(2)　新たな処理技術の紹介

再商品化施設では、前節 1.4 の図表Ⅱ－15「代表的な処理フロー図」に示したとおり、使用済み家電４品目を、手解体(事前選別)、破砕、選別等の工程を経て再商品化している。

全国に 48 施設ある再商品化施設は、新たな処理設備の導入や手解体工程の重視、処理ノウハウの蓄積、将来を見据えた実証実験など、再商品化率の向上を目指した取組みを行っている。

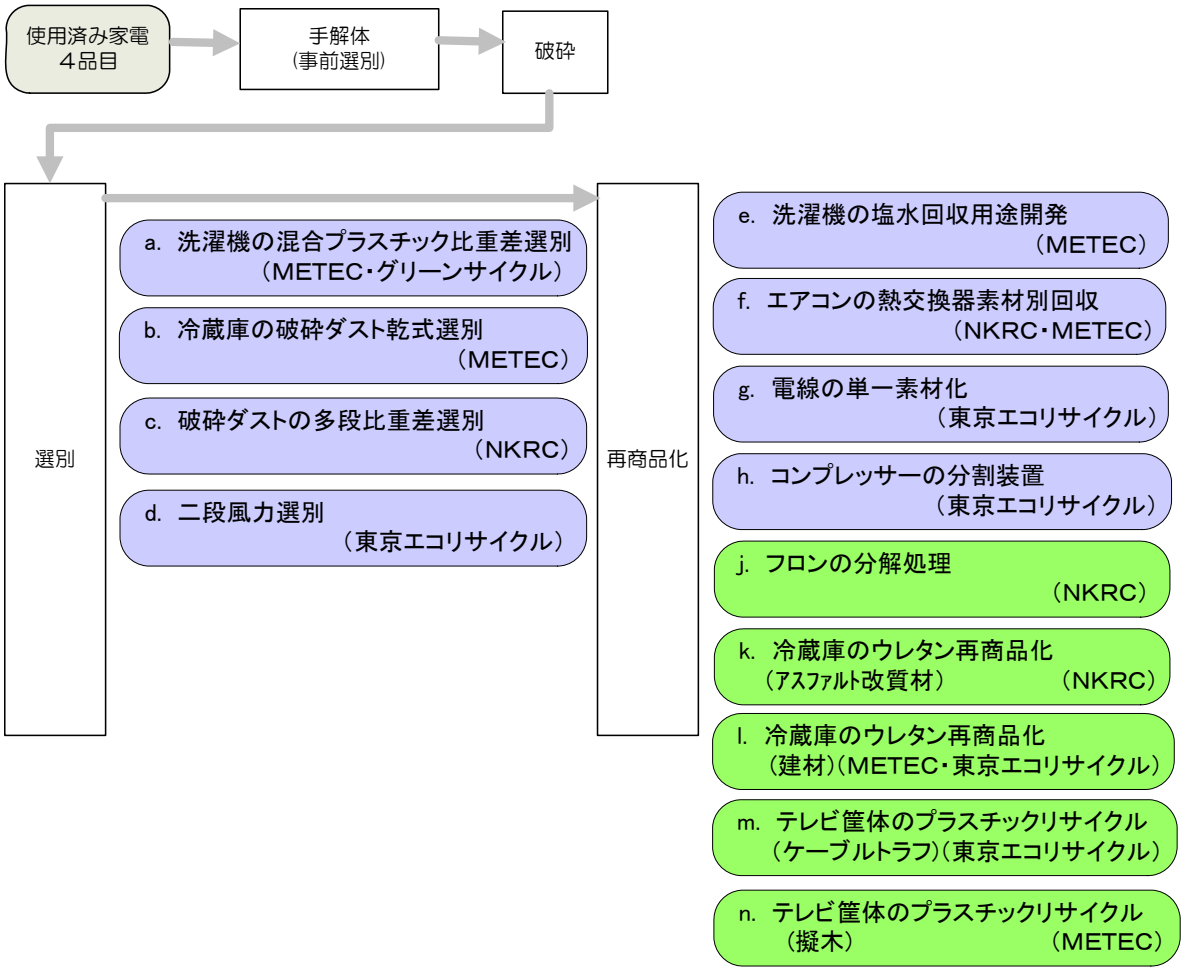
前頁で紹介した４つのプラントの新たな処理技術開発事例について、３つのテーマに沿って、その目的と工程、成果を紹介する。

①　再商品化処理技術の更なる向上を目指して
②　高度なリサイクルを目指して
③　生産性向上と環境整備

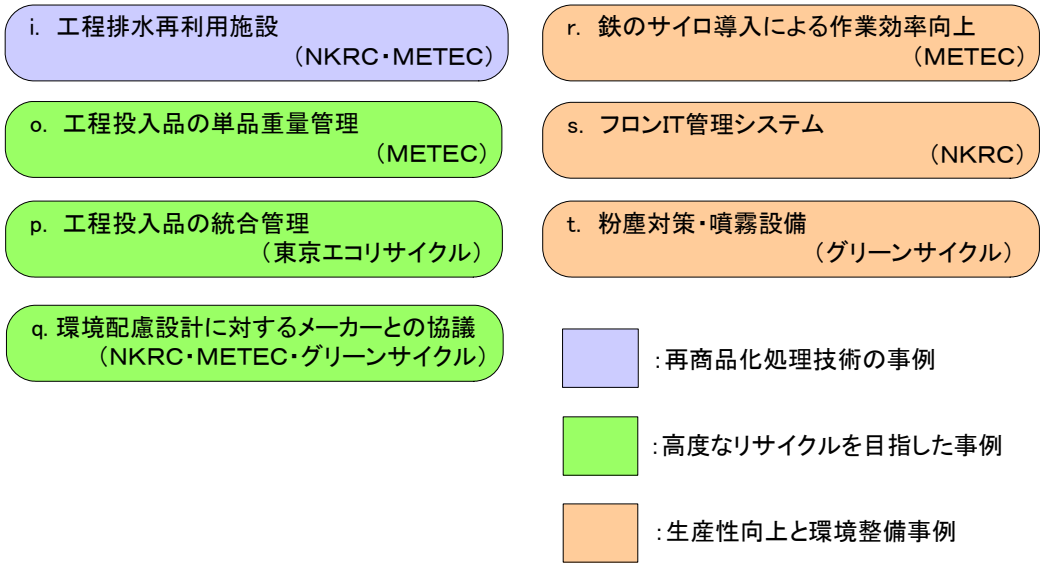
図表Ⅱ－16　本節で取り上げる新たな処理技術事例一覧表

①再商品化処理技術の更なる向上を目指して				
	事例	回収物	プラント名	ページ番号
a	洗濯機の混合プラスチック比重差選別	プラスチック	METEC・グリーンサイクル	40
b	冷蔵庫の破砕ダスト乾式選別	プラスチック	METEC	41
c	破砕ダストの多段比重差選別	プラスチック・銅・アルミ	NKRC	41
d	二段風力選別	プラスチック・ウレタン	東京エコリサイクル	42
e	洗濯機の塩水回収用途開発	塩	METEC	42
f	エアコンの熱交換器素材別回収	鉄・銅・アルミ	NKRC・METEC	43
g	電線の単一素材化	銅・塩ビ	東京エコリサイクル	44
h	コンプレッサーの分割装置	銅・鋼板・鉄	東京エコリサイクル	44
i	工程排水再利用施設	工程用水の再利用	NKRC・METEC	45
②高度なリサイクルを目指して				
	事例	目的	プラント名	ページ番号
j	フロンの分解処理	プラズマを使いフロンを分解・無害化	NKRC	46
k	冷蔵庫のウレタン再商品化	アスファルト改質材に再商品化	NKRC	46
l	冷蔵庫のウレタン再商品化	建材に再商品化	METEC・東京エコリサイクル	47
m	テレビ筐体のプラスチックリサイクル	ケーブルトラフに再商品化	東京エコリサイクル	48
n	テレビ筐体のプラスチックリサイクル	擬木の素材として再商品化	METEC	48
o	工程投入品の単品重量管理	正確な重量測定	METEC	49
p	工程投入品の統合管理	正確な重量測定とトレーサビリティの確保	東京エコリサイクル	49
q	環境配慮設計に対するメーカーとの協議	プラントからメーカーへ環境配慮設計に対する反映	NKRC・METEC・グリーンサイクル	50
③生産性向上と環境整備				
	事例	目的	プラント名	ページ番号
r	鉄のサイロ導入による作業効率向上	作業安全性と作業効率性向上	METEC	51
s	フロンIT管理システム	フロンの回収・出荷・破壊をITシステムにより管理	NKRC	51
t	粉塵対策・噴霧設備	粉塵対策による作業環境の改善	グリーンサイクル	52

図表Ⅱ－17　本節で取り上げる新たな処理技術事例一覧図



処理フロー以外の取組み



① 商品化処理技術の更なる向上を目指して

a.　洗濯機の混合プラスチック比重差選別　　METEC･グリーンサイクル

回収された高純度の PP 樹脂

METEC

目的

洗濯機を破砕した後に分別された混合プラスチックから、各プラスチックの比重差を利用して PP 樹脂を分離・回収し、再利用する。

工程

洗濯機を破砕して分離したプラスチック類をさらに細かく破砕・整粒する。この混合プラスチックから水比重選別機により水に浮いた PP 樹脂を選別し、さらに PP 樹脂以外の素材の混入を防ぐため、遠心分離機で分別し、高純度の PP 樹脂を回収する。

成果

回収した PP 樹脂は、洗濯機等の家電製品のプラスチック部品に利用されている。（回収量は、約 1,000 トン/年）

湿式選別機内の二次選別機

グリーンサイクル

目的

混合プラスチックから単一素材プラスチックへの選別を徹底し、より高品位な素材（PP ・PS 樹脂）を回収する。

工程

混合プラスチックを水槽内で比重差（浮上/沈殿）と水圧を組合わせて選別する。まず、混合プラスチックを一次選別機に送り、水槽内で比重差選別する。比重の軽い浮上がってきた PP 樹脂を掻揚機で回収し、水切り後袋詰めする。下部に沈んだプラスチックをコンベアで二次選別機に送り、水･空気を吹込んで強制浮上させた PS 樹脂（中比重物）を二次回収ゾーンで回収する。

成果

比重差と水圧を組合わせ、一次回収品は PP 樹脂、二次回収品は PS 樹脂の、それぞれ高品位な素材の回収が可能になった。

b. 冷蔵庫の破砕ダスト乾式選別　　METEC

回収された混合プラスチック

目的

冷蔵庫の破砕ダスト中のプラスチック類を再商品化するために、「乾式選別システム」（トロンメル、風力選別、磁力選別・非鉄選別など多段階選別を行う複数の選別機）を用いて、再生利用可能な混合プラスチックを回収する。

工程

冷蔵庫を破砕・選別した後のダストを、「乾式選別システム」に通し、混合プラスチックとして回収する。

成果

選別回収した混合プラスチック（PP・PS・ABS の混合）を二次加工し、擬木の材料として再生利用・マテリアルリサイクルしている。再生利用に障害となる金属の含有率を0.1%以下、塩ビの含有率を１%以下に保証した。同システムの実用化により冷蔵庫の再商品化率が約 10%向上した。

c. 破砕ダストの多段比重差選別　　NKRC

回収された銅

目的

破砕ダストに含まれる銅管や配線等を分離し、金属などの有価物を回収する。また、固形燃料化するために塩ビ（塩素成分）を除去する。

工程

破砕ダストを回転ふるい「トロンメル」で粒度調整する。その後、湿式比重差選別機、風力選別機、渦電流選別機などを駆使して、非鉄金属や PP 樹脂、ミックスプラスチック、その他に分別、回収する。

成果

従来ダストとして扱われていたものから、有価な銅、アルミ、PP 樹脂等を回収すると共に、塩ビも除去した。ダストの有価化、再商品化率の向上に大きく貢献した。

d. 二段風力選別　　東京エコリサイクル

回収された廃プラ(左)とウレタン

目的

微量でもウレタンが混入した廃プラスチックはマテリアルリサイクルに適さず、用途は限定されていた。ウレタンを完全に除去して、高純度の混合プラスチック(PP、PS、ABS 樹脂)を回収する。

工程

廃プラの破砕サイズをより細かくし、2段階で風力･風向を調節しながら比重の軽いウレタンを遠くまで吹飛ばし、重い廃プラは落下させ、選別を行う。銅線くずも同様にほぼ完全に除去する。

成果

廃プラ中のウレタン含有率を 4.5wt%(重量比)から0.2wt%以下に減少できるため、純度 99%のプラスチック(PP、PS、ABS 樹脂)が得られた。この技術により、サーマルリサイクルの原料基準をクリアし、さらにマテリアルリサイクルも可能になった。

e. 洗濯機の塩水回収用途開発　　METEC

回収された塩

目的

塩水は、自動洗濯機の洗濯槽バランサーとして使用されている。従来、この塩水を適正処理のために回収し廃棄していたが、塩のみを取出し再利用を検討する。

工程

洗濯機を破砕する前に、洗濯槽バランサー部の一部を切断して塩水を抜き、その塩水を乾燥設備「CD ドライヤ」(写真上)により水分を蒸発させて塩のみを回収している。

成果

回収した塩の再利用については検討中であるが、乾燥設備を導入して塩のみを廃棄処理し、「塩水」として廃棄処理していたものを「塩」のみに減容した。

f. エアコンの熱交換器素材別回収　　NKRC･METEC

銅とアルミの分離作業

NKRC

目的

エアコンの熱交換器は銅とアルミから構成されているが、強固に一体化されているため素材を分離することが困難であった。この技術は、それら素材を容易に分別･回収することが目的である。

工程

熱交換器端部の鉄製固定部品を切断・除去する。次に、並行に並んだ銅配管をアルミフィンの付いたまま１本ずつ切離す。アルミフィン付き銅配管を縦に切断した後、アルミフィンと銅を分離し回収する。

成果

処理コストを余りかけず、簡便な方法で銅とアルミを分離分別し、高純度の素材回収を可能にした。

回収された高純度の銅

回収された高純度のアルミ

METEC

目的

素材別に分離して銅･アルミを回収する。「商品から商品へ」の基本コンセプトによりこの回収を行っている。

工程

室外機と室内機から取外した熱交換機を破砕し、磁力で鉄を分離した後、残った銅とアルミの混合片に振動等を加え比重差で銅とアルミに分離する。

成果

高純度(約 99.8%)の銅(写真上)とアルミ(写真下：プレスしたもの)を回収する。回収された銅とアルミは熱交換器の部品やその他製品の素材として利用されている。

g. 電線の単一素材化　　東京エコリサイクル

回収された高純度の銅

回収された塩ビ

目的

従来は電線を切断してそのまま電線メーカーなどに売却していたが、銅と塩ビに分離することで、より高価な再生資源として売却する。

工程

減容のための破砕と安価な乾式選別方式を組合わせ、さらに対象を家電用電線に絞って分離装置(銅と塩ビ)の軽便化を図った。家電製品に多く使われている電線は塩ビの被膜径が２～３ミリ、中には芯径 0.1～0.2 ミリの極細銅線を撚っている。これまでの経験から電線を４ミリ以下に剥離粉砕し、細かな銅と被膜を形状別に分離後、風力選別を行う。

成果

単一素材化により、純度 99.9%の銅を回収できた。より高価な有価物として売却可能になった。電線をそのままの形で機械に投入できるので、作業コストも抑えられた。

h. コンプレッサーの分割装置　　東京エコリサイクル

レシプロ型(左)とロータリー型

目的

硬い鉄のシェル(殻)に覆われているコンプレッサーは、専門業者へ売却するしかなかった。簡便にシェルを分割することで、内部の素材を分別し高品位素材を回収する。

工程

コンプレッサーは大別するとレシプロとロータリーの２種類あり、メーカーや型式によって形状も大きさも様々である。レシプロは外周切断、ロータリーは外周と胴体直線切断を行い、中のコア部分の主素材である銅線や珪素鋼板を取出し、分別・回収する。

成果

ロータリーは外周切断だけでは圧入されているコアを取出せなかったが、直線切断機能を加えることで容易に取出せ、1 台の装置で２種類の分割切断が可能となった。マテリアルリサイクルへ販路を広げた。

i. 工程排水再利用施設　　NKRC・METEC

NKRC

目的

プラスチックの湿式比重差選別機などプラント内で使用する工程水を回収し、さらに浄化してプラント内で再使用する。

工程

プラント内の工程水を工程排水再利用施設で回収する。集めた工程水をフィルター等で浮遊固形物を除去し、その濃度を SS:1500ppmから 50ppm 以下に凝集沈殿させる。pH 調整後、精製水として再びプラントに供給する。

成果

プラント内の工程水を循環使用することにより、水の使用量が削減された。また周囲への環境汚染も防止することができる。

屋外の廃水処理設備

プラント内の廃水処理設備

METEC

目的

洗濯機再商品化工程のプラスチック比重差選別設備で使用される水を浄化し、再び選別設備へ循環させる。

工程

洗濯機再商品化工程のプラスチック比重差選別設備で使用中に汚れてくる水を、毎日、数回に分けて屋外の排水処理設備に送り、浄化する。浄化した水は循環・再利用する。

成果

プラスチック比重差選別設備で使用する水を浄化・循環して使用することにより、水の使用量を大幅に削減している。

② 高度なリサイクルを目指して

j. フロンの分解処理　　NKRC

高周波プラズマ処理の様子

生成されたフッ化カルシウム

目的

回収フロンの分解、無害化を図る。

工程

回収したフロンを分解反応装置に送り、装置内の高周波プラズマにより原子レベルに高温熱分解する。分解によって生成したハロゲン成分(ふっ素､塩素)はアルカリで中和し、安定したフッ化カルシウム(蛍石)や塩化カルシウムにし、無害化する。

成果

回収したフロンを自らの施設で分解し、無害化することにより、漏洩防止や運搬エネルギーの削減に貢献した。

k. 冷蔵庫のウレタン再商品化(アスファルト改質材)　　NKRC

ウレタン(左)と廃食用油

改良アスファルト舗装材

目的

ウレタンの用途開発。断熱材ウレタンの再利用は、最も困難な技術開発の一つである。マテリアルリサイクルとして路盤材に活用する方法を検討する。

工程

ウレタンに廃食用油を加えて加熱分解し、オリゴマー(中分子分解物)を生成する。砂利などの基材にこのオリゴマーと他の添加剤を加え、粘着性のあるアスファルト改質材をつくる。また、分解時に出る溜出油は熱分解用燃料にする。

成果

路盤材(アスファルト改質材)としての利用の可能性を試作レベルで確認した。

I. 冷蔵庫のウレタン再商品化(建材)　　METEC・東京エコリサイクル

回収されたウレタンフォーム

再商品化された建材

METEC

目的

冷蔵庫の破砕物から断熱材ウレタンを分離し、純度の高いウレタンフォームを再商品化する。

工程

冷蔵庫の断熱材には発泡剤としてフロンが含まれているため、破砕と分離は密閉破壊室内で行われる。まずフロンを回収、その後磁力で鉄を分離し、風力でウレタンを吸引して、写真上のような円筒形に圧縮した状態で回収する。

成果

回収した純度の高いウレタンフォームは、建材(断熱ボード)の材料として利用されている。

冷蔵庫内に使われるウレタン

屋根材としての使用例

東京エコリサイクル

目的

冷蔵庫に使用されているウレタンのフロン脱気後に発生する粉末状のウレタンを再商品化する。

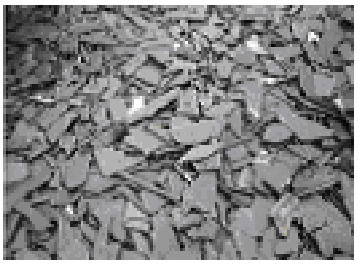
工程

大型破砕機で冷蔵庫を破砕する際、ウレタンから脱気したフロンを回収する。破砕後の固形ウレタンを風力選別機で分離・回収し、微粉砕機でウレタンを微粉砕し、残留フロンを脱気・回収した後に残るウレタン残渣を圧縮して回収する。回収した圧縮ウレタンを粉末状にし、界面活性剤を配合してモルタル材を製造する。

成果

工場から排出されるウレタンを、建築左官モルタル用の骨材として商品化されている屋根下地材の原料として製造する。外気と接する箇所に塗りつけることにより、断熱モルタルとして結露防止・省エネに効果を発揮した。

m. テレビ筐体のプラスチックリサイクル(ケーブルトラフ)　東京エコリサイクル



回収されたプラスチック

ケーブルトラフと線路への設置

目的

テレビ筐体のプラスチックには難燃性と易加工性という特色がある。これを活用して新しい用途を開発する。

工程

前処理工程で手分解によってプラスチックの筐体からプリント基板やブラウン管、スピーカー、前面ガラス、吸音材などを取外して筐体だけにする。

成果

鉄道線路用のケーブルを保護するケーブルトラフなどに成型できる素材となり、有価で売却している。従来のコンクリート製のケーブルトラフより耐衝撃性や耐腐食性にすぐれ、現場加工も容易なため、今後の需要が期待されている。

n. テレビ筐体のプラスチックリサイクル(擬木)　METEC

破砕装置

回収されたプラスチック

目的

テレビ筐体の材質を選別し、異なる材質の部品などを除き、破砕する。破砕後に回収したプラスチックを再利用する。

工程

テレビから取外したバックカバーの材質を識別し、金属や異なる材質のプラスチック部品などを手作業で除去してから所定の大きさに破砕し、プラスチックを回収する。

成果

テレビ筐体のプラスチック(バックカバー)は、擬木の素材として他の製品の材料に再利用されている。

o. 工程投入品の単品重量管理　　METEC

目的

品目別再商品化工程への投入時に、単品ごとに重量を計量することにより、正確な再商品化率を算出する。

工程

品目別再商品化工程の投入場所に計量器を設け、投入する使用済み家電製品の全数を単品で計量する。

成果

品目別に正確な再商品化率を算出することが可能になった。

p. 工程投入品の統合管理　　東京エコリサイクル

目的

投入された機器の正確な重量を測定し、トレーサビリティを確保するために、家電リサイクル券のドキュメントを統合管理するシステムを構築する。

工程

指定引取場所に入荷した家電のリサイクル情報を OCR (光学式文字読取装置)やバーコードリーダーなどで読取り、登録する。同時に重量を測定し、入力する。入荷量も一品一品正確に報告する。

成果

リサイクル券情報と現品との整合および重量測定を同時に処理でき、チェックする時間も大幅に削減された。登録された引取・保管処理数などの情報は社内でリアルタイムで集計でき、さらに構内どこでも情報をチェックできる。顧客の問合わせにも迅速な対応が可能。

q. 環境配慮設計に対するメーカーとの協議

NKRC

リサイクル処理の工程で得られた環境配慮設計に関する知見を各商品の開発設計者にフィードバックしている。解体や分離分別、処理に関する提案・要望などをまとめ、東芝グループの技術者とディスカッションするとともに、家電製品協会の「製品アセスメント委員会」と協議し、環境配慮設計に貢献している。

METEC

高い再商品化(リサイクル)率を効率的に達成するためには、リサイクル性を考慮した製品設計が重要である。松下電器では、リサイクル設計の強化を「モノづくりの力を強める」機会と考え、設計者自身による「解体してリサイクルするときの課題を把握する」取組みを 2005 年 4 月から『３Ｒエコプロジェクト』として推進している。これまでに、約 100 機種の製品でリサイクル実証実験を完了し、リサイクルに関する技術やデータ･ノウハウを製品ごとに蓄積した。METEC は、松下電器グループ全社活動と一体となって、リサイクル現場からの情報発信・提言をしている。

→『商品から商品』へのコンセプトの実践

グリーンサイクル

グリーンサイクルの主な出資メーカーはソニーである。毎月１回、ソニーの環境担当者と定例の「事業所連絡会」を開き、部品や新規プロジェクト等について、環境技術を含めた情報交換を行っている。

また、去年の 11 月から、ソニーの設計担当者と「環境学習会」を始めており、リサイクル工程を見学したのち、実際に解体作業を行い、そこから得られた提案･アイデアを環境配慮設計に結びつける取組みを行っている。

これらの取組みを通して、同一素材をきちんと分けること、手分解の重要性が高いことについて理解を深めてきた。

③ 生産性向上と環境整備

r. 鉄のサイロ導入による作業効率向上　METEC

屋内のパイプコンベア

屋外のジョイントパイプとサイロ

目的

回収した鉄は容器に入れて保管していたが、屋外のサイロにコンベアで搬送して保管し、トラックへ直接積込むことで作業の効率化を図る。

工程

冷蔵庫および洗濯機の破砕工程から回収される鉄を、パイプコンベアでサイロに搬送し、保管する。鉄を出荷する時は、サイロ下に停車したトラックへ、サイロの底を開けて直接積込む。

成果

この設備を導入したことにより、容器保管スペースの削減、トラックへの積込み時間の短縮、鉄粉や油の飛散防止に貢献し、さらに作業の安全性も向上している。

s. フロンIT管理システム　　NKRC

ボンベに回収されたフロン

目的

フロンの回収･出荷･破壊量の把握および管理は、家電リサイクルの重要な遵守事項の一つである。IT システムを導入してこれらを一括管理し、遵法の徹底と処理の効率化を図る。

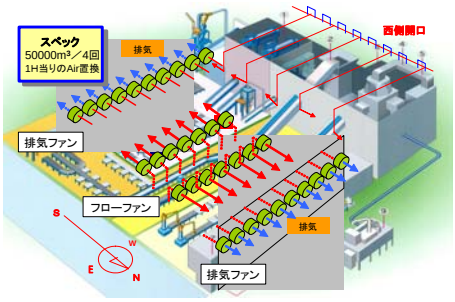
工程

エアコンと冷蔵庫から回収したフロンの重量を計測し、システムに自動入力する。データはボンベごとに回収･出荷･破壊量を管理する。異常があれば速やかに発見される。日報や月次報告の形でデータをアウトプットし、回収･出荷･破壊量を把握、記録する。

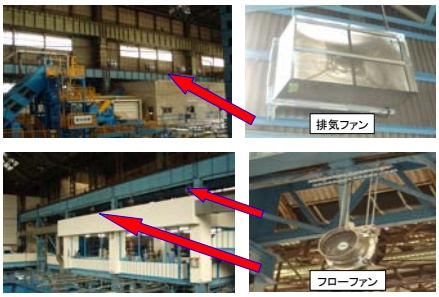
成果

自動的に計測とデータ収集を行い、一括管理することで、漏洩防止や作業ミス防止、および作業効率のアップを達成した。

t. 粉塵対策･噴霧設備　　グリーンサイクル



粉塵対策風向図･能力



目的

造船工場の建屋を活用したプラントであることから天井が高く、エアコンによる全館空調や集塵機による効率的な集塵が困難なため、粉塵対策に取組み、作業環境の改善を目指す。

工程

プラント内部に換気ファンやフローファンを設置し、粉塵濃度を 12 ヵ所で定点観測して粉塵を調整管理した。

使用済みテレビの内部には埃等が多く堆積しているが、それらを効率的に回収するためにラインの上に粉塵を吸引する専用のダクトを設置した。一方、ローラーコンベアの隙間から落ちたゴミは、ガイドを伝わってゴミ回収ボックスに集めることで、粉塵拡散を防止している。

さらに、工場内には霧状の水滴を発生させ、カーテン状に噴霧する「ミスト発生システム」を張巡らしている。この設備により作業場にミストが間欠式に降注ぎ、空気中の粉塵が除去されるほか、作業員の体感温度を下げる効果もある。

ただし、フロン回収作業区域はフロンの回収効率を維持するために湿度を低く保つ必要があり、ミスト噴霧は行っていない。

成果

2002 年 12 月のテレビ手解体ラインの粉塵測定値は 1.35mg/m^3 だったが、2006 年 8 月には 0.10 mg/m^3 まで改善された。