

課題情報シート

テーマ名 :	土塗り壁の性能に関する研究				
担当指導員名 :	山之内 隆志	実施年度 :	25 年度		
施設名 :	関東職業能力開発大学校				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	建築施工システム技術科		
課題の区分 :	開発課題実習	学生数 :	4	時間 :	38 単位 (684h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

重要伝統的建造物群保存地区に指定されている栃木県栃木市嘉右衛門などは先の東日本大震災によって多大な被害が生じました。行政も一体となって補修方法や維持保全方法の策定に取り組んでいます。本課題では、特に伝統的な木造住宅に使用されている土塗り壁の耐震性能を実験的に明らかにしたことがポイントとなります。その中でも大壁(土蔵)に関する耐震データを水平加力試験により取得し、構造特性をまとめています。さらに現状では土壁を施工できる左官職人が激減しており、伝統的建築物を新たな方法で修復する方法も必要と考えられます。そのため、面材を活用した漆喰壁の新たなディテールを提案し、同様に水平加力試験で構造的特性を確認しています。また、試験体に用いた壁土に関しては物性試験と圧縮試験を行い、北関東で多く用いられる壁土の強度特性としてまとめてあります。本課題で得られたデータは重要伝統的建造物群保存地区の建築物の修復に活用されます。

【訓練（指導）のポイント】

本課題は木質構造における構造特性を評価できる能力を習得することに併せて、小山工業高等専門学校が中心に取り組んでいる「伝統的建造物群保存地区における総合防災事業の開発」の設計技術に関する研究の一環で実施しています。その中で小山工業高等専門学校の学生や各行政や他大学さらには補修を現場で行っている職人の方々との情報交換や実験スケジュールの調整といった作業に取り組むことで問題解決能力やコミュニケーション能力さらには報告会等に参加することでのプレゼンテーション能力を身に付けることを指導のポイントとして取り組みました。他機関と連携することで卒業後社会人として必要な数多くのスキルを習得できたと考えます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発大学校
住所 : 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612-1
電話番号 : 0285-31-1798 (建築施工システム技術科)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tochigi/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

土塗り壁の性能に関する研究

グループ7 建築施工システム技術科

1. はじめに

木造住宅は CO₂ のストックといった環境面からも需要が高まっているが構造面における知見を持った技術者は少ないのが実情である。現行の設計方法では仕様規定と共に性能規定が定められており、構造的性能を評価できる技術者の育成が必要である。建築施工システム技術科の卒業生は就職先として木造住宅の設計施工を主体としたハウスメーカーに就職している学生も多く、性能評価法を習得することは今後の職業に活用できると考える。

栃木県栃木市や茨城県桜川市真壁など東日本にある歴史的町並みでは、現在でも見世蔵（店舗兼住宅として使うことを目的とした土蔵塗りの建造物）や土蔵をはじめとする建造物が並び歴史的風景を残している。2011年に起きた東北地方太平洋沖地震では、土蔵造りの町屋が甚大な被害を受け、その構造性能を解明することの必要性が指摘されている。しかし、土蔵造りを主とする歴史的町並みの耐震性については、全国的に見ても研究事例が稀少であり、本開発課題では土塗り壁を中心とした住宅の耐震要素及びその修復方法について検証することとした。

土塗り壁の壁倍率は長い間 0.5 倍と低い数値に抑えられていたが、平成 15 年の『告示改正』により 1.0 倍及び 1.5 倍を採用できる規定が新たに追加された。それにより木造住宅の耐力壁として使用することが可能となったが、仕様や材料・工法が地域により異なっているため仕様規定が定まっておらず、改正があまり活かされていない。

土塗り壁の耐力は壁の長さ・下地材、土の性質などから構成されており、その仕様を定めるのは系統立てた実験による評価が必要となる。さらに近年では地産地消の観点を取り入れた幅広い材料が使用されていてそれぞれの特性を調べた上で評価する必要がある。

本開発課題は小山工業高等専門学校等が携わっている『伝統的建造物群保存地区における総合的防災事業の開発』プロジェクトの一環として、その中の設計技術である土塗り壁の製作、性能確認について共同で取り組むものである。

2. 土塗り壁概要

土を使用した日本の伝統工法によって作られた壁の総称で、塗壁・左官壁・日本壁などの様々な呼び名がある。一般的には小舞と呼ばれる格子状に細い竹を組みその上に土を塗り重ね、乾燥させた壁であるが、その仕様は名称同様地方によって様々である。性能と

しては高温多湿な日本の気候に適した壁で吸水性が良く、湿度を一定に保ってくれる効果がある。蓄熱や脱臭効果などが期待でき、構成されている部材が再生可能な資源であることが挙げられる。しかし、断熱性能が低いことや工期が長くなる等のデメリットもある。防火性能も優れているが、くずれるなどの損傷が起こるため定期的な補修・補強が必要である。また、補修・補強をする上で壁の耐震強度が基準を満たしているかはこれまで十分に検証されておらず、修復方法に合わせた性能評価をしなければならない。

3. 試験概要

木造民家用の真壁 2 種類（図 1）と土蔵用の大壁（図 2）、さらに補修方法の提案として、構造用合板の上を下塗りとして新材を用いて仕上げ材として漆喰を施工した壁（図 3）の比較検証を行った。

試験機の概略図を図 4 に示す。試験方法は木造軸組工法住宅許容応力度設計²⁾に記載されている柱脚固定式を採用し 1/450rad~1/50rad までの同一変形角を 3 回繰返す正負交番繰返し加力を行い、その後 1/10rad 程度を目安に引き切りとした。

評価方法については完全弾塑性モデルを用いて各種データの算出を行った。

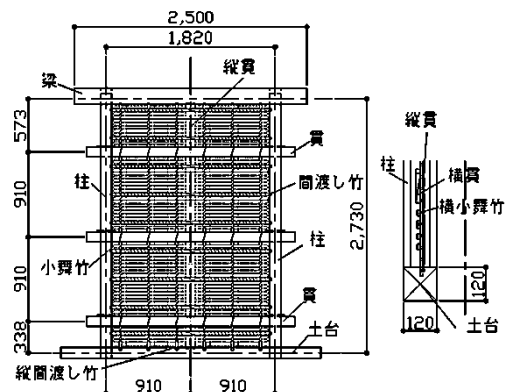


図 1 真壁試験体詳細

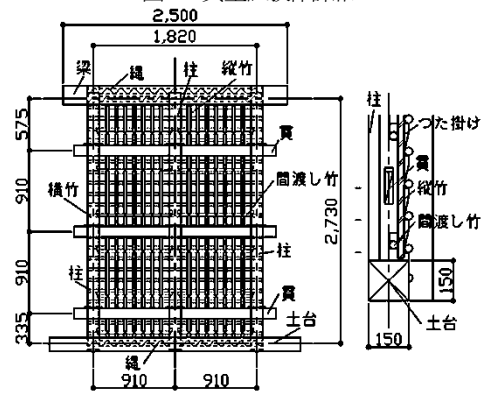


図 2 大壁試験体詳細

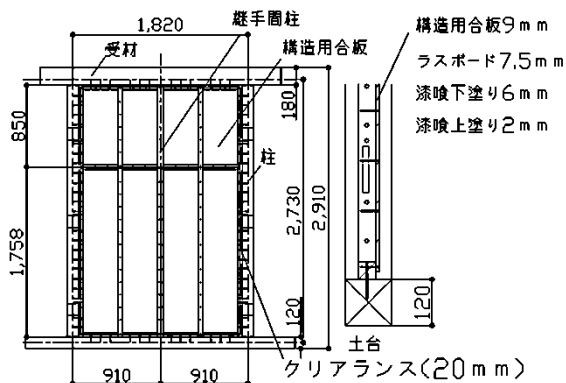


図3 合板壁試験体詳細

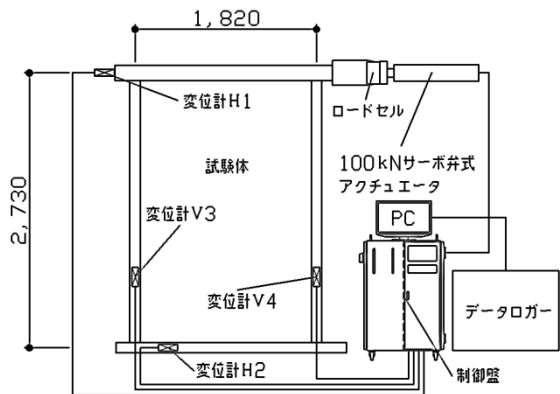


図4 試験機概要

4. 試験結果

表1に試験結果の詳細を示す。また、図5にそれぞれの壁の平均的な試験結果のバイリニアモデルを示す。さらに図6に土蔵用の大壁、図7に漆喰仕上げを施した合板壁の破壊形状を示す。

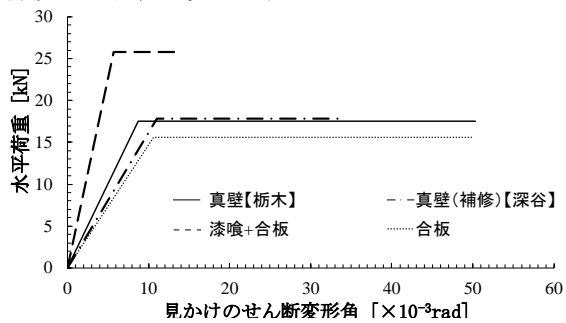


図5 バイリニアモデルの比較

表1 壁せん断試験結果一覧

試験体名称		最大荷重	降伏耐力	降伏変位	終局耐力	終局変位	初期剛性	塑性率	構造特性係数	Energy	告示壁倍率	壁倍率
		Pmax(kN)	Py(kN)	δy (mm)	Pu(kN)	δu (mm)	K(kN/mm)	μ	Ds	N·rad		
木造民家用 真壁 【栃木】	1	20.68	13.63	8.40	18.35	50.41	1.62	4.46	0.36	834.63	1.5	3.03
	2	19.20	11.18	5.62	16.72	50.38	1.99	5.99	0.30	805.11		
	3	19.10	11.96	5.90	16.46	50.14	2.03	6.18	0.30	774.94		
木造民家用 真壁(補修) 【深谷】	1	20.31	11.73	7.26	17.81	33.38	1.62	3.03	0.44	498.83	1.5	2.34
	2	16.87	9.66	4.56	14.56	50.03	2.12	7.29	0.27	678.35		
	3	20.45	13.39	8.65	19.16	33.38	1.55	2.70	0.48	520.91		
土蔵用大壁 【栃木】	1	37.09	23.47	22.78	32.36	379.91	1.03	12.09	0.21	11785.90	1.5	4.91
	2	46.22	27.92	22.44	40.38	136.38	1.24	4.20	0.37	4851.78		
	3	30.92	16.30	13.49	26.01	54.51	1.21	2.53	0.50	1137.71		
漆喰塗り + 構造用合板	1	28.09	14.64	3.75	24.46	10.02	3.91	1.60	0.67	168.59	2.5	2.42
	2	27.69	15.15	3.37	25.80	13.37	4.50	2.33	0.52	270.90		
	3	30.03	16.86	3.89	27.66	15.95	4.34	2.50	0.50	353.07		
5b 構造用合板	1	15.81	8.56	5.22	14.54	25.02	1.64	2.82	0.46	299.37	2.5	2.20
	2	18.05	11.12	7.54	15.61	50.04	1.47	4.73	0.34	698.49		
	3	17.97	10.07	6.44	16.41	63.84	1.56	6.09	0.30	961.44		

【】内は土塗り壁に使用した土の産地を表す



図6 Type3a 1/10rad



図7 Type5a 1/75rad

5. まとめ

- (1) 木造民家用の真壁2種類は共に告示の最大壁倍率である1.5倍以上のせん断強度を有していた。補修壁である2bは終局変位 δu にバラつきが見られた。補修前である2aの試験体を再利用しているためと下地材等に損傷を受けていたためと考えられる。
- (2) 土蔵用の大壁は壁倍率が約5倍と高い耐力を有していた。
- (3) 合板壁は仕上げの有無にかかわらず告示を満たす結果を得られなかった。原因として釘の耐力のみを評価するために面材にクリアランスを設けて柱や横架材へのめり込み効果を除外したためと推察される。
- (4) バイリニアモデルによるエネルギー量を平均し比較すると、5aが他の1/2以下の値となり土塗り壁は補修することで約300N.rad程度低下することがわかった。

6. 参考資料

- 1) (財) 日本住宅・木材技術センター, 土塗壁・面格子壁落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書
- 2) (財) 日本住宅・木材技術センター: 木造軸組工法住宅許容(2008年版) 応力度設計

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月18日

科名：建築施工システム技術科

教科の科目		実習テーマ名	
開発課題実習		土塗り壁の性能に関する研究	
担当教員		担当学生	
○建築施工システム技術科 山之内 隆志			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>栃木県における土塗り壁の仕様及び構造について、実例などを調査し、特徴や構造的な特性を理解します。その上で、栃木県で使用されている土の物性並びに住宅や蔵の壁せん断試験を実施し、性能評価までを行います。また、あわせて東日本大震災等で損傷を受けた土塗り壁の補修・維持保全方法について検討します。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>栃木県は栃木市など蔵の町として土塗り壁を主体とした伝統家屋が多く存在します。伝統家屋の一部は伝統的建築物群保存地区として文化財保護法により保護されており、今後の維持保全方法の確立は急務です。また、東日本大震災により、多くの伝統家屋が損傷を受けており、修繕方法の確立も併せて求められています。そのため、本実習では伝統家屋で使用されている土の物性及び壁のせん断耐力を検証し、補修および維持保全のための基礎データの取得を行うことが目標です。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>土塗り壁は壁倍率が最大で1.5倍まで採用することができますが、使用する接合部の仕様や貫等の形状更には土の特性については地域性により様々な仕様があり、実際施工されている土塗り壁の構造的な性能については明らかではないのが実情です。そのため本実習を行うことで土塗り壁の基礎データの取得ができます。また、更に国立小山工業高等専門学校を主体とした「伝統的建造物保存地区における総合防災事業の開発」の構造的な性能確認の一部を共同で実施しています。</p>			
No	取組目標		
①	土塗り壁を調査します。		
②	壁に使用される土の特徴を修得します。		
③	土の物性試験及び評価方法について修得します。		
④	土の圧縮試験及び評価方法について修得します。		
⑤	栃木県における伝統家屋の土の物性試験を行い性能評価を行います。		
⑥	壁のせん断試験の方法及び評価方法について修得します。		
⑦	栃木県に既存する伝統家屋と同じ仕様の壁せん断試験体を製作します。		
⑧	栃木県における伝統家屋の壁せん断試験を行い性能評価を行います。		
⑨	損傷を受けた土塗り壁の補修方法を検討し、補修した壁の壁せん断試験を行い、性能評価を行います。		
⑩	成果のまとめ、並びにプレゼンテーションを行い、報告書を作成します。		