

地盤材料を対象とした X 線 CT データの定量的評価

熊本大学工学部 学生会員○宮元香奈 熊本大学工学部 正会員 大谷 順
熊本大学大学院 学生会員 椋木俊文 熊本大学大学院 学生会員 永留 健

1. はじめに

近年地盤工学の分野においても、医学の分野で発展してきた人体内部を可視化する X 線 CT スキャナを応用することで、地盤などを 3 次元的に評価したり、物性を定量的に評価する研究が現れつつある¹⁾。本報告では、このような現状を鑑み、新地盤材料の 1 つである粘土、水、セメントおよび気泡の混合体である気泡混合処理土を対象として、産業用 X 線 CT スキャナから得られたデータの定量的評価に必要な画像解析手法について考察した。

2. 画像解析手法²⁾

画像解析には、分類・領域分割・エッジ検出・テクスチャ抽出・2 値化処理などの手法がある。今回は 2 値化処理手法を用いて供試体の空隙率分布の評価を行った。この手法は、得られた画像の中から処理の対象を可視化して抽出する場合や、その値を用いて定量的に評価する場合に有効である。この時、背景と対称の 2 値で表現する方法が 2 値化処理であり、その 2 つを分ける値がしきい値である。よって、このしきい値をどのように決めるかという点がその画像の有用性および物性値の定量化に大きく影響することになる。しきい値の決定方法としては、濃度ヒストグラムに基づく方法、エッジ情報を利用する方法、および可変しきい値法などがある。今回は対象地盤の配合条件がわかっていることから、全画像に占める物体の割合が分かっているとき、場所ごとにしきい値を変化させながら決めていく方法である可変しきい値法³⁾を用いて、供試体の空隙率分布の評価を行った。

3. 画像解析結果

対象とした気泡混合処理土は、実際の現場において海水面から深さ 0.9~1.0m(サンプル 1)と 8.8~8.9m(サンプル 2)で打設されたコアサンプルである。この混合土の配合条件を表-1 に示す。この配合条件より、供試体に含まれる空気の体積の割合は 22.5%である。これを基準にして、サンプル 1 の空隙率を上述の 2 値化処理手法を用いて各断面の空隙率を測定し、その全体の平均空隙率が 22.5%に一番近くなる値をしきい値とする。その結果、平均空隙率が 22.3%のときの値をしきい値とした。処理前の原画像とこのしきい値によって 2 値化処理した断面画像をそれぞれのサンプルについて示したものが、図-1 及び図-2 である。また図-3 及び図-4 はそれぞれのサンプルの供試体縦断面図を 2 値化処理した画像である。これらの 2 値化処理した画像については、黒色は空隙をあらわし、白は空隙以外の領域を表している。これらの画像から、サンプル 1 はサンプル 2 よりも空隙が多いことがわかる。このことは、このしきい値を用いて表した図-5 及び図-6 の空隙率分布を見ても明らかである。この原因としては、深さに伴う土被り圧及び水圧により気泡がつぶされてしまったことが考えられる。また、サンプル 1 とサンプル 2 の平均空隙率には 13%ほどの差がある。これはサンプリング後のそれぞれの供試体の平均密度が 1.16g/cm^3 と 1.23g/cm^3 であったことから、空隙率の変化が密度変化に大きく影響したことがわかる。さらに、それぞれの分布をみると、どちらも最小空隙率と最大空隙率の間には 10%ほどの差が生じており、同じばらつきがあることが確かめられる。図-7 及び図-8 は、両供試体を 3 次元的に構成したものであり、(a)は外部を(b)は内部の空隙の分布状況を表している。なお、この 3 次元画像は、空隙形状をより微視的に可視化するために、しきい値を変えて表したことを付す。

以上より、X 線 CT スキャナと画像解析を用いることにより、地盤材料を非破壊で可視化することができることがいえる。また 2 値化処理を用いることにより、供試体の空隙率分布の評価も可能となる。

4. おわりに

今回は、画像処理を施さず、原画像のままで 2 値化処理を用いて空隙率分布の評価を行った。今後は、

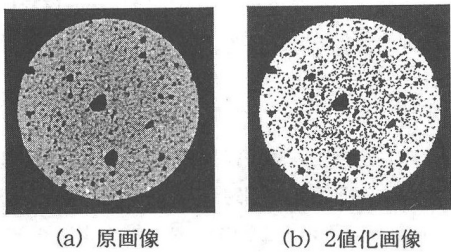
画像処理についても検討し、それを行ったあとに2値化処理を施したり、またその他の画像解析手法についてもその適用性について検討して行きたい。最後に、コアサンプルを提供して頂いた運輸省第四港湾建設局に対し心から謝意を表する。

参考文献

- 1) 例えば、大谷他：X線CTスキャナによる軽量土内部の可視化、平成10年度土木学会西部支部研究発表会、pp. 468-469.
- 2) 高木幹雄、下田陽久：画像解析ハンドブック、財団法人、東京大学出版会；1991.
- 3) 鳥脇純一郎：画像理解のためのデジタル画像処理(I)、pp. 138-139、昭晃堂；1996.

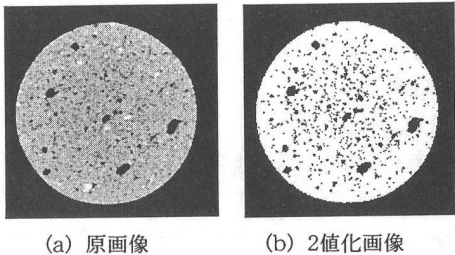
表-1 1m³あたりの配合量計算

	質量(kg)	体積(l)
粘土	367.0	136.0
水	624.0	606.0
セメント	100.0	32.8
気泡	9.3	225.0
合計	1100.3	999.8



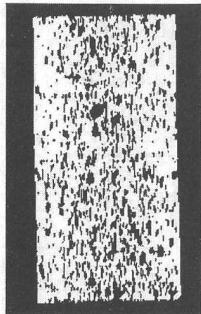
(a) 原画像 (b) 2値化画像

図-1 横断面画像 (深さ0.9~1.0m)

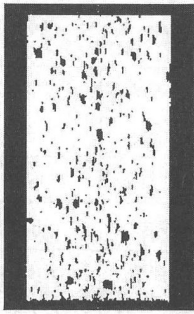


(a) 原画像 (b) 2値化画像

図-2 横断面画像 (深さ8.8~8.9m)



2値化画像
図-3 縦断面
(深さ0.9~1.0m)



2値化画像
図-4 縦断面
(深さ8.8~8.9m)

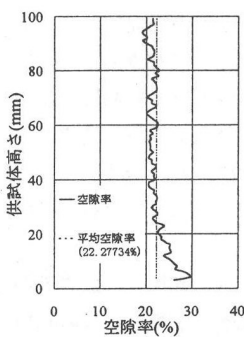


図-5 空隙率分布
(深さ0.9~1.0m)

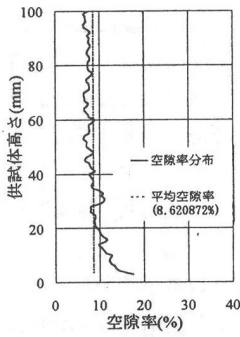
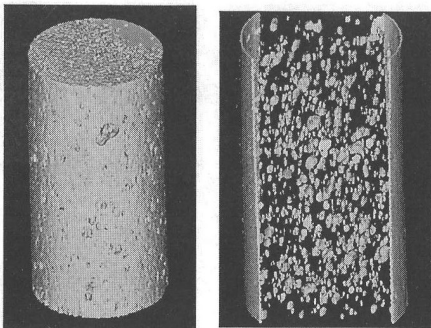
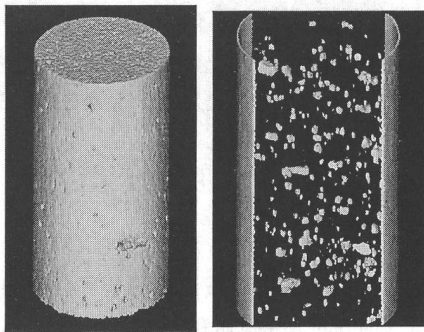


図-6 空隙率分布
(深さ8.8~8.9m)



(a) 外部 (b) 内部
図-7 3次元画像 (深さ0.9~1.0m)



(a) 外部 (b) 内部
図-8 3次元画像 (深さ8.8~8.9m)