

622,788.3:622.361.16 (5) グリーンボール性状におよぼす ベントナイトの影響について

(ペレタイジングの基礎研究—Ⅱ)

富士製鉄, 中央研究所

工博 小島鴻次郎・工博 西田 信直

○永野恭一・加畑 長・岸 忠男

Effects of Bentonite on Characteristics of
Green Balls.

(Fundamental studies on pelletizing—Ⅱ)

Dr. Kōjiro KOJIMA, Dr. Nobunao NISHIDA,
Kyōichi NAGANO, Hisashi KAHATA and
Tadao KISHI.

1. 緒 言

ペレタイジングにおいてはまず焼成過程で破壊しないだけの強度をグリーンボールにもたせることが必要であり, またグリーンボールの性状は焼成ペレットの品質を支配するので, グリーンボールの性状を支配する諸要因を明らかにしておくことが必要である. 前報¹⁾²⁾ではグリーンボール強度と原料粉粒度の関係について考察し, ペレタイジングに適正な原料粉粒度は, 空気透過法によつて測定した比表面積より求めた平均粒径が一定であるということによって一元化されることを明らかにした. この報告ではグリーンボールの性状を詳細に検討するために, グリーンボール性状試験装置を試作し, これを使つてグリーンボール性状におよぼすベントナイト添加の影響について検討した結果を報告する.

2. 実験装置および実験方法

Photo. 1 にグリーンボール性状試験装置を示す. グリーンボールはモーターからの動力によつて上下する可動範囲 40 mm の下加圧盤の上におかれ, 上加圧盤との間にはさんで圧潰され, この時の圧潰荷重をロードセルによつて検出し増巾して X-Y レコーダーの Y 軸に入れ, 下加圧盤の変位は変位量 ± 4 mm の差動トランスによつて検出し増巾して X-Y レコーダーの X 軸に入れて, 荷重-変位曲線を描かせてグリーンボールの圧潰強度と変形量を求める. 荷重速度は 0.5, 6 および 12 mm/min に可変であり, またロードセルは 5, 50 および 500 kg のものを交換するようになっており, 焼成ペレットの強

度も測定することができる.

Fig. 1 は X-Y レコーダーに記録した荷重-変位曲線の一例を示す. 図において P_w , P_d および ΔD_w , ΔD_d が, それぞれ湿潤ボールあるいは乾燥ボールの圧潰強度 (kg/ボール), および変形量 (mm) である.

グリーンボールは 400 mm ϕ $\times$ 250 mm のバッチ式ボーリングドラムに乾燥した原料粉を供給し, スプレーガンによつて水を噴射して製造した. グリーンボールは水分の蒸発を防止するために平底蒸発皿に入れて, 濡れたガーゼで覆つて水を張つたデシケーター中に入れ, 測定の都度に取り出してグリーンボール性状試験装置によつて荷重速度 0.5 mm/min で圧潰し, 圧潰強度と変形量を求めボール 10 コの平均値をとつた. また湿潤ボールを定温乾燥器で 110°C, 約 7hr 乾燥し, 乾燥ボールについても同様に測定を行なつた. 乾燥ボールをパラフィンで被覆する方法によつて測定した見掛け比重と, ピクノメーター法によつて測定した原料粉の真比重とよりグリーンボールの気孔率を求めた. また落下強度は湿潤ボールは 18 inch, 乾燥ボールは 3 inch の高さより鉄板上に落し, 破壊までの落下回数をもつて示した.

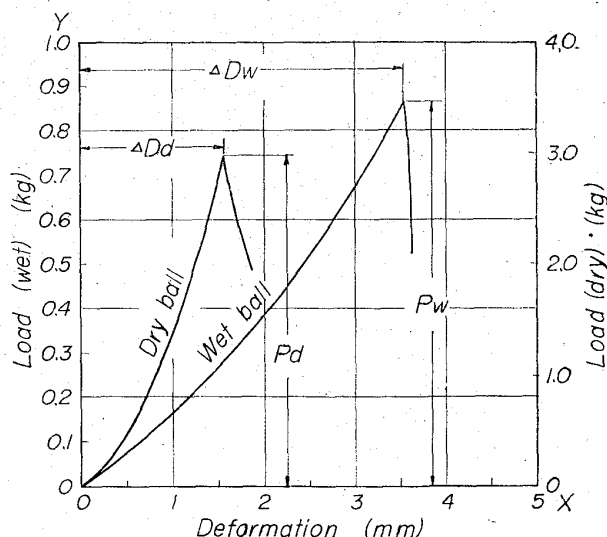


Fig. 1. Examples of load-deformation curves.

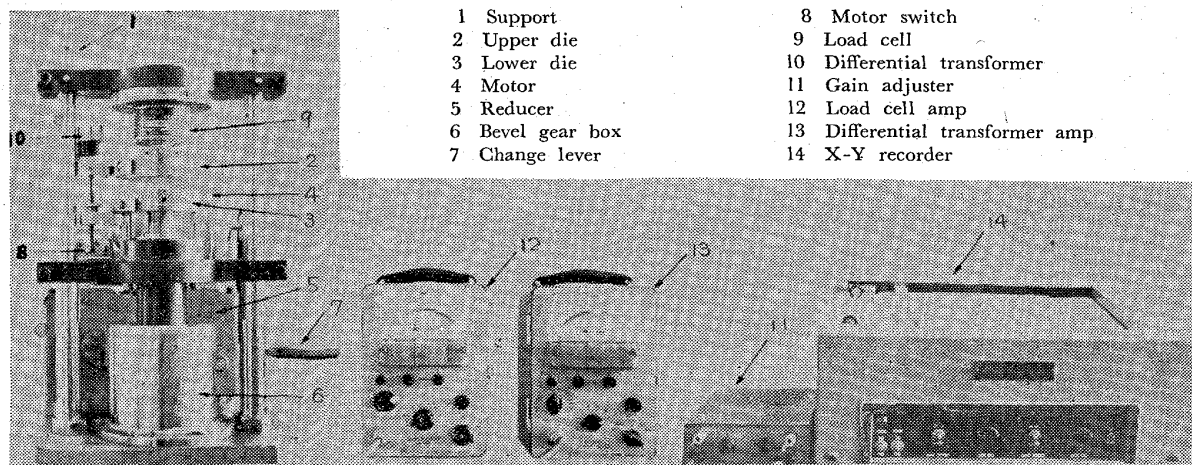


Photo. 1. An apparatus for testing characteristics of green ball.

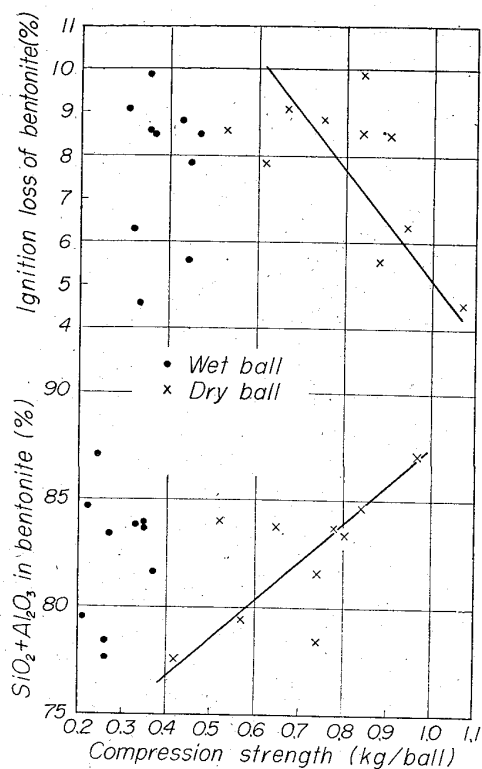


Fig. 2. Relations between compression strength of green ball and $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ or ignition loss of bentonite.

3. 実験結果

3.1 ペレタイジングに適するベントナイトについて

ペレタイジングにはどのような性質のベントナイトが適するのかわからないので、国内産の 10 種のベントナイトを比表面積 $1,193 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、平均粒径 10.18μ の粉鉄鉱石に 0.5% 配合し 11~12 mm ϕ のグリーンボールを製造し、その性状を比較した。Fig. 2 に示すようにベントナイトの $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 含有量の多い程、また Ig. loss の少ない程グリーンボールの乾燥圧潰強度を補強する効果が大きくなる傾向がみられたが、ベントナイトの膨潤度、ベントナイト懸濁液の粘度、表面張力あるいは pH 等がグリーンボールの強度におよぼす影響は明らかにならなかった。なおベントナイト懸濁液の粘度が高いもの程、グリーンボールの気孔率が大きくなる傾向がみられた。

以下の実験には 10 種のベントナイトのうちでグリーンボールの乾燥圧潰強度の補強効果の最も大きかったものを用いた。

3.2 グリーンボール性状におよぼすベントナイト

添加量の影響について

比表面積 $1,398 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、平均粒径 8.43μ の磁鉄鉱にベントナイトを 0~1.0% 添加して、11.5~12.0 mm ϕ のグリーンボールを製造して性状を調査した結果を Fig. 3 に示す。グリーンボールの造粒水分はベントナイト添加量が増すと増加する傾向があり、これはベントナイトが膨潤する際に水を吸収するためと考えられる。湿潤グリーンボールについては圧潰強度、変形率および落下強度ともにベントナイト添加の効果は認められない。いま

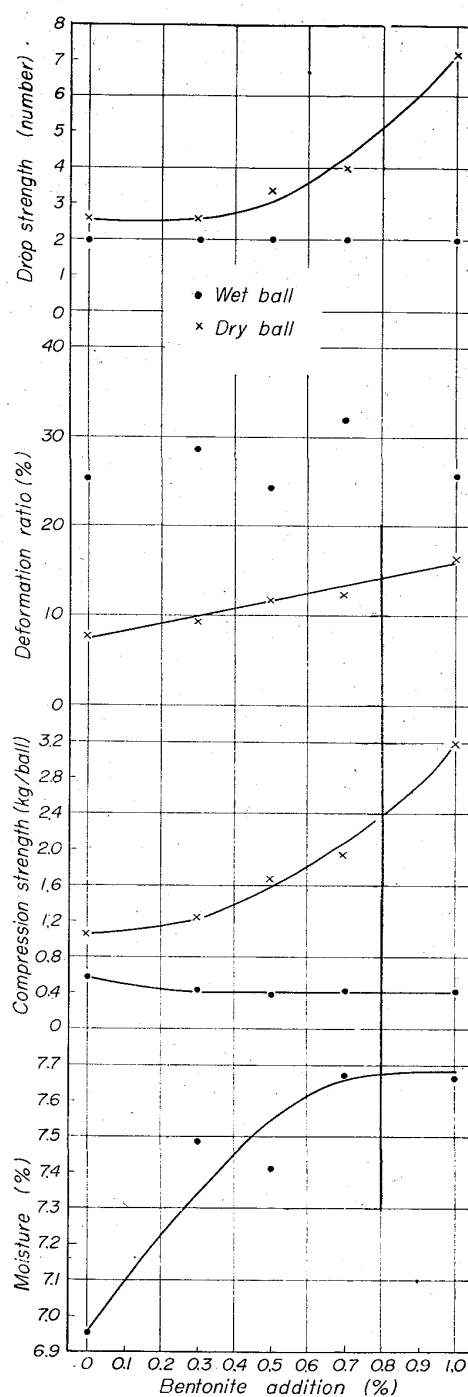


Fig. 3. Relations between bentonite addition and moisture, compression strength, deformation ratio or drop strength of green ball.

グリーンボールの直径を 12 mm ϕ 、重量を 2.6 g、気孔率を 34% とし、ベントナイト添加量 0.5%、ベントナイトの嵩比重 0.57、膨潤度を 9 cc/g として、グリーンボールの気孔の中に占めるベントナイトの容積を計算すると次のとおりである。

グリーンボールの気孔容積:

$$1/6 \times 1.2^3 \pi \times 34/100 = 0.308 \text{ (cm}^3\text{)}$$

乾燥ベントナイト容積:

$$2.6 \times 0.5/100 \times 1/0.57 = 0.023 \text{ (cm}^3\text{)}$$

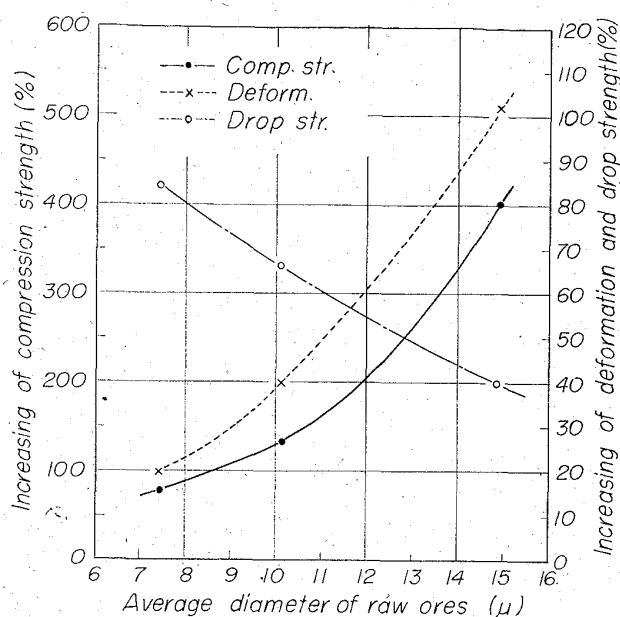


Fig. 4. Relations between average diameter of raw ores and increasing of compression strength, deformation of drop strength.

湿潤ベントナイト容積:

$$2.6 \times 0.5 / 100 \times 9 = 0.117 \text{ (cm}^3\text{)}$$

湿潤ボール中のベントナイトは容積が $0.117 / 0.023 = 5$ 倍に膨潤して、ボールの気孔の $0.117 / 0.308 \times 100 = 38\%$ を占めており、気孔中で水と懸濁液をなしていると考えられる。一般にベントナイト懸濁液の表面張力は水よりも小さいことが知られており、従つて毛細管現象による鉱石粒子の吸引力も弱められているものと考えられる。またベントナイトの一部は鉱石粒子の接触点に存在して膠着作用を発揮していると考えられるが、毛細管作用が弱まることによつて膠着作用が打消され、グリーンボールの湿潤強度はベントナイト添加によつてもそれ程変化しないのではないかと推定される。

乾燥ボールについては圧潰強度、変形率および落下強度はいずれもベントナイト添加量を増す程大きくなつており、上述のように乾燥ボール中のベントナイトはボールの気孔の $0.023 / 0.308 \times 100 = 7.5\%$ を占めるに過ぎず、ベントナイトは主に鉱石粒子の接触点を埋めて接触面積を大きくして、粒子同士を膠着させ乾燥ボールの強度を大きくするものと考えられる。

グリーンボールの気孔率は $33 \sim 35\%$ でありベントナイト添加量との関係は明らかではないが、これはベントナイトがボールの気孔中にしめる容積は小さく気孔率には 1% までの添加ではそれ程影響しないものと考えられる。

3.3 原料粉鉱粒度とベントナイト添加の効果の関係について

グリーンボール性状におよぼすベントナイト添加の影響は原料粉鉱の性状によつて異なるものと考えられるので、ここでは原料粉鉱の粒度とベントナイト添加の効果について検討した。原料粉鉱として比表面積および平均粒径が $1,795 \text{ cm}^2/\text{g}$, 7.43μ の赤鉄鉱, $1,193 \text{ cm}^2/\text{g}$,

10.18μ の赤鉄鉱と磁鉄鉱の混合鉱石および $804 \text{ cm}^2/\text{g}$, 14.90μ の磁鉄鉱を用いて、ベントナイト無添加および 0.5% 添加の $9.52 \sim 12.7 \text{ mm } \phi$ のグリーンボールを製造し、それぞれの性状を比較した。前項にも述べたように湿潤ボールについてはベントナイト添加の効果は認められないので乾燥ボールについてベントナイト 0.5% 添加の場合の圧潰強度、変形率および落下強度のベントナイト無添加の場合に対する増加率を求め、これらと原料粉鉱の平均粒径との関係を Fig. 4 に示した。圧潰強度および変形率の増加率は原料平均粒径が大きい程大きな傾向であり、原料粒度が粗粒のもの程ベントナイト添加による補強の効果は大きい。落下強度については原料平均粒径が大きくなるとベントナイト添加による補強の効果は小さくなつていく。

一般に乾燥ボールの強度は原料粒度が粗粒な程小さくなり、ベントナイト添加による補強の効果が大きく現われるものと考えられる。ただし落下強度については原料粒度が粗粒になるとベントナイト添加による補強の効果は小さくなり、落下強度は原料粒度が支配的であると考えられる。

4. 総 括

グリーンボール性状試験装置を試作しグリーンボール性状におよぼす $0 \sim 1\%$ のベントナイト添加の影響について検討した結果、ベントナイトの添加はグリーンボールの乾燥状態における強度の補強に効果があり、湿潤状態における強度には耐響しないことが明らかになった。前報²⁾に報告したようにグリーンボールの湿潤強度は原料粉鉱の粒度によつて支配され、従つてグリーンボールが焼成炉に装入されるまでの間の取扱いに耐えるに必要な湿潤強度の要求から原料粒度が定まり、あるいは選鉱工程の単体分離粒度から原料粒度が定まり、この粒度では焼成過程で破壊しないだけの強度が不足する場合に、ベントナイトを添加してグリーンボールの乾燥強度を補強するものがあるということが出来る。またこの実験では $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 含有量が多く、 Ig. loss の少ないベントナイトがグリーンボールの乾燥強度補強の効果が大きいことが明らかになり、原料粉鉱の粒度が粗粒のもの程、ベントナイト添加による圧潰強度および変形率の増加率が大きく、落下強度については原料粒度が支配的であることを明らかにした。

なおグリーンボール性状試験装置によつて測定した圧潰強度-変形量の関係については、これの有する意味が明確ではなく *C. L. STEVENSON* ら³⁾が報告しているグリーンボールが *Brittle* あるいは *Plastic* かどうかということ表現するのかどうか、焼成過程ではどのような圧潰強度-変形量のグリーンボールが要求されるのか、あるいは圧潰強度-変形量の関係を支配する要因はなにか等を、今後検討することが必要であると考えられる。

文 献

- 1) 高橋他: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 28
- 2) 森永他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 743
- 3) *C. L. STEVENSON* 他: *Mining Eng.*, 14 (1962) April, p. 52