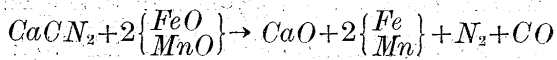


爐中は reducing atmosphere であるから、この反應は殆んど不可逆的である。然るに



なる反應に依る鋼浴中の窒素の増加は一方鋼浴中よりの絶えざる N_2 の放出があると考へられるから、鋼浴中の N_2 の増加の程度から CaC_2 に依る脱酸の程度を量的に察知することは不可能である。

17) 然し、他の條件が同様であれば N_2 の鋼浴中よりの放出は恐らく熔鋼の成分に關係を有し、且つ温度及び時間の函數であると考へられるから、熔鋼の成分、温度及び

操業時間が等しければ、鋼浴中の N_2 の増加する程度が大なる程 CaC_2 に依る脱酸が完全であると云ひ得る。

18) 同様な條件の下に操業を行ふ場合には、滓中の CaCN_2 の平均量の多少から鋼浴の温度を推定し得る。即ち CaCN_2 の平均量大なる場合は、小なる場合よりも、鋼浴の温度低しと云ひ得る。

終りに臨み、本研究は西津、近藤、兩造兵中佐の御監督の下に施行したるものにして、偏に、その御好意と御鞭撻の賜である。尙、終始、窒素分析に従事し、勤勉、誠實良き助力者であつた熊野照次君始め、著者の爲に勞力を呈供せられた多くの人々に深謝する次第である。

滲炭用ニッケルクロム鋼鋼塊の研究

(日本鐵鋼協會第 14 回講演大會講演)

錦 織 清 治*

A STUDY OF THE CASE HARDENING NICKEL-CHROMIUM STEEL INGOTS.

By Seiji Nishigori.

SYNOPSIS:—The study was carried out on the four kinds of case hardening nickel-chromium steels having following compositions;

| Specimen No. | Weight of Ingot | Chemical Composition | | | | | | | Remarks |
|--------------|-----------------|----------------------|------|------|-------|-------|------|------|-------------------|
| | | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | |
| A | 850 kg | 0.13 | 0.15 | 0.37 | 0.010 | 0.003 | 4.18 | 0.89 | Electric Furnace |
| B | 150 " | 0.15 | 0.17 | 0.48 | 0.022 | 0.004 | 3.37 | 1.00 | " |
| C | 150 " | 0.18 | 0.27 | 0.48 | 0.014 | 0.007 | 3.30 | 1.04 | " |
| D | 150 " | 0.14 | 0.13 | 0.39 | 0.013 | 0.015 | 3.53 | 1.15 | Induction Furnace |

A and B were broken down by wedge in the plain having center axis, and fractures were examined. C and D were polished in the plain having center axis, and macrostructures, sulphurprints were taken. Above all non-metallic inclusions in them were carefully examined by means of microscope.

I. 緒 言

鋼材の地疵は製造者、使用者共に頭を悩ます問題である現在の技術を以てすれば化學組成を所定の規格に合格せしむる事は著しく困難な仕事ではない。

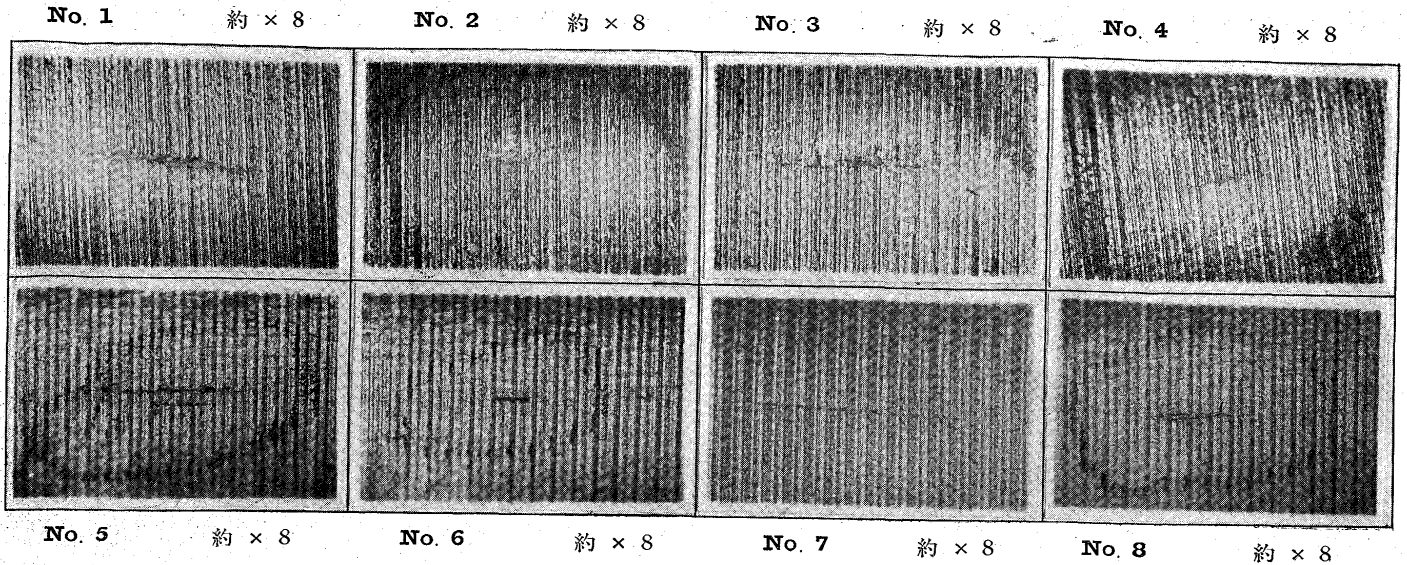
航空機用鋼材又は重要な機械部品にては化學組成、機械的諸性質が所定の規格に合格しても所謂地疵によつて廢器となる場合が多い。地疵は多く火造、調質後機械加工の工程中又は最後の仕上げ加工後に發見せられ、加工費の損失工程の混亂等材料其物の損失以外に著大なる損失を蒙る。

地疵の發生原因は實に數多で、其出現の場所又は様子も

亦多様である。鎔解、精鍊の缺陷に起因すると考へられるものもあれば、造塊中偶發的事象によつて出來たもの又は鍛造、壓延、調質、グラインディング等によつて發生せりと考へられるもの等實に其種類は多種多様である。

鋼種によつても亦地疵の外觀は異り、其成因も異るものと考へられる。特殊鋼の所謂白點 (Flake) は強靱鋼、高炭素クロム鋼等に現はれる地疵で、古くから多數の工場又は研究者によつて研究せられて居るが、未だ其成因、防止法共に完全に知られて居ない。滲炭用ニッケルクロム鋼鋼材に現れる地疵は所謂白點とは別種のもので、形も小さく、其外觀も著しく異つて居る。工場に於ては各鎔解毎に試験鋼塊を採り、鍛造後充分焼鈍し、最も靱性に富む状態で切

* 東北帝國大學



削し、劍バイト仕上面の肉眼検査によつて地疵の程度を判定する。寫眞 No. 1~No. 8 は此種の地疵を約 8 倍に擴大して見た外觀である。No. 1~No. 6. は地疵が非金属性介在物を嚙んだもの No. 7. No. 8. は地疵中に何物も介在しないと思はるゝものである。さて上述の様な試験方法は試験に時間を要しない事、現場の作業に最も近い等の點で工場に於ける地疵の試験方法としては優れて居る。然し試験材は既に鍛鍊、熱處理等を経て居るから地疵の發生原因を探るには遺憾の點が多い。

本研究は滲炭用ニッケルクロム鋼鋼塊に就いて其破面組織、地疵の原因と思はるゝ非金属性介在物の形状、分布状態等に就いて詳細に調査せるものである。非金属性介在物は殆んど眞球形に近いものが多く、肉眼的に發見し得るものでは直徑 0.12~0.25 mm の範圍のものが最も多い。

數は中心縦斷面に於ては中心に於て最も多く、外側約 40 mm の部には著しく少い。形状から推察すると注型温度では鎔融状態であつた事は確かであるが注型前鎔鋼中に浮遊せるものか、注型後鎔鋼の温度降下に從ひ溶解度の減少によつて析出せるものか、又は注型中の偶發事像に起因するものかは明かではない。

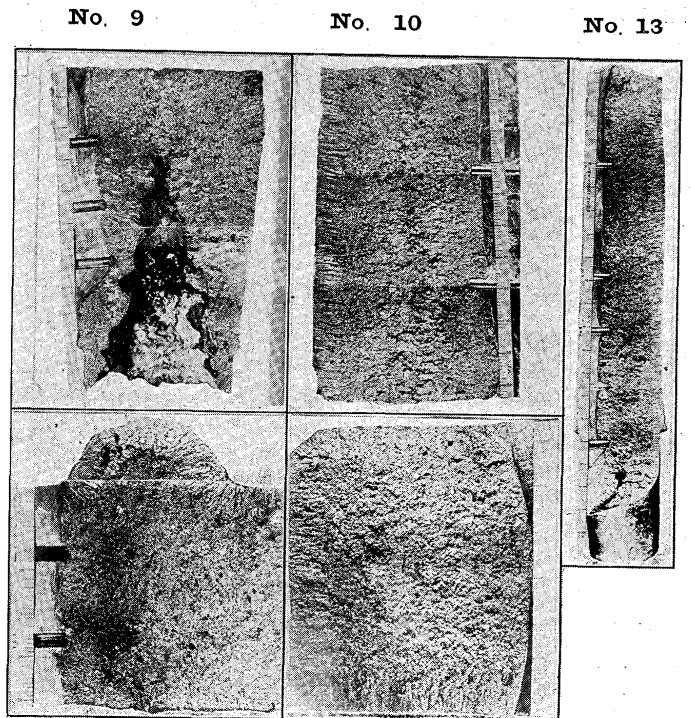
II. 供試鋼塊と其破断面

第 1 表に供試インゴットの化學組成と其重量とを示した A, B は特別な方法によつて其破断面を検し、C, D は縦中心断面及び之に平行な 30 mm の距離の面を充分丁寧に仕上げ、其肉眼組織、硫貼寫、地疵の分布等を詳細に檢した。

鋼塊を破斷するには幅約 5 mm, 深さ約 100 mm の溝を

第 1 表

| 鋼種 | 鋼塊重量 | 化學成分% | | | | | | 備考 | |
|----|--------|-------|------|------|-------|-------|------|------|--------|
| | | C | Si | Mn | P | S | Ni | | Cr |
| A | 850 kg | 0.13 | 0.15 | 0.37 | 0.010 | 0.003 | 4.18 | 0.89 | 角型電氣爐鋼 |
| B | 150 kg | 0.15 | 0.17 | 0.48 | 0.022 | 0.004 | 3.37 | 1.00 | 丸型電氣爐鋼 |
| C | 150 kg | 0.18 | 0.27 | 0.48 | 0.014 | 0.007 | 3.30 | 1.04 | 丸型電氣爐鋼 |
| D | 150 kg | 0.14 | 0.13 | 0.39 | 0.013 | 0.015 | 3.53 | 1.15 | 丸型誘導爐鋼 |



掘り、此部に楔を打込み破斷を行ふ。寫眞 No. 9 は A 鋼塊(850 kg)の押湯部の縦斷破面、No. 10 は鋼塊上部約 2/3、No. 11 は下部 1/3 の縦斷破面である。No. 12 は下端より約 250 mm 上部の横斷破面の組織である、寫眞 No. 13 は B 鋼塊 (150 kg) の破斷面である。是等の破斷面を觀測し其組織の著しく違ふ部分を大別すると第 1 圖の様にな

る。圖中 I は Crast の部で高級素材を製造する場合は削り捨てねばならぬ。II は所謂“Transkristallisations Zone”と稱する部で結晶は鑄型に直角に且つ長大に發達して居る。この部は最も不純物の偏析少く、諸性質も最も優れて居る。本研究で檢べた鋼塊では 850 kg, 150 kg 鋼塊何れも約 45 mm の厚さを有し、鋼塊の上下に於て其厚さは殆んど變らない。III, IV, は比較的小なる結晶粒からなるが、結晶の方向は一定しない。V は IV と殆んど區別出來ないが結晶粒の大きさが稍大である。VI は不純物の偏析の最も著しい部で、破面は他の部に比較すると灰色に曇つて居る。

III. 非金属性介在物の大きさと其分布

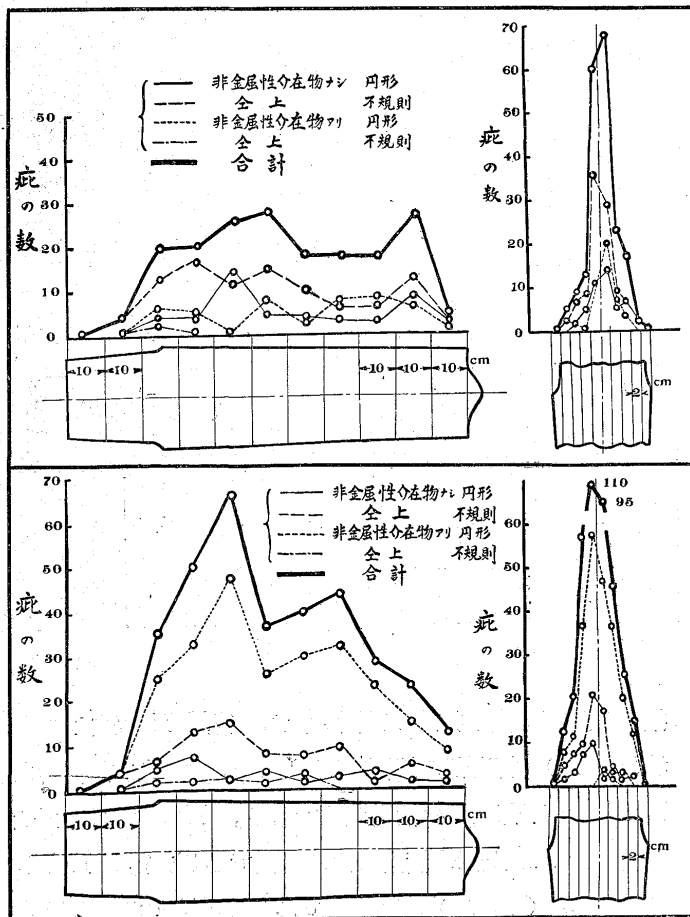
鋼塊 C, D (何れも 150 kg) の 2 本を其縦斷中心面及び之より 30 mm 離れたる該面に平行せる面に於て非金属性

介在物及微細なる地金の分布狀況を詳細に檢査した。

面は劍バイトにて仕上げたる後鑪、エメリペーパーにて手仕上げを行ひ全面に亘り檢鏡した。顯微鏡はドイツ、ツァイス會社製實體顯微鏡を用ひ、40 倍の倍率の下にレンズ系に仕組める尺度を用ひ約 $\pm 1/40 \text{ mm}$ の誤差範圍に於て地疵の大き及其種類を觀測した。

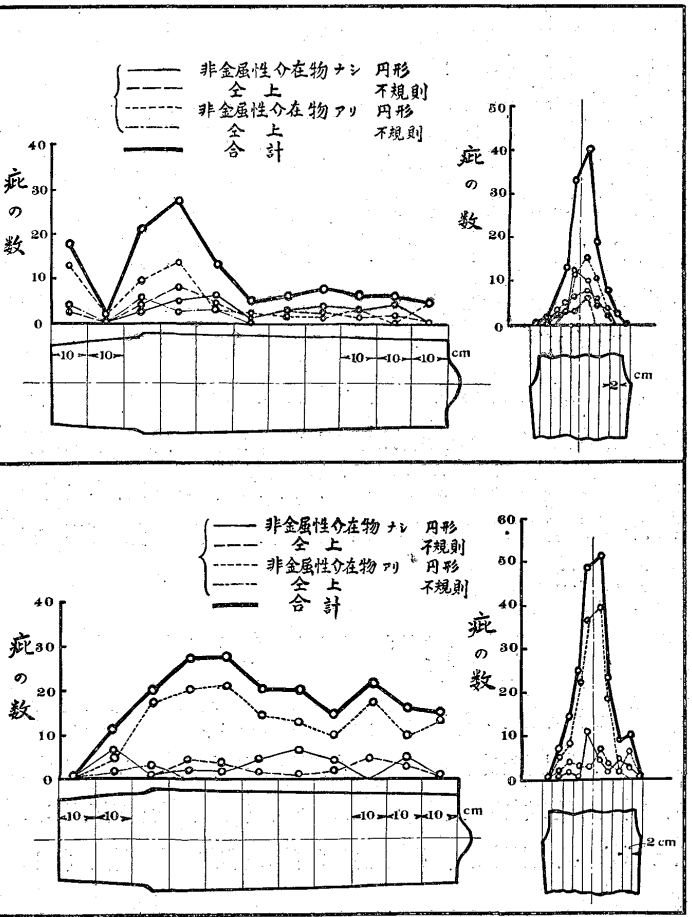
此の如くして調査した地疵を其種類及び大きさ、位置等によつて分類すると次の様になる。即形は圓形をなすもの、(橢圓形を含む)不規則なもの、種類は中に非金属性介在物が充填せるものとせざるものとに分類した。圓形のは大部分非金属性介在物充填し、圓形にして中空のものも研磨中剝離せりと考ふる方が妥當と思はるゝものが多い。大きさは圓形のは大體其直徑にて表はし、不規則な形狀をなせるものは長大なる方の長さで測定した。是等を各其位置に書込み、研磨面の中心より左右に 20 mm づつの範圍に分ちこの範圍に於ける疵を其種類及大きさにより、各々の數を求め、他方鋼塊の下端より 100 mm 間隔に横の方向に區分し、是等の範圍内に於ける地疵と位置の關係を圖示す

第 2 圖



第 4 圖

第 3 圖



第 5 圖

る事とした。第 2, 3, 4, 5 圖が即其結果で圖中右方が、縦の方向に於ける地疵と位置との關係、左方が横の方向に於ける地疵と位置との關係を示したのである。即ち鋼塊の外側約 40mm の範圍には是等地金疵は殆んど無く、中心に於て最も多い。又高さの方向に於ては最下端に比較的少く押湯直下に於て最も多く、押湯部に於て非常に少い。此結果によると本研究で發見し得た疵(0.09mm以上)の總數は C 鋼塊では中心縦断面に於て 197箇、D 鋼塊では 344 箇である。此内非金属性介在物を嚙めりと考へられるもの即形の圓形のもの前者では 85 箇、後者では 268 箇である。

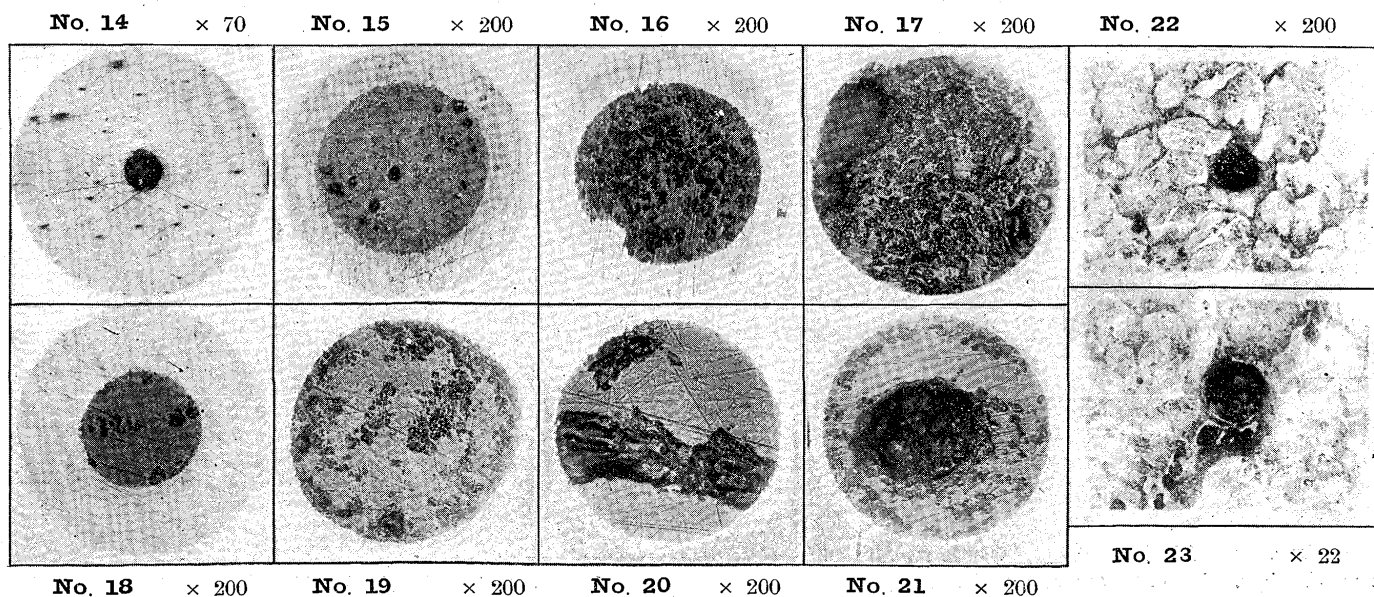
IV. 顯微鏡組織

前章に述べた如くして地疵の詳細調査を行つた後各面に於てサルファー、プリントマクロ組織等を研究したが、其結果は何れも破断面の組織と著しくよく合致するを以て此處に其寫眞を示す事は止める。

是等の各種の研究を行つた後 D 鋼塊を押湯直下及び下端より 380mm 上部に於て各 30mm の幅に縦の方向に直角に切り取り、是を更に三分し其顯微鏡組織を研究した。前章に於て述べた圓形にして非金属性介在物の充填せるものの顯微鏡組織は寫眞 No.14~23. に示す様な組織で、形は何れも眞圓に近い圓形である。色は顯微鏡下に見る時は褐色で普通の太陽光線で肉眼で見ると濃き灰色である其組織は單一相よりなると思はるゝものと二つの異相からなり其中に白く光る金屬相の點在するものとの二者に大別される。寫眞 No.14. は 70 倍の倍率の下に見た非金属性

介在物で、中央の大なる圓形のもの所謂地金疵の原因をなすもので他の數多の小黒色斑點は別種の非金属性介在物である。此小なる非金属性介在物が凝集して中央に見る如き大なるものとなると考ふる事も出来るが、大形の介在物と小形の介在物との大きさの間には連續的關係はなく寧ろ飛躍的である。此事實から推すと大形の介在物と小形の介在物とは其成因を異にすると考ふる方が妥當である。著者は小型の介在物は所謂 Deoxidation Product で此種の介在物が地金に及ぼす影響は同一鎔解のものに於てはほぼ同一で、機械的性質の測定によつて知り得るものと考へて居る。大型の介在物は造塊中の偶發的事象によつて生ずるものと考へられ殆ど測定の方法はない。然しながら製品に現れる之等地金疵は長さは鍛鍊方向に稍大なるものがあるが、疵の断面は非常に微少なものに過ぎないから左程恐る可き性質のものでもない。寫眞 No. 15, 16, 17, は非金属性介在物が單一相でなく 2種の異相からなるものである。寫眞 No. 18, 19, 21, 22 は單一相からなる非金属性介在物である。是等の組織中異色に見ゆる部は研磨中出來た穴である。此部に比較的剝離し易き脆弱な相が象嵌されて居たとも思はれる。以上は何れも No. 00000 エメリーペーパーにパラフィンを塗り石油を散布しながら研磨した組織で普通の顯微鏡試片の取扱ひを行つたものではない。寫眞 No. 22, 23, は普通の様にして仕上げた後 5% ピクリン酸アルコール溶液で腐蝕を行つた組織で非金属性介在物の組織は明瞭ではない。

V. 總 括



備考 擴大倍率は記入のものを寸法にて 42/100 に縮寫せるものなり

表面硬化用ニッケルクロム鋼の鋼塊4本につき其破断組織、マクロ組織等を調べ、更に充分丁寧に仕上げたる面上に於て40倍實體顕微鏡により地金疵の原因と思はるゝ非金屬性介在物 pin hole 等の種類、分布状態等に関して詳細に調べた。鑄型から急冷作用を受けた鑄型に直角に發達せる所謂“Transkristallisations Zone”の部には非金屬性介在物も pine hole も著しく少い。非金屬性介在

物の顯微鏡組織を見ると酸化鐵が主成分である事は確かで珪酸鹽や硫化物ではない。又注型温度では熔融状態である事も確であるが如何なる原因で出来るものであるかは確實ではない。

本研究は名古屋市株式會社大同電氣製鋼所研究部に於て行つた。研究結果の發表を許可せられたる同社に對し深厚なる謝意を表する次第である。

銅、珪素、アルミニウム合金の平衡状態圖

(第一編、各二元系合金の状態圖)

久 恒 中 陽*

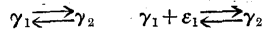
ON THE CONSTITUTION OF ALLOYS OF COPPER, ALUMINIUM AND SILICON. (I)

By. Chiyo Hisatsune.

SYNOPSIS:—For the first report of this ternary equilibrium diagram, the investigation of binary Cu-Al diagram was carried out by means of differential thermal analyses, electric resistance method, microscopic examination; and a new equilibrium diagram has been ascertained.

The liquidus of this system consists of 8 branches corresponding to the separation of α , β , γ_1 , ϵ_1 , ϵ_2 , η_1 , θ , and κ .

The γ_2 phase is formed by the following reactions according to the concentration of alloys:



The former reaction takes place at 780°-873°C in the range of 84.5-82 per cent. copper as it has been observed by Stockdale. The latter is found by the present writer to occur at 873°C in the range of 82-79 per cent. copper.

The existence of newly found δ and ζ phases is ascertained; the δ being formed by the peritectoid reaction $\gamma_2 + \epsilon_2 \rightleftharpoons \delta$ at 686°C; and the ζ by the peritectoid reaction $\epsilon_2 + \gamma_1 \rightleftharpoons \zeta_1$ at 590°C. These phases form some range of solid solution, whose solubility decreases as temperature falls.

The eutectoid reactions $\epsilon_2 \rightleftharpoons \gamma_2 + \zeta_1$ and $\zeta_1 \rightleftharpoons \delta + \zeta_2$ take place at 560°C and 530°C respectively.

Each of the ϵ and η phases shows a polymorphic transformation. Among them the polymorphic change of η phase is evident, but that of the ϵ phase is somewhat indistinct.

The θ phase crystallizes directly from the melts, and forms a narrow range of solid solution.

Brief considerations on the binary diagrams of aluminium-silicon and copper-silicon were also given.

[A] 銅、アルミニウム二元系平衡圖

Cu 並 Al 兩金屬は非鐵金屬材料として重要な地位を占めて居るものであるからして此等兩金屬の平衡状態圖に關しても澤山の研究報告¹⁾があるが最近に於ける顯著なものとしては Carpenter and Edwards²⁾, Curry³⁾, Gwyer⁴⁾,

Stockdale⁵⁾及び田崎正浩氏⁶⁾等の状態圖を挙げ得られる

以上の中信頼し得られるのは田崎氏、Stockdale, Curry の三者の結果であつて此等三者の結果と雖も猶相違點を發見し得られ何れが正しきや判別に苦しむ箇所が二三ある。其の最も甚しき箇所は Al 16~50% の範圍即ち Stockdale の γ , δ , ϵ , η 及 θ 相の存在する範圍である。著者は Cu, Al, Si 三元系合金の状態圖を研究するに先き立ちて此の Cu, Al 合金の状態圖の不明の箇所を明にし次に三元系の研究に進んだのである。尙此二元系合金に就いては

* 京都帝大工學部探鑛冶金學教室

¹⁾ LeChatelier, Bul. Soc. d'Encour [4] 10 (1895) 573.

Guillet, Rév. de Met. (1905) 568.

Campbell and Mathews, J. Amer. Soc. 24 (1902) 253, 26 (1904) 1290.

²⁾ Proc. Inst. Mech. Eng., 1 (1907).

³⁾ J. Phys. Chem., 11 (1907) 425.

⁴⁾ Z. anorg. Chem., 57 (1908) 117.

⁵⁾ J. Inst. Metals, 31 (1924) 275.

⁶⁾ 金屬の研究、第二卷 (1925) 491.