

原位置動的ねじり試験機

財) 地域地盤環境研究所 岩崎好規 本郷隆夫 赤井俊文
株) 浅沼組技術研究所 浅田 毅 溝口義弘

1. まえがき

現在、原位置のせん断特性など地盤評価をするためには、ひずみレベルをほぼ3グループ分類¹⁾し、複数の原位置試験をそのひずみレベルに応じて行っている。特に、中ひずみレベル $10^{-5} \sim 10^{-2}$ で見られる非線形に対応したものは、ボーリング孔内載荷試験であるが、微小～小ひずみレベルでは高精度な測定が困難である。今回、米国で開発された微小～中ひずみレベルのせん断特性が測定できる原位置動的ねじりせん断試験機(TCIS)により調査を行った結果およびこの試験機を使うために開発した無泥水型ボーリングについて述べる。

2. 試験装置

写真-1 にボーリング機械とケーシングを示す。

2-1 ボーリング

このボーリング機械は、試験を行う深さまでケーシングオーガー掘削するためのもので、オーガはスクリュー付きケーシングとインナーロッドがセットになっている。掘削土はアウトースクリューにより搬出されるため産業廃棄物になるベントナイト泥水処理がいらぬ無泥水掘削ができる。また、インナーロッドを引き上げれば、ケーシング内径 95mm の空間を使い原位置試験や地盤計測のための計器設置など多目的に使用できる。この機械の主な仕様は、掘削能力自然地盤 30m 約 6 時間、可動ストローク 2.4m、推力 60kN、トルク 6kN・m、全質量 40kN 自走式である。



写真-1 ボーリング機械

2-2 TCIS 試験

この試験は、プローブをケーシングにジャッキで固定し、図-1 に示すように先端から地盤に中空シリンダー ($\phi 80 \times \phi 175\text{mm}$) を押し込み貫入試験後、電磁モータでねじりを発生させる。この時のねじりの角加速度とトルクを測定する。地盤に与えるねじりは、電磁モータの回転力を制御することにより微小～中ひずみレベルまで測定が可能である。図-2, 3 にプローブ部の名称を示す。今回、入手したものは測定作業効率を向上させるためジャッキなどの油圧動力、コントロール部およびデーター処理など RS232C 通信によりパソコンで自動化したためアーモードケーブル 1 本でできる。

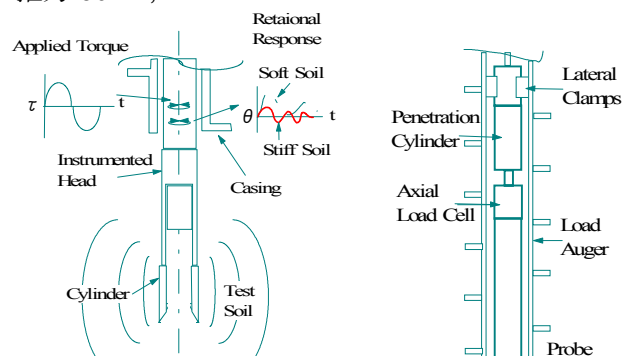


図-1 試験概要

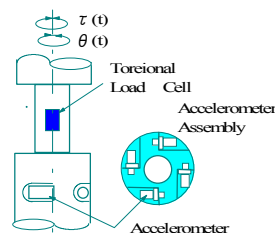


図-3 センサー部

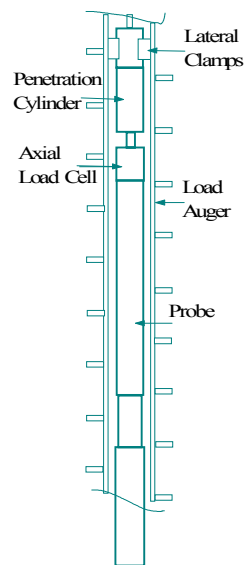


図-2 試験機

キーワード：調査法、地盤の動的特性、

連絡先：〒550-0012 大阪市西区立売堀 4-3-2、 TEL06-6539-3135 FAX06-6578-6255

3 解析: 異なった強さの戴荷トルクパルスとその応答角加速度の組み合わせを用いて、土の応力-歪関係を求めることができる。ここでは、Ramberg-Osgood による構成関係を基準として求める。

$$\tau = \frac{G_o \gamma}{1 + \alpha \left| \frac{\tau}{\tau_y} \right|^{r-1}}$$

Ramberg-Osgood による式の係数のうち、 a や r の値は、あまり敏感ではないが、特に重要なものは、初期剛性率 G_o と降伏応力 (τ_y) の決定である。まず、初期剛性率は、戴荷パルスの最小トルクの場合のパルスを入力として、その応答値としての角加速度を種々の G_o に対して計算し、シミュレーションと実測値とを比較して、最適の剛性率を求めた。

図 - 4 にパルストルクを約 7Nm として与えた場合を示した。トルクのパルス波形は、見かけの周期が約 1msec の三角波に近い単一波である。応答波形は、角加速度 (rad/sec²) で示されているが、トルク波形に対応した応答はほぼトルクと同じ周期の 1msec であるが、その後は、やや周期が増加しながら振幅が急速に減衰していくのが分かる。周期の伸びは地盤との相互システムの固有周期や粘性による影響と思われる。また、振幅の減衰は、波動の逸散と内部減衰双方によるものである。

G_o を、10MPa、20MPa、--- 60MPa と増加させて観測値と比較してみたのが、図 - 5 である。 G_o を増加させていくと、シミュレーション波の周期が短周期化することが分かる。波形の周期変化および振幅の減衰に注目

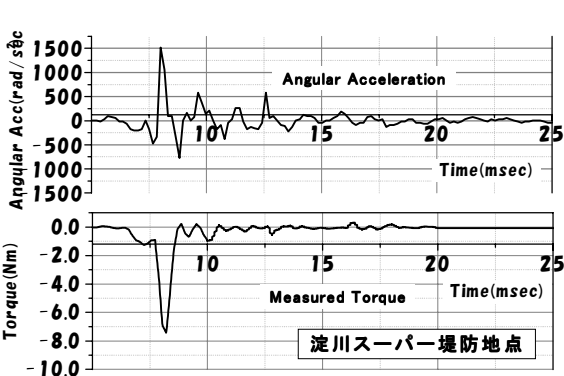


図 - 4 ねじりの角加速度とトルク

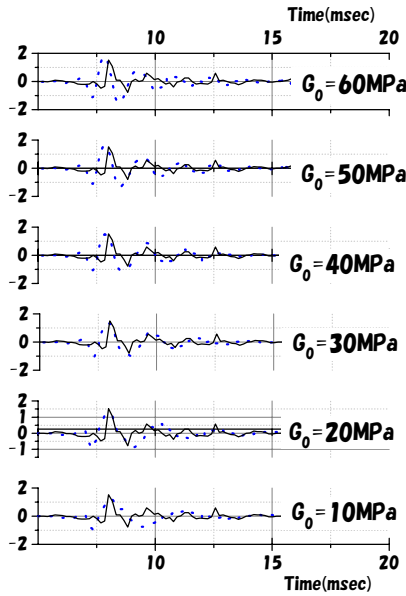


図 - 5 シミュレーション

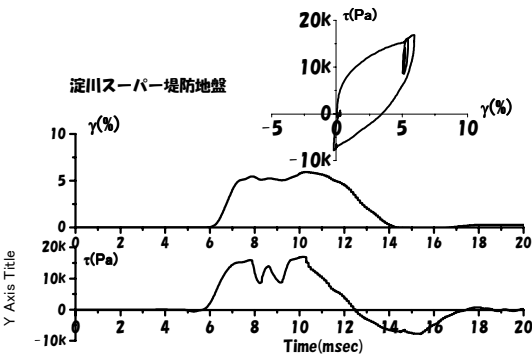


図 - 6 応力 - 歪関係 (最大トルク = 79Nm)

して波形の最適解を与える G_o としては、 $G_o=50\text{MPa}$ 程度であることが分かる。さて、大ひずみ時のケースを最大トルク = 79Nm の場合のシミュレーションを実施した。この際の最適降伏応力 $\tau_y = 20\text{ kN}$ であった。この時の応力 - 歪関係 (プローブ円筒縁の土要素) を図 - 6 に示すが、最大せん断ひずみ 6 % 程度の大きな歪が発生していることが分かる。

参考文献 : 1) Tani, K: Measurement of shear deformation of geomaterials-Field tests, Proc.Int.Sym.on Pre-failure Deformation of Geomaterials, Vol.2, pp1115~1131, 1995