

氏 名 深井 公

学 位 の 種 類 博士 (工学)

学 位 授 与 年 月 日 令和 4年 3月 24日

学 位 論 文 名 スクリューウエイト貫入試験における各種要因の影響と $N$ 値,  $s_u$ 値との相関性に関する研究

論文審査委員 主査 教授 大島 昭彦

副査 教授 谷口 与史也

副査 教授 重松 孝昌

## 論文内容の要旨

スクリューウエイト貫入試験 (SWS 試験) は、先端にねじ状のスクリューポイント (SP) を取り付けたロッドを荷重と回転で地盤内に圧入し、荷重  $W_{sw}$  (kN) と半回転数  $N_{sw}$  の静的貫入抵抗から、地盤の硬軟、締まり具合および土層構成を評価する地盤調査方法である。住宅地盤では安価に多点数の調査できるため、SWS 試験が標準の調査方法となっており、地盤の支持力算定、地盤改良・補強の必要性の判断などのために実施されている。住宅建築件数が多いため、SWS 試験は現在日本で最も多く行われている地盤調査方法である。しかし、SWS 試験の全自動式試験機の製造メーカーの違い、JIS 規格と ISO 規格の試験装置・試験方法の違い、SP の摩耗の程度、回転速度の違いなどの各種要因が SWS 試験結果に与える影響が必ずしも明確となっていない。また、SWS 試験で得られる  $W_{sw}$  と  $N_{sw}$  は、約 60 年前に提案された稲田式によって標準貫入試験 (SPT) の  $N$  値、一軸圧縮強さ  $q_u$  値に換算して、地盤の設計定数とすることが実務で一般に行われているが、当時と現在では試験装置・試験方法が異なり、稲田式の適用精度は疑問視されている。

本論文は、SWS 試験結果に与える各種要因の影響と  $N$  値、粘性土の非排水せん断強さ  $s_u$  値との相関性を日本全国 33 地点で調べ、住宅地盤の調査としての SWS 試験を高精度化することを検討した。本論文は 5 章から構成され、各章で得られた主な内容を以下に示す。

第 1 章では、住宅地盤の標準調査として活用されている SWS 試験の変遷を紹介し、SWS 試験結果に与える各種要因の影響、SPT の  $N$  値および一軸圧縮強さ  $q_u$  値との相関、SWS 試験の住宅地盤調査への応用などに関する既往の研究をまとめた。そして、本研究の目的と論文構成を述べた。

第 2 章では、本論文で実施した SPT および SWS 試験による地盤調査方法、室内力学試験方法を示し、日本全国 33 地点とその地盤性状をまとめた。

第 3 章では、SWS 試験結果に与える各種要因の影響として、まず、3 種類の全自動試験機による試験結果の違

いを、次に、JIS規格とISO規格のSPの形状とロッドの直径の違いによる試験結果の違いを、さらに、SPの摩耗の影響および回転速度の影響を調べた。それらの結果から、実務に適したSWS試験条件を提案した。

第4章では、2010年から11年間かけて日本全国33地点で実施したSWS試験結果( $W_{sw} \cdot N_{sw}$ )とSPTのN値および室内力学試験から求めた粘性土の非排水せん断強さ $s_u$ 値との比較を示し、その相関性を検討した。その結果から、従来の稲田式に代わる、より適用性の高い砂質土、粘性土に対する $W_{sw} \cdot N_{sw}-N$ 値、および一般粘性土、鋭敏粘土に対する $W_{sw} \cdot N_{sw}-s_u$ 値の新たな相関式を提案した。

第5章では、各章で得られた結果を要約し、本論文の結論とした。

## 論文審査結果の要旨

土木構造物や中規模以上の建築物の地盤調査は、標準貫入試験(SPT)を併用するボーリング調査が基本であるが、住宅地盤の調査ではコストの制約もあり、安価に多点調査できるスクリーウエイト貫入(SWS)試験が標準となっており、地盤の支持力算定、地盤改良・補強の必要性の判断などのために実施されている。住宅建築件数が多いため、SWS試験は現在日本で最も多く行われている地盤調査方法である。現在、SWS試験の実務は全自動式試験機を用いることが一般的であるが、試験機メーカーの違い、JIS規格とISO規格の試験装置・試験方法の違い、スクリーポイント(SP)の摩耗の程度、回転速度の違いなどの各種要因がSWS試験結果に与える影響が必ずしも明確となっていない。また、SWS試験で得られる荷重 $W_{sw}$ (kN)と半回転数 $N_{sw}$ は、約60年前に提案された稲田式によってSPTのN値、一軸圧縮強さ $q_u$ 値に換算して、地盤の設計定数とすることが実務で一般に行われているが、当時と現在では試験装置・試験方法が異なり、稲田式の適用精度は疑問視されている。このような背景の下、本論文は、SWS試験結果に与える各種要因の影響とN値、粘性土の非排水せん断強さ $s_u$ 値との相関性を調べ、住宅地盤の調査としてのSWS試験を高精度化することを検討したものである。

まず、SWS試験結果に与える各種要因の影響を調べている。3種類の全自動式試験機による試験結果を比較し、砂質土地盤では試験機による回転速度や回転駆動力の差が結果に影響を与えている可能性があるものの、試験結果には大きな差はないことを示している。また、JIS規格とISO規格におけるSPの形状とロッドの直径の違いによる試験結果を比較し、両者の違いが相殺して、両規格の試験結果には大きな差はないことを示している。さらに、SPの摩耗の影響と回転速度の影響を調べ、摩耗の影響はSPの最大径が30mmよりも大きければほとんどないこと、回転速度の影響は10~50rpmの範囲ではほとんどないことを示している。以上の結果から、実務に適したSWS試験条件を提案している。

次に、2010年から11年間かけて日本全国33地点で実施したSWS試験結果( $W_{sw} \cdot N_{sw}$ )とSPTのN値および室内力学試験から求めた粘性土の非排水せん断強さ $s_u$ 値とを比較し、その相関性を検討している。その結果から、従来の稲田式に変わる、より適用性の高い砂質土、粘性土に対する $W_{sw} \cdot N_{sw}-N$ 値、および一般粘性土、鋭敏粘土に対する $W_{sw} \cdot N_{sw}-s_u$ 値の新たな相関式を提案している。

以上のように、本論文の著者は、住宅地盤の調査としてのSWS試験を高精度化するために、試験結果に与える各種要因の影響を明らかにし、N値、 $s_u$ 値に対する新たな相関式を提案しており、その成果は地盤工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文の著者は、博士(工学)の学位を受ける資格を有するものと認める。