

技術資料

Technical Data

粉体副産物の造粒化による電気炉での効率的再利用

田原浩志*, 山内貴司*, 渡辺俊樹*, 山田範雄*

Efficient Recycling of Pelletized Powdery By-product in Electric Arc Furnace

Koji Tahara, Takashi Yamauchi, Toshiki Watanabe, and Norio Yamada

Synopsis

Environmental concerns have been increasing on a global basis in recent years. In the steel industry, a variety of environmental technologies, relating to the reduction of carbon dioxide (CO₂), reduction of by-products generated in the steelmaking process and the recycling of by-products, have been developed by various steel-makers. Especially, the demand for the recycling of by-product has been increasing due to the reduction of disposal sites and the enforcement of environmental regulations.

Daido Steel has developed a new pelletizing process, "PRIME (Premium Resources with Innovative Method)" for further improvement in recycling of by-products and started its operation in March 2007. This paper describes the outline of the PRIME.

1. 緒 言

近年、環境問題に対する関心が世界規模で高まっている。鉄鋼各社においても製鋼プロセスで発生するCO₂の低減、スラグおよびダストなどの副産物の発生量低減、またリサイクルのための技術開発が広く進められている。特に副産物については、埋立処分場の減少や環境規制の強化も加わり、そのリサイクル率を高めていくことが強く求められている。

大同特殊鋼(株)知多工場（以下、当工場という）では、スケールなどの副産物の電気炉でのリサイクル率向上およびダストなどの未活用副産物のリサイクル化を図るために「粉体副産物造粒プラント」(PRIME: Premium Resources with Innovative Method)を開発し、2007年3月より稼動を開始した。本報ではこのPRIMEについて紹介する。

2. 知多工場における副産物発生およびリサイクルの状況

当工場において発生する副産物の内訳を Fig.1 に示す。Fig.1 が示すように発生する副産物の内訳は、スラグが62%、スケールが18%、ダストが9%、耐火物が5%、そして汚泥が3%となっている。次にこれら副産物のリサイクル率を Fig.2 に示す。スラグは路盤材を中心に100%リサイクルされ、スケールも電気炉用原料もしくは高炉用原料として100%リサイクルされている。また、ダストの内、電気炉ダストは当社で開発されたリサイクルプロセスであるDSM (Daido Special Method for Dust Slag Melting)によりほぼ100%リサイクルされている。しかしながら、一部のSUS系ダストやZnを含有しないダストは電気炉ダストのリサイクル効率などを考慮し、無害化処理後、埋立処理をされているものもあった。その結果、リサイクル率は72%に留まっていた。一方、汚泥については当社で開発されたリサイクルプロセスであるDSR (Daido Special Recycling Process for Direct & Smelting Reduction)により、その82%がリサイクルされている。使用済みの耐火物は再利用技術や副資材代替活用技術の開発など、さまざまリサイクル技術の開発により、その75%がリサイクルされている。

2009年4月28日受付

*大同特殊鋼(株)知多工場 (Chita Plant, Daido Steel Co., Ltd.)

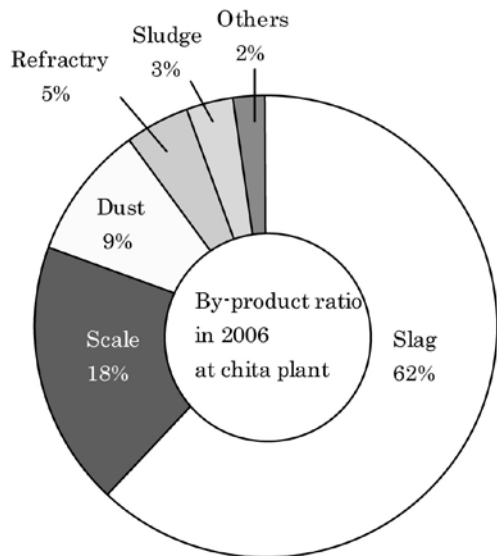


Fig.1. Ratio of steelmaking by-products in Chita plant, Daido Steel.

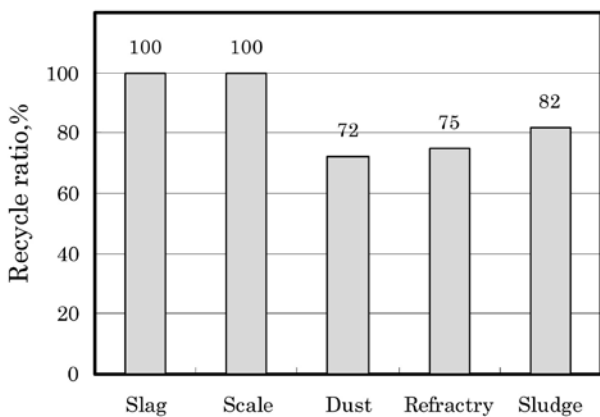


Fig.2. Recycle ratio of steelmaking by-products.

これらの結果，当工場では場内で発生する副産物全体のリサイクル率は2006年度に94%であった。

Fig.3にスケールを電気炉に直接リターンする場合の鉄マスバランスを示す。Fig.3が示すように，スケールを電気炉にリサイクルする場合の鉄分の回収率は53.4%と低位であった。これはスケール中の鉄分を効率的に回収できていなかったことを示している。また，回収できなかった鉄分ではスラグ中に入るFeOの鉄分18.7%と集塵およびその他でのロスが27.9%と高位であった。このロスの主な要因は以下の2点と考えられる。

①電気炉の集塵設備への集塵ロス，②スケールの搬送，投入時のハンドリングロス

以上のように，副産物のリサイクル率向上のために

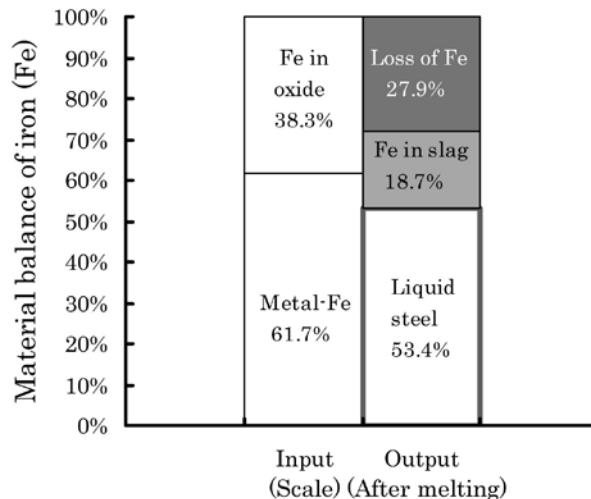


Fig.3. Material balance of iron (Fe) (Conventional) .

は，電気炉におけるスケールのリサイクル方法の改善によるメタル回収率向上および未活用ダストの利用が課題であった。

3. スケールおよびダストの効率的リサイクル

3. 1 スケールおよびダストの造粒化

2項で説明したように，スケールの電気炉への直接リサイクルの際，その鉄分の回収率が低いという課題を解決するため，集塵ロスおよびハンドリングロスが大きい点に着目し，スケールとダストの造粒化を検討した。すなわち，造粒化によりスケールおよびダストを一定以上の大きさの塊にすることにより，集塵ロスおよびハンドリングロス低減を狙った。

今回，導入を検討した造粒プロセスの3方式の比較をFig.4に示す。比較は

①造粒能力，②造粒物特性，③設備コストの各面から行った。押し出し成形方式は設備コストが最も低位であるものの，造粒能力が時間あたり数トンと小さく，さらに前処理設備として原料の乾燥設備が必要となる。また，ブリケットティング（圧縮成形）方式は均一な造粒物が製造可能であるが，造粒能力が時間あたり数トン程度で，設備コスト，ランニングコストともに高位である。一方，ペレタイジング（転動造粒）方式は造粒物のサイズバラツキはあるものの，造粒能力が時間あたり数10トンと大きいため3案の中で最も有効なプロセス

スと考え、詳細検討を行った。

3. 2 スケールおよびダストの造粒テスト結果

最も効率的で確実な造粒方式を選定するために、事前にペレタイジング方式およびブリケット方式の2つについて、当工場が発生するスケールおよびダストを用いて造粒テストを行った。造粒物の評価指標は

①造粒物の歩留り（粒径 5 mm 以上）、②造粒物の圧壊強度

の2項目とした。造粒テストの結果を Table 1 に示す。今回造粒対象としている粒子の粗いスケールと粒子の細かいダストとの配合の場合、ペレタイジング方式は添加材を使用せずに造粒できる可能性が高い。加えてブリケット方式に比較して低コストで造粒が可能であ

ることがわかったため、ペレタイジング方式を造粒プロセスとして採用した。

3. 3 スケールおよびダストの造粒プラント(PRIME)の概要

今回造粒設備として導入した造粒機の概略図を Fig.5 に示す。この造粒機は内部に設置されているブレードとローターと呼ばれる羽根を個別に回転させ、造粒工程に応じて回転速度および回転方向を制御することで造粒を行う。このことにより、従来それぞれに設備が必要であった原料の粉碎、混練、造粒の全ての工程を1台で行うことが最大の特徴である。

Fig.6 にその造粒のメカニズムを示す。原料粒子の成長過程は造粒機内のブレードおよびローターの動作に応じて3段階に大別される。

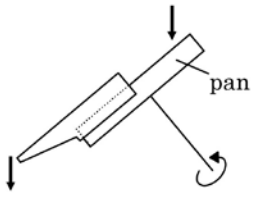
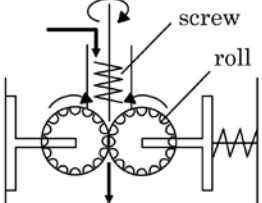
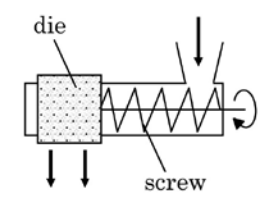
		Pelletizing	Briquetting	Extrusion
Process image				
Raw Material	Optimum size and mixture	$\leq 44 \mu\text{m}$: 60~95% $\leq 10 \mu\text{m}$: 15~25%	Any size	Fine and constant
	Moisture	10~40%	~10%	20~70%
Product	Uniformity of size	△	○	○
Equipment	Nominal capacity	◎(Max60t/H)	×(0.5~10t/H)	×(Max3t/H)
	Auxiliary equipment	Drying furnace Preliminary breaker	Mixer	Mixer Drying furnace
	Cost	△	×	○
Evaluation		○	△	△

Fig.4. Comparison of granulation method.

Table 1. Result of granulation test.

	Pelletizing			Briquetting		
	Yield	Strength	Binder	Yield	Strength	Binder
Structural steel pellet	◎	○	No	○	○	Required
SUS pellet	◎	○	No	○	×	Required
Cost	○			△		

I. 核成形

粒成長の核となる粒子 (Fine crumbs) の形成.

II. 粒子成長

転動による粒子の圧密化の進行. 原料中の過剰水分の粒子表面への浸出. この過剰水分による小さい核・粒子の付着・合体および粒子の成長.

III. 後期粒子成長

転動による大きな造粒物と小さな造粒物との衝突および小径粒の破碎. 破碎された粒の大径粒への合体吸収.

造粒プラント全体の概略図を Fig.7 に示す. 今回導入

した造粒プロセスは, Premium Resources with Inovative Method の頭文字をとって PRIME と命名した. 原料ヤードに貯蔵されているスケールなどは重機にて投入ホッパー内に搬入され, コンベアを用いて造粒機内に定量切出しされる. また, ダストは専用のダストサイロに空気輸送にて搬送, 貯蔵され, その後空気輸送にて配管を通じ, 定量造粒機内に切出しされる. 造粒機内で粉碎, 混練, 造粒されたペレットはコンベアを通じ, 製品ヤードへ搬送される.

4. PRIME稼働実績

4. 1 PRIMEで造粒されたペレットの評価

PRIME により造粒されたペレットの外観を Fig.8 に示す. 投入するスケールおよびダストの性状に応じて添加水分を微調整することにより, 粒径 5 mm 以上のペレットが安定的に製造可能である. また, ペレットの圧壊強度も目標値をクリアしている.

4. 2 スケールおよびダスト造粒化による効果

ペレットの電気炉投入時の鉄マスバランスを Fig.9 に示す. Fig.9 に示すように, スケールおよびダストの造

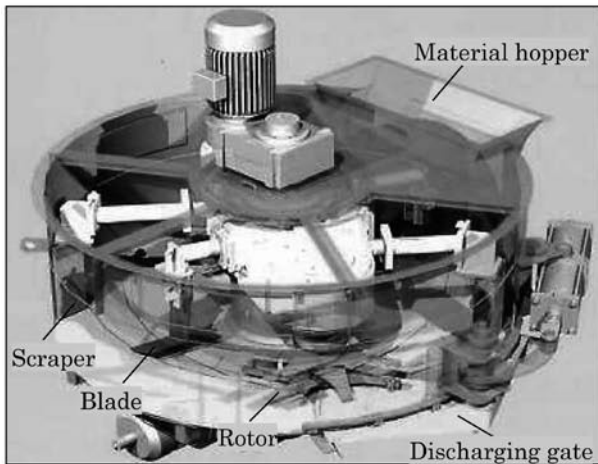


Fig.5. Overview of PRIME.

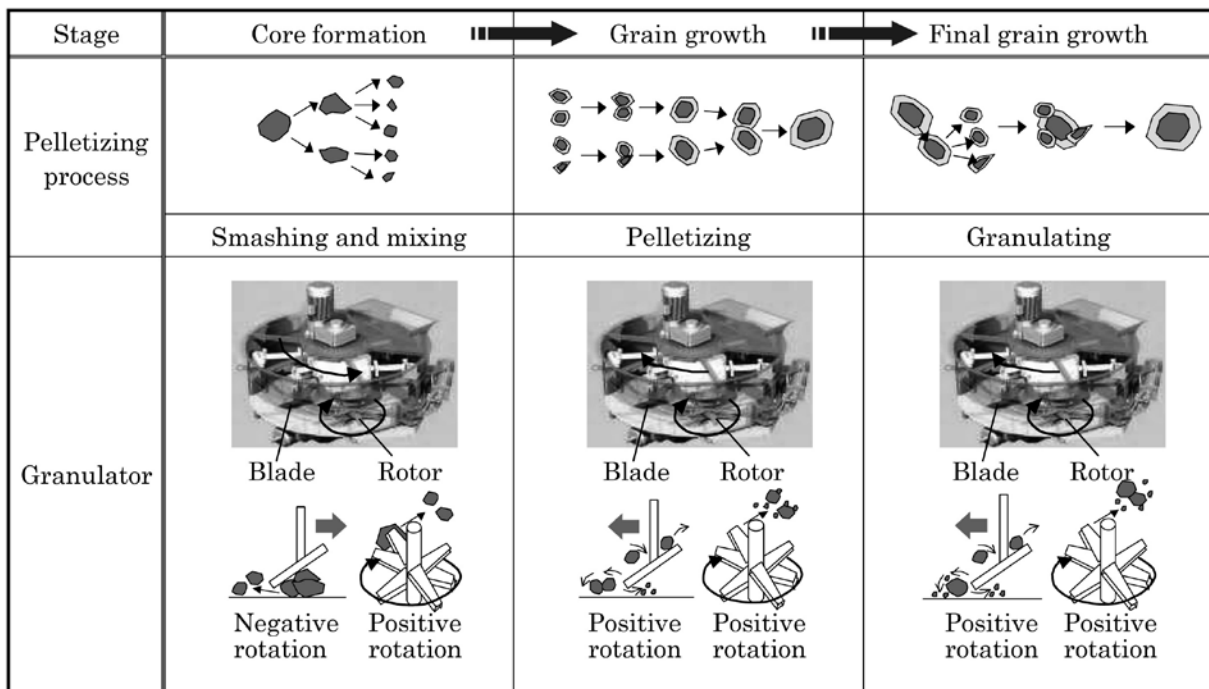


Fig.6. Pelletizing process of PRIME.

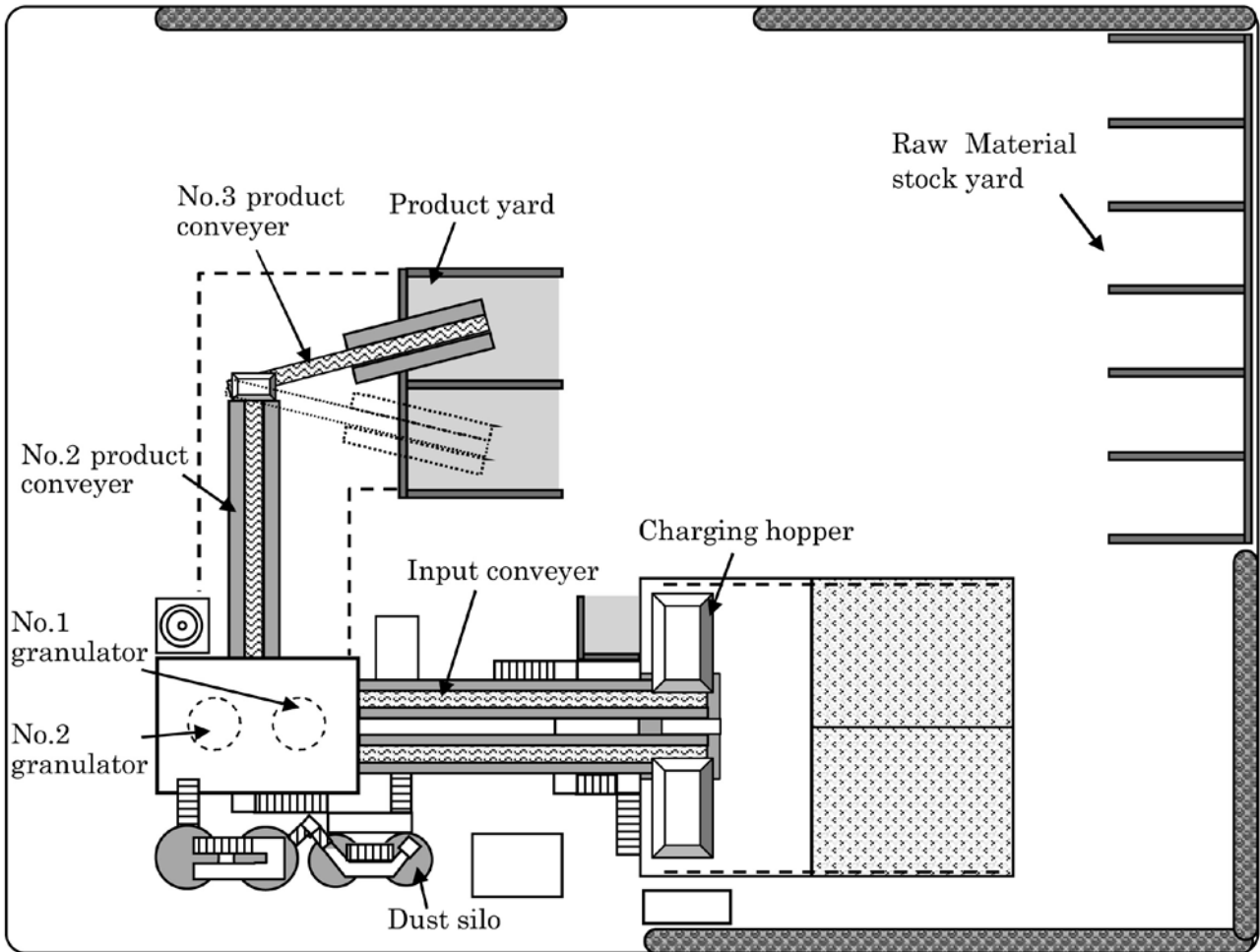


Fig.7. Equipment layout of PRIME.



Fig.8. Typical product of PRIME.

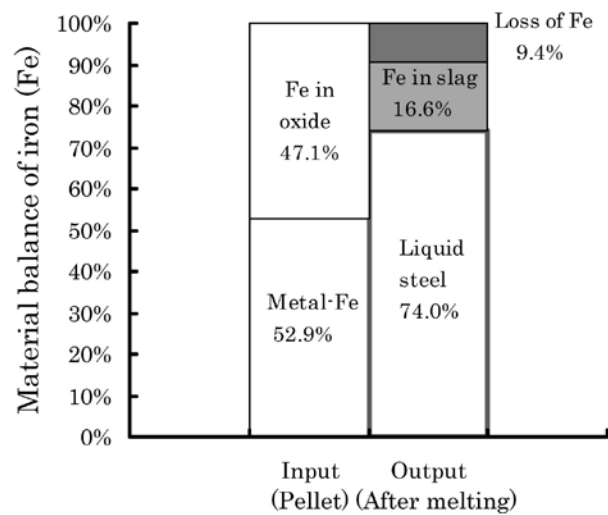


Fig.9. Material balance of iron (Fe) (Improved).

粒化により、溶解時のロスが9.4%まで減少し、鉄分の回収率が約20%向上した。また、今回の設備導入により、従来埋立処分を行っていたSUS系ダストの電気炉でのリサイクル率が向上し、ダスト埋立量を80%低減させた (Fig.10)。

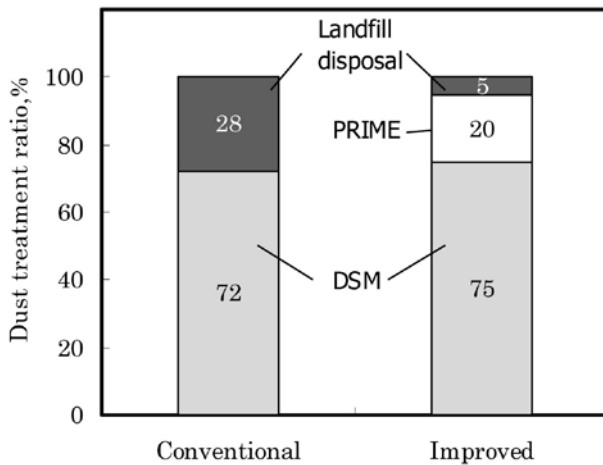


Fig.10. Decrease of disposal ratio of dust by PRIME.

5. 結 論

大同特殊鋼(株)では企業の責務である環境改善に技術開発、改善あるいは操業改善など幅広く全社を挙げて取り組んでいる。2項で説明した DSM および DSR は副産物の資源再使用率の向上に大きく貢献している画期的な開発技術・設備の代表的な例である。今回、PRIME はスケールおよびダストの造粒化による有効活用を目的として開発、実用化されたが、その技術・設備ポテンシャルから将来さまざまな用途への活用が期待できる。