

CPTによる液状化予測 (香取市佐原河川敷)

コーン貫入試験 液状化 塑性指数

榊地盤試験所 正会員 ○岡 信太郎
 榊地盤試験所 正会員 山本 伊作
 榊地盤試験所 北條 豊

1. はじめに

地盤工学会関東支部において「各種サウンディングの液状化対策手法としての適用性に関する研究委員会」が実施されており、その中でサウンディングの一斉試験が行われた。そこで、静的貫入試験のひとつである電気式コーン貫入試験 (以降 CPT とする) を実施し、CPT の結果と基準ボーリング (以降 SPT とする) の結果から得られる地盤状況と液状化の予測に対し比較検討を行った。一斉試験が行われた場所は、利根川右岸となる千葉県香取市佐原河川敷である。今回、設けられた調査地点は2地点である。図-1 に示す明治期の地形図から、地点1は河川上に位置し、その後浚渫された緩い砂質土が分布する地点である。地点2は地形図から明治期より河川の中洲であり、沖積の自然地盤が堆積する個所である。特に地点2では東日本大震災において液状化を発生し、噴砂の確認された場所である。なお、SPT は地点2においてのみ実施されており、以降、地点2を中心に検討を加えた。



図-1 調査地点周辺地形図 (明治期)

2. CPT の結果 (柱状図)

SPT は標準貫入試験を 50 cm 毎に実施し、標準貫入試験で得られた試料に対して粒度試験が実施された。そこで CPT の結果と SPT の結果を比較するために、①SPT における試料の目視観察による柱状図、②粒度試験結果に基づいた柱状図、③CPT の土質性状分類¹⁾、④CPT により測定された間隙水圧、⑤CPT から得られた換算 N 値 (鈴木・時松ら²⁾) と標準貫入試験 N 値としてまとめた。

地点2の結果を図-2に示す。深度3m付近までは砂を含んだ粘性土主体の層であり、①、②、③とも一致していると考えられる。深度6.60m付近から8.80m付近まで、①では細砂層としているが、②、③ではシルト質土と砂質土の互層となっており、粒度試験による柱状図とCPTはよく一致している。CPTでは深度13.70m付近から15.00m付近までシルト混り砂～砂質シルトの性状を示している。その深度でのN値を見るとCPTの換算N値はSPTのN値に比較して小さい値を示し、細粒分の混入が窺われる。深度3.00m付近から15.00m付近まで (深度6.60m付近から8.80m付近を除いて)、CPTで得られた間隙水圧はほぼ静水圧と同様な分布を示している点が特徴である。また、細粒分含有率 (以降 Fc という) について

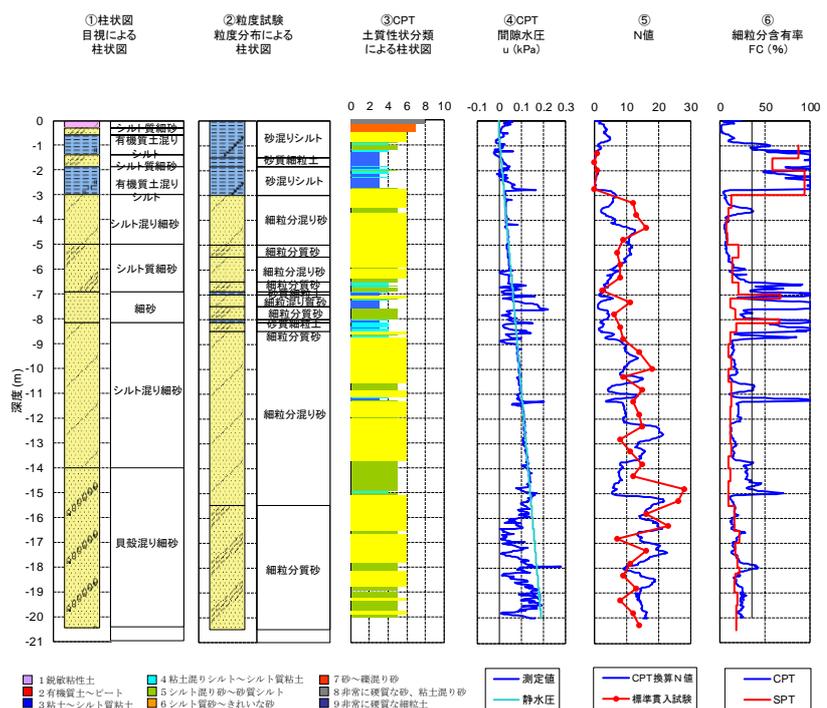


図-2 CPT と SPT 結果比較 (地点2)

CPT の結果から鈴木・時松ら²⁾による推定値を求め、細粒分含有率試験の結果と比較したところ、深度13.70m付近から15.00m付近の明らかに細粒分の混入が窺える層を除いて概ね一致した値が得られていることがわかる。SPT を 50 cm 毎に実施し、その試料に対して土質の変わり目でも粒度試験を実施するような詳細なボーリング調査の結果から得られる柱状図は、CPT の1回の貫入試験により得られる柱状図により類似した柱状図となり、CPTの特徴である「深さ方向に連続した測定値が得られ、このことにより地盤の不均質や堆積構造を採知できる利点」を示すものである。

3. 液状化予測

CPT と SPT の結果を用いて液状化予測を実施した。「道路橋示方書」平成 24 年³⁾(換算 N 値)に従い、地震動タイプを Type II として計算を行った。その結果、CPT から求まる液状化指数(以降 PL 値という)が 46、SPT から求まる PL 値が 44 という結果となり、両者の PL 値がよく一致した結果となった。

これまでに表-1 に示される一斉試験が実施され、その結果については地盤工学会研究発表会などで公開されている。

いずれも詳細な SPT と土質試験が実施されており、同時に実施した CPT の結果と比較検討を行ってきた。その中で行った液状化予測の結果を表-2⁷⁾に示す。表-2⁷⁾から CPT の PL 値と SPT・粒度試験の PL 値に違いが確認され、一般的に

SPT・粒度試験による PL 値の方が高い値を示した。その要因として、塑性指数(以降 I_p という)が考えられる。液状化の予測は $F_c \geq 35\%$ でも $I_p \leq 15$ の場合は検討を実施する。表-1 で示した試験場所には $I_p \leq 15$ となる地層が分布し、 $I_p \leq 15$ となる地層に対して液状化の検討を実施した結果である今回の一斉試験では、 $I_p \leq 15$ となる地層が分布していなかったため、 I_p の影響を受けずに CPT と SPT・粒度試験の PL 値がより良い一致を示した。このことから I_p について、CPT の結果から推定が可能となれば、より精度の高い液状化の予測が行えることになる。

田中ら⁷⁾は $I_p \leq 40$ 以下で基準化間隙水圧比 B_q との相関を示唆しているが、データ数が少ないことから一般的な特性かどうか、さらなる検証が必要としている。

4. まとめ

① SPT を 50 cm 毎に実施し、その試料に対して土質の変わり目でも粒度試験を実施するような詳細なボーリング調査の結果から得られる柱状図は、CPT の 1 回の貫入試験により得られる柱状図により類似した柱状図となり、CPT の特徴である「深さ方向に連続した測定値が得られ、このことにより地盤の不均質や堆積構造を探知できる利点」を示すものである。

② 「道路橋示方書」平成 24 年³⁾(換算 N 値)に従い、地震動タイプを Type II として計算を行った液状化予測の結果、CPT から求まる PL 値が 46、SPT・粒度試験から求まる PL 値が 44 という結果となった。

③ CPT による液状化予測の精度を高めるため、塑性指数 I_p の推定に着目し、今後データの収集、検討を加えていく。

表-1 CPTまたは各種サウンディングに係わる一斉試験

試験場所	試験名	実施時期
神奈川県横浜市鶴見区地内 ⁴⁾	コーン貫入一斉試験2007	2007/7/9
千葉県浦安市地内 ⁵⁾	浦安市における各種サウンディング試験の比較	2011/12/13
滋賀県守山市地内 ⁶⁾	滋賀県守山市における地盤調査一斉試験	2012/12/4

表-2 一斉試験におけるPL値

試験場所		SPT・粒度試験によるPL値	CPTによるPL値
神奈川県横浜市鶴見区地内 ⁴⁾	No.1	23	16
千葉県浦安市地内 ⁵⁾	No.1	20	17
	No.3	34	27
滋賀県守山市地内 ⁶⁾	No.1	10	9
	No.2	31	29
千葉県香取市佐原地内	No.2	44	46

参考文献

- 1) Robertson, P.K.: Soil classification using the cone penetration test, Canadian Geotechnical Journal, Vol.27, No.1, pp.151~158, 1990
- 2) 鈴木康嗣, 賓松俊明, 時松孝次, 「コーン貫入試験と標準貫入試験の N 値およびせん断波速度の関係」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), B-1, pp. 489-490, 2001
- 3) 「道路橋示方書・同解説, V 耐震設計編」, pp. 132~149, 2012.
- 4) 末政直晃・他: 「コーン貫入一斉試験2007」, 地盤工学会誌, Vol. 57, No. 8, 2009.
- 5) 大島昭彦・他: 「浦安市における各種動的サウンディング試験の比較(その1:調査概要)」第47回地盤工学会研究発表会, pp. 131~132, 2012
- 6) 峰 翔太郎・他: 「滋賀県守山市におけるサンプリング・サウンディング試験と沖積粘土層の性状」, 第48回地盤工学会研究発表会, pp. 343~345, 2013.
- 7) 岡信太郎・他, 「SPT と CPT の液状化予測の比較」, 地盤工学会関東支部発表会, 防災4-1, 2013
- 8) 田中洋行・他, 「コーン貫入試験における間隙水圧の挙動について」, 第27回土質工学研究発表会, pp. 163-166, 1992