

ジオポリマー吹付モルタルの配合と諸性状

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 上原 元樹  
 (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 佐藤 隆恒

1.目的

筆者らは種々の環境において左官性に優れた常温養生ジオポリマーモルタル(GP-M)を試作し、それらが耐酸性、耐熱性及び耐糖性に優れていることを明らかにした。その結果、例えば、一般的なセメントモルタルの適用が困難な食品や製糖工場の屋上や床面でも左官用 GP-M が使用できる可能性が示されている<sup>1)2)</sup>。一方、大面積の補修を考えたとき、左官施工に加えて吹付施工への期待が大きいことから、GP-Mによる適用性に関して研究を行っている。筆者らは種々の水/粉体比(W/P)で吹付用 GP-M を作製した結果、W/P が大きくなるにつれて、圧縮強度・引張強度や酸に対する抵抗性が低下し、GP構造がある程度維持される 700℃までは W/P が小さい試料で強度低下が少ないが、800℃以上ではGP構造が維持されず W/P の高温耐性に与える影響は小さいことなどを明らかにしてきた<sup>3)</sup>。また、高 W/P で吹付厚が大きいときや鉛直方向に吹き付けたときにひび割れが生じやすかったが、W/P0.94 の配合では、鉛直・水平方向に 1cm 厚で吹き付けた場合もひび割れは生じないことを確認している<sup>3)</sup>。ここで、既研究<sup>3)</sup>ではセメント強さ用標準砂を使用したため表面性状が荒かった。そこで、本研究では異なる粒度の骨材を使用し、それと W/P の相違が吹付 GP-M の施工性や表面平滑性等に与える影響を検討した。

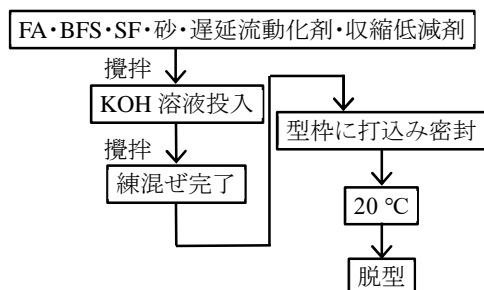


図1 GPモルタル作製手順(溶解法)

2 試料の作製

GP 吹付モルタルの作製は、上原他<sup>1)2)</sup>が左官用 GP モルタルを作製した手法を踏襲して「Si 成分粉体添加そ

表 1 GP-M の作製配合

試番	A/W		W/P	kg/m <sup>3</sup>							31.9% KOH
	モル比	体積比		FA	BFS	S	SF	SP1	SP2		
1	0.15	0.200	0.96	302.3	183.3	1581.4 <sup>1)</sup>	18.14	0.97	7.33	266.2	
2	0.15	0.200	1.40	275.5	167.0	1441.1 <sup>1)</sup>	24.17	0.97	7.33	353.9	
3	0.15	0.200	0.96	302.3	183.3	1581.4 <sup>2)</sup>	18.14	0.97	7.33	266.2	
4	0.15	0.200	1.40	275.5	167.0	1441.1 <sup>2)</sup>	24.17	0.97	7.33	353.9	
5	0.15	0.216	0.94	227.8	276.2	1588.6 <sup>3)</sup>	16.09	0.82	7.30	260.6	
6	0.15	0.216	1.02	223.3	270.8	1557.6 <sup>1)</sup>	20.34	0.97	7.30	279.9	
7	0.15	0.216	1.40	206.7	250.6	1441.6 <sup>2)</sup>	24.00	0.82	6.69	352.1	
8	0.15	0.216	1.40	206.7	250.6	1441.7 <sup>2)</sup>	25.60	0.88	6.69	352.1	
9	0.15	0.216	1.38	207.0	251.0	1443.9 <sup>3)</sup>	25.45	0.97	7.37	350.7	
10	0.15	0.216	1.38	207.0	251.0	1443.9 <sup>3)</sup>	25.45	0.97	11.06	350.7	

A/W: アルカリ量/純水量(モル比), FA:フライアッシュ  
 Si/A: ケイ素量/アルカリ量(モル比), BFS: 高炉スラグ微粉末  
 W/P: 純水量/粉体量(体積比), SF: シリカフェーム  
 SP1: 流動化遅延剤, SP2: 収縮低減剤  
 1): 珪砂 3号 35%, 4号 30%, 6号 35% 混合  
 2): JIS R 5201 セメント強さ試験用標準砂  
 3): 6号珪砂

の場合溶解法、以下、溶解法」で作製した。図1に吹付用 GP-M の作製手順、表1に配合を示す。作製方法及び配合記述は、既報告の上原他<sup>1)2)</sup>に従い、使用溶液におけるアルカリ成分と水とのモル比(A/W)とシリカフェーム(SF)中のケイ素と溶液中のアルカリ成分とのモル比(Si/A)の各モル比で示した。

3. 試験方法

表1の配合1~10で作製したフレッシュ GP-M に関して、JIS R 5201:2015「セメントの物理試験方法」に準拠してモルタルフローの値を測定した。

表1の配合1~10で作製した5φ×10cmのGP-M

表 2 GPモルタルのフレッシュ性状と各種強度

配合	W/P 体積比	骨材 種	モルタルフロー		練上温度 ℃	28日圧縮強度 MPa
			0打	15打		
			mm			
1	0.96	1	101.0	125.5	21.0	60.7
2	1.40	1	140.0	199.0	19.1	32.9
3	0.96	2	125.0	176.5	20.3	68.4
4	1.40	2	230.5	277.0	18.1	35.1
5	0.94	2	155.0	199.0	19.5	71.8
6	1.02	1	103.0	125.0	21.9	77.9
7	1.40	2	197.5	236.5	17.5	49.0
8	1.40	2	143.0	194.5	18.4	50.8
9	1.38	3	103.0	144.5	21.2	52.0
10	1.38	3	104.5	143.0	19.8	52.3

1): 珪砂 3号 35%, 4号 30%, 6号 35% 混合  
 2): JIS R 5201 セメント強さ試験用標準砂  
 3): 6号珪砂

キーワード ジオポリマー, 吹き付け, 配合, 付着強度

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 TEL042-573-7338

供試体に関して、20°Cで封緘養生を行い、28日間経過後 JIS A 1108 : 2018「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠して圧縮強度を測定した。

表1の配合1~10で作製したGP-Mを重力式リシン・モルタルスプレーガンで市販のコンクリート板に吹き付けて、その性状を観察した。吹付厚さは10mm、吹付方向は水平方向、吹付空気圧力は0.49MPa、ノズル径は6.5mmである。また、建研式の接着力試験器により吹付GP-Mとコンクリート平板下地との付着強度を40mm四方のアタッチメントを使用して、28日経過時に測定した。

#### 4.結果と考察

表2に本試験で作製したGP-Mのフレッシュ性状と28日圧縮強度を示す。市販珪砂の配合は、標準砂の粒度分布に近くなるよう市販珪砂を配分したものであるが、配合1と3、配合2と4を比較すると、標準砂を使用した方が同一配合でもフロー値が大きくなる傾向であった。また、収縮低減材料を変化させた配合9と配合10ではフロー値にほとんど変化は無くフレッシュ性状に与える影響は小さかった。

図2に代表的な吹付GP-Mの表面外観写真を示す。標準砂及び市販珪砂を標準砂と同様な粒度分布に近く分配したものに関して表面状況に大きな差は無く、比較的大きな細骨材粒が、吹付GP-M表面に露出する傾向であった。また、吹き付けのしやすさ及び表面形状はW/Pの影響が大きく、W/Pが0.96の試料では、細骨材粒が目立ち、W/Pが1.40のものでは比較的小骨材粒が目立たない傾向であった。

図3は下地コンクリートに対して吹き付けを実施した

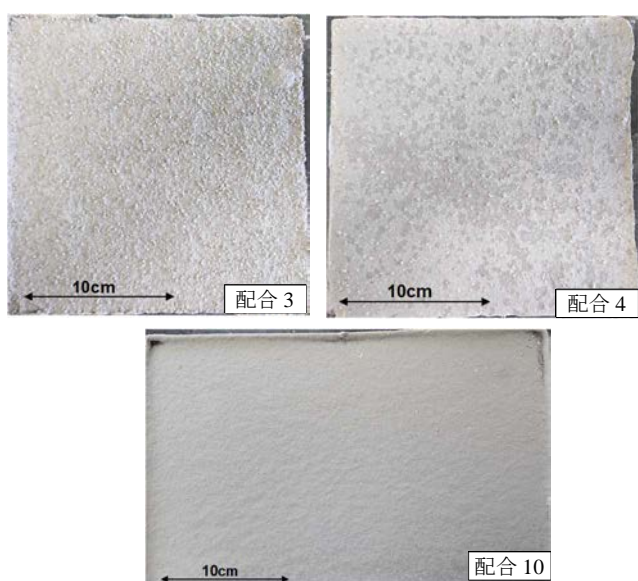


図2 GP-Mの外観写真例

GP-M に関して付着試験を実施した結果である。比較のために同様の配合で作製し、参考文献<sup>3)</sup>における試験結果も合わせて記す。本試験では、既存の試験結果<sup>3)</sup>と比較して付着強度が非常に小さくなった。以前の試験では、付着試験において下地コンクリートが破壊したが、今回の試験では表層が剥離するような形でGP-M内で破壊した。圧縮強度は高強度となっていることから、吹付施工時に界面が生じた可能性が考えられるが詳細は不明である。今後、吹付施工方法と吹付GP-Mとの詳細を更にしていく予定である。

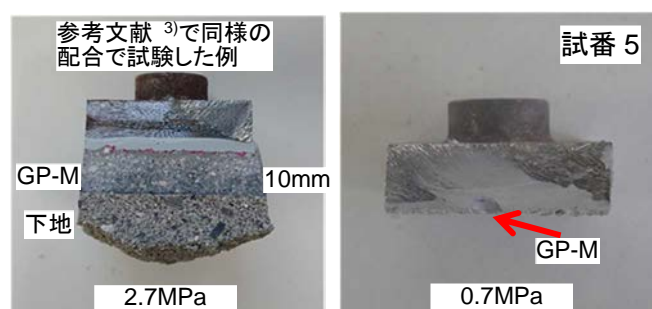


図3 GP-Mの付着試験後の様子

#### 5.まとめ

使用骨材の粒度やW/Pが異なるGP-Mを吹付施工した。その結果、

- (1)吹き付けのしやすさ及び表面形状はW/Pの影響が大きく、W/Pが小さい場合、細骨材粒が目立つ傾向であった。また、骨材粒度が小さい場合、同様のフロー値を得るにはW/Pが大きくなるが、平滑度の高い表面性状が得られた。
- (2)付着試験において、表層で剥離が生じ、同様の配合で作製した参考文献<sup>3)</sup>の試料と比較して付着強度が小さくなった。今後、吹付施工の方法と吹付GP-Mとの関係をより詳細に検討する予定である。

#### 参考文献

- (1)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.
- (2)上原元樹, 佐藤隆恒: 左官用ジオポリマーモルタルの硬化性状: 養生温度と糖分の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.43, No.1, pp.1325-1330, 2021.7
- (3)上原元樹, 佐藤隆恒, コンクリート工学年次論文集, Vol.44 投稿中