

X線CT用三軸圧縮試験装置の開発

熊本大学工学部 学生会員 ○朝長 チエ 正会員 大谷 順
正会員 尾原 祐三 学生会員 椋木 俊文

1. まえがき

今日、地盤の破壊メカニズムの解明においては、進行性破壊現象の追求とその定量的評価が不可欠である見解が定着しつつある¹⁾。同研究室ではこの破壊現象を把握する目的において、供試体内部を非破壊状態で三次元的に可視化し、内部物性変化の定量的評価が可能なX線CT法²⁾を用いた研究を進めている。本研究ではCT撮影室内で力学試験と撮影が一貫して可能であり、さらに拘束圧が考慮可能なX線CT用三軸圧縮試験装置を試作した。ここではこの装置の機能確認試験を行い、その有用性について検証する。

2. X線CT用三軸圧縮試験装置の概要と特徴

使用する産業用X線CTスキャナ²⁾の試料台部分を写真-1に示す。実験のすべての作業を試料台上で実施するため、このX線CTスキャナ装置の仕様に適したものでなければならない。今回新たに開発した本装置の概略図を図-1に示し、その特徴を以下に述べる。また表-1には本装置の仕様を示す。

①図-1に示すように本装置は小型かつ軽量であり、載荷重は本装置内に反力を取ることににより、試料台には装置の自重のみが作用する。CT撮影中は試料台が並進及び回転運動するので、これに支障がないように本装置を試料台に固定することにより、この運動に追従可能である。

②撮影領域内には原子番号の高い鉄や鉛などの支柱を用いると画像に乱れとして影響するので、それらを用いずアクリル材のセルに反力をもたせる。

③本装置は、試験における載荷過程をパソコンに入力し、図-1中に示すモーターコントローラーを介して、スタート信号を送るだけで、一連の試験過程を実施することが可能である。

④本装置の載荷は変位制御である。

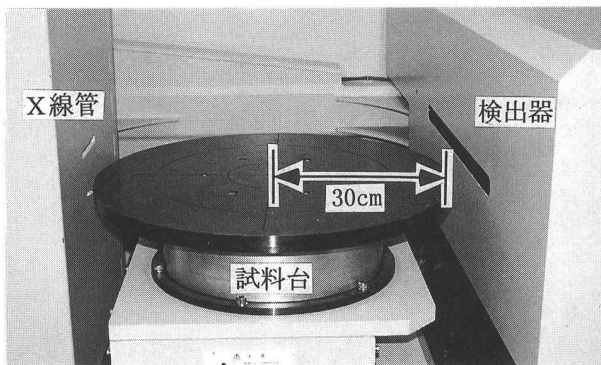


写真-1 X線CT検査室内部

表-1 本装置の仕様

weight	30kgf
maximum stress	500kPa
maximum confining pressure	390kPa
minimum loading speed	0.005mm/s

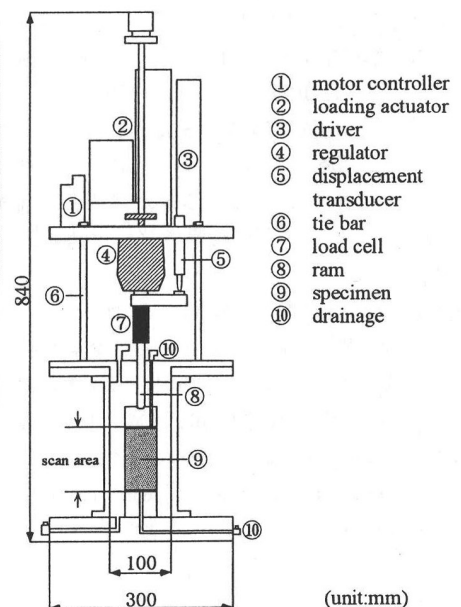


図-1 試験装置の概要

3. 機能確認試験

3. 1 検定方法

まず第一段階として、設定した載荷速度で本試験装置が作動するかについて確認するために、載荷装置のみの検定を行った。図-3にその結果を示す。設定条件は載荷速度 0.015mm/s 、変位量 15mm であり、本結果はこれを精度良くし、設定した条件の載荷速度で装置が作動していることが確認できた。第二段階として、理想的な供試体であるばね供試体を用いて、実際に載荷試験を行った。このばね供試体は直径 5cm 、高さ 10cm でばね定数は 82.9N/mm である。ここではCT撮影を含む三軸圧縮試験は撮影のため載荷を一時停止させる必要がある。載荷は図-4に示すように、載荷速度 0.015mm/s とし、変位量が 3mm 及び 6mm に達した時点で載荷を停止させ、最終変位量を 9mm に設定した。この結果としての荷重-変位関係を図-5に示す。これらにより装置の再現性と荷重伝達の定量性について確認できた。

3. 2 三軸圧縮試験

3. 1の結果から装置が正常に作動していることが確認できた。よって、ここでは土の供試体を用いた三軸圧縮試験を行った。用いた供試体は、有明粘土を練り返して 196kPa で圧密し、直径 5cm 、高さ 10cm に成形したものである。試験では 98.1kPa で等方圧密を行い、その状態からせん断ひずみ $\varepsilon = 5\%$ に至るまで、非排水せん断試験を行った。ひずみ速度は $0.3\%/min$ である。この試験結果を図-6に示す。これにより、本装置による圧密非排水三軸圧縮試験が可能であることが確認できた。

4. おわりに

今後は、この試験装置の検定を進めていくとともに、実際にX線検査室内で三軸圧縮試験を行う。また、得られたCT画像によって供試体内部の物性の変化を定量的に評価して、地盤の破壊メカニズムの解明について検討する所存である。

参考文献

- 1) “Deformation and progressive failure in geomechanics”, *Proc. of IS-Nagoya*, Pergamon, 1997.
- 2) 棕木俊文: “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年度熊本大学院修士論文.

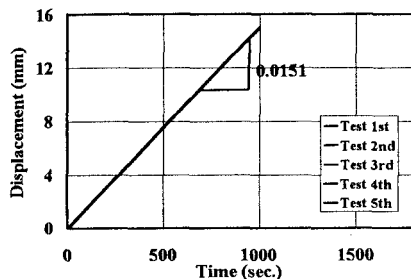


図-3 載荷速度検定試験

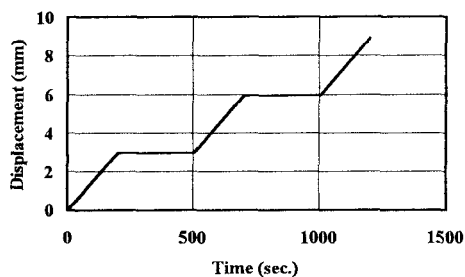


図-4 変位量の経時変化

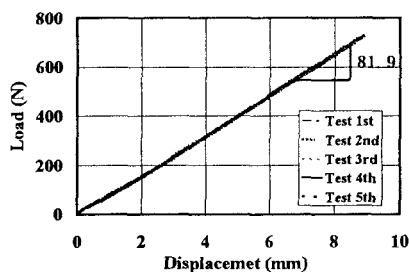


図-5 ばね供試体による載荷実験結果

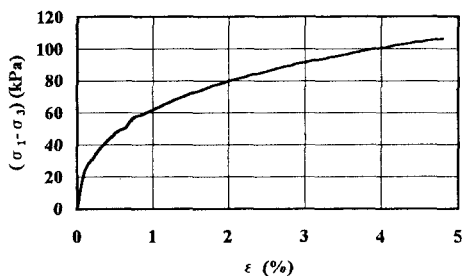


図-6 三軸圧縮試験結果