

X線CT法を用いた混合土中の透水に関する定量的評価

熊本大学工学部 学生員 ○徳永健介
熊本大学工学部 正員 大谷 順

1. はじめに

近年、良質土が枯渇気味であり、また建設発生土の処分地不足のためセメント系固化剤及び軽量材を添加・混合した人工的な混合土の使用が盛んになっている。特に土中にセメントと気泡が混在する状態での透水現象の把握は、その軽量効果の面において不可欠である。本研究ではX線CT法を用いて混合土中の透水現象の可視化とその定量的評価を目的としている。

2. 実験概要

2.1 実験に用いた供試体

本研究で用いた供試体は気泡混合処理土であるが、国土交通省港湾空港技術研究所から提供された川崎粘土を母材とした原位置コアサンプルの筒先供試体と、その配合条件をもとに作成した室内供試体の2つである。供試体は作成時から乾燥を防ぐためにラップフィルムで覆い20℃の恒温室に保存し、気泡以外は十分な湿潤状態とした。

2.2 実験内容

この実験においては透水現象を可視化するためにX線CT専用透水実験装置を用いた。この装置の概要を説明したものが図・1である。高さ60mm、直径50mmの供試体の側面をゴムスリーブで覆い、片面は蒸留水中に曝し、もう一端はポーラスストーン、キャップをゴムスリーブの上からOリングを用いて設置した。供試体とゴムスリーブとの隙間をなくすためにシリコン系の接着剤を使用した。アクリル樹脂容器内に1気圧及び3気圧の圧力をかけ、円柱内軸方向へ透水させて透水現象の経時変化を可視化するために定期的にX線CT撮影を行なった。

3. 実験結果と考察

3.1 透水現象の可視化

図・2は、筒先供試体に1気圧の圧力で蒸留水を透水させたときの供試体円柱軸方向中央断面の浸透状況を撮影した、原画像とノイズ除去の画像処理を施した局所単純平滑化画像及び図・3に示す平滑化画像のCT値頻度分布の経時変化から決定したしきい値による2値化画像である。2値化を行い求めた白色の領域は水がすでに浸透した領域を、黒い領域は未浸透域をそれぞれ示している。

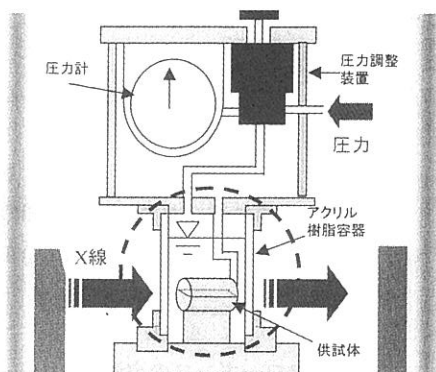
3.2 透水速度の定量的評価

各時間での透水面からの距離と透水率の関係を示したものが図・4である。この図から透水フロントを判断するのは困難なため、各時間での浸透水量を計算した。ここでは任意の時刻 T_i での浸透水量を A_i として $V_i = \{(A_i - A_{i-1}) / (T_i - T_{i-1}) + (A_{i+1} - A_i) / (T_{i+1} - T_i)\} / 100$ から時刻 T_i での透水速度 V_i を求めた。同様の手順で1気圧下及び3気圧下の室内供試体についても透水速度を計算した。その結果を図・5に示す。この結果から各ケースとも透水速度は透水面に近いほど大きく、供試体の中へ進むにつれて小さくなることが分かる。又、ダルシー則から動水勾配が3気圧下では1気圧下の3倍になるため、速度も3倍になるはずであるが透水速度にあまり変化が見られないのは側圧が影響しているためと考えられる。

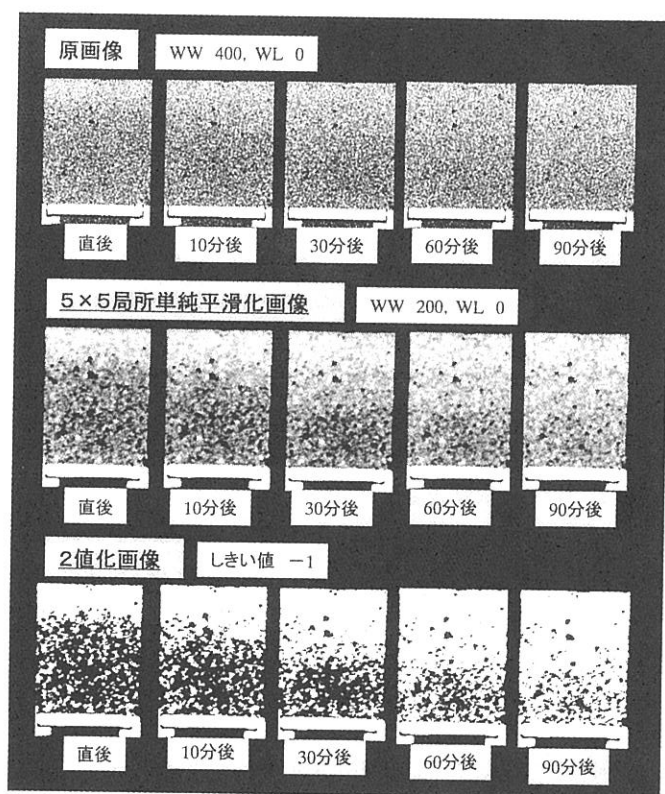
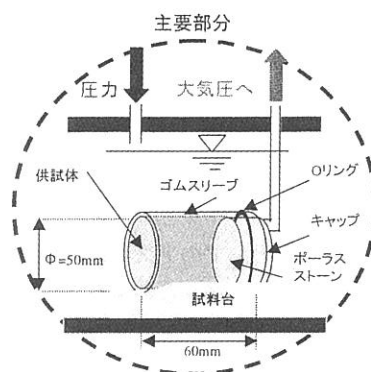
4. 結論

本論文で得られた結論を以下に示す。

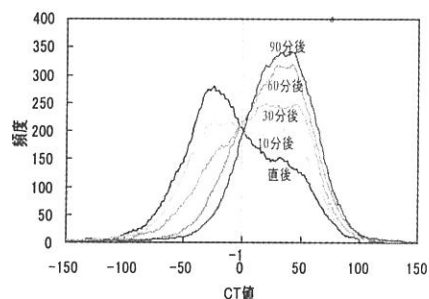
- (1) X線CTスキャナ装置は、透水現象の可視化に有効な手段である。
- (2) 混合土の複雑性のため透水フロントではなく浸透量から透水速度を定量的に評価した。
- (3) 透水速度は浸透が進むにつれて小さくなり、その現象の割合も小さくなる。



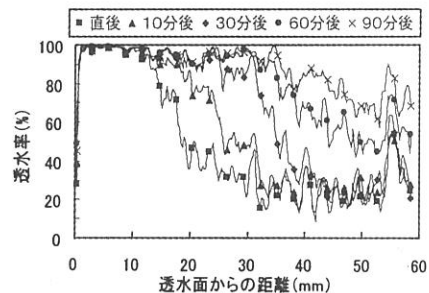
図・1 X線CT専用透水実験装置の概要



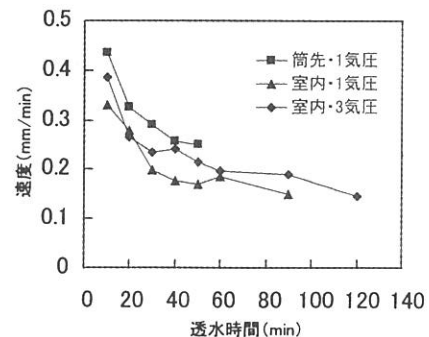
図・2 各画像 (筒先・1気圧)



図・3 平滑化後の頻度分布 (筒先・1気圧)



図・4 透水率分布 (筒先・1気圧)



図・5 各ケースにおける透水速度