

3.断熱材のリサイクルに関する現状

3. 断熱材のリサイクルに関する現状

3.1 調査対象

1.3 調査概要、1.3.1 プラスチック発泡断熱材リサイクルシステム調査参照。

プラスチック発泡断熱材のうち押出法ポリスチレンフォームを調査の中心に据えた。この章ではプラスチック発泡断熱材を押出法ポリスチレンフォームに置き換えて記述する。

3.2 建築用断熱材(押出法ポリスチレンフォーム断熱材)の現状に関する調査

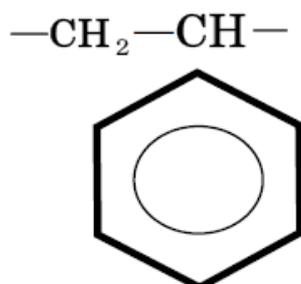
3.2.1 押出法ポリスチレンフォーム断熱材概要

押出法ポリスチレンフォームは、国内では 1962 年旭ダウ株式会社(現ダウ化工株式会社)が製造を開始し、冷凍倉庫の断熱用途から建材分野、畳分野へ展開し、2004 年の出荷量は 6 万 9 千トン/年となっている。

ダウ化工株式会社、株式会社カネカ、株式会社 JSP、積水化成品工業株式会社の 4 社が製造し国内の需要を 100%まかなっている。

押出法ポリスチレンフォーム断熱材の製造は、ポリスチレンを加熱溶融し、発泡剤、難燃剤を添加して、いわゆる“原木”が押出成形され、これを定尺に切削加工して製品となる。

製品は JIS A9511「押出法ポリスチレンフォーム保温材」として規格化されている。主原料となるポリスチレンは(図 3.2.1)のような構造式をもち、TV、エアコンの筐体、CD ケース、食品容器、カップ、トレー、日用雑貨等広範囲の用途を持つ最も汎用に使われているプラスチック材料のひとつである。



ポリスチレン

図 3.2.1 押出法ポリスチレンフォーム断熱材原料
構造式

主原料となっているポリスチレンは熱可塑性樹脂なので、熱硬化性樹脂のポリウレタンやフェノールと異なり、熱をかけると柔らかくなり、再び成形加工が可能なので、押出法ポリスチレンフォームは再生し原料として繰り返し使用することが出来る。

3.2.2 押出法ポリスチレンフォーム断熱材製造方法

押出法ポリスチレンフォーム断熱材の製造工程を(図 3.2.2)に示した。このようにして製造された押出法ポリスチレンフォーム断熱材は独立した小さな気泡の中に熱伝導率の小さい気体と空気を閉じ込めるため、高い断熱性能を発揮する。

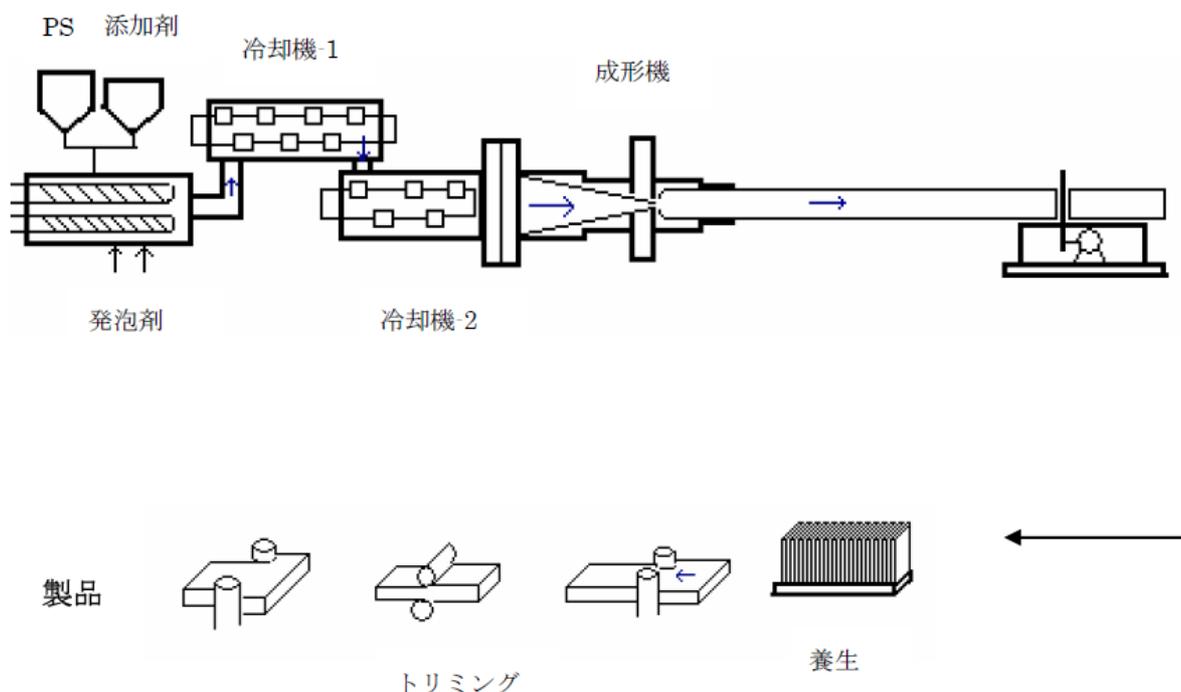


図 3.2.2 押出法ポリスチレンフォーム断熱材 製造工程図

ポリスチレンの吸水しにくい性質に加えて気泡と気泡の間に隙間がないため、毛細管現象による吸水もなく断熱性能が維持される。気泡状に気体を閉じ込めた構造のため、水の 1/30 と軽量であること、切削、施工が容易なことなどの特徴も挙げられ、この品質特性を生かして住宅(戸建、集合)一般建築物(商業ビル、学校、病院等)、冷凍倉庫の断熱材として使われている。

3.2.3 押出法ポリスチレンフォーム断熱材出荷推移

押出法ポリスチレンフォーム断熱材の用途別出荷量の推移を(図 3.2.3)に示した。昭和 54 年に制定された省エネルギー法に基づく住宅の断熱構造化規準や、公営、公団、公社及び公庫の断熱工事の推進、住宅金融公庫貸付制度の融資基準に断熱構造の義務化等の施策もあり、いまや住宅の断熱化は常識とまでいわれるようになった。このような社会の要請に対応して押出法ポリスチレンフォーム断熱材は一般建築、住宅の断熱材として着実に出荷量が伸びてきている。

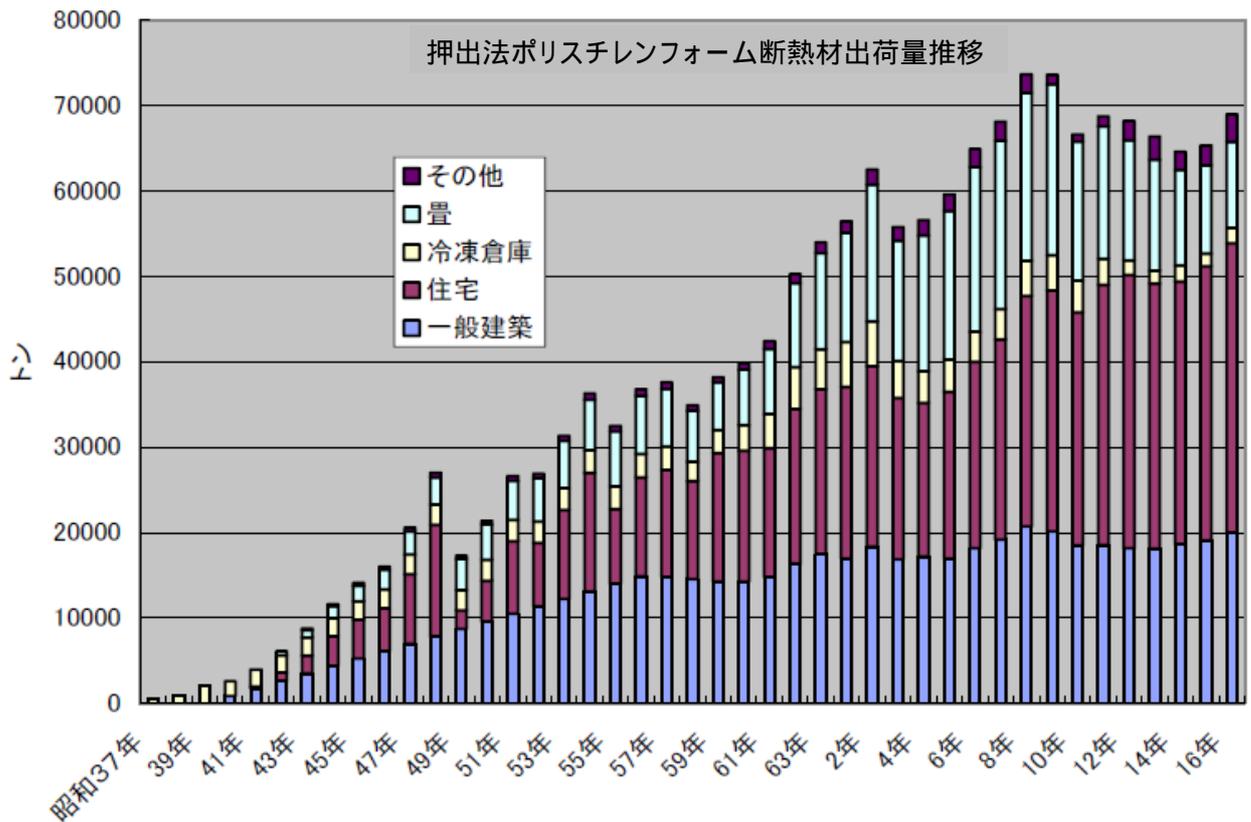


図 3.2.3 押出法ポリスチレンフォーム断熱材の用途別出荷量の推移

3.2.4 押出法ポリスチレンフォームにおける断熱以外用途とリサイクル

押出法ポリスチレンフォームは、本来、熱伝達を防ぐ断熱材として市場に販売展開をしているが、その軽量で圧縮強度が強く、湿気に強い特性を生かしてコア材(芯材)用途にも広く用いられている。

建築用途であっても断熱の目的ではなくコア材の需要は多い。一例として、畳の芯材 = 畳床の用途も大きな比重を占めており、押出法ポリスチレンフォームを用いた畳は畳生産量の 90%を占めるとみられている。

このため、メーカー4社は2000年4月に化学畳総合リサイクルセンターを設立し廃棄畳のリサイクルシステム構築を進めており、これから回収される押出法ポリスチレンフォームの再生使用についても対策が進められている。地球温暖化問題が世界的環境課題となっている今日、省エネルギー対策は社会の強い要請であり、この一翼を担うで押出法ポリスチレンフォームは更なる生産量の伸びが期待されている。

3.2.5 押出法ポリスチレンフォーム断熱材使用部位

押出法ポリスチレンフォームの断熱材としての使用については、天井、壁、床などの使用部位、RC、木造など建物の種類によって施工方法が種々提案されてきた。

この主なものを紹介するとRC造の場合は、(図 3.2.4) (図 3.2.5) (図 3.2.6) (図 3.2.7) (図 3.2.8) ようになる。

また、木造住宅においては、昨今の高断熱高気密住宅志向を追い風に、二十数年前にダウ化工株式会社が開発し、やがて工業会の標準化となった外張り断熱工法が普及したことから、断熱材の厚み、使

用面積が増え、出荷量が伸びている。その仕様は(図 3.2.9)に示す。

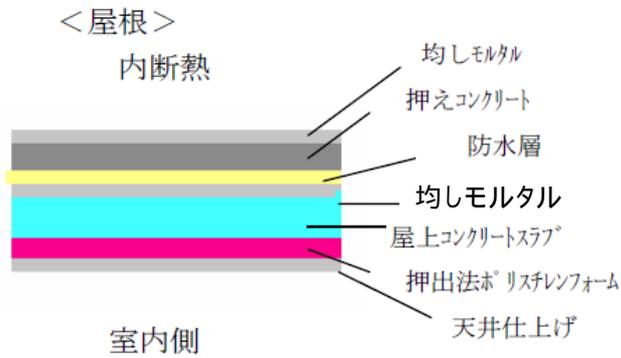


図 3.2.4 RC造 屋根断熱(内側断熱)仕様

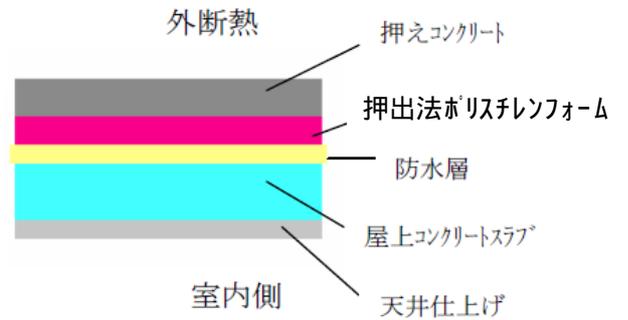


図 3.2.5 RC造 屋根断熱(外側断熱)仕様

様

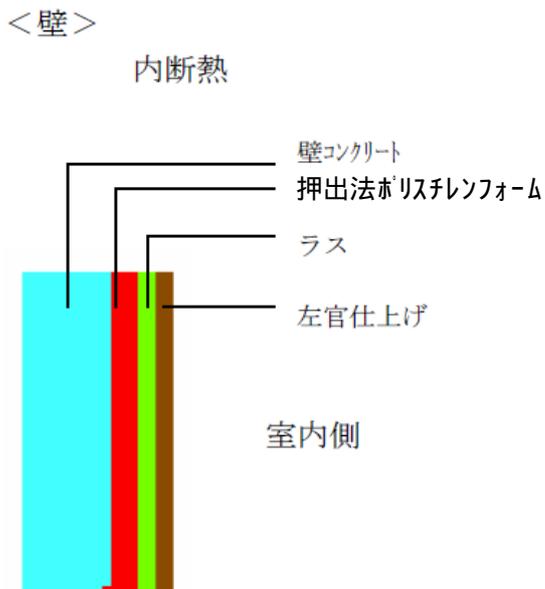


図 3.2.6 RC造 壁断熱(内側断熱)仕様

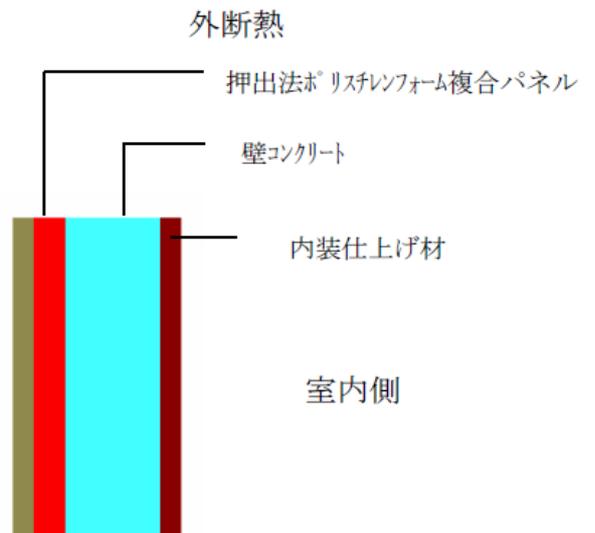


図 3.2.7 RC造 壁断熱(外側断熱)仕様

<床>

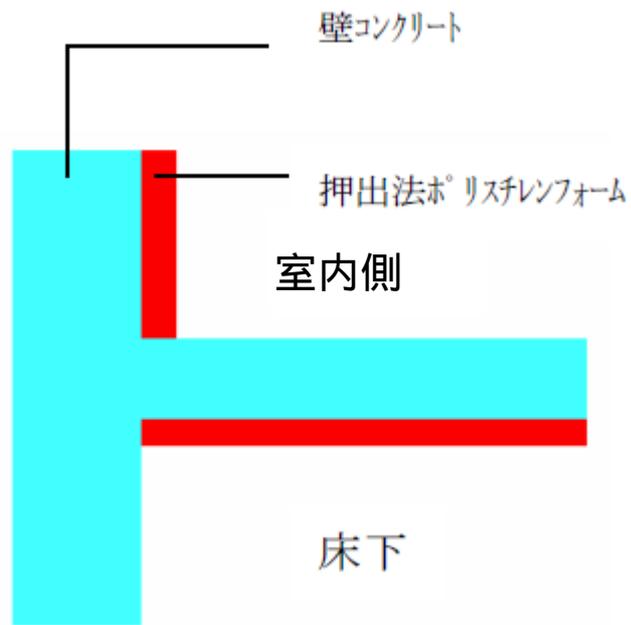


図 3.2.8 RC造 床断熱仕様

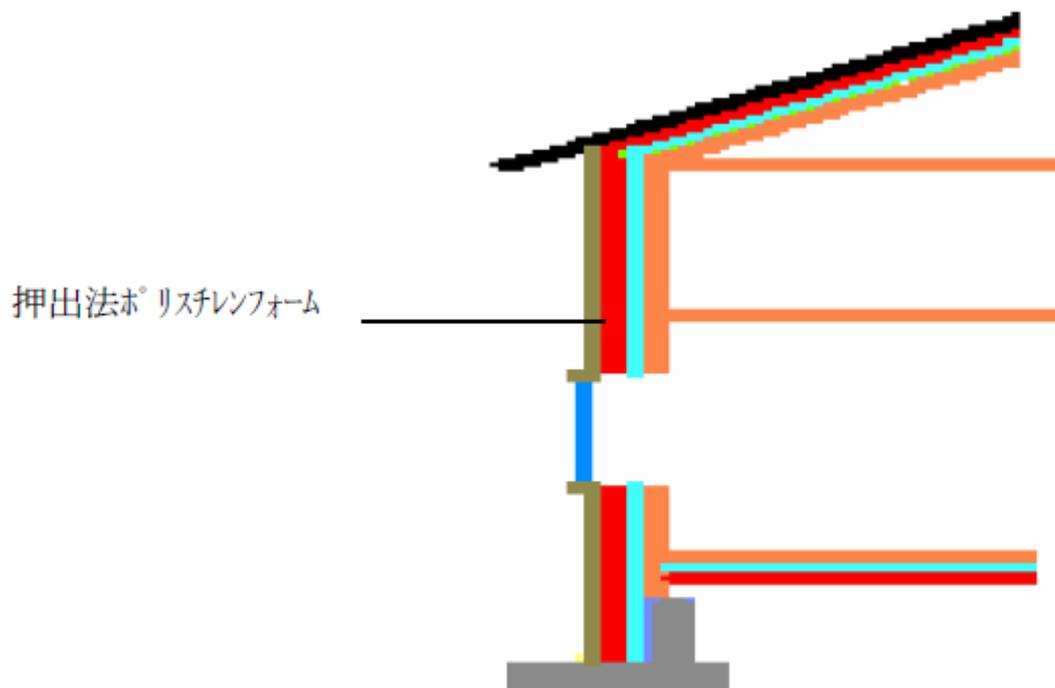


図 3.2.9 木造 外張り断熱仕様

3.2.6 建築用プラスチック系発泡断熱材の投入量について（戸建住宅）

戸建住宅における建築用プラスチック系発泡断熱材の投入量は、住宅金融公庫モデルプラン（床面積 138.5 m²）で投入量を算出すると下記のとおりとなる。

畳 : 畳面積 12.96 m² × 化学畳「ポリスチレンフォームサンドイッチ稲わら」の心材 30mm = 0.389m³

床下 : 浴室等部分を除く床面積 61.68 m²*1 ×

押出法ポリスチレンフォーム断熱材 45mm*2 = 2.776m³

合計 : 3.165 m³

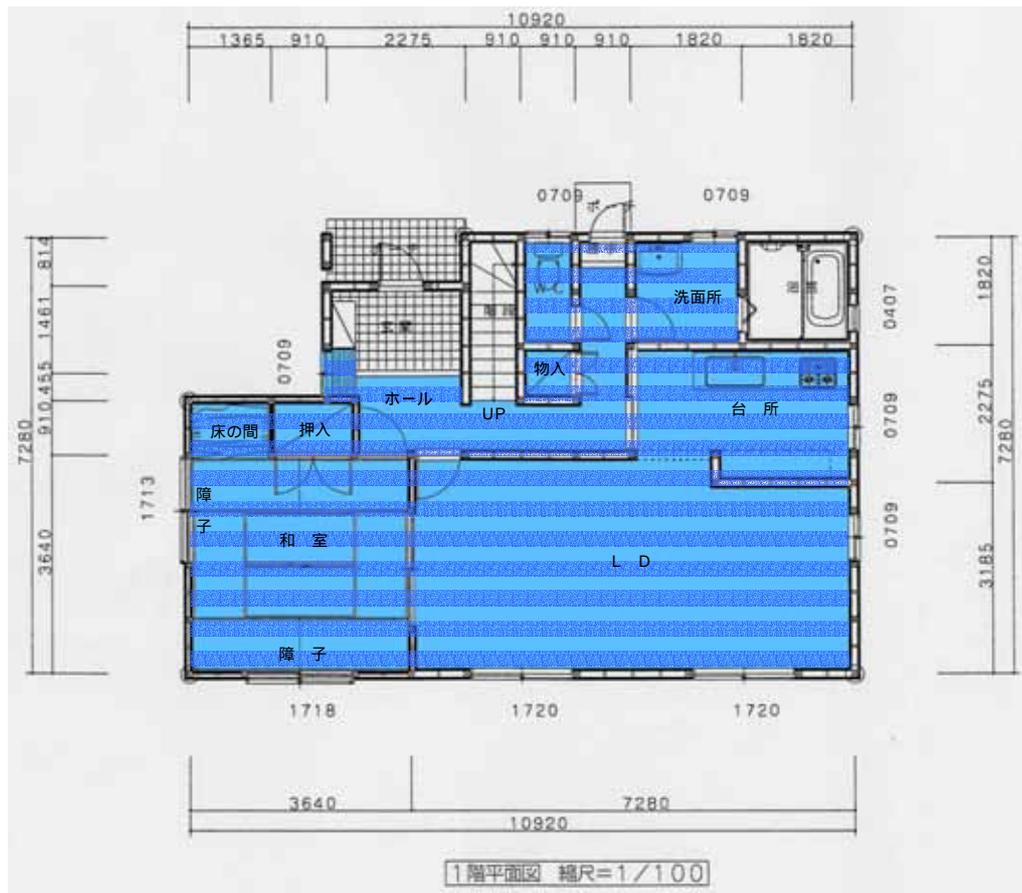


図 3.2.10 住宅金融公庫モデルプラン 1階平面図

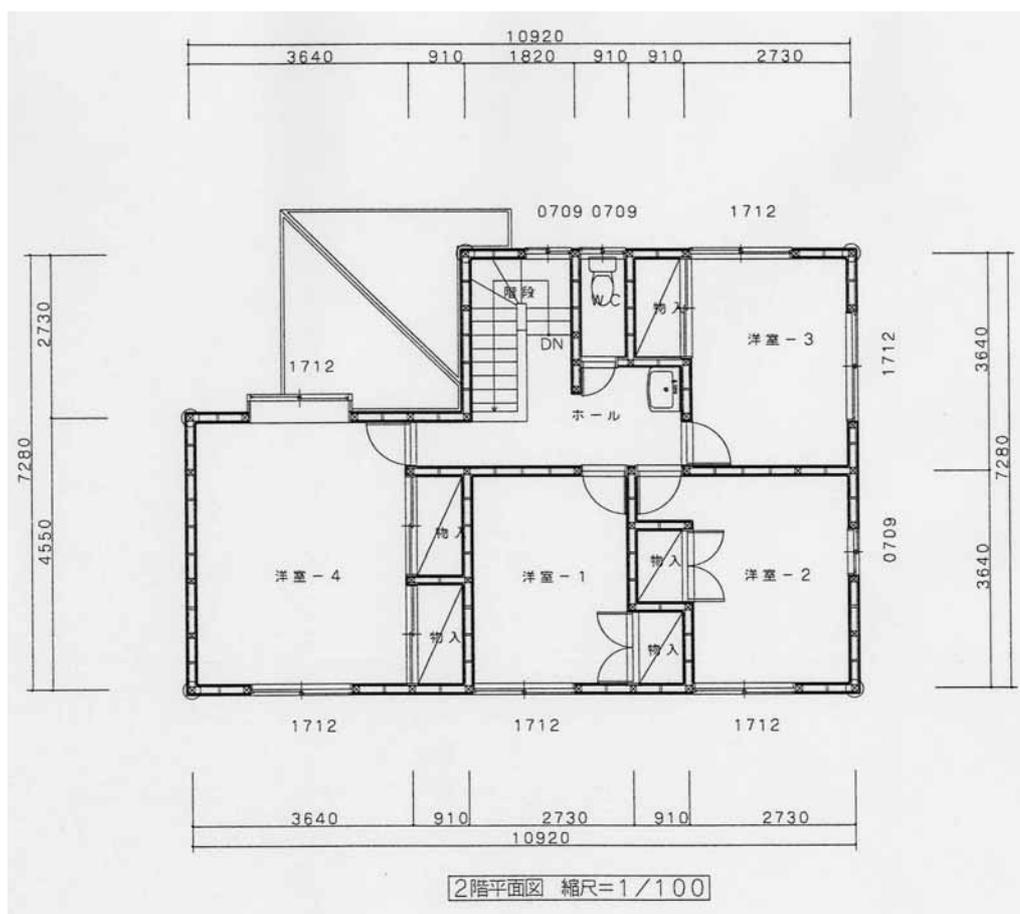


図 3.2.11 住宅金融公庫モデルプラン 2階平面図

*1 浴室、勝手口、階段、玄関部分を除く

*2 押出法ポリスチレンフォーム断熱材 30～60mm ここでは45mmとした。

3.3 建築分野における押出法ポリスチレンフォーム断熱材の廃棄物発生の実態調査

3.3.1 レベルマテリアルリサイクルの可能性

押出法ポリスチレンフォームの原料が、熱可塑性樹脂であるポリスチレンであるため、マテリアルリサイクルは可能である。現状、押出法ポリスチレンフォーム製造メーカーは、環境省産業廃棄物広域再生利用指定制度を利用し、レベルマテリアルリサイクルの促進を行っている。

『広域再生利用指定制度は、広域的に処理することが適当であり、かつ、再生利用の目的となる産業廃棄物を環境大臣が指定し、これを適正に処理することが確実であるとして環境大臣の指定を受けた者について、収集運搬及び処理業の許可を不要とする制度(平成6年廃棄物の処理及び清掃に関する法律(以下、「廃棄物処理法」という。)施行規則の改定)』とある。

また、『本制度は、物の製造、加工等を行う者(製造事業者等)が、その製品の販売地点までの広域的な運搬システム等を活用して、当該製品等が産業廃棄物となった場合に、それを回収し、再生利用を

促進することを目的としている。自らが製造・加工等を行った製品が産業廃棄物となったものを処理する場合以外は本制度の対象となりません。したがって、単に他人の産業廃棄物を広域的にリサイクルするというだけでは指定を受けられません。』（環境省省令）とある。

概念図を(図 3.3.1)に示す。

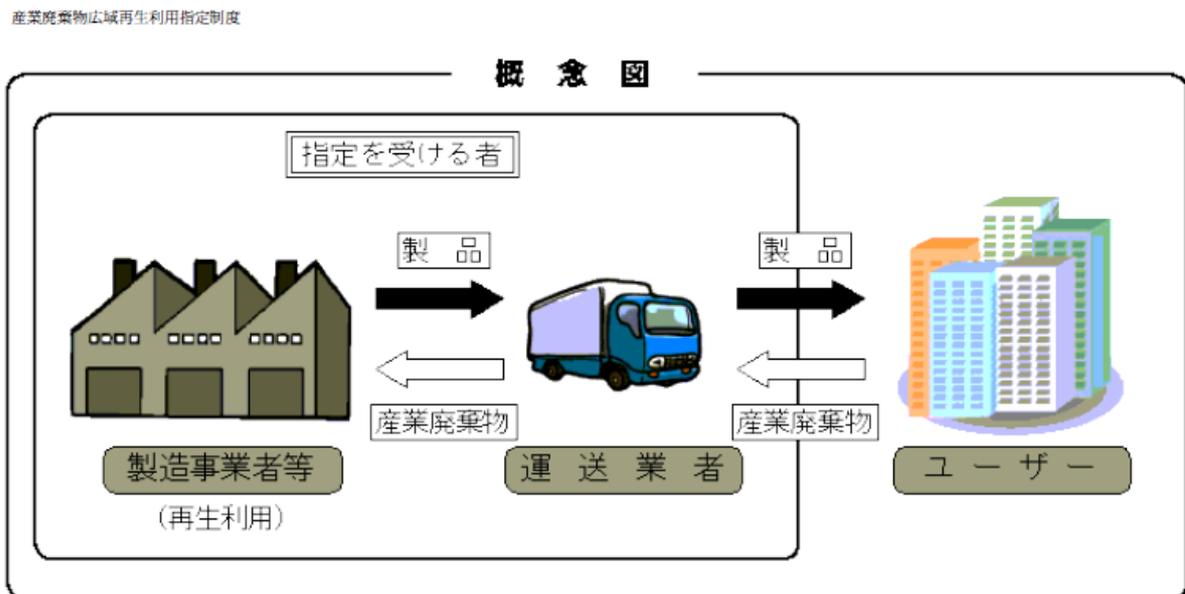


図 3.3.1 産業廃棄物広域再生利用制度 概念図

出典：環境省広域再生指定制度のあらまし

3.3.2 広域再生利用指定制度の限界点

広域再生利用制度は、言い換えると、製造メーカーが自らの製品の切り落とし端材や廃材を、もう一度製品に再生利用する目的であれば、廃棄物関連法令における収集運搬と処理業の部分の特例的に不要として、本来の管理監督権限のある自治体をまたいで、広域的に作業してよい、との制度である。

再生を目的としたものでも、この制度を利用しなければ排出者から委託を受けた運送会社は各自治体毎に産業廃棄物の収集運搬の許可を、リサイクル工場は中間処理業の許可を取得しなければならないので、資源循環をはかりたいメーカーにとってみると大変有意義な制度である。

ただ、問題は、回収した切り落とし端材や廃材が、自社製品として再生利用できない場合、この優遇制度の枠外となってしまうため、その回収物は通常の産業廃棄物となり、回収してきた車は、産業廃棄物収集運搬の許可業者の車両でなくてはならないし、再資源化する工場は、産業廃棄物廃プラスチックの中間処理業の許可工場でなければならない。

本調査においてターゲットとしている建設現場より排出される当該品目は、たとえそれが、新築現場に昨日納品された新品を今朝、切断加工した切り落とし端材であっても、納入された新品とは汚れや異物の付着の観点から全く違った品質のものになってしまう。

屋外建設現場での作業環境を考えれば、泥や埃、接着剤や塗料、木屑、金属切削粉などが付着して

しまうのは、いわば当然であり、汚れや異物を気にして、専用の回収袋を片手に持ちながら断熱材の切断作業など不可能である。もし可能であったとしても現場の作業効率が低下し、本末転倒のかたちになってしまう。新築の現場であれ、その様相を容易に想像できるのであるから、なかんずくりフォームや解体工事で排出される数年から数十年前の断熱材であれば部材分別すら困難な状態となる。

メーカーによっては、広域再生利用制度の範囲を新築工事と限定し、かつ屋外の建設現場を除外して、ハウスメーカープレカット工場よりの切り落とし端材の排出物のみとして運用しているのは上記の背景があると理解する。

参考までに実際の建設現場で発生した広域再生向け切り落とし端材の写真(例)を示す。

註)全ての写真の排出物とも広域再生利用にはそぐわない レベルマテリアルリサイクルできない品質、つまり通常の産業廃棄物、廃プラスチックとして処理ルートに乗せなければ合法でない判断されたものである。



写真 3.3.1 長期に屋外に保管したため
錆び水によるシミ



写真 3.3.2 長期に屋外に保管したため
雨水によるシミ



写真 3.3.3 油滴下によるシミ

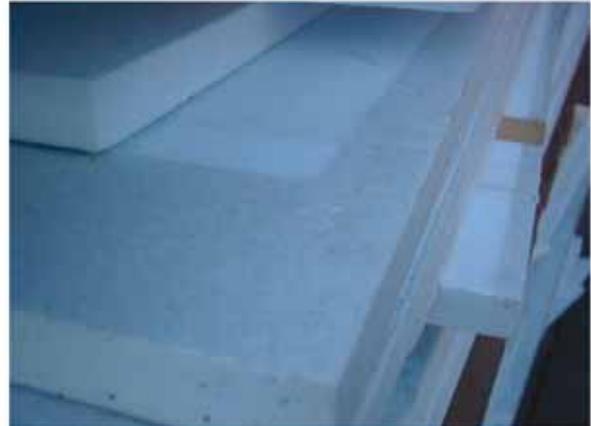


写真 3.3.4 長期に屋外に放置したため埃



写真 3.3.5 木材用接着剤の付着と専用回収袋への工具(金尺)そのものの混入



写真 3.3.6 木材や木質繊維板など切削屑の付着

排出者側から見ると、ごく普通の作業をしていて付いてしまう汚れや異物であるが、レベルマテリアルリサイクルするメーカー側から見ると混入してはいけないものと汚れとなる。

3.3.3 カスケードマテリアルリサイクルの可能性

前項でも示した通り、現状の建設現場で発生する排出物は、新築であれ、レベルマテリアルリサイクルの目的を達成するためには、部材(ここでいうと押出法ポリスチレンフォーム断熱材)のみをピュアな状態で回収すべく、異物の混入や付着をしないうちに、また泥や埃、雨ジミがつかないように、速やかに専用の回収袋に入れなければならない。または付着した汚れや混入した異物は取り除かなければならない。しかも、その作業は排出者自らが行わなければならない。

ここで意味する排出者は、建設現場にて作業する様々な職種と職方であり、いわばユーザーであり、これらの負担をかけるのは全く現実的ではない。

排出者側から見れば、『そんなに面倒な作業を強いるリサイクルでは、どんなに循環型社会に役立つかが利用を避け、部材分別や汚れ区分を必要としない、混合廃棄物でのサーマルリサイクルか埋立処分をする』となるし、『そんな面倒な作業のいらぬ商材に代替する』となってしまう。

言うまでのなく、広域再生利用制度は義務ではなく申請し指定を受けるものである。本来、広域再生利用指定を自社の環境方針に組み込むことは、製造及び加工メーカーにとっては「人・もの・金＝リソース」の負担であり、この指定を受けることで、排出者であるユーザーに受け入れられ、また建物であれば発注者である施主＝消費者に自社製品を指定し、指名買いをしてもらうことで、商品をより多く販売でき、費用対効果に見合うと踏んでの事業展開である。しかしながら優遇措置である広域再生利用制度のみで環を廻そうとするのには、建設現場からの押出法ポリスチレンフォーム断熱材の排出環境は、大変厳しくそぐわない。そこで循環型の環をできるだけ少ないロードで廻すための工夫と受け皿づくりが必要となる。

そのためには、レベルマテリアルリサイクルのみでの運用ではなく、かといっていきなりサーマルリサイクルとならないように、中位で許容範囲が大きいカスケードマテリアルリサイクルでの受け皿づくりが適切と考える。

カスケードマテリアルリサイクルを組み込む場合、出来上がった製品が、自社品での原料に投入できなければ広域再生利用指定制度の枠外となる。その時点で、それらの回収と再生は廃棄物処理法での収集運搬と中間処理のセグメントに属す企業群で担うこととなる。

また、非建築の他分野でのカスケードマテリアルリサイクルにおいては、5章で紹介する廃プラスチックを有価で買い上げる方式も見受けられるが、少量排出現場が多く点在する建築分野の場合は、運賃負担が大きく排出者の拠点持ち込みが実現性に乏しいので、いわゆる逆有償となり適法適切ではないと考える。

3.3.4 排出される押出法ポリスチレンフォーム断熱材の品質区分

レベルマテリアルリサイクルの難かしさとカスケードマテリアルリサイクルの必要性を前項で述べた。ここでは、それら処理分類にサーマルリサイクルを加えて、また其々に対応した排出される押出法ポリスチレンフォーム断熱材の品質、いってみれば汚れ度合い区分を体系的に考えていく。

レベルマテリアルリサイクル、カスケードマテリアルリサイクル、サーマルリサイクルのどの方法が適しているかの判断は、排出量と処理拠点までの距離なども要因として重要であるが、どんなに大量で処理拠点からどんなに近くても、汚れ度合い区分の大きいものはレベルマテリアルリサイクルするには不相当で

ある。その意味で排出される押出法ポリスチレンフォーム断熱材を例に、汚れ度合いで区分を設定し、目安とするのは妥当と考える。

ただし、汚れ度合いを「汚れたもの×」「きれいなもの」程度の表現で区分するのは、分別をする側のことを考えれば不親切であり、可能な限り、視覚的に判別できる限度見本と付着しそうな汚れや異物の例の提示をするべきである。また、汚れや異物の付着や混入を何故避けなければならないかの説明を申し添えることで共通認識を得易いと考え。

図に製造メーカーが排出者向け説明会で利用しているパネルを参考例として示す。

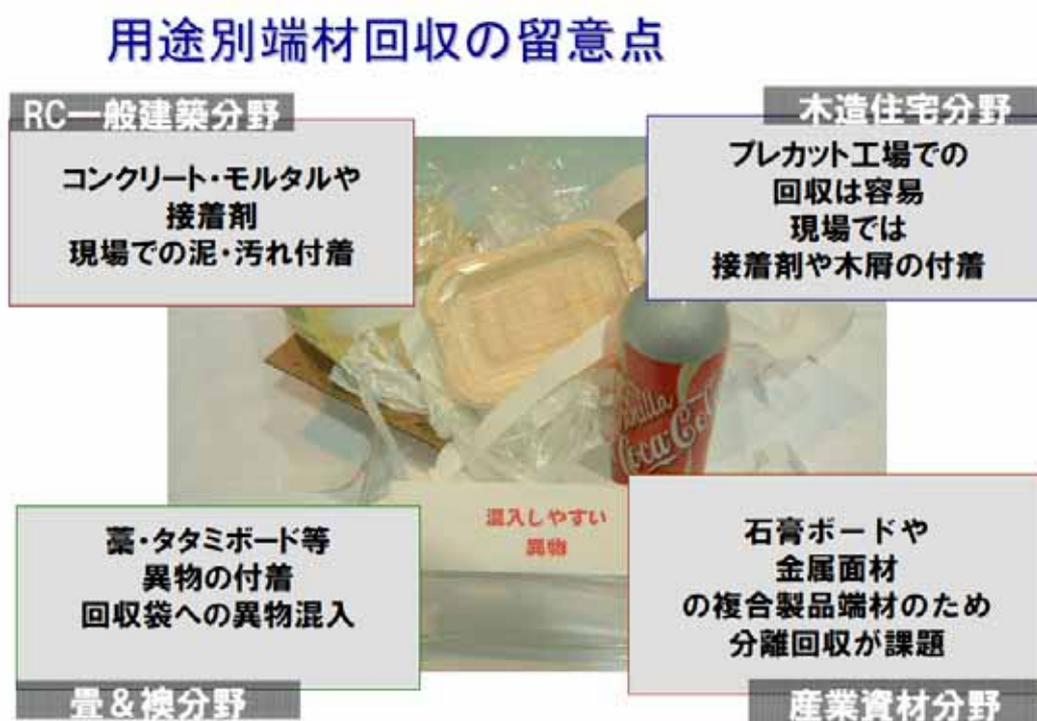


図 3.3.2 押出法ポリスチレンフォーム断熱材排出分野別排出時留意点

例) 混入してはいけないもの



図 3.3.3 押出法ポリスチレンフォーム断熱材混入してはいけないものの分類と具体例

例) 混入してはいけない理由

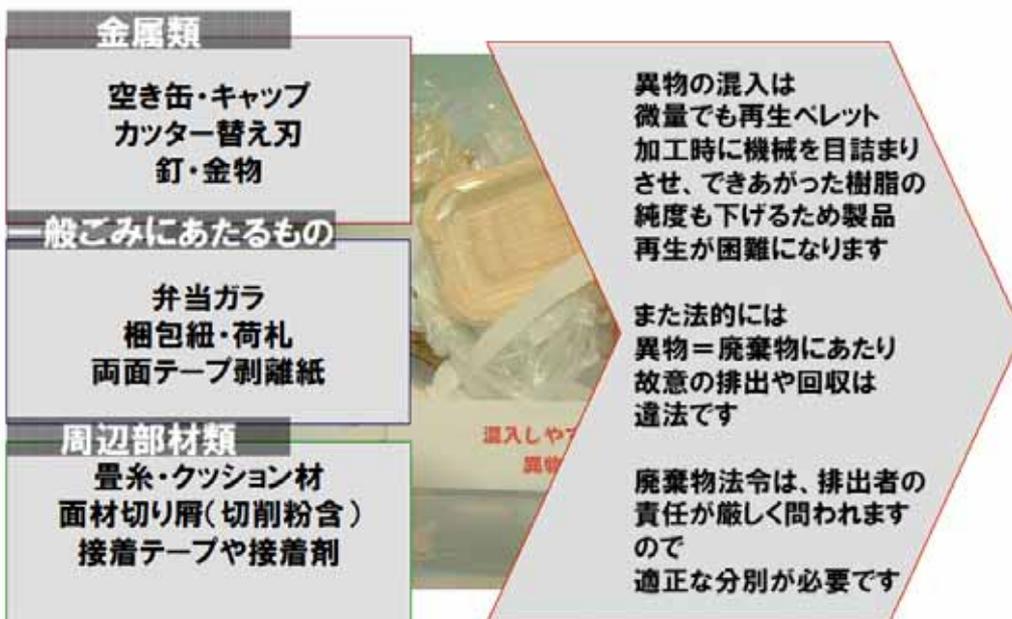


図 3.3.4 押出法ポリスチレンフォーム断熱材異物具体例と混入してはいけない理由

例) 混入してはいけない理由

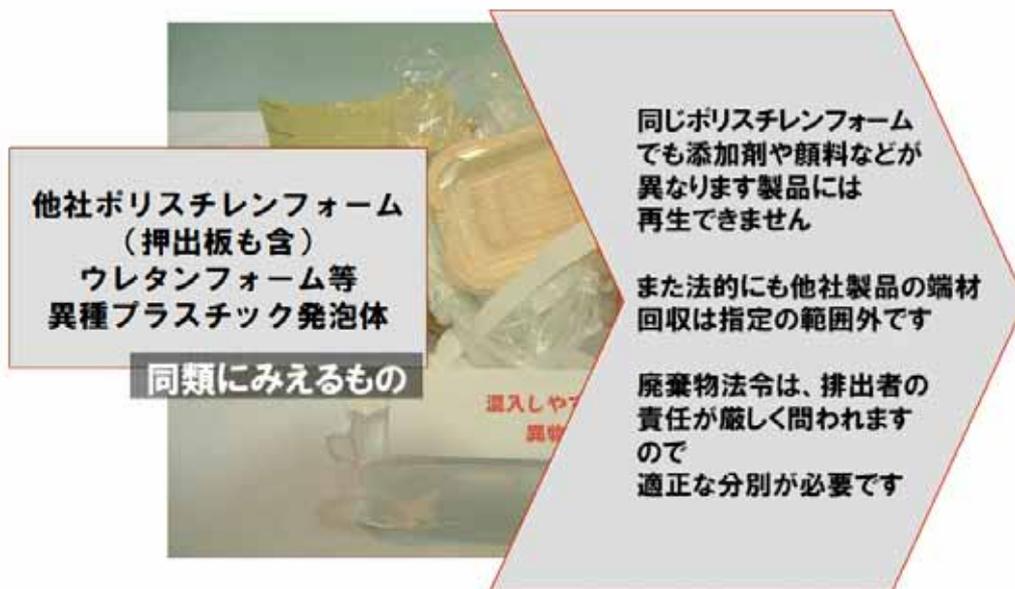


図 3.3.5 押出法ポリスチレンフォーム断熱材異物具体例と混入してはいけない理由

押出法ポリスチレンフォーム断熱材回収端材の品質ランキング

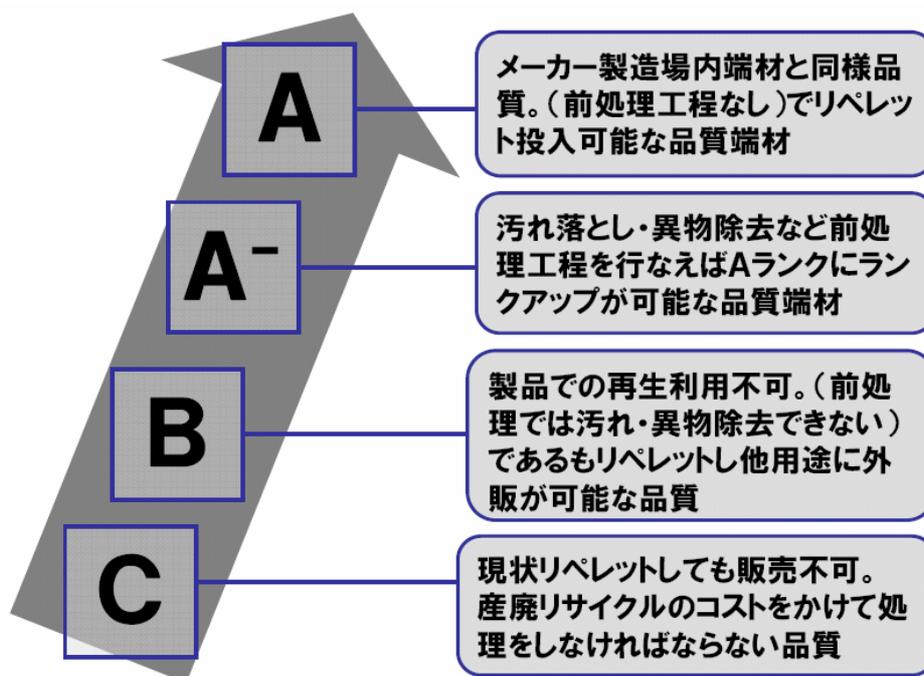


図 3.3.6 押出法ポリスチレンフォーム断熱材回収端材の品質ランキング

押出法ポリスチレンフォーム断熱材回収端材の品質ランキング

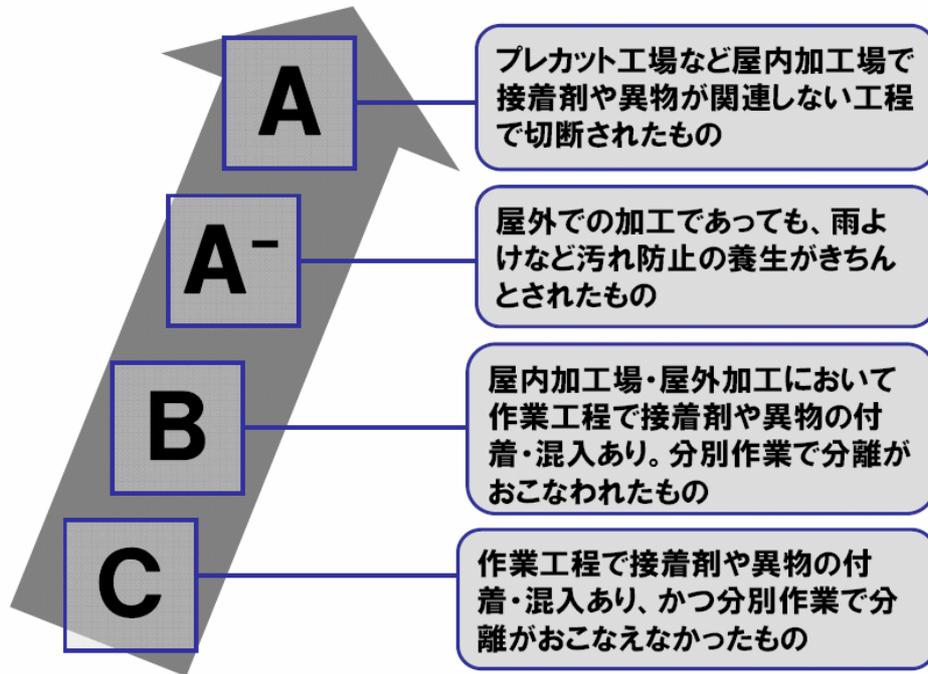


図 3.3.7 押出法ポリスチレンフォーム断熱材回収端材の品質ランキング

3.4 リサイクルに関する課題

以下は、本調査を進めるなかで、レベルマテリアルリサイクル、カスケードマテリアル、グローバルリサイクルに対応する汚れ区分と、排出者(建設現場施工者等)、中間処理業者、再生プラスチック加工業者、再生プラスチック専門商社、それと再生プラスチックのユーザーとの相関概念をチャートにしたものを参考のため示す。

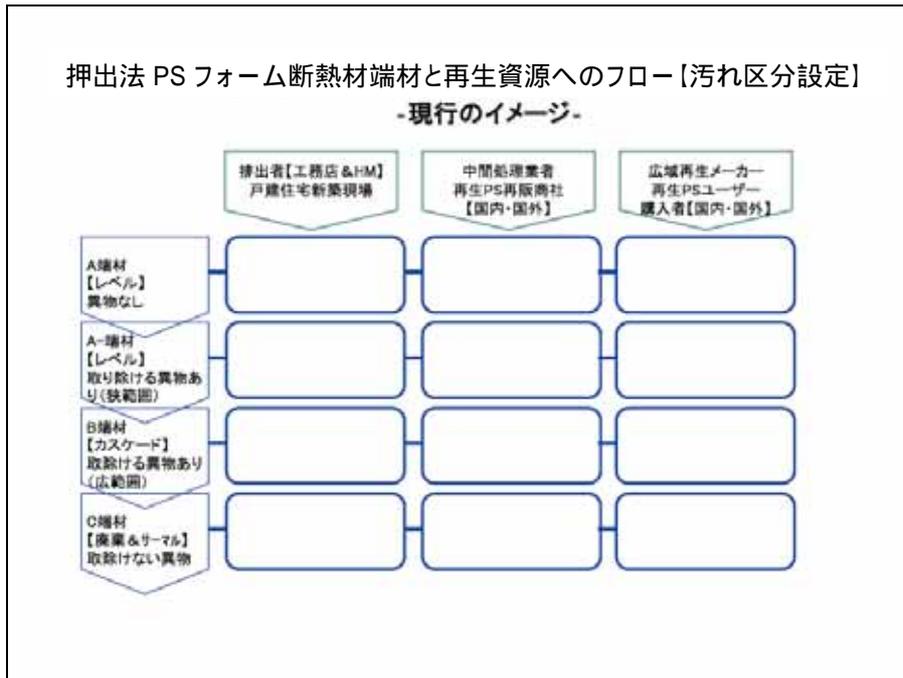


図 3.4.1 押出法 PS フォーム断熱材端材汚れ度合い区分と各業界の役割 概念図
様式説明

縦軸は端材の汚れ区分で、最良は上段の(A)、最悪は最下段の(C)、その間を(Aマイナス)と(B)区分が埋める。横軸は左端に工務店等の排出者、右端に広域再生メーカー、再生プラスチック商社、ユーザーなどの購入者、間に位置するのは中間処理業や再生プラスチック加工業者のイメージ。

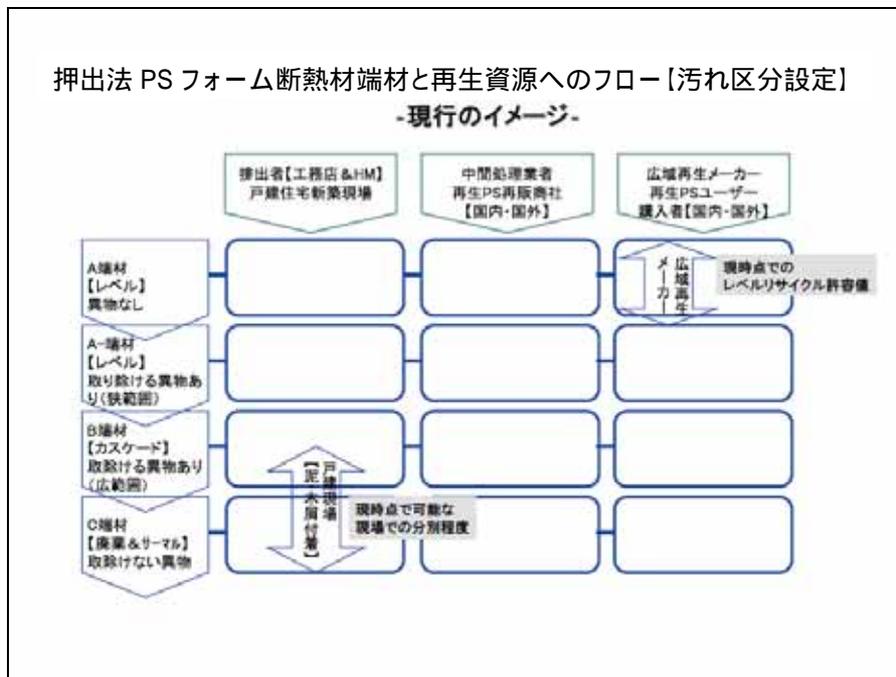


図 3.4.2 押出法 PS フォーム断熱材端材汚れ度合い区分と各業界の役割 概念図

現場排出端材の汚れ区分(B & C)と広域再生メーカーの望む汚れ区分(A)の位置関係を示し、現時点では現場排出端材はレベルリサイクルできないので広域再生の枠外となるため受け取れないイメージ。

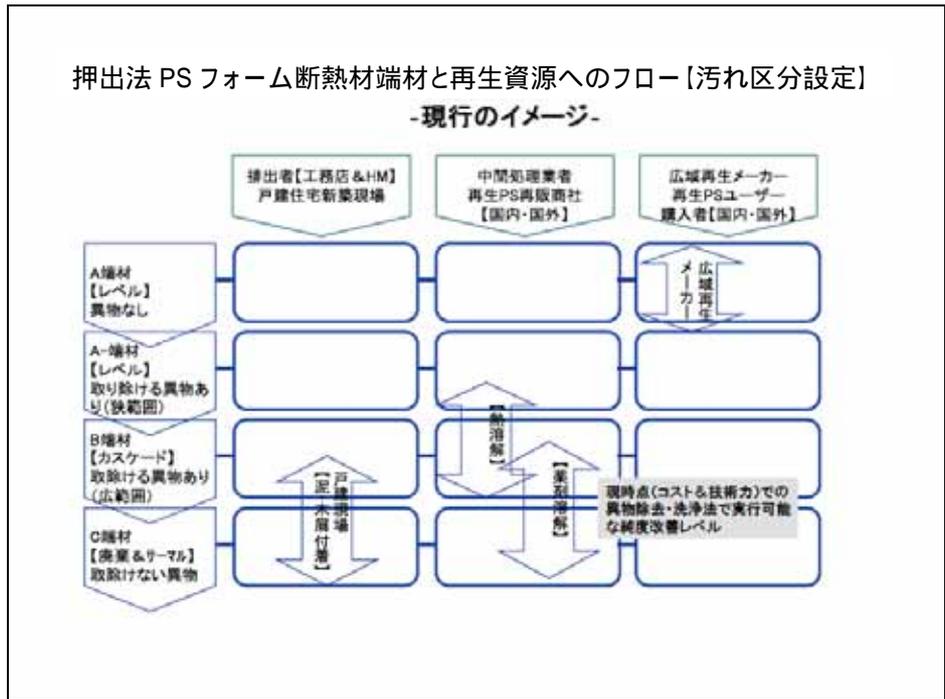


図 3.4.3 押出法PSフォーム断熱材端材汚れ度合い区分と各業界の役割 概念図

現場排出端材の汚れ区分と広域再生メーカーの望む汚れ区分を両端にして、中間処理業者または再生プラスチックメーカーが間をとつ位置関係を示す。中間工程の作業は熱溶解と薬剤溶解の二方式があるイメージ。

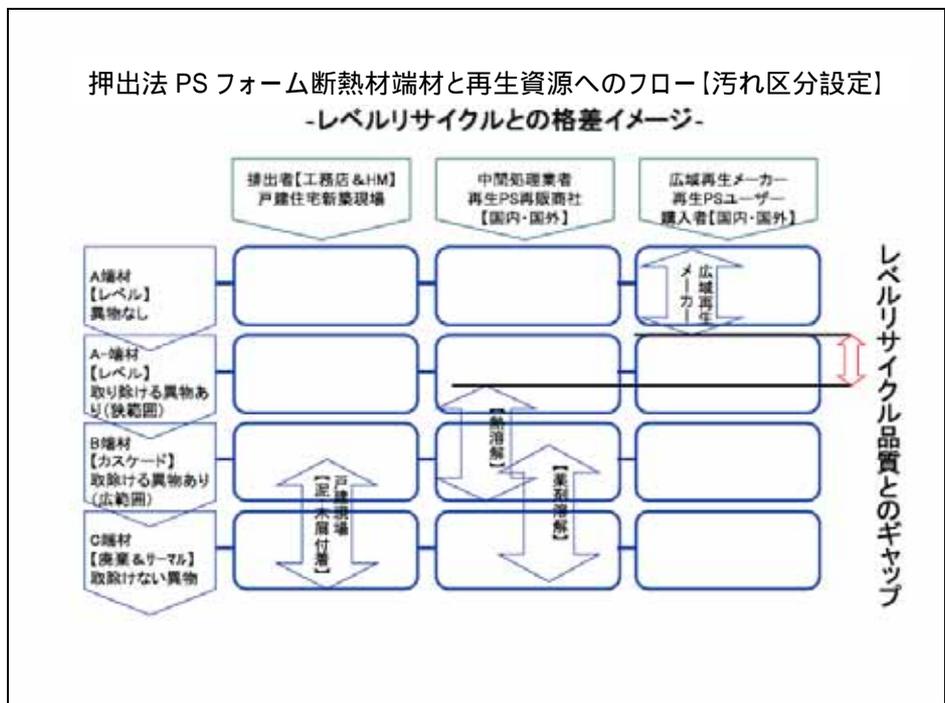


図 3.4.4 押出法PSフォーム断熱材端材汚れ度合い区分と各業界の役割 概念図

現場排出端材の汚れ区分と広域再生メーカーの望む汚れ区分を両端にして、中間処理業者または再生プラスチックメーカーが間をとつても埋められないギャップがあるイメージ。

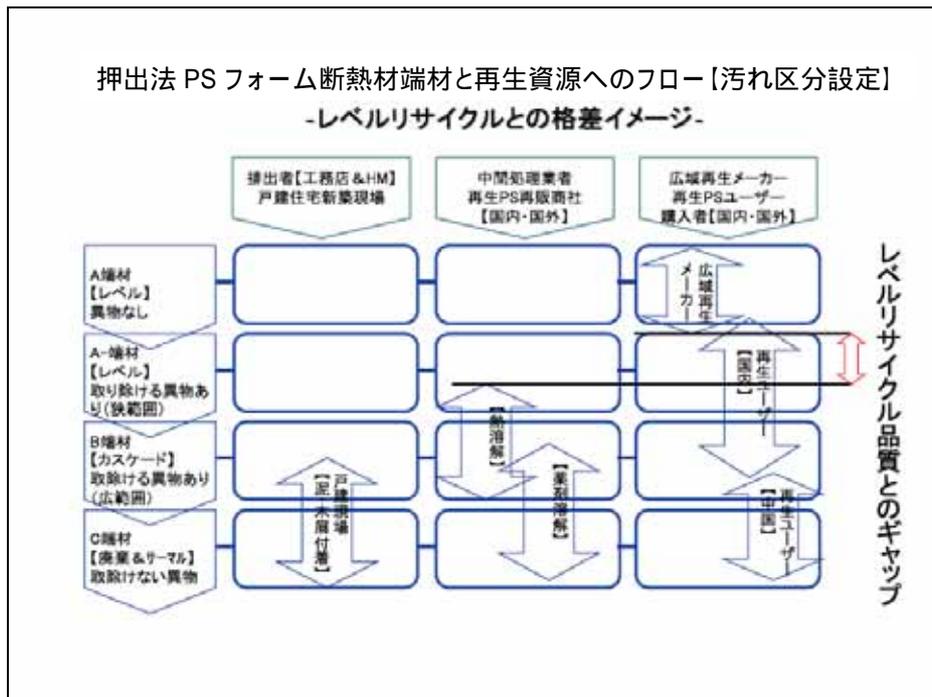


図 3.4.5 押出法PSフォーム断熱材端材汚れ度合い区分と各業界の役割 概念図

現場排出端材と広域再生の望む汚れ区分格差を中間処理業者または再生プラスチックメーカーが間をとりもっても埋められないギャップが残るが、その汚れ度合いでも利用可能なユーザーが国内外で存在するイメージ。

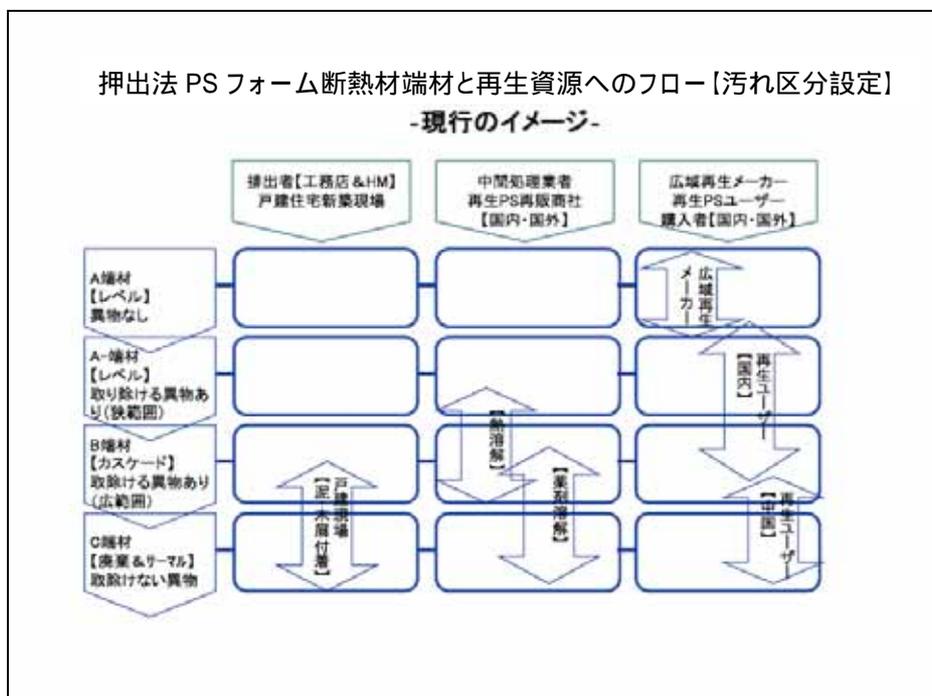


図 3.4.6 押出法PSフォーム断熱材端材汚れ度合い区分と各業界の役割 概念図

チャートは図 3.4.5 と同じ。現状でも中間処理、再生メーカーと再生プラスチックのユーザー側が情報交換を行えば一定以上の循環は得られるイメージ。

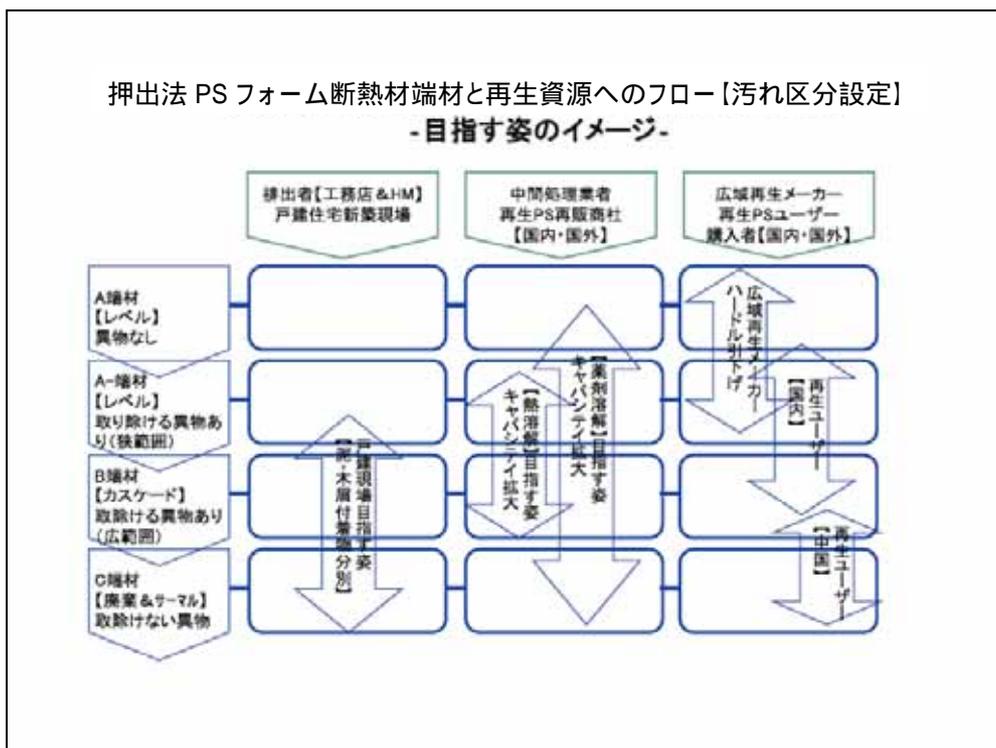


図 3.4.7 押出法PSフォーム断熱材端材汚れ度合い区分と各業界の役割 概念図

チャートは図 3.4.6 のそれぞれの両矢印をストレッチした図。全ての役割で『前工程への妥協と後工程への配慮』の設定を行うイメージ。

3.5 まとめ

ここまで述べてきたように、広域再生利用制度は優遇措置にあふれた万能なものでも、製造メーカーの拡大生産者責任が議論される中でのリサイクル循環に対する伝家の宝刀でもない。押出法ポリスチレンフォーム断熱材業界のように、全メーカーが指定を取得し、業界団体である押出し発泡ポリスチレン工業会が、古畳リサイクルの事業を後押しするなどの姿勢はトップランナーとして相応しいものとする。

押出法ポリスチレンフォームについては、出荷増と符合するようにリサイクルと環境意識のたかまりのなかで、適正回収のニーズが拡大すると予想される。

裾野が広がるとともに汚れ区分が劣位な現場のものが比重を増やしていくであろう。建築現場から排出される廃材は、新築の切り落とし新品端材であれ、改修解体現場からの経年廃材であれ、レベルリサイクルの要件を満たす汚れ区分の確保は現実的ではなく、レベルリサイクルを機軸とした仕組みでは限界点が迫ると思われる。

今後の展開は、レベルマテリアルリサイクルできない廃押出法ポリスチレンフォーム断熱材に対して、カスケードマテリアルリサイクルが第一の受け皿となるような取り組みが必要と考える。

このカスケードマテリアルリサイクルや第二の受け皿ケミカルリサイクル、第三の受け皿サーマルリサイクルへのフロー設定と企業群との役割分担を、製造メーカーサイドのみで立ち上げることは不可能であり、今後は排出者サイドへの啓蒙活動と情報交換を行うとともに、産業廃棄物中間処理業者との連携を視野に入れて取り組む必要があると考える。

