

長期測定に適した PS 検層測定孔設置の検証

株式会社東京ソイルリサーチ ○水江 邦夫、田口 雅章、小松 洋之、福田 将広

1. はじめに

超高層建築物の施工においては、基礎地盤部の掘削や躯体構築に伴う変位に対して高い施工精度が求められており、施工段階毎に地盤変位に対する数値解析が行われるケースがある。これらの解析に用いられる地盤特性値を求める試験のひとつに、弾性波速度を求める PS 検層がある。この測定は、一般調査でも実施頻度は高く、裸孔で行われるが、施工段階毎という長期間の条件下では裸孔状態を保ちながらの測定は困難である。そのため測定孔は、保護管等を利用し、さらに孔壁と保護管の密着性を高めるなど裸孔時の孔壁と同等の機能を有する必要がある。

今回の発表では、孔壁と保護管を密着させる充てん材の性能確認と、それを利用した保護管設置時の PS 検層の測定結果の妥当性を検証するものである。

2. 実施概要

(1) 試験実施概要

試験のフローを以下に示す。

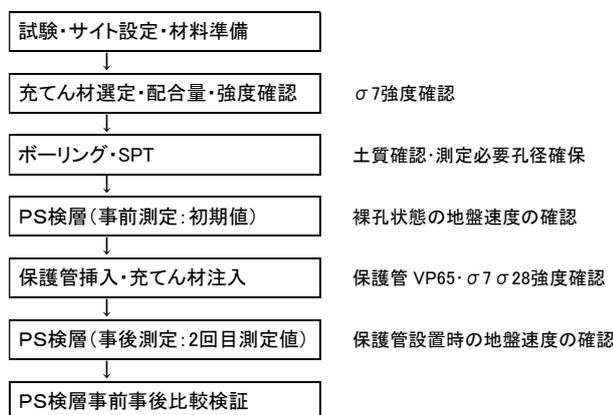


図-1 試験実施のフロー

本測定は当社敷地の実験場を利用し、事前に充てん材の配合量を設定するために強度比較試験を実施した。PS 検層については、裸孔状態の時と、保護管を設置した時の2回測定を行い、その差を比較し検証した。

(2) 試験地の地形・地質概要

試験地は、神奈川県川崎市多摩区の造成地に位置する。

当該地域は、多摩川流域に発達した沖積低地（多摩川低地）と、多摩丘陵の末端部にあたる北西部の台地・丘陵地に区分される。このうち、試験地は多摩丘陵（多摩Ⅱ面）と武蔵野台地（武蔵野面）の境界に発達した沖積低地を埋立造成した箇所にあたる。

当該地の地層構成は、新第三紀鮮新世～第四紀更新世前期に堆積した土丹（泥岩・シルト岩）や固結砂の互層で構成される上総層群が工学的な基盤をなしており、その

上位に第四紀完新世の未固結な土砂を主体とする沖積層が分布している。当地は、深い谷底低地を平坦化した地域にあるため、埋土層が厚く分布している。

(3) 地層構成と使用材料について

① 地層構成

試験地の地層構成は、図-2に示すように埋土層～沖積層～洪積層～上総層群に区分される。埋土層は粘性土を中心とした土質で、沖積層は礫質土、粘性土、砂質土の3層で構成され、層厚も各層1～2m程度である。洪積層は粘性土と砂質土の2層で構成され、上総層群は砂岩と泥岩の互層状を呈しており、N値は40～60以上（層上部は風化状）を示す硬質な地層で構成される。

② 保護管材料について

保護管：塩ビ管 VP65 L=30m (4m/本) ねじ加工無孔管
孔口部養生：コンクリート樹設置、保護蓋 40cm 角
充てん材：CB モルタル 下記③に詳細を示す

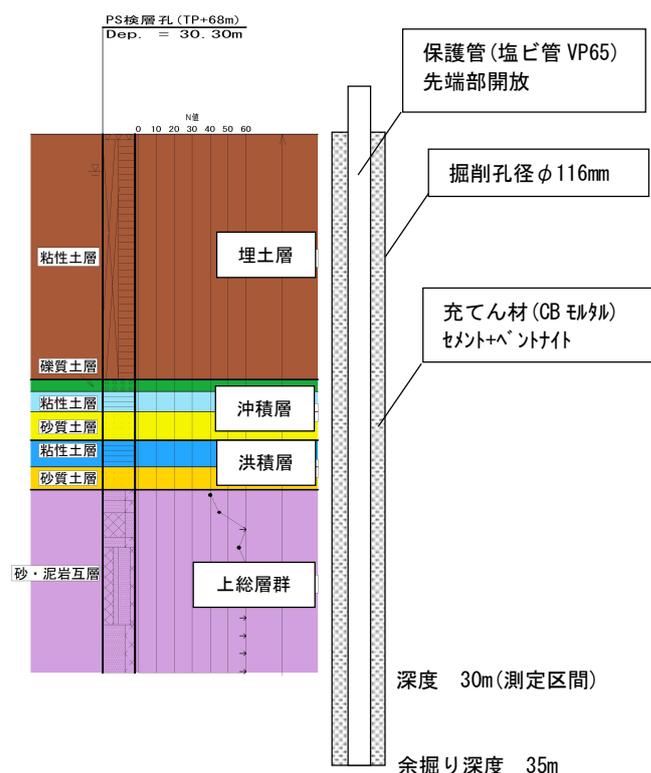


図-2 当該地の地層構成と保護管の設置概要図

③ 孔壁と保護管の間の充てん材

孔壁と保護管（塩ビ管）との間の充てん材は、ベントナイトとポルトランドセメントを混合した CB モルタルを使用することとした。

充てん材の配合量と目標強度値については、以下の検討および試験を実施して決定した。

主な測定対象は上総層群の砂・泥岩互層とした。一般的に上総層群の一軸圧縮強さは1200kN/m²程度¹⁾が示されているが、それを下回る強度の充てん材とすることで、地盤速度値への影響を少なくした。今回は、その強度の1/2程度とし600kN/m²程度を強度目標値に設定した。充てんするCBモルタルの配合量は、セメント・ベントナイト量を一定として混合水量を変化させた試料を作成して強度試験を行った。

- ・セメント量0.4kg
- ・ベントナイト0.15kg
- ・流動化剤8g(セメント量の2%)

図-3に示す強度結果グラフは各配合量における7日強度(σ₇)を示したものである。一般的にセメントの28日強度(σ₂₈)はσ₇の約1.5倍²⁾と言われている。この強度発現の傾向を利用して目標強度に対する配合量を求めることとした。σ₂₈の600kN/m²に対して、σ₇で必要とする一軸圧縮強さは400kN/m²以上が目標値となることから、図-3に示すように混合水量は0.9Lに設定した。なお、現場においては、実際に作成した充てん材が目標強度を満たすかを確認するため、充てん材を現場で採取しσ₇およびσ₂₈を確認した。その結果、σ₇で448kN/m²、σ₂₈で774kN/m²が得られ、おおむね目標強度値に近い結果が得られた(図-4)。

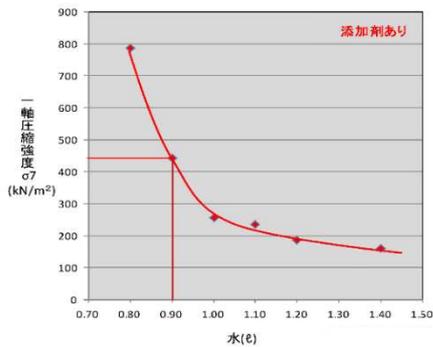


図-3 充てん材の配合試験結果

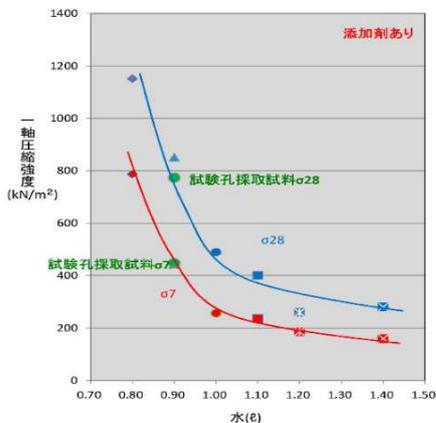


図-4 充てん材配合強度と現場採取充てん材強度の比較

3. PS 検層測定

PS 検層は、埋土層下位の自然地盤を対象に行った。また、測定においては複数のゾンデを使用することにより、

計測機器の影響による速度値に差が無いか、合わせて確認した。さらに、通常1m ピッチで行う測定を、S 波が400m/s 以上と想定される上総層群では25cm ピッチで行った。なお、孔内は洗浄水で満たした状態で実施した。

4. 結果評価

P 波速度と S 波速度について、以下に述べる(図-5)。

裸孔(初期値)、保護管設置(2回目測定値)共に、速度傾向はほぼ同様の分布を示す。指標として、下式により、初期値との差分の割合を変化率として示すものとした。

$$\text{変化率} = (\text{初期値} - \text{2回目測定値}) / \text{初期値} \times 100 (\%)$$

P 波は15~16m 付近で最大2%程度の変化率が見られたが、おおむね1%未満の変化率であり、同等の結果が得られていると考えられる。

- ・変化率：最小値 -2.5% 最大値 0.7%
- ・P 波速度値：最小値 40m/s 最大値12.5m/s

S 波の変化率は、2~4%程度みられる。保護管設置孔では250~300m/s 間の粘性土で値が低下する傾向を示すものの、300~400m/s では同等の値を示す。400m/s を超える速度値では、やや高くなる傾向を示した。

- ・変化率：最小値 -3.7%、最大値 4.6%
- ・S 波速度値：最小値 12m/s 最大値 23m/s

以上より、保護管を設置した際の測定値が裸孔と比較してS 波速度が速い範囲でやや大きくなる傾向を示しているが、変化率は3~4%程度、速度値の差としては20m/s 程度の範囲であることから、おおむね保護管や充てん材による影響は少ないものと考えられる。

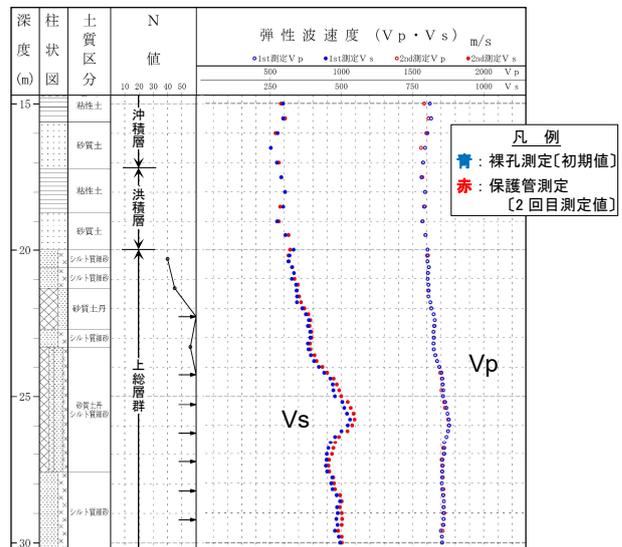


図-5 PS検層結果

5. おわりに

今回の測定は、上総層群を対象として実施したが、S 波速度は地盤状況によって傾向が異なる可能性も考えられる。今後、測定実績を積みさらに検証を行っていきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 東京都総合地盤図(Ⅱ)東京都の地盤(2), p.2, 1990.3.
- 2) 社)セメント協会:セメント系固材材による地盤改良マニュアル第4版, p.50, 2012.2