

# 論文 圧送方式が吹付けコンクリートの諸性状に及ぼす影響

赤坂雄司\*1, 杉山 律\*2, 田湯正孝\*3, 魚本健人\*4

**要旨:** 吹付けコンクリートの圧送方式には、ポンプ圧送と空気圧送の2方式がある。これらの代表機種として、ピストンポンプ式とロータリー空気圧送式の吹付け機を用いた吹付け実験を実施し、吹付けコンクリートの諸性状や管内圧力特性について検討した。

その結果、管内圧力の変動は、ポンプ圧送方式の方が空気圧送方式よりも小さく、コンクリートは比較的連続した一定の圧力で吐出されていることが確認された。しかし、いずれの圧送方式とも、圧縮空気を用いてコンクリートをノズルから高速で吐出する施工法であり、吹付けコンクリートの圧縮強度などの諸性状に、有意な差は認められなかった。

**キーワード:** 吹付けコンクリート, 圧送方式, ポンプ圧送, 空気圧送, 管内圧力

## 1. はじめに

吹付けコンクリートは、トンネルの主要な支保部材であり、施工機械には、ポンプ圧送方式と空気圧送方式の2種類の方式がある<sup>1)</sup>。どの機械を用いて施工するかは、施工条件や技術者の判断に任されている。

筆者らは吹付けコンクリートの高品質化を目指した共同研究を進めており、これまでも、吹付け性状におよぼす吹付け条件の影響等について、報告している<sup>2)</sup>。この中では、ポンプ圧送、空気圧送の両圧送方式の管内圧力特性などを比較検討しているが、諸物性の違いなどは明確にはならなかった。本研究は、吹付け機の圧送方式の違いによって生じる、圧送前後のフレッシュ性状、管内圧力特性、硬化後の物性について比較検討し、それらの差異を明確にしたものである。

ロータリー空気圧送方式の吹付け機を用いて比較実験を実施した。それぞれの吹付け機の構造と、コンクリート圧送の模式図を図-1～図-4に示す。

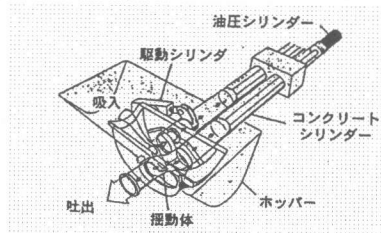


図-1 ピストン式のコンクリートポンプ<sup>2)</sup>

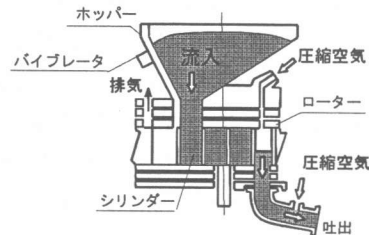


図-2 ロータリー空気圧送吹付け機<sup>2)</sup>

## 2. 圧送方式の比較

ポンプ圧送、空気圧送それぞれの吹付け方式の代表として、ピストンポンプ圧送式とロータ

各々の方式によるコンクリートの圧送状態は次のように推察できる。

\*1前田建設工業(株) 技術本部 技術研究所 (正会員)

\*2(株)間組 本店土木本部 技術設計部 (正会員)

\*3(株)大林組 土木技術本部 技術第二部

\*4東京大学国際・産学共同研究センター 教授 工博 (正会員)

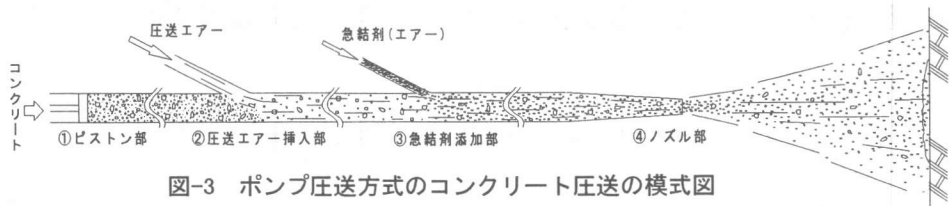


図-3 ポンプ圧送方式のコンクリート圧送の模式図

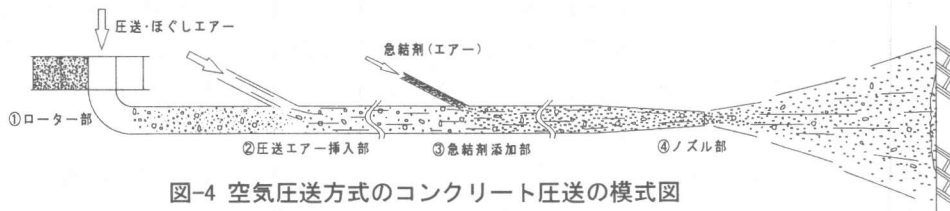


図-4 空気圧送方式のコンクリート圧送の模式図

ポンプ圧送方式では、ピストンで押されて配管内を充実圧送されたコンクリートが、②の部分で挿入エア-によってほぐされると同時に高速で射出され、固体粒子と空気との混相流<sup>3)</sup>の状態では搬送され、③のノズル手前で急結剤がエア-とともに混入されて、壁面に吹付けられる。

一方、空気圧送方式では、コンクリートはローター部の隔壁で仕切られたシリンダーに流下し、ローターが回転してエア-圧送部に来た時に吐出され(①)、固体粒子と空気との混相流となり、フレキシブルホース内を高速で圧送され、ノズル手前(③)で急結剤がエア-とともに混入されて射出される。この、圧縮空気によってコンクリートがノズルから高速で吐出するのは、両者とも同じであるが、コンクリートが連続して順次射出されるポンプ圧送式に比較して、空気圧送式ではシリンダーに入ったコンクリートがほぐされ、断続的に、ひとかたまりとなってホース内を圧送される。このことと、圧縮空気では圧送される距離の違いが、ポンプ圧送と空気圧送との主な違いである。

### 3. 実験概要

#### 3.1 コンクリートの配合および使用材料

使用材料および実験に用いた吹付けコンクリートの配合を、表-1、表-2に示す。

使用したセメントは、普通ポルトランドセメ

ント、細骨材は山砂、粗骨材は砕石であり、急結剤は、カルシウムアルミネート系の粉体のものを、セメントに対して所定の質量比率で混入した。

また、コンクリートの配合は、セメント量 $360 \text{ kg/m}^3$ (以後C360と称す)と $450 \text{ kg/m}^3$ (以後C450と称す)の2配合とした。

なお、コンクリートは試験用の生コンプラントで製造し、運搬時間は20~30分であった。

表-1 使用材料

仕 様	
セメント	普通ポルトランド, 密度: $3.16 \text{ g/cm}^3$
細骨材	君津産山砂, 密度: $2.59 \sim 2.62 \text{ g/cm}^3$ , F. M. = 2.60
粗骨材	秩父産砕石, 密度: $2.68 \sim 2.69 \text{ g/cm}^3$ , F. M. = 6.24
急結剤	カルシウムアルミネート系, 密度: $2.70 \text{ g/cm}^3$

表-2 コンクリートの配合

		骨材最大寸法 Gmax (mm)	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
							セメント		骨材	
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
C360	空気圧送	15	12	2.0	63.9	60.0	230	360	988	684
	ポンプ圧送	15	12	2.0	56.7	59.7	204	360	1027	718
C450		15	21	2.0	45.6	58.2	205	450	964	708