

## 課題情報シート

テーマ名 :	栃木市仕様土塗り壁の補修効果に関する研究				
担当指導員名 :	財津 拓三	実施年度 :	25 年度		
施設名 :	関東職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	建築科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	5	時間 :	12 単位 (216h)

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

栃木市仕様の伝統的建造物群の耐力要素の評価をします。  
災害等でダメージを受けた耐力要素の補修方法および再評価を行います。

#### 【訓練（指導）のポイント】

試験機器の使用方法および耐力要素の基本的構造を製作できるようにします。  
耐力壁の評価方法を習得します。  
試験データ等を予稿集やプレゼンボード等を作成し、発表できるようにします。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発短期大学校  
住所 : 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612  
電話番号 : 0285-31-1711 (代表)  
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。

# 栃木市仕様土塗り壁の補修効果に関する研究

○栃木直人 ○藤村宗士 石塚俊裕 後藤祐輔 東川雄太

## 1. はじめに

2012年7月12日に、栃木県栃木市嘉右衛門町は重要伝統的建造物群保存地区に選定された。これを機に、歴史的街並みの維持保全に努めていくことが重要な課題となっている。しかし2011年3月11日に発生した東日本大震災で、栃木市の多くの伝統建造物に何らかの損傷が確認された。そこで筆者らは、栃木市仕様土塗り壁における力学的特性を検証する目的で、研究を行っている。

過去に行われた早川ら<sup>(1)(2)</sup>の報告では、栃木市仕様土塗り壁を復元した土塗り壁（以下、初期壁と略記）にタッカー留めと縄止めを施し、比較試験を行った。その結果、両者とも建築基準法で定められている告示<sup>(3)</sup>の条件を満たしたが、タッカー留めは小舞竹の損傷が激しく、補修には不向きであることが分かった。

本研究では、初期壁のうち縄留めを施した試験体を補修したもの（以下、補修壁と略記）で行うこととした。そこで、栃木市仕様土塗り壁の補修効果の検討、または見世蔵などでみられる大壁の構造特性を把握し、耐震基準との比較を行った。

## 2. 土塗り壁の補修方法

震災で損傷した壁に補修を施すことを想定し、初期壁の軸組、また内部の部材等を再利用した。その際、一部破損してしまった縄、竹小舞、あるいは貫を固定する楔について、図-3のように同種の新しいものを用意し補修を行った。

補修用として用いた土に関しては、栃木県栃木産の土から埼玉県深谷産の土に変更した。深谷土の力学的特性は図-5のとおりである。深谷土の強度は、中塗り土、荒壁土、あるいは両者とも告示で定められている基準強度を満たしている。

## 3. 試験及び評価方法

試験及び評価方法は（財）日本住宅・木材技術センター<sup>(4)</sup>の試験方法に準拠した。壁の静的加力方法は正負交番で行い、梁頂部の変位を1/600から1/20radにかけて、3サイクルの繰り返し試験を行い、引き切りで試験を終了した。各変形段階の一回目のピークで、ひび割れや破壊形状等の確認及び記録を行った。また解析には、PickPoint324<sup>(5)</sup>を用いた。

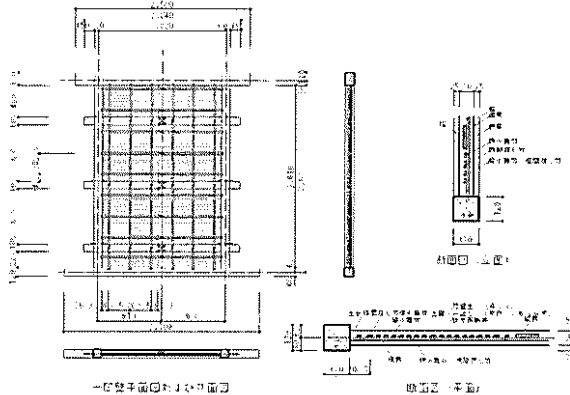


図-1 栃木市周辺の民家向け真壁仕様の土塗り壁

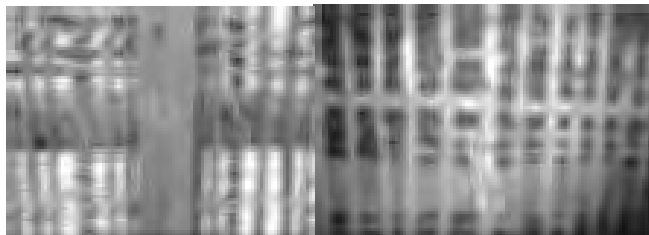
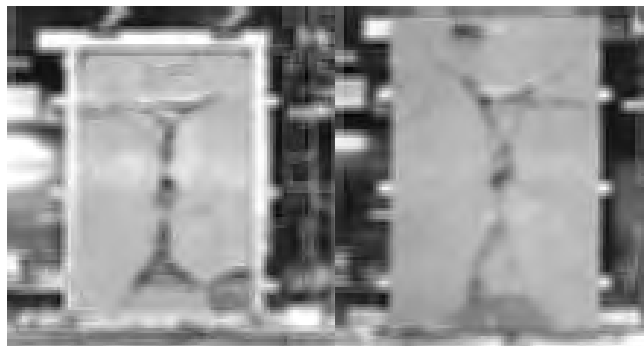


図-2 縄留め

図-3 縄留め補修後



真壁の様子

大壁の様子

図-4 試験体の最終破壊状況

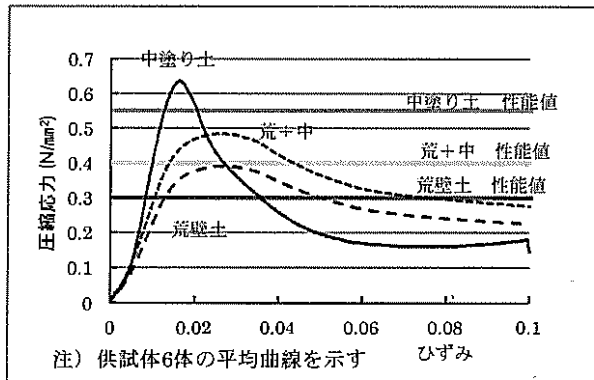


図-5 深谷土の強度試験のグラフ

#### 4. 結果及び考察

壁倍率の算定について述べる。全ての試験体において、短期基準耐力の最小値は終局耐力と塑性率によって求まる数値を用いた。初期壁の平均壁倍率は2.94倍、補修壁の平均は2.19倍であり、初期壁の壁倍率が優れていることが分かった。また土蔵向け大壁の平均壁倍率は、初期壁の約1.7倍である5.22倍だった。

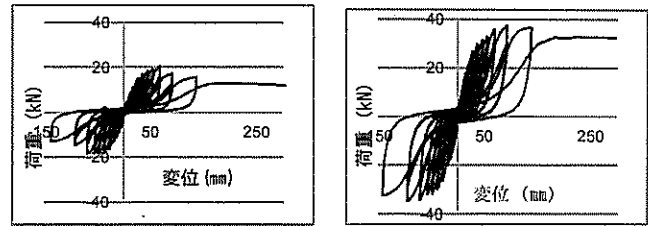
補修効果について述べる。初期壁と補修壁を比較し、降伏点変形角と終局変形角に顕著な差が認められた。一般的にその2点間の距離が大きくなるほど、靱性に富んだ構造物となる。図-7より、初期壁と補修壁では終局変形角について大きな差が見られる。補修壁の試験体は再利用した部材が多く残っているため、前回の試験の影響によって部材自体が損傷している可能性があるが、終局変形角が初期壁と比べ、大きくなった。バイリニアモデルを用いてエネルギー量を算出すると初期壁は748N・rad、補修壁は1518N・radとなり補修壁のほうが約二倍高い値が確認された。原因として、初期壁で用いた土は栃木産のものであり、基準を満たさなかったものを使用していたが、補修壁で用いた深谷産を用いたことにより終局変形角が大きくなったと考えられる。以上より、補修した土壁の安全性は、初期よりも優れていることが分かった。

また大壁と真壁を比較すると、大壁の平均値は11786N・radとなった。大壁は真壁以上に塗厚が大きいいため、剛性の高い壁となっている。そのため最大耐力を向えてからの強度低下が大きく、エネルギー一値が真壁よりも低くなってしまったと考えられる。

#### 5. まとめ

本研究において以下の知見を得ることができた。

(1) 補修壁の壁倍率においては、2.19倍と前回より劣るが告示の値を満たしている。



補修壁の場合 大壁の場合

図-6 代表的な荷重変形曲線

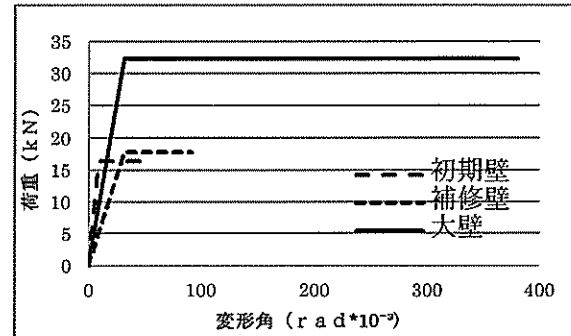


図-7 各壁の平均バイリニアモデル

(2) 補修壁は初期壁と比較し、最大耐力に差異はみられないが剛性が劣る。また、終局変形角は、大きくなっており、深谷産の土を使用したことが関係していると考えられる。

(3) 土蔵向け大壁は壁倍率が大きく、終局変形角も高い。大壁の補修効果について、今後検証する予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 早川詩歩他 栃木市に現存する伝統的建造物の力学特性に関する研究その1
- 2) 島田涼他 栃木市に現存する伝統的建造物の力学特性に関する研究その2
- 3) 建築基準法告示1100号3による
- 4) (財)日本住宅・木材技術センター 木材軸組工法住宅の許容応力度設計
- 5) 梶部正彦 PickPoint324

表-1 試験体結果一覧

項目	構造特性値									短期基準耐力 (kN)				壁倍率 倍
	$P_{max}$ (kN)	$\delta_{max}$ ( $10^{-3}rad$ )	$P_y$ (kN)	$\delta_y$ ( $10^{-3}rad$ )	$\delta_u$ ( $10^{-3}rad$ )	$\delta_v$ ( $10^{-3}rad$ )	$P_u$ (kN)	$\mu$	$D_s$	$2/3P_{max}$	$P_y$	$P_{120}$	$P$ $0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$	
初期壁1	20.68	136.83	14.01	8.64	50.14	10.75	17.43	4.67	0.35	13.79	14.01	12.88	10.06	2.82
初期壁2	19.2	136.72	11.19	5.88	50.06	8.59	16.35	5.83	0.31	12.8	11.19	14.08	10.68	2.99
初期壁3	19.1	136.72	12.01	6	50.06	7.76	15.52	6.45	0.29	12.73	12.01	13.85	10.71	3
補修壁1	20.31	67.93	13.11	22.86	90.65	30.55	17.52	2.97	0.45	13.54	13.11	12.69	7.78	2.18
補修壁2	20.45	91.02	13.77	24.39	91.02	32.15	18.14	2.83	0.46	13.63	13.77	13.02	7.84	2.2
大壁1	37.9	90.93	23.47	22.78	379.91	31.41	32.36	12.09	0.21	24.73	23.47	23.39	31.17	6.56
大壁2	46.22	90.73	27.92	22.44	136.38	32.45	21.98	4.2	0.37	30.81	28.03	28.03	21.98	6.16
大壁3	30.92	54.51	16.3	13.49	54.51	21.54	23.01	2.53	0.5	20.61	21.93	21.93	10.49	2.94

注1)  $P_{max}$ : 最大耐力,  $\delta_{max}$ : 最大変形角,  $P_y$ : 降伏耐力,  $\delta_y$ : 降伏変形角,  $\delta_u$ : 終局変形角,  $\delta_v$ : 降伏点変形角,  $P_u$ : 終局耐力,  $\mu$ : 塑性率  
 $D_s$ : 構造特性係数,  $P_{120}$ : 1/120rad.時の耐力を示す。

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月 19日

科名：建築科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		栃木市仕様土塗り壁の補修効果に関する研究	
担当教員		担当学生	
財津 拓三			
課題実習の技能・技術習得目標			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地調査・状況把握ができること。</li> <li>● CADによる図面の作成や使用作成ができること</li> <li>● 各種試験期間が提唱する鉛直構面の耐力要素の静的加力試験ができる</li> <li>● JIS等に掲載されている鉄筋の引張試験や土の圧縮試験などの基礎実験ができる</li> <li>● 試験を行ったデータに対して、解析・考察ができ、第三者に詳細な説明ができること</li> </ul>			
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>2011年3月の東日本大震災により栃木県内にある建築物も多大な被害をうけた。さらに、栃木市に多数ある土壁を使用した伝統的建築物についても被害にあい、現在その補修方法については、施主の依頼する工事業者によるものが多く、各々の構法で作業しているところである。また、この地区は、2012年には国が指定する伝統的建造群保存地区に指定され、観光都市として一層の発展が望まれ経済的にも重要な地域と考えられる。しかし、今回のような震災被害後の補修の際に、その街並みを原状復帰するという点で、栃木仕様の土壁の補修方法や建築方法の仕様が不明な状況にある。そこで、栃木仕様の土壁を調査し、その耐力要素としての特徴を実験を基に把握することで、今後の栃木市の土壁を使用した建築物の保守・保全に使用できる仕様書の基礎資料を作成することを目標とする。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>栃木市に現存し、土壁を有する蔵や商店などを調査し、その鉛直構面の耐力要素の仕様や施工方法を調査した後、それと同様のものを製作し、静的水平加力試験を行う。その試験結果から構造的な特徴を把握し、土壁を使用する建築物の保守・保全をする際の基礎資料としてまとめる。</p>			
No	取組目標		
①	現地調査について、調査の計画、実施、まとめができ、さらに安全やモラルに配慮した構外活動ができること		
②	CADによる、作業図面や試験体図面の作成ができること		
③	調査結果から、試験機関等が提案する試験体の作成ができる		
④	制作した試験体を試験装置へ設置ができる		
⑤	試験装置、計測器等の試験体への設置ができる		
⑥	試験装置の運転並びに計測装置の操作ができる		
⑦	得られたデータに対して、表計算ソフト等を使用して解析ができる		
⑧	総合制作実習を通して得られた知識や技能をプレゼンソフトなどを使用して、対外的にわかりやすく説明ができる		
⑨	グループ内で作業計画・実施や分担等を話し合い、効率よく作業を行うことができる		
⑩			