

玉石・礫試料採取方法および粒径測定

キーワード：サンプリング/礫/粒径

アートスペース工学(株) 国際会員 小松田精吉
マイクロサンプリング調査研究会 非会員 遠藤 雅孝
マイクロサンプリング調査研究会 非会員 吉田 敬一

1. はじめに

玉石・砂礫層地盤を地下掘削、推進工事、各種の杭工事を計画する場合、その地層に含まれる玉石・大礫の最大径、粒度分布、石の硬さなどが問題となる。このほか、工法の選定には地下水位や地盤の透水性が重要な条件となる。

本文において、「大礫」は粒径 75～200mm、「玉石」は粒径 200mm 以上の石の個体を一応の目安として取り扱う。このような石を含む玉石・砂礫層地盤において、工事計画や工法の選定条件の項目を事前に調査する確実な方法は、現状、殆どないと思われる。従前の砂礫に関する研究は、応力とひずみ、地震時の液状化など力学的性質に主力が注がれていたため、砂礫土の乱さない試料採取について研究が進んでいたように思う。

しかし、工事計画や工法選定には、必ずしも乱さない試料の性質を必要としない。所要の深さ区間における玉石・砂礫の粒度組成を損なうことなく採取されれば十分である。今回、開発を進めてきた吸引装置によって最大粒径 420mm の玉石を含む試料を採取することに成功した。採取した試料の最大粒径の測定、ふるい分けによる粒度分布を明らかにすることができた。採取装置と方法、採取した試料の状況を報告し、さらに今後の課題について述べるものである。

2. 玉石・砂礫層の地下工事計画に必要な項目と試料採取装置の特徴

玉石や大礫が分布する地層は、かつての急流河川の流に運搬されて形成したものが多く、地表面からの深さがせいぜい 15m 以浅であろう。このような地盤での地下工事は、開削、推進、土留め、構造物基礎杭などである。これらの工事計画または工法を選定する場合の地盤条件は、次のような事項である。玉石・礫の最大粒径、粒度分布、石の硬さ（または強度）、地下水位、透水性（透水係数など）、地盤の単位体積重量、地盤支持力、などである。

これらの事項を調査するには、三つの要件を満たさなければならない。第 1 に玉石・砂礫の試料（乱した状態でもよい）が採取できること。第 2 に採取した試料について測定または試験ができること。第 3 に試料採取孔を利用して原位置試験が可能なこと。今回開発した試料採取装置は、この三つの条件を満たすように作られている。

3. 試料採取装置と方法

1) 装置の概要

図-1 に採取装置の概念図を示す。装置は、コアチューブ圧入・引抜き装置、採取試料貯留タンク（キャッチングタンク）、吸引装置から構成される。

コアチューブ圧入・引抜き装置は、地盤の削孔と試料採取に用いるコアチューブを地中に挿入、引き抜きする機能を持ち、押圧力は最大 70 kN である。装置の設置面積 1475×978 (mm)、稼働高さ 2300 (mm) である。コアチューブは予想される最大粒径によって、直径 250～500mm が使用できるように用意されている。

採取試料貯留タンク（キャッチングタンク）は、地中のコアチューブに取り込んだ玉石や砂礫を、吸引装置に接続したホースまたはパイプで吸い取り、流動する試料を途中で溜める容器である。

吸引装置には、真空度 70 kPa の強力吸引車（ブロー式）を用いている。中間に採取試料貯留タンクがあり、その先に 50～100mm のサクシオンホースまたはパイプを取り付けている。ホース・パイプ先端の吸い込み口には、吸い込みのできない玉石や大礫を吸着させる特殊なゴムを装備している。

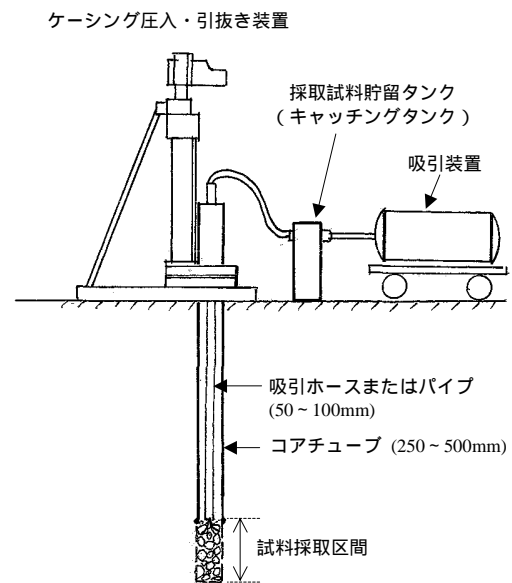


図-1 採取装置の概念図

2) 試料の採取方法

試料採取の方法と手順は、次のとおりである。

コアチューブ圧入・引抜き装置のバンド（固定リング）を通してコアチューブを地上に建て込む。使用するコアチューブ径は、予想される玉石・大礫の最大径の2~3倍程度を目安に250、350、500mmの中から選ぶ。コアチューブ先端部の土砂を高圧ジェットでときほぐし、吸引装置で吸引しながらコアチューブを圧入する。所定の深さまで削孔したら、試料採取区間の玉石・砂礫を吸引しながらコアチューブを圧入して孔壁を保護する。吸引した試料は、貯留タンク（キャッチングタンク）に溜める。貯留タンクから全試料を取り出す。試料は最大粒径の測定およびふるい分け試験に供する。写真-1はコアチューブ圧入・引抜き装置による削孔および試料採取状況であり、写真-2は貯留タンク（キャッチングタンク）から採取試料を取り出している状況である。

4. 採取試料の試験と調査孔での原位置試験方法の提案

採取した試料について、最大粒径の測定と簡単なふるい分け試験を行った。写真-3は使用した「ふるい」とそれに残留した砂礫試料である。また図-2は、ふるい分けの結果を粒度分布図に表した一例である。これらの試験方法をより一般的なものにするための方法を提案する。

試料を採取した後にコアチューブを挿入した状態で調査孔が残る。この調査孔を利用した原位置試験について、今後の展望を含めて提案する。

1) 採取試料のふるい分け

地下に存在する玉石や砂礫層は、河川の営力によるものが多いとすれば、河川砂防技術基準（案）調査編に規定されている「河口底質材料調査」の粒度分析方法によって採取試料の粒度試験を行うことが合理的であると考えられる。この方法に基づいて、次の事項を明らかにする。 粒度分布、最大粒径（長さ、幅、高さの測定）、平均粒径、均等係数。

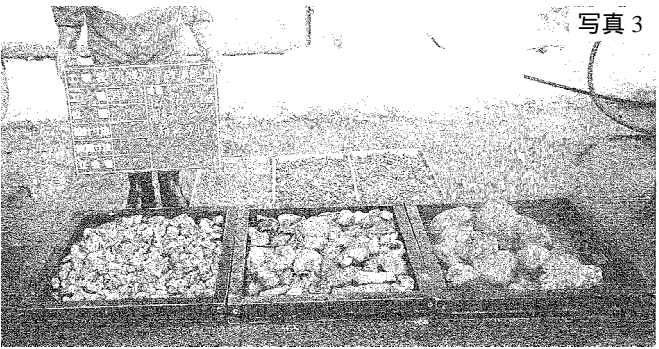
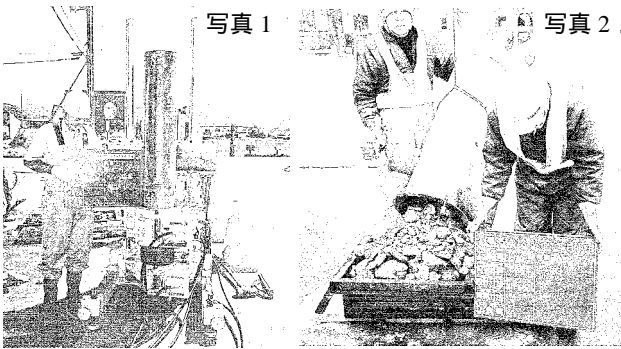
2) 石の硬さ判定

国際岩の力学会議（ISRM）やカナダ地盤工学会は、ハンマーやナイフなどによる感触で岩の硬さを定性的に判定する方法を広く普及させている。この判定方法で一軸圧縮強さを推定することもできる。この関係図を参考までに図-3に示しておく。

3) 調査孔を利用した原位置試験

調査孔に挿入したコアチューブ先端の地盤について、次の原位置試験を行うことが可能である。 水位の測定、現場透水試験（チューブ法） 孔底載荷試験（地盤支持力試験）

水位測定と現場透水試験は、透水係数を算出する方法を含めて問題なく実施可能であると考えられるが、孔底載荷試験は検討を要する問題も多く、今後、研究を進めていきたいと考える。



地質ハンマーによる打撃					
粉碎される → 容易に破壊される			破壊するのに何度かの激しい打撃が必要		表面が剥離するのみ
地質用ピックかナイフでの切削容易 → 困難					
きわめて弱い	ひじょうに弱い	弱い	普通	ひじょうに強い	きわめて強い
軟岩			硬岩		
2	6	20	60	200	
1 軸圧縮強度[MPa]					

図-3 ハンマーとナイフによる石の硬さ判定図

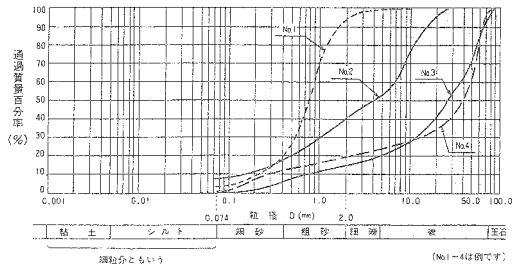


図-2 採取試料の粒度分布図の一例

5. おわりに

今後、ここで提案した調査方法を新たに研究し、その成果を報告する機会があれば幸いに思う次第である。

[参考文献] 1) 財団法人日本河川会編：建設省河川砂防技術基準（案）同解説・調査編、山海堂
2) 日本材料学会編：岩の力学・基礎から応用まで、丸善