

起泡剤を用いた吹付けモルタルのポンプ圧送性に関する基礎的研究

宇都宮大学工学部建設学科 学生会員 ○長澤和彦

宇都宮大学 正会員 藤原浩巳

宇都宮大学 正会員 丸岡正知

日特建設株式会社 笹谷達也

1. はじめに

現在、法面吹付け用の材料として、金属製の配管や中継点を必要とせず、一般的に使用されている圧送ポンプおよび内径 1.5 インチのフレキシブルホースを全長に使用するという条件下で、1000m 以上の長距離圧送が可能な材料(以下、長距離圧送材と称す)が開発されている¹⁾。

しかしながら、本材料の使用が想定される環境は、起伏の激しい山間部であり、高所に圧送する場合、ホース根元に材料の自重による負荷が多大に加わると考えられる。そのため、ポンプへの負荷を低減させるためには、材料がより低密度であることが望ましいと考えた。本研究では、粉末起泡剤を用い、空気泡を連行することでモルタルの密度を低減した場合のフレッシュ性状及びポンプ圧送性に関する影響を評価し、空気を連行することが長距離圧送モルタルに有用であるか検討した。

2. 性状評価試験

2. 1 概要

既存の長距離圧送材をベースとし、空気量及びモルタルフロー値を変化させ、実験を行なった。

2. 2 使用材料

使用材料を表 - 1 に示す。結合材は、セメントの他に、法面吹付け用としてこれまでに開発された特殊混和材を使用した。

2. 3 実験条件

使用配合を表 - 2 に示す。配合 No.1 をベースとし、これに SP 添加率を一定とし、起泡剤を添加した配合を No.2、起泡剤を添加し、モルタルフロー値を配合 No.1 と同等程度とした配合を No.3 とした。

2. 4 試験項目及び方法

試験項目及び方法を表 - 3 に示す。

1) 圧送流下試験

図 - 1 に示す圧送流下試験装置を用いて行った。試験装置のコックを閉め、JP 漏斗に試料を隙間なく詰め、蓋を閉める。その後、容器内を 0.1MPa の圧力にし、コックを開いて試料が流出管を通りすべて吐出するま

での時間を 10 分の 1 秒単位で測定を行った。

2) 圧力損失及び流量測定方法

圧力損失は、ポンプの吐出口及び高さ 20m 地点に圧力計をそれぞれ設け、その差より圧力損失を測定した。

流量は、ホースから流出した材料を $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の容器に流し入れ、満たした時間及び質量より算出した。

表-1 使用材料

種類	記号	材料	密度
結合材	P	C 普通ポルトランドセメント	3.16g/cm ³
		M 特殊混和材	2.49g/cm ³
細骨材	S	〇〇産細目砂	2.61g/cm ³
減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系高性能減水剤	1.08g/cm ³
混和剤	EM	粉末起泡剤	-

表-2 使用配合

使用配合	SP添加率 (%)	W/P (%)	G/P (%)	M/P (%)	起泡剤添加率 (*P%)	S/C (vol)
No.1	1.25	47	73.9	26.1	0.00	1.00
No.2	1.25				0.09	
No.3	2.40				0.09	

表-3 試験方法、規格

試験項目	試験規格、方法	目標値
モルタルフロー試験	JIS R5201	300±30mm (配合No.1, No.3)
加圧ブリーディング	0.36MPaで5分間加圧	5±1%
圧送流下試験	0.1MPaでの流下時間を測定 (図-1参照)	4秒以下
圧力損失測定試験	2点間の圧送圧力の差より算出 (図-2参照)	-
流量測定試験	$\phi 10 \times 20\text{cm}$ の容器を満たした時間を測定	-

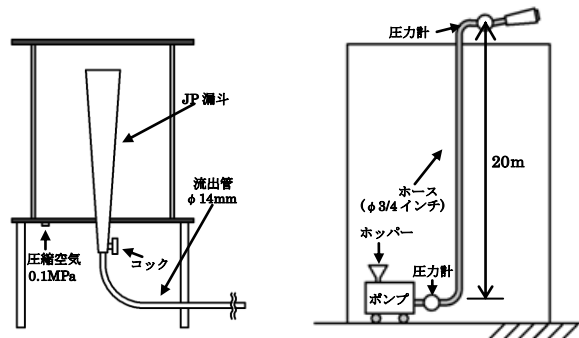


図-1 圧送流下試験装置

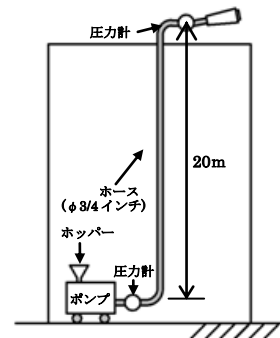


図-2 圧力測定概略図

キーワード：法面吹付け材 ポンプ圧送 特殊モルタル

連絡先：321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 TEL 028-689-6211

表-4 試験結果

配合	SP添加率 (%)	フロー値 (mm)	加圧ブリー ディング(%)	空気量 (%)	密度 (g/cm ³)	流量 (cm ³ /s)	測定圧力		圧力損失 (MPa)	圧送流下 時間(s)
							0m地点	20m地点		
No.1	1.25	271	4.1	0.9	1.94	41.0	0.50	0.03	0.47	3.2
No.2	1.25	171	4.5	8.6	1.81	37.1	0.83	0.10	0.73	4.5
No.3	2.40	296	4.5	16.2	1.66	40.4	0.50	0.00	0.50	3.5

2. 5 試験結果及び考察

試験結果を表-4, 密度と圧送流下時間の関係を図-3, 密度と加圧ブリーディング率の関係を図-4, 密度と圧力損失の関係を図-5にそれぞれ示す。

密度の低減が、種々の物性に及ぼす影響について、評価した。

1) 密度と圧送流下時間について

密度の低減に伴い、圧送流下時間が増大する傾向を示した。圧送流下時間は、通常、同等のフロー値(降伏値)において、一定加圧状態で流下時間を測定し、その長短により、材料の粘性の大小を評価するものである。No.2に関しては、降伏値が大きく、流動性が低いため、圧送流下時間が増大したと考えられる。ここでは、降伏値がほぼ同等であるNo.1とNo.3を比較すると密度低減により圧送流下時間は増加する傾向を示した。これは、空気泡を連行したことで大気圧下では流動しにくくなり、同等のフロー値とするために添加したSPにより粘性が増大したと考えられる。

2) 密度と加圧ブリーディング率について

加圧ブリーディング率においては、密度の変化による影響は認められず、全ての配合において目標値を満足した。よって、空気泡を連行し、密度を低減させた場合でも、加圧脱水による閉塞が発生せず、圧送が可能であると考えられる。

3) 密度と圧力損失について

密度低減に伴う圧力損失への影響は明確ではなかった。圧力損失は、一般に降伏値、粘性、流量と相関性があるとされている²⁾。No.2に関しては、空気泡を連行したことで、降伏値(フロー値)が増加(減少)したために、圧力損失が増大したと考えられる。また、空気泡を連行し、No.1と同等のフロー値を有するNo.3に関しては、No.1と同等程度の圧力損失となり、密度の低減は圧力損失に影響しない結果となった。

4) 自重の影響について

実験結果より、密度の低減は圧力損失を緩和する働きを示さなかった。しかしながら、ポンプ根元にかかる負荷は、ホース内を満たした材料の質量の総和となるため、圧力損失は緩和可能であると考えられる。

本研究において圧力損失が緩和されなかった原因として、圧力計の測定位置の間隔が20mであったことが考えられる。測定間隔が長いほど、自重の影響が大きく生じ、測定間隔が20mでは、自重よりも、その他の特性による影響を強く受け、配合No.1が優れた結果を示した可能性が考えられる。

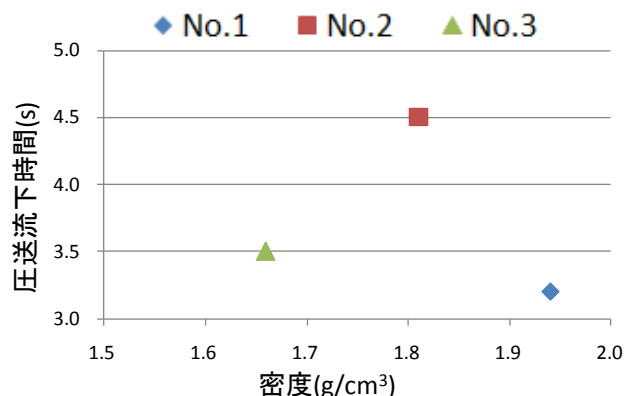


図-3 密度と圧送流下時間の関係

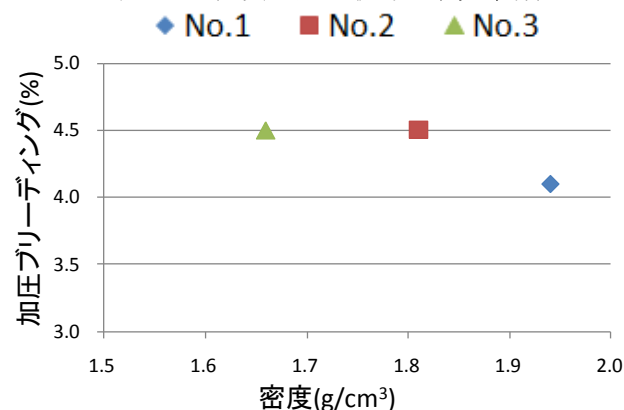


図-4 密度と加圧ブリーディング率の関係

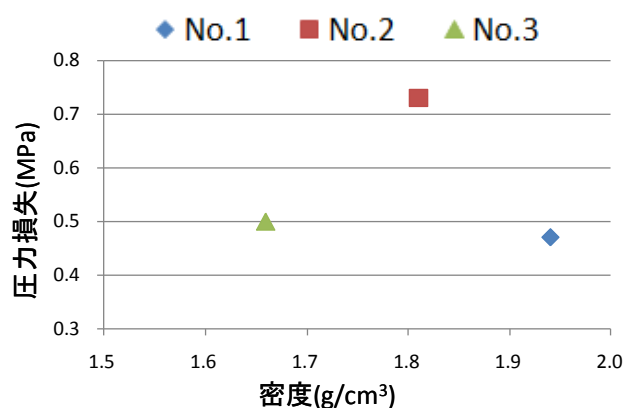


図-5 密度と圧力損失の関係

そのため、今後は実際の現場を想定した100mの高低差を設け、実験を行い、空気連行による圧力損失への影響を再検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 白井貴之：長距離ポンプ圧送性を有する吹き付け材料の開発，宇都宮大学大学院修士論文，2007
- 2) 日本建築学会大会学術講演概要集：CFT造充填コンクリートの管内圧力損失に関する研究，2004