

III-520 気泡混合土の開発

日本国土開発(株) 技術研究所 正会員 黒山 英伸
星野 昭平

1. はじめに

従来より気泡ミルクや気泡モルタルなどがシールドの裏込めや埋設管の埋め戻しに利用され、その流動性、軽量性、ブリージングが少ない、などの特性が認められている。最近では、土砂に固化材と気泡を混合し、軽量盛土を作成することも行われはじめています。軽量盛土は超軟弱地盤上への盛土として有効であり、今後ニーズは拡大するものと思われる。ここでは、現場発生土の有効利用という観点から、臨海地域でのJSG地盤改良工によるスラリー状の発生土を使用し、気泡混合土を作成するために行った室内配合試験の結果について報告する。

2. 実験

気泡混合補強土においては、目的の単位体積重量や固化強度を得るために気泡の安定性は、重要な要因となる。そこで実験は、安定な気泡を得る起泡材の選定と目的の物性を得るための配合試験を行った。

(1) 起泡材の選定

起泡材の選定にあたり、JSGによる発生土(以下JSGスライムと呼ぶ)300mlに高炉セメントB種30gを加えて混合したのち気泡180mlを加えて再び混合し、その生比重を測定した。試験に用いたJSGスライムの

表-1 起泡材の配合

配合番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
水 (ml)	400 (海水)								400	
天然水溶性高分子 (g)	0	0	0	0	0	0	2	4	2	
起泡剤	合成界面活性剤 (ml)	4			8			4	4	4
	動物蛋白系活性剤 (ml)		4			8				
	動物蛋白系活性剤 (ml)			4			8			

組成は海成粘土であり、含水比188%、比重1.24であった。起泡材の配合については、現在一般に使用されている動物蛋白系のもものと合成界面活性剤系の起泡剤について、また、気泡を安定にするために水溶性高分子を添加し増粘することも検討した。さらに水は、臨海地域であることを考慮して海水を使用し、比較として清水を一ケース加えた。試験を行った起泡材の配合を表-1に示す。気泡は起泡材を小型発泡装置でおおよそ10倍に発泡させて得た。

(2) 配合試験

セメント使用量と気泡の混合量によって、単位体積重量と一軸圧縮強度がどのように変化するかを調べる目的で配合試験を行った。供試体の作成方法は次のとおりである。容量2ℓのプラスチック製ボウルに1860g(1.5ℓ)のスライムを入れた後、セメントを加え家庭用ハンドミキサで30秒攪拌する。発泡倍率が10倍になるように調整した発泡装置で気泡を作り、所定量の気泡をボウルに計り取る。再びハンドミキサで20秒攪拌する。これをアクリル製モールド(φ5cm,高さ12.5cm)に詰め、上部をラップで覆い20℃の恒温槽で養生した。気泡混合土の配合と起泡材の配合を表-2と表-3に示す。

表-2 気泡混合土の配合

JSGスライム (kg)	1240 (=1m ³)
セメント(高炉B) (kg)	0, 60, 80, 100
気泡 (ℓ)	0, 100, 200, 300

表-3 起泡材の配合

海水 (mℓ)	1000
天然水溶性高分子 (mℓ)	20
合成界面活性剤 (g)	5

3. 結果および考察

(1) 起泡沫材の選定

各起泡沫材による生比重の測定結果を表-4に示す。

表-4 生比重の測定結果

配合番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
生比重	1.19	1.28	1.21	1.09	1.16	1.14	1.16	1.19	1.08

海水を使用して作成した起泡沫材は、清水で作成した場合よりも気泡の安定性が悪い。合成界面活性剤は、動物蛋白系と比較し安定性が良い。また、水溶性高分子を加えるよりも、起泡沫剤の量を増やす方が気泡の安定には効果的であった。これまで清水を使って起泡沫材を作り、砂質土を対象とした場合、どの起泡沫材配合でも十分な気泡安定性があり、水溶性高分子を加えたものは特に良かった。このように、海水を使用した場合に気泡の安定性が悪いのは、海水中の多価陽イオンと起泡沫剤が結合し、起泡沫力、気泡の安定性が落ちていることによると考えられる。したがって、起泡沫力を維持するには清水のときよりも多量の起泡沫剤が必要になる。

(2) 配合試験

配合試験の結果を図-1と図-2に示す。気泡を混合しない場合の試料はブリージングをおこし単位体積重量は1.3kgf/cm²を越えている。しかしながら、気泡を混合した各試料はブリージングが見られず、単位体積重量は元のJSGスライムに加えた気泡の量から算出される単位体積重量より若干高い値となっている。

気泡混合土は、ある範囲で任意の強度と単位体積重量を設定することができる。しかしながら、気泡を混合すると、単位体積重量が小さくなるとともに強度も小さくなるので、小さな単位体積重量で高強度を必要とする場合、セメントが多量に必要となり経済的に不利となる。

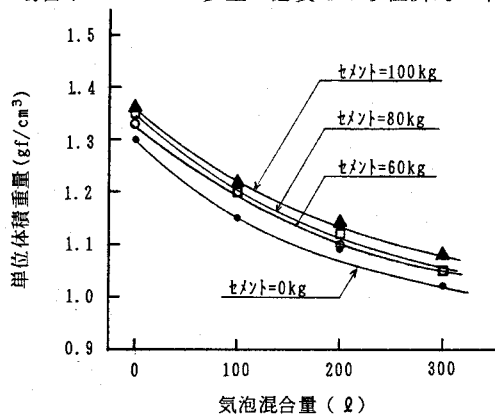


図-1 気泡混合量と単位体積重量の関係

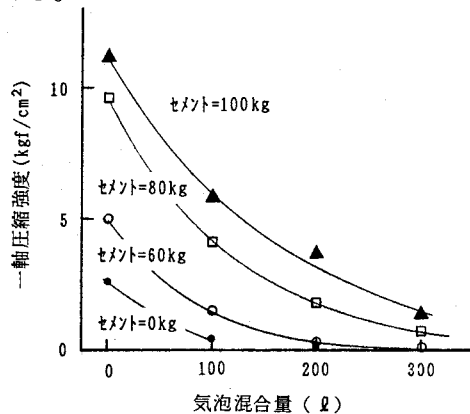


図-2 気泡混合量と一軸圧縮強度の関係

4. まとめ

今回の試験から以下のことが分かった。

- ①対象土や起泡沫剤溶解水の種類によっては気泡の安定性が悪く、起泡沫材配合についても確認試験が必要である。
- ②海水を使用する場合、通常よりも多めの起泡沫剤が必要である。
- ③今回試験を行った起泡沫剤の中では、合成界面活性剤が比較的良好な発泡性、気泡安定性を示した。
- ④気泡の混合により、ブリージングはほとんど無くなる。
- ⑤ここで使用した起泡沫材配合では、固化するまでの間に破泡による体積の減少はほとんど無い。
- ⑥一般に産業廃棄物として扱われるJSGスライムでも、物性的には気泡混合土として利用できる。
- ⑦ある範囲で任意の強度と単位体積重量を設定することができる。