

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：32660

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25820313

研究課題名(和文)スペインを中心とした20世紀近代建築における修復技術知識の活用に関する研究

研究課題名(英文) Study on application of technical knowledge of restoration on the twenty century modern architecture focused on Spain

## 研究代表者

熊谷 亮平 (Kumagai, Ryohei)

東京理科大学・工学部・講師

研究者番号：20548391

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：近代建築の保存活用手法の国際的な共有が求められる背景の中、近代性の中に独自の地域性を有するスペインを対象に、近代建築への過渡期において組構造建築が近代構法に移行する時代の構法的特徴を明らかにした。また、代表的な近代建築修復事例に関する調査を実施し、近代建築に共通する普遍的解決手法と技術に関する知見を整理した。

日本における近代建築修復事例をケーススタディとして詳細に調査分析し、その改修手法と技術を整理する中で、他の近代建築にも適用可能な方法の一つとしてまとめた。また、近代建築の修復再生手法・技術に関わるライブラリーの構築に関する検討を行い、今後の再生分野への技術サポート手法としてまとめた。

研究成果の概要(英文)：Focusing on brick buildings from the late 19th century to the first half of the 20th century in Barcelona and Madrid of Spain, we cleared the construction characteristics of masonry construction in the period of transition to modern architecture. In addition, we analyzed the methodology and the technical knowledge of through the survey on the typical modern architecture rehabilitation case. As a case study of modern architecture rehabilitation case in Japan, targeting Ranzan Country Club, which is underway now continue to work, we analyze the rehabilitation methodology and technology, and summarized in paper. Also we carried out a study on the construction of the web library related to the rehabilitation methods and technology targeting the restoration and rehabilitation work report, and we summarized as a paper.

研究分野：建築構法・建築計画

キーワード：モデルニスモ 改修手法 近代建築 構法 修復 再生

### 1. 研究開始当初の背景

日本では登録文化財制度の制定や地域の歴史的建造物の保存活用が時代の要請の中で高まってきており、これまで社寺建築を中心に文化財修理を担ってきた専門家だけでは今後は対応が不十分となる状況にあるといえる。一方で、日本のみならず、これまで保存修復の伝統を有する欧州各国においても、近代以降の建築の保存再生については、いまだ事例も少なく、各国での取り組みや課題を共有していく必要が共通認識としてある。

近代建築はそれまでの地域に根付いた伝統構法とは異なる国際的な様式と技術をもとに普及したため、地域を超えた共通の議論が行いやすいとともに、その中でも各地域の独自の地域性を多様性として有する点が、今後注目されていく側面であると考えられる。

近代性と地域性を併せ持つ地域の代表的な例であり、歴史的価値を持つ建築の保存修復や再生が活発に議論されるなど、市民の関心も高いスペインに着目する。

近代建築の修復再生プロセスにおける課題と手法を整理することは、今後増えつつある修復・再生事業への新規参入者への技術支援になり得ると考える。またそれにとどまらず、修復プロセスにおける方法論とは、設計・施工・歴史・構造などにまたがる総合的な知的体系を構築するものであり、建築の物的構成を明らかにすることを通して、建物をより深く理解することが可能であると考えられる。

### 2. 研究の目的

スペインの近代建築を対象として、特徴的な修復・再生事例における改修の方法および技術を整理する。またそれらのスペイン近代建築における物理的な建築構成（建築構法）の持つ地域的、時代的特徴を明らかにすることを目的とする。また日本国内においては、これまでに行われてきた修復・再生事例の整理をとおして改修知識の活用・共有方法の提案を行う。加えて個別のケーススタディを通して、改修の詳細かつ具体的な方法論と技術についての報告をまとめる。

### 3. 研究の方法

主としてバルセロナとマドリッドを中心に代表的な事例による修復プロセスや方法の把握、対象となる時代の近代建築の技術的特徴とその地域性を明らかにする。具体的には、スペイン短期調査を通して、建物のフィールドワークを数回行い、代表的な近代建築再生事例についての目視調査（一部実測）、設計者へのヒアリング調査、公的アーカイブ等における図面資料調査を行う。

また日本において、具体的な保存改修工事を対象に、ケーススタディとして近代建築の保存再生手法のプロセスを詳細に分析する。また文献調査を中心に、これまでに行われて

きた多くの修復再生事例の収集整理を行い、その手法と技術的知識をまとめる。

### 4. 研究成果

(1) ドメネク・イ・モンタネールの作品分析によるモデルニスモ建築の躯体構法に関する考察

アントニ・ガウディと同時代の建築家・ドメネク・イ・モンタネールは19世紀末のスペイン建築の技術の体現者であり、本研究では特に初期作品の技術・材料に着目し、モデルニスモ時代の躯体構法を明らかにした。バルセロナに現存する初期作品として、モンタネール・イ・シモン社（現アントニ・タピエス美術館 1881-86）、万博カフェ・レストラン（1887-88）を主たる対象とし、参考作品として後期のカタルーニャ音楽堂（1905-08）、サン・パウ病院（1902-30）を比較対象とした。研究を進めるにあたり、既往研究の整理、現地調査で得られた知見、現地アーカイブ等で収集した図面・資料を用いて各建物の躯体構法の特徴を分析した。

ドメネクの建築作品の特徴は、タイルなどの装飾要素に加えて、後述するカタルーニャ・ヴォールト、構造材としての鉄の利用などがある。モデルニスモの大きな特徴であるレンガは工業化の進展とともに品質が安定し、全面的に建物に使用された。特に壁だけでなく、床や階段の構造として、伝統的なレンガ構法から発達したカタルーニャ・ヴォールト（平レンガを小口で接合して積層させたヴォールト）が用いられた。モデルニスモ建築の多くは壁面を漆喰などで覆っているのに対し、ドメネクの作品はレンガをそのままファサードにあらわしていることが大きな特徴となっている。

タピエス美術館の柱は鋳鉄製で、梁は鋼材の合わせ梁を用いた最初期の例と思われる。鉄を用いた初期の作品のためスパンの小さな多柱空間となっており、梁は一方向にのみ架けられている。カフェ・レストランの柱はレンガ造で、2階床を支える梁はラチス梁を用い、またバルコニー部分の片持ち梁と接合することにより15mの大スパンを無柱空間とする技術的な創造性がみられる。カタルーニャ音楽堂では20mの無柱空間となり技術的に進化している。

床組は、いずれの建物にもカタルーニャ・ヴォールトが用いられており、小梁の間に小さく架け渡して床を構築している。

タピエス美術館の耐力壁はファサードの厚さ650mm程度のアーチ構造の壁柱のみである。カフェ・レストランは伝統的組積造のような分厚い壁ではなく、レンガ一枚厚の長手積み壁を二重に建て軽量化したものであり、また上階の壁は1階のレンガ柱で支持されている。カタルーニャ音楽堂ではカフェ・レストランの壁であった部分が柱に変わり、より透明性の高い空間に発展した。

組積造から近代的な軸組構造へ変わる転

換期の中でモデルニスムは生産性を高めたレンガと新しい鉄の使用を組み合わせ、中でもドメネクは無柱空間や二重壁構造などの技術的創造性による重要な作品を生み出している。

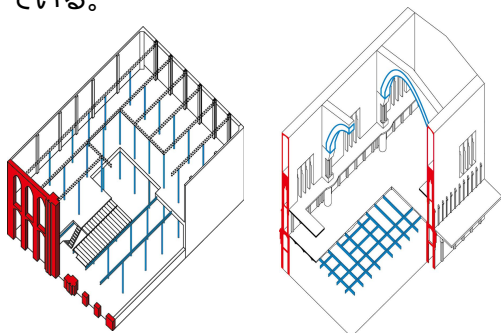


図1 ドメネク初期建築の躯体構法  
(左: タビエス美術館、右: カフェ・レストラン)

## (2) スペイン近代レンガ造建築におけるファサードの構法と表現に関する研究

伝統建築から近代建築への過渡期にあたる19世紀後半における建築の近代性は構法史においていまだ十分に整理されていない。スペインにおいては、鉄筋コンクリート構造の導入が他の欧州諸国より遅れたため、鉄骨造とレンガ造を組み合わせた混構造による建築が発展した。また、構造として元来用いられたレンガは20世紀には構造から解放されて装飾的要素になるという側面もある。

スペインの19世紀後半から20世紀にかけてのマドリッド、およびバルセロナを含むカタルーニャ州におけるレンガ造建築の構法と表現に関する実地調査を行い分析した。両地域の代表的なレンガ建築を抽出し、各事例の外壁を一定の方法により実測および写真による記録を行った。マドリッドとカタルーニャ地方のレンガ建築を概観した上で、レンガの積み方、寸法、装飾についてデータを取り、装飾については類型化することによりその組み合わせの豊かさを考察した。

マドリッドとカタルーニャ地方におけるレンガの積み方の違いを比較すると、マドリッドでは他の積み方と比べて小口積みが際立って多く、カタルーニャ地方では長手積み、フレミッシュ積み、イギリス積みなど多様性があることが分かった。レンガ寸法に関しては、小口と長手の寸法比率は1:2で同じだが、カタルーニャ地方のレンガはマドリッドのものより少し大きい寸法であることが分かった。目地幅寸法に関しては、おおむね10mm程度が多いが、マドリッドの1910~20年代の建物の中には、いくつか20mm程度の目地幅が厚い事例もあり、地域性をあらかず特徴の一つであった。

またスペインの19世紀建築に関する既往研究を参照しながら、開口部まわりの小食パターンを類型化し、小口積みレンガ装飾において優れた特徴を有する点について考察を行った。

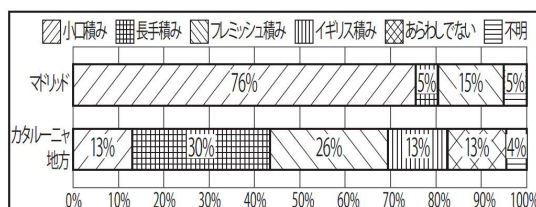


図2 マドリッドとカタルーニャ地方のレンガ壁面の積み方の違い

## (3) スペインの建築再生事例における再生手法と技術

本研究において調査を行った事例のうち示唆的な知見を有する事例として、バルセロナの近代集合住宅カサ・ブロック(CASA BLOC)を報告する。カサ・ブロックはスペイン第二共和政時代、1930年代に前衛的な近代建築家集団GATCPACによって設計されたモダニズムの社会住宅である。1934年にバルセロナの近代都市計画であるマシア計画が提案され、カサ・ブロックはその都市計画における社会住宅の一つのプロトタイプとして建設された。

1階をピロティで持ち上げ、地面には緑地、公共施設などが配される。公共施設にはプール、図書館、保育園、倉庫、工場、カフェなどが計画された。全207戸の住戸はメゾネットが3つ重なって6層で構成され、廊下階は片廊下形式である。メゾネットは下階に食堂などのパブリックな要素、上階に寝室などのプライベートな構成になっており、特に食堂およびテラスは南と東に開く形式になっている。

構造は純鉄骨ラーメン構造であり、鉄骨柱はタイルを張った上にモルタルで被覆されている。建設工事は、住棟ごとに躯体工事が終わったら次の住棟の躯体工事に移り、その間に前の住棟の仕上げ工事を行うことで近代的な工期短縮方法がとられている。1934年に着工し、1936年に勃発した内戦のための資金・人員が不足し、終戦する1939年まで工事は中断したが、ほとんど竣工に近い状態だった。

元々は周辺居住者のための社会住宅だったが、終戦後は勝利したフランコ体制側の軍人が住む住宅に変更された。また一部は大規模な改修を行い戦争未亡人のための住棟になった。1948年に警察用の棟が増築された。1975年のフランコ体制の終了以後は低廉な賃貸公共住宅になったが、フランコ体制時代から住み続けている人もいる。オリジナルの通り抜けピロティは塞がれ、学校や警察の馬小屋に変わった。

当時は大家族で5~6人が普通であり食堂は小さく、部屋は大きく設計されたが、社会状況が代わり、食堂にはソファやテレビなど多くの家具が必要になった。そのため1980年代にはバルコニーを潰して空間を拡大する改修が無許可ですべての住戸で行われていた。また住民によって住戸内で行われた改修は装飾的なものが多かった。

建物の構法に関しては、床や住戸内階段な



どに鉄筋コンクリートスラブは使用されておらず、レンガによるカタルーニャ・ヴォールト構法である。都市計画・住宅計画としての近代性と比して建設技術的には伝統的であり、当時のドイツなどと比べてスペインの近代建築技術導入の遅れがあらわれている。ファサードの外壁は薄い10cm厚のレンガ壁体にコルクで断熱がされている。

1990年代後半から再生のための事前調査が行われ、10年前に、文化財でありながら現役の集合住宅としての再生がなされた。INCASOL というカタルーニャ州の住宅振興による事業として実施された。

またこの集合住宅の一住戸をオリジナルの状態に戻したミュージアム住戸として復原された。ただしオリジナルの部材の多くは失われていたため、各住戸から少しずつオリジナル部品を集めて揃えられた。バルコニーについてはオリジナルに戻さず、増築部分の素材を揃えるように改修された。この工事はすべて居住者が居ながら外部足場から行われた工事で、1日ですべてパネル化された部品として設置された。設計者が指定した外壁の色が調査によって明らかになり、修復によって再現された。ただし建設の経緯から、実際にはその色は建設後10～15年度に塗装されたものであった。

全体的に構造は健全であったが、元々の仕様では隙間が多く、水が常に入ってきてしまい外廊下の柱の足元だけ錆びていた。そのため足元の1mの被覆をはがし、錆びた部分を除去してそこに形鋼で補強し、コンクリートで巻く方法がとられた。

2008年には後設の建物を除去したが、その居住者をすべてカサ・ブロック内の他の住戸に転居してもらうには時間を要し、2002年から2008年にかけて行われた。設備については、元々水道と電気が天井裏に配されていたが、新しくその後導入された設備は床舗装の下に配された。



図2 カサ・ブロック外観 図3 同近景（右がミュージアム住戸）

#### （4）嵐山カントリークラブにおける保存改修手法に関する分析

近年、日本の戦後のモダニズム建築も保存対象になってきているが、いまだ保存再生の事例はわずかであり、その再生手法や技術に関する知見は蓄積されていない。加えて、伝統的な文化財と異なり、通常の新築と同様に民間の事業により継続的な施設マネジメントを考慮しながら歴史的価値を回復するとともに、耐震補強など複合的な改修を行わなければならないという課題がある。

戦後モダニズム建築の保存再生事例のケーススタディとして、現在保存再生工事が段階的に進行している嵐山カントリークラブを対象とし、保存と活用という時に相反する要求をどのように解決するかという課題に対して、用いられた手法や技術を整理・分析した。多くの図面・写真・工事記録などの資料、および設計者・施工者へのヒアリング調査を通して、各工事を年代ごとに整理し、部位ごとに課題と手法を整理した。保存手法をレベルにより三段階に分類し、本プロジェクトの手法の特徴を考察した。

一般的に意匠的保存と性能更新は矛盾することが多い要求であるが、本工事において意匠的復元と構造安全性、設備更新を複合的に解決する手法について示され、また耐震補強に関しても意匠に影響を与えない方法が考案されている。具体的には、オリジナルの床仕上げを再現すること、床下に配線をおさめるといった目的を床レベルの変更することなく実現するため、床下地モルタルを撤去し置床とされた。結果的に、軽量化による耐震性能の向上および天井照明を撤去したことによる照度不足を補うことも可能となり、複合的な問題解決が図られた。

ここで試みられた手法や技術のいくつかは、今後行われる同様のモダニズム建築の保存再生工事においても適用することが可能であることを示している。本研究では、それらを含めた主要な工事から小規模な工事に至るまで、網羅的に工事の変遷とその内容の整理を行った。それにより、意匠的復元と機能性維持・更新の関係の手法と技術について、今後の参照資料としてまとめた。

また膨大な資料を詳細に整理するだけでなく、改修手法について分かりやすくビジュアル化して表現した。加えて、今後改善の余地があるものの、今後の近代建築の修復・再生工事のための分析的評価手法の提案を行った。

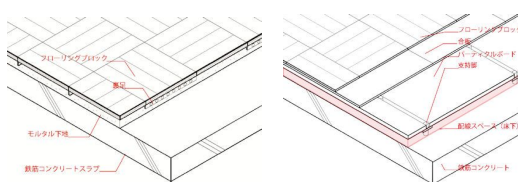


図4 嵐山カントリークラブの改修前後の床構法の変化

#### （5）近代建築の修復・再生技術に関するライブラリーの検討

近年、近代建築の保存再生・活用事例が増えてきている。近代建築の修復や再生は文化財としての意匠を保護しながらも現役施設としての活用や性能が求められることが特徴である。再生事例が一般化する中で、保存修復だけを専門としない設計者や技術者が取り組むことも現代の特徴である。しかしこれまでの貴重な経験や知識の共有は十分ではなく、参照すべきノウハウが埋もれている

現状がある。一方で、それらの技術知識や事例のデータベース化の試みに関しては、公開に纏わる著作権上の問題、情報が散逸していること、関係主体以外にオープンになりにくい等の課題がある。

このような問題の打開策の一つとして、本研究では改修工事報告書など単一の修復・再生プロジェクトについて網羅的に記した書籍に情報を限定し、必要な書籍を参照してもらうためのガイドとして必要最小限の情報を用意する方法を検討する。最終的に建築再生技術に関わるウェブ・ライブラリーを構築することを目標とする。明治期以降の近代建築を対象に、単一の修復・再生プロジェクトを一冊にまとめた書籍を収集・整理する。本稿では、これまでに収集した25冊ほどの内、通読した10冊を対象に整理手法を検討した。内訳は、いわゆる工事報告書の形式が8件、専門的な読み物としての形式を持つ記録本が2件である。これらは総じて出版・販売されているもの、あるいは図書館等で閲覧可能なものであり、探索者が必要な書籍を把握した後に書籍にアクセスすることが可能である。

整理方法については、建物名、書籍名、建設年、改修年などの基本情報を記載する。目次は書籍内容について閲覧者が把握する上で有用な情報である。タグは事例を簡単なカテゴリにより検索できることを意図したものであり、ライブラリーにおいて重要な情報である。改修概要は、技術的事項を中心に、要点を絞って300字程度とし、閲覧者が簡潔に理解できるよう意図した。他に、外観写真と書籍表紙写真を情報として掲載する。

事例整理の結果、タグには構造種別・文化財指定の有無・建設時期・耐震改修方法・用途変更・増築などの項目を設けた。文化財指定の有無や種類により法規による制限が異なり改修手法に大きく影響する。建設時期は、「明治期」など年号によるワードと、「戦前」など大まかな括りの両方で検索ができるよう考慮している。耐震改修に関しては、対象事例で採用された方法から「耐震補強」「免震」と記載した。なお、両方の方法がとられている場合には両方記載する。

意匠の再現など復原的手法を用いた改修には「復原」と記載している。用途に関しては、今後事例が増えた段階で設定する。また木造の場合は構法により「伝統構法」等と記載した。レンガ造に関しては、鉄骨レンガ造や補強レンガ造などの細分類が可能だが、現段階では検索の容易性を重視して「レンガ造」で括っている。

概要の欄には、書籍を通読してプロジェクトの特徴を最低限記述し、この欄を参考に必要な書籍が把握できることを意図している。例えば、事例では劣化パターンごとに外壁石材の補修・洗浄方法がまとめられているなど、施工やディテールに関わる方法が詳細に報告されている。このように「概要」の記述

内容自体は専門誌の記事などで把握可能なものもあるが、それらの技術や手法の詳細を有する実際の書籍へと導くことがライブラリーの大きな特徴である。

修復・再生技術情報を単一プロジェクトとして刊行された書籍に限定することにより、雑誌記事などだけでは得られない深い情報を得ることができ、また効率的に必要な最低限の情報を整理する可能性を示すことができた。西洋化としての近代建築に関する工事報告書は比較的多く刊行されているが、モダニズム建築の記録集はまだ希少である。今後は実際にウェブ上での公開を具体的に検討する中で、海外事例を含めて件数を増やしていくこと、著作権上の問題を確認することなどが課題としてあげられる。ウェブ・ライブラリーを構築した上で、収集した書籍については閲覧を可能とすることも検討する。

#### (6) まとめ

本研究で達成された成果は以下のとおりである。19世紀後半～20世紀前半にかけてのスペイン近代建築の構法の特質について明らかにした。特に鉄筋コンクリート構造の導入が他国より遅かったスペインでは近代化されたレンガ造と鋼材を組み合わせた構法が発達するなどの地域性が浮かび上がった。

近代住宅計画を基礎としたカサ・ブロックにおいても、技術的にはそれまでの時代の慣習的技術により建設されている点が象徴的であり、近年の再生プロジェクトを通して建物の調査や修復の中で、その構法や物的な詳細が明らかになっていることがヒアリング調査を通して確認できた。このことから、修復・再生プロジェクトを通して、近代建築の物的構成を総合的に理解する可能性が示された。

また、カサ・ブロックの再生手法に関しては、文化財的価値を有する現役の集合住宅という難しい課題に対して、その工事の技術的な工夫など、国を問わず共通する近代建築が直面する課題に対する普遍的な解決手法が示されている。

日本のケーススタディにおいては、詳細にプロジェクトや工事内容を分析することにより、相反する要求を複合的に解決する手法など、他の近代建築にも適用可能な方法として整理された。

最後に、近代建築の修復・再生ライブラリーの検討は、研究の背景において述べたように近年では新しく再生分野に参入する人々に対して技術知識としてのサポートを行う一つの手法として有効であると考えている。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

熊谷亮平：近代建築の修復・再生技術に関

するライブラリーの検討、日本建築学会学術講演梗概集、査読無、2016年、掲載頁未定

陶山直人、山口紗由、平井充、熊谷亮平：天野太郎設計の嵐山カントリークラブにおける保存改修工事(2014) インテリア工事と耐震補強工事における改修方法、日本建築学会学術講演梗概集、査読無、2015年、pp.815-816

木村布由子、伊藤喜彦、熊谷亮平：モデルニスモ建築の躯体構法に関する考察 ドメネク・イ・モンタネール初期作品の分析から、日本建築学会学術講演梗概集、査読無、2014年、pp.877-878

〔学会発表〕(計3件)

熊谷亮平：近代建築の修復・再生技術に関するライブラリーの検討、日本建築学会大会、2016年8月24日、福岡

陶山直人、山口紗由、平井充、熊谷亮平：天野太郎設計の嵐山カントリークラブにおける保存改修工事(2014) インテリア工事と耐震補強工事における改修方法、日本建築学会大会、2015年9月4日～6日、神奈川

木村布由子、伊藤喜彦、熊谷亮平：モデルニスモ建築の躯体構法に関する考察 ドメネク・イ・モンタネール初期作品の分析から、日本建築学会大会、2014年9月13日、神戸

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

熊谷 亮平 (KUMAGAI, Ryohei)

東京理科大学・工学部建築学科・講師

研究者番号：20548391