

流動性を高めたジオポリマーコンクリートの高温環境暴露による耐熱性評価

日本製鉄(株) 正会員 菅野浩樹 ○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) 正会員 松本利美

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用時間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。

開発したジオポリマーコンクリートの長期的な耐熱性を評価するため、日本製鉄(株)製鉄所内の高温環境において1年間の供試体暴露を行ってきた。本稿では、本暴露試験の結果について報告する。

2. 配合検討

可使用時間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、シリカフェームを用いた。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°C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のスランプフローは、筆者らの既報を参照されたい。

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	シリカフェーム 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
OR	(45)	(165)	(367)			802	938	40

3. 高温環境暴露試験

3.1 試験方法

長期的な耐熱性を評価するため、常時20°C、平均的に100, 250, 500°Cの環境にOX, OR供試体を暴露後、圧縮強度試験(JIS A 1108)と静弾性係数試験(JIS A 1149)を行った。供試体は直径100mm、長さ200mmの円柱供試体とし、28日の封緘養生(温度20°C)を行った。20, 100, 500°Cについては暴露後1, 3, 6, 12ヶ月で、250°Cについては暴露後1, 2, 6ヶ月でそれぞれ供試体を回収した。ただし、250°Cは12ヶ月分の供試体が試験継続中である。

3.2 圧縮強度

図-1に圧縮強度試験結果を示す。20°Cでは、OX, ORが時間経過とともに強度増加している。100°Cでは、OXの強度は暴露後6, 12ヶ月分について20°CのOXと同等の強度を呈している。一方ORは20°C

キーワード: ジオポリマー, 暴露試験, 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

と比べ、暴露初期に14%程度の強度低下を示し、同じ強度のまま推移している。500°Cでは、OXもORも低下傾向にある。ただし、図-3に示す通り、ORは500°Cでセメント硬化体の分解と思われる性状を呈したのに対し、OXは変色が見られたものの、内部構造の崩壊は視認できなかった。250°CはOX、ORともに暴露6ヵ月目で強度増加がみられた。これについては試験継続中であり、今後12ヵ月目の結果も踏まえて評価していく。

3. 3 静弾性係数

図-2に静弾性係数試験結果を示す。20°Cでは、ORの方がOXよりも大きく、ジオポリマーの静弾性係数の低さが確認された。100°Cになると、OXの静弾性係数は20°Cの半分程度に低下しているが、低下は収束の傾向が見られる。500°Cでは、ORとOXどちらも初期の段階から低くなっている。250°Cでは、ORとOXどちらも、6ヵ月が2ヵ月より増加している。これについては、12ヵ月後の結果も見ながら、評価していきたい。

4. 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100°C環境においては、長期的にも圧縮強度低下を呈していない。一方、静弾性係数は当初の状態から普通コンクリート(OR)に比べて低く、1年間100°C環境に暴露されると50%程度の低下を示す。しかし、低下傾向は収束している。
- (2) OXは、500°C環境では圧縮強度、静弾性係数ともに低下しており、本配合のジオポリマーコンクリートを構造材として適用することは避けるべきである。ただし、普通コンクリートのように供試体内部の組織構造は崩壊しておらず、ある程度の耐熱性を発揮していることは確認された。
- (3) 250°Cの環境では、OXとORどちらも強度増加しており、特にジオポリマーコンクリートの圧縮強度は高く、静弾性係数に配慮して設計を行うことで、構造材に適用できる可能性がある。

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に関する適用検討, 土木学会年次論文集, 2021

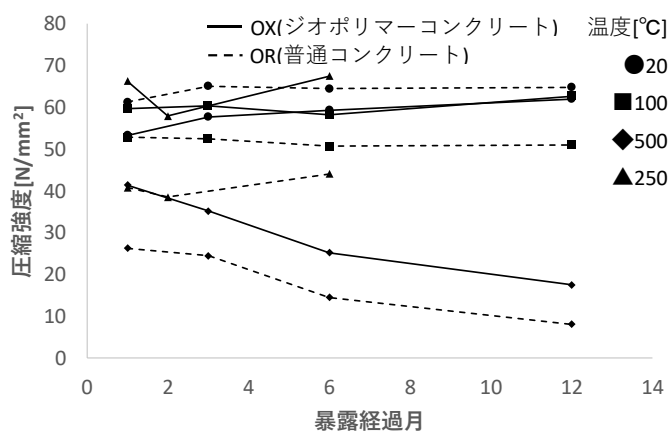


図-1 圧縮強度

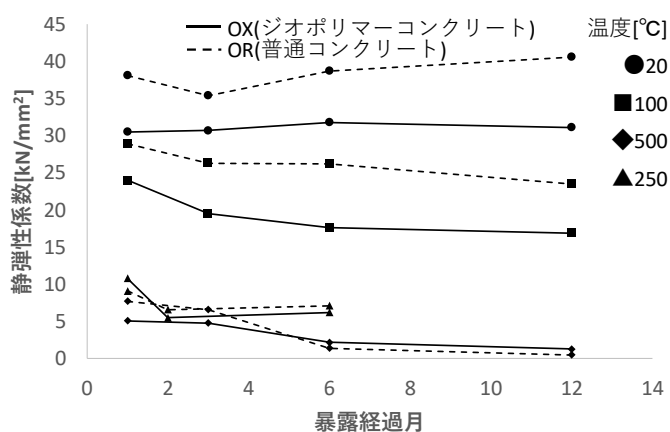


図-2 静弾性係数

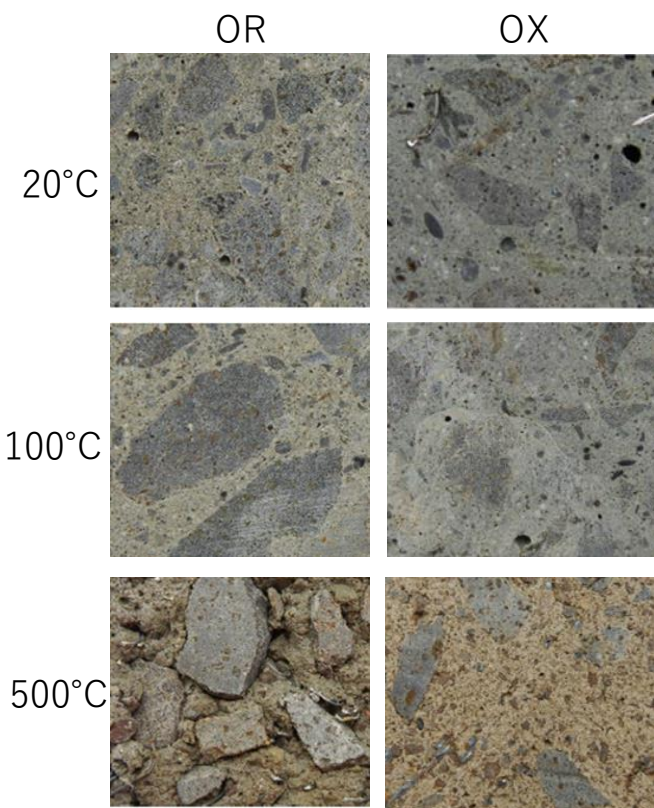


図-3 12ヵ月暴露後の供試体断面写真