竹繊維を混合した土塗壁の耐震性能に関する実験的研究

EXPERIMENTAL STUDY ON SEISMIC PERFORMANCE OF MUD WALL MIXED WITH BAMBOO FIBER

宮本慎宏 — * 1 宇都宮直樹 — * 2
高橋繁二 — * 3 山中 稔 — * 4
松島 学 — * 5 大西泰弘 — * 6

Mitsuhiro MIYAMOTO — * 1 Naoki UTSUNOMIYA — * 2
Shigeji TAKAHASHI — * 3 Minoru YAMANAKA — * 4
Manabu MATSUSHIMA — * 5 Yasuhiro ONISHI — * 6

キーワード：
壁土、竹繊維、要素実験、土塗壁、実大実験

Keywords:
Wall clay, Bamboo fiber, Element test, Mud wall, Full-scale test

The purpose of this paper is to propose the method of a wall clay mixed with bamboo fiber and to examine experimentally an application for mud walls. First, element tests are performed to grasp a relationship between a length of fiber and mechanical characteristics of wall clay. Second, full-scale static lateral loading tests are performed to examine the strength and the fracture mode of mud walls mixed with bamboo fiber.

1. はじめに

土塗壁に用いられる壁土は、身近に採取できる粘性のある土と塗り層に応じて藁すさ等の繊維材を混ぜ合わせたものである。土塗壁の耐力のほとんどを壁土が負担しており、壁土の力学的特性を把握することは重要である。壁土の力学的特性は藁すさ等の繊維材の種類や混合量によって変化することが知られている^{2),3)}。近年、稲作工程の変化により藁すさの入手は困難になりつつあり、藁すさに代わる繊維材の開発が求められている。

壁土に混合する材料に関する既往の研究として、宇都宮ら²⁾は藁すさを混合した壁土の強度特性に及ぼす影響因子を土質力学の観点から検討している。村田ら³⁾は藁すさのアスペクト比が壁土の強度に及ぼす影響について検討している。片岡ら⁴⁾はリサイクル壁土の力学的特性を実験的に検討している。荒木ら⁵⁾はセメントを混入した壁土の圧縮強さを実験的に検討している。しかし、壁土に混合する藁すさ以外の繊維材に関する研究は少ない。

本研究は低利用資源である竹材に着目し、竹繊維を混合した新し

い壁土を提案し、土塗壁への適用性を実験的に検討することを目的とする。土塗壁を用いる木造建物の耐震設計では、耐力だけでなく変形性能も求められるため、本研究では提案した壁土を用いた土塗壁の耐震性能を最大耐力と変形性能の観点から検討する。2章では竹繊維を混合した壁土の要素実験を行い、繊維材の長さや混合量が壁土の力学的特性に及ぼす影響を把握する。3章では竹繊維を混合した壁土を用いた実大土塗壁の静的水平加力実験を行い、壁土に用いる繊維材の種類が土塗壁の耐震性能に及ぼす影響を把握する。

2. 竹繊維を混合した壁土の要素実験

2. 1 竹繊維概要

壁土に混合する繊維材として図1に示す3種類の竹繊維および藁すさを用いる。短繊維はチップ状にした竹を機械的に磨砕して靱皮繊維を取り出したもので、長さ3～10mm、直径0.3～1mm程度である。中繊維は竹を皮むき器で表面の靱皮繊維を削り取ったもので、長さ10～40mm、直径0.3mm程度で扁平である。長繊維は割竹を化

図1 壁土に混合する繊維材

本稿は文献12), 13)を再構成し、加筆・修正したものである。

^{*1} 香川大学工学部安全システム建設工学科 助教・博士(工学)
(〒761-0396 高松市林町2217-20)

^{*2} 四国職業能力開発大学校住居環境科 准教授・博士(工学)

^{*3} ㈲ビス計画

^{*4} 香川大学工学部安全システム建設工学科 准教授・博士(工学)

^{*5} 香川大学工学部安全システム建設工学科 教授・工博

^{*6} ㈲田園都市設計

^{*1} Research Assoc., Dept. of Safety Systems Construction Eng., Kagawa Univ., Dr. Eng.

^{*2} Assoc. Prof., Dept. of Residential Environment, Shikoku Polytechnic College, Dr. Eng.

^{*3} VIS Structural Design

^{*4} Assoc. Prof., Dept. of Safety Systems Construction Eng., Kagawa Univ., Dr. Eng.

^{*5} Prof., Dept. of Safety Systems Construction Eng., Kagawa Univ., Dr. Eng.

^{*6} Denen-toshi Design & Planning

学的処理により軟化させ、ローラー等で潰し、靱皮繊維の集合体である維管束梢を取り出したもので、長さ40～80mm、直径0.1～0.5mm程度である。これらの竹繊維に加え、従来から壁土に使用されている長さ50～70mm、直径3～4mm程度の藁すさ（荒壁土用）を比較のために用いる。

2. 2 実験概要

2. 2. 1 試験体概要

要素実験として荒壁土の一軸圧縮試験⁶⁾を行う。荒壁土は香川県内で産出され、壁土製造業者によって製造されたものを用い、壁土の練り置きは行っていない。表1に示すように、繊維材の種類や混合量が壁土の力学的特性に及ぼす影響を把握できるようにパラメータを設定する。試験体数は各5体である。壁土に混合する繊維材の量は基準値⁷⁾の1～3倍とし、土100リットルに対して0.6kg、1.2kg、1.8kgの3種類とする。

2. 2. 2 実験方法

一軸圧縮試験には図2に示す円柱供試体を用いる。繊維材を混合した壁塗り直前の状態の壁土を直径125mm、高さ250mmの円筒形型枠に入れて供試体を成型し、2週間程度の気中養生を行う。脱型後に再び気中養生を行い、気中養生中に計測する質量に変化が見られなくなった時点で終了する。実験条件を一定とするため、実験前に温度20℃、湿度60%の恒温恒湿器内で24時間の養生を行う。実験時の壁土の含水比⁸⁾は0.8～2.6%である。既往の文献⁹⁾に準じて毎分1%の圧縮ひずみが生じる割合で加力を行う。

2. 3 実験結果と考察

繊維材混合量が1.8kgの場合の各壁土の圧縮応力度-ひずみ度関係の平均値を図3に示す。ここで、各試験体でデータ刻みが異なるため、図3の実験曲線の平均値は線形補間により算出している。藁すさを混合した壁土は竹繊維に比べて最大圧縮応力度が小さく、最大圧縮応力度以降の低下が小さい。一方、竹繊維を混合した壁土は繊維長に関わらず藁すさよりも最大圧縮応力度が大きい。繊維材が長くなるに従って最大圧縮応力度以降の低下が小さくなり、変形性能が向上していることがわかる。

繊維材混合量 m と最大圧縮応力度 σ_u の関係を図4に示す。藁すさの場合は混合量が増加するにつれて最大圧縮応力度は小さくなるが、竹繊維の場合は繊維長に関わらず混合量が増加しても最大圧縮応力度は低下しない。藁すさは内部に空隙が存在し、混合量が増加すると土中の間隙量が増加し、応力を負担する土粒子の割合が減少する。一方、竹繊維は内部に大きな空隙がないため、供試体中の壁土自体の占める割合の変化が小さいことが要因と考えられる。この要因は図5に示す繊維材混合量 m と気乾密度 ρ の関係からも読み取れ、繊

維材混合量の増加に伴う気乾密度の低下割合は、藁すさに比べて竹繊維の方が小さいことがわかる。また、最大圧縮応力度と気乾密度は各試験体のばらつきが変動係数で0.05以下と小さい。

一軸圧縮試験結果から壁土は概ねひずみ1%時に最大圧縮応力度に達する。ひずみ3%時における最大圧縮応力度からの低下割合 $r_{\varepsilon=0.03}$ を用いて、繊維材混合量が壁土の変形性能に及ぼす影響を把握する。低下割合 $r_{\varepsilon=0.03}$ は最大圧縮応力度 σ_u に対するひずみ3%時の圧縮応力度 $\sigma_{\varepsilon=0.03}$ の比を1から引いて求める。既往の文献¹⁰⁾の耐力変形推定式より、ひずみ3%は実大土塗壁のせん断変形角1/20rad時に概ね対応するため、壁土の変形性能を評価する値として妥当と考えられる。図3に1/20rad時のひずみを点線で示す。繊維材混合量 m と圧縮応力度の低下割合 $r_{\varepsilon=0.03}$ の関係を図6に示す。藁すさ、短繊維、中繊維は繊維材混合量が増加するにつれて圧縮応力度の低下割合は小さくなり、変形性能が向上する。これは混合量が多くなると繊維補強効果により最大圧縮応力度以降の低下が緩やかになるためと考えられる。長繊維は細長く、単位重量あたりの表面積が大きいため、土粒子との間の摩擦力が大きくなり、混合量に関わらずその他の繊維材に比べて変形性能が高いと推察される。せん断破壊面上の繊維材の影響を受けるため、圧縮応力度の低下割合は各試験体のばらつきが大きい、変化の傾向は変わらない。

3. 竹繊維を混合した実大土塗壁の静的水平加力実験

一軸圧縮試験より竹繊維を混合した壁土は藁すさに比べて最大圧縮応力度が大きくなり、長繊維を混合した壁土は混合量に関わらず藁すさに比べて変形性能が向上した。本章では、長繊維を混合した壁土を用いて実大土塗壁を作製し、静的水平加力実験により壁土に

表1 要素実験パラメータ

繊維材	混合量 m [kg/土100l]		
藁すさ	0.6	1.2	1.8
竹繊維（短繊維）	0.6	1.2	1.8
竹繊維（中繊維）	0.6	1.2	1.8
竹繊維（長繊維）	0.6	1.2	1.8

図2 一軸圧縮試験

図3 圧縮応力度-ひずみ度関係

図4 混合量と最大圧縮応力度の関係

図5 混合量と気乾密度の関係

図6 混合量と圧縮応力度の低下割合の関係

用いる繊維材の種類が土塗壁の耐震性能に及ぼす影響を把握する。

3. 1 実験概要

3. 1. 1 試験体概要

試験体は図7に示す長さ1820mmの土塗壁とする。木材の材種はすべてスギである。部材寸法は柱と土台は105×105mm、横架材は105×180mm、貫は15×105mmである。柱と貫の仕口は大入れとし、楔（材種：ヒノキ）で留める。柱間の中央には縦貫を配する。壁土を塗付ける下地は、間渡しに端部の直径が10mm程度の丸竹、小舞に幅20mm程度の割竹を使用する。ちりじゃくりは設けていない。柱と土台や横架材の仕口は、接合部のモーメント抵抗の影響を除去し、できるだけ壁土の影響のみを把握するため、図8に示すように抵抗方向にそれぞれ5mmのクリアランスを設け、直径15mmの込み栓（材種：カシ）で接合する。図9に示すように、左官施工は小舞搔きを行った後に荒壁塗りを行い、乾燥収縮に伴うひび割れが終了してから裏返し塗り、大直し塗りを行い、中塗りを片面塗りとする。壁土のひび割れ抑制のため、貫の位置には長さ30cm程度の稲藁で貫伏せを行う。左官施工は2012年8月24日から10月10日にかけて四国職業能力開発大学校の実験場で実施し、扇風機で空気を循環させながら実験場内で試験体の養生を行った。

各層の壁土に混合する繊維材の種類が土塗壁の耐震性能に及ぼす影響を把握するため、試験体は表2に示す6種類とする。試験体数は各1体である。中塗り仕上げの土塗壁に作用するせん断力の大部分は中塗り層および大直し層で負担されるため、中塗り厚さの異なる試験体も用意する。また、壁土の乾燥収縮に伴うひび割れにより裏返し層は負担するせん断力が小さいため、ひび割れ抑制効果のある竹繊維を混合した壁土¹³⁾を裏返し層に用いる試験体も用意する。

藁すき試験体は各層に藁すきを混合した壁土を用いる。竹繊維A試験体シリーズは中塗り厚さの異なる2種類とし、中塗り層のみ竹繊維を混合した壁土を用いる。竹繊維B試験体シリーズも中塗り厚さの異なる2種類とし、中塗り層と裏返し層に竹繊維を混合した壁土を用いる。竹繊維C試験体は各層に竹繊維を混合した壁土を用いる。各試験体を実測して得られた各壁土の塗厚を表2に示す。

3. 1. 2 壁土の材料特性

試験体に用いる荒壁土、裏返し土および大直し土は香川県内で産出され、壁土製造業者によって製造されたものを用い、壁土の練り置きは行っていない。中塗り土は香川県内の煉瓦製造会社が生産し、市販されている「おろし土」を使用する。おろし土は1mm程度のふるいを通過する粘土であり、基準値⁷⁾に比べて粒が細かい。おろし土と砂の調合は質量比で1:2である。中塗り土用の藁すきは長さ15mm、厚さ0.1～0.3mm程度である。竹繊維の混合量は土100リットルあたり1.8kgとする。各壁土の材料特性を表3に示す。2章と同様に一軸圧縮試験を行い、既往の評価方法⁶⁾に基づいて粘着力 c 、せん断抵抗角 ϕ および弾性係数 E_{50} を算定した結果の平均値である。試験体数は各5体である。せん断破壊面上の繊維材や試験体の施工精度の影響を受けるため、粘着力 c 、せん断抵抗角 ϕ および弾性係数 E_{50} は各試験体のばらつきが大きい、最大圧縮応力度 σ_u はばらつきが変動係数で0.05以下と小さい。壁土の含水比は、藁すきで1.5～3.7%、竹繊維で0.9～2.2%であった。

各壁土の圧縮応力度-ひずみ度関係の平均値を図10に示す。竹繊維を混合した中塗り土は藁すきに比べて最大圧縮応力度が約1.5倍大きい。概ね1%のひずみで最大圧縮応力度に達し、その後圧縮応力度は大きく低下する。竹繊維を混合した荒壁土、大直し土、裏返し土

表2 実大実験パラメータ

No.	試験体名	繊維材				塗厚[mm]				合計
		荒壁	裏返し	大直し	中塗り	荒壁	裏返し	大直し	中塗り	
①	藁すき	藁すき	藁すき	藁すき	藁すき	12	26	11	6	55
②	竹繊維A-1	藁すき	藁すき	藁すき	竹繊維	9	26	11	7	53
③	竹繊維A-2	藁すき	藁すき	藁すき	竹繊維	6	32	11	10	59
④	竹繊維B-1	藁すき	竹繊維	藁すき	竹繊維	11	24	13	4	52
⑤	竹繊維B-2	藁すき	竹繊維	藁すき	竹繊維	11	25	9	11	56
⑥	竹繊維C	竹繊維	竹繊維	竹繊維	竹繊維	11	23	11	6	51

図7 試験体概要と荷重装置

図8 仕口詳細図

図9 断面詳細図

表3 壁土の材料特性

壁土	繊維材	混合量 m [kg/100l]	最大圧縮 応力度 σ_u [N/mm ²]	弾性係数 E_{50} [N/mm ²]	気乾密度 ρ [g/cm ³]	粘着力 c [N/mm ²]	せん断 抵抗角 ϕ [°]
荒壁土	藁すき	1.7	0.46	124.0	1.45	0.19	10
	竹繊維	1.8	0.99	165.3	1.56	0.41	11
裏返し土	藁すき	2.3	0.43	132.7	1.40	0.21	1
	竹繊維	1.8	0.91	175.2	1.58	0.32	21
大直し土	藁すき	2.9	0.38	88.0	1.43	0.18	2
	竹繊維	1.8	0.92	218.0	1.62	0.40	8
中塗り土	藁すき	1.6	1.08	282.5	1.60	0.36	22
	竹繊維	1.8	1.48	406.6	1.71	0.53	20

(a) 藁すき

(b) 竹繊維（長繊維）

図10 圧縮応力度-ひずみ度関係

は藁すさに比べて最大圧縮応力度が約2倍大きい。概ね1～1.5%のひずみで最大圧縮応力度に達し、その後圧縮応力度はほとんど低下しない。

3. 1. 3 実験方法

載荷装置の概略図を図7に示す。試験体の土台をM16のアンカーボルトで固定し、横架材にサーボアクチュエータを介して水平荷重を与える。載荷方法はタイロッド方式とし、加力サイクルは既往の文献¹⁾を参考に、真のせん断変形角 γ_0 が1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50radで繰り返す、履歴の同一変形段階で3回の正負交番繰り返して加力とする。終局は1/10radまでの片引きとする。試験体に作用する荷重はサーボアクチュエータの先端に取り付けたロードセルで計測する。変位計H1で横架材の水平方向変位、H2で土台の水平方向変位、変位計V3とV4で柱の脚部の鉛直方向変位を計測する。真のせん断変形角 γ_0 は次式により算定する。

$$\gamma_0 = \frac{\delta_1 - \delta_2}{H} - \frac{\delta_3 - \delta_4}{V} \quad (1)$$

ここで δ_1 はH1の変位、 δ_2 はH2の変位、 δ_3 はV3の変位、 δ_4 はV4の変位、図7に示すように $H=2767.5\text{mm}$ 、 $V=1820\text{mm}$ である。

3. 2 実験結果と考察

3. 2. 1 破壊性状

各試験体の破壊性状に大きな差が見られなかったため、代表例として竹繊維C試験体の中塗り側のひび割れ発生状況を図11に示す。各変形角における損傷はすべて1回目の加力で生じた。1/450rad時に

図11 ひび割れ図(竹繊維C)

横架材や土台と柱の隅角部で壁土の圧壊が生じた。1/200～1/150rad時に裏返し塗り側の横架材や土台と壁土の境界部分における5mm程度の乾燥収縮による隙間が無くなった。隅角部の圧壊は1/150rad時に縦貫付近まで進展するが、このひび割れによる耐力低下は見られなかった。1/100rad近傍で中塗り側の隅角部付近から目視で確認できる小さなせん断ひび割れが生じ、変形の進行に伴って土塗壁中央部に向けてせん断ひび割れが連結しながら進展した。1/75rad時に塗り厚の薄い横貫部分に沿ったひび割れ、裏返し塗り側では縦間渡し竹や縦貫に沿ったひび割れが生じ、変形の進行に伴ってひび割れの進展が観察された。土塗壁中央部の壁土にせん断ひび割れが生じる1/100～1/50radで最大荷重となった。最大荷重以降は各部のひび割れが進展し、壁土の面外方向への孕み出しや剥落が見られた。なお、柱と土台や横架材の仕口に損傷は見られなかった。

3. 2. 2 荷重－変形角関係

各試験体の荷重－変形角関係を図12に示す。竹繊維を混合した壁土の層が多く、中塗り厚が大きい試験体ほど最大荷重が大きい。中塗り層のみに竹繊維を混合した壁土を用いた竹繊維A試験体シリーズは、藁すさ試験体に比べて最大荷重は大きい、1/15rad時には藁すさ試験体とほぼ同じ荷重となる。一方、中塗り層以外にも竹繊維を混合した壁土を用いた竹繊維B試験体シリーズと竹繊維C試験体は、1/10radに至るまで藁すさ試験体に比べて荷重が大きい。これは図10に示すように、中塗り土は最大圧縮応力度後の低下が大きい、その他の壁土は最大圧縮応力度後もほとんど低下しないためと考えられる。

各試験体の1/30、1/20、1/15rad時における荷重の最大荷重からの低下割合 R を図13に示す。低下割合 R は最大荷重 P_{max} に対する荷重 P の比を1から引いて求める。1/30rad時では大きな差が見られないが、1/15rad時には藁すさ、竹繊維B-1、竹繊維C試験体の荷重の低下割合は0.3程度、その他の試験体は0.4以上となる。竹繊維A-1、竹繊維A-2、竹繊維B-2試験体では中塗り層の影響が大きい、藁すさ試験体に比べて変形性能が低下したと考えられる。

荷重－変形角関係から短期基準せん断耐力 P_0 を算定するための数値を表4に示す。表中の数値は既往の文献¹⁾の「完全弾塑性モ

表4 実験結果一覧

No.	試験体名	最大荷重 P_{max} [kN]	最大荷重時の 変形角 γ_{max} [$\times 10^{-3}$ rad]	終局荷重 P_u [kN]	終局変形角 γ_u [$\times 10^{-3}$ rad]	塑性率 μ	降伏荷重 P_y [kN]	構造特性 係数 D_s	$0.2 \times P_u / D_s$ [kN]	$P_{max} \times 2/3$ [kN]	$P_{1/150}$ [kN]	短期許容 せん断耐力 P_0 [kN]	壁倍率
①	藁すさ	9.85	18.70	8.99	47.01	6.92	5.98	0.28	6.40	6.57	7.87	4.49	1.2
②	竹繊維A-1	11.59	9.99	10.70	36.88	4.87	8.29	0.34	6.30	7.73	9.43	4.73	1.3
③	竹繊維A-2	13.25	9.99	12.15	39.77	4.74	8.73	0.34	7.10	8.83	9.85	5.33	1.4
④	竹繊維B-1	12.64	19.99	11.55	44.52	6.99	7.47	0.28	8.30	8.43	10.46	5.60	1.5
⑤	竹繊維B-2	16.48	19.90	15.02	42.54	6.05	8.91	0.30	10.00	10.99	10.46	6.68	1.8
⑥	竹繊維C	15.19	13.32	13.50	45.45	6.52	10.57	0.29	9.40	10.12	12.28	7.05	1.9

図12 荷重－変形角関係

図13 荷重の低下割合

図14 最大せん断応力度の比率

デルによる耐力の求め方」に基づき計算した。短期基準せん断耐力 P_0 は、降伏荷重 P_y 、終局荷重 P_u を構造特性係数 D_s で除して 0.2 を乗じた値、最大荷重 P_{max} の 2/3、真のせん断変形角が 1/150rad 時の荷重 $P_{1/150}$ のうち最も小さい値とすることとされている。短期許容せん断耐力 P_a は短期基準せん断耐力 P_0 に耐久性等の低減係数 α を乗じることとされている。低減係数 α は既往の文献¹¹⁾を参考に 0.75 とした。ただし、試験体を各仕様 1 体ずつとしたため、ばらつき係数は考慮していない。その結果、各試験体とも昭和 56 年建設省告示第 1100 号に示されている中塗り片面塗りの土塗壁の壁倍率の最大値 1.0 倍より大きく、1.2 ～ 1.9 倍となった。竹繊維を混合した壁土を用いた本実験では、土塗壁の壁倍率が大きくなった。

3. 2. 3 最大せん断応力度

各試験体の最大荷重 P_{max} を壁土厚さで除して最大せん断応力度を求め、藁すさを混合した試験体の最大せん断応力度 τ_{smax} に対する竹繊維試験体の最大せん断応力度 τ_{bmax} の比率を図 14 に示す。藁すさを混合した壁土を用いた土塗壁に作用するせん断力の大部分を負担するとされている中塗り層と大直し層の厚さを壁厚とする¹⁾。図中には表 2 に示す試験体番号と各層の壁土に混合する繊維材を併せて示す。竹繊維を混合した壁土を用いることで土塗壁の最大せん断応力度が大きくなることがわかる。特に、中塗り層以外にも竹繊維を混合した壁土を用いた竹繊維 B 試験体シリーズは平均で 1.35 倍、竹繊維 C 試験体は 1.54 倍に大きくなり、中塗り層のみに竹繊維を混合した壁土を用いた竹繊維 A 試験体シリーズの平均 1.10 倍に比べて最大せん断応力度の上昇割合が大きい。これは竹繊維を混合した壁土を用いることで裏返し層もせん断力を負担するためと考えられる。図 10 に示すように裏返し土は最大圧縮応力度後もほとんど低下しないため、中塗り層に加えて裏返し層にも竹繊維を混合した壁土を用い、中塗り層が薄い場合（竹繊維 B-1 と竹繊維 C 試験体）、図 13 に示すように藁すさと同等の変形性能を有することがわかる。

4. まとめ

本研究では低利用資源である竹材に着目し、竹繊維を混合した新しい壁土を提案し、土塗壁への適用性を実大実験により検討した。竹繊維を混合した壁土を用いた要素実験を行い、繊維材の長さや混合量が壁土の力学的特性に及ぼす影響を把握した。次に竹繊維を混合した壁土を用いた実大土塗壁の静的水平加力実験を行い、壁土に用いる繊維材の種類が土塗壁の耐震性能に及ぼす影響を把握した。ただし、実大実験では試験体を各仕様 1 体ずつとしたため、ばらつ

き係数は考慮していない。得られた成果を以下にまとめて示す。

- 1) 藁すさを混合した壁土は繊維材混合量の増加とともに最大圧縮応力度は低下したが、竹繊維を混合した壁土は繊維材混合量が増加しても最大圧縮応力度は低下しなかった。
- 2) 竹材の長繊維を混合した壁土は混合量に関わらず藁すさに比べて変形性能が向上した。
- 3) 竹繊維を混合した壁土を用いた場合、藁すさの場合に比べて土塗壁の最大せん断応力度は増加した。
- 4) 中塗り層に加えて裏返し層にも竹繊維を混合した壁土を用いた場合、裏返し層もせん断力を負担するため、藁すさの場合に比べて土塗壁の最大せん断応力度は大きく増加し、中塗り層が薄い場合は変形性能も低下しなかった。

謝辞

本研究は国土交通省の建設技術研究開発助成制度「竹材等の低利用資源を用いた高性能壁土の開発」の一環として行われた。実験では香川大学、四国職業能力開発大学校および香川高等専門学校の学生の協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 中尾方人, 山崎裕, 田中純: 土塗り壁のせん断耐力の評価に関する実験的研究, 構造工学論文集 vol.49B, pp.573-578, 2003.3.
- 2) 宇都宮直樹, 松島学: 藁すさを混合した壁土の力学的性質に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, 第649号, pp.593-599, 2010.3.
- 3) 村田裕子, 浦憲親: すさ長さと壁土の性質, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), A-1, pp.1167-1168, 2009.8.
- 4) 片岡靖夫, 小川晃司, 小松幸平, 田淵敦士: 資源有効利用壁土の基礎研究, 日本建築学会構造系論文集, 第591号, pp.93-98, 2005.5.
- 5) 荒木紀人, 松村光太郎, 塩谷壽翁: セメントを混入した壁土の圧縮強さに関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国), A-1, pp.185-186, 2008.9.
- 6) 宇都宮直樹, 山中稔, 松島学: 藁すさを混合した新しい供試体の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第664号, pp.1119-1124, 2011.6.
- 7) 日本建築学会: 建築工事標準仕様書・同解説 JASS15 左官工事, 2007.6.
- 8) 土の含水比試験方法, JIS A 1203, 2009
- 9) 土の一軸圧縮試験法, JIS A 1216, 2009
- 10) 宇都宮直樹, 宮本慎宏, 山中稔, 松島学: 土質力学に基づく土塗壁の耐力変形推定式の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第684号, pp.363-368, 2013.2.
- 11) 技術解説書作成編集委員会: 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, 日本住宅・木材技術センター, pp.25, 83-91, 111, 144-147, 2004.2.
- 12) 山下亮介, 山中稔, 小竹望, 宇都宮直樹, 大西泰弘: 補強材として竹繊維を用いた壁土の一軸圧縮強さについて, 第47回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.539-540, 2012.7.
- 13) 宇都宮直樹, 小林正幸, 宮本慎宏, 松島学, 大西泰弘: 竹繊維を混合した土塗壁の耐震性能に関する実験的研究, 日本建築学会四国支部研究報告集, pp.49-50, 2013.5.

[2013 年 6 月 17 日原稿受理 2013 年 8 月 12 日採用決定]