

学 位 論 文 の 要 旨

小規模建築物の基礎地盤の強度指標の評価手法に関する研究
(Study on geotechnical evaluation of strength index for small building foundations)

氏 名 二川 和貴

小規模建築物の基礎設計に先だって実施されている宅地地盤の調査では、スクリーウエイト貫入 (SWS) 試験が広く普及している。SWS 試験は、ロッドに載荷した錘の荷重値と、載荷したロッドを貫入するときの半回転数とをインデックスとして地盤の硬軟を評価する静的貫入試験である。この SWS 試験以外にも小規模建築物の地盤分野には様々な既往の地盤調査の方法があつて、それぞれの地盤調査の手法が得意とする点や、その地盤調査を採用する場合に留意すべき事項がある。筆者は小規模建築物が対象とする造成宅地地盤を鑑みて、表層が軟弱な地盤の SWS 試験で想定される、(1)錘の載荷で沈む自沈層の地盤品質の良否の判断、(2)杭状地盤補強を設計する場合の補強体の支持層の確認、(3)砂質土層における液状化のおそれの有無の検討の 3 点を、同試験の主要な課題として特にフォーカスした。そして、これらの課題に対して地盤に関する追加のインデックスを得ることによって SWS 試験を補完し、地盤判定の品質を向上させることができないかと考え、新たな地盤調査の方法である、「ハンマードリルサウンディング (HDS) 試験」を提案した。本研究では、焦点を当てた SWS 試験の諸課題に対する HDS 試験の適用性の検証実験を、全国 37 箇所様々な地盤条件の試験場において実施した。その検証では、SWS 試験のほか、既往の各種地盤調査の方法によるインデックスとの比較を行っており、その結果から、この HDS 試験を用いた小規模建築物の基礎地盤の強度指標の新たな評価手法を提案した。

HDS 試験は、「ハンマードリル」によって地盤を破壊しながら打撃貫入する機構であることから、これに関わる貫入の速度に関連する値をインデックスとした。具体的には調査時に単位時間ごとの変位量を計測し、1cm 貫入するまでに要する時間を H_d 値と定義している。そして、標準貫入試験 (SPT) で N 値 1 回分の錘により対象土層に与えるエネルギーと、HDS 試験の場合の、ハンマードリルの打撃による貫入量と貫入回数とから推定されるエネルギーとの関係を比較することによって、HDS 試験の H_d 値から SPT の N 値を推定する関係式を設定した。一連の検証実験の結果から、HDS 試験により得られるこの「推定 N 値」は、関連する SPT の N 値や、動的コーン貫入 (SRS) 試験の N_d 値、SWS 試験の換算 N 値といった、既往の地盤調査のインデックスと比較的良好な相関性が確認された。特に、SPT、SRS 試験および SWS 試験では錘を用いるために軟弱地盤で生じる自沈が、HDS 試験はほぼ無いことが長所である。一方で、硬質な土層であっても、HDS 試験のハンマードリルを用いれば、従来の SWS 試験よりも十分に高い貫入力得られることから、

軟弱な自沈層から硬質な土層までを同一のインデックスで評価できることになる。さらに、他の地盤調査の方法と比較して、粘性の高い土質の層や、鋭敏性の高い粘土層など、特徴的な性質をもつ土層でのばらつきも、HDS 試験の場合には比較的少ない傾向であることを確認した。加えて、地盤の剛性に関連する表面波探査のS波速度や、ボーリングで土試料を採取し室内試験で確認される、一軸圧縮強さ、圧密降伏応力といった強度指標と、HDS 試験の推定N値との関係性も、特殊な地盤条件の場合に留意すれば良好であると考えられ、HDS 試験のインデックスは不同沈下のおそれの検討の際の参考情報としても十分に有用であると言える。この強度指標との関係性と同様に、平板載荷試験 (PLT) による地盤の長期許容支持力度と支持力影響深度までの平均 H_d 値との相関関係も良いことが確認され、本研究では HDS 試験の H_d 値を用いた、地盤の長期許容支持力度の算定式を提案した。

一方で、地下水位の浅い軟弱な飽和砂質土層においては、HDS 試験の場合にはハンマードリルによる連続した振動の打撃貫入を行うことによって、当該土層が液状化のおそれのある層か否かを推定することができる。液状化層の場合には、繰返しの動的振動による打撃によって土層内の有効応力が低下する原理によるものであるが、この HDS 試験特有の現象を利用した液状化層の判定方法を検討した。そして、静的貫入試験である SWS 試験のインデックスと HDS 試験の H_d 値を比較することによって、中地震時に液状化が生じる可能性のある層と、そのときの液状化に対する安全率 F_L 値とを推定する一つの手法を提案した。この手法による検討結果については、SPT、三成分コーン貫入試験 (CPT) による液状化層の検討の場合との比較検証も行い、概ね妥当な判定となっていることを確認した。

以上のように、本研究では、提案した HDS 試験によって従来の SWS 試験を補完することで、小規模建築物の基礎地盤の強度指標の評価の品質を向上できることを実証した。

学 位 論 文 の 要 旨

小規模建築物の基礎地盤の強度指標の評価手法に関する研究

(Study on geotechnical evaluation of strength index for small building foundations)

氏 名 二川 和貴

In soil investigation of small building foundations, Screw Weight Sounding (SWS) test has spread. In SWS test, hard layer and soft layer is checked by penetration resistance of the rod which attached weight. There are each feature and subject in soil investigations. Author focused on three subjects of SWS test in a soft residential land for small buildings. They are the checks of (1) self-settlement layers quality, (2) load bearing layer of a pile, and (3) potentiality of liquefaction. To solve these subjects, for the purpose of complementing SWS test by additional geotechnical information, author developed Hammer Drill Sounding (HDS) test. In this paper, about the above subjects, author report the verification result of applicability in 37 examination sites and propose new geotechnical evaluation of strength index for small building foundations.

In HDS test, since the ground was penetrated by vibration of a hammer drill, the index related to penetration speed was defined as H_d value. By comparison with kinetic energy by weight of Standard Penetration Test (SPT) , The method of calculating of presuming N value of SPT was proposed. The index of HDS test approximates satisfactorily with N value, N_d value by Swedish Ram Sounding (SRS) test and converted N value by SWS test. And it is the feature that this examination does not almost have self-settlements. In addition, the penetration power of HDS test is strong. Therefore, the index was estimated by the same measure from soft to hard layers. In character layers, dispersion of the index was comparatively small. Moreover, the correlativity of the index and rigidity and strength of the layer was comparatively good. bearing capacity of the ground acquired by Plate Loading Test (PLT) was also the same.

On the other hand, In the layer of saturated non-cohesive soil, the potentiality of liquefaction was checked by repeated vibration using the hammer drill. H_d value of HDS test also decreases as the effective stress declines. By way of this feature, the potentiality of liquefaction was presumed in comparison with the index of SWS test and H_d value of HDS test. The index obtained by this method was appropriate in general as compared with F_L value of SPT or electric Cone Penetration Test (CPT).

Like this, the new soil investigation improves the quality of geotechnical evaluation.