.28	0.080	0.034	1.51	1.13	1.18
229	2.25	0	1.0	3.28	2.62	$0.25 \\ 0.26 \\ 0.21$	0.078	0.032	2.33	0.01	1.09
208	2.25	0.5	1.0	3.08	2.49		0.086	0.039	2.06	0.57	1.08
203	2.25	1.0	1.0	3.34	2.60		0.080	0.026	2.48	0.98	1.18

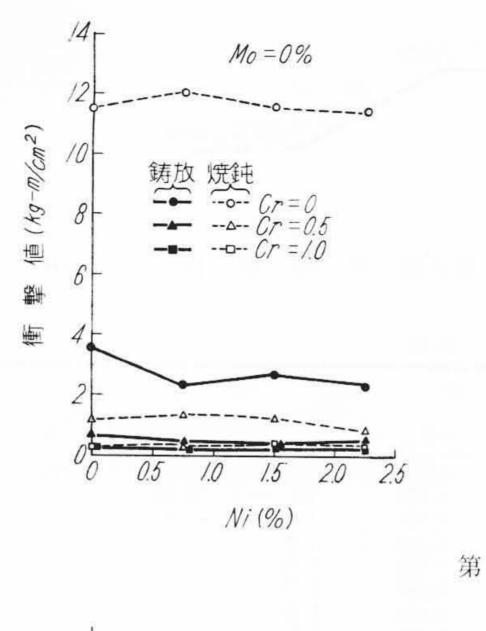
第3表 Cu-Mo系球状黒鉛鋳鉄の化学分析値

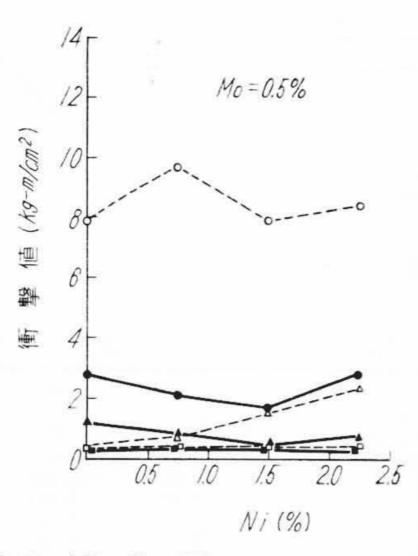
試料番号 -	目標成	分(%)			化	学	分 析	値	(%)		
P(4.1.11.72	Cu	Mo	C	Si	Mn	Р	S	Cr	Cu	Mo	Ti
301	0	0	3.54	2.45	0.27	0.084	0.020	Tr	0.48	Tr	
310	1	0	3.29	2.56	0.27	0.082	0.013	Tr	1.16	Tr	0.08
313	2	0	3.39	2.54	0.26	0.081	0.011	Tr	2.12	Tr	0.12
300	3	0	3.06	2.50	0.29	0.083	0.014	Tr	2.94	Tr	
314	0	0.5	3.39	2.64	0.28	0.083	0.016	Tr	0.08	0.60	0.04
312	1	0.5	3.30	2.63	0.27	0.080	0.013	Tr	1.13	0.58	0.12
307	2	0.5	3.33	2.54	0.28	0.080	0.016	Tr	2.00	0.58	
306	3	0.5	3.19	2.45	0.26	0.082	0.019	Tr	3,20	0.60	
308	0	1.0	3.29	2.51	0.28	0.082	0.018	Tr	0.07	1.18	-
305	1	1.0	3.18	2.65	0.26	0.079	0.018	Tr	1.20	1.15	
311	2	1.0	3.39	2.58	0.26	0.080	0.012	Tr	2.09	1.15	0.12
315	3	1.0	3.34	2.59	0.26	0.082	0.012	Tr	3.13	1.05	0.06

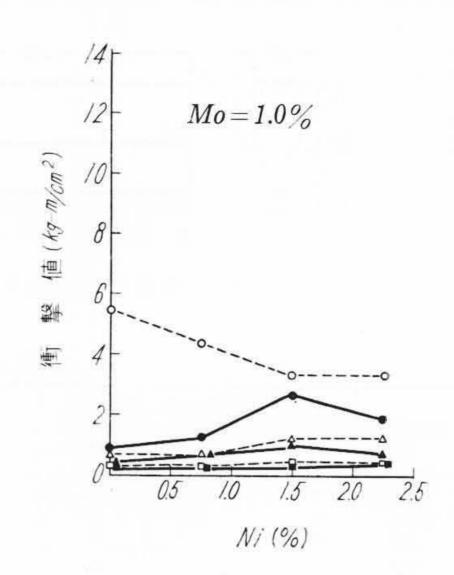
3. 実験結果および検討

3.1 化学成分,機械的性質および分散分析結果 Ni-Cr-Mo 系,Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄の試料の化学

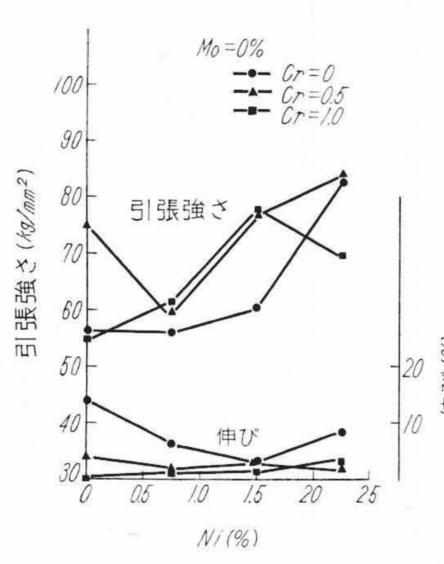
分析値を第2表および第3表に示す。試料の目標成分と 分析値を比較すると大体一致しているが、炭素量のみは 比較的変動が大きい。しかし黒鉛量 3.5% 以下の範囲で は、衝撃値の炭素量による変化は比較的小であり⁽¹⁾、こ

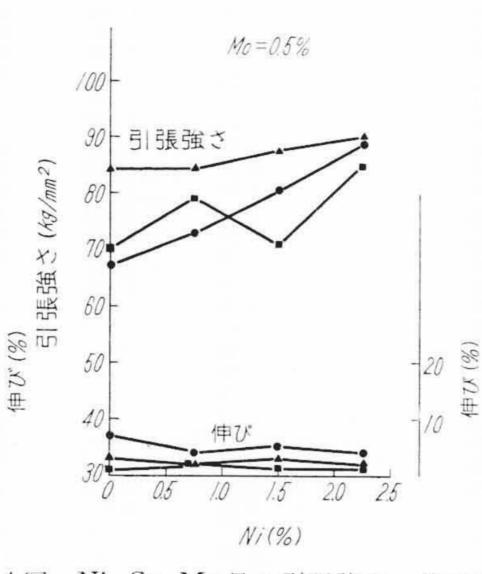


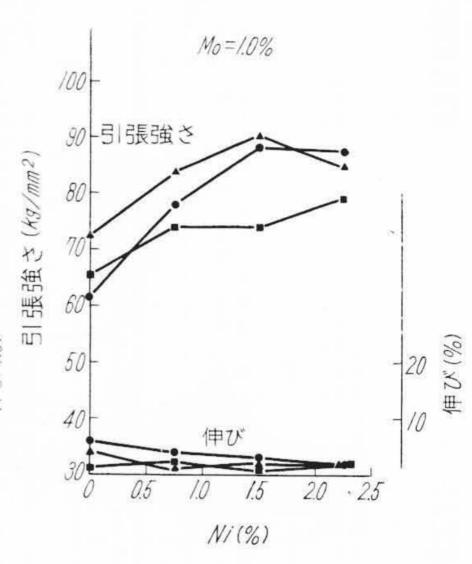




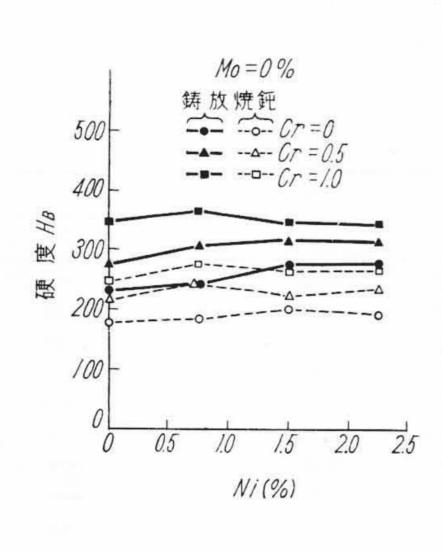
第3図 Ni, Cr, Mo量と衝撃値の関係

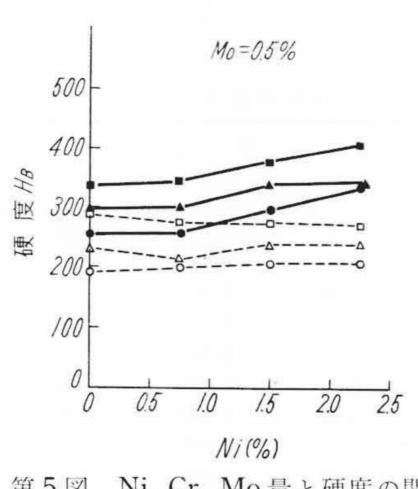


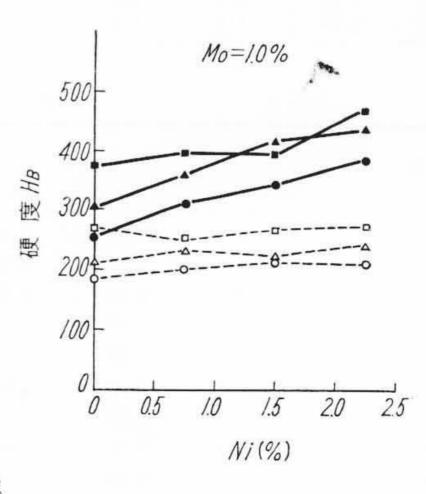




Ni, Cr, Mo量と引張強さ、伸びの関係







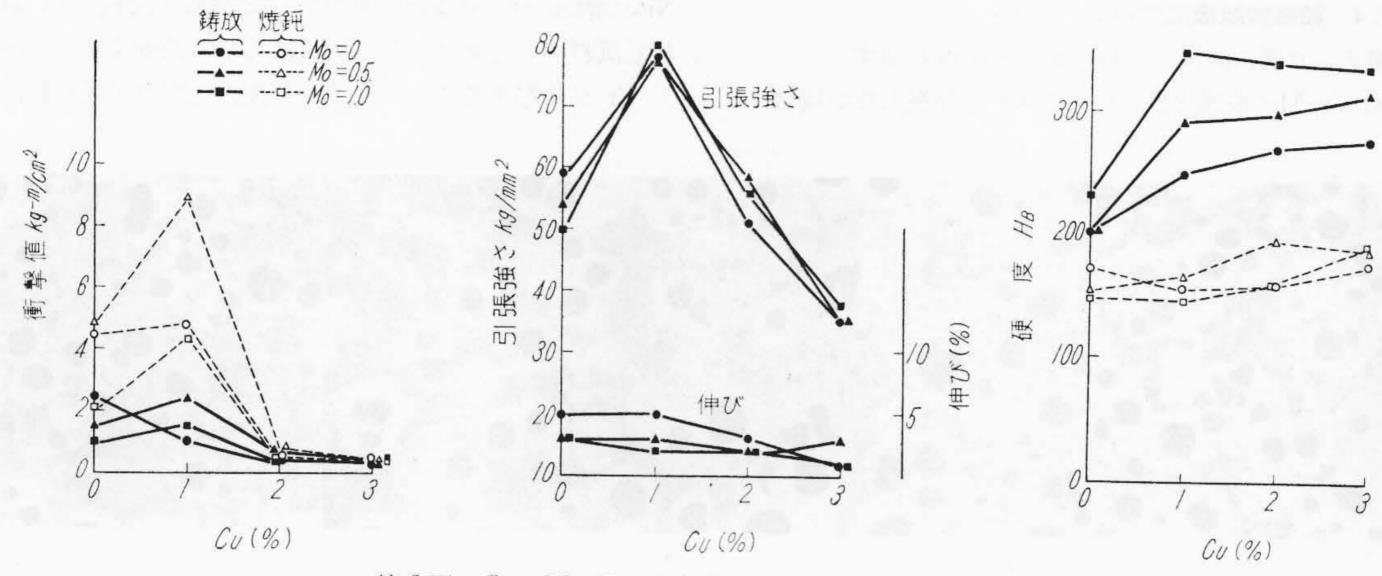
Ni, Cr, Mo量と硬度の関係

の変動の影響は少ないと考えられる。

試料の機械的性質と合金元素量との関係を第3~6図 に示す。第3~5図は Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄, 第 6図はCu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄についての結果である。

第3図から Cr の添加によって衝撃値が急激に低下す ることがわかる。また第4図から Ni の添加によって引 張強さが増加し、この実験では Ni 1.5~2.25% の試料 の引張強さが最も高いことがわかる。また第6図から Cu 1%で衝撃値、引張強さ、硬度が最も高いことがわか る。

焼鈍は Cr 量の多い試料の完全焼鈍は望めないので、 通常の焼鈍状態において衝撃値がどのように変化するか



第6図 Cu, Mo量と衝撃値, 引張強さ, 硬度の関係

第4表 三元配置法 (Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄) および二元配置法 (Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄) による有意差検定結果 一鋳放し一

7467	123			Ni-	-Cr-Mo	系		Cu-	Mo系
要	因	Ni	Cr	Mo	Ni×Cr	Ni×Mo	Cr×Mo	Cu	Mo
衝雪	整值		**	_	_	_		**	
引張	強さ	**	**	**		_		**	
伸	N.	*	**		*	_	_		_
硬	度	**	**	**	_	**	-	**	**

* は 5%の危険率で影響ありといえる ** は 1%の危険率で影響ありといえる

第5表 三元配置法 (Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄) および二元配置法 (Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄) によ る有意差検定結果 -焼鈍後-

705 173		Cu-N	Ao 系					
要因	Ni	Cr	Mo	Ni×Cr	Ni×Mo	Cr×Mo	Cu	Мо
衝撃値	-	**	**	_	_	**	**	_
硬 度	*	**	*	_		**	**	*

* は 1%の危険率で影響ありといえる ** は 5%の危険率で影響ありといえる

を調べたものであり、Cr、Mo は焼鈍後の衝撃値の向上 を妨げている。

3.2 機械的性質と合金元素量の関係

機械的性質と合金元素量の関係の有意差検定結果を取りまとめて第4,5表に示す。この結果から、Ni-Cr-Mo系球状黒鉛鋳鉄において、Niは衝撃値に影響を与えることは少ないが、引張強さ、伸び、硬度などに影響し、Cr は衝撃値、引張強さ、伸び、硬度のすべてに影響を与え、Mo は焼鈍後の衝撃値に影響を与えていることがわかる。

Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄では Cu が鋳放しおよび焼鈍 後の衝撃値に影響するほか引張強さおよび硬度を増加し ている。 Mo はこの系列では硬度に影響を与えるのみで

第6表 Ni-Cr-Mo 系および Cu-Mo 系球状黒 鉛鋳鉄の機械的性質の相関 (鋳放し)

要	因	相 関 係 数					
4	A	Ni-Cr-Mo 系	Cu-Mo 系				
引張強	さ一衝撃値	+0.0542	+0.5990**				
伸	び一衝撃値	+0.6338**	+0.7348**				
硬	度一衝擊值	-0.5461**	-0.4749**				
硬	度一伸 び	-0.6452**	-0.7471**				

第7表 Ni-Cr-Mo および Cu-Mo 系球状黒鉛 鋳鉄の機械的性質の相関 (焼鈍後)

<u>apr</u>	展	相関	係 数	
		Ni-Cr-Mo 系	Cu-Mo 系	
硬	度一衝擊值	-0.8074**	-0.6382**	

** 1% の危険率で相関あり

ある。二因子交互作用については Ni-Cr-Mo系球状黒鉛 鋳鉄において、Ni×Cr の交互作用が鋳放しの伸びに影響し、Ni×Mo の交互作用が鋳放しの硬度に影響し、 Cr×Mo の交互作用が焼鈍後の衝撃値、硬度に影響する ほかは一般に小であることがわかる。

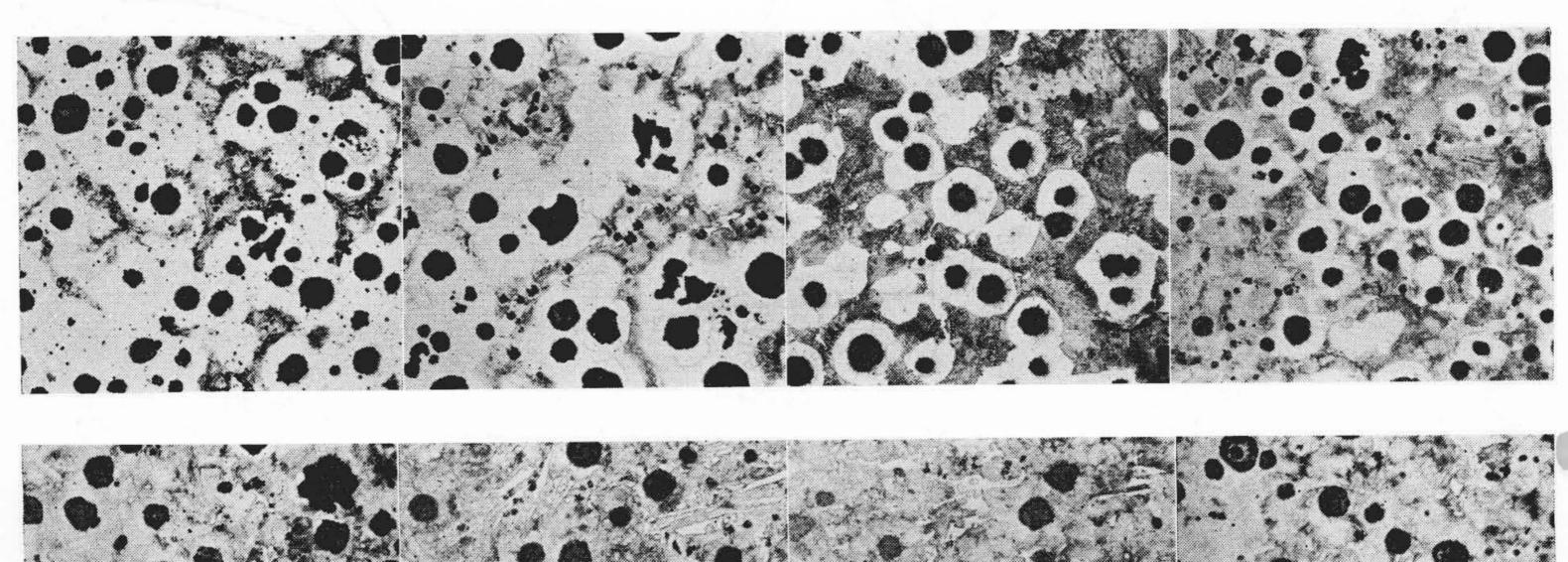
3.3 二つの機械的性質の相関

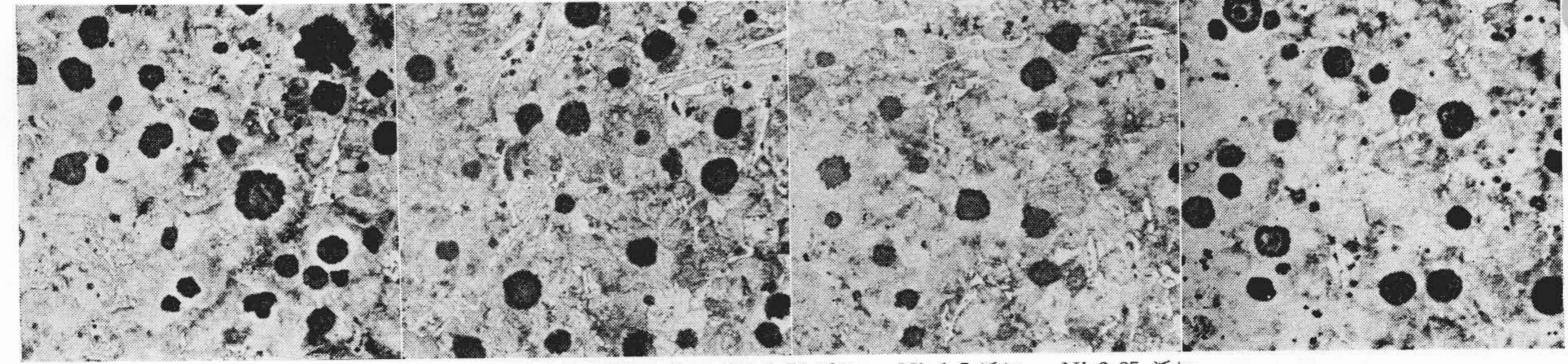
合金元素を添加しない球状黒鉛鋳鉄の機械的性質間の 相関についてはすでに前報⁽¹⁾において報告した。合金元 素を添加した場合この相関がどのように変化するかを調 べた。この結果は**第6**,7表に示す。

相関検定結果は、Ni-Cr-Mo系および Cu-Mo系球状 黒鉛鋳鉄はともに伸び-衝撃値の間に正の相関があり、 硬度-衝撃値の間に負の相関があることが判明したが、そ の相関度は必ずしも高くなく、合金元素の添加によって 顕微鏡組織が大きく変化したため、機械的性質間の関係 も複雑になったものと考えられる。

3.4 顕微鏡組織について

第7~10図に鋳放し試料の顕微鏡組織を示す。 Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄で Cr が存在しない場合, Ni の増加に伴って Mg の炭化物安定作用が助長され, 鋳 放し試料中の遊離フェライト量はむしろ減少する。しか し Cr が共存する場合には Ni の黒鉛化作用が現われ,





上・左より 合金元素添加せず Cr 0.5 添加 下. 左より

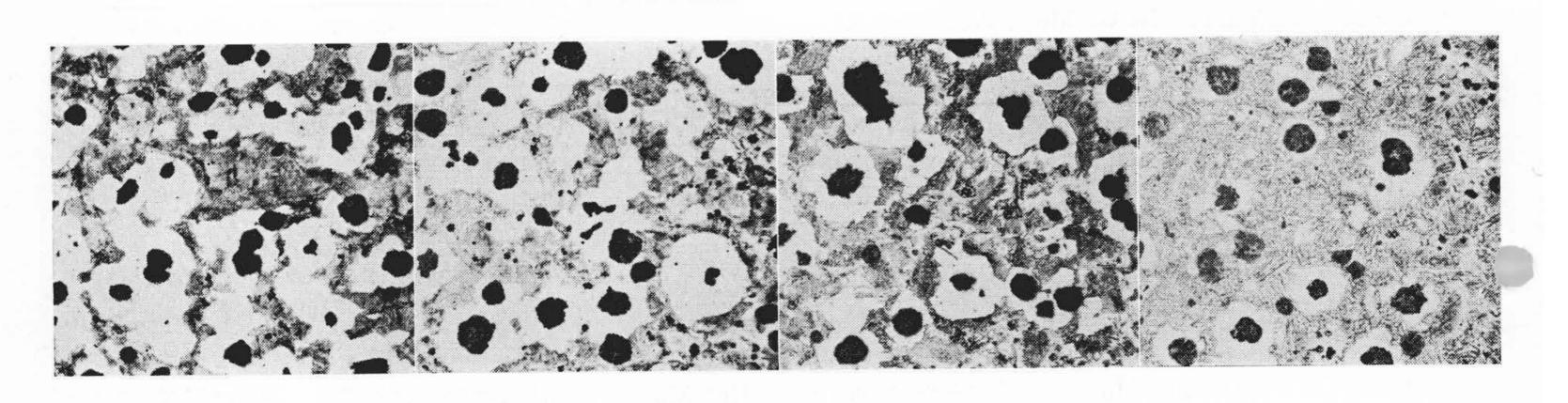
Ni 0.75 Cr 0.5 添加

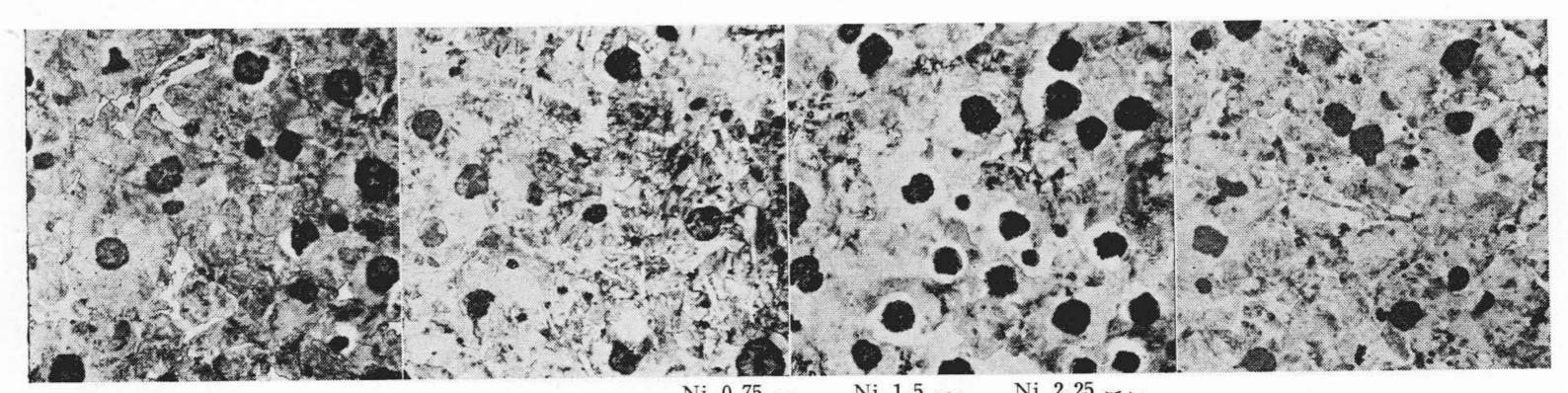
N1 0.75 添加 N1 1.5 添加 N1 2.25 添加 Ni 1.5 Cr 0.5 添加

Ni 2.25 Cr 0.5 添加

 $\times 100$

第7図 Ni-Cr-Mo系球状黒鉛鋳鉄の顕微鏡組織





Mo 0.5 添加 上. 左より

Ni 0.75 Mo 0.5 添加

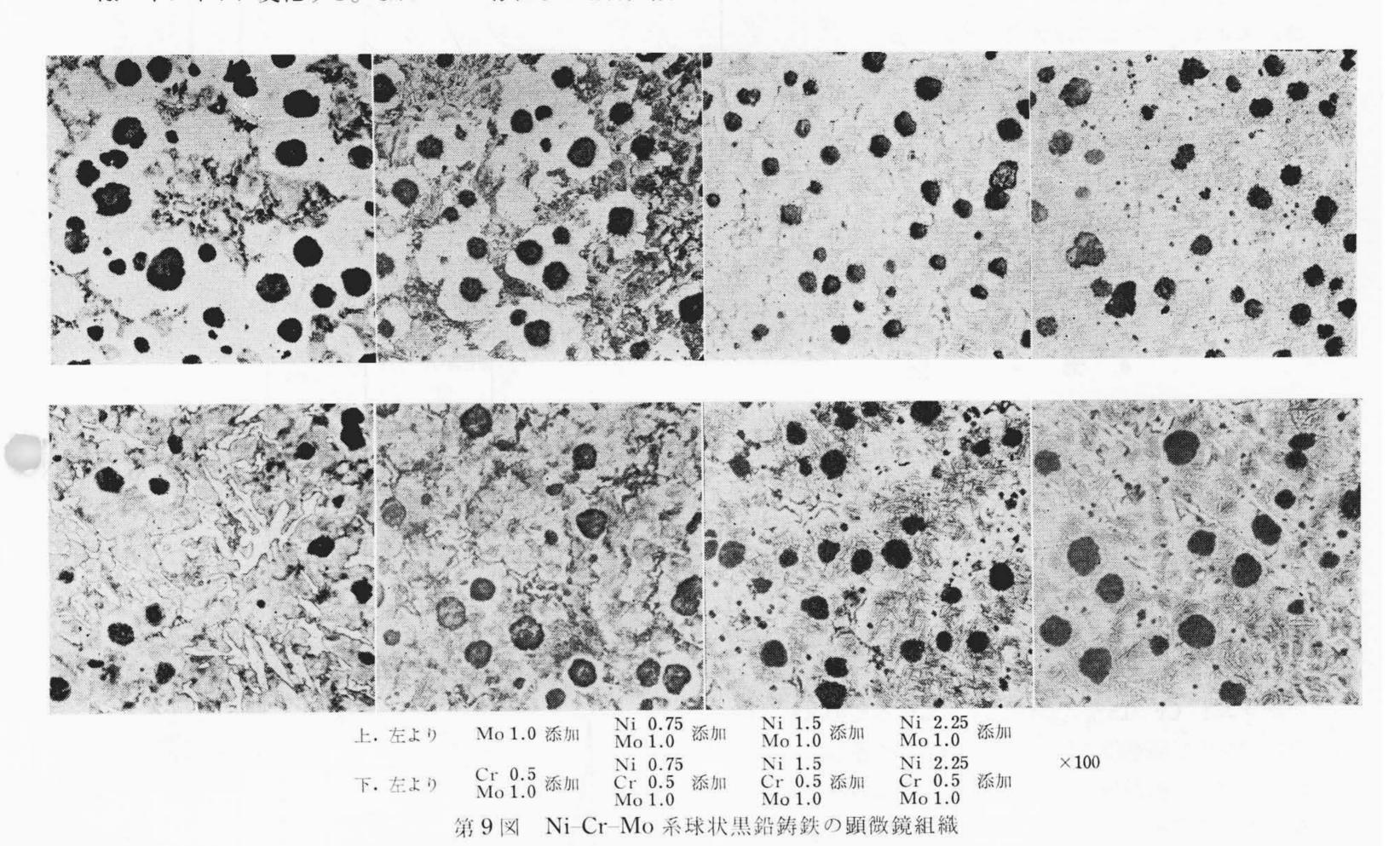
Ni 1.5 Mo 0.5 添加

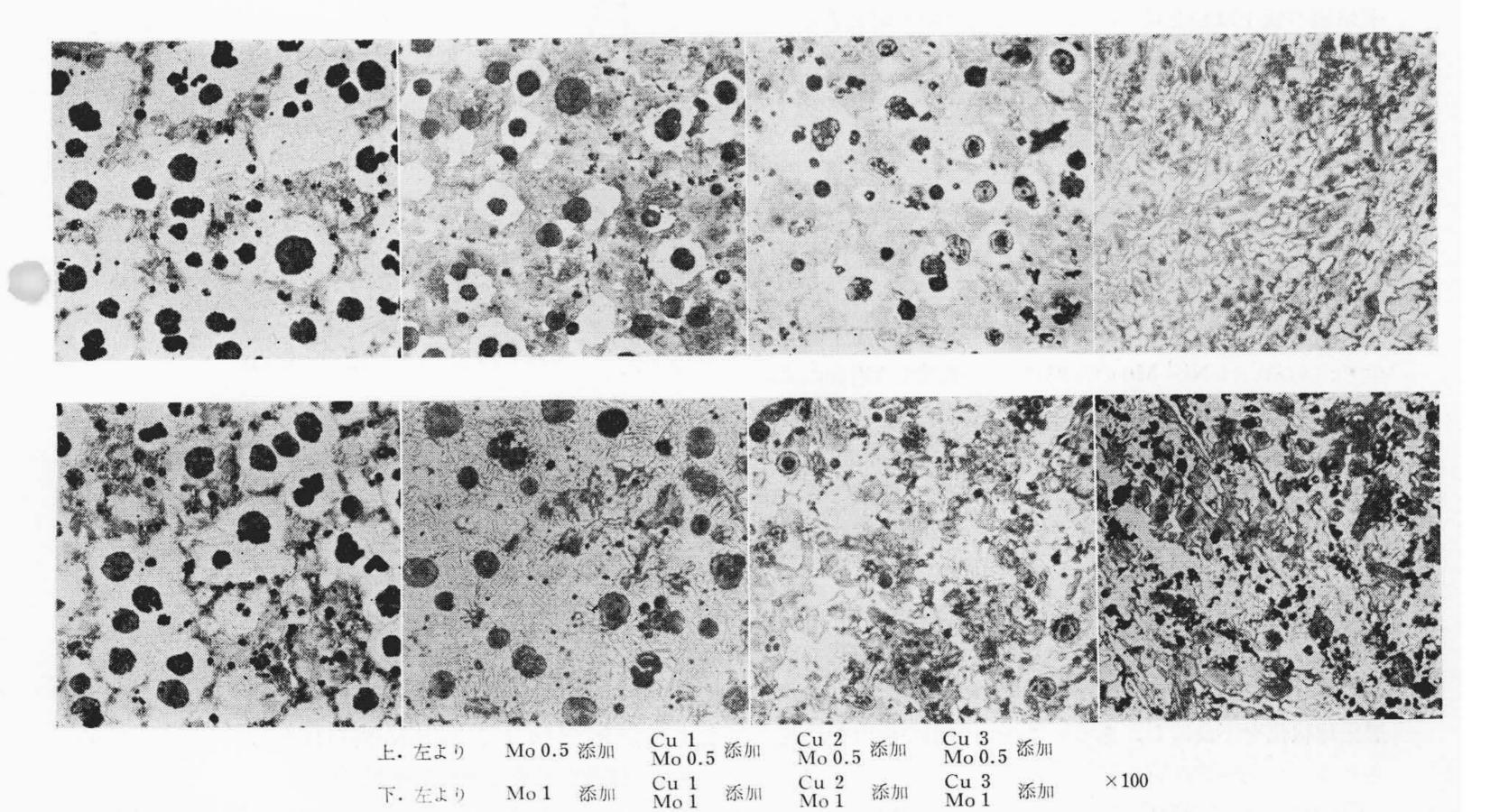
Ni 2.25 Mo 0.5 添加 Ni 2.25 Cr 0.5 添加 Mo 0.5

 $\times 100$

Ni 0.75 Cr 0.5 添加 Mo 0.5 Cr 0.5 Mo 0.5 添加 下. 左より 第8図 Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄の顕微鏡組織

Ni の増加に伴って遊離炭化物の量が減少している。Ni, Moが共存した場合、Moの増加とともにパーライト基地 はベイナイトに変化する。また Cr の存在する場合,微 細パーライトを生じやすく,特に Ni, Cr, Mo が共存す る場合にはソルバイトあるいはツルスタイトなどの焼入 組織を残留するようになる。



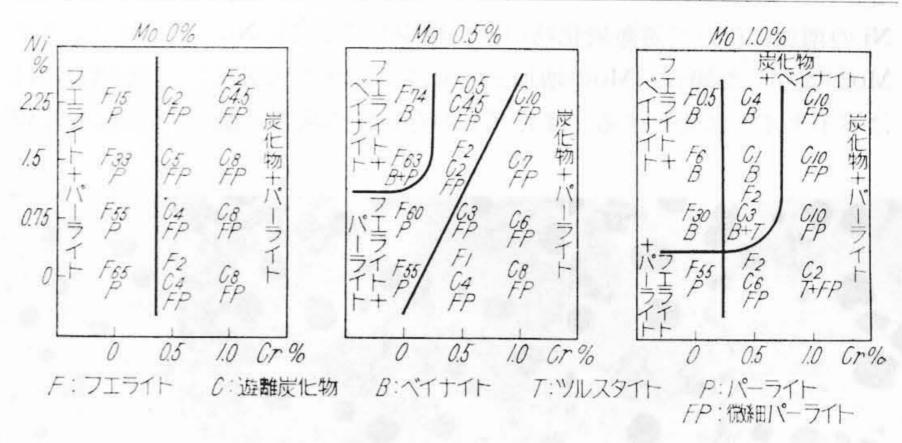


第10図 Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄の顕微鏡組織

Mo 1 添加

下. 左より

Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄では Cu の増加によって鋳放し試料中のフラェイト量が減少することは Ni の場合と同様であるが, Cu 2%で黒鉛の球状化が不良となり, Cu 3%になると多量の遊離炭化物を析出している。この原因は不明であるが,原料銑中に存在する微量元素(Ti など)が Cu および Mg との共存によって影響を現わすのではないかと考えられる。Cu, Mo の共存によって自硬性が増し,焼入組織が残留するようになる。



(図中の数字は各成分の面積 %) 第 11 図 Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄の鋳造状態の組織

第 12 図

4. 考 察

4.1 合金元素と機械的性質の関係

ニッケル: Ni はフェライトに固熔しその強度を増加する。本実験では Ni 添加によって引張強さと硬度は増加し、伸びは多少低下している。しかし衝撃値はほとんど変化せず、フェライトの強度増加は衝撃値に影響を示さないことがわかる。Ni-Mo, Ni-Cr の共存によって自硬性を示し、引張強さは増加するが、衝撃値は低下する。この場合伸びの低下は比較的に少ない。

クロム: Cr 0.5% の添加によってすべての試料に炭化物相を生じ衝撃値は低下する。Cr 0.5%添加により自硬性が増し、引張強さが増加するが、衝撃値は急激に減少する。この場合伸びの低下が比較的少ないことから、衝撃値の低下は結晶粒界に析出した炭化物の切欠効果が強く現われたものと考えられる。

Cr 1%の添加によって、炭化物相の量がいっそう多くなり、硬度は増加し、引張強さ、伸び、衝撃値は低下する。

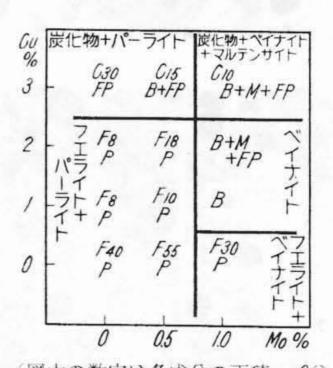
モリブデン: Mo はフェライトに固熔し、その強度を 増加する。このため Mo の添加によって引張強さ、硬度 は増加するが、伸び、衝撃値は多少低下している。

Ni, Mo の共存する場合ある範囲内ではベイナイトを生じ, あるいは Ni, Mo の作用による自硬性の増加によって焼入組織(ツルスタイトを含む組織など)を生ずる場合もある。

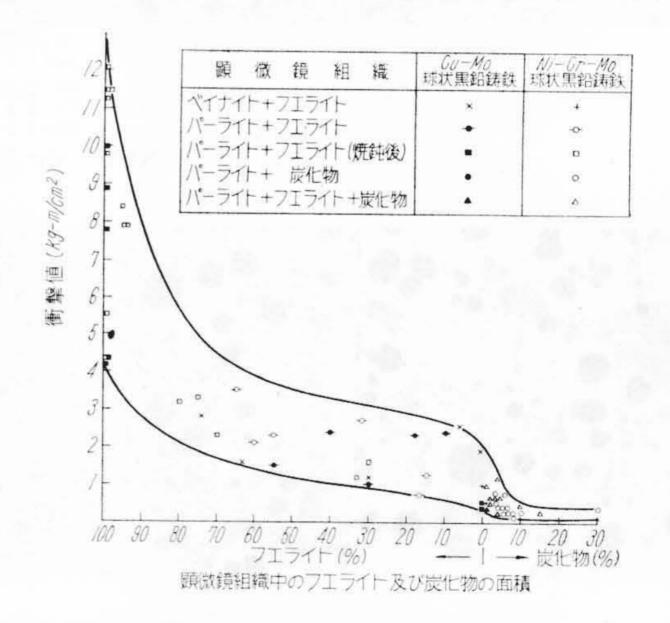
検定結果では硬度に Ni-Mo の交互作用の影響が現われているがこれは上述のごとく、ベイナイト組織などを生ずるためと考えられる。

銅: Cu 1%の添加によって引張強さ,硬度を増加し,伸びはほとんど変化しないが,衝撃値は多少向上している。 Cu 2%以上の添加は実験結果の項に記したごとく 黒鉛球状化を不良にし,あるいは炭化物相の析出を助長させるため機械的性質を劣化させる。

Cu の熔解度は 600°C 以下の α 鉄に対して 0.4% といわれており, Cu 1% の場合は Cu の析出作用によって機械



(図中の数字は各成分の面積 %) Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄の鋳造状態の組織



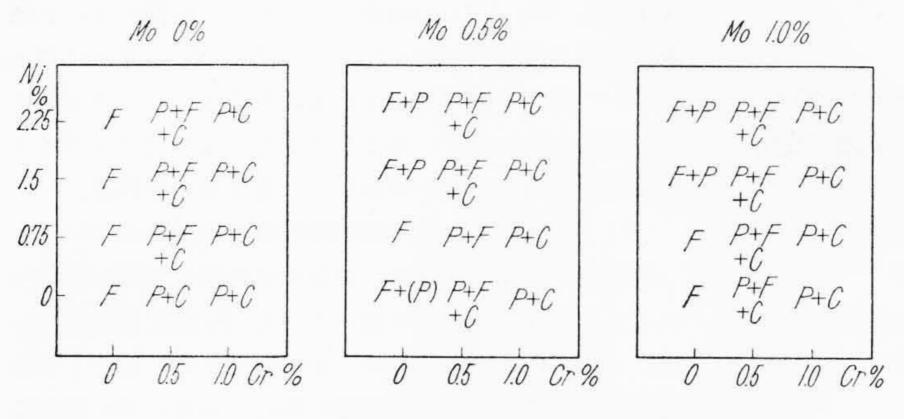
第13図 衝撃値に及ぼす顕微鏡組織の影響

的性質が向上したものと考えられる。Cu 1.5%以上ではCu 析出量が多くなって強度を減ずるといわれているが本実験では顕微鏡組織が変化したため確かめることができなかった。

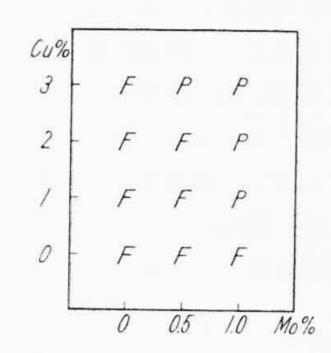
Cu と Mo を添加した場合 Cu は共析変態抑制作用を示し、Mo の効果を助長する。このため Cu 1%、Mo 1% 添加で完全なベイナイト組織が得られる。

4.2 顕微鏡組織と機械的性質の関係

第11, 12 図 に Ni-Cr-Mo 系および Cu-Mo 系球状黒 鉛鋳鉄の顕微鏡組織をまとめて示す。図には各試片の顕



第14図 Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄の焼鈍後の組織



第15図 Cu-Mo系球状黒鉛鋳鉄の焼鈍後の組織

微鏡組織を遊離フェライト(F), パーライト(P), 遊離セメンタイトなどの炭化物相(C), そのほかの焼入組織などに分けてその面積の百分率を求めた結果を示してある。

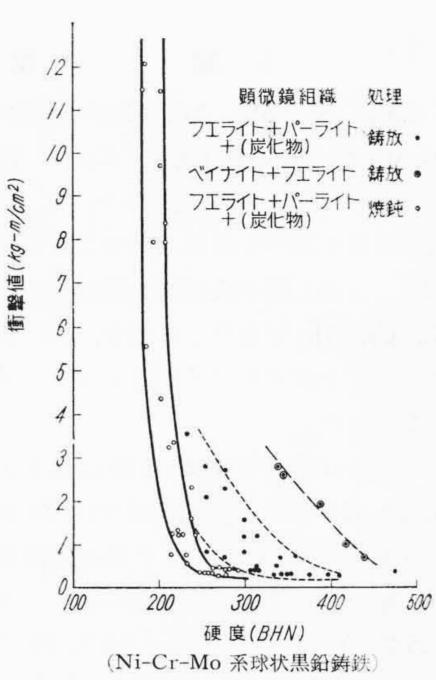
この組織は第1図に示した底部の肉厚 12mm の舟形 試験片の組織であり、一般に成分元素の含有量や試料の 大きさなどに伴って変化するものである。

顕微鏡組織と衝撃値との関係は、遊離フェライト量の 多いものが衝撃値が高く、遊離セメンタイトが少量析出 すると衝撃値は急激に低下する。この関係は第13図に 示す。

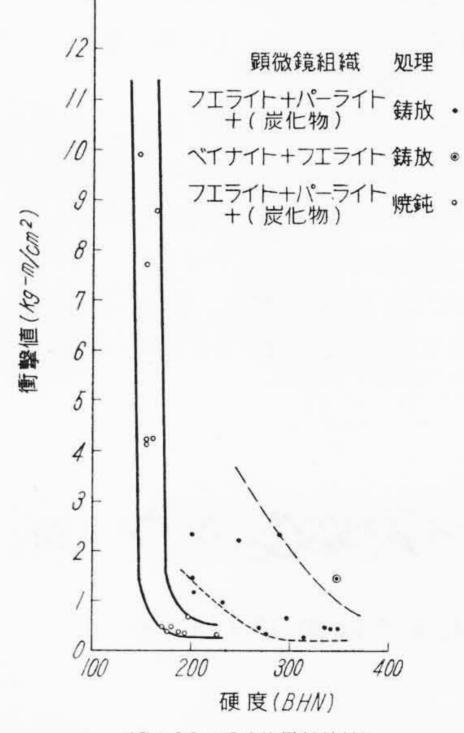
引張強さ,伸びなどに対しては遊離セメンタイトなど の炭化物の存在量の影響は比較的少ないと考えられる。

第14、15 図は焼鈍後の試料の組織を示す。Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄では Cr 0.5%の存在によって黒鉛球から離れた部分にパーライトが残留して Bull's eye 状の組織となり、Cr 1%が存在する場合にはこの焼鈍条件(950° C 2時間、 680° C 3時間)では遊離炭化物はほとんど分解せず、遊離炭化物+パーライトの組織は変化していない。ベイナイト組織は焼鈍後の徐冷によってパーライトに変化している。

Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄では鋳放しでベイナイト組織を有する試料は焼鈍によってパーライト組織となり、そのほかの Mo 含有量の少ない試料ではフェライト組織になっている。また Cu 含有量が多い試料に生じた炭化物



第16図 硬度と衝撃値の関係



(Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄) 第 17 図 硬度と衝撃値の関係

相は焼鈍によって完全に分解している。

4.3 硬度と衝撃値の関係

第16,17図に硬度と衝撃値との関係を示す。第16,17図から鋳放しおよび焼鈍状態の衝撃値と硬度はそれぞれ異なった相関度を有することがわかる。また第16,17図で、鋳放しでベイナイト組織を有する試料はその硬度が高いにもかかわらず、衝撃値が高くなっている。

これは硬度が高くてしかも衝撃値が高いことを要求される場合ベイナイト組織が有利であることを示している。

5. 結 言

C 3.5%, Si 2.5%, Mn 0.3%の素材に Ni $0\sim2.25\%$, Cr $0\sim1.0\%$, Mo $0\sim1.0\%$, Cu $0\sim3.0\%$ の範囲で変化して添加した球状黒鉛鋳鉄について、衝撃値を主にした機械的性質を調べた結果、次のことが判明した。

(1) 合金元素の機械的性質に与える影響

Ni, Cr, Mo を変化した場合, Cu, Mo を変化した場合についてそれぞれ三元配置および二元配置による分散分析を行った。

この結果は前掲の第4,5表に示すとおりである。

Ni-Cr-Mo 系球状黒鉛鋳鉄では Ni 単独添加の場合最も衝撃値が高く, Cr, Mo の添加は衝撃値を低下する。 鋳造状態で引張強さ, 衝撃値がともに高い範囲は Ni 1.5 ~2.25%, Mo 0.5~1.0%, Cr 0%であり, Cr 0.5%添加の試料は引張強さが高く, 伸びも比較的あるが, 衝撃値は低い。

Cu-Mo 系球状黒鉛鋳鉄では Cu 1%, Mo 0~1.0% の ものが引張強さ、衝撃値がともに高くなっている。

(2) 組織の影響

試料の遊離フェライト量が多い場合、衝撃値が高く、 Mo, Cr の添加によってフェライト量が減少するととも に衝撃値は低下する。 Cr などの添加によって炭化物を 析出すると衝撃値は急激に低下する。

本実験では(Ni 0.75~2.25%, Cr 0~0.5%, Mo 1%) および (Ni 1.5~2.25%, Cr 0%, Mo 0.5%) の場合, (Cu 1%, Mo 1%) の場合にベイナイト組織が得られ硬度に比して衝撃値が高くなっている。 Ni の添加はフェライトの量に多少変化を与えるのみで主としてフェライトの強度を増加しているようである。 Cr はパーライト組織を微細にし強度を増加していると考えられる。

(3) 衝撃値とほかの機械的性質との関係について

衝撃値と硬度、衝撃値と伸びの値の間に相関が認められることは前報(1)で取り扱った (C, Si 量変化の場合), (Si, Mn, P量変化の場合)と同様である。ただし合金元素の添加による顕微鏡組織の変化(おもに Cr 添加による遊離炭化物の析出が影響していると考える)によって、相関度は前報の場合より低くなっている。

Mo などの添加によって鋳造状態でベイナイト組織を示す材料は硬度の高い割に衝撃値が高いから、硬度と衝撃値をともに必要とする場合有用と考えられる。

終りに本研究に対して御懇篤なる御教示を賜わった村 上武次郎博士に厚く御礼申し上げるとともに,機械試験, 顕微鏡写真の作製に御支援を賜わったかたがたに感謝す る。

参考文献

- (1) 西山, 小池: 日立評論 金属特集号 第2集 1956
- (2) 音谷, 丸山, 徳永, 原: 鋳物 30, 1958, 603
- (3) 草川: 早稲田大学鋳物研究所報告 1955
- (4) W. Mielentz: Stahl u. Eisen 1956 971
- (5) A. Desy u. J. Eeghen: Giesserei 1957 189
- (6) H. Morrogh: Transactions of the A. F. S. 1952 439

第案の紹介

MA DOWN

実用新案登録 第 473549 号

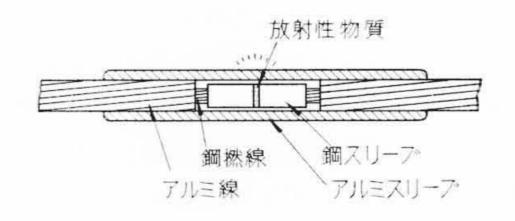
大和和夫•山本三郎 永野宏郎

鋼心アルミ燃線接続部

鋼心アルミ燃線の接続は、鋼燃線を鋼スリーブで圧縮接続した後、アルミスリーブをかぶせて圧縮接続するが、その際、往々にして鋼スリーブとアルミスリーブとの中心が一致しないままに圧縮されることがある。その結果接続部の機械的不均衡より生ずる抗張力の低下、および電気抵抗による発熱などが原因して思わぬ事故を招くことがある。

この考案はこのような点にかんがみ、鋼燃線を接続する鋼スリーブの中心周上に、たとえば 60Co のような放射性物質の塗膜を設けておき、その上に被嵌したアルミスリーブの中心が、正しく鋼スリーブの中心に合致しているか否かを容易に検出しうるようにしたものである。

このようにすれば、鋼スリーブの上に設けた ⁶⁰Co の γ線は容易にアルミスリーブを透過するので、工事



後箔検出器,あるいはガイガー計数管などの放射能検出器によって調べれば鋼スリーブが正しい位置に置かれているかどうか確実に検査することができ、従来よりの懸案が一挙に解決された。 (斉藤)