



# 鉄鉱石細粒部の同化特性と焼結鉱強度との関係

岡崎 潤\*・細谷 陽三\*・中野 正則\*

Relationship between the Assimilation Properties of Fine Ores and the Strength of Sinter

Jun OKAZAKI, Yohzoh HOSOTANI and Masanori NAKANO

**Synopsis :** Ore properties influence the strength of sinter. It should be evaluated separately for coarse particles and for fine particles because of the different behavior during sintering; that is, the former remains as unmelted parts in sinter and the latter melts to be bonding phase. This report focused on the assimilation behavior of fine particles and showed a relationship between the behavior and the strength of sinter.

Press-formed tablets consisting of fine ores (−0.5 mm) and limestone (−0.5 mm) (fine ore/limestone=10/1) were heated at 1300°C in an electric furnace with air flow. The heated specimens were observed with microscope and the pore structures were analyzed with image processing.

The crushing strength of tablets after the assimilation test decreased with an increase in porosity. The porosity was influenced by the number of pores more than the diameter of those. The number increased with an increase in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content of the ore. Sinters after heating quasi-particles with varying adhering fines showed similar behavior concerning the pore formation and its influence on strength. In conclusion, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content of adhering fine was favorable to be less than 1.5 mass% and nuclei ore was desirable to contain less combined water.

**Key words:** agglomeration fine ore; assimilation; pore; porosity; strength; iron ore sinter; tablet.

## 1. 緒言

鉄鉱石資源の最新動向として、豪州の新規マラマンバ鉱石の生産、出荷が2002年に開始されたことがあげられる。これまでの基礎研究から、新規マラマンバ鉱石は結晶水(CW)が高く、微粉の多いことが明らかになっている<sup>1)</sup>。したがって、今後の焼結原料はゲーサイト比率が上昇し、さらに粒度が細くなるのは必至であり、焼結鉱の強度、歩留に大きな影響を及ぼすことが考えられる。

焼結鉱の強度、歩留には、擬似粒子の核となる粗粒鉱石と付着粉となる鉄鉱石細粒部のそれぞれの同化特性が大きく関与していると考えられる。前報<sup>2)</sup>では、鉱石と石灰石を用いたモデル擬似粒子による充填層焼成(同化)実験などから、焼結鉱の気孔形成に及ぼす粗粒鉱石の影響について考察し、気孔の形成には鉱石中のCWの影響が大きいことを明らかにした。ここで対象とした鉱石は擬似粒子の核となる1mm以上の粗粒鉱石であり、付着粉となる鉄鉱石の細粒部については検討していない。しかし、鉄鉱石中(ペレットフィードを除く)の1.0mm以下の割合は、その値が少ない鉱石で約25%、多い鉱石になると60%近くにもなるので、鉄鉱石細粒部の同化特性を評価することは非常に重要と考えられる。さらに、1.0mm以下の鉱石中に占める0.5mm以下の粒子の割合は約80%もあること、かつ擬似粒子の付着粉となる鉱石のほとんどは0.5mm以下の細粒の鉱石であるという報告<sup>3)</sup>などから、特に0.5mm以下

の鉱石が重要であると考えられた。

以上の理由から、本研究で扱う鉄鉱石の細粒部を0.5mm以下の鉱石に限定し、その同化特性と焼結鉱強度との関係について実験、解析を行うことにした。

## 2. 従来の研究

焼結鉱の強度に関する研究は数多くなされている。まず焼結鉱の強度を、焼結鉱の気孔と鉱物組織から検討した研究は多い。例えば、焼結鉱の落下強度を、焼結鉱の気孔率および鉱物相の熔融率、焼結鉱中マトリックスの平均強度の積で表した研究報告<sup>4)</sup>がある。同様に焼結鉱の気孔構造とマトリックスの基質強度から焼結ケーキの強度を推定した研究報告<sup>5)</sup>もある。また、褐鉄鉱の使用技術開発を目的として、擬似粒子の構造、特に付着粉層の鉱石混合比率とCaO配合比率を変化させて、焼結体の強度に及ぼす影響を解析した研究<sup>6)</sup>がある。ただし、この研究の実験では、褐鉄鉱と組み合せた鉱石は1鉱種のみであり、多数の鉱石銘柄との組み合せ試験は行われていない。また試薬を用いた研究では、同一鉱石同士を試薬のCaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系融液で結合させ、その抗折力を測定することで強度支配因子を解析した結果<sup>7,8)</sup>が報告されている。さらに近年では、試薬ヘマタイトとカルシウムフェライト系フラックスを用いての接合強度メカニズムを検討した研究成果<sup>9,10)</sup>も報告されている。しかし、擬似粒子の付着粉となる鉄鉱石の細粒部の同

化挙動についての研究例は少ない。

焼結反応は、擬似粒子中の付着粉部から初期融液が生成し、それを介して溶融結合が進むと考えられる<sup>11)</sup>。すなわち、細粒鉱石の同化挙動は焼結鉱の強度に大きな影響を及ぼすと考えられた。

以下、焼結鉱の強度に及ぼす鉄鉱石細粒部の同化挙動の影響について実験、解析した結果を報告する。

### 3. 実験方法

#### 3.1 鉱石試料の化学組成と鉱物組織

産地別あるいは同一産地でも化学組成や鉱物組織の異なる0.5mm以下の鉱石（以下、細粒鉱石と称す）を試料とした。各細粒鉱石の代表的な化学組成をTable 1に示す。ブラジル産鉱石からは、緻密質の低Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>鉱石A（伯産緻密質鉱石A）と多孔質の低Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>鉱石（伯産多孔質鉱石B）を選んだ。次に豪州産鉱石の中から、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の高いヘマタイト鉱石として、多孔質な鉱石C（豪州産多孔質鉱石C）と鉱石Cより緻密質な鉱石D（豪州産緻密質鉱石D）を選んだ。またピソライト鉱石として、高Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の鉱石E（高Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ピソライト鉱石E）と低Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>である鉱石F（低Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Table 1. Chemical compositions of fine particles of ores (-0.5 mm).

	(mass%)			
	T.Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CW
Ore A	64.3	6.51	0.77	0.66
Ore B	64.2	0.71	0.91	1.37
Ore C	62.8	3.65	2.13	2.92
Ore D	63.5	4.16	2.71	2.24
Ore E	57.8	6.14	2.99	7.43
Ore F	56.3	4.64	1.44	8.82
Ore G	64.3	2.12	1.7	3.34

ピソライト鉱石F)を選んだ。インド産鉱石からは高ゲースイト鉱石の鉱石G（印産高ゲースイト鉱石G）を選んだ。

次に、各細粒鉱石の鉱物組織の顕微鏡観察結果をFig.1に示す。伯産緻密質鉱石Aのヘマタイト粒子は、非常に緻密で細長い形状をしているのが特徴である (Fig. 1(a))。伯産多孔質鉱石Bでは、多孔質なヘマタイト粒子が観察された (Fig. 1(b))。両者の比較から、同じブラジル産でも酸化鉄形状が大きく異なっていることがわかる。豪州産多孔質鉱石Cと豪州産緻密質鉱石Dは、マイクロプレイティヘマタイト(Micro platy hematite)が主体の構造である (Fig. 1(c), (d))。ただし、豪州産多孔質鉱石Cにはゲースイト主体のマラマンバ鉱石も観察された (Fig. 1(c))。ピソライト鉱石については、ゲースイト粒子が多く、粒子表面に10μm以下の微粒子が付着しているのが特徴といえる (Fig.1(e),(f))。印産高ゲースイト鉱石Gは、多孔質なマータイトが主体の組織である (Fig. 1(g))。

このように各銘柄の細粒鉱石は成分および形状も異なっている。これらの同化挙動を評価することで、焼結鉱強度に及ぼす細粒鉱石の影響が明確になると考えた。

#### 3.2 タブレット焼成実験

細粒鉱石と石灰石を混合させて作製した円柱状タブレットによる、焼成実験の方法と装置をFig. 2に示す。まず、0.5 mm以下の細粒部に0.5 mm以下の石灰石を乳鉢内で1分間軽く混合した後、成形ダイスに装入し、成形圧力4 MPaで高さ10 mm、幅8 mmのタブレット試料を作製した。タブレットの成分は、実機配合原料に近似させCaO/鉱石質量比 (CaO/Ore) で0.1とした。このタブレットを内径20 mm、高さ15 mmのNi製円筒型坩堝に入れ、電気炉で空

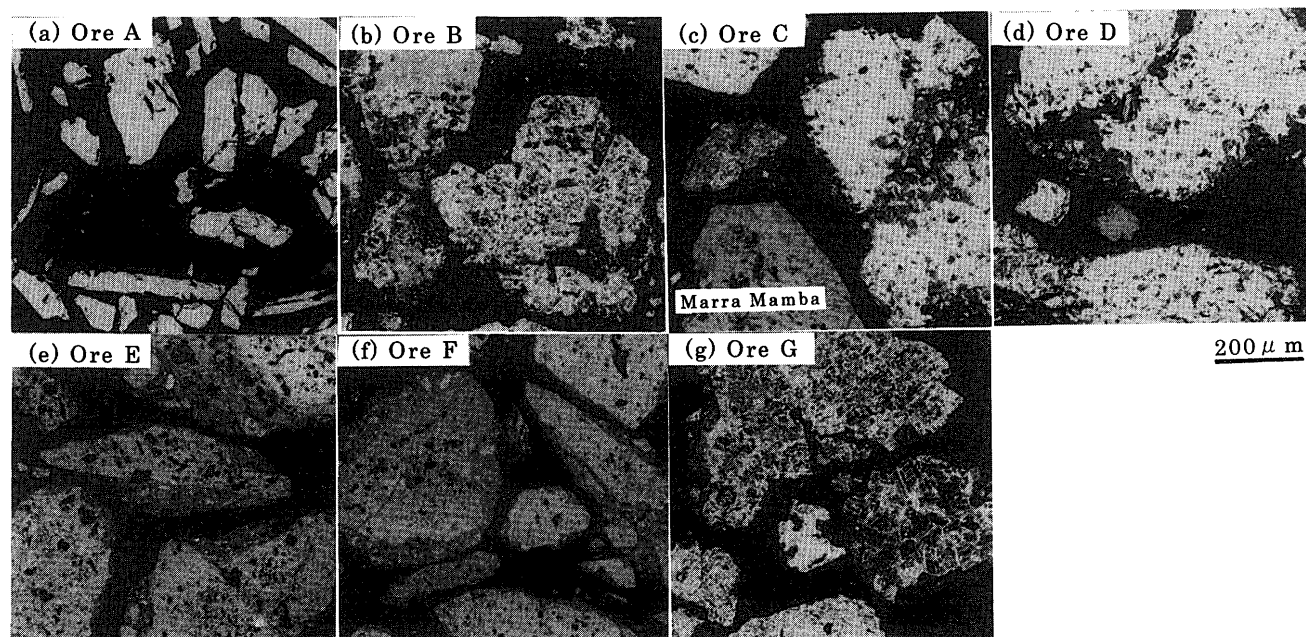


Fig. 1. Microstructure of fine particles of ores (-0.5 mm).

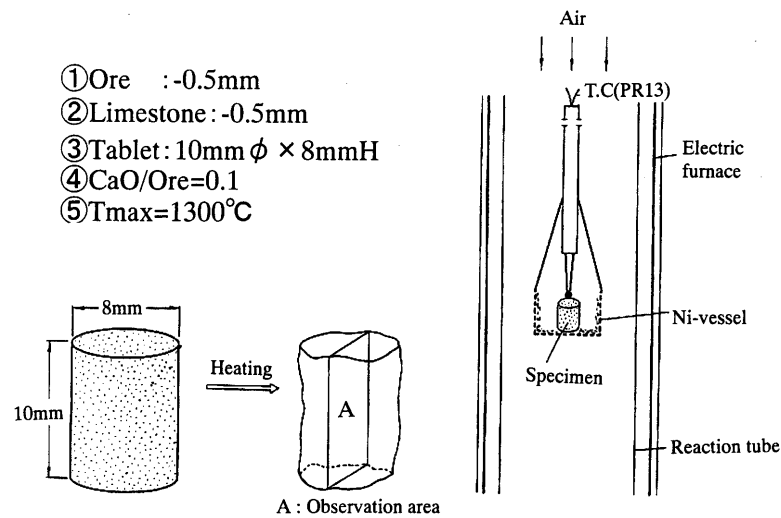


Fig. 2. Schematic diagram of experimental apparatus for assimilation tests.

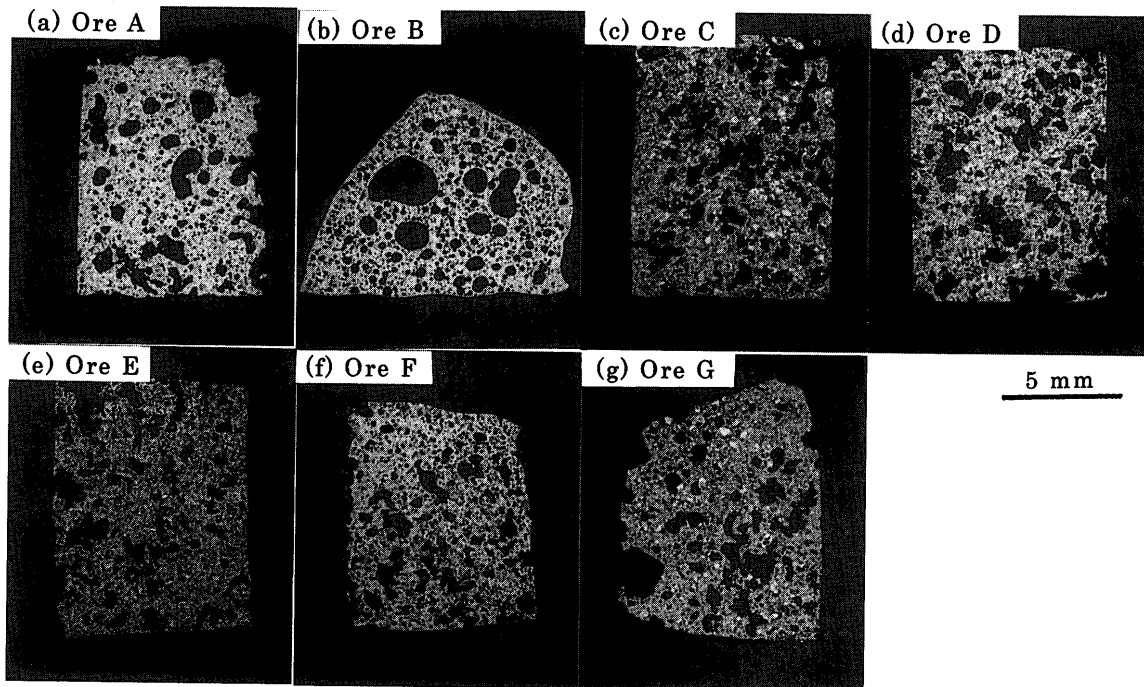


Fig. 3. Microstructure of specimens after heating up to 1300°C in assimilation tests.

気流中で焼成した。焼成は実機のヒートパターンに近似させ、1100°Cから1300°Cまでを1分間かけて昇温し、1300°Cから1100°Cまでを3分間かけて冷却した。1100°Cになった時点で直ちに炉外へ取り出し空冷した。焼成タブレット試料は3個作製し、2個を圧潰強度測定に使用した。残り1個については、中央部を垂直に切断、研磨したのち鉱物組織を観察した。また生成した気孔の割合については、焼成タブレットの10倍の断面組織を画像処理し、断面積に対する直径70  $\mu\text{m}$ 以上の気孔面積の比として表した。ここで、気孔サイズを70  $\mu\text{m}$ 以上としたのは、焼成タブレット全体の気孔を網羅するためには低倍率での観察が必要であり、その時の画像解析装置の最大分解能が70  $\mu\text{m}$ 程度で

あるためである。したがって、本論文中の気孔率とは70  $\mu\text{m}$ 以上の気孔の割合を示している。

#### 4. 実験結果と考察

##### 4.1 焼成タブレットの気孔構造

焼成タブレットの断面組織をFig. 3に示す。タブレット内に生成した気孔の形状は大きく分けて2種類に分類された。伯産緻密質鉱石Aおよび伯産多孔質鉱石B、低 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ピソライト鉱石Fでは気孔が丸くなり、印産高ゲースイト鉱石Gおよび豪州産多孔質鉱石C、豪州産緻密質鉱石D、高 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ピソライト鉱石Eでは不規則な形状になった。この

現象を化学組成の観点からみると、気孔の形状は細粒鉱石中のSiO<sub>2</sub>量やCW量とは関係がなくAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量と相関があり、気孔が丸くなったグループのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量は1.5mass%以下であり、気孔が不規則になったグループのそれは2.0mass%以上であった。細粒鉱石中Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量と気孔形状の関係をFig. 4に示す。ここでは気孔の形状を円形度で表した。円形度は、測定する気孔の面積に等しい円の周囲長を、測定する気孔の周囲長で割った値である。したがって、円形度が1に近づくほど気孔形状が円に近いといえる。Fig. 4からAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量が低いほど円形度が大きくなることは明瞭である。ここで、高Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ピソライト鉱石と低Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ピソライト鉱石の焼成タブレットのマイクロ組織をFig. 5に示した。これら鉱石は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量を除けば、鉱物組織およびSiO<sub>2</sub>、CW含有量もほぼ同様の鉱石であるが、気孔形状は大きく異なっていることがわかる。融液中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量の違いで融液の粘性が変化<sup>12)</sup>したために、この現象が生じたと考えられる。

4.2 焼成タブレットの強度に及ぼす鉱石銘柄の影響

焼成タブレットの強度に及ぼす細粒鉱石の影響を評価するために、焼成タブレットの圧潰強度試験を行った。測定方法として、焼成タブレットを荷重受けに垂直におき、1分間に5mmの速度で荷重を加える方法を採用した。Fig. 6にその測定結果を示す。各タブレットの圧潰強度には大きな差がみられ、ブラジル産では、伯産多孔質鉱石Bに比べ

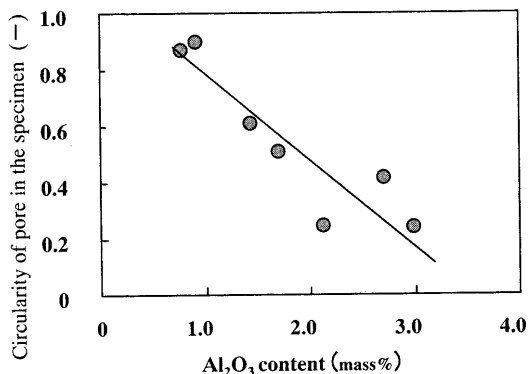


Fig. 4. Relation between Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents in fine ore and the shape factor of the specimen.

伯産緻密質鉱石Aの強度の方が高くなった。一方、豪州産多孔質鉱石Cと豪州産緻密質鉱石Dの比較では、後者の方がやや高い値を示した。すなわち、緻密質鉱石の方が強度は高い傾向を示した。また、鉱物組織が非常に類似しているピソライト鉱石では、高Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ピソライト鉱石Eと低Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ピソライト鉱石Fで強度が大きく異なり、低Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ピソライト鉱石Fの方が高い強度を示した。

これらの結果から、焼成タブレットの強度は鉱石銘柄によって変化すると考えられた。そこで、次項以降にまとめたように、焼成タブレット強度の支配因子について解析した。

4.3 焼成タブレットの強度に及ぼす鉱物組織の影響

焼成タブレットの顕微鏡組織観察の結果、いずれのタブレットもHematiteとCalcium ferrite (CF)の混合組織であった。そこで、画像解析により鉱物相の存在比率を定量し、圧潰強度との関係について調べることにした。まず鉱物相の定量結果をFig. 7に示す。伯産緻密質鉱石Aを除けば、いずれの焼成タブレットも気孔とCFで約80%を占めていることがわかった。次に、CFおよび70μm以上の気孔率と圧潰強度との関係をFig. 8およびFig. 9に示した。CF量と圧潰強度との相関はなく、70μm以上の気孔率が高いタブレットほど圧潰強度が低下する傾向を示した。

4.4 焼成タブレット中の気孔生成支配因子

4.3の結果から焼成タブレットの強度は、70μm以上の気孔率と相関があることが分かった。そこで次に、気孔率を支配する因子について検討することにした。生成した70μm以上の気孔の平均径と気孔率の関係をFig. 10に示す。平均気孔径が大きなタブレットほど気孔率が高くなる傾向がみられたが、強い相関があるとはいえない。次に、気孔率と気孔数との関係をFig. 11に示す。気孔率は気孔数と強い正相関があることが分かった。そこで気孔数を支配する要因についてさらに解析した。細粒鉱石の化学組成と気孔数の関係をFig. 12に示す。気孔数は、細粒鉱石中のT.FeおよびSiO<sub>2</sub>、CWの量にはあまり影響されず、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量に大きな影響を受けることが分かった。Fig. 12(c)に示すように、焼成タブレット内の気孔数は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量が多いほど増加す

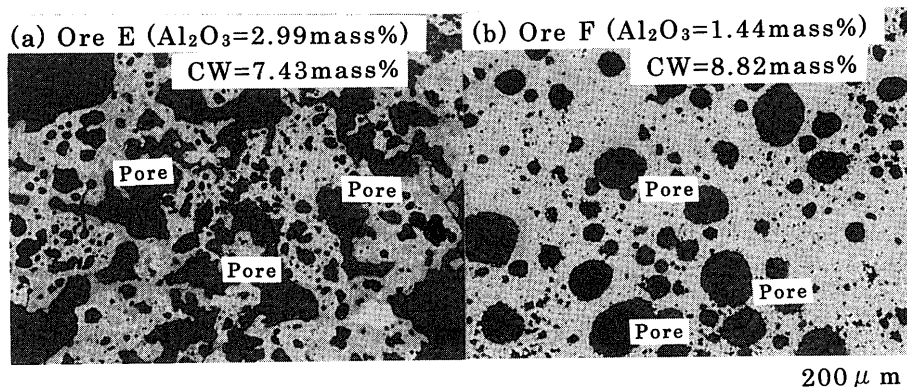


Fig. 5. Influence of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content on the pore structure in the specimen after assimilation test of Ore E and Ore F.

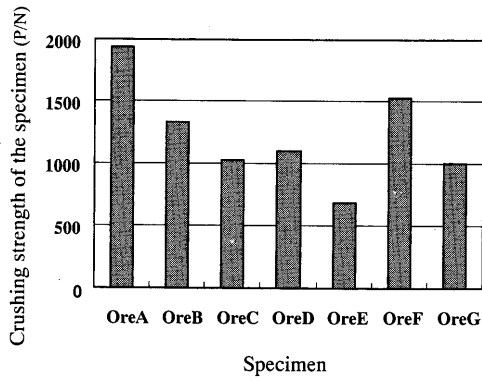


Fig. 6. Results of the crushing strength of the specimen after assimilation test.

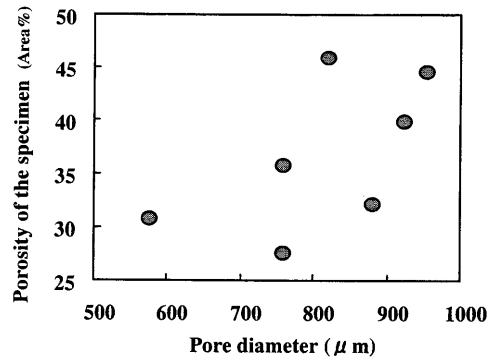


Fig. 10. Relation between the porosity and the pore diameter of specimen.

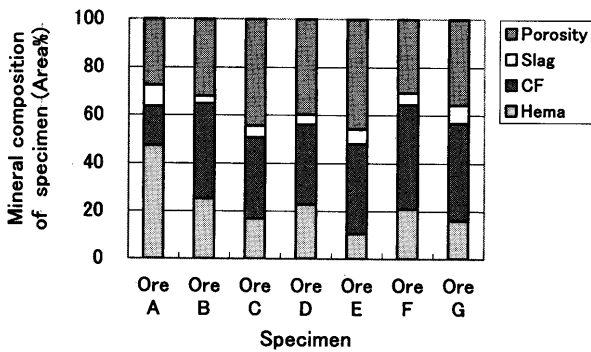


Fig. 7. Result of the mineral composition measured by the image analysis.

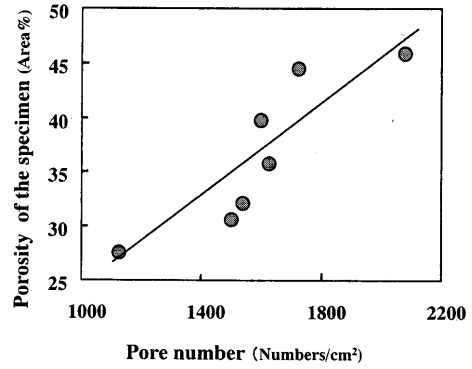


Fig. 11. Relation between the pore number and the porosity of specimen.

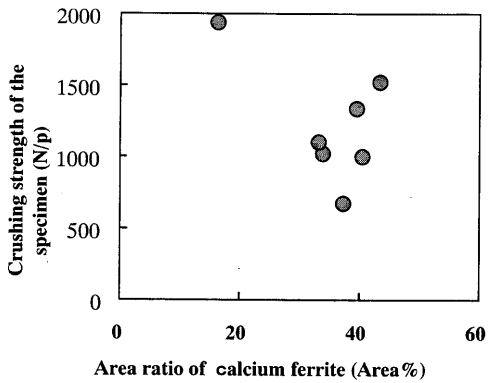


Fig. 8. Relation between the ratio of calcium ferrite and the crushing strength of specimen after assimilation test.

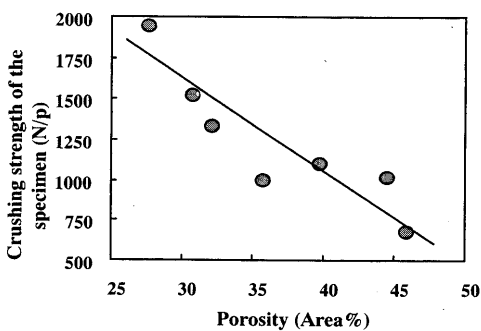


Fig. 9. Influence of the porosity on the crushing strength of specimen.

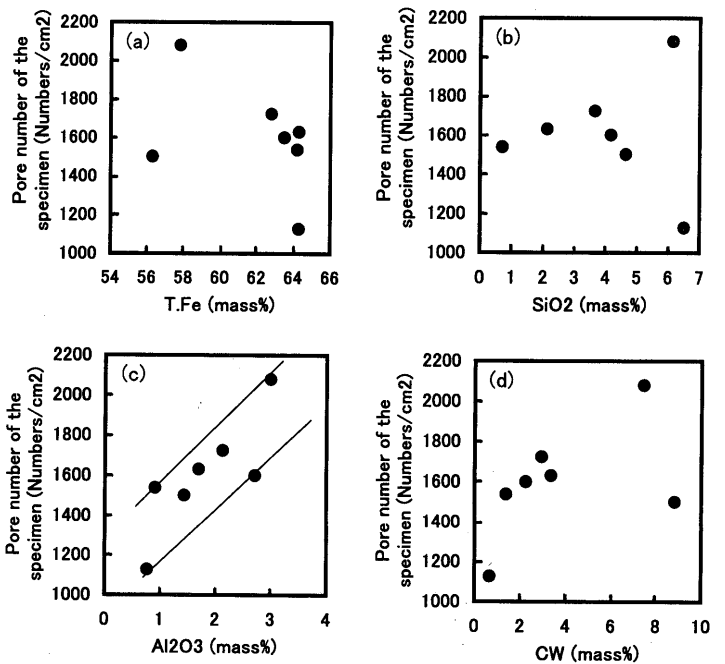


Fig. 12. Influence of the chemical compositions on the pore number of specimen.

る。その理由の一つとして、 $Al_2O_3$ の割合が高いほどカルシウムフェライト融液の融点が増し、かつ融液の粘性も上昇したために、生成した気孔内のガスがタブレットの外へ放出され難くなるためと考えられる。

焼成タブレットの強度を向上させるには、生成する気孔の数を抑制することが重要になる。 $Al_2O_3$ 含有量の高い細粒鉱石は気孔数をより増加させるので、本鉱石使用時は強度向上対策が必要になる。

以上より、焼成タブレットの強度は、(1) 気孔率が高いほど低下する、(2) 気孔率は気孔数が多いほど高くなる、(3) 気孔数は細粒鉱石中のT.Feおよび $SiO_2$ 、CWにはあまり影響されず、 $Al_2O_3$ 量に大きな影響を受ける、ことが分かった。

4.5 粗粒・細粒鉱石組み合わせによる微小充填層焼成実験

タブレット焼成実験の結果を受け、焼結強度に及ぼす細粒鉱石の影響をより明確にするために、銘柄の異なる粗粒鉱石と細粒鉱石を組み合わせたモデル擬似粒子の微小充填層焼成実験<sup>13)</sup>を次に行った。使用した鉱石をTable 2に示した。核粒子となる粗粒鉱石は低 $Al_2O_3$ 、低CWの伯産緻密質鉱石A、中 $Al_2O_3$ 、中CWの豪州産緻密質鉱石D、高 $Al_2O_3$ 、高CWのピソライト鉱石Eの3種類とした。付着粉となる細粒鉱石には、低 $Al_2O_3$ 、低CWの伯産緻密質鉱石Aおよび高 $Al_2O_3$ 、高CWのピソライト鉱石E、低 $Al_2O_3$ 、高CWのピソライト鉱石Fを選んだ。

擬似粒子は、核粒子となる2.0mm~2.8mmの粗粒鉱石に0.5mm以下の細粒鉱石と石灰石の混合粉を付着粉として付着させ、水で造粒して作製した。粗粒鉱石と細粒鉱石の質量比は50/50とし、擬似粒子全体のCaO/Oreは0.1となるように調整した。

作製した擬似粒子を内径20mm、高さ15mmのNi製円筒型坩堝に充填して、電気炉内で1300°Cまで空気気流中で加熱した。焼成は既報<sup>13)</sup>に準じて行った。焼成試料は各水準3個作製し、2個はNi坩堝から取り出して圧潰強度測定に使用した。残り1個は坩堝底5mmの位置を切断、研磨したのち、画像解析により70 $\mu$ m以上の気孔率を測定した。気孔率は、焼成試料研磨面積に対する70 $\mu$ m以上の気孔面積の比で表した<sup>2)</sup>。まず、核粒子となる粗粒鉱石を変えずに付着粉中の細粒鉱石を変更した時の圧潰強度と気孔率の関係をFig.13に示した。いずれの組み合わせでも、付着粉に低 $Al_2O_3$ 細粒鉱石を使用することで焼結体の気孔率は低下し強度は向上した。この結果は、タブレット焼成試験の結果とよく一致している。また、付着粉中の細粒鉱石を変えずに核粒子となる粗粒鉱石を変化させた場合も焼結体の強度に差が生じた。特に、 $Al_2O_3$ 濃度の差が小さい豪州産緻密質鉱石D ( $Al_2O_3=2.47$  mass%) と高 $Al_2O_3$ ピソライト鉱石E ( $Al_2O_3=2.71$  mass%) の圧潰強度には大きな差がみられ、前者の方が強度は高かった。核粒子となる粗粒鉱石のCW値をみると、豪州産緻密質鉱石Dが2.24 mass%、高

Table 2. Chemical compositions of coarse and fine ores.

Coarse ore		Fine ore		
	$Al_2O_3$	CW		
(a)Ore A	0.82	0.61	(d)Ore A	0.77
(b)Ore D	2.47	1.97	(f) Ore F	1.44
(c)Ore E	2.71	8.45	(e)Ore E	2.99
				7.43

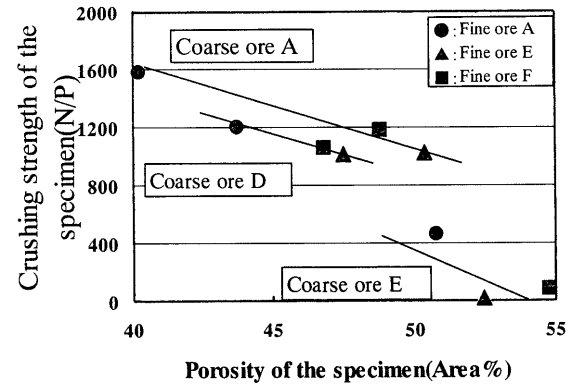


Fig. 13. Relation between the porosity and the crushing strength of specimen in ore combination tests.

$Al_2O_3$ ピソライト鉱石Eは7.43 mass%、伯産緻密質鉱石Aが0.66 mass%であるので、このCW値の違いがその理由としてあげられる。したがって、粗粒鉱石の場合は、 $Al_2O_3$ 量よりもCW量の方が圧潰強度に及ぼす影響が大きいことを再確認できた<sup>2)</sup>。

以上の結果から、焼結強度は、擬似粒子の核粒子となる粗粒鉱石と付着粉となる細粒鉱石の双方の同化時の気孔形成が影響する。粗粒鉱石は、結晶水の脱水により発生した亀裂が融液に取り込まれ気孔となるため、前報<sup>2)</sup>で述べたようにCWの影響を受け、細粒鉱石は結晶水の脱水時に発生する亀裂が微細であるためにCWの影響は小さく、むしろ粒子全量が石灰石と反応するため、生成する融液の融点および粘性を左右する $Al_2O_3$ 量に大きな影響を受けることが分かった。

4.6 粗粒・細粒鉱石の同化特性からみた擬似粒子構造

焼結強度を向上させる擬似粒子構造について、前報<sup>2)</sup>の核となる粗粒鉱石を含めて総合的に考察する。

焼結強度の結合相の形成をマクロ的に表現すると以下のようになる。

- ① 擬似粒子の付着粉部から初期融液が生成する。
- ② 生成した初期融液が付着粉層内に拡がり、融液量を増加させる。
- ③ ②で生成した融液と核粒子が反応し、さらに融液を増加させながら結合が進行する。

したがって、焼結強度向上には、(1) 焼結中に生成する気孔の抑制と、(2) 結合材となる融液量の確保が重要と考えられる。まず、気孔の抑制について述べる。今後の鉄鉱石はピソライト鉱石とマラマンバ鉱石が主流に

なっていくと予想され、焼結原料中のCWは確実に増加する。すなわち、CWの高い粗粒鉱石が核粒子となる確率が高くなることを示唆している。Fig.13の結果からもわかるように、焼結体の気孔生成に及ぼす粗粒鉱石の影響は大きいので、付着粉層で生成する気孔量を極力抑制する必要がある、それには付着粉となる細粒鉱石の選択が重要になる。すなわち、付着粉となる細粒鉱石は、気孔の生成を抑制する $Al_2O_3$ の低い鉱石が望ましく、具体的な一例として、低 $Al_2O_3$ ペレットフィードや低 $Al_2O_3$ マグネタイト鉱石などが望ましいといえる。次に、融液量を増加させるためには、上記②に示すように、初期融液が付着粉層内に速やかに拡がるのが重要と考えられる。著者らは上記②の挙動すなわち融液の拡がり方の指標として細粒鉱石中の融液浸透距離<sup>14)</sup>を提案した。その結果から $Al_2O_3$ が低い鉱石は融液浸透距離が大きいことが確認されている。すなわち、擬似粒子中付着粉部の気孔量の制御と融液量の確保には、低 $Al_2O_3$ の細粒鉱石の配合が必須であるといえる。

当然ながら強度の他に、焼結鉱の被還元性を向上させることも重要である。このためには、擬似粒子中の核粒子となる粗粒鉱石の同化を抑制し、核粒子中の気孔量を確保すべきと考える。したがって、強度と被還元性の双方を満足させる擬似粒子構造を考える場合は、配合する鉱石の同化特性を考慮した最適な鉱石組合せがいっそう重要になる。

以上の考察から、素材コストや需給上の量的な制約を考慮せずに焼結鉱の強度を向上させるための理想的な擬似粒子構造を考察すると、以下のようになる。

(1) 擬似粒子の核となる粗粒鉱石は、気孔生成抑制と融液量確保の面から低CW鉱石が望ましい。

(2) 擬似粒子の付着粉となる細粒鉱石は、融液浸透性が良好で、かつ $Al_2O_3$ 濃度の低い鉱石が適切である。その際の $Al_2O_3$ 濃度は1.50 mass%未満が望ましい。

(3) 強度向上のために焼結鉱中に生成する気孔数を抑制する擬似粒子構造としては、粗粒鉱石はCWの低い鉱石ほどよく、それと組み合わせる細粒鉱石は $Al_2O_3$ 濃度の低い鉱石が望ましい。

(4) 強度を維持しつつ、被還元性も向上させる擬似粒子構造を設計するには、核粒子となる粗粒鉱石はむしろ気孔率の高い鉱石を使用し、強固な結合相を形成する融液量を確保するために融液浸透距離の大きな細粒鉱石と組み合わせるのが望ましいといえる。

なお、焼結原料の擬似粒子構造設計においては、これらの鉱石の造粒性も考慮すべきであり、今後各鉱石銘柄の造粒性も評価する必要があると考えている。

## 5. 結言

焼結鉱の強度に及ぼす鉄鉱石細粒部の同化特性の影響を明確にするために、0.5 mm以下の細粒鉱石を用いたタブレット焼成試験を主体に解析した結果、以下のことが明らかになった。

(1) 焼成タブレットの圧潰強度は気孔率が高いほど低下する。

(2) その気孔率は、気孔数が多いほど高くなり、気孔径そのものの影響は小さい。また、気孔数は細粒鉱石中の $Al_2O_3$ 濃度が高いほど増加する。

(3) モデル擬似粒子による微小充填層焼成試験において、核粒子銘柄を変えずに付着粉となる細粒鉱石銘柄を変更したところ、細粒鉱石中の $Al_2O_3$ 濃度が高い鉱石ほど焼結体の気孔率は増加し、圧潰強度が低下した。この傾向はタブレット焼成試験結果と一致した。

(4) 焼結鉱の強度を向上させるための擬似粒子構造については、①核となる粗粒鉱石は、気孔生成抑制面から低CW鉱石が望ましい、②付着粉となる細粒鉱石は、融液浸透性が良好で、かつ $Al_2O_3$ 濃度の低い鉱石が適切で、その $Al_2O_3$ 濃度は1.5 mass%未満が望ましい、といえる。

## 文 献

- 1) J.Okazaki, M.Nakano and Y.Hosotani: *CAMP-ISIJ*, **14** (2001), 187.
- 2) J.Okazaki and Y.Hosotani: *Tetsu-to-Hagané*, **87** (2001), 298.
- 3) K.Sato: *Fusen*, **28** (1981), 99.
- 4) S.Sato, T.Kawaguchi, M.Ichidate and M.Yoshinaga: *Tetsu-to-Hagané*, **73** (1987), 964.
- 5) N.Oyama, K.Nushiro, Y.Konishi, K.Igawa and K.Sorimachi: *Tetsu-to-Hagané*, **82** (1996), 719.
- 6) Y.Aritomi, H.Ishii, Y.Sasa and K.Tanaka: *CAMP-ISIJ*, **6** (1993), 68.
- 7) E.Kasai, M.V.Ramos and T.Otomo: *CAMP-ISIJ*, **11** (1998), 71.
- 8) M.V.Ramos and E.Kasai: *CAMP-ISIJ*, **11** (1998), 229.
- 9) N.Ichikawa, Y.Sasaki, Y.Kashiwaya and K.Ishii: *CAMP-ISIJ*, **12** (1999), 799.
- 10) Y.Kuroki, T.Maeda and M.Shimizu: *CAMP-ISIJ*, **14** (2001), 948.
- 11) M.Sasaki and Y.Hida: *Tetsu-to-Hagané*, **68** (1982), 563.
- 12) E.Kasai, Y.Sakano and T.Nakamura: *Tetsu-to-Hagané*, **86** (2000), 139.
- 13) J.Okazaki and Y.Hida: *CAMP-ISIJ*, **2** (1989), 47.
- 14) J.Okazaki, K.Higuchi and Y.Hosotani: *CAMP-ISIJ*, **13** (2000), 800.