

# 解体工事の実態からみた建築物の解体性および資源循環性の向上に関する研究

## Study on Deconstruction of Buildings for Progress of Efficiency of Work and Recycling

学籍番号 66846  
 氏名 西村 康一 (Nishimura, Koichi)  
 指導教官 清家 剛 准教授

### 1. はじめに

#### 1.1 背景と目的

環境問題の高まりや更新時期の建築物増加等を背景に、建築物の解体に関する基礎データの把握、指針類等の公的な技術資料や法整備等が、研究・実務の両面でなされつつある。本研究もその一端と位置づけ、より高度な解体技術や再資源化に取り組んでいるものについて、まず基礎資料となり得るデータを把握し、定量的な分析を行う。さらに、職人の個人的なノウハウで行われてきた部分が大きい解体工事において、解体性（解体効率や作業性）および資源循環性の向上に向けて取り組むべき課題や要点を明らかにすることが目的である。

#### 1.2 調査の方法と事例選定

本研究における調査は、表1に示す5事例における解体工事の実例調査とヒアリング調査を中心に行う。実例調査は、現場調査による工事プロセスや作業量等の把握、マニフェスト伝票等の書類調査、施工者等への聞き取り調査を基本としている。ヒアリング調査は、生産者への自製品の解体性や資源循環性について、解体や再資源化に関わる事業者への業務とその要点などについて行っている。

事例は、解体技術（構造・構法や規模に関係する部分が大きい）あるいは再資源化レベル等において、既往研究等の少ない先進的な事例を中心に選定している。

表1 調査事例とその概要

階層	事例名	対象	目的	写真
低層	ハウスメーカー住宅の解体<HM>	実例：大手メーカー木造軸組戸建住宅の解体×1<HMW> 【工期】2007.12.03~2007.12.21（現地調査期間：全日） 【建物概要】2階建、延床面積251.23m <sup>2</sup> （展示住宅） ヒアリング：軽鉄軸組系メーカー×1社 解体業者×1社	◇各メーカーが独自の構法・材料を用いていることによる解体や再資源化への影響を把握。 ◇背景：解体・建替時期を迎えるであろうハウスメーカー住宅の増加。	
	アルミ構造住宅のリユースを目的とした解体<AL>	実例：アルミ構造住宅のリユースを目的とした解体×1<AL> 【工期】2006.08.28~2006.10.26（現地調査期間：全日） 【建物概要】2階建、延床面積147.60m <sup>2</sup> （実験住宅） ※構造他主要部材にアルミ多用 設計段階から解体性、資源循環性検討	◇リユースを目的とした解体のプロセスや作業量、および解体部材の状況の把握。 ◇リユースを可能にする設計・構法や解体方法の要点の整理。	
	伝統木造住宅の移築を目的とした解体<TW>	実例：伝統木造戸建住宅の移築を目的とした解体×1<TW> 【工期】2007.07.23~2007.09.05（現地調査期間：全日） 【建物概要】2階建、延床面積約277.30m <sup>2</sup> ヒアリング：解体業者（移築実績多い）×1社 古材流通等支援団体×1	◇再築を目的とした解体のプロセスや作業量の把握。 ◇解体から再築（再使用）までの要点等の整理。	
中低層	ALCパネルを用いた鉄骨造建築物の解体<SALC>	ヒアリング：ALCメーカー×1社	◇模索段階のリサイクル技術への取組・現状の把握。 ◇背景：中層建築物において、RC造等に比べ、解体に関する実態把握が遅れている。	
高層・超高層	超高層鋼構造建築物の解体<SS>	実例：超高層鋼構造建築の解体×1<SS,J> 【工期】2007.04.16~2007.12.31 （現地調査期間：2007.09.10~26） 【建物概要】地上18階、延床面積（解体対象）42337.35 m <sup>2</sup> ヒアリング（+資料）：類似の実例解体工事×2<SSI><SSH> 【建物概要】<SSI>地上19階、延床面積26165m <sup>2</sup> <SSH>地上19階、延床面積28207.2m <sup>2</sup>	◇高度な解体計画や解体技術が必要とされるが、ほとんど実績やノウハウがないため、技術的な整理。 ◇一度に多大な解体材が発生することによる環境への負荷を軽減するための要点等を整理。	

## 2. 実例調査の定量的分析

実例調査の定量的分析の概要を以下に示す。低層（戸建住宅）3事例は、人工数や解体材発生量について、戸建住宅で最も一般的な木造軸組戸建住宅解体の既往の調査結果（比較事例：木造S・C・HS）<sup>1),2)</sup>と比較分析している（図1は人工数割合）。

※木造Sは躯体を含めて手作業解体、木造C・HSは躯体の状態までを手作業で躯体からは機械併用解体(通常)である。

### 2.1 ハウスメーカー木造軸組住宅<HMW>

#### □ 解体性について

作業内容分析では、「その他」の割合が多い。石綿含有の可能性のある外装材のための徹底した外周養生、近隣へ配慮したこまめな清掃等に起因する。これら周辺環境保全への要求は、今後さらに高まると考えられる。また、「分離・分別」(+「運搬・積載」)の割合は、木造C・HSに比べ、少ない。これは、内外壁の湿式(木造C・HS:漆喰、モルタル等)と乾式(HMW:石膏ボード、サイディング)の構法の違いが大きい。

部位分析では、「躯体」の割合が多くなっている。比較事例と同じ木造軸組であっても、HMWでは構造金物や耐力壁パネルにより躯体が強固なため、解体しづらいことに起因する。このような躯体を安全に効率よく機械解体していく手順を、作業者がノウハウとして持ち得ていないことも大きい。

#### □ 資源循環性について

延床面積当たりの総排出重量は、比較事例の1.5倍前後に増えている。質感等の意匠性から重量部材を多用するハウスメーカーの特徴(展示住宅である要因も大きい)といえる。体積単位で最大排出品目の「木

くず」の再資源化レベルには幅があるが、HMWでは耐力壁パネル(無機系材料)の躯体木材への混入が避けられないため、再資源化の質を下げている可能性が高い。接着剤を含む集成材や合板の多用も、マテリアルリサイクルの阻害要因である。

### 2.2 アルミ構造住宅(リユース解体)<AL>

#### □ 解体性について

解体工事の本質的な作業(「解体・撤去」「分離・分別」「運搬・積込」)の人工数は、比較事例と大きな差がないことがわかった。ただし、細かな手順が決まってくるので、単純に一度の作業者数を増やすことはできず、工期は延びる傾向にある。

作業内容分析では、「解体・撤去」に対し「分離・分別」が少ないことが特徴である。乾式構法やシステム化された構法の多用とリユースを目的にした丁寧な作業に起因し、部材ごとに取り外しているため、資材混合もなく、リユースを想定しない部材(内装等)のリサイクルの質も高まる。

部位分析では、「躯体」が少ない。柱梁仕口の組立・解体容易性に配慮された設計の成果といえる。ただし、効率よく梁を取り外すには、拘束力の小さい外側の梁から取り外すといった架構特性を理解した手順が必要であることがわかった。「外壁」と「屋根」はともにパネル構法で、解体容易性が期待された部位だが、「外壁」は湿式目地シールにより、解体が難航し、人工数にも表れている。また、パネル化やシステム化されていない「内装」も部材ごとに取り外したため、比較事例等よりも多くの割合を占め、非効率であったことがわかる。

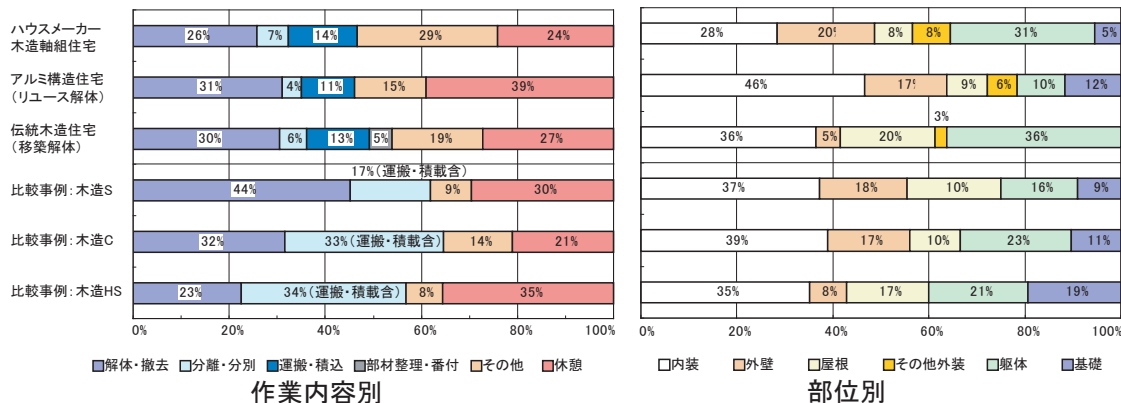


図1 低層(戸建住宅)3事例HMW・AL・TWの人工数割合(比較比例との比較分析)

□ 資源循環性について

リユースを想定した構造部材は、再組立や構造試験により、使用期間中や解体において重大な欠陥が生じなかったことが確認された。しかし、軽微なへこみや傷といった損傷は見られ、美観的欠陥の改善が今後の課題となる。それらの損傷理由としては、躯体自体の解体よりも外壁や内装の解体に起因するものが多いことがわかった。

2.3 伝統木造住宅（移築解体）〈TW〉

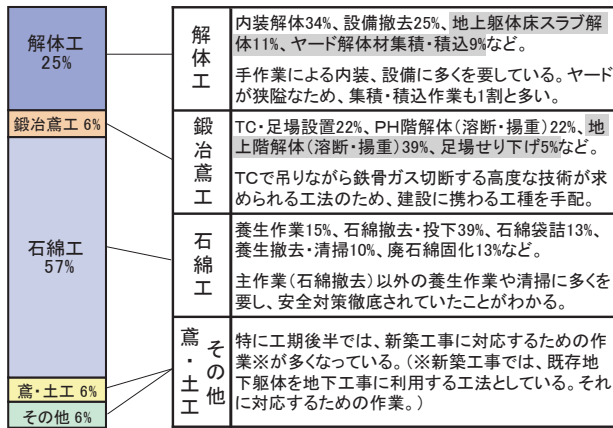
□ 解体性について

作業内容分析では、AL 同様、「解体・撤去」に対し「分離・分別」が少ないが、再築目的の丁寧な解体によるというよりは、そもそも単純な材料構成であることが大きい。TW 特有の作業として、部材保管と再築段階への対応のための「部材整理・番付」といった作業が 5% 程度必要であった。

部位分析では、「躯体」の割合が比較事例等よりも多い。密に挿入され躯体全体を強固にしている貫の取り外しに難航したこと、梁等の大断面材には多くの作業が必要であったことなどが要因と考えられる。

□ 資源循環性について

再使用の可能性について、定量的ではないが、おおよその傾向は把握できた。長押や天井板等の内部木造作材は、使用・解体による欠陥も少なく、再使用しやすい。躯体は、梁等の横架材は大断面のものが多く解体後の部材状況がよいが、柱は差し物による断面欠損が多く、そこから劣化していたり、解体時に破損するものがあった。



※ 現地調査により詳細な人工数を把握した作業

図2 超高層鋼構造物解体〈SSJ〉における工種別作業人数割合

2.5 超高層鋼構造建築物〈SSJ〉

□ 解体性について

全工程における工種別作業人数割合(図2)では、石綿工が6割近くを占めている。養生や解体後の清掃等の安全対策にも多くの手間を必要とし、体力的にも過酷な作業なためである。石綿除去に要する作業量と工期を適切に見積もることが、全体工程計画において重要になってくる。

内装および設備解体は、手作業のため多くの人手を要し、解体工の約6割を占める。内装は、同種部材が大量にあるため、部材ごとに解体することで、作業効率や分別度合いも良いが、天井内設備は複数部材が混在するため、分別作業が必要となってくる。

躯体解体は、鍛冶工による鉄骨躯体のガス切断工法(および解体材揚重)と解体工(解体重機)による床スラブコンクリートの階上解体工法の併用としている。それぞれの工種でさらに詳細に分業化することによって、作業効率化が図られている。ただし、複数作業が同時に進行していくため、作業の進行が揃わず手待ち時間が多くなる傾向にあり、作業員間の連携が重要になる。

□ 資源循環性について

解体材(図3)は量・品目種ともに多い。躯体資材(鉄・コンクリート)以外では、廃石綿(10%弱)と混合廃棄物(3%強)が多くなっている。それぞれ、適正処理と再資源化のために、廃石綿は現場内特殊処理プラントの設置、混合廃棄物は高度処理装置を備えた中間処理施設へ排出している。

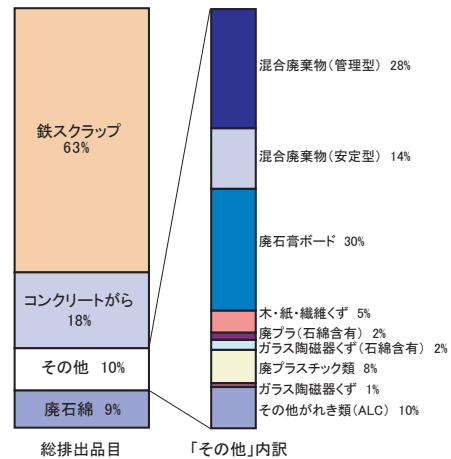


図3 超高層鋼構造物解体〈SSJ〉における解体材排出割合(体積単位)



### 3. 解体性・資源循環性の向上への考察

#### □ 小規模建築物の解体について

小規模な解体工事で重要（課題）となってくる事柄には、必要なモノ・ヒト・コトの手配や管理が、小規模であることが障害となっていて効果的に行われにくいことが背景としてある。例えば、排出量が少量なために輸送効率（回数）が分別回収の障害となる。事例 HMW では、解体業者が収集運搬業務も兼任していたため、解体から積込までを材料毎に区切った工程により、資材混合防止が可能であった。また、工種の細分化が極めて多い建築では、より詳細な解体や分別を求めると、解体時の専門工の要否も検討すべき重要項目となってくる。リサイクル技術の現状や受入基準等の静脈側の事情は研究レベルでは整理されつつあるが、実際の現場レベルとの情報のギャップが、高次のリサイクルの阻害要因となっている。動脈側からは、メーカーの一貫した製品管理の今後の有効活用の期待は大きい。

#### □ 大規模建築物の解体について

各種条件が複雑で影響も大きいため、工法選定や再資源化計画のプロセスも多様化してくる（表 2）。その際、計画・管理レベルでも実作業レベルでも、建設工事のノウハウ・技術が活かされる可能性が大きい。工程速度には、全体としては石綿除去、躯体や内装解体等を詳細にみると解体材の揚重が大きな決定要因となっていることがわかった。解体材揚重には建設時の揚重計画・技術の有効性は大きいですが、石綿除去工法や安全対策方法の確立は重要課題である。再資源化では、膨大多種の解体材発生ため、

発生予測が重要となる。加えて、膨大な発生量と受入先の処理能力（量に関する能力と再資源化方法に関する能力）のバランスから、同一品目に複数の再資源化ルートの確保や現場処理の個別対応により、再資源化の質・量の向上を可能にしている。

#### □ リユースと設計段階の配慮について

リユースや移築を目的とした解体では、作業量よりも作業プロセスの方が工期等に影響が大きいことがわかった。また、設計段階からの配慮が不可欠となる。通常言われている乾式構法だけでは不十分で、接合部や部材同士の位置関係、取付け順序等が把握できることが必要とわかった。それらが外観から“見える”ような設計での構法的配慮か、施工履歴を詳細に記録し解体段階に活用する（“分かる”）ことが重要となる。また、解体性は接合部等の微視的な視点のみから捉えがちだが、特に内外装解体による構造部材の損傷防止のためには、空間の仕切り（壁・床）や縦動線（設備や階段）の配置といった空間的・平断面的な視点からの配慮も重要である。

### 4. おわりに—今後の課題—

定量的に把握した解体・再資源化方法について、実際の環境影響（負荷）としての有効性の可否（程度）の検証が必要である。

#### 参考文献

- 1) 昇隆章：「木造戸建住宅解体の人工数に関する研究」, 環境学専攻社会文化環境学コース 2002 年度修士論文
- 2) 鈴木香菜子：「建設資材廃棄物の再資源化・適正処理に向けた建築物の解体工事に関する研究」, 環境学専攻社会文化環境学コース 2003 年度修士論文

表 2 超高層鋼構造物解体における多様な工法とその選定理由

	躯体解体工法		外周養生工法	揚重方法
	鉄骨躯体	床スラブ		
S J	鍛冶工による鉄骨躯体の「ガス切断工法」	解体重機による「階上解体工法」	クライミング足場による上部3層分の養生（「せり下げ足場」）	タワークレーン2機による揚重
	【選定理由】タワークレーンの経路等を重視	【選定理由】狭いヤードでの破碎・分別作業を軽減	【選定理由】足場組立・解体の手間削減／地上に足場作業用スペース不足	【選定理由】建設時のノウハウを活かした計画・実作業
S I	鍛冶工による鉄骨躯体の「ガス切断工法」	ロードカッターでブロック状に切断（「ブロック解体工法」）	昇降式養生鉄骨フレーム（3層分）	養生フレームのホイストクレーン、内部スラブ開口からミニクレーン等で揚重
	【選定理由】ヤードでの破碎・分別作業により、作業効率化と騒音・振動等の作業環境改善	ロードカッターでブロック状に切断（「ブロック解体工法」）※鉄骨はガス切断	【選定理由】近接する高速道路への対策／作業機械（揚重機器等）の一体化	【選定理由】複数の揚重機を用いることで揚重待ちの削減
S H	鉄骨躯体を一体のまま床スラブをロードカッターでブロック状に切断（「ブロック解体工法」）※鉄骨はガス切断		全面地足場	クローラクレーン2台による揚重
	【選定理由】解体階での作業量を軽減することによる工期短縮		【理由】選定各階での並行作業を可能にし、工期短縮	【選定理由】揚重速度を重視