

6. 産業廃棄物処理の現状

6. 1 産業廃棄物を巡る最近の動向

- (1) 産業廃棄物の持つ特性は、物とお金と同じ方向に動くこと。移動が容易なこと。発生源が広く存在しかつ多様であるために、瀬戸内海の豊島問題、青森県と岩手県の県境に起きた大量の不法投棄事件や暴力団などによる不法投棄の関与などの例から見れば分かるように、レベルの高い処理に向かうことは弱く、逆に不法投棄やルール違反などの問題が生じがちである。
- (2) この結果、産業廃棄物に関する法令は平成3年、6年、9年、12年と約3年ごとに大きく猫の目のように改正されている。また、産業廃棄物発生源は多様な側面を有するため、関係する法律が多く、内容も複雑である。法律だけを読んでその内容を理解することは容易でない。更に21世紀少し前より資源循環型社会の構築のためのリサイクル関係の法令が制定された。これで法制面は整備されたように見えるが逆に色々な問題点を複雑にしたところもあり、今後、基本的な面と規制の強化を含めた大幅な法律の改正があると予想される。
- (3) 産業廃棄物の排出事業者が特に注意すべきことは、次の点である。
 - ① 平成9年12月1日より自社処分を含め総ての処分場は許可が必要
 - ② 排出事業者は自ら委託基準契約と マニフェスト（産業廃棄物管理票）記入は絶対必要。なお、マニフェストは平成10年12月1日より総ての産業廃棄物に適用されている。
 - ③ 平成11年4月1日より不法投棄防止のため処理を委託された業者は、保管基準が設けられたので排出事業者の確認義務の際に注意すること。普通7～14日であるが各県・政令市などによって保管日数が異なる場合があるので注意。
 - ④ 許可業者に産業廃棄物を処理委託する排出事業者は処分業者の処理状況の確認義務がある。これは極端に安く委託や業者の処理能力以上委託して、不法処分された場合は、排出事業者にも撤去費用の分担の義務が生じるので優良な処理業者の選択が必要となる。優良な処理業者の判断が難しい場合は、各県にある産業廃棄物処理協会会員より選ぶのもリスクの軽減になる。

6. 2 中小鋳物工場において分別収集した鋳造廃棄物の有効利用実態調査

6. 2. 1 概要

- (1) 鋳物工場において分別収集した鋳造廃棄物の大部分は、中間処理事業者を経由してセメント原料向けや路盤材料向けに有効利用されている。産業廃棄物の排出責任者としての鋳物工場に対する法的規制が強化されたこともあり、また、最終的な有効利用の実態把握や中間処理事業者から見た鋳物工場における分別収集の要望等を調査するために、分別収集した鋳造廃棄物を引き取り中間処理し他の事業分野で有効利用している産業廃棄物処理事業者を対象に実態調査を行った。

(2) 今回の調査を基に他の事業分野で有効利用される場合の各事業先での受入条件を次のようにまとめた。

1) セメント工場が要求する鋳物砂とその集塵ダスト

①リサイクル原料に雑ごみが混入していないこと。

雑ごみとして指摘されている代表的な廃棄物は、廃プラスチック・陶管・ストレーナ等の陶片・レンガ・鋳型シール材のチューブ・木片・紙袋・手袋・缶・瓶・吸殻など。

②搬送機の停止やシュートの詰まりを起こす大塊を含まないこと。

今回の調査で得られた上限は 100～150 ミリである。

③材料中にダストを含む場合はあらかじめ適当量の水（10～15％）を散布して粉塵の飛散を抑えること。

④C r やC d 等の有害物質を過剰に含まないこと。

C r に関しては、14 年度に当協会がとりまとめた使用済み鋳物砂をセメント原料として使用するさいの受入基準案では、0.05％以下というガイダンスが示されている。（参考資料を参照）

2) 路盤材工場が要求する溶解スラグとレンガ屑

路盤材の骨材としては高炉スラグやコンクリート廃材などが広く使われてきたが、品質の似かよったキューポラスラグやレンガ屑とともに使用済み鋳物砂も受入れられている。

3) 鉄粉回収工場が要求するブラスト屑・グラインダ屑とその集塵ダスト

製鋼原料やカイロ用鉄粉の多くは製鋼スラグからリサイクルされているが、鋳物工場から発生するブラスト屑・グラインダ屑等は鉄分が多いので、優先的な受入れが期待できる。

6. 2. 2 実態調査結果

高和興業株式会社 中間処理工場

1. 会社概要

当社は、昭和 51 年に製造工場から発生する鉄くずや産業廃棄物を新しい資源に変化させることを目的として設立された会社で、昭和 53 年に愛知県の金属屑商許可・55 年に建設業許可・59 年に三重県の産業廃棄物処理業ならびにその収集運搬許可、平成 5 年に愛知県の産業廃棄物中間処理業の許可等を受け、鋼滓・廃プラスチック・ガラス陶磁器・がれき類・金属屑・木屑・紙屑・ゴム屑等の産業廃棄物を中間処理している。

同社の説明によると、これらの廃棄物の多くは社内に設置された分別装置によって仕分けし、一定の処理を行って、セメント原料の増量材・生コン用骨材・耐火物原料・路盤材および補助燃料として加工している。主な処理設備は鋼滓選別機・破碎機・磁選機など。一部の有害物は別会社へ委託処理。現在の産業廃棄物処理能力は、愛知県飛島村の工場で 2000 トン/月であるが、来年度中に 5000 トン/月にする計画が進んでいる。

2. 鋼滓（使用済み鋳物砂等）の処理状況

- (1) 第 2 工場内に鋼滓の受け入れピットと中間処理した粗粒品のピットならびにリサイクル品のピット。処理設備は鋼滓分別機・粗粒品の粉碎機など

(なお、金属類は第 1 工場内で別途処理されている。)

鋼滓は一時的に受け入れピットに保管、その分別方式は、①振動式傾斜ロストル機で粗粒品を除去後、②マグネットで鉄類を除去、さらに、③人力で異物・ごみ類を摘み出して、④ベルトコンベヤで別室のリサイクル用品ピットへ貯蔵。粗粒品は破碎機に掛けたのち同じ工程が繰り返えされている。

- (2) リサイクル用品の分析と成分調整

リサイクル用品ピットに貯蔵された鋼滓は、抜き取り検査で SiO_2 等が測定され、成分が調整されている。(その後はセメント工場向け SiO_2 原料として搬出)。

- (3) 異物・ごみ類は別会社へ委託されて、溶融化ないし薬品注入等の無害化処理によって路盤材もしくは埋め立て処分に回されている。

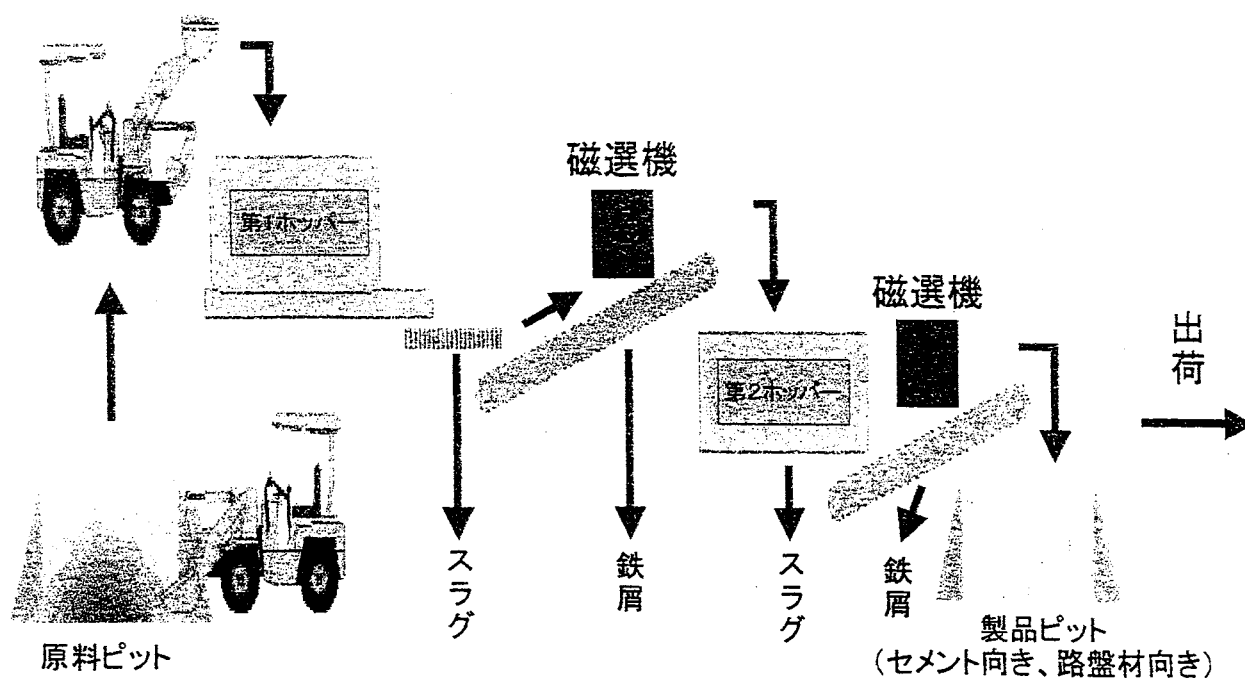


図 6 - 1 工程図

日本磁力選鉱株式会社 十四山工場

1. 会社概要

当社は創業以来スラグを始めとする鉄鋼副産物のリサイクル事業を行ってきた会社で、現在では全国で発生する製鋼スラグ（高炉より発生するスラグ及び電気炉で発生するスラグ）の約 1/3 にあたる 350 万トン／年を処理している。各事業所の処理能力は、福岡県の荏田工場で 60,000 トン／月，大阪府の泉大津工場で 30,000 トン／月，愛知県の名古屋事業所で 10,000 トン／月，岡山県の水島支店で 80,000 トン／月，大阪府の大阪工場で 20,000 トン／月，山口県の徳山支店で 10,000 トン／月，そして福岡県の若松支店で 3,000 トン／月である。

2. 処理方法

名古屋工場は鋼滓（ノロ，スラグ）のリサイクル事業を主とし、製鋼原料・カイロ用鉄粉・路盤材・セメント原料などにリサイクルしている。十四山工場は東海 3 県を中心とした鋳物工場の鋼滓（スラグ）を中間処理して路盤材としており、その取扱量は 2,500 トン／月に達している。鋳物砂・ダストは現在取り扱っておらず、別会社のセメント工場を紹介している。処理契約はごみの無いことなど廃棄物の分別状態を確認したのち個別に行っている。

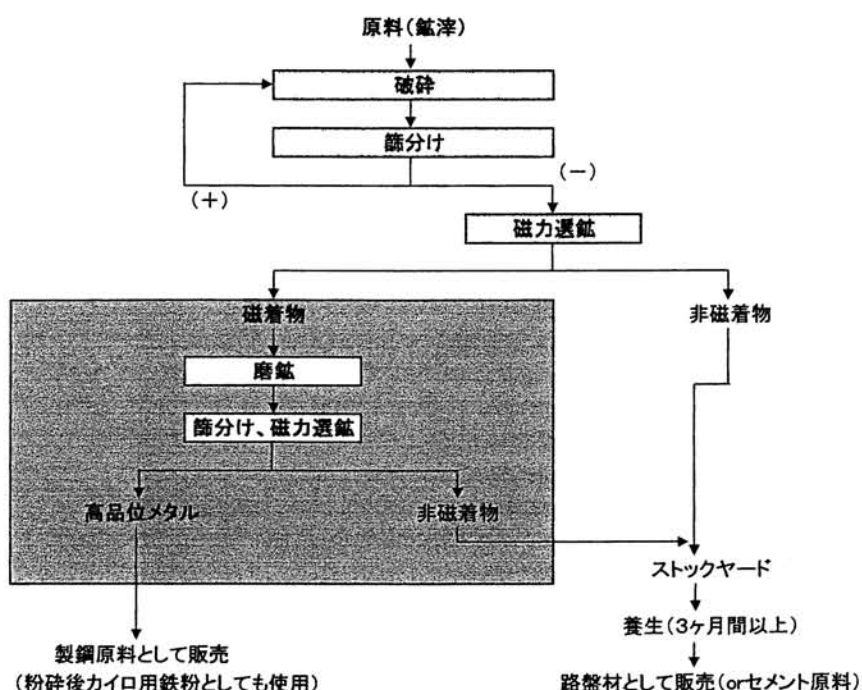


図 6 - 2 工程図

増尾リサイクル(株) (増尾石材工業) 朝霞工場

1. 工場の概要

朝霞工場は平成 14 年 3 月 10 日に産業廃棄物中間処分業の許可及び収集運搬許可を取得し、鉍さい(鋳物砂に限る)とがれき類の 2 種類の破碎処理を行っている。工場面積は 6,058 m²で、うち保管施設の敷地面積は 3,848 m²ある。

現在の処理能力一日 800 トン月間約 24,000 トンで、内訳はアスファルト骨材 60%、路盤材 40%となっている。再生品は隣接している路盤材メーカー 2 社に販売している。この 2 社のプラントがあったので企業が成立した。鋳物砂は 10%程度混合して処理を行っている。従業員は 13 名で夜間アルバイト 4 名を使っている。

2. 鋳物砂等の処理方法

屋外の貯蔵所に受入れた鉍さい(鋳物砂)はアスファルト、コンクリートガラと混合投入、クラッシャによる破碎処理、磁選機・手作業による脱鉄除去作業、スクリーン(振動フルイ)による選別を行い粒度調整している。製品はコンクリート用には RC40-0、RM40-0、再生砂の 3 種類と、オールアスファルト再生分級材の 5 号、6 号、7 号の 3 種類の計 6 種類がある。工場が河川敷に面しており、同業のリサイクルの工場と道路プラント工場の中での操業のため、公害問題はなく現在は 24 時間操業である。

使用済み鋳物砂(鉍さい)に金属塊や仕上げ工程のグラインダー等の混入により破碎機のトラブルがあるが、鋳物砂が入ると充填性が良好なことからよく締まり、作業がし易いという利点もあるとのこと。

増尾リサイクル朝霞工場では道路の路盤材の他に粒度の細かなアスファルト材にも使用されているため、鋳物砂の粒度に関する要望はなかった。また受け入れる鋳物廃棄物につ

いてランク付けを行っていることから、使用済みの鑄物砂以外にも溶解工程の廃棄物の処理を行っているものと思われる。

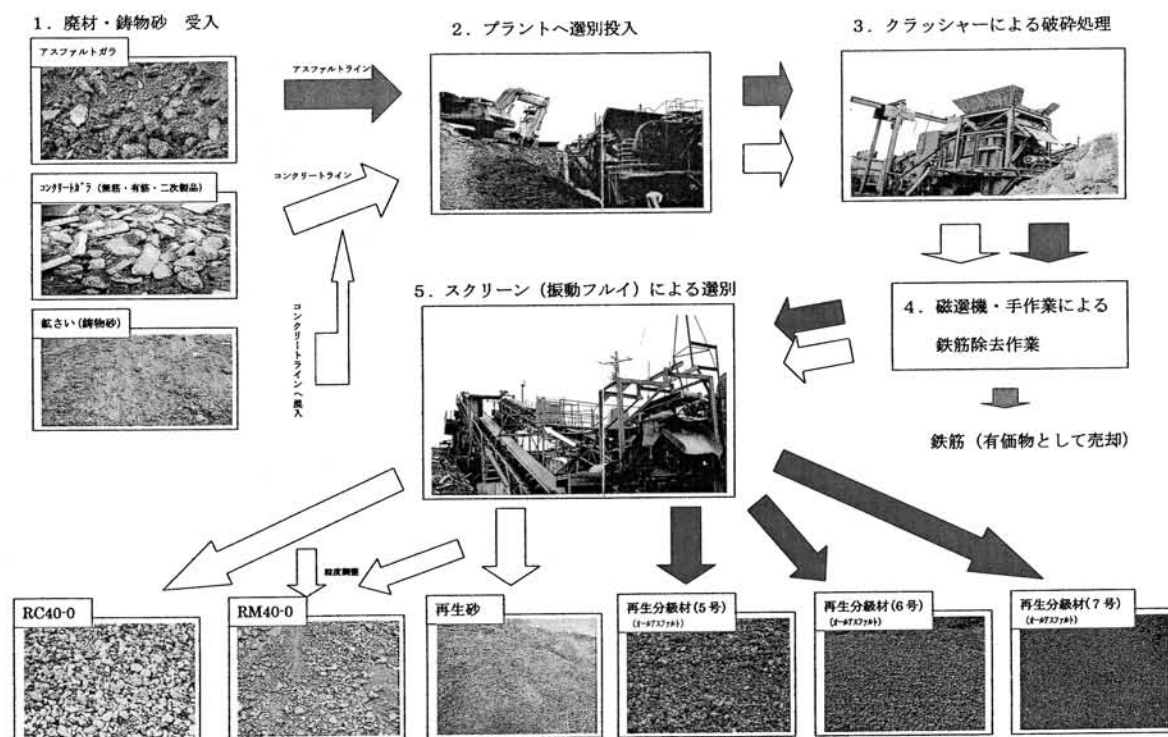


図 6 - 3 工程図

共英産業 (株) 名古屋工場

1. 工場の概要

- (1) 当社は、産業廃棄物の処理および再生碎石の販売、鉄筋の加工などを行っている会社である。名古屋工場は、建設廃材、鉍さい (鉄鋼スラグおよび鑄物鉍さい) を受入れ、道路用路盤材としての再生碎石を製造する事業所である。敷地面積 約 8,200 m²、うち鉍滓ヤードは 600~700 トン程度の在庫可能。
- (2) 名古屋工場における再生碎石の生産量は年間約 3 6 万トンである。再生碎石の原料は、鉄鋼スラグ (電気炉スラグ)、建築廃材 (コンクリート廃材)、鑄物鉍さいであり、2 : 7 : 1 の割合でブレンドしている。受入れている鑄物鉍さいは、スラグ、使用済み鑄物砂であり、ダストは受入れていない。比較的大きな原料を受入れ可能な設備となっており、50 cm 角以下であれば、受入れ可能である。鑄物鉍さいの受入量は、月に約 3,000 トンであり、受入れている事業所は 5 0 を越えている。

2. 再生碎石における鑄物スラグ

- (1) 再生碎石の製造の際に、鑄物鉍さいの割合を増やした場合、色が黒くなること、粒度が細くなることが問題となる。粒度が細くなるのは、鑄物鉍さいに廃砂が多く含まれているためであり、鑄物スラグの場合はこの問題はない。現在の配合では、鑄物鉍さいの配合割合は 1 割であるが、鑄物スラグの割合が多い鑄物鉍さいであれば、

配合量を増加させることは可能であると考えている。

- (2) 鋳物鉋さいには、異物（ゴミ）が含まれているケースがあり、鋳物工場に異物の混入防止をお願いしているが、完全にはなくならない状況である。この異物は、人為的に混入したと考えられるものが多く、鋳物工場での異物混入防止の取り組みによりなくすことができると考えている。また、ダストは粒子が細かすぎて再生砕石に不向きであり、ショット玉も金属を含んでいるので有害である。
- (3) 鋳物鉋さいの異物（金属物）としては、堰、押し湯、上がり等の大きな鉄片が含まれていることがある。この鉄片が原因で、処理設備中のインペラーブレーカーのインペラーが破損することがある。インペラーが破損すると、その修復に数時間を要することとなり、処理設備全体も稼働できなくなる。鉄片は磁選により除去しているが、現在の磁選設備では完全に鉄片を除くことができない状況である。
- (4) 最近、発生したトラブルとして、アルミ鋳物工場の廃砂に含まれていた塗型材が水分と反応して異臭を発生した問題があった。同じ問題が発生することを防ぐために、この工場の鋳物鉋さいは現在引き受けていない。他にも分別ができていない鋳物鉋滓は引受を断っている。
- (5) 建築廃材は、発生量が大きく変動するのに対して、鋳物鉋さい、鉄鋼スラグは発生量が安定しており、在庫を多く持つ必要がないなどのメリットがある。

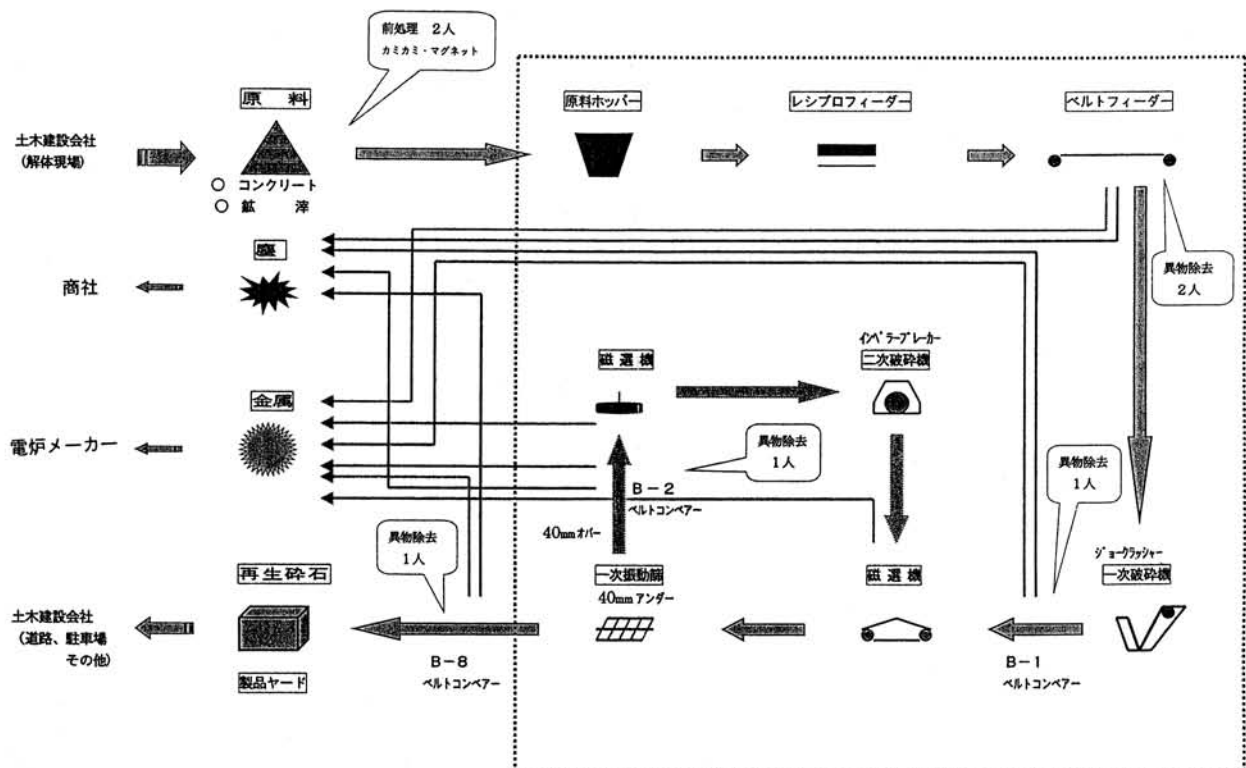


図 6 - 4 工程図

1. 事業の概要

当社は、鋳物用生型砂の販売からスタートしその後、納入先の鋳物工場からの依頼で使用済み鋳物砂を受入れ、採掘跡地に埋立て処分を行っていた。引取ってきた鋳物砂が良質なことから、再生利用を検討し、平成8年からセメント工場への納入を開始した。

現在、東海市の海運会社の倉庫に一時保管し、千トン単位で九州の臨海工場のセメント工場へ納入している。工場に一時保管する小口の鋳物砂は80社余りでセメントに不向きなものは路盤材メーカーでの処理を依頼している。その他、大口では砂再生会社の再生後処理時に発生するダスト、自動車メーカーの鋳物工場のダストを含んだ使用済み鋳物砂を各工場から引取り直接船積みしてセメント工場へ納入している。

搬入管理業務者である当社とセメント工場との間で数量、価格について覚書を交わしている。海運会社を利用している使用済み鋳物砂及びダストは月間約3,000トンで、受入量についてはまだ余力があるとのこと。

2. 受入基準

(1) 性状

- ・サイズは100mm以下（握りこぶし大）のもの
- ・水分10%前後（積込み、荷揚げ時に飛散しない程度、特にダスト類は加湿処理を行うこと）
- ・異物混入が無いこと（金属類、紙類、空缶、空ビン等）
- ・特に鋭角な形をしたノロや金属類はベルトコンベア破損の原因となるので厳禁

(2) 有害物質 埋立て基準値以下

(3) その他

月間100トン以下の鋳物砂については納入先のセメント工場からから、委託され、発生場所、成分などのチェックを行い受入れている。現在では排出工場における分別管理が徹底してきたため、問題なく実態調査結果納入されているとのことであった。



写真① 中間処理場の全景



写真② 使用済み鑄物砂ヤード



写真③ 再生破石製品



写真④ 磁選機で回収された金属異物

7. 産業廃棄物のリサイクル拡大について

7. 1 セメント原料

- (1) 使用済み鋳物砂等の鋳造工場から排出される産業廃棄物の有効利用先としては、セメント原料と路盤材料の2大分野が大きなウエイトを占めていることがこれまでの調査で明らかになっている。
- (2) このため、当協会は経済産業省の委託を受けて、現在使用済み鋳物砂の最大の再利用先であるセメント業界の協力を得て平成13～14年度の2年間に亘り受入量の拡大余地の諸条件についての調査を行い、使用済み鋳物砂の受入基準の標準化についてとりまとめを行い、「標準情報 (TR)」として関係業界に周知を図っているところである。

表7-1 使用済み鋳物砂受入基準案「主要成分の管理基準」

	SiO ₂ %	全 Cr %	全塩素 %	R ₂ O %	性 状
許容限界	70 ≤	0.05 ≥	0.1 ≥	3 ≥	異物混入無きこと。発塵・詰り・付着無きこと
参考(望まれる基準)	80 ≤	0.01 ≥	0.02 ≥	2 ≥	

注：これらの基準については鋳物砂リサイクルの目安として設定した物であり、受入れ可否については、別途、鋳物会社とセメント会社で個別に協議するものとする。

出典：副産物（スラグ、汚泥等）の製品 J I S 化に関する調査研究報告書
—使用済み鋳物砂の再利用促進に向けて— （社）日本鋳造技術協会

- (3) この調査において、使用済み鋳物砂はセメントの主要原料である S i O₂ の含有率が非常に高いため、天然珪石の代替材料として期待され、その受入増加量は約60万トンと見込まれ現在埋め立て処分に回っている使用済み鋳物砂の大幅な削減が可能なる状況にあることが明らかとなっている。

表7-2 2001年度の鋳物砂発生量

造型工程での発生量(*1)	千トン/年
C) 鋳物砂発生量	1,361
D) 有効利用量	966
C-D 最終処分量	395

(*1) 2001年度予想値による

(*2) 2001年度セメント工場アンケート結果より 96.8千トン/月×12月/年として算出

出典：副産物（スラグ、汚泥等）の製品 J I S 化に関する調査研究報告書
—使用済み鋳物砂の再利用促進に向けて— （社）日本鋳造技術協会

表7-3 セメントでの利用量

セメントでの利用量	千トン/年
A) 鋳物砂使用量	492
B) 最大使用可能量(*2)	1,162
B-A 増量可能量	670

- (4) 今回の実態調査では、対象が中小鋳物工場であることから、セメント原料向けが少なかった。これは、セメント原料向けには安定供給、安定品質が前提であることから大規模の鋳物工場が多く、中小規模の鋳物工場では共同保管場所の設置による加湿及び破碎・分別・脱鉄等の処理が必要であることによると考えられる。なお、100トン／月程度の排出でも分別収集が徹底している場合は鋳物工場から直接セメント工場へ納入している事例があった。
- (5) また、今回の調査から中小規模の鋳物工場では砂再生率の高いフラン砂型を多く採用していることが分かった。フランの場合使用済み鋳物砂の発生量は少ないが工程で破碎された珪石を回収する集塵ダスト量が多いのが特徴である。酸性のため、受入れできない工場もあるので加湿の際に中和処理することが望ましい。これらの実行に当たって、まずは納入先と協議することが必要である。

7. 2 路盤材料

- (1) 使用済み鋳物砂等の鋳造廃棄物の路盤材への有効利用拡大については、これまで長年にわたり調査研究が行われてきた。しかし、道路等の公共工事に使用済み鋳物砂等を路盤材として広く使用するためには、原材料についてのJIS規格制定、土木学会基準等の認定を受ける必要がある。このためには、使用済み鋳物砂等の無害化を実証するための長期にわたる実験、試験を行う必要があり、多額の費用と労力が必要とされること等がネックとなってJIS化等が進んでいないのが実状である。
- (2) 平成13年4月に資源有効利用促進法が施行されたことに伴い「自動車製造業に属する事業を行うものの金属くず及び鋳物廃砂の発生抑制等に関する判断基準（経済産業省令第57号）」が定められ、自動車製造業及び自動車部品製造業においては業種別廃棄物処理リサイクル・ガイドラインにおいて「鋳物廃砂についてはふるい別、洗浄、焼成等により添加物や破碎された細砂を分離して再使用するとともに、コンクリート用骨材、粘性土の改良材としての再利用を推進する。」ことが定められ、使用済み鋳物砂の路盤材等への再利用の促進が求められている。
- (3) 今回の調査では、中小鋳物工場において分別収集された使用済み鋳物砂と溶解スラグが再生砕石の材料として、使用済み鋳物砂は10%、溶解スラグは20%程度がコンクリートなどの建設廃材と混合処理され有効利用されていることが分かった。この場合には、特に使用済み鋳物砂や溶解スラグに関する実証試験データは必要とされていない。再生砕石は、建設現場や解体現場から排出されるコンクリート廃材塊を破碎機で細かく砕き、不純物を取り除いて粒度調整したもので、路盤材の材料として建設廃材のリサイクル促進から天然砕石の代替として利用されている。
- (4) 使用済み鋳物砂や溶解スラグを再生砕石の材料に使用するメリットは、建設廃材は工事との関係で発生量が大きく変動するのに対して、工場生産に伴う廃棄物として発生量が安定しており、在庫を多く持つ必要がないこと、鋳物砂が入ると充填性が良好なことからよく締まり、作業性が向上するなどが挙げられる。なお、セメント原料に

受け入れられている集塵ダストは、再生砕石には粒度が細かすぎて受け入れられていない。

- (5) 再生砕石は全国地域ごとに市場が確立し、砕石事業者が全国各地に存在している。このため、鋳物造工場から見た場合、全国各地にある砕石事業者との連携を図ることにより、今後、建設廃材のリサイクル促進から利用拡大が見込まれる再生砕石向けの材料としての有効利用拡大が期待できる。なお、セメント原料と同様に砕石事業者を鋳物工場の次工程と理解し、分別収集の徹底と金属物等の異物混入の防止を図る必要がある。

7. 3 その他の有効利用

使用済み鋳物砂等の鋳物工場から排出される産業廃棄物のセメント原料、路盤材以外の有効利用先としては、これまでレンガ、タイル、瓦、コンクリート二次製品、融雪剤、フィルター材はじめ多様な用途が開発されてきている。しかし、何れの分野においても、高コスト、新規事業への参入の難しさが実用化のネックとなっている。

ここにセメント原料、路盤材以外の有効利用の用途についての開発事例を以下にまとめた。

(1) 土壌改良材

鋳物砂の主成分は石英で、有効ベントナイトが多く含有するという特性に着目して、使用済み鋳物砂や集塵ダストを造粒成型後、加熱焼成して土壌改良材とするもの。500℃以上の焼成によって有機物を除去し、ベントナイトの熱膨張により多孔質なものとなり、保水性、通気性に優れたものとなっている。しかし、焼成工程によるコスト高、新規事業への参入障壁の高さがネックとなっている。

- ① 石川トライアルセンター：鋳物砂と下水汚泥の焼却灰とを混合して焼き固めた土壌改良材の開発
- ② 自動車鋳物（株）：鋳物砂をゼオライト化した水質浄化剤、土壌改良材を開発。
- ③ アイシン高丘（株）：鋳物砂をゼオライト化した水質浄化剤、土壌改良材を開発、事業化
- ④ 山形県工業技術センター：集塵ダスト、けい砂と米糠とを焼成して花壇苗用ポット土を開発

(2) レンガ原料・タイル

レンガ原料の粘土の代替材として骨材業者の汚泥及び山土の処理後の廃泥が増加してきたため粒度が細目になってきている。このため、粒度調整用に川砂利を添加しているが、川砂利の採掘が困難となってきたため、代替材として使用済み鋳物砂が使われ始めたもの。

- ① (有) 西日本コクユ：鋳物砂にセメント、粘土、着色ガラス瓶の粉碎粉を混練焼成して舗装用タイルの開発
- ② 杉山エコマテリアル：砕石廃土、下水汚泥焼却灰、窯業廃土などとともに鋳物砂も原料にレンガ状の舗装用材料を開発

(3) その他

- ①鉄建工業（株）：鑄物砂を利用した融雪材の開発
- ②太洋マシナリー（株）：鑄物砂をゼオライト化した吸着材、洗剤ビルダーの開発
- ③中部リサイクル（株）：スラグ、鑄物砂を電気炉で焼成造粒化して路盤材料に処理
- ④金沢生コンクリート、石川県工業試験場：鑄物砂と生コン残さとを混練焼成して人工軽量骨材を開発

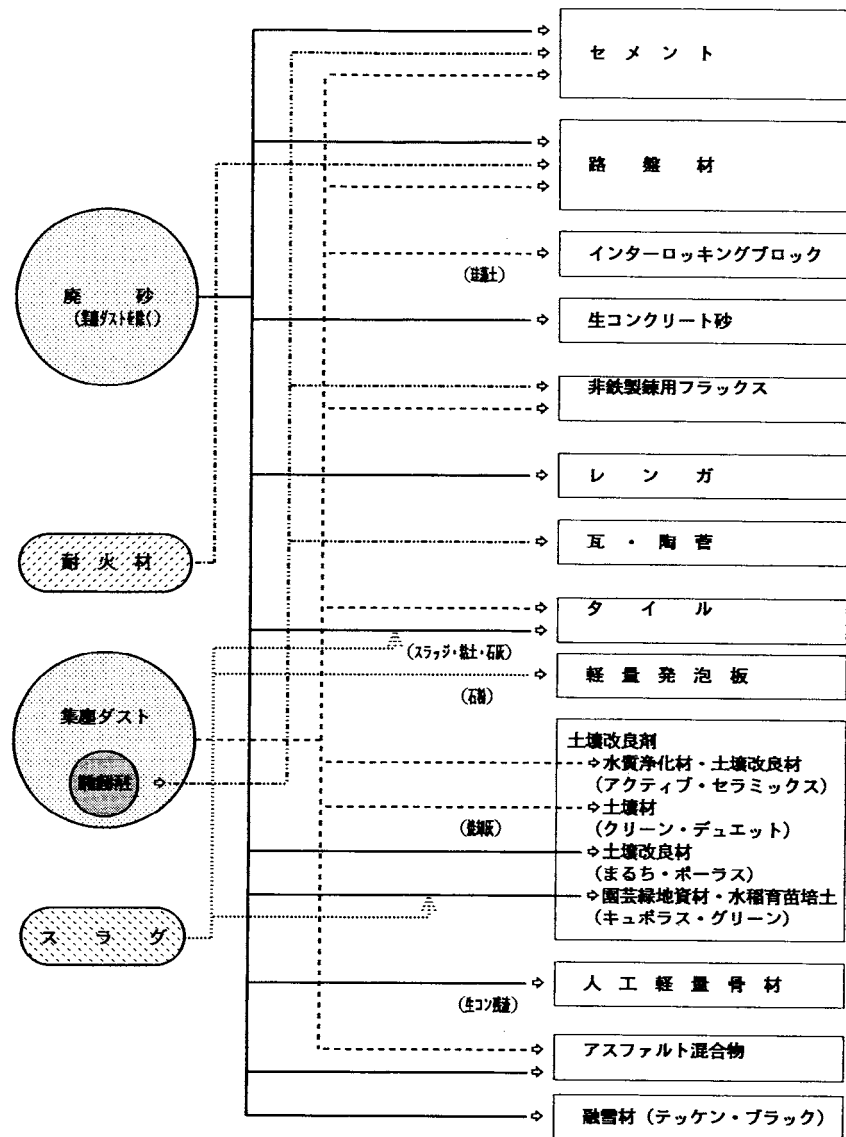


図 7-1 鑄造業が排出する産業廃棄物の我が国における有効利用開発事例
 出所：平成 12 年度 鑄物廃砂再生利用調査研究報告書
 —鑄造廃棄物の有効利用促進にむけて—