九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

高炉装入物高温挙動の支配要因評価とその制御に関する研究

西村, 恒久

https://doi.org/10.15017/1654838

出版情報：九州大学, 2015, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

（様式２）

氏　　名　：西村　恒久

論 文 名　：高炉装入物高温挙動の支配要因評価とその制御に関する研究

区　　分　：甲

論　文　内　容　の　要　旨

本研究では、高炉装入物性状を考慮した鉱石層の高温挙動として、軟化、収縮、融着とその支配要因を基礎実験により解明すると共に、高炉操業改善に向けた鉱石層の高温挙動の制御手段について検討した。本論文は第１章から第６章までの６つの章で構成されている。

第1章の「序論」においては、本研究の背景として、鉄鋼業、特に高炉法をとりまく状況を環境問題と資源問題の課題として整理すると共に、その解決において重要となる高炉炉内現象の解明と高炉装入物高温挙動の研究のこれまでの経緯と現況についてまとめ、高炉装入物の鉱石層の高温挙動の支配要因評価とその制御に関する研究の意義を明らかにした。

第２章の「模擬鉄鉱石の融液生成挙動の熱力学平衡計算とその場観察による評価」においては、高炉装入物の高温性状挙動では、融液生成挙動とその影響が重要となることを指摘し、そのため、熱力学平衡計算により鉄鉱石の融液成分を模擬した$FeO-CaO-SiO_2-Al_2O_3$ 4元系スラグ域の融液生成挙動に及ぼす温度、塩基度などの影響を推算した。また、高温走査型レーザー顕微鏡を用いて融液生成挙動のその場観察を行い、熱力学平衡計算結果との比較・評価を行うことで、装入物高温挙動検討への熱力学平衡計算の可能性を検証した。その結果、高FeO域における融液生成量はAl_2O_3含有量ならびに塩基度CaO/SiO_2の影響が非常に大きく、Al_2O_3含有量が少なく高塩基度ほど融液生成が高温側に移行するとともに生成量も減少することを明らかにした。さらに、融液生成挙動の熱力学平衡計算結果と高温走査型レーザー顕微鏡によるその場観察結果の比較から、熱力学平衡計算の融液生成挙動評価への適用が有効であることを明らかにした。

第３章の「高炉装入物の軟化収縮及び溶融還元挙動の評価」においては、高炉装入物の軟化収縮及び溶融還元の支配要因の評価を狙って各種高炉原料の高温性状試験を行うとともに、軟化粘度に液相率と空隙率及び気孔率を考慮することによる収縮挙動の評価と、装入物の液相率および液相生成挙動の還元率依存性が溶融還元挙動に及ぼす影響について検討を行った。その結果、1300℃程度までの収縮挙動は粒子の気孔や層の空隙率および液相率を考慮した軟化粘度で評価することができることが明らかとなった。また、溶融還元挙動はFeOおよび脈石成分由来の液相の生成によって急激に進行するとともに、その挙動は還元曲線と液相線の位置関係、すなわち還元の進行に伴う組成の変化と初晶の生成挙動に影響され､液相が溶融還元の進行に伴うFeOの減少により固相を析出する条件では、析出した固相が液相とコークスの接触を阻害して昇温により溶融するまで溶融還元の進行を抑制するのに対し､FeOの減少が固相を生成しない条件では溶融還元は阻害されることなく急激に進行することを明らかにした。

第４章の｢高温性状試験における鉱石層厚の還元率と圧力損失に及ぼす影響の評価｣においては、鉱石層内の圧力損失及び還元率分布について、高温性状試験における鉱石層内の圧力損失分布の評価ともに、鉱石層内の還元率分布について実験及び数学モデルによる評価を実施し、挙動の解明と

その支配要因について検討を行った。その結果、高温性状試験における通気抵抗の上昇は、鉱石層の上層部から生じることを明らかにした。これは鉱石層の上層で還元率が低位である事によるFe0を主体とした融液の生成によるものと考えられる。また数学モデルによる評価により、高温性状試験条件のみならず実際の高炉内の状況を模擬した条件での評価でも無視し得ない差異が生じることを指摘し、高炉内の鉱石層の高温性状挙動を評価する上で鉱石層厚および鉱石層内の分布を考慮することの必要性を示した。

第５章の「高炉装入物高温性状に及ぼす鉱石層内配置制御の効果」においては、前章までで得られた知見に基づいた高温性状制御技術について、高炉における低品位装入物の有効活用技術としてペレットの鉱石層内高さ方向配置による高温性状改善について、実験による評価と効果の検証をおこなうと共に、その支配要因とその影響について検討を行った。その結果、融着開始温度は装入物の塩基度C/Sで整理することができ、鉄分が全てFe0となる還元率33%の組成における熱力学平衡計算による液相生成開始温度との相関が強いことを明らかにした。さらに高温性状に劣るペレットを鉱石層の下層に配置することで融着開始温度を上昇させることができるとともに、ペレットと焼結鉱の混合層の被還元性がペレットと焼結鉱の単味の被還元性の重み付け平均よりも改善されることを明らかにした。さらにペレットを下層に置くことで融着開始時の還元率を改善できることを確認し、高炉装入物の鉱石層内配置制御による鉱石層高温性状改善効果を明らかにした。

第６章では本研究で得られた知見を総括し、本論文の結論とした。