

気泡混合処理土の配合条件の検討

熊本大学工学部 学生員 ○ 原田 篤子

熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳

熊本大学工学部 正会員 北園 芳人

1. はじめに

近年、軟弱地盤の改良に伴い、気泡混合処理土を用いた軽量安定処理工法が注目されている。これは、建設発生土を母材とし、軽量材（気泡）と固化材を混合したものである。この気泡混合処理土は具体的な配合条件がまだ確立されていない。そこで、施工性と安定性よりセメントミルクの配合条件を選定し、気泡混合処理土の配合条件を実験的に検討した。

2. 対象土と実験方法

対象土には熊本港航路浚渫土と有明粘土を使用した。表-1に各試料の物理特性を示す。軽量材には気泡（界面活性系気泡剤）を使用し、固化材には高炉セメントB種を使用した。気泡の密度は 0.05 t/m^3 （発泡倍率 20 倍）である。また、発泡剤の希釈倍率を変えて経済性を評価した。

表-1 物理特性

	土粒子密度	液性限界	塑性限界	塑性指数	粒度構成					
	ρ_s (g/cm^3)	W_L (%)	W_p (%)	I_p	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	最大粒径 (mm)	均等係数 U_c	曲率係数 $U_{c'}$
熊本港航路浚渫土	2.614	80.3	45.7	34.6	12	48.7	39.0	2.0	65.6	0.7
有明粘土	2.531	120.8	51.1	69.7	3.2	30.3	66.5	2.0	37.5	0.4

配合は、対象土 2 種類、セメント添加率（原料土の乾燥質量 S に対するセメント質量 C の比）を 20, 30, 40, 50% の 4 種類、発泡材の希釈倍率を 20, 30 倍の 2 種類、それぞれの組み合わせで 16 種類行った。さらに、比較のため気泡なしの配合でも実験を行い合計 32 種類の配合条件で供試体を作製した。養生日数は 7 日で、その後 JIS A 1216 に従って一軸圧縮試験を行った¹⁾。なお、温度による影響を少なくするため供試体作製時は室温を 20°C に保った。

3. 配合試験

実験供試体は、7 日一軸圧縮強度が 300kPa 以上²⁾、作製時の湿潤密度が 1.1t/m^3 を目標とした。

気泡セメントミルクの配合は施工性と安定性の両面よりフロー値 $180 \pm 5\text{mm}$ を満たすことを条件とし、水セメント比（セメント質量 C に対する水の質量 W の比）を決定した³⁾。また、せん断力による消泡の抑制と、混合性をよくするために、対象土の初期含水比は液性指数が 2~2.5、かつペーセン断試験 0.1kPa 以下となる条件のもとで決定した。よって、熊本港航路浚渫土は 130%、有明粘土は 200% とした。さらに、消泡率を 50% と考慮して設計時の湿潤密度は 0.9t/m^3 とした。

4. 実験結果

3 2 種類の配合の組み合わせで作製した。

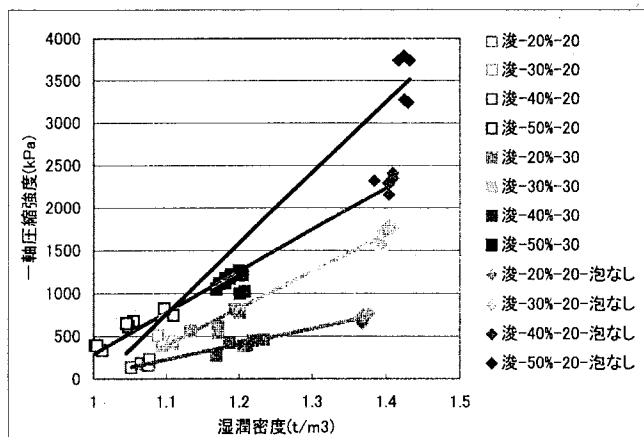


図-1 湿潤密度と一軸圧縮強度

供試体について一軸圧縮試験を行った。凡例の表示の方法は「対象土名・セメント添加率・希釈倍率」としてある。なお、泡なしの配合は表示の最後に「泡なし」としてある。

i) 因子効果

予備実験において直行配列による分散分析を行った。目的変数は一軸圧縮強度、因子は、セメント添加率、発泡剤の希釈倍率、石炭灰の添加の有無とし 2 水準で行った。その結果、一軸圧縮強度に与える因子の影響はセメント添加率が有意とわかった。

ii) 湿潤密度と一軸圧縮強度の関係

図-1,図-2 中の近似直線はセメント添加率が高くなるほど上にきていることから、一軸圧縮強度はセメント添加率の影響が大きいことがわかる。このことから i) を確認できた。また、発泡剤の希釈倍率が 20 倍のものでは湿潤密度の目標値をほぼ達成している。しかし、希釈倍率が 30 倍の配合ではすべて 1.1t/m^3 以上となった。これは、20 倍希釈にくらべて、30 倍希釈の気泡のほうが消泡しやすかったためと考えられる。そのため、圧密が生じ強度増加がおこっていることがわかる。また、一軸圧縮強度は発泡剤の希釈倍率が 20 倍のとき、セメント添加率 20%では目標値の 300kPa に達しないことがわかった。

iii) 消泡率 4)

表-2 より、消泡率は 30 倍希釈より 20 倍希釈の方が低くなった。今回使用した界面活性系発泡剤は、20 倍希釈の消泡率が 44.8%とすると、30 倍希釈の消泡率が 63.8%以下のとき、30 倍希釈の方が経済的とわかってる。30 倍希釈の消泡率は 65.8%となったため、20 倍希釈の配合の方が経済性は高い結果となった。

表-2 消泡率

		浚-20%	浚-30%	浚-40%	浚-50%	有-20%	有-30%	有-40%	有-50%	平均
消泡率	20 倍希釈	48.7	49.7	23.3	44.9	51.9	48.8	42.5	52.5	44.8
	30 倍希釈	73.9	66.0	64.9	57.4	77.0	69.3	57.4	60.2	65.8

5. まとめ

- ・ 一軸圧縮強度は湿潤密度に対して直線的に増加する
- ・ 一軸圧縮強度に大きく影響を与えるのはセメント添加率である
- ・ 希釈倍率の相違を比較した結果、20 倍希釈の方が経済性は高い

さらに、実験結果から任意の一軸圧縮強度と湿潤密度を満足する配合設計式を検討したい。これにはセメント添加率や、消泡率などが影響すると考えられる。また、本研究は㈱NIPPO、双葉工務店の共同研究によって実施したものであり、㈱NIPPO、双葉工務店に深謝する。

〔参考文献〕

- 1) 地盤工学会：「土質試験・基本と手引き」 pp.150~158 2000
- 2) 社会法人 セメント協会：「セメント系固化材による地盤改良マニュアル」 pp.155 1996
- 3) 田口正輝：「気泡混合土の力学特性に対する圧密養生の影響」 熊本大学卒業論文 2003
- 4) 林泰弘：「気泡セメント改良土の土質特性と設計への応用に関する研究」 pp.33 2001.1

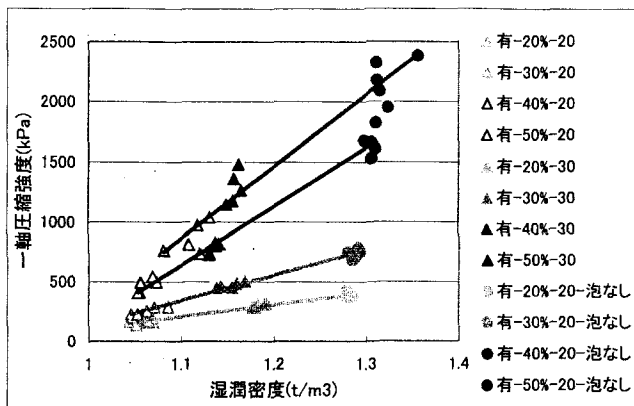


図-2 湿潤密度と一軸圧縮強度