

最終処分量を削減するための建築材料・工法の検討

Study on Building Materials and Construction Methods to Reduce the Amount of Final Disposal

糸毛 治¹⁾、高島 将人²⁾
Osamu Itoge¹⁾, Masato Takashima²⁾

地方独立行政法人北海道立総合研究機構

建築研究本部

北方建築総合研究所

Northern Regional Building Research Institute

Building Research Department

Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization

1) 北方建築総合研究所建築研究部建築システムグループ研究主幹・博士（工学） 2) 同建築研究部建築システムグループ研究職員
1) Senior Research Manager of Building System Group, Dr. Eng. 2) Researcher of Building System Group, Northern Regional Building Research Institute (all above)

本書の全部および一部の無断での転載はご遠慮ください。

No unauthorized reproduction

概 要 Abstract

最終処分量を削減するための建築材料・工法の検討 Study on Building Materials and Construction Methods to Reduce the Amount of Final Disposal

糸毛 治¹⁾、高島 将人²⁾
Osamu Itoge¹⁾, Masato Takashima²⁾

キーワード：建設廃棄物、リサイクル、建築材料、建築工法、最終処分量削減
Keywords : Construction waste, Recycle, Building materials,
Construction methods, Reduce the amount of final disposal

1. 研究概要

1) 研究の背景

- ・令和元年度、道内の建設廃棄物は 7,837 千トンが排出され、建設リサイクル法等により 6,925 千トンが再生利用されたが、531 千トンが最終処分され、道内の全最終処分量 920 千トンの 57.7% に達する。
- ・建設廃棄物の最終処分量削減のためには、混合廃棄物となる建築材料や建設資材を極力使用しないとともに、解体現場での分別および中間処理施設での選別をこれまで以上に容易に進める必要がある。
- ・一方、建築技術は、ここ 20 年～30 年の間に、建築材料の多様化や複合化が進んでおり、今後解体される建築物の建設年次が上がるほど、分別解体が困難になると予想される。
- ・この分別解体の難化は、最終処分量の増加、廃棄物処理費用を含む解体費の高騰を招くと予想され、解体費の高騰が建築物更新の障害になれば、空き家の増加や都市衛生の悪化を招く可能性がある。
- ・この問題は建築ストック数が多く、個別に少量の廃棄物が排出される中小建築物でより深刻となる。

2) 研究の目的

中小建築物の大部分を占める住宅用途を対象に、解体・改修により排出される建設廃棄物の最終処分量を削減するため、北海道における廃棄物処理およびリサイクルの実態を踏まえて、建築材料・工法を検討し、実現に向けた課題および実現時の効果を明らかにする。

2. 研究内容

1) 最終処分量を削減するための建築材料・工法の検討（令和 5 年度～令和 6 年度）

- ・ねらい：道内の産業廃棄物処理の実態を踏まえ、解体・改修により排出される建設廃棄物の最終処分量を削減するため、建築材料・工法を見直し、改善方法を明らかにする。
- ・試験項目等：建築材料・工法の調査、建材メーカーへのヒアリング調査

2) 実現に向けた課題と効果の検証（令和 6 年度）

- ・ねらい：1) で検討した建築工法・材料を対象に、建材メーカーや住宅事業者へのヒアリングを通じて、実現に向けた課題および実現時の廃棄物処理の改善に及ぼす効果を明らかにする。
- ・試験項目等：建材メーカーへのヒアリング調査、建築ストックに関する統計処理

¹⁾ 北方建築総合研究所建築研究部建築システムグループ研究主幹・博士（工学） ²⁾ 同建築研究部建築システムグループ研究職員

¹⁾ Senior Research Manager of Building System Group, Dr. Eng., ²⁾ Researcher of Building System Group, Northern Regional Building Research Institute (all above)

3. 研究成果

1) 最終処分量を削減するための建築材料・工法の検討（令和5年度～令和6年度）

- ・既往調査より、建築材料・工法を検討するための前提条件として、北海道における廃棄物処理の特徴を整理し、次の4点を挙げた。
 - 1.北海道はRPFによるサーマルリサイクルが主力
 - 2.運搬コストが高く、分別コスト捻出が厳しい
 - 3.建設リサイクル法は有効に機能している
 - 4.せっこうボードの再資源化は進み始めた
- ・建築材料について、日本工業規格（建築ハンドブック）に規定される建材を中心に、廃棄物処理の方法を調査し、リサイクル（再資源化）および分別の状況により、次の4つに分類した（表1）。
 - A.「広域認定制度」により再資源化される建材
 - B.RPF化（サーマルリサイクル）が可能な建材
 - C.分離分別後、安定型で処分
 - D.分離分別できず、管理型や混合廃棄物で処分
- ・建築工法について、RC造（鉄筋コンクリート造）、S造（鉄骨造）、木造を対象に公共建築工事標準仕様書に基づき、施工方法・手順をフォローして、解体時にリサイクル（再資源化）が困難なものを抽出し、次の4つに分類した（表2）。
 - a.湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離
 - b.接着剤・粘着テープと被着体の分離
 - c.シーリング材と被着体の分離
 - d.非鉄金属留付け材と木材の分離

2) 実現に向けた課題と効果の検証（令和6年度）

- ・建築材料・工法において分別が困難となる原因は、産業廃棄物として処理するにあたり、処理方法が異なる建材を分離できない方法で接合・接着している点で、すべて共通していることがわかった。
- ・建材については、建材を接着し複合化を図る場合に、解体時に接着面を剥がせる等分別できるようにする、または性能面やコスト面での妥当性が成立することを前提に、接着する建材が分別できなくても適切に処理できる建材同士の組み合わせになるように建材の代替えを進めていく必要がある。
- ・工法については、接着の必要性を再検証し、接着の必要性に応じた対策を講じる必要がある。
 - 例)・防水などのシート類 シート同士の接着は許容し、下地には材を当てたうえで留め付ける。
 - ・仮留め、工数の省略 剥がしやすい接着剤を用いる。
 - ・性能面で接着が必要 離形シートや離型剤塗布など、解体時に接着面を剥がせる工夫を行う。
- ・建材メーカーのリサイクルへの取り組みは、新築現場における端材の回収、再原料化を対象としており、解体分別に対する取り組みがほとんどない現状がある。建材の基本的な性能の一つとして「解体時の分別のしやすさ」を求めていく必要がある。
- ・効果の検証にあたっては、既往の経常研究（H30-R2）で求めた2050年度までの建設廃棄物の排出量予測を用いて、木造戸建住宅を対象に、再資源化に向けて改善が進んだ場合の効果を算定し、次の結果を得た。

[改善内容]

- ・コンクリートと断熱材の分別、樹脂サッシの分解 最終処分量 30%減
- ・せっこうボードの再処理、断熱材・シート等廃プラスチック再資源化 最終処分量 50%減

[改善効果]

- ・1年あたり24千トンの最終処分量削減効果

< 具体的データ >

表 1 建築材料の分類

建材名	建材の種類	建材名	建材の種類
A. 「広域認定制度」による再資源化の仕組みがある建材 ※課題：対象が新築現場のみ、工場が少なく運搬コスト高で、適用範囲が限定		B. RPF 化（サーマルリサイクル）が可能な建材 ※課題：塩化ビニル樹脂の分別・分離、需要先の確保	
木質系セメント板	木毛セメント板、木片セメント板	壁紙	繊維系壁紙（非塩化ビニル樹脂系壁紙）
木質系ボード	パーティクルボード、インシュレーションボード	製材、木質系ボード	木材、パーティクルボード、インシュレーションボード等
せっこうボード	各種せっこうボード	プラスチック建材 (塩ビ樹脂を除く)	各種シートおよび防水シート、各種シール材およびガスケット、木材・プラスチック再生複合材
断熱材	各種発泡プラスチック断熱材、グラスウール断熱材	有機系断熱材	各種発泡プラスチック断熱材（面材, フロン, HBCD 不用品）
C. 分離・分別後、安定型で処分 ※課題：各建材の再資源化。再資源化への切迫度は低く取り組みが低調。		D. 分離・分別ができず、管理型や混合廃棄物で処分 ※課題：現状では分別不可。代替建材の検討、異種材料間の接着方法の見直し。	
ガラス建材	各種板ガラス、ガラスブロック	木質系セメント板	木毛セメント板、木片セメント板
ガラス・コンクリート・陶磁器くずのブロック・ボード	ALC、けい酸カルシウム板、スレート、屋根用スレート、セラミックタイル、テラゾ、レンガ、火山性ガラス質複合板、押出成形セメント板、粘土がわら	木片、パルプ混入セメント系ボード	窯業系サイディング、スレート板、けい酸カルシウム板等
人造鉱物繊維断熱材	ロックウール、グラスウール（いずれも吹込み品含む） ロックウール吸音板、吹付けロックウール	せっこうボード	各種せっこうボード ※現在 処理施設の建設進む
FRP 製品(プラスチック+ガラス)	ガラス繊維強化ポリエステル製一体式水槽、ガラス繊維強化ポリエステル防水パン等	湿式建材	土塗、プラスター塗、しっくい塗等
塩化ビニル樹脂の建材	壁紙、ビニル系床材、硬質塩化ビニル波板、硬質塩化ビニル雨どい、再生プラスチック製宅地内用雨水ます及びふた等	畳床、畳	タタミボード畳、押出法ポリスチレンフォーム畳
		サッシ・建具	塩化ビニル樹脂製サッシ 等
		複合ボード	発泡プラスチック断熱材 + せっこうボード、木質系ボード 等

表 2 建築工法上、解体時にリサイクル（再資源化）が困難なもの（例：木造工事の一部）

工事の種類・工法等	分離・分別が困難な部分	工事の種類・工法等	分離・分別が困難な部分
a. 湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離		b. 接着剤・粘着テープと被着体の分離	
基礎部の断熱材の打込み	コンクリートと断熱材の分離	外壁工事	下地材と各種テープの分離
湿式塗材・左官工事	下地材と塗材の分離	ビニル床・ゴム床の施工	下地材と床シート・床タイルの分離
断熱材の吹付け工事	下地材と断熱材の分離	壁紙張り工事	下地材(モルタル・ボード面等)との分離
c. シーリング材と被着体の分離		防水シート、防水テープ接着	下地材と防水シート・テープとの分離
窯業系サイディング工事	サイディングとシーリング材の分離	d. 非鉄金属留付け材と木材の分離	
各種サッシ、ガラス取り付け	サッシ、ガラスとシーリングの分離	非鉄金属製釘・ビスでの留付け材と留付け材の分離（磁選機による分別不可）	

4. 今後の見通し

研究の成果は、各種建築材料のメーカーからなる業界団体や北海道において住宅建設にかかわる各団体に対し、最終処分量削減に向けた建材・工法の見直しを求めるため、新築・解体工事時において分別困難となる建材・工法について周知を図っていく技術資料として活用される。

目 次

1. 研究の背景・目的	1
(1) 研究の背景.....	1
(2) 研究の目的.....	1
(3) 研究の概要.....	2
2. 建築材料の処理方法の分類.....	3
(1) 検討の目的.....	3
(2) 検討方法・ヒアリング先.....	3
(3) 処理方法の分類	3
(4) 改善方法	7
3. 分別が困難な工法の分類.....	8
(1) 検討の目的.....	8
(2) 検討方法	8
(3) 工法の分類.....	8
(4) 改善方法	14
4. 建設廃棄物の最終処分量の推計と工法の改善による効果.....	16
(1) 検討の目的.....	16
(2) 建設廃棄物の最終処分量の算定方法.....	16
(3) 現状と工法改善後の最終処分量の比較.....	22
5. 結論	26
(1) 実施内容	26
(2) 得られた成果	26

1. 研究の背景・目的

(1) 研究の背景

道内の建設廃棄物は、建設リサイクル法に定めるコンクリートやアスファルト等を中心にリサイクルが推進され、再資源化・縮減率は 93.5%以上を実現している¹⁾。一方で、道内の建設廃棄物は年間 531 千トンが最終処分され、道内の最終処分量 920 千トンのうち 57.7%を占めている²⁾。今後も、高度成長期に大量に建設された建築物の解体・廃棄が進み、排出される建設廃棄物の増加が見込まれる。一方で、建築技術に関しては、建築材料の複合化が進み、解体される建築物の建設年次が上がるほど、分別解体が困難になると予想される。分別解体が困難になれば、最終処分量の増加、廃棄物処理費用・解体費の高騰を招くと考えられる。解体費の高騰が建築物更新の障害になれば、空き家の増加や都市衛生の悪化につながる。建設廃棄物の最終処分量を削減し、建築・都市の健全な循環を実現するためには、社会的な仕組みづくりだけでなく、建築材料・工法における技術開発が必要となる。

平成 25～26 年度に実施した建設混合廃棄物の実態調査³⁾では、道内で廃棄物処理を行う圏域は地理的に 5 つに分かれること、それぞれの圏域における建設廃棄物の発生量と中間処理施設の整備状況により、建設廃棄物の処理実態が異なることが明らかになった。令和 3～4 年度に実施した建設廃棄物の発生実態に関する調査⁴⁾では、前回調査の結果から中間処理施設が少ない上川管内を対象とした電子マニフェストの分析と、先進的な処理事業を行っている廃棄物処理業者および上川管内で中間処理・最終処分に実績がある業者を対象としたヒアリング調査を実施した。その結果、北海道における廃棄物処理の特徴および、社会的な仕組みと建築技術で対応すべき課題が以下の通り明らかになった。

- ・ 建築技術に関する廃棄物処理の特徴と課題
 - ・ 接着剤等を用いた複合建材は、手作業による分別が必要となり、コストを要し再資源化が進まない。
 - ・ 建設リサイクル法で規定される特定建設資材廃棄物（建設発生木材、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊）は再資源化が徹底している。
- ・ 社会的な仕組みに関する廃棄物処理の特徴と課題
 - ・ 製造業が少ない北海道ではマテリアルリサイクルよりも、RPF によるサーマルリサイクルが主体となる。
 - ・ 近郊に再利用製品の受入れ先がない上川圏域などでは、遠方への運搬が必要となり、運搬コストの負担から、リサイクル可能な建設廃棄物であっても最終処分される。
 - ・ せっこうボード処理施設は建設が進み、再資源化は過渡期を迎えている。

建築技術で対応すべき課題に対しては、上記の北海道の実態を踏まえつつ、建築材料を分別できれば適切に中間処理・再利用できることを前提に、分別が困難となる材料・工法を明らかにし、その解決に向けた取り組みを実施していく必要がある。

(2) 研究の目的

本研究では、中小建築物の大部分を占める住宅用途を対象に、解体・改修により排出される建設廃

棄物の最終処分量を削減するため、(1)に示した北海道における廃棄物処理およびリサイクルの実態を踏まえて、建築材料・工法を検討し、実現に向けた課題および実現時の効果を明らかにすることを目的とする。

(3) 研究の概要

本報告書の構成を図1に示す。

1) 最終処分量を削減するための建築材料・工法の検討 (R5～6年度)

道内の産業廃棄物処理の実態を踏まえ、解体・改修時に排出される建設廃棄物の最終処分量を削減する観点から、分別が困難な建築材料・建築工法を洗い出し、建築材料の改質・代替、工法の改良を検討する(第2章、第3章)。

2) 実現に向けた課題と効果の検証 (R6年度)

1)で検討した建築材料・工法を対象に、最終処分量の削減に向けた課題および実現時の改善効果を明らかにする。(第4章)。

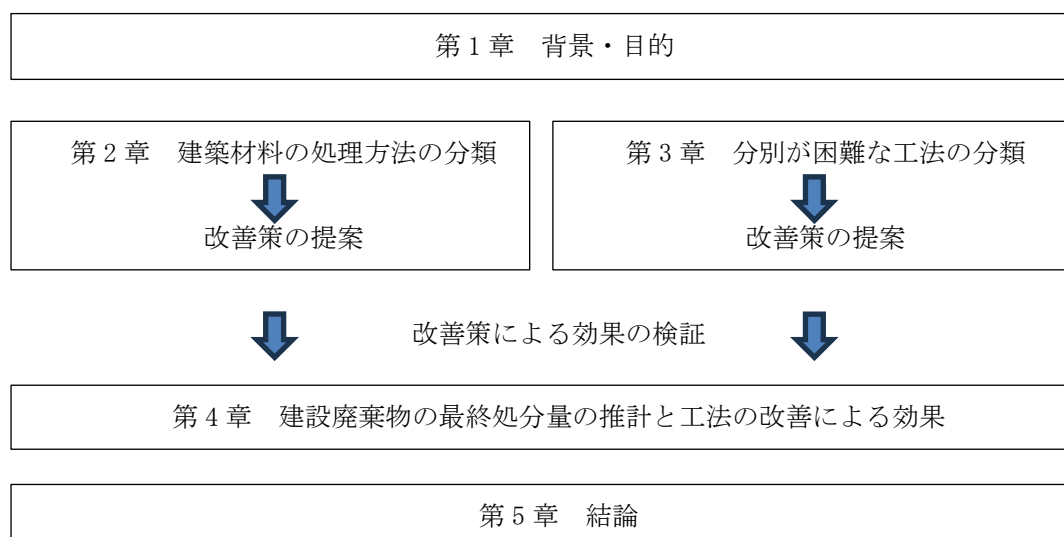


図1 報告書の構成

2. 建築材料の処理方法の分類

(1) 検討の目的

北海道の産業廃棄物処理の実態を踏まえ、解体・改修により排出される建設廃棄物の最終処分量を削減するため、建築材料を検討し、改善方法を明らかにする。

(2) 検討方法・ヒアリング先

日本工業規格（建築ハンドブック）に規定される建材を中心に、廃棄物処理の方法を調査し、リサイクル、分別の状況を分類した。但し、表1に示す材料は検討から除外した。

表1 検討対象外とする建築材料等

建築材料等の種類	除外理由
アスベスト含有建材	リサイクルよりも安全に処分することを優先されるため。
特定建設資材廃棄物（コンクリートがら、アスファルトがら、木くず等）	分別できれば、適正に再資源化されていると考えられるため。
金属製品	分別できれば、適正に再資源化されていると考えられるため。
建築・住宅設備機器（暖冷房・空調機器、給排水設備、衛生器具等）	家電製品と同様に、部品ごとに分解し再資源化されていると考えられるため。

また、表2に示す建材メーカーおよび廃棄物処理業者に対して、ヒアリング調査を実施し、廃棄物処理の実態を把握した。

表2 ヒアリング対象

	事業	取り扱う建築材料
A 社	廃棄物処理業者	樹脂サッシ
B 社（業界団体）	建材メーカー	窯業系サイディング
C 社	建材メーカー	硬質ウレタンフォーム
D 社	建材メーカー	フェノールフォーム
E 社（業界団体）	建材メーカー	押出法ポリスチレンフォーム
F 社	建材メーカー	塩化ビニル樹脂建材

(3) 処理方法の分類

対象とする建築材料は、処理方法ごとに以下の4通りに分類できる。

- ・ 広域認定制度による再資源化の仕組みがある建材
- ・ RPF 化（サーマルリサイクル）が可能な建材
- ・ 分別後、安定型で処分される建材
- ・ 分別できず、管理型や混合廃棄物で処分される建材

上記の分類に該当する建材とその特徴について以下に示す。

1) 広域認定制度による再資源化の仕組みがある建材

広域認定制度とは、環境大臣の認定を受けた製造事業者等が自社製品の廃棄物を広域的に回収し、再利用または適正処理を行うことで、当該廃棄物の減量、適正な廃棄処理の確保を目的とする制度である。認定を取得した建材メーカーの取り扱う建材を表3以下に示す。

- | | | |
|----------------|----------------|------------------|
| ・ ALC | ・ せっこう、せっこうボード | ・ 押出法ポリスチレンフォーム |
| ・ 木質系セメント板 | ・ 屋根用スレート | ・ ビーズ用ポリスチレンフォーム |
| ・ 窯業系サイディング | ・ ビニル系床材 | ・ 硬質ウレタンフォーム |
| ・ けい酸カルシウム板 | ・ 塩化ビニル樹脂系壁紙 | ・ 吹付け硬質ウレタンフォーム |
| ・ パーティクルボード | ・ ロックウール | ・ フェノールフォーム |
| ・ インシュレーションボード | ・ グラスウール | |

広域認定制度は機能しているが、北海道は建材工場が少ないうえ、運搬距離が長く、運搬コストが高騰するため、その適用範囲が限られている。また、解体材は汚損により再利用が困難となるため、広域認定制度による再利用は新築時の端材に限られることがヒアリング調査により明らかになった。

2) RPF 化（サーマルリサイクル）が可能な建材

RPF（Refuse Peper & Plastic Fuel）は、廃プラスチック類、木くず、紙くず、繊維くずを原料として製造した固形燃料（図2）であり、塩化物を含む製品を除き、上記の廃棄物処理区分に該当する建材はRPF化が可能である。RPF化が可能な建材の一覧を表3に示す。



図2 廃棄物処理施設で製造されたRPF

表3 RPF 化が可能な建材

建材の種類	製品事例	処理方法
壁紙	繊維系壁紙（非塩化ビニル樹脂系壁紙）	基材と分離できれば、RPF 化が可能。基材がせっこうボードの場合、表面紙との分別は不要。
製材、木質系ボード	木材、繊維版、パーティクルボード、インシュレーションボード	木チップや RPF としてサーマルリサイクル。RPF とする場合は、木くずと繊維くずとの混合は許容されるが、塩化ビニル樹脂とは分別が必要。
プラスチック建材 （塩化ビニル樹脂系を除く）	各種シートおよび防水シート、各種シール材およびガasket、木材・プラスチック再生複合材	RPF するためには、塩化ビニル樹脂との分別が必要。 紙くず、木くず、繊維くずとの混合は許容。
発泡プラスチック断熱材	押出法ポリスチレンフォーム、ビーズ法ポリスチレンフォーム	難燃剤 HBCD に用いた製品は焼却処分。サーマルリサイクル不可。フロン、HBCD を含まない現製品は、RPF 化が可能だが、区別が困難。 減容化はコスト高。減容処理せずに埋立処分すると嵩張るため、処理料金が高額。
発泡プラスチック断熱材	押出法ポリスチレンフォーム、硬質ウレタンフォーム、吹付け硬質ウレタンフォーム	発泡剤にフロンを用いた製品は焼却処分。サーマルリサイクル不可。フロン、HBCD を含まない現製品は、RPF 化が可能だが、区別が困難。

RPF に再利用できる建材は、塩化ビニル樹脂製品とは分別する必要があるが、木くず・紙くず・繊維くず・廃プラスチックの分別は不要となる。解体業者によっては、上記 4 品目を必要以上に分別する場合があります、解体時の分別作業の負担を軽減するためには、上記の建材について分別が必要な範囲を周知することが重要となる。

3) 分別後、安定型で処分される建材

安定型産業廃棄物とは、有害物質や有機物が付着しておらず、雨水や外気にさらされた場合にその性状が変化しない産業廃棄物を指す。具体的には、「廃プラスチック類」、「ゴムくず」、「金属くず」、「ガラスくず・コンクリートくずおよび陶磁器くず」、「がれき類」の 5 品目が該当する。上記の品目に該当する建材の一覧を表 4 に示す。これらの建材は安定型最終処分場で埋立処理ができるため、再資源化に対して切迫度は低い。各建材において、再資源化の取り組みは実施されているが、現状では埋立処理が中心となり、建材メーカーの再利用に向けた更なる技術開発が求められる。

表4 分別後、安定型で処分される建材

建材の種類	製品事例	処理方法
ガラスくず	各種板ガラス、ガラスブロック	安定型処分、またはガラスカレットにリサイクル
ガラス・コンクリート・陶磁器くずのブロック状・ボード状の建材	ALC、けい酸カルシウム板、スレート、屋根用スレート、セラミックタイル、テラゾ、レンガ、火山性ガラス質複合板、押出成形セメント板、粘土がわら	安定型処分、または碎石や路盤材としてリサイクル
人造鉱物繊維断熱材	ロックウール、グラスウール、吹付けグラスウール、吹付けロックウール	安定型廃棄物だが、減容処理せずに埋立処分すると嵩張るため、処理料金が高額。
FRP 製品	ガラス繊維強化ポリエステル製一体式水槽、ガラス繊維強化ポリエステル防水パン、ガラス繊維強化ポリエステル洗い場付浴槽	ガラス繊維と樹脂の複合品で、リサイクルが困難。安定型で最終処分。
塩化ビニル樹脂板・管	硬質塩化ビニル波板、硬質塩化ビニル雨どい、再生プラスチック製宅地内用雨水ます及びふた	マテリアルリサイクルが中心。リサイクル業者がいないと、そのまま安定型で最終処分。

4) 分別できず、管理型や混合廃棄物で処分される建材

管理型産業廃棄物とは、分解や腐敗により汚水や有害物が発生する可能性がある廃棄物であり、安定型産業廃棄物以外の廃棄物を指す。分別できず、管理型や混合廃棄物で処分される建材の一覧を表5に示す。

表5 分別できず、管理型や混合廃棄物で処分される建材

建材の種類	製品事例	処理方法
木質系セメント板	木毛セメント板、木片セメント板	セメントと木材の分離ができず、管理型で最終処分。リサイクルの取り組みは、広域認定制度で新築工事からの端材が中心。
木片、パルプ混入セメント系ボード	窯業系サイディング、スレート板、けい酸カルシウム板等	木繊維混入品やパルプ混入品を分別できず、管理型で最終処分。 アスベストを含む製品と含まない製品との区別が困難。一括して石綿含有廃棄物として処理する場合あり。
畳床、畳	押出法ポリスチレンフォームを基材にする畳床	分解に手間。比重が小さく、処理料金が高額。
サッシ・建具	塩化ビニル樹脂製サッシ等	構成材料が多く分解分別が困難。
複合ボード	発泡プラスチック断熱材＋せっこうボード、木質系ボード等	産業廃棄物上、異なる種類の材料を接着しており、分別が困難。
湿式塗材	土塗、プラスター塗、しっくい塗等	塗材に有機繊維含む。分別が困難。

これらの建築材料は、製造時に異なる廃棄物区分で処理される材料が混合されており、分別が現実的に不可能である。管理型最終処分が必要な材料が混合されている場合は、複合建材全体が管理型最終処分の対象となる。管理型最終処分場は、安定型最終処分場に比べて運営の費用が高額となるうえ、建設においては地域住民の理解が必要であり、整備の難易度が高い。そのため、廃棄物処理業者は管理型最終処分場の埋立量削減を望んでおり、管理型産業廃棄物となる建材は最終処分の受入れ料金が高く設定され、解体費用が高騰する要因の一つとなっている。

(4) 改善方法

分別が困難となる原因は、処理方法が異なる建材を分離できない方法で接合・接着されていることにある。対応策として、接着性能とコストを確保しつつ、分別が容易にできる、もしくは同一の処理方法となる建材同士を組み合わせた複合建材への代替を進めていくことが有効である。また、広域認定制度をはじめ、建材メーカーの再利用への取り組みは主に新築時に排出される端材を対象としている。分別が容易な建材の普及には、解体時の分別しやすさを性能基準として規定し、建材メーカーが解体材に対して責任を負うシステムを構築することが必要である。

3. 分別が困難な工法の分類

(1) 検討の目的

北海道の産業廃棄物処理の実態を踏まえ、解体・改修により排出される建設廃棄物の最終処分量を削減するため、建築工法を検討し、改善方法を明らかにする。

(2) 検討方法

公共建築工事標準仕様書（建築工事編）令和4年版および公共建築木造工事標準仕様書令和4年版に記載される工事を対象として、RC造・鉄骨造・木造の解体時に分別・再資源化が困難となる工法を原因ごとに分類した（図3）。

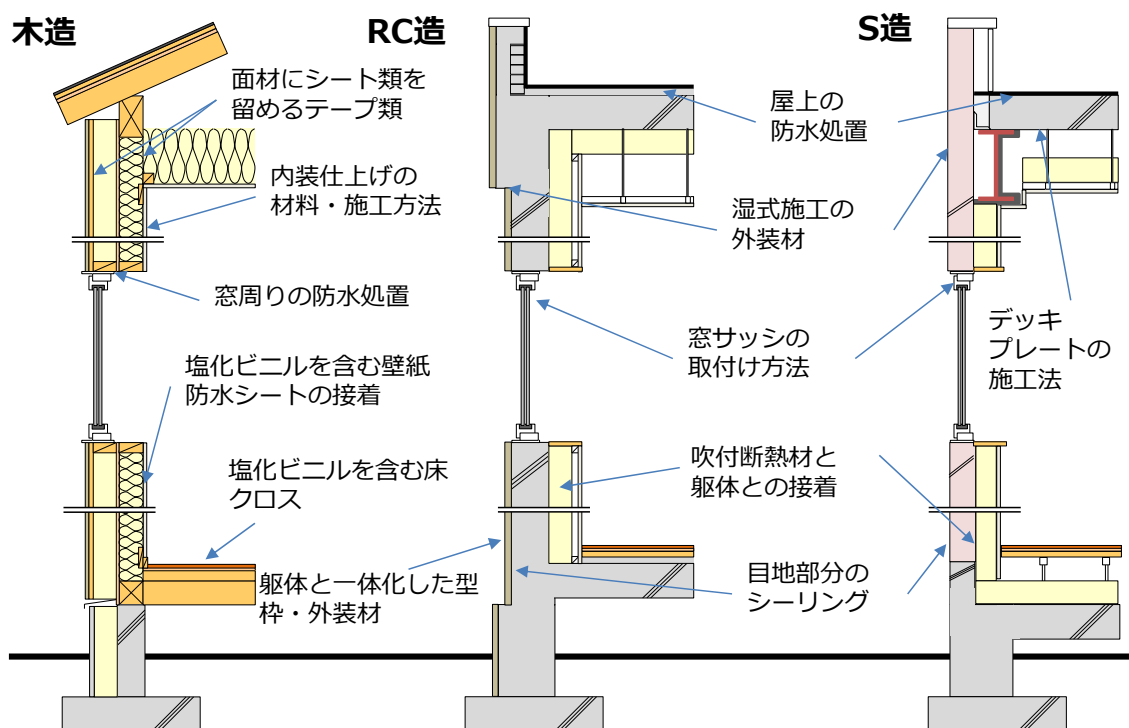


図3 検討対象とする工法の例

(3) 工法の分類

分別・再資源化が困難な建築工法は、原因ごとに以下の4通りに分類できる。

- ・ 湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離
- ・ 接着剤・粘着テープと被着体の分離
- ・ シーリング材と被着体の分離
- ・ 非鉄金属留付け材と木材の分離

上記の分類に該当する工事と解体・分別が困難な部分について以下に示す。

1) 湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離

湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離が必要となるRC造・鉄骨造工事の一覧を表6に、木造工事の

一覧を表 7 に示す。

表 6 湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離が必要となる RC 造・鉄骨造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
コンクリート工事	型枠工事	床型枠用鋼製デッキプレート	コンクリート打設後デッキプレートと躯体の分離 ※部材リユースが困難。分別すればコンクリート、鋼材ともリサイクル可。
鉄骨工事	耐火被覆	耐火材吹付け	ロックウールと鉄骨躯体の分離
		ラス張りモルタル塗り	モルタルと鉄骨躯体の分離
内装工事	断熱・防露	断熱材打込み工法	断熱材とコンクリートの分離
		断熱材現場発泡工法	断熱材とスラブ又は壁面の分離

表 7 湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離が必要となる木造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
左官工事	せっこうプラスター塗り	—	石膏プラスターと下地材（コンクリート、コンクリートブロック、木毛セメント板、石膏ラスボード）の分離
	しっくい塗り	—	漆喰と下地材（ラス下地、石膏ラスボード）の分離
内装工事	断熱・防露	断熱材打込み工法	断熱材とコンクリートの分離
		断熱材現場発泡工法	断熱材とコンクリートの分離

RC 造・鉄骨造・木造で共通して、躯体または基礎コンクリートと断熱材の分離が困難となっている。鉄骨造は、耐火被覆材と躯体の分離が困難となるが、ケイ酸カルシウム板、ALC 板、軽量コンクリート板などの耐火板の使用により、分別解体が比較的容易になると考えられる。

2) 接着剤・粘着テープと被着体の分離

接着剤・粘着テープと被着体の分離が必要となる RC 造・鉄骨造工事の一覧を表 8 に、木造工事の一覧を表 9 に示す。

表8 接着剤・粘着テープと被着体の分離が必要となる RC 造・鉄骨造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
コンクリート工事	型枠工事	断熱材兼用型枠材	コンクリートと断熱材の分離
防水工事	アスファルト防水 改質アスファルトシート防水 合成高分子系ルーフィングシート防水	屋根保護防水密着/絶縁（断熱）工法 屋根露出防水絶縁（断熱）工法 屋内防水密着工法 等	ルーフドレン、配管とアスファルトルーフィングの分離 断熱材とアスファルトルーフィングの分離（断熱工法）
	塗膜防水	ウレタンゴム系塗膜防水工法（絶縁/密着工法）、ゴムアスファルト系塗膜防水工法（密着工法）	ルーフドレン、配管と補強布の分離
屋根及び とい工事	長尺金属板葺	—	改質アスファルトルーフィング下葺材と下地の分離
	とい	鋼管製	鋼管と粘着テープの分離
内装工事	ビニル床シート、ビニル床タイル及びゴム床タイル張り	—	ビニル床シート、ビニル床タイル、ゴム床タイルと下地の分離
	カーペット敷き	タフテッドカーペット（接着工法）	カーペットと下地の分離
	フローリング張り	接着工法	コンクリート又はモルタル下地とフローリングの分離
	せっこうボード、その他ボード及び合板張り	せっこうボード（直張り工法）	石膏ボードと接着剤の分離
	壁紙張り	—	壁紙と下地(モルタル・コンクリート・ボード面)の分離
建具工事	アルミニウム製、鋼製、鋼製軽量、ステンレス製、樹脂製、木製建具	—	建具縦枠と両面粘着防水テープの分離（木下地の場合）

表9 接着剤・粘着テープと被着体の分離が困難となる木造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
木工事	外壁回り	外壁下地	防水テープと下地の分離
建具工事	アルミニウム製、鋼製、鋼製軽量、ステンレス製、樹脂製、木製建具	—	建具縦枠と両面粘着防水テープの分離（木下地の場合）
内装工事	ビニル床シート、ビニル床タイル及びゴム床タイル張り	—	ビニル床シート、ビニル床タイル、ゴム床タイルと下地の分離
	カーペット敷き	タフテッドカーペット（全面接着工法）	カーペットと下地の分離
	カーペット敷き	タイルカーペット（全面接着工法）	カーペットと下地の分離
	せっこうボード、その他ボード及び合板張り	せっこうボード（直張り工法）	石膏ボードと接着剤の分離
	壁紙張り	—	壁紙と下地（モルタル、コンクリート、ボード面）の分離



図4 樹脂サッシと防水シートの接着部分（A社）

図4に樹脂サッシと防水シートの接着部分を示す。粘着テープは主に雨水の侵入防止の目的で、雨掛かりに用いられる。接着性能と分別・解体の容易さはトレードオフであるため、分離しやすい建材・工法の開発に対して、建材メーカーは注力していない場合が多い。接着剤を用いる工法は、カーペット、壁紙などのシート状建材と石膏ボード等のボード状建材に適用される。これらの建材は、釘などの接合具を用いた乾式工法や、全面接着でなく部分接着工法を採用することで易分別性が向上すると考えられる。一方で、ビニル床材など低コストであることを理由に採用されている建材は、代替材の使用により経済合理性を確保することが困難な場合が多く、低廉な代替建材・工法の開発が望まれる。

3) シーリング材と被着体の分離

シーリング材と被着体の分離が必要となる RC 造・鉄骨造工事の一覧を表 10 に、木造工事の一覧を表 11 に示す。

表 10 シーリング材と被着体の分離が困難となる RC 造・鉄骨造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
コンクリートブロック、ALC パネル及び押出成形セメント板工事	ALC パネル	外壁パネル構法、間仕切壁パネル構法、屋根及び床パネル構法	ALC パネルとシーリングの分離
	押出成形セメント板	外壁パネル工法、間仕切壁パネル工法	ECP とシーリングの分離
石工事	外壁湿式工法、内壁空積工法、外壁乾式工法	—	石材とシーリングの分離
タイル工事	セメントモルタルによるタイル張り	密着張り、改良圧着張り、マスク張り、モザイクタイル張り	タイルとシーリングの分離
	有機系接着剤によるタイル張り	—	タイルとシーリングの分離
建具工事	ガラス	—	ガラスとシーリングの分離
		ガラスブロック積み	ガラスブロックとシーリングの分離
カーテンウォール工事	メタルカーテンウォール	—	ガラスとシーリングの分離
	PCカーテンウォール	—	プレキャストコンクリートとシーリングの分離
防水工事	アスファルト防水 改質アスファルトシート防水 合成高分子系ルーフィングシート防水	屋根保護防水密着/絶縁(断熱)工法 屋根露出防水絶縁(断熱)工法 屋内防水密着工法等	押さえ金物とシーリング材の分離
建具工事	アルミニウム製、鋼製、鋼製軽量、ステンレス製、樹脂製、木製建具	—	サッシとモルタル・シーリングの分離

表 11 シーリング材と被着体の分離が困難となる木造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
石工事	外壁湿式工法、内壁空積工法、外壁乾式工法	—	石材とシーリングの分離
タイル工事	セメントモルタルによるタイル張り	密着張り、改良圧着張り、マスク張り、モザイクタイル張り	タイルとシーリングの分離
	有機系接着剤によるタイル張り	—	タイルとシーリングの分離
建具工事	アルミニウム製、鋼製、鋼製軽量、ステンレス製、樹脂製、木製建具	—	サッシとモルタル・シーリングの分離
	ガラス	—	ガラスとシーリングの分離
		ガラスブロック積み	ガラスブロックとシーリングの分離
ユニット及びその他の工事	サイディング工事	窯業系サイディング工事	窯業系サイディングとシーリング材の分離
		複合金属サイディング工事	複合金属系サイディングとシーリング材の分離
	A L C パネル（薄形パネル）工事	—	A L C パネルとシーリング材の分離

シーリング材は、雨掛かりとなる外装材の目地部分や建具と外壁の間に用いられる。石工事やガラス工事など、構造躯体と外壁を乾式工法により接合する場合においても、外壁材同士をシーリングにより接着する必要があるため、工法によらず分別は困難となる。シーリング材と同一の方法で処理ができる樹脂製サイディングが普及すれば、分別の必要がなくなり、解体の作業性が向上すると考えられる。

4) 非鉄金属留付け材と木材の分離

非鉄金属留付け材と木材の分離が必要となる RC 造・鉄骨造工事の一覧を表 12 に、木造工事の一覧を表 13 に示す。

表 12 非鉄金属留付け材と木材の分離が困難となる RC 造・鉄骨造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
木工事	窓、出入口その他	—	木材とステンレス釘の分離
屋根及びとい工事	粘土瓦葺	—	木材とステンレスねじの分離
建具工事	アルミニウム製、鋼製、鋼製軽量、ステンレス製、樹脂製、木製建具	—	ステンレス釘と木下地の分離（木下地の場合）

表 13 非鉄金属留付け材と木材の分離が困難となる木造工事

工事名	工事の種類	工法等	解体・分別が困難な部分
木工事	外部出入口木製建具回り木製枠	—	ステンレス釘と木材の分離
屋根及びとい工事	下地及び下葺	—	下葺材と釘・ステープルの分離
	金属板葺、粘土瓦葺	—	ステンレス釘と木材の分離
建具工事	アルミニウム製、鋼製、鋼製軽量、ステンレス製、樹脂製、木製建具	—	ステンレス釘と木下地の分離（木下地の場合）

非鉄金属の使用が規定されるのは、雨掛かりで鉄が腐食しやすい部分である。非磁性の接合具は磁選機での選別ができず、分別を手動で行う必要があるため、解体・分別のコスト上昇の要因となる場合がある。標準仕様書において、材質が「表面処理された鉄又はステンレス製」と規定されている場合は、メッキ処理された鉄製の接合具を使用することで、機械選別とすることが可能となる。

（４）改善方法

分別が困難となる原因は、建築材料と同様に、処理方法が異なる建材を分離できない方法で接合・接着されていることにある。対応策として、接着の必要性に応じて分離しやすい工法を採用することが有効である。具体的な改善方法の例を以下に示す。

表 14 接着の必要性に応じた工法の改善方法の例

工法の分類	適用対象	改善方法の例
湿式塗材・吹付材・ 型枠と躯体の分離	湿式塗材・吹付工事	躯体に絶縁シートを止付けた後に塗材・吹付材 を施工
接着剤・粘着テープ と被着体の分離	シート状建材の接着	シート同士のみを粘着テープで接着し、シート 下地材は接合具で固定 粘着層で分離可能なシートの代替使用
	ボード状建材の接着	部分接着工法の採用
	ボード類等の仮止め	剥がしやすい接着材の開発
シーリング材と被着 体の分離	シーリング工事	離型剤の塗布 剥がしやすいシーリング材の開発
非鉄金属留付け材と 木材の分離	接合具による雨掛かり部分 の固定	表面処理された鉄性接合具の使用

4. 建設廃棄物の最終処分量の推計と工法の改善による効果

(1) 検討の目的

既往研究⁵⁾で提案した手法を用いて、北海道内の木造戸建て住宅を対象に、2050 年までの解体材の排出量等を推計し、再資源化に向けた材料・工法の改善が進んだ場合の最終処分量の削減効果を明らかにすることを目的とする。

(2) 建設廃棄物の最終処分量の算定方法

既往研究⁵⁾で提案した最終処分量の算定方法を以下に再掲する。

$$S_1 = T_1 \times M \times D \quad (1)$$

$$S_2 = T_2 \times M \times D \quad (2)$$

S_1 : 最終処分量[ton/年]

S_2 : 最終処分量[m³/年]

T_1 : 床面積あたりの投入資材量[ton/m²]

T_2 : 床面積あたりの投入資材量[m³/m²]

M : 滅失する床面積[m²/年]

D : 最終処分される割合[%]

・床面積あたりの投入資材量の仮定

建設年次ごとの使用建材や構法・工法の変化を考慮して、排出量等を推計する。投入資材量として対象とする建材は、コンクリート、せっこうボード、ビニル壁紙、繊維系断熱材、発プラ系断熱材、樹脂サッシ、防湿気密シート、透湿防水シート、外装仕上げ材（モルタル、窯業系サイディング、金属サイディング）とする。

・滅失する床面積の推計

北海道内の木造戸建住宅を対象に、2023 年までの住宅着工統計および住宅・土地統計調査に基づき、建設年ごとに滅失する建築物の戸数および床面積計を改めて計算し、年次ごとに滅失する床面積の総量を推計した。

住宅の残存確率は、建築後 5 年までは解体は発生せずに住宅着工数が維持されるとし、経過年数 6 年目以降は対数正規分布に従うと仮定すると、次式で表される。

$$f(t) = \begin{cases} 1 & \text{for } t \leq 5 \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma(\alpha t - 5)} \exp\left\{-\frac{(\ln(\alpha t - 5) - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} & \text{for } t > 5 \end{cases} \quad (3)$$

$$t = a - b \quad (4)$$

$f(t)$: 木造住宅の滅失確率

t : 経過年数

μ : 平均

σ : 標準偏差

a : 調査年

b : 建設年

ある年に建設された木造住宅のうち、経過年数 t において滅失している割合 $F(t)$ は次式より得られる。

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad (5)$$

経過年数 t において残存している割合 $R(t)$ は次式で表される。

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (6)$$

建設年ごとの「建設戸数 A 」と、「経過年数 t において残存している割合 $R(t)$ 」の積は、「経過年数 t における残存戸数 $A \times R(t)$ 」を表す。「建設戸数 A 」は住宅着工統計（1970 年～2023 年）より得られる住宅着工戸数のデータを用いた。なお 2023 年以降の建設戸数は 2000 年～2023 年の着工戸数の値から得られた次式の回帰曲線に従うと仮定した。

$$A = 24828e^{-0.01431(x-1970)} \quad (7)$$

x : 年次 ($x \geq 2023$)

得られた回帰曲線を図 5 に示す。

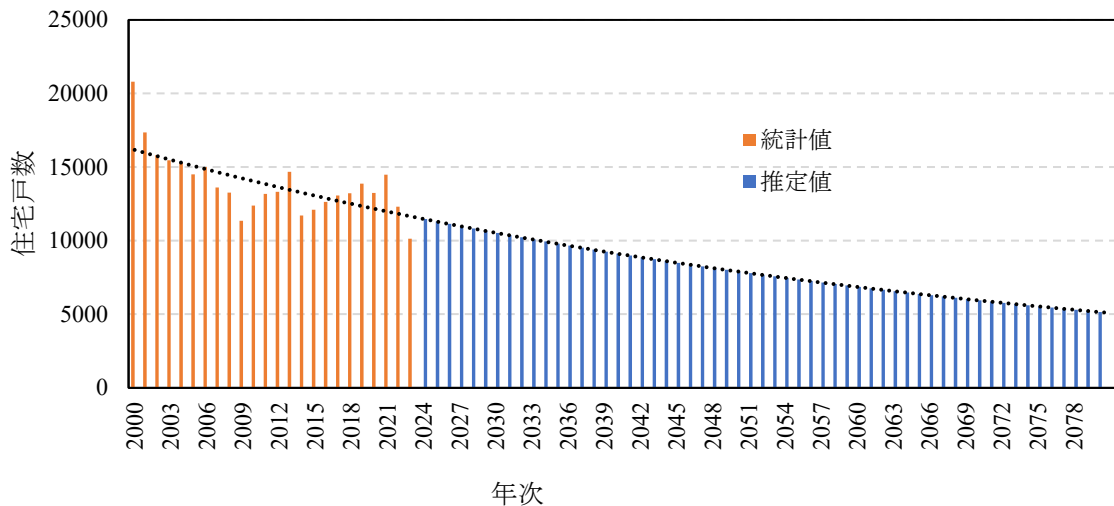


図 5 住宅着工統計による着工戸数と回帰曲線

ここで、住宅・土地統計調査（1978 年-2023 年）より得られる建設年代ごとの推定残存戸数のデータを、建設年ごとに設定した「経過年数 t における残存戸数 $A \times R(t)$ 」の総和と比較する。調査年（1978, 1983, 1988, 1993, 1998, 2003, 2008, 2013, 2018, 2023 年）ごとの、「住宅・土地統計調査の推定残存戸数」と「経過年数 t における残存戸数 $A \times R(t)$ の調査対象期間の和」の二乗誤差が最小となるように、 $f(t)$ のパラメータ α , μ , σ を同定した。算出した値を(3)式に代入すると次式が得られる。

$$f(t) = \begin{cases} 1 & \text{for } t \leq 5 \\ \frac{1}{0.631\sqrt{2\pi}(0.332t-5)} \exp\left\{-\frac{(\ln(0.332t-5)-2.633)^2}{2 \cdot 0.631^2}\right\} & \text{for } t > 5 \end{cases} \quad (8)$$

(8)式により得られた木造戸建住宅残存曲線 $R(t)$ を図 6 に示す。

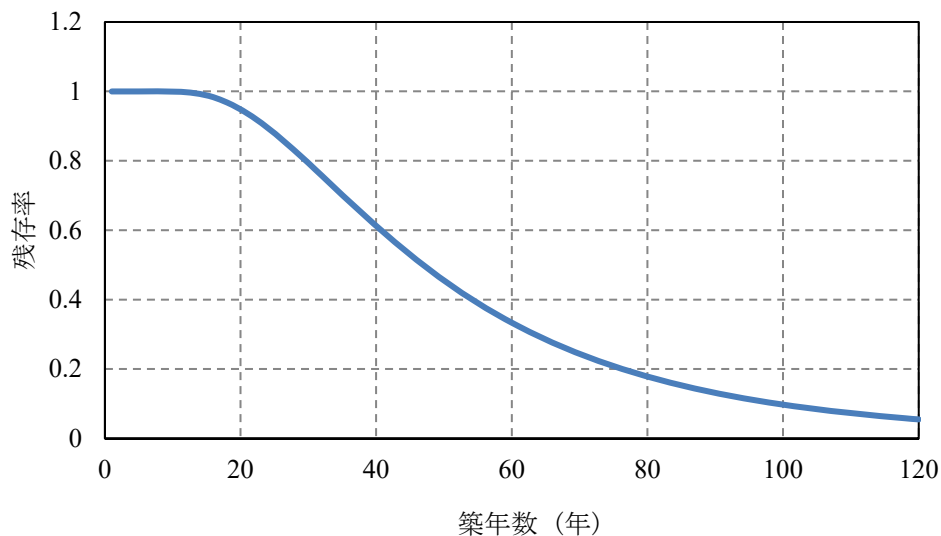


図 6 木造戸建住宅残存曲線

建設年ごとの「経過年数 t における残存戸数 $A \times R(t)$ 」は、住宅残存率曲線 $R(t)$ に従って得られ、建設年ごとの「経過年数 t の時の滅失した戸数 B 」は次式で表される。

$$B = A\{R(t) - R(t - 1)\} \quad (9)$$

滅失した戸数の推計を図 7 に示す。凡例は建設年次を示している。

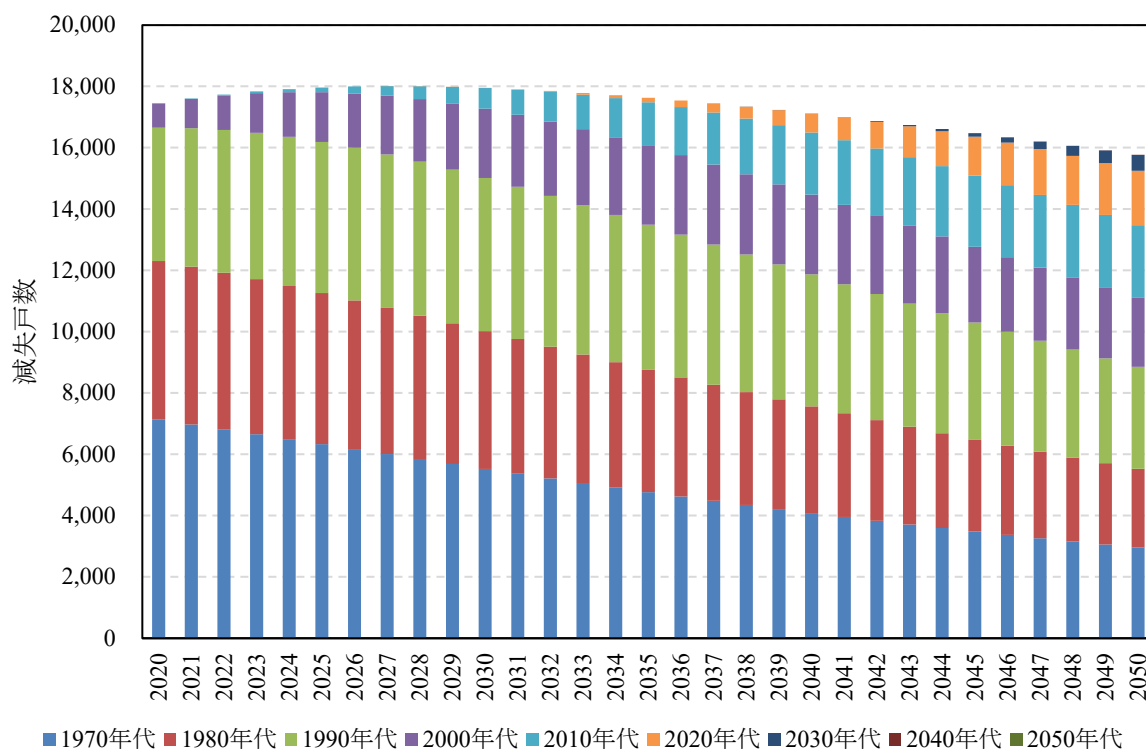


図 7 年代別滅失戸数

建設年ごとの「経過年数 t の時の滅失にした床面積 M 」は、住宅着工統計（1970 年～2023 年）より得ら

れる建設年ごとの「着工住宅 1 戸あたりの平均床面積 s 」を用いて、次式より求めた。

$$M = Bs \quad (10)$$

なお 2023 年～2050 年の「着工住宅 1 戸あたりの平均床面積 s 」は、上記の着工戸数と同様に 2000 年～2023 年の値をもとに得られた次式の回帰曲線に従うと仮定した。

$$s = 185.18e^{-0.009(x-1970)} \quad (11)$$

得られた回帰曲線を図 8 に示す。

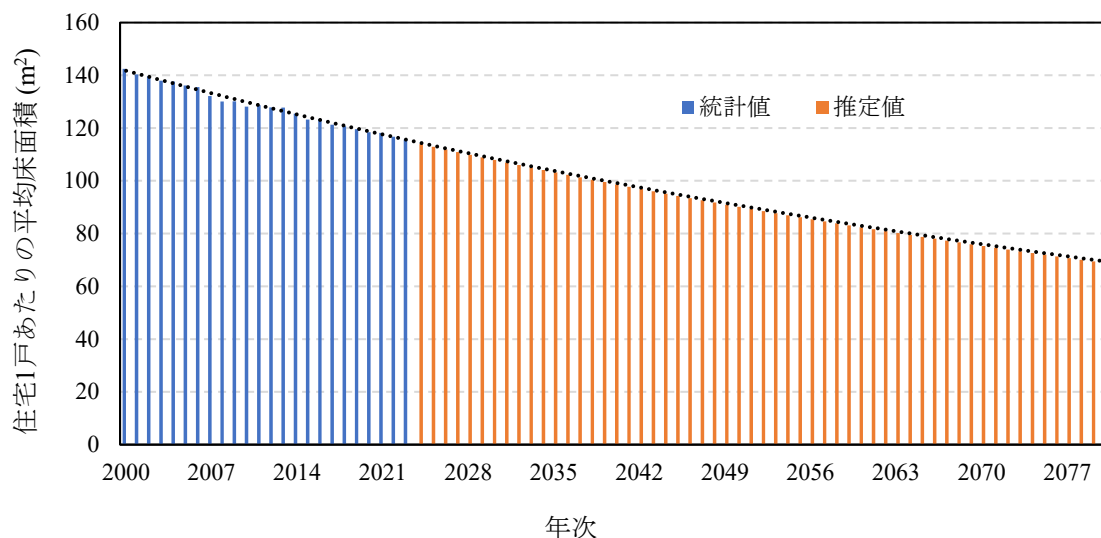


図 8 住宅着工統計による住宅 1 戸あたりの平均床面積と回帰曲線

建設年ごとの「経過年数 t の時の滅失にした床面積 S 」から、建設年＋経過年数が同じ年次となるデータごとに床面積の総和を求めて、年次ごとの滅失する床面積とした。得られた推計値を図 9 に示す。

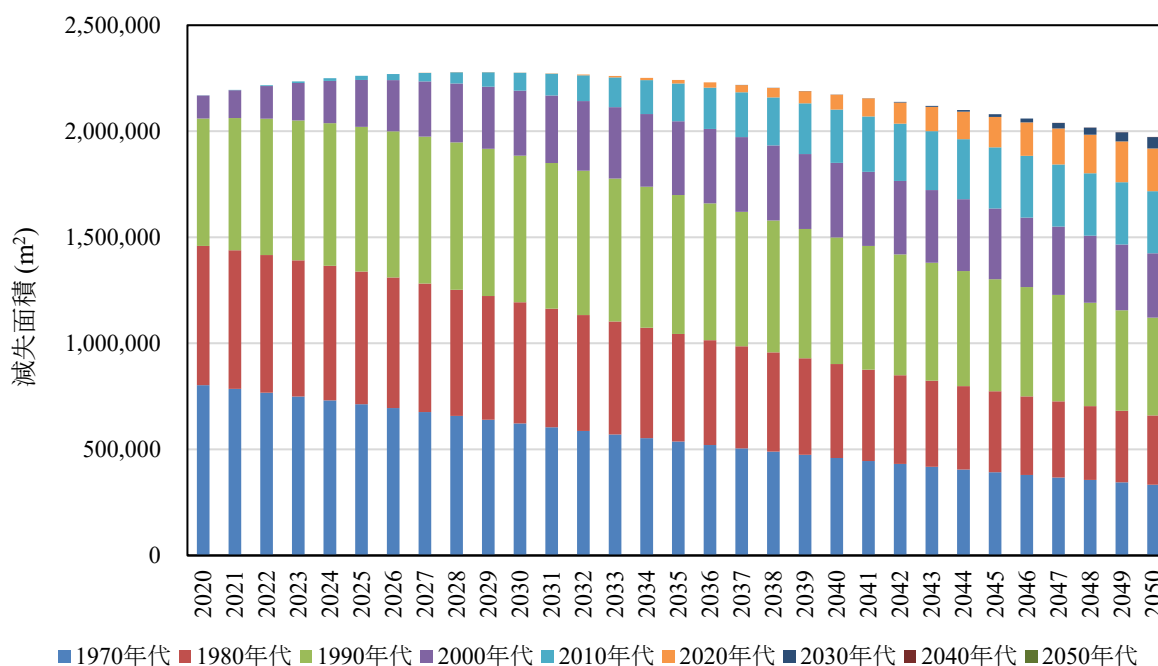


図 9 年代別滅失面積

・床面積あたりの投入資材量

既往研究⁹⁾に基づき、床面積当たりの重量ベースの投入資材量を表 15 の通りに、体積ベースの投入資材量を表 16 の通りに仮定する。

表 15 床面積あたりの投入資材量（重量ベース）

床面積あたりの投入資材量 [kg/m ²]	住宅の建設年代							
	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040
コンクリート	217.1	217.1	217.1	404.3	404.3	404.3	404.3	404.3
せっこうボード	8.9	17.7	26.6	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4
ビニル壁紙	0.02	0.22	0.42	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
繊維系断熱材	1.9	3.1	4.6	6.1	7.6	8.0	8.0	10.4
プラスチック系断熱材	0.0	0.0	0.3	1.5	2.1	2.4	2.9	3.7
樹脂サッシ（PVC）	0.00	0.73	1.47	1.42	1.37	1.37	1.37	1.37
樹脂サッシ（ガラス）	0.00	1.00	2.01	2.03	2.99	3.93	3.93	3.93
樹脂サッシ（金属）	0.00	0.21	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
防湿気密・透湿防水シート	0.11	0.21	0.32	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
モルタル	45.9	19.6	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
窯業系サイディング	0.2	6.4	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
金属サイディング	0.0	0.0	0.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

表 16 床面積あたりの投入資材量（体積ベース）

床面積あたりの投入資材量 [m ³ /m ²]	住宅の建設年代							
	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040
コンクリート	0.171	0.171	0.171	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176
せっこうボード	0.012	0.024	0.036	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
ビニル壁紙	3E-05	0.0003	0.0006	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
繊維系断熱材	0.08	0.13	0.20	0.25	0.30	0.32	0.31	0.41
プラスチック系断熱材	0.00	0.00	0.01	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15
樹脂サッシ（PVC）	0	0.0021	0.0042	0.0041	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039
樹脂サッシ（ガラス）	0	0.0004	0.0008	0.0008	0.0012	0.0016	0.0016	0.0016
樹脂サッシ（金属）	0	0.0002	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
防湿気密・透湿防水シート	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
モルタル	0.022	0.009	0.002	0	0	0	0	0
窯業系サイディング	0.000	0.006	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
金属サイディング	0	0	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

年代別減失面積に床面積あたりの資材投入量を掛け合わせて算出した、重量ベースの建材廃棄量 $T_1 \times M$ を図 10 に、体積ベースの建材廃棄量 $T_2 \times M$ を図 11 に示す。重量ベースでは、コンクリートの

廃棄量が非常に高い。一方で、体積ベースでは繊維系断熱材の割合が大きくなっている。断熱材は安定型最終処分が可能だが、みかけ密度が小さく最終処分場の残余埋立量の逼迫の一要因となるため、適切な減容化が重要となる。

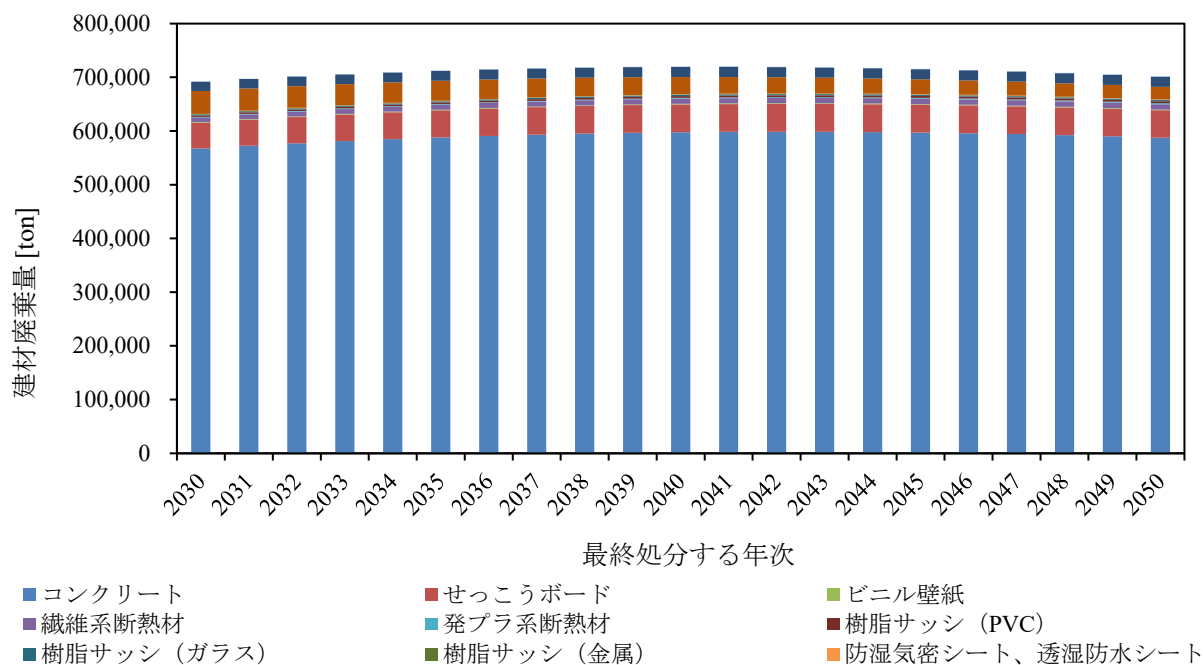


図 10 重量ベースの建材廃棄量

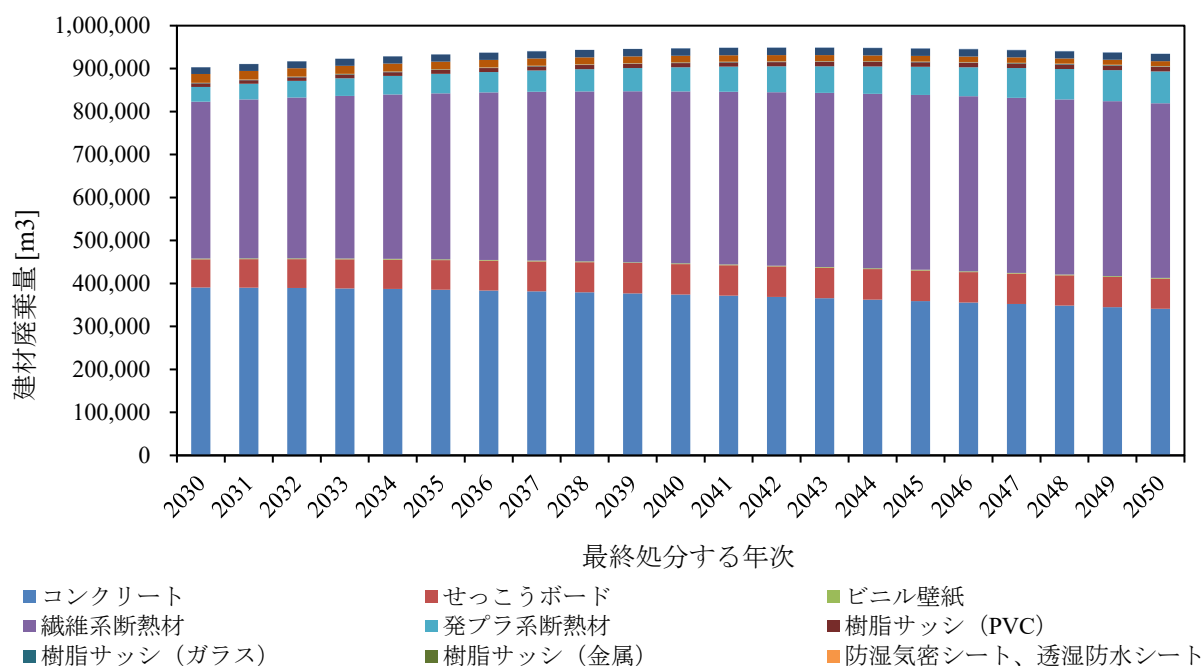


図 11 体積ベースの建材廃棄量

・最終処分される割合の仮定

解体材の最終処分割合 D について、既往研究⁹⁾における仮定値と、分別・再資源化に関する技術開発が実現した場合の仮定値を表 17 に示す。改善の要因として、ボード状の建材の接着面に関しては、分離が簡略化できる部分接着工法の普及を仮定した。また、サッシとシート類に関しては、建材と粘着テープの分離は現実的に不可能なため、分離不可能な混合廃棄物を最小限にすることを目的に、接着部分で切り離せる建材の開発を仮定した。

表 17 解体材の最終処分割合

建築材料	最終処分の割合		改善の要因
	現状	改善後	
コンクリート	3 %	2 %	コンクリートと断熱材の部分接着工法の出現
せっこうボード	63 %	30 %	石膏ボードとの分別が必要ない紙製壁紙のシェア増加 処理工場の増加
ビニル壁紙	63 %	63 %	—
繊維系断熱材	100 %	100 %	—
プラスチック系断熱材	30 %	15 %	コンクリートと断熱材の部分接着工法の出現
樹脂サッシ (PVC)	100 %	70 %	テープ貼付部と分離可能なサッシ枠の出現 処理工場の増加
樹脂サッシ (ガラス)	17 %	17 %	—
樹脂サッシ (金属)	23 %	23 %	—
防湿気密・透湿防水シート	30 %	15 %	テープ貼付部と分離可能なミシン目付きシートの出現
モルタル	23 %	23 %	—
窯業系サイディング	100 %	100 %	—
金属サイディング	23 %	23 %	—

(3) 現状と工法改善後の最終処分量の比較

建材廃棄量 $T_1 \times M$ 、 $T_2 \times M$ と解体材の最終処分割合 D の積により得られる最終処分量について、現状の最終処分率から算出した結果を図 12、図 13 に、改善後の最終処分率から算出した結果を図 14、図 15 にそれぞれ示す。

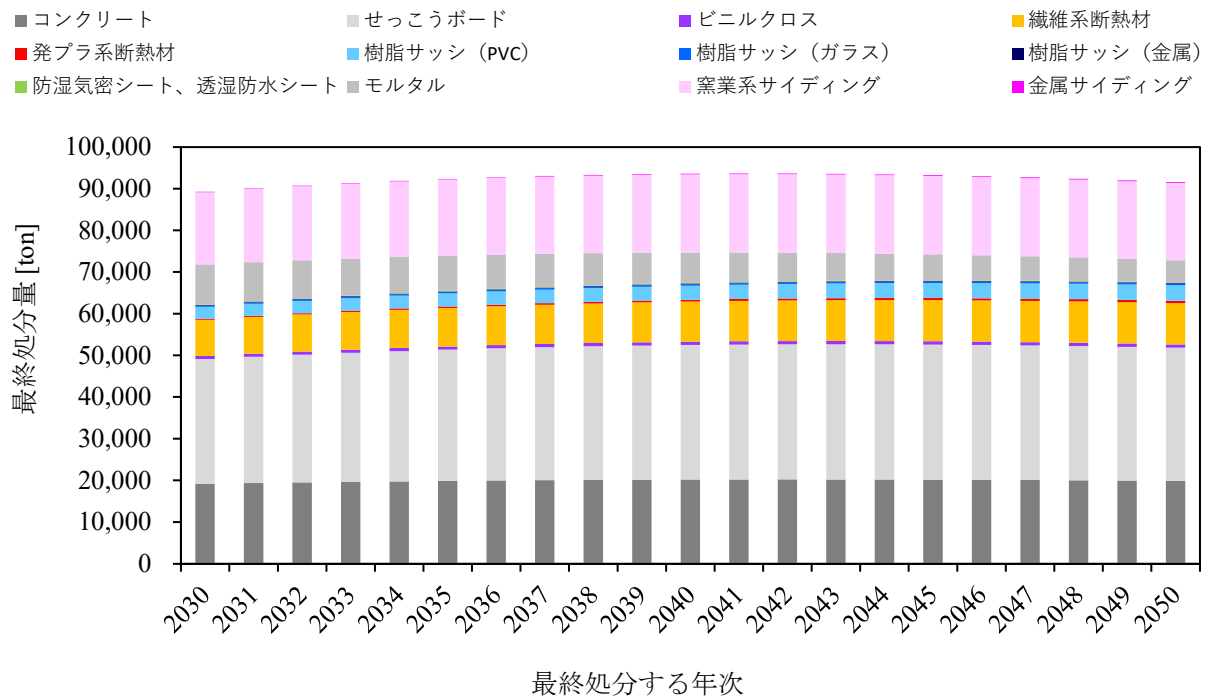


図 12 重量ベースの建材の最終処分量（現状の最終処分率仮定）

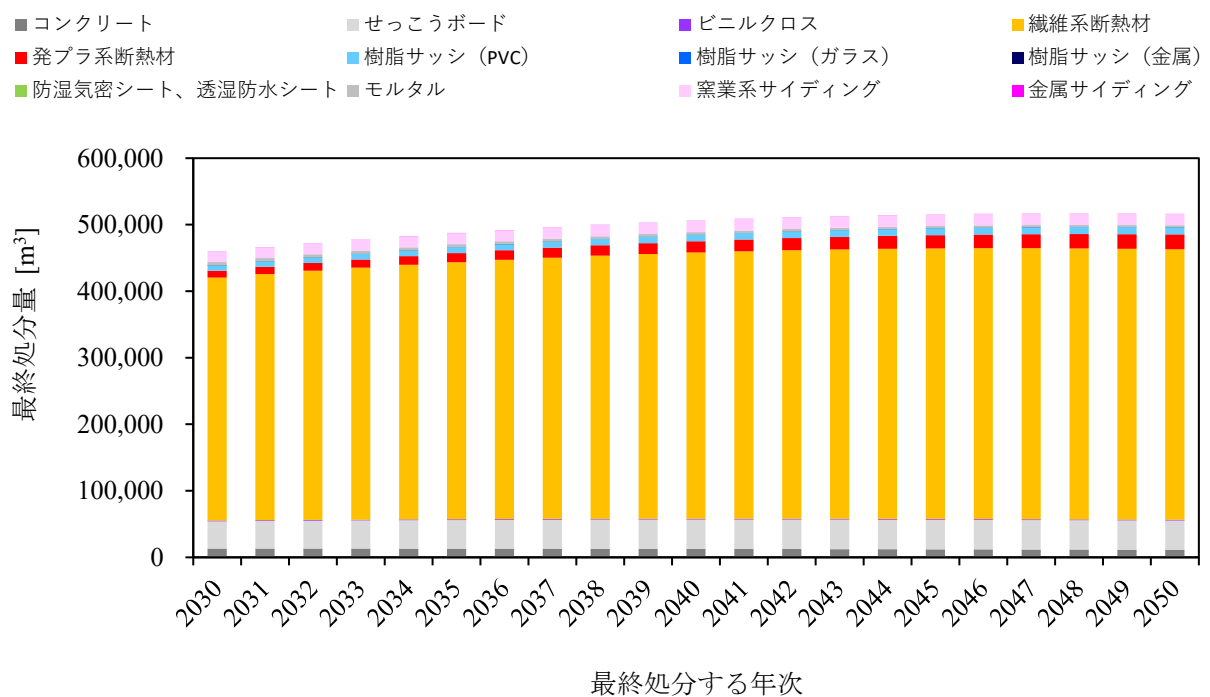


図 13 体積ベースの建材の最終処分量（現状の最終処分率仮定）

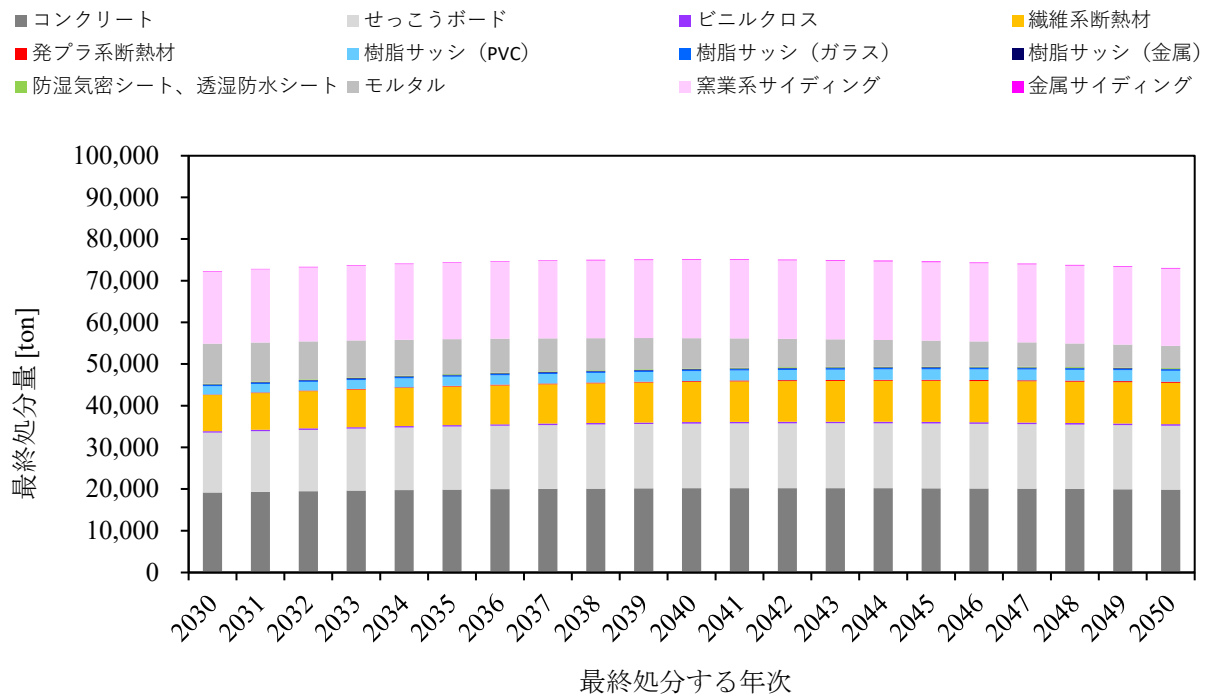


図 14 重量ベースの建材の最終処分量（改善後の最終処分率仮定）

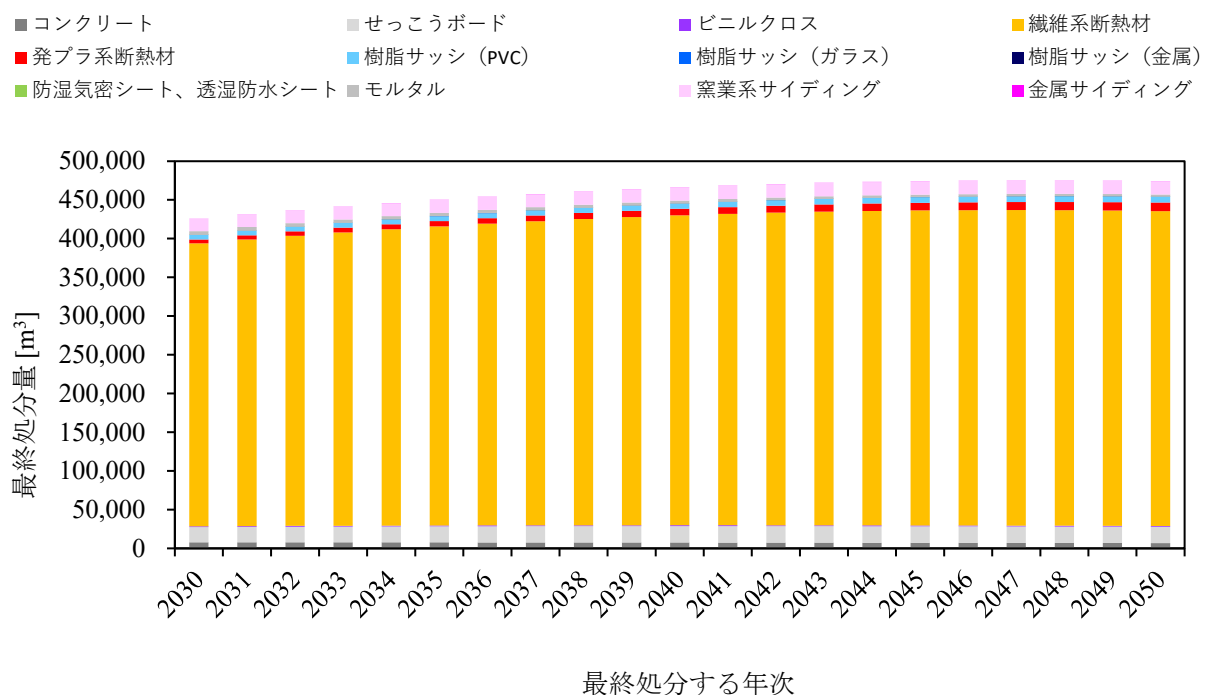


図 15 体積ベースの建材の最終処分量（改善後の最終処分率仮定）

仮定の通り工法を改善できれば、最終処分量は重量ベースで1年あたり約24千t削減が可能となる。各建材において、現状の最終処分率を用いて計算した場合、重量ベースの最終処分量の割合は、せっこうボードが最も高く、最終処分率の向上が総最終処分量の削減に与える影響が大きい。一方で、体積ベースの最終処分量は、重量ベースと比較して材料・工法の改善による削減効果が小さい。これは、

繊維系断熱材の最終処分率が低いことと、材料・工法の改善において最終処分率が変化しないと仮定したことに起因する。最終処分場の残余埋立量は、廃棄物の重量よりも体積によって決定するため、将来的には繊維系断熱材の再利用に向けた取り組みが必要となる。

5. 結論

(1) 実施内容

- ・ 北海道の産業廃棄物処理の実態を踏まえ、解体・改修により排出される建設廃棄物の最終処分量を削減するため、解体・分別において課題となる建築材料・工法を抽出した。
- ・ 既往の建設廃棄物の排出量予測を用いて、木造戸建住宅を対象に、分別困難な建築材料・工法が改善され、再資源化が進んだ場合の最終処分量の削減効果を算定した。

(2) 得られた成果

- ・ 建材のリサイクル・分別の状況を以下の4通りに分類した。
 - ・ 広域認定制度による再資源化の仕組みがある建材
 - ・ RPF化（サーマルリサイクル）が可能な建材
 - ・ 分別後、安定型で処分される建材
 - ・ 分別できず、管理型や混合廃棄物で処分される建材
- ・ 解体時に分別・再資源化が困難となる工法を原因ごとに以下の4通りに分類した。
 - ・ 湿式塗材・吹付材・型枠と躯体の分離
 - ・ 接着剤・粘着テープと被着体の分離
 - ・ シーリング材と被着体の分離
 - ・ 非鉄金属留付け材と木材の分離
- ・ 建築材料・工法において分別が困難となる原因は、処理方法が異なる建材を分離できない方法で接合・接着している点で共通している。
- ・ 材料上の課題の改善方法として、建材を接着し複合化する場合は、接着性能とコストを確保しつつ、解体時に接着面を剥がせるようにする、同一の処理方法となる建材同士を組み合わせた複合建材への代替を進めることが有効である。
- ・ 工法上の課題の改善方法として、接着の必要性に応じて分離しやすい工法を採用することが有効である。
- ・ 建材メーカーのリサイクルへの取り組みは、新築現場における端材の再原料化が中心であり、解体に対する取り組みはほとんど実施されていない現状がある。分別が容易な建材の普及には、解体時の分別しやすさを性能基準として規定し、建材メーカーが解体材に対して責任を負うシステムを構築することが必要である。
- ・ 最終処分量がコンクリートと断熱材の分別、樹脂サッシの分解により30%、せっこうボードの再処理、廃プラスチックの再資源化により50%それぞれ削減されると、その効果は24千トン/年となる。

[参考文献]

- 1) 北海道地方建設副産物対策連絡協議会：北海道地方建設リサイクル推進計画 2015, 2015.7
- 2) 北海道環境生活部環境保全局循環型社会推進課：「北海道産業廃棄物処理状況調査 令和元年度」, 2022.8
- 3) (地独)北海道立総合研究機構建築研究本部北方建築総合研究所：循環資源利用促進特定課題研究開発基金事業 「建設混合廃棄物のリサイクル推進に関する実態調査」(平成25年度～平成26年度), 2015

- 4) (地独)北海道立総合研究機構建築研究本部：最終処分ゼロを目指した建設廃棄物の発生実態に関する調査，(地独)北海道立総合研究機構建築研究本部調査研究報告，No.442，2023.3
- 5) (地独)北海道立総合研究機構建築研究本部：最終処分ゼロに向けた建築資源循環システムの検討，(地独)北海道立総合研究機構建築研究本部調査研究報告，No.415，2021.3