

有機系短繊維混入コンクリートのポンプ圧送性に関する検討

清水建設技術研究所 正会員 ○浦野 真次
同 上 正会員 滝本 和志
同 上 正会員 高橋 圭一

1. 目的

有機系短繊維混入コンクリートは、ひび割れの抑制、剥落防止、あるいは高強度コンクリートの耐火性の向上など、各種の目的のために近年適用事例が増加している。各種使用用途および硬化後の要求品質に応じて、ポリプロピレン繊維やPVA 繊維などの種類、形状、および混入量が定められる。各種の有機系短繊維を混入したコンクリートをポンプ圧送する場合、短繊維の混入量が多いほど、混入前のベースコンクリートに対する混入後のスランプの低下量は大きくなるため、ポンプ圧送性は低下するものと考えられる。しかしながら、有機系短繊維を混入したコンクリートのポンプ圧送性に関する基礎的データは少なく、短繊維の混入が圧送性に及ぼす影響について十分に把握されていないのが現状である。本報では、スランプの範囲のコンクリートと高流動コンクリートに有機系短繊維を混入した場合について圧送実験を行い、有機系短繊維混入コンクリートの水平管 1mあたりの管内圧力損失について検討した結果を報告するものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験で使用した材料は表－1のとおりとし、形状の大きく異なるポリプロピレン製の短繊維を2種類使用した。外観は、PP1は綿状、PP2は繊維長が50mmと長い針状である。実験に用いたコンクリートの配合を表－2に示す。短繊維を混入しない比較用配合として27-15-20N、短繊維を混入する配合としてスランプの範囲のコンクリート（目標スランプ 21cm）、および高流動コンクリート（目標スランプフロー 65cm）の合計3種類を用いた。配合 No.1 は AE 減水剤、配合 No.2,3 は高性能 AE 減水剤を用いて製造した。

短繊維の混入率は、本実験で使用した有機系短繊維のこれまでの適用実績のうち混入率の大きい場合について検討するため、表－3の実験ケースに示すように、PP1は0.1Vol%、PP2は0.7Vol%とした。それ以外の混入率については、比較用として実験した。

2.2 圧送実験方法

コンクリートポンプは、最大吐出圧力 6.13MPa、最大吐出量 35 m³/h のピストン式ポンプを使用した。配管は、125A 管（5B 管）を用い、直管 84.2m、ベント管 8 箇所、テーパ管 1 箇所、フレキシブルホース 5m の実長計 100.2m（水平換算距離¹⁾ 155.2m）とした。圧送実験は、ベースコンクリートを製造後、フレッシュ性状を測定し、トラックアジテータ車のホッパ部分から直接短繊維を所定量投入した。投入後高速かくはんにて混合し、短繊維混入後（圧送前）および圧送後の試料を採取し、フレッシュ性状について試験した。

表－1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント	密度 3.16g/cm ³
細骨材	山砂	表乾密度 2.62 g/cm ³ 吸水率 1.51%
粗骨材	碎石	表乾密度 2.70 g/cm ³ 吸水率 0.66%
混和剤	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤、AE 減水剤	
短繊維 PP1	ポリプロピレン製、繊維長 12mm、厚み 18μm、密度 0.91g/cm ³	
短繊維 PP2	ポリプロピレン製、繊維長 50mm、アスペクト比 85、密度 0.92g/cm ³	
鋼繊維 SF	繊維長 30mm、φ0.6mm、密度 7.85g/cm ³	

表－2 コンクリートの配合

No.	種類	目標 スランプ・ フロー (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
1	27-15-20N	15	44.4	170	310	800	1032
2	スランプ (SL)	21	49.3	175	350	864	916
3	高流動 (SC)	65	54.9	170	525	890	753

表－3 実験ケース

配合	短繊維の種類	混入率 (Vol%)
27-15-20N	－	0
スランプ (SL) 用	PP1	0.1
	PP2	0.3
	PP2	0.7
高流動 (SC)	－	0
	PP1	0.1
	PP2	0.7
	SF	0.5

キーワード 有機系短繊維、ポンプ圧送、管内圧力損失、スランプ

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL 03-3820-6967

圧送速度は、 $20\text{m}^3/\text{h}$ および $30\text{m}^3/\text{h}$ の2ケースとし、同一バッチのコンクリートで目標 $20\text{m}^3/\text{h}$ の速度で圧送を行った後、目標 $30\text{m}^3/\text{h}$ の速度に切り替えて圧送した。なお、実験は夏期に行い、外気温 33°C 程度、コンクリート温度 $32\sim 34^\circ\text{C}$ 程度の条件で行った。

3. 実験結果

表-4 スランプ(スランプフロー)試験結果一覧

配合・繊維混入率	繊維混入前 スランプ・フロー (cm)	繊維混入後 圧送前スランプ ・フロー (cm)	$20\text{m}^3/\text{h}$ 圧送後 スランプ・フロー (cm)	$30\text{m}^3/\text{h}$ 圧送後 スランプ・フロー (cm)
27-15-20N	17.5	-	15.5	14.5
SL-PP1-0.1	23.0	20.0	19.0	19.0
SL-PP2-0.3	21.5	21.0	19.5	15.0
SL-PP2-0.7	24.0	15.0	13.5	13.5
SC-0	60.5	-	50.0	51.0
SC-PP1-0.1	66.5	49.5	44.5	40.0
SC-PP2-0.7	68.5	46.0	38.0	35.0
SC-SF-0.5	61.5	52.0	37.0	40.0

表-4に、ベースコンクリート、繊維混入後、目標 $20\text{m}^3/\text{h}$ の圧送後および目標 $30\text{m}^3/\text{h}$ の圧送後のスランプあるいはスランプフローを示す。スランプ用配合に短繊維を混入したケースでは、PP1は0.1Vol%の混入でスランプが3cm低下した。一方、PP2では0.3Vol%の混入でスランプの低下量は0.5cmであったが、0.7Vol%では9cm低下した。目標 $20\text{m}^3/\text{h}$ の圧送により、スランプは1.5~2.0cm低下した。高流動コンクリートの場合では、PP1は0.1Vol%の混入でスランプフローが17cm低下し、PP2では0.7Vol%では22.5cm低下した。目標 $20\text{m}^3/\text{h}$ の圧送により、無混入のSC-0も含めて5~15cmフローが低下する結果となった。いずれのケースにおいても、有機系短繊維の高い混入率はコンクリートのスランプあるいはスランプフローを低下させ、特に形状の長い場合に低下量が大きくなることが確認された。

スランプ配合のコンクリートの吐出量と水平管1m当りの管内圧力損失の関係を図-1に示す。図中には、高性能AE減水剤を用いた場合の圧力損失の標準値も示した¹⁾。AE減水剤を使用した27-15-20Nの配合は、高性能AE減水剤を用いた12cmの場合の圧力損失の標準値程度の値を示した。PP1を0.1Vol%混入したケースでは、18cmの標準値とほぼ同程度となった。また、PP2を混入したケースでは、混入量にかかわらず15cmの標準値とほぼ同程度となった。ベースコンクリートのスランプはいずれも21cm以上であるが、繊維混入後の圧力損失の値は、圧送後のスランプの圧力損失の標準値に近い値となっていると考えられる。

高流動コンクリートのケースの吐出量と管内圧力損失の関係を図-2に示す。いずれのケースでも粉体量が大きいので、吐出量の増加に伴う圧力損失の増大の勾配が大きくなった。繊維を混入していないSC-0のケースの圧力損失と比較してPP1で同程度、SF、PP2の順に圧力損失が大きくなっている。これは、繊維混入後のスランプの低下量が大きくスランプフローが小さくなるほど、管内圧力損失が大きくなるためと考えられる。

4. まとめ

本実験により、比較的混入量の大きい有機系短繊維混入コンクリートの水平管1mあたりの管内圧力損失について把握できた。今後さらにデータを蓄積し、短繊維混入コンクリートの圧送計画立案に活用する予定である。

参考文献 1) 土木学会編：コンクリートのポンプ施工指針[平成12年版]，pp.5-24，2000.2

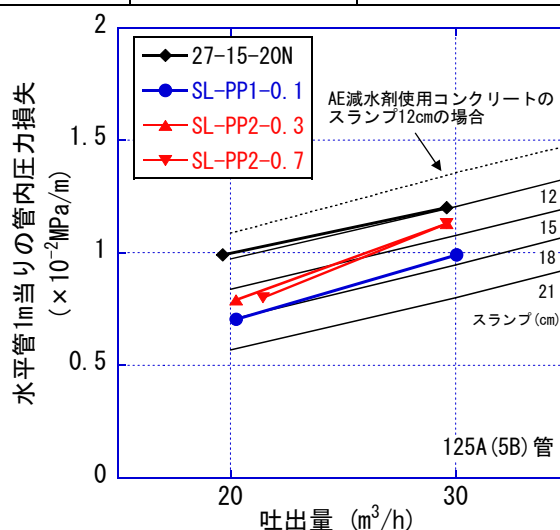


図-1 吐出量と管内圧力損失の関係(スランプ配合のケース)

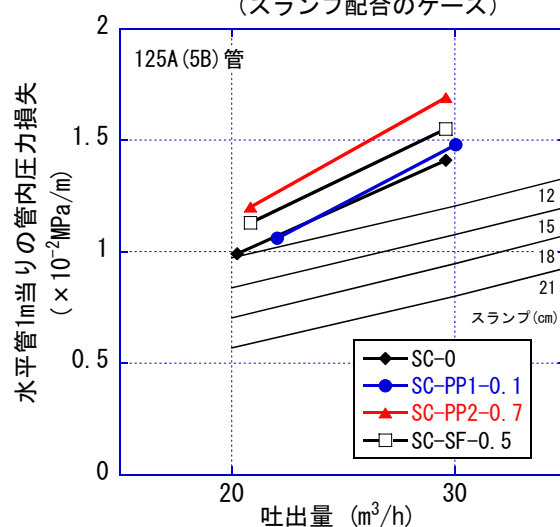


図-2 吐出量と管内圧力損失の関係(高流動配合のケース)