

繊維材質の差異による繊維補強固化処理土の靱性向上効果

香川高等専門学校 学生会員 ○宮脇 史恭
 香川高等専門学校 正会員 小竹 望
 香川高等専門学校 非会員 伊藤 勉

1. はじめに

繊維補強固化処理土は、固化改良に加えて繊維補強を施す複合的な効果により、脆性を示す固化処理土に靱性を与えた土質材料である。繊維材料として従来からPVA繊維を主体としている。本研究では材質の差異による強度変形特性への影響を検討するため、力学的性質の大きく異なるPVA繊維とPP繊維を用いた繊維補強固化処理土について一軸圧縮試験ならびに曲げ試験を行った。また、破壊後の供試体を用いて、走査型電子顕微鏡(SEM)により繊維の表面状態の観察を行った。

2. 実験方法

本実験では、土質材料として含水比 $w=128\%$ に調整したカオリン粘土を使用した。土質材料の物性値を表-1に示す。固化処理土は、固化材として普通ポルトランドセメント $C=100\text{kg/m}^3$ を使用した。繊維補強固化処理土は、固化処理土に繊維を体積比で $v=1\%$ 混合する配合とした。繊維材料は、径 $26\mu\text{m}$ 、長さ 20mm のビニロン(PVA)繊維¹⁾と径 $49.1\mu\text{m}$ 、長さ 20mm のポリプロピレン(PP)繊維を使用した。表-2に繊維の材料特性を示す。

表-1 土質材料の物性値

粒度(%)			ρ (g/cm^3)	PL (%)	LL (%)	調整 含水比 (%)	土質分類
砂	シルト	粘土					
0	31.4	68.6	2.73	36	64	128	CH粘土 (高液性限界)

表-2 繊維の材料特性

繊維種類		ビニロン	ポリプロピレン
記号		PVA	PP
繊維*	dtex	6.92	17.1
引張強さ	cN	50.7	66.7
強度	cN/dtex	7.33	3.9
伸度	%	5.8	165
比重		1.3	0.91

*繊維：繊維の太さ。

texは1キロメートル当たりのグラム数(g/km)。1tex = 0.1dtex

供試体は、JGS0821-2000「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」に準じて作製した。一軸圧縮試験(JIS A 1216)は、径 5mm ×高さ 100mm の円柱供試体を用いて、毎分 1% の軸ひずみ ϵ_a を作用させた。曲げ試験¹⁾は、高さ 40mm ×幅 160mm ×奥行き 40mm の角柱供試体を用いて、スパン長 100mm の中央点に速度 0.4 mm/min で点載荷した。

また、繊維材質の影響を検討するため、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、破壊後の供試体から採取した繊維の表面状態を観察した。

3. 実験結果と考察

3.1 一軸圧縮試験結果

図-1に固化材 $C=100\text{kg/m}^3$ を混合した固化処理土($v=0\%$)と、PVA繊維とPP繊維を混合した繊維補強固化処理土($v=1\%$)について、材齢 $T_c=7$ 日と28日の一軸圧縮試験から得られた応力とひずみの関係をそれぞれ示す。

両材齢において繊維補強によりピーク後も応力を保持する靱性を発揮し、圧縮応力の最大値、残留強度が増加した。材齢 $T_c=28$ 日においては、繊維の有無に関わらず、ピーク後ひずみ軟化する傾向を示す。これは、供試体の固さと繊維混合による粘り強さが影響したと考えられる。材齢28日では材齢7日より材齢の増加による固化の進行のため、供試体の固さ(剛性)が卓越し、ひび割れの発生に伴い固化処理土のようなひずみ軟化が発生しやすい状態であったと考えられる。しかし、繊維を

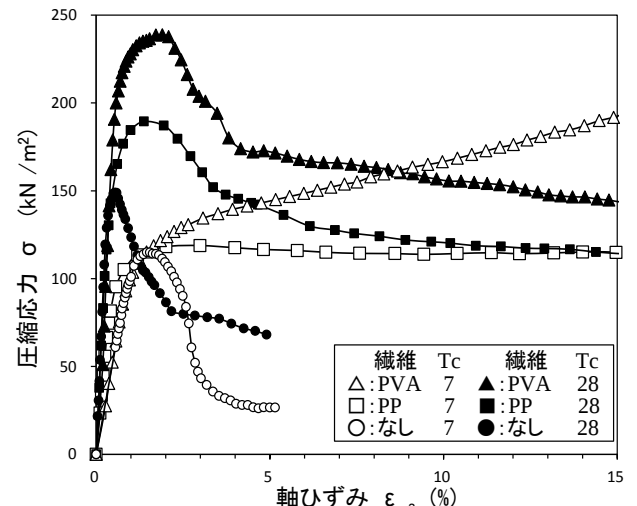


図-1 一軸圧縮試験結果

混合することにより、圧縮応力の最大値が増加し、残留強度も大きくなった。その増加傾向は、PP繊維よりPVA繊維を用いた方が大きくなった。

3.2 曲げ試験結果

図-2に固化材C=100kg/m³を混合した固化処理土(v=0%)と、PVA繊維とPP繊維を混合した繊維補強固化処理土(v=1%)の曲げ試験結果をそれぞれ示す。

固化処理土は、曲げ応力のピーク後に急激な応力低下を示すが、繊維補強によって曲げ強度が増加した。特にPVA繊維を用いた方が著しい増加が見られた。

繊維補強による靱性向上効果は、繊維径が小さいほど大きくなることが確認されているが、繊維径の効果以上に繊維材質の違いによる靱性向上効果の著しい差が確認された。

3.3 繊維材質の表面状態

走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて破壊供試体の引張破壊面から採取した、繊維補強固化処理土の一部を観察した結果を図-3に、PVA繊維とPP繊維の表面状態を観察した結果を図-4にそれぞれ示す。ここで、図-4a)は使用前の繊維の、図-4b)は採取した繊維の水洗い後の表面状態をそれぞれ示している。

図-3より繊維がランダム配置しており、その周辺の固化処理土と付着している状況を確認できたが、この繊維の配向性による靱性向上効果への影響は今後更なる検討を行う。使用前(図-4a)には、PP繊維の表面に線状の筋が形成されており、PVA繊維の表面には斑紋が見られた。引張破壊面から採取した水洗い後の繊維(図-4b)では、PP繊維の表面に微細な裂傷が全体的に見られたが、PVA繊維の表面には微細な裂傷に加え、より大きな裂傷が複数見られた。これは、繊維補強のメカニズムである繊維とその周辺の固化処理土との付着力と摩擦力⁹⁾による影響

が考えられる。PVA繊維には、より大きな付着力が発生して裂傷が大きくなったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、力学的性質の大きく異なるPVA繊維とPP繊維を用いた繊維補強固化処理土について一軸圧縮試験ならびに曲げ試験を行い、繊維の表面状態を観察した。両者を比較した結果、材質の差異によって強度変形特性に差が生じ、PVA繊維の方がPP繊維よりも靱性向上効果を大きく発揮することを確認した。

参考文献

- 1) 小竹望・平田昌史・赤井智幸・馬渕伸明・西村正樹・山本正人・石川雅英・嘉門雅史：線状高分子混合による土質系遮水材料の強度変形特性と遮水性，ジオシンセティックス論文集，Vol.20，pp.193-198，2005。

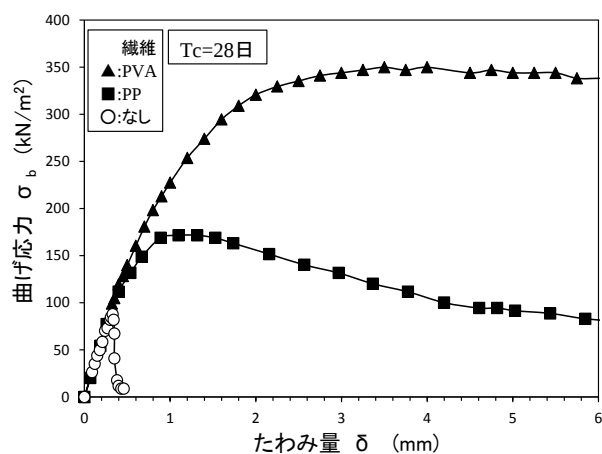


図-2 曲げ試験結果

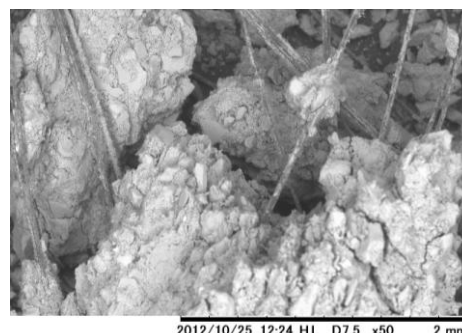
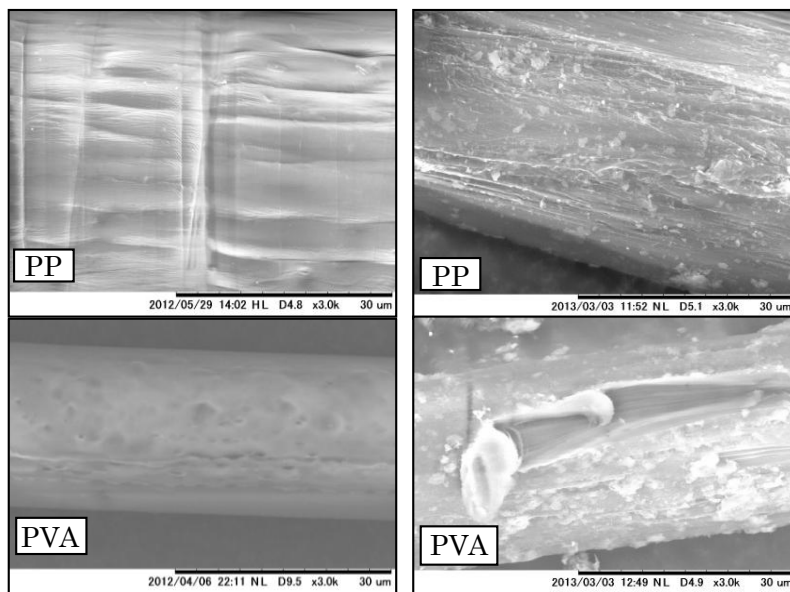


図-3 繊維補強固化処理土の一部



a) 使用前の繊維 b) 破壊供試体から採取した繊維(水洗い後)

図-4 繊維の表面状態の変化