

X線 CT 法を用いた混合土中における浸透現象の可視化

熊本大学工学部 学生会員 ○前村 洋作 熊本大学工学部 正会員 大谷 順
熊本大学大学院 学生会員 永留 健 熊本大学大学院 学生会員 椋木 俊文

1. はじめに

今日、軟弱地盤や地耐力不足の地盤では安定処理及び軽量化のために、セメント系固化材または石灰と気泡を改良剤とし、これまで処分していた土などを再利用することが多くなった。このような土は、通常の利用状態では不飽和状態を保っているが、降雨や地下水の浸透により飽和度が変化する。また、気泡混合処理土などは海中で使用され、その浸透現象を可視化することは重要であると考えられる。

本研究ではX線 CT 法を用いて混合土中の浸透現象の可視化とその定量的評価を目的としている。なお、本報では、供試体に気泡混合処理土 (SGM) および粘土・砂、セメント混合処理土を対象としており、これらを総称して混合土と呼ぶ。上記のX線 CT 法については参考文献¹⁾を参照されたい。

2. 供試体および実験の概要

SGM については運輸省港湾技術研究所で作成された室内供試体を用いた。その配合条件を表-1 に示す。寸法は $\phi=50\text{mm}$ 、 $h=100\text{mm}$ である。この供試体を恒温槽の水槽に完全に水浸させ、X線 CT スキャナを用いて供試体の断面の非破壊検査を継続的に行った。

粘土・砂・セメントの混合土は表-2 に示す配合で作製し、 $\phi=75\text{mm}$ 、 $h=23\text{mm}$ の円盤状のモールドに数層に分けて締め固めた。この混合土については、より単純な浸透現象を可視化するために、図-1 に示す新たに作成した実験装置を用いた。供試体は実験前に長時間、水浸させたものを用いた。水槽には医療用造影剤 (ウログラフィン) を入れておき、上盤には透水用の穴からホースをつなげ、トラップを設けた真空ポンプにより吸い上げた。また、浸透現象の経時変化を観察するために、X線 CT スキャナを用いた非破壊検査を継続的に行った。

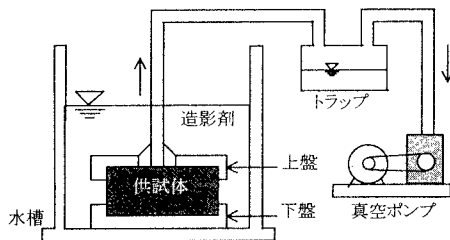


図-1. 実験装置の概要

3. 実験結果および考察

X線 CT 法ではCT値と呼ばれる値が各画素ごとにコンピュータにより算出され、これがX線 CT 画像の画素値として与えられている。CT値は供試体の密度に比例することが知られており、X線 CT 画像では白色が高密度、黒色が低密度の領域を表す。図-2 はSGMの中央断面の画像で表-3は密度の変化を示す。これらより水と接する供試体外部より水が浸透していく様子がわかり、その結果としての密度増加も定量的に評価可能となった。図-3は浸透距離とCT値の関係、また図-4は各断面と空隙率分布の変化を示す。図-3より浸透速度を求めると、1ヶ月後までは $0.10(\text{mm}/\text{日})$ であるが時間の経過とともに浸透速度は減少し、6ヶ月後まででは $0.07(\text{mm}/\text{日})$ 程度であった。供試体の空隙率の変化は初期において約27%であったものが、水浸1ヶ月後には16%まで急激に低下している。これより、初期から数日間においては、毛細管現象による浸透力が大きいことが考えられる。

図-5は粘土・砂・セメント処理土の浸透状況を可視化したものである。Initial時に高密度な領域を示す白い部分がまばらにあるのは、セメントが固まった部分である。6時間後以降からは浸透した領域はほとんど変化がないが、浸透した領域内で明度がより高くなっており密度が増加していることがわかる。これより、水は時間の経過と共に供試体全体に浸透するのではなく、ある限られた領域での水量が増加していくことが明らかとなった。

4. おわりに

X線CT法を用いて混合土の透水現象の可視化を解明することを試みた。今後はこれらの現象と透水係数の関係について研究を進めたい。最後に気泡混合処理土の室内供試体を提供して頂いた、運輸省港湾技術研究所に対し感謝の意を表します。

参考文献
1) 椋木俊文, “X線CT法を用いた土および地盤の破壊メカニズム解明に関する研究” 平成9年度熊本大学大学院修士論文

表-1. SGM1m³あたりの配合条件

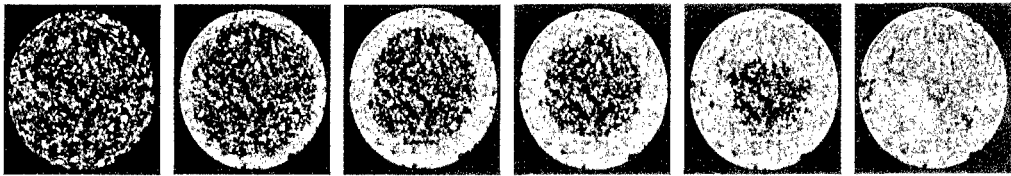
	質量(Kg)	体積(L)
粘土	441.5	163.5
水	574.0	574.0
セメント	75.0	24.6
気泡	9.5	238
合計	1100.0	1000.1

表-2. 粘土・砂・セメント処理土の配合割合

	質量(g)
有明粘土(w=135%)	20
標準砂(w=0%)	180
普通ポルトランドセメント	10
加水量	10

表-3. 湿潤密度の変化

湿潤密度 (t/m ³)	
Initial	1.053
1Month	1.192
2Month	1.227
3Month	1.252
6Month	1.290
9Month	1.297



(a) Initial (b) 1month (c) 2month (d) 3month (g) 6month (h) 9month

図-2. SGMの中央断面画像

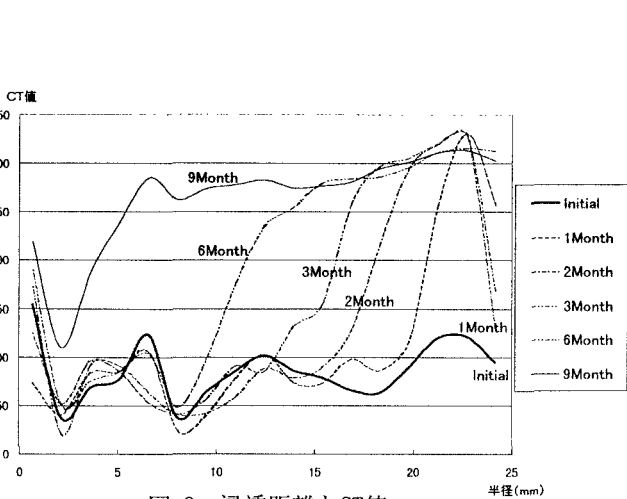


図-3 浸透距離とCT値

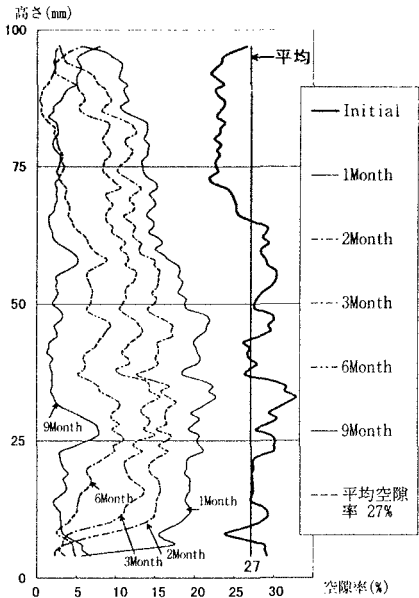
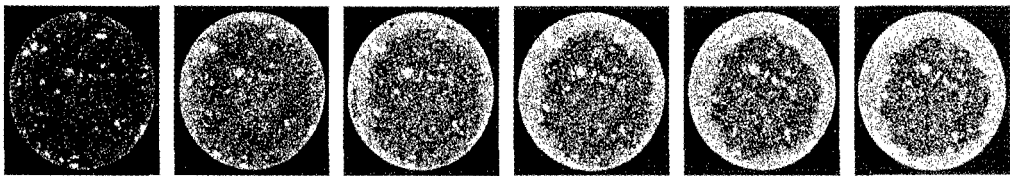


図 - 4 空隙率分布



(a)Initial (b)2Hours (c)4Hours (d)6Hours (e)8Hours (f)10Hours

図-5 粘土・砂セメント処理土の浸透状況