

## クリンカーを細骨材として用いたコンクリートの自己治癒性能

宇都宮大学 学生会員 ○伊藤 駿之介  
 宇都宮大学大学院 正会員 藤原 浩己  
 宇都宮大学大学院 正会員 丸岡 正知  
 太平洋セメント(株) 正会員 林 建佑

## 1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性を高めるためにはひび割れが有害なものとして顕在化する前に、ひび割れの補修などの対策を取る必要がある。しかし、コンクリート構造物はあらゆる用途、場所で使用されており、鉄道やダムなど、大規模構造物が数多くあることから、補修は勿論、その必要性を判断するための検査だけでも、経済的、時間的、人的なコストは莫大なものになる。

現在、セメント業界では、産業廃棄物・副産物を受け入れ、これらを原料としてセメントクリンカーを製造している。近年、廃棄物発生量の増減はほとんどないが、セメントの国内需要は減少傾向にあることから、今後もセメント業界での廃棄物の受入れ量を維持するためにはクリンカーのセメント以外の用途を考案する必要がある。

そこで本研究では、クリンカーの有効な利用方法の一つとしてコンクリート用骨材に着目し、コンクリートにひび割れが発生した際に、ひび割れ発生面に浸入した水とクリンカーが水和反応を生じ、析出する水和生成物によりひび割れが充填されるという、クリンカーの水和反応性を利用した、補修を必要としない自己治癒コンクリートの開発を目的としている。

## 2. クリンカー細骨材使用コンクリートの基本性状および自己治癒性能

## 2.1 使用材料および練り混ぜ方法

使用材料を表1に示す。表1に示したビーライト・ゲーレナイト系クリンカー(GCL)は、主な構成鉱物がビーライトとゲーレナイトからなるクリンカーであり、普通ポルトランドセメントと比較し多量の産業廃棄物を原料として使用している。GCLは比較対象の砕砂と同じ粒度分布となるように粒度調整し、細骨材として用いた。

水セメント比は一般的なコンクリート構造物に適用することを想定し55%とした。GCLは細骨材に対して、

キーワード：ひび割れ，自己治癒，クリンカー，相対動弾性係数

積比で0%、50%、100%置換した。

本研究では、自己治癒性能を評価する供試体の硬化組織の破壊を凍結融解作用により行うため、空気量の目標値を1%以下とした。

なお、空気量を極端に減らすことでスランプが調整しにくくなることが予想されたため、スランプの目標値は設定しなかった。

練混ぜには公称容量55Lのミキサーを使用した。練混ぜ手順はセメント、細骨材、粗骨材をミキサーに投入し空練りを30秒間行い、あらかじめ高性能AE減水剤を混和した練混ぜ水を投入し1分30秒間練り混ぜた後、消泡剤を投入し1分間練り混ぜ排出した。

表1：使用材料

種別	記号	使用材料	密度(g/cm <sup>3</sup> )
結合剤	C	普通ポルトランドセメント	3.15
細骨材	S	砕砂(表乾)	2.63
	GCL	ビーライト・ゲーレナイト系クリンカー(絶乾)	3.16
粗骨材	G	砕石	2.64
混和剤	SP	高性能AE減水剤	1.05
	DF	消泡剤	1.00

## 2.2 試験項目

## (1)フレッシュ性状試験

## a) スランプ試験

JIS A 1101 に準拠した。

## b) 空気量試験

JIS A 1128 に準拠した。

## (2)圧縮強度試験

JIS A 1108 に準拠した。養生は20°C水中養生とし、材齢7, 28日にて圧縮強度試験を行った。

## (3)自己治癒性能試験

自己治癒性能の評価には、20°C水中で28日養生した直径100mm、高さ200mmの円柱供試体を用いた。凍結融解作用を利用して硬化組織を破壊した後、20°C水中にて治癒養生を行い、相対動弾性係数の経時変化を測定するこ

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学

とにより自己治癒性能を評価した。

治癒養生前の破壊条件は、GCL 置換率 0%、50%、100% の全てが相対動弾性係数 0%に達した完全破壊、達しなかった非完全破壊の 2 つを設定した。また、治癒後の強度の回復程度を調べるため、相対動弾性係数の変化が認められなくなった治癒養生 8 週後に供試体の圧縮強度試験を測定した。

2.3 試験結果および考察

(1) フレッシュ性状試験結果

フレッシュ性状試験結果を表 3 に示す。GCL 置換率の増加に伴い、多くの SP、DF を必要としたが、SP を増加してもスランプは大きくならなかった。また置換率 100%では SP 添加量が過多のため材料分離を生じやすい状態となり、激しいブリーディングが視認された。

(2) 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果を図 1 に示す。GCL を混和することにより、圧縮強度の増加が認められた。これは GCL の水和反応により微細空隙を緻密化したためと推察される。

(3) 自己治癒性能試験結果

a) 相対動弾性係数

試験結果を図 2 に示す。治癒養生を行なうと初期に相対動弾性係数は大きく変化する、その後緩やかに収束する結果となった。これは GCL の反応による水和生成物が凍結融解作用により生じた破壊部分を埋めたためと推察される。

b) 自己治癒後圧縮強度試験

試験結果を図 1 に示す。図 2 より、置換率 100%では完全破壊、非完全破壊ともに治癒養生 8 週後の相対動弾性係数が 90%ほど回復しているが、自己治癒後の圧縮強度に大きな開きを確認できる。図 1 の 28 日圧縮強度を基準に自己治癒 2 週後の相対動弾性係数と圧縮強度との関係に着目したところ、図 3 より明確な相関関係が見出せた。このことから治癒開始から 2 週間程度までに生成されるものが強度回復における主因子となると推測される。

3. まとめ

- ・ GCL 置換率の増加に伴い、混和剤を多量に添加することにより空気量は目標値を得たが、スランプは十分な大きさにならなかった。
- ・ 圧縮強度は GCL を混和することにより、無混和の配合と比較し増加することが確認できた。
- ・ 自己治癒性能は、GCL を混和することで向上すること

が確認できた。

表 3 フレッシュ性状

GCL/S(%)	SL(cm)	Air(%)	SP/DF(%)
0	8.5	0.75	1.5/3.0
50	11	0.6	2.0/3.0
100	2	0.8	3.0/4.0

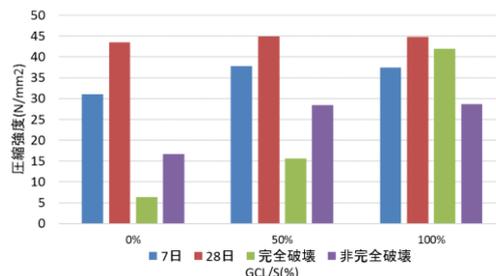


図 1 圧縮強度

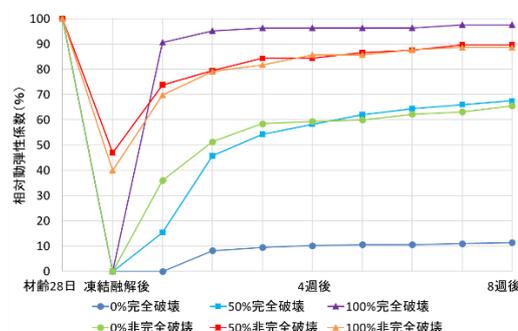


図 2 相対動弾性係数の変化

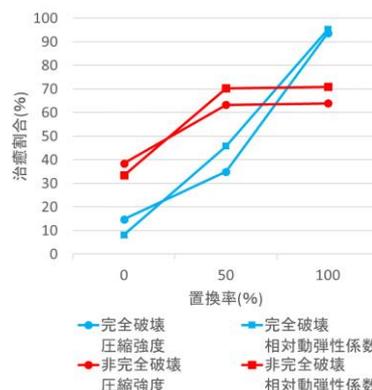


図 3 圧縮強度と治癒養生 2 週後の相対動弾性係数の変化

参考文献

- 1) 根本雅俊, 他: クリンカー骨材を用いたモルタルの自己治癒性に関する研究: 第 42 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集 V-41, 2015
- 2) 坂田昇, 他: コンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼすブリーディングの影響に関する一考察: コンクリート工学論文集, Vol.23, No2, pp.59-69, 2012