

抄

録

—原料—

予備焼成原料を配合した鉄鉱石ペレットについて

(W. WENZEL, et al.: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 16, p. 933~938)

予備焼成原料の配合によりペレット品質の改良を試みる実験を行なった。原料としては代表的な鉄鉱石 5 銘柄と、酸化鉄試薬を用い、1000°C から 1300°C まで 50°C 間隔でペレットの焼成を行なった。結果の概要は以下のとおりである。

(1) 予備処理原料を添加し、ペレット強度を改良した：ペレットの原料に返鉱を加えると、耐圧、タンブラー強度が著しく向上した。各銘柄とも、返鉱の量が多いほど、大体、強度は高くなる。返鉱配合ペレットでは、普通ペレットに比べ、同一の耐圧強度を得るのに焼成温度は 100°C 以上低くて良く、原料破碎粒度もかなり緩和された。添加物として予備還元返鉱を用いて、普通返鉱以上に効果のあることも判明した。

(2) 外殻ペレットの製造により返鉱量を減少される：より少量の返鉱で、より大きな効果を得るため、ペレットの外側にのみ返鉱を多量に配合した作つた固い、弾性のある外殻と軟い芯とからなる 2 重ペレットとした。同量の返鉱を全体に均一配合したペレットよりかなり高い強度が得られた。

(3) 還元過程でのペレットの挙動：普通ペレットの還元率が 50~80% の範囲では強度がかなり低下するが、返鉱配合ペレットでは相対的にそれより 50 kg/pellet 以上高い強度で推移するという結果が得られ、炉内性状の向上が期待される。

(4) 以上のペレットにおける結合機構についての検討：返鉱が核を作り、微粉鉄石の焼結を促進する。この焼結は、900~1200°C では強度に好ましい組織粒度を実現するが、それ以上の高温では粒状化が進み過ぎ、強度の著しい低下をもたらす。予備還元した返鉱はさらに効果的であることも判明した。ここでは、以上の粒状化を促進する結晶化の機構などについて、豊富なデータをもとに、詳細な検討を加えている。(宮本明)

還元過程におけるペレットの性状の変化

(H. SCHENEK, et al.: Stahl. u. Eisen, 87(1967) 18, p. 1065~1070)

Carol Lake, Marcona (工業生産のもの) および Labrador 2 種 (実験室で製造したもの) の計 4 種類のペレットを試料として、 H_2 および CO を用いて、還元試験を行ない、還元率の上昇に伴う試料の容積、気孔、2 価の Fe% および圧潰強度の変化を調べた。試験結果を要約すると、

1. 還元率と時間との曲線は、試料の最初の気孔率と関係があり、また還元温度が下ると、還元は遅くなる。
2. 測定したペレットはすべて還元率がかなり高くなるまで容積が増加し、その最高値はほかの実験者によ

る緻密な酸化鉄試料の場合よりも高い還元率のほうに移行し、その高さは還元温度が高いほど増加する。還元の末期にはいずれのペレットも収縮するが、CO 還元の場合が著しい。

3. 気孔率は、700~900°C の還元温度では直線的に増加し、また還元率が高くなると H_2 還元の場合にはなおわずかに増加するが、CO 還元の場合には還元時間が長い場合鉄の層が焼結することによりむしろ減少する。500°C で還元すると、Wüstite 相が出ないので、気孔率は、還元の初期は増加し、Magnetite 領域ではあまり変化せず、Fe への還元にさいして再び増大する。

4. 気孔率の分布について調べたところ、還元率および還元温度によつて、種々に変化した。

5. 圧潰強度をすべてのペレットについて調べた結果、900°C で約 40% 還元時における圧潰強度の低下と、2 価の Fe の増加とがよく一致していた。Carol Lake のごとく気孔率の高いペレットや還元温度が低い場合には、圧潰強度の最低値は Hematite が Magnetite に変態する還元率(約 15%) の低いほうへ移動する。500°C での還元においては、Wüstite 相が出ないので、還元率 40% 前後の Magnetite が多い領域で、圧潰強度が上昇している。(山田幸夫)

—製鉄—

電気的アナログモデルを用いた溶鉱炉床と基礎のサラマンダー形成、温度分布および熱流

(J. van LAAR and N. van SANTEN: J. Iron Steel Inst., 205 (1967) 9, p. 941~946)

熱伝達の問題に電気的なアナログ法を用いることは、良く知られている技法である。特に定常状態については簡単で安価かつ迅速方法である。

1956 年に PASCHKIS は、サラマンダーの形成と温度との間の関係を含む異なる種類の炉床建設の研究結果についての論文を発表している。著者はその研究で用いられた理論に基づいて研究を行なったが、そこで用いられている仮定や物質定数は、いくらか異なっている。

本実験はモデルデータと比較して、実際のサラマンダー形成、温度分布および熱流について行なわれた。全カーボン炉床とセラミックの炉のパッドで建設した開放および密閉炉の試験と共に、異なつた設計についても研究されている。炉床でのサラマンダー形成と温度分布に与える電極黒鉛の高伝導冷却板の影響が、空冷の影響と同様に研究されている。

炉床の直径が 28 ft の現存する高炉について、電気的アナログモデルで考察を行なった。モデル中でのサラマンダーの深さ、温度分布および熱流が、実際の場合と一致することが見出された。この技法と用いられた仮定は、新しく建設される異なつた設計の 33 ft の炉に対して適応された。この研究結果およびほかの大きな炉で得られた経験から、この新しい炉に対しては、空冷で電極

黒鉛層を有する全カーボン炉床が選ばれた。この組み合わせで、一様でなく摩耗した炉床では、小さなサラマンダーおよび良好な熱流の広がり期待されている。そしてこの方法は将来は非定常状態に対しても研究されるであろう。またこの研究は特に新しい高炉の設計のために行なわれたのではあるが、現存する炉の修復に対しても情報を与えることができることが認められている。

(海老沢勉)

ヴェスタイトの一酸化炭素還元による促進剤

(S. E. KHALAFALLA and P. L. WESTON: Trans. AIME, 239 (1967) 15, p. 1494~1498)

酸化鉄の還元速度におよぼす添加物あるいは不純物に関する文献は非常に少なくこれまでに EDSTRÖM および WOOD らは酸化鉄にカルシウム化合物や炭酸ナトリウムを添加することによって還元速度を増加させると述べている。

また SCHENCK および STRANGWAY らはこの原因として添加物の存在に伴う気孔の変化や物理的性質に依存すると報告している。

ここで著者らはアルカリ金属 Li, Na, K, Ce およびアルカリ土類金属 Be, Mg, Ca, Sr, Br などの添加物の効果やその原因を知るために次のような実験を行なった。

すなわちヘマタイトより作成したヴェスタイトペレットにこれらの金属を酸化物あるいは水酸化物の形で 0.69 at% 添加し 1000°C で 100%CO ガスを使用して還元した。

その結果は主に次のような内容である。

これらの金属添加物はいずれも何も添加しない時よりもヴェスタイトの還元速度を促進させ同じ原子価を持つ金属においてイオン半径が大きいものほど還元速度を増加させることがわかった。

すなわちアルカリ金属 (+1 価) において Ce, K, Na, Li の順序に又アルカリ土類金属 (+2 価) においては Ba, Sr, Ca, Mg, Be の順序に還元速度が大きいことがわかった。

さらに添加物のイオン半径に対するヴェスタイトの還元速度の増加パーセントをプロットすることによって同じ原子価を持つ金属に対して直線的関係を示した。

この勾配が +2 価の原子は +1 価の原子の約 2 倍となつた。

言いかえればアルカリ土類金属はアルカリ金属よりも還元速度を約 2 倍も促進させることになる。

また同じ添加物において濃度が増加するにしたがつて還元速度を促進させるが、それには範囲があり、ある最大値に達した後は逆に濃度が増加しても還元速度は減少する。

K においては濃度が 0.69 at% のときが、また Ca においては 2 at% のときが還元速度を最大にさせることがわかった。

以上この結果が欠陥格子による Volkenstein の理論によつて説明されると述べている。(川崎正洋)

— 製 鋼 —

溶鉄の窒素溶解度活量および活量係数におよぼす添加

元素の効果の比較

(E. SCHÜRMANN and H. D. KUNZE: Arch. Eisenhüttenw., 38 (1967) 8, p. 585~594)

溶鉄中の窒素溶解度に関して、これまで多くの研究がなされてきたが、必ずしもそれらは一致していない。

そこで著者らは従来までになされてきた窒素溶解度におよぼす合金元素の影響を詳しく検討し、新しい関数としてそれらを表わした。

1600°C における純鉄中の最も確からしい窒素溶解度を 440 ppm とした。また合金元素の基準として C 元素を選び、窒素溶解度におよぼすほかの元素の作用を平衡 C 当量で表わし次のごとく定義した。

$$C_{N,T}^{(X)} = \left(\frac{\%[C]}{\%[X]} \right) \%[NX] = \text{const}; a_{[N]} = \text{const}$$

したがって

$$C_{N,T}^{(X)} = \left(\frac{\%[C]}{\%[X]} \right) \log f_N^{X_1} = \text{const}$$

よつて合金元素 X_1 の濃度と平衡 C 濃度との関係は次のごとくなる。

$$\%[X_1] \cdot C_{N,T}^{(X)} = \%[C] \cdot C_{N,T}^{(X)}$$

従来までに研究されてきた合金元素, C, B, Si, P, S, As, Sb, Co, Sn, Cu, Ti, Zr, V, Nb, Cr, Ta, Mn, Mo, W, Se, Al, O などの溶解度曲線から C 当量 $C_{N,T}^{(X)}$ を求め、平衡 C 濃度 $\%[C]_{N,T}^{(X)}$ と窒素溶解度との関係を求めると、窒素溶解度を減少させる元素に関しては

$$\log f_N^{X_1} = 0.123 \times (\%[C]_{N,T}^{(X)}) \\ (0 \sim +2.0\% (C)_{N,T}^{(X)})$$

または

$$\log f_N^{X_1} = 0.151 \times (\%[C]_{N,T}^{(X)}) \\ (+2.0 \sim +6.0\% (C)_{N,T}^{(X)})$$

なる関係式が得られた。

窒素溶解度を増加させる元素に関しては

$$\log f_N^{X_1} = 0.123 \times (\%[C]_{N,T}^{(X)}) \\ (-3.0 \sim 0\% (C)_{N,T}^{(X)})$$

または

$$\log f_N^{X_1} = 0.090 \times (\%[C]_{N,T}^{(X)}) - 1.000 \\ (-3.0 \sim -12.0\% (C)_{N,T}^{(X)})$$

なる関係式が得られた。

(津田正臣)

還元ペレットの連続装入による電気炉製鋼

(J. B. SIBAKIN, P. H. HOOKINGS and G. A. ROEDER: Blast Furn. Steel Pl., 55 (1967) 9, p. 816~829)

Edmonton Alberta の Stelco's Premier 工場で、SL/RN 海綿鉄の溶解試験を行なった。海綿鉄 30% 以上配合した場合、溶着・棚吊などにより操業に悪化をきたした。そのため海綿鉄を高割合配合するために、海綿鉄を連続的に装入することが決定された。装入方法は 25~30 t 貯蔵バケットからバケット・エレベーター→気送パイプを通り炉蓋上にあけた穴から装入される。炉上パイプの径は 4" で 3 本のパイプで、3 カ所より装入される。

還元ペレット (海綿鉄) を連続装入する操業法は、便宜上高装入配合 (50~100%)、低装入配合 (15~50%)、全配合 (100%) に分けて調査した。高装入配合法においては、原料中 [S][P] は低いし、連続装入中に溶解と同時に精錬を行なえるので、溶け落ちるやいなや合金

元素が添加されて出鋼される。低配合法においても、スラグ塩基度を上げることにより $[P][S]$ を下げ、精錬期を短くできる。全配合 (100%) では、棚吊・落着がしばしば起こるので前チャージの 15~25% を炉中に残しておくことにより良好な溶解状態を得る。この場合炉耐火物の補修が必要なために 3~6 チャージおきに炉を空にせねばならない。

以上いずれの連続装入においても、理想的な状態は鋼浴が 2850~2900°F になったときに得られる。また海綿鉄の残存酸素量が 0.6~1.2% のときに良好なボーリングが起こり、熱上り、精錬に対して、良い結果が得られる。本調査の結果、今までの全スクラップ法 heat time 180 min が、連続装入法により、128 min に短縮され、heat time のバラツキもかなり減少する。電力原単位は全スクラップ法 575 kW/t of 製出鋼に対し、低配合 508、高配合 555 に低下する。さらに電極消耗率、耐火物寿命にも良好な影響を与え、生産性の増加と合わせて、経済的 merit が高まる。

このように連続装入法は直接還元キルンと合わせて、従来の高炉-L. D. 転炉の結びつきよりも、資本や操業コストを含めて、鋼を安く製造できることが判明した。

(堀口義弘)

Great Lakes における塩基性酸素製鋼法の進歩

(R. HEATON: J. Metals, 19 (1967) 9, pp. 55~57)

塩基性酸素製鋼法の近年の発展進歩には著しいものがある。1 チャージの溶解時間は平均 40~45 min、酸素吹止めから出鋼までの時間が 5~10 min と短縮されるにつれ、装入材料のコントロール、迅速にして正確なサンプリング法、分析などが非常に重要になってくる。

本報では Great Lakes Steel Co. において行なわれた製鋼操業および品質改良について、高炉スラグの混入問題、溶銑中マンガ量コントロールの必要性、密閉型熱電対の使用および迅速炭素分析装置について述べている。

塩基性酸素製鋼法において終点炭素量と温度に影響する因子として、溶銑とともに炉内に入る高炉スラグがある。たとえばアルミナについてみると、装入材料中には 0.49% Al_2O_3 であったものが鋼スラグ中には 2.0% Al_2O_3 を示し、明らかに高炉スラグから 1.51% も入っていることがわかり、硫黄含量も増加している。このように高炉スラグの混入は、鋼中硫黄量、終点温度などに重大な影響をおよぼすためできるだけ避けるように努めねばならない。

低マンガ溶銑の使用は溶銑温度を高くし、マンガ残留量を低下するが鋼中の N_2 量を高くする。

吹錬時の鋼浴温度を測定するために炉内に密閉型熱電対を装入し、測定に最も適した場所としてランスと炉壁の中央を定めた。鋼屑 40% 装入の場合に酸素吹止め 1 min 前の鋼浴温度は 2910°F であった。

炭素分析法も新しい方法が用いられている。これは鉄—炭素系の冷却曲線の液相線温度変化から炭素量を定めるものである。用いる熱電対は白金—白金 10% ロジウム線であつて冷却曲線は 2600~2800°F の領域にわたっている。精度は低炭素鋼のほうがすぐれており、特に 0.09%C 以下の場合に良い。

以上述べたような方法を用いることにより、酸素吹止めから出鋼までの所要時間を減少するのに役立っている。(渡辺靖夫)

アルミニウムの鋳型添加によるアルミキルド鋼の生産

(K. F. BEHRENS and R. HAMMER: J. Metals, 19 (1967) 9, p. 60~63)

アルミキルド鋼板はその冷間加工性がすぐれていること、時効性がないことなどに特長がある。しかし、取鍋でアルミ添加したキルド鋼塊から造った鋼板表面にはスキンラミネーションが生じるためにあまり好ましい材料とはいえない。

そこで脱酸方法を改良して圧延に適した鋼材を造ることに成功したので、本報において述べてある。この新しい方法とは、まず溶鋼を未脱酸のままホットトップの下まで鋳込み、そのまま 2~3 min 間鋳込みを中断する。この中断している間に次のインゴットに鋳込み、再び最初の鋳型にもどつてホットトップの上部まで溶鋼を満たし、そのときに同時に溶鋼流にアルミニウムを添加する。

この方法によると鋳込み流の圧力と、最初に注入した溶鋼のリミング作用による溶鋼の下方への動きによつてアルミニウムは均一に分布し、その含有量を正確にコントロールできるようになった。アルミ添加量は鋼 1 t 当たり約 1 kg である。また生じるリム層の厚さは 25~35 mm である。このようにして造つてスラグは取鍋キルドしたスラブと異なりほとんどスカーフイングの必要がない。

鋼板の組織検査の結果、新しい方法による冷間圧延板のスキンラミネーション量は取鍋脱酸鋼の約 20% に減少することがわかった。リムド鋼と異なりこの方法で造った鋼板では、 FeO 、 SiO_2 および時として $Al-Fe$ 合金がリム層とキルド部との境界に存在する。そこで表面性状の良好な鋼板を得るにはできるだけ健全なリム層をなるべく厚く形成させることが重要となる。

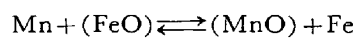
すでに 700,000 t 以上のインゴットがこの方法により生産され、良い結果が得られている。(渡辺靖夫)

酸性平炉製鋼法における脱酸および合金元素の歩留り

(J. W. LINHART: J. Metals, 19 (1967) 9, p. 88~91)

酸性平炉製鋼における脱酸法および Mn 、 Si 、 Cr などの合金元素の歩留りについて報告している。酸性溶解法ではスラグの粘性が重要な問題となり、鉄酸化物や珪酸の含有量、鋼浴温度などに影響する。また溶鋼中の炭素量も酸素量や合金元素の歩留りを左右するため重要である。

上記合金元素のうちでも特に Mn 量のコントロールが困難で、炭素量、スラグ粘性、浴の深さ、添加時期、添加量および脱酸剤の種類などによつて決まる。スラグ—メタル界面反応よりマンガと鉄酸化物との反応を考えると



となり、平衡定数 K_{eq} は

$$K_{eq} = (MnO)/(FeO) \times \%Mn$$

となる。 $(MnO)/(FeO)$ と残留 Mn 量の間には直線関係が得られ、1600°C において $K_{eq} = 10.0$ 、 $\Delta F = -RT \ln K = -8570 \text{ cal/mol}$ となる。

Mn の歩留りはスラグの粘性が増すと減少し、炭素量の逆数と直線関係が認められ、次式が得られた。

$$\%Mn = -5.118/\%C + 84.8$$

炭素量 2.0~2.2 の高炭素の場合、溶解量によつて Mn 歩留りは多少異なり、スラグ粘性の増加とともに歩留りは減少するが、溶解量の多いほうが歩留りは良い。

Si, Cr の場合、溶解量の差、鋼浴の深さなどは歩留りにはほとんど影響しないが、スラグの粘性が変化すると歩留りも 75~95% の間で変化する。また、Si, Cr の歩留りは温度が高ければそれだけよい値を示す。すなわち、精錬末期の鋼浴温度が高い時期に添加すれば Cr も Si も歩留りは 100% 近く得られることがわかつた。

(渡辺靖夫)

酸素製鋼法における脱炭反応機構について

(J. SZEKELY and M. R. TODD: Trans. AIME, 239 (1967) 10, p. 1664~1666)

近年、製鋼過程における脱炭機構について多くの検討が行なわれている。一般に用いられているモデルとしては、任意の点で核生成した CO 気泡の表面で炭素と酸素が反応し、その後鋼浴内を上昇していくとするものである。これは平炉製鋼における機構をあらわすには適しているが、酸素製鋼法における脱炭モデルとしては次の 2 点で不十分である。すなわち 1) 単位鋼浴面積当たりの酸化速度が非常に大きい場合、2) 炭素濃度におよぼす酸化速度の影響を示す曲線が定まつていないことである。

そこで脱炭機構として、スラグ-メタル界面近傍における CO 気泡と溶鉄-溶融鉄酸化物のエマルジョン間の反応を考えることにする。そして炭素と酸素の同時拡散が生じているとし、その拡散距離は炭素の方が長いとする。このように考えるとエマルジョンの形態によって炭素の拡散が全体の律速となることがわかる。

数式化するためのモデルとして溶鉄、鉄酸化物、CO 気相からなる 3 相領域を考える。炭素と酸素の反応は気体-金属界面で起こる。酸素は x 方向に、炭素は y 方向に拡散を行ないこの界面に達するとし、拡散は定常状態であり、横方向の拡散がないと仮定すると、次式が成り立つ。

$$D_C \frac{d^2 C_C}{dy^2} + \frac{\gamma}{a} D_O \frac{dC_O}{dx} = 0$$

$$D_O \frac{d^2 C_O}{dx^2} = 0$$

a は鉄酸化物と気相間の距離、 γ は 16/12 である。

この式に境界条件を与えてやると、geometric factor Fg によつて臨界濃度 C_C が定まることがわかる。すなわち鉄-鉄酸化物-CO 気相の 3 相間の配位によつて、炭素の拡散が律速となる炭素濃度範囲が決まることがわかる。

(渡辺靖夫)

—加工—

連铸スラブの加工性に関する研究

(W. ENGELMANN et al.: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 17, p. 1020~1030)

本研究は連铸ブルームの鑄造組織が圧延加工度の増加に伴つてどのように変化し、その結果表層部、中間層、

軸心部の加工方向、直角方向の機械的性質がどのように変わるかを調査した結果について記述し、さらに振動装置を利用したダイス加工、落下鍛造による製品各部の性状および継目なし鋼管製造に対する適用、欠点の改善法などについても言及している。連铸スラブの圧延試験に使用した材料は St50 級鋼で 160×160 mm の粗角を最終 62 mm 径まで圧延した。圧延始めの加工度の低い時点では外表層部の変形のみが認められ次第に中間層、軸心部と加工の影響が現われてくる。加工度 2.8 に達すると始めて軸心部に初期のバンドストラクチャーが認められ未圧着のパイプは消失する。加工度 3.9 に増加すると、中心部にも微細なバンドストラクチャーが現われ表層部では圧延方向に対する中間層の方向化が始まる。加工度 6.5 になるとほぼ完全な圧延組織を呈するがわずかに中間層に不完全な境界鑄造組織が残っている。加工度 8.5 以上で完全な圧延組織が保証される。表層部の機械的性質は実質的に一定しており伸びおよび降伏点は加工度 1.5 まで増加しそれ以後はほぼ一定値となる。絞りは加工度 3.5 で最大を示す。中間層における傾向もほぼ同様の経過をたどる。軸心部の機械的性質は加工度 2.5 以上で均一化を示し、加工度 4 以上では一定となる。ノッチシャルピー値は加工度 8.5 以下ではパラッキが非常に大きい。加工度 18 以後では組織は全く均一なせん維状となり割れに対する抵抗性も良好である。以上の研究結果から従来種々の目的と要求に対し、加工度 3~4 の圧延で十分とする考え方は再考慮する必要があり、中高度の荷重を受ける部品に対しては、少なくとも 6~10 の加工度が必要であり最もシビアな要求に対しては 10~15 の加工度が必要である。しかしこれでも加工度 18 で到達する完全な圧延材に比べて疲労強度がやや劣る。

(桐林武彦)

—性質—

オーステナイト鋼における σ 相の析出

(P. A. BLENKINSON and J. NUTTING: J. Iron Steel Inst., 205 (1967) 9, p. 953~958)

AISI316L 型鋼における σ 相の析出挙動を主として透過電顕法を用いて検討した。本研究では σ 相析出の初期段階について、1) σ 相の核発生と成長の挙動、とくに $M_{23}C_6$ を核として σ 相の核発生の有無、2) 溶体化処理温度の影響、3) 冷間加工の影響、の 3 点を重点的に検討した。試料は 1100~1300°C で溶体化処理を行ない、600~850°C で時効処理を与えた。

σ 相は γ 相の結晶粒界に直接析出し、その析出速度は 700°C でもつとも著しい。また、この σ 相の核発生は $M_{23}C_6$ の析出とは無関係で、 $M_{23}C_6$ を核として σ 相が核発生する現象は認められない。むしろ、高温 (750°C 以上) では $M_{23}C_6$ は σ 相より早期に析出し、 σ 相の析出を促進する素地中の元素濃度を低下することにより、 σ 相の析出を抑制する作用がある。また、 σ 相の析出は溶体化処理温度が低いほど抑制される。この現象は、溶体化処理温度が低いほど残留炭化物は多く、その炭化物が時効中に成長し、 σ 相の析出を抑制するためである。

時効処理を行なう前に冷間加工を与えると、粒内での σ 相の析出は著しく促進され、逆に粒界での析出は抑制

される。σ相は粒内ではおもにε相と変形双晶上に核発生する。σ相とε相の間には次の方位関係がある。

$$(001)_\sigma // (0001)_\epsilon, [\bar{1}10]_\sigma // [\bar{1}2\bar{1}0]_\epsilon$$

この鋼種では5%以上の冷間加工を与えた際にε相が発生する。したがって、σ相の析出を促進するためには、一定量以上の冷間加工を与えることが必要であり、この冷間加工率は鋼の積層欠陥エネルギーに依存する。また、一般に加工度が大きいほどσ相の核発生は促進される。しかし、再結晶が生じると、粒内でのσ相の成長は抑制される。

(河部義邦)

軟鋼における切欠き脆性に対する歪の影響

(J. F. KNOTT: J. Iron Steel Inst., 205 (1967) 9, p. 966~969)

各切欠き試験片を用い、脆性破壊に対する焼鈍、予歪、歪時効の影響を論じている。供試材として、化学組成 A: 0.07C, 0.33Mn, 0.053S, 0.049P, 0.021N, B: 0.06C, 0.24Mn, 0.01S, 0.003P であり、Aは一辺0.5 inchの角棒で深さ1/6 inch, ルート径0.01 inchの45°Vノッチを施こしてあり、1000°Cで6hr焼鈍し、直径0.075 mmの均一粒とした後機械加工されたものであり、一方Bはノッチ角度60°で機械加工後950°C6hr焼鈍し、直径0.07 mmの均一粒としたものである。

焼鈍した、あるいは均一な予歪を受けた棒を機械加工したAの切欠き試片で破壊がもとの降伏点と全く同じとなる時の温度 T_{GY} を比較し、その温度での降伏応力 σ_Y 、および局部破壊応力 σ_F を測定することにより、脆性破壊に対する均一予歪の影響が試験され、時効がなくても均一予歪によつて実質的に脆化することが明らかとなった。また切欠きをした後200°Cで30minの時効処理を施すと、はるかに脆化され、 T_{GY} は8%および16%の予歪に対して0°Cから95°Cまで増加する。これら脆化効果に対する考察はスベリ境界面の理論を導入して説明されており、 σ_F は8%、16%の予歪に対し約1.4 t/inch²増加する。

45°Vノッチと60°Vノッチとでは顕著な差はみられなかった。試片Bでは温度-荷重、および-25°Cでの予歪の影響を試験し、-25°C前後で破壊荷重曲線に大きなドロップのあることがわかった。使用中の鋼に対する脆性破壊機構は本質的に普通降伏応力以下の破壊防止に関連しており、そしてこの観点から鋼の切欠きまたはクラックに対する破壊抵抗値を評価すべきである。けれども歪および歪時効による脆化の影響は、壁開破壊に対する限界引張り応力の関係で説明され、それらはこの局部破壊抵抗値の低下によつてある一定温度で破壊現象として現われる。

均一予歪は不均一予歪よりも脆化に与える影響が大きく、時効はすべての場合においてはなほ決定的な影響を持つている。

(宮本章)

—物理冶金—

Tiを含有するオーステナイトステンレス鋼における析出挙動

(L. K. SINGHAL and J. W. MARTIN: J. Iron Steel Inst., 205 (1967) 9, p. 947~952)

1.34%のTiを含有する20Cr-25Ni鋼において、

750°Cで最高2500hrまでの時効を与え、金属間化合物および炭化物の析出挙動を追究した。本研究は薄膜の透過電顕法によつて微細組織の変化を、(1)生地への析出、(2)双晶界面への析出、(3)粒界近傍への析出、の3つに分類し、検討したものである。試料は1150°Cで溶体化処理を行なつた。

生地には γ' 相(ordered fcc, Ni_3Ti)と η 相(cph Ni_3Ti)とが析出する。 γ' 相は素地と整合に、まず球状に析出し、ついで立方体状に成長する。時効時間が進行し素地との整合性が消失すると、デンドライト状に成長する。この現象は立方体状 γ' 相の対角線方向に成長していくためである。1000hr以上の長時間の時効処理を行なうと η 相が析出する。この η 相は γ' 相上の(111)面上にそつて核発生する。

双晶界面への析出は生地への析出とほぼ同様な傾向を示す。ただ、整合な双晶界面の近傍では γ' 相の析出がない領域(denuded zone)が存在する。したがって、整合は双晶界面は、焼入れに際し、空孔のsinkとして作用するものと考えられる。

粒界近傍では $(\text{CrFe})_{23}\text{C}_6$ 、TiC、 γ' 相、 η 相およびσ相が析出する。まず、粒界上に $(\text{CrFe})_{23}\text{C}_6$ が析出し、時効時間とともにTiCに置換される。しかし、さらに長時間時効を行なうと、このTiCは再固溶する。粒界近傍においても、整合双晶の界面と同様に、 γ' 相の析出がない領域が形成される。しかし、TiCの再固溶が生じると、この領域に“2次的”な γ' 相の析出が生じる。この現象は、TiCが再固溶することにより溶質元素と空孔との結合が発生するためである。また、 η 相の粒界反応型析出が生じる。さらに長時間時効するとσ相も析出する。このσ相の析出はTiがTiC、 Ni_3Ti として析出し、相対的に素地中のCr濃度を高めるためである。

(河部義邦)

—その他—

未来の製鉄用エネルギー源

(W. C. De SIEGHARDT, H. E. HARRIS and C. S. FINNEY: Blast Furn. Steel Pl., 55 (1967) 9, p. 809~815)

過去10年間に、ペレットの使用、燃料の吹込み、高温送風、高圧操業、酸素富化、調湿操業などの採用により急速に高炉の生産性は上昇し、コークス比は減少している。そして高炉の大きさが大きくなる割合以上に、上記操業の採用が高炉の効率を高めている。

今後10年間に粗鋼の生産量は増加するであろうが、大きな高炉の炉床半径および容量の増加が、次の10年間の新しい高炉の特徴となり、その時の高炉の平均出鉄量は4000 tに達しているであろう。そしてコークス比が250~300 kg/tの炉が現われているであろう。このようにコークス比が減少しつつけるにもかかわらず、全コークス消費量は、今日必要とされている量よりもはるかに多くなり、しかもそのコークスは強度が高く、かつより小さなものが用いられるであろう。

しかしコークスは高価なエネルギー源であるため、より安い代用燃料が羽口から吹込まれている。しかし現在の装置でそれらの燃料を吹込みるか否かが問題となり、石炭は最もコークスの節約になるにもかかわらず、その

物理的性質のため液体燃料より高価な吹込み装置を必要とする。それゆえ天然ガスや石油が高価であるにもかかわらず、1966～1975年の前半には、それらが代用燃料として広く用いられるであろう。そしてその後半には固体燃料吹込み装置の改良により、石炭が広く用いられるようになる。また電氣的エネルギーの使用も考えられる。このようにも当たりの鉄の生産に必要なコークス量は

減少するであろうが、工業の発達はより多くの石炭やコークスを必要とするようになり、各々の国の経済的観点により石油や天然ガスにより補充されるであろう。

しかしコークスは高炉での最も重要なエネルギー源であることは変わりなく、1975年には、オーストラリア、ソ連、中共および米国が、コークス用石炭の主なる輸出国であろう。
(海老沢勉)

資料室だより

“訪ソ日本鉄鋼協会学術使節団” 資料について

昭和42年5月11日より5月27日までモスクワでソ連学士院化学部会主催の「冶金工程の物理化学的原理」を、テーマとしたシンポジウムが開催された。日本鉄鋼協会は、富士製鉄取締役副社長、的場幸雄博士を団長とした7名からなる学術交流の“訪ソ日本鉄鋼協会学術使節団”を派遣し、国際親善と技術交流に貢献すること大でありました。

ここに、このシンポジウムで配布された資料（英訳）の題目、著者名を掲載いたします。

資料は、協会にて保管されておりますのでご利用願います。

なお、これら資料は、すべて和訳されさらに日本よりの提出資料および使節団の報告をも含めて、今春「訪ソ学術使節団報告書」（仮題）と題して発行される予定です。あわせてご利用下さい。

著者名	題 名
V. K. Gigorovich	The Electronic Structure of Metal Melts
A. Samarin	Properties and Structure of Metallic Melts
N. N. Sirota	Microheterogeneity of Melts
I. A. Tomilin	Some Questions Concerning the Thermodynamics of Iron Carbide Melts
L. A. Shvartsman	
I. S. Kulikov	A Method of Calculating the Component Activity in diluted Solutions
A. A. Vertman	Microheterogeneity of Liquid Alloys and the Problem of Steel Deoxidation
A. Samarin	Structure of the Short-Range Order of Liquid Iron and the Solubility of Nitrogen in it
V. V. Averin	Deoxidation of Nickel and Nickel-Chrome Melts
E. A. Pastukhov	Semiconductor Properties of Fused Oxides
O. A. Yesin	
N. A. Vatolin	
I. T. Sryvalin	
O. A. Esin	The Thermodynamics and the Structure of Salt and Metal Melts
N. A. Vatolin	
B. M. Lepinskikh	
V. G. Korpochev	
S. T. Rostovtsev	The Kinetics and the Mechanism of the Iron Ores Reduction by Gases
A. N. Men	Thermodynamics of the Processes of Metallic Oxide Solutions Reduction
V. F. Balakirev	
M. G. Zhuravlyova	
G. I. Choufarov	