

常温養生ジオポリマーモルタルを用いた湿式吹付け工法の検討

○ (株) ケミカル工事 正会員 福井拓也, 正会員 阿久根航, 正会員 神田利之, 正会員 若杉三紀夫,
(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 上原元樹, ミトラボ 非会員 水戸祥彦

1. はじめに

近年, CO₂排出量の削減に貢献できる建設材料として, ジオポリマーが注目されており, 特に常温硬化性が付与され, 種々の環境で左官性に優れる常温養生ジオポリマーモルタル(GPM)¹⁾には, 左官施工に加えて吹付け施工へのニーズが期待される. 簡易スプレーガンを用いた吹付け施工において良好な結果が報告¹⁾されているが, 建設工事の大断面補修時には, 大量の材料を使用する必要がある, 湿式吹付けシステムなどが使用される. 本研究では, 断面修復工法の湿式吹付けシステムを用いて, GPMの適用性を検討した.

2. 試験方法

2.1 使用材料および使用機械

材料として, フライアッシュ(FA) JIS I種 2.40g/m², 高炉スラグ微粉末(BFS) 2.91 g/cm², 3号, 4号, 6号の混合珪砂(S1)または, 5号, 6号, 8号の混合珪砂(S2), シリカフューム(SF) JIS A 6207 相当, 流動化遅延剤(SP1)および, 収縮低減剤(SP2)を事前にプレミックスして使用した. また, 湿式吹付けシステムの概要を図-1に示す.

2.2 配合と混練

表-1にGPMの配合を示す. 配合①と②では前述した珪砂の組合せで骨材の粒度が異なる. S1が粗め, S2は細めの粒度である. 試験1~3ではW/Pを段階的に少なくした. GPMの混練は「Si成分粉体添加その場溶解法」²⁾に従った.

2.3 フローおよび圧送性

JIS R 5201に準じてフローを測定した. モルタルポンプの出口に圧力計を設置し, 延長10mのホース圧送時における圧力を測定した. また, 圧送および吹付け後15分間停止し, 再圧送が可能かを確認した.

2.4 吹付け性

垂直に設置したコンパネに材料を吹付け, 吹付け厚を確認した. また, 施工箇所のダレ性状を3段階で評価した.

2.5 圧縮強度

φ50mm×100mm円柱供試体を用いて材齢7日および28日の圧縮強度を測定した.

2.6 付着強度

300×300×60mmのコンクリート平板(JIS A 5371-2010)に約20mmの厚みでコテ塗りにより試験体を作製した. 下地処理方法として, 1)無処理, 2)水湿しおよび3)Ac・EVAプライマー塗布の3通りの条件で, 混練用ミキサとしてホーバート(HV), ハンド(HD)お

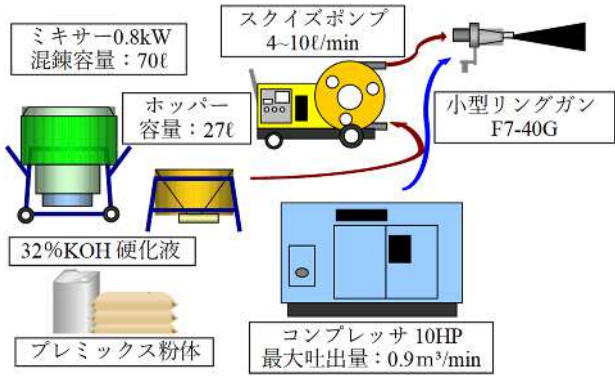


図-1 湿式吹付けシステムの概要

表-1 GPMの配合

配合	試験	配合条件			単位量 (Kg/m³)							
		A/W	Si/A	W/P	FA	BFS	S1	S2	SF	SP1	SP2	32%KOH
①	1	0.15	0.28	1.17	248	299	1329	—	34	1.06	8.02	355
	2	0.15	0.32	1.03	256	309	1374	—	35	1.10	8.29	322
	3	0.15	0.34	0.95	261	315	1400	—	36	1.12	8.44	303
②	4	0.15	0.32	1.03	257	309	—	1374	35	1.10	8.29	322

A/W: アルカリ量/純水量 (モル比), Si/A: ケイ素量/アルカリ量 (モル比), W/P: 純水量/粉体量 (体積比)

キーワード ジオポリマー, 補修, 湿式吹付け

連絡先 〒658-0024 兵庫県神戸市東灘区魚崎浜町 5-5 (株)ケミカル工事 TEL: 078-411-9111

表-2 GPM のフロー，圧送性および吹付け性試験結果

配合	試験	採取時	気温 (℃)	液温 (℃)	混練物 (℃)	フロー (mm)		吹付け厚 (mm)	吐出量 (ℓ/min)	吐出直後		リバウ ンド	ダレ
						0 打	15 打			圧力 (MPa)	圧送 可否		
①	1	混練直後	4.9	8.5	11.5	155×160	200×200	8～10	4.2	0.0～0.4	○	◎	×
		圧送後筒先	4.9	—	10.5	190×190	220×220	—	—	—	—	—	—
		15分後筒先	4.9	—	10.5	195×195	225×225	—	—	0.0～0.4	○	—	—
	2	混練直後	4.8	7.9	10.7	125×125	165×170	—	—	—	—	—	—
	3	混練直後	4.4	7.9	9.9	115×115	155×155	10～18	—	0.1～0.8	○	—	○
②	4	混練直後	4.4	7.9	10.6	110×110	160×155	18～20	1.5	0.1～0.8	○	—	◎

×：不良(ダレ)，○：良好，◎：極めて良好

およびモルタル(MR)の3種類のミキサを用い、5℃および20℃の気中で養生して、材齢7日で建研式簡易引張試験方法に準じて測定した。

3. 実験結果

3.1 フロー，圧送性および吹付け性

表-2にGPMのフロー，圧送性および吹付け性試験結果を示す。混練直後に対し、圧送後の筒先、15分後の筒先のフロー値は増加した。これは、SFが時間とともにアルカリに溶解したことによるものと推測される。また、W/Pが減少するほどフロー値は小さくなった。いずれの配合においてもポンプ圧送は可能であり、混練直後と15分後の圧力はほぼ同等であった。ポンプ停止15分後の再圧送も可能であった。

写真-1に吹付け状況を示す。W/P=1.17(試験1)の吹付け厚は8～10mmが限界であり、ダレが生じた。W/P=0.95(試験3)の吹付け厚は10～18mmで、試験1と比較して改善したが、若干のダレが生じた。試験4は、骨材を細かくして、W/P=1.03で実施したものであり、フロー値は試験3と同等であったが、吹付け厚は18～20mmで、ダレはなく極めて良好であった。

3.3 圧縮強度

図-2に圧縮強度試験結果を示す。試験1では混練直後、圧送後筒先、15分後の再圧送筒先でほぼ同等であった。いずれの配合でも材齢と共に強度が増加しており、W/Pが低いほど、圧縮強度が高くなる傾向が見られた。配合①と②では、同様のW/Pである試験1と試験4を比較すると、材齢28日で細かい骨材を使用した配合②の強度が高くなった。

3.4 付着強度

無処理および水湿しでは、ほとんどが0/mm²となったが、プライマー処理では表-3に示す通り。平均0.8～1.9N/mm²の付着強度であった。

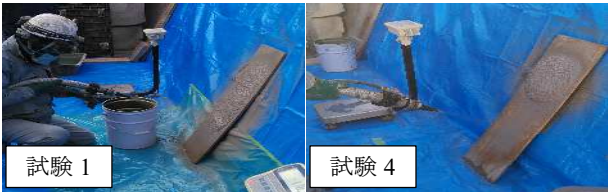


写真-1 吹付け状況

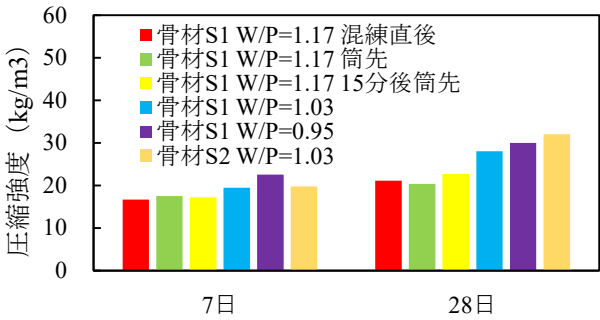


図-2 圧縮強度試験結果

表-4 付着強度

養生	ミキサ	付着強度 (N/mm ²)			
		1	2	3	平均
5℃	HD	0.12	1.77	0.51	0.80
	HV	0.68	0.68	1.09	0.82
20℃	HD	0.99	1.70	2.98	1.89
	MR	0.51	0.66	1.19	0.78

4. まとめ

常温養生GPMは、汎用の湿式吹付けシステムを用いた施工試験で良好な圧送性および吹付け性が確認された。また、専用のプライマーを用いた場合の付着強度もばらつきはあったが概ね良好であった。

参考文献

1) 上原元樹，佐藤隆恒：「ジオポリマー吹付モルタルの調製と諸特性」，コンクリート工学年次論文集，Vol.44，No.1，2022

2) 上原元樹，佐藤隆恒，小坂征雄，山口正廣：左官用ジオポリマーモルタルの室温養生による調製と諸特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.1，pp1937-1942，2019