

## 蒸気養生を行わないジオポリマーコンクリートの フレッシュ性状および圧縮強度特性について

西松建設(株) 正会員 ○原田耕司

(株)大林組 正会員 富井孝喜 正会員 谷田部勝博 正会員 青木峻二  
大阪ガス(株) 正会員 西崎丈能 正会員 大西俊輔

### 1. 目的

ジオポリマーコンクリートは、CO<sub>2</sub>排出量削減効果が期待できることや耐酸抵抗性に優れる等の特長がある。しかし、ジオポリマーコンクリートは、固化過程で熱を加えることによりその性能を早く発揮できるため、製造工程で蒸気養生されることが多いので適用範囲が限られていた。したがって、蒸気養生せずに現場打設が可能になれば、その適用範囲が広がり優れた社会資本の構築に貢献できるものと考えられる。

そこで、現場打設を対象としたジオポリマーコンクリートの開発を目指し、まず、蒸気養生を行わないジオポリマーコンクリートのフレッシュ性状および圧縮強度特性の把握を目的として検討を行った。

### 2. 実験概要

**2. 1 使用材料：**表-1 に使用材料を示す。アルカリシリカ粉末にはフライアッシュⅡ種品と約 4,000 ブレーンの高炉スラグ微粉末を用いた。また、アルカリシリカ溶液にはケイ酸ナトリウム、水酸化ナトリウムおよび水を混合して密度を 1.4 に調整した溶液を用いた。

**2. 2 配合：**実験に用いたジオポリマーコンクリートの配合を表-2 に示す。実験では、フライアッシュに対する高炉スラグ微粉末の置換率を、0%、10%および 30%に変化させた 3 ケースについて検討を行った。

**2. 3 練混ぜ：**練混ぜは、容量 55ℓ の強制練りパン型ミキサを用いて、まず、アルカリシリカ粉末、細骨材および粗骨材を投入し空練り 30 秒行い、その後アルカリシリカ溶液を投入して練混ぜを 180 秒行った。なお、練混ぜは、温度 20℃で管理された室内で実施した。

**2. 4 試験項目および試験方法：**試験項目および試験方法を表-3 に示す。スランプフロー試験は、測定が可能な状態まで行った。空気量試験および単位容積質量試験は、練混ぜ直後のみ実施した。圧縮強度試験の供試体は、試験材齢まで封かん状態で温度 20℃の室内で養生を行った。

表-1 使用材料

項目	記号	材料
アルカリシリカ粉末	FA	フライアッシュⅡ種品 密度：2.27g/cm <sup>3</sup>
	BS	高炉スラグ微粉末 ブレーン値：約 4,000cm <sup>2</sup> /g 密度：2.91g/cm <sup>3</sup>
アルカリシリカ溶液	GPW	ケイ酸ナトリウム、 水酸化ナトリウム、水の混合溶液 密度：1.4g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	珪砂（絶乾状態） 密度：2.60g/cm <sup>3</sup>
粗骨材	G	砂岩採石（表乾状態） 密度：2.64g/cm <sup>3</sup>

表-2 配合表

配合名	GPW/P	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
		GPW	P		S	G
			FA	BS		
BS0	65	324	496	0	532	805
BS10	65	324	446	50	537	813
BS30	65	324	347	149	548	824

表-3 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
スランプフロー試験	JIS A 1150:2014「コンクリートのスランプフロー試験方法」に準拠。
空気量試験	JIS A 1128:2014「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法-空気室圧力方法」に準拠。練混ぜ直後のみ測定。
単位容積質量試験	JIS A 1116:2014「フレッシュコンクリートの単位容積質量試験方法および空気量の質量による試験方法(質量方法)」に準拠。練混ぜ直後のみ測定。
圧縮強度試験	供試体はφ10×20 cmとした。試験は JIS A 1108:2006「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠。試験材齢は、1, 3, 7および 28 日とした。

キーワード ジオポリマーコンクリート、蒸気養生、現場打設、フレッシュ性状、圧縮強度

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋 6-17-21 西松建設(株)技術研究所 TEL:03-3502-0249

### 3. 実験結果および考察

#### 3. 1 スランプフロー試験

図-1に、スランプフローの経時変化を示す。練混ぜ直後のスランプフローは、高炉スラグ微粉末の置換率に関係なく、ほぼ同じ値(560mm~600mm)を示しており、経過時間30分までは、同じ傾きでスランプフローが小さくなっている。しかし、ジオポリマーコンクリートは急激に固化する傾向があるため、BS0は60分、BS10は40分、BS30は30分以降、スランプフローが測定できなくなっている。以上の結果から、ジオポリマーコンクリートは、高炉スラグ微粉末の置換率が大きくなると、打設可能な時間が短くなる傾向があり、施工にあたっては留意する必要があることが分かった。

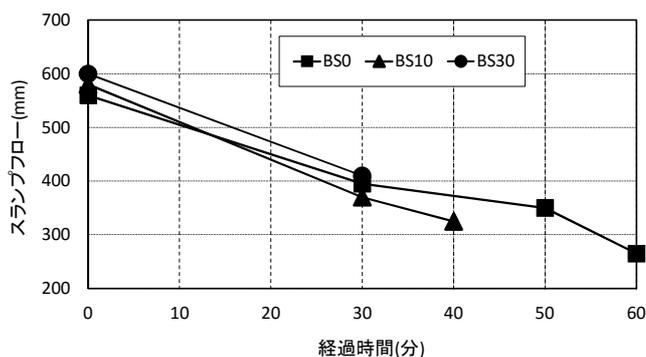


図-1 スランプフローの経時変化

表-4 空気量および単位容積質量

配合名	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )
BS0	4.0	2,186
BS10	5.5	2,176
BS30	5.4	2,196

#### 3. 2 空気量試験および単位容積質量試験

表-4に、空気量試験および単位容積質量試験の結果を示す。ジオポリマーコンクリートの空気量(エントラップドエア)は、4.0%~5.5%とセメントコンクリートよりも大きな値となっている。これは、ジオポリマーコンクリートは、セメントコンクリートより粘性が高いため、空気が巻き込まれたためだと考えられる。ジオポリマーコンクリートの単位容積質量は、セメントコンクリートより若干小さい2,100kg/m<sup>3</sup>台となっている。

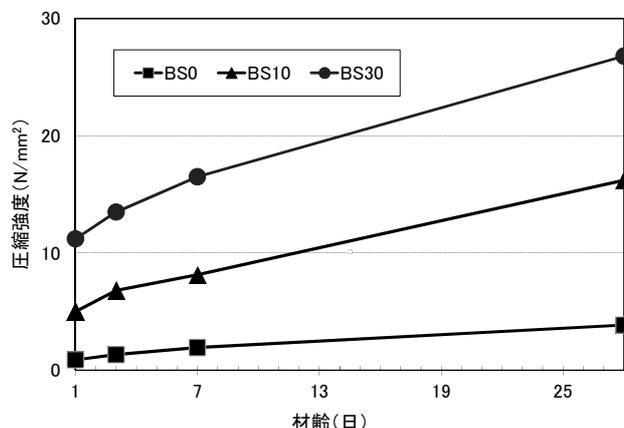


図-2 圧縮強度と材齢の関係

表-5 圧縮強度比

配合名	圧縮強度比
BS0	4.37
BS10	3.23
BS30	2.39

#### 3. 3 圧縮強度試験

図-2に、圧縮強度と材齢の関係を示す。すべての配合で、材齢の経過とともに圧縮強度が増加している。特にBS30は、材齢28日で25N/mm<sup>2</sup>以上の圧縮強度を発現しており、蒸気養生をしなくても、圧縮強度は実用レベルに達しているのが分かる。表-3に、材齢1日の圧縮強度に対する材齢28日の圧縮強度の比を示す。BS0は材齢28日の圧縮強度が3ケースで最も小さな値となっているが、圧縮強度比は最も大きな値を示しており、強度増加が長期期間続く可能性が高い。

### 4. まとめ

今回の実験結果のまとめを以下に示す。

- ① スランプフローは、高炉スラグ微粉末の置換率が増加するに従い、測定可能時間が短くなる傾向があることを確認できた。
- ② ジオポリマーコンクリートの空気量(エントラップドエア)は、粘性が高いためセメントコンクリートより大きくなった。
- ③ 単位容積質量は、セメントコンクリートより小さくなった。
- ④ 圧縮強度は材齢の経過とともに大きくなり、高炉スラグ微粉末置換率30%の配合は、蒸気養生をしなくても、材齢28日で実用レベルの圧縮強度を発現することが分かった。

以上より、今回の実験条件では、ジオポリマーコンクリートは、打設時間を考慮した施工方法を採用すれば、蒸気養生を行わなくても、実構造物に適用できる可能性があることを確認できた。