

## 抄 録

### 3) 銑鐵及び合金鐵の製造

#### 酸性鑛滓法に依り貧鐵鑛よりトーマス銑鐵の製造

(Wilhelm Lennings: Stahl und Eisen. 1938. s. 25, & 52.)

(I)

此の論文は獨逸鑛石を酸性鑛滓法で製鍊した論文である。

世界大戰に依て獨逸の鑛石産地は狭ばめられたので、ドツガー鑛石利用に關する研究を進めた。此れに關する第一歩は、選鑛して品位を高め、次に團鑛とすることに向けられたが、これは作業の損失が多く餘り利益と成らぬ事が解たので M. Paschke E. Peetz 兩氏が提案した酸性鑛滓法へ向た。そしてオートフオフヌング工場に適用し 1937 年 9 月以來、酸性法でトーマス銑鐵を吹いてゐる。

珪酸の高い鐵の低い鑛石を、始めから熔鑛爐に投入した實驗に依ると、1 日 2,000t の生産量であつたものが、石灰石と鑛滓との増量のため 20% 低下した。此の實驗は 3 基の熔鑛爐を使用したものであつて、2 基は富鑛で鹽基性操業を爲し、1 基は貧鑛と外國産富鑛とを配合した。

酸性法の一般的基本は Peetz と Paschke 氏等の論文で知られてゐる。一般に硫黃の低い木炭で吹いてゐた時代は、熔鑛爐は石灰より珪酸の高いもので仕事をしてゐて、木炭と鑛石から持ち込まれる硫黃は低いから、酸性の高いこの鑛滓で、充分良い銑鐵が得られた。然し燃料として石炭、コークスを使用し始める様になつてから、之等から持ち込まれる硫黃は、鑛滓に依り除去しなくてはならぬため、石灰石、ドロマイト等を入れ、その目的を達してゐた。この際 43~46 の CaO と約 36~33% の SiO<sub>2</sub> の鹽基性鑛滓が出来て、湯溜内で脱硫されるものである。石灰石の投入は、勿論鑛滓の量を増すから、例へば珪酸が高い鑛石では、鑛滓の量が非常に多く成る。通常熔鑛爐の操業は、銑鐵 t 當り 450kg 内外の鑛滓が出来ると、然し貧鑛で鹽基性の鑛滓を作るためには、非常に多くの石灰石の追加を要するから、コークスの使用量は非常に増し、不經濟であると同時に、熔鑛爐の生産能力が下る。

此の酸性法は鑛滓を酸性のままとし、銑鐵の脱硫を爐内で行ふことを思ひ止まつたものである。珪酸が餘り高く成ると、鑛滓が硝子の様に成り流れが悪く成るから、それには或る制限がある。又硫黃の大部分は銑鐵中に残居るから、爐外で脱硫しなくてはならぬ。これにはソーダ灰を使ふ。

酸性鑛滓の成分は Gutehoffnungshütte では 43.5% SiO<sub>2</sub>, 29% CaO, 19% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5% MgO, であり、Corby 工場では 34% SiO<sub>2</sub>, 30% CaO, 25% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5% MgO である。

鑛石は生鑛のまま用ひるもので、焙燒も燒結もしない。正常の鑛滓の鹽基度は 1.2 であるが 0.6 から 0.9 迄で諸種の實驗を行た。

實驗に用ひた鑛石の鐵は 48.1% で、之はミネソタ及び國內の貧鐵鑛が加へてゐる。Mn は酸性法では周知の如く、大部分滓化してしまふので、原料には Mn を含むものは装入しなかつた。

鑛滓を 0.8 の鹽基度にするためには、銑鐵 t 當り 356kg の石灰石を加へねばならぬ、磷鑛物の石灰を計算に入れると 397kg の石灰を要し、鑛滓は 1,300kg である。若し之れを通常の操業にするると鑛滓は t 當り 1,850kg となり、石灰石は 900kg 要することゝなる。

る。

此の鑛滓は 1,300~1,400°C の間に熔融點を有し、流動し易いの特長とするものである。鑛滓中の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は 13.4% で之の還元に及ぼす影響については後に説明する。TiO<sub>2</sub> は普通の範囲内である酸化鐵としては 1.45% で 1,300kg の鑛滓としての鐵の損失は、約 19kg で、原料中の鐵の僅か 2% である。Mn は 0.53%, P は 0.07%, S は 0.72% である。此の酸性の強い鑛滓中の高い硫黃分を示すことは、酸性法に依ても脱硫は主として鑛滓に依ることを説明してゐる。除塵機やガス管内に溜る鑛粉は平均 8%, 銑鐵 t 當りとして 253kg である。

銑鐵 t 當りコークス消費量は、灰分 9% 水分 3% のコークスで 1,165kg であり、乾燥コークスに換算して 1,130kg となる。

熱風の温度は環狀管内で 750~800°C であり、爐頂のガス温度は 150~200°C である。

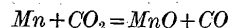
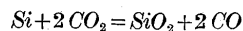
コークスから運び込まれた S の約 21% は銑鐵中に入る。爲めに出銑後これは除去せねばならぬ。

|     | C%   | Si%  | Mn%  | P%   | S%    |
|-----|------|------|------|------|-------|
| 脱硫前 | 3.35 | 1.16 | 0.21 | 1.97 | 0.284 |
| 脱硫後 | 3.36 | 0.74 | 0.15 | 1.96 | 0.088 |

上の分析は鹽基度 0.75~0.85 で吹いた 180 回の平均記録である以上の結果から Si の量が減じると共に S が増し Si が 1.4% 以上に成ればもう銑鐵中の S が減少しない事が知られる。これは多分金屬珪素が増すにつれ、鑛滓と銑鐵の温度が上り、鑛滓中に MnO と FeO が減じるためであらう。

取鍋へ入れた銑鐵の脱硫剤としては、水分を除いたソーダ灰と、石灰石との混合物を使用する。脱硫には此の混合物がソーダ灰の場合より能率が良く經濟的であることが知られた。

熔融銑鐵とソーダ灰と、石灰石との混合物間で甚だ強い反應が起り、炭酸は石灰石からも、ソーダ灰からも發生し、珪素は炭酸に依り燃焼させられる。



この強い反應は浮いてゐるソーダ鑛滓と銑鐵との活潑な上下運動を起させる。

試みに酸性法で吹いた銑鐵を以てトーマス鋼を作た、硫黃を 0.050% 以下に下げたため、再度脱硫する必要がある。これには 22t の取鍋毎に 200kg 銑鐵 t 當りとして 9kg のソーダ灰が要る。

酸性操業の場合には Mn は殆んど鑛滓に入るから、原料に入っている Mn は有用に使用することを斷念し、Mn の無い銑鐵で仕事すべきである。故に Mn を含む鐵鑛の製鍊には本法は不適當である。

此の操業で風壓は水銀柱 550mm であり、爐の操業は何等支障無く通常の鹽基度のものゝ如く進められた。又此のアルカリ分を含む銑鐵でも製鋼上の障害は認められなかつた。

今迄の實驗は國外の鐵鑛を混入してゐたが、1937 年 11 月に酸性法により全部を獨逸鑛石を使用し、將來の作業上の指針を得ることゝした。この鑛石の平均 Fe は 27%, SiO<sub>2</sub> は 24%, 石灰は約 7.5% である。操業の鹽基度は 0.83 である。熱風温度は 825°C でコークス使用量は 765kg 前後で、これは炭素 89% のものである。

試験作業の始めは鑛滓の粘性が強く鉄との分離が悪く、非常に困したが、これは低熱であることと  $MgO$  が低いことが解り、解決した。特に酸性法では  $MgO$  は、鑛滓の粘性に大いなる影響があることが認められた。

## (II)

これは (I) に引き續いて行はれたもので、鹽基性と酸性法との比較から始まつてゐる。

獨逸鑛石の酸性法に依るコークスの消費は、鑛滓の量が多いため勿論富鑛を用ひる通常の鹽基性製鍊よりは多い。又鹽基性鑛滓と酸性鑛滓に要するコークスは何の位であるかについて試験の結果から計算を行つた處、鑛滓 100 kg の増加に對し、酸性法では 44 kg、鹽基性法では 47 kg のコークス消費が増す。

爐降下時間は富鑛を用ひた時よりも、酸性法により貧鑛を用ひた方が、著しく短い。通常爐内降下時間は 10 時間であるが、此れは 6 時間である。經驗に徴してもこの様に短い時間では、装入物の準備工程が充分に出来ない筈である。

大體酸性では鹽基性に比し爐の操縦が容易である。10 mm 以下の細粒鑛石を 20% も混合したに拘はらず、又その上鑛滓の多い操業にも拘はらず、一度も懸滞が起らなかつた。稀に懸滞して居ても休風する様なことは無かつた。鹽基性では正常な爐況を保ち、爐の最高能力を出すためには中位の熱風即ち 600~700°C を送るが良い。然し酸性法では最高の熱風が良い。

次に要望されるのは、鑛石及びコークスの性狀の均一と、風壓の一定なことであつて、この點は特に留意を要する。これは爐内通過時間が短いから、風量の變動。操業速度の變化は、長い時間で通過する鹽基性の爐に比べてずつと敏感である。即ち過大の風の時は爐が低温に成り易く、風壓が減じると  $Si$  の過度の還元が起る。

酸性法で生産力を増す一方法は送風中の酸素を増すことである。1932~33 年にかけて酸素を増して酸性法の實驗をしてゐるから近く本誌に發表されるであらう。

酸性鑛滓は低い熔融點を持って居て 1,300~1,400°C の間である。これを道路鋪裝用材料とする實驗は目下進行中であるが餘り急速に固化するため硝子狀となることであつて或は不適當かも知れない。

酸性法の鑛滓も銑鐵も常に温度は鹽基性法より低く、前者では約 10°C 後者では 60°C 低い。

脱硫の際の温度降下は 45~55°C であるが  $S$  の低い鹽基性法はソーダ灰の添加量が少いから温度降下は約 30°C である。取鍋運搬中の熱の損失は 50~60°C であるから、鹽基性法では 1,314°C 酸性法では 1,277~1,232°C である。即ち酸性法の銑鐵の温度が低いことと、珪素の高いことは、製鋼作業に對しては一つの短所である。この銑鐵の運搬中の温度低下並びに脱硫のための温度の損失に對し蓋付の取鍋を使用するのが有効である。これは運送する間も、空のものを爐へ持ち歸る時も、湯を受けてゐる間も常に蓋をして居るから空の時の取鍋の外氣に依る急速な冷却も全く防がれる。取鍋へ湯を受けるには漏斗を使ひ、此處を熔銑が通る時、出銑桶中へ投入してあるソーダ灰とよく混合するので、非常に有利である。取鍋の裏付けはソーダを銑鐵に加へぬ時は 650 回使用し得たが、今のソーダ鑛滓による強烈な消耗のため僅かに 280 回しか使へない。

酸性法では銑鐵の温度が低い短所以外、珪素の盛んな還元がある鑛滓の珪酸の高い時に珪素の還元の起ることは明白なことで、この現象は  $Al_2O_3$  の高い時は又助長される。熔鑛爐でフェロシリコン製造の際に知られた所に依れば、高い  $Al_2O_3$  は酸性鑛滓の場合珪素の

還元を進める。私見によれば 13~14% の  $Al_2O_3$  が最も良い然し又一方珪素の銑鐵中に高い利としては、温度は物理的に高く、鑛滓中の  $FeO$  及び銑鐵中の  $S$  は減じる。

鑛滓中への鐵損失は  $FeO$  として 1.45% と、巻込まれて 22% であるから、總計 8.9% である。此の貧鐵鑛を選鑛に依り品位を高めて製鍊するのと、貧鑛のまま酸性法で製鍊するのとは、後者の方が適當であると云ふことはかなり確實である。此の酸性法の考へに關聯して、鑛滓の量を猶ほ下げようとすることも又顧慮すべきである。此處で單一の可能性は石灰石裝入量を減らすことであるが、鑛滓の酸性化は自然と増すであらう。鑛滓中の珪酸が増すと又  $FeO$  も増すことが豫想される。此の方法では鐵の滓化による損失を減少せしめることは出来ない、これで鑛滓を減らしたのは次表に示す様な操業である。

| $P = \frac{CaO}{SiO_2}$ | 石灰石添加量<br>銑鐵 t 當り kg | 鑛滓量 kg<br>銑鐵 t 當り % |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| 0.83                    | 718                  | 2,580 = 100.0%      |
| 0.73                    | 528                  | 2,466 = 95.5%       |
| 0.63                    | 318                  | 2,340 = 90.5%       |

長い實驗の經驗に依るに、酸性法は猶進歩する可能性のあるのを信じてゐる。

以上の實驗によつて著者は次の結論を與へてゐる。即ち從來の熔鑛爐の操業法では獨逸貧鐵鑛には不向であつて、酸性鑛滓法が最も良い。通常の操業法でも、この新法でも貧鑛を取扱へば同じく、コークスの使用量を増す。然し此の二つの操業の間には、爐の操業と、コークスの消化状態と、銑鐵の製造の點では基礎的の違ひが有る。貧鐵鑛を通常の方法で製鍊する方法も、酸性法での方法も何れも品位の良い鑛石を處理するよりは費用がかかる。酸性法は殊に爐の製造作業を高めるので、獨逸國內貧鐵石から銑鐵製造には、製鍊費用の増加を調節する方法を示すものである。(森 棟)

## 4) 鋼及び鍊鐵の製造

ハミルトンの新設平爐の特徴 (Charles Longenecker, B.F. & S.P. Dec. 1934 p. 1279) 本誌 7 月號にカナダのハミルトン製鋼工場の新設平爐の設計及設備に關する報告をなすところがあつたが茲に其後の操業結果を御知らせしよう。初湯は 6 月 28 日であつたが爾來 200 回満足な結果を得て出鋼してゐる。平爐は Mckune 式で自動式で無光輝焔で操業せられてゐる。燃料は 4 つ即ち骸炭爐高爐、重油、發生爐のいづれのガスでもよいが今は骸炭爐と高爐ガスの 2 つのみを用ふる方針である。使用ガスは主に 10% の高爐ガスと 90% の骸炭爐ガスの混合物であつたが此の混合割合は希望量に應じていづれのガスも消費せらるるやうに變化出来るのである。

骸炭爐ガスは Wilputte 式爐 80 基より、高爐ガスは 700 t と 300 t の高爐 2 基より得る。この 2 つのガスは各 1,000,000  $m^3$  入りホルダーに貯へられ骸炭爐ガスは 80' 高爐ガスは 60' のパイプを通して平爐に入る。兩方のガス管の濕氣を除くために排水渠を造てある。他の式のと違て中央の入口で燃料の燃焼をするようにしてある。燃焼ガスは 5 個のドアのうち第 1 と第 2 の間で湯にあたる。ガスが爐から出るときは完全に燃焼しつくしてゐる。爐床は長さ 43'0", 幅 15'6" で深さ 29" である。爐に行はれるガス分析は非常に變化するが燃焼量の約 2% の酸素を維持するやうにしてある。したがつて排出ガスには  $CO$  は全然ない。

鋼の分類:— 當工場に於ける鋼は rimmed 60%, semi-killed

% killed (合金を含む) 29% である。湯は  $21 \text{ in}^2$  の鑄型に注入せられる。注入温度は rimmed 鋼では  $2,940^\circ\text{F}$  高炭素鋼では  $2,720^\circ\text{F}$  でその間にとつてある。killed 鋼は hot tops の鑄型に注入せられるが標準のノズルは  $1\frac{1}{2}''$  である。

装入物：— 装入物は普通熔銑と屑鐵であるが、冷銑と銑屑とも一部をなしてゐる。全装入は約  $400,000 \text{ lb}$  であり、その内 37 から 42% は銑鐵である。石灰石の装入量は  $20,000 \text{ lb}$  であつて、 $400 \sim 5,000 \text{ lb}$  の焼石灰をそれに追加するのが例である。主なる装入量は第 1 表に示す。

第 1 表

|        |         |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 熔銑     | 165,000 | 179,000 | 168,400 | 164,700 | 149,000 |
| 屑鐵—鑄鐵屑 | 19,600  | —       | 19,600  | —       | 22,300  |
| 鑄型屑    | —       | —       | —       | 6,800   | —       |
| 大形屑    | 10,700  | 12,600  | 50,300  | 64,500  | 64,600  |
| パイレン   | —       | 37,000  | —       | —       | —       |
| プレス    | —       | 50,300  | —       | —       | —       |
| 軌條     | 23,200  | 121,800 | 20,800  | 23,100  | 22,000  |
| 壓延屑    | 182,400 | —       | 141,200 | 140,600 | 142,200 |
| 攪拌棒屑   | 300     | 300     | 300     | 300     | 300     |
|        | 401,200 | 401,000 | 400,000 | 400,000 | 400,400 |
| 石灰石    | 20,600  | 17,500  | 20,900  | 20,600  | 20,400  |
| 焼石灰    | 4,600   | 5,400   | 5,000   | 4,900   | 4,900   |
| バット    | 2,000   | 2,000   | 3,000   | 3,000   | 4,000   |
| 製産額    | 373,200 | 380,700 | 366,700 | 371,600 | 366,400 |
| 製産高(%) | 92.2    | 92.8    | 91.1    | 90.8    | 90.5    |
| 加熱時間   | 12:15   | 11:20   | 10:50   | 11:55   | 11:50   |
| 炭素量    | 18~25   | 63~66   | 18~20   | 05~07   | 13~15   |

石灰石と石灰の分析平均は、

|     | $\text{SiO}_2$ | $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{FeO}}$ | $\text{CaO}$ | $\text{MgO}$ | $\text{S}$ |
|-----|----------------|---|--------------|--------------|------------|
| 石灰石 | 60             | 60  | 53.50        | 1.30         | .046       |
| 石灰  | 90             | 1.00  | 95.00        | .20          | .070       |

熔銑は  $150 \text{ t}$  の混鉄爐に注入せられ豫備精錬後平爐に送られて石灰石や屑鐵が充分熱せられてのち約  $110,000 \text{ lb}$  の熔銑が装入せられる。湯が“flat”であるときは残りの熔銑が追加せられる。良好で重い鋼滓は湯を蔽て、沸溢に少しの困難がない。けれども萬一著るしい沸溢があるならば後壁にある穴を通じて鋼滓を流し出す準備がしてある。

第 2 表は代表的鋼滓の分析を示す。

第 2 表

|                | 平均%    | Min%   | max%   | 平均%                     | Min%  | max%  |       |
|----------------|--------|--------|--------|-------------------------|-------|-------|-------|
| $\text{FeO}$   | 16.070 | 8.840  | 19.840 | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 2.53  | 1.30  | 3.82  |
| $\text{P}$     | 1.220  | 0.770  | 1.620  | $\text{CaO}$            | 40.03 | 22.78 | 49.50 |
| $\text{S}$     | 0.246  | 0.190  | 0.360  | $\text{MgO}$            | 5.00  | 2.26  | 9.00  |
| $\text{SiO}_2$ | 16.30  | 10.260 | 24.520 | $\text{MnO}$            | 7.13  | 4.52  | 11.12 |

鋼の精錬中鋼滓の  $\text{FeO}$  を分析する。パネ鋼に対しては  $\text{FeO}$  12.8 シートバーに対しては  $16 \sim 19\%$  が望ましい。C のテストはヤーホーメーターです。屑鐵を早く熔すためには補助の高壓炭酸爐ガスバナーが中央の口から得た熱を増大するために用ひられる。

操業：— 爐は完全な自動装置を備へてゐる。ガスの変更は自動的にやるから、燃料は所要温度を保て流れるし、壓力は適當に平衡を保てゐる。列盤に温度壓力容積を記録する設備になつてゐる。ガスの変更は東西蓄熱室の温度差約  $340^\circ\text{F}$  で自動的にやる。夫には 8 秒もあれば澤山だし實際燃料は約 4 秒間爐から逃げるのみである。この際爐の温度降下は  $75 \sim 150^\circ\text{F}$  である。変更が初まると直ちに煙突のダンパーが開かれ爐及び蓄熱室は直ちに清められてしまふ。

それで變更時にはドアーからガスが洩れ出る事が少しもない 4 個のチエカダンパーや餘熱汽罐に出入するガスの温度は連続的に記入せられる。爐壓は餘熱汽罐と煙突間のダンパーを調節する事に依て維持せられる。壓力は水柱  $0.05 \sim 0.06''$  に保たれ水柱  $0.001''$  にまで補正せられ鋭敏な壓力計に記録せられる。壓力測定用の口は爐の後にある。

空氣とガス比の調節は兩者を夫々測定してする。燃燒比に應じて適當に兩者を保つ。高爐ガスを混合した炭酸爐ガスは水柱約  $10''$  で爐に流入し、これと同様のガスが補助バナーに水柱  $50''$  で導かれてゐる。これらの燃料は次の變更があるまで自動的に絶へず保たれてゐる。燃燒に要する空氣は爐に流れるガスの量に應じ空氣の流れを正常にする整流器に依て自動的に動かされる強制送風扇で供給せられる。しかしある程度まで非常の操業に困らぬやうガスと空氣の比を變化せしめうる。消費せられる燃料の量も主要供給パイプの温度、壓力も同様に記録せられる。天井の温度は Rayotube に記録せられる。若し温度がある點(約  $3,000^\circ\text{F}$ ) になると調節器は炭酸爐ガスの供給を自動的に減少し高爐ガスの量を増加するが湯面を流れるガスの速度を維持する。もし温度がこの點から降ると炭酸爐ガスの量が増加し、高爐ガスが減少する。空氣はこれらのガスの變化に依て自動的に變化する。

以上の場合に使用した記録諸計器は他の調節器、整流器と同様に平爐に面した列盤に備へつけてある。

餘熱罐：— 平爐から廢氣ガスは餘熱汽罐に流入するが毎月約  $5,000,000 \text{ lb}$  發生する。蒸氣壓は  $135 \text{ lb}$  で約  $100^\circ\text{F}$  に過熱せられる。ガスは  $1,000 \sim 1,100^\circ\text{F}$  でボイラーに入り  $400 \sim 500^\circ\text{F}$  でボイラーから出る。

燃料消費量：— 前述の如く初湯は 6 月 28 日で爾來 7, 8, 9, の 3 ヶ月間燃料消費量は鋼塊  $t$  當り平均  $2,904,000 \text{ b.t.u.}$  であつた。11 月 1 日から 15 日までのを加へるとこの爐は  $5,223 \text{ t}$  出鋼したことになり  $t$  當り  $2,833,295 \text{ b.t.u.}$  の燃料消費になる。

この爐は永らく操業したのでないから耐火物消費量を決定するのは充分でないが、これと設計も操業法もよく似た爐が 1935 年鋼塊  $t$  當り  $12,34 \text{ lb}$  の耐火物しか要しなかつたことからみて耐火物の消費量は殆んど問題とするにたりない。

(K. K. F)

鹽基性電氣爐鋼の非鐵夾雜物と其の除去法 (Sahl und Eisen 3 März 1938, s. 231. Von Friedrith Karl Buchholz, Alois Ziegler, Ernst Voos.) 普通に非鐵夾雜物は次の 3 種類に區分される。

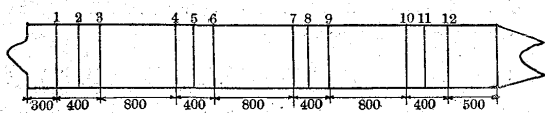
- (1) 酸化物或は珪酸化合物 (顯微鏡で見ると黑色乃至灰色に見える。)
- (2) 硫化物 (鳩色がかつた灰色)
- (3) 注出中又は注型中に混入するもの

本研究に於ては主として (1) に關して取扱た。此の種の夾雜物は長さが  $0.5 \text{ mm}$  以上あり肉眼でよく識別されるもので、ボールベヤリング材等によく出現し其の熔解が全部廢品になることが屢々ある。本文に於ては之の出来る原因及其の除去法に關して論述する。此の種の夾雜物を Campbell-Comstock の腐蝕液で腐蝕すると  $\text{Fe}$  及  $\text{Mn}$  の珪酸化合物なることが確めらるる點から見て之は電氣爐で脱酸後  $\text{Fe-Mn}$ ,  $\text{Fe-Si}$  等を加へた時に出来るものであるかと考へられるので脱酸の時間を長くして種々の脱酸方法に依て脱酸しても未だ夾雜物は完全には除去されない。又多くの熔解に就て脱酸の時、間其他の出来るだけ同じ條件にして注型しても多數の大きさの異なる

夾雜物が出る。此等の事實から見ると此の夾雜物は脱炭期或は注型中に出来たものではなくて精錬中に出来たものなることがわかる。此の推論は電氣爐用變壓器の移轉前後の成績から見ても裏書される。即ち以前は爐は變壓器から相當の距離にあつたために低壓側の導線は長さが18~26m位であつた。然るに變壓器を近づけたために導線の長さは5m位に短縮され抵抗に依る損失が少くなつた結果電極間の電圧は約10V上昇し、3極間共同電圧になつた。斯く電圧を上昇したために精錬の際に電極を鋼浴中に深く浸漬せずすみ、滓も以前は螢石を多量に使用しなければ容易に軟くならなかつたのが最近はずぐ軟くなり従て爐内の化學反應は容易に進み其の結果鋼材中の肉眼的含滓量は著しく減少した。

此等の事實からして非鐵夾雜物は精錬期に發生するものなることは明であつて次記の200熔解に就て調査した結果もよく之等の事を實證して居る。即ち抗張力は壓延の儘で90kg/mm<sup>2</sup>前後を有する炭素鋼及ボールベヤリング鋼に就て調査した。其の方法は各熔解から約600kgsの鋼塊を2本つくり鋼塊の大きい方の面積が285mm<sup>2</sup>のものを45mm<sup>2</sup>に壓延し第1圖の様に鋼塊の頂部から底部へ向て等距離の所から切斷して含滓の數を顯微鏡で検査し夾雜物の大きさを3段階に區分して夫々係數を定めた。

第1圖



即ち夾雜物の長さが0.20~0.25mmのもの 3

0.35~0.65mmのもの 4 0.65mm以上のもの 5

此の數字の合計を各熔解毎に試験片の數で割て含滓の比較用の數字とした。滓出後は各熔解共同様に取扱たので脱炭方法の異なること或は注型作業の相異の影響はない様にしてある。ボールベヤリング鋼に於けるCrの影響は判りはしないので本調査に於ては炭素鋼と區別して居ない。

沸騰精錬の強さは之を脱炭量で表し脱炭量と夾雜物との關係を第2圖に示した。之と同時に精錬の頻度率も示してあるが同表に見る通り0.3~0.55%の脱炭量のものが一番多い。

第2圖に依ると脱炭量の多くなる程夾雜物の量が減少することを明示して居る。又同圖に依れば電圧の影響も亦大きい事がわかる。

即ち變壓器を移轉する前は移轉後に比べて夾雜物の量が約2倍である。電圧の影響を特に調査するために16熔解を175Vで熔解したが此の場合には第3圖に示す様に脱炭量の少いものが最も含滓量は少かつた。

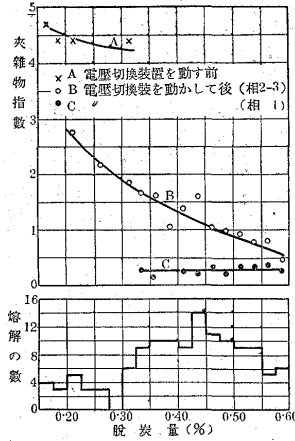
此の理由は次の様に説明できる。即ち電圧を低くすると電極を時々鋼浴中に浸漬するか或は極端に近づけるために電極の附近だけは熱せられるけれども電極から隔た部分は温度が低く容易に反應が進まない。其の爲に滓は粘度が大きくなり従て電弧の附近ばかりに沸騰精錬が行はれ他の部分には酸化物や珪化合物は其の儘止る。第3圖に示す様に電圧が高くなると電弧が長くなり滓の粘度も小になり反應しやすくなるから脱

炭量が0.25%位でも夾雜物は増加しない。然し電圧を高くすると爐の消耗率は大になるから經濟的には高くつく。

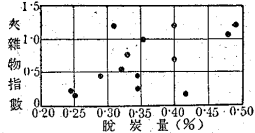
實際に變壓器を爐の近くに移轉してから電極II IIIの導線が短くなり其のために冶金的条件が改善されて脱炭量が増すに従て夾雜物の量が減少することは第2圖の曲線Bに示す通である。更に電極Iを調整すると曲線Cの様に一層良好になる。同圖に依ればCの場合には脱炭量が少くても良好結果を得て居ることは第3圖の成績とよく一致し。脱炭量が少なくてすむとすれば非鐵夾雜物を減らすために熔解費が高くなることはない。即ち本調査に依れば爐を改造した事に依て恰も高電圧で熔解したと同じ様な結果が得られ裝入物、屑鋼の状態、或は鑛石の成分、脱炭度等の如何に不拘、第2圖に示す様に電氣爐一代に於ける鋼中の夾雜物の量が一定であると謂ふことは、反應しやすいつ滓を作て沸騰精錬をすることが非鐵夾雜物を減少するに大いに役立つことを如實に示して居る。

第4圖は精錬速度と精錬時間が非鐵夾雜物に及ぼす影響を示す。第4圖は之を一層明瞭ならしめるために熔解の數並に夾雜物指數を

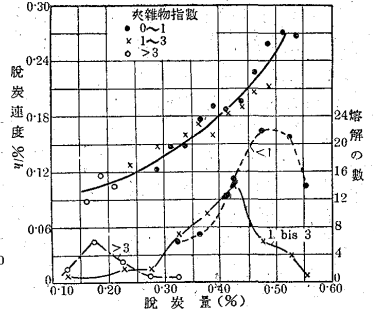
第2圖 脱炭量と夾雜物指數との關係



第3圖 高電壓にて熔解したもの

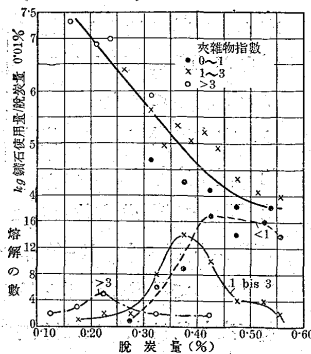


第4圖 脱炭速度、脱炭量と夾雜物指數との關係

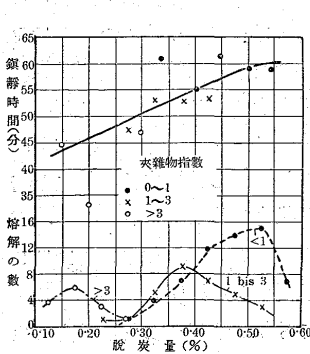


掲記した。此の熔解の頻度率から見ると夾雜物指數の曲線は三群に區分される。夾雜物指數の最大の點は脱炭速度が0.06~0.12% C/hの處に存在する。脱炭速度が0.20~0.27% C/hの邊になるとF. Beitterが鹽基性平爐で實驗したと同様に良好結果を示す。精錬度は平均8tの裝入に對して0.01% Cを下げるに幾何量の鑛石を使用したかを謂ふ事で示すと第5圖に依れば3.5~5kgs/0.01% Cの鑛石の使用量で脱炭量は0.40~0.50%の時が最も良好である。こんな熔解をよく觀察すると温度も滓の状態も良好で又餘り激烈な沸騰精錬もやつて居ない。

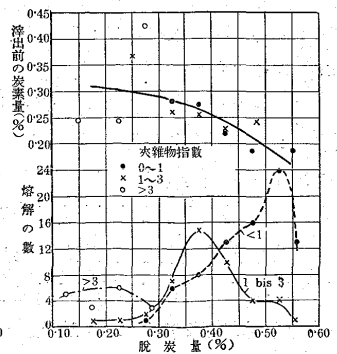
第5圖 鑛石の使用量脱炭量と夾雜物指數との關係



第6圖 鎮靜時間脱炭量と夾雜物指數との關係



第7圖 滓出前の炭素量脱炭量と夾雜物指數との關係



第6圖は脱炭量と鎮靜時間との關係を示す。同圖に依ると鎮靜時間が55~65分の場合が最も良結果を示して居る。

次に滓出前の含炭素量も熔解の純度に大なる關係がある。C. H. Herty, F. Körber 氏等は C 量が少くなると  $O_2$  の溶解度が増えるとして居る。従て  $MnO$  又は  $FeO$  等の夾雜物は滓出前の炭素量と大なる關係があると考へられる。

第7圖は滓出前の炭素量と脱炭量並に夾雜物指數との關係を示す。最も良好なものは最後の炭素量 0.17~0.22% の熔解で成績が悪いのは最後の炭素量が 0.25% で脱炭量も僅に 0.15% のものと、最後の炭素量が 0.43% で殆ど沸騰精鍊を行はぬものゝ2群である。

精鍊の時間も夾雜物の大きさに大なる影響がある。沸騰精鍊が充分でないと滓の含量が多く、 $Fe, Mn$  の珪酸化合物を含み精鍊をよくすると夾雜物の形も小さく且つ其の數も少くなり、夾雜物は  $Fe, Mn$  の酸化物である。

結論:— 鐵、マンガンの珪酸化合物なる夾雜物は精鍊時に出来る之を少くする方法としては適當な脱炭速度及時間を選択する必要がある。又滓出前の最後の炭素含有量及び鑄石の使用量等も夾雜物を少くするために大なる影響がある。

(T. I.)

**鑄物用鹽基性平爐製鋼法** (Porter, J.W.B.F. & S.P. Nov. 1934. p. 1202) 最初の平爐は不適當な設計。建設上の不充分、鐵皮の弊ひの不足、耐火物の貧弱不適當で失敗に歸したが、練達有能の士を得て仕事を組織化し工夫と適當な操業によつて次の資料を得ることが出来た。その間平爐製鋼の一般的技術に大なる進歩をなした。この技術的進歩は平爐設計の改良、熔解並に精鍊末期中の状態を正確に知るための種々の工夫をすることによつてである。今利用せられてゐる代表的改良は次の諸點である。

- 1:— 爐壁と天井とを絶縁すること。
  - 2:— 爐壁を鐵皮で蔽ひせること、
  - 3:— 蓄熱室、天井、煙道、煙突の下部等の温度を知るためにパイロメーターを使用すること。
  - 4:— 出鋼前に熔滓の表面温度及び鋼、鑄型に注入せられたるとき湯の温度を知るためにオプティカルパイロメーターを使用せる點。
  - 5:— 變更したときにガスの流れを爐附きのものに知らし、また自動的に變更する機構を正確に働かせるために蓄熱室用パイロメーターの指示計を使用すること。
  - 6:— 所定の爐壓と通風の維持。
  - 7:— 燃料の要求割合に論なく燃焼に適當な比例を維持する様、燃料と空氣用バルブを正常に、するための設備。
  - 8:— 製鋼の數階段に要求せられるガス比を壊さないで絶へず維持せしめたこと。
  - 9:— 燃料を均一温度に保つために自動整調燃料豫熱器を使用。
  - 10:— 水冷式ドアー、抱、バナーの使用。
  - 11:— 耐火物製造者の研究と發達による良質均一な耐火煉瓦の製造とその利用。
  - 12:— 監督者や製鋼中充分詳細に仕事を照合することが出来るやうに記録計を利用すること。
  - 13:— 色々の場合にやる方法を正確に指圖するために監督者を利用すること。これまでに述べた機械的方法に加へて裝入せられる種々のものゝ量と成分を均一にする事によつて仕事の手順を標準化してある。これには化學分析並びに各職場の充分な協力を要する。
- A. S. F. での實施 次に述べる詳細は鑄物用製鋼をしてゐてグラナイト市に工場を有するアメリカ鋼鑄物會社で現に動いてゐる鹽基性平爐製鋼法によつてゐる。最初の平爐は 1894 年グラナイト市

でつくられた。次に 25t 平爐 6 基が 1931 年まで動いたが、その間製鋼法の非常な改良があつた。目下 30t 3 基である。之はスタブソソ式で天井以外は鐵板で蔽はれ、鐵板と煉瓦との間は絶縁物を置いてある。

爐底の準備作業:— 爐が機械的にも構造上からも完全であるならば煙突の下と裝入口の所で薪をたく、その時は變更弁は中央にしてガスを兩側から煙突に逃す。焰が壁や天井と接觸させないやうに注意せなければならない。爐が乾燥してしまふと爐底を蔽ふやうに點火する。これは約 72 時間繼續する。燃料油は壁が赤色を呈するまで消してはならぬ。燃料油が消されるときにその消費量はいくらく多く見積ても 1 時間 50 ガロンより多くてはいかぬ。消火の際爐底がきれいになつてゐるかどうか注意しなければならぬ。それから變更弁を中央の位置から一方向に換へる。變更の時間は次第次第に短かくして 48 時間にもなると 15 分ごとにする。爐熱は徐々にあげて 48 時間以内には仕事の出来る温度にすることが大切なことだ。爐が適當な温度になると爐底の燒附けに着手してよい。

爐底燒附け:— 新しい爐床にはすべて 2 度燒きしたマグネサイトが用ひられる。之はドロマイトより純粹であり熔融點がより高いためである。マグネサイトと鹽基性の熔滓と 3:1 の割合に混ぜる、その熔滓中には地金が交ててはいけなしい又マグネサイトよりは一層細かくしたものが良い。その他のものは何も混ぜてはいかぬ、マグネサイトの混合物が使用せられる前以て煉瓦積の上を熔滓で蔽てしまふ。そして後 1/4" 以上の厚さにならぬやうな薄い層でもつて爐底の上に混合物を散布する。次の層が置かれるまでに適當に燒結するやうに充分の時間を與へねばならない。初めは 3" の厚さにする。それから 2 時間半たつた頃次の層を置く。3" 程度になつてから 1 日に少なくとも 3 回爐底を檢べる。それには火を消して 30 分間冷却し棒の端で爐底をついてよく燒結してゐるかどうかを檢べる。3" になるまで爐底を造ってから棒の端で 24 時間に 12 個位のサンプルを取る。それを冷してから割て破面を見る。3:1 の  $MgO$  と熔滓を混合したものが専ら爐周に用ひられる。その混ぜたもので爐底に流れるものがあるから爐底には熔滓を混ぜないで  $MgO$  ばかりでするのが常だ。然し熔滓を必要以上に吸収しがちになる。この混合比は固い爐床をつくるやうに變て見なければならぬ。鋼滓の試料は爐床が出来上るまで續けねばならぬ。 $MgO$  混合物は出鋼口の高さになるまで散布する。30t の鹽基性平爐の爐底をつくるには約 5 日間を要す。

6" 直徑で適當の長さのパイプを出鋼口の適當の場所に置く。爐壁の内部にあるパイプは 1" の厚さの  $MgO$  混合物でカバーしておく。爐の内部に及んでゐる部分は熔解せぬやうに  $MgO$  混合物でカバーする。パイプの内部は  $MgO$  或はドロマイトで満しておく。

$MgO$  混合物の層は爐の周圍スラグラインの上部約 10" のところまで及ぶやうにする。爐底は出鋼口を用いたときに鋼も熔滓もすべてが爐から出たしまふやうにせねばならぬ。適當な位置を保つために塞がれてゐたパイプの出鋼口の所では塞ぐために用ひられてゐた煉瓦は取除かれガニスター或はクロムを 3 粘土を 1 の割合に混じそれをよく附くやうに水でぬつてその部分に使用する。それをよく撞き固めて出鋼口の鑄物と爐壁内部にあるパイプの間を完全にみたく。出鋼口は掃除をして出鋼後のあとのやうに塞ぐ。次に熔滓が投入せられ爐の周圍になるだけ高く置かれる。これは 1 時間位繰返され爐底に熔解した熔滓の高さが 2"~6" の高さになるまでつゞける。熔けた熔滓をバタバタきしてなるだけ多く爐壁の端の  $MgO$  に鋼

滓を吸収さす。これに許す時間は5時間より少なくてはいけない。次に熔滓は出鋼口から出し、最初の湯の準備をする。

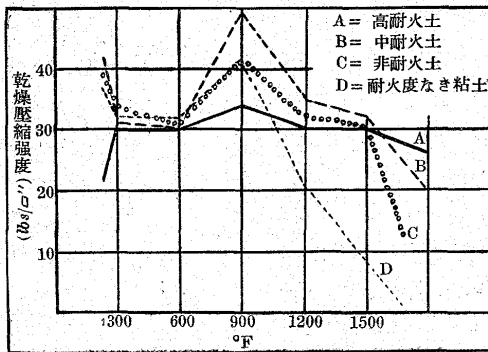
装入開始に先ちて、爐底は装入口を開いて冷し燃料を斷つ。爐底を冷すために要する時間は熔解者の判断にまかす。

出鋼口は爐の後からラブルで塞ぐ。内部からドロマイトを投げつけ出鋼が後から6"になるまで續けそれをクロムを濕ほして良く密着さす。次にラブルを出鋼口の内部から取除きまた装入口の方からドロマイトを投げつけてよく塞いでおく、平爐職は種に粘土煉瓦を並べそれをよく水でねつたロームを適度に塗りつけておき出鋼前によく濕氣を除き乾燥する。(K. K. F.)

### 5) 鐵及鋼の鑄造

#### 乾燥砂強度とは何か (Dunbeck, N.J. Foundry, April 1938)

鑄型用砂の乾燥強度と言ふ言葉は今日漠然と用ひられ、其の爲に鑄造工場間の強度の比較は屢々意味の無い事がある。故に乾燥砂強度に就て更に多くの知識を得なければならぬ。現在の所 A.F.A. の砂研究委員會に依り行はれて居る包括的な研究が重要で、此れに依り解決されるであらう。然し其れ迄に此の言葉の概念を明らかにして置く必要がある。此の言葉の解釋と使用に對する混亂は、或る1種の砂の乾燥強度と言ふものが温度に依て非常に變化するのを考慮しないからで、其の有様は圖の如くである。



即ち乾燥強度は温度と共に變化するが其の量及變化する點は使用される結合劑の性質に依て變る。若し補助的結合劑として穀類、ピッチ又は樹脂が砂に加へられれば結果

は更に廣範圍に亘て變化する。此等結合劑の或る物が焼けてしまつた時、他の物が効果を現はすに至るからである。此の事實を考慮に入れて、乾燥強度と言ふ言葉の使用される方法を考へて見よう。

A.F.A. 乾燥強度試験は 221°F で1時間焼かれた所の撞き固めた砂の試料を碎く事に依り行はれる。一般に鑄造工場に於て砂の試験機を用ふる人は乾燥強度を此の温度にとつて居るのである。又論文等に用ひられる場合も此れを指すのである。然し、實際にあつて居る人々は 221°F に對して言ふのでなく注湯温度に就て言居るのである。故に圖より知られる如く、此の温度の乾燥強度と言ふのは 221°F に於けるものと全く異たものである事を知らねばならぬ。

標準試験は鑄造工場に於て1種の自然砂、1種の結合劑を用ふる時に單なる調節統御の意味で價值があるので、此の値を實際の鑄造條件に適用して始めて眞價を發揮するのである。更に標準の試験は鑄型面に接觸する金屬に依て、鑄型面温度が或る程度上昇するが其の時の乾燥強度に對する indication である。然し此の indicator は常に同じ材料が用ひられた時にのみ正確であり得るのである。若し材料又は材料の組合せが變れば標準乾燥強度は意味を持たない事になる。

以上述べた要點は現在の標準試験の限界を吾人がよく心得て居れば價值あるものであるが、現場に於ける各種の砂、結合劑の多種多

様性の爲に以上の試験を無制限に擴張は出来ぬ。

多くの大きな鑄型は或る一定温度に於て一定時間乾燥される。鑄型の乾燥強度又は硬度は時間、温度及び其他の因子に依存するのである。此の場合、鑄造工が乾燥強度に就て語るとしても其れは 221°F の温度に就て言居るのではなく又注湯温度でもなく、或る特殊の爐の温度に於ける強度を言居るのである。

A. F. A. 標準試験法に於て砂は工場の実際作業に於て常に行はれると同温度に焼成する事が勧められてあるが、此れは一般には閉却され、試験係は 221°F の標準試験を行て居る。表を参考にして見れば直ぐ知られるが砂や結合劑、材料の割合等が變た時 221°F の強度から焼成温度に於ける強度を豫知する事は出来ない。

熟練工は常に鑄割れを防止すべく注意せねばならない。砂の一部分が金屬に依て圍まれる部分では鑄型面は極めて高温に、且つ其れに接する金屬は極めて大なる温度降下を來たす事が豫想される。さうして高温になつた砂はその時に大なる強度を持って鑄物の收縮を妨害して割れを生ずる。又 1,000°F に於ける乾燥強度を減少せしめようとするれば注湯温度に於ける強度の減少を來してしまふ。故に 500~1,000°F の間で最も低い乾燥強度を示し注湯温度で充分な強度を示す如き材料を選択する事に依り此の目的を達する。221°F の乾燥強度試験は此の範圍内に於ける強度に對し何等の information も與へぬ事を知らねばならぬ。

故に實際の仕事に當る人は常に温度條件を明瞭にしなければならぬのである。(S. O.)

### 7) 鐵及鋼の性質並に物理冶金

Co 鋼の析出硬化 (Harrington, R.H. Tran. A.S.M., March, 1938) Co 36, Mo 5, Cr 5.4, C 1% 鋼は一種の磁石鋼として使用されてゐるが之を焼入すると Rockwell C 62~64 の硬度となり再加熱すると C 68~69 に上昇し析出硬化の現象がある。第1表に示す如き6種の合金を作り種々の熱處理に依て得らるゝ最大硬度を求めた結果も亦表の最後の行に示す様である。No. 2 合金は硬度最も高く又此等合金の破面も微細で V の添加の影響は認められた。Co の効果は No. 3 及 5 合金を比較すれば分る事で炭素量と共に高い Co のものが高い硬度が得られる。切削試験は次の通りである。工具は

第 1 表

| No. | C    | Cr   | Co   | Mo   | V   | 最大硬度<br>Rockwell C |
|-----|------|------|------|------|-----|--------------------|
| A   | 1.00 | 5.40 | 36.3 | 4.90 | —   | 68                 |
| 1   | 1.20 | 7.27 | 36.4 | 5.20 | —   | 69                 |
| 2   | 1.14 | 6.71 | 35.4 | 8.50 | 0.4 | 72                 |
| 3   | 0.75 | 5.10 | 32.6 | 6.10 | 0.4 | 69                 |
| 4   | 0.58 | 6.70 | 33.0 | 5.03 | 0.4 | 40                 |
| 5   | 0.87 | 6.37 | 21.9 | 9.50 | 0.4 | 65                 |

950°C 油焼入後 500°C 5hr 加熱空冷した。被削材は C 0.35, Ni 3% 鋼で硬度 195。切削條件は切込 1/8" 送り 1/4" 速さ 70 呎/分。結果は第2表に示す如くで更に No. 2 及 3 合金を比較せるに No. 2 が秀な結果を示した。

第 2 表

| 高速鋼<br>(18-4-1) | 合金 A  | 合金 1  | 合金 2 | 合金 3 | 合金 5 |
|-----------------|-------|-------|------|------|------|
| 6.5分            | 12.5" | 16.5" | 30"  | 30"  | 25"  |
| 切味停止            | 切味停止  | 切味停止  | 切味停止 | 切味停止 | 切味停止 |
| 切味停止            | 切味停止  | 切味停止  | 切味停止 | 切味停止 | 切味停止 |

次に No. 2 合金に就て各種の熱處理を施し其硬度の變化を驗せるに 950°C 油焼入 450~500°C 5hr の加熱にて最大硬度 C 71~72 を得た。1,150°C より焼入せるもの及 1,150°C にて焼鈍後 950°C

油焼入のものは最大硬度は得られない。然し 1,150°C 焼入試料は硬度 C 42 から 575°C 焼戻にて C 67 と増し析出硬化の量は驚異的なものである。焼鈍は 750°C にて行ふを良しとす。本鋼製造に際し鍛造は 1,150°C にて行ふを適當とするもので 1,200°C にては材質を悪化する憂がある。

(Y)

**耐蝕鑄鐵の性質及利用** (Frank Hudson, Foundry Trade J., March, 1938) 現在耐蝕鑄鐵として知られてゐるものに 3 つの型がある。第 1 は高 Si 鑄鐵で種々の商品名で知られてゐるが Si 15% を含み切削性の悪い事と極めて脆い缺點を有す。第 2 は高 Ni オーステナイト鑄鐵で廣く用ひられてゐる。第 3 は Cr 20~35% を含む高 Cr 鑄鐵であるが未だ試験時代の域を脱しない。本文は之等の一般性質に就て論ず。

高 Si 鑄鐵は Ferro-Si の分析にて酸に溶け難い事に暗示を得たもので Si 13% 以下及 19% 以上では耐蝕性は少い。10%  $H_2SO_4$  に対しては Si 14.8~17.3%, 10%  $HNO_3$  には Si 16.1%, 10%  $HCl$  には Si 18.5% とすべしとの結果がある。實際に於ては Si 13~18%, C 0.2~1.0, P < 0.2, Mn 0.25~0.20%, S < 0.05% で此範圍内では S.G. 6.8 抗張力 6~7  $tl/in^2$  抗壓力 34  $tl/in^2$  ブリネル硬度 450~500. m.p. 1,200°C 縮み 0.25  $in/in$  である。Si の黒鉛化性の爲に炭素は殆ど黒鉛の形で存し従て熔解及注型を注意せねば黒鉛の生長の爲に故障が起る。 $Fe_3Si_2$  の生成は 1,045°C 炭化物から黒鉛の分離は 1,100~1,000°C で起る。此兩變化が殆ど同一温度範圍で起る事は、黒鉛の適當な分布と  $Fe_3Si_2$  の微粒の生成に都合よいが黒鉛片の生ずる場合には  $Fe_3Si_2$  は偏析し抗力を減じ且脆くなる。炭素量は Si 13% では 0.6%, Si 18% にては 0.25% とすべきであらう。切削は不可能故研磨に依る外はない。此鑄鐵の縮みの多い事は炭素に依て加減す、即ち黒鉛として析出する炭素が多い事は縮みの大なる事となるは鼠銑鐵の場合と同様である。

熔解は Cupola 反射爐、高周波爐何れでも良いが過熱せず酸化させない様にせねばならぬ。縮みも液體縮みは少いが固體縮みが大きい事が鑄造の困難を來す原因であるから型も堅く詰める事なく中子も脆いもので作る事が肝要である。獨逸では注型後爐に入れて徐々に冷却する所もある。材料の性質を良く了解して型を定め鋭い角や断面の甚しい差違等の起らぬ様又鋼の様なものには底を丸くする事の注意も必要である。

適當に作られた高 Si 鑄鐵は  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  に対しよく耐へ  $HCl$  では濃冷のものには良い。此鑄鐵は又耐蝕の目的のみならず Erosion にも利用されるが唯 50  $in/in^2$  以上の内壓の掛る所或は温度の激變を伴ふ場所には使用出来兼ねる。

第 2 のオーステナイト鑄鐵と稱しても耐蝕性のあるのは Ni 14% 以上に Cu, Cr 等を含むものに限られてゐる。此種のもの高 Si 鑄鐵と異り切削性もあり利用範圍も廣い。Ni-Resist として知られてゐるもの成分を示すと C 2.5~3.0, Si 1.4~1.8, Mn 0.8~1.5, S 0.1, P 0.4, Ni 13~16, Cu 6~8, Cr 1.5~2.5% で厚い鑄物には更に Ni 2~3% 増加する。Cu を添加する事は未だ決定的の結果はないが若し除く場合には代りに Ni を増加せねばならぬ。Cr は抗力、硬度の増加を目的とし其切削性を害さぬ程度とす。Ni を増す事の重要影響は單に耐蝕のみならず Ni 30~40% では膨脹係数が最も小さい事である。Ni-Resist の機械的性質は S.G. 7.5~7.6, 抗張力 13~17  $tl/in^2$ , 伸 0.5~1.0%, 硬度 140~200, 膨脹係数 0.000018 (Ni 35% を含むものは 0.000008)。此鑄鐵は非磁性であつて前の高 Si 鑄鐵より抗力高く靱性にも富む。成分中 C が 3.0%, Si 1.9%

を越へると抗力は 8  $tl/in^2$  位に減ずる故炭素を低くする事は縮み、鑄巣を減少する事と關聯して鑄造に當り重要な事である。

熔解は何でも良いが坩堝、反射爐、電氣爐が良く Cupola は却々困難を伴ふ。此の爲に Ni, Cu, Cr に富む鐵合金を熔し Cupola よりの銑でうすめる事も一方法であつて此目的に N.C.C. 銑鐵がある即ち Ni 56~58, Cu 24~26, Cr 8~9, C 0.5, Si 0.5% の成分で此の 1 に対し C 3.3~3.5, Si 2, Mn 1 の銑鐵 3 を混合する事が行はれてゐる。脱酸は理論的には不要であるが實際は少量の Ferro-Mn を加へる。戻り屑は 25~30% 使ふが 100% 使用も炭素量の減少はあるが可能である。砂型は gate 及 raiser を大にし注型温度は 1,300~1,350°C とする。鑄物は鑄込後速く冷却すると切削性は良くなるが一度 850~950°C に加熱し空冷或は焼入する場合もある。切削には切込を大にして緩速度で行ふ方が良い。熔接は可能でアーク或はアセチレンで共金を使用す。

此の Ni-Resist オーステナイト鑄鐵は耐蝕性を目的として使はれるは勿論であるが最近はその加工硬化性を利用して自動車の磨耗部に使はれ耐蝕性と相俟て好結果をあげてゐる。耐蝕試験 (普通鑄鐵 Ni-Resist, Cr 鑄鐵の比較) の結果に依ると  $HNO_3$  に対しては Cr 鐵は良好にして他は何れも同様である。 $H_2SO_4$  に対しては Ni-Resist は斷然良好であるが濃度 50% を越へると何れも同様であり  $HCl$  に対しては何れの濃度でも Ni-Resist が勝てゐる。

高 Cr 耐蝕鑄鐵は低炭素 Ferro-Cr の製造に依り可能となつて來たが相當値段は高い。成分は C 1.0~2.0, Si 0.8~1.2, Mn 0.5~1.0, Cr 25~30% であるが切削性を考へると C 1.0~1.5% が望ましい是でも焼鈍を必要とする。これは硬い安定な炭化物の生成に因るので焼鈍で却々破壊し難い。従て炭素量の調整が最も困難であるが最も重要な譯である。即ち C の吸収が迅速に行はれ CO ガスからさへも入る故 Cupola 熔解は出来ぬ。N<sub>2</sub> は切削性を害さずして抗力、靱性を増加する故に高 N<sub>2</sub> Ferro-Cr が用ひられる。製品の S.G. は 7.42~7.43, 抗力 31~37  $tl/in^2$  伸 < 0.5% 硬度 250~350, m.p., 1,400~1,410°C.

熔解は坩堝、反射爐、電氣爐で酸化氣爐で行ふを有利とする。熔解中は  $Fe_2O_3$  と Cupola 滓と等量の混合物を以て被ひ酸化状態を増進し炭素の吸収を防止せねばならぬ。脱酸は Ferro-Mn, Ferro-Si にて行ふ。今炭素増加の例を示すと計算値は 0.60% であるものが 3hr の熔解により 1.43% に又 5hr を要して熔解せるものは 2.03% に増加した。鑄物の焼鈍は 850°C 加熱 1hr 保持後 600°C 以下迄出来るだけ徐冷し此間少くとも 6hr 位を要する程度とする。耐蝕性は Ni-Resist と共に述べたが  $HNO_3$  に対しては強いが  $HCl$ ,  $H_2SO_4$  と共存する時は腐蝕される。

(Y)

**特殊鋼と其の造船への應用** (Swinden, T. Metallurgia, March, 1938) 鋼の高速切削は自動的機械製作の最も重要な問題の一つであり嘗ては free-Cutting 性を持つ如く製せられた鋼が此の目的に使用せられた。然し此れは脆弱であり信頼度は少なかつた。今日に於ては B.S.S. No.32 に標準化され、IV 級品は極めて良好なものである。昔の鋼は 0.1% 位の S と P を含んで居たが、今日では殆ど完全に此れを除去し脆性を避け得た。

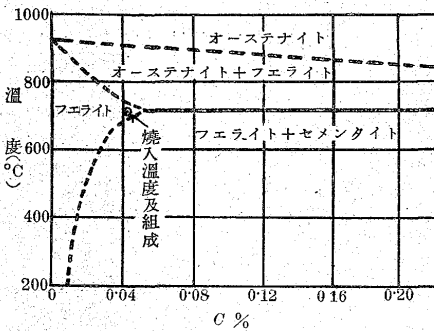
腐蝕に關しては冶金學的又は化學的な變化よりも腐蝕を受ける條件が大なる影響を與へる事が知られた。其れで海水に對する船底の腐蝕防止に對しては Cu 又は Cu と Cr を含有した鋼が注目すべきであるとされるに至る。

Cu を含む鋼が大氣の腐蝕に對し強い抵抗性を有する事は衆知で

あり且つ或る種の弱酸に對しても抵抗性大なる事は明かであるにしても海水に對し普通の軟鋼よりも抵抗性の高い事に就ては明らかな證據が少なく、著者はこれを實際の使用條件にて試験しこれから *Mn-Cu* 鋼が特に海水に對する腐蝕抵抗の大なる事を知た。

軟鋼が歪を受け、歪力の除去後は衝撃値は減少し、又歪を受けつゝ比較的低温で加熱されれば衝撃値は特に著しい減少を見せる。これは歪時効脆性として知られて居る事である。然し此の現象は製鋼の際強力な脱酸剤を使用する事により避けられ、平爐鋼轉爐鋼のいづれに於ても同様な事が知られた。

焼入硬化と言ふ事は普通焼入後室温又は比較的低温に放置する事に依り靱性を減少しつゝ硬度を増加する事に言はれる。これは軟鋼にも起る現象で析出硬化の理論から容易に説明される。最も大なる硬化は *C* が 0.04% の程度にあり 700°C から焼入れられた時に起る事は圖に示すが如くである。



此の現象は發條の製造に利用されるが一方種々の trouble の原因ともなる。かくの如き結晶粒子の微細な鋼に適量の *Al* を添加する事に依り脆性は完全に避けられる

脆性他の型式として焼鈍脆性なるものがある。これは軟鋼が歪を受け次いで 700~800°C に加熱された時に起るので、*C* の含量低く 1.5% *Mn* を含む鋼は此の脆性を起さぬ事が知られた。

蒸氣罐用鋼には苛性脆性と言ふ言葉もあるがこれは化學作用を受けつゝ歪を受けた爲に起る結晶粒間破断である。

以上は主として軟鋼に就て述べたが多く合金鋼に就て著者は抗張力と結晶粒の大きさに密接な關係ある事を強調して居る。

一般に使用される合金鋼は廉價なもの即ち適當な *Mn* と此れに *Mo* を、或る場合には少量の *Ni* を加へた鋼が好んで使用される。他の特殊鋼としては 3% *Cr*, 0.5% *Mo* で適當な *C* を含有し極めて良好な性質を持つ、此の鋼は窒化又は浸炭用に用ひられるのである。嘗て航空發動機の連結桿用として 150t の抗張力を持つ鋼が試験されたが、これは *Ni-Cr-Mo-V* 鋼で試料は 830°C から油焼入 220°C で焼戻しされたものである。

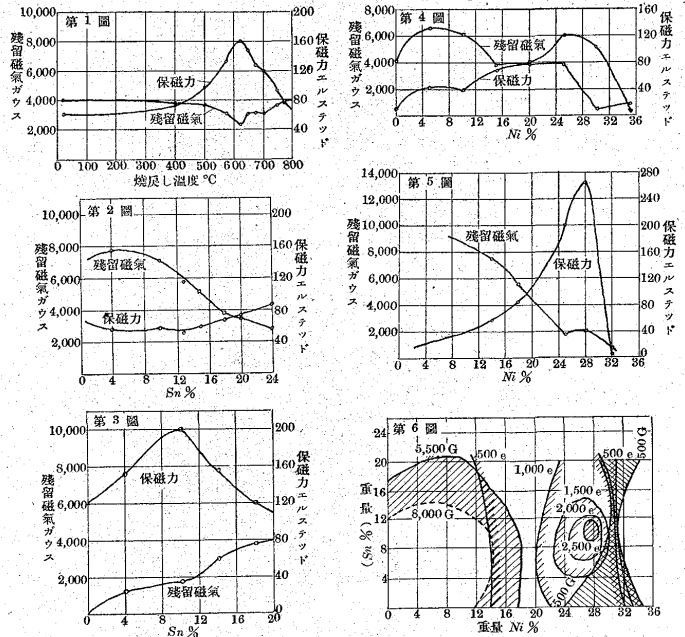
表面硬化法として新しく且つ理論的にも興味あるのは Tocco 法である。これは硬化さるべき材料の表面を高周波電流に依り加熱し次いで誘導線輪の穴を通じて出て來た水に依り焼入れられるのである。此の法に依れば高い精密度が得られる。*Cr-Mo* 鋼は此の目的に用ひられる。得られた硬度は Brinell で 600~650 で殆ど表面硬化法の最高點であらうと言はれる。著者は更に高温に於ける各種の鋼の性質、不銹鋼等に就て述べて居る。

(S. O.)

**析出硬化せる *Fe-Ni-Sn* 合金の磁氣的的研究** (Legat, H. Judenburg, Metall-wissenschaft, wirtschaf, -technik II, März 1938.) *Sn, Ni, Fe* 任意の割合より成る合金は固溶體と金屬間化合物から成る状態に戻らうとする析出硬化の可能な合金を作る。之は *Fe, Ni* を主體とする合金例へば *Cu-Fe-Ni* 合金に於ても同様である。本研究の目的は低炭素高ニッケル鋼に於ける *Sn* の析出硬化がどの程度に保磁力及残留磁氣を高めるかを確認するに在る。析出硬化

に必要な焼き戻し操作を考慮して、焼入れ状態に於てオーステナイト—マルテンサイト組織に在る合金は、オーステナイトがマルテンサイトに分解する際に同時に *Sn* が存在してゐれば、要求する條件に最もよく適合すると考へ、それ故に特にこの範圍の合金を研究した

析出硬化の現象は過飽和溶液の存在と結晶格子内に無理に溶け込んだ成分の移動の可能性に關係がある。その場合後者の條件が特に温度と關係がある。*Fe-Ni-Sn* 合金の研究で次の事が分た。即ち冷却速度が磁氣的強さに大なる影響がある、而も冷却速度の増加と共に保磁力は常に増加し、時に又残留磁氣も増加する。水による焼入れは油或は壓搾空氣の焼入れより効果が大きい。之に反して焼入れ温度の上昇は益々残留磁氣を低下せしめ、保磁力を上昇せしめる。18% *Sn*, 15% *Ni* の合金に於ては 900°C からと 1,125°C からと焼入れて硬化せる保磁力の差は約 21% に達する。*Sn* の析出現象は *Ni* の添加に關係なく常に 580~640°C に於て認められる。第 1 圖は析出相の粗大化が緩慢であり、大なる磁氣的強さは比較的大きな温度範圍に亙て得られる事を示す。最高の磁氣的強さを誘起する析出準備工作の階程は先きに擧げた温度では約半時間で達せられる



第 1 圖 6.9% *Sn*, 23.1% *Ni*, 70% *Fe* 合金に對する析出硬化圖  
 第 2 圖 15% *Ni*, 鋼に於ける *Sn* 含量の増加が残留磁氣及保磁力に及ぼす影響  
 第 3 圖 25% *Ni* 鋼に於ける *Sn* 含量の増加が残留磁氣及保磁力に及ぼす影響  
 第 4 圖 18% *Sn* 鋼に於ける *Ni* 含量の増加が残留磁氣及保磁力に及ぼす影響  
 第 5 圖 18% *Sn* 鋼に於ける *Ni* 含量の増加が残留磁氣及保磁力に及ぼす影響  
 第 6 圖 等保磁力—残留磁氣線圖

純粋な鐵では *Sn* の析出が特に磁氣的強さを増す事もない。保磁力の比較的高い値で残留磁氣は極く緩慢に降下するから *Cu* の析出に較べて兎も角析出効果は著しくよい。この關係は *Ni* 含量の餘り高からざる場合には同じであるが *Ni* 含量の高い範圍で *Sn* を添加するとオーステナイト生成の強い逆行現象が現はれ、爲にこの關係は變化する(第 2 及第 3 圖)。 *Ni* の添加はそれ故に残留磁氣及保磁力に都合よく作用する。第 4 圖は *Ni* 含量を増加するに從て *Sn* の析出硬化とマルテンサイト生成による硬化とが一緒に及ぼす影響の



有様を示す。とくに興味ある現象として Sn 18% の合金は最大析出硬化を有するが磁氣的に最も強いものは Sn 含量のもつと低い合金である。第 5 圖に Sn 10% の合金に就て行つた結果を示す。大なる磁氣的強きは析出作用によるものと考へざるを得ない。夫故に固溶體の生成が Fe-Ni-Sn 系の Fe の角隅より始まり、Ni 含量の増加と共に Sn 含量の低い方へ制限されて行くといふ事は確らしい。個々の結果を綜合して第 6 圖に等残留磁氣線 (8,000 5,500 3,000 及 800 ガウス) 及等保磁力線 (50~250 エルステッド) を示した。之等の結果から見ると Fe-Ni-Sn を主體とする合金の經濟的使用の可能性はない様に思はれる。然し Sn が Ni 含量の高い析出可能な

第 1 表

| 鋼  | C     | Ni   | Sn   | 鋼  | C     | Ni   | Sn   |
|----|-------|------|------|----|-------|------|------|
| 1  | 0.05迄 | 5    | 0    | 17 | 〃     | 32   | 10   |
| 2  | 〃     | 10   | 0    | 18 | 0.08  | 28.2 | 11.3 |
| 3  | 〃     | 15   | 0    | 19 | 0.05迄 | 15   | 13   |
| 4  | 〃     | 20   | 0    | 20 | 〃     | 26   | 14   |
| 5  | 〃     | 25   | 0    | 21 | 〃     | 15   | 15   |
| 6  | 〃     | 10   | 3    | 22 | 〃     | 2    | 16   |
| 7  | 〃     | 15   | 4    | 23 | 〃     | 0    | 18   |
| 8  | 〃     | 20   | 4    | 24 | 〃     | 5    | 18   |
| 9  | 〃     | 25   | 4    | 25 | 〃     | 10   | 18   |
| 10 | 〃     | 30   | 4    | 26 | 〃     | 15   | 18   |
| 11 | 〃     | 35   | 4    | 27 | 〃     | 20   | 18   |
| 12 | 0.06  | 23.1 | 6.90 | 28 | 〃     | 25   | 18   |
| 13 | 0.05迄 | 28   | 8    | 29 | 〃     | 30   | 18   |
| 14 | 0.04  | 24.7 | 8.6  | 30 | 〃     | 35   | 18   |
| 15 | 0.05迄 | 15   | 10   | 31 | 〃     | 15   | 20   |
| 16 | 〃     | 18   | 10   | 32 | 〃     | 15   | 24   |

合金—鍛錬性は望まれぬが一の添加物として成功を約束してゐる事が分た。以上 Ni 0~25%, Sn 0~24% の範圍で析出硬化状態の炭素含量極めて低い Fe-Ni-Sn 合金に就てその残留磁氣と保磁力を研究した。それによつて單に Sn の析出のみでは磁氣的強さを高めるに充分ではないといふ事が確認された。Sn は析出硬化可能な永久磁石の主成分としては使用する事は出来ぬが斯かる鋼の添加物として大なる效用を有するのである。(S. O.)

**アルミニウム入耐熱鋼** (The Iron and Coal Trades Review April, 1, 1938 p. 576) A. P. Saimowski, N.F. Drosdow 及 K.W. Naschtschekin は "Katschestwenaja Stal" に Al を 12%, Cr を 2% 含有する鋼の機械的性質並に其の加工性に就て論文を發表して居る。50 kgs の高周波電氣爐を使用してアルミニウムと金属クロムとを装入して石灰質の鋼滓を作り之に螢石を加へて、試験熔解を 2 回行つた。第 1 回の熔解は之を豫め  $CCl_4$  で充滿して置いた鑄型に注型し、第 2 回の熔解は含鹽素ピッチを塗た鑄型に注型した。鋼塊の重量は 40 kgs であつて 1,000~1,100°C で鑄型から取出して砂の中で冷却した。其の化學成分は次表の通りである。

|     | C    | Si   | Mn   | Cr   | Al    |
|-----|------|------|------|------|-------|
| (1) | 0.05 | 0.26 | 0.22 | 2.13 | 12.48 |
| (2) | 0.04 | 0.31 | 0.05 | 1.81 | 12.70 |

鋼塊は其の粒子が極めて粗く 100 mm<sup>2</sup> 位のものもあり粒間の填充物は粗鬆で極めて脆弱であつた。Journ. Iron and Steel Inst. 1934 に C Sykes 及 J.W. Bampfylde は  $Cl_2$  の作用で鋼塊の表面は光澤があるか、或は青褐色を呈すると謂て居るが其の状況は認められなかつた。鋼塊を鍛錬する前に旋盤で皮をむき 650°C に 3 時間半 1,150°C に 1 時間加熱し 1,100°C で、徑 42 mm 及 22 mm に鍛錬した。鍛錬の際にはスケールは出来なかつた。22 mm の丸棒は更に之を 1,000~1,050°C で 1.7 mm × 19.5 mm のストリップに壓延したストリップは銀色の緻密な肌を有して居り黒皮は生じなかつた。又別に徑 8 mm 及 6 mm の棒も壓延した。壓延の際には粒の成長を來

さぬ様に 1,000~1,150°C に急速に加熱した。それにも拘らず壓延材の一部分は徑 0.2 mm 位の大きな粒になつて居る所があつた。

6 mm 及 8 mm の試料に就て之を種々の温度に加熱後空冷して曲げ試験を行つた成績は次の通りである。

| 加熱温度 (°C) | 折れるまでの角度 (L°)  |      |
|-----------|----------------|------|
|           | 6 mm           | 8 mm |
| 再加熱せず     | 30             | 10   |
| 500       | 70             | 45   |
| 600       | 90(眞直にのばして折れた) | 70   |
| 700       | 99(同 上)        | 70   |
| 900       | 45             | 45   |
| 1,000     | 20             | 50   |

又再加熱後水中に焼入した試料に就て屈曲試験を試みたが 6 mm のものは上表より稍良い成績を示したが 8 mm のものは殆ど上表と同じ位の成績であつた。650°C に再加熱して 30 分たつてから 6 mm の棒を冷間引拔をしようとしてみたが、再加熱後水冷したものも空冷したものも冷間引拔は不可能であつた。8 mm 及び 6 mm のものを 600~850°C で 3 mm に鍛錬すると粒の大きさは著しく小さくなる。3 mm の線は之を 650°C に 1 時間加熱し空冷してから 16 回引抜いて 1 mm の線にすることが出来た。引拔き前の抗張力は 91 kg/mm<sup>2</sup> (57 t/in<sup>2</sup>) である。引抜いた線を種々の温度に 2 時間加熱した後の抗張力 伸は次の通りである。

| 加熱温度 (°C) | 抗張力 (t/in <sup>2</sup> ) | 伸%   |
|-----------|--------------------------|------|
| 加熱せず      | 68.6                     | 1.0  |
| 500       | 59.7                     | 4.0  |
| 600       | 59.0                     | 6.5  |
| 700       | 53.3                     | 10.0 |
| 800       | 50.8                     | 7.5  |

再結晶温度は 500~700°C である。仕上りの線は比抵抗は 1.23~1.25 Ω/mm<sup>2</sup>/m 20~100°C の温度係数は 0.0003 である。

スケーリング試験の結果褐色の酸化皮膜は 700~900°C で生じ金属性灰色の皮膜(アルミナ)は 1,000~1,200°C で生じることがわかつた。1,200°C, 1,300°C に 2 時間加熱後の重量の減量は夫々 7.35 10.2 gms/m/hr である。Al の影響を調査するため Cr は 2% で Al の量の異なる試料三つに就てスケーリング試験を行つた。其の成績は次の通りである。

| Al の含有量 (%) | 試験温度 (°C) | 重量減 (gms/m <sup>2</sup> /hr) |
|-------------|-----------|------------------------------|
| 2.85        | 1,100     | 700                          |
|             | 1,200     | 900                          |
|             | 1,300     | 完全にスケールになる                   |
| 6.02        | 1,100     | 340                          |
|             | 1,200     | 32                           |
|             | 1,300     | 完全にスケールになる                   |
| 12.26       | 1,100     | 4.0                          |
|             | 1,200     | 18.8                         |
|             | 1,300     | 11.7                         |

すべての鐵合金に於けると同様 Al を 12%, Cr を 2% 含有する合金も高温に於て著しい粒の成長を起す。引拔線は 1,200°C で鑄込の儘の試料と略々同じ位の粒を示す。(T. I.)

## 8) 非鐵金屬及合金

**非鐵合金鑄造法(1)鑄物砂** (Laing J. and Rolfe, R.T. The Metal Industry, London, March 4, 1938. 255.) 非鐵合金に使用される鑄物砂は鑄鐵の場合に比して程度の差こそあれ、極めて重要なものである。

著者は鐵鑄物用砂の性質に引續き本論文に於て非鐵合金鑄物砂に

つき論じたものである。

鑄物砂の具備すべき重要な性質としては、砂の粒度、粘性、強さ又は粘着性、通気率、耐熱性又は耐久性である。勿論之等の諸性質は、合金の種類、鑄物の設計、鑄造方法、鑄込温度によつて、その重要性は變化するものである。之等の性質につき、*Cu-Zn*, *Cu-Sn*, *Cu-Zn-Sn*, *Cu-Zn-Sn-Pb*, *Cu-Sn-P* 系合金及アルミニウム合金につき、次の各項に示す様に論じて居る。

(1), 砂の粒度 砂の粒度は乾燥型鑄物に對しては、型を乾燥する前後に熔湯の肌砂に滲入する事に對して適當な保護を與へる耐火性の塗布劑で表面を被ふ事が出来るから、餘り重要でない。而して、生成型に於ては、鑄物の出來た表面が綺麗に仕上げる目的から砂の粒度が問題になる。

熔湯の砂型に對する滲透力は非鐵合金の方が鑄鐵の場合より大きいので、他の條件が同一であれば、砂粒が細かい程鑄物の表面が細かく美しく仕上げる事は明らかなことである。

(2), 通気率(Permiability) 通気率とは、ガスが砂型又は中子を通じて抜け出る事の出来る自由度を示す尺度であつて、寧ろ充分考慮を拂ふ必要のあるものである。鑄型及び中子が充分通気度がない場合は、ガス壓は砂の中に孔を作り、この壓力が大きい時はガスは熔湯中に這入り blow hole の原因を作るか、或は砂型の一部が盛り上げられる時は Scab の原因をなし、鑄物が汚なくなる。最大の通気率を要するには珪石粒が丸く而も形が出来る限り均一である事が必要である。粒が大きければ通気率は大きくなる。かくして、通気率は珪石の粒度の大きさと形、共存すべき粘土及びその他の結合劑及び之等の珪石粒間の分布狀況水分及び搗き固めた砂の密度によるものである。

(3), 通気率に及ぼす要素 生型を用ふる時、鑄物の美しい肌を得るには、砂は固く搗き固めなければならぬ。

通気率を改良する目的で milling を行ふ事は、泥土と他の小さい物質とをよく分布さす爲である。一般に非鐵合金鑄物の肌砂は經濟的見地から 100% 古砂を用ふるが、最もよい結果を得るには、25% 新砂、75% 古砂を用ひ、milling time は 7 1/2 分周期で、新しい輕荷重の rollen を用ふ可きである、型込め方法も、通気率に著しく影響を及ぼすもので、通気率の極めてよい砂又は型を込める人が非常に熟練して居れば、比較的大きい鑄物に對しては生型を用ふ可きである。然し、これは、鑄物の肌によごれがつき易い。もし通気率の悪い砂を用ふる時は鑄型の表面を乾燥す可きか又はスロープ中で完全に乾燥す可きである。

(4), 耐熱及び耐久性 Brass, Brenze 等の合金に對しては、よく知られた赤又は黃の鑄物砂を用ふると耐熱及び耐久性が良い。之等合金の鑄込温度は石英粒を溶かしたり又は龜裂を起さしむるには餘りに低く又砂の中に含まれてゐる結合劑を焼付かせる事がないので、砂は繰返して使用出來新しい砂は少量だけ加ふれば良い。

上記の外、磷青銅、銅-ニッケル合金、アルミニウム、錫青銅、アルミニウム合金の鑄造に用ひらるゝ鑄物砂、中子砂、結合劑、肌砂、表面塗布物等々につき、詳述して居るが、磷青銅、熔金に對して脱酸が行はれるので、湯の表面に酸化被膜が少なく従て、肌砂に滲入する力が大きいので特にこの點注意を要する。アルミニウム合金は作業温度は低い、比重が小さいので、通気率がよくないと、gas がとけた金屬中に他の銅合金に比して這入り易い缺點を有する、よつて、砂の粒度は小さく強さは大きい事が望ましく、冷し金も合理的に配置すべきで、中子としては、アルミニウム合金中に起

り易い高温龜裂を防ぐ目的で生型を用ふる事が望ましい。

この他、通気率試験方法及び砂の粒度試験につき詳しく述べて居るが省略する。(高瀬)

浸漬法に依る Al への Sn 鍍金 (Brown, D. Shulberg, V. Bell, G. Metal industry (N. Y.), January, 1938) 自動車用 Al ピストンへ Sn 鍍金する方法である。鍍金前の清淨は極めて重要で清淨劑は遊離アルカリの少い Al を容易に侵さない事を要す。此目的で Magnus 91 XX と稱するものがあり、之を 1 ガロンにつき 5~6 オンス溶した水溶液を温度 175~185°F に保持し漬ける。温度が低いと清淨の目的を達せず又高過ぎると後に Blister を生ず。清淨液に 3 秒浸漬後冷水にて洗ひ更に 20% *HNO<sub>3</sub>* に 1 秒漬け遊離アルカリを除く。酸は室温とし完全水洗後鍍金槽に移す。

Sn 鍍金液は錫酸ソーダ (*Na<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>*) を水 1 ガロンに 6 oz 溶したもので *Na<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>* は新しく且遊離アルカリの少い事が望ましい。良好なる鍍金を得るには (1) 鍍金槽の温度を 175~180°F に保ち (2) Sn の量は 0.8~2.15 oz/g (3) 遊離アルカリは 1.25 oz/g 以下の諸條件を具ふべきである。若し温度が低いと鍍金層は薄くなり又高い場合には Blister を生ず。従て温度は正確に自動調整の要がある。此の Blister は肉眼では認め難いが 30 倍位の顯微鏡では見られる。他の條件を同一とすれば鍍金層の厚さは液中の Sn 量と浸漬時間に依るものであるが Sn 量が減ると層の厚さは薄くなる故錫酸ソーダ加へるが其際に必ず Sn 及遊離アルカリを分析せねばならず且錫酸をソーダは水に溶して加へ激しく攪拌する事が肝要である。

ピストンを液に漬けると先づ烈しく作用して *H<sub>2</sub>* ガスを發生し 2~3 分續き此間に殆ど Sn は鍍金される。長時間浸漬する事は Blister の因となり且表面を侵される憂がある。殊にアルカリの濃度の高い時其心配が多い。遊離アルカリの濃度は鍍金の吸着性に大いに關聯し僅かでも濃いと引掻試験ではげ落ち又スポンジになる傾向あり。作業を續け或は錫酸ソーダを加へて遊離アルカリの量の増した時醋酸で中和するがこれには次の様な注意を要す。(1) 酸は 10% 以下の濃度とし、(2) 徐々に加へ烈しく攪拌して錫酸の沈澱を再溶せしめ (3) 加へる時期は Sn の量の下限となつた場合とす。Sn 量の高い時は錫酸が溶け難い。滓は槽の底に集積し主として錫酸及 Sn-Al 化合物である。鍍金終了後は水洗乾燥するが厚さは 0.002" で輝いた錫の色を帯びる。若し之が黒味を有つ場合は遊離アルカリの多い場合或は Sn 量の低下せる場合である。(M)

Al 鑄造工場に於ける鑄型製作 (Rowe, H.S. Foundry, April 1938) 或る種の金屬の砂型鑄物を作る事は特殊の技術で、此れは試験に依り得る事が出来る。鑄造が幾つかの限定された金屬にのみ限て行はれるとすれば斯の如き技術を獲得する事は難事ではない。然し今日に於て作用される金屬の多種多様性と製品の質の優良なるを要する事に依り鑄物製作は更に困難の度を加へ來た。

Al 合金の鑄造は金屬の特性がよく理解されれば困難な事ではない。此の特性中の或る物は Al 自身に依るもので、他は添加金屬の影響に依るものであるが故に添加金屬に於ける特殊な性質である。故に或る合金は鑄造容易、他のものは極めて困難となる。此等の各種の特性に關する知識と其の統制に對する方法は Al 合金鑄造の成功に對する重要な要素である。

鑄型製作に影響を與へる最大の Al 合金の特性及其の比重の小さな事である。Al 合金は大體眞鍮、鑄鐵、鋼等の 1/3 の比重を有し鑄型壓が低く且つ砂の搗き固めも輕くて宜しい。鑄型製作器も他金屬のそれに比して輕い。小型及び中型の鑄型には普通押へを入れず

に注湯して居る。

然し Al の軽量なる事にも不利益がある。即ち酸化物を除き鑄型中のガスを押出す事が難しい。故に酸化物の量を最小にして注湯する技術が重量となる。鑄型の透過性も金属が鑄型中に入る時に水蒸気や空気を押出す事に大なる意味を持つ。

Al 合金の第 2 の特性は其の高温に於ける脆性である。金属の凝固する温度の少し下の所で Al 合金の強度は極めて低い。故に此の温度を通過する時に少しでも異常な抵抗があれば割目を生じてしまふ。

此の性質は合金に依り相当異なり或る種の合金は特に割目を生ずる傾向が強い。Al-Si 合金は Al-Cu 合金よりも此の傾向は少ない。Al-Cu 合金でも Cu 5% の所で特に此の傾向は強いのである。合金の選擇、收縮に際する抵抗を最小ならしむる如き鑄型製作が此の現象を克服するに必要である。

Al 合金の第 3 の特性は比較的凝固收縮の度合が高い事である。故に鑄引け、表面收縮、多孔性、收縮割目等を生ずる。

以上の事實に深く注意しても更に鑄物の設計に就て考へる必要がある。

(1) 厚みの急激な變化を避ける事は收縮及び割目の傾向を著しく減少せしめる。薄肉の部分か厚肉の部分に接する時は其の間の厚みを徐々に増加せしめるが宜しい。角には出来るだけ大きなフィレットをつける必要がある。

(2) リブやフィンのある鑄物は特に注意せねばならぬ。此の部分の急冷は割目を生ずるに充分な歪を内部に包蔵するに至る。

(3) 機械仕上面はドラッグ中に鑄込まれるのが好ましい。何故かと云へば此の面には收縮や渣を含む機会が少ないからである。

(4) コーアプリントは充分な大きさで中子を支へるに充分なだけでなく中子ガスの逸出を容易ならしめるものでなければならぬ。完全な空気抜は特に中子が全部金属で圍まれる時には必要である。

(5) 気密な事を要する鑄物に於てチャブレットやインサートを使用するのは好ましくない。Al 合金がかくの如きインサートと結合し漏れを起す。故に気密なるを要する場合はコーアプリントを用ひ螺子を切ったインサートで中子孔を塞ぐが宜しい。Al が凝固する時に生ずる割れを除去する爲には鑄込まれたインサートの周圍に充分金属が注がれねばならぬ。

(6) コープやドラッグは湯道が固定される前に充分研究されねばならぬ。

(7) Al 合金用模型が他の合金に使用されて居るものとよく類似はして居ても、他合金の爲に設計されたものを決して用ひてはならない。收縮の許容度や各種金属の強度の差以上にかくの如き模型を Al 合金に適用するに考慮せねばならぬ事は鑄造作業が設計や湯道の變化を要せしめる事である。

生型では有機物質を絶対に含まず粘土により結合されたもので A.F.A の 1g 又は 2g に相當するものが好適である。

臺上作業には微細な砂、床作業には粗大な砂が用ひられる。70~90 の珪砂は大抵の砂中子に宜しい。表面仕上を改良する爲には滑石又は黒鉛を用ひる。(S. O.)

**Pb 側の Pb-Cd 合金状態圖** (Rollason, E.C. Hysel, V.B. J. Inst. Metals, 1938, 63) 用ひた試料は 99.95% Cd と特殊な方法で精製した Pb を用ひた。Pb の分光學的成分は次の如くである

Cu = 0.0007%, Ag < 0.0001%, Bi < 0.0005%

Cd = 0.0001, Te は存在せず。

Sn, Sb, Te 等も存在しなかつた。表面を酸化させる爲に paraffin

を塗て貯へた。純水素中で溶解攪拌する爲に圖の如き特殊の装置が製作された。

坩堝は 18:8 オーステナイト鋼で此れをアランダムで裏附けた合金を 1°18/8/min で冷却させ inverse rate 曲線を描いた。温度は Fe-Constantan 熱電對で測定した。實驗は繰返して 1°C 以内で一致する結果が得られた。

製作した合金の分析は Cd 量を Hanson の蒸發法で行た。此れは 5~10 grm 程の試料を取り磁製燃焼皿に入れ、0.01 mm 水銀に排氣されたシリカ管中に入れ温度を 550°C に保つ。合金の重量減少が Cd である。然し其の前に豫備實驗を行ひ、本法の信頼度を檢したが良好なる結果が得られた。

合金も 30 min 程加熱すれば重量減少はなくなる。其れ以上加熱する事は不必要であるが、分析の時 1 hr 550°C に保つた。その結果は次の如くである。

|           |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|
| 加へた量%     | 1    | 2.5  | 3.75 | 4    | 10   |
| 實際の Cd 量% | 1.02 | 2.49 | 3.74 | 4.01 | 9.98 |

熱分析の結果は次表の如くである。

第 1 表

| Cd %  | 停止點        |          | 下記温度より焼入れたる試料の組織 |     |     |       |
|-------|------------|----------|------------------|-----|-----|-------|
|       | 冷却時°C      | 加熱時°C    | α                | α+β | α   | α+Liq |
| 0.25  | —          | 322      | 20               | —   | —   | —     |
| 0.50  | —          | 318      | —                | 20  | 313 | 317   |
| 0.75  | —          | 311.5    | 162              | —   | —   | 314   |
| 1.00  | 320        | 306      | 179              | 162 | 304 | 306   |
| 1.25  | —          | 301      | 191              | 179 | —   | —     |
| 1.50  | 316        | 295      | —                | —   | —   | —     |
| 1.75  | —          | —        | 212              | 191 | —   | —     |
| 2.00  | 313        | 283.5    | 234              | 212 | 282 | 287   |
| 2.25  | —          | —        | 234              | 212 | 275 | 281   |
| 2.50  | —          | 248, 275 | 246              | 234 | 270 | 275   |
| 3.00  | 306        | 248, 259 | 246              | 234 | 259 | 264   |
| 3.25  | —          | 248      | —                | 246 | —   | 250   |
| 3.5   | —          | 248      | —                | 246 | —   | 250   |
| 4.00  | 299, 248   | 248      | —                | —   | —   | —     |
| 5.00  | 294, 248   | —        | —                | —   | —   | —     |
| 7.00  | 281, 248   | —        | —                | —   | —   | —     |
| 10.00 | 266.5, 248 | —        | —                | —   | —   | —     |
| 17.50 | 248        | —        | —                | —   | —   | —     |

共晶温度以下の Pb 中への Cd の固溶限界を求める爲に 0~10% Cd の合金の電気抵抗が測定された。試料の長さ 1 1/4, 直径 1/2 in で、230°C に 10 日間焼鈍された鑄塊から旋盤でとつた。此の棒を 220°C で 0.14" の線に引いた。

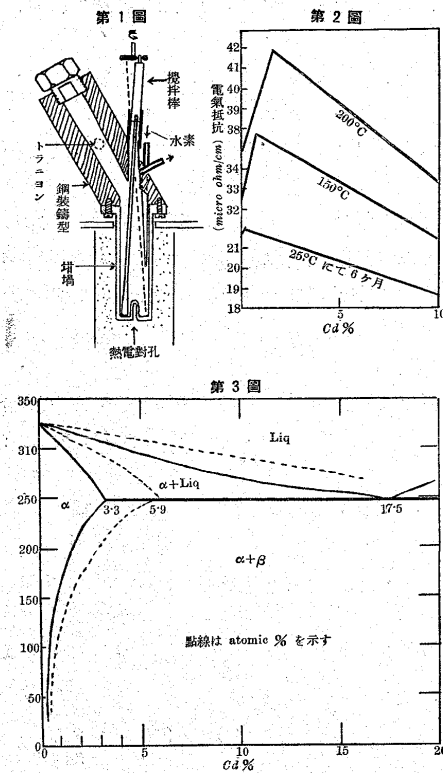
210°C で焼入れた線の抵抗は常温に放置する事に依り急速に減少する。此れは固溶體の分解に依るものである。此れを避ける爲に 2 hrs 均熱した後、油浴中で高温になして抵抗を測定した。その變化の有様は次圖の如くである。

此の圖中の最高點が固溶限に相當する。以上の試料の顯微鏡組織を調べる爲に 230°C で 10 時間焼鈍した。結果は第 1 表中に在る

實驗結果を總括すれば次の如くである。液相線は此の系に對して嘗て行はれた多くの研究者の結果と一致する。248°C に於ける共晶停止點は Goebel 等のと一致する。共晶は 17.5% Cd の所に起る固相線は加熱曲線停止點及び顯微鏡組織から調べた。其の結果は兩者共よく一致した。今までの研究結果と異なる點は Cd の Pb 中への固溶は共晶温度にて 3.3% Cd まで擴が居る事である。α 相の境界は電気抵抗から測定した。

著者は Raoult の法則を應用し、

$$\text{Log}_{10} \frac{N_S}{N_L} = \frac{H_{Pb}}{2.3R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{Pb}} \right)$$



より Pb の分子熔融熱を計算した。此の式中  $\frac{N_s}{N_L}$  は液相中の Pb と其れに平衡にある固相中の Pb のモル濃度の比である。

$H_{Pb}$  は熔融點  $T_{Pb}$  と  $T$  なる温度間の Pb の平均モル熔融熱で  $R$  は理想氣體法則の常數である。

若し系が理想液體なりとせば

$\log_{10} \frac{N_s}{N_L}$  の  $1/T$  に対する圖は直線でなければならず此の傾斜から  $H_{Pb}$  が計算され

$$H_{Pb} = \frac{0.01684 \times 10^9}{0.064} \times \frac{2.3 \times 1.986}{207.22} = 5.80 \text{ cal/grm}$$

で、既に行はれた實驗結果と一致する。(S. O.)

**非鐵合金の熔解 (Patch, N.K.B. Foundry, April 1938)**

熔解作業の目的は言ふ迄も無く鑄型に鑄込まれた時に各部分に均等に行互るに充分な流動性を與へる事、合金の各組成元素が充分に混合して均一になる事、熔解さるべき金屬が汚れて居る時、此等の汚れ、油脂等を除去する事等である。熔融には燃料消費、爐の維持費及熔解中の酸化等に依る損失を最小ならしめねばならぬ。

眞鍮鑄造工場に於ては各爐、各種の組成の金屬等に依り作業法も異て來る。然し此の中で何れの金屬にも適用出来る原則は金屬を最短時間に熔解所期の温度に高める事である。即ち熔解は可能な最大速度で行はねばならない。此れが重要な事には種々の理由がある。最大速度を得る爲には燃料の全部が酸化して出来る丈熱效率が良好でなければならぬ。かくすれば不燃焼ガスが金屬中に溶解する事は無い。非鐵金屬が不燃焼ガスに接觸すれば金屬の品質は此れが爲に劣悪化する。又熔解時間が長くなれば酸化の損失も生ずる。

一般に用ひられるのは pit furnace で該炭又は石炭が用ひられ坩堝は燃料床に置かれて燃えつゝある燃料に取巻かれる。此の爐の作業には自然通風と強制通風の2つがある。又此等の爐の中で坩堝が事に爐内に止まり鑄込の際は爐全體が傾斜すると、坩堝が取り出されるのが前者は餘り用ひられない。普通の pit furnace は燃料の燃焼に最大能率を發揮させる爲に空氣の自由流入をなさしめる如く設計されて居るもので、火床は、坩堝が位置する中央點に於て火焰を通して空氣流が入て行くのを妨げる物の無い様に設計されねばならぬ。

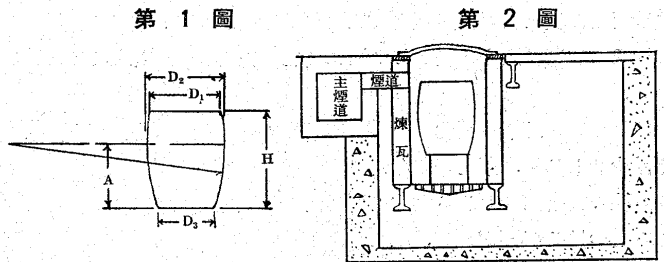
此の爐に關する一般の誤謬は、空氣が中心に入り此れが上昇するにつれて坩堝の周圍に擴がる事を期待する事である。かくすれば坩堝下の燃料の過度な燃焼の結果坩堝をして段々と降下させて遂には火床に極めて接近する。従て坩堝は流入空氣の爲に冷却されて却て

熔解は遅くなる故に爐の中心に耐火煉瓦を置き此の上に坩堝を置く。此の煉瓦臺は充分高くなければならぬ。火焰の深さは勿論熔解する金屬量に依り異なる。然し一般に火床上 8" の火焰が最小である。坩堝が大となり金屬量も増加すれば例へば No. 250 又は 300 にて 12" にまでなる。

言ふ迄も無く熟練せる熔解工は以上述べた如く坩堝の大きさと爐の深さが適當でなくとも良好な仕事はするが、此れは火焰が坩堝をよく包み且つ火床は常に清潔にして灰を掻き出す事に依るのである。

坩堝は其の上端が爐から煙突へ行く煙道の下面と等しい高さになればならぬ。此の事からも、坩堝の大きさが定まれば爐の大きさも定まると言へるが、あらゆる場合に適合する爐を無數に用意する事は出来ないのは當然であるから、火焰の厚みも區ぞとなる。故に前述の範圍内で適當に加減せねばならない。

坩堝の標準型とされて居る寸法は第1圖の如くである。此れは



坩堝の大小 (inch)

| 番號 | H      | A     | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | 番號  | H      | A      | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> |
|----|--------|-------|----------------|----------------|----------------|-----|--------|--------|----------------|----------------|----------------|
| 10 | 8 1/8  | 5 1/4 | 6 1/8          | 6 3/8          | 4 3/8          | 70  | 15 1/8 | 9 3/8  | 11 1/4         | 12 3/8         | 8 3/8          |
| 12 | 8 1/2  | 5 1/2 | 6 3/8          | 6 7/8          | 5 1/8          | 80  | 15 3/8 | 10 3/8 | 11 3/8         | 12 3/8         | 9 1/4          |
| 14 | 8 7/8  | 5 3/4 | 6 1/2          | 7 3/8          | 5 1/4          | 90  | 16 3/8 | 10 1/2 | 12 1/2         | 13 3/8         | 9 3/8          |
| 16 | 9 1/4  | 6     | 6 3/4          | 7 1/2          | 5 1/2          | 100 | 16 3/4 | 10 3/4 | 12 3/4         | 13 3/4         | 9 3/4          |
| 18 | 9 5/8  | 6 1/8 | 7 1/8          | 7 5/8          | 5 5/8          | 125 | 17 3/8 | 11 3/8 | 13             | 14 3/8         | 10 3/8         |
| 20 | 10 1/8 | 6 1/8 | 7 1/8          | 8 3/8          | 6 1/8          | 150 | 18 3/8 | 11 3/8 | 13 3/4         | 14 3/8         | 10 3/8         |
| 25 | 10 1/2 | 7 1/8 | 8 1/8          | 8 3/8          | 6 1/2          | 175 | 19 1/4 | 12 1/2 | 14 3/8         | 15 3/8         | 11 3/8         |
| 30 | 11 1/2 | 7 1/2 | 8 3/8          | 9 3/8          | 6 3/8          | 200 | 20     | 13     | 15             | 16 1/4         | 11 3/8         |
| 35 | 12     | 7 3/8 | 9              | 9 3/4          | 7 1/8          | 225 | 20 3/4 | 13 1/2 | 15 1/2         | 16 3/8         | 12 3/8         |
| 40 | 12 1/2 | 8 3/8 | 9 3/8          | 10 3/8         | 7 3/8          | 250 | 21 3/8 | 13 3/8 | 16             | 17 3/8         | 12 3/8         |
| 45 | 13 3/8 | 8 3/8 | 9 7/8          | 10 3/8         | 7 3/8          | 275 | 22     | 14 3/8 | 16 1/8         | 17 3/8         | 13             |
| 50 | 13 3/4 | 8 5/8 | 10 1/4         | 11 3/8         | 8 3/8          | 300 | 22 1/2 | 14 3/8 | 16 3/8         | 18 1/4         | 13 3/8         |
| 60 | 14 3/8 | 9 3/8 | 10 3/8         | 11 3/8         | 8 3/8          | 400 | 24 3/8 | 15 3/8 | 18 3/8         | 19 3/8         | 14 3/8         |

A.T.A. に採用されて居る。又第2圖は pit furnace 斷面の略圖でこれには寸法が入れてない。それは場合に依て大なる變化をするからである。例へば主煙道の大きさは其れに附屬する爐煙道の數に依り變る。火床は出来るなら鑄鐵製で十字棒を入れた輪型が好ましい。(S. O.)

**40年間市街地空氣に曝露せられたる Al 鋳に就て (Carlo Panseri, J. Inst. Metals, 1938, 63)** Roma 市に於ける San Giocchino 寺院の圓屋根は 1897 年に作られたが此れに張られた Al 鋳を著者は入手した。鋳の大きさは 57.5 × 154.5 cm で厚さは 1.3 mm である。張られた位置は地上約 20m であつた。

鋳の成分は次の如くである。

Si 1.07%, Fe 0.61%, Cu 0.007%, Mn 0.005%.

Ti 0.02%, Zn 痕跡, Al 98.288% (差より)

以上の成分から推測するに大體瑞西の Neuhausen で製造されたものと思はれる。鋳を檢查するに全然腐蝕を受けて居ない部分さへある。

試料を板の幅の方向によつて機械的性質を調べた結果は次の如くである。(第1表) Brinell 硬度は前者が 39.84, 後者が 37.80 である

壓延面に直角な断面の顯微鏡組織を見ると  $Si$  の特殊な結果が見える。観察される範囲内にある他の成分は更に複雑で、最後の常溫

| 番 號               | 平厚<br>均みの<br>mm | 抗張力<br>kgs/mm <sup>2</sup> |      | 伸び%<br>$L = 11.3\sqrt{\frac{S}{S}}$ |      | R=5×(厚<br>み)で90°曲<br>げ破斷する<br>迄の回数 |
|-------------------|-----------------|----------------------------|------|-------------------------------------|------|------------------------------------|
|                   |                 | 各個<br>の値                   | 平均   | 各個<br>の値                            | 平均   |                                    |
| 保護せら<br>れたる部<br>分 | 1               | 1.34                       | 15.4 | 4.0                                 |      | 21                                 |
|                   | 2               | 1.35                       | 15.4 | 4.0                                 | 4.10 | 19                                 |
|                   | 3               | 1.34                       | 15.1 | 4.3                                 |      | 21                                 |
| 腐蝕され<br>たる部分      | A               | 1.34                       | 14.8 | 4.0                                 |      | 21                                 |
|                   | B               | 1.33                       | 14.3 | 3.9                                 | 3.97 | 21                                 |
|                   | C               | 1.33                       | 14.3 | 4.0                                 |      | 21                                 |
| 腐蝕に依<br>る損失%      | —               | —                          | 5.5  | —                                   | 7.4  | —                                  |

壓延に依り變形され又は再加熱の爲に再析出を行て居る。然し  $FeAl_3$  は存在しない。Gwyer 等が此れと同成分の  $Al$  鋅に就て行つた研究に依れば鑄板の儘では  $Al$  地中に遊離した  $Si$  と共に三元化合物の  $\beta$  及び“X”が含まれるとされて居る。此れは即ち米國に於ける  $\alpha$   $Fe-Si$ ,  $\beta$   $Fe-Si$  に相當するものである。且つ  $\beta$  と“X”と  $Si$  を含む合金を再加熱すれば分散せる  $Si$  と結合して  $\beta$  が“X”に變るとされて居る。

高温壓延と中間の加熱をなして常溫まで徐冷すれば溶解せる  $Si$  は微細な分散状態で一部分析出するであらう。

此の機構は現在の場合事實であると思はれ、顯微鏡組織からも確言出来る。寫眞から微細な析出物の存在は明らかである。

顯微鏡組織からも  $Si$  含量は高く金屬としての品位は悪い事を知る。外氣に曝露されて居る表面部分は注意深く観察されたが表面に小さな孔や凹凸部分のあるのを見た。腐蝕は 0.05~0.15 mm の深さであるが眞の結晶間腐蝕は見られなかつた。此の事實は固溶體基地と  $Si$  又は他の化合物の大きな粒子が組合て部分的に腐蝕が起つたのである事を示すものである。組織的に言て不均一ながら言ふ諸點に腐蝕の起る事は顯微鏡寫眞からも知られた。即ち寫眞を見ると、壓延中に破碎された  $Si$  粒子が固溶體基地中に孤立し、此の接觸部分に腐蝕が起て居るのである。然し、一般に信ぜられた事とは反對に、その腐蝕部分は極めて少ない。

以上の結果を考察して第1に  $Al$  鋅製屋根の耐久性に於ける重要な因子は排水の良否であると言へる。即ち屋根の勾配と湿度のし得べき部分の有無である。充分に傾いた屋根ならば品質の悪い  $Al$  鋅に覆はれても、他の條件を同一として平面屋根が純  $Al$  鋅で覆はれた場合よりも前者の方に耐久性があるのである。

此等の條件の下に  $Al$  鋅の大氣中の腐蝕は全く表面的な現象であつて、腐蝕は早く起ても間も無く平衡に達して此れ以上進行はしない。若し排水が悪ければ腐蝕は連續的に進行する。

鋅中に多量の不純物が存在するにも拘はらずかゝる耐蝕性のある事は、組織的不均一性から腐蝕が起ると言ふ一般の理論を強調するのは再考の餘地があると思はれる。勿論著者も指摘せる如く、局部的腐蝕は起るが、大したものではないからである。(S. O.)

#### 液相の存在の下に燒結せられたる $Cu-Ni-W$ 合金

Price, G.H.S. Smithells, C.J. Williams, S.V. J. Inst. Metals, 1938, 62) 試料調製には次の如くなした。即ち適當な大きさの金屬粒子を秤量しよく混合させ蠟のベンゾール溶液と混じてベンゾールのみを攪拌中に蒸發させる。此れを鋼製の型に入れて  $5t/in^2$  の壓力で固めた後耐火物で支へて水素氣流中で  $1,400^\circ C$  に加熱するものである。燒成を2時期に分つ事が出来第一期は蠟を蒸發させる爲に3時間かゝつて  $900^\circ C$  迄上げる。次に別の爐に移して1時間  $1,400^\circ C$

に保持する。

燒結溫度では既に液相が存在するが適當に支持されれば變形の憂は無い。燒結中に起る密度及び顯微鏡組織の變化は種々組成の異なつた合金に就き研究された。その一般的特性を  $Cu 2\%$ ,  $Ni 5\%$ ,  $W 93\%$  の代表的合金につき述べれば次の如くである。

用ひた  $W$  粒子は 200 目篩で  $Cu$  や  $Ni$  は此れより遙かに微細である。

密度は燒結前に測定された。高温で燒結されたものは空中及び水中で秤量して定めた。低温で燒結されたものは相當多孔性で水を吸ふから密度は重量と大きさから計算された。

合金は燒結中に收縮するが、押型中の壓力分布が均一でないので收縮も各方向に對し一様ではない。  $950^\circ C$  迄は測定が可能な程の收縮は無いが高温になると密度は徐々に増加し  $1,300^\circ C$  に至ると急激な増加をして多孔度は 3% に減ずる。密度の“理論”値には  $1,400^\circ C$  で6時間燒結する事に依り大體到達し得る。  $1,300\sim 1,350^\circ C$  の間では顯微鏡組織にも大なる變化がある。

燒結中に空孔を完全に除去するに大切な因子は液相が  $W$  を潤滑すのみならず其れを溶解せねばならぬ事である。故に  $W$  粒子がより微細であればあるだけ燒結は急速となる事が豫期される。此れも實驗より確められた。

又實に著者等は密度に及ぼす粒子の大きさの影響、押型にて加へられた壓力の影響、其他に就て述べて居る。(S. O.)

**Ag-Zn 合金の X 線の研究** (Owen, E.A. Edmunds. I.G. J. Inst. Metals, 1938, 62) 普通の熔解法を以て試料を製作すれば試料が X 線を反射せず精密測定が行はれない事は既に知られて居るが、著者等は  $Ag$  と  $Zn$  の粉末を混合し此れを水素氣流中で加熱し接觸擴散せしめて良好な試料の製作に成功した、用ひた金屬粉末は兩者共に 99.9% 級のもので、擴散を良好ならしむる爲には粉末が出来るだけ微細な事が好ましいので 250 目篩以上にした、組成の誤差は 0.05% である。

かくして著者は本合金の  $Ag$  側  $\beta$  變態點以上の  $\alpha-(\alpha+\beta)-\beta-(\beta+\gamma)-\gamma$  なる變化を調べた。  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  相は既に知られたものであり  $270^\circ C$  以上で燒鈍する事に依て  $\beta$  相は他の均一な相に變化する事が知られて居る。燒入に依り  $\beta$  相を得る事は極めて容易である。  $(\alpha+\beta)$ ,  $(\beta+\gamma)$  範圍に於ては此の2つを燒入により得る事は、餘程燒入を激しく行はぬ限り成功しない。相の境界は燒入合金の parameter を測定する事に依り決定したが、其れに對し次の事實を考慮した。

(1) 純相に於ける原子容—組成曲線の信頼度 純規に於て焦點カメラに依り明瞭な線が得られた parameter 測定の誤差は parameter が 4A の時  $\pm 0.0003A$  以下であると考へられる。此れは組成から言て  $\pm 0.1\%$  の誤差に相當する。擴散又は眞空シリカ容器中で熔解する事に依り作られた合金の組成は重量から言て  $\pm 0.2\%$  以内で正確と思はれる。故に單一相の parameter-組成曲線は  $\pm 0.3\%$  以内で正確であり、境界線の位置は恐らく此れよりも正確であらうと考へられる。

(2) 2相合金が燒入れられた溫度の決定に於ける誤差 これは  $\pm 5^\circ C$  で正確で此れで充分であると考へられる。

(3) 燒入に依り歪を受けて居ない格子を保持する事の困難さ 溫度が高くなれば此れは境界面決定の重大な誤差の源となる。若し燒入が不充分であれば格子の實際の大きさは變化し、反射線の分解能の貧弱な爲に parameter の正確な決定はなされぬ。

以上の考察の下になした實驗結果を U. S. Bureau of Standard 發表の Ag-Zn 状態圖と比較すると可なりの變更を要する部分がある。それは次の如くである。

$\alpha-(\alpha+\beta)$  の境界は重量で 2% だけ Zn 側に移動させる必要がある。 $(\alpha+\beta)-\beta$  境界は低温に於て Ag 側へ 1.2% 移動させねばならぬ。又温度上昇に伴ひ境界に相當する組成の變化は前記の状態圖よりも小さい。最も大なる變更を要するのは  $\beta-(\beta+\gamma)$  である。著者に依れば此の線は殆ど垂直である。290°C で 1.6%, 600°C で 6% の差を見る。高温から  $(\beta+\gamma)$  相を焼入れる事が困難なので X 線に依り定めた境界線は此等温度に於て全く正確である譯ではないが焼入法を改良する事に依りよく分離した二重線が 560°C で焼入れた合金から得られる。此れに依り此等温度に於ける格子が其の儘保持された事を示したものと考へられる。更に 55% 重量の Ag を含む合金は 600°C 及び 650°C で焼入れに依り  $\gamma$  相の反射を與へ、此等温度に於て此の合金が  $(\beta+\gamma)$  相内にある事を示して居る。故に  $\beta-(\beta+\gamma)$  境界は Ag 側に移動させねばならぬ。

$(\beta+\gamma)-\gamma$  境界は前記の Bureau of Standard 發表のものと同平行であるが高温に於て 1% の差がある。(S. O.)

10) 工業經濟及び政策

合衆國鋼材消費高の趨勢と政府の消費計畫 (“Metal” May 5, 1938)

合衆國政府は不況打開策として 3,000,000,000~5,000,000,000 弗の豫算を以て再び消費計畫を樹立することになつた。此の際従來の消費計畫が鋼の消費にどれだけの影響を及ぼしたかを確めて見る爲過去數年間の鋼材消費高の趨勢を調査することは強ち徒勞のことではあるまい。

本調査は週間雜誌スチール編纂の鋼消費高年報に基き作製せるものであつて、第 1 表には過去 4 ヶ年に於ける主要鋼消費部門の鋼材消費百分比及噸數を掲げて置いた。因に鋼材生産噸數は鋼塊生産高の 70% に相當することを了解して置かれたい。第 2 表は過去 3 ヶ年間に於ける以上主要消費部門の鋼材消費噸數の増減百分比を示すものである此の百分比は是等消費部門の實際使用噸數を基礎とせるもので從て鋼材生産噸數の變化ではなく、その消費高の實際を指示するものである。聯邦政府の消費計畫が鋼の使用を促進せる程度を精確に算定することは極めて困難であるも然し第 2 表の統計は政府の消費計畫に縁遠い部門の消費高が一層急速に増加したこと、同時に製鋼業は國庫の支出に極めて利害關係を有すると云ふことを指示して居る。即ち 1935 年の消費高を 1934 年のそれに比較して見るに、その増加率の最も大であつたのは農業の 160% 増であつたが此の部門に對しては政府の態度は極めて大まかであつた。次は機械部門であるがこれは一般に消費工業が始めて消費計畫の影響を受けた中で聊か奇異に感ずる程の増加であつた。一方自動車及容器の兩部門の需要は 50% を増加したが此の部門の鋼材消費高は國庫支出援助を導る間接に反映したものと云へる。これに反し政府が援助に最も力を入れた建築部門の消費高は 35% を増加したに過ぎない。因に 1934-1935 年に於ては鋼材生産高は 31% を増加した。1936 年の消費高を 1935 年のそれと比較して見るに、重工業の機械部門は前年と殆ど同じで 59% の増加であつた。鐵道「油ガス水」の二部門は急激な増加を示し斷然一頭地を抜いて居る。自動車部門の消費高は僅に 21% 増で前年のそれに比すれば半分に満たない。建築部門に於ては引續いて政府の援助を受けたるにも拘らずその増加率は 20% に過ぎなかつた。容器部門に於ても同様 27% の増加を示したに過ぎない。輸出部門に於ては前年度の減少に反し 38% の増加を示した。

併して 1937 年の消費高に就て見るに、その増加率は輸出部門を除き一般に輕微であつた。而して 1937 年の鋼材生産高は前年に比し僅に 4% を増加したに過ぎなかつたがこれは主として年末月に

於ける著しい不況に基因するものである。且つ建築部門に於ては前年に比し 8% を減し自動車工業に於ては 1% 間屋業は 3% を夫々減して居る。獨り輸出部門に於ては躍進して 80% を増加した。

第 1 表 合衆國主要消費部門の鋼材使用高(單位グロス t)

| 消費部門   | 1934 年 |            | 1935 年 |            | 1936 年 |            | 1937 年 |            |
|--------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
|        | %      | t          | %      | t          | %      | t          | %      | t          |
| 自動車    | 20.87  | 3,798,000  | 24.04  | 5,746,000  | 20.87  | 6,991,000  | 20.04  | 6,954,000  |
| 建築     | 12.70  | 2,311,000  | 13.01  | 3,109,000  | 13.87  | 4,646,000  | 12.32  | 4,275,000  |
| 鐵道     | 12.96  | 2,359,000  | 7.75   | 1,852,000  | 11.33  | 3,796,000  | 11.74  | 4,074,000  |
| 容器     | 8.68   | 1,480,000  | 9.30   | 2,223,000  | 8.44   | 2,827,000  | 8.71   | 3,022,000  |
| 輸出     | 5.29   | 963,000    | 3.85   | 920,000    | 3.79   | 1,270,000  | 6.74   | 2,339,000  |
| 油.ガス.水 | 4.97   | 905,000    | 4.29   | 1,025,000  | 5.33   | 1,786,000  | 5.84   | 2,026,000  |
| 機械     | 3.65   | 664,000    | 4.37   | 1,044,000  | 4.96   | 1,662,000  | 4.88   | 1,693,000  |
| 農業     | 2.42   | 440,000    | 4.74   | 1,133,000  | 3.57   | 1,196,000  | 3.66   | 1,270,000  |
| 間屋     | 14.02  | 2,552,000  | 14.43  | 3,449,000  | 14.13  | 4,734,000  | 13.28  | 4,608,000  |
| 其他     | 14.44  | 2,628,000  | 14.22  | 3,399,000  | 13.71  | 4,593,000  | 12.79  | 4,438,000  |
| 合計(概算) | 100    | 18,200,000 | 100    | 23,900,000 | 100    | 33,500,000 | 100    | 34,700,000 |

第 2 表 合衆國主要消費部門の鋼材使用増減百分比

| 消費部門  | 1934 對 | 1935 對 | 1936 對 | 消費部門   | 1934 對 | 1935 對 | 1936 對 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1935 年 | 1936 年 | 1937 年 |        | 1935 年 | 1936 年 | 1937 年 |
| 鋼材生産高 | +31    | +40    | +4     | 油.ガス.水 | +13    | +74    | +14    |
| 自動車   | +50    | +21    | -1     | 機械     | +57    | +59    | +5     |
| 建築    | +35    | +20    | -8     | 農業     | +160   | +6     | +6     |
| 鐵道    | -21    | +110   | +7     | 間屋     | +35    | +38    | -3     |
| 容器    | +50    | +27    | +7     | 其他     | +30    | +35    | -3     |
| 輸出    | -4     | +38    | +80    |        |        |        |        |

1937 年に於ては前半期の好況は後半期特に年末月の不況に依て相殺された形である。最近發表された勞働統計局の報告に依ればアメリカの民間諸工業は政府の公共事業計畫から材料及設備の受注金額 2,000,000,000 弗に達する利益を受けたことになつて居る。1933 年 7 月 1 日から 1937 年 12 月 15 日迄の期間に於て政府が公共事業用として購入せる金屬材料及その金額は第 3 表に示す通りである。

第 3 表 合衆國公共事業管理局 (PWA) の購入金屬材料及金高 (1933 年 7 月 1 日より 1937 年 12 月 15 日に至る期間)

| 鐵鋼及其の製品(機械を除く)   | \$503,211,414 |
|--|---------------|
| Bolt nuts, washers, etc  | 5,588,646     |
| Cast iron pipe and fittings  | 55,167,751    |
| Doors, shutters and window sash and frames, Molding and trim (metal) | 21,165,035    |
| Firearms   | 808,221       |
| Forgings, iron and Steel   | 7,780,559     |
| Hardware, Miscellaneous  | 17,423,919    |
| Heating and ventilating equipment                                    | 48,798,228    |
| Nails and spikes   | 2,476,040     |
| Rail fastenings, excluding spikes                                    | 6,322,273     |
| Rails, steel   | 22,211,214    |
| Springs, steel   | 629,192       |
| Steel works and rolling mill products, n. e. c.                      | 99,185,213    |
| Stoves and ranges, other than electric                               | 818,827       |
| Structural and reinforcing steel                                     | 185,731,560   |
| Switches, railway  | 1,172,802     |
| Tools, other than machine tools                                      | 6,157,546     |
| Wire products, n. e. c.  | 10,076,262    |
| Wrought pipe   | 11,698,126    |
| 非金屬及其の製品   | \$14,716,319  |
| Aluminum manufactures  | 731,170       |
| Copper products  | 1,776,556     |
| Lead products  | 682,318       |
| Nonferrous-metal alloys and products, n. e. c.                       | 2,622,008     |
| Sheet metal work   | 8,838,236     |
| Zinc products  | 66,031        |
| 機械(輸送設備を除く)  | \$313,871,874 |
| Electrical machinery, apparatus and supplies                         | 81,814,495    |
| Elevators and elevator equipment                                     | 8,725,334     |
| Engines, turbines, tractors, and waterwheels                         | 28,934,378    |
| Foundry and machine shop products, n. e. c.                          | 158,956,501   |
| Machine tools  | 8,264,535     |
| Meters (gas, water, etc) and gas generators                          | 1,531,138     |
| Pumps and pumping equipment  | 22,071,708    |
| Refrigerators and refrigerating and ice-making apparatus             | 3,573,785     |

(K. K. 生)