

# 高力マレブルの研究

鹽谷勝喜\* 牧野迪夫\*\*

## Study On High Tension Malleable Iron

By Katsuki Shioya, Michio Makino  
Tobata-Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

High tension malleable irons are made from white cast iron by adding various alloys. As their mechanical properties are so much harder, stronger, more resistant to alrasive wear than those of black heart irons, they are utilized for severe service where their superior toughness and relatively high yield points are required.

The writers undertook researches into certain important factors influencing the mechanical properties of high tension malleable iron during its manufacture. The following results were obtained from their experiments :

- (1) The Mn content of white cast iron, from which high tension malleable iron is made, should be preferably determined 0.7—1.0 per cent.
- (2) Follwing the first stage graphitization, the castings must be quenched in air so as to convert the matrix into a sorbitic structure ; then repeat the heat treatment for 30—50 hrs. at 680—710°C.
- (3) Cu is used as an alloy to produce a high tension malleable iron of excellent shock-resisting quality, and the proper Cu cotent is around 1.0 per cent.

### [I] 緒 言

高力マレブルとは白銑を熱処理して製造される高抗張高硬度の鑄物であつて、黒心マレブル及び白心マレブルと同じくマレブルの一種である。その研究と實用に於いて最も先進しておるのは米國であつて、今日その使用は極めて一般的なものとなつている。米國規格の下に量産されつゝあるものは抗張力 40~60 kg/mm<sup>2</sup>, 延伸率 3~10% であると報告されて居り、その有名製品名を列擧すれば Z-Metal, Promal, Lancastalloy, Jewell Alloy, Special Metal A, Gunite K, Graphite Steel, Belmalloy, Gensteel, Armasteel 等である。我國に於いてもこの種マレブルは多くの識者により深い關心を持たれて來たものであつて、菊田博士<sup>(1)(2)</sup>は普通黒心マレブルに更に特別の熱処理を追加して高力化する方法並びに特殊元素として Mn を約 1% 含んだ白銑を基本材とし、特

別の熱処理を施し前記 Z-Metal に匹敵する高力マレブルの製造方法を完成している。尙此等の方法に基いて日立製作所戸畑工場では數種の製品が量産された事がある。その後内藤氏<sup>(3)</sup>は特殊元素として Mn, Cu, Cr, Ni を含んだ白銑を熱処理して或る種の高力マレブルを製造する方法を研究した。高力マレブルの製造には特殊元素を含んだ白銑が一般に用いられるが、Forbes<sup>(4)</sup>の研究では特殊元素としては Mn が有効であると述べている。木村氏<sup>(5)(6)</sup>は白銑中に含有された P 及び S の含有量が高力マレブルの機械的性質に及ぼす影響を調べ、吉原氏<sup>(7)(8)</sup>は廣範圍に亘る外國文獻を調査するとともに、自身でも一種の高力マレブルの製造方法を研究した。谷村博士、關兩氏<sup>(9)(10)</sup>は鑄造曲軸用高力マレブルを研究し、その實用性を確認している。前川氏<sup>(11)</sup>はパーライト基地の高力マレブルについての研究を發表している。筆者<sup>(12)</sup>もかつて普通黒心マレブル用の白銑を基本材とし、特別の熱処理を施すことにより、Z-Metal に類似した高力マ

\* \*\* 日立製作所戸畑工場

レブルを製造する方法を發表した事がある。最近高力マレブルはようやく我國でも廣くその眞價を認められるところとなつたが、今日要求されるものは總て材質の強度、均一性の二點に於いて従來のものに比し遙かに高級なものであり、しかも工場の實狀は原料銑、コークス等の諸材料が往時と大分趣を異にしているの、筆者等は従來の貴重な諸大家の研究を参考としながら高力マレブルに關する廣範圍の研究に従事するとともに、その生産にも努めて來た。本報告は實驗結果のうちで特に製造過程に於て重要と考えられる諸點を取纏めたものである。

## 〔II〕 高力マレブルの基本材

### (1) 化學成分

高力マレブルの基本材としては普通黒心マレブルと同一化學成分の白銑が選ばれることがあるが、高級の高力マレブルには必ず特殊元素を含んだ白銑を基本材とせねばならない。この特殊元素としての條件は色々考えられるけれども、主要條件としては熱處理に際して第一段黒鉛化を著しく妨害せず、しかもパーライトの球狀化焼鈍の際に第二段黒鉛化の進行をかなり強力に阻止することが必要である。セメンタイトの黒鉛化を阻害する元素として、W, Mo, Mn, V, Sn, Cr 等が考えられるが、この種マレブルは常に黒心マレブルと同一鑄造工場で熔解、鑄造されるものであるから、Mn を特殊元素として選んだ。又種々の目的のために Mn と同時に Cu を併用する事もある。

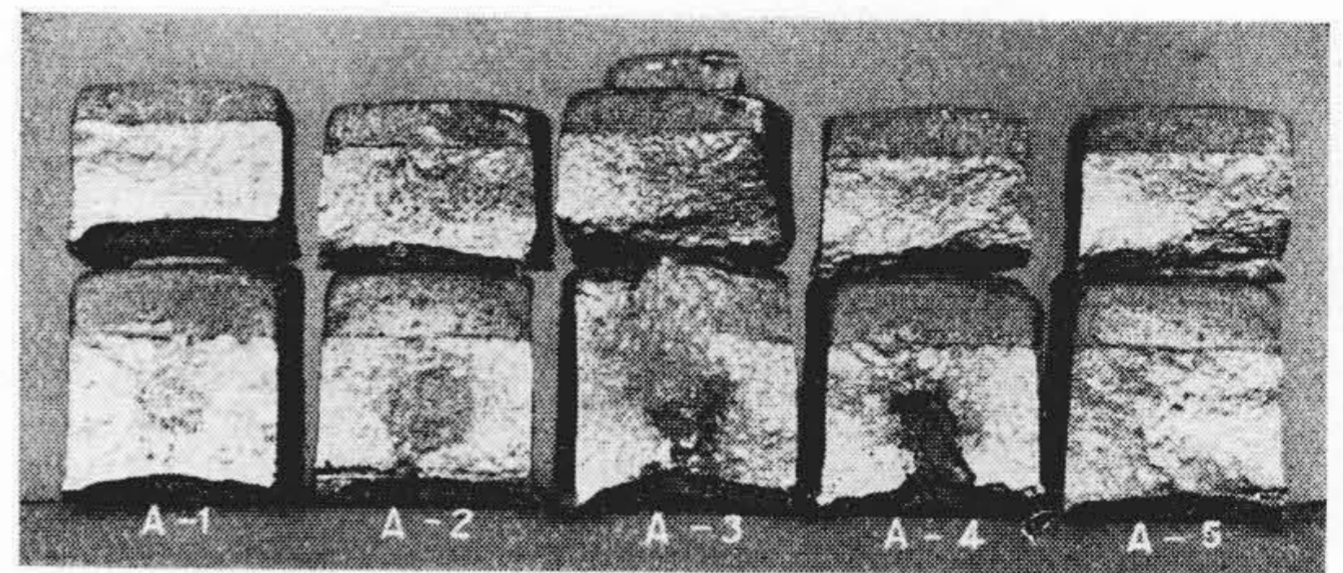
### (2) 熔湯の製造法

高力マレブル用白銑の熔解は黒心マレブルと同じくキュボラ、電氣爐併用の二重熔解が最も理想的である。多くの場合黒心マレブルの製造と並行して製造されるからその熔湯の製造法は便宜上黒心マレブルの熔湯に特殊元素を取鍋添加して製られる。この取鍋添加法によつて大體目標化學成分に合致した熔湯は容易に製り得るものである。一例を示せば 300 kg 取鍋に Fe-Mn を添加したときの Mn の計算含有量と實際の分析値との比較は第1表に示した如くであつて、兩者は殆ど一致している。電氣爐或は取鍋に Fe-Mn を添加して黒心マレブル用熔湯を高力マレブル用に變える場合に難點がある。それは如何なる原因があるか現在判明しない現象であるが、Fe-Mn の添加によつて白銑化が著しく阻害される事である。その一例を示せば、第1表の熔湯で段付試験片を鑄造し、モットルの發生狀況を調べた結果は第1圖に示す如くである。黒心マレブル用白銑に比して Mn 含有量が僅かに増加することによつて著しくモットルが發生し易く、0.5~1.0% のとき最も悪くなる。このモットルの發生原因が Fe-Mn 中に含まれる微量ガスの作用で

第1表 試料の化學成分

Table 1 Chemical Compositions.

試料 番號	Fe- Mn 添加量	Mn の 計算含 有量%	白銑の化學成分 %				
			C	Si	Mn	P	S
A-1	添加前	0.35	2.51	1.18	0.34	0.117	0.099
A-2	25gr	0.50	2.47	1.22	0.54	0.114	0.090
A-3	67//	0.75	2.44	1.27	0.69	0.114	0.086
A-4	108//	1.00	2.44	1.33	1.17	0.115	0.088
A-5	108//	1.00	2.39	1.28	0.95	0.113	0.090



第1圖 白銑化試験結果 (2/3 縮寫)

Fig. 1 Results of Mottling Test.

あるか、Fe-Mn の脱酸作用か、或は Mn と S とが化合して MnS を生ずるためであるか不明である。高力マレブル製品が肉厚物であるときはモットルの發生を防ぐため熔湯の C 含有量を下げる必要が起ることがある。

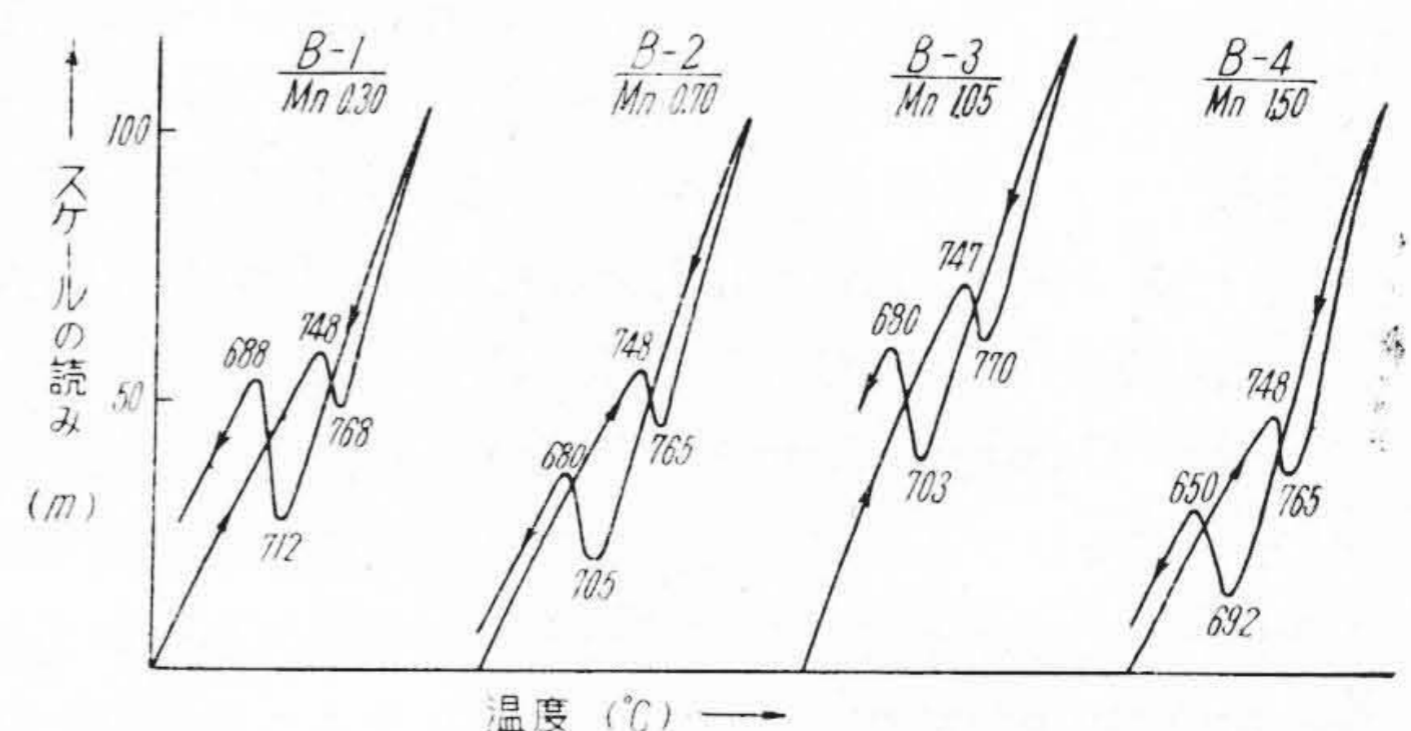
### (3) A<sub>1</sub> 變態點

基本材の白銑は特殊なものであり、熱處理を研究する上に必要であるから豫めその A<sub>1</sub> 點を測定した。第2表に示した Mn 含有量を異にする數種の白銑を選び、熱

第2表 試料の化學成分 (%)

Table 2 Chemical Compositions.

試料番號	C	Si	Mn	P	S
B-1	2.45	1.02	0.30	0.132	0.081
B-2	2.43	1.03	0.70	0.129	0.083
B-3	2.45	1.01	1.05	0.131	0.082
B-4	2.44	1.03	1.50	0.130	0.080



第2圖 A<sub>1</sub> 變態點

Fig. 2 Thermal Critical Points in Specimens.

第3表 A<sub>1</sub> 変態点Table 3 The Temperature of the A<sub>1</sub> Transformations.

試料番號	Ac <sub>1</sub> (°C)		Ar <sub>1</sub> (°C)	
	開始	終了	開始	終了
B-1	748	768	712	688
B-2	748	765	705	680
B-3	747	770	703	680
B-4	748	770	692	659

膨脹計により A<sub>1</sub> 点を測定した結果は第2圖及び第3表の如くである。この測定に於ける加熱、冷却の速度は 2°/min である。Mn 含有量が増加する程 A<sub>1</sub> 点は低くなるが、この種マレブルの球状化焼鈍は 680~710°C で行えば良いと思われる。

### [III] 特殊元素として Mn を含有した場合

#### (1) Mn 含有量と機械的性質との関係

特殊元素として Mn を選ぶとすれば、先ず Mn の含有量と機械的性質との関係を求めてその適当した含有量を決定する必要がある。この実験に使用した試料は現場のマレブル用熔湯に Fe-Mn を添加して Mn 含有量を変えて作製した。寸法は JES 第4號試験片で生型鑄造である。化学成分は第4表に示した如くである。これ等に一定条件の熱処理を施して Mn 含有量と機械的性質との関係、及び Mn 含有量と熱処理中に起る組織変化との関係を調べた。電気爐にて第一段黒鉛化を 930°C にて8時間行い、次いで空中放冷した。この状態では各試料の組織と硬度は第4表に示した如くであつて、Mn 含有量が高いものは基地がソルバイト組織となり硬度が著しく高く、Mn 含有量が低いものは基地が層状パーライトとフェライトの混合組織よりなり硬度は幾分低い。空冷後の基地の組織が異なるのは Mn 含有量の多少によつて起る現象であつて、フェライトが析出する位置は必ず焼鈍黒鉛の周囲である。空冷後に基地の組織が異なるため球状化焼鈍に際して夫々異つた結果を示すこととなる。即ち此等の試料

を 710°C にて、10, 30, 50 時間と保持時間を變えて球状化焼鈍を行つて機械試験を行つたところ、第5表及び第3圖に示す結果を得た。熱処理条件が同一であれば Mn 含有量が高い程抗張力、硬度は高く延伸率は低下する。又球状化焼鈍の時間が長い程抗張力、硬度は低下し延伸率は幾分上昇する。この機械的性質の差違は球状化焼鈍後に於ける各試料の基地の組織が夫々の試料の Mn の含有量と球状化焼鈍の保持時間に應じて異つた状態を呈すからである。Mn 含有量が低い試料 (C-2) の球状化焼鈍後に於ける組織は第4圖乃至第6圖に示す如くであつて、10 時間の加熱保持でパーライトの球状化は完了し、加熱時間の延長とともにその球状セメントイトは黒鉛化するの最後には殆んど黒心マレブルに類似した組織に變化する。これにし反て Mn 含有量が高い試料 (C-4) の球状化焼鈍後に於ける組織は第7圖乃至第9圖に示す如くであつて、Mn 含有量が高いものを突冷して基地をソルバイト組織としたものであるから 10 時間の球状化焼鈍で容易に球状パーライト組織に變化する。そ

第4表 試料の化学成分及び空冷後の硬度並びに組織

Table 4 Chemical Compositions.

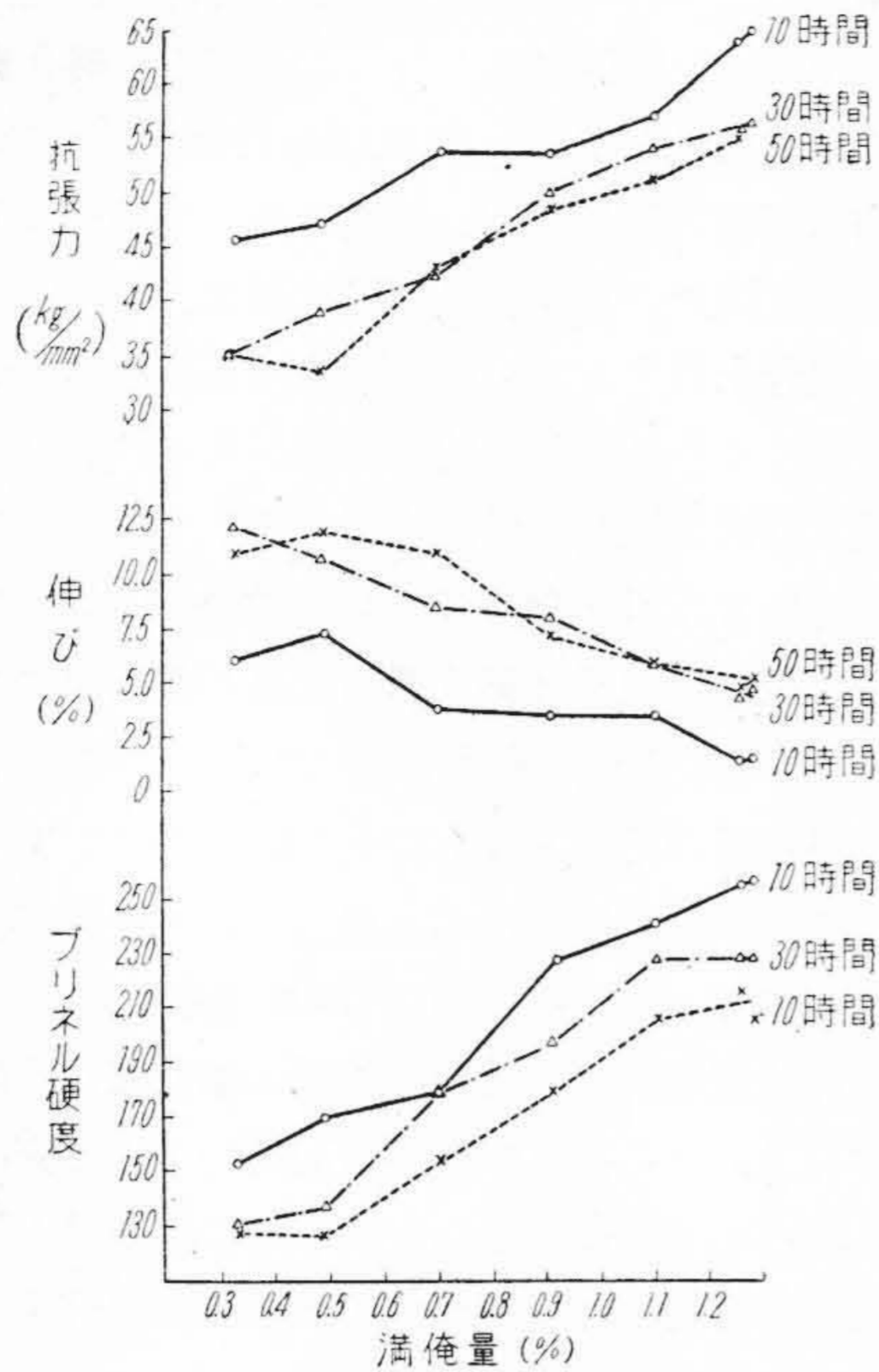
試料番號	化 学 成 分 (%)					硬度 (HB)	組 織
	C	Si	Mn	P	S		
C-1	2.54	1.20	0.33	0.119	0.100	286	G+F+P
C-2	2.54	1.20	0.49	//	0.089	302	G+F+S
C-3	2.50	1.21	0.70	0.117	0.086	322	G+F+S
C-4	2.51	1.20	0.91	//	0.088	332	G+F(痕跡)+S
C-5	2.50	1.20	1.10	//	//	340	G+S
C-6	2.48	1.21	1.28	//	//	351	G+S
C-7	2.46	1.20	1.26	//	//	350	G+S

備考 G=焼鈍炭素, F=フェライト, P=パーライト, S=ソルバイト

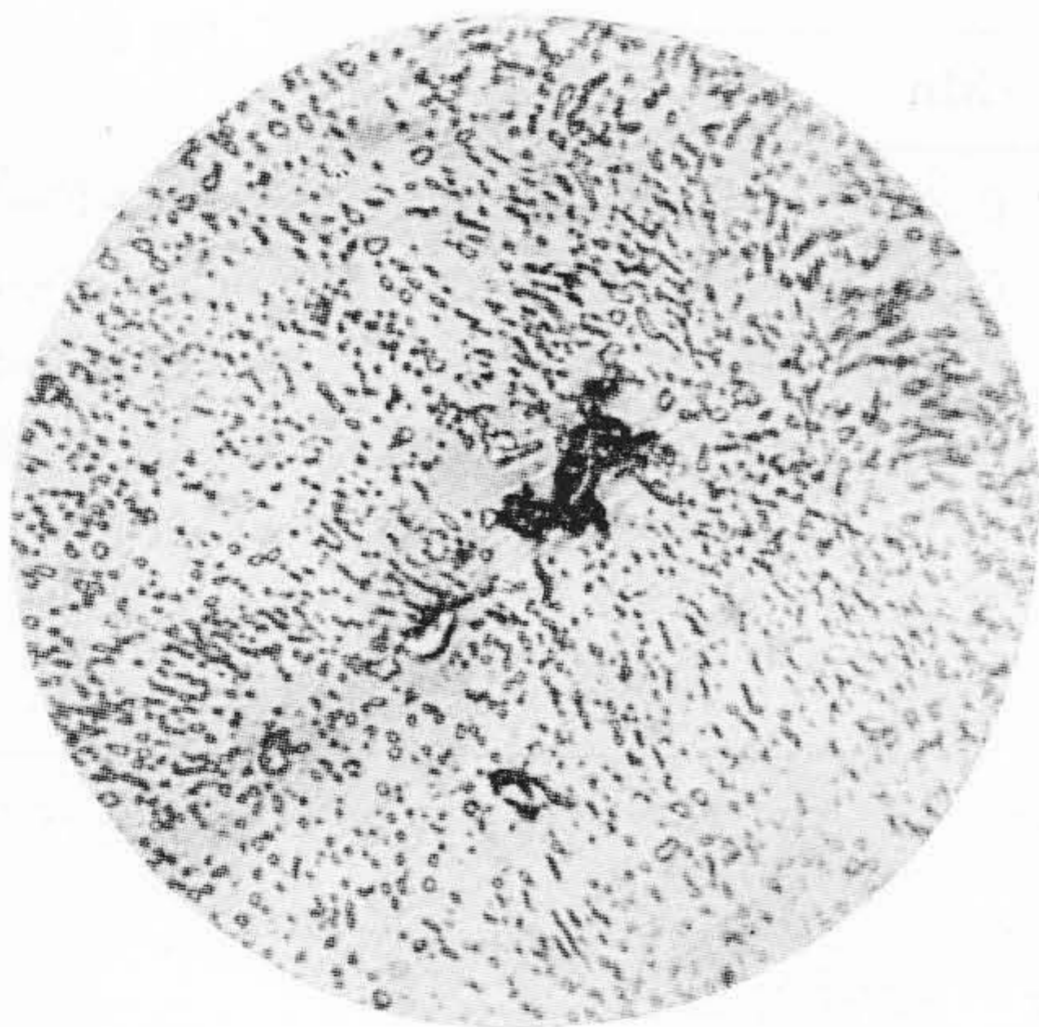
第5表 熱処理後の機械的強度

Table 5 Mechanical Properties after the Heat Treatments.

試料番號	10 時間 保持			30 時間 保持			50 時間 保持		
	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	延伸率 %	硬度 HB	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	延伸率 %	硬度 HB	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	延伸率 %	硬度 HB
C-1	45.7	6.5	153	35.1	12.2	131	35.2	11	128
C-2	47.4	7.3	170	39.0	11.7	137	33.5	12	126
C-3	53.8	3.5	179	42.8	8.5	179	43.0	11	156
C-4	53.6	3.5	228	50.0	8.0	196	48.1	7.2	179
C-5	57.0	3.0	241	54.1	6.0	228	51.5	6.0	207
C-6	65.0	1.5	255	56.3	4.5	228	56.9	5.2	207
C-7	63.9	1.5	255	56.2	4.2	228	55.1	5.0	207



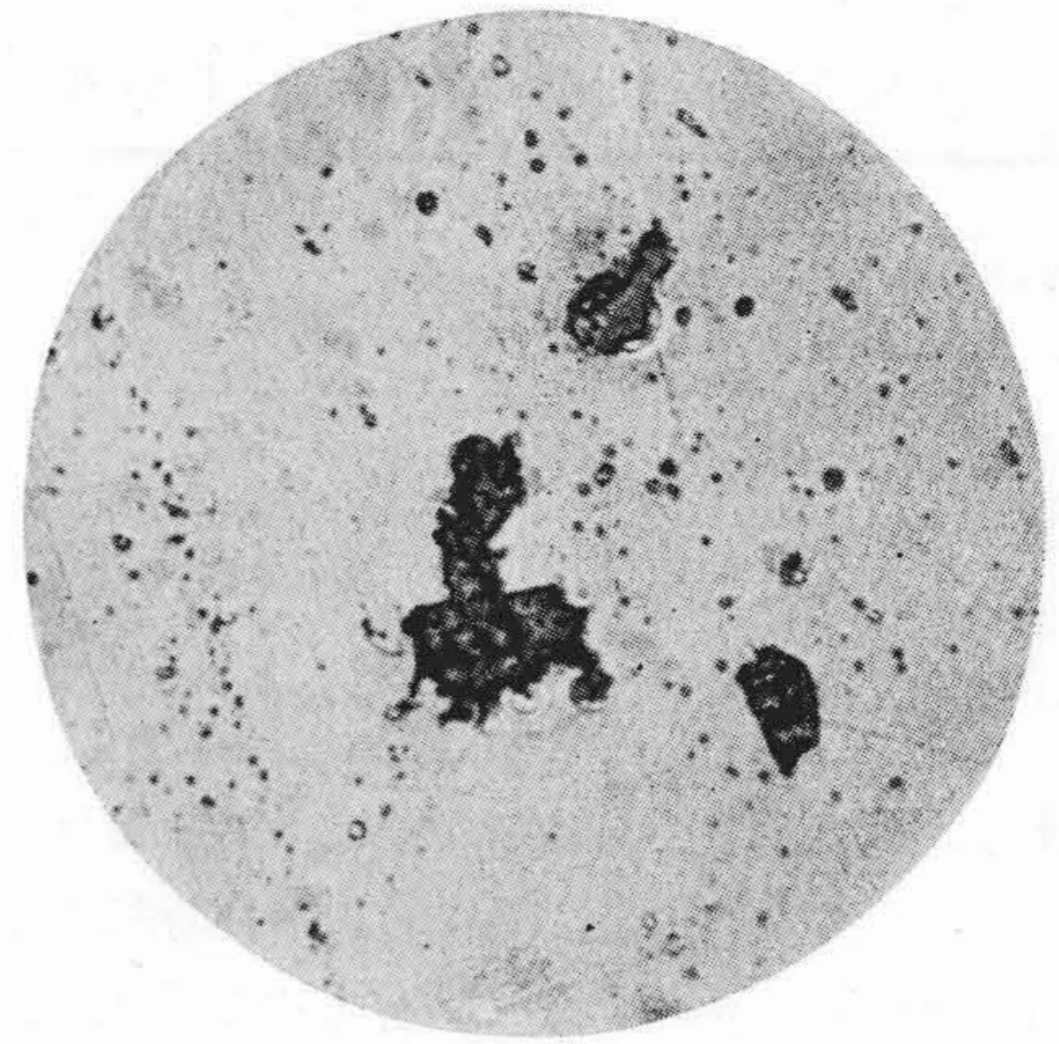
第 3 圖 満俺量が機械的性質に及ぼす影響  
Fig. 3 The Influence of Mn Content on Mechanical Properties.



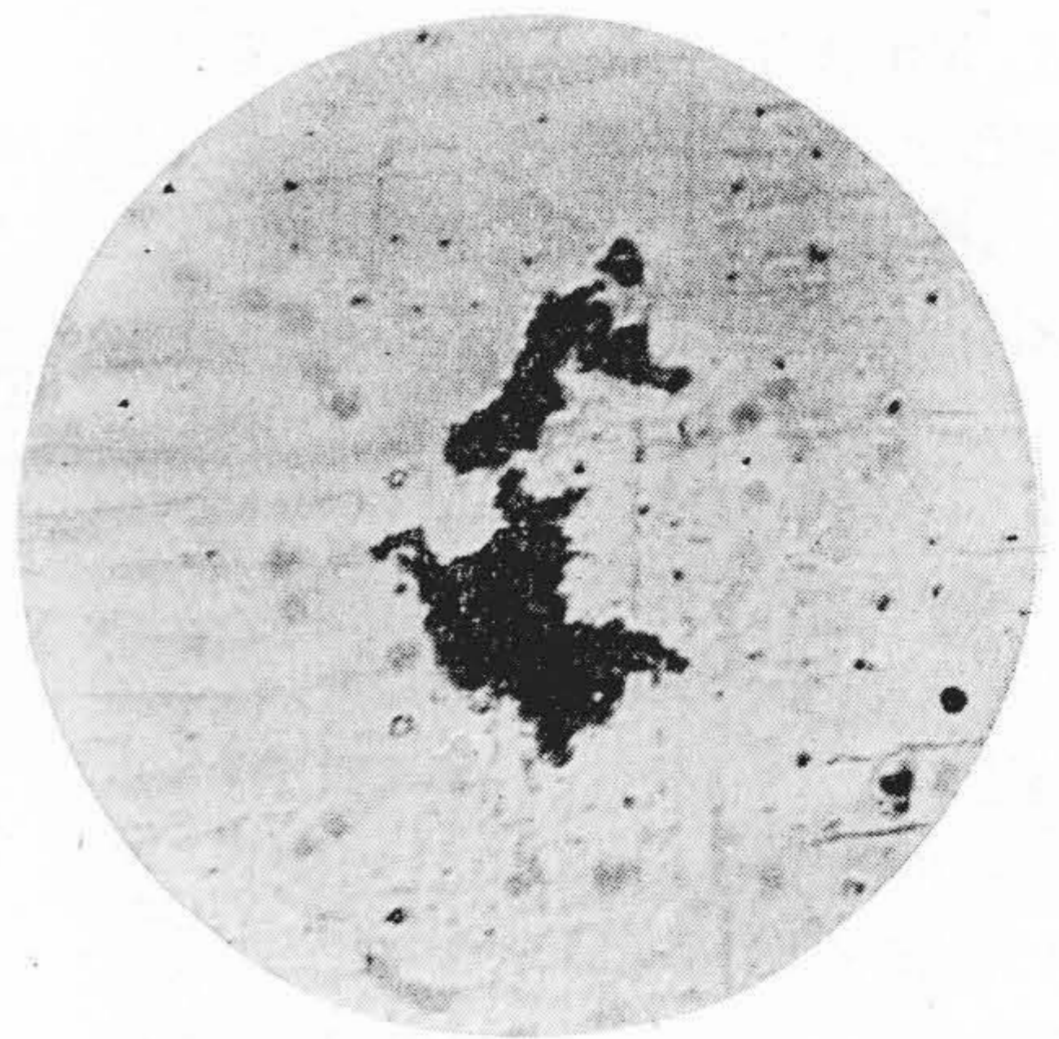
第 4 圖 C-2 (10) 10 時間保持 ×550  
Fig. 4 Specimen C-2 (10) Spheroidized by Heating for 10 hrs.

の後に於ける保持時間の延長とともに球状セメンタイトは凝集肥大化と僅かながら黒鉛化が進行するから、最後にかなり肥大した球状セメンタイトが一様に分布した組織が得られる。球状化焼鈍中に Mn の第二段黒鉛化阻止作用が有効に現れるものである。この実験結果から高力マレブル用白銑は、その機械的性質を目標強度に合致せしめるとともに材質の均一性を上げるため Mn を 0.7~1.1% 含有することが必要である。

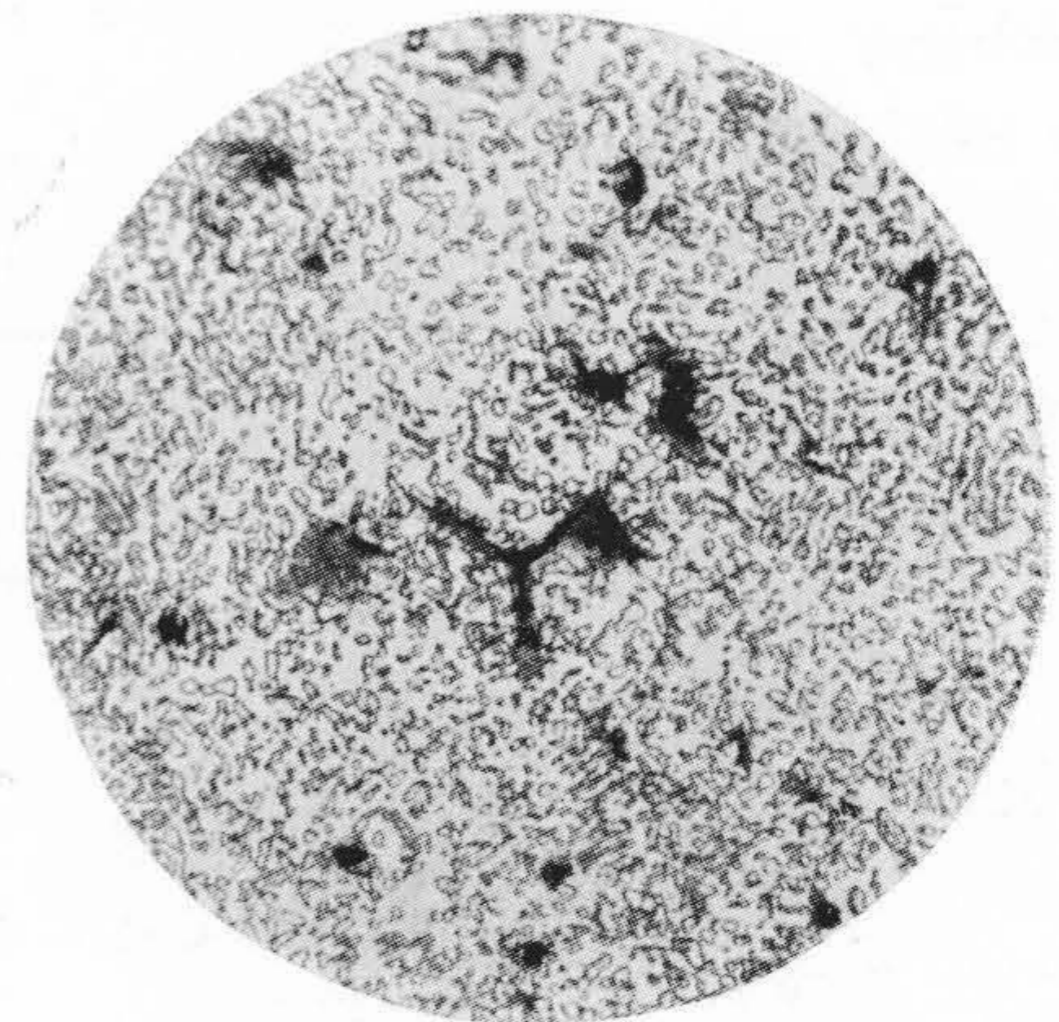
(2) 熱処理方法と機械的性質との関係



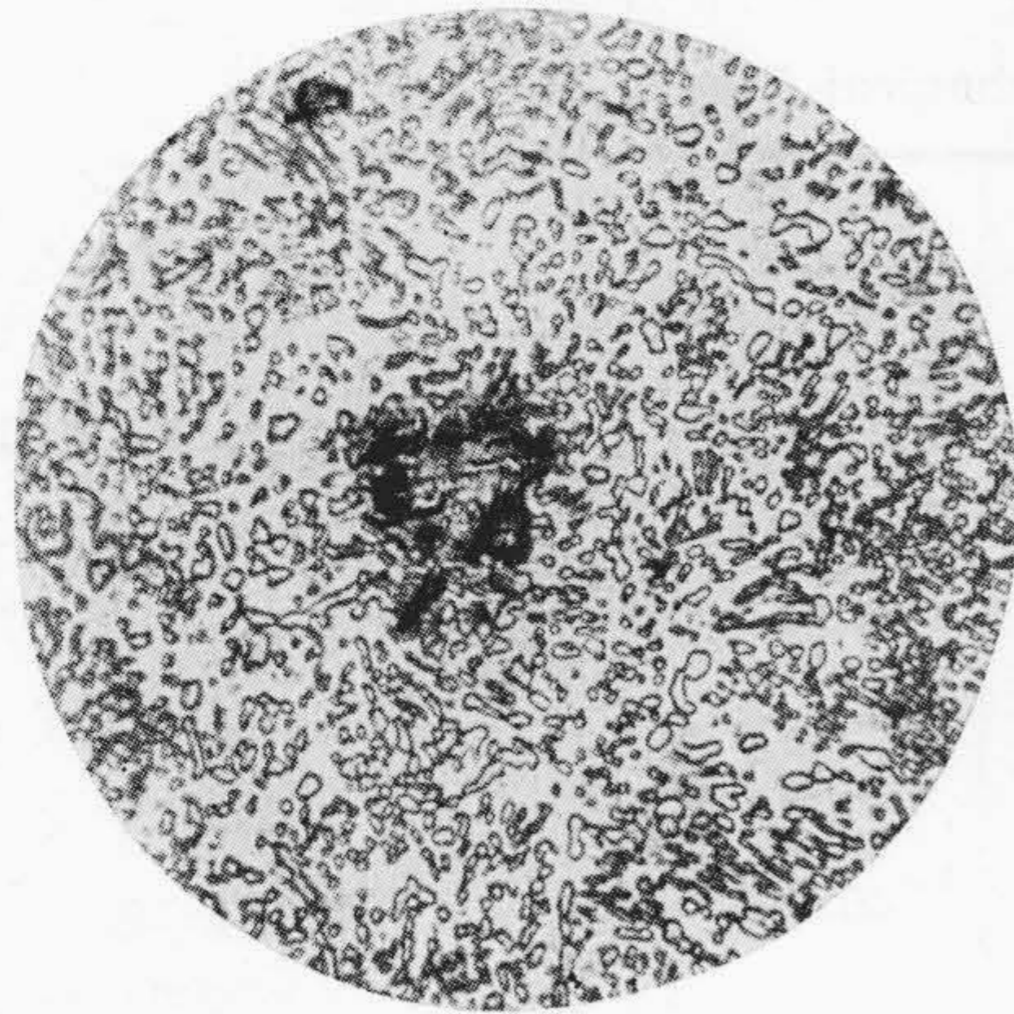
第 5 圖 C-2 (30) 30 時間保持 ×550  
Fig. 5 Specimen C-2 (30) Spheroidized by Heating for 30 hrs.



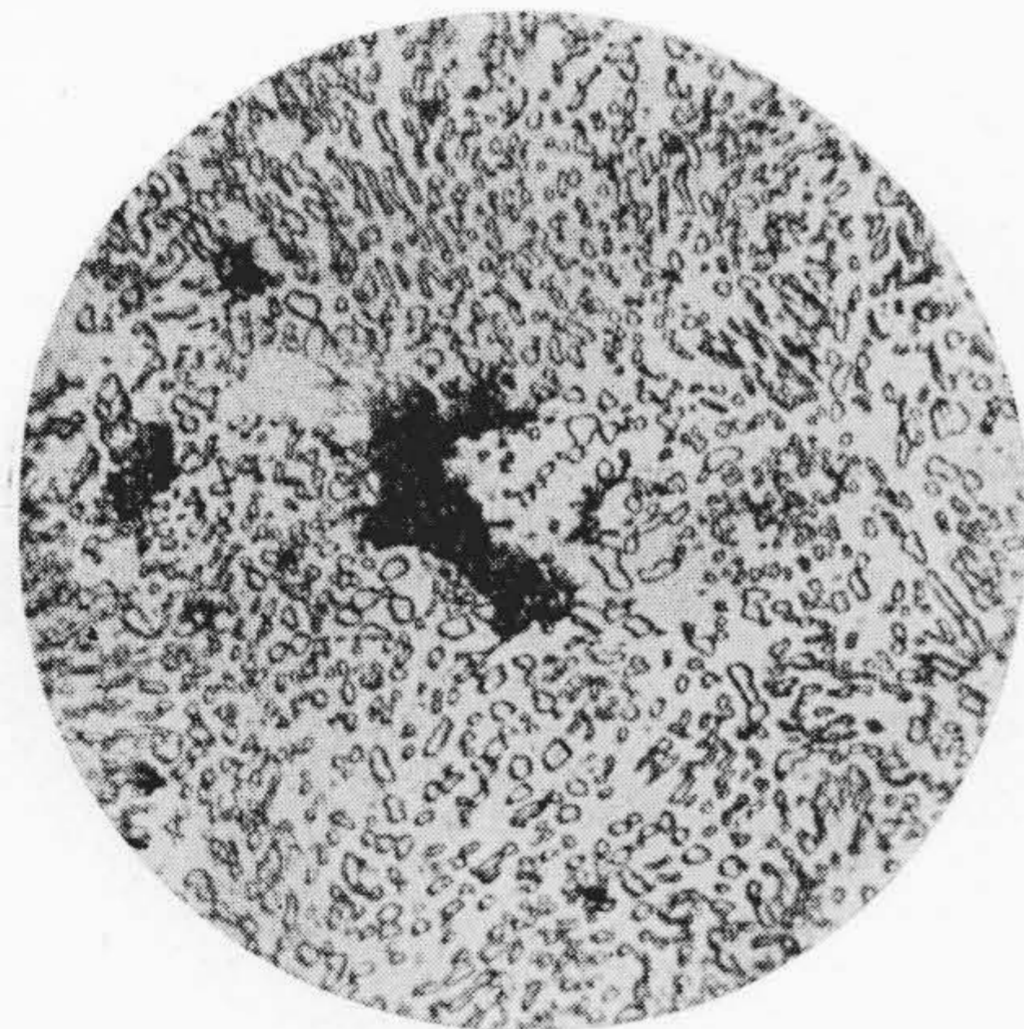
第 6 圖 C-2 (50) 50 時間保持 ×550  
Fig. 6 Specimen C-2 (50), Spheroidized by Heating for 50 hrs.



第 7 圖 C-4 (10) 10 時間保持 ×550  
Fig. 7 Specimens C-4 (10), Spheroidized by Heating for 10 hrs.



第8圖 C-4 (30) 30 時間保持 ×550  
Fig. 8 Specimen C-4 (30), Spheroidized by Heating for 30 hrs.



第9圖 C-4 (50) 50 時間保持 ×550  
Fig. 9 Specimen C-4 (50), Spheroidized by Heating for 50 hrs.

前実験では熱処理条件を一定にして Mn 含有量の適當含有量を決めた。これに次いで Mn 含有量を一定とし熱処理方法と機械的性質との関係を求めた。第一段黒鉛化は殆んど黒心マレブルと同様であつて、操作は簡単であるから問題とする點は無い。高力マレブルの組織と機械的性質は第一段黒鉛化を終了してより  $Ar_1$  點下の温度までの冷却速度と球状化焼鈍の保持時間とによつて決まると思われるから、冷却速度の影響と球状化焼鈍の保持時間の影響とについて実験した。実験に用いた試料の作製方法は前実験と同一であり、何れも JES 第4號試験片である。試料の化學成分は高力マレブルの基本材として大體理想と考えられる第6表に示す如きものである。第一段黒鉛化は電気爐で  $930^{\circ}C$  にて15時間加熱保持して完了し、その後、に於ける  $Ar_1$  點以下の温度までの冷却速度を空冷 ( $500^{\circ}/hr?$ ),  $150^{\circ}/hr$ ,  $100^{\circ}/hr$ ,  $50^{\circ}/hr$ ,  $20^{\circ}/hr$

第6表 試料の化學成分 (%)

Table 6 Chemical Compositions.

試料番號	C	Si	Mn	P	S
0	2.47	1.07	0.81	0.124	0.083

第7表 冷却速度と組織との關係

Table 7 The Relation between the Rate of Cooling and the Structures.

試料番號	冷却速度	組織	硬度 (HB)
D-1	空冷 ( $500^{\circ}/hr?$ )	G+S	302
D-2	$150^{\circ}/hr$	G+F+P	255
D-3	$100^{\circ}/hr$	G+F+P	235
D-4	$50^{\circ}/hr$	G+F+P (粗)	217
D-5	$20^{\circ}/hr$	G+F+P (甚だ粗)	202

備考 G=焼鈍炭素、F=フェライト、P=パーライト  
S=ソルバイト

の五通りに變えた。冷却後に於ける各試料の組織は冷却条件に應じて夫々異つたものとなる。冷却速度が組織及び硬度に及ぼす影響は第7表に示す如くであつて、冷却速度が急速なものは基地がソルバイト状となり硬度は高い。たとえ Mn 含有量が高くても冷却速度が緩慢であれば基地は粗い層状パーライト状となる。この層状パーライト組織は前実験の低 Mn 含有量のものを空冷したものに類似したものである。冷却速度の差異によつて現われる現象は高力マレブルの製造上かなり重要なことであつてこの組織の差異が球状化焼鈍後に於ける組織の差異或は機械的性質の差異の原因をなすものである。

これ等の種々の組織の試料を更に  $Ac_1$  點以下の温度にて10, 30, 50時間と保持時間を變えてパーライトの球状化焼鈍を行つて、機械的性質と組織とを調べた。第8表及び第10圖(次頁)は冷却速度が機械的性質に及ぼす影響を示したものである。球状化焼鈍時間が同一であれば冷却速度が急速なものほど抗張力と硬度は高く、延伸率は低下する。又冷却速度が一定である場合は球状化焼鈍の時間が長くなる程抗張力と硬度は低下し、延伸率は増加する。この熱処理方法の差違が機械的性質の差違として現われるのは、前実験の場合と同じく各試料の熱処理後に於ける組織の差違に基くのである。第11圖乃至第13圖(第90頁、第91頁)は空冷した試料(D-1)を球状化焼鈍の時間を10, 30, 50時間に變えたものゝ組織を示したものであつて、いづれも空冷することによつてソルバイト組織とした後球状化焼鈍を行つたから、その組織は理想的な球状パーライト組織を呈している。保持時間の延長とともに球状セメントタイトの凝集肥大が起ることは前実験の場合と同様である。第14圖乃至第16圖

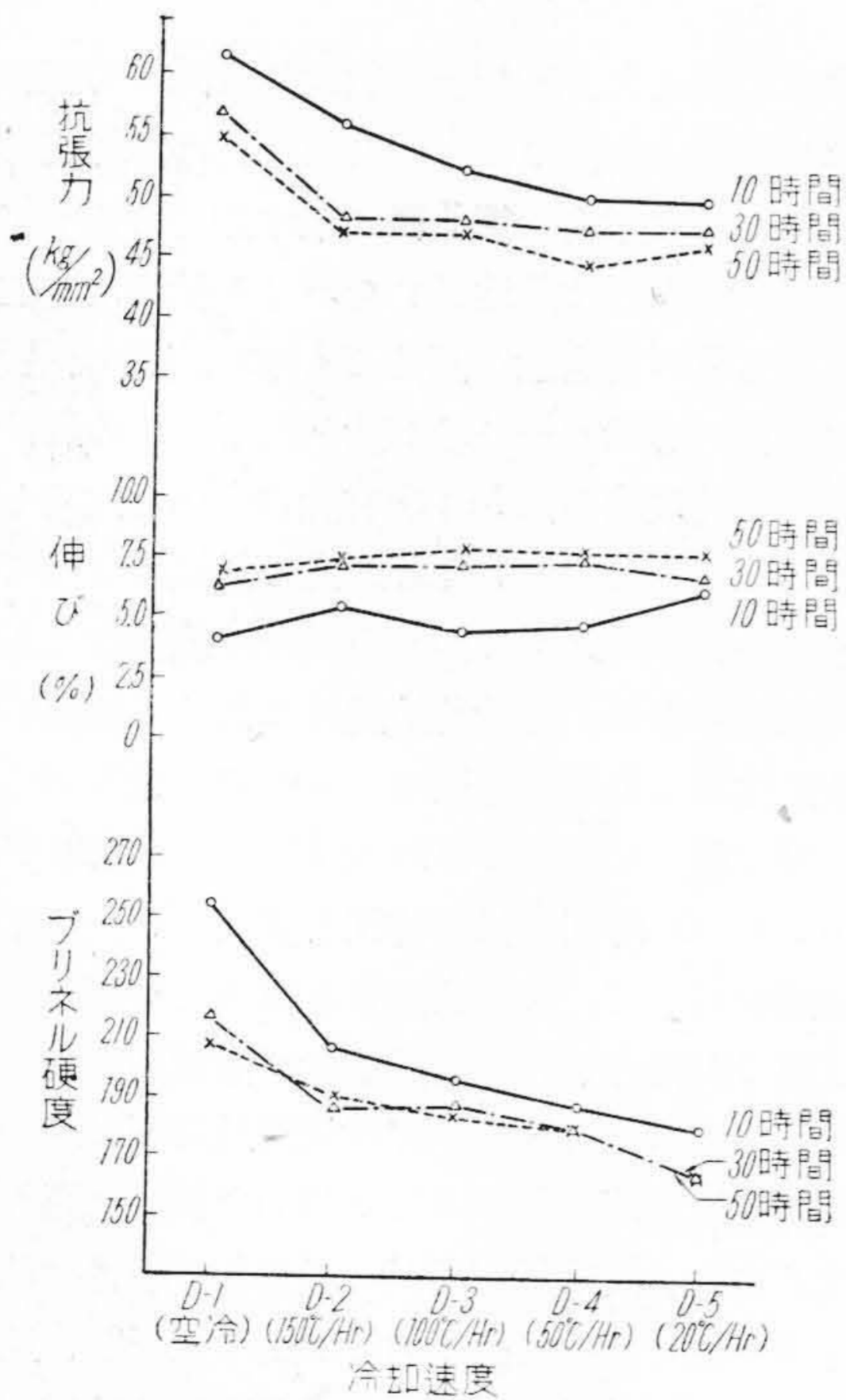
第8表 冷却速度が機械的性質に及ぼす影響

Table 8 The Influences of the Rate of Cooling on Mechanical Properties.

試料 番號	冷却 速度 (°C/m)	10 時間 保持			30 時間 保持			50 時間 保持		
		抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	延伸率 (%)	硬度 (HB)	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	延伸率 (%)	硬度 (HB)	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	延伸率 (%)	硬度 (HB)
D-1	空 冷	62.1 61.7	4.5 4.0	255	56.5 57.5	5.0 5.0	217	55.3 54.3	7.0 6.5	207
D-2	150	55.0 57.0	6.5 4.5	267	47.4 49.5	7.0 7.5	187	45.0 49.0	7.0 8.0	189
D-3	100	53.7 51.0	5.0 4.0	196	48.5 47.9	7.0 7.5	187	48.2 46.0	8.0 8.0	183
D-4	50	51.1 48.8	5.0 4.5	187	47.2 47.9	7.5 7.5	179	45.5 43.2	8.5 7.0	179
D-5	20	48.8 50.8	6.0 7.0	179	47.8 47.8	6.5 7.0	163	46.7 46.8	8.5 8.5	163

のであつて、パーライトの球状化が甚だ困難であり、熱処理後の組織は甚だ粗雑である。

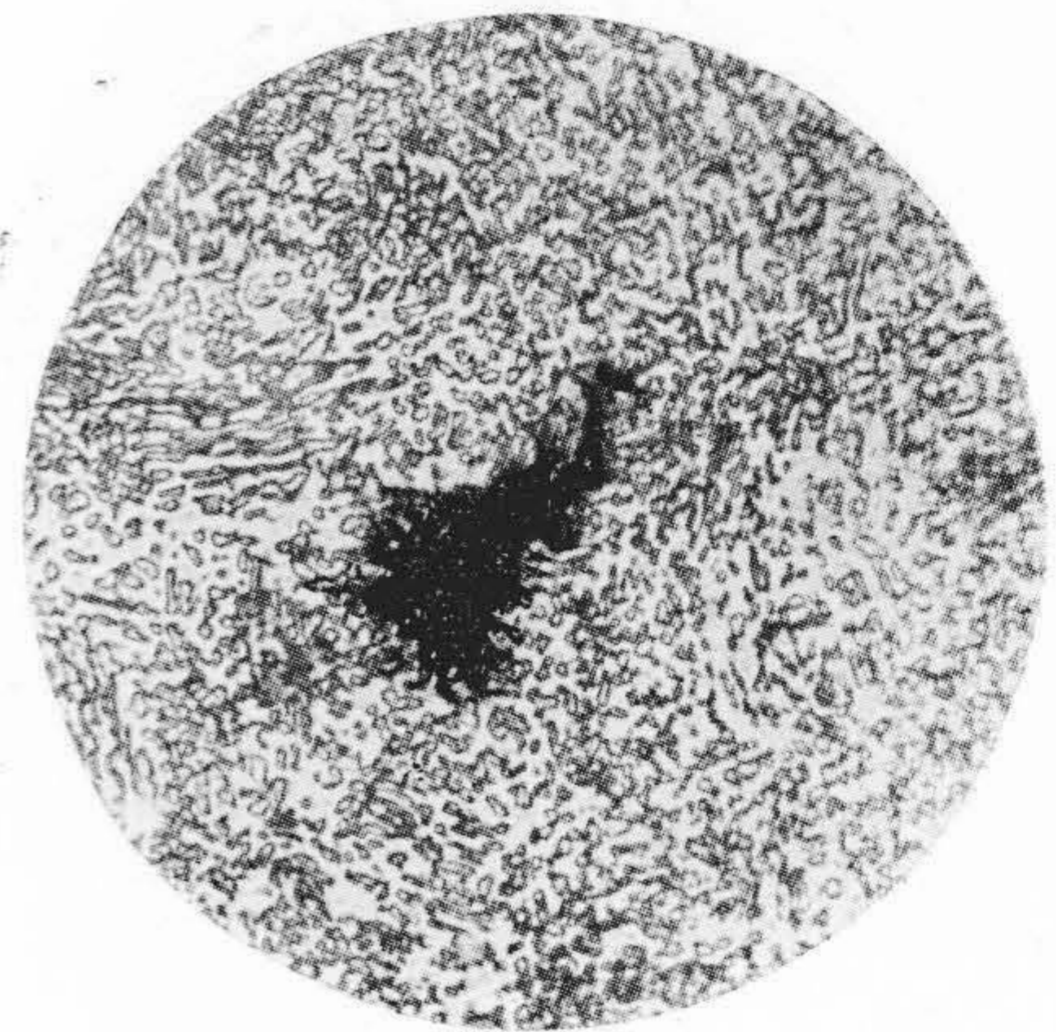
以上の結果より高力マレブルに材質の均一性を目標とする機械的性質を賦與するには、その熱処理方法に注意し、第一段黒鉛化後に少くとも 100°/hr 以上の速度で Ar<sub>1</sub> 點以下の温度まで冷却すること



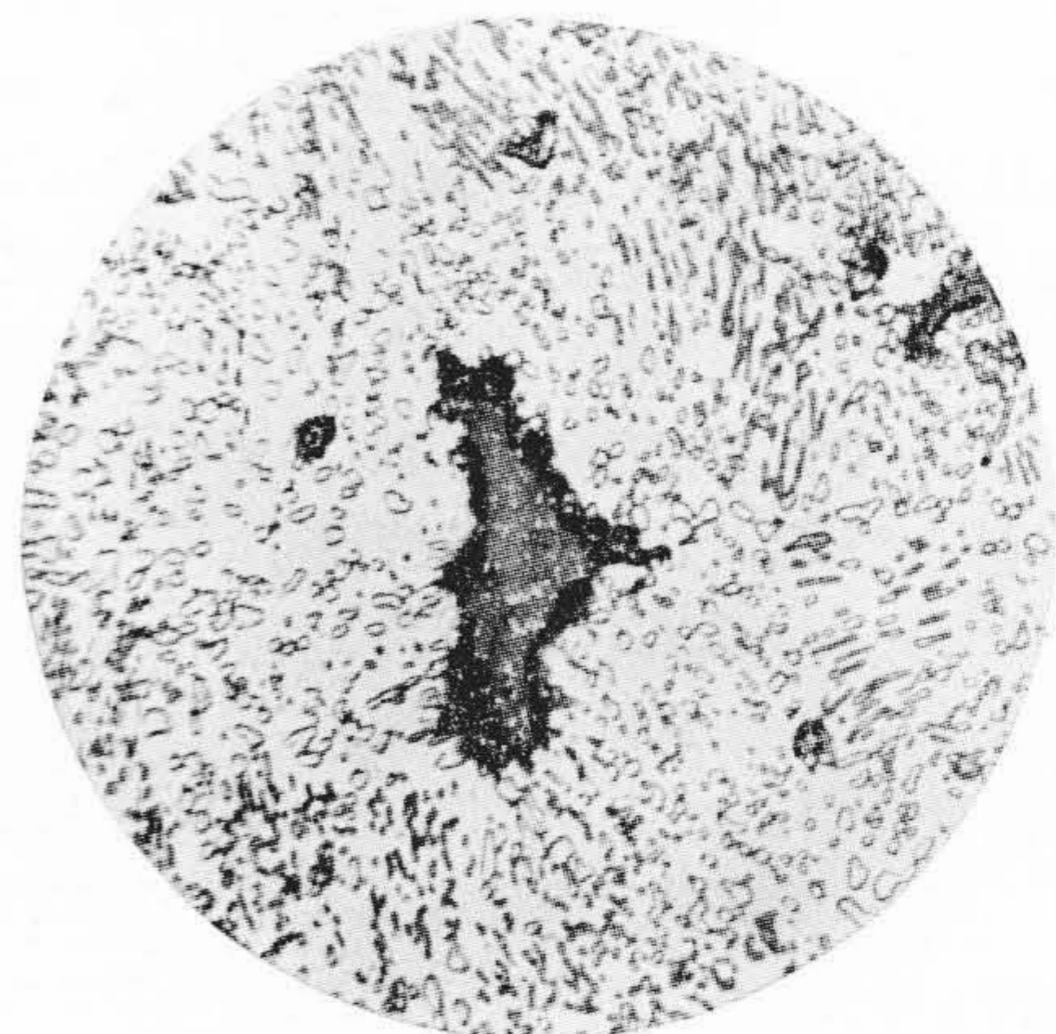
第 10 圖 第一段黒鉛化完了後の冷却速度が機械的性質に及ぼす影響

Fig. 10 Influences of the Rate of Cooling on Mechanical Properties.

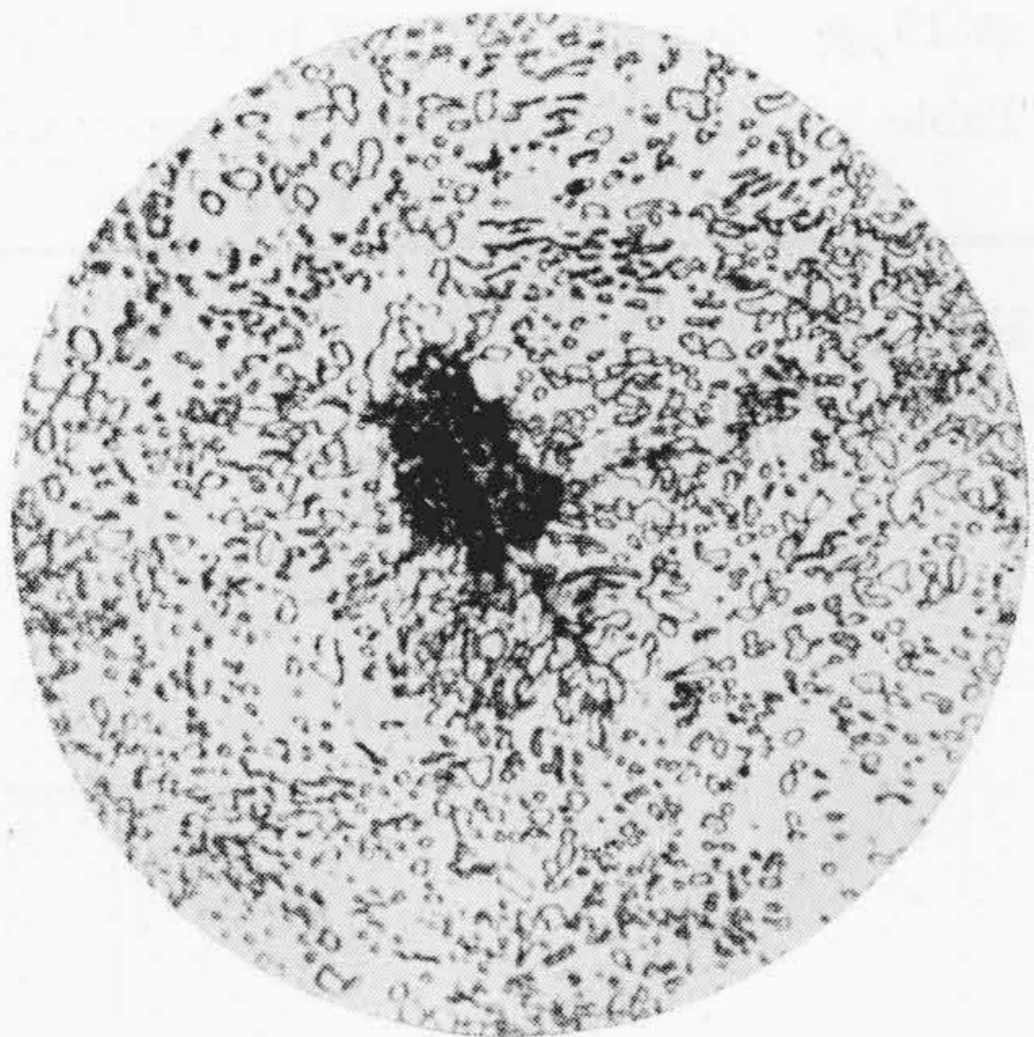
(第 91 頁参照)は 100°/hr の冷却速度の試料 (D-3) を 10, 30, 50 時間球状化焼鈍を行つたものであつて、前者に比して冷却速度が遅いからパーライトの球状化は緩慢であり、球状パーライト組織も粗雑である。第 17 圖乃至第 18 圖(次頁)は冷却速度が極めて緩慢で 20°/hr で冷却した試料(D-5) を 10, 30, 50 時間球状化焼鈍を行つたも



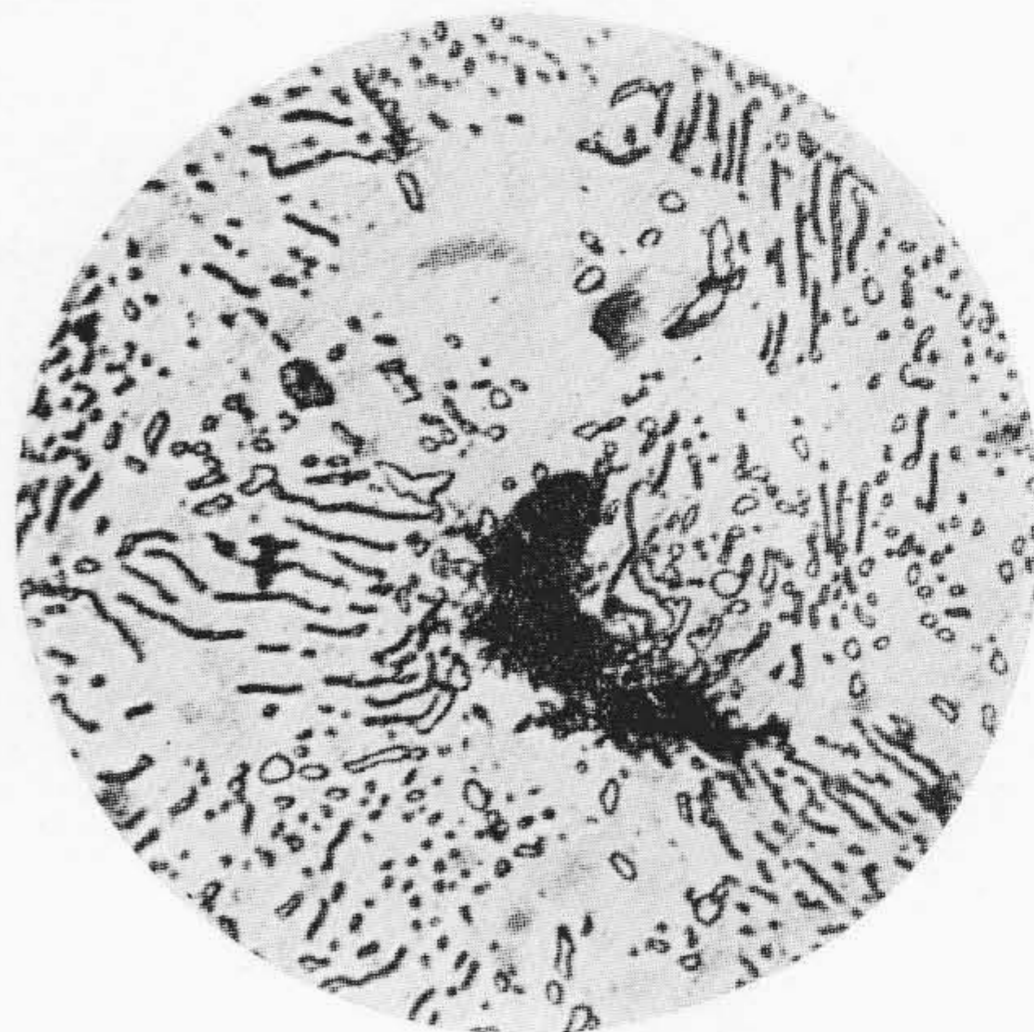
第 11 圖 D-1 (10) 10 時間 保持  
Fig. 11 Specimen D-1 (10), Spheroidized by Heating for 10 hrs.



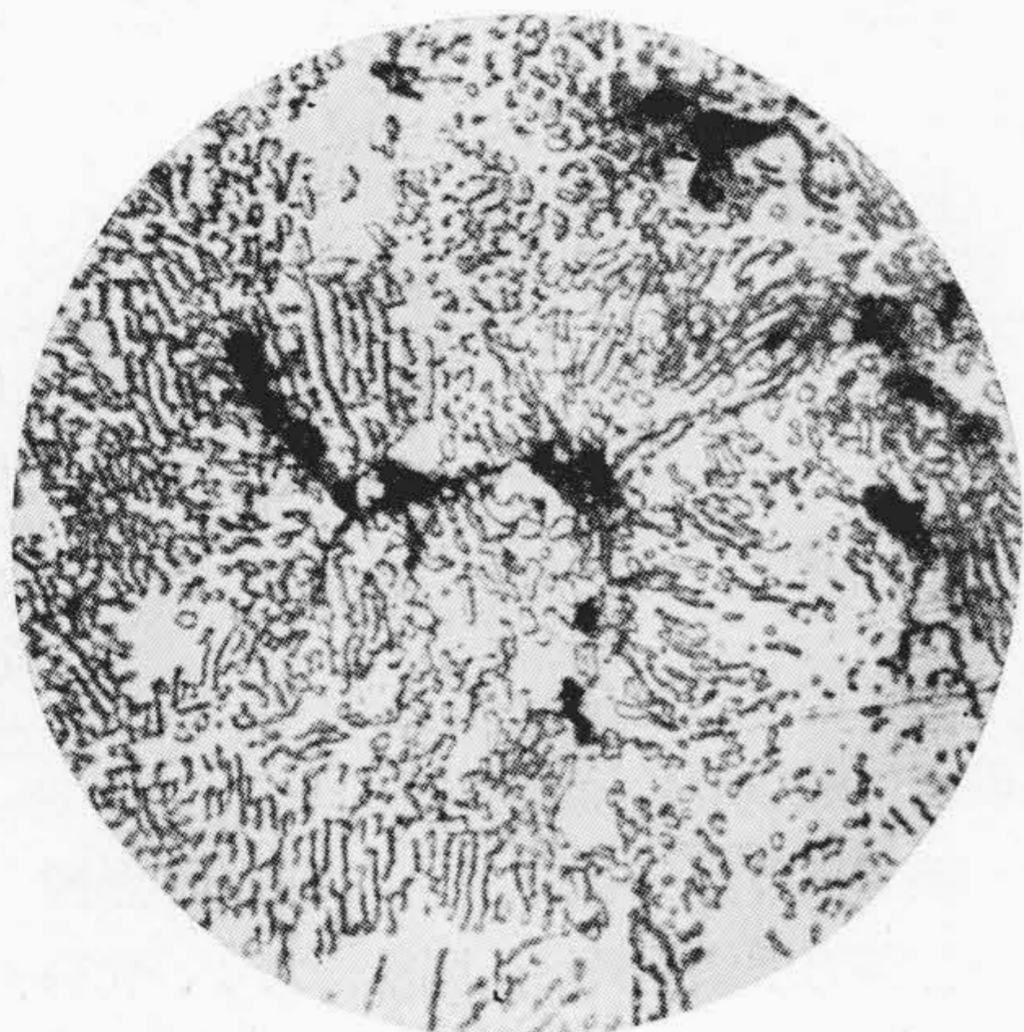
第 12 圖 D-1 (30) 30 時間 保持  
Fig. 12 Specimen D-1 (30) Spheroidized by Heating for 30 hrs.



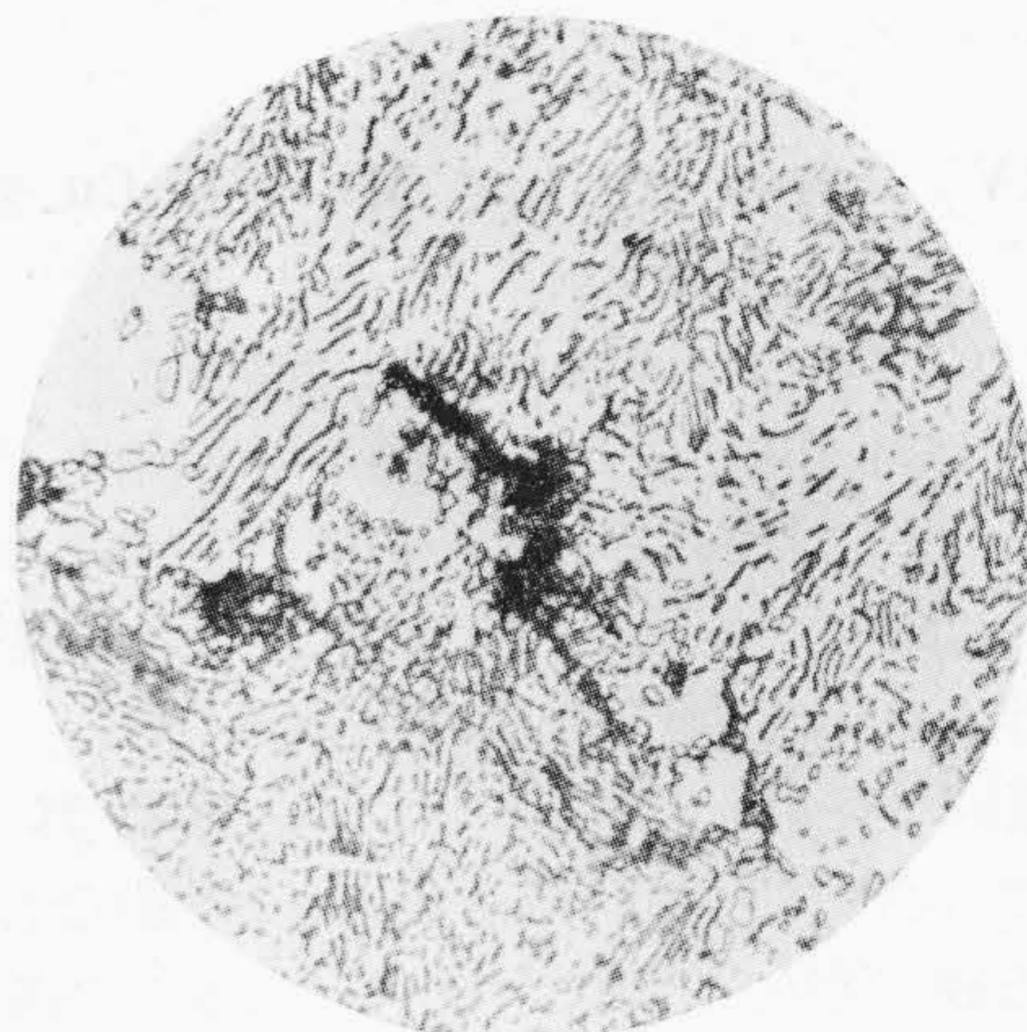
第13圖 D-1 (50) 50 時間 保持  
Fig. 13 Specimen D-1 (50), Spheroidized  
by Heating for 50 hrs.



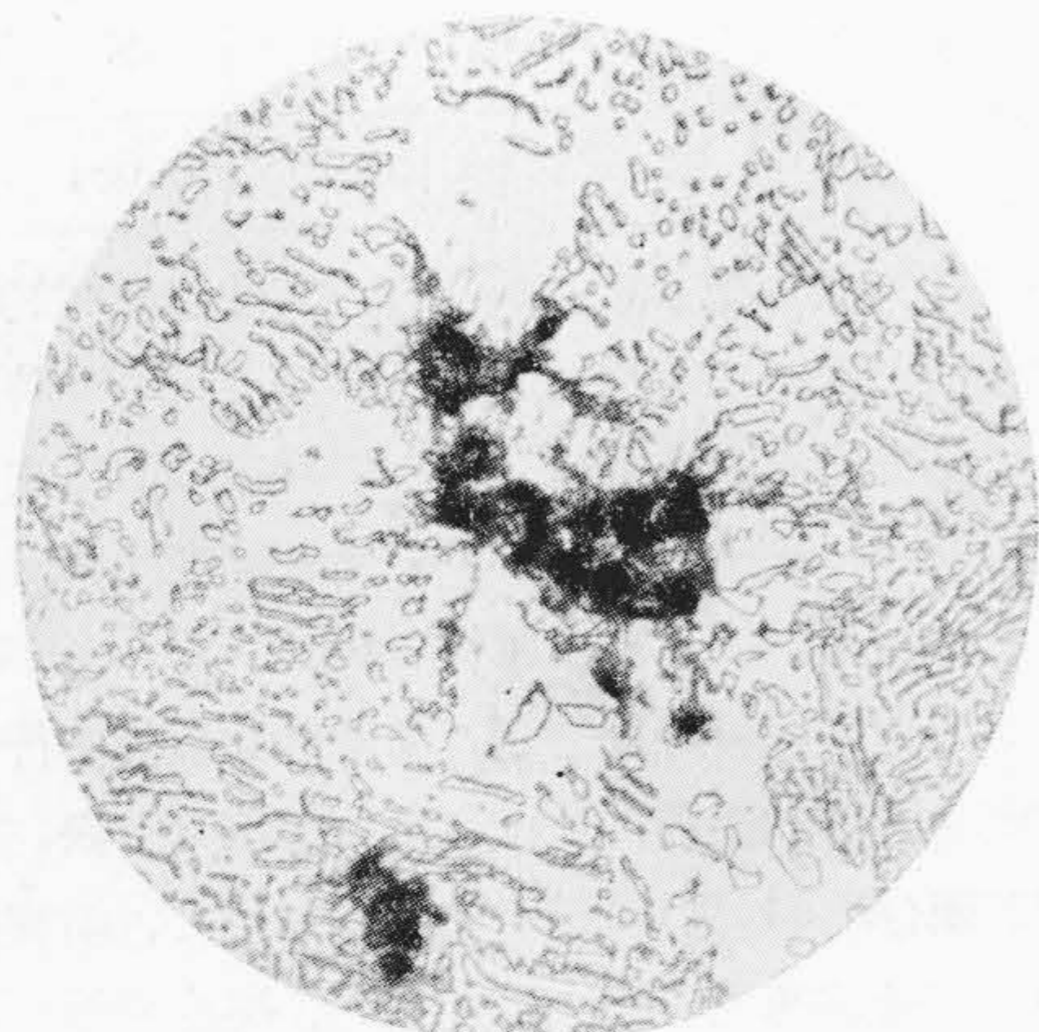
第16圖 D-3 (50) 50 時間 保持  
Fig. 16 Specimen D-3 (50), Spheroidized  
by Heating for 50 hrs.



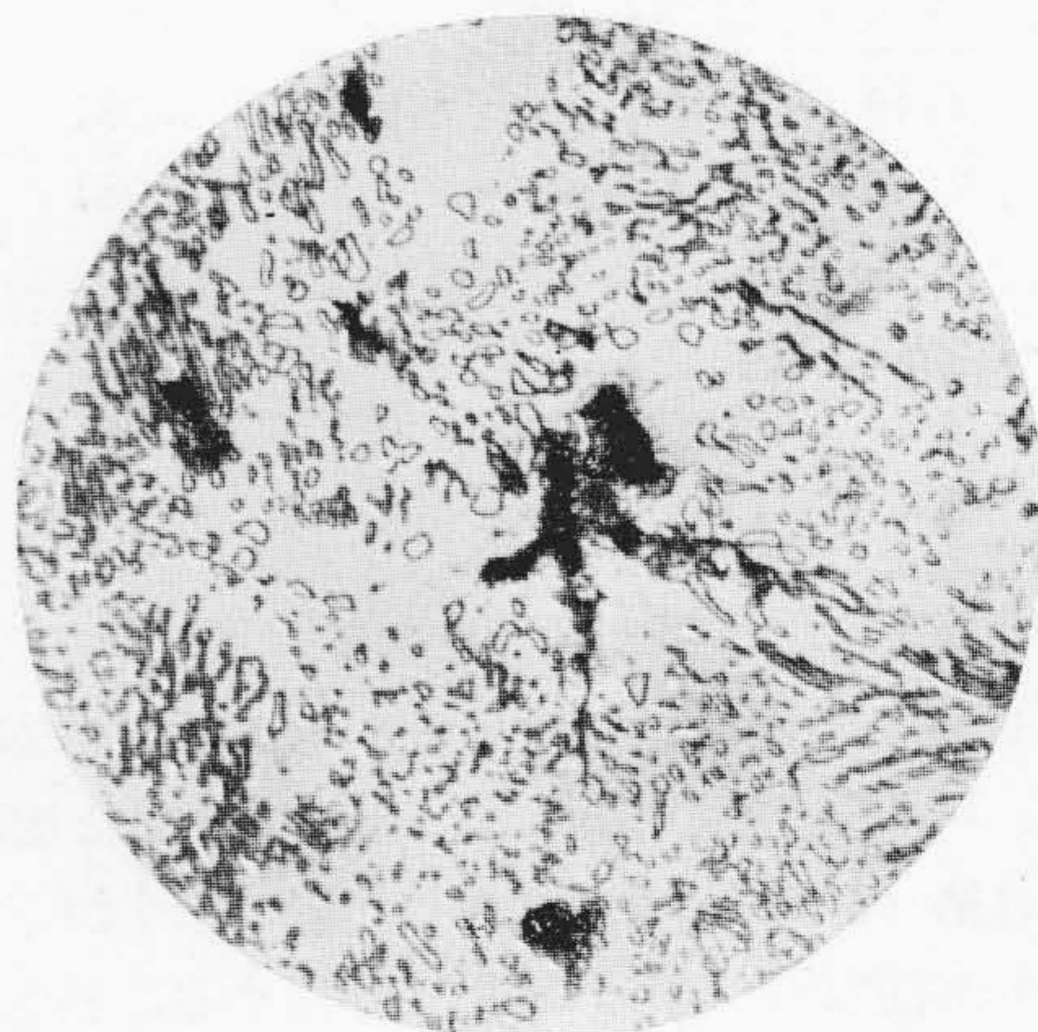
第14圖 D-3 (10) 10 時間 保持  
Fig. 14 Specimen D-30 (10), Spheroidized  
by Heating for 10 hrs.



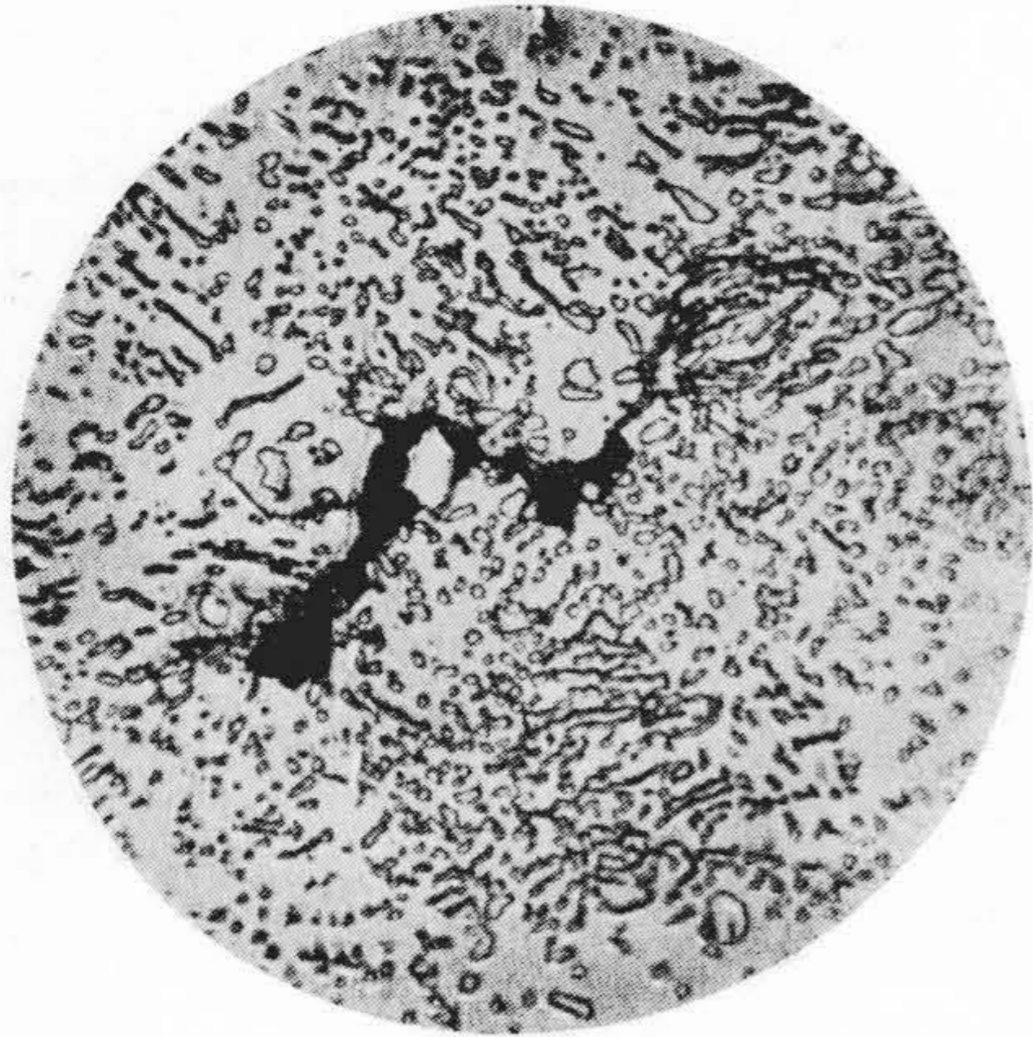
第17圖 D-5 (10) 10 時間 保持  
Fig. 17 Specimen D-5 (10), Spheroidized  
by Heating for 10 hrs.



第15圖 D-3 (30) 30 時間 保持  
Fig. 15 Specimen D-3 (30), Spheroidized  
by Heating for 30 hrs.



第18圖 D-5 (30) 30 時間 保持  
Fig. 18 Specimen D-5 (30), Spheroidized  
by Heating for 50 hrs.



第 19 圖 D-5 (50) 50 時間保持  
Fig. 19 Specimen D-5 (50), Spheroidized by Heating for 50 hrs.

と、球状化焼鈍を 30~50 時間行うことが必要であることを知らねばならない。

[IV] 特殊元素として Mn 及び Cu を含有した場合

(1) Cu 含有量と機械的性質との関係

Cu は熔湯の可鑄性を助け、衝撃値、耐蝕性、切削性等を向上する元素であると言われている。此處では Cu の含有が衝撃値の向上に及ぼす影響を主として調べた。実験に供した試料は前実験と同様に現場の黒心マレブル用の熔湯に Fe-Mn と故銅とを添加し、JES 第 4 號試験片並びに衝撃試験片粗材とを生型により鑄造作製した。第 9 表は試料の化學成分である。これらの条件を一

第 9 表 試料の化學成分 (%)  
Table 9 Chemical Compositions.

試料 番號	化 學 成 分					
	C	Si	Mn	P	S	Cu
J-1	2.44	1.00	0.67	0.133	0.081	0.23
J-2	2.45	1.01	0.68	0.133	0.081	1.09
J-3	2.43	1.02	0.67	0.132	0.081	1.86
J-4	2.43	1.00	0.67	0.134	0.080	2.68
J-5	2.44	1.00	0.68	0.135	0.081	3.86
J-6	2.43	1.01	0.68	0.133	0.081	3.86

定して熱処理した。即ち電氣焼鈍爐で 930°C にて 10 時間保持して第一段黒鉛化を行い、次いで球状化焼鈍を 710°C にて 18 時間保持して行つた。Cu 含有量と衝撃値との関係は第 10 表及び第 20 圖(次頁)に示す如くであつて、Cu が衝撃値の向上に有効に作用すること及びその有效量が約 1% であることが明らかになつた。又 Cu 含有量と機械的性質との関係は第 10 表及び第 21 圖(次頁)に示す如くであつて、Cu 含有量の増加に伴つて抗

第 10 表 機械的強度に及ぼす Cu の影響

Table 10 The Influences of Copper Content on Mechanical Properties.

試料番號	Cu 量 (%)	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	延伸率 (%)	硬度 (HB)	衝撃値 (kg/cm <sup>2</sup> )
J-1	0.23	60.1	7.5	207	0.500
		57.1	8.0		0.621
		57.5	8.0		
		57.2	8.0		
J-2	1.09	57.2	8.0	196	0.964
		56.5	8.0		0.926
		54.8	7.5		
		56.5	7.5		
J-3	1.86	56.1	7.0	196	0.790
		54.3	7.5		0.864
J-4	2.86	53.7	8.5	187	0.889
		56.4	8.0		1.003
		54.2	6.0		
		58.5	7.5		
J-5	3.86	55.5	6.5	187	0.889
J-6	3.86	55.2	6.5	187	0.964
					0.926

張力と硬度は僅かながら低下する。

(2) 熱処理方法が機械的性質に及ぼす影響

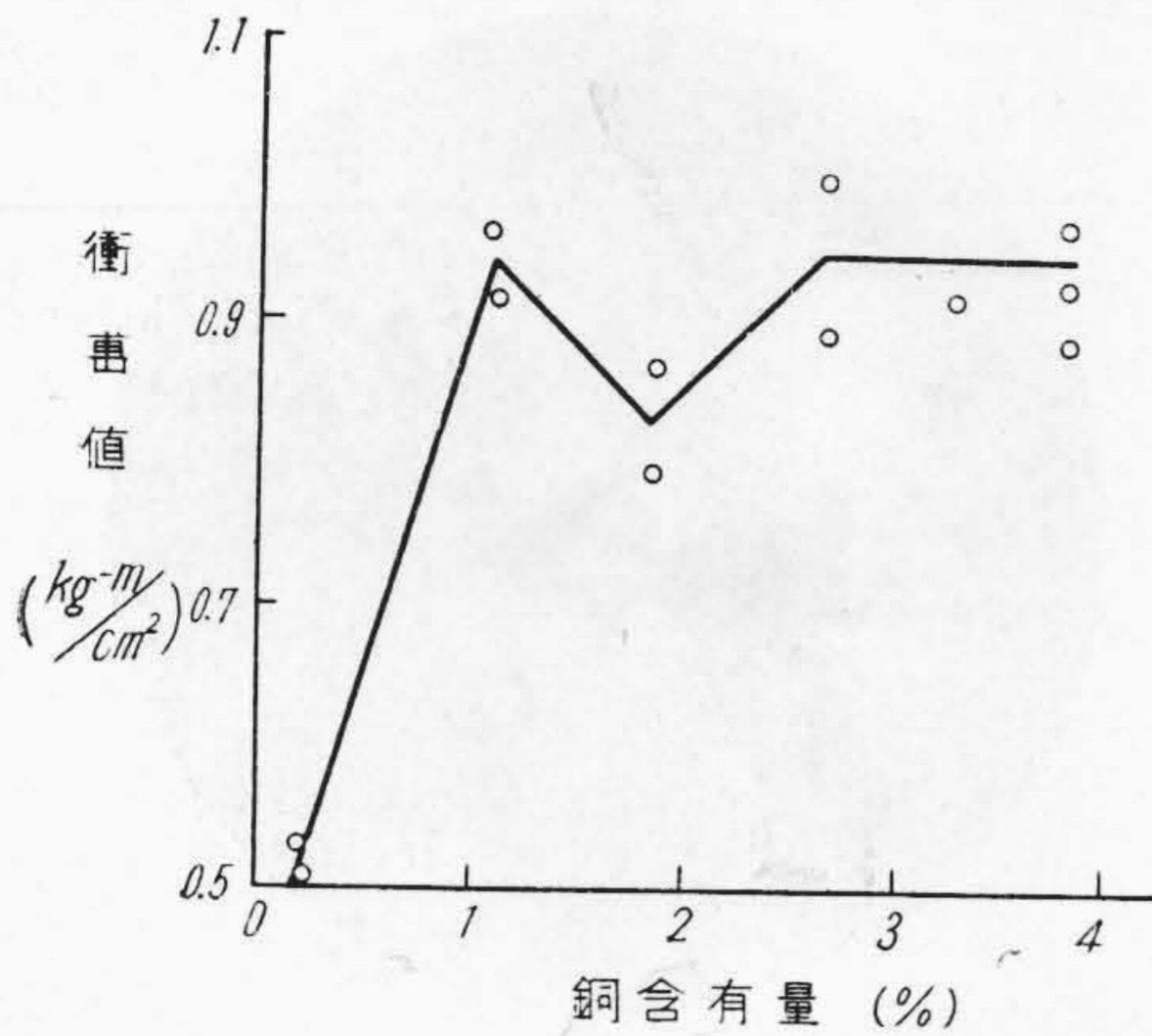
試料の作製方法は前実験と同様であり、化學成分は第 11 表に示す如きものである。これらの試料に種々異なる

第 11 表 試料の化學成分  
Table 11 Chemical Compositions.

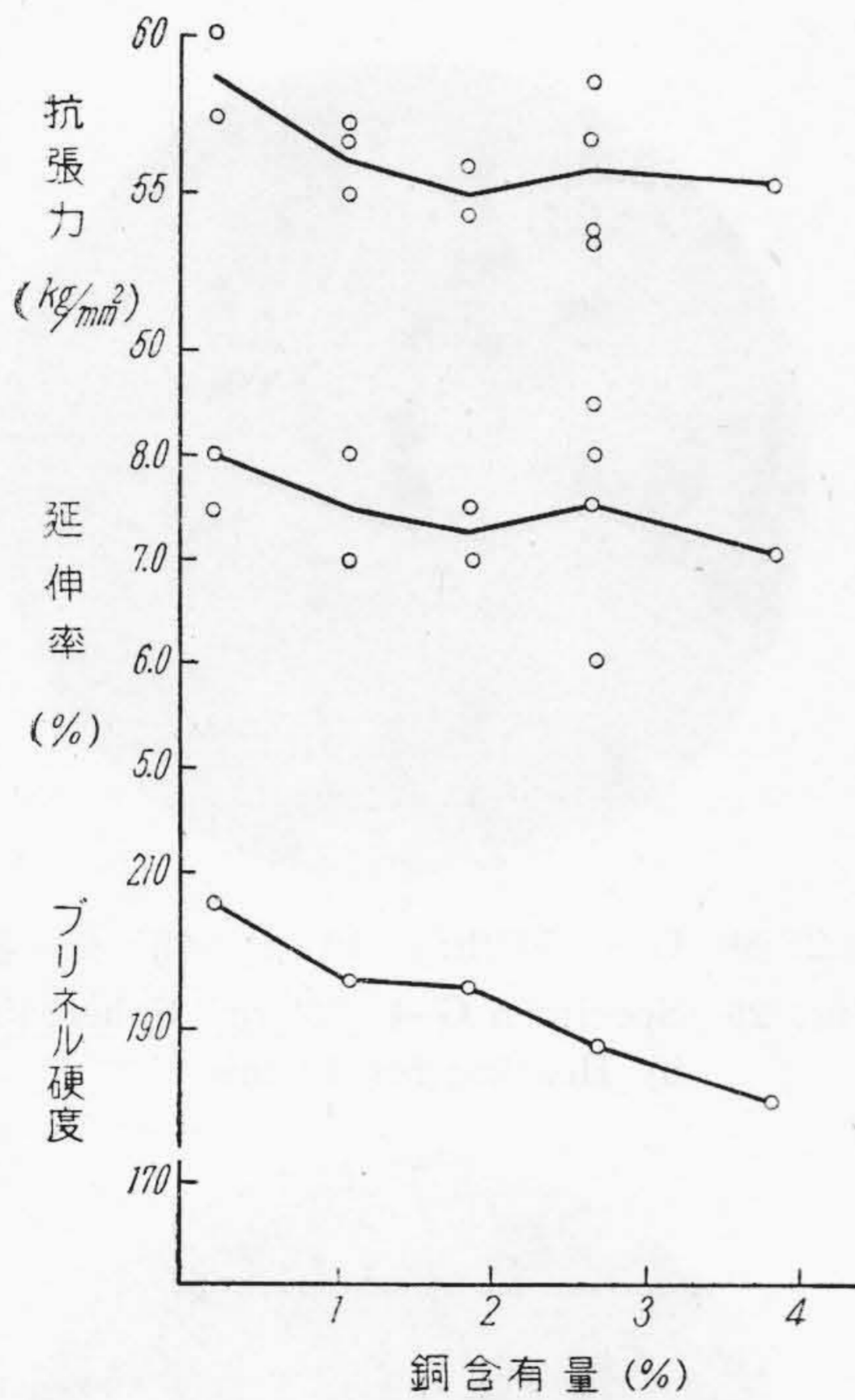
試料 番號	化 學 成 分					
	C	Si	Mn	P	S	Cu
G-0	2.45	1.01	0.68	0.133	0.081	1.09

つた熱処理方法を施して、熱処理の方法が機械的性質に及ぼす影響を調べた。電氣爐で 930°C にて 10 時間加熱保持して第一段黒鉛化を行い、Ar<sub>1</sub> 點下の温度までの冷却速度を種々に變えて冷却した。冷却速度は第 12 表に示す如くである。これらの試料を再び 690°C にて 10 時間と 30 時間に保持時間を變えて球状化焼鈍を行つた。冷却速度が機械的性質に及ぼす影響は第 13 表(次頁)及び第 22 圖(第 94 頁)に示す如くであつて、前実験の結果と同じく冷却速度が速い程抗張力、硬度を増し、延伸率はあまり影響を受けない。又パーライトの球状化が焼鈍時間が長くなるほど進行するので、時間が長いほど抗張力と硬度は低下し延伸率は増加する。各試料を檢鏡し





第20圖 衝撃値に及ぼす銅の影響  
Fig. 10 The Influence of Cu Content on Shock Value.



第21圖 機械的性質に及ぼす銅の影響  
Fig. 21 The Influences of Cu Content on Mechanical Properties.

た結果も前実験とほぼ同様であつて、冷却速度を急速にしソルバイト基地化したものはパーライトの球状化が至つて容易である。冷却速度が緩慢なものは粗い層状パーライト基地となるからパーライトの球状化は困難であり、球状パーライトの分布は極めて粗雑なものとなる。  
第23圖及び第24圖(次頁)は10時間と30時間の球状化焼鈍を施したものであつて、空冷してソルバイト組織としたものであるから球状化が完全に行われている。

第12表 試料の冷却速度  
Table 12 Cooling Rate of Specimens.

試料番號	冷 却 速 度	
G-1	930°C より室温まで	空 冷
G-2	930°C より室温まで	150°/hr
G-3	930°C より室温まで	100°/hr
G-4	930°C より室温まで	50°/hr
G-5	930°C より 600 まで	34°/hr

第13表 冷却速度が機械的性質に及ぼす影響  
Table 13 The Influences of the Rate of Cooling on the Mechanical Properties.

試料番號	保 持 時 間					
	10 時 間			30 時 間		
冷却速度 (°C/hr)	抗張力 (kg/mm²)	延伸率 (%)	硬度 (HB)	抗張力 (kg/mm²)	延伸率 (%)	硬度 (HB)
G-1 (空冷)	57.4	3.5	241	51.0	5.0	196
	60.5	3.0		52.0	6.5	
G-2 (150)	58.2	3.5	228	47.0	6.5	183
	59.0	3.5		48.1	6.5	
G-3 (100)	53.2	4.0	217	46.4	7.0	174
	52.5	4.5		44.4	6.0	
G-4 (50)	50.0	4.5	183	46.0	7.0	170
	51.0	4.5		44.5	6.5	
G-6 (爐冷)	45.0	6.0	166	—	—	—
	43.5	6.0		—	—	

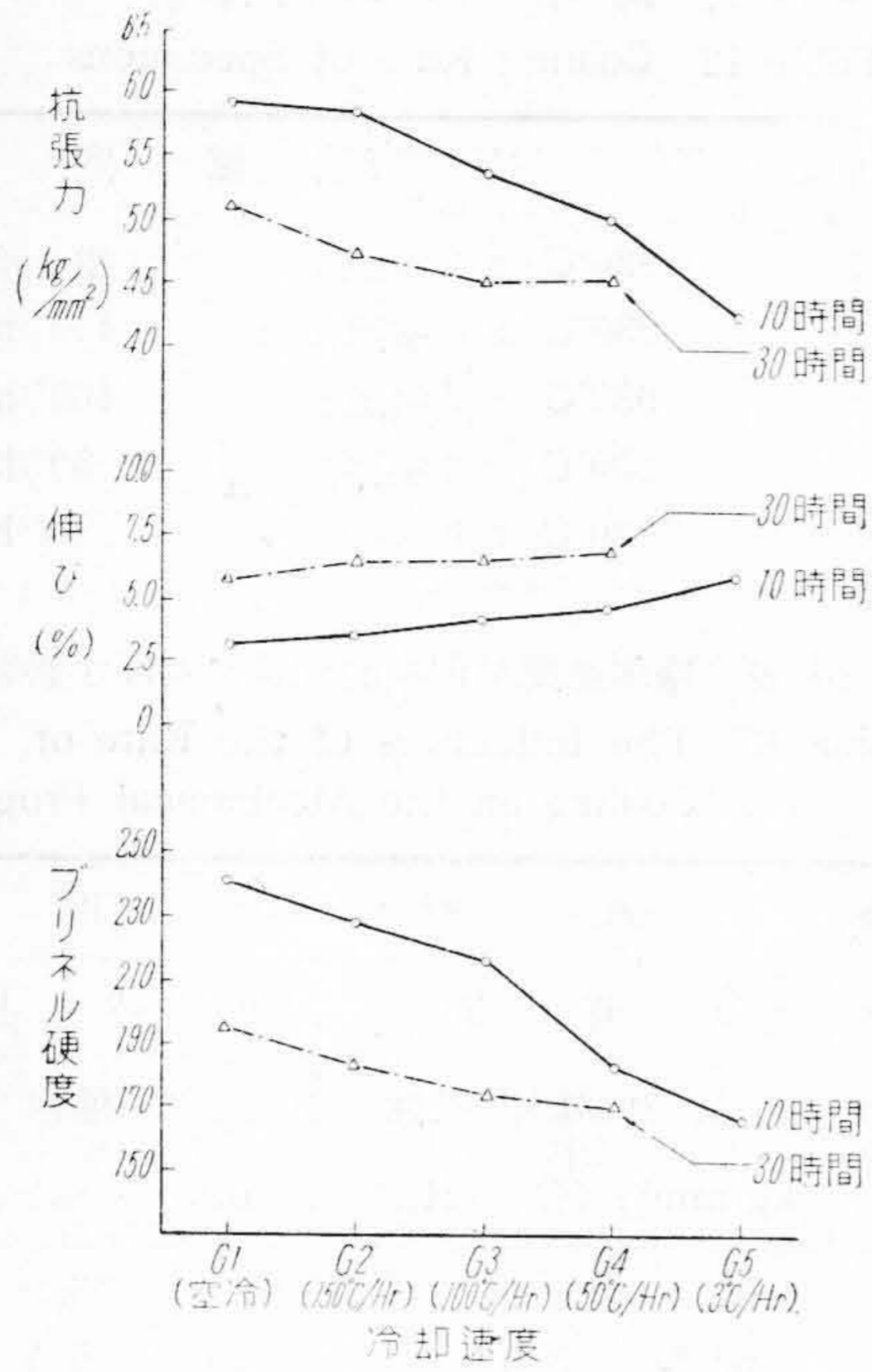
第25圖及び第26圖(次頁)は前者に比して遅い冷却速度で冷却したものであるから、前者と同一時間球状化焼鈍を行つても球状化は十分に進行していない。以上の結果より球状化を促進する元素であるCuを含有するときも、熱処理方法は前実験と同様に第一段黒鉛化後にAr<sub>1</sub>点下の温度まで急冷し、次いで球状化焼鈍を30時間乃至50時間行うことが必要である。

[V] 結 言

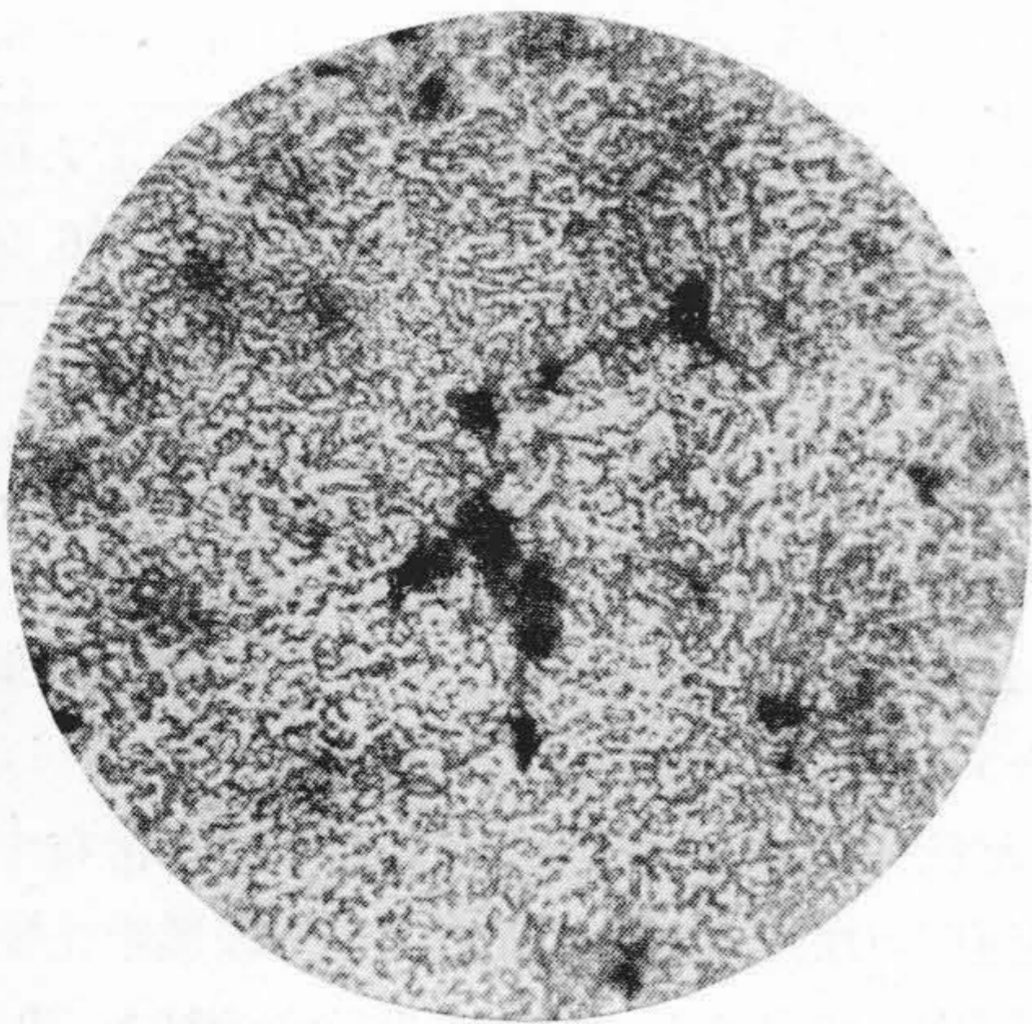
高力マレブルの製造方法に關する基礎的研究を行い、製造過程に於いて特に重要と考えられる事項を指摘した。その主なるものを挙げれば次の如くである。

(1) 高力マレブルの基本材であるところのMnを特殊元素として含んだ白銑は普通黒心マレブル用の熔湯にFe-Mnを取鍋添加することにより製り得られる。この白銑はモットルを發生し易いから注意を要する。

(2) 高力マレブルの材質の均一性を良くし、機械的



第 22 圖 冷却速度が機械的性質に及ぼす影響  
Fig. 22 The Influence of Rate of Cooling on Mechanical Properties.

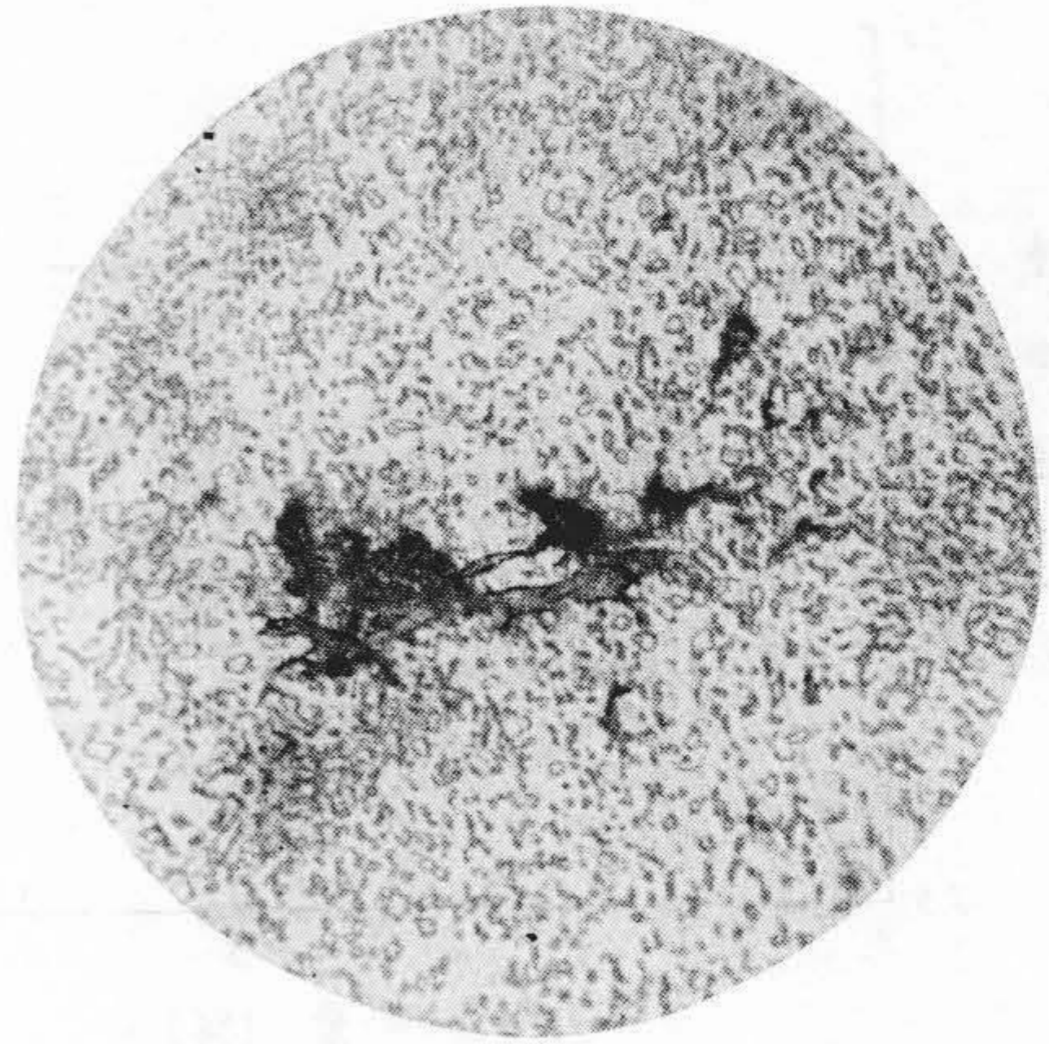


第 23 圖 G-1 (空冷) 10 時間保持  
Fig. 23 Specimen G-1 (Quenched in Air) Spheroidized by Heating for 10 hrs.

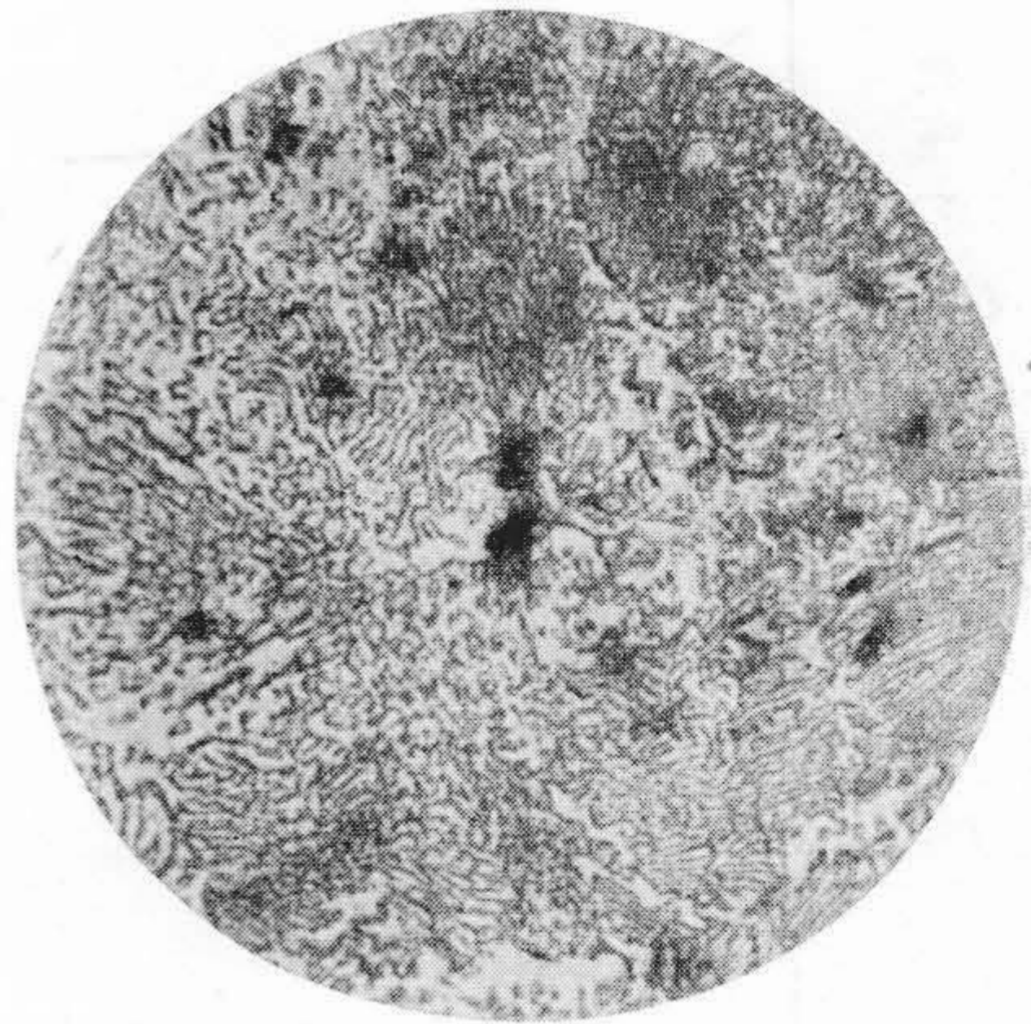
性質を目標強度に合致せしむるには白銑は特殊元素として 0.7~1.0% の Mn を含有すべきである。

(3) 白銑の熱処理方法は機械的性質と組織に及ぼす影響が大きいため特に注意を要し、最も理想的方法は第一段黒鉛化終了後空冷し、次いで球状化焼鈍を  $A_{c1}$  点下の温度で 30~50 時間行うが良い。

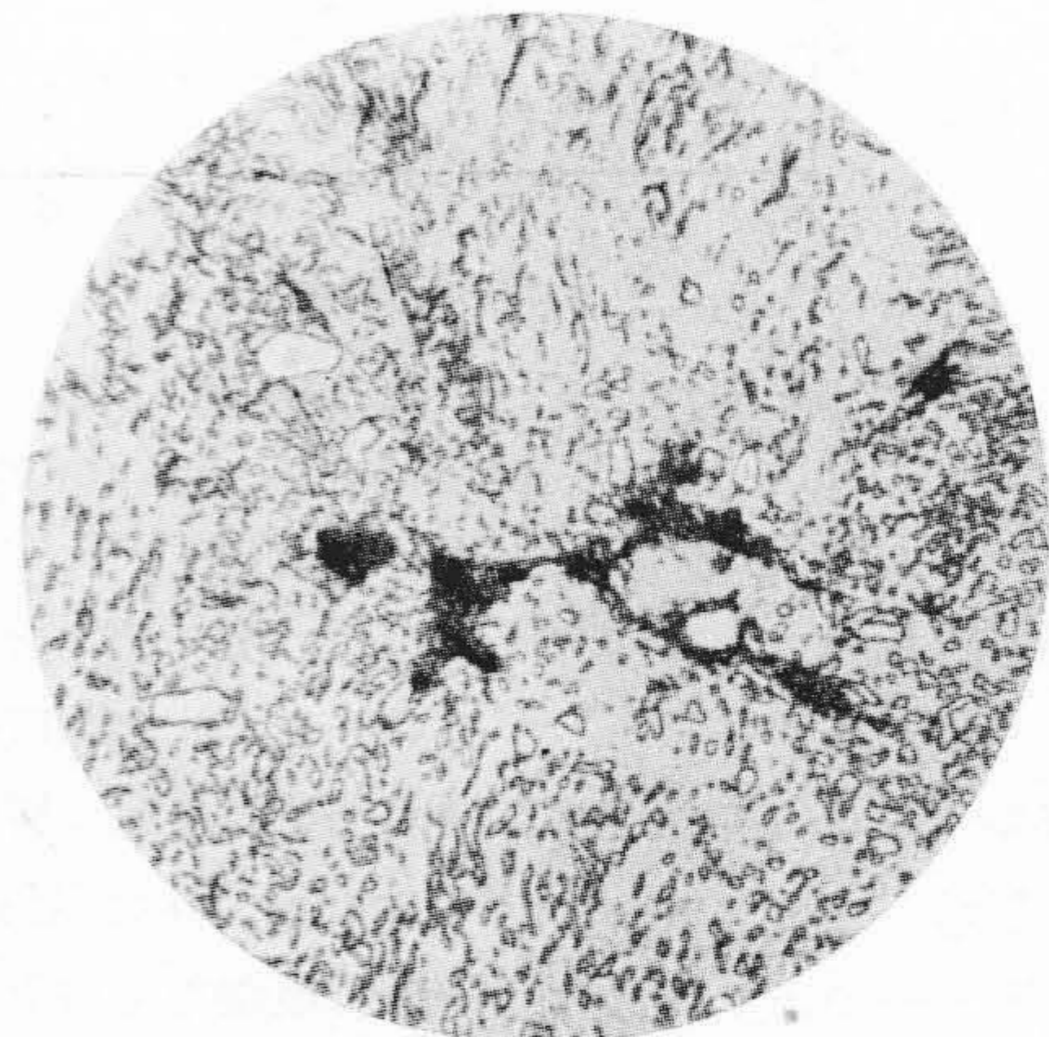
(4) Mn と同時に Cu を特殊元素として含有するときは衝撃値の高い高力マレプルを製造し得る。Cu の有



第 24 圖 G-1 (空冷) 30 時間保持  
Fig. 24 Specimen G-1 (Quenched in Air) Spheroidized by Heating for 30 hrs.



第 25 圖 G-4 (50°/hr) 10 時間保持  
Fig. 25 Specimen G-4 (50°/hr) Spheroidized by Heating for 10 hrs.



第 26 圖 G-4 (50°/hr) 30 時間保持  
Fig. 26 Specimen G-4 (50°/hr) Spheroidized by Heating for 50 hrs.

効量は約 1% 以上である。

(5) Mn, Cu の二元素を特殊元素として含んだ白銑を基本材としたときも、熱処理方法は第一段黒鉛化終了後空冷し、次いで 30~50 時間の球状化焼鈍を行うが良い。

終りに臨み実験の遂行に協力された戸畑、工場研究室の各位に對し深謝申上げる。

参 考 文 献

- (1) 菊田博士：戸畑冶金研究所報告第 4 號(昭 8-6)
- (2) 菊田博士：戸畑冶金研究所報告第 7 號(昭 8-8)

- (3) 内藤：鑄物第 7 卷、第 4 號(昭 12-4)
- (4) Forbes：Trans. Am. Foundrymen's Assoc. Vol. XLVI, No. 2, Dec., 1938.
- (5) 木村：日評 21 卷、9 號(昭 13-9)
- (6) 木村：日評 25 卷、8 號(昭 17-8)
- (7) 吉原：鑄物 12 卷、11 號(昭 15-11)
- (8) 吉原：鑄物 14 卷、1 號(昭 17-1)
- (9) 谷村、關：鑄物 17, 18 卷、復興號(昭 22-12)
- (10) 谷村、關：鑄物 19 卷 1, 2 號(昭 22-1)
- (11) 前川：鐵と鋼第 35 年、第 5 號(昭 24-5)
- (12) 鹽谷：日評 25 卷、10 號(昭 17-10)

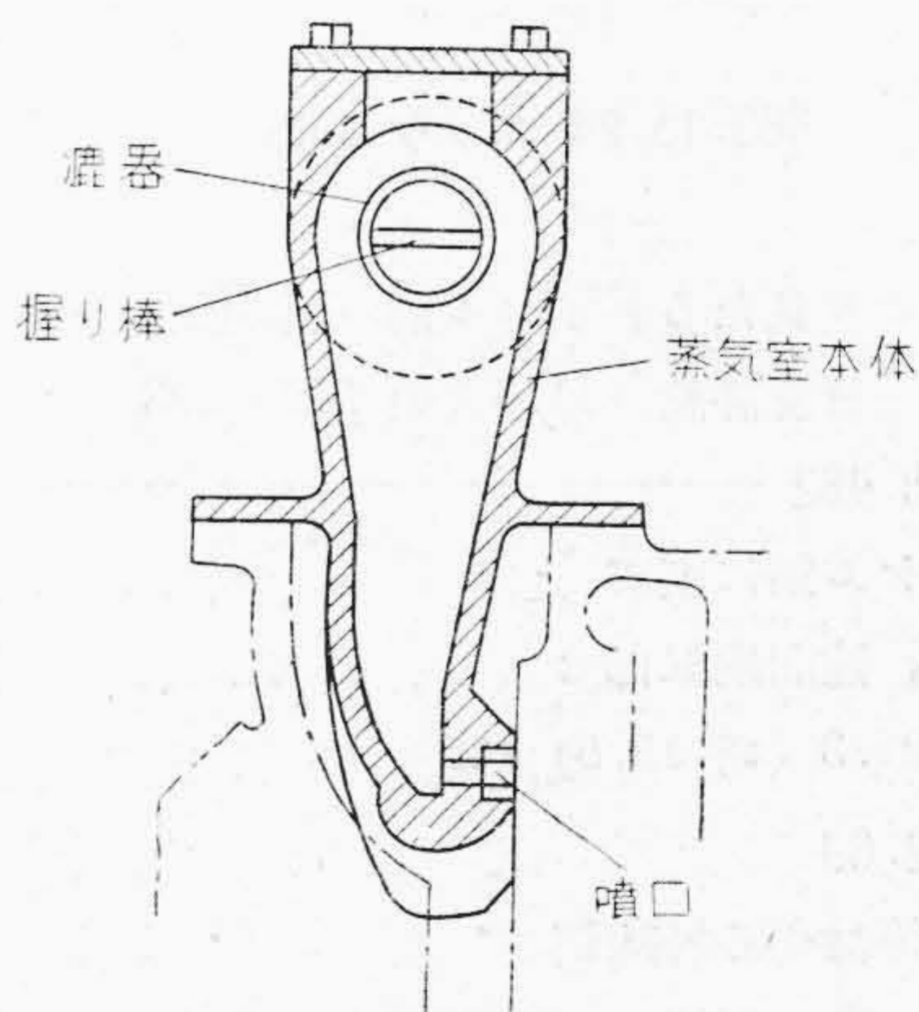
特 許 紹 介

實用新案第 374544 號

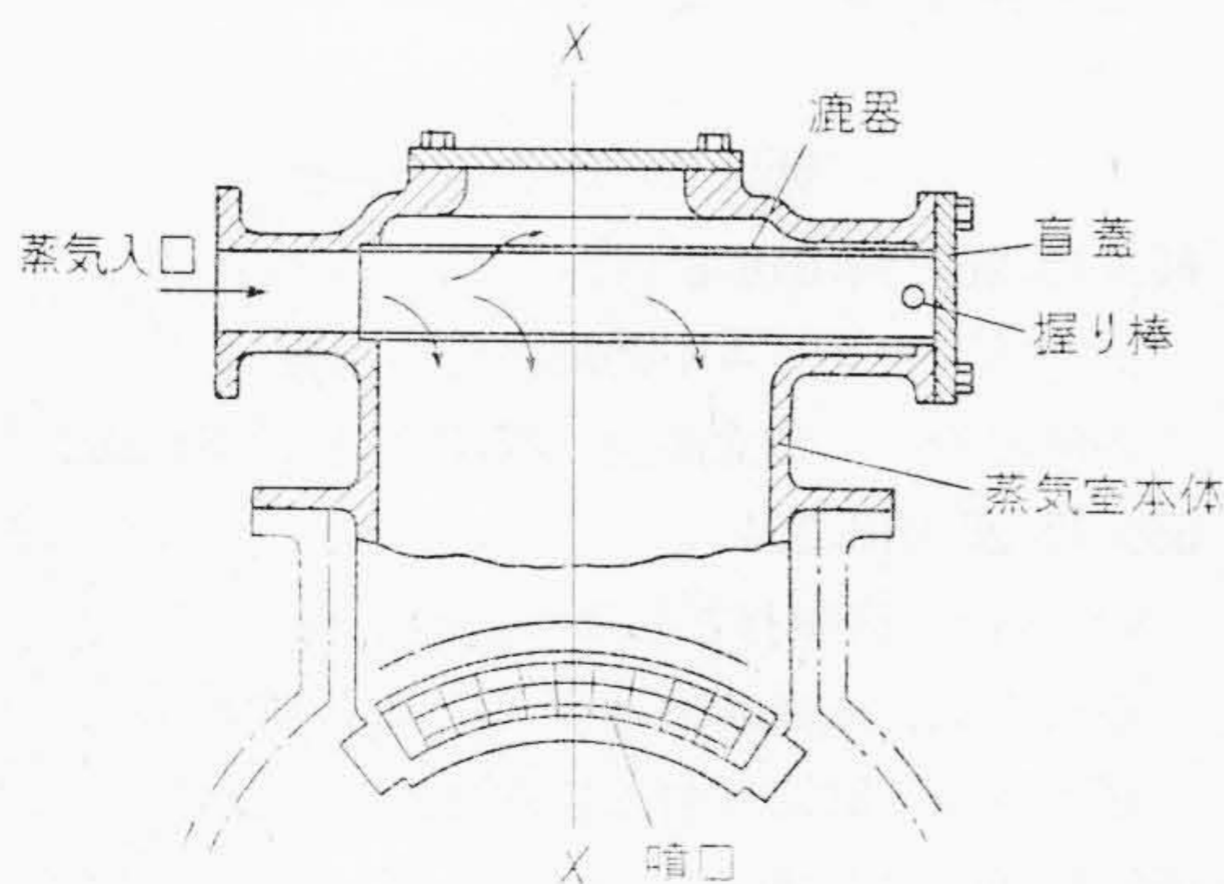
佐藤 博司  
樋熊 常雄

蒸氣タービンの蒸氣室本體

蒸氣タービンの蒸氣室に送入される蒸氣中には、鐵片又は蒸氣配管系統のスケール破片が混入する虞れがあるので、従來蒸氣室本體の蒸氣入口の前方に濾器を装置した部品をフランジ接合により取付けていた。本案はこの部品を廢し、**第 1 圖**及び**第 2 圖**に示すように、筒狀の濾器を蒸氣室本體内部に装置し、入口より送入された蒸氣を矢印のように濾器を通過させ、濾過清淨して噴口に送



第 2 圖



第 1 圖

るようにしたものである。なお濾器は盲蓋を外し握り棒を握つてこれを外部に引出し清掃することができる。

この構造によれば特に濾器を装置したフランジ付部品を必要としないから、構造簡潔となり、フランジ接合個所を減少し、従つて蒸氣の漏洩少く効率の改善に効果的である。(滑川)



UDC 669(048.1)

(第 84 頁よりつづく) 冶金工學に関する日立評論、既刊の論文集(その六)

669.15.018.5 電磁氣的に特異な鋼

- 669.15.018.5-41  
電氣鋼板の特性に及ぼす諸因子に就て  
小野健二；日立評論 23.7 (昭 15.7) 388
- 669.15.018.5-41  
電氣鋼板の現勢  
和島藤助；日立評論 23.8 (昭 15.8) 411
- 669.15.26.018.582  
Cr 磁石鋼に及ぼす不純物の影響  
小野健二、小山代三郎；  
日立評論 23.11 (昭 15.11) 598
- 669.15.018.584  
高抗張力非磁性鋼線の研究  
小野健二、日立評論々文集；  
第 1 報 1.4 (昭 23) 147 第 2 報 2.5 (昭 24) 38  
第 3 報 2.7 (昭 24) 115 第 4 報 2.10 (昭 24) 269  
第 5 報 2.11 (昭 24) 304

669.15.24 ニッケル鋼

- 669.15.24  
電氣的方面より見たるニッケル鋼の諸性質  
和島藤助；日立評論 11.5 (昭 3.5) 293
- 669.15.24.018.462  
滲炭用ニッケル鋼に就て  
菊田多利男、遠間駒五郎；  
日立評論 21.3 (昭 13.3) 235
- 669.15.24.002.69  
ニッケルを節減せる特殊鋼  
菊田多利男、森 靖；日立評論 24.10 (昭 16.  
10) 454

669.15.24.26 ニッケル、クローム鋼

- 669.15.24.26  
滲炭用ニッケルクローム鋼に就て  
菊田多利男；日立評論 22.11 (昭 14.11) 775
- 669.15.24.26-162:620.172.251.2  
電弧溶接による Cr-Ni 鋼溶着鋼の耐熱性  
鈴木音次郎、村松隆一；  
日立評論 25.7 (昭 17.7) 359
- 669.15.24.26:538.21  
18-8 Cr-Ni 鋼の加工及び加熱による磁性の變化  
小野健二；日立評論々文集 1.3 (昭 23) 93

669.15.24.26-194.56

- Cr-Ni オーステナイト鋼の高温機械性に及ぼす Ni の影響  
小野健二、鈴木音次郎；日立評論 30.2 (昭 23.  
4) 77
- 669.15.24.26.018.82-196  
不銹鋼製大型鑄鋼品の一例  
田村勝人、清野信二；日立評論 26.5 (昭 18.5) 283
- 669.15.24.26.28  
ニッケルクローム、モリブデン鋼に就て  
菊田多利男；日立評論 22.4 (昭 14.4)  
243 その二 22.5 (昭 14.5) 335
- 669.15.24.26.74-194.56  
Cr-Ni-Mn オーステナイト鋼の高温機械性に及ぼす  
Mn の影響  
小野健二、鈴木音次郎；  
日立評論 30.3 (昭 23.6) 121

669.25 コバルト鋼

- 669.15.25.018.252.3  
低炭素高コバルト高速度鋼  
小柴定雄；日立評論 24.12 (昭 16.12) 559
- 669.15.25.26.27.018.582-15  
高 Co W Cr 磁石鋼の熱処理と磁性との關係  
小野健二、鈴木音次郎；  
日立評論 30.3 (昭 23.6) 121

669.15.26 クローム鋼

- 669.15.26-194.018.8  
高級 13 クローム不銹鋼の腐蝕試験  
安田泰治；日立評論 27.3 (昭 19.3) 182
- 669.15.26.018.254  
CrD 鋼の拔型材としての適性試験  
小柴定雄、永島祐雄；  
日立評論 31.3 (昭 24.8) 126
- 669.15.26.018.45  
熱間工具鋼 DC の耐酸化性に就いて  
小柴定雄；日立評論 31.4 (昭 24.9) 184
- 669.15.26.018.582-194-15  
Cr 磁石鋼の熱処理  
小野健二、根本 正；  
日立評論 306 (昭 24.3) 255 (第 110 頁につづく)