

TODAY

## acier nouveau



日本鋼管株式会社 (NKK)

執行役員専務 **北田豊文**

(JRCM理事)

5月の連休のある日、家内のお供で東京都美術館で開催中だったアール・ヌーヴォー展に出かけた。アール・ヌーヴォー (art nouveau) とは「新しい芸術」の意味のフランス語で、19世紀末から20世紀にかけて約20年間、産業革命を背景に近代化し、変化する欧米の各都市で花開いた美術様式である。この時代の特徴のキーワードは「変化」であり、今日の状況と酷似している。その創造は (イ)過去の西洋美術の新たな伝統、(ロ)非西洋美術の刺激、(ハ)「自然」の造形化、という多様な源泉から得た着想に基づく。作品の数々は今でも色褪せず、観覧者を魅了している。

19世紀後半は、新建材「鉄」の登場で、その代表作が1889年 (明治22) パリ万博でのエッフェル塔と機械館である。錬鉄7,300tonを使用したエッフェル塔は、石の時代から鉄の時代への幕開けであった。1900年パリ万博がアール・ヌーヴォーの絶頂期であり、鉄との関連も興味深い。

アール・ヌーヴォーの建築家は、鉄に実用性とともな美的可能性を見いだした。「ギマールのパリ地下鉄鉄製入り口」「ブリュッセルのオルタによる薄板状の錬鉄製バルコニー」「ウィーン分離派館鉄製ドーム」……。これらは石の壁と石

畳で閉じられた生命のない空間に、鉄による疑似植物の造形あるいは曲線を実現する鉄と他の素材との組み合わせにより、生命力と安らぎを与えた。鉄はアール・ヌーヴォー建築の近代性を象徴する新素材でもあった。

100年を経た今日、鉄は全世界で年8億ton生産され、金属材料の95%を占めている。しかし、世界の生産技術を有するといわれる日本の鉄鋼業は、開発途上国の追い上げ、鋼材価格の下落、CO<sub>2</sub>排出問題、成熟化に伴う革新的な技術開発の低迷等で閉塞感も漂う。

新世紀を迎え、鉄の新しい潮流は何なのか？

100年前のアール・ヌーヴォーにおける創造の源泉になぞらえると、(イ)過去の鉄鋼蓄積技術の新たな精緻化、(ロ)非鉄鋼分野との融合、(ハ)自然・社会との共生、となるのであろうか。100年前、新素材「鉄」に「美的可能性」を見いだしたが、21世紀初頭の今日は、鉄の「エコ的可能性」を追求すべきではないだろうか。

鉄素材の有する高エコ強度性、無害性、リサイクル性、修復性、日本鉄鋼業の高度な高温プロセス技術、環境保全技術、周辺ソフト技術、都市型製鉄所のインフラ等の強みを眺めると、新しい波

が見えてくる。エコプロセスの追求、エコプロダクトの拡大そしてエコビジネスの展開の3本柱である。

成熟したといわれる日本の鉄鋼業が、21世紀の資源循環型社会においてリーダーシップをとれる

と同時に、胸を張って世界に貢献できると確信をもっていえる。今まさに“acier nouveau”の時代の真ただ中にある。

[注] acier (仏) : steel (英)

## JRCM REPORT

# アルミニウム高度リサイクル技術の研究開発 「ドロス残灰の処理及び有効利用法の研究開発」

三菱アルミニウム(株) 藤後光男

## 1. 緒言

アルミニウムの溶解工程で発生するドロスからアルミニウムを回収したドロス残灰は年間約20万ton発生し、うち13万tonが鉄鋼脱酸材やセメント原料として消費され、残る7万tonは管理型処分場に埋め立てられている。

今後のアルミニウム生産の増加に加えて、1960年代から急増したサッシ等、アルミニウムの需要が寿命を終えて大量のスクラップとして戻ってくる。これを再使用する際に溶解時で発生するドロスも合わせると、今後ドロス残灰の発生量は増大するのに対し、ドロス残灰の利用増はそれほど期待できないことから、埋立量のみが増加す

ることが懸念された。

すなわち、2010年のドロス残灰推定発生量は24万tonで、埋立量は11万tonと目されており、循環型社会の構築及び環境保全のためにも、ドロス残灰の有効活用を図ることが必須である。

加えて、スクラップを元の製品に戻すいわゆる“product to product”を図るためのリサイクルシステムの開発の必要性から、1993年度より10年間の国のプロジェクトである「非鉄金属系素材リサイクル促進技術開発」が発足し、そのなかの「アルミニウム高度リサイクル」については、JRCMが経済産業省非鉄金属課の指導のもと、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)との共同研究において、弊社はその一環として「ドロス残灰の処理及び利用法の研究開発」の重要なテーマを実施担当している。ここでは、8年間の研究概要をプロジェクト参加企業7社を代表して報告する。

## 2. 研究開発の目標

ドロス残灰の有効活用を図るうえでの阻害物質である塩素を0.01%以下に、金属アルミニウム及び窒化アルミニウムをそれぞれ0.1%以下に低減し、耐火物、土木資材等に供するための技術開発と用途開発を行う。

## 3. 開発技術の内容

クリーンなエネルギーであるLPGを熱源とした、約300kg処理可能な回転焼成炉を使用し、炉の回転と炉内雰囲気制御しながらドロス残灰に約1,400の高温加熱を施す、いわゆる高温焼成により、阻害物質を制御したうえで既存の用途以外に利用範囲の拡大を図る。

## 4. 焼成後のドロス組成

焼成後ドロスの各焼成温度ごとの結晶組成を表1に示す。

表 1 焼成温度と検出組成

焼成温度(°C)	組成
220	Al, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , AlN, スピネル, NaCl
1,110	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , AlN, スピネル
1,420	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , スピネル
1,530	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , スピネル
1,620	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , スピネル
1,660	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , スピネル
1,680	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , スピネル

表 2 道路用骨材の製造工程

工程	設備	条件
焼成	回転焼成炉	1,500 × 2 hr
微粉砕	乾式ボールミル	最大粒径21 μm
配合	湿式ボールミル	ドロス92.5%、粘土7%、炭酸カルシウム0.5%
湿式混合		原料：水：ボール=1：1：1で3hr湿式混合
熱風乾燥	スプレッドライヤー	含水率8%
粗角成形	油圧プレス	加圧力500kg/cm <sup>2</sup>
骨材造粒	金網転圧機	
焼結	回転焼結炉	1,430 × 4 hr



写真 1 三菱アルミニウム(株)富士製作所通用門入り口道路への滑り止め舗装 (白色部分、灰色部は比較用の現行材)

焼成温度が1,400 を超えると焼成灰の結晶化が進み、アルミナ、スピネル以外は認められなかった。焼成後はアルミナ：75%、スピネル：20%で、純度の高い95%アルミナ・スピネル組成体となっている。すなわち、2. に述べた目標である処理後のドロス残灰中の塩素0.01%以下、金属アルミニウム及び窒化アルミニウム0.1%以下を安定して達成できる高温焼成条件を把握したので、高硬度、耐磨耗性が要求される道路骨材用及び耐火物用原料への利用を図るべく用途開発を推進した。

## 5. 道路骨材への利用

### 5.1 道路用骨材の製造工程

表 2 に道路用骨材の製造工程を示す。

### 5.2 道路舗装用骨材施工試験

1999年8月17日、三菱アルミニウム(株)富士製作所の通用門入り口道路に滑り止め骨材の試験舗装を実施した。比較のために現行滑り止め骨材も同時舗装した(写真 1)。

滑り抵抗の経時変化を、Portable Skid Resistance Tester (STANLEP LONDON) を使用して測定した。

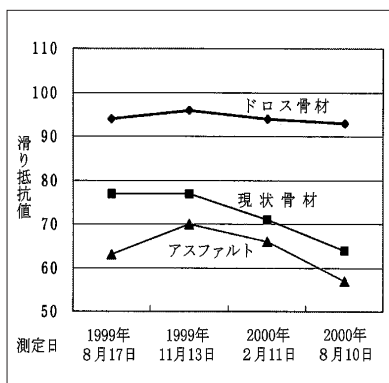


図 1 試験舗装面の滑り抵抗経時変化 (場所：三菱アルミニウム(株)富士製作所 通用門入り口)

表 3 耐火物の製造工程

工程	条件
焼成	1,500 × 2 hr
粉碎	最大粒径75 μm
調合	ドロス10%、高級シャモット70%、アルミナセメント20%

滑り抵抗値は数字の大きいほうが抵抗値が高く、65以上が滑りにくい良好な舗装とされている。測定結果を図 1 に示す。試験骨材舗装面は、現行骨材舗装面に比べて高い滑り抵抗値を示し、加えて他材と比べ経年変化が著しく少ないことがわかる。さらに、日本軽金属(株)グループ技術センター入り口道路、昭和電工(株)堺製造所内トラックスケール前後、同小山製造所の正門入り口、2号門入り口及び体育館入り口にも滑り止め骨材の試験施工を実施した。

このほか、景観用に透水性の機能をもった東京都世田谷区桜上水公園、千葉県袖ヶ浦市バスターミナル等の舗装面においても、2~3年では経時変化がほとんど認められないことを確認している。

## 6. 耐火物原料への利用

溶解炉等に使用される最高使用温度が1,300 のキャストブル耐火物の配合比率は、高級シャモット80%とアルミナセメント20%である。この高級シャモットの10%を焼成ドロスで代替した結果、中温用キャストブル耐火物の要求特性を満足することが判明した。

### 6.1 耐火物製造工程

耐火物の原料とする製造工程を表 3 に示す。

### 6.2 耐火物実施工例

上記の製造条件で製作したキャストブルを、三菱アルミニウム(株)富士製作所の40ton溶解炉右側ドア(1,755h×2,300w)の下部500mm部分に、従来

施工の最高使用温度1,500 のキャストブルを上部に施工した。溶解炉ドアの外観を写真 2 に示す。ドアに当たるフレーム温度は最高1,200 程度である。1998年8月に取り付け約4か月連続使用したあと取り外したドアの外観を写真 3 に示す。溶融、スポーリング等の損傷程度は、従来品のキャストブルと同程度であった。

さらに、三菱アルミニウム(株)3 ton 回転炉パーナタイルと鏡板部、古河電気工業(株)12ton溶解炉除滓庫部、スカイアルミニウム(株)角型オープンウエル式溶解炉ドア部にもキャストブル試験施工を実施した。それぞれ8か月、10か月、4か月使用後の状況はいずれも従来品と遜色なく、十分使用に耐え得ることが判明し、さらに今後経過を観察する。

## 7. まとめ

埋め立て処分されているドロス残灰の資源化を図るために、道路骨材及び中温用キャストブル耐火物を対象に、製造工程を確立し、本プロジェクト参加企業内の道路及び溶解炉に施工し、使用実績を積み上げた。

本研究の最終年度である2001年度は、実用化に向けて経済的生産工程の確立と評価を行う。

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の共同研究「ドロス残灰の処理及び利用法の研究開発」の一環として進めているものである。



写真 2 40tonアルミニウム溶解炉ドア外観

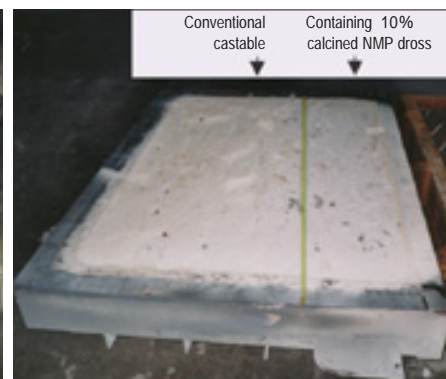


写真 3 同左溶解炉ドア4か月使用後の内表面外観

## ANNOUNCEMENT

### JRCMホームページを改訂

### 材料分野のデータベースを掲載しました

JRCMホームページは、平成11年4月の開設以来、多くの方にご利用をいただいております。このたび、ホームページの内容を大幅に改訂し、イメージも一新しました。

さらに新たに「材料分野のデータベース」を掲載しました。これは、平成12年度にJRCMに設置した「材料分野

の知的基盤整備状況調査部会」で収集した、インターネット上で利用可能なデータベースを整理したものです。JRCM会員をはじめ、材料関係の技術開発に携わっている研究者や技術者にもご利用いただけます。すでに掲載しています「公的施策活用ガイド」とともに、ご活用ください。



The Japan Research and Development Center for Metals  
JRCM NEWS / 第178号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM総務課までお寄せください。  
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。  
本書の内容を無断で複写複製転載することを禁じます。

発行 2001年8月1日  
発行人 小島 彰  
発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター  
〒105 0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階  
TEL (03)3592 1282(代) / FAX (03) 3592 1285  
ホームページURL <http://www.jrcm.or.jp/>  
E mail [jrcm@oak.ocn.ne.jp](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)