

焼結鉍の鉍物組織形成に及ぼすマグネタイトの影響

王, 子銘

<https://hdl.handle.net/2324/4784572>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (工学), 課程博士

バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)

氏 名 : 王 子 銘

論 文 名 : 焼結鉱の鉱物組織形成に及ぼすマグネタイトの影響

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

日本国内の製鉄業において高炉に装入される製鉄原料は、粉状の鉄鉱石を焼結し反応性と強度を向上せしめた焼結鉱によって70~80%を占められており、焼結鉱の品質が高炉製鉄プロセスの操業成績を左右するといっても過言ではない。国内における焼結鉱製造原料は、そのほとんどが豪州産鉄鉱石であるが、近年の品位低下は著しく喫緊の課題である。鉱石品位低下の対策の一つとして、豪州またはインド産のFe²⁺源であるマグネタイト鉱石の利用が現在検討されている。また、マグネタイト鉱石は磁性を有することで、磁選により脈石成分を取り除き、鉄分を多く含む鉱石の選択が可能である。マグネタイト鉱石を使用すると、マグネタイトの酸化は焼結反応に影響を及ぼす可能性がある。特に、焼結プロセス中の高温雰囲気中における、鉱物組織形成に及ぼすマグネタイトの影響に関する研究はなされていない。また、選鉱に伴うマグネタイト鉱石の微細化するが、粒度が小さいマグネタイトが鉱物組織形成に及ぼす影響が不明なのが現状である。本研究ではマグネタイトを焼結プロセスに使用した際に、マグネタイトが鉱物組織形成に及ぼす雰囲気および粒度の影響について注目し、焼結原料としてのマグネタイトの使用の可能性および品質向上の指針を明らかにする事を目的とした。

本論文は5章で構成され、各章の概要を以下に示す。

第1章は緒論である。まず本研究の背景として、鉄鋼業の重要課題である良質原料の不足問題を踏まえて、その対策としてマグネタイト精鉱の使用の重要性を示した。焼結時マグネタイトの酸化熱の利用は焼結用炭材を削減することにつながり、CO₂削減の可能性があることを述べた。その上で焼結プロセスを紹介し、その焼結過程での組織形成のメカニズムを説明した。その後、焼結原料としてマグネタイトを使用した際に懸念される焼結鉱の品質項目についてまとめた。次に、焼結原料としてマグネタイトの使用に関する研究が少ない現状を説明した。そして、マグネタイトを用いる際に焼結鉱の組織形成に及ぼす種々の影響因子とその挙動の調査が必要であることを述べた。

第2章では大気雰囲気または還元雰囲気におけるヘマタイト、マグネタイトの焼結実験を1250℃、1350℃で行い、鉱物組織形成に及ぼすマグネタイトの影響を調査した。その結果から大気雰囲気下で焼成すると、ヘマタイト、カルシウムフェライトとスラグの組織が形成され、還元雰囲気下では、ヘマタイト、カルシウムフェライトとスラグに加えてマグネタイトの組織形成が確認した。また、どちらの焼結雰囲気においてもヘマタイトを使用した試料とマグネタイトを使用した試料で同様の組織生成を確認した。ヘマタイト、マグネタイトを使用した試料ともに強度と被還元性が優れたカルシウムフェライト組織を生成させるためには、焼結過程で酸化状態を保つことが非常に重要であることを明らかにした。

第3章ではマグネタイトを焼結原料として使用する際には、選鉱の過程で細かく粉砕される特徴を想定し、マグネタイトの粒度が組織形成に及ぼす影響について明らかにすることを目的として、異なる粒子径の酸化鉄試料を用いて焼結実験を行った。その結果から、ヘマタイト、マグネタイトを使用した試料は粒度に依らず、ヘマタイト、カルシウムフェライトとスラグの組織が形成されるが、生成する組織量は保持温度と酸化鉄の粒度に影響されることを示した。粒度が異なるマグネタイトを用いた実験結果では、カルシウムフェライトが比較的低温で固相のまま存在する場合と、高温で融液を生成する場合とにおいては、マグネタイトの粒度依存性が異なる傾向を示すことを明らかにした。

第4章ではマグネタイトの有効利用の観点から、ヘマタイト及びマグネタイトを使用した模擬焼結鉱を作製し、それらの強度及び被還元性を調査した。その結果から模擬焼結鉱試料ではヘマタイト、マグネタイト、カルシウムフェライトとスラグの鉱物相生成が確認され、ヘマタイトを用いた **Sample H**、マグネタイトを用いた **Sample M** の焼成後強度および被還元性が、従来の焼結鉱を上回ることを明らかにした。未反応核モデルを用いた模擬焼結鉱の還元速度解析によって、模擬焼結鉱試料の化学反応速度定数、生成物層内有効拡散係数の温度依存式を提示した。

第5章では、得られた結果を総括した。また、マグネタイトを焼結原料として実プロセスでの使用を進めるためには、焼結プロセス内で生成する融液量の適切に制御をする必要があり、焼結層内の適切な酸化促進および温度制御が求められるが、実操業におけるより複雑な反応系における検討の必要性を最後に述べた。