

## 目 録

### 2) 耐火材並に燃料及び驗熱

最近に於ける製鐵工場用耐火物 (Spotts J. Medowell. B. F. & S. P. Jan. 1938) 1937 年に於ける製鐵用耐火物に關する著しい發達としては粘結劑を使用して化學的に結合せしめたマグネシヤ煉瓦 (メタルケースを含む) フォルステライト煉瓦、マグネシヤを粘結劑とせるクロム煉瓦等の製造上の改良進歩とその使用範圍の擴大及び高級シャモット煉瓦、斷熱煉瓦、斷熱耐火煉瓦の使用の増加せることをあぐべきである。

化學的粘結劑を使用せるマグネシヤ煉瓦は最近その製造法の進歩に依て比重、強度を増加し高温に於ける收縮も少い。この煉瓦はその三面を軟鋼棒を以て包んで使用することもある。この進歩したメタルケースマグネシヤ煉瓦は平爐の前壁後壁等によく使用せられるものであり、電氣爐に於てはスラッグラインより天井迄の側壁に使用して有効である。ドロマイトやマグネサイトを焼く廻轉窯の燃焼帶のライニングには化學的粘結劑を使用せるマグネシヤ煉瓦は高礬土質煉瓦よりも優れて居る。

1937 年に於てはフォルステライト煉瓦の性質が改良されその使用も増大するに至る。フォルステライト耐火物の原料たる橄欖岩は過去4年間に於ける經驗に依て可成り良質のものを得るに至る。熔融點の低い隨件礦物を多く含有する橄欖岩を除去して焼成すればフォルステライトの量を増加せしめその物理性を良好にする。最近に於ては粉碎法の改良や焼成温度を高める等の製造工程の變化に依てこの煉瓦の密度を大ならしめて居る。多くの工場に於てこの煉瓦は平爐側壁の上部に使用され又上昇道や噴出口にも、好結果を得て居る。然し經驗上珪石煉瓦に接する場所には使用し得ないとされて居り又マグネシヤ煉瓦より平爐滓に對して抵抗性が少い。ドロマイト焼成窯のライニングにフォルステライト煉瓦を使用する事は極く最近に始たもので廣く行はれて居ないが今迄に施行された結果では非常によく廻轉窯のライニングとしては相當に有望視されて居る。

過去4年間に於てマグネシヤを粘結劑とせるクロム煉瓦の發達は著しいものがあり殊にそのスポーリング抵抗性及び高温に於ける耐荷重軟化性に關して良質のものを得た。クロム煉瓦は概して平爐の操業温度より著しく低い温度で軟化するものであるがこれはクロム礦の礦物學的組成に起因するものである。クロム礦 ( $FeO \cdot Cr_2O_3$ ) は一種のスピネルであるが常に單獨には存在せず滑石や蛇紋岩の如き珪酸苦土質の隨件礦物を含有し、これ等の隨件礦物は耐火度が低く高温になれば珪酸苦土質は全部或は一部熔解しかくして煉瓦の高温に於ける耐荷重性は著しく減少する。然し乍らフォルステライトと稱する珪酸苦土は極めて耐火度が高く、實驗室的に於てはクロム礦中の不良の珪酸苦土は製造の際に添加するマグネシヤとの化學反應に依りフォルステライトに變化せしめ得ることが證明せられた。焼成クロム煉瓦ではフォルステライトは焼成中生成し粘結劑を使用した不焼成クロム煉瓦に於ては爐に使用された後生成するものである。

高級シャモット煉瓦も二三年前より發達したものであり、その

著しい特徴はスポーリング抵抗性強く、氣孔度が小さくスラッグやガスの滲透性の少いこと及び強度が大きく高温に於ける收縮の少いこと等である。このものは普通の高耐火度のシャモット煉瓦より  $Al_2O_3$  を4% 多く含有し軟化點は75~100°F 高い。製鐵工業に於ては加熱爐、鍛工爐、鍛接爐、可鍛鑄鐵燒鈍爐々底に使用して有効であり又熔鑄爐の熱風爐や平爐蓄熱室の格子積上部、弧光式電氣爐の天井等にも使用し得るものである。

過去10年間に高壓成形に依る煉瓦の使用が急激に増加した。この煉瓦は質の緻密なる程利用性が多い。數ケ年に亙る實驗研究の後成形型内の粘土中に介在する空氣を壓縮成形の直前に除く方法が考案されこの結果成形壓力は従前に比して倍加するに至る。この方法に依り製造した煉瓦は重量に於て5% 増加し氣孔度は約1/4を減じた。この眞空壓縮煉瓦は熔鑄爐のライニング、熱風爐及び平爐蓄熱室の格子積上部、石灰燒成窯の燃焼帶、その他特に密度の大なる煉瓦を要する個所に使用される。

高級シャモット煉瓦及び高礬土質煉瓦の使用に依り斷熱煉瓦の利用が以前より遙かに實用化し近來は斷熱耐火煉瓦の品質の向上及びその利用の増加が著しくなつた。斷熱煉瓦の斷熱性は極めて大であるが耐火度が比較的低いため使用の範圍も從て制限せられる。壁やアーチを築造する場合裏付としては有利に使用し得るが爐ガスに直接曝される場所には不適當である。斷熱耐火煉瓦は輕量にして比較的斷熱性の大なる燒成耐火物で緻密な耐火煉瓦に比して3~4倍の斷熱性を有する。スラッグや摩擦に對して抵抗性はないが爐ガスと直接に接する個所にも安全に使用し得る。一般に2,500°F 以下の温度に於ては爐壁や天井の築造に差支へない。又緻密な耐火煉瓦の裏付としてその接觸面の温度の高い場合は斷熱煉瓦に代て使用される。斷熱耐火煉瓦は温度變化の甚しい燒鈍爐に使用して極めて有効であり、又これを以て築造せる爐壁に於て高温時に蓄積される熱量は高耐火度の煉瓦を使用せる場合の25~35% である。從て操業温度に速かに上昇せしめ、或は温度を變化させる場合は效果的であり熱の損失が少い。然し概して斷熱耐火煉瓦は連續的に操業する爐には最適のものではなく、連續式の燒鈍及熱處理爐、加熱爐、電氣爐、平爐蓄熱室等の爐壁には耐火煉瓦と斷熱煉瓦にて裏付したものを使用するのが普通である。但しガス發生爐の煙道は斷熱耐火煉瓦と斷熱煉瓦を以て裏付して極めて好結果であつた。(T. H)

鐵鋼業に於ける耐火材料の問題(第1報) (Felix Singer, Iron & Steel Ind. May 1938) 鐵鋼業と耐火材料工業とは極めて密接な關係を有するが耐火材料が應用される時に問題となる點は次の如くである。

- A. 温度の高低、耐火材料が加熱される狀況 (即ち一方のみ加熱されるか兩側から加熱されるか)
- B. 操業が連續的か否か、温度の變動が早いか遅いか
- C. 焰が直接耐火物に接觸するか否か
- D. 如何なるガスが耐火物に接するか、其のガスは清淨か否か、且其のガスの流速が早いか否か。
- E. 耐火材料が熔金屬、熔劑、塵埃、煙に依り化學的に作用されるか、熔劑は腐蝕性が強いかな否か。その物理的性質如何。

66

F. 耐火物が大なる荷重又は高温に於ける磨耗を受けるか否か。

G. 熱が傳導されるか其の儘留められるか。又は電気傳導度の高い事が必要か否か。

今日の鐵鋼業は耐火材料工業をして新しい問題に直面させるに至た。即ち品質をより向上せしめ且生産の規模をより大とする爲に耐火物に對する要求がより苛酷となつたのである。故に高爐用煉瓦に就ても種々の再検討が行はれた。高爐用煉瓦の受ける破壊力は熔鐵、熔滓、磨耗、高壓等が此れである。此の破壊力は非常に激烈なもので鹽基性又は酸性の煉瓦のいづれも充分此れに耐へる事は難しい。

又鑄物工場に於ける熔銑爐の場合にも次の破壊力が作用する。

(5) 熔解帯の大量の熱 (2) 熔劑と鑄滓に依る化學的の erosion (3) 通風の影響 (4) 裝入物に依る磨耗 (5) 剝落

以上述べた如き破壊力に對抗する爲に最近に至て空氣を含め煉瓦が作られて居る。即ち煉瓦の成型の場合に眞空を利用するのである。かくすれば他の性質は大して變らずに其の密度を増加する。唯熱傳導率と磨耗抵抗が高くなる。

煉瓦番號	重量 lbs	0.5 lb の壓力の下に 2,000 cc の空氣を通す時間
1 (9"×4 1/2"×3")	8.75	3.5 min
2 "	9.05	12.5
3 (眞空成型) (")	9.15	14.0

かくの如くガスの通りの悪い事は熱的に言ても有效な事を示す。

(S. O.)

國家の燃料供給の變化 (Conway, M. J. B.F. & S.P. p. 99.38') 過去 20 年間に起た著るしい變化の一つは各種燃料の消費とエネルギー發生上のそれらの關係上の變化であらう。石油及天然ガス工業は非常な發達をなしたから 1913 年國家の供給した全鑛業燃料エネルギーの 14% を産出したことになり 1936 年のに比較す

米國に於ける各種燃料の發達比較表

(1918 年を 100 として他の年はその%で示す)

年	ペンシル バニア 無煙炭	瀝青炭	全石炭	石油(粗製)		天然 ガス	重油 及 ガス	水力
				國內	輸入			
1889	46	17	21	10	—	35	15	11
1899	61	33	37	16	—	31	19	16
1904	74	48	52	33	—	43	33	28
1909	82	66	68	51	—	67	52	49
1913	93	83	84	70	45	81	71	70
1918	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1919	89	80	81	106	140	103	108	107
1920	91	98	97	124	282	111	132	116
1921	92	72	74	132	333	92	137	109
1922	55	73	70	156	338	106	157	122
1923	94	97	97	206	118	140	191	136
1924	89	83	84	201	207	158	191	139
1925	63	90	86	215	164	165	199	154
1926	85	99	97	217	160	182	204	178
1927	81	89	88	253	155	201	203	202
1928	76	86	85	253	212	218	241	232
1929	75	92	90	283	210	266	274	230
1930	70	81	79	252	165	270	250	222
1931	60	66	65	239	126	234	230	206
1932	50	53	53	221	119	216	212	227
1933	50	57	56	252	90	205	229	231
1934	58	62	61	255	94	246	241	227
1935	53	64	63	280	85	266	262	264
1936	55	75	72	309	86	288	287	270

ると 40% を示す。これらは總エネルギー供給量の 2% にしか當らないのではあるが全燃料エネルギー利用による能率向上から見なした有効仕事量は 100% 近くまで増加したことになる。總エネルギー供給の 20% の増加は殆んど全部増加した水力エネルギーによつて供給せられたもので燃料エネルギーの條件を同價値としたときに國の總エネルギー供給の 5% になる。このエネルギーは 20 年間に 170% 増加した。過去 40 年間に米國に約 5,000 のガス發生爐が建造せられた。その内約 2,700 が働いてゐるがその内あるものは時々しか働かせてゐない。かく減少したものは大部分冶金工場にゴークスガス、高爐ガス、天然ガス、重油を以て代用したためである。

高爐ガスの 50% は高爐作業以外に使用せられ、加熱熔解作業用にゴークスガスや油と置換せられ粉ゴークスや石炭の代りに蒸氣用燃料として用ひられてゐる。石油ガスと混じてゴークス爐ガスの代用として用ひられ、とくに發光を必要とする加熱作業に用ひられてゐる。天然ガス、石油ガス、ゴークス爐ガスと高爐ガスとを混じて利用する方法が増加したので高爐ガスを一層高級燃料に應用するやうになつた。復熱装置設計と應用に於ける最近の進歩と共にこれは理想的な均熱爐燃料になつた。また近き將來に一部分は熔解作用に使用せられるであらう。1 k.W.H に石炭の使用量が發電所では 1899 年に 7.05 から 1933 年には 1.44 lb にさがつた。表は永年の傾向を示し國家の燃料供給の 50% 近くが 1942 年の末期近くでは石油と天然ガス工業から得るものであることを指示してゐる。(H.)

獨逸に於ける假炭工業の發展(第 1 報) (Berthelst, Ch. Rev. de Mét. Avril 1938) Bernoulli の定理に依れば抵抗が無視出来る程度の通路を流體が通る時其の壓力は一定である。即ち動壓と靜壓の和は一定である。又水平通路に多くの直立支管が附屬して居る所を流體が通る時、流體の分布は此の支管下部の噴出孔の靜壓の差の 1/2 乗に比例する。

舊式の蓄熱室附假炭爐に於て側壁の直立焔管中のガスの分布は前述の理由で決して一樣ではなく、從て爐壁全體の均一な加熱は不可能である。實際に於ては此れを匡正する爲に直立焔管の上方に調節弁を備へて居るが不便不正確であつて作業は極めて難しい。更に大なる不便は調節弁を入れた爲にガス流が妨げられる事に由來する。此の對策として獨逸に於ては二重直立焔道爐が作られた。此れは上昇管と下降管とが交互に存在する如くにしてある。かくして操業状態が如何なる場合も各下降管は 2 つの上昇管に挟まれ、下降管に相當する爐壁の狭い部分は耐火煉瓦に依て相接する上昇管から發生した熱の一部を吸収する。

更に一つの此の装置の利益はガス回路が明瞭で且短いと言ふ點にある。其の回路の各々は 2 つの直立焔道の高さに相當し、加熱用ガスに對する抵抗の點で全く同等であり從て加熱は極めて均一化される。Otto 會社は燃焼空氣入口と燃焼生成物出口の側にかくの如き配置をなす事に依て爐は著るしく改良された。此の條件の下に側壁直立焔管出口と入口の間に存在する靜壓の差は加熱室の全體に互て一定となる。故に何等調節装置を用ふる必要は無い。

Otto 爐の他の重要な特性は短い焔管を使用し且其の管の大部分が垂直で此れは側壁直立焔管下に置かれてある小蓄熱室の使用を意味する。以上の装置の他にガス回路の壓力の變化が小なる爲に不燃焼ガスが直接煙道へ抜ける事なく極めて經濟的である。

加熱用ガスの費用の大小は熱量の小なるガスを用ふる時主として蓄熱室に於ける損失の大小に依る。言ふ迄も無くガス流壓の損失が少なければ此れは問題にはならぬが、一般に二重直立焔管を持た燃

燒室が蓄熱室と直接且垂直に連絡して居る時に此の條件が満足される。事實 Otto 爐は壓損失が水柱で 2~4 mm に過ぎず、舊式爐の 1/3~1/4 程度である。

Otto 爐に於てバーナーは近づき易く設計されてあるので便利である。(S. O.)

### 3) 銑鐵及鐵合金の製造

熔鑄爐及び原料の發展 (Joseph, T. L. B.F. & S.P. Jan. 1938, Page 47) 米國に於ける過去 4 ヶ月間中製銑量の著しく衰微せることは高爐數で示されてゐる。即ち 9 月 191 基, 10 月 181 基, 11 月 151 基, 12 月 114 基。この衰微にも拘らず鐵鑄の積出しはレイクスピリヤー鐵鑄協會に依ると 1929 年以來の激しきであつた。1929 年 6,550 $\epsilon$  に比較して 1937 年には約 6,250 $\epsilon$  レイクの鑄石が動いてゐる。總噸數 12,000 $\epsilon$  の重量を積載しうる鑄石船が進水したが之は 8 年間に於ける最大な船である。

屑鐵の値段が高くなつたことが平爐に熔銑を多く使用するやうに刺戟したのである。かく高價な期間中はベツセマー、コンバータを備へた工場が經濟的に有利な地位を占めた。銑鐵の比を 45% から 50% にしたとき、沸溢性で多量の滓が出来るから傾注式でない平爐は非常な苦心を嘗めねばならぬ。但製鋼時間は永引き、爐の能力が次第と減じ、特に低炭素鋼の場合は甚しい。然し米國の南部地方ではデウプレックス法が正規になつてゐるから多量の熔銑が平爐に使用せられて自然爐の製鋼能力は増加することが出来る。

鐵鑄の露出せる鑄山ではベルトコンベヤー、トラック、トラクター、ドラグスクレイパーが多くの人によつて有利であることが認められてゐる。何となれば穴が深くなると多くの場合種々の障害物に出逢ふからだ。スクリウ鑄山ではベルトコンベヤーの長さが 4,500 ft で垂直の長さは 386 ft で 1 時間 750 $\epsilon$  の割合で鑄石を運んでゐる。昔、舟積に橇や一輪車や多くの人手に依て運んでゐた當時と比較すれば驚くべき進歩である。各鑄山によつて多少相違はあるけれどもミネソタ鑄山ではコンベヤ法を確立したかの感じがする。

鐵鑄石の利用法としては所謂洗滌鑄を用ひるといふよりかこれを濃縮化しようといふのが、數年來の傾向である。目下コンセントレイトせられて多くは  $SiO_2$  が大部分 100 メツシ以下の粒として存在するものである。洗滌鑄石は微細な部分は減少してゐるから約 100 メツシに選鑄せられてゐるのが現状だ。ボール分離器から溢れ出るこの微細なものは珪酸分のない非常な微細な粒を多量に含むのである。最近浮粒選鑄試験がミネソタ大學冶金學教室のシラー氏に依て試みられたがボール分離器から溢れ出るものを濃縮化したのであるがなかなか結果を得た。これは微細なる故燒結するか團鑄とする必要がある。貧鐵鑄に對する種々の利用法があるけれども浮遊選鑄法が一番考慮を拂はれてゐる。

鐵鑄石の價値は鐵分含有量と珪酸分の量及成分によつて決定せられ、物理的特性即ち有孔性、大小及び大きさの不均一性に依て定まる。南部地方の鑄石は珪石の粒の周圍に赤鐵鑄があるので濃縮化は困難であるがこの問題は研究中である。そこである會社では鑄石を粉碎し選鑄するといふ物理的方法が大いに發達した。粉鑄は 1/4' に燒結する。選鑄法の面白い方法がハユラ氏によつて發明せられたこの方法は第一のクラツシャーで鑄石を 4' 程度にくだき次のクラツシャーで 1' にする。粉碎した鑄石は非常に能力的な二重式になつた deck shaker screen に懸けて 1' 以上, 1' 以下, 1/4' 以上 1/4' 以下の四つに分離する。1/4' 以下は煙塵と混じて燒結する

高爐用コークスの適當に評價する問題はいまだ解決してゐない。粉碎試験、轉倒試験等の物理的方法をある工場で作つてゐるがこれにも缺點があつて一般に認められてはいぬ。鐵中の  $Si$  が漸減或は急激に減少すると、爐の操業法や原料に甚しい相違のないに拘らず  $S$  の鐵中の含有量と正反對の關係にある。これは爐の取扱ひ上最も困難な問題の一つである。かく  $Si$  と  $S$  の量に正反對の増減のことが物理的變化に原因することが屢々あり、とくにコークスの大小に關係する。これはコークスの大きさに變化があると装入物を通ずるガスの分布に變化があるためである。

銑鐵の成分を自由にする温度の大切な例證は鑄山局と Inland Steel Company との間で行はれた綜合研究中に得られた。圖 2 はこの關係を示すものであるが、温度が高くなると  $S$  は減少し  $Si$  は高くなつてゐる。(圖は省略) ルツボの温度以上に密接なコントロールを保たしめることが均一な銑鐵を製造する上に於て大切なことであることを明にしてゐる。コークスは装入量の 50~60% を占めるが故にコークスの大ききの變化は爐の操業に於いて多くの解き明し得ない變化に對する鍵であるガスの分布上の變化に勿論關係するのである。ガスの分布状態の廣くして重大な諸變化を見極めることは困難なことである。従て各爐に適したガスの最良の分布状態を決定し、必要なコークスの大ききを定めることも困難である。平爐操業上大切な問題は湯が所定の  $C$  を有すること、出鋼以前にスラグを成熟せしめるやうに屑鐵と銑鐵との比を定めることである。熔銑と共に多量の  $Si$  を入れることも大切なことで、この  $Si$  が  $SiO_2$  となりこれが  $CaO$  と反應して希望の鹽基度を以たスラグを造る。平爐でやる大切な 2 つの特徴となつてゐる脱硫と酸化鐵のコントロールはスラグの鹽基度に關係する。鑄滓の造り方も進歩し鑄滓の鹽基度を判斷する新しい諸方法も發展しているけれども熔銑の分析結果と明記せられた範圍の平均が再生せられるものと一致は熔銑の質を知る最良の標準であることが次第に明かになつてきた。 $Si$  と  $S$  の量が合理的に再びつくり出すことが出来れば出鋼時の湯の温度は一定である。然し平爐に装入せられた鐵の温度は高爐と平爐の間の熱の損失による差によつて非常な變化をうけやすい。これは高爐より出たまゝの湯と混銑爐の湯との温度に約 175°F の差異あることに依り、又高爐から熔銑をうけない間、混銑爐の温度の低下に依て證明せられる。バアミンガムで先年 5 月探鑄冶金技術者の會があつたが希望の  $Si$  範圍について意見の一致がなかつた。何となれば使用する屑鐵の量に依るからである。しかし均一にすべしとは全員一致であつた。平爐内の鐵の行動は普通にやつてゐる分析とか温度で説明することが出来ない。この様な漠然とした特性はどうあらうが平爐操業でスラグを巧く扱ひうるといふのが進歩への大道である。熔鐵に關する限り均一な  $Si$  を保たしめることが假想的な不統制な漠然とした鐵の諸性質を知てゐるより效果的だ。ある平爐操業者は鹽基性平爐につき次の諸點を提起してゐる。温度 2,700°F,  $Si$  0.50%,  $Mn$  1.5~2.0%,  $P$  0.2%,  $S$  0.025% 以下。 $Si$  及び  $S$  が低く  $Mn$  が高い鹽基性の鐵は鑄滓が少なく、熱の昇りが早く、製鋼量大で、 $Mn$  の歩止り大で燃料は少なく済む。高爐でこのやうな鐵を造るには普通でつくるよりも遙かに多くの鹽基性の鑄滓を必要とするだらう。さすれば、數は減少し銑量は減り燃料消費及びコストは増加する。このやうな平爐製鋼法の進歩に依て銑鐵のコストが増加しても相殺するといふ立前から實行するか或は酸性の鑄滓にして低温度で高爐を動かし出銑してから  $S$  を除去し  $Mn$  を追加するかいづれか 2 者の内一つを選ばねばならぬことにならう。餘分の  $S$  は炭

酸ソーダ 25%, 螢石 25%, 石灰石 50% よりなる脱硫剤を鍋の中に投入して出銑することによつて除去せらる。脱硫に4つの階程がある。第1は高爐用鍋で混銑爐に送られる間、第2は混銑爐中で  $MnS$  の形で、第3は混銑爐用鍋に二度振りの脱硫剤を入れることにより、第4は鹽基性ベツセマー法に依る除去に依り。大部分は轉爐で吹くときであつてコルコルブ氏によつて引用せられた日々の平均に依れば轉爐に装入せられるときの  $S$  が 0.56~0.084% であつたものが平値最大値として 0.049~0.054%, 最小値として 0.23~0.31% 平均 0.035~0.042% の鋼塊を得たのである。脱硫は鹽基性平爐より轉爐の方が實行し易いことが明かである。0.03% の  $S$  が轉爐で除去せられてゐることになる。一般に  $S$  の含有量高いときは除去し易けれども  $S$  が 0.25~0.35% の場合は除去すること困難であると認められてゐるけれども高爐の外部での脱硫は興味ある問題として残されてゐる。

$H$  及び  $Co$  による鐵礦石の還元は 8~14 メツンのものでは高壓ほど促進せられるといふ實驗がなされた。 $Co$  で還元する場合は  $C$  の礦石中に沈澱する量は壓力が高くなればなる程早くなり礦石を砕くことに依て一層容易になる。化學的見地から見ると壓力は容積に變化を及ぼさないので影響なしと思はれるけれども  $C$  の沈積の結果  $2CO = C + CO_2$  高壓のもとで容積の減少を來してゐる。この反應は壓力を増せば増すほど良い。試験せられた礦石粉は比較的小さくして 1~2mm のものであり、距離の半分以上の所で擴散が起つた事から見て前よりも高壓のときの還元の促進の割合は餘程驚くべきものであらう。最近壓力の増加は還元に良き影響を與へてゐる。高爐で高壓で仕事する場合最も疑問となる點は  $C$  の沈澱がガスの分布と装入物の抵抗にどんな影響があるかといふことである。 $C$  が礦塊に沈澱すると  $C$  は表面にも沈積しそれが底の空虛を満し、溫度がとくにこの反應に有效な所では壓力の増加を伴ふであらう。ガスが若し均一にして正常に装入物を通して分布するならば、從來より高壓にすることによつて高爐操業の大切な因子である。残らず全部還元することを促進することにならう。しかし壓力の増加が有效なりや否やは經驗によつて決定せられるべき問題だ。高爐設計上の傾向は現今は 1,000t である。

ピッツブルグの鐵鋼技術協會で設計せられた新鑄銑機が 8 月オハイオのホイリング製鋼工場に設けられた。之は 2 基の平爐に役立てゝるが 100lb の銑鐵を毎日 2,000t 以上鑄銑する。鑄銑料は舊鑄銑機では 45 セントに拘らず之では、當り 9~10 セントの範圍にある。修繕も今までしたことなくこの調子では、暫らく大丈夫であらう。しかし稍少しの屑鐵が出来て之は 1,457t の銑鐵につき 4t 位である。

熱風爐に小さな格子積を採用するやうになつてから、ガスの清淨は大切な問題となつて來た、數種の新清淨機が發達してゐる。濕式による新傾向は廻轉裝置を施さないで据付式のものがある。熱風爐に不碎性煉瓦を高爐の温床には大型煉瓦を用ふるのが耐火物界の發展を幾分示してゐるやうである。熱風爐を熔接造りにした工場がある。スタインバーの羽口は空氣が爐の中に 22.5° の側角か或は次の羽口の方向に這入てゐる。これは 2 年間の發達中装入物の降下に妨げなく 1,600°F 以上の衝風溫度を保て仕事した。キイー氏の研究の結果爐は羽口の位置に不活動の柱があることが一般に認められてゐる。装入物の融合した柱が朝顔のあるレベルから爐の底部にまで及んでゐることを獨逸のストエカーが指摘した。ストエカーはムンドとアイレンダーと 500t の高爐の朝顔及び

爐底の内部の状態の研究をした。多くのサンプルを非常羽口通常羽口、鑄滓口からとつた。その結果最も活潑な部分は羽口の少し上の部分にあつて朝顔壁と朝顔にある不活潑な柱との間に環を造てゐる。スタインバー式羽口を使用すると羽口の間に存在する比較的徐々に動いてゐるコークスの柱を除き朝顔の活動性に富むだ環の部分に装入物を動かさうであらうとポイントンは指適してゐる。装入物の分布に關しては装入鐘の降下速度が注意を惹いてゐる。これが爐の中心に於ける装入物の大きさを左右する一因子である。大装入鐘ホツパアから装入物を早く落とすと爐の中心に小粒のものを減少さす傾向がある。装入物の爐頂に於ける線の上に保ち大装入鐘の間隙を造て置くと中心に装入物を多く集めるに役立つ。放射的分布を檢べなくては質的方面や爐の操業を以外のこれらの變化の影響は決定することは困難である。ブルジョウス電氣アドガンは非常に利用せられてゐる。これは風壓を減ぜずに出銑出来るから装入物には正常通りガスの透過があつて化學變化が起るから出銑も數を多くなし得る。(H. K.)

**精鍊鑄滓の  $S$  含量とこれに對應する銑鐵の研究** (Paul Thierry, R. de Mét., Avril, 1938) 鋼と銑の脱硫の問題は Thomas 法の發見以來製鐵業者の夙に關心を持つ所となつた。然しこれは極めて難しい事であつて、一寸考へた丈でも鑄滓の鹽基度が 1.6 から 1.4 に、又は 1.4 から 1.2 に減少し、實に鑄滓重量が 1,000kg から 800kg に、800kg から 600kg に減少するにつれて銑中の  $S$  量が如何に變化するかを豫知する事は難しい。此の場合無数の未知な因子が思ひ浮ばれる。即ち鑄滓の熔融點の變化熔融に要する熱量、鑄滓の脱硫作用は如何なる程度に行はれるか等である。然し銑鐵の  $S$  含量に對しては 4 つの主なる要素が影響する。

- (1) 鑄滓の鹽基度 (2) 鑄滓の重量 (3) 爐中に入れられた  $S$  の量 (4) 鑄滓の過熱

此處に於て鑄滓は過熱せられず且 Rankine の圖から與へられる生成溫度に於て用ひられるものとする。本研究はミネットを用ひて得た結果で、他の如何なる場合にも適用されるものではない。

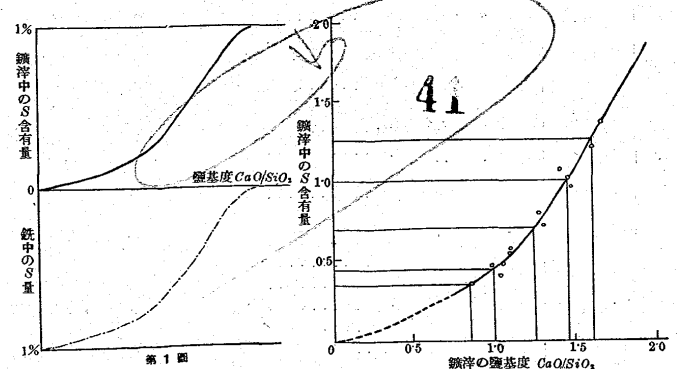
- (1) 鑄滓の鹽基度の影響——1t の銑に對し 10kg の  $S$  を與へ、且鑄滓が 1,000kg なる如き熔溶を考へる。

$CaO/SiO_2$  の割合が零に近づけば即ち鑄滓中の  $CaO$  が悪くなれば鑄滓中の  $S$  も同様零に近づく。此れに反し鹽基度が増せば鑄滓中の  $S$  は最高 1% に達する。其の變化の有様は第 1 圖の如くである。以上の曲線の決定には次の範圍内に在る  $MgO$  や  $Al_2O_3$  は考慮に入れなかつた。



著者は種々の銑と鑄滓を分析し次の値を得た。

第 1 圖      第 2 圖



並水 (5)

鑛滓中の S 量% 1.25 1.00 0.70 1.00 0.85  
 CaO/SiO<sub>2</sub> 1.60 1.45 1.25 0.45 0.35

此れを圖に示せば第 2 圖の如くである。

(2) 鑛滓量の影響:— 以上の考察より鑛滓中の S 量は或る鹽基度に於ては定まつて來るので銑の脱硫は鑛滓量の函数である。第 1 表は Thomas 銑に於て 715 kg の鑛滓及び 1.62 の鹽基度に於ける S が如何になつて居るかを示す。此等の S の由來は次の如くである。

第 1 表

番 號	鑛					滓				此の鑛滓に對應する銑				
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	FeO	S	CaO/SiO <sub>2</sub>	Si	P	Mn	S	C	
1	37.60	23.90	32.30	2.62	0.72	6.83	0.36	0.86	0.66	1.38	0.15	0.532	2.65	
2	39.45	10.70	36.42	2.34	1.95	6.04	0.47	0.98	—	—	—	—	—	
3	37.00	16.70	38.25	3.22	0.64	2.54	0.41	1.03	0.26	1.37	0.19	0.441	2.81	
4	36.78	19.50	36.24	2.23	0.74	2.72	0.48	1.05	—	—	—	—	—	
5	32.16	21.38	35.30	4.11	0.82	4.16	0.55	1.09	0.40	1.72	—	0.433	—	
6	32.40	18.59	41.30	4.20	1.24	0.72	0.80	1.27	0.15	2.10	0.77	0.057	3.60	
7	32.08	17.50	41.96	4.80	1.10	1.68	0.72	1.30	0.19	1.66	0.29	0.186	3.24	
8	29.80	17.42	41.65	3.96	3.31	0.91	1.07	1.40	0.14	1.83	0.75	0.108	3.27	
9	29.32	19.60	42.60	4.09	2.07	1.10	1.01	1.45	0.65	1.94	1.64	0.062	—	
10	32.05	17.19	44.87	2.03	0.46	1.20	0.96	1.47	—	—	—	—	—	
11	27.60	18.48	44.20	4.83	1.63	1.09	1.21	1.60	0.23	1.78	0.91	0.055	3.70	
12	27.50	19.70	45.89	4.81	1.03	0.39	1.36	1.66	0.70	1.76	1.21	0.019	3.75	

a) 鑛石中の硫化鐵:— 高爐の雰囲気は酸化性ではないので S は全部鑛滓及び銑中に入る。

b) 炭炭製造に用ひられた石炭より:— 適當な注意さへすれば此の S 量を相當減少させる事が出来る。

かくして爐中に入れた S は次の如く分布する。

a) 鑛石の細片と共に塵埃中に b) FeS 及び MnS の形で銑中に c) 鑛滓中 CaS の形で入る。

第 2 表には鑛滓の鹽基度と重量の函数として銑中の S が計算されてゐる

此の表から 10.77 kg の S が爐内に入つた場合

鑛滓 700 kg 鹽基度 1.60

鑛滓 900 kg 鹽基度 1.45

の時、銑は充分に脱硫される。

著者は次いで爐内に入れた S 量の影響及び過熱の影響を詳細に述べ次の結論を與へて居る。

脱硫には主なる 6 つの方法がある

1. 鑛滓の鹽基度を増す事:— 然し

第 2 表

鑛滓量	硫 黄 量	CaO/SiO <sub>2</sub> =1.60		CaO/SiO <sub>2</sub> =1.45		CaO/SiO <sub>2</sub> =1.25		CaO/SiO <sub>2</sub> =1.00		CaO/SiO <sub>2</sub> =0.85			
		%	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%	重量		
500 kg	爐内へ入た量		10.77		10.77		10.77		10.77		10.77		
	塵埃中		0.11		0.11		0.11		0.11		0.11		
	銑中	0.319	3.19	0.444	4.44	0.594	5.94	0.719	7.19	0.769	7.69		
	鑛滓中	1.25	6.25	1.000	5.00	0.700	3.50	0.450	2.25	0.350	1.75		
	合計		9.55		9.55		9.55		9.55		9.55		
600 kg	爐内へ入た量		10.77		10.77		10.77		10.77		10.77		
	塵埃中		0.11		0.11		0.11		0.11		0.11		
	銑中	0.194	1.94	0.344	3.44	0.524	5.24	0.674	6.74	0.734	7.34		
	鑛滓中	1.25	7.50	1.000	6.00	0.700	4.20	0.450	2.70	0.350	2.10		
	合計		9.55		9.55		9.55		9.55		9.55		
700 kg	爐内へ入た量		10.77		10.77		10.77		10.77		10.77		
	塵埃中		0.11		0.11		0.11		0.11		0.11		
	銑中	0.069	0.69	0.244	2.44	0.454	4.54	0.629	6.29	0.699	6.99		
	鑛滓中	1.25	8.75	1.000	7.00	0.700	4.90	0.450	3.15	0.350	2.45		
	合計		9.55		9.55		9.55		9.55		9.55		
800 kg	爐内へ入た量		10.77		10.77		10.77		10.77		10.77		
	塵埃中		0.11		0.11		0.11		0.11		0.11		
	銑中		0.144		1.44		0.384		3.84		0.584		5.84
	鑛滓中		1.000		8.00		0.700		5.60		0.450		3.60
	合計		9.55		9.55		9.55		9.55		9.55		
900 kg	爐内へ入た量		10.77		10.77		10.77		10.77		10.77		
	塵埃中		0.11		0.11		0.11		0.11		0.11		
	銑中		0.044		0.44		0.314		3.14		0.539		5.39
	鑛滓中		1.000		9.00		0.700		6.30		0.450		4.05
	合計		9.55		9.55		9.55		9.55		9.55		
1,000 kg	爐内へ入た量		10.77		10.77		10.77		10.77		10.77		
	塵埃中		0.11		0.11		0.11		0.11		0.11		
	銑中		0.244		2.44		0.494		4.94		0.594		5.94
	鑛滓中		0.700		7.00		0.450		4.50		0.350		3.50
	合計		9.55		9.55		9.55		9.55		9.55		

鹽基度を餘り増すと高爐の作業が圓滑に行かない。

2. 鑛滓重量の増加:—

3. 爐に入る S 量の減少:—コークスをよく洗滌し鑛石の磁氣選鑛をなせば S 量を相當減少させ得る。

4. 鑛滓の過熱:—此れは鹽基性轉爐で處理する事の難い所の Si を多く含んだ銑が出来るとの不便があるが英國の Al を含んだ鑛石に用ひて好結果が得られる。

5. Mn 鑛石の添加:—此の方法は最も費用を多く要し最も效力の少ないものである Mn は脱酸劑では脱硫作用は二次的なものに過ぎない。

6.  $Na_2CO_3$  の使用:—熔銑中に  $Na_2CO_3$  を添加する事に依り種々の因子に關係するが大體 50~70% の S を除去出来る。此れは工業上實際に用ひられて居る。

經濟的に脱硫をなす爲に冶金學の最近の傾向は

a) 高爐の操業を容易ならしめる爲に鑛滓の鹽基度を餘り高くせぬ様にする。

b) 鑛滓の重量を減ずる。

c) 爐に入れるコークス、鑛石其他の S 量を出来る丈少くする。

d) 銑鐵中の Si 量を出来る丈低くする爲に鑛滓を過熱せぬ事。

e) 鹽基度の低い鑛滓に對しては極めて費用を要する Mn の添加を止める。

f)  $Na_2CO_3$  を熔銑へ添加する。

上記の方法は獨逸に於ける貧鑛處理に賞用されて居る。(S.O.)

#### 4) 鋼及び鍊鐵の製造

製鋼用大型高周波誘導電氣爐 (伊太利 Aosta に於ける 6 t 及 8 t 電氣爐) (Michael. Kauchtschischwili Stahl und Eisen 58 (1938) 520-523.) Cogne 製鋼會社は Turin から約 150 km. モンブランから 50 km 隔た風光明媚な Aosta 峽谷にある。石炭は Thuile にある同社所有の炭鑛(高標 1,900 m)から又鐵鑛石は Cogne 村から上方にある高標 2,700 m の鑛山から供給せられてゐる。安價な電力は工業特に安價なエネルギーを要する冶金工業を可能ならしめた。就中 Aosta 會社は總ての階程で電氣エネルギーを使用してゐる點で有名である。銑鐵は通常の高爐で製造する以外に更に電氣爐で製造せられ現在の高爐も全く電氣爐に變更せられる筈である。熔銑は電熱式混銑爐に移され轉爐にて精鍊せられる。鋼の大部分は是より電氣弧光爐に入れられ重複法によつて高級鋼とせられる。新設の高周波電氣爐工場は 8t, 6t, 800kg, 150kg の 4 基の電氣爐を有し 2 基宛に一組の發電機及蓄電器を有する。2 基の爐は交互に使用せられ、一方の操業に従事する間に他方は裝入又は坩堝の修理を行ひ常に休む間なく繼續して運轉せられる。

大型電氣爐は、傍にある電氣弧光爐から熔鋼の供給を受けるために 8t の容量をもつて居り又單獨に冷材裝入を處理する事も出来る

此の 6t 及 8t の高周波電氣爐は現在世界に於て最大のものである。是等は能力に於ても又發電機に於ても世界最大であつて電動機側で 1,750 kW 發電機側で 1,600 kW である。兩者共に Ajax Northrup の特許により Siemens & Halske A. G. で製造せられた。Siemens & Halske A. G. では既に 5 臺の同様の高周波爐を著名な會社に供給してゐる。

伊太利に於ては、上述の外に Breda 會社の 1,600 kW 發電機による 6t 爐が製造せられてゐる。是等は明かに高周波電氣爐が大型に變化する方向を最もよく示すものである。

Cogne 會社の高周波誘導電氣爐は主として工具鋼、高速度鋼、不銑鋼及他の合金鋼の熔解に使用せられ、裝入材料としては屑鋼、押湯、旋盤屑等が使用せられる。坩堝は最初酸性材料で以て製造せられた。然し小型爐と同様鹽基性材料も使用出来る。高周波電氣爐操業がもたらす利益の内特に重要なものとしては、高級品の製造、迅速なる操業、負荷整御の容易、操業の緻密に行ひ得る事、又經濟的な事等である。又、電氣爐の電極は不要であるから、同容量の弧光電氣爐に對し 60~70% の安價な耐火物と簡単な操業となるのみならず、高價な裝入物の節約及實際上の損失が殆んど皆無なために操業費用は理想的な値に一致する。次に坩堝 1 回分の操業結果が示される。

第 1 表 6t 高周波誘導電氣爐電力消費量

熔解回数	鋼の炭素量%	裝入量 kg	熔解時間 時分	電力消費量			總量 kWh/t
				熔解 kWh	沈澱 kWh	靜電 kWh	
1	1.03	5,000	8:30	4,100	500	4,600	920
2	0.50	5,000	3:50	3,400	400	3,800	760
3	1.00	5,000	3:45	3,400	400	3,800	760
4	0.70	5,500	3:45	3,000	500	3,500	640
5	1.00	5,000	4:00	3,300	400	3,700	740
6	0.70	5,500	3:10	3,300	100	3,400	620
此の間 34 行省略							
41	4.30	5,830	3:15	3,700	—	—	630
42	1.00	5,770	3:25	3,500	400	3,900	675
43	1.00	5,700	3:10	3,300	300	3,600	630
44	1.00	5,700	3:25	3,400	300	3,700	650
45	0.50	5,800	3:40	3,400	500	3,900	670
46	0.52	5,790	3:00	3,100	400	3,500	608
47	0.50	5,800	3:30	3,400	500	3,900	675
48	0.50	5,850	3:10	3,500	400	3,900	668
平均	—	5,622	3:36	—	—	—	670

第 2 表 8t 高周波誘導電氣爐電力消費量

熔解回数	鋼の炭素量%	裝入量 kg	熔解時間 時分	電力消費量	
				總量 kWh	kWh/t
1	3.50	7,000	12:55	6,200	885
2	1.00	6,533	5:15	5,000	765
3	1.00	6,550	4:50	4,900	750
4	1.00	6,500	4:40	4,700	720
5	0.75	7,000	4:40	4,400	740
6	0.50	7,000	5:50	5,100	730
7	1.00	7,000	4:50	5,100	695
此の間 36 行省略					
45	0.50	7,400	3:40	4,600	620
46	1.00	7,200	3:50	4,700	650
47	0.40	7,130	4:20	5,000	700
48	1.00	7,200	4:25	5,100	710
49	0.40	6,990	4:35	5,200	745
50	1.00	8,040	5:05	5,800	720
51	1.00	7,300	4:30	5,100	695
52	0.50	7,200	4:30	5,100	705
平均	—	7,205	4:37	—	679.5

第 1 表は 6t 爐に於て 1927 年 12 月 26 日から 1928 年 1 月 6 日迄の操業結果を示す。此の間 48 回の熔解が行はれた。第 2 表は 8t 爐に於て 1937 年 11 月 25 日から、1937 年 12 月 4 日迄の操業を示し其の間坩堝は 52 回の熔解作業に堪えてゐる。是等は Ni, Cr, W, V. 等の色々の合金元素を含む鋼に就て行はれたものであるから炭素量は唯大體の熔解點を示すに過ぎない。6t 爐の第 1

表に熔解、沈静の兩方に要した電力が示されてゐる。6t 及 8t 爐に就て 1t に要する電力を比較するために計算せられたから第 2 表の電力消費量は熔解と精練の兩方とに分けられなかつた。熔鋼 1t 當りの電力消費量の平均値の計算に際し兩者共に爐の加熱の行はれた最初の 2 回の電力消費量は計算に入れられなかつた。故に第 1 表の平均値は 48 回の平均でなくて 46 回の平均であり第 2 表は 52 回でなくて 50 回の平均が示されてゐる。6t 爐も 8t 爐も實際上電力消費量は殆んど等しく 6t 爐では 670  $kWh/t$  であり 8t 爐では 679.5  $kWh/t$  である。今平均熔解時間が 6t 爐では 3 時間 36 分であり 8t 爐では 4 時間 37 分である事に注意すれば結果は非常によく一致してゐる事が解る。8t 爐では熔解時間の延長にも拘らず電力消費量は殆んど増加してゐない。嚴密に云へば 15% だけ高い。即大型の爐では電力消費量は少い事になる。此の際大型電氣爐では負荷は増加するものと想像せられるが此の場合は兩方の爐が一つの發電機で交互に操業せられたのであるから負荷は兩者共に 1,500  $kW$  である既に述べた如く 8t 爐では熔解時間が延長せられてゐるに拘らず電力消費量は兩者共に同様である。8t 爐に於ける電力消費量最低 575  $kWh/t$  大略 605  $kWh/t$  最高は最初の 2 回を除き 745  $kWh/t$  である。

上述の數字は施設當初の結果を示すものであるから從業員の熟練操業の改良と共に最も適當な諸重要條件即、完全な裝入、爐蓋の改良及電磁氣的關係と爐の負荷とを支配する爐壁の厚さ等の條件の改良に伴て更に電力の節約が期待せられる。

同時に熔解時の負荷も増大せしめられる。8t 爐の熔解時間は 4.5 時間を要し是を巧に短縮せしめるためには負荷を増加せしめなければならぬ。通常熔解経過に於て始めは 1,500  $kW$  の負荷であるが、後次第に下て 1,150~1,200  $kW$  で操業せられる。利用せられる部分は最高負荷容量の 75~80% である。此の如き操業状態では爐の容量は設備の改良に伴て 2,000  $kW$  に擴大せられなければならない。2,000  $kW$  の發電機に對し電動機は 2,300  $kW$  を要する。斯の如き發電機の構造は現在の状態では困難ではない。依て熔解時間が 4.5 時間から 3 時間に短縮せしめられれば 1 日の熔解回数は 4~5 回から 6~7 回に増加し、熔解量は 35~40t から 50~55t に増加せられる。更に高周波發電機の利用價値は 2 個又は多くの爐を並列に操業する事によつて高められる。斯くする事に依て電氣爐負荷の總和は、發電機容量の 90~95% になる様に制御出来る。是等の設備は獨逸では 2 年以來實用の域に入り利用せられてゐる。以前から 4~2t 爐の並列作業の設備が出来て 1,600  $kW$  發電機に連結せられてゐる。更に構造の改良、正確な操業及並列作業等に依て、高周波誘導電氣爐の利用及經濟價値は益々増加するであらう。

(矢 島)

**鹽基性電氣爐鋼に於ける非金属介在物の發生と除去法** (Buchholz F. K. u. Ziegler A. St. u. E. 58 (1938) 231/235) 鋼中の非金属介在物は通常下記の 3 種類である。

1. 酸化鐵又は珪酸鹽非金属介在物 (黑色又は灰色を呈す)
2. 硫化鐵又は硫化マンガン (鳩色を呈す)
3. 出鋼又は鑄型時に發生する非金属介在物

次に述べる研究は主として (1) の非金属介在物に就て實驗せられたものである。此等介在物は鋼材中最も多く出現し長さ 0.5  $mm$  以上のものは肉眼的にも明かに認め得るもので、鋼球用鋼の如きは全面に分散して存在することもある。電氣製鋼法に於て  $Fe$  及  $Mn$  の珪酸鹽は  $Mn$  及  $Si$  によつて最後に脱酸せられた場合發生したものが充分分離出来ないで鋼塊中に残留するものもあるが、同様の脱

酸作業の結果に於ても尙珪酸鹽の數や大きさが著しく異なる場合がある。是非金屬介在物が脱酸作業前に既に存在してゐた事を示すものである。

本實驗は電氣爐變壓機交換の際行はれた。此の際變壓機は爐體に近づけられたために、低壓側導體は 18  $m$  から 5  $m$  に縮められ其の結果として電極の電壓は 10  $r$  上昇した。従て冶金條件が良くなり以前は螢石を多量に裝入した軟い滓を作てゐたが其の後滓の流れは良くなつて湯と反應し易くなつたために熔鋼の沸騰精練が盛に行はれて、肉眼的の非金属介在物は著しく減少した。

介在物の量を比較するために 600  $kg$  鋼塊を 45  $mm^2$  に壓延し 9~12  $\mu$  所から試料を採取した。此の際非金属介在物に次の様に點數を付けた。

長さ 0.20~0.35  $mm$  のもの 3 點 長さ 0.35~0.65  $mm$  のもの 4 點 長さ 0.65  $mm$  以上のもの 5 點

是等の點數の總和を試料の數で除して其の鋼の介在物の量を示す數とした。熔解作業は鋼滓を交換した後は同一の脱酸處理を行たから實驗結果は酸化期に於ける沸騰精練の影響のみを示してゐる。

沸騰精練は介在物の量を減少せしめる。即ち沸騰によつて減少せる炭素量の多いもの程介在物の數は少い。又同じ炭素量の燃焼せる場合に於て、變壓機交換によつて電壓が高い場合は介在物の減少が著しい。以前の變壓機を用ひ低い電壓で操業した場合は約 2 倍の介在物が存在する。一例を挙げれば低壓で作業した場合は沸騰によつて失はれる炭素量が 0.30~0.55% の場合に介在物の量を減少せしめる事が出来たが、高い電壓を用ふれば 0.10~0.25% の炭素の燃焼によつて充分介在物を少くする事が出来る。此の理由は電壓が低いと電極は鋼滓の中に浸て、局部的に加熱せられるから沸騰は一部分に起り周圍まで行き互らない。其のために珪酸鹽が熔鋼の中に残留する。是に反して電壓が高ければ鋼滓は長い弧光によつて熱せられ流動性が大になるから反應が盛に起り全面的に沸騰が起る。従て残留する非金属介在物は少くなる。即鋼の非金属介在物の量には流れやすい鋼滓の下に於ける沸騰精練は大なる影響を與へる。

更に精練時間及精練速度の影響が明かにせられた。實驗によれば毎時間の沸騰炭素量が 0.06~0.12% 迄は悪い結果を示し非金属介在物の量が多いが 0.20~0.27%  $C/hr$  となれば良好な結果が得られる。

精練の約 8t の裝入量に對し 0.01% の  $C$  を沸騰せしめるに要する鐵礦の量によつて示される。3~5  $kg$  の鐵石量によつて 0.40~0.50% の炭素が沸騰せしめられるが電壓が低く鋼滓が固い場合には炭素の燃焼に長時間を要し、電壓が高い場合には 55~65 分で沸騰は平衡状態に達して静止する。電壓が低い以前の爐では沸騰炭素量は少く時間も 30~45 分で沸騰が停止する。従て非金属介在物の量も著しく多い。即沸騰が停止した場合の最終の炭素量で熔鋼の純度を判断する事が出来る。一方、炭素量が減少すれば其と平衡條件にある炭素量は増加する。依て、沸騰終期の炭素量と非金属介在物の量との關係を示せば残留炭素量が極端に少くなれば介在物の量も多い。残留炭素量が 0.17~0.22% の場合は良好なる結果を示し 0.25% 以上の場合は不良なる結果を示す。炭素量が 0.25% に減じたものを更に 0.15% に減少せしめると多量の鐵石を要し、結果として珪酸鹽を多量に含有した。又 0.43% の炭素含有量を示し殆んど沸騰しなかつたものは同様に不良なる結果を示し珪酸鹽を多量に含有した。此の場合の非金属介在物は鐵及  $Mn$  の珪酸鹽である。良好な精練の行はれたものの非金属介在物は  $FeO$  及  $MnO$  である。(矢 島)

**平爐建設の理論的研究** (Luigi Bruno, R. de Mét., Fév., Mars, 1938) 今日平爐を設計する場合、爐の各部分の計算は全く實驗的なもので操業状態の良好な現存の爐に基礎を置いて居る。即ち、此の爐部分の或る割合を變へたり又は或る部分の大きさを其の儘採用して居る現状である。一般に、昔の平爐の建設には設計者の主觀が大きな位置を占め、其れ故に同じ能力を有する爐でも設計者によつて區々たる形をなして居る。近年平爐建設技術は急速な進歩を遂げ、其の或る因子は正確に決定され且一般に採用されて居る。計算の基礎とするには現在は未だ不十分ではあるが、主として燃焼技術と熱の傳導に要點を置いた理論的研究は、或る現象の進行を決定し且建設の向ふべき道を示すのに重要なのである。

爐の研究を理論的とする爲には、著者は爐の大きさには獨立な比を求めた。即ち先づ“常數”を定めた。或る爐に於ける此の常數が定まれば、此の常數の値は操業方法を等しくする他の爐にも適用し得る。かくして操業状態良好なる爐より得られた常數の値から出發して、平爐各部分の最良の特性を定め得るのである。

以下爐の各部の建設の爲に定められる公式は作業状態には獨立な部分と、これに依存する部分とがある。例へば爐の1時間の産額は固態銑鐵の代りに液體銑鐵を用ふれば變て來るであらうし、又發生爐ガスの代りに他のガスを用ひても變て來る。それで、各人各様の場合に僅か公式の一部分を變更する事によつて其の各々に適用され得る如くにした。

著者が研究したのは鹽基性平爐で、蒸發物質が30%、平均灰分が10%以下の石炭より製造した發生爐ガスを用ひた。此の發生爐は廻轉格子を備へ $1m^3$ に就いて $1,400cal$ の熱量を持つガスを發生するものである。製鋼作業は屑鐵法で、銑鐵は12~30%を用ひた。著者は先づ爐體の形の決定にあたり次の記號を定めた。

$T=24$  時間に於ける爐の生産高 (t)  $S=$  爐床面積 ( $m^2$ )

$H=$  鋼浴の最大深度 (m)  $k \times h=$  爐の平均の深さ (m)

$P=$  爐の容量即ち金屬裝入全重量 (t)  $t=T/S=$  爐床面  $1m^2$

に就ての24時間の生産  $p=P/S=$  爐床  $1m^2$  に就ての容量

$\tau=$  出鋼から次の出鋼までの時間  $n=24/\tau=$  1日の出鋼回数

$V=$  鋼浴の全容積 ( $m^3$ )  $C_1, C_2, C_3=$  常數  $1m^3$  の熔鋼重量

$=690t$   $1m^3$  の熔滓重量 $=192t$

裝入物 1t につき浴中に

鋼  $1,000kg=0.145m^3$

鑛滓  $100kg=0.052m^3$

裝入物 1t に就いての浴の容積

$=0.197$

以上の値から次の第1公式が導かれる。

$V=0.197P$ ;  $V=S \times h \times k$   $\therefore 0.197p=S \cdot h \cdot k$

$k$  は或る常數で爐の平均の深さを示す時に導入される。 $k=0.197P/S \cdot h$  故に  $k$  は浴の實效容積と、浴が至る所深さ  $h$  であると考へた時の容積の割合である。故に  $k$  は爐床の形の函數である。 $k$  は爐の設計上極めて重要な意味を持つもので、その値は  $1 \sim 1/3$  の間に存在する。實際には  $0.88 \sim 0.41$  の間に存在する。然し此の限界に達する事は無い。現存する爐から、 $k=0.197P/S \cdot h$  に依て  $k$  を直接計算出来る。此の  $k, h, S$  なる値から爐床の斷面を畫く事は困難であるが、實際には極めて簡単に行く。其れを著者は實例を以て示し、 $k$  の値が如何に重要であるかを説いて居る。

著者は次いで以上の數値の間に存在する關係とその計算法を述べ爐の容量に應じてそれが如何に變化するかを表に掲げ、バーナー、

蓄熱室其他に就いて詳細な見解を述べて居る。(S. O.)

**弧光製鋼爐に於ける炭素電極と黒鉛電極の比較研究** (Helmut Weitzer Stahl und Eisen 19 May 1938) 黒鉛電極が比較的高價であるにも拘らず無定形炭素電極と競争出来るのはその物理的電氣的特性によるもので、現在兩方が提供採用されて居る状態で、何れか一方に定めたい。又電極消費は弧光爐操作の費用として主要な部分ではないがこれを低減する事が望ましいのでオースタリー製鐵場電氣爐委員會では、炭素黒鉛兩極を使用し得る二三の弧光爐に兩者で操作して其の作業状態を確めることにした。電極の消耗は直接に其の物理的性質に依り、製作も關係して來るが製作に就てはこゝでは省略する。物理的性質の概略を述べる。

從來の報告にもあつた如く、炭素電極の比抵抗は黒鉛電極のその3倍もありジュール損失が數倍にもなる。同時に酸化を始める温度も炭素電極は低いので炭素電極は黒鉛電極に比しずつと小さいアンペア負荷しか與へられぬ。許される電流密度は炭素電極は黒鉛電極の大體1/2位で炭素に對しては  $4 \sim 10A/cm^2$  位でこれに就いても報告があつた。温度とオーム抵抗との關係は、黒鉛は最初抵抗は温度の上昇と共に減少するが灼熱温度に達すると再び増大しジュール損失を更に高め又温度上昇を來す。併し電氣傳導度は非常に高いから灼熱範圍に入る危険はない。併しこの事は爐天井外よりの放射熱損失を大ならしめる缺點がある。炭素電極は抵抗が温度の上昇とともに減じ従て温度の高い内部は外縁より傳導度がよく爲に電流の表皮作用の反對作用を起してこれが無視出来る。兩電極共極全長に亘て灼熱する程過負荷されると電極材の高温に於ける燃焼により電極消耗が激増する。

裝入材量  $6 \sim 7.5t$  の3爐に就いて變壓器負荷を  $1,500 \sim 2,000kVA$  にして數週間以上に亘て行つた試験の結果は大體次の如くであつた。

1. 電極消耗量は黒鉛電極の殆ど2倍であつた。融解時の負荷は炭素電極は  $7 \sim 8A/cm^2$  黒鉛電極は  $14 \sim 15A/cm^2$  であつた。尚ブリキの外鋸を用ひると炭素電極の消費は5%も減少し費用が高くては經濟的になる。

2. 電流消費は黒鉛電極は常に炭素電極より低く、215%, 1%, 12%の減少が見られた。3. 同様に熔融時間も大體黒鉛電極の方が減てゐる。爐3では炭素電極に對する  $48.3min/t$  から直徑  $300mm$  の黒鉛電極に對して  $46.2$  に減じたが、直徑  $250mm$  の黒鉛電極に對しては  $48.5$  に増した。この結果は從來の報告と反對であるが經濟的には黒鉛電極が有利とされてゐる。爐3では  $55$  が  $54min/t$  に減じてゐる。

總括すると次の事が言へる。黒鉛電極のオーム抵抗は炭素電極の  $1/4 \sim 1/5$  なる事、黒鉛電極は熱に對して言ても寸法から言ても炭素電極の2倍も強く負荷される事、電流密度に關してはたつぱり3倍も高く負荷される事、電極消費は半分過ぎぬ事、僅かではあるが黒鉛電極の場合は作業成績があがる事、爐裝置維持に有利なる事、更に黒鉛電極は炭素電極に比し加工し易く又輕くて扱ひ易い。併し此等の利點は黒鉛電極の値段を埋め合はすに到てゐない。黒鉛電極の値段は炭素電極の36倍でその消耗量は半分なる事を考慮すると注意すべき損失がある。これは耐火裝置、電流裝置、仕事量の増加の方で埋め合はせなければならぬが中々出來ない。勿論此等の改善處置を講じて打勝つ事は試みられてゐる。(増山)

## 5) 鐵及鋼の鑄造

**熔鉄爐に就て** (Reese, J. Foundry, May 1938) 世の中に一



つとして同様な熔銑爐は無いと一般に言はれる。然し或る人は、あらゆる操業條件が同一ならば其の能力も等しかるべきだと言ふ、勿論各工場に於ては操業状態が異なるから止むを得ないが、同一の工場に於て同一の條件の下に操業すれば同一の結果を得べきである。例へば或る工場に於て内徑 60" の 2 基の熔銑爐が交互に同一條件で操業され、1 は 1 時間に 28,000 lb 他は 22,000 lb の熔銑をなした。此の差の原因を探求して遂に後者の送風管に穴があつて風が漏れて居る事を知り此れを修繕する事に依り兩者共に 28,000 lb の能力を持つに至た。かくの如く爐の受ける風量を異にするにつれて能力に變化を及ぼすのである。

熔銑爐に於て熔解率と言ふ如き漠然とした言葉を廢棄して燃料燃焼率なる言葉を用ひれば多くの不明瞭であつた點も明らかにされる即ち充分に熱量を發生する爲に充分に燃料が消費される如き爐床面積が必要なのである。此れは第 1 表に與へられる。空氣量測定装置は熔銑爐から少し離れた所に据えつけられるのが例であるが、其の途中の管に漏れが無い事を検査して始めて第 2 表が意味を持つ事となる。20% 位の風量損失は普通よくある事であるが、此れは注意して防止せねばならない。第 2 表は 90°F, 14.7 lb の壓力に於て正常な操業に要する空氣量である。熔銑爐は屢々此の値の上又は下でよく作業する事もあるから、それは各爐に就て見出さねばならぬ。普通量の空氣を受けて居る爐は約 16 oz の壓力を示す。正常空氣量よりも 50% 高い量で操業する時、壓力は 36 oz になる。第 3 表は爐壓と正常空氣供給量% の關係を示す。

熔解率は次の公式から導かれる。

$$\text{熔解率} = \text{燃料燃焼率} \times \text{燃料比} \times 1/41 \sqrt{P/2,000}$$

燃料燃焼率は第 1 表から與へられる。燃料比は 1 lb の骸炭により熔かされる鐵の重量を lb で現はした量である。且つ P は第 4 表に示す如き風壓である。

48" 直徑の熔銑爐で 10:1 の燃料比、爐壓を 16 oz とすれば熔解率 =  $1,800 \times 10 \times 1/41 \sqrt{16/2,000} = 9 t/h$

燃料比が 8:1 で爐壓が 9 oz の時

$$1,800 \times 8 \times 1/41 \sqrt{9/2,000} = 5.4 t/h$$

72" の爐内徑で燃料比は 9:1 爐壓は 36 oz とすれば

$$4,000 \times 9 \times 1/41 \sqrt{36/2,000} = 27 t/h$$

第 4 表は各風壓に於ける  $\sqrt{P}$  の値を與へる。

第 5 表は種々の爐壓に對する爐床の高さを示す。

此の表を詳細に研究すれば、熔銑爐は極めて柔軟性に富み、且つ或る内徑に於ける熔解率は極めて廣い範圍で變化する事を知る。例へば 48" 爐で 8:1 の燃料比、9 oz の風壓では 5.4 t しが熔かさぬ燃料比を 6:1 にすれば猶低下する。普通の割合は 1 時間 9 t で燃料比を高くし爐壓を 16 oz 以上にすれば能力は更に大となる。

48" 熔銑爐の所要風量は 1 分間 4,000 cu ft である。然し此れが 2,000 でも又は 6,000 でも操業出来る。即ち 50% の變動でも大した變りはない。唯、爐の最も好適な風量を選ぶ事が大切である。(S. O.)

(第 1~5 表は追て掲載す)

鋼塊用鑄型 (Bacon, N. H. Iron & Steel Ind. May 1938)

鋼塊用鑄型の問題は極めて重大で此の壽命を少しでも増加すれば其の經濟的利益は莫大である。然し此の壽命に影響を與へる因子は無數であつて全體的に有益な結論を見出す事は難しい現状である。例へば鑄型に割れを生じたとすれば其の部分の厚くして壽命を増す事が出来るが、厚くした事に依て利と不利が相殺してしまふ。研究の結果 鑄型壁の厚み/鑄型重量 (cuts) の値は 0.06 であつて、此れは

最小の消費量と廢棄の原因の 50% は割れに依ると言ふ事實によく一致する。

然し最小の鑄型壁の厚さはどの位であるかと言へば "鑄型の廢棄の原因の 50% が割れで 50% が鑄型面の劣化に依る如き厚み" とも言ふより他は無い。若し鑄型廢棄の原因が面の劣化に依るとすれば材料が餘りに軟か過ぎるか又は鑄型壁が厚過ぎるかである。此れに反し割れのみで依るとすれば設計が誤まつて居るか、壁が薄過ぎるか又は材料が固過ぎるかである

著者は鑄型の壽命を詳細に研究する爲に記録をとり、12ヶ月後に廢棄されるに至る鑄型を分析して Mn が最大の影響ある事を知た。鑄型の分析値は Si 2.0%, S 0.05%, P 0.04%, Mn 0.70~0.90% であつて

Mn 0.70~0.79%	0.80~0.89%	0.95~0.99%	1.00 又は其以上
鑄型 35 本	99	24	4
平均壽命 71	77	84	95

此れに力を得て Mn を 0.9~1.00% になして良好な成績を得た。平均壽命は 101.9 にまで上昇したのである。又 Si も大なる影響を與へる事を知た。

Mn 0.80~0.89	平均壽命	Mn 0.90~0.99	平均壽命
Si < 1.7%	17 本 106.3	Si < 1.7%	44 本 103.0
1.7~1.8	7 89.1	1.7~1.8	29 103.9
1.8~1.9	8 87.5	1.8~1.9	27 104.3
		1.9~2.0	5 101.4

著者は更に鑄型の冷却、設計、材料等に就て論じて居る。

(S. O.)

鑄造工場に於ける種々の機械 (Frank J. Oliver, Iron Age, May 12, 1938) 鑄造工場に於ける大部分の問題は砂の取扱ひと其の調製に在る故に此れに關する種々の機械が鑄造業者の最大關心事である事は言ふ迄も無い。其の爲に最近に至て極めて多數の機械が賣出されて居る。例へば砂混合機とか大型粉碎機、砂篩ひ、振動篩ひ等の新型に就て著者は紹介の勞をとつて居る。

最近輕量で取扱ひが簡易な爲に Dowmetal 會社は Mg 合金を此の方面に使用し出した。即ち Mg 合金は Al の 2/3, 鑄鐵の 1/4 の比重であるから職工の絶えず取扱ふ中子箱、模型等を製造するのに此の合金を推賞して居る。模型板として "Sonittep" なるものが發賣されたが、此れは抗張力 38,000~40,000 lbs/□" で加工性も良好である。表面は常に平滑で、此れを使用する事に依て鑄造工場の生産は容易化されたと言はれる。

鑄物の砂拂ひには 1,000 lbs/□' の壓力を以て混た砂を吹きつける Hydro-Blast 法が近年廣く用ひられるに至た。毎分 45~50 lbs の砂と 25~30 gal の水を發射する爲に 25 HP 以下の動力で充分である。

著者は實に Wet Dust Collector, Silica Dust 用マスク等に就て述べて居る。

(S. O.)

加壓ダイ鑄物 (Hans Lawetzky, The Metal Industry, April 1, 1938) 大量的に正確な鑄物を作るには、加壓ダイ鑄造が最も經濟的である。大量鑄造の爲に、永久鑄型法、重力ダイ鑄造法の改良が企てられたが、之等にはチル現象が早すぎ、ダイを完全に充さない缺點がある。この缺點を除く爲、熔融金屬をピストンで、加壓して鑄造する方法が、鉛、亞鉛、錫合金の如き低融點金屬に應用されてゐる。高融點金屬は、加壓室が熱に耐へないから、この方法ではいけない。

(1) ガス壓力による失敗。ガス壓力によると、Al では可能だが、加

圧室は熱を受け、磨滅が大きくなる為、加圧室材料は鋼しかない。所が鋼は熔融  $Al$  に溶け、鑄物の性質が悪くなる。又微粒構造鑄物を作るに要する  $50\text{kg/cm}^2$  以上の壓力はガス壓縮機では、經濟的に出来ないことが分た。そこで再びピストン加圧法が研究された。ピストンと加圧室が熱の爲、磨滅の原因となるので、かゝる部分が熔融金屬から隔離された。金屬は加圧鑄造機から離れた所で加熱され小取鋼で加圧室に移され、直にピストンでダイに壓入される。加圧室は割合低温に留り、又熔融金屬は加圧室の壁と、空氣に冷却され凝固金屬薄膜が出来て、ピストンのパッキングの役をして、磨滅を防ぐ。加圧室は割合低温だから、壓縮限度は、使用鋼の抗張力までは、どんな壓にも爲し得る。

(2) 作業壓力。亜鉛合金では  $430^\circ\text{C}$  以上、 $350\text{kg/cm}^2$  この加圧鑄造の特長は、壓延した表面の腐蝕を防ぐ稠密な表面となることである又金屬の重力による流動を利用するのでないから、半凝固金屬にも應用できることは大きな特徴である。

(3) アルミニウム合金。  $200\sim 350\text{kg/cm}^2$  の壓力がよい。以前は空氣を含まぬダイ鑄物を作ることが困難で、従て熱處理が出来なかつた。然し高壓高温で熱處理可能なダイ鑄物が作り得るやうになつた。又鑄造困難な  $Mg$  合金は、最近、1回の鑄込に必要なだけの金屬を機械に入れ、残り大部分を中性氣に保つ爐が考へられ、この爐と、加圧鑄造機はかゝる合金に大なる優越性を示した。

(4) 銅合金。加圧鑄造が最も經濟的に出来るのは銅合金である。然し銅合金の熔融點が高い爲、流體で鑄造すると、ダイ鋼の耐久度が小なる困難がある。之は半熔融状態で、高ピストン壓を用ゐて解決できた。  $420\sim 600\text{kg/cm}^2$  が多く使はれる。この鑄物は良質の鋼に相當する性質を有する。

(5) 砲金と鑄鐵に関する實驗。砲金は出来るが、ダイの磨耗大きく經濟的にできない。鑄鐵のダイ鑄物は米國、ロシアでやられたが經濟的には行かない。適當な良質ダイ材料が発見されないからである。現在は水壓鑄造機が用ゐられ、必要壓力は水力ポンプにより供給され、加圧鑄造機に連結された空氣室に壓を傳へる。空氣壓は金屬の射出結果を良くする弾性を持つ。然し高速鑄造は出来ない。

(6) ダイの構造。ダイの設計は使用機械と、鑄物生産量による。ダイは空隙を有するダイ片と中子と射出機とからなつてゐる。ダイ材料は鋼で、鑄造合金の熔融點が高い程、鑄物産量が多い程、上等の鋼を使ふ。亜鉛合金には低炭素鋼、 $Al$  鑄物には、クロム・バナヂウム鋼、眞鍮鑄物にはクロム鋼がよい。

(7) ダイの冷却。焼入れしたダイは、磨滅に耐へしめ、熔融金屬の粘りつきのを防ぐ。 $Al$  合金鑄造に殊に大切である。従て金屬の熱により、焼鈍を受けず、又鑄物の凝固を速める爲に、ダイは水冷される。冷却場所とダイ空隙との間に、餘り烈しい變化をおこさぬ爲に、銅管が冷却溝に入れられる。複雑な鑄物や、微小氣泡も許さない物には、ダイに淺い切目を作って、空氣を逃す。

(8) 中子引抜。最も普通の装置は、ピニオンとラックにより中子を引抜くもので、ピニオンは手により、挺子により、又はカムと連桿により自動的に動かされる。中子の設計は難しい。早く抜けるやうに、又窪みがない様に作らねばならない。

(9) 應用と將來性。ダイ鑄造は未だ幼稚で、今日では  $1,000\sim 1,050^\circ\text{C}$  以下の熔融點の金屬には可能だが、之以上のものにはダイ材料が研究されねばならぬ。又大量生産する物でなければ、經濟的に困難である。現在主に使用されるのは、自動車及其の附屬品、家具、電氣器具、精密機械、光學機械、ラヂオ、電話、寫眞機、建築

材料等である。

(S. O.)

## 6) 鐵及び鋼の加工

クロムモリブデン鋼の熔接性 (Schweissrissigkeit) (Bardenheuer P. Bottenberg W. Arch. Eisenhüttenwes. Feb. 1938, S. 375) Schweissrissigkeit は Schweissempfindlichkeit とも稱され、熔接部附近又は稀に繼手自身の中にクラックの生ずる現象である。

實驗の方法：—從來本問題には相當多數の研究が見受けられるが、それは材料の種類又は熔接施行法と熔接性ととの關係に就てであつた。製造條件の影響に關しては極少數の報告しかないのでこの方面に就て詳しく實驗を行た。先づ鋼の化學組成熔解方法の熔接性に及ぼす影響を驗せんために各々  $200\text{kg}$  の鋼塊を種々の條件下で作た。鹽基性法ではアーク爐にマグネシアで裏付けて酸性法では無心誘導電氣爐にファルツ州の粘結砂を裏付けして熔解した。  $45\text{kg}$  の容量の金型に鑄造した。化學成分は  $0.23\%$  以上  $C$ 、約  $0.3\%$   $Si$ 、 $0.5\sim 0.7\%$   $Mn$ 、 $0.95\%$  以上  $Cr$ 、約  $0.2\%$   $Mo$  で抗張力を増すと同時クラックの生ずる危険のある元素は出来るだけこれを高めた。鋼塊は  $4\text{mm}$  厚さ  $600\times 2,300\text{mm}^2$  に熱間壓延される。  $850^\circ\text{C}$  焼鈍後縱方向に試片をとり中間加熱しながら  $1\text{mm}$  まで冷間壓延を行ふ。更に  $1/2\text{h}$   $650^\circ\text{C}$  に加熱し靜氣中で冷却する。熔接性の試験は各々一端を固定した幅  $50\text{mm}$  長さ  $70\text{mm}$  の2枚の鉄を純アセチレン、酸素ガスで熔接して行た。熔接部には  $18\%$   $Ni$  を含む熔接棒を用ひた。熔接部の盛り金は約  $1\text{g}$  であつた。又この熔接は同一人によつて行はれた。試験後表面に生じたクラック又は繼手の破壊面に表れたクラックを驗する。熔接部全面に對するクラック部分の面積の%で熔接性の良否を示す。

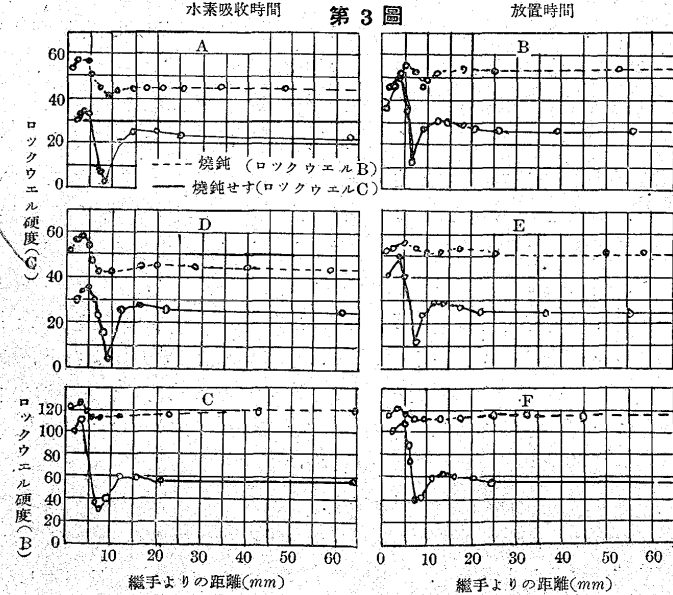
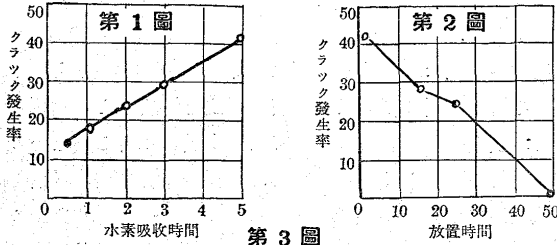
熔解法、化學組成加工熱處理の熔接性に及ぼす影響：—熔解方法は熔接性に甚しく影響す。比較的低温で操業され實際的には沸騰しなかつたものは熔接性が悪い。 $C.P.S.$  を増加すると尙悪くなる。之と反對に比較長時間沸騰されたものは熔接性良好である。これでも  $P.S.$  の特に多いものは結果不良であつた。又  $C$  は  $P.S.$  が比較的多い時は悪結果を残さぬが  $P.S.$  少い時は熔接性は悪くならぬ。冷間加工したもの、焼鈍したもの、調質したもの、等何れも熔接性に餘り差異はない。

熔接クラックの原因：—先づ第一にクラックの發生する溫度を知らなければならぬ。これに就て解決を得るためクラックの生ずることが豫め分てゐる材料の熔接片に熱電對を密着させて熔接を行ふ。熱電對の線の太さは  $0.1\text{mm}$  であるから尖端の占める面積は極めて僅かである。熱分析の結果冷却曲線上にクラックが生じ夫々  $724\sim 662^\circ$  であつた。

熔接の際には部分的に熱を受け次いで冷却されるから、それに對應した組織變化が相當大きな範圍に生ずる。熔接箇所と低温の場所との間にその部分の到達溫度に従てパーライトとマルテンサイトが層状に表れるがマルテンサイトとパーライトの容積の差でクラックが生ずる。

然し以上の結論では何故或る材料にのみクラックが生じ他の材料に生じないかの理由を説明する事が出来ない。P. Bardenheuer によれば鋼中の水素は材料を破壊し得る程度の張力を與へるとのことであるから、熔接の際材料によつて水素吸収量が異り、その結果或ひはクラックが生じ或ひは生じなかつたりするのでないかと思はれる。クラックの生じた繼手と然らざるものゝ水素量を測定して見る

と前者は、熔接のために増加した水素量が多い。即ちクラックなしの継手で約  $1.46 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  に對しクラック入りの継手は  $2.10 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  の増加水素量を示してゐる。又材料を陰極にして水素を一定時間吸収させて時間とクラック發生率を示すと第1圖の如くなる。この材料を放置しておいて放置時間とクラック發生率を示すと第2圖のやうである。



以上の實驗によれば熔接時のクラック發生に對して水素は著しい影響をもつことが明となつた。水素吸収の機會は熔接時に常に存在する。水素の溶解度は温度の上昇と共に急速に増加するから熔接時の水素吸収は相當著しい。又鋼が冷却すると溶解度が減じて水素は逃出す。この種の水素は何等の悪害を残さない。然しながら鋼中の結晶界域に隙間が存在したり或ひは非金属化合物が存在したりするとかゝる場所に分子水素が形成され、原子状水素と異て常温になつても鐵より離れない。其他水素は又非金属化合物と水素化合物を作りこれは水素分子と同様の作用をなす。狭い間隙空處ではこれらの氣體が集まつて遂に材料を破壊出来る程の壓力にも達する。結晶粒界は材料の破壊に對し大きな役割を演じる、即ち大結晶粒界は微細結晶粒界より破壊を引きおこし易い。然るに鋼が純粋であればある程度水素は鋼中に侵入しがたく従て破壊し難い。

顯微鏡組織結晶粒の成長力及び熔接性間の關係：— 約4mm厚きの板を McQuaid-Ehn の方法で8時間 927°C で滲炭した。Alを加へなかつた材料の間ではその顯微鏡組織と熔接性の間には注意すべき程の現象はなかつたが、それでも熔接性良好でクラックの生じなかつた試料では明な網狀セメントが表れてゐた。然もこれらは屈曲試驗も良好であつた。Alで脱酸された試料では網狀セメント組織の上部に著しく微細な組織が存在してゐる。

又熔接性と過熱され易い性質との間には關係があるやうに思れる。衆知の如く過熱鈍敏度はAlによつて著しく減じられる。又Alを添加溶解した試料では大體熔接性良好であつたが單にAlを加へ

たからといつて熔接性が必ず良好になるとは斷言出来ない。

熔接性の良好なる試料と不良の試料を 850~1,300°C 間で1/4h 熱した。1,050°C までは結晶粒子の成長は僅であつたがそれより高い温度では可なり相違があつた。Alを添加した材料の中で 0.1% Al のものは 1,300°C で非常に大きな結晶粒を示してゐた。又同じ 0.04% Al のものでも相當異な粒子の成長を示した。

熔接試験片の硬度分布：— 熔接硬化 (Schweissshärte) 継手の附近に硬い脆い層が出来る現象で、機械仕上を困難ならしめる。今熔接試験片を冷間加工又は焼鈍しその硬度分布を調査して見ると、何れの試験片に於ても熔接部分より 2.5~5mm の距離の部分で最も硬い。加工されたものは最高硬度の部分に引續いて最軟部が存在す。更に離れると原材固有の硬度に近づく。焼鈍されたものは大體傾向は似てゐるが場所による硬度差は小で、大體平均してゐる。一例を示すと第3圖の如くなる。

熔接硬化は鋼の化學組成特に C, Cr, Mo 量に關係す。P, S, Al の影響は認められなかつた。又クラックは最高硬度部分に生じ易い。鋼の化學組成に基いてマルテンサイトになる傾向が大なる程熔接部分の硬度は大である。例へば 0.25% C でロックウェル C 35, 0.41% C で 50 を示した。(I)

### 7) 鐵及鋼の性質並に物理冶金

冷間加工による耐熱クロム—モリブデン及びニッケルクロム—モリブデン鋼の性質變化 (Greulich, E. Zschokke, H. Arch. Eisenhüttenwes. Feb. 1938, S. 401) これらの鋼で作られてゐる機械部分品は冷間加工を受けてゐる。而してこれらの鋼は熱間加工せられた後空中放冷されると焼きが入るから冷間加工を施すために焼鈍する必要がある。然も熱間加工を施された Cr, Mo 鋼及び Ni, Cr, Mo 鋼に於ては冷間加工を施すために充分軟化する温度は非常に狭い範囲に限られてゐる。冷間加工の回数を重ねるに従ひその機械的強度は著しく低下し、軟化のための加熱温度範囲も廣くなる。他の鋼にも見られるやうにかゝる現象の原因は層狀パーライが粒狀セメントに變化するためである。

上の事實を具體的に示すと高温壓延後空中放冷のものは焼きが入るが、これを軟化するための適當な加熱温度は 700~750°C である。空中放冷のもので  $133 \text{ kg/mm}^2$  焼鈍されると急に減少して  $82\sim 84 \text{ kg/mm}^2$  となる。この温度が 750°C を越すと空中放冷されると再び焼きが入りて  $135\sim 180 \text{ kg/mm}^2$  となる。第1回の冷間加工度を 36% とすると軟化温度範囲は廣がり機械的強度もやゝ減じる。第4回目の冷間加工即ち全體で 68% 加工度のもので 590~750°C の軟化温度範囲をもつ。又屈曲試驗によれば 50°C から 160°C に増加した。又加熱の際強度の減少は極く僅少の温度範囲 (570~590°C) で起た。降伏點も冷間加工度及焼鈍温度の變化に従て抗張力と同様の變化をする。伸は冷間加工、中間加熱の回数が増すと共に其の最高値は低温度へ移行する。例へば高温壓延放冷後 710°C で焼鈍したものは 12% 伸、1 回冷間壓延後 680°C 焼鈍で 13.5%、4 回壓延 610°C 焼鈍で 28% であつた。

冷間加工がクリープ値に及ぼす影響は甚だ重要な問題である。この試験に使用した鋼の化學成分を示すと

鋼番號	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
3	0.12	0.19	0.45	0.016	0.007	1.42	0.81	1.02
4	0.12	0.29	0.41	0.011	0.010	1.49	0.72	0.80

その機械的性質を示すと

6 15

處 理	降伏點		抗張力		伸%( $l=10d$ )	
	鋼3	鋼4	鋼3	鋼4	鋼3	鋼4
熱間壓延, 調質	64.5	59.8	74.4	69.5	13.3	11.8
5 回冷間加工, その都度焼鈍	46.1	44.0	59.3	53.2	17.2	20.9
最後に軽く壓延す	40.8	45.0	58.3	57.2	21.0	20.2
5 回冷間加工, その都度焼鈍	60.4	47.4	68.5	57.0	16.2	14.0
最後に調質後軽く壓延	66.0		70.2		11.9	

鋼3は4に比べるとクリープ値は冷間加工によつてやや減少度が大である。然し最後の調質によつて再び上昇する。2種の鋼の性質の差は熱間壓延後調質されたものが最大である。表に示す如く熱間壓延後調質のものが最大のクリープ値を示してゐる。又この状態では層状パーライトの組織を示す、冷間加工を受けると500°Cで18~19 kg/mm<sup>2</sup>となる。この組織は粒状セメントイトを示す。

温度	降伏點 kg/mm <sup>2</sup>		クリープ値 kg/mm <sup>2</sup>		衝撃値 mkg/cm <sup>2</sup>	
	鋼3	鋼4	鋼3	鋼4	鋼3	鋼4
熱間壓延後調質						
400	46.2	44.9	46.0	44.0	12.7	12.8
450	45.1	41.0	43.0	38.0	—	—
500	42.2	36.9	32.0	24.0	13.3	11.6
550	39.8	34.4	15.0	11.0	12.7	10.9
5 回冷間壓延その都度焼鈍 2 時間 660°C 加熱						
400	30.7	37.2	30.0	33.0	18.0	—
450	27.5	35.0	24.0	28.0	17.5	—
500	27.0	31.9	18.0	19.0	14.9	—
550	19.5	23.6	5.0	5.0	16.8	—
5 回冷間壓延その都度焼鈍最後に調質						
400	43.0	42.8	41.0	42.0	14.9	12.7
450	41.2	37.8	32.0	34.0	15.7	12.8
500	35.8	34.7	22.0	18.0	12.7	11.7
550	31.4	31.4	8.0	7.0	13.1	11.3
					20.4	14.7
					18.4	14.3

上表により明かな如く 400°C まで抗張力と降伏點は大體一致する。即ち 400°C まではクリープ現象は尙甚だ微弱である。又クリープを示し初める温度は 400°C より僅か高温の所に存在するに相違ない。(茨木)

**硝酸アムモニウム溶液中に於ける軟鐵の結晶粒間腐蝕**

(Smiatowski, M. Warschan. Korrosion und Metallschutz, März April, 1938) 軟鐵に静力學的張力とかアルカリ及アルカリ土金屬の硝酸鹽の熱溶液を作用せしめる際の共通現象として種々の結晶粒間腐蝕間隙が認められる。この爲に比較的短時間で金属材料は破壊する。Bosch はこの事に關する一つの暗示を與へており、硝酸アムモニウム溶液が鋼に對して強く作用するといふ事は已に以前から知られてゐる事である。熱硝酸アムモニウム溶液中に於ける鋼の腐蝕の結晶粒間現象に就いては就中 Tamman の報告が著名である。Jones は歪力を生じてゐる熔鐵に對する硝酸鹽の作用を試験するため種々の實驗を行つた。然し彼は硝酸鹽の影響の下に破壊を生ずる臨界歪力の相對的數値に就いての説明も又龜裂生成の速度に對する鋼中の不純物の影響に就いての説明も與へてゐない。

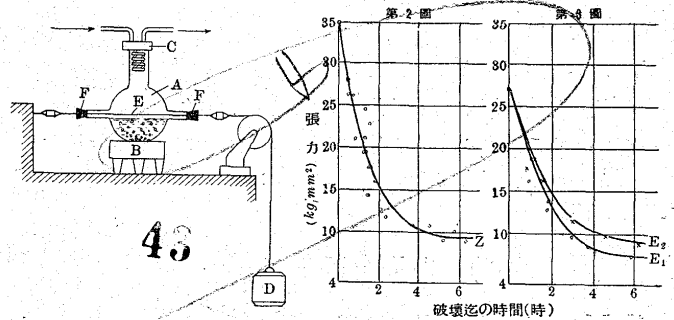
實際問題として硝石製造に於て已に數年前から次の事が分てゐた。硝酸アムモニウムの蒸發裝置の個所に用ひた數個の鐵具(0.16

%C 0.31 %Mn 0.078 %P 0.096 %S 痕跡 Si Cr Cu) に明瞭な龜裂が主に強い歪力或は變形を受けた部分殊に螺子孔の附近に集て現はれてゐた。この龜裂は結晶粒間に走つてゐた。

第 1 表

線條 種類 名稱	含 有 物								
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Al	Cu
軟鐵(直徑 1.2 mm) Z	0.080	0.29	0.002	0.010	0.020	0.02	—	—	0.12
電解鐵(直徑 1.0 及 2.0 mm) E	0.005	0.08	0.005	0.006	0.035	0.08	0.03	0.01	0.05

本實驗では第 1 表に與へられた組成を有する引張歪力を加へた Z 及電解鐵 E で出來た線條に對する加熱 50% 硝酸アムモニウム溶液の影響に就いて研究した。その裝置は第 1 圖に示す通りである。



静力學的引張歪力を加へて行つた腐蝕實驗裝置  
A 耐熱硝子器 B 加熱板 C 對流冷却器 D 分銅  
E 試驗線條 F 栓  
Z(第 2 圖) 軟鐵製の線條(直徑 1.2 mm)  
E<sub>1</sub>(第 3 圖) 電解鐵製の線條( " 1.0 " )  
E<sub>2</sub>( " ) ( " 2.0 " )

第 2 表

試驗線條の機械的性質

線條の名稱	室 温 に て		100°C に て	
	最高強さ kg/mm <sup>2</sup>	降伏點 kg/mm <sup>2</sup>	最高強さ kg/mm <sup>2</sup>	伸張率 %
Z	36.9	24.8	34.8	約 43
E	30.0	17.0	約 27	約 33

直徑 1~2mm の焼鈍せる線條を用ひ、その降伏點最高強さ及伸張率は第 2 表に示す通りである。試料 E 及 Z は表面の状態が少し異つてゐた。軟鐵 Z は滑らかで光澤があるが帶褐色であり電解鐵は小さな錆びの斑點をもつ滑らかな光澤のある表面を有してゐた。目の細い研磨紙でよく磨かれた試料は硝酸アムモニウム溶液中では腐蝕速度に關して研磨しないものと變りはなかつた。實驗方法としては以下の如く行つた。長さ約 30cm の試料を 15~20 kg/mm<sup>2</sup> で引張りながら大形バーナーの焰で約 30 秒間熱した。變形しない様にして栓の間に通し一方を固定した。溶液を沸騰する迄加熱してから荷重をかけ同時に時計を読み始めた。線條が破壊する迄に經過した時間と荷重との關係を第 2 圖及第 3 圖に示した。硝酸アムモニウム溶液の作用が既に半時間にして試料の破壊を生ぜしめてゐる事が分る。線條が破壊する迄に要する時間が急に増加し始める引張歪力は試料 Z に對しては約 9.5 kg/mm<sup>2</sup>、100°C に於ける最大強さの 27% に相當する。試料 E<sub>1</sub> に對しては約 7 kg/mm<sup>2</sup>、100°C に於ける最大強さの 26% に相當する。試料 E<sub>2</sub> に對しては約 9 kg/mm<sup>2</sup>、100°C に於ける最大強さの 33% に相當する。E<sub>2</sub> が E<sub>1</sub> より大なる抵抗力を有する事は試料の斷面積と周囲との關係から説明が付く。腐蝕實驗の後その内部に個々別々に非常に深く浸入した多數の龜裂を示してゐた。この龜裂は試料を曲げると殊に明瞭にあらはれた。試料

の縦断面を研磨して調べた結果龜裂は結晶粒の境界に沿って走っている事が分た。尚線條の中央の部分が最も溶液の作用を受け且高温にあるにも拘らず最も大きな龜裂は容器の兩側の管内に在る部分に現はれたといふ事は注目に値する。壓延後焼鈍されなかつたり容器に挿入される際に曲たりした試料は非常に短時間で破壊した。例へば  $4\text{kg/mm}^2$  迄しか荷重されなかつた試料でも破壊が既に2時間後に起た。硝酸アムモニウム溶液の腐蝕による試料の總重量の減少は非常に僅少である。例へば試料 Z では約  $10\text{kg/mm}^2$  の荷重をかけ破壊迄の4時間の間に僅か  $0.04\text{gr}$  の Fe が溶液及沈澱中に移たに過ぎない事が分析によつて判た。線條の表面が均等に侵されたとしてもその直径は約  $0.01\text{mm}$  だけしか減じないであらう。他の條件は前と同様で沸騰水に濡らされた試料は降伏點以上の荷重をかけて12時間経過しても破壊しなかつた。

上に述べた臨界歪力は何等固有の数値を示してゐない様である。之は種々の二次的因子に關係するものである。以上の實驗結果に基づいて硝酸アムモニウム溶液によつて作用される軟鐵に對しては明らかに降伏點以下の歪力でも危険である事が一層明瞭に結論出来るのである。(S. O.)

### 8) 非鐵金屬及び合金

**Al-Mg 合金の再結晶に就て** (Von Walter Burgardt und Franz Bollenrath in Berlin, Zeitschrift für Metallkunde, Januar 1938) 純 Al (99.5%) 及 Al 合金—就中 Al-Cu 基の析出硬化可能な Al 可鍛合金—の再結晶圖及種々なる熱處理、最初の結晶粒の大きさと再結晶との關係に就いては廣く實際的にも又理論的にも研究されたのであるが Mg の添加が、純 Al の再結晶に及ぼす影響に就いては今迄に何等報告がない。高い Mg 含量を有する硬い耐蝕性 Al 可鍛合金の大きな實際的意義を顧慮して此の合金に對する粒の大きさ加工度及焼鈍温度の間の研究が望まれてゐる様であつた。そこで Mg 含量 7 及 9% の2種の Al-Mg 合金に就て行つた實驗に於て以下に述べる如き再結晶圖を確立した。試験片としては直径 20mm の丸棒の形に壓延した Al-Mg 合金を用ひた。その化學組成は第1表に示す通りである。顯微鏡検査の結果棒の中心部と周邊部との間に粒の大きさ及不均一性に於て相違があつた。初めの組織を均一にする爲に試験片の丸棒を約 25% 低温加工して 7.5mm の厚さに迄平たくし、4 時間  $410^\circ\text{C}$  で焼鈍して靜な空氣中で冷却した。之によつて合金は可成均一小粒組織を得るに至た。尙粒境界を克明に現はさんが爲に  $115^\circ\text{C}$  で 50 時間焼戻を行た。過飽和固溶體から  $\beta$  相の析出はこの場合就中粒境界の所でよく行はれた。

第 1 表

番 號	名 稱	化學組成 %						
		Mg	Si	Fe	Mn	Zn	Ti	Cu
1	ハイドロ リウム 7 (Hy 7)	6.52	0.12	0.33	0.27	—	0.010	0.030
2	ハイ リウム 9 (Hy 9)	8.69	0.11	0.31	0.28	—	0.010	痕跡

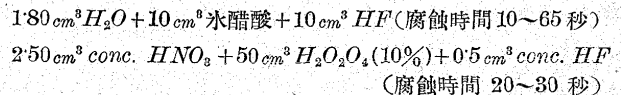
再結晶圖を確立せんが爲に以上述べた方法で豫め處理した合金を 1/10 の厚さに迄低温加工し次に焼鈍した。合金 1 (Hy 7) では加工度 0.3 6 10 30 50 75 及 90% のものを、一方合金 2 (Hy 9) では加工度 50% 迄のものを選んだ。すべての試験片は 200 250 300 400 500 及  $550^\circ\text{C}$  で温度調節自由な圓筒型電爐で加熱した。粒大

の決定はチンマー法に依た。この方法に依るときは次の關係により平均粒大  $\varphi$  が計算出来る。

$$\varphi = K \cdot 10^3 / (cn + Z) \cdot V^2 \mu^2$$

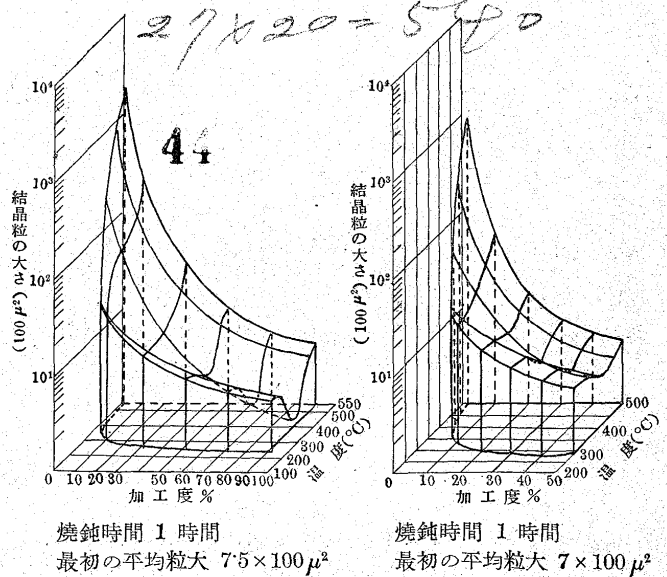
- K 研磨面に畫かれた圓の面積
- Z 圓内に完全に含まれた粒の數
- n 圓筒で截られた粒の數
- V 顯微鏡の倍率
- C 或る常數, Jeffries に依れば 0.6 と採られてゐる。

特に加工度の比較的高いものでは粒境界の發達の爲以下の如き腐蝕液を用ひても屢々困難を生じた。



粒境界をよく發達せしめるために加熱して再結晶を行はしめた試験片を更に  $115^\circ\text{C}$  で比較的長時間焼戻した。

實驗結果は第 1 圖、第 2 圖に概括的に示されてゐる。加工度に關係ある再結晶開始温度の決定は顯微鏡の方法では勿論不可能であつてラウエ寫眞の助を借りて始めてなされた。こゝでは以下の如き方法に依た。種々なる加工度をもつ低温加工を施した試料を、温度を上昇せしめつゝ焼鈍し、新たに結晶粒が生じた爲に起る最初の反射の出現をラウエ寫眞に於て觀察しこの點を以て再結晶開始温度とする。斯くの如き方法で再結晶圖を詳細に求めたのであるが、加工

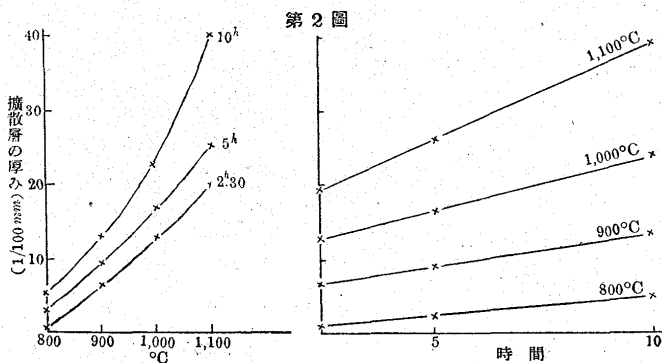
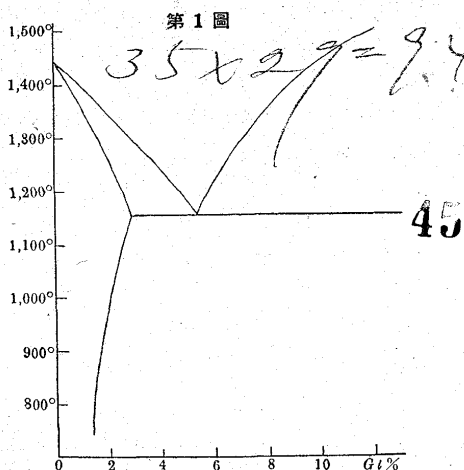


度の比較的高い場合には粒の大きさい温度の上昇と共に最小點を通過するといふ現象を除いては兩合金の再結晶圖は一般に認められてゐる再結晶の通則に一致する。R. Hobrock に依て Al-Cu 合金に於ても觀察されたこの現象は尙説明を要する。兩再結晶圖を比較すると Mg 含量の大きい方の合金では再結晶開始温度が約  $30^\circ\text{C}$  だけ高くなつてゐる。兩合金中の Mg 含量は新たに生ずる結晶粒の大きさには無關係である。強く加工して加熱した試験片では粒の大きさが均一であつた。加工度 6% のものに就いて焼鈍温度を高くした場合には大きな結晶片によつて食ひ盡された多くの小結晶粒は大きな結晶片の境界面の所に特殊な狀態で現はれてゐる。それは再結晶にならない臨界加工度以下の範圍にある様な加工度の小なるものでは全體に互て變形が行はれてゐないからであると考へられる。

(S. O.)

### Ni 中への Gl の擴散 (Laissus, J. R. de Mét., Jan 1938)

Masing 及び Dahl に依れば此の系の Ni 側の平衡圖は第 1 圖の如くである。著者が實驗に用ひた Ni は次の不純物を有する。 $Cu=0.15, Si=0.14, Fe=0.18, Mn=0.35, C=0.10$ 。試料は直径 8 mm, 長さ 10 mm の圓筒形となした。80% Ferro-Gl は 100 目篩に碎かれ, 粉末の焼結を避ける爲に此れに少量の酸化 Gl を加へた。擴散後顯微鏡組織を調べると共に表面の硬度も見た。



擴散機構—Czopiwski が 1,000°C に於て Gl は Ni 中に固溶する事を指摘したが, 著者は 800°C から餘りよく分離はして居ないが亜共晶と共晶の存在を見出した。此の共晶は ( $\alpha + NiGl$ ) 試料表面に極めて明瞭な帯を作り, その厚みは 1/100 mm の程度である。此れより内部にある層は  $\alpha$  固溶體より成る。温度が上昇すれば過共晶帯が出来て,  $NiGl$  の孤立した結晶が明瞭に見られる。

加熱温度の影響:—漸次温度を高めると以上述べた各組織が順次に現はれるのを見る。800°C で共晶帯を見, 900°C で過共晶帯が現はれる。1,000°C で最外層に  $NiGl$  が出来, これは 1,100°C でよく發達して相連絡するに至る。 $NiGl$  の結晶と共に共晶の見られるのは 1,150°C に於てである。擴散層の厚みと時間及び温度との關係は圖に示す如くである。

大體時間及び温度に比例して厚みは増加する。

硬度は Vickers 硬度計で測定した。其の結果は上圖の如くである。(S. O.)

## 9) 化學分析

金屬及び合金の微量分析 (Leroy, A. R. de Mét., Mars 1938) 鐵鋼の微量分析の爲には分光學的方法が用ひられるが, 此の正確度は 2~5% の範圍であり, 操作は極めて複雑で且成分の空間的配置を知る事は出来ない。故に著者は次の方法に依る微量分析

を研究した。即ち, 極めて清潔にして且その直径が約 0.5 mm の高速度鋼製錐で極微量の試料を各所から採取し此れを特殊な方法で分析した。試料採取前に微硬度計で其の部分の硬度を測定し, 此の點を試料採取の目標とする。

合金中の定量すべき元素量と不均一性の程度に応じて許容さるべき誤差は異て来る。例へば鋼中に約 1% の Mn が含有される場合, 其の誤差は 0.01% 程度である。P の場合は 0.001% 程度, Cr は普通の鋼の場合は Mn と同様であるが, Cr 含有量高き特殊鋼に於ては相對誤差を 1/200~1/300 に下げる事が出来る。

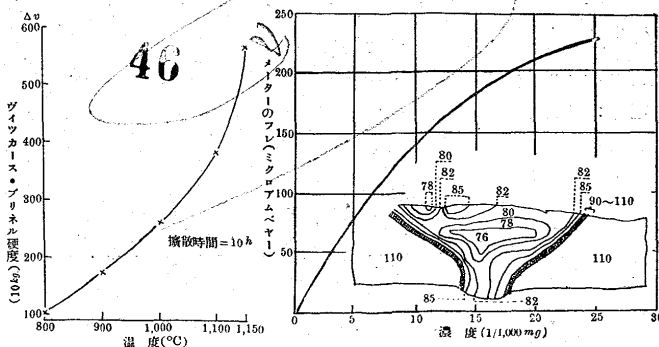
試料採取は極微量である爲に注意深く行はなければならぬが, 此れが正しく行はれたとすれば, 誤差の原因は試料の秤量と分析技術の巧拙に依る。

此處に於て秤量は如何になすかと言へば, 小なる磁製ボートに入れて行ふ。此のボートは鐵中の C の定量等に用ひられるものである。試料は次いで小なるエルレンマイヤーに入れられる。其の際蒸溜水でよく洗ひ落す。かくして酸で溶解するのである。ボートは 110°C で乾燥され, 空中で冷却してから再び使用される。

分析法としての重量法は試料が微量の爲に行はれない。その代り微量滴定及び微量比色法が用ひられる。又銅合金には微量電解法が賞用される。

要するに如何なる分析も迅速に行はねば無意味である。滴定法を應用出来る爲には, 色の變化を明かに見られる如く液が相當濃厚であり且 1/100 cc まで正確で且滴の大きさが 1/125 cc 程度のピュレットを用ひねばならぬ。

比色法は測定は迅速であるがその正確度は餘り高くない缺點がある。然し著者は 1% 以内の誤差で定量出来る比色計を考案した。その測定の原理は光電池を用ひて液の着色度を光の吸収から測定するのである。光源は同時に 2 個の光電池を輝す。1 個は“檢出電池”である。言ふ迄も無く此れに用ふる電流計等は正確に calibrate しなければならぬ。最初一方の光電池と光源間に蒸溜水を置いて電流計に電流が流れぬ如く調整する。次いで着色した液體を置けば光電池の受ける光量が減じ電流が流れてその吸収量を知り此れより濃度を測定する。測定を正確にする爲には光源の電壓を一定に保たねばならぬ。光源附近の濃度上昇に依り調節に狂ひを生ずるから通風に注意せねばならない。



此の装置を用ひて得た calibration の曲線は上圖の如くである。

以上の應用として著者は熔接部に於ける化學組成が如何に變化して居るかを檢した。試料は 1% Mn を含む普通鋼で酸素-アセチレン熔接法を用ひ, 其の熔接棒と, 熔接される材料の組成は同一で  $C 0.43\% Si 0.20\% Mn 1.10\% S 0.016\% P 0.015\%$ 。分析によつて知た Mn の分布は圖の如くである。此れより酸素アセチレン法に依て熔接中に酸化の影響が如何になつて居るかを見られ

