

パイプインパイプ工法用超軽量エアミルクの長距離充填性状 The long-distance filling property of the super-light weight air-milk

○石川 浩三* 毛利 栄征** 中馬 忠司*** 宮崎 徹****
Kohzoh Ishikawa, Yoshiyuki Mohri, Tadashi Chuman, Toru Miyazaki

1. はじめに

既設管に新管を挿入して水路更生する鞘管工法(パイプインパイプ工法)において、外力の緩和、浮力の軽減、低コストの観点から、隙間に充填する中込材としてエアミルクは有効な材料の一つである。注入1回の充填距離は開水路の実験で16mと定めたが^{※1}、更なる長距離充填により注入口付替え工数が減少し、コスト削減が可能となる。そのため長距離充填実験によって注入圧と品質を調査し、充填可能距離と充填状態を実験で確認した。

2. 工法概要

中込材は密度が 0.5t/m^3 、圧縮強度が 0.5N/mm^2 以上(配合強度は 0.7N/mm^2)の規格であり、特殊起泡剤によりフロー値が120mmと小さい超軽量エアミルクである。

一般に流動性の高い中込材を用いた場合、管頂部にエア溜まりによる未充填箇所やブリーディングによる空隙等が懸念される。そこで、フロー値を小さくして適度な流動勾配をもたせ、管頂まで充填した状態で圧力によって前方へと充填させる工法を開発した。これにより、従来の中込仕切壁も不要となる。エアミルクの配合を Table.1 に示し、当該工法の概要を Fig.1 に示す。

Table.1 配合 (単位: kg/m^3)
Mix proportion (Unit: kg/m^3)

ミルク			気泡群		密度 t/m^3	フロー mm	強度 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	120	0.7

希釈倍率 20 倍、発泡倍率 25 倍

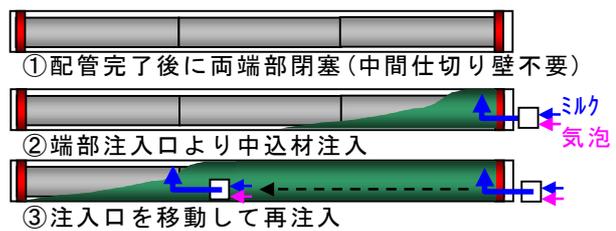


Fig.1 工法概要
Outline of construction

3. 長距離充填実験の概要

Fig.2 に示す延長 50m、幅 8cm、高さ 90cm の型枠に中込材を注入し、底面から 20cm 上方、及び頂部から 20cm 下方の位置で到達距離と注入圧を測定した。また、脱型後は最終充填距離を測定し、Fig.3 の位置で採取コアによる密度と一軸圧縮強度を測定した。

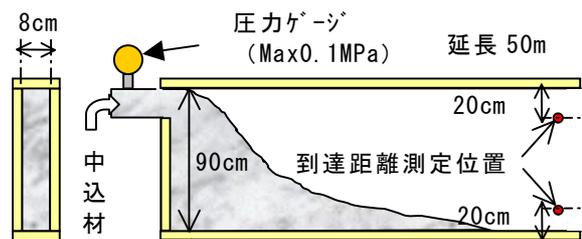


Fig.2 実験概要
Outline of experiment

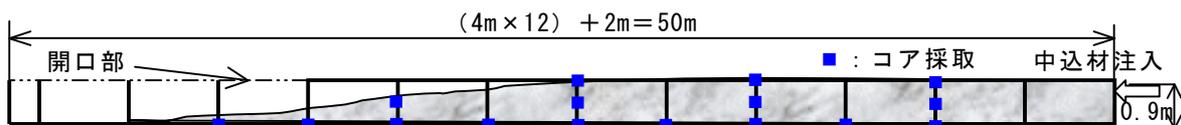


Fig.3 硬化後のコア採取箇所 Sampling positions

* 住友大阪セメント(株) Sumitomo Osaka Cement Co.,LTD FRPM 管, 軽量, エアミルク
 ** 農村工学研究所造構部 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

4. 実験結果

設定流量毎分 100リットルにおける注入圧と充填距離の関係を Fig. 4 に示す。最大注入圧は 0.025MPa であり、薄肉 FRPM 管の施工管理値 0.03MPa よりも低い圧力に留まった。硬化後の品質を確認するために先端部が 45.3m 到達時点で注入を停止したが、この時の頂部到達距離は 37m であった。硬化後の密度分布と強度分布を Fig. 5 と Fig. 6 に示す。深さ方向は上下で最大 0.1t/m³ の密度差が生じており、自重の影響が考えられるが規格値の 0.5±0.1t/m³ 以内で推移していた。また、延長方向の密度で際立った変動はみられないが、充填距離 35m 以降でやや低下する傾向が見受けられる。この部分は脱型まで空気に曝されていたため、乾燥の影響を若干受けたものと思われる。強度は密度とほぼ同様の分布であった。

今回、2 バッチ目以降を着色したところ、1 バッチ目に注入した原色が Photo. 1 の様に先端へと移動しており、注入中に測定した流動勾配も 8~15° を維持していたこと等を勘案すると、最初に流動勾配が生じて頂部まで充填した後、その先端勾配を維持したまま、継続注入されるエアミルクの圧力によって全体的に押し出される様に充填が進行することが分かった。その結果、Photo. 2 の様に頂部まで十分な充填が得られた。

5. おわりに

現地パイプライン施工と同程度の隙間を有する模型条件でエアミルクの充填性試験を実施し、充填可能距離は 37m(4m 管 8 本分)と判断した。今後、断面積と流量・流速との関係等を明らかにしていく必要がある。



Photo. 1 先端の状況
State of the tip



Photo. 2 頂部の充填状況
Filling of the top

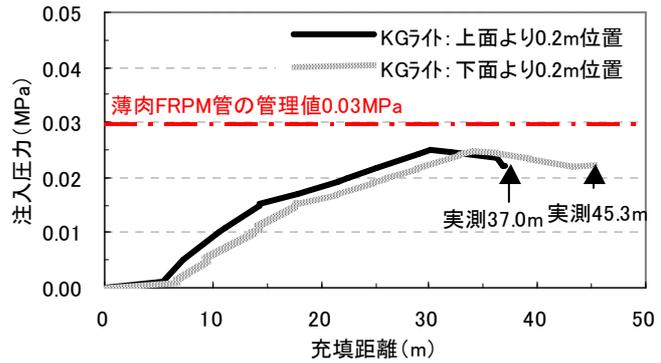


Fig. 4 注入圧と充填距離の関係
Filling Pressure and distance

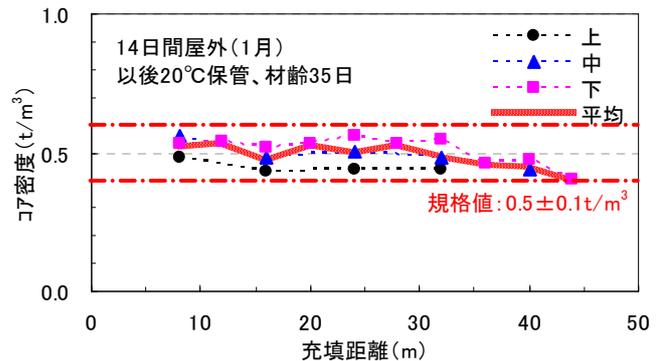


Fig. 5 コア密度の分布
Distribution of density

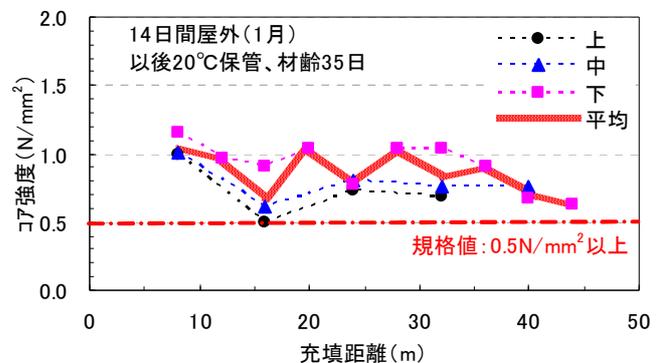


Fig. 6 コア強度の分布
Distribution of strength