

# エアレス吹付けの施工について

國井 剛\*

Takeshi Kunii

## 1. はじめに

本工事は、NATMによる山岳トンネル工事現場である。技術提案において、エアレス吹付工法によるコンクリート吹付作業時の粉塵発生量の抑制による坑内作業環境の改善を提案した。本報告は、1) エアレス吹付工法の概要、2) エアレス吹付工法の施工実績、3) 施工管理上の問題点について報告するものである。

## 2. エアレス吹付工法の概要

### (1) エアレス吹付システム

従来の吹付工法は、圧縮空気を使用してコンクリートを吹付けるが、エアレス吹付システムにおいては、圧縮空気を使用せず、回転力を利用してコンクリートを投射する工法である。

### (2) スラリー急結剤

急結剤は、水を混合しスラリー化させて使用することで、粉塵抑制効果を高める。

上記のエアレス吹付システムとスラリー急結剤を組み合わせた工法が、エアレス吹付工法である。この組合せにより、粉塵発生量抑制とコンクリートの付着性の改善を図る（**図-1** 参照）。

## 3. 主要機械・設備

吹付機本体は、従来型に下記に示す設備を追加改造する。この他に急結剤添加装置、高圧水ポンプ、スラリーショット制御盤を搭載する。

### (1) インペラヘッド

インペラヘッドは、内臓されている羽状のブレードが高速回転（毎分2500回転）することによる回転打撃力で、コンクリートを投射する装置である（**図-2**、**写真-1**、**写真-2** 参照）。

### (2) スラリー化ノズル

スラリー化ノズルは、粉体急結剤と水を混合し、スラリー状にするノズルである。急結剤と水は、スラリーショット制御盤により定量供給される。スラリー化した急結剤は、Y字管にてコンクリートと合流する

（**図-2** 参照）。

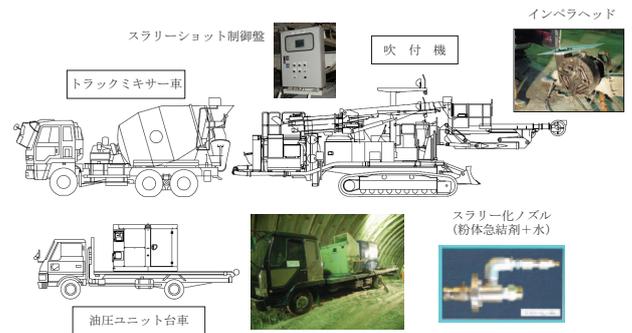


図-1 エアレス吹付工法概略図

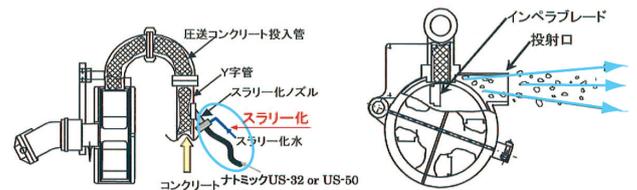


図-2 インペラヘッド・スラリー化ノズル概略図



写真-1 インペラヘッド



写真-2 エアレス吹付システムによる吹付状況

### (3) 油圧ユニット

インペラヘッド内のブレードを高速回転させるための油圧装置が、従来の吹付機に搭載されている空気圧縮機に換わり吹付機に搭載される。当現場では、エレクター付吹付機を採用したことにより、吹付機に油圧装置を載せるスペースが確保できなかったため、専用の台車（4tトラック）を用意した（**図-1** 参照）。

\*札幌（支）余市（出）

#### 4. エアレス吹付工法の施工実績

施工実績比較に当たって、今回工事ではコンクリートを生コン工場からの購入としたため（機労材含む）、前回工事との費用比較は難しく、吹付材料については共通単価による試算、機械費についてはエアレス工法追加機械分のみにて行なう。

##### (1) 吹付時における粉塵濃度

エアレス吹付工法と従来型の空気圧縮による吹付工法との粉塵濃度の比較を表-1に示す。

従来型の吹付工法では $2.5 \text{ mg/m}^3$ 、エアレス吹付工法では $0.6 \text{ mg/m}^3$ という結果を得られ、エアレス吹付工法における粉塵濃度の低減効果が大きいことがわかった（写真-2参照）。

##### (2) 吹付コンクリート量の比較

エアレス吹付工法と従来型の空気圧縮による吹付工法との吹付コンクリート量の比較を表-2に示す。パターンによりばらつきはあるが、エアレス吹付工法では従来型の吹付工法と比較して、1割～2割程吹付量が減少した。エアレス吹付工法により、余吹率が低減し吹付コンクリートの打設量低減を実現できた。

エアレス吹付工法は、言わば団子状のコンクリートを連続して投げ付けるようなものである。この吹付状態がコンクリートの付着性の向上に繋がったと考えられる。

1サイクル当たりの材料費的には、エアレス吹付工法の方が、1割程安くなる結果である。

##### (3) 追加機械費・修理費の比較

エアレス吹付工法では追加機械として、インペラユニットの損料、吹付機をインペラユニット対応とするための改造費、さらに油圧装置用の台車の損料と改造費が発生する（表-3参照）。

エアレス吹付工法の修理費において、インペラヘッドの修理費が非常に高い結果となった（表-4参照）。故障箇所も多くは、コンクリートを投射するブレードの破損とブレードを高速回転させる油圧モーターの故障であった。

#### 5. 施工管理上の問題点

施工上の問題点は以下の2点である。

##### (1) 吹付仕上げ面の平滑性を確保するのが難しい

エアレス吹付工法での吹付は、団子状の吹付コンクリートを投げつけるような方法をとるため、吹付仕上げ面に均一にコンクリートを付着させるのは難しい。また吹付コンクリートが支保工のフランジ間に詰まり難いこともある。したがって品質は、操作する作業員の技量に大きく左右されてしまう。

##### (2) インペラヘッドの破損が頻繁におこる

インペラヘッド内のコンクリートを回転打撃による射

表-1 吹付時の粉塵濃度比較

	従来吹付	エアレス吹付
粉塵濃度	$2.5 \text{ mg/m}^3$	$0.6 \text{ mg/m}^3$
坑内風速	1.3m/sec	1.5m/sec

表-2 吹付コンクリート量の比較

掘削パターン		前回工事 打設量/設計	今回工事 打設量/設計
D I	下半	2.9	2.42
	上半	1.73	1.79
D II	下半	2.07	1.8
	上半	2.61	2.23
D I (断)	下半	2.36	2.42
	上半	2.76	1.59
坑口 (断)	下半	2.09	1.81
	上半		

表-3 追加機械費

単位：円/m<sup>3</sup>

機 械 名	使用料
インペラヘッド	1,370
油圧装置	710
吹付機改造費	1,520
追加機械費用合計	3,600

表-4 機械修理費

単位：円/m<sup>3</sup>

	エアレス吹付工法	従来型吹付工法
吹 付 機	180	560
インペラヘッド	2,100	—
合 計	2,280	560

※インペラヘッドに関しては試験施工の意味合いも含んでおり、修理費の一部はメーカーが負担している。

出を行なうブレードの破損が頻繁に起こり、ランニングコストの増加に繋がった。インペラヘッドの構造及び材質の改善が必要と考える。

#### 6. まとめ

エアレス吹付工法は、粉塵発生量抑制効果に有効であり、コンクリートの余吹率が改善され付着性に優れることが確認できた。しかし、吹付仕上げの品質確保やインペラヘッドの耐久性の改良、切羽での多量出水時にも対応できる機能の付加、部品等のコスト低減などの課題が浮き彫りになった。幅広く使用されるためには、これらの課題を克服する必要があると考える。