

# 第二回 地盤調査の基本 ～さまざまな調査方法～

鈴木 稔

株式会社 サムシング

## 1. はじめに

住宅を建てる際、建物を支える「地盤」の状態を正しく知ることは非常に重要です。軟弱な地盤の上に建物を無対策のまま建ててしまうと、不同沈下や構造性能の低下といった重大なトラブルにつながります。そのため、適切な地盤調査を実施し、現地の地盤特性を正しく把握することが住宅建築の第一歩となります。

本稿では、住宅地盤分野で用いられる主な地盤調査方法について、その特徴や適用性、調査結果の読み方のポイントを整理します。調査手法の違いを理解することは、技術者として最適な調査方法を選択し、安全で合理的な設計や施工計画につなげるために不可欠です。

## 2. 主要な調査方法

### 2.1 SWS 試験（スクリーウエイト貫入試験）<sup>1)</sup>

#### 2.1.1 試験の特徴

スクリーポイントが取り付けられたロッドに1.00kNまでの荷重を加えます（写真-1）。貫入が止まったらロッドを回転させ半回転数（Na）を計測し1 mに貫入時の荷重と半回転数を記録します。

試験箇所は敷地全体の地盤状況が判断できるよう選定し特異点や擁壁等の構造物が有るに確に判断出来ない場合には試験箇所を追加します（図-1）。軟らかい地盤では深さ10 m程度の調査が可能となっています。



写真-1 スクリーポイント

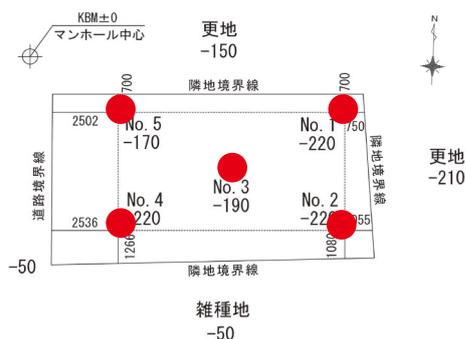


図-1 調査位置の例

調査機には手動式・半自動式・全自動式があります（図-2）（写真-2）。

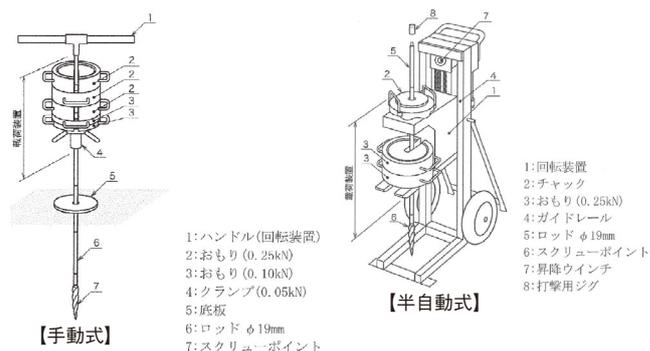


図-2 各種調査機



写真-2 全自動式スクリーウエイト貫入試験状況

SWS 試験の最大の特徴は1カ所あたりの調査時間が短く計画建物に対して多くの調査を行うことができることです。これにより支持地盤の傾斜や特異点を把握しやすくなり総合的な評価を行うことができます。

また、省スペースでの調査が可能であり、後述する他の調査機材に比べ軽いため搬出入に労力が掛かりません。

一方で貫入能力が弱く硬質地層の層厚を調査することが出来ないこと。直接的に土の試料を採取出来ないため、土質の判別を行うための知識が必要になること。また、ロッドの貫入時に礫やガラの摩擦の影響によって下位地盤の評価が過大となってしまうなど調査方法を間違えると調査結果が変わってしまうなどトラブルになってしまいます。

### 2.1.2 試験の手順

事前調査、現地調査の順で調査を行います。

- ・事前調査：建築予定の建物の概要、地形や前歴、自然災害の履歴、近隣のボーリングデータ等を調査する。SWS 試験で得られるデータに妥当性があるかを事前調査結果と整合することができます。
- ・現地調査：現地踏査で当該地の造成状況の把握や周辺異常の把握、現地にて SWS 試験を行い判断に必要なデータを取得します。

スクリーポイントが取り付けられたロッドに段階的に荷重を加え、荷重 1 kN に達しても、貫入量が 25cm に満たないときは、回転を加えながら貫入させ、その回転数を計測します。これを深さ 25cm 毎に行います (図-3)。

### 2.1.3 結果の整理

SWS 試験より得られた調査結果より様々な地盤定数を

求めることができます。(表-1)

・柱状図は下方方向に 0.25 m ごとの深度をとり、荷重 ( $W_{sw}$ )、半回転数 ( $N_a$ )、換算 N 値などが記載されています。また、グラフは荷重と回転数を複合した形で標記されます (図-4)。

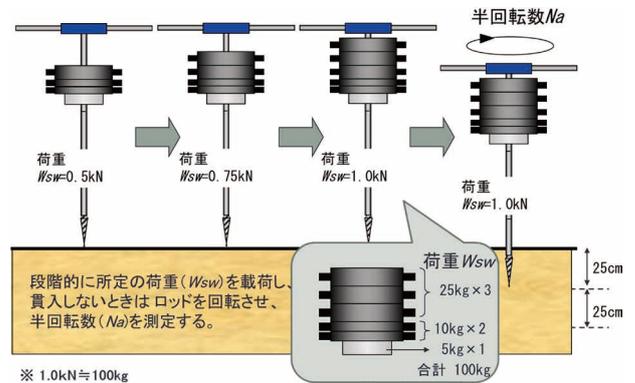


図-3 SWS 試験手順

表-1 SWS 試験結果から推定できる主な地盤定数<sup>1) 2)</sup>

評価項目	推定式・評価手法
N 値	砂質土： $N=2W_{sw}+0.067N_{sw}$
	粘性土： $N=3W_{sw}+0.050N_{sw}$
$q_u$ ：一軸圧縮強さ	$q_u=45W_{sw}+0.75N_{sw}$ (kN/m <sup>2</sup> )
$c$ ：土の粘着力	$c=q_u/2$
$q_a$ ：地盤の長期許容応力度	$q_a=30W_{sw}+0.6N_{sw}$ (住品協推奨式)
	$q_a=30+0.6N_{sw}$ (告示式)
備考	$W_{sw}$ の単位：kN

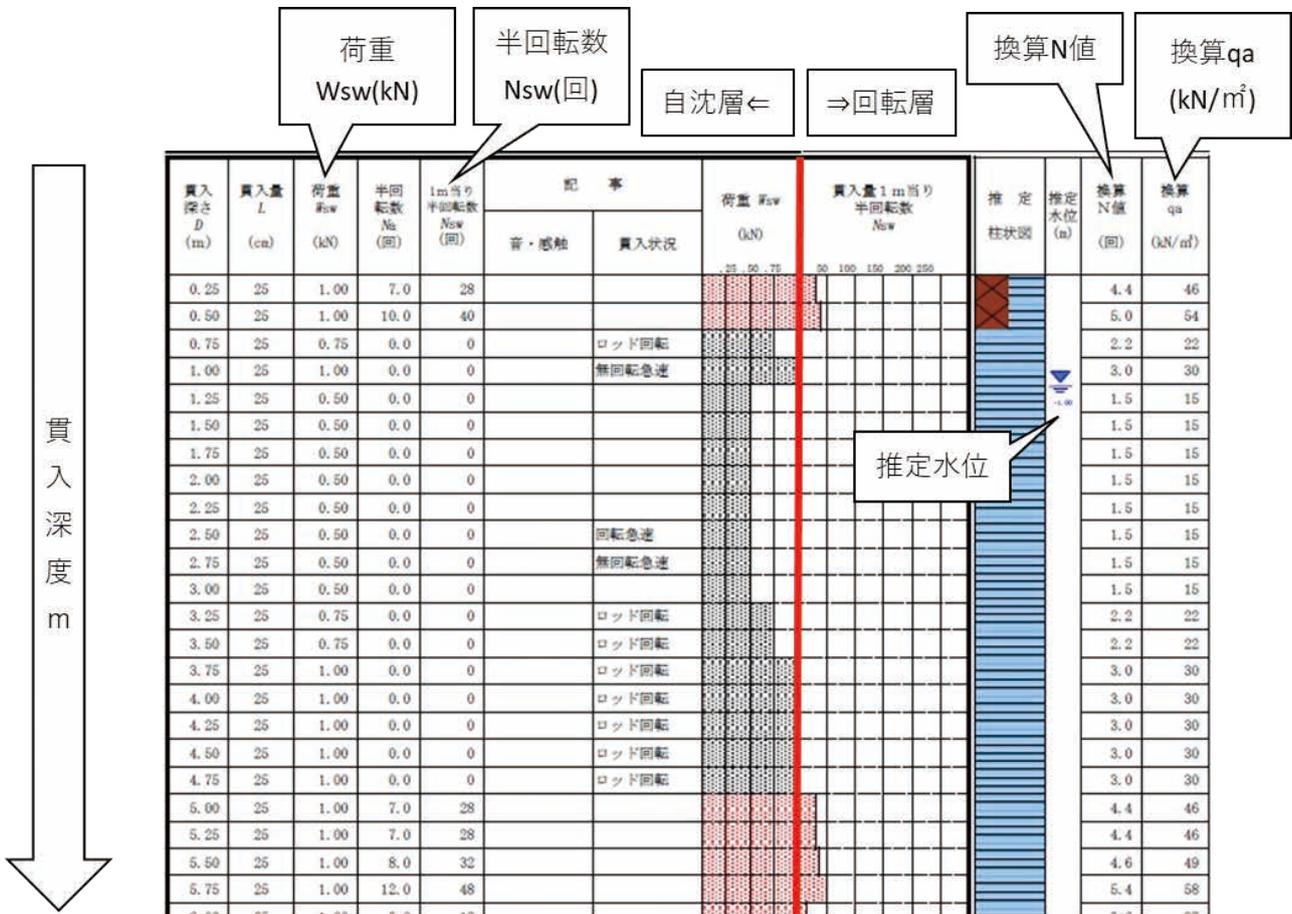


図-4 試験結果の一例

- ・SWS 試験結果から基礎工法の選定を行います  
SWS 試験のみで判定が行えない場合には追加調査の提案を行い総合的に判定します。

## 2.2 ボーリング調査 (標準貫入試験：SPT)

ボーリング調査 (標準貫入試験) は軟弱地盤から硬質地



写真-3 ロータリー式ボーリングマシンによる標準貫入試験現場

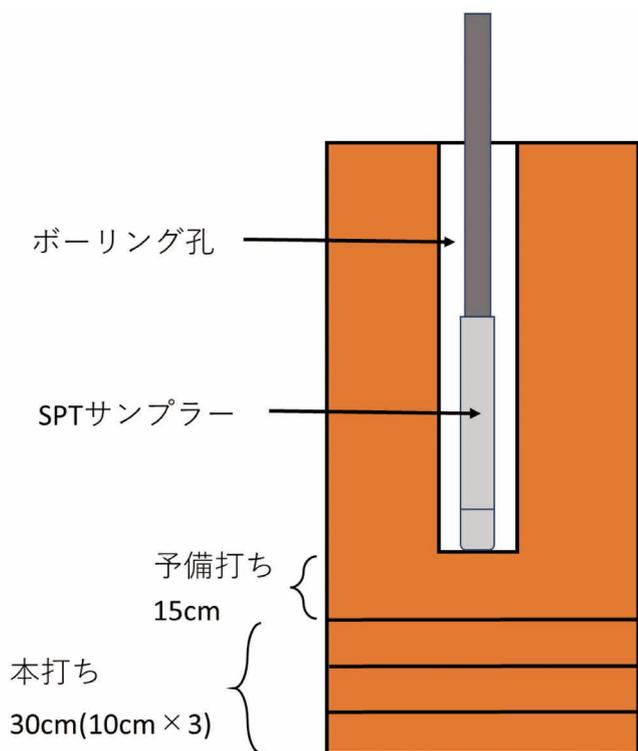


図-5 標準貫入試験イメージ

盤まであらゆる地層の掘削が可能で掘削孔を利用し様々な試験を行うことが可能です。SWS 試験では苦手としている土質の確認や支持層の層厚の確認などが可能です。ただし、調査には多くの時間を有するので、SWS 試験に比べ調査箇所数が制限されます。

- ・標準貫入試験 (写真-3)

ボーリング孔を使用し SPT サンプラーを孔底に降し、15cm 予備打ちしたのち  $63.5 \pm 0.5\text{kg}$  のハンマーを  $76 \pm 1\text{cm}$  の高さから自由落下させ 30cm 打ち込むのに要する回数を 10cm 毎に記録します。

打撃回数が 50 回を越えても 30cm 貫入しない場合は 50 回で打撃を終了し、貫入した深度とともに記録を行います (図-5)。

この 30cm 貫入するまでに打撃した回数を「N 値」と呼称します。

## 2.3 動的コーン貫入試験<sup>3)</sup>

動的コーン貫入試験とは、ハンマーの打撃によって先端のコーンを地盤に打ち込み、貫入量と打撃回数の関係から地盤の硬軟や締まり具合を調査する地盤調査方法です。

土試料を採取できないため土質を直接判定することはできませんが、SWS 試験より硬い地盤にも適用でき、大型機では標準貫入試験 (SPT) と換算できる「Nd 値」を測定します。

動的コーン貫入試験は打撃の仕様により大型動的コーン貫入試験 (オートマチックラムサウンディング：SRS) と中型コーン貫入試験 (ミニラムサウンディング：MRS) に分類されます。

大型と中型では使用する機材の仕様等に違いがあります (表-2) (図-6)。

表-2 大型・中型動的コーン貫入試験の主な仕様の違い

試験種別	大型 (SRS) 全自動 (新型機) 半自動	中型 (MRS) 半自動式
ハンマー質量 (kg)	63.5	30
落下高 (mm)	500	350
コーン直径 (mm)	45	36.6
ロッド直径 (mm)	32	28
単位面積当たりのエネルギー (kJ/m <sup>2</sup> )	195.8	97.9

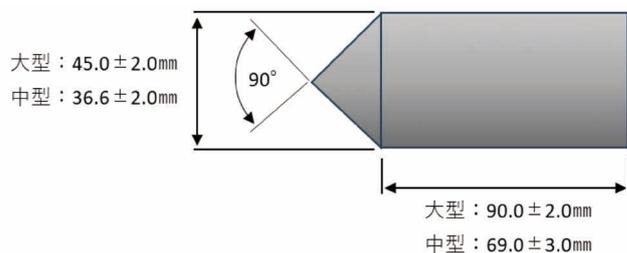


図-6 先端コーンの寸法

表-3 各調査の長所と短所

スクリーウエイト貫入試験 (SWS 試験)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・狭い作業スペースでも調査が可能</li> <li>・1カ所あたりの調査時間が短い</li> <li>・表層からの土の強さを連続して測定できる</li> <li>・調査ポイント数を多くとれるので、水平方向の地盤の変化をとらえられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土の試料を採取することができない</li> <li>・礫やガラを貫通することができない</li> <li>・支持層の確認ができない</li> <li>・調査深度が深くなると周面摩擦の影響を受けやすい</li> </ul>
ボーリング調査 (標準貫入試験)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土の試料を採取できる</li> <li>・硬い層を貫入することが出来るため、支持層を確認できる</li> <li>・ボーリング孔を使用した様々な試験を行うことができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・広い作業スペースが必要</li> <li>・重機を使用するため騒音が発生する</li> </ul>
動的コーン貫入試験 (大型・中型)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・硬い層を貫入することが出来るため、支持層を確認できる</li> <li>・ボーリング調査よりも省スペースで調査を行うことができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土の試料を採取することができない</li> <li>・玉石や密な礫層、岩盤は貫入できない</li> </ul>

### 3. 調査方法の選定

ここまで SWS 試験とボーリング調査、動的コーン貫入試験の特徴を説明してきました。

それぞれの長所・短所(表-3)から小規模建築物を対象とした地盤調査においては敷地全体の調査を行えば費用対効果の面から考えても SWS 試験を行うことが合理的となります。ただし、支持層の層厚の確認や強固な地盤を貫入できない短所を補うためにボーリング調査や動的コーン貫入試験を複合的に行うことも必要となります。

### 4. その他の調査方法

これまで述べてきた主要な調査方法以外にも地盤の支持力を直接的に評価する調査や各種センサー類を使用した土質の判定・液状化の強度を調べることができる調査などがあります。

ここで紹介する各試験についての詳細は住宅地盤品質協会 HP 住宅地盤の知識と技術内の「各種地盤調査法とその留意点」をご覧ください。

([https://www.juhinkyo.jp/knowledge/method\\_of\\_investigation/](https://www.juhinkyo.jp/knowledge/method_of_investigation/))



写真-4 平板載荷試験状況

#### 4.1 平板載荷試験

平板載荷試験とは、原地盤に直径 30cm の載荷板を設置し、荷重を加える。この荷重と載荷板の沈下量の関係から地盤反力係数、地盤の支持力を求める原位置試験となります(写真-4)。

直接的に原地盤の支持力を求めることが出来る試験となります。

平板載荷試験の対象深度は載荷板(30cm)の1.5~2.0倍程度となり、構造物の基礎によって生ずる応力伝達範囲とは異なることを理解したうえで試験を行うことが必要となります(図-7)。

#### 4.2 三成分コーン貫入試験<sup>4)</sup>

三成分コーン貫入試験(Cone Penetration Test:CPT以下CPT)とは電気式静的コーン貫入試験に分類され、先端コーンが取り付けられた貫入装置を地盤に貫入させます。このコーンの貫入時に先端抵抗・周面摩擦・間隙水圧の三つの成分を同時に測定することが出来るので「三成分」コーン貫入試験と呼ばれます(写真-5)。

CPTにて得られる間隙水圧により土質を数値的に分類することができ、1cm毎に計測するために土層の変化を知ることが出来ます。また地下水位を求められることから

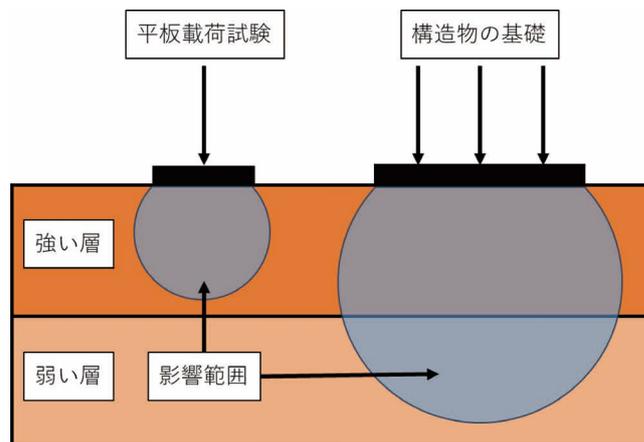


図-7 平板載荷試験と構造物の基礎との影響範囲の違い



写真-5 CPT の試験状況

液状化判定にも有効となります。

留意点として先端コーンのセンサーが正常に働いていなければ正確なデータを得ることが出来ないためキャリブレーションが重要となります。

#### 4.3 ピエゾドライブコーン試験<sup>5)</sup>

ピエゾドライブコーン試験 (Piezo Drive Cone : PDC 以下PDC) とは地盤内にコーンを打撃貫入して1打撃毎の地盤内の貫入量から地盤の硬さを測定します。更にコーン先端位置に設置された圧力センサーで地盤内に発生する間隙水圧を測定し、応答水圧値から土の種類判別を行うことができます。試験から得られた地盤の硬さと土の種類判別、さらに試験後の調査孔を利用した地下水位と判定に用いる想定地震動の大きさを規定することにより液状化発生の有無を判定できる試験です。

PDC は動的貫入装置、先端コーンとロッド&信号ケーブル、計測システムの3つの部位から構成されます。(図-8)

液状化が懸念される軟弱地盤を対象として設計がされているため巨礫やコンクリートガラ等では貫入不能となるばかりではなく、先端コーンのセンサー部分が破損してしまうので調査時には留意が必要となります。

## 5. おわりに

前号から住宅地盤技術者入門という特集タイトルにて連載を開始いたしました。今回は様々な地盤調査について取り上げさせていただきました。地盤の調査は建物の安全性を確保する為の最初の一步となる重要な業務です。

技術者として、それぞれの調査の特性を理解したうえで調査方法を選択し最適な提案を行うことが技術者には求められます。

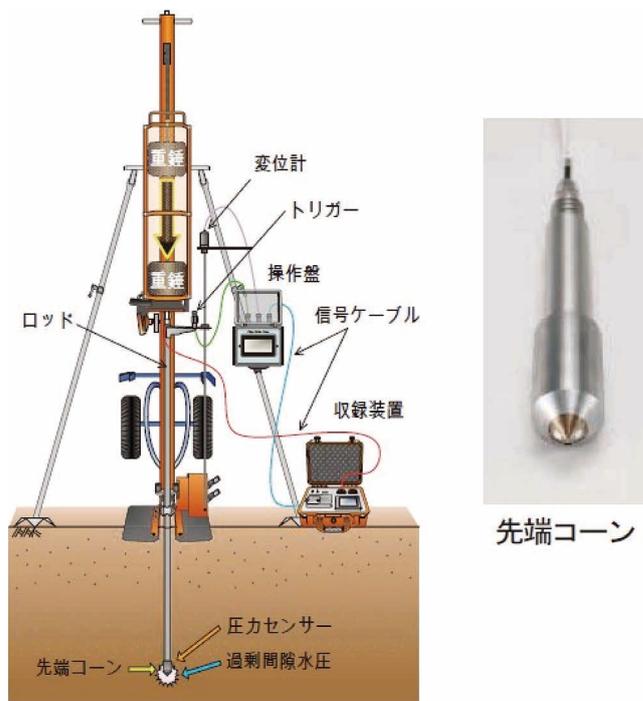


図-8 PDC 試験装置の概要図

住宅地盤品質協会として4つの技術者倫理を掲げております。

- ① 地盤品質を確保することによって、地盤事故の根絶を目指す
- ② 地盤判断の公正性と合理性を確保する
- ③ 判断の公正性を保全するための自己研鑽
- ④ 地域社会の信頼にこたえる

上記のいずれかが欠けていても成り立ちません。ひとりひとりが技術者倫理を胸に日々の仕事に邁進することで社会に貢献できると考えております。

本連載は基礎的な解説となっておりますが、実務を行う上で、少しでも皆様のお役に立つことができれば幸いです。

## 6. 参考文献

- 1) 住宅地盤の調査・施工に関わる技術基準書 2023年 第5版 : NPO 住宅地盤品質協会
- 2) 小規模建築物基礎設計指針 2008 : 日本建築学会
- 3) 戸建住宅で行われている各種地盤調査法とその留意点 9. 動的コーン貫入試験 : NPO 住宅地盤品質協会 住品協だより vol.15
- 4) 戸建住宅で行われている各種地盤調査法とその留意点 6 三成分コーン貫入試験 : NPO 住宅地盤品質協会 住品協だより vol.12
- 5) 戸建住宅で行われている各種地盤調査法とその留意点 8. ピエゾドライブコーン試験 : NPO 住宅地盤品質協会 住品協だより vol.14