

砂質土にベントナイトを添加した気泡混合処理土の透水係数と空気量の関係

東亜建設工業(株) 正会員 田中洋輔 田口博文
五洋建設(株) 正会員 大久保泰宏 渡邊雅哉

1. はじめに

気泡混合処理土は土圧軽減や耐震性の向上を目的として、護岸の裏込め工、既設地下構造物へ作用する上載圧軽減のための対策工として利用されている。気泡混合処理土の原料土として砂質土を適用するにあたっては、水中打設時の材料分離を防止する目的で、ベントナイト等の粘性土を添加する場合があります、詳細な配合検討が行われている^{1), 2)}。また、ベントナイトの添加により調整泥土の密度を低減させることで、処理土内の空気量を低減する効果も期待できる。空気量が多い場合、気泡の連こうにより透水係数が増加し^{3), 4)}、処理土の長期耐久性に影響を与えることも考えられる。以上の点を考慮し、砂質土にベントナイトを添加して作製した気泡混合処理土の透水特性について検討した。その際、空気量の違いに着目し、既往の研究結果との比較も行った。

2. 実験条件および実験方法

原料土は、細粒分含有率(F_c)の異なる2種類の砂質土($F_c=15\%$ 、 30%)を使用した。ベントナイトは、高品質のNa型ベントナイトを予め水道水により事前膨潤させておいたものを使用した。固化材は高炉セメントB種、軽量化材は起泡剤(蛋白系)を20倍希釈、20倍発泡させたものを使用した。

配合方法を以下に示す。フロー値(方法はJIS A 313)を45cm、密度を 1.052g/cm^3 に調整したベントナイト泥水と含水比を40~50%程度に加水調整した砂質土、および固化材を5分間混合し、その後気泡を加えて3分間混合し、密度、フロー値を確認後に、直径50mm、高さ100mmのモールドに充填して、所定の期間恒温・湿潤養生した。

配合条件を表-1に示す。気泡混合処理土の目標密度を 1.0g/cm^3 、処理土内の空気量を25、30、

35%の3種類、固化材量を70、130、 190kg/m^3 とした。ベントナイトの添加量は空気量によって増減するが、空気量が多いほど、ベントナイト量が減少していることがわかる。

一軸圧縮試験は材齢7日、28日、91日の3材齢で、JIS A 1216の方法に従った。透水試験は材齢28日経過した供試体(空気量30、35%)に関して変水位の三軸透水試験を実施した。背圧は付与せず、拘束圧を 100kN/m^2 とした。動水勾配は5とした。通水時間は1日以上で、通水量が安定した時の透水係数を算定した。

3. 実験結果と考察

(1) 強度特性

図-1に、固化材量と材齢7日、28日、91日の一軸圧縮強さ q_u の関係を示す。固化材量の増加および材齢の経過に従い、強度増加が確認できる。また図-2、3には、材齢28日と7日の強度比(q_{u28}/q_{u7})、材齢91日と28日の強度比(q_{u91}/q_{u28})をそれぞれ示す。 q_{u28}/q_{u7} の強度比は3~4程度であり、通常の浚渫粘土を原料土とした場合の1.5~2倍と比べてはるかに大きい。これは配合時に、ベントナイト粒子とセメント粒子が凝集し、セメントの水和反応が遅れている影響と考えられる。また q_{u91}/q_{u28} の強度比は1.3~1.8であり、長期強度に対する強度の伸びが大きく、長期材齢に対する強度発現が期待できると考えられる。

表-1 気泡混合処理土の配合表(1m³あたりの配合)

No.	目標密度 g/cm ³	原料土		ベントナイト		固化材 kg	空気量 %	
		F _c %	乾燥土 kg	水 kg	粉体 kg			水 kg
1	1.0	15	280	108	42	485	70	25
2			214	83	45	515	130	
3			147	57	48	545	190	
4			370	143	32	369	70	30
5			304	117	35	398	130	
6			237	92	37	428	190	
7		460	178	22	252	70	35	
8		393	152	25	282	130		
9		327	126	27	311	190		
10		285	149	39	444	70	25	
11		218	114	42	483	130		
12		150	79	46	522	190		
13		375	196	28	316	70	30	
14		307	161	31	355	130		
15		240	126	34	394	190		
16		464	243	16	188	70	35	
17		397	208	20	227	130		
18		330	173	23	266	190		

キーワード 気泡混合処理土、砂質土、ベントナイト、透水特性

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業(株)技術研究開発センター TEL 045-584-2896

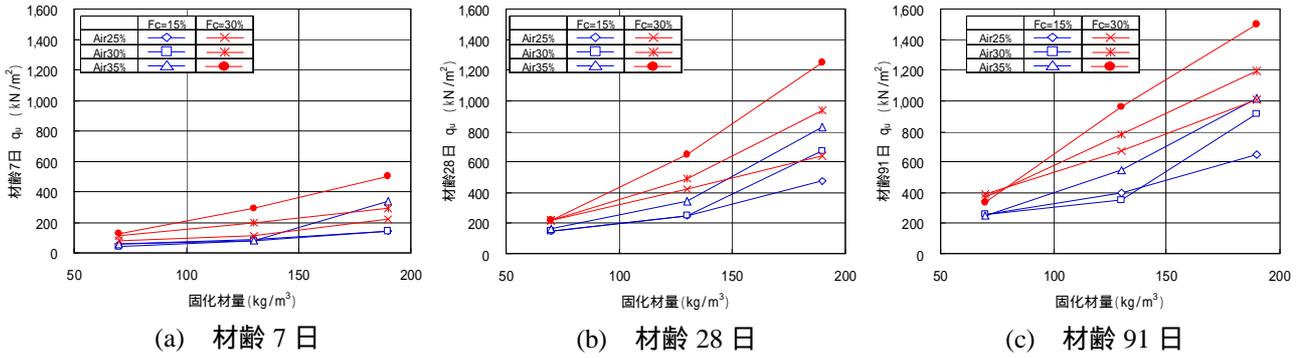


図-1 一軸圧縮強さ q_u と固化材量の関係

(2) 透水特性

材齢 28 日の気泡混合処理土の固化材量と透水係数の関係を図-4 に示す。固化材量の増加に従い、透水係数が低下する傾向があり、透水係数の値は $10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/sec 程度となった。また空気量との関係を既往の研究結果^{3), 4)}と併せて図-5 に示す。既往の研究では、空気量が 30~40% 付近で透水係数が急激に増加しているが、今回の結果はそのような傾向は確認できず、既往の研究結果よりも小さい結果となった。これは、処理土内の母材の影響であると考えられる。既往の研究結果³⁾では、30~40% 付近で気泡の連こうにより水みちが出来ることによる透水係数の増加を懸念しているが、母材が異なれば、空気量 35% でも十分に低い透水性を確保できるものと考えられる。

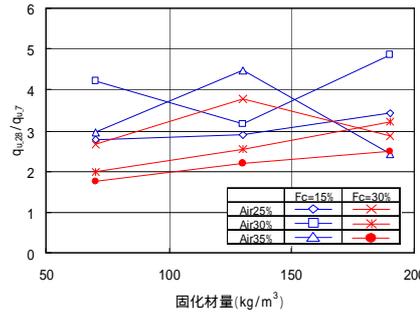


図-2 q_{u28}/q_{u7}

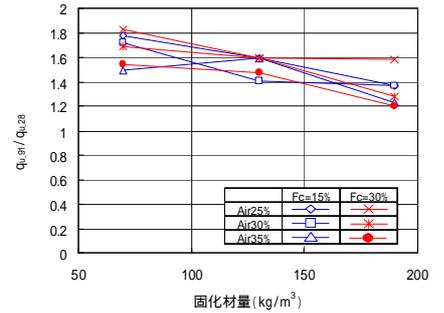


図-3 q_{u91}/q_{u28}

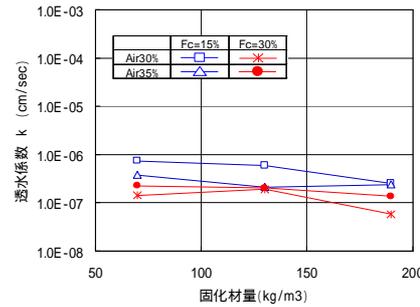


図-4 透水係数と固化材量の関係

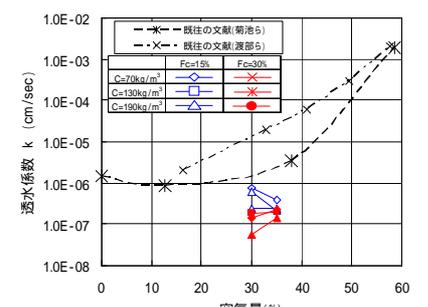


図-5 透水係数と空気量の関係

4. 試験結果から得られた配合

以上の結果より、材齢 28 日の室内配合強度を 440kN/m^2 とした場合に必要な固化材量とベントナイト添加量を求めた。その結果を表-2 に示す。空気量が多く、かつ細粒分が多いほど固化材量およびベントナイト添加量を低減できることがわかる。

5. まとめ

本報告では、砂質土を原料土として、ベントナイトを添加した気泡混合処理土の強度特性、透水特性について検討した。その結果、空気量が 35% 程度でも、 10^{-6} cm/sec 以下の低い透水性を確保できることが確認できた。また、空気量が多いほど、固化材量およびベントナイト添加量が低減できる可能性があることが確認できた。

参考文献

- 1) 渡部ら：ベントナイトを用いた砂質土系気泡混合処理土の配合設計、第 41 回地盤工学研究発表会、pp819-820、2006 . 2) 渡部ら：気泡混合処理土のベントナイトを用いた砂質土系気泡混合処理土の配合設計、土木学会第 61 回年次学術講演会、第 1 部門、pp725-726、2006 . 3) 菊池ら：気泡量の異なる気泡混合処理土の透水特性評価、第 50 回地盤工学シンポジウム論文集、pp97-104、2005 . 4) 渡部ら：気泡混合処理土の透水特性と微視的構造、第 40 回地盤工学研究発表会、pp831-832、2005 .

表-2 目標強度 440kN/m^2 の配合 (1m^3 あたり)

原料土	空気量	固化材量	ベントナイト(粉体)
	%	kg	kg
Fc=15%	25%	140	51
	30%	140	35
	35%	110	24
Fc=30%	25%	80	39
	30%	80	28
	35%	80	17