

香川県における土塗壁の強度に関する研究 その2 壁土の物理的特性

四国職業能力開発大学校

宇都宮 直 樹
出 口 秀 史

A Study on the Strength of Mud Wall in KAGAWA Prefecture Part 2 Physical Characteristics of Wall Clay

Naoki UTSUNOMIYA and Hidefumi DEGUCHI

要約 日本における住宅の寿命は欧米諸国に比べ極めて短い。このことは温暖化や資源の濫用、廃棄物処理などの環境問題を引き起こす要因ともなっており重要な問題である。こうしたなか世論調査において国民の約9割が家を建てる際に木造住宅を希望しており、再生産可能な木材を使用して住宅をつくり、さらに長期にわたって使用可能な資産価値が高い住宅をストックすることが必要とされ、国土交通省住宅局において平成13年度から長寿寿命木造住宅推進プロジェクトが実施されてきた。その後平成15年12月の法改正において従来から使用されてきた壁式構造のひとつである土塗壁の耐震性能が、一定の仕様規定を満たせば従来の基準値の2倍～3倍の評価が得られるようになった。しかし、その仕様規定は土壁の竹の太さや施工間隔など細部にわたり、これまで経験的な技術で土塗壁を造ってきた職人達にとって大変困難なものになった。つまりこの仕様規定を満たす施工法が簡潔になり、竹や壁土などの材料の品質維持、その中でも壁土の強度を評価できる環境が整わなければ、今回の施行令の改正は本来の目的とまったく逆の結果を招くことになる。

本報は、香川県で施工実績のある壁土材料について、2004, 2006年度に調査した壁土圧縮強度試験と物理的特性との関係を把握し、更なる土塗壁の普及のための基礎資料としてまとめたものである。

I はじめに

土塗壁は、社会と住宅の変貌により一時は存続も危ぶまれていた。近年その状況に変化が現れてきた。それは、住み手の間に広がった自然素材志向と木造住宅長寿命化推進の動きである。国土交通省は平成15年12月、土塗壁等の壁倍率に係る告示改正を行った。この告示改正の中で土塗壁の壁倍率は0.5で使用されてきたものが、新たに材料と工法に関する仕様規定を満たせば1.0及び1.5とすることが可能となった。

前報⁽¹⁾では、土塗壁の台風や地震などの外力に対する抵抗メカニズムの分担率の高い⁽²⁾、土壁隅角部圧縮力による抵抗について、香川県における壁土の圧縮応力度の実態調査を行った。

土塗壁に使用する土は、荒木田土、京土などの粘性

のある砂質粘土を使用している。各地域によって産出される壁土材料は、それぞれ固有の特性を持っており、特に粒度とコンシステンシー（水量に起因する粘性体の流動性）が強度に影響する⁽³⁾。粒度とは粒子径の分布を表すものであり、粘土やシルトの微粒分を多く含む壁土では、土粒子が相互に強く凝集し合う。この凝集力の作用が著しい壁土ほど、流動状態では粘性および保水力が高く、乾燥過程では収縮率が大きく、乾燥固化状態では強度および硬度が大きいとされている。

本報では香川県における壁土の「粒度分布」、「密度」、「液性・塑性限界」の物理的特性、「ワラスサ調合量」および「練り置き日数の違いによる圧縮強度」を調査し、それらの特性が壁土の圧縮強度に与える影響を把握することを目的とする。

II 試験概要

1. 試験試料

試験体は、香川県内で現在使用されている採取地域および調合の違う壁土を壁土業者等（試験体イ～チ：業者による区分）が普段卸している状況で調合したものを使用し、2004年度に壁土圧縮強度試験⁽¹⁾に用いたものと新たに2006年度に圧縮強度試験を行ったものを調査対象とした。

香川県内における壁土（荒壁用土及び大直用土）の調査は、概ね粘土質の土と花崗土の2種類を用いて作られているのが現状である。また調合の割合は、製造者の長年の経験によるところである。対象となった壁土の分類は、荒壁用土11体（6業者）、大直用土2体（2業者）、中塗用土4体（2業者）である。試験体の一覧を表1に示す。

平成15年国土交通省告示第1543号に規定された、壁土の仕様を表2に示す。

今回の試験においては、施工実態に即した壁土を壁土業者から提供してもらっているため、ワラスサの調

合割合が告示で規定された範囲を超えているものも存在する。

表2 壁土仕様規定

| 壁土種類 | 仕様規定 |
|------|--|
| 荒壁用土 | 100ℓの荒木田土等の砂質粘土+0.4kg以上0.6kg以下のワラスサ |
| 中塗用土 | 100ℓの荒木田土等の砂質粘土+60ℓ以上150ℓ以下の砂+0.4kg以上0.8kg以下のもみすさを混合したもの |

2. 試験方法

壁土の物理的特性を把握するために以下の項目とした。また練り置き日数の違いによる圧縮強度試験を行った。

(1) 土の粒度分布

壁土の粒度分布はJIS A 1204に準拠して、粒径の大きな土粒子については「ふるい分析」を行い、ふるいの目を通過してしまう微細な土粒子については「沈降分析」によって求めた。

(2) 土の液性限界・塑性限界

壁土を施工に適した軟度とするためには、微粒分の多い壁土では、多量の水を必要とし、微粒分の少ない

表1 試験体一覧

| 試験体 | 練土製造 | 荒壁土原土採取地域 | 圧縮試験実施年度 | 塗層 | 2004年度 開取調査における調合土：重量比、ワラスサ：100リットル中の重量 | 圧縮試験種類 |
|-----|------|-----------|----------|----|--|----------------------------------|
| イ | S建材 | 香川 西讃 | 2004 | 荒壁 | 粘土A:45%+粘土B:45%+砂:10% 海砂を使用 ワラスサ:0.5kg(6cm) | 1.荒壁単体 2.大直単体 3.荒壁+大直一体 |
| | | | | 大直 | 粘土A:10%+粘土B:60%+砂:30% ワラスサ:0.6kg(6cm) | |
| | | | 2006 | 荒壁 | | 4.荒壁単体 5.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体チ)を使用 | |
| ロ | T建材 | 香川 東讃 | 2004 | 荒壁 | ワラスサ:0.9kg(4cm) | 6.荒壁単体 7.荒壁+荒壁一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体チ)を使用 | |
| | | | 2006 | 荒壁 | | 8.荒壁単体 9.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体チ)を使用 | |
| ハ | H建材 | 香川 西讃 | 2004 | 荒壁 | 原土:67%+花崗土:33% ワラスサ:0.6kg(3~4cm) | 10.荒壁単体 11.中塗単体 12.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体ヘ)を使用 | |
| | | | 2006 | 荒壁 | | 13.荒壁単体 14.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体チ)を使用 | |
| ニ | T建材 | 香川 東讃 | 2004 | 荒壁 | ワラスサ:(3~4cm) | 15.荒壁単体 16.中塗単体 17.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体ヘ)を使用 | |
| | | | 2006 | 荒壁 | | 18.荒壁単体 19.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体チ)を使用 | |
| ホ | K建材 | 香川 西讃 | 2004 | 荒壁 | ワラスサ:1.4kg(4~6cm) | 20.荒壁単体 21.大直単体 22.荒壁+大直一体 |
| | | | | 大直 | 粘土:62%+花崗土:37% ワラスサ:1.4kg(8~9cm) | |
| | | | 2006 | 荒壁 | | 23.荒壁単体 24.中塗単体 25.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体チ)を使用 | |
| ヘ | H店 | 市販おろし土 | 2004 | 中塗 | 施工時直前に中塗用スサを調合した | 26.中塗単体 |
| ト | O運送 | 香川 高松 | 2006 | 荒壁 | | 27.荒壁単体 28.荒壁+中塗一体 |
| | | | | 中塗 | 市販おろし土(試験体チ)を使用 | |
| チ | K店 | 市販おろし土 | 2006 | 中塗 | 施工時直前に中塗用スサを調合した | 29.中塗単体 |

壁土は少量の水で可能となる。ただし微粒分が少ないと、粘性が乏しく、下地から垂れやすくなる。

壁土のコンシステンシーは、多量の水を含んだ液状から、水が少なくなるに従って塑性状、半固体状と変化するので、それらの状態の境界は含水比を用いて区分できる。それぞれの状態の境界は液性限界、塑性限界と呼び、液性限界の値は粘性土の割合が増加するほど大きくなる。液性限界が大きくなると塑性限界との差は開き塑性指数の値も大きくなる。つまり塑性指数が増えると粘土分の割合も高くなるため、微細な部分の粒度分布に直接関係し圧縮強度にも影響するものと思われる。

塑性指数の測定は、圧縮試験に用いた壁土と同じものからワラスサを取り除き、JIS A 1205に準拠し(1)式によって算出した。

$$I_P = W_L - W_P \quad (1)$$

I_P : 塑性指数 W_L : 液性限界(%) W_P : 塑性限界(%)

(3) 土の密度

壁土の密度は、ワラスサを除去後、JIS A 1202に準拠して行った。

(4) ワラスサの混入割合

試験体中に練り混ぜられているワラスサの量を、質量の壁土に対する割合で表す。

試料を圧縮試験体1体分である2kg程度用意し、その絶乾質量を測定した後、425 μ mの網ふるい上で水洗いしワラスサのみを集め、ワラスサの絶乾質量を測定した後に、(2)式よりワラスサの混入割合を求めた。

$$\text{ワラスサ混入割合} = \frac{\text{ワラスサ絶乾質量(g)}}{\text{試料絶乾質量(g)}} \times 100(\%) \quad (2)$$

(5) 練り置き日数の違いによる圧縮応力度への影響

壁土を湿潤状態を保ったまま保存(以下、練り置きという)し、その期間が長くなると、ワラスサの腐敗・発酵が進行し、ワラスサの周辺部が分解して芯だけが残し、壁土の強さが増す⁽²⁾とされる。

壁土はすべて同一とし、屋内にて練り置きを行い、練り置き日数を0日、47日、87日、194日の4種類を技術解説書⁽³⁾の壁土圧縮試験に準じて行った。

III 試験結果

1. 粒度分布

図1に粒径加積曲線、表3に粒度組成区分一覧、表4に粒度分布判定を示す。

粒径加積曲線(図1参照)は、線の傾きが大きいほど、その部分での粒径の割合が高いことを示す。曲線が左に寄ると粒径の小さな粒子が多く、右に寄るほど粒径の大きな粒子が多くなる。曲線が全体的になだらかで凹凸が少ないほど、大小様々な粒子が均等に分布し、粒子間にできる隙間をさらに小さな粒子が埋めるという関係が効果的に働くため、バランスの良い粒度分布であることを示す。

香川県内で産出された土を用いて調合したいずれの荒壁用土とも粒径加積曲線による粒度分布がほぼ一致していて、大きな差異はない。

曲線形状は、荒木田土⁽³⁾、京都⁽³⁾の同様の形状を示す。粒度分布は、圧縮強度の大きい⁽⁴⁾とされる京

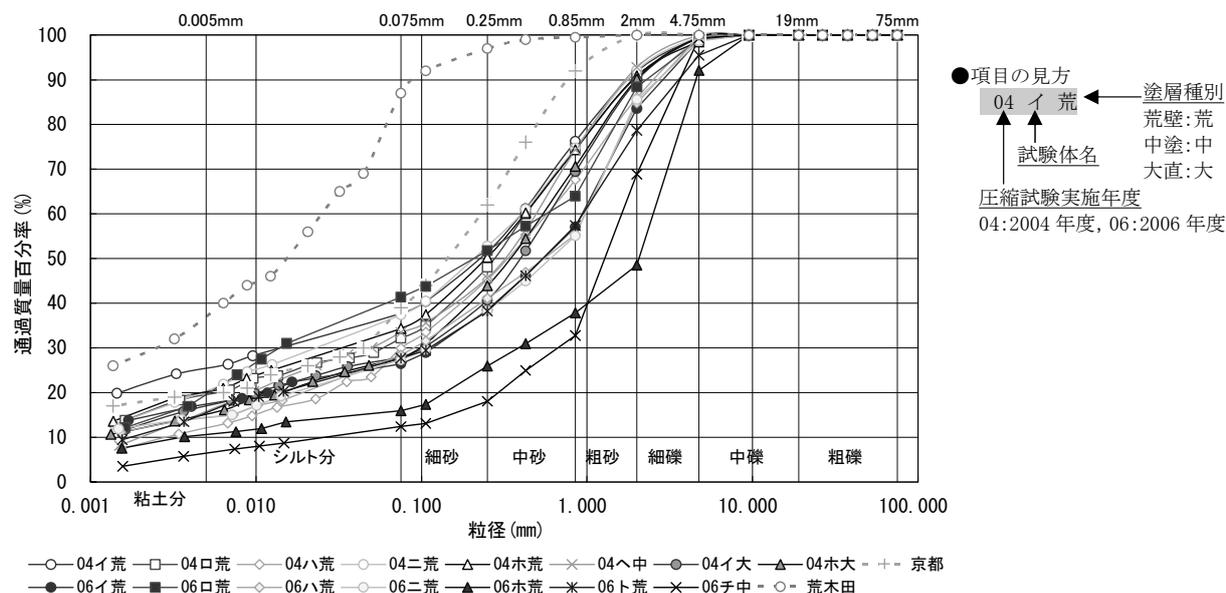


図1 粒径加積曲線

表3 粒度組成区分一覧

| 試験体 | 実施年度 | 粒度組成区分(%) | | | | | | |
|-----|------|-----------|------|------|------|------|------|-----|
| | | 粘土 | シルト | 細砂 | 中砂 | 粗砂 | 細礫 | 中礫 |
| イ荒 | 04 | 12.4 | 25.3 | 13.8 | 24.8 | 15.6 | 7.3 | 0.8 |
| | 06 | 18.3 | 8.2 | 12.1 | 18.5 | 26.6 | 15.3 | 1.1 |
| ロ荒 | 04 | 12.5 | 19.6 | 15.9 | 26.5 | 16.1 | 8.9 | 0.4 |
| | 06 | 22.2 | 19.2 | 10.4 | 12.2 | 24.5 | 10.5 | 1.1 |
| ハ荒 | 04 | 18.0 | 12.0 | 15.3 | 22.4 | 18.3 | 13.2 | 0.8 |
| | 06 | 14.6 | 13.7 | 12.7 | 14.3 | 29.5 | 14.8 | 0.4 |
| ニ荒 | 04 | 18.2 | 19.2 | 15.4 | 22.0 | 17.4 | 7.3 | 0.5 |
| | 06 | 14.7 | 12.6 | 11.0 | 16.8 | 30.5 | 13.1 | 1.3 |
| ホ荒 | 04 | 15.0 | 19.4 | 15.9 | 24.1 | 16.6 | 7.6 | 1.5 |
| | 06 | 11.8 | 4.1 | 10.0 | 11.9 | 10.7 | 43.6 | 7.9 |
| ト荒 | 06 | 16.5 | 11.2 | 10.6 | 19.1 | 21.3 | 16.9 | 4.5 |
| へ中 | 04 | 17.5 | 16.0 | 12.2 | 28.7 | 18.5 | 7.2 | 0.0 |
| チ中 | 06 | 6.9 | 5.5 | 5.7 | 14.7 | 36.1 | 30.5 | 0.6 |
| イ大 | 04 | 10.6 | 17.3 | 12.7 | 28.8 | 20.4 | 9.5 | 0.7 |
| ホ大 | 04 | 13.0 | 14.8 | 16.1 | 26.8 | 19.6 | 9.3 | 0.5 |
| 平均 | | 14.8 | 14.5 | 12.7 | 20.8 | 21.4 | 14.3 | 1.5 |

表4 粒度分布判定

| 試験体 | 実施年度 | 60%粒径 D ₆₀ (mm) | 30%粒径 D ₃₀ (mm) | 10%粒径 D ₁₀ (mm) | 均等係数 U _c | 曲率係数 U _{^c} | 粒度分布の 良い土の判定 |
|-----|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|
| イ荒 | 04 | 0.403 | 0.022 | - | - | - | - |
| | 06 | 0.980 | 0.120 | - | - | - | - |
| ロ荒 | 04 | 0.425 | 0.059 | - | - | - | - |
| | 06 | 0.600 | 0.010 | - | - | - | - |
| ハ荒 | 04 | 0.603 | 0.075 | 0.003 | 201 | 3 | ○ |
| | 06 | 1.030 | 0.090 | - | - | - | - |
| ニ荒 | 04 | 0.404 | 0.034 | - | - | - | - |
| | 06 | 1.030 | 0.110 | - | - | - | - |
| ホ荒 | 04 | 0.422 | 0.046 | - | - | - | - |
| | 06 | 2.730 | 0.370 | 0.004 | 683 | 13 | ○ |
| ト荒 | 06 | 0.950 | 0.110 | 0.002 | 475 | 6 | ○ |
| へ中 | 04 | 0.512 | 0.049 | 0.003 | 197 | 2 | ○ |
| チ中 | 06 | 1.720 | 0.710 | 0.040 | 43 | 7 | ×:階段状粒度 |
| イ大 | 04 | 0.624 | 0.102 | - | - | - | - |
| ホ大 | 04 | 0.570 | 0.096 | - | - | - | - |

※均等曲線 $U_c = D_{60}/D_{10}$; 曲線の傾きを表す。 $U^c = (D_{30})^2 / (D_{60} \times D_{10})$; 曲線のなだらかさを表す

都の土より試験体ト、チを除き礫分で10%程度、砂分においては10～20%程度多く存在していた。

粒度の判定(5)(表4参照)は、均等係数 U_c と曲率係数 U^c の両方の条件を満足するかで判断され、粒度の良い条件とは $U_c \geq 10$ かつ $1 < U^c \leq \sqrt{U_c}$ であるとされる。

10%粒径が算出された試験体において、試験体チを除き概ね粒度の良い土であることが確認された。

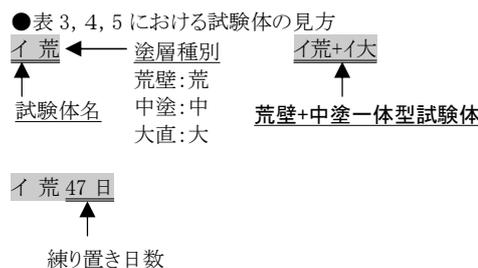
10%粒径が算出されていない試験体については、測定された最小通過質量百分率で算出した場合、10以上が確認されることと、粒径加積曲線の曲率が類似することから粒度の良い土であることが推測される。なお、試験体チについては、階段状粒度の特性を示した。

2. 壁土圧縮強度と物理的特性

表5に圧縮応力度と物理的性質の関係を示す。各物理的性質との説明は考察に記述する。

表5 圧縮応力度と物理的性質

| 試験体 | 実施年度 | 最大圧縮 応力度 σ_{max} (N/mm ²) | 気乾密度 ρ (g/cm ³) | | 塑性 指数 I _p (%) | ワラスサ 混入割合 (%) |
|---------|------|---|-------------------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | ワラスサ あり | ワラスサ 除去後 | | |
| イ荒 | 04 | 0.36 | 1.40 | 2.63 | 16.4 | 1.8 |
| | 06 | 0.27 | 1.38 | 2.30 | 20.0 | 1.8 |
| ロ荒 | 04 | 0.25 | 1.26 | 2.68 | 19.5 | 2.4 |
| | 06 | 0.36 | 1.45 | 2.50 | 15.6 | 2.4 |
| ハ荒 | 04 | 0.59 | 1.45 | 2.67 | 9.7 | 1.8 |
| | 06 | 0.35 | 1.47 | 2.70 | 13.2 | 1.6 |
| ニ荒 | 04 | 0.32 | 1.40 | 2.65 | 9.6 | 2.0 |
| | 06 | 0.30 | 1.28 | 2.80 | 18.8 | 2.7 |
| ホ荒 | 04 | 0.48 | 1.49 | 2.72 | 13.0 | 1.0 |
| | 06 | 0.27 | 1.37 | 2.30 | 15.2 | 0.8 |
| ト荒 | 06 | 0.30 | 1.49 | 2.60 | 10.8 | 1.1 |
| へ中 | 04 | 0.75 | 1.46 | 2.64 | 7.8 | 1.6 |
| チ中 | 06 | 0.56 | 1.57 | 2.70 | 12.0 | 1.0 |
| イ大 | 04 | 0.42 | 1.40 | 2.64 | 11.1 | 1.3 |
| ホ大 | 04 | 0.55 | 1.46 | 2.68 | 14.6 | 1.1 |
| イ荒+イ大 | 04 | 0.32 | 1.44 | - | - | - |
| イ荒+チ中 | 06 | 0.36 | 1.51 | - | - | - |
| ロ荒+チ中 | 06 | 0.41 | 1.44 | - | - | - |
| ハ荒+へ中 | 04 | 0.67 | 1.52 | - | - | - |
| ハ荒+チ中 | 06 | 0.41 | 1.55 | - | - | - |
| ニ荒+へ中 | 04 | 0.55 | 1.50 | - | - | - |
| ニ荒+チ中 | 06 | 0.42 | 1.45 | - | - | - |
| ホ荒+ホ大 | 04 | 0.45 | 1.46 | - | - | - |
| ホ荒+チ中 | 06 | 0.40 | 1.47 | - | - | - |
| ト荒+チ中 | 06 | 0.36 | 1.56 | - | - | - |
| イ荒 47日 | 06 | 0.23 | 1.28 | - | - | 0.8 |
| イ荒 87日 | 06 | 0.53 | 1.44 | - | - | 0.7 |
| イ荒 194日 | 06 | 0.85 | 1.62 | - | - | 0.3 |



IV 考察

1. 気乾密度(ワラスサ混入状態) - 圧縮応力度

ワラスサは、主に施工時のひび割れ抑止のために用いられ、その混入量が少ないほど空隙が減少し、気乾密度が高くなり、壁土の強度は高くなることが推測される。

ワラスサ混入状態における気乾密度は、1.3～1.7g/cm³の範囲で多く分布している。気乾密度が高くなると圧縮応力度は高くなる傾向にある。技術解説書における要求強度(荒壁:0.3, 中塗:0.55, 荒壁+中塗一体:

0.4N/mm²) との関係については、荒壁用土1.34、中塗用土1.53、荒壁用土+中塗用土一体1.42以上あるとほぼ強度を満たすことが確認できた。(図2 参照)

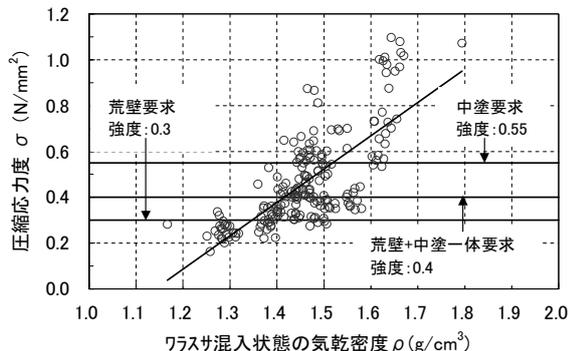


図2 ワラスサ混入状態の気乾密度-圧縮応力度

2. 塑性指数-圧縮応力度 (荒壁, 中塗, 大直)

塑性指数とは液性限界と塑性限界の含水比の差で、値が大きいほどその土の粘土分は多くなり、壁土の凝集力が大きくなり強度が高くなる。

壁土圧縮試験では、試験体を実際に使用する壁土として製作しているため壁土にワラスサを混入している。そのため2004, 2006年の結果は、右下がりの傾向となった (図3 参照)。

ワラスサは、壁土塗り施工後の乾燥収縮に伴うひび割れを抑止するために混入するが、壁土の塑性指数が大きくなる (粘土分が多くなる) に伴い、ワラスサの混入割合が増加する傾向の可能性が指摘できる (図4 参照)。

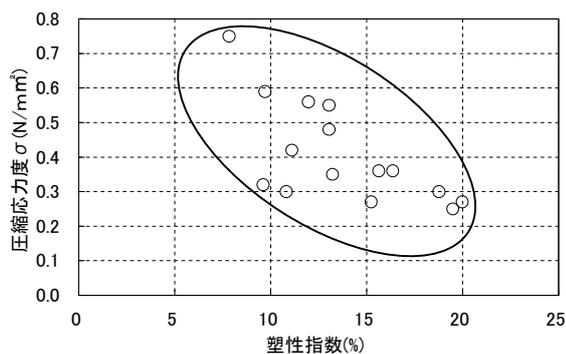


図3 塑性指数-圧縮応力度

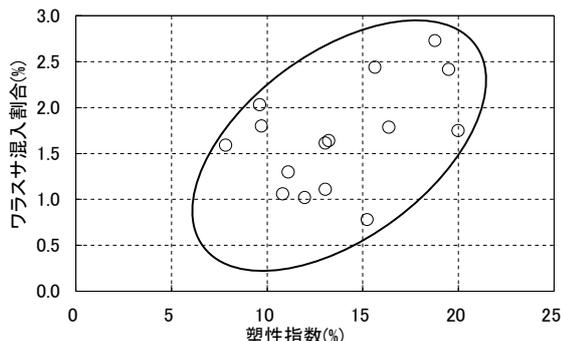


図4 塑性指数-ワラスサ混入割合

3. ワラスサ混入割合-圧縮応力度 (荒壁, 中塗, 大直)

壁土の粒度分布による調合差はあまりないことからワラスサの混入割合が圧縮強度へ影響し、ワラスサの混入割合が増加するとワラスサ自体には強度が期待できないため、壁土の圧縮強度が低下することが推測される。

図5より、結果は不規則に分布しており、壁土に練り混ぜるワラスサの割合が0.8~2.7%では、圧縮応力度に与える影響は確認できない。これは、練り混ぜるワラスサの穂先・根元等の部位 (図6)、細かさ (図7) によって壁土内部にできる空隙が圧縮強度へ影響しているものと思われる。

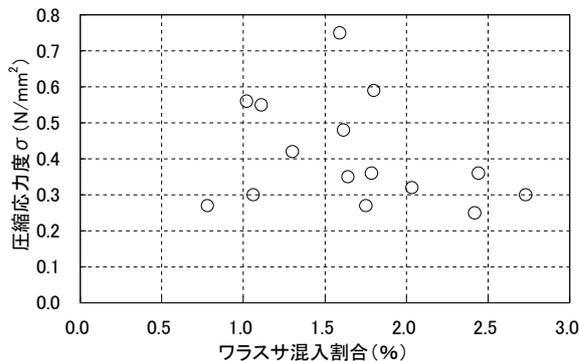


図5 ワラスサ混入割合-圧縮応力度



図6 壁土内部のワラスサ



図7 中塗用ワラスサ

4. 練り置き日数-圧縮応力度

練り置き日数による試験体中のワラスサの状況を図8~11に示す。練り置き日数が長くなるに伴い、ワラ

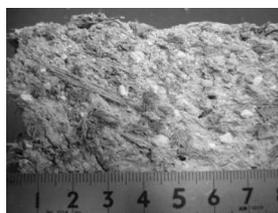


図8 練り置きなし

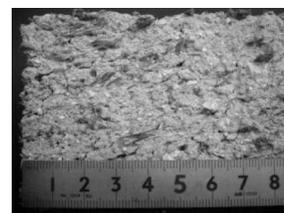


図9 練り置き47日

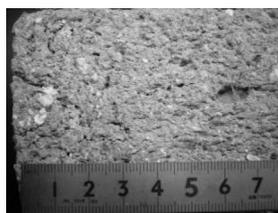


図10 練り置き87日

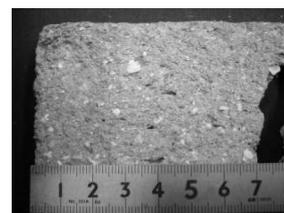


図11 練り置き194日

スサの腐敗・発酵が進行し、47日では原形を留めたワラスサはわずかで、87日ではほとんどが細かい繊維状に分解していた。194日では目視では繊維状のものも確認できない状態となった。

練り置き日数と圧縮応力度の関係を図12に示す。練り置き日数が長くなると強度が増加する。

なお、練り置き日数0日と47日については、型枠にそのまま流し込んでいたが、ひび割れが多く発生(図13)し、型枠へ壁土が付着(図14)していることが確認されたことから、壁土が、本来固まろうとする凝集力に影響があると考え、練り置き日数87日、194日の試験体については、型枠にポリエチレンシートを敷き試験体作製を行った。技術解説書⁽³⁾の型枠については、さらに検討が必要であると考え。

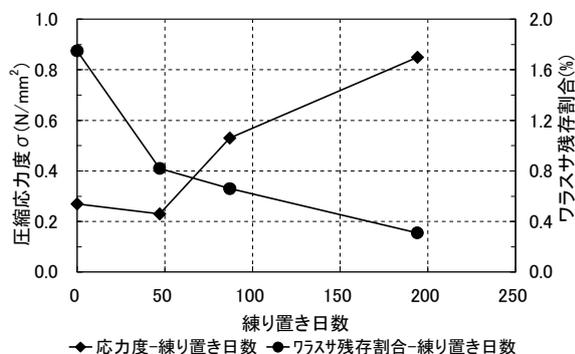


図12 練り置き日数-圧縮応力度, ワラスサ残存割合

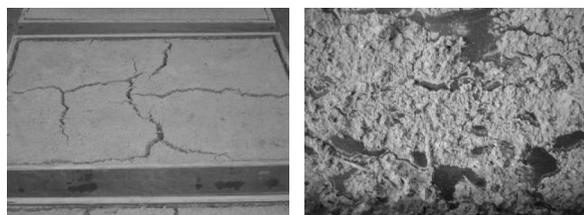


図13 圧縮試験体のひび割れ 図14 脱型後型枠についた壁土

壁土圧縮試験後、425 μ m 網ふるいにて壁土 2 kg 中に残存するワラスサを計測し、その割合(以下、ワラスサ残存割合とする)と圧縮応力度の関係は、練り置き日数が長くなると、ワラスサが腐敗・発酵するため残存率は低下する。それにより、壁土内部の空隙が減少し圧縮応力度が高くなることが確認できた。

V まとめ

今回の研究を通して以下のことが確認できた。

- ①香川県内で使用されている壁土の調合は、粒径加積曲線による粒度分布がほぼ一致している。
- ②ワラスサの調合(混入割合、質)によって壁土圧縮強度に影響を受ける。

・ワラスサが混入している状態において壁土の気乾密度が高くなると強度も増加傾向にある。

・練り置き日数が長くなると、ワラスサが腐敗・発酵し、原形を留めなくなり、その結果空隙が減少することにより、強度が増加する。

③粘土分を多く含む(塑性指数が高くなる)壁土はワラスサの混入割合が増加する傾向がある可能性が指摘できる。

④壁土の要求強度との関係はワラスサ混入状態における気乾密度が荒壁で1.34以上、中塗で1.53以上、荒壁+中塗一体で1.42以上あるとほぼ技術解説書⁽³⁾に示された強度を満たす。

今後、ワラスサの質(長さ、細かさ)および混入量を変化させた時の圧縮強度および施工への影響、調査を行う前の土の物理的特性が調合に与える影響を調査する必要がある。

謝辞

本研究は、土壁ネットワーク(代表 田園都市設計大西氏)との共同研究で実施した。土壁ネットワークの方々に多大な協力を得ました。深く感謝致します。

【参考文献】

- (1) 宇都宮直樹、山下世為志、大塚泰夫、行武俊和、香川県における土塗壁の強度に関する研究 その1 壁土圧縮試験、職業能力開発報文誌、通巻37号、2007年、P 21-26
- (2) 村上雅英、景山誠、鈴木有、稲山正弘、静的水平加力実験に基づく土壁の耐荷機構の解明 せん断破壊が先行しない土壁の力学挙動、日本建築学会構造系論文集、第582号、2004年 8月、P 103-108
- (3) 日本住宅・木材技術センター、土塗壁・面合子壁・落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書
- (4) 濱崎信子、三芳紀美子、大橋好光、土壁の強度に関する研究 その3 壁土圧縮試験、日本建築学会大会学術梗概集(北海道) 構造Ⅲ、2004年、P 399-400
- (5) 土木学会、土木工学ハンドブック、上巻、P 266
- (6) 日本建築学会、建築工事標準仕様書・同解説 JASS15 左官工事、P 265-275