

圧送方式の違いによって生じる吹付けコンクリートの諸特性

前田建設工業(株) 技術研究所 正会員 赤坂 雄司
 (株)間組 本店土木本部 技術設計部 正会員 杉山 律
 (株)大林組 土木技術本部 技術第二部 田湯 正孝
 東京大学 国際・産学共同研究センター フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

吹付けコンクリートの施工機械としては、ポンプ圧送式と空気圧送式がある¹⁾。これらの代表機種として、ピストンポンプ方とロータリー空気圧送式の吹付け機を用いて比較実験を実施し、管内圧力や物性などの諸特性について検討した。本文は、吹付け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、硬化後の物性等について報告するものである。

2. 圧送方式の比較

ピストンポンプ式とロータリー空気圧送機、それぞれの吹付け機の機構を図-1,2 に示す。両方式の吹付け機の圧送機構の違いは、ポンプ圧送式ではコンクリートが連続して順次射出されるが、空気圧送式ではシリンダーに入ったコンクリートが、

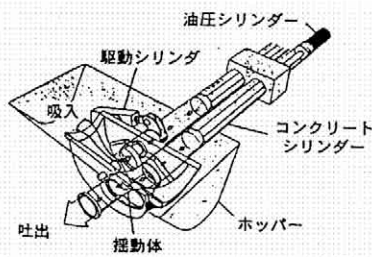


図-1 ピストン式のコンクリートポンプ

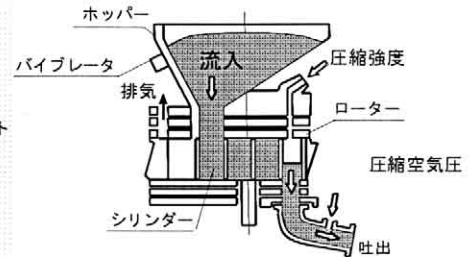


図-2 ロータリー式空気圧送機

表-1 コンクリートの配合

	骨材最大寸法 Gmax (mm)	目標スランブ (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 ³)			
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
空気	15	12	2.0	63.9	60.0	230	360	988	684
ポンプ	15	12	2.0	56.7	59.7	204	360	1027	718

表-2 吹付け条件

圧送方式	圧送17- 圧力 (MPa)	圧送距離 (m)
	ポンプ圧送	0.25
空気圧送	0.4	22.6

備考
 急結剤種類: カシウム系ミネラル系
 吐出量: 8 m³/hr
 急結剤添加量: C × 7%
 吹付け面とスランブとの離れ: 1.5m

3. 実験概要

吹付けコンクリートの配合と主要な吹付け条件を表-1,2 に示す。コンクリートの配合はポンプ圧送と空気圧送で水セメント比が若干異なっている。また、吹付け方式は湿式方式のみとし、両圧送方式ともに、実際の施工現場に近い形の施工システム、配管とした。実験ケースとしては、ポンプ圧送、空気圧送の基本(標準)的な2ケースで、混和材は用いなかった。なお、着目したのは、①圧送前後のフレッシュ性状、②管内圧力、③硬化物性の3点である。

4. 実験結果

4.1 圧送前後のフレッシュ性状

現着と筒先(急結剤を添加せずにコンクリートを圧送し、サンプリングしたもの)のスランブ、空気量、単位容積質量を図-3 ~ 5 に示す。

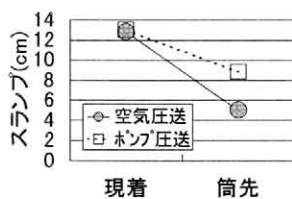


図-3 スランブ

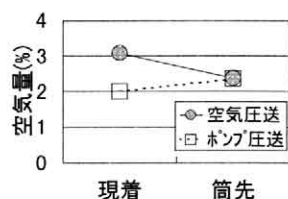


図-4 空気量

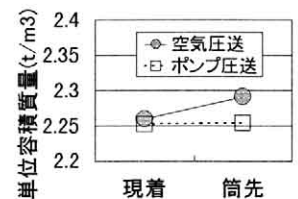


図-5 単位容積質量

これらの図から、両方式共に圧送によってスランブは低下したが、空気圧送の方は、圧送後に空気量が減少しており、このことがスランブ低下量を大きくしたと考えられる。なお、スランブ低下の原因は、エア圧送によるコンクリート中のペースト分の飛散等ではないかと推察される。また、単位容積質量は、圧送後に空気量の減少した空気圧送のケースで若干増大したが、その他はほとんど変わらなかった。このように、

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

連絡先: 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 TEL 03-3977-2412 FAX 03-3977-2251

ポンプ圧送と空気圧送では、圧送前後のフレッシュ性状に大きな差は見られなかった。

4.2 管内圧力

管内圧力波形の代表的なものを図-6,7に示す。ポンプ圧送では、シリンダーに吸入されたコンクリートが一定間隔で吐出され、これに伴って吹付け機出口の管内圧力は周期的に変動し、エアータンク圧送区間、中間位置や急結剤添加位置でも、ほぼ同じ周期の圧力変動は生じるが振幅は小さくなる。

一方、空気圧送方式では、ローターの1つのシリンダーに流下したコンクリートは、1秒に1回程度の間隔で吐出され、この吐出に伴って吹付け機出口での圧力が周期的に変動する。この圧力変動は、中間位置や急結剤添加位置では、より大きな周期の、圧力変動となっている。

各ケースの急結剤添加位置のエアータンク圧力に着目し、圧力の平均値、標準偏差を求めた結果を表-3に示すが、フレキシブルホースの管内圧力の変動は、ポンプ圧送の方が空気圧送よりも小さいことがわかる。

4.3 硬化物性

図-8,9に材齢と圧縮強度の関係を示す。図中の「吹付コア急有」とは、パネル型枠に吹付けたコンクリートから採取したコアで、「吹付コア急無」とは、比較のために急結剤を混入せずに吐出して作成したコアである。

これらの図より、ポンプ圧送、空気圧送ともに、急結剤の混入で圧縮強度は低下する。また、現着と吹付コア急無の比較をみると、ポンプ圧送では現着の方が高く、空気圧送では現着の方が低くなっているが、これは前述の、圧送後にフレッシュ状態の空気量が減少することに起因するものと考えられる。

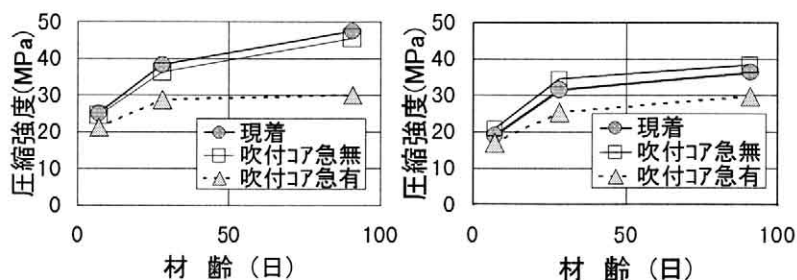


図-8 強度発現状況(ポンプ圧送) 図-9 強度発現状況(空気圧送)

5. おわりに

ポンプ圧送と空気圧送の吹付け機の両方式を用いた実験でのコンクリートの諸性状や管内圧力特性について述べてきた。現状のシステムにおいては、両方式の吹付け機は、エアータンクを用いてコンクリートをノズルから高速で吐出するという点では同じであり、吹付けコンクリートの物性には有意な差は見られなかった。これまで両方式で、同じ材料、同じ条件で実施された比較実験は報告されたことがなく、今まで漠然と両吹付け方式には差がないとされていた認識が、ここでデータとしても裏付けられたといえる。

なお本実験は、東京大学国際・産学共同研究センターにおいて組織されている、「高品質吹付けコンクリートの開発」の共同研究として行われたものであり、関係各位に深い感謝の意を表します。

【参考文献】

1) トンネルの吹付けコンクリート, 平成8年2月, (社)日本トンネル技術協会

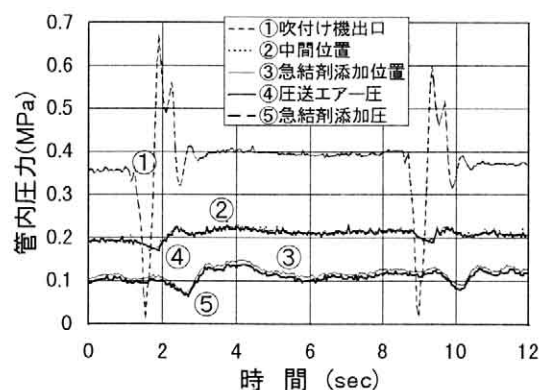


図-6 ポンプ圧送方式の管内圧力波形

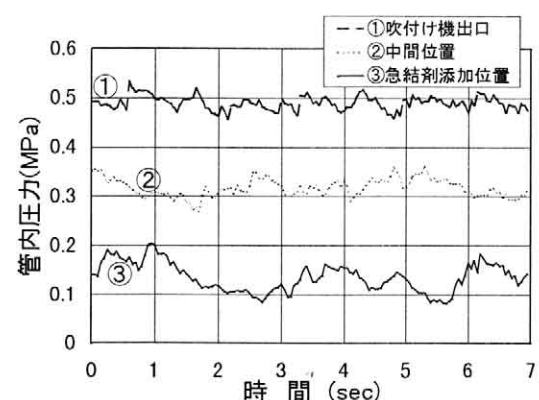


図-7 空気圧送方式の管内圧力波形

表-3 急結剤添加位置での圧力

	ポンプ圧送	空気圧送
平均値	0.206MPa	0.129MPa
標準偏差	0.012MPa	0.030MPa
変動係数	0.059	0.235