

混合地盤を対象とした進行性破壊現象の可視化

熊本大学大学院(日本學術振興会 特別研究員) 学 ○棕木俊文 熊本大学 正 大谷 順
熊本大学 正 尾原祐三

1. はじめに

近年、軟弱地盤対策工法として、浚渫粘土を母剤に固化材や軽量材を配合して生成する人工混合地盤材料の適用が多く見られるようになってきた¹⁾。これに伴い、施工後の物性変化や変形・破壊特性を定量的に評価することは重要であると考えられる。

著者らは、地盤材料を非破壊かつ3次元下において、その結果を定量的に評価可能なX線CT法(X-ray Computed Tomography)を用いて、混合地盤材料の破壊メカニズムの解明とその定量的評価に関する研究を進めている²⁾。本報は、混合材料として気泡混合処理土供試体(以後、気泡混合処理土)を対象に、一軸圧縮試験を実施し、気泡混合処理土の母材から作製された単一材料としての粘土供試体の挙動と比較しながら、気泡混合処理土の局所ひずみの進展メカニズムを考察するものである。

2. 一軸圧縮試験およびX線CT撮影

Table-1は、本実験に使用した試料の配合条件を示している。一軸圧縮試験は、著者らが独自に開発したX線CTスキャナ用載荷試験装置³⁾を用いて実施した。本載荷装置は変位制御式であり、載荷棒が所定の軸ひずみに到達後に、X線CT撮影を開始する。X線CT撮影終了後、再び所定の軸ひずみまで載荷を開始する。本実験では、粘土供試体については、軸ひずみ1%ごとに、気泡混合処理土については軸ひずみ0.3%おきにX線CT撮影を実施した。1ステップにおけるそれぞれの供試体の撮影箇所は、供試体底面から10mmの高さより15mm間隔で合計6枚のX線CT撮影を実施している。Fig.1は、粘土供試体と気泡混合処理土の一軸圧縮試験結果としての応力-ひずみ曲線である。縦軸の応力は、それぞれピーク応力値で正規化している。Fig.1を見ると、粘土供試体は、ピーク応力状態が約2%継続した後、ゆっくりと残留応力状態に移行するのに対し、気泡混合処理土はピーク応力を迎えると強度が急激に低下していることがわかる。これは、セメントによるセメンテーション効果の有無による違いであると考えられる。

3. 画像解析結果

Fig.2およびFig.3は、それぞれの供試体底面から各高さにおけるX線CT画像から断面画像の平均CT値を求め、これを密度に換算²⁾し、一軸圧縮過程における密度変化を示したものである。いずれもピーク応力後に密度低下が局所的に発生し、供試体内部に密度が不連続な領域が形成されたことを示している。

Fig.4およびFig.5は、それぞれ粘土供試体と気泡混合処理土のCT値に基づいて、一軸圧縮過程におけるコンター図の変化を示している。ここでは、全ステップのX線CT画像から、最も早くひずみの局所化が観察された断面についてCT値によるコンター表示を行った。粘土供試体内部では、ピーク応力状態である軸ひずみ3.9%のよりも前に局所ひずみが発生している。しかし、供試体側面にせん断帯が現れるのは、軸ひずみが7%においてである。一方、Fig.5を見ると、ピーク応力直前まで、供試体内部はほとんど変化しておらず、ピーク応力直後では、応力が急激に低下しており、供試体内部にひずみの局所化が発生していることがわかる。また、その発生状況は、大きな気泡が連なるようなものではなく、最終的に形成されたせん断帯は、断続的かつ多方向に発生している。これらことから、気泡混合処理土内部の局所化発生要因が、気泡の存在による密度の不均質性よりも、気泡以外のマトリクス領域内におけるセメントのセメンテーション効果の不均質性によるものが大きいと推察される。また、ひずみの進展に伴い、せん断帯が断続かつ多方向に形成する特性は、供試体内部における気泡のランダムな空間分布の影響によるものと考えられる。

4. おわりに

今後は、セメント安定処理土を用いて同様の実験を行い、画像解析による混合地盤材料の定量的評価を行う所存である。

<参考文献>

1) 軽量地盤材料の物性評価に関する研究委員会, “軽量地盤材料の物性と適用の現状”, 社団法人 地盤工学会, 平成 10 年 7 月.

2) 大谷順, 椋木俊文, 永留健, 菊池喜昭, “X 線 CT スキャナを用いた一軸圧縮下における気泡混合処理土の破壊現象解明”, 応用力学論文集 Vol. 3, pp. 57-64, 2000.

3) Jun OTANI, Toshifumi MUKUNOKI and Yuzo OBARA, “Development of New Triaxial Compression Test Apparatus for Geomaterials on Industrial X-ray CT Scanner”, XVth International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering 2001(to apply).

Table-1 Condition of specimen

	clay	stabilized soil with air foam
mother material	Ariake clay ($w_i=81.5\%$ $w_p=38.6\%$)	
moisture contents(%)	78.1	224.1
wet density(t/m^3)	1.41	1.10
Addition ratio of cement for dry mass(%)	0	18
Addition ratio of air foam for cement mass(%)	0	17

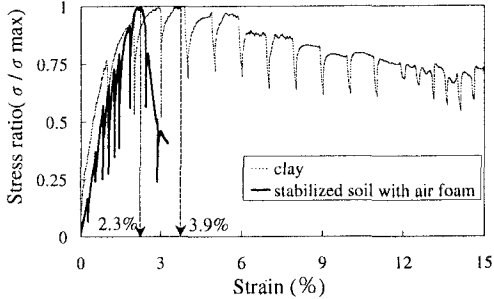


Fig. 1 Stress – strain relation ship of clay sample

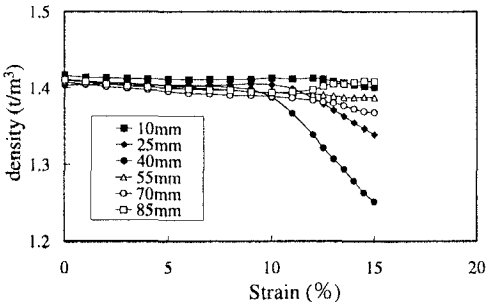


Fig. 2 Density evolution during unconfined compression for clay sample

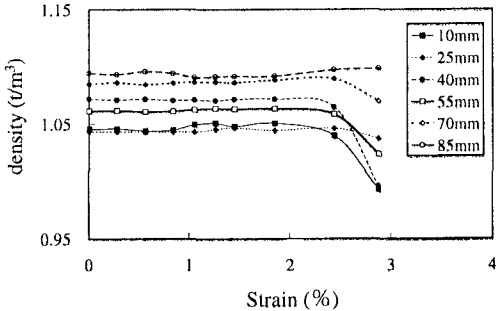


Fig. 3 Density evolution during unconfined compression for stabilized soil with air foam

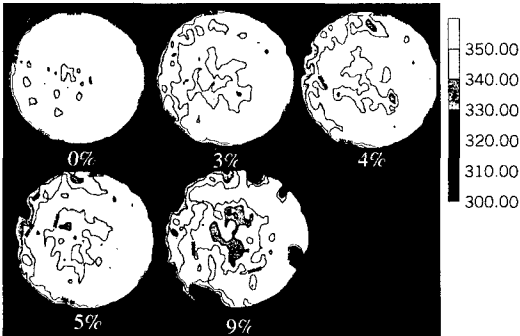


Fig. 4 Contour maps based on CT-value for clay sample

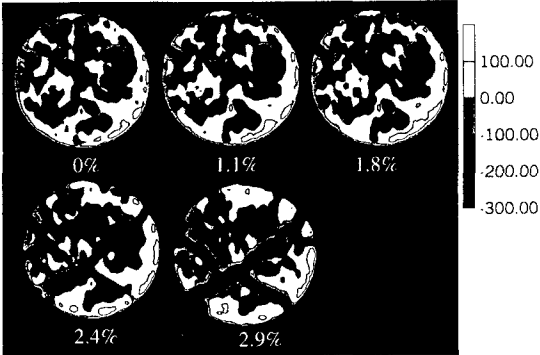


Fig. 5 Contour maps based on CT-value for stabilized soil with air foam