

抄

録

—製 鉄—

高炉用熱風炉の温度分布について

(W. A. Knepper and W. W. Campbell: Blast Furnace, Coke Oven, and Raw Materials Conference, 1958, p. 115~124)

本論文は U.S. Steel の応用研究所がおこなった熱風炉の温度分布とガスの流れについての実地試験およびその理論的検討の報告である。

研究の目的は第一に現在の熱風炉の通常操業法でしかも現有の設備をほとんど変えずにどの程度までの高温の熱風が得られるかを検討し、第二には更に能力のある熱風炉が設計できるかどうかを検討することであつた。

研究は U.S. Corp. の Homestead Districtworks の Carrie にある第6高炉附属の第1号熱風炉について行なわれた。

熱風炉の数段にわたって熱電対を設置して加熱ガス、送風および格子積煉瓦の温度を測定し、また必要な所のガスの流量を測定した。また燃焼用高炉ガスおよび排ガスのサンプルをとって分析しダストの質および量も測定した。

以上の測定の資料やその他煉瓦重量、ガス量、熱伝導度および燃焼ガスの発熱量などの資料にもとづいて熱風炉を数段に分割して計算する方法で温度分布を推定した。計算は熱風炉を5フィートの高さに分割区分してこの各区分において熱精算を行ない、これを次々と各区分に繰返していく方法で行ない、炉全体の加熱期における5分後の温度分布曲線を求めた。

検討の結果からつぎのことがいえる。

1. 調査した熱風炉はどの部分の横断面においてもガスの分布および温度分布はほとんど均一であつた。
2. 熱風炉の各層で見出された熱伝達の機構から、熱風炉ではつぎのようなことが望ましいことが分つた。すなわち熱風炉の上の部分には熱伝導度の高い格子積煉瓦を用いること、また下の部分ではガスの流速を増して空気の境界層の抵抗を減少させることの二つである。
3. 計算の結果では1時間通風、2時間燃焼のサイクルで操業する完全に自動切換可能の熱風炉では熱風温度を恐らく $1,800^{\circ}\text{F}$ (982°C) に維持できであろうと推察される。
4. 一次洗浄のみを行なつたガスを使用する熱風炉ではダストが炉内に蓄積する量は年間4.5トン(4.1メトリックトン)以上になるであろう。また熱風炉に入るダスト中のアルカリの約90%が熱風炉内に残ると考えられる。

この論文についてつぎのような討論が行なわれた。

H. N. Lander が J & L 社で行なつた熱風炉の温度分布に関する実験および計算方法を著者の方法と比較して述べ、幾つかの質問を行なつた。これについて著者の解答があつたのち更に Strassburger が熱風炉のド

ームの温度の調節方法について質問し、著者の解答があつた。(喜多川武)

—鑄 造—

高級鑄鉄製造に有効な振動取鍋

(S. Eketorp & Bo Kalling, Gießerei, 46 (1959) Heft 23, 905~912)

取鍋において脱硫、加炭などの冶金反応を速に行なわせるには反応物質と熔鉄との十分な接触、攪拌が支配的重要性を有する。熔鉄の攪拌には横型回転炉、電気的方法、ガス吹込などが考えられるが、スエーデンで研究された特殊な振動取鍋も比較的簡単な装置で、脱硫、加炭、脱珪素などの成分調整が効果的に行なえるので高級鑄鉄製造に有力な方法といえる。

取鍋に振動を与えるには例えば水平に置かれた台の一端を半固定とし、他端に近く台の下側に設けた心皿を一種のクランク機構により水平円運動させてもよい。この振動台の心皿の位置に取鍋(上部に円錐型の蓋を有する)を置いてクランプすれば取鍋は砂篩分装置の運動にやや似た一種の回転運動を行なう。この回転数と振巾(取鍋の軸の面く円の半径)は任意に変化しうようになつてゐる。

ある振巾で回転数を次第に増してゆくとはじめ湯面は回転抛物線面の型をとり片側の湯面の高さが次第に増すのみであるが臨界回転数に達すると一種の共振現象を起し激しく波立つてきて攪拌に最も効果のある状態となるからこの近くの回転数を利用する。臨界振動数は振巾の大きいほど、また取鍋の径の大きいほど低い所に現われる。

つぎに容量3tの試験振動取鍋による試験成績を示す。

1) 脱硫試験 $1.5\sim 2.4\%$ の石灰粉添加で大体95%程度の脱硫ができる。例えば2.1tの熔湯に石灰粉2.3%, コークス粉1.0%を加え振巾61mm, 70回/分の振動処理した所0.078Sが10分で0.012S, 20分で0.007S, 30分で0.003Sに低下した。コークス粉は取鍋内を還元性雰囲気を保つために加えたものであり、石灰添加量は取鍋が大型になれば更に少なくてもよいであろう。処理中の熔湯の温度低下は反応が速かなこと、取鍋の断熱のよいこと、容積の小さいこと($0.25\sim 0.3\text{ m}^3/\text{t}$)などのため従来の回転炉に比べ少なくて済む。

2) 加炭、合金添加試験 加炭剤としてコークス粉を使用すると5~10分の処理で湯の温度さえ充分であれば歩留りは約80%に達する。一例として約2%のコークス粉, 2.5%のフェロシリコン, 0.9%のフェロマンガンを添加した所Si, Mnは2分間で歩留り100%, Cは2.70%から9分間で3.48%に達した。加炭の際には熔湯の温度低下が相当大きく80%歩留らせるには約 $80^{\circ}\text{C}/1\% \text{C}$ の低下を見込まねばならない。これを防ぐには処理中湯面に酸素を吹きつけるのが有効であるが、後に脱硫を行なう際には不都合である。

3) 珪素, バナジウムなどの除去 熔湯の珪素を減少させるには振動処理中上部から湯面に水冷ノズルで酸素を吹きつけて珪素を酸化除去する。この際珪素の酸化熱のため湯温が上りすぎると脱炭が激しくなるので粉珪石などを冷却剤として加えると脱炭は少なくてすむ。一例をあげると約 2t の湯に約 $4\text{m}^3/\text{mn}$ の酸素を吹きつけ 30kg/t の粉珪石を冷却剤として加えた場合 Si は約 13 分で 1.11% から 0.09% に減少したが C は 3.52% から 3.36% に低下するに止つた。唯この際 Mn の減少もはなはだしい。これとほぼ同じ処理で V などの元素も除去しうる。

以上のようにこの取鍋では成分調整が容易に行なえるので熱風塩基性キューボラのような高炭素低硫黄の湯も容易に得られる。更に一基のキューボラで種々の成分の湯が得られること、原材料として安価な鋼屑などを利用するという利点を有する。(広岡敏夫)

過共晶鉄融体における球状黒鉛の生成に就いて

(Jürgen Motz; Gießerei, 46 (1959) 25, p. 953)

マグネシウム処理した鑄鉄の結晶過程における球状黒鉛の生成機構については多くの研究の対象となつて来たが十分な説明はなされていない。本実験はその問題を解明するために行なつた。マグネシウム処理し 1500°C で Si で接種した過共晶鉄 (飽和度 1.24, 3.6% C, 4.1% Si, 0.39% Mn, 1.65% Ni, 0.07% P) の熔融体から 1440, 1415, 1290, 1195°C の各温度で採取した試料の熱理分析と冷却試料の金相的観察から球状黒鉛の生成が確認された。その生成状況は低温で採取された試料ほど大きく、数的にも多く生成する。この結果から、オーステナイトからの二次黒鉛の生成は採取温度と化学成分から存在し得ず、冷却後の二次的な生成も、観察された $0.03\sim 0.1\text{mm}$ 径の球状体は短時間の拡散では不可能と考えられまた一次セメントライトからの間接的形成も否定されたので過共晶黒鉛並びに共晶黒鉛は熔融体から直接に析出することを証明できた。更にマグネシウム処理後の Fe-C-Si 系の液相面の位置を決定するために、同様な研究を行なつた所、種々の量の Si を附加することにより、共晶反応温度は Fe-C-Si 三元系に完全に相似して Si の増量とともに上昇することが確認された。つぎに泡沫性球状体が生成困難であるのはマグネシウム処理により脱酸度が大となりそのため、黒鉛に対する湿潤性が大きくなることが試験により証明された。球状黒鉛の析出過程については、過共晶合金では熔融体から直接生成し、共晶領域では共晶反応により、E. Scheil の見解と一致して、一次球状黒鉛が γ 混晶と共に析出し、亜共晶合金では、A. Wittmoser の見解と同じく、 γ 混晶から二次的に生成されると考えられる (堤 秀寿)

— 製 鋼 —

ステンレス鋼の予想最小原料 (D. C. Hilty, R. W. Taylor, & R. H. Gillspie Elec. Furn. Steel. Proc. (1958) pp. 259~273)

(内容は同一のものが Blast Furnace & Steel Plant 47 (1959) No. 9 pp. 962~964) にも報告されている。

この報告は、塩基性電弧炉で、430 型ステンレス鋼を

製造する際、鋼塊原価の 80% にあたる原料費を最小にする原料配分を、線型計画法 (リニヤ・プログラミング) を用いて求めた、1 例の紹介である。

Electro Metallurgical Co. では、 $\text{C} < 0.08\%$, $\text{Si} = 0.40\%$, $\text{Cr} = 16.5\%$ の 430 型ステンレス鋼の溶解には、まづ 430 型鋼屑、鋼屑、低炭 Fe~Cr を配合溶解し、酸素吹精により、 $\text{C} = 0.05\%$ まで低下させる。ついで、Fe~Si, Fe~Si~Cr と石灰により鋼滓を還元し、Cr を回収し、鋼浴温度の冷却のため、きれいな 430 型鋼屑と低炭 Fe-Cr を投入し、除滓の上、仕上期に入る。仕上期では、低炭 Fe-Si で、Cr の調整をする。

この溶解の各工程で用いる原料の価格は異なるから、原料の配分を最適にし、原料費を最小にする必要がある。しかもこれらは、技術的、あるいは実際操業上の制約を受けるから、最適原料配分と予想最小原料費を求める計算は複雑となり、従来の、冶金の、熱的勘定をもとにした試行錯誤法では、とうてい解くことはできない。

そこで、Cr, Si などの冶金的平衡勘定、還元期末の鋼浴温度条件に対する熱的勘定、あるいはまた、430 型鋼屑の実際上の使用量制限などを考慮し、最小にしたい費用関数を含め、11 個の方程式あるいは不等式を連立させ、これを、炉の大きさ、鋼浴温度、塩基度など、7 個のパラメーターにつき、“シンプレックス法”によつて解いた。その結果、7 個のパラメーターの組合せにつき、原料費を最小にする。最適原料配分と、予想最小原料費をうることができた。実際の計算には、電子計算機を用いた。

70 t 炉、 $\text{C} = 0.08\%$, $\text{Si} = 0.40\%$, $\text{Cr} = 16.5\%$, 酸化末 $\text{C} = 0.05\%$, 430 型鋼屑使用量 40%, うち 10% は追加装入と仮定すると、酸化末鋼浴温度が高いほど、関連する最小原料費用は低くなる。また、酸化末の温度が低い間は、酸素吹精開始温度が高いほど、最小費用は高いが、酸化末温度が高くなると、関係は逆になる。また、各種の Fe-Cr を混用した方が、他の条件が同一なら、得策となる場合もあり、更に、計算鋼滓量と最小費用の関係を調べると、鋼滓量の少ない操業が、必ずしも、最も経済的な操業ではない、という現場の印象を裏書している。

これらの結果は、定性的に、炉の条件が異つても適用されよう。また、この計算は、430 型ステンレス鋼のみではなく、多少応用して、400 系統のステンレスに用いることができ、さらに、300 系統に応用することも、大して困難ではないといつている。(八巻雄三)

電気炉溶解の経済 (J. C. Coutant: Blast Furnace and Steel Plant, Vol. 47. (1959) No. 10, pp. 1073~1078)

最近の鉄鋼技術の発展の結果、電気炉による溶解に新しい経済性が導入されている。1957年に米国における電炉造塊能力は 13.5% 増大し、平炉の能力は 4.4% 増大した。両者のコストを比較すれば電気炉の方が安価で、この傾向は今後も続くであろう。電気炉と平炉の比較は活発な討論を惹起する問題である。1958 年 6 月 Internationales de Siderurgie でも従来と同様な見解が発表された。この席上 150 t 電気炉の操業実績が報

告されている。

“Fabrique de Fer de Charleroi” に設置されたこの炉は天井旋回式のもので、良好なスクラップ2回チャージの場合には一操業所要時間 4~4.3 時間で一日 700 t の鋼塊を製造しえる。通常は装入は4回にわたり、一操業6時間、鋼塊 155 t を製造する。

電気弧光炉には自動電極制御装置が附属する。電弧電圧と電弧電流をバランスさせ、両者の変位に応じて電極昇降モーターを駆動し制御を行なう。炉容量増大に伴ない電極径が増大し、電極保持機構が大型化したため、電磁—油圧駆動による制御方式が考えられている。電弧電流—電圧のバランスの処理を検出し、これを電磁バルブに伝え、圧力油を制御し、電極昇降を行なう。

Charleroi の 150 t 炉には誘導攪拌装置が附属しており、250 kVA 発電機2台を有している。これにより脱燐、脱硫が促進され、炉内熱分布が良好となり、除滓が容易になる。

電気弧光炉操業における負荷のピークに対しては低コストのガスタービン発電機の利用がさかんになつている。これはヨーロッパのみでなくメキシコなどでも行なわれている。

1958年にはメキシコで銑鉄、スクラップの代りに海綿鉄が弧光炉に装入され銑鋼業における新しい段階が到来した。これは天然ガスを変成して直接ガス還元したもので M. W. Kellogg Co. の協力により Hojalata Y Lámina S.A. で完成されたものである。海綿鉄は1600~1900°Fで酸化することなく弧光炉へ炉頂装入される。(河合重徳)

製鋼法における最近の傾向 (B. R. Nijhawan: Blast Furnace and Steel Plant, Vol. 47, No. 10 (1959) pp. 1057~1060)

本稿は最近の製鋼技術として問題になつている幾つかの方法を解説したものである。

ヨーロッパでは最近トーマス鋼の品質改善の問題が注目されている。フランスでは酸素富化送風が行なわれており、英国では酸素富化横吹転炉が稼動している。ミルスケールの投入を併用して窒素含有量を半減させえることから酸素富化は非常に注目されたが、純酸素は羽口に対し決定的な損傷を与えるので O_2 - CO_2 、 O_2 -水蒸気あるいは水蒸気—空気などの混合で使用される。これにより 0.004% 以下の窒素含有量のものがえられ、同時にあまり大量ではないが冷材スクラップの溶解ができる。

平炉で低炭素鋼を吹製する場合にも酸素を利用すると非常に有利である。酸素はノズルあるいはランスにより炉内に吹き込まれ、条件の良い場合には 50% 程度生産量の増加することもある。助燃用に酸素を使用する時には冷材 100% で操業すると過剰の熱を吸収し、天井の損傷も少なく好ましいが、大量に溶銑を使用する場合には大きな効果はない。鋼浴に酸素を吹き込めば脱炭速度が上昇し、脱燐も良好になり、同時に窒素含有量も低下する。窒素の吸収に関しては雰囲気の影響が大きく酸化性の状況ではほとんど吸収されないが還元性では急速に吸収されることなどが明らかにされており、脱燐を完全に行ないかつ窒素含有量も低い精錬法が考えられている。

脱燐を初期にかつ完全に行ない高燐銑を精錬する方法として LD 法や、純酸素に粉末石灰を共用する IRSID 法、OLP 法なども近年行なわれ非常な成功を収めている。これらの方法では歩留が比較的良好で、スクラップ利用率も高く、精錬速度が大で、高炭素含有量で低燐に達し得、脱硫率も良好、窒素含有量も低いなど多くの利点を有するとされている。

LD法の発展に続き、回転式 kiln を使用する “Rotor” 製鋼法、“Kaldo” 製鋼法などが採用され高燐銑の精錬はさらに前進した。その後 H. Kosmider, H. Neuhaus, H. Schenck らは酸素を鋼浴に吹きつける代りに鋼浴上の測囲気に酸素を流して鋼滓と接触させるだけで精錬を行なう。“Buffer slag” 法を発表している。この方法は鋼滓生成後は平炉に類似しており、酸素気流はもはや鋼浴表面とは接触せず、精錬は鋼滓層を通して間接的に行なわれる。脱燐の開始は早く、吹精時間の短かい間に行なわれる。窒素の吸収は少なく脱硫にも有利であり褐色の煙も減少する。この方法は平炉銑その他中間的な銑鉄の精錬および 1% 以上の C 含有量で低燐の Master alloy の製造などに適する。

英国では現在製鋼用炉としては平炉が主体であり、熱交換器の効率向上、寿命増大、および生産量の増大が強調されている。炉の大きさは次第に増大の傾向にあり、平炉のみならず、転炉、電気炉いずれも大きくなりつつあり、また大容量の酸素発生装置の設置およびそれにもなう酸素の利用の傾向が顕著である。LD法は銑石の関係であまり利用されないが “Rotor” 法、“Kaldo” 法の方は将来利用される可能性がある。(河合重徳)

—加工—

圧延機械用歯車の負荷と事故 (M. Unterberger: Stahl u Eisen, 79 (1959), Nr. 18 ss. 1268~1273)

歯車にかかる負荷がその限度をこえた場合歯の折損、ピッチング、磨耗などの事故があらわれ、時にはこれらが同時にあらわれることもある。この問題について表に示す条件で試験をした。

負荷が限度をこえて大きくなると歯車の材料の疲れによつて歯面にピッチングがおこる。この関係を図に示す。圧延機械用歯車では、使用時間が 100 h と 1,000 h の間に寿命曲線の折点があらわれる。

歯車の歯面に部分的にその材料の疲労限より高い負荷がかかると、そこからピッチングが始まり、これが次第に広がつて、遂に歯の頭のはなはだしく損耗する。しかし時には一様に平滑になり負荷が均一に分布するようになりピッチングが止ることもあるが、その場合でも、

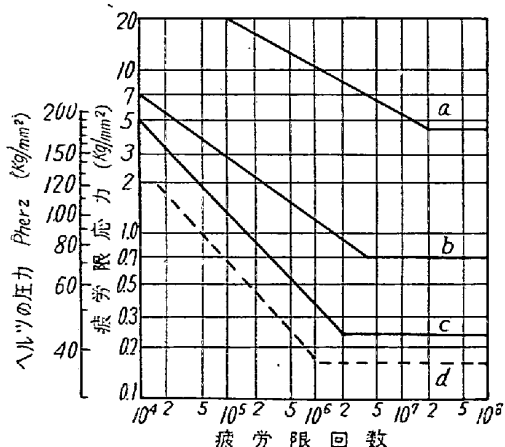
1. ピッチングのあらわれた部分にそつて、歯の根本が脆くなり破損する。
2. 歯の頭に溝状の大きな磨耗があらわれる。
3. 歯形が狂つて適正な噛み合いをしなくなるため不規則な衝撃が加わる、などのおそれがある。

ハダ焼した歯車は焼入し、焼モドシした歯車よりも 3~6 倍強いが、疲労限はほとんど変わらないから許容限界荷重は増えない。

歯巾の大きな歯車では歯巾全体が均等に負荷を伝達するかどうかが機械の運転に大きな影響をもつ。

圧延機械用歯車の代表的事故

1	2	3	4	5		6	7	8
工場名	歯車の種類	圧延機の種類	事故の状態	材 料 (引張強サ kg /m ²)		事故発生までに受けた負荷 (公称負荷に対する%)	計算上の安全係数 S _F =ピッチングに対する S _R =磨耗に対する	事故の原因
				ピニオン	ギヤ			
A	主減速機用歯車	厚板圧延機	ピッチング 小さい孔が発生	Cr-V 鋼 (80~90)	Si-Mn 鋼 (70~80)	3,540 k w (100%)	S _{F1} =3.2 S _{F2} =2.75	負荷が不均等
A	ロールスタンド用歯車	〃	〃 比較的大きな孔	Cr-V 鋼 (80~90)	Cr-V 鋼 (80~90)	3,540 k w (100%)	S _{F1} =S _{F2} =0.8	高 負 荷
A	主減速機用歯車	〃	ピッチング	Si-Mn 鋼 (75~85)	Si-Mn 鋼 (60~70)	6,600 k w (100%)	1. S _{F1} =1.6, S _{F2} =1.23 2. S _{F1} =1.57, S _{F2} =1.17	負荷が不均等
A	〃	〃	〃	〃	〃	6,600 k w (100%)	1. S _{F1} =1.5, S _{F2} =1.17 2. S _{F1} =1.9, S _{F2} =1.45	〃
A	〃	〃	〃	〃	〃	6,600 k w (100%)	S _{F1} =1.6, S _{F2} =1.23	〃
B	〃	線材圧延機	磨 耗	〃 (83)	〃 (70)	500 k w (1/5)	S _{R1} =10.3	潤滑不十分
B	ロールスタンド用歯車	〃	ピッチング	〃 (75~85)	〃 (75~85)	500 k w (1/5)	S _{F1} =S _{F2} =2.2	負荷が不均等
C	主減速機用歯車	鋼片圧延機	〃	〃 (〃)	〃 (60~70)	720 k w (65%)	1. S _{F1} =1.65, S _{F2} =1.3 2. S _{F1} =1.6, S _{F2} =1.2	波状の不均等な負荷
D	〃	中圧間機	磨 耗	〃 (〃)	〃 (〃)	750 k w (75%)	S _{R1} =3.2	潤滑不十分
E	ロールスタンド用歯車	レバーシニングミル	ピッチング	〃 (70~80)	〃 (〃)	5,000 k w (200%)	S _{F1} =1.02 S _{F2} =0.78	過 負 荷 負荷が不均等



- a. EC80(16Mn Cr5) H_B 650
 b. 熱処理した引張り強サ 80~95 kg/mm² の Si Mn 鋼
 c. 熱処理しない St 50.11
 d. ネズミ鋳鉄 GG 18 (比較のため)

歯車の歯の根本の疲労破壊に対する計算上の安全係数は4以上であるから、焼入し、焼モシした歯車では歯の折損の危険はないが、ハダ焼した歯車ではその強サはカタサ程大きくないから過負荷に対し敏感で、高い瞬間荷重の影響が大きい。

表のB, Dの例は磨耗がいちじるしいが、磨耗については面圧、滑り速度を考慮する必要がある。一般に高速、高荷重のハダ焼歯車では磨耗が問題であるが磨耗は短期間の運転では予想がつかない。従来の経験によれば短期間でも潤滑が不十分だと磨耗がおこる場合が多い。

添加物を入れた潤滑油はフ食性であるとか不安定であ

るとかいわれていたが、今回ではこれらのことは問題でない。

圧延機械用歯車の磨耗が添加物を入れた潤滑油によっていちじるしく防止できるということはないが、不均等な負荷分布を平均化し、また、短時間この種の油を使用することにより磨耗部を平滑にするなどの効果はある。

潤滑油の粘度の影響について実験した所、粘度の高い油を使用することによりピッチングの進行を防止することはほとんどできなかった。(安原四郎)

一 性 質

René 41—新しい高抗張力 Ni 基合金

(R. J. Morris: Metal Progress 76 (1959) No.6 p. 67~70)

G.E社で製造された新しい高抗張力 Ni 基合金 René 41の標準化学組成は、C 0.10%, Co 10.0%, Mo 10.0%, Cr 19.0%, Ti 3.0%, Al 1.50%, Si 0.10%, Mn 0.05%, Fe 1.00%, S 0.010%, B 0.005% NiBalである。この合金の化学組成および有効な化合物は、主要な元素が Ti, Al, Mo, Co で、構成相が Ni₃(Ti, Al) および M₆C M₂₃C₆, Ti(C, N), Nb(C, N) の一つあるいはそれ以上からなっている他の Ni 基合金 Inconel "X", Inconel 700, Inconel W, Inco 702, Hastelloy R-235 Waspaloy, M-252, Udimet 500 といちじるしい差異がないが、その強度例えば降伏応力は室温から 1400°F の温度範囲にわたって上記 Ni 基合金の何れよりも高く、1400°F においてもなお 110,000 psi 以上の値を示している。この原因は固溶化処理の際 M₆C を固溶せしめると時効処理の際 M₂₃C₆ が粒界に析出し脆化するので、M₆C を固溶させないで Ni₃(Al, Ti) のみ固溶させ時

効処理でこれを細く、一様に分布析出せしめ得る点にある。M₆C および Ni₃(Al, Ti) の固溶する温度はそれぞれ 2150°F, 1925°F であるので通常固溶化処理は 1950°F, 時効処理は 1400°F で行なわれる。加工および溶接は 1975°F 水冷の状態でする。なお本合金は高周波真空溶解あるいは真空溶解後消耗電極溶解の何れによつても作られ現在の 4000 lb インゴットまで作られた。また板、棒、ビレット、鋳造品も作られる。押出材の 1400°F における長さ方向および横方向の機械的性質は抗張力 129,000~138,400 psi, 降伏応力 110,400~121,600 psi, 伸び 10.9~26.5%, 断面収縮率 11.2~27.8% で極めて優秀である。以上の如く本合金は加工性、溶接性に富み且つ室温から高温にわたつて優れた機械的性質を示すので航空機工業に重要な役割を演ずるものと期待される。(松岡甚五左衛門)

固態および液態 Al と Fe との反応の動力学

(T. Heumann und S. Dittrich: Z. Metallkunde 50 (1959) Heft 10, 617~625)

実験に用いた純鉄は 0.003%, 0.004% P, 0.007% S, 0.003% N₂, 0.002% O₂ であり純 Al は不純物 0.01% のものである。

固態 Al と Fe との反応は 15mm φ, 長さ約 10mm の円筒形の頂面を接し炉中で任意の圧力の下に加熱した。

試験時間は 15mn から数日にわたつた。

液態 Al と Fe との反応では 15mm φ 長さ約 3~5 mm の Fe の試験片を用いアルミナるつぼ中にある Fe で飽和された溶融 Al 中に浸漬した。保護ガスとしてはアルゴンを使用し、試験温度は 715°C ~ 1032°C, 時間は 1~15mn とした。

Fe 中への固態および液態 Al の拡散で形成される相は顕微鏡組織および X 線分析から判定すると η 相 (Al₃Fe₂) のみである。Fe-Al 状態図からはこの η 相の他に ζ 相 (Al₂Fe) と θ 相 (Al₃Fe) が反応中に生ずることが考えられるのであるがこれらは認めることができなかった。

η 相の優先的形成は異常に高い拡散速度に条件づけられ、この大きい拡散速度は η 相の結晶構造に因るものとされる。η 相は斜方晶系の単位胞を有するのであるが高い拡散速度は C 軸の方向に起る。この C 軸の格子空間は専ら Al 原子によつて占められ、残りの Al 原子および全部の Fe 原子は単位胞内部または単位胞の側面に存在している。

η 相の層巾と試験時間の関係は拋物線関係にある。

η 相の成長速度、η 相境界の平衡濃度、密度を基にし

て成長方向における拡散恒数が次のように与えられる。

$$D_{Al} = 0.0323 e^{-13000/RT} \text{ cm}^2/\text{s}$$

13.1 kcal/g-atom. wt にすぎない拡散過程の活性化エネルギーで拡散反応は Al の溶融点以下の温度で比較的大きな速度で進む。反応が 600°C 以下で観察されなくなれば原因として反応を妨害する核形成を考えねばならず、この場合その試験片の変形状態に特に注意しなければならない。Al と Fe との間の反応開始は 400°C まで確認された。(小犬丸胤男)

溶融 Al と Fe-C 合金との反応における合金層の構成 (L. J. Hütter et alii: Z. Metallkunde 50 (1959) Heft 10, 625~627)

供試材料として 99.99% Al, 電解鉄と黒鉛を黒鉛るつぼ中で溶解し銅冷却鋳型へ鋳込んだ白鉄、前述白鉄を再溶解し 2.5% Si を添加して砂型に鋳込んだ灰鉄およびアームコ鉄を使用した。

800°C の溶融 Al 中に 30 分間浸漬した白鉄に生じた合金層を同一処理のアームコ鉄に生じた合金層と顕微鏡組織的に比較して見ると、白鉄の場合は合金層と白鉄の境界面は一様に平坦であるがアームコ鉄の場合は合金層が舌状に成長している点が目立ち、また白鉄上の合金層が 2 相より成りアームコ鉄の場合の合金層が 1 相である点で大きく異なる。

X 線試験用の試料に Al 浴中で 750°C 24 h 処理した特別に巾広の合金層をもつものであるが、顕微鏡検査により短時間浸漬した試料と同じ組織であることを確認した。Fe Kα 線で撮つた Debye-Scherrer 写真は合金層が Fe₂Al₅ および Al₄C₃ の 2 相より成る事を示した。

長時間高温の浸漬では例えば 880°C 18 h の顕微鏡写真で見ると Fe₂Al₅ 層中にあつた炭化物部分が針状に移行して行く。またこの写真から Al₄C₃ は白鉄と相境界を直接に造らず炭化物のない区域が介在することを推定できる。

800°C の Al 浴中で処理された灰鉄では白鉄の場合と同じく Fe₂Al₅ および Al₄C₃ の 2 相より成り、黒鉛は置換されて唯偶発的にのみ合金層中に残渣が見出される。この場合の合金層境界は白鉄の場合程平坦でない。

上述のように白鉄、灰鉄何れの場合も合金層は Fe₂Al₅ と Al₄C₃ の 2 相のみが認められ、3 成分系炭化物 Fe₃AlC_x は合金層中には X 線試験では証明し得ないのであるが、顕微鏡検査の結果に従えばこの Fe₃AlC_x もまた合金層の形成に関与しており母材に隣接している極く狭い区域中に形成されることを推定し得る。

(小犬丸胤男)

最近寄贈された刊行物

分析化学進歩総説 (1957年版)	B 5 版	146 ページ	日本分析化学会編	500 円
〃 (1958年版)	〃	137 ページ	〃	500 円
〃 (1959年版)	〃	138 ページ	〃	500 円
鉄鋼材料	A 5 版	409 ページ	岡本正三著 コロナ社発行	850 円
製鉄・製鋼 (金属工学講座)	A 5 版	385 ページ	朝倉書店発行	1000 円
金属便覧 (新版)	A 5 版	1388 ページ	日本金属学会編 丸善発行	2800 円