

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9 : PDCPT, SH)

現場調査, 液状化, 動的コーン貫入試験

(株)アサノ大成基礎エンジニアリング 正 篠川俊夫
非会員 深澤和行, 池田浩一
大阪市立大学大学院 国 大島昭彦
学 三田大貴, 学 平田拓也
大和ハウス工業(株) 正 平田茂良

1. まえがき

戸建住宅用の地盤調査や急傾斜地の表層土の調査に用いられる簡易動的コーン貫入試験(PDCPT)およびS H型貫入試験(SH)を地点1および地点3で行った¹⁾(試験位置は参考文献1)参照)。これらの試験結果について報告する。

表-1 試験実施数量

試験	地点1	地点3
簡易動的コーン貫入試験(PDCPT)	2箇所 (深度:8m)	4箇所 (深度:5m, 6m×2, 7m)
SH型貫入試験(SH)	2箇所 (深度:8m)	2箇所 (深度:8m)

2. 試験方法

簡易動的コーン貫入試験(PDCPT)は、質量5kgのハンマーを50cmの高さから自由落下させて、ロッド頭部に取り付けたノッキングブロックを打撃し、ロッド先端に取り付けたコーンを10cm貫入させるのに要する打撃回数 N_d を測定する試験方法である(図-1)。しかしながら、ロッドが単管式のため調査深度が深くなると土とロッド間の周面摩擦が大きくなり、貫入抵抗である N_d 値が過大となる問題がある。そのため、0.5m貫入毎にトルク M を測定して周面摩擦の補正を式(1)のように行った²⁾。

$$N_d = N_{dm} - N_{skin} \quad (1)$$

N_d ; 補正打撃回数, N_{dm} ; 測定打撃回数

N_{skin} ; 周面摩擦に費やされる打撃回数

$$N_{skin} = 2eM / mgHD = 0.51M \quad (\text{図-1参照, } M(\text{N}\cdot\text{m}))$$

S H型貫入試験(SH)は、斜面用の調査として従来から用いられている簡易動的コーン貫入試験と根系発達深度等の把握を目的として用いられている長谷川式土壌貫入計の両方の調査能力を備えた貫入試験である³⁾。試験方法は、質量5kg(3kgと2kgに分割)のハンマーを50cmの高さから自由落下させて、ロッド頭部に取り付けたノッキングヘッドを打撃し、1打撃毎の貫入量から貫入抵抗 $N_{d/drop}$ (1打撃毎の貫入量から10cmに換算した打撃数)を式(2)から求める(図-2)。

$$N_{d/drop} = 1/\text{ハンマー1打撃におけるコーン貫入量(mm)} \times 100(\text{mm}) \quad (2)$$

装置の仕様はハンマーを分割している以外はPDCPTと同じであるが、貫入深さは通常5m程度を限度とする。3mを超えるとPDCPTと同様にロッドの周面摩擦が大きくなるという問題がある。ハンマーは3kgのもので試験を開始し、1打撃毎の貫入量が3~4mmの状態を20回程度確認したら2kgのハンマーを付加して5kgの状態での試験を継続する。1打撃毎の貫入量はデータロガーに自動記録される。3kgのハンマーの貫入抵抗 $N_{d/drop}$ は5kgのハンマーの貫入抵抗 $N_{d/drop}$ と以下の関係がある³⁾。

$$N_{d/drop}(5\text{kg}) = 0.5N_{d/drop}(3\text{kg}) \quad (3)$$

3. 試験結果

簡易動的コーン貫入試験(PDCPT)は、地点1で2箇所(深度8m)、地点3

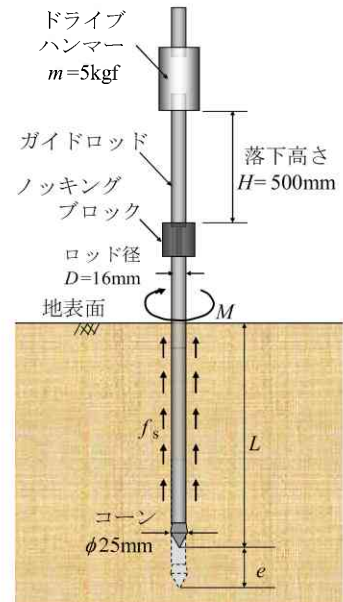


図-1 簡易動的コーン試験の概要

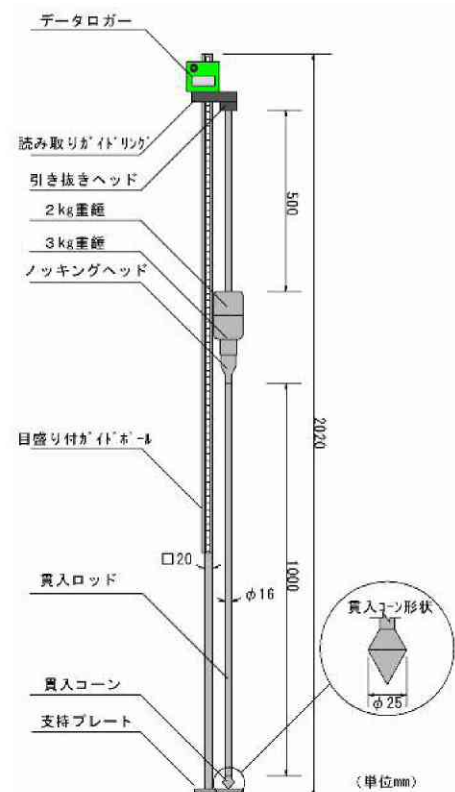


図-2 S H型貫入試験装置の概要

Comparison of Various Dynamic Sounding Tests in Urayasu City (Part9:PDCPT, SH)

Shinokawa Toshio, Fukasawa Kazuyuki and Ikeda Koichi (Asano Taiseikiso Engineering Co.,Ltd.)

Oshima Akihiko, Sanda Hiroki and Hirata Takuya (Osaka City University)

Hirata Shigeyoshi (Daiwa House Industry)

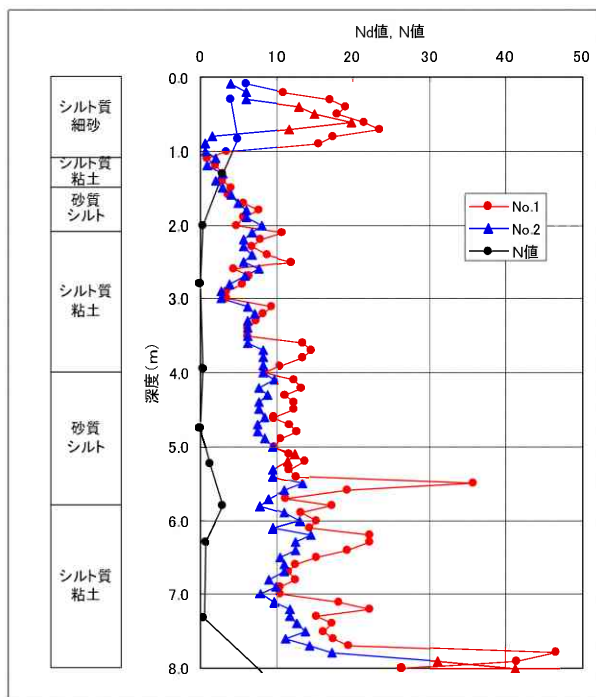


図-3 PDCPT（地点1）の N_d 値と N 値の比較

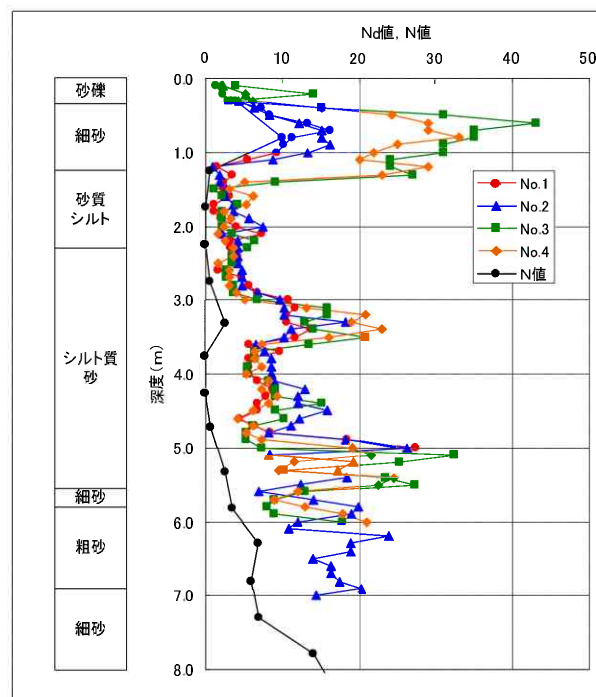


図-4 PDCPT（地点3）の N_d 値と N 値の比較

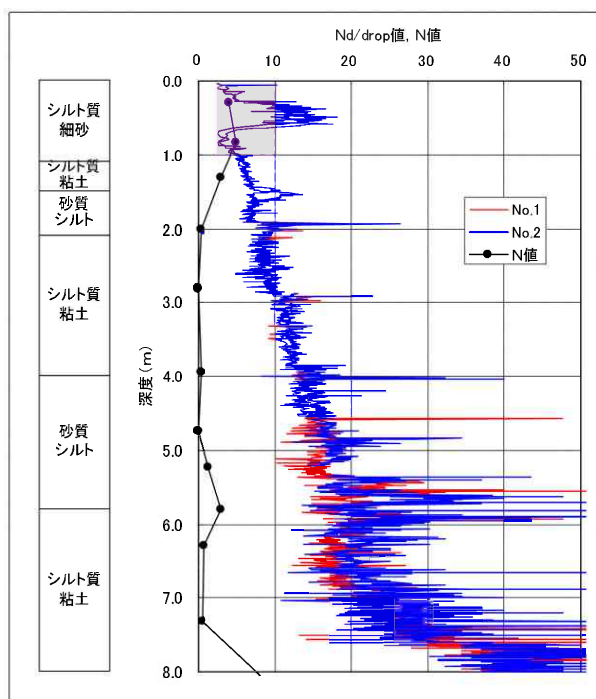


図-5 SH（地点1）の $N_{d/drop}$ 値と N 値の比較

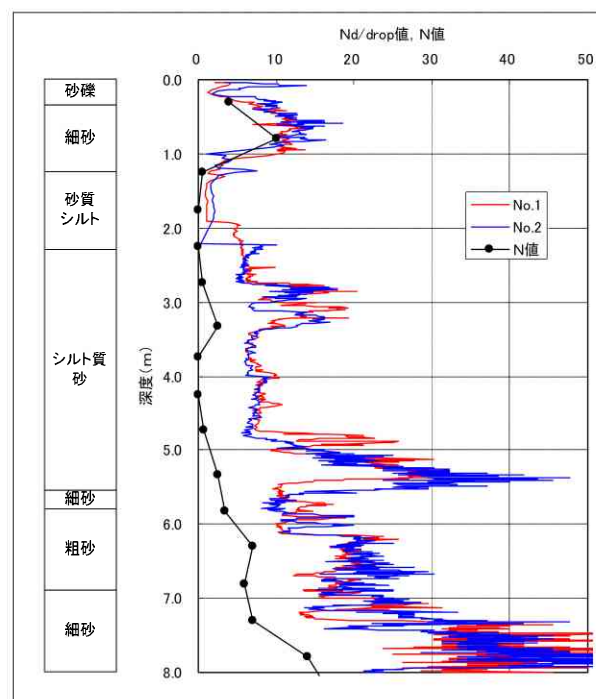


図-6 SH（地点3）の $N_{d/drop}$ 値と N 値の比較

で4箇所（深度5m、6m×2、7m）行った。なお、地点1のNo.2および地点3のNo.1では、ロッドに潤滑材を塗布して試験を行った。

周面摩擦補正を行った結果（ N_d 値）を N 値と合わせて図-3、4に示す。各地点での結果は一部を除いてほぼ同様の傾向を示しており、再現性が認められる結果であると判断される。地点1では、 N 値との相関があまり認められないが、地点3では、 N 値の分布傾向と N_d 値の分布傾向が似ている。また、地点1ではロッドに潤滑材を塗布したケース（No.2）の深度3.5m付近から N_d 値がわずかに小さい傾向が見られ、周面摩擦低減の効果であることも考えられる。

S H型貫入試験(SH)は、地点1で2箇所（深度8m）、地点3で2箇所（深度8m）行った。

SHの結果（ $N_{d/drop}$ 値、3kgハンマーを5kgハンマーに変換）を N 値と合わせて図-5、6に示す。各地点での結果は一部を除いてほぼ同様の傾向を示しており、再現性が認められる結果であると判断される。地点1では、 $N_{d/drop}$ 値は深度が深くなるにつれて大きくなる傾向を示し、 N 値の分布傾向とは異なっている。地点3では、PDCPTと同様に N 値の分布傾向と $N_{d/drop}$ 値の分布傾向が似ている。

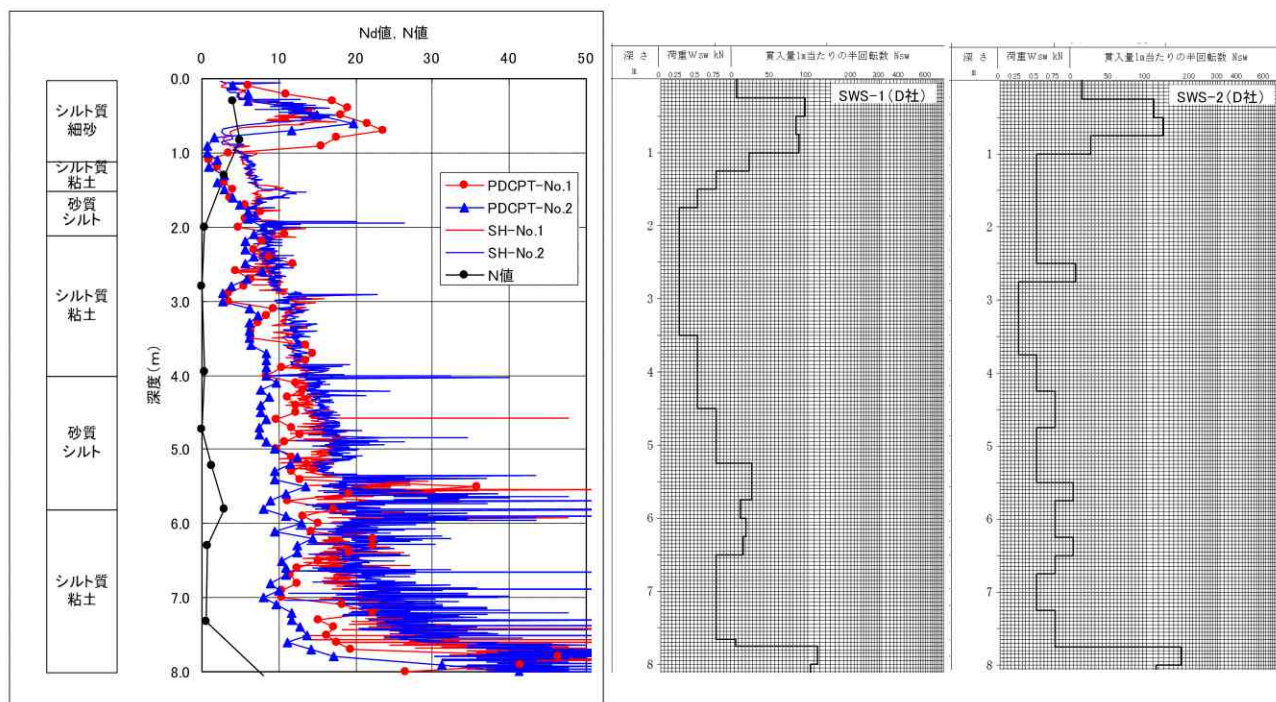


図-7 PDCPT と SH の比較（地点 1）

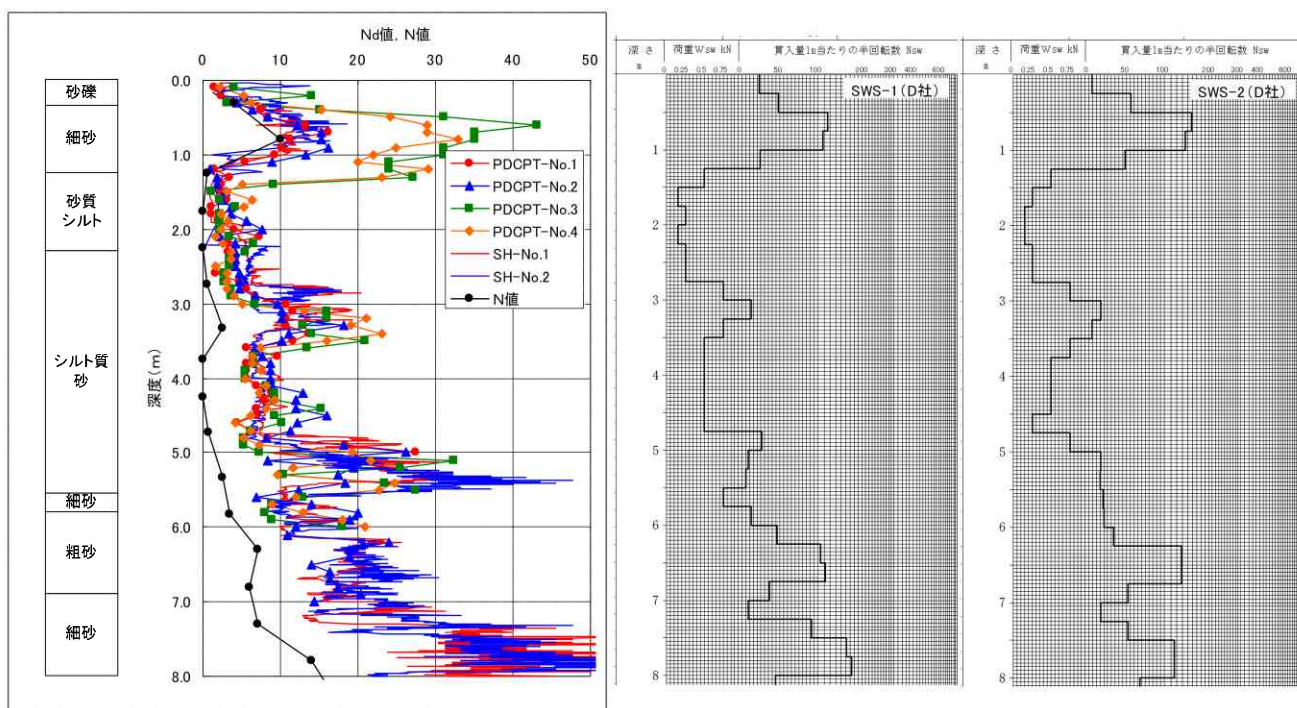


図-8 PDCPT と SH の比較（地点 3）

4. 比較検討

地点ごとにPDCPT、SHおよび N 値の結果の重ねと、参考としてスウェーデン式サウンディング試験（SWS）結果⁴⁾を併記した図を図-7、8に示す。地点1、3ともにPDCPTとSHの結果はほぼ同様の分布傾向を示している。地点1では、PDCPT、SHともに N_d 値が深度方向に増加する傾向を示しているが、周面摩擦の補正の有無のためか、SHの N_d 値が若干大きめ傾向である。一方、 N 値については深度2～5m、6～7m付近で $N=0\sim1$ 程度となっているが、PDCPT、SHともにその深度では N_d 値が全般に増加傾向であり、相関についてはあまり認められない。深度1m、6m、8m付近の N 値が大きい部分では、PDCPT、SHの N_d 値もそれに対応してピーク状に大きくなっている。なお、SWSは概ね N 値に対応した結果となっている。地点3では、 N 値の変化に概ね対応するようにPDCPT、SHおよびSWSの貫入抵抗が変動する傾向である。ただし、深度1～2m付近と深度4m付近で N 値=0となっているが、PDCPT、SHともに深度1～2m付近に比べて深度4m付近の N_d 値の方が大きくなっている。また、深度5～5.5m付近ではPDCPT、SHともにシルト質砂から細砂への変わり目を捉えたためか、 N_d 値がピーク状に大きくなっているが、 N 値およびSWSでは捉えられていない。

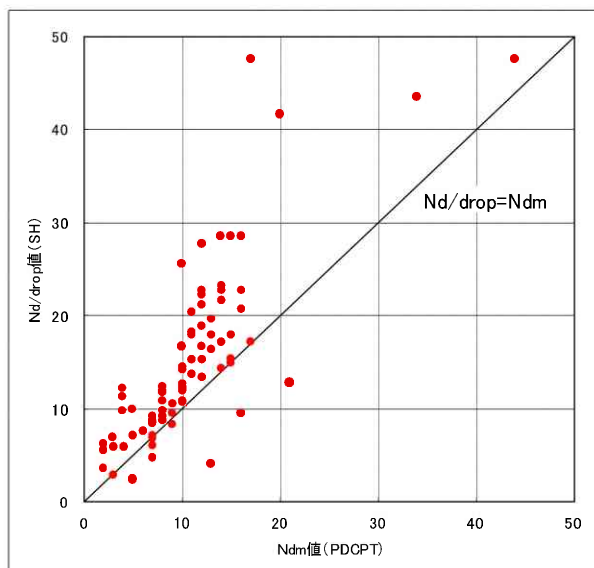


図-9 N_{dm} 値と $N_{d/drop}$ 値の関係 (地点 1)

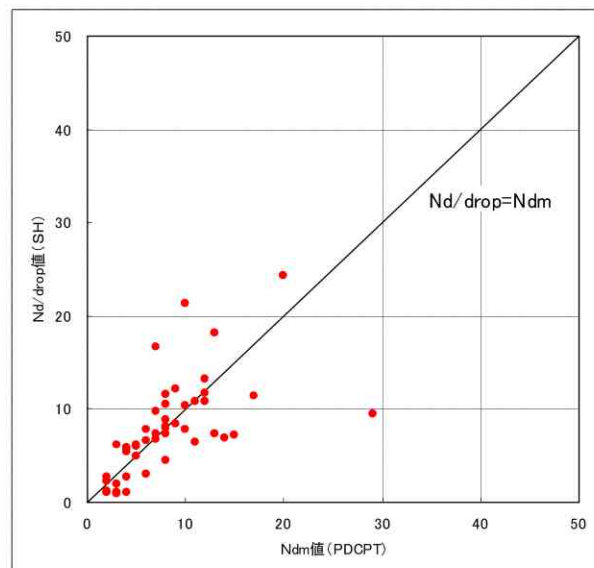


図-10 N_{dm} 値と $N_{d/drop}$ 値の関係 (地点 3)

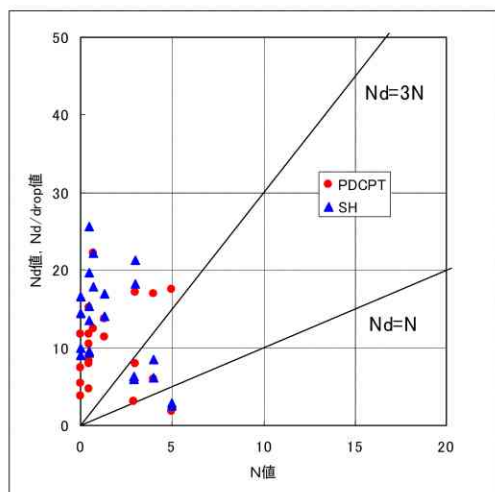


図-11 N 値との関係 (地点 1)

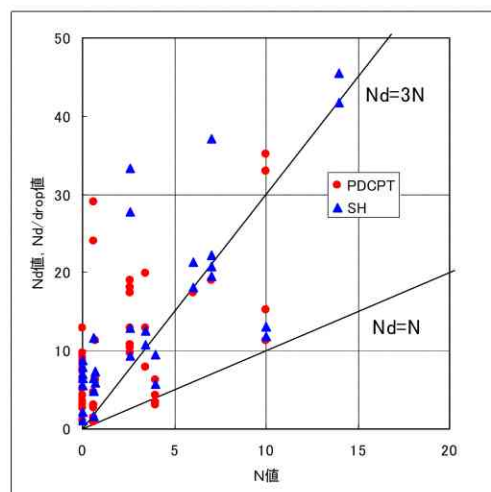


図-12 N 値との関係 (地点 3)

PDCPTの測定打撃回数 N_{dm} 値と対応する深度におけるSHの $N_{d/drop}$ 値の関係を図-9、10に示す。各地点とも最も近い箇所のデータで比較した（地点1；PDCPT-2・SH-1，地点3；PDCPT-1・SH-1）。地点1では全般にPDCPTに比べてSHの方が大きい値になっているが、 N_{dm} 値 ≤ 10 ではある程度相関が認められる。一方、地点3ではほぼ1:1の相関を示している。

N 値との関係を図-11、12に示す。PDCPT、SHともに標準貫入試験の平均深度に対応する深度における結果で、PDCPTは周面摩擦補正を行った N_d 値である。各地点とも全箇所のデータで比較した。 N 値と比較すると、PDCPTとSHの値はともに大きくなっている。また、各 N 値に対するPDCPTとSHの値のばらつきも大きい。 N 値との関係では、PDCPTで $N_d = (1 \sim 3)N$ 、SHで $N_{d/drop} \approx N$ (N 値10以下)とされている^{3), 5)}が、今回そのような相関関係は認められなかった。

4. まとめ

東北地方太平洋沖地震によって液状化の被害が生じた浦安市内において行った地盤調査一斉試験のうちPDCPTとSHの試験結果を報告した。埋立層が地点1で約8m、地点3で約6mと推定され、その下に液状化したと考えられる沖積砂層がある¹⁾。PDCPTとSHの試験深度は最大で8mまでであり、液状化した沖積砂層の特性を把握するまでには至らなかった。PDCPTとSHの試験結果は、 N 値との相関が明確には認められなかったが、お互いの試験結果についてはある程度相関が認められた。

<参考文献>

- 1) 大島，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回地盤工学研究発表会，2012。
- 2) 松村，他：簡易動的コーン貫入試験の周面摩擦補正の検討，第44回地盤工学研究発表会，pp. 55-56，2009。
- 3) 表土層調査技術研究会：SH型貫入試験調査要領，2007。
- 4) 平田，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4：SWS)，第47回地盤工学研究発表会，2012。
- 5) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，2004。