

## 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

学位論文題目	実用的な地盤調査技術に基づく小規模建築物の不同沈下予測に関する研究
氏 名	神 村 真

住宅・リフォーム紛争処理支援センターの統計情報から、毎年、新設される戸建て住宅の少なくとも1万棟に2棟が、地盤に起因して不同沈下していると推測される。不同沈下した住宅の補修に必要な多大な費用は保険が適用されるものの、不同沈下した住宅に居住することによって健康被害が生じることが報告されており、新築住宅での不同沈下の発生の原因解明と発生抑制のための対策は、重要な課題だと言える。

戸建住宅に代表される小規模建築物の不同沈下予測は、建築基準法に則って、スウェーデン式サウンディング試験（以下、SWS 試験と称す）を用いて行うことが最も一般的である。SWS 試験はロッド先端に取り付けたスクリーポイントを押入または回転によって地中に貫入する際の必要荷重と必要回転数によって、地盤の硬軟や締まり具合を調査する方法である。多くの研究者は、SWS 試験には多くの課題があり、その適用には注意が必要であることを指摘しているが、建築基準法での不同沈下予測の課題を指摘した研究事例は少ない。著者らは、本論文で、住宅の不同沈下事例を収集・分析し、現行の不同沈下予測の課題を明らかにし、SWS 試験を補足する実用的で高度な地盤調査技術を開発し、これを活用した実用的な不同沈下予測を提案した。

著者らは、第一に、SWS 試験が実施されている不同沈下事例14件を対象として、現行の不同沈下予測の適用性検討を行った。その結果、既往研究が指摘するSWS 試験の課題を確認することができた。また、これらの不同沈下事例では、設計者が、建築物の自重により発生する沈下量の検討を行っていないと考えられることが分かった。このことは、SWS 試験だけでは、建築基準法に基づいて建築物自重による沈下の影響を検討するために必要な地盤定数が得られない場合があることと不同沈下量の予測方法についての設計者の知識不足があることを示していると考えられた。このため、著者らは、不同沈下の予測に必要な最低限の地盤定数を得ることができる地盤調査技術の開発と、その技術による地盤調査結果を用いて適切に不同沈下を予測するための方法を明示することとした。

土木構造物や一般建築物の基礎設計では、SWS 試験ではなく、標準貫入試験（以下、SPT と称す）を行うことが一般的である。SPT は、試験深度までボーリングにより掘削を行い、試験深度において SPT サンプラーを所定のエネルギーで 30 cm 打撃貫入し、この時の打撃回数によって地盤の硬軟や締まり具合を判定する試験方法である。掘削時の土質確認や SPT 時に採取される土試料の確認によって、正確に地層構成を把握することができる。また、ボーリング中に乱れの少ない試料を採取し、この試料を用いた詳細な土質試験を行うことも可能である。SPT は、SWS 試験と比較して、調査に必要な設備が大規模で、調査に必要な人員も多く、調査時間も長い。このため、SPT は、調査費用や工期の制約が大きい小規模建築物の基礎設計では、適用されることが極めて稀であった。しかし、SPT は、SWS 試験の課題を解決することができる信頼性の高い地盤調査方法である。このため、著者らは、SPT を住宅分野に導入するため、設備の小型化と作業の簡略化を行うこととした。

既存の SPT では、試験深度までの掘削を、泥水循環式掘削に頼っていたが、この方法では、泥水を循環させるためのポンプ類の設備が必要であった。これを振動圧入式掘削とすることで、泥水循環用の設備を不要とし、設備を小型化することとした。また、振

動圧入装置を用いてコアチューブを内包したケーシングを同時に地中に圧入することで、掘削と試料採取を同時に行うこととし、掘削効率の向上を図った。また、掘削深度と SPT の試験結果を自動記録とすることで、調査中、調査後の調査者の負担を軽減することとした。これらの対応によって、小規模建築物への適用性の高い実用的な SPT を実施するための地盤調査技術の開発に成功した。なお、本調査技術は、特許 5021104 号（地盤調査装置）、特許第 5748793 号（土試料採取管及び土試料採取管の掘進方法）をそれぞれ取得した。

SPT の実施によって、地層構成や地下水位を正確に把握することが可能となり、かつ土試料を用いた土質試験の実施が可能となる。このため、不同沈下の原因になる軟弱な地層の存在とその層厚を正確に把握することができる。一方、SWS 試験は、試験方法が単純であるので、敷地内で複数個所の調査を行うことが可能である。両者の特性を組み合わせることで、不同沈下の発生を、SWS 試験のみの場合よりも高い精度で予測することが可能となる。著者らは、SWS 試験と SPT を併用し、SWS 試験の測点ごとに沈下量を予測する実用的な不同沈下予測方法を提案した。提案した不同沈下予測方法の適用性は、詳細な地盤調査が行われた 2 件の不同沈下事例を用いて検証を行った。その結果、提案した不同沈下予測方法は、不同沈下発生の可能性を適切に評価可能であることが確認できた。

# 学位論文審査の結果及び最終試験の結果報告書

## (博士後期課程博士用)

山口大学大学院理工学研究科

報告番号	理工博甲 第 0770 号	氏名	神村 真
最終試験担当者		主 査	中田 幸男
		審査委員	鈴木 素之
		審査委員	榊原 弘之
		審査委員	原 弘行
		審査委員	秋田 知芳
<b>【論文題目】</b>			
実用的な地盤調査技術に基づく小規模建築物の不同沈下予測に関する研究			
<b>【論文審査の結果及び最終試験の結果】</b>			
本論文は、全5章から構成される。			
第1章 序論			
第2章 建築基準法での小規模建築物のための不同沈下予測の課題			
第3章 小規模建築物のための実用的で高度な地盤調査技術の開発			
第4章 高度な地盤調査技術を用いた小規模建築物のための不同沈下予測方法の提案			
第5章 結論			
各章の概要を、以下に示す。			
<p>第1章では、スウェーデン式サウンディング（SWS）試験を用いた不同沈下予測に関する既往の研究成果から、SWS試験の概要、それを用いた支持力予測に関する研究成果および沈下量の予測に関する事項を整理して示した。不同沈下した住宅に居住することによって健康被害が生じることが報告されており、新築住宅での不同沈下の発生の原因解明と発生抑制のための対策は、重要な課題といえる。戸建住宅に代表される小規模建築物の不同沈下予測は、建築基準法に則って、SWS試験を用いて行うことが一般的である。多くの研究者は、このSWS試験には多くの課題があり、その適用には注意が必要であることを指摘しているが、建築基準法での不同沈下予測の課題を指摘した研究事例は少ない。ここでは、建築基準法で定められたSWS試験を用いた不同沈下予測の内容を、法律に基づき示した。また、既往の研究によって明らかにされている建築基準法でのSWS試験を用いた不同沈下予測の課題を示した。</p>			
<p>第2章では、14件の不同沈下事例を対象に、建築基準法でのSWS試験を用いた不同沈下予測方法を適用し、不同沈下予測を行った。また、SWS試験と不同沈下予測技術の課題の内、評価結果に大きな影響を及ぼす項目を抽出した。その結果、SWS試験の課題の内、評価結果に大きな影響を及ぼす項目は、硬い地層を貫通できないことと、土試料を採取できないこと、ロッドの周面摩擦の影</p>			

響を受けることに集約できることを示した。また、不同沈下予測技術については、現在の不同沈下予測では、正規圧密領域の評価が不明確であることと、敷地内での地盤強度のバラつきに関する評価が不十分である点に集約できることを示した。

第3章では、第2章で抽出したSWS試験の課題を克服するための新しい地盤調査技術の開発内容を示した。ここでは、主に、標準貫入試験を、より簡便に実施するための掘削技術の開発内容について示した。開発の結果、従来よりも簡素な設備で標準貫入試験が可能となるとともに、全調査区間で土試料の採取が可能となった。

第4章では、地盤調査技術の課題と不同沈下予測方法の課題を解決した、新たな不同沈下予測を提案し、この技術の検証を行った。その結果、提案する不同沈下予測方法は、現在の不同沈下予測方法の課題を解決した戸建て住宅に適した不同沈下予測方法であることが確認できた。

第5章では、各章で得られた成果を整理して示し、本研究の総括とした。

公聴会での主な質問内容は、以下のようになる。

・SWS試験は粘土層の調査に対して有効な試験で、標準貫入試験は砂層や礫層により適した試験であることが一般的な認識である。本研究での標準貫入試験の活用は、このような一般的な認識とは異なるが、どのような扱い方と考えるべきか。

・沈下の予測手法について説明があったが、不同沈下（宅地の傾斜）はどのように予測されるのか。

・住宅の荷重に対して深部までの調査を対象となっているように感じられるが、どのように考えられるのか。

・2018年9月の北海道地震において沈下事例が発生した札幌市内該当地区における地盤調査に、今回開発された調査機器を適用すると、沈下に強く関連した旧河道の埋め戻し地層の抽出は可能と考えられるか。

いずれの質問に対しても発表者から十分な回答がなされた。

以上より、本研究は、実用的な地盤調査技術に基づく小規模建築物の不同沈下予測に対して多くの知見を与え、独創性、信頼性、有効性、実用性ともに優れ、博士（工学）の論文に十分に値するものと判断した。

論文内容及び審査会、公聴会での質問に対する応答などから、最終試験は合格とした。

なお、関連論文の発表状況は以下のとおりである（関連論文2編）。

- 1) 神村 真, 中田幸男, 田部井香月, 小規模建築物を対象とした振動圧入掘削によるボーリング調査技術の開発, 日本建築学会技術報告集, 第23巻, 第55号, 857~862, 2017.
- 2) 神村 真, 神村香月, 中田幸男, 渋谷朋樹, スウェーデン式サウンディング試験による住宅の基礎地盤評価方法の適用性, 地盤と建設, 第36巻, 第1号, 89~96, 2018.