

抄 録

— 原 料 —

焼結時原料層のガス通気度におよぼす湿潤層の影響

(B. И. Корошцл, et alii: Уернал Мешаллчлцл, (1965) 4, p. 53~58)

焼結時湿潤層の形成により、原料層の通気度が減少することはよく知られている。層の抵抗が上がるのはある研究者は、水分の凝縮の結果、ガスの通気面積が減少し、また水分の凝縮の結果、層中の粒状物が破壊するためとしている。また他の研究者は、ガスの粘性の増大によるガス相の変化としている。

湿潤帯のガス通気度におよぼす影響と層の抵抗の増大を支配するファクターを明らかにするため、120 mm内径の実験用焼結鍋を利用して、層の5コの高さの位置で温度と負圧の測定を行なった。試験に利用したのは、菱苦土鉱(0.5~3 mm)、マグネトゴルスク精鉱(0~5 mm)、レピヤジンスキ粉砕鉱(0~1 mm)で、負圧は500 mm水柱と一定にした。燃料を含まない湿った原料が実験鍋に装入され、冷たい原料層の空気力学的特性が圧力降下によつて調べられた。点火用原料として、オガクズにケロシンを浸み込ませたものを使用した。最上部の層から水分の蒸発が起り、空気が水蒸気によつて飽和し下層に湿潤帯を形成する。

水分の凝縮を調べるため、よく知られた次の式を利用した。 $\Delta P = (\lambda H/d_3)(\gamma/2g)\omega^2(1-\varepsilon/\varepsilon^3)$

H: 層の高さ, d_3 : 層の粒径, ω : 空気の運動速度, γ : 空気の比重, g : 重力加速度, ε : 層の空間率, λ : 流体摩擦係数, この結果湿潤層におけるガスの通気度の減少は凝縮水分による焼結層内粒子の崩潰によること、上式の d_3 の相対的比較によつて判明した。焼結原料の造粒化が充分でないと凝縮水分は原料粒間の接触点に入り、表面張力を減少させ粒を破壊する。もし層が十分造粒化されていればその強度は分子力で保たれており、水分に包まれても破壊しない。粘結剤を添加すれば凝縮水分の悪い影響は弱められる。すなわち実験によると、マグネトゴルスク精鉱およびレピヤジンスキ精鉱を手で造粒した場合に空気の侵入速度は湿潤帯形式時30%減少した。

しかしミキシングドラムを使用した場合は10~15%にしか過ぎなかつた。レピヤジンスキ粉砕鉱に消石灰を加えるとガスの通気度を増大するだけでなく、湿潤帯形成時の悪い影響が防がれる。その際の空気侵入速度の減少は30%にしか過ぎない。湿潤層の形成はこのように常にマイナスとして働き焼結機の生産性を下げる。凝縮水分の悪い影響を除く唯一の方法は、水分の蒸発温度(実際には60°C~70°C)まで予め焼結層を予熱することである。(満岡 正彦)

ローレス鉱に対する焼結特性の撰択

(M. BOUCRAUT, R. ROCHAS: Rev. Mét., 62 (1965) Juillet-Août, p. 631~634)

ローレス鉱の焼結には焼結鉱 t 当り 100-110kgのコークスが必要である。現在仏国では通常 30 cm 層厚で800 mm水柱の負圧で操業しているが IRSID で行なつた研究によると適当な操業条件(焼結速度、層厚)の撰択により焼結鉱製造費の少なくとも半分を占める熱消費量を減少できることが判つた。続いて工業的試験が 1964 年 6 月 10 日から 21 日迄ロンバ工場で実施され IRSID の実験結果が再確認された。

焼結機構は本質的に (1) 熱前線の移動(物理的特性) (2) 燃焼前線の移動(化学的特性)から成ることは良く知られており適当な焼結速度とは2つの前線が1つの前線として完全に一致する事が必要である。しかるに IRSID の研究によると焼結速度 V_a は、 $V_a = H/T = V_0 (\Delta P)^{0.45}/(RH)^{0.6}$ (但し H: 層の高さ, T: 焼結時間, ΔP : 鍋下負圧, V_0 : 参考速度, R: 層の単位高さ当りのガス流に対する抵抗) で定まる。しかるに R は通気度、ガスの粘性で定まる常数であり、一定の返鉱、一定の生産率では変化しない。従つて焼結速度 (H/T) は大体一定となる。また焼結時焼結鉱の顕熱は焼結層の下層に蓄積されるので焼結速度が一定なら高温になつた蓄熱層を多くできる。例えば 30 cm 層厚から 50 cm 層厚に層の高さを増せば $(1-3/5) \cdot 33\% = 13\%$ の燃料を節約できることになる。

実験の結果判明したことは (1) 工業試験と鍋試験の結果は一致した。 (2) Rombas 工場で得られた生産率は IRSID の鍋試験の結果より良かつた。これは Rombas 工場では原料温度が高く負圧も大きかつたためと思われる。 (3) 30 cm から 50 cm に負圧を増加すると生産率一定の場合には燃料は 12~13% 経済となり焼結鉱の物理的性質の改善は 20% となつた。因みにロンバ工場で行なつた実験の1例を示すと、層厚(cm) 30, 35, 40, 50, の場合におのおの生産率 (t/m²/24hr) 28.5, 29.5, 29.0, 26.5 コークス使用量 (kg/t) 112.5, 106.5 101.94 焼結鉱品質 (平均粒度 mm) 5.9, 6.2, 6.3, 7.0 となつている。50 cm 以上の層厚にすると燃料の経済性はさらに増すが排ガス温度が高くなり腐食の問題が起る。以上の条件で IRSID ではローレス鉱に対する焼結機の適正操業条件は層厚 50 cm, 生産率 20t/m²/day 負圧はガスの通気抵抗と混合原料とに関係して決めるべきであると決定された。(満岡 正彦)

— 製 鋼 —

Sharon Steel の取鍋—取鍋流滴真空脱ガス法について (L. H. WILSON & T. F. UNICK: Blast Furn. & Steel Plant, 53 (1965) 9, p. 823~832)

真空脱ガス鋼の工程を大別すると 1. 真空溶解・真空鑄造, 2. 大気溶解・溶鋼脱ガス・大気鑄造, 3. 大気溶解・脱ガス・真空または大気鑄造があるが, Sharon Steel は3番目の方法を採用した。溶鋼取鍋を、取鍋または鑄型を入れた真空容器上に設置し、溶鋼を真空中に流

下、脱ガスし取鍋あるいは鑄型内へ落下せしめる。注入終了後エジェクタを停止、窒素ガスを封入、上部の取鍋を除き内部の取鍋を取出し大気鑄造する。鑄型の場合は真空容器内で凝固せしめる。

流滴状の溶鋼は急速に脱ガスされ、さらに Si, Al, V その他の添加が行なわれる。真空系は中間コンデンサ 2 段を入れた 5 段スチームエジェクタで、タンクは 2 基、直径 17fr, 高さ 25fr, 125 t 取鍋または 100 t 鑄型まで入る。排気パイプは径 48 in, リーク用 10 in バルブおよび覗き窓がある。排気能力は 0.25 mmHg で空気 300 lb/hr である。出鋼前 30 min~1hr にタンク内に取鍋を装入し、排気を開始する。15 in Hg まで 5 段目エジェクタ、ここで第 4 段エジェクタ, 2 in Hg で第 3 段, 10 mmHg で第 2 段, 1 mmHg で第 1 段が作動し、最終真空度 100~300 μ Hg に達する。溶鋼は炉内で過熱後出鋼, 25 t/min の速度で脱ガス処理する。処理時真空度は 200~1,000 μ Hg, 所要時間は平均 13 min, 全所要時間は出鋼後鑄込終了まで約 1hr である。

脱ガス時の変化状況の一例を挙げると、温度低下は 250°F, C は 0.85% から 0.83% に, Mn は 0.40% から 0.39% に低下し, Si は 0.28 から 0.30% に増加した。ガス含有量は水素量が 6.9 ppm から 1.8 ppm に酸素 177 ppm から 57 ppm に低下, 真空度は処理直前 225 μ , 開始直後 850 μ , その後 570 μ に下つてから再び 850 μ Hg まで徐々に上昇して処理を終了した。多数の溶解について調査した結果, 脱水素率は大体 60% 程度で, 高炭素鋼ブルームを空冷しても白点を生ずることなく, 鍛造後の熱処理が非常に容易になる。真空脱ガスしたものはミクロのブローホール, 砂疵, 非金属介在物など非常に少なく, 冷圧用ロール, 航空機材料などに適している。Sharon の設備は 100 t 電炉 2 基を対象とし, 大型鑄造用鋼塊を真空鑄造するもので, 脱水素と同時に非金属介在物の除去を重要な目的とし, さらに取鍋誘導攪拌脱ガスを計画中である。真空脱ガス, 真空脱酸は圧力鑄造, 連続鑄造との併用で近い将来, 製鋼法に重要な役割を果たすであろう。(河合 重徳)

真空脱ガスについて

(T. E. PERRY: Blast Furn. & Steel Plant 53(1965) 11, p. 1017~1026)

鋼の真空脱ガスは, 1952年頃水素除去を目標に開始され, その後脱酸も対象とされるに到つた。現在行なわれている脱ガスは 3 種類の方法, 1. 流滴脱ガス, 2. 循環および吸上脱ガス, 3. 取鍋脱ガス, がある。本稿はこれらの概説および Republic の誘導攪拌取鍋脱ガスについて述べたものである。取鍋脱ガスの場合, 溶鋼の攪拌が重要で, ガス吹込, 誘導攪拌などが行なわれている。Republic では, 1958 年に検討を開始, 高級電炉鋼 (30%), 平炉鋼 (50%), ステンレス (15%) などを対象にした設備を設置することになった。炭素脱酸が十分に行なえること, 溶鋼を積極的に真空に曝すこと, 脱酸状況の内眼観察を行なえること, 熱損失を最低にすること, 処理後に合金添加, 均一化が可能などなどを重点的に考慮し, 取鍋脱ガスと電磁誘導攪拌を組合せることにした。C による脱酸は $C+O \rightarrow CO$ の反応で行なわれ, CO 分圧, 低圧下ではほぼ全圧力によりその状況が決定

される。しかし必要とする脱酸状況を得るためには, 理論値よりはるかに圧力を下げねばならぬことから目標として 100 μ Hg 以下にすることにした, 設備は 1962 年に試験操業を開始, 1 回 90 t の処理を行なう。出鋼温度は 70~100° 高く, 炉内では脱酸剤を添加しない。出鋼直後分析試料を採取, 溶鋼取鍋をタンク内に入れ蓋をした後排気を開始する。この時の C% は目標より高目で真空処理の間に 0.01~0.04% 低下する。排気時の沸騰は, 500 mmHg 位までは非常に緩慢で, 次第に激しくなり 30~10 mmHg でピークに達する。その後次第に平静化して行き, 約 10 min で 100 μ Hg 程度になる。終点は圧力曲線が数分間水平になった時である。この状態で脱酸材, 不足合金の添加を行なう。その後真空タンクより取り出し, アルゴン, 天然ガスなどの酸化防止雰囲気下で鑄込を行なう。

取鍋脱ガスの結果, 酸素含有量は約半分となり, 酸化物系介在物も同様減少する。しかし硫化物系介在物は顕著になる。窒素も半減し, 水素も大幅に減少する。機械的性質, 特に横方向の靱性が向上し, 疲労限が増大する。

脱酸状況に対しては処理真空度および真空保持時間の影響が大きく, 100 μ Hg 以下に保持した場合と 100~160 μ に保持した場合とでは明らかに介在物量に差が認められ, かつ 100 μ 以下になつてからの保持時間によつても介在物量には明らかな差が認められる。(河合 重徳)

リムド鋼の boiling と凝固の挙動に関する研究

(Eberhard SCHURMANN, et ali.: Arch. Eisenhüttenw. 36 (1965) 9, p. 619~631)

キャップした鋼塊およびしない鋼塊の 2 種類のリムド鋼塊 122 本を, 鋼種 St 34.2, St 37.2 を用いて, 18-t トーマス炉で溶製した。両種の鋼塊中 boiling の挙動の違つた 20 本の鋼塊を, 中心線で切断して, 一次気孔二次気孔, リム層, 偏析などの状態を観察した。またキャップしなかつた鋼塊について, 鑄型内での溶湯の運動状態, ガス分離の強さ, 湯面状態などを基にして, boiling の挙動を 5 段階に分け, これとリム層の状態, 鑄込み流中の鋼組成, あるいは鋼塊横断面内の偏析などとの関係を考察して次のような結論を得た。

boiling 中や凝固後のリムド鋼の種々の現象により, boiling の挙動やリム層の状態に関する規準を定性的に定めることができる凝固速度を知ることにより, 凝固の状態についての情報を得ることが出来る。リム層の顕微鏡的研究により鋼塊の気孔のない領域は烈しいガス発生下で凝固し, ガス発生が弱まつてからはじめて気孔は生ずる。

boiling の挙動とリム層の品質の間には密接な関係がありこの関係によつて, 気孔が広い範囲にわたつていないような鋼塊を得るには, どのような boiling の挙動を得るべきか定められる。

鋼中の酸素, 炭素, マンガン含有量によつて種々の boiling の挙動を説明することができる。しかし, 鋼の組成が boiling の挙動におよぼす影響はあまりはつきりとはしていない。

種々の強さの boiling を行なつた鋼塊の横断面内の偏析を観察して, 鋼塊の凝固の過程が色々と入り乱れて鋼

塊の状態が定められることが、はつきりとわかる。

(齊藤 鉄哉)

リムド鋼の凝固に関する研究

(P. NILLES, et ali.: Stahl u. Eisen 26 (1965) 17, p. 1025~1032)

リムド鋼に関する新しい知識を得るために簡単な理論式を導きそれに実際の鋼塊をあてはめて検討した。

諸研究者により元素の偏析、凝固面での脱炭速度、凝固時に炭素と反応する酸素量、凝固した鋼中での酸素平衡状態などが理論式として示されているが、これらの式よりリムド鋼の鑄込みの際のガス発生および偏析の程度を示す理論的計算方法を導いた。

実験に使用した鋼塊の大きさは 0.5 t, 8.5 t および 5.5 t である。溶製の途中段階すなわち注入流あるいは鑄型中の溶鋼から試料を採取し、途中での成分の変化をしらべるなどして理論と比較した。

結果は次の通りである。

リムド鋼が凝固する際のガス発生の強さは鋼中の炭素およびマンガン含有量に依存する。注入時および凝固初期以外においては、酸素含有量のガス発生への影響はそれほど著しくない。一般に計算によるガス発生の強さと鑄込みの際に実際に観察された挙動とはよく一致する。また、空気中の酸素はリムド鋼塊の最終組成に強い影響を与える。鑄込みの際、空気との接触が阻止された場合炭素の偏析は大きくなり、そして酸素含有量は減少する。

凝固した鑄鋼の S および P の濃度それにガス発生中の溶鋼中でのそれらの挙動を計算することは可能である。注入の際の炭素、酸素、およびマンガン含有量の偏析への影響はそれほど大きくない。

鑄込み速度が遅いと、鋼塊皮の気泡数は減少する。気泡の発生のためには、鋼相成に依存する十分なフェロスタチックな圧力が必要であり、その圧力は鑄型に依存する。(角田 方衛)

一 性 質

標準試験片とサブサイズ試験片における衝撃試験結果の相互関係 (R. C. McNicol: Welding J. 44 (1965) 9, p. 385~393)

この研究は、ノッチシャルピー衝撃値における標準サイズ試験片とサブサイズ試験片との間に存在する相互関係を明らかにするために行なわれたものである。

ノッチ感受性の判定基準として、吸収エネルギー法(衝撃試験片の幅 1 mm 当りに吸収されたエネルギーの値を kg-m で表わし、吸収エネルギー-温度曲線を求める方法)および側面拡大法(衝撃を加える前の衝撃試験片の幅に対して、これに衝撃を加えたときに生ずる破面の拡がり幅の量によつて判定する方法で、その拡がり幅の量すなわち側面拡大値を mil の単位で表わし、側面拡大値-温度曲線を求める方法)の二つの方法から延性遷移温度を調査し、標準サイズ試験片とサブサイズ試験片との間の相互関係を検討した。

供試鋼板は下記のようなそれぞれ機械的性質の異なる 4 種類の鋼板を使用した。

鋼板(A): 熱間圧延による ASTM A 283 板厚 38

mm, 降伏点 21.5kg/mm², 引張強さ 45.1kg/mm²

鋼板(B): 熱間圧延による USS TRI-TEN 高張力低合金鋼, 板厚 12.5 mm, 降伏点 39.3 kg/mm², 引張強さ 58.1kg/mm²

鋼板(C): 実験的に焼入れ焼戻しした合金鋼圧延鋼板 板厚 25 mm, 降伏点 63.3kg/mm², 引張強さ 70.4 kg/mm²

鋼板(D): USS Airsteel X-200 を熱処理したものの熱処理条件は 955°C 15 min 分間塩湯につけ室温まで空冷し、このあと炉により 371°C 30 min で間焼戻しを行ないその後空冷したものでオーステナイト化した鋼板, 板厚 22.8 mm, 降伏点 173.2kg/mm², 引張強さ 206.8kg/mm²

標準試験片の幅は 10 mm, サブサイズ試験片の幅は 15 mm, 5 mm, 2.5 mm, 1.3 mm の 4 種で、幅以外の寸法(長さ, 厚さ, 2 ミリ V ノッチ形状)は標準試験片と同一にした。試験片は、その長さがロール方向に、その幅が板厚方向に、その厚さがロール方向と直角の方向になるように採取した。その試験結果を要約すれば次の通りである。

(1) V ノッチシャルピー衝撃試験による延性遷移温度は試験片のノッチを入れた部分の幅により著しく異なり、これは単に幾何学的影響のみによる。吸収エネルギー値を温度の関数として表わした曲線は各試験片ともほとんど同じ形に表わすことができる。

(2) 衝撃試験片のノッチを入れた面の幅 1 mm 当り約 0.205 kg-m に相当する温度をグラフにより選定することによつて幅の異なるそれぞれの試験片の延性遷移温度を求めることができる。

(3) 鋼板(A)および(C)は 15 mm 幅の試験片と 10 mm 幅の試験片における延性遷移温度はほぼ同じ値であった。すなわちこのことは標準試験片における幅が最大の幅であり、これ以上幅を大にしても延性遷移温度は標準試験片における延性遷移温度と大差がないことを示している。

(4) 15 mil の側面拡大値に相当する温度をグラフから選定することによつて各々の試験片の幅に対する延性遷移温度を求めることができる。

(5) 標準試験片における側面拡大値とこれに対する吸収エネルギー値との間には鋼板の種類に関係なく直線的な相互関係にある。

(6) 5 mm~10 mm までの幅を持つ試験片では試験片の幅 1 mm 当り約 0.205 kg-m に選定したときの遷移温度と、15 mil の側面拡大値に選定したときの遷移温度との間には、大体 1:1 の相関関係が存在する。したがつてある鋼板の遷移温度を選定する場合、吸収エネルギー法か、あるいは側面拡大法かのいずれか一方が種々の幅をもつ衝撃試験片から得たデータに適用されればよい。しかしこのことがすべての鋼板に適用することができるかどうかは明らかでない。

(7) この試験に用いた 4 種類の鋼板のうち 21.1~63.3 kg/mm² の降伏点および 45.0~70.4 kg/mm² の引張強さを有す(A), (B), (C)の 3 種類の鋼板におい

ては衝撃試験片の幅を減少させると延性遷移温度は著しく減少するが、約 173 kg/mm² の降伏点を有する鋼板 (D) は試験片の幅に関係なく延性遷移温度はほとんど一定であつた。すなわち鋼板の引張強さが増大するとともにその衝撃特性における衝撃試験片の幅の影響はなくなるということが明らかになつた。

(石崎敬三, 三浦寿夫)

一分 析

アルミニウムの間接ポーラログラフ定量法

(M. E. HALL, C. T. SKOUMBOURDIS: Anal. Chem.,

38 (1966) 1, p. 64~66)

広範囲の試料に利用できる Al の間接ポーラログラフ定量法を確立した。この方法は滴下水銀電極における NO₃ イオンの還元に基づき、Al の触媒作用に基礎をおくもので、NO₃ イオンの波高は 10⁻⁴~10⁻³M の範囲において Al 含有量と直接的に比例する。

検量線はつぎのようにして作製する。

Al(NO₃)₃·9H₂O を水に溶解して 0.01M·Al とした標準液、1~5 ml を分取し、15~18 ml の 0.5M·KNO₃ 溶液をそれぞれ加える。NaOH 溶液または HNO₃ により pH を 3.8~±0.1 に調節する。溶液を 25 ml メスフラスコへ入れ、0.5M·KNO₃ 溶液を加え標線に合わせる。それぞれの溶液の一部を電解セルにとり、25±0.05 °C に調節し、室素を通す。各溶液の -1.1~-1.6 間のポーラログラムをとる。この操作により直線の検量線が得られる。

pH の影響: NO₃ の波高は pH が低い程高くなるが、

pH が低いと水素波の妨害が強くなる。pH 3.8~4.5 の間では水素の妨害はない。pH 4.6 では波高が減少し、それ以上では Al が沈殿する。よつて本法では pH 3.8 を採用した。しかし、還元電流の再現性を良好に保つには、±0.1 の範囲に調節しなければならない。

共存成分:

Table 1 に Al の波高に対するいくつかの普通の成分の影響を示したが、このほか F が妨害となり、Fe³⁺、Cr³⁺ のような陽イオンももちろん障害となる。

Cu, Fe, Mn, Ni, Mgなどを含有する亜鉛合金 NBS 試料 No. 625 に本法を適用したときは、試料分解後陰イオン交換樹脂 (Dowex 21K) を用いて、これらの金属イオンを分離したのち、ポーラログラムをとつた。この試料の Al 標準値は 3.06%、3 回の分析値の平均は 3.02%、標準偏差 ±0.11%、単独分析の 95% 信頼限界は ±0.22% である。

Table 1. 8.03×10⁻⁴M·Al 溶液の波高

添加物質	波高 (μa)
0.5M, KNO ₃ のみ	5.70
0.05M, NaClO ₃	5.67
0.028M, NaCl	5.75
0.020M, Na ₂ SO ₄	5.60
1×10 ⁻⁴ M, NaH ₂ PO ₄	0.00
1.3×10 ⁻³ M, Ba(NO ₃) ₂	5.75
1.3×10 ⁻³ M, Ca(NO ₃) ₂	5.79
1.2×10 ⁻³ M, Mg(NO ₃) ₂	5.72

(若松 茂雄)

(参考文献 1006 ページよりつづく)

石川島播磨技報 6 (1966) 28

55kg/mm² 高張力鋼の低サイクル疲労強さと切欠靱

性。一第 1 報一 栗山 良員, 他…p. 123

播磨耐火技報 (1966) 8

平炉混鉄炉の築炉設計について。

坂本 由光…p. 16

混鉄炉の築造法から見た寿命延長対策。

原 利雄…p. 25

窯炉の乾燥昇温について。

都崎 吉之助, 他…p. 30

平炉天井用煉瓦への高品位マグネシヤリンカーの使用

結果について。篠原 泰明…p. 45

低温焼成取鍋煉瓦の使用結果。広本 健…p. 57

製鋼取鍋煉瓦の比較試験について。源波 孝…p. 66

取鍋煉瓦の改善について。島崎 俊治…p. 80