

アルミニウム輕合金に及ぼす種々の改良劑の影響に就て

(日本鐵鋼協會 第6回講演大會講演)

伊丹榮一郎

目次

緒言

I 實驗の要領

- 1 實驗に用ひたる改良劑
- 2 實驗の方法
 - A 液體改良劑の裝入法
 - B 固體改良劑の裝入法
 - C 試験用輕合金の種類
 - D 測定の方法

II 豫備實驗

- A 改良劑添加温度の決定
- B 溶解温度の決定
- C 改良劑添加後鑄込に至るまでの時間の決定

III 本實驗

- 1 液體改良劑に依る實驗
 - A $SiCl_4$ に依る各種輕合金の改良
 - B $SnCl_4$ に依る各種輕合金の改良
 - C $TiCl_4$ に依る各種輕合金の改良
- 2 固體改良劑に依る實驗
 - A $ZnCl_2$ に依る各種輕合金の改良
 - B $MgCl_2$ に依る各種輕合金の改良
 - C NH_4Cl に依る各種輕合金の改良
 - D $NaCl$ に依る各種輕合金の改良
 - E $CaCl_2$ に依る輕合金の改良

IV 各種改良劑の氣泡除去及び抗張性質に及ぼす効果の比較

V 改良劑添加の際に於ける現象

VI 改良劑が各種輕合金の化學的成分に及ぼす影響

VII 輕合金改良の機構に関する理論的考察

- 1 $SiCl_4$ の場合
- 2 $SnCl_4$ 、 $TiCl_4$ 及び $ZnCl_2$ の場合
- 3 輕合金 Mg 含有量の減少
 - A Y 合金の場合
 - B デュラルミンの場合
- 4 $MgCl_2$ 、 NH_4Cl 、 $NaCl$ 及び $CaCl_2$ の場合

VIII 輕合金の顯微鏡試験に現はるゝ各種改良劑の影響

- 1 ピンホールの形状と其原因
- 2 顯微鏡組織に及ぼす影響

IX 輕合金の熱處理後の抗張性質に及ぼす各種改良劑の影響

X 輕合金の衝撃抗力に及ぼす各種改良劑の影響

XI 改良劑 $SiCl_4$ をピストン製作に應用

總括

參考圖書

緒言

ワシントン軍縮會議後輕合金の需要が頗る増加

を來たした。それは軍艦の重量を輕減し、而かも能力を増加すると云ふ爲であるが、單に艦船方面のみでない。歐洲大戰の賜として航空機及び自動車の發達は云ふまでもなく一般諸機械の重量輕減、能力増進の爲に著しく輕合金の應用を喚起したのである。

斯くの如くしてアルミニウム輕合金の研究は世界各國に於て行はれ金相學的、物理學的並びに機械的方面に於ては殆んど研究し盡されたる觀がある。然るに輕合金鑄物の最大缺點である氣泡の存在はアルミニウム合金の通有性とも稱すべきで、砂型鑄物に於ては特に此氣泡の出現の著しいものがある。此缺陷あるが爲、物理的並びに機械的に優秀なる性質を有するY合金すら一般的に使用されざる状態にある。著者は數年前より此種合金の研究を行ひ特に此問題を解決したい希望を持つて居た。

輕合金鑄物に生ずる氣泡除去の研究に就ては、既に外國に於ても重要視せられ二三の報告がある。其本場はY合金の創造者即ち英國であつて次に獨逸其他である。Archebutt¹⁾氏は輕合金の凝固速度を出来る丈緩に行ひ更に再熔解を施した後鑄造する方法に依つて、抗張力に於て10%の増加を認め又 Rosenhain²⁾氏の提言に依つて不活性の窒素瓦斯を熔融Y合金に通じたが、比重0.35%増加したのが最上の成績であつた。W. Claus及びKalachne³⁾兩氏はArchebutt氏の再熔解方法を少し變更してY合金及びNo. 12合金の改良を行つた。Tullis⁴⁾氏は活性の窒素瓦斯を通じて熔融合金中の瓦斯除去に成功し、更に BCl_3 を用ひて著しく結晶粒子の改善される事を知つた。之が所謂Cindal合金と稱せられて居るものである。

即ちTullis氏の此研究は以上數氏の中、最も有効のやうに考へられる。再熔解に依る方法は多くの時間と費用を要し實際作業としては應用困難と思はれ、又窒素瓦斯は其效力の程度が問題であり、窒素瓦斯及び BCl_3 、瓦斯の使用は常溫に於て其取扱ひ面倒で特別の設備を必要とするのである。著者は數年前、真空熔解に依る方法に依り實驗を行ひ、實驗室的には成功したが之を實際作業に應用するには相當の困難あるを認めた。茲に於て著者は我國現在の工業状態に鑑みて、比較的實際作業に應用容易なる性質を有する各種改良劑を選び之等を各種アルミニウム輕合金の場合に就て實驗し其影響を研究し之に依つて輕合金鑄物の氣泡除去を企てたのである。此研究中 Rosenhain⁵⁾氏其他の人々に依つて發表せられた研究報告は圖らずも其出發點が著者の場合と一致して居り従つて參考となる所もあつた。

I. 實驗の要領

(1) 實驗に用ひた改良劑。

著者は常溫に於て取扱ひ容易なるものでアルミニウム合金に對して悪影響を及ぼさないやうな改良劑を考へた結果、ハロゲン化合物中で市場で求め易く且つ最も安價なる鹽化物に就て實驗を進める事にした。第1表は本實驗に用ひた改良劑の種類と其等の主要なる性質を示すものであつて液體改良劑の中 $SiCl_4$ は當研究室で製造し $SnCl_4$ 及び $TiCl_4$ は市販のものを用ひた。固體改良劑は總て化學用のものを用ひた。

(2) 實驗の方法。

A. 液體改良劑の裝入法。

合金原料を坩堝に入れて爐内で加熱し熔解すれば之を爐外に取出して所定の溫度に達した時第1

圖に示す如く改良劑貯藏壘 B より目盛管 G に適量の改良劑を流し込み更に C3 なるコックを弛めて高級ニツケルクローム鋼製の管 P の一端に穿てる數個の小孔を通じて M なる熔湯の底部に裝入する。然る時は改良劑は氣化して熔湯中を上昇する。

B. 固體改良劑の裝入法。

固體改良劑はアルミニウム箔に包み之をホスホライザーに依つて熔湯底部に押込み固體改良劑の氣化したものがホスホライザーの孔を通じて熔湯中を上昇するやうにした。

C. 試験用輕合金の種類。

N. F. Budgen⁶⁾氏の述ぶる處に依ると普通の輕合金鑄物の不健全の順序は次の如くなつて居る

Y 合金

2L8 及び 3L11 合金 (12%Cu 及び 8%Cu)

2L5 合金 (13%Zn 3%Cu)

Al-Si 合金 (9—14%Si)

アルミニウム

併し現今鍛鍊用輕合金として重きをなせるデュラルミンに於ても金型鑄塊であり乍ら完全に健全なるものを得るには困難なる模様である。又純アルミニウムは機械構造部分として應用されて居ないので本實驗では第 2 表に示す合金を選定する事にした。

D. 測定の方法。

改良劑が輕合金鑄物の性質に及ぼす影響を調査するには肉眼的並びに本質的に觀察する必要がある。肉眼的には即ち鑄物断面に生ずる氣泡分布の狀況を見、本質的には鑄物比重の變化、抗張力其他の物理的性質を調べ同時に顯微鏡組織及び化學成分に及ぼす變化を見んとすものである。

之が爲試験材の種類は鑄塊、抗張試験材及び衝擊試験材とし鑄塊を製作する爲には第 2 圖の如き形状の鑄型を用ひ後者のものは第 3 圖 A 及び B に依り何れも原則として乾燥砂型を用ひた。第 2 圖の鑄型は其上部に保温煉瓦より成れる押湯框を置き、大なる氣泡を成る可く之に集めるやうにした。而して鑄塊は中央を縦斷して二部に分ち其一半に就て此面をシェーパーにて仕上げ更にエメリーパーで研磨して微細なる氣泡と雖も其存在状態を肉眼的に觀察するに便ならしめた。氣泡増減の状态を正確に測定するには一見、比重に依る方法を最も理論的なりと考へられるが後述する如く改良劑のあるものは輕合金の化學的成分に影響を及ぼすから従つて比重の増加を以て直に氣泡除去が達せられたとするは餘りに早計であると考へざるを得ない。故に比重を測定すると共に氣泡の狀況を觀察する必要がある。氣泡の狀況は大抵は断面一様に分布されて居るが Al-Si 合金に於ては必ずしも左様でなく中央に集まる傾向があるので定性的には全面に互り觀察を行ひ定量的には最も悪い場合を考へて鑄塊断面の中央で 1 吋平方の面積に就て肉眼的に其氣泡數を測定し氣泡の大きさは顯微鏡で大體の外徑を測り 10 個の平均の直徑を求めた。又鑄塊の他の半部からは此氣泡觀測に相當する位置で 3/4" 立方體の試片を切取り之を研磨し蒸溜水を用ひて比重を測定した。抗張試験材は鑄型を約 15° 傾斜して鑄造を行つた。而して圖示せる如く 3 本の中、中央のものを破断面即ち結晶粒の肉眼的觀察、硬度測定、顯微鏡試験に用ひた。衝擊試験は普通のシャルピーやアイゾットでは到底正確を期する事が出來ないので京都帝國大學中央實驗所に設置の西村博士考案落重式衝擊試験機を

拜借して行つた。又化學成分の變化は抗張試験材鑄物のライザーより分析試料を採取して調べた。

II. 豫備實驗

(A) 改良劑添加溫度の決定

Czochralski⁷⁾氏、W.Claus⁸⁾氏及び岩瀬博士⁹⁾等の研究に依れば熔融せるアルミニウム及びアルミニウム合金は溫度の上昇と共に瓦斯吸収量を増大する。而して吸収されたる瓦斯は固溶態として存在するものであるが溫度の降下と共に其平衡が破れて金屬と化合せざる瓦斯は再び漸次遊離し熔融合金が凝固すると共に之が氣泡として殘存するものである。されば此遊離瓦斯を除去するには適當の溫度を必要とする。即ち此添加溫度決定の爲、第3表の如き方法で先づ $SiCl_4$ の場合に就て實驗を行つた。使用合金はY金合である。其結果第4表第5圖に示す如く、鑄塊の断面に於ける氣泡現出の狀況は $900^{\circ}C$ に於て著しく、溫度の降下と共に漸次良好となり $750^{\circ}C$ に於て最も健全となり更に下降すれば又氣泡の數を増加する。此結果と比重測定結果とはよく一致せるを知つた。之に依れば $SiCl_4$ の添加溫度は $750^{\circ}C$ 附近が良好なるやうである。

(B) 熔解溫度の決定

實際作業に於ては往々にして熔融合金は過熱され易い傾向があるので其添加溫度、鑄込溫度を一定とし一定量の改良劑を用ひて熔解溫度の影響を調べた。其結果は第5表第6圖に示す如く氣泡の分布状態は $900^{\circ}C$ より $800^{\circ}C$ に向つて著しく急激に良好となり $800^{\circ}C$ より $750^{\circ}C$ に向つて緩に減少して居る。即ち $900^{\circ}C$ 以下に於ても溫度の上昇につれて輕合金の瓦斯吸収の大なる事が分る。前記の實驗と此實驗とを對照して輕合金の熔解溫

度は $750^{\circ}C$ にして改良劑の添加溫度も $750^{\circ}C$ である事を適當とし、之より低い添加溫度は却つて氣泡除去に悪い結果を及ぼす。瓦斯吸収の點から考へると成る可く溫度は低い程、熔融合金の瓦斯吸収量は少くて都合がよいのであるが一方合金の粘性が大となり改良劑の作用が充分に行はれず遊離瓦斯の上昇を妨害するやうになる。齋藤博士、林狷之介兩氏¹⁰⁾及び齋藤博士、松川工學士兩氏¹¹⁾等の研究に依れば輕合金の粘性は溫度の上昇と共に小となり $760^{\circ}C$ 以上に於ては餘り大差無い結果が與へられて居る。著者の實驗は溫度の僅少な差に對する試験は出来なかつたが上記三氏の研究結果から考へて $750^{\circ}C$ 附近が適當なる改良劑添加溫度なる事を信ずる事が出来る。

(C) 改良劑添加後鑄込に至る迄の時間の決定。

改良劑を熔湯の底部に通ずると之が瓦斯化して熔湯中を上昇するもので最初は激烈なる沸騰作用が起り刺激性の瓦斯が出るが之が沈靜すると熔湯の表面に鼻を近づける事が出来る。此時猶幾分瓦斯の臭氣を感ずる。其時間は少し長い。即ち瓦斯が充分出切らない事を意味するので添加後鑄込迄に適當の沈靜時間を與へる必要がある。それで第6表の如く實驗を行つた。此結果寫眞 No. 1~8 に見る如く添加後鑄込までの經過時間2分のは未だ氣泡が殘存して居る。5分間經過せるものは著しく氣泡を減じ10分以上のものは殆んど完全に氣泡が除去されて居る。之を第7表第7圖の抗張試験成績に見るも其影響が明である。故に改良劑添加後約10分の時間を置いて鑄込む事に決定した。以上の實驗に依れば輕合金の熔解は $800^{\circ}C$ 以下を可とし $750^{\circ}C$ が適當の溫度で、又同時に改良劑の添加溫度が $750^{\circ}C$ 、而して改良劑添加後10

分間を經過して鑄込を行ふ事が改良劑の効果を充分に發揮せしめる事が分つた。此傾向は $SnCl_4$ の場合に就ても第8表、第9表第7圖第8圖に示す如く同様であつたので以下本實驗に於ては此條件の下に施行する事にした。

III. 本 實 驗

(1) 液置改良劑に依る實驗。

(A) $SiCl_4$ に依る各種輕合金の改良。

豫備實驗に於て改良劑の裝入條件が決定されたので第10表の如く各種輕合金に就て之を試みた。氣泡の分布状態。

改良劑を添加せざるものは氣泡の分布甚だ多く添加したるものは氣泡除去の効果が現はれて居る。殊にY合金、ラウタル、12%Cu合金デュラルミン及びL5合金等は其効果著しいがAl-Si合金に至つては不定にして確な所は分らない。此Al-Si合金は鑄塊の中央上部に大なる收縮孔を生ずる性質がある。之は此合金の特徴であつて此合金の組成がユークテイツクに近い故であるが¹²⁾、此孔は改良劑添加量の増加と共に小さく且つ分散せんとする傾向がある。以上の状況は第11表第9圖を見ると其傾向がよく窺はれる。又氣泡の大きさは改良劑の影響を受けて小さくなるが $SiCl_4$ の添加量1%以上は其傾向が減ずる。

抗 張 試 験

抗張試験材の中央試片に就て其破断面を検した結晶粒の大きさは改良劑を添加せざるものでも相當細かく改良されたるものは結晶粒が幾分小さくなれる傾向があるかと思はれる。抗張試験成績は第12表第10圖に示す通りである。此曲線を見るとAl-Si合金を除く他の合金は $SiCl_4$ の添加量増加と共に抗張力は増加しL5合金の如き殊に其

増加率が大である。而して一般に1%以上は餘り増加せず2%以上は殆んど増加の傾向を認めない、Al-Si合金は寧ろ幾分抗張力低下の傾向がある。硬度は大體抗張力曲線に平行せるやうである。 $SiCl_4$ の抗張力に及ぼす影響を考へるとL5合金を第一とし次にY合金及び12%Cu合金、デュラルミン、ラウタル等の順であつてAl-Si合金は殆んど影響を受けない。

(B) $SnCl_4$ に依る各種輕合金の改良。

$SnCl_4$ の添加法は $SiCl_4$ の場合と同様にして第13表に示す如く實驗を行つた。

氣泡分布状態。

鑄塊の断面を検すると氣泡の分布はY合金及びAl-Si合金に於ては減少の傾向が大であるが第14表第11圖に示す如く氣泡曲線の性質より考へると $SiCl_4$ よりも多量の改良劑を添加する必要があると認められる。デュラルミン及び12%Cu合金に於ては1%の添加に於て既に効果が現れて居るが氣泡除去の程度が完全でない。又、ラウタル及びL5合金に於ては其影響最も少い。比重曲線を見るとY合金、デュラルミン及びL5合金は $SnCl_4$ 添加量の増加と共に上昇して居るが之は單に氣泡減少のみを意味するものでなく後述する如くSnの殘存せる事も多少影響すると見做して良い。氣泡の大きさはY合金、12%Cu合金、L5合金等に於ては $SnCl_4$ 添加量の増加と共に小さくなる傾向がある。L5合金に於ける氣泡の形は他と較べて比較的大である。更にラウタル合金に於ては氣泡の大きさは少しも減じない。Al-Si合金に於ては不定である。

抗 張 試 験

抗張試験材の破断面を見るにラウタル合金は他

のものと異り一種の白色の斑點の如きものを生じ之は SnCl_4 添加量の増加と共に増加する傾向がある(寫眞 No.9 参照)。第15表第12圖に示す抗張試験の結果を見るに Y 合金、12%Cu 合金等は改良されたる形跡を示して居るが SnCl_4 の添加量 2% 以上に於て効果は著しくなつて居る。デュラルミンに於ては SnCl_4 の影響を認めない。ラウタル、L5 合金、Al-Si 合金等は寧ろ抗張力は減少の傾向を示して居る。之を要するに SnCl_4 の輕合金に及ぼす影響は Y 合金及び 12%Cu 合金に於ては漸進的に改良を與へるやうであるが其添加量を多く要し且つ効果は左程著しくない。而して他の輕合金に於ては氣泡の除去と云ふ點では多少効果があるが抗張力を害する事が甚しい。

(C) TiCl_4 に依る各種輕合金の改良。

TiCl_4 は最初當研究室に於て製造したのであるが純粹のものが得られず且つ製造困難であつたので市販のものを購入して用ふる事にした。併し之は全く純粹なものでなく淡黄色を呈せるものである。

氣泡分布状態。

鑄塊の斷面を検するに第17表第13圖の如く氣泡除去の作用は總ての合金に對して良好なる結果を與へた。Y 合金、デュラルミン、及び Al-Si 合金は少量の TiCl_4 で氣泡除去は著しく行はれて居るが他のものは TiCl_4 の添加量増加と共に漸進的に氣泡は除去され L5 合金を以て其優なるものとする。比重曲線を見ると之等の影響が明になる。併し 12%Cu 合金及びラウタルは其影響が著しく現れて居ない。氣泡の大きさは一般に TiCl_4 の増加と共に小さくなる。

抗張試験。

抗張試験片の破斷面に現はれたる結晶粒は細が。而して TiCl_4 の添加量の増加と共に小さくなる傾向がある。抗張試験の結果も良好なる効果を示して居る。但し Al-Si 合金は何等抗張力の増加を示さない。L5 合金は抗張力に最も大なる増加を示し TiCl_4 、2% に於て 6kg(40%) 増加し次にデュラルミンは 4kg(35%)、Y 合金は約 2.5kg(19%) の増加を示した。之等の原因は勿論氣泡の除去、従つて比重に關係するものであるが Ti 自身が合金中に入つて抗張力増加の因をなすものと考へらる。以上實驗の結果に依れば TiCl_4 は氣泡除去作用は總ての合金に好影響を及ぼすものであるが殊に抗張力の改善は以上3種の液體改良劑の中で第一と斷ずる事が出来る。又肉眼的結晶粒の大きさを減ずるのも之が第一である。一例として Y 合金に TiCl_4 を添加せる場合の破斷面を寫眞 No. 10 に示す。唯 Al-Si 合金の抗張性質に改良効果を與へざるは注意すべき事である。

(2) 固體改良劑に依る實驗。

(A) ZnCl_2 に依る各種輕合金の改良。

ZnCl_2 は昔より非鐵合金の熔劑として用ひられて居る事は一般に知られた事實である。併し熔劑として用ひらるゝ場合は ZnCl_2 を熔融金屬の表面に撒布するもので ZnCl_2 と例へば Al_2O_3 とが作用し熔湯表面の溫度上昇を來たし同時に熔融金屬内に浮遊せる酸化物其他の不純物の除去を容易ならしめ且つ熔湯表面に於て Zn 又 Cl_2 と化合せしめ熔滓と熔融金屬との分離を容易ならしむるものと考へられて居る。而して輕合金に於ても Cu-Zn-Al (2L5) 合金に、よく清淨劑として用ひられて居るが Budgen 氏の報告¹³⁾ に依ると何等好影響を與へない事になつて居る。併し ZnCl_2 は

其熔融溫度 250°~280°C で、又沸騰點は 730°C であるから前記液體改良劑の氣化性を利用した點より考へ、又 Zn も Cl も活性のものであるから輕合金の改良劑として應用し得る可能性は充分であると云へる。故に著者は從來 $ZnCl_2$ が熔劑として使用されて來た方法に依らず之を前述の液體改良劑裝入の主旨に依り熔融合金の底部にホスホライザーにて押込み $ZnCl_2$ を氣化せしめ、以て熔融合金の内部に含有されたる瓦斯の除去を行ひ合金鑄物の性質に及ぼす改良効果を研究せんとしたのである。

$ZnCl_2$ は比重 2.9 で且つ改良劑添加溫度の 750°C よりも其沸騰點は低いので實驗は頗る容易に第 19 表に示す如く行ふ事が出來た。

氣泡分布狀態

實驗の結果を示せば第 20 表第 15 圖の如くである。之に依ると氣泡除去に及ぼす $ZnCl_2$ の影響は良好であつて一般に $ZnCl_2$ 添加量増加と共に其効果が現れて居る。而して Y 合金は特に此影響が大であつて少量の $ZnCl_2$ でよく其目的が達せられるやうである。之に次いでデュラルミンに對する氣泡除去作用も漸進的に著しく其効果が現れて居る。氣泡の大きさも $ZnCl_2$ の添加量増加と共に次第に減じ Y 合金及びデュラルミンは特に小さくなつて居る。比重曲線を見ると一般に $ZnCl_2$ の添加量の増加と共に曲線は上昇するが 1% 以上は其傾向小で、之以上の添加は効果の大ならざる事を示して居る。

抗張試驗

抗張試験片の破斷面を検するに Y 合金、12% Cu 合金は幾分結晶粒が小さくなる傾向があるがラウタル及びデュラルミンは變化なく且つラウタルに

は白點を生じない。抗張力は第 21 表第 16 圖の如く $ZnCl_2$ 添加量の増加に従つて増加し 12% Cu 合金、I5 合金及び Y 合金は其影響を受くる事大である。併し前述の各場合と同様延伸率には殆んど變化を及ぼさない。

以上の實驗に依り Cu-Zn-Al 合金の改良劑として $ZnCl_2$ は相當良好なる事を確めた。而かも此ものは Cu-Zn-Al 合金のみならず他の合金の氣泡除去並びに抗張性質に良好なる影響をあたふるもので明に Budgen 氏の言¹³⁾の誤れる事を指摘する事が出来る。

(B) $MgCl_2$ に依る各種輕合金の改良

$MgCl_2$ は熔融點が 708°C で沸騰點は著者の調査した範圍では遺憾乍ら判明しないが遙に高溫度であらうと想像される。併しマグネシウムは酸素との親和力、アルミニウムよりも強く、鹽素も活性瓦斯であるから恐らく改良効果を齎すであらうと考へて第 22 表の如く試に實驗した。

氣泡分布狀態

鑄塊斷面の狀況は非常に悪く何等氣泡除去の效果を見る事が出來ない。即ち第 23 表第 17 圖の如く氣泡の數は殆んど減ぜず却つて増加せるものすらある状態であつて氣泡の大きさも同様に増大する傾向がある。之れ恐らく $MgCl_2$ の熔融溫度及び昇華溫度が高くして且つ大なる吸濕性を有するが爲であると考へられる。故に比重も概して減じて I5 及びデュラルミン等は其現象が甚しいが Y 合金のみ比重増加の傾向がある。之は後述する如く $MgCl_2$ 添加の爲に Y 合金中の Mg 含有量の減少に其原因の一部が有するに非るかと思へらる。

抗張試驗

抗張試験材の破斷面の狀況を見るに改良劑を添

加したものは結晶粒の大きさに何等變化を認めずラウタル合金は寧ろ大きくなる傾きがある。抗張試験の結果を第24表第18圖に於て見るに殆んど改善の跡を見ずラウタル合金の如き寧ろ悪い影響を受けて居る。要するに $MgCl_2$ は氣泡除去の點に於ても亦抗張性に對する改良效果に就ても何等見る可きものなく應用不可能のものとする。

(C) NH_4Cl に依る各種輕合金の改良。

NH_4Cl は Sal. Ammon と稱して $ZnCl_2$ の如く或種輕合金の熔劑に用ひられる。固體ではあるが低温昇華をなすものであるから輕合金の改良に如何なる影響を與へるかを調べんとしたのである。實驗は第25表の如く行はれた。

氣泡分布状態。

實驗の結果は第26表第19圖の如く NH_4Cl を添加したる鑄塊の断面は氣泡の除去完全ならず $MgCl_2$ の場合に比して劣らぬ悪影響を呈して居る。之は



となり H_2 及び NH_3 の影響である。又氣泡の大きさも大であつて比重曲線も亂調を呈した。

抗張試験。

氣泡の状態が上述の如くであるから破断面も良好でない。Y合金が僅に細くなつて居るやうに感ぜられるが他のものは大抵 NH_4Cl の添加に依つて粗くなる傾向がある。抗張試験の結果も第27表第20圖に示す如く殆んど大なる變化は認められない。

(D) $NaCl$ に依る各種輕合金の改良。

$NaCl$ も弗化カルシウムと共に熔劑として用ひられるものである。此者の熔解温度は $801^\circ C$ にして沸騰點は $1,490^\circ C$ であるが Na も Cl も著しく

活性のものであるので其影響を調べたのである。實驗は第28表の如く行つた。

第29表第21圖に見るが如く鑄塊の断面を見るに Y合金に於ては $NaCl$ の添加量の増加と共に氣泡減少の程度、著しいが他のものは總べて其傾向が少い。比重曲線は $NaCl$ 添加量の増加と共に上昇の傾向はあるが氣泡數、氣泡直徑を示す曲線は不規則なものが多い。

抗張試験。
抗張試験材の破断面は改良劑を添加せざるものに比して一般に變化なしと云つて良い。抗張試験の結果は第30表第22圖の如く I.5合金及び Y合金は抗張力の増加を示して居るが他のものは大なる變化なくラウタル及び 12%Cu合金の如きは却つて著しく悪くなる傾向がある。要するに $NaCl$ の改良劑としての效果は不定であつて實用に供するは困難なるやうに考へられる。

上の實驗は $NaCl$ を $750^\circ C$ で添加したのであるが $NaCl$ の熔解温度が $801^\circ C$ であるから添加温度の影響を調べる爲第31表の如く實驗を行つた。

其結果 $850^\circ C$ 以上では $NaCl$ は熔解したが第32表第23圖の如く氣泡は温度の上昇と共に其數は増加し又抗張力も第33表第24圖の如く同様に減少した。故に高温度に於ける $NaCl$ の添加も何等效果なく寧ろ $750^\circ C$ の方が適當なるやうに考へられる。

(E) $CuCl_2$ に依る輕合金の改良。

$CuCl_2$ は熔融點 $710^\circ C$ で $6H_2O$ を含むものは比重 1.7 であるが此結晶水を含まざるものは比重 2.2 である。通常の化學用のものは一般に結晶水

を含むものとせられて居る。 Cu が輕合金の改良をなすものである事は既に知られた事實であるので $CuCl_2$ として果して効果あるか否かを見る爲に Y 合金に就て試に第 34 表の如く實驗を行つた。氣泡分布状態。

鑄塊の斷面は氣泡に富み其形大である。而して添加温度の高い程一層氣泡の分布が多い。

抗張試驗

抗張試驗材の破斷面を見るに粗となり破斷面が綺麗でない。抗張力も第 35 表第 25 圖の如く却つて低下し添加温度の高いものは一層悪い結果になつて居る。要するに $CuCl_2$ の改良劑としての使用は効果ないものと考へられる。

IV. 各種改良劑の氣泡除去及び抗

張性質に及ぼす効果の比較

著者は以上 8 種の改良劑を選定して種々の輕合金に就て氣泡除去並びに抗張性質等に関して實驗を行つたのであるが今茲に之を總括して氣泡除去の効果を比較すると第 31 表の通りである。之に依ると液體改良劑は固體改良劑に比較して一般に氣泡除去の効果の優れて居る事が分る。而して $ZnCl_2$ は固體改良劑の中で最も異彩を放てるもので其程度、液體改良劑に近い。今之等の効果と改良劑の物理的性質との關係を考ふるに第 37 表の如く液體改良劑は其沸騰點總べて $140^{\circ}C$ 以下にありて輕合金の熔融點より遙に低く、之に反して固體改良劑の沸騰點は一般に高くして輕合金の熔融點より遙に上位にある。唯 $ZnCl_2$ 及び NH_4Cl は例外であつて前者は $730^{\circ}C$ にして後者は低溫昇華である。而して $730^{\circ}C$ は輕合金の熔融點よりは高いが熔融温度、或は改良劑添加温度より低いから氣泡除去作用には都合の好い温度である。故に

之に關する改良効果は他の固體改良劑に較べて比較にならない好結果をあたへて居る。 NH_4Cl は低溫昇華で都合好く考へられるが H を含む故に却つて之が熔融合金に吸収せられ氣泡除去の作用を妨げる。故に H を含むものは改良劑として避く可きものと考へる。

次に第 38—41 表第 26—29 圖は比重及び抗張力に及ぼす影響の比較である。之を見ると Y 合金に對しては一般に改良劑の大抵のものが効果を表はして居るが $Al-Si$ 合金は概して不良である。固體の $ZnCl_2$ を除く他のものは効果率は一般に Zero line より下に位置して居る。 $12\%Cu$ 合金は改良劑 2% の場合が 1% の場合よりも著しく抗張力に好影響を受けて居る事は注意すべきである。

V. 改良劑添加の際に於ける現象

液體改良劑を添加すると熔湯面より著しく白煙を生じ同時に熔湯の沸騰するを見る。 $SiCl_4$ の場合は白煙の色比較的薄くして且つ軽く空中に揮散する事早いが $SnCl_4$ 及び $TiCl_4$ は濃厚にして稍重く、低迷し揮散する事も遅い。之れ此両者が軍用煙幕劑として用ひらるゝ所以である。此 3 者の中 $SnCl_4$ は臭氣甚しく人間の咽喉に刺激をあたへる事最も大であり $SiCl_4$ 、 $TiCl_4$ 等は臭氣はないが刺激をあたへる。而して $SiCl_4$ の方が其程度稍大である。即ち衛生的方面より考へると $SnCl_4$ は最も忌む可きものと考へる。白煙の昇る間、熔湯面より出る瓦斯は燃焼する。之は改良劑の量が多くなると盛である。其焰の色は餘り大差はない。 Zn 、 Mg が此反應に與る場合には光輝ある光りを生ずる。改良劑が H_2 或は O_2 と作用すると發熱現象を生ずるもので表面に近い熔湯温度は之が爲、幾分上昇する傾向がある。試みに Y 合金に

就て3種の液體改良劑を夫々2%宛添加したる際の温度上昇を測定したるに第42表の如き結果を得た。

熔湯の沸騰が止むと熔湯面の色が變化する。 $TiCl_4$ の如きは其量1%以上になると熔湯の面に眞紅色の硬い板状のものが出来る。 $SnCl_4$ も同様に1%以上になると赤黄色の板状のものが出来る。熔湯表面の温度が冷却されると灰色の鑛滓が生ずる。之は熔湯の周圍に生ずるもので攪拌すると表面に浮んで来る。之が次第に灰白色に變ずる。鑛滓はサクサクした粉状のもので熔湯とは全く分離容易である。熔湯面に發する瓦斯の燃焼に依つて生ずる火花は添加量の増加と共に大きく且つ多い。固形改良劑を添加する場合 $ZnCl_2$ は白煙を發する事他の固體改良劑よりも甚しい。而して其の鑛滓は灰白色で最も其量が少い。 $MgCl_2$ の場合には白煙を生ずるが其量少く従つて沸騰作用も少い。而して熔湯の表面が餅の如く膨れ上り刺激性瓦斯の發生、前者より少い。 $MgCl_2$ が熔融し終るには相當の時間がかかる。鑛滓は其量頗る多く之を排除するに相當手数を要す。 NH_4Cl を添加する場合には熔湯面は前者の如く膨れる事はないが鑛滓の量は同様に多量である。 $NaCl$ を熔湯中に入れると熔融點高い爲に白煙を生ぜず單に刺激性の瓦斯が少し出る。併し若し熔解温度を $900^{\circ}C$ に上げて之を添加すると發煙し且つ熔湯面に火花を發す。又 $NaCl$ は急に熔解せず數十回熔湯中に壓入攪拌する必要がある。鑛滓の量は頗る多い。

VI. 改良劑が各種輕合金の化學的

成分に及ぼす影響

輕合金の氣泡除去、比重の増減、及び抗張性質等に及ぼす改良劑の効果を考ふるに或場合には之

等の點が總括的によく改善せられ、又或場合には然らざる現象を認めた。氣泡除去の結果、必然的に比重の増加、従つて抗張性質の改善を見る可き筈であるが比重の増加必ずしも抗張性質の改善とはならず、又或場合には抗張性質の豫想外に増加せるものもある。之等は改良劑が合金の化學的成分に及ぼす影響を探究せざれば其原因が判明せないのである。それで著者は上述8種の改良劑の中で有效なりと考へらるる改良劑に就て各々の含有せる金屬が輕合金中に熔解する量を測定した。第43表第30圖は $SiCl_4$ を通じた場合輕合金中の Si 含有量の變化を見たるもので $SiCl_4$ の添加量の増加と共に Si 含有量の極めて少く何れの合金に對しても殆んど影響しないと云つてよい。第44表第31圖は $SnCl_4$ の場合で $SnCl_4$ 添加量増加と共に輕合金中に吸収される量は多くなる。圖中の點線は $SnCl_4$ の含有する Sn の%を示すもので此實驗に於ては添加量の約 $2/3$ 以下が熔解されて居る。第45表第32圖は $TiCl_4$ を添加する場合 Ti が輕合金中に殘存する量を示す。之も大體、添加量の約 $1/2$ 以下となつて居る。然るに第46表第33圖の $ZnCl_2$ の場合に至つては Zn の輕合金に吸収される量は他のものと較べて頗る多く概して添加量の約 $1/2$ 以上が吸収される。第47表第34圖は $MgCl_2$ の場合で此曲線圖を見ると何等 Mg が殘存しないが Mg を含むY合金の如きは Mg は増加せず寧ろ幾分減少の傾向がある。而して Mg を含まざる $12\%Cu$ 合金及びラウタル合金に於ては Mg は少しも殘存しない。 $MgCl_2$ が幾分Y合金の Mg 含有量を減少する傾向があるので更に各種改良劑のY合金及びデユラルミンの Mg 含有量に及ぼす影響を調べた。第48表第35圖

は此結果を示すものである。Y合金に於ては Mg の含有量は改良劑添加量の増加と共に減少する傾向がある。而して $SiCl_4$ は其影響最も少く殆んど變化ないと云つてよいが $NaCl$, $MgCl_2$ に至りて稍此傾向明かとなり $SnCl_4$, $TiCl_4$ 及び $ZnCl_2$ 等著しく Mg 含有量を減少して居る。而して之等の 3 者は其含有する金屬最も多く輕合金に吸収されたものである故に或程度まで Mg と置換せるものと考へられる。次にデュラルミンに於ても第 49 表第 36 圖の如く同様に此現象が認められるが Mg 含有量の少いだけに其影響が少い。

VII. 輕合金改良の機構に関する

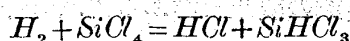
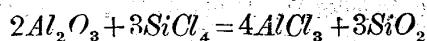
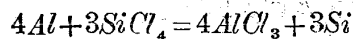
理論的考察

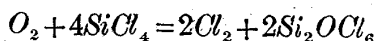
改良劑添加後熔湯表面に生ずる鑛滓を搔取つて輕合金及び改良劑の種類別に分析したるに第 50 表の如き結果を得た。前述の改良劑の合金成分に及ぼす影響の結果と此表を對照すると改良劑の機構を大體察知する事が出来る。

J. Czochralski 氏⁷⁾ は Al に對する石炭瓦斯、 H_2 、 CO 、 CO_2 、 O_2 、 SO_2 、空氣及び N_2 等の吸收量を研究した。熔融せる Al は約 $900^\circ C$ までは瓦斯を吸收する事少いが、高温に於ては著しく多量の瓦斯を吸收するものである。而して之は温度に依つて吸收量の増加率を異にするが氏の實驗結果に依れば H_2 が最も多く吸收せられ、次に SO_2 、 CO_2 、 O_2 、 CO 、空氣、 N_2 と云ふ順序になつて居る。併し一般に實際問題として考慮すべきは O_2 及び H_2 であるから熔融合金中に吸収される瓦斯に就ては主として H_2 は瓦斯状態に於て吸收せられたるものと考へ、 O_2 は Al_2O_3 として含まれて來るものとして考察したいと思ふ。

(1) $SiCl_4$ の場合。

$SiCl_4$ は輕合金の成分に及ぼす影響の最小のものなる事を知つたが G. Rauter 氏¹⁴⁾ に依れば $200\sim 300^\circ C$ で $SiCl_4$ は Al と反應して遊離 Si を生ずる。故に當然 Si は輕合金中に残る可き筈である。Al-Si 合金、及びラウタルの如きは他の輕合金よりも Si 含有量に富み従つて固溶體として含有されて居る Si の量も其熔解度の最大限に達して居るから或は此の $SiCl_4$ より遊離されたる Si が吸収され難い點も考へられる。然るに Y 合金、12% Cu 合金、デュラルミン、L5 合金の如き Si 含有量の極めて少量にして熔解度の極限を遠ざかる事大なる合金に於て $SiCl_4$ の Si が何故に吸収されないか。之は恐らく作用温度の餘りに高い故と作用時間の短い爲とに關係するものと考へられるが一面此 $SiCl_4$ は熔融合金に含有されて居る Al_2O_3 或は H_2 に作用して $AlCl_3$ 及び SiO_2 或は $SiHCl_3$ を生じ SiO_2 は鑛滓に、 $SiHCl_3$ は空中へ逃散する。後者の場合には HCl を生ずるが之はアムモニヤ水を紙片に浸して近づけると容易に判別する事が出来る。又 $SiCl_4$ は一部は氣體として熔湯中を通過し空中に出るや水蒸氣と作用して白煙となりて昇る。又其一部は空氣と作用して Oxychloride 及び Cl_2 を生じ前者は $SiCl_4$ の如く空中に逃散する。 Cl_2 は臭氣を以て其存在を知ることが出来る。化合物を作らず溶解せる瓦斯は改良劑の爲に溶解度の平衡を破られて遊離し之が $SiCl_4$ の瓦斯或は之に依つて生じたる他の瓦斯の上昇に誘引されて大氣中に逃散し去る。以上の事柄を化學方程式で示すと次の如くなる。

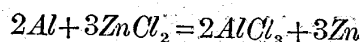
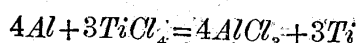
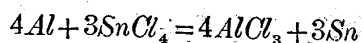




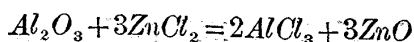
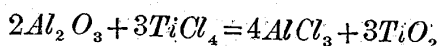
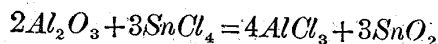
$SiCl_4$ が Y 合金、デュラルミン等の Mg 含有量に餘り影響を及ぼさないのは如何なる理由に依るものか。G. Rauter 氏¹⁵⁾ の實驗に依ると 200°—300°C の低温では Mg が作用して遊離 Si が出来るが 400°C に達すると殆んど作用がない事になつて居るから恐らく 700°C 以上の如き高温では Mg の含有量に影響しない事が想像される。

(2) $SnCl_4$, $TiCl_4$ 及び $ZnCl_2$ の場合。

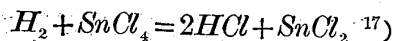
A. Sähler 及び F. Bachran 兩氏の研究¹⁶⁾ に依り次の方程式を考ふる事が出来る。



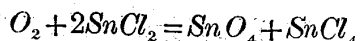
而て生じたる $AlCl_3$ は氣化して上昇し遊離されたる金屬 Sn, Ti, Zn 等は熔融合金内に吸収せられ合金の化學成分に變化をあたへる。又合金中の酸化物は作用せられて次の化學反應を生ず。



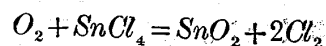
$AlCl_3$ は昇華温度が 200°C 以下であるから氣化して逃散し金屬酸化物は空中にも逃れ其他は鑛滓の内に入る。又熔融合金の含有する H_2 に對して作用するが Ti の場合は他の場合と異つて居る。



此 $SnCl_2$ が大氣に會ふと

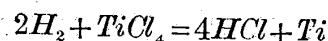


となり SnO_2 は大部分鑛滓へ留り $SnCl_4$ は白煙となつて逃散する。又一部の $SnCl_4$ は其まゝ瓦斯化して熔湯中を上昇し大氣に觸れて SnO_2 を作る。

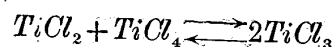
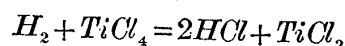


此 Cl_2 の臭氣は、よく鼻で判別する事が出来る。

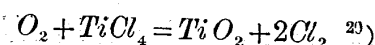
H. Goerges 及び A. Stähler 兩氏¹⁸⁾ に依ると H_2 に依つて $TiCl_4$ が還元せられて少量の Ti を作る。之は 750°C 以上である。



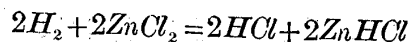
又、R. Schmidt 氏¹⁹⁾ に依ると、それより温度の低い所では、



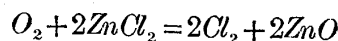
又一部の $TiCl_4$ は大氣に觸れて Cl_2 と TiO_2 を作る。



次に同様に P. Schutzenberger 氏²¹⁾ に依ると



又 $ZnCl_2$ が大氣に會つて ZnO を作り²²⁾、其一部は鑛滓の中に入る。

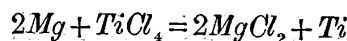


(3) 軽合金 Mg 含有量の減少。

次に改良剤應用に依つて軽合金 Mg の含有量を減少する事は注意す可き興味ある問題である。

(A) Y 合金の場合。

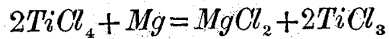
Y 合金に含まるゝ Mg が如何にして軽合金中より驅逐されるかを考ふるに今改良剤 $TiCl_4$ を加へた爲に改良剤の含む金屬 Ti に依つて Mg が置換されたと考ふれば次の方程式を得。



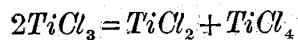
此方程式に依り改良剤 $TiCl_4$ から遊離す可き理論的 Ti 金屬量を計算し、又實際輕合金中に吸収されたる Ti 金屬量と理論的に置換すると考へた時の Mg 量を求め、同時に分析結果に現はれたる Mg 減少量より之と置換す可き Ti 金屬量を計算

すると第51表の如くなる。

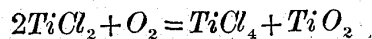
然る時は理論的に置換すると考へた時の Mg 量は實際の Mg 減少量より少い。又 Mg 減少量より之と置換したと考へて計算したる金屬量は實際吸收されたる金屬量より多い事になつて居る。故に改良剤に含まる Ti (Sn 及び Zn に就ても同じ) 金屬が熔融合金中に残らざる如き場合を考へる必要がある。即ち O. Ruff 及び F. Neumann 兩氏²³⁾ 等に依ると



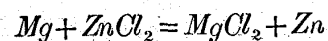
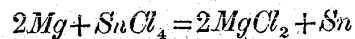
即ち $TiCl_4$ が $TiCl_3$ に還元せられ Ti を生ぜず、而かも Mg は $MgCl_2$ となり鑛滓へと消費されて行く。 $TiCl_3$ は黒紫色で潮解性を有す。鑛滓が熔湯表面で最初の間黒紫色を呈するのは即ち之である。此のものは熔湯表面にある場合には



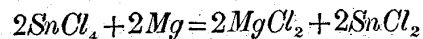
に解離し $TiCl_4$ は揮散し $TiCl_2$ が残る。此 $TiCl_2$ が燃焼して



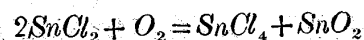
而して此 $TiCl_2$ は黒色味ある粉末にして空中に放置すると其色濃くなる。同様にして置換説から考へると $SnCl_4$ 及び $ZnCl_2$ の場合は



又他の場合を考へると



一部の $SnCl_2$ は熔湯の表面で大氣中の酸素と反應して

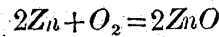


$SnCl_4$ は揮散し SnO_2 は残る。

又 $Mg + ZnCl_2 = MgCl_2 + Zn$

Zn は一部 O_2 と結んで ZnO を作る。

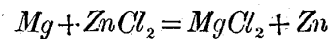
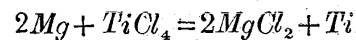
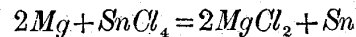
即ち



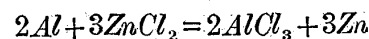
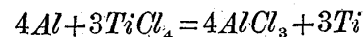
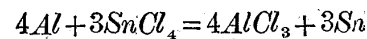
(B) デュラルミンの場合。

計算量と實際量とを對照すると第52表の如くなる。

即ち Y 合金の場合とは各改良剤何れも全く反對の現象を示し分析結果に現はれたる Mg の減少量は改良剤の Ti , Sn 等と理論的に置換し得可き Mg の量よりも少くなつて居る。故に此場合は主として次の方程式に依つて改良剤の金屬が Mg と置換して Mg を驅逐したものと考へられる。



之より考ふるに熔融合金内に改良剤金屬の吸收さるるは一方に於ては上記の Mg との置換に基くものにして他方に於ては Al との置換に依るものと考へられる。



(4) $MgCl_2$, NH_4Cl , $NaCl$ 及び $CuCl_2$ の場合。

之等の改良剤の中で NH_4Cl が低溫昇華を行ふのみで其他は熔融點高く鹽化物中でも特に安定なる物質であつて熔融合金中で其等の作用が甚だ緩慢なる爲に何等効果を呈しない。又 NH_4Cl は H_2 及び NH_3 を含む爲に好影響を與へないのである。要するに各種改良剤の效果の顯著なるものは皆熔融點並びに沸騰點が改良剤添加溫度よりも低い事になつて居る。即ち改良剤の氣化する事は見逃す事の出来ない重要な事項である。即ち改良剤の一つは化學反應に依り、アルミニウム酸化物

を還元し、或は Al に吸収され易き瓦斯 (H_2) と結びて吸収され難き瓦斯として逃散し機械的には改良剤の一部は氣化して其のまま上昇する間に遊離せる瓦斯或は改良剤との反應に依りて生じたる瓦斯を誘出し此熔湯の沸騰作用に依つて生成されたる酸化物其他の化合物の浮び上る事を容易ならしめるものと考へられる。

VIII. 軽合金の顯微鏡試験に現はるゝ

各種改良剤の影響

(1) ピンホールの形状と其原因。

ピンホールの形状に就ては Y 合金は Cu 合金よりも丸味を帯び $Al-Si$ 合金は一般に丸味を帯びると N. Budgen 氏²⁴⁾ は云つて居る。著者の實驗に於ては必ずしも左様な事實を認めない。而して一般に其形状は不定であつて其出現の状態も一定して居らぬ。即ち之はピンホールの成因に關する事で此説も未だ一定して居らない。即ち含有瓦斯の遊離に依るものとする説と Shrinkage Cavity に依ると云ふ説である。著者の實驗では實驗に使用した大抵の合金に於て此兩者の場合を認める事が出来た。顯微鏡寫眞 No. 1-6 は primary crystal の中に現はれたるピンホールである。之等は明かに gas evolution に依る氣泡と見做す可きである。又顯微鏡寫眞 No. 7-12 は primary crystal の境界に現はれたるピンホールで其形一般に角を持つて居り明かに shrinkage cavity を示して居る。

故にピンホールの原因は此兩者が關係するやうに考へられる。而して一般に shrinkage cavity と見做す可き形の穴が其數に於て多いやうである。之等の穴は改良剤が効果を呈する場合に一般に其形は小となり其數は甚しく減少し効果なき改良

剤の場合には其形大きくなり其數亦増加の現象を示す。

$Al-Si$ 合金の場合は例外であつて shrinkage cavity と稱す可きものは鑄塊の中央上部に必ず甚大なる形状を以て現はれ所謂ピンホールと稱するものは其下部に集る傾向があつて其形他のものよりは丸味を帯びて居り且つ shrinkage cavity と稱す可きピンホールを見ない。之は勿論此合金の成分がユーテクトイック附近であるから結晶粒の境界が現はれない爲で、従つて其處に小さい shrinkage cavity を生ぜないのである。

(2) 顯微鏡組織に及ぼす影響。

改良剤の顯微鏡に及ぼす影響を見るに Y 合金、ラウタル、12% Cu 合金、デュラルミン、 $L5$ 合金等は共通せる効果を受けて居る。即ち之等の合金の組織は α より成る primary crystal の周圍に binary 或は ternary の compound が存在し、 α 結晶の boundary を形成して居る。改良剤を添加すると $CuAl_2$ は其形が短かく且つ丸味を帯び ternary eutectic の面積も増加し境界が太く荒れて來る傾向がある。而して此内で特に注意すべきは $TiCl_4$ を用ひた場合で Ti 化合物が棒状或は針状に近い結晶となつて α 結晶の中に現はれる。之は淡い灰白色を呈し上述の合金では明瞭に判斷する事が出来る。 $TiCl_4$ で改良された合金が抗張性質の良くなるのは此組織の變化に基くものと考へられる。 $TiCl_4$ で處理したものは α 結晶が他のものより稍小さい。 Sn は常溫に於て Al に溶解もせず又化合物も作らない事は金子博士、神谷氏²⁵⁾ 及び後藤博士、三島博士²⁶⁾ 等の研究結果に依り明かである。然し、 Sn は結晶粒の境界で ternary eutectic の中に混在し組織上に明かに見る事が出来な

い。 $SiCl_4$ は Si が殆んど合金内に吸収されないから従つて組織に大なる變化はない。又 $ZnCl_2$ は Zn が相當多く吸収されるが固溶體として存するから變化が現はれない。顯微鏡寫眞 No. 13—67 は以上の狀況を示すものである。

$Al-Si$ 合金の場合は $TiCl_4$ は 13% Si に於ても Si 結晶を細かくする傾向、最も大で他のものは餘り効果が認められない。然るに 12% Si になると $SiCl_4$ も著しく Si の結晶を微細化する。 $TiCl_4$ も同様に効果大であるが $SnCl_4$ 、 $ZnCl_2$ 、 $MgCl_2$ 等は殆んど影響なく又 NH_4Cl は寧ろ組織を害する傾向がある。之に反して $NaCl$ は Na の影響の爲に著しく細かになる。顯微鏡寫眞 No. 68—80 は之等の狀況を示すものである。

IX. 輕合金の熱處理後の抗張性質

に及ぼす各種改良劑の影響

各種改良劑の輕合金鑄物の抗張性に及ぼす影響は鑄放しの状態に於て實驗を行つた。其結果3種の液體改良劑と固體改良劑 $ZnCl_2$ の4種類が顯著なる効果を生ずる事を知つたので之等の改良劑を用ひ Y 及びラウタルの2種の輕合金に就て熱處理後の影響を調べた。

Y 合金は $520^\circ C$ に於て、2時間加熱後 $100^\circ C$ の沸騰水中に漣淬し10日間室溫に保持し、充分時硬効果を生ぜしめたる後試験した。又、ラウタル合金は $510^\circ C$ で2時間加熱後水中に漣淬し次に $180^\circ C$ にて9時間焼戻しを施したる後10日間室溫に保持して然る後材料試験を行つた。其結果第53・54表第37圖に見るが如く一般に抗張力は前實驗に於ける鑄放し状態よりは増加し且つ改良劑の添加量の増加と共に上昇する傾向があるが $SnCl_4$ を用ひたる場合は Y 合金、ラウタル何れの場合に

於ても 0.5% を超過すると硬度は餘り變化しないが抗張力は著しく減退する。 $SnCl_4$ は氣泡除去作用としては相當の効果を期待する事が出来るが抗張力に及ぼす影響は鑄放しの状態に於ても一般に悪い傾向を示したのであつて要するに溶解度のない Sn の結晶間に散在する量の増加に基因するものと考へられる。 $SnCl_4$ 0.5% に於て良好なる結果を示せるは氣泡除去の効果が吸収 Sn の量の少い爲に充分に現はれたるものと解する事が出来る。

X. 輕合金の衝擊抗力に及ぼす

各種改良劑の影響

上述の各種物理的實驗に依り著者は $TiCl_4$ の特に著しく優越せる効果を及ぼす事を知つたのであるが尙衝擊抗力に對する各種改良劑の影響を比較した。

此實驗に於ては輕合金としては Y 合金を選び改良劑は $SiCl_4$ 、 $SnCl_4$ 、 $TiCl_4$ 及び $ZnCl_2$ を用ひ、以上實驗に於て餘り効果を呈せざりし他の固體改良劑は省略した。衝擊試験材は前に掲げたる形に鑄造し、一部は鑄放しの状態に於て、一部は前記の熱處理を行ひ第38圖の如く、機械仕上を行ひ、京都帝國大學西村博士、久恒工學士の考案になれる落重式衝擊試験機を借用して實驗を行つた。其結果第55表第39圖に示す通りである。即ち鑄放し状態に於ては $SiCl_4$ 及び $ZnCl_2$ の場合は改良劑にて處理を施さざるものよりも處理されたるものが衝擊抗力の増加を示して居るが $TiCl_4$ 及び $SnCl_4$ の場合には衝擊抗力が幾分劣れる傾向がある。而して更に熱處理を施せるものは一般に衝擊抗力は著しく増加し處理せざるものも鑄放し状態に於ける抗力の2倍に達して居る。而して $SiCl_4$ の場合は其添加に依つて殆んど變化を見ないと云

つて良いが SnCl_4 の場合は抗力降下の傾向を示し TiCl_4 は衝撃抗力に著しき減少を示した。之に反して ZnCl_2 の場合は寧ろ増加の傾向を示せる事、鑄放し状態と同様である。

XI. 改良剤 SiCl_4 をピストン製作に應用

Y 合金を以てピストンを完全に製作する事は何處に於ても相當困難視されて居る。之が爲、其鑄造方法に就て種々考案されて居るが、全く金型を以て鑄込みたる場合に於てさへ尙且つ鑄物断面の氣泡を除去する事は至難である。著者は上述實驗の結果、改良剤の効果の著しきを確認したので實際製品の場合に之を應用し、其影響を調べた。此製品はディーゼル、ロコ用ピストンで高さ、直徑 120 mm、長さ 220 mm のものである。寫眞 No. 11 の M 60 は改良剤にて處理せざるものを示し M 62 は SiCl_4 1% にて處理したるものを示す。之に依つて改良剤が如何に鑄物の健全程度を増加するかが分る。

總 括

- 1 輕合金鑄物の通有性缺陷である氣泡を除去する目的を以て種々の改良剤を選定し、之を各種の輕合金の乾燥砂型鑄造の場合に用ひて輕合金鑄物に及ぼす影響を調べた。之等の改良剤は總べて鹽化物であり常溫で液體又は固體であつて其取扱ひを比較的容易にして市場で得易いものである。
- 2 豫備實驗に依り溶解溫度、改良剤の添加溫度及び沈靜時間等を決定した。
- 3 改良剤の添加溫度は 750°C 附近に於て最も効果ある事を發見した。此溫度は熔融輕合金の粘性及び瓦斯吸收等より考へて適當なる溫度と信ぜられる。

- 4 氣泡除去に有效なる改良剤は SiCl_4 、 SnCl_4 、 TiCl_4 及び ZnCl_2 等で MgCl_2 、 NH_4Cl 及び CuCl_2 は殆んど效果なく、 NaCl は不定である。
- 5 SiCl_4 、 TiCl_4 及び ZnCl_2 は一般に抗張性質を改良するが SnCl_4 は其量不定であつて却つて悪くなるものもある。
- 6 上述の有効改良剤は氣泡除去並びに抗張性質の改良に對して一般に 1% に至るまで効果の程度が顯著であるがそれより緩にして 2% に於て大抵其最大限に達し其れ以上添加しても效果餘りに大でない。
- 7 一般に改良剤は抗張力に大なる影響をあたへるが延伸率に殆んど影響をあたへない。
- 8 SiCl_4 は輕合金の成分に變化をあたへないが SnCl_4 、 TiCl_4 、 ZnCl_2 等は Sn 、 Ti 、 Zn 等が合金内に吸収せられ且つ Mg 含有輕合金即ち Y 合金及びデュラルミン等の Mg 含有量を減少せしめる。
- 9 MgCl_2 、 NH_4Cl 、 NaCl 等は其等の含有する金屬が合金中に吸収されないが合金の Mg 含有量を低下せしめる傾向がある。
- 10 輕合金處理の際に生ずる鑄滓と處理後の輕合金との分析結果より改良剤の機構を推論した。
- 11 改良剤の結晶粒子微細化の作用は TiCl_4 が最も顯著であつて其他のものは殆んど影響がないと云つて良い。
- 12 顯微鏡試験に於てピンホールの正體は primary crystal 内に生ずる丸味ある氣泡と結晶境界に生ずる角張つた shrinkage cavity との 2 種から成る事を認めた。
- 13 顯微鏡組織を見るに一般に改良剤の添加量の増加に従ひ結晶粒の境界に存する CuCl_2 其他

の化合物が形に變化を生じ次第に短き丸味あるものとなり且つ eutectic の面積が擴大する。

Al-Si 合金の *Si* 13 % の場合には $TiCl_4$ は *Si* の結晶を微細化する傾向最も大で他のものは餘り効果がない。然るに 12% *Si* になると $SiCl_4$ も著しく *Si* の結晶を微細化し $TiCl_4$ 亦同様であるが $SnCl_4$ $ZnCl_2$ $MgCl_2$ 等は殆んど影響なく、 $NaCl$ は *Na* の爲に著しく *Si* 結晶が細くなるのは注意す可き事である。之に反して NH_4Cl は寧ろ組織を害し *Si* 結晶を大きくする。 $TiCl_4$ は primary crystal の中に棒状或は針状の *Ti* 化合物を生ずる。之は *Al-Si* 合金では *Si* の爲に、よく判別する事が出来ない。

14 輕合金熱處理後の抗張性質は $SnCl_4$ の添加量が増加すると却つて悪くなる。

15 改良劑の Y 合金衝擊抗力に及ぼす影響を鑄放し及び熱處理の場合に於て調べたが $SiCl_4$ は改良劑を以て處理せざる場合に比して殆んど變化なく $ZnCl_2$ は其影響良好であるが $SnCl_4$ 及び $TiCl_4$ は寧ろ衝擊抗力減少の傾向がある。

終りに臨み本研究の實驗をなすに當り恩師齋藤大吉先生及び西村秀雄博士の賜りたる御指導に對し、厚く感謝の意を表し、又此報告の發表を許可せられたる株式會社神戸製鋼所に深謝す。

參考圖書

- 1) S. L. Archbutt: Journ. Inst. of Metals. Vol. 33 1925 (1) p. 227
- 2) Rosenhain: Journ. Inst. of Metals. Vol. 33 1925 (1) p. 233
- 3) W. Claus and Kalachne: Gieserei Bd. 15. 1928 p. 996
- 4) D. R. Tullis: Metal Industry Vol. 31 1927 p. 489
- Journ. Inst. of Metals. Vol. 40 1928 (2) p.

55

Metal Industry Vol. 34 1929 p. 339

- 5) W. Rosenhain, J. W. Grogan and J. H. Schofield: Journ. Inst. of Metals. Vol. 44 1930 (2) p. 305
- 6) N. F. Budgen: Journ. Inst. of Metals. Vol. 42 1929 (2) p. 119
- 7) Czochralski: Z. f. Metalkunde 1922 14 p. 277~285
- 8) W. Claus: Z. f. Metalkunde 1929 21 p. 269
- 9) 岩瀬慶三 金屬の研究 第3卷 大正 15 年 p. 119
- 10) 齋藤博士、林狷之介: 京大工學部紀要 2 (1919) 83 4 (1924) 165
- 11) 齋藤博士、松川工學士: 日本鐵鋼協會 第五回 講演大會講演
- 12) N. F. Budgen: Journ. Inst. of Metals. Vol. 42 1929 (2) p. 131
- 13) N. F. Budgen: Journ. Inst. of Metals. Vol. 42 1929 (2) p. 130
- 14) G. Rauter: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. VI p. 967
- 15) G. Rauter: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. IV p. 271
- 16) A. Stähler and F. Bachran: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. VII p. 81
- 17) F. u. Carli: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. VII p. 443
- 18) H. Goerges and A. Stähler: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. VII p. 80
- 19) R. Schmidt: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. VII p. 80
- 20) C. Friedel and J. Guérin: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. VII p. 78
- 21) Schutzenberger: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. IV p. 548

- 22) Schulze: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. IV p. 548
- 23) O. Ruff and F. Neumann: J. W. Mellor's A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. VII p. 76
- 24) N. F. Budgen: Journ. Inst. of Metals. Vol. 42 1929 2 p. 120
- 25) 金子恭輔博士、神谷氏：日本鑛業會誌 40 大正 13 年 509 頁
- 26) 後藤正治博士、三島徳七氏：日本鑛業會誌 39 大正 12 年 714 頁

質 疑

- 問梅津君 チタンのテトラ・クロライドを入れた場合に熱処理をして衝撃試験が悪い原因に付て何か……
- 答伊丹君 原因は之から調べるところでありまして、只今ハッキリとは申し上げられませぬ。
- 問梅津君 熱処理した後の顕微鏡組織も分りませぬか。
- 答伊丹君 恐らくチタン化合物の影響かと思つて居りますが、それはまだハッキリは申せませぬ。

附 表

第 1 表

| 種類 | 形體 | 色 | 比重 | 熔融點 | 沸騰點 | 備 考 |
|----------|----|------|----------------------|-------------|---------|--|
| $SiCl_4$ | 液體 | 無色透明 | 1.54 | -102° | 56.8°C | 比重は L. Kössler, 熔融點は G. Rauter, 沸騰點は A. Stock に依る。 |
| $SnCl_4$ | " | " | 2.23 at 20°C | -33.1°C | 114°C | 比重は T. E. Thorpe, 熔融點は W. M. Latimer, 沸騰點は J. Kendall に依る。 |
| $TiCl_4$ | " | " | 1.76 at 0°~4°C | -25°C | 136.4°C | 比重は T. E. Thorpe, 熔融點は E. Hoase, 沸騰點は T. E. Thorpe に依る。 |
| $ZnCl_2$ | 固體 | 白色 | 2.91 | -250°~283°C | 730°C | 比重は G. P. Baxter and A. B. Lamb, 熔融點は R. Lorenz and K. Hachmeister, 沸騰點は V. Meyer and F. Freyer に依る。 |
| $MgCl_2$ | " | " | 2.33 at 4°~25°C | 708°C | | 比重は G. F. Hittig, 熔融點は T. Carnilly に依る。 |
| NH_4Cl | " | " | 1.53 at about 4°C | 低溫昇華 | | |
| $NaCl$ | " | " | 2.17 | 801°C | 1,490°C | 比重は G. P. Baxter and C. C. Wallace 熔融點は G. Scarpa, 沸騰點は L. H. Borgström に依る |
| $CaCl_2$ | " | " | 2.26 at 20°C | 701°C | | 比重は O. Ruff and W. Plato, 熔融點は W. Ramsey and N. Enmorfoponlos に依る。 |

第 2 表

| 種 類 | 配 合 | | | | | | |
|-----------|-----|----|-----|-------|-----|----|----|
| | Cu | Ni | Mg | Si | Mn | Al | Zn |
| Y 合金 | 4 | 2 | 1.5 | — | — | 殘 | — |
| Al-Si 合金 | — | — | — | 12~13 | — | " | — |
| ラウタール | 4 | — | — | 2 | — | " | — |
| 12% Cu 合金 | 12 | — | — | — | — | " | — |
| デュラルミン | 4 | — | 0.5 | — | 0.5 | " | — |
| L 5 合金 | 2.5 | — | — | — | — | " | 15 |

第 3 表

| 熔解番號 | 熔解溫度 | $SiCl_4$ 添加溫度 | $SiCl_4$ 添加量 | 鑄込溫度 |
|------|-------|---------------|--------------|-------|
| M 22 | 900°C | 900°C | 1% | 700°C |
| M 23 | 850 | 850 | " | " |
| M 24 | 800 | 800 | " | " |
| M 25 | 750 | 750 | " | " |
| M 26 | 710 | 710 | " | " |

第 4 表

| 熔解番號 | $SiCl_4$ 添加溫度 | 氣泡數/□" | 比 重 |
|------|---------------|--------|-------|
| M 22 | 900°C | 148 | 2.750 |
| M 23 | 850 | 138 | 2.762 |
| M 24 | 800 | 124 | 2.768 |
| M 25 | 750 | 121 | 2.778 |
| M 26 | 710 | 146 | 2.758 |

第 5 表

| 熔解番號 | 熔解溫度 | 氣泡數/□" | 比 重 |
|------|-------|--------|-------|
| M 14 | 900°C | 226 | 2.749 |
| M 15 | 850 | 128 | 2.764 |
| M 16 | 800 | 75 | 2.767 |
| M 17 | 750 | 65 | 2.775 |

第 6 表

| 熔解 番號 | 熔解 温度 °C | SiCl ₄ 添加量 % | SiCl ₄ 添加量 % | SiCl ₄ 添加後 鑄込迄 の時間 分 | 鑄込 温度 °C |
|----------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|----------------|
| M 13 | 750 | — | — | 700 | 700 |
| M 17 | " | 750 | 1 | 2 | " |
| M 18 | " | " | " | 5 | " |
| M 19 | " | " | " | 10 | " |
| M 20 | " | " | " | 15 | " |
| M 21 | " | " | " | 20 | " |
| M 27 | " | " | " | 30 | " |
| M 23 | " | " | " | 45 | " |

第 7 表

| 熔解 番號 | 鑄込まで の時間 分 | ブリネル硬度 | | 抗張力 | | 延伸率 | |
|----------|------------------|--------|--------------------|--------|-------|-----|-----|
| | | 平均 | kg/mm ² | 平均 | % | 平均 | % |
| M 37 | 0 | 92.2 | 90.3 | 15.82 | 16.17 | 1.0 | 1.0 |
| M 39 | 0 | 88.3 | — | 16.52 | — | 1.0 | — |
| M 40 | 5 | 90.4 | — | 16.86 | — | 1.0 | — |
| M 41 | 5 | △84.5 | 90.8 | 16.54 | 16.74 | 1.0 | 1.0 |
| M 44 | 5 | 91.2 | — | 16.82 | — | 1.0 | — |
| M 42 | 10 | 89.7 | — | 17.71 | — | 1.0 | — |
| M 45 | 10 | 90.4 | 91.9 | 17.23 | 17.47 | 1.0 | 1.0 |
| M 53 | 10 | 95.6 | — | △15.09 | — | 1.0 | — |
| M 36 | 20 | 95.6 | — | 17.17 | — | 1.0 | — |
| M 38 | 20 | 94.7 | 92.2 | 17.11 | 17.11 | 1.0 | 1.0 |
| M 46 | 20 | 86.3 | — | 17.04 | — | 1.0 | — |
| M 43 | 30 | — | — | 17.71 | — | 1.0 | — |
| M 49 | 30 | 93.9 | 93.9 | 17.59 | 17.65 | 1.2 | 1.1 |
| M 47 | 60 | 97.1 | — | 17.90 | — | 1.0 | — |
| M 48 | 60 | 91.7 | 94.4 | 18.61 | 18.26 | 1.0 | 1.1 |

△は平均より省く

第 8 表

| 熔解 番號 | 熔解 温度 °C | SnCl ₄ 添加量 % | SnCl ₄ 添加量 % | SnCl ₄ 添加後 鑄込迄 の時間 分 | 鑄込 温度 °C |
|----------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|----------------|
| M 127 | 750 | 750 | 1 | 5 | 700 |
| M 123 | " | " | " | 10 | " |
| M 128 | " | " | " | 20 | " |
| M 129 | " | " | " | 30 | " |

第 9 表

| 熔解 番號 | 氣泡數/ロ" | 比重 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 |
|----------|--------|-------|------------|---------------------------|-----|
| M 127 | 57 | 2.782 | 87.7 | 14.42 | 0.7 |
| M 123 | 36 | 2.796 | 87.9 | 14.46 | 0.8 |
| M 128 | 35 | 2.797 | 88.4 | 15.06 | 1.0 |
| M 129 | 32 | 2.790 | 89.4 | 14.98 | 0.4 |

第 10 表

| 熔解 温度 °C | SiCl ₄ 添加量 % | SiCl ₄ 添加量 % | SiCl ₄ 添加後 鑄込迄 の時間 分 | 鑄込 温度 °C | 融 解 番 號 | | | | | |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|----------------|---------|-------------|----------|-------------|------------|-------|
| | | | | | Y合金 | Al-Si 合金 | ラウタ ル | 12%Cu 合金 | デュラ ルミン | L5合金 |
| 750 | — | 0 | — | 700 | — | M 79 | M 99 | M 135 | M 140 | M 413 |
| " | 750 | 0.25 | 10 | " | M 50 | M 83 | M 100 | — | — | — |
| " | " | 0.5 | " | " | M 51 | M 84 | M 101 | M 136 | M 141 | M 417 |
| " | " | 0.75 | " | " | M 52 | — | — | — | — | — |
| " | " | 1 | " | " | M 45 | M 85 | M 102 | M 137 | M 142 | M 418 |
| " | " | 1.5 | " | " | M 53 | — | — | — | — | — |
| " | " | 2 | " | " | M 59 | M 86 | M 98 | M 138 | M 143 | M 419 |
| " | " | 4 | " | " | — | M 87 | M 103 | M 139 | M 144 | M 420 |
| " | " | 6 | " | " | — | M 88 | — | — | — | — |

* Al-Si合金、鑄込温度 650°C

第 11 表

| Y 合 金 | | | | Al-Si 合 金 | | | | ラ ウ タ ル | | | | |
|-------------------------------|----------|-----------------|-------------------|-----------|----------|-----------------|-------------------|---------|----------|-----------------|-------------------|-------|
| SiCl ₄ 添加量 % | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平均 mm. | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平均 mm. | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平均 mm. | 比重 |
| 0 | M 6 | 165 | 0.385 | 2.720 | — | — | — | — | M 99 | 85 | 0.236 | — |
| 0.25 | M 50 | 167 | 0.343 | 2.736 | M 83 | 28 | 0.308 | 2.637 | M 100 | 52 | 0.178 | 2.754 |
| 0.5 | M 51 | 107 | 0.208 | 2.745 | M 84 | 43 | 0.378 | 2.630 | M 101 | 40 | 0.256 | 2.757 |
| 0.75 | M 52 | 102 | 0.206 | 2.750 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1 | M 45 | 92 | 0.143 | 2.765 | M 85 | 51 | 0.296 | 2.627 | M 102 | 38 | 0.111 | 2.716 |
| 1.5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | M 59 | 90 | 0.104 | 2.774 | M 86 | 5 | 0.144 | 2.650 | M 93 | 3 | 0.071 | 2.760 |
| 4 | — | — | — | — | M 87 | 71 | 0.230 | 2.645 | M 103 | 21 | 0.072 | 2.769 |
| 6 | — | — | — | — | M 88 | 23 | 0.065 | 2.655 | — | — | — | — |

12% Cu 合 金

| SiCl ₄ 添加量 % | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平均 mm. | 比重 |
|-------------------------------|----------|-----------------|-------------------|-------|
| 0 | M 135 | 94 | 0.363 | 2.946 |

デュラ ル ミ ン

| 熔解 番號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平均 mm. | 比重 |
|----------|-----------------|-------------------|-------|
| M 140 | 83 | 0.316 | 2.746 |

L 5 合 金

| 熔解 番號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平均 mm. | 比重 |
|----------|-----------------|-------------------|-------|
| M 413 | 120 | 0.716 | 2.958 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|----|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|---|
| 0.25 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 136 | 58 | 0.335 | 2.948 | M 141 | 13 | 0.187 | 2.738 | M 417 | 103 | 0.461 | 2.978 | — |
| 0.75 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1 | M 137 | 36 | 0.321 | 2.951 | M 142 | 10 | 0.142 | 2.765 | M 418 | 108 | 0.484 | 2.987 | — |
| 1.5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | M 138 | 36 | 0.306 | 2.945 | M 143 | 12 | 0.114 | 2.775 | M 419 | 58 | 0.415 | 3.008 | — |
| 4 | M 139 | 26 | 0.271 | 2.951 | M 144 | 26 | 0.153 | 2.769 | M 420 | 74 | 0.452 | 3.011 | — |
| 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

第 12 表

| SiCl ₄ 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|-------------------------|--------|---------|------------------------|-------|----------|---------|------------------------|-------|--------|---------|------------------------|-------|
| | 熔解 番 号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番 号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番 号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | — | — | — | — | M 79 | — | 11.65 | 2.0 | M 99 | 66.9 | 12.14 | 2.6 |
| 0.25 | M 50 | 83.0 | 15.65 | 1.0 | M 83 | 52.5 | 12.21 | 1.0 | M 100 | 63.4 | 12.18 | 2.6 |
| 0.5 | M 51 | 85.3 | 16.53 | 1.5 | M 84 | 55.4 | 11.48 | 1.5 | M 101 | 67.1 | 12.83 | 2.6 |
| 0.75 | M 52 | 87.0 | 16.46 | 1.0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1 | M 45 | 90.4 | 17.23 | 1.0 | M 85 | 55.2 | 11.68 | 2.0 | M 102 | 67.0 | 13.41 | 2.6 |
| 1.5 | M 58 | 93.4 | 17.54 | 1.0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | M 59 | 88.4 | 17.43 | 1.0 | M 86 | 59.1 | 11.42 | 1.3 | M 93 | 73.6 | 13.52 | 2.6 |
| 4 | — | — | — | — | M 87 | 57.2 | 11.30 | 1.3 | M 103 | 71.5 | 13.65 | 2.6 |
| 6 | — | — | — | — | M 83 | 53.5 | 11.38 | 1.0 | — | — | — | — |

| SiCl ₄ 添加量 % | 12% Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|-------------------------|-----------|---------|------------------------|-------|--------|---------|------------------------|-------|--------|---------|------------------------|-------|
| | 熔解 番 号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番 号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番 号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | M 135 | 82.6 | 9.51 | 1.0 | M 140 | 63.4 | 11.81 | 1.4 | M 413 | 74.0 | 15.77 | 1.5 |
| 0.5 | M 136 | 82.7 | 11.05 | 0.8 | M 141 | 71.1 | 11.86 | 1.4 | M 417 | 74.4 | 15.90 | 1.4 |
| 1 | M 137 | 82.2 | 11.00 | 1.0 | M 142 | 74.9 | 12.70 | 1.5 | M 418 | 81.0 | 18.39 | 2.7 |
| 2 | M 138 | 81.0 | 11.87 | 1.3 | M 143 | 75.0 | 13.64 | 1.4 | M 419 | 80.2 | 19.08 | 2.4 |
| 4 | M 139 | 81.3 | 10.54 | 1.0 | M 144 | 73.2 | 12.69 | 1.4 | M 420 | 87.6 | 19.46 | 2.5 |

第 13 表

| 熔解 番 号 | SnCl ₄ 添加温 度 °C | SnCl ₄ 添加量 % | SnCl ₄ 添加後 鑄込 迄の時間 分 | 鑄込 温度 °C | 熔 解 番 号 | | | | | |
|--------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------|---------|-----------|-------|----------|--------|-------|
| | | | | | Y合金 | *Al-Si 合金 | ラウタル | 12%Cu 合金 | デュラルミン | L5合金 |
| 750 | — | 0 | — | 700 | M 121 | M 160 | M 155 | M 150 | M 145 | M 414 |
| " | 750 | 0.5 | 10 | " | M 122 | M 161 | M 156 | M 151 | M 146 | M 421 |
| " | " | 1 | " | " | M 123 | M 162 | M 157 | M 152 | M 147 | M 422 |
| " | " | 2 | " | " | M 124 | M 163 | M 153 | M 153 | M 148 | M 423 |
| " | " | 3 | " | " | — | M 164 | — | M 154 | — | — |
| " | " | 4 | " | " | M 125 | — | M 159 | — | M 149 | M 424 |

* Al-Si 合金、鑄込温度 650°C

第 14 表

| SnCl ₄ 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|-------------------------|--------|-----------|-------------|-------|----------|-----------|-------------|-------|--------|-----------|-------------|-------|
| | 熔解 番 号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm. | 比重 | 熔解 番 号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm. | 比重 | 熔解 番 号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm. | 比重 |
| 0 | M 121 | 123 | 0.266 | 2.757 | M 160 | 78 | 0.271 | 2.623 | M 155 | 82 | 0.398 | 2.735 |
| 0.5 | M 122 | 63 | 0.215 | 2.761 | M 161 | 32 | 0.223 | 2.620 | M 156 | 59 | 0.334 | 2.743 |
| 1 | M 123 | 43 | 0.161 | 2.773 | M 162 | 42 | 0.260 | 2.621 | M 157 | 64 | 0.303 | 2.746 |
| 2 | M 124 | 6 | 0.143 | 2.781 | M 163 | 55 | 0.318 | 2.634 | M 158 | 86 | 0.392 | 2.749 |
| 3 | — | — | — | — | M 164 | 12 | 0.143 | 2.640 | — | — | — | — |
| 4 | M 125 | 5 | 0.140 | 2.796 | — | — | — | — | M 159 | 70 | 0.357 | 2.742 |

| SnCl ₄ 添加量 % | 12% Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-------------|-------|--------|-----------|-------------|-------|--------|-----------|-------------|-------|
| | 熔解 番 号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm. | 比重 | 熔解 番 号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm. | 比重 | 熔解 番 号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm. | 比重 |
| 0 | M 150 | 74 | 0.324 | 2.946 | M 145 | 95 | 0.314 | 2.746 | M 414 | 120 | 0.716 | 2.962 |
| 0.5 | M 151 | 32 | 0.311 | 2.948 | M 146 | 55 | 0.225 | 2.763 | M 421 | 83 | 0.460 | 2.997 |
| 1 | M 152 | 24 | 0.178 | 2.955 | M 147 | 31 | 0.282 | 2.769 | M 422 | 98 | 0.480 | 2.982 |
| 2 | M 153 | 8 | 0.149 | 2.961 | M 148 | 34 | 0.278 | 2.777 | M 423 | 73 | 0.410 | 2.987 |
| 3 | M 154 | 12 | 0.260 | 2.952 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4 | — | — | — | — | M 149 | 26 | 0.290 | 2.789 | M 424 | 90 | 0.450 | 2.983 |

第 15 表

| Y 合金 | | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|-------------------------|-------|---------|------------------------|-------|----------|---------|------------------------|-------|-------|---------|------------------------|-------|
| SnCl ₄ 添加量 % | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | M 121 | 87.8 | 14.57 | 1.0 | M 160 | 51.0 | 11.91 | 1.0 | M 155 | 57.8 | 11.01 | 2.0 |
| 0.5 | M 122 | 86.9 | 14.54 | 1.0 | M 161 | 49.5 | 10.58 | 1.0 | M 156 | 56.3 | 10.40 | 2.0 |
| 1 | M 123 | 88.0 | 14.51 | 0.8 | M 162 | 49.6 | 10.94 | 1.0 | M 157 | 57.6 | 9.73 | 2.0 |
| 2 | M 124 | 90.3 | 14.85 | 0.6 | M 163 | 47.6 | 10.30 | 1.0 | M 158 | 57.5 | 9.74 | 2.0 |
| 3 | — | — | — | — | M 164 | 48.9 | 10.68 | 1.0 | — | — | — | — |
| 4 | M 125 | 92.5 | 15.87 | 1.0 | — | — | — | — | M 159 | 56.3 | 9.95 | 2.0 |

| 12% Cu 合金 | | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|-------------------------|-------|---------|------------------------|-------|--------|---------|------------------------|-------|-------|---------|------------------------|-------|
| SnCl ₄ 添加量 % | 熔解 温度 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | M 150 | 85.2 | 9.68 | 1.0 | M 145 | 71.3 | 11.35 | 1.6 | M 414 | 74.0 | 15.77 | 1.5 |
| 0.5 | M 151 | 81.3 | 9.65 | 1.0 | M 146 | 71.8 | 11.46 | 1.6 | M 421 | 74.6 | 16.55 | 3.0 |
| 1 | M 152 | 81.7 | 9.70 | 1.0 | M 147 | 68.2 | 12.00 | 1.6 | M 422 | 75.2 | 15.65 | 3.0 |
| 2 | M 153 | 82.7 | 11.60 | 1.0 | M 148 | 62.4 | 11.91 | 2.8 | M 423 | 76.3 | 15.44 | 3.0 |
| 3 | M 154 | 83.2 | 11.87 | 1.0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4 | — | — | — | — | M 149 | — | 11.56 | 2.0 | M 424 | 77.3 | 15.89 | 2.2 |

第 16 表

| 熔解温度 °C | TiCl ₄ 添加温度 °C | TiCl ₄ 添加量 % | TiCl ₄ 添加後鑄込迄の時間、分 | 鑄込温度 °C | 熔 解 番 號 | | | | | |
|---------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|------------|-------|-----------|--------|-------|
| | | | | | Y 合金 | Al-Si 合金 * | ラウタル | 12% Cu 合金 | デュラルミン | L5 合金 |
| 750 | — | 0 | — | 700 | M 133 | — | M 170 | M 175 | M 180 | M 415 |
| " | 750 | 0.25 | 10 | " | M 130 | M 165 | — | — | — | — |
| " | " | 0.5 | " | " | M 131 | M 166 | M 171 | M 176 | M 181 | M 425 |
| " | " | 1 | " | " | M 132 | M 167 | M 172 | M 177 | M 182 | M 426 |
| " | " | 2 | " | " | M 134 | M 163 | M 173 | M 178 | M 183 | M 427 |
| " | " | 4 | " | " | — | M 169 | M 174 | M 179 | M 184 | M 428 |

* Al-Si 合金鑄込温度 650°C

第 17 表

| Y 合金 | | | | | Al-Si 合金 | | | | | ラウタル | | | | | |
|-------------------------|-------|------|-----------|------------|----------|-------|------|-----------|------------|------|-------|------|-----------|------------|-----|
| TiCl ₄ 添加量 % | 熔 番号 | 解 番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm | 比 重 | 熔 番号 | 解 番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm | 比 重 | 熔 番号 | 解 番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm | 比 重 |
| 0 | M 133 | 98 | 0.279 | 2.749 | — | M 160 | 77 | — | — | — | M 170 | 67 | 0.238 | 2.726 | — |
| 0.25 | M 130 | 30 | 0.197 | 2.777 | — | M 165 | 35 | 0.456 | 2.613 | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 131 | 28 | 0.356 | 2.790 | — | M 166 | 32 | 0.078 | 2.627 | — | M 171 | 47 | 0.315 | 2.737 | — |
| 1 | M 132 | 18 | 0.124 | 2.794 | — | M 167 | 44 | 0.073 | 2.618 | — | M 172 | 44 | 0.349 | 2.738 | — |
| 2 | M 134 | 7 | 0.058 | 2.796 | — | M 168 | 15 | 0.132 | 2.627 | — | M 173 | 32 | 0.233 | 2.747 | — |
| 4 | — | — | — | — | — | M 169 | 26 | 0.060 | 2.637 | — | M 174 | 13 | 0.134 | 2.751 | — |

| 12% Cu 合金 | | | | | デュラルミン | | | | | L5 合金 | | | | | |
|-------------------------|-------|------|-----------|------------|--------|-------|------|-----------|------------|-------|-------|------|-----------|------------|-----|
| TiCl ₄ 添加量 % | 熔 番号 | 解 番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm | 比 重 | 熔 番号 | 解 番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm | 比 重 | 熔 番号 | 解 番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 徑平均 mm | 比 重 |
| 0 | M 175 | 123 | 0.546 | 2.926 | — | M 180 | 80 | 0.282 | 2.735 | — | M 415 | 119 | 0.716 | 2.950 | — |
| 0.5 | M 176 | 60 | 0.309 | 2.931 | — | M 181 | 40 | 0.193 | 2.768 | — | M 425 | 95 | 0.316 | 2.962 | — |
| 1 | M 177 | 48 | 0.279 | 2.928 | — | M 182 | 34 | 0.156 | 2.770 | — | M 426 | 65 | 0.222 | 2.957 | — |
| 2 | M 178 | 12 | 0.200 | 2.941 | — | M 183 | 20 | 0.148 | 2.773 | — | M 427 | 18 | 0.159 | 3.019 | — |
| 4 | M 179 | 11 | 0.197 | 2.942 | — | M 184 | 30 | 0.080 | 2.785 | — | M 428 | 47 | 0.153 | 2.990 | — |

第 18 表

| Y 合金 | | | | | Al-Si 合金 | | | | | ラウタル | | | | | |
|-------------------------|-------|------|---------|------------------------|----------|------|-------|---------|------------------------|-------|-------|------|---------|------------------------|-------|
| TiCl ₄ 添加量 % | 熔 番号 | 解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔 番号 | 解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔 番号 | 解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | M 133 | 85.4 | 16.10 | 0.9 | — | — | — | — | — | — | M 170 | 55.6 | 10.95 | 2 | — |
| 0.25 | M 130 | 86.1 | 17.15 | 0.9 | M 165 | 48.4 | 10.86 | 1.0 | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 131 | 86.7 | 17.66 | 1.0 | M 166 | 51.3 | 11.09 | 1.0 | M 171 | 57.7 | 12.59 | 2 | — | — | |
| 1 | M 132 | 86.8 | 18.30 | 1.0 | M 167 | 50.6 | 10.89 | 1.3 | M 172 | 60.7 | 12.76 | 2 | — | — | |
| 2 | M 134 | 89.1 | 19.11 | 1.0 | M 168 | 51.4 | 10.86 | 1.3 | M 173 | 61.1 | 12.68 | 2 | — | — | |
| 4 | — | — | — | — | M 169 | 43.2 | 10.56 | 1.2 | M 174 | 62.2 | 13.23 | 2 | — | — | |

| TiCl ₄ 添加量 % | 12% Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|-------------------------|-----------|--------|------------------------|-------|--------|--------|------------------------|-------|-------|--------|------------------------|-------|
| | 熔解番号 | ブリネル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解番号 | ブリネル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解番号 | ブリネル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | M 175 | 84.6 | 10.20 | 0.8 | M 180 | 67.3 | 12.02 | 1.0 | M 415 | 74.0 | 15.77 | 1.5 |
| 0.5 | M 176 | 85.1 | 10.95 | 0.9 | M 181 | 70.0 | 13.93 | 1.0 | M 425 | 90.1 | 17.88 | 2.4 |
| 1 | M 177 | 86.9 | 11.51 | 0.8 | M 182 | 61.7 | 15.16 | 1.0 | M 426 | 84.8 | 21.57 | 4.0 |
| 2 | M 178 | 86.8 | 11.62 | 0.7 | M 183 | 70.9 | 16.19 | 1.0 | M 427 | 93.4 | 22.13 | 3.2 |
| 4 | M 179 | 85.9 | 10.94 | 0.6 | M 184 | 61.9 | 15.06 | 2.0 | M 428 | 89.7 | 18.67 | 2.0 |

第 19 表

| 熔解温度 °C | ZnCl ₂ 添加温度 °C | ZnCl ₂ 添加量 % | ZnCl ₂ 添加後鑄込迄の時間 分 | 鑄込温度 °C | 熔 解 番 號 | | | | | |
|---------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|----------|-------|-----------|-------|-------|
| | | | | | Y 合金 | Al-Si 合金 | ラウタル | 12% Cu 合金 | デュラル | L5 合金 |
| 750 | — | 0 | — | 700 | M 185 | M 398 | M 256 | M 273 | M 291 | M 416 |
| " | 750 | 0.25 | 10 | " | M 186 | — | M 257 | M 274 | M 292 | — |
| " | " | 0.5 | " | " | M 187 | M 405 | M 258 | M 275 | M 293 | M 429 |
| " | " | 1 | " | " | M 188 | — | M 259 | M 276 | M 294 | M 430 |
| " | " | 2 | " | " | M 189 | M 406 | M 260 | M 277 | M 295 | M 431 |
| " | " | 4 | " | " | — | — | — | — | M 296 | M 432 |

第 20 表

| ZnCl ₂ 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|-------------------------|-------|-----------|-----------|-------|----------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-------|
| | 熔解番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直徑平均 mm | 比 重 | 熔解番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直徑平均 mm | 比 重 | 熔解番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直徑平均 mm | 比 重 |
| 0 | M 185 | 165 | 0.219 | 2.749 | M 398 | 106 | 0.360 | 2.614 | M 256 | 91 | 0.413 | 2.741 |
| 0.25 | M 186 | 41 | 0.181 | 2.778 | — | — | — | — | M 257 | 66 | 0.2.9 | 2.758 |
| 0.5 | M 187 | 30 | 0.167 | 2.786 | M 405 | 118 | 0.371 | 2.612 | M 258 | 52 | 0.200 | 2.764 |
| 1 | M 188 | 2 | 0.061 | 2.788 | — | — | — | — | M 259 | 64 | 0.247 | 2.770 |
| 2 | M 189 | 3 | 0.076 | 2.801 | M 406 | 64 | 0.335 | 2.651 | M 260 | 47 | 0.131 | 2.779 |
| 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

| ZnCl ₂ 添加量 % | 12% Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|--------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-------|
| | 熔解番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直徑平均 mm | 比 重 | 熔解番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直徑平均 mm | 比 重 | 熔解番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直徑平均 mm | 比 重 |
| 0 | M 273 | 102 | 0.539 | 2.926 | M 291 | 146 | 0.242 | — | M 416 | 120 | 0.716 | 2.960 |
| 0.25 | M 274 | 92 | 0.389 | 2.939 | M 292 | 70 | 0.181 | 2.755 | — | — | — | — |
| 0.5 | M 275 | 73 | 0.368 | 2.950 | M 293 | 65 | 0.098 | 2.762 | M 429 | 85 | 0.497 | 2.977 |
| 1 | M 276 | 59 | 0.284 | 2.951 | M 294 | 29 | 0.084 | 2.773 | M 430 | 41 | 0.330 | 2.997 |
| 2 | M 277 | 60 | 0.304 | 2.960 | M 295 | 3 | 0.058 | 2.784 | M 431 | 29 | 0.330 | 2.995 |
| 4 | — | — | — | — | M 296 | 20 | 0.210 | 2.795 | M 432 | 30 | 0.320 | 3.000 |

第 21 表

| ZnCl ₂ 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|-------------------------|-------|----------|------------------------|-------|----------|----------|------------------------|-------|-------|----------|------------------------|-------|
| | 熔解番号 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解番号 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解番号 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | M 185 | 81.3 | 15.73 | 1.0 | M 398 | 46.8 | 13.48 | 2.4 | M 256 | 57.1 | 11.38 | 2.2 |
| 0.25 | M 186 | 86.8 | 17.51 | 1.0 | — | — | — | — | M 257 | 59.4 | 11.24 | 2.0 |
| 0.5 | M 187 | 87.9 | 17.00 | 1.0 | M 405 | 46.7 | 12.26 | 2.0 | M 258 | 63.2 | 12.05 | 2.0 |
| 1 | M 188 | 90.8 | 18.18 | 1.0 | — | — | — | — | M 259 | 61.7 | 12.36 | 2.0 |
| 2 | M 189 | 89.0 | 18.40 | 0.7 | M 406 | 49.6 | 12.04 | 1.8 | M 260 | 61.2 | 12.57 | 2.0 |
| 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

| ZnCl ₂ 添加量 % | 12% Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|-------------------------|-----------|----------|------------------------|-------|--------|----------|------------------------|-------|-------|----------|------------------------|-------|
| | 熔解番号 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解番号 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 熔解番号 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
| 0 | M 273 | 79.3 | 9.46 | 1.0 | M 291 | 73.8 | 11.63 | 1.0 | M 416 | 74.0 | 15.77 | 1.5 |
| 0.25 | M 274 | 82.2 | 11.47 | 1.0 | M 292 | 79.3 | 12.75 | 1.0 | — | — | — | — |
| 0.5 | M 275 | 83.9 | 11.53 | 1.0 | M 293 | 73.5 | 13.00 | 1.0 | M 429 | 83.0 | 16.40 | 2.3 |
| 1 | M 276 | 86.6 | 12.72 | 1.0 | M 294 | 76.2 | 13.71 | 1.6 | M 430 | 93.2 | 19.00 | 3.0 |
| 2 | M 277 | 94.9 | 13.14 | 1.0 | M 295 | 71.6 | 13.45 | 1.6 | M 431 | 92.1 | — | — |
| 4 | — | — | — | — | M 296 | 68.2 | 13.44 | 1.6 | M 432 | 91.5 | 19.60 | 3.0 |

第 22 表

| 熔解 温度 °C | MgCl ₂ 添加温 度 °C | MgCl ₂ 添加量 % | MgCl ₂ 添加後鑄 込迄の時 間分 | 鑄込温度 °C | 熔 解 番 號 | | | | | |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------|---|------------|---------|--------------|-------|--------------|------------|-------|
| | | | | | Y 合 金 | Al-Si 合 金 | ヲウタル | 12%Cu 合 金 | デュラ ルミン | L5合金 |
| 750 | — | 0 | — | 700 | M 185 | M 398 | M 256 | M 273 | M 291 | M 416 |
| " | 750 | 0.25 | 10 | " | M 252 | — | M 265 | M 278 | M 297 | — |
| " | " | 0.5 | " | " | M 253 | M 407 | M 266 | M 279 | M 298 | M 433 |
| " | " | 1 | " | " | M 254 | — | M 267 | M 280 | M 299 | M 434 |
| " | " | 2 | " | " | M 255 | M 408 | M 268 | M 281 | M 300 | M 435 |

第 23 表

| MgCl ₂ 添加量 % | Y 合 金 | | | | Al-Si 合 金 | | | | ヲウタル | | | |
|-------------------------------|----------|-------------|---------------|-------|-----------|-------------|---------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|
| | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方吋 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方吋 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方吋 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 |
| 0 | M 185 | 131 | 0.202 | 2.749 | M 398 | 106 | 0.360 | 2.614 | M 256 | 91 | 0.343 | 2.741 |
| 0.25 | M 252 | 112 | 0.203 | 2.771 | — | — | — | — | M 265 | 71 | 0.629 | 2.669 |
| 0.5 | M 253 | 111 | 0.181 | 2.772 | M 407 | 113 | 0.448 | 2.593 | M 266 | 59 | 0.486 | 2.695 |
| 1 | M 254 | 95 | 0.162 | 2.762 | — | — | — | — | M 267 | 73 | 0.468 | 2.712 |
| 2 | M 255 | 102 | 0.213 | 2.785 | M 408 | 54 | 0.377 | 2.601 | M 268 | 59 | 0.611 | 2.702 |

| MgCl ₂ 添加量 % | 12% Cu 合 金 | | | | デュラルミン | | | | L 5 合 金 | | | |
|-------------------------------|------------|-------------|---------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|
| | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方吋 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方吋 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方吋 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 |
| 0 | M 273 | 102 | 0.539 | 2.926 | M 291 | 146 | 0.242 | — | M 416 | 119 | 0.716 | 2.960 |
| 0.25 | M 278 | 121 | 0.296 | — | M 297 | 112 | 0.312 | 2.696 | — | — | — | — |
| 0.5 | M 279 | 106 | 0.538 | 2.897 | M 298 | 98 | 0.611 | 1.657 | M 433 | 83 | 0.669 | 2.916 |
| 1 | M 280 | 104 | 0.569 | 2.894 | M 299 | 88 | 0.517 | 2.612 | M 434 | 207 | 0.453 | 2.912 |
| 2 | M 281 | 125 | 0.588 | 2.888 | M 300 | 108 | 0.465 | 2.561 | M 435 | 86 | 0.997 | 2.883 |

第 24 表

| MgCl ₂ 添加量 % | Y 合 金 | | | | Al-Si 合 金 | | | | ヲウタル | | | |
|-------------------------------|----------|-------------|---------------------------|----------|-----------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|---------------------------|----------|
| | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% |
| 0 | M 185 | 82.4 | 15.73 | 1.0 | M 398 | 46.8 | 13.48 | 2.4 | M 256 | 57.0 | 11.38 | 2.2 |
| 0.25 | M 252 | 90.2 | 15.40 | 1.0 | — | — | — | — | M 265 | 55.9 | 10.13 | 2.0 |
| 0.5 | M 253 | 85.6 | 15.00 | 1.0 | M 407 | 46.0 | 11.55 | 1.5 | M 266 | 58.3 | 10.29 | 2.0 |
| 1 | M 254 | 89.0 | 16.50 | 1.0 | — | — | — | — | M 267 | 55.7 | 10.28 | 2.0 |
| 2 | M 255 | 84.1 | 15.79 | — | M 408 | 46.3 | 11.68 | 2.0 | M 268 | 57.4 | 10.12 | 2.2 |

| MgCl ₂ 添加量 % | 12% Cu 合 金 | | | | デュラルミン | | | | L 5 合 金 | | | |
|-------------------------------|------------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|---------------------------|----------|
| | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% |
| 0 | M 273 | 79.3 | 9.46 | 1.0 | M 291 | 72.4 | 11.84 | 1.0 | M 416 | 74.0 | 15.77 | 1.5 |
| 0.25 | M 278 | — | 10.90 | 1.0 | M 297 | 70.4 | 10.98 | 1.0 | — | — | — | — |
| 0.5 | M 279 | 78.0 | 10.35 | 1.0 | M 298 | 69.9 | 10.79 | 1.0 | M 433 | 75.5 | 15.30 | 2.0 |
| 1 | M 280 | 77.3 | 11.08 | 1.0 | M 299 | 70.5 | 11.17 | 2.0 | M 434 | 80.0 | 16.10 | 2.2 |
| 2 | M 281 | 76.3 | 11.22 | 1.0 | M 300 | 71.6 | 11.34 | 1.0 | M 435 | 83.3 | 15.50 | 2.0 |

第 25 表

| 熔解 温度 °C | NH ₄ Cl 添加温 度 °C | NH ₄ Cl 添加量 % | NH ₄ Cl 添加後鑄 込迄の時 間分 | 鑄込温度 °C | 熔 解 番 號 | | | | | |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|------------|---------|--------------|-------|--------------|------------|-------|
| | | | | | Y 合 金 | Al-Si 合 金 | ヲウタル | 12%Cu 合 金 | デュラ ルミン | L5合金 |
| 750 | — | 0 | — | 700 | M 185 | M 398 | M 256 | M 273 | M 383 | M 416 |
| " | 750 | 0.25 | 10 | " | M 190 | — | M 261 | M 282 | — | — |
| " | " | 0.5 | " | " | M 191 | M 409 | M 262 | M 283 | M 394 | M 436 |
| " | " | 1 | " | " | M 192 | — | M 263 | M 284 | — | M 437 |
| " | " | 2 | " | " | M 193 | M 410 | M 264 | M 285 | M 395 | M 438 |

第 26 表

| NH ₄ Cl 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|--------------------------------|----------|-------------|---------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|
| | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方時 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方時 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方時 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 |
| 0 | M 185 | 158 | 0.202 | 2.749 | M 398 | 106 | 0.360 | 2.614 | M 256 | 91 | 0.343 | 2.741 |
| 0.25 | M 190 | 53 | 0.518 | 2.785 | — | — | — | — | M 261 | 65 | 0.641 | 2.695 |
| 0.5 | M 191 | 43 | 0.675 | 2.799 | M 409 | 80 | 0.444 | 2.609 | M 262 | 63 | 0.452 | 2.712 |
| 1 | M 192 | 64 | 0.513 | 2.757 | — | — | — | — | M 263 | 65 | 0.509 | 2.700 |
| 2 | M 193 | 92 | 0.111 | 2.737 | M 410 | 33 | 1.049 | 2.578 | M 264 | 47 | 0.372 | 2.714 |

| NH ₄ Cl 添加量 % | 12% Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | ラウタル | | | |
|--------------------------------|-----------|-------------|---------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|
| | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方時 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方時 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 | 熔解 番號 | 氣泡數 每平方時 | 氣泡直徑 平均 mm | 比重 |
| 0 | M 273 | 102 | 0.539 | 2.926 | M 383 | 146 | 0.454 | 2.737 | M 416 | 120 | 0.716 | 2.960 |
| 0.25 | M 282 | 93 | 0.669 | 2.889 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 283 | 115 | 0.719 | 2.902 | M 394 | 92 | 0.630 | 2.703 | M 436 | 83 | 0.723 | 2.894 |
| 1 | M 284 | 120 | 0.598 | 2.905 | — | — | — | — | M 437 | 129 | 0.687 | 2.914 |
| 2 | M 235 | 54 | 0.369 | 2.920 | M 395 | 71 | 0.497 | 2.737 | M 438 | 128 | 0.987 | 2.939 |

第 27 表

| NH ₄ Cl 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|--------------------------------|----------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|---------------------------|----------|
| | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% |
| 0 | M 185 | 81.3 | 15.73 | 0.7 | M 393 | 46.8 | 13.43 | 2.4 | M 256 | 57.0 | 11.38 | 2.2 |
| 0.25 | M 190 | 86.6 | 16.71 | 1.0 | — | — | — | — | M 261 | 57.1 | 9.68 | 1.8 |
| 0.5 | M 191 | 93.8 | 16.79 | 1.0 | M 410 | 46.4 | 11.72 | 2.0 | M 262 | 57.0 | 10.80 | 2.0 |
| 1 | M 192 | 93.1 | 16.76 | 1.0 | — | — | — | — | M 263 | 58.8 | 10.96 | 2.0 |
| 2 | M 193 | 85.0 | 16.39 | 1.0 | M 411 | 45.9 | 11.34 | 2.0 | M 264 | 59.4 | 11.43 | 2.0 |

| NH ₄ Cl 添加量 % | 12% Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L 5 合金 | | | |
|--------------------------------|-----------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|---------------------------|----------|
| | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番號 | ブリネル 硬 度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% |
| 0 | M 273 | 79.3 | 9.46 | 1.0 | M 383 | 70.4 | 11.09 | 1.0 | M 416 | 74.0 | 15.77 | 1.5 |
| 0.25 | M 282 | 74.3 | 10.21 | 1.0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 283 | 77.8 | 11.13 | 1.0 | M 394 | 66.8 | 10.18 | 1.3 | M 436 | 71.3 | 15.14 | 2.0 |
| 1 | M 284 | 74.6 | 10.32 | 1.0 | — | — | — | — | M 437 | 80.5 | 16.07 | 1.2 |
| 2 | M 235 | 77.9 | 11.43 | 1.0 | M 395 | 67.9 | 10.75 | 1.0 | M 438 | 89.7 | 15.63 | 1.0 |

第 28 表

| 熔 解 温 度 C° | NaCl | | | 鑄 込 温 度 C° | 解 番 號 | | | | | |
|------------------|-------------|----------|------------------|------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------|-------|
| | 添加温 度 C° | 添加量 % | 添加後 鑄込 時間分 | | Y合金 | Al-Si 合金 | ラウタル | 12%Cu 合金 | デュラ ルミン | L5合金 |
| 750 | — | — | — | 700 | M 185 | M 398 | M 256 | M 353 | M 383 | M 416 |
| " | 750 | 0.25 | 10 | " | M 194 | — | M 269 | — | — | — |
| " | " | 0.5 | " | " | M 195 | M 411 | M 270 | M 366 | M 396 | M 439 |
| " | " | 1 | " | " | M 196 | — | M 271 | — | — | M 440 |
| " | " | 2 | " | " | M 167 | M 412 | M 272 | M 367 | M 397 | M 441 |

第 29 表

| NaCl 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|------------------|------------|-----------------|-------------------|-------|------------|-----------------|-------------------|-------|------------|-----------------|-------------------|-------|
| | 熔 解 番 號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平 均 mm | 比 重 | 熔 解 番 號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平 均 mm | 比 重 | 熔 解 番 號 | 氣泡數 每平方 時 | 氣泡直 徑平 均 mm | 比 重 |
| 0 | M 185 | 158 | 0.202 | 2.749 | M 398 | 106 | 0.380 | 2.614 | M 256 | 91 | 0.413 | 2.741 |
| 0.25 | M 194 | 120 | 0.338 | 2.733 | — | — | — | — | M 269 | 46 | 0.653 | 2.709 |
| 0.5 | M 195 | 148 | 0.279 | 2.743 | M 411 | 80 | 0.465 | 2.611 | M 270 | 59 | 0.625 | 2.678 |
| 1 | M 196 | 47 | 0.182 | 2.770 | — | — | — | — | M 271 | 50 | 0.444 | 2.732 |
| 2 | M 197 | 23 | 0.179 | 2.782 | M 412 | 63 | 0.309 | 2.621 | M 272 | 57 | 0.283 | 2.738 |

| NaCl 添加量 % | 12%Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|------------|----------|--------|------------|-------|--------|--------|------------|-------|-------|--------|------------|-------|
| | 熔解 番号 | 気泡方 数毎 | 気泡直 径平均 mm | 比重 | 熔解 番号 | 気泡方 数毎 | 気泡直 径平均 mm | 比重 | 熔解 番号 | 気泡方 数毎 | 気泡直 径平均 mm | 比重 |
| 0 | M 353 | 79 | 0.359 | 2.926 | M 383 | 161 | 0.454 | 2.737 | M 416 | 120 | 0.716 | 2.960 |
| 0.25 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 366 | 79 | 0.761 | 2.901 | M 396 | 122 | 0.461 | 2.715 | M 439 | 128 | 0.443 | 2.963 |
| 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | M 440 | 118 | 0.157 | 2.985 |
| 2 | M 367 | 68 | 0.700 | 2.888 | M 397 | 78 | 0.172 | 2.743 | M 441 | 111 | 0.743 | 2.967 |

第 30 表

| NaCl 添加量 % | Y 合金 | | | | Al-Si 合金 | | | | ラウタル | | | |
|------------|-------|---------|------------------------|-------|----------|---------|------------------------|-------|-------|---------|------------------------|-------|
| | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% |
| 0 | M 185 | 81.4 | 15.73 | 0.7 | M 398 | 46.8 | 13.48 | 2.4 | M 256 | 57.0 | 11.38 | 2.2 |
| 0.25 | M 194 | 82.2 | 15.75 | 1.0 | — | — | — | — | M 269 | 56.7 | 10.23 | 2.0 |
| 0.5 | M 195 | 85.5 | 16.52 | 1.0 | M 411 | 47.9 | 12.45 | 2.0 | M 270 | 53.2 | 9.70 | 2.0 |
| 1 | M 196 | 87.2 | 16.63 | 1.0 | — | — | — | — | M 271 | 56.5 | 10.28 | 3.0 |
| 2 | M 197 | 90.7 | 17.01 | 1.0 | M 412 | 48.1 | 12.13 | 1.7 | M 272 | 56.4 | 10.35 | 2.0 |

| NaCl 添加量 % | 12%Cu 合金 | | | | デュラルミン | | | | L5 合金 | | | |
|------------|----------|---------|------------------------|-------|--------|---------|------------------------|-------|-------|---------|------------------------|-------|
| | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% | 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% |
| 0 | M 353 | 81.7 | 11.42 | 1.0 | M 383 | 70.4 | 11.09 | 1.0 | M 416 | 74.4 | 15.77 | 1.5 |
| 0.25 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 366 | 75.6 | 9.57 | 1.0 | M 396 | 70.0 | 11.70 | 1.5 | M 439 | 85.1 | 15.94 | 0.7 |
| 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | M 440 | 84.8 | 18.01 | 1.8 |
| 2 | M 367 | 84.6 | 9.11 | 0.4 | M 397 | 72.8 | 11.62 | 1.3 | M 441 | 87.8 | 17.15 | 1.8 |

第 31 表

| 熔解 番号 | 熔解温 度 °C | NaCl 添加温 度 °C | NaCl 添加量 % | 添加後 鑄込迄 の時間 | 鑄込温 度 °C | 合金の 種類 |
|-------|----------|---------------|------------|-------------|----------|--------|
| M 442 | 950 | 950 | 1 | 10分 | 700 | Y |
| M 443 | 850 | 850 | — | — | — | Y |
| M 444 | 750 | 750 | — | — | — | Y |

第 33 表

| 熔解番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % |
|------|---------|------------------------|-------|
| M442 | 83.3 | 14.31 | 0.4 |
| M443 | 86.0 | 14.61 | 1.0 |
| M444 | 83.6 | 15.58 | 1.0 |

第 32 表

| 熔解 番号 | 気泡数 毎平方 時 | 気泡直 径平均 mm | 比重 |
|-------|-----------|------------|-------|
| M 442 | 83 | 0.270 | 2.760 |
| M 443 | 81 | 0.339 | 2.761 |
| M 444 | 27 | 0.411 | 2.775 |

第 34 表

| 熔解 番号 | 熔解温 度 °C | CaCl ₂ 添加温 度 °C | CaCl ₂ 添加量 % | 添加後 鑄込迄 の時間 | 鑄込温 度 °C |
|-------|----------|----------------------------|-------------------------|-------------|----------|
| M 133 | 750 | 750 | 2 | 10分 | 700 |
| M 447 | 750 | 750 | — | — | — |
| M 446 | 850 | 850 | — | — | — |
| M 445 | 950 | 950 | — | — | — |

第 35 表

| 熔解 番号 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸 率% |
|-------|---------|------------------------|-------|
| M 133 | 85.4 | 16.10 | 0.9 |
| M 447 | 79.9 | 14.84 | 0.5 |
| M 446 | 79.9 | 12.91 | 0.4 |
| M 445 | 85.5 | 13.75 | 0.4 |

第 36 表

| | Y | Al-Si | ラウ タル | 12%Cu | デュラ ルミン | L5 |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|---------|-----|
| SiCl ₄ | ◎ 4 | × | ◎ 3 | ◎ 2 | ◎ 1 | ◎ 5 |
| SnCl ₄ | ◎ 1 | ◎ 2 | ○ 4 | ◎ 4 | ◎ 3 | ◎ 5 |
| TiCl ₄ | ◎ 1 | ◎ 2 | ○ 6 | ◎ 4 | ◎ 3 | ◎ 5 |
| ZnCl ₂ | ◎ 1 | × | ○ 5 | ◎ 4 | ◎ 2 | ◎ 3 |
| MgCl ₂ | × | × | × | × | × | × |
| NH ₄ Cl | × | × | × | × | × | × |
| NaCl | ○ | × | × | × | × | × |
| CaCl ₂ | × | — | — | — | — | — |

註 ◎は気泡除去効果の顯著なるもの ○は気泡除去効果あるもの ×は気泡除去効果の殆んどなきもの 1 2 3 —等の数字は効果程度の順序を示す

第 37 表

| | SiCl ₄ | SnCl ₄ | TiCl ₄ | ZnCl ₂ | MgCl ₂ | NH ₄ Cl | NaCl | CuCl ₂ |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------|-------------------|
| 気泡除去効果 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | × | × | × | × |
| 改良劑熔融點 | -102°C | -33°C | -25°C | 250~280°C | 708°C | 低温昇華 | 801°C | 710°C |
| 改良劑沸騰點 | 56.8°C | 114°C | 136°C | 730°C | — | — | 1,496°C | — |

註 ◎は気泡除去効果の顯著なるもの ×は気泡除去効果の殆んどなきもの

第38表 1

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 1% | | 比重増減 | |
|----------|-------------------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | | 熔解 番號 | 比重 | 熔解 番號 | 比重 | ± | % |
| Y 合金 | SiCl ₄ | M 6 | 2.720 | M 45 | 2.765 | +0.045 | +1.65 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 2.623 | M 85 | 2.627 | +0.004 | +0.15 |
| ラウタル | " | M155 | 2.735 | M102 | 2.761 | +0.026 | +0.95 |
| 12%Cu 合金 | " | M135 | 2.946 | M137 | 2.951 | +0.005 | +0.17 |
| デュラルミン | " | M140 | 2.746 | M142 | 2.765 | +0.019 | +0.69 |
| L 5 合金 | " | M413 | 2.958 | M418 | 2.987 | +0.029 | +0.98 |
| Y 合金 | SnCl ₄ | M121 | 2.757 | M123 | 2.773 | +0.016 | +0.58 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 2.623 | M162 | 2.621 | -0.002 | -0.08 |
| ラウタル | " | M155 | 2.735 | M157 | 2.746 | +0.011 | +0.40 |
| 12%Cu 合金 | " | M150 | 2.946 | M152 | 2.955 | +0.009 | +0.30 |
| デュラルミン | " | M145 | 2.746 | M147 | 2.769 | +0.023 | +0.84 |
| L 5 合金 | " | M414 | 2.962 | M422 | 2.982 | +0.020 | +0.68 |
| Y 合金 | TiCl ₄ | M133 | 2.749 | M132 | 2.794 | +0.045 | +1.64 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 2.623 | M167 | 2.618 | -0.005 | -0.19 |
| ラウタル | " | M170 | 2.726 | M172 | 2.738 | +0.012 | +0.44 |
| 12%Cu 合金 | " | M175 | 2.926 | M177 | 2.928 | +0.002 | +0.07 |
| デュラルミン | " | M180 | 2.735 | M182 | 2.770 | +0.035 | +1.28 |
| L 5 合金 | " | M415 | 2.950 | M426 | 2.957 | +0.007 | +0.24 |
| Y 合金 | ZnCl ₂ | M185 | 2.749 | M188 | 2.788 | +0.039 | +1.42 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M259 | 2.770 | +0.029 | +1.06 |
| 12%Cu 合金 | " | M273 | 2.926 | M276 | 2.951 | +0.025 | +0.85 |
| デュラルミン | " | M180 | 2.735 | M294 | 2.773 | +0.033 | +1.39 |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M430 | 2.997 | +0.037 | +1.25 |

第38表 2

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 1% | | 比重増減 | |
|----------|--------------------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | | 熔解 番號 | 比重 | 熔解 番號 | 比重 | ± | % |
| Y 合金 | MgCl ₂ | M185 | 2.749 | M254 | 2.762 | +0.013 | +0.47 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M267 | 2.712 | -0.029 | -1.06 |
| 12%Cu 合金 | " | M273 | 2.926 | M280 | 2.894 | -0.032 | -1.09 |
| デュラルミン | " | M180 | 2.735 | M299 | 2.612 | -0.123 | -4.50 |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M434 | 2.912 | -0.048 | -1.62 |
| Y 合金 | NH ₄ Cl | M185 | 2.749 | M192 | 2.757 | +0.008 | +0.29 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M263 | 2.700 | -0.041 | -1.50 |
| 12%Cu 合金 | " | M273 | 2.926 | M284 | 2.905 | -0.021 | -0.72 |
| デュラルミン | " | M383 | 2.737 | — | — | — | — |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M437 | 2.914 | -0.046 | -1.55 |
| Y 合金 | NaCl | M185 | 2.749 | M196 | 2.770 | +0.021 | +0.76 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M271 | 2.732 | -0.009 | -0.33 |
| 12%Cu 合金 | " | M353 | 2.926 | — | — | — | — |
| デュラルミン | " | M383 | 2.737 | — | — | — | — |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M440 | 2.985 | +0.025 | +0.84 |

第39表 1

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 2% | | 比重増減 | |
|----------|-------------------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | | 熔解 番號 | 比重 | 熔解 番號 | 比重 | ± | % |
| Y 合金 | SiCl ₄ | M 6 | 2.720 | M 59 | 2.774 | +0.054 | +1.99 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 2.623 | M 86 | 2.650 | +0.027 | +1.03 |
| ラウタル | " | M155 | 2.735 | M 98 | 2.760 | +0.025 | +0.91 |
| 12%Cu 合金 | " | M135 | 2.946 | M138 | 2.945 | -0.001 | -0.03 |
| デュラルミン | " | M140 | 2.746 | M143 | 2.775 | +0.029 | +1.06 |
| L 5 合金 | " | M413 | 2.958 | M419 | 3.008 | +0.050 | +1.69 |
| Y 合金 | SnCl ₄ | M121 | 2.757 | M124 | 2.781 | +0.024 | +0.87 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 2.623 | M163 | 2.634 | +0.011 | +0.42 |
| ラウタル | " | M155 | 2.735 | M158 | 2.749 | +0.014 | +0.51 |
| 12%Cu 合金 | " | M150 | 2.946 | M153 | 2.961 | +0.015 | +0.51 |
| デュラルミン | " | M145 | 2.746 | M148 | 2.777 | +0.031 | +1.13 |
| L 5 合金 | " | M414 | 2.962 | M423 | 2.987 | +0.025 | +0.84 |
| Y 合金 | TiCl ₄ | M133 | 2.749 | M134 | 2.796 | +0.047 | +1.71 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 2.623 | M168 | 2.627 | +0.004 | +0.15 |
| ラウタル | " | M170 | 2.726 | M173 | 2.747 | +0.021 | +0.77 |

| | | | | | | | |
|----------|-------------------|------|-------|------|-------|--------|-------|
| 12%Cu 合金 | " | M175 | 2.926 | M178 | 2.941 | +0.015 | +0.51 |
| デュラルミン | " | M180 | 2.735 | M183 | 2.773 | +0.038 | +1.39 |
| L 5 合金 | " | M415 | 2.950 | M427 | 3.019 | +0.069 | +2.34 |
| Y 合金 | ZnCl ₂ | M185 | 2.749 | M189 | 2.801 | +0.052 | +1.89 |
| Al-Si 合金 | " | M398 | 2.614 | M406 | 2.651 | +0.037 | +1.41 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M260 | 2.779 | +0.038 | +1.39 |
| 12%Cu 合金 | " | M273 | 2.926 | M277 | 2.960 | +0.034 | +1.16 |
| デュラルミン | " | M180 | 2.735 | M295 | 2.784 | +0.049 | +1.79 |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M431 | 2.995 | +0.035 | +1.18 |

第39表 2

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 2% | | 比重増減 | |
|----------|--------------------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | | 熔解 番號 | 比重 | 熔解 番號 | 比重 | ± | % |
| Y 合金 | MgCl ₂ | M185 | 2.749 | M255 | 2.785 | +0.036 | +1.31 |
| Al-Si 合金 | " | M398 | 2.614 | M408 | 2.601 | -0.013 | -0.50 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M268 | 2.702 | -0.039 | -1.42 |
| 12%Cu 合金 | " | M273 | 2.926 | M281 | 2.888 | -0.038 | -1.30 |
| デュラルミン | " | M180 | 2.735 | M300 | 2.561 | -0.174 | -6.36 |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M435 | 2.883 | -0.077 | -2.60 |
| Y 合金 | NH ₄ Cl | M185 | 2.749 | M193 | 2.733 | -0.016 | -0.58 |
| Al-Si 合金 | " | M398 | 2.614 | M410 | 2.578 | -0.036 | -1.37 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M264 | 2.714 | -0.027 | -0.99 |
| 12%Cu 合金 | " | M273 | 2.926 | M285 | 2.920 | -0.006 | -0.21 |
| デュラルミン | " | M383 | 2.737 | M395 | 2.737 | — | — |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M438 | 2.939 | -0.021 | -0.71 |
| Y 合金 | NaCl | M185 | 2.749 | M197 | 2.782 | +0.033 | +1.20 |
| Al-Si 合金 | " | M398 | 2.614 | M412 | 2.620 | +0.006 | +0.23 |
| ラウタル | " | M256 | 2.741 | M272 | 2.738 | -0.003 | -0.11 |
| 12%Cu 合金 | " | M353 | 2.926 | M367 | 2.898 | -0.028 | -0.96 |
| デュラルミン | " | M383 | 2.737 | M397 | 2.743 | +0.006 | +0.22 |
| L 5 合金 | " | M416 | 2.960 | M441 | 2.967 | +0.007 | +0.24 |

第40表 1

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 1% | | 抗張力増減 | |
|----------|-------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|-------|--------|
| | | 熔解 番號 | 抗張力 kg/mm ² | 熔解 番號 | 抗張力 kg/mm ² | ± | % |
| Y 合金 | SiCl ₄ | M121 | 14.57 | M 45 | 17.23 | +2.66 | +18.26 |
| Al-Si 合金 | " | M 79 | 11.65 | M 85 | 11.68 | +0.03 | +0.26 |
| ラウタル | " | M 99 | 12.14 | M102 | 13.41 | +1.27 | +10.46 |
| 12%Cu 合金 | " | M135 | 9.51 | M137 | 11.00 | +1.49 | +15.67 |
| デュラルミン | " | M140 | 11.81 | M142 | 12.70 | +0.89 | +7.54 |
| L 5 合金 | " | M413 | 15.77 | M418 | 18.39 | +2.62 | +16.61 |
| Y 合金 | SnCl ₄ | M121 | 14.57 | M123 | 14.51 | -0.06 | -0.40 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 11.91 | M162 | 10.94 | -0.97 | -8.14 |
| ラウタル | " | M155 | 11.01 | M157 | 9.73 | -1.28 | -11.63 |
| 12%Cu 合金 | " | M150 | 9.68 | M152 | 9.70 | +0.02 | +0.21 |
| デュラルミン | " | M145 | 11.35 | M147 | 12.00 | +0.65 | +5.73 |
| L 5 合金 | " | M414 | 15.77 | M422 | 15.65 | -0.12 | -0.76 |
| Y 合金 | TiCl ₄ | M133 | 16.10 | M132 | 18.30 | +2.20 | +13.66 |
| Al-Si 合金 | " | M160 | 11.91 | M167 | 10.89 | -1.02 | -8.56 |
| ラウタル | " | M170 | 10.95 | M172 | 12.76 | +1.81 | +17.09 |
| 12%Cu 合金 | " | M175 | 10.20 | M177 | 11.51 | +1.31 | +12.84 |
| デュラルミン | " | M180 | 12.02 | M182 | 15.16 | +3.14 | +26.12 |
| L 5 合金 | " | M415 | 15.77 | M426 | 21.57 | +5.80 | +36.78 |
| Y 合金 | ZnCl ₂ | M185 | 15.73 | M188 | 18.18 | +2.45 | +15.57 |
| ラウタル | " | M256 | 11.38 | M259 | 12.36 | +0.98 | +8.61 |
| 12%Cu 合金 | " | M273 | 9.46 | M276 | 12.72 | +3.26 | +34.46 |
| デュラルミン | " | M291 | 11.63 | M294 | 13.71 | +2.08 | +17.88 |
| L 5 合金 | " | M416 | 15.77 | M430 | 19.00 | +3.23 | +20.48 |

第40表 2

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 1% | | 抗張力増減 | |
|------|-------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|-------|-------|
| | | 熔解 番號 | 抗張力 kg/mm ² | 熔解 番號 | 抗張力 kg/mm ² | ± | % |
| Y 合金 | MgCl ₂ | M185 | 15.73 | M254 | 16.50 | +0.77 | +4.90 |
| ラウタル | " | M256 | 11.38 | M267 | 10.28 | -1.10 | -9.67 |

| | | | | | | | |
|---------|--------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|
| 12%Cu合金 | MgCl ₂ | M273 | 9.46 | M280 | 11.08 | +1.62 | +17.12 |
| デュラルミン | " | M291 | 11.84 | M299 | 11.17 | -0.67 | -5.66 |
| L5合金 | " | M416 | 15.77 | M434 | 16.10 | +0.33 | +2.09 |
| Y合金 | NH ₄ Cl | M185 | 15.73 | M192 | 16.76 | +1.03 | +6.55 |
| ラウタール | " | M256 | 11.33 | M263 | 10.96 | -0.42 | -3.69 |
| 12%Cu合金 | " | M273 | 9.46 | M234 | 10.32 | +0.86 | +9.09 |
| デュラルミン | " | M383 | 11.84 | - | - | - | - |
| L5合金 | " | M416 | 15.77 | M437 | 16.07 | +0.30 | +1.90 |
| Y合金 | NaCl | M185 | 15.73 | M196 | 16.63 | +0.90 | +5.72 |
| ラウタール | " | M256 | 11.33 | M271 | 10.28 | -1.10 | -9.67 |
| 12%Cu合金 | " | M353 | 11.42 | - | - | - | - |
| デュラルミン | " | M333 | 11.09 | - | - | - | - |
| L5合金 | " | M416 | 15.77 | M440 | 18.01 | +2.24 | +14.20 |

| | | | | | | | |
|---------|-------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|
| Y合金 | ZnCl ₂ | M185 | 15.73 | M189 | 18.40 | +2.67 | +16.97 |
| Al-Si合金 | " | M398 | 13.43 | M406 | 12.04 | -1.44 | -10.68 |
| ラウタール | " | M256 | 11.33 | M260 | 12.57 | +1.19 | +10.46 |
| 12%Cu合金 | " | M273 | 9.46 | M277 | 13.14 | +3.68 | +38.90 |
| デュラルミン | " | M291 | 11.63 | M295 | 13.45 | +1.82 | +15.65 |
| L5合金 | " | M416 | 15.77 | - | - | - | - |

第41表 1

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 2% | | 抗張力増減 | |
|---------|-------------------|------|------------------------|------|------------------------|-------|--------|
| Y合金 | SiCl ₄ | 融解番號 | 抗張力 kg/mm ² | 融解番號 | 抗張力 kg/mm ² | ± | % |
| Al-Si合金 | " | M121 | 14.57 | M59 | 17.43 | +2.86 | +19.63 |
| ラウタール | " | M79 | 11.65 | M86 | 11.42 | -0.23 | -1.97 |
| 12%Cu合金 | " | M99 | 12.14 | M98 | 13.52 | +1.38 | +11.37 |
| デュラルミン | " | M135 | 9.51 | M138 | 11.87 | +2.36 | +24.82 |
| L5合金 | " | M140 | 11.81 | M143 | 13.64 | +1.83 | +15.50 |
| Y合金 | SnCl ₄ | M413 | 15.77 | M419 | 19.08 | +3.31 | +20.97 |
| Al-Si合金 | " | M121 | 14.57 | M124 | 14.85 | +0.28 | +1.92 |
| ラウタール | " | M161 | 11.91 | M163 | 10.30 | -1.16 | -13.52 |
| 12%Cu合金 | " | M155 | 11.01 | M158 | 9.74 | -1.27 | -11.53 |
| デュラルミン | " | M150 | 9.68 | M153 | 11.60 | +1.92 | +19.83 |
| L5合金 | " | M145 | 11.35 | M148 | 11.91 | +0.56 | +4.93 |
| Y合金 | TiCl ₄ | M414 | 15.77 | M423 | 15.44 | -0.33 | -2.09 |
| Al-Si合金 | " | M133 | 16.10 | M134 | 19.11 | +3.01 | +18.70 |
| ラウタール | " | M160 | 11.91 | M168 | 10.86 | -1.05 | -8.82 |
| 12%Cu合金 | " | M170 | 10.95 | M173 | 12.68 | +1.73 | +15.80 |
| デュラルミン | " | M175 | 10.20 | M178 | 11.62 | +1.42 | +13.92 |
| L5合金 | " | M180 | 12.02 | M183 | 16.19 | +4.17 | +34.69 |
| | | M415 | 15.77 | M427 | 22.13 | +6.36 | +40.33 |

第41表 2

| 合金種類 | 添加劑 | 0% | | 2% | | 抗張力増減 | |
|---------|--------------------|------|------------------------|------|------------------------|-------|--------|
| Y合金 | MgCl ₂ | 融解番號 | 抗張力 kg/mm ² | 融解番號 | 抗張力 kg/mm ² | ± | % |
| Al-Si合金 | " | M185 | 15.73 | M255 | 15.79 | +0.06 | +0.38 |
| ラウタール | " | M398 | 13.48 | M408 | 11.68 | -1.80 | -13.35 |
| 12%Cu合金 | " | M256 | 11.33 | M268 | 10.12 | -1.26 | -11.07 |
| デュラルミン | " | M273 | 9.46 | M281 | 11.22 | +1.76 | +18.62 |
| L5合金 | " | M291 | 11.84 | M300 | 11.34 | -0.05 | -4.22 |
| Y合金 | NH ₄ Cl | M416 | 15.77 | M435 | 15.50 | -0.27 | -1.71 |
| Al-Si合金 | " | M185 | 15.73 | M193 | 16.39 | +0.66 | +4.20 |
| ラウタール | " | M398 | 13.48 | M411 | 11.34 | -2.14 | -15.88 |
| 12%Cu合金 | " | M256 | 11.38 | M264 | 11.43 | +0.05 | +0.44 |
| デュラルミン | " | M273 | 9.46 | M285 | 11.48 | +2.02 | +21.35 |
| L5合金 | " | M383 | 11.09 | M395 | 10.75 | -0.34 | -3.07 |
| Y合金 | NaCl | M416 | 15.77 | M438 | 15.63 | -0.14 | -0.89 |
| Al-Si合金 | " | M185 | 15.73 | M197 | 17.01 | +1.23 | +8.15 |
| ラウタール | " | M393 | 13.43 | M412 | 12.13 | -1.35 | -10.04 |
| 12%Cu合金 | " | M256 | 11.38 | M272 | 10.35 | -1.03 | -9.01 |
| デュラルミン | " | M353 | 11.42 | M367 | 9.11 | -2.31 | -20.23 |
| L5合金 | " | M383 | 11.09 | M397 | 11.62 | +0.53 | +4.73 |
| | | M416 | 15.77 | M441 | 17.15 | +1.38 | +8.75 |

第42表

| 改良劑の種類 | 熔湯上昇温度 |
|-------------------|--------|
| SiCl ₄ | 9°C |
| SnCl ₄ | 14°C |
| TiCl ₄ | 13°C |

第43表

| Y合金 | | Al-Si合金 | | | ラウタール | | | | | |
|-------------------------|-------|---------|-------|---------------|--------|-------|-------|---------------|--------|-------|
| SiCl ₄ 添加量 % | 融解番號 | Si % | 融解番號 | 固溶體として存するSi % | 遊離Si % | 全Si % | 融解番號 | 固溶體として存するSi % | 遊離Si % | 全Si % |
| 0 | M 320 | 0.09 | M 514 | 0.92 | 11.78 | 12.70 | M 453 | 0.90 | 1.27 | 2.17 |
| 0.25 | M 321 | 0.09 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0.5 | M 322 | 0.07 | M 515 | 0.89 | 11.76 | 12.65 | M 464 | 0.87 | 1.29 | 2.16 |
| 1 | M 323 | 0.03 | M 516 | 0.93 | 11.92 | 12.85 | M 465 | 0.91 | 1.30 | 2.21 |
| 2 | M 324 | 0.08 | M 517 | 0.88 | 11.82 | 12.70 | M 466 | 0.91 | 1.27 | 2.18 |
| 4 | M 325 | 0.09 | M 518 | 0.92 | 11.98 | 12.90 | M 467 | 0.90 | 1.29 | 2.19 |

| 12%Cu合金 | | デュラルミン | | L合金 | | 12%Cu合金 | | デュラルミン | | L5合金 | |
|-------------------------|-------|--------|-------|------|-------|-----------------------|------|--------|------|-------|------|
| SiCl ₄ 添加量 % | 融解番號 | Si % | 融解番號 | 融解番號 | Si % | SiCl ₄ 添加量 | 融解番號 | 融解番號 | Si % | 融解番號 | Si % |
| 0 | M 497 | 0.10 | M 480 | 0.11 | M 531 | 0.08 | 1% | M 499 | 0.11 | M 482 | 0.12 |
| 0.25 | - | - | - | - | - | - | 2% | M 500 | 0.10 | M 483 | 0.12 |
| 0.5 | M 498 | 0.11 | M 481 | 0.12 | M 532 | 0.08 | 4% | M 501 | 0.12 | M 484 | 0.11 |

第44表

| Y合金 | | Al-Si合金 | | ラウタール | | 12%Cu合金 | | デュラルミン | | L5合金 | | |
|-------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| SnCl ₂ 添加量 % | 融解番號 | Sn % | 融解番號 | 融解番號 | Sn % | 融解番號 | Sn % | 融解番號 | Sn % | 融解番號 | Sn % | |
| 0.5 | M 122 | 0.036 | M 519 | 0.116 | M 468 | 0.100 | M 502 | 0.116 | M 485 | 0.095 | M 536 | 0.121 |
| 1 | M 123 | 0.123 | M 520 | 0.205 | M 469 | 0.173 | M 503 | 0.200 | M 486 | 0.215 | M 537 | 0.245 |
| 2 | M 124 | 0.357 | M 521 | 0.354 | M 470 | 0.420 | M 504 | 0.394 | M 487 | 0.410 | M 538 | 0.326 |
| 4 | M 126 | 0.772 | M 522 | 0.740 | M 471 | 0.693 | M 505 | 0.893 | M 488 | 0.893 | M 539 | 0.830 |

第45表

| Y合金 | | Al-Si合金 | | ラウタール | | 12%Cu合金 | | デュラルミン | | L5合金 | | |
|-------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| TiCl ₄ 添加量 % | 融解番號 | Ti % | 融解番號 | 融解番號 | Ti % | 融解番號 | Ti % | 融解番號 | Ti % | 融解番號 | Ti % | |
| 0.5 | M 130 | 0.031 | M 523 | 0.039 | M 472 | 0.038 | M 506 | 0.031 | M 489 | 0.031 | M 540 | 0.038 |
| 1 | M 131 | 0.101 | M 524 | 0.069 | M 473 | 0.084 | M 507 | 0.115 | M 490 | 0.061 | M 541 | 0.084 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | M 132 | 0.202 | M 525 | 0.092 | M 474 | 0.142 | M 508 | 0.199 | M 491 | 0.130 | M 542 | 0.146 |
| 4 | M 133 | 0.314 | M 526 | 0.115 | M 475 | 0.279 | M 509 | 0.437 | M 492 | 0.261 | M 543 | 0.299 |

第 46 表

| ZnCl ₂ 添加量 % | Y 合金 | | Al-Si 合金 | | ラウタル | | 12%Cu 合金 | | デュラルミン | | L 5 合金 | |
|-------------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | 熔解 番號 | Zn % | 熔解 番號 | Zn % | 熔解 番號 | Zn % | 熔解 番號 | Zn % | 熔解 番號 | Zn % | 熔解 番號 | Zn % |
| 0.25 | M 186 | 0.075 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M 187 | 0.139 | M 527 | 0.150 | M 476 | 0.193 | M 510 | 0.129 | M 493 | 0.112 | M 544 | 15.38 |
| 1 | M 188 | 0.321 | M 528 | 0.236 | M 477 | 0.412 | M 511 | 0.220 | M 494 | 0.209 | M 545 | 15.47 |
| 2 | M 189 | 0.578 | M 529 | 0.482 | M 478 | 0.696 | M 512 | 0.434 | M 495 | 0.423 | M 546 | 15.75 |
| 4 | — | — | M 530 | 1.130 | M 479 | 1.162 | M 513 | 0.969 | M 496 | 0.943 | M 547 | 15.97 |

第 47 表

| MgCl ₂ 添加量 % | Y 合金 | | ラウタル | | 12%Cu 合金 | | MgCl ₂ 添加量 % | Y 合金 | | ラウタル | | 12%Cu 合金 | |
|-------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | 熔解 番號 | 殘留 Mg% | 熔解 番號 | 殘留 Mg% | 熔解 番號 | 殘留 Mg% | | 熔解 番號 | 殘留 Mg% | 熔解 番號 | 殘留 Mg% | 熔解 番號 | 殘留 Mg% |
| 0 | M 320 | 1.651 | — | — | — | — | 1 | M 254 | 1.612 | — | — | — | — |
| 0.25 | M 252 | 1.643 | — | — | — | — | 2 | M 255 | 1.568 | M 378 | ナシ | M 363 | ナシ |
| 0.5 | M 253 | 1.560 | M 377 | ナシ | M 362 | ナシ | | | | | | | |

第 48 表

| 改良剤 添加量 % | SiCl ₄ | | SnCl ₄ | | TiCl ₄ | | ZnCl ₂ | | MgCl ₂ | | NH ₄ Cl | | NaCl | |
|-----------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|----------|-------|
| | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% |
| 0 | M320 | 1.651 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.25 | M321 | 1.691 | M326 | 1.673 | M331 | 1.638 | M336 | 1.616 | M341 | 1.490 | M345 | 1.512 | M349 | 1.573 |
| 0.5 | M322 | 1.647 | M327 | 1.555 | M332 | 1.555 | M337 | 1.529 | M342 | 1.472 | M346 | 1.416 | M350 | 1.505 |
| 1 | M323 | 1.616 | M328 | 1.529 | M333 | 1.433 | M338 | 1.455 | M343 | 1.424 | M347 | 1.250 | M351 | 1.516 |
| 2 | M324 | 1.625 | M329 | 1.411 | M334 | 1.346 | M339 | 1.280 | M344 | 1.435 | M348 | 1.293 | M352 | 1.485 |
| 4 | M325 | 1.564 | M330 | 1.166 | M335 | 1.671 | M340 | 1.022 | — | — | — | — | — | — |

第 49 表

| 改良剤 添加量 % | SiCl ₄ | | SnCl ₄ | | TiCl ₄ | | ZnCl ₂ | | MgCl ₂ | | NH ₄ Cl | | NaCl | |
|-----------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|----------|-------|
| | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% | 熔解 番號 | Mg% |
| 0 | M398 | 0.575 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0.5 | M399 | 0.576 | M401 | 0.507 | M403 | 0.514 | M405 | 0.540 | M407 | 0.576 | M409 | 0.610 | M411 | 0.562 |
| 2 | M400 | 0.557 | M402 | 0.493 | M404 | 0.489 | M406 | 0.379 | M408 | 0.574 | M410 | 0.476 | M412 | 0.579 |

第 50 表

| 改良剤 | 輕合金材 | 主要成分 | 少量含有成分 | 地金部分 |
|-------------------|----------|---|---|----------------|
| SiCl ₄ | Y | SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, CuO, NiO | Al, Cu, Ni, Mg |
| | Al-Si 合金 | SiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ | Al, Si |
| | ラウタル | SiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlO ₃ , CuO | Al, Cu, Si |
| | 12%Cu 合金 | SiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , CuO | Al, Cu |
| | デュラルミン | SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, CuO, MnO | Al, Cu, Mn, Mg |
| SnCl ₄ | L 5 合金 | SiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , ZnO, CuO | Al, Cu, Zn |
| | Y | SnO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, CuO, NiO | Al, Cu, Ni, Mg |
| | Al-Si 合金 | SnO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , SiO ₂ | Al, Si |
| | ラウタル | SnO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , SiO ₂ , CuO | Al, Si, Cu |
| | 12%Cu 合金 | SnO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , CuO | Al, Cu |
| TiCl ₄ | デュラルミン | SnO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, CuO, MnO | Al, Cu, Mn, Mg |
| | L 5 合金 | SnO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , ZnO, CuO | Al, Cu, Zn |
| | Y | TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, TiCl ₂ , CuO, NiO | Al, Cu, Ni, Mg |
| | Al-Si 合金 | TiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , SiO ₂ , TiCl ₂ | Al, Si |
| | ラウタル | TiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , CuO, SiO ₂ , TiCl ₂ | Al, Si, Cu |
| ZnCl ₂ | 12%Cu 合金 | TiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , CuO, TiCl ₂ | Al, Cu |
| | デュラルミン | TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, TiCl ₂ , CuO, MnO | Al, Cu, Mn, Mg |
| | L 5 合金 | TiO ₂ , Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , ZnO, TiCl ₂ , CuO | Al, Cu, Zn |
| | Y | ZnO, Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, ZnCl ₂ , CuO, NiO | Al, Cu, Ni, Mg |
| | Al-Si 合金 | ZnO, Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , SiO ₂ , ZnCl ₂ | Al, Si |
| L 5 合金 | ラウタル | ZnO, Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , CuO, SiO ₂ , ZnCl ₂ | Al, Si, Cu |
| | 12%Cu 合金 | ZnO, Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , CuO, ZnCl ₂ | Al, Cu |
| | デュラルミン | ZnO, Al ₂ O ₃ , MgCl ₂ | AlCl ₃ , MgO, ZnCl ₂ , MnO, CuO | Al, Cu, Mn, Mg |
| | L 5 合金 | ZnO, Al ₂ O ₃ | AlCl ₃ , ZnCl ₂ , CuO | Al, Cu, Zn |

第 51 表 (試料合金=Y)

| 改良劑 使用% | 改良劑中の 金屬 % | I | | II | | III | | IV | | III-II % |
|---------------------|---------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|----------|
| | | 分析結果に現 れた金屬 % | 分析結果に現 れた金屬 % | I に依り置換 し得べき Mg% | I に依り置換 し得べき Mg% | 分析結果に現 はれたる Mg 減少% | 分析結果に現 はれたる Mg 減少% | IIIのMg%に 依り置換し得 べき金屬 % | IIIのMg%に 依り置換し得 べき金屬 % | |
| TiCl ₄ 2 | 0.507%Ti | 0.202%Ti | 0.204 | 0.204 | 0.305 | 0.305 | 0.302 | 0.101 | | |
| " 4 | 1.013%Ti | 0.314%Ti | 0.318 | 0.318 | 0.580 | 0.576 | 0.262 | | | |
| SnCl ₄ 2 | 0.891%Sn | 0.357%Sn | 0.146 | 0.146 | 0.240 | 0.586 | 0.094 | | | |
| " 4 | 1.782%Sn | 0.772%Sn | 0.316 | 0.316 | 0.485 | 1.173 | 0.169 | | | |
| ZnCl ₂ 2 | 0.959%Zn | 0.648%Zn | 0.241 | 0.241 | 0.371 | 0.989 | 0.129 | | | |
| " 4 | 1.918%Zn | 1.216%Zn | 0.452 | 0.452 | 0.629 | 1.692 | 0.177 | | | |

第 52 表 (試料合金デュラルミン)

| 改良劑 使用% | 改良劑中の 金屬 % | I | | II | | III | | IV | | III-II % |
|---------------------|---------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|----------|
| | | 分析結果に現 れた金屬 % | 分析結果に現 れた金屬 % | I に依り置換 し得べき Mg% | I に依り置換 し得べき Mg% | 分析結果に現 はれたる Mg 減少% | 分析結果に現 はれたる Mg 減少% | IIIのMg%に 依り置換し得 べき金屬 % | IIIのMg%に 依り置換し得 べき金屬 % | |
| TiCl ₄ 2 | 0.507%Ti | 0.126%Ti | 0.127 | 0.127 | 0.040 | 0.040 | -0.087 | | | |
| " 4 | 1.013%Ti | 0.444%Ti | 0.449 | 0.449 | 0.136 | 0.134 | -0.313 | | | |
| SnCl ₄ 2 | 0.891%Sn | 0.488%Sn | 0.199 | 0.199 | 0.178 | 0.434 | -0.021 | | | |
| " 4 | 1.782%Sn | 0.835%Sn | 0.342 | 0.342 | 0.235 | 0.573 | -0.107 | | | |

第 53 表 (1) 熱処理せるもの

| 改良劑 添加量 % | Y 合金に SiCl ₄ 添加 | | | | | Y 合金に SnCl ₄ 添加 | | | | |
|-----------------|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|
| | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 |
| 0 | M 218 | 100.3 | 23.7 | 1.0 | | M 218 | 100.3 | 23.7 | 1.0 | |
| 0.5 | M 227 | 104.4 | 24.2 | 1.0 | | M 223 | 109.6 | 26.1 | 1.0 | |
| 1 | M 228 | 102.6 | 24.3 | 1.0 | | M 224 | 105.1 | 24.7 | 1.0 | |
| 2 | M 229 | 106.4 | 24.7 | 1.0 | | M 225 | 105.2 | 24.3 | 1.0 | |
| 4 | M 230 | 108.5 | 25.0 | 1.0 | | M 226 | 99.9 | 23.3 | 1.0 | |

第 53 表 (2) 熱処理せるもの

| 改良劑 添加量 % | Y 合金に TiCl ₄ 添加 | | | | | Y 合金に ZnCl ₂ 添加 | | | | |
|-----------------|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|
| | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 |
| 0 | M 218 | 100.3 | 23.7 | 1.0 | | M 218 | 100.3 | 23.7 | 1.0 | |
| 0.5 | M 231 | 105.5 | 24.4 | 1.0 | | M 219 | 103.5 | 24.9 | 1.0 | |
| 1 | M 232 | 110.6 | 26.3 | 1.4 | | M 220 | 106.5 | 25.0 | 1.0 | |
| 2 | M 233 | 115.8 | 26.6 | 1.0 | | M 221 | 106.4 | 25.6 | 1.0 | |
| 4 | M 234 | 110.8 | 26.0 | 1.0 | | M 222 | 101.3 | 23.4 | 1.0 | |

第 54 表 (1) 熱処理せるもの

| 改良劑 添加量 % | ラウタルに SiCl ₄ 添加 | | | | | ラウタルに SnCl ₄ 添加 | | | | |
|-----------------|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|
| | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 |
| 0 | M 201 | 76.5 | 16.6 | 2.0 | | M 201 | 76.5 | 16.6 | 2.0 | |
| 0.5 | M 214 | 77.3 | 16.6 | 1.8 | | M 210 | 111.6 | 18.6 | 1.0 | |
| 1 | M 215 | 81.0 | 16.7 | 1.5 | | M 211 | 109.6 | 18.3 | 0.6 | |
| 2 | M 216 | 87.1 | 17.3 | 1.3 | | M 212 | 110.8 | 16.1 | 1.0 | |
| 4 | M 217 | 82.3 | 17.3 | 1.9 | | M 213 | 110.6 | 14.9 | — | |

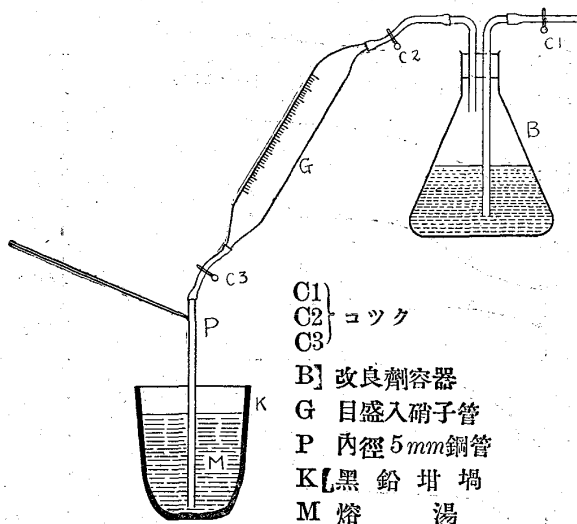
第 54 表 (2) 熱処理せるもの

| 改良劑 添加量 % | ラウタルに TiCl ₄ 添加 | | | | | ラウタルに ZnCl ₂ 添加 | | | | |
|-----------------|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|----------------------------|------------|---------------------------|----------|----|
| | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 | 熔解 番號 | ブリネ ル硬度 | 抗張力 kg/mm ² | 延伸率 % | 摘要 |
| 0 | M 201 | 76.5 | 16.6 | 2.0 | | M 201 | 76.5 | 16.6 | 2.0 | |
| 0.5 | M 206 | 79.6 | 18.0 | 2.0 | | M 202 | 78.0 | 16.9 | 2.0 | |
| 1 | M 207 | 83.5 | 18.6 | 2.0 | | M 203 | 81.5 | 18.3 | 2.3 | |
| 2 | M 208 | 84.1 | 19.8 | 2.0 | | M 204 | 84.2 | 19.2 | 2.0 | |
| 4 | M 209 | 87.8 | 20.6 | 2.0 | | M 205 | 85.7 | 19.6 | 2.0 | |

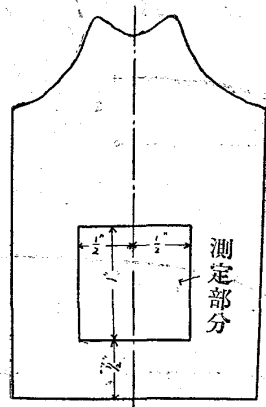
第 55 表

| 添加量 % | SiCl ₄ | | | | | | SnCl ₄ | | | | | | TiCl ₄ | | | | | | ZnCl ₂ | | | | | |
|----------|-------------------|-------|------------------|------|----------|-------|-------------------|-------|----------|------|------------------|-------|-------------------|-----|------------------|-----|----------|-----|-------------------|-----|----------|-----|------------------|--|
| | 熔解 番號 | | 衝撃抗力 kg. m/cm | | 熔解 番號 | | 衝撃抗力 kg. m/cm | | 熔解 番號 | | 衝撃抗力 kg. m/cm | | 熔解 番號 | | 衝撃抗力 kg. m/cm | | 熔解 番號 | | 衝撃抗力 kg. m/cm | | 熔解 番號 | | 衝撃抗力 kg. m/cm | |
| | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | 處理前 | 處理後 | | |
| 0 | M218 | 0.069 | 0.125 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 0.5 | M227 | 0.084 | 0.130 | M223 | 0.060 | 0.120 | M231 | 0.062 | 0.110 | M219 | 0.094 | 0.147 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | M223 | 0.084 | 0.140 | M224 | 0.060 | 0.123 | M232 | 0.062 | 0.090 | M220 | 0.110 | 0.160 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | M229 | 0.085 | 0.130 | M225 | 0.056 | 0.121 | M233 | 0.062 | 0.090 | M221 | 0.094 | 0.160 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | M230 | 0.107 | 0.140 | M226 | 0.067 | 0.120 | M234 | 0.073 | 0.110 | M222 | 0.072 | 0.172 | | | | | | | | | | | | |

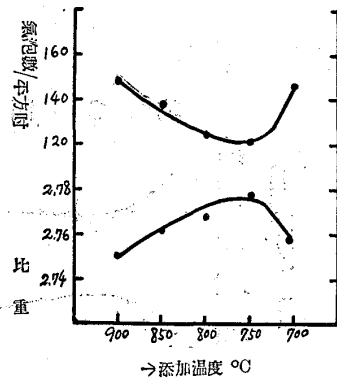
第 1 圖



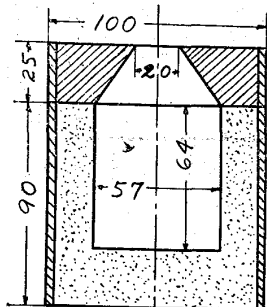
第 4 圖



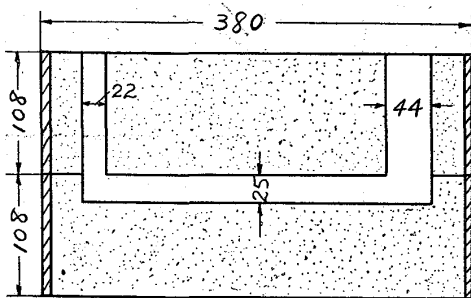
第 5 圖



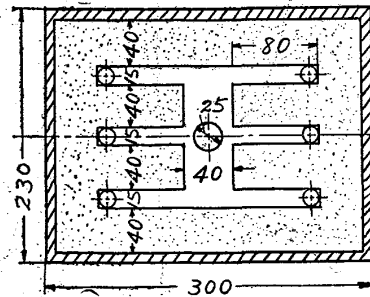
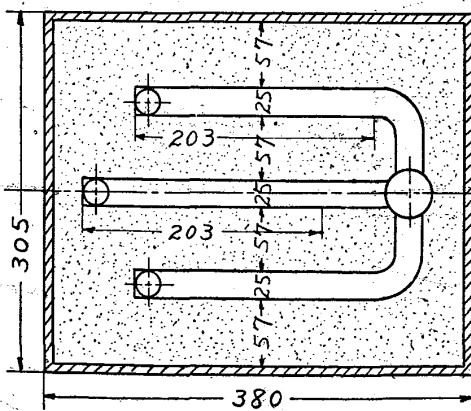
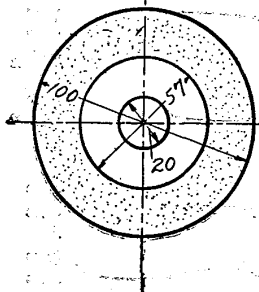
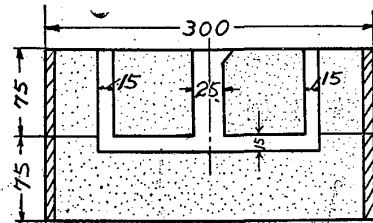
第 2 圖



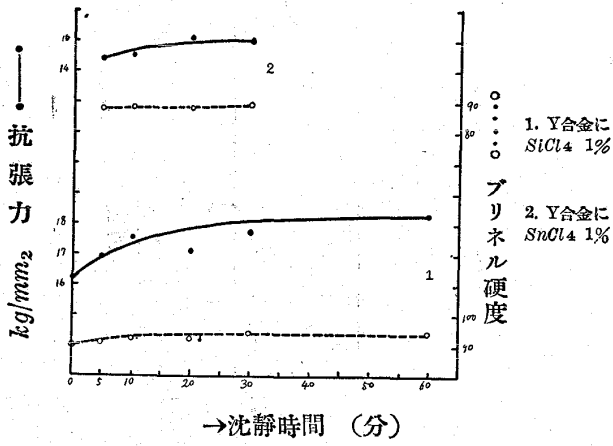
第 3 圖 A 尺度mm.



第 3 圖 B

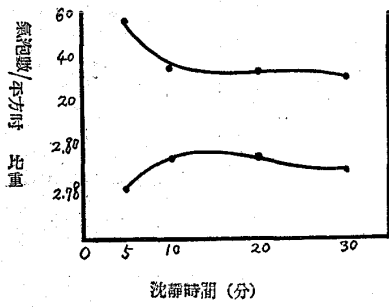


第 7 圖



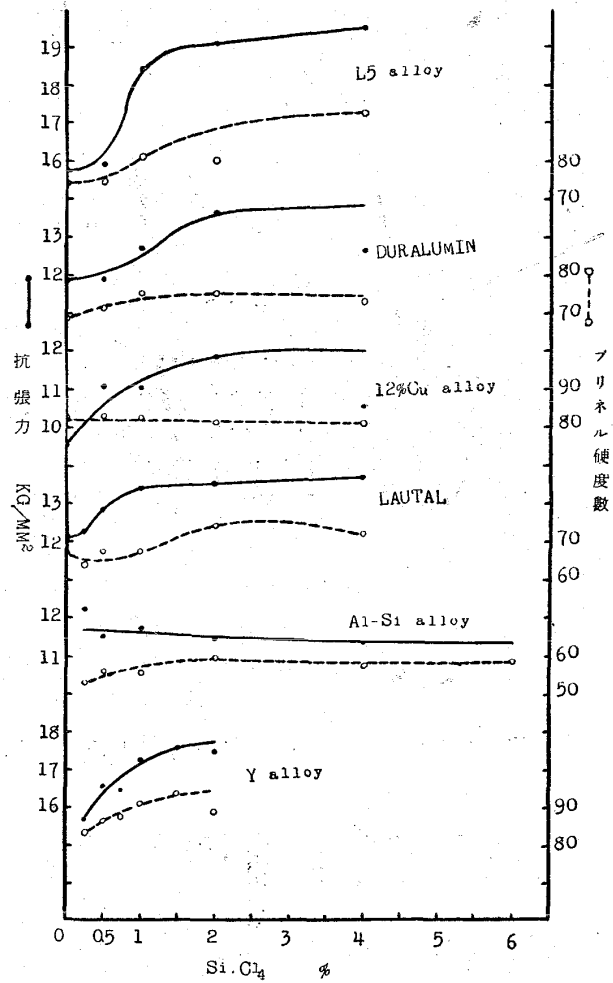
→沈靜時間 (分)

第 8 圖

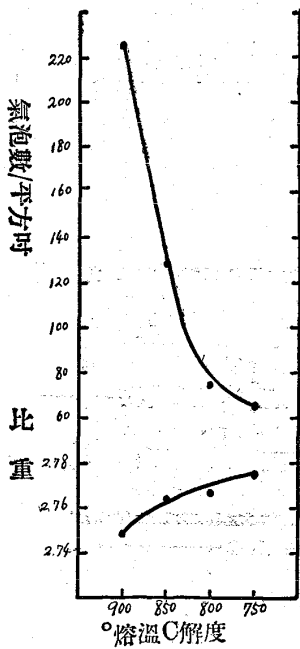


沈靜時間 (分)

第 10 圖

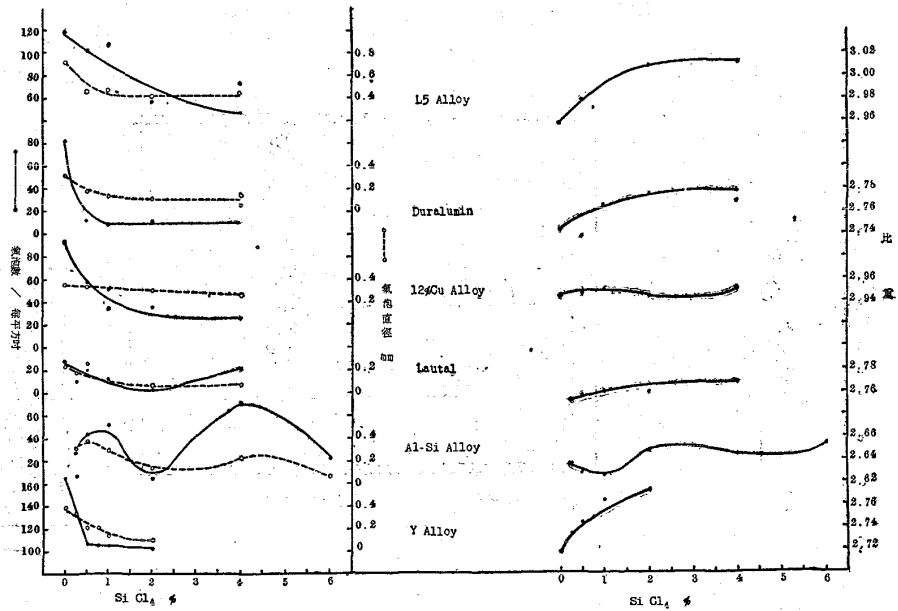


第 6 圖

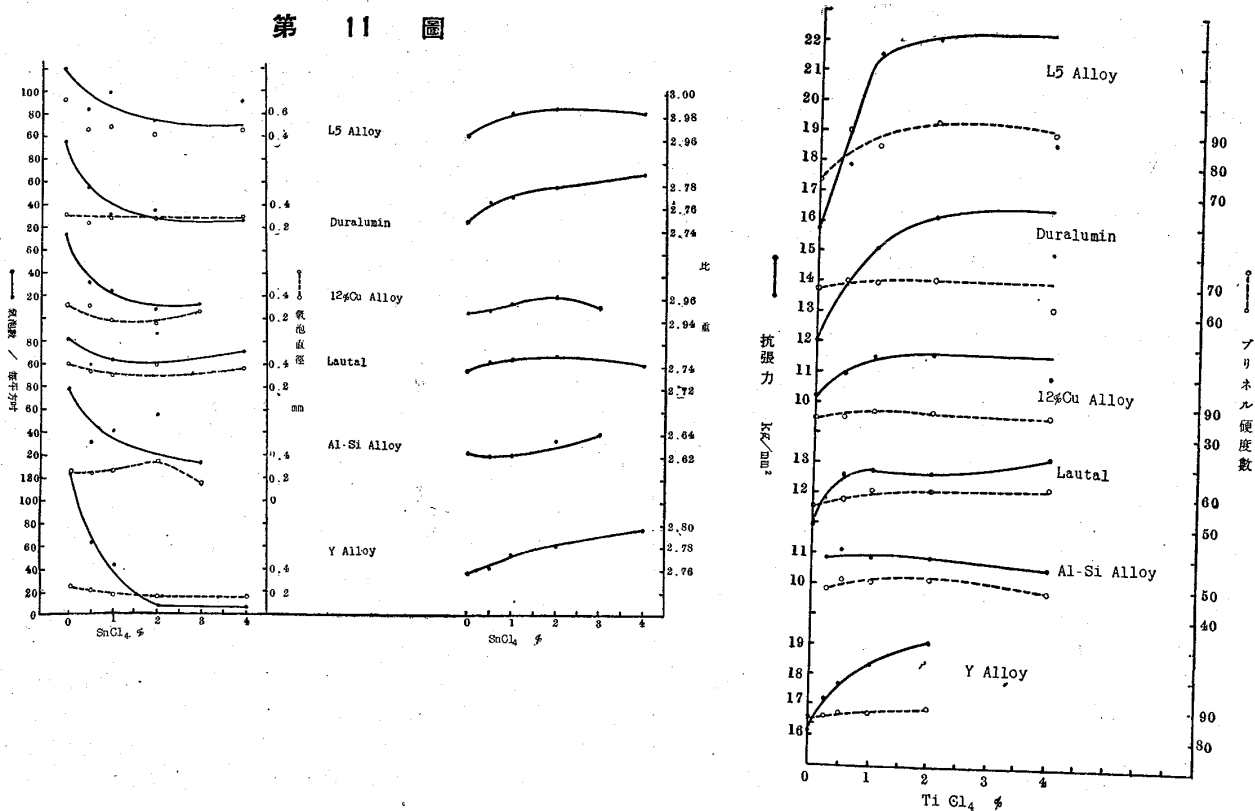


○熔温C解度

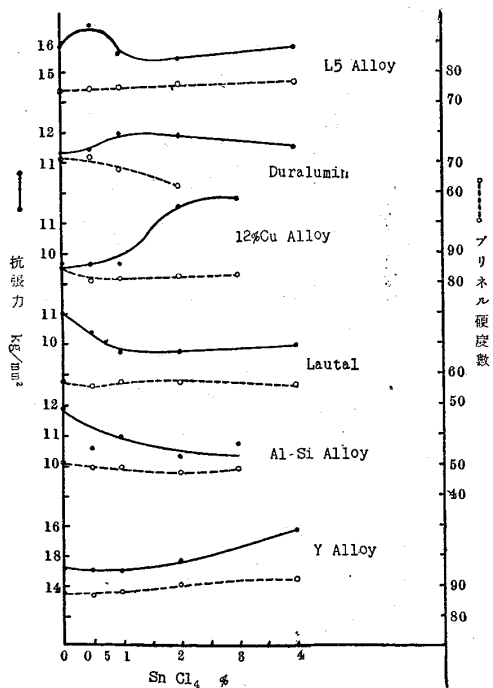
第 9 圖



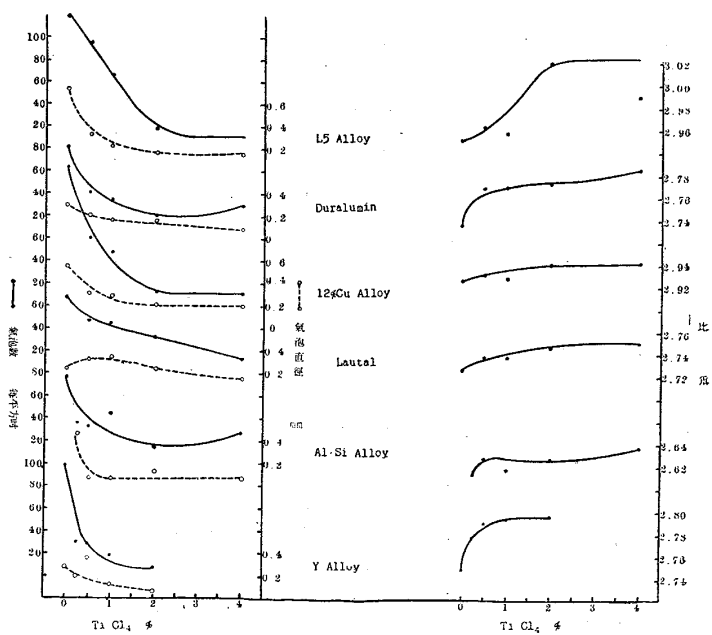
第 14 圖



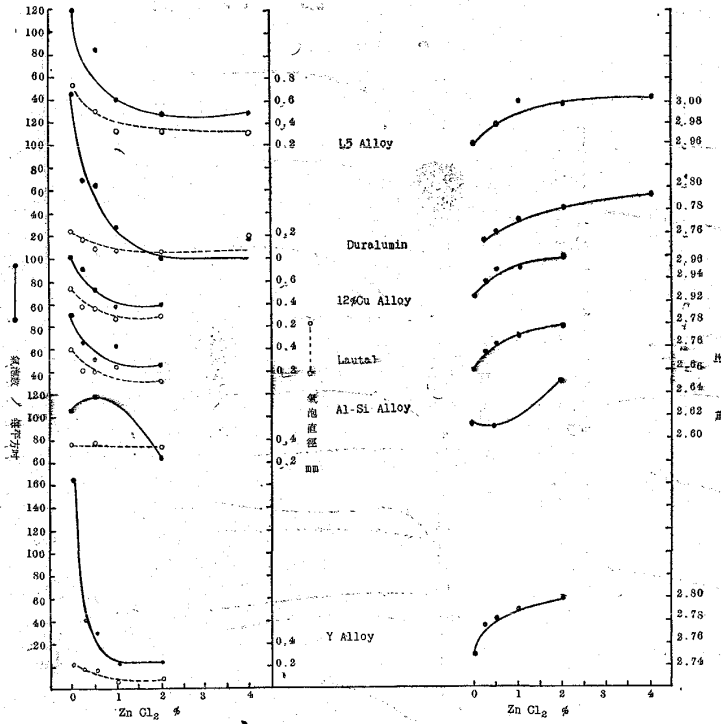
第 12 圖



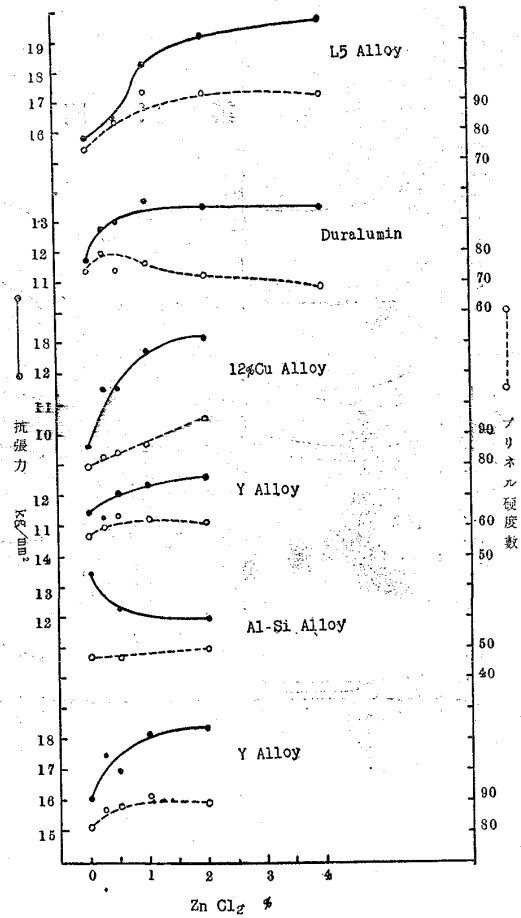
第 13 圖



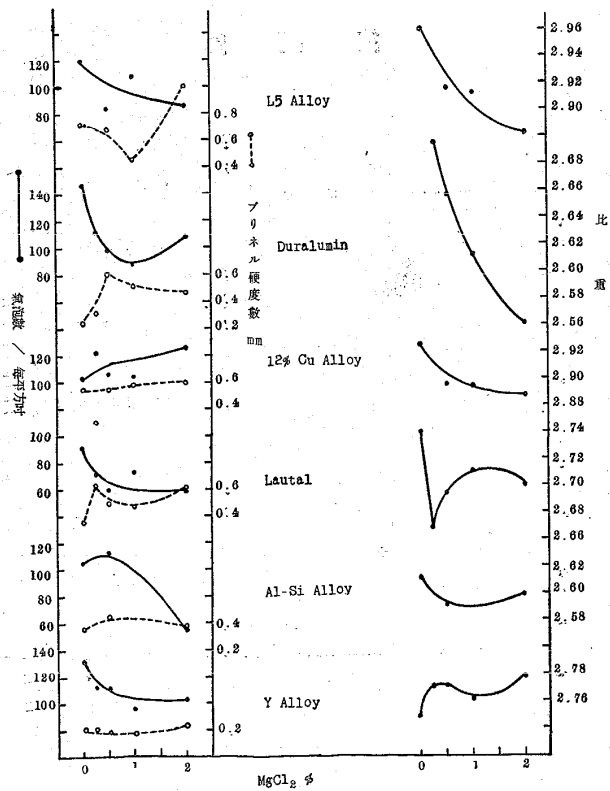
第 15 圖



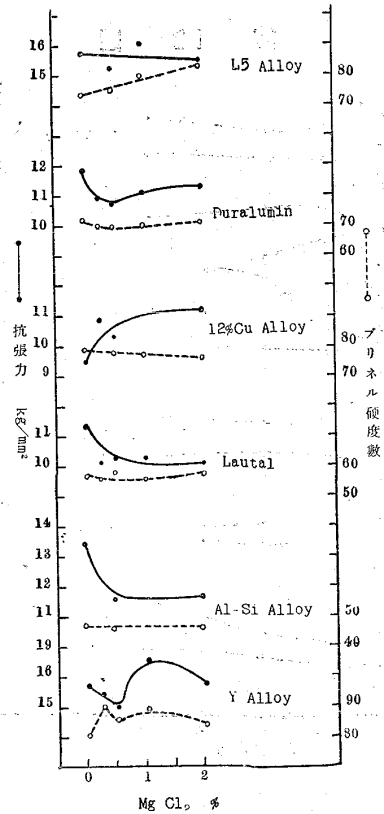
第 16 圖



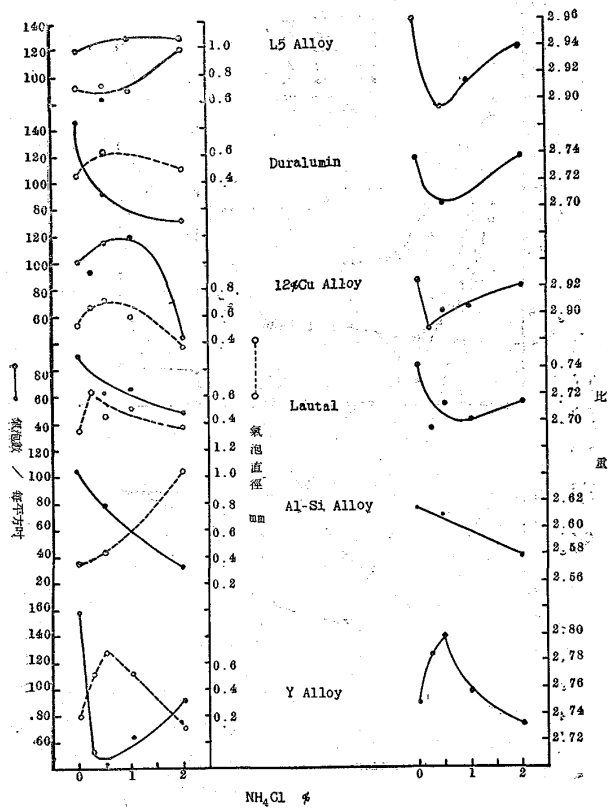
第 17 圖



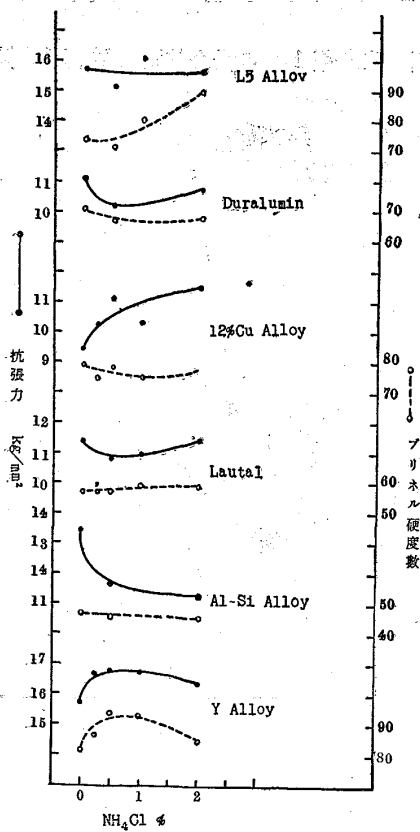
第 18 圖



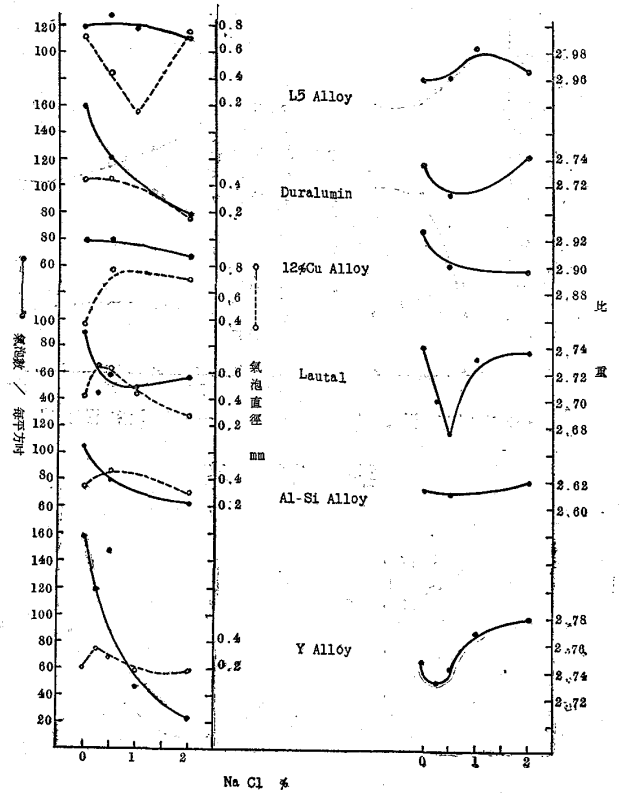
第 19 圖



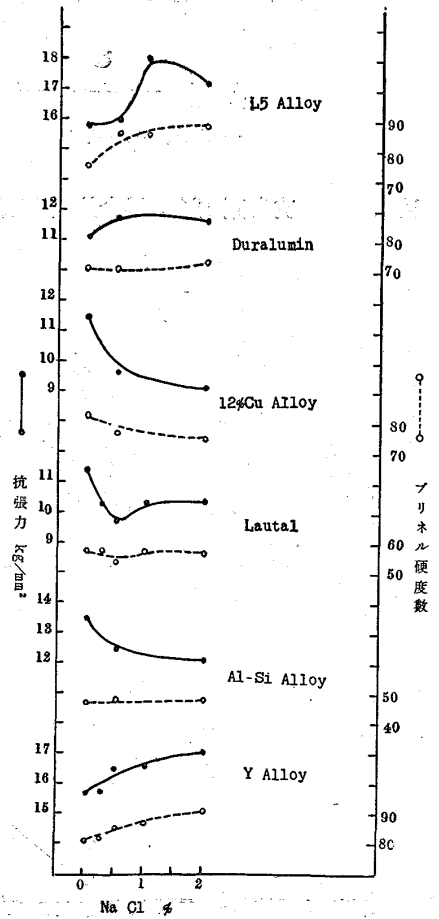
第 20 圖



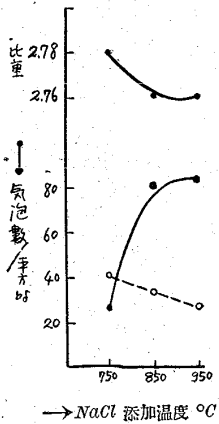
第 21 圖



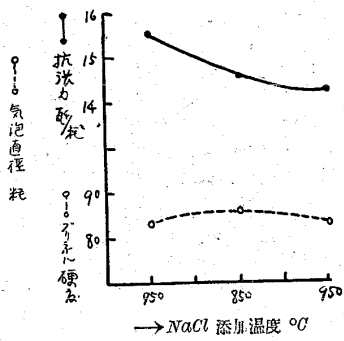
第 22 圖



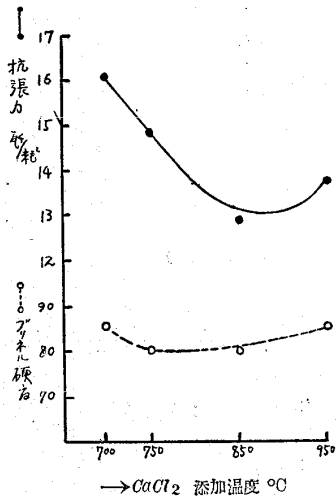
第 23 圖



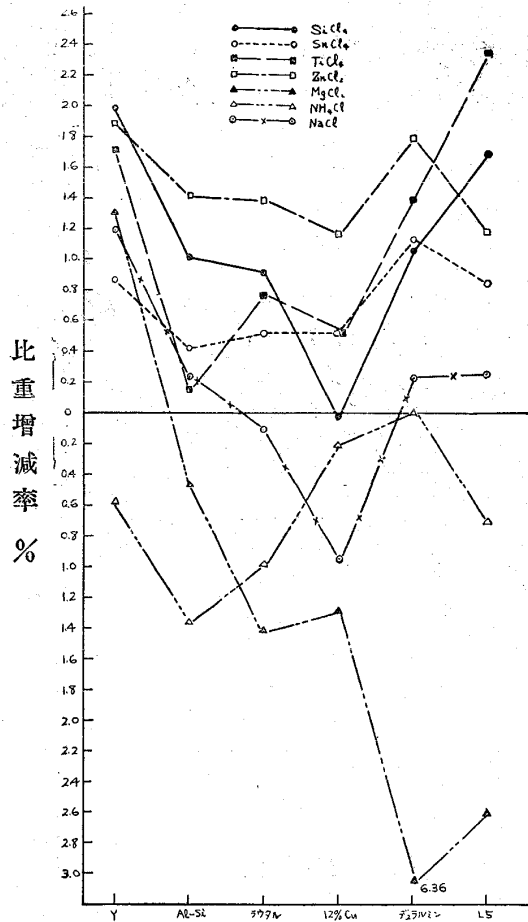
第 24 圖



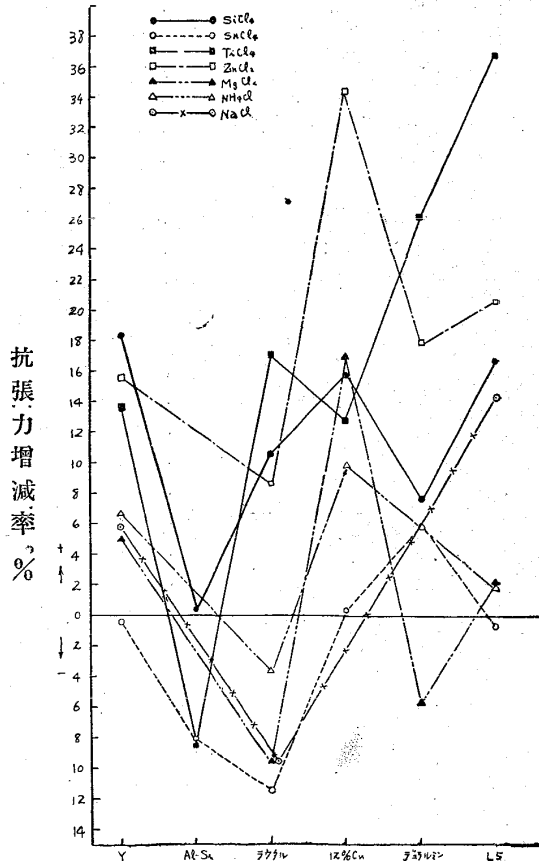
第 25 圖



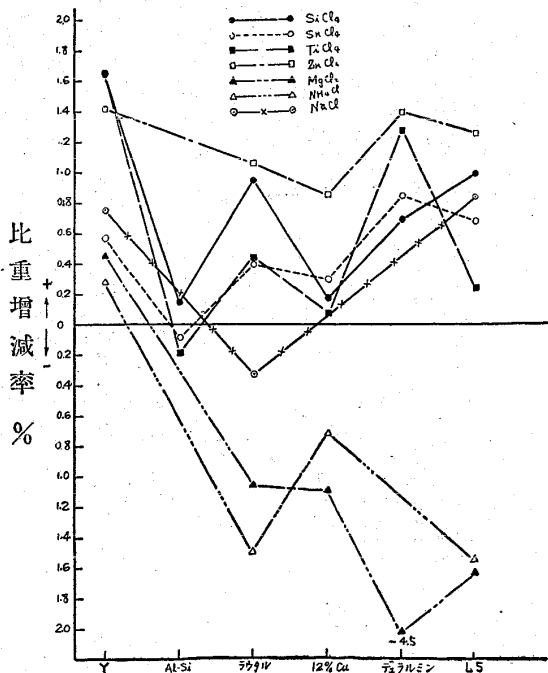
第 27 圖 改良劑 2% の場合比重増減率比較



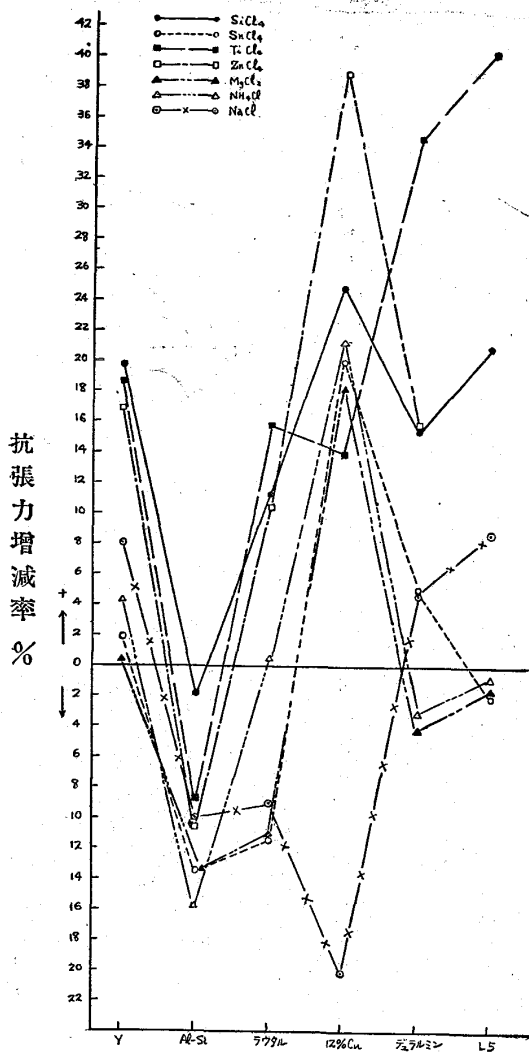
第 28 圖 改良劑 1% の場合抗張力増減率比較



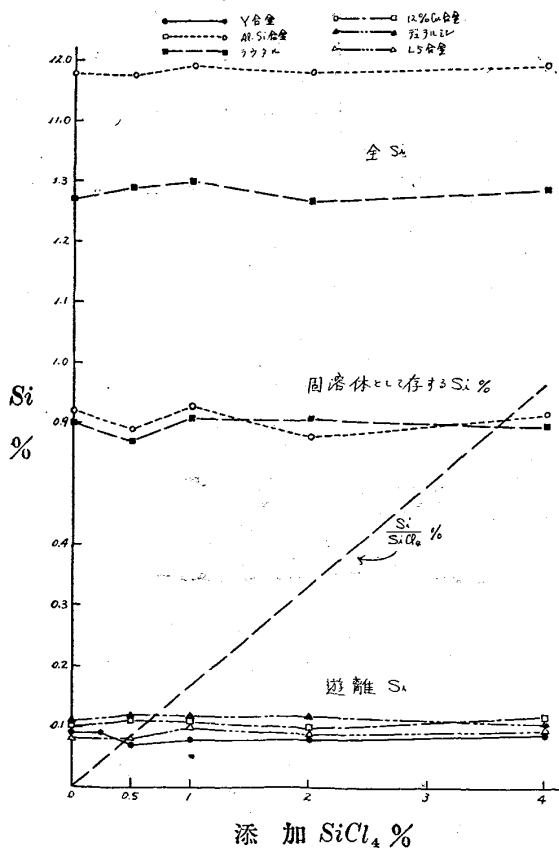
第 26 圖 改良劑 1% の場合比重増減率比較



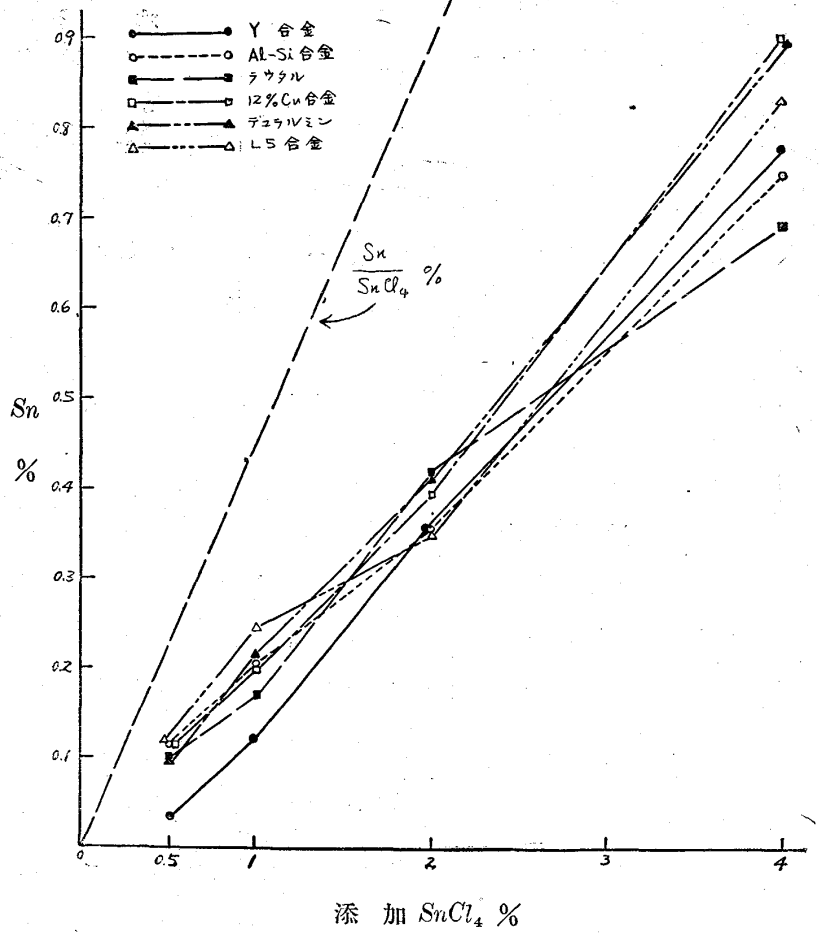
第 29 圖 改良剤 2% の場合抗張力増減率比較



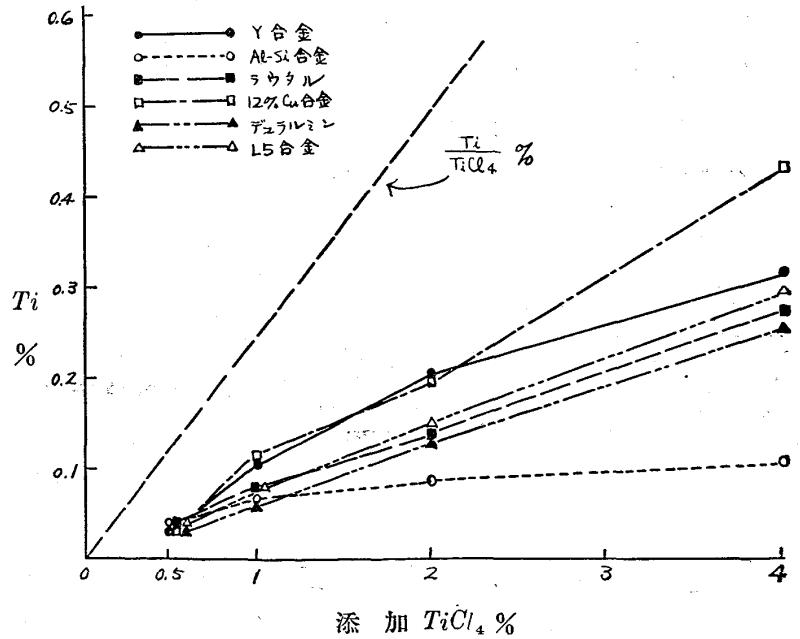
第 30 圖



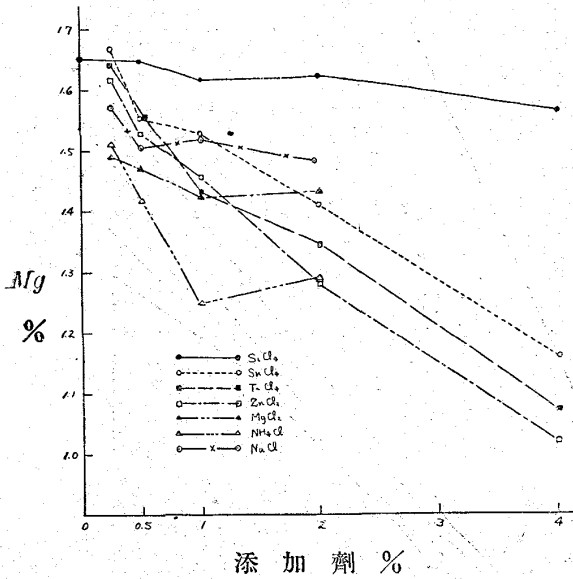
第 31 圖



第 32 圖

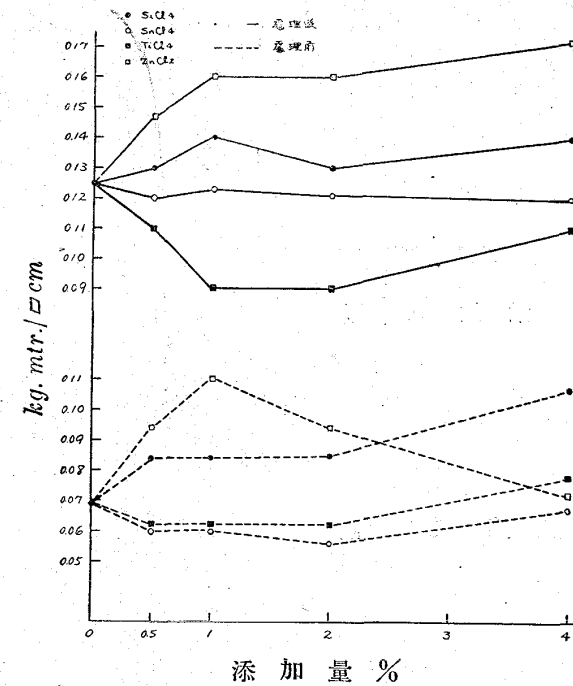


第 35 圖



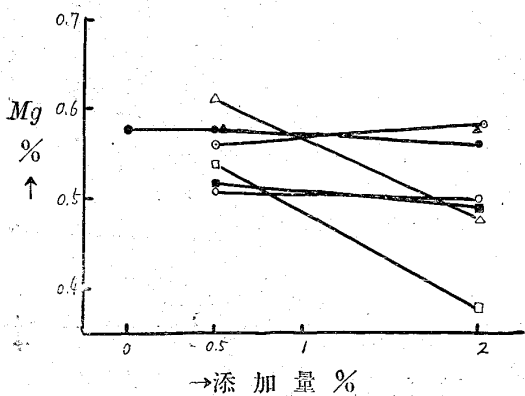
添加劑 %

第 39 圖



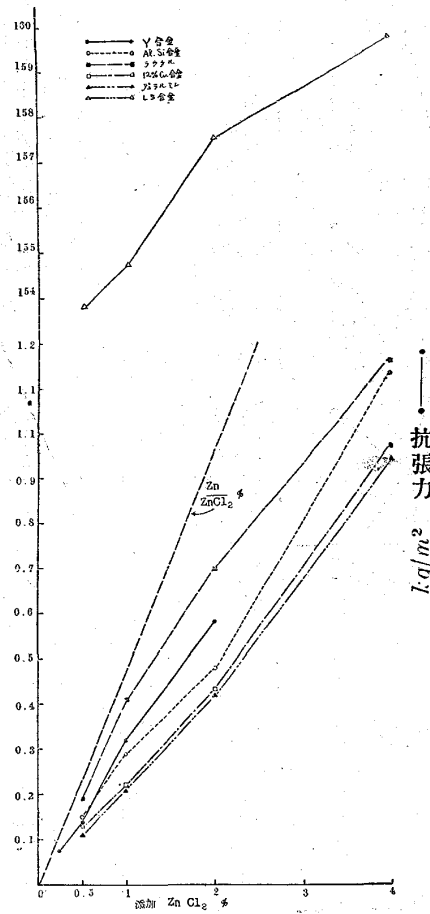
添加量 %

第 36 圖 デュラルミンの Mg 含有量に及ぼす各種改良劑の影響



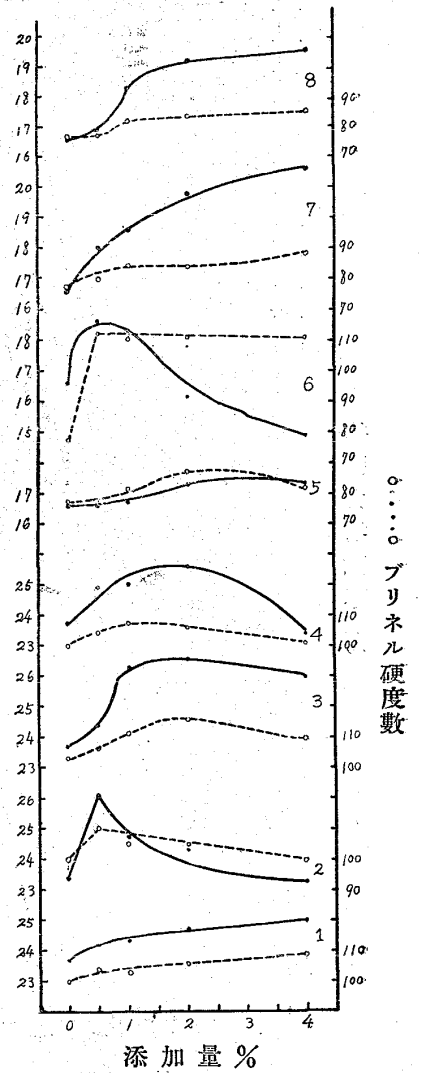
添加量 %

第 33 圖



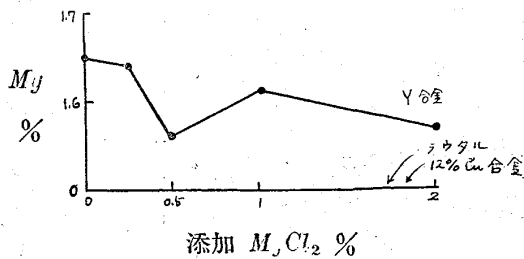
第 34 圖

第 37 圖 熱處理せるもの



添加量 %

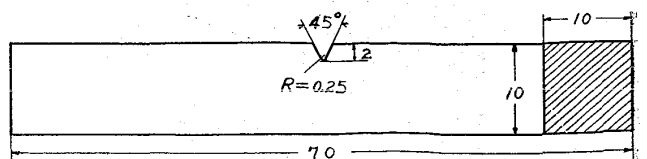
- 1 Y Alloy に SiCl₄
- 2 " SnCl₄
- 3 " TiCl₄
- 4 " ZnCl₂
- 5 Lautal に SiCl₄
- 6 " SnCl₄
- 7 " TiCl₄
- 8 " ZnCl₂



添加 Mg₂Cl₂ %

第 38 圖 (單位、mm)

- SiCl₄
- SnCl₄
- TiCl₄
- ZnCl₂
- ▲ MgCl₂
- △ NH₄Cl
- ⊙ NaCl



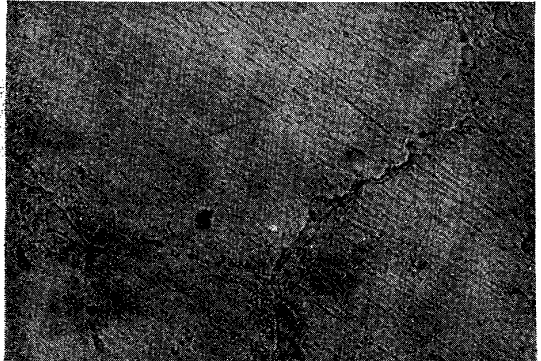
顯微鏡寫眞 No. 1—12 (原寫眞約 80×58mm のものを 58×40mm に縮寫す印刷の倍率は原寫眞のものとする)

No. 1



M341 Y 合金 ×150
MgCl₂ 0.25% 添加
腐蝕劑 HF

No. 2



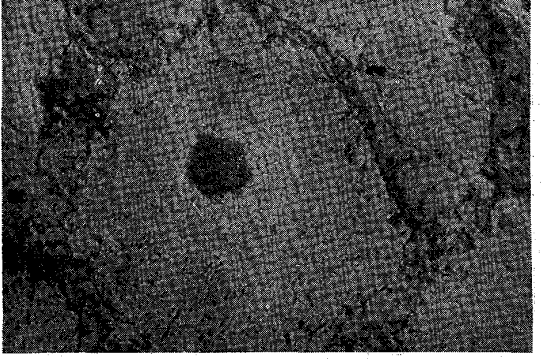
M301 デュラルミン ×300
NH₄Cl₂ 0.25% 添加
腐蝕劑 HF

No. 3



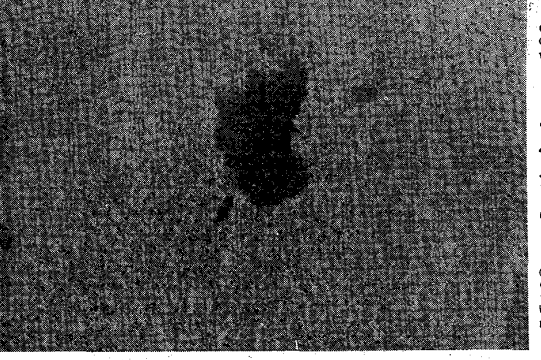
M171 ラウダル ×150
TiCl₄ 0.5% 添加
腐蝕劑 HF

No. 4



M283 12%Cu 合金 ×500
NH₄Cl₂ 0.5% 添加
腐蝕劑 10%NaOH

No. 5



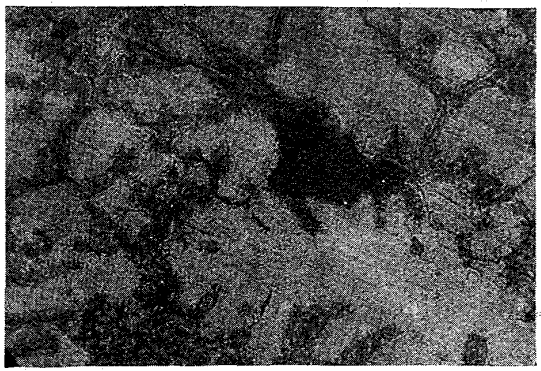
M408 Al-Si 合金 ×100
(12%Si)
MgCl₂ 2% 添加
腐蝕劑 10%NaOH

No. 6



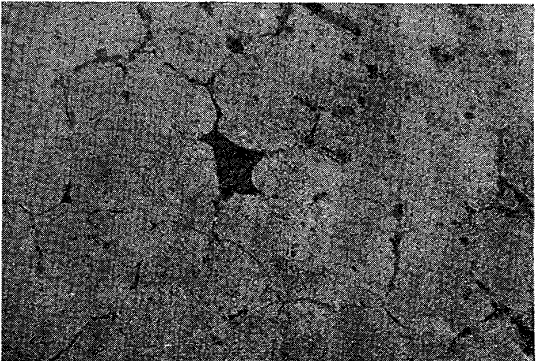
M433 L5 合金 ×100
NH₄Cl₂ 2% 添加
腐蝕劑 HF

No. 7



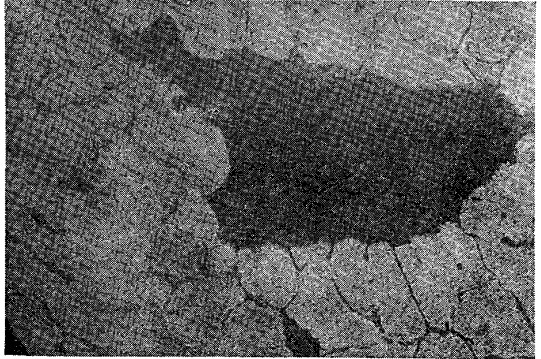
M320 Y 合金 ×100
改良劑添加せず
腐蝕劑 10%NaOH

No. 8



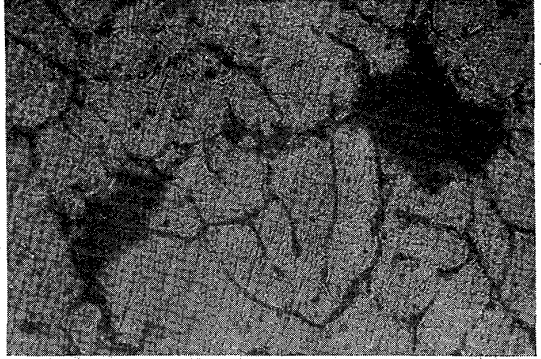
M293 デュラルミン ×100
ZnCl₂ 1% 添加
腐蝕液 10%NaOH

No. 9



M256 ラウダル ×100
改良劑添加せず
腐蝕劑 10%NaOH

No. 10



M262 ラウダル ×200
NH₄Cl₂ 0.5% 添加
腐蝕劑 10%NaOH

No. 11



M274 12%Cu 合金 ×100
ZnCl₂ 0.25% 添加
腐蝕劑 10%NaOH

No. 12



M283 12%Cu 合金 ×100
NH₄Cl₂ 0.5% 添加
腐蝕劑 10%NaOH

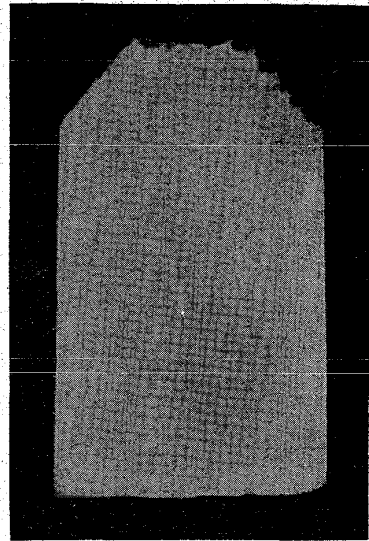
改良劑添加後鑄込までの時間の影響 改良劑 $SiCl_4$ 1%

寫眞 No. 1—8

No. 1 改良劑添加せず

No. 2 2分

No. 3 5分



M. 13

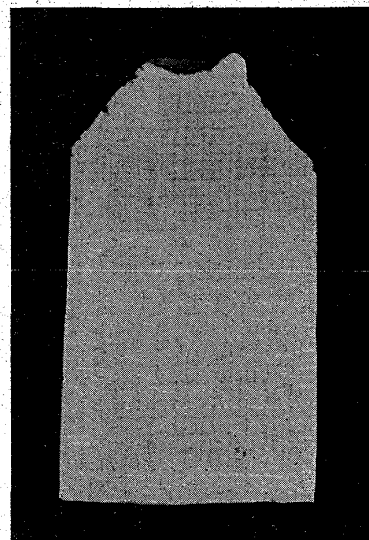
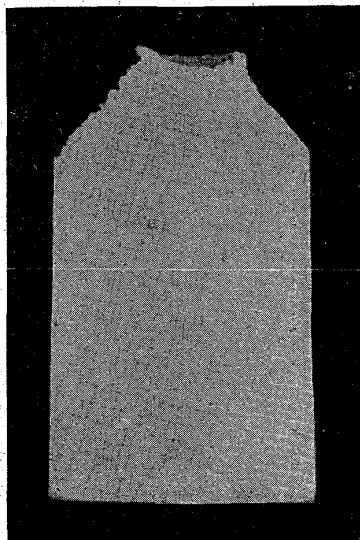
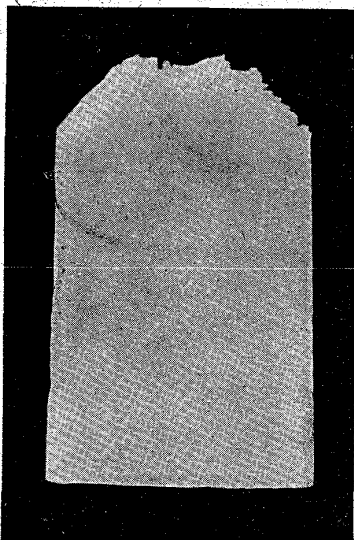
M. 17

M. 18 B

No. 4 10分

No. 5 15分

No. 6 20分



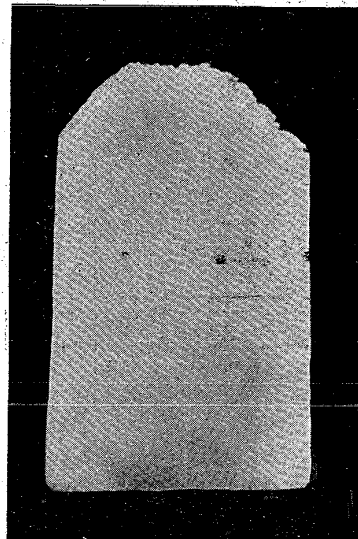
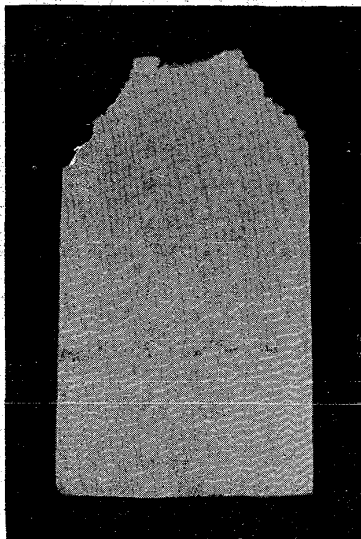
M. 19 A

M. 20

M. 21

No. 7 30分

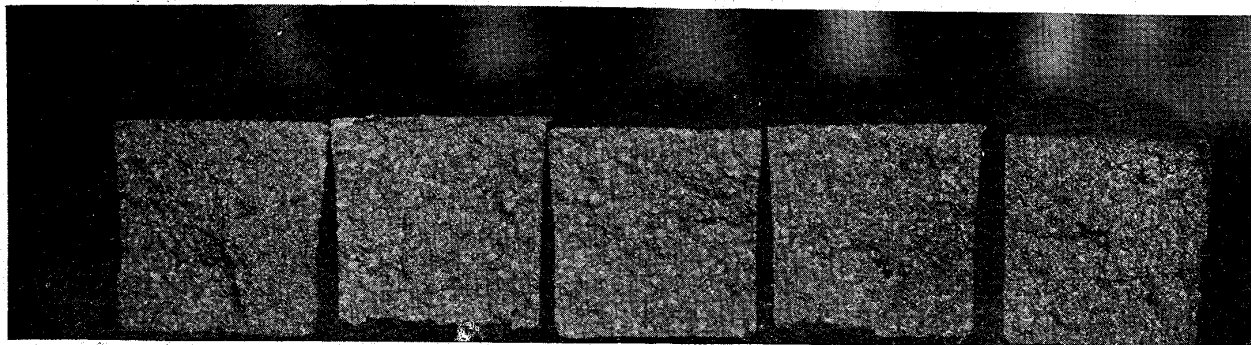
No. 8 45分



M. 27

M. 28 A

寫眞 No. 9



F 155

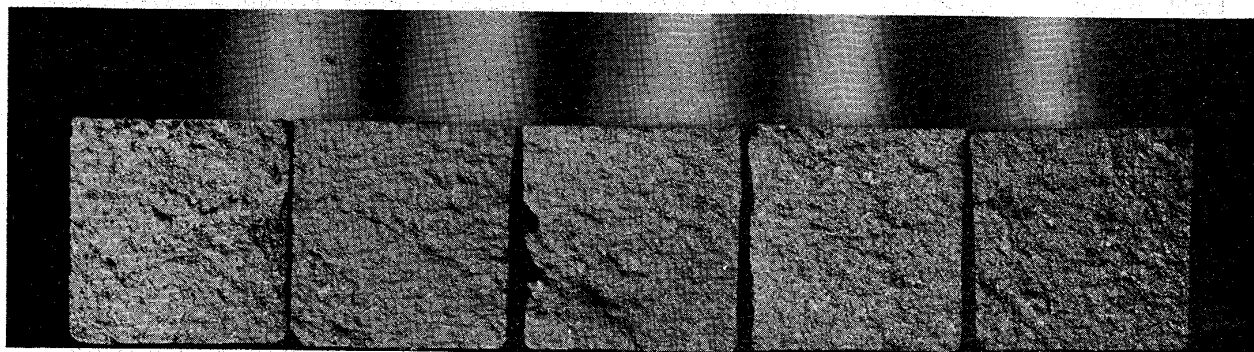
F 156

F 157

F 158

F 159

寫眞 No. 10



M. 133

M. 130

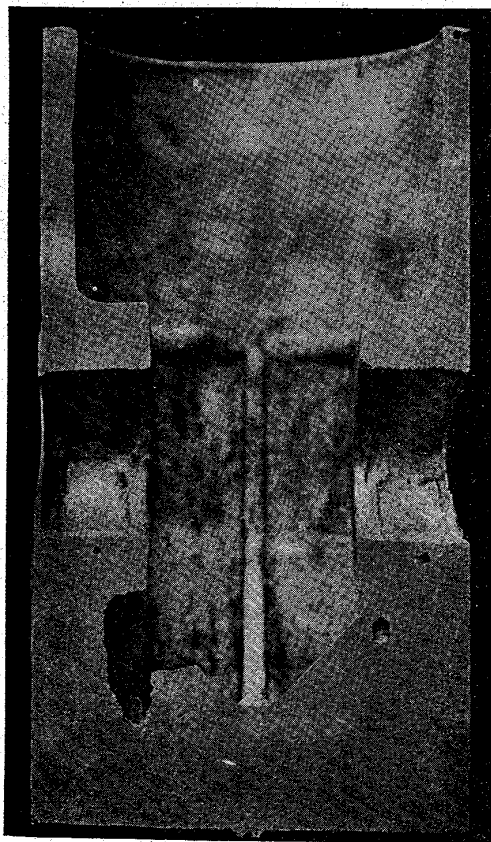
M. 131

M. 132

M. 134

寫眞 No. 11

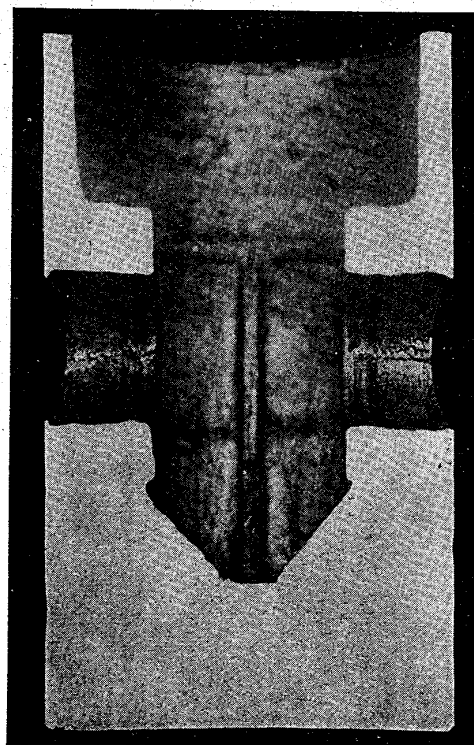
M. 60



處理せざるもの

寫眞 No. 12

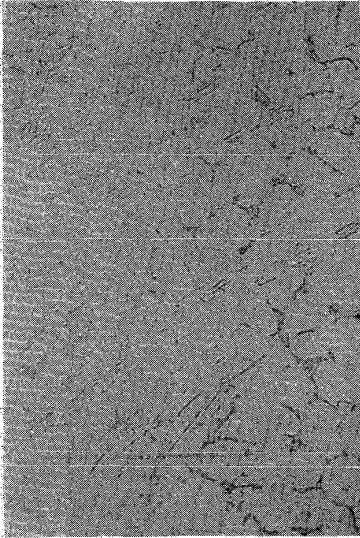
M. 62



SiCl₄ 1% にて處理したるもの

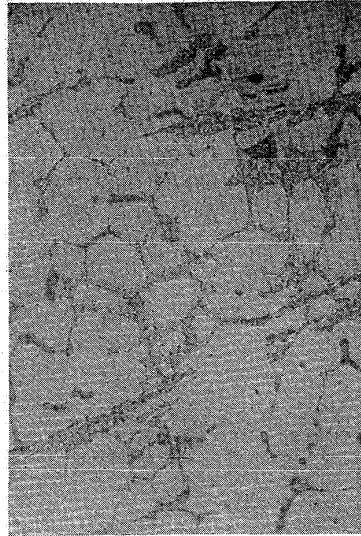
(No. 13—80 は原寫眞 58mm を 39mm に縮寫したるもの)

No. 13 ×100



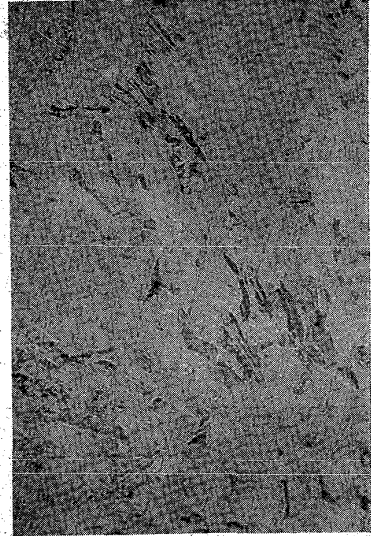
Y合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑なし

No. 14 ×100



Y合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 SiCl₄ 4%

No. 15 ×100



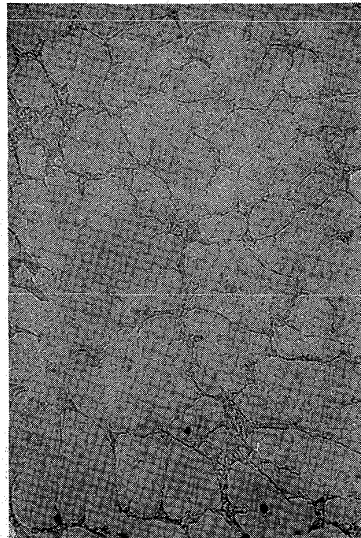
Y合金 (熱處理せるもの)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑なし

No. 16



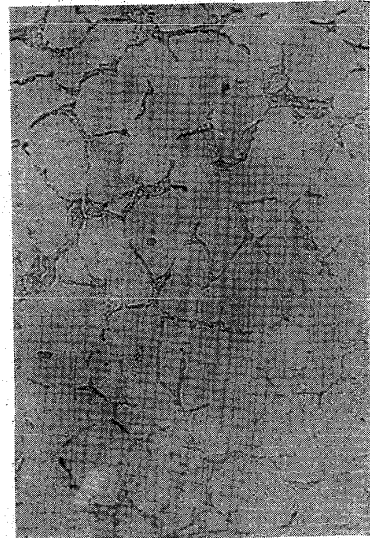
Y合金 (熱處理せるもの)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 SiCl₄ 4%

No. 17 ×100



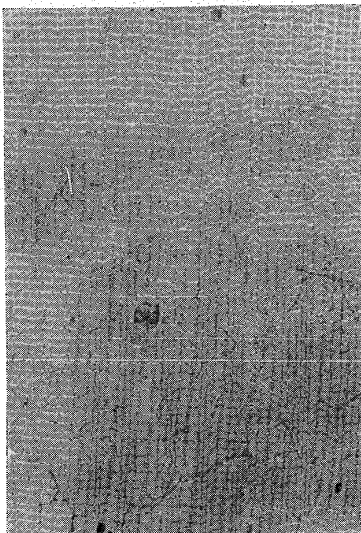
12% Cu 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑なし

No. 18 ×100



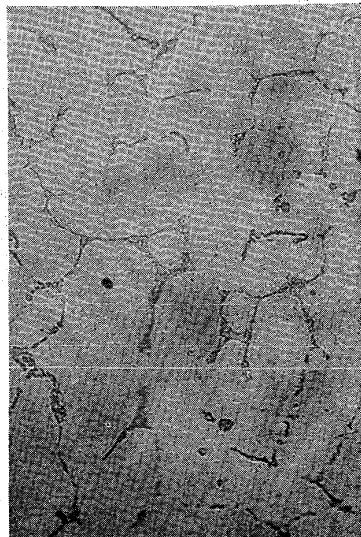
12% Cu 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 SiCl₄ 4%

No. 19 ×100



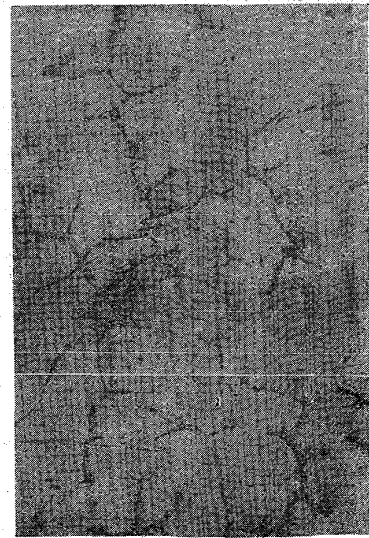
ラウタル
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑なし

No. 20 ×100



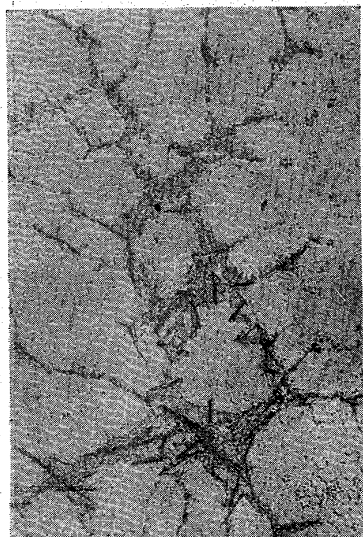
ラウタル
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 SiCl₄ 4%

No. 21 ×100



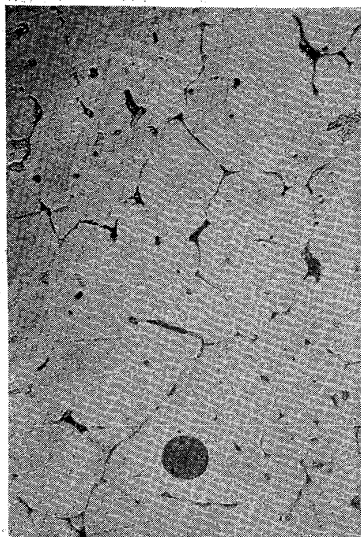
ラウタル (熱處理せるもの)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑なし

No. 22 ×100



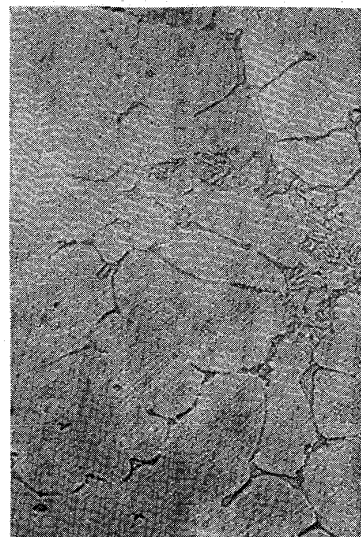
ラウダル (熱処理せるもの)
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $SiCl_4$ 4%

No. 23 ×100



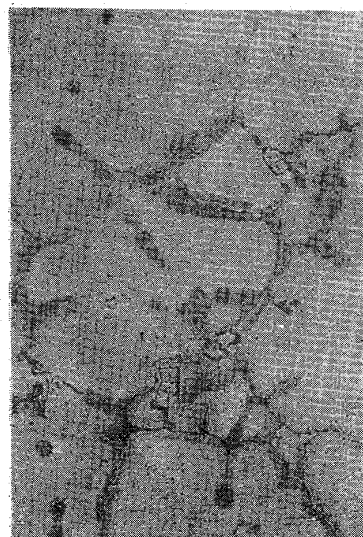
デュラルミン
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤なし

No. 24 ×100



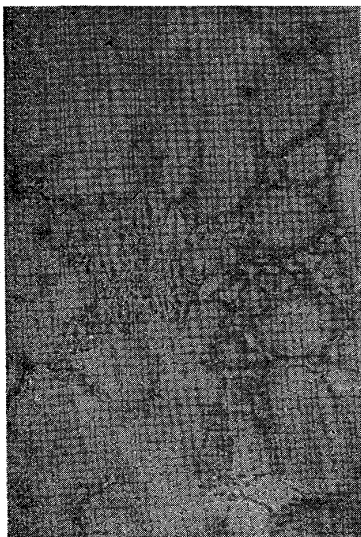
デュラルミン
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $SiCl_4$ 4%

No. 25 ×100



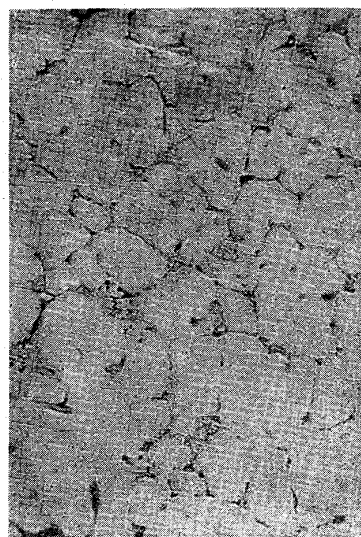
L5 合金
腐蝕剤 HF
改良剤なし

No. 26 ×100



L5 合金
腐蝕剤 HF
改良剤 $SiCl_4$ 4%

No. 27 ×100



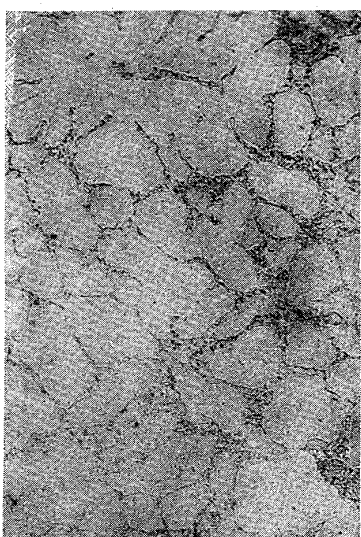
Y 合金
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤なし

No. 28 ×100



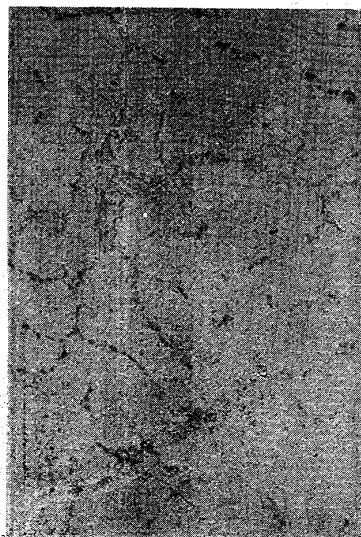
Y 合金
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $SnCl_4$ 4%

No. 29 ×100



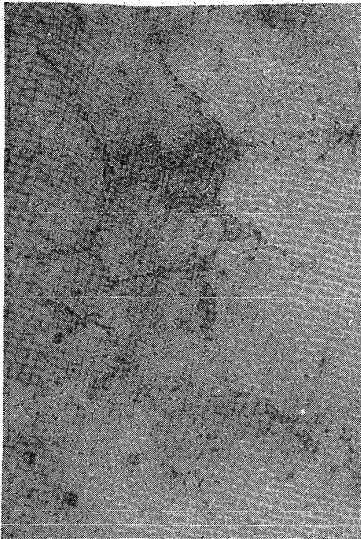
12% Cu 合金
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $SnCl_4$ 4%

No. 30 ×100



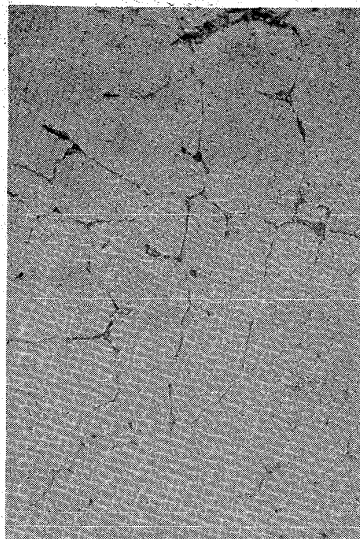
ラウダル
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $SnCl_4$ 4%

No. 31 ×100



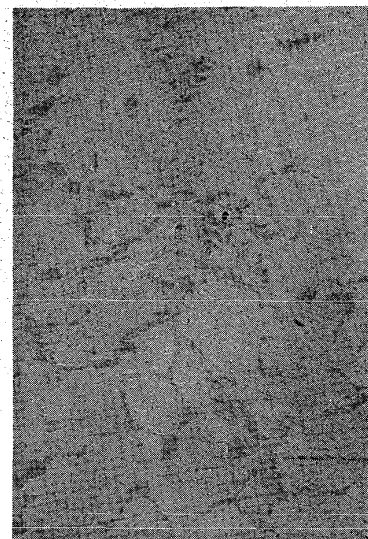
アルミナル (熱處理せるもの)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 SnCl₄ 4%

No. 32 ×100



デュラルミン
腐蝕劑 HF
改良劑 SnCl₄ 4%

No. 33 ×100



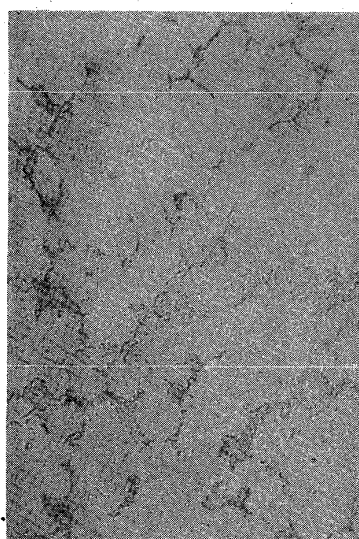
デュラルミン (熱處理せるもの)
腐蝕劑 HF
改良劑 SnCl₄ 4%

No. 34 ×100



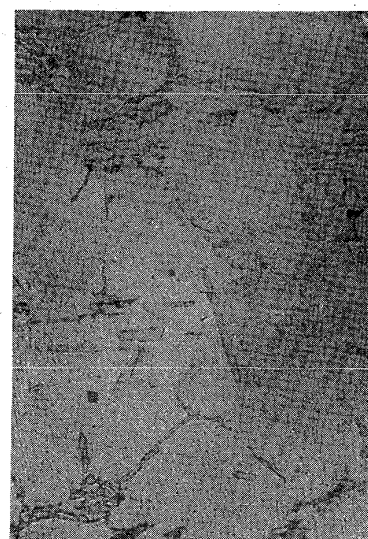
L5 合金
腐蝕劑 HF
改良劑 SnCl₄ 4%

No. 35 ×100



Y 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 TiCl₄ 4%

No. 36 ×200



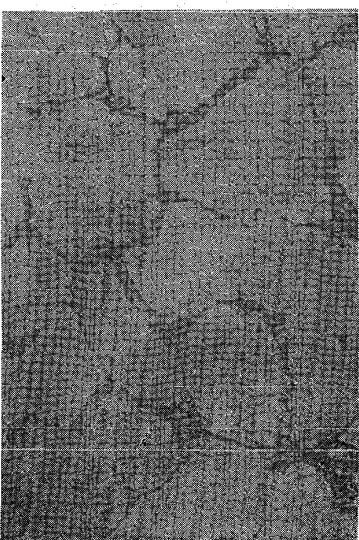
Y 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 TiCl₄ 2%

No. 37 ×200



Y 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 TiCl₄ 4%

No. 38 ×200



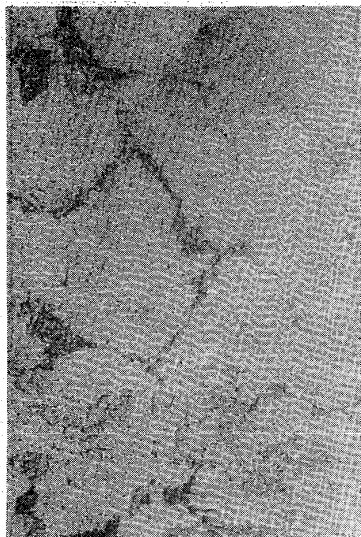
12% Cu 合金
腐蝕劑 HF
改良劑 TiCl₄ 2%

No. 39 ×200



12% Cu 合金
腐蝕劑 HF
改良劑 TiCl₄ 4%

No. 40 ×200



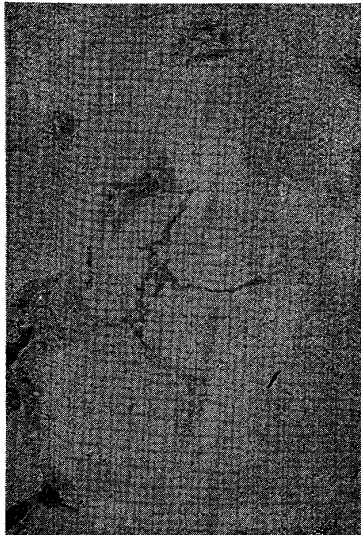
ラウタル
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $TiCl_4$ 2%

No. 43 ×200



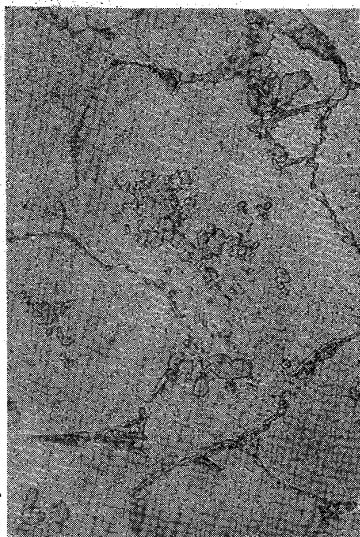
ラウタル (熱処理せるもの)
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $TiCl_4$ 4%

No. 46 ×200



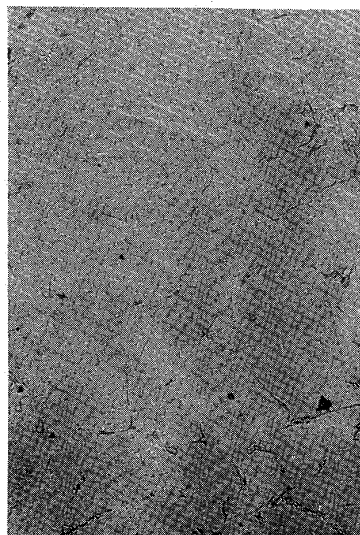
L5 合金
腐蝕剤 HF
改良剤 $TiCl_4$ 2%

No. 41 ×200



ラウタル
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $TiCl_4$ 4%

No. 44 ×100



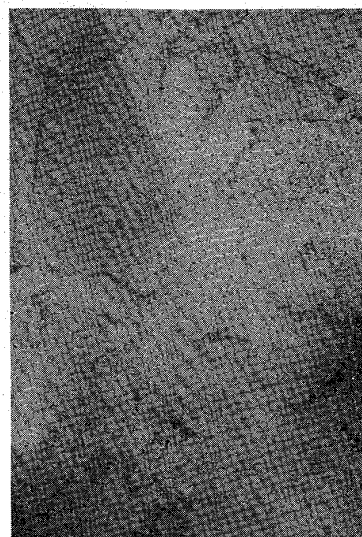
デュラルミン
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $TiCl_4$ 4%

No. 47 ×200



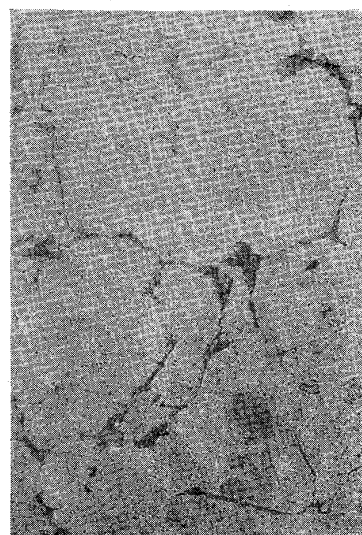
L5 合金
腐蝕剤 HF
改良剤 $TiCl_4$ 4%

No. 42 ×200



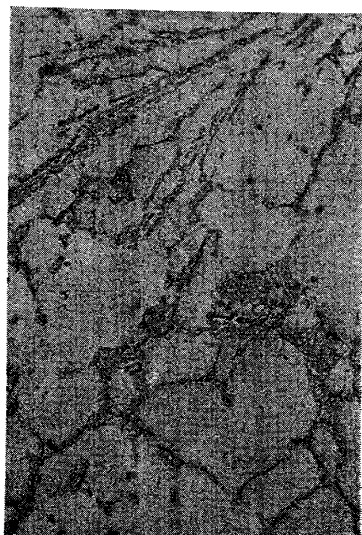
ラウタル (熱処理せるもの)
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $TiCl_4$ 2%

No. 45 ×200



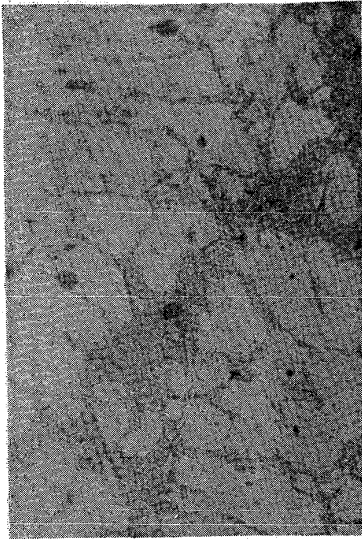
デュラルミン
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 $TiCl_4$ 4%

No. 48 ×100



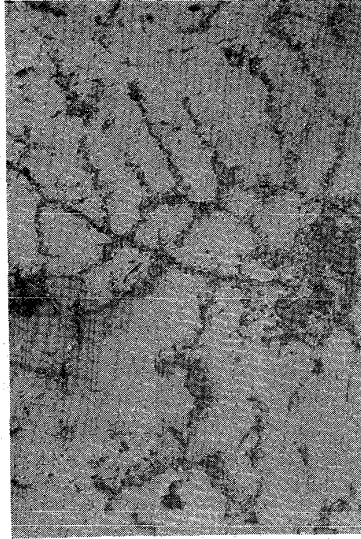
Y 合金
腐蝕剤 HF
改良剤 $ZnCl_2$ 4%

No. 49 ×100



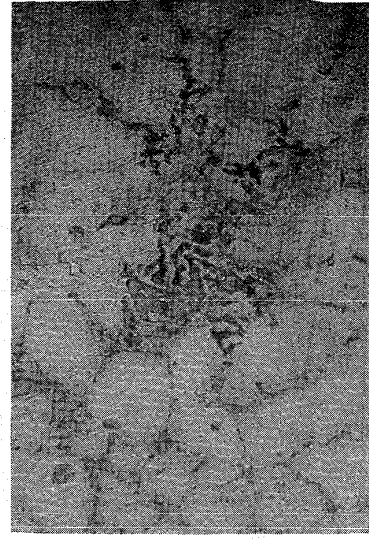
12% Cu 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 ZnCl₂ 2%

No. 50 ×100



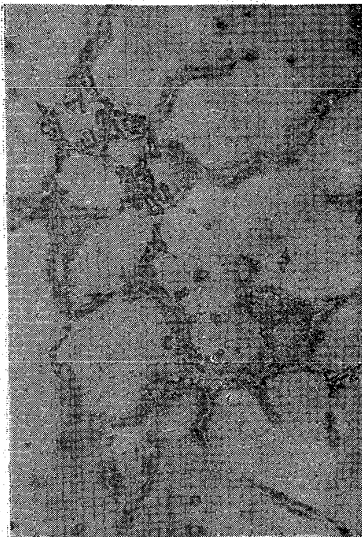
ラウタル
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 ZnCl₂ 2%

No. 51 ×100



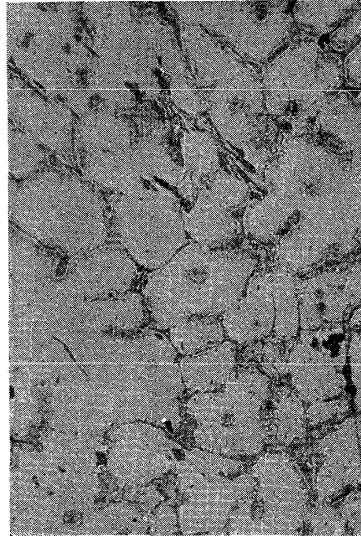
デニラルミン
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 ZnCl₂ 2%

No. 52 ×100



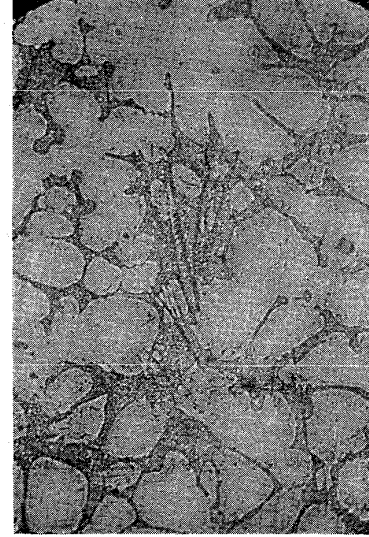
L5合金
腐蝕劑 HF
改良劑 ZnCl₂ 4%

No. 53 ×100



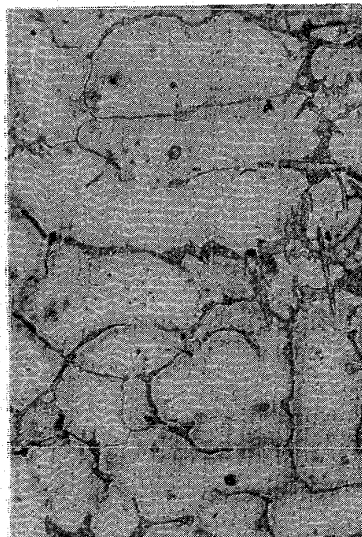
Y 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 MgCl₂ 2%

No. 54 ×100



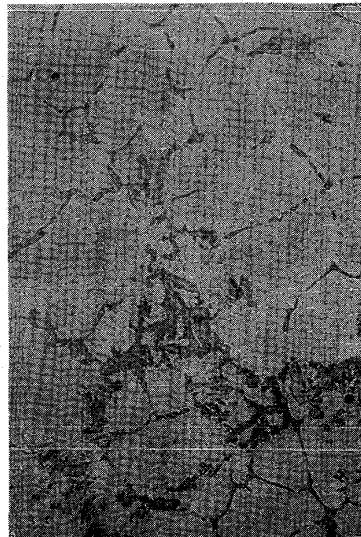
12% Cu 合金
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 MgCl₂ 2%

No. 55 ×100



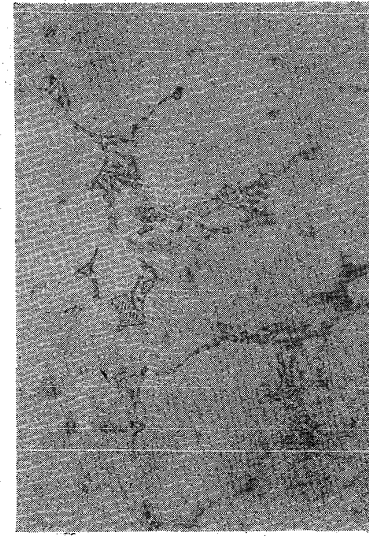
ラウタル
腐蝕劑 HF
改良劑 MgCl₂ 2%

No. 56 ×100



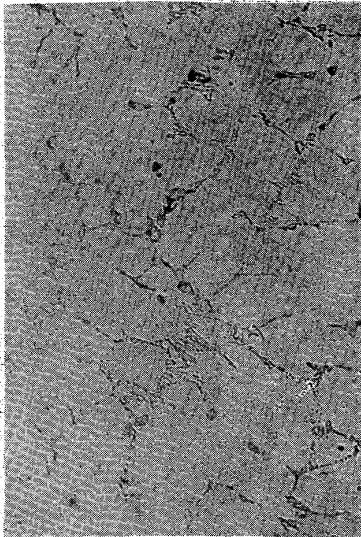
デニラルミン
腐蝕劑 HF
改良劑 MgCl₂ 2%

No. 57 ×100



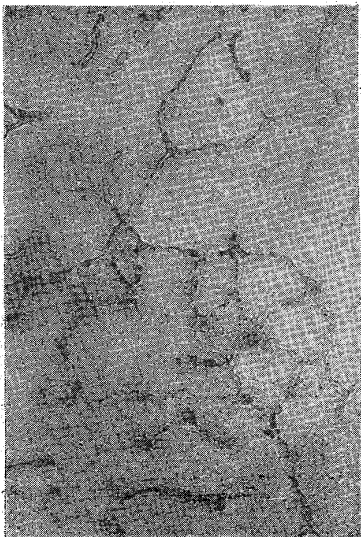
L5 合金
腐蝕劑 HF
改良劑 MgCl₂ 2%

No. 58 ×100



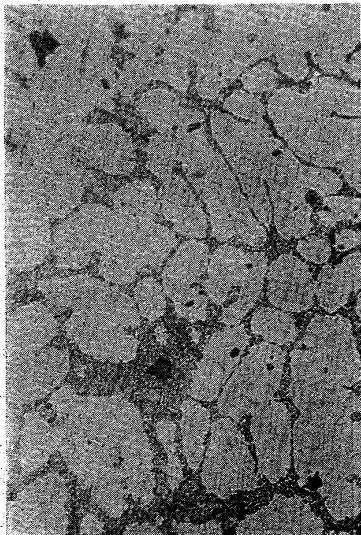
Y 合金
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 NH₄Cl 4%

No. 61 ×100



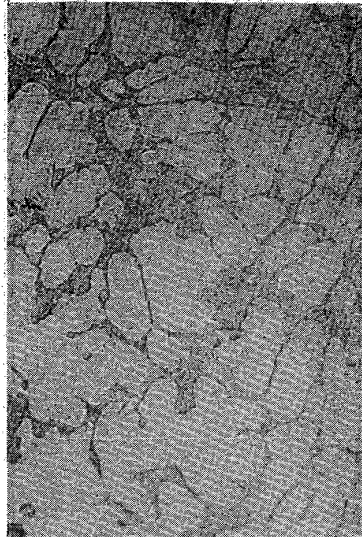
デュラルミン
腐蝕剤 HF
改良剤 NH₄Cl 4%

No. 64 ×100



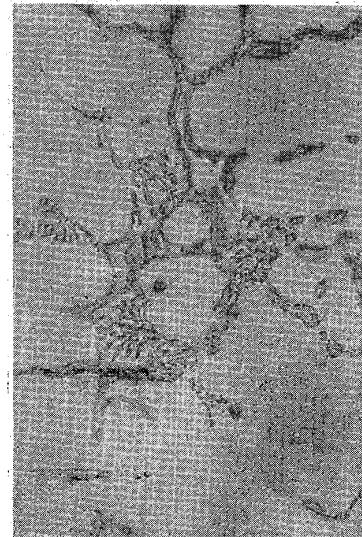
12% Cu 合金
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 NaCl 2%

No. 59 ×100



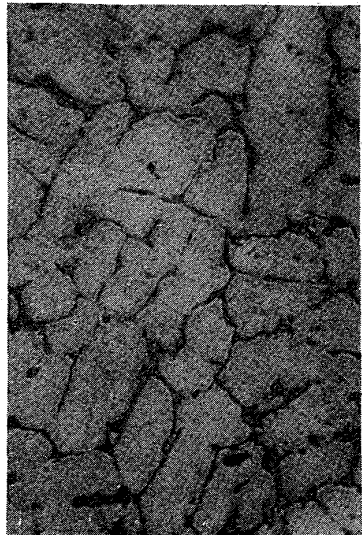
12% Cu 合金
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 NH₄Cl 2%

No. 62 ×100



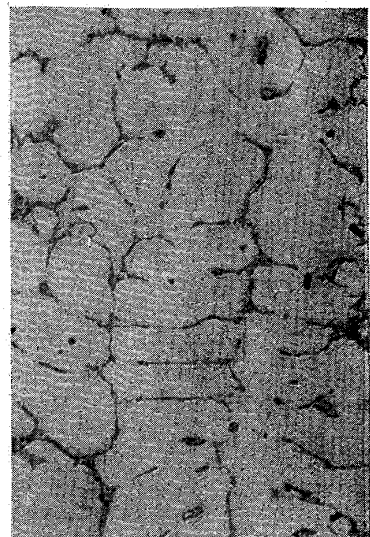
L5 合金
腐蝕剤 HF
改良剤 NH₄Cl 2%

No. 65 ×100



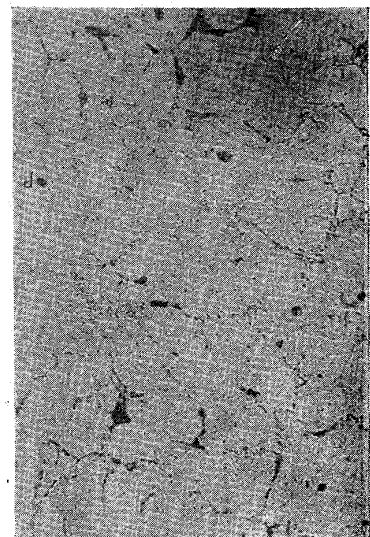
ラウタル
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 NaCl 2%

No. 60 ×100



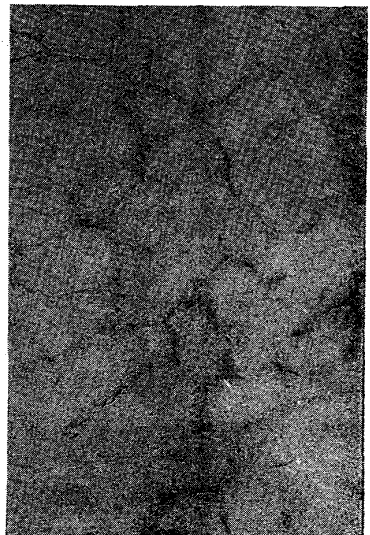
ラウタル
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 NH₄Cl 2%

No. 63 ×100



Y 合金
腐蝕剤 10% NaOH
改良剤 NaCl 4%

No. 66 ×100



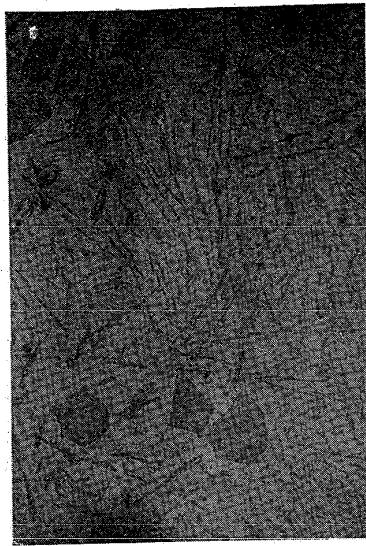
デュラルミン
腐蝕剤 HF
改良剤 NaCl 4%

No. 67 ×100



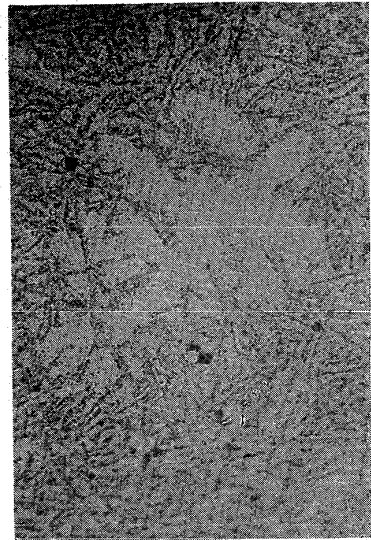
L5合金
腐蝕劑 HF
改良劑 NaCl 2%

No. 68 ×100



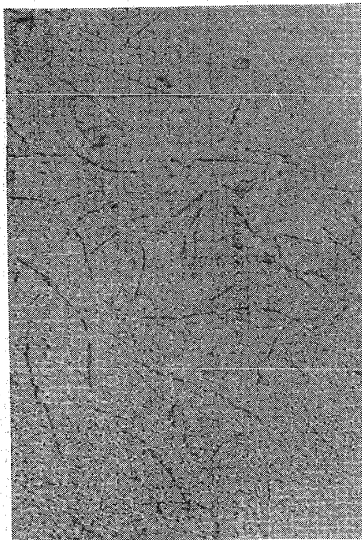
Al-Si 合金 (13% Si)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 SiCl₄ 6%

No. 69 ×100



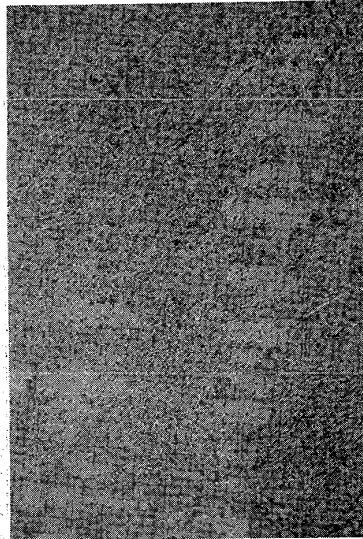
Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕劑 HF
改良劑なし

No. 70 ×200



Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕劑 HF
改良劑なし

No. 71 ×100



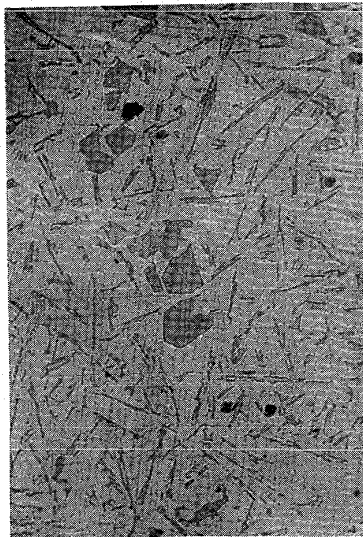
Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕劑 HF
改良劑 SiCl₄ 2%

No. 72 ×100



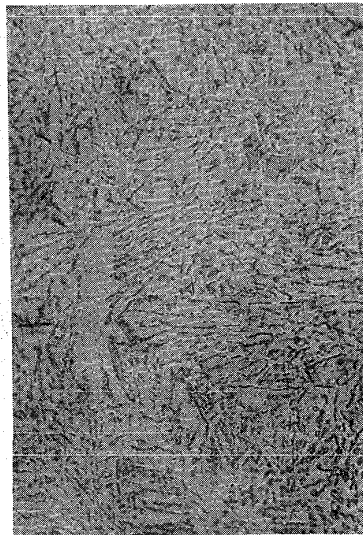
Al-Si 合金 (13% Si)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑なし

No. 73 ×100



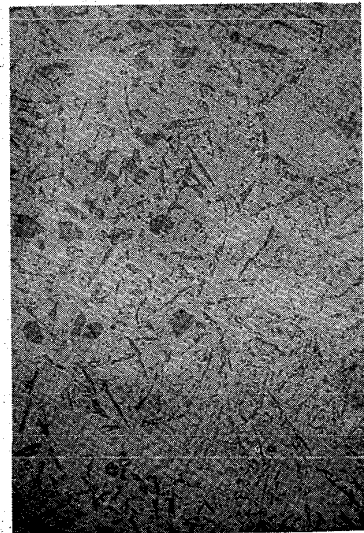
Al-Si 合金 (13% Si)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 SnCl₄ 4%

No. 74 ×100



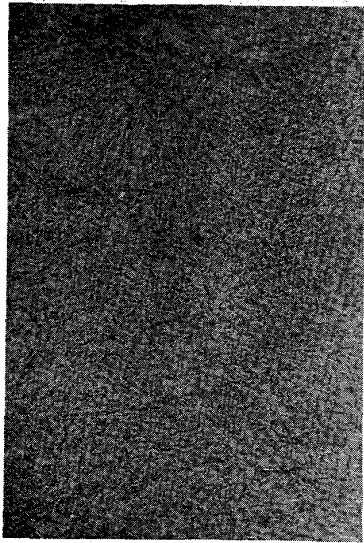
Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕劑 HF
改良劑 SnCl₄ 2%

No. 75 ×100



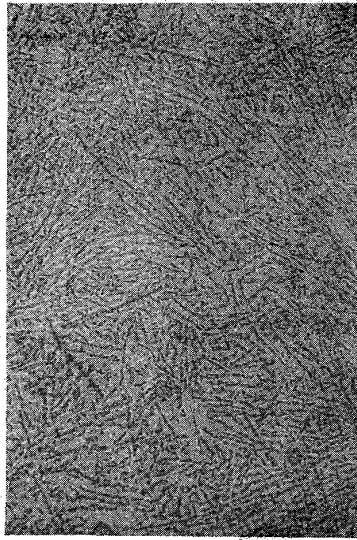
Al-Si 合金 (13% Si)
腐蝕劑 10% NaOH
改良劑 TlCl₄ 4%

No. 76 ×100



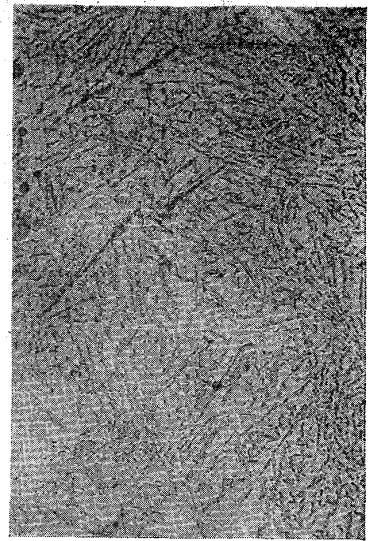
Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕剤 HF
改良剤 $TiCl_4$ 2%

No. 77 ×100



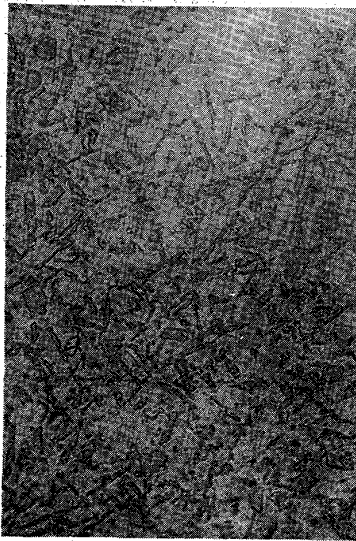
Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕剤 HF
改良剤 $ZnCl_2$ 2%

No. 78 ×100



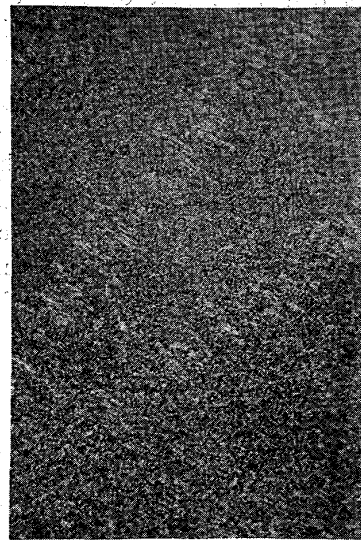
Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕剤 HF
改良剤 $MgCl_2$ 2%

No. 79 ×100



Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕剤 HF
改良剤 NH_4Cl 2%

No. 80 ×100



Al-Si 合金 (12% Si)
腐蝕剤 HF
改良剤 $NaCl$ 2%