

抄 録

— 原 料 —

自溶性焼結鉄の還元性の向上方法

(B. H. БЫТКИН. et alii: СТАЛЬ, No. 7 (1965)

ЧЮЛЬ, p. 577~581)

溶鉄炉操業の将来を考えると、焼結鉄の品質、とくにその還元性の向上が必要となる。十分な強度と還元性を得るには、焼結鉄組織中に、十分なカルシウムフェライトが生成する必要がある。しかるに塩基度 1.2-1.3 の範囲一高炉への石灰石の装入を完全に補える塩基度一では、カルシウムフェライトの発生は、十分でない。

もし酸化雰囲気を作り焼結プロセスの温度水準を下げるならば約 1.2 の塩基度でも焼結鉄の最終構造は、カルシウムフェライトが多くなり、焼結鉄の高度の冶金的特性を予定できる。ザポロジユスターリ工場では、150~200°C の温度の湿った蒸気を 1.5 気圧の圧力で点火炉のバーナーに与えてそのような条件を再現した。

蒸気の吹込 (200kg/hr) の場合、焼結鉄の還元性は、15個の試験の平均は、44.8% であり、蒸気の吹込のない場合には、41.8% であつた。この場合の原料組成は焼結鉄 1 t 当たりつぎの通りであつた。精鉄 310, 団鉄 542, 石灰 277, 高炉灰 45, マンガン鉄 26, コークス 80 (kg)

普通焼結鉄 (A) と試製焼結鉄 (B) (200kg/hr) 吹込の性質は下の表の通りである。この方法の応用によつて強度は減らなかつた。

さらに蒸気の吹込量を、1200kg/hr まで増大して見た。このときの原料配合はつぎの通りである。

精鉄 240, 鉄石 (I) 50, 鉄石 (II) 311, 鉄石 (III) 255, 石灰石 234, 石灰 40, 高炉ダスト 45, マンガン鉄 23 (kg)

下表より蒸気の吹込量を増すと焼結鉄の還元性は、

	普 通	蒸 気 吹 込
Fe %	46.86	46.57
FeO%	10.99	10.87
塩 基 度	1.13	1.13
還 元 性	41.8	44.8
粒 度 %		
>80 mm	25.6	24.2
80~25	14.3	13.6
25~5	45.0	47.1
5~0	15.3	15.2

44.5% から 59.1% に増加した。高炉前より 500kg のサンプルをとり18回テストを行なつたが2種の焼結鉄の強度は、指数 23.35 と 23.3 となり変らなかつた。また -5mm% は 18.3% から 16.6% と減少した。

また顕微鏡試験によると蒸気の吹込みは焼結中高温部におけるカルシウムフェライトの安定性を高め、自溶性焼結鉄のカルシウムフェライトの生成量が多くなることがわかつた。

(満岡正彦)

— 製 鉄 —

Sharon Steel の溶鉄炉への燃料吹込

(Joseph P. WALSH: Blast Furn. & Steel Plant, 53 (1965), 2, p. 143~147)

Sharon Steel Corporation には外径 23 ft の高炉 2 基があり、1962年に燃料吹込試験を行なうことが決定された。最初は付近まで配管してあり入手容易な天然ガスを用い、吹込量 0.5%, (300 cfm) で開始、吹込量を次第に増加、2% (1200 cfm) 吹込までの試験を行なつたが、明確な結論は得られなかつた。

1963年後半に油吹込試験を No. 2 溶鉄炉で行なうことになつた。熱風炉は 4 基あるが、熱風温度 1200~1250 °F で比較的低い。油吹込用設備はなるべく簡単にし、総設備費 \$ 15,000 以下で済ませた。ボイラー室の 25,000 ガロン貯蔵タンクを利用、2 in 配管 300~400 ft で炉脇へ導き、ブローパイプ内へランスで吹込むことにした。吹込は14羽口で行ない、出鉄口直上羽口では吹込を行なわなかつた。No. 2 溶鉄炉は63年11月11日吹入れ、油吹込は64年3月4日から行なつた。開始当初はランスの閉塞事故、羽口と羽口冷却部との間からの漏洩事故があつたが、これらは簡単に解決できた。吹込量は当初 300 ガロン/hr でその後増加し、4, 5 月には 500gal/hr にした。4, 5 月は熱風炉改修で熱風温度低目であつたが操作は順調で、2 月は出鉄量 1204 t/d に対し、4 月 1386 t/d, 5 月 1330 t/d であり、コークス比は 2 月 1382lb/t, 4 月 1151 lb/t, 5 月 1150 lb/t であつた。油によるコークス置換比は 70 lb/t 吹込で 3.28/1.0 である。2 月は基準月として必ずしも適当でない面もあるが、他の溶鉄炉の操業成績に比しても良好であつた。

得られた結果を説明するため、計算機による解析を試みた。これに基き操業の予測を行なえば、正確ではなく

蒸気量 kg/hr	還元性 %	焼 結 鉄 の 化 学 組 成 (%)										塩 基 度
		Fe	FeO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	Mn	P ₂ O ₅	CaS	
200	44.5	45.92	12.97	17.09	14.8	1.3	0.47	51.22	0.91	0.08	0.04	1.15
480	45.37	47.19	13.56	16.06	14.72	1.52	0.41	52.33	0.65	0.09	0.04	1.09
620	46.58	46.06	12.75	17.03	14.9	1.4	0.36	51.6	0.89	0.15	0.06	1.14
720	47.75	45.71	10.63	16.6	14.98	1.47	0.41	53.35	1.03	0.08	0.05	1.11
880	51.9	45.95	8.98	17.0	14.5	1.39	0.42	55.54	0.63	0.07	0.05	1.16
1040	57.5	46.6	12.71	16.53	14.48	1.46	0.35	52.41	0.70	0.07	0.04	1.14
1200	59.1	46.83	11.43	16.67	13.9	1.39	0.4	54.4	0.72	0.07	0.04	1.20

でも、経済的操業を行なうための指針となりうる。

鉄石原単位は、2, 4, 5月いずれも類似の値で、実績と計算値の一致も良い。石灰石量は実績にも差が大きく、計算値との差も大きい。コークス比は湿分の関係で2月は高く、計算では1300~1315 lb/t程度と想定される。油によるコークス置換比は2.0~2.25:1程度、熱風湿分は6-7grainで大体一定、火焰温度は熱風温度が低く、油吹込の影響もあり、4, 5月は低い。熱損失については実績と計算値との間の喰違いが大きく、検討を要する。

将来、熱風温度を1400~1450°Fに上げ、100lbあるいは130 lb/tの油吹込を行ない、効果を確認する予定であるが、これによりコークス比1000 lbが期待されている。(河合重徳)

— 鑄 造 —

オン ライン デジタル コンピュータの連続鑄造への応用 (R. V. ADAMS: Blast Furn. & Steel Plant, 53 (1965) 2, p. 121~126)

連続鑄造における制御上の問題は、歩留、品質、生産性の点でいよいよ重要となり、操業時の問題解決のためOn-line-digital computerの採用が考慮されている。

制御用計算機設置に伴う費用は1. 生産量の増大、2. 歩留向上、3. 品質管理、4. 直接人件費の低減、5. 間接人件費の低下、6. 原料費、修理費を低下させる操業データの収集、などにより回収される。

生産量は鑄造時溶鋼温度、操業時温度低下、注湯速度溶鋼、鑄型、冷却水の伝熱などに影響する変因により変化を生ずる。

鑄造歩留は、鑄造時破断事故、表面および内部品質、端部切捨量により影響される。したがって外来介在物のまきこみ、凝固厚さ不足、引下速度不良などを防止、適当なストランド数の検討などが必要である。

表面欠陥、ピンホールに対しては潤滑剤の量による影響が大であり、内部品質は散水冷却帯の冷却状況、内外温度差の影響が大きい。

設備の自動制御を十分に行なえば、直接員は大巾に減少可能であり、コンピュータの採用で自動制御が容易化し、事務処理関係の間接人員も低減可能である。

以上の連続鑄造の問題に関連する作業時の変化要因の数は非常に多く、計算機制御の場合にはこれらをグループに類別する。第1のグループはPerformance Variablesと呼ばれ、鑄型出口での凝固層厚さ、鑄造物温度、鑄込速度などである。第2のグループはDisturbance Variablesで出鋼時温度、移送時温度変化、タンディッシュ、ノズルライニング、鑄型壁などの摩耗による変化冷却水流速、温度などである。第3のグループは作業員が操業時に調整しうる要因でManipulated Variablesと呼ばれ、引下速度、鑄型冷却水圧力、スプレー流量、潤滑油流量、鑄型振動状況などである。第4のグループはPerformance Variablesと関連させて制御するものでIntermediate Variablesと呼ばれ、鑄造物表面温度、冷却水温度上昇、引出所要動力、ピンチロール圧力などである。

以上の要因を状況に応じモデルにより補正し、操業の

制御に利用する。

計算機制御を実用化するためにはまだ解決を要する問題があるが、すでに数多くのアイデアが提出されかつ計算機と併用すべき計装設備が開発されつつある。

(河合重徳)

— 加 工 —

ステンレス鋼の強化法としてのオースフォーミングと冷間圧延の比較

(S. FLOSEEN and G. W. TUFFNELL: Trans. Amer. Soc. Metals, 57 (1964), p. 301~308)

ステンレス鋼の強化方法にオースフォーミング法と冷間圧延法があることは広く知られているが、低炭素ステンレス鋼にはいずれの方法がより適しているかについての研究は少ない。本報告においては、15%Cr-7%Ni-0.07% C鋼について、前述の方法の優劣をしらべている。また純オーステナイトの加工硬化性をしらべるために18%Cr-12%Ni-0.02% C鋼も一部使用している。

均一化処理をした15%Cr-7%Ni鋼について、525°F(約275°C)で20~60%までオースフォーミング後-106°F(約-75°C)16hr、または室温で20~60%冷間圧延した、両試料にさらに800°F(約425°C)24hrの処理をして引張り試験を行なった。結果を以下に略記する。

60%オースフォーミング材の降伏強さは193 ksi(約136kg/mm²)であるのに対して、同じ圧延率の冷間圧延材では223 ksi(約157kg/mm²)であつた。両試料とも靱性には大差なく、伸びは標点距離2インチで3~6%である。普通、冷間圧延後400~500°Cで熱処理するといちじり硬化することが知られているが、本報告では800°F 24hr処理でも強さにほとんど影響はみられなかつた。

オースフォーミング材の強さを $\sigma_A = \Delta\sigma_{(A-525)} + \sigma_\alpha$ 、冷間圧延材の強さを $\sigma_C = \Delta\sigma_{(\alpha-70)} + \sigma_\alpha$ とすると、実験値とよく合う計算ができる。ここで $\Delta\sigma_{(A-525)}$ は525°Fでのオーステナイトの加工硬化量であり、 $\sigma_{(\alpha-70)}$ は70°Fでのマルテンサイトの加工硬化量、 σ_α はマルテンサイトの強さである。オースフォーミング材と冷間圧延材の強さの差は、主にマルテンサイトの加工硬化量が大いことに基因していると思われる。

この実験で降伏強さが低いのは、低炭素であるためと思われる。高炭素ステンレス鋼では、オースフォーミングで300 ksi(約211kg/mm²)程度の強さを得ることが知られているが、靱性や溶接性には疑問があり、オースフォーミング法は高炭素ステンレス鋼にはあまり適さないと考えられる。低炭素ステンレス鋼においても、冷間圧延で同じ程度の強さは得られた。以上のことから、強力ステンレス鋼には冷間圧延法が適していると結論できる。(河野尚孝)

— 性 質 —

0.2% C 鋼塊中の非金属介在物の分析と分布に関する追加研究 (P. H. SALMON COX & J. A. CHARLES:

J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 203(1965) 5, p. 493~499)

本実験は、75 t塩基性平炉で溶製し下注ぎした3¹/₂ t実用鋼管用鋼塊(0.2% C, 0.8% Mn, 0.2% Si)の中に

存在する非金属介在物を as-cast の状態で調査したものである。

この報告は、2部分からなっており、第I部においては、前報 (J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 201 (1963) p. 863~872) の追加報告を行ない、Ca はスラッグにのみ、K は耐火物中にのみ存在していたことから、介在物中の Ca および K を検出することによつて非金属介在物の成因を考察した。

また、第II部においては、硫化物系介在物と鋼塊のマクロ組織との関係、Whiteley によつて暗示されていた硫化物系介在物近傍の Mn 含有量の低下 (depletion)、あるいは鋼塊の位置による硫化物系介在物の鉄含有量の変化などを光学顕微鏡あるいは E.P.M.A. などを使用し、詳細に調査し、考察を行なつた。

それらの結果は次のようになる:

(1) 鋼塊の下から 1/3 の所にある高 Al_2O_3 の大きい二相シリケートは、等軸晶中央部で最初に生ずる鉄結晶の核となる。この二相シリケートと若干の単相シリケートは、色々の割合で Ca と K を含んでいる。これらは脱酸生成物とスラッグにより浸食された取り鍋耐火物との混合物である。

(2) 鋼塊中の大部分の非金属介在物は、内生介在物であり完全に外来介在物と考えられる組成のものは見られなかつた。スラッグにより浸食された取り鍋耐火物、耐火物あるいはスラッグ、とくに前者は脱酸生成物の生成核になるか、それと凝集するかして、脱酸生成物によつて希釈されている。

(3) (Mn.Fe)S と鋼塊のマクロ組織の間には密接な関係がある。

(4) 硫化物系介在物の組成は冷却時に変化し、そのために周辺の matrix の Mn 含有量の低下 (depletion) を生ずる。これは後の機械的処理や熱処理の際に重要な問題となる。
(斎藤鉄哉)

多結晶鉄における割れの発生

(G. J. McMAHON, Jr. & Morris COHEN: Acta Metallurgica., 13 (1965) 6, p. 591~604)

0.035% C および 0.007% C を含有する2種類の鉄試料を真空溶解により溶製し、フェライト中の微小割れについて引張試験を用いて研究した。前者の平均フェライト粒径は 0.32 mm (1250°C で 4hr 焼鈍)、炭化物の厚さは 3~10 μ であり、そして後者の平均粒径は 0.25 mm (925°C で 4hr 焼鈍)、炭化物の厚さは 1~3 μ である。研究手段として、(1) 内部を詳細に研究するために割れを生じた試料の表面を機械的に少しずつ研磨してゆく方法および (2) 降伏点より上で応力-歪み曲線にそつて数段階にわたり引張試験を中断して表面レプリカをとる方法を用いた。なお、試験機にかけの前に試験片を過塩素酸+氷酢酸電解液により電解研磨を施した。試験温度は室温から -195°C の間である。

結果を要約するとつぎのようになる。

1. 炭化物の割れはそれに隣接するフェライトの塑性変形による。試験温度が十分に低い場合、割れた炭化物に隣接したフェライト中に微小割れが生ずる。しかし、そのフェライト中にすべりや双晶が生ずると微小割れは発生しない。

2. 微小割れの量は試験温度の降下および炭化物の厚さの増加とともに増大する。

3. 微小割れは変形量の増大とともに拡大するが、これは結晶粒界あるいはすでに存在している双晶および割れの先端で生じた滑り帯あるいは双晶により阻止される。

4. 微小割れの大部分は炭化物割れより発生している。この実験条件では双晶あるいはすべりの交差は割れの発生の重要な原因とはなっていない。

5. ほとんどの微小割れは歪み硬化域で生じ、そして破断にいたるまでにつぎつぎと新しい割れが発生する。伝播を阻止された割れの巾は変形量の増加とともに増大する。割れの長さは一般に応力が大きい場合のほうが長い。
(角田方衛)

— そ の 他 —

抵抗溶接鋼管の非破壊検査

(R. N. CRESSMAN: Blast Furn. & Steel Plant, 53 (1965) 2, p. 148~153)

本稿は抵抗溶接鋼管溶接部非破壊検査法につき、Bethlehem Steel で行なつた検討の結果を述べたものである。現在用いられる欠陥検査法には、磁粉探傷、超音波探傷、渦電流あるいは漏洩磁束探傷などがある。磁粉探傷は長年にわたり利用されてきたが、最近はこの方法に変わりつつある。超音波探傷にはパルスエコー法が用いられ、パイプの場合はパルスを壁から斜方向に入射する斜角探傷が行なわれる。渦電流探傷は欠陥部における抵抗変化を検出するものであり、漏洩磁束法は磁粉探傷類似のもので、欠陥により生ずる磁束分布の乱れ、漏洩磁束により検出する。Bethlehem では 1957 年に磁粉探傷を採用、1960年に超音波、電磁気探傷の検討を開始した。

超音波探傷の問題点は、探傷子の取付方法およびその選択である。取付方法は3種類考えられるが、高感度、角度が正確に維持可能、取扱、交換が容易であることから、floating wedge 法が優れており、発振子には共振周波数 2.25MC の metaniobate を使用することにした。溶接部片側からのみの探傷では、方向が不適で検出できぬ欠陥を生ずるため、両側から同時に探傷する装置を開発した。Sparrow Point で実用試験し、検出力は非常に良好であつたが、1. 偽信号を生ずる、2. 間隙を一定にすることが困難で、感度が変動する。3. 温度の高い場合があるなどの欠陥があつた。

渦流探傷は当初大径管には使えなかつたが、定速で送れば良好な結果が得られることからパイプ移送装置を考慮した漏洩磁束、渦流探傷兼用の設備を作製した。実験室的検討で、1. 増幅回路、2. 周波数、3. 探傷コイル、4. コイル取付、5. 飽和磁気レベルなどの重要因子が明らかになつた。

漏洩磁束法では内外面の欠陥を同感度で検出できるがラインスピード、磁場強さの変化による影響が認められ渦流探傷に重点がおかれ、トランジスタ式設備を試作した。現場実用試験は63年12月に 2~6 in ϕ 、64年6月に 4~16 in ϕ ものを設置、実施中であるが、内外面のクラック、非溶着部、ピンホールなどの欠陥が検出可能である。現在までに明かになつたところでは、2~6 in ϕ 、肉厚 0.30 in 程度のパイプに対しては渦流探傷が好ましく、感度も非常に高く、誤信号も少ない。しかしこれ以上 16 in ϕ 、肉厚 0.50 in 程度のものについては明確な結論が出せず、超音波探傷、渦流探傷の比較が進行中である。
(河合重徳)