

論文の内容の要旨

論文題目「宅地地盤の液状化判定のための地下水位測定法と土質判別に関する研究」

学位申請者 金 哲 鎬

キーワード：スウェーデン式サウンディング試験，戸建住宅，地下水位，収束時間，地盤調査

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、浦安市の沿岸都市部をはじめ関東の各地で液状化の被害が発生したことから、戸建住宅に関する地盤調査および液状化への関心が社会的に高まっている。日本建築学会「小規模建築物基礎設計指針」によると、戸建住宅を対象とした宅地地盤の液状化の判定は、1.微地形区分による概略判定、2.土質と地下水位による簡易判定法の2つを併せて行うことが推奨されている。建築基準法が改正される1981年（昭和56年）以前は、無筋コンクリートの基礎も認められており、1998年（平成10年）以前は、特に戸建住宅の液状化判定法が存在せず、液状化により建物中央部の基礎コンクリートが一部流失し、建物に甚大な被害を与えたケースも多くあった。平成13年国土交通省告示第1113号の第2項「地盤の許容応力度を定める方法」では、「液状化のおそれのある地盤の場合には、建築物に有害な損傷、変形および沈下が生じないことを確かめなければならない」と明言された。現在の宅地地盤の調査法として主流なのは、スウェーデン式サウンディング試験（以後、SWS試験）で、上記した告示第1113号第2項によりSWS試験による地盤調査の実施が定められたことから、宅地地盤の硬軟を知る有力な調査法として広く一般に普及している。しかし、SWS試験では液状化の予測に必要な地下水位を測定することが困難であること、土の試料を採取できないために土質の判別ができないことなどが大きな問題点である。これらの問題が克服されれば、SWS試験は簡易で安価な宅地地盤の調査方法として、非常に有力なものとなる。

以上の背景のもと本研究では、これまでの地震による戸建住宅の液状化被害事例について地盤特性ならびに基礎構造による被害の違いなどをまとめるとともに、宅地地盤における液状化判定のためのSWS試験孔を利用した交流式比抵抗水位計による地下水位測定法を開発した。この地下水位測定法で測定する地下水位は、時間とともに一定の値に収束し

ていく。このプロセス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モデルを提案して、これを利用した土質判別の可能性について検討した。ボーリング調査から得られている粒度分布データなどや、FEM浸透流解析結果と比較して詳細に検討した結果、SWS試験孔を利用した地下水位の経時的な測定を行うことにより、地下水位直下の土質区分（砂質土、粘性土）を判別できる可能性を示した。

本論文は、全4章より構成されている。以下に各章の概要を示す。

第1章は序論であり、本研究の背景および目的と本論文の構成が述べられている。現行の液状化評価方法ならびに液状化の判定に必要なパラメーターやその調査方法について整理するとともに、SWS試験について概説した。また、建築宅地地盤の健全性の評価、地盤補強および基礎の選定における地盤情報の入手と液状化判定のためには、地下水位と土質の簡易な判別手法を開発することが重要であることを示した。

第2章では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、液状化の被害を受けた戸建住宅の宅地地盤に焦点を絞り、SWS試験と三成分コーン試験（CPT）結果をもとに既存の液状化評価手法の検証を行った。さらに、今回の調査結果から、SWS試験結果を用いた液状化概略判定は、地盤情報が十分ではなく、SWS試験のみでは、適切な液状化の評価ができないことがわかった。また、CPTによる液状化被害の判定結果は、 N 値および粒度の推定精度によっては、実態を過少評価する可能性があることを示した。今回の調査結果から、支持力を増加させ不同沈下を防止することを目的とした地盤補強工法において、支持地盤への根入れ深さが1 m未満の改良体では、液状化の対策工法とはならないことが認められた。これらの液状化被害を受けた事例をもとに、地盤補強を実施した戸建住宅の傾斜の状況や傾斜角と補修方法との関連性を整理した。その結果、両者には明瞭な関連性が確認された。また、戸建住宅の基礎の被害について震災前に行われていた地盤調査と同地域の震災後の調査を比較した結果、液状化地域と非液状化地域の基礎の障害には明確な違いがあることを明らかにした。

第3章では、液状化判定のために必要な地下水位と土質の区分を簡便に調べることを目的に、交流式比抵抗水位計によるSWS試験孔を利用した地下水位測定法を提案した。現状のSWS試験による宅地地盤の地下水位測定方法としては、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．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．今回提案した地下水位測定法は，上記の測定方法の問題点を踏まえて，SWS試験孔を利用することで地下水位を簡便で，精度よく測定するものである．さらに，SWS試験孔の孔内水位の収束時間に基づき，地下水位の収束時間および地下水位の回復速度による土質の判別を双曲線モデルにより行うとともに，2次元FEM非定常飽和-不飽和浸透流解析法による検証解析を行った．その結果，SWS試験孔を利用した交流式比抵抗による地下水位測定法を用いて，地下水位を簡便で，短時間に精度よく測定できることや，さらに，地下水位直下における土質区分（砂質土，粘性土）について，簡易的に判別できる可能性があることが認められた．

第4章では，本論文の結論を箇条書きにまとめた．