

10%配合のものは還元度が低いにもかかわらずよく焼きしまり良好な耐圧強度を示した。

以上の結果から還元度、残留炭素量、焼きしまりの程度、亀裂および内部空洞発生の有無などが強度に大きく影響をおよぼすものと考えられる。

5. 顕微鏡観察結果

生ブリケット中の酸化鉄は周囲に接触する還元剤によって直接還元を受けウスタイト、オーステナイトへと変化し、網状に還元鉄が生成する。一方、鉱石中の造岩成分および石炭中の灰分は還元剤の消費とともに融合し生成鉄間を充てんする。

1150°C, 15 分程度の焼成では鉱粒の内部に相当の未還元部を残すとともに造岩鉱物および灰分はそのまま生成鉄中に残存している。高温かつ長時間になるにつれて生成鉄は半溶融状態になつて凝集し、また造岩鉱物、灰分も溶融ガラス化し、1300°C, 15 分程度の試料は鉱滓中より樹枝状ないし針状結晶の分離晶出をみる。なお高温ではブリケットの表面がすみやかにガラス化し、内部の生成ガスの逸出が妨げられるために試料内部に未還元部を残す例が何個か認められた。これはまた亀裂生成の原因ともなるものと推定される。

生成鉄は微少硬度計による測定結果からみてほとんどフェライトに近く、炭素の生成鉄中への溶解はこの程度の保持時間ではきわめて微量であると推定される。

IV. 結 言

本実験の結果を要約すると次のとおりである。

1. 磨砕砂鉄に石炭およびピッチを配合し、粉体のまま高圧成型することにより以後の処理に支障のない程度の強度を持つ生ブリケットを製造することができる。
2. 適当な配合割合のブリケットを焼成することによって還元度が 90% 以上で耐圧強度の高いメタライズドブリケットを製造することができる。
3. 石炭の配合割合は 20% 程度が適当であり過剰に配合すると強度が著しく減少し、少量配合したものでは還元度が低い。
4. 1250°C~1300°C の焼成温度が最もよい結果をもたらす。1250°C 以下では還元度、強度ともに低く、1350°C では溶融が起り作業上支障をきたすことが考えられる。
5. 焼成時間は 15~30 分の短時間で十分であり、長すぎると再酸化を受け還元度が低下するものと思われる。
6. 本実験は大体密閉に近い気圏中で行なつたがブリケットの周囲は還元気にかこまれ、再酸化はほとんど起らない。また燃焼炉中でも気圏および流速の調節により還元剤の冗費および再酸化を防止し、良好なブリケットを製造することが可能であると考えられる。

(46) メタライズドブリケットの品質におよぼす原料の種類、粒度の影響

(砂鉄を原料としたメタライズドブリケットの製造に関する研究—II)

室蘭工業大学

○田中 章彦・片山 博

Effect of Various Kinds and Particle Sizes of Raw Material on Qualities of Metallized Briquettes.

(Studies on production of metallized briquettes from magnetic iron sand—II)

Akihiko TANAKA and Hiroshi KATAYAMA.

I. 結 言

前報において、磨砕砂鉄を原料とし、還元剤、粘結剤を配合し、粉体高圧団鉱と高温直接還元との併用によりきわめて高還元度、高強度のメタライズドブリケットを製造し得ることを報告した。この場合、原料砂鉄の品質粒度、石炭の種類粒度、粘結剤の種類配合率、団鉱法および団鉱圧、製品の寸法などが製品の還元度、全鉄量、強度などの諸性質におよぼす影響がはなはだ大きく、十分に検討する必要があることはいうまでもない。

本報では、これらの諸条件のうち、砂鉄の粒度、還元剤としての石炭の種類、粒度の変化が製品の品質におよぼす影響について、いくつかの実験を行なつた結果を報告し、第 1 報の結果と比較考察することとする。

II. 実験試料および方法

原料砂鉄は第 1 報の磨砕砂鉄のほかに、北海道国産の未磨砕砂鉄を使用した。この化学成分および粒度分布はそれぞれ Table 1, 2 のごとくである。

この未磨砕砂鉄は前報の磨砕砂鉄と比較して、成分的には大差がないが、200~250 mesh の粒度のものを主体とした後者に対して相当粗粒であり、両者の比較はほぼ磨砕の効果を示すものといえる。また磨砕により構成鉱物の新鮮な面が露出された効果も配慮すべきである。

還元剤としては幌内非粘結性炭、夕張粘結性炭を用いた。それぞれ篩分し工業分析を行なつた結果を Table 3 に示す。

この両者間および粒度別にも成分的な差が大きく、炭種、粒度の影響比較をする上に適当ではなかつたが、これを考慮に入れて考察することとしこのまま使用した。

粘結剤のピッチは市販の JIS 規格品である。

以上三者の配合は前報の結果から砂鉄 80, 石炭 20, ピッチ 3 と一定にした。製団法、焼成法は前報とまったく同じであり、各原料の変化にともない。焼成条件も変化せしめ数多くの実験を行なつた。本報ではこのうち特に表題と関係の深い二三の結果を示し考察することとする。

III. 実験結果および考察

(1) 砂鉄粒度の影響

Fig. 1 は磨砕砂鉄、未磨砕砂鉄を同一条件下で 1200, 1300°C で焼成した試料の還元度の焼成時間に対する変化を示す。

還元反応はいずれの曲線も初期に早く、30min で最高

Table 1. Chemical composition of unground magnetic iron sand.

Total Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂
56.91	30.40	47.59	6.31	2.73	1.08	2.30	7.57

Table 2. Size distribution of unground magnetic iron sand.

Particle size (mesh)	42~100	100~150	150~200	200~250	250~325	-325
Weight proportion (%)	19.0	70.0	9.0	1.0	0.4	0.6

Table 3. Analyses of bituminous coal.

Particle size (mesh)	Non-coking coal (Horonai)			Coking coal (Yubari)		
	48~100	100~150	-150	48~100	100~150	-150
Moisture (%)	4.20	3.86	3.78	1.84	2.36	2.07
Volatile matter (%)	42.97	42.51	39.65	33.54	32.01	32.29
Fixed carbon (%)	43.39	42.21	37.82	43.54	40.05	40.08
Ash (%)	9.44	11.42	18.75	21.08	25.58	25.56

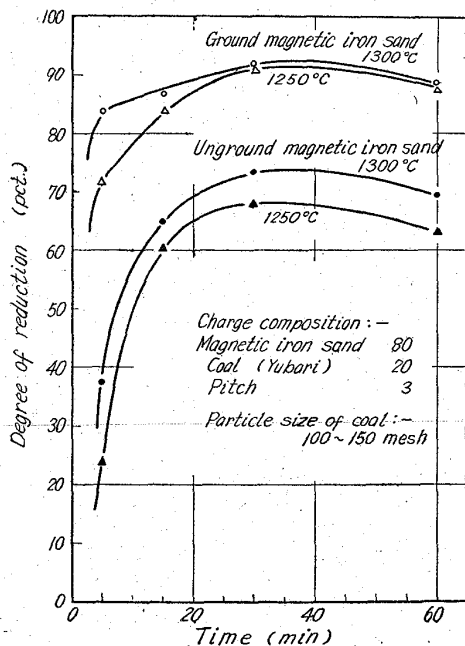
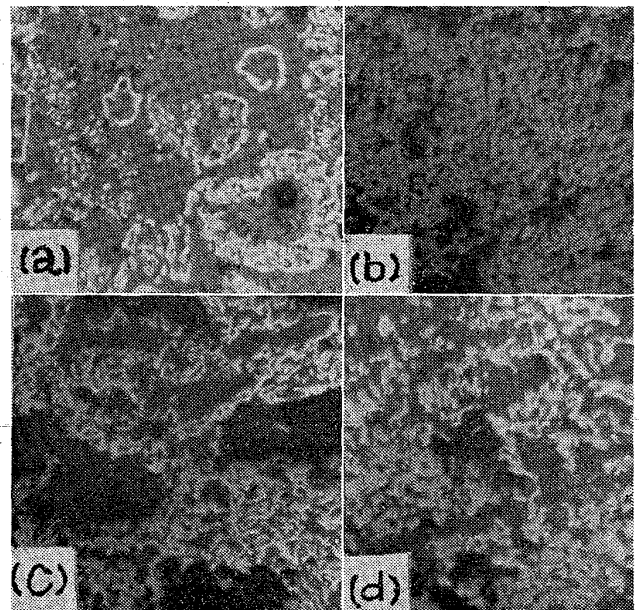


Fig. 1. Effect of grinding of magnetic iron sand on degree of reduction.

に達し、以後再酸化によつてわずかな低下を示す。粗粒の未磨砕砂鉄は反応の進行が遅れることは予測されたとおりであるが、30minにおいて反応が停止したのはこの時間において還元剤が消耗しつくされたことを意味し、残留炭素の分析結果もきわめて低い値を示した。したがって、配合炭素量を増せば還元度の上昇も期待できるが、還元剤の冗費も大きく、生産量も低下する。ともかく図示されるごとく原料砂鉄の磨砕は還元度の上昇にきわめて効果が大きく、絶対に必要な条件といえる。

Photo. 1 (a)(b) は石炭粒度 -150 mesh, 1250°C 30min焼成の同一条件下でそれぞれ未磨砕砂鉄, 磨砕砂



(a) Briquette from unground mag. iron sand.
 (b) Briquette from ground mag. iron sand.
 (c) Briquette from coarsely ground coal (48~100 mesh).
 (d) Briquette from finely ground coal (-150 mesh).

Photo. 1. Micro-structure of metallized briquettes. ×150 (2/3)

鉄から作ったブリケットの組織を示す。(a)は粒子の周縁部のみ還元され未還元部を大量に残すに対し、(b)は還元鉄が微細緻密に生成し、両者の差を十分に示している。

(2) 石炭の粘結性の影響

Fig. 2 は粘結, 非粘結性炭を用いた場合の各焼成温度に対するブリケットの還元度を示す曲線である。

両者の還元度は 1250°C, 30min の焼成条件ではまったく差がないが曲線の傾向は著しく異なる。低温焼成では粘結炭が非粘結炭にくらべて反応の進行が早い、高温焼成では逆に粘結性炭は還元度に低下の傾向を示す

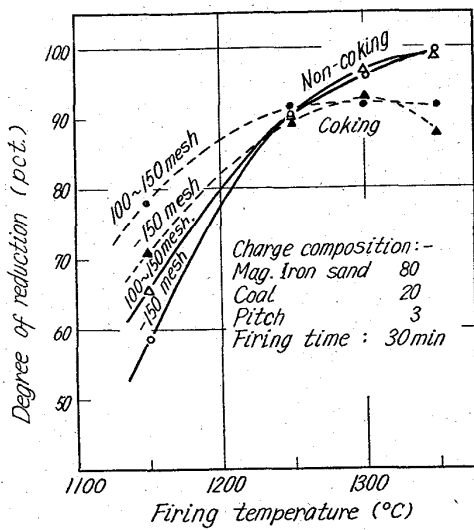


Fig. 2. Effect of coking property of coal used on degree of reduction.

に対し、非粘結性炭は高温になるにしたがい著しく上昇する。これは次のように説明される。いずれの場合も高温で焼成すると表皮からの還元の進行とともに半融ガラス化層が形成される。非粘結性炭の場合は内部の生成ガス圧により亀裂が生じ、この亀裂をとおして生成ガスは容易に逸出し内部の還元反応を進行せしめ得る。これに対して粘結性炭の場合は表層部が軟弱であり、亀裂を生ずることなく膨大し中心部に空洞を生ずる。この結果生成ガスは逸出することなく還元反応の進行はおさえられ、還元度は低下する。事実高温で焼成した試料は粘結性炭の場合多く樽型にふくらみ、非粘結性炭の場合亀裂を生じていた。しかしこのままの形で十分焼結しており強度上の問題はない。また 1000°C 以上で徐熱することによりこの現象の生成はふせぐことができる。

(3) 石炭粒度の影響

Fig. 3 は粘結性炭、磨砕砂鉄を用いた場合の石炭の粒度の変化による還元度の上昇、耐圧強度の変化を示す。

短時間焼成では粗粒が還元度高く、強度は低い。時間の経過につれて中間粒のものが還元度、強度ともに最高を示すにいたる。粗粒のものは粒子間の接触が悪く、石炭消費後の空隙が大きいためであり、細粒のものは内部の生成ガスの逸散がわるく還元度も落ち、また空洞生成による強度低下も著しい。

Photo. 1 (c)(d) は同一条件下で粗粒、細粒の石炭を使用して焼成したブリケットの組織で石炭消費後の空隙の分布状態に著しい差のあることがわかる。

以上より石炭粒度は 100~150 mesh に整粒することが望ましい。

IV. 結 言

第 1 報にひきつづき、メタライズドブリケットの性状におよぼす、砂鉄、石炭の種類、粒度の影響を調べるために行なつた諸実験の結果よりつぎのことがわかつた。

1 砂鉄は 250 mesh 程度に磨砕することが絶対に必要であり、天然産のままでは還元度は著しく低い。後述の石炭粒度との関連もあるが、できればさらに微粉

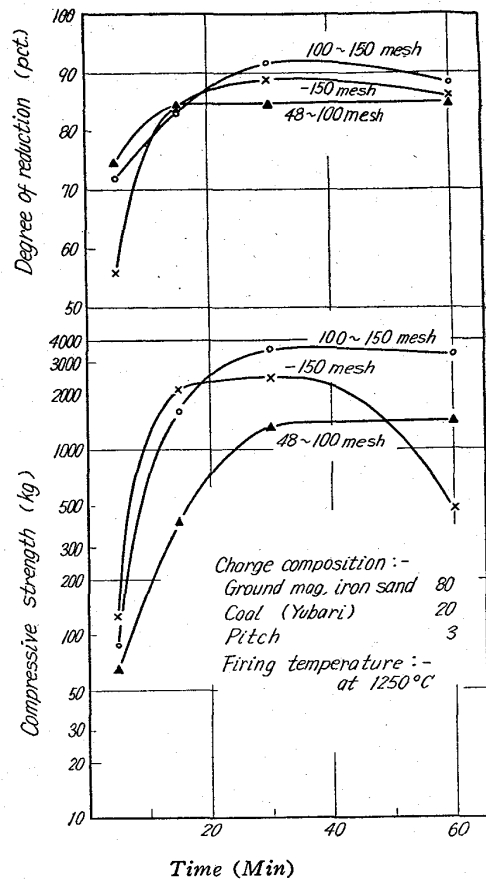


Fig. 3. Effects of particle size of coal on degree of reduction and compressive strength.

にした方がよりよい結果を得ることができると思う。

2 石炭の粘結性は還元度には 1250~1300°C の焼成温度付近では大きな影響がない。ただ非粘結性の場合多数の亀裂を生成し、粘結性炭では中に空洞を生じ全体が樽型にふくらむ。ともに耐圧強度を劣化するが製鋼原料として使用する場合、支障ない程度の強度は保持している。

また 1000°C 程度から徐熱すれば防止できる。

3 石炭は高還元度、高強度を得るために 100~150 mesh に整粒することが望ましい。本実験では粒度別に灰分その他工業分析値が相当の差があつたが、上述の結論にはそれ程影響がないものと思う。

なお、残された問題として粘結剤の種類と配合率、団鉱法と団鉱圧、ブリケットの形状寸法、介在元素の影響などについては次報以下でとりあつかうこととする。