

乾電池のリサイクル (使用済み乾電池は都市鉱山)

中島 秀文
東京製鐵株式会社 岡山工場 環境リサイクル事業担当

キーワード：乾電池、リサイクル、使用済み、電気炉、製鉄、資源循環

1. はじめに

東京製鐵株式会社（以下「当社」）は、平成 28 年 6 月岡山工場において廃棄物処分業の許可を得て使用済み乾電池の一般廃棄物処理及び産業廃棄物処分業の許可を得て、使用済み乾電池を鉄鋼製品や亜鉛原料等にリサイクルする事業を開始しました。平成 29 年度には約 1,000 トンの乾電池をリサイクルし、今年度（平成 30 年度）は自治体との契約のみでも 1,500 トンを超える乾電池をリサイクルします。（写真 1、写真 2）

また、今年 8 月からは環境省の許可を受け、ニュージーランドからも乾電池のリサイクルを受託しました。ニュージーランドでは使用済み乾電池は全て埋め立てされていますが、資源リサイクルの機運が高まるなか自国内に乾電池リサイクルの施設が無いため当社で請け負うこととなりました。

乾電池リサイクルの仕組みを説明する前に当社の事業について、またなぜ当社が乾電池リサイクルを始めたかについて説明します。

2. 乾電池リサイクルの目的

当社は建築物や橋梁等で多く使用されている H 形鋼や鉄筋棒鋼等を生産しています。写真 3 - A ~ D は当社の条鋼製品です。

これら製品を当社では、市井での役目を終え集められた鉄スクラップを 100%原料として製造しています。昭和 9 年の創業以



写真 1 使用済み乾電池が入ったドラム缶の受入れ



写真 2 ドラム缶の中（使用済み乾電池）

来鉄スクラップのリサイクルを連綿と続けてきた会社です。

戦後の高度経済成長の鉄不足の時期には

ほっとひと息 おとなりさんのエコ

鉄スクラップを輸入、加工し国内に鉄鋼製品を供給してまいりました。時代はバブルの真っ盛り（1988年頃）日本で発生する鉄スクラップの量は、国内で使用される量を上回り余剰となってきました。この余剰となった鉄スクラップを有効活用するために、当時鉄スクラップから生産されていなかった薄板（写真4-A：ホットコイル）の生産を1991年に開始しました。最小厚み0.3mmのメッキ鋼板まで製造し、建設関係はもちろん、現在自動車向けや家電に多く利用して頂いています。（写真4-A～C、写真4-Dはホットコイルを自社で加工した角形鋼管です。）

当社の原料となる鉄スクラップは貴重な国内資源（都市鉱山）です。埋蔵量は14億トと言われ、国民一人当たり10ト以上の鉄

資産です。この鉄資源に着目すると、実は有価で取引されている鉄スクラップの他に、廃棄物として地面に埋め立てられるものや、放置されまったく有効活用されない鉄資源がある事がわかりました。その一つが乾電池です。

乾電池にはその重さの約20%鉄が使われていますが、鉄以外のものが多く有価で鉄スクラップとして購入できません。しかし乾電池には貴重な輸入金属である亜鉛やマンガンや多く含まれており、当社の電気炉で溶解処理することでそれらも有効にリサイクル出来ることわかりました。

廃棄物として使用されない鉄資源を有効活用しようと考えのなか、まずは乾電池のリサイクルから取り掛かりました。



写真3-A H形鋼



写真3-B 溝形鋼

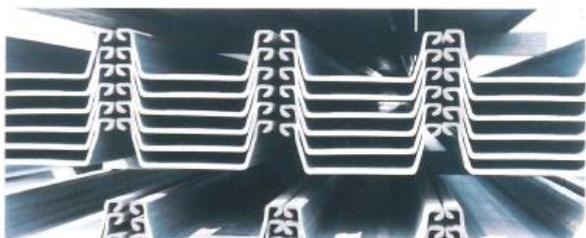


写真3-C 鋼矢板



写真3-D 異形棒



写真4-A 熱延広幅帯鋼 (ホットコイル)



写真4-B 溶融亜鉛メッキコイル



写真 4-C 熱延鋼板 (カットシート)

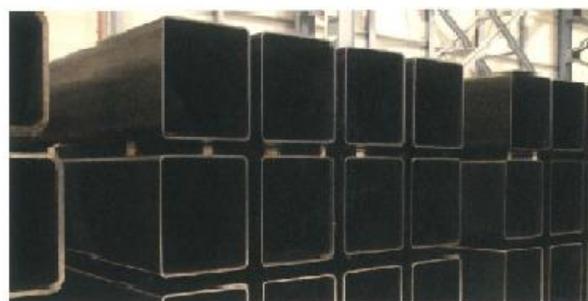


写真 4-D 角形鋼管 (トゲツコラム)

3. 乾電池の構造とリサイクルの状況

私たちが単一、単二、単三と呼んで懐中電灯や掛け時計他にいろいろ使われている電池には、鉄、亜鉛、二酸化マンガンといったリサイクルに適した金属が含まれています。それぞれ鉄 20%、亜鉛 20%、二酸化マンガン 30%、その他は燃焼するプラスチック、紙、炭素です。(図 1)

充電式の電池が多く使われるようになった現在でも、日本人一人当たり一年間に 0.5kg 使用しています。(単三電池だと 24 本、単一電池だと 5 本くらいです。) 意外に使っていると思いませんか。実は家庭以外の工場や商店、工事現場の使用も多いようです。例えば工場で使用する懐中電灯や、レストランのトイレに設置している消臭機ファンの電源等。建設関係では今年高速道路工事の案内表示板で使われた乾電池を約 1 トリサイクルさせて頂きました。

この 1 トリは一つの現場の一年分だそうです。量の多さにビックリしました。この記事を読んで頂いている皆様の建設現場ではどのくらいの量が発生しているのでしょうか? ぜひリサイクルをお願いします。

さて、これら使用済みの乾電池の行先ですが 70%は埋め立てされ 20%が焼却処理されています。埋め立てされた乾電池はこの先資源として使われることはありません。また焼却された乾電池の鉄分は辛うじて焼却灰から磁石で取り出されるものの、その鉄は著しく酸化(鉄が錆びた状態)が進んでおり、鉄鋼製品にリサイクルするにはより多くのエネルギーが必要となります。

循環型社会形成が話題になり 20 年近く経ちますが、乾電池のリサイクルはこれからです。

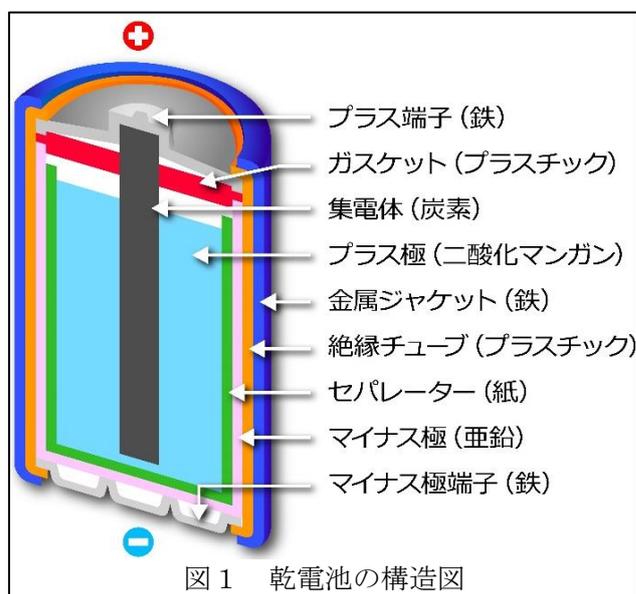


図 1 乾電池の構造図

4. 電気炉による乾電池リサイクル

について

鉄スクラップから鉄鋼製品を作る第一段階に、鉄スクラップを電気炉で溶解する工程があります。乾電池のリサイクル処理はこの電気炉で行われます。(図 2 の A の部分)

この電気炉は耐火物の容器の中に鉄スクラップを入れて、大きな電力で発生させるアーク放電の熱をぶつける(伝える)ことで温度を上げて溶かしていきます。アーク溶接機を見たことのある方は多いと思いますが、まさにその溶接機をとてつもなく大きくしたような装置です。アークの温度は 5,000℃以上あり、このエネルギーで当工

ほっとひと息 おとなりさんのエコ

場の場合は1回に220トンの鉄を1時間で溶かしています。溶けた鉄の温度は約1,600℃です。

乾電池は鉄スクラップと一緒に電気炉で溶かされそれぞれの成分に分けられてリサイクルされます。

当社岡山工場の乾電池リサイクル工程を図3に示します。また、このあとに少し詳しくその工程について説明します。

(鉄について)

乾電池の外皮に使われている鉄は1,600℃の温度で溶かされ図2の製鉄工程で鉄鋼品にリサイクルされます。つまりH形鋼や薄板にリサイクルされます。

乾電池に使用されている鉄はほとんど酸化していないので非常に高品質な鉄原料です。

(亜鉛について)

乾電池の負極側（マイナス）に使われている亜鉛は、420℃で溶け始め、約900℃で蒸発します。ですから電気炉内では亜鉛は鉄が溶け始めるより先に亜鉛蒸気となってしまいます。ではどこに行くのでしょうか？ 電気炉には溶かす際に発生する粉塵を取り除き排気をきれいにするために集塵機が設置されています。この粉塵はダストと呼ばれていますが、これには亜鉛が30%以上含まれています。つまり電気炉から発生するダストは亜鉛鉱石になっているのです。実は電気炉で溶かす鉄スクラップには亜鉛が沢山付着しています。なぜかと言うと世の中で使われている鉄鋼製品の多くは錆を防ぐための亜鉛メッキをしたものが多いからです。一番の例が自動車のボディです。きれいに塗られた塗装の下にはしっかりと亜鉛メッキされています。

このダストは亜鉛精錬会社に送られもう一度亜鉛製品としてリサイクルされます。実は国内で使用されている亜鉛製品の1割

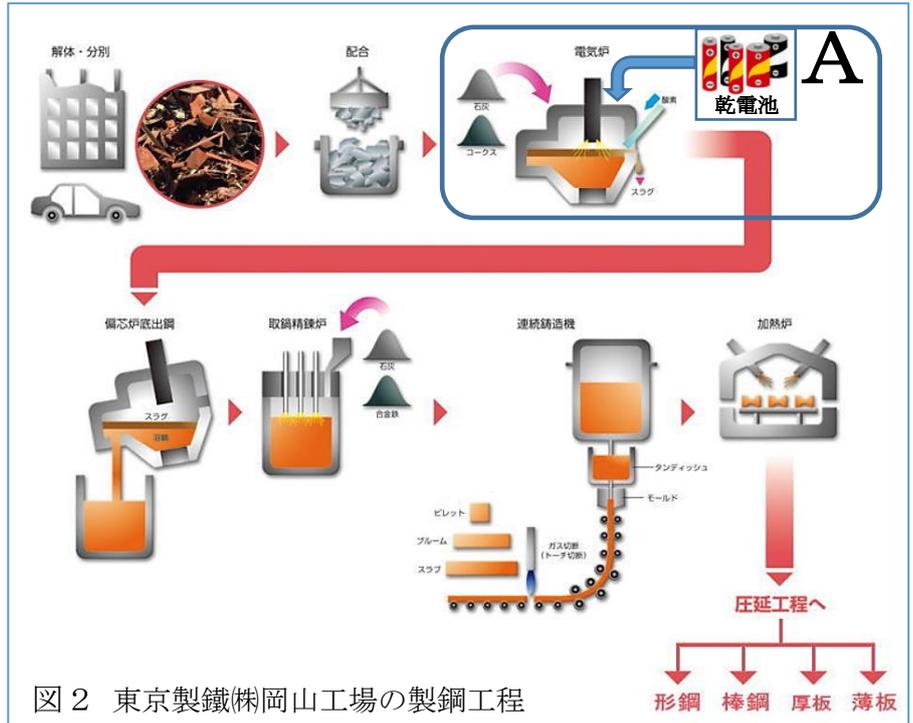


図2 東京製鐵(株)岡山工場の製鋼工程

はこうしてリサイクルされた亜鉛です。つまり乾電池を電気炉で溶かすと、従来から確立された亜鉛リサイクルの流れに乗せることができます。乾電池のリサイクルを開始して以降、当社の発生ダストの亜鉛は約3%アップしています。

(二酸化マンガンについて)

電池で正極（プラス）に使われている二酸化マンガンも鉄と同じように高温で溶解します。乾電池に含まれる二酸化マンガンは、その名の通り酸素と結合しているためそのままでは鉄の中に溶け込みません。その為電気炉で浮上分離された不純物と一緒にスラグとして排出され、路盤材として道路の敷設工事等でリサイクル使用されます。しかし電気炉の操業の工夫により二酸化マンガンの一部は酸素が分離され鉄鋼製品のマンガン成分として使われるようになって来ています。マンガンには鉄に強度や粘りを持たせる性質があり、鉄鋼製品には不可欠な成分です。例えばH形鋼や異形棒鋼であれば0.4~0.7%程度、さらに強度が求められる鉄鋼製品には1%を超え含まれています。鉄鋼製品のマンガン成分としてより有効に利用していくことが次の大いなる課題です。

(紙、プラスチック、炭素)

乾電池内の被覆や絶縁に使用されている紙、プラスチックは溶解時に燃焼して鉄スクラップに熱を伝えることで、溶解に使用する電力を削減するサーマルリサイクルになります。また正電極として使用されている炭素(棒)は、先の酸化マンガンの酸素を取り除く還元剤としても使われます。

5. リサイクルの費用について

乾電池のリサイクルには費用が発生しています。これは乾電池の輸送費や管理にかかる費用、乾電池を溶解するために必要なエネルギーの費用です。しかしながら当社では鉄鋼製品を製造する設備をそのまま使っているため設備費は最小限に抑えられ低コスト化ができています。鉄、亜鉛、マンガンは貴重な資源です。将来これら資源価格の変動や電気炉でのリサイクル効率が高まることで使用済み乾電池が廃棄物から有価物(お金を払って購入するもの)に変わる可能性もあると考えています。鉄鋼技術の一つとして当社も追求していきたいと思っています。

6. 建設リサイクルを

お読みの方へのお願い

最後に本記事をお読み頂いている建設関係の皆様へのお願いです。先に書いたように使用済み乾電池の多くは、いまだリサイクルされることなく埋め立て等の処理をされています。当社を含め我々電気炉業界でお預かりすることにより、乾電池は再び資源として蘇ることとなります。本事業開始から約1,800トンの乾電池をリサイクルしてきましたが、そのほとんどが自治体で収集された一般廃棄物でした。企業から産業廃棄物としてリサイクルを受託した数量は48トンと全体の3%にも満たない量です。建設業界からは1件、1トンのみです。

建設業界の皆様におかれましてはぜひこのような乾電池リサイクル方法があることを知って頂き我々を利用して頂ければと思う次第です。

以上

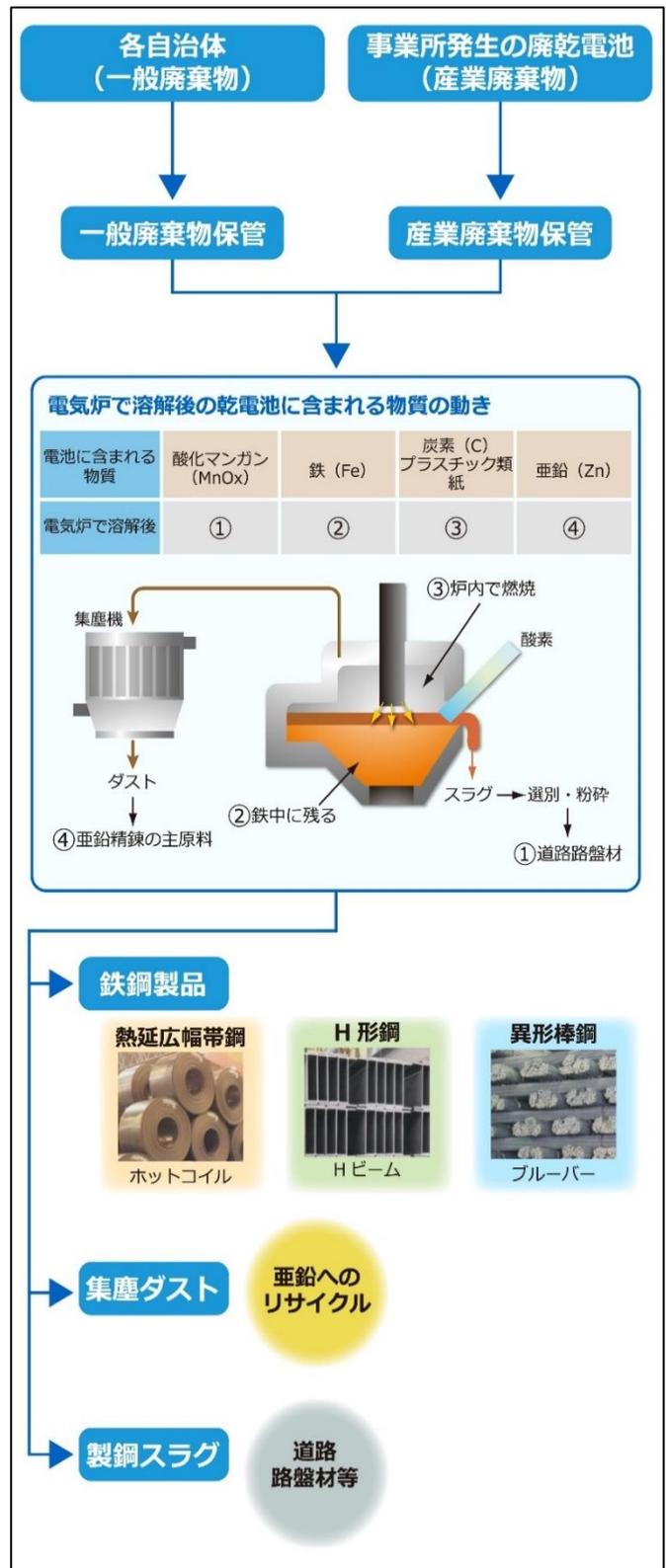


図3 東京製鐵(株)岡山工場の乾電池リサイクル工程