

左官用ナトリウム(Na)及びカリウム(K)型ジオポリマーモルタルの諸特性

(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
 カドヤ工業(株) 小坂 征雄
 (株)タカボシ 山口 正廣

1. 目的

筆者らは高炉スラグ微粉末(BFS)で一部置換したフライアッシュ(FA)を粉体原料として、左官用ジオポリマー(GP)モルタルを試作している¹⁾。ここで、試作した GP モルタルはアルカリ源としてナトリウム(Na)系材料を使用したもの(以下、Na-GP)で、セメントモルタル板に対する左官施工時の作業性や付着強度も良好でひび割れも生じなかった。したがって、Na-GP が左官用モルタルとして実用的に使用可能であることが示された。一方、GP の配合においてカリウム(K)源を使用した GP(以下、K-GP と記す)は、凝結が生じにくく可使用時間が延伸して粘性も低くなることから、さらなる作業性の向上が期待される。一般的に K 系材料は Na 系材料と比較して高コストとなるため、土木材料としての研究例は少なかった。しかし、想定した左官補修における使用原材料コストの試算は、両材料に大きな相違はなく K 系材料でも十分に使用できることがわかった。そこで、本研究では NaOH を使用した既報告の Na-GP の配合を元に、アルカリ源として KOH を使用した左官用 K-GP モルタルを試作し、アルカリ源による性質の相違を検討した。

2. 試料作製

2.1 Na-GP および K-GP モルタルの作製

作製した GP モルタル配合を表 1 に示す。作製方法及び配合記述は上原ら²⁾に従い、使用溶液におけるアルカリ/水(以下、A/W 比)とケイ素/アルカリ(以下、Si/A 比)の各モル比で示した。K-GP の配合における W/P は試番 Na-1 におけるフロー値とおよそ同様になるよう調整した。

表 2 は表 1 で作製した供試体試験結果から、より実施工に近い形でセメントモルタル下地に各 GP を左官施工したときの配合である。

3. 試験結果

表 3 に表 1 で作製したモルタルの練上り温度、圧縮強度とフロー値を示す。K-GP は、同一 A/W 比、Si/A 比で調製した Na-1 と K-6 を比較すると W/P(水量)が 8.5%程度低減した。ただし、K-

表 1 GP モルタル供試体の作製配合

試番	FA	BFS	SF	骨材	48%NaOH (aq.)	48%KOH (aq.)	水	GNa	A/W	Si/A	W/P
	kg/m ³							モル比		体積比	
Na-1	314.1	254.0	17.3	1570.6	119.8	---	111.7	2.62	0.15	0.20	0.797
Na-2	315.8	255.4	8.7	1579.2	120.5	---	112.2	2.63	0.15	0.10	0.797
Na-3	312.4	252.6	25.8	1562.3	119.2	---	111.1	2.60	0.15	0.30	0.798
Na-4	317.1	256.4	11.6	1585.4	80.6	---	133.3	2.64	0.10	0.20	0.795
Na-5	311.4	251.8	22.9	1557.2	158.4	---	90.5	2.60	0.20	0.20	0.799
K-6	318.4	257.4	16.3	1591.9	---	158.3	80.3	2.62	0.15	0.20	0.735
K-7	321.1	259.7	10.8	1605.8	---	105.6	107.7	2.64	0.10	0.20	0.729
K-8	315.8	255.4	21.7	1579.2	---	211.0	52.9	2.60	0.20	0.20	0.741

GNa: グルコン酸ナトリウム

骨材: 強度試験用標準砂(JIS R 5201)

表 2 左官施工時の GP モルタルの作製配合

試番	FA	BFS	SF	骨材	48%NaOH (aq.)	48%KOH (aq.)	水	GNa	A/W	Si/A	W/P
	kg/m ³							モル比		体積比	
Na-A	309.3	250.0	18.5	1546.3	128.0	---	117.9	2.58	0.15	0.20	0.859
Na-B	305.9	247.3	19.3	1529.3	133.5	---	123.2	2.55	0.15	0.20	0.907
Na-C	307.8	248.8	13.2	1538.9	91.5	---	150.3	2.57	0.10	0.20	0.926
K-D	314.9	254.8	17.4	1575.4	---	165.8	84.1	2.62	0.15	0.20	0.779

GNa: グルコン酸ナトリウム

骨材: 混合珪砂

表 3 GP モルタルのフロー値と圧縮強度

試番	練上り温度 (°C)	15 打フロー (mm)	圧縮強度(MPa)	
			1 日	7 日
Na-1	22.4	155	11.3	46.5
Na-2	26.5	150	9.5	43.0
Na-3	23.8	155	9.5	46.7
Na-4	22.8	154	3.4	47.0
Na-5	24.6	149	9.0	43.7
K-6	21.4	164	4.7	46.4
K-7	21.7	148	3.3	48.5
K-8	21.3	172	2.5	39.7

圧縮強度: 材齢まで封緘静置したときの圧縮強度

表 4 GP モルタルの左官作業性状と付着強度

配合	コテ 作業性	ひび割れ 剥離	付着強度 (MPa)
Na-A	○	◎	1.89
Na-B	◎	◎	2.09
Na-C	◎	◎	2.14
K-D	◎	◎※	2.31

コテ作業性

◎: 伸び良好。コテ付着無し。

○: 粘性が高いがコテ付着無し。

ひび割れ剥離

◎: ひび割れ剥離なし。

※: 水湿した場合。

キーワード: ジオポリマー, 左官, フライアッシュ, 高炉スラグ, 収縮

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 TEL 042-573-7338

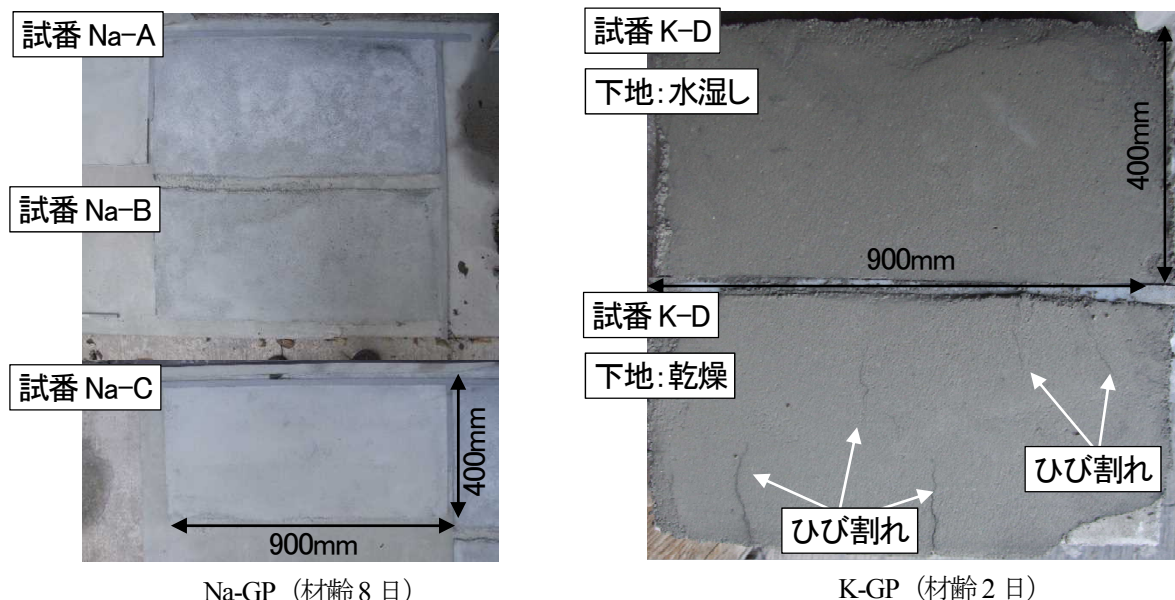


図1 屋外施工した Na 及び K 型左官用 GP モルタル

GP の方が Na-GP と比較して、硬化反応の進行が遅く、1 日強度は Na-GP と比較して小さくなった。

図1は Na-GP 及び K-GP を 10mm 厚でモルタル下地に左官施工した写真である。そのときの作業性の評価を表4に記す。K-GP は Na-GP と比較して、コテ作業性が非常に良好で平滑な面に仕上がりやすい。また、モルタル下地との付着強度も 2.31MPa と十分な強度が得られた。一方、表3に示されるように K-GP は硬化反応が遅くなり、冬期で気温が低い場合には、軽歩行が可能となるのに1日を要した。また、K-GP は Na-GP と比較して下地処理の影響が大きく、Na-GP では特に水湿し等の処理を実施しなくても良好な付着が得られ、ひび割れは発生しなかったが、K-GP では十分な水湿しを実施しない場合には剥離傾向となりひび割れも発生した。GP でしばしば問題となるエフロ

レッセンスに関して、Na-GP では水洗で簡単に除去可能な Na_2CO_3 のエフロレッセンスが発生しやすかったが、K-GP では全く発生しなかった。

図2は表1の各モルタルに関して、 $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ の試料を用いて材齢1日の脱型時から収縮量を 20°C 湿度 60% の環境で測定した結果である。同一配合では、水量が少ないのにもかかわらず K-GP の収縮の方が大きい傾向であった。したがって K-GP でひび割れが生じやすかった原因として、硬化が遅く、強度が低いうちに収縮量が大きくなることが考えられた。

4. まとめ

左官施工用の K-GP モルタルを試作し、既発表の左官用 Na-GP モルタルと比較した。その結果、

- (1) K-GP の粘性は低く、左官作業性は Na-GP と比較して非常に良好であった。
- (2) K-GP ではエフロレッセンスの発生は認められなかった。
- (3) K-GP の強度発現は Na-GP と比較して遅く、下地処理の影響を受けやすい傾向であった。
- (4) K-GP の収縮ひずみは同様の配合の Na-GP と比較して大きい傾向であった。特に低温環境での硬化速度が遅くなることから、冬期にはひび割れが生じやすくなることが考えられる。そこで、今後、配合等において、さらに検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 上原他: 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大会, 2019. 印刷中。
- 2) 上原他: ジオポリマー硬化体の配合・作製法と諸性質, コンクリート工学年次大会, 2015.

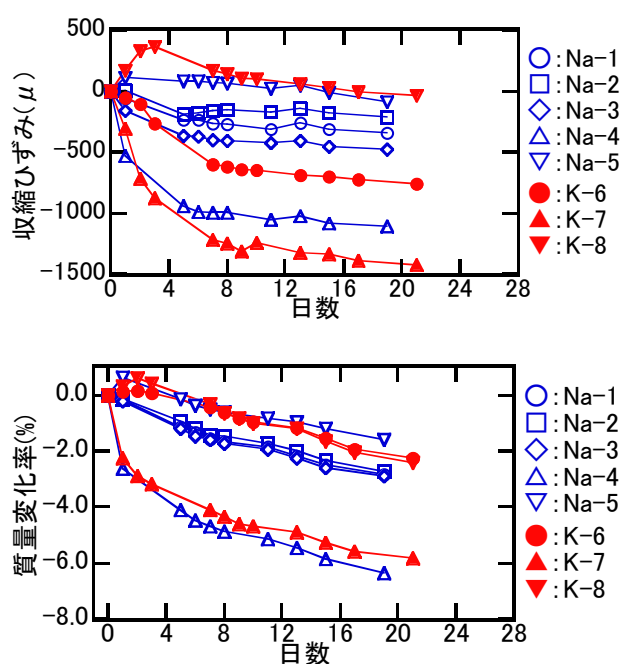


図2 GP モルタルの収縮ひずみ及び質量変化率