

2012年度 第10回 建築・住宅技術アイデアコンペ

提案タイトル	戸建住宅を対象とした地下水位測定の収束時間に基づく土質判別法	
提案概要 (200字程度)	2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、戸建住宅に対する地盤調査および液状化に対する関心が社会的に高まりつつある。筆者らは、宅地地盤の地下水位の情報を得るため、SWS試験孔を利用した地下水位測定法及び土質判別法を試みた。また、地下水位が収束していく過程が圧密沈下曲線のような双曲線に類似していることから、双曲線法による土質判別法とFEM浸透流解析結果と比較し、土質判別の検討を行なった結果、地下水位直下の土質(砂質土、粘性土)を判別できる可能性があることが認められた。	
提案ポイント	① 新規性	盛土の圧密沈下による沈下予測法として、双曲線法による圧密過程の計算がよく用いられている。本技術はスウェーデン式サウンディング孔を利用した地下水位法の確立のみならず、地下水位の収束時間から双曲線法による地下水位直下の土質を判別する日本建築学会や地盤工学会等でも初めての試みである。 本技術内容は、「日本建築学会技術報告集 第19巻 第41号 pp.89-94 (2013.2 発刊予定)」に掲載が決まっている論文から抜粋した内容である。
	② 実用性	スウェーデン式サウンディング孔による地下水位の測定法が確立され、建築技術性能証明(GBRC 性能証明 第10-22号)を取得していることから、地下水位測定精度に関しては信頼性がある。その公的に認定を受けた信頼性がある測定法を用い、地下水位の収束時間に基づく双曲線法による土質判別法であるため、実用性は高いと考える。
	③ 現可能性	上記で述べた通り、実用性が高く安価であるため、補足地盤調査法として、予備検討として現実性はかなり高いと考える。
	④ 建築や社会に対するインパクト	上記で述べた通り、安価で実用性が高いため、この調査法が確立されれば、建築計画時の今までになかった調査手法として、建築や社会に対するインパクトが大きいと考える。

提案ポイントについて

- ① 新規性 : 「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
- ② 実用性 : ご提案のアイデアが、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
- ③ 実現可能性 : ご提案のアイデアが、理論や知識と情報、組織や体制、資金などの面から、達成される見込み・見通しを述べて下さい。
- ④ 建築や社会に対するインパクト : 生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究目標が達成され、成果が実用化された場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

※こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。提案ポイント項目は審査評価基準に基づきません。

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、戸建住宅に対する地盤調査および液状化に対する関心が社会的に高まりつつある。現在の宅地地盤の調査は、スウェーデン式サウンディング試験(以下、SWS試験)が主流であり、国土交通省告示第1113号で定められ、有力な地盤調査法として位置づけられている。

そこで、宅地地盤の地下水位の情報を得るため、SWS試験孔を利用した地下水位測定法の開発を試みた。また、地下水位が収束していく過程が圧密沈下曲線のような双曲線に類似していることから、双曲線法による砂質土と粘性土の判別の可能性について、ボーリング調査から得られている粒度分布データ等と比較することにより土質判別の検討を行なった。

2. 地下水位測定機器 (通称：ちかちゃん)

現状のSWS試験による宅地地盤の地下水位測定方法は、SWS試験実施時のロッドを目視観察する方法や、試験後の孔に水位計を挿入する方法などが挙げられる。しかし、前者は信頼性が乏しく、後者は土質によっては水位計の挿入が困難となり、測定不可能な場合がある。上記の現状の測定方法の問題点を踏まえて、有孔管、センサーとメジャーケーブルを開発し、2011年2月に建築技術性能証明を取得した。それらを写真に示す。



SWS試験孔を利用した地下水位測定状況



有孔管 φ19mm (内径 7mm)



センサーとメジャーケーブル

3. 現場実験結果

図1に、土質別の測定水位と経過時間の結果を示す。本測定法は、SWS試験直後の孔に有孔管を貫入後、管内に流入する地下水位が下から徐々に上昇し、ボーリングおよび観測孔で確認された基準水位に近づいていく結果となった。左図は砂質土、右図は粘性土の結果である。測定実験を行った20地点すべてにおいて、孔内水位は基準水位ときわめて良く一致しており、本測定法は地下水位の測定に有効であることが確認された。

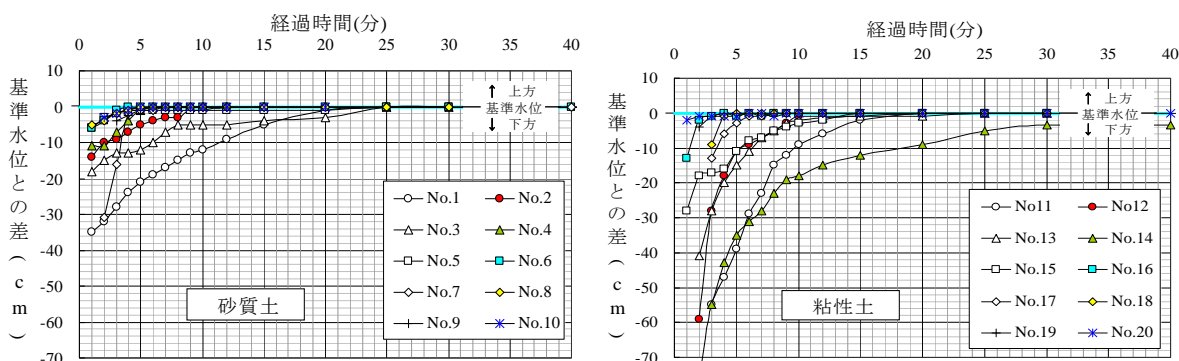


図1 測定水位と経過時間

砂質土地盤においては5分以内で収束している地点が10地点中6地点、粘性土地盤においては、5分以上収束に要している地点が10地点中7地点の結果から、土質(砂質土、粘性土)によって収束の傾向に違いが認められた。また、地下水位(SWS試験孔内水位)は20地点全てにおいて、30分程度以内で収束している結果となった。土質別では、砂質土の収束時間が短い傾向にあり、シルト質の比較的透水性の低い土質において収束時間が長い傾向にあった。

以上の現場実験結果から、SWS試験の貫入可能な深さまで地下水位の測定が可能であり、30分程度以内で地下水位が測定可能なことが確認された。

3. 土質の簡易的判別手法 (2012年7月10日特許出願 (特許 2012-154750))

小規模建築物を対象とした SWS 試験は、深さ 10m 以内の軟弱層が対象であるが、SWS 試験からは土質の判別が難しい。そこで、本測定法による経過時間と測定水位の関係から地下水位直下の土質 (砂質土, 粘性土) の簡易的判別の可能性について検討した。

図 1 の現場実験での孔内水位 h , 経過時間 t は、過剰間隙水圧が徐々に消散し収束していく圧密沈下曲線と同様の双曲線に類似していることから、孔内水位の回復量とこれまでに得られている計測データから同定される双曲線パラメータ a, b について双曲線モデルによる整理を行った。さらに、対象土層の土質区分 (あるいは透水性) と $t=0$ における dh/dt の値 (双曲線モデルにおける初期勾配 $1/a$ と等価) を基にして、図 4 に示すような土質判別の可能性について検討を行った。

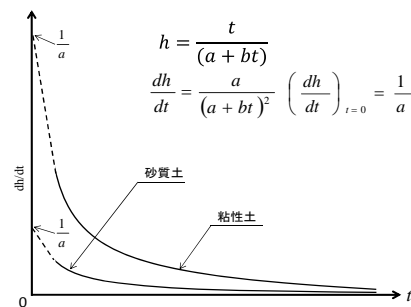


図 2 双曲線モデルによる土質の判別

図 2 に双曲線モデルによる土質の判別および図 3 に砂質土地盤および粘性土における経過時間 t と水位回復速度 dh/dt の関係を示す。

双曲線モデル : $h = t / (a + bt)$, $dh/dt = a / (a + bt)^2 \dots (1)$

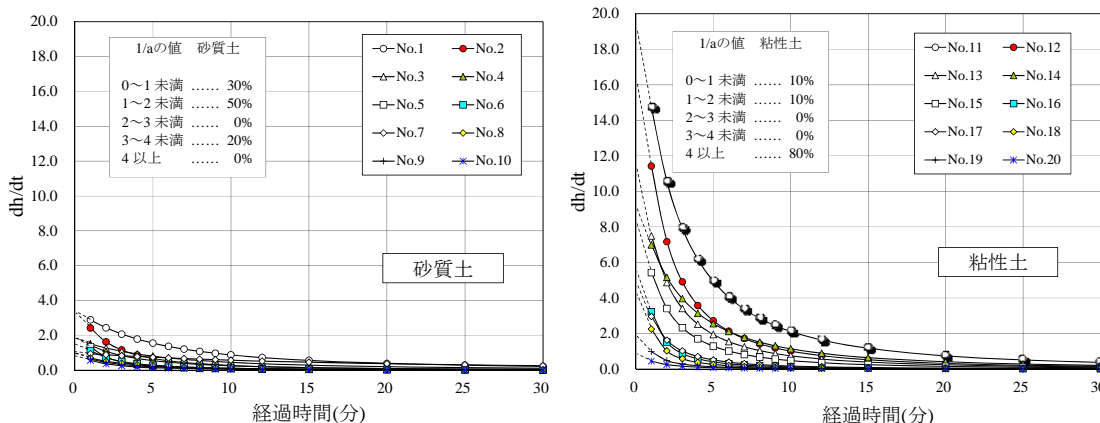


図 3 経過時間 t と dh/dt の関係

図 3 の砂質土 10 地点, 粘性土 10 地点での $t=0$ における dh/dt の関係を見ると、砂質土の dh/dt が 4.0 未満, 粘性土は 2 地点を除き 4.0 以上となっており、砂質土は粘性土に比べて $(dh/dt)_{t=0}$ が相対的に大きくなることが認められた。粘性土の地盤でありながら砂質土地盤と同様の傾向を示している No.19, No.20 地点の 2 地点は、他の地点と異なり、前日および前々日の雨によるたまり水が確認されており、その影響が関係していると考えられる。よって、この 2 地点を除けば、今回の実験では $(dh/dt)_{t=0} = 4.0$ が境界となっている。このことから、図 4 に示すように $(dh/dt)_{t=0}$ の大きさにより概略としての土質の判別を行うことができる可能性がある。

透水性	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1
	実質上不透水		非常に低い		低い		中位		高い		
対応する土の種類	粘性土		微細砂, シルト 砂-シルト-粘土混合土				砂および礫		清浄な礫		
	粘土・シルト		砂混じりシルト ・砂質シルト		シルト混じり砂 ・シルト質砂		砂		礫		
推定土質と $(dh/dt)_{t=0}$ の関係	大 ← $(dh/dt)_{t=0}$ → 小										

図 4 dh/dt と推定土質との関係

4. まとめ

SWS 試験孔を利用した地盤の補足調査法として、SWS 試験孔を利用した地下水位の測定法とその現場試験結果について検討した。また、試験孔内における地下水位の収束時間について、双曲線法等による検討を行ない、ボーリング調査から得られている土質状況と比較した。その結果、本測定法により地下水位直下における土質 (砂質土, 粘性土) について簡易的に推定できる可能性があることから、今後は、SWS 試験結果と本測定法を併用することにより、戸建住宅の液状化による被害判定法の評価手法として確立していく予定である。