

改良型気泡ボーリング装置の掘削性能

中央開発㈱ ○佐藤 真治

1. はじめに

近年、ボーリング調査手法として気泡を掘削媒体にしたボーリングが確立されつつある。気泡発生装置には、高品位のコア採取及び高精度の原位置試験を目的とするものや、給水仮設軽減を目的とするものがある。このうち後者のものは、軽量・コンパクトなものが多いが、掘削能力が限定され、掘削速度も一般的に遅いことが知られている。また、掘削には気泡を扱う特別なノウハウが必要なことが多い。

気泡ボーリングは、一般的に掘削速度が遅い点から通常工法と比較して高価な調査方法であり、技術浸透の妨げにもなっている。

筆者らは掘削速度に着目し、掘削速度を向上させるための改良型気泡発生装置を開発した。

本報告は、改良型装置の開発経緯及び開発装置の概要を紹介すると共に、本装置で行った比較実験の結果を報告するものである。

2. 改良型気泡発生装置開発の経緯

筆者は、過去に深度10m程度のボーリングを山岳地において多数掘削する業務を担当したが、掘削水の確保と当初の施工工程の維持に非常に苦労した経験がある。その際、気泡ボーリングの適用を考えたが、従来の発泡装置では掘削速度が遅いため、工期短縮が不可能と考え、断念した。

以上の経緯により、新型の装置開発に着手し、今後の同種問題を解決しようと試みた。

(1) 従来型の気泡発生装置

まず、改良型装置の開発にあたり、従来型の気泡発生装置の原理を整理した。従来型の気泡発生装置は、基本的に二種類の気泡発生機構に分けられる。

- ① ポンプ等を利用して強制的に高圧気体にノズルで発泡液を噴射させる方法
- ② 配管や種々の物理現象を利用して差圧を発生させ、圧縮空気と掘削空気の気圧差により発泡液を混入させる方法

(2) 改良型装置のコンセプト

改良型気泡発生装置は、掘削速度を向上させることを第一目標に、以下のコンセプトで開発を行った。

- ① 掘削速度向上による施工コストの削減
- ② 装置を小型化することによる可搬性の向上
- ③ 装置全体をメカニカルとする（電気・電子部品を使用しない）ことによる操作性向上
- ④ 装置の材質を吟味することにより、メンテナンス性向上

3. 改良型気泡発生装置の概要

一般に気泡ボーリングの掘削速度はなぜ遅いのか？この問題に関して、装置の能力試験を行った結果、ある程度の掘削速度を得るための気泡発生には、圧縮空気の流速に関係が深いことが判明した。

改良型気泡発生装置は、前記試験結果を基に、気体速度を高速に保ちつつ発泡液を混入させることができるエジェクターを採用した。この結果、発泡気体の品質が高く、小型軽量の装置とすることが可能となった。

(1) 発泡装置の基本仕様

先に述べた改良装置の基本コンセプトを考慮しながら開発を進めた結果、表-1に示すような仕様による装置が最適であると考えた。

表-1 改良型気泡発生装置の基本仕様

項目	装置名	細目	仕様
圧縮空気発生装置	エアークンプレッサー	吐出空気量	最大500l/min, 大気圧状態
		吐出圧力	最大0.69 MPa
		質量	82 kg
発泡装置	質量		約12 kg
		寸法	50×50×50cm(縦×横×高さ)
	配管部	継ぎ手	フェーブ継ぎ手(耐圧0.98MPa)
		ホース	8~16mmホース(耐圧0.98MPa)
		主要配管部	12mm管材, SUS304仕様
	発泡部	エジェクター	最大吸引力-740cmHg
		圧力計	最大指示圧力 0.98MPa
	モニター部	空気量計	1,000l/min
		液量計	500cc/min
	安全装置	逆止弁	クラッキング圧力 9.8kPa
安全バルブ		作動圧力 0.69 MPa	

心臓部となるエジェクターは、内部形状により様々な圧力-吸引特性を有することができる。このため、装置内には特性の違うエジェクターを並列に複数取り付けてある。またメンテナンスを容易にするため、金属部材はSUS304仕様としている。装置の中で最も質量の重いものは、コンプレッサー(約80kg)であり山岳地への搬入も容易である。

(2) エジェクターの概要

エジェクターは、高圧の気体を高速で噴出することにより、流れの密度を大きくして、気体の粘性を利用して吸引力を得るためのものである。通常は工場や航空・宇宙分野で多用されているものであるが、機構が単純であり、容易に応用できる。

エジェクターの基本概念図を図-1に示した。すなわち、エジェクターは圧縮空気を利用して発泡液を吸引できる能力を有することができる。ただし、ボーリング掘削は排気側(掘削先端)が高圧になるといった特殊な条件になるため、試行錯誤の結果、図-2に示すような構成とすることにした。

