特集≫≫　解体，3R，建設発生土・廃棄物処理

解体建物の構造部材を新築へ生かすリユースの取り組み

リユース活用の実証実験プロジェクト：大林組技術研究所「オープンラボ 3」新築計画

岸　　浩　行・寺　井　千　絵

2050 年のカーボンニュートラル実現に向け，建設業界では CO_2 排出削減に向けたさまざまな取り組みが進められている。本稿では，その一環として，大林組技術研究所の新築実験棟において実施された，既存建物の解体により得られた鉄骨およびコンクリート製の構造部材を，元の性状と性能を生かして新築建物の構造体としてリユースする国内初の取り組みについて紹介する。

キーワード：脱炭素化，CO_2 排出削減，サスティナブル建築，資源循環，鉄骨・コンクリート部材リユース

1. はじめに

建設業は，CO_2 排出量が非常に多い産業の一つである。建材の製造，資材の輸送，施工，そして完成後の運用・解体に至るまで，ライフサイクル全体を通じて多くの CO_2 が排出されており，特にセメントや鉄鋼の製造工程が大きな排出源となっている。

セメント製造では，原料である石灰石を高温で焼成する過程で化学的に CO_2 が発生するほか，燃料として使用される化石資源からも排出が生じる。また鉄鋼製造においても，鉄鉱石から鉄を取り出す際に炭素（石炭）を用いた還元反応が行われるため，製造工程そのものが CO_2 排出を伴う構造となっている。

このように，建材の製造プロセスには不可避的に CO_2 排出が伴うため，建設業界では低炭素型セメントの開発・導入や電炉材の使用など，環境負荷低減に向けた取り組みが進められている。しかし，これらの技術的工夫をもってしても，CO_2 の発生を大幅に抑えることは難しく，依然として大量の排出は避けられないのが現状である。



写真―１　新実験棟：南西外観パース
（手前側の破線の部分がリユース材を使用した
第１期工事部分の鉄工作業所エリア）

そこで今回，技術研究所内の新実験棟の第１期工事建設にあたり，解体建物の構造部材をリユースすることで，コンクリートや鉄の製造時に発生する多大な CO_2 排出量を大幅に減らす試みを実施した（**写真**―１）。

2. 構造部材のリユースについて

建設業界では，既存建物の構造部材を再利用する取り組みとして，コンバージョンやリノベーション，耐震改修などが広く行われている。これらはすでに多数の実施例があり，環境負荷の削減効果も実証されている。しかし，これらは既存の建設地に建物を残したまま改装・改築・増築などを行うことが前提となるため，柱や梁の位置・形状を大きく変更できず，設計上の自由度が低く他の用途に変えにくいという問題点がある。

今回の計画では，既存建物の構造部材を部分的に残して増築するのではなく，一旦すべてを部材毎に解体し，それらを組み合わせて新規の場所で異なる形状で再構築する計画である。

解体建物から得られた鉄骨は溶解されて再生鉄骨（電炉材）となり，コンクリート塊は，粉砕・選別されて再生骨材として使用されるなど，こうした資源のリサイクルは一般的に行われている。また，木造建築では伝統的価値を付加する目的などで構造骨組みとして木材を再活用する事例が古くからあるが，本計画のように既存建物の鉄骨やコンクリート部材を出来るだけ形状を変えずにそのままのかたちで新築建物の構造

部材としてリユースするのは日本国内では例を見ない取り組みである。

3. 新実験棟計画におけるリユース材活用事例

(1) 異種用途建築へのリユース実証

本計画は，技術研究所内にある鉄骨造 2 階建ての電磁環境実験棟と隣の鉄骨造 1 階建ての鉄工作業場を解体し，その跡地に両施設の機能を統合した研究棟を新設するものである。新棟では自然環境・電磁環境の研究開発を行う研究室と，それを支援する作業場の機能を併せ持つ構成となっている。

リユース材を取り出す対象の既存建物は 1993 年竣工の建物である（**写真**―2）。竣工時には土質・基礎実験棟という名称で土の性状を確認する試験を行う建物であったが，近年は電磁環境実験棟という名称で電磁波の遮断性能等の評価実験を行う建物として用途を変え，約 30 年間にわたり使用されてきた。今回の計画では，解体する実験棟から取り出した部材を新築の鉄工作業場エリアにリユースすることで，用途の全く異なる建物であっても，リユース材を活用した柔軟な設計・施工が可能であることを実証することを目的とした。

(2) 構造部材のリユースに向けた新築計画

解体する建物は梁間方向 12 m，桁行方向 20 m の 2 階建ての鉄骨造である。出来る限りリユース材を効率的に使う計画とするために，新築建物では既存建物のスパン割や高さを生かした計画とした。リユース材を使用する鉄工作業所エリアは鉄骨造平屋の建物であり，研究エリアの建物とはエキスパンションで縁が切れている（南西外観パースの破線部分）。

新築建物では，桁行方向のスパンは既存建物のスパンと同じとして，柱・梁の主架構をそのままの形で転用する。梁間方向についても既存建物の梁間方向 12 m を生かす。新築建物では 1 層平屋となるため，中間の柱と 2 階梁を撤去し，新築建物のスパン 12 m の部分に既存建物の外側のフレームをそのまま使用出来る計画とした。新築建物の梁間方向ではもう 1 スパンあるため，そちらは新設の部材を追加する計画とした（**写真**―3，**図**―1）。



写真―2　解体建物：電磁実験棟（1993 年竣工）

(3) リユース対象とリユース材使用率

新築建物にリユースする鉄骨部材は柱・梁の主架構だけでなく，ブレースや小梁，間柱などの二次部材もそのままの用途でリユースする。

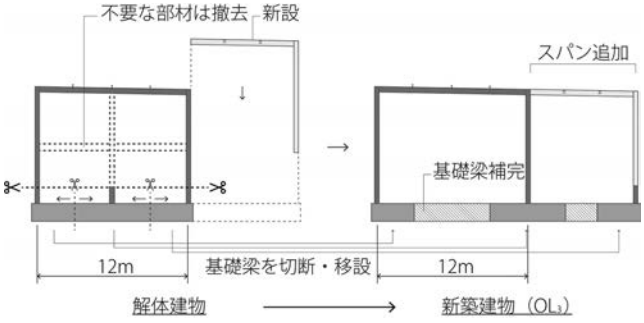
コンクリート部材については，基礎，基礎梁，構造スラブ，土間などをリユースする。

図―2 は今回の新実験棟計画の骨組み図である。鉄工作業所の部分の構造部材のリユース材使用率は鉄骨で 57%，コンクリートで 33%となっている。

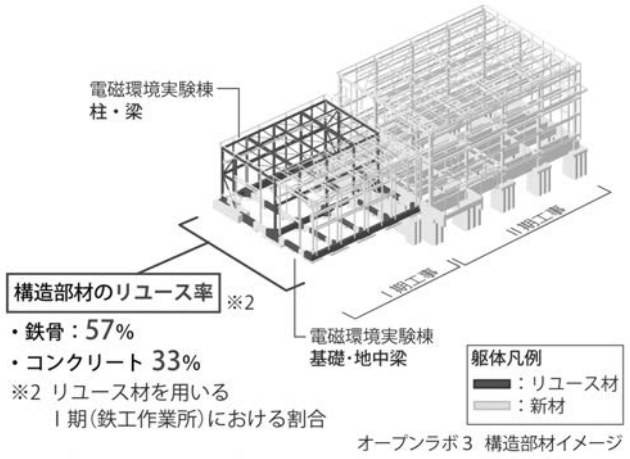
解体建物のリユースについては，計画当初に構造部材以外の部位のリユースも試みたが，様々な理由により今回は採用を見送ることとなった。例えば，折板屋根は取り外すと変形してしまうため再取付けが難しく，リユースには不向きと判断した。また，外装建具は 30 年前に製作されたものであるため断熱性能が非



写真―3　解体建物の内部



図―1　新実験棟におけるリユース部材使用のイメージ



図―２　構造部材のリユース率



写真―４　解体前事前調査：コンクリートコア抜き



写真―５　解体前事前調査：ひび割れ調査

常に低く，省エネの観点から採用は難しいと判断した。設備機器についても耐用年数を超過しているため，リユースは難しいと判断した。結果的に構造部材のみのリユースにとどまることとなった。仕上げ材や設備機器は年々製品の性能が向上しているため，数十年前の製品をリユースするのは難しい。一方，構造部材である鉄やコンクリートは，規格が数十年単位では大きく変更されないことや，材料自体の耐用年数が長いことから，リユースに適しているといえる。

解体建物の構造部材をリユースするにあたり，既存建物に対して，所在環境，被災履歴，補修修繕記録の確認や経年劣化や損傷の調査を行った。今回は設計中にコンクリートのコア抜き試験，コンクリートのひび割れ調査，鉄骨部の外観調査や溶接部の超音波検査などを行い，構造部材に劣化がないことを確認し，新築建物にリユースすることについて全く問題がないと判断した（**写真**―４，５）。

(4) リユース部材の転用プロセス

(a) 構造部材の取り出し（既存建物解体時）

鉄骨部材は前述のとおり，解体建物のスパンや高さを生かした計画としているため，柱・梁部材の延長などの加工は不要であり，新築建物においてもそのままのスパンで使用できる。ただし，補修や必要に応じた加工は，鉄骨工場にて行う必要がある。一方，コンクリート部材については，新築建物での再接合にむけた準備として，場内の加工ヤードへ搬送する必要がある。そのため揚重可能なサイズに切断・分割する必要があり，基礎・基礎梁の切断や鉄骨柱と基礎部との切り離し，さらに鉄骨梁についてもボルトを取り外して一旦バラバラに解体する。

リユース材を取り出すための解体方法には通常の解体とは異なる様々な配慮が必要である。一般的な解体では重機を用いて一気に圧砕や切断を行うが，リユースを前提する場合は，部材を傷つけないよう，一つ一つ丁寧に取り外していく必要がある。例えば鉄骨は，継手のボルトを逆回転で一本ずつ取り外し，部材を取り出す。また鉄骨に取り付けられているピース材についても，母材を傷つけないように注意して除去する。取り外した部材は，１本ずつラフタークレーンで吊り上げ，地面に仮置きしていく。これは建て方の工程を逆順に辿る作業となる。コンクリート部材に関しては，スラブは梁際にカッターを入れて切断し，連続したスラブからリユース材を取り出す。基礎・基礎梁はワイヤーソーを用いて切断する。これらの部材は，揚重可能なサイズに分解したうえで，欠けや損傷が生じないよう養生しながら，ラフタークレーンで吊り上げ，トラックに積載して安全に運搬する（**写真**―６～９）。

このように，通常の解体作業に比べて時間と手間がかかるが，リユースを前提とした丁寧な解体が求められる。また，今回の計画では建設敷地に余裕があるため，部材仮置場を設けることができたが，都心のような狭小敷地であっても建て方が可能なスペースが確保



写真―６　鉄骨梁の解体・部材取り出し状況



写真―７　鉄骨柱の解体・部材取り出し状況

できれば，十分にリユース材の取り出しと運搬は可能である。

（b）取り出した構造部材の検査・加工（新築建物施工前）

取り出したコンクリート部材は隣接地の加工ヤードへ，鉄骨部材は鉄骨工場へそれぞれ搬送し，損傷や劣化の有無，寸法確認を行ったうえで，必要に応じて補修や補強の加工を施す。いったん敷地外に運び出すことで，遠隔地での建設計画におけるリユース材活用の可能性についても検証を行った。



写真―８　スラブの解体・部材取り出し状況



写真―９　基礎の解体・部材取り出し状況

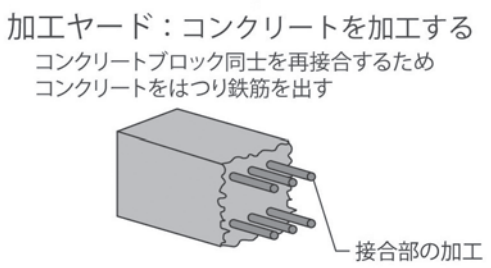
加工ヤードでは，バラバラになったコンクリート部材をつなぐための準備として，切断面のコンクリートをはつり，鉄筋を露出させる作業などを行う。コンクリート部材は，新築においてスパンを拡張する必要があるため（**図**―1），リユース材同士の間は新設の鉄筋やコンクリートで補完することで対応する（**図**―3，4，**写真**―10，11）。

（c）施工状況

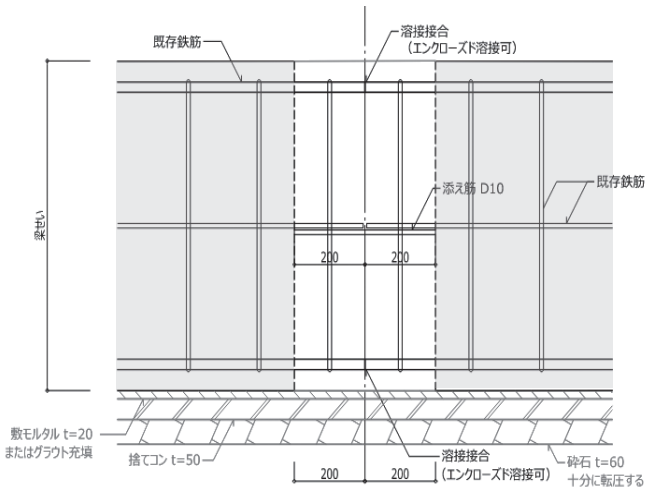
リユースするコンクリートの基礎・基礎梁については，プレキャスト部材と同様に，設置精度の確保や接合部の微調整を行いながら配置した。据え付け後には，事前にはつり出した鉄筋同士を接続し，接続部分に新たなコンクリートを打設することで，新築建物の基礎形状に合わせた構造体となる（**写真**―12，13）。

鉄骨については，鉄骨工場から現場に戻ってきた部材を，柱は既存基礎に残る鉄骨柱脚部と溶接により接合し，梁はブラケット方式によるボルト接合とした。これらの施工は通常の建て方工事と同様の工程で行うことができ，リユース材であることによる特別な制約はなかった（**写真**―14，15）。

リユース材にはすべて個別の番号を付けており，解体建物からの部材取り出しから新築施工まで，その番



図―3　切断面の加工イメージ



リユース材同士をつなげるため、はつり出した鉄筋を接合し、
新しいコンクリート打設して一体化

図―4　リユース材接合要領



写真―10　リユース基礎の保管状況



写真―11 リユース基礎梁　鉄筋はつり出し



写真―12　リユース基礎据付作業状況



写真―13　設置されたリユース基礎



写真―14　鉄骨建て方状況



写真―15　リユース材と新設部材の柱溶接

号をもとに部材の履歴管理を行った。

（d）新築完成

完成した新築建物は，リユース材を使用しているとはいえ，新材を使用している部分と外観上の違いはほとんどない（**写真**―16）。

今回の計画では，既存の実験施設からクレーンを必要とする鉄骨作業所へと大きく用途を変更した。これにより，リユース材を用いても柔軟な設計・施工が可能であることを実証できた。

（5）CO_2 削減効果

今回の計画における CO_2 排出量削減効果は，リユース部材に置き換えることで資材製造時の CO_2 排出量を減らすことを目的としているため，建築学会の LCA 指針[1]をもとに，資材製造段階の排出原単位に各数量を乗じて排出量を算出した（**図**―5）。

評価対象範囲はリユース材を用いる鉄工作業所範囲の本体鉄骨，基礎，基礎梁のコンクリート，鉄筋について算出した。

図―6 の新材で新築する場合で，CO_2 排出量は合計 135.1 t, 解体部材を転用した場合で合計 69.3 t となり，

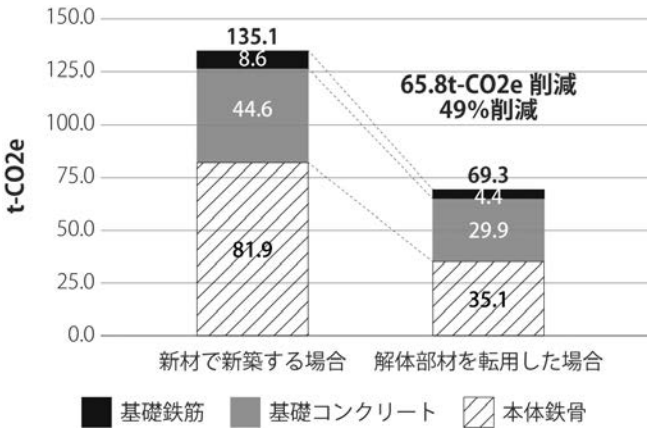


写真―16　完成内部写真



評価対象範囲：1期範囲の**本体鉄骨、基礎・基礎梁のコンクリートおよび鉄筋**

図―5　CO_2 排出量算定方法



図―6　CO_2 排出量比較

結果的に 65.8 t の削減となった。すなわち全て新材で新築する場合に比較して，一部をリユース材にて新築することで CO_2 排出量が 49%削減可能となった。

なお，本計画は鉄骨加工工場であり，仕上げや設備機器がほとんどない構造骨組み主体の建物であるため，建設時における CO_2 排出量の大部分が構造骨組みによるものである。このことからもリユース材の活用が CO_2 排出量削減に効果的であることが示されたプロジェクトとなった。

4. おわりに：今後の展望

今回の計画では，さまざまな部位をリユースすることで，適切な解体方法や施工方法を一通り検証することができた。その結果，コスト圧縮や工期短縮に適し

た部材の選定など実践的なノウハウを蓄積することができた。

今後は，これらの知見をさらに積み重ね，技術の精度と効率性を高めつつ，脱炭素社会の実現に貢献していきたい。

JCMA

《参考文献》

1）日本建築学会「建物の LCA 指針 2013 年度改訂版」

［筆者紹介］



岸　浩行（きし　ひろゆき）
㈱大林組
設計本部　構造設計部
上級主席技師



寺井　千絵（てらい　ちえ）
㈱大林組
設計本部　構造設計部
担当課長

