

抄 録

3) 鉄鐵及鐵合金の製造

酸化鐵の還元機構に關する考察 (Walter Baukloh & Robert Durrer; Berlin, St. u. Ei. 28 June 1934) 鐵鐵石の還元に關する從來の研究は、鐵鐵石の被還元能力とか、還元方程式の決定に關するものであつて、本來の還元機構に關しては重きを置いてなかつた。著者は此の機構に就て一考察を試みたのであるが、實際考察の土臺になつた理論は、鐵鐵石が還元劑に接觸した場合、先づ鐵鐵石の表面が還元されて鐵となり、其以後は還元劑が鐵層の中を滲透して行かなければならないといふ風に、一口に還元作用といつても、それは多數の小作用の集合であるから、還元速度といふものは、此の小作用のうちの最も速度の鈍い作用によつて決定されるといふ事である。鐵石還元の際は、大抵の場合、滲透作用が最も遅い小作用であり、従つて還元速度を支配して居る。

1. 瓦斯による還元 瓦斯の速度と還元作用とはどんな關係があるか? 一般に還元速度を支配してをる滲透速度は、鐵石の内外の瓦斯の濃度差に比例する。瓦斯の速度が非常に小さいときには此の濃度差は常に平均される。此の場合には瓦斯の速度が滲透作用よりも遅い作用になり、従つて還元速度を支配して居る。瓦斯が或所以上になつて、濃度差が出来る様になると、滲透速度が支配權を握る様になる。其以上の瓦斯速度では、瓦斯の濃度差が大きくなり、従つて滲透速度が増大する間だけ、瓦斯速度が還元速度に影響を持つて居る。此の濃度差が實際上の Maximum に達すると、其以上瓦斯速度が殖へても、最早還元作用には影響を持たなくなる。

又還元された鐵層の状態も大いに重大な役割を務めて居る。例へば、鐵石内を還元が進む速度は、大體温度に比例して大きくなつて行くが、920°C で急に下り、それを越すと又以前の延長線までせり上つて来る事實は、 α - γ 變態點に於ける鐵の水素に對する不滲透性によるものである。

更に又還元瓦斯の分壓といふものを考へなければならぬ。瓦斯速度が還元作用に影響を持つて居る間では、還元瓦斯が單位時間に鐵石に接觸する量が多い程、還元速度は大きくなる。理論的に言へば分壓が2倍になる事は、瓦斯速度が2倍になつたと同じ影響を持たなければならない。實際には、還元生成瓦斯を鐵石内から引き抜く點に於て、分壓の増加よりも速度の増加の方が望ましい。

一般には、滲透速度が本來の還元速度よりも小さいものであり、従つて還元作用を決定して居るものであるが、此の滲透速度には二つの種類が考へられる。

1. 還元瓦斯が還元層へ入つて行く滲透速度と
2. 還元生成瓦斯が外へ出る滲透速度

である。例へば CO_2 瓦斯が外へ出て来る滲透が、 CO 瓦斯の内に入る滲透よりも遅いときには、 CO_2 瓦斯の滲透速度が全作用を支配する譯になる。

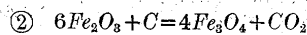
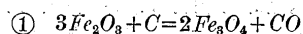
還元瓦斯が混合瓦斯である場合、其の中の不活性瓦斯の滲透速度が還元瓦斯の夫よりも小さいときには、不活性瓦斯が内から外へ出る時間が一番長かくなり、従つて不活性瓦斯が全作用を支配する事も有り得るわけである。

最後に瓦斯の還元問題に關聯して考へられるのは、 CO 瓦斯で鐵

石を還元する際の炭素の破壊力である。Wienert の最近の論文によると、これは滲透現象によつて説明されて居る。彼によると、比較的小さい CO 分子が鐵石の内部に滲透して CO_2 瓦斯に變ずると、鐵石内部の CO 瓦斯の分壓が下るので新しい CO 瓦斯がそれを充填する爲に入つて来る。然し比較的大きい CO_2 分子は空間格子を透して外に出るのに時間がかかるから、鐵石内の瓦斯圧が大きくなり、此の壓力が鐵石を破壊するといふのである。しかし此の破壊力が果して瓦斯壓力のみによるものであるかは、未だ問題のある所である。Woecékér 氏及び著者によると、鐵石の結晶間の結合力は分子力に關するものであり、従つて單に瓦斯圧のみによつて崩壊されるとは考へられない。それに、 CO 瓦斯の二分子から CO_2 瓦斯の一分子しか出来ない事を見ると、Wienert の云ふ様に壓力が上昇し続けるものとは思へない。故に寧ろ CO 瓦斯が分解して出来た炭素の結晶生長力によるものと見る方が至當かもしれない。

2. 固態炭素による還元 此の場合にも、還元過程は、生成鐵層中の滲透と、本來の還元との二つの部分に分れる。そして固態炭素による鐵石の還元過程は唯單に滲透法則によつてのみ支配されて居る事を、幾多の還元試験を基として、計算的に證明される事が、著者に成功した。之に關聯しても一つ重要な推定は、上の事から、鐵層の内進して行く速度は、酸化鐵の酸化度に關係なく一様な事である。即ち高酸化鐵に於ける脱炭百分率は低酸化鐵の夫よりも大きいといふ事である。この考察は實際幾多の實驗によつて著者が證明した所のものである。

固態炭素による第一次還元の生成瓦斯は CO 、 CO_2 瓦斯で、其の方程式は



である。此の一次還元生成瓦斯の CO_2/CO を著者は實驗に依つて調べて見た所、これは同じ酸化度の酸化鐵では、實際上温度に無關係であるといふ思ひ掛けない結論に達した。しかして此の比の値は Fe_2O_3 の場合最も高く、 Fe_3O_4 、 FeO の順序になつて居る。

(深 堀)

骸炭の鑄鉄爐試験 (W. Davidson, Fou. Tra. Jou, July 26 1934, p. 63) 本文は普通型鑄鉄爐、平衡衝風式鑄鉄爐及びポーメイ鑄鉄爐に依りドルハム (Durham) 及びスコチシュ (Scottish) 兩種骸炭の熔解成績を比較試験したものである。之等骸炭の製法及び分析結果は第1表及び第2表に示してある。即ちドルハムはスコチシュに比して水分少く硬度が高い。

第1表 骸炭製法比較

骸炭名	石炭水分 %	壓縮度	平均爐幅 (吋)	煙道瓦斯温度 (°C)	コーキング時間 (時)
Welsh	9.0	緩	19	—	48
Durham	2.5	緩	21	1,000	42
Scottish	9.0	縮	18	1,000	34

第2表 骸炭分析表

骸炭名	水分 %	灰分 %	硫黄 %	スクリーニング指數			シャッター指數			
				4''	3''	2''	2''	1.5''	1''	0.5''
Welsh	1.3	5.8	0.9	70	85	97	93	96	98	98.6
Durham	2.8	7.0	0.7	55	85	96	90	96	98	98.9
Scottish	3.8	7.4	0.6	50	86	96	80	92	96	98.2

第 3 表

層 分 %	骸炭 (%)			熔解量 (ton)	地金:骸炭		熔解 速度 (t/hr)	熔湯温度 (°C)			逃出瓦斯中の		初込骸炭 (Cwts)	風 壓 (オンス)	
	Wesh	Durham	Scottish		初込共	初込除外		平均	最低	最高	CO ₂ %	CO %			
(イ)	42	0	100	17	8.3:1	11.9:1	5.9	1325	1300	1350	14.1	9.0	12	21	
	44	0	100	17	8.6:1	11.9:1	6.0	1325	1310	1350	15.7	7.0	11	21	
	41	0	0	100	17	8.2:1	12.0:1	6.7	1330	1300	1350	14.4	8.2	13	21
	35	0	0	100	16	7.8:1	11.3:1	5.9	1365	1340	1400	14.8	8.7	13	21
(ロ)	30	26	37	15	9.2:1	16.0:1	6.1	1340	1310	1365	18.3	4.1	14	13	
	30	28	0	14	8.5:1	15.2:1	6.0	"	"	"	—	—	14	13	
	30	28	72	14	8.0:1	13.2:1	5.9	"	"	"	—	—	14	13	
(ハ)	30	20	0	80	45	9.1:1	13.2:1	11.8	1325	1300	1420	14.4	9.0	30	14
	30	25	0	75	46	10.8:1	14.8:1	12.7	1340	"	1410	15.0	8.3	23	14
	30	22	78	0	44	10.2:1	13.8:1	12.3	"	"	"	—	—	26	14
	30	20	0	80	46	10.0:1	13.6:1	12.0	"	"	"	—	—	27	14
(ニ)	50	0	50	26	12.0:1	19.2:1	10.4	1315	1300	1330	18.2	3.0	18	10	
	46	0	100	31	12.3:1	19.2:1	11.2	1310	"	"	20.6	1.4	18	10	
	50	0	0	100	37	11.4:1	16.4:1	11.5	1320	"	1340	16.6	6.0	19	12
(ホ)	33	0	0	100	43	10.4:1	14.7:1	13.0	1325	1310	1340	19.7	0.3	25	22
	33	0	100	41	11.0:1	16.0:1	12.7	1315	1300	"	19.6	0.4	23	18	

(イ) 内径 31" 普通型銻銑爐

(ロ) 内径 45" 普通型銻銑爐

(ハ) 内径 60" 普通型銻銑爐

(ニ) 内径 54" 平衡衝風式銻銑爐

(ホ) 内径 51" ボーメイ式銻銑爐

一般に炭素が一酸化炭素に燃焼すれば其の所有熱の 33% が利用されるのみで熱効率が低下し、又熔解帯に酸素が存在すれば銻湯に悪影響を及ぼすもので有る。處で普通型銻銑爐は逃出瓦斯中に多量の一酸化炭素を含むが、平衡衝風式銻銑爐は三段羽口を設けて可及的一酸化炭素を完全燃焼するに努め、又ボーメイ式銻銑爐は螺旋的に設けた補助羽口に依て同じく一酸化炭素を完全燃焼する様に造つてある。

第 3 表に試験結果を示す。即ち普通型銻銑爐は内径 39" 及び 60" のものに於てはドルハムもスコチシュも略同等の成績を得たが、径 45" のものではスコチシュの方が成績が良い。

次に平衡衝風式銻銑爐ではドルハムの 50% をスコチシュで代用せるに逃出瓦斯中に於ける一酸化炭素は幾分増加したにも係らずドルハムの場合と同等の熔解能率が得られた。スコチシュの場合には地金:骸炭の比をドルハム使用の場合よりも小さくせねばならなかつたが之は逃出瓦斯中の一酸化炭素が 4.6% 増加した爲である。勿論此の缺點は補助羽口の第一段列を開いて除く事が出来る。ボーメイ式銻銑爐ではドルハムの方がスコチシュよりも地金:骸炭の比を少々大きくする事が出来た。(南波)

銻銑爐の加炭量に及ぼす諸影響 (J. E. Francis, Fou. Tra. Jou, July 26, 1934, p. 55)

(1) 骸炭の性質の影響 炭酸瓦斯を一酸化炭素に還元する骸炭の能力を感應性といひ、之は温度が上るに従て大きく成るが、一般に高級鑄鐵に感應性の小さい骸炭が好まれる。之には硬質の、密度の大きい、大塊の骸炭が宜い。即ち此種の骸炭は燃焼が遅くて爐床に長く保持される。而して軟質の碎け易い骸炭が硬質の骸炭に比して加炭量を増すことは既に廣く經驗されてある處である。概してピーハイブ骸炭は副産物骸炭よりも感應性が小さい。更に又 F. W. Corsalli は骸炭を石灰で被覆する事に依て感應性を小さくして加炭量を減ずる方法を考案した。

(2) 骸炭の使用量の影響 骸炭の使用量を變へれば加炭量も亦變はる事は今日疑ふ餘地は無いが、著者が此の點に始めて氣附いたのは 1925 年であつた。其の當時 1 本の爐で 2 種の鑄鐵を同時に熔解し、兩者を切るために餘分の骸炭を追加したが、2 種の中何れを先に装入しても追加骸炭の後に來るものは必ず炭素量が高く成つた。其の後多くの試験の結果追加骸炭は銻湯の全炭素を 0.2~0.4% 増加せしめる事を知つた。之に依て明かなる如く加炭量の調節には熔解

骸炭及び初込骸炭の使用量を調節する事が極めて肝要で、殊に低炭素銻を造る場合には前床を設け、爐床を浅くして初込爐炭量を少くす可きである。

(3) 熔解速度の影響 銻銑爐より出す銻湯は可及的高温なるを欲する。處が銻湯は温度が上るに従て炭素を吸収する力が大と成る。熔解帯には白熱した炭素が多量存在して居り、銻湯が此の間を滴下するとき最も炭素を吸収し易い状態に在る。従て銻湯が白熱骸炭と接觸する時間が加炭量に對して影響する譯で此の時間が長ければ多量の炭素を吸収し遂に飽和状態に達する。更に熔解帯を通過した銻湯は爐床内の骸炭と接觸して加炭作用が起り、此の時にも温度、接觸時間及び濃度に應じ炭素が増加される。要之に熔解速度が大なる程又出湯速度が増すに連れて加炭量が少く成る。

(4) 送風の影響 熔解中の加炭作用に最も重大な關係を持つものは爐内の燃焼雰囲気である。此の雰囲気は送風の量及び壓力に依て調節される。曾て F. J. Cook が送風を調節する事に依て硬質鑄鐵も軟かい鑄鐵も想ふ儘に得られる事を提唱したが、之が最良の方法で無いにしろ大體に於て當を得てゐる。要するに壓力を増加して過剰の空氣を送れば加炭量が低下する。此の場合熔帯が酸化されるので Si 及び Mn が減少する。最近考案された Poumay 及び Fletcher 銻銑爐も結局送風を調節して加炭量を少くしたものに他ならないが、茲に面白いのは兩者の送風方法が相反してゐる事である。即ち Poumay 爐は壓力を普通よりも大にし Fletcher 爐は可及的低くし而も兩者共同様に加炭量を少くする。此の理由は何れも使用骸炭量を最少限度にするに基いてゐる。

(5) 鋼屑の影響 装入地金に鋼屑を添加して之等装入物の C 量の理論的計算値から計算通りに炭素の低下量を得る事は實際問題として不可能である。一體に銻銑爐は鋼を熔かす程の高熱が得られるや、之に付いて種々論争されて來たが今日の能率の良い爐では斯かる高熱を得られる事は確かである。然るに鋼自身は熔解前に炭素を吸収して其の融點を低下する、理論的の炭素減量の得られ無い理由が茲に在る。又熔解せる鋼は骸炭と接觸して更に炭素を吸収し、此の場合にも熔解速度及び出湯の速さが問題に成る。装入地金は之を繰返熔解すれば總て同一炭素量に達せんとする傾向を有する。従て炭素量に及ぼす鋼屑の影響は實際問題として少々複雑に成り、或る状態では炭素が低下するが又或る状態では少しも炭素が減少せず、又却つて増加する場合もある。

(6) 化學成分の影響 Si 及び P が高ければ加炭量が少く成る。又逆に之等が低ければ炭素の吸収量が大きくなる。ヘマタイト銑は他種の銑鐵に比して炭素量が高いが一般に滿庵を増せば炭素の溶解量が増加するのである。勿論此の場合のマンガ量は硫黄と化合した残りの過剰マンガに就てである。(南波)

5) 鑄造作業

鑄物砂と肌砂に就て (F. A. W. Livermore, Metal Industry, Vol. 44, April, 13, 1934, p. 387~390). 鑄物に関する研究の中鑄造技術の方面に關しては種々の改良が行はれ近代化せられて來て居るが鑄型に使用する砂の研究は遅れ勝ちであつて鑄物砂の選擇方法等もあまり進歩してをらぬ。著者は種々の鑄物砂に就き研究し、次の條項に分類し論じて居る。

1) 鑄型用砂 普通使用せられて居る鑄型用の砂の代表的なもの 3種の分析を擧げて化學組成のみで砂の優劣を決める事は出來ないと

第 1 表

化學式	Scotch	Mansfield	Midland
SiO_2	85.00	83.50	84.92
Al_2O_3	7.60	7.50	6.47
Fe_2O_3	3.50	3.43	3.72
CaO	.70	1.32	.73
MgO	.60	.60	.47
Na_2O	.20	.50	.61
K_2O			
燃焼による減質	2.40	3.14	3.07

力説して居る(第1表)。鑄型用砂に對する要求として缺く可らざる性質は滲透性、有孔性、耐火性、粘着力並びに耐久

力である。之等の諸性質に影響を及ぼす條件に就き簡単に述べて居る。

2) 中子砂 2種の代表的の中子砂の化學組成を擧げ(第2表)中子に使用する砂には如何なる性質の砂が良いか、又之に影響を及ぼ

第 2 表

化學式	No. 1	No. 2	化學式	No. 1	No. 2
SiO_2	95.3	93.50	MgO	.33	.40
Al_2O_3	1.70	2.40	Na_2O	痕跡	痕跡
Fe_2O_3	1.60	1.50	K_2O		
CaO	痕跡	.35	燃焼による減量	1.65	1.80

す條件に就き述べて居る。次いで中子砂に使用する粘結劑を三種類擧げて居る。a) 粘土と天然の有機化合物を粘結劑とするもの。b) 水に可溶性の化合物を粘結劑とするもの。c) 油を粘結劑とするもの。之等に就き夫々の特徴並びに其の粘結劑を使用する理由に就いて簡

第 3 表

化學式	%
SiO_2	98.05
Al_2O_3	.75
Fe_2O_3	.60
CaO	痕跡
MgO	.10
Na_2O, K_2O	痕跡
$CaCO_3$	痕跡
燃焼による減量	.40

3) わかれ砂 第3表は代表的のわかれ砂の化學組成である。わかれ砂に影響を及ぼす種々の條件に就き述べ且如何なる種類のもが之に適當するかを述べて居る。即ち赤煉瓦の粉末、海砂、河砂、銑鐵爐の鐵滓の粉末等が良好であるとして居る。

4) 肌砂 肌砂の優劣は鑄物の肌に重大な影響を及ぼすものであつて優良な肌砂を用いた鑄物は頗る優美な外觀を持つものである。肌砂の優秀なものとしては新しい砂と古い砂を混合し之に石炭の粉末又は黒鉛の粉を混じ又は土壌や麥粉の如きものを混合したものである。之等を混合するに當り機械で攪拌混合したものの方が人手によ

るものよりも優良である。鑄物の肉の厚さによつて石炭の粉末を混合するにも一定の割合がある。どの割合が最も良好であるかは第4

第 4 表

鑄物の厚さ(寸)	4	3	2	1.5	1.25	1	.75	.5	.25
石炭粉末の割合	1	1	1	1	1	1	1	1	1
砂の割合	8	9	10	11	12	13	14	15	16

表に示す通りである。

(岸本)

可鍛鑄鐵の二重銑解法 (C. Morrison, Iron Age, June 7, 1934, p. 19) 是は米國 General Motors 工場に於ける銑鐵爐電氣爐に依る二重銑解法の實際作業を述べたものである。

外徑 102 in の銑鐵爐 4 基あり、之等の 2 基宛を交互に銑解或は修理する。銑解帯は内徑 72 in に裏附けし、毎時の銑解能力は 28 t である。各爐に 10 t の橢圓形前床を設け其の後部より取出した熔滓は水をかけながらバケットコンベアに依てホッパーに送り之を一定時間毎にトラックで搬出する。装入地金は湯路、銑鐵、鐵軌條鋼及び壓縮帶鋼より成り、毎回の装入地金量 10,000 lb, 石灰石 320 lb, 初込の高さ 54 in, 初込炭量 5,000 lb, 初込除外の燃料比は 9:1 である。化學成分は装入で 1.70 C, 1.60 Si, 0.60 Mn, 0.06 P, 0.03 S, 銑湯で 2.70 C, 1.15 Si, 0.40 Mn, 0.06 P, 0.14 S を有する。脱硫の目的で出湯口で曹達灰を添加するが銑湯 1 t に對し曹達灰 4 lb を使用すれば硫黄が 0.11% に低下される。又風量計を用ひて送風量を加減し炭に依る炭素の吸収量を 1% 位にする。出湯温度は 2,800°F であるが炭の種類に依て多少の上下が有る。出湯は間歇的に行ふ。前床の熔滓は鹽基性であるから充分に掻き取つて電氣爐に入らぬ様にする。

電氣爐は 2 基有り、何れも冷材にて 4 t, 二重銑解にて 32 t の能力を有する。變壓器の容量は 3,000~3,500 kVA, 電流は 60 サイクルの 3 相交流、弧光にて 85 v, 16,000 A, 電極にて 150 v, 徑 3~12" の黒鉛電極を有し自働昇降装置を附けてある。爐底は耐火煉瓦の上にガニスターを 16~20 in 厚に焼附け、側壁は厚さ 13 in に硃石煉瓦を積み煉瓦と鐵板との間に 1/2 in の間隙を作り之に硃砂を詰めてある。又天井は硃石煉瓦である。電極ホルダー、天井支環、装入及出湯に金物及側壁の部分に冷却水を通じ、爐體の前側に出湯口を後側に装入口を設け、傾倒は電氣的及手動式兩様に出來てゐる。爐には銑湯 10 t を湛へ、前床から持來された熔滓は鹽基性である爲に酸性の爐壁を激しく侵蝕するから之を充分に掻き除く。2 爐の中其の 1 基を出湯する間に他爐を加熱して連続出湯を行ふ。

電氣爐から銑湯 3 t を出せば直ちに銑鐵爐 3 t を起重機で運んで之に補給し同時に鋼屑 240 lb を添加する。此の時の補給湯温は 2,700°F 位である。又鋼屑は Si を 0.04%, C を 0.08% 低下せしめるが C は再び電極より入り來る。Mn, P, S には大した變化が無い。銑鐵爐湯を補給する時に珪素鐵やマンガ鐵を添加する事も有るが可及的銑鐵爐の方を適當にして之等の調劑を使はぬ様に努めて居る。又鋼屑は嚴密に検査して Ni 鍍金、Al 其他の脱酸材の如き黒鉛を遊離するもの及び Cr の如き黒鉛化を妨げるもの混入を防いでゐる。電氣爐の加熱には可及的電力を小さくして熱時間を長くする、其の理由は (イ) 炭素の吸収量が少い (ロ) 爐壁の損傷が少い (ハ) 最も經濟的である爲である。出湯温度は 2,850°F, 其の化學成分は 2.70 C, 1.10 Si, 0.40 Mn, 0.06 P, 0.11 S である。湯出前には必ず試料を汲取り其の破面に依て成分を検定する。

普通製鋼の場合には湯面に熔滓を作つて精鍊するが本法は二重式には甘く行かない、即ち滓の爲に銑湯に對する熱傳達が遅く、爐壁

の溶解損傷を速め電力消費量が増加する。鋸銑爐からは20分毎に、電氣爐からは2時間毎に、分析試料を採り、又材料全部を定期に分析して均一性を保持してゐる。温度の調整には光度高温計を用ひ湯出毎に温度を読み取つて可及的 2,850°F に成らしめる。電力の消費量は1基1時間 25t 溶解に對して1t 當り 48~55 kWh である。之は生産量に逆比例して變化する事勿論であるが輻射熱が絶對温度の4乗に比例するから出湯温度を成る可く低くする事及び炭を撰擇して鋸銑爐湯を高温にするが經濟的である。上記消費電力 50 kWh の中 14 kWh は鋼屑の溶解及び過熱に 24 kWh を鋸銑爐湯の過熱に用ひられ、殘部分が輻射對流傳導の熱損失及其他電氣的損失である。爐の能率 80%、力率 75% で、力率及負荷率は 3,500 kVA の同期進相機で調節され全效率が 92~93% に成る。電極の消費量は1基1時間 25t 溶解に對して1t 當り 3~4 lb である。爐の壽命は天井が 3,000t、側壁が 4,000t、底は無制限で唯小修理のみでよい。又鋸銑爐の裏附は溶解帶を毎日修理し其れ以上の部分は2ヶ月に1回修理、前床は1週間に1回小修理して1ヶ月目1回捲き換へる。

本法に依て得られる可鍛鑄鐵は抗張力 48,000~52,000 lb/in²、降伏點 33,000~37,000 lb/in²、延伸率 15% を有すといふ。

(南波)

7) 鐵及鋼の性質

鋼の結晶粒 (R. L. Wilson, Metal Progress, August 1934)

(1) 鋼の結晶粒の規格 試料を 1,700°F で8時間滲炭し共析成分として除冷し、此組織の100倍寫眞に依り平方時にある粒の数を規準とす。A. S. T. M. では平方時に1個を No. 1、2個を No. 2、4個を No. 3 と幾何級數的に増し No. 8 は平方時に 128 及び夫以上とす。而して No. 1~5 は粗粒、No. 6~8 は細粒と區別す。

(2) 變態及硬化 鋼の變態温度及び速度は結晶の大きさに依り影響され粗粒のものは細粒よりも稍低い温度で且遅い速度で變態する。即ち細粒結晶は反應速度が早い。焼入温度範圍は細粒のものが廣く許せる利はあるが、變態速度の遅い粗粒のものは同一成分でも細粒に比し深く均一に焼入し得る利がある。細粒の鋼は硬化力が少い様に思はれるが一方焼入歪の少ない事に依て補はれる。

(3) 結晶粒と工作性 工作性は結晶粒の大小に影響される。一般に粗粒のものは工作が容易で大きい層狀パーライトは切削能率を最良とするに適した炭化物の形である。球狀組織は望ましくないか已むを得ない場合はある。例へば S. A. E 1,095 の如きは球狀化して硬度を下げ工作に便する。然し機械的性質に關係殊に其衝擊値からして細粒とし多少に工作損失は已むを得ない。

(4) 高温の性質と結晶粒 常温の衝擊値は細粒に於て著しく勝つて居るが高温に於ても同様である。抗張力は 1,000°F 迄は殆ど變りはない。一般に鋼の抗張力は 1,000°F を越へると急に減じ靱性は増加す。高温に於てに細粒の鋼は抗張力の減少も靱性の増加も粗粒のものより遅い。匍匐試験に於ても結晶粒の大小は影響する。900~950°F では細粒のものが遅い、匍匐度では強いが早い匍匐度にては逆に弱い。夫以上の温度では匍匐速度の如何に變りなく粗粒のものが強い。

以上の結果を經濟的見地から見ると工作性の容易、強い硬化性、950°F 以上の高温には粗粒のものが勝り、表面硬化、高い靱性、硬化の際の歪、機械的性質、950°F 以下の高温には細粒のものを良しとする。

(Y)

8) 非鐵金屬及び合金

急速凝固時の逆偏析に關係する擴散に依る體積變化 (C. Haase: Z. Metallk., 26, 1934, 278) 本論文は Z. Metallk. の 1932 年に發表したものの續報である。1932 年に發表した論文の概略を説明すると、Zn-Cu 合金を金型に鑄造すると著しい逆偏析を起し、此を固相線附近の温度に焼戻を行ふと異常な體積の膨脹がある。此の現象の比重及び長さの變化を測定してゐる。直徑 20 mm、高さ 200 mm の金型に鑄造し、更に 20 mm の高さに切斷した。此等の試片を所要の温度に保ち焼戻後水中に急冷し室温に於て比重を浮力法に依り測定してゐる。本論文では數種の合金に就て研究を進めてゐる。Ag-Cu 合金の偏析に就ては Watson の研究があり、その研究に依ると熔體からの冷却が冷却場所に近い周圍の任意の場所に偏析を起さし、早く冷却する處から初晶が生れるために濃度の相違の起ることが金型の場合に適應出来る。然し初晶の運動の起る理由に就ては彼は述べてゐない。25% Ag 合金で最も高い温度に加熱した試料は第1表の如く 3.5% の變化があり、第2表では金型の上部と底部では 1.5% から 0.7% の逆偏析をなす。Sn-Cu 合金は Turner u. Haughton 及び Sauerwald 等が膨脹計に由て膨脹現象を測定してゐる。殊に後者は膨脹の原因を一部を瓦斯とし、他は固溶體内の結晶經過を考へ體積の變化は鑄物中の固溶體の擴散に依るものと説明してゐる。

第 1 表

合金	添加金屬 %	加熱温度範圍 °C	加熱温度 °C	750	860	900	930
Cu-Ag	25.0	185	比 重 %	±0.0	-0.72	-1.84	-3.50
			比 重 %	±0.04	+0.11	+0.06	-0.06
Al-Cu	6.5	100	加熱温度 °C	485	545	590	630
			比 重 %	+0.03	+0.07	+0.37	-0.23
Al-Zn	15.0	100	加熱温度 °C	950	982	1025	1053
			比 重 %	-0.01	-0.29	+0.29	+0.0
Cu-Al	8.5	15	加熱温度 °C	830	885	900	940
			比 重 %	-0.12	+0.25	+0.69	+1.32

第 2 表

合金	含有量	分析場所	試料採取位置		
			上部	中部	下部
Cu-Ag	Ag	中 心	22.80	23.40	24.14
		周 邊	24.26	24.40	24.87
		差	1.46	1.00	0.70
Cu-Mn	Mn	中 心	10.58	10.69	10.37
		周 邊	11.01	10.97	10.82
		差	0.43	0.28	0.45
Al-Cu	Cu	中 心	5.53	5.46	5.65
		周 邊	5.82	6.20	6.49
		差	0.29	0.74	0.84
Al-Zn	Zn	中 心	13.50	14.10	14.50
		周 邊	16.80	16.07	16.20
		差	3.30	1.97	1.70
Cu-Al	Al	中 心	8.38	8.25	8.48
		周 邊	8.54	8.22	8.70
		差	0.16	-0.03	0.22
Cu-Si	Si	中 心	4.93	5.05	4.96
		周 邊	4.96	5.12	5.07
		差	0.03	0.07	0.09

Sn 10% 及び 20% を含む Sn-Cu 合金を高い温度で熱すると比重が増加するが、温度が低いと Sn 20% 合金では比重が増加しない、Sn 10% 合金では反對に減少する。少量の P を添加すると Sn 10% 合金も Sn 20% 合金も共に比重が約 1% 増す。第3表は P が本系合金に及ぼす影響を定量的に測定した結果で試料は Cu+20% S

n/0.1P の合成のものである。

第 3 表

鑄型の種類	焼鈍前の比重	850°C 焼鈍後の比重	差%
銅の鑄型	8.929	8.862	-0.75
鐵の鑄型	8.893	8.933	+0.45
生型	7.958	8.407	+5.65
乾燥型	8.279	8.642	+3.97

Cu-Mn 合金に就て同様な実験を行つてゐるが比重の増減は僅少であるとしてゐる。Cu-Al 合金に就ては第 1 表に見る如く比重の増減も僅少で偏析も甚しくない。Al-Cu 合金も分析の結果著しい偏析現象を認めない。Zn-Al 合金は銅合金に比して氣孔が多く著しい逆偏析をなすことは第 2 表で分る。Cu-Si 合金は加熱温度の昇る程比重は増すが第 1 表に見る如く中心部と周辺との分析結果偏析は殆ど認められない。

以上の実験から Cu-Al, Al-Zn, Cu-Ag, Cu-Sn, 及び Cu-Mn 等の諸合金が逆偏析をなすことが明かである。Al-Cu 及び Cu-Si の二合金が加熱すると収縮するのは最初の濃度の差が少く均一な組織になるために體積變化を起す程の擴散の影響が認められないのであらう。擴散機構を説明するために加熱した場合と冷却する場合に體積變化を伴ふ焼戻温度を調べてゐる。擴散は各方向に進むので固相線直下まで温度を上昇して體積の變化を測定した。Cu-Zn 及び Sn-Cu の二合金を加熱状態から各種の冷却速度で冷却したものの體積變化を測定したが殆んど同一程度のものであつた。従て加熱された場合に已に體積變化があつたとも考へられる。固相線直下迄加熱されて著しい膨脹が起らないならば、此等の温度では擴散速度が僅少であると考へられるし加熱時間の不足に由るとも考へられる。

第 4 表

合金	比重		差%
	實測値	計算値	
Al+6%Cu	2.81~2.86	3.15	-10.1
Al+15%Zn	2.96~2.98	3.35	-11.3
Cu+8.5%Al	7.75~7.79	8.37	-7.2
Cu+25%Ag	9.08~9.20	9.49	-3.7
Cu+5%Si	7.90~8.20	8.58	-6.2
Cu+10%Mn	8.36~8.42	8.75	-4.0
Cu+10%Sn	8.76~8.88	8.79	+0.6
+20%Sn	8.88~8.93	8.63	+3.2
Zn+10%Cu	7.26~7.44	7.28	+1.0
+15%Cu	7.33~7.41	7.37	±0.0
+23%Cu	7.62~7.70	7.50	+2.1

金型鑄造試験片で比重計算値と實測値との差があることは第 4 表で明かだ偏析ばかりでなく瓦斯の含有量とか冷却の際に起る擴散的體積變化等に依る。鑄造試験片の比重に硬化の場合の膨脹の影響が少ないならば、硬化された合金の膨脹と収縮との間の収縮管が著しい。Al-Cu 合金及び Si を含む銅合金では實際に収縮管を生ずる傾向が著しい。Al-Cu 合金の砂型試験片の収縮管は鑄物片の全長に及

第 5 表

鑄型の種類	分析場所	Cu %		偏析%
		中心	周辺	
銅の鑄型	上	10.84	9.30	1.54
	中	10.90	9.27	1.63
	下	9.75	9.67	0.08
鐵の鑄型	上	11.29	10.19	1.10
	中	10.20	9.28	0.92
	下	10.05	9.46	0.59
生型	上	9.70	9.42	0.28
	中	10.72	9.32	1.40
	下	9.58	9.22	0.36
乾燥型	上	11.03	9.53	1.50
	中	9.72	9.25	0.47
	下	9.39	9.04	0.36

ぶこともあり、5% Si-Cu 合金の金型鑄物では 200 mm の鑄物棒の下部から數 mm の處まで同一幅の収縮管が擴つてゐるのを見る。第 5 表は 10% Cu 黄銅に就て冷却方法が偏析に及ぼす影響を示すもので、本表から明かな様に砂型では試験片の中央と底部で Zn が増してゐるが金型程著しくない。(森 永)

鑄造合金と加工合金との時効硬化 (P. Wiest u. U. Dehling: Zeits. Metalk., 26, 7, 1934: 150) 著者の実験では電氣銅と 5% Ag をタンマン爐で熔解し、200°C に加熱した金型に鑄造した。750°C で 85 時間焼鈍後水中に焼入れした。而して鹽槽中で時効硬化させて硬度を測定してゐる。第 1 圖は各温度の影響を示すものである。

第 2 圖の I は Cu-Ag 合金の再結晶させたもの、II は同合金を熔融状態から冷却して単結晶させた試料、III は第 1 圖中の 350°C で焼鈍を行つたものである。

I は第 1 圖の 415°C で焼鈍したのものより時効硬化の程度が著しい。5% Ag の Cu-Ag 合金を多結晶組織の再結晶を行はせると硬度が非常に増し第 2 圖 I に見る如く 100 kg/mm² 以上になる。第 3 圖は加工したものを 800°C で焼準、急冷後 350°C で時効させたものである。鑄造したものを再結晶させるには、試料を適當に加工して 800°C で加熱し急冷後再び加熱して時効させてゐる。第 3 圖から加工度が増すと時効時間が短くとも僅かな時間で最大硬度に達することがわかる。第 3 圖の最後の 25% 加工した試料は先づ 12% 加工し、800°C で中間加熱を行ひ、さらに 12% 加工して時効させたもので約 8 時間後迄硬度が増し、次に約 24 時間後再び硬度が増してゐる。之を初めから 25% 加工した合金の曲線と比較すると非常に相異を認める。(森 永)

アルミニウム-鐵合金の分解 (Von F. Roll. Zeit für Metallk. 1934, Sept, S. 210) Al を含む Fe-C 合金、或は鐵炭素合金を Al 粉末中で熱する時、時々熔解物質が存在する事がある。著者はこの現象を明らかにするため C 含有量 0.2% から 3% 迄の鐵炭素合金に Al の含有量を變化して加へ、(この際他に不純物として Si, P, S, Mn, 等含有せり) 熔解して実験を行つた。

上記の熔解物質は、合金から分解して生ずるもので、その分解範圍は、Al 25~50% 間で、他に Cu, Si 等の金屬が加はつてもこの現象が現はれ、Cu 20% 這入ると、Al 18% で最早現はれる。

今 Fe 60.52%, Al 39.14%, (他に C 0.18%, Si 0.15%, P 0.030%, S 0.028%) なる成分の合金の顯微鏡組織は、分解しない状態に於ては、鋼の共析組織に能く似たもので、 $\delta + \eta$ 共晶と δ 固溶體で、C は大部分 δ 固溶體に溶け込むものと考へられ、 η は白い硬い脆い結晶で、分解はこの結晶中で起る事が顯微鏡的に確かめられ、濕氣多い空氣中では、分解が早い。この分解作用に就ては、未だ判然たる解決がないが、合金中に生ずる炭化水素瓦斯のために、Al ガーバインド即ち Al_2C_3 [構造式 $Al_2(C \equiv C)_3$] が生ずる爲ではないかと考へられてゐるが、Al-Fe 合金中に於ける上記の分解作用と炭素含有量の影響も、遺憾ながら分つてゐない。(T. T.)

