

既存建築物の長期使用に資する改修手法に関する研究
- 既存学校施設の減築改修事例 -

Life Extension Repairing Method for Existing Facilities
- Case Study of Reduction Repairing for Existing School Building -

平井 健嗣*¹
Kenji Hirai

李 祥準*²
Sangjun Yi

Synopsis

In Japan, the population is declining and this cause many problems about existing buildings. our society is changing from scraping and building to sustainable. And national government (Ministry of Internal Affairs and Communication) notified local governments to establish the plan of public facilities and Infrastructures management. Then local governments once establish the plan, but even now they are looking for concrete effective ways to manage their facilities and so on. To maintain their building stocks, life extension repairing method is important. Until now, extension work, repairing or demolish and rebuilding is usual. And then these days Reduction Work is focused on as Life Extension Repairing Method for Existing Facilities. But reduction work is not popular and we study about it.

This report aims to introduce the case, Reduction Work for Existing School Building. The case of reduction work is rare and we don't have enough experiments. In this report, firstly we introduce flow of reduction work and special tools and machineries. Secondly, we introduce study and review planning, construction process.

Keywords : 長寿命化改修, 減築, 既存ストック, 学校施設

Life Extension Repairing Method, Reduction Repairing, Building Stock, School Building,

1. はじめに

わが国では、平成 28 年度末までに総務省より公共施設等総合管理計画の策定が通達されるなど、建築ストックに注目が集まるようになり、2020 年東京オリンピックを目標に、都市部を中心に様々な建設プロジェクトが進行しているが、スクラップ・アンド・ビルド型のフロー社会からストック型のサステナブル社会への移行が進んでいることは言うまでもない。特に、サステナブル社会にとって重要な改修技術に関しては、既存建築ストックの長期使用を視野に入れた具体的な改修手法について、より様々な検討がより積極的に行われるべきである。

これまで、改修手法と言えば、増築手法や新たな機能付加、修繕を目的にしたり、耐久性の向上を

的にしたりするものが一般的であった。しかしながら、既存建築ストックを建替えるためには、躯体部や基礎部の撤去費用も莫大である。そのような状況では、既存施設の規模を縮小することでライフサイクルコストを節約したり耐震性の向上を図ることも選択肢として積極的に検討していく必要がある。

本報告は、築 40 年超の公共施設（学校施設）における使用されていない教室を廃止すると同時に、耐震性の向上も視野に入れた大規模改造を実施し、2 階建てから平屋建てに改修する「減築改修」の工事事例を取り扱うものである。そして、工事事例を紹介すると共に、今後、自治体や所有者が減築改修に取り組む際の一助となるよう、施工プロセスや注意点を整理し、今後の課題を検討するものである。

*¹ 研究員 早稲田大学理工学総合研究所
Research Institute for Science and Engineering,
WASEDA Univ.

*² 所員 建築・環境学科
Dept. of Architecture and Environmental Design,
Kanto Gakuin Univ.

2. 報告概要

2.1 対象

本報告で扱う改修プロジェクトの対象となる既存建築物は、1970 年（昭和 45 年）に建設された鉄筋コンクリート造 2 階建ての学校校舎である。表 1 に、対象の概要を示し、図 1 に対象建物の様子を示す。

表1 対象建物の概要

建築年	1970年	
構造	鉄筋コンクリート造 2階建	
延床面積	北棟	468.0[m ²]
	南棟	468.0[m ²]
	中央棟	362.9[m ²]



図1 対象建物の様子

2.2 工事事例の概要

本プロジェクトの改修工事期間は、2016年5月から11月までの6カ月間で、工事費用は99,900,000円であったが、工事内容には外構工事など様々なものが含まれていたため、減築工事と判断できる工事費用は22,766,000円であった。なお、減築工事費用に含むものは、解体撤去工事費用・内装撤去工事費用・屋上防水撤去工事費用としての直接工事費用とし、仮設工事費用や各管理費といった共通費や減築した後の防水工事や内装仕上げ工事の工事費用は含まない。表2に、本プロジェクトの改修工事に含まれる中で、減築工事に直接関係する内容を示す。

表2 改修工事の概要

工事種別	工事内容	備考
仮設工事	◎共通仮設	・工事事務所の設置 ・仮囲いの設置 ・交通誘導員の配置
	◎直接仮設	・仮設足場の設置 ・防音シートによる垂直養生の実施
解体撤去工事	◎躯体解体撤去	・既存RC躯体の2階部分を解体(切断)し、撤去
内装改修工事	◎内装改修(1階部)	・階段室(1階部)をホールに改造 ・便所(1階部)を倉庫に改造 ・廊下(1階部)の天井・壁・床の改修
屋上防水改修工事	◎基礎補強	・既存2階スラブ部に防水層の新設 ・吸水調整材を塗布し樹脂塗膜を形成 ・粉末ポリマーセメントモルタルを塗布し下地処理 ・保護コンクリート打設(勾配対応) ・塩ビシート防水

3. 減築工事手法

3.1 減築工事の流れと工事管理上の注意点

「減築」とは、「増築」に対して使用される建築用語の一つであるが、建築基準法にはその記載はなく、定義そのものは未だ曖昧な部分がある。ただ、既存ストックを活用する際には、有効な選択肢のひとつであると言え、改修手法としての様々な面での確立が急務である。ここでは、減築を行う際の、一般的な施工手順とそれぞれにおける工事管理上の注意点について述べる。図2に減築工事の流れを示す。

①内装解体

減築工事であっても、通常の解体工事と同様に、建材をできる限り分別することやアスベストなどの産業廃棄物の適正処理は必須である。まず、空調機

器に含まれる有害なフロンガスや、ポリ塩化ビフェニル(PCB)含有の機器の適正処理を行う。そして、シーリングや吹付材、スレート材などを含有する建材を適正に撤去・処分しなければならない。その後、内装の各部に使用されている各建材を解体し、金属くず(スクラップ)、木くず、CONガラなどに分類した上で適正に搬出し処分する。

なお、内装解体に取り掛かる前、つまり着工前に、義務付けられているアスベスト含有調査などの事前調査を失念することなく実施し、必要な届出などを確実に実施することが重要である。

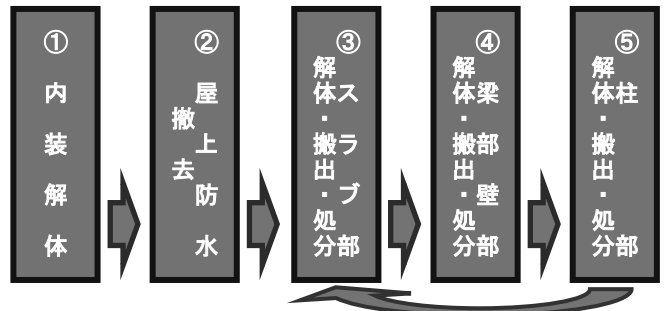


図2 減築工事の流れ

②屋上防水の撤去

最上階部が減築対象となっている際は、屋上防水層を撤去する必要がある。特に、防水層にはアスベストを含有する物もみられるため、適正な飛散防止対策を施した上での撤去作業が必須となる場合もある。なお、屋上部に重機などを設置する際は、耐荷重の検討と共に、梁部に荷重がかかるよう、ラインを引いたりマーキングを行ったりするなどの明示の工夫が必要である。

③スラブ部の解体・搬出・処分

内装解体、屋上防水層の撤去後、スラブ部の解体作業に移る。スラブ部は、切断された後、クレーンにより揚重され、作業所の状況に応じて小割りされ、分別後、搬出・処分される。そのため、まずクレーンの揚重能力からスラブをどの程度の大きさに切断すべきか算定した後、切断ラインの墨出しを行うことが重要である。その後、スラブ下部にポスト(支保工)を設置し、ワイヤロープを掛けた状態で切断を行う。切断が進むにつれて、既存躯体と縁が切れることで、ワイヤロープに張力がかかるようになるため、注意が必要である。なお、クレーンによって揚重され搬出される際には、各作業員は釣り荷の下に入ってしまうよう、オペレーターは作業員の頭上を通さないよう十分に注意しなければならない。朝礼等で躯体切断・搬出作業があることを作業員全員に周知することが重要である。

また、この段階では、スラブ部の各所が切断され、あちらこちらに穴が開いたような状態になるため、落下防止措置を忘れず実施し安全対策を行わなければならない。

④梁部および壁部の解体・搬出・処分

スラブ部が解体された後、梁部および壁部の解体作業に移る。梁部および壁部も、切断された後、クレーンにより揚重され、作業所の状況に応じて小割りされ、分別作業後、搬出・処分される。そして、スラブ部の解体作業と同様に、どの程度の大きさに切断するか、揚重能力を踏まえて検討が必要である。この際、壁部を先に切断し、解体する場合には、その壁と一体となっていた梁部が崩壊しないよう、梁下部にポスト（支保工）を設置するなどし、対策を施さなければならない。

また、切断する際には、比較的厚さの薄い壁部と、厚い梁部では使用する機材も異なり、ワイヤロープの掛け方も異なることに注意が必要である。

⑤柱部の解体・搬出・処分

梁部および壁部が解体された後、最終段階として柱部の解体作業に移る。柱部も各部と同様に切断された後、クレーンによって揚重され、作業所の状況に応じて作業所内のヤードにて小割りされ、分別作業後、搬出・処分される。

以上のように、減築時は、基本的に新築時と逆の手順を辿ることになるが、各部をゾーニングすることで、図2のように「①内装解体→②屋上防水層の撤去→③スラブ部の解体・搬出・処分→④梁部の解体・搬出・処分→⑤柱部の解体・搬出・処分→③スラブ部の解体・搬出・処分→④梁部の解体・搬出・処分→⑤柱部の解体・搬出・処分」と、③～⑤のプロセスを繰り返すこともある。

3.2 使用する機材および工具

減築に使用する機材および工具は特殊であり、通常の解体作業と異なり、人間の手によって設置されたり作動させたりするものが目立つ。そして、刃（ブレード）を持つものが多いため、作業所内での事故には十分注意しなければならない。

ここでは、減築に使用される特殊な機材および工具について工事管理上の注意点も併せて述べる。

①ウォールソー（図3）

ウォールソーは、切断したい部材に取付けたレール上を進みながら円形のブレードが高速回転で部材を切断する機材で、壁部やスラブ部などの厚みの薄い部材を切断する場合に用いられる。切断作業時には、水を使用しながら切断するため、粉じんの発生

は抑制できるが、発生する排水の処理には注意が必要である。また、振動は発生せず、騒音も防音パネルなどを併用することで抑制が可能である。なお、ブレードの大きさは、直径18～40インチ程度であり、取替時の傷害には特に注意が必要である。

②ワイヤーソー（図4）

ワイヤーソーは、湿式と乾式の両方があるが、いずれの方式も、ダイヤモンドワイヤーを切断したい部材に巻き付け、高速で動かすことで切断する機材で、ワイヤーの柔軟性を活かして、切断部材の断面形状に順応できることが特徴である。主に、梁部や柱部などの厚みの厚い各部材を切断する場合に用いられる。

湿式の場合は、切断作業時には、水を使用しながら切断するため、粉じんの発生は抑制できるが、排水には注意が必要であり、乾式の場合は発生する粉じんを集塵機などで吸引する必要がある。なお、振動は発生せず、騒音も比較的小さいことも特筆すべき点である。ただ、刃がワイヤー状になっているため、作業中に切断してしまった場合は、広範囲に刃部が飛散する恐れがあり、飛散した刃による切断や裂傷など、重大事故につながる恐れがあるため、十分な注意が必要である。



図3 ウォールソー



図4 ワイヤーソー

③コアドリル（図5）

コアドリルは、ダイヤモンドコアを高速回転させ部材を穿孔する機材で、切断深さがコア長によって制約を受けるが、壁部やスラブ部などの厚みの薄い各部材にワイヤロープを掛けるための開孔作業に用いられる。また、コアドリルを連続的に使用することで、部材を切断することも可能である。切断作業時には、水を使用しながら切断するため、粉じんの発生は抑制できるが、排水の処理には注意が必要である。なお、振動は発生せず、騒音も比較的小さいことも特筆すべき点である。

④フラットソー（ロードカッター）（図6）

フラットソーは、高速回転する円形の刃を取り付けた台車のようなものを移動させることで部材を切断する機材で、ウォールソーが取付けにくい平面部

材で、スラブ部のような厚みの薄い部材を切断する
場合に用いられる。切断作業時には、水を使用しな
がら切断するため、粉じんの発生は抑制できるが、
排水処理には注意が必要である。



図5 コアドリル



図6 フラットソー
(ロードカッター)

4. 減築改修工事例

本プロジェクトは、2階建てから平屋建てに改修
する減築改修工事である。図7に、改修前後の2階
平面図を示し、図8に改修前後の立面図を示す。ま
た、図9に改修前後の様子を示す。

減築工事に関しては、2階部の床面積 234 m²を解
体し減築するものであり、それに伴い階段室(1階
部)をホールに改造、女子便所(1階部)および前
室を倉庫に改造し、廊下(1階部)の天井・壁・床
の改修が計画されていた。

なお、この改修により減築されることで、建築物
の耐震性能は、建物全体としての Is 値は 0.32 から
0.91 まで改善し、建物の安全性の向上に寄与した。

4.1 改修計画

①仮設工事

仮設工事に関しては、2階部分の解体の際、特に
雨天時の対策として仮設屋根を設置するようイメ
ージされていた。また工事区画としては、対象となる
校舎(北棟・南棟)の周囲を、成形鋼板(H=3000mm)
で囲い、垂直養生は防音シートにて実施する計画だ
った。

②減築工事(解体撤去工事)

2階部分を解体するにあたっては、計画段階では
どのような解体工法を用いるか具体的に明記されて
いない中、防塵・防音・防振に関してできるだけ対
策を取るよう計画されていた。

③階段室(1階部)をホールに改造

1階部の既存階段室およびポンプ室を、ホール(廊
下)として改造するよう計画されていた。仕上げに
関しては、床部はPタイル(t=2mm)をビニル床タ
イル(t=2mm)に変更するよう、壁部はVP(塩化ビ
ニル樹脂塗料)からEP(エマルジョン塗料)に変更
するよう計画されていた。また、天井部は、既存塗

装のEPを復旧するような計画であった。

④女子便所(1階部)および前室を倉庫に改造

1階部の既存女子便所および前室を、倉庫1室と
して改造するよう計画されていた。仕上げに関して
床部は、女子便所では、モザイクタイルをビニル床
タイル(t=2mm)に変更するよう、前室では、Pタ
イル(t=2mm)をビニル床タイル(t=2mm)に変更
するよう計画されていた。また、両室共に、壁部は
VPからEPに変更するよう計画されていた。また、
天井部は、既存塗装のEPを復旧する計画であった。

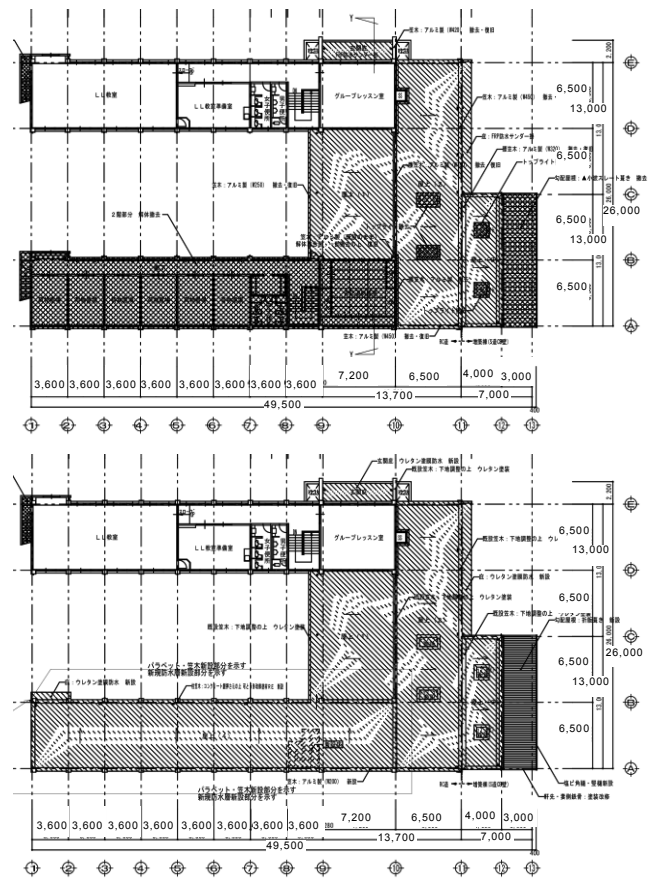


図7 2階平面図(上:改修前・下:改修後)

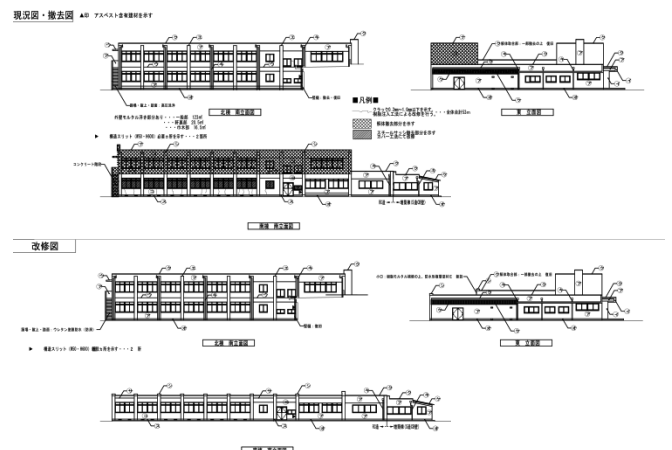


図8 立面図(上:改修前・下:改修後)

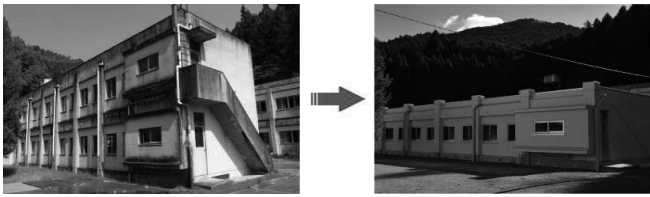


図 9 改修前後の様子（左：改修前・右：改修後）

4.2 実際の施工プロセスと状況

①仮設工事

本プロジェクトのみならず，建設工事は置かれた環境によって，仮設工事の内容が大きく変化することが多い．特に，仮囲いや仮設足場，垂直養生に関しては，周辺に与える環境負荷なども視野に入れての計画が重要であるために，一般論としてどの程度の仮設工事が必要であるかを述べるのは難しい．

そのような中，本プロジェクトでは，4.1 にて既述の通り，仮設屋根を設置し作業を行うこととなっていた．しかしながら，減築工事を行う際に，躯体部は切断されクレーンによって揚重されることを考慮すると，仮設屋根を架けての作業は物理的に難しい．ただ，作業中は降雨の可能性もあり，何の対処もなく屋上部の解体撤去を進めることはできない．

そこで，本プロジェクトでは，図 10～13 のように改修後に屋上部となる 2 階スラブ部の改修を先行させ，漏水などを防ぐことができるよう対処した．

まず，2 階スラブ部の内装を撤去し，床部の改修を行った．具体的には，既存床仕上材を撤去した上で，クラックの補修を行うため，エチレン酢ビ系プライマーにより被膜を作り，ポリマーセメントにて下地処理を実施し，保護コンクリートを打設した．また，この際にドレインも設置した．これにより，雨水や排水が直接，1 階部に浸透することを防ぐことができ，降雨があった場合もシート養生などで対応が可能となった．なお，実際の作業時には降雨はなく，1 階部への水漏れなどは発生しなかった．

②減築工事（解体撤去工事）

2 階部分を解体するにあたっては，まず屋上部の屋上防水層の撤去を行う必要があった．まず，図 14 のように既存防水層に敷かれている保護砂利を撤去し，次に図 15 のように設置されていたアスファルトルーフィングシートを撤去した．その後，2 階スラブの先行改修が行われていることを確認した上で，3.の流れに沿って躯体部を切断した．

a) スラブ部

スラブ部の解体撤去においてウォールソーとフラットソーを併用して切断を行った．スラブ中央部は，フラットソーを主に使用し，パラペット立上り部付近でフラットソーが使用できない部分はウォールソ

ーを使用した．なお，ワイヤロープを掛けるための穿孔作業は，コアドリルを用いて実施した．図 16 に，切断・穿孔の計画を示す．この計画を作成する際は，梁部の場所を正確に把握し，それらを避けて切断ラインを設定しなければならない．また，図 18 のように墨出しした切断ラインを避けて図 17 のように支保工を設置した．なお，本プロジェクトでは，16t ラフタークレーンを使用するため，揚重性能からひとつの部材が 1.7t 以下になるよう表 3 のように計画した．

また，スラブ部切断（図 19）時の落下防止対策は，図 20 の通りカラーコーンとコーンバーを使用した．



図 10 内装撤去



図 11 プライマー塗布



図 12 ポリマーセメント施工



図 13 排水用ドレイン設置



図 14 屋上防水保護砂利撤去



図 15 アスファルトルーフィング撤去

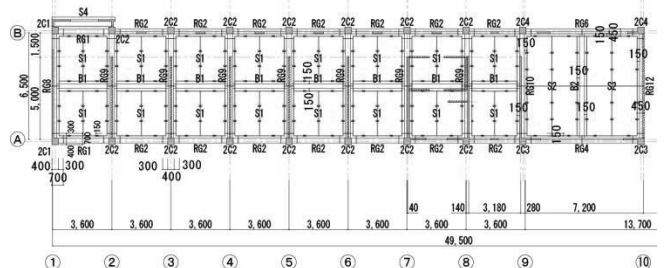


図 16 切断・穿孔計画（青：切断線・赤：コア位置）

表 3 切断サイズの検討（スラブ部）

部位	重量計算
スラブ部	$1.5\text{m} \times 3\text{m} \times 150\text{cm} \times 2.3\text{t}/\text{m}^3 = 1.55\text{t} < 1.7\text{t}$ (OK)



図 17 ポスト設置



図 18 切断ライン(墨出し)

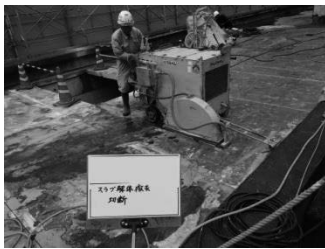


図 19 スラブ切断



図 20 落下防止対策

b) 梁部および壁部

梁部および壁部の解体撤去においては、ワイヤーソーおよびウォールソーを併用して切断を行った。切断作業は図 21~22 のようにクレーンの揚重性能を踏まえ、梁部と壁部を分けて搬出することもあり、梁部が残る場合は支保工も設置した。なお、本プロジェクトでは、16t ラフタークレーンを使用したため、表 4 のように切断部材のサイズを 1.7t 以下に計画した。

c) 柱部

柱部の解体撤去においては、図 23~24 のように、ワイヤーソーを使用し、揚重時には吊金具を設置した上で搬出した。

③階段室（1 階部）をホールに改造

階段室をホールに改造するために、まず既存階段を撤去することで発生する開口を閉塞させる必要があった。その際に、新設スラブを既存スラブと一体化させるために、あと施工アンカーを利用し、ダブル配筋を施工した。その際、特に注意が必要なのは、必要な穿孔深さを確保できるよう、穿孔を壁部でなく梁部に設けなければならないという点である。

また、外観の意匠上、これまでパラペットの存在していない部分に、周囲と同様にパラペットを作り出さなければならない場合もあり注意が必要である。

減築することで、平屋建てとなる建物は、そもそも階段が不要になることも考慮しなければならない。

④女子便所（1 階部）および前室を倉庫に改造

ここでは、多くの配管等がスラブ下に設置されている便所から、一般的な室用途である倉庫に改造す

るため、既設配管を解体撤去し、確実にコンクリートを打設し配管穴を閉塞させる必要があった。

特に注意しなければならないのは、既設廊下との床レベルの取合いを十分に検討した上で、施工レベルを設定しなければならない点である。便所のように水回りが設置されていた室の床レベルは、廊下等よりも低くなっている場合があり、どのような建材でどの程度嵩上げを行うのか、場合によっては荷重も視野に入れる必要がある。

なお、便所は一般的に各階の同じような位置にあることが多く、本工事でも減築した上階の便所の設備配管後の穴の処理にも注意しなければならない。



図 21 壁部と梁部の分離



図 22 梁部の搬出

表 4 切断サイズの検討（壁部・梁部）

部位	重量計算
梁部	$30\text{cm} \times 60\text{cm} \times 2.6\text{m} \times 2.3\text{t}/\text{m}^3 = 1.08\text{t} < 1.7\text{t}$ (OK)
壁部	$12\text{cm} \times 2.0\text{m} \times 2.6\text{m} \times 2.3\text{t}/\text{m}^3 = 1.44\text{t} < 1.7\text{t}$ (OK)
梁・壁部	$30\text{cm} \times 60\text{cm} \times 2.6\text{m} \times 2.3\text{t}/\text{m}^3 = 1.08\text{t}$ $12\text{cm} \times 60\text{cm} \times 2.6\text{m} \times 2.3\text{t}/\text{m}^3 = 0.43\text{t}$ 計) 1.51t < 1.7t (OK)

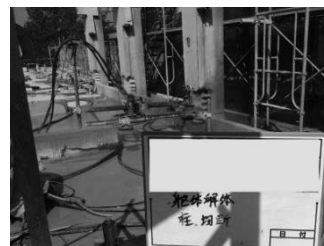


図 23 柱部の切断



図 24 柱部の搬出

4.3 施工コスト

現時点では、公共単価などには、減築工事として目安になる単価は存在しておらず、概算コストがあれば、減築改修が選択肢として挙げられるケースも増えてくる。

施工にあたっては既述の通り、特殊な機材や工具を使用するため、機械損料と共に、それらを操作する特別な教育を受けた技能を持つ作業員が必要となる。さらに、工事を安全に進めていく上でも施工計画作成の段階から経験豊かな監理技術者等、指導的立場の技術者も必要となる。

なお、本プロジェクトにおける床面積 234 m²分の減築工事（解体撤去工事・内装撤去工事・屋上防水

撤去工事)に必要としたのは、212 人工であった。

5. まとめと今後の課題

本報告では、既存公共施設を長寿命化させるための改修手法の一つとして、減築改修に着目し、改修手法のプロセスをまとめると共に、実際の工事事例を取上げた。以下に、本報告のまとめを示す。

5.1 減築工事を検討する場合の計画上の注意点

減築工事を行うにあっては、まず既存建築物の品質を十分に調査し、減築により耐震性能がどの程度改善するかの検討が重要である。

わが国では、減築工事事例があまりまだ多く見られないため、設計者や発注者がノウハウを持ち合わせていないことも危惧される。

特に仮設計画については、降雨対策だけではなく、切断作業時に発生する排水処理にも配慮した計画が必要となる。また減築工事によって不要な階段等の処理など、全体の改修計画に影響する内容も総合的に検討しなければならない。

5.2 減築工事を行う際の施工上の注意点

減築工事を施工する際に、最も注意が必要なのは、既存建築物を切断し解体していくという点である。一時的に、建築物の構造的なバランスが崩れることも想定され、クレーンの揚重性能による部材の切断サイズの検討や、支保工による各部の補強など、常に視野に入れなければならない。

また、設計された仮設計画に関しては特に注意が必要で、作業の効率が著しく低下するかどうか、過剰仕様となっていないか等、十分に施工計画を練る必要がある。

そして、特殊な機材や工具を使用することになり、それらは極めて危険なものが多いため、作業員の傷害事故がないよう、特に減築が進捗するにつれて、慣れが油断につながるため、繰り返し作業所の緊張感を維持することが重要である。

以上のように、本報告では減築工事により既存建築物が長期使用されていく可能性について示した。

今後は、民間事例、公共事例のどちらの場合でも減築工事が増加していくことが予想され、複数のプロジェクトから、減築工事の手法についてより体系的に整理されることが課題である。

参考文献

- 1) 平井健嗣, 今井大樹, 李祥準, 堤洋樹, 小松幸夫, 新谷真人: 既存建築物の長寿命化を視野に入れた改修手法に関する研究 - 外断熱改修の実

測調査による温度応力から見た長寿命化への可能性-, 日本建築学会計画系論文集 第 76 巻 第 659 号, 2011 年 1 月

- 2) 平井 健嗣, 李 祥準, 堤 洋樹, 小松 幸夫, 高口 洋人: 既存学校施設の長期使用を視野に入れた改修手法に関する研究 - 既存改修と外断熱改修の運用コスト累積差シミュレーション -, 日本建築学会計画系論文集 第 76 巻 第 664 号, 2011 年 6 月