

## 異なる養生条件での気泡混合処理土のサクシオン計測

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ことが多く、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<sup>1)</sup>。図-1は、気泡混合処理土内における気泡と水の置換現象をX線CTスキャナで観察した一例である<sup>2)</sup>。これは、供試体を長期間水中で養生しており、水は供試体表面のみ接触している条件で、側面から明るく広がっている領域が気泡と水が置換した箇所である。著者らは、この現象の原因の一つとして気泡混合処理土内部に圧力(以下、サクシオン)が働いている可能性について着目している。

本研究は、気泡混合処理土の吸水特性を詳細に検討するため、マイクロテンシオメーターを用いて気泡混合処理土試料のサクシオンを計測した。ここで、対象とした試料は含水比や気泡混合量の異なる配合の気泡混合処理土(気泡混合率0%の固化処理土を含む)で、養生条件を気中養生と水中養生の2種類とした。

### 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分間練り混ぜ作製した。このとき、浚渫粘土の含水比を2種類(w=278, 363%)、セメント添加量をセメント水比で0.07とした。作製した固化処理土の試料1m<sup>3</sup>あたりの配合表を表-2に示す。気泡混合処理土は、2種類の固化処理土に、体積混合率で0, 10, 20, 30および40%の割合で気泡を加え、3分間手練により混合した計10種類(固化処理土も含む)の配合で作製した。これらの試料を直径50mm、高さ100mmのプラスチックモールドに詰め、モールド上面をラップで覆った後に、室温20°C、湿度95%以上の養生容器に入れ28日間以上養生した。

サクシオンの計測は、マイクロテンシオメーター(サンケイ理科社製)を用いて行なった。図-2(a)に概略図を示す。先端部のセラミック製ポラスカップ(φ6.3mm×L15mm)はステンレス

表-1 母材の物理特性

土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	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 1m<sup>3</sup>あたりの配合表

	試料A		試料B	
	質量 (kg)	体積 (L)	質量 (kg)	体積 (L)
乾燥土	317	119	250	94
海水	882	861	907	885
セメント	62	20	64	21
粘土含水比(%)	278		363	
セメント水比C/W	0.07		0.07	

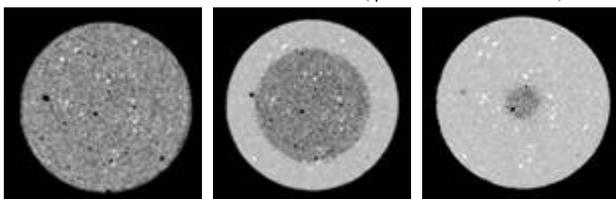
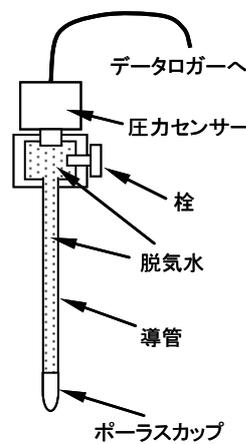


図-1 水浸実験 CT 画像



(a) 概略図



(b) 計測状況

図-2 テンシオメーター

キーワード 軽量土, サクシオン, テンシオメーター

連絡先 〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学大学院 自然科学研究科 地盤工学研究室 TEL096-342-3535

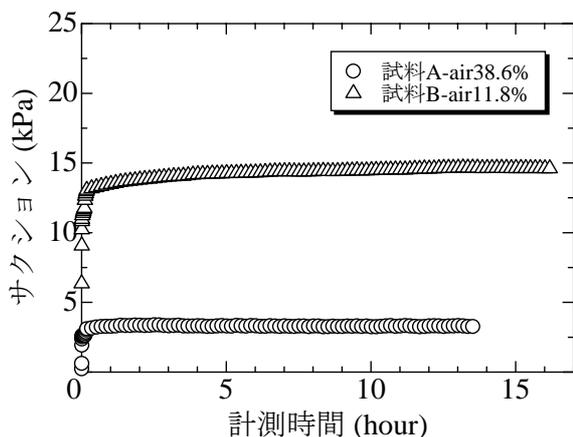


図-3 計測時間とサクシヨンの関係

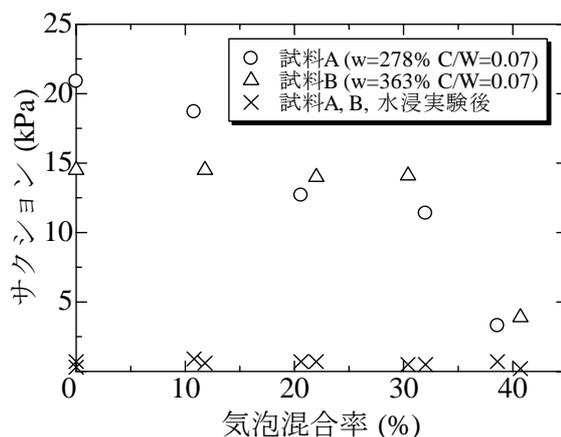


図-4 気泡混合率とサクシヨンの関係

製の導管と結合されており導管の長さは 135mm である。各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サクシヨンを計測した。計測は室温 20℃の恒温室内で行い、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))。

対象とした試料は各配合とも気中養生したものと水中養生したものであるが、水中養生の試料は 28 日間気中養生したものを蒸留水の張ったバケツの中でむきだしのまま長期養生した後に調査した。ここで、水中養生の供試体は X 線 CT スキャナで気泡と水が置換しているのを確認した後に供試体内のサクシヨンを計測した。

### 3. 実験結果および考察

図-3 は計測時間とサクシヨンとの関係を 2つのケ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後ほぼ一定になっており、このときの値を各供試体の代表値とした。図-4 に、各試料の気泡混合率とサクシヨンとの関係を示す。ここで、各供試体の気泡混合率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 のサクシヨンは固化処理土(気泡混合率 0%)の 20.9kPa を最大値として 32.0%の 11.4kPa まで、気泡混合率の増加にともないゆるやかにサクシヨンが低下しているが、混合率 38.6%では 3.3kPa と大幅に低下した。試料 B については気泡混合率とサクシヨンとの間に明確な傾向は見られないが、混合率 40.7%については 3.9kPa と他の試料と比べて低かった。また、水中養生した試料 A, B のサクシヨンは気泡混合率に関係なく 1.3kPa 以下とほぼゼロに近かった。

今回の計測において、固化処理土と気泡混合処理土のすべての試料にサクシヨンが存在することが確認された。これらの結果から、気泡混合処理土で計測されたサクシヨンは骨格部で働いていた可能性が高いものと思われる。各試料とも粘土含水比が液性限界の 2.5 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、骨格部が不飽和状態になっている可能性が考えられる。気泡混合率が高い試料 (38.6%, 40.7%) については他の試料と比べ低くなっており、気泡量が多く、気泡同士が連亘しているためであると思われる。また、水中養生したケースでは全ての供試体でサクシヨンはほぼゼロに近く、吸水過程時に失われたものと思われる。

### 4. まとめ

本研究では、気泡混合処理土の吸水特性を明らかにするためにマイクロテンシオメーターを用いて含水比や気泡混合量の異なる配合の気泡混合処理土のサクシヨンを計測した。その結果、気泡混合処理土の骨格部にはサクシヨンが発生していることが明らかになった。また、同じ配合で水中養生した供試体(気泡と水が置換した状態)では骨格部にサクシヨンがほとんど計測されなかったことから、吸水過程時にサクシヨンが失われることが考えられ、気泡と水の置換現象にサクシヨンが何らかの影響を及ぼしている可能性があると思われる。今後はサクシヨンに関するデータの蓄積を行い、気泡混合処理土の吸水特性を解明していきたい。

【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)永留健, 橋本大路, 大谷順, 菊池喜昭: 異なる配合で作製された気泡混合処理土の吸水特性, 第 8 回地盤改良シンポジウム, pp.277-282, 2008.