

# パイプインパイプ工法用超軽量エアミルクの性状 The property of the super-light weight air-milk

○石川 浩三\* 毛利 栄征\*\* 吉原 正博\* 志和 裕人\*\*\* 碓 昌也\*\*\*\*  
Kozo Ishikawa, Yoshiyuki Mohri, Masahiro Yoshihara, Hirohito Shiwa, Masaya Hazama

## 1. はじめに

既設管に新管を順次挿入し、新・旧管の隙間に中込材を充填して更生する鞘管工法(以下、パイプインパイプ工法)において、新管の浮力を軽減して管の変形を抑えるには軽量の中込材を用いることが有効であり、管の薄肉化と長尺化によるコスト削減が期待できる。そこで、密度を  $0.5\text{t/m}^3$  とした超軽量エアミルクをパイプインパイプ工法へ適用するにあたり、その充填性と品質安定性を実験的に確認した。

## 2. 超軽量型エアミルクの概要

特殊起泡剤により 70%の空気量を連行し、密度が  $0.5\text{t/m}^3$ 、フロー値が 120mm、圧縮強度が  $0.5\text{N/mm}^2$  以上というスペックの超軽量エアミルクを作製した。配合を **Table. 1** に示す。ここで、フロー値を一般的なエアモルタルよりも小さい 120mm としたことにより適度な流動勾配を有するため、頂部のエア溜まりを防ぐと共に、**Fig. 1** に示すような中間仕切り壁が不要でシンプルな低コストの連続充填が可能となる。

## 3. 品質確認実験の目的と概要

### (1) 流動勾配確認実験

**Table. 2** に示すように壁面材質(粗度の違い)と隙間幅が異なる型枠に超軽量エアミルクを自然流下させ、流動勾配を測定した。硬化後の一例を **Photo. 1** に示す。また、実大模擬管路への施工実験により、実施工での流動勾配等を確認した。

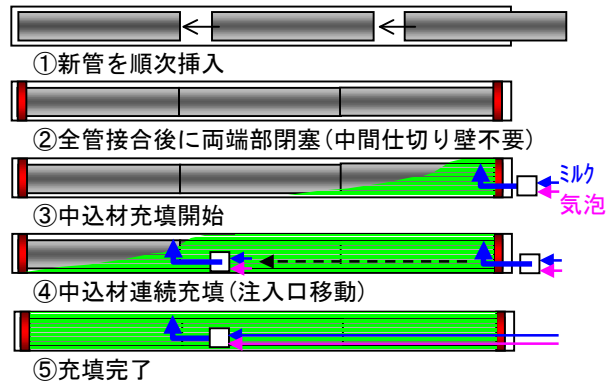
### (2) 長距離流動時の品質確認実験

先行充填された超軽量エアミルクは、後続のエアミルクに押されて管の隙間を流動していく。その状況を再現すべく、開水路の片側端部から充填を行い、実際に長距離を流動させた時の品質変動を確認した。

**Table. 1 配合 (単位:  $\text{kg/m}^3$ )**  
**Mix proportion (Unit:  $\text{kg/m}^3$ )**

ミルク		気泡群			密度 $\text{t/m}^3$	空気量 %	フロー mm	強度 $\text{N/mm}^2$
硬化材	水	混和剤	起泡剤	希釈水				
290	174	0.145	1.462	27.778	0.493	70.2	120	0.7

希釈倍率 20 倍、発泡倍率 25 倍



**Fig. 1 施工概要**  
**The outline of construction**



**Photo. 1 流動勾配**  
**Flow slope**

**Table. 2 実験水準**  
**Experiment parameter**

	材質	隙間幅
1	塩化ビニル	5cm
2	鉄	
3	コンクリート	
4	コンクリート	10cm
5	コンクリート	15cm

\* 住友大阪セメント(株) Sumitomo Osaka Cement Co.,LTD  
\*\* 農業工学研究所造構部 National Institute for Rural Engineering  
\*\*\* (株)エステック Estec Co.,LTD  
\*\*\*\* 栗本化成工業(株) Kurimoto Plastics Co.,LTD

FRPM 管, 軽量, エアミルク

## 4. 実験結果

### (1) 流動勾配の確認

自然流下させた時の流動勾配を Fig. 2 に示す。隙間幅 5cm で比較すると、壁面材質が流動勾配に及ぼす影響は比較的少ないが、同一材質のコンクリートで比較すると隙間幅により流動勾配が大

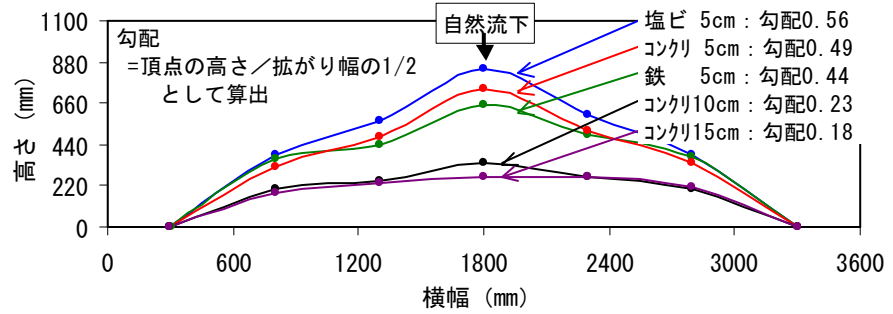


Fig. 2 流動勾配測定結果  
The measurement result of each flow slope

きく異なっており、既設管と内挿管の隙間が狭い場合には、流動勾配は大きくなるのが分かる。なお、流下 1 時間後、硬化後の測定でも、打設直後の流動勾配を保持していることを確認した。

次に、実大模擬管路[延長 27m、既設管 φ 1.1m で更生管 φ 0.8m(隙間幅は約 15cm)、材質 FRPM]で測定した流動勾配を Fig. 3 に示す。これは延長方向に 2m、高さ方向に 0.2m 間隔で設置した熱電対の測定結果より、任意時刻の流動勾配を示した一例である。流動勾配は Fig. 2 の 15cm 幅と同程度の 0.1~0.2 であり、注入流量が 67 リットル/min と遅いにもかかわらず勾配を終端まで保持していたことを確認しており、既設管を外したエアミルクの性状観察でも頂部にエア溜まりは認められず、十分な充填がなされたものと判断される。

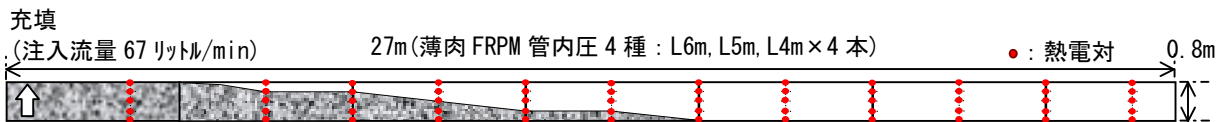


Fig. 3 実大模擬管路における流動勾配 The flow slope in a full size model pipeline

### (2) 長距離流動時の品質

実機プラント製造の超軽量エアミルクを長距離流動させた後、Fig. 4 の位置で試料を採取して品質変動を確認した。試験結果を Table. 2 に示す。これより、充填開始前の各試験値に対して長距離を流動させた場合でも、フロー、密度、及びコアの強度にはほとんど変化無いことが確認された。なお、Photo.2 に硬化後の状態を示すが、Fig. 3 と同程度の流動勾配であった。

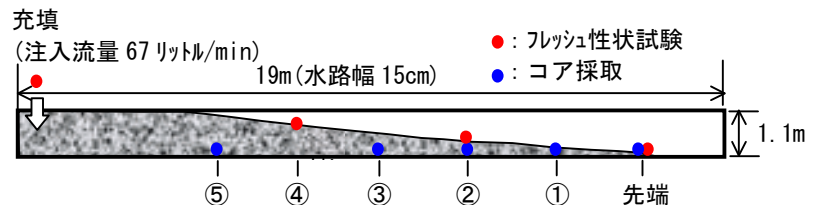


Fig. 4 試料採取位置 Sampling positions

Table. 2 試験結果 Examination results

項目		規格値	充填前	⑤	④	③	②	①	先端
フルッシュ	フロー (mm)	120±20	119	---	112	---	114	---	117
	密度 (t/m <sup>3</sup> )	0.5±0.1	0.51	---	0.53	---	0.48	---	0.52
コア	強度 (N/mm <sup>2</sup> )	0.5 以上	0.51*	0.56	---	0.49	0.49	0.49	0.50
			0.62*	0.69	---	0.60	0.64	0.58	0.69

※φ5×10cmの型枠で作製した供試体の結果。11月(屋外)で実施。

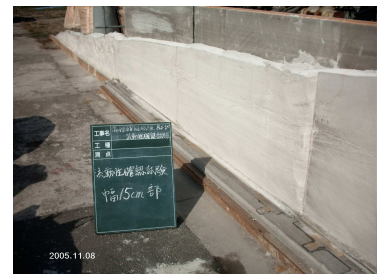


Photo. 2 流動の状態(硬化後)  
The state of a flow

## 5. おわりに

今後、日内変動をはじめとした施工のバラツキ、地下水位や老朽が激しい場合の充填性、耐久性等のデータを蓄積し、パイプインパイプ工法への適用性を広範囲に検討していきたい。