

令和4年度建設廃棄物の再資源化に関する調査・検討業務
報告書

令和5年3月
株式会社リーテム

目次

第一章 業務概要.....	1
1.1 業務の目的	1
1.2 業務の概要	1
1.3 業務の項目	2
1.4 業務の項目	3
第二章 建設系廃プラスチックに係る実態調査	5
2.1 調査の進め方.....	5
2.1.1 調査の背景と目的.....	5
2.1.2 調査の実施方法	6
2.2 建設系廃プラスチックの工事別・建材別・素材別の発生量に係る現状推計	6
2.2.1 分析対象の工事、建材、素材等.....	6
2.2.2 建設系廃プラスチックの発生量推計方法	7
2.2.3 建設系廃プラスチックの発生量推計結果とその検証.....	12
2.3 建設系廃プラスチックの工事別・建材別・素材別の処理フローに係る現状推計 ..	14
2.3.1 建設系廃プラスチックの処理フロー推計方法.....	14
2.3.2 建設系廃プラスチックの発生及び処理フローの統合	20
2.3.3 建設系廃プラスチック処理フロー推計における課題の整理	31
2.4 ヒアリング等に基づく工事別・建材別・素材別の処理フローに係る詳細情報整理	32
2.4.1 建設系廃プラスチックの建材別・素材別の発生量に係る詳細情報の整理	32
2.4.2 工事現場における建設系廃プラスチックの分別に係る取組状況.....	40
2.4.3 建設系廃プラスチックの回収に係る取組状況.....	42
2.4.4 建設系廃プラスチックリサイクルに関する情報収集・整理	48
2.5 建設系廃プラスチック中間処理施設等に係る情報整理	52
2.5.1 建設系廃プラスチックの中間処理施設の立地状況.....	53
2.6 建設系廃プラスチックの現場分別等に係る情報整理.....	56
2.6.1 新築工事現場における廃棄物分別状況と課題.....	56
2.6.2 解体工事現場における廃棄物分別状況と課題.....	59
第三章 建設系廃プラスチックの高度な処理設備の導入に対する補助事業の周知.....	61
3.1 周知の実施状況	61
3.2 周知用のチラシの作成.....	62
第四章 複合建材廃棄物の排出量に係る推計方法の検討.....	64
4.1 調査の進め方.....	64
4.1.1 調査の背景と目的.....	64

4.1.2	調査の実施方法	64
4.2	複合建材廃棄物の排出に係る課題.....	64
4.2.1	複合建材廃棄物の分別解体・再資源化の阻害要因.....	64
4.2.2	複合建材廃棄物の発生・排出量の把握.....	66
4.3	戸建住宅の新築工事における複合建材廃棄物の発生実績.....	67
4.4	複合建材廃棄物の発生・排出量の推計方法の検討	67
4.4.1	推計の考え方	67
4.4.2	複合建材廃棄物の発生・排出のフロー.....	69
4.4.3	推計の対象.....	70
4.4.4	推計の考え方（発生量）	70
4.4.5	推計の考え方（排出量）	72
4.5	投入資材からの推計方法.....	74
4.6	今後の検討課題.....	88
第五章	複合建材廃棄物の処理技術の整理.....	90
5.1	調査の進め方.....	90
5.1.1	調査の背景と目的.....	90
5.1.2	調査の実施方法	90
5.2	特定の複合建材廃棄物の処理技術.....	91
5.2.1	石膏ボード.....	91
5.2.2	太陽光パネル	91
5.2.3	繊維強化素材	93
5.2.4	タイルカーペット.....	94
5.3	建設混合廃棄物の処理技術.....	94
5.3.1	中間処理施設での選別・処理方法	94
5.3.2	高度選別	95
第六章	再生材が使用された建材の利用促進に関する自治体の取組の活用状況の整理..	103
6.1	調査の進め方.....	103
6.1.1	調査の背景と目的.....	103
6.1.2	調査の実施方法	105
6.2	再生材が使用された建材の利用促進に関するアンケート調査	105
6.2.1	アンケート実施方法	105
6.2.2	認定製品の利用実績の把握状況.....	106
6.2.3	リサイクル製品認定制度の活用状況.....	109
6.3	リサイクル製品認定制度の活用に関する追加アンケート・ヒアリング調査	113
6.3.1	調査実施方法	114
6.3.2	調査結果	114

第七章 建設リサイクルにおける温室効果ガス排出量に関する調査.....	119
7.1 調査の進め方.....	119
7.1.1 調査の背景と目的.....	119
7.1.2 調査の実施方法.....	119
7.2 建設廃棄物の処理・再資源化方法.....	119
7.2.1 コンクリート塊.....	119
7.2.2 アスファルト・コンクリート塊.....	122
7.2.3 建設発生木材.....	123
7.2.4 廃石膏ボード.....	125
7.2.5 建設系廃プラスチック.....	127
7.3 解体工事、再資源化等の温室効果ガス排出量の研究事例.....	129
7.3.1 解体工事.....	129
7.3.2 搬出・輸送.....	132
7.3.3 中間処理・再資源化.....	133
7.4 温室効果ガスインベントリにおける建設廃棄物の扱い.....	138
7.4.1 建設廃棄物に関する内容.....	138
7.4.2 建設系廃プラスチックに含まれる発泡剤.....	138
7.5 CO ₂ 排出原単位の比較・検証に係る課題.....	139
第八章 木造高層ビルのCO ₂ 削減効果等に関する調査.....	141
8.1 調査の進め方.....	141
8.1.1 調査の背景と目的.....	141
8.1.2 調査の実施方法.....	141
8.2 国内における木造高層ビルの建設状況.....	141
8.2.2 高層建築物への木材利用状況.....	141
8.2.2 国内の主な木造高層ビル.....	142
8.2.3 木造高層ビルの事例.....	144
8.3 木造高層ビルに関するCO ₂ 削減効果.....	147
8.3.1 CO ₂ 削減効果の算出方法.....	147
8.3.2 CO ₂ 削減効果の評価結果.....	150
8.3.3 CO ₂ 削減効果の評価における課題.....	151
8.4 木造高層ビルの解体時における木材のリユース及びリサイクルに対する設計等の配慮.....	155
第九章 コンクリート塊の高度なりサイクルへの課題整理.....	157
9.1 調査の進め方.....	157
9.1.1 調査の背景と目的.....	157
9.1.2 調査の実施方法.....	158

9.2	コンクリート用再生骨材.....	159
9.2.1	再生骨材出荷の推移.....	160
9.2.2	再生骨材調査の実施と課題.....	161
9.3	再生骨材製造方法.....	163
9.4	再生骨材普及の阻害要因.....	164
9.4.1	再生骨材と天然骨材の製造にかかる費用比較.....	164
9.4.2	再生骨材の官公需と供給体制.....	167
9.5	再生骨材の普及に向けて.....	173
9.5.1	製造費用低減に向けたアプローチ.....	173
9.5.2	フィラーの有効利用.....	174
9.5.3	低炭素社会でのコンクリートの利活用.....	176
9.6	再生骨材普及へのまとめ.....	180
9.7	残コン・戻りコンの基礎情報整理.....	181
第十章	建設汚泥の再生利用に係る課題整理.....	185
10.1	調査の進め方.....	185
10.1.1	調査の背景と目的.....	185
10.1.2	調査の実施方法.....	185
10.2	建設汚泥の処理フローに関する現状と課題.....	185
10.2.1	建設汚泥の処理フローの現状.....	185
10.2.2	建設汚泥再生利用に係る課題整理（アンケート調査）.....	187
10.3	建設汚泥の再生利用に係る最近の動向整理.....	192
10.3.1	建設汚泥の再生利用に係る既存文献レビュー.....	192
10.3.2	最近の建設汚泥の再生利用に係る事例整理.....	195
10.3.3	産学連携による建設汚泥再生利用推進事例.....	196
第十一章	建設系廃プラスチックの現場分別に係る事例.....	201
11.1	調査の進め方.....	201
11.1.1	調査の背景と目的.....	201
11.1.2	調査の実施方法.....	201
11.2	建廃プラの分別解体に係る問題.....	201
11.3	建廃プラの現場分別事例.....	202
11.3.1	新築工事.....	202
11.3.2	解体工事.....	209
11.3.3	リフォーム工事.....	211
11.4	工事種類ごとの建廃プラ分別の推進における課題.....	213
11.5	建廃プラ分別方法の周知案.....	213
11.6	建廃プラ分別方法の周知に係る今後の検討課題.....	216

11.7 参考資料	218
第十二章 建設混合廃棄物の組成調査	223
12.1 調査の進め方	223
12.1.1 調査の背景と目的	223
12.1.2 調査の実施方法	223
12.2 建設混合廃棄物の分別解体・再資源化に係る問題	223
12.3 都市部と地方部の新築戸建住宅工事から排出される廃棄物	227
12.3.1 組成調査の概要	227
12.3.2 計測データの整理	228
12.3.3 各工事の比較	254
12.4 今後の検討課題	264

第一章 業務概要

1.1 業務の目的

「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（以下「建設リサイクル法」という）」が平成 12 年度に制定されて以降、同法は着実に施行され、中央環境審議会等においても、廃棄物の排出量及び最終処分量の減少並びに廃棄物適正処理の推進による不法投棄の減少が図られ、循環型社会の形成に大きく寄与していると評価されているところである。

他方で、新たに検討を要する課題についても指摘がなされている。例えば、「プラスチック資源循環戦略」（令和元年）のマイルストーンの一つである「2035 年までに、すべての使用済プラスチックをリユース又はリサイクル、それが技術的・経済的な観点等から難しい場合には熱回収も含め 100%の有効利用」を達成するためには、再資源化率が約 50%の建設系廃プラスチック（平成 30 年度建設副産物実態調査）についても対応する必要がある。また、建設系プラスチックは複合建材として使用されている場合もあり、解体工事や中間処理の段階で分離や剝離が困難なことから混合廃棄物として埋立処分されていることも課題である。

特定建設資材廃棄物については、コンクリート塊及びアスファルト・コンクリート塊の再資源化率は 99%以上であり、再資源化の状況は良好であるが、その多くは付加価値の低い再生採石にリサイクルされており、徹底的な資源循環の達成を見据えた場合、次の段階として当該廃棄物の水平リサイクルを基本とした質の高いリサイクルを推進することが重要である。

さらに、2050 カーボンニュートラルに向けては建設リサイクル分野においてもその影響を把握し対応の検討を進めていく必要があることから、建設廃棄物の発生から再資源化等に至るまでの温室効果ガス排出量に係る現在の実態把握を進める必要がある。

このため、本業務では、上記建設系廃プラスチックや複合建材廃棄物の再資源化の推進、質の高いリサイクル及び温室効果ガスの排出状況等を主とした建設リサイクルに関する調査を実施することで、実態把握及び対応策を検討することを目的としている。

1.2 業務の概要

業務名：令和 4 年度建設廃棄物の再資源化に関する調査・検討業務

契約日：令和 4 年度 4 月 1 日

工期：令和 4 年度 4 月 1 日～令和 5 年度 3 月 24 日

1.3 業務の項目

本業務の項目は次の通り。

(1) 調査・検討業務	① 建設系廃プラスチックに係る実態調査
	② 建設系廃プラスチックの高度な処理設備の導入に対する補助事業の周知
	③ 複合建材廃棄物の排出量に係る推計方法の検討
	④ 複合建材廃棄物の処理技術の整理
	⑤ 再生材が使用された建材の利用促進に関する自治体の取組の活用状況の整理
	⑥ 建設リサイクルにおける温室効果ガス排出量に関する調査
	⑦ 木造高層ビルの CO ₂ 削減効果等に関する調査
	⑧ コンクリート塊の質の高いリサイクルに係る課題整理
	⑨ 建設汚泥の再生利用に係る課題整理
(2) 建設系廃プラスチックの現場分別に係る事例収集	
(3) 建設系混合廃棄物の組成調査	

1.4 業務の項目

本業務を実施するにあたり、関係者へのヒアリングを行った。ヒアリング先は表 1.1 の通り。

表 1.1 ヒアリング調査実施先

	No.	ヒアリング先
業界・団体	1	塩ビ工業・環境協会
	2	壁装協会
	3	(一社)日本インテリア協会
	4	日本建設業連合会
	5	全国解体工事業団体連合会
	6	建設廃棄物協同組合
	7	(一社)日本建材・住宅設備産業協会
	8	再生骨材コンクリート普及連絡協議会
	9	日報ビジネス
企業	10	積水ハウス
	11	直富商事
	12	高俊興業
	13	戸田建設
	14	竹中工務店
	15	大成建設
	16	前田建設工業
	17	長谷工コーポレーション
	18	フジテックス
	19	ダイオーエンジニアリング
	20	東京テクノ・武蔵野土木工業
	21	新世紀解体工業
	22	川口解体工業
	23	津久波工業
	24	コトブキ技研
有識者	25	谷川寛樹教授 名古屋大学
	26	磯部孝行教授 武蔵野大学
	27	早野公敏教授 横浜国立大学
	28	伊代田教授 芝浦工業大学
自治体	29	静岡県

	30	宮崎県
	31	広島県
	32	栃木県
	33	東京都

第二章 建設系廃プラスチックに係る実態調査

「プラスチック資源循環戦略」(令和元年)¹のマイルストーンの一つである「2035年までに、すべての使用済プラスチックをリユース又はリサイクル、それが技術的・経済的な観点等から難しい場合には熱回収も含め100%の有効利用」を達成するためには、再資源化率が約50%の建設系廃プラスチック(平成30年度建設副産物実態調査)²についても対応する必要がある。このため、今後の建設系廃プラスチックの再資源化率の向上等について具体的な施策を検討するにあたり、現状の建設系廃プラスチックの処理フローや、これに係る処理施設の立地状況、処理コスト等の詳細データの把握が不可欠である。本章では、建設系廃プラスチックの発生から処理処分に至る工事別、建材別、素材別のフローの作成(その作成に必要なデータベースの構築を含む)、並びに建設系廃プラスチックの再資源化施設を含む中間処理施設の立地状況、処理コスト等に係る情報収集・整理を行った。

2.1 調査の進め方

建設系廃プラスチックの処理フロー作成及び、再資源化施設を含む中間処理施設の立地状況、処理コスト等に係る調査の背景と目的、及び進め方について以下に示す。

2.1.1 調査の背景と目的

「プラスチック資源循環戦略」に基づき建設系廃プラスチックの再資源化率を向上させるためには、工事現場における分別の徹底、中間処理施設等における選別技術の改善・拡充(ポリエチレン(以下「PE」という)、ポリスチレン(以下「PS」という)、ポリプロピレン(以下「PP」という)、ポリ塩化ビニル(以下「PVC」という)等の素材別の高度選別等)、再資源化技術の向上(マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル等)、再生品の利用促進、並びに一連の取組に係るステークホルダーのコスト負担軽減等の一体的な取組の推進が重要となる。

この具体的な施策を検討するにあたって、上記各プロセスにおける詳細な現状把握が必要となるが、建設系廃プラスチックの処理フローについては、国レベルでは平成30年度建設副産物実態調査結果における工事別(土木工事、新築工事、維持修繕工事、解体工事)のデータに限られ、パイプ・継手、雨樋、排水マス、壁紙等の建材別、PE、PS、PP、PVC等の素材別の状況は確認できない。また、産業廃棄物行政組織等調査³の公表データは産業廃棄物中の廃プラスチックの破碎、焼却に係る都道府県別の中間処理施設設置許可数等であり、各施設における課題や処理コスト等の現状把握については別途調査が必要である。

ここでは建設系廃プラスチックの発生から処理処分に至る工事別、建材別、素材別のフローの作成(その作成に必要なデータベースの構築を含む)、並びに建設系廃プラスチックの

¹ 環境省及び各関連省庁、プラスチック資源循環戦略、令和元年5月31日
<https://www.env.go.jp/content/900513722.pdf>

² 国土交通省、平成30年度建設副産物実態調査結果
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm

³ 環境省、産業廃棄物行政組織等調査
<https://www.env.go.jp/recycle/waste/kyoninka.html>

再資源化施設を含む中間処理施設の立地状況、処理コスト等に係る情報収集・整理を行った。

2.1.2 調査の実施方法

建設系廃プラスチックの工事別・建材別・素材別の処理フロー作成手順を以下に示す。図中の各ステップの取組において、専門家や関連業界団体から得た有用な情報を適宜反映する。また、建設系廃プラスチックの再資源化施設を含む中間処理施設の立地、及び処理コスト等については、各都道府県及び政令市に対して実施したアンケート調査に基づき、その現状並びに課題を整理する。

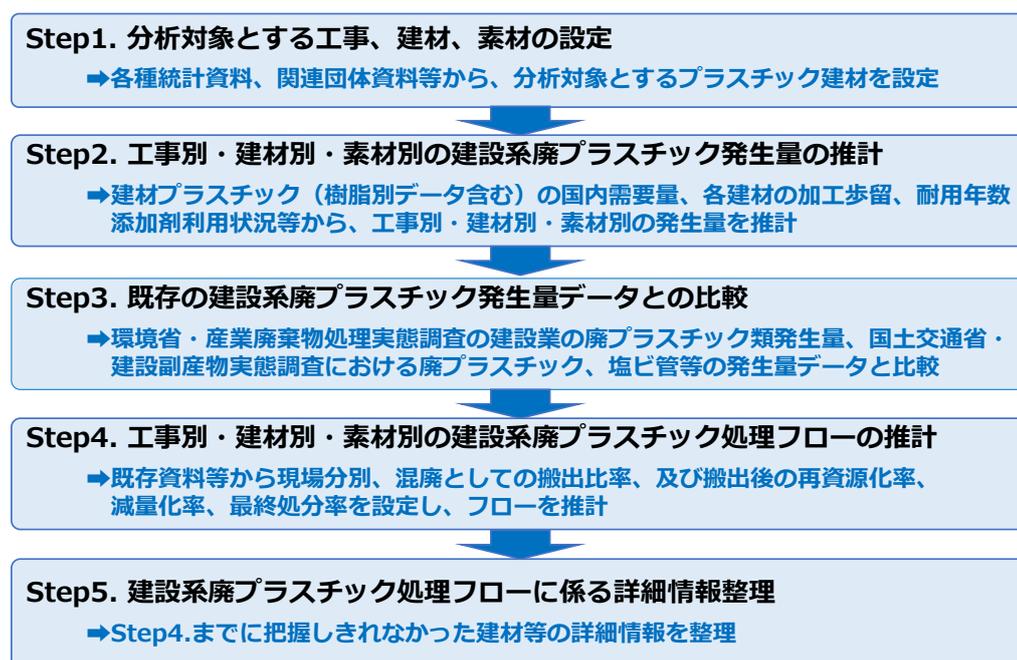


図 2.1 建設系廃プラスチックの工事別・建材別・素材別の処理フロー作成手順

2.2 建設系廃プラスチックの工事別・建材別・素材別の発生量に係る現状推計

建設系廃プラスチック発生量の具体的な推計手法と推計結果をとりまとめた。

2.2.1 分析対象の工事、建材、素材等

分析対象の工事、建材、素材等を以下に示す。

(1) 分析対象の工事

土木工事、建築工事（新築工事、維持・修繕工事、解体工事）を分析対象の工事とする。建築工事では、橋本（2006）⁴に倣い、工事別の建設系廃プラスチックの発生量を推計する。

⁴ 橋本、建設系プラと建設リサイクル法、廃棄物資源循環学会資料、2006
<http://jsmewm.or.jp/recycle/2006shuukai/Hasimoto.pdf>



図 2.2 工事別の建設系廃プラスチック発生量推計の基本的な考え方

出典：「建設系プラと建設リサイクル法（廃棄物資源循環学会資料）」、橋本、2006より作成

(2) 分析対象の建材

分析対象とする建材とその理由を下表に整理した。

表 2.1 分析対象とする建材

建材	分析対象とした理由
<ul style="list-style-type: none"> パイプ、継手、排水マス、雨樋、窓枠、壁紙、タイル長尺シート、タイルカーペット 	<ul style="list-style-type: none"> 三俣・橋本（2019）⁵において「建設材」に該当
<ul style="list-style-type: none"> 平板、波板 	<ul style="list-style-type: none"> 日本プラスチック板協会資料⁶に基づき一部を建材とする
<ul style="list-style-type: none"> その他異形押出品、シート等 	<ul style="list-style-type: none"> 塩ビ工業・環境協会資料⁷に基づき一部を建材とする
<ul style="list-style-type: none"> 発泡製品 	<ul style="list-style-type: none"> 富士経済グループ資料⁸より、一部を建材とする
<ul style="list-style-type: none"> 電線被覆材 	<ul style="list-style-type: none"> 日本電線工業会資料⁹より、建設部門投入分を確認
<ul style="list-style-type: none"> 可塑剤等の添加剤 	<ul style="list-style-type: none"> 主に軟質の塩ビ製品（壁紙、タイル長尺シート、タイルカーペット、電線被覆材など）に含まれる可塑剤等の添加剤を考慮

(3) 分析対象の素材

経済産業省生産動態統計年報 紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編¹⁰におけるプラスチック製品の素材別出荷量データ（パイプ・継手、建材等に関する素材別データあり）に基づき、ここでの分析対象とする素材を PE、PS、PP、PVC、再生プラ、その他とする。

2.2.2 建設系廃プラスチックの発生量推計方法

建設系廃プラスチックの工事別・建材別・素材別の発生量の推計方法を以下に示す。分析

⁵ 三俣、橋本、日本におけるポリ塩化ビニルの二次埋蔵量の評価、土木学会論文集 G（環境）、Vol.75、No.6（環境システム研究論文集第 47 巻）、II_7-II_15、2019

⁶ 日本プラスチック板協会 <https://www.p-bankyo.com/index.php>

⁷ 塩ビ工業・環境協会 https://www.vec.gr.jp/enbi/enbi3_2.html

⁸ 富士経済グループ https://www.fuji-keizai.co.jp/market/detail.html?cid=18106&view_type=2

⁹ 日本電線工業会 部門別出荷実績 <https://www.jcma2.jp/files/toukei/202302/data3-dec2022.pdf>

¹⁰ 経済産業省生産動態統計年報 紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編 https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/nenpo_2007-2020.html#menu9

対象年は、平成 30 年（2018 年）とする（国土交通省・平成 30 年度建設副産物実態調査結果や環境省・産業廃棄物の排出及び処理状況（平成 30 年度速報値）¹¹の建設業からの廃プラスチック発生量との比較が可能）。

(1) プラスチックの建材別・素材別の国内投入量の推計

プラスチックの建材別・素材別の国内投入量データに基づき、各建材の加工歩留や耐用年数等をパラメーターとして、土木工事、建築工事（新築工事、維持・修繕工事、解体工事）に伴う建設系廃プラスチックの建材別・素材別発生量を推計する。全体的に、三俣・橋本（2019）の手法を参考とした。

プラスチックの建材別・素材別の国内投入量の推計手法を以下に示す。

表 2.2 プラスチックの建材別・素材別の国内投入量の推計手法

建材	建材別・素材別の国内投入量推計手法
パイプ、継手、排水マス、雨樋、窓枠、壁紙、タイル長尺シート、タイルカーペット	<ul style="list-style-type: none"> 全て建設材とし、塩ビ工業・環境協会資料から得られる出荷量（PVC レジンベース）を収集整理し、三俣・橋本（2019）に倣い国内投入量を推計 これらの建材の他の素材（PE、PS、PP 等）の国内投入量は、上記データに経済産業省・生産動態統計年報（プラスチック製品関連データ）の「パイプ・継手」及び「建材」出荷量の素材別比率を活用して推計
その他異形押出品、シート等	<ul style="list-style-type: none"> 一定の比率が建設材として消費されると仮定し、上記と同様の手法により建材別・素材別の国内投入量を推計
平板、波板	<ul style="list-style-type: none"> 日本プラスチック板協会資料、電線被覆材は日本電線工業会資料に基づき建設部門に対する素材別の国内投入量を推計
発泡製品	<ul style="list-style-type: none"> 富士経済グループ資料及び経済産業省・生産動態統計年報（プラスチック製品関連データ）の「発泡製品」出荷量の素材別比率から建設部門に対する素材別の国内投入量を推計
添加剤等	<ul style="list-style-type: none"> 軟質プラ（壁紙、タイル長尺シート、タイルカーペット、電線被覆材）については、山口・小山（2018）¹²および日本電線工業会資料等に基づき、各製品における素材、可塑剤、炭酸カルシウム等の組成から、添加剤等の国内投入量を推計

次頁以降に、プラスチックの建材別・素材別の国内投入量の推移（暦年）を示す。

¹¹ 環境省、産業廃棄物の排出及び処理状況（平成 30 年度速報値）

<https://www.env.go.jp/content/900536151.pdf>

¹² 山口、小山、多種類の建築系廃材を混合利用した再生塩化ビニル樹脂シートの品質に関する研究、日本建築学会構造系論文集 第 81 巻 第 720 号、211-218、2016

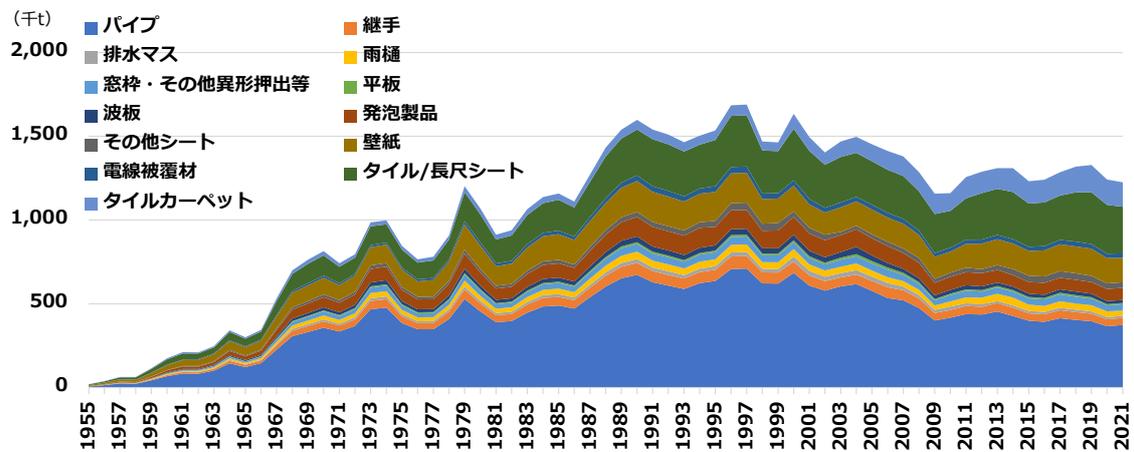


図 2.3.1 プラスチックの建材別国内投入量の推計結果

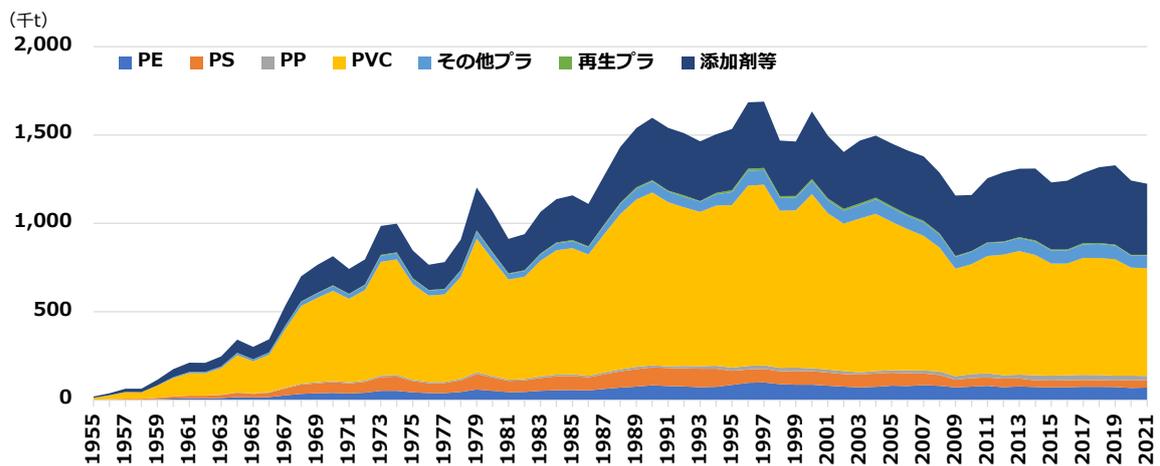


図 2.3.2 プラスチック建材の素材別国内投入量の推計結果

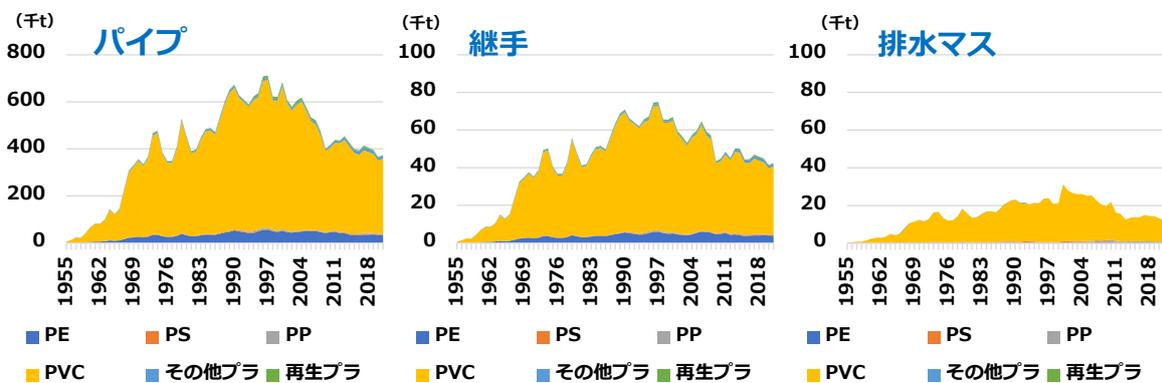


図 2.3.3a プラスチックの建材別・素材別国内投入量の推計結果

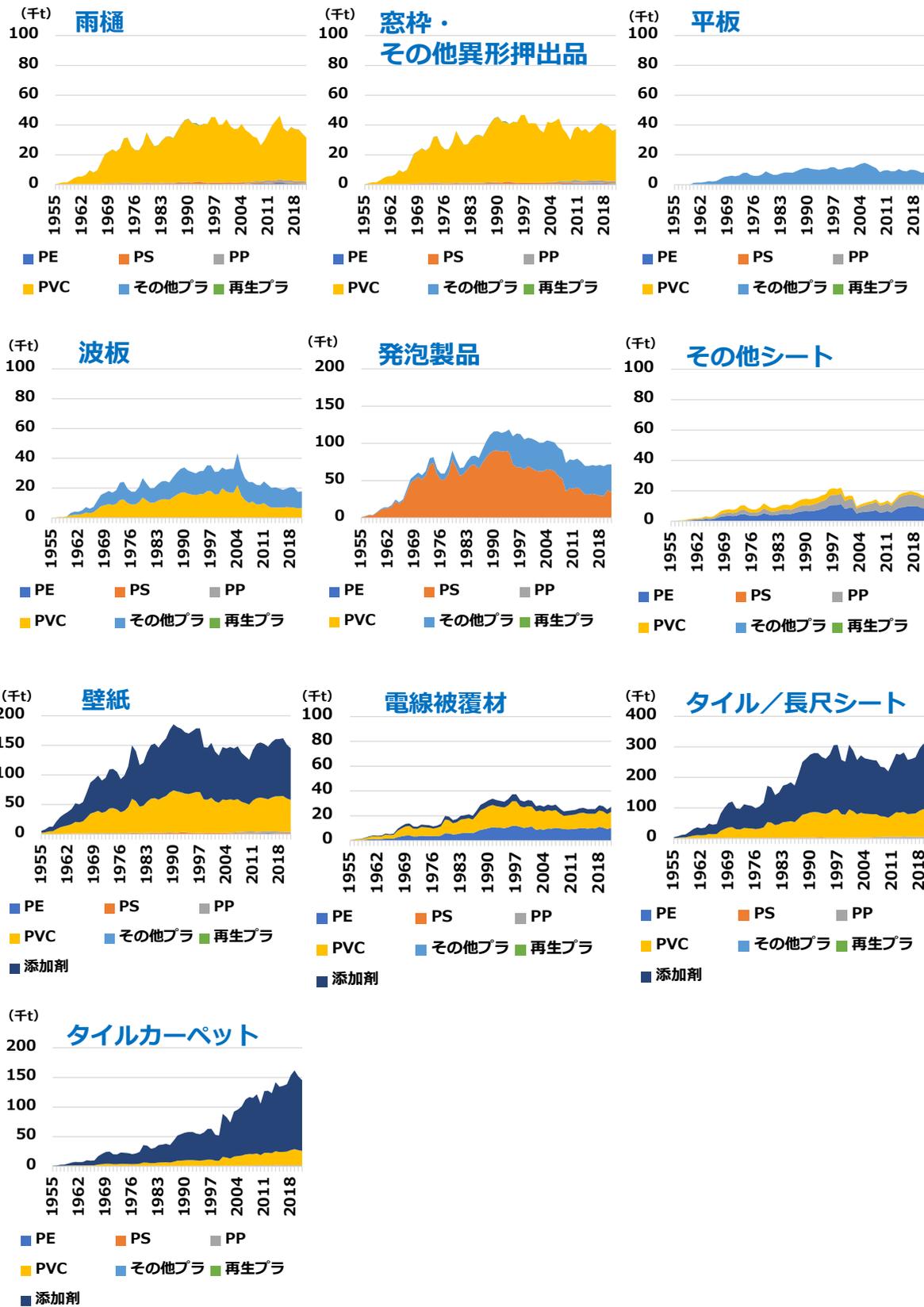


図 2.3.3b プラスチックの建材別・素材別国内投入量の推計結果

(2) 新築工事における発生量推計

新築工事における建材別・素材別の発生量推計手法を以下に示す。

表 2.3 新築工事における建材別・素材別の発生量推計手法

建材別推計	【建材加工くず（端材）】 ・ 各建材の端材発生量＝各建材の H30 国内投入量 × (1－各建材の加工歩留（％）) × H30 新築工事元請完成工事高 / (H30 新築工事元請完成工事高 + H30 維持・修繕工事元請完成工事高)
	【建材の容器包装等（梱包養生、副資材）】 ・ 一社）日本建設業連合会資料 ¹³ から得られる、新築工事における建設系廃プラスチックの端材発生量と梱包養生及び副資材の発生量の比率を活用して推計
素材別推計	【建材加工くず（端材）】 ・ 各建材の端材発生量の素材比率が、H30 国内投入量のそれと同等と仮定して推計 【建材の容器包装等（梱包養生、副資材）】 ・ 一社）日本建設業連合会資料から得られる、新築工事における建設系廃プラスチックの梱包養生及び副資材の組成データから素材別発生量を推計

(3) 維持・修繕工事における発生量推計

図 2.2 に示したとおり、維持・修繕工事では新築工事と同様の推計に加えて、各建材の耐用年数に基づきストックからの発生量（使用済み建材（廃材））の推計を行う。

維持・修繕工事の各使用済み建材（廃材）発生量は、同工事における各建材の投入量（端材分を除く）に等しいと仮定した。また、後述する解体工事のケースと同様、使用済み建材（廃材）は、当該建材の耐用年数に到達した時点で全てストックから排出されると仮定した。

表 2.4 維持・修繕工事における建材別・素材別の「端材」「廃材」発生量推計手法

建材別推計	【建材加工くず（端材）】 ・ 各建材の端材発生量＝各建材の H30 国内投入量 × (1－各建材の加工歩留（％）) × H30 維持・修繕工事元請完成工事高 / (H30 新築工事元請完成工事高 + H30 維持・修繕工事元請完成工事高)
	【建材の容器包装等（梱包養生、副資材）】 ・ 表 2.3 と同様
	【使用済み建材（廃材）】 ・ 各建材の廃材発生量＝各建材の維持・修繕工事の H30 端材発生量 × 各建材の加工歩留（％） × (1－各建材の加工歩留（％）)

¹³ 一般社団法人日本建設連合会、建設工事現場から排出される廃プラスチック類の組成調査報告書、令和 4 年 6 月

素材別推計	<p>【建材加工くず（端材）】、【建材の容器包装等（梱包養生、副資材）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表 2.3 と同様 <p>【使用済み建材（廃材）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 各建材の H30 から耐用年数を差し引いた年次の国内投入量の素材比率（表 2.2 の手法により推計）を活用し、建材別・素材別の発生量を推計
-------	--

(4) 解体工事における発生量推計

解体工事における建材別・素材別の発生量推計手法を次頁に示す。

表 2.5 解体工事における建材別・素材別の「廃材」発生量推計手法

建材別推計	<p>【使用済み建材（廃材）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 各建材の廃材発生量＝各建材の H30 から耐用年数を差し引いた年次の国内投入量 × 各建材の加工歩留（%）－維持・修繕工事における H30 廃材発生量 <p>【建材の容器包装等（梱包養生、副資材）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 考慮せず
素材別推計	<p>【使用済み建材（廃材）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 各建材の H30 から耐用年数を差し引いた年次の国内投入量の素材比率（表 2.2 の手法により推計）を活用し、建材別・素材別の発生量を推計 <p>【建材の容器包装等（梱包養生、副資材）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 考慮せず

(5) 土木工事における発生量推計

土木工事における建材は、三俣・橋本（2019）に倣ってパイプのみとし、その土木用と建築用の比率を 1：1 と仮定して発生量を推計する。ここでは、前述の建材加工くず（端材）と使用済み建材（廃材）の推計の考え方を利用した。

2.2.3 建設系廃プラスチックの発生量推計結果とその検証

建設系廃プラスチックの工事別発生量の推計結果と、国土交通省・平成 30 年度建設副産物実態調査結果（混廃中のプラを含む）や環境省・産業廃棄物の排出及び処理状況（平成 30 年度速報値）の建設業からの廃プラスチック発生量との比較を以下に示す。

表 2.6 本推計結果と既存の建設系廃プラスチック発生量データとの比較

単位：千 t	土木工事	新築工事	維持・修繕	解体工事	発生量計
本推計（H30 年）	156	331	341	657	1,485
国交省（H30 年度）	121	397	74	141	733
環境省（H30 年度）	-	-	-	-	1,483

出典：国土交通省・H30 建設副産物実態調査、環境省・産業廃棄物の排出及び処理状況（H30）より作成

本推計結果は、環境省・産業廃棄物の排出・処理状況（H30）における建設業の廃プラスチック発生量とほぼ同等の値を示した。このため、本推計結果を妥当なものであると判断し、後述する建設系廃プラスチックの処理フロー推計を実施した。参考として表 2.7 に環境省・産業廃棄物の排出・処理状況（H30）と国土交通省・建設副産物実態調査のデータ集計手法等の違いを示す。

表 2.7 環境省・産業廃棄物の排出及び処理状況と
国土交通省・建設副産物実態調査のデータ集計手法等の違い

環境省：産業廃棄物の排出・処理状況 (建設業の廃プラスチック排出量 H30実績)	国土交通省：建設副産物実態調査 (H30実績)
<p>1,483千トン/年</p> <ul style="list-style-type: none"> 47都道府県の産廃実態調査の業種別・種類別データから推計 混廃データは、入力時に組成に応じて種類別に割り当てられる (混廃プラは廃プラ類としてカウントされているはず) 工事別、素材別は不明 <p>【単純集計結果の拡大推計方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各都道府県によって調査実施時期が異なるため、ある年度において調査データがない都道府県がある場合、建設業の場合は「元請完成工事高」を活動量指標として原単位を設定し、データを補完したうえで全体の発生量を推計 	<p>734千トン/年</p> <p>廃プラ類：517千トン、混廃プラ：217千トン（推計）</p> <ul style="list-style-type: none"> 調査対象①：公共・民間公益工事 <ul style="list-style-type: none"> 平成30年度に完成した請負金額100万円以上の全ての工事 調査対象②：民間工事 <ul style="list-style-type: none"> 資源有効利用促進法に定められた一定規模以上（土砂：1,000m³以上、コンクリート塊等合計200t以上など）に該当する工事（通年分） 平成30年9月に完成した請負金額100万円以上の全ての工事 <p>【単純集計結果の拡大推計方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 公共土木、民間土木、建築・増改築、解体における建設廃棄物排出量の単純集計結果を、それぞれの活動量指標（公共工事における発注工事金額、民間土木の工事額、建築物着工統計による床面積、建築物除却統計による除却床面積）と各サンプルの原単位を用いて拡大推計

出典：国土交通省・H30 建設副産物実態調査、環境省・産業廃棄物の排出及び処理状況（H30）より作成

表 2.8 建設系廃プラスチックの工事別・建材別発生量の現状推計（H30）

H30推計 (工事別更新)	加工歩留 (%)	耐用年数 (年)	新築 千t	維持・修繕 端材等 千t	維持・修繕 腐材等 千t	解体 千t	発生量計 千t	割合 %
パイプ 土木	94	50	9	3	144	-	156	11%
パイプ 建築	94	40	9	3	15	177	205	14%
継手	94	40	2	1	4	37	43	3%
排水マス	94	40	1	0	4	10	14	1%
雨樋	94	40	2	1	10	16	28	2%
窓枠、その他異形押出	95	40	1	1	11	16	29	2%
平板	95	10	0	0	3	8	11	1%
波板	95	10	1	0	6	17	24	2%
発泡製品	95	40	3	1	19	47	70	5%
壁紙	65	5	41	16	29	71	157	11%
電線被覆材	95	20	1	0	8	23	32	2%
タイル/長尺シート	95	5	11	4	78	182	275	19%
タイルカーペット	44	5	61	24	19	36	140	9%
その他シート	95	5	1	1	10	17	30	2%
建材計	-	-	143	56	359	657	1,214	82%
梱包材、養生材等	-	-	197	74	-	-	271	18%
建築計（土木を除く）	-	-	331	126	214	657	1,328	89%
計	-	-	339	130	359	657	1,485	100%

前頁の表 2.8 は、建設系廃プラスチックの工事別・建材別発生量の現状推計（H30）の一覧である。表 2.3～2.5 に示した発生量推計のためのパラメーターとなる各建材の「加工歩留（%）」「耐用年数（年）」を併せて示した。本パラメーターは、基本的には三俣・橋本（2019）の設定状況を参考としたが、関連業界団体の HP 情報等も踏まえつつ、発生量全体が環境省等の現状の実態調査結果と大きな差異が出ないように調整した。この結果、建材別の発生量の傾向では各種建材において、三俣・橋本（2019）、名古屋大学ほか（2020）¹⁴、磯部（2015）¹⁵による推計結果と同等の値を示した。

なお前頁の表 2.8 において、「土木工事」における構造物の新設は「新築」の欄に、構造物の維持管理及び撤去・更新は「維持・修繕」の欄にそれぞれデータを記載した。

2.3 建設系廃プラスチックの工事別・建材別・素材別の処理フローに係る現状推計

建設系廃プラスチック処理フローの具体的な推計手法と推計結果をとりまとめた。

2.3.1 建設系廃プラスチックの処理フロー推計方法

(1) 処理フロー推計の基本となるデータ

建設系廃プラスチックの処理フローは、平成 30 年度建設副産物実態調査結果（表 2.9 参照）に基づき、工事別、建材別の発生量に対する再資源化量、減量化量、最終処分量等の比率を用いて推計する。

表 2.9.1 土木工事の廃プラスチック、廃塩ビ管継手、混合廃棄物の処理フロー一覧
（※混合廃棄物は廃プラスチック以外の建設廃棄物を含む）

H30 土木工事		廃プラスチック		廃塩ビ管継手		混合廃棄物※	
		千t	%	千t	%	千t	%
A 発生量		81.9	100%	5.8	100%	402.2	100%
B 搬出量		81.9	100%	5.8	100%	402.2	100%
C 有償物量		0.0	0%	0.1	2%	0.0	0%
D 中間処理量	計	81.9	100%	4.7	81%	270.3	67%
	E 再資源化量	59.8	73%	2.8	49%	193.7	48%
	F 焼却量	0.0	0%	0.0	0%	23.0	6%
	G 最終処分量	22.1	27%	1.9	32%	53.6	13%
H 減量化量	計	17.8	22%	0.2	3%	37.8	9%
	from E 再資源化	17.8	22%	0.2	3%	18.0	4%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	19.8	5%
I 最終処分量	計	22.1	27%	2.8	49%	188.7	47%
	from G 最終処分	22.1	27%	1.9	32%	53.6	13%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	3.2	1%
	J 直接埋立	0.0	0%	1.0	17%	131.9	33%

出典：国土交通省・H30 建設副産物実態調査より作成

¹⁴ 名古屋大学、東京大学、国立環境研究所、立命館大学、平成 31 年度環境経済の政策研究（我が国に蓄積されている資源のストックの質に関する調査・検討）研究報告書、令和 2 年 3 月

¹⁵ 磯部、東アジアを含めた PVC 建材の再資源化システム構築に関する研究：国際資源循環を考慮した評価及び検証、博士論文、2015

表 2.9.2 建築工事の廃プラスチック、廃塩ビ管継手、混合廃棄物の処理フロー一覧

(※混合廃棄物は廃プラスチック以外の建設廃棄物を含む)

H30 新築工事		廃プラスチック		廃塩ビ管継手		混合廃棄物※	
		千t	%	千t	%	千t	%
A 発生量		268.8	100%	11.8	100%	1,388.7	100%
B 搬出量		268.8	100%	11.8	100%	1,388.7	100%
C 有償物量		0.0	0%	0.1	1%	0.0	0%
D 中間処理量	計	268.8	100%	10.4	88%	1,226.8	88%
	E 再資源化量	200.6	75%	7.2	61%	864.7	62%
	F 焼却量	0.0	0%	0.0	0%	130.7	9%
	G 最終処分量	68.2	25%	3.2	27%	231.4	17%
H 減量化量	計	59.7	22%	0.5	4%	206.1	15%
	from E 再資源化	59.7	22%	0.5	4%	94.4	7%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	111.8	8%
I 最終処分量	計	68.2	25%	4.5	38%	412.2	30%
	from G 最終処分	68.2	25%	3.2	27%	231.4	17%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	19.0	1%
	J 直接埋立	0.0	0%	1.3	11%	161.9	12%

H30 維持・修繕工事		廃プラスチック		廃塩ビ管継手		混合廃棄物※	
		千t	%	千t	%	千t	%
A 発生量		44.8	100%	1.8	100%	204.0	100%
B 搬出量		44.8	100%	1.8	100%	204.0	100%
C 有償物量		0.0	0%	0.0	0%	0.0	0%
D 中間処理量	計	44.8	100%	1.3	71%	124.0	61%
	E 再資源化量	30.5	68%	0.8	48%	81.2	40%
	F 焼却量	0.0	0%	0.0	0%	20.1	10%
	G 最終処分量	14.3	32%	0.4	23%	22.6	11%
H 減量化量	計	9.1	20%	0.1	4%	27.6	14%
	from E 再資源化	9.1	20%	0.1	4%	9.6	5%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	18.0	9%
I 最終処分量	計	14.3	32%	0.9	50%	104.7	51%
	from G 最終処分	14.3	32%	0.4	23%	22.6	11%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	2.1	1%
	J 直接埋立	0.0	0%	0.5	28%	80.0	39%

H30 解体工事		廃プラスチック		廃塩ビ管継手		混合廃棄物※	
		千t	%	千t	%	千t	%
A 発生量		96.4	100%	5.7	100%	289.2	100%
B 搬出量		96.4	100%	5.7	100%	289.2	100%
C 有償物量		0.0	0%	0.1	2%	0.0	0%
D 中間処理量	計	96.4	100%	4.3	76%	197.9	68%
	E 再資源化量	62.9	65%	2.5	45%	148.5	51%
	F 焼却量	0.0	0%	0.0	0%	7.1	2%
	G 最終処分量	33.5	35%	1.8	31%	42.2	15%
H 減量化量	計	18.7	19%	0.2	3%	21.5	7%
	from E 再資源化	18.7	19%	0.2	3%	15.6	5%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	6.0	2%
I 最終処分量	計	33.5	35%	3.0	53%	134.6	47%
	from G 最終処分	33.5	35%	1.8	31%	42.2	15%
	from F 焼却	0.0	0%	0.0	0%	1.1	0%
	J 直接埋立	0.0	0%	1.2	22%	91.3	32%

出典：国土交通省・H30 建設副産物実態調査より作成

表 2.9 に基づき、本推計における建設系廃プラスチックの建材別処理フローの設定方法を以下に示す。

表 2.10 本推計における建材別処理フローの設定

表 2.9 の建材区分	本推計における建材別処理フローの設定
廃プラスチック	<ul style="list-style-type: none"> パイプ、継手を除く各建材の発生量に対する再資源化、減量化、最終処分量等の比率は、表 2.9 の「廃プラスチック」と同様と仮定
廃塩ビ管継手	<ul style="list-style-type: none"> パイプ、継手の発生量に対する再資源化、減量化、最終処分量等の比率は、表 2.9 の「廃塩ビ管継手」と同様と仮定
混合廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 混合廃棄物中の建設系廃プラスチックは、表 2.9 の「混合廃棄物（建設系廃プラスチック以外の建設廃棄物を含む）」と同様の傾向を示すと仮定 混合廃棄物中の建設系廃プラスチックにおける建材別搬出量の設定手法については、以下 (2) に詳細を記載

(2) 建設系廃プラスチックの搬出時の状況に関する区分の設定

建設系廃プラスチックは現場分別によって廃プラスチック類として搬出される場合と、混合廃棄物として搬出される場合がある。表 2.9 に示した平成 30 年度建設副産物実態調査結果では、現場分別から搬出される建設系廃プラスチックは、混合廃棄物として搬出されるものに比べ、発生量に対する再資源化率が高く、また焼却処理がゼロとなっている。

このように、搬出時の状況によってその後の処理フローが大きくことなることから、各工事における搬出時の状況に関する区分を表 2.11 のとおり設定した。

表 2.11 建設系廃プラスチックの搬出時の状況区分設定

建設系廃プラスチック	搬出時の状況区分（現場分別または混合廃棄物として）
土木工事、新築工事、維持・修繕工事から発生する建材加工くず（端材）	<ul style="list-style-type: none"> 一般社団法人日本建設業連合会¹⁶における新築工事（非木造）の延床面積あたり発生原単位「廃プラ：4.4kg/m²」と「混合廃棄物中の廃プラ：1.0kg/m²」の比を現場分別及び混合廃棄物中の廃プラスチック搬出量の比として設定
土木工事、維持・修繕工事及び解体工事から発生する使用済み建材（廃材）	<ul style="list-style-type: none"> 根拠となる資料やヒアリングによる定量的データの把握が困難であったことから、後述する素材別のフロー設定等の状況を踏まえ、現場分別及び混合廃棄物中の廃プラスチック搬出量の比を設定（ここでは 1 : 3 と仮定）

¹⁶ 一般社団法人日本建設業連合会、建築系混合廃棄物の原単位調査報告書、平成 30（2018）年度データ https://www.nikkenren.com/publication/fl.php?fi=1233&f=gentani_2018.pdf

(3) 建設系廃プラスチックの建材別・素材別の再資源化手法に係る設定

建設系廃プラスチックの再資源化量におけるマテリアルリサイクル（MR）とエネルギー回収（ER）の比を下表に示す方法により設定した。

表 2.12 建設系廃プラスチックの再資源化手法（MR、ER）の区分設定

建設系廃プラスチック	MR と ER の区分設定手法
土木工事、新築工事、維持・修繕工事から発生する建材加工くず（端材）	・ 一般社団法人日本建設連合会「建設工事現場から排出される廃プラスチック類の組成調査報告書」掲載データ（次頁表 2.13 参照）を参考として建材別・素材別の MR、ER の区分を設定
土木工事、維持・修繕工事及び解体工事から発生する使用済み建材（廃材）	・ 主に(株)リーテム ¹⁷ による調査結果を参考として、建材別・素材別の MR、ER の区分を設定

¹⁷ (株)リーテム、令和 2 年度建設廃棄物の再資源化に関する調査・検討業務報告書、令和 3 年 3 月
<https://www.env.go.jp/content/000103540.pdf>

表 2.13 一般社団法人日本建設連合会「建設工事現場から排出される廃プラスチック類の組成調査報告書」掲載データに基づく新築工事等により発生する「端材」及び「梱包・養生材等」の建材別・素材別の再資源化方法設定状況

分別品目	品目分類設定	全体プラ組成		材質	現状の処理
		重量(kg)	重量比(%)		
残渣	端材/梱包等 =50/50	360	6.09	MIX	熱回収等
その他プラ（非塩ビ）		125	2.11	MIX	熱回収等
雑プラ		63	1.06	MIX	熱回収等
その他複合材		43	0.73	MIX	R不可
小計		591	10		
ビニール系（汚無）	梱包・養生	402	6.81	PE	熱回収等
ビニール系（汚有）	梱包・養生	280	4.74	PE	熱回収等
ブルーシート（汚無）	梱包・養生	46	0.77	PE	熱回収等
CD管	端材	53	0.89	PE	マテリアルR
緩衝材	梱包・養生	24	0.4	PE	熱回収等
ブルーシート（汚有）	梱包・養生	46	0.78	PE	熱回収等
プラ紐	梱包・養生	6	0.1	PE	熱回収等
クランプカバー	副資材	2	0.04	PE	マテリアルR
カラーコーン	副資材	1	0.02	PE	マテリアルR
ねじ山カバー	副資材	0	0.01	PE	マテリアルR
小計		861	15		
フレコンバッグ	梱包・養生	604	10.22	PP	熱回収等
ガラ袋（汚無）	梱包・養生	151	2.55	PP	熱回収等
PPバンド	梱包・養生	45	0.76	PP	熱回収等
硬質（非塩ビ）	端材/梱包等 =50/50	175	2.96	PP	マテリアルR
ガラ袋（汚有）	梱包・養生	24	0.4	PP	熱回収等
Pダンボール（汚有）	梱包・養生	33	0.56	PP	熱回収等
Pダンボール（汚無）	梱包・養生	9	0.15	PP	マテリアルR
スペーサー	副資材	0	0.01	PP	マテリアルR
小計		1,040	18		
発泡スチロール（汚無）	端材/梱包等 =50/50	41	0.69	PS	マテリアルR
発泡スチロール（汚有）		19	0.32	PS	熱回収等
小計		60	1		
発泡ウレタン	端材	11	0.18	PUR	R不可
小計		11	0		
その他プラ（塩ビ系）	端材/梱包等 =50/50	2,220	37.57	PVC	R不可
塩ビ管	端材	584	9.88	PVC	マテリアルR
防災シート	梱包・養生	207	3.5	PVC	R不可
長尺シート	端材	196	3.31	PVC	R不可
硬質（塩ビ系）	端材	106	1.8	PVC	R不可
塩ビモール	端材	17	0.28	PVC	R不可
塩ビ系被覆材	端材	19	0.32	PVC	R不可
塩ビホース	端材	0	0.01	PVC	R不可
小計		3,348	57		
合計		5,910	100		

出典：一般社団法人日本建設連合会、建設工事現場から排出される廃プラスチック類の組成調査報告書（令和4年3月）より作成

(4) 建設系廃プラスチックの素材別の処理フロー推計手法

建設系廃プラスチックの素材別の処理フローを以下の手順で推計した。

表 2.14 建設系廃プラスチックの素材別処理フローの推計手法

手順	素材別処理フローの推計手法
1) 発生量	・ 2.2 において推計
2) 搬出量	・ 表 2.11 にて設定した建材別の比率を、各建材の素材に対しても同様に適用（現場分別または混合廃棄物としての搬出比率）
3) 有償物量	・ 表 2.9 のとおり有償物は「廃塩ビ管継手」のみとなっているため、本推計のパイプ、継手に含まれる PVC のみを各建材の有償物量に配分
4) 直接埋立	・ 表 2.9 のとおり、直接埋立は「廃塩ビ管継手」と「混合廃棄物中の建設系廃プラスチック」が該当 ・ 本推計では、各建材の PVC を直接埋立に優先配分（壁紙等の軟質系建材については可塑剤等の添加剤も搬出量の比率に応じて配分）し、これにて各建材の直接埋立量に満たない場合、その他プラスチックを配分
5) 中間処理	・ 中間処理施設における対応を表 2.9 と同様に、搬出時の状況（現場分別または混合廃棄物）によって区分 ・ 中間処理における各建材の素材の配分手順は、①最終処分（直接埋立、中間処理後埋立）➡②単純焼却➡③再資源化とする ① それぞれの中間処理後の最終処分量は、PVC を優先的に配分する等、上記 4)と同様の対応を実施 ② 表 2.9 のとおり、単純焼却は「混合廃棄物中の建設系廃プラスチック」のみ該当するが、ここでも PVC を優先的に配分（下記の再資源化（ER）にも関連するが、本推計における PVC の単純焼却及び ER の合計値は、環境省・産業廃棄物行政組織等調査報告書（平成 30 年度実績）に掲載された全国の廃プラスチック焼却施設処理能力の 1%未満となるよう設定） ③ 上記の PVC やその他プラスチック等の最終処分量、単純焼却量を搬出量から差し引いた値と PE、PS、PP 等の中間処理施設への搬出量の比率から、素材別の再資源化量を設定
6) 再資源化	・ 上記③の再資源化における MR と ER の区分は、表 2.12 に示した手法に基づき、建材別・素材別に判別
7) 減量化	・ 表 2.9 の発生量に対する再資源化後、単純焼却後の減量化量の比率を建材別・素材別に適用
8) 最終処分	・ 上記②の単純焼却後の素材別最終処分量を表 2.9 に基づき設定し、上記の直接埋立と 3)①との合計から最終処分量を推計

2.3.2 建設系廃プラスチックの発生及び処理フローの統合

工事別・建材別、及び工事別・素材別のフロー推計結果を示す。

(1) 工事別・建材別のフロー推計結果

工事別・建材別フローの推計結果は以下のとおりである。

① 土木工事・建材別

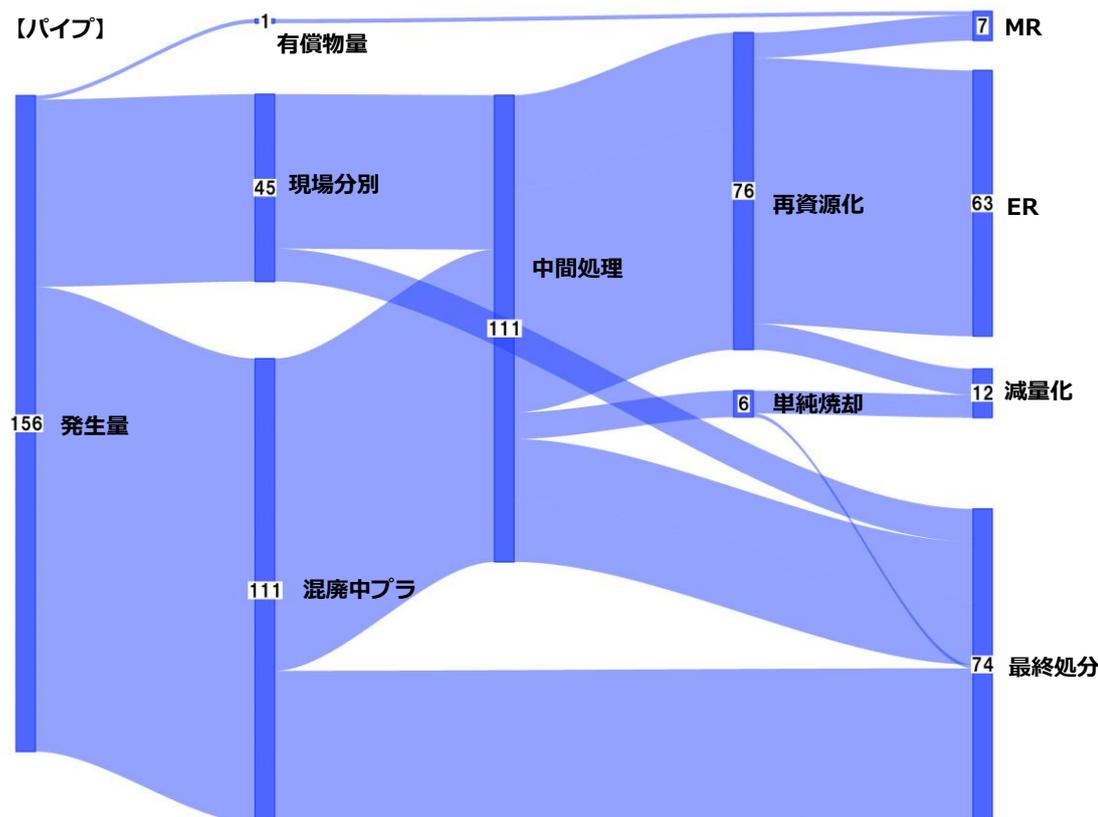


図 2.4.1 土木工事の建材別フロー推計結果（H30、単位：千 t）

表 2.15.1 土木工事の建材別フロー推計結果一覧

H30 重量 (千t)		発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
				計	MR	ER		
建材別	パイプ	156.4	1.0	69.4	6.1	63.4	11.7	74.3
	合計	156.4	1.0	69.4	6.1	63.4	11.7	74.3
	割合	100%	1%	44%	4%	41%	7%	48%

② 新築工事・建材別（硬質系及び発泡製品）

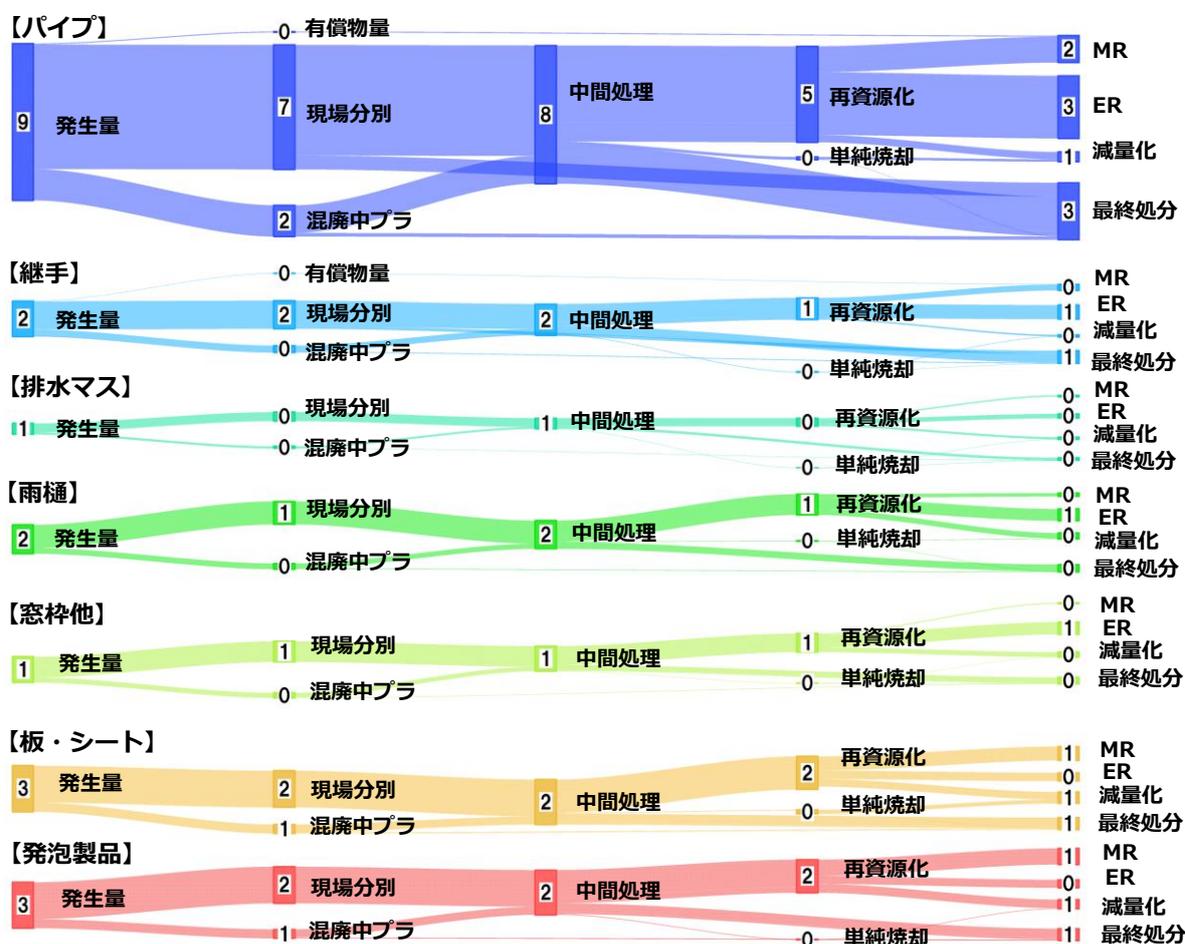


図 2.4.2 新築工事の建材別（硬質系及び発泡製品）フロー推計結果（H30、単位：千 t）

表 2.15.2 新築工事の建材別フロー推計結果一覧（硬質系及び発泡製品）

H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
			計	MR	ER		
パイプ	8.7	0.1	4.9	1.4	3.5	0.5	3.2
継手	2.0	0.0	1.1	0.3	0.8	0.1	0.7
排水マス	0.6	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2
雨樋	1.6	0.0	0.9	0.2	0.7	0.3	0.4
窓枠、その他異形押出※	1.4	0.0	0.8	0.1	0.7	0.3	0.4
平板※	0.4	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1
波板※	0.7	0.0	0.4	0.0	0.4	0.2	0.2
その他シート※	1.5	0.0	0.8	0.8	0.0	0.3	0.4
発泡製品	2.6	0.0	1.4	0.9	0.5	0.5	0.7
合計	19.5	0.1	10.7	3.8	6.9	2.5	6.2
割合	100%	0%	55%	20%	35%	13%	32%

※「窓枠、その他異形押出」はフロー図の「窓枠他」に該当

※フロー図の「板・シート」は表の「平板」「波板」「その他シート」の合計値を示す

③ 新築工事・建材別（軟質系、梱包養生等）

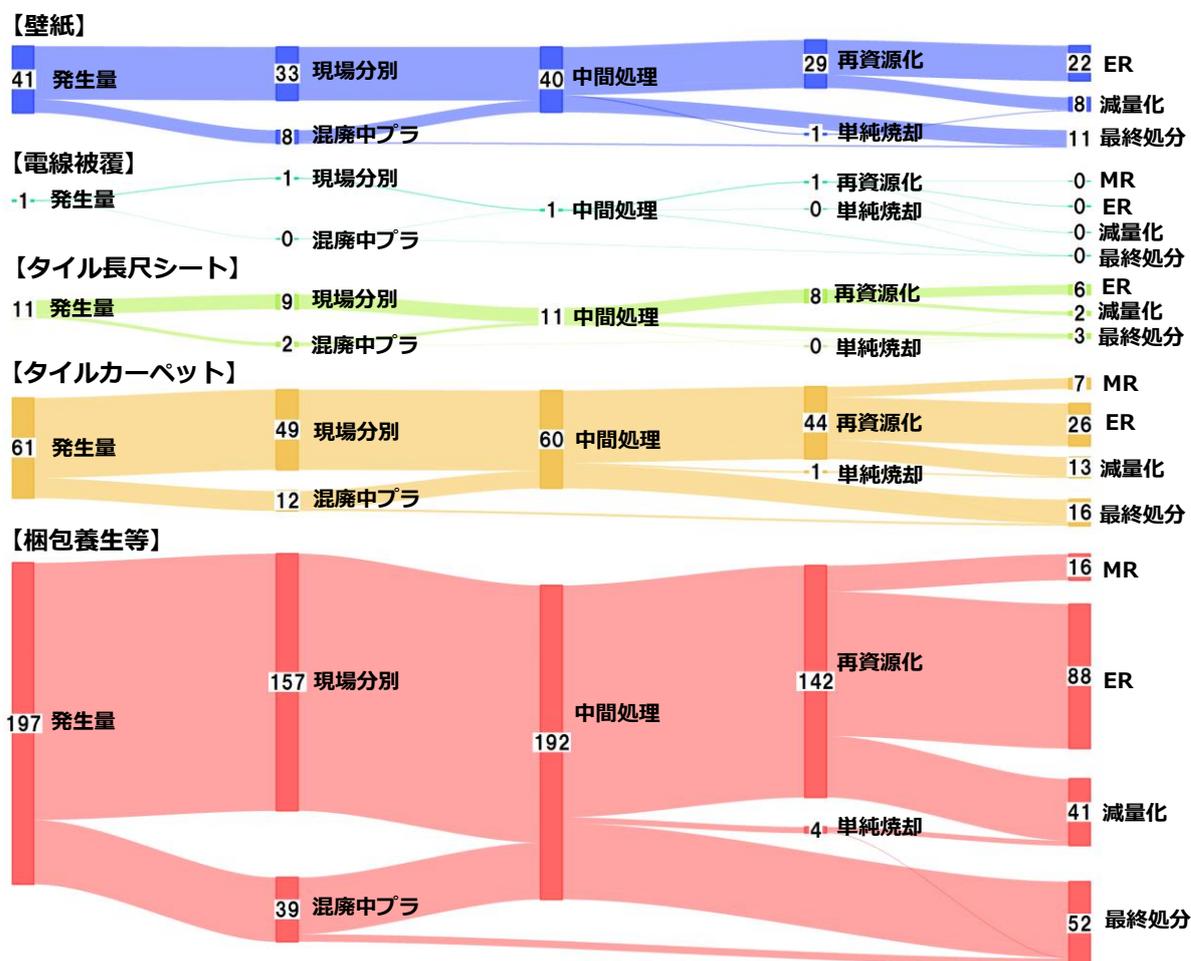


図 2.4.3 新築工事の建材別（軟質系及び梱包養生等）フロー推計結果
(H30、単位：千t)

表 2.15.3 新築工事の建材別フロー推計結果一覧（軟質系及び梱包養生等）

H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
			計	MR	ER		
壁紙	40.9	0.0	21.7	0.0	21.7	8.5	10.7
電線被覆材	1.0	0.0	0.5	0.1	0.5	0.2	0.3
タイル/長尺シート	11.2	0.0	5.9	0.0	5.9	2.3	2.9
タイルカーペット	61.4	0.0	32.5	6.5	26.0	12.7	16.1
梱包・養生等	196.8	0.0	104.4	15.9	88.4	40.8	51.6
合計	311.3	0.0	165.1	22.5	142.6	64.6	81.6
割合	100%	0%	53%	7%	46%	21%	26%

④ 維持修繕工事・建材別（硬質系及び発泡製品）

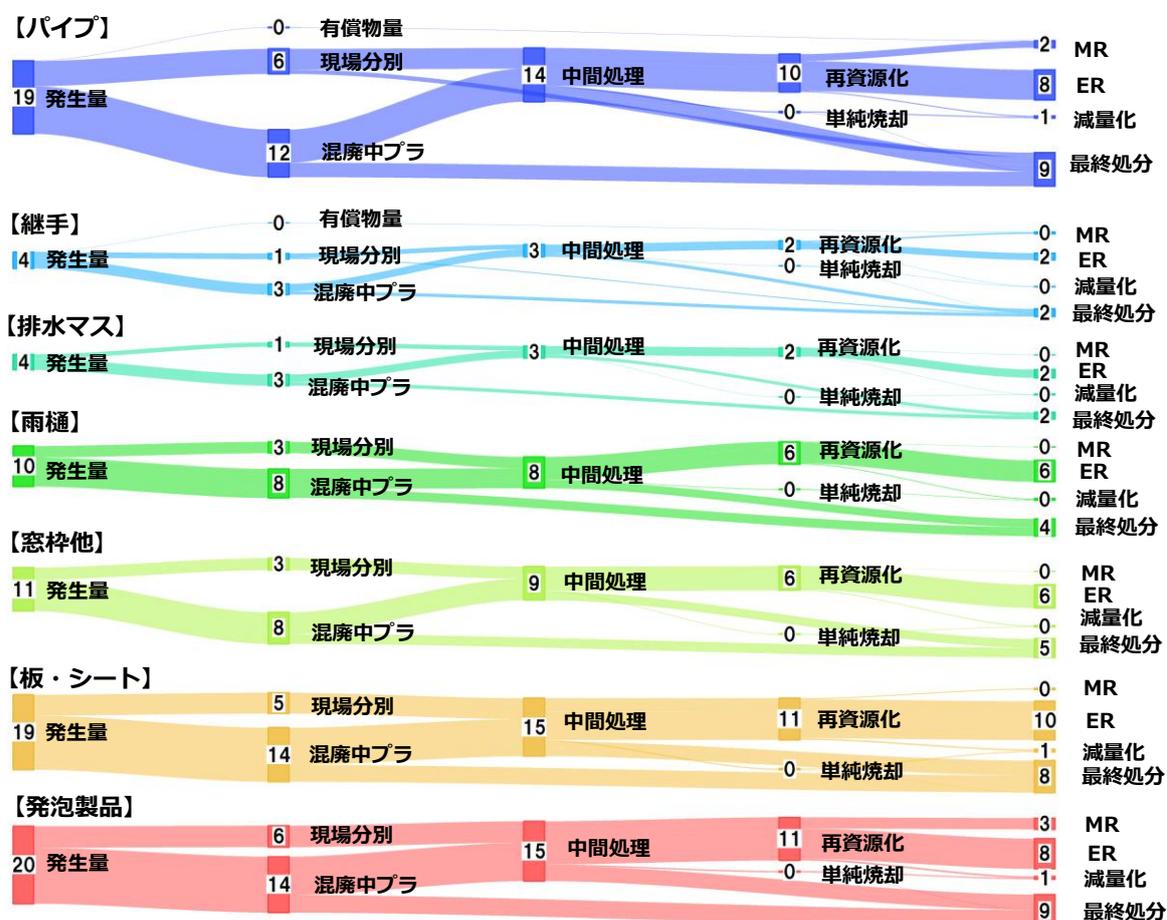


図 2.4.4 維持修繕工事の建材別（硬質系及び発泡製品）フロー推計結果
(H30、単位：千t)

表 2.15.4 維持修繕工事の建材別フロー推計結果一覧（硬質系及び発泡製品）

建材別	H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
				計	MR	ER		
硬質・発泡	パイプ	18.9	0.1	9.5	1.8	7.7	0.6	8.7
	継手	4.3	0.0	2.2	0.4	1.8	0.1	2.0
	排水マス	4.1	0.0	2.2	0.0	2.1	0.2	1.7
	雨樋	10.5	0.0	5.6	0.1	5.5	0.4	4.5
	窓枠、その他異形押出※	11.2	0.0	6.0	0.0	6.0	0.4	4.8
	平板※	2.8	0.0	1.5	0.0	1.5	0.1	1.2
	波板※	5.8	0.0	3.1	0.0	3.1	0.2	2.5
	その他シート※	10.7	0.0	5.7	0.3	5.4	0.4	4.6
	発泡製品	20.0	0.0	10.7	2.9	7.8	0.8	8.5
	合計	88.2	0.1	46.4	5.5	40.9	3.2	38.4
	割合	100%	0%	53%	6%	46%	4%	44%

※「窓枠、その他異形押出」はフロー図の「窓枠他」に該当

※フロー図の「板・シート」は表の「平板」「波板」「その他シート」の合計値を示す

⑤ 維持修繕工事・建材別（軟質系、梱包養生等）

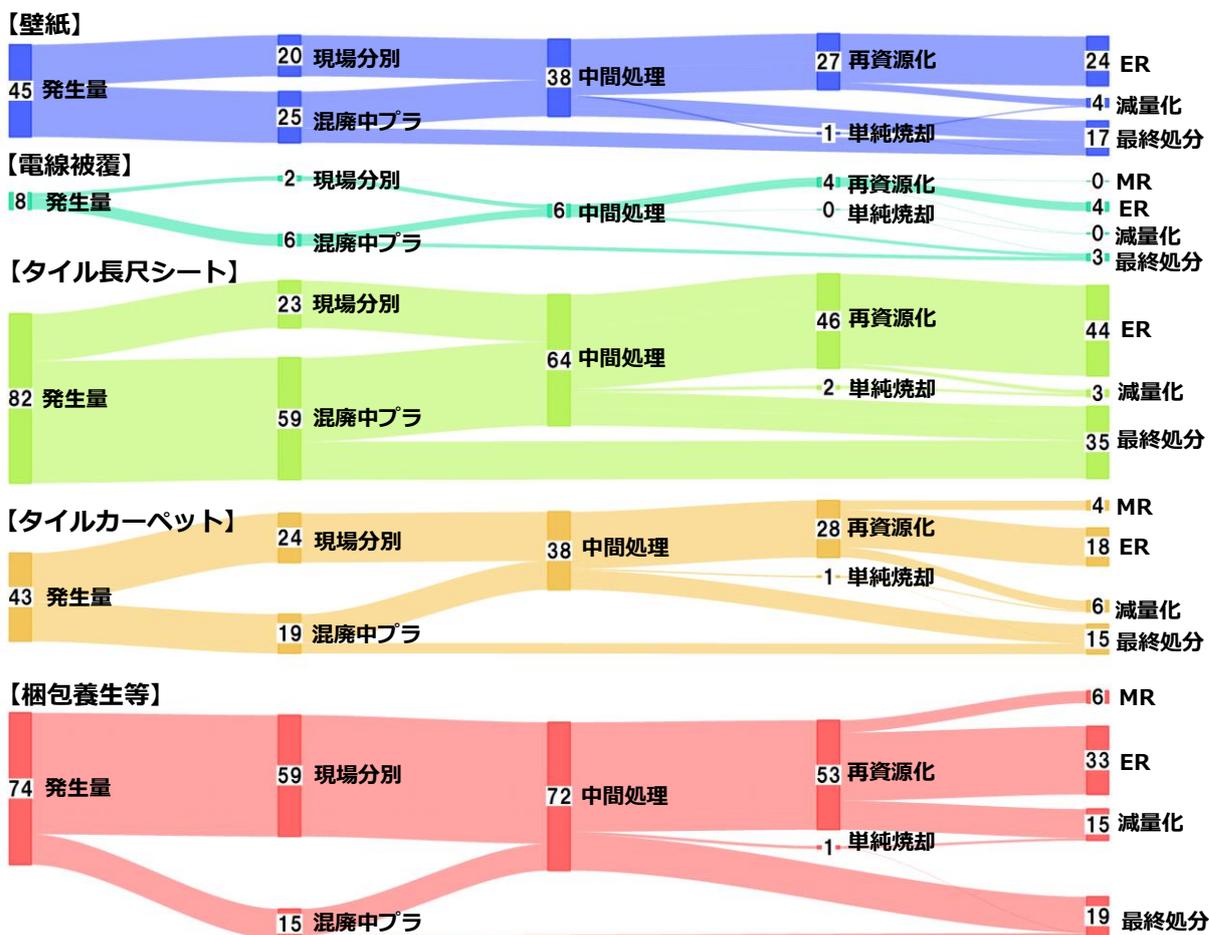


図 2.4.5 維持修繕工事の建材別（軟質系及び梱包養生等）フロー推計結果
(H30、単位：千 t)

表 2.15.5 維持修繕工事の建材別フロー推計結果一覧（軟質系及び梱包養生等）

H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
			計	MR	ER		
壁紙	45.0	0.0	24.0	0.0	24.0	4.1	16.9
電線被覆材	8.0	0.0	4.3	0.0	4.2	0.3	3.4
タイル/長尺シート	82.5	0.0	44.1	0.0	44.1	3.2	35.2
タイルカーペット	43.1	0.0	22.9	4.5	18.4	5.5	14.6
梱包・養生等	74.0	0.0	39.2	6.0	33.2	15.3	19.4
合計	252.5	0.0	134.5	10.5	124.0	28.5	89.5
割合	100%	0%	53%	4%	49%	11%	35%

⑥ 解体工事・建材別（硬質系及び発泡製品）

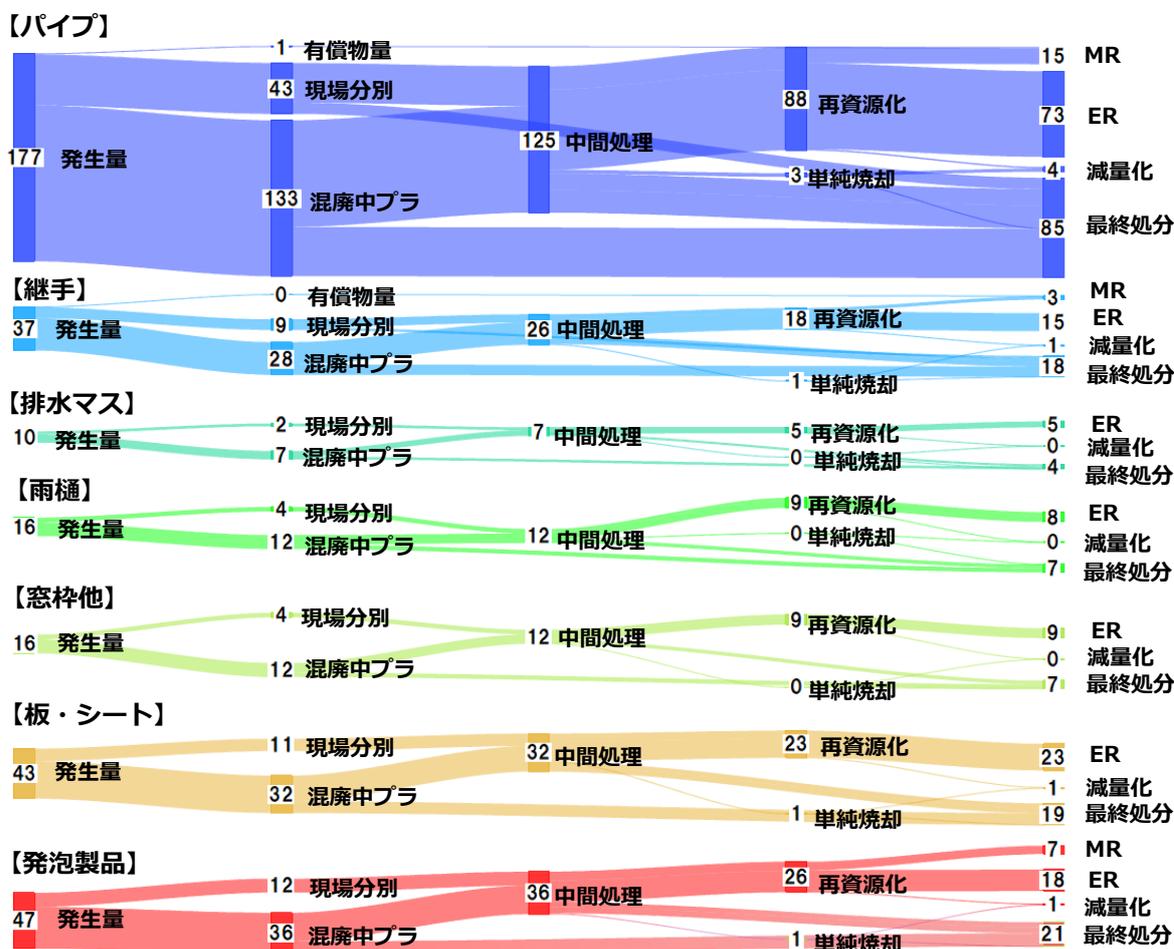


図 2.4.6 解体工事の建材別（硬質系及び発泡製品）フロー推計結果 (H30、単位：千 t)

表 2.15.6 維持修繕工事の建材別フロー推計結果一覧（硬質系及び発泡製品）

建材別	H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
				計	MR	ER		
パイプ		177.0	0.9	86.7	13.7	73.0	4.1	85.4
継手		37.1	0.2	18.2	2.9	15.3	0.9	17.9
排水マス		9.5	0.0	5.1	0.0	5.1	0.3	4.2
雨樋		15.7	0.0	8.4	0.0	8.4	0.5	6.9
窓枠、その他異形押出※		15.9	0.0	8.5	0.0	8.5	0.5	6.9
平板※		7.9	0.0	4.2	0.0	4.2	0.2	3.5
波板※		17.3	0.0	9.3	0.0	9.3	0.5	7.6
その他シート※		17.3	0.0	9.3	0.0	9.3	0.5	7.6
発泡製品		47.5	0.0	25.4	7.2	18.2	1.4	20.7
合計		345.4	1.1	175.1	23.8	151.3	8.7	160.5
割合		100%	0%	51%	7%	44%	3%	46%

※「窓枠、その他異形押出」はフロー図の「窓枠他」に該当

※フロー図の「板・シート」は表の「平板」「波板」「その他シート」の合計値を示す

⑦ 解体工事・建材別（軟質系）

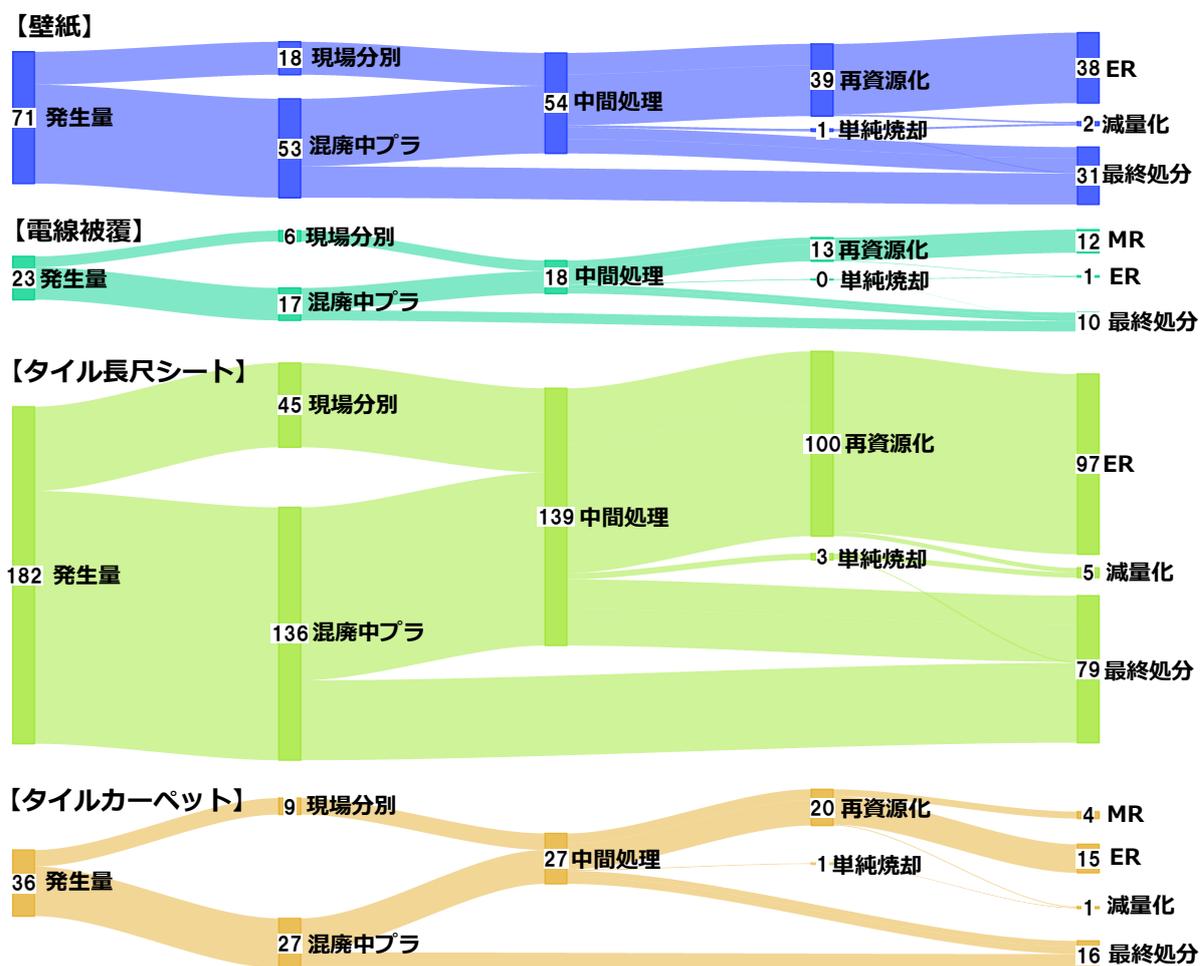


図 2.4.7 解体工事の建材別（軟質系）フロー推計結果
(H30、単位：千 t)

表 2.15.7 解体工事の建材別フロー推計結果一覧（軟質系）

建材別	H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
				計	MR	ER		
軟質・梱包等	壁紙	71.0	0.0	38.0	0.0	38.0	2.1	31.0
	電線被覆材	23.3	0.0	12.5	0.0	12.5	0.7	10.2
	タイル/長尺シート	181.5	0.0	97.1	0.0	97.1	5.3	79.2
	タイルカーペット	35.6	0.0	19.1	3.7	15.3	1.0	15.5
	梱包・養生等	-	-	-	-	-	-	-
	合計	311.5	0.0	166.6	3.7	162.9	9.0	135.9
割合	100%	0%	53%	1%	52%	3%	44%	

(2) 工事別・素材別のフロー推計結果

工事別・素材別フローの推計結果は以下のとおりである。

① 土木工事・素材別

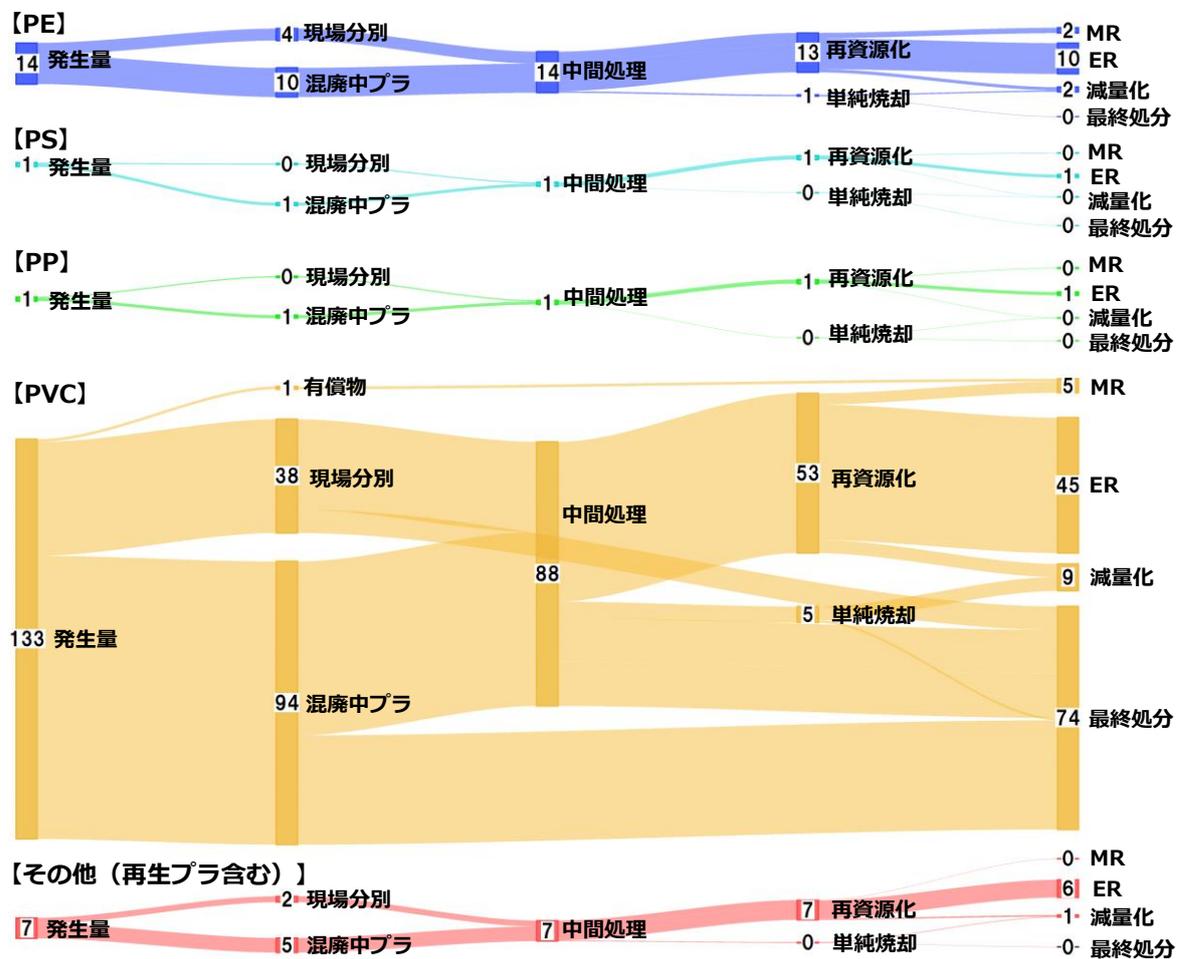


図 2.5.1 土木工事の素材別フロー推計結果 (H30、単位：千 t)

表 2.16.1 土木工事の素材別フロー推計結果一覧

H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
			計	MR	ER		
PE	13.7	0.0	12.1	1.8	10.3	1.6	0.1
PS	1.4	0.0	1.3	0.2	1.1	0.2	0.0
PP	1.4	0.0	1.3	0.2	1.1	0.2	0.0
PVC	132.9	1.0	48.8	3.7	45.0	9.0	74.2
その他プラ	4.9	0.0	4.3	0.0	4.3	0.6	0.0
再生プラ	2.0	0.0	1.7	0.1	1.6	0.2	0.0
可塑剤等	-	-	-	-	-	-	-
合計	156.4	1.0	69.4	6.1	63.4	11.7	74.3
割合	100%	1%	44%	4%	41%	7%	48%

② 新築工事・素材別

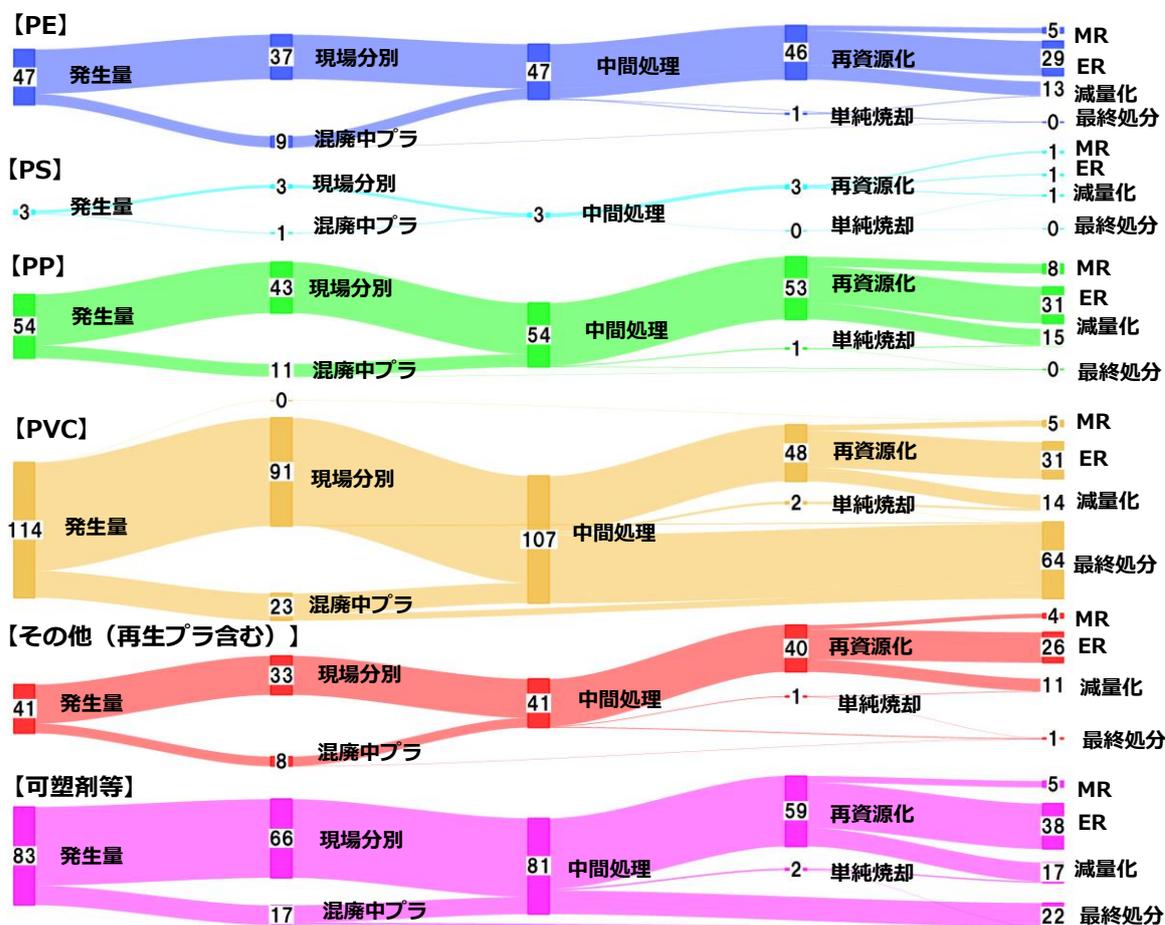


図 2.5.2 新築工事の素材別フロー推計結果（H30、単位：千 t）

表 2.16.2 新築工事の素材別フロー推計結果一覧

素材別	H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
				計	MR	ER		
PE		46.8	0.0	33.8	4.5	29.2	12.7	0.3
PS		3.3	0.0	2.4	1.4	0.9	0.9	0.0
PP		53.9	0.0	38.8	8.0	30.8	14.8	0.3
PVC		114.0	0.1	36.0	4.9	31.1	13.5	64.4
その他プラ		18.9	0.0	13.1	0.4	12.7	4.9	0.8
再生プラ		11.2	0.0	8.1	1.6	6.5	3.1	0.0
可塑剤等		82.8	0.0	43.6	5.4	38.2	17.1	22.1
合計		330.8	0.1	175.8	26.3	149.5	67.1	87.9
割合		100%	0%	53%	8%	45%	20%	27%

③ 維持修繕工事・素材別

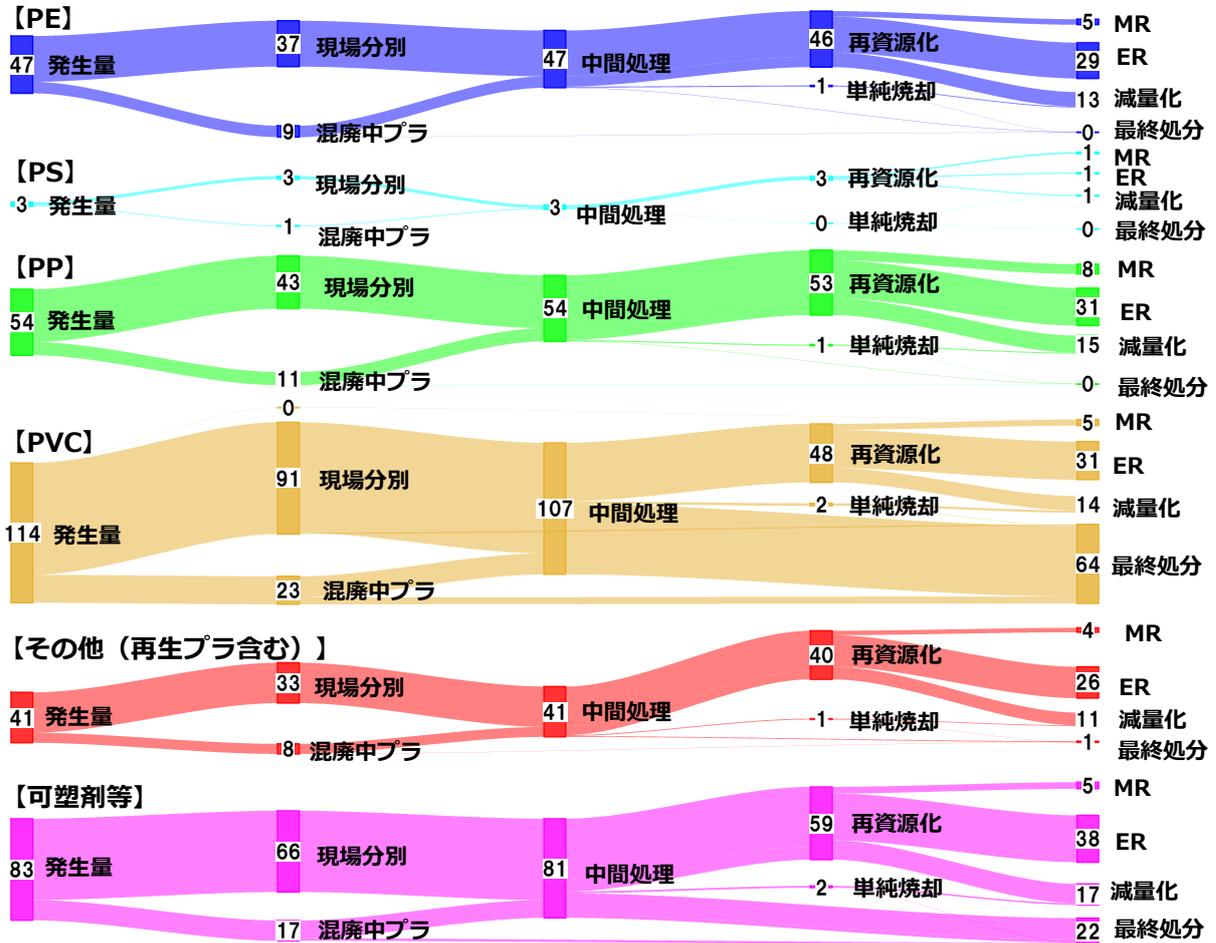


図 2.5.3 維持修繕工事の素材別フロー推計結果（H30、単位：千 t）

表 2.16.3 維持修繕工事の素材別フロー推計結果一覧

H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
			計	MR	ER		
PE	28.5	0.0	21.3	2.0	19.3	5.2	2.1
PS	10.2	0.0	9.5	3.1	6.4	0.7	0.0
PP	26.6	0.0	19.2	3.0	16.2	5.8	1.6
PVC	125.2	0.1	53.0	3.3	49.7	7.4	64.7
その他プラ	25.2	0.0	11.6	0.2	11.4	2.3	11.3
再生プラ	4.5	0.0	3.3	0.6	2.6	1.2	0.0
可塑剤等	120.5	0.0	63.1	3.7	59.4	9.2	48.2
合計	340.7	0.1	181.0	16.0	165.0	31.7	128.0
割合	100%	0%	53%	5%	48%	9%	38%

④ 解体工事・素材別

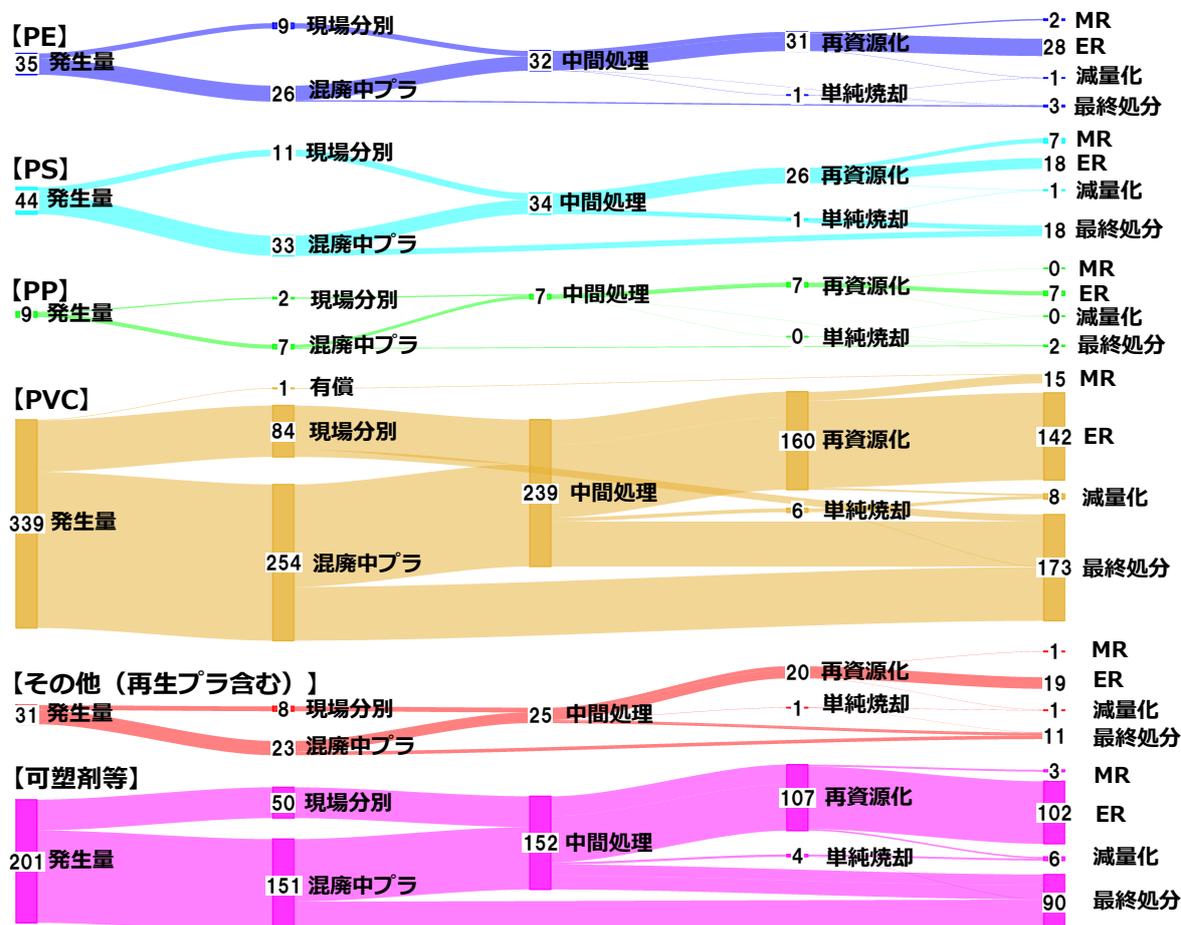


図 2.5.4 解体工事の素材別フロー推計結果 (H30、単位：千 t)

表 2.16.4 解体工事の素材別フロー推計結果一覧

H30 重量 (千t)	発生量計	有償物量	再資源化量 (減量化分除く)			減量化量	最終処分量
			計	MR	ER		
PE	34.7	0.0	30.7	2.5	28.3	1.1	2.9
PS	43.8	0.0	24.9	7.4	17.6	1.3	17.6
PP	8.9	0.0	6.8	0.1	6.8	0.3	1.8
PVC	339.2	1.1	156.4	14.2	142.2	8.4	173.3
その他プラ	27.4	0.0	15.9	0.0	15.9	0.8	10.7
再生プラ	2.1	0.0	2.0	0.3	1.7	0.1	0.0
可塑剤等	200.7	0.0	104.8	3.1	101.7	5.8	90.1
合計	656.9	1.1	341.7	27.5	314.2	17.8	296.3
割合	100%	0%	52%	4%	48%	3%	45%

2.3.3 建設系廃プラスチック処理フロー推計における課題の整理

各種文献調査並びに専門家や関連業界団体へのヒアリング調査等を通じて、建設系廃プラスチックの発生から処理処分に至る各プロセスにおけるデータの収集・整理を行った。建設系廃プラスチックの工事別、建材別、素材別の処理フローに係る情報については依然として不明な点が多いため、上記の文献調査等を通じて妥当と考えられる前提条件を設定し、建設系廃プラスチック処理フローの現状推計を実施した。推計結果のポイントを以下に示す。

- ・ 本推計における建設系廃プラスチックの発生量（平成 30 年）は、1,485 千トンであり、環境省・産業廃棄物の排出及び処理状況（平成 30 年度速報値）の建設業からの廃プラスチック発生量（1,483 千トン）とほぼ同等の値となった。
- ・ また、パイプ、継手、排水マス、雨樋、窓枠、壁紙等に係る建材別の発生量では、既存研究と同等の値を示した。
- ・ 建設系廃プラスチックの発生後の処理フローの推計は、平成 30 年度建設副産物実態調査結果の「廃プラスチック」「廃塩ビ管継手」「混合廃棄物」のフロー、並びに各建材の関連業界団体の情報等に基づき実施した。
- ・ 建材別のフローの検証では「タイルカーペット」について定量的な観点から妥当性のチェックが可能であった。
- ・ 塩ビ工業環境協会¹⁸HP にリファインバース(株)の取組が紹介されており「2006 年より同社千葉工場で年間 18,000 トンの規模で事業化、この量はタイルカーペット総排出量の約 15%に匹敵」といった記述がある。本推計結果ではタイルカーペット（可塑剤等の添加物量を含む）において、この情報から把握できる発生量、再資源化量（MR）がほぼ同等の値を示した。

本推計における課題は以下のとおりである。

- ・ 建設系廃プラスチック発生量推計結果において、その根拠となる環境省・産業廃棄物の排出及び処理状況（平成 30 年度速報値）の建設業からの廃プラスチック発生量と、平成 30 年度建設副産物実態調査結果が大きく異なる（前者は後者の約 2 倍）。
- ・ 発生量推計値は、各建材の加工歩留、耐用年数等のパラメーター設定状況によって変動するため、今後その設定の妥当性について精査する必要がある。
- ・ 建材別の素材構成は、経済産業省生産動態統計年報、紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編におけるプラスチック製品の素材別出荷量データ（「パイプ・継手」「建材等」に関する素材別データあり）が基本となるため、本推計における排水マス、雨樋、窓枠等の各建材国内投入量全体の素材別の比率は同一となっている。
- ・ 建材別、素材別の処理フロー推計は、PVC を優先的に最終処分（直接埋立を含む）に配分する等の仮定に基づくため、今後、素材別（添加剤等を含む）の実態解明が必要である。

¹⁸ 塩ビ工業環境協会、塩ビの MR 事例紹介、タイルカーペット
https://www.vec.gr.jp/recycle/recycle2_2.html

2.4 ヒアリング等に基づく工事別・建材別・素材別の処理フローに係る詳細情報整理

2.4.1 建設系廃プラスチックの建材別・素材別の発生量に係る詳細情報の整理

(1) 塩ビ系の壁紙・床材の素材構成やリサイクル方法について

建設系に使用されるプラスチック製建材の製品の種類や、その製品毎の樹脂素材の割合については、一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会が、平成17年に「再資源化技術の向上と普及・用途開発推進のための調査研究」報告書を発表している。その内容を整理したものを下記の表に示す。

表 2.17 建設系プラスチック製建材の製品の種類や、その製品毎の樹脂素材の割合

用途分類	主な品目	樹脂割合 (%)		備考
		塩ビ	非塩ビ	
壁・内装材料	プラスチック床材	100.0	0.0	クッションフロア（軟質塩ビ）、防滑性シート、フロアタイル（硬質塩ビ）など
	リリウム床材	0.0	100.0	天然素材（木粉、松脂、コルク粉等）が主成分。プラの使用割合は少ない
	タイルカーペット	69.0	31.0	プラスチック素材の他に、ナイロン繊維、ウール、接着剤等が使用されている
	壁紙	86.8	13.2	塩ビを主原料とするが、天然素材系もある。裏打ち材の紙、接着剤等との複合素材
	内装用装飾シート	73.8	26.2	外見が木目調・石目調・メタリック調の化粧シート。シールタイプが多い。
	防湿気密フィルム	0.0	100.0	主にPE製
	透湿防水シート	0.0	100.0	主にPE製
	フィルムラミネート鋼板	56.4	43.6	スチール等にフィルムを貼合せたもの
	フィルムラミネート合板	30.0	70.0	木質系板にフィルムを貼合せたもの
化学量	0.0	100.0	畳床がワラ以外の物で作られたもの	
屋根外装材料	塩ビ波板	100.0	0.0	駐車場の屋根等に使用。ガラスネット強化タイプもある。耐久は3年～5年
	ポリカーボネート板	0.0	100.0	駐車場の屋根等に使用。塩ビの20倍以上の強度。耐久は7年～10年
	アクリル板	0.0	100.0	カーポートやサンテラスの屋根材等。耐用年数は10～15年
	FRP板	0.0	100.0	外装の装飾に用いられる。耐用年数は約10年
	プラスチック雨樋	100.0	0.0	耐用年数は約15年～20年
	透湿ルーフィング	0.0	100.0	壁内が結露しないように、戸建て住宅の外壁に使用される
	防水シート	43.0	57.0	サイディングやモルタル外壁に、雨漏りや結露から建物を保護するために使用
樹脂サイディング材	100.0	0.0	塩ビを主原料とする外壁材。軽量のためフォームに多用される。	
保水性マット	0.0	100.0		
開口部材	樹脂サッシ	100.0	0.0	塩ビ素材、耐用年数は30年～50年
	合わせガラス用中間膜	0.0	100.0	
	ウインドウフィルム	0.0	100.0	
断熱材料	硬質ウレタンフォーム	0.0	100.0	長年に渡って断熱性を維持できる特徴がある
	押出発砲ポリスチレン	0.0	100.0	軽量で圧縮強度が高いことから、断熱材の他、畳の芯材としても使われる。
	フェノールフォーム	0.0	100.0	発泡プラ断熱材の中でも、熱的・化学的に最も安定。カーボンニュートラル建材として注目される。
	高発泡PE系断熱材	0.0	100.0	
	耐火発泡シート	0.0	100.0	
配管材料	水道用樹脂	77.6	22.4	耐用年数は50年以上
	架橋PE管	0.0	100.0	
	ポリプテン管	0.0	100.0	
	ポリプロピレン管	0.0	100.0	
	下水用硬質塩ビ管	100.0	0.0	
	樹脂製排水ます	82.1	17.9	
	ガス用PE管	0.0	100.0	
住宅機器 その他	樹脂製浴槽	0.0	100.0	
	FRP製貯水槽	0.0	100.0	
	人工芝	0.0	100.0	
土木材料・ 緑化資材	化粧用樹脂型枠	0.0	100.0	
	コンパネ用樹脂型枠	0.0	100.0	
	軽量盛土材(EPSブロック)	0.0	100.0	
	ジオグリッド	0.0	100.0	
その他	防根シート	0.0	100.0	
	木粉入り合成木材	0.0	100.0	
	生分解性プラスチック	0.0	100.0	
	人工大理石	0.0	100.0	

出典：一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会「再資源化技術の向上と普及・用途開発推進のための調査研究」（平成17年）を基に作成

上記報告書からは、プラスチック系の建材として、壁紙や床材などの内装材として使用される樹脂の種類では、塩ビ素材の割合が比較的高いということが推測できる。しかし、当該報告書は、今から17年程前に作成されたものであり、その後、一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会からは、建材の組成やリサイクル状況に関する新しい調査報告書が公開されていない。

そこで、今年度は、工事別、建材別、樹脂素材別のフロー図を作成するための定量的な情報を入手することを主な目的として、壁紙と床材について、文献調査と併せて、日本壁装協会と日本インテリア協会にヒアリング調査を実施することとした。壁紙と床材は、プラスチック系建材として使用量や排出量の最も多い製品のひとつと推測されるが、昨年度の環境省のヒアリング調査では、重量ベースでの情報が不足していた。今年度は、製品の素材組成だけでなく、使用済み製品の排出量推計、リサイクルの実態等について、詳細な情報を入手することとした。

① 壁紙に関する文献調査および（一社）日本壁装協会へのヒアリング調査

日本壁装協会の公表資料によると、壁紙の種類には、紙系、繊維系、塩ビ系、プラスチック系、無機質系などがあり、面積ベースでの生産量では、塩ビ系が約90%を占めているが、重量ベースの生産量に係るデータを捕捉するためには、単位面積当たりの重量に関するデータが必要となっていた。

（一社）日本壁装協会へのヒアリング調査により、塩ビ系樹脂は、単位面積当たり約300gという情報を得た。この情報を補完する情報を文献調査した結果、塩ビ系壁紙の、構成断面模式図と壁紙の単位面積当たりの素材構成に関する情報を得た。それを図2.6と図2.7に示す。

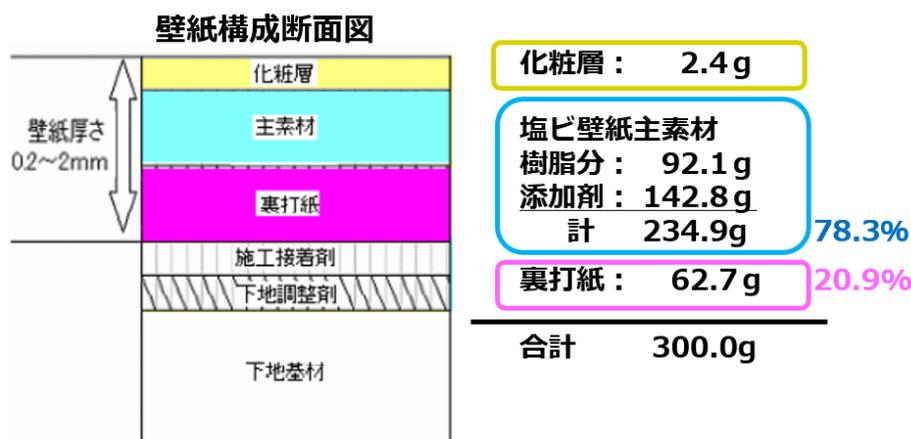


図 2.6 壁紙の構成断面図

出典：「壁紙 LCA 研究部会の活動成果」（東京都市大学 伊坪）を基に作成

塩ビ壁紙 1 m²あたりの重量 300 g 中、塩ビ主素材は 234.9 g で、そのうち、塩ビ樹脂のみは 92.1 g となる。300g の素材構成割合としては、塩ビ樹脂が 31%、可塑剤が 16%、充填剤が 25%、裏打ち紙が 21% となり、プラスチック以外の成分が多い複合素材となっていることが分かる。

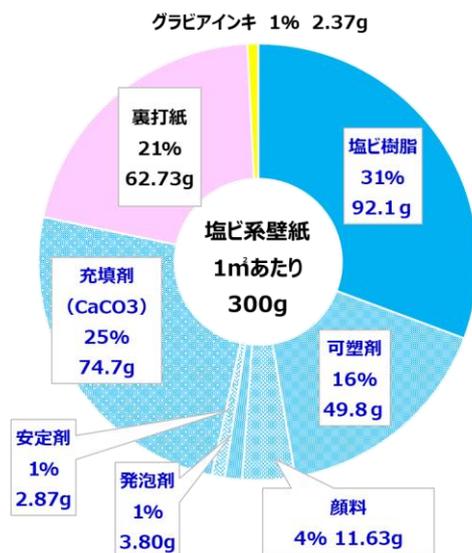


図 2.7 壁紙の素材構成割合

出典：「壁紙 LCA 研究部会の活動成果」（東京都市大学 伊坪）を基に作成

これらの情報から、塩ビ系壁紙の年間生産量（2018 年実績）は、約 14.7 万トンで、その壁紙中に含まれる塩ビ樹脂の量は、約 5.8 万トンと推計された。非塩ビのプラスチック系壁紙についても、1 m²あたりの重量が塩ビと同じ 300 g とすると、壁紙の総重量は約 1.4 万トンで、含まれる樹脂量は 0.86 万トンと推計される。

表 2.18 塩ビ系壁紙および非塩ビ系壁紙の年間生産量と含有樹脂量

壁紙の種類	生産量 (m)	割合 (%)	壁紙主素材 万 t	含有樹脂分 万 t
紙系壁紙	3,880,201	0.6%		
繊維系壁紙	1,471,201	0.2%		
塩化ビニル樹脂系壁紙	625,463,630	90.1%	14.7	5.8
プラスチック系壁紙	60,571,793	8.7%	1.4	0.86
無機質系壁紙	2,384,525	0.3%		
その他壁紙	559,407	0.1%		
	694,343,648	100.0%		

出典：https://www.wacoa.jp/data/pdf/2002-2021flow.pdf を基に作成

また、他の情報¹⁹によると、塩化ビニル系の壁紙の年間生産量約 18 万トンのうち、廃棄される量は約 10 万トンであり、リサイクル率はわずか 1%程度という情報もある。さらに、塩化ビニル環境対策協議会²⁰によると、廃棄量 10 万トンのうち、未使用廃棄物（工場・流通の端材、新築施工端材など）が 3 万 6,900 トン、使用済みが 6 万 2,900 トンという情報もある。

壁紙の主素材（樹脂、可塑剤・充填剤等の添加剤）と裏打ち紙とを分離する技術は、下図に示すとおり既に存在しており、回収された紙素材はトイレに流せるタイプの猫砂などに利用されるケースもある。しかし、紙成分と塩ビ樹脂が完全に分離できずに、紙に塩ビ樹脂が残存してしまった場合は、使用済みの紙の猫砂をトイレに流すと、マイクロプラスチック流出の原因になってしまう可能性も否定できないという聴取意見も得られた。さらに、そもそも主素材に含まれる樹脂と各種添加剤とを分離する技術が、現状では存在しないため、塩ビ系樹脂の壁紙全体のリサイクルは非常に難しく、使用済みの塩ビ系壁紙は、そのほとんどが、埋立処分に回されているのが実態となっている。



図 2.8 塩ビ系壁紙の主素材と裏打ち紙の分離技術

出典：(株)エコロ <https://ecoroine.jp/wallpaper-recycling.html>

② 床材に関する文献調査および日本インテリアフロア協会へのヒアリング調査

プラスチック系の床材については、下図に示すとおり、塩ビ素材を中心とした多様な種類が存在し、目的や用途に合わせて利用されているが、それぞれの詳細な素材構成は不明とな

¹⁹ 株式会社エコロ H.P. <https://ecoroine.jp/wallpaper-recycling.html>

²⁰ 資料： <https://www.pvc.or.jp/pdf/PVC94.pdf>

っていたため、詳しい情報を入手する必要があると考えられた。

コンポジションビニル床タイル	複層ビニル床タイル	ビニル床シート汎用品	防滑性ビニル床シート	クッションフロア	インレイドシート/その他塩ビシート
<ul style="list-style-type: none"> ・ビニル系樹脂と可塑剤などが総重量の30%未満 ・ビニル系床材の中でも難燃性が高く、耐薬品性、耐水性に優れ変形や反りも生じにくい ・施工性や経済性がよい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ビニル系樹脂と可塑剤などが30%以上 ・プレスタイプと積層タイプがある。 ・色彩性、耐摩耗性、耐薬品性に優れる。 ・剥離・貼替え等が容易な簡易接着工法の置ききビニル床タイルの需要が増えており、リサイクルの観点からも注目されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般に、長尺塩ビシートと呼ばれる ・表層は高純度塩ビ樹脂 ・廉価であるなど、コンポジションビニル床タイルと並んで汎用床材の代表的なもの 	<ul style="list-style-type: none"> ・ビニル床シートの中で、凹凸(エンボス)を施して防滑性を付与したもの ・耐候性や意匠性に優れる 	<ul style="list-style-type: none"> ・表層(透明塩ビ層)、印刷層、発泡塩ビ層、バックینگ(裏打ち材)で構成 ・製品の構成上リサイクル材の使用は困難で、グリーン購入法の特定調達品目の対象外 	<ul style="list-style-type: none"> ・ビニルチップ(細粒)等を散布配列して透明塩ビ樹脂で固め、不織布などを裏打ちしたシート ・耐久性やデザイン性に特長
<ul style="list-style-type: none"> ・事務所・学校などの非住宅分野における代表的な床材 	<ul style="list-style-type: none"> ・商業施設用途等を中心に根強い需要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・用途は学校・病院・官公庁施設・オフィス・工場と多岐にわたる 	<ul style="list-style-type: none"> ・賃貸住宅・民間マンション等の共用廊下および階段では必須品 	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅内の水周りに適した床材として根強い需要 	<ul style="list-style-type: none"> ・医療、教育、店舗等への高い需要

図 2.9 塩ビ系床材の種類について

出典：一社日本インテリア協会のデータを基に整理

加えて、昨年度までのヒアリング調査で入手した塩ビ系床材の生産量データは、壁紙と同様、面積ベースの数量であったため、ヒアリング調査等によって、重量ベースへの単位換算も必要であったことから、今年度も日本インテリア協会へのヒアリング調査を実施した。本ヒアリング調査で得られたデータを基に作成した重量ベースでの生産量データを図 2.10 に示す。塩ビ系床材は、年間約 14 万トンが生産されているという結果が得られた。

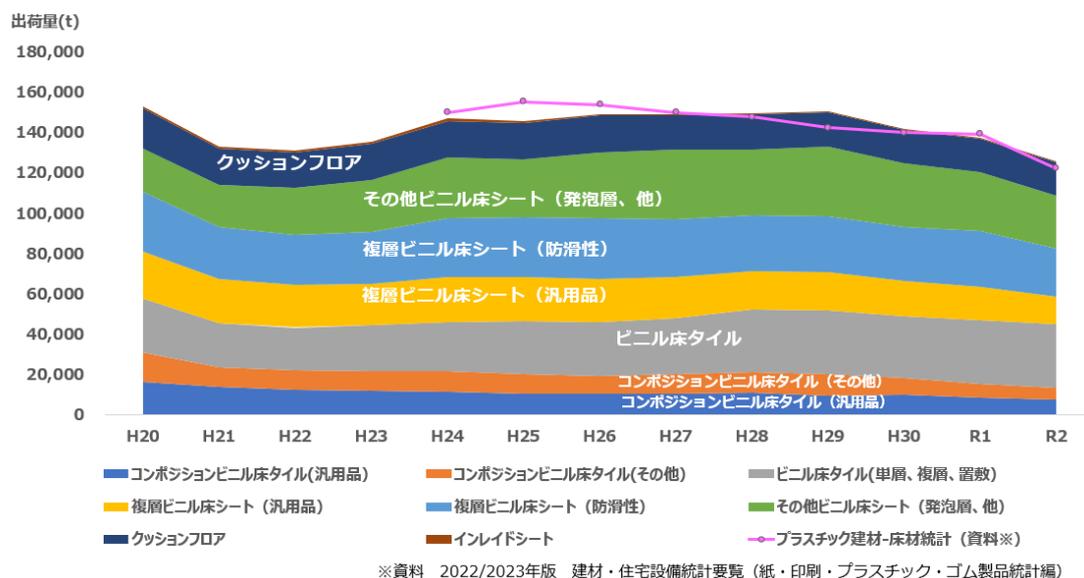


図 2.10 日本インテリア協会提供資料に基づく塩ビ系床材の国内出荷量推移

日本インテリア協会から提供を受けた資料に基づいて、塩ビ系床材の素材構成を整理した表を以下に示す。下表からは、年間の床材生産量約 14 万トンのうち、含まれている塩ビ樹脂は約 5 万トンであり、それ以外の構成素材には可塑剤、充填剤、ガラス繊維などがあるため、塩ビ系床材も壁紙と同様に、リサイクルが難しい複合製品になっていることが明らかとなった。

表 2.19 塩ビ系壁紙および非塩ビ系壁紙の年間生産量と含有樹脂量

	H30データ 推計重量 (t)						合計
	PVC樹脂	可塑剤	充填剤 (CaCO ₃)	ガラス繊維	発泡剤	その他	
コンポジションビニル床タイル(汎用品)	2,797	1,350	5,207	0	0	289	9,643
コンポジションビニル床タイル(その他)	2,470	1,192	4,600	0	0	256	8,518
ビニル床タイル(単層、複層、置敷)	9,159	3,664	16,792	0	0	916	30,531
複層ビニル床シート (汎用品)	7,051	3,526	6,170	0	0	881	17,628
複層ビニル床シート (防滑性)	10,715	5,357	9,375	0	0	1,339	26,787
その他ビニル床シート (発泡層、他)	12,659	6,329	11,076	0	0	1,582	31,647
クッションフロア	7,454	4,472	2,485	1,656	166	331	16,565
インレイドシート	209	104	183	0	0	26	522
	52,514	25,996	55,888	1,656	166	5,621	141,841

日本インテリア協会へのヒアリング調査によると、塩ビ系床材の排出量やリサイクルについては、下記のような聴取意見が得られた。

【床材排出量について】

- ・ 工事現場での端材発生量は、新築・修繕ともに 7%程度でこの数値は直近ではあまり変化していない。
- ・ 解体や修繕で排出される廃塩ビの量については不明
- ・ 賃貸住宅での入居者入替りによる床材の張替えは、あまり実施されず経年劣化は少ない。

【床材のリサイクル処理に係る課題について】

- ・ バージンの原材料の方が安価で供給量も安定している。
- ・ 現場の分別環境が整っておらず、分別や異物除去に手間がかかるため、リサイクルコストが高くなる。
- ・ 床材をリサイクルするための分別作業は、内装業者にとっては非常に負担となる。
- ・ 廃プラスチックは安定型処分場での埋立になる。最終処分のコストはあまりかからない。
- ・ 現在の建設リサイクル法では廃プラスチックは対象外となっているため、積極的な回収が行われない。

(2) 新築工事から発生する塩ビ系樹脂のマテリアルフローとリサイクルに係る課題

一般社団法人日本建設業連合会では、2021年11月～12月にかけて、建設廃棄物協同組合の協力のもと「廃プラスチックの組成調査」を実施し、その結果を報告書として取りまと

めた「建設工事現場から排出される廃プラスチック類の組成調査報告書」（2022年6月）がHP上で公開されている。当該資料では、新築工事から発生する素材別、建材別の処理処分方法についての詳細なデータが掲載されていることから、新築工事におけるプラスチック建材のマテリアルフローについて、サンキー図で以下のように示すことが出来る。

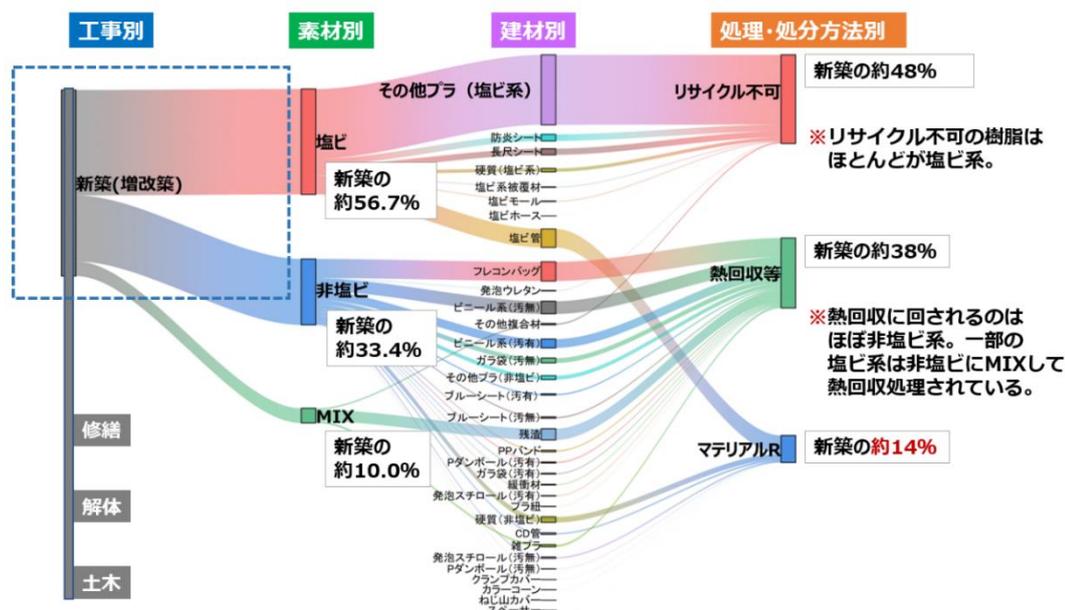


図 2.11 新築工事における建設系廃プラスチックのマテリアルフロー

出典 : <https://www.nikkenren.com/publication/fl.php?fi=1265&f=haipara.pdf> を基に作成

当該報告書によると、新築工事から発生するプラスチック建材は、塩ビが約 56.7%、非塩ビが 33.4%、MIX 状態のものが 10.0%となっている。しかし、塩ビ系樹脂の多くは、建材の製品名が明確でない「その他プラ（塩ビ系）」となっており、その他プラを含むほとんどの塩ビ系樹脂が、リサイクルが不可の廃棄物として、扱われている状況となっている。一方、素材をあらかじめ把握することが出来る新築工事において発生する塩ビ管は、多くがマテリアルリサイクルされているものの、プラスチック建材のマテリアルリサイクル率は、全体でわずか 14%程度に留まっている。このように、建設系のプラスチック建材については、特に塩ビ系樹脂の廃棄物発生量抑制や、リサイクル手法の確立が、大きな課題であることが、データからも明らかとなっていると考えられる。

建設系資材として多くの製品が使用される塩ビ系のプラスチック建材について、塩ビ工業・環境協会では、使用される場所や用途についてわかりやすくイラスト図にまとめた資料を公表している。特に、本業務に関連する建設系の塩ビ製品について、図に黄色の丸枠や解説を入れたものを次頁に示す。

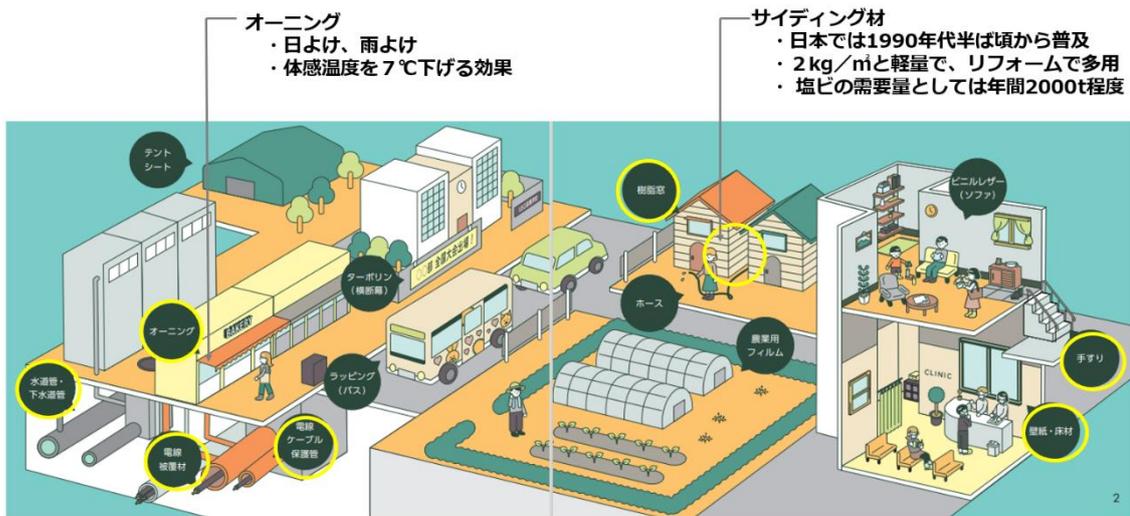


図 2.12 塩ビ素材の使用や用途

出典：①「塩ビとSDGs」（2022年4月 塩ビ工業・環境協会発行）

https://www.vec.gr.jp/lib/pdf/enbi_sdgs_b5.pdf

②塩ビ工業・環境協会 H.P. 「塩ビとは」

さらに、建設系に多く使用される壁紙・床材・窓枠以外の塩ビ製品について、塩ビ工業・環境協会の公表資料を基に、種類や用途等について下図にまとめて示す。

塩ビ製品	パイプ・継手	波板	雨樋	電線被覆	塩ビ鋼板 (融垂鉛めっき鋼板等 との複合素材)	軟質フィルム・シート
用途	上・下水道用の配管、給・排水設備用、ケーブル保護	住宅用明かり取り、テラス、カーポート、仮設、鶏舎・豚舎、	一般住宅用、倉庫、学校、工場など	屋内配線用、設備用	屋根、外壁（サイディング材）、玄関ドア、住宅外装部材、内装材、天井材等	内装用、天井材、防水シート、養生シート、間仕切り等
						

図 2.13 建設系の主な塩ビ製品（壁紙・床材・窓枠以外）の用途や種類

出典：塩ビ工業・環境協会 H.P.「塩ビとは」を基に整理

写真データからも分かるように、一般的な塩ビ系建設資材は、他の素材と複合製品化されているものが多く、排出時に分別やリサイクルが難しい混合廃棄物となり易いことが推測される。このような、塩ビ系建設素材に係る詳しい情報の収集や、建設系工事から発生する

塩ビ樹脂のリサイクル促進に向けた課題を整理することを目的として、塩ビ工業・環境協会へのヒアリング調査を実施した。下記に、ヒアリング調査で得られた主な聴取内容を示す。

【建設系での塩ビ素材の排出量について】

- ・ 売却した塩ビの利用先については、10年以上前は調査を実施していたが、現在は実施していない。
- ・ およその目安として、塩ビシートの場合は約6割が建設系で利用されている。
- ・ 塩ビの添加剤（可塑剤等）のデータは協会では把握していない。

【塩ビのリサイクル推進に向けた課題について】

- ・ リサイクルの意義や目的の教育、インセンティブの付与、義務や責務など何らかの社会的な強制力が必要ではないか。
- ・ 埋立処分のコスト、地方自治体での埋立て処分量削減に向けた取組みなど。

(3) 産業連関表を活用した建築用梱包資材の排出量推計

一般社団法人日本建設業連合会の報告書では、図 2.11 の新築工事における建設系廃プラスチックのマテリアルフローに示したとおり、非塩ビ系については、フレコンバックやブルーシートなど、建築向けの資材として建設に直接利用されるものとは別の、梱包材や養生資材、廃棄物処理用資材などが多くの割合で排出されていることが窺える。そのため、建設工事で使用・排出されるこれらの資材の割合を推計するためには、製造・販売された汎用的な包装系資材のうち、建設業に投入される資材の割合を推計することが必要となってくる。

そのための推計手法として、東京大学が 2020 年に発表した、産業連関表を活用したプラスチックのマテリアルフロー解析手法である Nakatani et al.(2020)²¹のうち、一般向けにオープンデータとして公開されている資料の活用を試みた。その集計で得られた、建設業に投入される包装系プラスチック量（トン）の推計結果を下表に示す。

表 2.20 産業連関表を活用した建設業に投入される包装系プラスチック排出量(t)推計

	建築	建設補修	公共事業	土木	合計
塩ビ	414	166	178	132	890
非塩ビ	55,004	26,107	14,419	11,941	107,472
合計	55,418	26,273	14,597	12,074	108,362

出典：https://osf.io/ajs7n/ 容器包装プラスチックの物質フロー分析 を基に作成

2.4.2 工事現場における建設系廃プラスチックの分別に係る取組状況

(1) 新築工事、解体工事における建設系廃プラスチックの排出区分の整理

²¹ Jun Nakatani *, Tamon Maruyama, Yuichi Moriguchi, *PNAS*, 117 (33) 19844-19853
Revealing the intersectoral material flow of plastic containers and packaging in Japan
<https://doi.org/10.1073/pnas.2001379117>

国土交通省の第4回首都圏建設副産物小口巡回共同回収システム構築協議会(平成20年)の資料によると、新築工事と解体工事について、工事別の廃プラスチックの排出区分がステージごとに整理されている。

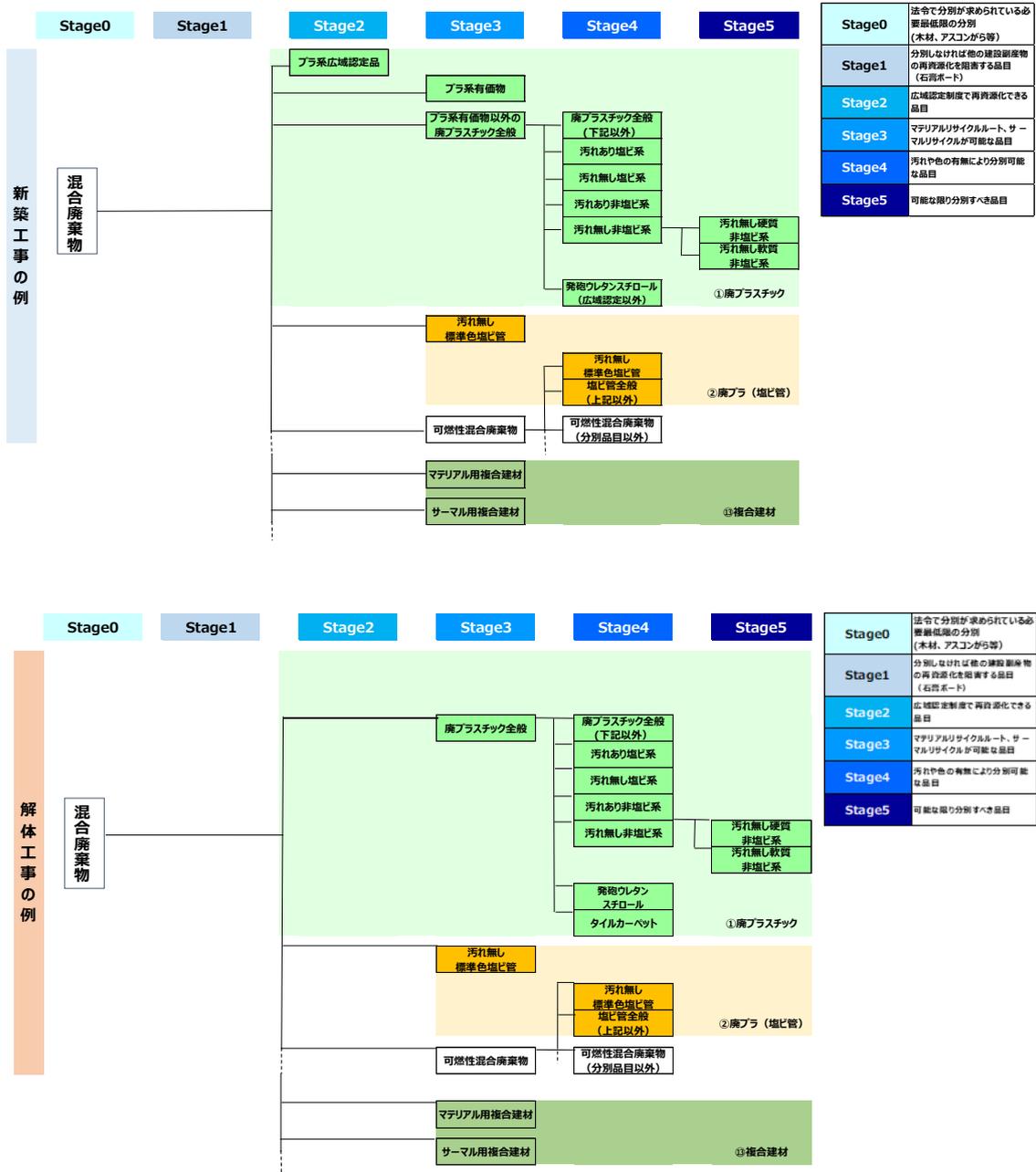


図 2.14 建設副産物ごとの分別ステージ (分別品目ツリー図)

出典：第4回首都圏建設副産物小口巡回共同回収システム構築協議会 資料 4-3-別添 2

(2) 建材における塩ビ識別マークの普及状況

塩ビ系の建設系廃プラスチックについては、平成 13 年経済産業省令第 94 号で、「塩化ビニル製建設資材の表示の標準となるべき事項を定める省令」が定められている。塩化ビニル製建設資材の一部である塩ビ製壁紙は、資源の有効な利用の促進に関する法律の指定表示製品に位置付けられており、これの製造する事業者及び自ら輸入し販売する事業者は、使用済みとなった壁紙のリサイクルを促進するため、分別回収をするための表示を行うことが義務付けられている。その表示方法については、塩化ビニル製建設資材の表示の標準となるべき事項を定める省令において、壁紙の裏面に一定の表示をするよう規定されている。これは、意匠性等への配慮から壁紙の表面への表示が困難と想定されたためである。

その後、平成 21 年経済産業省令第 11 号で、「塩化ビニル製建設資材の表示の標準となるべき事項を定める省令の一部を改正する省令」が出されているが、輸入壁紙については、現行表示方法での表示が困難であり、現行の表示方法の見直しの検討を行ったものとされている。

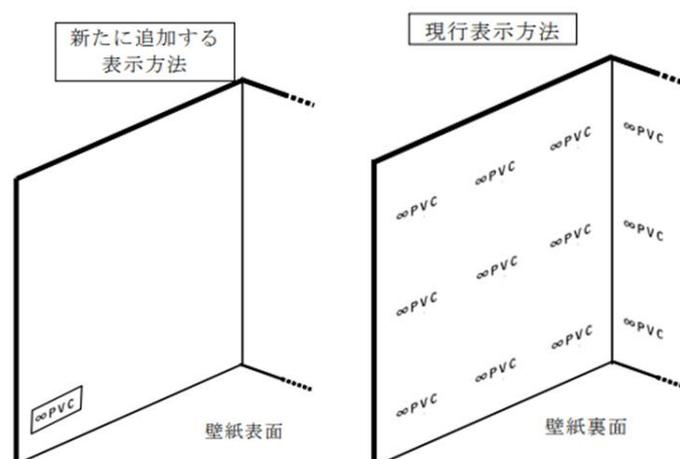


図 2.15 建材の塩ビ識別マーク∞PVC の表示例

出典：

https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/committee/a/14/hairi14_04.pdf

しかし、今年度の事業者へのヒアリング調査によると、経済産業省の省令で定められた∞PVC マークは、実際の建設工事においては、ほとんど活用されていないという実態があることが分かった。中間処理業者等への認知度が低いことに加え、実際の解体現場では汚れの付着などで、ほとんどマークが識別できないということが、その理由として挙げられている。

2.4.3 建設系廃プラスチックの回収に係る取組状況

(1) 床材、壁紙、非塩ビ（断熱材等）の回収促進に向けた広域認定制度の活用状況

広域認定制度とは、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和 45 年法律第 137 号）第 9 条の 9 及び第 15 条の 4 の 3 に規定され、環境大臣が廃棄物の減量その他その適正な処理の

確保に資する広域的な処理を行う者を認定し、この者について廃棄物処理業に関する地方公共団体ごとの許可を不要とする特例制度である。平成 15 年の法改正により創設され、平成 15 年 12 月 1 日から施行されている。認定を受けるのは製造、加工、販売等の事業を行う者だが、自社製品の配送会社とともに認定を受けることにより収集運搬・処分とも処理業許可が不要となる。

① 壁紙の場合

日本壁装協会では、壁紙の広域認定制度導入を目指して、2015 年に小口回収システム構築の実証試験を実施し、平成 29 年に広域認定を取得している。(第 271 号)

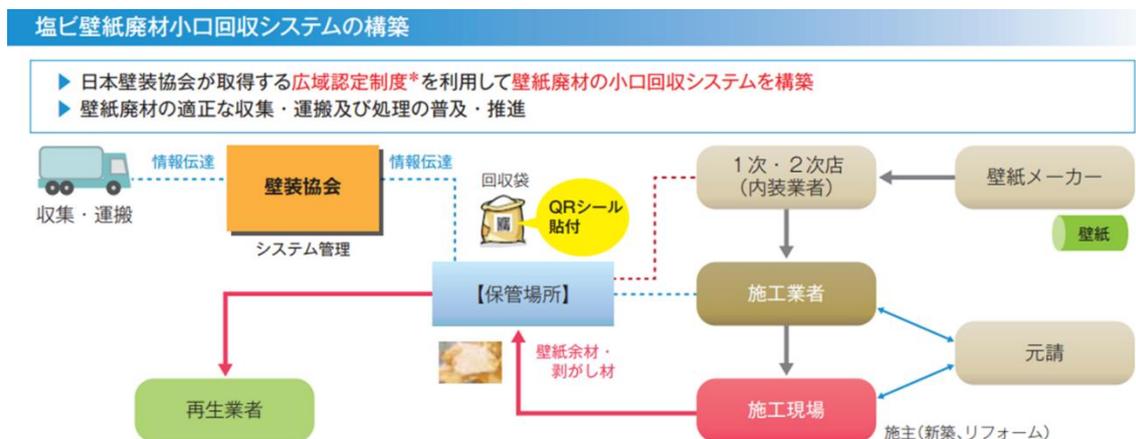


図 2.16 塩ビ壁紙小口回収システムの構築

出典：塩化ビニル環境対策協議会 2015.9 PVC NEWS No.94

しかし、今年度の日本壁装協会へのヒアリング調査によると、認定は取得したものの実際には、制度の活用がほとんど出来ていないという状況となっているということであった。

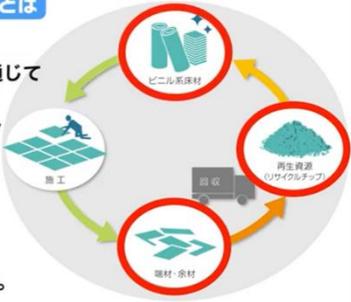
②床材の場合

床材については、以下の事業者（団体）が広域認定²²を受けている。

表 2.21 床材の広域認定制度取得状況

認定	事業者（団体）	再生方法・受け入れ条件・費用等
第 215 号 平成 24 年	東リ	<ul style="list-style-type: none"> ・タイルカーペット廃材を東リが回収し、指定再生工場にてリサイクルチップに加工し、タイルカーペットのバックニング層に組み込み、リサイクルタイルカーペットを製造。 ・東リ製の塩ビバック・タイルカーペットの使用済み廃材に限る。処理施設場所は(株)タイボー（岐阜県）

²² 一般社団法人日本建設業連合会 <https://www.nikkenren.com/kankyousei/3-3.html>

		<p>ビニル系床材のリサイクルシステム I.F.Aリサイクルシステム </p> <p>ビニル系床材のリサイクルシステムとは</p> <p>東りが取り組むリサイクル事業は インテリアフロア工業会(I.F.A)を通じて 工事現場から発生する 塩ビ床材の端材・余材を分別回収し</p> <p>↓</p> <p>粉碎処理した後</p> <p>↓</p> <p>工場で再び床材に マテリアルリサイクルするものです。</p>  <p>対象地域 国内全エリア。(北海道・沖縄・離島の場合、別途費用がかかります。)</p> <p>リサイクル可能な床材</p> <p><施工時に出る新品の余り材料></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ビニル床シート(ビニル巾木含む) ・クッションフロア ・複層ビニル床タイル、置敷きビニル床タイル <p><すでに施工されていた床材></p> <ul style="list-style-type: none"> ・置敷きビニル床タイル <p>※回収できない床材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンポジションビニル床タイル ・単層ビニル床タイル
<p>第 216 号 平成 28 年</p>	<p>インテリアフ ロア工業会</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・インテリアフロア工業会が、ゼネコン、中間処理業者と協力。施工現場（新築）で発生した端材・余材を中間処理施設で破碎等の処理をし、工業会の加盟各社が床材の原料として活用。 ・2009 年からは、建築物の改修・改装現場で発生する使用済み置き敷ビニル床タイル（接着剤不使用）も回収。平成 21 年の計画では、処理量 10 トン。受入れ条件は、異物の無いこと。

③ 断熱材の場合

断熱材（非塩ビ）については、以下の事業者が広域認定を受けている。

表 2.22 断熱材（非塩ビ）の広域認定制度取得状況

認定	事業者（団体）	再生方法・受け入れ条件・費用等
第 12 号 平成 16 年	株式会社ジェイエスピー	<ul style="list-style-type: none"> ・押出發泡ポリエチレン製品、ポリスチレン製品及びポリプロピレン製品 ・自社工場において再生処理する
第 48 号 平成 17 年	株式会社カネカ その他	<ul style="list-style-type: none"> ・押出法ポリスチレンフォーム製品
第 57 号	デュポン・ス	<ul style="list-style-type: none"> ・押出發泡ポリスチレン板

平成 17 年	タイロ株式会社	
第 160 号 平成 21 年	旭化成建材株式会社	・発泡プラスチック断熱材
第 253 号 平成 28 年	株式会社日本アクア	<ul style="list-style-type: none"> ・発泡ポリウレタン断熱材及び養生材 ・日本アクア製造の原料を使用した現場発泡ウレタン断熱工事時に発生したウレタン断熱材端材を、ウレタン製のブローイング断熱材（特許取得）の原料として再利用²³ <p>広域認定制度を利用したリサイクルの流れ</p>  <p>※建設現場で発生したウレタンフォームの端材を回収し、当社工場にてブローイング工事用の断熱材として再利用いたします。</p>
第 291 号 令和 2 年	三昌フォームテック株式会社	・建築用途の発泡ポリスチレン端材

非塩ビ系の断熱材について、種類と年間の生産量を取りまとめたものを下図に示す。

鉱物繊維系		木質繊維系		発泡プラスチック系			
グラスウール	ロックウール	セルローズファイバー	インシュレーションボード	ビーズ法ポリスチレンフォーム (EPS)	押出法ポリスチレンフォーム (XPS)	硬質ウレタンフォーム	フェノールフォーム
リサイクルガラスが主原料。住宅の壁や天井・床などに使われる。	高炉スラグや玄武岩が主原料。住宅用にはマット状に加工されて使用される。	主原料は新聞古紙。国内の資源が再利用されている。吹き付け工法で施工される。	蒸解した木材繊維を接着剤と混合して熱圧成型した木質ボードの一種。軽くて、寸法安定性も良く、加工・施工が容易。	ポリスチレン樹脂と炭化水素系の発泡剤からなる原料ビーズを発泡させたもの。屋根、天井、壁、床、基礎等に使用される。	軽量で圧縮強度が高いことから、断熱材の他、畳の芯材としても使われる。	長年に渡って優れた断熱性を維持できる特徴がある。	発泡プラスチック断熱材の中でも、熱的・化学的に最も安定。カーボンニュートラルに向けた建材として注目されている。
							
2021年生産量 139,700 t	73,912 t	13,584 t	83,794 t	9,980 t	37,984 t	54,190 t	11,038 t

図 2.17 建材向け断熱材の種類・特徴・年間生産量

出典：各種工業会データ及び 2022/2023 年版建材・受託設備統計要覧を基に整理

²³ 株式会社日本アクア https://www.n-aqua.jp/aqua_wp/wp-content/uploads/2018/01/78027421cd019adcaa65b6aba22dbf0b-2.pdf

(2) 建築用梱包材の回収状況

(社) プラスチック処理促進協会（現：(一社) プラスチック循環利用協会）が取りまとめた2つの報告書「建築系混合廃棄物中の廃プラスチック再資源化のための調査」（新築工事 H12 調査 H13 報告書）及び「建築解体廃棄物中の廃プラスチック再資源化のための基礎調査」（解体工事 H14 調査 H15 報告書）によると、新築工事と解体工事では、排出されるプラスチックの組成について、下図のような違いが見られる。

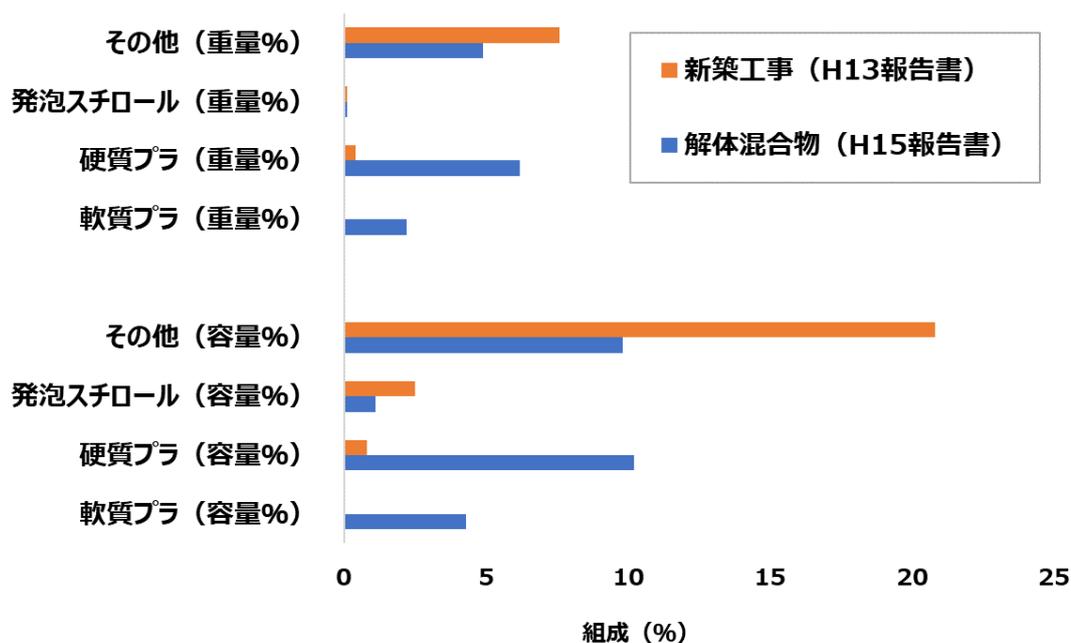


図 2.18 工事別廃棄物における廃プラスチック類の組成

出典：(社) プラスチック処理促進協会（現：(一社) プラスチック循環利用協会）を基に作成
「建築系混合廃棄物中の廃プラスチック再資源化のための調査」（H12 調査 H13 報告書）
「建築解体廃棄物中の廃プラスチック再資源化のための基礎調査」（H14 調査 H15 報告書）

解体混合物と比較して、特に新築工事では、「その他」に分類される廃プラスチックが、特に容量%で比較的大きな割合を占めていることが分かる。これに関連して、今年度、積水ハウス資源循環センターでの視察の際に聴取した情報によると、新築系のプラスチック系廃棄物としては、建設資材を梱包するための気泡緩衝材や、PP バンド、フレコンバッグなどが、多く排出されているという実態があることから、図 2.18 の「その他」プラスチックは、建築向け資材そのものではなく、資材用の梱包材や工事用のフレコンバッグを示しているものではないかと推測される。下図に、建設資材用の主な梱包材や工事用フレコンバッグについての情報をまとめた。

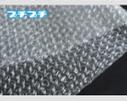
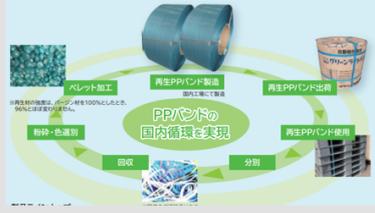
製品名	気泡緩衝材シート (プチプチ、エアークッション、 エア-キャップ、エア-マット などの商品名で販売)	PPバンド	フレコンバッグ (フレキシブルコンテナバッグ)
素材	非塩ビ (PE)	非塩ビ (PP)	非塩ビ (PP、PE)
用途	商品の梱包、保護、緩衝材。	表面が網目状で、材質がPPで出来ている。荷しめ用のバンド。通常はシングルユース。	保管・仕分け・輸送・運搬といった幅広い用途に対応。
再生の現状	顧客側で不要になった使用済み製品を回収して再商品化されている例もある。  再生原料が80%使用されている製品例 https://www.putiputi.co.jp/products/841 	リサイクル工程では、破砕機の中で絡まりやすいため、処理が難しいとされる。一方、「Band to Band」による再生品PPバンドも販売されている。 https://www.shikita.net/apps/note/wp-content/uploads/2021/08/ppband_catalog.pdf 	吊り下げ用の紐がついていることから、PPバンドと同様、リサイクル処理が難しく、多くが焼却・埋立されている。近年、「湿式洗浄粉⇒脱水⇒乾燥⇒押出機」による高品質なペレット化へマテリアルリサイクル技術も出てきている。 https://www.nihon-cim.co.jp/plant-system/flecon.html 

図 2.19 建築資材用の主な梱包材・工事用フレコンバッグについて

建設資材の梱包材については、下図に示すとおり、資材が繰り返し利用される有用物として扱われている場合は、廃棄物には該当しないと考えられることから、資材の梱包材（素材が明確でマテリアルリサイクル向き）を、積極的に循環利用（リターナブル化）して、廃棄物としての廃プラスチック排出量を削減していく取組も、今後は必要になってくると思われる。

建設用資材の梱包材のリターナブル化については、過去にも、梱包資材に IC タグをつけて、出荷・回収を管理し、循環利用しているハウスメーカーの取組例や、近年では、J4CE での取組事例として、「梱包材のリターナブル化による廃棄物の削減」などの取組例が見られる。



図 2.20 梱包材の排出事業者について

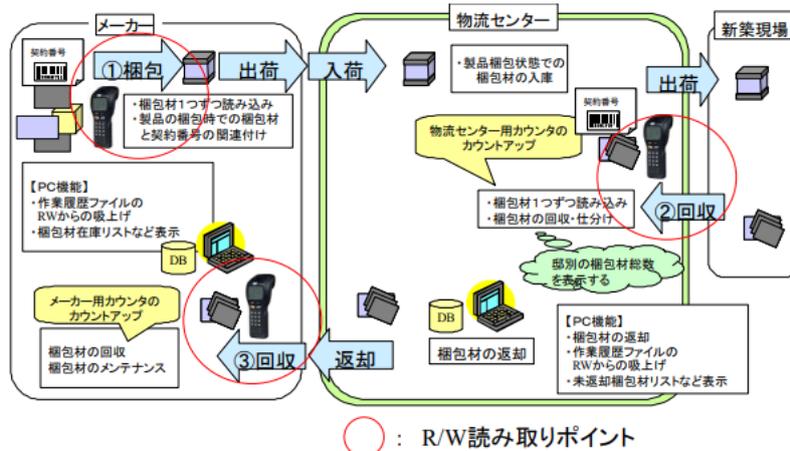


図 2.21 ハウスメーカーでの取組事例

出典：旭化成 News Release <https://www.asahi-kasei.co.jp/j-koho/press/20040914.pdf>



図 2.22 日立物流の梱包材のリターナブル化概要

出典：J4CE <https://j4ce.env.go.jp/casestudy/031>

2.4.4 建設系廃プラスチックリサイクルに関する情報収集・整理

(1) 建材別リサイクル方法（ヒアリング調査によるリサイクルの実態と課題）

今年度の文献調査やヒアリング調査の結果、建設系廃プラスチックの建材別では、非塩ビ系のプラスチックの一部が、RPF 化や発電利用など、サーマルリサイクルを中心に利用されている一方で、塩ビ系のプラスチックについては、サーマル利用でも基本的に塩素分の強いプラスチックは忌避される傾向にある。塩ビ管やタイルカーペットなど、一部の建材がマテリアルリサイクルされていることを除けば、塩ビ系プラスチックの大半がリサイクル困難物として、埋立処分に回されているという実態があるということが、ヒアリング調査等から明らかとなった。

表 2.23 主なプラスチック製建材のマテリアルリサイクルの状況

建材の種類	塩ビ	非塩ビ	マテリアルリサイクル
塩ビ管・継手	○		・排出塩ビの約 84%が、中間処理施設に送られ、51.5%が再生利用品としてリサイクルされている ²⁴ 。
床材	○	○	・新築現場の端材や余材の一部はリサイクルされている。 ・複合製品は、破砕・分別後に再生利用の取組が行われている ²⁵ 。
壁紙	○	○	・新築現場の端材や余材の一部はリサイクルされている ²⁶ 。
樹脂サッシ	○		・建築解体現場から排出されたサッシは異物除去後、粉砕されてサッシ工場に送られ、再生利用されている ²⁷ 。

表 2.24 主なプラスチック製建材のケミカルリサイクルの状況

建材の種類	塩ビ	非塩ビ	ケミカルリサイクル
塩ビ管・継手	—		現状ではケミカルリサイクルは容器包装プラの利用が中心のため、建材プラへの利用の報告事例は見当たらない。
床材	—	—	1. 油化 混合プラ・塩ビ処理も可。塩素規制濃度は不明。
壁紙	—	—	現状はほとんど未実施だが、触媒を用いた低コストプロセスが近年開発 ²⁸ され、再び注目を浴びている。
樹脂サッシ	—		2. ガス化 混合プラ・塩ビ処理も可。昭和電工は、産廃プラも受入れているが、建廃の受入れ状況は不明。
雨樋	—		塩素規制濃度約 1.6%。
波板・平板	—	—	3. コークス炉化学原料化 現状では、容リプラのみ。塩素規制濃度約 1.8%。
シート・フィルム	—	—	4. 高炉還元法 現状では、容リプラのみ。塩素規制濃度約 1.8%。
断熱材		—	5. その他 ・超臨界（実証段階） ・モノマー化（PET, ナイロン 6 など）・BTX 転換等

出典：各種資料・ヒアリング調査情報等を基に整理

²⁴ 国土交通省，“廃プラスチック、廃塩ビ管・継手の現状等について，” 第 13 回建設リサイクル推進施策検討小委員会 配付資料，2020 年 2 月。

²⁵ 塩ビ工業・環境協会 H.P. https://www.vec.gr.jp/recycle/recycle1_4.html

²⁶ 塩ビ工業・環境協会 H.P. https://www.vec.gr.jp/recycle/recycle1_3.html

²⁷ 塩ビ工業・環境協会 H.P. https://www.vec.gr.jp/recycle/recycle2_2.html

²⁸ 環境エネルギー株式会社 http://www.fsri.org/act/8_event/H27-3-11/5.%20Noda.pdf

表 2.25 主なプラスチック製建材のエネルギーリカバリーの状況

建材の種類	塩ビ	非塩ビ	エネルギーリカバリー
塩ビ管・継手	△		廃プラのエネルギーリカバリーには以下の種類がある。 しかし、いずれも原則として塩ビ混入は忌避されている。 1. 発電焼却 2. 固形燃料 (RPF) 塩素規制濃度 (例) : 3,000ppm 3. セメント原・燃料 塩素規制濃度 (例) : 3,000~10,000ppm 4. 熱利用焼却 塩素規制濃度 (例) : 10,000~50,000ppm 5. ガス化 (燃料利用)
床材	△	○	
壁紙	△	○	
樹脂サッシ	△		
雨樋	△		
波板・平板	△	○	
シート・フィルム	△	○	
断熱材		○	

出典：各種資料・ヒアリング調査情報等を基に整理

① 塩ビのリサイクル促進に係る取組事例

建設系のプラスチック建材は、塩ビ系の樹脂が大半を占めているものの、壁紙をはじめとする軟質系の塩ビ樹脂は、可塑剤や充填剤など、塩ビ以外の素材を多く含むため、塩ビ樹脂のみを建材から取り出してマテリアル再生することは、現状の技術では、難しい状況となっている。一方で、廃プラスチックのエネルギーリカバリーにおいては、基本的に、塩素を含む塩ビ系樹脂の混入が忌避されていることから、塩ビと非塩ビの分別が、エネルギーリカバリーのボトルネックにも繋がっていることが推測される。そのため、塩ビ・非塩ビの分別回収システムや選別技術の向上が求められるだけでなく、塩ビ樹脂そのものの、リサイクル技術の確立が必要であるという意見が、ヒアリング調査では多く得られた。

国内における塩ビのリサイクル技術の事例としては、2004年から2009年にかけて、千葉県富津市で実施されていた、ビニループプロセスがある。ビニループプロセス技術は、図2.23に示すとおり、塩ビだけを選択的に溶解させる有機溶剤を用いて、塩ビ系混合廃棄物から塩ビとそれ以外の素材を分離することを主な特徴とする。そのため、どのような形状のものでも処理が可能であり、機械的に分離できないような複合製品（壁紙、床材、電線被覆材など）のリサイクルに、大きな威力を発揮することができるとされていた。

ビニループプロセスは、元々はベルギーの化学メーカーであるソルベイ社（設立：1863年、本社：ブリュッセル）が開発した技術であり、日本へは、(株)神鋼環境ソリューションと、ソルベイ社の日本法人である日本ソルベイ(株)の共同出資で技術が導入され、千葉県西・中央地域における「エコタウンプラン」の中核事業として、環境省と千葉県から補助金が交付されて、操業が行われていた。しかし、本格操業からわずか数年後に事業が破綻し、それ

²⁹ 発泡スチロール協会 https://www.jepsa.jp/jepsa_eps/tokusei/tokusei-kankyo.html

以降、国内ではビニループプロセスは実施されていない。

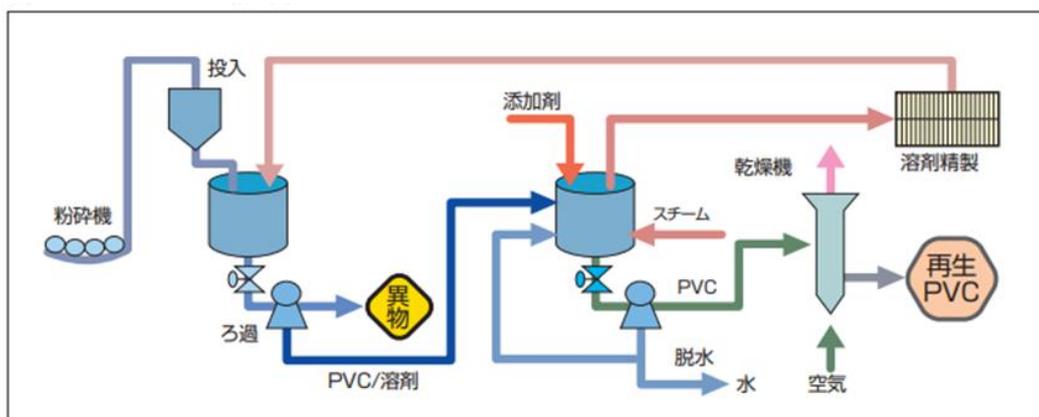


図 2.23 ビニループシステムの概念図

出典：塩ビ工業・環境協会 塩化ビニル環境対策協議会，
塩ビと建設材料 土木・設備から建築材料まで（2007）

ビニループプロセスの事業が破綻した最大の原因は、原料として見込んでいた農業用塩ビと電線被覆材の塩ビの回収が、見込めなくなったことだとされている。ビニループプロセスが稼働を始めた 2000 年代初頭は、中国が世界各地から、廃棄物を資源として積極的に輸入する政策を加速し始めた時期に相当する。電線は導体として、有価物の銅を主に使用していることから、解体未処理の被覆材付き電線類の多くが中国へ輸出された。国内の排出事業者にとっては、手間や経費の掛かる電線解体をすることなく、有価で買い取ってもらえるため、国内の廃電線塩ビの多くが、中国に流れることとなった。近年の国内の廃プラスチックリサイクルに係る現況について図 2.24 にまとめた。

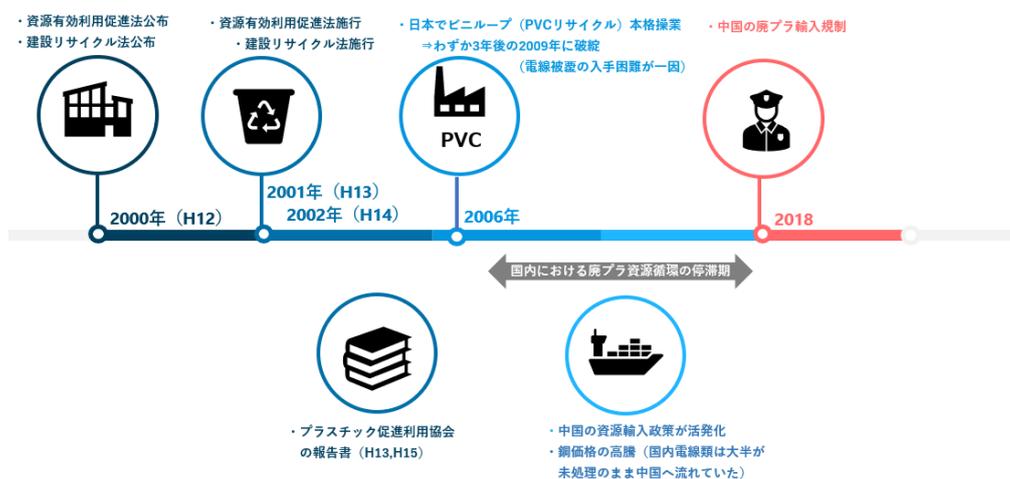
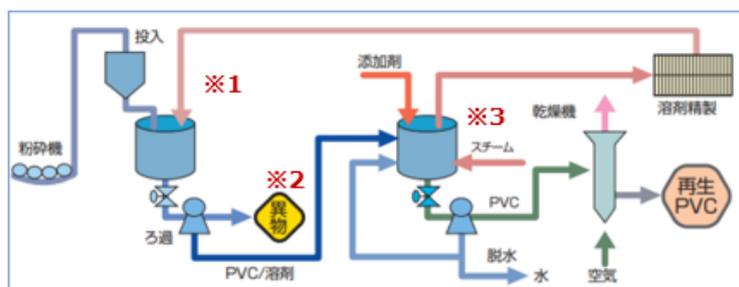


図 2.24 近年の国内の廃プラスチックリサイクルの現状

一方、農業用塩ビについては、近年、素材が PE に置き換わる現象が進んでおり、日本でビニループプロセスが破綻した 2009（平成 21）年時点では、農業用塩ビ排出量は、その 10 年前（平成 11 年）の半分以上の量にまで落ち込んでいる³⁰。このように、操業に必要な塩ビ廃棄物の確保の見通しが難しくなってきたことが、ビニループプロセスの破綻の原因に繋がったと考えられる。

さらに、事業破綻のもう一つの原因として、プロセス上の問題があったことが考えられる。ビニループプロセスは、軟質塩ビを選択的に溶解する有機溶剤を用いて不純物を取り除いた後、塩ビが溶解した溶剤に水蒸気を吹き込む操作を行い、塩ビを再沈殿により析出させ、精製する方法であった。この水蒸気を用いたプロセスの場合、塩ビ樹脂だけでなく、樹脂に含まれる「顔料」や「可塑剤」等の添加剤も同時に回収されることになる。塩ビは、製品用途によって、使用する可塑剤の種類や含有量が決まっていることから、従来のビニループプロセスによる再生塩ビは、求められる物性や品質基準を満たせなくなるという問題を抱えていたといえる。そのため図 2.25 のように、再沈殿のプロセスを水蒸気ではなく、複数の有機溶媒を用いることによって、塩ビ樹脂と添加剤を分離する技術確立することが出来れば、従来プロセスの問題点が改良され、再生処理が難しいとされる建設系の塩ビ複合製品（壁紙、床材、電線被覆材など）のマテリアルリサイクルに、応用が可能になることが期待される。



※1 塩ビ素材（樹脂+可塑剤）を溶解する第 1 の有機溶剤(MIBK など) ※2 壁紙の充填剤 CaCO₃ は不溶物として除去が可能と考えられる。 ※3 従来法の水蒸気ではなく、第 2 の有機溶剤(MeOH など)を使用すれば、溶解度の違いで、塩ビ樹脂と可塑剤を分離することが可能になると考えられる。（ビニループの応用的技術案）

図 2.25 ビニループ技術の壁紙リサイクルへの応用技術（案）

2.5 建設系廃プラスチック中間処理施設等に係る情報整理

建設系廃プラスチックの処理を行っている再資源化施設を含む中間処理施設の立地状況を把握し、建設系廃プラスチックの再生利用に係る課題を整理するために、都道府県等にアンケート調査を実施した。

調査の概要は以下の通り。

³⁰ 農林水産省 園芸施設等の設置状況の状況(H30)

調査対象 : 都道府県・政令市

実施期間 : 令和4年9月20日～令和4年10月11日

調査対象数 : 129自治体 (都道府県47、政令市82)

回答数 : 129自治体 (都道府県47、政令市82)

2.5.1 建設系廃プラスチックの中間処理施設の立地状況

(1) 建設系廃プラスチックの中間処理施設の把握状況

廃プラスチック類の処分業許可を保有する中間処理施設のうち、建設系廃プラスチックの受入がある施設の把握状況を図2.26に示す。

建設系廃プラスチックの受入がある施設を把握している自治体は40自治体、一部把握している自治体は31自治体、把握していない自治体は58自治体であった。把握している、もしくは一部把握していると回答した自治体は、全体の55%となった。

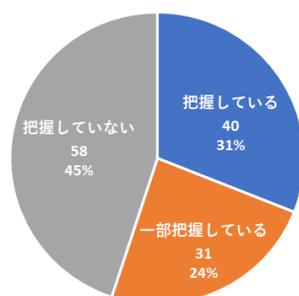


図 2.26 中間処理施設の把握状況

建設系廃プラスチックの中間処理施設を把握している、もしくは一部把握している71自治体において、許可申請添付書類で建設系廃プラスチックの受入を把握している自治体が56自治体で、そのほか15自治体であった。その他で挙げられた手法は立入検査等の現地確認、産業廃棄物の処分実績報告書での確認等が挙げられた。ただし、許可申請添付書類で把握している場合、許可上は建設系廃プラスチックの受入ができるものの、実際に建設系廃プラスチックを受け入れているかどうかは明確ではない。

表 2.26 建設系廃プラスチックの中間処理施設の把握手法

手法	回答数
許可申請書添付書類等	56
その他	15
合計	71

建設系廃プラスチックの中間処理施設を把握している、もしくは一部把握している 71 自治体における建設系廃プラスチックの中間処理施設数は 1406 であった。

表 2.27 建設系廃プラスチックの中間処理施設数

	廃プラスチック類	
		建設系廃プラスチック
施設数	5173	1406

(2) 建設系廃プラスチックの中間処理施設における処理内容

建設系廃プラスチックの中間処理施設での処理内容を表 2.28 に示す。破碎の処理を行っている施設が 781 で最も多く、次に圧縮や圧縮梱包、圧縮固化等を行う施設が 310、次に選別、分別、分級等を行う施設が 220 であった。その他の処理では、RPF 等の燃料化、減容、剥離等が挙げられた。

表 2.28 建設系廃プラスチックの中間処理施設での処理内容

処理内容	施設数
破碎	781
圧縮、圧縮梱包、圧縮固化等	310
選別、分別、分級	220
切断、剪断	102
焼却	90
溶融、溶融固化	66
固化、セメント固化、減容固化	34
その他	20

※自治体によって許可上の処理の名称が異なるため、処理内容に沿って累計している。

※建設系廃プラスチックの処理施設数は把握できているものの、処理内容が不明である自治体や、複数の処理を 1 拠点で行う施設があるため、建設系廃プラスチックの中間処理施設数と処理内容別の建設系廃プラスチックの中間処理施設数は一致しない。

(3) 建設系廃プラスチックの再資源化を阻害する課題

建設系廃プラスチックの再資源化を阻害する課題として認識している事項について、表 2.29 に示す。また、特に回答が多かった事項について、以下に整理する。

① 汚れや他の素材の接着により、再資源化施設に搬出できる品質に達していない

建設系廃プラスチックは、通常の廃プラスチック類に比べ、土砂等による汚れや接着剤や塗料等が付着しているものが多い。再資源化の過程で異物が残ったままでは、再生品の品質を下げてしまうため、再資源化施設で受入できない、もしくは受入できる品質にする処理に費用が掛かる。そのため、混合廃棄物として搬出され、最終処分に回ってしまう課題がある。

② 工期、人手、場所等の問題から、再資源化・再生のための十分な分別解体ができない

建設系廃プラスチックの中で再資源化・再生しやすいものは、汚れが少ないものや素材が単一なもの、塩素濃度が少ないものが挙げられ、それらを分別解体することで再資源化・再生が促進されると考えられるが、工事の工期が短い、人手不足、分別スペースが少ない等の問題から、分別解体をすれば再資源化される建設系廃プラスチックも、他の廃棄物とまとめて混合廃棄物として排出され、最終処分される課題がある。

③ 再資源化施設が少ない

建設系廃プラスチックの受入ができる再資源化施設が、建設工事現場の近くにないため、遠方の再資源化施設へ運搬し再資源化処理を委託するより、埋立・焼却処分をした方がコストが安くなり、再資源化が促進されない課題がある。また、建設系廃プラスチックを再資源化できる品質にするには、選別作業が重要であるが、産業廃棄物処分業において、選別のみを業として行うことの適否は全国的に差異があり、全国一律の取扱いとなるよう法改正または通知の発出を求める意見があった。

表 2.29 建設系廃プラスチックの再資源化を阻害する課題

課題	回答数
汚れや他の素材の接着により、再資源化施設に搬出できる品質に達していない	91
工期、人手、場所等の問題から、再資源化・再生のための十分な分別解体ができない	55
再資源化施設が少ない	28
再生品の需要が少ない	21
発生量が少なく、再資源化のコストが合わない	14
その他	23

(4) 建設系廃プラスチックの適正な再資源化のための取組や方策

建設系廃プラスチックの適正な再資源化のための取組や方策として挙げられた事項を以下に示す。

- ・ 自治体のリサイクル製品認定制度において、廃プラスチック類の再生製品の認定を行い、物品調達において積極的に利用を図る
- ・ 産業廃棄物の3Rに関係する設備導入に係る補助金制度において、廃プラスチック類の再資源化設備の補助率を高く設定し、廃プラスチック類再資源化設備の導入を推進する
- ・ 混合状態の産業廃棄物の搬入を断る最終処分場がある
- ・ 土木工事の予定価格算定に利用する設計単価表に廃プラスチック類の受入会社の処理費用を調査掲載し、公共工事の発注時に官積算において適正な処分を行うよう配慮
- ・ リサイクルを考慮した建材の製造
- ・ 建設工事現場等の排出段階で再資源化を念頭においた分別
- ・ 廃プラスチック類の中間処理業者や多量排出事業者に調査を実施し、各業態に応じたニーズを把握した上で、効果的な取組や方策の検討を進める

2.6 建設系廃プラスチックの現場分別等に係る情報整理

建設系廃プラスチックの分別解体・再資源化に係る現状と問題について整理した。

2.6.1 新築工事現場における廃棄物分別状況と課題

(1) 設計段階での分別への配慮

元請業者が設計段階から廃棄物の発生を管理できることから、解体工事に比べて新築工事の方が廃棄物の分別を実施しやすい。解体工事の場合、処理困難物が発生しても、処理先を探すといった解決策しか取れないが、新築工事であれば、設計段階から、処理困難物は使わない、端材が出ない様にプレカットを行う、梱包材を減らす等の計画が立てられる。また、新築工事は、投入資材の情報から、どのような廃棄物が発生するのかも前もって把握することができる。

(2) 廃プラスチックの分別状況

一般社団法人日本建設業連合会が、建設系廃プラスチックのリサイクル促進を目的として、図 2.27 のような周知チラシを公開している。ここでは、廃プラスチックの分別を以下の4つのレベルに分けて紹介している。

レベル1：廃プラ MIX

レベル2：レベル1から塩ビ管の分別

レベル3：レベル2から、さらに非塩素軟質プラを分別

レベル4：レベル3から、さらに非塩素プラを単品分別（発泡スチロール、CD管、コードリール等）

大規模工事や大手ゼネコンが元請業者となった新築工事現場などにおいては、レベル4の分別がされる場合もあるが、ほとんどの現場においてはレベル1の分別方法である。廃プラMIXの中には、床材のタイルカーペットや壁紙といった塩素濃度が高く処理困難物と言われるものもあるが、これらは現場ではなく中間処理施設にて分別されている。

こういった分別ルールは、中間処理施設の受入基準・品目・単価によって決まるが、中間処理施設によって異なるため、新築工事現場における建設系廃プラスチックの分別状況をより詳細に把握することは難しい。

💡 廃プラスチック 分別のヒント 🌐

注意 廃プラスチックのリサイクル環境は、地域により違いがあります。分別を計画する場合は、委託予定処分業者と事前によく打合せを行って下さい。

レベル1 廃プラスチックを、種類・素材に関係なく「**廃プラMIX**」として分別！
分別された「**廃プラ MIX**」は、全てがリサイクルされるわけではありませんが、混合廃棄物で処理するより、リサイクル率は格段にあがります。



分別廃棄時の注意事項 (レベル共通)

- 他の廃棄物を混ぜない。
 - ごみは土嚢袋から出して廃棄する。
 - 金属や木くず等の異種材質との複合材、及び異種材質が付着した廃棄物はいれない。
 - 液状等の未固化の汚れが付着している廃棄物はいれない。
 - ビニルクロスは、「**廃プラMIX**」には入れない。
- 以上ができない場合、廃プラスチックは再生できず、埋立処理となります。



レベル2 (レベル1の分別に加え)「**塩ビ管**」を分別します！
塩ビ管は、**マテリアルリサイクル**される廃プラスチックです。単品分別により、リサイクル率が上がります。



注意 色がグレー以外はリサイクル不可となるケースがあります。リサイクル可能かどうかは、処理委託する処分業者に確認して下さい。

レベル3 (レベル2の分別に加え)「**非塩素・軟質プラ**」を分別します！
塩素を含まない軟質系廃プラスチック(非塩素軟質プラ)は、**固形燃料(RPF)**の原料等となり、セメント工場等で熱エネルギーとして利用(熱回収)されます。



非塩素軟質プラ(例)



レベル3・5 さらに**単品分別**を行うと、**マテリアルリサイクル**となる品目があり！
【注】品目は処分業者に確認して下さい。

効果No.1
レベル4 (レベル3の分別に加え)「**非塩素・硬質プラ**」を“**単品**”分別します！
塩素を含まない硬質系廃プラスチック(非塩素硬質プラ)は、プラスチック製品の原料として再利用(マテリアルリサイクル)が可能であり、最も地球に優しい再生方法です！



非塩素硬質プラ(例)



【注】品目は処分業者に確認して下さい。

図 2.27 廃プラスチック分別のヒント

出典：一般社団法人日本建設業連合会 HP

2.6.2 解体工事現場における廃棄物分別状況と課題

(1) コストが分別品目に及ぼす影響

分別解体コスト

リサイクル率の向上のためには、解体工事現場での丁寧な分別が求められるが、そのためには時間と人手を要するため、適正な分別解体コストの確保が必要である。大手ゼネコン等が発注する工事は、分離発注（解体工事業者には解体工事費用を支払い、処理費用は処理業者に直接支払う契約方式）により、適正な解体工事費用での契約がなされているため、一定基準以上の丁寧な分別がされている。また、リサイクル率の目標を掲げている元請業者も多い。

しかし、多くの解体工事現場では、特定建設資材の分別のみか、建設系廃プラスチックをまとめて「Mix プラ」とするといった必要最低限の分別を想定して解体工事費用を設定しており、丁寧に分別を行い、マテリアルリサイクル率を向上しようという取組にまでは至っていない。

処理単価（再生材の価値）

プラスチックをマテリアルリサイクルするためには、種類ごとに分ける必要があるが、現状では、流通過程と再資源化過程の手間を踏まえるとバージン材の方が安く、再生原料としてプラスチックを売却できないことが多い。特に解体工事から発生するプラスチックは、汚れがある、劣化している、樹脂種類や添加剤が不明といった問題があり、再生材として回収できる量が少ない。

よって、中間処理施設では、売却コストと選別コストを勘案し、以下に該当するもののみ選別を行う。

- ① 分別が容易なもの
- ② 発生量が多いもの
- ③ 近くに再生処理施設があるもの
- ④ 塩素濃度が高く、他の廃棄物に混入すると処理費用が高くなるもの

品目は地域により異なるが、塩ビ管、タイルカーペット、配線、ブルーシート、フレコンバッグなどである。これらが混入物なく分別されたものの処理単価は比較的安価に、これ以外の廃プラスチック類や混合状態のもの処理単価は高く設定される。

他方で、中間処理後の廃棄物の埋立処分料金が安価である場合は、選別せずに建設混合廃棄物として混合状態で埋立した方が安くなることとなり、伴い中間処理施設の建設混合廃棄物の受入単価も安くなる。

分別品目の設定

以上から、解体工事業者は、分別解体コストと処理単価を踏まえ、分別品目を決める。分別せずに建設混合廃棄物として排出・処理した方が安いと判断した場合は、分別を実施しないこととなる。

(2) 工事の性質・環境による影響

発生する建材の情報が事前に得られないことが多い

解体工事では、設計図書が残されていない、情報が古いといった問題から、廃棄物の発生予測がしにくく、解体工事が進むまで詳細がわからないことが多い。想定していた中間処理施設では受入ができない廃棄物が発生することもある。その場合は、工事仕様を変更し、予定より丁寧な分別をすることもあるが、有害物・処理困難物でない限り建設混合廃棄物として排出することとなる。

一部の解体工事業者からは、国交省が考案した住宅履歴情報管理システムのように、施工工事やリフォーム工事履歴等の情報がまとまっており、参照できる体制が整えば、分別解体がしやすいといった意見もあった。

また、現状では、工事（解体・内装解体）の際に、解体工事業者に対して、リサイクル率を上げるための解体の方法や再資源化方法等の情報が、設計者や建材メーカーから提供されることはない。適切な分別解体方法がわからないために効率の良い分別ができない、あるいは組成がわからないために分別せずに混合状態で排出するといった事態になっていると推察され、双方の情報共有体制も必要である。

樹脂種類の判別

多くの解体工事現場では、塩ビ管などの分かりやすいものを除き、塩ビ・非塩ビの判別ができないため、分別できず、混合状態で排出されることが多い。この場合は、中間処理施設にて手作業で分別を行う（ただし、分別済のものよりも高い処理単価を設定している）。

分別が困難なものが多い

施工段階で釘やビスで留められている、接着剤で接着されている等で、新築工事を比較して簡単に分別ができない廃プラスチック系建材が多く、前述の(1)の問題もあり、十分な分別がされないことが多い。

設計段階での分別解体・再資源化の考慮が求められるが、多くの建材が、耐久性や長寿命化の機能性向上のために接着・接合する形の設計になっており、住宅展示場やイベント会場のように解体時期が明確に定められている建築物以外での易解体設計は困難となっている。

第三章 建設系廃プラスチックの高度な処理設備の導入に対する補助事業の周知

建設系廃プラスチックを含むプラスチックの高度なりサイクル設備の導入に係る補助事業（環境省 脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業 令和4年度実施）について、建設系廃プラスチックを扱う再資源化事業者を含む中間処理事業者に対して周知を行った。

3.1 周知の実施状況

周知先の候補として、表 3.1 に示す団体等が想定された。

表 3.1 周知先の候補

区分	団体	備考
処理業者の団体	建設廃棄物協同組合	組合員約 60 社
	全国産業資源循環連合会	全国 47 都道府県の組合の中央団体
処理業者ではないが、処理方法などの研究を実施している団体	日本建設業連合会	
	建築学会	
高度な処理設備に係る企業	選別機器メーカー、商社	
その他	業界誌の出版社	日報など

このうち本業務では、周知の協力可能性が高いこと、処理設備の導入対象となる廃棄物処理業者との関連が深いこと等の理由から、処理業者の団体である①建設廃棄物協同組合 及び、②(公社)全国産業資源循環連合会 を周知先として選定した。

建設廃棄物協同組合の組合員は、産業廃棄物処理業者及び建設業許可を受け解体業を営む事業者であり、建設廃棄物の処理・リサイクルに積極的に取り組む主体への周知がなされると考えられた。

(公社)全国産業資源循環連合会は、産業廃棄物の適正処理を推進し、国民の生活環境の保全と産業の健全な発展に貢献することを目的として創立された団体であり、都道府県を単位とした産業廃棄物処理業者で組織する団体からなる。そのため、全国 47 都道府県の組合を通じた網羅的な周知がなされると考えられた。

周知は、9月（令和4年9月1日～9月30日公募分）及び10月（令和4年10月14日～11月11日公募分）の2回に分けて実施し、それぞれ建設廃棄物協同組合を通じて組合員約60社、(公社)全国産業資源循環連合会を通じて全国47団体の合計200者以上に周知された。

3.2 周知用のチラシの作成

周知用のチラシは、下記のとおり 9 月周知分と 10 月周知分の 2 種類を作成し、「脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業」の概要、公募する補助対象事業の名称、公募実施期間、問合せ先を明示した。

< 9 月周知分 >

**建設系廃プラスチックを扱う
産業廃棄物中間処理事業者の皆様へ**

**脱炭素社会構築のための
「省CO2型プラスチック高度リサイクル設備」の
導入費用について、1 / 2 を上限に補助します。**

環境省「脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業」の一環として、建設系廃プラスチックを含むプラスチックの高度なりサイクル設備の導入に対する補助事業を行っています。

事業の概要

「脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業」は、使用済製品等のリサイクルプロセス全体のエネルギー起源二酸化炭素の排出抑制を図り、リサイクルの質の向上につながる資源循環高度化設備等を導入することにより、脱炭素社会の実現に資するとともに、資源の有効利用及び生活環境の保全に資することを目的としています。

公募する補助対象事業

- ・ 省CO2型プラスチック高度リサイクル設備導入事業
(日本国内の事業所において設備を設置する事業に限る)

公募実施期間

令和4年9月1日(木) ~ 9月30日(金) 17:00必着
公募の詳細については、下記URL(公益財団法人廃棄物・3R研究財団ホームページ)を参照ください。

 https://www.jwrf.or.jp/individual/prj_001094.html

問合せ先

公益財団法人 廃棄物・3R研究財団
担当：金井、三橋、久松、福田
〒130-0026 東京都墨田区両国3-25-5 J E I 両国ビル8階
TEL : 03-5638-7162 FAX : 03-5638-7165
 E-mail : r.koudoka-1@jwrf.or.jp

<10月周知分>

建設系廃プラスチックを扱う 産業廃棄物中間処理事業者の皆様へ

脱炭素社会構築のための
「省CO2型プラスチック高度リサイクル設備」の
導入費用について、**1 / 2**を上限に補助します。

環境省「脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業」の一環として、建設系廃プラスチックを含むプラスチックの高度なリサイクル設備の導入に対する補助事業を行っています。

事業の概要

「脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業」は、使用済製品等のリサイクルプロセス全体のエネルギー起源二酸化炭素の排出抑制を図り、リサイクルの質の向上につながる資源循環高度化設備等を導入することにより、脱炭素社会の実現に資するとともに、資源の有効利用及び生活環境の保全に資することを目的としています。

公募する補助対象事業

- ・省CO2型プラスチック高度リサイクル設備導入事業
(日本国内の事業所において設備を設置する事業に限る)

公募実施期間

令和4年10月14日(金)～11月11日(金) 17:00必着

公募の詳細については、下記URL(公益財団法人廃棄物・3R研究財団ホームページ)を参照ください。



https://www.jwrf.or.jp/individual/prj_001147.html

問合せ先

公益財団法人 廃棄物・3R研究財団
担当：金井、三橋、久松、福田
〒130-0026 東京都墨田区両国3-25-5 J E I 両国ビル8階
TEL：03-5638-7162 FAX：03-5638-7165
✉ E-mail：r.koudoka-1@jwrf.or.jp

第四章 複合建材廃棄物の排出量に係る推計方法の検討

建設工事で排出される主な複合建材廃棄物を対象とした排出量の推計方法の検討を行った。

4.1 調査の進め方

4.1.1 調査の背景と目的

ここでは、複合建材とは、異なる2種類以上の素材が接着・接合された建材のことをいい、これが廃棄となったものを複合建材廃棄物という。

建築物の機能性（防災、防音、防湿、長寿命化等）を向上させるため、様々な素材の組み合わせによる複合建材が増えており、今後も継続的な利用が想定されることから、将来的に複合建材廃棄物が増加する見込みである。しかし、複合建材は、建材メーカーによって既に複合化した販売されている製品だけでなく、施工段階で建材を貼り合わせるほか、コンクリートと併せて打設する等によって現場で複合建材となる物もある。その接合状態も、釘・ビス等で留められて工具で分別できるもの、接着剤で接合され完全に剥離できないもの、繊維強化素材のように原料に混合させて成形しており分別不可能なもの等、様々である。これらは一様に剥離・分別が困難・不可能であることから、マテリアルリサイクルが難しく、ほとんどが焼却か埋立処理されていると考えられている。

複合建材廃棄物の分別解体・再資源化を促進するための方策を検討するため、その発生量及び排出量の把握が必要であるが、現在までに複合建材廃棄物の発生量及び排出量を実測あるいは推計した調査はない。

本調査では、複合建材廃棄物の分別解体・再資源化を促進するための方策検討の基礎情報となる発生量・排出量の推計方法について整理を行った。

4.1.2 調査の実施方法

第12章において実測した戸建住宅の新築工事から排出された複合建材廃棄物の重量を参考値とする。加えて、ゼネコン、解体工事業者、業界団体、有識者へのヒアリング調査から情報を収集・整理した。

本調査においては、将来的な複合建材廃棄物の分別解体・再資源化の促進のための基礎情報の整理が目標であるため、現在、再資源化がなされている鉄筋コンクリートや不燃化の目的で薬剤を浸透・塗布された木材等については、対象としない。

4.2 複合建材廃棄物の排出に係る課題

4.2.1 複合建材廃棄物の分別解体・再資源化の阻害要因

複合建材の多くは、建築物の機能性（防災、防音、防湿、長寿命化等）や施工性（特殊な施工技術を必要としない、工期が短縮される等）を向上させる目的で開発・使用されており、今後も継続的な使用が想定されるため、それに伴い複合建材廃棄物が増加する見込みである。

複合建材は、概ね以下の3種類に分類できる。

- ① 釘やビス等で留められており、工具で分別できるもの
- ② 接着剤等での接着、建材への吹き付け等により、完全に剥離できないもの
- ③ 繊維強化建材のように異なる素材を原料に混ぜて成形しており分別不可能なもの

②と③は、そもそも剥離・分別が困難・不可能であることから、建設混合廃棄物に分類され、焼却か埋立となる。①については解体工事現場にて分別されることもあるが、以下のいずれかの理由により建設混合廃棄物に分類されることが多い。

- ・ 分別に手間がかかるため、予算（かけられる時間や人工）の関係で、技術的には分別ができるものでも、分別しない。
- ・ 分別後の品目が、中間処理施設の受入品目でない。この場合、分別を行ったとしても、中間処理施設にて再び混ぜられて建設混合廃棄物として処理される。
- ・ 分別後の品目に素材としての価値がなく、分別の手に見合わない。あるいは分別することで処理費用が高くなることもある。

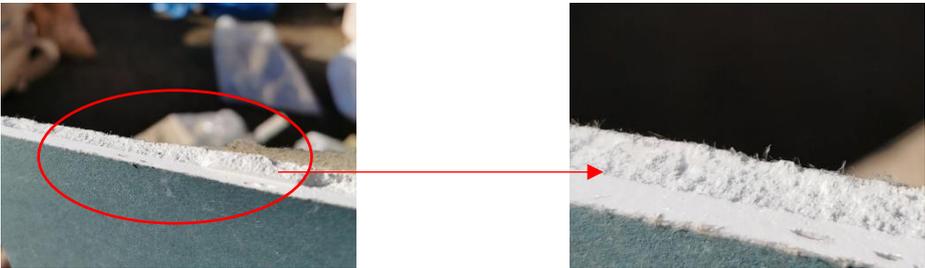
<p>① 釘やビス等で留められており、工具で分別できるもの</p>  <p>2層構造の給水パイプ（手解体可）</p>	<p>② 接着剤等での接着、建材への吹き付け等により、完全に剥離できないもの</p>  <p>木材とグラスウールが接着剤で接着されており、完全に分別は不可能</p>
<p>③ 繊維強化建材のように異なる素材を原料に混ぜて成形しており分別不可能なもの</p>  <p>繊維強化石膏ボード</p>	

図 4.1 複合建材廃棄物の例

出典：リーテムにて撮影

4.2.2 複合建材廃棄物の発生・排出量の把握

複合建材廃棄物の分別解体・再資源化を推進するための方策を検討するため、現状の把握が必要であるが、現在、複合建材廃棄物は明確に定義がされておらず、現場によって「廃プラスチック類」や「建設混合廃棄物」など、異なる品目で排出されていることから、発生量や排出方法、排出量が明らかになっていない。既存調査により収集されている数量は表 4.1 の通りである。

表 4.1 計測されているデータ（2023年3月時点）

		戸建住宅		ビル			
		新築	解体	新築	新築	解体	新築
計測年		R4	H11	R3	H23	H15	H13
発生総量		○	○	×	○	○	○
廃プラスチック類	総量	○	○	○	○	○	○
	品目別	○	×	○	×	○	○
複合建材	総量	○	×	×	×	○	○
	品目別	○	×	×	×	△	×
建設混合廃棄物	総量	○	○	○	○	○	○
	組成	○	×	○	×	×	×

調査件名（出典）：

戸建住宅（新築）	R4	本業務（第12章）
戸建住宅（解体）	H11	公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト＜解体工事技術編＞」
ビル（新築）	R3	建設廃棄物協同組合「建設混合廃棄物の組成実態調査事業報告書」
ビル（新築）	H23	建築業協会「建設混合廃棄物の原単位調査報告書」
ビル（解体）	H15	関東建設廃棄物協同組合「建設系混合廃棄物の徹底比較 解体・新築」
ビル（新築）	H13	関東建設廃棄物協同組合「建設系混合廃棄物の徹底比較 解体・新築」

戸建住宅の新築工事における複合建材廃棄物の発生量については、本業務にて実測した結果に基づいた原単位（単位面積あたりの複合建材廃棄物の発生量）を算出することが可能である。この原単位をもとに、各種工事における複合建材廃棄物の原単位を推算する方法も考えられるが、ヒアリング調査から、以下の問題があることがわかった。よって、原単位は実測によって算出することが望ましい。

- ・ 新築工事の廃棄物組成と解体工事の廃棄物組成を同じとみなすことはできないため、戸建住宅（新築）のデータを基に、戸建住宅（解体）のデータを推算することはできない。
- ・ 戸建住宅とビルのそれぞれの工事は、組成が同じとみなすことはできない。特に屋根やサイディングは大きく異なる。よって、戸建住宅（新築）のデータを基に、ビル（新築）のデータを推算することはできない。

4.3 戸建住宅の新築工事における複合建材廃棄物の発生実績

本業務にて、戸建住宅の新築工事から発生する廃棄物の組成調査を行った（第12章）。その結果を表4.2に整理した。複合建材廃棄物の排出原単位については、大きな差が見られなかったため、単純に排出量の合計を延べ床面積の合計で割り原単位を算出している。建設系廃プラスチック及び建設混合廃棄物については、二つの物件で差が見られたため、平均の値は参考値としたい。

表 4.2 廃棄物の排出の概要

	項目	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
A 邸	廃棄物の総排出量	1682.812kg	12.684 m ³	15.856kg/m ²	0.120 m ³ /m ²
	建廃プラ	505.800kg	3.727 m ³	4.766kg/m ²	0.035 m ³ /m ²
	複合建材廃棄物	666.103kg	3.388 m ³	6.276kg/m ²	0.032 m ³ /m ²
	建設混合廃棄物	543.338kg	1.920 m ³	5.120kg/m ²	0.018 m ³ /m ²
B 邸	廃棄物の総排出量	1167.038kg	8.578 m ³	16.018kg/m ²	0.118 m ³ /m ²
	建廃プラ	65.610kg	1.505 m ³	0.900kg/m ²	0.021 m ³ /m ²
	複合建材廃棄物	363.328kg	1.961 m ³	4.987kg/m ²	0.027 m ³ /m ²
	建設混合廃棄物	900.393kg	7.509 m ³	12.358kg/m ²	0.103 m ³ /m ²
全調査 対象	廃棄物の総排出量	2,849.850kg	21.262 m ³	15.922kg/m ²	0.119 m ³ /m ²
	建廃プラ	571.410kg	5.232 m ³	3.192kg/m ²	0.029 m ³ /m ²
	複合建材廃棄物	1,029.431kg	5.349 m ³	5.751kg/m ²	0.030 m ³ /m ²
	建設混合廃棄物	1,443.731kg	9.429 m ³	8.066kg/m ²	0.053 m ³ /m ²

4.4 複合建材廃棄物の発生・排出量の推計方法の検討

4.4.1 推計の考え方

廃棄物発生量の推計は、実際の排出量のデータの積み上げから、将来的な排出量の推計を行う場合と、想定フローを整理し、発生状況に応じた排出量を推計する場合がある。具体的な事例を以下に示す。

実際の排出量のデータの積み上げから、将来的な排出量の推計を行った事例

■多量排出事業者の排出実績からの産業廃棄物処理量の推計³¹

多量排出事業場からの産業廃棄物とそれ以外の産業廃棄物を加算することで推計したものの。

多量排出事業場からの廃棄物の発生量は、多量排出事業者からの実施状況報告書から得られた排出量に、産業廃棄物実態調査から得られた有価物量と加算して算出した。多量排出事業場以外の発生量は、単位活動量あたりの産業廃棄物発生量に活動量指標を乗じることで推計した。活動量指標は業種によって設定されており、推計も業種別に算出する方法である。

想定の流れを整理し、発生状況に応じた排出量の推計を行った事例

■災害廃棄物の発生量の推計³²

災害廃棄物の適正かつ円滑・迅速な処理を進める上での基礎的な資料となることを目的としており、災害の種類やタイミングに応じて推計方法を選択、活用することができる。下記の流れに沿って、災害フェーズに応じた推計の目的、考え方、留意点を整理している。

①用語の定義

推計の目的を明確にし、目的を踏まえて用語の定義を行う。ここでは、発生量を処理すべき災害廃棄物の物量と定義した。

②フローの整理

発災前、発災から2週間、発災から1か月など、フェーズごとに式（関連する要素など）を作成し、留意事項を整理。

③災害の種類ごとの廃棄物の特徴

津波のあり・なし、火災のあり・なし、土砂災害、水災害、風害といった災害の種類ごとに、発生する廃棄物の特徴を整理。

④発生量推計の考え方

損壊の種類（全壊、半壊、床上浸水、床下浸水）ごとに、過去の災害を基にして発生原単位を算出。

⑤組成別の推計方法

過去の災害における廃棄物の組成データを整理。

⑥発生量の推計

実際に、検討した推計方法を用いて、過去の災害の廃棄物発生量を算定。

³¹ 千葉県環境生活部「産業廃棄物処理実態調査事業」（令和4年3月）
<https://www.pref.chiba.lg.jp/shigen/ippa/shinkoukanri/documents/r2.pdf>

³² 環境省「災害廃棄物等の発生量の推計方法【技14-2】」H31.4改定

複合建材廃棄物については、過去の発生量及び排出量のデータがなく、また、工事の種類や現場環境などの発生・排出状況によって物量が変わりうることから、今回は、ゼネコン、解体工事業者、業界団体、有識者等へのヒアリング調査から得られた情報を参考に、想定の流れを整理し、発生状況に応じた発生・排出量の推計方法についての検討を行うこととする。

4.4.2 複合建材廃棄物の発生・排出のフロー

(1) 資材の投入

前述の通り、複合建材には、プレキャスト工法による製品だけでなく、施工段階で建材を貼り合わせるほか、コンクリートと併せて打設する等によって現場で複合建材となる物もある。投入した資材が複合建材である場合はもとより、単一素材の建材であっても、施工方法によっては複合建材となることもある。

特にリフォーム工事を実施した場合、古い建材の上から新しい建材を貼り合わせるなどして複合建材化する場合もある。

(2) 発生と排出

新築工事、リフォーム工事、解体工事のそれぞれにて、複合建材が発生するが、工期とコストに余裕がある際には、工事現場にて複合建材を剥離・分別し、単一素材の資源として排出されることも考えられる。この場合、複合建材廃棄物の発生量と排出量は異なる。

発生量：廃棄物として現場にて発生した複合建材の総量

排出量：発生した複合建材のうち、現場にて単一素材に剥離・分別されことなく、複合建材廃棄物として処理委託される複合建材の総量

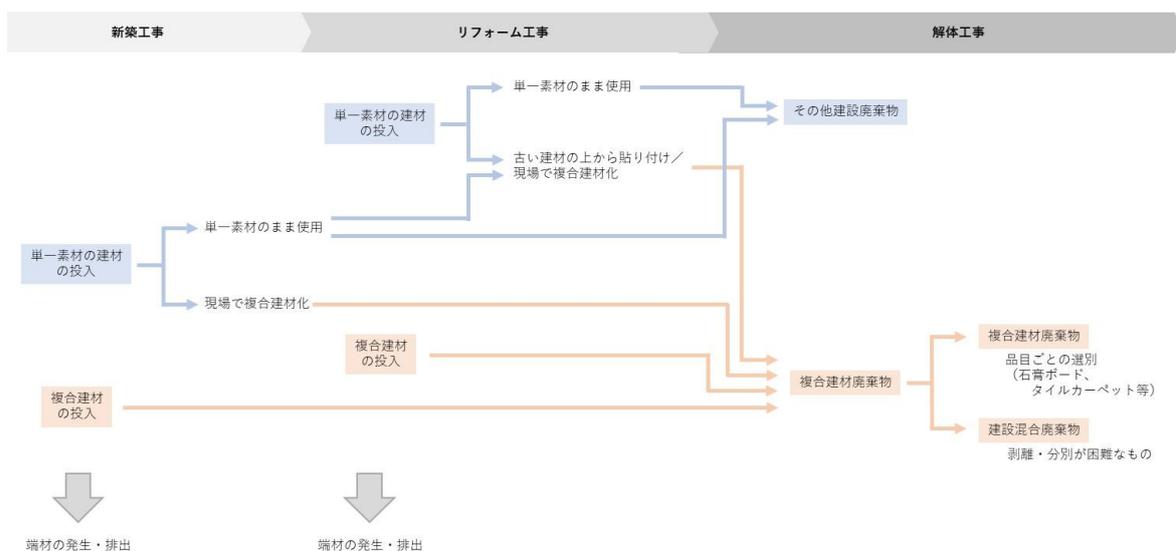


図 4.2 複合建材の投入から発生・排出のフロー

4.4.3 推計の対象

工事の種類によって、発生する複合建材の種類や物量が異なるが、その後の再資源化工程を考慮し、推計の対象は未使用材と解体材という分類とする。未使用材は新築端材のことで、比較的再資源化率が高く、新築工事のほかリフォーム工事でも発生する。解体材は、解体工事から発生する使用済みの複合建材のことで、同じくリフォーム工事でも発生する可能性がある。

また、4.4.2 のフローを踏まえ、複合建材廃棄物の発生量と排出量の2種類の推計方法を検討する。

4.4.4 推計の考え方（発生量）

複合建材が廃棄物となったものは、プレキャスト工法による製品（複合化された状態で販売されている建設資材）と、単一素材の建材であったものが施工方法により複合化されたものの2種類ある。複合建材の生産量・出荷量あるいは新築工事現場での投入量の積み上げでは、施工現場で複合化されたものについての推計ができない。よって、ここでは、除却面積に発生原単位を乗じ、さらに物件情報などの発生量を左右する要因について整理することとした。発生量を左右する要因については、ゼネコン、ハウスメーカー、解体工事業者へのヒアリング調査から得られた情報を整理したため、その妥当性の評価及び数値化は今後の検討課題である。

(1) 未使用材発生量

$$\text{複合建材廃棄物の発生量（未使用材）} = \text{除却面積} \times \text{発生原単位}$$

本業務での組成調査における戸建住宅の発生原単位は4.3にて算出した通りであるが、戸建住宅とビルの工事では、外壁や天井に使う建材が異なるため、発生原単位もそれぞれで設定する必要がある。発生原単位算定のためのデータ収集等については、今後の検討課題である。

以下に、発生量に影響しうるその他の要因を参考までに記す。

- ・ 工事の工期の長さ：工期が短い工事の場合、追加発注の手間を減らすため、建材の発注数に余裕を持たせることがあり、それらが未使用材の発生量を増やす要因になることが考えられる。
- ・ 環境配慮設計：現段階での環境配慮設計は、建物の機能性向上（防湿、保温性による省エネ等）や長寿命化を目的としており、易解体性やリサイクル性能への考慮にまで至っていないが、将来的に、複合建材の解体し易さが評価対象となった場合、環境配慮設計がなされているかどうかが発生量に影響することが考えられる。

(2) 解体材発生量

複合建材廃棄物の発生量（解体材）

= 除却面積×発生原単位×リフォーム工事による発生増加率

$$Y = A \times \{ (X_1 \times a) + (X_2 \times b) + (X_3 \times c) + (X_4 \times d) + (X_5 \times e) \}$$

Y：複合建材廃棄物の発生量（解体材）

A：リフォーム工事による発生増加係数

X₁、X₂、X₃、X₄、X₅：用途ごとの除却面積

1：住宅、2：オフィス、3：商業施設、4：工場、倉庫、5：宿泊・医療施設

a、b、c、d、e：発生原単位（トン／㎡）

a：住宅、b：オフィス、c：商業施設、d：工場、倉庫、e：宿泊・医療施設

複合建材は建築物の機能性を向上させるためのものが多く、建物の用途によって使用する建材が異なる。よって、建築物の用途によって発生する複合建材廃棄物が異なることが想像される。

水回り（洗面所、トイレ、風呂、キッチン等）は、防水のため建材同士の接着が多いため、複合建材廃棄物の発生量が多い部分である。よって、そのような設備の床面積の広さを考慮して、例えば上記5つの用途分類等が考えられる。なお、国土交通省の建築着工統計調査では表 4.2 の 18 分類である。

表 4.2 建築着工統計調査における用途分類

A 居住専用住宅	J 卸売業，小売業用建築物
B 居住専用準住宅	K 金融業，保険業用建築物
C 居住産業併用建築物	L 不動産業用建築物
D 農林水産業用建築物	M 宿泊業，飲食サービス業用建築物
E 鉱業、採石業、砂利採取業、建設業用建築物	M 教育，学習支援業用建築物
F 製造業用建築物	O 医療，福祉用建築物
G 電気・ガス・熱供給・水道業用建築物	P その他のサービス業用建築物
H 情報通信業用建築物	Q 公務用建築物
I 運輸業用建築物	R 他に分類されない建築物

また、解体工事業者へのヒアリング調査から、解体工事における複合建材廃棄物の発生量は、リフォーム工事の有無によっても左右されることがわかった。もともと複合建材ではない建材でも、リフォーム工事の際に元の建材を取り外さずに上から貼り付けることがあり、結果的に解体時には複合建材廃棄物となる。オフィス、マンション、飲食店、ホテルにおいては、特にフロアの貼り換えや水回りの交換等のリフォーム工事が頻繁にあり、その際に建材が複合化することが多いと推察される。

国土交通省の各種調査から推計した所、毎年、全体のストックの内の 15.5%にリフォーム工事が入る計算になる(表 4.3)。よって、ほぼ全ての物件について、一度はリフォーム工事が入っていると想定される。

表 4.3 ストック、新規着工、除却から推計したリフォーム・リニューアル工事件数

	物件数			床面積		
	合計 (件)	住宅 (件)	建築物 (件)	合計 (万㎡)	住宅 (万㎡)	建築物 (万㎡)
ストック	(45,043,605)	(40,626,226)	(4,417,380)	878,128	57,488	303,246
新規着工	572,712	497,118	75,594	12,223	7,034	5,189
除却	217,990	107,272	110,718	2,386	—	—
リフォーム・リニューアル	(2,898,373)	(1,936,125)	(926,248)	—	—	—

出典：国土交通省「建築物ストック統計 (H30)」、「建築着工統計調査 (R3)」、「建築物滅失登記調査 (R3)」、「建築物リフォーム・リニューアル調査 (R3)」

※括弧内の数値は推計

ストック件数は新築着工データから 1 件あたりの面積を推算し、算出

リフォーム・リニューアル件数は、全受注件数から改装・改修の工事だけ抜き出したもの

内装の耐用年数は 10 年程度であり、築年数 10 年以下の建築物の解体では、リフォーム工事は入っていないと判断しても良いと思われる。解体物件の築年数のデータがあれば、より正確な推計ができるが、建物滅失届には築年数を記載する欄がないため、現状はデータが不十分である。

4.4.5 推計の考え方 (排出量)

工事現場の環境、工事、予算等により、発生した複合建材廃棄物を剥離・分別し、単一素材の資源として排出する場合もあると考えられる。剥離・分離した後は「金属くず」「プラスチック類」のような廃棄物の種類ごとに分けられ、再資源化されるため、複合建材廃棄物には該当しない。この場合、発生量と排出量が異なる。

排出量は現場の状況によって変わることが推察され、発生量を基に現場の状況に係る情報を考慮することで算出される。現場の状況は、ゼネコン、ハウスメーカー、解体工事業者へのヒアリング調査から得られた複合建材廃棄物の排出量を左右すると思われる要因を整理したため、その妥当性の評価及び数値化は今後の検討課題である。

(1) 未使用材排出量

複合建材廃棄物の排出量 (未使用材)

= 複合建材廃棄物の発生量 (未使用材) × 新築工事物件情報

4.4.4 にて整理した複合建材廃棄物の推計の考え方に対し、新築工事物件情報を考慮する

必要があると考えられる。ゼネコン、ハウスメーカー、解体工事業者へのヒアリング調査より、新築工事物件情報になりうる未使用材排出量を左右すると思われる要因を表 4.4 に整理した。

表 4.4 未使用材排出量を左右する要因

要因		影響度合い
保管場所	分別が十分にできる広いスペースがある（地方部に多い）	大きく影響する。
	コンテナを置ける程度のスペースがある（都心部やビル工事に多い）	
	敷地内に保管場所がない	
搬出経路	近くに再資源化施設がある	影響する。
	再資源化施設が遠方にある	
工期	予定より余裕がある	大きく影響する。
	予定通り	
	予定より遅れあり	
人員	通常より余裕がある	大きく影響する。
	標準（計画通り）	
	想定より少ない	
コスト	分別費用及び処理費用が確保されている	影響しない。 ただし、元より特定建設資材のみの分別を想定し、適正な分別コストを確保していない場合は別である。
	標準	
	減額があった、想定外のコストが発生した	
天候	良い（晴れ 80%）	影響しない。ただし、石膏ボードは水濡れ品の再資源化が困難であるため、リサイクル率が下がる可能性はある。
	工事の進行に支障がない程度の風雪雨	
	工事が遅れるほどの悪天候	
元請業者の環境意識	環境配慮の意識が高い	影響すると思われるが、程度は不明。
	予算の中で努力している	
	コスト重視（特定建設資材の分別のみ）	

【ヒアリング調査結果】（いずれもゼネコンからのコメント）

- ・ 新築工事現場では、保管場所の有無が分別の程度に大きく影響する。プレハブをたて分別・保管のための場所を確保するため、十分な場所がない場合は、分別のためのコ

ンテナが置けず、分別品目が少なくなる可能性もある。

- ・ 近くの中間処理施設の有無によって、工事現場にて分別を実施するか否かを判断する。よって、搬出経路は排出量を左右する要因の一つである。しかし、タイルカーペットや石膏ボードなどの専門の処理業者がある場合、工事現場にて剥離・分別を行うことはなく、そのままの形で複合建材廃棄物として専門処理施設に持ち込むため、複合建材廃棄物の排出量を左右する要因にはならないと推察される。
- ・ 分別のための費用は、基本的に処理費用に見込んでおり、コストが低いと混合廃棄物にすることはない。
- ・ 大規模のゼロエミッション（2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会施設工事）現場では分別作業員を入れ、各作業員の工種から出てきたものをさらに確認し分けてコンテナに入れている。分別者ごとの排出量がわかり、金額も明確になる。コスト削減、管理の問題を含め作業員を付けてもメリットが出る。ただし小さい現場ではコストメリットが出ない。
- ・ 一般的な現場では計画に基づき建材を発注するが、工期が迫ってくると、余裕を持って建材を多めに受注する業者もある。その場合、廃棄される未使用品が多くなることも考えられる。
- ・ 工期は大きい要因であり、工期に余裕がないと作業員が丁寧に分別する余裕がなくなってしまう。
- ・ 環境意識が高いことと、現場の分別精度は関係があるかもしれないが、程度は把握できない。
- ・ 新築現場での複合材の発生量は少なく、天井に接着した石膏ボードを照明の取り付けなどの目的で切断した際の端材、接着剤や塗料等が付着してしまったものが少量出るのみであるため、保管場所、工期、人員が、どの程度、複合建材の排出量に影響を及ぼすのかは定かではない。複合建材に限定して言えば、あまり影響はないのではないかと。

(2) 解体材排出量

複合建材廃棄物の排出量（解体材）＝複合建材廃棄物の発生量（解体材）

ヒアリング調査から、解体工事現場では、複合建材を剥離・分別することは稀で、保管場所、工期、人員等に関係なく、複合建材廃棄物、廃プラスチック類、あるいは建設混合廃棄物としてまとめて排出されていることが多いということが分かった。よって、解体材の排出量は発生量とほぼ同じと推察される。

4.5 投入資材からの推計方法

新築工事の際の複合建材の投入量から、複合建材廃棄物の発生量を推計する方法も考えられる。複合化する可能性がある建材を表 5.5 に整理した。建材メーカーや業界団体へ協力

を要請し、建設資材の種類ごとの生産量・出荷量に関するデータを整理することで推計ができる。しかし、この場合、石膏ボードへのクロスの張り付けなど、現場で複合建材化するものを明確に算定することはできない。

表 5.5 複合建材及び複合建材化する可能性がある建材

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名	
土工事	防湿断熱		防湿断熱	ポリエチレンフィルム敷き		ポリエチレンフィルム	
	防湿断熱	その他	防湿断熱	ポリスチレンフォーム		ポリスチレンフォーム	
コンクリート工事	水平打継ぎ	止水版	水平打継ぎ	止水版		塩ビ板	
型枠工事	耐震スリット					耐震スリット(※リフレシ発泡体+ロックウール保温板+塩ビ)	
耐火被覆工事	吹付ロックウール(半乾式)			柱・はり 外壁 床・床下天井		ロックウール 押え材料	
	吹付ロックウール(湿式)			柱・はり		ロックウール 押え材料	
	けい酸カルシウム耐火被覆板			柱・はり		ケイ酸板 取付・補強材料	
	セラミック系耐火被覆材			柱・はり		セラミック系被覆材 押え材料	
	巻付け耐火被覆			柱・はり		巻付け被覆材(ロックウール) 押え材料	
	ロックウール充填		層間取合い	外壁～スラブ		ロックウール	
	ロックウール吹付け	ロックウール吹付け		ブレース		ロックウール	
	デッキプレートコマ詰め	ロックウール吹付け		デッキプレートコマ詰め		ロックウール 押え材料	
	デッキプレートコマ詰め	けい酸カルシウム板		デッキプレートコマ詰め		ケイ酸板 取付・補強材料	
	デッキプレートコマ詰め	巻き耐火被覆		デッキプレートコマ詰め		巻付け被覆材(ロックウール) 押え材料	
	ALC板工事	パネル	標準パネル工事 標準パネル工事	屋根パネル 床パネル	屋根 床		ALC材 専用取付金物 モルタル
		パネル	標準パネル工事 意匠パネル工事	外壁パネル 意匠パネル			ALC材 専用取付金物 シーリング材
		パネル	標準パネル工事	間仕切りパネル 防水立上がりパネル	外壁と非連続の立上がり部分		ALC材 専用金物
押出成形セメント板工事	押出成形セメント板		押出成形セメント板			押出し成形セメント板 取付・補強金物 シーリング材	
	ロックウール充てん品割増		ロックウール充てん品割増			ロックウール	
	躯体 押出成形セメント板		躯体 押出成形セメント板			押出し成形セメント板 取付・補強金物 シーリング材	
	外壁 押出成形セメント板		外壁 押出成形セメント板			押出し成形セメント板 取付・補強金物 ガスケット ロックウール充填 シーリング材	

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
押出成形セメント板工事	外装 押出成形セメント板		外装 押出成形セメント板			押出成形セメント板 取付け金物
	内装 押出成形セメント板		内装 押出成形セメント板			押出成形セメント板 専用金物
	プレストレストコンクリート(工場製品)		プレストレストコンクリート	柱・梁	ボストフジシオン方式	プレストレストコンクリート PC鋼材 定着体 定着プレート/ナット モルタル/クラフト
防水工事	アスファルト防水 屋根保護防水	アスファルト防水 アスファルト防水	屋根保護防水 屋根保護防水	屋根	密着工法 断熱工法	アルファルトプライマー アスファルト(3種) アスファルトルーフィング(1500) ストレッチルーフィング(1000) ポリエチレンフィルム
	アスファルト防水 屋根保護防水	アスファルト防水	屋根保護防水	屋根	絶縁工法	アルファルトプライマー アスファルト(3種) アスファルトルーフィング(1500) 砂付あなあきルーフィング ストレッチルーフィング(1000) ポリエチレンフィルム
	アスファルト防水 屋根露出防水	アスファルト防水	屋根露出防水	屋根	絶縁工法	アスファルトプライマー アスファルト(3種) アスファルトルーフィング(1500) 砂付あなあきルーフィング ストレッチルーフィング(1000) ポリエチレンフィルム
	アスファルト防水 屋内防水	アスファルト防水	屋内防水		密着工法	アスファルトプライマー アスファルト(3種) アスファルトルーフィング(1500) ストレッチルーフィング(1000)
	シート防水	シート防水	合成高分子系ルーフィングシート防水		接着工法	合成高分子ルーフィング材 プライマー 接着剤 塗料 トップコート
	シート防水	シート防水	合成高分子系ルーフィングシート防水		機械固定工法	合成高分子ルーフィング材 機械式固定材(ステンレス)
	その他 シーリング	アクリル ウレタン ポリサルファイド シリコン	シーリング シーリング シーリング シーリング			シーリング
	屋上緑化	屋上緑化	屋上緑化防水		断熱材併用工法	人口土壌 防水層 ドレイン層
	防水保護パネル	防水保護パネル	立上り防水保護パネル	押出成形セメント板 取付け金物共		セメント系中空押出成形板 押え金物(乾式押え材) 押え金物(鋼製)
	目地	目地	シーリング	アスファルト		アスファルトコーキング
	アスファルト防水	アスファルト防水	アスファルト防水バテット立上り乾式保護		下地 押出成形板共	アスファルトルーフィング材 アスファルト プライマー セメント系中空押出成形板 押え金物(乾式押え材) 押え金物(鋼製)
	塗膜防水 塗膜防水	塗膜防水				ゴムアスファルト防水材 プライマー 補強クロス
	塗膜防水 塗膜防水	塗膜防水		内装床		ウレタン防水材 プライマー 補強クロス
防水層保護	防水層保護	シーリング	防水押え床コンクリート		シーリング材(伸縮目地) 軽量コンクリート 溶接金網	

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名	
防水	防水層保護	防水層保護		防水押え立上りコンクリート		立上りコンクリート 鉄筋/ワイヤーメッシュ/結束線 型枠せき板・補助材料 型枠付属金物	
	防水層保護	防水層保護	アスファルト防水 押さえコンクリート	内壁		アスファルトシーリング材・シーリング材・プライマー アスファルト 経年コンクリート 溶接金網	
	防水層保護	防水層保護	防水立上り押え	レンガ又はコンクリートブロック		レンガ 又はブロック積 モルタル塗	
	防水層保護	防水層保護	防水立上り押え	メタルラス		メタルラス張り モルタル塗	
	防水層保護	防水層保護	床用ブロック敷			Pcaブロック、平板 目地詰め・敷モルタル 取付・付属金物	
	防湿工事	防湿工事	アスファルトモルタル・ブロック			アスファルトモルタル・ブロック ホリエチレンフィルム	
	断熱・吸音板	断熱・吸音板	グラスウール、ロックウール			グラスウール、ロックウール 発泡プラスチック 取付け金物	
	防湿工事	防湿工事	ポリスチレン、フェノール			ポリスチレン、フェノール 接着剤	
	シーリング	シーリング	防水端末コーキング'取合コーキング'			アスファルト系 変成シリコン系、ホリクレタ系	
	外壁シーリング	外壁シーリング		カーテンウォール・建具・ガラス		シーリング材料	
	石工事	大理石張り			壁		大理石 モルタル 鉄筋 引き金物(ステンレス)
		大理石張り			床		大理石 モルタル
ライニング甲板(人造大理石)		ライニング甲板(人造大理石)				ライニング甲板 取付金物	
花崗岩張り		花崗岩張り		内部床		花崗岩 緩衝材 モルタル	
花崗岩張り		花崗岩張り		外壁		花崗岩 緩衝材 下地金物	
花崗岩張り		花崗岩張り		外部床		花崗岩 モルタル	
花崗岩張り		花崗岩張り		内壁		石材 緩衝材 下地金物 シーリング材 バックアップ材	
大理石張り		大理石張り		外壁		大理石 緩衝材 下地金物	
大理石張り		大理石張り		内壁		石材 緩衝材 下地金物 シーリング材 バックアップ材	
大理石張り		大理石張り		内壁	湿式	石材 緩衝材 モルタル シーリング材 バックアップ材	

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
	テラゾブロック張	テラゾブロック張			湿式	テラゾブロック 緩衝材 モルタル
タイル工事	床タイル張り	床タイル張り	磁器質タイル せつ器質タイル		圧着張り	タイル モルタル
	内装壁タイル張り	内装壁タイル張り	内装タイル(陶器質)		接着剤張り	タイル 接着剤 白セメント
	外装壁タイル張り	外装壁タイル張り	モザイクタイル(磁器質)		マスク張り	タイル モルタル シーリング
	外装壁タイル張り	外装壁タイル張り	モザイクタイル(磁器質)		モザイクタイル圧着張り	タイル モルタル
	外装壁タイル張り	外装壁タイル張り	外装タイル(せつ器質) 外装タイル(磁器質)		密着張り	タイル モルタル シーリング
	外装壁タイル張り	外装壁タイル張り	外装タイル(せつ器質) 外装タイル(磁器質)		改良積上げ張り	タイル モルタル シーリング
	大版タイル	大版タイル	ボード面接着張り		接着剤張り	大版タイル 接着剤
	陶器質	陶器質	化粧平板敷	外部床		化粧平板 モルタル
	木工事	床	床	床板張り	床	
壁				間仕切軸組 胴縁組 壁合板下地張り 壁合板張り 建具・出入口枠 額縁 柱 敷居 鴨居 幅広付鴨居 付鴨居 長押し 上がりかまち 畳寄せ ぞうきんずり 幅木 回り縁		木材 くぎ 金物 接着剤 MDF
天井		天井	天井下地 天井合板張り 敷目板張り	天井		木材 くぎ 金物 接着剤
天井		天井	敷目板張り	天井		せつこうボード ボードくぎ
カーテンボックス		その他		カーテンボックス		木材 くぎ
ポストフォーム		ポストフォーム	メラミンポストフォーム甲板			メラミンポストフォーム
見切縁		見切縁	塩ビシート	見切縁		見切縁 縁付材
仕上		化粧版板材				化粧版板材

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
屋根及びとい工事	屋根葺	屋根葺	アスファルト系	アスファルトシングル葺		アスファルトシングル葺 下地調整モルタル 取付金物/押え金物
	屋根葺	屋根葺	無機材料系	瓦葺		瓦葺 野地下地 なじみ土 役物 取付材料
	屋根葺	屋根葺	無機材料系	厚板・波板・化粧スレート葺		厚板・波板・化粧スレート葺 下地材料 役物・ボルト フェルト
	樋	樋	鋼管製外部縦樋			炭素鋼鋼管 摺り金物
	樋	樋	鋼管製内部縦樋			炭素鋼鋼管 摺り金物 クラスター 締テープ
	金属工事	雑金物	階段すべり止め金具 ステンレス 雑金物	階段すべり止め金具	ステンレス(ゴム入り)	直張り
雑金物		階段すべり止め金具 真ちゅう 雑金物	階段すべり止め金具	真ちゅう(ゴム入り)	直張り	ノンスリップ(真鍮) 接着剤
雑金物		階段すべり止め金具 アルミ 雑金物	階段すべり止め金具	アルミ(ゴム入り)	直張り	ノンスリップ(アルミ) 接着剤
雑金物		手すり スチール 雑金物	手すり	スチール		手摺 スチール
雑金物		手すり アルミ 雑金物	手すり	アルミ		手摺 アルミ
雑金物		手すり ステンレス 雑金物	手すり	ステンレス		手摺 ステンレス
雑金物		手すり 雑金物	手すり			手摺(表面ビニル 芯材アルミ) ブラケット アルミ
雑金物		ルーフトレーン 雑金物	ルーフトレーン			ルーフトレーン 鋳鉄
雑金物		フロアドレーン 雑金物	フロアドレーン			ルーフトレーン 鋳鉄
雑金物		バルコニードレーン 雑金物	バルコニードレーン			ルーフトレーン 鋳鉄
雑金物		屋上フェンス 雑金物	屋上フェンス	スチール		屋上フェンス スチール
雑金物		屋上フェンス アルミ 雑金物	屋上フェンス	アルミ		屋上フェンス アルミ
雑金物		エキスパンションジョイント 雑金物	エキスパンションジョイント	床 天井 壁		エキスパンションジョイント
雑金物		カーテンレール 雑金物	カーテンレール	天井直付		カーテンレール ステンレス
ナラ		手摺 ナラ	壁付手摺			手摺 ナラ 取付金物
ブラインドボックス		ブラインドボックス	ブラインドボックス			ブラインドボックス(スチール)
雑金物		床材押え金物 雑金物	床材押え金物			床材押え金物
ステンレス製モールディング'張		ステンレスモールディング'張	内部天井	軽鉄下地共		ステンレスモールディング'張 軽量鉄骨下地材
ステンレス製モールディング'張		ステンレス製モールディング'張		軽鉄下地共、ケイカル板共		ステンレス 軽量鉄骨下地 珪カル板 目地コーキング
溝枳金物		溝枳金物				溝金物(SUS/7&3) 取付金物 溝モルタル
幅木工事		幅木工事	ステンレス巾木 H=150			ステンレス巾木 接着剤

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
軽量鉄骨下地工事	軽量鉄骨壁下地		軽量鉄骨壁下地			スタット ランナー スベーク 打込みピン 振止め
			屋内軽量鉄骨下がり壁下地	屋内軽量鉄骨下がり壁下地		野縁受チャンネル 野縁シングルバー シングルクリップ ダブルクリップ
		屋内天井下地振止め補強	屋内天井下地振止め補強	ふところ高 1.5m~3.0m		つりボルト
		壁下地開口補強	壁下地開口補強 壁下地開口補強	扉等三方補強 スタッド ダクト等四方補強 スタッド		リップ付軽量溝形鋼 スタット 鎖止め
		屋内天井下地開口部補強	屋内天井下地開口部補強	ボード等切込み共		野縁受チャンネル 野縁シングルバー シングルクリップ ダブルクリップ
	吹き付け工事	素地調整	素地調整	下地 コンクリート・ALCパネル	セメント系下地調整材	
素地調整		素地調整	下地 コンクリート・ALCパネル	合成樹脂エマルジョン系下地調整材		合成樹脂エマルジョン系下地調整材
素地調整		素地調整	下地 ALCパネル・コンクリートブロック	合成樹脂エマルジョンシーラー		合成樹脂エマルジョンシーラー
素地調整		素地調整	下地 石こうボード・その他ボード	合成樹脂エマルジョンパテ		合成樹脂エマルジョンパテ
素地調整		素地調整	下地 押出成形セメント板	エポキシ樹脂ワニス		エポキシ樹脂ワニス
薄付け仕上塗材仕上げ		薄付け仕上塗材仕上げ	外装薄塗材E(アクリルシン・樹脂リシン) 外装薄塗材E(アクリルシン・樹脂リシン)	砂壁状 下塗1・ローラー塗1 上吹き2		主材
薄付け仕上塗材仕上げ		薄付け仕上塗材仕上げ	防水形外装薄塗材 E	凹凸状 下塗1・増塗1・基礎塗1・模様塗1		下塗材 増塗材 基礎塗材 模様塗材
薄付け仕上塗材仕上げ		薄付け仕上塗材仕上げ	内装薄塗材 E(LIゆらく)	砂壁状 研磨1・下塗1・主材塗2		下塗材 主材
薄付け仕上塗材仕上げ		薄付け仕上塗材仕上げ	外装薄塗材 Si(シリカリシン)	砂壁状 主材塗2		下塗材 主材
薄付け仕上塗材仕上げ		薄付け仕上塗材仕上げ	可とう形外装薄塗材E (弾性リシン)	砂壁状 下塗1・上塗2		下塗材 主材 上塗材
複層仕上塗材仕上げ		複層仕上塗材仕上げ	複層塗材 OE(ポリマーセメント) 複層塗材 OE(ポリマーセメント) 複層塗材 OE(ポリマーセメント)	ゆず肌模様 内外装 下塗1・主材塗1・上塗2 凹凸模様(吹放し)内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・上塗2 凸部処理 内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・凸部処理・上塗2		下塗材 主材 上塗材
複層仕上塗材仕上げ		複層仕上塗材仕上げ	複層塗材 E(エポキシタイルRE) 複層塗材 E(エポキシタイルRE) 複層塗材 E(エポキシタイルRE)	ゆず肌模様 内外装 下塗1・主材塗1・上塗2 凹凸模様(吹放し)内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・上塗2 凸部処理 内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・凸部処理・上塗2		下塗材 主材 上塗材
複層仕上塗材仕上げ		複層仕上塗材仕上げ	複層塗材 RS(エポキシタイル) 複層塗材 RS(エポキシタイル) 複層塗材 RS(エポキシタイル)	ゆず肌模様 内外装 下塗1・主材塗1・上塗2 凹凸模様(吹放し)内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・上塗2 凸部処理 内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・凸部処理・上塗2		下塗材 主材 上塗材
複層仕上塗材仕上げ		複層仕上塗材仕上げ	複層塗材 Si(シリカタイル) 複層塗材 Si(シリカタイル) 複層塗材 Si(シリカタイル)	ゆず肌模様 内外装 下塗1・主材塗1・上塗2 凹凸模様(吹放し)内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・上塗2 凸部処理 内外装 下塗1・基層塗1・模様塗1・凸部処理・上塗2		下塗材 主材 上塗材
防水形複層仕上塗材仕上げ		防水形複層仕上塗材仕上げ 防水形複層仕上塗材仕上げ	防水形複層塗材OE 防水形複層塗材OE	吹付け 外壁 下塗1・増塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2 凸部処理 外壁 下塗1・増塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理・上塗2		下塗材 基層塗材 模様塗材 上塗材
防水形複層仕上塗材仕上げ		防水形複層仕上塗材仕上げ 防水形複層仕上塗材仕上げ	防水形複層塗材E 防水形複層塗材E	吹付け 外壁 下塗1・増塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2 凸部処理 外壁 下塗1・増塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理・上塗2		下塗材 基層塗材 模様塗材 上塗材

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
吹き付け工事	防水形複層仕上塗材仕上げ	防水形複層仕上塗材仕上げ	防水形複層塗材RS	吹付け 外壁 下塗1・増塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2		下塗材
		防水形複層仕上塗材仕上げ	防水形複層塗材RS	凸部処理 外壁 下塗1・増塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理・上塗2		基層塗材 模様塗材 上塗材
	厚付け塗材仕上げ	厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材C(セメントスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1		下塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材C(セメントスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2		主材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材C(セメントスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理		上塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材C(セメントスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗2・凸部処理・上塗2		
		厚付け塗材仕上げ	内装厚塗材C(セメントスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1		
		厚付け塗材仕上げ	内装厚塗材C(セメントスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理		
	厚付け塗材仕上げ	厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材Si(シリカスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1		下塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材Si(シリカスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2		基層塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材Si(シリカスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理		模様塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材Si(シリカスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗2・凸部処理・上塗2		上塗材
		厚付け塗材仕上げ	内装厚塗材Si(シリカスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1		
		厚付け塗材仕上げ	内装厚塗材Si(シリカスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理		
	厚付け塗材仕上げ	厚付け塗材仕上げ	内装厚塗材Si(シリカスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗2・凸部処理・上塗2		
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1		下塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2		基層塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理		模様塗材
		厚付け塗材仕上げ	外装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗2・凸部処理・上塗2		上塗材
		厚付け塗材仕上げ	内装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1		
	軽量骨材仕上塗仕上げ	軽量骨材仕上塗仕上げ	内装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2		下塗材
		軽量骨材仕上塗仕上げ	内装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理		基層塗材
		軽量骨材仕上塗仕上げ	内装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗2・凸部処理・上塗2		模様塗材
		軽量骨材仕上塗仕上げ	内装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1		上塗材
		軽量骨材仕上塗仕上げ	内装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	吹付け 下塗1・基層塗2・模様塗1・上塗2		
		軽量骨材仕上塗仕上げ	内装厚塗材E(樹脂スタッコ・アクリルスタッコ)	凸部処理 下塗1・基層塗2・模様塗1・凸部処理		
	軽量骨材仕上塗仕上げ	軽量骨材仕上塗仕上げ	軽量骨材仕上塗材(バーライト)	セメント系 下塗1・主材塗厚3mm		下塗材
軽量骨材仕上塗仕上げ		軽量骨材仕上塗材(バーライト)	セメント系 下塗1・主材塗厚5mm		軽量骨材仕上塗材 セメント系	
ロックウール吹付材仕上げ	軽量骨材仕上塗仕上げ	軽量骨材仕上塗材(バーライト)	エマルション系 下塗1・主材塗厚3mm		下塗材	
	軽量骨材仕上塗仕上げ	軽量骨材仕上塗材(バーライト)	エマルション系 下塗1・主材塗厚5mm		軽量骨材仕上塗材 エマルション系	
割肌石調塗壁	割肌石調塗壁	厚10mm 原色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法	合成樹脂エマルションシーラー	
		厚15mm 原色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法	ロックウール吹付け	
		厚20mm 原色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法		
		厚25mm 原色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法		
		厚10mm 着色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法		
		厚15mm 着色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法		
		厚20mm 着色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法		
		厚25mm 着色仕上げ 下塗1・ロックウール吹付け1・表面仕上げ		乾式工法		
木製建具工事	フラッシュドア	フラッシュドア			外装薄塗材E	
	特殊金物 ドアクローザ	フラッシュドア			木製建具 フラッシュドア	
	特殊金物 フロアヒンジ	ドアクローザ			ドアクローザ	
	特殊金物 ピボットヒンジ	フロアヒンジ			フロアヒンジ	
	ふすま	特殊金物	ピボットヒンジ		ピボットヒンジ	
	内部建具 障子	ふすま			ふすま	
		内部建具	障子		障子	
					障子	
シャッター工事	シャッター	重畳シャッター	防煙シャッター		シャッター	
		重畳シャッター	防火シャッター			
		重畳シャッター	スチールシャッター			
		重畳シャッター	ステンレスシャッター			
		軽畳シャッター	軽畳シャッター			
		軽畳シャッター	スチールグリルシャッター			
		軽畳シャッター	ステンレスグリルシャッター			
		軽畳シャッター	軽畳電動シャッター			
オーバーヘッドドア	オーバーヘッドドア	スチールオーバーヘッドドア アルミオーバーヘッドドア ファイバーグラスオーバーヘッドドア コーマールオーバーヘッドドア			オーバーヘッド	
防煙垂壁	防煙垂壁	防煙垂壁			防煙垂壁	

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名	
ガラス工事	副資材 シーリング	副資材	シーリング(非硬化性)			シーリング	
		副資材	ガラス突き合わせ				
	副資材 養生フィルム	副資材	ジョイントシーリング(シリコン)				
		副資材	養生フィルム				
カーテンウォール	アルミカーテンウォール	アルミカーテンウォール	炭殺パネル			養生フィルム	
		アルミカーテンウォール	アルミ製縦軸回転窓パネル 熱戦吸収板ガラス			アルミニウム 板ガラス 取付金物 裏面ケイカル板類 層間塞ぎロックウール 層間塞ぎ受金物 シーリング材/ガasket材	
	ステンレスカーテンウォール	ステンレスカーテンウォール	炭殺パネル			ステンレス 取付金物 裏面ケイカル板類 層間塞ぎロックウール 層間塞ぎ受金物 シーリング材/ガasket材	
		ステンレスカーテンウォール	縦軸回転窓パネル(1,200×3,600)熱戦吸収板ガラス 厚12mm			ステンレス 板ガラス 取付金物 裏面ケイカル板類 層間塞ぎロックウール 層間塞ぎ受金物 シーリング材/ガasket材	
	PCカーテンウォール	PCカーテンウォール	PC製二丁掛タイル(t=120)			コンクリート 二丁掛タイル 耐火目地(ロックウール) 目地受金物 取付金物 シーリング材/ガasket材	
		PCカーテンウォール	PC製モザイクタイル(t=120)			コンクリート モザイクタイル 耐火目地(ロックウール) 目地受金物 取付金物 シーリング材/ガasket材	
	PCカーテンウォール	PCカーテンウォール	PC製花崗岩張(t=120)			コンクリート 花崗岩 耐火目地(ロックウール等) 目地受金物 取付金物 シーリング材/ガasket材	
		ガラスカーテンウォール	ガラスカーテンウォール	アルミ方立方式			板ガラス アルミ方立/取付金物 ガasket(クロロレンゴム系) シーリング(シリコン系,ネリサルファイド系)
	内装工事	フローリング張り	フローリング張り	単層フローリングボード	普通張り		単層フローリングボード くぎ
			フローリング張り	単層フローリングボード	直張り		単層フローリングボード 接着剤
フローリング張り		フローリング張り	単層フローリングボード	特殊張り		単層フローリングボード 接着剤 くぎ	
		フローリング張り	フローリングブロック	乾式工法		フローリングブロック 接着剤	
フローリング張り		フローリング張り	複合フローリング	普通張り		複合フローリングボード くぎ	
		フローリング張り	複合フローリング	普通張り		複合フローリングボード くぎ	

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
内装工事	フローリング張り	フローリング張り	複合フローリング		直張り	複合フローリングボード 接着剤
	床下地	集合住宅用床下地 鋼製床下地	床下地 鋼製床下地 剣道場用		乾式二重床 組床式・置床式	パーティクルボード 支持脚(特殊樹脂、ナイロン)
	ビニル床タイル	ビニル床タイル	ホモジニアス床タイル			ホモジニアス床タイル 接着剤
	ビニル床タイル	ビニル床タイル	コンポジション床タイル			コンポジション床タイル 半硬質 接着剤
	特殊床タイル	特殊床タイル	帯電防止ホモジニアス床タイル			帯電防止ホモジニアス床タイル 接着剤
	特殊床タイル	特殊床タイル	防滑性床タイル			防滑性床タイル 接着剤
	特殊床タイル	特殊床タイル	視聴覚障害者用ビニル床タイル			視聴覚障害者用ビニル床タイル 接着剤
	ゴムタイル	ゴムタイル	ゴムタイル			ゴムタイル 接着剤
	コルクタイル	コルクタイル	コルクタイル			コルクタイル 接着剤
	ビニル床シート	ビニル床シート 発泡層なし	織布積層床シート			織布積層床シート 接着剤
	ビニル床シート	ビニル床シート 発泡層なし	ノンスリップ床シート			ノンスリップ床シート 接着剤
	ビニル床シート	ビニル床シート 発泡層あり	不織布積層床シート			不織布積層床シート 接着剤
	ビニル床シート	ビニル床シート 発泡層あり	織布積層床シート			織布積層床シート 接着剤
	ビニル床シート	ビニル床シート 発泡層あり	ビニル層積層床シート(クッションフロア)			クッションフロア 接着剤
	特殊床シート	特殊床シート	抗菌性ビニル床シート			抗菌性ビニル床シート 接着剤
	特殊床シート	特殊床シート	帯電防止ビニル床シート			帯電防止ビニル床シート 接着剤
	特殊床シート	特殊床シート	導電性ビニル床シート			導電性ビニル床シート 接着剤
	特殊床シート	特殊床シート	耐動荷重床シート			耐動荷重床シート 接着剤
	リノリウム床	リノリウム床	リノリウム床シート			リノリウム床シート 接着剤
	幅木	幅木	ソフト幅木			ソフト幅木 接着剤
	幅木	幅木	長尺幅木			長尺幅木 接着剤
	幅木	幅木	ササラ幅木			ササラ幅木 接着剤
	タイルカーペット	タイルカーペット(材工共)	タイルカーペット			タイルカーペット 接着剤
	ニードルパンチカーペット	ニードルパンチカーペット(材工共)	ニードルパンチカーペット			ニードルパンチ 接着剤
	カーペット	カーペット	カーペット		グリッパー工法(フェルト敷き手間共) 接着工法(全面接着工法) 階段工法(グリッパー工法)	カーペット 接着剤
	畳敷き	畳敷き				稲わら畳 建材畳(畳ボードサンドイッチ稲わら畳)

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
内装工事	複合板	せつこうボード厚9.5+硬質ウレタン厚10	複合板	壁・天井	圧着張り工法 圧着張り工法	複合板(硬質ウレタン+せつこうボード) 接着剤
		せつこうボード厚9.5+硬質ウレタン厚15	複合板	壁・天井		
	複合板	せつこうボード厚9.5+硬質ウレタン厚10	複合板	壁・天井	GL工法 GL工法	複合板(硬質ウレタン+せつこうボード) GLボンド
		せつこうボード厚9.5+硬質ウレタン厚15	複合板	壁・天井		
	複合板	せつこうボード厚9.5+ポリスチレンフォーム厚25	複合板	壁・天井	S1工法	複合板(せつこうボード+ポリスチレンフォーム) 接着剤
	複合板	合板厚2.5+ポリスチレンフォーム厚25	複合板	壁・天井		複合板(せつこうボード+ポリスチレンフォーム) 接着剤
	回り縁	回り縁	突付け 目透かし	壁・天井 壁・天井		回り縁 アルミ
	回り縁	回り縁	突付け 目透かし	壁・天井 壁・天井		回り縁 塩ビ
	下がり壁見切縁	下がり壁見切縁	アルミ	壁・天井		下がり壁見切縁 アルミ
	下がり壁見切縁	下がり壁見切縁	塩ビ	壁・天井		下がり壁見切縁 塩ビ
	ビニルクロス	ビニルクロス	量産品	壁・天井		ビニルクロス
		ビニルクロス	中級品	壁・天井		接着剤
		ビニルクロス	エコクロス(オレフィン、ケナフ)	壁・天井		
	織物クロス	織物クロス	並品	壁・天井		ビニルクロス 接着剤
	コーナー用塩ビアングル			壁・天井		塩ビアングル
	コーナー用はりメタル			壁・天井		はり用メタル
	点検口	点検口	アルミ			点検口 アルミ
		点検口	アルミ			
	ボード開口	ボード開口		壁・天井		せつこうボード
		ボード開口		壁・天井		
		ボード開口		壁・天井		
	スバンドレル	スバンドレル	アルミ 厚0.8(mm) シルバーアルマイト フラットタイプ	壁・天井		スバンドレル
		スバンドレル	アルミ 厚1.0(mm) シルバーアルマイト フラットタイプ	壁・天井		小ネジ
		スバンドレル	アルミ 厚1.0(mm) 電解着色 フラットタイプ	壁・天井		
	スバンドレル用回り縁	スバンドレル用回り縁	アルミ シルバーアルマイト	壁・天井		回り縁
		スバンドレル用回り縁	アルミ 電解着色	壁・天井		
	腰見切りポーター		腰見切りポーター			腰見切りポーター(塩ビ)
	塩ビコーナー					塩ビコーナー
	キッチンボード					キッチンパネル
	ダイノックシート		ダイノックシート	鋼製建具面		ダイノックシート(塩ビ)
	畳	畳		畳(インシュレーション床)		畳 インシュレーション床
	断熱	断熱	ウレタン(現場発泡)			ウレタン
	断熱	断熱	グラスウールガラスクロス(コンクリート下地)			グラスウール、ロックウール 金物
システム天井	システム天井	ロックウール			岩綿吸音板t=15 軽量鉄骨下地材	
床工事	フリアクセスフロア	アルミダイキャスト			フリアクセスフロア 支柱 接着剤	
床工事	フリアクセスフロア	スチール			フリアクセスフロア 支柱 接着剤	
床工事	フリアクセスフロア フリアクセスフロア	樹脂系 複合セメント系			フリアクセスフロア 支柱 接着剤	

工程	仕様	項目	細目	使用場所	工法	材料名
内装工事	合成樹脂塗床	フーアケスフロ7	珪カル系			フーアケスフロ7
						支柱 接着剤
ユニットおよびその他工事	床下収納庫	床下収納庫				床下収納庫(体リフロレン・アルス)
	排水溝	排水溝	ステンレス			排水ビット
						排水ビット枠
	キッチンパネル	キッチンパネル				キッチンパネル
	ユニットバス	ユニットバス				ユニットバス
	化粧洗面ユニット	化粧洗面ユニット				洗面化粧台
	化粧鏡ユニット	化粧鏡ユニット				化粧鏡
	キッチンユニット	キッチンユニット				キッチンユニット
	トイレブース	トイレブース				パネル(メラミン化粧板+パーテイルボード) 付属金物
	アンテナ基礎					コンクリート 鉄筋 型枠用合板 さん木 角材 くぎ金物 セパレータ アンカーボルト
	屋上目隠し	屋上目隠し	ALC板厚50mm張、吹付けタイル 7500×2750 4面			ALC 取付金物 複層塗材CE
	屋上 SUSハッチ					点検ハッチ(SUS) SUSアンカーボルト
	金物工事	ステンレス製車止めホール				ステンレス 溶接金属 モルタル
	金物工事	ステンレス製旗ホール(H=6,000)				ステンレス 溶接金属 モルタル

出典:国土交通省総合技術開発プロジェクト「持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発(H16~18) LCW 算定標準に関する研究 その5 LCW 算定に用いるデータシートの概要及び修繕・更新条件の設定」(2007年8月)、数理工学社「新・建築材料Ⅱ【部位構成材料・機能材料編】」(2021年4月)

4.6 今後の検討課題

今回の推計では、ゼネコン、解体工事業者、業界団体、有識者へのヒアリング調査から、複合建材廃棄物のフローを整理し、発生状況に応じた排出量推計の考え方を整理したが、推計の考え方の妥当性については、検証できていない。今後の検証に向けては、以下のような情報の把握及び整理が必要であると考えられる。

(1) 複合建材の種類把握

複合建材は種類が様々あり、全容が明らかでないため、解体や分別の方法もわからない状態である。発生量の把握の前に、複合建材にはどのような組成の物があるのか、どのくらいの種類があるのか、新築工事の際の投入量はどのくらいか、どのような施工により複合化するのかといった情報を整理する必要がある。

ただし、プラスチックの種類や添加剤ごとに分類すると数千～数万のリストになると思われ、困難と想像できる。リストは安定型廃棄物と管理型廃棄物の複合（木とプラスチック等）、可燃と不燃の複合（プラスチックとがれき、木と鉄等）のような処理方法に着目した分類で作成することが望ましい。リストの作成においては、ゼネコン、建材メーカーへの問い合わせを要する。

(2) ビルの新築工事における複合建材廃棄物の発生・排出量の把握

本業務での組成調査の結果に基づき、戸建住宅の未使用材については原単位の一例を算出したが、ビルの未使用材についての原単位データはない。戸建住宅とビルの工事では、外壁や天井に使う建材が異なるため、発生原単位もそれぞれで設定することが望ましい。今後は、ビルの新築工事から発生する複合建材廃棄物の排出量を実測する等により、ビルの未使用材の原単位を設定することが検討課題の一つである。

(3) 築年数の考慮

解体工事業者へのヒアリングによると、新しい建築物の方が、接着剤で接着している複合建材廃棄物が多い傾向にあるとのことであった。具体的な築年数が明確でなかったため、本調査において考慮に入れていないが、今後、複合建材の使用の経年データについても整理した上で、解体物件の築年数を考慮する必要がある。

また、リフォーム工事の有無が複合建材廃棄物の発生量に大きく影響を及ぼすと思われるが、解体する物件におけるリフォーム工事の有無に関する情報は把握することが困難で、築年数により推定することが適当と考えられる。

(4) 建設混合廃棄物への混合の状況の把握

特に解体材については、発生した複合建材廃棄物のほぼ全てが建設混合廃棄物として排出されていることが分かった。建設混合廃棄物の再資源化率は低く、複合建材廃棄物の再資源化の方策を検討する場合、複合建材廃棄物の建設混合廃棄物への混入量についても把握する必要がある。

(5) その他の要因の検討

現場での剥離・分別が困難である複合建材は、建設混合廃棄物として排出されることが多

い。建設混合廃棄物の分別解体・再資源化に係る問題については 12.2 にて後述する。ヒアリング調査を踏まえると、再生資源化施設の立地状況、処理費用、排出者等の再資源化促進に対する意識等も、複合建材廃棄物が分別されずに建設混合廃棄物として排出される要因となりうると推察される。

第五章 複合建材廃棄物の処理技術の整理

中間処理業者における複合建材廃棄物および建設混合廃棄物の分離・選別の処理技術や設備導入状況について整理を行った。

5.1 調査の進め方

5.1.1 調査の背景と目的

複合建材は、断熱性能、防音、耐火等の機能性の向上を目的に開発・生産されており、住環境の向上のために引き続き利用量・発生量が増えると見込まれ、再資源化促進のため高度選別設備による分離・選別の推進が求められる。高度選別の推進に向けた対応策検討のため、現状の技術の整理、設備導入の状況等の基礎情報の整理が必要となる。また、設備導入においては、導入コストや再生材の売却先の確保等が障害になっていることが想定され、導入の課題などについても併せて調査を要する。

5.1.2 調査の実施方法

複合建材が廃棄物となったものは、一般的には、工事現場にて、「手解体・手選別」か「ケレン棒などの工具を使った剥離」のいずれかの方法で、他建材から分離される。その後は、「金属くず」や「廃プラスチック類」といった廃棄物の種類ごとに分けられ、それぞれ再資源化处理される。特に、発生量が多い物や分別することで有価物となる物は、専用の分別・処理装置が開発されることがある。

工事現場にて分別できない複合建材廃棄物は、建設混合廃棄物に分類される。建設混合廃棄物は、中間処理施設で選別され、再資源化（マテリアルリサイクル・ケミカルリサイクル・サーマルリサイクル）あるいは単純焼却・埋立となる。

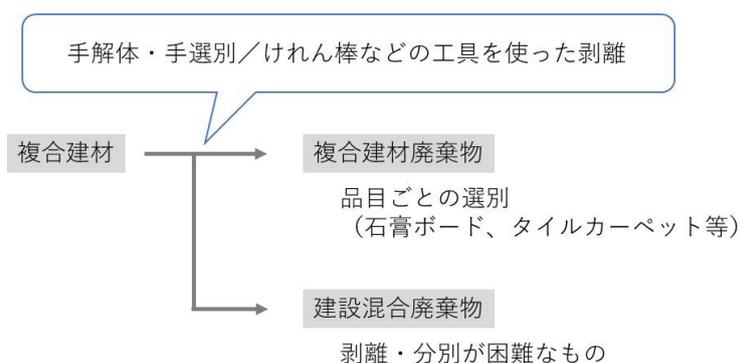


図 5.1 複合建材の排出の流れ

よって、複合建材廃棄物の処理技術は、特定の複合建材廃棄物を専用とした処理技術と、建設混合廃棄物の処理技術に大別されることから、調査対象は、複合建材廃棄物の選別機器及び建設混合廃棄物の選別機器とする。

調査方法は、文献調査及びヒアリング調査とした。

5.2 特定の複合建材廃棄物の処理技術

5.2.1 石膏ボード

石膏ボードは、石膏と水を混ぜて泥状にしたものを紙で挟み、石膏が固まる工程で紙と接着させることによって製造されるもので、石膏と紙の複合建材である。石膏ボードをさらに壁紙、タイル、岩綿吸音板、断熱材等と接着させて、石膏ボードと他の建材の複合建材として使用する場合もあるが、これについては分離・剥離が困難で、技術も確立していないため、建設混合廃棄物として処理される。新築系石膏ボードと呼ばれる新築工事から発生する端材などの異物がない石膏ボードは、破砕処理をして紙と分離させ、石膏粉にしたものを石膏ボード原料に添加することで再生が可能である。これらは、廃石膏ボードの専業再資源化業者のほか、石膏ボードメーカーによる広域認定制度を利用した回収・再資源化がされている。

この再生石膏粉は、空隙のない大きな結晶からなるバージン石膏と異なり、多くの空隙を有する小さな針状結晶の凝集体であることから、添加量が多いと製品としての性能が落ちるため、再生石膏の石膏ボード原料への混入率は10%程度が限界である。よって、再生石膏を生産しても、石膏ボード原料として使用できる量が少ないため、供給過多となることが課題となっている。

この問題を解決する技術として、廃石膏ボードから空隙のない結晶の石膏粉を生産し、石膏ボード原料として100%利用が可能となる「廃石膏結晶大型化処理技術」が確立された(株式会社トクヤマ・チヨダジプサム HP より)。この技術は、石膏ボードメーカー(チヨダウーテ(株))、セメント製造メーカー(株トクヤマ)が共同出資で石膏ボードリサイクルの目的会社を設立したものであり、原料回収～新材製造～原料利用に至る一貫処理・リサイクルシステムとして安定した利用が可能であり、廃石膏ボードの管理型処分費と比較しても、低コストで処理が可能な方式である。

- | |
|--|
| <p>(1) 石膏ボードを粗破砕後、異物除去を行い、破砕分離を行う。
※異物；金属類、廃プラ、ケイカル板、がれき類、ガラスくず等</p> <p>(2) 紙類は、圧縮して製紙工場向けに出荷。一方、石膏は、別ラインでの処理を行う。</p> <p>(3) 石膏(廃二水石膏)は、約130℃程度で焼成した後、粒度調整を行い水に溶けやすい石膏(半水石膏)に置き換えた後、晶析工程において大型結晶化とろ過を行い、大型結晶製品を回収する。
※晶析工程における化学反応式
$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 1.5\text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$</p> |
|--|

現在の稼働施設と廃石膏ボードの処理能力

2013年1月：本社工場(三重県 チヨダウーテ(株)四日市工場内) 4万トン/年

2016年7月：関東工場(千葉県 株トクヤマ袖ヶ浦SS内) 8万トン/年

2023年4月(開始予定)：室蘭工場(北海道 チヨダウーテ(株)室蘭工場内) 2万トン/年

5.2.2 太陽光パネル

太陽光パネルは、ジャンクションボックス、アルミフレーム、ガラス、セル(発電素子)

で構成されている複合材である。建築物の解体等に伴い、屋根部分に設置されている太陽光パネルを廃棄する際には、電気工事士の資格を有する業者が撤去にあたり、当該撤去業者が排出事業者となる。

太陽光パネルは、ジャンクションボックスとアルミフレームを工具で分別することができるが、ガラスとセルについては EVA（エチレン酢酸ビニル共重合樹脂）シートで接着されているため剥離が困難である。ガラスとセルの複合材は、中間処理施設で破碎処理され、製錬業者にて再資源化処理される。ガラスは、製錬施設にてセル部分の非鉄金属を回収する工程で燃焼され、スラグとなり、路盤材などに利用されている。

このガラスとセルの部分については、ガラスとセルを剥離させ、それぞれ再生利用が可能となる装置が開発されている。詳細は表 5.1 の通り。

表 5.1 太陽光パネル高度剥離分別技術の概要

処理方法	技術概要
ホットナイフ分離法	加熱したナイフでEVAを溶融しながらセルガラス表面から剥離する。ガラスを割らずに回収できる。 エヌ・ピー・シー、浜田（60秒/枚）
パネルセパレーター	加熱によりEVAの密着力を低減させ、EVAを引き剥がしてセルからガラスを分離する。有価物（CIGS化合物等）は薬液（液相回収）により剥離し回収する。 ソーラーフロンティア（80秒/枚）
ウェット法	結晶系太陽電池モジュールのリサイクルを困難にしていた封止材（EVA）に対し、剥離剤を用いたEVA剥離システムを開発。 東邦化成（試験機であり能力は不明）
ブラシ剥離法	ガラスからセルを特殊なブラシで剥離する。高速で回転する複数の金属ブラシが太陽電池積層板の受光面の反対側から作用し、ガラス方向に有機性シート・有機性封止材・セル・電極の順に段階を踏んで削りとる。 東芝環境ソリューション「PVスクラッチャー」（30トン/月）
加熱燃焼処理	窒素雰囲気での分解炉でEVAを熱分解し、その後に発生したEVA分解ガスを、大気雰囲気での燃焼炉でLPGバーナーによって焼却する二段階処理を行う。EVAの一部は炭化された状態で排出されるため、大気雰囲気下の後処理装置で再度加熱して酸化処理を行うことで、EVAをほぼ完全に除去する。 新菱（9万枚/年）
ブラスト法	粒状の投射材料（ブラスト材）を圧縮エアやモーター駆動によってガラス表面に吹き付け、ガラスを剥離する。

	エーシー、ミクロンメタル、未来創造（手動式4分/枚、コンベア式60秒/枚）
ロール式破砕法	<p>表面に凹凸形状を持つ円筒（ロール）2本を対にし、太陽光パネルがロールの間を通過することで、パネル表面のガラスを破砕する。破砕されたガラスは、篩機や風力選別機により選別する。破損したパネルなどにも対応できる。</p> <p>環境保全サービス「ガラスわけーる」（75秒/枚）：ロールで破砕後は、大きなガラス片を剥離し、ブラシで細かいガラスや導線、発電セルなどをそぎ落とす。</p> <p>近畿工業「Resola」（120秒/枚）：ロール式破砕機に数回通し、ガラスの回収率をあげる。</p>
ハンマー式破砕法	<p>アルミ枠を分離した後、EVAを剥離しやすくするため、ガラス分離装置内を約70～100℃の温熱ヒーターで温めながら通し、爪のついたハンマーでたたいてガラスとセルを分離する。ガラス片はバキュームにより回収する。</p> <p>チョダマシナリー「PVリサイクルハンマー」（90秒/枚）</p>

出典：環境省「令和3年度使用済太陽電池モジュールのリサイクル等の推進に係る調査業務」、環境省「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン（第二版）」、NEDO「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト事業原簿」

5.2.3 繊維強化素材

プラスチックに強化材を加えた複合材で、特に炭素繊維（カーボンファイバー）を強化材として加えた炭素繊維強化プラスチック（以下「CFRP」という）は軽量で高強度であることから、航空機部材に使用されているが、一部、建設資材としての利用もある。

CFRPが廃棄物となったものの処理においては、以下の問題がある。

- ・ 強度が強いため破砕が難しい。
- ・ 大量に焼却した際に、炭素繊維由来の黒煙が発生する。
- ・ セメントメーカーの高温の焼成炉でも、完全に焼却できず、ダスト（炭素繊維が粉塵となったもの）が発生し、電気集塵機内でショートする（設備が停止するリスクがある）。

これらの問題を解決するため、専用の処理技術が開発されている。

表 5.2 CFRP からの炭素繊維の回収技術

処理方法	技術概要
熱分解法	窒素などの不活性ガス雰囲気中で、マトリックス樹脂（エポキシ樹脂）を 300℃以上に加熱し、熱分解させ、炭素繊維を回収する。
化学溶解法	各種の溶媒を用いて高分子を分解・低分子化させる手法。

出典：公益財団法人航空機国際共同開発促進基金

現在は、事業化および成果物として得られる炭素繊維の規格化が課題となっている。いずれも、航空機部品のように、同じ組成のものが一定量発生する場合を想定して開発されており、組成、形状、劣化具合が異なり、物量も少ない建設資材における適用までは、長期間かかると思われる。

5.2.4 タイルカーペット

タイルカーペットは、オフィス等の床材として使用され、リフォーム工事や解体工事から多く発生する。表面の繊維層に塩ビの裏打ち層を張り合わせた多層構造になっており、分離が困難であるが、塩素濃度が高いためサーマルリサイクルにも不向きである。よって、リサイクル率は低いが、リサイクル可能な処理業者や広域認定制度を取得したメーカーがあるため、工事の立地がそれら施設に近い場合は、委託することによりリサイクルすることができる。

表 5.3 タイルカーペットの再資源化方法

処理業者	技術概要
リファインバース	塩ビの裏打ち層を切削して塩ビ樹脂の粉体を回収している。 カーペットタイルから再生されたポリ塩化ビニル及び可塑剤約 40%と炭酸カルシウム及びその他充填物約 60%の再生塩化ビニルコンパウンドを生産し、
東リ	広域認定制度を活用し、自社製品の回収・再資源化を行っている。 回収したタイルカーペットは、繊維層だけでなく、塩ビ樹脂層もタイルカーペット原料として水平リサイクルを実現している。

出典：一般社団法人日本建設業連合会環境委員会建築副産物部会「特殊な廃棄物等処理マニュアル【第五版】」（2017年4月）、リファインバース株式会社 HP、東リ株式会社 HP

5.3 建設混合廃棄物の処理技術

5.3.1 中間処理施設での選別・処理方法

建設混合廃棄物とは、様々な素材の建材が混合状態となった廃棄物で、主に手選別、破碎、機械選別という工程で処理される。

手選別は、危険物や処理困難物、破碎処理する前にピックアップした方が有価物としての

価値が高まるものなどを分別することが目的で、建設廃棄物においては土間に展開して分別を行うことから土間選と呼ばれる。危険物とは、バッテリー、スプレー缶等の破碎をする場合に発熱・発火の危険があるもので、処理困難物とは塩素濃度が高いものやグラスウール等、破碎物に混入するとリサイクル率が下がるもののことである。

機械選別は、風力選別、粒度選別、金属選別（磁力選別、渦電流選別）が主流となっている。最近では、比重差選別や光学選別も増えているが、ここでは高度選別に分類する。

5.3.2 高度選別

(1) 比重選別

物質の比重差を利用した選別方法で、液体を用いる湿式比重選別と乾式比重選別がある。

① 湿式比重選別

湿式比重選別の分離効率は高い一方で、廃液の処理、選別物質の乾燥などの工程が必要となる。

I. 浮沈選別

プラスチックの選別は水中での選別が圧倒的に有利となる。浮沈選別は、液体の密度より大きいものを沈降させて、小さいものを浮上させる選別方法である。形状や粒径により沈降速度が異なるため対象物の諸条件を揃えることが重要となる。

例えば、選別に水を利用した場合は、密度が小さい PE、PP が浮き、密度が大きい PS、PET、PVC は沈下するため分離が可能となる。密度が違う溶液を使用すると違った素材の分別が可能になる。

密度：LDPE（低密度ポリエチレン）と PP 0.92

HDPE（高密度ポリエチレン） 0.95

PS 1.05

PET 1.34

PVC 1.35

比重の大きな物質と比重の小さな物質が混合している場合、それら粒子の比重の中間に比重をもつ液体（重液）を用いて、軽い物質を浮遊させ重い物質を沈降させている分別方法を重選（重液選別）と呼ぶ。

II. ジグ選別

沈降速度の相違を利用した選別方法。沈降速度が異なる物質の混合物に上下水流を周期的に与えることにより、下層に高比重物を、上層に低比重物を濃縮させる。ジグ選別は原理的に粒度の影響が少ないため、比較的広い粒度幅をもつものに対して分離効率が低い。

III. 遠心選別

沈降速度が小さい物質は重力場での選別が困難となるため、回転運動により発生する遠心力を利用した沈降により選別を行う。縦型の機器の場合密度が大きい物質は下方に移動し、密度の小さい物質は上方に移動する。

IV. 薄流選別

傾斜が緩やかな面（テーブル）を流れる水などの流体の薄流を利用して行う選別。流体の上流部に重く密度が大きな物質、下流部にいくほど軽く密度が小さな物質となる。鉱石の選別で主に用いられ、国内でプラスチック選別での使用例はあまりないと考えられる。

② 乾式比重選別

乾式比重選別は、湿式比重選別と比較してプロセスが簡便であり、大量処理に向いている。

I. 風力選別

選別対象物を上向気流下に置き空気抵抗を与え上向の力を加える。重力が上回るものは落下し、空気抵抗が上回るものは上昇する。気流の速度を変えることにより選別する密度を変えることができる。

装置は、円筒型のほかジグザク型が利用されている。ジグザク型は落下・上昇した物質が複数回壁面に衝突することで分散し、再度選別の機会が生じるため選別効率が上がる。

II. エアータブル

傾斜した網状の面を振動させ、下から空気を吹き込み摩擦力の相違が生じることを利用した選別方法。振動と摩擦で物質は上へ移動する。そこに空気が吹き込まれると軽い物質は持ち上げられて摩擦が減少することで下へ、重い物質は摩擦を受けて上方に移動する。

(2) 浮力選別

物質を水とともにかき混ぜ、液体中に多量の気泡を発生させると気泡は浮力により上昇、水面に到達する。このとき水に濡れにくい表面性質（疎水性）をもつ物質は上昇する気泡に付着して水面に到達する。一方で水に濡れやすい表面性質（親水性）をもつ物質は気泡には付かず水中にとどまることを利用した選別方法。浮力選別では比重が違う PE と PP の分離も可能となる。

一方、浮力選別をプラスチックで用いる場合、プラスチックの大部分は水に濡れにくい疎水性であるため、特定のプラスチックの親水性を高める湿潤剤を添加して分離を行う。

(3) 静電分離

摩擦により静電気を発生させると、物質により正・負の帯電性が異なる特性を利用した分離方法。帯電した物質は正負の電極で回収する。特に PVC はほとんどのプラスチックに対して負に帯電するため、その除去に用いられている。また、比重差が小さい PE、PP の選別に利用されている。

対象物は乾燥している必要があり、湿度や温度の管理が必要となる。また、添加剤などの不純物の影響も受ける。

(4) 光学選別

物質の色を判別して選別を行う。可視光のほか紫外線、赤外線、近赤外線、中赤外線など対象に応じて様々な波長を利用する。対象物からの反射や透過の強さ波長スペクトルを検出して、識別後にエアジェットにより振り分ける。

例えば外国産の着色された PET ボトルは、CCD で画像を取り込み色の差異で識別できる。塩素原子はX線を吸収するためX線透過時の減衰量により PVC を検出する。近赤外線は材質ごとに吸収される波長が異なるため、PE、PP、PET、PVC、PS の選別が可能となる。一般に黒のプラスチックは、赤外線を吸収してしまうため識別ができないという欠点があるが、中赤外線選別機では識別が可能となる。

しかし、壁紙（塩ビクロス）を近赤外線を選別する場合、壁紙の紙部分に近赤外線が当たると PVC と認識できず、判断成否は 50%になる。壁紙の紙をはがせば PVC と認識できるが、手間がかかるためほとんどの壁紙は埋立されていることが現状である。

(5) X線選別

X線を利用した物質の選別方法。原子に X 線（電子と原子核との結合エネルギーよりも大きなエネルギーの X 線）を当てると、光電効果により電子が飛び出す。このような電子が飛び出した不安定な状態を励起状態という。励起状態の原子は、電子の抜けた軌道に上の軌道から電子が落ちてエネルギーが余り X 線の発光が起こる。この X 線のエネルギーは元素に固有なもので蛍光 X 線と呼ばれ、蛍光 X 線が発生することを利用して、物質の中に含まれている元素の種類や量を調べる選別方法。

(6) LIBS

LIBS は、高いエネルギー密度を有するレーザー光を試料表面に照射することにより、試料表面近傍の気体をプラズマ化状態にして、試料のサンプリング、原子化、励起を行う。励起された原子が脱励起する際に生じる元素固有の光の波長と強度を測定することで、目的とする元素の定量分析を行う。試料に高エネルギー密度のレーザーパルス照射するので、破壊分析となる。

LIBS は全ての元素の検知が可能となっており、レーザー照射部分から試料であるプラスチック片までの間にある空気中の酸素や炭素までも検知してしまうため、プラスチックの成分検知においては困難であったが、近年これを克服する機器の開発にシュタイネルトが成功した。

(7) ラマン散乱光選別

インド人物理学者チャンドラセカール・ラマンにより発見された、物質に光を照射すると分子振動の影響を受け、光の波長がわずかに変化することを利用した選別法。ラマン散乱光選別では、今まで困難とされてきた黒色プラスチックをはじめ、どのような色のプラスチックでも測定できることに加え、臭素系難燃剤の DecaBDE や TBBA と言った RoHS 規制物質の化合物の検出が可能となる。

(8) AI 選別

技術概要

主に、画像を読み込み、学習データと照らし合わせて素材を認識し、当該物だと判断したものを後工程でピックアップするものである。学習は、初めにピックアップしたいものをコンベアに流し画像データをデータベースに蓄積させるもので、以降同じようなものが流れ

てきた際に、AI がピックアップすべきものと判断する。その後の工程にて、エアールで対象物をはじいて選別するというラインを組むのが一般的である。

一般的なライン

- 破碎 → 素材ごとに判定・除去できるもの（鉄、アルミ等）の選別
- 篩選別（粒度調整） → 風力選別
- AI 選別 → ピックアップ（エアールではじく等）

特徴

AI 選別機は無人での作動を想定して設計しており、省人化及び長時間稼働が可能というメリットがある。消費電力はコンベアの動力と光学式、カメラ式のセンサーの作動のみで、破碎機に比べると消費電力は非常に低く、長時間稼働させても電力消費量は少ない。AI 学習も以前は、メーカーが技術者を派遣してパラメーター設定等の作業を行うこともあったが、近年では選別ラインに様々な形状や色の選別対象物を流すことでAI が学習できるようになったため、現場の作業員のみで実施できるようになっている。今後 AI 選別機にて選別精度が上がれば、高品位な材料が生産できるようになり、結果として、材料リサイクルの促進に繋がってくる。

現段階で AI 選別機は大変高額なため、主に選別精度を上げることで確実に利益が上がる金属を対象に導入されることが多い。例えば、ミックスメタル中から価値の高い銅を抽出したい場合などである。

しかし、他の選別方法と比較し、AI による選別はあまり精度が高くなく、人間の選別レベルには及ばないという評価がされている。AI 選別の後、最後は再度、人が選別するといった用法を取る処理業者もある。AI 選別の工程においても、無人化を目指しつつも1～3人は機器の稼働時に専属で付いているのが現実であり省人化は可能であるが、無人化には至っていない。

選別に適しているもの

AI は画像により色彩や形状を認識しているため、非鉄金属くずのように、素材によって色が違うものの認識が得意である。その後、認識したものをエアールで弾くことによってピックアップするため、粒度が小さく揃っている方が選別しやすい。よって、AI 選別機の前処理として、破碎、磁力選別（鉄選別）、渦電流選別（アルミ選別）、篩選別（粒度の小さいものの除去）等の工程により、一定の粒度を揃えること、取れるものは事前にとって素材の種類を減らすことが選別精度を上げるポイントである。

選別不適品

コンベアの色味と同じような色のものは選別が難しい。加えて、汚れや経年劣化で本来の色彩から変化したものや、全て同じような色や形状であると、認識できない可能性が高くなり、選別精度が下がる。また、大きなものや重いものは、対象物として認識ができたとしても、その後の工程にてエアールで弾き飛ばすことができないこともある。

また、画像データの形状や色彩の認識はできるが、素材特有の波形（電気信号）の認識は

研究段階で実用化している例はあまりない。よって、プラスチックの樹脂種類ごとの選別などの画像認識が困難なものについては、近赤外線センサーで認識し、エアで対象物を弾いて除去する工程となり、AIは介在しないことが多い（プラスチックは樹脂種類によって色が異なるなどの特徴に違いが出ないため、画像で認識ができず、それぞれの材質の波形を取りこみ、波形の特徴の違いによって素材別に分けることになる）。プラスチックの選別におけるAI導入には時間がかかる見込みである。

建設廃棄物での利用可能性

技術的な側面から評価した場合、見た目で判別できるものはAIにて認識することができるため、例えば細かく破碎しない等の最適条件を見つければ、建設廃棄物でもAIで認識できる可能性はある。ただ、サイズが大きいものを投入すると、カメラとラインの距離が長くなり、解像度が高いカメラが必要になるなど、大掛かりな装置になる。加えて、重量物をエアで弾くことができないため、結果として認識はできても選別ができないことが考えられ、ロボットアームでのピックアップといった代替案を検討する必要があるが、コストが掛かる上に処理能力が落ちる（素早いピックアップができない）。よって、建設廃棄物のAI選別は、技術的には可能であるが、見た目での判別が難しい複合建材廃棄物や、サイズが大きな複合建材廃棄物に関しては、選別処理の事業化は難しい。現在、事業化に向けた検討を行っている事例があり、後述する。

事業化という側面から評価した場合、前述の通り装置が大掛かりになるため、導入コストが課題となる。加えて、建設廃棄物は資源性に乏しいものが多く、たとえ選別したとしても再生材として売却できないなど利益を見込めないと思われる。よって、人手での選別あるいは建設混合廃棄物として処理（サーマルリサイクル、埋立など）することが、コストメリットが高い場合が多い。

今後、人手不足のため中間処理施設の省人化を検討する場合、あるいは選別後の成果物が再生材として売却できる市場が確立されれば、建設廃棄物におけるAI選別が検討される可能性がある。

複合建材廃棄物がAI選別に適さない理由

サイズが大きい	<p>破碎すると複合建材の識別ができなくなるため、破碎せずにラインに流す必要があるが、破碎前のものを選別する装置は大掛かりなものになり、導入にコストがかかる</p> <p>重量物をエアで弾くことができず、認識できても選別ができない</p>
有価性が低い	選別しても売却できず、操業コストの方が高い

建設混合廃棄物が AI 選別に適さない理由

見た目では判断できない	色や形状が似ており、画像で素材を認識できない
素材としての価値がない	選別しても売却できず、作業コストの方が高い

複合建材廃棄物を含む建設混合廃棄物の AI 選別事例

角山開発株式会社では、今後想定される複合建材廃棄物を含む建設混合廃棄物の選別需要の高まり、ならびに業界内の人手不足により作業員が足りない現状を踏まえ、手作業による選別工程を AI ロボット選別機に代える検討を行う。

機種は株式会社御池鐵工所の「RobosenAce」を採用。コンベア上に流れる建設混合廃棄物をハイパースペクトルカメラ、2D カメラ及び 3D センサーで撮影し、材質判定 AI で廃棄物の材質を判定し、指定された材質の位置、確度、重心高さをロボットに通知する。ロボットは、吸着パッドと爪ハンドの双方ピッキング方式で、仕分けを行う。

既存の選別フローは、以下の通り。前処理工程の後に AI ロボット選別機を導入し、取り残した廃プラスチック類と木くずの再選別を行う。

前処理（重機と手作業による粗選別）

- バリステックセパレータ（細粒物、軽量物、重量物に選別）
- （軽量物）手選別
- （細粒物）磁力選別 → ジャンピングスクリーン → 風力選別
- （重量物）磁力選別 → 手選別 → 振動篩 → 風力選別

出典：日報ビジネス株式会社「イー・コンテクチャー」（2023 年 3 月号）

表 5.4 高度選別の概要

選別技術			複合建材廃棄物の適・不適	主な選別機器 メーカー
比重 選別	湿式 比重 選別	浮沈選別	水を媒体として、PP/PE と塩ビ等の選別に適する	日本シーム タナカ 永田エンジニアリング
		ジグ選別	浮沈選別で沈んだプラから、PS・ABS とその他プラの分別に適する	アール・アンド・イー
		遠心選別	遠心力によりプラスチックと紙などの分離に適する	巴工業 松本機械 タジリ
		薄流選別	主に鉱石の選鉱で用いられている	Holman Wilfley (英)
	乾式 比重 選別	風力選別	エアアの強度を調整することで、プラスチックや各種金属等様々な種類に分離できる	日本シーム 日本専機 リョーシン タナカ ダイオーエンジニアリング
	エアータブル	混合廃棄物からプラスチックの選別、混合プラスチックから塩ビの選別が可能	ジェイテック	
浮選			主に鉱石の選鉱で用いられている	吉田製作所
静電分離			混合物の分離が可能だが、建設廃棄物のように汚れがあるもので対象物が帯電するかは不明	石川金網 日本マグネティクス グリーンテクノ
色彩選別 (光学選別)			新築部材では広く分別可能と思われるが、解体部材や汚れがあるものの分別は困難と想定される	リョーシン 安西製作所 ペレンク シュタイネルトジャパン ダイオウエンジニアリング アーステクニカ
XRF (X-ray Fluorescence 蛍光X線分析)			汚れた状態ものでも各種素材に分離可能	アーステクニカ シュタイネルトジャパン トムラソーティング
LIBS (Laser-induced breakdown spectroscopy レーザー誘起ブレーク ダウン分光法)			高度な選別が期待できるが、選別速度が遅い、機器の価格が高いとされる	シュタイネルトジャパン

ラマン散乱光選別	混合プラの分別が可能と思われるが導入実績は少ないと想定される	サイム
AI 選別機	現時点では識別レベルはあまり高 くなく、機器が高額なため建廢の 選別では採算性に難あり	ダイオーエンジニアリング 御池鉄工所 リョーシン

出典：WEB 情報およびヒアリング調査から、リーテムにて作成

第六章 再生材が使用された建材の利用促進に関する自治体の取組の活用状況の整理

都道府県・政令市のリサイクル製品認定制度等の活用状況（各認定製品の調達実績等）を当該自治体へアンケートや聞き取り、HP等で調査し整理した。

6.1 調査の進め方

6.1.1 調査の背景と目的

平成13年にグリーン購入法が施行されことに伴い、都道府県・政令市の中には、独自にリサイクル製品認定制度を制定し、安全性や品質等の一定の基準を満たすリサイクル製品を認定することで、リサイクル製品の普及促進を図っている自治体がある。2023年3月時点では、41自治体において、リサイクル製品認定制度等を施行していることが確認された。認定制度を施行している自治体を表6.1に示す。

リサイクル製品認定制度等におけるリサイクル製品の認定要件や基準等は、各自治体によって異なる。また、各認定製品の調達実績等の各自治体における本制度の活用状況については十分に把握できていない。よって認定製品の調達実績の把握状況及び建設系のリサイクル製品の促進における本制度の課題等を調査した。

表6.1 リサイクル製品認定制度等を施行している自治体

番号	自治体	制度の名称
1	北海道	北海道リサイクル製品認定制度
2	青森県	青森県リサイクル製品認定制度
3	岩手県	岩手県再生資源利用認定制度
4	宮城県	宮城県グリーン製品
5	秋田県	秋田県リサイクル製品認定制度
6	山形県	山形県リサイクル製品認定制度
7	福島県	うつくしま、エコ・リサイクル製品認定制度
8	茨城県	茨城県リサイクル建設資材評価認定制度
9	栃木県	栃木県リサイクル製品認定制度
10	埼玉県	彩の国リサイクル製品認定制度
11	神奈川県	神奈川リサイクル製品認定制度
12	富山県	富山県リサイクル認定制度
13	石川県	石川県リサイクル認定制度
14	福井県	福井県リサイクル製品認定制度
15	長野県	信州リサイクル製品認定制度
16	岐阜県	岐阜県廃棄物リサイクル製品認定制度
17	静岡県	静岡県リサイクル製品認定制度
18	愛知県	愛知県リサイクル資材評価制度（あいくる）
19	三重県	三重県リサイクル認定制度
20	滋賀県	滋賀県リサイクル製品認定制度 ～ピワクルエコシップ～
21	大阪府	大阪府リサイクル製品認定制度
22	奈良県	奈良県リサイクル製品認定制度
23	和歌山県	和歌山県リサイクル製品認定制度
24	鳥取県	鳥取県認定グリーン商品
25	島根県	しまねグリーン製品認定制度
26	岡山県	岡山県エコ製品認定制度
27	広島県	広島県リサイクル製品登録制度
28	山口県	山口県リサイクル製品認定制度
29	徳島県	徳島県リサイクル認定制度
30	香川県	香川県認定環境配慮モデル
31	愛媛県	愛媛県認定優良リサイクル製品
32	高知県	高知県リサイクル製品認定制度
33	福岡県	福岡県リサイクル製品認定制度（建設資材）
34	佐賀県	佐賀県認定リサイクル製品
35	長崎県	長崎県認定リサイクル製品認定制度
36	熊本県	熊本県リサイクル認証商品
37	大分県	大分県リサイクル製品認定制度
38	宮崎県	みやざきリサイクル製品認定制度
39	鹿児島県	かごしま認定リサイクル製品
40	沖縄県	沖縄県リサイクル資材評価認定制度（ゆいくる）
41	北九州市	北九州市建設リサイクル資材認定制度

6.1.2 調査の実施方法

(1) 文献調査

各自治体の HP やリサイクル製品認定制度情報サイト、過年度の環境省調査報告書等から 2023 年 4 月時点でリサイクル製品認定制度等を持つ自治体を調べ、各自治体における本制度の概要及び製品の認定要件や認定製品の調達実績の公表状況を整理した。

(2) アンケート調査

(1)の調査により明らかとなった、リサイクル製品認定制度を施行している 41 自治体において、リサイクル製品認定制度等の活用状況を把握するために、メールによるアンケート調査を実施した。

(3) 追加アンケート、ヒアリング調査

(2)のアンケート結果から、認定製品の調達実績を公表、あるいは取りまとめている自治体を中心に選んだ全国 10 自治体において、メールによるアンケート調査又はヒアリング調査を追加で行った。追加調査を行った自治体は、以下の項目についてばらつきが出るように選択した。

- ① 地域
- ② 認定製品数
- ③ 認定製品の優先利用義務付け状況

追加調査では、各自治体が把握している範囲の認定製品の調達実績のとりまとめ及び各自治体の認定制度の活用に向けた取組や課題等を整理した。

6.2 再生材が使用された建材の利用促進に関するアンケート調査

6.2.1 アンケート実施方法

都道府県等におけるリサイクル製品認定制度等の活用状況を把握するため、リサイクル製品認定制度等を施行している都道府県等 41 自治体に、アンケート調査を実施した。

アンケート調査の概要は以下の通り。

実施期間 : 令和 4 年 8 月 2 日～令和 4 年 8 月 22 日

内 容 : ① 認定リサイクル製品の利用実績の把握状況
② 認定リサイクル製品の利用実績のとりまとめ状況
③ リサイクル製品認定制度の活用状況
④ 認定リサイクル製品の利用促進における課題・取組

調査対象数 : 41 自治体 (都道府県 40、政令市 1)

回 答 数 : 43 (リサイクル製品認定制度をリサイクル製品の原料となる廃棄物種類によって、複数保有している自治体があるため、調査対象数を上回る)

なお、本アンケートの回答対象となるリサイクル製品認定制度において認定された製品

は、土木資材及び土木製品・建設資材の認定製品としている。認定製品の区分については図6.1の通りである。

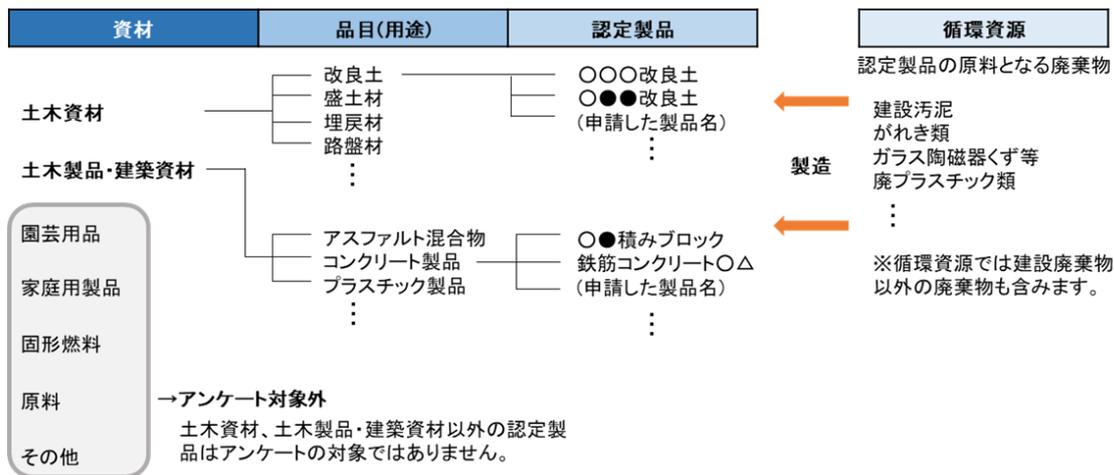


図6.1 アンケート回答対象となる認定製品区分

6.2.2 認定製品の利用実績の把握状況

(1) 製造事業者への認定製品利用実績の報告義務状況

認定製品の製造事業者への認定製品利用実績の報告義務状況を図6.2に示す。

認定製品の製造事業者に、認定製品の利用実績（使用実績・販売実績等）の報告を「義務付けている」は34件で79%であった。また、製造事業者に利用実績の報告を「義務付けていない」は9件で、そのうち、都道府県の認定製品の発注部局において、「都道府県調達分の認定製品の利用実績を把握している」と回答した自治体が7自治体あった。

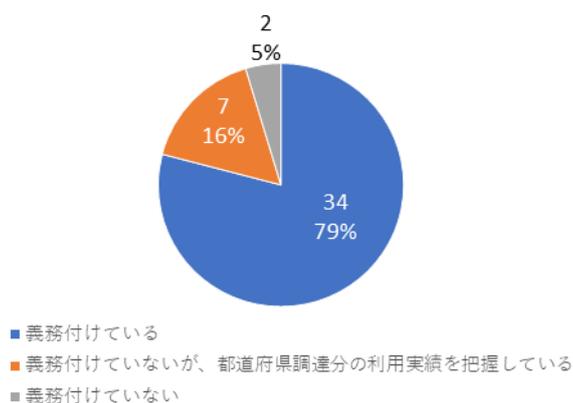


図6.2 認定製品利用実績の報告義務状況

(2) 利用実績を把握している認定製品の発注機関

認定製品の利用実績の中で、自治体が把握している発注機関を表6.2に示す。

「公共工事」で発注された認定製品の実績を把握している件数は35件で、そのうち「各都道府県内の公共工事」での利用実績を把握している件数が32件、「国の公共工事」では24件、「各都道府県内の市町村の公共工事」では26件であった。また、「民間工事」では28件であった。「その他」では、発注機関の指定はしていない、消費者に販売した実績等が挙げられた。

表6.2 認定製品利用実績において自治体が把握している発注機関

発注機関	回答数	公共工事 内訳	回答数
公共	35	国	24
		都道府県	32
		他都道府県	18
		市町村	26
		定めなし	3
民間	28		
その他	8		
合計	71		

(3) 認定製品の利用実績とりまとめ状況

認定製品の製造事業者による認定製品の利用実績報告や都道府県等で把握している認定製品の利用実績情報のとりまとめ状況を図6.3に示す。

認定製品の「利用実績を集計し、かつ結果を公表している」は10件、「利用実績を集計しており、結果は公表していない」は19件、「認定製品の利用実績の把握にとどめ、集計はしていない」が12件であった。

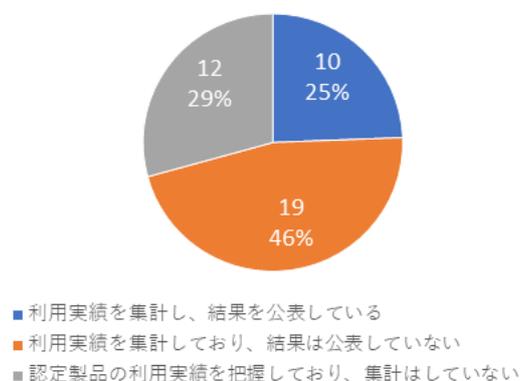


図6.3 認定製品の利用実績情報のとりまとめ状況

(4) 利用実績のとりまとめ方法

認定製品の利用実績の集計を行っている 29 件において、認定製品の利用実績のとりまとめの単位を図 6.4 に示す。

利用実績を「認定製品ごと」にとりまとめている件数が 17 件で 59%、認定製品の「品目ごと」にとりまとめている件数が 9 件で 31%、「合計」の利用実績のみ、とりまとめている件数が 3 件で 10%であった。

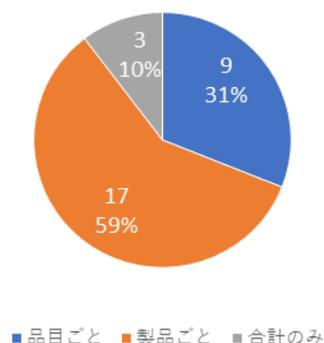


図6.4 認定製品の利用実績のとりまとめの単位

また、発注機関別の認定製品の利用実績及び実績項目を図 6.5 と表 6.3 に示す。認定製品の利用実績として、「販売額」を取りまとめている件数が 21 件、「販売量」を取りまとめている件数が 14 件であった。いくつかの自治体では販売額と販売量に加え、循環資源投入量や生産量、循環資源投入量の実績も取りまとめている。発注機関別で取りまとめる場合、販売量と販売額、もしくはどちらか一方で算出していた。発注機関においては、「都道府県発注」の利用実績を取りまとめている自治体が最も多く、「販売量」を算出している件数が 13 件、「販売額」を算出している件数が 12 件であった。

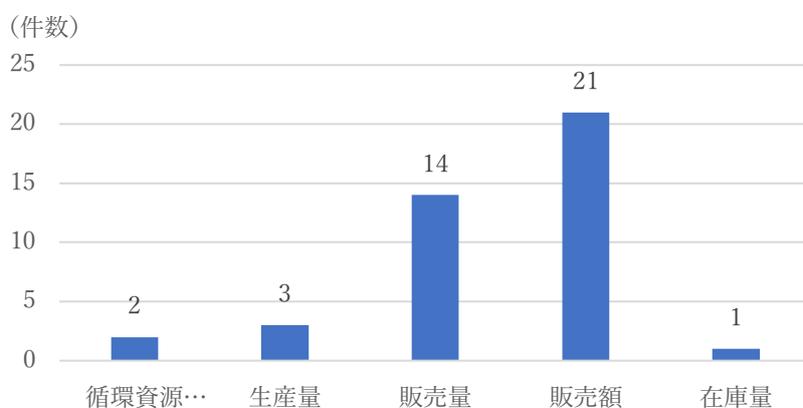


図6.5 認定製品の利用実績項目

表6.3 発注機関別の認定製品の利用実績項目

発注機関	販売量	販売額
国	3	5
都道府県内	13	12
他都道府県	1	1
市町村	5	7
民間	5	7
その他	3	3

6.2.3 リサイクル製品認定制度の活用状況

(1) 新規認定申請数の推移（直近5年程度）

直近5年程度における認定製品の新規申請数の推移を図6.6に示す。

認定製品の新規申請数について、「増加傾向」は3件で7%、「同程度」が15件で35%、「減少傾向」が7件で16%、「特に傾向はなく、ばらつきがある」は18件で42%であった。

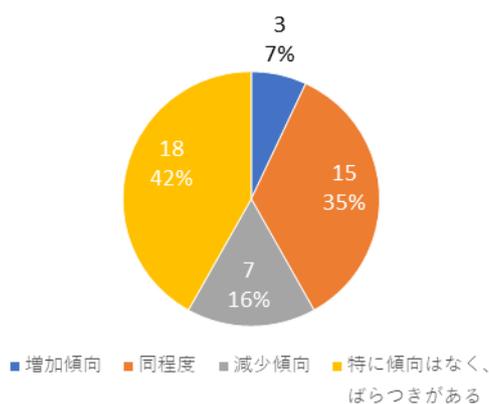


図6.6 認定製品新規申請数の推移(直近5年程度)

「増加傾向」の要因として挙げられた事項は以下の通り。

- ・ 認定製品の中でコンクリート製品は需要があり増加している
- ・ 当制度に係るHPがきっかけとなり申請につながっている
- ・ 公共工事で利用するリサイクル製品の基準を、製品毎に規定しており、新たな認定製品

の基準を追加したことで、申請が増加した。

「同程度」の要因として挙げられた事項では、新規申請数が少ない数で伸び悩んでいる場合と、毎年一定の申請数に落ち着いている場合があった。新規申請数が伸び悩んでいる場合の理由では、本制度の認定を受けるメリットが十分に周知できていない、制度創設から20年以上経っているため、新規申請数が落ち着いていることが挙げられた。毎年一定の申請数に落ち着いている場合の理由では、認定を取得した事業者がシリーズ製品や類似製品を新規申請することや、循環資源のリサイクルに取り組む事業者へ認定制度について紹介していることが挙げられた。

次に「減少傾向」の要因として挙げられた事項は以下が挙げられた。

- ・ 制度の周知不足
- ・ 認定製品の原材料が手に入りにくくなった

「特に傾向はなく、ばらつきがある」の要因として挙げられた事項では、制度の認定機関を環境協会団体から県認定に変更したことや、製品の発注部局において、認定製品の優先利用の義務付けを行ったことなど、直近5年の間に制度の運用や調達段階での変更が生じたため、申請数がある年に顕著に増加したことが挙げられた。

(2) 認定製品の年間調達量の推移（直近5年程度）

直近5年程度における認定製品の年間調達量の推移を図6.7に示す。

認定製品の年間調達量について、「増加傾向」は4件で9%、「同程度」が6件で14%、「減少傾向」が5件で12%、「特に傾向はなく、ばらつきがある」が12件で28%、「不明」が16件で37%であった。

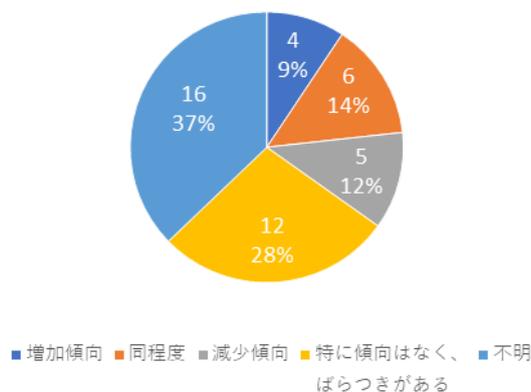


図6.7 認定製品の年間調達量の推移（直近5年程度）

「増加傾向」の要因では、環境意識の高まりや公共工事での特定の認定製品の優先利用を定めていたことが挙げられ、次に「同程度」の要因では、公共工事で利用される認定製品の量が安定していることが挙げられた。また、「減少傾向」の要因では、制度の周知不足や認定製品の認定総数の減少が挙げられ、「特に傾向はなく、ばらつきがある」の要因では、各年度に発注された工事内容によることが主に挙げられた。

(3) 再生材使用建材の利用促進における認定制度の活用状況

認定制度が再生材使用建材の利用促進に活用状況を図 6.8 に示す。

認定制度が再生材使用建材の利用促進に「十分に活用されている」が 17 件で 39%、「制度は不十分である」が 11 件で 26%、「不明」が 8 件で 19%、「その他」の回答数が 7 件で 16%であった。

「十分に活用されている」と回答した自治体では、理由として以下が挙げられた。

- ・ 県の公共事業において認定製品の優先利用を義務付けている
- ・ 認定製品の中で土木資材、土木製品・建築資材の製品が多い
- ・ 土木資材、土木製品・建築資材のリサイクル製品が毎年新規申請される
- ・ 一般的な土木資材、土木製品・建築資材の認定製品では利用率が 9 割に及ぶ

一方で、「制度は不十分である」と回答した自治体では、理由として以下が挙げられた。

- ・ 認定製品を製造や利用することで得られるインセンティブが少ない。
- ・ 認定製品の品目が少ない
- ・ 認定制度及び認定製品の認知度が低い

また、「その他」と回答した自治体では、販売実績がある認定製品がある一方で、コスト等の問題で利用が伸び悩む製品があることが主に理由として挙げられた。

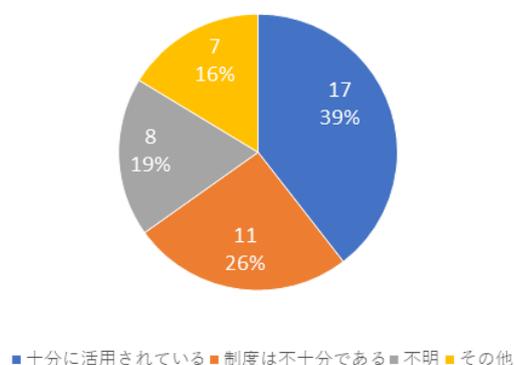


図6.8 再生材使用建材の利用促進における認定制度の活用状況

(4) 認定製品の優先利用

都道府県等の公共事業の物品調達における認定製品の優先利用について図 6.9 に示す。

認定製品の優先利用を「原則義務化」している件数は 3 件、「利用努力」としている件数は 22 件、「製品や工事発注機関により異なる」件数は 11 件、「特に優先利用の定めを設けていない」は 2 件、「その他」が 5 件あった。

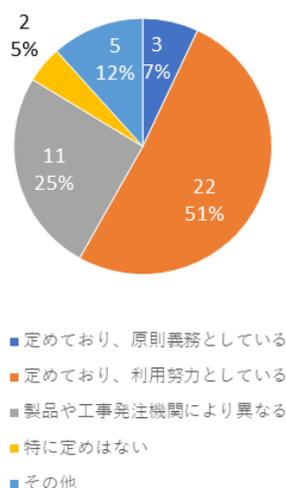


図6.9 認定製品の優先利用状況

「その他」と回答した自治体では、以下の回答が挙げられた。

- ・ コストや製造地域等の一定の条件を満たした認定製品に優先利用を定める
- ・ 認定製品を原則利用するモデル工事を実施
- ・ 都道府県等で作成した認定製品の優先利用に係る指針と、工事の特記仕様書にて明記されている認定製品の優先利用の内容が異なる

(5) 認定製品の利用促進における課題

認定製品の利用促進における課題を図 6.10 に示す。

最も多く挙げられた課題は、「値段が高い」で 14 件であった。次に「需要と供給に地域的な偏りがある」が 9 件、「十分な量を確保できない」が 3 件、「リサイクル製品に対する忌避感がある」が 3 件、「その他」が 15 件であった。

「その他」の課題では、制度の周知不足や認定製品の製造・利用で得られるメリットが少ない、認定製品の利用量にばらつきがあること等が挙げられた。

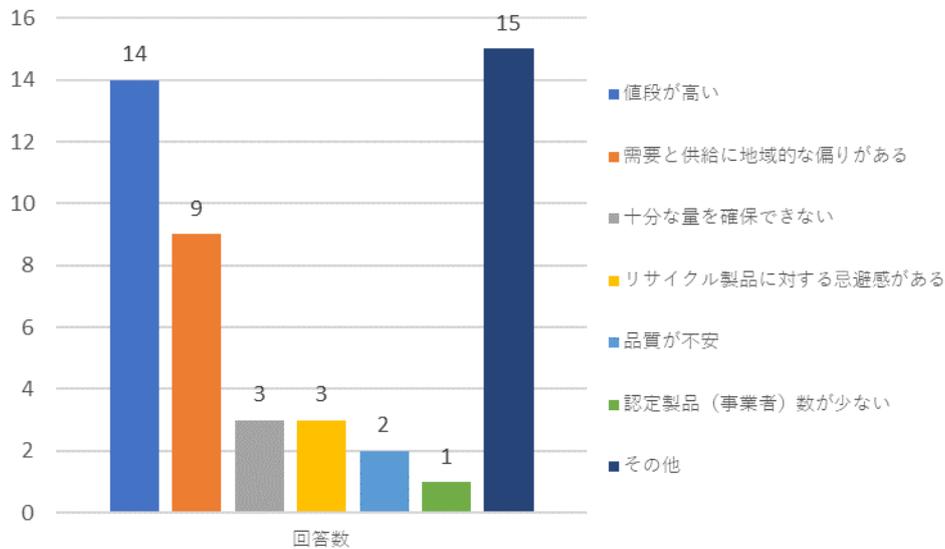


図6.10 認定製品の利用促進における課題

(7) 認定製品の利用促進のために行っている取組

認定製品の利用促進のために行っている取組を表 6.4 に示す。

最も多く挙げられた取組は「普及啓発活動」で 28 件であった。具体的には、都道府県等で認定制度の HP の作成、新聞・テレビでの公告、展示会にブース出展、パンフレットの作成等が挙げられた。「公共工事にて認定製品の優先利用を義務化する」が次に多く 5 件、「製品の発注部署等関係部署に認定製品の利用促進の周知・依頼をする」が 4 件挙げられた。

表6.4 認定製品の利用促進に向けた取組

取組内容	回答数
普及啓発活動(HP・新聞広告・TV広告・展示会にブース出展・パンフレットの作成及び配布等)の実施	28
公共工事での優先利用を義務化	5
関係部署に利用促進の周知・お願い	4
補助金の交付	1
認定製品の製造事業者の販売方法や販路開拓の相談先を案内	1
合計	39

6.3 リサイクル製品認定制度の活用に関する追加アンケート・ヒアリング調査

6.2 のアンケート調査の結果から、認定製品の調達実績を公表、あるいは取りまとめている

る自治体を中心に、各自治体におけるより詳細な認定制度の活用事例を調査した。

6.3.1 調査実施方法

調査は、メールによるアンケート調査、または web 会議システムを使用したオンラインでのヒアリング調査を行った。追加調査を行った自治体は、以下の項目についてばらつきが出るように選択した。

- ① 地域
- ② 認定製品数
- ③ 認定製品の優先利用義務付け状況

追加調査を行った自治体の地域区分を表 6.5 に示す。

表6.5 地域別追加調査自治体数

地域	自治体数
東北	2
関東	2
中部	1
近畿	1
中国・四国	1
九州	3
合計	10

追加調査では、以下の項目について実態を調査した。

- ① 制度運用に係る自治体業務
- ② 認定製品種類の傾向
- ③ 認定における安全性・品質基準
- ④ 認定製品の調達状況及び優先利用義務化の課題
- ⑤ 認定製品の利用促進における制度上の課題と取組
- ⑥ 各自治体で把握している範囲の認定製品の調達実績

6.3.2 調査結果

追加調査により得られた内容を以下の 4 つに整理した。

(1) 認定制度の運営部局と認定製品の発注部局との連携

認定制度で認定されたリサイクル製品の利用を促進する手法として、まずは都道府県等における公共事業等で優先的に利用することが求められる。しかし、認定制度を運用する環境部局と、建設・土木部局や森林部局等製品の発注部局は異なるため、認定製品の周知及び積極的な利用の連携が難しい事例がある。環境部局や認定製品の製造事業者においては、公共事業において認定製品の優先利用を義務化したい要望があるが、発注部局においては、工事の用途に適した製品であることを前提として、安全性やコスト、品質、供給量などを勘案

し製品を調達するため、発注部局で求める製品と認定製品のすり合わせが重要となる。連携がうまく取れていると回答した自治体では、以下のような取組がなされていた。

- ・ 新規申請された製品の認定審査段階で、発注部局にも審査を依頼し、情報共有を図る
- ・ 発注部局が再生材の利用基準をつくり、認定製品が積極的に利用される体制がある
- ・ 建設・土木部局が主体となり、認定製品利用や県産材の使用努力義務などインセンティブを付けたモデル工事を年間10件程度実施
- ・ 新規申請または変更申請された認定製品の情報を発注部局と共有

連携を課題としている自治体でも、定期的に発注部局と協議を行っている自治体が多く、認定製品の周知及び意見交換を行い、公共工事で認定製品を利用すると評価で加点される方式を取り入れる方向性になった自治体もある。どの自治体においても、今後より認定製品が利用されるよう発注部局と連携していきたいとしていた。

(2) 認定製品の認定基準

新規申請されたリサイクル製品の認定要件は各自治体で異なるものの、多くの自治体では安全性、品質、循環資源配合率の認定基準について、表6.6のように定めている。JIS規格やエコマーク商品認定基準等があるリサイクル製品の場合は、満たすべき品質が明確であるため審査を行いやすいが、焼却灰を配合するリサイクル製品等、既存の規格が存在しないリサイクル製品については、自治体が主導で認定審査会等専門家との協議を行い、認定製品の品質が保証される対応方針をつくる必要がある。自治体に認定基準がない分野のリサイクル製品は事前相談の段階で申請をお断りしている事例も見られた。

表6.6 認定製品の主な認定基準

区分	認定基準
安全性	特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物を原材料としていない
	環境基本法第16条第1項の規定による土壌汚染に係る環境上の条件についての基準
品質	日本産業規格(JIS)または日本農林規格(JAS)に適合
	都道府県が定める土木工事等に係る共通仕様書または国が定める建築工事等に係る標準仕様書に定める規格
	認定審査委員会の意見を聴いて知事が定める規格
循環資源配合率	エコマーク商品認定基準に定める配合率基準
	認定審査委員会の意見を聴いて知事が定める配合率基準

(3) 認定製品の利用促進の取組事例

認定製品の利用が促進される効果的な取組として、製品発注において認定製品が優先利用されるよう定めることが、最も多く挙げられた。しかし、認定製品の優先利用を条例等で定めることは、発注部局の諸条件を踏まえると現状は難しいと判断している自治体が多く、

段階的に利用促進に取り組まざるを得ない状況にある。以下に実施しやすい順に利用促進に係る取組を整理する。

① 普及啓発活動

自治体の HP に加え、認定制度及び認定製品を紹介するパンフレットを作成し、リサイクル事業者が参加する説明会や業界団体に配布するようお願いすることで、制度の認知度を上げ申請者増加を見込む。

② 認定主体を都道府県知事に変更

リサイクル製品認定制度等がある自治体の中では、自治体の環境部局が外部の団体に認定業務を委託している場合がある。申請されたリサイクル製品の認定を協会認定から知事認定に移行にした自治体では、より信頼感が醸成された上にマスコミ報道の効果もあり、認定制度の知名度が向上し、リサイクル製品の製造事業者に申請を促す良い機会になった。

③ リサイクル製品利用による公共工事評定加点

公共工事の入札でリサイクル製品を使用する場合、加点される評価方式とすることで、応募者がリサイクル製品を利用するモチベーションを高めている。

④ 公共工事における認定製品の優先利用

認定製品の優先利用の定めは、発注部局がリサイクル製品の利用指針を作り、その中で認定製品の優先利用に努めることを明記する場合や、工事共通仕様書において認定製品の優先利用を明記する場合は挙げられた。優先利用に関する記載は、認定製品の優先利用に努めることなど、努力義務としている自治体がほとんどであり、原則優先利用としている自治体は、対象となる製品を限定していた。

認定製品の中には、新材に比べコストが高い製品や、製造事業者が少なく供給量の確保が困難等の理由で発注対象製品の条件を満たしていないものもある。リサイクル製品の利用指針ですべての認定製品に対して優先利用を義務付けることは難しく、認定製品のコスト等を考慮し、グループ分けをしたうえで、それぞれ優先利用方法を定めている自治体があった。

また、認定製品の利用促進のため、リサイクル製品を使用したモデル工事を年間 10 件程度行っている自治体もあった。モデル工事では、工事発注者が毎年度発注する工事と用途が合った認定製品を選択し、使用している。モデル工事での使用実績は、他の市町村の公共工事や民間工事の物品調達においても、認定製品が利用しやすくなるようなアピールポイントにつながる。

(4) 認定製品の利用促進における課題

認定製品の利用促進において、課題として挙げられた意見を以下にまとめる。

① 認定製品の利用状況の二極化

- 自治体が独自で制定した認定製品の優先利用指針によって、公共工事で優先使用が定められている認定製品は売上や製品数が多いものの、対象に入っていない認定製品や優先利用が努力義務となっている製品は利用が進んでなく、認定製品の利用状況に偏りがある

る。

- ・ 認定製品が調達されるには、優先利用の努力義務では程度が弱く、利用が進まない。認定製品の良さや効果が使う側に十分に強調されていれば、努力義務でも利用される。
- ・ U字溝やクラッシャーランなどプレキャストコンクリート製品の認定実績が多く、再生砕石や再生骨材の申請がない。

② 需給バランスに偏りがある

- ・ 認定製品の循環資源となる廃棄物の発生量と認定製品の売上は一致していない。例えば農業用肥料の認定製品は需要が多く、原料が不足している。一方、廃瓦を最終処分しないために作られた廃瓦を使った認定製品は供給過多である。
- ・ 解体工事が多い地域では再生砕石の製造量が多く、在庫が余っているが、公共工事で多量に再生砕石が使われる地域では、不足している。需要と供給のバランスを取るために、リサイクル製品を運搬することは、県内移動でも50kmを超えると運搬費が高いため、現実的に難しい。コスト的に運搬可能な範囲は20~30km圏内の場所である。

③ リサイクル製品に対する忌避感

- ・ 公共工事ではわずかな異物混入も厳しく指摘され、リサイクル製品を利用する際には異物が混入していないか確認を徹底して行う必要がある。その手間を考え、リサイクル製品の利用が敬遠されることがある。
- ・ リサイクル製品を製造しても、工事で使用された前例がないと使ってもらえない保守的な部分がある。
- ・ 消費者には、リサイクル品は中古品だから良くないのではないかというマイナスのイメージがあり、敬遠されることがあるため、製品の発注者においてもリサイクル製品自体を避けたいという意見がある。

④ コストが高い

- ・ 新材と比べると、認定製品の方が製造費用が掛かるため価格が高く、入札での価格競争でバージン材に勝てない。
- ・ 新規申請と更新申請の際に認定製品の安全性の検査が必要とされ、検査費用は事業者の負担となる。多くの認定製品を製造している事業者は、複数の認定製品の検査を受けるため、合計10万円を超える場合もある。試験費用が高く、売上状況もそこまでよくない製品については、更新申請が必要な段階で製造をやめる事例もある。その状況を踏まえ、自治体の中では、検査費用負担の軽減のため、検査費用を一部補助する補助事業を実施している事例もある。

⑤ 製造者や製品数が少ない

- ・ 認定製品の製造事業者が1社で複数の認定製品を申請している自治体では、製造事業者数や製品数が少ないため、入札において競争性がでない。例えば、プレキャストコンクリートの認定製品の半分以上を2社の製造事業者で占めている自治体があった。
- ・ 優先利用が自治体の指針により義務化されていない認定製品については、販売が難しい

ことが想定されるため、新規申請するメリットがあまりなく、認定製品数が少ない課題がある。

その他の課題として、以下の意見が挙げられた。

- ・ グリーン購入法の施行に伴い認定制度を制定したため、制度開始から 20 年以上経っており、近年新規申請数が年数件程度に落ち着いている。製造事業者には制度の周知及び申請への声かけも完了しており、出尽くしている状態である。
- ・ 展示会等に出展し制度の普及活動を行う際に、経費を支援する補助事業を実施し、一定の制度の認知度は高まったが、コロナ禍による展示会自粛により近年は低下傾向にある。

またリサイクル製品認定制度は、土木・建設資材に限らず、事務用品等の一般資材の製品認定も実施している自治体が多い。しかし、どの自治体においても、認定製品のうち、土木・建設資材の製品が 8 割前後を占めている。認定製品全体の利用促進の中では、一般資材の認定製品に比べて、土木・建設資材の認定製品は利用が進んでおり、まずは一般資材の利用にインセンティブを付けていきたいという意見もあった。

第七章 建設リサイクルにおける温室効果ガス排出量に関する調査

2050年のカーボンニュートラルの達成に向けて、建設リサイクル分野における今後の対応を検討するため、建設廃棄物の発生から再資源化等に至るまでの温室効果ガス排出量に係る文献調査、ヒアリングを実施し、その結果を整理した。

7.1 調査の進め方

7.1.1 調査の背景と目的

2020年10月、我が国は2050年のカーボンニュートラル実現を宣言し「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定した。

建設リサイクル分野においても、2050年のカーボンニュートラルの達成に向けて同分野の影響を把握し、今後の対応の検討を進めていく必要があることから、建設廃棄物の発生から再資源化等に至るまでの温室効果ガス排出量に係る研究成果を収集・整理した。

7.1.2 調査の実施方法

建設廃棄物（コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊、建設発生木材、廃石膏ボード及び建設系廃プラスチック）を対象として、解体工事による排出から再資源化等における温室効果ガス排出量について文献調査、ヒアリングを行い、既に行われている調査や研究結果をとりまとめた。また、現行の温室効果ガスインベントリにおける建設廃棄物の扱いについて整理した。

7.2 建設廃棄物の処理・再資源化方法

7.2.1 コンクリート塊

平成30年度の国土交通省・建設副産物実態調査によると、コンクリート塊の発生量は4,019万トンで、このうち現場内利用329万トンを除く搬出量は3,690万トンである。搬出量のうち再資源化量は3,665万トン（工事間利用42万トン+再資源化3,623万トン）で、搬出量に対する再資源化率は99.3%である。再資源化方法別にみると再生コンクリート砂が202万トン、再生クラッシュランが3,421万トン（再資源化3,623万トン-再生コンクリート砂202万トン）となっている。

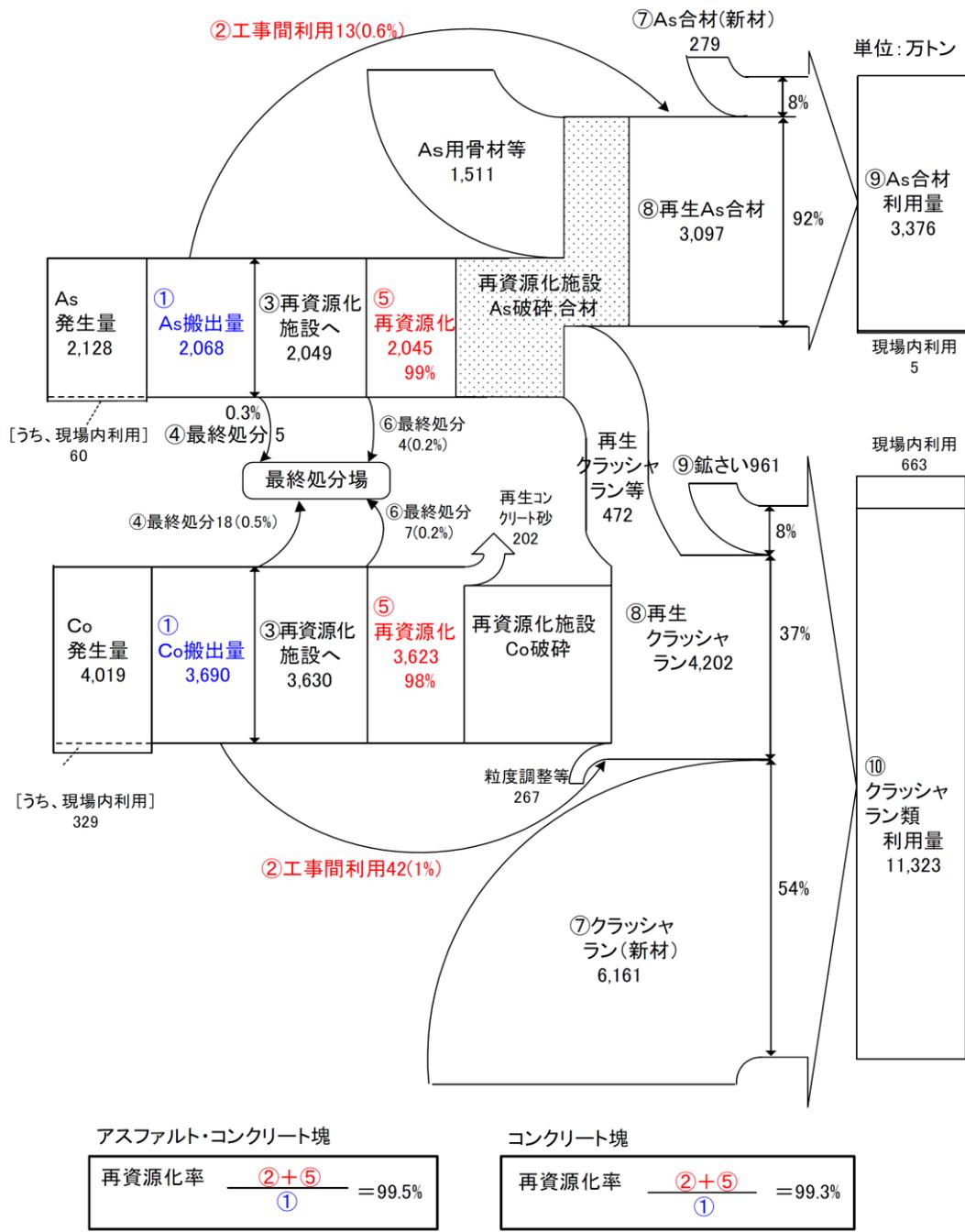


図 7.1 アスファルト・コンクリート塊及びコンクリート塊のリサイクルフロー
 出典：国土交通省 平成30年度建設副産物実態調査結果（確定値） 参考資料

再生クラッシュランは再生骨材とも呼ばれ、ふるいわけ法、破碎法、摩砕法、比重選別法、加熱すりもみ法等の製造方法がある。

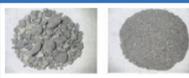
製造方式	製造フロー						製品
ふるいわけ法	原コンクリート	分級装置			再生細骨材		
	ジョーグラッシャー		簡易処理		再生粗骨材		
破碎法	原コンクリート	分級装置	インパクトクラッシャー	分級装置	再生細骨材		 写真2.2 再生骨材
	ジョーグラッシャー	再生路盤材		ロッドミル類	分級装置	再生粗骨材	
磨砕法	偏心ローター式	原コンクリート	分級装置	偏心ローター			
		ジョーグラッシャー		廃棄	分級装置	再生粗骨材	
	スクリー磨砕法	原コンクリート	分級装置	スクリー磨砕装置			
		ジョーグラッシャー		廃棄	分級装置	再生粗骨材	
	機械式すりもみ法	原コンクリート	分級装置	機械すりもみ装置		再生細骨材	
ジョーグラッシャー		廃棄		分級装置	再生粗骨材		
ロッドミル法	原コンクリート	分級装置	ロッドミル	分級装置	微粒分除去	再生細骨材	
ジョーグラッシャー			廃棄	再生粗骨材			
比重選別法	原コンクリート	分級装置	磨鉱機	分級装置	比重選別機	再生細骨材	
	ジョーグラッシャー	インパクトクラッシャー		磨鉱機	戻し材等	再生粗骨材	
加熱すりもみ法	原コンクリート	充填型加熱設備	チューブミル一次	チューブミル二次	分級装置	再生細骨材	
	ジョーグラッシャー				微粉分	再生粗骨材	

図 7.2 再生骨材の製造方法

出典：一般社団法人 再生骨材コンクリート普及連絡協議会 広報資料（2022.3）

再生骨材は 2005 年に「JIS A 5021 コンクリート用再生骨材 H」が再生骨材の JIS として初めて規格化された。2006 年には「JIS A 5023 再生骨材 L を用いた再生コンクリート」、2007 年には「JIS A 5022 再生骨材 M を用いた再生コンクリート」がそれぞれ規格化され、2017 年には再生コンクリート JIS が改正された。

製品区分	種類	コンクリート用途例		呼び強度											
		種別	使用実績・JIS推奨用途	15	16	18	21	24	27	30	33	36	40	42	45
JIS制定以前の実績 (平成6年世界都市博覧 会工事以降の実績)	L相当品 M相当品	非構造部材 仮設構造部材 地中構造部材	仮設構造物(基礎、地中梁、合成床版)・・・都市博工 捨てコン、均しコン、土間コン、ラップコン、間詰めコン、 表詰めコン、押えコン、嵩上げコン、 仮設杭(ｸﾞｰﾚﾝ杭、構真台柱)・・・L相当 場所打ち杭、地中梁・・・M相当	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
再生骨材コンクリートL JIS A 5023	再生L	高い強度・高い耐久性が要求されない、かつ凍結融解作用を受けない部材及び部位	表詰めコン、間詰めコン、均しコン、捨てコン等	-	-	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	-	
		協議事項: 塩化物含有量上限値指定 ※旧規格・場分規制品	コンクリート構造物中に鉄筋を持ち、かつ長期にわたって鉄筋の発せい(錆)を抑制したい場合	同上の部位又は部材	-	-	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	
		協議事項: コンクリートの特性、それを用いる構造物の重要性及び要求性能、置かれる環境条件に応じた品質事項を指定 ※旧規格・仕様発注品	高い耐久性を必要としない無筋コンクリート構造物又は容易に交換可能な部材	捨てコンクリート、均しコンクリート、裏詰めコンクリート、間詰めコンクリート、中詰めコンクリート、人工岩、重力式擁壁、ヒューム管巻き立て、立床床付、無筋コンクリートブロック(消波ブロック、根固めブロック法面保護ブロック、楕生ブロック)、重力式擁壁など	-	-	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	
			小規模の鉄筋コンクリート構造物又は鉄筋をL型擁壁、U型水路、トンネルインハート、大型消波ブロックなど使用するコンクリートブロック												
再生骨材コンクリートM JIS A 5022	標準品	M1・M2(組骨材と細骨材に再生骨材を全部又は一部使用) ※再生骨材と普通骨材の混合骨材を含む	乾燥収縮や凍結融解の影響を受けにくい部位及び部材	地中構造物(杭、耐圧板、基礎梁、鋼管充填コンクリートなど)又は乾燥の繰り返しを受けない部材継続的に乾燥を受けないよう表面が保護される部材など	-	-	◎	◎	◎	◎	◎	◎	-	-	
	耐凍害品	M1(組骨材のみ再生骨材を全部又は一部使用)	乾燥収縮の影響を受けにくい部材で、かつ凍結融解作用の影響を受ける部材及び部位	同上、および水際の構造物、水路構造物、水櫃などの乾燥の影響の小さい部材、又は寸法が小さく乾燥ひび割れの発生懸念の少ないプレキャスト製品など	-	-	-	-	◎	◎	◎	-	-		
再生骨材H (JIS A 5021) を用いたコンクリート (ハイミックスコンクリート) JIS A 5308	普通コンクリート 舗装コンクリート	土木構造物 建築構造物 ※建築基準法第37条の指定建築材料に適合	普通コンクリートと同等 (高強度コン以外)	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
レディミックスコンクリート JIS A 5308	普通・軽量・舗装・高強度	RC構造物		-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

注:スランプ、粗骨材最大寸法により一部区分が異なる

図 7.3 再生骨材コンクリートの用途

出典：一般社団法人 再生骨材コンクリート普及連絡協議会 広報資料 (2022.3)

次節では、これらの再生骨材の製造に係る CO₂ 排出量について文献調査結果を整理した。

7.2.2 アスファルト・コンクリート塊

平成 30 年度の国土交通省・建設副産物実態調査によると、アスファルト・コンクリート塊の発生量は 2,128 万トンで、このうち現場内利用 60 万トンを除く搬出量は 2,068 万トンである。搬出量のうち再資源化量は 2,058 万トン（工事間利用 13 万+再資源化 2,045 万トン）で、搬出量に対する再資源化率は 99.5%である。再資源化方法別にみると再生クラッシュラン等が 472 万トン、再生アスファルト合材が 1,573 万トン（再資源化 2,045 万トン・再生クラッシュラン等 472 万トン）となっている。

アスファルト・コンクリート塊のリサイクルについては、再生路盤材、再生骨材、再生アスファルト混合物の製造に係るインベントリが取得できたため、次節では、再生クラッシュラン等を再生路盤材及び再生骨材に、再生アスファルト合材を再生アスファルト混合物に置き換えて文献調査結果を整理した。

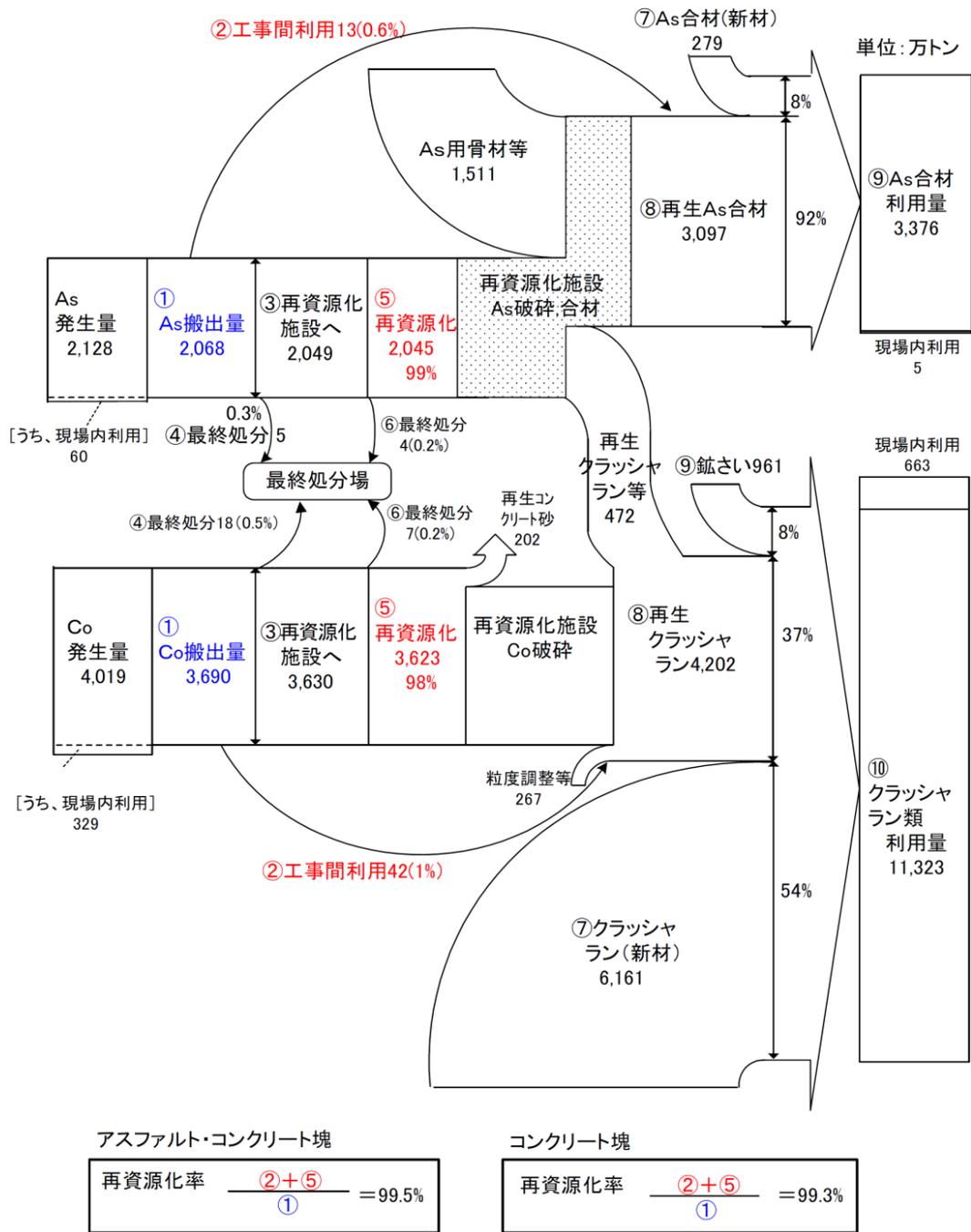


図 7.4 アスファルト・コンクリート塊及びコンクリート塊のリサイクルフロー (再掲)

出典：国土交通省 平成30年度建設副産物実態調査結果（確定値） 参考資料

7.2.3 建設発生木材

平成30年度の国土交通省・建設副産物実態調査によると、建設発生木材の場外搬出量は553万トンである。場外搬出量のうち再資源化量は508万トン（工事間利用27万トン+再資源化施設後再利用481万トン）で、場外搬出量に対する再資源化率は91.7%である。た

だし、再資源化の方法別の内訳はこの資料からは確認できない。

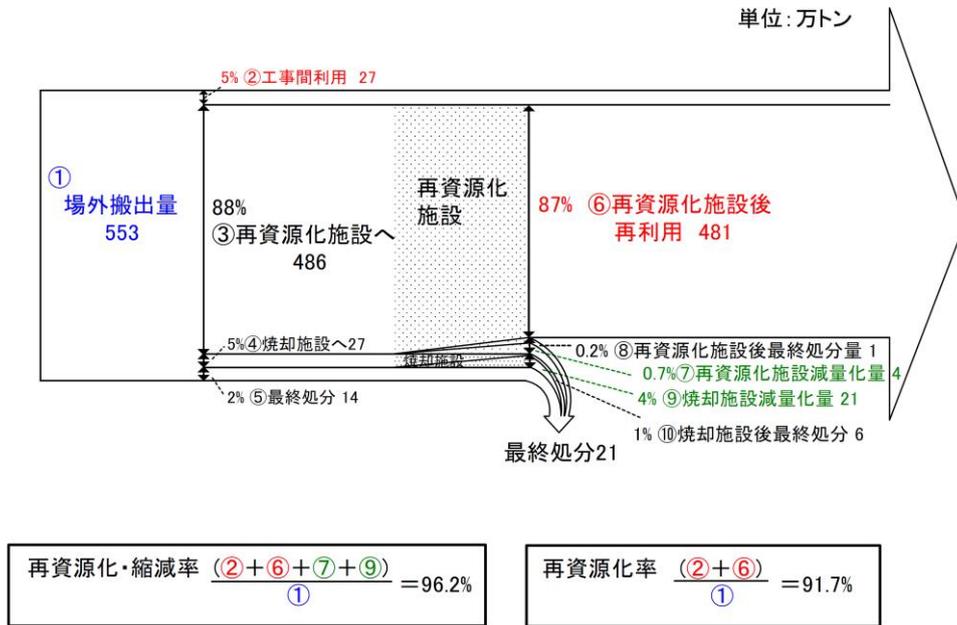


図 7.5 建設発生木材のリサイクルフロー

出典：国土交通省 平成30年度建設副産物実態調査結果（確定値） 参考資料

社団法人日本建材・住宅設備産業協会の資料では、解体廃材のリサイクル方法として、チップ工場からのパルプ・製紙工場、木質ボード工場、堆肥・家畜敷料・木炭・燃料へのフローが確認できる。

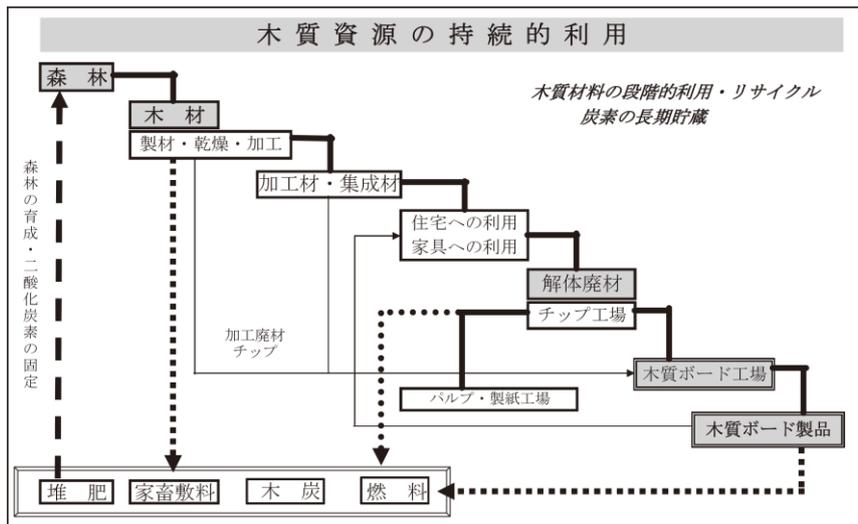


図 7.6 木材リサイクルの流れ

出典：社団法人 日本建材・住宅設備産業協会

建設廃棄物の再資源化に関する品質調査と用途開発に関する調査研究（平成18年3月）

また、認定 NPO 法人全国木材資源リサイクル協会連合会の資料でも、建設発生木材を含めた廃木材の需要先として、マテリアル（製紙原料、ボード原料等）、サーマル（製紙・セメント等製造業、売電系発電等）、堆肥、敷料等が確認できる。

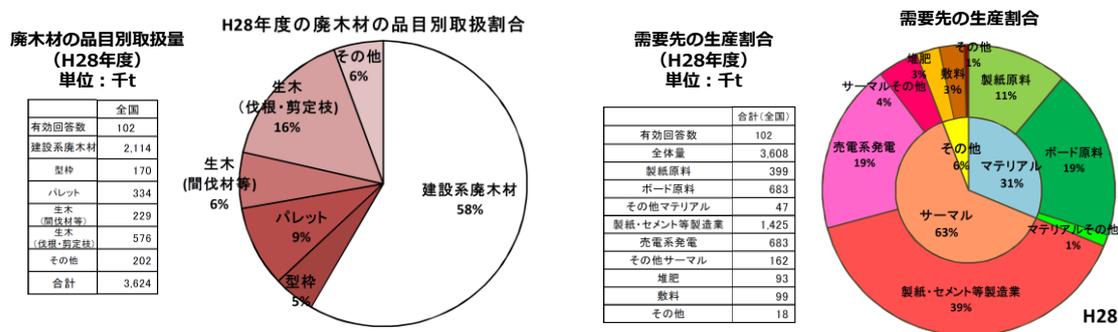


図 7.7 廃木材の品目別取扱量及び木質チップの需要先の生産割合

出典：認定 NPO 法人 全国木材資源リサイクル協会連合会

平成 29 年度木質チップ等生産会員実態調査結果

次節では、これらのリサイクル方法に係る CO₂ 排出量について文献調査結果を整理した。

7.2.4 廃石膏ボード

一般社団法人 石膏ボード工業会「石膏ボードハンドブック」(平成 28 年 4 月)によると、解体工事現場から搬出される廃石膏ボードは 82 万トンで、このうち 41 万トンが中間処理施設で処理されている。

解体系廃石膏ボードの再資源化について、同資料には以下の記述がある。

- ・ 解体現場等から中間処理施設経由で石膏ボード工場の原料としてリサイクルされるのはほとんどない³³
- ・ その他のリサイクル施設で処理されている約 20 万トンのうち約半数の 10 万トン弱は紙と石膏に分離しただけの単純破砕品かと思われる (原文のうち一部を編集)
- ・ これに管理型処分場で処分されている約 19 万トンとリサイクル/埋立判別不可分約 29 万トンを合計すると約 58 万トンとなり、実態としては解体系の 7 割近くが再資源化されていないものと思われる (原文のうち一部を編集)

上記より、80%以上を石膏ボード工場が受け入れている新築系の廃石膏ボードと比べると石膏ボードから石膏ボードへのリサイクルは進んでいないものとみられる。

³³ 例えば、国立研究開発法人 国立環境研究所他「環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 廃石膏ボードリサイクルの品質管理の在り方と社会実装(3-1702) 平成 29 年度～平成 30 年度」(2019 年 5 月)では、全国の中間処理施設及び最終処分場 6,309 件を対象としたアンケート調査結果から平成 28 年度の石膏ボードへのリサイクル率を推計しており、新築系で 59% (排出量 53.8 万 t、石膏ボード原料 31.5 万 t)、解体系で 6% (排出量 64.8 万 t、石膏ボード原料 3.8 万 t) としている。

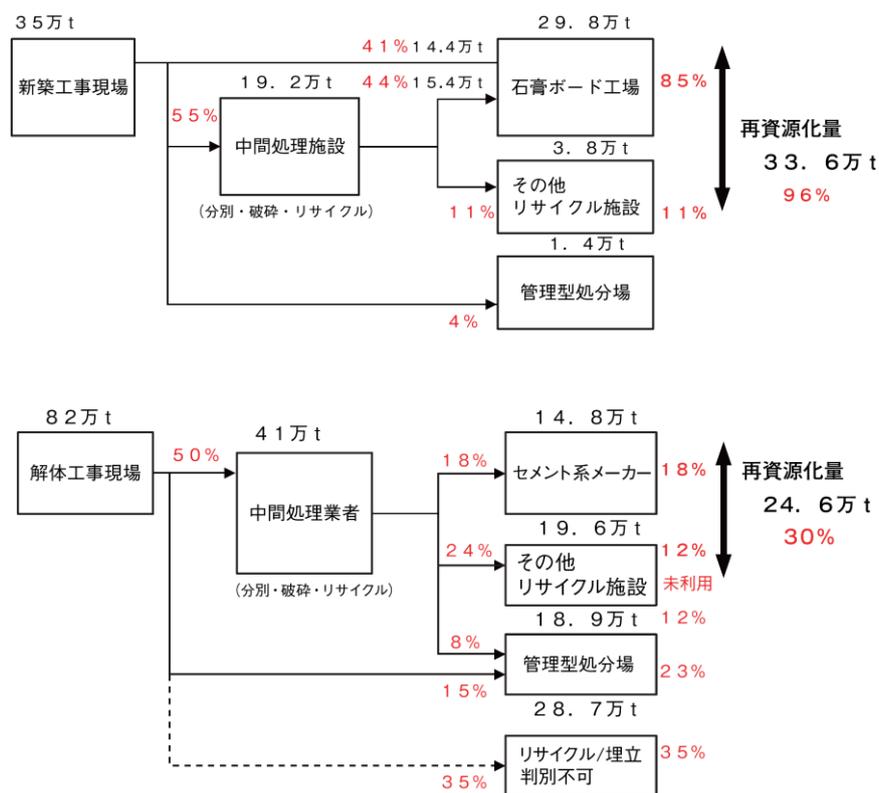


図 7.8 新築系（上）及び解体系（下）の廃石膏ボードの処理・リサイクルフロー
 出典：一般社団法人 石膏ボード工業会 石膏ボードハンドブック（平成 28 年 4 月）

廃石膏ボードのリサイクル用途として「石膏ボードハンドブック」には以下の用途が挙げられている。ただし、ここでは新築系と解体系は明確には区分されていない。

用途	リサイクルの状況
(1) 石膏ボード原料	・全ての事業所で新築系を主体として受け入れ
(2) セメント原料	・一部メーカーが受け入れ ・凝結調整剤としては排煙脱硫石膏が主体
(3) 土質改良材	
①セメント系固化材	・半水石膏を7～10%混入
②石灰系固化材	・公共工事に限定
③石膏系固化材	・法面での緑化工事に実績あり
(4) 建材材料	・ケイ酸カルシウム板の原材料として販売
(5) ため池堤体遮水材	・老朽化したため池の改修用
(6) アスファルトフィラー	・道路のアスファルトへ骨材として石粉代替で混入
(7) 農業資材	・土壌改良材として実績あり
(8) その他	・白線用粉末、魚礁ブロック等の添加材

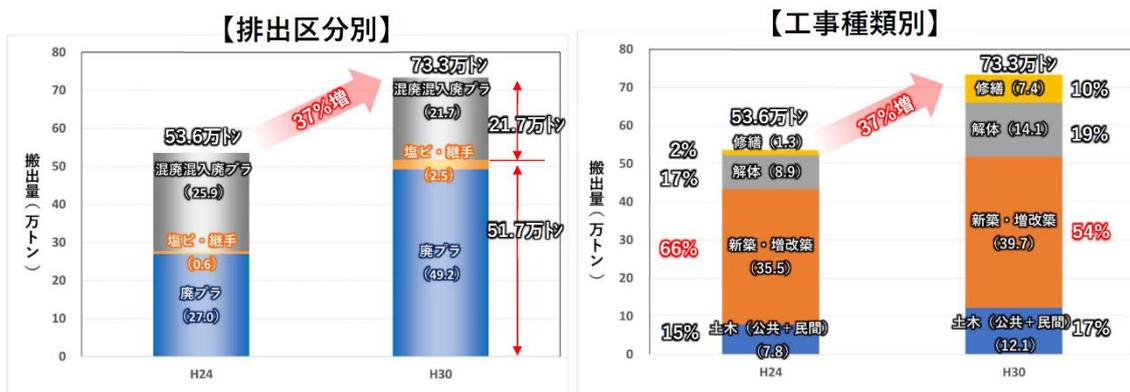
図 7.9 廃石膏ボードのリサイクル用途

出典：一般社団法人 石膏ボード工業会 石膏ボードハンドブック（平成 28 年 4 月）

次節では、これらのリサイクル方法に係る CO₂ 排出量について文献調査結果を整理した。

7.2.5 建設系廃プラスチック

国土交通省の資料によると、平成 30 年度・建設副産物実態調査結果から推計した建設系廃プラスチックの量は 73.3 万トンであり、このうち解体工事からの建設系廃プラスチックの量は 14.1 万トンである。



注: ※建設混合廃棄物中の廃プラスチックの重量割合は、建設廃棄物協同組合「建設系混合廃棄物の徹底比較 解体・新築」を用いた
ただし、同資料は新築、解体の2区分のみであるため、土木は新築、修繕は解体の割合を用いた。
出典: 「H30年度建設副産物実態調査結果」
※四捨五入の関係で合計があわない場合がある。

図 7.10 建設工事から排出される廃プラスチック量

出典: 国土交通省 社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会
交通政策審議会交通体系分科会環境部会 建設リサイクル推進施策検討小委員会 第13回合同会議
資料4-3 廃プラスチック、廃塩ビ管・継手の現状等について

同資料によると、塩ビ管・継手と混合廃棄物に含まれる廃プラスチックを除く建設系廃プラスチック 49.2 万トンの全量が中間処理施設に搬入され、50.5%にあたる 24.9 万トンが再生プラスチック製品原材料等にリサイクルされている。

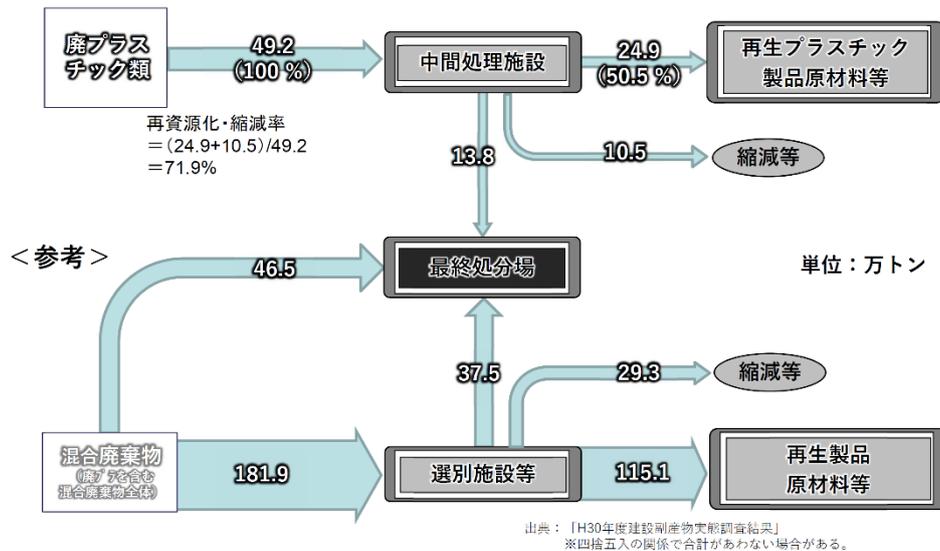


図 7.11 建設工事における廃プラスチック類搬出状況

出典：国土交通省 社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会
 交通政策審議会交通体系分科会環境部会 建設リサイクル推進施策検討小委員会 第13回合同会議
 資料4-3 廃プラスチック、廃塩ビ管・継手の現状等について

廃塩化ビニル管・継手は2.5万トンのうち2.1万トンが中間処理施設に搬入され、51.5%にあたる1.3万トンが塩化ビニル管・継手用原料等へリサイクルされている。

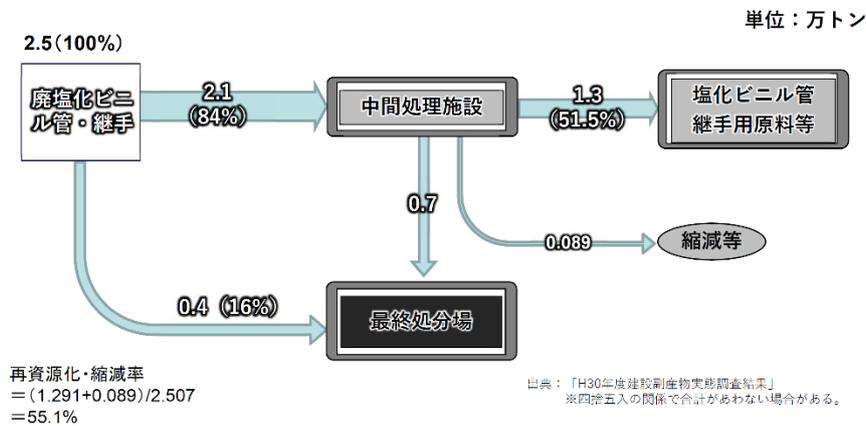


図 7.12 廃塩化ビニル管・継手の搬出状況

出典：国土交通省 社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会
 交通政策審議会交通体系分科会環境部会 建設リサイクル推進施策検討小委員会 第13回合同会議
 資料4-3 廃プラスチック、廃塩ビ管・継手の現状等について

廃プラスチックのリサイクルルートとして、塩ビ管、包装ビニール、ブルーシートはそれぞれ水平リサイクル、硬質プラスチック、その他廃プラスチックは燃料やペレット等への再生用途が挙げられている。

廃プラスチックのリサイクルルート

品目	再生用途
塩ビ管	塩ビ管
硬質プラスチック	ペレット
包装ビニール	包装ビニール
ブルーシート	ブルーシート
その他廃プラスチック	燃料、ペレット

図 7.13 廃プラスチックのリサイクルルート

出典：国土交通省 社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会
交通政策審議会交通体系分科会環境部会 建設リサイクル推進施策検討小委員会 第13回合同会議
資料4-3 廃プラスチック、廃塩ビ管・継手の現状等について

一般社団法人 プラスチック循環利用協会の資料では上記のマテリアルリサイクルのほか、原料・モノマー化、高炉還元剤、コークス炉化学原料化、ガス化・油化による化学原料化や燃料利用、セメント原・燃料化、RPF、RDF等が挙げられている。

分類(日本)	リサイクルの手法	ISO 15270
マテリアルリサイクル (材料リサイクル)	再生利用・プラ原料化 ・プラ製品化	Mechanical Recycle (メカニカルリサイクル)
ケミカルリサイクル	原料・モノマー化	Feedstock Recycle (フィードストックリサイクル)
	高炉還元剤	
	コークス炉化学原料化	
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	ガス化	Energy Recovery (エネルギーリカバリー)
	油化	
	化学原料化 燃 料	
	セメント原・燃料化 ごみ発電 RPF*1 RDF*2	

図 7.14 プラスチック・リサイクルの手法

出典：一般社団法人 プラスチック循環利用協会、プラスチックリサイクルの基礎知識 2022

次節では、これらのリサイクル方法に係る CO₂ 排出量について文献調査結果を整理した。

7.3 解体工事、再資源化等の温室効果ガス排出量の研究事例

前節で整理した廃棄物種類別、リサイクル方法別の CO₂ 排出量についての文献調査結果を以下に整理した。

7.3.1 解体工事

解体工事からの CO₂ 排出量については、解体処理のエネルギー消費量として、廃材 1 トンあたり電気 7.6kWh、軽油 117MJ という値が日本建築学会の文献³⁴に記載されている。

³⁴ 日本建築学会、建物の LCA 指針—温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール改定版、2013

電気の排出係数を 0.433kg-CO₂/kWh³⁵、軽油の発熱量を 37.7MJ/L³⁶、排出係数を 2.49kg-CO₂/L³⁷とすると、解体工事からの廃材 1 トンあたりの CO₂ 排出量は 11.0kg-CO₂ となる。この他、廃棄物種類別・解体工法別に表 7.1、表 7.2 に示す事例が確認された。

表 7.1 廃棄物種類別・解体工法別の CO₂ 排出量に関する事例

廃棄物種類	解体工法、研究事例の概要	CO ₂ 排出量・削減効果
コンクリート塊	マスカット H 工法 ³⁸ 水素ガスを使用して鉄筋コンクリート等をガス切断する解体工法	水素ガスのみを燃焼させるため CO ₂ が発生しない (水素ガス製造時の CO ₂ データは無し)
	鹿島マイクロプラスチック工法 ³⁹ 少ない爆薬を分散配置することで鉄筋コンクリート部材をブロック割する微少発破による切断工法 使用する機械は削孔ドリルのみであり、重機解体工法と比べて CO ₂ を削減	都市部の典型的な解体工事をモデルとして、基礎梁の半数に本工法を適用した場合、地下解体工事全体の CO ₂ 発生量を約 15%削減 ⁴⁰ 電気雷管の製造 1 個： 101.2g-CO ₂ ⁴¹ エマルジョン爆薬 1kg： 943.2g-CO ₂ ⁴²
	鉄筋コンクリート 100m ³ を対象とした LCCO ₂ の試算結果 ⁴³	2,427.1kg-CO ₂ /鉄筋コンクリート 100m ³ 機械類：74.4kg-CO ₂ 重機類：2,352.7kg-CO ₂
	土木学会「コンクリートの環境負荷」 ⁴⁴	表 7.2 に別掲
木くず (戸建て)	木造家屋解体時に発生する解体木材を再利用(リユース)することの、環境負荷面での優位性を明らかにするため、解体木材のライフサイクルにおける CO ₂ 排出量の定量的評価を行った研究 ⁴⁵	精密解体：23.5kg-CO ₂ /m ³ (手解体に伴う機械稼働の減少による) ミンチ解体：42.3kg-CO ₂ /m ³

³⁵ 環境省、電気事業者別排出係数一覧（令和 4 年提出用） 一般送配電事業者の排出係数（沖縄電力（株）を除く）

³⁶ 環境省、算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧

³⁷ 同上

³⁸ 戸田建設（株）ウェブサイト https://www.toda.co.jp/news/2021/20211208_003004.html

³⁹ 鹿島建設（株）ウェブサイト <https://www.kajima.co.jp/news/press/201110/27a1-j.htm>

⁴⁰ 同上

⁴¹ 緒方、環境低負荷コンクリート解体工法について <http://www.kensetsu-plaza.com/kiji/post/34302>

⁴² 同上

⁴³ 黒田、菊地、コンクリート塊による二酸化炭素の固定化に関する研究 清水建設研究報告 2007

⁴⁴ 土木学会、コンクリートの環境負荷（その 2）-コンクリートの環境負荷評価に関する講習会（アップデート版）- コンクリート技術シリーズ No.62、2004

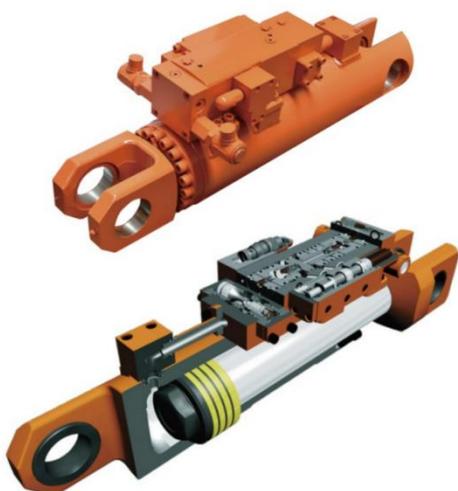
⁴⁵ 三浦、木造家屋解体木材のリユースのライフサイクル CO₂ 評価 第 23 回廃棄物資源循環学会研究発表会 2012

表 7.2 コンクリートの解体に係る環境負荷

大分類	中分類	小分類	細目分類	単位 (*)	投入量 (GJ)	石油換算 (kg)	CO2排出量 (kg-CO2/*)	
解体	対象	PC,RC	地上から解体	m3	2.25E-01	5.06	15.6	
			屋上より解体	m3	1.49E-01	3.34	10.3	
			地下部分	m3	2.75E-01	6.17	19.0	
			地中梁	m3	3.40E-01	7.63	23.5	
			基礎	m3	3.71E-01	8.31	25.6	
		SRC	地上より解体	m3	2.94E-01	6.60	20.4	
			屋上より解体	m3	1.95E-01	4.37	13.5	
			地下部分	m3	3.51E-01	7.88	24.3	
		土間コンクリート	m3	1.60E-01	3.60	11.1		
		無筋コンクリート	厚さ0.2m未満	m3	9.17E-02	2.06	6.3	
		無筋コンクリート	厚さ0.2m以上	m3	1.34E-01	3.00	9.3	
		トンネル		m3	1.18E-01	2.66	8.2	
		舗装	コンクリート舗装	m3	1.30E-01	2.91	9.0	
		鉄筋切断	溶接機		m3	1.10E-02	0.25	0.7
		鉄骨造軸組解体	溶接機+加圧ラチェン		t	1.02E-01	2.28	7.0
		コンクリート類集積	バックホウ	平積0.6m3	m3	1.15E-01	2.57	7.9
		大型ブレーカ	油圧式	600-800kg	h	4.31E-01	9.67	29.8
1300kg	h			7.47E-01	16.75	51.7		

出典：土木学会、コンクリートの環境負荷（その2）・コンクリートの環境負荷評価に関する講習会（アップデート版）・コンクリート技術シリーズ No.62、2000

廃棄物種類別・解体工法別での事例は多くは確認されなかったが、設備、機械の面では環境省が定める基準を満たす「低炭素型建設機械」の事例、建設機械の電動化・水素化に向けた技術開発やミニショベル等のバッテリー建機の市場導入の動向等が確認された。⁴⁶



Point ブースタ機構（増圧機構）とは

- 解体機のパワーを生み出すシリンダに供給される油圧を破碎や切断など必要な時だけ増圧することで強大なパワーを発生できる機構。

Point ブースタ機構搭載解体機のメリット

- ブースタ機構を搭載することで、より高い圧力を利用できるため、シリンダ径が細く出ています。そのため、シリンダの伸縮に必要な油の量を最小限に抑える事ができ、低燃費で大きな省エネ効果を生み出します。

1. 小さな容積でアームの素早い開閉動作が可能。
2. 大きな破碎力を最小限の油量で実現。ブースタ機構が大きなパワーを発生させ、コンクリートや鉄骨等をストレスなく処理。
3. 作業に要する油量が小さい分、燃料消費量も少なく済む。

⁴⁶ 日本建設機械工業会「建設機械業における地球温暖化対策の取組」（2022年11月18日）において「2050年カーボンニュートラルに向けた革新的技術の開発・導入」として「バッテリー建機」が挙げられており、政府への要望事項として電動建機、水素活用建機の「導入加速のための技術開発・実装に関する支援」が盛り込まれている。

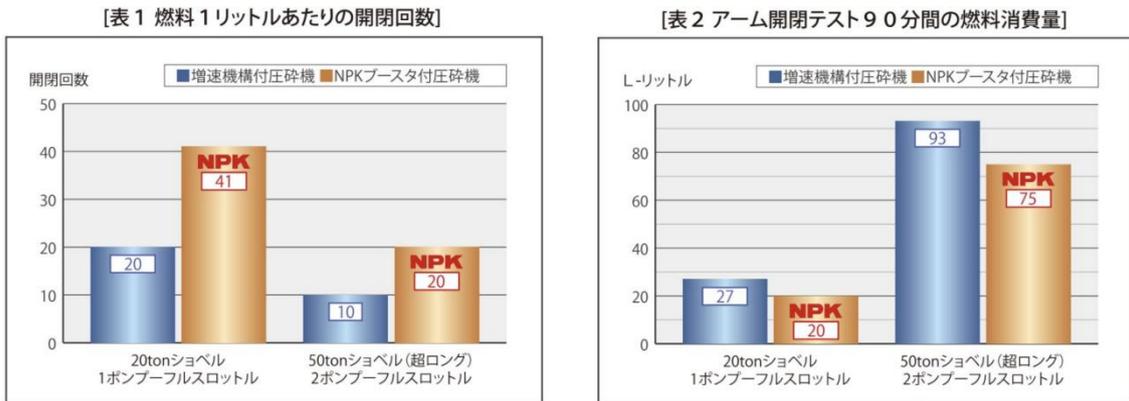


図 7.15 「低炭素型建設機械」の事例（ブースタ機構）

出典：日本ニューマチック工業（株）建機カタログ

7.3.2 搬出・輸送

廃棄物の搬出・輸送からの CO₂ 排出量については、「道路輸送の環境負荷原単位」として 0.198kg-CO₂/t・km が日本建築学会の文献⁴⁷に記載されており、同文献に付属する算定ツールでは、廃棄物の種類に関らず解体廃材の搬出・輸送に係る CO₂ 排出量の算定にはこの値が使用されている。

この他、廃棄物種類別に確認された事例と合わせて表 7.3 に整理した。

表 7.3 廃棄物の搬出・輸送からの CO₂ 排出量の事例

種類	単位	CO ₂ 排出量	条件	出典
解体廃材	kg-CO ₂ /t・km	0.198	道路貨物輸送の購入者価格 あたり環境負荷原単位 45.7 円/t・km 同 CO ₂ 排出量 4.336kg-CO ₂ / 千円	日本建築学会 ⁴⁸
コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊	kg-CO ₂ /t	2.0	輸送距離 20km 使用車両 10t 車 軽油 0.8L	中野ら ⁴⁹
	kg-CO ₂ /t	6.79	改良トンキロ法	環境省 ⁵⁰ 環境省 ⁵¹

⁴⁷ 日本建築学会、建物の LCA 指針—温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール—改定版、2013

⁴⁸ 日本建築学会、建物の LCA 指針—温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール—改定版、2013

⁴⁹ 中野、三浦、和田、廃アスファルトコンクリートの再資源化による環境インパクト低減化の評価、土木学会論文集、1997

⁵⁰ 環境省、算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧

⁵¹ 環境省、サプライチェーンを通じた組織の温室効果ガス排出等の算定のための排出原単位データベース (ver.3.2) 輸送手段は関係者へのヒアリングより設定、片道の輸送距離は環境省「平成 25 年度廃棄物

			詳細は出典に併記	
建設発生木材	kg-CO ₂ /t・km	0.2178	輸送距離 10km 使用車両 4tトラック 積載率 62%	湧上ら ⁵²
	kg-CO ₂ /t	7.0	改良トンキロ法 詳細は出典に併記	環境省 ⁵³
焼却処理/ 埋立処理されるもの	kg-CO ₂ /kg	47.2	トンキロ法 2トントラック 積載率 50% 片道 100 km	環境省 ⁵⁴

搬出・輸送からの CO₂ 排出量は、使用車両の燃料・燃費、輸送距離、積載率、廃棄物種類ごとの比重等の条件によって異なる。使用車両の燃料・燃費については、車両別に一般的な値があるとみられるものの、廃棄物種類ごとに個別に算定している事例では上表のように輸送距離や積載率、比重等の条件を細かく設定している場合が多いものと推察される。

7.3.3 中間処理・再資源化

(1) コンクリート塊

コンクリート塊の中間処理・再資源化のうち、大半を占める再生砕石製造からの CO₂ 排出量について確認された事例を表 7.4 に示す。

表 7.4 再生砕石製造の CO₂ 排出量の事例

種類	単位	CO ₂ 排出量	条件	出典
鉄筋コンクリート	kg-CO ₂ /t	1.75	439.3kg-CO ₂ /251.5t うち鉄筋 20t よりコンクリート 231.5t (=251.5-20)	黒田ら ⁵⁵
がれき類	kg-CO ₂ /t	1.07	がれき類が再生砕石へリサイクルされるとして整理 (輸送を含まない)	環境省 ⁵⁶

の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用実態調査報告書」表 2 産業廃棄物の広域移動量（中間処理目的）から都道府県内および都道府県間の廃棄物の移動量で各々の輸送距離の加重平均をとることにより設定

⁵² 湧上、神代、吉田、WPRC(Wood Plastic Recycled Composites)の LCCO₂ 評価、日本建築学会環境系論文集 第 76 巻 第 659 号、83-89、2011

⁵³ 出典 18 に同じ（出典・条件とも）

⁵⁴ 出典 18 に同じ（出典のみ）

⁵⁵ 黒田、菊地、コンクリート塊による二酸化炭素の固定化に関する研究 清水建設研究報告、2007

⁵⁶ 環境省、サプライチェーンを通じた組織の温室効果ガス排出等の算定のための排出原単位データベース (ver.3.2)

コンクリート塊	-	表 7.5 に別掲		土木学会 ⁵⁷
---------	---	-----------	--	--------------------

表 7.5 コンクリートの中間処理・再資源化等に係る環境負荷

大分類	中分類	小分類	細目分類	単位 (*)	投入量 (GJ)	石油換算 (kg)	購入電力 (kWh)	廃棄物発生量 (wetkg)	CO2排出量 (kg-CO2/*)
廃棄物 リサイクル	処分場	管理型		t	5.68E-02	0.72	2.72	1000	3.36
		安定型		t	2.37E-02	0.53		1000	1.64
	Ⅲ種再生粗骨材	現場内処理	14~30t/h排ガス対策済	t	2.26E-02	0.51			1.56
			35~85t/h排ガス対策済	t	1.86E-02	0.42		1.29	
			47~100t/h排ガス対策済	t	1.75E-02	0.39		12.1	
		現場外処理	30t/h	t	5.01E-02	0.17	4.72		2.45
	I種再生粗骨材	一軸高度処理	30t/h	t	1.33E-01	0.17	13.92		6.19
	I種再生粗細骨材	加熱すりもみ	5t/h	t	6.17E-01	8.00	29.00		38.20

出典：土木学会、コンクリートの環境負荷（その2）-コンクリートの環境負荷評価に関する講習会（アップデート版）- コンクリート技術シリーズ No.62、2000

<参考：再生骨材等のCO₂固定量>

再生砕石（再生骨材）等は大気中のCO₂を固定する効果がある（第九章参照）。再生砕石によるCO₂固定量について確認された事例を表 7.6 に示す。

表 7.6 再生骨材によるCO₂固定量の事例

種類	単位	CO ₂ 固定量	出典
コンクリート破砕物	kg-CO ₂ /t	8.5	土木学会 ⁵⁸
再生砕石	kg-CO ₂ /t	7.5	
再生骨材 H	kg-CO ₂ /t	30.0	長濱 ⁵⁹
再生骨材 H	kg-CO ₂ /t	24.7	
再生骨材 M	kg-CO ₂ /t	28.1	
再生骨材 L	kg-CO ₂ /t	15.2	
RC40	kg-CO ₂ /t	10.0	

(2) アスファルト・コンクリート塊

アスファルト・コンクリート塊の主な中間処理・再資源化方法である、再生路盤材及び再生骨材（建設副産物実態調査における「再生クラッシュラン等」）、再生アスファルト混合物（同「再生アスファルト合材」）の製造からのCO₂排出量について確認された事例を表 7.7 に示す。

⁵⁷ 土木学会、コンクリートの環境負荷（その2）-コンクリートの環境負荷評価に関する講習会（アップデート版）- コンクリート技術シリーズ No.62、2004

⁵⁸ 土木学会、コンクリート構造物の補修・解体・再利用におけるCO₂削減を目指して、2012

⁵⁹ 長濱庸介、コンクリート構造物のCO₂吸収効果の把握、SATテクノロジー・ショーケース 2015 一般ポスター発表 P-72

表 7.7 アスファルト・コンクリート塊の中間処理・再資源化からの CO₂ 排出量の事例

再生資材	単位	CO ₂ 排出量	条件	出典
再生路盤材	kg-CO ₂ /t	4.11	表 7.8 に別掲	中野ら ⁶⁰
再生骨材	kg-CO ₂ /t	9.13		
再生アスファルト混合物	kg-CO ₂ /t	91.84		
再生砕石	kg-CO ₂ /t	1.07	がれき類が再生砕石へリサイクルされるとして整理 (輸送を含まない)	環境省 ⁶¹

表 7.8 表 7.7 の算定条件

再生資材	廃材使用量 t	電力 kWh	軽油 L	A 重油 L	C 重油 L	備考
再生路盤材	1.000	1.32	1.9	0	0	
再生骨材	1.005	1.3359	13.52	0	0	最終処分 0.005t の燃料を含む
再生アスファルト混合物	0.228	2.3264	10.861	5.09	0.72	最終処分 0.001t、新骨材 0.669t、アスファルト 0.042t、再生用添加剤 0.002t の燃料を含む

各エネルギーの CO₂ 排出係数を、電力 0.433kg-CO₂/kWh⁶²、軽油 2.49kg-CO₂/L、A 重油 2.71kg-CO₂/L、C 重油 3.00kg-CO₂/L⁶³として表 7.7 の廃材 1t を使用した場合の CO₂ 排出量を算出

(3) 建設発生木材

建設発生木材の中間処理・再資源化方法は、チップ化された後に燃料や敷料としてチップをそのまま利用する場合と木質ボードを製造する原料として利用する場合とがある。これらの中間処理・再資源化からの CO₂ 排出量について確認された事例を表 7.9 に示す。

⁶⁰ 中野、三浦、和田、廃アスファルトコンクリートの再資源化による環境インパクト低減化の評価、土木学会論文集、1997

⁶¹ 環境省、サプライチェーンを通じた組織の温室効果ガス排出等の算定のための排出原単位データベース (ver.3.2)

⁶² 環境省、電気事業者別排出係数一覧 (令和 4 年提出用) 一般送配電事業者の排出係数 (沖縄電力 (株) を除く)

⁶³ 環境省、算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 (軽油、A 重油、C 重油とも)

表 7.9 建設発生木材の中間処理・再資源化からの CO₂ 排出量の事例

再生資材	単位	CO ₂ 排出量	条件	出典
合成木材	kg-CO ₂ /kg	1.205	リサイクル資材製造 1kg 当り チップ化工程を含む	茂呂ら ⁶⁴
パーティクルボード	kg-CO ₂ /kg	1.286	同上 (A 社)	
	kg-CO ₂ /kg	1.132	同上 (B 社)	
	kg-CO ₂ /kg	0.931	同上 (C 社)	
	kg-CO ₂ /kg	0.923	同上 (D 社)	
	kg-CO ₂ /kg	0.823	同上 (E 社)	
	kg-CO ₂ /kg	2.694	同上	
和室畳用ボード	kg-CO ₂ /kg	0.849	同上	
MDF	kg-CO ₂ /kg	1.990	同上	
インシュレーションボード	kg-CO ₂ /kg	1.648	同上	
チップ化	kg-CO ₂ /kg	0.008	廃棄物輸送を含まない 建廃→ボード原料のチップ化 を想定	環境省 ⁶⁵
	kg-CO ₂ /kg	0.680	廃材 1kg 当り	三浦 ⁶⁶
	kg-CO ₂ /kg	0.018	チップ 1kg 当り (WPRC 原料 70%、燃料 30%)	瀏上ら ⁶⁷
	kg-CO ₂ /kg	0.014	チップ製造 1kg 当り 電力 13.5kWh/t、軽油 3.3L/t と排 出係数より算定	村野ら ⁶⁸
WPRC	kg-CO ₂ /kg	1.470	原料調達+製品製造 1kg 当り	瀏上ら
EVW(Eco Value Wood)	kg-CO ₂ /kg	0.799	EVW 製造 1kg 当り 電力 416kWh/t、重油 160L/t、 接着剤 0.11t/t、接着剤製造 1,680kg-CO ₂ /t と排出係数よ り算定	村野ら

注：チップ化工程と再生製品製造工程の排出量が区分できるものについては区分している

(4) 廃石膏ボード

廃石膏ボードの中間処理・再資源化からの CO₂ 排出量について確認された事例を表 7.10 に示す。

出典資料には、原料となる廃石膏について、「他産業からの廃棄物もしくは自社工場の廃

⁶⁴ 茂呂、多葉井、高口、リサイクル建築資材製造時の環境負荷原単位に関する研究、日本建築学会環境系論文集、2005

⁶⁵ 環境省、サプライチェーンを通じた組織の温室効果ガス排出等の算定のための排出原単位データベース ver.3.2、2022

⁶⁶ 三浦、木造家屋解体木材のリユースのライフサイクル CO₂ 評価、第 23 回廃棄物資源循環学会研究発表会、2012

⁶⁷ 瀏上、神代、古田、WPRC(Wood Plastic Recycled Composites)の LCCO₂ 評価、日本建築学会環境系論文集、2011

⁶⁸ 村野、藤田、星野、建設廃木材を対象とした統合的再資源化シナリオの評価システムの構築と評価 2009、土木学会論文集 G

棄物・端材を原料としたもの」との記載があるものの、新築系か解体系かについては記載がない。有識者へのヒアリング⁶⁹や文献調査⁷⁰より、近年では解体系の廃石膏ボードが石膏ボードにリサイクルされている可能性が確認されたものの、当該リサイクル事業者の設立が2011年であり下表の出典が2005年であることから、下表のデータは新築系の廃石膏ボードや工場端材のリサイクルに係るCO₂排出量である可能性が高く、解体系廃石膏ボードからの石膏ボード製造の原単位としては適当でないと考えられる。

表 7.10 廃石膏ボードの中間処理・再資源化からのCO₂排出量の事例

再生資材	単位	CO ₂ 排出量	条件	出典
軒天井用無石綿ボード	kg-CO ₂ /kg	0.574	リサイクル資材製造1kg当り	茂呂ら ⁷¹
スラグせっこう板サイディング	kg-CO ₂ /kg	0.904	同上	
石膏ボード	kg-CO ₂ /kg	0.556	同上	

(5) 建設系廃プラスチック

建設系廃プラスチックの中間処理・再資源化からのCO₂排出量について確認された事例を表7.11に示す。

表 7.11 建設系廃プラスチックの中間処理・再資源化からのCO₂排出量の事例

再生資材	単位	CO ₂ 排出量	条件	出典
合成木材	kg-CO ₂ /kg	1.205	リサイクル資材製造1kg当り	茂呂ら ⁷²
再生ゴムを原料としたゴムタイル	kg-CO ₂ /kg	2.595	同上	
塩ビ管	kg-CO ₂ /kg	1.472	同上	
塩ビ床材	kg-CO ₂ /kg	1.064	同上	
塩ビ壁紙焼却	g-CO ₂ /m ²	8.79E+02	廃塩ビ壁紙1m ² 当り 輸送、素材製造等を含む	松井ら ⁷³
塩ビ壁紙炭化	g-CO ₂ /m ²	5.44E+02	廃塩ビ壁紙1m ² 当り 輸送、素材製造、代替効果等を含む	
塩ビ管 再生処理		0.42	プロセス(粉碎⇒微粉碎⇒ペ	磯部 ⁷⁴

⁶⁹ (株) トクヤマ・チヨダジブサムの事例を磯部孝行・武蔵野大学工学部サステナビリティ学科講師へのヒアリングにおいて確認

⁷⁰ 国立研究開発法人 国立環境研究所他「環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 廃石膏ボードリサイクルの品質管理の在り方と社会実装(3-1702) 平成29年度～平成30年度」(2019年5月)で解体系廃石膏ボードの6%が石膏ボード原料にリサイクルされているトンの調査結果を確認

⁷¹ 茂呂、多葉井、高口、リサイクル建築資材製造時の環境負荷原単位に関する研究、日本建築学会環境系論文集、2005

⁷² 茂呂、多葉井、高口、リサイクル建築資材製造時の環境負荷原単位に関する研究、日本建築学会環境系論文集、2005

⁷³ 松井、井上、中村、二川原、森、坂井、鳥海、山下、中尾、松村、山口、伊坪、塩ビ壁紙を対象とした地球温暖化と室内空気質汚染への総合評価、日本LCA学会研究発表会講演要旨集、2012

⁷⁴ 磯部、東アジアを含めたPVC建材の再資源化システム構築に関する研究：国際資源循環を考慮した評価及び検証、博士論文、2015(「塩ビ管 再生処理」の出典元；塩化ビニル環境対策協議会 調査研究委員

			レット)	
樹脂サッシ 手選別 再生勝利		0.057	実態調査 プロセス(手解体⇒粉碎)	
樹脂サッシ 機械選別 再生処理		0.182	実態調査	

7.4 温室効果ガスインベントリにおける建設廃棄物の扱い

7.4.1 建設廃棄物に関する内容

温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2022 年」においては、解体由来の建設廃棄物の処理処分や再資源化に係る GHG 排出量は算定されておらず、建設業からの GHG 排出量や産業廃棄物の処理処分に伴う GHG 排出量に含まれていると考えられる。

木くず（建設発生木材を含む）や紙くず（廃石膏ボード分を含むかは不明）の焼却に伴う CO₂ 排出量はカーボンニュートラルであることから算定対象とされていないが、これらの焼却に伴う CH₄、N₂O や埋立に伴う CH₄ は算定対象とされている。

また、建設系廃プラスチックを含めた廃プラスチック類の焼却に伴う CO₂、CH₄、N₂O は算定対象となっている。

ただし、いずれも解体系建設廃棄物の焼却や埋立に伴う GHG 排出量はこの資料からは確認できない。

7.4.2 建設系廃プラスチックに含まれる発泡剤

断熱材等として使用される発泡プラスチックについては、HFC 等の温室効果ガスが発泡剤として使用されており、「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2022 年」にはこれらの排出量が記載されている。以下にこれらについて抜粋、整理した。

(1) 発泡剤・閉鎖系気泡フォーム・ウレタンフォーム

ウレタンフォームについては、「IPCC ガイドライン（閉鎖系気泡フォーム）に準拠し、各年の発泡剤使用量のうち、10%が製造初年度に排出され、残りが 4.5%ずつ 20 年かけて使用時に全量排出される」として算定⁷⁵されている。

各年の発泡剤使用量はウレタンフォーム工業会、ウレタン原料工業会によるデータが使用されている。

「ウレタンフォームの廃棄は様々な時期に行われ、現実的に「使用」と「廃棄」を区別することは困難である」とし、「使用」と「廃棄」は一体として取扱い「使用」に全量を計上し、「廃棄」は「IE」⁷⁶として報告されている。

以上より、解体時に気泡内に残っている発泡剤は解体方法・処理方法に関わらず全て排出量にカウントされる。

会、塩化ビニル樹脂加工製品の LCI データ調査報告書、1999.10)

⁷⁵ 温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 編、日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2022 年

⁷⁶ 他の算定結果に含まれる場合に「IE」とされており、ここでは「使用」に含まれる（発泡剤・閉鎖系気泡フォーム・押出發泡フォームについても同じ）

(2) 発泡剤・閉鎖系気泡フォーム・押出發泡フォーム

ウレタンフォームについては、各年の発泡剤使用量のうち、25%が製造初年度に排出され、残りが0.75%ずつ排出されるとして算定されている。

各年の発泡剤使用量は押出發泡ポリスチレン工業会によるデータを使用されている。

この考え方は、2006年 IPCC ガイドラインや PRTR における押出發泡ポリスチレン製造事業所の HCFCs の移動量の算出方法と整合している。

断熱材は、建物の改修時、被災時、解体時など様々な時期に「廃棄」されるため、現実的には「使用」と「廃棄」を区分することは困難である。廃棄されたものは使用されているものと同じように HFCs を排出すると考えられることから、これらを一体で扱うこととし、全量を「使用」で計上したと考えて「廃棄」は「IE」としている。

以上より、解体時に気泡内に残っている発泡剤は解体方法・処理方法に関わらず全て排出量にカウントされる。

(3) 発泡剤・解放系気泡フォーム・高発泡ポリスチレンフォーム

IPCC ガイドライン（開放系気泡フォーム）に準拠し、各年の発泡剤使用量が、製造時に全量排出されるとして計算されている。

各年の発泡剤使用量は高発泡ポリエチレン工業会によるデータを使用されている。

以上より、解体時の排出量は「0」としてカウントされる。

7.5 CO₂排出原単位の比較・検証に係る課題

文献等より収集・整理した CO₂ 排出原単位の比較・検証に係る課題として、以下の点が挙げられる。

- ・ 基準となる量の相違
 - 廃棄物量あたりの事例と再生製品量あたりの事例
 - 単位の相違（重量、容量、面積）
- ・ バウンダリの相違
 - 前後のプロセス（輸送工程、再生製品製造前の廃棄物処理の工程、使用する副資材等の製造に係る CO₂ 排出量等）を含む事例と含まない事例
 - 再生製品による代替効果*を含む事例と含まない事例
 - ・ ※：再生製品が新規製品を代替しているものとし、新規製品の製造プロセスからの CO₂ 排出量を削減しているとみなして、その排出量を控除する考え方
- ・ バウンダリ内の各プロセスの CO₂ 排出量の算定結果を記載している事例と合算した結果のみを記載している事例

研究の目的によって文献ごとに上記の組合せはまちまちとなっており、再資源化方法を横並びで比較・検証することは困難であると判断した。

本調査では解体工事から中間処理・再資源化に至るまでのプロセスの CO₂ 排出量のみを対象としてデータを収集・整理したが、武蔵野大学・磯部孝行氏へのヒアリングでも確認されたように、プロセスからの直接の CO₂ 排出量のみでなく再生製品等の代替効果まで含めた評価が重要である。加えて、コンクリート塊については再生砕石の CO₂ 固定効果を含めた評価も必要となる。

2050 年のカーボンニュートラルの達成に向けて、さらなる研究事例の収集と精査、適切な代替効果の評価方法の検討を進めることが重要と考えられる。

第八章 木造高層ビルのCO₂削減効果等に関する調査

2050 カーボンニュートラルに向けて、建設材料として、内部にCO₂を蓄え、製造・建設時のCO₂排出を抑えることができる木材への注目が高まっており、高層建築物への木材の採用が今後の有力な選択肢となることから、木造高層ビルに関するCO₂削減効果や解体時における木材のリユース及びリサイクルに対する設計等の配慮について調査した。

8.1 調査の進め方

国内における木造高層ビルの建設状況について取りまとめるとともに、木造高層ビルに関するCO₂削減効果や解体時における木材のリユース及びリサイクルに対する設計等の配慮に係る情報を収集・整理した。

8.1.1 調査の背景と目的

樹木は、光合成によって大気中のCO₂を吸収・固定し、幹や枝などの形で大量の炭素を蓄えていることから、樹木から製造された木材を利用することは、木材中の炭素を長期間にわたって貯蔵することにつながる。また、木材は、鉄やコンクリートなどの資材に比べて製造や加工に要するエネルギーが少ないため、これらの資材の代わりに木材を利用することにより、CO₂排出が抑制されることになる。これらより、木材の建設材料としての利用を促進することで、CO₂の内部貯蔵及び排出抑制を通じて、2050カーボンニュートラルの実現への寄与が期待されている。2021年10月1日には、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律の一部を改正する法律」が施行され、法律の題名が「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に変わるとともに、木材利用の促進の対象が公共建築物から建築物一般に拡大されている。

一方で、中高層建築物については、高い水準の耐震性能が求められることから、これまではS（鉄骨）造やRC（鉄筋コンクリート）造となることがほとんどであったが、技術面・制度面の発展を受けて、木造を取り入れる事例も増えてきており、今後は高層建築物への木材の採用が有力な選択肢となり得る。

このような背景の下、高層建築物への木材の採用を検討する材料を得るため、木材の採用による効果や配慮すべき事項などについて整理することを目的とする。

8.1.2 調査の実施方法

国内及び海外の文献調査を実施するとともに、有識者、建設業の業界団体、大手建設業者を対象としたヒアリング調査を実施し、得られた情報を取りまとめた。

8.2 国内における木造高層ビルの建設状況

国内における木造高層ビルの建設状況について取りまとめた。

8.2.2 高層建築物への木材利用状況

高層建築物への木材利用状況について以下に整理した。

(1) 木造高層ビルの実現に資する技術

近年、強度などに優れた建設用木材である CLT（直交集成板）や LVL（単板積層材）、木質耐火部材の開発・普及が進んだことにより、高層建築物への木材利用の可能性が広がってきている。

① CLT（Cross Laminated Timber）⁷⁷

CLT とは、ひき板（ラミナ）を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料である。厚みのある大きな板で、建築の構造材の他、土木用材、家具などにも使用されている。

CLT は、構造躯体として建物を支えると共に、断熱性や遮炎性、遮熱性、遮音性などの複合的な効果も期待できる。また、一部の材料を組み立ててから現場に搬入することで施工工期を短縮できる、接合具がシンプルなので熟練工でなくとも施工が可能、RC 造などと比べて軽量であるといった特徴を有している。

国内では、2013 年 12 月に製造規格となる JAS（日本農林規格）が制定され、2016 年 4 月に CLT 関連の建築基準法告示が公布・施行され、一般利用が始まっている。

② LVL（Laminated Veneer Lumber）

LVL とは、単板を繊維方向が平行になるように積層接着した木質系材料である。国内では、2008 年 5 月 13 日に JAS が制定され、2020 年 6 月 1 日に改正されている。

③ 木質耐火部材⁷⁸

木質耐火部材には、木材を石膏ボードで被覆したものや、モルタルなどの燃え止まり層を備えたもの、鉄骨を木材で被覆したものなどがある。建築基準法に基づき所要の性能を満たす木質耐火部材を用いることで、木造でも大規模な建築物を建設することが可能となる。

(2) 木造高層ビルの構造の種類⁷⁸

木造高層ビルの中には、全ての構造を木造とした事例だけでなく、S 造や RC 造などの非木造との混構造の事例も含まれている。また、混構造の中でも、中層階までを RC 造で上層階を木造とした事例、耐震壁に CLT や LVL を使用した事例、建物の片側を木造とした事例など、様々なパターンがある。

8.2.2 国内の主な木造高層ビル

竣工済み、建設中、計画中の国内の主な木造高層ビルを表 8.1 に示す。ここでは、地上 6 階以上の建築物を掲載している。竣工済み又は竣工予定年が示されているものの高さは 17.3m～約 100m、階数は 6 階～19 階と非常に幅広くなっている。また、非木造との混構造のものが大半を占めており、全ての構造を木造としている事例は 4 事例（No.1、6、10、18）に留まっている。

⁷⁷ 一般社団法人日本 CLT 協会、「CLT とは」 <https://clta.jp/clt/>（2023 年 3 月 6 日閲覧）

⁷⁸ ウッド・チェンジ協議会高層ビルグループ、高層木造ビル事例集、令和 3 年度版

表 8.1 国内の主な木造高層ビル一覧

2022年4月末時点、高さ順

No	建築物名	高さ	階数	構造	用途	建築主	竣工（予定）年
1	実験棟HRT-Project	17.3m	6階	木造	実大実験棟	一般社団法人 日本ツープイフォー建築協会	2016年
2	東京発条製作所本社ビル	19.5m	6階	RC造+S造 +木造	事務所、共同住宅	株式会社アライホールディング	2018年
3	高齢者福祉施設 「はるのガーデン」	19.9m	6階	RC造+木造	高齢者福祉施設	社会福祉法人ふるさと会	2018年
4	松尾建設(株)本社ビル	25.4m	6階	S造+木造	事務所	松尾建設株式会社	2018年
5	PARK WOOD office iwamotocho	26.0m	8階	S造+木造	事務所	三菱地所株式会社	2020年
6	高惣木工ビル	27.4m	7階	木造	店舗、事務所、住宅	高惣合同会社	2021年
7	(仮称) 都島プロジェクト	28.8m	8階	S造+木造	事務所、共同住宅	オリオン建設株式会社	2023年
8	高知県自治会館	30.1m	6階	RC造+木造	事務所	高知県市町村総合事務組合	2016年
9	H ¹ O青山	31.0m	7階	S造+木造	事務所	野村不動産株式会社	2022年
10	アキュラホーム純木造ビル (新社屋)	31.0m	8階	木造	事務所、宿泊体験棟 ほか	株式会社アキュラホーム	2024年
11	中央大学多摩キャンパス 学部共通棟	31.5m	6階	S造+木造	文教施設	学校法人中央大学	2021年
12	タクマビル新館（研修センター）	33.6m	6階	S造+木造	事務所	株式会社タクマ	2020年
13	PARK WOOD 高森	34m	10階	S造+木造	集合住宅	三菱地所株式会社	2019年
14	日本橋兜町KITOKI	34.5m	10階	SRC造+木造	店舗、事務所	平和不動産株式会社	2022年
15	木材会館	35.7m	7階	SRC造+木造	事務所、集会場	東京木材問屋協同組合	2009年
16	ジュテック本社ビル新築工事	38.1m	8階	S造+木造	事務所	株式会社ジュテック	2023年
17	フラッツウッズ木場	42.4m	12階	RC造+木造	賃貸住宅	株式会社竹中工務店	2020年
18	Port Plus	44.1m	11階	木造	研修室、宿泊室	株式会社大林組	2022年
19	COERU SHIBUYA	約45m	13階	S造+一部木造	事務所、店舗	東急不動産株式会社	2022年
20	東洋木のまちプロジェクト (高層棟)	45.2m	15階	RC造+木造	共同住宅、事務所、 店舗	株式会社東洋ハウジング	2023年
21	ザロイヤルパークキャンパス 札幌大通公園	46.1m	11階	RC造+木造	ホテル、店舗	三菱地所株式会社	2021年
22	ブラウド神田駿河台	46.7m	14階	RC造+木造	分譲マンション	野村不動産株式会社	2021年
23	HULIC & New GINZA 8	51.3m	12階	S造+木造	商業施設	ヒューリック株式会社	2021年
24	銀座高木ビル	55.9m	12階	S造+木造	店舗、事務所	株式会社高木ビル	2022年
25	日本橋木造ビル	約70m	17階	未定 (ハイブリッド)	事務所、店舗	三井不動産株式会社	2025年
26	東京海上グループ新・本店ビル	約100m	19階	S造+木造	事務所	東京海上ホールディングス株式 会社、東京海上日動火災保 険株式会社	2028年度
27	ALITA LIGNA TOWER	100m	20階	S造+木造		(株式会社竹中工務店)	
28	LOOP 50	120m	30階	木造		(株式会社大林組)	
29	W 350	350m	70階	木鋼ハイブリッド		(住友林業株式会社)	

出典：ウッド・チェンジ協議会高層ビルグループ、高層木造ビル事例集、令和3年度版

8.2.3 木造高層ビルの事例

表 8.1 の事例のうち、CO₂削減効果を示している事例について、以下に詳細を示す。

(1) H¹O 青山

- ・ 主要構造部の柱・梁の一部に木造ハイブリッド構造を採用した中高層オフィスビルとして初の竣工（2021年3月5日プレスリリース当時）。
- ・ S造の場合には鉄骨使用量が290トンとなるところ、木材を約32m³使用することで、鉄骨使用量を270トンに低減。
- ・ 木質耐火部材の大臣認定を取得したλ-WOOD®（ラムダウッド）を使用。
- ・ 多摩産の木材を使用。森の新陳代謝を促す“森林サイクル”の活性化により、脱炭素社会に向けた取り組みを推進するだけでなく、木造技術の継承・更なる技術革新や、地域雇用の創出、建築の木造化の推進など、持続可能な社会づくりに貢献



建築主	野村不動産㈱（設計：野村不動産㈱+㈱熊谷組）
竣工	2022年
住所	東京都渋谷区神宮前三丁目1番5
用途	オフィスビル
敷地面積	約453m ²
延床面積	—
階数・高さ	地上7階
構造	S造一部木造
木材使用量	約32m ³
炭素貯蔵量	約19t-CO ₂
CO ₂ 削減量	約21t-CO ₂ （S造との比較）

出典：野村不動産㈱、「中高層オフィスビル主要構造部に「木造ハイブリッド構造」採用」

<https://www.nomura-re.co.jp/cfiles/news/n2021030501808.pdf>（2023年3月6日閲覧）

(2) Port Plus

- ・ 構造部材（柱・梁・床・壁）すべてを木材とした、高層純木造耐火建築物。
- ・ 耐火木造技術「オメガウッド（耐火）」を構造部材として適用し、特に1階柱には日本初となる3時間耐火仕様を採用。
- ・ 現場での施工の容易性を確保しつつ梁・柱接合部を高剛性化、高耐力化するという課題を解決するため、新たに柱と梁を一体化する「金物を使わない剛接合仕口ユニット」を開発。免震構造を組み合わせることで非常に高い耐震性を実現。
- ・ 宿泊室の床には新規開発の CLT 遮音床を採用。



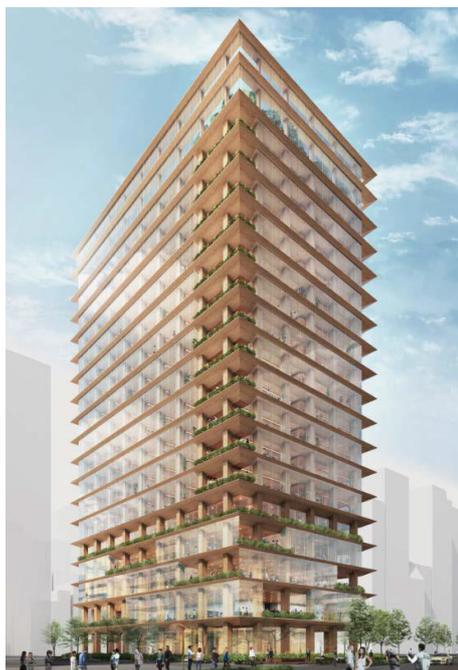
建築主	(株)大林組
竣工	2022 年
住所	神奈川県横浜市中区弁天通二丁目 22 番、23 番
用途	次世代型研修施設
敷地面積	563.28m ²
延床面積	3,620m ²
階数・高さ	地下 1 階、地上 11 階
構造	純木造免震構造（耐火建築物）
木材使用量	1,990m ³ （木構造体 1,675m ³ 、木内装材（燃え代層含む） 315m ³ ）
炭素貯蔵量	1,652t-CO ₂ （木材利用による二酸化炭素固定量、林野庁作成の簡易な「見える化」計算シートで試算）
CO ₂ 削減量	1,700t-CO ₂ （S 造との比較、One Click LCA に基づく概算値）

出典：(株)大林組、「日本初の高層純木造耐火建築物の建設に着手」 <https://www.oyproject.com/>（2023年3月6日閲覧）

(株)大林組、「Port Plus [OY Project]」 <https://www.oyproject.com/>（2023年3月6日閲覧）

(3) 日本橋木造ビル

- ・ 現存する木造高層建築物として国内最大・最高層（2020年9月29日プレスリリース当時）となる、地上17階建・高さ約70m・延床面積約26,000m²。
- ・ 構造材に使用する木材量は国内最大規模の1,000m³超となる見込み。
- ・ 三井不動産グループが北海道に保有する森林の木材を積極的に活用。建築資材の自給自足、森林資源と地域経済の持続可能な好循環の実現を目指す。
- ・ 最先端の耐火・木造技術を導入。主要な構造部材には(株)竹中工務店が開発した耐火集成材の「燃エンウッド®」を採用。その他、床・仕上げ等、各所にも木材を積極活用。



建築主	三井不動産(株)（設計予定者：(株)竹中工務店）
竣工予定	2025年
住所	東京都中央区日本橋本町一丁目3番地
用途	事務所、店舗、駐車場等
敷地面積	約2,500m ²
延床面積	約26,000m ²
階数・高さ	地上17階、約70m
構造	ハイブリッド木造
木材使用量	1,000m ³ 超（構造材）
CO ₂ 削減量	同規模の一般的な鉄骨造オフィスビルと比較して、建築時のCO ₂ 排出約20%削減効果を想定

出典：三井不動産(株)、「三井不動産と竹中工務店、国内最大・最高層の木造賃貸オフィスビル計画検討に着手」https://www.mitsui-fudosan.co.jp/corporate/news/2020/0929_02/（2023年3月6日閲覧）

8.3 木造高層ビルに関する CO₂削減効果

木造高層ビルに関する CO₂削減効果に係る情報を収集・整理した。

8.3.1 CO₂削減効果の算出方法

木造建築物の CO₂削減効果は、同じ仕様の S 造や RC 造などの非木造建築物と GHG 排出量を比較することによって算出される。また、建築物に利用された木材中に取り込まれている炭素の量を表す炭素貯蔵量について、自発的に、自らの責任において表示する際の、標準的な計算方法と表示方法を示したガイドラインを、林野庁が公表している。

(1) 建築物に係る GHG 排出量の算出方法

建築物に係る GHG 排出量の算出方法としては、システム境界の各プロセスで投入された資材・エネルギー量に GHG 排出原単位を乗じ、積上げ法によって算出する手法が一般的となっている。「One Click LCA (One Click LCA 社)」などのソフトウェアが提供されている他、自社で簡易に算出することが可能な独自システムを開発している建設業者もある。なお、GHG 排出量の目安や算出方法が定まっていないことから、現在、(一社)日本建設業連合会において検討が行われているところである。

GHG 排出原単位のデータベースとしては、「建物の LCA 指針(社団法人日本建築学会)」、「LCI データベース IDEA (国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEA ラボ 一般社団法人サステナブル経営推進機構)」、「ecoinvent (ecoinvent center)」などが利用されている。ただし、CLT 製品の製造に係る GHG 排出原単位は格納されておらず、別途設定する必要がある。また、ヒアリング調査において、国内木材に係る GHG 排出原単位の拡充や、同じ部材でも GHG 排出原単位にばらつきがあることから、代表値の設定が課題として挙げられている。

国内及び海外の文献調査より、CLT 製品の製造に係る GHG 排出原単位の算出事例を取りまとめたものを表 8.2 に示す。2012 年から 2021 年までの 10 年間における CLT 建築物の LCA に関する研究 27 件のレビュー⁷⁹によると、世界中の様々なメーカーの CLT 製品の製造に係る GHG 排出原単位の平均は 152.0kg-CO₂/m³、標準偏差は 118.4kg-CO₂/m³であり、数値のばらつきはメーカー間のエネルギー資源のばらつきに起因している可能性があるとのことである。

⁷⁹ Adel Younis, Ambrose Doodoo: Cross-laminated timber for building construction: A life-cycle-assessment overview, Journal of Building Engineering 52 (2022) 104482

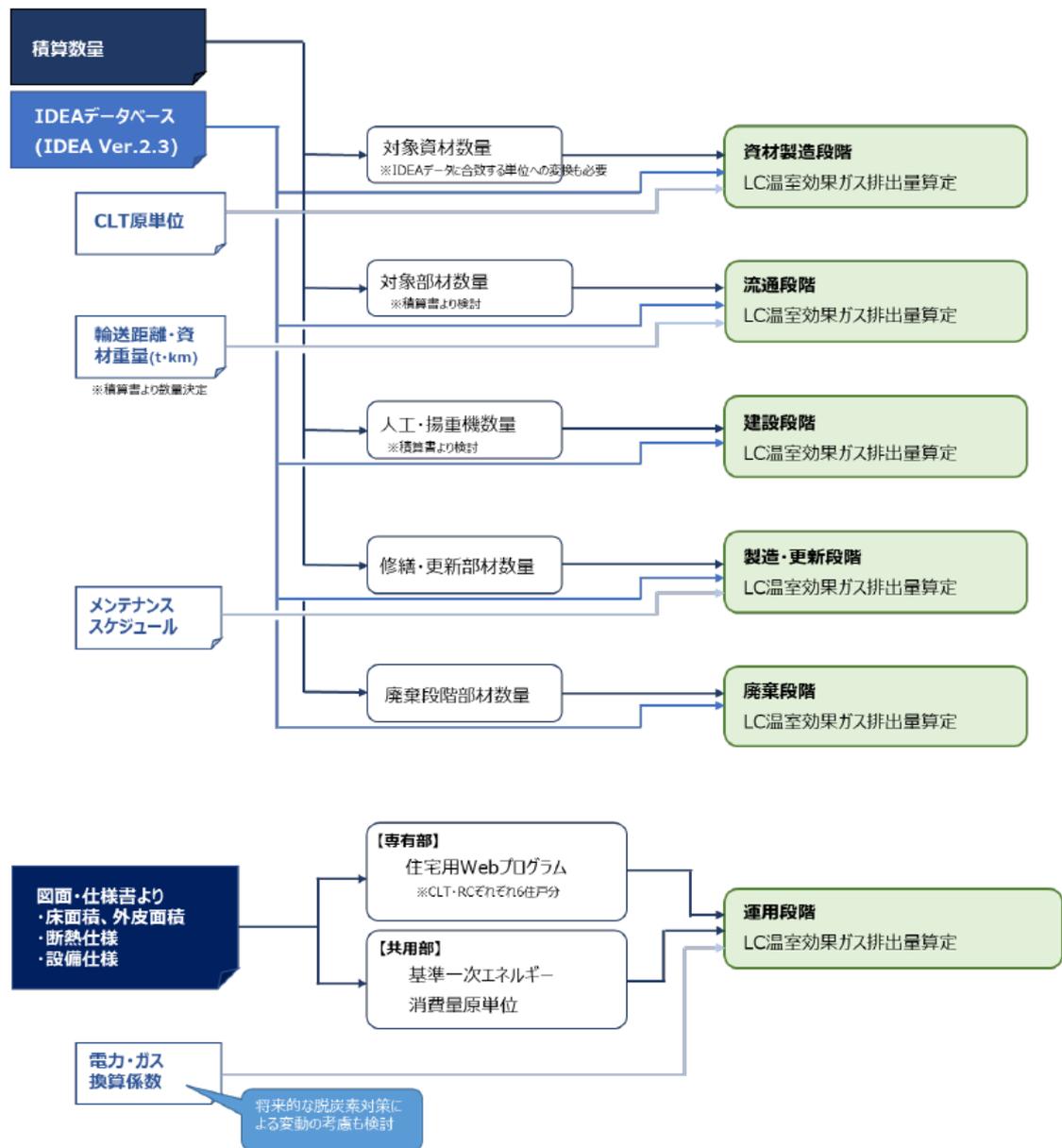


図 8.1 建築物に係る GHG 排出量の算出方法例

出典：(一社)日本 CLT 協会、CLT 建築物の環境性能の評価とエンドユーザーへの周知、2022.2

表 8.2 CLT 製品の製造に係る GHG 排出原単位の算出事例

No	製品種類	システム境界	GHG 排出原単位
i 80	CLT (国内、欧州産スプルー	原料調達から消費地への輸 送まで	約 410~420kg-CO ₂ /m ³
ii 80	CLT (国内、国産スギ材)	原料調達から集成加工まで	201.3~238.2kg-CO ₂ /m ³ (乾燥熱源として木屑使用) 308.8~372.6kg-CO ₂ /m ³ (乾燥熱源として化石燃料使用)
iii 81	CLT マスターパネル、プレカッ ト CLT (国内大手 3 社、スギ)	原材料採取から CLT パネ ル製造まで	252kg-CO ₂ /m ³
iv 82	CLT パネル (米国ワシントン州、 マツ科)	原材料採取から CLT パネ ル輸送まで	155.65kg-CO ₂ /m ³ ※輸送除く
v 83	CLT スラブ (国内、スギ) 防水加工あり	原材料採取から廃棄まで	233.647kg-CO ₂ /m ³
vi 83	CLT スラブ (国内、スギ) 防水加工なし	原材料採取から廃棄まで	234kg-CO ₂ /m ³
vii 84	CLT 製品 (国内、スギ)	原材料採取から廃棄まで	442kg-CO ₂ /m ³
viii 85	CLT 建築用壁 (釘積層壁) (イ タリア、スプルー	原材料採取からライフサイ クル終了まで	76kg-CO ₂ /m ²
ix ⁸⁶	CLT パネル (ポルトガル、フラン スカイガンショウ・マツ科)	原材料採取からライフサイ クル終了まで	13.2~20.7kg-CO ₂ /m ²
x 86	CIT パネル (CLT パネルの内側 の層を木材の代わりにポリウレ タン硬質フォームとしたもの)	ix のシステム境界+ポリウ レタンフォーム製造と接着	23.1~25.3kg-CO ₂ /m ²

⁸⁰ 林野庁木材利用課、平成 27 年度木材利用推進・省エネ省 CO₂ 実証業務報告書、2016.3

⁸¹ Katsuyuki Nakano, Wataru Koike, Ken Yamagishi, Nobuaki Hattori: Environmental impacts of cross-laminated timber production in Japan. Clean Technologies Environ Policy Vol. 22, 2193–2205, 2020.

⁸² Cindy X. Chen, Francesca Pierobon, Indroneil Ganguly: Life Cycle Assessment (LCA) of Cross-Laminated Timber (CLT) Produced in Western Washington: The Role of Logistics and Wood Species Mix, Sustainability, Vol. 11, 1278, 1-17, 2019.

⁸³ Tetsuya Iwase, Takano Sasaki, Shogo Araki, Tomohumi Huzita, Chihiro Kayo: Environmental and Economic Evaluation of Small-Scale Bridge Repair Using Cross-Laminated Timber Floor Slabs, Sustainability, Vol. 12, 3424, 1- 17, 2020.

⁸⁴ 渕上佑樹、渡部剣太、中井毅尚: CLT 工法を用いた木造学校建築物の建設における GHG 排出量の定量化、木材学会誌 66(2)、101-111、2020.

⁸⁵ Giulia Corradini, Francesca Pierobon, Michela Zanetti: Product environmental footprint of a cross-laminated timber system: a case study in Italy, The International Journal of Life Cycle Assessment Vol. 24, 975–988, 2019.

⁸⁶ Pedro Santos, João R. Correia, Luís Godinho, A.M.P.G. Dias, André Dias: Life cycle analysis of cross-insulated timber panels, Structures, Vol. 31, 1311-1324, 2021.

(2) 炭素貯蔵量の算出方法

建築物に利用した木材に係る炭素貯蔵量については、林野庁が「建築物に利用した木材に係る炭素貯蔵量の表示に関するガイドライン（令和3年10月1日）」の中で、標準的な算出方法と表示方法を以下のとおり示している。

【炭素貯蔵量（CO₂換算量）計算式】

$$C_s = W \times D \times C_f \times 44/12$$

C_s ：建築物に利用した木材（製材のほか、集成材や合板、木質ボード等の木質資材を含む。以下同じ。）に係る炭素貯蔵量（t-CO₂）

W ：建築物に利用した木材の量（m³）（気乾状態の材積の値とする。）

D ：木材の密度（t/m³）（気乾状態の材積に対する全乾状態の質量の比とする。）

C_f ：木材の炭素含有率（木材の全乾状態の質量における炭素含有率とする。）

中層の木造ビルを想定したパネルイメージ（例）

延べ床面積：1,000 m²、木材利用量合計：400 m³（国産材400 m³）

〇〇ビル（東京都〇〇区〇〇 〇〇）に利用した木材に係る炭素貯蔵量（CO₂換算）

延べ床面積	国産材 利用量	国産材の 炭素貯蔵量 (CO ₂ 換算)	木材全体 利用量	木材全体の 炭素貯蔵量 (CO ₂ 換算)
1,000 m ²	400 m ³	273 t-CO ₂	400 m ³	273 t-CO ₂

この表示は、林野庁「建築物に利用した木材の炭素貯蔵量の表示ガイドライン」（令和3年10月1日付け3林政産第85号林野庁長官通知）に準拠し、この建築物に利用した木材が貯蔵している炭素（CO₂換算）の量を示すものです。木材は、森林が吸収した炭素を貯蔵しており、木材を建築物等に利用していくことは、「都市等における第2の森林づくり」としてカーボンニュートラルへの貢献が期待されています。

【計算式】

$$\text{木材の材積 (m}^3\text{)} \times \text{密度 (t/m}^3\text{)} \times \text{炭素含有率} \times 44/12 = \text{炭素貯蔵量 (CO}_2\text{換算) (t-CO}_2\text{)}$$

【計算のイメージ】

○ 構造材（製材）	スギ	240m ³ × 0.331 t/m ³ × 0.50 × 44/12 =	145.6 t-CO ₂
○ 下地材（製材）	スギ	80m ³ × 0.331 t/m ³ × 0.50 × 44/12 =	48.5 t-CO ₂
○ 構造用合板	スギ	80m ³ × 0.542 t/m ³ × 0.493 × 44/12 =	78.4 t-CO ₂
			合計 273 t-CO ₂

（責任者名）〇〇 〇〇（連絡先）TEL 〇〇-〇〇〇〇-〇〇〇〇

図 8.2 建築物に利用した木材の炭素貯蔵量の表示例

8.3.2 CO₂削減効果の評価結果

国内及び海外の文献調査より、木造建築物のCO₂削減効果の評価事例を取りまとめたものを表 8.3 に示す。なお、国内事例は低層建築物を対象としたものが大部分であったことから、それらも含んでいる。また、2012年から2021年までの10年間におけるCLT建築物

の LCA に関する研究 27 件のレビュー⁸⁷より、以下が示されている。

- ・ CLT 建築物の GHG 排出量は 0.05~6.3t-CO₂/m²。
- ・ 算出結果の幅は、システム境界、炭素推定方法、データの品質などの LCA 方法論に関連する要素に加え、地域の気候、建築に係る規制、建物の占有率、建物の高さ/形状、電力構成などのパラメーターと変数の違いに起因。
- ・ CLT 建築物が高層となった場合、総質量に占めるコンクリートの割合が増えることから、単位床面積あたりの GHG 排出量は増加。
- ・ 26.3kg-CO₂/m² (3 階建て) →67.3 kg-CO₂/m² (21 階建て)
- ・ 8 階建てから 18 階建てになると最大 40%増加
- ・ 多層建築物において、鉄鋼又はコンクリートの代わりに CLT を使用することにより、GHG 排出量が平均で約 40%削減。

また、ヒアリング調査より、以下の知見が得られている。

- ・ 現状ではセメントや鉄骨の製造時に多くの CO₂が排出されているため、木材の採用による CO₂削減効果が見込まれるが、CO₂の排出が少ないセメントや鉄骨の製造方法の開発も進んでおり、将来的には変わってくる可能性もある。
- ・ 工事で排出される CO₂は全体の数%程度であり、運用で排出される CO₂が一番多い。
- ・ 高層になるほど効率が良くなるため、延べ床面積あたりの CO₂削減効果が大きくなる可能性がある。

8.3.3 CO₂削減効果の評価における課題

国内及び海外の文献調査より、CO₂削減効果の評価における課題として、以下が挙げられている。

- ・ システム境界の設定
- ・ 建築物の耐用年数の設定
- ・ メンテナンス/修理スケジュールの設定
- ・ 使用終了後の木材に貯蔵された炭素の取扱い
- ・ 使用終了後のシナリオ設定 (全部又は一部をリユース・リサイクル、焼却、埋立など)
- ・ プロセスベースのアプローチによる評価の是非
- ・ データの品質 (CLT 製品の製造に係る GHG 排出原単位などについて)
- ・ CLT 製造と森林システム間の複雑な相互作用を考慮した動的 LCA アプローチの採用
- ・ 技術革新による影響の評価

⁸⁷ Adel Younis, Ambrose Dadoo: Cross-laminated timber for building construction: A life-cycle-assessment overview, Journal of Building Engineering 52 (2022) 104482

表 8.3 木造建築物の CO₂削減効果の評価事例

No	対象建築物	評価範囲	評価方法	評価結果
i ⁸⁸	戸建住宅（日本建築学会標準住宅モデル） ・木造、2階建て ・延床面積 125.86m ² ・木材使用量 21.7m ³ （多用時 34.2m ³ ）	資材製造、建設、運用、改修、廃棄 ※60年間	<ul style="list-style-type: none"> 各過程における GHG 排出量を算出し、積み上げることで評価 GHG 排出原単位は一部を除いて LCA データベース（日本建築学会）のものを利用 	GHG 排出量 5,623kg-CO ₂ /年 ・排出内訳：資材製造 9%、建設 0.09%、運用 85%、改修 5%、廃棄 0.2% ・RC 造比 11.4%減、S 造比 9.8%減、木造（多用時）比 0.5%増
ii ⁸⁸	低層オフィス（国土交通省官庁営繕「官庁施設における木造耐火建築物の整備指針（H25.3）」のタイプ C） ・木造、3階建て ・延床面積 1,500m ²	原料調達、生産、流通、建設、使用・維持管理、廃棄・リサイクル ※60年間		GHG 排出量 128.07kg-CO ₂ /年 m ² ・排出内訳：設計監理 0.4%、資材製造 9%、建設 3%、使用 70%、維持管理・修繕 7%、改修 10%、解体・廃棄 0.7% ・RC 造比 7.0%減、S 造比 2.3%減
iii ⁸⁹	木造学校建築物 ・CLT パネル工法、2階建て ・延床面積 407.2m ² ・木材使用量 188m ³ （うち構造材 149m ³ ）	資材製造、施工	<ul style="list-style-type: none"> 各プロセスで投入した資材・エネルギー量に GHG 排出原単位を乗じ、積上げ法によって GHG 排出量を算出 建材の GHG 排出原単位として、CLT 製品については独自評価値（442kg-CO₂/m³）、それ以外については IDEAv2.2 の値を利用 施工段階では使用電力量、建設機械の消費軽油量に関するフォアグラウンドデータを収集し算定 	GHG 排出量 168t-CO ₂ （413kg-CO ₂ /m ² ） ・RC 造比 30.6%減、S 造比 18.5%減 ・基礎部材に由来する削減効果が大きい
iv ⁹⁰	研究・実験用建築物 ・CLT パネル工法、2階建て ・延床面積 1,424.23m ² ・CLT 使用量 551m ³	資材製造、施工	<ul style="list-style-type: none"> 建設現場で資材供給量、エネルギー消費量、廃棄物処分量等を把握 GHG 排出原単位として、CLT 製品については日本の代表的な LCA データの値、それ以外については IDEAv2.3 の値を利用 	GHG 排出量 1,010t-CO ₂ （711kg-CO ₂ /m ² ） ・基礎の構築に使用されたコンクリート（23%）、土壌安定剤（セメント）（19%）、CLT 生産（17%）由来の排出が大きい ・炭素貯蔵量 322t-CO ₂

⁸⁸ 林野庁木材利用課、平成 27 年度木材利用推進・省エネ省 CO₂ 実証業務報告書、2016.3

⁸⁹ 洲上佑樹、渡部剣太、中井毅尚：CLT 工法を用いた木造学校建築物の建設における GHG 排出量の定量化、木材学会誌 66(2)、101-111、2020.

⁹⁰ Katsuyuki Nakano, Masahiko Karube, Nobuaki Hattori: Environmental Impacts of Building Construction Using Cross-laminated Timber Panel Construction Method: A Case of the Research Building in Kyushu, Japan, Sustainability, Vol. 12, 2220, 1- 14, 2020.

v ⁹¹	<p>共同住宅（賃貸）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CLT パネル工法、3 階建て ・ 延床面積 540m² 	<p>資材製造、流通、建設、運用、修繕・更新、廃棄</p> <p>※100 年間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資材製造段階、流通段階、建設段階、修繕・更新段階、廃棄段階では、積算資料より資材数量・人工数及び重機を用いる工事費用などを整理し、GHG 排出原単位と紐づけて算出 ・ GHG 排出原単位として、CLT プレカット材については文献値 (292.32kg-CO₂/m³)、それ以外については IDEAv2.3 の値を利用 ・ 運用段階では、住宅の省エネルギー基準の算定基準である一次エネルギー消費量算定方法によりエネルギー消費量を算出 	<p>GHG 排出量 2,740t-CO₂</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 排出内訳：建設段階（資材製造と輸送含む）11%、修繕・更新段階 10%、運用段階 79%、廃棄段階 0.04% ・ RC 造比約 9%減（建設段階（資材製造と輸送含む）20%減、修繕・更新段階 6%増、運用段階 9%減） ・ 炭素貯蔵量 204t-CO₂（林野庁ガイドラインに従い算出）
vi ⁹²	<p>集合住宅</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 8 階建て（33 戸） ・ 基礎及び 1 階：RC 造、2～8 階：CLT パネル工法 ・ 総暖房床面積 3,374m² ・ 木材使用量 109.6kg/m² 	<p>資材製造（資源調達、資源輸送、資材製造）、建設（資材輸送、建設）、耐用期間（維持管理、修理、交換）、使用後（解体、輸送、廃棄物処理、廃棄）、再使用・回収・リサイクル</p> <p>※100 年間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロセスベースのライフサイクル分析アプローチを使用 ・ LCI (Life Cycle Inventory) データとして、国や欧州などの地域の平均値に基づく ecoinvent 3.7.1 データベースを利用 ・ 使用後の CLT はパーティクルボードとして再生利用（再生利用率 70%）した後、バイオエネルギー利用することを想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資材製造段階の GHG 排出量は 203.4kg-CO₂/m²、そのうち 53%が CLT 構造コンポーネント関連 ・ 構造工学設計ソリューション（材料使用の最適化、効率的な建設と接続、耐用年数リスクマネジメント）により、GHG 排出量を約 43.3%削減（資材製造段階 4%削減、使用後段階 26%削減）可能

⁹¹ (一社)日本 CLT 協会、CLT 建築物の環境性能の評価とエンドユーザーへの周知、2022.2

⁹² Ambrose Doodoo, Truong Nguyen, Michael Dorn, Anders Olsson & Thomas K. Bader (2022): Exploring the synergy between structural engineering design solutions and life cycle carbon footprint of cross-laminated timber in multi-storey buildings, Wood Material Science & Engineering, 17:1, 30-42

vii ⁹³	<p>中層ビル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CLT 使用、8 階建て ・ 総暖房床面積 3,973m² ・ 木材使用量： 木材 189t(40.5kg/m²) CLT690t(148kg/m²) 	<p>ライフサイクル全体 ※100 年間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本シナリオと生物起源炭素シナリオ（炭素の一時貯蔵の影響を考慮）を設定 ・ 構造が類似した 5 階建てのコンクリートビルと比較 ・ LCI データとして、国や欧州などの地域の平均値に基づく ecoinvent 3.5 データベースを利用 	<p>GHG 排出量</p> <p>454.2kg-CO₂/m² (基本シナリオ) 288.5kg-CO₂/m² (炭素シナリオ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート造比約 50%減(基本シナリオ)、約 68%減 (炭素シナリオ) ・ コンクリート造と比べて、18 の影響カテゴリのうち 11 で低いスコア (地球温暖化への寄与度はマイナス)
viii ⁹⁴	<p>寒冷地と極寒地の 2 都市における中層住宅</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実際のコンクリート建築物の CLT 代替、7 階建て ・ 1 階は倉庫、2 階以上は住居 ・ 床面積 2,799.3m² 	<p>実体化(資材製造、流通、建設)、運用、使用後 (解体・廃棄、リサイクル/エネルギー回収) ※50 年間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 可能な限り中国のローカルデータを利用 (CLT 製品の製造に係るデータは北米の研究成果を利用) ・ 使用後のリサイクル率は 55%、90%と設定 	<p>GHG 排出量(リサイクル率 55%) 820kg-CO₂/50 年 m² (寒冷地) 1,070kg-CO₂/50 年 m² (極寒地)</p> <p>GHG 排出量(リサイクル率 90%) 730kg-CO₂/50 年 m² (寒冷地) 990kg-CO₂/50 年 m² (極寒地)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート造比約 40%減(リサイクル率 55%)、約 46%減 (リサイクル率 90%) ・ 運用段階のエネルギー消費が GHG 排出量の 80%以上を占める
ix ⁹⁵	<p>コーヒーショップ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CLT 使用、平屋建て ・ 床面積 41m² 	<p>資材製造(資源調達、資源輸送、資材製造)、使用後(輸送、廃棄物処理、廃棄)、再使用・回収・リサイクル ※30 年間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ CLT の再生利用率として 0%、50%、86%、100%を設定 ・ CLT の再生利用に伴う余剰木材の利用について 4 シナリオを設定 -追加のメリットなし -炭素ストックとして利用 -RC 代替として建設利用 -鉄鋼代替として建設利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生利用率が上昇するほど GWP (地球温暖化係数) は減少 ・ 余剰木材を炭素ストックとして利用する場合に GWP は最小、鉄鋼代替よりも RC 代替で高い GWP 低減効果 ・ CLT 再生利用のメリットを高めるには、「①再生利用に最適化された建築システム」、「②再生利用材料の適切な条件下での保管」、「③国内森林資源のローテーション時間と条件の考慮」が必要

⁹³ Julie Hansted Andersen, Nana Lin Rasmussen, Morten Walbech Ryberg: Comparative life cycle assessment of cross laminated timber building and concrete building with special focus on biogenic carbon, Energy & Buildings 254 (2022) 111604

⁹⁴ Ying Liu, Haibo Guo, Cheng Sun, Wen-Shao Chang: Assessing Cross Laminated Timber (CLT) as an Alternative Material for Mid-Rise Residential Buildings in Cold Regions in China—A Life-Cycle Assessment Approach, Sustainability 2016, 8, 1047

⁹⁵ Rafael Novais Passarelli: The Environmental Impact of Reused CLT Panels: Study of A Single-Storey Commercial Building in Japan, 2018 World Conference on Timber Engineering August 20-23, 2018

x ⁹⁶	<p>中層集合住宅</p> <p>Building A</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マッシュホルツ耐力壁と集成材パネルによるスラブで構成 ・ 地下1階地上4階建て ・ 延床面積 726m² <p>Building B</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CLT 耐力壁とスラブで構成 ・ 3階建て ・ 延床面積 730m² <p>Building C</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CLT 耐力壁とスラブで構成 ・ 地下1階地上3階建て (地下階は駐車場) ・ 延床面積 1,840m² (地上階のみ) 	<p>資材製造 (資源調達、資源輸送、資材製造)、建設 (資材輸送、建設)、運用時のエネルギー消費</p> <p>※50年間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 欧州規格 EN15978 に基づき、LCI データを用いて各ライフサイクル段階での資材/エネルギー消費による GHG 排出量を計算 ・ LCI データとして、国や欧州などの地域の平均値に基づく ecoinvent 3 データベースを利用 ・ 一時的な炭素貯蔵は各木質材料に含まれる炭素量 (LCI データ) に換算係数を乗じて算出 	<p>GHG 排出量 1,349~2,105kg-CO₂/50年 m² (資材製造:建設:運用時のエネルギー消費=2.5:1:6.5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ RC で構成される部位の排出量が大きく、木質材料で構成される部位の排出量は小さい ・ 構造材からの排出量が 6 割を占め、絶縁材と被覆材を加えると 8 割以上 ・ 炭素貯蔵量 428~472kg-CO₂/m²
-----------------	--	--	---	--

8.4 木造高層ビルの解体時における木材のリユース及びリサイクルに対する設計等の配慮

国内及び海外の文献調査^{97,98,99}より、集成材のリユース及びリサイクルにおける課題として、以下が整理された。このうち、分離・分解に係る課題への解決方策として、分離が容易な乾式接続の採用、バイオマス断熱材の使用による素材間リサイクル性の向上、床板の上張り等への分離可能なバリア層の使用などが挙げられている。

- ・ 高い表面延焼度 (SSF) クラスの規制要件を満たす等の目的で処理が行われた場合、使用済み木材のリサイクル指定が工業用原料から燃料グレードに低下する可能性がある。
- ・ 現在のコネクタと接合方法では、分解が困難であったり、時間がかかったりする可能性がある。
- ・ C2C (Cradle to Cradle) 認証を取得した木材製品がほとんどない。
- ・ 卸売製品価値と使用後の価値が 10 倍程度異なる。
- ・ 多くのエンジニアリング設計では新しい製品を使用する傾向にある。
- ・ 特定の付着物や、液体で塗布される、あるいは基材から分離できない高性能な外壁気密材が課題となる。

⁹⁶ 鷹野敦：マスティンバーを用いた建築物のカーボンフットプリントー欧州の事例を対象とした材料製造・建設・運用段階の評価一、日本建築学会環境系論文集 第 85 巻 第 773 号、545-555、2020 年 7 月

⁹⁷ Campbell A (2019): Mass timber in the circular economy: paradigm in practice? Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Engineering Sustainability 172(3): 141-152

⁹⁸ U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy: BTO Cross-Laminated Timber Workshop: Pathways and Priorities for Cross-Laminated Timber Building Systems

⁹⁹ Qiming Sun, Qiong Huang, Zhuocheng Duan and Anxiao Zhang: Recycling Potential Comparison of Mass Timber Constructions and Concrete Buildings: A Case Study in China, Sustainability 2022, 14, 6174

また、ヒアリング調査より、以下の知見が得られている。

- ・ 木造高層ビルの普及は近年のことであり、解体実績がまだないため、ほとんどの建設業者が、解体木材のリユース及びリサイクルについては検討中となっている。
- ・ 現状では、木造建築物の解体木材はチップ化され、製紙原料や建材（パーティクルボードなど）の原料としてマテリアルリサイクルされており、マテリアルリサイクルが困難なものについては、燃料や敷き藁として利用されている。
- ・ 現状では、リユース先や用途が事前に決まっていないとリユースすることは難しい。また、角材の形で出てこない場合など、解体木材の形状によっては、リユース用途が限定されることがある。
- ・ JAS 認証材を加工すると JAS 認証から外れるため、構造材としての使用ができなくなることもリユースにおける課題である。
- ・ 塗材の付着の影響については、マテリアルリサイクルするのが困難になると回答した建設業者もあれば、そもそも木造建築物では過度な塗装や張物をしないため、リユース及びリサイクルの障害にはならないと回答した建設業者もある。
- ・ 接着剤で接着した木材は、マテリアルリサイクルできないことがある。ただし、パーティクルボードの原料とする場合には、再び接着剤で接着することから、問題にならないこともある。そのままリユースできる可能性もある。
- ・ 構造体の柱梁は外れないように設定しているため、外してリユースすることは想定しておらず、構造体の段階では頑丈だが、解体時に簡単に外せるような取り付け方法を検討する必要がある。
- ・ 低層建築物だと建材は木材単一となるが、高層建築物だとモルタルなどの異物が含まれてくるため、解体木材のリユース及びリサイクルは難しくなる。技術的改善によって異物を取り外しやすくする必要がある。
- ・ 高層建築物では接合部の応力が大きくなり、特殊な製作金物などを使用することから、加工部分を含めてリユース及びリサイクルすることが難しい。できるだけ複雑な加工を避け、転用が可能な納まりを工夫するなどの配慮が考えられる。

第九章 コンクリート塊の高度なリサイクルへの課題整理

現在、ほとんどのコンクリート塊は、道路の路盤材といった付加価値の低い再生砕石としてリサイクルされており、近い将来道路工事の減少により再生砕石は供給過剰になる可能性がある。また、持続可能な資源循環の構築には、コンクリートの水平リサイクルが望ましく、その可能性を探り実現への課題整理を行った。

9.1 調査の進め方

廃コンクリート塊からの再生骨材、リサイクル過程において生じる副産物フィラー、建設現場から生コン会社へ戻されている残コン・戻りコンについて文献調査及び専門家へのヒアリングを実施した。

9.1.1 調査の背景と目的

平成 30 年度建設副産物実態調査結果 確定値（国土交通省）によれば、平成 30 年度（2018 年度）の建設廃棄物排出量は 7,440 万トンであり、そのうちコンクリート塊の排出量は、3,690 万トンで 49.6%を占める。また、同調査によれば平成 30 年度のコンクリート塊の再資源化量は、3,665 万トンで再資源化率は 99.3%である。残り 25 万トン 0.7%が最終処分されている。

一方で平成 30 年度の再生骨材コンクリートの利用実績は、高品位な JIS A 5021 で規定する(H)再生骨材を用いたものが 6.4 万トン、次いで品位が高い JIS A 5022 で規定する(M)が 5.0 万トン、低品位な JIS A 5023 で規定する(L)が 0.5 万トンとなり、あわせて 11.9 万トンにとどまる。また、再生骨材コンクリートの重量には、セメントと水の重量（約 20%）も含まれるため再生骨材の重量は、11.9 万トンよりもさらに少なくなる。

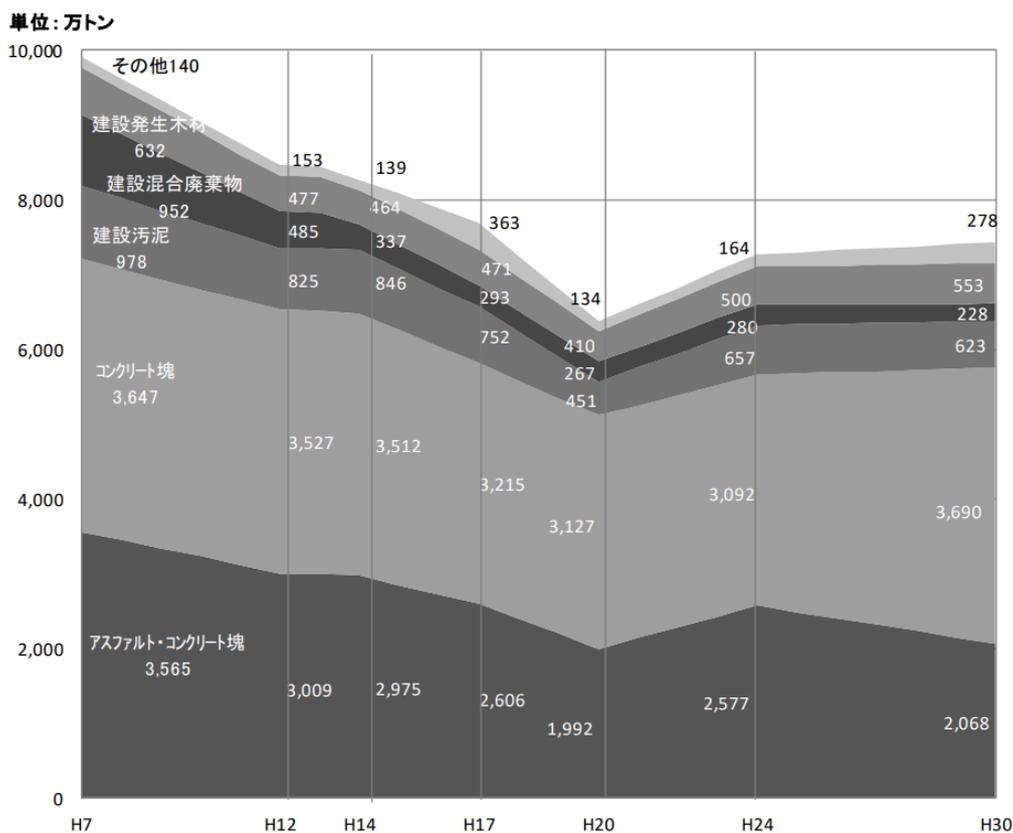


図 9.1 建設廃棄物排出量の推移

出典：平成 30 年度建設副産物実態調査 国土交通省

表 9.1 再生骨材コンクリートの利用実績

(万トン)

	平成 24 年度	平成 30 年度	増加
再生骨材 H	5.2	6.4	1.2
再生骨材 M	0.2	5.0	4.8
再生骨材 L	0.1	0.5	0.4
合計	5.5	11.9	6.4

出典：平成 30 年度建設副産物実態調査 国土交通省

このように、再生骨材コンクリートの利用がすすまない原因を明らかにし、水平リサイクルを実現するための課題整理を目的とする。

9.1.2 調査の実施方法

文献調査及びヒアリングにて調査を行った。

ヒアリング協力者（敬称略）

日報ビジネス株式会社

再生骨材コンクリート普及連絡協議会（ACRAC）

芝浦工業大学工学部

株式会社東京テクノ

武蔵野土木工業株式会社

建設廃棄物共同組合

東名興業株式会社

株式会社フジテックス

コトブキ技研工業株式会社

9.2 コンクリート用再生骨材

再生骨材コンクリートは、1992年頃から本格的に製造されるようになり、2005年に JIS A 5021 コンクリート用再生骨材 H、2006年に JIS A 5022 再生骨材コンクリート M、JIS A 5023 再生骨材コンクリート L が規定された。使用用途としては、コンクリート用再生骨材 H は、JIS A 5308 に規定されるレディーミックスコンクリート構造物に、再生骨材 M は乾燥収縮や凍結融解などの耐久性への要求があまり高くない部位、再生骨材 L は簡易な構造物や*捨てコン等となる。

表 9.2 再生骨材の物理的性質 JIS 規格

種別		*絶乾密度 (g/cm ³)	*吸水率 (%)	微粉分量 (%)
再生骨材 H	粗骨材	2.5 以上	3.0 以下	1.0 以下
	細骨材	2.5 以上	3.5 以下	7.0 以下
再生骨材 M	粗骨材	2.3 以上	5.0 以下	2.0 以下
	細骨材	2.2 以上	7.0 以下	8.0 以下
再生骨材 L	粗骨材	—	7.0 以下	3.0 以下
	細骨材	—	13.0 以下	10.0 以下
(参考)	碎石	2.5 以上	3.0 以下	3.0 以下
天然碎石	砕砂	2.5 以上	3.0 以下	9.0 以下

*捨てコン 建物の基準線を出すため、または地面をならし作業環境を整えるためのコンクリート

*絶乾密度 骨材を炉で乾燥させて完全に水分をなくした状態での密度

*吸水率 絶乾状態の骨材に対する表乾状態（表面は乾燥中は水分で満たされた状態）の水分量の割合。吸水率が高いほど強度や耐久性に悪影響を及ぼす。

9.2.1 再生骨材出荷の推移

図 9.2 は、経済産業省の砕石等統計年報 平成 22 年（2010 年）～令和元年（2019 年）のコンクリート用再生骨材の出荷量の推移をグラフ化したものであり、出荷量は緩やかな上昇傾向を示している。出荷量が多い平成 29・30 年（2017・2018 年）は、表 9.3 に示す東京 2020 オリンピック会場建設で最大 11 万トン程度のコンクリート用再生骨材が利用されており、このことを考慮すれば、コンクリート用の再生骨材の利用量は、ほぼ横ばいで推移していると考えるのが妥当といえる。

一方、2018 年（平成 30 年）に再生骨材コンクリートに関する JIS 改正が行われ、JIS A 5022（再生骨材コンクリート M）に、「再生骨材 L と JIS A 5038 付属書 A に適合する骨材を混合利用」することが追加されたことにより、最も出荷量が少ない再生骨材 L の利用範囲が広がり、出荷量が増加する可能性がでてきている。今後も継続して出荷量の推移を注視する必要がある。

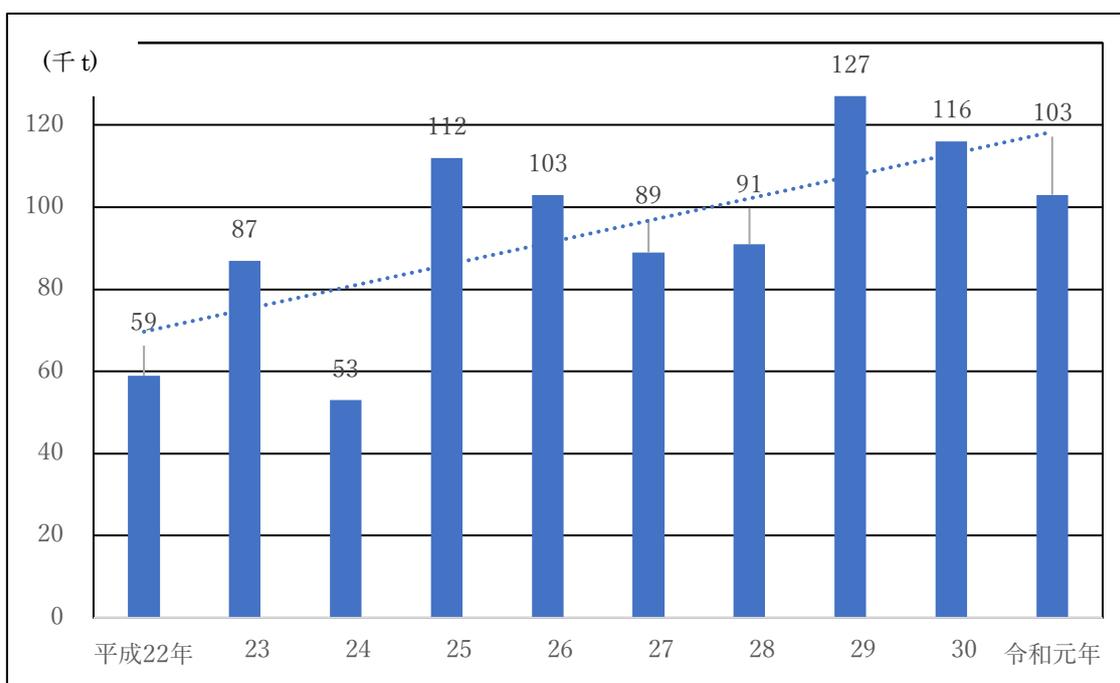


図 9.2 コンクリート用再生骨材出荷量の推移

出典：経済産業省製造産業局素材産業課 砕石等統計年報 令和元年版

表 9.3 東京 2020 再生骨材コンクリート使用量推計

施設名 (所在地)	使用量	使用量 (t)	コンクリート 中の骨材重量 を 80%と想定	種別
	単位 m ³	2.4t/m ³ で計算		
武蔵野の森総合スポーツプラザ	157	377	301	L
有明アリーナ	1,758	4,219	3,375	L
有明体操競技場	175	420	336	L
有明テニスの森	450	1,080	864	L
大井ホッケー競技場	307	737	589	L
海の森水上競技場	48,776	117,062	93,650	H
カヌー・スラロームセンター	5,284	12,682	10,145	L・H
東京アクアティクセンター	978	2,347	1,878	L
合計	57,885	138,924	* 111,139	

出典：東京 2020 Sustainability Post-Game Report 150P より作成

*再生骨材コンクリートには、再生骨材に加えて天然骨材が混合されていることもあり、約 11 万トンという値は、あくまで再生骨材使用量の最大値となる。

9.2.2 再生骨材調査の実施と課題

経済産業省 製造産業局 素材産業課による砕石等統計調査（図 9.2）は、砕石業を営む企業に調査対象が限定されており、廃棄物処理業者が含まれていないと想定される。さらに再生骨材の等級（H、M、L）別の出荷量は把握されていない。また、令和元年（2019年）を最後に砕石等統計調査は終了しており、令和2年以降の当該部局による再生骨材の出荷量データは存在しない。

この状況を受けて、再生骨材コンクリート普及連絡協議会（以下 ACRAC）が、令和2年（2020年）から砕石等統計調査のうち「再生の砕石・骨材」調査を引き継ぐこととなった。調査対象は、再生に係る全ての砕石・骨材、及び再生骨材コンクリートの生産関係者 6,500 社とあり、令和2年度の回答数は 626 社（回答率 9.6%）となっている。ACRAC による調査では、廃棄物処理業者も調査対象となっていることから、より網羅的なデータが期待できる。表 9.4 は、ACRAC 調査による令和2年の再生骨材の出荷量となる。

表 9.4 令和 2 年（2020 年 1 月～12 月）再生骨材出荷量*（t）

地域	粗骨材	細骨材	出荷量
北海道	0	0	0
東北	300	0	300
*関東	104	0	104
*首都圏	11,976	6,670	18,646
中部	0	0	0
関西	700	50,000	50,700
中国・四国	0	0	0
九州・沖縄	4,170	0	4,170
総計	17,250	56,670	73,920

出典 ACRAC

*再生骨材出荷量は、JIS 規格 H,M,L 以外に、相当品（国交大臣認定等）を含む

*関東は、埼玉、栃木、茨城、群馬、山梨、静岡、新潟となる（表 9.5 も同じ）

*首都圏は、東京、千葉、神奈川となる（表 9.5 も同じ）

表 9.4 によれば、廃棄物処理業者を含む値として再生骨材が令和 2 年（2020 年）に約 74,000 トン出荷されている。廃棄物処理業者の出荷額を含まない、経産省砕石等統計年報 令和 1 年（2019 年）10.1 万トンと比較しても大幅に減少していることになる。

次に ACRAC による令和 2 年の再生骨材品種別（H、M、L）及び地域ごとの再生骨材コンクリート出荷量を表 9.5 に示す。

表 9.5 令和 2 年（2020 年 1 月～12 月）再生骨材コンクリート（m³）出荷量

地域	H	M	L	出荷量合計 a	骨材重量換算 a×2.4×0.8
北海道	15,970	0	0	15,970	30,662
東北	2,195	0	0	2,195	4,214
関東	8,492	0	0	8,492	16,305
首都圏	0	8,650	8,803	17,453	33,510
中部	0	0	10	10	19
関西	18,048	13,394	0	31,442	60,369
中国・四国	0	0	0	0	0
九州・沖縄	0	0	7,815	7,815	15,005
総計	44,705	22,044	16,628	83,377	160,084

出典 ACRAC

表 9.5 の出荷量には、JIS 規格の他に国交大臣認定の再生骨材コンクリートも含む。国交大臣認定品には品位区分がないため、当該製品の品位はアンケート回答者が品位を自己判断している。また、表 9.5 は再生骨材コンクリートの容積 (m³) であることに注意が必要となる。一般的には生コンクリート 1 m³の重量は 2.4 トン程度とされ、そのうち骨材の重量が約 80%程度となる。

この割合を表 9.5 出荷量に当てはめ重量を求めると、総計で約 16 万トン (83,377 m³×2.4×0.8) の再生骨材が使用されたこととなる。この値は、表 9.4 の出荷量 (約 7.4 万トン) との乖離が大きくなっている。この点について調査を実施した ACRAC の見解は、骨材出荷量のうち一般に生コン 1 m³中に使用される細骨材が 1 トン強、粗骨材が 1 トン弱で合わせて 2 トン程度となる。再生骨材のうち細骨材を出荷しているのは、関西の一部事業者のみと想定され、その量は約 1.4 万トンとなる。よって再生骨材 16 万トンのうち、粗骨材が半分の約 8 万トン+細骨材が関西事業者の約 1.4 万トンとなり、合計では約 9.4 万トンになると思われる。それでも再生骨材出荷量との間に生じる約 2 万トン (9.4 万トン-7.4 万トン) については不明と回答があった。また、表 9.4 では北海道の再生骨材出荷量が 0 トンにもかかわらず、表 9.5 では 15,970 m³ (約 3 万トン) とある理由も不明とのことであった。

ACARC として全国規模の調査を初めて実施したが、アンケート対象者の多くが、ACRAC 会員以外となり回答内容に対する詳細な状況の把握が困難な場合が多くあったことが原因となっているとのことである。再生骨材の普及にむけては、正確な基礎データの整備が不可欠となるため、調査体制や調査方法を整備・強化する必要がある。

9.3 再生骨材製造方法

再生骨材の製造技術の概要を以下に示す。

(1) 破砕法 (多段破砕処理)

ジョークラッシャー、インパクトクラッシャー、コーンクラッシャー等を組み合わせる方法。再生粗骨材、細骨材とも L 相当の製品となる。

- ・ジョークラッシャー フレームに固定した固定歯と、揺動するスイングジョーに固定した動歯で挟みこんで圧縮して破砕する圧縮式破砕機。主に一次破砕に用いられる。
- ・インパクトクラッシャー 処理物に衝撃力を与えることで破砕・粉砕・整粒する衝撃式破砕機。
- ・コーンクラッシャー フレームに固定したコンケーブと、旋回運動する主軸に固定したマントルで挟みこんで圧縮して破砕する圧縮式破砕機。

(2) 機械すりもみ法

ジョークラッシャー等で一次破砕した後に、破砕粒子同士や破砕粒子と鉄球などとのすりもみ効果を利用した方式。主に以下の 4 つの手法がある。

① スクリュー磨砕

1 次破砕物をコーン型の多段スクリーが装填された磨砕装置に投入し、骨材同士もしくは

は骨材とスクリーが磨れあうことでモルタル成分を除去する。再生粗骨材で H 規格相当の製品が可能となる。

② 偏心ローター式磨砕

1 次破砕物を偏心回転するローター装置に投入して、骨材同士が磨れあうことでモルタル分を除去する。再生粗骨材で H 規格相当の製品が可能となる。

③ 仕切板付きボールミル

1 次破砕物を内部が仕切り板で区切られたすりもみ装置に投入。仕切り内部には鉄球が充填されていて、仕切り板を回転させることで骨材に付着したモルタル分を除去する。再生粗骨材で H、細骨材で M 相当の製品が可能となる。

④ ローター磨鉢（ロッド（棒鋼）ミル法）

1 次破砕物を傾斜したケーシングに投入。ケーシングにはロッドが装着されており、回転を加えてロッドと骨材、骨材同士が磨れあうことでモルタル分を除去する。再生粗骨材で H 規格相当の製品が可能となる。

(3) 加熱すりもみ法

1 次破砕物を約 300℃に加熱し回転式ミルですりもみを行う。加熱処理によりセメントペースト境界面が脆弱化しているため、原骨材に近い再生骨材が得られる。再生粗骨材・細骨材で H 相当の製品が可能となる。

(4) 自生ブラスト法

コンクリート塊に含まれる砂サイズ未満の粒子を、砂サイズ以上の粒子にブラストする（激しく打ちつける）ことで、研磨作用を発生させ再生骨材を製造する方法。再生粗骨材・細骨材で H 相当の製品が可能となる。

(5) 水中パルス放電法（パルスパワー放電）

極短時間にコンクリート中に高電圧による放電を生じさせることで、コンクリートの絶縁破壊及びコンクリート中の気体の急激な膨張に伴う衝撃波によりモルタル分を除去する。コンクリート塊 1 トンから再生骨材 H 水準の骨材の分離に消費するエネルギーは、67 k W/h 程度と少なく発生微粉末も 8 %程度と少ない。再生粗骨材で H 相当の製品が可能となる。

9.4 再生骨材普及の阻害要因

再生骨材の利用が進まない原因としては、需要家の心理的要因と経済的観点、供給側では供給力不足による安定供給力の欠如が考えられる。需要家側の心理的要因は、品質の向上と施工実績の蓄積により解消できるものとして、下記経済性等の観点から阻害要因の整理を行った。

9.4.1 再生骨材と天然骨材の製造にかかる費用比較

再生骨材と天然骨材の製造費用を運賃、製造費、アルカリシリカ反応試験、副産物処理費の観点から比較を行った。

(1) **運賃**：再生骨材の生産のためには、コンクリート塊の排出場所から再生骨材製造施設への1次輸送、再生骨材製造施設から生コンクリート工場への2次輸送を経る必要がある。また、現状再生骨材製造施設は、数が少なくコンクリート塊の排出場所によっては、長距離輸送を余儀なくされる。

一方、天然骨材の場合、採石場から直接生コンクリート工場へ輸送されるため1次輸送の費用のみですむ。再生骨材の運賃を抑えるためには、再生骨材製造施設を生コンクリート製造所に隣接させることが必要となる。

(2) **製造費**：再生骨材製造では、コンクリート塊中の骨材とセメント分の分離が必要となる。そのために9.3で概要を示したような手法を用いる必要がある。Hランクの再生骨材の製造が可能な加熱すりもみ法では、加熱により骨材周辺のモルタル分を脆弱化して再生骨材を製造するが、天然骨材製造と比較して数倍の費用がかかるとされている。

また、加熱すりもみ法より製造コストが安いとされる、機械すりもみ法による再生骨材の製造の場合でも、一般的に以下のプロセスを経る必要がある。

1. 篩で土を落とす
2. ジョークラッシャーによる1次破碎（粗破碎）
3. 風力選別や手選別等で異物（塩ビクロスなどの上物）の除去
4. 磁選（鉄筋除去）及び磁選後の手選（アルミ等除去）
5. インパクトクラッシャーによる2次破碎（再生骨材L相当製品）
6. 回転篩や振動篩による粒度選別（粗骨材と細骨材に分離）
7. 湿式ロッドミル（鉄棒）・ボールミル（鉄球）による処理（再生骨材M製品）

再生骨材の原料は構造物の解体物であるがゆえ、汚れや異物の除去や骨材の周囲のモルタル分除去のため、湿式ロッドミルやボールミルなどの工程が必要となる。一般にプロセスが複雑になるほど作業員をより多く必要とする。また、これら再生骨材製造設備の減価償却費やメンテナンス費も製造費として加算されてくると想定される。

一方、天然骨材の一般的な製造は以下のようなになる。

1. 発破（爆薬の使用）
2. 1次破碎（1500 mm以下とする）
3. 2次破碎（300 mm以下とする）
4. 回転篩や振動篩による粒度調整

天然骨材の製造では、岩石を発破、破碎し粒度を調整するのみで製造が済むことから、製造コストが再生骨材と比較して安価で済むと想定できる。

ただし、再生骨材製造原料となるコンクリート塊の受入れに際しては、排出事業者から処理費用が支払われているため、前述の製造費を低減する効果がある。一方、天然骨材は直接的な製造費は安価かもしれないが、採石場（鉱山）の取得費や、公害・災害防止のた

めの費用、閉山後の埋め戻しや緑化の費用を考慮する必要もあり、両者の比較に際しては、広範囲にわたる要素に配慮する必要がある。

(3) アルカリシリカ反応試験

コンクリート製造に用いられるセメントや混和剤にはアルカリ分が含まれており、骨材にはアルカリ反応性鉱物が含まれている。アルカリ分とアルカリ反応性鉱物が水と反応することで、骨材中のアルカリ反応性鉱物が膨張し、コンクリートにひび割れを起こす現象をアルカリシリカ反応と呼ぶ。アルカリシリカ反応に起因するひび割れから水が浸入すれば、コンクリート中の鉄筋が腐食する原因となる。また、コンクリートのひずみが生じることもある。アルカリシリカ反応が生じたコンクリートでは、反応性骨材の周囲に白色のゲルが生成されコンクリート表面ににじみ出てくる。

このためコンクリートの品質を保証するために、使用する骨材についてはアルカリシリカ反応試験により安全性を確認することになっている。JIS では骨材の A/B 区分を以下のように定義している。

表 9.6 アルカリシリカ反応性による区分

区分	摘要
A	アルカリシリカ反応試験の結果が“無害”と判定されたもの
B	アルカリシリカ反応試験の結果が“無害でない”と判定されないもの、またはこの試験を行っていないもの

出典 JIS A 5005 3.2

表 9.7 に天然骨材 (JIS A 5055) と再生骨材 H (JIS A 5021) のアルカリシリカ反応試験に関する規程を示す。

表 9.7 アルカリシリカ反応試験比較

コンクリート用砕石及び砕砂 JIS A 5005		コンクリート用再生骨材 H JIS A 5021	
4.6	アルカリシリカ反応 アルカリシリカ反応性の区分は 6.8 による。 ただし、原石の採取地が同じ場合に限り、その原石から製造される代表的な砕石の試験結果を他の砕石及び砕砂に用いることができる。	5.3.1	再生粗骨材 H のアルカリシリカ反応性 再生粗骨材 H のアルカリシリカ反応性は、次の全ての条件を満足する場合、無害とする。 a) 原粗骨材の全てが、特定されなければならない。“原骨材の特定方法”は、附属書 A による。 b) 原粗骨材の全て、又は再生粗骨材 H が、7.7 に規定するアルカリシリカ反応性試験で無害と判定されなければならない。原粗骨材のアルカリシリカ反応性試験は、a) で特定された原粗骨材ごとに行う。

6.8	アルカリシリカ反応性の試験は、JIS A 1145 又は JIS A 1146 による。	7.7	アルカリシリカ反応試験は、JIS A 1145、JIS A 1146 又は 付属書 D による。
		付属書 A	<p>A. 2 特定方法</p> <p>a) 原骨材に関する記録がある場合 解体構造物の工事記録、原コンクリートの配合報告、原骨材の試験成績書などによって原骨材の種類、及び産地又は品名を明らかにできる場合、原骨材は特定されたものとして扱う。</p> <p>b) 前略…原骨材の種類、及び産地又は品名を明らかにできない場合、A. 3 に従って原コンクリートの一部を取出し、原骨材の色、形、大きさなど観察する。観察の結果、原骨材の種類及びその数が判別できる場合、原コンクリートに含まれる原骨材の全てを産地及び品名が不明のまま特定されたものとして扱う。(A.3 採取方法省略)</p>

アルカリシリカ反応試験は、骨材の特定（どこで産出されたものか）と特定された骨材ごとの反応試験という手順で行われる。特に骨材の特定において差異が認められる。

再生骨材の場合、解体構造物の工事記録や原コンクリートの配合報告等で産地、品名を明らかにできれば、それぞれについて試験を行うとなっているが、数十年前の工事記録や配合報告等が残っているケースは稀と思われるため、付属書 A2、A3 の手順で骨材の特定、特定のための試料の採取・観察が必要となる。

一方で天然骨材については、原石の採取地が同じ場合に限り、その原石から製造される代表的な砕石の試験結果を、他の砕石及び砕砂に用いることができるとなっている。アルカリシリカ反応試験のコストは、天然骨材の方が安く済むと考えられる。

(4) 再生骨材製造副産物（フィラー）の処理費用

再生骨材の製造においては、残渣が発生する。これは、骨材を固化するために用いられたセメント分を主成分としたものであり、微粉末状のもので関連業界では一般に「フィラー」と呼ばれている。通常、コンクリート塊投入量の 30～50% がフィラーとなるが、高品質な再生骨材を生産するほどフィラーの量が増え、再生骨材 H 相当の骨材を製造する場合、投入された廃コンクリートの 50～75% が微粉末になるとされる。業界関係者によれば、ほとんどのフィラーは、埋立最終処分されておりその処分費用負担も再生骨材が普及しない原因とされている。

9.4.2 再生骨材の官公需と供給体制

再生骨材の出荷量は伸び悩んでいるが、2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会などの公共工事による需要が契機となり市場が成長する可能性が考えられるため、都道府県の再生骨材の利用状況を概観する。一方需要が伸展しない理由として、供給体制の

脆弱性も考えられたため、再生骨材の供給会社や施設設置について情報の整理を行った。

(1) 公共工事での再生骨材の利用状況

47 都道府県における、再生骨材の公共工事での使用状況について簡易な調査を実施した。

調査方法：検索サイト(**google**)を用いて、以下 4 つのキーワードを入力し結果を得る。

キーワード ①都道府県名 ②公共工事 ③グリーン調達 ④実績

上記検索の結果、おおよそ 47 都道府県発注の公共工事資材や工法、事務用品等についてのグリーン購入基本方針や調達実績資料が表示される。さらに、当該資料内のキーワード検索欄に「再生骨材」と入力し、建設用の再生骨材（道路用路盤材は除く）がグリーン購入対象となっている事例を絞りこんだ。その結果を表 9.8 に示す。

表 9.8 都道府県再生骨材グリーン購入対象指定状況

	内 容
東京都 環境物品等調 達方針 (公共工事) 調達実績 不明	https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/seisaku/recy/pdf/kankyobuppin2022.pdf <建築物> ・捨コンクリート等を使用する場合において、調達が可能な場合は、「再生骨材Lを用いたコンクリート」、又は「再生骨材Mを用いたコンクリート」、「エコセメントを用いた均し(捨て)コンクリート等」の使用を推進する。 ・鉄筋コンクリート構造の築造物にレディーミクストコンクリートを使用する場合において、調達が可能な場合は、「再生骨材Hを用いたレディーミクストコンクリート」、「エコセメントを用いたレディーミクストコンクリート」の使用を推進する。
神奈川県 県土整備局公 共工事グリー ン調達基準 調達実績 不明	http://www.pref.kanagawa.jp/documents/23182/kijunr41005.pdf <再生骨材コンクリート> ・再生骨材コンクリートH 制限なし ・再生骨材コンクリートM・L 裏込めコンクリート、間詰めコンクリート、均しコンクリート、捨てコンクリート等、高い強度・高い耐久性が要求されない、または、乾燥収縮・凍結融解の影響を受けにくい部材及び部位。
愛知県 建設局土木部 建設企画課 調達実績	https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/407642.pdf <再生コンクリート> ・コンクリート再生骨材 「JIS A 5023 : 2018 再生骨材コンクリート L 附属書 A (規定) コンクリート用再生骨材 L」に適合すること。

不明	
岡山県 グリーン調達 ガイドライン 調達実績 有	https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/768986_7120439_misc.pdf <公共工事> ・特定調達品目（再生加熱アスファルト混合物、再生骨材、プレキャストコンクリート製品）の調達の推進（100%）と調達状況の把握。 ＊再生骨材の用途が明確でないため、コンクリート用再生骨材が指定されている可能性があるとした。 <実績> https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/768986_7120438_misc.pdf 令和3年に再生骨材 880 件採用とあるが、この中にコンクリート用再生骨材が何件含まれているかは不明。
熊本県 グリーン購入 推進方針 調達実績 なし	https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/175655.pdf <公共工事> ・品名名：コンクリート用骨材 コンクリート塊再生骨材 https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/157801.pdf 上記に実績を示す表があるが、再生骨材の採用実績記載なし
沖縄県 グリーン購入 調達方針 調達実績 不明	https://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/saisei/taisaku/greenkounyuu/documents/ken-chotatsuhoshin_r03.pdf <公共工事> ・品目：再生骨材等 ＊再生骨材の用途が明確でないため、コンクリート用再生骨材が指定されている可能性があるとした。

明確にコンクリート用の再生骨材を指定したものと確認できるのは、東京都・神奈川県・愛知県・熊本県となり、岡山県と沖縄県がコンクリート用再生骨材を指定している可能性がある状況になっている。東京都が指定する再生骨材は H/M/L、神奈川県は H/M/L、愛知県は L、熊本県は再生骨材のグレード不明となっている。また、調達実績が明確に記載された自治体は存在しなかった。この簡易調査の結果を見る限り、公共工事での再生骨材及び再生骨材を原料とするコンクリートの調達はあまり進んでいないと考えられる。

(2) 再生骨材供給会社

再生骨材の安定供給体制がないため発注が困難であると需要家からは意見が出てくることが想定される。国内に再生骨材の製造会社がどの程度存在するのか情報を整理した。ま

ず、日本産業標準調査会（Japanese Industrial Standards Committee）の HP より、JIS A 5021 / 5022 / 5023 認証取得企業の検索を行った。その結果を表 9.9 に示す。

表 9.9 JIS A 5021/5022/5023 認証取得・失効企業

取得	企業名	取得日	認証取得工場所在地
JIS A 5021	成友興業株式会社	2010/11/29	城南島工場 東京都大田区城南島 3-3-3
	篠崎建材株式会社	2013/5/30	愛川工場 神奈川県愛甲郡愛川町角田 1075-1
JIS A 5022	星揮株式会社	2010/2/3	星揮 大阪府枚方市大字尊延寺 963 番地
	宮松エスオーシー株式会社	2015/1/14	りんかい工場 東京都大田区城南島 2-6-3
JIS A 5023	樋口産業株式会社	2009/9/16	東浜工場 福岡県福岡市東区東浜 2-5-40
	立石建設株式会社	2012/4/9	葛西再生コンクリート工場 東京都江戸川区臨海町 2-4-1
	宮松城南株式会社	2021/2/8	本社工場 東京都大田区城南島 1-1-3

失効	企業名 失効理由	取得日 失効日	工場所在地
JIS A 5021	星揮株式会社 辞退	2019/10/23 2022/10/22	大阪府枚方市大字尊延寺 963 番地

建築基準法では、建築材料の品質を第 37 条で以下のように規定する。

建築物の基礎、主要構造部その他安全上、防火上又は衛生上重要である政令で定める部分に使用する木材、鋼材、コンクリートその他の建築材料として国土交通大臣が定めるもの（以下この条において「指定建築材料」という。）は、次の各号のいずれかに該当するものでなければならない。

- 一 その品質が、指定建築材料ごとに国土交通大臣の指定する日本産業規格又は日本農林規格に適合するもの
- 二 前号に掲げるもののほか、指定建築材料ごとに国土交通大臣が定める安全上、防火上又は衛生上必要な品質に関する技術的基準に適合するものであることについて国土交通大臣の認定を受けたもの

表 9.9 に掲げた企業は「一」日本産業規格適合者であり、以下表 9.10 に記載する企業は「二」再生骨材コンクリートの国土交通大臣認定を受けた再生骨材製造企業となる。

*表 9.9JIS 認証と重複する企業は除く

<参照サイト>

<https://www.mlit.go.jp/common/001489236.pdf> (平成 25 年以降の認定)

<https://www.mlit.go.jp/common/001109043.pdf> (平成 25 年より前の認定)

表 9.10 再生骨材コンクリート国土交通大臣認定企業

企業名	再生骨材工場所在地	主な共同申請者
武蔵野土木株式会社	東京都町田市	株式会社東京テクノ、大手ゼネコン

武蔵野土木町田リサイクルプラント（東京都町田市）は、東京テクノ（生コンメーカー）に隣接しており、再生骨材の 2 次運搬なしに再生骨材コンクリートの生産が可能となっている。

表 9.11 は、ACRAC 会員名簿より各社の HP でコンクリート用再生骨材の生産が確認できた企業となる。

表 9.11 ACRAC 会員で再生骨材の生産が確認できた企業

企業名	所在地	工場所在地
増尾リサイクル株式会社	東京都荒川区	埼玉県朝霞市上内間木 548-1
株式会社豊田商店	東京都大田区	大田区城南島 1-1-3

表 9.12 はコンクリート用再生骨材製造各社の生産能力や特徴をまとめたものである。

表 9.12 再生骨材製造能力等

社名 プラント所在地	種類	生産能力	備考
①成友興業 東京都	H (粗)	45 t/h	原料 戻りコンクリート 手法 加熱すりもみ 微粉末は土壌改良剤へ 100%再生 *HP 上の令和 4 年実績ではコンクリート用骨材の生産はなし
②篠崎建材 神奈川県	H (粗)	不明	原料 解体コンクリート 手法 乾式プラント 詳細は不明
③星揮 大阪府	M	不明	不明

④宮松エスオーシー 東京都	M	不明	再生コンクリート H 級 再生コンクリート M 級 こんじゃりコン 自社余剰生コンから骨材を抽出してつくる捨てコン
⑤樋口産業 福岡県	L	60 m ³ /h 約 120t/h	
⑥立石建設 東京都	L (粗/細)	200 t/日	原料 解体コンクリート 自社分のみ製造 *現在は生産中止との情報あり
⑦宮松城南 東京都	L (粗)	不明	原料 戻りコンクリート 手法 戻りコンリサイクル機 こんじゃり君を開発 (団粒化剤N+を添加)
⑧武蔵野土木 東京都	M (粗/細)	不明	原料 解体コンクリート 手法 ボールミル ロッドミル
⑨増尾リサイクル 埼玉県	L (粗)	不明	原料 解体コンクリート 手法 ゴミトールによる不純物除去
⑩豊田商店 東京都	不明	不明	原料 戻りコンクリート 手法 200℃の乾き蒸気とその膨張圧力で、砕石表面から砂及びセメントを洗浄 フィルターは合材 (アスファルトとの混合成型) 原料として利用

コンクリート用再生骨材の供給者として 10 社が確認できた。経産省砕石等調査の対象となっていた全国の砕石業者が 1,200 社であることを考えると、コンクリート用再生骨材の供給力は限定的であることがわかる。また、10 社中 2 社 (成友興業と立石建設) では、現在再生骨材の生産が停止している模様である。また、1 社 (星揮) では JIS A 5021(H) の認証を辞退している。

地域的に見ても、10 社中 6 社が東京都内にプラントを構えている。ほか神奈川県、埼玉県が各 1 社となっており、関東地方が 8 社を占めていて地域的な偏りが見られる。現在の生産能力や地域的な偏在を考えると、再生骨材を使用したコンクリートの普及は地域限定的に実現可能なものと考えられる。

(3) 廃棄物処理施設設置許可

各方面へのヒアリングを通じて、再生骨材の供給が伸びない理由として、廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (以下「廃掃法」とする) 15 条、同法施行令第 7 条で定める産業廃棄物処理施設の施設設置許可に時間がかかり、事業化を断念する事業者が多い旨指摘があった。

9.5 再生骨材の普及に向けて

再生骨材の普及には、再生骨材の製造コスト低減、副産物であるフィラーの有効活用、温暖化対策としてのコンクリート塊の CO₂ 吸収効果についての訴求等が有効と考えられる。以下に再生骨材の普及に向けた可能性を示す。

9.5.1 製造費用低減に向けたアプローチ

(1) 低品位な再生骨材の高品質化

9.4.1 (2) 製造費で触れたように、再生骨材の製造費は高品位になるほど骨材周辺のモルタル分の除去を進める必要があり製造費が高くなる。また、モルタル分除去の過程で生じたフィラーは、有効活用できない場合も多く最終処分費用が生じ、さらに販売価格が上昇する要因となる。そこで、再生骨材 L を M 相当に、M 相当を H 相当に安価に品質改善できれば、製造コスト低減につながる。この研究分野に取り組むのが、芝浦工業大学の伊代田岳史教授である。

再生骨材の品質向上手法として伊代田教授は、CO₂ を用いている。再生骨材に CO₂ を強制的に吸着（強制炭酸化）させることで、再生粗骨材および再生細骨材の、絶乾密度は増加し吸水率は小さくなったことから、骨材品質を改善できる。研究室レベルでの実験では成果をあげており、今後大量生産に向けてセメント工場などの排ガスを用いての強制炭酸化を構想している。この手法が確立されれば、工場等の CO₂ 排出量の削減とともに安価で高品質な再生骨材の製造が可能となる。さらに吸収した CO₂ を正確に重量測定できれば、カーボンクレジット取引に利用できる可能性も生じてくる。

また、若材齢コンクリートである戻りコンクリートを低コスト・低エネルギーにて低品質な再生骨材として取出し、炭酸化技術を用いて改質を行うことで環境負荷低減型のコンクリートの製造につながる可能性を示している。

強制炭酸化に適した骨材を用いることが、製造コスト低減には必要であり、伊代田教授と株式会社東京テクノは共同で、二酸化炭素を吸着させることによる品質改善効果が期待できる再生骨材か否かを判定する方法で特許（6425111）を取得しており、吸収効果が高い骨材についての研究にも取り組んでいる。

(2) 自生ブラスト法による製造コストの低減

9.3(4)で示した自生ブラスト法は、コトブキ技研工業株式会社により開発された乾式の再生骨材製造装置である。コンクリート塊のブラスト処理に際して生じた副産物（砂粒子）をブラスト材として再利用することで、機械すりもみで使用される鉄球や鉄棒の交換が必要ないこと、ブラスト材がコンクリート塊由来のもので、硬度がコンクリート骨材と同水準となるため過剰に骨材が削られることなく、副産物の発生を抑えつつ高品位な再生骨材が生産できること、高品質な再生骨材なので、処理後の水洗処理が不要となることが特徴として挙げられる。さらに、処理時間の調整で再生骨材 L、M、H の製造が可能であるため需要に柔軟に対応ができる。自生ブラスト処理は、乾式処理のため湿式処理のように汚水の処理が

不要である。また、一般に乾式の処理は湿式の処理と比較してメンテナンスが容易である。この結果、従来の加熱すりもみ法等により再生骨材 H クラスを製造する場合に比べ、コストは安くなるものの、原料となる廃コンクリートのうち、3～4割程度しか再生骨材にすることができず、バージン材と比べて製造コストが高い。

処理プロセスにおいては、ブラスト（衝突・研磨）、選別、分級を同一の施設で、同時に行うため処理対象物の移動がなく、施設のオペレーターも少数で済みランニングコストも安い。密閉された単一の設備内で処理が完了するため、無粉塵で低騒音、狭いスペースでの設置が可能となっている。プラントの設置による、騒音・振動・粉塵等の環境への影響データの提示が容易にでき排水が発生しないため、住民説明会などで合意が得やすい利点もある。現状導入実績は、1台となるが製造試験依頼が多く寄せられている。

また同社は、NEDOの「CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクト」

1. CO₂排出削減、固定量最大化コンクリートの開発
2. CO₂排出削減、固定量最大化コンクリートの品質管理、固定量評価手法に関する技術開発

にコンソーシアム企業として参加している。

(3) C4S (Calcium Carbonate Circulation System for Construction) 研究

野口貴文東京大学教授をプロジェクトマネージャーとする C4S 研究では、破碎後のコンクリート塊に炭酸ガスを暴露し、再びコンクリートとして循環させることを目指している。プロジェクトには、東京大学、北海道大学、東京理科大、工学院大学、宇都宮大学、清水建設、太平洋セメント、増尾リサイクルが参加している。炭酸ガス暴露という手法は、芝浦工大伊代田教授の研究と同類のものであるが、伊代田教授のように骨材の高品位化を目指したものではなく、破碎後のコンクリート塊に析出法、加圧法、積層法などの手段を用いて炭酸ガスに暴露して固化し、その成果物を従来のコンクリートにかわるもの CCC (Calcium Carbonate Concrete) としての利用をめざしている。

現在、CCC 用骨材として最適な粒度分布・炭酸化率を有する再生骨材粒子及び炭酸水素カルシウム溶液を製造するプロセスの確立に向けて、建造物の解体で発生するセメント・コンクリート廃材の効率的な破碎方法、及び効率的な CO₂ 吸収固定化方法の開発が行われている。また、密接状態の再生骨材粒子間に炭酸水素カルシウム溶液を流し、温度制御・pH 制御・蒸発速度制御によって炭酸カルシウム結晶を析出させ、再生骨材粒子同士を結合させて CCC とする技術の構築、及び一連の効率的な反応制御技術の開発を行っている。これらの一連の研究開発によって、CCC が従来のコンクリートと同等以上の性能を有する見込みであること、大気中の CO₂ を効率的に吸収・固定化できる見込みである。圧縮強度は建築基準法の最低強度を達成しており、2025 年の大阪万博の実験建造物の建設を予定している。

9.5.2 フィラーの有効利用

再生骨材の製造過程において、残渣（微粉末）が発生する。この残渣はフィラーと呼ば

れている。通常、廃コンクリート塊投入量の30～50%が微粉末となるが、再生骨材が高品質化するほどフィラーの量が増え、再生骨材 H 相当の骨材を製造する場合、投入された廃コンクリートの50～75%がフィラーになるとされる。多くが最終処分されているフィラーの有効活用は、製造原価の低減及び資源循環促進の双方の観点からも重要となる。以下に現在のフィラーの再利用方法の概要を示す。

(1) 流動化処理土（地盤改良材）

建設現場において、掘削軟弱土の性状改善や地盤改良を目的としてフィラーが利用されている。これらの地盤改良では、セメントを直接混合することが多いが、改良土が必要以上の強度を持つことがある。これに対してフィラーを原料とする地盤改良材はセメントより反応性が低く低強度なため均質に混合しやすい特徴があるため、状況に応じて利用されている。

また、湿式処理された場合、水とフィラーの混合物が生じるが、その場合も有効利用が可能である。湿式摩砕工程から出る泥水（スラッジ水）は、沈殿、脱水し脱水ケーキの状態で保存する。使用する時に水を足してスラリーにする。建設現場等での埋戻し材に利用される。都心部の再開発では、周囲がビルに囲まれていて、重機では埋戻しが行えない場所で積極的に使用されている。

流動化処理土はコンクリートと比べてコストが半分以下で、再生骨材コンクリート L よりも安い。生コン業者としては、生コンは1時間での配送が基準となるがこれと比較して、製品としての有効な時間が長いため、遠方でも使用が可能で商圈を広げることにもつながる。

(2) セメント原料

再生骨材製造過程の副産物であるフィラーの主成分は、 SiO_2 （二酸化ケイ素）40～50%と CaO （酸化カルシウム）10～30%となり、普通セメントの化学組成*に近いことからクリンカ原料に投入することが可能である。ただし、微粉末のアルカリ量や塩化物イオン、石膏ボードなどの不純物が含まれるため、これまでクリンカへの原料投入量は一般的には1%程度とされるが、近年投入量を増加させる技術が開発されつつある。

また、セメント原料としてリサイクルすれば、原材料の石灰石（ CaCO_3 ）からすでに二酸化炭素を除去した粉末であるため、二酸化炭素の排出を大幅に抑制することができる。すなわち、全ての石灰石原料を再生微粉末でまかなう事ができれば、セメント製造時の二酸化炭素排出量をセメント1トン当たり750 kg/t（石灰石由来450 kg/t+焼成時300 kg/t）から300 kg/t（焼成時エネルギー由来の二酸化炭素）近くへと約60%削減することが可能となる。

* 普通セメントの原料となるクリンカの主な原料は、エーライト $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 、ビーライト $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 、アルミネイト相 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 、フェライト相 $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ となる。

フィラーをセメント原料として投入できる量の増加に向けた研究の例を示す。

技術開発者 東京工業大学、デイ・シイ、竹中工務店

名称：再生セメント原料及びそれを用いた再生セメント組成物
従来より大幅に利用量を増やすことが可能な技術の開発

特許：5548045 存続期間満了日(2030/06/28)

内容：従来の再生微粉末が、単に解体コンクリートの破砕物を用いていたことに対し、特定の粒子径を有し、酸化カルシウム（CaO）と二酸化ケイ素（SiO₂）の含有比率が適正なものを選択して用いることで、有用な再生セメント原料の提供が可能となる。また必要に応じてカルシウム原料やアルミニウム原料などを併用することで再生微粉末の利用量を増やすことができ、セメント硬化体の有用な再利用が可能とする、再生セメント原料及び製造時に発生する二酸化炭素が削減された再生セメントの研究開発。

(3) 混和材料

コンクリート用の混和材料は、「混和剤」と「混和材」に分類される。混和剤はレディーマイクストコンクリートに添加され、流動性を維持しながら練混ぜ水を減らす効果がある。使用量はセメントの質量に対して数%程度となる。一方混和材はコンクリートの品質改善や高性能化を主な目的として使用される高炉スラグなどの産業副産物で、ほとんどが粉状となる。コンクリート塊由来のフィラー（微粉末）の混和材への使用が検討されている。

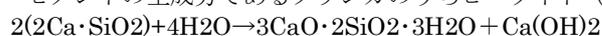
9.5.3 低炭素社会でのコンクリートの利活用

コンクリートの高度リサイクル拡大に向けては、経済性の観点のみならず、低炭素社会実現のための戦略的マテリアルとして位置づけていく視点も重要となる。つまり、廃コンクリートは、CO₂を吸収する素材であり低炭素社会を実現するための有力なマテリアルであるという理解のもと、コンクリートの高度リサイクルを目指すべきと考える。コンクリートは、セメントと骨材と水が反応（水和反応）し固化することを利用して生まれた製品である¹⁰⁰。また、コンクリートは使用過程でCO₂を吸収することで徐々に酸化しアルカリ性から中性に変化していく^{101,102}。

さらに、廃コンクリートとなった段階で、より多くのCO₂をコンクリートに吸収させる研究が行われており、その一部を9.5.1や9.5.2(2)に示した。その結果、再生骨材の高品質化やコンクリートそのものへの再生の可能性やフィラーを再生セメントとして活用し、天然の石灰石の利用を減らすことで、クリンカ製造時のCO₂排出量の抑制にもつながるとされる。また、天然骨材の採取が減少することは、山林の保護や生物多様性の維持の観点からも好ましい。

また、表9.15で示すように、酸化（CO₂吸収）の過程で生成されるCaCO₃やSiO₂の再利用に重点を置いた研究や一部製品化も行われている。いずれの場合もコンクリートが

¹⁰⁰ セメントの主成分であるクリンカのうちビーライト（ケイ酸二カルシウムの水和反応式）



¹⁰¹ 水酸化カルシウムの酸化 $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CO}_2\rightarrow\text{CaCO}_3+\text{H}_2\text{O}$

¹⁰² ケイ酸カルシウムの酸化 $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}+3\text{CO}_2\rightarrow 3\text{CaCO}_3+2\text{SiO}_2+3\text{H}_2\text{O}$

酸化するという現象を応用したもので、循環型社会、低炭素社会構築への貢献を考慮した製品の選択が行われる社会に導くことも重要となってくる。

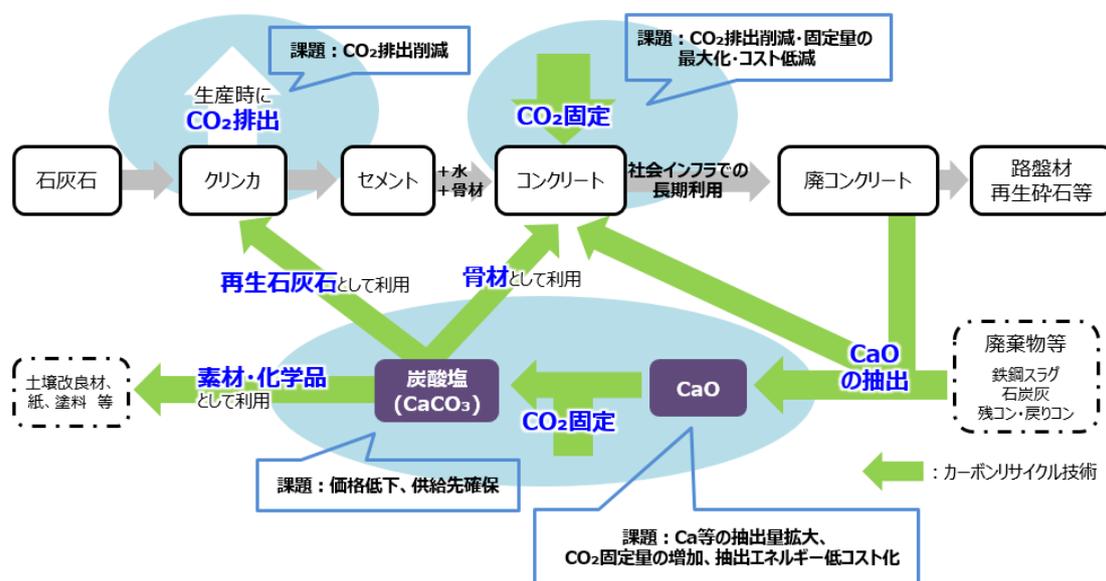


図 9.3 セメント・コンクリートの循環利用イメージ 経産省資源エネルギー庁 HP

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/concrete_cement.html

炭酸ガス吸収原理の応用例を示す。

技術開発者：日本コンクリート工業

名称：粉体の製造方法

特許 7074943 存続期間満了日(2042/02/18)

内容：コンクリートスラッジを主成分とする粉体の製造方法。再資源化工程で CO_2 を吸収し、安価で、環境負荷が少なく、かつ、二酸化炭素を効率よく固定化する。粉体の製造方法は、コンクリート二次製品製造時の遠心成形工程で排出されたコンクリートスラッジを固液分離した固体部分をロータリー乾燥機に導入口から導入して攪拌及び粉粒化しつつ前記ロータリー乾燥機に二酸化炭素を含むガスを導入し、さらに前記ロータリー乾燥機に水蒸気を導入し、前記固体部分を乾燥させることで粉体を製造する。この粉体は、山岳トンネル及びシールドトンネルの裏込め注入剤の主材、コンクリート混練り時の混和材、あるいは土壌改良剤としての脱水及び硬化助材、中和剤等、様々なものに適用でき、使い勝手が良好である。したがって、従来産業廃棄物として廃棄されてきて年間 300 万トン以上の排出があるコンクリートスラッジを有効利用して粉体を製造できるだけでなく、二酸化炭素に起因する地球温暖化対策にも有効であるとともに、二酸化炭素を回収し有効利用する CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization) に好適に用いるこ

とができる。二酸化炭素を吸着した粉体は、炭酸カルシウムを含んでおり、調湿剤等の建材としての再利用が見込まれ、カーボンリサイクルの実現が可能になる。

表 9.13 CO₂を吸収した炭酸カルシウム等を利用した製品

企業	商品名	廃コンクリート塊由来成分	低炭素効果	その他 施工実績等
鹿島建設	エコクリート BLS 2016年開発 *BLS=Blast-furnace slag (高炉スラグ) Low Shrinkage (低収縮)	高炉セメントA種の改良製品、高炉スラグ 20~30%含有 新たにカルシウム系混和材を開発し、その結果コンクリートの収縮が少なくなり、建物の上部にも利用できるようになった	<ul style="list-style-type: none"> 一般的なコンクリートに比べコンクリート製造時に排出されるCO₂量を25%程度(▲64kg/m³)削減 地下構造物にECMコンクリート使い上部にエコクリートBLSを使用すると最大40%のCO₂削減となる 	<ul style="list-style-type: none"> 価格も強度も一般コンクリートと同等 一般的に建物上部でのコンクリート使用量は6~8割となっているため、上部での使用はCO₂削減効果が大きい
大林組	クリーン クリートN 2022年開発	高炉スラグ微粉末を利用したクリーンクリートに、CO ₂ を強制吸収させたCaCO ₃ を主成分とした粉体を混ぜることでCO ₂ マイナスを可能とする	クリーンクリートNは最大120%削減(カーボンネガティブ)	<ul style="list-style-type: none"> 母材となるクリーンクリートは、2021年までに34万m³の打設実績 プレキャスト製品、現場打設いずれでも対応可能 2022年度中の打設実績をめざす

大成建設	T-e Concrete Carbon-Recycle	・セメント使用ゼロ。 CO ₂ を吸収した炭酸カルシウムを固定しカーボンマイナスとなる。	*T-e Concrete Carbon-Recycle タイプでは、CaCO ₃ 原料等を用いて149%削減（カーボンネガティブ）	・2022年9月14日 T-eConcrete/Carbon-Recycleを、自社施設以外初適用。（SMC下妻第2工場門塀）
------	--------------------------------	--	--	--

表 9.14 コンクリートへのCO₂吸収率向上を目指した研究

企業	技術名称	CO ₂ 吸収固定技術	低炭素効果	その他 施工実績等
大成建設 アイシン	アミノ酸を活用したCO ₂ 固定 2022年発表	CO ₂ を鉄鋼スラグ・廃コンクリート等の産業副産物に含まれるカルシウム源を抽出したアミノ酸水溶液に吹き込むことで炭酸カルシウムとして固定化する技術の開発	・CO ₂ の固定量が他社比較で10倍 ・複雑な化学処理が不要で、容易に炭酸カルシウム生成が可能	・T-e Concrete Carbon-Recycle への適用は2030年頃を想定
鹿島建設 中国電力 電気化学工業	CO ₂ -SUICOM 2009年論文発表 施工実績あり CO ₂ -Storage and Utilization for Infrastructure by Concrete Materials	セメントの半分を、CO ₂ を吸収して硬化する特殊混和材(γ -C2S)とする。さらにセメントから高炉スラグや石炭灰に置き換えることで大量のCO ₂ を吸収	一般的なコンクリートのCO ₂ 排出量が288kg/m ³ に対して、セメント不使用分でCO ₂ -197kg/m ³ 、CO ₂ 吸収分-109kg/m ³ となり、トータルで18kg/m ³ のCO ₂ マイナスとなる	・一般コンクリートと同等以上の強度 ・高濃度CO ₂ との接触が必要となる。

清水建設 北海道大学	DAC(Direct Air Capture)コート 2022年発表 2026年頃実用化	含浸剤（アミン化合物）を既存構造物に塗布しCO ₂ を吸収	大気中のCO ₂ 吸収・固定量が含浸剤塗布前との比較で1.5倍になる	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のコンクリート構造物に適用でき、CO₂吸収ポテンシャルは3億t ・アミン化合物は防食性もあり鉄筋コンクリートの長寿命化にも寄与
---------------	--	--	---	--

9.6 再生骨材普及へのまとめ

再生骨材普及に向けての課題を整理した。

(1) 再生骨材についての基礎データ整備

経産省砕石等統計調査の再生砕石調査をACRACが引継ぎ、コンクリート用の再生骨材の生産量・販売量等の調査を行っているが、ACRAC会員企業以外からの協力を得るのが難しいことが判明した。また、ACRAC事務局の負担も過大である可能性が考えられる。調査実施方法や体制について改めてヒアリングを行い、必要に応じて対策を行うべきと想定される。

(2) 都道府県、区市町村への再生骨材利用意向調査

コンクリート用の再生骨材は、グリーン購入法の特定期間品目に指定されていないことから、自治体での使用実績が把握されていない状況にあるため、地方自治体に対して再生骨材の利用実績等の調査が必要と考えられる。

併せて公共工事での利用が進まない原因を、再生骨材の認知度（存在を知っているか）や再生品を使用することへの不安や忌避感などを調査することが有効と考えられる。その結果、再生骨材についての事実誤認などがみられる場合には、それを解くような施策を検討することが望まれる。

さらに9.4.2(3)で示した「都道府県・政令市における産業廃棄物の処理施設設置等に係る行政指導等の実態調査」平成14年2月のような、産業廃棄物施設設置にかかる自治体の意識調査も必要と思われる。

(3) 再生骨材供給者調査

再生骨材の普及に向けては、本調査で把握された再生骨材供給者10社に対して、再生骨材を供給するにあたっての課題や要望、今後の事業計画等やフィラーの流動化処理土やセメント原料としての可能性についてアンケートやヒアリングを行うことが望ましい。併せて、再生骨材の生産設備設置や改修時の行政手続等のプロセスについても明らかにすることが望ましい。

(4) 民間需要家調査

建設・土木会社や不動産会社（ディベロッパー）等需要家に対して、再生骨材を利用する

際の課題や要望、施主やテナントの再生品利用についての意識などについて、アンケートやヒアリングを行うことが今後のコンクリート塊の高度リサイクルに向けて有効と考えられる。

9.7 残コン・戻りコンの基礎情報整理

一般社団法人生コン・残コンソリューション技術研究会 HP などによると、建設現場で発生している未使用生コンクリート通称「残コン・戻りコン」は、生コン総出荷量に対して約3%とも5%ともいわれ、日本国内でも年間約2.5~4.1百万m³、東京ドーム2~3個分発生していると推定されている。「残コン・戻りコン」を原料として製造された製品の規格化・標準化はなされておらず、リサイクルが遅れていると想定される。質の高いリサイクルを推進するためにも、残コン・戻りコンの情報整理を行った。

(1) 用語定義

本件においては、残コン及び戻りコンを以下のように定義する。

残コン：アジテータ車から荷下ろしして、少しでも使用した残り

戻りコン：アジテータ車から荷下ろしせず、手つかずに戻ったもしくは品質試験で落ちた生コン

(2) 残コン・戻りコンの発生状況及び発生原因

残コン・戻りコンは、発注者である建設会社の生コン使用量の計算ミスや途中で生コンが足りなくなることを避けるために、過剰な量を発注した結果生じている。過去からの商慣習で、生コン業者が残コン・戻りコンを持ち帰っている。これら発生状況と発生原因についての、平成18年国土交通省総合政策局 建設振興課労働資材対策室による「残コン・戻りコンの発生抑制、有効利用に関するアンケート調査」を以下に示す。

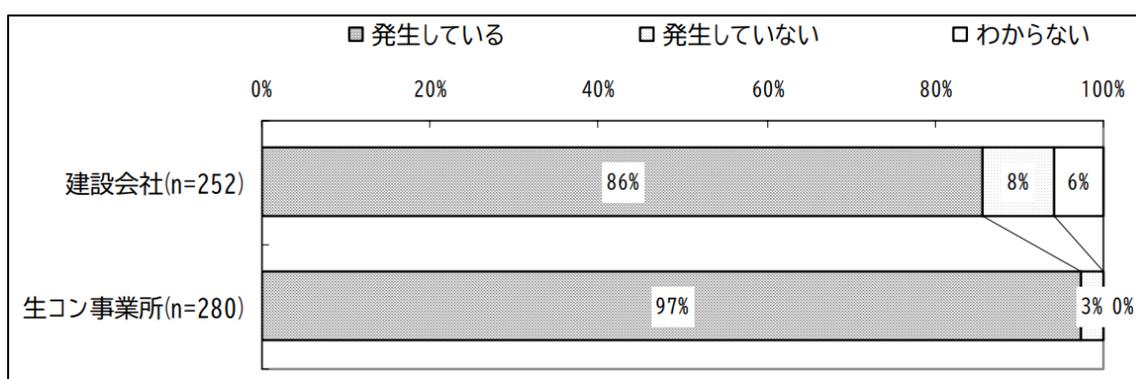


図 9.4 残コン・戻りコンの発生状況

出典：国土交通省 残コン・戻りコンの発生抑制、有効利用に関するアンケート調査

建設会社・生コン事業者ともほとんどの事業者が、残コン・生コンの発生を認識している。

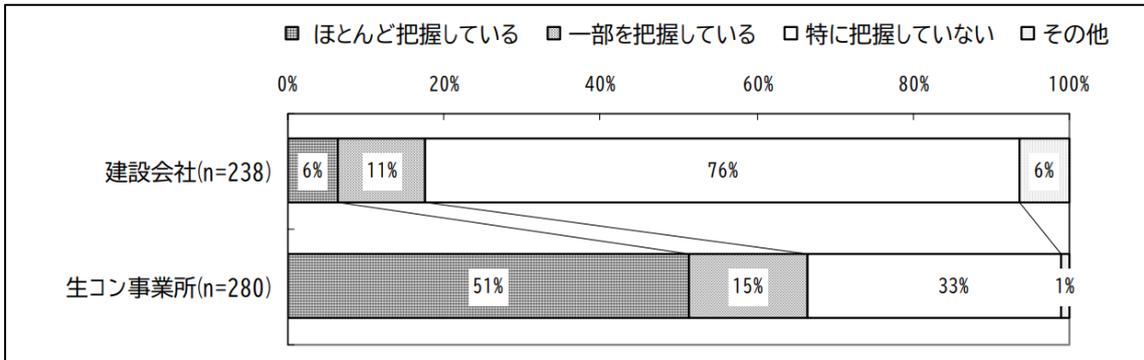


図 9.5 残コン・戻りコンの発生量把握状況

出典：国土交通省 残コン・戻りコンの発生抑制、有効利用に関するアンケート調査

建設会社側では、発生量を把握している事業者は6%と少なく、把握していない事業者は、76%となっている。一方生コン事業者では、51%が発生量を把握しているおり、一部把握しているとあわせるとおよそ2/3が発生量を把握している。

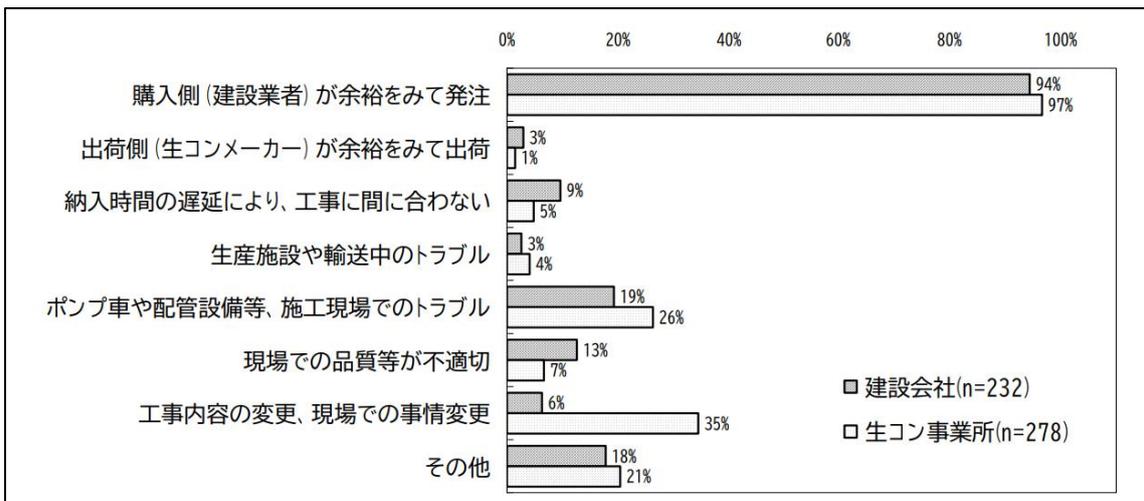


図 9.6 残コン・戻りコンの発生要因（複数回答）

出典：国土交通省 残コン・戻りコンの発生抑制、有効利用に関するアンケート調査

建設会社が余裕をみて発注した結果が圧倒的に多く、工事内容の変更・現場での事情変更と続き、建設会社の事情で残コン・生コンが発生していることがわかる。一方、納入遅延や品質の不適切など生コン事業者側の責によるものは少ない。

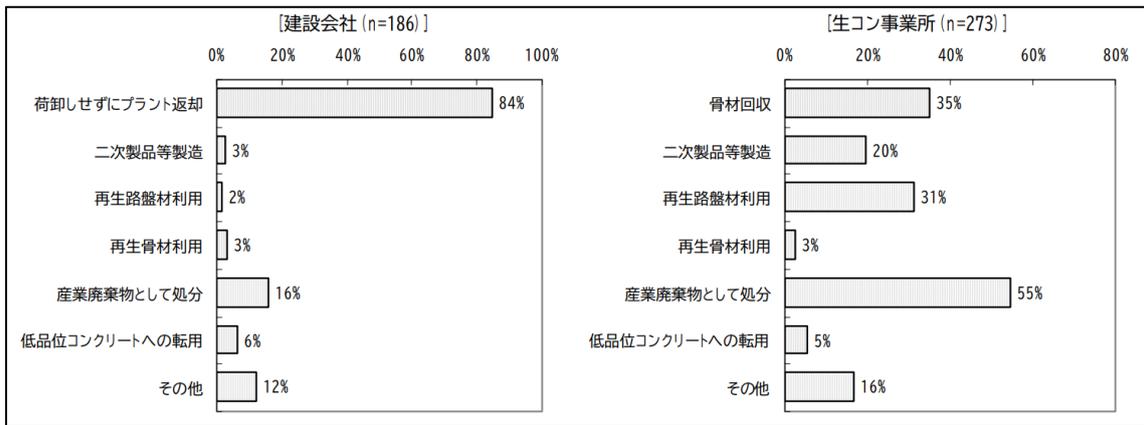


図 9.7 残コン・戻りコンの処理方法（複数回答）

出典：国土交通省 残コン・戻りコンの発生抑制、有効利用に関するアンケート調査

建設会社は、生コン業者に返却が 84%となっている。一方生コン事業者は、再生路盤材利用、骨材回収、二次製品製造等リサイクルを試みる場合が多いものの、半数以上が産業廃棄物として処理されている。生コン事業者にとっては、残コン・戻りコンの処理が負担になっている状況が想定される。一方で近年はプレキャストコンクリート製品の採用が増えつつあり、現場施工が減った分残コンや戻りコンも減少傾向にある可能性も考えられる。

(3) 残コン・戻りコン対策

<発生抑制>

残コン・戻りコンの発生要因は、建設会社の生コンの過剰な発注が原因となっている。まずは、発生抑制策としては発注量の適正化が求められる。発生抑制の試みとして西松建設では、アプリによるコンクリート打設管理システムを開発し、現場技術者の負担軽減と残コン・戻りコンの抑制を目指している。

この管理システムでは、①現場技術者が施工図をモバイル・アプリ上で表示し、タッチペン等を使用してコンクリートが打設されていない範囲を赤線で囲むと、その囲まれた範囲の体積を自動的に算出する。②配送管理者がコンクリート荷卸完了時に時刻を入力すると、所定の時間内に荷卸したコンクリート数量が登録され、①で算出されたコンクリート体積と②の荷卸したコンクリート数量の情報から、追加発注するコンクリート調整数量を自動計算するというものである。

建設現場では、打設状況、打設スピード、残数量、運搬時間、コンクリートの出荷状況などをリアルタイムに把握しながら限られた時間で現場実測とコンクリート量の計算が同時に行われることから、現場技術者にとって、コンクリート打設の管理業務は非常に大きな負担となっており、環境負荷低減と同時に現場管理の負担軽減にもつながるとされる。

参考) https://www.nishimatsu.co.jp/news/2022/post_49.html

<リユース>

残コンブロックとは、残コン・戻りコンを型枠に流し込み、ブロックの形状にしたもので、レンガのように積み重ねて壁（隔壁、擁壁など）として、また階段や土留めとして利用されてきた。しかし、型枠の基準が決まっておらず生産者によりまちまちの製品が製造されたことであまり普及していないとされる。そこで、残コンブロックの製造者が、残コンブロック利用促進協議会を組織し、全国同一規格の残コンブロックを提唱し製造している。今後利便性に富んだ残コンブロックにより、産業廃棄物の減少と資源の有効利用が期待される。

<リサイクル>

残コン・戻りコンのリサイクルを目指す動きもみられる。鹿島建設、三和石産、東海大学笠井哲郎教授（3者共同開発）によって、残コン・戻りコンクリート由来のスラッジ再生セメント「Cem R3」（セムアールスリー）と、これを使用したコンクリート「エコクリート R3」が開発された。

参考) <https://www.kajima.co.jp/news/press/201611/24a1-j.htm>

また制度面では、平成 30 年国土交通省は、残コン・戻りコンからの回収骨材を使用したコンクリートについて、建築基準法に基づく大臣認定を受けることなく建築物の基礎や主要構造部等に使用できるよう制度を改訂した。

参考) https://www.mlit.go.jp/report/press/house05_hh_000730.html

このような新たな動きをうけて、残コン・戻りコンが減少し、発生したものが循環する状況を把握することが必要となってくる。

第十章 建設汚泥の再生利用に係る課題整理

国土交通省、建設リサイクル推進施策検討小委員会資料¹⁰³では、建設汚泥の再生利用に係る課題として、「建設汚泥は場外搬出量の83%が再利用されているが、その再生品は盛土材としての利用が多く、高品質な流動化処理土や再生砂等としての利用は少ない」などが挙げられている。ここでは国内の文献調査や自治体へのアンケート調査、並びに有識者を対象としたヒアリング調査を実施し、建設汚泥の再生利用に係る課題について深掘りするとともに、課題克服に向けた再生利用の先進事例等について整理を行った。

10.1 調査の進め方

以下に示す調査の背景と目的、並びに実施方法に基づき、建設汚泥の処理フローに関する現状の課題、及び当該課題の克服に向けた建設汚泥の再生利用に係る最新動向を整理した。

10.1.1 調査の背景と目的

平成30年度建設副産物実態調査結果¹⁰⁴によると、建設汚泥の再生品の利用用途は、アンケートに対する回答があった152施設の出荷量計2,227千トンのうち、盛土用土が50%で最も高く、流動化処理土用が13%、再生砂・砂利が11%、セメント用原料が10%と続いている。冒頭にも述べたように、建設汚泥の再生利用に係る主な課題の一つは「再生品の質の向上（品質管理の徹底を含む）」であるため、ここでは文献調査や自治体へのアンケート調査等の結果を踏まえて、「再生品の質」の観点から建設汚泥の再生利用に係る課題を深掘りするとともに、その「質」の改善に向けた業界団体や学術研究機関などの最近の取組事例について整理した。

10.1.2 調査の実施方法

平成30年度建設副産物実態調査結果に基づき、建設汚泥の現状の処理フローを作成し、また、自治体へのアンケート調査により、建設汚泥の再資源化に係る阻害要因等を把握することで、建設汚泥の再生利用に係る現状及び課題を明らかにした。

次に、建設汚泥の再生利用に係る最新動向について、文献調査やヒアリング調査等を通じて整理することで、今後の建設汚泥の再生品の質の改善に向けた施策検討に寄与する資料として整理した。

10.2 建設汚泥の処理フローに関する現状と課題

10.2.1 建設汚泥の処理フローの現状

平成30年度建設副産物実態調査結果より、建設汚泥の工事別（公共土木、民間土木、新築（非木造、木造）、解体（非木造、木造）、修繕の7区分）の発生量とその後のフロー（場

¹⁰³ 国土交通省、第15回建設リサイクル推進施策検討小委員会 参考資料6、建設リサイクル推進計画2020（案）～「質」を重視するリサイクルへ～（参考資料）、2020年9月
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001361657.pdf>

¹⁰⁴ 国土交通省、平成30年度建設副産物実態調査結果
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm

などの課題についても言及されていることから、建設汚泥の適正処理を推進していく意味においても再生品の質の向上は重要であると考えられる。

10.2.2 建設汚泥再生利用に係る課題整理（アンケート調査）

(1) 調査概要

建設汚泥の処理を行っている再資源化施設を含む中間処理施設の立地状況を把握し、建設汚泥の再生利用に係る課題を整理するために、都道府県・政令市にアンケート調査を実施した。

調査の概要は以下の通り。

調査対象 : 都道府県・政令市

実施期間 : 令和4年9月20日～令和4年10月11日

調査対象数 : 129自治体（都道府県47、政令市82）

回答数 : 129自治体（都道府県47、政令市82）

(2) 調査結果

① 建設汚泥の中間処理施設の把握状況

汚泥の処分業許可を保有する中間処理施設のうち、建設汚泥の受入がある施設の把握状況を図10.2に示す。

建設汚泥の受入がある施設を把握している自治体は54自治体、一部把握している自治体は44自治体、把握していない自治体は31自治体であった。把握している、もしくは一部把握していると回答した自治体は、全体の76%となった。

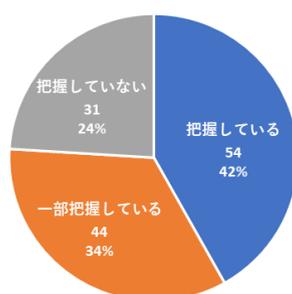


図10.2 建設汚泥の中間処理施設の把握状況

建設汚泥の中間処理施設を把握している、もしくは一部把握している98自治体において、許可申請添付書類で建設汚泥の受入を把握している自治体が81自治体、その他が17自治体であった。その他で挙げられた把握の手法は立入検査等の現地確認、産業廃棄物の処分実績報告書での確認等となっている。ただし、許可申請添付書類で把握している場

合、許可上は建設汚泥の受入ができるものの、実際に建設汚泥を受け入れているかどうかは必ずしも明確ではない。

表10.1 建設汚泥の中間処理施設の把握手法

手法	回答数
許可申請書添付書類等	81
その他	17
合計	98

建設汚泥の中間処理施設を把握している、もしくは一部把握している 98 自治体における建設汚泥の中間処理施設数は 952 であった。

表10.2 建設汚泥の中間処理施設数

	汚泥	
		建設汚泥
施設数	2854	952

② 建設汚泥の中間処理施設における処理内容

建設汚泥の中間処理施設での処理内容を表 10.3 に示す。固化や造粒固化、薬注固化の処理を行っている施設が 477、脱水を行う施設が 279、乾燥を行う施設が 77 であった。その他の処理では、流動化や安定処理、焼成等が挙げられた。

表10.3 建設汚泥の中間処理施設における処理内容

処理内容	施設数
固化・造粒固化・薬注固化	477
脱水	279
乾燥(天日乾燥含む)	77
混合・混錬	31
選別・分離・分級	29
破碎	21
焼却	20
その他	39

※自治体によって許可上の処理の名称が異なるため、処理内容に沿って累計している。

※建設汚泥の処理施設数は把握できているものの、処理内容が不明である自治体や、複数の処理を1拠点で行う施設があるため、建設汚泥の中間処理施設数と処理内容別の建設汚泥の中間処理施設数は一致しない。

③ 建設汚泥の中間処理施設訪問時の注意事項

立入検査等で建設汚泥の中間処理施設へ訪問する際に、特に注意している事項について表10.4に示す。

建設汚泥の飛散・流出による処理場周辺への環境汚染がないかが65件と最も多く、次に建設汚泥の性状に合った適切な処理がされているかが61件、次に処理後の「建設汚泥処理物」について、売却の見込みがないものを大量に保管していないかが56件であった。本問では複数回答をしている自治体が多く、環境汚染や適正処理、処理後物の管理等、様々な項目を注意している結果となった。

表10.4 建設汚泥の中間処理施設訪問時の注意事項

内容	回答数
建設汚泥の飛散・流出による処理場周辺への環境汚染がないか	65
建設汚泥の性状に合った適切な処理がされているか	61
処理後の「建設汚泥処理物」について、売却の見込みがないものを大量に保管していないか	56
処理後の「建設汚泥処理物」について、適正に搬出または有価である場合は売却されているか	53
建設汚泥に有害物が含まれていないか	40
処理後の「建設汚泥処理物」について、再生利用の用途に要求される品質を満たしているか	40
その他	4

④ 建設汚泥の再資源化を阻害する課題

建設汚泥の再資源化を阻害する課題として認識している事項について、表10.5に示す。多く回答が得られた課題について、以下に整理する。

I. 再資源化後の再生品に対して統一的な品質基準がない 46件

現在、建設汚泥の再資源化後の再生品について統一的な品質基準はなく、現場外で再生利用を行う場合は、建設汚泥の排出現場の工事発注者と再生品利用先の工事実施者が、受入にあたり品質や品質の確認方法等を協議して決めている。統一的な品質基準がないことは、建設汚泥の再資源化後の利用先が確保できないことにつながり、再生品の過剰保管の危険性

が生じている。自治体から国への要望の中でも、統一的な基準の策定が 12 自治体において回答され、そのうち再生品の品質基準策定への要望が 9 自治体と最も多くなっている。その他に再資源化に係る技術基準の策定や建設汚泥の受入・保管基準の策定への要望があった。

II. 建設汚泥を建設発生土とみなした不適正な保管・処理 43 件

建設汚泥を廃棄物処理法に従った適正な保管・処理を行わず、廃棄物処理法では廃棄物に該当しない建設発生土とみなし、不適正に保管・処理を行う事業者がいることが課題となっている。

III. 再生品の需要が少ない 43 件

建設汚泥から再利用できる品質を満たした再生品を製造しても、他の競合資材と比較して、pH が高い等の性状の違いや価格における優位性が低いこと等から、再生利用の用途に要求される品質を満たしていたとしても、建設資材や製品の原材料としての広範な需要が認められる状況になく、競合資材より優先して利用されることは困難である。再生品の需要が少ないため、利用先の確保が困難な課題があり、また、建設汚泥の再資源化にかかるコスト削減ができない。国への要望として、再生品の需要の喚起や利用推進策の策定を求める声が 4 自治体で回答された。

IV. 建設汚泥の性状にばらつきがあり、再資源化が難しい 40 件

建設汚泥の性状は、建設現場によってばらつきがあり、それぞれの性状によって適正な処理が求められる。しかし、再資源化施設においては、受け入れた建設汚泥をまとめて処理する方が、効率がよく、性状にばらつきがある建設汚泥の最適な再資源化が難しい。

V. 再資源化後再生品の需要先が建設発生土と競合 38 件

建設汚泥の再資源化後の再生品である建設汚泥処理土は、建設工事現場における土砂搬入等で利用されるが、当該工事では、建設発生土または建設汚泥処理土を積極利用することとなっており、建設発生土と利用先が競合する。

表10.5 建設汚泥の再資源化を阻害する課題

課題	回答数
再資源化後の再生品に対して統一的な品質基準がない	46
建設汚泥を建設発生土とみなした不適正な保管・処理	43
再生品の需要がない	43
建設汚泥の性状にばらつきがあり、再資源化が難しい	40
再資源化後の需要先が建設発生土と競合	38
再資源化にかかるコストが高い	24
再資源化施設が少ない	19
再生利用が浸透していない	19
その他	18

④ 建設汚泥の適正な再資源化のための取組や方策

建設汚泥の適正な再資源化のための取組や方策として挙げられた事項として、自治体が独自で設けているリサイクル製品認定制度で建設汚泥の再生製品の認定を行うことが 7 自治体で挙げられた。都道府県等では、独自にリサイクル製品認定制度を策定し、リサイクル製品の認定を行うことで、公共工事等の物品調達において、再生品の利用促進を図っており、建設汚泥についても、建設汚泥処理後の再生品の認定を行うことで、安全性や品質を保証し、建設工事での積極利用を図る取組がなされている。

その他には以下の取組や方策が挙げられた。

- ・ 建設工事の元請業者に建設汚泥の再生利用計画書の提出を義務付けている
- ・ 一部の建設工事に係る建設汚泥の自ら利用について、注文者等工事関係者の役割、利用条件等に関する指針を定めている
- ・ 建設汚泥が再生利用されることが確実な場合は、産業廃棄物再生活用業として個別指定する
- ・ 条例で建設汚泥の再生利用基準を定め、自ら利用する場合は届出を提出するよう求める
- ・ 土木工事の予定価格算定に利用する設計単価表に、汚泥の受入会社の処理費用を調査掲載し、公共工事の発注時に官積算において適正な処分を行うよう配慮する
- ・ 民間工事版のリサイクル原則化ルールを策定し、民間工事でも努力義務でリサイクルするよう求める
- ・ 再生品の需要の喚起、建設汚泥の適正な排出方法の周知

10.3 建設汚泥の再生利用に係る最近の動向整理

建設汚泥の再生利用に係る最近の動向について、既存文献調査や有識者へのヒアリング調査に基づく事例を紹介する。

10.3.1 建設汚泥の再生利用に係る既存文献レビュー

国内の学術研究論文や行政機関、業界団体等の文献を 11 編レビューし、建設汚泥の再生利用に係る最近の動向を整理した（下表参照）。

表 10.6 建設汚泥の再生利用に係る既存文献レビュー（概要整理）

文献	概要	備考
【行政機関（国）】 国土交通省、H27 ¹⁰⁵	<ul style="list-style-type: none"> 建設汚泥種類、再生利用形態、再生利用制度、再生利用区分、越境状況、再生利用用途に区分して、現場内利用・工事間利用で 23 事例、建設汚泥処理土利用で 25 事例紹介 	<ul style="list-style-type: none"> 建設汚泥の再生利用に係る優良事例の周知等に活用できると考えられる
【業界団体】 公益社団法人全国産業資源循環連合会、H30 ¹⁰⁶	<ul style="list-style-type: none"> 流動化処理土、改良土、洗浄砂など「汎用性が高く今後の需要増が見込め、ユーザーが求める品質の資材を低コストで製造することができるリサイクル製品」を中心に掲載 	<ul style="list-style-type: none"> 建設汚泥の再生利用に係る優良事例の周知等に活用できると考えられる
【業界団体】 公益社団法人全国産業資源循環連合会、2020 ¹⁰⁷	<ul style="list-style-type: none"> 再生砕石と建設汚泥再生品から製造されるハイブリッドソイルの普及促進に向けた具体的な品質管理基準、制度設計等について検討 	<ul style="list-style-type: none"> ハイブリッドソイルに係る制度面及び技術面の課題克服により、今後の建設汚泥再生品の質の向上に資すると考えられる
【産学連携】 横浜国立大学、domi 環境(株)、ジャイワット(株)、(一社)再資源化研究機構、エコラボ(株)、2019 ¹⁰⁸	<ul style="list-style-type: none"> 平成 29 年から建設汚泥を既存の改質剤・機械・設備等で安価、大量に中性化する技術の実用化研究 5 つの工程（建設汚泥の改質固化、養生、ほぐし造立、水和反応促進養生および炭酸ガス接触）からなる一連の処 	<ul style="list-style-type: none"> 産学連携による建設汚泥再生利用促進の先進事例として、10.3.3 に紹介する

¹⁰⁵ 国土交通省、建設工事における建設汚泥リサイクル事例集、平成 27 年 3 月

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/pdf/recyclehou/recycle_rule/H26kensetsuodeijirei.pdf

¹⁰⁶ 公益社団法人全国産業資源循環連合会、建設汚泥リサイクル製品事例集、H30

https://www.zensanpairen.or.jp/wp/wp-content/themes/sanpai/assets/pdf/disposal/standards_kensetsu_jireisyu.pdf

¹⁰⁷ 公益社団法人全国産業資源循環連合会、建設汚泥再生品等の利用促進に関する検討会報告書、2020

https://www.zensanpairen.or.jp/wp/wp-content/themes/sanpai/assets/pdf/disposal/odei_re_hokoku_r207.pdf

¹⁰⁸ 横浜国立大学、domi 環境(株)、ジャイワット(株)、(一社)再資源化研究機構、エコラボ(株)、プレスリリ

	理によって、pH 9 以上の汚泥を最終的に pH8.6 以下に中和できる技術を確立し、環境負荷の少ない高品質の再生土製造方法を実現	
【学術論文】 小泉ら、2015 ¹⁰⁹	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東京都の建設汚泥に係る課題整理 ・ 建設汚泥は発生時に含水率が高く、中間処理では脱水固化が主となるため、他品目に比べ減量化率が高い ・ 東京では現場内にストックヤードや脱水施設設置のスペースがなく、現場内利用・減量は困難 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、東京都建設リサイクル推進計画（令和4年4月）に基づき、発生抑制、現場内利用及び工事間利用を促進している¹¹⁰
【学術論文】 景山ら、2019 ¹¹¹	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中間処理プラントで実施されている建設発生汚泥の凝集沈殿工程において、自然由来砒素の溶出等の懸念あり ・ 凝集沈殿工程において高分子凝集剤と無機凝集剤を併用し凝集効果を補助する材料として二水石膏粉末を使用することで、自然砒素溶出抑制や凝集性能向上等を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国立環境研究所（令和元年）¹¹²では、再生石膏粉の有効利用ガイドラインにおいて、建設汚泥処理への活用手法を記載している
【学術論文】 山名ら、2020 ¹¹³	<ul style="list-style-type: none"> ・ 泥土圧シールドトンネル工法からの建設汚泥を海面埋立資材として再生活用する事業において、トレーサビリティを確保する「ETC 電子マニフェストシステム」を開発 ・ 同マニフェストの開発により、大量排出現場における各事業者の責任の明確、運搬管理作業の効率化・省力化を 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ETC 認証機能、GPS 機能、JWNET 連携機能を有する電子マニフェストであり、建設工事での電子マニフェスト普及に寄与すると考えられる

ース) 世界初：建設汚泥を安価・大量に中性化する再生土製造方法を実用化、2019

https://www.ynu.ac.jp/hus/koho/23283/34_23283_1_1_191212100247.pdf

¹⁰⁹ 小泉ら、東京都から排出される建設系産業廃棄物の広域移動等の実態、第26回廃棄物資源循環学会研究発表会、2015

¹¹⁰ 東京都建設リサイクル推進計画（令和4年4月）

https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2022/04/25/documents/11_01.pdf

¹¹¹ 景山ら、石膏粉末添加による建設発生汚泥の中間処理プロセスにおける凝集特性の向上について、地盤ジャーナル Vol.14、No.4、pp.331-343、2019

¹¹² 国立環境研究所、再生石膏粉の有効利用ガイドライン（第一版）、令和元年5月

https://www.cycle.nies.go.jp/jp/report/recycled_gypsum_powder_guidelines.pdf

¹¹³ 山名ら、建設汚泥の適正活用を支援するトレーサビリティ管理システムの開発及び運用、土木学会論文集 F4（建設マネジメント）、Vol.76、No.1、pp.29-41、2020

	実証	
【学術論文】 山名ら、2021 ¹¹⁴	<ul style="list-style-type: none"> ・ シールド発生土（建設汚泥）を海面埋立用資材として再生利用する「シールド建設汚泥再生活用事業」の成果とりまとめ ・ 同事業では、建設汚泥の有効かつ適切な再生活用を達成 	<ul style="list-style-type: none"> ・ シールド発生土（建設汚泥）の再生利用に係る優れた事例と考えられる
【学術論文】 鈴木ら、2020 ¹¹⁵	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設汚泥に含まれる5種類の腐植物質を抽出し、バイオマス資源として注目される藻類の生長試験に活用 ・ 5つのうち、3つの成分が藻類にとって有効であることを確認 ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな建設汚泥リサイクルの手法確立に向けた取組事例
【学術論文】 鈴木ら、2021 ¹¹⁶	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイオマス生産において有用なフルボ酸を迅速かつ簡便に建設汚泥より抽出する方法として、熱水処理が有用であることを示唆 ・ 腐植物質抽出後の汚泥残渣の利活用等に課題 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな建設汚泥リサイクルの手法確立に向けた取組事例

文献レビューによる成果を以下に示す。

- ・ 国や業界団体を中心に建設汚泥の再生利用に係る優良事例が整理されていることから、今後の再生品の質の向上のため、各事例の更なる普及啓発が必要と考えられる。
- ・ 各種廃棄物処理・再資源化プロセスにおける品目間連携が、今後の技術面、制度面の充実によって促進されることで、建設汚泥再生品と再生砕石との組み合わせによるハイブリッドソイルの普及、再生石膏粉の有効活用による建設汚泥の適正処理推進等により、建設汚泥再生品の質の向上に寄与すると考えられる。
- ・ また、建設汚泥再生品のトレーサビリティ管理や、バイオマス生産への建設汚泥の利活用可能性等、様々な観点から実証研究や基礎研究が進められており、今後の更なる知見の蓄積、研究活動の発展が期待される。

¹¹⁴ 山名ら、シールド建設汚泥再生活用における品質管理とリサイクル効果の検証、地盤ジャーナル Vol.16、No.4、pp.383-396、2021

¹¹⁵ 鈴木ら、バイオマス資源生産高効率化のための建設汚泥由来の腐植利用、第31回廃棄物資源循環学会研究発表会、2020

¹¹⁶ 鈴木ら、建設汚泥の循環利用に向けた腐植物質の抽出と分光学的特徴の解析、廃棄物資源循環学会論文集、Vol.32、pp.86-98、2021

10.3.2 最近の建設汚泥の再生利用に係る事例整理

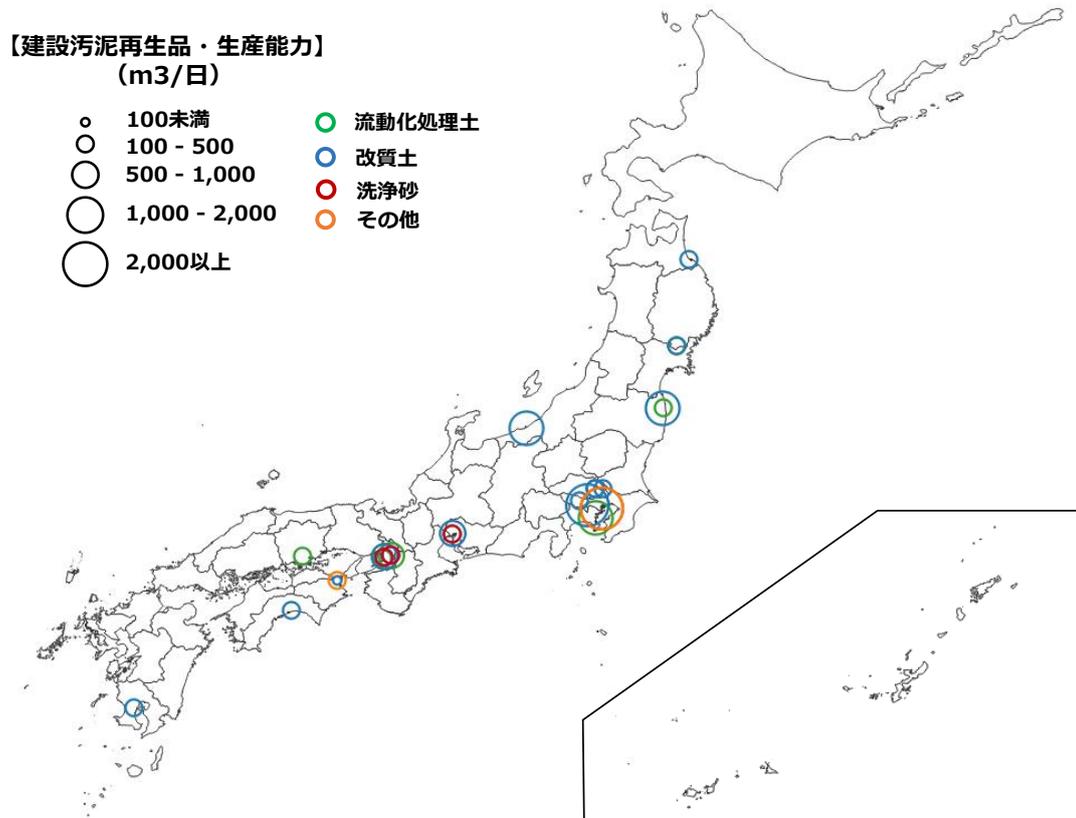
表 10.6 に示した公益社団法人全国産業資源循環連合会の建設汚泥リサイクル製品事例集 (H30) では、流動化処理土 8 施設、改良土 16 施設、洗浄砂 4 施設、その他 (ハイブリッドソイルなど) 2 施設、計 30 施設、生産能力計 20,649m³/日の優良事例 (各施設概要、製品概要、販売実績、品質管理フロー、検査項目等を明記) が整理されている (下表参照)。

表 10.7 公益社団法人全国産業資源循環連合会の建設汚泥リサイクル製品事例集 (H30) に基づく施設概要整理

再生品	事例数 (施設数)	生産能力 m ³ /日	施設概要	価格 (運搬費を含まない) ※ 円/m ³		
				min	ave	max
流動化処理土	8	5,350	・造粒固化改良からの流動化処理 ・流動化及び分級 など	5,000	6,867	9,600
改良土	16	9,790	・脱水、造粒固化、凝集固化 など	300	1,009	2,500
洗浄砂	4	3,197	・脱水、分級 など	1,100	1,430	1,760
その他	2	2,312	・ハイブリッドソイル生産など	840	970	1,100
計	30	20,649	-	-	-	-

※価格：事例集に販売価格に係る記載のある事業者の情報から、各製品の最小、平均、最大価格を整理 (改良土では、製品の品質によって価格が大きく異なる)

各施設の分布状況を図 10.3 に示す。各都道府県において同様の情報が整理されることで、前項に示したアンケート調査結果に基づく課題の克服に寄与すると考えられる。



出典：公益社団法人全国産業資源循環連合会、建設汚泥リサイクル製品事例集（H30）より作成
 図 10.3 公益社団法人全国産業資源循環連合会資料に基づく建設汚泥再生品化施設分布

10.3.3 産学連携による建設汚泥再生利用推進事例

「世界初：建設汚泥を安価・大量に中性化する再生土製造方法を実用化（以下、中性化再生土プロジェクト、表 10.6 参照）」について、各種文献調査及び有識者へのヒアリング調査に基づき、産学連携による建設汚泥再生利用推進の優良事例の一つとして整理した。

(1) 中性化再生土プロジェクトにおける事業実施体制

次頁表に、中性化再生土プロジェクトの参画機関である国立大学法人横浜国立大学、一般社団法人再資源化研究機構、domi 環境株式会社、エコラボ株式会社、ジャイワット株式会社の取組内容を整理した。

国立大学法人横浜国立大学による「中性化再生土に係る研究」、一般社団法人再資源化研究機構による「事業推進（会員企業による建設汚泥中間処理、中性化再生土の製造・販売等）」、domi 環境株式会社による「中性化再生土に係る技術開発提案」、エコラボ株式会社による「中性化再生土製造プラント建設指導」、及びジャイワット株式会社による「中性化再生土に係る技術開発」の効果的な連携に基づきプロジェクトが推進されている。

表 10.8 中性化再生土プロジェクト参画機関と主な取組内容

参画機関	取組内容
国立大学法人横浜国立大学	<p>【中性化再生土に係る研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> 再生土の中性化促進、CO₂ 固定化量評価等の研究推進（ラボレベルでの取組）
一社. 再資源化研究機構 (RRO)	<p>【会員企業との連携による事業推進】</p> <ul style="list-style-type: none"> 株式会社 KSJ¹¹⁷とともに当初から中性化再生土プロジェクトに参画し、中性化事業の研究開発推進 会員企業による建設汚泥の中間処理（中性再生土製造プラントへの原料提供） 会員企業である株式会社ジャパンリコロジーにおいて製造された高品質な中性化再生土（JRC 再生土）¹¹⁸を販売・普及
domi 環境(株)	<p>【中性化再生土の事業化に係る各種技術開発等の提案】</p> <ul style="list-style-type: none"> 吸水性泥土改質材「ワトル」¹¹⁹の開発提案、同改質材による再生土を炭酸ガスで中和する技術の提案、及び関連する事業化支援等
エコラボ(株)	<p>【中性化再生土製造プラント建設指導】</p> <ul style="list-style-type: none"> 現地実証試験やプラント建設指導などを実施
ジャイワット(株)	<p>【吸水性泥土改質材「ワトル」の製造等】</p> <ul style="list-style-type: none"> 中性再生土製造に必要な吸水性泥土改質材「ワトル」の製造 炭酸ガスの固定効率を向上させるための泥土改質材の開発推進等

(2) 中性化再生土プロジェクトの概要

五洋建設株式会社、ジャイワット株式会社の資料¹²⁰では、建設汚泥の再生利用の阻害要因として、次の記述がある。

高含水状態の浚渫土や建設汚泥のような泥土を処理する場合、天日干しやセメント・石灰等による固化処理が用いられてきた。しかし、時間やコストあるいはアルカリ化等の課題があり、軟弱な建設発生土の有効利用は進んでいない（出典：建設マネジメント技術、2022年1月号）

¹¹⁷ 株式会社 KSJ 事業概要（再生土）（<http://www.ksj-inc.com/jigyo/recycle/>）

¹¹⁸ JRC 再生土（<https://rro.or.jp/news/news02>）

¹¹⁹ 吸水性泥土改質材「ワトル」（<https://www.jaiwat.co.jp/sodegaura/watol/index.html>）

¹²⁰ 山内、和栗、吸水性泥土改質材と改質土の活用技術「ワトル」による軟弱泥土のほぐし造粒改質技術、第23回国土技術開発賞、優秀賞受賞、建設マネジメント技術、2022年1月号

https://www.jice.or.jp/cms/kokudo/pdf/review/awards/kenmane/kenmane202201_01.pdf

仮に建設汚泥の再生土が、その pH が高い状態で盛土等に使用された場合、当該土壌の雨水浸出水がアルカリ溶液となり水質基準をオーバーするリスクがある。この対策として、浸出水を集めて中和処理を実施する方法があるが、労力並びにコストがかかるといった課題がある。こうした背景から、建設汚泥を安価・大量に中性化する再生土製造方法が開発された（下図参照）。中性化再生土製造プラントの製造能力は、1,000m³/日であり、原材料として建設汚泥を中間処理したものを 100%使用している。

現状の施工実績としては、大型宅地造成工事への利用（30 万 m³）、その他民間工事を中心に埋戻し材として数千 m³の利用がある。なお、製品の認定・認証状況は以下のとおりである。

【中性化再生土の製品の認定・認証状況】

- ・ 「再生土製造システムおよび再生土製造方法」特許第 6559644 号
- ・ 「二酸化炭素の固定化技術による中性再生土製造システムおよび中性再生土製造方法」特許第 6975757 号
- ・ 公共工事等における新技術活用システム登録：NETIS 登録番号 KT210011A
- ・ 東京都建設局 新技術登録 登録番号 2021003

①改質固化工程

- ・ 建設汚泥（pH：9以上）を貯泥槽に投入した後、固化材等を添加混合して改質し、貯泥槽から排出

②改質固化養生工程

- ・ 吸水性改質材を添加（ワトル）
- ・ ストックヤードに山積みして養生（硬化反応が進行し、ヘドロ状から半固体状へ）

③ほぐし造粒工程

- ・ 改質固化処理土を土質改良機で細粒化（乾燥しやすい状態＋空気中の二酸化炭素と反応しpHが低減しやすい状態）

④水和反応促進養生工程

- ・ 養生ストックヤードで水和反応を促進
- ・ ほぐし造粒度から細粒固化土へ（造粒度の固化が完結）

⑤炭酸ガス接触工程

- ・ 細粒固化土に直接炭酸ガスを曝す
- ・ 再生土のpHを5.8～8.6に中和



再生土製造プラント（全景）



改質固化処理土



中性化再生土

図 10.4 中性化再生土製造プロセス

出典：横浜国立大学、domi 環境(株)、ジャイワット(株)、(一社)再資源化研究機構、エコラボ(株)、プレスリリクス) 世界初：建設汚泥を安価・大量に中性化する再生土製造方法を実用化、2019、より作成

(3) 中性化再生土製造プロセスにおける建設汚泥受入基準、品質管理手法

建設汚泥受入基準と品質管理手法を以下に示す。いずれも表 10.7 で整理した優良事例とほぼ同様の内容となっている。

【建設汚泥受入基準】	
・	土壌環境基準「環境庁告示 46 号」土壌汚染対策法「環境省告示第 19 号」に示す項目の基準を満たすもの
・	無機性汚泥のもの、悪臭のないもの、油臭、油膜のないもの
・	ダイオキシン類の基準（土壌）を満たすもの
・	明らかに土壌と異なる色のもの
・	汚泥以外の品目の廃棄物の混入がないもの

表 10.9 中性化再生土の品質管理手法一覧

試験名	基準	頻度
粒度	20mm 以下	1 回／日または 1,000m ³ 毎に 1 回
コーン指数	800kN/m ² 以上	1 回／日または 1,000m ³ 毎に 1 回
水素イオン濃度 (pH)	5.8～8.6 以内	1 回／日または 1,000m ³ 毎に 1 回
土壌分析	土壌環境基準「環境庁告示第 46 号」 土壌汚染対策法「環境省告示第 19 号」	1 回／月または 5,000m ³ 毎に 1 回

出典：横浜国立大学資料より作成

(4) 中性化再生土の CO₂ 固定能力について

ヒアリング調査から、図 10.4 に示すプロセスを経て、中性化再生土は 1m³ あたり 8kg の CO₂ を固定することが示された。現在は液化した CO₂ を購入し中性化を実施しているが、将来的には工場や発電所等の排ガス CO₂ を回収し、これを中性化再生土製造に有効活用することを視野に検討が進められている¹²¹。このシステムが実用化された場合、中性化再生土の製造や利用における CO₂ の大幅削減が期待できる。参考として、次頁に再資源化研究機構による中性化再生土製造プラントを活用した CCUS のイメージ図を示す。

(5) まとめ

中性化再生土プロジェクトは、参画機関の効果的な連携に基づき、それぞれの強みが十分に活かされることで、建設汚泥を安価・大量に中性化する再生土製造方法が開発された事例である。今後の同製品の普及拡大に向けて、大手ハウスメーカー等との連携が図られるとと

¹²¹ 日経クロステック記事（2021 年 8 月 6 日）、大手エネ企業の未利用 CO₂ で建設汚泥を中性化、脱炭素との両立へ（<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00142/01068/>）

もに、太陽光発電施設設置のための造成地への中性化再生土の提供も検討されている。

また、中性化再生土は CO₂ の固定が可能であることから、脱炭素の観点からもインフラ整備への利用促進が期待される。



図 10.5 中性化再生土製造プラントを活用した将来的な CCUS の実現イメージ

出典：一般社団法人再資源化研究機構（RRO）ホームページ

https://rro.or.jp/service_ppa#sec03

第十一章 建設系廃プラスチックの現場分別に係る事例

排出場所（工事現場）における建設系廃プラスチック類の分別状況について、その好事例を工事種類および工事規模ごとに整理した。

11.1 調査の進め方

11.1.1 調査の背景と目的

建設系廃プラスチック類（以下「建廃プラ」）の発生・処理においては、分別解体・再資源化が進んでいない現状である。分別されていない建廃プラは建設混合廃棄物として排出され、焼却か埋立されることになるため、建廃プラの再資源化促進のためには現場における適正な分別が必要である。

しかし、建廃プラの適正な分別解体・再資源化に関しては、明確な指針がなく、発注者や解体工事業者の判断による所が大きい。

建設リサイクル分野における適正処理及び再資源化促進のため、建廃プラについて、適正な分別方法の例示等の対応が求められる。そのため、本調査では、現状で実施されている建廃プラの分別の好事例を収集・整理した。

11.1.2 調査の実施方法

ゼネコン、解体工事業者、中間処理業者、業界団体へヒアリング調査を行い、新築工事、リフォーム工事、解体工事の3種類の工事について、大規模工事（高層ビル等）、中規模工事（中層ビル、集合住宅等）、小規模工事（戸建住宅）の3種類の規模における建廃プラの分別ルールを整理した。調査結果は合計9事例の分別事例としてとりまとめたが、事例は全ての調査先からのヒアリング内容を総合したものであり、1事業者につき1事例として整理したものではない。

11.2 建廃プラの分別解体に係る問題

新築工事現場および解体工事現場における建廃プラの分別状況と課題については、2.6にて述べた通り。

昨年度、建設廃棄物協同組合にて、現場分別 Mix プラ（発生現場で分別された廃プラスチック類）と混廃分別プラ（建設混合廃棄物として中間処理工場に搬入されたものから分別した廃プラスチック類）の組成調査が実施されている。調査報告書では、組成調査の結果とともに再資源化促進に係る課題と提言が整理された。その中から、建廃プラの現場での分別に係る内容について表 11.1 に整理した。

表 11.1 令和3年度調査の概要（建廃プラの分別に係る課題）

<p>現場分別 Mix プラ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ PE 及び PP は、組成割合が 50%以上を占め、かつマテリアルリサイクルしやすい。いかにして現場でこの2種類の樹脂酒に当てはまるものを分別排出するかが課題である。 ・ 新築工事では、工事業者がどのような建廃プラが発生するのか事前に把握しやすい。作業員別に排出する建廃プラを明確にし、分別マニュアルを作成することが求められる。作業員は現場ごとに異なるため、業界横断的な教育の検討も必要である。 ・ マテリアルリサイクルが進まない理由の一つは、汚れの付着である。焼却処理する上では汚れの付着は問題にならないため、現場における品質維持の対策は考えられていなかったが、今後は屋根下等での保管といった対応が求められる。 ・ 分別にあたっては、分別専用袋を利用した樹脂種類ごとの分別が適当である。
<p>混廃分別プラ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設混合廃棄物の中に分別が可能な品目（建廃プラ、木くず、金属くず等）が混入する問題においては、保管ヤードが設置できていない、分別ルールがわかりにくい、建設混合廃棄物の保管容器にそちらに入れてしまう、分別しなくても中間処理業者が引き取ってくれる等の現場の状況による所が大きい。これまで個別の問題とされ業界での検討がなされなかったが、現場の規模、工程、保管容器の改善、回収方法、教育方法など総合的に取り組む必要がある。 ・ 建廃プラは発生量が多く、施設の場所をとるため、発生から搬出まで時間を掛けられず、丁寧な分別がされにくい、単一素材化と異物除去については、取り組むべき課題である。

11.3 建廃プラの現場分別事例

11.3.1 新築工事

(1) 新築工事における建廃プラの分別解体の特徴

建廃プラの再資源化促進のための分別においては、まずは再資源化できるものとできないものに分けることが重要である。建設現場から出た建廃プラの中には泥などの汚れが付いているため再資源化できないものがある。これを再資源化可能な建廃プラと混ぜるとリサイクル原料としての品質が悪くなり、全て再資源化できなくなる可能性がある。

次に、再資源化が可能な建廃プラを分ける。現状では、塩素系と非塩素系の分別は推進されており、非塩素系は RPF 原料、塩素濃度が高いものは埋立されることが多い。塩素濃度が高い建廃プラについては、ケミカルリサイクル方法が検討されており、今後は適切な分別により、リサイクル率が向上すると考えられる。

日本建設業連合会が、建廃プラの再資源化促進を目的として、図 11.1 のような周知チラシを公開している。ここでは分別を以下の4つのレベルに分けて紹介している。

レベル1：廃プラ MIX

レベル2：レベル1から塩ビ管の分別

レベル3：レベル2から、さらに非塩素軟質プラを分別
(PP バンド、フレコンバック、ビニール袋等)

レベル4：レベル3から、さらに非塩素硬質プラを単品分別
(発泡スチロール、CD 管、コードリール等)

上記レベル4の分別を行うと、以下の①～④の品目に分かれる。

①塩ビ管

②非塩素軟質プラ (PP バンド、フレコンバック、ビニール袋等)

③非塩素硬質プラ (発泡スチロール、CD 管、コードリール等)

④塩ビ管以外の塩素系プラ

建設廃棄物協同組合では、日本建設業連合会と協議の上、①と③をマテリアルリサイクル、②をサーマルリサイクル、④をケミカルリサイクルするリサイクル体制の構築を検討している。分別・再資源化方法の詳細は表 11.2 の通りである。

これは建設廃棄物協同組合が提案し、東明興業にて実験的に行っている先進事例であり、標準的な方法ではない。しかし、難しい方法ではなく、設備投資も必要ないため、他の解体工事業者や中間処理施設でも実施が可能である。ただし、エリアによって再資源化施設の立地場所、受入条件、処分単価が異なるため、分別ができて再資源化ができるとは限らない。特にケミカルリサイクル施設が少なく、④の分別まで実施する際にはコストメリットがある運用ができない可能性が高い。

💡 廃プラスチック 分別のヒント 🌐

注意 廃プラスチックのリサイクル環境は、地域により違いがあります。分別を計画する場合は、委託予定処分業者と事前によく打合せを行って下さい。

レベル1 廃プラスチックを、種類・素材に関係なく「廃プラMIX」として分別！
分別された「廃プラ MIX」は、全てがリサイクルされるわけではありませんが、混合廃棄物で処理するより、リサイクル率は格段にあがります。



分別廃棄時の注意事項 (レベル共通)

- 他の廃棄物を混ぜない。
 - ごみは土嚢袋から出して廃棄する。
 - 金属や木くず等の異種材質との複合材、及び異種材質が付着した廃棄物はいれない。
 - 液状等の未固化の汚れが付着している廃棄物はいれない。
 - ビニルクロスは、「廃プラMIX」には入れない。
- 以上ができない場合、廃プラスチックは再生できず、埋立処理となります。



レベル2 (レベル1の分別に加え)「塩ビ管」を分別します！
塩ビ管は、マテリアルリサイクルされる廃プラスチックです。単品分別により、リサイクル率が上がります。



注意 色がグレー以外はリサイクル不可となるケースがあります。リサイクル可能かどうかは、処理委託する処分業者に確認して下さい。

レベル3 (レベル2の分別に加え)「非塩素・軟質プラ」を分別します！
塩素を含まない軟質系廃プラスチック(非塩素軟質プラ)は、固形燃料(RPF)の原料等となり、セメント工場等で熱エネルギーとして利用(熱回収)されます。



非塩素軟質プラ(例)



レベル3・5 さらに単品分別を行うと、マテリアルリサイクルとなる品目があり！
【注】品目は処分業者に確認して下さい。

レベル4 (レベル3の分別に加え)「非塩素・硬質プラ」を“単品”分別します！
塩素を含まない硬質系廃プラスチック(非塩素硬質プラ)は、プラスチック製品の原料として再利用(マテリアルリサイクル)が可能であり、最も地球に優しい再生方法です！



非塩素硬質プラ(例)



【注】品目は処分業者に確認して下さい。

図 11.1 廃プラスチック分別のヒント
出典：一般社団法人日本建設業連合会 HP

表 11.2 建廃プラの分別方法と再資源化方法の好事例

リサイクル方法	工事現場での分別対応	中間処理施設での処理対応
マテリアルリサイクル	硬質の非塩素プラスチック（カラーコーン、CD管、ガス管、ポリタンク等）をメッシュボックスやフレコンバッグに入れて分別する。	手作業で異物を取り、圧縮梱包し、専門業者へ有価売却する。洗浄は行わない。売却先での処理工程は、微粉碎→水洗浄→射出成形→ペレット化。ペレットは、植木鉢やパレット等に利用できる。主にPPやPEであるが、あくまで低品位プラでも可能な製品への利用であるため、PPやPE以外の樹脂の多少の混合は許容される。
サーマルリサイクル	軟質の非塩素プラスチック（梱包材、緩衝材、PPバンド、スズランテープ等）を自動圧縮機 ¹²² あるいは圧縮袋 ¹²³ にて減容の上、中間処理施設に運搬する。	粉碎した後、金属を取り除き、フラフにして代替燃料として売却する。
ケミカルリサイクル	塩素プラスチック（電線被覆やシール材、塩ビ波板等）を分別する。	塩ビは、塩素濃度により、RPF原料、ガス溶融、埋立のいずれかの処理方法となる（塩素濃度が高いあるいは埋立処分費用が安い場合は埋立処分されることが多い）。現在はフォーミング抑制剤（高炉内の温度が1,600度になった際に吹き出す泡を抑える添加材）として高炉での処理委託というルートが開拓されつつある。塩素濃度は2万ppm程度まで受入可能。但し、全国に受入可能な高炉があるわけではなく、地域に限られるリサイクル方法である。

高品質な再生プラスチック原料にマテリアルリサイクルするためには、樹脂種類ごとに

¹²² 「SmaGo」というゴミ箱型の移動式圧縮機器で、観光地のゴミ箱に利用されているもの。建設業界での導入事例は建設廃棄物協同組合が初めて。ゴミ箱に廃棄物を入れると自動で圧縮される。軟質プラのみを入れた場合、1/5に減容できる。ゴミ箱内部にセンサーが付いており、容積が一杯になると運搬業者に通知される仕様になっている。自動圧縮とセンサーの電力は機器上部に設置された太陽光パネルでの発電で賄う。

¹²³ 吸引口から掃除機で吸い込むことで1/3に減容できる。軟質プラのみを入れる場合、2～3回繰り返し使用できる。特許申請中。

選別する必要があるが、特に梱包材についてはプラマークや樹脂種類の記載がないため、容易に素材ごとにわけることができない。また、現状では、流通過程と再資源化過程の手間やコストを踏まえるとバージン材の方が安いため、売却できないリスクが発生する。よって、現場での分別は、売却コストと分別コストを勘案し、樹脂種類ごとには分けず、低品質なプラスチック原料の提供に留めているが、その代わり、この分別には大きな設備投資も不要であるため、比較的簡単に取り組める分別方法である。

(2) 工事規模ごとの分別事例

①大規模工事

分別の程度：

ほとんどの現場においてはレベル1の分別方法であるが、大規模工事や大手ゼネコンが元請業者となった工事現場においては、レベル4の分別がされる場合もある。

分別の程度は工事現場によって大きく異なり、中には、詳細な分別によってゼロエミッションを実現した工事もある。その際には、全部で100以上の品目に分別することになり、建廃プラだけでも40品目以上となったが、工事工程によって発生する廃棄物が限られているため、作業員にとっては自身の作業で発生する廃棄物の分別品目は3～4種類程度となった。この現場では、100以上の分別品目は、現場を統括する立場の者が把握・管理し、作業員は3～4種類の分別品を理解していれば良かったため、必要最低限の周知でゼロエミッションが可能となった。

現場での対応：

新築工事は、解体工事と異なり、汚れがなく、他建材の接着も少ないため、分別に時間を必要としない。100以上の品目に分別したとしても、人件費などのコストが余計に発生することは考えにくい。分別することで資源として有価売却ができるため、コストメリットが大きい。しかし、建廃プラは比重が軽く、運搬効率が悪いため、運送費が高く係る可能性が高い。減容するなどの工夫が必要である。圧縮袋で圧縮減容するほか、スタイロフォームや発泡スチロールは、薬液で溶かして固め、1/80程度に減容する方法もある。

大成建設では、小口巡回回収事業を行い、廃棄物を集約することで効率的な運搬および再資源化の促進を進めている。少量の廃棄であっても、再資源化できるような運搬の体制構築およびインセンティブ付与等による支援が求められる。

広域認定制度の利用：

また、大規模工事においては、同じ廃製品が一定量発生するため、広域認定制度を利用し、中間処理施設ではなく、メーカーが指定する再資源化施設に搬入することも有効な方法である。現在、広域認定制度を取得しているプラスチック製の建設資材は表11.3の通り。

表 11.3 産業廃棄物広域認定制度を取得している建廃プラ

押出発泡ポリエチレン製品、ポリスチレン製品及びポリプロピレン製品
梱包用バンド製品
住宅設備機器（システムキッチン、ユニットバス、システムトイレ及びその部材）
発泡プラスチック断熱材
発泡ポリウレタン断熱材
脱塩ビホース
タイルカーペット
ビニール系床材
塩化ビニール製壁紙
テント類、シート類、幕類（塩ビ使用品または塩ビ不用品）
プラスチックコーン
建築資材及びその梱包材

※令和5年2月27日現在

出典：環境省 HP（産業廃棄物広域認定制度の認定状況¹²⁴）

表 11.4 新築工事における分別品目例

建材・製品名	内容	プラスチックの種類	再資源化方法	再資源化方法の詳細	分別優先度	経済性
上下水道管、継手	汚れていないもの、 汚れの程度が軽いもの	ポリ塩化ビニル（PVC）	マテリアルリサイクル	再生塩ビ管	高	
床材、Pタイル	汚れていないもの、 汚れの程度が軽いもの	ポリ塩化ビニル（PVC）	マテリアルリサイクル	塩ビ部分のみリサイクル	中	
床材、Pタイル	汚れているもの	ポリ塩化ビニル（PVC）	埋立(安定型)		中	
床材（カーペット）	繊維くずではなく廃プラに分類	化学繊維（ポリエステル、ナイロン、レーヨン等）	マテリアルリサイクル	塩ビ部分のみリサイクル	中	
床材（Pタイル、長尺シート等）	石綿含有建材	—	埋立(安定型)		中	
壁紙		ポリ塩化ビニル（PVC）	マテリアルリサイクル	広域認定制度	中	
壁紙（不織布）	壁紙は解体時のりがついているためガス化	化学繊維（ポリエステル、レーヨン等）	埋立(安定型)		中	
ホース（耐圧等）	ゴムや樹脂の複合	メーカーにより異なる（ポリ塩化ビニル、ポリウレタン等）	埋立(安定型)		中	
防水シート		ポリ塩化ビニル（PVC）	埋立(安定型)		中	
断熱材	スタイロフォーム	ポリスチレン（PS）	マテリアルリサイクル	熔融して再生プラ	中	高い
断熱材	発泡スチロール	ポリスチレン（PS）	マテリアルリサイクル	熔融して再生プラ	中	高い
梱包材	発泡スチロール	ポリスチレン（PS）	マテリアルリサイクル	熔融して再生プラ	中	高い
梱包材	PPバンド	ポリプロピレン（PP）	マテリアルリサイクル	有価売却	中	高い
梱包材	袋	ポリエチレン（PE）	マテリアルリサイクル	有価売却	中	高い

¹²⁴ https://www.env.go.jp/recycle/waste/kouiki/jokyo_1.html

②中規模工事

分別の程度：

大規模工事と同様であるが、発生物量が少ないため、効率的な回収・運搬のため、まとめてレベル1の分別とする方が、コストメリットがあり、かつ運搬に係るCO₂発生量も少ない可能性がある。

現場での対応：

対象工事がマンションなどの集合住宅の場合、住宅設備の搬入に伴う梱包材の発生量が多くなる。納品業者による持ち帰りや、圧縮減容の工夫が必要である。

③小規模工事

積水ハウス株式会社では、広域認定制度を利用し、新築工事から発生する廃棄物を効率的に収集し、再資源化を行っている。工事現場では最大27品目に分別を行っている。下記にその取組を記す。

分別の程度：

現場での建廃プラの分別品目は、図11.2のPEとその他樹脂（軟質）、図11.3の塩ビ、スチロール、アスファルトルーフィング、PPバンド、アスファルトテープ、ブルーシート、ビスベルト、その他樹脂（硬質）の10品目である。

現場での対応：

半透明の分別袋を用意し、品目ごとに分別している。袋には品目が明記されたタグをつけ、口を縛り、コンテナなどに保管する。一定量が溜まったら、自社で運営する処理センターに搬入し、分別袋を開けてさらに手作業で分別を行う。

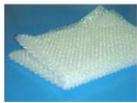
(1) 軟質プラスチック分別手順				
手順 ①	21 PE (ポリエチレン)			
■ 軟質プラスチックは右の3種類をPEとして分別します。				
	エアークャップ	内装建具梱包	・	和室仕上材梱包
手順 ②	19-3 その他樹脂（軟質）袋・シート類・フィルム類			
■ PE以外の ・フィルム・シート類 ・プラスチック梱包・包装 ・養生フィルム・シート ・ヒモ類・糸類 19-3で分別します。				
	養生・保護フィルム	断熱材梱包	包装用フィルム	水系・ヒモ類

図 11.2 軟質プラスチック分別手順

出典：積水ハウス株式会社提供

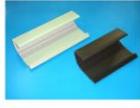
(2) 硬質プラスチック分別手順				
手順 ① ■ 硬質プラスチックは右の7分別を行います。 14 : 塩ビ 15 : スチロール 16 : アスファルトルーフィング 20 : PPバンド 19-2: アスファルトテープ 19-4: ブルーシート 19-5: ビスベルト	14 塩ビ		15 スチロール	
				
	塩ビ管	雨とい	スチロール	スタイロフォーム
	16 アスファルトルーフィング		20 PPバンド	
				
	アスファルトルーフィング		PPバンド	PPバンドストッパー
	19-2 アスファルトテープ	19-4 ブルーシート	19-5 ビスベルト	
				
アスファルトテープ	ブルーシート	ビスベルト		
手順 ② ■ 上記以外の硬質プラスチックは19-1で分別します。 エプトシーラー・テープ類もこの分類に当てはまります	19-1 その他樹脂（硬質）			
				
	エプトシーラー	テープ類	エスロネット	カルフォーム
				
	押し入れヒモ	ジョイナーハット	架橋ポリエチ管	サンマットスペーサー

図 11.3 硬質プラスチック分別手順

出典：積水ハウス株式会社提供

11.3.2 解体工事

(1) 解体工事における建廃プラの分別解体の特徴

新築工事ではがれき類の発生量がほぼないが、解体工事から発生する廃棄物のほとんどががれき類であり建廃プラの割合は少ないため、中間処理施設でも分けずに建設混合廃棄物としての受入を前提として元請業者と契約をしている。解体工事から発生する建廃プラは、汚れがある、劣化している、組成がわからない等の理由で、マテリアルリサイクルあるいはケミカルリサイクルが困難であり、工事現場で分別をしても、中間処理施設ではまとめて処理（熱回収、ガス化溶融または埋立）されることがある。

さらに、工事工程に沿って順に決められた建材が発生する新築工事と異なり、解体工事では比較的短期間にまとまった状態で廃棄物が発生するため、分別が難しい。解体工事の流れについては 11.7 参考資料に後述する。

よって、解体工事現場では、塩ビ管やタイルカーペット等の処理困難物を分別する程度で、廃プラスチック類や建設混合廃棄物の分類で排出されている。

なお、公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト＜解体工事技術編＞（2017年9月1日）」では、「建設リサイクル法においては、特定建設資材以外の建設資材についても、分別解体と再資源化に努めるように求められている」とあり、その中でもプラスチック系建設資材については、土木用資材の具体例として、コンクリート打継目の止水版、コンクリート打設用材料（鉄筋のスペーサー）、暗渠、排水管、止水シート、建築用資材の具体例として、給排水管、雨樋、波板、浴槽や水槽などの繊維強化プラスチック（FRP）が挙げられている。これらプラスチック系建設資材の再資源化においては、「全排出量の約四分の一が、現在も再資源化されないまま焼却又は廃プラスチック類として安定型最終処分場で埋立処分されており、さらなる再資源化率の向上が望まれている。」とあり、再資源化の方法について表 11.5 の事例を提示している。中間処理施設での受入状況によっては、これら品目の分別も行われると想定される。

表 11.5 廃プラスチック類の再資源化の例

	マテリアルリサイクル			サーマルリサイクル			ケミカルリサイクル		
	プラスチック原料	軽量鉄骨	再生利用	RPF	セメント原燃料	火力発電等の補助燃料	ガス化	高炉還元剤	油化
塩ビ管、塩ビサッシ		○	○		○				
FRP		○			○				
ポリエチレン樹脂	○	○	○	○	○	○	○	○	○
発泡ポリウレタン	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ポリウレタン	○	○		○	○	○	○	○	

出典：公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト＜解体工事技術編＞」（2017年9月1日）290 ページ

(2) 工事規模ごとの分別事例

①大規模工事

分別の程度：

タイルカーペットや塩ビ管等のリサイクルが可能なもの、アスベスト含有の疑いがある P タイル等は個別に分別して排出するよう推進されている。その他の建廃プラは、汚れの付着

状況を見て、廃プラスチック類と建設混合廃棄物に分けられる。しかし、中間処理施設での受入品目や処理内容により変わるため、ルール化は難しい。

取組優先度：

リサイクル率の目標を設定している元請業者も多いが、建設廃棄物の全体のリサイクル率が高い状況で、どのようなものがどのくらい出るのか把握しにくく、管理が困難であり、かつ全体に占める割合が小さい解体系の建廃プラの取組優先度は低い。

表 11.6 解体工事における分別品目例

建材・製品名	内容	プラスチックの種類	再資源化方法	再資源化方法	分別優先度	経済性
上下水道管、継手	汚れていないもの、汚れの程度が軽いもの	ポリ塩化ビニル (PVC)	マテリアルリサイクル		高	手間はかかるが、処分費はコストダウンする場合がある
上下水道管、継手	汚れているもの	ポリ塩化ビニル (PVC)	埋立(安定型)		高	〃
雨樋、波板、サッシ		ポリ塩化ビニル (PVC)	その他	処分場による	高	〃
波板、プレート		ポリカーボネート (PC)	その他	処分場による	高	〃
床材、Pタイル	汚れていないもの、汚れの程度が軽いもの	ポリ塩化ビニル (PVC)	マテリアルリサイクル		高	〃
床材、Pタイル	汚れているもの	ポリ塩化ビニル (PVC)	埋立(安定型)		高	〃
床材 (カーペット)	繊維くずではなく廃プラに分類	化学繊維 (ポリエステル、ナイロン、レーヨン等)	マテリアルリサイクル		中	〃
床材 (Pタイル、長尺シート等)	石綿含有建材	—	その他	処分場による	高	手間及び処分費コストアップ
壁紙		ポリ塩化ビニル (PVC)	その他	処分場による	中	手間はかかるが、処分費はコストダウンする場合がある
壁紙 (不織布)	壁紙は解体時のりがついているためガス化	化学繊維 (ポリエステル、レーヨン等)	その他	処分場による	中	〃
ホース (耐圧等)	ゴムや樹脂の複合	メーカーにより異なる (ポリ塩化ビニル、ポリウレタン等)	その他	処分場による	高	〃
防水シート		ポリ塩化ビニル (PVC)	埋立(安定型)		中	〃

②中規模工事

分別の程度：

大規模工事と同様であるが、対象工事がマンションなどの集合住宅の場合、水回りの設備の解体から発生する廃棄物が多くなる。水回りの設備には、ユニットバス、床タイル、防水シートなどのプラスチック建材が多く、かつ剥離・分離ができない複合建材であることが多いため、分別は極めて困難で、建設混合廃棄物の分類で排出される。

③小規模工事

分別の程度：

大規模工事と同様であるが、発生物量が少ないため、効率的な分別が求められる。

11.3.3 リフォーム工事

(1) リフォーム工事における建廃プラの分別解体の特徴

リフォーム工事の独自の分別ルールはなく、廃棄物の管理上、解体工事を行った後に新築工事を行うという考え方である。

(2) 工事規模ごとの分別事例

①大規模工事

分別の程度：

特に大規模工事の場合は、リフォーム工事における解体と新築の区分けが明確で、解体の際には解体工事に伴う分別を行い、その後の新築の際には新築工事に伴う分別を行う。作業員も異なる。

現場での対応：

駅やホテル、商業施設等、営業中の施設で工事を行うことが多い。工事期間が短く、夜間に行うこともあるため、特に床材は、既存の建材を剥がしている時間がなく、上から新しい床材を貼る。よって、もとより廃棄物の発生量が極端に少ない可能性がある。

②中規模工事

表 11.7 は、関東圏内のオフィスビル（トイレなどの水回り設備あり）のリフォーム工事を行った際に、建材の撤去（解体）の工程で発生した廃棄物の内訳である。この工事を請け負った工事業者では、元請業者からの依頼もあり建設混合廃棄物の割合を 10%以下にすることを目標にしており、今後はさらに 6%以下に抑えるための取組を検討している。

ただし、リフォーム工事の規模や種類によって、分別難易度が異なる。規模が大きな工事や、天井や壁などを撤去する工事が伴うリフォーム工事であれば、発生する廃棄物は、解体工事から発生する廃棄物に近い性質を持つため、解体工事の分別方法を参考にした方がよい。

表 11.7 オフィスのリフォーム工事から発生する廃棄物の種類と内訳

廃棄物種類	内訳
建設混合廃棄物	15.8%
ガラス・陶磁器	12.2%
ガラスウール	3.7%
木くず	10.2%
廃プラスチック	9.7%
石綿含有建材（長尺シート）	1.9%
石綿含有建材（ケイカル板）	3.7%
がれき	42.8%
計	100.0%

出典：解体工事業者から提供

③小規模工事

限られた部屋のみでの工事や、キッチンのような狭い範囲でのリフォーム工事は、作業スペースがないため、分別できずに廃プラ MIX が建設混合廃棄物としてまとめることが多い。また、都心では積み込み場所や時間が限られているため、工事現場で分別するより、積替保管施設や中間処理施設にて分別した方が効率的である。

11.4 工事種類ごとの建廃プラ分別の推進における課題

工事種類ごとの建廃プラの分別の推進における課題について表 11.8 に整理した。

表 11.8 工事種類ごとの建廃プラの分別の推進における課題

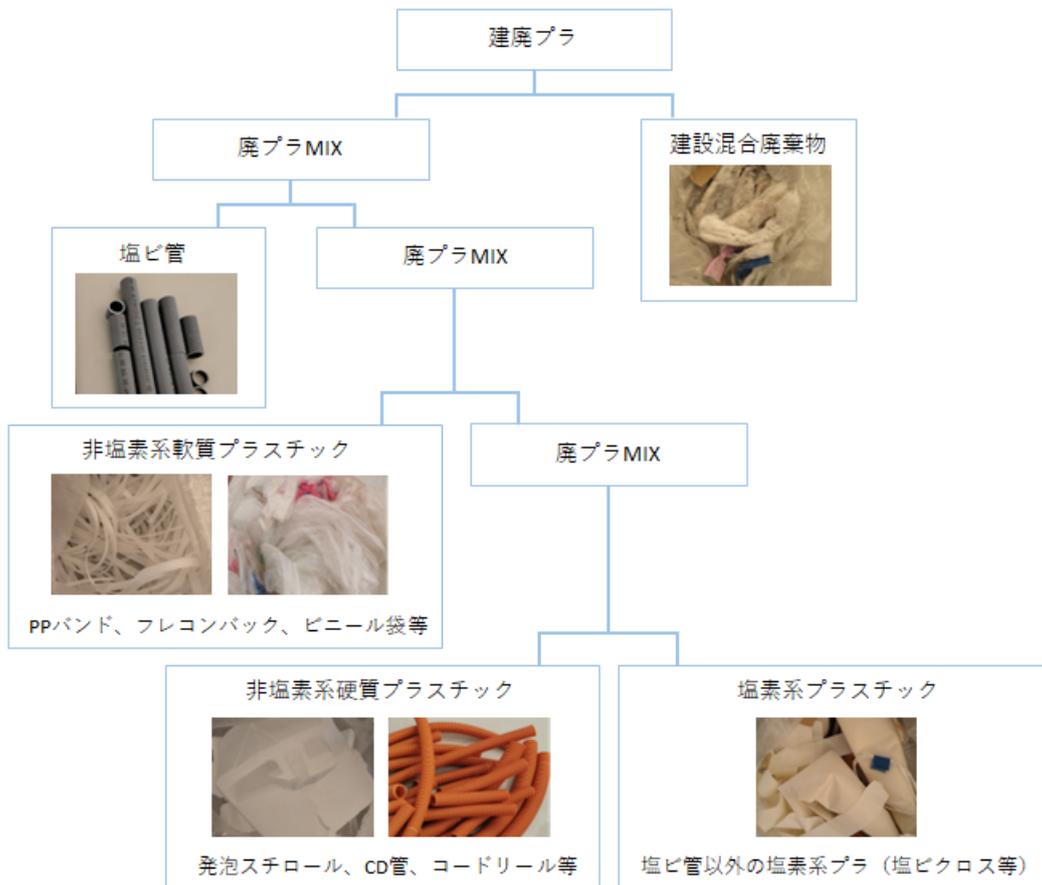
新築工事	<ul style="list-style-type: none">・ 他の工事に比べ、発生する建廃プラの想定がしやすく、分別のルールが設定しやすい。大規模工事においては、①塩ビ管、②非塩素軟質プラ、③非塩素硬質プラ、④塩ビ管以外の塩素系プラの分別については、既に取組が推進されている。・ その他の工事については、工事規模（発生量）に見合った分別ルールを考える必要がある。
解体工事	<ul style="list-style-type: none">・ どのようなものが発生するのか把握しにくく、分別ルールの設定が困難である。また丁寧に分別しても中間処理施設での処理方法・受入条件によっては、マテリアルリサイクルができない可能性もある。・ 建廃プラとして分別し、建設混合廃棄物に分類しないとといった分別方法が適当である。
リフォーム工事	<ul style="list-style-type: none">・ リフォーム工事の独自の分別ルールはなく、廃棄物の管理上、解体工事を行った後に新築工事を行うという考え方である。・ 大規模工事においては、元請業者による分別ルール・分別目標が設定されていることがある。・ 小規模工事の中には、廃棄物の保管場所が限られている、工期が短いといった理由で、分別ができないことがある。工事規模が小さな工事においては、積替保管場所での分別といった方法も考えられる。

11.5 建廃プラ分別方法の周知案

前項 11.3 と 11.4 の内容を図 11.4、図 11.5、図 11.6 に整理した。

新築工事における分別事例

新築工事から発生する廃棄物は、事前に廃棄物の種類や発生量を把握しやすく、汚れも少ないため、他の工事と比較して分別が容易である。まずは再資源化ができるものとできないものに分け、さらに再資源化が可能なものをその再資源化方法に応じて分別を行う。



工事規模ごとの留意点

大規模工事

発生量が多いため、容積が大きい建廃プラは分別・保管の場所を必要とする。圧縮袋を使った減容などの工夫が必要である。発泡スチロールについては薬液で溶かして固めるなどの方法もある。

同じ廃製品が一定量発生するため、広域認定制度を利用し、中間処理施設ではなく、メーカーが指定する再資源化施設に搬入することも有効な方法である。

中規模工事

大規模工事と比較すると発生物量が少ないため、効率的な回収・運搬のために、建廃プラとしてまとめて分別とする方がコストメリットがあり、かつ運搬に係るCO₂発生量も少なくなる可能性がある。

対象工事がマンションなどの集合住宅の場合、住宅設備の搬入に伴う梱包材の発生量が多くなる。納品業者による持ち帰りや、圧縮減容の工夫が必要である。

小規模工事

積水ハウス株式会社では、広域認定制度を利用し、新築工事から発生する廃棄物を効率的に収集し、再資源化を行っている。工事現場では最大27品目に分別を行っている。

保管場所が狭いことが多いため、分別袋を利用した分別など、他の廃棄物と混ざらないような保管の工夫が必要である。

図 11.4 新築工事における分別事例

解体工事における分別事例

解体工事から発生する建廃プラは、汚れがある、劣化している、組成がわからない等の理由で、マテリアルリサイクルあるいはケミカルリサイクルが困難である。建廃プラの分別にあたっては、契約している中間処理施設の受入基準（受入品目、荷姿、形状等）を確認の上、その受入基準に沿った分別を行うのが効率的である。

表 建廃プラの再資源化の例

	マテリアルリサイクル			サーマルリサイクル			ケミカルリサイクル		
	プラスチック原料	軽量鉄骨	再生利用	RPF	セメント原燃料	火力発電等の補助燃料	ガス化	高炉還元剤	油化
塩ビ管、塩ビサッシ		○	○		○				
FRP		○			○				
ポリエチレン樹脂	○	○	○	○	○	○	○	○	○
発泡ポリウレタン	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ポリウレタン	○	○		○	○	○	○	○	

出典：公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト<解体工事技術編>」（2017年9月1日）

工事規模ごとの留意点

大規模工事

タイルカーペットや塩ビ管等のリサイクルが可能なもの、アスベスト含有の疑いがあるPタイル等は個別に分別して排出するよう推進されている。その他の建廃プラは、汚れの付着状況を見て、廃プラスチック類と建設混合廃棄物に分けることが望ましい。

中規模工事

大規模工事と同様であるが、対象工事がマンションなどの集合住宅の場合、水回りの設備の解体から発生する廃棄物が多くなる。ユニットバス、床タイル、防水シートなどのプラスチック建材が多く、かつプラスチック以外の廃棄物が付着し、剥離・分離ができない複合建材であることが多い。分別の困難性を見極め、分別が極めて困難と判断される場合は、建設混合廃棄物の分類で排出する。

小規模工事

大規模工事と同様であるが、発生物量が少ないため、効率的な分別が求められる。

図 11.5 解体工事における分別事例

リフォーム工事における分別事例

リフォーム工事の独自の分別ルールはなく、廃棄物の管理上、解体工事を行った後に新築工事を行うという考え方である。よって、建廃プラの分別においても、解体の際には解体工事の分別方法と採用し、新築の際には新築工事の分別方法を採用することが適当である。

工事規模ごとの留意点

大規模工事

特に大規模工事の場合は、リフォーム工事における解体と新築の区分けが明確で、解体の際には解体工事に伴う分別を行い、その後の新築の際には新築工事に伴う分別を行う。

駅やホテル、商業施設等、営業中の施設で工事を行うことがあり、その場合は工事期間が短く、夜間に行うこともあるため、丁寧な分別の時間が無い可能性がある。また、既存の建材を剥がしている時間がなく、上から新しい建材を貼ることもあり、もとより廃棄物の発生量が極端に少ない工事もあるため、現場の状況に応じた分別を行う。

中規模工事

下表は、関東圏内のオフィスビル（トイレなどの水回り設備あり）のリフォーム工事を行った際、建材の撤去（解体）の工程から発生した廃棄物の内訳である。この工事を請け負った工事業者では、元請業者からの依頼もあり建設混合廃棄物の割合を10%以下にすることを目標にしており、今後はさらに6%以下に抑えるための取組を検討している。

ただし、リフォーム工事の規模や種類によって、分別難易度が異なる。規模が大きな工事や、天井や壁などを撤去する工事が伴うリフォーム工事であれば、発生する廃棄物は、解体工事から発生する廃棄物に近い性質を持つため、解体工事の分別方法を参考にした方が良い。

表 オフィスのリフォーム工事から発生する廃棄物の種類と内訳（一例）

廃棄物種類	内訳
建設混合廃棄物	15.8%
ガラス・陶磁器	12.2%
グラスウール	3.7%
木くず	10.2%
廃プラスチック	9.7%
石綿含有建材（長尺シート）	1.9%
石綿含有建材（ケイカル板）	3.7%
がれき	42.8%
計	100.0%

出典：解体工事業者提供

小規模工事

限られた部屋だけの工事や、キッチンのような狭い範囲での工事は、作業スペースがないため、分別できずに廃プラMIXが建設混合廃棄物としてまとめることが多い。また、都心では積み込み場所や時間が限られているため、工事現場で分別する場合と積替保管施設や中間処理施設で分別する場合の再資源化率、作業効率性、コストメリットについて検討した上で、分別品目を決定する。

図 11.6 リフォーム工事における分別事例

11.6 建廃プラ分別方法の周知に係る今後の検討課題

(1) 中間処理施設での受入品目の考慮

工事現場では、中間処理施設での受入品目に沿って分別を行っており、分別品目はどの中間処理施設に搬入するのにかによって変化する。工事現場（元請業者や解体工事業者）が主体

となって分別解体を実施している事例もあるが、その後の中間処理工程で混合され、まとめて処理されれば分別の意味がなくなってしまうため、建廃プラの再資源化のための分別は、中間処理施設での受入品目が大きく影響する。

工事規模が大きな新築工事現場では、中間処理業者が分別品目の提案を行うほか、分別指導のために現場に入ることがある。中間処理業者はその後の処理工程を把握しており、分別のためのノウハウも有しているため、現場の規模やコストメリット、現場の管理者の環境意識を踏まえ、最も利がある分別の仕方を提案することができる。

本調査で整理した事例については、さらに中間処理業者へのヒアリング調査を行い、必要に応じて見直しをすることで、現場での実態に沿った分別事例となる。ヒアリング調査先は、分別指導を実施している中間処理業者か、中間処理施設を有し自社で中間処理を行っている解体工事業者が望ましい。

中間処理業者にて、その後の再資源化工程を考慮した分別品目を提示し、工事現場がそれに対応することで、業界の分別解体・再資源化の取組が推進されていくと考えられる。

(2) リサイクル技術の整理

上記(1)に伴い、中間処理後のプラスチックのリサイクル技術についても整理する必要がある。特に建設工事から発生する汚れ等が多いプラスチックのマテリアルリサイクルおよびケミカルリサイクルの可能性については、リサイクル施設の立地状況や受入可能量、今後の見通しを整理し、公開することで、排出事業者がその後のリサイクル方法を踏まえた分別ルールを検討しやすくなる。

(3) 脱炭素効果の検証

マテリアルリサイクルは天然資源の投入量を減らすためには有効な方法であるが、分別・回収・選別・洗浄・コンパウンドといった一連の工程に、エネルギーを必要とする。他方で、今後は、脱炭素の取組の推進もあり、代替燃料としての廃棄物の需要も増えることが見込まれる。建廃プラの再資源化の促進においては、マテリアルリサイクルのみを目指すのではなく、ライフサイクル全体での脱炭素効果、リサイクルのための設備投資、コスト等を踏まえ、効率的にマテリアルリサイクルを推進し、難しいものはサーマルリサイクルを行うという方法を採用することが望ましい。適切なリサイクル方法を選択するためにも、リサイクル工程の脱炭素効果といった評価方法も検証する必要がある。

また、建廃プラは比重が小さく、リサイクルを推進しても、建設リサイクル全体への貢献度合いが見えにくい。よって、リサイクル率と合わせ、取組の評価指標として脱炭素効果等を算出・提示していくことで、建廃プラの再資源化の促進の推進力となりうると考えられる。

(4) メーカーの取組

特に新築工事において発生量が多い建廃プラは、梱包材である。ゼネコンでは、工事現場で減容の上、マテリアルリサイクルする等の取組が進められているが、建材メーカーにおいても以下の取組により、梱包材の削減を推進している事例がある。分別事例と併せて整理・周知することで、建廃プラの3Rに係る取組が推進されると考えられる。

- ① 無梱包、無包装の研究
- ② 1 梱包ユニットを大きくした耐久性の高い梱包材料を用いたパレット方式、ラック方式の検討
- ③ 省材料梱包方の研究（梱包代替材・簡素化）
- ④ 梱包補助部品は再生可能な材料、または焼却しても問題のない材料の採用について検討（例：緩衝材－発泡スチロールをダンボールまたはパルプモールドに変える）

表 11.9 建材メーカーにて既に行われている対策事例

品目	従来の対応	簡素化の取組
岩綿吸音板	ダンボールで梱包 個々に梱包	ダンボールの厚さを薄くする まとめて梱包パレット化
床タイル	ダンボールで梱包	まとめて梱包パレット化 包装材料のミニマム化 包装材料のリサイクル化
照明器具	個々に梱包 包装材料に発泡スチロールを使用	まとめて梱包パレット化 包装材料のリサイクル化（パルプモールド）
衛生陶器	個々に梱包 包装材料に発泡スチロールを使用	まとめて梱包パレット化
空調機器	付属品を個々に梱包	付属品を向上で組み込み一体化

出典：㈱廣済堂「建設ゼロエミッション Q&A 改訂版」（2001 年 9 月 23 日）29 梱包材の簡素化と再利用

11.7 参考資料

新築工事では、工事工程に沿って順に決められた建材が発生し、かつ設計段階において廃棄物の種類や量を把握することができる。一方で、解体工事では比較的短期間にまとまった状態で廃棄物が発生し、その組成や物量についても事前に把握することが難しい。このことから、解体工事から発生する廃棄物の分別解体・再資源化においては、事前の調査と計画が求められる。その流れと留意点について、公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト〈解体工事技術編〉」（2017 年 9 月 1 日）にて整理されている内容から、廃棄物の分別解体・再資源化に係る内容を抜粋する。

解体工事の流れ

①事前調査

元請業者は、対象建築物等及びその周辺、作業場所、搬出経路の状況、残置物の有無、付着物の有無等の調査を行う。

②分別解体等の計画の作成

元請業者は、事前調査に基づき、分別解体等の計画を作成する。

③発注者への説明

元請業者は、発注者（発注しようとしている者）に対し、分別解体等の計画等について、書面を交付して説明する。

④契約

発注者及び元請業者は、工事の契約に際し、建設業法で定められたもののほか、分別解体等の方法、解体工事に要する費用、再資源化等をするための施設の名称及び所在地並びに再資源化等に要する費用を書面に記載し、署名又は記名押印して相互に交付する。

⑤事前届出

発注者は、工事着手の7日前までに、分別解体等の計画等について、都道府県知事又は建設リサイクル法施行令で定められた市区町村長に届け出る。

⑥下請負人への告知

元請業者は、下請負人に対し、その工事について発注者が都道府県知事又は建設リサイクル法施行令で定められた市区町村長に対して届け出た事項を告知する。

⑦下請契約

下請契約の当事者は、工事の契約に際して、建設業法で定められたもののほか、分別解体等の方法、解体工に要する費用、再資源化等をするための施設の名称及び所在地並びに最資源化等に要する費用を書面に記載し、署名又は記名押印して相互に交付する。

⑧施工計画の策定

元請業者は、工事全体の施工計画を作成する。工事の規模に応じて再生資源利用促進計画を作成する。

⑨工事着手前に講じる措置の実施

施工者は、分別解体等の計画に従い、作業場所及び搬出経路の確保、残存物品の搬出の確保、付着物の除去等の措置を講じる。

⑩工事の施工

施工者は、分別解体等の計画に基づいて、定められた手順で分別解体等を実施する。

⑪再資源化等の実施

元請業者は、分別解体等に伴って生じた特定建設資材廃棄物について、再資源化等を行うとともに、その他の廃棄物についても、可能な限り再資源化に努め、再資源化等が困難なものは適正に処分を行う。

⑫発注者への完了報告

元請業者は、再資源化等が完了した旨を発注者へ書面で報告するとともに、再資源化等の実施状況に関する記録を作成し、保存する。

事前調査の内容

事前調査の主な項目は、表 11.10 の通り。なお、建設リサイクル法では、対象建設工事について次の調査は必ず行わなければならないことになっている。

対象建築物等及びその周辺の状況に関する調査

分別解体等をするために必要な作業場所に関する調査

工事の現場からの特定建設資材廃棄物、その他の物の搬出の経路に関する調査

残存物品の有無の調査

特定建設資材への付着物の有無の調査

表 11.10 事前調査の項目

項目	具体的内容	特に留意する事項
(1) 対象建築物等	①構造形式・規模	合成構造、基礎等
	②用途・履歴・老朽度	竣工年、増改築の有無等
	③部材・内外装材の種類	建材の種類等
	④建築設備の状況	空調設備等
	⑤付着物・有害物の有無	石綿、PCB、CCA、フロン等
	⑥残存物品の有無	工事着手時まで残存する物品等
	⑦作業場所の状況	周辺空地の状況等
(2) 敷地	①形状・高低差	仮設物・機器等設置場所等
	②面積	敷地・建築・床面積等
	③障害物の有無	門・塀・造園物等
	④配管・配線の状況	地中埋設物等
	⑤地下水位	地下構造物等
(3) 近隣状況	①隣接する建築物等の状況	現状調査・記録等
	②近隣住民の状況	騒音・振動・粉じんの影響等
(4) 近隣施設	①工事関連施設	役場、警察署、消防署、監督署等
	②病院・学校	騒音・振動・粉じんの影響等
	③人・物の流れ	混雑する時間帯等
(5) 道路	①現場周辺の道路網	迂回路等
	②資・機・廃材等の搬出経路	交通規制等
	③道路施設・通行障害物の有無	歩道橋、電柱、ガードレール等
(6) 副産物 (廃棄物)	①種類・量	特定建設資材等
	②処理施設の能力・所在地	許可証、地図等
	③処理施設までの経路	所要時間等

ここまで、公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト<解体工事技術編>」
(2017年9月1日) 81～82ページからの引用

以降は、表 11.10 の項目から、廃棄物の排出・処理に関するもの抽出し、その詳細については公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト<解体工事技術編>」(2017年9月1日)の83～86ページの内容を抜粋した。

(1) 対象建築物等

①構造形式・規模

解体工事の工法選定や作業手順等に直接関係するため、設計図書、竣工図、増改築記録等を基にして調査を行い、主要構造部材・形状・寸法・接合方法等並びに増改築状況等を確認する。設計図書、竣工図、増改築記録が保存されていない場合、あるいは設計図書等と現場調査に差異があった場合は、特に入念な調査が必要である。

②用途・履歴・老朽度

用途模様替え、増改築が行われた建築物等は、外装が同じあるいは類似していても構造が異なる場合があり、増改築部分及び接合部の調査が重要である。建築物等の使用期間・用途・老朽度及び建物の被災歴等についても調査する。建築物等の用途、日照、湿気、風通し、水場の有無等により老朽度に大きな差が生じ、特に炊事場・浴室・便所等の水場は早期に腐朽しやすいので、入念に調査する。

③部材・内外装材の種類

部材・内外装材の種類によっては、作業方法・作業手順・廃棄物の処理方法等が異なるので注意が必要である。特に石綿含有建材の有無の調査は必須である。

⑤付着物・有害物の有無

付着物・有害物については、特に石綿含有吹付け材やその他の石綿含有建材等についての調査が重要である。その他、PCB含有建材、フロン含有建材、あるいは木造建築物等の土台等の防腐・防蟻を目的にしたCCA(クロム・銅・ヒ素化合物系木材防腐剤)にも注意が必要である。

⑥残存物品の有無

当該建築物と直接関係ない残存物品はその所有者が事前に処理するのが原則である。工事着手前に徹底しておくことが望ましい。

⑦作業場所の状況

建築面積、建蔽率、周辺空地の状況等について調査する。

(6) 副産物 (廃棄物)

①種類・量

解体工事から発生した建設副産物は、できるだけ再資源化を行い、再資源化不可能なものは適正に処分しなければならない。

建設リサイクル法は、元請業者等の施工者が特定建設資材廃棄物について再資源化を行うことを義務付けている。また、分別解体等の計画等の届出においては、特定建設資材廃棄物の種類ごとの発生量の見込み及びその発生が見込まれる建築物の部分を確認しておく必要がある。

分別のための作業場所についても調査しておく必要がある。

②処理施設の能力・所在地

特定建設廃棄物はもちろんのことそれ以外の廃棄物についても、「建設リサイクル法」、「廃棄物処理法」、「資源有効利用促進法」などに従って適正に処理しなければならない。

建設副産物は品目によって処理・処分方法が異なり、中間処理施設や最終処分場も受け入れる品目に制限がある。必ず産業廃棄物処理業許可証を確認し、許可を受けた品目を確認しておく必要がある。

確実に処理・処分できる中間処理施設や最終処分場の場所を調査、確認し、施設の処理能力、休業日、営業時間、悪天候時の対処法などについても調査しておく。

③処理施設までの経路

排出現場から処理施設までの運搬所要時間は、工程管理や工事予算に大きく影響する。

往路・復路の時間帯ごとの渋滞度、走行キロ数、交通規制、道路工事の有無などを実際に車を走らせて調査しておく。

第十二章 建設混合廃棄物の組成調査

都市部・地方部それぞれにて戸建住宅の新築工事から排出される廃棄物の組成調査を実施し、特に建設混合廃棄物に分類されるものの内訳について整理した。

12.1 調査の進め方

12.1.1 調査の背景と目的

塩ビ管・継ぎ手などの様に、分別がしやすく、かつ一定量がまとまって排出される建材は、分別されリサイクルされるが、それ以外は建設混合廃棄物として様々な種類の廃棄物と混合状態で排出・処理される。建設混合廃棄物に分類されるものは、建設系廃プラスチックや複合建材廃棄物が多い。

建設混合廃棄物として中間処理施設に搬入されたものは、選別が困難であるために、多くは焼却・埋立となる。よって、建設廃棄物の再資源化を促進するためには、現場での分別を徹底し、建設混合廃棄物に分類される廃棄物を減らすことが必要である。

しかし、現場での分別の度合いは、割ける人員、工期、掛けられるコスト等に左右される。掛ける手間やコストが、分別・再資源化できる廃棄物の物量に見合うかを判断するためにも、現在の建設混合廃棄物の組成（何がどのくらい混入しているか）について、明らかにする必要がある。

建設混合廃棄物の組成については、昨年度に建設廃棄物協同組合が新築工事（ビル）を対象として調査を行っている。よって本調査では、戸建住宅の新築工事における組成調査を行い、新築工事（ビル）の結果と比較を行った。

また、地方部においては保管場所の確保ができ、工期に余裕があることが多いことから、都市部に比べて分別解体が進み、建設混合廃棄物の排出量が少ないことが予想される。対応策の検討にあたっては、これら地域における違いについても明らかにすることが求められ、都市部と地方部それぞれにて調査を行うこととした。

12.1.2 調査の実施方法

組成調査を行う物件は、以下の都市部と地方部の2件とし、外構工事以外の工程から排出される全ての廃棄物を展開検査の上、品目ごとに分別し、その重量と容積を計測した。いずれも、現場分別を細かく行っている施工業者が実施する工事を採用した。混合状態で排出する場合に比べ、廃棄物の状態がわかりやすく、再資源化促進の方策が検討しやすいためである。一般的な施工業者の廃棄物排出状況や建設混合廃棄物の組成について、明確に求めることはできないが、中間処理施設へのヒアリングを行い調査することとした。

12.2 建設混合廃棄物の分別解体・再資源化に係る問題

国土交通省の平成30年度建設副産物実態調査によると、建設副産物全体の再資源化率（縮減含む）は約97%であった。建材混合廃棄物については、約63%と他に比べて低いものの、建設リサイクル推進計画の目標60%を達成している（表12.1）。

表 12.1 建設副産物の「建設リサイクル推進計画 2014」の目標達成状況

	平成20年度 (A)	平成24年度 (B)	平成30年度 (C)	平成30年度(C) -平成24年度(B)	建設リサイクル推進計画2014	
					平成30年度 目標値	目標値 達成状況
アスファルト・コンクリート塊の再資源化率	98.4%	99.5%	99.5%	0.0%	99%以上	達成
コンクリート塊の再資源化率	97.3%	99.3%	99.3%	0.0%	99%以上	達成
建設発生木材の再資源化・縮減率 ^(注5)	89.4%	94.4%	96.2%	1.8%	95%以上	達成
建設汚泥の再資源化・縮減率	85.1%	85.0%	94.6%	9.6%	90%以上	達成
建設混合廃棄物の再資源化・縮減率	39.3%	58.2%	63.2%	5.0%	60%以上	達成
建設混合廃棄物の排出率	4.2%	3.9%	3.1%	-0.8%	3.5%以下	達成
建設廃棄物の再資源化・縮減率	93.7%	96.0%	97.2%	1.2%	96%以上	達成
建設発生土有効利用率 ^(注6)	71.7%	77.8%	79.8%	2.0%	80%以上	未達成

出典：国土交通省「平成30年度建設副産物実態調査結果（確定値）参考資料」¹²⁵（参考1-1）

また、建設混合廃棄物の排出量は全体の約3%であり（図12.1）、さらに既に建設リサイクルの目標が達成されていることから、ゼネコンや解体工事業者では、組成が明確ではなく、分別・選別の方策が立てにくい建設混合廃棄物については、適正処理という方針に留まっている。

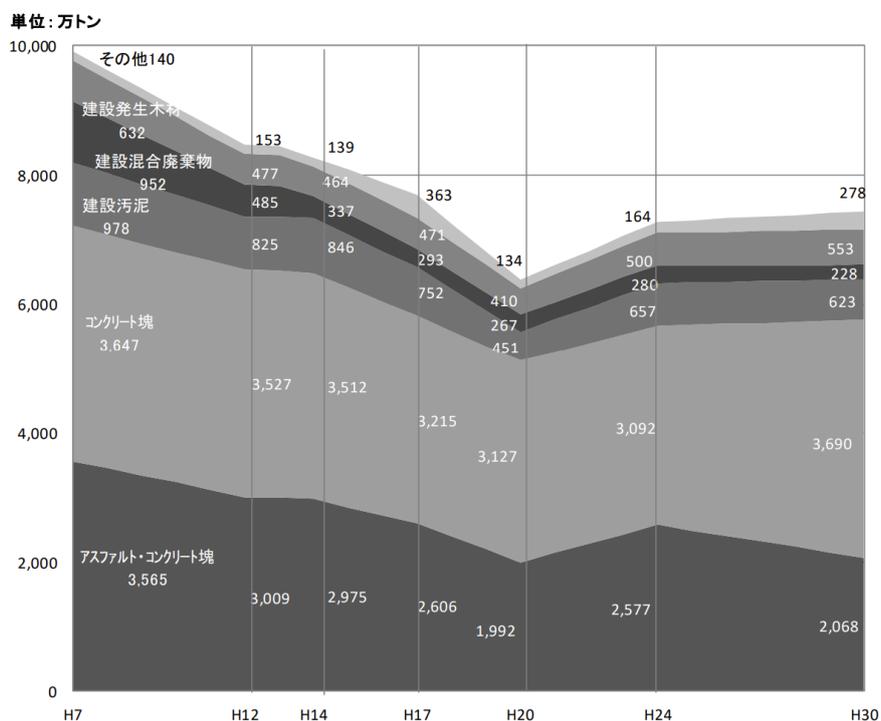


図 12.1 品目別の建設混合廃棄物排出量

出典：国土交通省「平成30年度建設副産物実態調査結果（確定値）参考資料」¹²⁵（参考1-6）

¹²⁵https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d11pdf/fukusanbutsu/jittaichousa/H30sensusekkka_sankou2.pdf

解体工事から排出される廃棄物は、全体重量のうちほとんどが基礎工事と躯体工事から発生するコンクリートと鉄であるが、そのうち、純がら（付着物が少なく、再生材として売却できるもの）は、現場から破砕処理を行う中間処理業者に直送され、再資源化されることが多い。よって、建設廃棄物の中間処理施設に搬入されるものは、ALC（軽量気泡コンクリート）やタイル等が付いたコンクリート、木くず、廃プラスチック類、建設混合廃棄物が多くを占める。再資源化率の低い建設混合廃棄物の受入量が再資源化工程に及ぼす影響は大きく、各中間処理業者では、建設混合廃棄物は、リサイクルの課題として認識している。

特に、最終処分量の観点から見た場合、建設廃棄物の最終処分量の約40%を建設混合廃棄物が占めており（表12.2）、埋立処分場の逼迫問題に影響を及ぼしている。

このことから、建設混合廃棄物の分別の促進によって、中間処理施設での処理量を減らし、最終処分量（埋立処分量）を削減することは、建設廃棄物の再資源化における重要な課題である。

表 12.2 品目別再資源化率、再資源化・縮減率

		場外搬出量 ①+②+③			再資源化率	再資源化・縮減率	排出率
		①再資源化量	②縮減量	③最終処分量			
H7	アスファルトコンクリート塊	3,565	2,882	0	80.7%		
	コンクリート塊	3,647	2,359	0	64.6%		
	建設汚泥	978	57	78	5.8%	13.8%	
	建設混合廃棄物	952	53	48	5.5%	10.5%	9.6%
	建設発生木材	632	234	11	37.2%	40.3%	
	その他(廃プラスチック、紙くず、金属くず等)	140	46	1			
	建設廃棄物合計	9,914	5,629	137	56.8%	58.2%	
H12	アスファルトコンクリート塊	3,009	2,964	0	98.5%		
	コンクリート塊	3,527	3,394	0	96.2%		
	建設汚泥	825	248	92	29.9%	40.9%	
	建設混合廃棄物	485	35	7	7.3%	8.7%	5.7%
	建設発生木材	477	182	213	38.2%	82.9%	
	その他(廃プラスチック、紙くず、金属くず等)	153	55	1			
	建設廃棄物合計	8,476	6,879	312	81.1%	84.8%	
H14	アスファルトコンクリート塊	2,975	2,937	0	98.7%		
	コンクリート塊	3,512	3,425	0	97.5%		
	建設汚泥	846	383	197	45.3%	68.6%	
	建設混合廃棄物	337	58	64	17.2%	36.0%	4.1%
	建設発生木材	464	284	131	61.1%	89.3%	
	その他(廃プラスチック、紙くず、金属くず等)	139	94	3			
	建設廃棄物合計	8,273	7,181	395	86.8%	91.6%	
H17	アスファルトコンクリート塊	2,606	2,569	0	98.6%		
	コンクリート塊	3,215	3,155	0	98.1%		
	建設汚泥	752	360	200	47.9%	74.5%	
	建設混合廃棄物	293	43	39	14.5%	27.7%	3.8%
	建設発生木材	471	321	106	68.2%	90.7%	
	その他(廃プラスチック、紙くず、金属くず等)	363	288	19			
	建設廃棄物合計	7,700	6,736	364	87.5%	92.2%	
H20	アスファルトコンクリート塊	1,992	1,960	0	98.4%		
	コンクリート塊	3,127	3,043	0	97.3%		
	建設汚泥	451	315	69	69.8%	85.1%	
	建設混合廃棄物	267	85	20	31.7%	39.3%	4.2%
	建設発生木材	410	329	37	80.3%	89.4%	
	その他(廃プラスチック、紙くず、金属くず等)	134	110	11			
	建設廃棄物合計	6,381	5,841	138	91.5%	93.7%	
H24	アスファルトコンクリート塊	2,577	2,564	0	99.5%		
	コンクリート塊	3,092	3,072	0	99.3%		
	建設汚泥	657	452	107	68.8%	85.0%	
	建設混合廃棄物	280	160	2	57.3%	58.2%	3.9%
	建設発生木材	500	446	26	89.2%	94.4%	
	その他(廃プラスチック、紙くず、金属くず等)	164	138	12			
	建設廃棄物合計	7,269	6,832	147	94.0%	96.0%	
H30	アスファルトコンクリート塊	2,068	2,058	0	99.5%		
	コンクリート塊	3,690	3,665	0	99.3%		
	建設汚泥	623	521	69	83.6%	94.6%	
	建設混合廃棄物	228	115	29	50.4%	63.2%	3.1%
	建設発生木材	553	507	25	91.7%	96.2%	
	その他(廃プラスチック、紙くず、金属くず等)	278	224	15			
	建設廃棄物合計	7,440	7,090	138	95.3%	97.2%	

注)四捨五入の関係上、合計値とあわない場合がある。

再資源化率:①÷(①+②+③)

再資源化・縮減率:(①+②)÷(①+②+③)

※排出率:前計画「建設リサイクル推進計画2008」までは、建設混合廃棄物の管理指標として「排出量」を設定していたが、工事量の増減により適切な評価が困難なため、「排出率」を「建設リサイクル推進計画2014」(平成 26 年 9 月)で新たに設定した。具体的には次式で算出する。

$$(\text{建設混合廃棄物排出率}) = (\text{建設混合廃棄物排出量}) / (\text{建設廃棄物全体排出量})$$

出典:国土交通省「平成 30 年度建設副産物実態調査結果(確定値) 参考資料」¹²⁵ (参考 1-6)

12.3 都市部と地方部の新築戸建住宅工事から排出される廃棄物

12.3.1 組成調査の概要

(1) 実態調査の対象物件

次の2物件を対象とする。両工事の施工業者へのヒアリングから、坪数に多少の差があっても、排出される廃棄物の内訳（総量に対する比率）は変わらないということであった。

A邸（都市部） ＊埼玉県桶川市 ＊床面積：106.13 m ² ＊基礎着工：令和4年11月末 ＊竣工：令和5年3月	B邸（地方部） ＊長野県佐久市 ＊床面積：72.86 m ² ＊基礎着工：令和4年11月 ＊竣工：令和5年2月末
---	--

(2) 調査対象とする廃棄物

外構工事以外の工事から排出される全ての廃棄物を計量する。ここでは、以下の様に定義し、分別・計量を行った。

建設混合廃棄物	様々な種類の廃棄物が混合状態で排出されたもの。分別できがしてない廃棄物、分別不可の廃棄物がある。
複合建材廃棄物	2種類以上の異なる素材が複合もしくは接合した状態となっている建材。剥離・分別できるものと、容易にできないものがある。建設混合廃棄物に分類されることが多い。
残渣	下ごみ、清掃ごみと呼ばれる砂状の廃棄物で、石膏ボードや製材（木材）の切りくずなど、これ以上の分別ができないもの。建設混合廃棄物に分類される。

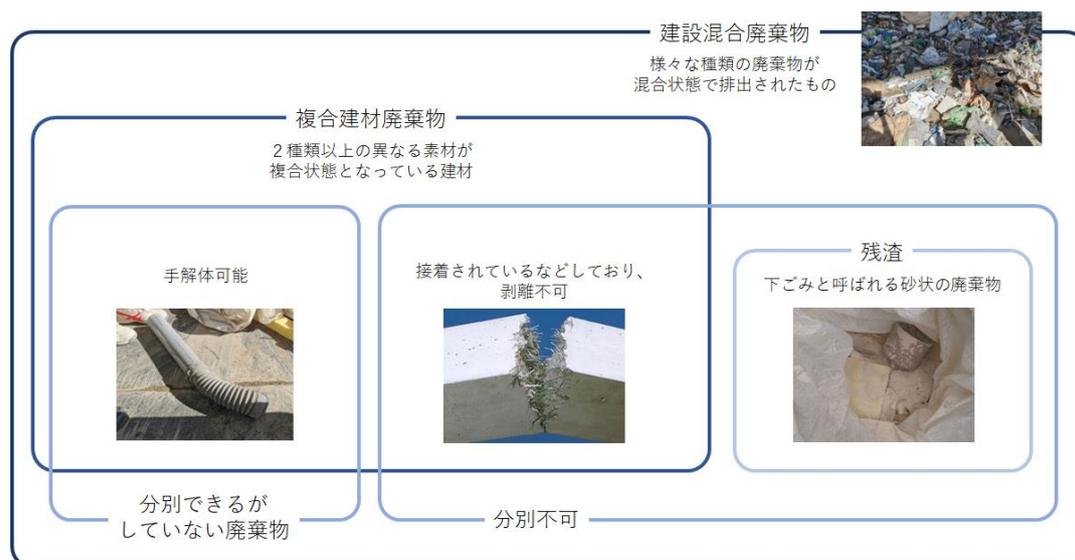


図 12.2 廃棄物の分類のイメージ

(3) 計量の流れ

①分別・保管

A 邸では、工事現場にて品目ごとに計量袋に入れており、B 邸では計量袋ならびにフレコンバッグを利用して分別・保管を行った。

②撮影・計量

A 邸では、計量袋を産業廃棄物の広域認定の範囲にある処理施設に搬入する。その処理施設内にて計量袋を展開し、計量を行った。

B 邸では、廃棄物の搬出の前に工事現場に赴き、計量を行った。

写真は1品目につき1枚、廃棄物の様子や形状がわかるものを撮影した。計量は重量(kg)と容積(m³)の2種類とした。容積はメジャーで測って算出するため、およその数値となっている。

③分析

品目と品目別の計量結果を整理、分析を行った。

12.3.2 計測データの整理

(1) 都市部

A 邸の新築工事から排出された廃棄物の組成調査の結果を下記に整理した。

表 12.3 A 邸の廃棄物の排出量

品名	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
製材	32.140kg	0.184 m ³	0.303kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
合板・集成材・複合造 作材	97.552kg	0.524 m ³	0.919kg/m ²	0.005 m ³ /m ²
複合フローリング	49.240kg	0.222 m ³	0.464kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
その他木くず	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
石膏ボード	331.766kg	1.004 m ³	3.126kg/m ²	0.009 m ³ /m ²
その他石膏ボード	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
グラスウール	1.840kg	0.132 m ³	0.017kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
ケイカル板	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
外壁材	11.640kg	0.040 m ³	0.110kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
タイル	8.490kg	0.005 m ³	0.080kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
その他がれき	8.860kg	0.017 m ³	0.083kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ケーブル類	29.296kg	0.176 m ³	0.276kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
金属くず	48.824kg	0.213 m ³	0.460kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
塩ビ管	90.747kg	0.218 m ³	0.855kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
塩ビ	20.970kg	0.113 m ³	0.198kg/m ²	0.001 m ³ /m ²

土台パッキン	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
透湿・防水シート	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
クロス	46.300kg	0.824 m ³	0.436kg/m ²	0.008 m ³ /m ²
押出法ポリスチレンフォーム	1.280kg	0.090 m ³	0.012kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
PP バンド	2.590kg	0.163 m ³	0.024kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
軟質系プラスチック類	106.954kg	1.944 m ³	1.008kg/m ²	0.018 m ³ /m ²
硬質系プラスチック類	236.279kg	0.211 m ³	2.226kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
発泡スチロール	0.680kg	0.165 m ³	0.006kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
ルーフィング材	46.050kg	0.072 m ³	0.434kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
ふすま紙・養生紙・セメント袋	30.620kg	0.721 m ³	0.289kg/m ²	0.007 m ³ /m ²
ダンボール	274.863kg	4.428 m ³	2.590kg/m ²	0.042 m ³ /m ²
その他紙くず	97.802kg	0.452 m ³	0.922kg/m ²	0.004 m ³ /m ²
複合材	48.470kg	0.592 m ³	0.457kg/m ²	0.006 m ³ /m ²
液状残材	33.109kg	0.077 m ³	0.312kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
建設混合廃棄物	26.450kg	0.097 m ³	0.249kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
不明	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
合計	1682.812kg	12.684 m ³	15.856kg/m ²	0.120 m ³ /m ²

重量換算の内訳は図 12.3 の通りである。比重が重いこともあり石膏ボードが 20%を占めているが、次点でダンボール 16%、硬質系プラスチック 14%である。

排出工程は図 12.4 の通りである。木工事、内装工事、設備工事からの排出量が多い。主に木工事からは石膏ボード、内装工事からはダンボール、設備工事からは硬質系プラスチックが多く排出している。

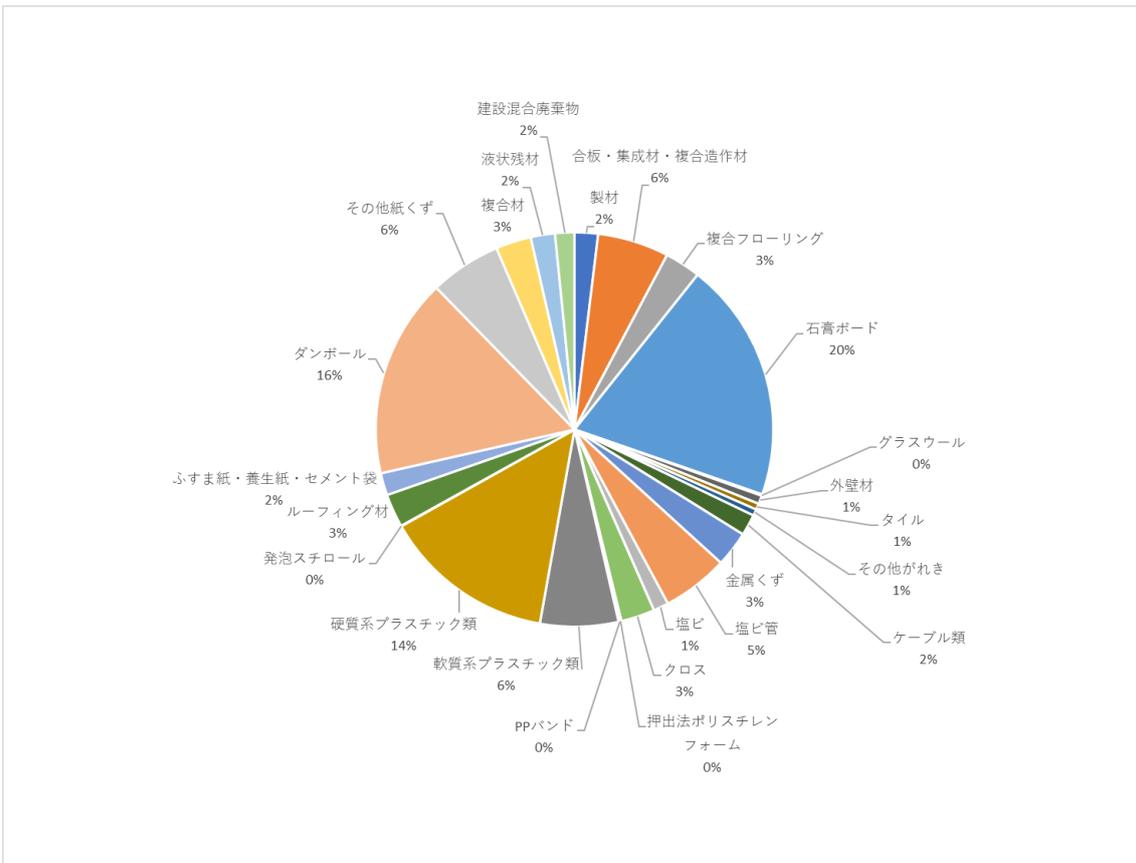


図 12.3 A 邸の廃棄物の排出内訳

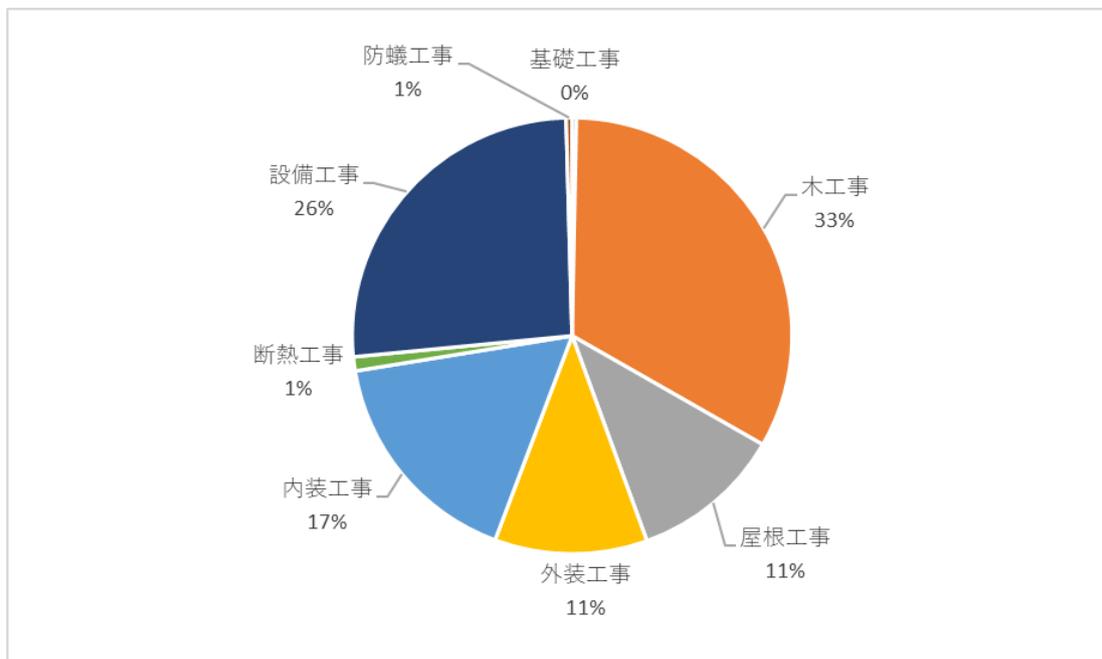


図 12.4 A 邸の廃棄物の排出工程

A 邸の施工業者は、通常、工事から排出した廃棄物について現場にて品目ごとに分別袋に入れ、広域認定制度の認定の範囲内にある処理施設に搬入する。処理施設では、分別袋を計量したのち、展開してさらに手作業にて細かく分別を行い、専門の処理業者に処理委託あるいは売却しており、リサイクル率は 100%（埋立処分されるものはない）である。リサイクルの方法は、マテリアルリサイクル、サーマルリサイクル（代替燃料として売却）、ガス化である。

本調査においても同様の運用を行ったため、リサイクル率は 100%となった。その内訳は図 12.5 の通りとなっている。マテリアルリサイクルできるものは、ダンボール、塩ビ、樹脂種類が明確なプラスチックで、それらが 74%を占めており、細かく分別を行うことで高いマテリアルリサイクル率を実現できている。サーマルリサイクルを行うものは、分別の工程で排出した不純物や複合建材であり、固形燃料やフラフ燃料として処理委託されている。

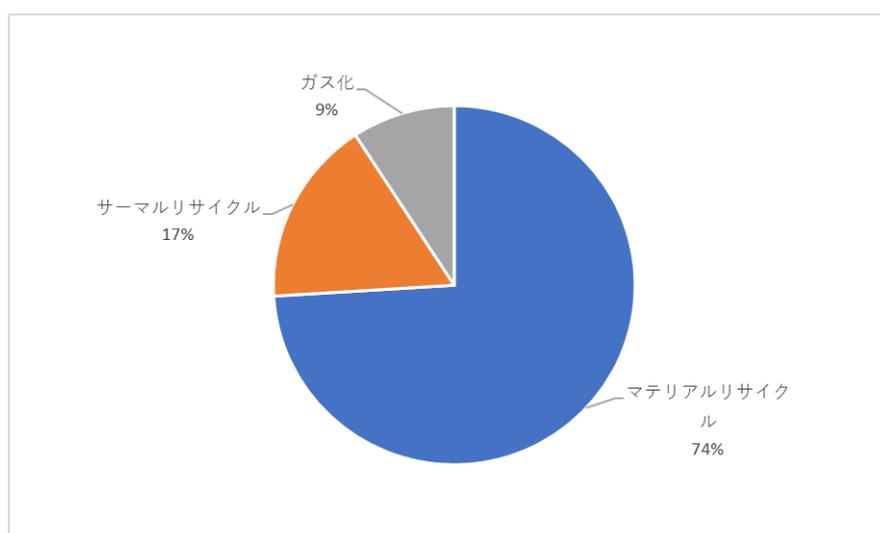


図 12.5 A 邸の廃棄物のリサイクルの内訳

全ての廃棄物のうち、建設系廃プラスチックにあたるものは表 12.4 の通りで、重量換算での内訳を示したものが図 12.6 である。硬質系プラスチック類が 47%を占め、これらの多くは建設資材の端材である。次に多いものが軟質系プラスチック類 21%で、比重が小さいため、容積換算では全体の 52%を占める。これはほとんどが建設資材の梱包材である。

表 12.4 A 邸の廃棄物の内の建廃プラの排出量

品名	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
塩ビ管	90.747kg	0.218 m ³	0.855kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
塩ビ	20.970kg	0.113 m ³	0.198kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
土台パッキン	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
透湿・防水シート	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
クロス	46.300kg	0.824 m ³	0.436kg/m ²	0.008 m ³ /m ²
押出法ポリスチレン フォーム	1.280kg	0.090 m ³	0.012kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
PPバンド	2.590kg	0.163 m ³	0.024kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
軟質系プラスチック類	106.954kg	1.944 m ³	1.008kg/m ²	0.018 m ³ /m ²
硬質系プラスチック類	236.279kg	0.211 m ³	2.226kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
発泡スチロール	0.680kg	0.165 m ³	0.006kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
合計	505.800kg	3.727 m ³	4.766kg/m ²	0.035 m ³ /m ²

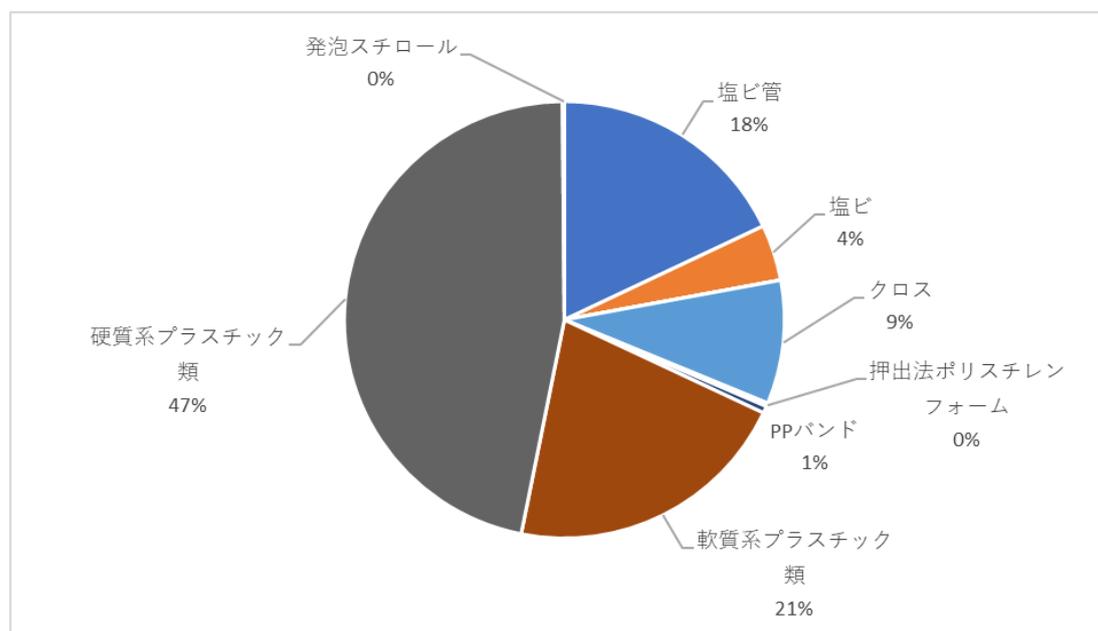


図 12.6 A 邸の廃棄物の内の建廃プラの内訳

A 邸の廃棄物のうち、複合建材廃棄物の排出量は表 12.5 の通りで、重量換算の内訳は図 12.7 の通りである。石膏ボードが 50% と半数を占めた。

表 12.5 A 邸の廃棄物の内の複合建材廃棄物の排出量

品名	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
合板・集成材・複合 造作材	97.552kg	0.524 m ³	0.919kg/m ²	0.005 m ³ /m ²
複合フローリング	49.240kg	0.222 m ³	0.464kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
石膏ボード	331.766kg	1.004 m ³	3.126kg/m ²	0.009 m ³ /m ²
その他石膏ボード	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ケーブル類	29.296kg	0.176 m ³	0.276kg/m ²	0.002 m ³ /m ²
ルーフィング材	46.050kg	0.072 m ³	0.434kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
ふすま紙・養生紙・ セメント袋	30.620kg	0.721 m ³	0.289kg/m ²	0.007 m ³ /m ²
複合材	48.470kg	0.592 m ³	0.457kg/m ²	0.006 m ³ /m ²
液状残材	33.109kg	0.077 m ³	0.312kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
合計	666.103kg	3.388 m ³	6.276kg/m ²	0.032 m ³ /m ²

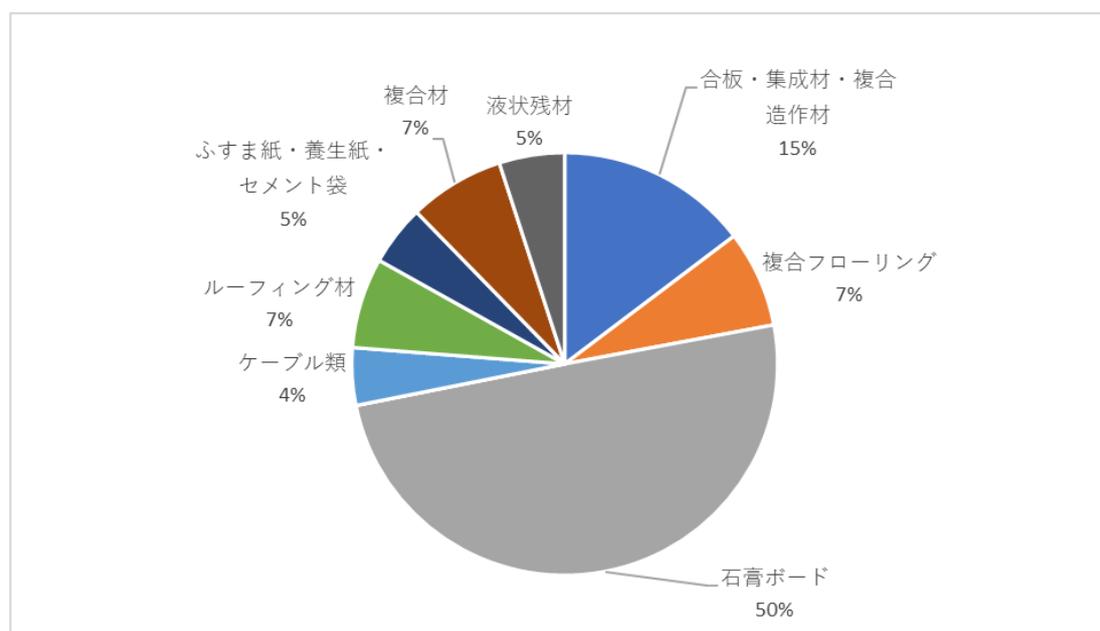


図 12.7 A 邸の複合建材廃棄物の内訳

A 邸の施工業者は、通常、現場にて分別を行い、また処理施設に搬入したのちも手作業で分別し、再資源化を行うため、建設混合廃棄物となる廃棄物もない。本調査においても、清掃くずと呼ばれる残渣のみの排出であった。よって、今回は暫定的に、工事現場にて分別袋に入れられた廃棄物について、異なる素材のものが同じ袋に混合状態で入ってい

た場合、これを建設混合廃棄物であるとした。

建設混合廃棄物に分類したものは、表 12.5 の通りである。全体に占める割合は重量換算で 32% となった (図 12.8)。内訳は塩ビ管、軟質系プラスチック、硬質系プラスチック割合が大きい結果となった (図 12.9)。塩ビ管、軟質系プラスチック、硬質系プラスチックの分別袋に、少量の紙くずや石膏ボードの破片が混入している例や、異なる素材のプラスチックが同じ分別袋に入っている例が多くあったためである。

表 12.5 A 邸の建設混合廃棄物の排出量

品名	重量	容積
製材	4.200kg	0.015 m ³
合板・集成材・複合造作材	20.332kg	0.098 m ³
石膏ボード	0.016kg	0.000 m ³
グラスウール	0.720kg	0.053 m ³
その他がれき	4.240kg	0.006 m ³
ケーブル類	0.036kg	0.000 m ³
金属くず	0.084kg	0.000 m ³
塩ビ管	80.237kg	0.162 m ³
塩ビ	2.900kg	0.028 m ³
軟質系プラスチック類	75.774kg	0.436 m ³
硬質系プラスチック類	234.039kg	0.202 m ³
ふすま紙・養生紙・セメント袋	6.720kg	0.360 m ³
ダンボール	7.789kg	0.188 m ³
その他紙くず	90.822kg	0.200 m ³
複合材	15.410kg	0.171 m ³
液状残材	0.019kg	0.000 m ³
合計	543.338kg	1.920 m ³

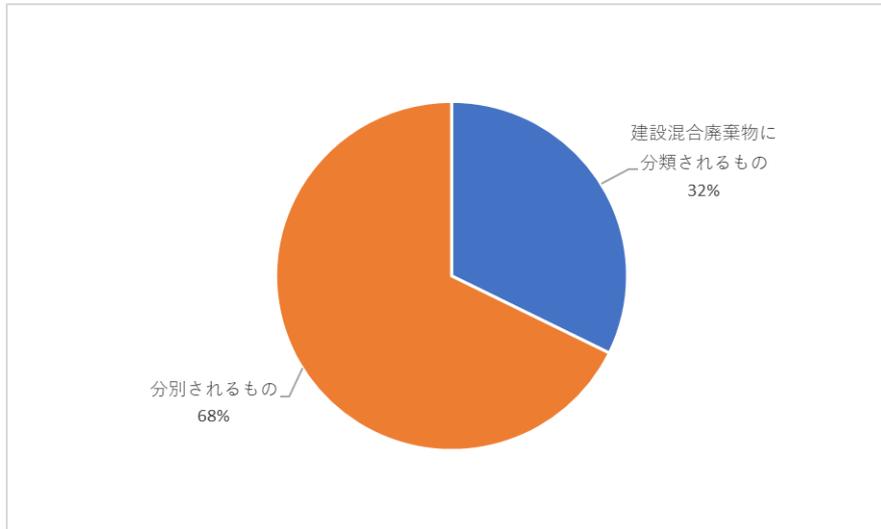


図 12.8 A 邸の建設混合廃棄物になりうる廃棄物の割合

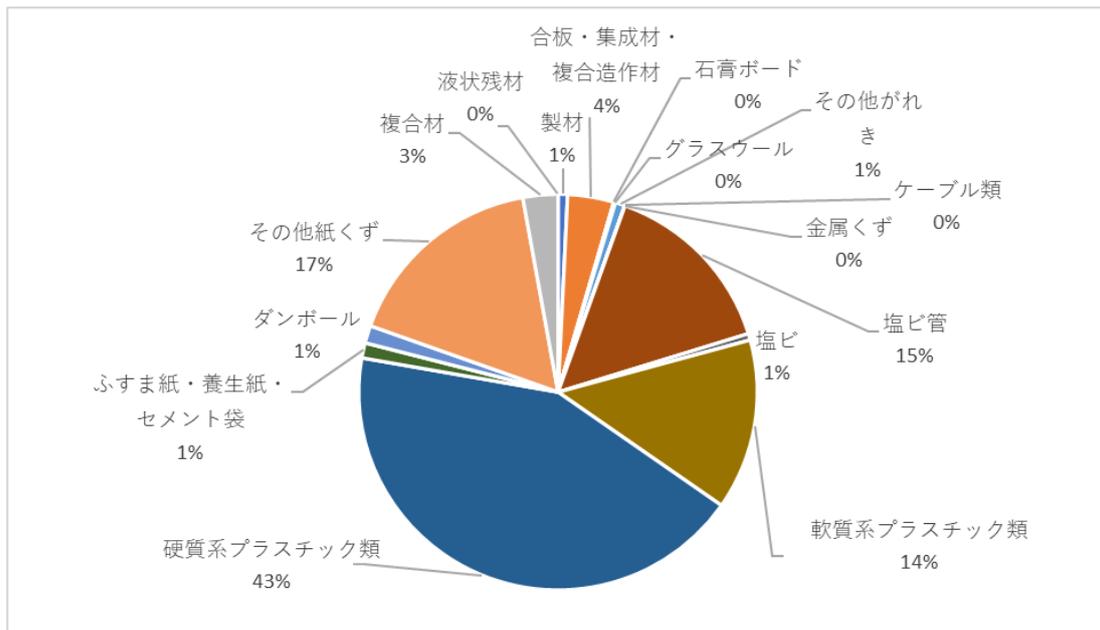


図 12.9 A 邸の建設混合廃棄物になりうる廃棄物の内訳

表 12.6 にて、排出した廃棄物の一例を品目ごとに整理した。

表 12.6 A 邸の廃棄物の排出の概要

製材	
合板・集成材・複合造作材	
複合フローリング	
石膏ボード	

<p>グラスウール</p>	
<p>外壁材</p>	
<p>タイル</p>	
<p>その他がれき</p>	

<p>ケーブル類</p>	
<p>金属くず</p>	
<p>塩ビ管</p>	
<p>塩ビ</p>	

<p>クロス</p>	
<p>押出法ポリスチレンフォーム</p>	
<p>PP バンド</p>	
<p>軟質系プラスチック類</p>	

<p>硬質系プラスチック類</p>	
<p>発泡スチロール</p>	
<p>ルーフィング材</p>	
<p>ふすま紙・養生紙・セメント袋</p>	

<p>ダンボール</p>	
<p>その他紙くず</p>	
<p>複合材</p>	
<p>複合材</p>	

複合材	
液状残材	
建設混合廃棄物	

(2) 地方部

B 邸の新築工事から排出された廃棄物の組成調査の結果を下記に整理した。

表 12.7 B 邸の廃棄物の排出量

項目	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
製材	183.550kg	1.070 m ³	2.519kg/m ²	0.015 m ³ /m ²
合板・集成材・複合造 作材	63.665kg	0.352 m ³	0.874kg/m ²	0.005 m ³ /m ²
複合フローリング	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
その他木くず	17.445kg	0.090 m ³	0.239kg/m ²	0.001 m ³ /m ²

石膏ボード	266.645kg	1.069 m ³	3.660kg/m ²	0.015 m ³ /m ²
その他石膏ボード	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
グラスウール	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ケイカル板	17.935kg	0.048 m ³	0.246kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
外壁材	397.805kg	1.017 m ³	5.460kg/m ²	0.014 m ³ /m ²
タイル	13.860kg	0.024 m ³	0.190kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
その他がれき	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ケーブル類	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
金属くず	3.685kg	0.063 m ³	0.051kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
塩ビ管	3.185kg	0.020 m ³	0.044kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
塩ビ	0.114kg	0.000 m ³	0.002kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
土台パッキン	0.603kg	0.004 m ³	0.008kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
透湿・防水シート	1.185kg	0.048 m ³	0.016kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
クロス	30.230kg	0.218 m ³	0.415kg/m ²	0.003 m ³ /m ²
押出法ポリスチレンフォーム	1.143kg	0.071 m ³	0.016kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
PP バンド	1.525kg	0.088 m ³	0.021kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
軟質系プラスチック類	26.182kg	1.022 m ³	0.359kg/m ²	0.014 m ³ /m ²
硬質系プラスチック類	1.278kg	0.011 m ³	0.018kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
発泡スチロール	0.165kg	0.024 m ³	0.002kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ルーフィング材	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ふすま紙・養生紙・セメント袋	20.465kg	0.466 m ³	0.281kg/m ²	0.006 m ³ /m ²
ダンボール	76.286kg	2.281 m ³	1.047kg/m ²	0.031 m ³ /m ²
その他紙くず	25.204kg	0.511 m ³	0.346kg/m ²	0.007 m ³ /m ²
複合材	12.553kg	0.075 m ³	0.172kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
液状残材	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
建設混合廃棄物	2.330kg	0.009 m ³	0.032kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
不明	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
合計	1167.038kg	8.578 m ³	16.018kg/m ²	0.118 m ³ /m ²

重量換算の内訳は図 12.8 の通りである。比重が重いという要因もあるが、製材、石膏ボード、外壁材の割合が大きい。排出工程は図 12.9 の通りであり、木工事で製材と石膏ボード、外装工事で外壁材が排出されるため、木工事と外壁工事からの割合が大きくなっている。木工事と外装工事の時期は完全に被ることはないため、同時に発生する可能性は低く、比較

的分別はしやすいと推察される。

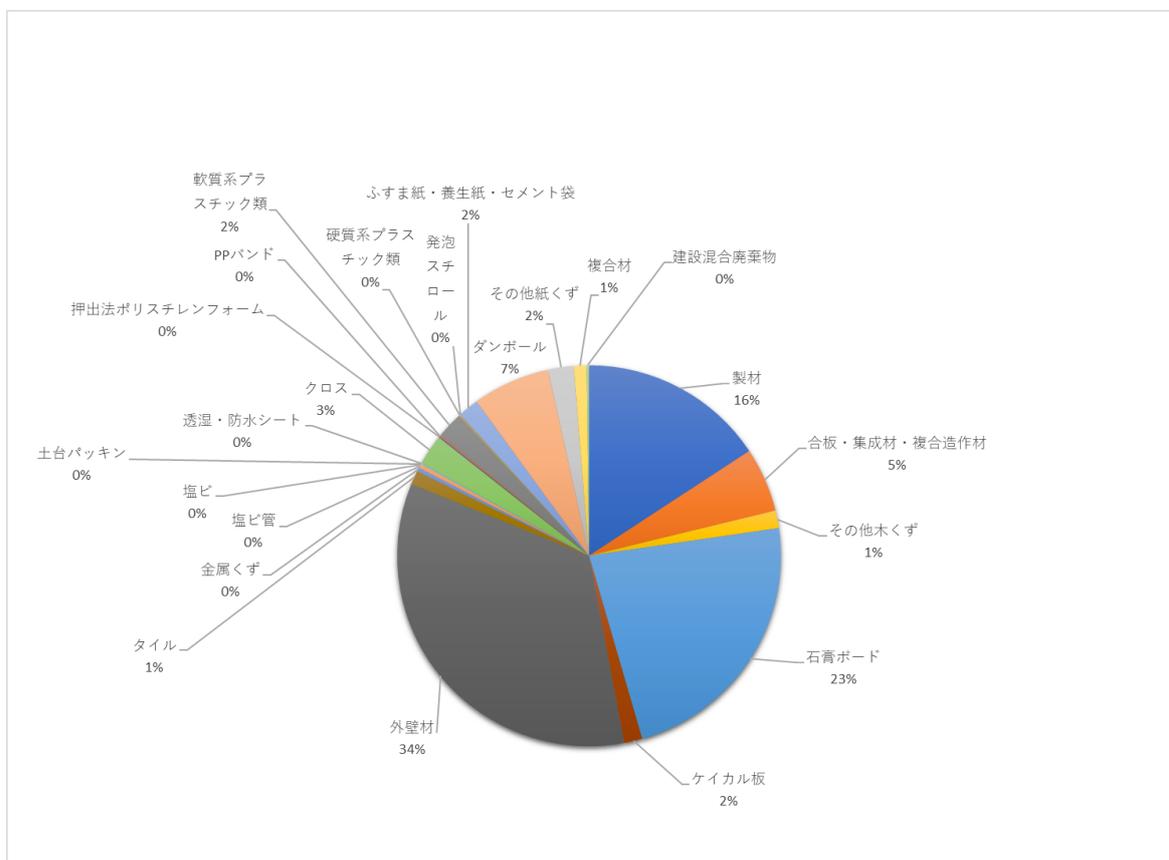


図 12.10 B 邸の廃棄物の排出内訳

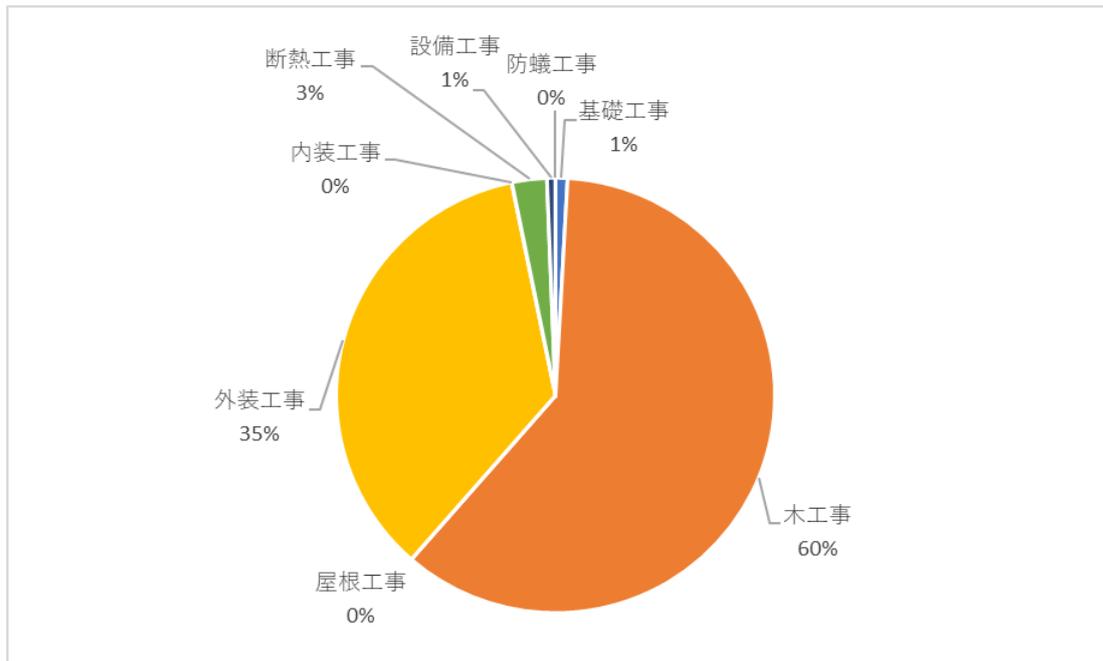


図 12.9 B 邸の廃棄物の排出工程

重量換算のリサイクル率は図 12.10 の通りである。現状で再資源化ができているものは 90%であり、再資源化先の検討を行っているものも含めるとリサイクル率は 94%にのぼる。ただし、これは表 12.7 の品目で分別がなされている状態で中間処理施設に搬入された場合の数値である。

再資源化不可のものは、不可は、塩ビ管、塩ビ系軟質プラスチック、塩ビクロス、ケイカル板である。

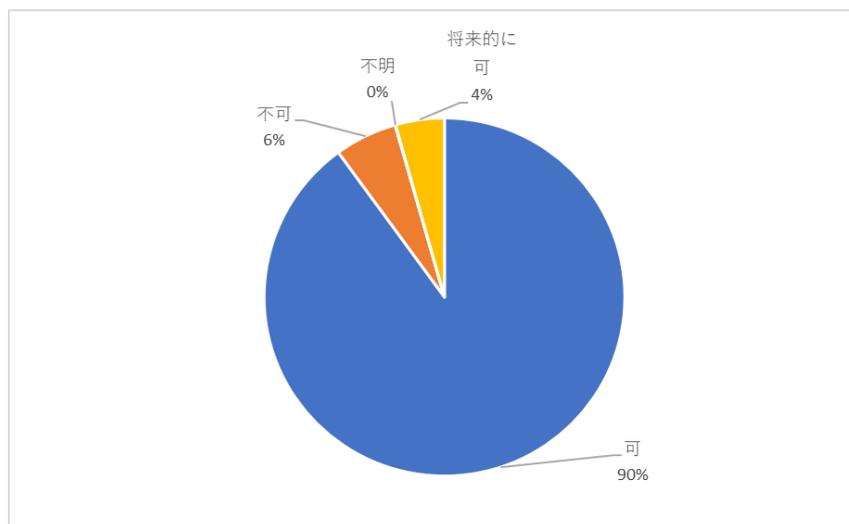


図 12.10 B 邸の廃棄物のリサイクル率

全ての廃棄物のうち、建設系廃プラスチックにあたるものは表 12.8 の通りで、重量換算での内訳を示したものが図 12.11 である。クロスが 46%、硬質系プラスチック類が 40% を占めた。

表 12.8 B 邸の廃棄物の内の建廃プラの排出量

項目	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
塩ビ管	3.185kg	0.020 m ³	0.044kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
塩ビ	0.114kg	0.000 m ³	0.002kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
土台パッキン	0.603kg	0.004 m ³	0.008kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
透湿・防水シート	1.185kg	0.048 m ³	0.016kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
クロス	30.230kg	0.218 m ³	0.415kg/m ²	0.003 m ³ /m ²
押出法ポリスチレンフォーム	1.143kg	0.071 m ³	0.016kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
PPバンド	1.525kg	0.088 m ³	0.021kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
軟質系プラスチック類	26.182kg	1.022 m ³	0.359kg/m ²	0.014 m ³ /m ²
硬質系プラスチック類	1.278kg	0.011 m ³	0.018kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
発泡スチロール	0.165kg	0.024 m ³	0.002kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
合計	65.610kg	1.505 m ³	0.900kg/m ²	0.021 m ³ /m ²

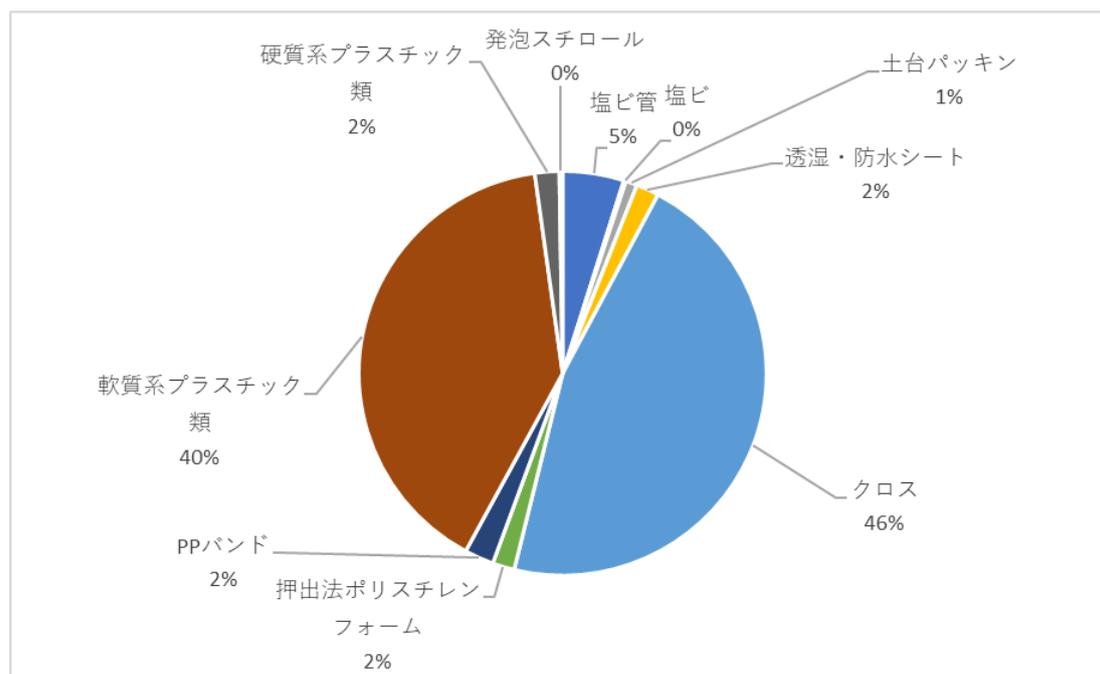


図 12.11 B 邸の廃棄物の内の建廃プラの内訳

B 邸の廃棄物のうち、複合建材廃棄物の排出量は表 12.9 の通りで、重量換算の内訳は図 12.12 の通りである。石膏ボードが 73% とほとんどを占めた。

表 12.9 B 邸の廃棄物の内の複合建材廃棄物の排出量

項目	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
合板・集成材・複合 造作材	63.665kg	0.352 m ³	0.874kg/m ²	0.005 m ³ /m ²
複合フローリング	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
石膏ボード	266.645kg	1.069 m ³	3.660kg/m ²	0.015 m ³ /m ²
その他石膏ボード	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ケーブル類	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ルーフィング材	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
ふすま紙・養生紙・ セメント袋	20.465kg	0.466 m ³	0.281kg/m ²	0.006 m ³ /m ²
複合材	12.553kg	0.075 m ³	0.172kg/m ²	0.001 m ³ /m ²
液状残材	0.000kg	0.000 m ³	0.000kg/m ²	0.000 m ³ /m ²
合計	363.328kg	1.961 m ³	4.987kg/m ²	0.027 m ³ /m ²

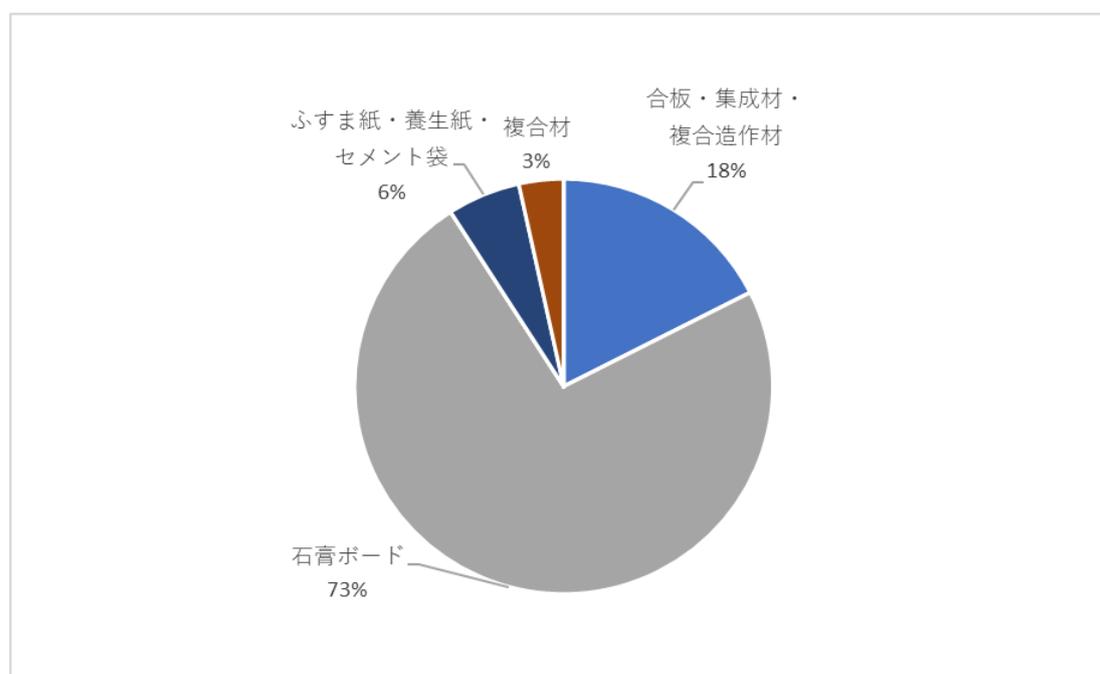


図 12.12 B 邸の複合建材廃棄物の内訳

B 邸の施工業者は、廃棄物の再資源化を目的として、細かい分別を実施している。加えて、今回の調査で、さらに可能な限り素材ごとに分別をして組成を調査したため、建設混合廃棄物は残渣のみとなった。

中間処理施設に対し、一般的な新築工事から排出される廃棄物において、建設混合廃棄物に分類されるものをヒアリングしたところ、石膏ボード以外は建設混合廃棄物に分類される可能性があるとのことであった。B 邸に置き換えると 77%が建設混合廃棄物となる（図 12.13）。しかしこれは最も分別がされていない状態を表したものであり、単純に A 邸の結果と比較はできない。製材と外壁材は十分に分別が可能であると考えられる。

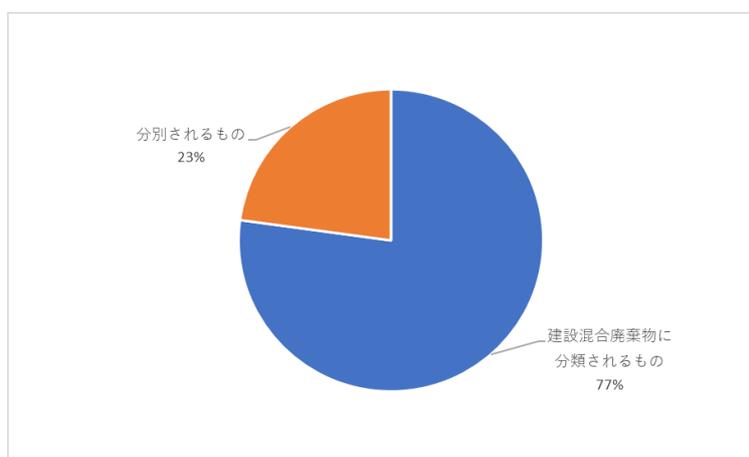


図 12.13 B 邸の建設混合廃棄物になりうる廃棄物の割合

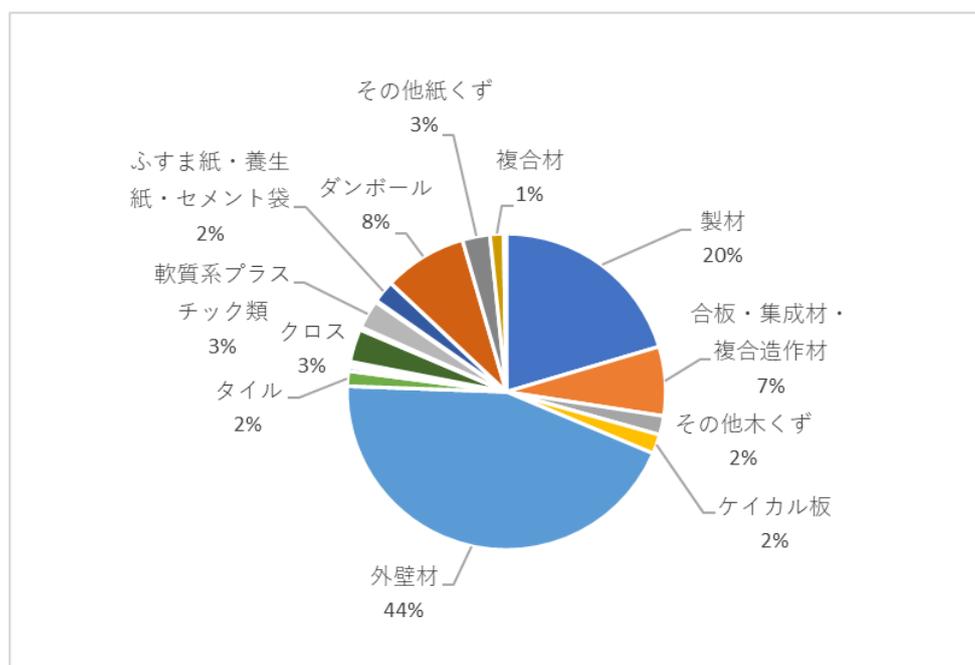


図 12.14 B 邸の建設混合廃棄物になりうる廃棄物の内訳

表 12.10 にて、排出した廃棄物の一例を品目ごとに整理した。

表 12.10 B 邸の廃棄物の写真（一例）

製材	
合板・集成材・複合造作材	
その他木くず	
石膏ボード	

<p>ケイカル板</p>	
<p>外壁材</p>	
<p>タイル</p>	
<p>金属くず</p>	

<p>塩ビ管</p>	
<p>塩ビ</p>	
<p>土台パッキン</p>	
<p>透湿・防水シート</p>	

<p>クロス</p>	
<p>押出法ポリスチレンフォーム</p>	
<p>PP バンド</p>	
<p>軟質系プラスチック類</p>	

硬質系プラスチック類



発泡スチロール



ふすま紙・養生紙・セメント袋



ダンボール



<p>その他紙くず</p>	
<p>複合材</p>	
<p>建設混合廃棄物</p>	

12.3.3 各工事の比較

(1) 排出状況

それぞれの工事における廃棄物の排出の概要を表 12.11 に整理した。

総排出量に係る原単位に違いは見られなかった。

建設系廃プラスチック及び複合建材廃棄物は A 邸が多かった。A 邸は、すでに設計・加工された資材を投入するハウスメーカーによる施工であり、プラスチック製の複合建材や、資材を工場から搬入する梱包材が多くなったためだと考えられる。一方で、B 邸は工務店による施工であり、複合建材の投入が少なく、梱包材は納品業者による持ち帰りがあったため、少なくなった。工務店は、施工段階で建材を貼り合わせて複合建材化する傾向があるが、その場合、解体工事にて複合建材廃棄物が多く発生するものの、新築工事から発生する端材については複合化する前のもので、複合建材廃棄物ではない。

表 12.11 廃棄物の排出の概要

	項目	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
A 邸	廃棄物の総排出量	1682.812kg	12.684 m ³	15.856kg/m ²	0.120 m ³ /m ²
	建廃プラ	505.800kg	3.727 m ³	4.766kg/m ²	0.035 m ³ /m ²
	複合建材廃棄物	666.103kg	3.388 m ³	6.276kg/m ²	0.032 m ³ /m ²
	建設混合廃棄物	543.338kg	1.920 m ³	5.120kg/m ²	0.018 m ³ /m ²
B 邸	廃棄物の総排出量	1167.038kg	8.578 m ³	16.018kg/m ²	0.118 m ³ /m ²
	建廃プラ	65.610kg	1.505 m ³	0.900kg/m ²	0.021 m ³ /m ²
	複合建材廃棄物	363.328kg	1.961 m ³	4.987kg/m ²	0.027 m ³ /m ²
	建設混合廃棄物	900.393kg	7.509 m ³	12.358kg/m ²	0.103 m ³ /m ²

品目別の排出状況と考えられる要因について表 12.12 に整理した。新築工事から発生する廃棄物の発生・排出の違いは、ハウスメーカーによる工事か、工務店による工事かによるところが大きいことが分かった。

表 12.12 廃棄物の品目別の排出状況の比較

品目	A 邸	B 邸	考えられる要因
製材	少ない	多い	A 邸では、工場にてプレカットを実施しているため、端材が少ない。B 邸でも、必要量の発注を行っているものの、現地で加工するため、端材が発生・排出される。
外壁材	少ない	多い	同上。
ダンボール	多い	少ない	B 邸では、設備品の梱包資材は納品業者が持ち帰っており、現場で廃棄するのは建材の梱包資材が中心で、量が少ない。
ケーブル	多い	少ない (ほぼ無い)	B 邸では、電線くずは、電気工事の業者が有価として売却しており、廃棄物として排出していないと推察される。
給水パイプ	多い	少ない (ほぼ無い)	B 邸では、水回りの工事を実施した業者が、持ち帰ったものと推察される。
断熱材	多い	少ない (ほぼ無い)	A 邸では特にチューブ状のパイプ断熱材が多くあった。B 邸では、未使用の保温材を業者が持ち帰ったものと推察される。

(2) 建設混合廃棄物・複合建材廃棄物の排出状況

A 邸

- ・ 機能性の向上、施工時間の短縮を目的として複合建材を使用しており、その端材が多く排出した（実際に工期は B 邸と比較して短い）。
- ・ 端材の再利用は、品質保証の観点から行っていない。プレカットを実施するなどして、可能な限り端材が出ないように工夫している。
- ・ 現場にて品目別の分別を行っており、建設混合廃棄物は、清掃時に排出した残渣（石膏ボードや木材のくず）のみであった。

B 邸

- ・ 新築工事現場では、複合建材廃棄物は、複合建材の新築端材よりも施工資材（水平を確認するための水糸や杭などのコンクリが付着したもの、土汚れが付いたウエス等）の方が多い。これ以上の廃棄物の削減のためには、工法を変更する必要がある。
- ・ 端材が極端に少ないため、各工事業者が持ち帰った可能性が高い（設計・現場監督は元請業者が実施しているが、一部の作業（電気工事、水回りの工事、壁紙の貼り合わせ等）は専門業者に委託された）。未使用の断熱材などは、補強した上で別の工事で使用する業者もある。
- ・ 丁寧な分別のためには、作業員への教育が必要になるが、保管場所が確保できていれば、工事現場にて分別することは容易である。実際に B 邸現場では、多少の異物混入はあるものの綺麗に分別されており、建設混合廃棄物は、清掃時に排出した残渣（石膏ボードや木材のくず）のみであった。

(3) 都市部と地方部における違い

施工業者へのヒアリングから、寒冷地では、断熱の方法や窓などの開口部に使用する建材が、都市部と異なるとのことであったが、新築工事から排出される廃棄物にその違いは見られなかった。おそらく、解体工事であれば多少の違いがあると推察される。

都市部と地方部の大きな違いとして廃棄物の保管場所の広さが考えられ、保管場所が確保しやすい地方部に比べ、保管場所が狭い都市部では丁寧な分別がしにくいと予測していたが、今回の工事では、廃棄物の保管場所の広さが分別に与える影響はなく、いずれも品目ごとに分別がされていた。新築工事から発生する廃棄物は、設計段階である程度の想定ができること、単一素材での発生となり比較的分別がしやすいこと等の理由から、分別が容易であったと考えられる。一方、解体工事は短期間で廃棄物が発生するため、保管場所の広さが分別の程度に与える影響は大きいと思われ、解体工事の方が都市部と地方部の違いが出てくると想定される。

(4) 他の調査結果との比較

過去に実施された組成調査の概要を以下に整理した。

■新築工事（ビル）

建設廃棄物協同組合が令和3年度に実施したもの。以前は5年ごとに実施していたが、しばらく実施されず、令和3年度に約10年ぶりに実施することとなった。組成調査は、建設混合廃棄物の組成分析と建廃プラの組成分析の2つの調査を兼ねており、発注先ごとに2つの報告書がある。

建設業の新築工事から出る廃棄物の排出・リサイクル計画の立案において、新築S造、SR造ビルからの廃棄物の組成データを得る目的で実施された。

表 12.13 新築工事（ビル）の建設混合廃棄物の排出内訳（2021年）

	重量	重量比	容積	容積比
建設混合廃棄物の 総量	25,299.0kg	100%	156.854 m ³	100%
建設混合廃棄物中の 建廃プラ	4,014.2kg	15.7%	60,867 m ³	38.8%

出典：建設廃棄物協同組合「建設混合廃棄物の組成実態調査事業報告書」（2022年4月）

■新築工事（ビル）

社団法人建築業協会が、平成 23 年（2011 年）度に首都圏のビルの新築工事を対象として実施したもの。なお、表 12.15 の割合については、「平成 18 年度建築系混合廃棄物の組成及び原単位調査報告書」（2007 年 3 月）によるもの。

表 12.14 品目別原単位

単位：kg/m²

	全廃棄物	建廃プラ	混合廃棄物
S 造	30.9	1.1	8.8
RC 造	36.5	1.6	11.9
SRC 造	33.7	1.4	8.7
全構造	34.1	1.4	10.5

出典：社団法人建築業協会「建築系混合廃棄物の原単位調査報告書」（平成 23 年 2 月）

表 12.15 混合廃棄物組成割合

品名	割合	原単位
コンガラ	4.5%	0.5 kg/m ²
アスコン	0.0%	0.0 kg/m ²
ガラス陶磁器	4.0%	0.4 kg/m ²
廃プラ	8.7%	0.9 kg/m ²
金属くず	6.6%	0.7 kg/m ²
木くず	9.3%	1.0 kg/m ²
紙くず	8.7%	0.9 kg/m ²
石膏ボード	3.0%	0.3 kg/m ²
その他	55.2%	5.8 kg/m ²
合計	100%	10.5 kg/m ²

出典：社団法人建築業協会「建築系混合廃棄物の原単位調査報告書」（平成 23 年 2 月）

■解体工事・新築工事（ビル）

建設廃棄物協同組合が平成 15 年および平成 13 年に実施したもの。複合材の定義については不明であるが、複合建材廃棄物であると仮定した。残渣についても、ここでは建設混合廃棄物として整理した。

解体混合廃棄物 ※（ ）内の数字は、ミンチ状の混合残渣							
廃棄物の種類	品 目	容量(%)	重量(%)	マテリアル リサイクル	焼却 (サーマル含)	安定型埋立	管理型埋立
がれき類	コンクリート片	0.2 (2.6)	1.1 (4.6)	○●			
	その他がれき類	3.7 (13.9)	11.1 (13.6)			○	●
ガラス・コンクリート・ 陶磁器くず	グラスウール	1.2 -	0.3 -			○	
	廃石膏ボード	0.8 -	0.9 -				○
	その他	1.6 (0.7)	1.0 (1.3)			○	●
廃プラスチック類	軟質プラ	4.3 (1.3)	2.2 (0.1)		○●	○	●
	硬質プラ	10.2 -	6.2 -		○	○	
	発泡スチロール	1.1 -	0.1 -	○			
	その他	9.8 (4.6)	4.9 (2.9)		○●	○	●
金属くず		1.2 (2.2)	1.1 (1.1)	○●			
木くず	再生可	4.0 -	2.6 -	○			
	再生不可	9.6 (9.9)	6.8 (2.5)		○●		●
可燃物	木毛板	5.7 -	9.4 -		○		
	その他	4.0 (3.5)	3.0 (0.8)		○●		●
複合材	可燃物	13.1 (2.4)	9.0 (1.8)		○●		○●
	不燃物	8.0 (2.4)	8.6 (1.8)			○	●
残渣		21.5 (56.5)	31.7 (68.9)				○●

表 12.16 解体工事（ビル）の建設混合廃棄物の排出内訳（2003 年 12 月）

	重量比	容積比
建廃プラ	13.4%	25.4%
複合建材廃棄物 (複合材)	17.6%	21.1%
建設混合廃棄物 (残渣)	31.7%	21.5%

新築混合廃棄物							
廃棄物の種類	品目	容量(%)	重量(%)	マテリアル リサイクル	焼却 (サーマル含)	安定型埋立	管理型埋立
がれき類	コンクリート片	1.7	7.6	○			
ガラス・コンクリート・ 陶磁器くず	ロックウール	0.4	0.4			○	
	廃石膏ボード	4	4.6	○			
	その他	5.1	8.6			○	
廃プラスチック類	塩ビ管	0.8	0.4	○			
	発泡スチロール	2.5	0.1	○			
	ペットボトル	0.3	0.1	○			
	その他	20.8	7.6		○	○	
金属くず	空き缶	0.8	0.3	○			
	その他	7.3	8.4	○			
木くず	再生可	12.6	8.3	○			
	再生不可	4.9	3.3		○		
紙くず	ダンボール	10.3	3.1	○			
	その他	12.7	4.2		○		
繊維くず	繊維くず	0.6	0.5		○		
複合材	処理困難物	4.1	3.1		○		
残渣		11.1	39.4				○

表 12.17 新築工事（ビル）の建設混合廃棄物の排出内訳（2001年10月）

	重量比	容積比
建廃プラ	8.2%	24.4%
複合建材廃棄物 (複合材)	3.1%	4.1%
建設混合廃棄物 (残渣)	39.4%	11.1%

出典：関東建設廃棄物協同組合「建設系混合廃棄物の徹底比較 解体・新築」¹²⁶

¹²⁶ <https://www.kenpaikyo.or.jp/law/file/kaitaishinchiku.pdf>

■解体工事（戸建）

平成 11 年（1999 年）に全国解体工事業団体連合会が実施したもの。

		木くず	がれき類	混合廃棄物	瓦	石膏ボード	建具・畳	金属くず	廃プラスチック類	ガラス	クロス	計
A 久保邸 136.27㎡ 41.3坪	重量 kg	11,080	22,930	25,370	4,360	1,620	2,020	1,250	350	320	70	69,370
	容積 m ³	55.60	16.80	17.80	5.60	4.20	14.70	11.20	3.70	0.32	0.30	130.22
B 柴田邸 82.0㎡ 24.8坪	重量 kg	6,070	28,160	—	—	1,350	460	480	30	160	—	36,710
	容積 m ³	39.14	24.14	—	—	1.12	5.00	10.88	3.55	0.25	—	84.08
C 川畑邸 121.47㎡ 36.8坪	重量 kg	11,640	13,700	6,890	6,940	3,350	470	250	440	270	—	43,950
	容積 m ³	47.22	17.92	8.96	11.55	7.48	3.37	2.80	3.80	0.26	—	103.36
D 岩崎邸 74.23㎡ 22.5坪	重量 kg	8,400	17,470	7,130	3,690	690	390	140	50	600	—	38,560
	容積 m ³	42.36	14.93	7.83	4.78	1.56	1.82	1.59	0.70	0.193	—	75.76
E 中西邸 117.30㎡ 35.5坪	重量 kg	11,150	19,100	6,200	2,340	1,050	170	120	80	80	—	40,290
	容積 m ³	43.26	27.25	13.23	3.68	1.44	1.73	1.44	2.40	0.42	—	94.85
F 長谷部邸 118.00㎡ 35.8坪	重量 kg	6,600	17,110	3,270	6,830	1,410	480	1,420	270	250	20	37,660
	容積 m ³	33.00	13.96	6.80	6.00	4.00	2.50	13.28	2.00	0.30	0.10	81.94
G 黒輪邸 90.93㎡ 27.6坪	重量 kg	10,000	22,570	700	3,020	2,640	490	1,260	160	280	5	41,125
	容積 m ³	61.50	15.90	3.60	2.90	7.86	3.15	22.90	5.00	0.21	0.05	123.07
H 岩瀬邸 198.00㎡ 60.0坪	重量 kg	11,107	39,240	14,140	6,120	3,690	520	1,255	690	410	160	77,332
	容積 m ³	76.70	24.30	24.45	6.12	12.00	3.41	20.22	5.70	0.98	0.90	174.78
I 高橋邸 116.30㎡ 35.2坪	重量 kg	12,325	20,895	9,400	—	1,580	340	1,300	52	160	5	46,057
	容積 m ³	61.15	20.02	9.82	—	4.67	2.73	14.98	5.59	0.19	1.98	121.13
J 海野邸 172.80㎡ 52.4坪	重量 kg	15,870	37,970	3,820	13,060	3,130	510	340	540	400	2	75,642
	容積 m ³	86.04	27.25	6.96	15.38	5.28	4.62	4.60	4.96	0.50	0.05	155.64
K 若林邸 99.84㎡ 30.3坪	重量 kg	12,960	15,000	3,910	4,640	830	500	600	330	280	—	39,050
	容積 m ³	65.60	23.40	8.58	5.77	2.00	4.70	12.09	3.12	1.60	—	126.86
L 小山邸 82.6㎡ 25.0坪	重量 kg	9,370	18,500	8,190	1,500	1,650	890	445	—	150	—	40,695
	容積 m ³	41.50	18.67	7.82	1.50	6.12	6.65	8.24	—	0.91	—	91.41
M 飯田邸 143.55㎡ 43.5坪	重量 kg	10,800	31,920	9,000	4,060	—	450	550	—	—	—	56,780
	容積 m ³	39.40	32.47	14.62	4.42	—	4.50	11.22	—	—	—	106.63
N 間山邸 91.08㎡ 27.3坪	重量 kg	6,260	9,730	180	—	—	660	770	—	170	—	17,770
	容積 m ³	25.00	13.29	2.00	—	—	5.33	3.98	—	0.22	—	49.82
O 坂井邸 106.30㎡ 32.2坪	重量 kg	8,750	25,090	14,290	6,780	—	620	700	—	290	—	56,520
	容積 m ³	51.00	19.80	11.93	8.20	—	4.93	10.66	—	0.28	—	106.80
P 矢島邸 108.90㎡ 33.0坪	重量 kg	9,290	26,610	15,910	1,560	960	400	320	320	—	—	55,370
	容積 m ³	33.60	19.66	16.00	2.00	1.20	3.20	8.00	2.80	—	—	86.46
Q 浅倉邸 96.50㎡ 29.2坪	重量 kg	8,670	20,240	14,470	950	610	950	560	320	—	—	46,770
	容積 m ³	32.00	19.00	13.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	—	—	90.00
R 沼野邸 101.45㎡ 30.7坪	重量 kg	11,270	31,240	13,370	—	1,830	560	90	330	—	—	58,690
	容積 m ³	32.00	21.00	19.30	—	5.00	4.50	0.50	3.00	—	—	85.30
S 金子邸 86.80㎡ 26.3坪	重量 kg	4,340	10,850	7,320	1,120	—	370	570	150	—	—	24,720
	容積 m ³	20.50	9.50	8.00	4.00	—	3.00	3.50	3.50	—	—	52.00
T 島村邸 62.70㎡ 19.0坪	重量 kg	6,980	18,630	11,720	660	—	210	350	280	—	—	38,830
	容積 m ³	32.00	15.00	15.00	4.00	—	0.85	3.50	3.00	—	—	73.35
総合計 (A~T) 2,207.02㎡ 668.4坪	重量 kg	192,932	446,955	175,280	67,630	26,390	11,460	12,770	4,392	3,820	262	941,891
	容積 m ³	918.57	394.26	215.70	89.90	67.93	86.69	171.58	58.82	6.63	3.38	2,013.46

表 12.18 解体工事（戸建住宅）の建設混合廃棄物の排出内訳

項目	重量	容積	単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
廃棄物の総排出量	941,891kg	2,013.46 m ³	426.77kg/m ²	0.91 m ³ /m ²
建廃プラ	4,392kg	58.82 m ³	1.99kg/m ²	0.03 m ³ /m ²
建設混合廃棄物	175,280kg	215.70 m ³	79.42kg/m ²	0.10 m ³ /m ²

出典：公益社団法人全国解体工業団体連合会「解体工事施工技術講習テキスト<解体工事技術編>」
(2017年9月1日)

これらの過去の調査を踏まえ、工事種類ごとの品目別排出原単位について表 12.19 に整理した。

表 12.19 工事種別品目別排出原単位

項目		単位面積 当たりの重量	単位面積 当たりの容積
廃棄物の総排出量	A 邸	15.856kg/m ²	0.120 m ³ /m ²
	B 邸	16.018kg/m ²	0.118 m ³ /m ²
	解体（戸建） （2017年）	426.77kg/m ²	0.91 m ³ /m ²
	新築（ビル） （2011年）	34.1kg/m ²	—
建廃プラ	A 邸	4.766kg/m ²	0.035 m ³ /m ²
	B 邸	0.900kg/m ²	0.021 m ³ /m ²
	解体（戸建） （2017年）	1.99kg/m ²	0.03 m ³ /m ²
	新築（ビル） （2011年）	1.4kg/m ²	—
建設混合廃棄物と なるもの	A 邸	5.120kg/m ²	0.018 m ³ /m ²
	B 邸	12.358kg/m ²	0.103 m ³ /m ²
	解体（戸建） （2017年）	79.42kg/m ²	0.10 m ³ /m ²
	新築（ビル） （2011年）	10.5kg/m ²	—

廃棄物の排出内訳について表 12.20 に整理した。

建設系廃プラスチックは、新築工事からの排出割合が大きくなった。複合建材廃棄物は、戸建住宅の新築工事からの排出割合が大きくなった。なお、各調査にて複合建材廃棄物及び建設混合廃棄物の定義が異なる可能性が高いため、比較はできないため参考とする。

表 12.20 廃棄物の排出内訳

物件	廃棄物の種類	重量比	容積比
A 邸	建設系廃プラスチック	30.0%	29.4%
	複合建材廃棄物	39.6%	26.7%
	建設混合廃棄物	32.3%	15.1%
B 邸	建設系廃プラスチック	5.57%	17.5%
	複合建材廃棄物	65.2%	34.7%
	建設混合廃棄物	77.2%	87.5%
解体（ビル） （2003 年）	建設系廃プラスチック	13.4%	25.4%
	複合建材廃棄物 （複合材）	17.6%	21.1%
	建設混合廃棄物 （残渣）	31.7%	21.5%
新築（ビル） （2001 年）	建設系廃プラスチック	8.2%	24.4%
	複合建材廃棄物 （複合材）	3.1%	4.1%
	建設混合廃棄物 （残渣）	39.4%	11.1%
解体（戸建） （2017 年）	建設系廃プラスチック	0.46%	2.9%
	複合建材廃棄物 （複合材）	—	—
	建設混合廃棄物 （残渣）	18.6%	10.7%

建設混合廃棄物に混合している建設系廃プラスチックの割合について表 12.21 に整理した。なお、A 邸及び B 邸の組成調査においては全て分別を行ったため、建設混合廃棄物は想定の数値である。

ハウスメーカー施工の戸建住宅は、梱包材の発生量が多いこともあり、建設混合廃棄物中の建設系廃プラスチックの混合量が多く、さらなる分別の推進によって建設混合廃棄物の排出量の削減が見込める。A 邸の場合は、処理施設での手選別を行ったのちに全量再資源化されており、現状では現場での分別を推進してもこれ以上のリサイクル率向上には貢献し

ないが、一般的な戸建住宅の新築工事から排出される建設混合廃棄物の再資源化状況については把握できていない。中間処理施設での建設混合廃棄物の分別・再資源化状況について把握した上で、工事現場における更なる分別の推進によって期待されるリサイクル率の向上と、工事現場での手間を踏まえて、方策の検討を行う必要がある。

表 12.21 各調査における建設混合廃棄物中の建廃プラの割合

	重量	重量比	容積	容積比
A 邸	392.945kg	72.3%	0.83 m ³	43.1%
B 邸	65.610kg	7.3%	1.50 m ³	20.0%
新築（ビル） （2021 年）	4,014.2kg	15.7%	60,867 m ³	38.8%

12.4 今後の検討課題

(1) 中間処理施設での建設混合廃棄物の分別・再資源化状況の把握

解体工事現場で十分な分別ができなかった廃棄物は、建設混合廃棄物として中間処理施設に搬入され、分別・処理される。本調査において、分別状態でのリサイクル率を調査したが、特に混合状態（建設混合廃棄物）の廃棄物は、リサイクル方法やリサイクル率が中間処理施設によって異なる。現場での分別解体を推進するにあたっては、中間処理施設の再資源化の状況についても把握し、適切な分別の程度について明確にする必要がある。

(2) 再資源化の目的の明確化

特に建設混合廃棄物の再資源化のための方向性の検討においては、一定レベルの分別を実施している解体工事業者に対し、より再資源化を向上させるための方策を講じるか、ミニチ解体に近い分別をしている解体工事業者に対して改善を行っていくか、ターゲットによって対応の方向性が異なる。

前者の場合、上記(1)の状況も踏まえて分別品目を再考する必要がある。

後者の場合、ある程度の分別は中間処理施設にて実施することを想定し、排出量が多く、処理困難物であるものを優先的に分別することで、再資源化率が向上すると考えられる。例えば、塩ビ管、クロス、石膏ボードなどが挙げられる。

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [Aランク] のみを用いて作製しています。