

滋賀県守山市におけるコーン貫入試験 (三成分コーン, サイズミックコーン, 水圧コーン)

コーン貫入試験, 液状化, せん断波速度

(株)地盤試験所 国際会員 ○西村 真二
 (株)地盤試験所 正会員 岡 信太郎
 (株)地盤試験所 正会員 北條 豊
 (株)地盤試験所 正会員 山本伊作

1. はじめに

滋賀県守山市において実施された各種サウンディング試験の一斉試験¹⁾において, 3成分コーン貫入試験 (CPT), サイズミックコーン試験 (S-CPT) および水圧コーン試験 (HPT) を実施した。液状化可能性の判定について, 以下の方法で計算し比較した。

- ① 建築学会の基礎構造設計指針²⁾ (以下指針) のN値(CPTからの換算N値)による方法
- ② 指針の補正 q_c による方法
- ③ 鈴木・時松³⁾のせん断波速度 V_s による方法
- ④ CPTの水圧 u の過剰間隙水圧 $\Delta u \approx 0$ の領域⁴⁾
- ⑤ HPTから得られる簡易透水性指標の高い領域

2. 調査結果

本調査で実施した調査概要を表-1に示す。S-CPTとはジオフォンの内蔵されたCPTプローブを用いて, CPTと同時に板叩き法によりせん断波速度を測定する調査である。HPTとはプローブの側面から水を毎分300ml程度吐き出しながら地盤に貫入し水圧の変化を観察することにより地盤の透水性を調査する方法である (図-1参照)。

CPTの結果を図-2に示す。図にはボーリング調査で得られた柱状図およびSPTと換算N値の比較も併せて示す。C-SPTで得られたせん断波速度 V_s を図-3に示す。HPTの試験結果を図-4に示す。

表-1 調査概要

調査法	測定項目	地点1	地点2
CPT	先端抵抗 q_c 周面摩擦 f_s 間隙水圧 u	-25.4m	-24.0m
S-CPT	(上記に加えて) せん断波速度 V_s	-25.0m (1m)	-24.0m (1m)
HPT	電気伝導度 E_c 水圧 P_w 流量 Q_w	-15.0m	-15.0m

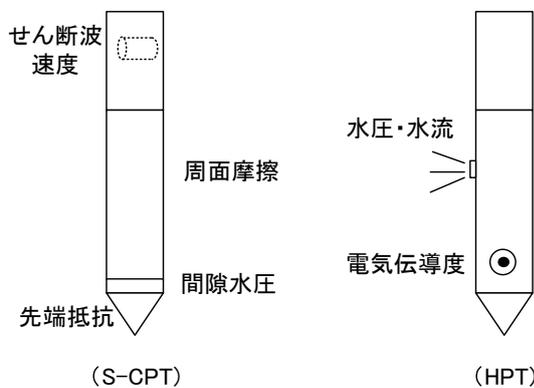


図-1 S-CPTおよびHPTのイメージ

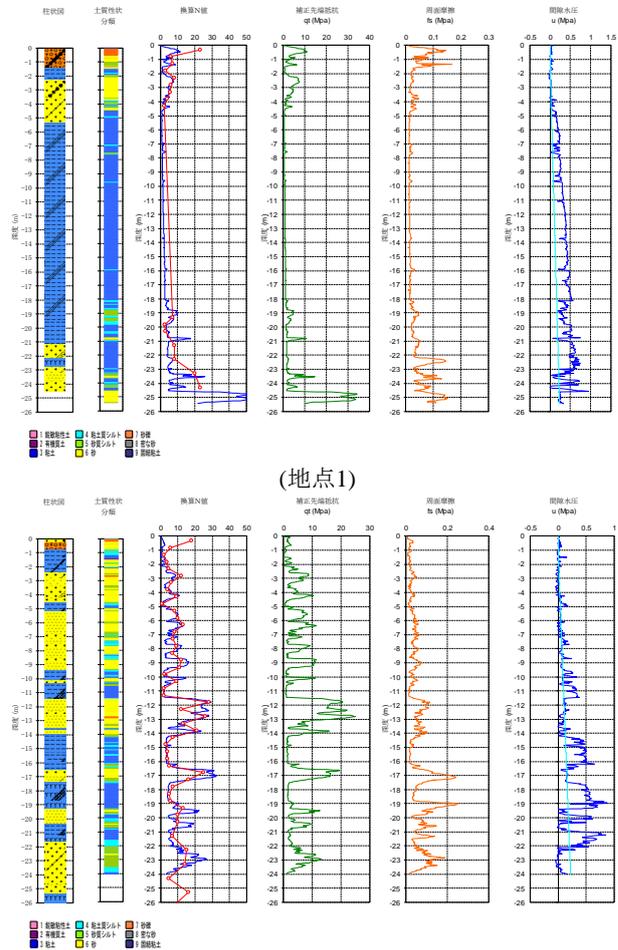


図-2 三成分CPT結果

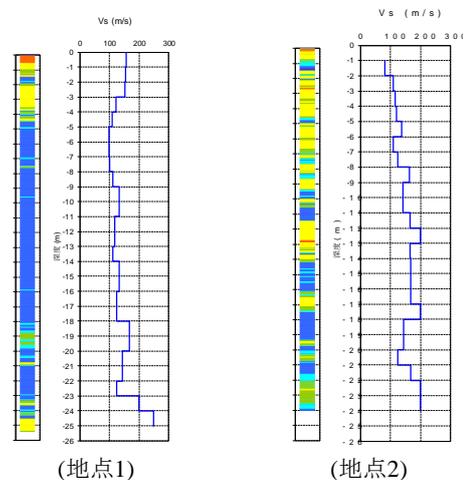


図-3 せん断波速度 V_s

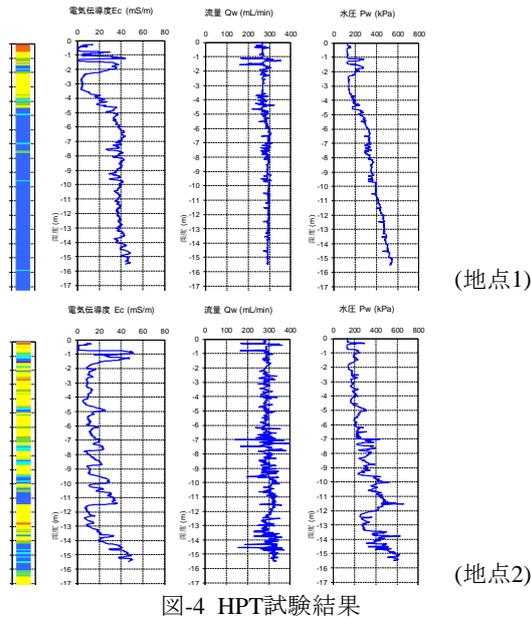


図-4 HPT試験結果

3. 液状化可能性の判定

判定条件はM=7.5, $\alpha=200\text{gal}$ (中地震相当) とした。①, ②は指針に従って算出した。③については補正せん断波速度 V_{sa} を式-1により求め、図-5に示す関係からせん断抵抗力を求めた。

$$V_{sa} = V_s \cdot \frac{98 \cdot (46 \cdot I_c - 5)}{\sigma'_z \cdot (46 \cdot I_c - 5)} \quad (\text{式-1})$$

ここに、 V_s :測定せん断波速度(m/s), σ'_z :有効土被り圧, I_c :土質性状指数

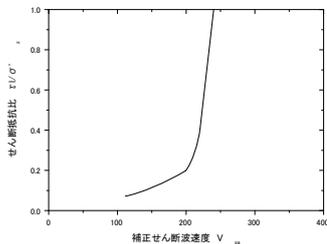


図-5 補正せん断波速度 V_{sa} とせん断抵抗力 τ/σ'_z

④についてはCPTの間隙水圧 u が緩い砂層においては静水圧 u_0 を示す傾向があることから式-2で過剰関係水圧 Δu を求めた。砂層で $\Delta u \approx 0$ であれば緩い透水性が高く液状化の可能性が高いと判定する。

$$\Delta u = u - u_0 \quad (\text{式-2})$$

ここに、 u :測定間隙水圧(kPa), u_0 :静水圧(kPa)

⑤についてはHPTにおける透水距離が水圧に比例すると仮定してデータから簡易な透水性指標として式-3に示す指標 k' を考えたとした。この指標が大きいほど地盤の透水性が高く液状化の可能性が高いと判定する。

$$k' = \frac{Q_h}{(h_w - h_0)^2} \quad (\text{式-3})$$

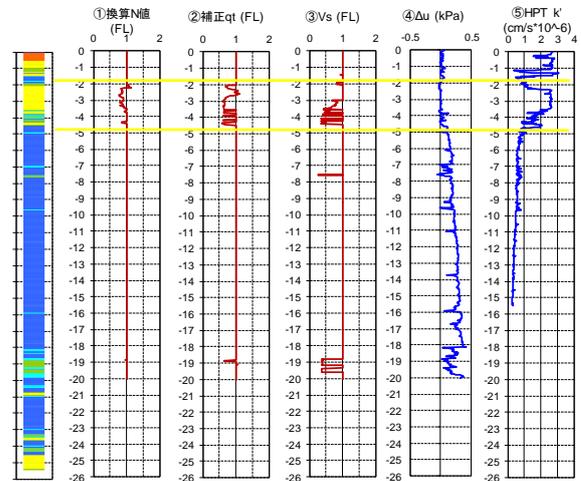
ここに、

Q_h :流量(cm^3/s), h_w :HPT換算水頭(cm), h_0 :静水圧水頭(cm)

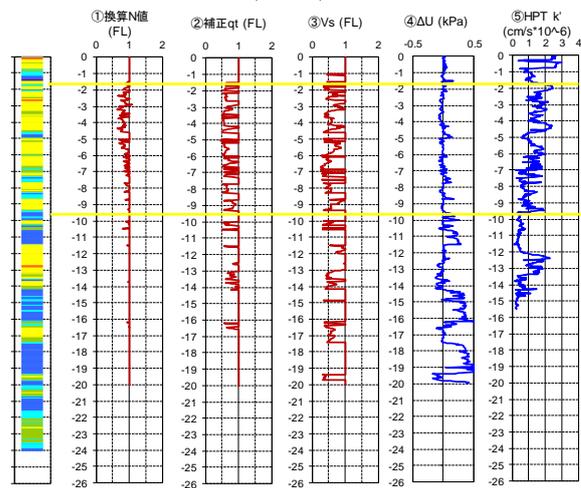
以上5種類の検討結果を図-6に示す。地点1においては全ての指標がGL-2.0~4.5mの砂層が液状化可能性があると判定している。細かく見ると①と②, ③では傾向が異なり、N値によるものが控えめの結果となっている。水圧系の④, ⑤も他と対応した傾向を示しており判定指標

となりうると思われる。 k' については $k'=10^{-6}\text{cm/s}$ あたりをしきい値とする他の指標と傾向が合う。

地点2はGL-10m付近までの砂層について、全ての指標が液状化の可能性があると判定となっている。地点1と同様にN値によるものが控えめの結果となっている。-10m以深については各指標にバラツキが見られる。



(地点1)



(地点2)

図-6 液状化可能性判定結果

5. まとめ

- N値, qc値およびせん断波速度 V_s によるFLを比較するとN値によるものが控えめな判定となる。
- CPTの間隙水圧, HPTの簡易透水性指標 k' は砂層の透水性の観点からの液状化判定の指標となりうる。
- GL-10m以深の判定については各指標でバラツキが見られる。

参考文献

- 1) 大島昭彦他: 滋賀県守山市における地盤調査一斉試験(その1: 調査概要とSPT), 第48回地盤工学研究発表会, 2013.7 (投稿中)
- 2) 日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, 1998
- 3) 鈴木康嗣, 時松孝次: 地震時の液状化事例とせん断波速度の関係, 日本建築学会構造系論文集 第578号, 67-74 2004. 4月
- 4) 西村真二他: 京葉湾岸地区における液状化後の地盤に対する3成分コーン貫入試験, 第9回地盤工学学会関東支部発表会, 2012年10月