



Title	鉄鉱石焼結鉱製造に関する研究
Author(s)	細谷, 陽三
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40972
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	ほそ 谷 陽 三
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 4 1 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 9 月 30 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	鉄鉱石焼結鉱製造に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 原 茂太 (副査) 教 授 野城 清 教 授 碓井 健夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高炉主原料である鉄鉱石焼結鉱の製造時において、高温還元性状の優れた小気孔分散型焼結鉱を製造する技術開発の経過とその評価法である新軟化溶融性状評価法に関する研究の成果をまとめたもので、序論、本論 6 章および結論の 8 章より成っている。

第 1 章は序論であり、本研究の目的、方針および論文の構成について述べている。第 2 章では、焼結反応を急冷により凍結した後、解析して得られた結果とその結果を用いて開発した技術的成果について述べている。すなわち、①焼結層内の水分凝縮現象と凝縮水の通気性によぼす影響、②焼結層内の乾燥予熱挙動と予熱焼結技術の開発、③焼結過程における溶融凝固挙動と低 SiO₂ 焼結技術の開発、また、焼結機の排ガス分析計などの検出端の開発等について具体的に論じている。

第 3 章では、遠心転動造粒機（マルメライザー）を用いた粉コークス造粒技術とその焼結機実操業に及ぼす影響について検討した結果について論じている。

第 4 章では、焼結反応に及ぼす吸引ガス中の酸素と水蒸気の影響について検討し、焼結プロセスに及ぼす熱風温度、酸素濃度、水蒸気濃度などの影響を定量化し、今後の導入が期待されている排ガス循環焼結法において、これら諸要素がどのように影響するかを考察している。

第 5 章では、焼結原料中の Al₂O₃ 成分の焼結鉱の凝固組織に及ぼす影響に着目して開発し、稼働中の焼結機において試験された「高 FeO 原料配合＋石灰石粗粒化」法による Al₂O₃ の悪影響を抑制する技術の開発経緯について述べている。

第 6 章では、1000℃以上の高温還元性状と還元性に優れた小気孔分散型焼結鉱の製造方法の開発のために、焼結原料の性状が焼結鉱凝固組織に及ぼす影響を解析し、高温還元性に富む焼結鉱組織（微細気孔分布含む）とその製造技術を提案している。

第 7 章では、焼結鉱の新評価方法である断熱型高温荷重軟化溶融試験装置の開発経過と、高温軟化溶融性状の優れた焼結鉱の具備すべき条件を明らかにしている。

第8章では、本研究成果を総括し、焼結プロセスの今後の課題と将来展望を論じている。

論文審査の結果の要旨

優良資源の枯渇化対策、廃棄物のリサイクル技術、地球温暖化に代表される地球環境問題への対応、そして省エネルギー技術など、循環型経済社会システム確立のため、21世紀に向けて日本の鉄鋼産業の取り組むべき多くの課題が横たわっている。鉄鋼プロセスの中でも、資源、環境、エネルギー問題に最も深く関わっているのが製鉄部門である。特に、鉄鉱石やダストを高炉装入物として塊成化する焼結プロセスでは、資源劣質化対策、排ガス中のNO_x等の環境汚染物質の抑制操業など、省エネルギー、環境有害物質排出抑制、焼結鉱品質改善などが強く求められている。本研究は、このような問題に対応するため、還元性に優れた鉄鉱石焼結鉱の製造技術およびその評価法を開発するために行われた研究成果をまとめたもので、要約すると次の通りである。

- (1) 焼結時におけるコークスの燃焼、融液の生成・凝固過程を詳細に検討し、融液は擬似粒子付着粉を形成している細粒原料を主体に生成し、未熔融の粗粒子を結合して焼結鉱を形成するので、コークス燃焼ゾーンの雰囲気（酸素分圧）、造滓副原料（石灰石、珪石、蛇紋岩等）の粒度調整による融液性状の制御の重要性を明確にしている。
- (2) 焼結ベッド層内での水分凝結ゾーンの形成機構、通気性を改善する因子などについて検討を加え、水分凝縮ゾーンの形成速度は速く、短時間内に最下層まで達すること、水分凝縮量は層内を通過するガスの湿球温度と配合原料温度の差で決まり、水分凝縮ゾーンの通気抵抗が増大する原因は、擬似粒子の微粉粒子間に存在する水分が過剰になり、微粉粒子が流動・合体し、層空隙率が減少するためであることなどを明らかにしている。
- (3) 焼結ベッドに熱風を直接供給する予熱焼結法について検討し、本法により焼結鉱1トン当たりコークス4.8 kg、コークス炉ガス1.0 Nm³が低減できることを明らかにしている。
- (4) 品質、生産性の悪化を伴わない焼結鉱中のSiO₂低減法として、焼結原料中の珪石の細粒化が有効なことを見出し、本法による低SiO₂焼結鉱製造技術を工業規模で完成させている。
- (5) 従来用いられることの無かった遠心転動造粒機の粉コークス造粒への適用した結果、微粉部分の減少で、コークス燃焼速度が増加し、NO_x生成が抑制されて、焼結鉱の被還元性を改善されることを明らかにしている。
- (6) 鉄鉱石焼結反応におよぼす吸引ガス成分、酸素、水蒸気などの効果を詳細に検討し、実焼結機の排ガスを再循環する場合は、熱レベルに余裕のあるベッド中・下層部へ吸引ガス循環の重要性を明確にしている。
- (7) Al₂O₃の成品歩留、焼結鉱品質への悪影響を抑制するために、これによるカルシウムフェライト融液の液相線上昇を抑制しながら、Al₂O₃を多く固溶する結晶をシリケートスラグ中に生成させる「FeO原料高配合+石灰石粗粒化」組み合わせ法を提案し、成品歩留1.3%向上、RDI 1.5%改善などの効果があることを実証している。
- (8) 小気孔分散型焼結鉱の1000℃以上での高温還元性状について検討し、焼結過程で微細気孔の合体を抑制して小気孔を増せば、反応面積の増加により還元性を向上することを明らかにし、石灰石と粉コークスの粒度の同時調整による、焼結性の改善と焼結鉱の気孔径分布の制御法を考案している。
- (9) 高温予熱還元ガスの導入と断熱制御が可能な焼結鉱の新軟化溶解性状評価測定装置を開発し、高炉操業にとって望ましい焼結鉱の評価法を確立している。

以上のように、本論文は鉄鉱石焼結鉱の製造時における反応過程の詳細な検討から、焼結機内での水分の凝縮、予熱焼結、珪石細粒化、造粒粉コークス、Al₂O₃成分、吸引ガス成分変化などが、焼結鉱の性状や還元性の及ぼす効果を明確にし、この成果に基づいて新焼結鉱製造法ならびに焼結鉱の新評価法を考案した成果をまとめたものである。また、その研究成果の一部は、既に実用化に成功している。本論文に示された長年の研究により得られた成果は、素材製造工学、特に金属製錬工学分野の発展に大きく寄与するのみならず、大量の資源とエネルギーを用いる素材製造産業の省資源・省エネルギー技術として重要な意義を有している。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。