

論 文

UDC 622.341.1-188 : 669.094 : 669.046.5 : 541.8

低還元率還元鉄ペレットの溶鉄中への溶解速度*

佐藤 彰**・笠原 和男**・中川 龍一**
 吉松史朗**・福沢 章***・尾崎 太***
 岩井 良衛***・福沢 安光***・三井 達郎***

Rate of Melting of Partly Reduced Iron Pellets into Iron Melt

Akira SATO, Kazuo KASAHARA, Ryuichi NAKAGAWA,
 Shiro YOSHIMATSU, Akira FUKUZAWA, Tsuyoshi OZAKI,
 Yoshie IWAI, Yasumitsu FUKUZAWA, and Tatsuro MITSUI

Synopsis:

Rate of melting of partly reduced iron pellets into iron melt was obtained by measuring CO gas evolved. The effects of composition of pellets as well as temperature and carbon content of iron melt on their melting rate into the melt have been investigated. The following results are obtained:

- (1) Apparent activation energy of melting of reduced iron pellets containing 0, 10, 20 and 40% Fe_2O_3 was 33 kcal/mol.
- (2) Without slag melt on the iron melt, the maximum melting rate of pellets containing 10, 20 and 40% Fe_2O_3 was obtained at about 3.3, 3.0 and 2.5% carbon contents respectively.
- (3) Melting rate was proportional to -0.5 power of Fe_2O_3 content at the range of 15-60% Fe_2O_3 , increased at 2-10% Fe_2O_3 and decreased above 70% Fe_2O_3 .
- (4) CaO , CaCO_3 or C of 2-5% as additive increased the melting rate of pellets, but addition of Al_2O_3 or SiO_2 decreased it extremely. Simultaneous addition of CaO and SiO_2 ($\text{CaO}/\text{SiO}_2=1$) and addition of pre-fused slag whose melting point was low decreased the melting rate slightly up to 5%, and their content in pellets should be limited within 15%.

1. 緒 言

還元鉄、半還元鉄を原料とした連続製鉄プロセスの開発研究において、溶鉄上に添加された高還元率還元鉄ペレットの溶鉄中への溶解速度が、ペレット中の脈石成分の組成と量、残存酸素量、溶鉄中の炭素量と温度とによって大きく影響されることが当所におけるいままでの研究で示された^{1)~4)}。本研究では、溶解と同時に起こる還元反応が重要となる低還元率還元鉄ペレットの溶鉄中への溶解速度を還元反応の結果発生する CO ガス量を測定することにより検出し、溶解速度におよぼす前記諸因子の影響について検討した。

2. 実験方法

Fig. 1 に 3 kg 霧田気溶解タンマン炉を用いた実験装置の概要を示す。発生 CO ガス量は積算型の湿式実験

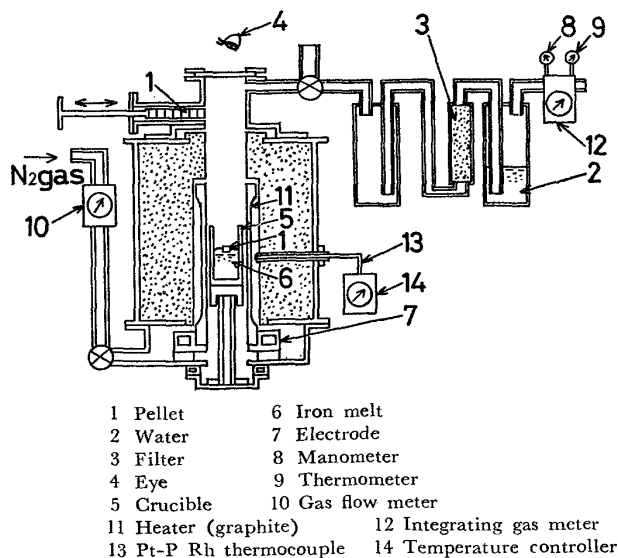


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

* 昭和 53 年 4 月本会講演大会にて発表 昭和 53 年 4 月 10 日受付 (Received April 10, 1978)

** 金属材料技術研究所 工博 (National Research Institute for Metals, 2-3-12 Nakameguro Meguro-ku Tokyo 153)

*** 金属材料技術研究所 (National Research Institute for Metals)

用ガスメーターを用いて測定した。このメーターの測定範囲が 5-300 l/h であったので、CO ガス発生を終了点を検出するため常時約 60 l/h の N_2 ガスを流した。

炉の電力供給装置にシリコン制御整流素子を用い、PR-6/30 熱電対によつて検出する温度制御装置と組合せ、炉の温度を $\pm 5^\circ C$ に制御した。溶鉄の温度は Pt-PtRh 熱電対によつて確認した。

溶解材には予め高周波炉中の黒鉛るつぼで電解鉄と炭素から溶製した鉄-炭素合金と電解鉄を用いた。炭素飽和溶鉄を用いる実験では黒鉛るつぼを、これ以外の炭素量の溶鉄を用いる実験ではアルミナるつぼを使用した。るつぼの大きさは内径 55 mm, 高さ 190 mm であり、溶鉄はるつぼにほぼ半分となる約 1.5 kg とした。溶鉄の炭素量は石英管で採取した試料を分析して求めた。

還元鉄ペレットはヘガネス鉄粉と特級 Fe_2O_3 試薬および添加剤粉末を混合し、断面積 7 cm^2 のダイスとポンチを用い 4 t/cm^2 の圧力で円筒形に圧縮成形されたものである。ペレットの重さは 70 g とした。添加剤粉末としては CaO , $CaCO_3$, SiO_2 , Al_2O_3 , C および予め溶解後粉碎されたスラグを用いた。 Fe_2O_3 量としてはおもに 10, 20, 40%, 添加剤量としてはおもに 2, 5, 10% として検討した。ヘガネス鉄粉, Fe_2O_3 , CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , C は前報と同じものであり²⁾, $CaCO_3$ は一級試薬, スラグは組成が 43% CaO , 48% SiO_2 , 9% Al_2O_3 で 0.5 mm 以下の粒径であつた。圧縮成形後のペレットの重さを直視天秤で、高さをマイクロメーターで測定して密度を求めた。

実験手順は以下のようなものである。 N_2 雰囲気中で溶解された溶鉄の表面の黒鉛を N_2 ガスを流しながらき取り、更に少量の Fe_2O_3 を添加して溶鉄の表面を清浄にする。溶鉄を攪拌した後分析試料を採取し、のぞき窓を密閉する。密閉後 5 min から 2 min 間 N_2 ガス流量を 30 sec ごとに記録し、予め炉の上部に装入されていたペレットを溶鉄上に落下させる。ペレットが溶鉄上に落下した時を起点として 5 sec ごとにガスメーターの目盛を記録する。目盛の記録は肉眼でペレットの溶解が終了したのを確認してから 2 min 後まで行なう。各条件について最少 2 回の実験を行なつて再現性を確認した。

CO ガス発生量は、測定されたガス流量から N_2 ガスの流量を減じ、圧力と温度の補正をして求めた。この CO ガス発生量を時間を横軸にするグラフに表示し、溶解の終了点を決定した。

3. 結 果

Fig. 2 は $1520^\circ C$ の炭素飽和溶鉄上に添加された還

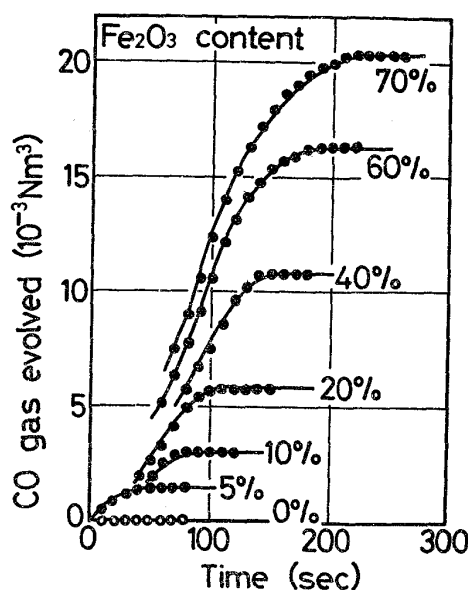


Fig. 2. Dependence of CO gas evolving rate on Fe_2O_3 content in pellet added onto iron melt saturated with carbon at $1520^\circ C$.

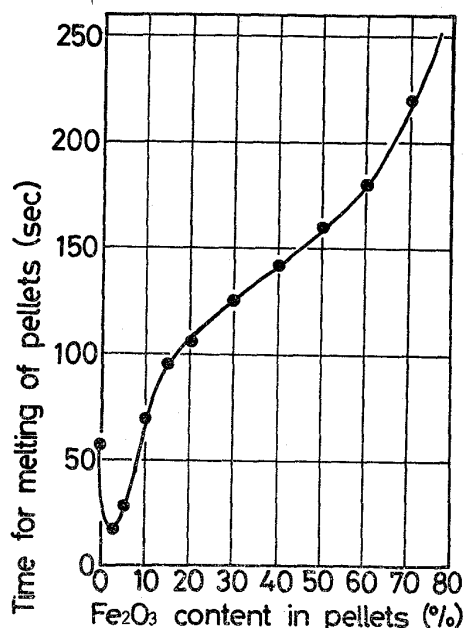


Fig. 3. Effect of Fe_2O_3 content in pellets on their melting rate into iron melt saturated with carbon at $1520^\circ C$.

元鉄ペレットの Fe_2O_3 量が CO ガス発生速度におよぼす影響を示す。CO ガス発生速度は 5% Fe_2O_3 を除きペレット中の Fe_2O_3 量が増大すると増大している。5% Fe_2O_3 の場合は溶解速度が大きく、CO ガス発生速度も著しく大きくなっている。CO ガス発生量は 2~40% Fe_2O_3 ではほぼ理論値を示したが、50~70% Fe_2O_3 では理論値よりわずかに低い値を示した。これはガス発生速度が大きい場合には CO_2 ガスも少量ではあるが発生するからであることが確認された。すなわち、測定精度 0.5

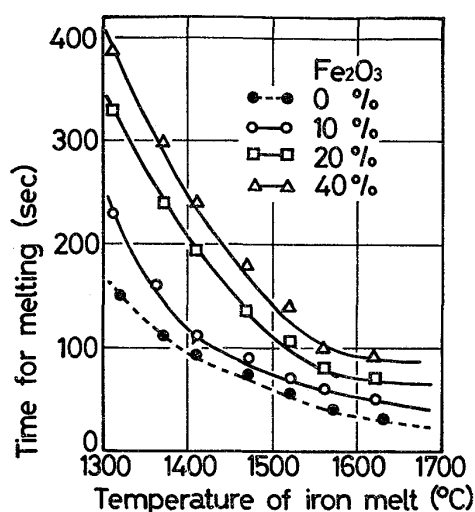


Fig. 4. Dependence of melting rate on temperature of iron melt saturated with carbon and on Fe_2O_3 content in pellets.

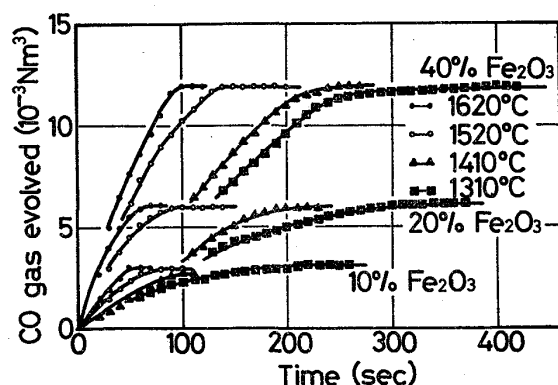


Fig. 5. Dependence of CO gas evolving rate on temperature of iron melt saturated with carbon and on Fe_2O_3 content in pellets.

% の簡易 CO_2 メーターで発生ガス中の CO_2 量を測定したところ、低 Fe_2O_3 量のペレットの場合には CO_2 が検出されなかつたが、高 Fe_2O_3 量の場合には約 1% の CO_2 が検出された。

Fig. 3 は 1520°C の炭素飽和溶鉄上に添加された還元鉄ペレットの溶解速度におよぼす Fe_2O_3 量の影響を示す。溶解速度は 2% Fe_2O_3 近傍で著しく大きくなり、15~60% Fe_2O_3 では Fe_2O_3 量が増加するにしたがつて減少している。70% Fe_2O_3 以上では溶解速度は著しく減少する傾向にある。

Fig. 4 は還元鉄ペレットの炭素飽和溶鉄中への溶解速度におよぼす溶鉄の温度とペレット中の Fe_2O_3 量の影響を示す。溶解速度は高温ほど、 Fe_2O_3 量が低いほど高いことが示されている。しかし、 1570°C と 1620°C では溶解速度に大きい差がないことがわかる。

Fig. 5 は炭素飽和溶鉄上に添加された還元ペレットの

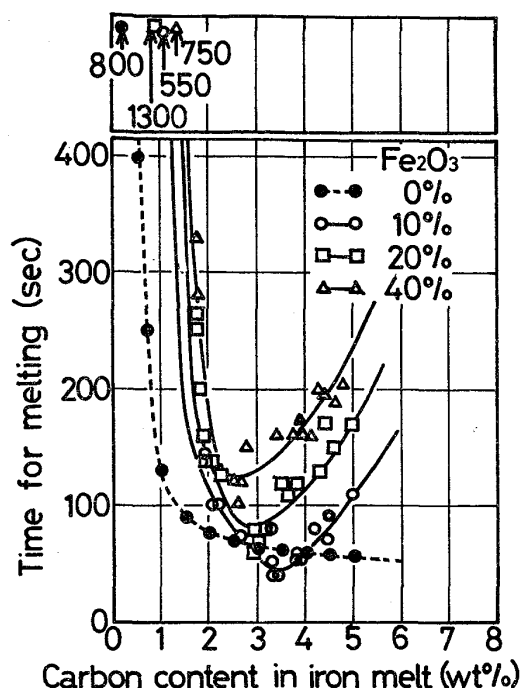


Fig. 6. Dependence of melting rate on carbon content in iron melt at 1520°C and on Fe_2O_3 content in pellets.

CO ガス発生速度におよぼす溶鉄の温度およびペレット中の Fe_2O_3 量の影響を示す。溶鉄温度が高いほど、 Fe_2O_3 量が高いほど CO ガス発生速度も大きいことが示されている。

Fig. 6 は還元鉄ペレットの 1520°C 溶鉄中への溶解速度におよぼす溶鉄の炭素量とペレット中の Fe_2O_3 量の影響を示す。0% Fe_2O_3 のペレットの溶解速度は溶鉄中の炭素量が高いほど大きいものに対して、10, 20, 40% Fe_2O_3 のペレットの溶解速度は、それぞれ、3.3, 3.0, 2.5% C 近傍で最大値を示す。溶鉄中の炭素量が 1% 以下になると溶解速度は著しく減少している。また、黒鉛をつばを用いた飽和炭素 (5.2%) の場合 10, 20, 40% Fe_2O_3 のペレットの溶解に要する時間は、それぞれ 70, 105, 140 sec であり、アルミナをつばを用いた場合の高炭素量での溶解に要する時間より短いことがわかる。

Fig. 7 は 1520°C の溶鉄上に添加された還元鉄ペレットの CO ガス発生速度におよぼす溶鉄中の炭素量とペレット中の Fe_2O_3 量の影響を示す。40% Fe_2O_3 のペレットを 1.6% C の溶鉄に添加した場合に示されるように、炭素量が低下すると CO ガス発生速度が変動するようになった。

Fig. 8 は還元鉄ペレットの 1520°C 炭素飽和溶鉄中への溶解速度におよぼすペレット中の CaO 量と Fe_2O_3 量の影響を示す。溶解速度は CaO を増加させていく

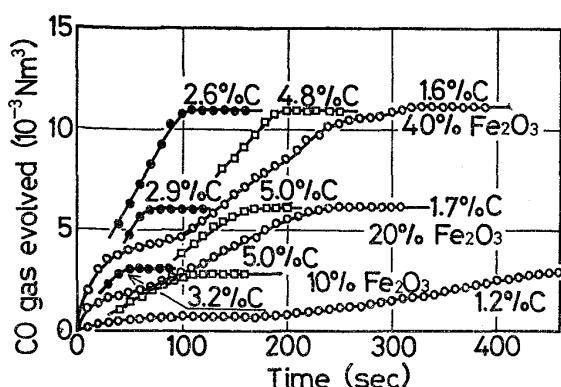


Fig. 7. Dependence of CO gas evolving rate on carbon content in iron melt at 1520°C and on Fe_2O_3 content in pellets.

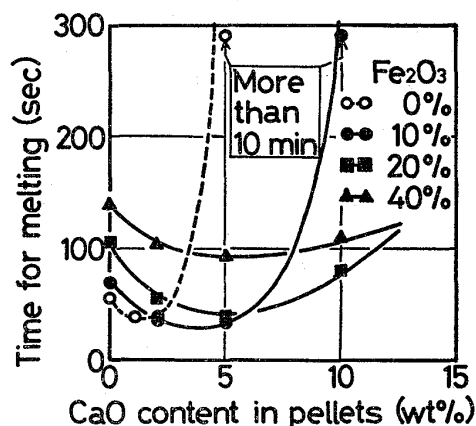


Fig. 8. Effect of CaO and Fe_2O_3 content in pellets on their melting rate into melt saturated with carbon at 1520°C.

と、ある添加量で最大値を示す。

Fig. 9 は還元鉄ペレットの 1520°C 炭素飽和溶鉄中への溶解速度におよぼすペレット中の CaCO_3 量と Fe_2O_3 量の影響を示す。溶鉄速度は CaCO_3 を増加させていくと、ある添加量で最大値を示し、 CaCO_3 無添加のものに比べて大きくなっている。

Fig. 10 は還元鉄ペレットの 1520°C 炭素飽和溶鉄中への溶解速度におよぼすペレット中の炭素量と Fe_2O_3 量の影響を示す。0, 10, 20% Fe_2O_3 のペレットの溶解速度は、それぞれ 3, 2, 4% C 近傍で最大値を示し、C 無添加のものに比べて大きくなっている。40% Fe_2O_3 では 1~4% C 添加によっても溶解速度はほとんど変わらないが、8% C になると著しく減少している。

Fig. 11 は還元鉄ペレットの 1520°C 炭素飽和溶鉄中への溶解速度におよぼすペレット中の (a) Flux (CaO と SiO_2 の複合添加, $\text{CaO}/\text{SiO}_2=1$) 量と Fe_2O_3 量, (b) スラグ量と Fe_2O_3 量の影響を示す。Flux およびスラグ成分の溶解速度におよぼす影響は次図の Al_2O_3 お

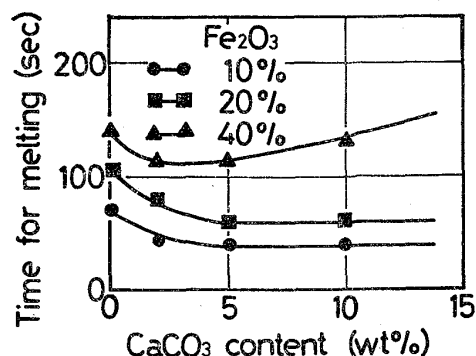


Fig. 9. Effect of CaCO_3 and Fe_2O_3 content in pellets on their melting rate into iron melt saturated with carbon at 1520°C.

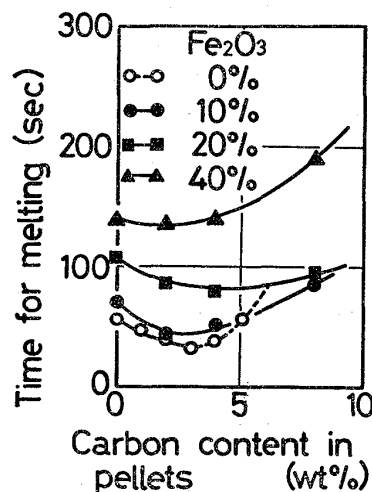


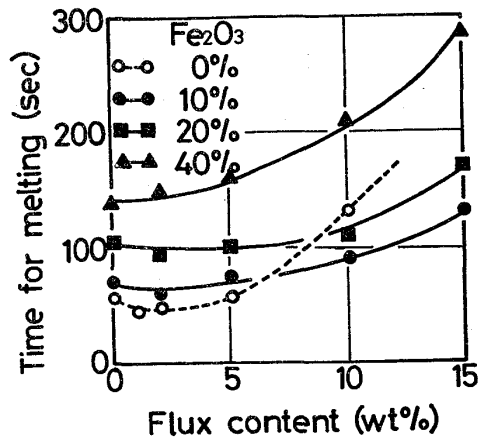
Fig. 10. Effect of carbon and Fe_2O_3 content in pellets on their melting rate into iron melt saturated with carbon at 1520°C.

よび SiO_2 単独添加に比べて小さい。15% の添加量で溶解速度は高々半分には減少するだけである。

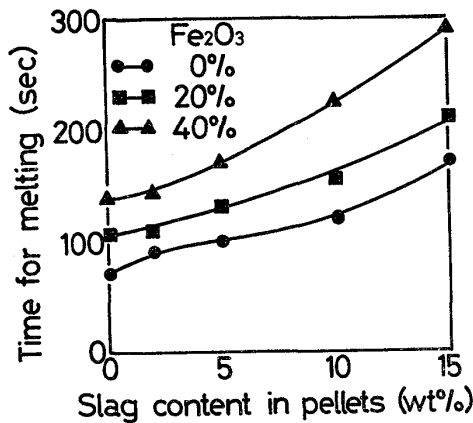
Fig. 12 は還元鉄ペレットの 1520°C 炭素飽和鉄中への溶解速度におよぼすペレット中の (a) SiO_2 量と Fe_2O_3 量, (b) Al_2O_3 量と Fe_2O_3 量の影響を示す。 SiO_2 あるいは Al_2O_3 を添加したペレットの溶解速度は著しく減少し、特に、5% 以上の Al_2O_3 を添加したものは 10 min 以上溶鉄上に浮上しても大部分が未溶解であつた。また、2% Al_2O_3 のペレットの CO ガス発生速度は、溶鉄中の炭素量が低い場合と同じように変動した。

4. 考 察

低還元率還元鉄ペレットの溶鉄中へ溶解する過程を考えると、1) 溶鉄からペレットへの熱移動、2) 溶鉄中炭素の溶解界面への移動、3) ペレット中铁の溶鉄への移動、4) ペレット中残存酸化鉄の還元反応が主な過程と考えら



(a)

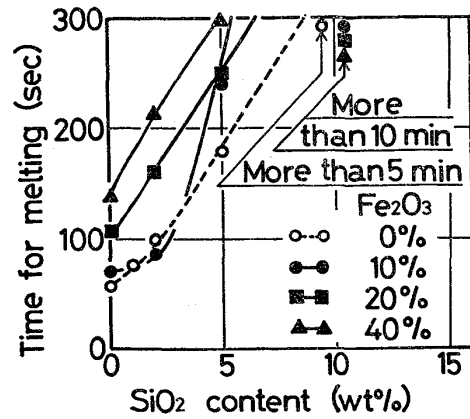


(b)

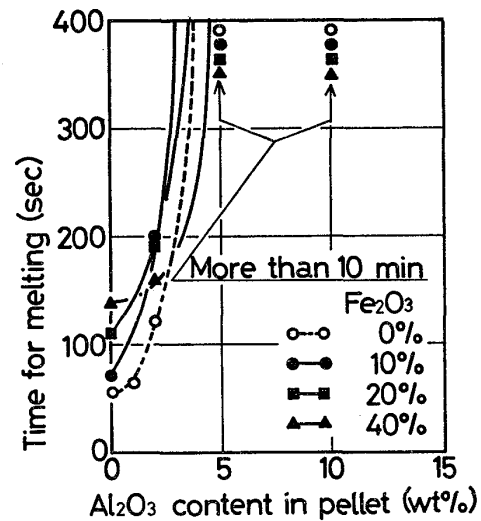
Fig. 11. Effect of (a) flux, (b) slag and Fe_2O_3 content in pellets on their melting rate into iron melt saturated with carbon at 1520°C . flux ($\text{CaO}/\text{SiO}_2=1$)

れる。1)~3) は溶鉄中の鋼スクラップの溶解あるいは溶鉄上の高還元鉄ペレットの溶解と同様であり^{5)~13)}、本実験では 4) が重要な役割を果たすものと考えられる。

溶鉄中炭素による酸化鉄の還元反応については、これまでに以下の研究がある。DANCY¹⁴⁾ は回転 MgO りつぼ中の 50 g の炭素飽和溶鉄へ 0.5 g の酸化鉄 (FeO , Fe_3O_4) を添加して 100 mm Hg から圧力上昇を測定した。反応界面々積を考慮しないみかけの活性化エネルギーとして FeO について 43 kcal/mol, Fe_3O_4 について 37 kcal/mol を得ている。MACRAE¹⁵⁾ は黒鉛るつぼ中の 600 g の炭素飽和溶鉄へ 3 g の円筒状 Fe_2O_3 を添加し、2~600 torr からの圧力上昇を測定した。反応界面々積を考慮しないみかけの活性化エネルギーとして 60 torr で 27 kcal/mol, 480 torr で 44 kcal/mol を得ている。還元反応速度およびみかけの活性化エネルギーが全圧によつて変化することから、律速段階は複雑な化学反応と拡散過程の混合であるとしている。また、LLOYD



(a)

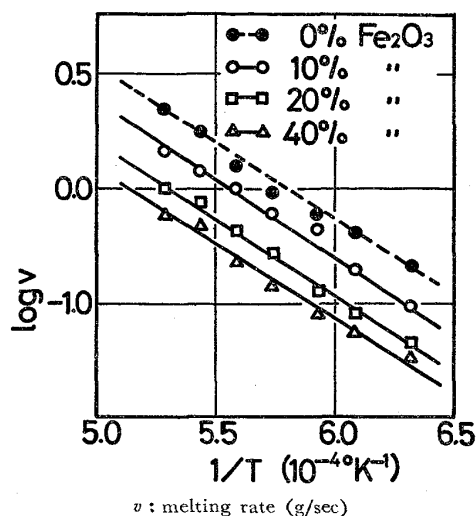


(b)

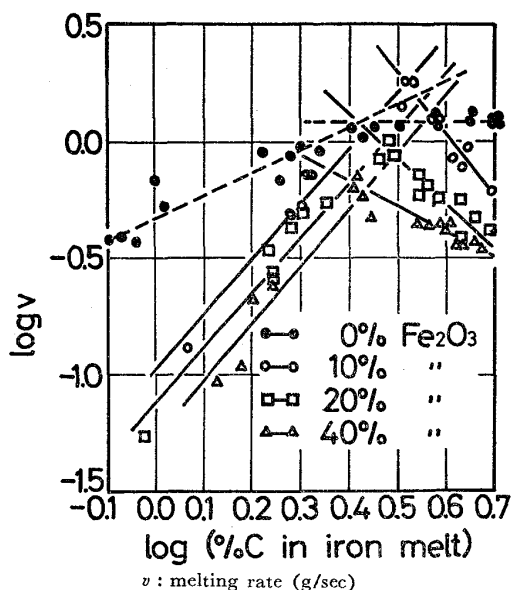
Fig. 12. Effect of (a) SiO_2 , (b) Al_2O_3 and Fe_2O_3 content in pellets on their melting rate into iron melt saturated with carbon at 1520°C .

ら¹⁶⁾によれば、MACRAE は Fe_2O_3 円柱を炭素飽和溶鉄中で回転させ温度係数として 45 kcal/mol を得ていると紹介しているが詳細は不明である。LLOYD ら¹⁶⁾ は Al_2O_3 りつぼ中の 180~200 g の溶鉄上に 0.710 g の Fe_2O_3 を添加して 200~300 mmHg からの圧力上昇を測定した。溶鉄と接触する酸化鉄を液体と仮定して反応界面をプランメーターで測定し、活性化エネルギーとして 56 kcal/mol を得ている。律速段階として溶鉄中の炭素量が 0.2 wt% 以下の場合には溶鉄中の炭素の拡散、0.2 wt% C 以上の場合には溶鉄中の炭素の拡散と化学反応の混合と推定している。予熱した試料の反応速度が予熱しない試料のものとはほぼ同じこと、および、活性化エネルギーが著しく高いことから熱移動は律速でないとしている。

本実験では 40% Fe_2O_3 のペレットでもほとんど固体

Fig. 13. Relations between $\log v$ and $(1/T)$.

のまま溶鉄中へ溶解することが観察されたので、反応界面々積を上部からの観察によつて測定することは困難と考えられた。そこで、反応界面々積を考慮しないみかけの活性化エネルギーを求めてみた。Fig. 13 は 70 g の還元鉄ペレットの炭素飽和溶鉄中への溶解に要する時間から計算した溶解速度の対数と溶鉄温度の逆数との関係を示す。0, 10, 20, 40% Fe₂O₃ のペレットについてはほぼ同一の勾配の直線関係にあることが示され、得られたみかけの活性化エネルギーは 33 kcal/mol であった。このみかけの活性化エネルギーは DANCY および MACRAE の得たものと大差ないものと言えよう。酸化鉄を全く含有しないペレットのみかけの活性化エネルギーと 40% Fe₂O₃ のものとがほぼ同一であるが、酸化鉄を含有しないペレットの溶解過程は熱移動によつて律速されることが確認された。すなわち、LLOYD らの還元速度は熱移動によつて律速されないという報告を確認する目的で、ペレットを直径 0.5 mm の白金線で溶鉄の直上に 10 min 間吊して予熱した後、溶鉄上に落下させて溶解速度を測定した。溶鉄は飽和炭素量で、1520°C であった。0, 10, 20, 40% Fe₂O₃ のペレットの溶解に要する時間は、それぞれ、13, 65, 95, 125 sec で、酸化鉄を全く含有しないペレットの溶解速度が著しく増大することが認められた。酸化鉄を含有するペレットの溶解速度は予熱によつて高々 10% 増加するだけであり、LLOYD らの結果が確認できた。一方、用いた溶鉄が炭素飽和であること、溶鉄が CO ガスによつて攪拌されていること、および炭素飽和溶鉄中の炭素の拡散の活性化エネルギーが著しく低いことから溶鉄中の炭素の拡散が溶解過程の律速段階とは考えられない。したがって、酸化鉄を含有するペレットの溶解過程における律速段階としては

Fig. 14. Relations between $\log v$ and $\log (\%C \text{ in iron melt})$.

還元反応が残ることになる。得られたみかけの活性化エネルギーが LLOYD らの 56 kcal/mol と大きく相違しているのは、反応界面々積の評価の違いによるものと考えられるが、今後詳細な実験を行なつて確認すべきである。

Fig. 14 は 70 g の還元鉄ペレットの溶解に要する時間から計算した溶解速度の対数と溶鉄中の炭素量の対数との関係を示す。最大溶解速度を示す炭素量より低い側では 0% Fe₂O₃ のペレットの溶解速度は炭素量の 0.96 乗、10, 20, 40% Fe₂O₃ のペレットのものは炭素量の 2.4 乗に比例することが示されている。Fe₂O₃ 無添加のペレットの溶解速度が炭素濃度にほぼ比例することは、鋼が Fe-C 合金中に溶解する過程と同様である^{5) 13)}。これに対して、Fe₂O₃ を添加したペレットの溶解速度が溶鉄中炭素濃度の 2.4 乗に比例することは、Fe₂O₃ を還元するのに炭素を必要とするからと考えられる。

溶解速度が最大となる溶鉄の炭素量での溶解では溶鉄の攪拌が著しく激しく、溶鉄が小粒滴となつて飛散することが観察された。この攪拌が著しく激しくなつた理由は現在不明である。

最大溶解速度を示す炭素量より高い側では、0, 10, 20, 40% Fe₂O₃ のペレットについて溶解速度はそれぞれ溶鉄中炭素量のほぼ 0, -2.6, -1.9, -1.1 乗に比例することが示されているが、この理由については現在不明であり、さらに検討する必要がある。

Fig. 15 は 1520°C の炭素飽和溶鉄中への溶解速度とペレット中の Fe₂O₃ 量とを両対数グラフに表示した

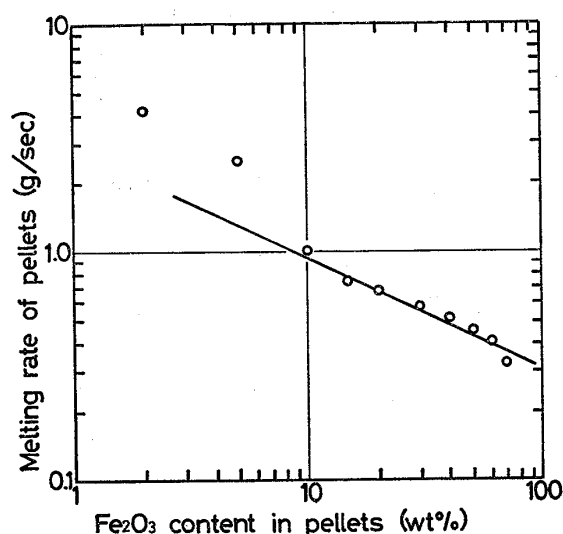


Fig. 15. Relation between Fe₂O₃ content in pellets and their melting rate into iron melt saturated with carbon at 1520°C.

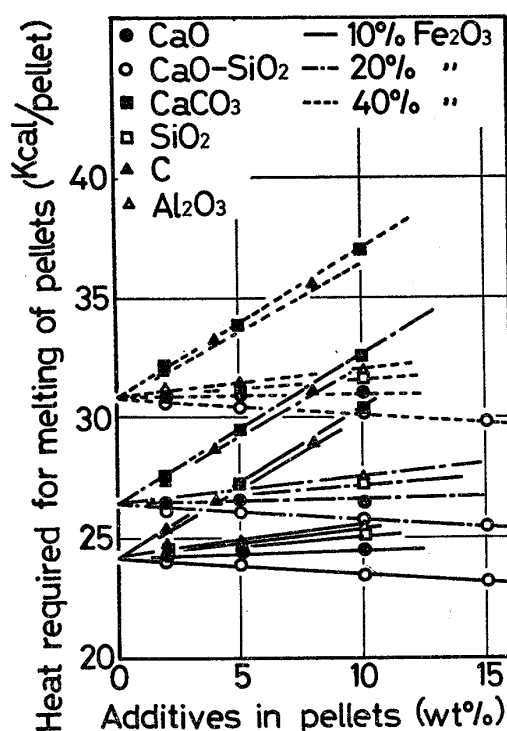


Fig. 16. Effect of additives in pellets on their heat required for melting.

ものである。15~60%Fe₂O₃の範囲では溶解速度がペレット中のFe₂O₃量のほぼ0.5乗に比例することが示されている。2~10% Fe₂O₃で溶解速度が著しく大きくなっているのはCOガス発生による溶鉄の攪拌のためと考えられる。また、70%Fe₂O₃以上になると溶解速度が減少するのは、酸化鉄が全て液化した後の反応が遅いため¹⁵⁾と考えられる。

Fig. 16 は還元鉄ペレットの溶鉄中への溶解に要する

熱量におよぼす添加剤の影響を示す。熱量は熱力学的な計算から求めた¹⁷⁾¹⁸⁾。CaO, SiO₂, Al₂O₃ はわずかに熱量を増大させ、Flux はわずかに熱量を減少させる。CaCO₃ とCは添加量が10%のとき熱量を約20%増大させる。2~5%添加することによつて溶解速度が増大するのはCaO, CaCO₃, Cであり、溶解に要する熱量を増大させる添加物であるので溶解に要する熱量は、溶解速度に大きい影響をおよぼさないとと言える。

CaO添加によつて溶解速度が増大する理由は、高橋ら¹⁹⁾の還元速度の増大と同じとも考えられるが、まだ不明である。CaCO₃添加によつて溶解速度が増大することは、分解によつてCO₂ガスが発生し、溶鉄の攪拌が激しくなるからと考えられる。C添加の場合には低融点1147°Cの共晶Fe-4.3%C成分の生成およびペレット中の固体Fe₂O₃と固体炭素の反応の結果溶解速度が増大したものと考えられる。CaOを還元鉄ペレットに添加すると空気中の水分とCO₂ガスを吸収し、数日でペレットが崩壊することが観察された。したがつて、工業的にCaOを添加することは不可能なので、CaCO₃を添加すべきと考えられる。溶解に要する熱量が著しく大きくなならない5%CaCO₃添加が適当と考えられる。5%以上炭素粉を添加すると還元鉄ペレットの強度が著しく小さくなることが観察されたので、炭素粉添加量は3%近傍するのがよいと考えられた。

Fluxおよびスラグは添加量が10%までは溶解速度に大きい影響をおよぼさないことが示されているが、溶鉄上に熔融スラグがない場合には、還元鉄ペレットの表面が溶鉄で濡れやすくなり、溶鉄がペレットを包囲することが観察された。したがつて、少量の添加量では反応界面の面積が大きくなるのでみかけの溶解速度の減少が小さくなるものと考えられる。また、15%もスラグ成分を含有する場合には、Fe₂O₃がFeOとなつて熔融スラグ中に溶解し、これが溶鉄中の炭素と反応するため溶解速度が大きく減少するものと考えられる。

Al₂O₃およびSiO₂を添加した還元鉄ペレットの溶鉄中への溶解速度が著しく減少する理由は、前報²⁾に報告されたように、溶解界面に難溶性のスラグが形成されたためと考えられる。

Fig. 7に示されるように、溶鉄中炭素量が低い場合にCOガス発生速度が変動したのは、溶鉄中炭素の溶解界面への移動が間に合わなくなり、COガス発生による溶鉄の攪拌が不足して反応が停滞した結果起こるものと考えられる。これに対して、2%Al₂O₃を添加したペレットのCOガス発生速度が変動したのは、溶解界面に濃縮されたAl₂O₃が蓄積した結果反応が停滞し、これが

CO ガスによつて界面から遠ざけられて再び反応が進行するためと考えられる。

溶融スラグ中の FeO の溶鉄中炭素による還元反応については PHILBROOK ら^{20)~22)} の研究があるが、反応終了までは 30 min 以上も要するようである。電弧炉で還元鉄ペレットを溶解する場合には、アークの安定のために溶融スラグが必要である。したがつて、溶鉄上に溶融スラグがある場合に溶鉄上に添加された還元鉄ペレットの溶鉄中への溶解速度を知ることが重要であり、これについて今後実験を進める予定である。

5. 結 言

圧縮成形した低還元率還元鉄ペレットを溶鉄上に添加し、発生した CO ガス量を測定することによつて溶解速度を求めた。溶解速度におよぼすペレットの組成および溶鉄の温度と炭素量などの影響について検討し、以下の結果を得た。

(1) 0, 10, 20, 40% Fe_2O_3 を含有するペレットの炭素飽和溶鉄中への溶解のみかけの活性化エネルギーとして 33kcal/mol が得られた。0% Fe_2O_3 のペレットの溶解過程では熱移動が律速であることが確認され、 Fe_2O_3 を含有するペレットの溶解過程では還元反応が律速であると推定された。

(2) 溶鉄上に溶融スラグがない場合、10, 20, 40% Fe_2O_3 を含有するペレットの 1520°C 溶鉄中への溶解速度は、それぞれ、3.3, 3.0, 2.5% C 近傍で最大値を示した。

(3) 最大溶解速度を示す炭素量以下では、0% Fe_2O_3 のペレットの溶解速度は溶鉄中炭素量の 0.96 乗に比例し、10, 20, 40% Fe_2O_3 のペレットの溶解速度はこれの 2.4 乗に比例することが示された。

(4) 炭素飽和溶鉄中への溶解速度は 15-60% Fe_2O_3 の範囲で Fe_2O_3 量の -0.5 乗に比例し、2-10% Fe_2O_3 ではこれより増大し、70% Fe_2O_3 以上ではこれより減少することが示された。

(5) 溶解速度を増大させる添加剤は、 CaO , CaCO_3 , C で添加量 2~5% であつた。溶解速度を著しく減少させる添加剤は Al_2O_3 と SiO_2 であつた。 CaO と SiO_2 の複合添加および低融点スラグの添加は Al_2O_3 や SiO_2 の単独添加ほど悪い影響を溶解速度におよぼさないが 15% 以下にすべきと考えられた。

文 献

- 1) 吉松史朗, 中川龍一, 佐藤 彰, 福沢 章, 尾崎太, 笠原和男, 福沢安光, 三井達郎: 鉄と鋼, 62 (1976) 11, S 445
- 2) 佐藤 彰, 中川龍一, 吉松史朗, 福沢 章, 尾崎太, 笠原和男, 福沢安光, 三井達郎: 鉄と鋼, 64 (1978) 3, p. 385
- 3) 吉松史朗, 中川龍一, 佐藤 彰, 福沢 章, 尾崎太, 笠原和男, 福沢安光, 岩井良衛: 鉄と鋼, 63 (1977) 4, S 20
- 4) 福沢 章, 笠原和男, 福沢安光, 岩井良衛, 中川龍一, 吉松史朗, 佐藤 彰, 尾崎 太: 鉄と鋼, 63 (1977) 4, S 21
- 5) R. G. OLSSON, V. KOUMP, and T. F. PERZAK: Trans. AIME, 233 (1965) 9, p. 1654
- 6) R. D. PEHLKE, P. D. GOODELL, and R. W. DUNLAP: Trans. AIME, 233 (1965) 7, p. 1420
- 7) 小坂岑雄, 菱輪 晋: 鉄と鋼, 52 (1966) 9, p. 1429
- 8) R. JESHAR and E. MILLIES: Arch. Eisenhüttenw., 37 (1966) 4, p. 283
- 9) 小坂岑雄, 菱輪 晋: 鉄と鋼, 53 (1967) 8, p. 983
- 10) 森 一美, 野村宏之: 鉄と鋼, 55 (1969) 5, p. 347
- 11) 野村宏之, 森 一美: 鉄と鋼, 55 (1969) 13, p. 1134
- 12) J. SZEKERLY, Y. K. CHUNG, and J. W. HLINKA: Met. Trans., 3 (1972) 11, p. 2825
- 13) 川合保治: 鉄冶反応速度論 (1976), p. 140
- 14) T. E. DANCY: JISI, 169 (1951) 9, p. 17
- 15) D. R. MAG RAE: J. Metals, 17 (1965) 12, p. 1391
- 16) G. W. LLOYD, D. R. YOUNG, and L. A. BAKER: Ironmaking and Steelmaking (1975) 1, p. 49
- 17) O. KUBACHEWSKI and E. L. EVANS: Metallurgical Thermochemistry (1958)
- 18) J. F. ELLIOTT, M. GLEISER, and V. RAMAKRISHNA: Thermochemistry for Steelmaking (1963)
- 19) 高橋礼二郎, 石井正夫, 高橋愛和: 鉄と鋼, 63 (1977) 11, S 456
- 20) W. O. PHILBROOK and L. D. KIRKBRIDE: Trans. AIME, 206 (1956) 3, p. 351
- 21) S. K. TARBY and W. O. PHILBROOK: Trans. AIME, 239 (1967) 7, p. 1005
- 22) P. M. SHURIUGIN, B. N. VORONEKOB, B. I. KRIUK, and B. B. REVEDTZOB: Izv. Bius. Utze. Zab. Cher. Met. (1965) 2, p. 23