

## 繊維補強固化処理土の曲げ破壊

香川高等専門学校 学生会員 ○裏山 昌平 正会員 小竹 望  
香川高等専門学校 非会員 松原 圭佑 非会員 藤本 晃英

### 1. はじめに

繊維補強固化処理土は、通常の固化改良に加えて繊維補強を施すことによって土質材料に乏しい靱性を与えてその高性能化を図った土質材料である<sup>1)</sup>。土と固化材と繊維から構成される複合材料であることから配合によって脆性や靱性といった材料特性を制御することが可能である。本研究では、1)土質材料による差異、2)繊維量、3)曲げ供試体の寸法、4)載荷法が繊維補強固化処理土の曲げ強度特性に与える影響から曲げ破壊の特徴を検討した。

### 2. 実験方法

本研究で使用した土質材料の物理特性を表-1 に示す。土質材料は、a)笠岡粘土、b)8号硅砂40%とカオリン60%の混合土、c)8号硅砂80%とカオリン20%の混合土、d)カオリン100%の4種類を使用した。また、固化材として普通ポルトランドセメントを、繊維材料として径26 $\mu$ m、長さ20mmのPVA繊維を使用した。

配合は、土質材料4種に対して、固化材添加量をC=50,100,150kg/m<sup>3</sup>の3通り、繊維を混合する繊維補強固化処理土(体積比v=0.25,0.5,1.0%)と繊維を混合しない固化処理土(v=0%)の4通りの計32ケースについて一軸圧縮試験と曲げ試験を行った<sup>1)</sup>。

曲げ試験では、寸法H40mm×B40mm×L160mmの角柱供試体を用いて、供試体のスパン長 $\ell$ 100mmの中央点に速度0.4mm/minで載荷する3点載荷法を標準とした。4点載荷は、支点から1/4 $\ell$ (25mm)の2点に速度0.4mm/minで載荷した。また、寸法H100mm×B100mm×L400mmの大型供試体を用いて4点載荷で曲げ試験を実施した。(写真-1)

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 圧縮特性

土質材料a~dを用いて固化材C=100kg/m<sup>3</sup>を混合した繊維補強固化処理土(v=1%)と固化処理土(v=0%)について一軸圧縮試験結果を図-1に示す。繊維混合により、初期剛性の変化は小さいが一軸圧縮強さは若干増加し、固化処理土の脆性が改良されてピーク後も応力を保持することが土質材料a~dについて確認できた。

#### 3.2 曲げ特性

土質材料a~dを用いて固化材量C=100kg/m<sup>3</sup>を混合した繊維補強固化処理土(v=1%)と固化処理土(v=0%)について、曲げ試験の結果を図-2に示す。繊維混合により、曲げ強度が大きく増加し、ピーク時のたわみ量は増加した。また、固化処理土の脆性が改良されてピーク後も応力を保持することが土質材料a~dについて確認できた。

#### 3.3 繊維量による影響

繊維量をv=0%,0.25%,0.5%,1.0%と変化させた供試体の曲げ試験結果を図-3に示す。ここでは土質材料dを用

表-1 土質材料の物性値

土質材料	粒度(%)			LL (%)	PL (%)	w (%)
	砂	シルト	粘土			
a 笠岡粘土	9.2	63.2	27.6	60	23	120
b 硅砂40% カオリン60%	31.2	27.7	41.1	37.7	NP	76
c 硅砂80% カオリン20%	62.3	24	13.7	-	NP	35
d カオリン100%	0	31.4	68.6	64	-	128



写真-1 大型供試体の曲げ試験

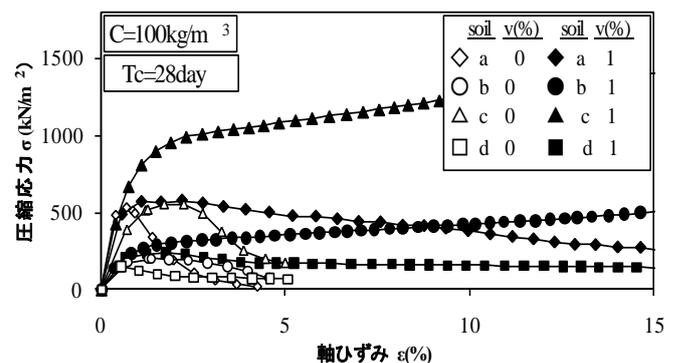


図-1 応力～軸ひずみの関係(一軸圧縮試験)

いて固化材  $C=100\text{kg/m}^3$  とした。図-3 より繊維量の増加に伴い曲げ強度は増加することが認められる。

### 3.4 荷重方法による影響

曲げ試験における3点荷重と4点荷重を比較した結果を図-4 に示す。ここでは土質材料 c を用いて固化材  $C=100\text{kg/m}^3$ 、繊維量  $v=1.0\%$  を混合した供試体を用いた。荷重方法によって曲げ強度は変化しないが、4点荷重の方がピーク時のたわみ量が大きく、ピーク後の応力保持効果が大きくなった。これは、3点荷重ではスパン中央でモーメントが最大になるのに対し、4点荷重は支間長の半分が最大モーメントの区間となり、集中的なひび割れが発生しにくいためと考えられる。

### 3.5 土質材料の差異による影響

一軸圧縮強さ  $q_u$  と曲げ強度  $\sigma_{bmax}$  の関係を図-5 に示す。ここでは、 $q_u$  に対する  $\sigma_{bmax}$  の比 ( $\sigma_{bmax}/q_u$ ) を繊維補強による曲げ強度の増加率として考察する。固化処理土 ( $v=0\%$ ) は  $1/3 \sim 1/2$  の範囲にあり、土質材料による明確な差異は見られない。一方、繊維補強固化処理土 ( $v=1.0\%$ ) では大きく曲げ応力が増大し、土質 a, c, k は  $\sigma_{bmax}/q_u=1 \sim 5/3$  の範囲に、土質 b は  $\sigma_{bmax}/q_u=5/3 \sim 2$  の範囲にある。したがって、繊維補強では土質材料の粒度分布が曲げ強度特性に影響を与えると考えられる。

また、繊維量が 0.25% から 1.0% に増加するに伴って  $\sigma_{bmax}/q_u$  も増加する状況が分かる。(図-5 の破線)

### 3.6 曲げ供試体の影響

大型供試体の強度比  $\sigma_{bmax}/q_u=2/3$  であり、標準供試体の  $\sigma_{bmax}/q_u=1 \sim 5/3$  に対して小さい値を示した。これは、同じ長さの繊維を使用したため、ひび割れ幅が大きくなる大型供試体では繊維の効果が低減したと推定される。

## 4. まとめ

本研究では、繊維補強固化処理土における曲げ破壊について、影響要因を検討した結果、繊維混合により粒度の大きく異なる土質材料用いても同様の靱性向上効果を確認できたが曲げ強度の増加量は土質材料によって差が現れた。

### 参考文献

1) 裏山昌平・小竹望・嘉門雅史：繊維補強固化処理土の粒度分布が曲げ特性に与える影響，土木学会平成 22 年度全国大会講演概要集，III-469, pp.936-937.

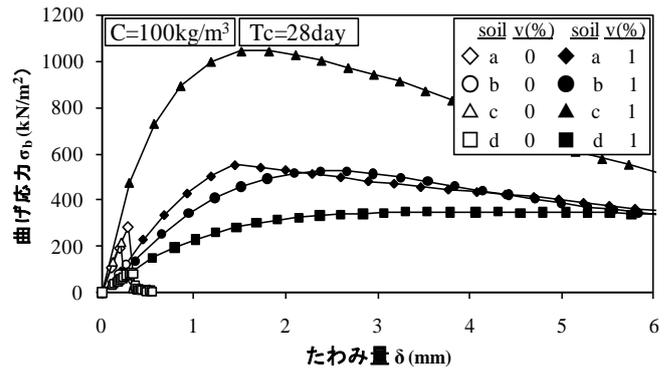


図-2 曲げ応力とたわみ量の関係(曲げ試験結果)

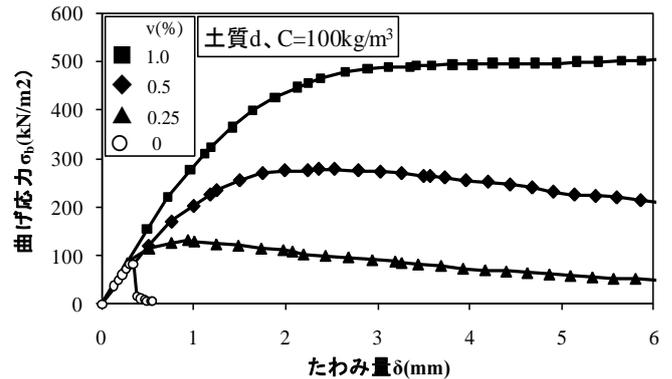


図-3 曲げ応力とたわみ量の関係(繊維量の影響)

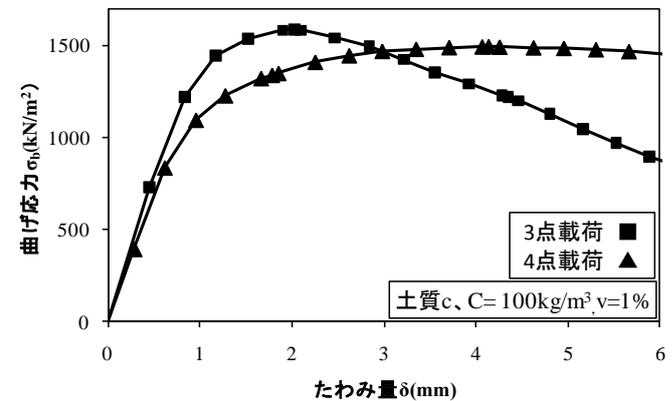


図-4 曲げ応力とたわみ量の関係(荷重方法の影響)

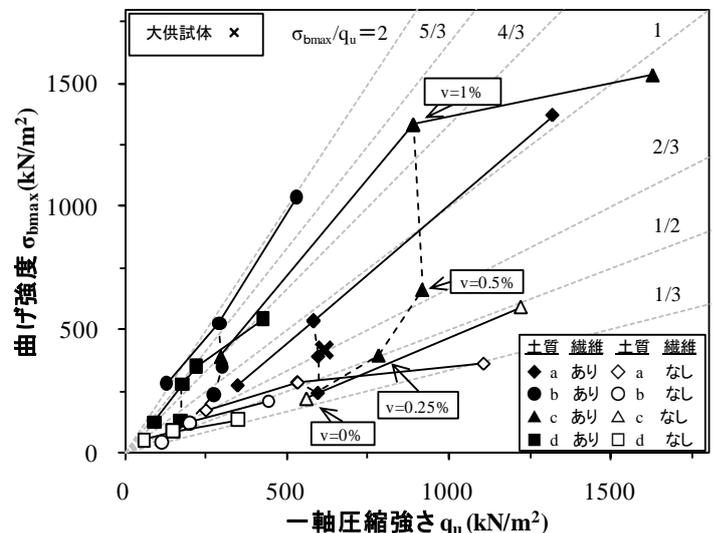


図-5 一軸圧縮強さ  $q_u$  と曲げ強度  $\sigma_{bmax}$  の関係