

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:MRS)

現場調査，液状化，ミニラムサウンディング

積水ハウス㈱ 正 ○深井 公
大和ハウス工業㈱ 正 平田茂良
大阪市立大学大学院 国 大島昭彦

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震によって大きな液状化被害の発生した浦安市において、ミニラムサウンディング試験（以下 MRS）による地盤調査を実施した。MRS は、オートマチックラムサウンディング試験（以下 SRS）の打撃エネルギーを 1/2 に小型軽量化した動的貫入試験である¹⁾。MRS や SRS は、連続的に貫入抵抗値が得られ、戸建住宅などの小規模建築物に広く普及しているスウェーデン式サウンディング試験（以下 SWS）と比較すると高い貫入能力を持ち、その可搬性・操作性の良さから、近年 SWS の補足または単独で使用されることが増えている。

ここでは、標準貫入試験（以下 SPT）、SRS および SWS の結果と対比した。

2. 試験地および試験概要

調査場所および調査地点はその 1：調査概要に示されたとおりである。地点 1 で 2 点、地点 3 で 2 点の計 4 点、深度 20m まで実施した。試験はラムサウンディングを小型化した小型動的貫入試験機（ミニラム）により、重さ 30kg のハンマーを 35cm の高さから機械的に自由落下させ、貫入ロッドの先端につけた直径 36.6mm のコーンを地中に打ち込み、その打撃回数 N_{dm} (MRS)を測定する。また、打撃回数が 10 回を超えところで、貫入に伴って発生するロッド周面摩擦の影響を補正するためのトルク M_v を測定している²⁾。

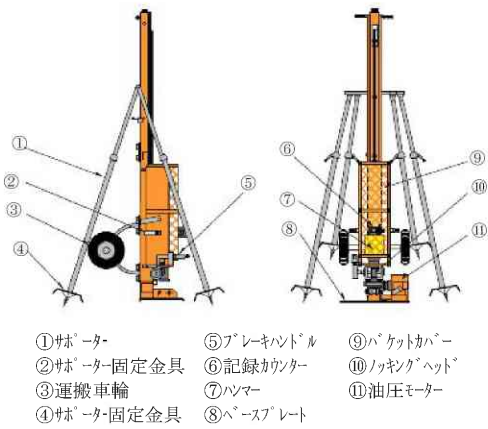


写真-1 試験状況

図-1 小型自動貫入試験機（ミニラム）

3. SRS と MRS の試験機比較

動的貫入試験には条件の異なる試験方法があり、結果を相互に比較する上で、打撃エネルギーを単位面積、単位貫入量あたりに換算した貫入抵抗 R_d を、次式で表すこともおこなわれている³⁾。

$$R_d = M g_n H / A \times N / D$$
ここに M ：ハンマー重量 g_n ：標準重力加速度 H ：落下高さ A ：コーンの底面積
 D ：所定の貫入量 N ：所定の貫入に要する打撃回数

MRS は同一地盤での打撃回数が SRS の 2 倍になるように勘案され、設計されている。表-1 に比較表を示す。

表-1 試験機比較表

			大型動的コーン貫入試験 通称:オートマチックラムサウンディング (SRS)	中型動的コーン貫入試験 通称:ミニラムサウンディング (MRS)
打撃装置	ハンマー重量	kg	63.5	30
	落下高さ	mm	500	350
先端コーン	先端角度	deg.	90	90
	公称断面積	cm ²	15.9	10.52
	底部直径	mm	45	36.6
打撃測定量		cm	20	20
1 打撃あたりのコーン単位面積あたりの仕事量		kJ/ m ²	195.9 ISO DPSH-A に対応	97.9 ISO DPM に対応

4. MRS 結果

地点 1 および地点 3 の MRS 測定結果を柱状図とともに図-2 および図-3 に示す。

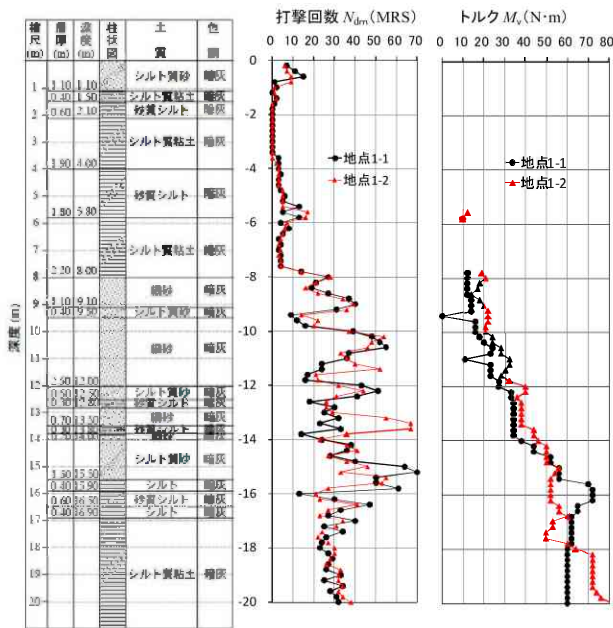


図-2 地点 1_MRS 結果

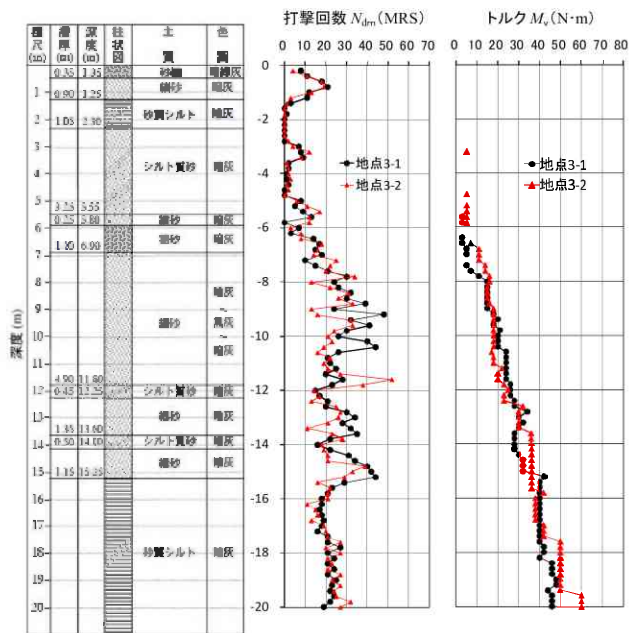


図-3 地点 3_MRS 結果

5. 試験結果比較

MRS の周面摩擦の影響は、次式で補正した⁴⁾。 $N_d (MRS) = 1/2 \times N_{dm} (MRS) - 0.16 \times M_v$ M_v の単位は (N・m)

地点ごとに柱状図、SPT との比較、SRS⁵⁾との比較を並べた。SPT との比較は地点 1-1、3-2 の $N_d (MRS)$ とトルク補正前の $1/2 \times N_d (MRS)$ で比較した。SRS との比較は上記試験位置に近い (1m) データとの比較とし、 $N_d (MRS)$ 、 $N_d (SRS)$ および N 値を示した (図-4、図-5)。

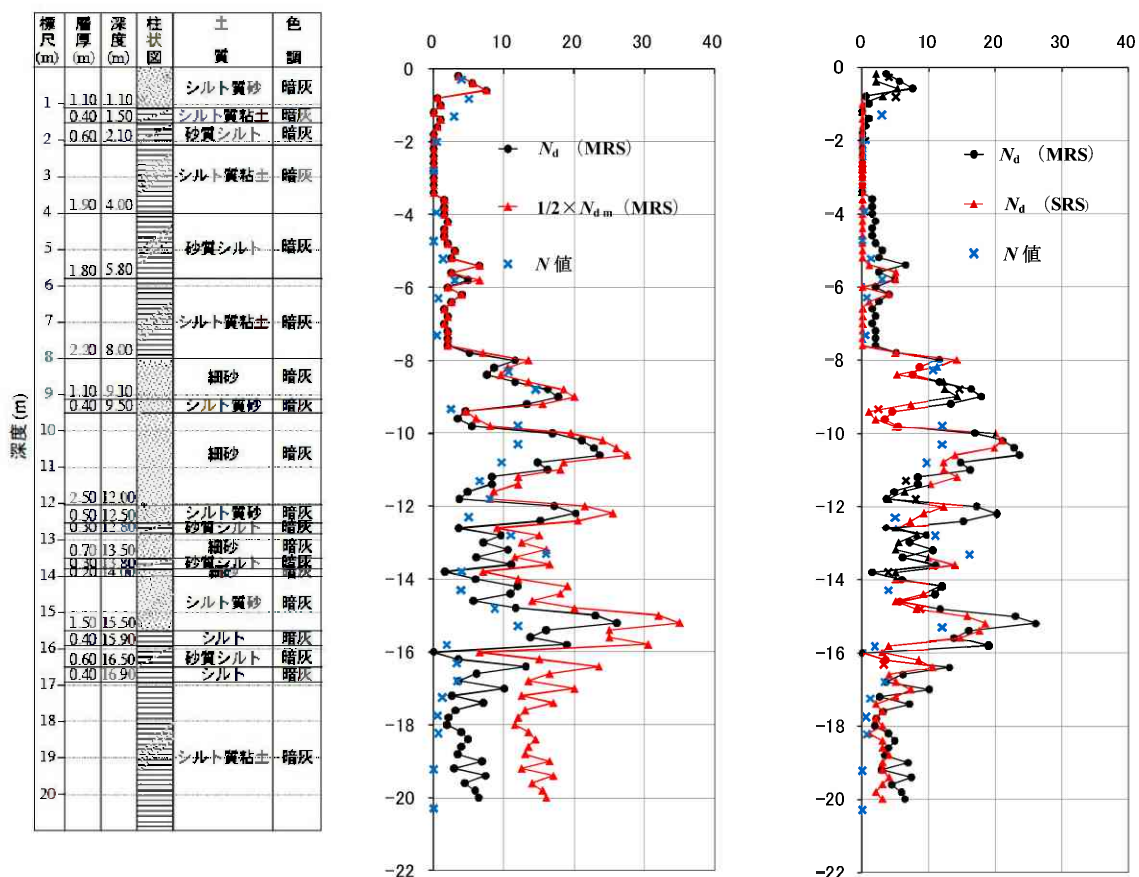


図-4 地点 1_柱状図・SPT との比較・SRS との比較

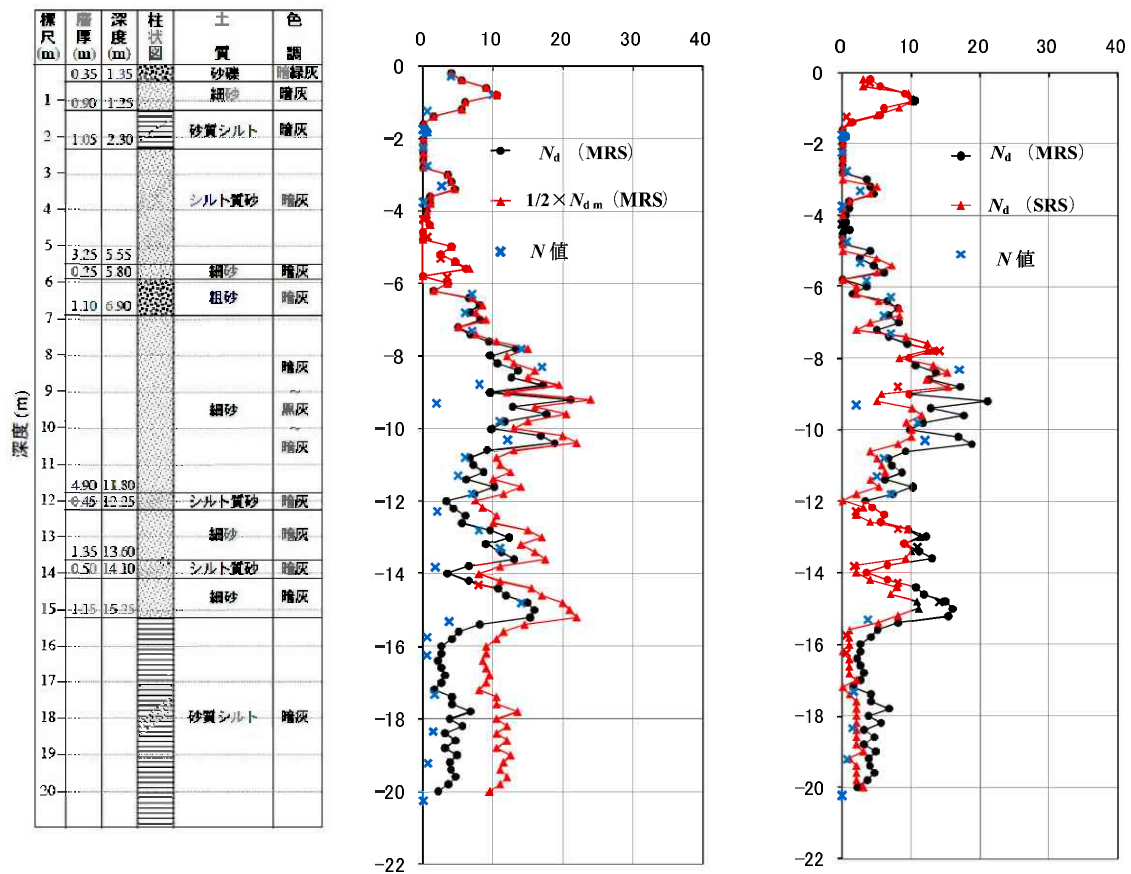


図-5 地点3_柱状図・SPT との比較・SRS との比較

宅地の地盤調査として最も普及している SWS の結果と比較した。SWS については換算 N 値として、稲田式を使用し、粘性土 $N_{sws}=3 \times W_{sw}+0.05 \times N_{sw}$ 砂質土 $N_{sws}=2 \times W_{sw}+0.05 \times N_{sw}$ で換算した。

比較データは積水ハウス実施のうち、それぞれの地点で MRS と SWS が近いデータを選択した。図-6 に地点 1、図-7 に柱状図とともに示す。

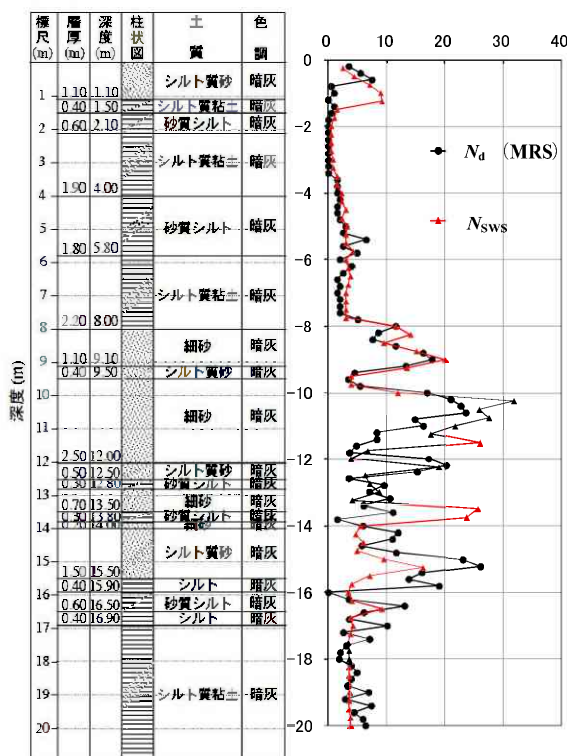


図-6 地点1_MRS と SWS との比較

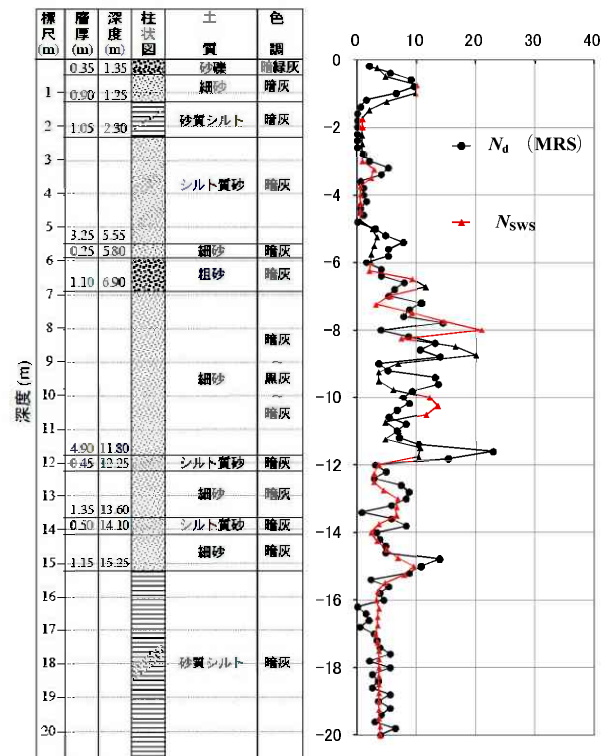


図-7 地点3_MRS と SWS との比較

図-8に地点1における同一深さでの N_d (SRS) と N_d (MRS) および N 値と N_d (MRS) の相関図を示す。同様に図-9に地点3の相関図を示す。

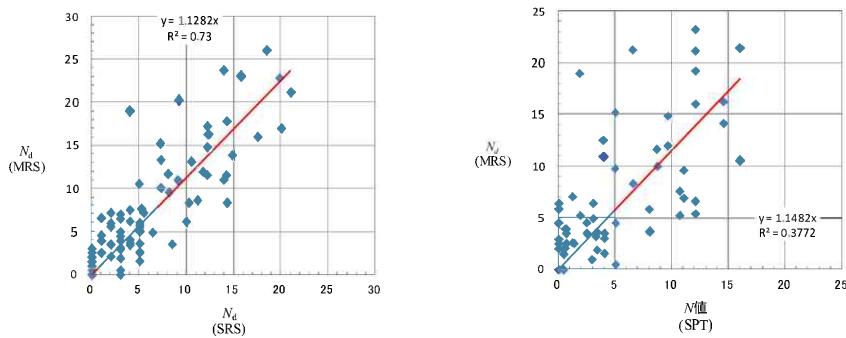


図-8 地点1_同一深さでの相関図

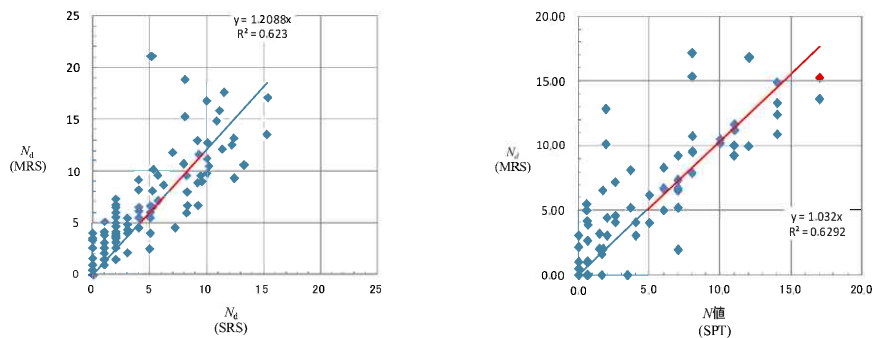


図-9 地点3_同一深さでの相関図

5. まとめ

- ・図-2、図-3に示した通り、約1m離れた試験位置のデータは、ほぼ近似したデータとなっており、MRSは再現性のある試験方法であることがわかる。
 - ・深度が大きくなるほど、周面摩擦の影響を受け、トルク値は大きくなり、補正值も大きくなる。
 - ・図-4、図-5に示したSPTとの比較から深度10m程度までの N_d (MRS) 値は N 値に近似したデータとなっている。それ以深については、やや N_d (MRS) 値が N 値と比較すると大きく評価される傾向が認められる。
 - ・図-6、図-7に示したように動的と静的という試験方法の違いはあるが、 N_d (MRS) と N_{sws} は近似したデータとなっている。
 - ・図-4、図-5に示したSRSとの比較から N_d (MRS) 値と N_d (SRS) 値はかなり近似したデータとなっている。但し、10m以深においては、 N_d (SRS) 値の方が、より N 値に近似したデータとなっている。これは、SRSの貫入力が高いこと、トルク補正係数が妥当であったことが推察される。
 - ・図-8、図-9に示したように N_d (MRS) は N_d (SRS) や N 値と比較する0~20%程度、大きな値となる傾向を示す。
 - ・MRSは液状化地盤を判定する上で有効な地盤調査であると考えられる。ただし、液状化には水位、土質を知ることが不可欠であり、サンプリング等の調査を組み合わせる必要がある。
- 最後に、現地調査にご協力いただきました(有)地盤調査システムに謝意を表します。

【参考文献】

- 1)伊藤他：小型オートマチックラムサウンディング試験による地盤評価,第37回地盤工学研究発表会, pp.103~104, 2002
- 2)瀬野、工藤：小型動的貫入試験の調査業務への適用及びサンプラーの改良,全地連「技術e-フォーラム2002」よなご
- 3)地盤工学会：地盤調査の方法と解説,p331
- 4)菅原他：小型動的貫入試験機の開発とその利用,全地連「技術フォーラム'97」講演集 pp.461~464,1997.9
- 5)山本他：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2:SRS),第47回地盤工学研究発表会,2012