

合が考へられる。

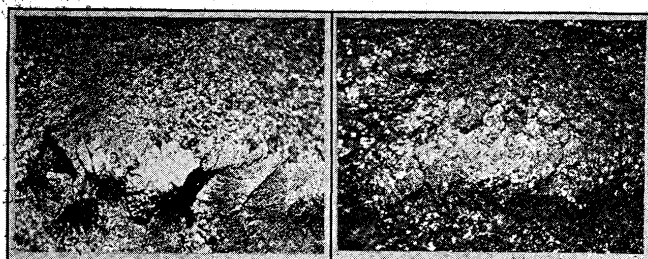
即其一は寫眞 No. 18 の如き組織を有するもので明らかに過熱せしものである。組織が大なる針状に見えるのは焼入温度の高い爲結晶粒の粗大となつた爲である。

其二是寫眞 No. 19, 20 の如き組織を有するもので粗粒の "フェライト" が偏析してゐる。是は素材の均質度が足らない爲である。

其三是寫眞 No. 21, 22 の如き組織を有するもので一見甚だ均質であるかの如く見えるが、網目状に炭化物の偏析してゐる事が観察される。

此の組織は焼入温度 1,050°C 以下のもので撃撃抗力の著しく低値のものによく現れる。No. 19, 20 の如き組織は 1,050°C 以上の焼入温度で衝撃値の著しく低値のものに現れる組織で熱処理によつて現れたる組織ではない様にはれる。

No. 25. ×85 No. 26. ×85



寫眞 No. 23, 24 は共に特に衝撃抗力の大きなりし試片の顕微鏡組織で、組織も著しく良好である。

参考の爲抗力の大きなりし試片と小さなりし試片との破面の

寫眞を No. 25, 26 に示した抗力の大なる場合は常に破断面に著しい、凹凸がある。平面に近い破断面の時は抗力は常に低値である。

寫眞 No. 25. は二重焼入の試片の破面で破断面は灰色で且微細である No. 26. は 1,200°C より焼入れた試片の破面である破面は粗く、且つ白色の金屬光澤を呈する。

5) 本鋼の機械的性質を最も優秀ならしむる、熱処理方法として次の如き熱処理方法を決定した。

即 1,100°~1,070°C 間に於て 30 分間加熱後油中に焼入れ、更に之を 1,000°~1,030°C 間の温度に 30 分間再加熱を行ひ結晶粒の微細化を行ふ。之を油中に焼入れた後 850°~900°C 間の温度に於て 1 時間焼戻しを行ふ。

以上の如き熱処理を行つたシルクローム鋼の機械的性質の一例を示せば次の様である。

Charge No.	C.	Si.	Mn.	P.	S.	Cr.	Cu.	Mo.
規格	30~45	2.0~3.0	<.60	<.030	<.050	9.0~13.0	—	7~13
41356	0.451	2.49	0.30	0.020	0.006	12.68	0.04	1.09
20198	0.328	2.52	0.45	0.030	0.009	12.07	—	0.94

規格	抗張力	降伏點	伸斷面 % 收縮	斷面状態	硬度	衝擊値
Charge No.	>95	>70	>15	>35	≥60	>3
41356	103.9	85.0	22.9	35.4	288	5.16
20198	97.4	74.2	26.2	53.9	262	6.25

本研究は名古屋市大同電氣製鋼所研究部に於て行つたものである。本研究の發表を許可せられたる同社に對し、實驗中有益なる助言を得た同社竹内保資氏に對し、又熱心に研究に従事せられたる川本次郎、山出慎一、兩氏等に對し厚く謝意を表する。

## 金屬並に合金の折れ口 Fracture の 研究

(第 3 報、鑄込み條件と折口との關係)

(日本鐵鋼協會 第 10 回講演大會講演)

飯 高 一 郎\*

### ON THE TYPES OF FRACTURES OF METALS AND ALLOYS. 3RD. REPORT. CASTING CONDITIONS AND FRACTURES.

By Ichirō Itaka.

Cast metals and alloys show always the fractures of 3rd. type, that is, the fineness of fracture is equal to the fineness of dendrite and there is no relation between these finenesses and grain size. Now, in this paper the influences of casting conditions upon the fineness of fracture or dendrite were studied on gun metal, 10% Sn bronze and constantan.

#### I. Gun metal

Casting temperature	Mould	Fineness of fracture or dendrite	Grain size
High	Metal	Finest	Coarse
Low	"	Fine	Fine
High	Sand	Coarse	Coarse

\* 理化研究所

2. 10% Sn Bronze

With increasing solidifying time (the time spent in cooling from liquidus to solidus line) we have more and more coarse fracture and dendrite, while grain size does not change.

With constant solidifying time, other casting conditions such as casting temperature, maximum melting temperature and cooling rate after complete solidification have no influence upon the fineness of fracture or dendrite. Grain size becomes fine in an ingot cast at low temperature.

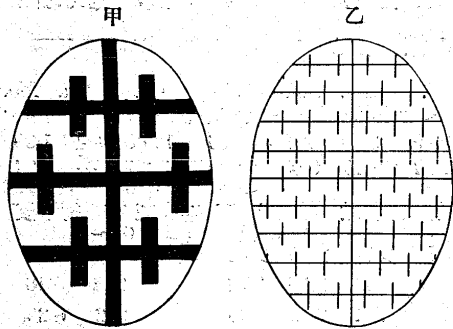
3. Constantan

With increasing chill effect (with decreasing solidifying time) the finenesses become more and more minute both for fracture and dendrite. The ingot cast in a sand mould has coarse fracture and dendrite. Grains are, on the contrary, large at chilled part and rather small in a sand cast ingot. Similar results were also obtained on 7:3 brass.

In all ingots cast in various conditions, the finenesses of fractures were equal, even in numerical values, to the finenesses of dendrites, while grains were always more than ten times larger than them. The fineness (of fracture or dendrite) and grain size changed quite independently.

第1, 2報<sup>1)</sup>に述べた如く、鑄込んだ儘の金屬並に合金の折れ口は殆んど總ての場合に第3型に屬する。乃ち折

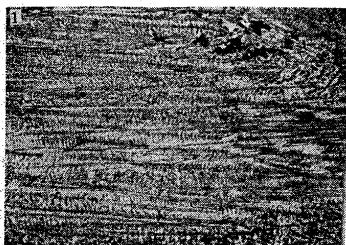
第1圖



れ口の粗密度は Dendrite の粗密度と一致し、Grain size 等には關係しないものである。故に鑄込み條件と Dendrite の粗

さとの關係を研究すれば、鑄込み條件と折れ口との關係は自ら明かになる譯である。

金屬組織學から見れば、1本の幹から大枝小枝を生じた處の1個の Dendrite が1個の Grain を形成するものであるから Dendrite の大きさは乃ち Grain の大きさそれ自身に外ならない。但し同じ大きさの Dendrite でも幹や枝の太さは色々であり得る。又枝と枝との距離も粗なものもあり密なものもあり得る。幹や枝が太くて枝間の距離が遠い第1圖甲の如き Dendrite は粗い Dendrite で、幹や枝が細くて枝も密生して居る、第1圖乙の如



×30  
寫真第1 シルジン青銅  
鑄型の面から直角に長く  
發達した Dendrite

き Dendrite は緻密な Dendrite と稱すべきである。同じ大きさの Dendrite でも粗さ或は粗密度 (Fineness or Roughness) は色々であると考へる事が出来る。

凝固の際 Dendrite はインゴットの表面 (特に鑄型の

面) から成長し始めて、之に直角の方向に成長して行く。中心部は此の時まだ液體であるから成長の邪魔をする物が無く Dendrite はインゴットの中心に向ふ方向には長く成長する事が出来る。之に反して鑄型の面に平行の方向 (Dendrite の長く成長する方向に對して直角の方向) には隣の Dendrite の枝があつて邪魔をするから成長する事が出来ない。結局非常に細長い Dendrite を形成する事寫真第1の如くである。Dendrite の形及び大小は Grain の形及び大小と全く一致する。

固溶體合金に於ては、最初に出来る Dendrite の幹や大枝と後から出来る中枝小枝特に枝間の充填部分とは一般に化學組成が著しく異なるけれども、極めて徐々に凝固させて擴散が完全に進行すれば、化學組成の一樣なる Grain をつくり Dendrite は見えなくて、顯微鏡組織は所謂 Polygon を形成し、純金屬と區別がつかない。普通に冷却すれば擴散速度は結晶速度と歩調を一つにする事が出来なくて、組成に不同を生ずるから、幹や枝が明瞭に見えるのである、鑄込み條件を色々にして、粗い Dendrite を作れば折れ口が粗くなり、細かい Dendrite を作れば緻密の折れ口となるのである。

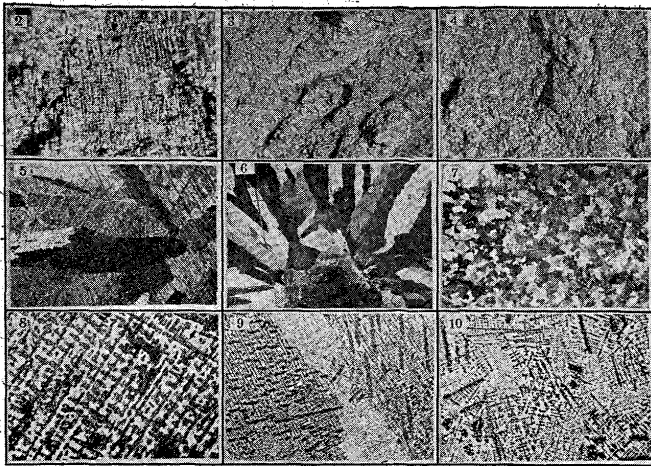
次に砲金、青銅、コンスタンタンの3者について鑄込み條件と Dendrite 並に折れ口の粗さとの關係を述べよう。

a) 砲金に就ての研究 先づ同じ湯を用ひて色々の條件の下に鑄込んだ砲金インゴットの折れ口に就て述べよう。

寫真第2, 3, 4の折れ口には已に Dendrite が現はれて居るから Dendrite に沿つて割れた第3型である事は確かである。第5, 6, 7は之等の Grain を示す。倍率は  $\frac{1}{1.5}$  に減らしたにも拘らず Grain size は折れ口の粗さよりも遙かに大きいから、粗さは Grain size とは全く違ふ事が明かである。然らば Grain の大小が Dendrite の大小に比例する結果 Grain size が間接に折れ口の粗さに比例

<sup>1)</sup>鐵と鋼 昭和7, No. 5. 昭和8, No. 1.

(寫眞は全部½に縮寫のこと)



寫眞第 2 ×30 砲金 高温で砂型鑄込 寫眞第 3 ×30 砲金 高温で金型鑄込 寫眞第 4 ×30 砲金 低温で金型鑄込  
 寫眞第 5 ×4 砲金 高温で砂型鑄込 寫眞第 6 ×4 砲金 高温で金型鑄込 寫眞第 7 ×4 低温で金型鑄込 寫眞第 8 ×30 砲金 高温で砂型鑄込 寫眞第 9 ×30 砲金 高温で金型鑄込 寫眞第 10 ×30 砲金 低温で金型鑄込

すると云ふ様な事があるかと云へば、かゝる事實もないのである。その證明は次の如くである。第6、は第7よりも Grain は遙かに大きいにも拘らず、その折れ口たる第3は第4よりも緻密である。これその Dendrite 第9が第10よりも細かい爲である。第5と第6とは Grain の大きさは殆んど同一であるにも拘らず Dendrite の大きさが著しく違ふ爲に (8, 9) 折れ口の粗さは著しく違つて來て Dendrite の粗い第2は Dendrite の細かい第3より遙かに粗いのである。

第8, 9, 10の Dendrite の粗さは全く折れ口の粗さ第2, 3, 4と一致して居る。乃ち破壊の通路は常に Dendrite に沿つて走る結果、折れ口の粗さは全く Dendrite の粗さと等しいもので Grain size とは一致しない許りでなく實に何等の關係をも認められないのである。

此等の寫眞並に實物に就いて折れ口並に Dendrite の粗さと Grain の直径とを測定した數値を第1表に示す。この表から結論を下しても同じ結果が得られる。以上述べたところを要約すれば次の如くである。

高温で金型に鑄込んだものが折れ口も Dendrite も一番細かく、低温で鑄込んだものは兩者共に稍粗く、砂型に鑄込んだものは著しく粗い。而して Grain size の順位はこれと異なる。

第1表 砲金の折れ口の粗さと組織要素との關係

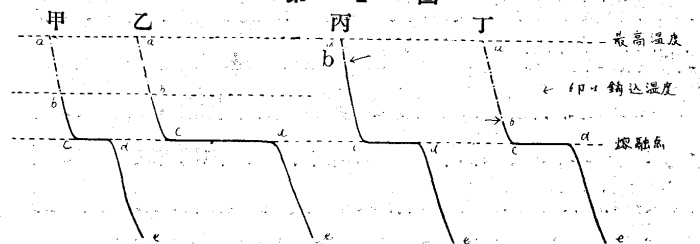
鑄込み條件	折れ口の粗さ ×100	Dendriteの 太さ ×100	Grain の 直径 ×100
低温鑄込み(金型)	0.6~1.7mm	0.5~2.5mm	13~100mm
高温鑄込み(金型)	0.3~1.0	0.5~1.0	13~180
高温鑄込み(砂型)	0.5~7.0	2.0~6.0	25~250

b). 10% Sn 青銅に就ての研究 鑄込み條件としては (1) 凝固時間 (凝固範圍域を通過する時間) の長短 (2) 鑄込み温度 (3) 熔融中に達したる最高温度 (4) 凝固後の冷却速度の4つを考慮した。Dendrite の粗さとしては大枝或は中枝の距離間隔又は太さを記載する事とした。Dendrite の幹の長さは Grain size と等しかる可きもので、大枝の長さは其の半分に近いものだから之等の長さを Dendrite の粗さとする事は出来ない。第3型式の項に述べた如く、破壊通路は Dendrite の枝の境界に沿ふものであるから、枝と枝との間隔が乃ち折口の粗密度を示すギザギザの凸凹となるのである。折れ口の粗密度を表はすには表面の凸凹の幅を測る事にした。鑄込みには常に金型を使用した。

(1) 凝固時間の長短が Dendrite 粗さに及ぼす影響

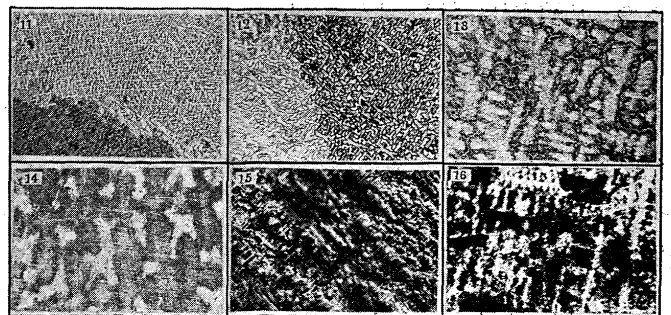
先づ鑄込み温度、最高温度、凝固後の冷却速度の3條件を恒一に保ち、只凝固線 (Liquidus) と熔融線 (Solidus) との間隔乃ち凝固範圍域 (Solidification range) を通過する時間を長くしたり短くしたりする事が Dendrite の

第2圖



粗さに及ぼす影響を見た。此の場合の冷却曲線は第2圖甲、乙の如くである。同一温度 a から冷却し始めて同一温度 b で鑄込み、凝固範圍域を通過する時間 ed を甲、乙の如く長短色々に変化し、凝固し終りたる後の冷却速度 de を同一に保ちたる場合に Dendrite の粗さが如何に變化するかを

(寫眞は全部½に縮寫のこと)



寫眞第 11 ×30 10% 青銅 20秒で凝固させたもの、Dendrite  
 寫眞第 12 ×30 10% Sn 青銅 2分で凝固させたもの、Dendrite  
 寫眞第 13 ×30 10% Sn 青銅 20分で凝固させたもの、Dendrite  
 寫眞第 14 ×30 10% Sn 青銅 2時間で凝固させたもの、Dendrite  
 寫眞第 15 ×10 10% Sn 青銅 2分で凝固させたもの、折れ口  
 寫眞第 16 ×10 10% Sn 青銅 2時間で凝固させたもの、折れ口

第2表 凝固時間の長短と Dendrite の粗密度との關係  
(Sn. 10% 青銅)

凝固時間	—	20秒	2分	20分	2時間	800°C 5時間焼鈍
折れ口の粗密度	×10 折れ口寫真で測る	2分のものと同じ	中枝 .02~.10mm 大枝 .08~.13mm	中枝 .02~.10mm 大枝は少なくて測れないが折れ口は2分より粗い	中枝 .10~.60mm 大枝 .70~1.2mm	.62~0.8mm
Dendriteの粗密度	蟲眼鏡を用ひて實物で測る	—	—	—	—	.05mm
	×10 折れ口側面の組織寫真で測る	—	—	—	10~1.0mm	.02~.10mm
Twinの幅	×30 組織寫真で測つた中枝間隔	.017~.033mm	.03~.07mm	.08~.17mm	.25~.50mm	Dendriteは存在せず
	同上大枝間隔	.10~.13mm	.10~.23mm	.30~.70mm	.70~1.2mm	
Grainの直径	×100 組織寫真で測る	—	—	—	—	.008~.13mm
折れ口の型	實物で測る	1.0~5.0mm	2.5~7.0mm	2.0~7.0mm	2.0~10.0mm	2.0~10.0mm
	—	第3型	第3型	第3型	第3型	第2型

見たのである。實際に鑄込んだのでは凝固時間を著しく長くする事が出来ないから、小さい抵抗電氣爐にタンマン管を入れ、其中で熔融し 1,100°C (最高温度)迄上げた後電流を減らして冷却を始め、熱電對を入れて冷却曲線を作つた。電流を加減する事に依つて冷却速度を變化し、以て冷却曲線に於ける 1,000°C (Liquidus) と 800°C (Solidus) との間の凝固領域を通過する時間 (凝固時間) を色々に變へた。800°C 迄冷却した時に試片を水中に焼入れして凝固後の冷却速度を一定に保つた。實驗の結果を第2表と寫真第11~16に示す。これ等を總括して結論を下せば次の如くである。

(イ) 凝固時間が長い程 Dendrite の粗さは大枝も中枝も粗くなる。従つて折れ口も粗くなる。急冷する程折れ口も Dendrite も細くなる。但し2分以下では凝固時間の影響は殆ど認められないで、2分のもものと20分位のもものと比較すれば始めて明瞭に分る。

(ロ) 凝固時間の長短に拘らず、折れ口の粗密度は常に Dendrite の粗さと數字的にまで一致する。乃ち第3型折れ口である。

(ハ) 凝固時間を如何に長くしても (1,000°C → 800°C の間を2時間もかゝつて冷却しても)、又如何に短かくしても (1分以内で冷却しても)、Grain size は少しも影響を受けないで常に同じ大きさである。Grain size は同一でも Dendrite の粗さには10倍以上の變化があるから Grain size と Dendrite の粗さとは關係がなく、互に獨立的に變化し得るものである。

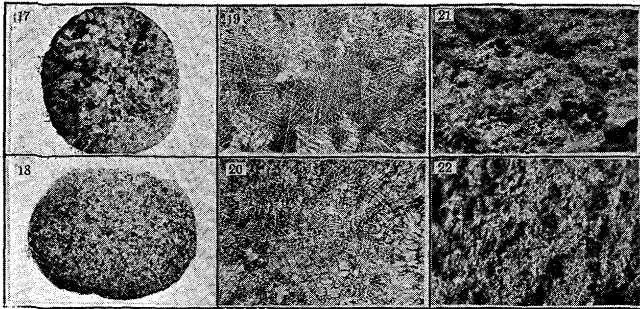
(ニ) 凝固時間の長短に拘らず、折れ口の粗密度は Grain の直径と一致しないで、その1/2以下である。又 Grain の大きさは同一でも折れ口の粗さは10倍も變化ある。乃ち折れ口の粗さと Grain の大きさには何の關係もない。

(ホ) 凝固領域 (1,000°C と 800°C との間) 僅かに 200°C を降下するに2時間と云ふ長時間を要する程徐冷しても Dendrite は消失しない。早く凝固させて Dendrite が完全に發達したものを 800°C に1時間焼鈍すれば Dendrite は全く消失する。

(2) 鑄込み温度が Dendrite の粗さに及ぼす影響 次には凝固時間 最高温度、凝固後の冷却速度の3條件を恒一に保ちて、鑄込み温度が Dendrite の粗さに及ぼす影響を見た。此の場合の冷却曲線は第2圖丙、丁の如くである。同一温度 a から冷却始めて、b なる色々の鑄込み温度で鑄込み、cd なる凝固時間と de なる冷却速度とを同一に保ちたる場合に Dendrite の粗さが如何に變化するかを見たのである。種々の鑄込み温度に對して凝固時間を恒一ならしめる爲には金型の温度を適當に調節すればよい。直径 10mm 長さ 120mm 位のインゴットで、いつも鑄込んでから 30 秒位で凝固を終つたから凝固時間はいづれも 10 秒位であらう。従つて前項の實驗から凝固時間を恒一と見做して差支へないことが明かである。凝固し終つてから 10 分間許り放置して水中に焼入れした。

第3表 鑄込温度が Dendrite の粗さに及ぼす影響

最高温度	1,350°C	1,350°C	1,350°C	
金型温度	20°C	200°C	500°C	
鑄込温度	1,300°C	1,200°C	1,100°C	
折れ口の粗密度	×10 の折れ口寫真で測る	.01~.10mm	.01~.10mm	.01~1.0mm 外に非常に大きい Dendrite が散在する
	蟲眼鏡を用ひて實物で測る	{	{	{ 非常に細かくて測れないけれども共3とも同じ位の粗さである
Dendriteの粗密度	×30 組織寫真で測つた中枝間隔	.003~.03mm	.003~.03mm	.003~.03mm
	同上大枝間隔	.01~.07"	.01~.07"	.01~.07" 外に非常に大きい Dendrite がある
Grain size	×3 1/2寫真で測る	10~1.0"	10~1.0"	.03~.30"
	×30 寫真で測る	.20~1.0"	.20~1.0"	



寫眞第 17  $\times 3.5$  10% Sn 青銅 鑄込温度 1,300°C 金型温度 20°C  
 寫眞第 18  $\times 3.5$  10% Sn 青銅 鑄込温度 1,100°C 金型温度 500°C  
 寫眞第 19  $\times 30$  10% Sn 青銅 鑄込温度 1,300°C 金型温度 20°C  
 寫眞第 20  $\times 30$  10% Sn 青銅 鑄込温度 1,100°C 金型温度 500°C  
 寫眞第 21  $\times 10$  10% Sn 青銅 鑄込温度 1,300°C 金型温度 20°C  
 寫眞第 22  $\times 10$  10% Sn 青銅 鑄込温度 1,100°C 金型温度 500°C

實驗の結果は第 3 表と寫眞第 17~22 とに示してある。(1,200°C 鑄込みのものは 1,300°C 鑄込みのものと全く同じであるから寫眞を省略した)。寫眞第 17, 18 に見る如く 1,100°C 鑄込みのものだけが細かい Grain である。第 19, 20 は Dendrite の粗さを示す。1,100°C 鑄込みのものに特に大きい Dendrite が散在するのは、坩堝の中で凝固し始めたものと思はれる。この外は鑄込み温度を變へた 3 者とも皆略同じ粗さである。第 21, 22, は折れ口の粗密度を示す。1,100°C 鑄込みのものが稍粗いように見えるのは大きい Dendrite が散在するからで、その外は 3 者とも皆略同じ粗さである。これ等の寫眞及び第 3 表から結論を下せば次の如くである。

(イ) 鑄込み温度の高低は Dendrite の粗さに殆ど影響を及ぼさない。従つて折れ口の粗密度も變らない。

(ロ) 鑄込み温度に高低ありとも、折れ口の粗密度は常に Dendrite の粗さと數字的にまで一致し Grain の直径は此れよりも 10 倍も粗い。乃ち第 3 型折れ口である。

(ハ) 鑄込み温度の低いものは (1,100°C) Grain size が 1/3 位に小さくなる、然るに Dendrite の粗さと折れ口の粗密度とは高い鑄込み温度のそれ等と略同じである、乃ち Grain の大きさが變つても Dendrite の粗さ (乃ち折れ口の粗さ) は變らない例で Grain size と Dendrite の粗さとは互に獨立的に變化し得ることの一證明である。

(3) 最高温度が Dendrite の粗さに及ぼす影響 此の實驗に於ては鑄込み温度を 1,150°C に一定、金型の温度を常温に一定に保つたから、凝固時間も自ら同一となつた譯である。鑄込み後 1 分間をへて水中に入れた。乃ち第 2 圖に於て bc de の間の條件を全然同一にしたのである。鑄込みより前の最高温度を 1,350°C 及び 1,200°C とし

て比較したるに、折れ口の粗密度も Dendrite の粗さも兩者に於て全く同じであつた。乃ち最高温度の影響は認められない。只 1,350°C に上げたインゴットの方には氣泡が多かつた。

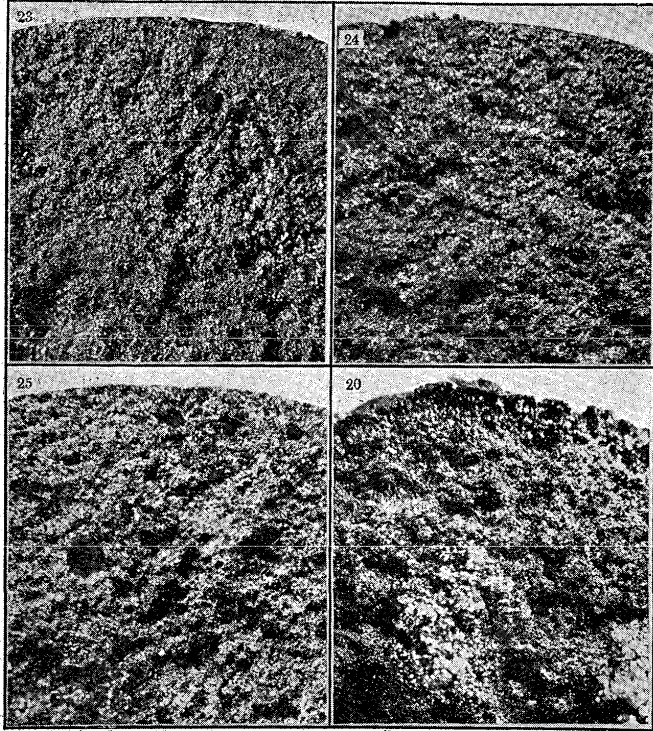
(4) 凝固後の冷却速度が Dendrite の粗さに及ぼす影響 最高温度を 1,300°C に一定とし、鑄込み温度を 1,200°C に、金型の温度を常温に一定に保ち (従つて凝固時間は自ら一定となる)、只凝固し終つてからの冷却速度を變化して見た。乃ち第 2 圖で de の間の状況だけ變化した事に當る。鑄込み後一分間にして水中に入れたものと鑄込み後 200°C に保てる電氣爐に入れて 30 分間置きで空氣中に出し、最初から通計 1 時間で常温迄冷却したものと比較したるに、折れ口の粗密度も Dendrite の粗さも兩者全く同一であつた。乃ち凝固後の冷却速度は Dendrite の粗さに影響を及ぼさない。

(c) コンスタンタン (40% Ni, 60% Cu) に就ての研究 Cu~Ni 系は全濃度に亘つて固溶體をつくり、組織は  $\alpha$  相許りであつて、第 2 の相を發生する心配は全然無い。眞鍮、青銅等と違つて Grain や Dendrite の境界に  $\beta$  や  $\delta$  が析出することはあり得ないから、現象の考察が非常に簡單になる。

先づ純銅と純ニッケルとを瓦斯爐で熔解し、よく攪拌した後金型又は砂型に鑄込んだ。金型インゴットは直径 30 mm 長さ 150 mm の丸棒で、砂型インゴットはこれより稍大きくした。本合金は熔融點が高いので鑄込み温度を餘り變化することが出来ないから 1,400°C 邊に一定に保ち、金型の温度を常温、300°C、700°C の 3 通りにして鑄込み條件を變化した。鑄込の温度が低いものは凝固が早く、高いものは凝固が遅く、砂型は凝固に一番時間がかかる。インゴットは鋸で少しく切り込んで鋸で折り、一方は肉眼と蟲眼鏡で折れ口を觀察してから  $\times 10$  の寫眞を撮り、他方は研磨腐蝕して顯微鏡で Grain や Dendrite を觀察した後  $\times 30$  の寫眞を撮つた。Grain と Dendrite は同時に明瞭に見える場合もあるけれども、いずれか一方を明瞭に出せば他方は現れない場合も多いから、普通に撮影して Dendrite を明瞭に出した後、試片の丁度同じ場所を光線を斜に投射して撮影して Grain だけを明瞭に出す事にした。又インゴットの外周部と内部とは Grain や Dendrite の粗さが違ふから各部分の代表的の箇所を 3 枚づゝ撮影した。次に各インゴット毎に觀察事實を記載しよう。常温の金



**型に鑄込んだもの** 折れ口は寫眞第 23 に示す。寫眞では分らないがインゴットの表面に近い外周部は内部より緻密である。乃ちチル(Chill)の影響である。蟲眼鏡で見ると外周部にも内部にも Dendrite が現れて居る。



寫眞第 23 ×10 コンスタンタンの折れ口 常溫金型に鑄込  
 寫眞第 24 ×10 コンスタンタンの折れ口 300°C の金型に鑄込  
 寫眞第 25 ×10 コンスタンタンの折れ口 700°C 金型に鑄込  
 寫眞第 26 ×10 コンスタンタンの折れ口 砂型鑄込

Grain は寫眞第 27, 28 に示す。外周部のチルされた箇所乃ち折れ口の緻密の部分は反つて Grain が幾分大きく、内部の折れ口が稍粗い箇所は Grain が反つて稍細かい。Dendrite も少しは現れて居るが大體は Grain を示す。小さい白黒の Grain らしいものは實は Dendrite の Network である。試片の全く同じ場所を垂直の光線で見ると普通の顯微鏡寫眞を撮つたものが第 29, 30 である。Grain も多少分るが主として Dendrite が明瞭に現れて居る。微細の Grain らしく見えるものは實は Dendrite Network で 1 個の Grain 内に數個乃至 10 個位含まれて居る。外周部のチルされた箇所は Dendrite が細かくて内部は遙かに粗い。此の關係は Grain の大小と反對で、折れ口の粗密度と一致する。乃ち折れ口の粗さは Grain size に依るものではなくて Dendrite の粗さに依るものである事、並に Dendrite の粗密度は Grain size に反比例する場合もある事を物語つて居る。

顯微鏡下に於て照明光線を垂直にしたり斜にしたりして詳細に觀察すれば 1 個の Grain 内に數個乃至 10 個以上

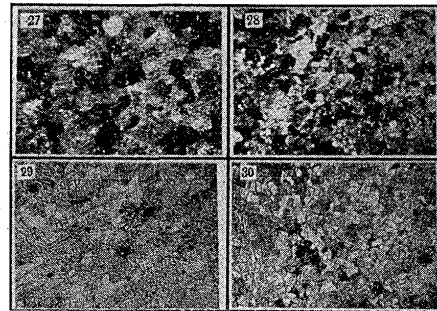
の Dendrite Networks が存在する事が分る。外周部の Dendrite は細かくて絲の如き樹枝状を呈し、内部のそれは太くて Network を形成する。折れ口を見ても外周部は内部よりも緻密で絲状を呈し Dendrite の形狀粗密も良く一致する。

**300°C の金型に鑄込んだもの。** 折れ口は寫眞第 24 に示す。外周部は内部より稍緻密のやうでもあるが、チルの影響は常溫金型に鑄込んだもの程明瞭でない。蟲眼鏡で見ると外周部にも内部にも Dendrite が現れて居る。

Grain の寫眞は第 27, 28 の常溫金型と全く同じであるから省略する。外周部の方が Grain size が幾分大きい。

Dendrite も寫眞第 29, 30 と全く同じで外周部は最も細かくて絲の様な細い樹枝状を呈し、内部は遙かに粗くて Network を形成する。折れ口, Grain size, Dendrite の粗さの關係は常溫金型のインゴットと全く同じである。

**700°C の金型に鑄込んだもの。** 折れ口は寫眞第 25 に示す。外周部は内部より幾分緻密である。蟲眼鏡で見ると外



寫眞第 27 ×30 コンスタンタンの Grain 常溫金型鑄込 インゴットの一番端  
 寫眞第 28 ×30 コンスタンタンの Grain 常溫金型 インゴットの中央  
 寫眞第 29 ×30 コンスタンタンの Dendrite 常溫金型鑄込 インゴットの一番端  
 寫眞第 30 ×30 コンスタンタンの Dendrite 常溫金型鑄込 インゴットの中央

周部にも内部にも表面に粗い Dendrite が見える。Grain は寫眞第 31, 32 に示す如く外周部の方が内部よ

り稍粗い。Dendrite は寫眞第 33, 34 に示す如く Grain と反對に外周部に於ては緻密で細かい樹枝状を呈し、内部に於ては粗くて Network を形成する。

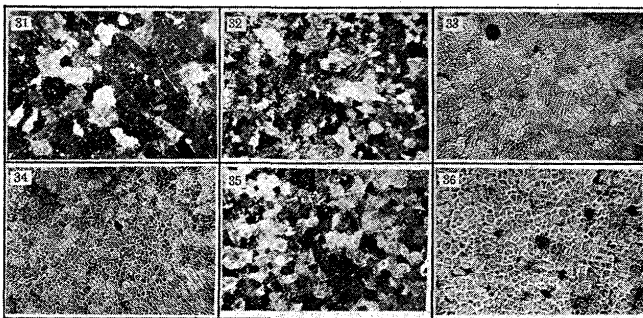
寫眞第 34, には Grain も可なり明瞭に現れて居り、一個の Grain がいくつかの Dendrite Networks を包含する事がよく分る。外周部と内部との粗密度は折れ口と Dendrite とが一致し Grain size は反對である事實は常溫金型の場合と同じ。

**砂型に鑄込んだもの。** 寫眞第 26 は折れ口を示す。外周部と内部とが全く同じ粗さであつてチルされた形跡は無い。蟲眼鏡で見ると稍粗い Dendrite が澤山現れて居る。

Grain も Dendrite も外周部と内部と至る所同じ粗さでチルの影響が少しも認められないから折れ口の状態と良く一致する。寫眞第 36 は普通の Grain の様に見えるけれど共實は Dendrite network である。Grain は光線を斜に當てて撮つた寫眞第 35 であつて、數個乃至 10 個位の Dendrite networks が一所になつて 1 個の Grain を形成して居る。乃ち Dendrite の各節が獨立して 1 個の Network を作つたものである。

次に寫眞に就て Grain の直徑(Grain size)、Dendrite の枝の間隔(Dendrite の粗さ)、折れ口表面の凸凹の間隔(折れ口の粗さ)を測定した。其結果は第 4 表に示した。Grain size は非常に不揃で直徑に於て數十倍の差があるけれど共、Dendrite の粗さは比較的揃つて居て、僅かに數倍の間を變化するに過ぎない。

( $\frac{1}{2}$  に縮寫)



寫眞第 31  $\times 30$  コンスタンタンの Grain 700°C 金型鑄込インゴットの一先端  
 寫眞第 32  $\times 30$  コンスタンタンの Grain 700°C 金型鑄込インゴットの中央  
 寫眞第 33  $\times 30$  コンスタンタンの Dendrite 700°C 金型鑄込インゴットの一先端  
 寫眞第 34  $\times 30$  コンスタンタンの Dendrite 700°C 金型鑄込インゴットの中央  
 寫眞第 35  $\times 30$  コンスタンタンの Grain 砂型鑄込  
 寫眞第 36  $\times 30$  コンスタンタンの Dendrite 砂型鑄込

第 4 表 折れ口の粗さ、Grain size、Dendrite の粗さ

	砂 型	常溫金型	300°C 金型	700°C 金型
Grain size(Grain の直徑) $\times 30$ の寫眞で測る	0.03~0.30mm	0.03~0.30mm (外周部) 0.03~0.25mm (内 部)	0.03~0.50mm (外周部) 内 部は幾分細かい	0.03~0.50mm (外周部) 0.03~0.30mm (内 部)
Dendrite の粗さ(Dendrite の枝の間隔) $\times 30$ の寫眞で測る	0.03~0.13mm Dendrite Network の直徑、外周部も内 部も同じ	0.008~0.02mm (外周部) 0.013~0.10mm (内 部 Dendrite Network の直徑)	0.01~0.08mm (外周部) 0.01~0.10mm (内 部 Dendrite Network の直徑)	0.01~0.03mm (外周部) 0.01~0.10mm (内 部 Dendrite Network の直徑)
折れ口の粗さ(凸凹の間隔) $\times 10$ の寫眞で測る	0.03~0.13mm	0.02~0.10mm (内 部)	0.02~0.08mm (内 部)	0.03~0.12mm (内 部)
折れ口の型式	第 3 型	第 3 型	第 3 型	第 3 型

次に 4 個のインゴットに就いて比較研究しよう。折れ口。5 人の判定者に依頼して肉眼で見た折れ口の粗さの順位を定めたるに、5 人の結果が悉く一致した。密なるもの

より列記すれば次の如くである。

常溫金型—300° 金型—700° 金型—砂型  $\times 10$  の寫眞に於ても 5 人の判定結果が全く一致し、其順位は上と同じであつた。但し常溫金型から 700°C 金型までは餘り差は無く、獨り砂型だけが著しく粗い。インゴットの外周部と内部とが肉眼で見て粗さを異にする程度も 5 人の判定が悉く一致した。乃ち次の如くである。

外周部が内部より

密なるもの 常溫金型 チルの影響著しきを示す  
 外周部分内部より幾分密なるもの 300°C、700°C 金型  
 チルの影響少なきものを示す  
 外周部と内部と同じ粗さのもの 砂型 チルの影響皆無なる事を示す

但し  $\times 10$  の寫眞では外周部だけが内部より密なりや否やは全く分らない。

**Grain.** 常溫金型の Grain は稍小さいけれども、大體に於て常溫金型から 700°C 金型までは殆んど Grain size が同一である。3 ツのインゴット共に外周部の Grain は内部より稍大きい。乃ちチルの影響は Grain を細かくせずして反對に大きくする傾向である。砂型インゴットは少しもチルされず、凝固に長時間を要したるにも拘らず Grain size は常溫金型と同じ位である點はこれ亦普通の考と反する、砂型インゴットの外周部も内部も至る所 Grain の大きさが同一であつてチルの影響皆無なる點は通常の考に一致する。

**Dendrite.** 金型インゴットは 3 ツとも外周部はチルされて Dendrite が樹枝状を呈し、細かくて緻密であるが、内部のチルされない部分は樹枝状の Dendrite は少なく、且

つ太くなり Dendrite は主として Network 状を呈して粗い。外周部に就いて云へば常溫のものは稍細かく 300°C と 700°C のものは略同じ粗さである。内部は 3 ツとも殆んど同じ粗さである。砂型インゴットは外周部も内部も至る所同じ粗さの Network で、樹枝状の Dendrite は見當らない。且

つ金型インゴットの内部より少しく粗い。

以上述べたる所を總括して次の結論を下す。1、鑄込み條件と折れ口の粗さとの關係は數字的に見れば第 4 表の

如く殆んど判然しないが、肉眼並に  $\times 10$  の寫眞から見た感じで比較すれば極めて明瞭であつて、チルが利いて早く凝固した部分は折れ口が緻密で、遅く凝固した部分はチルが利かないで粗い。鑄込み条件と Dendrite の粗さとの關係も數字的には明瞭でない(砂型だけは粗い事が數字的に明かである)。寫眞から見た感じでは明瞭で、チルされて早く凝固すれば Dendrite は緻密になりて樹枝状を呈し、遅く凝固すれば Network を形成し、且つ遅い程粗くなる。鑄込み条件と折れ口との關係と全く同じ關係が成立する。且つ折れ口の粗さは常に Dendrite の粗さと數字的にも一致する。第3型折れ口である。

2、第4表に示す如く鑄込み条件の如何に拘らず折れ口の粗さは常に Grain size より遙かに緻密である。金型の温度を上げ或は砂型を使用して折れ口が次第に粗くなつても Grain size は少しも變らない。又金型インゴット外周部のチルされた箇所は折れ口が他の部分より緻密なるにも拘らず Grain は反つて大きい。乃ち折れ口の粗さと Grain

size との間には何の關係も存在しない。

3、鑄込み条件と Grain size との關係を見るに、表及び寫眞から明かなる如く、金型の温度を變へても砂型を用ひても Grain size は常に略同じで、凝固時間長短の影響は認められない。金型インゴットの外周部のチルされた場所は常に Grain が稍大きい。鑄込み条件と折れ口或は Dendrite の粗さとの關係とは異なる關係に立つ。

4、Grain size と Dendrite の粗さとの關係を見るに、種々の温度の金型及び砂型インゴットを通じて Grain size は略同一であるにも拘らず、寫眞から明かなる如く砂型インゴットの Dendrite は可なり粗い。又金型インゴットの外周部は常に内部より Grain が大きいにも拘らず Dendrite は反つて内部より著しく細かい。即ち Grain size と Dendrite の粗さとは何の關係も無いものである

d). 7:3 眞鍮に就ての研究 7:3 眞鍮に就ても同様の結果を得た。詳細は次の機會に發表しよう。

## 耐蝕アルミニウム合金合せ板に就て

(日本鐵鋼協會 第10回講演大會講演)

鳥羽 安行\*

### 目 次

I 緒 言
II 材料の機械的性能
III 材料の機械的性能に關する豫備的研究
(A) アルドライ (B) デュラルミン (C) スーパー デュラルミン
IV 材料の耐蝕性
V 合せ板の機械的性能
(A) アルドライとデュラルミンの合せ板 (B) アルドラ イとスーパーデュラルミンの合せ板
VI 合せ板の耐蝕性
VII 總 括

I. 緒言 デュラルミンの如き耐蝕性の劣る輕合金材料を耐蝕性の優秀な金屬又は合金を以て被覆して機械的性能も亦耐蝕性も優秀な合成材料を作らうとする工夫が實現さ

れ米國のアルクラッド、獨逸のデュラルプラット、アルラウターの如きはその代表的のものである。

著者は是等と同一の着想を以てデュラルミン及スーパーデュラルミン(高珪素デュラルミン)に耐蝕性に於ては純度 99.3% のアルミニウムに匹敵し且つ熱處理の利く輕合金アルドライを被覆した合せ板に就て諸種の處理法に伴ふ抗張性を吟味した結果並にその耐蝕性に就て目下實驗中の一部を茲に報告せんとするものである。

II. 材料の物理的性能 本研究に用ひた輕合金の材料は次の3種であつてその性能を文獻より摘記すれば次表の如くである。

第 1 表

成 分	アルドライ <sup>1)</sup>	デュラルミン <sup>2)</sup>	スーパーデュラルミン <sup>3)</sup>
Cu	—	3.5~4.5%	3.5~4.5%
Mn	—	0.2~0.8	0.2~0.8
Mg	0.3~0.5%	0.4~1.0	0.4~1.0
Si	0.4~0.7	0.2~0.8	0.8~1.25
Fe	0.2~0.3	0.3~1.0	—
Al	殘部	殘部	殘部

\* 古河電氣工業、日光精銅所