

氏 名	れいのるず えみりー きやさりん REYNOLDS EMILY KATHRYN
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 1 1 4 7 号
学 位 授 与 の 日 付	令和 6 年 9 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専 攻	工芸科学研究科 建築学専攻
学 位 論 文 題 目	Durability to Precipitation of Unstabilized Earthen Walls Based on Experiment and Extant Structures in Japan (日本国内に現存する土構造物の調査と実験に基づく安定化材を含まない土壁の降雨に対する耐久性)
審 査 委 員	(主査)准教授 村本 真 教授 金尾 伊織 教授 満田 衛資 教授 阪田 弘一 岐阜市立女子短期大学 准教授 *畠中久美子

論文内容の要旨

本論文は、日本に存在する厚壁の土構造物の雨水に対する耐久性を検討したものであり、全 6 章から構成されている。対象とする土構造物は、国内で伝統的木造建築に使用される竹小舞下地による土塗り壁ではなく、より素朴で素人による施工が可能な練り土積み構法である。世界には土を使った構法が数多くみられ、セメント等を混入して土を安定化させる構法がある。本研究では、安定化材を含まない自然材料のみからなる練り土積みによる土壁の構法を対象としている。日本では西日本にこうした構法の土構造物が見られ、左官による施工ではないが、100 年近く残存している。しかし、土のみでは十分な耐久性を持たないと一般的に考えられている。日本は台風や湿潤な気候で知られており、本研究で対象とするような日本の土構造物の研究は、世界的な土建築の施工に関する重要な資料を提供するものである。本論文は特に、雨水に対する耐久性に焦点を当てている。

第 1 章では、気候変動が続く環境の中で土を対象とした建築物の可能性を議論し、本研究の背景と目的を説明している。

第 2 章では、2000 年から 2023 年の間に発表された現代の土建築に関する研究をレビューし、いくつかのキーワードから英語の学術論文を抽出し、過去 24 年間にわたる世界的な論文出版の傾向を述べている。タイトルを分析し、そこに含まれるキーワードの頻度を示している。また、対象とする土構造物の地域と論文著者の所属から、研究ネットワークの広がりを確認している。また、日本から発表された関連論文が少ないと触れ、3 章以降で述べる本研究の位置付けを示している

第 3 章では、国内では「練り土積み構法(Japanese Cob)」として知られる、日本の農村におけるあまり知られていない土構造物の特徴を述べている。これは、国際的に知られている北アメリカで実践されている「Monolithic Cob」と共通点を持つものである。本章では、日本の Cob の特徴をフィールドワークによって整理した結果と比較している。

第4章では、日本の3つの農村地域における土で作られた構造物の灰屋等の劣化を調査している。これらの土構造物の起源が確認され、その地域の気象統計とともに、現存する土構造物の築年数に関する調査結果が示されている。土構造物の劣化は、壁の長さと壁の厚さの変化によって測定され、基礎の仕様や状態との関係で議論されており、劣化が140 mmを超えない状況が記録されている。

第5章では、異なる基礎、仕上げの有無、2種類の材料を組み合わせた土壁構造物の試験体に対して、促進降雨試験を実施している。この試験は、90分間連続して散水するものであり、異なる量の水を5段階に分けて散水し、各壁面に6,500 mmの総降雨量に相当する水を掛ける。土壁の劣化状況は、各段階で3Dスキャンによって詳細な形状分析が可能となっている。その結果、大量の水を受ける土構造物は、仕上げが剥がれ落ちることがあっても、壁厚の劣化は最大で40 mm程度であり、土を正しく選べば劣化を4 mm以下に抑えられることが確認された。実験は降雨時の促進劣化試験と見なすことができ、大量の散水を受ける雨水に対する耐久性の高さを実験により結論づけている。

また、ここで実施した促進降雨試験は、簡略化することで普遍的な耐久性試験として提供できる可能性があることを述べている。このような試験は現存せず、土建築の耐久性試験を一般化するための提案となっている。

第6章では、現代の建築・建設分野のニーズを踏まえ、日本の安定化材を使用しない自然素材のみで構成される土構造物の降水による耐久性を評価し、その結果から建築材料としての可能性について論じている。さらに、実験的な研究を重ねることで、安定化材を用いない土が現代建築において国際的に受け入れられる可能性が期待できることを指摘している。

論文審査の結果の要旨

申請論文は、日本に存在する厚壁の土構造物の雨水に対する耐久性を明らかにするため、フィールドワークと実験を実施した結果を述べている。本論文では、竹小舞下地による土塗り壁構法とは異なり、団子状の土を厚壁として構築する練り土積み構法を対象としている。また、この構法は、世界の多くの地域で試みられているセメント等を混入した厚壁の土構造物とも異なる。これまであまり議論されてこなかった、セメント固化に依らない自然材料のみからなる土構造物を対象としている。

2000年以降、土構造物に関する学術論文数は急速に増加しているが、日本における自然素材のみからなる厚壁の土壁構法に関する学術的な報告は非常に少ない。地震や台風に見舞われる日本において、土構造物は現存しているが、その耐久性に関する調査は十分に行われていなかった。

申請論文では、西日本各地に見られる築年数がかなり古い土構造物の壁面の劣化状況を調査している。基礎や小屋組の状況などを整理し、これらの土構造物が素人の施工によるものであるにもかかわらず、土の劣化は最大で140 mm程度であることが明らかになった。

ただし、申請論文のフィールドワークの調査が簡易的な測量であったため、土壁の劣化がどのように進展するかは不明であった。これに対して、改めて雨水に対する耐久性を実験し、土の移動を3Dスキャンで評価している。多量の散水試験ごとのスキャン結果を比較し、壁土の移動と

壁厚の変化を詳細に描写し、分析した。実験は降雨時の促進劣化試験と見なすことができ、大量の散水を受けても土構造物の壁厚の変化は最大で 40 mm 程度で、土によってはほとんど劣化を生じなかつたことから、雨水に対する耐久性の高さを実験により結論づけている。また、この実験は新たな散水試験の基礎を提示するものであり、今後、簡易的な評価法となる可能性が示されている。

本研究の成果は厚壁の土構造物の雨水に対する耐久性についての現状を示し、その劣化の詳細を明らかにした先駆的なものとして評価できる。

本論文は、審査を経た以下の 2 編の論文にその内容が発表されている。

- [1] Emily K. Reynolds and Makoto Muramoto: Circumstances contributing to the deterioration of old cob structures in Japan, *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, Vol. 21, No. 5, pp. 1981-2008, 2021
- [2] Emily K. Reynolds and Makoto Muramoto: Durability of Japanese earth cob walls subjected to accelerated rain simulation, *Heritage Science*, Vol. 12, Article 154, 19p., 2024