

## 火山ガラス微粉末を添加したモルタルの強度と水分浸透性

金沢工業大学 学生会員 荒木 大靖

金沢工業大学 正会員 花岡 大伸

株式会社建設技術研究所 正会員 野村 貢

さくら コンサルタント&amp;エンジニア オフィス 非会員 桜井 裕一

## 1. はじめに

近年のコンクリート構造物の長寿命化に対応するべく、様々な混和材が建設現場で用いられている。その中でもフライアッシュや高炉スラグなどを用いたコンクリートの実用化が進められている。経済産業省は「パリ協定」が目指す温室効果ガス削減の目標を達成するためには、革新的な技術開発と、これを後押しする政策が不可欠としており、フライアッシュを副産する火力発電所の先行きは不透明となっている<sup>1)</sup>。また、高炉スラグも世界的に見れば本邦産出量には限りがある。このような背景を踏まえ、2020年3月にJIS A 6209「コンクリート用火山ガラス微粉末」が制定された。火山ガラス微粉末は自然由来の混和物で火山起源と堆積起源に大別され、前者には変質を受けたゼオライト質凝灰岩や変質していない軽石、火山灰が含まれる。焼成の必要がなく環境負荷のない自然エネルギーともいえる地球の火山活動による産物であり、<sup>2)</sup>。副産する火力発電所や製鉄所の動向に影響されない利点もある。

本研究では、火山ガラス微粉末が将来的に多用されることが予想されることを踏まえ、基本的な効果と考えられる圧縮強度と水分浸透抑制について、比表面積が異なる火山ガラス微粉末を用いたモルタル供試体を作製し、調べた。

## 2. 実験概要

実験に使用した火山ガラス微粉末の成分を表-1に示す。本研究では、火山ガラス微粉末の比表面積が6000、8000、14000cm<sup>2</sup>/gのものを使用した。表-2にモルタルの配合表および実験ケースを示す。モルタルの配合は普通ポルトランドセメントを使用し、セメントの一部として火山ガラス微粉末を10%、20%、30%置換(質量置換)した。また、火山ガラス微粉末を添加するとモルタルの流動性が損なわれるため、混和剤(AE減水剤、高性能AE減水剤)を使用し、モルタルフローを188±15(mm)

になるように調整した。

供試体は打設後の翌日に脱型し、水中養生をした。圧縮強度試験にはφ50×100mmの供試体を使用、水分浸透試験にはφ100×200mmの供試体を使用し、水分浸透試験はJSCE-G582-2018(短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法(案))に準じて行った。

表1 火山ガラス微粉末の化学成分表(非結晶時)

	ig.loss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO
化学組成(%)	3.1	80.3	9.4	1.3	1.4	1.7	2.7	0.1

表2 モルタルの配合表および実験ケース

	W/C	S/C	火山ガラス微粉末の添加率(%)	モルタルフロー(mm)
OPC	0.55	2.5	0	188
火山ガラス微粉末			10	196
6000cm <sup>2</sup> /g			20	194
			30	188
火山ガラス微粉末			10	189
8000cm <sup>2</sup> /g			20	201
			30	181
火山ガラス微粉末			10	196
14000cm <sup>2</sup>			20	179
	30	178		

(セメント置換)

## 3. 実験結果および考察

図1に圧縮強度の結果を示す。図1から、火山ガラス微粉末の置換率が高くなるほど、材齢初期の圧縮強度が小さくなる傾向がみられるが、これは火山ガラス微粉末をセメントの一部として使用しているためと考えられる。また、火山ガラス微粉末の比表面積によらず、置換率が10%の場合に材齢91日においてOPCの強度を上回っている。火山ガラス微粉末の置換率の増加に伴い圧縮強度が大きくならなかった理由として、置換率が高くなると、練り混ぜ時に大きな空隙がモルタル中に取り込まれたことなどが考えられる。圧縮強度については、火山ガラス微粉末の比表面積の影響は明

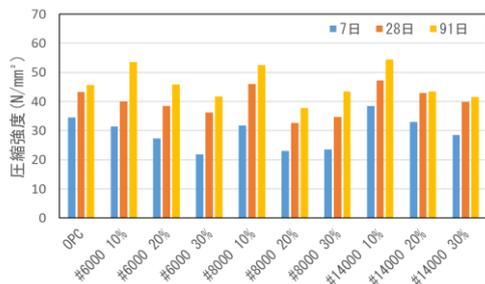


図1 圧縮強度

確に確認されなかったが、いずれの配合においても材齢91日時点においてOPCと同等な圧縮強度が得られた。

図2~4に水分浸透試験の結果を、図5に水分浸透試験の結果から求めた水分浸透速度係数を示す。これらの結果から、火山ガラス微粉末を用いたモルタルはOPCに比べて水分浸透が抑制されていることが分かる。また、火山ガラス微粉末の置換率と比表面積が大きくなるほど、水分浸透が抑制される傾向にあり、比表面積が14000cm<sup>2</sup>/gの場合は水分浸透の抑制が顕著に見られた。これは比表面積が大きいほど、ポズラン反応による緻密な組織を形成できたためと考える。

以上のことから、火山ガラス微粉末の比表面積は、圧縮強度よりも水分浸透に及ぼす影響が大きいことが示唆された。

#### 4. まとめ

- 火山ガラス微粉末をセメント置換する実験において、いずれの配合においても材齢91日時点においてOPCと同等な圧縮強度が得られた。また火山ガラス微粉末の比表面積は、圧縮強度よりも水分浸透性に及ぼす影響が大きいことが示唆された。
- 火山ガラス微粉末に用いたモルタルはOPCと比べて水分浸透が抑制され、火山ガラス微粉末の比表面積が14000cm<sup>2</sup>/gの場合には水分浸透の抑制が顕著に見られた。

火山ガラス微粉末の混和により水分浸透が抑制されることはRC構造物において鉄筋への水分浸透を遅延させることを意味し、構造物の耐久性向上に寄与する可能性がある。今後は、コンクリートにおいて本特性を精査し、定式化することが必要である。

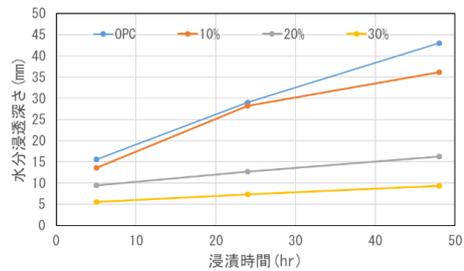


図2 水分浸透深さ(6000)

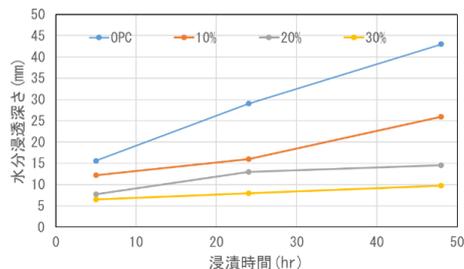


図3 水分浸透深さ(8000)

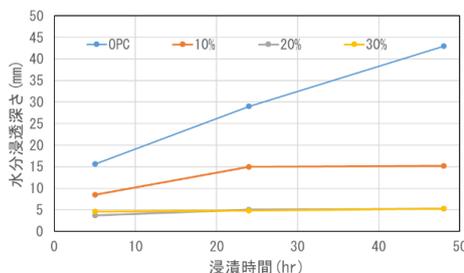


図4 水分浸透深さ(14000)

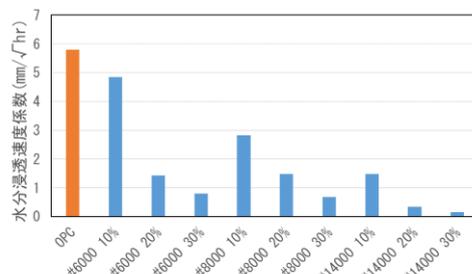


図5 水分浸透速度係数

【謝辞】本研究を共同研究として進めるとともに、混和材を提供して頂いたシリカジャパン Inc に謝意を表す。

#### 参考文献

- 経済産業省：政策特集、  
<https://www.meti.go.jp/press/2020/10/20201016002/20201016002.html> (参照 2020-12-25)
- 友寄 篤、野口貴文、袖山研一、東和朗：火山ガラスの古今南北、コンクリート工学、Vol 57、No1、2019.1、pp67-70