

氏名（本籍）	ヨコバヤシ シュウゾウ 横林 修造（兵庫県）
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	工博乙第58号
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当者
学位授与の年月日	平成29年3月14日
学位論文題目	伝統技能で施工される土壁（建築材料）の熱湿気性能評価と利用に関する研究
論文審査委員	（主査）教授 宮内 靖昌 教授 吉村 英祐 教授 井上 晋 准教授 佐藤 真奈美

論文の内容の要旨

近年の工業技術の躍進と規格化されたローコスト住宅の発達に伴い、現代住宅では石油由来の製品（以下石油系建材という）が大量に利用されている。品質が均一で優れた施工技能を必要としない石油系建材は工期の短縮や製品の統一を図るうえで有効であるが、石油系建材から放出される化学物質は過敏症を引き起こす原因となる。

左官技能者が伝統技能で施工する土壁は材料が全て自然素材であり、接着剤等も不要な脱石油系建材であるため、健康的な住環境を構築することが可能となる。また、材料は近隣の田圃等で採取・廃棄が可能のため、環境負荷軽減にも期待ができる。しかし、左官技能者の施工する土壁は複雑な工程やそれに伴う人件費の増加等の影響により、減少傾向にある。左官技能者が現場で土壁を施工し、技能継承を行う機会は少ない。また、技能継承の責務のある公的機関（職業訓練施設）においても、技術の近代化や若年者の職業意識の変化に伴い、技能水準を維持することが困難になりつつある。一方で、国内各地に存在する堅牢な土壁を有する蔵は、文化財等の貯蔵庫として重用されている。土壁の蔵を有する今西家（奈良県橿原市今井町）に代表される住宅建築は良好な室内環境をもたらすとされており、現在もその評価が高い。

日本では長年、左官技能者が施工した土壁が居住者の生活を支えてきた。土壁を施工する左官技能者の技能は国内古来の伝統技能である。筆者は、この伝統技能が近い将来消滅して当然と捉えるべきか、また必要性を認めて継承していくべきかを評価したいと考えている。土壁を施工する伝統技能は長年建築物の技術の基礎とされてきたが、正当な評価をされずに現在まで至っている。論文では左官技能者の技能継承を適正に評価するため、技能継承の現状調査と土壁を構成する材料の熱湿気物性測定、実際に施工された壁体の熱物性測定を行った。既往研究では、土壁にかかわる物性値測定を行った例が僅かに存在するが、これらは左官技能者による試験体の製作状況の調査が不十分であるため、定量的な技能評価とは言い難い。土壁やその構成材料は施工現場の環境により調合・工程等が異なるため、技能を定量的に評価するときには製作状況を詳しく述べる必要がある。論文では土壁とその構成材料の調合、材料産地、季節、作製した技能者等を詳細に報告し、諸物性値の測定結果を示した。数値解析では本論文で測定した物性値を用い、左官技能者が施工した土壁（単層壁および住居用として施工された土壁）の熱湿気性状を示し、左官技能を定量的に評価した。

第2章では、土壁に関わる左官技能者・訓練施設を対象に現状調査を行い、技能継承の可否を定量的に評価した。左官の技能継承は、継承可能な熟練技能者が一定数確保されているため、今後約20年間の維持可能である。左官技能者が施工する建材の環境調整性能を定量的に評価し、公官庁が定める制度等が助力となれば左官技能の継承の危機を緩和でき

る可能性があることを示した。

第 3 章では、伝統技能で製作した土壁材料の熱湿気物性（平衡含水率・湿気伝導率・熱伝導率）を測定、評価した。左官技能者が施した“鏝押さえ”は建材の物性値に影響を及ぼす。“鏝押さえ”で密実となった中塗り土の平衡含水率は石膏ボード、熱湿気伝導率は軽量コンクリート程度となる。中塗り土の吸放湿性能が他建材と比較して極めて高いと評価することは難しい。熱伝導率は断熱材より大きいため、壁体は断熱補強を検討する必要があることを示した。

第 4 章では、実施工された壁体（複合材料）の熱性状を評価した。熱測定では熱コンダクタンス・熱伝導率測定を行い、測定で得た物性値を評価した。左官技能者が伝統技能で施工した実施工壁体は均一材料として取り扱うことが可能となり、熱伝導率の推定には混合材料容積比を用いた混合材モデルが有効となる。湿気性状では、材料表面に発生するひび割れの凝縮水保持（ハイグロスコピック領域以上）を現場測定と数値解析により、壁体表面の熱湿気応答を推定した。

第 5 章では、中塗り土の利用法を示すため、数値解析を用いて単層壁の熱湿気応答と土壁住居の室内環境性状を評価した。本論の測定値と数値解析により、年周期の熱湿気応答（単層壁）を調和解析した結果、中塗り土壁体の熱湿気応答は壁厚（壁体容量）を変化させても（50～100 mm）、差が少ないことが確認できた。土壁住居の室内環境性状では、土壁施工を模擬した住宅（非線形・非定常）を対象に数値解析を行い、蔵壁（中塗り土塗厚：140 mm）と住宅壁（木舞入り、中塗り土塗厚：62 mm）を比較、評価した。中塗り土を充填した蔵壁（自然室温）がもたらす恒温・恒湿性という室内環境維持特性は、左官技能者が伝承技能で施工した木舞を有する壁体を用いることで、十分補えることがわかった。

以上、土壁の構成材料である中塗り土は熱伝導率が大きいため、壁体には断熱補強の必要がある。また、本論では、左官技能者が伝統技能で施工した木舞下地を有する土壁が均一材料として取り扱えることや、土壁住居でも蔵の恒温・恒湿性（室内環境維持特性）を十分補えることも確認した。今後は、土壁の湿気特性やその利用法、複合的な条件に対する数値解析等を行い、左官技能を定量的にさらに評価する必要があると考える。

論文審査の結果の要旨

(1) 主論文の審査

2017年1月13日（金）15:00～17:30に、申請者および審査委員4人が一同に会し、論文内容について質疑・応答した。主な確認事項は以下である。

(a) 副論文として示されている日本建築学会環境系論文集（査読付き論文として国内最上位）3編の論文内容が、主論文を構成していることを確認した。

(b) 申請者は、現職の立場より、伝統技能を有する左官技能者が将来いなくなるのではないかとの危機感を持ち、土壁を一般建築および住宅にもっと広く活用させることにより左官技能者の雇用を促進させることが重要であると考え、土壁の熱湿気性能評価を行った。すなわち、(i)土壁の材料である中塗り土・珪藻土の熱湿気物性（平衡含水率・湿気伝導率・熱伝導率）、(ii)伝統技能により実施工された土壁の熱性状（熱コンダクタンス・熱伝導率）および湿気性状（ひび割れの凝縮水保持性能）、(iii)中塗り土壁体の年周期の熱湿気応答および土壁住居の室内環境性状等の実測定および数値解析を行った。これらの熱湿気性能に関する既往の研究は行なわれているが極めて少なく、かつ試験体の製作記録が不十分であるため定量的な性能評価とは言えないとの問題提起から研究を開始した。得られた研究成果は、信頼性が高く、伝統技能により施工された土壁および土壁を構成する材料の熱湿気性能が定量的に評価されていることを確認した。

よって、本論文は、極めて貴重で有意義な内容であり、学位論文として認められる。

(2) 公聴会の実施

2017年2月13日（月）14:00～15:30に、公聴会を実施した。参加者は、学外2名、学内18名、計20名であった。

技能者の技能レベルをどのように維持するか、技能者の技量あるいは土壁の経年変化によって熱湿気性能に変化が生じるのか、また土壁を用いた住居の断熱性確保にはどのような対策があるか、土壁の空隙やひび割れにより吸水率はどのように変化するか、など9件の質問があり、それぞれ納得のいく回答がされた。