

ゼオライトを混入したコンクリートの硬化性状に関する一考察

五洋建設(株)フェロー 内藤 英晴 五洋建設(株) 正会員 酒井 貴洋
 五洋建設(株) 正会員 保木本 智史 電気化学工業(株)正会員 石田 積
 中央大学 正会員 大下 英吉

1. はじめに

Li 型ゼオライトや Ca 型ゼオライトを混入したコンクリートでは、これらのゼオライトが K^+ , Na^+ 等のアルカリ金属イオンを捕集し、ひび割れ伸び性能が向上するとの報告がなされている¹⁾。また筆者らは、Li 型(Li-EDI 型)ゼオライトの方が Ca 型ゼオライトより、アルカリ金属イオンの捕集効果が高いことや、ひび割れ発生時の自由収縮ひずみが大きいことや、圧縮強度も大きくなることを確認している²⁾。ただし、以上の検討は主として普通ポルトランドセメントを用いた場合に対するものである。セメントのアルカリ度をより小さくすることで、ひび割れ伸び性能が向上することが期待できるのであれば、普通ポルトランドセメントよりも高炉セメントやフライアッシュセメントを使用する方がより効果的と考えることができる。そこで、本報告では、高炉セメントを用いたコンクリートに対して、Li-EDI 型ゼオライトを混入した時の硬化性状に与える効果について検討した。

2. 実験概要

2.1 検討ケース

上述の通り、Li-EDI 型ゼオライトを混入したコンクリートの方が、Ca 型ゼオライトを混入した場合より強度が大きく、ひび割れ抵抗性も向上する結果を得ていたため、高炉セメントを対象とする本研究においても、Li-EDI 型ゼオライトで置換する場合について検討した。コンクリートの配合を表 - 1 に示すが、セメントは市販の高炉セメント B 種とし、その一部をゼオライトで置換する場合と置換しない場合の 2 ケースを検討対象とした。なお、細骨材には川砂(密度 2.56g/m³)、粗骨材には川砂利(密度 2.56g/m³)を用いた。

なお、ゼオライトはセメント粒子より細かいため、これを多量に混入するとワーカビリティの低下などを招くため³⁾、経済性も考慮するとセメントの概ね 5~15%の範囲で置換するのが良いと思われる。ここでは、これまでの研究成果を基に、セメント質量の 10%を Li-EDI 型ゼオライトで内割り置換することとした。

表 - 1 コンクリートの配合表

検討ケース	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AE 減水剤
			C	W	S	G	Li-EDI	
無置換	55	45.9	318	175	799	940	0	C×1.0%
10%置換			286	175	799	940	32	C×1.0%

2.2 供試体の製作と試験項目

コンクリート供試体の製作は 20 の恒温室内で行い、打設翌日に脱型したのち水中養生を行い、材齢 7 日と 28 日で試験を実施した。

試験項目は圧縮強度、ヤング係数、曲げ強度、割裂引張強度であり、それぞれ JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」、JIS A 1149「コンクリートの静弾性係数試験方法」、JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」、JIS A 1113「コンクリートの割裂引張強度試験方法」に準拠した。

キーワード リチウム型ゼオライト, カルシウム型ゼオライト, コンクリート, 強度向上

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL .0287-39-2109

3. 実験結果および考察

高炉セメントの10%をLi-EDI型ゼオライトで置換した場合と置換しない場合の、材齢28日までの圧縮強度、ヤング係数、曲げ強度、割裂引張強度を図-1~図-4に示す。材齢28日までに於けるいずれの強度も、ゼオライトで置換した方が大きくなり、特に材齢7日までの初期材齢においては各種強度やヤング係数で顕著な差異が見られた。

筆者らがゼオライトを混入したセメントペーストの水和率の経時変化を調べた研究³⁾では、練混ぜから3~6時間後の初期段階での水和率が高くなっていた。

また、ゼオライトを混入したものは無混入の場合に比べて、材齢の経過とともに細孔径分布が小径側にシフトしており、特に材齢1日において無混入より小さな細孔径が増えていた。高炉セメントやゼオライトの密度と平均粒径を下表に示すが、Li-EDI型およびCa型ゼオライトの粒子はセメント粒子より細かく軽いのが特徴である。したがって、ゼオライトを混入すると、無置換の場合より結合材体積が増加し、初期の反応過程でより小さな細孔が増加するため、それにより硬化体組織が緻密となったと考えられる。

材料	密度(g/cm ³)	平均粒径(μm)
高炉セメントB種	3.05	約12.0
Zeolite(Li-EDI)	2.12	約6.5
Zeolite(Ca)	2.10	約3.4

4. あとがき

高炉セメントの一部をLi-EDI型ゼオライトで置換したコンクリートでは、材齢7日と28日における各種強度は、置換しない場合より大きくなり強度向上が認められた。特に材齢7日までの初期材齢における強度発現で顕著な差異が見られた。

参考文献

- 1) 木下, 大下: ゼオライトのイオン交換能に着目したセメントの耐ひび割れ性能向上に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.457-462, 2009
- 2) 保木本, 内藤, 石田, 大下: ゼオライトを混入したセメントペーストのひび割れ抵抗性向上に関する研究, セメントコンクリート論文集, No.65, pp.176-183, 2011
- 3) 保木本, 内藤, 石田, 大下: ゼオライトを混入したセメントペーストのフレッシュ性状に関する基礎的研究, 土木学会第66回年次学術講演会概要集, V-566, 2011

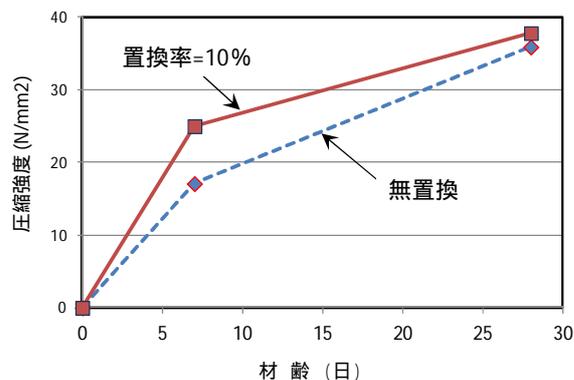


図-1 圧縮強度と材齢との関係

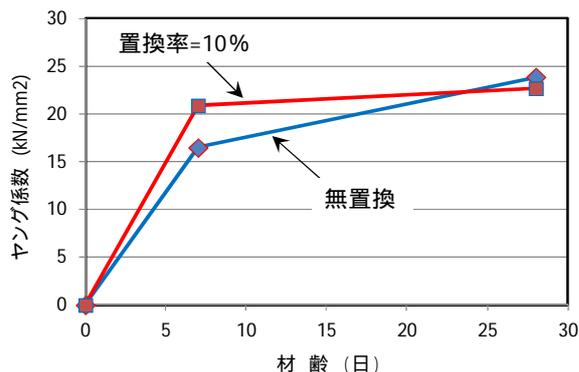


図-2 ヤング係数と材齢との関係

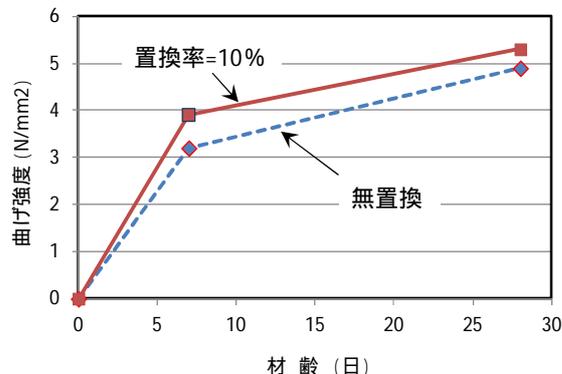


図-3 曲げ強度と材齢との関係

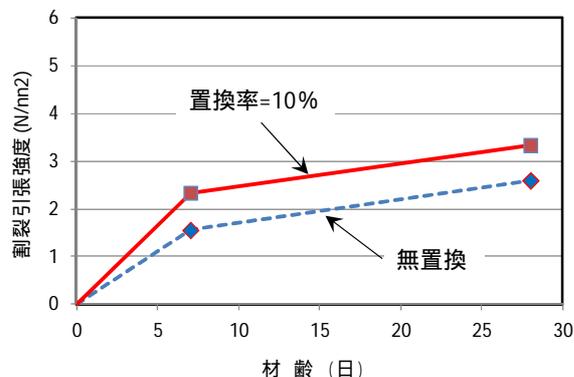


図-4 割裂引張強度と材齢との関係