

大河内記念生産賞を受賞 製鉄ダストの ゼロエミッション化への 取り組み



君津製鉄所 RHF プラント2号機



新日鉄・NSSC受賞者一同 (3月12日・日本工業倶楽部会館)



広畑製鉄所 RHF プラント3号機

新日鉄は新日鉄住金ステンレス株式会社 (NSSC) とともに、「回転炉床式還元炉 (RHF : Rotary Hearth Furnace) による製鉄ダスト類リサイクルプロセスの開発」で、第56回(2009年度)大河内賞(※)「大河内記念生産賞」を受賞した。両社は世界で初めて、製鉄プロセスで発生するダスト(製鉄ダスト)を、RHFを利用して再資源化する技術を開発し、全社の製鉄ダストのゼロエミッション化体制を整えた。大河内賞では、その優れた省資源・省エネルギー性と高生産性、そして開発技術の国内外での普及への取り組みが高く評価された。

(※)大河内賞は故大河内正敏博士の功績を記念した伝統と権威のある賞で、大河内記念会(理事長・吉川弘之東京大学名誉教授)がわが国の生産工学・高度生産方式の実施などに関する顕著な業績を表彰している。



製鉄技術部
部長 茨城 哲治



還元鉄と亜鉛を分離回収 世界初のエコプロセスを開発

製鉄プロセスでは副産物として、製鉄ダストが鉄分換算で約5%発生する。製鉄ダストは高炉や転炉、電気炉、圧延ラインなどの工場の排ガスに含まれる微粉末で、集塵機で吸引・収集している。製鉄ダストの主な成分は鉄分(酸化鉄)や炭素で、その再資源化によって鉄鉱石やコークスの使用量を削減することができる。新日鉄ではこれまでも製鉄ダストを各製鉄所内で再利用し、総発生量の80%をリサイクルする実績をあげてきた。しかし一方で課題も抱えていた。製鉄技術部の茨城哲治はRHF開発の狙いを次のように語る。

「製鉄ダストには揮発性の高い亜鉛などの不純物が含まれ、全量リサイクルの制約となっていました。製鉄所内でリサイクルできない分は、従来からセメント原料として利用されてきましたが、余剰分は産業廃棄物として処分するという選択肢しかなく、貴重な鉄資源と亜鉛が有効利用されずにいました。そこで、さらなる省資源・省エネルギーの推進と地球環境保全に貢献していくため、RHFによる製鉄ダストリサイクルプロセスの開発に着手しました」

プロジェクトは1996年から始まった。製鉄ダストを粒状に加工し、造粒物(図1)をRHFというドーナツ状の炉で高温・高速で還元反応させ、揮発性の高い亜鉛をガス化して回収するとともに、鉄分を還元鉄(D

R I : Direct Reduced Iron)として再資源化するもの(図2)。しかし、造粒物の製造が難しく、またRHFでの造粒物の還元反応が安定しないなど多くの技術課題があり、これまで世界でも商業プラント化が成功したことはなかった。新日鉄はこの技術を「原料事前処理―造粒―RHF焼成還元―排ガス処理―亜鉛ダスト回収」の一貫プロセスとしてとらえて全体を適正化し、高炉・転炉・電気炉と製鉄プロセスごとの特性に合わせた技術開発に取り組み、全製鉄所で発生する製鉄ダストのゼロエミッション化に挑んだ。

図2 RHFプロセスフロー

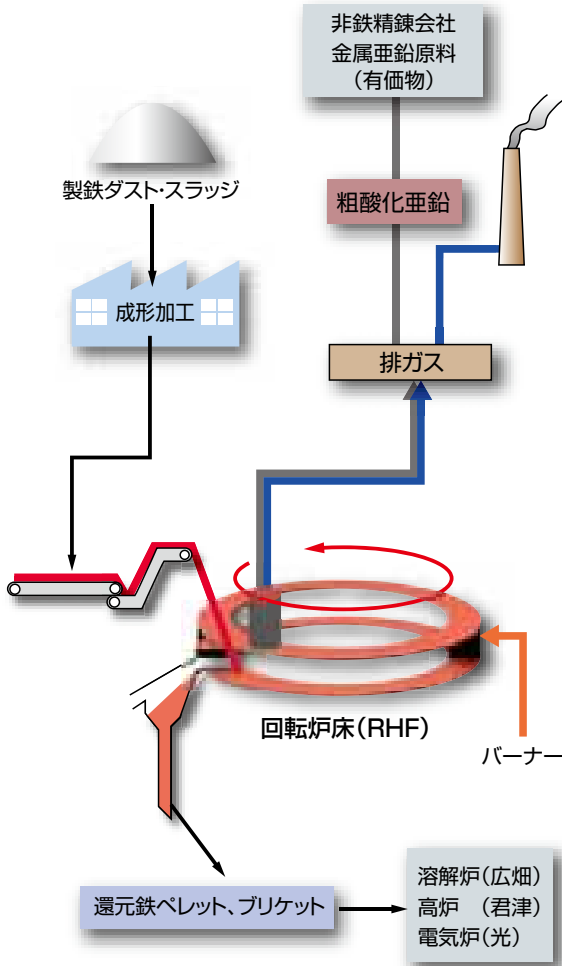


図1 造粒物 各製鉄所の操業実態に応じて、さまざまな造粒物が製造されている

造粒技術	ブリケット法	ペレット法	押し出し成形法
原料	製鉄ダスト	製鉄ダスト	スラッジ
造粒物			
形状	アーモンド状	球状	円筒状
製鉄所	広畑・光	君津	



広畑製鉄所 製鋼工場
マネジャー 永井 渉



広畑製鉄所 生産技術部
生産技術グループリーダー 福田 和久



君津製鉄所 環境資源エネルギー部
ダストリサイクルグループリーダー 織田 博史

君津製鉄所 一貫製鉄所内で全量完結リサイクル

君津製鉄所では実験室規模での研究開発を経て、2000年に商業プラント1号機を建設した。ここでポイントとなったのが、高炉に入れる原料として還元鉄(DRI)の品質をつくり込むことにあった。環境資源エネルギー部の織田博史は次のように振り返る。

「DRIを高炉に入れるためには、高い強度が必要となります。炭素分が多いとベレットはもろくなるため、還元反応後に炭素が残らないよう品質を管理し、造粒物中の金属鉄をメッシュ構造とすることで高強度な

DRIをつくり出しました」

1号機立ち上げ後、操業時に起こった技術課題をクリアしていくことで、02年には設備・操業技術を確立するとともに2号機を増設した。2号機の特徴はスラッジを主な原料とすることだ。スラッジは所内のさまざまな工場の排ガスなどに含まれる、鉄分を含んだダストを水処理して回収する泥状の副産物で、1号機で処理する水分の低いダストとは事前処理や造粒技術が異なる。

「製鉄所内の各工程で発生するダストは不純物が多く、成分・物性のばらつきが大きい

ので、ダストの化学成分や粒度分布を測定して一定のブレンドメニューをつくり、造粒条件を揃えました。さらに、スラッジは水分を多く含むため、1000℃近い高温の還元炉内に入れると、爆裂する恐れがありました。そこで脱水・成形の最適方式の開発により、乾燥工程を通さず直接RHFに入れても爆裂しない成形法を確立するとともに、原料である混合スラッジの性状管理の最適化などにより、安定的な処理を実現しました(織田)。

君津は生産量が大きい一貫製鉄所であり、製鉄ダストの発生量も大きいですが、生産性の低いスラッジを2号機に集中させ、1号機とその後08年に増設した3号機の生産性を最大化することで、所内の製鉄ダストの全量リサイクルシステムを構築した。

広畑製鉄所 集中処理で多製鉄所連結リサイクル

広畑製鉄所では、君津製鉄所と同時期の2000年に商業プラント1号機を建設した。高炉を持たない広畑製鉄所は、廃タイヤを破碎したチップや微粉炭を熱源とする転炉型溶解炉にスクラップを入れて、溶銑をつくらせている(冷鉄液溶解法「SMP法」)。従来、SMP炉で発生する製鉄ダストはSMP炉に戻すリサイクルをしていたが、還元に必要なエネルギーを要するため溶解に時間がかり、生産性が低下する課題があった。生産技術部の福田和久は次のように語る。

ダストを効率よくリサイクルするため、還元率を高め、高温のままDRIをSMP炉に入れる方法を考案しました。そのため回転炉内の温度を上げたのですが、DRIが炉床や払出部に付着するなど新たな問題が発生しました。そこで付着メカニズムを解明し、剥離方法を考えたり原料配合を変えることで付着物の成長を防ぐなど、安定操業のための技術を開発しました」

04年までに1号機の操業が軌道に乗ると、05年に2号機、08年には3号機を増設した。増設プラントでは、大分・名古屋両製鉄所

で発生した、亜鉛含有量が高く再利用が難しい製鉄ダストを受け入れリサイクルしている。製鋼工場の永井渉は次のように語る。

「複数の製鉄所の材料を混合して利用するため、関係者で混合・搬入条件の確認を念に繰り返しました。また受け入れた後で成分が均一になるようブレンドすることで、高還元率を維持する造粒処理技術確立しました。今後も高い生産性と処理コストのミニマム化を極限まで追求していきたいと考えています」



新日鉄住金ステンレス(NSSC) 光製造所
製鋼工場 製鋼技術室長 柳 善博

NSSC光製造所 クロム、ニッケルをリサイクル

NSSC光製造所では電気炉でステンレス鋼を製造している。ステンレスダストは普通鋼の製鉄ダストに比べて粒径が非常に細かく、鉄分が少ない上に、融点が高く還元性のクロムやニッケルの酸化物が含まれている。そのため造粒・塊成化、還元反応の促進に多くの課題があった。NSSCの柳善博は次のように語る。

「造粒して炉内に入れても反応が進まず、ばらばらに崩れてしまう問題が起きました。

当初設計した炉では加熱帯に酸素が残る構造になっていたことが原因です。ステンレスダストを還元するにはシールが不完全であったため、酸化鉄との反応が進む前に、還元材がこの残留酸素と反応して、発生するガスの内圧によりブリケットを崩壊させていました。そこでシールの強化と加熱に必要な燃焼空気の供給を低位にコントロールして、炉内に残る酸素も燃焼して消費させることで克服しました。また、加熱時にス

国内外5カ所に技術供与 循環型社会構築と地球環境保全に貢献

新日鉄とNSSCでは現在、君津・広畑・光の3箇所まで7基のRHFが稼働している。製鉄ダストリサイクルの08年度実績は処理量が89万トンにのぼり、省エネルギー効果は重油換算で6万kl、CO₂排出量抑制効果は16万トンに達し、108億円の経済効果をもたらした。

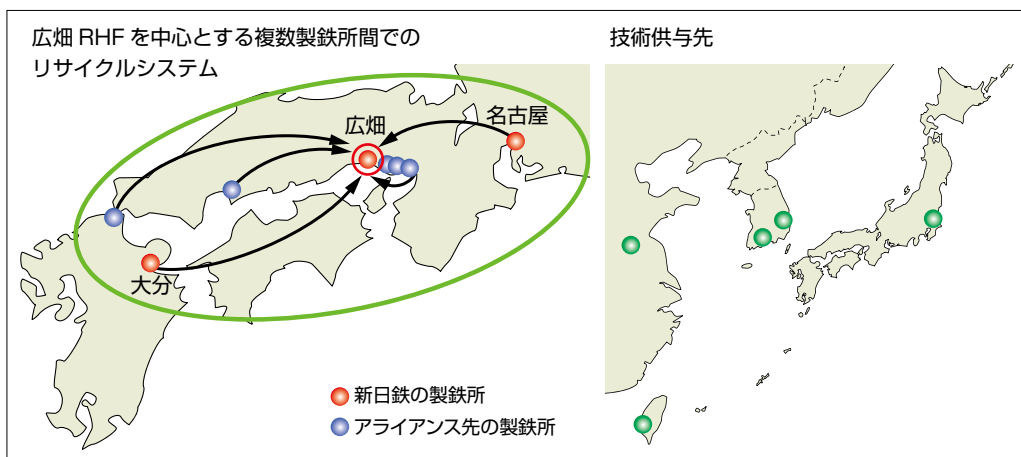
全製鉄所で発生する製鉄ダストをゼロエミッション化する体制を整えた新日鉄は、国内外他社への技術供与を実施している。08年には国内の朝日工業(株)に1基、台湾の中国鋼鉄に1基、09年には中国の馬鞍山鋼鉄に1基、韓国のPOSCOに2基の計5基が建設された。

さらに08年10月には(株)神戸製鋼所と共に

同出資会社を設立し、広畑製鉄所に4基目のRHFを建設することを発表した。これに合わせて新日鉄のアライアンス先の住友金属工業(株)、日新製鋼(株)、(株)中山製鋼所で発生する製鉄ダストを資源化し、新日鉄、神戸製鋼、山陽特殊製鋼(株)に還元鉄を供給することで、関西圏での効率的な製鉄ダストリサイクルを計画している(図3)。

製鉄ダストリサイクルのポテンシャルは、世界的に数百万トン規模あるものと見られる。新日鉄はRHFによる製鉄ダストリサイクルプロセスの普及を通じて、鉄や亜鉛、クロム、ニッケルなど有用金属の再資源化を推進し、循環型社会構築と地球環境保全に貢献していく。

図3 国内でのリサイクルシステム計画と国内外への技術供与



ラグ成分を最適に配合調整することで、ばらばらに崩れない塊状の高還元性ブリケットを製造できました」
01年に建設した1号機で、ステンレスダスト特有の操業技術の確立に試行錯誤し05年には電気炉での全量リサイクルを実現。鉄とともに高価なクロムやニッケルを再資源化することに成功している。