

プラスチック廃材を活用した気泡軽量土の強度および支持力特性

九州大学大学院 学○徳永 仁志 F 落合 英俊 正 安福 規之 正 大嶺 聖

1.はじめに

軟弱地盤上で盛土や表層改良を行う場合、所定の支持力を確保し、沈下を軽減するために様々な軽量地盤材料が用いられている。気泡混合軽量土もその一つであるが、建設発生土を有効利用できる一方で、脆性的な材料であるため、地盤材料として使用するにはこのような強度特性を改善することが望まれる。一方、廃棄物の問題は年々深刻になっており、その処理方法および

リサイクル法の確立が急務となっている。そこで廃棄物の中でプラスチック廃材に着目し、これを細長く裁断したものを補強材として使用することを考える。本研究では、様々な補強材を混合した気泡軽量土を軟弱地盤の表層改良に適用することを想定し、気泡軽量土の引張強度特性を考慮した変形解析を行うことで、補強材の補強効果がどのように発揮されるかを明らかにする。

2.プラスチック廃材を混合した気泡軽量土の強度特性

気泡軽量土はポアソン比がゼロに近い材料であるため、ジオグリッドなど引張ひずみに伴う張力の発生によって補強効果を発揮するものはその適用が困難となることが考えられる。そこで様々な補強材を混合した気泡軽量土の強度特性を明らかにするために、表-1 に示す実験条件の下で一軸圧縮試験および曲げ試験を行った。なおプラスチック廃材は細長く裁断したものを体積率で 4%混合し、ジオグリッドは曲げ試験の場合、引張側に一枚敷設し実験を行った。

(a)圧縮特性 図-1 には供試体作製時のばらつきを考慮し、圧縮応力 q をせん断初期のピーク強度 q_f で正規化した q/q_f と軸ひずみ ϵ の関係 (供試体密度 $\rho_t=0.8Mg/m^3$) を示す。この結果より、プラスチック廃材を混合することで気泡軽量土が粘り強くなっているのが分かる。次に、図-2 に供試体密度と最大圧縮強度 q_u の関係を、図-3 に供試体密度と残留強度 q_r の関係を示す。ここで残留強度 q_r は、軸ひずみ 5%での応力と定義している。図-2 より、最大圧縮強度は同一の密度では混合材料に依存しないことが分かる。一方、図-3 より残留強度はプラスチック廃材を混合することで改善されており、供試体密度が大きくなるにつれてその効果は大きくなっている。

(b)引張強度特性 気泡軽量土を軟弱地盤の表層改良に用いた場合、改良地盤は荷重によって発生した曲げ引張力を受け、降伏に至ることが考えられる。このことより、プラスチック廃材を混合した気泡軽量土の引張強度特性を検討するため、表-1 に示す実験条件の下で曲げ引張試験を行った。図-4 には曲げ引張応力とたわみの関係を示し

表-1 各試験の試験条件

母材の配合条件	試料土	カオリン粘土、六号砕砂 (乾燥質量比=7:3)		
	添加材	早強ポルトランドセメント 400kg/m ³		
試験方法	試験方法	一軸圧縮試験	曲げ試験	
	混合材料	短片状-プラスチック片	48×3×0.4mm 4%	48×3×0.4mm 4%
		ひも状-ナイロン糸	40mm 4%	40mm 4%
シート状-ジオグリッド	100×100mm 4枚	100×400mm 1枚		
供試体の目標密度	0.80、1.00g/cm ³			
養生条件	湿潤養生、20、7日間			
供試体寸法	100×100×200mm	100×100×400mm		

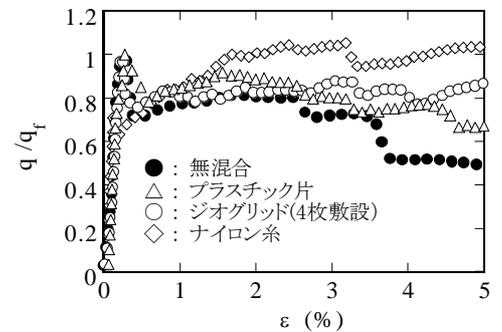


図-1 一軸圧縮試験結果 ($\rho_t=0.80Mg/m^3$)

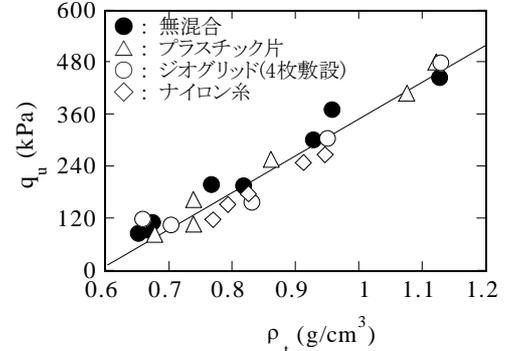


図-2 供試体密度と最大圧縮強度の関係

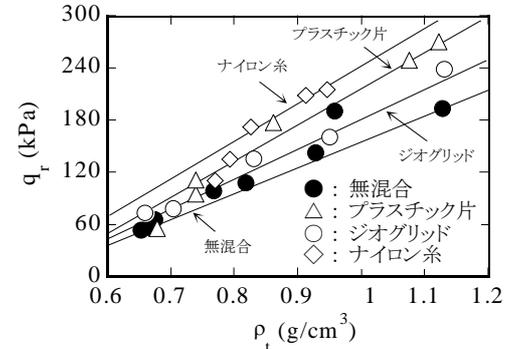


図-3 供試体密度と残留強度の関係

キーワード：廃棄物、プラスチック廃材、気泡軽量土、表層改良地盤、変形解析

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 電話 092-642-3286 FAX.092-642-3285

ている。これより、ジオグリッドを敷設しても脆性的な挙動は改善されていないことが分かる。これに対してプラスチック片を混合した場合、曲げ強度は増加し、脆性的な挙動も改善されるのが分かる。次に、図-5 に供試体密度と曲げ強度 σ_{by} の関係を示す。これより、供試体密度と曲げ強度は線形の関係を示し、いずれの補強材を混合した場合も、曲げ強度が改善されていることが分かる。特にナイロン糸を混合した場合に、改良効果が顕著に現れており、曲げ引張力に対して有効な補強材と言える。

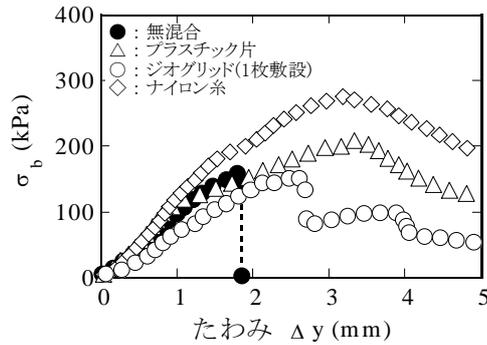


図-4 曲げ試験結果

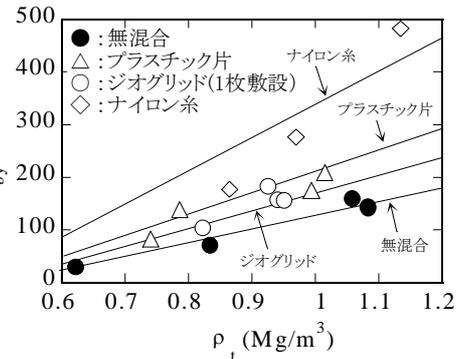


図-5 供試体の密度と曲げ強度の関係

3.表層改良地盤の変形解析
 (1)解析方法 表層改良地盤の一つの例として層厚 1.0m、幅 4.5m の改良地盤を想定し、平面ひずみ条件で有限要素解析を行った。解析に当たっては、実験より明らかになった引張強度特性を考慮して、降伏する要素の応力-ひずみ関係を図-6 のようにモデル化した。ここで TYPE-A は気泡軽量土の、TYPE-B はプラスチック廃材を混合したものの応力-ひずみ関係である。また解析における破壊基準については、モール・クーロンの破壊基準を基に、図-7 に示す破壊包絡線を想定した。降伏は要素単位で考え、その要素に働く最大引張応力は曲げ引張強度 σ_{by} まで、最大せん断応力は非排水せん断強度 $c_u(=q_u/2)$ までとした。解析では、 q_u と σ_{by} から求めた強度定数 ϕ_{ub} 、 c_{ub} を用いた。なお、解析で用いた材料定数の値は、表-2 に示す通りである。

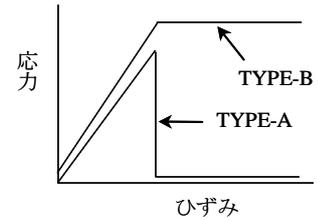


図-6 要素の応力-ひずみ関係モデル

(2)解析結果 図-7 に上記の解析結果を示している。ここで、載荷応力-沈下量曲線における線形関係の限界点を弾性限界点と呼び、この点を降伏点と考えることとする。このことから分かるように、補強材を混合しない場合は、脆性的な挙動を示し、表層改良地盤の支持力も小さくなった。またジオグリッドを敷設した場合は、引張力に対して補強効果があるため、地盤の支持力は改善されるものの、改良土の特性により脆性的な挙動を示しているのが分かる。一方、プラスチック片を混合した場合は、補強材であるプラスチック片が改良土中にランダムに混合されているため粘り強くなっており、表層改良地盤の支持力も改善されているのが分かる。

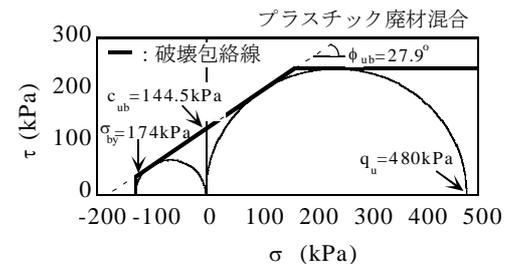


図-7 想定した破壊包絡線

表-2 解析に用いた材料定数の値

	改良地盤		未改良地盤
	M=0%	M=4%	
プラスチック片混合率	1.5	7.0	-
幅寸法 (m)	1.0	1.8	-
層厚 (m)	1.0	1.8	-
変形係数 E (kPa)	148000	160000	100
ポアソン比	0.1	0.2	0.3
せん断剛性係数 G (kPa)	67273	66667	65
ϕ_{ub} (°)	30.8	27.9	45
c_{ub} (kPa)	126.0	144.5	1000
一軸圧縮強度 q_u (kPa)	444	480	-
曲げ引張強度 σ_{by} (kPa)	143	174	-

4.まとめ

- 1) 一軸圧縮試験および曲げ試験より、プラスチック廃材を混合することで、残留強度および曲げ強度は増加し、粘り強い材料へと改善される。
- 2) 変形解析より、プラスチック廃材混合軽量土を表層改良に適用した場合、脆性的な挙動は改善され、粘り強い性質を示す。

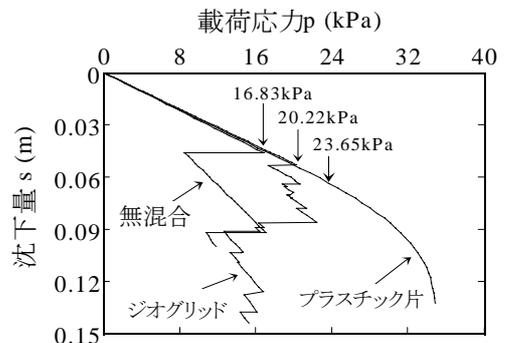


図-8 解析より得られた載荷応力と沈下量の関係