

環境に配慮した製品製造

石橋 隆
山科 良宣

浜田 金男
井田 定男

高崎生産センタ富岡工場は、自動現金預け払い機(ATM)、金融端末機器など沖電気を代表するメカトロニクス製品の生産拠点である。当工場は、部品加工、プラスチック成形、めっき・表面処理、機器組立・試験工程までの一貫した工程を保有する特色ある工場である。

ISO14001環境マネジメントシステムは1997年度に認証を取得し、①エネルギーの削減、②産業廃棄物の最終処分量削減、③有害化学物質の使用量削減に取り組んできた。とりわけ、部材調達時にサイトに搬入される梱包材、加工工程で発生する材料からの②産業廃棄物の最終処分量削減、また表面処理工程で使用する③有害化学物質の使用量削減は、もっとも環境負荷が大きく緊急に取り組まなければならない重要課題であった。

以下にその取り組み状況を述べる。

廃プラスチックのリサイクル事例

(1) 産業廃棄物のリサイクル概要

当工場は、1997年度のISO14001環境マネジメントシステム構築を機に産業廃棄物のリサイクル化を開始した。最近の産業廃棄物最終処分量とリサイクル量は、図1の通りである。

産業廃棄物のリサイクルは図2のような方法に大別される。サーマルリサイクルは廃棄物をボイラ等の燃料とし

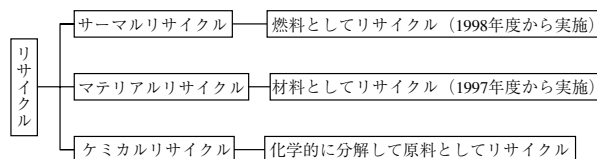


図2 産業廃棄物の主なリサイクル方法

てリサイクルする方法、マテリアルリサイクルは廃棄物を材料としてリサイクルする方法であり、ケミカルリサイクルは、廃棄物に化学的処理を施し原料に戻す方法で廃プラスチックの油化等がある。

当工場で発生する主要な産業廃棄物の2000年度の内訳は表1の通りであり、特に廃プラスチックの発生量が多い。

そこで廃プラスチック処理に適した、サーマルリサイクルおよびマテリアルリサイクルの事例を以下に紹介する。

(2) 梱包材のサーマルリサイクル

当工場の主要な生産品である金融端末機器の製造には多種多様の購入部品があり、それに伴う購入品梱包材の削減が活動の大きなテーマの一つである。このテーマに対しては従来から取引先に梱包材の適正化をお願いしてきたが、持ち込まれた梱包材に対しては焼却処理で対応してきた。しかしダイオキシン問題が社会的に顕在化したために、焼却処理および焼却炉を1998年度には完全に撤廃した。発生する梱包材（主に発泡スチロール）は重量あたりの体積が非常に大きく、そのままの状態で廃棄

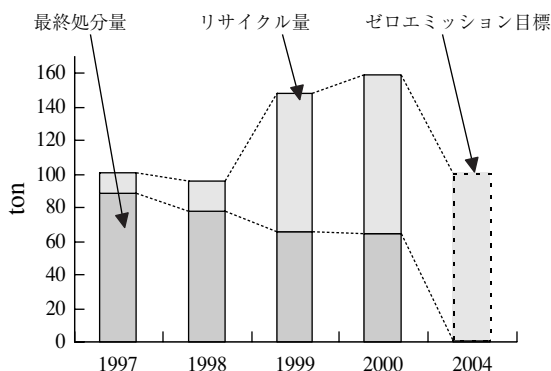


図1 産業廃棄物のリサイクル量および最終処分量

表1 2000年度における産業廃棄物の処理内訳

産業廃棄物名	リサイクル量	最終処分量
廃プラスチック	94 ton	36 ton
廃酸	1 ton	16 ton
汚泥	—	12 ton
その他	1 ton	—

表2 梱包材減量化の方式

処理方式	特 徴	備 考
加熱溶融 固形化	・石油バーナ、電気ヒータ等での加熱により溶融させ固形化させる ・設備の構造は比較的簡単 ・発泡スチロールのみ対応	・石油バーナ、電気ヒータ使用 ・悪臭対策要
溶剤溶融 回収	・発泡スチロールを溶剤に溶かし込み、回収する ・発泡スチロールのみ対応	・可燃性溶剤使用
圧縮 固形化	・機械的に圧縮し固形化する ・発泡スチロール以外にも対応	・悪臭少ない ・固形化に熱源不使用

すると、最終処分量および処分場までの物流の増大と環境に負荷を与える結果となり、焼却炉に変わる梱包材の減量化が急務となった。

減量化案として表2の処理方式を比較検討をした結果、当工場の採用した方法は、圧縮固形化方式である。この方法の特徴として固形化するための熱源に石油燃料等を使用せず、摩擦熱利用の低温半溶融のため、悪臭の発生が少ない。また廃棄物をサーマルリサイクルのRDF（Refuse Derived Fuel燃料化廃棄物）化できる等の特徴があり、安全性および処理可能廃プラスチックの多様性等を考慮し採用した。

梱包材減量化システムの構成は図3の通りである。破砕機では梱包材を破砕、分粒する。破砕した梱包材はスクリュコンベアに導かれ、定量フィーダに投入される。減容機では2軸のスクリュで梱包材を圧縮し、その際発生する摩擦熱（約120℃）で固形化する。排出された梱包材は、一定の大きさにカットされRDFに生まれ変わる。RDFはリサイクル業者に渡されボイラの燃料としてリサイクルされる。ボイラには、ダイオキシン処理装置が完備されており、ダイオキシン規制にも、十分対応できることを、現地調査により確認済みである。RDFの形状写真を

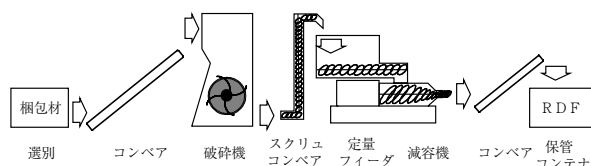


図3 梱包材減量化システム



図4 RDF化された梱包材

表3 成形廃材の材料別リサイクル内容

材 料 名	実施時期・リサイクル率			用途
	1998/4	2000/6	2000/12	
POM（無色）	13%	13%	13%	売却
ABS	0%	16%	16%	プラ箱製作
POM（着色）				
ABS/PC	0%	0%	71%	土木用資材
その他				
リサイクル率合計	13%	29%	100%	—



図5 成形廃材で製作したプラ箱

図4に示す。

(3) 成形廃材のマテリアルリサイクル

成形廃材のリサイクルについては当初、材料としての売却で対応したが売却可能な材質がポリアセタール（POM）のみで成形廃材のうち13%と少ないため、産業廃棄物として残る87%について対策を実施した。成形廃材の材料別リサイクル内容を表3に示す。

最初に対策実施したのは、社内での成形廃材の有効利用である。成形可能な材料アクリロニトリルブタジエンスチレン（ABS）を使用し、キット等で使用される小型のプラ箱を社内製作した。このリサイクル化の実現により成形廃材のリサイクル率は29%に上昇した。社内製作のプラ箱例を図5に示す。

さらに残り71%のポリカーボネート（PC）等は社内リサイクルが難しいため、業者にリサイクルを依頼することとした。材料を試験した結果、土木用資材として使用しても強度等問題無いことが、確認され、リサイクルすることに成功した。

土木用資材としての用途は、側溝のフタ、角材等である。リサイクル製品例を図6に示す。

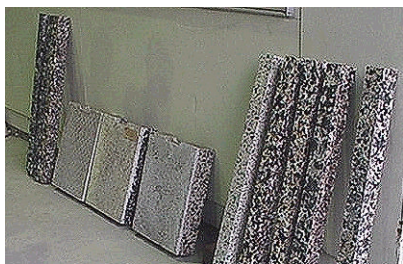


図6 成形廃材から作られた土木用資材

有害化学物質の削減事例

(1) 「有害化学物質削減」の方針決定

化学物質に関連する法規制の主なものは、特定化学物質の環境への排出量の把握等および管理の改善の促進に関する法律・毒物および劇物取締法・特定化学物質等障害予防規則等がある。これらに該当する化学物質の使用工程の主なものは表面処理工程である。

金属加工全般の動向としては、表面処理（特にめっき処理を専業者へ）委託・集約化の実施、およびめっきレス材料（ステンレス材、めっき鋼板等）の採用拡大などがある。また使用する薬品の有害性や排水処理管理などのリスク対策が進められている。

沖電気の生産拠点の中で、表面処理設備を保有するのは半導体部門を除くと、当工場が唯一の工場となっている。このような背景をもとに、1997年制定の環境方針において、「有害化学物質の削減」を表明した。削減にあたっては、安直に外部委託をするのではなく、有害化学物質を使用する工程の代替工法を開発・導入することにより、リスク対策のみならず真に環境に配慮した、ものづくりができることを目指した。

(2) 過去の経過

1980年代のATMや金融端末機器等の機構部品は、銅-ニッケルめっき・クロムめっき・亜鉛めっきなどシアン

表5 有害化学物質の使用量

有害化学物質名	1994年	1997年
シアン化合物	1600kg	140kg
クロム化合物	240kg	20kg

化合物やクロム化合物を使用する処理が主力であった。シアン化合物やクロム化合物は、特定化学物質の第2類、毒物および劇物指定の物質であり、ISO14001の認証取得前から当工場の中で有害化学物質として位置付け、対策を実施し、これらの表面処理の代替としてめっき鋼板の採用拡大や無電解ニッケルめっきへの移行を実施した。1985年のめっき設備の保有状況は表4の状況であった。

また1997年時点での有害化学物質の使用量は表5の通りである。

(3) 有害化学物質全廃へ向けての取り組み

シアン化合物・クロム化合物の使用量は大幅に削減したとはいえ、リスク管理の面ではあくまで全廃を目指すべきで、それに向けて（a）鉄鋼黒染め処理のノーシアン化・（b）エッチング処理のクロムレス化対策を実施した。また、表4の通り各種めっき種類を無電解ニッケルめっきに集約したことに伴い、（c）排水中のリン濃度低減対策が不可欠である。以下に対策の具体例を示す。

(a) 鉄鋼黒染めのノーシアン化

鉄鋼の黒染め処理は、高濃度のアルカリ性溶液を130℃～150℃に加熱し、鉄鋼を浸漬することにより耐食性皮膜（ Fe_3O_4 ）を形成する。

シアン化合物はこの処理過程における補助材料としての機能を有しているが、アルカリ濃度・温度・時間の処理条件の範囲を縮小することによりノーシアン化を実現している。

(b) エッチングのクロムレス化

エッチングの主な対象部品は、ポリアセタール製部品である。ポリアセタール製部品は主に、図7の様にウレタ

表4 各種めっきの無電解ニッケルめっきへの集約

設 備 名	使用薬品		液 量		備 考
	シアン化合物	クロム化合物	1985年	1997年	
銅-ニッケルめっき	○	—	7,000L	—	全廃←無電解ニッケルめっきへ集約
クロムめっき	—	○	1,000L	—	全廃←無電解ニッケルめっきへ集約
亜鉛めっき	○	○	2,000L	—	全廃←無電解ニッケルめっきへ集約
錫めっき	—	—	500L	—	全廃←錫めっき鋼板の採用
無電解ニッケルめっき	—	—	500L	1,600L	めっき種類の集約による拡大
鉄鋼黒染め処理	○	—	200L	100L	縮小
アルマイト処理	—	—	500L	500L	—
エッチング処理	—	○	40L	40L	クロムレス処理液の開発

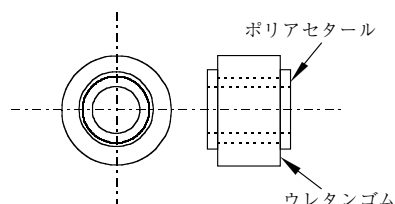


図7 ポリアセタール製部品の使用例

ンゴムを接着し、紙送り用のフィードローラ等に使われている。この接着強度を確保するために、前処理としてエッチングを行っている。従来、このエッチング液にクロム化合物を使用していた。

クロムレス対策のエッチング処理液は、塩酸と硫酸の混酸を用いた。このエッチング処理は、エッチング表面が均一であり、接着強度も従来より向上していることが確認され、採用するに至った。接着強度比較を図8に示す。またエッチング処理液組成を表6に示す。

(c) 排水中のリン濃度低減対策

無電解ニッケルめっきは、シアン削減対策に伴い各種めっきから集約され増加傾向に有る。

一方、無電解ニッケルめっきは、次亜リン酸塩を還元剤にしニッケルを析出する工法であり、排水中にリンが存在する。排水中のリン濃度は、1998年に利根川水系の排出規制により、140mg/Lから16mg/Lに大幅に強化された。

リン削減対策は、めっき水洗水の回収槽の設置、回収槽交換周期の設定、および回収液の濃縮装置の設置を実施した。また規制値に対し社内基準値を6.6mg/Lに設定し継続的監視を実施している。

【「特定化学物質の環境への排出量の把握等および管理の改善の促進に関する法律」の解説】

この法律は、人の健康や環境に有害な化学物質について、第一種および第二種指定化学物質として指定し、その化学物質の環境への排出量を把握し、事業者の化学物質の管理を改善し、化学物質による環境への支障が生ずることを未然に防止することを目的として制定された。

具体的には、対象となる化学物質を製造したり取り扱う事業者で一定の要件に該当するものが法の対象となる。対象事業者は、対象化学物質の環境への排出量と廃棄物に含まれて事業所外へ出る排出量を官庁へ届出る義務を生じる。また、対象事業者は化学物質の管理を改善しなければならない。

法律の名称が長いので法律の英語訳を略して一般的にはPRTR (Pollutant Release and Transfer Register) 法と呼ばれている。

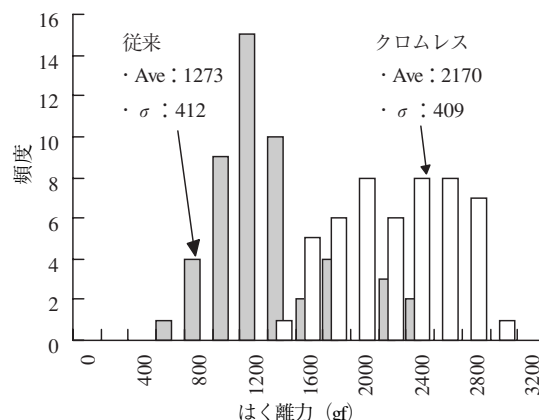


図8 接着強度比較

表6 エッチング処理液組成

従 来	・重クロム酸75g/L ・精製硫酸830mL/L
クロムレス 対策後	・36%塩酸130mL/L ・98%硫酸300mL/L

ま と め

環境マネジメントシステム導入後3年が経過し、前述のように、一定の成果を上げつつ、PRTR法への適応、2004年度ゼロエミッション達成の取り組みなど環境変化に適応し、継続的に取り組んでいく方針である。

2001年度より、マイナスの環境側面の環境負荷低減を図る従来の活動に加え、長年培われた製造ノウハウを利用した製品・工程の改善による環境負荷低減、および企業イメージアップ活動などプラスの環境側面の活動へ転換を図るべく試行を開始した。今後とも、環境システムのさらなるスパイラルアップにより、そのパフォーマンスを向上して行きたい。



● 筆者紹介

石橋隆: Takashi Ishibashi. システムソリューションカンパニー 高崎生産センタ 製造技術部

浜田金男: Kaneo Hamada. システムソリューションカンパニー 高崎生産センタ 品質管理第2部

山科良宣: Yoshinobu Yamashina. システムソリューションカンパニー 高崎生産センタ 製造技術部

井田定男: Sadao Ida. システムソリューションカンパニー 高崎生産センタ 品質管理第2部