

## 動的、静的サウンディング試験と

### 室内力学試験の相関性に関する研究

#### **A study of correlation between dynamic and static sounding tests and laboratory mechanical tests**

地盤工学分野

峯 翔太郎

動的サウンディング試験として大型、中型コーン貫入試験（SRS、MRS）を、静的サウンディング試験としてスウェーデン式サウンディング試験（SWS）とサンプリングサウンディング試験（SPS）を対象として現場調査を行い、各サウンディング試験の相関性を求めて高精度化を図った。さらに、粘性土地盤を対象に室内力学試験との相関性を求めた。

This paper shows site investigation results of heavy and medium dynamic cone penetration tests (SRS and MRS) as dynamic sounding test and Swedish weight sounding test (SWS) and samplingsounding test (SPS) as sounding test. And this study examines the correlation between dynamic and static sounding tests and improvement of precision of each sounding test. Moreover, this study examined the correlation between dynamic and static sounding tests and laboratory mechanical tests for the clay ground.

#### 1. まえがき

土木・建築構造物の計画・設計・施工を行うためには、地盤情報を得るために地盤調査を行うことが必須である。この地盤調査は原位置でのボーリング調査を基本として行われ、その中で地盤の強さを直接測定する方法（サウンディング）と原位置の性質を保持した乱れの少ない土を採取（サンプリング）し、それを用いて各種室内土質試験で調べる方法を併用するのが一般的である。標準貫入試験（SPT）は、このサウンディングとサンプリングを同時に行うことができるため、地盤調査の標準的なものであり、液状化判定も一般的にこの試験に基づいて行われる。しかし、調査費用が高く、調査時間も長いため、宅地の沈下や液状化判定などに対する地盤調査には適さない。

本研究は、まず SPT に頼らない、もっと低コストな地盤調査法として、動的サウンディングとして大型、中型動的コーン貫入試験（SRS、MRS）を、静的サウンディングとしてスウェーデン式サウンディング試験（SWS）を取り上げ、その高精度化を図る。そのため、SRS 試験機による違い、SRS と SPT、及び SRS と MRS の対応関係、さらに SWS と SPT の対応関係を検討し、粘性土地盤に対しては室内力学試験結果との相関性を調べる。

一方、粘性土地盤に対する SPT は、 $N$  値は 0~3 程

度であり、地盤情報として非常に粗く、採取試料は乱れが大きく力学試験に供することができない。そのため、力学試験用には別途サンプリングを行っているが、このサンプリング方法として最も普及しているのが水圧式サンプラーによるサンプリングである。地盤工学研究室では、この水圧式サンプラーに定流量ポンプを導入して、サンプリング時に水圧（静的貫入抵抗に換算）と流量速度（貫入量に換算）を測定して、サウンディングも同時に行う新しいサンプリング・サウンディング（SPS）試験を開発した。本研究では静的サウンディングの一つとしてこの SPS を取り上げ、室内力学試験結果との相関性を調べる。

以上から、動的、静的サウンディング試験と室内力学試験の相関性を調べることが本研究の目的である。

#### 2. 各種サウンディング試験の方法

表-1 に本研究で対象とした各種サウンディング試験の仕様<sup>1)</sup>をまとめた。

##### 2.1 動的コーン貫入試験（SRS）

SRS は、質量 63.5kg のハンマーを高さ 50cm から自由落下させ、ロッド先端のコーンが 20cm 貫入するのに要する打撃回数  $N_d$  値を測定する。これまで SPT と単位貫入量当たりのエネルギーが同じなので、 $N_d$  値  $\approx N$  値とされている。また、単管のロッドの周面には常

表-1 各種サウンディング試験の仕様

試験名	SRS		MRS	SPT	SWS
	従来機	自重低減機			
ハンマーガイドロッド径 (mm)	101.6	48.6	20	40.5	-
ハンマー直径 $D_h$ (mm)	246	-	160	180	-
アンビル直径 $D_a$ (mm)	175	120	90	71	-
アンビル直径/ハンマー直径 $D_a/D_h$	0.71	0.49	0.22	-	-
打撃装置総質量 (kg)	177.5	80.5	62	63.5	-
ハンマー質量 $m$ (kg)	63.5	30	30	63.5	100
落下高 $H$ (mm)	500	350	350	750	-
コーン先端角 (°)	90	90	非閉塞	閉塞	S.P.
コーンマントル長 (mm)	90	69	外径51	外径51	200
コーン直径 $D_c$ (mm)	45	36.6	内径35	-	33
コーン断面積 $A$ ( $\times 10^4$ m <sup>2</sup> )	15.9	10.5	10.8	20.4	8.6
ロッド直径 $D_r$ (mm)	32	28	28	40.5	19
コーン直径/ロッド直径 $D_c/D_r$	1.41	1.31	-	-	1.74
トルクによる周面摩擦補正係数 $\beta$	0.040	0.139	-	-	-
単位面積当たりのハンマー質量 $m/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	3.99	2.85	5.88	3.11	11.69
単位面積当たりのエネルギー $E=mgH/A$ (kJ/m <sup>2</sup> )	195.8	97.9	432.6	229.0	-
SRSに基づくエネルギー比	1.00	0.500	2.21	1.17	-
打撃回数測定貫入量 $L$ (m)	0.20	0.20	0.30	0.30	-
単位貫入量当たりのエネルギー $E=mgHL/A$ (kJ/m <sup>2</sup> /m)	979.2	489.5	1442.0	763.4	-
SRSに基づくエネルギー補正係数 $\alpha$	1.00	0.500	1.47	0.780	-

に地盤との摩擦力が作用するため、ロッドの回転トルクを測定して  $N_d$  値を補正する方法が採られる。ただし、従来機は打撃装置自重 (177.5kg) が過大であったので、打撃装置自重を 80.5kg に低減した自重低減機が 2012 年に開発された。本研究では、土質ごとの SRS 従来機と自重低減機の  $N_d$  値及び  $N$  値との対応関係、さらに室内力学試験との相関性を検討した。

## 2.2 中型動的コーン貫入試験 (MRS)

MRS は、コーン単位面積当たりの打撃エネルギーが SRS の 1/2 となるように小型化・軽量化したもので、周面摩擦補正と、SRS 換算のエネルギーの補正を行うことで SRS と同等の  $N_d$  値が得られるとされている。しかし、その補正方法<sup>2)</sup>には次の 2 種類ある。

$$\text{従来補正式: } N_d = 0.5N_{dm} - 0.16M_v \quad (1)$$

$$\text{新補正式: } N_d = 0.5(N_{dm} - 0.138 M_v) \quad (2)$$

新補正式は表-1 に示す理論的な補正に基づくものである。従来補正式は SRS の  $N_d$  値と合うように経験的に決められたものである。式(1)は周面摩擦補正量が式(2)の 2.3 倍になり、従来の補正方法は過大な周面摩擦補正をしていると考えられる。その補正方法の妥当性を SRS との比較から検証する。

## 2.3 スウェーデン式サウンディング (SWS) 試験

SWS 試験は荷重  $W_{sw}$  ( $=0.05 \sim 1\text{kN}$ ) による貫入と回転による貫入 (半回転数  $N_{sw}$ ) を併用した原位置試験であり、静的サウンディングに位置づけられる。簡易なサウンディングのうちでは比較的貫入能力に優れており、深度 10m 以内の軟弱層を対象に用いられている。一般に SWS の結果と  $N$  値、 $q_u$  値の関係は式(3)~(5)の稲田<sup>3)</sup> による相関式が用いられる

$$N = 2W_{sw} + 0.067N_{sw} \quad [\text{礫} \cdot \text{砂} \cdot \text{砂質土}] \quad (3)$$

$$N = 3W_{sw} + 0.050N_{sw} \quad [\text{粘土} \cdot \text{粘性土}] \quad (4)$$

$$q_u = 45W_{sw} + 0.75N_{sw} \quad [\text{粘土} \cdot \text{粘性土}] \quad (5)$$

ただし、稲田式は 50 年以上も前に名神高速道路予定路線の軟弱沖積地盤での測定値に基づいて提案されたものであり、相関式を求めたデータが地域限定であること、データのばらつきが大きいこと、さらに当時と現在では試験方法 (SPT も含む) が大きく異なることから、その精度は疑問視される。そこで、本研究では SPT の  $N$  値との対応関係、さらに一軸圧縮強さ  $q_u$  との相関性を検討した。

## 2.4 サンプリング・サウンディング (SPS) 試験

図-1 に SPS 試験装置の概要を示す。定流量ポンプ (吐水量 6.3L/min、最大圧 7MPa) から清水を送り、サンプリングチューブを静的に地盤に押し込み、その時の送水圧と流量速度を測定して、サンプリングと同時にサウンディングも行う試験である。本研究では、室内力学試験との対応関係を検討し、非排水せん断強さを推定する相関式を提案する。

## 3. 各種サウンディング試験の結果と比較

### 3.1 SRS と SPT の比較

本研究で今年度現場調査を行ったのは、大阪市住之江区泉、千葉県浦安市千鳥の 2 地点である。図-2 に住之江泉、浦安千鳥における SRS 従来機、自重低減機の  $N_d$  値と SPT の  $N$  値の深度分布を示す (浦安千鳥は自重低減機のみ)。図(1)の住之江泉の SRS 自重低減機の方が従来機より全体的に  $N_d$  値が大きい。図(1)、(2)ともに SRS の  $N_d$  値と SPT の  $N$  値は砂層ではほぼ一致しているが、粘土層では SRS の  $N_d$  値の方が大きい (その傾向は深度が進むと強く表れている) ことがわかる。

図-3(1)、(2)に過去の調査地点<sup>1)</sup> を含めて、それぞれ SRS 従来機と自重低減機の  $N_d$  値と  $N$  値の関係を粘性土と砂質土に分けて示す。従来機の  $N_d$  値は過小で、砂質土、粘性土ともに自重低減機  $N_d$  値は全体に 2~3 回大きい。しかし、砂質土に比べて粘性土の  $N_d$  値は小さいので、相対的に自重低減による  $N_d$  値の増加の割合は粘性土の方が大きいと言える。特に自重低減の  $N_d$  値が大きい。これは軟弱な沖積粘土層では打撃装置自

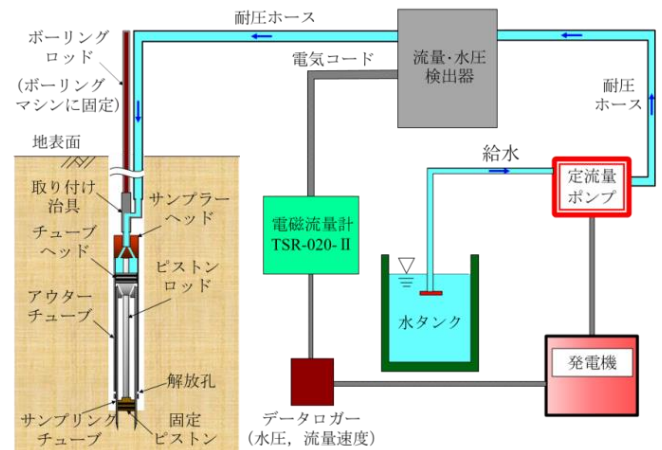


図-1 SPS 試験装置の概要

重が大きい従来機は自沈傾向が強まり、 $N_d$  値が過小に得られるためと考えられる。

次に、図-4、5 に過去の調査地点を含めて、 $N_d$  値と  $N$  値の関係をそれぞれ SRS 従来機と自重低減機の粘性土と砂質土に分けて示す。図(1)の粘性土では SRS の  $N_d$  値は  $N$  値の2倍を上回る。図(2)の砂質土ではほぼ一致する結果となった。以上より、砂質土では  $N_d \approx N$  が成立するが、粘性土では  $N_d$  値の方が大きくなるといえる。

この理由は、SRS の先端は中実のコーンであるのに対し、SPT の先端が中空のサンプラーであることにある。この先端形状の違いにより、土質ごとに SPT の  $N$  値の出方は変化すると考えられる。表-1 では、SPT について閉塞時 (SPT サンプラーの先端シューが閉塞せずに土が内部に入る状態)、非閉塞時 (SPT サンプラーの先端シューが完全に閉塞した状態) の2つに分けた値を示した。貫入する土質によってサンプラーの閉塞状態はこの間で変化すると考えられる。すなわち、柔らかい粘土層では非閉塞状態で貫入するため (エネルギー補正係数  $\alpha=1.47$ )  $N$  値  $< N_d$  値に、密な砂礫層では閉塞状態となり ( $\alpha=0.78$ )、貫入しにくく  $N$  値  $> N_d$  値に、砂質土では中間の状態となり ( $\alpha \approx 1$ )、 $N$  値  $\approx N_d$  値になると考えられる。

### 3.2 SRS と MRS の比較

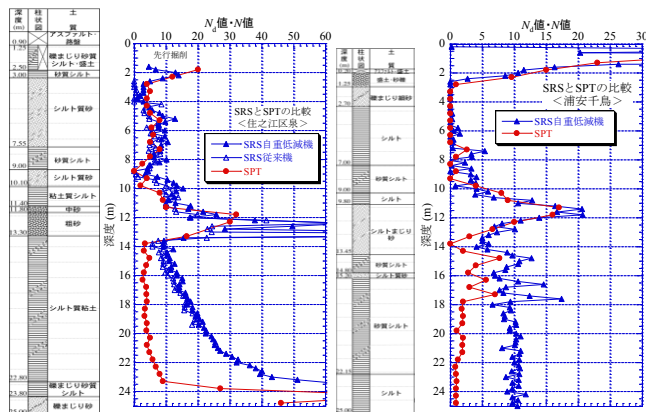


図-2 各地点の SRS の  $N_d$  値と SPT の  $N$  値の深度分布

図-6、7 に代表例として、住之江泉、浦安千鳥の2地点での2つの補正方法による比較結果を示す。図-6の住之江泉では、MRS の従来補正、新補正ともに  $N_d'$  値は深度 2~14m の砂質土では整合性が高い。14m 以深の粘性土では徐々に新補正の方が大きな値を取った。

図-7 の浦安千鳥では、全体的に新補正の方が大きな値を示した。18m 以深では住之江泉と同様、新補正がかなり大きくなった。

図-8、9 に過去の調査地点を含めた全地点の MRS の  $N_d'$  値とそれぞれ SRS 従来機の  $N_d$  値、自重低減機の  $N_d$  値の関係を示す。図-8 の SRS 従来機との比較では、従来補正の MRS の方がよく一致しており、先に述べた SRS に合うように決めた補正方法の有効性が確認できる。一方、図-9 の自重低減機 SRS との比較では、新補正の MRS の方がよく一致している。今後、自重低減機が標準機となることを考えると、新補正の方が妥当であると考えられる。

### 3.3 SWS と SPT の比較

図-10(1)、(2)に、住之江泉、浦安千鳥を含む全17地点の  $W_{sw}$ 、 $N_{sw}$  と  $N$  値の関係をそれぞれ粘性土、砂質土に分けて示す。図(1)の粘性土に対して SPT の自沈 ( $N$  値=0) が多く存在し、その影響で 10m 以浅、以深に関わらず稲田式による線がプロットの上限值を示した。

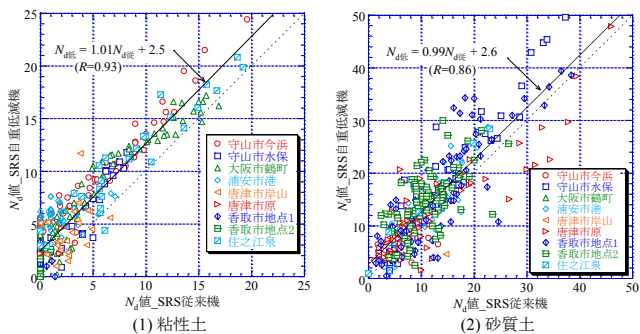


図-3 SRS 従来機と SRS 自重低減機の  $N_d$  値の関係

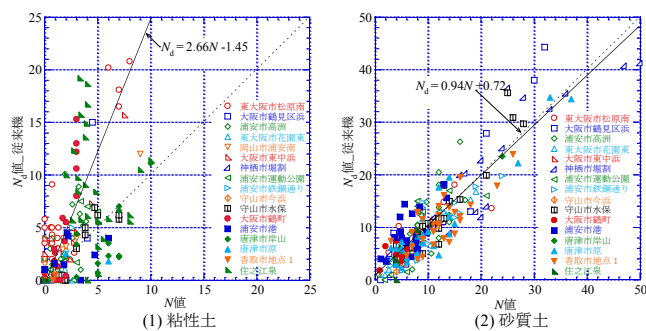


図-4 土質別の  $N$  値と  $N_d$  値の関係 (SRS 従来機)

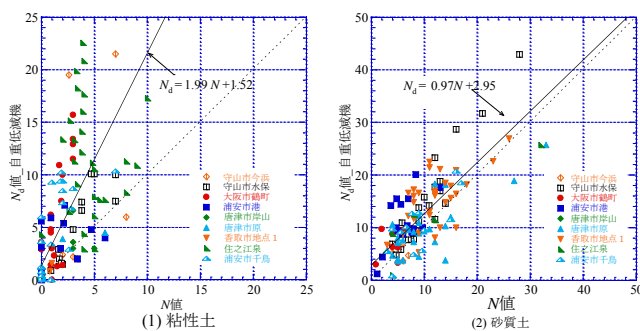


図-5 土質別の  $N$  値と  $N_d$  値の関係 (SRS 自重低減機)

また  $W_{sw} \leq 1kN$  において、プロットが多く存在することから粘性土では自沈が確認される。図(2)の砂質土では粘性土に比べるとばらつきは非常に大きくなった。その原因は、排水条件の違いにあると考えられる。すなわち、SWS は静的貫入による排水せん断であるのに対し、単純な動的貫入である SPT は非排水せん断で実施されるので、 $N$  値に対して  $W_{sw}$ 、 $N_{sw}$  はばらつきが大きくなると考えられる。

#### 4. 各種サウンディング試験と室内力学試験の比較

##### 4.1 SRS 自重低減機と室内力学試験の比較

図-11 に住之江泉、浦安千鳥を含む全 4 地点の粘性土に対する SRS 自重低減機の  $N_d$  値と室内力学試験

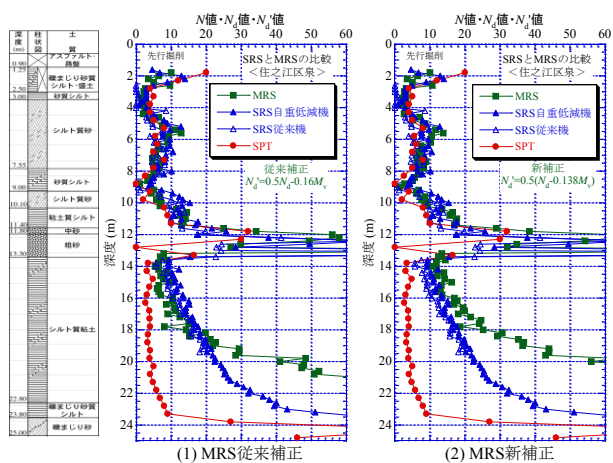


図-6 住之江泉の  $N_d$  値と MRS の  $N_d'$  値の深度分布

( $q_u/2$ 、一面  $s_u$ ) の関係を示す。 $q_u$  は一軸圧縮強さ、一面  $s_u$  は一面せん断試験による非排水せん断強さである。一面  $s_u$  は今年度より実施したため地点数は少ない。図(1)の  $q_u$  は相関係数  $R$  は 0.68、図(2)の一面  $s_u$  は 0.87 という結果となった。これより自重低減機は一面  $s_u$  と整合性が高いことがわかった。つまり、この相関図より得られる相関式を使い  $N_d$  値から非排水せん断強さを推定できると考えられる。

##### 4.2 SWS 試験と一軸圧縮試験の比較

ここ数年間で実施した地盤調査結果（主に関西と関東）を基に、式(5)に代わる新たな相関式を提案する。ただし、SWS 試験の機構が回転貫入となるため、鋭敏な粘土は練返しによって  $N_{sw}$  の値が過小評価されるこ

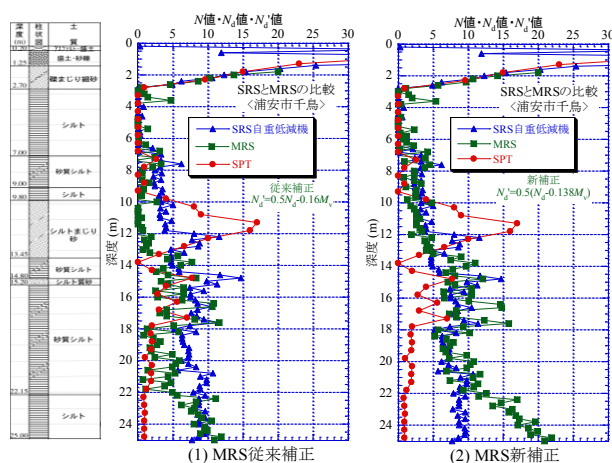


図-7 浦安千鳥の  $N_d$  値と MRS の  $N_d'$  値の深度分布

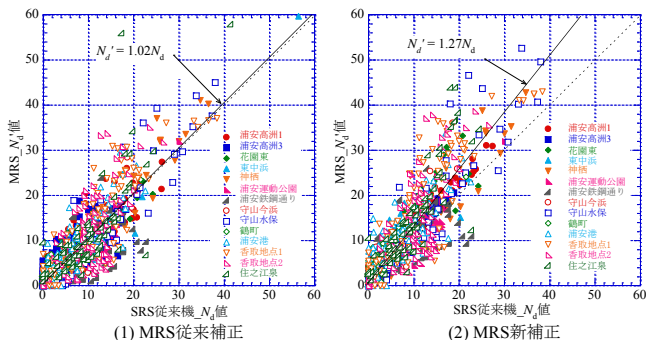


図-8 従来機の  $N_d$  値と MRS の  $N_d'$  値の関係

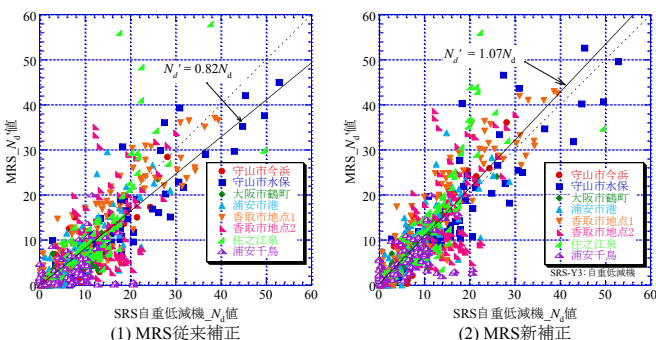


図-9 SRS 自重低減機の  $N_d$  値と MRS の  $N_d'$  値の関係

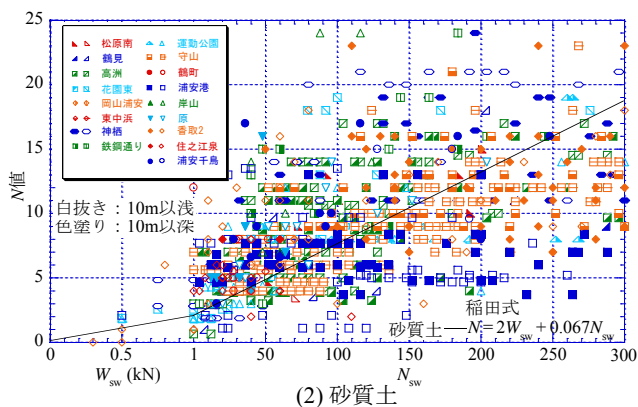
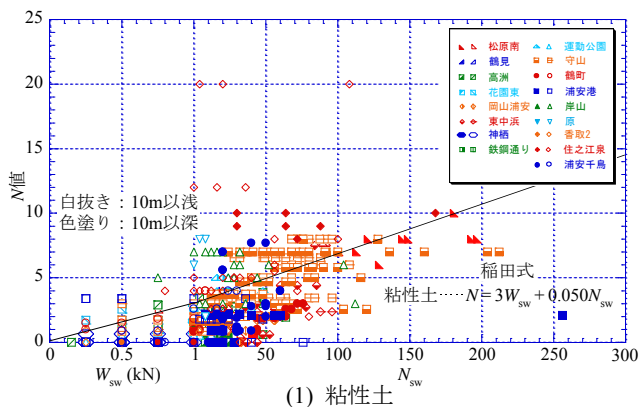


図-10 各地点での SWS の  $W_{sw}$ 、 $N_{sw}$  と SPT の  $N$  値の関係

とが既往の研究より明らかとなっているので、鋭敏でない地点と鋭敏な地点に分けて整理を行い、結果得られた新しい相関式を以下に示す。

$$q_u = 64 W_{sw} + 1.02 N_{sw} \quad \text{[全地点]} \quad (6)$$

$$q_u = 49 W_{sw} + 1.22 N_{sw} \quad \text{[鋭敏でない地点]} \quad (7)$$

$$q_u = 105 W_{sw} + 0.31 N_{sw} \quad \text{[鋭敏な地点]} \quad (8)$$

この結果より、鋭敏な地点のみで整理した場合は相関係数がかなり低く ( $R=0.29$ )、信頼性に欠ける。そのため、鋭敏な地点には現段階では全地点の相関式を採用し、これらを新相関式として採用する。

図-12(1)、(2)にそれぞれ全11地点、7地点(鋭敏な地点を除く)のSWS試験の $W_{sw}$ 、 $N_{sw}$ と $q_u$ 値の関係を示し、新相関式を書き込んでいる。既往の研究では稲田式が下限値を示したが、図(1)、(2)ともに新相関式は平均値を示しており有効性が確認できた。なお、鋭敏な地点は新相関式よりも上部に存在するため、今後さらにデータの蓄積をし、新相関式を導く必要がある。

### 4.3 SPS試験と室内力学試験結果の関係

図-13にSPS試験結果の代表例として鶴町沖積粘土の流量速度 $q$ と水圧 $p$ の測定結果を示す。鶴町では深度8.0~26.0mの沖積粘土を連続して採取している。取長はいずれも90cmである。

一定値となり、6.2~6.5L/minでサンプリングチューブが貫入し、水圧 $p$ は基本的には貫入に伴って増減する場合もほとんど見られず、貫入が終了した時点で急激に減少する。図-14に代表例として抗 $q_p$ 、代表貫入抵抗 $s_u$ に深度方向に増加し、深部の25.1~26.0mの地点では砂質土が主体となる。

図-15~17に昨年実施したSPSによる $q_p^*$ と $s_u$ の関係を示す。その結果、鋭敏性の低い粘土の地点では $q_p^*/s_u$ の関係において、 $q_p^*/s_u$ が、高洲、東中浜、鉄鋼通り、守山、鶴町、浦安港、浦安千鳥(いずれも鋭敏性が高い粘土)のプロット(赤)が回帰線から大きく外れていることがわかる。よってこの5地点を除いて相関性を調べたのが図-15(2)である。相関係数 $R$ は0.92となり、より高い相関性が得られた。なお鋭敏粘土と判断した地点のみの相関係数 $R$ は0.72と小さい値になった。

図-16の $q_u/2$ 、図-17の一面 $s_u$ に関しても同様のことが言えるが、相関性は $q_u/2$ が最も高くなった。ただし一面 $s_u$ のデータが不足している。そのため、今後さら

なるデータの蓄積をし、相関式の精度を高める必要がある。

図-15~17より得られた相関式を用い $q_p^*$ を推定 $s_u$ に換算し、室内力学試験と比較した結果を図-18(1)、(2)に示す。この際に使用した相関式は相関係数 $R$ の高いものを採用している。代表例として、それぞれ鶴町沖積粘土、浦安千鳥沖積粘土を示す。図(1)の鶴町は深度方向に増加し、室内力学試験結果と非常に高い相関性を持つ。図(2)の浦安千鳥より室内力学試験結果は深度方向に増加しているのに対して、SPS試験結果が大きな増減を繰り返している。この原因として先ほども述べたように鋭敏性が関係している。浦安千鳥では30m付近における鋭敏性が非常に高いことは土質試験でわかっており、その深度においてSPS試験結果が過小であることが確認できる。それ以降では基本的に深

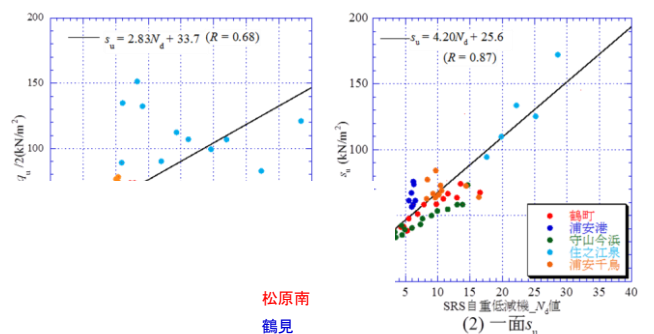
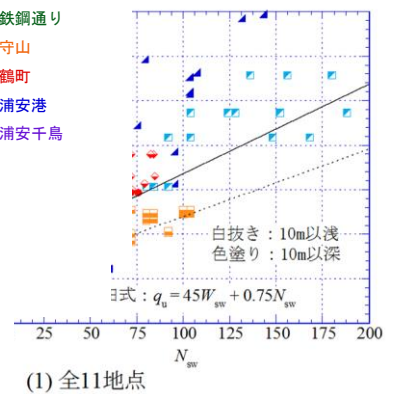
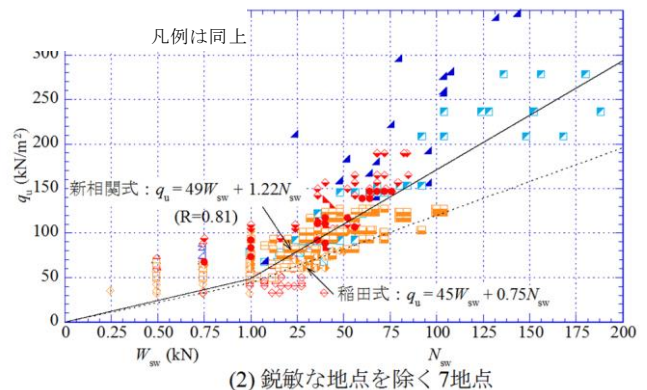


図-15 室内力学試験の関係



(1) 全11地点



(2) 鋭敏な地点を除く7地点

図-12 全11地点のSWSの $W_{sw}$ 、 $N_{sw}$ と $q_u$ 値の関係

度方向に増加しているが整合性は低い。

これらより、鋭敏でない地点においては相関式を使い  $q_p^*$  から室内力学試験を推定できるが、鋭敏な地点においては推定できず、鋭敏性の程度に応じた補正方法が必要である。

### 5. 結論

- 1) SRS 従来機の  $N_d$  値は過小で、特にその差は粘性土で顕著である。今後は自重低減機が標準機となる。
- 2) SRS の  $N_d$  値と SPT の  $N$  値の比較から、砂質土で  $N_d$  値  $\approx N$  値、粘性土で  $N_d$  値  $> N$  値となった。これは両者の貫入メカニズムの違いによると考えられる。
- 3) SRS の  $N_d$  値と MRS の  $N_d'$  値は新補正によって SRS 自重低減機の  $N_d$  値と一致する。
- 4) SWS の  $W_{sw} \cdot N_{sw}$  と SPT の  $N$  値の関係からばらつきが大きいことがわかった。これは両者の貫入メカニズムの違いによると考えられる。
- 5) SWS の  $W_{sw} \cdot N_{sw}$  から一軸圧縮強さ  $q_u$  を推定する新たな相関式を提案した。ただし、鋭敏性の高い粘土の地点では相関性の精度が低いので今後さらなるデータの蓄積が必要である。
- 6) SPS の  $q_p^*$  から粘土地盤の非排水せん断強さ  $s_u$  を推定する式を提案した。ただし、鋭敏性の高い粘土の地点に対しては、 $q_p^*$  が過小に得られるため、今後何らかの補正が必要である。

[参考文献] 1)地盤工学会「低コスト・高精度な地盤調査法に基づく宅地の液状化被害予想手法研究委員会」：建設技術研究開発費補助金総合研究報告書：低コスト・高精度な地盤調査法に基づく宅地の液状化被害予想手法の開発，2014. 2)菅原紀明・鈴木勝久・菅原章治：小型動的貫入試験機の開発とその利用，全治連「技術フォーラム'97」講演集，pp.461-464，1997.3) 稲田倍徳：スウェーデンサウンディング試験結果の使用について，土と基礎，vol.8，No.1，pp13~18，1960.

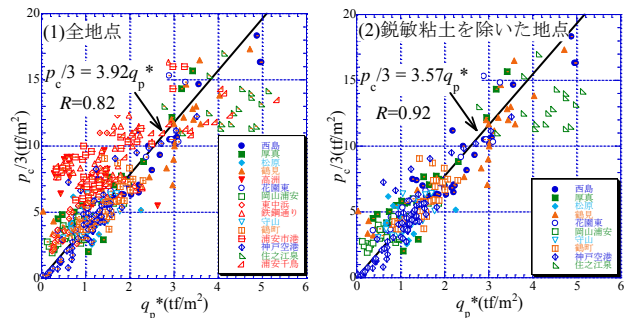


図-15 SPS の  $q_p^*$  と  $q_u/2$  一面  $s_u$  の関係

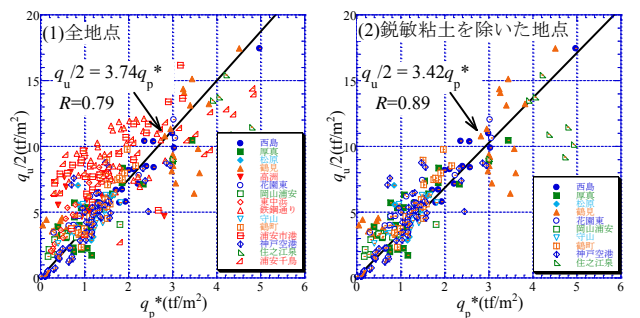


図-16 SPS の  $q_p^*$  と  $q_u/2$  一面  $s_u$  の関係

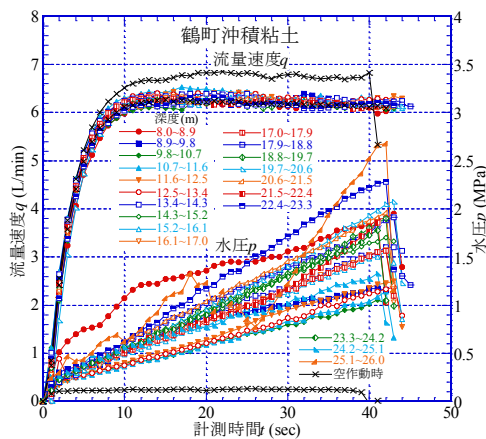


図-13 SPS 試験の測定結果 (鶴町沖積粘土)

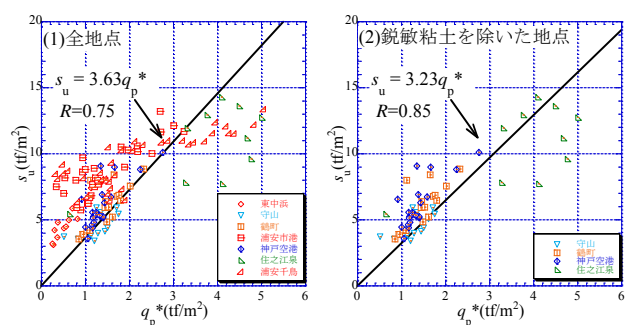


図-17 SPS の  $q_p^*$  と  $q_u/2$  一面  $s_u$  の関係

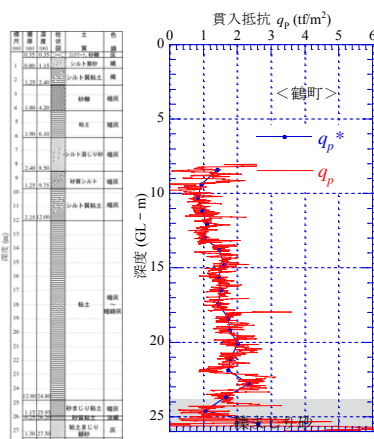


図-14 鶴町沖積粘土の  $q_p$ ,  $q_p^*$  と柱状図

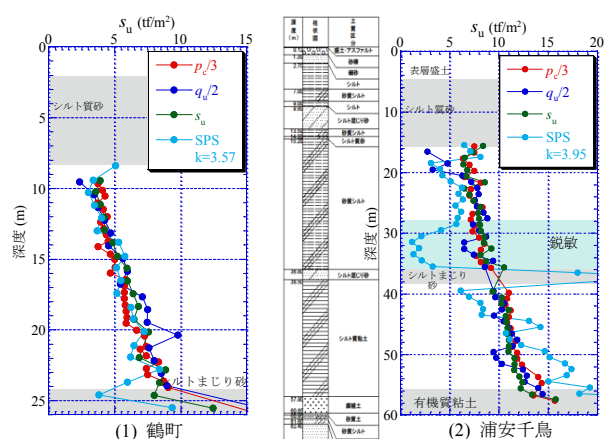


図-18 推定  $s_u$  と室内力学試験の比較

鬼頭先生

- ・相関係数  $R$  を出しているとき、出していないときの違いはあるのか？
- ・同様に、切片通過と原点通過の違いはあるのか？

相関係数  $R$  を出すとき、出さないときの理由はありません。説明をする際に必要であれば表記し、必要なければ表記していません。回帰線の切片通過、原点通過には図ごとに意味が存在します。

図-1 には公聴会で使用した相関図の一部を抜粋したものを示します。

左図は SRS 試験と力学試験の関係、右図は SPS 試験と力学試験の関係

横軸にサウンディングによる結果を示していますが、それぞれ 0 の意味には異なる意味があります。

SRS 試験の  $N_d$  値はロッドの重量 (2.2kg / 本) と装置自重 (自重低減型なら 80.5kg) の総和がかかった状態で、その上からさらに 63.5kg のドライブハンマーを叩き込んだ打撃回数をさします。そのため、そもそもの装置自重に耐え得ない地盤であれば自沈し、 $N_d$  値は 0 となります。つまり、実際には地盤強度を持ちながらも SRS の自沈に耐えることのできない地盤はすべて  $N_d=0$  という計測結果になり、切片を持つことに意味は存在します。

対称的に SPS 試験の  $q_p^*$  はサンプラーの自重が貫入時に作用することなく、計測する値がそのまま地盤強度と考えられます。そのため、 $q_p^*$  が 0 では地盤強度は存在せず、切片を通らない原点通過の整理としています。

以上一例を紹介しましたが、本編中の各相関図においても同様の意味が存在します。

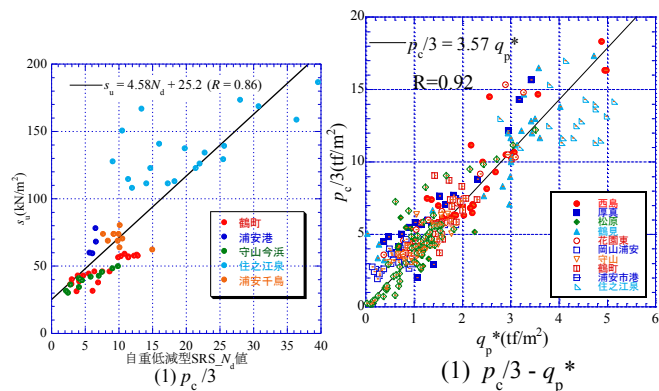


図-1 相関図一例

重松先生

- ・SRS の現場での計測値は  $N_d$  そのものなのか？
- ・土質判定も現場でできるのか？

SRS の  $N_d$  値は補正值であり、実際に調査で計測されるのは打撃回数  $N_{dm}$  と、トルク  $M_v$  です。ですが、試

験機には計測装置が搭載されているため、計測された以上 2 つよりその場で  $N_d$  が計算されます。

土質判定は今の試験機で開発途中です。現在の開発中のサンプリング装置は、試験機のロッド先端部分に装置を設置し、回転により坑内の壁面を削り取り土試料を採取します。この先端のサンプリング装置のサンプリング機構等ははまだ試作段階とのことです。

山田先生

- ・実務にはどのように使えるのか？

現在行っており試験機はまだ開発段階のものが多く、簡易で行う地盤調査に使用されることが多いです。そのため、実務にどのようにかかわっているかは把握しておりません。