

軟弱地盤におけるピエゾドライブコーンの適用に関する一考察

(株)ダイヤコンサルタント 東北支社

○谷口 雄太、五家 康宏、佐藤 春夫

1. はじめに

ピエゾドライブコーン (PDC) は、動的貫入試験装置の先端に間隙水圧計を内蔵し、貫入打撃数と打撃貫入時の間隙水圧を測定する試験である。結果の利用方法は、過剰間隙水圧比から細粒分含有率を求め、Nd 値と併せて液状化の判定を行うことが一般的な用途例であるが、砂質地盤のみではなく、多様な地盤へ適用し各種データを蓄積することで、適用範囲を拡大していくことが重要であると考えられる。そこで本報告では、PDC の軟弱地盤への適用について、三成分コーン貫入試験 (CPT) およびボーリング調査結果との比較からの考察を行った。

2. 試験装置の概要

PDC は、動的貫入試験装置 (通称：ミニラム) の先端コーンに間隙水圧計を装着し、ハンマーの自由落下による打撃貫入時に生じる過剰間隙水圧を計測するものである。装置の概要図を図-1 に示す。

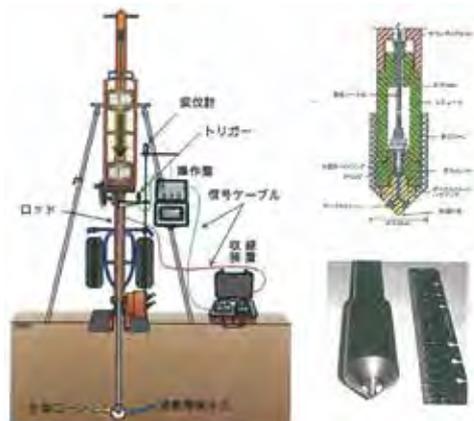


図-1 PDC 装置の概要図¹⁾

3. 地盤構成

今回、試験を実施した箇所土質断面図を図-2 に示す。当該地には、表層から 4m 程度の層厚で含水比 W=70% 程度の粘性土が堆積し、その下位に含水比 190% 程度の高有機質土が 3~4m の層厚で堆積している。図-2 中にはボーリング調査 (BOR)、PDC、CPT から得られた N 値、Nd 値、qt

値をそれぞれ併記している。ボーリング実施箇所は PDC・CPT 実施箇所と比較して砂層が厚い傾向にあるが、層序はほぼ同様であった。PDC は CPT から横断方向に 3m 程度離れた位置で実施しており、CPT 箇所と概ね同様の地層構成であった。

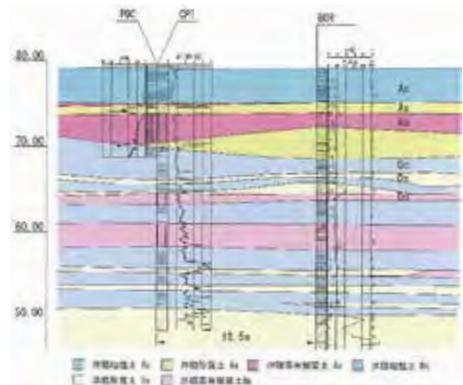


図-2 地盤構成

4. 試験結果

(1) 細粒分含有率

PDC では、打撃貫入時に発生する過剰間隙水圧を用いて式-1 により細粒分含有率を推定する²⁾

$$PDC: F_c = 20.0 \times \Delta U / \sigma'_v + 15 \dots \text{式-1}$$

ここで F_c : 細粒分含有率 (%), ΔU : 過剰間隙水圧 (kN/m^2), σ'_v : 有効上載圧 (kN/m^2) とする。また、CPT についても貫入抵抗、周面摩擦から算出される I_c 値と細粒分含有率について式-2 の関係式が提案されている³⁾。

$$CPT: F_c = 1.0 \times (I_c)^{1.2} \dots \text{式-2}$$

ここで I_c : 土質性状指数とする。図-3 に各試験法および室内土質試験から算出された細粒分含有率を示す。同図より、PDC による細粒分含有率は A_c 層、 A_p 層でほぼ 100% を示している。細粒分含有率の大きい粘性土層では、打撃ごとに過剰間隙水圧が累積することで、細粒分含有率を高く算出する傾向にあると考えられるが、CPT による算出結果と比較しても室内試験結果

との相関性は良い傾向にある。また、As 層の細粒分含有率は、室内試験結果とほぼ同程度の値を示しており、軟弱地盤中の砂質土層においても細粒分含有率の推定に対して従来通り高い適用性が確認された。

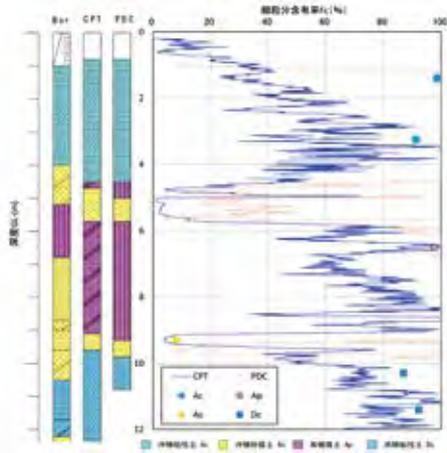


図-3 各試験法および室内試験による Fc

(2) 圧密係数

各試験実施時に、各土層の中央付近で貫入停止後の間隙水圧消散挙動の測定を行った。測定結果を図-4に示す。同図より、双曲線法による間隙水圧の収束値は、CPT、PDCともにほぼ同様の値であり、概ね静水圧と一致している。本試験結果から、以下の式-3を用いて圧密係数の算出を行った結果を表-1に示す⁴⁾。

$$C_H = 8.64 \times 10^{-4} \frac{T_{50} R^2}{t_{50}} \text{ (cm}^2 \text{ / d)} \dots \text{式-3}$$

ここで、 T_{50} ：過剰間隙水圧 50% 消散時の理論時間ファクター (PDC: 0.118、CPT: 0.245)、 R ：コーン半径 (cm)、 t_{50} ：過剰間隙水圧 50% 消散時の経過時間とする。表-1の算出結果および室内圧密試験結果の $\log C_v\text{-}\log P$ 曲線を図-5に示す。同図より、PDCの試験結果は、室内圧密試験結果と比較して、概ね同程度の値を示していること

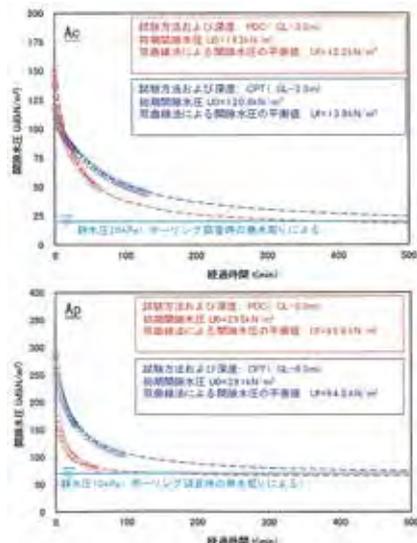


図-4 間隙水圧消散挙動測定結果 (上: Ac, 下: Ap)

が確認された。また、CPTの圧密係数との比較でもPDCの圧密係数はほぼ同程度の値を示すことが確認された。

表-1 圧密係数の算出結果

土層	深度 (GL,m)	試験法	t_{50} (min)	圧密係数 C_v (cm ² /day)
Ac	3.0	CPT	54.6	21.6
		PDC	22	25.9
Ap	8.0	CPT	22	53.7
		PDC	3.5	162.6

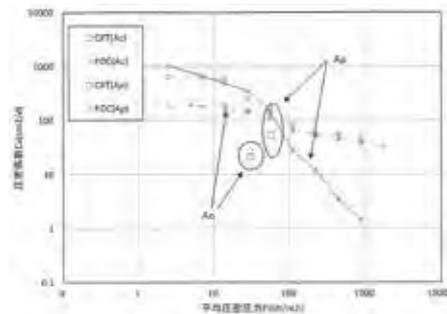


図-5 各試験法による $\log C_v\text{-}\log P$ 曲線

5. PDCの軟弱地盤への適用に関する考察

前項までの検討から、軟弱地盤へのPDCの適用性について考察を行う。①細粒分含有率は、砂層では室内試験値とほぼ同程度の値を示す。②圧密係数についても室内試験結果とほぼ同程度の値を示す。以上のことから、軟弱地盤である粘性土地盤に対して適用できる可能性は高いと考えられる。

6. おわりに

軟弱地盤に対してPDCを適用した結果報告を行った。今回は、データの数が少なくその傾向を捉えただけであるが、今後はデータを蓄積していくことで、Fc推定式のさらなる高度化を行っていくことができると考えられる。また、本報告ではFcに着目した評価を行ったが、今後塑性指数などの粘性土の基本的性質を表す指標との相関を提案する。沈下挙動については、Nd値から体積圧縮係数を推定すれば、沈下-時間関係の簡易検討を行うことも可能であると考えられるため、データの蓄積とともにこれらの検討結果と実測値の比較も行っていきたい。

《引用・参考文献》

- 1) ピエゾドライブコーンコンソーシアムオフィシャルサイト: <http://www.pdc-cons.jp/pdc/summary.html> (確認日: 2016.6.16)
- 2) ピエゾドライブコーンの手引き: PDCコンソーシアム, p.13, 2014.
- 3) 鈴木康嗣, 時松孝次, 他コーン貫入試験結果と標準貫入試験から得られた地盤特性との関係: 日本建築学会構造文集, 第566号, 73-80, 2003.
- 4) CONE PENETRATION TESTING IN GEOTECHNICAL PRACTICE: T. LUNNE, P. K. ROBERTSON, J. J. M. POWELL, p.77, 1997.