

左官用ジオポリマーモルタルの硬化性状における糖分添加と養生温度の影響

(公財)鉄道総合技術研究所
(公財)鉄道総合技術研究所
カドヤ工業(株)
(株)タカボシ

正会員
正会員

○ 上原 元樹
佐藤 隆恒
小坂 征雄
山口 正廣

1 緒言

筆者らはフライアッシュ(FA)を高炉スラグ微粉末(BFS)で一部置換した粉体を出発材料としたジオポリマー(GP)の配合と諸性質との関係を蒸気養生コンクリートにおいて明らかにしてきた¹⁾。その結果、GP-プレストレストコンクリートまくらぎを営業路線に試験敷設する等の成果を得ている²⁾。一方、GPの高耐酸特性や高耐火特性を活かして、それを補修用の材料として使用する試みも行われており³⁾、筆者らの研究においても左官用GPモルタルとして良好な結果を得ている⁴⁾。また、食品工場の屋上や製糖工場の床面では、補修コンクリートが劣化と補修を繰り返す事例もあり、これは糖分によるカルシウム(Ca)成分の溶出のためと報告されている^{5,6)}ことから、遊離したCa成分を含まないGP硬化体は耐糖性を有した補修材料としても期待される。

ここで、上記、糖分によるコンクリートの劣化として硬化コンクリートの糖分によるCa成分の溶出が報告されているが、それにより実際に硬化コンクリートの耐久性が低下するか否かは必ずしも明確ではない。一方、左官補修において、補修箇所がわずかでも糖分を含む場合、一般的なセメントでは硬化不良が生じる可能性が高いが、左官用GPモルタルの硬化時の耐糖性と配合との関係を報告した例はない。

そこで、本研究では糖分を添加したGP左官用モルタルの硬化性状に関して検討した。また、GPの左官施工で問題となる環境温度に関して5℃及び25℃における常温領域のGPの硬化特性も併せて検討した。

2 試料の作製

表1に作製したGPモルタルの配合を示す。作製方法及び配合記述は上原ら⁷⁾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。また、比較のために、W/C50%の普通ポルトランドセメントのモルタルも併せて作製した。作製したモルタルは5℃あるいは25℃の恒温槽に密封して静置し、7日経過時、及び28日経過時に圧縮強度を測定した。

3 結果と考察

図1に5℃及び25℃で養生した各試料の7日経過時と28

表 1 GP モルタル供試体の作製配合

試料	FA	BFS	SF	骨材	48%KOH	水	GNa	砂糖	A/W	Si/A	W/P
	kg/m ³								モル比		体積比
K-1N	355.6	287.6	12.0	1495.2	117.0	119.3	2.88	---	0.10	0.20	0.730
K-2N	350.9	283.7	8.9	1487.7	174.4	88.5	2.87	---	0.15	0.10	0.736
K-3N	348.4	281.7	18.0	1489.2	174.6	88.6	2.87	---	0.15	0.20	0.742
K-4N	350.7	283.5	26.9	1487.1	174.4	88.5	2.86	---	0.15	0.30	0.736
K-5N	348.2	281.5	23.7	1476.4	230.8	57.9	2.84	---	0.20	0.20	0.736
K-6N	290.8	351.4	18.0	1489.3	174.6	88.6	2.87	---	0.15	0.20	0.743
K-1Y	355.6	287.6	12.0	1495.2	117.0	119.3	2.88	27.7	0.10	0.20	0.730
K-2Y	350.9	283.7	8.9	1487.7	174.4	88.5	2.87	27.5	0.15	0.10	0.736
K-3Y	348.4	281.7	18.0	1489.2	174.6	88.6	2.87	27.6	0.15	0.20	0.742
K-4Y	350.7	283.5	26.9	1487.1	174.4	88.5	2.86	27.5	0.15	0.30	0.736
K-5Y	348.2	281.5	23.7	1476.4	230.8	57.9	2.84	27.3	0.20	0.20	0.736
K-6Y	290.8	351.4	18.0	1489.3	174.6	88.6	2.87	27.6	0.15	0.20	0.743
試料	OPC			骨材	水			砂糖	W/C		
	kg/m ³								質量%		
NP-N	642.1			1253.6	321.3			---	50		
NP-Y	642.1			1253.6	321.3			23.2	50		

GNa:グルコン酸ナトリウム
骨材:強度試験用標準砂(JIS R 5201)

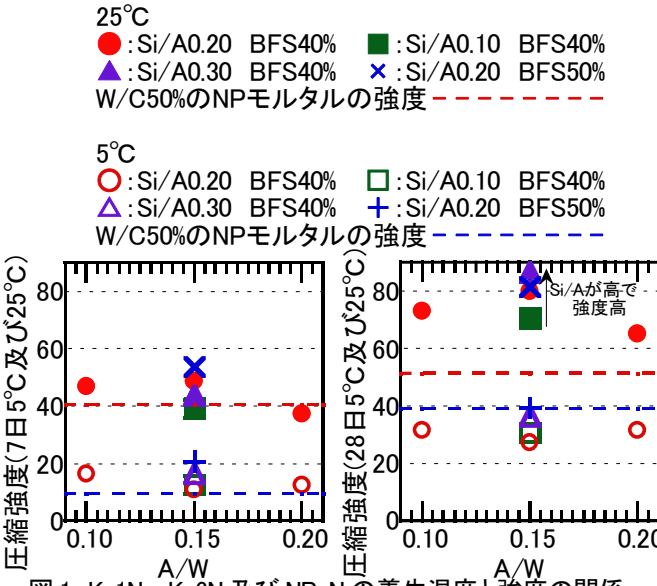


図1 K-1N~K-6N及びNP-Nの養生温度と強度の関係

日経過時のそれぞれの圧縮強度を示す。一般的にGPモルタルの加温養生における圧縮強度はA/W比が大きいき高くなるが、本試験ではA/W比に対する強度変化は小さかった。また、7日経過時の25℃養生の強度を除いて、Si/A比が大きくなるにつれて強度が高くなる傾向が認められたが、これは80℃養生におけるGP強度の傾向⁸⁾とは異なるものであった。また、同一A/W比、Si/A比ではBFS使用量の多いGPで強度が高かった。これらは、5~25℃の養生温度においてBFSの反応が

キーワード:ジオポリマー, フライアッシュ, 高炉スラグ, 糖分, 常温養生
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

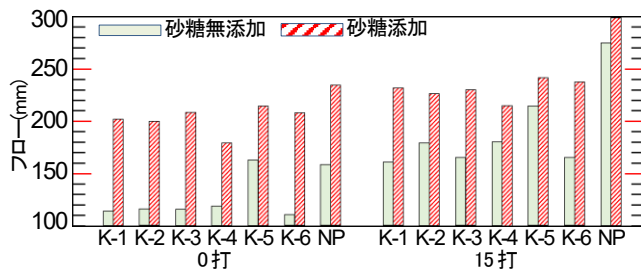


図2 K-1～K-6 及び NP のモルタルフロー

注:NP-Y15 打はフロー値が大きすぎて測定不可

速く支配的であり、FA が短期間で反応するためには、蒸気養生に相当する高温履歴が必要なためと考えられる。なお、7 日経過時の 25℃養生に対する 5℃養生 GP 試料の強度割合は、NP モルタルと同等かむしろ大きかったが、28 日経過時には GP モルタルの 25℃養生試料の強度は大きく増進したのに対し、5℃養生試料の強度増進量は NP モルタルと比較して小さかった。したがって、GP モルタルは NP モルタルと比較して環境温度の影響を受けやすいものと推察される。

図2は表1における砂糖を添加した試料と無添加の試料のモルタルフローを比較した図である。砂糖の添加により、GP モルタル及び NP モルタル共にフロー値が増加したが、特に GP モルタルの 0 打フローでは、その増加量が大きかった。

図3は砂糖を添加したモルタルの 7 日、28 日経過時における 5℃及び 25℃養生試料の圧縮強度である。NP モルタルの強度は全ての条件で 1MPa 以下であった。一方、GP モルタルを図1の結果と比較すると、5℃養生試料の強度が大きく低下したが 25℃養生試料の強度低下は小さかった。また、砂糖無添加の結果とは異なり、同一 A/W 比、Si/A 比では BFS 量が多い配合でむしろ強度が小さくなり、A/W0.1 の試料の強度が低かった。これは BFS 量が多い場合、C-S-H 系の生成物が多くなる⁹⁾ため糖分の影響を大きく受ける可能性が示唆されるが、詳細は今後検討したい。また、無添加試料と異なり Si/A 比の影響が大きく、同一 A/W 比で高 Si/A 比で強度が大きくなる傾向

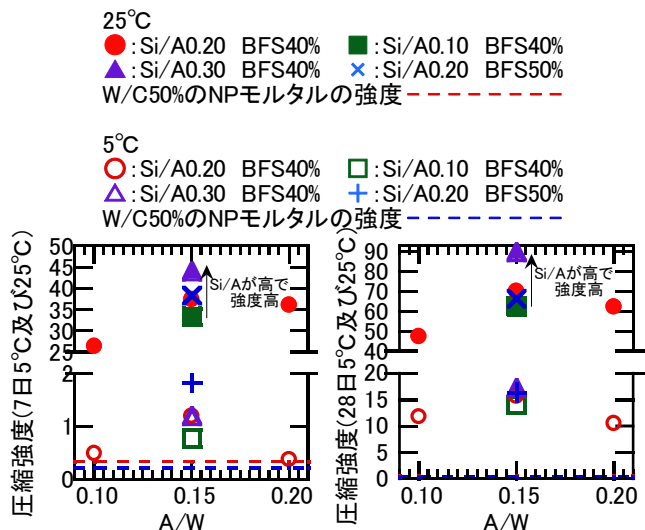


図3 K-1Y～K-6Y 及び NP-Y の養生温度と強度の関係

も得られており、今後さらに S/A 比の大きな配合も含めて検討したい。

4 まとめ

左官用 GP モルタルの養生温度及び砂糖添加の影響を検討した結果を以下に記す。

- (1) GP モルタルの 7 日経過時の 5℃養生試料の 25℃養生試料に対する圧縮強度比は NP モルタルと同程度であるが、28 日経過時の強度比は小さく、低温での強度増進が遅くなることがわかった。
- (2) GP モルタルは NP モルタルと比較して糖分による硬化遅延や強度低下を受けづらい。
- (3) 本試験における GP の配合と強度との関係は、A/W 比の影響が小さく高 Si/A 比で強度が大きくなる点で高温養生試料とは異なることがわかった。
- (4) GP の配合と強度との関係は、砂糖添加の有無により異なる結果となり、砂糖を添加した場合、高 BFS 量でも強度増進効果が得られないこと等がわかった。

参考文献

- 1)上原元樹, 南 浩輔, 平田紘子, 山崎淳司: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論文集, Vol.37, No.1, pp.1987-1992, 2015.7
- 2)上原元樹, 佐藤隆恒, 東原 実, 大木信洋:ジオポリマーPCまくらぎの営業線への試験敷設, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演要旨集, pp.167-168, 2017.9
- 3)ボンマハーサイ パラミ, 伊藤彰利, 畑中重光:ジオポリマーモルタルを用いて断面修復した RC 梁の曲げ挙動に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.2, pp.1249-1254, 2018.7
- 4)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, pp.1937-1942, 2019.7
- 5)吉田清司:屋上防水コンクリートの劣化原因分析, 第一工業大学研究報告, Vol.26, pp.51-56, 2014.3
- 6)小島 朗, 鈴木英博:耐糖用モルタル, セメント, コンクリート及び床面, 特開 2002-193645, 2002.7
- 7)上原元樹, 南 浩輔, 梶田秀幸, 舟橋政司:ジオポリマー硬化体の作製法および配合と諸性質, 土木学会第 70 回年次学術講演会講演要旨集, pp.547-548, 2015.9
- 8)東原 実, 大木信洋, 上原元樹:短繊維補強ジオポリマー短まくらぎの実用化に向けた基礎的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, pp.1963-1968, 2015.7
- 9)佐藤隆恒, 上原元樹, 南 浩輔, 山崎淳司:ジオポリマー硬化体の種々の配合, 作製法における生成物と pH 等諸性質との関係, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.2325-2330, 2016.7