

超高強度の繊維補強モルタルの圧送性に関する実験的検討

株式会社大林組

正会員　○西澤　　彩　　正会員　川西　貴士

正会員　武田　篤史　　正会員　平田　隆祥

1. 目的

港湾構造物の塩害に対する耐久性の向上を目的として、超高強度繊維補強コンクリート（UFC）¹⁾や超高強度モルタルなどの採用が増加している。施工条件によっては、圧送する場合も生じるが、超高強度の材料は水粉体比が極めて小さく、粘性が高いため、圧送負荷の増大が懸念される。これまでに、UFC を定置式 10m³ ポンプで 60m の距離を圧送した実績はあるが²⁾、断面修復工事などでは、さらに小規模な圧送が求められる。また、コンクリートのポンプ施工指針³⁾では、圧縮強度が 120N/mm² 程度以下、水粉体比が 20% 以上のコンクリートに関する知見は記述されている。しかし、さらに高強度、低水粉体比のコンクリートに関する知見は少なく、吐出量 10m³ 以下の小規模圧送に関する記述はない。

そこで、本研究は、水粉体比 15.5% の超高強度の繊維補強モルタルを用いて、スクイーズ式ポンプによる圧送試験を行い、ホースの内径や圧送距離の違いが、管内圧力および吐出量に与える影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 配合および使用材料

実験に使用したモルタルの配合を表-1 に示す。粉体には特殊プレミックス粉体²⁾を使用し、繊維はひび割れ低減の観点から鋼繊維および有機繊維を使用した。

2.2 圧送試験の概要

2 種類の圧送試験の概要を図-1 および図-2 に、使用した機材の概要を表-2 に示す。図-1 の実験 1 では、内径が 40A（1 1/2in）で長さ 10m の耐圧ホースを用いて、吐出圧力と吐出量を測定した。

図-2 の実験 2 では、配合 No.1 のモルタルについてのみ実施し、内径が 50A（2in）の耐圧ホースを用いて、長さを 20、40、および 50m の 3 水準に変化させた。ポンプの吐出圧力を 1.5MPa および 1.8 MPa の 2 水準として、管内圧力と吐出量を測定した。

管内圧力は、フラッシュダイアフラム型圧力計を所定の位置に設置し、動ひずみ計を用いて測定した。時間

キーワード 圧送, 超高強度, 吐出量, 管内圧力損失

表-1 モルタルの配合

配合 No.	水粉体比 (%)	単位量 (kg/m ³)			単位量 (kg/m ³)	繊維混入率 (vol%)	
	W/P	P	S	W	SP	OG	SF
	—	特殊プレミックス粉体	細骨材	水	高性能減水剤	有機繊維	鋼繊維
1	15.5	1830	331	230	22	0.3	—
2	15.5	1830	331	230	22	0.3	1.0

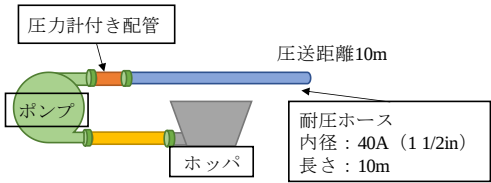


図-1 圧送試験の概要(実験 1)

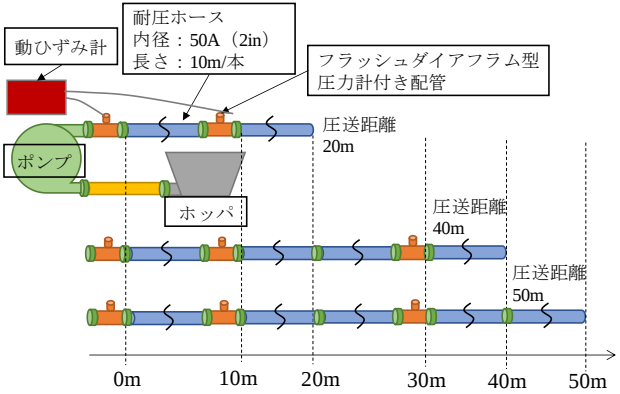


図-2 圧送試験の概要(実験 2)

表-2 圧送試験に使用した機材の概要

モルタルポンプ	スクイーズ式ポンプ（最大吐出圧力：2.5MPa, 吐出量：最小50L/min, 最大100L/min）
ホッパ	スクリュー式ホッパ
モルタルホース	実験1：耐圧ホース（内径40A, 長さ10m） 実験2：耐圧ホース（内径50A, 長さ10m）
圧力計	フラッシュダイアフラム型圧力計（最大圧力5MPa）

当たりの吐出量は、3L のモルタルが排出される時間を 3 回測定し、その平均で算出した。

3. 結果および考察

3.1 圧送試験結果（実験 1）

モルタルの品質試験結果を表-3 に、吐出量と管内圧力の関係を図-3 に示す。配合 No.1 および配合 No.2 ともに、スクイーズ式ポンプを用いて圧送できた。吐出量

と管内圧力は、概ね線形関係を示した。配合 No.1 よりも配合 No.2 の方が、同じ吐出量を得るときの管内圧力が若干大きい、繊維の違いによる管内圧力の差は小さいと考える。

3.2 圧送試験結果（実験 2）

圧送距離と管内圧力の関係を図-4 に示す。いずれのケースについても、圧送距離が 10m までに管内圧力が大幅に低下した。また、圧送距離の増加に伴い、管内圧力が大きくなった。

3.3 吐出量と管内圧力損失の関係（実験 1, 2）

実験 1 および実験 2 における、吐出量と管内圧力損失の関係を図-5 に示す。管内圧力損失は、それぞれの実験での吐出圧力を圧送距離で除して算出した。

いずれのケースも、吐出量と管内圧力損失は概ね線形関係を示した。また、ホースの内径を 40A から 50A に 1.25 倍にすると、管内圧力損失は約 5 分の 1 に小さくなり、吐出量の増大に対する管内圧力損失の増分も小さくなった。配管の内径を大きくすることで、吐出量の増大および長距離の圧送が可能になると考える。

配管の内径および吐出量が異なるが、配管の内径が大きくなると、吐出量に対する管内圧力損失の傾きが緩やかとなる傾向は、スランプ 12cm の普通コンクリート³⁾と同様である。

本実験では、ポンプ施工指針³⁾で対象としていない、低水粉体比のモルタル、かつ吐出量 10m³ 以下の小規模圧送時の管内圧力損失を定量的に示した。

4. まとめ

- 1) 水粉体比 15.5% の超高強度の繊維補強モルタルを、スクイーズ式ポンプおよび内径 50A のホースを用いて、吐出圧力 1.8MPa で圧送した場合、圧送距離 20m で吐出量 822 L/h、圧送距離 50m で吐出量 491L/h、であった。
- 2) ホースの内径 40A から 50A に 1.25 倍にすると、管内圧力損失を 5 分の 1 に低減できることを確認した。

参考文献

- 1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），No.113，2004
- 2) 石関嘉一ほか：「スリムクリート®」の港湾構造物リニューアル工事への適用，大林組技術研究所報，No.75，2011
- 3) 土木学会：コンクリートのポンプ施工指針，No.135，pp.17-76，2012

表-3 品質試験結果

配合 No.	フレッシュ品質試験				硬化物性
	モルタルフロー	250mm 到達時間	空気量	単位容積質量	圧縮強度
	mm	秒	%	kg/m ³	N/mm ²
1	306	15.7	2.0	2432	197
2	309	19.2	1.8	2452	196

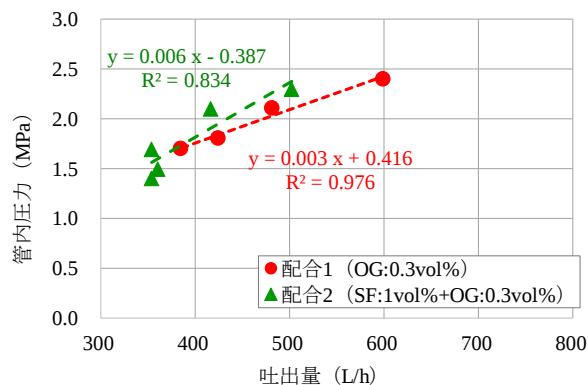


図-3 吐出量と管内圧力の関係（実験 1）

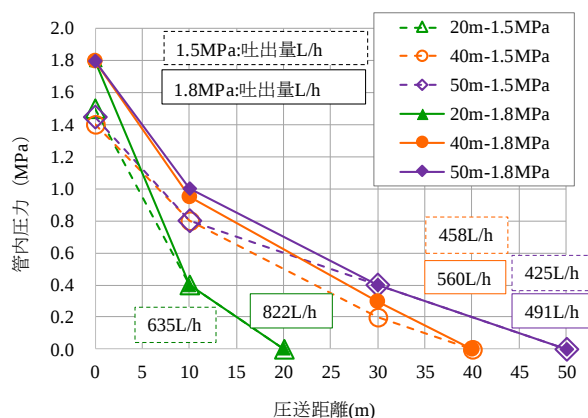


図-4 圧送距離と管内圧力の関係（実験 2）

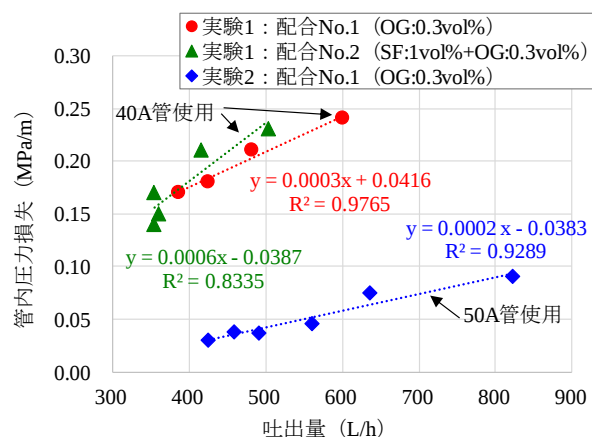


図-5 吐出量と管内圧力損失の関係（実験 1, 2）

謝辞 本実験は宇部興産（株）の皆様にご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。