

論文の内容の要旨

論文題目「電気比抵抗を利用した土の判別手法に関する研究」

学位申請者 高 元浩

キーワード：電気比抵抗 細粒分含有率 スウェーデン式サウンディング試験
土の判別 電気検層法

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、約25,000棟を超える戸建住宅が液状化の被害を受けた。これにより、液状化対策や戸建住宅の液状化評価手法の検討が重要な課題とみなされ、液状化地盤における対策工法の必要性が社会的に関心を高めている。このような状況下で、特に問題となったのは、宅地地盤の液状化を正確に判別できる地盤調査法が未だに整備されていない点である。

小規模建築物を対象とした宅地地盤の調査法としては、中規模以上の建物の地盤調査法に用いられている標準貫入試験よりも、簡便性、経済性及び迅速性を重視したスウェーデン式サウンディング試験（以後、SWS試験と呼ぶ）が広く用いられている。SWS試験の長所は、宅地地盤の支持力の評価が可能であり、連続した測定が可能であることなどが挙げられるが、SWS試験の短所としては地下水や土質判別が難しい点が挙げられている。特に液状化の判定に関しては、砂質土と粘性土の判別が必要であるが、現状では、操作者が試験時にロッドを介して伝わる音やハンドルの手の感触によって判定しているにすぎない。すなわち、土の判別は、試験者の経験で決定される場合が多い。さらに最近では、ロッドに土の採取を目的とした採取器を取り付けるなどの改良が加えられているが、コストの面から十分に普及するまでには至っていない。

一方、物理探査の分野では、地盤の薄い砂層の検出方法として電気検層法と呼ばれる方法がある。これは、砂層において電気比抵抗（以後、比抵抗と呼ぶ）が極端に大きな値を示す特性を利用したものであるが、土の判別に使える細粒分の含有率を評価できる段階にまでは至っていない。

本研究は、この比抵抗の特性をSWS試験に活かそうとしたものである。もし、SWS試験孔を利用した比抵抗によって土を判別することができれば、標準貫入試験を行う必要がなくなる。したがって、本手法により、格段に調査コストの低減を図ることができる。

以上の背景をもとに、本研究では、SWS試験孔を利用して電気検層法を行い、その比抵抗により、土を判別できる手法を開発した。

第 1 章は序論であり、本研究の背景、本研究の目的、本研究の意義及び本論文の構成について述べた。すなわち、SWS 試験法と電気検層法の問題点について述べ、SWS 試験孔を利用した比抵抗を利用することによって、その問題点が解決できることを示した。

第 2 章では、本研究で対象としている SWS 試験の方法や問題点を指摘するとともに、電気検層法の原理や既往の研究について紹介した。

第 3 章では、比抵抗と土の細粒分含有率との関係を明らかにすることを目的に 3 種類の実験とその成果について述べた。1 つ目の実験は、室内にて各種の濃度を有する塩化カリウム溶液を間隙水として、48 種類の人工配合土と自然土について電気伝導度計により土の比抵抗を計測した。その結果、土の比抵抗と間隙水の比抵抗及び土の細粒分含有率の 3 者の間には、密接な関係があることを見出した。そして、これらの結果をもとに、間隙水の比抵抗に対する土の比抵抗の比率から土の細粒分含有率を推定する式(推定式)を提案した。2 つ目の実験は、測定孔の大きさに対する電極径の比率が比抵抗に与える影響を検討した。その結果、試験孔の大きさが電極径に与える影響は極めて大きく、電極径はほぼ孔径に相当する大きさが必要であることを明らかにした。3 つ目の実験は地下水が存在しない原地盤において実際に SWS 試験を行い、JIS K 8121:1995 で定められた 0.1 規定の塩化カリウム溶液で満たした孔中に電極を挿入して土の比抵抗の測定を行った。比抵抗の測定は SWS 試験機の先端のスクリーに電極を埋め込んだものであり、電極間隔を 30mm としてウェンナー法によって深さ 3.5m まで計測した。この結果、計測地盤は粘性土地盤であったが推定式による細粒分含有率は深さに関係なく実測値とほぼ一致する結果を得た。

第 4 章では、電気検層法による土の判別手法を開発することを目的に、埼玉県比企郡、茨城県取手市、埼玉県春日部市、千葉縣市原市、神奈川県横浜市、岐阜県羽島市の 6 地点において標準貫入試験と SWS 試験及び室内試験で使用した計測機を利用して比抵抗の計測を行った。用いた試料土は、標準貫入試験により採取した 49 種類であり、これらの土の細粒分含有率の実測値と室内試験から導いた推定式による推定値を比較した。地下水の比抵抗は地下水採取器を用いて採取し、室内試験で使用した電気伝導度計で計測した。その結果、それぞれの測定地点において、比抵抗の値は、細粒分含有率の大小を反映して変化する結果となり、推定式によって求めた細粒分含有率は、実測細粒分含有率と標準偏差 5.9% の範囲で対応することを明らかにした。そして、この推定式により、94%の精度で砂質土と粘性土の判別を行うことができた。

第 5 章では、本論文の総括的な結論を示した。

以上から、本研究により、SWS 試験孔において実施した電気検層法による比抵抗から土の判別を行うことは、十分に可能であることを明らかにした。