

大深度コーン貫入試験機の開発と適用について

国土交通省港湾技術研究所 正会員 田中洋行 田中政典
 関西国際空港(株) 正会員 鈴木慎也 田川 浩
 川崎地質(株)神戸支店 正会員 坂上敏彦 水長 徹

1.はじめに

洪積粘性土から得られる一軸圧縮強さや圧密降伏応力は深度方向にかなりばらつきが見られる¹⁾。従来、このばらつきの原因はサンプリング時の試料の乱れや応力解放によって試料が乱されたものと考えられてきた。しかし、洪積粘性土に対する堆積環境の研究が進むに従い、ばらつきの原因が土そのものの不均一性によるものとも考えられるようになってきた。このため、ばらつきの原因が地盤そのものによるものなのか試料の乱れによるものなのかを知るために、大深度コーン貫入試験機(大深度 CPT)を開発した。今回は深度 180-190m の洪積地盤を対象として計測を行ったので報告する。

2.構造およびシステム

図-1 および表-1 に大深度 CPT の形式、構造およびシステムの仕様を示す。大深度 CPT は先端抵抗を測るための荷重計、間隙水圧計および加速度計を内蔵しており、コーンの直径は 35mm(断面積 10cm²)である。測定対象が大深度の洪積粘性土地盤であるため、メモリ形式のコードレスとした。貫入中に測定された各センサーのデータは、メモリ部に蓄積され、貫入完了と共に地上に回収しノートパソコンなどに転送処理される。

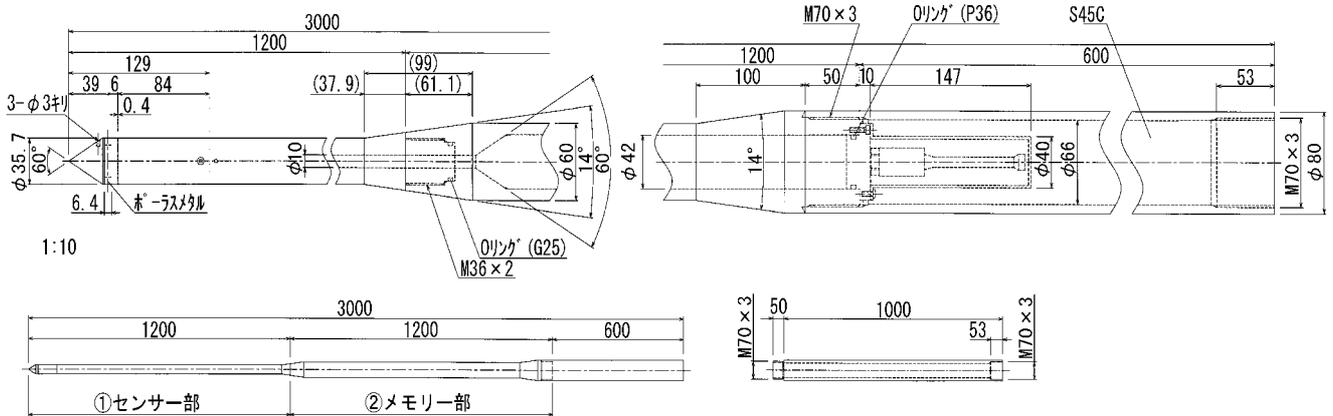


図-1 大深度コーンの構造

表-1 大深度コーンの仕様

寸法	センサー部	36.6mm × 1.2m (断面積:10cm ² 、先端角:60°)			メモリ部にメモリを設置 (メモリ形式)	データ収録容量	約11時間 (1秒収録時)		
	メモリー部	60.0mm × 1.2m					電池容量	約100時間、衝撃:最大10G	
	接合部	80.0mm × 0.6 ~ 1.6m				貫入量測定器		スピンドルの貫入量を地上部で検出	
	スライダ接合部	203.0mm × 0.6m					変位センサー	磁歪式リニア変位センサー	
	合計(+ +)	3.0 ~ 4.0m					有効ストローク	1000mm	
	重量	約27kg (ジョイント部を除く)					線形性	±0.05%FS以下	
センサー	先端抵抗	3.06tf (30kN)max	非直線性	0.18%R.O.	分解能	0.01%FS以下			
	間隙水圧	203.9kgf/cm ² (20MPa)max	零点・出力温度影響	0.2%R.O./10	温度特性	0.005mm/ +10ppmFS/ 以下(プローブ)			
	加速度計	±29.43m/s ² (±3G)	最大測定範囲	±4.9 × 10 ⁻⁵ m/s ² (±5 × 10 ⁻⁶ G)		±40ppmFS/ 以下(コントロー)			

キーワード：コーン貫入試験、大深度、コードレス

連絡先：〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 港湾技術研究所土質研究室 TEL:0468-44-5053 FAX:0468-44-4577

3.貫入方法

従来の電気式コーン貫入試験では、地上部に設置された専用の貫入装置やボーリングマシンによりコーンを地盤へ貫入させるのが一般的である。しかし、計測対象地盤が海面下(CDL)200mにも及ぶため、従来の方法ではロッドと地盤との摩擦力が非常に大きくなること、また砂や礫層があることなどにより貫入が不可能になることが予測されたため、所定の深度までボーリングを行うプレボーリング方式を採用した。さらに、通常の方法で押し込むとボーリングマシンとボーリング孔底との間でCPT本体やロッドの座屈が懸念されたので、大深度CPTはドリルカラーやロッドなどの自重により地盤中に貫入させることとした。押し込み総重量は190m付近で53kNであった。なお、大深度CPTの一回当たりの押し込み長は約2.5mでこれを60cmずつ4回に分けて押し込んだ。作業時間は掘削も含めると約5時間であった。

4.試験結果

大深度CPTを用いて深度181から193mまで5回の計測を行った。計測した地盤はDoc5(メロシラ層)である。孔壁保護用ケーシングは深度173mまで設置した。図-2に計測された間隙水圧(u_d)と先端抵抗(q_t)との関係を貫入速度とともに示す。深度181mや183mなど5箇所では u_d と q_t が小さくなって現れているが、これは大深度コーンを孔底まで降ろした時、地盤に貫入する直前の情報であり地盤の特性ではない。

深度185mおよび191m付近では先端抵抗の増大と共に間隙水圧が減少しており、砂の薄層を捉えている。その他の区間では深度とともに q_t は増加しており、大きなばらつきは見られない。また、 u_d と q_t の比率はおよそ0.6~0.7である。貫入速度は0.2~1.2cm/sまでと大きな開きがあるが、CPTの貫入深さが2m程度までであれば貫入速度は2倍程度の変化であり、 q_t にはそれほど影響を与えていないものと考えられる。

次に q_t から求められる圧密降伏応力(p_y)について検討してみる。非排水せん断強さ(s_u)と q_t の間には $s_u=(q_t - \sigma_v)/N_{kt}$ の関係がある。ここに、 N_{kt} はコーン係数、 σ_v は全応力表示による土被り圧である。ここで、 N_{kt} を10、平均的な単位体積質量 ρ_t を 1.67g/cm^3 として、深度188mの s_u を求めると約0.3MPaとなる。 s_u と p_y の間には既往のデータから $s_u=0.2 \cdot p_y$ の関係があり、 p_y は1.5MPaとなる。深度188mの有効土被り圧(σ'_v)は、約1.2MPaであるので $p_y=1.25 \cdot \sigma'_v$ の関係となる。この値は本調査地点から250m離れた既往のデータ $p_y=1.4 \cdot \sigma'_v$ とほぼ一致している。

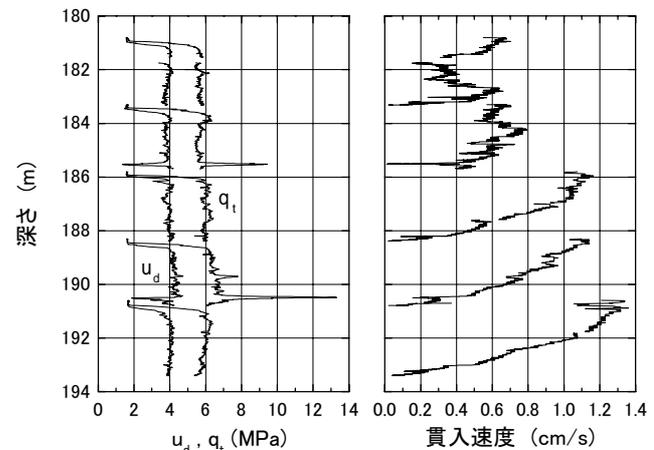


図-2 大深度CPT試験の結果

5.まとめ

大深度CPTは今後さらに深い洪積地盤の測定を計画している。本調査から得られた結果を以下に示す。

- 1) 自重を利用したコーン貫入とメモリをコーンに内蔵することによって深さ190m程度の洪積地盤の調査が可能である。しかし、貫入速度の調整に工夫が必要である。
- 2) CPTから得られる先端抵抗を使って圧密降伏応力を推定することが可能である。ただし、コーン係数や強度増加率は地盤によって異なるので現地試験と室内試験との比較が必要である。

謝辞：大深度コーンの設計・製作は、川崎地質(株)古田俊夫氏および押田淳氏によるもので、ここに深謝の意を示します。

参考文献 1)渡部要一、小杉由希子、田代義之、土田孝：大阪湾洪積粘土の不攪乱試料の品質と一軸せん断特性，第32回地盤工学研究発表会概要集，pp. 593-594, 1997.