

【CO11】

岩盤を対象とした軽量型ボーリングマシンと従来型ボーリングマシンの比較

大日本ダイヤモンドコンサルタント（株） ○山口 奨之, 鏡原 聖史, 岡崎 敬祐, 伊東 陽希, 池田 智博

1. はじめに

近年、移動が容易な軽量型ボーリングマシンの開発が進み、現場への利用が進んできている。軽量型ボーリングマシンは、従来型ボーリングマシンと比較して、全体的に資機材の重量が軽く済み、軽トラックや乗用車で資材の運搬が可能である。また、分解した場合は人肩運搬が可能であり、住宅地や用地制限、現地までの搬入が道路の大きさなどで困難な現場であっても、調査が可能である点に特徴¹⁾がある。本報告では、山地内における調査地で、軽量型ボーリングマシンを活用した調査事例を元に、軽量型ボーリングマシンと従来型ボーリングマシンを比較した結果を報告する。なお、従来型ボーリングマシンを従来型、軽量型ボーリングマシンを軽量型と表記することとする。

2. ボーリングマシン概要

従来型と軽量型のそれぞれについて、必要な資材やスペース等の一般的なものについて、簡単に記述する。

(1) 従来型

従来型は、主にエンジンを動力源とし、伝達部や変速機を介して掘削やロッドの昇降等の作業を行うものである。一部現場制約等を理由に電動型のものも存在するが、一般的な地質調査で実施されるボーリングマシンは、主にエンジンを動力源とするものを指す。従来型は小さいものであってもマシン重量が300kg程度あり、傾斜地・平坦地共に、掘削深度によっては掘削時の反力を得るために足場が必要となる。これら資材を現地付近まで運搬する際は、中型のトラックが必須であり、現地状況に合わせて軽トラックへの載せ替えも検討が必要である。また、平坦地であれば不整地運搬での搬入が可能であるが、傾斜地であればモノレールでの搬入が必須となる。従来型の重量や性能等の概要について表-1に整理する。

表-1 従来型ボーリングマシン概要

項目	従来型ボーリングマシン
資機材総重量	2000kg 程度
マシン重量	300kg 程度
分解重量	50kg 程度
掘削能力	機械による
給圧	オイルフィード
足場範囲	3m×3m 程度
搬入搬出	モノレール・クレーン・不整地運搬

(2) 軽量型²⁾

軽量型は電動型とエンジン型の2種類存在する。動力はそれぞれ電気とエンジンであり、エンジンの場合は、従来型より小型なエンジンを利用する。電力もしくは小型のエンジンを利用することから掘削能力は低下し、深度15m～30m程度が限界である。掘削時に必要な反力は小さく済むことから広い足場を必要としない特徴がある（図-1参照）。機械の小型化に合わせて資機材重量が大幅に減っており、軽トラックや中型の貨物バンなどで運搬可能な重量に収まる。電動型、エンジン型どちらもマシン等の軽量さが特徴であり、分解重量は15～30kg程度、1人もしくは2人で資機材の人肩運搬が可能である。電動型、エンジン型それぞれについて重量や性能等の概要について表-2に整理する。

表-2 軽量型ボーリングマシンの概要

項目	軽量型ボーリングマシン	
	電動型	エンジン型
資機材総重量	300kg 程度	400 kg程度
マシン重量	20kg 程度	200 kg程度
分解重量	15kg 程度	30 kg程度
掘削能力	15m 程度	30m 程度
給圧	ハンドフィード	ハンドフィード
足場範囲	1m×1m 程度	1m×2m 程度・不要
搬入搬出	人力	人力



図-1 軽量型ボーリングマシン(電動型)の足場状況

3. 山地内における従来型と軽量型との比較

従来型と軽量型について比較する。軽量型は電動型を対象とする。

(1) 運搬方法

軽量型は、現地までバンや軽トラックで資材を1～2回に分けた運搬が可能である。住宅地が近い山腹斜面調査では駐車位置や現地までの進入ルートに制限が多く、軽量型の場合はこれらの制限を受けにくい。また、現場内

小運搬は、人肩運搬であり、一番大きいものは三又の長さ3m程度、次いで単管の長さ1～2m程度のものである。狭い場所では長尺物を立てて運搬も可能であることから、人間が移動できる程度の幅があれば運搬が可能である。一方、従来型は、現地までの運搬に中型トラックが必要であり、調査地点付近の駐車位置や進入ルートにも注意が必要である。また、現場内小運搬はモノレールが必要となることが多く、モノレールルート上の幅1.5～2m程度の草刈りや立ち木の伐採が必要となる。また、レールは急な方向転換は難しく、曲げるために大きく迂回またはスイッチバックを入れるなど、広範囲にレールを仮設するための用地や搬入ルートに制限が多い。

(2) 掘削能力

本事例においては、土砂2～3m、DL～CL級の岩盤7～8m、深度10m程度の掘削を問題なく実施することができた。掘進長の短い山腹斜面の調査においては有効である。

ただし、掘進時に詰まった場合、従来型は油圧での引き上げが可能であるが、軽量型は電動もしくは手動ウィンチや人力での引抜き作業となり、従来型のようにエンジンパワーを利用できない分、引き上げ困難になる可能性がある。

掘削速度は軽量型が若干劣り、岩盤中は3m/日程度であった。従来型はボーリングオペレーターや岩盤の性状にもよるが概ね5m/日以上である。

(3) 標準貫入試験

両方とも問題なく実施可能である。ただし、軽量型はハンマーを上昇させる際に電動もしくは手動ウィンチでの操作となるため、従来型より若干作業性に劣る。また、岩盤中の試験後、従来型は引抜きづらい場合、かち上げを行うが、軽量型の場合、電動ウィンチ等を利用することから、かち上げができないか、もしくはしづらい。本事例においては問題なく試験できたものの、柔らかく粘度状になった岩盤や硬い地山には注意が必要である。

(4) 環境負荷

本事例では、人肩運搬かつ軽量型は足場が非常に小さいため、草刈りや枝払い、伐採は不要であった。このことから、軽量型は運搬や仮設に係る環境負荷が非常に小さく、従来型と比較して非常に有利である。

エンジン音は静穏性に優れた発電機が発する程度の音で済み、大きなエンジン音は発生しなかった。掘削時にモーター音がするが、従来型のエンジン音と比較しても非常に小さく、住宅地に近い山腹斜面調査においては非常に有利である。ただし、作業時に発生する金属打撃音は軽量型、従来型両方とも同様である。

(5) ボーリングコア

本事例では、土砂2～3m、岩盤(DL～CL級花崗岩)7～8mの計10m程度のボーリングコアを採取した。掘削に使用している資材は、従来型のボーリング資材と同じも

のを使用していることから、軽量型においてもコアの品質は十分であった。

表-3 比較結果一覧

項目	ボーリングマシン	
	従来型	軽量型(電動型)
運搬方法	不利	有利
掘削能力	有利	不利
標準貫入試験	同等	
環境負荷	不利	有利
ボーリングコア	同等	

4. まとめ

山地内で軽量型ボーリングマシンを利用した事例を元に従来型との比較について記述した。これまで、山地内のボーリング調査は、掘削延長が短く、搬入しにくい箇所で行うことが多いため、モノレール搬入ルートや足場設置場所で立木の伐採を行っていたが、立木をよけながら搬入できる点で、環境負荷が小さくできたといえる。また、10m程度の土砂軟岩の掘削については、従来型と比較して同様のコアや標準貫入試験が実施できた。

これまで、山腹斜面の調査では、仮設を含めた費用面の制約からボーリング調査箇所を限定し、簡易動的コーン貫入試験で調査データを補完する事例が多くあったと考えられる。しかし、軽量型を積極的に採用することで、環境負荷を低減しつつ、モノレール仮設にかかる費用を調査ボーリングに充てることが可能になり、調査密度を高めることができ、複雑な地盤状況を正確に把握した上で、適切な設計を行うことができると考えられる。

5. 今後の課題

今回の事例において、標準貫入試験は問題なく実施できたものの、硬い岩盤に当たることでシューが食い込み、かち上げができないため、引き抜くのに手間取ったことが何度かあった。今後は硬い岩盤に当たってシューが食い込んで引き抜けるような機構を組み込むなど、改良することで、より普及されるものとする。

《引用・参考文献》

- 1) 岩田克彦・櫻井皆生・NGO XUAN LOC：京都府の寺院境内における軽量型ボーリング調査事例、全地連「技術フォーラム2022」那覇,36,2022.
- 2) 株式会社 KANSO テクノス：技術リーフレット https://www.kanso.co.jp/Portals/0/images/development/leaflet/mobile_bowling.pdf