

国際航業株式会社 ○ 山 内 仁
笠水上 光博
前川 統一郎

1. はじめに

クローラ搭載型打撃式掘削機は、米国製の打撃式掘削機（ジオプロープ）を新たに日本製のクローラに搭載したボーリング機である。本掘削機は、従来のスピンドル型ボーリングマシンと比べ移動性や操作性に優れ、迅速でしかも泥水等で周辺を汚さないボーリング作業を可能とした。また、周辺機器を使用することにより、地下水や地中ガスのサンプリングを行うこともできる。

地下水汚染の汚染原因物質は、地層の粒度分布や薄い粘土の挟在層などの微細な堆積相により、その挙動が規制される場合がある。このため、近年市場が増加しつつある土壌・地下水汚染対策調査等の環境調査では、従来よりもボーリングによる乱れが少なく、詳細な地質観察が可能で採取時の汚染の無い地質試料の採取が求められている。

本論では、クローラ搭載型打撃式掘削機（以下、ジオプロープ）で掘削した場合の、コアの状況と環境調査への適用性および環境調査の事例について紹介する。

2. 本掘削機の特徴

本掘削機の特徴として次の①～⑤が挙げられる。

- ①：作業全体が半自動・省力化されていて移動・仮設・掘削が格段に早い。標準的掘削数量は地質がロームの場合、仮設を含めて、30 m/日である。深度 20 m 以浅のコアボーリング、観測井の設置を多数実施する調査に適している
- ②：掘削は打撃を主体とした無水ボーリングであるが、油圧による圧入や回転掘削も併用できる。
- ③：クローラに搭載しているため、造成地などの不整地でも自走で現場内移動ができる。最大登坂能力は 20°、接地圧 0.25 kg/cm² である。
- ④：軽自動車一台分の比較的狭い面積でボーリング作業が可能である。
- ⑤：適用できる地質は粘性土や礫混じり土砂等で、コア径は 38 mm である。コアは専用のライナーチューブに採取される。採取されたコアは従来のスピンドル型ボーリングマシンと比べ不攪乱に近い状態である。

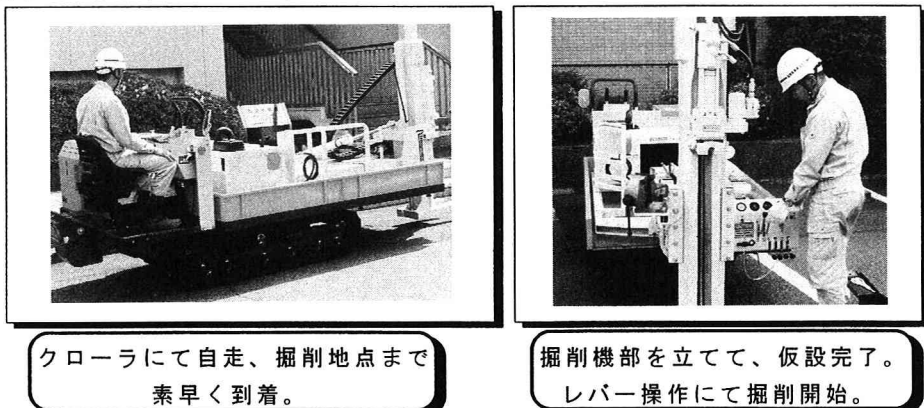


図-1 クローラ搭載型ジオプロープによるボーリング

3. コア状況と環境調査への適用性

本掘削機を用いて立川ローンをコアボーリングし、採取したコアの観察および土質試験を実施して、「ボーリング柱状図作成に適用可能なコアであるか」および「コアの不攪乱の程度」について評価を行った。

(1) コアの観察状況

採取されたコアは、掘進長 110 cm に対して採取長 104 cm であることから、深度方向に約 95% の長さに圧縮された状態であった。しかしながら、岩片、発泡した軽石および鉱物等は自形を保っており、また、級化構造や植物根跡（孔隙）等の地質の組織が良く残されていた。

(2) 土質試験

採取したコアをライナーチューブごとそれぞれ 8 cm の長さで切断し、13 個の供試体（供試体 No. 1～13）を作成した。これらの試料は端面整形だけで供試体とし、「採取時の初期試料」として一軸圧縮試験および密度試験を実施した。また攪乱試料と比較する目的で、試験後のそれぞれの供試体を人為的に親指大に突きほぐし、密度を合わせて再び供試体を作成した。これを「人為的な攪乱試料」として、再度一軸圧縮試験を実施した。

① 目視判定

図-2 には採取時初期試料の試験前の外径形状および試験後の供試体にできた内部クラックのスケッチを示している。試験前の外径形状からは、不攪乱に近い状態と推定される供試体は No. 3、4、5、6、7、11、12 の計 7 供試体。攪乱状態と推定される供試体は No. 1、2、8、9、10、13 の計 6 供試体であった。

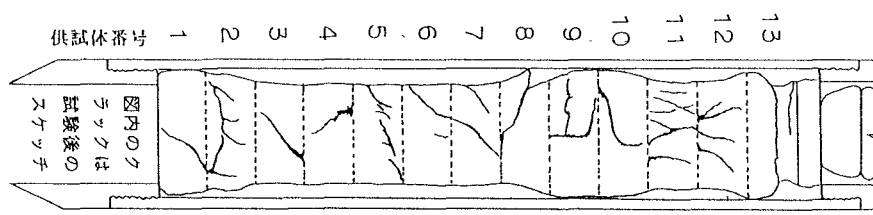


図-2 土質試験前後の供試体のスケッチ

② 試験結果

密度試験結果（図-3）では、コアの下部（供試体番号の小さい方）ほど乾燥密度が大きいことから、コア下部ほど圧縮の程度が高いといえる。一軸圧縮試験結果（図-4）では、採取時の初期試料と人為的な攪乱試料とでは一軸圧縮強度で明瞭にグループ分けができ、不攪乱状の試料は圧縮を受けているものの原位置の構造から大きく乱されていないといえる。

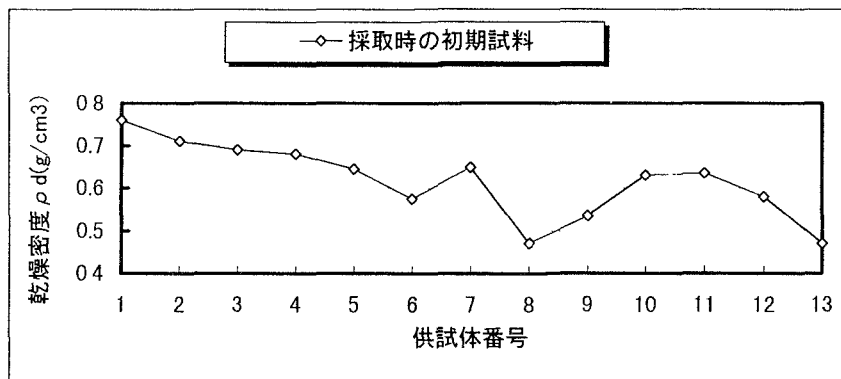
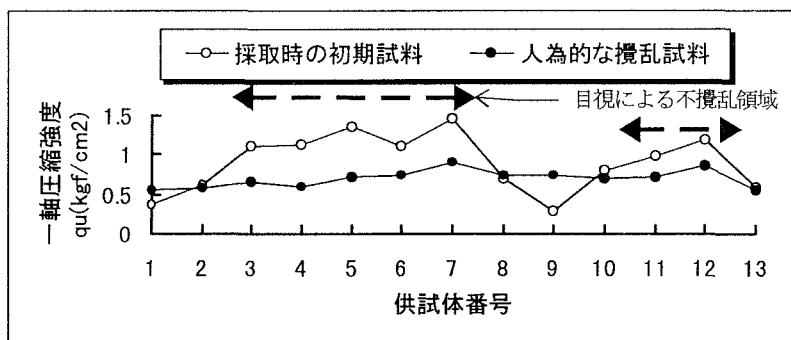


図-3 密度試験結果



図－４ 一軸圧縮試験結果

以上の結果から、本掘削機によって採取したコアは深度方向に圧縮されているものの原位置の地質の性状をよく保っており、部分的には不攪乱に近い状態にあると推定される。このため、詳細な地質の観察と柱状図の作成が可能であると判断される。

4. 環境調査における適用事例

環境調査における主な適用事例を以下に示す。サンプリングの際の掘削口径は、35mm、44mm（コア径はそれぞれ28mm、38mm）である。従来のサンプリング手法（機械ボーリング、SCSC等）と比較すると、採取できる試料は少量であるが、地質鑑定やポータブルガスクロ（以下、PID）による分析は、十分可能な量であった。なお、サンプリングせずに掘削するだけであれば、掘削口径を51mm、64mm、76mmとすることも可能である。

表．１ 主な適用事例一覧表

NO.	調査対象物質	地質	主な内容等	調査数量	実施日数
1	揮発性 有機塩素化合物	粘土～ 礫混砂	地質試料サンプリング、地下水観測井設置（ガス管 A25）	15m×8孔 観測井3孔	5日間
2	揮発性 有機塩素化合物	ローム	地中ガス濃度・負圧観測井設置（ガス管 A25）	8m×7孔 5m×2孔	2日間
3	揮発性 有機塩素化合物	ローム	土壌ガス吸引対策井設置（エンビ管 VP40）	5m×3孔 3m×4孔	2日間
4	揮発性 有機塩素化合物	ローム ～砂礫	地下水観測井設置（ガス管 A40）	8m×3孔	1.5日
5	ガソリン	粘土	地質試料サンプリング、地中ガス吸引	4m×7孔	2日
6	重金属類	シルト ～粗砂	地下水観測井設置（エンビ管 VP40）	4.5m×4孔	1日間

5. 今後の展開

ジオプローブでのボーリング調査は、迅速で泥水等でサイトを汚さないきれいな環境調査を可能とした。現在は地質試料サンプリングや土壌ガス、地下水のモニタリング井や対策井の設置に用いられているが、今後は揮発性有機塩素化合物等の調査で行われている土壌ガス調査等への適用を行なう予定である。

土壌ガス調査では、一般に、採取深度が0.8～1.5m程度の深度で土壌ガスの採取を行なっている。しかし、汚染物質が地層の深部まで到達している場合には、土壌ガス濃度が表層付近の土壌濃度のみを反映してしまい、結果的に、深層の地層汚染濃度を過小に見積もってしまう場合がある。ジオプローブを用いると、掘削した任意の深度のガスを、搭載している真空ポンプを用いその場で直ちに採取し、PID等で分析することができる。このため、汚染サイトの状況に応じた深度での調査が可能となる。