

含水比や気泡量の異なる気泡混合処理土のサクシジョンの計測

熊本大学大学院 学生会員 ○橋本 大路

東亜建設工業(株)

正会員

永留 健

熊本大学大学院 正会員 大谷 順

1. はじめに

気泡混合処理土は浚渫土などの建設発生土に気泡と固化材を混ぜて作製される。気泡を混合することから一般的な改良土と比べ自重が軽量であるため、軟弱地盤上の盛土材や擁壁の裏込め材などに利用されている。港湾工事では、気泡混合処理土を水面下で使用する事が多く、長期間経過後に気泡の一部が水に置き換わり、密度が増加することが懸念されている¹⁾。図-1 は気泡混合処理土内における気泡と水の置換現象の一例である(図の明るくなっている領域が置換した箇所である)。この現象の一つの原因として気泡混合処理土自身が吸水していることが考えられる。そこで本研究では、マイクロテンシオメーターを用いて気泡混合処理土内におけるサクシジョンを計測した。ここで、対象とした試料は粘土含水比や気泡混合量の異なる気泡混合処理土である。

2. 対象試料および実験方法

本研究で対象とした固化処理土と気泡混合処理土の母材は、東京湾で浚渫された粘土である。母材の物理特性を表-1 に示す。固化材には高炉セメントB種を用いた。また、起泡剤にはタンパク系のものを用いた。固化処理土は、浚渫粘土に海水を混ぜたのちに固化材を加え、ミキサーで5分間練り混ぜて作製した。作製した配合の試料 1m³あたりの配合表を表-2 に示す。ここでは、セメント水比は一定として変化させず、土の含水比を 223, 278 および 363%の3種類とした。気泡混合処理土は、3種類の固化処理土

表-1 母材の物理特性

土粒子密度 (g/cm ³)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	粒度組成 (%)			
			礫	砂	シルト	粘土
2.66	103.8	33.6	0.0	4.4	36.2	59.4

表-2 1m³あたりの配合表

	試料A		試料B		試料C	
	質量 (kg)	体積 (L)	質量 (kg)	体積 (L)	質量 (kg)	体積 (L)
乾燥土	384	144	317	199	250	94
海水	857	836	882	861	907	885
セメント	60	20	62	20	64	21
粘土含水比 (%)	223		278		363	
セメント水比 C/W	0.07		0.07		0.07	

サクシジョンの計測には、マイクロテンシオメーター（サンケイ理科社製）を用いた。図-2(a)に概略図を示す。先端部のセラミック製ポーラスカップ(φ6.3mm×L15mm)はステンレス製の導管と結合されており導管の長さは135mmである。圧力センサーの測定範囲は-100~100kPa、使用可能温度範囲は-10~80℃である。プラスチックモールドに詰めたまの養生後の試料に対し、テンシオメーターの先端部と同じ直径の穴をボール盤により深さ5cmまであけ、テンシオメーターを挿入することで計測を行った。計測は室温20℃の恒温室内で行い、また供試体全体をビニール袋で覆うことで供試体の乾燥を防止した(図-2(b))。

3. 実験結果

図-3 はサクシジョンの計測時間とサクシジョンの関係を2つのケ

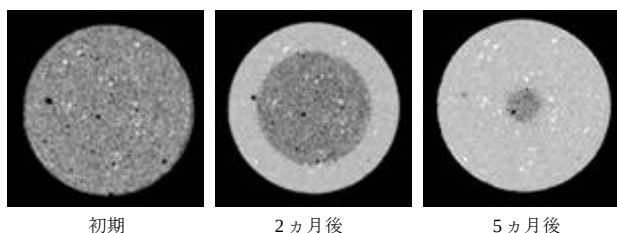
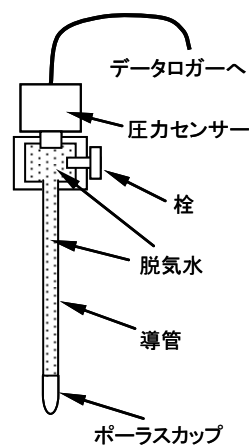


図-1 水浸実験 CT 画像



(a) 概略図



(b) 計測状況

図-2 テンシオメーター

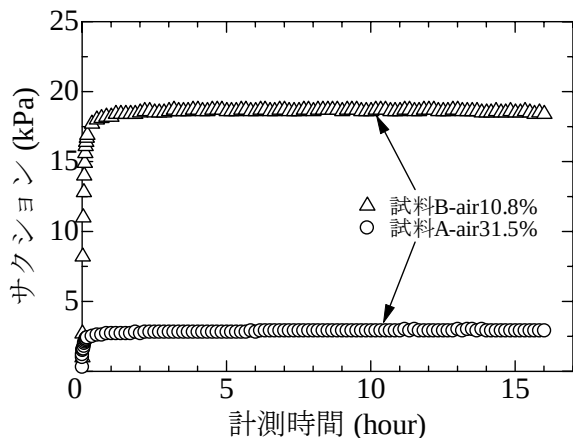


図-3 計測時間とサクシヨンの関係

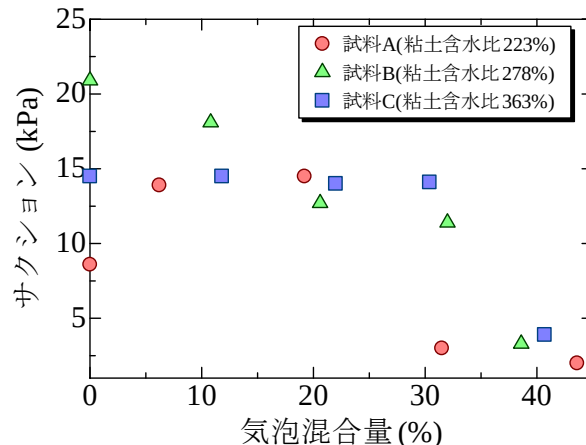


図-4 気泡混合量とサクシヨンの関係

ースで代表して示している。図より、サクシヨンは計測開始から 2 時間後にはほぼ一定となっており、このときの値を各供試体のサクシヨン値とした。図-4 に、各試料のサクシヨン値と気泡混合量の関係を示す。ここで、各供試体の気泡混合量は供試体の実測密度と配合表から計算した値である。図より、試料 A は、気泡混合量 0%では約 9kPa, 6.2%, 19.2%, 31.5%では約 15kPa, また 43.6%では試料 A の中で最も低く約 2kPa であった。試料 B は、0%の約 21kPa を最大値として 32.0%の約 11kPa まで、気泡量の増加に伴いゆるやかにサクシヨンが低下しているが、38.6%では約 3kPa と大幅に低下した。試料 C は、気泡混合量が 0~30.4%までは、いずれも約 15kPa だが、40.7%では約 4kPa となった。

以上により今回の計測においては、固化処理土と気泡混合処理土の全ての試料にサクシヨンが存在することが確認された。各試料とも粘土含水比が液性限界の 2 倍以上という高含水状態であるにもかかわらずサクシヨンが存在した原因としては、固化材であるセメントの水和反応により水分が消費され、試料の飽和度が低下していることなどが考えられる。

すべての試料において気泡混合量が 0%のケースでも 10kPa 程度以上のサクシヨンが計測された。また、気泡混合量が一定以上になると、サクシヨンが 5kPa 以下と他の配合に比べて低い値をとっていた。気泡混合量が多くなるとサクシヨン値が著しく低下する原因としては、気泡の連亘が考えられる。通常、気泡混合処理土内の気泡は互いに接触することなく独立して存在しているが、気泡混合量が多くなると気泡同士の連続的な接触により連亘が発生する可能性があるためである。図-5 に、試料 A, B, C における気泡混合量 30%の供試体の水平断面 CT 画像を示す。ここで、CT 画像は明るいほど密度が高く、暗いほど密度が低いことをあらわしている²⁾。図-4 より、気泡混合量約 30%の供試体においては試料 A が低いサクシヨン値をとっているが、図-5 を見ると試料 B, C に比べ、試料 A の供試体は材料が不均質であり、水みちが出来やすい状況にあると言える。図-6 は、図-5 に示す供試体を約 1 ヶ月水浸させた後の CT 画像を示す。図より、試料 B, C は供試体外周から同心円状に密度が増加しているのに対し、試料 A では供試体内部に部分的に密度が増加していることがわかった。このことは、気泡の連亘による水みちが存在していることを示している。

4. まとめ

本研究では、含水比の異なる調整粘土に気泡混合量を変化させて作製した気泡混合処理土のサクシヨンの計測を行った。その結果、固化処理土と気泡混合処理土にサクシヨンが発生することが明らかとなった。また、気泡混合量が多くなるとサクシヨンが低下する結果となり、原因として気泡が連なっていることが考えられる。

【参考文献】1)大谷順, 椋木俊文, 永留健, 菊池喜昭, 佐藤孝夫: X 線 CT 法を用いた気泡混合処理土の浸透・乾燥現象の解明, 土木学会論文集, No.701/III-58, pp.293-302(2002). 2)椋木俊文: 地盤工学における X 線 CT 法の適用に関する研究, 博士論文, 熊本大学, 2001.