

ジオポリマーコンクリートの給熱固化方法に関する基礎実験

大分高専専攻科 学生会員 ○井上 裕之
 大分高専 正会員 一宮 一夫
 西松建設(株) 正会員 原田 耕司

1. はじめに

ジオポリマー（以下、GP という）は、セメントコンクリートに代わる次世代の低炭素型構造材料として期待できる。他方、セメントコンクリート並みの強度を得るためには、養生時に熱を加えて縮重合反応を促進させる必要がある。GP 普及のためには製造コストの縮減が大きな課題であり、現時点では製品工場の常圧蒸気養生設備を活用することが最良と考えられる。

本研究では、供試体内部に熱電対を配置した GP モルタル供試体と普通ポルトランドセメントを用いたモルタル供試体（以下、OPC モルタル供試体という）を製作し、両者の蒸気養生時の内部温度分布を測定した。そして、両者の比較から蒸気養生に伴う GP モルタル内部の熱伝導特性を明らかにし、従来の蒸気養生施設が活用できることを示した。

2. 実験概要

(1) 使用材料ならびに配合： 表 1 に使用材料を示す。活性フィラーにはフライアッシュ 1 種品（以下、FA1 という）と高炉スラグ微粉末（以下、BS という）を用い、アルカリシリカ溶液にはケイ酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、水の混合物を用いた（以下、GP 溶液とする）。

GP モルタルならびに OPC モルタルの配合を表 2 と表 3 に示す。なお、GP モルタルには固化促進のために BS を活性フィラー容積の 10%内割り混入した。

(2) 練り混ぜ： ホバート型ミキサ（容量 20 リットル、自転速度 154rpm、公転速度 35.75rpm）を用い、細骨材と FA1 と BS を入れて空練り 30 秒間、GP 溶液を入れて一次練混ぜ 1 分間、掻き落とし 15 秒間、二次練混ぜ 2 分間の順で練り混ぜた。

(3) 打込み： 型枠には鋼製の円筒容器（内径 21cm、深さ 21.5cm）を用いた。熱電対は図 1 のように深さ方向と円周方向に等間隔に配置した。なお、脱型を容易にするために容器内面には剥離剤の代わりに OHP フィルムを張り付けた。

(4) 養生ならびに内部温度の測定： 養生は、常圧蒸気養生とし、プログラム式恒温恒湿装置を用いて行った。養生条件は、前置き時間なしの場合（以下、蒸気養生 1 という）と 3 時間の前置き後に蒸気養生をした場合（以下、蒸気養生 2 という）の 2 種類とした。なお、蒸気養生方法は温度上昇速度と冷却速度は 13.3°C/h、最高温度は 60°C、保持時間はそれぞれ 3 時間と

表 1 使用材料

分類	項目		材料
GP モルタル	活性 フィラー	FA1	フライアッシュ 1 種, 密度 2.36 g/cm ³ , 比表面積 5327cm ² /g
		BS	高炉スラグ微粉末, 密度 2.92 g/cm ³ , 比表面積 4009cm ² /g
	GP 溶液	GP 溶液	ケイ酸ナトリウム, 水酸化ナトリウム, 水の混合物, 密度 1.27g/cm ³
	細骨 材	S	海砂, 密度 2.64 g/cm ³
OPC モルタル	セメント	OPC	普通ポルトランドセメント, 密度 3.15 g/cm ³
	水	W	水道水
	細骨 材	S	海砂, 密度 2.64 g/cm ³

表 2 GP モルタルの配合(kg/m³)

記号	GP 溶液	FA1	BS	S
GP	244.2	480.3	66.0	1535.4

表 3 OPC モルタルの配合(kg/m³)

記号	W	OPC	S	SP
OPC	255.9	511.8	1535.4	3.0

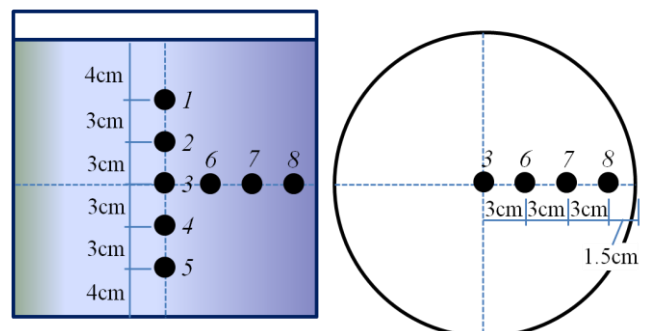


図 1 熱電対の配置

し、供試体内部の温度は10分おきに測定した。

3. 実験結果

図2に蒸気養生1のOPCモルタルの内部温度分布を示す。なお、前置きを3時間とする蒸気養生2の内部温度分布も図2とほぼ同じであった。OPCモルタルの内部温度の最大値は外部温度の最大(60°C)よりも5°Cから10°C高い。さ

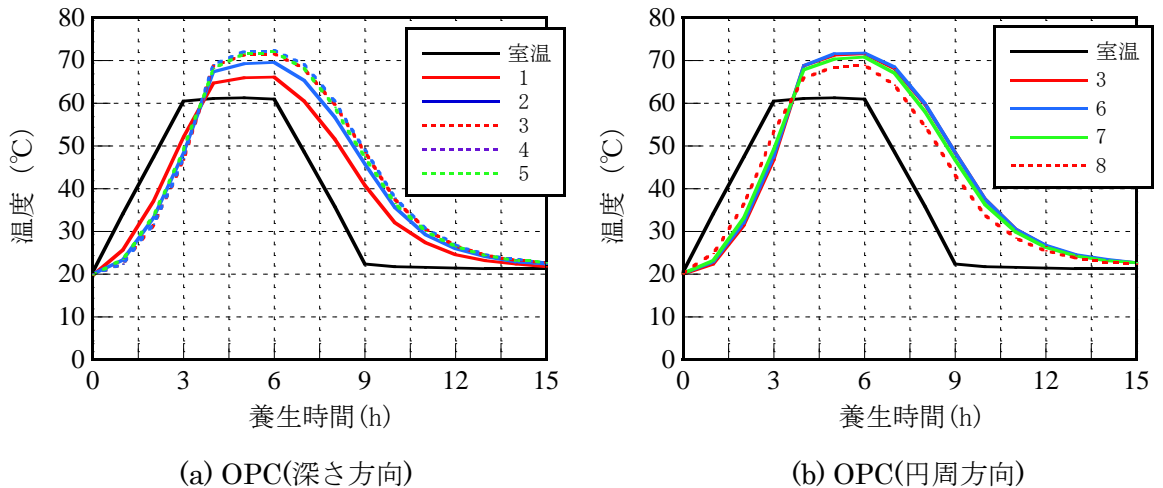


図2 OPCモルタル内部の温度分布

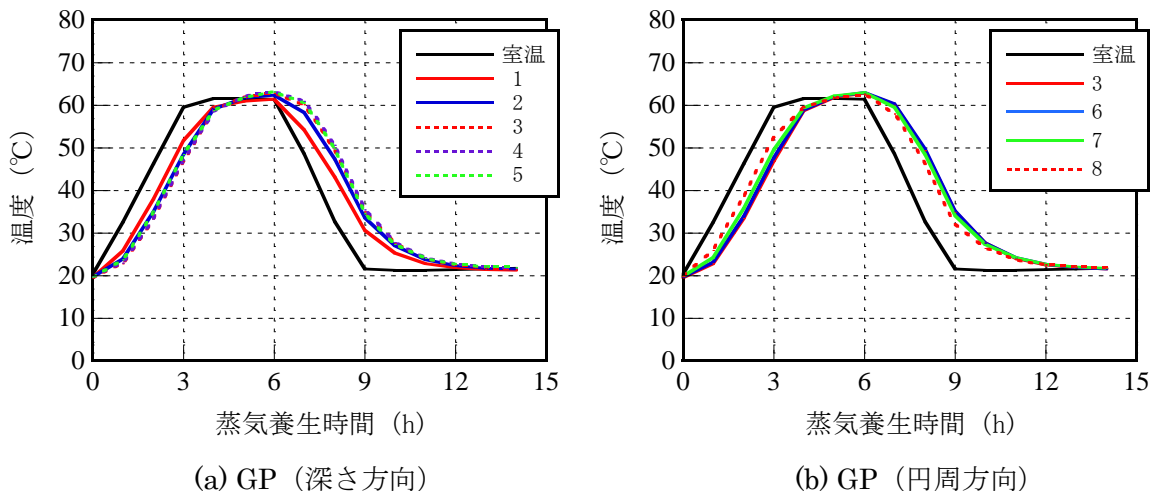


図3 GPモルタル内部の温度分布

らに、外部温度とのタイムラグが温度下降期の方が温度上昇期よりも大きく、内部温度が常温(20°C)になるまでさらに6時間を要し、トータルで15時間が必要である。さらに3時間の前置きをとる蒸気養生1の場合は18時間が必要になる。それに対して、図3のGPモルタルの場合の内部温度は、約1時間の遅れがあるものの外部温度との追従性が良い。また、供試体内部の熱電対位置ごとの温度差も小さい。既往において筆者らはGPモルタルの強度は給熱量に大きく影響されることを報告しており、内部温度分布のバラツキがほとんどない結果から、強度の均一性も高いと予想できる¹⁾。その他、GPは縮重合反応で固化することから、OPCのように高温による膨張やそれに付随して発生するひび割れの心配が少ないことから、OPCの使用を前提に設定された従来の蒸気養生条件(最高温度、温度上昇速度、冷却速度など)を再検討することで、OPCの場合よりも短い時間で製品を製造できる可能性がある。

4. まとめ

GPモルタルを常圧蒸気養生で固化させた際の内部温度は、外部温度の変化に比較的良く追従する。また、固化体内部の温度分布のバラツキも小さいことから、内部強度の均一性が高いと予想される。さらに、既存の製品工場の施設を利用でき、蒸気養生方法の簡略化の可能性があることから製造時間の短縮が期待できる。

謝辞 本研究を行うにあたり、山口大学名誉教授池田攻氏、日本興業株式会社の皆さまにご支援をいただきました。紙面を借り深謝いたします。

参考文献 1) 一宮一夫, 津郷俊二, 原田耕司, 池田 攻: ジオポリマーモルタルの配合ならびに製造法に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.575-580, 2011