

短繊維添加による気泡混合軽量土の強度特性

日本大学大学院 学生会員 ○藤村 圭佑
 日本大学 正会員 古河 幸雄
 協和ポーリング 正会員 中田 嘉久

1.はじめに

気泡混合軽量土は、軽量性、流動性及び硬化後の自立性などの特徴を有しており、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している。そのため、安定処理土などに用いられる短繊維を添加することにより、強度の改善効果が期待される。しかしながら、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が知られている。本研究では、短繊維を添加した際に減水剤を加えることにより流動性を確保した場合の短繊維添加量と短繊維長が及ぼす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、本研究で用いた材料である。短繊維は PET ボトルのリサイクル品であり、カーボンブラックを混入しているため黒色を呈している。起泡剤は、希釈倍率 20 倍としたものを発泡装置によるプレフォーム方式で、発泡倍率 25 倍とした。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、配合設計結果であり、短繊維の添加条件は、砂セメント比 S/C=1,3,5 の目標強度 500kN/m²、S/C=1 の目標強度 300,1000kN/m² に対して、2種類の繊維長(15,30mm)また、各繊維長に対して未添加を含む 3 種類の添加量で行い、各添加量に対して減水剤添加、未添加で検討し、これらの組み合わせは、計 50 通りである。打ち込み時の品質管理試験は、流動性を確保するためのフロー値(JHS A 313 シリンダー法)、生比重、空気量(質量測定法)の測定で確認し、フロー値は、設計・施工指針で規定されている 180±20 mmの確保を目安とし、減水剤を加えた。その後、手練りにより混合した短繊維気泡土モルタルをφ5cm×H10cmの型枠に投入し、5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強度試験を行った。

3.実験結果及び考察

図-1 は、目標強度 500kN/m²におけるフロー値と短繊維添加量の関係である。図中の減とは、減水剤を加えたものを意味しており、全体的にフロー値は、短繊維添加量が多いほど低下し、各 S/C と目標強度の条件において繊維長 15 mmの方が 30 mmよりもより下位に位置している。また、減水剤を加えることによりフロー値を規定値の範囲内にまで増加させることができている。これらの傾向は他の目標強度でも同様の結果が得られた。

図-2 は、短繊維添加量及び減水剤の有無における応力-ひずみ曲線である。(a)は、短繊維未添加での各条件(S/C, 目標強度)を示したものである。目標強度 500kN/m²の場合、S/C が大きいほどより脆性的破壊性状を示しているため残留強度も小さく、S/C=1 では、目標強度が大きいほど同様の傾向を示している。短繊維を添加した場合の(b)~(f)では、各条件から1つ

表-1 使用材料

| | | |
|-----|---------------------|---------------|
| 原料土 | 豊浦砂 | |
| 起泡剤 | 界面活性剤系(ファインフォーム707) | |
| 固化材 | 高炉セメントB種 | |
| 短繊維 | 素材 | ポリエチレンテレフタレート |
| | 繊維径 | 17dtex(40μm) |
| | 引張り強度 | 3.5cN/dtex |
| | 伸び | 40% |
| 減水剤 | レオビルドSP8N | |

表-2 配合設計

| 砂セメント比 S/C | 目標強度 | 目標密度 | 空気量 | 砂量 | セメント量 | 混練水 | 泡量 |
|---------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | kN/m ² | g/cm ³ | % | kg/m ³ | kg/m ³ | kg/m ³ | kg/m ³ |
| 1 | 300 | 0.656 | 62.5 | 216 | 214 | 200 | 26.0 |
| | 500 | 0.705 | 60.0 | 235 | 233 | 212 | 25.0 |
| | 1000 | 0.819 | 54.5 | 280 | 278 | 238 | 22.7 |
| 3 | 500 | 0.909 | 53.0 | 514 | 170 | 203 | 22.1 |
| | 500 | 1.050 | 47.0 | 680 | 135 | 216 | 19.6 |

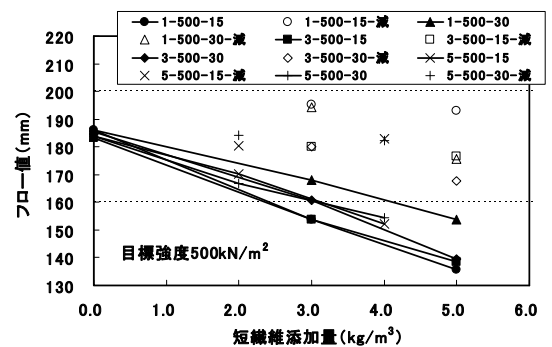


図-1 フロー値と短繊維添加量



写真-1 供試体破壊状況

の繊維長における各短繊維添加量と減水剤添加率をパラメータとして示したものである。(b)の1-500では、繊維未添加と比較し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し、延性的破壊性状を示している。減水剤を加えた場合も同様である。このときの破壊状況を写真-1に示すと、繊維添加では断片化しないことから延性的破壊性状を示すと判断できる。(c), (d)の3,5-500では、(b)と比較して脆性的破壊性状を示しているが、全体的に一軸圧縮強さ、残留強度が改善される傾向にある。減水剤を加えた場合では、同じ短繊維添加量で減水剤未添加と比較すると、一軸圧縮強さは低下する傾向にあるが、残留強度は同程度の値を示している。(e), (f)の1-300,1000では、短繊維添加により破壊後の強度低下が緩やかになり脆性的破壊性状が改善される。減水剤を加えた場合では、1-300において特に一軸圧縮強さが低下してしまう傾向がある。また、破壊ひずみは、各条件によって異なるが短繊維を添加することにより増加し、減水剤を加えた場合では、更にその値が増加する傾向にある。

図-3は、短繊維長30mmにおける10%残留強度比(=10%ひずみ時応力/一軸圧縮強さ)とインデックス値²⁾(=繊維添加率×繊維長/繊維径)の関係である。各条件においてインデックス値が大きいほど、残留強度比は増加する傾向にあり、減水剤を加えた場合では、より残留強度比が増加する傾向にある。これは繊維長15mmにおいても同様の傾向を示した。

図-4は、短繊維長30mmにおける脆性度(=割裂引張強さ/一軸圧縮強さ)とインデックス値の関係である。短繊維添加量が増加しても脆性度はほぼ一定であり、減水剤を加えることにより、短繊維添加量が同量のものと比較して、全体的に増加する傾向を示している。

4.まとめ

気泡混合軽量土に短繊維を添加し、減水剤を加え流動性を確保した場合には、短繊維未添加と比較して、脆性的破壊性状は改善され、一軸圧縮強さ及び残留強度も増加する。また、同量の短繊維のみを添加したものと比較して、一軸圧縮強さは若干低下してしまうが、残留強度はそれ以上に十分発揮される。繊維長の違いによる影響は、流動性に表れ、強度には反映されにくい。

参考文献

- 1) 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
- 2) 建設省土木研究所:短繊維混合補強土工法利用技術研究マニュアル, 平成9年3月

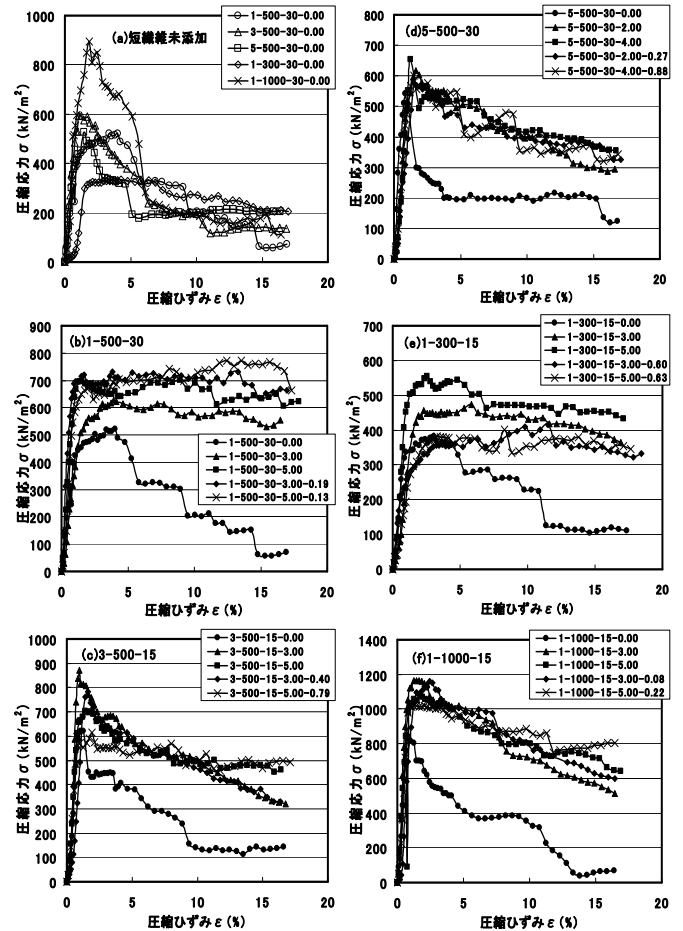


図-2 応力-ひずみ曲線

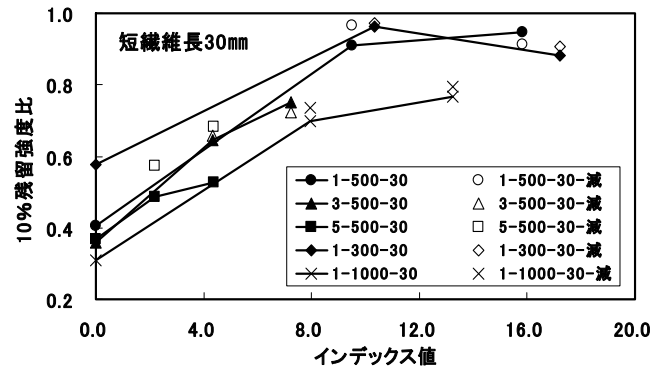


図-3 10%残留強度比とインデックス値

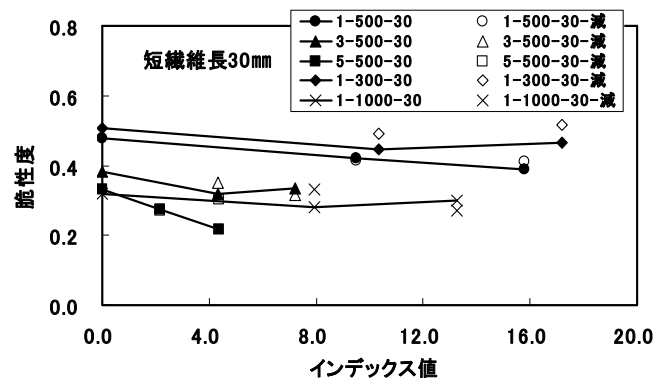


図-4 脆性度とインデックス値