

気泡混合軽量土に短繊維を添加した場合の強度特性

○日本大学工学部 学生会員 飯田 大輔
 日本大学工学部 正会員 古河 幸雄
 協和ボーリング 正会員 中田 嘉久

1.はじめに 気泡混合軽量土(以下、気泡土と称す)は、軽量性、流動性、硬化後の自立性などの特徴を有している。しかし、圧縮応力-ひずみの関係における破壊ひずみが小さく、破壊後は著しい強度の低下を伴う脆性的破壊性状を示す。破壊挙動はコンクリートと類似した性状を示すが、強度はコンクリート著しく小さい。

本研究では、破壊後の脆性的破壊性状を延性的破壊性状へ改善することを前提として、短繊維を添加することを試みた。短繊維を添加した気泡混合軽量土の既往の研究成果は少なく、その強度特性や変形特性などについては不明な点も多い。また、短繊維による補強を行うと流動性が低下することも考えられることから、短繊維添加量と短繊維長が及ぼす流動性や強度特性について検討を行った。

2. 使用材料及び実験方法

表-1 は、本研究で用いた原料土、起泡剤、固化剤、短繊維などの材料である。短繊維は PET ボトルのリサイクル品であり、白色を呈している。起泡剤は界面活性系の起泡剤を用い、希釈倍率 20 倍、発泡倍率 25 倍でプレフォーム方式により打設した。配合設計は、日本道路公団「気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法の設計・施工指針」¹⁾に基づき行った。

表-2 は配合設計結果である。実験条件は、砂セメント比 S/C=1,3,5 については目標強度が 500kN/m²、及び S/C=1 については目標強度が 300,1000kN/m² である。これらの S/C、目標強度について、短繊維の添加条件は、3 種類の繊維長 (7.5,15,30mm) に対して、未添加を含む 4 種類の短繊維添加量で行い、これらの組合せは計 60 通りである。打込み時の品質管理試験において、流動性(フロー試験)や軽量性の確認の試験は、JHS A 313「エアモルタル及びエアミルクの試験方法」の「1.2 シリンダー法」,「2. 空気量の測定方法」で行い、この他生比重も測定し設計生比重との一致性を比較した。フロー値は、設計・施工指針で規定されている 180±20mm の確保を目安とし、短繊維気泡土モルタルを混合し、品質管理試験を行った後、φ5cm×H10 cmの型枠に投入し、3 日後に脱型を行い、28 日間恒温養生後、一軸圧縮試験及び割裂引張試験を行った。

3. 実験結果及び考察

図-1 は、目標強度 500kN/m² におけるフロー値の相対値とインデックス値(=繊維添加比×繊維長/繊維径)の関係である。これらの勾配を S/C ごとに平均的傾向で比較すると、S/C=1 が最も緩く、S/C が大きくなるにつれて急になる傾向を示す。短繊維長の影響を S/C ごとに調べると、S/C=1 では 30mm が最も勾配が緩く、7.5,15mm は類似した勾配になっている。S/C=3, 5 の場合では、短繊維長による勾配の変化は

表-1 使用材料

(1)原料土	豊浦砂	
(2)気泡剤	ファインフォーム707(界面活性系)	
(3)固化剤	高炉セメントB種	
(4)短繊維	素材	ポリエチレンテレフタレート
	繊維径	2.2dtex(15μm)
	引張強度	3.5cN/dtex
	伸び	40%
(5)型枠	ソノモールド	

表-2 配合設計

砂セメント比 S/C	目標強度 kN/m ²	湿潤密度 g/cm ³	空気量 %	砂量 kg/m ³	セメント量 kg/m ³	混練水 kg/m ³	泡量 kg/m ³
1	300	0.666	625	216	214	200	260
	500	0.705	600	235	233	212	250
	1000	0.818	545	280	278	237	227
3	500	0.908	530	514	170	202	221
5	500	1.049	470	660	135	213	196

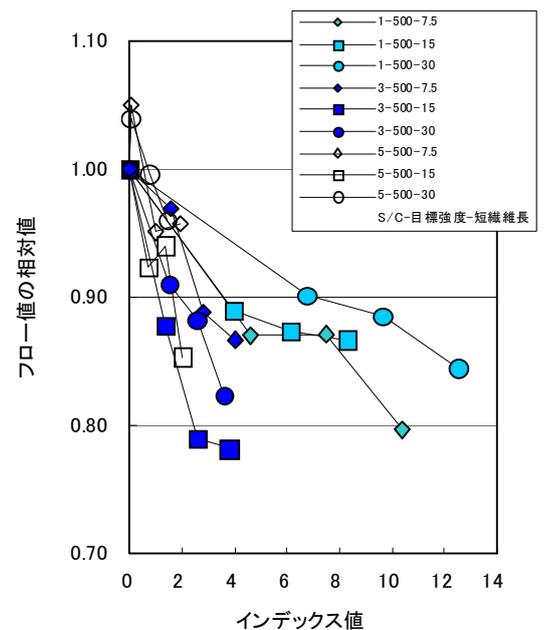


図-1 フロー値の相対値とインデックス値の関係

キーワード: 気泡混合軽量土、短繊維、一軸強さ

連絡先: 〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部土木工学科 TEL&FAX 024-956-8729

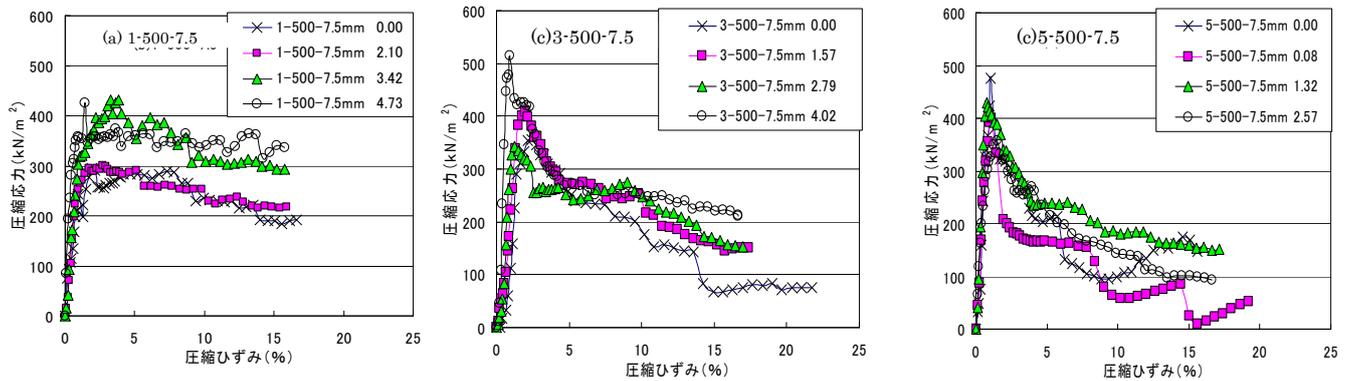


図-2 短繊維を添加した場合の応力-ひずみ曲線

大きくないようである。以上から、短繊維を混合した気泡土モルタルの流動性は、砂セメント比の方が短繊維長よりも影響を受けていると推測される。

図-2は、目標強度 500kN/m^2 、繊維長=7.5mmにおけるS/C、短繊維の添加量の変化に伴う応力-ひずみ曲線の挙動であり、S/Cごとに示した。(a)はS/C=1であり、短繊維を添加すると未添加に比べて短繊維添加量が多

いほど一軸圧縮強さ及び残留強度も増加する傾向にあり、いずれも延性的破壊性状を示している。(b)のS/C=3, (c)のS/C=5においては、(a)のS/C=1と比較すると、破壊後の延性的挙動からピーク強度から急激に強度が減少する脆性的破壊性状を示し、S/Cが大きいほど著しい。これは、短繊維を添加・未添加に関わらず類似傾向であるが、短繊維を添加すると脆性的性状が緩和され、一軸圧縮強さが改善される傾向にある。

図-3は繊維長30mmにおけるインデックス値と10%残留強度比(=10%ひずみ時応力/一軸圧縮強さ)の関係である。S/C=1における目標強度300, 500, 1000 kN/m^2 の増加挙動はなだらかで、300, 500 kN/m^2 の場合は山形を、1000 kN/m^2 の場合は増加傾向を示す。また、S/Cが同じでも、図上での位置は目標強度が大きくなるにつれて下位に位置することがわかる。一方、目標強度500 kN/m^2 におけるS/Cの影響を調べると、S/Cが大きくなるにつれて勾配が大きく、しかも下位に位置している。

図-4は、短繊維長15mmにおける一軸圧縮強さ増加比と割裂圧縮強さ増加比(=添加の一軸圧縮強さ/未添加の一軸圧縮強さ)の関係である。一軸圧縮試験における強度改善効果は、一部を除いて強度改善の効果が見られる。割裂試験における強度改善効果は、ある程度見られるが、未添加のものより小さくなる場合もあり、今後の検討課題としたい。

4.まとめ 気泡混合軽量土に短繊維を添加すると、添加量が多いほどフロー値は低下する。また、S/C、目標強度の条件における短繊維添加の効果の大きさは異なるが、脆性的破壊性状や破壊後の著しい強度低下は若干改善され、一軸圧縮強さ、割裂引張強さ、破壊ひずみにおいても短繊維添加量が多いほど未添加と比較し改善の効果を得られた。また、これらの傾向は、短繊維長による影響は比較的少ないようである。

謝辞：本研究に用いた短繊維は、帝人テクノプロダクツ(株)の朝比奈様ご厚意により提供していただいた。記して深謝の意を表します。

参考文献 日本道路公団：気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法の設計・施工指針, pp.1-58, 1996.

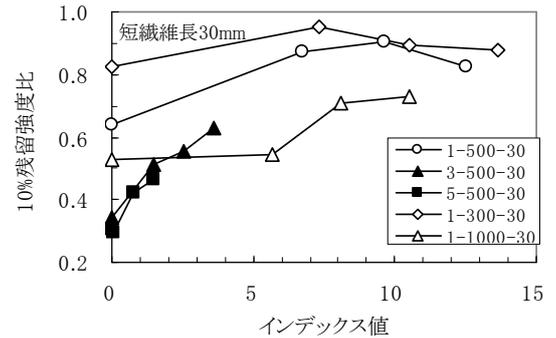


図-3 10%残留強度比とインデックス値

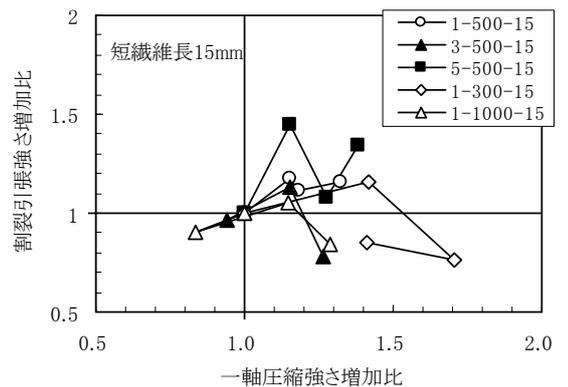


図-4 一軸及び割裂強度増加比