

短繊維入り気泡混合土の強度特性

独立行政法人 土木研究所 正会員 小林 嘉章
 五洋建設株式会社 正会員 新舎 博
 五洋建設株式会社 正会員 渡邊 雅哉
 太平洋ソイル株式会社 藤井二三夫

1. はじめに

気泡混合土工法¹⁾は、建設工事等において発生する土砂に水を加えた調整土に、セメント等の固化材を混合して流動化させ、さらに気泡を混合して軽量化を図った改良土である。気泡混合土は、天日乾燥を受けると乾燥収縮が生じて、表面より乾燥クラックが入ることにより強度が大きく低下する恐れがある。そこで、本研究では、気泡混合土に短繊維を混合して、短繊維による強度の増加効果、乾燥収縮によるクラック発生の抑制効果について調べたので、その結果について報告する。

尚、本研究は、ハイグレードソイル(HGS)研究コンソーシアム気泡混合土部会において実施した研究結果の一部を報告するものである。

2. 短繊維の選定

短繊維には、ペットボトル・魚網等を利用したりサイクル材料からガラス繊維・ポリエステル・アクリル等の商品化されている材料まで多種多様に取り扱いがなされている。その中から、品質性・軽量性・経済性等を考慮して入手が容易なポリエステル製の有機繊維を当試験に採用した。繊維の長さについては予備試験を行い15mm以上になるとモルタルミキサーの攪拌翼にからまり、混合状態が不均一になることが確認されたため、7.5mmを採用した。実験に用いたポリエステル製短繊維(2種類)の物性を表-1に示す。

表-1 試験に使用した短繊維の物性値

繊維名	密度 g/cm ³	引張強度		引張弾性率		太さ dtex	伸度 %
		cN/dtex	kg/mm ²	cN/dtex	kg/mm ²		
PET	1.39	7.9	112	97	1.375	17	14
PEN	1.36	8.4	116	221	3.065	4.4	8

PET: ポリエステルワラート, PEN: ポリプロピレンワラート cN/dtex=1.133gf/d
 dtex: 糸の長さ10000mに対して、糸の重さ1gを1dtex

短繊維には、ペットボトル・魚網等を利用したりサイクル材料からガラス繊維・ポリエステル・アクリル等の商品化されている材料まで多種多様に取り扱いがなされている。その中から、品質性・軽量性・経済性等を考慮して入手が容易なポリエステル製の有機繊維を当試験に採用した。繊維の長さについては予備試験を行い15mm以上になるとモルタルミキサーの攪拌翼にからまり、混合状態が不均一になることが確認されたため、7.5mmを採用した。実験に用いたポリエステル製短繊維(2種類)の物性を表-1に示す。

3. 実験概要

(1) 供試体作成

本試験では原料土として砂を幾分含む粘性土($\rho_s=2.604\text{g/cm}^3$, $W_L=81.7\%$, $F_s=82.7\%$)を使用した。固化材には高炉セメントB種を使用して添加量を3水準(100, 200, 300kg/m³)とした。短繊維は長さ7.5mmのPET, PENの2種類をそれぞれ処理土当たり0.1kg/m³, 0.3kg/m³, 0.5kg/m³の3水準の添加量とした。また、比較のために短繊維を混合しない供試体も作成した。全ての配合ケースにおいて密度0.6g/cm³になるように気泡混合土を作製した。供試体の作成方法は、まず処理土の流動性を確保するために原料土に加水を行った調整泥土に高炉セメントB種を添加してミキサーにて十分に攪拌してスラリーにした試料を作成する。その後、供試体は、試料に短繊維を添加し、プレフォーム方式により事前発泡させた気泡を混合して作成した。養生は、20℃、湿度60%の恒温恒湿器に入れて行った。

(2) 試験方法

短繊維入り気泡混合土の強度・変形特性を把握するために一軸圧縮試験(JIS A 1216)、曲げ強度試験(JIS A 1106)、引張強度試験(JIS A 1113)、及びCBR試験(JIS A 1221)を行った。試験は、JIS規格で定められた試験方法にて材齢28日で行った。

キーワード：短繊維，気泡混合土，補強土，強度特性

連絡先：〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設株式会社技術研究所 渡邊 雅哉 TEL 0287-39-2116

4. 試験結果

図-1 に示す一軸圧縮試験結果によると一部の結果を除くと繊維を添加することで強度増加の傾向がある。一方、セメント添加量 200 kg/m^3 と 300 kg/m^3 において強度の差が小さい。この理由としては、 200 kg/m^3 のフロー値が 200 mm 程度に対して 300 kg/m^3 は、 170 mm とフロー値が小さいため均一に混練りが行われていない可能性がある。

図-2 の曲げ強度では、PET-200 を除くと、少量でも繊維を混合することで曲げに対する強度が増加する。

図-3 及び図-4 の引張強度及び CBR の結果では、明確な短繊維の効果は見られなかった。

図-5 及び図-6 は、圧縮強度に対する曲げ (f_t) 及び引張 (f_p) 強度比を示した図である。短繊維を混合しない場合で共同研究報告書²⁾によると、 $f_t = 0.5q_u$ (密度 $0.8 \sim 1.1 \text{ g/cm}^3$)、 $f_p = 0.16 q_u$ (密度 1.05 g/cm^3)、これらの報告に対して、今回の短繊維を混合した場合の密度 0.6 g/cm^3 において、 $f_t = 0.5 \sim 2.8q_u$ 、 $f_p = 0.2 \sim 0.8 q_u$ と大きな値が得られ、繊維効果があると考えられる。

5. まとめ

設定密度 0.6 g/cm^3 の気泡混合土に短繊維としてポリエステル製の PET と PEN を混合した供試体を作成して強度・変形特性を把握するために一軸圧縮試験、曲げ試験、引張試験、及び CBR 試験による測定を行った。得られた主な結果を以下にまとめる。

- ・ 短繊維を混合すると曲げに対する強度増加があり、曲げ/圧縮強度比と引張/圧縮強度比に対しても大きな影響を及ぼす。
- ・ セメント添加量及び気泡添加量が増えると混合状態が不均一になり、強度のばらつきが大きくなる。
- ・ 短繊維を混合すると、気泡混合土のフロー値（流動性）が低下するので、セメント添加量 200 kg/m^3 以上と多くする場合は、水の混合量を多くするなどして配合の工夫が必要である。

参考文献

- 1) 発生土利用促進のための改良工法マニュアル：(財)土木研究センター，平成9年12月
- 2) 気泡混合土利用技術マニュアル：混合補強土の技術開発に関する共同研究会，平成9年3月

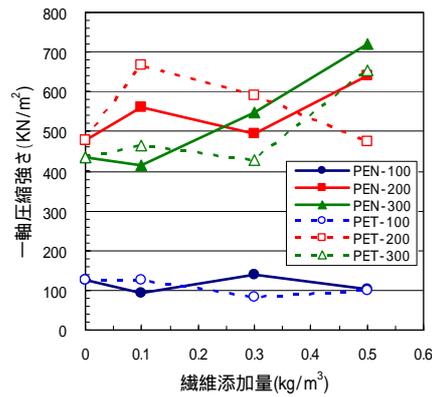


図-1 繊維量と一軸圧縮強さの関係

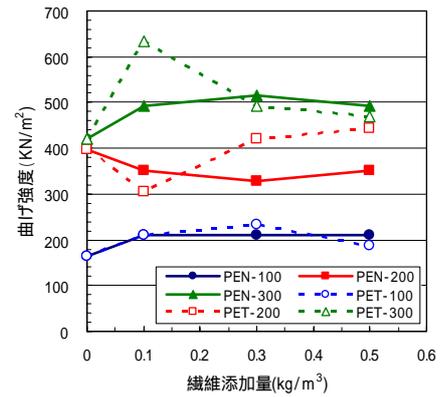


図-2 繊維量と曲げ強度の関係

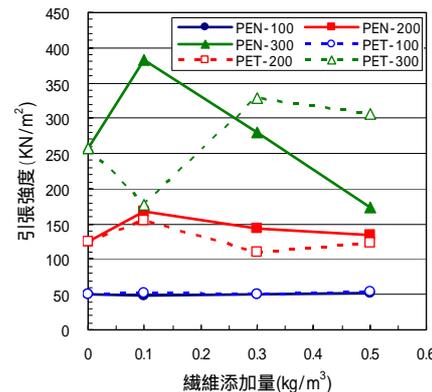


図-3 繊維量と引張強度の関係

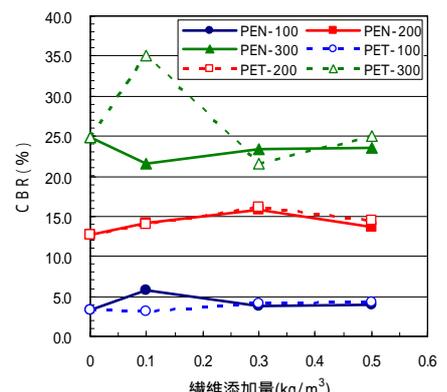


図-4 繊維量とCBRの関係

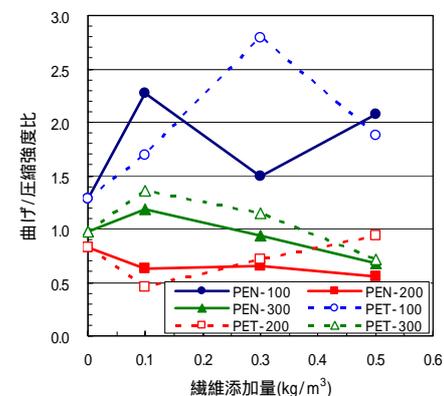


図-5 繊維量と曲げ/圧縮強度比

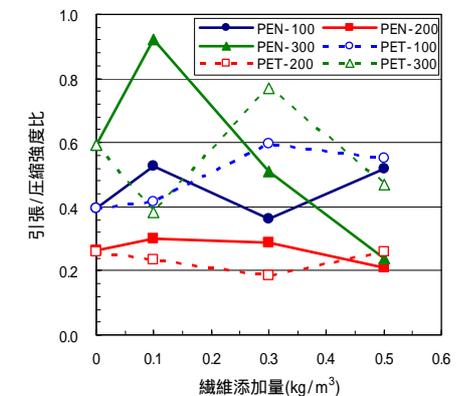


図-6 繊維量と引張/圧縮強度比