

5 セル型プレッシャメータより得られる土質パラメータ

(株) マスタ技建

1. はじめに

5 セル型プレッシャメータは原位置でボーリング孔を利用した孔内水平載荷試験機であり、5セルの内の2つの動的セルを使って、0.1Hzの周期で動的繰返し載荷を孔壁に加えることにより、応力とひずみそして間隙水圧の関係を計測し、地盤の土質パラメータを直接求めることが可能な原位置試験機である。ここでは最近行なった千葉県千葉市と静岡県御前崎市での実験結果を報告する。なお、この研究開発は東京理科大学の石原研而教授、塚本良道助教授のご指導を頂いて進めているものであります。

2. 試験装置と試験方法の概要

写真-1に示すように、5連セルを有するプレッシャメータ(直径10cm、長さ90cm)を使用する。空圧方式によるポンプからの圧力水を各セルに送り、圧力と送水量の自動制御を行う。液状化強度の推定を目的として行なう動的繰返し試験では、全セルに地盤の静止土圧状態に相当する応力状態まで一様に側方圧力載荷を行った後、30cmの長さを持つ、動的セルを交互に圧力振幅を増加させながら動的繰返し載荷を行い、セルの圧力・半径変化量とセルの間隙水圧を計測する。本試験方法より得られるデータより、液状化強度を計算すると同時に、変形係数および粘着力の算出の可能性を検討したものである。

3. 試験結果

実験で行なった土層は、 $N=7\sim 20$ の細砂層、 $N=2$ の粘土層(以上千葉)と $N=6\sim 10$ の埋土の土丹屑層、 $N=2$ の細砂層(以上御前崎)である。

既往の実験¹²⁾において液状化強度の算出方法については報告しているが、この算出方法について若干検討を加え改良を行なった。既往の研究では、セルとセルの交互繰返し載荷にともなうセル近傍の土要素の変形破壊にともないセルが内側に押し戻される現象を確認し、この現象が生じた時点ではセルにおける過剰間隙水圧が最大値をとることから、この時点におけるセルの繰返し振幅圧の最大圧を読み取り、液状化強度の計算に結び付けている。本研究では、セルで計測している過剰間隙水圧が最大値を示す時点と、セルの押し戻し変位が生じる時点との、ほぼ中間における時点でのセルの繰返し振幅圧を読み取り(室内繰返し三軸試験での5%ひずみに対応した考え)この値からせん断応力を計算し、有効土被り圧で割ることで液状化強度を求めた。このようにして得られたデータを、換算N値との比較をして図-1に示す。この結果、精度が最も良いとされる凍結試料と良い相関が得られていること確認できる。

次に、実験で得られる「応力～変位図」から変形係数を通常のLLT方式で計算したのが表-1であり、既往のLLT結果、一軸試験およびN値からの換算値と対比させたものである。この結果、実験で得られた変形係数は十分実用に耐えうるものと判断される。また、一例ではあるが $N=2$ の粘土での一軸圧縮試験からの粘着力と実験から換算される粘着力を表示したのが表-



写真-1 5連ポンプと5セル型プレッシャメータ

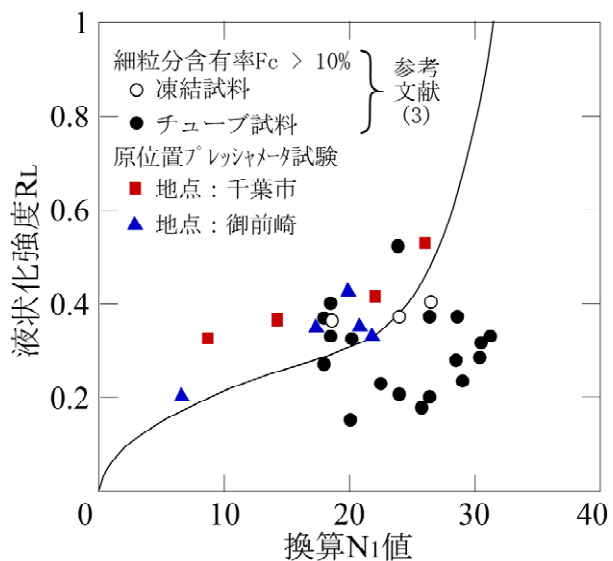


図-1 液状化強度 - 換算N値の関係

2である。当然ながら N 値からの換算値は非常に小さい値であるが、実験からの値と一軸試験からの値はほぼ同じ値となっていることがわかる。次の実験で得られるパソコンでの計測図を図-2 に示す。

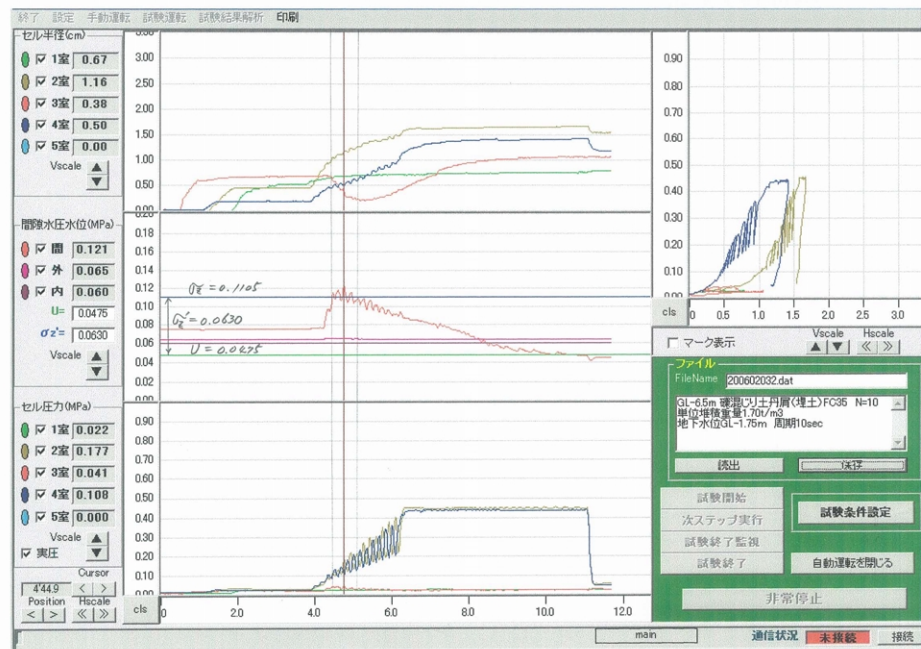


図-2 計測図

表-1 液状化判定の比較

| 深度 (m) | 土質名 | N値 | 細粒分 FC(%) | せん断強度比 R | | 液状化抵抗率 F_L | |
|--------|-----|----|-----------|----------|------|--------------|------|
| | | | | 簡便法 | 原位置 | 簡便法 | 原位置 |
| 6.5 | 細砂 | 16 | 16 | 0.59 | 0.82 | 0.57 | 0.80 |
| 7.5 | 〃 | 20 | 17 | 0.94 | 1.02 | 0.90 | 0.97 |
| 9.5 | 〃 | 7 | 14 | 0.25 | 0.52 | 0.23 | 0.49 |
| 13.4 | 〃 | 15 | 17 | 0.41 | 0.70 | 0.38 | 0.66 |

(注)レベル2、タイプII、II種地盤に対応

表-2 地盤変形係数の比較

| 深度 (m) | 土質名 | N値 | 地盤変形係数 E (MN/m ²) | | | |
|--------|-----|----|---------------------------------|---------|-------|---------|
| | | | N値より換算 | 一軸試験 | LLT試験 | 原位置試験 |
| 6.5 | 細砂 | 16 | 11.2 | - | 10.2 | 6.2~6.9 |
| 9.5 | 〃 | 7 | 4.9 | - | 7.0 | 7.3~8.7 |
| 11.0 | 粘土 | 2 | 1.4 | 4.6~7.4 | 3.1 | 8.1~9.5 |
| 13.4 | 細砂 | 15 | 10.5 | - | 10.1 | 6.7~9.1 |

表-3 粘土層粘着力の比較

| 深度 (m) | 土質名 | N値 | 粘着力 C (kN/m ²) | | |
|--------|-----|----|----------------------------|-----------------|-------|
| | | | N値より換算 | 一軸試験 q_u の1/2 | 原位置試験 |
| 11.0 | 粘土 | 2 | 12~20 | 43~57 | 39~55 |

4. まとめ

この検討は、千葉県千葉市と静岡県御前崎とにおいて実施した動的繰返し水平載荷試験の実験結果をもとに、液状化強度および変形係数、粘着力の評価を行なったものである。特に実験での液状化強度は通常の道路橋示方書での液状化判定式（簡便法）から求まる液状化抵抗率と比べるとやや高めの F_L になる傾向があり、建設コスト縮減に有利な判断が成り立つ結果となっている。なお、今後は検証実験など多くのデータを取り、かつ理論的な裏づけによる検証、合理的な手法による構成モデルや設計パラメータを得られるような枠組みを構築する必要があると考えている。またスピードを上げて実用化に持っていくために、理解ある企業および研究機関とグループ化も企画しているところである。

参考文献：(1) 益田和夫・塚本良道・石原研而(2005)「動的プレッシャメータによる砂質地盤の液状化強度評価の可能性について」、土木学会全国大会第60回年次学術講演会講演概要集、-470。(2) Masuda, K., Tsukamoto, Y. and Ishihara, K. (2005) "Use of cyclic pressuremeter with multiple cells for evaluation of liquefaction resistance of soils", ISP5 - Pressio 2005, Vol. 1, pp.91 - 99, 50 years of pressuremeters, M.Gambin, J.-P.Magnan & P. Mestat (eds.), Marne-la-Vallee, 22 - 24/August/2005. (3) 土木研究所耐震技術研究センター(1998)「地盤の液状化抵抗の評価に関するサンディング・カップリング手法の実証実験報告書」