

NSWS による詳細地盤情報の取得

軟弱層 貫入時間 二載荷計測

近藤技術士事務所

正会員

○近藤 巧

(株)大北耕商事

正会員

大北耕三

(株)藤井基礎設計事務所

正会員

藤井俊逸

(株)エネット

立尾広幸

Islamic University of Technology

Hossain Md. Shahin

Kasetsart University

Suttisak Soralump

はじめに

NipponScrewWeightSystem(NSWS)は載荷荷重と回転により地盤の強弱を評価するサウンディング調査機であるが、調査深度は25.0m、礫、軟岩、風化領域での高い穿孔能力、水位計測、サンプリング機能を持っており、軽量で且つ傾斜計測機能を有するため計測場所に拘束されない計測が可能である。そのデータは回転数、載荷重量、沈下時間を1.08cmピッチで取得し、詳細な地層区分、空洞脆弱層の検出に威力を発揮することができる調査機である。一方NSWSの換算N値については、農村工学研究所との協同研究で締固め均一土槽実験を通して標準貫入試験N値及び土質工学的整合性についての検証を実施しておりその調査手法が確立されてきている。

近年の気象環境の変化で災害が頻発しているが、最小限の調査でより多くの詳細な地盤情報を取得するため、従来の固定的な1000N載荷に対し500Nあるいは1500N載荷による二載荷調査手法を確立してきており、本論文においてその有用性について発表するものである。

NSWS の取得データについて

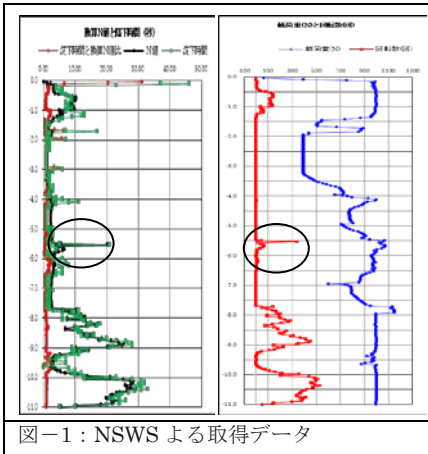


図-1：NSWS による取得データ

図-1にNSWSの計測結果の一例を示す。このデータは東日本大震災において発生した千葉県浦安市の埋め立て地域で液状化が発生した場所での調査結果であるが、換算N値での表示だけでなく載荷重、回転数等のグラフを併記することで、載荷状態の変化に対応する地盤内脆弱層の把握、脆弱層の中においても回転数の一時的増加箇所、また換算N値の増加の中でも載荷重が変化する弱層の確認ができることから、NSWSは地盤内における地層の詳細な環境の把握に十分対応できる調査機であることがわかる。

この計測結果の中にN値と降下時間の比を赤線で同時に示しているが、深度方向において、N値と降下時間の相関が取れている、一方○で囲った部分では、回転数と沈下時間の突出がみられるが、これは礫層としての礫でなく単独で存在する礫をとらえており、1.08cmの計測により地盤の微細な状態を把握した結果である。

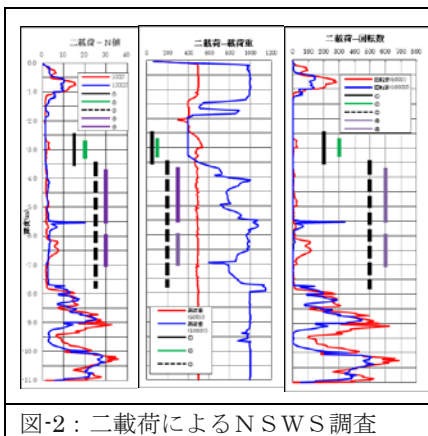


図-2：二載荷によるNSWS調査

土質資料採取時や三軸試験時資料の中に礫が単独で存在する 경우가よく確認されるが、このような三軸試験の評価を左右するともいえる礫の存在に対して、NSWSはより繊細な地盤情報を取得可能な査機であることがわかる。

二載荷による土質分類

NSWSは空油圧により載荷重、降下速度を制御しているため載荷条件を変化させることで地盤内の微細な変化を把握でき、載荷重を従来の1000Nに限定することなく、例えば500Nあるいは1500Nにて調査を実施し比較することで、土質資料を採取することなく地盤内の土質変化を把握することができる。図-2に1.0m離れて実施した500N制御の計測結果を、前項で示した1000N制御の計測結果に重ねて示す。また図-3に500Nと1000N載荷との相関性をSPTN値と合わせて示す。同一深度で換算N値の相違がいたるところが現れており、あたかも異なった地盤を調査した様相を呈している。しかしながら

この現象を、①黒：載荷重が500N>1000Nで②緑：回転数が500N>1000Nの場合、③黒点線：載荷重が500N<1000Nで④：回転数が500N>1000Nの場合等に分けると土質状態が異なる地層と見ることができる。この関係をより

詳細に見るため、図-3において、載荷重、回転数、NSWSのN値の変化が顕著に表れている0.0m~8.0mについて、50cmごとに採取した土質資料分析結果、各資料の含水率とNSWSによって取得された縮尺1/15の載荷重グラフを同時に示す。またNSWSのN値の表に直近で実施したSPTN値とハンマー自沈領域を合わせて示す。載荷重1000N以下の領域はいわゆる軟弱領域として区分されるが、粒度組成においても細粒分を多く含む領域であると同時に高含水率領域であるが、その中で500N載荷のグラフを見ると、回転成分を含む領域とそうでない領域にわかれており、50cmピッチの資料分析試験では表現できない詳細な情報を提供できている。

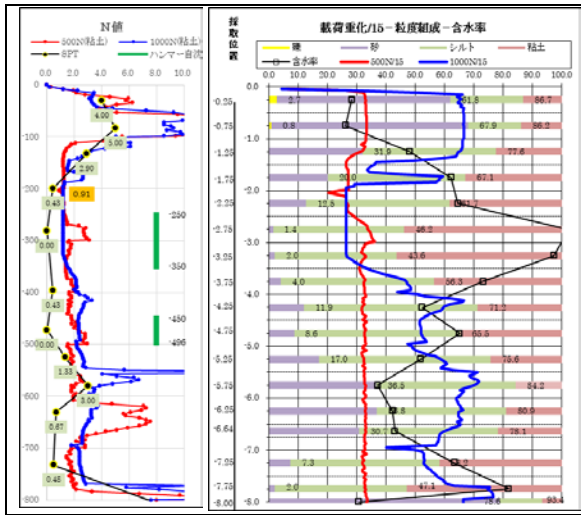


図-3：NSWSと土質分類

この二載荷試験は、SPTN値と比較してもその評価範囲1.0mの中に種々の特性を有する領域が存在することを表しており、地盤内の粒度組成や水分量に対応して、設定された載荷圧500Nに至らないより軟弱な領域、500Nから1000Nに至るまで500N制御の回転機構の発生する領域、1000N制御で無回転領域と区分し、地盤の状態を把握することが可能な調査手法であることがわかる。

このことから、例えばため池等法尻部においてN値=0の場合で三軸試験試料採取の不可能な軟弱領域において、その評価に困難を伴う場合、一の判断資料を提供できる試験方法である。

まとめ

地質調査は、ボーリングの貫入能力により標準貫入試験と共に長年の地盤調査機としての基礎を作ってきたが、其の試験値は、連続的固定区間に対する測定でなく、また1.0mに一度の測定では、全体の30%程度の区間に対する情報しか得られておらず、情報が得られない区間の割合のほうが大きい調査方法である。また30cmという測定区間も固定ではなく、軟弱層では加速度を持った衝撃が弱層をとらえていない場合が多く、30cm以上沈下をする場合がある。

一方、NSWSは1.08cmの測定ピッチでの地盤の詳細計測に対してその有用性が海外において認知されており、ガンジス川流域に発達した軟弱地盤帯を有するバングラディッシュのIslamic University of Technology：Hossain Md. Shahin教授、あるいはチャオプラヤー・デルタを有するKasetsart UniversityのSuttisak Soralump教授等より軟弱地盤帯の調査手法として標準貫入試験に代わるものであるとの意見をいただいている。

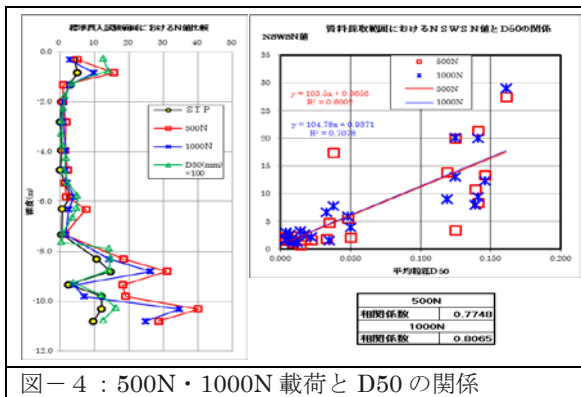


図-4：500N・1000N載荷とD50の関係

地盤に起因する災害を未然に防御するために重要なことは、地盤の全様を把握することである。一方現在地盤の評価は1.0mごとの評価でしかなく、ボーリング作業や標準貫入試験あるいは資料採取に携わる現場技術者から離れてその想定図や採取資料により設計に携わる技術者にとっては、微細に変化する堆積環境に対し、土砂災害の誘因としての通り水路、採取資料に含まれる小礫の存在、あるいは設計資料としての土質データの運用は1.0mごとの評価をさらに荒くした地盤評価となっているのではないだろうか。

地盤の全体を把握するためには、微細に変化する堆積環境の地質をより詳細に具現化できる調査手法が必要であり、調査現場を離れた設計あるいは施工技術者が各自の役割分担を担う今日のインフラ整備環境にあつては、地盤を詳細に表現できる調査機による土質データや地質図が普及することが必要である。また、詳細な地盤情報を将来の技術者へ提供することにより、今日の土木技術のより有効な実施やよりの確な対応技術の開発普及へとつながり、今後増大すると地盤災害に対し各技術者が備えなければならない資質ではないだろうか。

本論文作成に当たり以下の人々のご助言ご指導をいただいたことを感謝する次第です。

立命館大学建山教授、立命館大学深川教授、大阪市立大学大島教授、日本物理探鑛株式会社風嵐氏、日鉄住金スラグ製品(株)西村氏、芝浦工業大学稲積教授

参考文献

- 『地盤内空洞自沈領域の詳細調査方法及びその調査機』地盤工学会誌 Vol.56 No.9 Ser.No.608 土と基礎
- 『新しいスウェーデン式サウンディング試験(NSWS)による地盤評価に関する基礎的研究』地盤工学会「地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム2010」論文集 平成22年11月
- 『東日本大震災対応調査研究委員会土構造物耐震化研究委員会最終報告書』平成26年5月