

## ポリプロピレン短繊維によるセメント系グラウト材の漏れ出し抑制

大和紡績株式会社

正会員 ○山本 基由

大和紡績株式会社

山下 憲司

明石工業高等専門学校 都市システム工学科

正会員 武田 字浦

## 1. 目的

セメント系グラウト材はアンカーやPCの間隙充填材、裏込め材、ひび割れ充填材などに用いるため、高い流動性が特徴である。一方でその特徴から、細かな空隙を通過して漏れ出し、想定以上の材料が費やされ、手間、時間やコストが増すことがある。そこで、合成短繊維とくにポリプロピレン（以下PPとする）短繊維を中心に添加することで漏れ出しを抑制できることに着目した。繊維の素材、繊維方向の形状、断面形状、太さ、長さ、混入率を変えて、水中分散性、漏斗落下性およびメッシュ透過性から、漏出抑制効果について評価する。

## 2. 実験概要

既往の研究でグラウト材を均質化するための練り混ぜ方法<sup>\*1</sup>やチクソトロピー性<sup>\*2</sup>に注目したものがあるが、当研究ではPP短繊維の均一分散や短繊維の混入による漏れ出し抑制に重点を置いた。

グラウト材のようにフレッシュ性状の軟らかい高流動性材料では、練混ぜ時に材料に掛かる剪断力が弱いいため、収束の強い繊維や引っ掛かりのある繊維では均一分散しない問題が生じることがある。そこで、その評価に水中分散試験を行った。使用した機材を

図1に示す。80Lの上水（ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル系分散剤 2wt%溶液 10mL添加）で満たした水槽に繊維3gを投入し、2500rpmの回転羽根で2分間攪拌した時の状況を観察した。評価は「○：均一分散、△：未解繊5個以下または1mm以下の塊、×：△より劣る」とした。

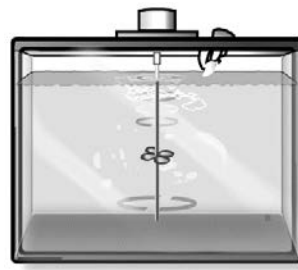


図1 水中分散試験

ベースのグラウト材に市販のもの（ポルトランドセメント、珪砂、酸化アルミニウムなどを配合したもの）を使用した。試験材料の作製にモルタルミキサーを使用し、表1の配合にて上水に各水準の繊維を加えて1分間混合した後、粉体グラウト材と合わせてさらに1分間混合した。

表2に使用した繊維を「繊維種別 繊維度 x 繊維長」で表し、その分類方法を表3に示す。作製した繊維混入グラウト材を用い、J14漏斗の流下時間をJSCE-F 541-1999（充てんモルタルの流動性試験方法）に準じて測定した。続けて、流下材料を目開き5mmのふるいに直接導入し透過材料の重さを測定した。その実験状況を図2に示す。また、そのグラウト材からφ50x100の円筒供試体を作製して、圧縮強度試験を実施した。

## 3. 実験結果

結果について表4にまとめ、表内A)~F)にある印の水準を比較することで、下記内容が明らかとなった。

表1 配合表

グラウト材	水	単位量(kg/m <sup>3</sup> )		
		合成短繊維		
		種類	Vol.%	kg
1932	346	PP	0.0	0.00
			0.05	0.46
			0.1	0.91
			0.2	1.82
			0.4	3.64
			1.0	9.10
		VY	0.2	2.60
			0.4	5.20

表2 繊維水準

繊維種別	繊維度(dtex)x繊維長(mm)	
NF	-	
PP-S-X	①1.3x6 ②2.2x6	
	③2.2x12 ④5.4x15	
	⑤20x20	
	PP-S-P	⑥1.3x6 ⑦2.2x6
		⑧17x6
⑨PP-R-O	13x12	
⑩PP-SY-Q	80x12	
⑪VY-S-Z	2.2x6	

\*繊維度(dtex)：太さを10000mの重さ(g)で表す

表3 繊維の分類方法

繊維種
NF:繊維なし
PP:ポリプロピレン (d=0.91),
VY:ポリビニルアルコール(d=1.3)
繊維方向の形状
S:直鎖状, SY:スプリットヤーン, R:連糸
断面形状
P:円, O:楕円, Q:矩形, X:十字, Z:その他

キーワード : グラウト材, 合成短繊維, ポリプロピレン短繊維, 漏れ出し抑制, 漏出率

連絡先 : 〒541-0056 大阪府大阪市中央区久太郎町3丁目6番8号 TEL 06-6281-2414

表4 実験結果および水準比較

No.	繊維水準	水中分散性*	流下時間(秒)	相対漏出率(%)	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	結果比較水準*				
						A)	B)	C)	D)	E)
1.	NF -0.0Vol.%	—	12.0	100.0	76.2	●				
2.	① PP-S-X1.3x6 -0.2Vol.%	○	14.3	0.1	—		◆			
3.	② PP-S-X2.2x6 -0.05Vol.%	○	9.9	40.0	—	●				
4.	② PP-S-X2.2x6 -0.2Vol.%	○	13.5	0.3	71.8	●	●▲		●	●
5.	② PP-S-X2.2x6 -0.4Vol.%	○	18.2	0.0	63.4	●				●
6.	② PP-S-X2.2x6 -1.0Vol.%	○	閉塞	0.0	—	●				
7.	③ PP-S-X2.2x12 -0.2Vol.%	○	12.8	0.1	—				●	
8.	④ PP-S-X5.4x15 -0.2Vol.%	○	11.7	2.5	71.0		▲			
9.	⑤ PP-S-X20x20 -0.2Vol.%	○	11.1	12.3	—					
10.	⑥ PP-S-P1.3x6 -0.2Vol.%	○	13.2	0.2	—		◆		●	
11.	⑦ PP-S-P2.2x6 -0.2Vol.%	○	12.1	1.5	73.8		●■		●	
12.	⑧ PP-S-P17x6 -0.2Vol.%	○	12.4	12.9	—		●		●	
13.	⑨ PP-R-O13x12 -0.2Vol.%	△	10.2	30.4	74.9		●			
14.	⑩ PP-SY-Q80x12 -0.2Vol.%	×	11.1	16.0	75.6		●			
15.	⑪ VY-S-Z2.2x6 -0.2Vol.%	○	14.9	0.1	73.8					●
16.	⑪ VY-S-Z2.2x6 -0.4Vol.%	○	閉塞	0.0	—					●

※水中分散性は同一繊維水準は同一結果である。

※結果比較水準に関して、実験結果文中の片括弧の比較内容に対応する。

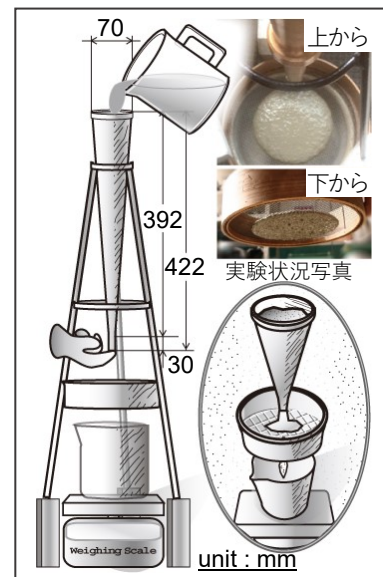


図2 実験状況

- A) 混入率の比較では、繊維量が増すと流下時間が長くなる傾向となった。また相対漏出率は0.05Vol.%で40%、それ以上の混入率ではほとんど漏れ出さなかった。
- B) 繊維方向の形状および断面形状の比較では、流下時間は円断面より十字断面の方が長くなり、繊維度5.4以下(繊維水準①-④、⑥-⑦)、0.2Vol.%以上、の繊維では相対漏出率が小さくなった。一方で⑧PP-S-P17x6が12.9%、⑨PP-R-O13x12が30.4%、⑩PP-SY-Q80x12が16.0%のように繊維度が大きいもの、特殊形状の繊維では相対漏出率が大きくなった。
- C) 繊維度の比較では、流下時間は繊維度が大きい方が小さく、相対漏出率は⑥1.3x6が0.2%、⑦2.2x6が1.5%、⑧17x6が12.9%と繊維度が大きくなるほど大きくなる傾向が得られた。
- D) 繊維長の比較では、②PP-S-X2.2x6と③PP-S-X2.2x12から繊維長が増すと流下時間が減少する傾向となった。いずれもほとんど漏れ出さない結果となった。
- E) 素材の比較では、ポリビニルアルコールがPPより流下時間が増加する傾向で、0.4Vol.%では閉塞した。また、いずれもほとんど漏れ出さなかった。

その他の視点において圧縮強度の比較では、いずれも繊維なしと比べ差の小さい結果であるが、0.4Vol.%の場合63.4N/mm<sup>2</sup>と若干低下がみられた。できた材料を載せたふるいを下方から観察すると雫状に盛り上がるが落ちない状態となって漏れ出しが止まる様子が確認できた。

#### 4. まとめ

直接ノズルから吐出成形される直鎖状繊維 PP-S-P・PP-S-X・VY-S-Z タイプの水への分散性が高く、練混ぜの際、練混水に予め短繊維を分散させてから粉体と合わせる方法で練混ぜたところグラウト材に良く分散させることができた。グラウト材に例えば PP-S-X1.3x6, 2.2x6, 5.4x15 もしくは PP-S-P1.3x6, 2.2x6 を 0.2Vol.%か 0.4Vol.%ほど混入することで、J14 漏斗の流下性を維持しながら 5mm ふるいの透過性が劇的に減少したことから漏れ出し抑制に効果があり、特に十字断面(X)繊維の効果が高かった。

#### 【参考文献】

- 宮前俊之, 辻幸和, 池田正志, 大和田雅仁: 高粘性PCグラウトの製造に関する基礎研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.3, 2001
- 加藤祐哉, 藤江幸人, 藤原浩巳, 丸岡正知, 蛭名貴之: チクソトロピー性状を示すグラウトの充填性に関する研究, 土木学会年次学術講演会公演概要集第5部, pp369-370, Vol.58, 2003