

高温養生したモルタルの基礎的物性に関する研究

福島工業高等専門学校 学生会員○長谷川貴哉
 福島工業高等専門学校 フェロー 緑川 猛彦
 福島工業高等専門学校 車田 研一

1. はじめに

現在、東京電力（株）福島第一原子力発電所の汚染水は、高い陽イオン交換機能を有するゼオライトが放射性セシウムを吸着するという働きを利用して浄化処理が行われている。しかしながら、吸着されている放射性セシウムはゼオライトに単に捕捉されているだけであることから、容易に溶出する懸念がある。このため、将来的にはゼオライトをセメント等で固化体にし、溶出性を低減させる必要がある。一方、セシウム吸着ゼオライトは、セシウムの崩壊熱により長期間に渡って発熱することから、セメントでの固化を検討する場合には、予めセメントのバリア性能に及ぼす熱の影響を把握しておく必要がある。以上のことから本研究では、硬化初期段階から高温養生したモルタルの強度発現性や密度、窒素吸着による細孔径について測定し、セメント固化の可能性について検討することとした。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント ($\rho_{opc}=3.15 \text{ g/cm}^3$, 記号: OPC), フライアッシュセメント B 種 ($\rho_{fac}=2.93 \text{ g/cm}^3$, 記号: FAC) および豊浦標準砂 ($\rho_s=2.63 \text{ g/cm}^3$) を用い、W/C=50%, S/M=40% のモルタル供試体 ($\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$) を作製した。その後、ビニール袋で封緘し恒温恒湿器で材齢 28 日まで養生を行った。養生温度は 20, 50, 60, 70, 80, 90°C とした。湿度は全ケースで 90% とした。所定の材齢 (1, 3, 5, 7, 14, 21, 28 日) にて恒温恒湿器から供試体を取り出し、圧縮試験および密度測定、窒素吸着による細孔分布測定を行った。

3. 結果および考察

図-1 に OPC モルタルの養生温度と圧縮強度との関係を示す。基準となる養生温度 20°C のケースでは、材齢が進むにつれて圧縮強度がゆっくり増加する傾向を示したのに対して、60°C 以上では材齢初期より大きな圧縮強度を示しその後はほぼ横ばいで強度増進が見られなかった。一方、50°C の供試体は材齢初期より大きな圧縮強度を示すもののその後も強度増進が認められ、最終的には 20°C の供試体とほぼ同様の圧縮強度となった。

図-2 に FAC モルタルの養生温度と圧縮強度との関係を示す。FAC モルタルは OPC モルタルに比較して強度発現が遅い傾向を示し、養生温度 20°C では 28 日強度でも OPC の 50N/mm² に対して 42N/mm² であった。高温養生した場合には材齢初期で強度が大きくなるが、さらに材齢の進行に応じて強度増進を示し、28 日強度

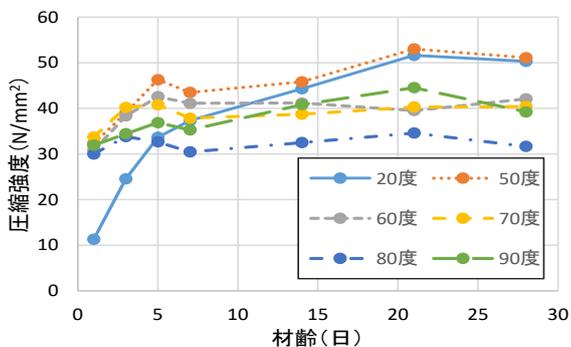


図-1 養生温度と圧縮強度との関係 (OPC)

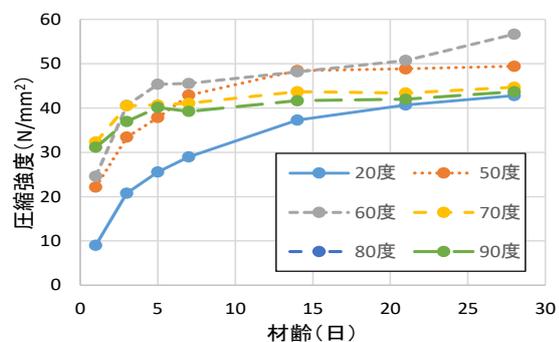


図-2 養生温度と圧縮強度との関係 (FAC)

キーワード：初期高温養生、圧縮強度、密度、BET、フライアッシュセメント

連絡先：〒970-8034 いわき市平上荒川字長尾 30 福島工業高等専門学校 TEL 0246-46-0835

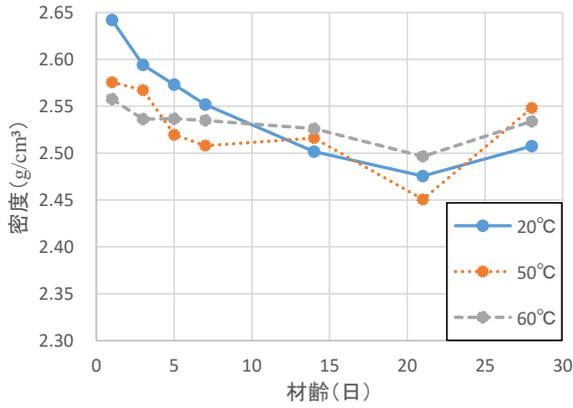


図-3 養生温度と密度との関係 (OPC)

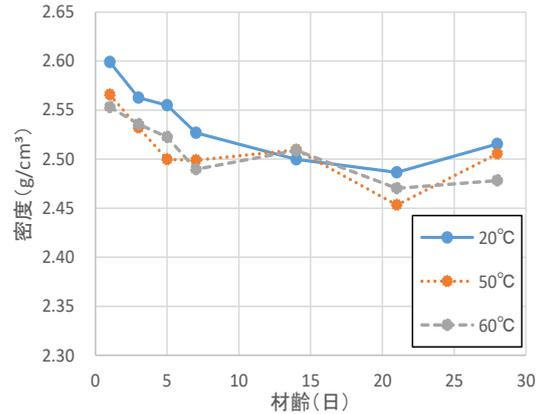


図-4 養生温度と密度との関係 (FAC)

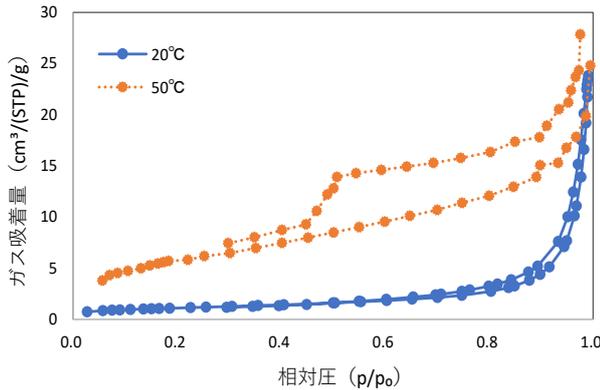


図-5 OPC モルタルの吸脱着等温線 (材齢 21 日)

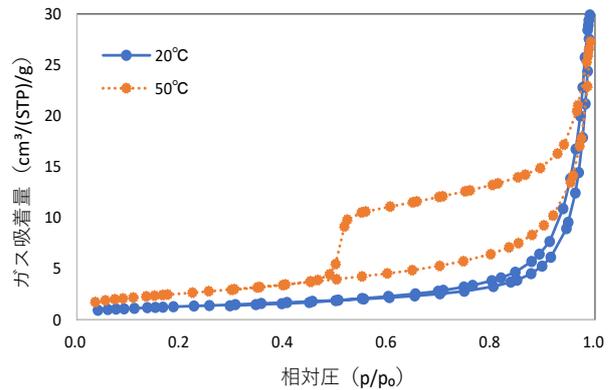


図-6 FAC モルタルの吸脱着等温線 (材齢 21 日)

では全てのケースで 20°C の圧縮強度を上回った。最大圧縮強度は 60°C の供試体が最も大きくなった。

図-3 および図-4 に、OPC と FAC モルタルの養生温度と密度との関係を示す。OPC と FAC 共に材齢が進むにつれて密度が小さくなり材齢 28 日で密度が大きくなる傾向を示した。これはセメントの水和反応が進むことによりセメント内部の化合物が変化してくるため、モルタルの密度が化合物の密度に左右されるためと考えられる。一方、養生温度が高い場合には密度が若干低くなる傾向を示し、高温養生の場合にはモルタル中の空隙が若干多くなるものと推察される。

図-5 および図-6 に OPC と FAC モルタルの吸脱着等温線を示す。OPC の 20°C のモルタルは吸着等温線と脱着等温線がほぼ同じであることから、モルタル中の細孔が比較的大きい（マクロ孔）ことが分かる。しかしながら、50°C のモルタルでは吸着等温線と脱着等温線に若干のヒステリシスが生じることから、モルタル内にメソ孔（細孔径約数 nm）が存在していることが示唆される。養生温度 20°C と 50°C では圧縮強度がほぼ同じであるにもかかわらず細孔径分布が異なることは、モルタルの組織に何らかのイベントが生じていると考えられる。

4. まとめ

セシウム吸着ゼオライトのセメント固化を検討するために、硬化初期段階から高温養生したモルタルの強度発現性や密度、窒素吸着による細孔径について検討した。本研究範囲内で得られた知見を以下に示す。

- (1) OPC モルタルと FAC モルタルについて養生温度による圧縮強度を比較したところ、養生温度 20°C と 50°C では材齢 28 日の圧縮強度がほぼ同じとなった。
- (2) OPC モルタルと FAC のモルタルの密度は、高温養生の場合に若干低くなる傾向を示した。
- (3) OPC モルタルと FAC のモルタルの吸脱着等温線について 20°C と 50°C について比較したところ、50°C のモルタルについてはヒステリシスが見られた。このことから、50°C のモルタル中にはメソ孔の存在が推察され 20°C のモルタルよりも平均細孔粒径が小さくなる傾向を示した。