

動的中空ねじりせん断試験機の試作とその特性

東洋建設㈱ 正会員 ○ 三宅 達夫
〃 正会員 和田 眞郷

1. まえがき

実地盤の K_0 値や、 K_0 状態における強度・変形特性の把握、および載荷・除荷に伴う主応力軸の回転や中間主応力が強度・変形特性に及ぼす影響などを検討する目的で、静的・動的中空ねじりせん断試験機を試作した。そこで、この中空ねじりせん断試験機の概要、および研究の予備段階として行なった粘性土の等方圧密非排水ねじりせん断試験結果について報告する。

2. 実験装置

今回試作した中空ねじりせん断試験機の載荷系統および中空セルの概要を図-1に示す。鉛直応力、せん断応力を精度良く測定するため、2方向ロードセルをセル内の供試体トップキャップに直接設置してある。ねじり変位は、セル内に設置された非接触型センサー、もしくはセル外に設置されたポテンショメーターによって測定する。軸変位は、ダイヤルゲージおよび非接触型センサーで測定する。セル圧、背圧および供試体中空圧力はひずみゲージ式の圧力変換器によって測定する。各計測器からの出力はアンプで増幅、シグナルコンディショナーで直流電圧に調整した後、A/D変換器を介してパーソナルコンピュータで収録する。

軸荷重は複動式ペロフラムシリンダーを介して、圧縮・引張載荷が可能である。ねじりせん断荷重は、速度・トルク・位置の制御が可能なメガトルクモーターによりボールスプライン軸を介して載荷される。このメガトルクモーターは、図-2に示すようにパーソナルコンピュータまたはファンクションジェネレーターからのデジタル

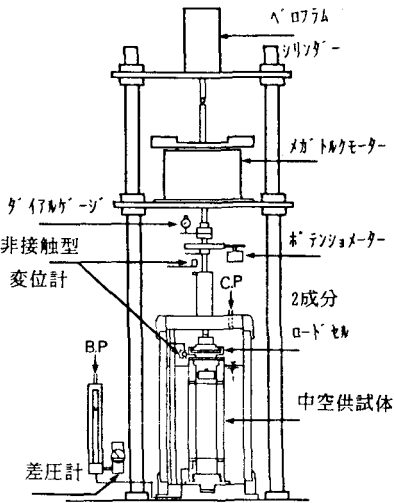


図-1 実験装置概要図

／アナログ

表-1 メガトルクモーター諸元

信号により	最大トルク	8	kgf・m
駆動電圧が	繰返し載荷周波数	0.05～10.0	Hz
制御され、	静的せん断スピード	0.01～2.0(%/min)	
速度または	最小動作角	0.000586	(deg)

トルクとし

て伝達される。この制御モード(速度・トルク・位置)およびモーターの正・反転の切り替えが簡単に、かつ精度良く行なえるのがこのモーターの特徴である。このモーターの主要諸元を表-1に示す。

3. 実験方法

実験に使用した試料は、神戸粘土を $840\mu\text{m}$ のフルイを通した後、120%の含水比に調整し、 0.5kgf/cm^2 の圧力で1次元的に予圧密したものである。この試料の物理的性質を表-2に示す。この試料を、外径10cm、内径6cm、高さ20cmの中空円筒供試体に成形し、所定の圧密圧力で等方圧密した後、せん断ひずみ速

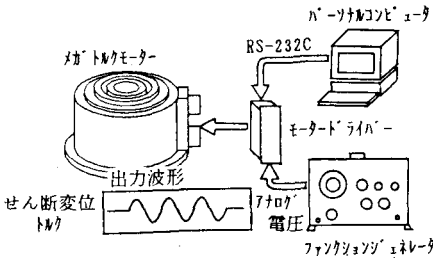


図-2 動的載荷システム

Michio Miyake, Masato Wada

度 $\gamma_{at}=0.1\%/min$ で非排水ねじりせん断試験を行った。

4. 実験結果

有効拘束圧 $\sigma_r'=1.0, 2.0, 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ (図-3 参照) で行なった非排水ねじりせん断試験の有効応力経路を図-4に示す。図中の点線は、この試験結果より得られた限界状態定数 ($M=1.227$) を用いて表わした Modified Cam-Clayモデルでの降伏曲線である。3 ケースとも降伏曲線より若干大きな値を示しているものの、その曲線と似たような楕円状の弧を描き C. S. L に達している。

平均有効拘束圧 p と非排水せん断強度 C_u の関係を図-5に示す。但し、 $C_u=\tau_{atmax}$ である。 p と C_u は、良好な直線関係を示し、 $C_u/p=0.350$ が得られた。

図-6は、せん断弾性係数 G と平均有効拘束圧 p の関係を示したものである。なお、 G の算出は、ねじりせん断試験から得られたせん断ひずみ (γ_{at}) ~せん断応力 (τ_{at}) 関係において、 τ_{atmax} の50%における割線勾配 ($\tau_{at50\%}/\gamma_{at}$) として求めたものである。せん断弾性係数と平均有効拘束圧の関係も直線関係である。また、豊浦標準砂で行ったせん断速度一定のねじり排水せん断試験においても、せん断弾性係数と平均有効拘束圧は直線関係を有している¹⁾。

非排水せん断強度、およびせん断弾性係数は平均有効拘束圧とよい精度で直線関係となっており、このことから一連の試験において、ねじりせん断が精度よく制御されて行なわれたと思われる。

5. まとめ

今回試作した中空ねじりせん断試験機を用いて、粘性土の等方圧密状態における静的な強度・変形特性を求め、ねじり載荷機構が精度よく作動することが確認できた。

今後、ねじりせん断試験より得られたパラメータを用いた変形解析と遠心力模型実験との比較検討を重ねて、より精度の高い土質定数の設定法を研究していく。

参考文献

1) 和田、三宅「動的中空ねじりせん断試験機の試作とその特性」、第25回土質工学研究発表会 (投稿中)

表-2 試料の物理的性質

比 重	G_s	2.680
液性限界	ω_L	72.1 (%)
塑性限界	ω_P	33.7 (%)
塑性指数	I_p	38.4 (%)

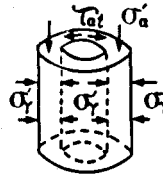


図-3 供試体の応力状態

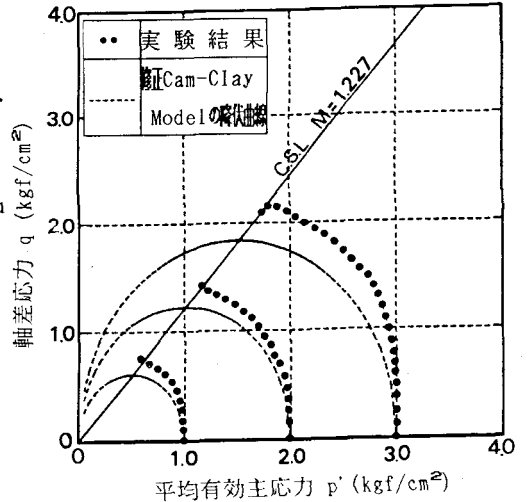


図-4 有効応力経路

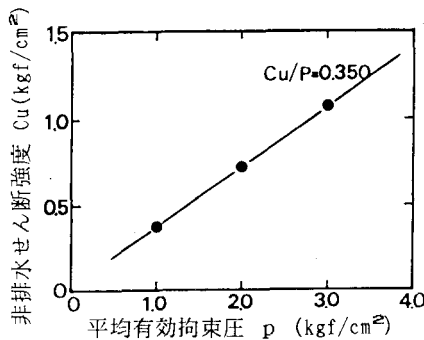


図-5 $C_u \sim$ 平均有効拘束圧関係

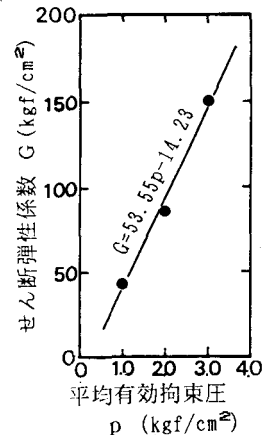


図-6 $G \sim$ 平均有効拘束圧関係