

## 土質地盤のボーリング調査法の課題と今後の方向性

応用地質株式会社 正会員 ○利藤 房男

## 1. はじめに

標準貫入試験は、地盤の硬さを判断するための  $N$  値が得られること、SPT サンプラーを地盤に貫入させることにより乱れた試料を採取し土の観察や物理試験を行えるなど、「硬さ」と「土質判別」の両者を確認できることから、国内の土質地盤のボーリング調査では、原則深度 1m 毎に実施されている。本稿では、このような  $N$  値を基本とする土質地盤のボーリング調査法の課題を整理するとともに、今後の方向性に関して検討した。

## 2. 土質地盤のボーリング調査法の課題

## 2.1 地質確認の不正確さ

深度 1m に対し 1 回の割合で実施される標準貫入試験による地質確認の不正確さが意外と認識されていない。まず、標準貫入試験で採取された試料は、予備打ち部分にはスライムの混入があること、試料が圧縮されており正確な深度が確認できない事、更に調査担当者が現地で SPT サンプラーを開いた状態でのコア観察を行っていないなど、地質確認がかなり不正確になっている。また、ノンコアボーリングで標準貫入試験を行う場合、掘進長の約 5 割の区間のコアが採取されていない。昭和の時代には、ハンドフィードマシンが用いられており、コアの無い区間もオペレータの掘った手の感覚やスライムの観察などで可能な限り正確な土質情報を把握しようとしていた。ただし、現状では、ハンドフィードマシンが油圧マシンにほぼ取って代われ、コアの無い区間の地質確認は相当不正確になっていると考えられる。特に、粘性土層に薄く挟在する砂質土層など薄層の見逃しは、工事時の突発湧水、盤膨れなどの地盤災害を引き起こす原因となる。このような場合には、オールコアリングが必要であるが、それが可能となる地盤調査の発注方式になっていないのが現状である。

2.2  $N$  値万能主義による調査精度の劣化

日本国内の構造物基礎設計においては、 $N$  値でほぼすべての設計が行える ( $N$  値万能主義) が蔓延しており、調査精度の劣化が生じていると考えられる。 $N$  値により設計が出来ることから、より精度の高い土質試験や原位置試験が敬遠される傾向にあると想定される。粘性土の場合は、 $N$  値から粘着力  $c$  へ換算する際の精度が問題である。特に、 $N$  値の小さい  $N=0\sim3$  付近では、 $N$  値から粘着力  $c$  を換算すると、 $c$  をかなり過小評価する換算式が多い。港湾分野では、粘性土地盤においては標準貫入試験を行わず、サンプリングと一軸圧縮試験で強度評価しているが、その他の分野では  $N$  値に頼っている場合が多い。砂質土の場合は、サンプリングが困難であることから、どの分野でも通常  $N$  値からせん断抵抗角  $\phi$  が推定されている。以前の  $N$  値から  $\phi$  への換算式では有効上載圧が考慮されていなかったが (道路橋の式、大崎の式など)、最近の換算式は有効上載圧が考慮されており、換算式は良い方向へ改善されたと考えられる。

## 2.3 ボーリングマシン自動化の障害

地盤改良の分野では、施工マシンの自動化が進んでいる。これに対し、土質地盤の地盤調査に使用されているボーリングマシンやボーリングの方法などは、この 50 年間ほとんど変化していない。このことは、現場作業の非効率化や重労働から相変わらず解放されない大きな原因となっている。土質地盤のボーリングの自動化を最も困難としている原因は、深度 1m 毎に実施される標準貫入試験にあると考えられる。標準貫入試験は、コアチューブによる掘削作業に続き、SPT サンプラーの孔内への出し入れ、ハンマーの巻上げや落下の作業が全て人力作業で、これを自動化するのはほぼ不可能である。

---

キーワード  $N$  値, 地質確認ボーリング, 物性評価ボーリング, ボーリングマシンの自動化

連絡先 〒331-0812 埼玉県さいたま市北区宮原町 1-66-2

応用地質株式会社 技術本部 TEL048-663-8614

### 3. 今後の方向性（地質確認と物性評価を別々のボーリング孔で実施する考え方）

$N$  値を基本とするボーリング（ノンコアボーリング）により、コアが約 50%しか採取されていないことに対しては、オールコアリングでの対応が必要である。この場合、 $N$  値を含む原位置試験やサンプリングなどは同じボーリング孔で実施出来ないの、オールコアリングによるボーリング（以降、地質確認ボーリングと呼ぶ）と原位置試験やサンプリングを実施するためのボーリング（以降、物性評価ボーリングと呼ぶ）を別々のボーリング孔で実施する必要がある。そのイメージを図 1 に示すが、まずは先行して地質確認ボーリングで地質状況を詳しく把握し（地質確認ボーリングでは、ボーリングマシンの回転トルクなどの何らかの強度的な指標を得ておいた方がよい）、その情報に基づき物性評価ボーリングでの原位置試験やサンプリングの実施深度を決定し実施する。更に、これらのボーリング調査とサウンディングや物理探査を組み合わせることで、物性も含めた地盤の三次元的情報の解釈が可能となる。

地質確認ボーリングでは、コアを採取することに専念すればよいので、ボーリングマシンの自動化が可能となり、自動化により施工性を向上させることでボーリング掘進費を低減させることや、ボーリング現場作業の重労働の改善に寄与できる。また、熟練技術者に頼る必要がなくなり、現場作業員不足への対応にも期待ができる。一方、物性評価ボーリングは、従来のボーリングマシンを用いて熟練技術者が対応することになる。地盤物性を正しく評価できれば経済的な構造物基礎設計に寄与でき、トータル工事費を低下させる効果が期待できる。標準貫入試験は深度 1m 毎に全深度で実施するのではなく、基礎の支持層の確認など必要な範囲に絞り込み、物性評価の高度化のためのサンプリング、土質試験、原位置試験を積極的に活用することで、今後展開される性能設計にも柔軟に対応出来ることになる。

なお、ボーリング調査の発注タイプ毎の最近の動向を調査した結果（全国地質調査業協会連合会）では、本孔（標準貫入試験のみ）と別孔（サンプリング、原位置試験）を分けた業務発注は全体の約 20%であり、別孔を採用した業務発注はまだまだ少数派ではあるが、最近では増加傾向にある。このタイプの発注が増えれば、「地質確認ボーリング」＋「物性評価ボーリング」の展開も可能になると考えられる。

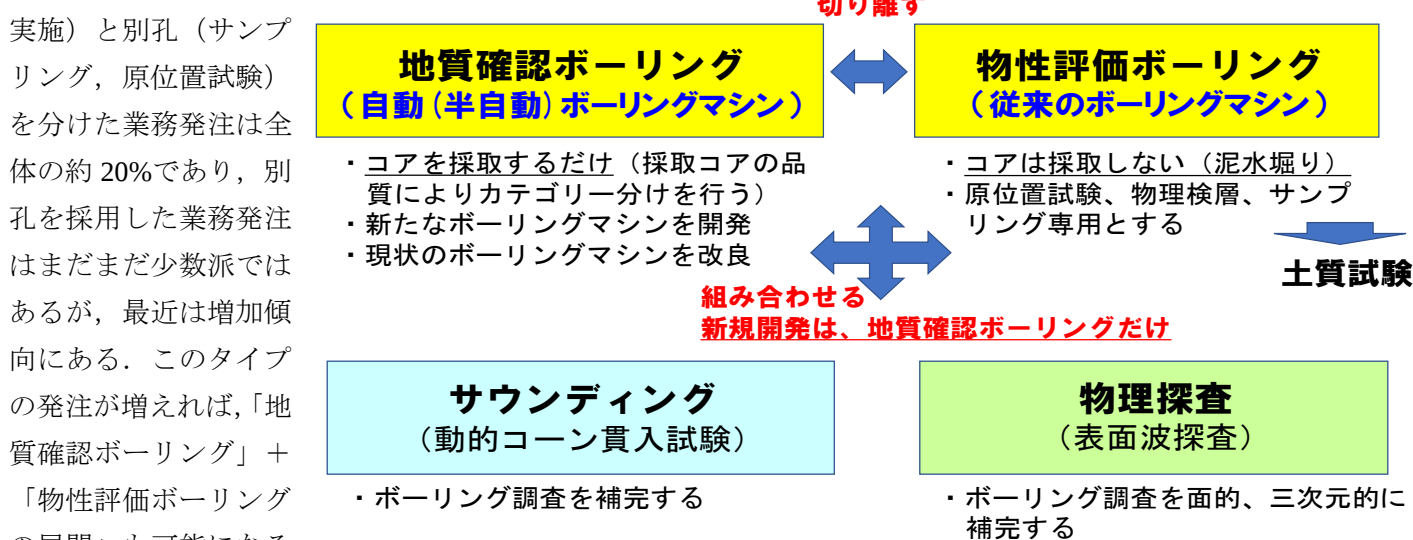


図 1 土質地盤のボーリング調査法の今後の方向性

### 4. おわりに

今回検討した地質確認ボーリングと物性評価ボーリングを行うと、ボーリング調査費用は増える方向になる。ただし、より正確な地質構成や地盤物性が評価ができれば、その先の設計・施工での地質リスクが回避できる可能性があり、より経済的な構造物基礎設計ができれば、工事全体のトータルコスト縮減に寄与することも可能となる。なお、今回検討したボーリング調査の方法は、すべての地盤調査に対して適用するものではなく、地盤調査の目的や重要度に照らして適宜採用できるよう、その考え方を示したものである。

本稿は、全国地質調査業協会の「標準貫入試験の在り方ワーキング：委員長 中川渉（応用地質（株）」の成果をもとにしています。ここに記して感謝いたします。