

## 高圧製団, 高温還元焼成併用による粉鉄鉱より高還元度ブリケットの製造に関する研究(第5報) : 硫酸滓を原料とした還元ブリケットの製造条件と品質についての考察

その他(別言語等)のタイトル	Studies on Production of Highly-reduced Briquettes from Powdered Iron Ore by Means of High-pressure Briquetting following High-temperature Reducing Firing in Succession (5) : Consideration of Manufacturing Conditions and Qualities of Reduced Briquettes from Pyrite Cinder
著者	田中 章彦, 片山 博, 田中 弘史
雑誌名	室蘭工業大学研究報告
巻	5
号	2
ページ	949-960
発行年	1966-08-25
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/3290">http://hdl.handle.net/10258/3290</a>

# 高圧製団，高温還元焼成併用による粉鉄鉱より高還元度 ブリケットの製造に関する研究 (第5報)

硫酸滓を原料とした還元ブリケットの製造条件と  
品質についての考察

田中章彦・片山 博・田中弘史\*

Studies on Production of Highly-reduced Briquettes from Powdered  
Iron Ore by Means of High-pressure Briquetting following  
High-temperature Reducing Firing in Succession (5)  
Consideration of Manufacturing Conditions and Qualities of  
Reduced Briquettes from Pyrite Cinder

Akihiko Tanaka, Hiroshi Katayama and Hiroshi Tanaka

## Abstract

For the purpose of manufacturing highly-reduced briquettes from pyrite cinder, suitable manufacturing conditions for highest qualities of briquette were studied by us.

Results obtained are summarized as follows:

- (1) Briquettes with a degree of reduction over 90% are obtained from pyrite cinder, when 20% of coal is added. However, in addition to this percentage of coal, briquettes having maximum compressive strength can not be obtained.
- (2) 15% coal addition is suitable for obtaining maximum strength.
- (3) The greatest trouble in manufacturing the reduced briquettes from pyrite cinder is that it causes numerous cracks upon firing. This results in lowering strength and consequently in pulverizing when it is in the firing kiln.

## I. 緒 言

硫化鉄鉱を硫酸製造の目的で焙焼した焼滓すなわち硫酸滓は酸化鉄が主成分であり，資源の乏しい我国にとってはきわめて重要な製鉄原料であり，従来多量に利用されてきている。しかしながらこれは一般に粒状粉状のため高炉製鉄に使用する場合団鉱，焼結等の塊状化処理が必要であり，また硫黄，砒素，銅，亜鉛等製鉄製鋼には有害な成分を含むなどその経済的な価値はかならずしも高くない。特に低品位のものは多く利用の途なく一部廃棄されている現状である。これを高度に製鉄原料として活用させるためには，何らかの有利な前処理法の開発が望まれ，従来各種の方法が研究され試験され，一部工業的に実施されつつある。

\* 室蘭工業高等学校金属工業科

我々はこの目的に対して、従来研究を進めてきた砂鉄を原料とした高圧製団、高温還元焼成併用による高還元ブリケットの製造法<sup>1)~7)</sup>を適用するための基礎試験を行なった。この方法は比較的小規模な施設と安価な費用で高品質の焼成ブリケットが得られ、また諸有害成分中砒素、亜鉛をある程度除去することが可能であり、硫酸滓の予備処理としては適しているものと考えられる。ただ一面において砂鉄のようなマグネタイト系の酸化物と異なり、ヘマタイト系の硫酸滓は還元焼成間に大きな容積変化をとめない<sup>8)</sup>、これが亀裂生成の誘因となり、焼成炉内で粉化されることが予測され、技術的に困難ないろいろな問題を含むことが考えられる。

本報告はこの方法の適用の基礎として、高強度、高還元度の焼成ブリケットを得るためには、いかなる原料条件、団鉦条件、焼成条件が最適であるかを検討し、また当然憂慮される焼成粉化についての見解を表明するものである。

## II. 実験試料および方法

### 1. 実験試料およびその配合比

本研究において使用した硫酸滓は北海道砂川市東洋高圧工業株式会社北海道工業所から室蘭市富士製鉄株式会社室蘭製鉄所に製鉄原料として供給されたもので、同所製鉄部から研究用として御提供いただいた。この硫酸滓の粒度を調査したところ +10 メッシュから -325 メッシュまで広範囲にわたって重量的にはほぼ一様な分布状態を示した。

本実験にあたってはこれを篩分し 42~100, 100~200, -200 メッシュの3粒度のものをとり、大部分の実験は 100~200 メッシュのものを使用し、硫酸滓の粒度の影響を調査する一部の試験にかぎり他の2種の粒度のものを使用した。これらの粒度別の化学組成を表-1に示す。表-1において原試料と記した最下欄の分析値は富士鉄の分析によるものであり、他の粒度別組成は本研究にさきだち我々が行なった分析結果である。

この結果より比較的粗粒のものは微粉に比べて鉄分が幾分低く、これに対応して  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  等の夾雑成分が高くなっていることがわかる。本実験で主として使用した 100~200 メッシュの微粉は品位が高く全鉄約 58.4% を示している。S も粗粒が高い値を示すところから、焙焼時の酸化反応が粗粒の場合内部まで十分に進行していなかったものと思われる。また

表-1 供試硫酸滓の化学組成 (%)

区 分	成 分									
	T.Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Mn	S	Cu	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
42~100メッシュ	55.26	7.78	70.36	11.62	0.04	1.64	0.23	1.41	0.93	0.52
100~200メッシュ	58.38	5.61	77.23	8.05	0.03	1.48	0.21	0.98	0.76	0.34
200メッシュ以下	58.93	3.92	79.89	7.97	0.02	—	0.19	0.86	0.93	0.41
原 試 料	54.03	0.81	76.35	16.60	—	1.40	—	—	—	—

表-1 に示してないが Zn 0.21%，As 0.08% を含み，これらは S および Cu 等とともに焼成時の挙動が問題となる。Zn，As は本法のような還元焼成ではある程度除去できるものと思われるが，脱硫<sup>4)</sup>，脱銅は一般に困難であり製品の経済価値を低下せしめることが考えられる。

還元用炭剤としては北海道夕張産の粘結性瀝青炭を粉碎し，100～150 メッシュに整粒して使用した。その工業分析値は表-2 のようである。

粘結剤は前報<sup>7)</sup> と同じく -100 メッシュに粉碎したピッチを使用した。

これらの原料はあらかじめ十分に乾燥したのち入念に混合した。配合比は既報<sup>3)</sup> の結果を基礎として考慮し，表-3 に示すように 4 配合を選定した。

## 2. 実験方法

生ブリケットの成形方法は既報<sup>3)</sup> とまったく同じであるので省略する。製団圧は 17 mm × 17.4 mmφ の円筒型ブリケット 1 個に対し 5,000 kg，すなわち 2,100 kg/cm<sup>2</sup> に相当する。

焼成法も既報<sup>3)</sup> の方法とまったく同じであるが，今回は反応管に從來使用していたものよりも太く長い（内径 30 mm，長さ 800 mm）炭化珪素質のものを使用した。成形したブリケットは側壁をけずり落した硫黄定量用磁製ポートと同時に 3 個のせてこの反応管内で焼成した。焼成間に発生する還元性ガスは反応管の一端から戸外に導き燃焼廃棄し，他端は試料挿入後直ちにアスベストを用いて閉じたが，この気密は不十分であり反応管中に外気がある程度流入したと思われる。

焼成温度は 1,150°，1,200°，1,250°，1,300°C を選び，各温度における焼成時間は 5，15，30，60 min とした。

以上により得た焼成ブリケットについてその形状変化，膨張収縮量，亀裂の発生状態，表面の溶融および崩壊状態を観察したのち分析し還元度，残留炭素量を求め，さらに耐圧強度を実測し品質判定資料とした。また代表的な数個のブリケットはこれを縦方向に切断研磨し，顕微鏡により内部組織の観察を行なった。

## III. 実験結果および考察

### 1. 焼成ブリケットの肉眼観察

ほとんどすべてのブリケットは焼成間に亀裂が発生した。焼成温度が高い場合はこの亀裂が再び融着し，結果的に強固なブリケットが得られた。ただ石炭を 25% 配合したものは亀裂

表-2 夕張炭の工業分析値 (%)

水分	揮発分	固定炭素	灰分	発熱量 (kcal/kg)
1.29	40.04	50.56	8.11	7,745

表-3 原料配分比一覧表

硫酸滓	夕張炭	ピッチ
90	10	3
85	15	3
80	20	3
75	25	3

の発生が少なくまた生じたにしてもきわめて小さいものであったが、この配合では焼成収縮が小さく非常に多孔質で脆弱なブリケットが得られた。亀裂の生成、焼成収縮の大小および表面溶融層の生成等の肉眼にて観察し得る諸現象は還元ブリケットを工業的に生産する場合技術的ないろいろな問題を起し重要であるので、以下100~200メッシュの硫酸滓を原料とした場合について簡単にまとめて記述することとする。

a) 石炭を10%配合した場合；ブリケットの表面は1,200°C、60 minで多少の溶融がみられるが、15~30 minでは溶融することなく比較的良好なブリケットが得られた。1,300°C焼成では5 minの短時間でも溶融が起り、時間が長くなると一層はげしくなり試料をのせたポートとはげしく作用した。亀裂は全般に発生しているがほとんど再融着し、また十分に焼き締め緻密なブリケットが得られた。

b) 石炭を15%配合した場合；表面の溶融は1,200°C以下の焼成温度では60 min、1,250°C以上では30 min以上ではげしくなり、時には流動変形し、またポートと作用しこれを溶食した。一般に表面がそれほどの溶融状態を示さぬ場合でも亀裂が再融着し十分に焼成収縮した良好なブリケットが得られた。この面からの最適の焼成時間は当然温度によって変化し、1,150°Cでは30 min、1,200°Cおよび1,250°Cでは15 min、1,300°Cでは5~15 minの間であった。

c) 石炭を20%配合した場合；ブリケット表面の溶融は1,200°Cおよび1,250°Cでは60 min、1,300°Cでは30 min以上焼成した場合にわずかに認められ、1,300°C、60 minでは溶融による変形が観察された。したがって亀裂の再融着は一般に不十分であった。また1,150°Cおよび1,200°Cでは60 min、1,250°Cでは30 min、1,300°Cでは15 min以上焼成した場合に相当な焼成収縮がみられ、緻密なブリケットが得られた。

d) 石炭を25%配合した場合；焼成条件にかかわらず表面の溶融はまったく認められずまたほとんど収縮しなかった。亀裂はほとんど発生しないが、非常に脆弱でとくに表面がはく離しやすい状態にあった。

使用硫酸滓がこれより粗く42~100メッシュの場合は100~200メッシュの場合に比べて焼成収縮、表面溶融の起りはじめる焼成条件が一般に高温、長時間側にずれ、また表面は概して粗いものが多かった。石炭を20%配合したブリケットではほとんど収縮せず非常に脆弱で2,3のものは焼成間に崩壊した。

## 2. 焼成ブリケットの還元度および残留炭素量

焼成ブリケットの還元度および残留炭素量は実験条件によっていちじるしい変化がみられたので、以下影響因子別に実験結果を示し考察することとする。

### A. 焼成条件の影響

図-1は還元度および残留炭素量の焼成時間に対する変化を示す。使用硫酸滓の粒度は100~200メッシュ、配合比は硫酸滓80、石炭20、ピッチ3である。いずれの焼成温度でも還

還元反応は約 15 min でほぼ完了し，その後の還元度の上昇はきわめてわずかである。また 1,250°C 以上の焼成温度では 30 min 前後で還元度が最大値に達し，さらに長時間焼成すると還元度は逆に低下する。この低下は高温ほどはげしく，60 min の焼成では温度にかかわらずいずれも約 80% の還元度となった。残留炭素量は 1,150°C，1,250°C の両焼成温度ともに 15 min まで急速に，その後は徐々に減少し，還元反応の進行と対応した変化を示している。しかし 30 min 以後においてもかなりの速度で減少している。

高温で長時間焼成した場合の還元度の低下，炭素の消費は炉外放冷間の再酸化にも一因があるが，この反応管では気密性が不十分であり雰囲気酸化性となり，ブリケットの表面から再酸化反応が起った結果であろうと思われ，十分気密な場合には 1,250°C～1,300°C，30 min 以上でも 90% 以上の還元度を保ち得たものと考えられる。なお 1,250°C で 60 min 焼成したブリケットは約 0.4% の炭素が残留しているが，この程度の炭素は半熔融スラグ中にくるみこまれ，あるいはブリケットの中心部に閉じこめられて酸素との接触が断たれ，外部からの再酸化反応を防止する CO ガスをほとんど発生し得ない状態になっていたものと思われる。

次に焼成温度の影響をみると 1,200°C 以下と 1,250°C 以上では還元の進行速度にいちじるしい差があることがわかる。これはブリケットの組織的な原因または反応機構上の原因によるものと思われるが，今後研究を要する問題である。

図-2 は残留炭素量の減少におよぼす焼成温度の影響を示す。焼成時間は 15 min，配合比は 80:20 および 85:15 の 2 種である。高温で焼成するほど残留炭素が少なくなるのは当然であるが，20% 配合の場合 1,200°C と 1,250°C の間の減少が他の温度間より顕著であり，前述の還元度の変化と対応した傾向を示している。石炭を 15% 配合した場合は炭素の必要量を下廻り，残留炭素量はきわめて低く上述のような現象は数値的にはとくに表われていない。

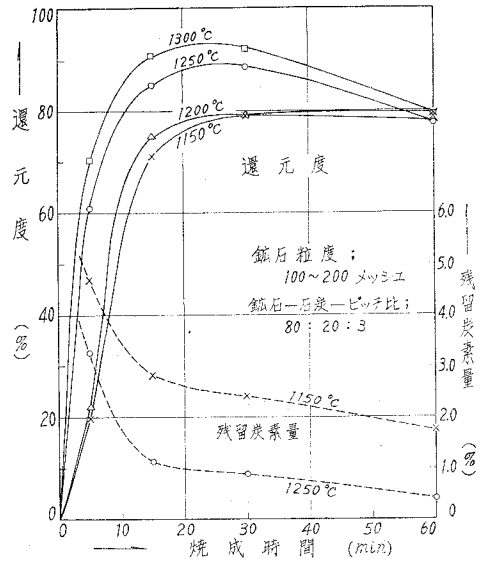


図-1 還元度および残留炭素量におよぼす焼成時間の影響

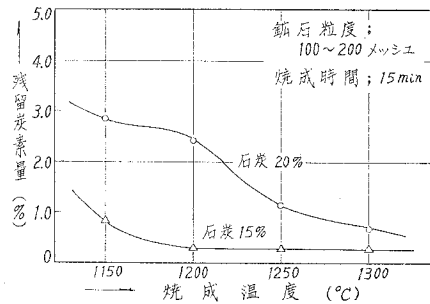


図-2 残留炭素量におよぼす焼成温度の影響

## B. 石炭配合量の影響

石炭配合量は到達還元度に当然影響を与える。砂鉄を原料とした場合には20%が最適で過剰の配合は還元度をかえって低めることが知られた<sup>3)</sup>。本実験に使用した硫酸滓は前報の砂鉄より全鉄量が幾分高く、また酸化度も高いために結合酸素量は多くなっている筈である。したがって適当な石炭配合量は砂鉄の20%より上廻る結果を示すべきである。しかし今回還元剤として用いた夕張炭は前報のものより高品位で固定炭素は約10%高い。以上を考慮して石炭の配合量を20%を中心として種々変化させ実験を行なった。

図-3は石炭配合量による還元進行状態の変化を示したもので、a)は1,200°C、b)は1,300°C焼成の場合の結果である。なお硫酸滓は100~200メッシュの粒度のものを使用した。図より石炭配合量20%までは焼成ブリケットの到達還元度は石炭配合量の多いものほど高いが、25%配合では20%より逆に低い結果を示している。しかし配合量20%以下の場合いずれも還元度が30min以内に最高値に達し、それ以後は上昇せず、むしろいくらか再酸化を受けて低下する傾向を示すのに対して、25%配合の場合はそれ以後もいちじるしく還元度を上昇している。

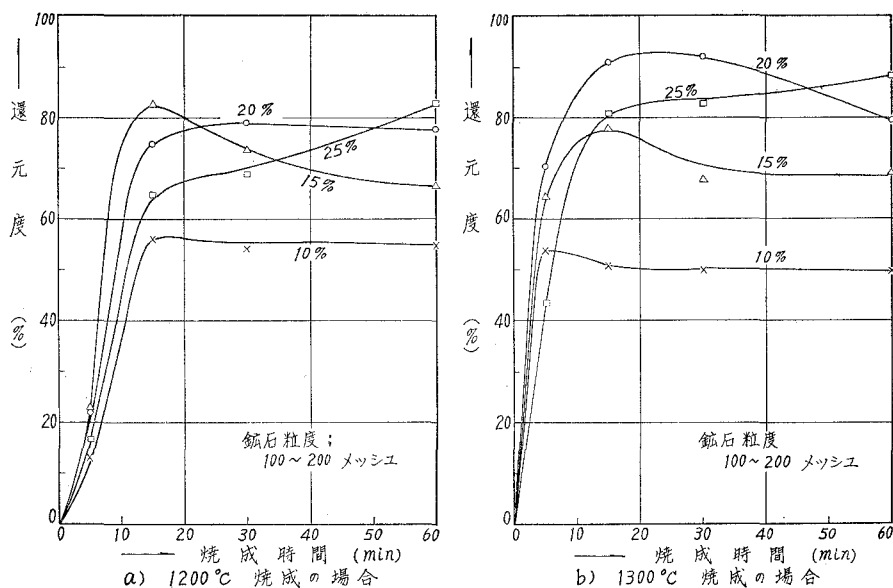


図-3 還元度におよぼす石炭配合量の影響

この石炭を過度に配合した場合の初期の還元が遅れ、長くあとまで還元が進行する現象は前報の砂鉄の場合にもみられた現象であり、配合石炭量が多くても $O_2$ の存在が限られたこのような雰囲気では焼成初期において還元に有効に作用するCOの発生が少なく、これに対して反応阻止因子が強く働く一面、30min以後において多量の炭素を残すことにより雰囲気は長く強還元性に保たれ反応が遅れて継続することによるものと思われる。

次に石炭配合量の多少による残留炭素量の変化を示すと図-4 のようである。この場合の実験条件を示すと硫酸滓の粒度は100~200メッシュ、焼成温度は1,200°Cおよび1,300°C、焼成時間は15minである。石炭を15%以下配合した場合は各温度とも15minの焼成で残留炭素量は0.3%以下に減少しており、還元反応はもはや進行し得ないことが明らかである。20%以上の配合では短時間焼成のためかなり多量の炭素が残留し、かつ焼成温度によってもいちじるしい差がみとめられる。石炭を25%配合した場合、この図には示されていないが60minの焼成においてもまだ多量の炭素が残り、本実験の条件内では再酸化がまったく起り得ないことがわかった。

### C. 硫酸滓の粒度の影響

図-5は42~100, 100~200および-200メッシュの各粒度の硫酸滓の焼成時間による還元度の変化を示す。石炭配合量は20%、焼成温度は1,300°Cと一定にした。微細な鉱石ほど明らかに還元反応は速やかに進行しまた到達還元度も高く、-200メッシュの硫酸滓では30minの焼成によりほぼ100%還元される。しかし42~100メッシュのものでも同じ30minで90%の還元度に達し、その差はあまり大きいものではない。これは焼成温度が高いためとも考えられるが、この程度の粒度範囲では粒度は大なる影響因子ではなく、むしろ後述の強度におよぼす影響をより重視すべきであろう。

### 3. 焼成ブリケットの強度

前述のように本実験の場合焼成ブリケットはほとんどすべての条件において焼成間に亀裂が発生したが、高温、長時間の焼成ではこれが再び融着し結果的に相当の強度を回復するにいたっている。したがって焼成ブリケット自体の強度としてはさほど問題はなく、むしろ焼成間における粉化が実際問題となると思われる。したがってこの点に重点をおき強度におよぼす諸因子の影響について以下述べることにする。なお強度の測定法としてはかならずしも適当ではないが、本実験の場合得られる試料の数が少ないので、やむを得ずブリケット1個当りの耐圧強度を測定した。したがって個々の試料で亀裂、収縮および熔融変形状態が相違し測定値の偏差はまぬかれなかったが、全般的にはかなり明瞭な傾向を知ることができた。

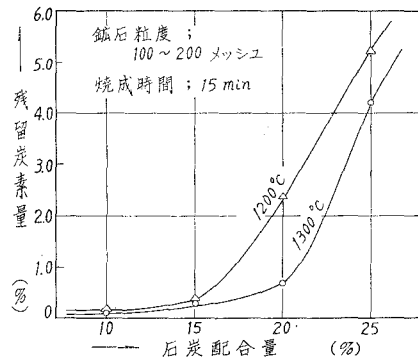


図-4 残留炭素量におよぼす石炭配合量の影響

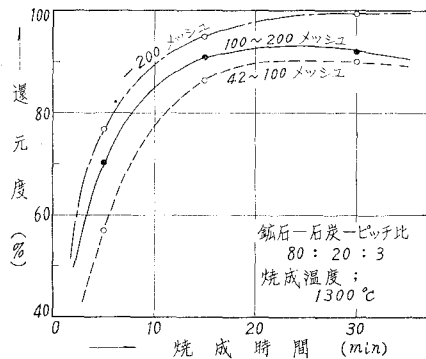


図-5 還元度におよぼす鉱石粒度の影響



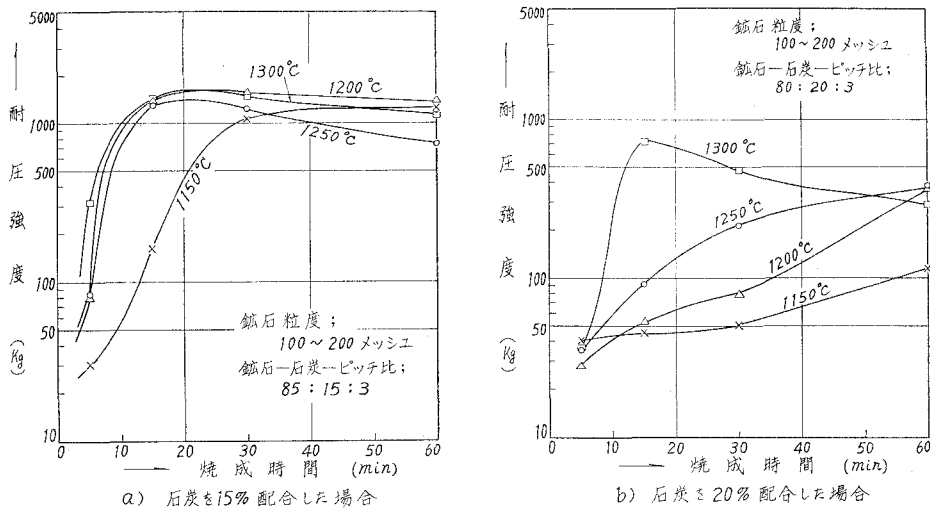


図-6 耐圧強度におよぼす焼成条件の影響

図-6 は焼成ブリケットの焼成条件による耐圧強度の変化を示すもので、a) は石炭を15%、b) は20% 配合した場合であり、硫酸滓の粒度はいずれも100~200 メッシュである。

まず石炭を15% 配合した場合の a) についてみると、一般に比較的短時間で十分な強度を得ることが明らかであり、とくに1,200°C 以上の温度では15 min の焼成によってすでに強度は最大値に達し、その後は強度の上昇はほとんど認められずむしろ幾分低下の傾向を示す。またこの範囲では焼成温度による差も少なく、各温度とも類似の傾向を示している。1,150°C の場合は30 min 以上の焼成によって高温焼成に匹敵する強度を示すが、焼成の初期はかなり脆弱であり、この間に焼成炉内で粉化の危険がある。概していえば石炭の配合量が15% の場合は1,200°C 以上の温度で焼成することによりすみやかに高強度に達し焼成間の粉化のおそれは少なく、しかも強度の高い良好なブリケットが得られるものと思われる。ただ高温で30 min 以上焼成すると再酸化を受けて表面が溶融し、ついには流動変形するにいたるので焼成時間は短時間にとどめるべきである。

次に石炭を20% 配合したものは前述のように到達還元度が最も高く、したがって強度も高いことが予想されたのであるが、結果は b) より明らかなように石炭を15% 配合した場合よりいちじるしく脆弱である。1,250°C 以下の焼成温度では強度の上昇速度は非常におそく、低強度域が相当長時間にわたっている。とくに1,150°C、1,200°C では30 min 間焼成しても50~80 kg 程度の耐圧強度しか示さず、工業的生産にあたり焼成炉内における粉化がいちじるしく起るものと思われる。これに反して1,300°C の高温では比較的急速に強度が上昇しており、石炭を20% 配合したものは高温で焼成すべきことが知られる。なお1,300°C で15 min 以上焼成した場合に強度が低下するのはブリケット内部に空洞が発生したためであることが切断試料の破

面観察結果から知られた。

以上のように焼成ブリケットの耐圧強度は焼成条件および石炭配合量によっていちじるしく変化することが知られ、本実験の温度範囲ではむしろ後者すなわち残留炭素量が大きな影響因子であると思われるので、硫酸滓の粒度 100~200 メッシュ、焼成温度 1,200°C の場合について石炭配合量による耐圧強度の変化を一括して図-7 に示した。これより石炭を 15% 配合したものが各焼成時間とも最も強度が高く、10% 配合がこれにつき、20% 配合では最も低いことが知られる。10% 配合のものは 5 分焼成では非常に脆弱であるが、その後急激に強度が上昇し、15 min 前後で最大値を示す。さらに長時間になると再酸化を受けて表面から溶融が起り、ついには流動変形するにいたるため耐圧強度は次第に低下する。20% 配合では強度の上昇は非常におそいが、長時間になるほど高強度を示す。15% 配合では前二者の短所が相殺されて焼成初期の強度上昇はすみやかであり、また長時間焼成における低下はほとんど起らず良好なブリケットが得られる。なお石炭を 25% 配合したブリケットについてはとくに耐圧強度を実測しなかったが、前述のように非常に脆弱で実用に耐えられぬものと思われる。

図-8 は 42~100 メッシュの硫酸滓を配合した場合の耐圧強度を 100~200 メッシュの結果と比較図示したもので、石炭配合量は 15%，焼成温度 1,200°C および 1,300°C の場合である。焼成ブリケットの肉眼観察において粗粒鉄鉱を原料とした場合は焼成収縮の進行がおそくまた得られる製品も多孔質であることが知られたが、事実耐圧強度の測定結果にもその影響が明らかに示されている。42~100 メッシュのものは一般に強度が低く、とくに短時間焼成の場合の強度上昇は 100~200 メッシュのものよりかなりおくられている。

さらに 42~100 メッシュの硫酸滓に石炭を 20% 配合した場合について述べると、15% 配合ではとにかくある程度の強度を示すが、この場合は脆化が非常にはげしくとくに 1,300°C で

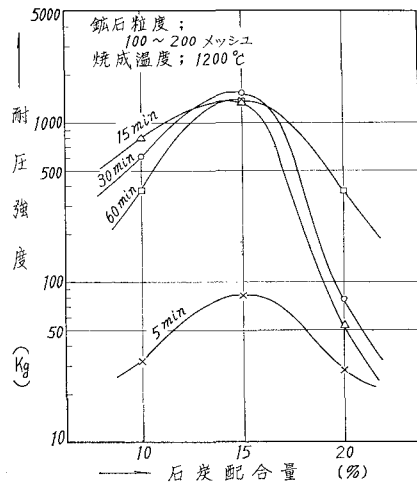


図-7 耐圧強度におよぼす石炭配合量の影響

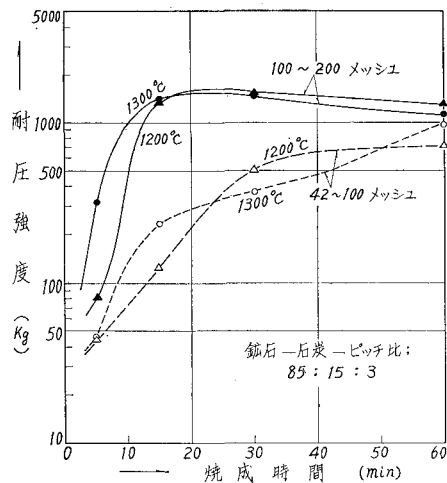
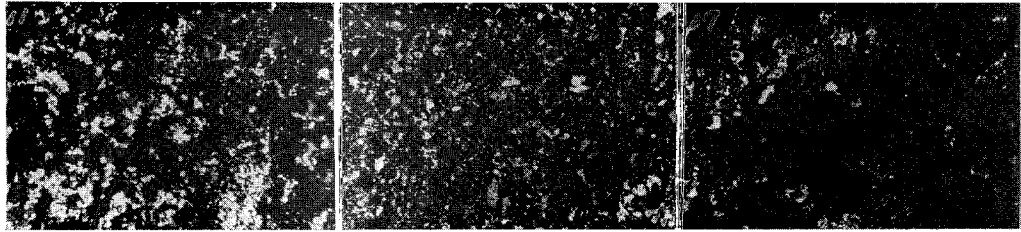


図-8 耐圧強度におよぼす鉄石粒度の影響



周 辺 部

中 間 部

中 心 部

a) 5 min 焼成の場合

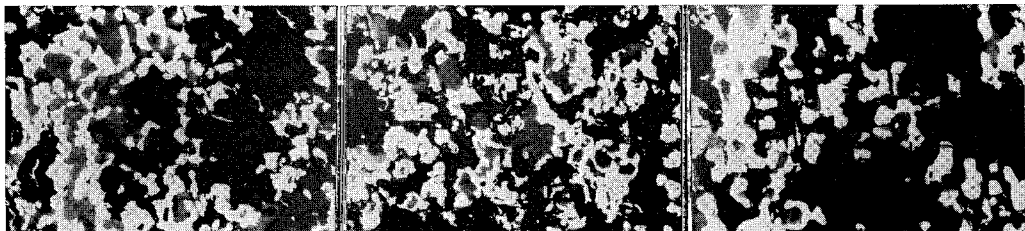


周 辺 部

中 間 部

中 心 部

b) 15 min 焼成の場合

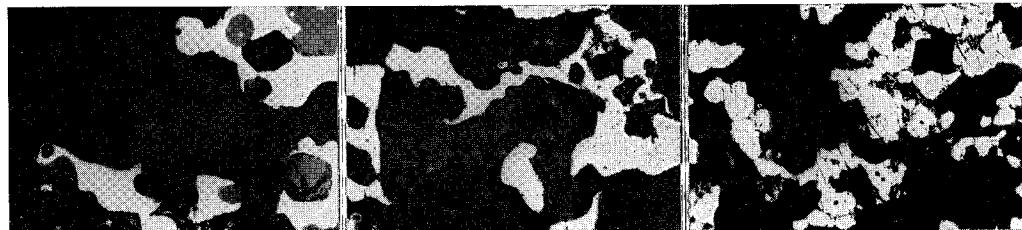


周 辺 部

中 間 部

中 心 部

c) 30 min 焼成の場合



周 辺 部

中 間 部

中 心 部

d) 60 min 焼成の場合

図-9 焼成時間による内部組織の変化 (×100)

鉍石粒度; 100~200 メッシュ 石炭配合量; 20% 焼成温度; 1,250°C

30 min 以上焼成した場合には崩壊粉化した。したがって200 メッシュ以下の粒度については耐圧強度の測定を行なわなかったので断定はできぬが，原料鉱石は少なくとも100 メッシュ以下に磨砕する必要があると思われる。

#### 4. 還元焼成による内部組織の変化

各条件で焼成されたブリケット中より1例として硫酸滓の粒度100~200 メッシュ，石炭配合量20%，焼成温度1,250°Cの条件で得られたものを選び，焼成時間による組織の変化を顕微鏡下で観察した。図-9はその写真でa), b), c) および d) はそれぞれ5, 15, 30 および 60 min 焼成した場合である。各写真とも左から周辺部，中間部，中心部の順に配列されている。なお倍率は100倍で腐食は行なわなかった。写真において白色部は金属鉄であり，この写真では明瞭でないが灰色部はウスタイト，黒色部は主として残留炭素を含むスラグ相および空隙である。

5 min 焼成の場合は還元生成鉄の量が明らかに周辺部で多く内部に向うほど少なくなっており，炭素内蔵ブリケットでも還元反応は温度勾配により表面から進行することを示している。15 min 以上になるとこの内外の差はほとんどみられなくなる。

また焼成初期においては生成鉄は大体原鉱石の形状を残しきわめて微細であるが，時間の経過にともない次第に凝集して粗大な粒子となり，かつ形状も丸味を帯びてくる。一方石炭の燃焼によって残された空隙はスラグの熔融および生成鉄の焼結，凝集によってうずめられ，かつ収縮による移動のために緻密な組織になる。この種の緻密な層がブリケットの周辺部に形成されると内部からの反応生成ガスの放出が妨げられて内圧が高まり，還元反応の進行を抑制するとともに極端な場合には内部に空洞が発生するにいたる。これは1,300°Cで30 min 以上焼成した試料において発生し耐圧強度の低下をもたらした。

## IV. 結 言

本報では硫酸滓から高還元度，高強度のブリケットを製造するための諸実験を行ない，焼成工程および製品の品質におよぼす焼成条件，石炭配合量，鉱石粒度等の影響について考察した。得られた結果を要約すると次のとおりである。

(1) 焼成時ほとんどすべてのブリケットに亀裂が発生し，工業的焼成炉においては粉化の可能性がある。

(2) 石炭の配合量が15%以下のブリケットは低温，短時間の焼成では良好なブリケットが得られるが，高温で比較的長時間焼成することにより再酸化を受けて表面から熔融が起りついに流動変形するにいたる。この状態では耐火材をはげしく溶食するので注意を要する。

(3) 石炭を20%配合した場合が還元度は最も高いが強度は低い。これに比べて15%配合では還元度は幾分低いが高強度の高いブリケットが得られる。

(4) 石炭を10%配合した場合はその絶対量が不足のため到達還元度はいちじるしく低い

が、反面かなりの耐圧強度を有し用途によっては使用可能である。反対に石炭を過剰に 25% 配合したものはいちじるしく脆弱で実用に耐えない。

(5) 粗粒の硫酸滓の場合還元度の低下は少ないが強度はいちじるしく低下する。少なくとも 100 メッシュ以下に磨砕する必要がある。

(6) 適当な焼成条件は石炭の配合量によって変化し、15% 配合では 1,200°C, 15~30 min, 20% 配合では 1,250°C, 30 min あるいは 1,300°C, 15~30 min 程度である。

なお、本研究ではとくに分析は行なわなかったが、反応管の排気側に多量の酸化亜鉛の析出をみたことから、本法による硫酸滓の処理においては脱亜鉛が十分に行なわれ得ることが推定された。

本研究の実施にあたり御後援御協力いただいた北海道工業 K.K., 試料を御提供いただいた富士製鉄 K.K. の各位, ならびに本研究の諸測定の一部を担当された工学士松田俊洋君に謝意を表する。

(昭和 41 年 4 月 30 日受理)

#### 文 献

- 1) 田中章彦・片山 博: 鉄と鋼, **50**, (11), 1667 (1964).
- 2) 田中章彦・片山 博: 鉄と鋼, **50**, (11), 1669 (1964).
- 3) 田中章彦・片山 博: 室工大研報, **5**, 35 (1965).
- 4) 田中章彦・片山 博: 室工大研報, **5**, 47 (1965).
- 5) 田中章彦・片山 博・田中弘史: 室工大研報, **5**, 57 (1965).
- 6) 田中章彦・片山 博: 鉄と鋼, **52**, (3), 279 (1966).
- 7) 田中章彦・片山 博: 室工大研報, 本号.
- 8) J. O. Edström: J. Iron and Steel Institute, **175**, (11), 289 (1953).