

流動性を高めたジオポリマーコンクリートの耐熱性評価

日本製鉄(株) 上村竜介 正会員 ○寺田豊
(株)大林組 正会員 青木峻二 富井孝喜 木谷憶人
ポゾリスソリューションズ(株) Siddharth Roychowdhury

1. はじめに

ジオポリマーコンクリートは、耐熱性・耐酸性が高いこと、製造過程で発生する二酸化炭素量がセメントコンクリートに比べて少ないことを特長とする材料である。従来のジオポリマーは粘性が非常に高く、十分な強度発現のために高温蒸気養生が必要であったが、筆者らは配合条件を工夫することにより可使時間2時間以上、常温養生で圧縮強度(28日)30N/mm²以上とすることを可能とした。

本稿では、筆者らが開発したジオポリマーコンクリートの耐熱性を評価することを目的に行った、室内加熱試験と高温環境暴露試験の事例を紹介する。

2. 配合検討

可使時間2時間以上、圧縮強度(28日)30N/mm²を目標として、室内試験により配合を検討した。

2. 1 使用材料および配合

使用材料を表-1に示す。粉体には、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末、シリカフュームを用いた。アルカリ溶液には、アクティベーター、特殊分散剤、水を混合して用いた。細骨材は珪砂、粗骨材は玄武岩を用いた。配合を表-2に示す。粉体に対するFAとBSの割合をパラメータとして、BSの割合を30%(OX)と15%(OZ)の2ケースとした。アルカリ溶液と粉体の質量比GPW/Pは31%とした。また、比較対象として普通コンクリート(OR)を作製した。ORには普通ポルトランドセメントを用い、OXと圧縮強度値を合わせるため、水セメント比W/Cは45%とした。

2. 2 練混ぜ

練り混ぜは、温度20℃の恒温室でパン型ミキサを用いて行った。練混ぜ手順は、粉体と骨材と鋼繊維を入れて空練り30秒、アルカリ溶液を入れて60秒、掻き落とし後120秒間練り混ぜる方法とした。OX、OZのスランプフローは、筆者らの別報¹⁾を参照されたい。

表-1 使用材料

項目	記号	材料
粉体 (P)	FA	フライアッシュⅡ種品 密度：2.27g/cm ³
	BS	高炉スラグ微粉末 密度：2.91g/cm ³ ブレン値 4,100cm ² /g
	MS	シリカフューム 密度：2.20g/cm ³
アルカリ溶液	GPW	アクティベーター、分散剤、水 密度：1.16g/cm ³
鋼繊維	SF	密度 7.85g/cm ³ (φ 0.55 mm, L=35mm)
細骨材	S	珪砂 密度：2.51g/cm ³
粗骨材	G	玄武岩 密度：2.82g/cm ³

表-2 配合表

配合名	GPW/P (W/C) (%)	単位量 (kg/m ³)						
		GPW (W)	P(C)			S	G	SF
			FA	BS	MS			
OX	31	154	300	150	50	800	850	40
OZ	31	154	375	75	50	800	850	40
OR	(45)	(165)	(367)			802	938	40

3. 室内加熱試験

3. 1 試験方法

供試体は厚さ200mmの盤型とし、恒温恒湿室(温度20℃、湿度60%)で28日の封緘養生と14日の気乾養生を行った。その後、図-1に示す通り加熱炉に供試体を設置し、上面から加熱を行った。加熱は5分間で600℃まで昇温し、5時間保持させ、その後自然冷却を行った。加熱終了後、盤型供試体から直径100mm、長さ200mmの円柱供試体をコアボーリングによって採取し、圧縮強度試験(JIS A 1108)を行った。

3. 2 結果

各供試体の圧縮強度試験結果を図-2に示す。加熱前、OXとORは同程度の強度を呈したが、加熱後についてOXはほとんど強度低下せず、ORは加熱前と比較して25%の強度低下を呈した。OZは加熱前の圧縮強度もOX、ORに比べ小さく、加熱後の強度低下

キーワード：ジオポリマー、常温養生、鉄筋コンクリート、フライアッシュ、耐熱性
連絡先：〒293-8511 千葉県富津市新富20番1 日本製鉄(株)設備・保全技術センター土木建築技術部 Tel:080-4449-2031

率も 20%と大きい結果となった。このことから、フライアッシュと高炉スラグ微粉末の配合割合がジオポリマーコンクリートの耐熱性に大きく影響を及ぼし、OX の配合がより優れた条件であると言える。

4. 高温環境暴露試験

4. 1 試験方法

長期的な耐熱性を評価するため、常時 20℃の屋内一般環境と、常時 100℃の屋内高温環境に OX, OR 供試体を暴露後、圧縮強度試験を行った。供試体は直径 100mm, 長さ 200mm の円柱供試体とし、恒温恒湿室(温度 20℃, 湿度 60%)で 28 日の封緘養生を行った。暴露期間は 1, 3, 6, 12 か月とし、それぞれの期間に対応する個別の供試体を作製した。暴露試験は継続実施中であるが、1, 3 か月経過供試体の結果を示す。

4. 2 結果

図-3 に圧縮強度試験結果を示す。100℃環境における暴露後、期間に寄らず OX は強度増加し、OR は強度低下している。OX の強度増加率は 3 か月の方が 1 か月に比べ小さくなっており、OR の強度低下率は大きくなっている。しかし、各々の圧縮強度値を見ると、1 か月と 3 か月で同等の値を呈している。また図-4, 5 に示す通り、3 か月の 100℃環境暴露供試体において、OX は供試体表面に異常が認められなかったが、OR はひび割れの発生が認められた。今後、6 か月および 12 か月の供試体も試験予定であり、詳細な評価はその結果をもって行いたい。少なくとも、100℃環境における 3 か月時点では、ジオポリマーコンクリートが普通コンクリートよりも耐熱性に優れている結果となっている。

5. まとめ と今後の展望

得られた知見を以下に示す。

- (1) 適切に配合を行ったジオポリマーコンクリート(OX)は短期的な 600℃環境と、3 か月程度の 100℃環境においては、期待された耐熱性を発揮し、強度低下を呈さないことが明らかとなった。
- (2) 配合条件を工夫し可使時間を 2 時間としたジオポリマーコンクリートについても、既往の研究²⁾により示唆された通り、フライアッシュと高炉スラグ微粉末の配合割合が、耐熱性に大きく影響することが明らかとなった。

参考文献

- 1)青木峻二:ジオポリマーコンクリートを用いた断面補修

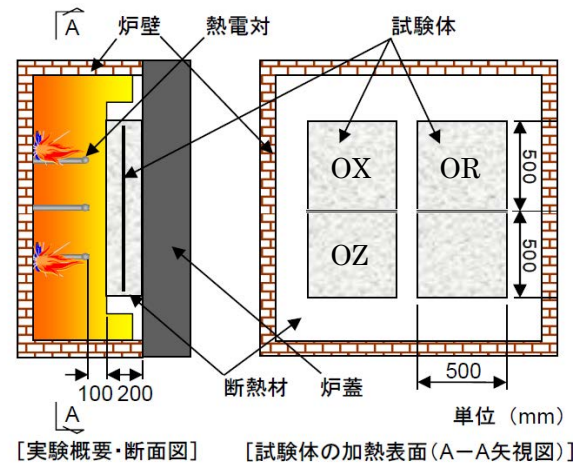


図-1 加熱方法概要

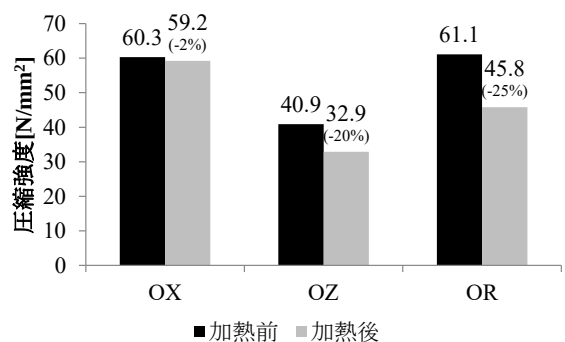


図-2 圧縮強度(室内加熱試験)

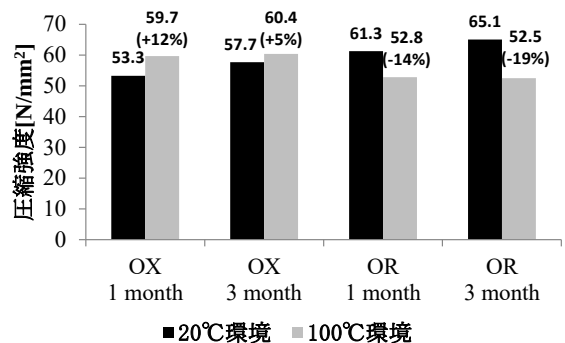


図-3 圧縮強度(暴露試験)



図-4 OX 供試体

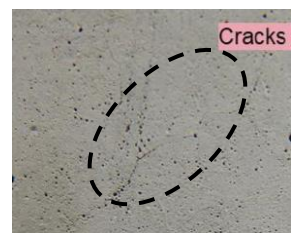


図-5 OR 供試体

(100℃環境・3 か月経過後の供試体表面)

に関する適用検討, 土木学会年次論文集, 2021

2)例えば, 一宮一夫:フライアッシュベースのジオポリマーの配合ならびに高温抵抗性, コンクリート学会年次論文集, Vol.36, No.1. 2014