

相異なるいは還元試験法の相異なるものと考えられる。したがって本実験では、焼結試験に使用した配合原料が一種類であるので、学振法の塊状還元試験法、粒状還元試験法および回転還元試験法（還元条件は住金中研法²⁾）の4つの試験条件で還元試験を行なった。

塊状還元試験ではコークス量 3%の場合には石灰石添加量の増加とともに還元性がわずかつ改善され、コークス量 4% および 5% では石灰石添加量 20% までは還元性の急激な増加があり、さらに石灰石添加量が増加する場合はその還元性の改善は小である。したがって石灰石添加量の還元性におよぼす効果は焼結条件としてそのコークス量が増加した場合に大である。

塊状還元試験の還元率におよぼすコークス量の効果が回転還元試験の還元率にも認められるが、その差が小となっているのは還元におよぼす粉化の影響と考えられる。回転還元試験ではコークス量 3%石灰石添加量 20% の場合を除き還元率は石灰石添加量の増大とともに大となっている。

学振法の粒状還元試験法は、 H_2 ガス 300cc/min, 900C×120min の還元条件となつてゐるが、還元時間を 30min とし、さらに H_2 ガスの他に CO ガスを使用して粒状還元試験を行なった結果を上述の塊状還元および回転還元試験より得られた還元率とともに一括して示すと Fig. 3 のごとくである。

粒状還元試験にて H_2 ガスと CO ガスの差は H_2 ガスの還元率が大であるが、石灰石添加量の還元率におよぼす効果は CO ガスによる場合その還元率の差が大となっている。コークス量 5% の石灰石添加量の増加とともに還元率の上昇が示されているが、コークス量 3% および 4% では石灰石添加量 15% で還元率にクラックが生じており、粒状還元の場合は石灰焼結鉱に現われる各種鉱物の還元性の難易の影響が示されるものと考えられる。

以上塊状還元試験、回転還元試験では還元過程において焼結鉱性状の物理的变化が還元率に明らかに示され、これにより石灰石添加量の還元性におよぼす影響をまとめると、一応コークス量を大にした焼結鉱ではその還元率の改善が大きく表われ、石灰石添加量の増加とともに還元率が上昇するものと考えられる。次に粒状還元でも同様な効果が認められるが、各種の焼結条件下で生成される鉱物の還元性の差も明らかに示すものとなる。難還元性鉱物の同定に関しては今後の検討を要するが、それらの組織成分以上に使用する試験方法の相異に深く注意するとともに還元試験に使用せられた焼結鉱試料の焼結条件をよく知る必要があるかと考える。

III. 結 言

30kg 焼結鍋を使用して DL 焼結工場配合原料について石灰石添加量 30%, 成品焼結鉱の塩基度 2.5 までの高塩基度焼結鉱の焼結試験および性状試験を行ない、塩基度 1.6~2.0 の範囲にて焼結性および性状ともに良好な焼結鉱が得られることおよび石灰石添加の焼結性におよぼす効果が Base 原料の適正コークス量より低いコークス配合量で大きいことを明らかにした。

次に強度試験および還元試験の試験条件をいろいろ変化して実験し、試験法の試験結果におよぼす影響を明らかにし石灰石添加量の強度におよぼす影響は成品焼結鉱

のコークス量の大小の影響が大きいこと、被還元性は石灰石添加量の増加とともに良好となることを示した。

文 献

- 1) 岩村, 他: 鉄と鋼, 49, p. 1277~1279
- 2) 岸高, 佐藤, 服部: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1272~1273
- 3) 宮川, 沖川, 一色: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 333~335
- 4) 富士鉄中研: 学振 54 委, 731 (1963)
- 5) 渡辺, 大竹, 道祖田: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 349~352

(2) 焼結過程における焼結層の温度分布および通気度の変化について

(高塩基度焼結鉱に関する研究—II)

住友金属工業, 中央技術研究所 77/56/1~1563

○大竹 康 元

Temperature Distribution and Permeability Change in Bed during Sintering.

(Studies of high basicity sinter—II)

Yasumote ŌTAKE.

I. 緒 言

これまで焼結鍋による焼結試験にて、焼結過程の変化を詳しく研究した報告は少ないようである¹⁾。すでに小型焼結試験装置による焼結過程の研究にて焼結層の温度分布に関して報告した²⁾³⁾。今回は 30kg 焼結鍋による高塩基度焼結試験にてその焼結過程の変化を示す焼結層温度曲線、および焼結層通気度曲線についての二三の試験結果を報告する。

II. 実験試料および実験方法

使用した実験試料はすでに報告したものである。配合原料の適正水分量は飽和水分量の 60% より決定したが石灰石 10%, コークス量 3% で $6.5 \pm 0.5\%$ であり、全試験を通じてこの前後の水分量で焼結試験を行なった。

焼結試験に使用した試験鍋は、製鉄部会にて決定の諸条件にしたがつて作つた 300mm ϕ × 330mmh の内容積(乾原料 32kg)のものであり、排風機は max1000Aq·10Nm³ の能力である。鍋は周囲を保温のため断熱材でかこんだ、床敷には返鉱 1kg を使用し層高は 300mm 一定とした。点火はバーナー火口 6ヶを有するプロパンガス使用の点火バーナーによつた。焼結試験にて点火は風箱負圧 500mm Aq で 1min 間行ない、その後風箱負圧を 1000mm Aq に上昇せしめ、バルブの位置を一定として焼結試験を行なった。焼結中連続的に風箱負圧および焼結層の温度変化(測定位置、火格子面より 240mm, 160mm, 80mm の三点)を測定記録するとともに、点火後 1~2min よりアネモメーターにて 1min ごとに焼結中の風速の測定を行なった。

III. 実験結果および考察

(a) 焼結層温度曲線

すでに石灰石添加量の焼結層の温度分布におよぼす影響について、小型焼結試験装置による実験結果を報告した³⁾。焼結鍋の小さい場合は熱の損失が大きく、通気が

不均一となり勝ちな欠点があり、焼結試験結果が、その発生熱量の伝熱およびコークスの燃焼条件に大きく影響されるので、得られる実験結果は30 kg 焼結鍋の方がより実際操作の場合の焼結過程に近いものと考えられる。しかし3 kg 焼結鍋と 30 kg 焼結鍋にて、平均最高焼結層温度（3ヶの測定点の平均値）および 1100°C 以上の溶融保持時間（上層部と下層部の温度上昇および冷却曲線より求めた 1100°C 以上の時間）におよぼす石灰石添加量の影響は同様であった。焼結層温度曲線におよぼす石灰石添加量およびコークス量の影響の一例は、Fig. 1 のごとく石灰石添加量の増加とともに、焼結層温度の低下および下層部における flame front speed の増加が明らかであり、石灰石添加の影響は空気流量の増加およびコークス減少に相当する効果により焼結速度の増加および Ca-ferrite ならびに Calciferous Magnetite (Ca, Fe) Fe₂O₄ の生成に相当した温度分布の設定すなわち焼結層の下部 2/3 部分で、1200~1400°C の最高焼結層温度にて焼結反応が進行しているものと考えられる。

しかしながら上層部の温度は石灰石添加量の増加とともにその低下が大であり、予熱空気あるいは偏析装入の使用により上層部の焼結層温度の上昇を得るならば、成品歩留の向上が得られるであろう。Fig. 1 の焼結層温度曲線の変化は小型焼結試験装置によるラップ磁鉄鉱型の焼結層温度分布³⁾が示され、コークス量 4% の適正コークス量にて焼結層温度曲線が最高温度を中心として温度上昇曲線および冷却曲線が対称であり、コークス量 3% および 5% では非対称である。石灰石添加量の増加とともに溶融時間は焼結時間の短縮に相応して短くなっているが、各測定点の焼結層温度曲線単独ではその溶融時間が増加しているようである。すなわち焼結層内の高温度部分がより均一となり、Flame front の巾が広がっているものと考えられる。

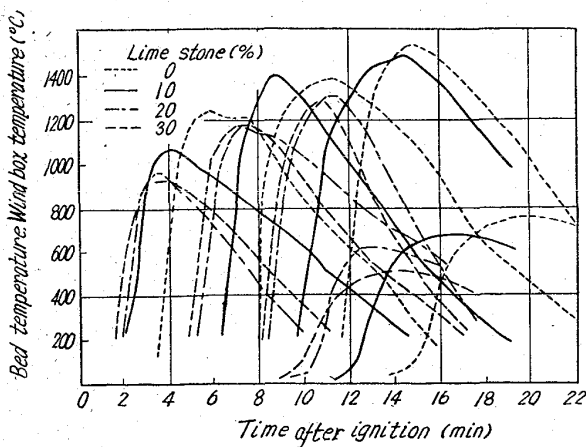


Fig. 1. Relation between bed temperature distribution, windbox temperature and lime stone addition at coke 4%. Bed temperature was measured at 240, 160 and 80 mm distance from grate.

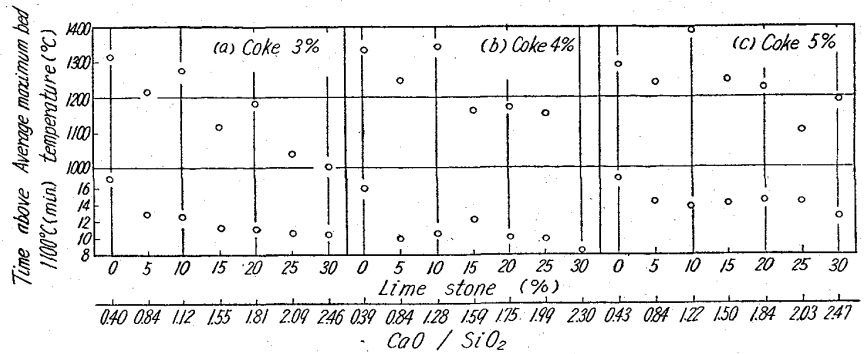


Fig. 2. Relation between average maximum bed temperature, time above 1100°C of bed and lime stone addition.

次に排ガス温度曲線の形状は石灰石添加量の増加により大きな変化は認められず、最高排ガス温度は最高焼結層温度の低下に相応して低下している。

石灰石添加量と平均焼結層温度、溶融時間の関係を一括示すと Fig. 2 のごとくであり、上層部（火格子面より 240mm）の測定値が石灰石添加量の増加とともに非常に低下するので三点の平均値として非常に低い値が示され、焼結過程の変化の考察としては焼結層温度分布曲線より判断すべきことが明らかである。

(b) 通気度曲線

石灰石添加量の増加とともに焼結時間の短縮すなわち空気流量の増加の状態を通気度曲線にて示すと Fig. 3 のごとくである。本試験では水分量をコークス量 3%、石灰石添加量 10% の適正水分量を標準として試験を進めたので水分量の変動も考慮すべきであろうが、コークス量の影響が大きく、各焼結試験の通気度曲線として代表的なものを図示したものであり、点火前、点火後 8 min、焼結完了時および焼結過程中の平均のおのおの通気度を一括表示すると Fig. 4 を得る。なお、通気度は Voice の式 $P = (F/A) \cdot (h/s)^n$ により、 P : 通気度 cm/sec, F : 空気流量 cm³/sec, A : 鍋の断面積 cm², h : 層厚 cm, s : 吸引負圧 cm とし、層厚 h は 30cm, $n = 0.6$ として計算し大略の値を得た。

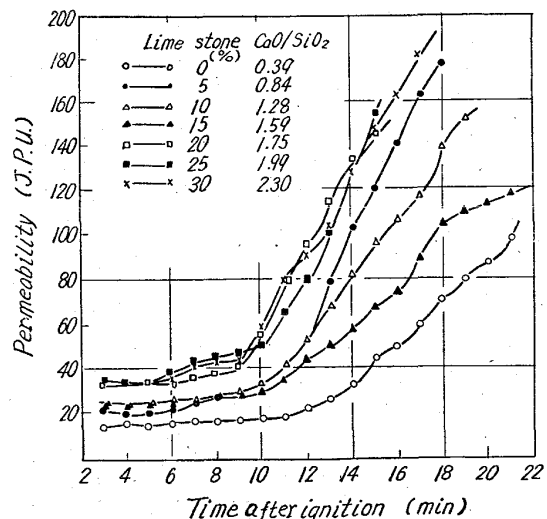


Fig. 3. Relation between change of permeability during sintering and lime stone addition.

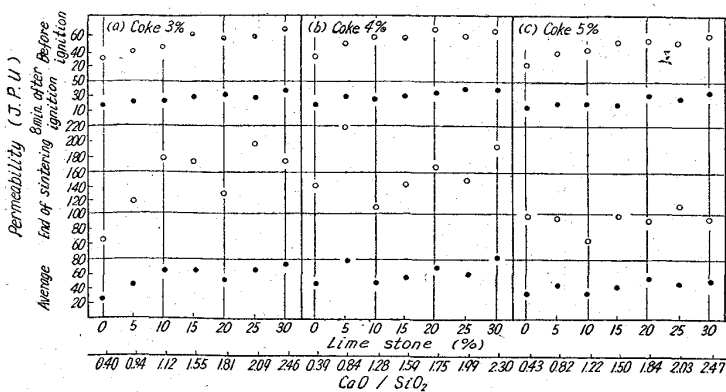


Fig. 4. Relation between permeability during sintering and lime stone addition.

石灰石添加量の増加とともに通気度の差が点火後 10 min 後ではつきり表れている。コークス量 5% の場合は焼結中に過熔融が生じ、W・Luyken⁴⁾ などの唱える粥状の層の発生により通気度曲線に凹凸が生じている。焼結完了時近くの通気度曲線の傾斜は、コークス量 4% (Fig. 3) を標準としてコークス量 3% の場合は大となりコークス量 5% では小となり、この空気流量の変化に相応して前項の焼結層温度曲線の最高焼結層温度を中心としての加熱温度上昇曲線と冷却温度下降曲線の対称あるいは非対称が生じたものと考えられる。すなわち、焼結層における熱移動の現象が通気度変化に影響されるものであり、詳しい通気度曲線の検討は今後の問題である。

Fig. 4 より、点火前通気度の大小がその後の通気度に影響しており点火前通気度の重要性がわかる。本実験では焼結過程における通気度は、コークス量が 5% の場合、大きな低下が認められるが、いずれのコークス量でも石灰石添加量の増加とともに増大している。

(3) 焼結層温度と強度、被還元性および鉱物組織

焼結過程へのコークス量および石灰石添加量の影響を焼結層温度にて示すと Fig. 2 のごとくであり、これを別報の強度、被還元性および鉱物組織の検討結果⁵⁾ より考えるに、焼結温度は焼結原料の配合組成に応じて最適温度範囲があり、このために必要なコークス量および空気流量の調整が必要であると考えられる。コークス量を過剰に増加した場合、それに応じて石灰石添加量の増加はコークス量の悪影響を減少せしめるのであるが、現在主として使用されている塩基度 1.20 前後の焼結鉱にては焼結原料の配合組成に応じたコークス量の調整が、品質および生産性の改善のための第一の必要条件である。このことは使用した実験試料にてはコークス量 4% で石灰石添加量の増加とともに強度の上昇が得られたが、コークス量 3% および 5% では強度低下の塩基度範囲があったことより指摘されよう。

III. 結 言

30kg 焼結鍋による高塩基度焼結鉱製造試験にてその焼結過程における焼結層温度曲線、焼結層通気度曲線および焼結層温度と石灰石添加量の関係について検討し次の結論を得た。

(a) 石灰石添加量の増加とともに平均焼結層温度が

低下し、特にその上層部の温度低下の大であるが、flame front の巾が厚くなり熱量の有効利用により良好な焼結性を保持し得るものであり、適正コークス量 4% では焼結温度曲線がラップ磁鉄鉱型となる。

(b) 焼結過程における通気度は、コークス量 5% の場合、大きな低下が認められるが、いずれのコークス量でも石灰石添加量の増加とともに増大している。

(c) 焼結層温度と組織、強度および被還元性の関係より焼結原料の配合組成に応じて適正焼結温度があり、コークス量および空気流量の調整により、品質および生産性の改善が得られる。

文 献

- 1) 高山, 林, 前川: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1266~1268
- 2) 下川, 渡辺, 大竹: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 332~333
- 3) 下川, 渡辺, 大竹: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1268~1270
- 4) W. LUYKEN & L. KRAEBER: Mit K-W-I für Eisen forschung, 13 (1931), p. 247~260
- 5) 渡辺, 大竹, 羽田野: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1563~1566

622,341-185:539.24:539.4:542,941

(3) 焼結鉱の鉱物組織と強度および被還元性の関係について No. 64165

(高塩基度焼結鉱に関する研究—Ⅲ)

住友金属工業, 中央技術研究所 PP1563~1566
工博 渡辺正次郎・大竹康元・羽田野道春

Effect of Mineralogical Composition on the Strength and Reducibility of Sinter with Various Basicity.

(Studies of high basicity sinter—Ⅲ)

Dr. Shojiro WATANABE, Yasumoto ÔTAKE and Michiharu HATANO.

I. 結 言

焼結鉱の鉱物組織¹⁾については、これまでその組織成分の判定に多くの努力がなされてきた。しかしながら焼結鉱の強度および被還元性などの性状と組織との関係²⁾を考察する場合には鉱物組織成分の分布状態および量比を明白にする必要がある。

本報告は焼結鉱の鉱物組成の生成条件をコークス量ならびに石灰石添加量(塩基度)との関係^{3)~5)}について調査したもので特に鉱物組織と強度および被還元性の関連性を考察した。

II. 実験試料および実験方法

使用した実験試料は 30kg 焼結鍋による試験焼結鉱であり、コークス量は 3, 4, 5% の 3 水準, 石灰石添加量は 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30% の 7 水準(塩基度 0.4~2.4 の範囲)である⁶⁾。

鉱物組織の判定には、反射および透過顕微鏡を用い、