

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：12606

研究種目：基礎研究（C）

研究期間：2009 ～ 2012

課題番号：21500986

研究課題名（和文） 木造建造物の保存修復における伝統技法の類型と革新的技術の考案に関する研究

研究課題名（英文） Study on type of traditional technique and device of innovative technique in conservation of the wooden building

研究代表者

上野 勝久 (UENO KATSUHISA)

東京藝術大学・大学院美術研究科・教授

研究者番号：20176613

研究成果の概要（和文）：本研究では、木造建造物の保存修理において、主に補強に視点を置きながら、文化財保存以前の伝統技法を概括した。さらに、明治から現代に至る文化財建造物の修理履歴を再検討して、その類型や技術を考察した。現在の保存修理では、すべての部材に対して可能な限りの再利用につとめている。大規模地震への対策としても、文化財価値を最大限に考慮し、意匠面に配慮したより高性能な補強材や補強法が導入されている。

研究成果の概要（英文）：This study mainly summarized traditional technique in conservation of the wooden building putting a point of view on the reinforcement, and considered type of traditional technique from repair history at present age. By the current conservation on wooden building in Japan, it is reused all materials as much as possible. As measures to a large-scale earthquake, it is adopted news high-performance reinforcing structure and reinforcement method on conservation of wooden building, in consideration for value of cultural property and design side.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：文化財科学、文化財科学

キーワード：文化財・文化遺産

1. 研究開始当初の背景

（1）文化財建造物の保存修理は、明治期より今日まで中断することなく、継続されてきた。特に木造建造物の保存修理においては、今日、世界的においても最高度の水準の技術や技法が用いられている。当然ながら木造だけでなく、煉瓦造など構造的性質に違いがあっても、文化財建造物では、修理の技術や当初部材の再用技法、さらに建築塗装の保存技

法などに、常に文化財価値の継承を目的として、最新の科学が随時導入されてきた。

（2）近年では、文化財建造物の保存も情報公開が徐々に進んでいる。しかし、保存修理における技術・技法については、膨大な蓄積が十分に体系化されているといえない。そのため一般の文化財関係者や研究者及び技術者等に広く知られていないことから、本研究を着想した。

2. 研究の目的

(1) 建造物保存における修復技術・技法については、これまでに概括的研究や個別研究に成果があがっているが、最近の保存修理については研究されていない。特に平成7年の阪神淡路大震災以降、耐震性能を向上させるべく、従来と一線を画する修理も行われつつある。

(2) こうした現況に鑑み、近年の保存修理における実態について、その有効性及び耐久性及び信頼性に関する具体的な分析を行い、改めて総合的に把握することが必要である。また、従来になかった新しい素材、例えば炭素繊維などが着々と用いられている。屋根素材でも、当初の鉛板葺に復旧せずにチタン板を採用した事例もある。

(3) そこで、一般建築における最新の技術や素材についても幅広く探索したうえで、文化財建造物の保存修復に適応可能な技術・技法を検討する必要がある。技術・技法における伝統的なものと革新的なものは相反する性質を持つが、それらの問題点と課題を具体的に検証する。その上で文化財建造物の価値の維持を前提として、導入を目指した実践的かつ革新的な技術・技法を考案する。この研究を通じて得られた成果は、日本のみならず、東アジア全般の木造建造物の保存修復において、広く活用されると確信している。

3. 研究の方法

(1) 本研究はあくまで基礎的研究であるが、今日までに導入された様々な技術や技法を出来る限り網羅的に把握したものである。そのため、文化財保存修理報告書や研究論文等の文献調査だけでなく、報告書のない主要な建造物は現地調査を行った。そのうえで、つぎのような項目に着目しながら、これまでの保存修復における技術・技法の重要な事例を類型化した。また、それらの有効性に関する具体的な分析を行い、文化財価値の持続という視点から総合的な評価を行った。

①当初部材の保存と再用の技法・技術

②木造の構造補強と耐震性能向上の技法・技術

(2) 特に重要な事例については必要に応じて追跡調査(現地調査)を行い、経年変化の実態からそれらの耐久性や信頼性を検証した。さらに、近年の保存修理、特に平成以降の保存修理については、根本修理にかかる実態を精査し、とくに類型化した建造物の保存における修復技術・技法が、現在、どのように用いられているか、さらに修正や改良が加えられているのか、新たな素材や技術・技法が導入されているのかを検証し、これらの比較考察などから、今日的な問題点や今後の課題を抽出した。なお、当初は3カ年計画であ

ったが、2年目の平成23年3月11日に東日本大震災が発生したため、東北地方の文化財建造物の現地実態調査を追加することとした。しかし、直後は現地調査が困難であったため、平成24年度に繰り越しを行った。

(3) 一般建築における最新の技術や素材は、文化財保存側からのアプローチが少ないのが現状である。そこで構法・材料・素材の各方面から一般建築の最新技術を幅広く探索したうえで、文化財建造物の保存修復に適応可能な技術・技法を検討した。その上で、文化財建造物における多様な破損状況を抽出し、導入を目指した実践的かつ革新的な技術・技法の考案を試みた。文化財建造物の保存修復は通常の建築に比べて、一般的に経費がかなり増加する。こうした技術・技法について、伝統的なものと革新的なものにおける費用対効果も具体的に検証した。

4. 研究成果

(1) 研究の概要 本研究では、木造建造物の保存修理において、主に補強に視点を置きながら、文化財保存以前の伝統技法を概括し、明治から現代に至る文化財建造物の修理履歴を再検討して、その類型や技術を述べた。

我が国ではすでに中世から様々なかたちで構造的な欠陥を補う補強措置が講じられてきたが、近世にはより効果的な構法や技法も工夫されてきた。しかし、一方で規模や意匠などからの要求に、構造や部材強度の限界を超えるような建造物もつくられてきたのも事実である。

確かに、文化財建造物は長い年月をへて現在に至っているわけであるが、なかには伝統的な補強技術では根本的な解決が不可能なものもある。文化財建造物の保存修理の原則は、基本的に現在まで変わっていない。もちろん、現在の方が保存内容の厳密性や正確性の面で格段に高度になっており、また部材の再利用も化粧部材から野物材まで、すべての部材に対処するようになっており、さらには腐朽や破損が甚大な部材でも可能な限りの再利用につとめてきている。近年では、とくに文化財建造物の大規模地震への対策、つまり耐震対策が重要になってきている。補強材や補強方法についても、単に取り付けるだけでなく、文化財価値を最大限に考慮し、意匠面には十分に配慮するよう進化してきている。

(2) 伝統技法と最新の技術 伝統的な構法や技法は、大規模地震に対して決して弱いというわけではない。建造物が健全な状態であれば、十分な耐力を保有している場合も多い。しかし、全体の比例や荷重バランス、構造的な限界や部材強度の不足など、根本的に建造物が抱えている要因に対しては伝統的な構法や技法だけでは対処できない場合もある。

それらには、金属や繊維など、従来になかった新しい素材を導入することで、問題の解決に取り組んでいる。ただし、こうした取り組みも伝統技法を否定しているわけではなく、むしろその延長上にある。新しい素材は組み合わせや適用箇所など、あくまで伝統技法を踏まえて行われていると思われる。

例えば、唐招提寺金堂は、1897年（明治31年）に文化財となって初めての解体修理が行われ、トラス構造やタイバー、接合部のボルト緊結や鉄板プレート挿入などの西洋建築の技法をいち早く導入した。そうした伝統建築に対する補強方法は最近の解体修理（2000～2009年）でも一定の効果が認められたが、さらにシステムとしての補強がこの修理で追加された。これは構造解析の高度な進展があって実現したものであるが、主として木構造としている点は伝統技法と革新的技術の融合を目指したものとして、今後の保存修理への方向性を示唆していると思われる。

こうした文化財建造物の新たな修理技法は、様々に取り組まれている。事例を見れば、伝統技法を尊重しつつ、個々の建築性能や構造特性に見合った技法や技術が用いられている。また、大がかりな鉄骨による補強は構造特性に応じて導入されている。



図1 唐招提寺金堂模型（補強材）



図2 勝興寺庫裏（鉄骨補強）

（3）応用と実践1 取手市指定文化財の東漸寺山門（茨城）は、元禄3年(1690)に建築された八脚門である。粽付の円柱を礎盤上に

立てる禅宗様で、腰貫・内法貫・頭貫・台輪で結び、組物は出組で軒支輪を廻し、軒は二軒繫垂木とする。屋根は切妻造、茅葺であるが、近年に鉄板で覆った。長く部分修理で維持されてきたが、全体の変形が甚だしくなったため、平成20年から解体修理に着手し、同22年に完了した。

平成の修理に際しては、単に覆っていた鉄板を剥がして茅葺屋根に復旧しただけでなく、小屋組の安定性の確保と軒廻りの変形を予防する措置を図った。まず小屋組は、挟み式の材で又首組と母屋桁を安定させ、伝統的な枯木も茅負への取り付け部を強化して深い軒の出を安定させることとした。屋根荷重が大きく増加しない程度で新たな木材を挿入し、補強金物で固定させ全体的としては木材によるシステム補強を優先した。これらには唐招提寺金堂や善光寺山門を参考にした。

また、この山門の屋根は螻羽の出が大きく、そのため軒桁のスギ材が著しく下方に湾曲していた。この軒桁は新材に取り替えたが、従来の架構を踏襲すると、部材強度の限界から、再び変形することが明らかだったので、小屋裏に補足材を入れ、垂木を挟み込むように軒桁とボルトで緊結した。二つの材を一体化することで、必要な強度の部材断面を確保する方式を導入した。こうした技法は、例えば諏訪大社下社秋宮神楽殿の修理でも用いられている。こちらは当初材を破損しないよう緊結用に箱金物が使われている。



図3 東漸寺山門（修理前）



図4 東漸寺山門（修理中、小屋の補強）



図 5.6 東漸寺山門（柱の補強、再利用）

対して、柱の2本には、貫を通した仕口穴付近で亀裂が確認された。部材が破断していたわけではないが、部材強度の確保のため、補強措置を行った。ここは筋状に溝を彫り、ボルトを埋め込んで亀裂箇所を引き付け、樹脂を充填して固定し、表面を埋木して整えた。

この技法は伝統技法での楔による引き付けと基本的に同じで、それをボルトに置換したものである。同様の技法として、長樂寺仏殿の虹梁や、本門寺五重塔や小山寺三重塔の部材の再用技法などを参考とした。なお、ここでは高価な挿入材は予算的に困難であったため、安価なボルトを用いた。密閉型埋め込み式のボルトは、鑿阿寺本堂の台輪の引き付けに用いられていたが、約 80 年が経過しても錆などの腐食もなく、健全な状態が実証されており、耐用年限は十分に期待できると判断した。

（4）応用と実践 2 真岡市登録文化財の旧下野紡績所倉庫は、現在、個人が所有している。明治 28 年に建設された下野紡績所の建物で、廃止後、大正 2 年に個人宅に移築された。東西に細長い木造平屋建、外壁大谷石積、寄棟造、棧瓦葺、建築面積 238 m²である。平成 23 年の東日本大震災で大きく被災し、東側の大谷石積の外壁は中央の窓廻り辺りから、外側に大きく崩れかかった。小屋組では繋ぎ梁が脱落して、床に落下、これに連結した火打ち梁はもとの位置にかろうじて残った状態であった。さらに、内部の外壁廻りの柱が傾斜し、また独立柱も傾斜やずれが発生していた。北側の大谷石積も若干の亀裂が生じ、東面との隅部で隙間が生じていた。

災害復旧の基本方針は、基本的に被害が大きい東側半分を復旧することとした。大谷石の外壁は中段より上を積み直し、落下した繋ぎ梁はもとの位置に復旧、傾斜した柱は垂直に復旧することとした。

被害の要因は、架構法のシステムの問題や接合部の弛緩による脱落などであった。そこで、木部の接合箇所は脱落防止のため、金物で補強した。また、大梁と繋ぎ梁などには外壁沿いに補強柱を新たに追加した。内部の独立柱は、相互を緊結して安定化と強化を図り、大梁との取り合いにも補強ダンパーを設けた。小屋組と柱は、L型金物などで緊結した。

これらの修理で木造軸組の強化が図られるだけでなく、不足していた柱を補足し、システムとしての安定性を確保できる。文化財建造物のすべてが、国宝重要文化財の保存修理のように、技術や素材の面で難易度の高い技法や施工が可能というわけではない。ここでは工期や経費の問題もあって、あくまで伝統工法を主体として考案した。



図 7 旧下野紡績所倉庫（震災による破損）



図 8 旧下野紡績所倉庫（復旧、構造補強）

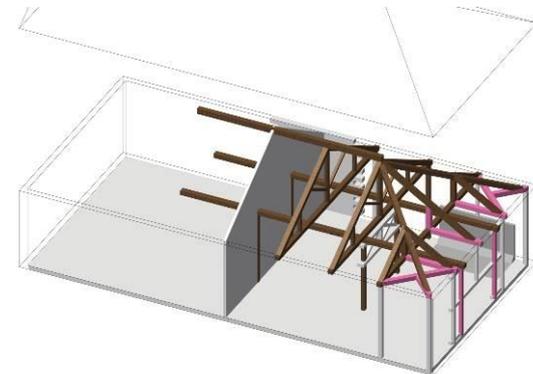


図 9 旧下野紡績所倉庫（補強概念図）

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 上野勝久、那須神社本殿の建築的特徴、大田原市教育委員会、図録 那須神社名宝展、査読無、2012、52-57
- ② 上野勝久、鏝阿寺本堂を通してみた様式の展開、科研費・基盤A「日本建築様式史の再構築」代表者藤井恵介、連続シンポジウム記録第8号、査読無、2012、83-85
- ③ 上野勝久、鏝阿寺本堂の部材の年代判定について、日本建築学会、日本建築学会計画系論文集第678号、査読有、2012、1939-1947
- ④ Katsuhisa Ueno (上野勝久)、Conservazione delle città e dei villaggi storici in Giappone Sistemi di tutela delle aree costituite da edifici tradizionali, Tipologia e caratteristiche, Quaderni d'arte e di epistemologia, 査読無、2012、253-265
- ⑤ 上野勝久、黒田龍二著『纏向から伊勢・出雲へ』書評、建築史学会、『建築史学』59号、査読無、2012、211-217
- ⑥ 上野勝久、失われた文化財 その問題点、日本建築学会、『建築雑誌』No.1631、査読無、2012、20
- ⑦ 上野勝久、社寺建造物、日本建築学会、2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報、査読無、2011、560-561)
- ⑧ 上野勝久、古代・中世の東寺大師堂の建築について、東京藝術大学美術学部『紀要』第47号、査読無、2010、23-40
- ⑨ 上野勝久、文化財建造物の国宝について、柳川文化資料集成第4-2『柳川の社寺建築Ⅱ』月報、査読無、2011、1-6
- ⑩ 上野勝久、伝建地区制度における調査と保存計画、第一法規株式会社、『月刊文化財』No.559、査読無、2010、20-23
- ⑪ 上野勝久、寺院建築と住宅建築の様式的な差異、科研費・基盤A「日本建築様式史の再構築」代表者藤井恵介、連続シンポジウム記録第2号、査読無、2010、68-71
- ⑫ 上野勝久、平安時代の仏堂建築、朝日新聞出版、週刊朝日百科『国宝の美』19号、査読無、2009、10-14、18-21、28-30

[学会発表] (計 5 件)

- ① 上野勝久、東日本大震災における関東地方の被害概要、文化庁・日本建築学会、2012.3.29、ハーネル仙台
- ② 上野勝久、東日本大震災における関東地方の被害概要、文化庁・日本建築学会、2012.3.24、工学院大学
- ③ 上野勝久、鏝阿寺本堂を通してみた様式の展開、科研費・基盤A「日本建築様式史の

再構築」代表者藤井恵介、連続シンポジウム8『中世建築における様式研究の再考』、2011.12.10、東京藝術大学

- ④ 上野勝久、日本における歴史的な都市と集落の保存、東京藝術大学・ポーロニャ大学共同国際シンポジウム、日本とイタリアの歴史的都市 —その保存と変容—、2010.4.10、東京藝術大学
- ⑤ 上野勝久、寺院建築と住宅建築の様式的な差異、科研費・基盤A「日本建築様式史の再構築」代表者藤井恵介、連続シンポジウム2『日本寺院建築史と住宅建築史の接点と境界』、2010.1.23、東京大学

[図書] (計 8 件)

- ① 上野勝久、他、東京藝術大学、馬場都々古別神社 調査報告書、2013、90 頁
- ② 上野勝久、他、東京藝術大学・大田原市教育委員会、栃木県指定文化財 那須神社本殿調査報告書、2012、120 頁
- ③ 上野勝久、他、東京藝術大学、諏訪國一之宮諏訪大社上社本宮建造物調査報告書、2012、160 頁
- ④ 上野勝久、他、東京藝術大学、八槻都々古別神社・八槻家住宅 建造物調査報告書、2012、100 頁
- ⑤ 上野勝久、東京藝術大学、木造建造物の保存修復における伝統技法の類型と革新的技術の考案に関する研究 (科研費・基盤C研究成果報告書)、2012、78 頁
- ⑥ 上野勝久、他、東京大学、中世建築における様式研究の再考 (科研費・基盤A連続シンポジウム記録第8号)、2012、96 頁
- ⑦ 上野勝久、他、東京藝術大学・足利市教育委員会、鏝阿寺本堂の調査報告書、2011、250 頁
- ⑧ 上野勝久、株式会社ぎょうせい、日本の美術No.529、近世の芸能施設とその空間、2010、96 頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上野 勝久 (UENO KATSUHISA)

東京藝術大学・大学院美術研究科・教授

研究者番号：20176613