

# 鐵と鋼 第七年 第拾貳號

大正十年十二月二十五日發行

## マンツメタルに及ぼす熱處理の影響に就て

戸波親平

工業上多く用ひらるる合金の内、黄銅は其用途最も廣く之に應じて夫々異なる性質を與へらるるが故に其種類甚だ多し、就中マンツメタルは海水に侵されざる事實により早く世に知られたる黄銅の一種にして之はジョージ・フレデリック・マッソン氏が一千八百三十二年初めて特許を得たるものにして後一千八百四十六年廉價にして同様の目的に使用し得る合金を造り是が特許をも得たり。マンツメタルは當時木造船の船體被覆用として専ら愛用せられたるものなれ共、現今は銅板を以て是に代へらるるに至り幾分其用途を減じたれ共、尙他に使用の途多々存する状態なり。

以下の實驗はロールド・マンツメタル棒に對して熱處理を行ひ其組織及び物理的性質の變化を究むる目的を以て行ひたるものなり。マンツメタルは $\alpha\beta$ の二相を有し溫度及び保温時間の關係に依り $\alpha+\beta$ 及び其他の組織に變化するものなるを以て、之等の變化と從て生ずる之が物理的性質との關係を明にし併せて先輩學者の所説を確むるも亦此實驗の目的の一なり。

一 實際に用ひたる試料  
本試験には大阪住友銅所製造のロールド・マンツメタル棒直徑 $7/8$ 吋長さ七吋のもの二十本を取り之を使用したり、其成分は化學分析の上第一表の結果を得たるものなり。

銅	59.573%	錳	39.704%
鐵	0.081	鉛	0.022

### 二 熱處理法

本試験は上述の如く熱處理のマンツメタルに及ぼす影響を考究せんとするものなれば、此場合の熱處理の操作は最も重要なものにして其良否の如何により完全に目的を達し得るや否やを決定さるべきものなり。故に能ふ限り所要の溫度を一定に保たしむる事を努めたり。

之に用ひたる爐は Fletcher Russel 會社の製造にかゝるガス・マッフル・ファーンズ (マッフル  $24'' \times 18'' \times 6''$ ) を選びたり、是は十六個のバーナーが一様にマッフルの下部の中央に縦に一列に配置せられ、着火せば各バーナーの焰はマッフル

の下より其兩側を経て兩分せられ、而して上に設けられたる三個の煙道に出づる装置なり、此マッフルの中に粉末アスベスト及び木炭粉の混合物を満たしたる鐵板製の箱に二本を一組として三組の試料を入れ、孰れも充分厚く覆ひ空氣に觸れ酸化する事を避けたり、如斯くして溫度測定に於ては毎試験前後に於て嚴密に電位計を以て目盛りせるサーモカップルを試料に極めて接近して挿入し且つガルバノメーターに導く途中に於てコールド・ジャンクションを設けたり。是に依りて第二表に示す如く三種の溫度に分ちて其一つは又三十分、一時間、及び一時間三十分なる時間内加熱し各々急冷したるものと徐々に冷却したるものとに區別せり。此場合のヒーテングカーブは第六圖の如くにして、急冷するに當りては容積約十二立方呎の水槽に清水を満たし其中に於て行ひたり而して次に急冷する場合にありては水を取替へ新鮮なるものを以てせり、又徐々に冷却するにありては試料の容器なる鐵板製箱共に爐外に取出し全く冷却する迄放置したるものなり。

斯の如くして他の溫度に熱處理を行ふ節は爐の充分冷却したる後に再び常溫より加熱したるものにして同一溫度のものは同時に連續行ひたるものとす。(第二表參照)

第二表 (熱處理)

符號	溫度	時間	急冷	徐冷
A	450° C	40分	急	徐
B	〃	〃	徐	徐

符號	溫度	時間	急冷	徐冷
C	〃	1.0時	急	徐
D	+	〃	急	徐
E	〃	1.5〃	急	徐
F	〃	〃	急	徐
G	650° C	30分	急	徐
H	〃	〃	急	徐
I	〃	1.0時	急	徐
J	〃	〃	急	徐
K	〃	1.5〃	急	徐
L	〃	〃	急	徐
M	830° C	30分	急	徐
N	〃	〃	急	徐
O	〃	1.0時	急	徐
P	〃	〃	急	徐
Q	〃	1.5〃	急	徐
R	〃	〃	急	徐
S	〃	〃	急	徐
H	〃	〃	急	徐

三 機械的試驗

應張力及伸延

各熱處理を行ひたる者は第一回に示す寸法に削り且つ兩端には螺旋を作りて試験をして安全ならしめたり、而して J. Baxton 會社の三十噸バクソン・テスティング・マシーンを用以張力試験を行ひて得たる結果は第三表に示すものなり。

第三表 (應張力及伸延)

符號	最大應力	伸延
A	26.69 T/□〃	45.0% 2〃に付
B	25.84 〃	43.5 〃

C	25.89	//	47.0	//
D	25.52	//	48.5	//
E	25.63	//	46.5	//
F	25.79	//	47.5	//
G	31.85	//	36.0	//
H	27.84	//	44.5	//
I	30.76	//	35.0	//
J	27.93	//	42.0	//
K	32.05	//	22.5	//
L	27.93	//	43.5	//
M	31.37	//	1.5	//
N	26.92	//	41.0	//
O	31.36	//	9.5	//
P	26.92	//	43.0	//
Q	35.00	//	10.5	//
R	27.22	//	43.0	//
S	26.69	//	47.0	//
T	26.69	//	47.0	//

B	12	8.410
C	10	8.421
D	10	8.391
E	17	8.410
F	12	8.422
G	19	8.474
H	12	8.454
I	15	8.443
J	12	8.450
K	10	8.421
L	10	8.442
M	22	9.467
N	13	8.471
O	18	8.448
P	12	8.453
Q	16	8.443
R	12	8.416
S	8	8.455
T	8	8.455

\*は 14.5° C

### 五 顯微鏡試驗

顯微鏡試驗をなすに當り此所に考慮すべき點はカーペンタ  
 ー氏の唱ふる變化即ち攝氏四百七十度附近に於て、

$\beta \rightarrow \alpha + \gamma$

の存在する事なり同氏は銅亜鉛合金に於て銅を四十乃至六十  
 三パーセント迄を含むものにおいては四百七十度附近に長時  
 間加熱して然る後急冷する時は以前存在したる $\beta$ は $\alpha$ と $\gamma$ と  
 に分解するものなりと唱へたり。(第五圖甲參照)

然れ共此ロール・マンツメタルの場合にありては該説の

第四表はショーアス・スケレロスコープを用ひ試料の圓周  
 面を平にし異なる位置に於て十數回硬度の測定をなしたる者  
 の平均を表はせるものなり。

### 四 比 重

第七圖に示す比重壕により攝氏十四・五度の水を用ひて測  
 定したる比重は第四表及び第四圖に示すもの之なり。

### 第 四 表 (硬度及比重)

符號	硬度	比重*
A	14	8.421

マンツメタルに及ぼす熱處理の影響に就て

範圍内に存在すとは雖も熱處理が $\gamma$ の生成に要する時間に比し、遙に短き爲め實驗的無視して可なるものなる事を知り得たり、故に以下顯微鏡試験をなすに當りては第五圖乙に示す平衡圖に依るものとす。

先づ顯微鏡試験を行ふには試料の斷面を平に且つ磨擦によりて熱せられ酸化するが如き事無き様充分の注意を要す、此試験に用ひたるポーリッシング・マシンは直徑六吋の平滑なる圓板の軸にベルトを以て $\frac{1}{3}$ 馬力のモーターに連結し、且つ Conical pulley を用ひて回轉數を適宜變化せしめ得べきものなり、而して豫め鑪にて平に仕上げたる試料は F. F. F. F. F. F. 等のポーリッシング・クロース (John Oakley & Jons Limited 製) を圓板に附着せしめて順次細かく磨き次に Barton 0. 00. 000. 0000 の四種の Every paper により全く鏡面の如く精研し、尙其上セルピットにアルミナを溶かしたる水を塗布して壓する事無く靜に試料を保持するのみにして最後の研磨を完了したるものなり。

腐蝕劑としては酸性第一鹽化鐵溶液を使用せり。即ち、

第二鹽化鐵 五、 鹽酸 一〇、 蒸溜水 一〇〇

にして之を浸すに際しエーテルを以て充分試料に附着せる油を洗條し、而して數秒間浸漬する時は腐蝕さるゝに至るものなれば適當の時に取出し水洗して乾燥せしめたり、斯の如くして行ひたるものを顯微鏡にて窺ふ時は次の如く溫度により興味ある變化をなせり。

#### 一、四百五十度

四百五十度に加熱處理を行ひたるものは寫眞第一圖より第六圖迄に示すもの之なり (以下第何圖とは顯微鏡寫眞を意味す) 此場合に於ては孰れも $\alpha$ 及び $\beta$ の二相よりなり、未だロールされたる際の組織を消失するに至らず、第十九圖及第二十圖に示すロール・バーに比すれば其組織が大となりたるのみなり。

#### 二、六百五十度

此溫度に處理されたるものは第七圖より第十二圖に示す、茲に於てはロールされたる形跡は全く無く四百五十度の場合と同様大なる組織となり、且つ第七圖に比すれば第九圖は大にして又第十一圖にありては尙ほ大となる、斯の如く冷却したる第八、十、十二圖に就きても此關係の存在するを見る可し、此場合黒き部分は $\beta$ 固溶體にして他は $\alpha$ 固溶體なり。

#### 三、八百三十度

第十三圖より第十八圖迄に示すものは此溫度に於て處理したるものなり。

先づ急冷されたるものを窺ふ時は處理時間の長さもの程大なる結晶を呈せり、第十三圖は全く同種なる $\beta$ のみの組織なる如く見受けらるれ共尙詳細に試料全面に涉り窺ふ時は第十五圖同様 $\alpha$ の點在するを見受くるものなり、然れ共第十七圖にありては單に $\beta$ のみの組織となるに至れり。

又徐々に冷却されたるものに於ては恰も鑄造されたるもの

と同様なるデンドリチックの $\alpha$ と而して $\beta$ とより成る比較的  
大なる組織を示せり。

### 結 論

以上得たる試験結果並に檢鏡により綜合する時は凡そ次の  
如き結論に達す可し。(第二圖參照)

### 機械的試験

徐々に冷却したる場合

徐々に冷却したる時は其應張力並に延性は共に孰れも大差  
なきものなり、即ち徐々に冷却したるものにおいて冷却の  
速度を一定にして行ひたるものは其が處理せられたる溫度に  
は無關係なるものなり、又處理時間に就きては各溫度に於て  
何等影響を與へず、且つ硬度にありては殊更處理溫度及び時  
間には關する事なきを見る可し。

急冷したる場合

急冷したるものに於ては四百五十度に處理したるものに限  
り機械的諸性質は全く徐々に冷却されたるものと同一なり、  
然れ共六百五十度に於て行ふ時は應張力は約二十五パーセン  
トの増加をなし遙に強力大となれり之は比較的強靱なる $\beta$ の  
量の増したるに負ふ所にして之に反し延性の乏しくなるは必  
然の結果なり、八百三十度にありては三十分一時間のものを  
除きては尙其應張力増加し延性は減少せり。

次に處理の時間に就き考ふるに是又徐々に冷却したる場合  
と同様影響なきものと信ず、八百三十度の場合にありて三十

分並に一時間處理したるものが一時間三十分の其に比し遙に  
劣れるは第六圖に於て見る如く全く溫度の稍低かりし爲に歸  
因するものとす。

硬度にありては高溫度に於て處理したるもの程増加するは  
 $\beta$ の生成に基く所以にして已に述べたるが如し。

以上の結果を第三圖に示す如くせば各溫度に於ける熱處理  
による變化の範圍を明に知る事を得。(但し圖中A B及びA' B'  
線はロールせる儘のもの強力並に延性を示す)

即ち本試験に依れば四百五十度において急冷したるもの  
の應張力は $a' b' c'$ なる點にて表され徐々に行はれたるものは  
 $a' b' c'$ となる、而して此三點を結ぶ直線が其間の強さを表し  
得るものとせば此熱處理に於て前者は $a' b' c'$ にて表さるる  
面積だけの變化を生じ、後者の場合は $a' a' b' c'$ なる範圍を  
變化したるものなり。又延性にありては急冷されたるものは  
 $a_1 a_1' b_1 c_1'$ にて圍まれたる部分にして徐々に冷されたるもの  
は $a_1 a_1' b_1' c_1'$ なる面積の變化を來せり、而し此溫度の場合には  
徐々に冷却せし際の延性の増加したるを徐く外何れも處理せ  
ざるものより機械的性質劣れり、然るに六百五十度に於ては  
急冷せば $d f f' e' d'$ なる面積となりて非常に範圍は廣く即ち  
好結果を得たるなり、前記の如く徐々に冷却したるものにて  
も尙圖の如く其面積を増加せり、如斯くして八百三十度に於  
ては一層範圍を擴大したる次第なり。

此事實により我々は熱處理により變化したる此面積内にあ

6  
 る強力並に延性は處理の方法により任意の値を得るものと考へらる可し。然れ共應張力伸延率共に最大値を得んとするは不可能なる事當然なり。

顯微鏡試驗

四百五十度に於ける熱處理の影響はロールド・バーに比して組織一般に大となり、且つ長時間の處理を受けたるもの程大となりたるに止まり、其他組成的影響は無きものと信ぜらる可し。

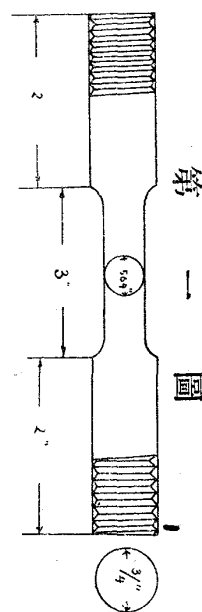
六百五十度の場合にありては時間の長短による組織の大小は四百五十度と同様の關係を存すれ共 $\alpha$ 及び $\beta$ の量に及ぼす事なし、然れ共温度の上昇に伴ひ $\beta$ の増加せるは四百五十度のものに比し明かなり。徐々に冷却したるものはデンドリチックの組織を呈す可きものなるに第八、十、十二圖の如き結果となりたるは冷却速度の他に比して早かりし爲めにして之が應張力を幾分増さしめたる原因なりと思惟す。

八百三十度にて熱處理を行ひたるものは第六圖に示す如く所要の温度より稍低く行はれたるものなり。故に急冷したるものによりては既に述べたる如く全く $\beta$ 固溶體のみとなるに至らざるものにして正しく此温度に於て行はれたらんに第十七圖の如く變化す可きものなり。

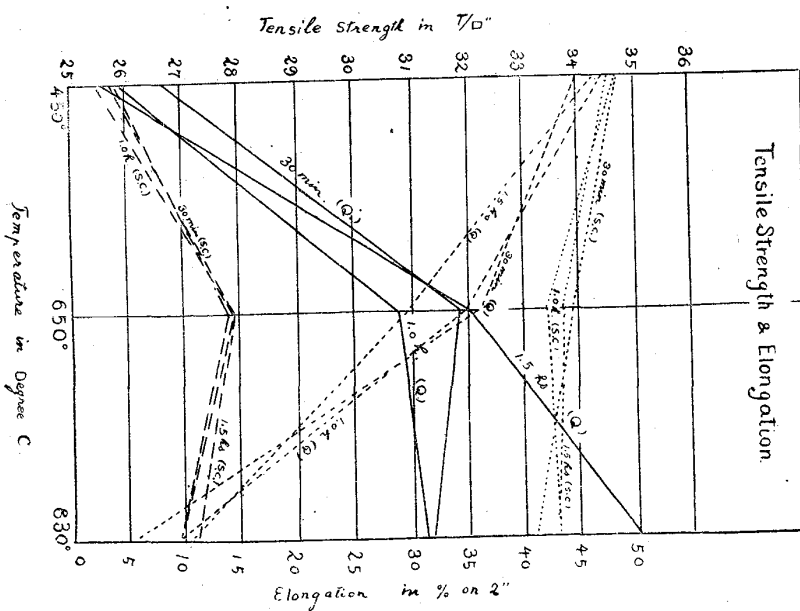
茲に於てマンツメタルを熱處理して最大強力を得んとせば八百三十度附近に暫時加熱して急冷するにあり、又延性を具備せしめんとせば六百五十度附近に於て行へば強力と相俟て

良好なるものを得るものなり。

此の試験をなすに當り、友人、今宿安治君の多大なる助力を得たり、茲に記して感謝の意を表する次第なり。(完)

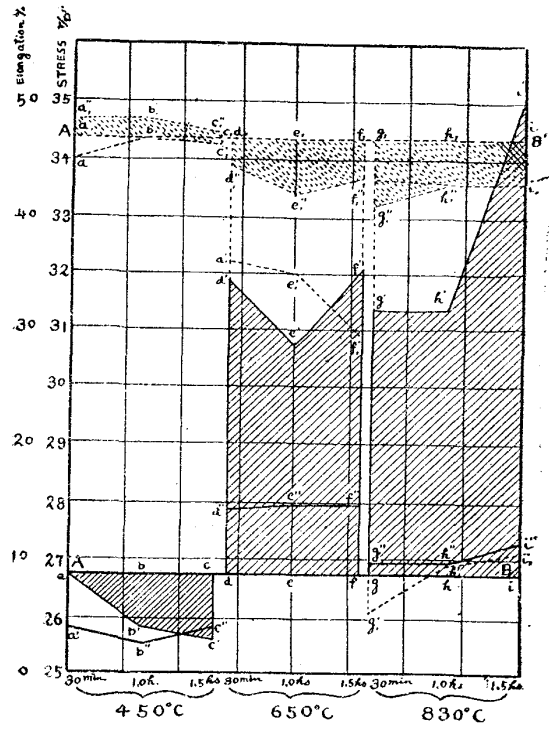


第一圖

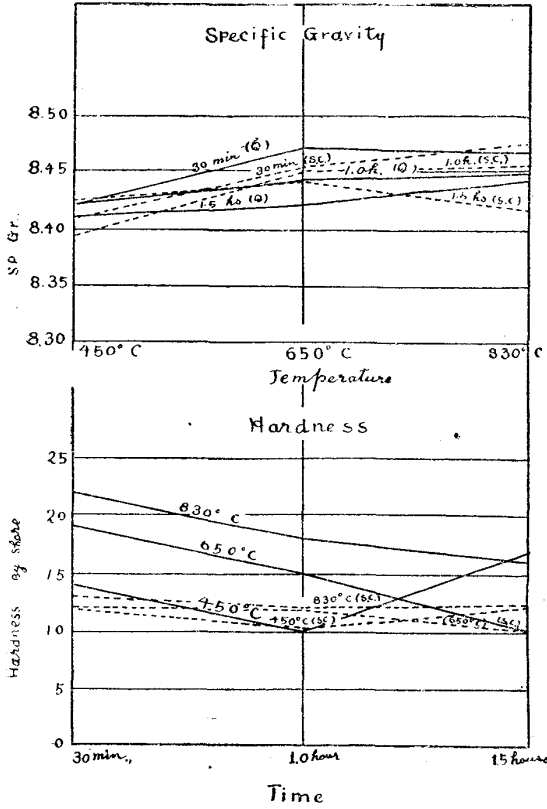


第二圖

第三圖

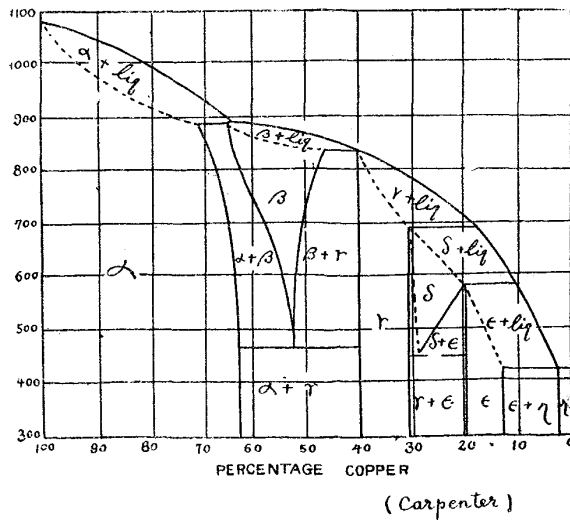


第四圖



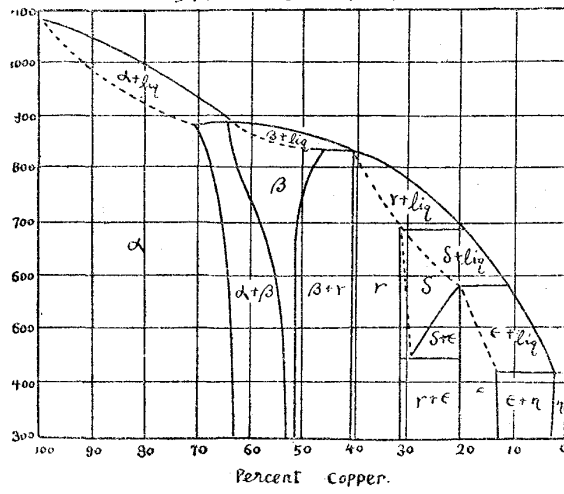
マンツメタルに及ぼす熱處理の影響に就て

第五圖 (甲)



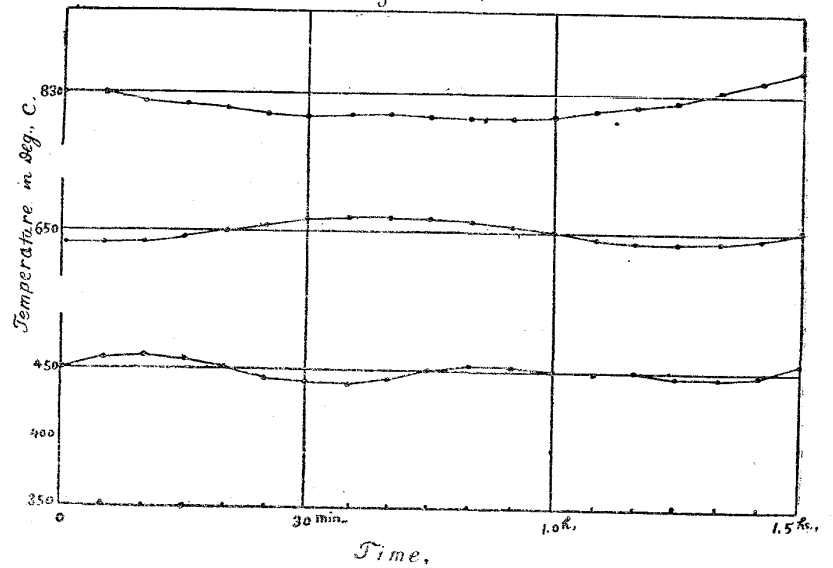
第五圖 (乙)

銅並鉛合金平衡圖

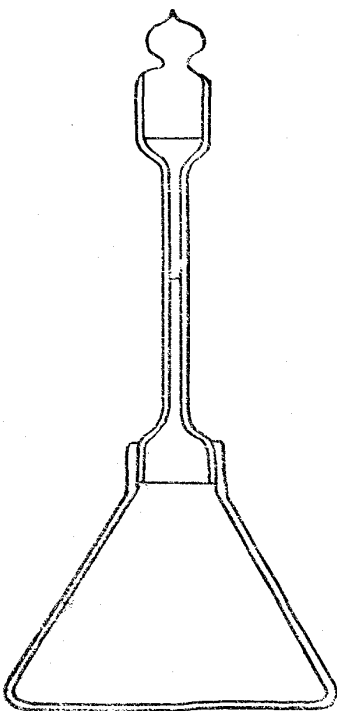


第六圖

Heating Curve,

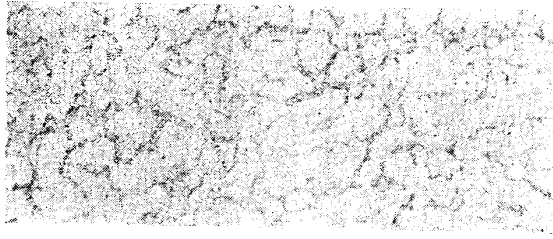


第七圖

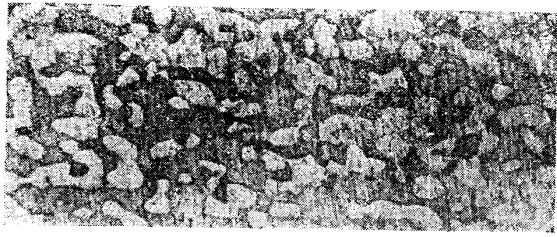




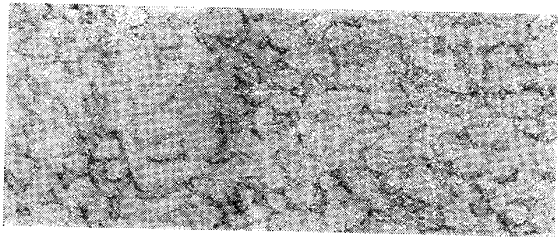
マンツメタルに及ぼす熱處理の影響に就て



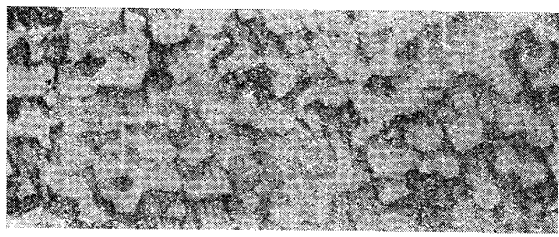
第 六 圖  
450°C 1.5時 徐々冷 百倍大  
“F”



第 七 圖  
650°C 30分 急冷 百倍大  
“G”



第 八 圖  
650°C 30分 徐々冷 百倍大  
“H”



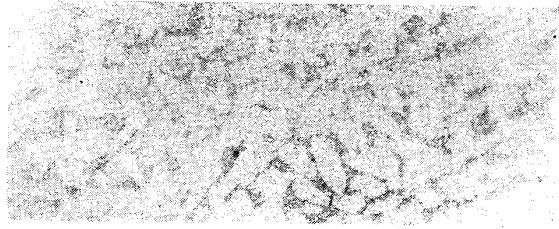
第 九 圖  
650°C 1時 急冷 百倍大  
“I”



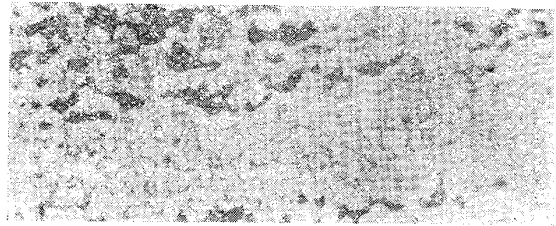
第 十 圖  
650°C 1時 徐々冷 百倍大  
“J”



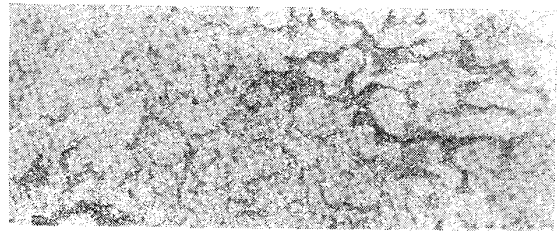
第 一 圖  
450°C 30分 急冷 百倍大  
“A”



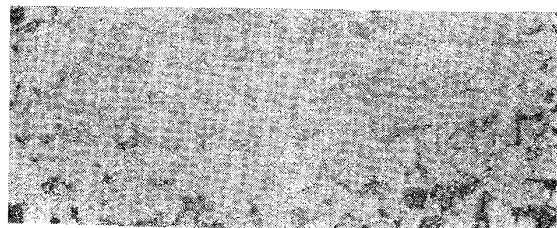
第 二 圖  
450°C 3分 徐々冷 百倍大  
“B”



第 三 圖  
450°C 1時 急冷 百倍大  
“C”



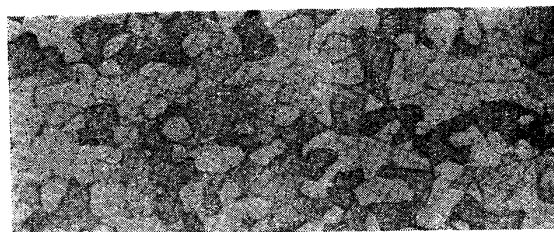
第 四 圖  
450°C 1時 徐々冷 百倍大  
“D”



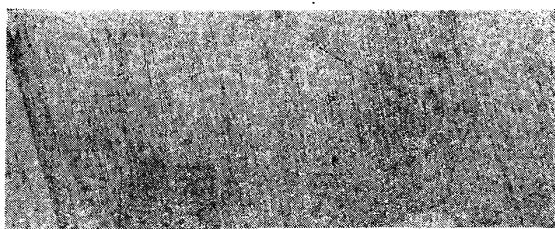
第 五 圖  
450°C 1.5時 急冷 百倍大  
“E”



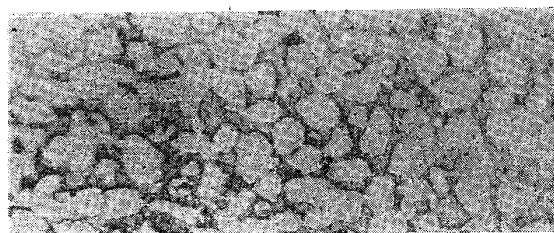
第 十 六 圖  
830°C 1時 徐々冷 百倍大  
“P”



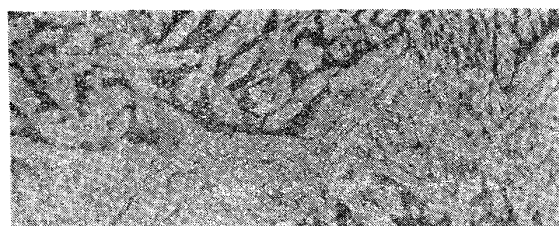
第 十 一 圖  
650°C 1.5時 急冷 百倍大  
“K”



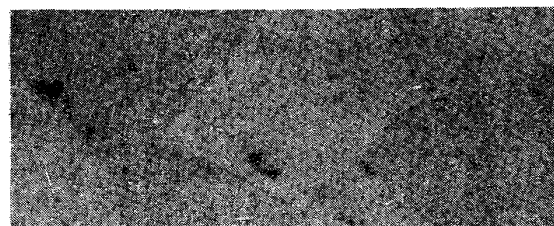
第 十 七 圖  
830°C 1.5時 急冷 百倍大  
“Q”



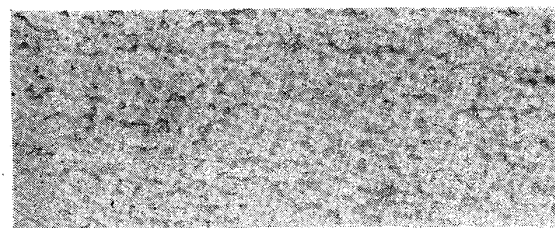
第 十 二 圖  
650°C 1.5時 徐々冷 百倍大  
“L”



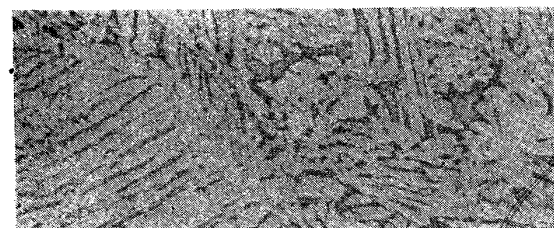
第 十 八 圖  
830°C 1.5時 徐々冷 百倍大  
“R”



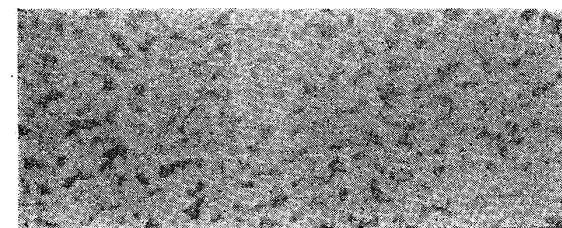
第 十 三 圖  
830°C 30分 急冷 百倍大  
“M”



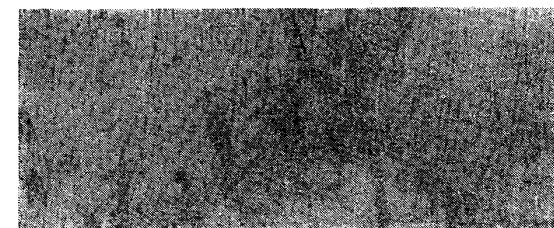
第 十 九 圖  
壓延マンツメタル 百倍大  
“S”



第 十 四 圖  
830°C 30分 徐々冷 百倍大  
“N”



第 二 十 圖  
第十九圖と同一物 百倍大  
“T”



第 十 五 圖  
830°C 1時 急冷 百倍大  
“O”