アルミニウム建築の解体性およびリユース性に関する研究

STUDY ON DECONSTRUCTION AND REUSABILITY OF ALUMINUM-ARCHITECTURE

西村康一 — * 1 清家 剛 — * 2
赤川貴雄 — * 3 伊東 一 — * 4
荒巻輝充 — * 5

Koichi NISHIMURA — * 1 Tsuyoshi SEIKE — * 2
Takao AKAGAWA — * 3 Hajime ITO — * 4
Terumitsu ARAMAKI — * 5

キーワード：
アルミニウム, 解体, リユース, リサイクル

Keywords :
Aluminum, Deconstruction, Reuse, Recycle

Owing to its character such as endurance or constructional performance, aluminum architecture is expected to fulfill the capability for reusing building or building components. In this report, through the deconstruction experiment of one certain aluminum architecture, the characteristic of deconstruction of aluminum architecture aiming reuse is clarified by grasping outline of deconstruction work and analyzing amount of work (man-day), and the essentials of design and deconstruction method for reusability are also organized.

1. 背景と目的

昨今の地球環境問題の深刻化に伴い、建築分野においても、省エネルギー・省資源・廃棄物削減などの低環境負荷化が求められている。環境負荷低減において、資源循環は最重要項目の一つであり、なかでもリユースは循環レベルにおいてリサイクルよりも高位に位置付けられる。しかし、現状では、様々な建築材料においてリサイクルの実績は着実に進みつつあるものの、リユースに関しての実績は少なく、それも古建築や博覧会建築などの特殊事例的なものがほとんどである。リユースが行われない大きな理由としては、従来の建築物や部材がリユースに耐えられるだけの耐久性や解体施工性などを確保できていなかったということが考えられる。

一方、近年、アルミニウムのリサイクル性などを活かし、低環境負荷の建築を目指して、アルミニウム合金を構造などの主要部分に用いた建築（以下、アルミニウム建築）の様々な試みがなされている。さらにアルミニウム建築の軽量で組立・解体が容易な施工性や耐久性といった特徴は、リユースに求められる多くの性能と一致する。

しかし、アルミニウム建築へのリユースの期待は大きいものの、実際にその有効性を実証・評価した事例はない。そこで、既存のアルミニウム建築に解体等の一連の実験・調査を実施した。本稿はその調査・研究結果を報告するものであり、アルミニウム建築の解体性やリユース性、あるいはリユースを目的にした解体について、解体プロセスや解体材の状況等の解体全体の概要の把握、人工数による解体性の評価、および課題や留意点とその施策の抽出・整理を目的とする。

2. 研究の対象と方法

実験・調査は、NEDOの平成10年度提案公募事業「エコ素材住宅の技術開発」（日本アルミニウム協会受託）において設計・建設された実験住宅『エコ素材住宅』（通称、アルミエコハウス。以下、アルミエコハウス）に対して実施された。アルミエコハウは軽量化や部品化、パネル構法や乾式構法などを多用されているが、建設・設計当初においては、解体性やリユースよりも、まずリサイクルや建設施工性に主眼があったことに注意する必要がある。

実験・調査の方法は、以下の通りである。

(1) 解体実験・調査

解体は、部材のリユース性の確保およびそのための解体方法等の検討を目的として、全ての部材について、ビス等の接合具を先行して取り外すなどといった手順で、できるだけ部材を損傷等させないような丁寧な解体を実施した。その工程全日に対して、メモ、写真、ビデオ撮影等により、解体プロセス、解体工法、作業量（作業人数・時間）を記録した。また、解体後、リユースを目的にした主要部材（躯体、床・屋根・外壁パネル）に対して目視調査および再組立、柱・ブレース接合部に対して構造試験を行い、解体調査への補足とした。

(2) 課題と施策の抽出・整理

解体実験・調査の結果を受け、設計者、部材製造メーカー、建設施工者、解体施工者等を交えた協議により、解体性やリユース性の向上に向けた課題と施策の抽出・整理を行った。（現状の資源循環システムにおける現実性や建築物全体での負荷低減の観点から、リサイクル性の向上についても同様に課題等の抽出・整理を行った。）

本稿は、参考文献1)～3)を再構成し、加筆したものである。

*1 東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻 修士課程
(〒277-8563 柏市柏の葉5-1-5環境棟661号室)

*2 東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻
准教授・博士(工学)

*3 北九州市立大学大学院国際環境工学研究科環境工学専攻 准教授

*4 東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻 研究生(当時)

*5 北九州市立大学大学院国際環境工学研究科環境工学専攻 博士前期課程

*1 Graduate Student, Graduate School of Frontier Science, The Univ. of Tokyo

*2 Assoc. Prof., Graduate School of Frontier Science, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

*3 Assoc. Prof., Graduate School of Environmental Engineering, The Univ. of Kitakyushu

*4 Research Student, Graduate School of Frontier Science, The Univ. of Tokyo

*5 Graduate Student, Graduate School of Environmental Engineering, The Univ. of Kitakyushu

3. 解体実験等の概要

3.1 解体実験の概要

解体期間は2006年8月28日～10月26日、うち作業日数は34日であった（再組立の2日間も含む）。通常の木造戸建住宅の解体工期が10日程度であるのと比較すると、非常に長い工期であった。ただし、丁寧な解体であったことや実験という性格を考慮しなければならない。監督員、解体材収集運搬業者等も含めた総労務人数（総出面人数）は193人（再組立の8人も含む）、実質的な作業量である人工数（作業人数×作業時間÷延床面積）は313.71〔人・分/㎡〕（再組立に関する作業および監督員は含まない）であった。

解体プロセスは以下の通りである。

- ① 1～5日目：家具および設備類の撤去・仮設物設置
- ② 6～8日目：内壁の解体
- ③ 9～13日目：床の解体・ダブルスキンの解体
- ④ 14～17日目：外壁・屋根の解体（機械併用）
- ⑤ 18～20日目：躯体の解体（機械併用）
- ⑥ 21～22日目：再組立実験・仮設物の撤去
- ⑦ 23～27日目：基礎解体・整地・付帯工事等（機械併用）
- ⑧ 28～34日目：解体材の回収等

図1 平面図（左：1階／右：2階）

図2 アクソメ図

写真1 解体直前のアルミエコハウス（左：外観／右：内観）

表1 アルミエコハウス概要

概要		
所在地		茨城県つくば市
用途		専用住宅（実験住宅）
設計		建築設計：難波和彦＋界工作舎／構造設計：飯島建築事務所／構造部材・部品デザイン：内山協一デザインスタジオ
施工		日軽産業
規模		建築面積：92.16㎡／延床面積：147.60㎡（1階：68.40㎡／2階79.20㎡）／階数：地上2階
設計・施工期間		設計：1999. 02～1999.07／施工：1999. 08～1999.10
構造		
基礎		鉄筋コンクリートべた基礎300t（土間部分は150t）＋断熱材50t＋防湿層＋砕石100t
構造		アルミニウム合金偏心ブレースラーメン構造（柱：□-100×100、梁：ダブルウェーブH-250×100、ブレース主材：ダブルウェーブH-77×70、ブレースカバー：コ-80×80）
外部仕様		
ダブルスキン		アルミ押出材フレーム（支柱□-60×60×6t、母屋□-100×100×7t、垂木□-100×50×2.5t）、アルミパンチングパネル、太陽光発電パネル、アクリルパネル
屋根	屋根パネル	アルミ・ウレタンサンドイッチ断熱パネル120t（アルミ板屋外面1.5t、屋内面3.0t）
	役物	アルミ・ウレタンパネル
	目地	メタルセーフシート防水（アルミ箔付き防水テープ貼り）＋ウレタン系塗布防水
外壁	外壁パネル	アルミ・ウレタンサンドイッチ断熱パネル75t
	アクリル小窓	アクリル板＋アルミ押出材フレーム
天井（玄関）		アルミ・ウレタンサンドイッチ断熱パネル75t
内部仕様		
天井		アルミパネル（1階：床パネル、2階：屋根パネル）、フレキシブルボード6t＋アルミ押出材下地（1階洗面所のみ）
内壁	仕上げ	フレキシブルボード8t（外周）・6t（間仕切り）、アクリル板5t（欄間）、アルミ制震パネル5t（個人室5のみ）
	下地	アルミ押出材下地（□-60×40×2t@600他）＋グラスウール断熱材60t（外周のみ）
1階床	仕上げ	Mウッド35t@150（室内は接着剤付き目地材使用）
	下地	アルミ押出材根太（□-60×40×4t@600）
2階床	床パネル	アルミハニカムパネル100t（アルミ板2階床面1.5t、1階天井面2.0t）
	仕上げ	コルクタイル5t＋下地合板15t、制震タイルカーペット6t＋下地合板9t（個人室5のみ）
	下地	アルミ押出材根太（□-60×40×4t@300）＋防振ゴム30t＋パッキング材（合板）
建具		アルミ・樹脂断熱サッシ（複層ガラス）、アルミルーバー戸

等の非効率につながった。つまり、有害建材等により作業プロセスに制約がある場合や合番作業などでは、詳細な作業プロセスまで計画しておくこと、あるいは最良のプロセスを阻害することのないようにあらかじめ設計段階から考慮することが求められる。

また、工種については、特殊な解体であることから、当初は鉄骨葺工等の建設に関わる工種による解体も検討されたが、実際には通常の解体工によって行われた（電気、水道設備は各種専門工）。つまり、解体工という一工種に、建設時の細分化された専門工に近いハード・ソフト両面の技術力が求められた。ハードな技術、つまりモノ（部材等）を実際に取り外していくという点では、シンプルな構法であったこともあり、一部の複雑な接合部等を除いた大部分は、解体工により可能であったといえる。一方、ソフトな技術、つまり先述したような詳細な作業プロセスや解体方法の考案や、そのための図面等の事前情報の参照という行為は、現状の解体工の職域を超えるようである。今回は、通常の住宅程度の解体ではないことが多い施工管理者（監督員）が全日駐在し、事前情報把握や作業計画等と作業員への伝達・指揮といった現場マネジメント等の業務を行った。

3.2 解体材の発生状況

解体材の発生量等は表2の通りである。全物量は把握できず、リサイクル率等の算出はできなかったが、再資源化や適正処理が可能な状態に分別され、回収されたものが多かったといえる。その要因

写真2 解体中のアルミエコハウス
（左：内観、内壁下地／右：外観、躯体）

表3 作業内容の分類と定義

解体・撤去	建物本体に取り付けられている部位・部材を、取外して撤去する作業。
分離・分別	解体・撤去された資材が、搬出、あるいはリサイクルに不向きな状態であるとき、それらを部材ごとや素材ごとに分ける作業。
搬出・積載	解体や分離された資材を、運び出し、回収コンテナなどに積み込む作業。
その他	直接、建物や解体材には触れない作業。足場設置の準備作業、片付け・清掃、植栽の撤去等の付帯工事、など。
中断・休憩	作業を中断している状態。定時の休憩のほかに、工具や重機の都合、調査の都合、打合わせなどにより作業が中断した時間も含む。

として、リサイクル等に考慮して設計や材料選択されたことや丁寧な解体により適切に分別可能だったことが大きい。各部屋の仕様等がほぼ共通で解体材の発生品目種が比較的少なく、各品目ごとに量的にはまとまっていたこと、また使用材料の情報が十分にあり適切な解体・分別や回収が可能であったことも一因として考えられる。

ただし外壁パネルや屋根パネルで多用された「アルミ・樹脂複合材」（アルミ・ウレタンサンドイッチ断熱パネル）は、大量に混合廃棄物として処理された。設計当初は、複合材料化によりリサイクル性が低下する点に対して、考慮不足であったようである。一部を破砕処理装置によるリサイクル実験に供した結果、技術的には十分リサイクル可能であり、再資源化への余地もある。ただし、こうした高度な処理技術やコストが必要な廃棄物が、実際に最良の処理がなされるには、技術的課題に加えて、社会的・経済的に成立する資源循環システムの構築が必要であり、現状では必ずしも十分でない。

4. 人工数分析による解体性の評価

作業量の基本的指標である人工数を分析・考察することで、解体の傾向や特徴を把握し、その解体性の評価を行う。

表2 解体材排出状況

	品目	物量		備考
		体積 (m³)	重量 (Kg)	
廃棄	木くず	24	-	家具、2階床材、植栽など
	ガラス・陶磁器くず	8	-	サッシ、断熱材
	廃プラスチック	10	-	断熱材、ランナー材など
	石綿含有物	1.5	2910	フレキシブルボード
	金属くず（アルミ・異物無）	-	1450	
	金属くず（アルミ・異物有）	-	2950	
	金属くず（鉄）	-	-	接合具、配線・配管、鉄筋など
	金属くず（銅）	-	-	不配線・配管など
	コンクリートがら	-	-	
	混合廃棄物	10	-	残置物、家電など
保管・実験		-	3250	アルミ・樹脂複合材
	アルミ材（躯体）	-	2763	
	アルミ・樹脂複合材	1.5	205	リサイクル実験
	廃プラ・廃木複合再生材	-	-	劣化確認、リサイクル試験など
	アクリル	-	-	"
	PVパネル	-	-	劣化試験など

表4 比較事例の概要

木造S	延床面積：128.48㎡。建築年：1980年、解体年：2002年。 内装および躯体を手作業解体、基礎を機械作業解体。また、建物を2つの部分に分け、一方に通常程度の分別解体、他方に詳細な分別解体を行った。
木造C	調査対象の延床面積：88.1㎡。建築年：1976年、解体年2002年。 内装を通常程度の手作業解体、躯体および基礎を機械作業解体。建物を2つの部分に分け、一方に解体調査（調査対象）、他方に構造劣化調査を行った（対象外）。
木造HS	延床面積：92.1㎡。建築年：1967年、解体年：2002年。 内装を通常程度の手作業解体、躯体および基礎を機械作業解体。他2事例に比べ、簡素な構法であったため、人工数は少ない。

※比較3事例は『分離・分別』に『搬出・積載』も含む。

図3 作業内容別の人工数とその割合

4.1 分析方法

作業内容別と部位別の人工数についての分析を行う。作業内容の分類と定義を表3に示す。部位は、内装・ダブルスキン・屋根・外壁・床パネル・躯体・基礎に分類、また内装の部位は、家具・設備・建具・内壁・内壁下地・床・根太にさらに詳細に分類し、分析を行う。(ただし、比較事例の部位は必ずしも、これらに一致しない。)

相対的評価のため、参考文献⁴⁾から在来木造軸組構法戸建住宅の解体実験3事例(木造S、C、HS)の結果を比較事例とする。ただし、それぞれは、構法、材料や規模はもとより、実験としての目的や解体方法など様々な条件が異なり、単純比較が必ずしも有効でない場合もあること(在来木造同士であっても)に注意しなくてはならない。

4.2 作業内容別人工数の分析・考察

作業内容別の人工数分析結果を図3に示す。

まず、総人工数については、アルミエコハウスが313.71[人・分/㎡]と最大であるが、「その他」や「中断等」に因るところが大きい。解体工事の本質的な作業である「解体等」「分離等」「搬出等」の人工数の合計は、木造S・Cと同程度である。ただし、木造Sの人工数も通常の分別解体の3倍程度と参考文献中에서도指摘されており、アルミエコハウスも非常に多くの人工数を要したといえる。

次に、アルミエコハウスでは、「解体等」に対して「分離等」と「搬出等」が少ないことが指摘できる。詳細な解体を行った木造Sと類似した結果である。これら2事例では、詳細な解体によりその分「解体等」の作業量は増すが、通常程度の解体を行った木造Cと比較してみると、「分離等」の省略により全体の作業量としては補われている。さらに、解体作業に比重を置いた場合のほうが質の高い解体材を得られる傾向にあり、労力(作業量、人工数)と効果(再資源化)

の関係の視点から見ても、有効であったと思われる。また、アルミエコハウスにおける部品化や乾式構法の多用も、「分離等」の軽減に相乗的な効果があったといえる。特にアルミエコハウスの部品化では、作業の切れ目となる単位(例えば、2階床であれば、床仕上げ材/下地材/根太/根太固定具といった単位)が、単一あるいは少品種の部品で構成されていることが多かったため、解体作業がそのまま分離作業にもなり効果的であった。ただし、ユニットバスや開口部部品(アクリル小窓)のような高度にプレファブ化され部位・部材では、多くの分離作業を要した。これらは、工場生産により、部品が複雑に構成され、かつ強固に接合されているためである。

アルミエコハウスで総人工数に占める割合の多かった「その他」や「中断等」については、各々の事例の解体時期(季節)、敷地条件や作業員の習慣の違い、工期の制限の有無など不確定な要因が絡み、統一的な見解は得にくい。ただし、アルミエコハウスにおいては、解体手順や解体方法についての打合せや伝達が多く取られていたことが指摘でき、丁寧な解体を進めるのに欠かせない行為になっていた。リユースを目的とした解体においては、通常の解体以上に、こういった打合せや管理業務が重要になってくると考えられる。

4.3 部位別人工数の分析・考察

部位別の人工数分析結果を図4に示す。

まず、アルミエコハウスの特徴として挙げられる点は、「躯体」が全体に占める割合の少なさである。比較3事例は2割前後であるが、アルミエコハウスは1割弱である。「屋根」においても類似の傾向が見られる。「躯体」や「屋根」は一部を除いて、解体方法についても大きな問題はなく、また目視調査等でもリユース性を損なう要素が少ない部材が多く、解体性やリユース性の成果の出た部位といえる。

図4 部位別の人工数とその割合

※比較3事例は『設備』に『建具』も含む。また、『分離・搬出等』は内装全体で算出していたため、上図のように表す。

図5 内装部位別の人工数とその割合

一方、「内装」の占める割合が比較3事例では4割弱なのに対し、アルミエコハウスでは5割弱と多い。内装は、ほとんどがリユースを期待できるような仕様ではなかったにもかかわらず、人工数が多く、労力に対して効果が低い。要因としては、部品化による部品点数の増加の影響が大きかったことや、ビスによる接合が多く、ボルト接合に比べ接合箇所が多くなること及び先端が刃形状のタッピングビス（下穴加工不要で施工性が良い）を使用していたためビスの引き抜きに手間がかかったこと、などが考えられる。また、内装の詳細部位をみると（図5）、全事例で、「建具」＋「設備」の割合は約2～3割、「内壁」＋「内壁下地」の割合は3割強という傾向は共通しているが、「床」＋「根太」は比較3事例では1割程度なのに対し、アルミエコハウスでは3割にも及ぶ。これは、床材は部品点数の増加等の内装の特徴が顕著であったことに加えて、解体方法に課題（後述）があったためと考えられる。

また、外壁は、パネル構法のため、解体前は躯体や屋根同様に解体性の高さが期待されていたが、比較3事例のモルタル外壁等の在来構法に対して、優位性を示せていない。外壁パネル間目地にシーリング剤が充填されていたことよって、解体が難航したためである。

5. 課題・留意点と施策の整理

個々の設計・構法や解体工法等について詳細に検討し、解体性やリユース性の向上への課題や留意点を抽出・整理し、その施策を導く。

(1) 解体性・リユース性への成果

まず、高い解体性等の成果が示された部位や接合部についてまとめておく。柱梁仕口や屋根パネル、床パネル、ダブルスキン部材等が挙げられる。柱梁仕口はアルミの加工性を活かしたダブルウェブのH型梁による接合、屋根パネルは躯体と同一寸法（スパン）として梁間に掛け渡すだけでよいシンプルな割付のパネル構法、といった設計時の配慮が成果の要因といえる。いずれも、シンプルな部材形状や接合・設置方法であったこと、接合部等が作業しやすい位置であったこと、取り外しが容易なボルト接合等が効果的であった。

(2) 課題・留意点と施策

次に、個々の構法、解体工法等において課題や留意点として明らかになったものとそれぞれの施策の一部を表5に示す。

部材が大きく損傷・変形する、適切な解体がなされなかった、といった重大な課題は、その要因に着目すると、組立ての逆手順を辿って解体すること物理的にできないことに起因するものと、組立ての方法や構成がわからなかったために逆手順を辿れなかったことに起因するものとに大別される。

前者は、シーリング剤の湿式目地構法であった外壁パネル、主材とカバー材を嵌合接合したブレースなどである。これらの改良のためには、基本的には設計変更が必要である。

後者の例は、1階床材において取付金具の向きに沿って解体する必要があったが、向きが判別できなかったこと、屋根役物や中庭面の外壁パネルでは部材構成や接合箇所が外観から把握しづらかったこと、などが挙げられる。この種の問題は、取付け等に方向性や順序があるが設計（設計図書類）では規定されず施工時の判断に委ねられている部位や部材、部品や構法が独自のものである（一般的、在来的でない）場合、意匠や風雨仕舞いなどの要求により接合部や目地を隠しがちな部分、などに多く、注意を要する。解体性等の向上

のためには、外観から容易に解体方法が見て取れるような設計・構法や、施工履歴レベルの詳細な情報を記録と解体時の活用などが求められる。

解体の効率化やリユース材の質の向上等への課題や留意点も多く明らかになった。例えば、躯体は、意匠や施工性を意図して、アルミの精巧性を活かすクリアランスが小さい設計としているので、梁が両端の柱から受ける拘束力が強く、取り外す順番を考慮せず中央のスパンの梁から取り外したりすると、うまく外れなかったり、柱の側面等に傷がつくことがあった。

また、損傷の発生時期に着目すると、軽微な損傷に留まっていた柱や梁などでは、その部材自身の解体よりもむしろ、内装や外壁など他部位の解体に起因することが多かった。例えば内装では、壁や床が交差する箇所や、配線・配管等との取り合いが複雑になる箇所などの解体時に多く見られ、取り合い部分の納まりや部材だけでなく、平断面など全体的な視点からの考慮が必要となってくる。

6. まとめ

本研究では、リユースの可能性が期待されるアルミニウム建築の解体について、プロセスや解体材の状況、あるいは人工数などの特徴や傾向を明らかにするとともに、解体性やリユース性の向上に向けて、課題・留意点や施策の整理を行った。

今回明らかにした特徴や課題等は、比較的独自性の高い一事例に関する知見だが、構法や材料を異にしたリユースを目指す建築とその解体に対しても、示唆的である点、適用できる点も多い。事前情報把握や詳細な工事計画、現場マネジメント等のソフトな技術とその担い手の問題は広く共通する。設計や解体工法等のハード面については、個々の事例により異なる点も多いが、風雨仕舞い等で接合部や目地が隠れがちな部分、壁や床が交差する部分などへの解体性配慮は構法や材料によらず必要となる。また、解体性については接合部などの細部の設計や解体方法など微視的に捉えがちなが、平断面などの全体的な設計や部材の位置関係等を考慮した解体順序のようなマクロな視点の重要性も共通する要点であろう。今後は、個別事例の充実とともに、個々の知見のより体系的な整理が求められる。

謝辞

本研究は、東京大学清家研究室のアルミニウム建築構造協議会からの委託研究「アルミハウスの解体、リユース性の調査、研究」である。研究を進めるにおいては、設計者である難波和彦先生をはじめ、協議会に設けられた住宅リユースWGの委員の皆様、北九州市立大学赤川研究室の皆様、（財）ベターリビング筑波建築試験センターの皆様にご協力いただき、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 伊東一、清家剛、赤川貴雄、西村康一、荒巻輝充：アルミニウム建築の解体性およびリユース性に関する研究 その1 研究の概要、日本建築学会学術講演梗概集E-1, pp805-806, 2007. 8
- 2) 荒巻輝充、清家剛、赤川貴雄、伊東一、西村康一：アルミニウム建築の解体性およびリユース性に関する研究 その2 人工数による解体性の評価、日本建築学会学術講演梗概集E-1, pp807-808, 2007. 8
- 3) 西村康一、清家剛、赤川貴雄、伊東一、荒巻輝充：アルミニウム建築の解体性およびリユース性に関する研究 その3 リユースのための解体への施策、日本建築学会学術講演梗概集E-1, pp809-810, 2007. 8
- 4) 合川尚毅：木造戸建住宅解体の人工数に関する基礎的研究、東京大学工学部建築学科卒業論文、2003（尚、当該論文中の解体実験は、（独）建築研究所と東京大学および各団体による共同研究による）

表 5 課題・留意点と施策（一部）

	課題・留意点	施策
組立の逆手順が物理的に不可	<p>【外壁】 パネル間目地のシーリング剤が切断できなかったため、パネルが分割できず解体が難航。外壁パネルが大きく損傷した。パネルを取り付けていた梁にも軽微な傷が残った。</p> <p>シーリング剤</p> <p>外壁パネル目地詳細図</p>	<p>設計段階 ■ ガasket等の乾式目地構法への設計変更。</p>
	<p>【ブレース】 嵌合接合されたブレース主材と補剛材（カバー）を取り外せず、カバーを変形させたため、リユース不可となった。</p> <p>ブレース主材・カバー嵌合断面図</p>	<p>設計段階 ■ 嵌合接合を採用する場合は、着脱可能な断面形状や寸法、板厚等を検討する。</p>
	<p>【柱】 柱脚ボルトに取り外しづらいもの、また再組立時に取り付けられないもの（写真）があった。アルミ建築では、高精度の上部構造と現場施工の基礎の精度調整が課題の一つだが、それが不十分であったことが一因として考えられる。</p> <p>柱脚アクソメ図</p>	<p>設計段階 ■ 上部構造と基礎の精度調整構法の改良。 施工段階 ◆ 基礎の現場施工精度の向上。</p>
組立の逆手順が不明	<p>【1F床材】 取付金具の向き（＝組立の逆向き）に沿って解体すべき構法だが、外観からは向きが判別できず、さらに数箇所向きが異なっていた（写真）ため、解体の方向が変わり、中断することがあった。</p> <p>向きが反転した取付金物</p>	<p>設計段階 ■ 取付けに方向性のない（解体の手順・向きに制約のない）構法。 施工段階 ◆ 設計（図）では通常規定されないような取付けの方向や位置・向き等の施工履歴レベルの情報の記録。 解体段階 ◇ 事前情報の把握。</p>
	<p>【屋根役物】 外観から部材構成や接合部の位置等が把握できず、適切な解体方法が判別、実施できなかった。隠れた位置にあるビスなどの接合部は、ハンドリングも悪く、解体の効率化の妨げにもなる。</p> <p>隠れた位置の接合部</p> <p>屋根役物断面図</p>	<p>設計段階 ■ 外観から解体方法が見て取れるような設計。 ■ 接合箇所等も外観からわかりやすく、作業性のよい位置とする。 解体段階 ◇ 事前情報の把握。</p>
効率化・リユースの質等の課題	<p>【梁】 アルミ材の精巧性を意匠や施工に活かす意図で、躯体全体のクリアランスが小さい設計としたため、梁への拘束が強く、取り外し方法や順序が適切でないと、解体が難航したり、柱や梁が損傷することがあった。</p>	<p>設計段階 ■ 梁を均等に吊り上げられるように、玉掛けのためのブラケット等が設けられる仕組みを用意。 解体段階 ◇ 梁を取り外す順番などの詳細な計画。また、すべてのボルトを緩めて仮組みの状態にしてから梁を取り外すといった工法も考えられる。</p>
	<p>【内装（⇒リユース部材に損傷）】 リユースを目的とした主要部材が、近接する内装解体時に損傷。特に、壁や床が交差する（ぶつか）る箇所、設備配線・配管等との取り合いが複雑で解体しづらい箇所（写真）、パールを使用する木質系部材の解体時、などに多く見られた。</p>	<p>設計段階 ■ 平断面の設計において、部位や部材の構成が複雑にならないように注意。 ■ 部位の端部や交差部などの取り合い部分に、解体性のよい役物を用いて納めるなどの工夫。 解体段階 ◇ 主要部材周辺は、より丁寧な作業。</p>

[2007年10月19日原稿受理 2007年12月10日]