

竹繊維を混入した壁土の圧縮強度特性について

香川大学大学院 学生員○山下亮介 香川大学工学部 正会員 山中 稔
 香川高等専門学校 正会員 小竹 望 四国職業能力開発大学校 宇都宮直樹
 田園都市設計 大西泰弘

1. はじめに

土壁は日本で古くから使われている伝統的建築技術である。また土壁の耐力の 8 割から 9 割は土壁構成材料の壁土が受け持っており、壁土の強度増加が土壁全体の耐力増加に繋がる。しかし、壁土には乾燥収縮によるひび割れ抑制のためにワラスサが混入されており、混入量の増加に伴い一軸圧縮強さが低下する。これはワラスサの断面形状が中空になっており、壁土に混入した場合には中空部には土粒子は充填されないため、多量に混入すると土粒子分が減少し、粘着力等の強度定数の低下が要因と考えられる。

本研究では、中空でない材料である竹繊維をワラスサの代替として壁土に混入することで、壁土の圧縮強度の増加および破壊後の靱性向上を図ろうとするものである。

2. 試験方法

本研究では、長さ 3~10 mm 程度の短い竹繊維と、長さ 10~40 mm 程度の中程度の竹繊維、長さ 40~80 mm 程度の長い竹繊維の長さの異なる 3 種類の竹繊維(写真-1 参照)を壁土に混入し、それによる圧縮強度特性の変化を確認した。なお、竹繊維と従来から混入されている長さ 50~70 mm 程度のワラスサとの強度特性の挙動の違いを確認するため、ワラスサを含めた計 4 種類の補強材用いて試験を行った。さらに補強材の種類だけでなく補強材の混入量の影響を確認するため、各種補強材を補強材混入前の土 100ℓ に対し建築工事標準仕様書・同解説 JASS15 左官工事に記されている標準配合量の 1~3 倍を混入した試料を作製した。

表-1 補強材の混入量

標準配合量に対する補強材の割合		
1 倍	2 倍	3 倍
0.6kg/土 100ℓ	1.2kg/土 100ℓ	1.8kg/土 100ℓ

表-1 に、本研究で作製した試料の補強材の混入量を示す。供試体作製においては、試料作成後、各補強材各配合量につき 5 個ずつ供試体を作製し、乾燥させ一軸圧縮試験を実施した。なお、竹・中繊維は左官技能者が塗りやすいと判断した標準配合量の 5 倍に当たる 3.0kg/土 100ℓ でも試料を作製し試験を実施した。



a) ワラスサ



b) 竹・短繊維



c) 竹・中繊維



d) 竹・長繊維

写真-1 使用した補強材

3. 試験結果

1) 応力ひずみ曲線

図-1 に、補強材混入量 1.8kg/土 100ℓ における応力ひずみ曲線を示す。なお、各補強材の 5 個の供試体のうち、平均的なもの 1 個の結果を示している。ワラスサを混入した壁土の供試体は、一軸圧縮強さは低いが靱性的な破壊挙動を示す。一方、竹繊維はいずれの長さを混入した場合でもワラスサと比べ高い一軸圧縮強さとなった。また繊維長を長くするに従い、より靱性的な破壊挙動となることが分かった。

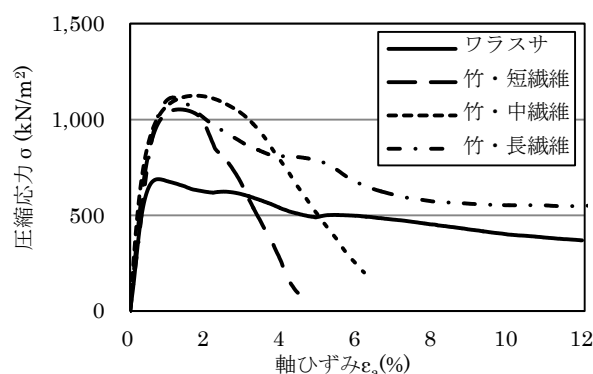


図-1 応力ひずみ曲線 (補強材 1.8 kg/土 100ℓ)

2) 一軸圧縮強さ

図-2に、補強材混入量と一軸圧縮強さの関係を示す。ワラスサの混入量を増加させた際の一軸圧縮強さは減少傾向にある。しかし、竹繊維は混入量増加の際に一軸圧縮強さは増加傾向にあることが分かる。なお、短繊維を1.8kg混入した際、一軸圧縮強さが低下する原因として繊維を過剰に混入させたことにより供試体内で補強材の密度にむらが発生し、強度低下を引き起こしたと推察される。

3) 塑性率

塑性率とは、降伏点変形 ϵ_{av} に対する最大圧縮応力後80%まで圧縮応力が低下した時のひずみ ϵ_{au} との比であり、塑性率が大きくなると靱性能が高いことを示す。

図-3に、補強材混入量と塑性率の関係を示す。竹・中繊維の混入量3.0kgを除き、全ての補強材において混入量を増加させると、塑性率は増加していることが分かる。このことは補強材混入量を増加させることで、土粒子との付着面積が増加し、繊維補強効果により一軸圧縮強さ後の耐力劣化が低減した効果と考えられる。また、繊維長が長くなると破壊面から補強材が抜け出ることがなくなるため塑性率は増加すると考えられる。

4) エネルギー吸収量

エネルギー吸収量とは、 ϵ_{au} と包絡線及び、ひずみ軸で囲まれる面積のことである。つまり一軸圧縮強さが高く破壊後の靱性が高いほどエネルギー吸収量は高くなる。

図-4に、補強材混入量とエネルギー吸収量との関係を示す。竹・中繊維の混入量3.0kg/土100ℓを除き全ての補強材において、補強材混入量を増加させるとエネルギー吸収量が増加することが分かる。これは、補強材混入により、一軸圧縮強さ及び破壊後の強度低下量を軽減させるためである。また、竹・長繊維が全ての混入量においてエネルギー吸収量が最も高いことが明らかである。

4. おわりに

本研究では、竹・長繊維を壁土に混入した際、混入量を問わずワラスサよりも高い一軸圧縮強さと高い靱性を得ることができた。また、竹・長繊維の混入量を増加させることにより、より高い一軸圧縮強さと靱性を両立させることが確認できた。したがって、壁土に混入させる補強材として竹・長繊維を標準配合量の3倍程度混入させることが壁土の性能向上に有効であると判明した。

参考文献

- 1) 宇都宮直樹, 山中 稔, 田中正志, 松島 学: 伝統的土壁に用いるワラスサ混合土の一軸圧縮強さ, 平成22年度土木学会四国支部第16回技術研究発表会講演概要集, pp.17-18, 2010.5.
- 2) 平田尚也, 山中 稔, 宇都宮直樹, 小竹 望: 練り置き期間がワラスサ混入壁土の強度特性に及ぼす影響, 第46回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.547-548, 2011.7.

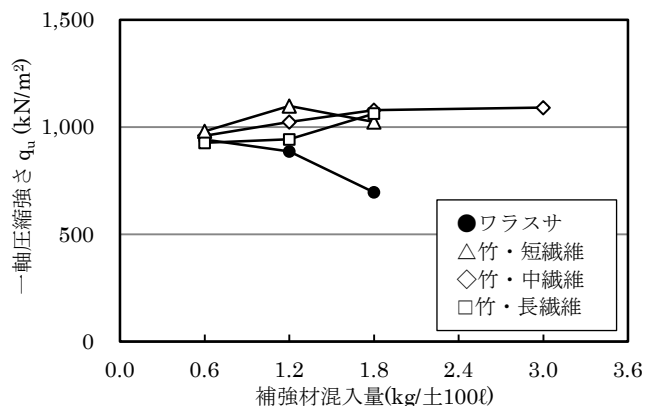


図-2 補強材混入量と一軸圧縮強さの関係

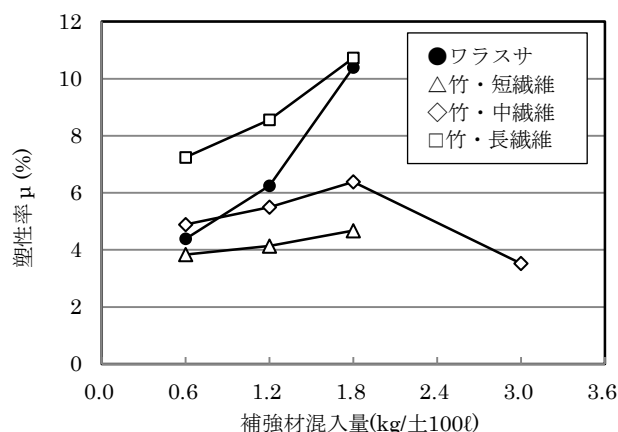


図-3 補強材混入量と塑性率との関係

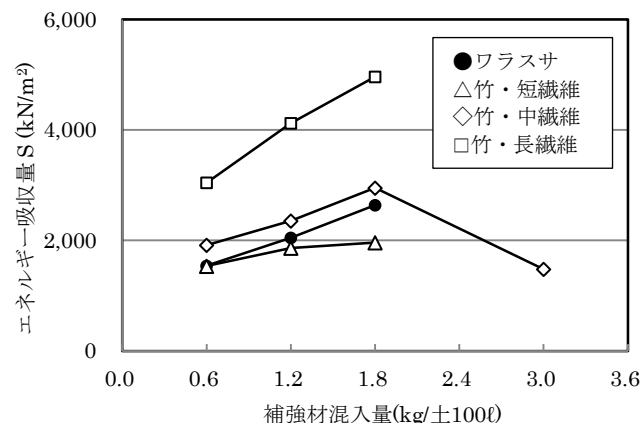


図-4 補強材混入量とエネルギー吸収量の関係