

CS-206

X線CT法を用いた気泡混合処理土内部における乾燥過程の把握

熊本大学工学部 正 ○大谷 順
運輸省港湾技術研究所 正 菊池喜昭

熊本大学大学院 学 棟木俊文
熊本大学工学部 正 尾原祐三

1. はじめに

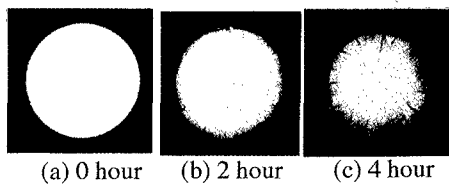
今日、軟弱地盤における対策工法の一つとして、粘土中に気泡や発砲スチロールまたはビーズ等の軽量材を地盤内に混合させて、土の軽量化をはかる工法が注目されている。しかし、これらはいくつかの材料を人工的に混合させたものであり、その内部状況を非破壊で定性的かつ定量的に把握することが大変重要である反面、その例を見ないのが現状である。本研究では、気泡混合処理土(SGM)を対象として、SGM 供試体内部での透水特性を明らかにする目的において、産業用 X 線 CT スキャナー装置を用いて、その飽和供試体を乾燥させる過程での内部の密度変化について考察したものである。

2. X 線 CT 法および試験方法

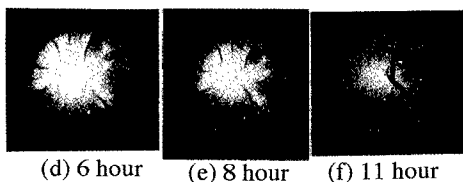
X 線 CT 法は、供試体の全周方向から X 線を照射し、供試体透過前、透過後の X 線強度から物体内の X 線吸収係数をコンピュータを用いて逆解析し、断面画像を再構成する方法である。CT 画像は、CT 値と呼ばれる量によりデジタル画像として得られる。ここでは、SGM 飽和供試体（川崎粘土、セメントおよび気泡の混合土）を炉乾燥させ、定期的に取り出し CT スキャナーを用いて非破壊試験を実施することにより、その乾燥する過程における内部の密度変化について把握することを試みた。また比較検討のために、無気泡混合処理土（粘土・セメント混合土）についても同様の試験を実施した。用いた SGM は運輸省港湾技術研究所において作成されたものであり、その配合条件を Table 1 に示す。

3. 結果と考察

（1）無気泡混合処理土： 供試体の大きさは、高さ 98mm、直径 50mm である。Fig. 1 は、供試体中央付近の断面画像を 2 時間ごとに 11 時間について示したものである。11 時間後を終期にしているのは、供試体が乾燥による崩壊で自立できなくなったためである。この図より、まず初期において、供試体は均一な断面を示していることがわかる。また、時間が経過すると共に外周から均一に黒く変色しており、その密度が徐々に小さくなる乾燥過程を示している。画像は時間が過ぎると、乾燥による亀裂を生じており、最終期に近づくと共に顕著となる。Fig.2 は、局所単純平滑化を行うことにより、この断面画像の密度変化を経過時間と共に示したものである。図の横軸は供試体中心から半径方向への距離を示し、半断面についてこれを示している。



(a) 0 hour (b) 2 hour (c) 4 hour



(d) 6 hour (e) 8 hour (f) 11 hour

Fig.1 乾燥過程における無気泡混合処理土の断面画像の変化

Table 1 配合条件

	Mass(kg)	Volume(l)
Dry soil	441.5	163.5
Water	574.0	574.0
Cement	75.0	24.6
Air form	9.5	238.0
Total	1100.0	1000.1

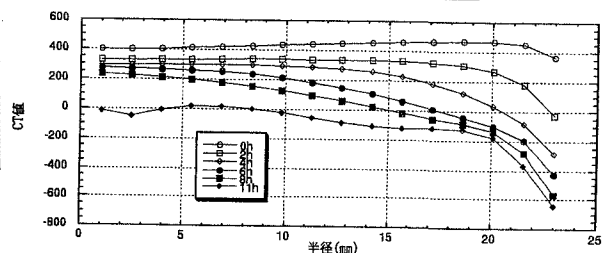


Fig.2 無気泡混合処理供試体の断面中心からの CT 値分布

キーワード：トモグラフィ、画像解析、混合土、乾燥過程、非破壊試験

連絡先（〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科、Phone: 096-342-3531 Fax: 342-3507）

この図より、初期における CT 値分布は水平で滑らかであり、その均質性を示しているが、供試体を乾燥させていくと、供試体周辺では乾燥のために密度が減少し、その程度は経過時間が進むにつれて大きく減少することがわかる。またこの曲線より、その供試体内部の乾燥過程は周辺よりなだらかに起きていることがわかる。

(2) 気泡混合処理土： 供試体の大きさは、高さ 91mm、直径 75mm である。Fig.3 は、Fig.1 と同様、乾燥過程における供試体中央部断面の画像を時間変化と共に示している。気泡が混在することによりその密度は一様にならず、初期においてもこれを示している。乾燥過程については、時間が経過するごとに外周から円形フロントを持って黒く変色しており、乾燥領域の広がり方を示している。Fig.4 は、Fig.2 と同様の結果を気泡混合処理土について示したものである。これによると、比較的初期においてもその分布は一様ではなく、気泡混合処理土の特性を示しているといえる。また時間が経つにつれて曲線の凹凸が著しくなり、乾燥過程に気泡の分布が何らかの影響を与えていることがわかる。Fig.5 は、乾燥過程のフロントを調べるために、これを時間経過ごとの画像を重ね合わせ差画像として示したものである。この図より、乾燥過程における各ステップ間の水の蒸発量は黒色の濃淡で表わされる。ここで、黒色が濃いほど水の蒸発量の変化は著しく、黒色が薄いほど変化は小さい。よって、初期における供試体側面の蒸発が著しく、時間が経過するごとに、そのフロントはほぼ円を描きながら中心に向かっていく。ここで、この円の色にはむらがあるのは、水の蒸発にばらつきがあり、供試体断面が不均質なためと考えられる。また、終期においては水のほとんどが蒸発したために、全体として淡くなっていることがわかる。

4. 結論

産業用 X 線 CT スキャナーを用いて、現象の可視化のみならず定量的考察を行った。今後は透水試験装置を開発し、その試験を実施することにより同様の内部評価を行いたい。

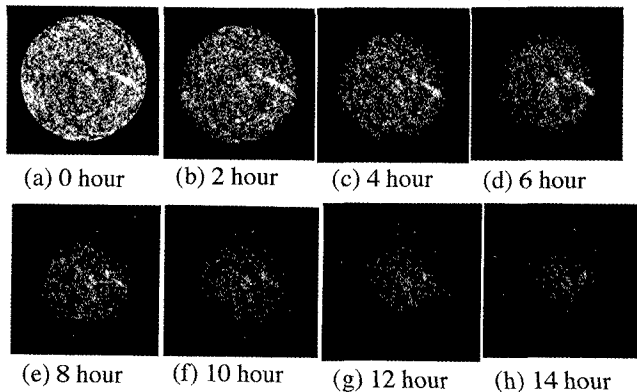


Fig.3 乾燥過程における気泡混合処理土の断面画像の変化

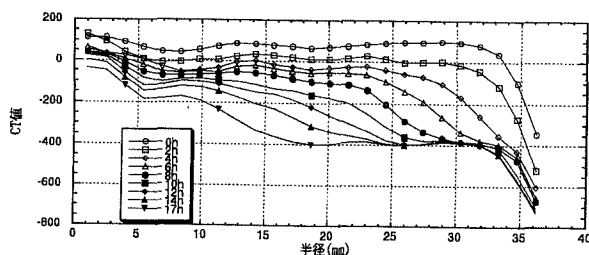


Fig.4 気泡混合処理供試体の断面中心からの CT 値分布

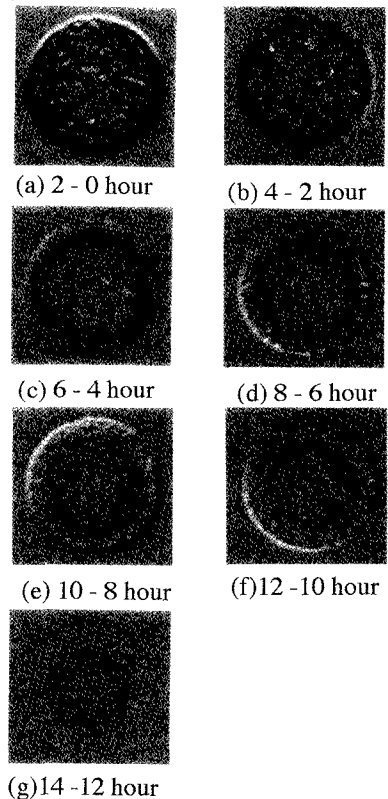


Fig.5 乾燥過程における気泡混合処理土の差画像