無筋コンクリートのバクテリアによる治癒効果に関する基礎実験

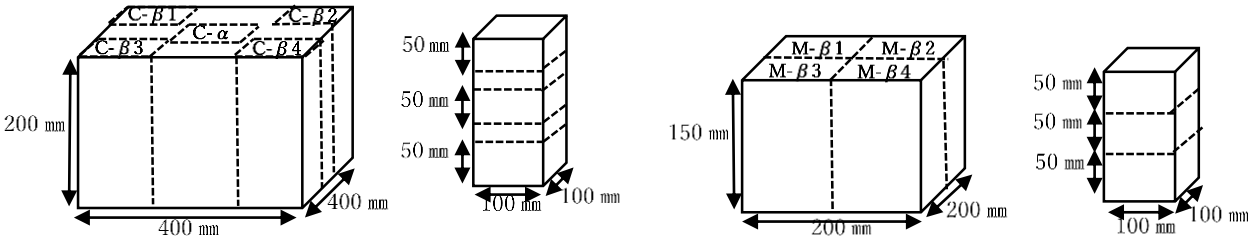
早稲田大学　学生会員　○守尾　昂紘
早稲田大学　正会員　佐藤　靖彦
會澤高圧コンクリート株式会社　正会員　酒井　亨
會澤高圧コンクリート株式会社　正会員　黒川　翔太

1. はじめに

既往の研究から特殊なバクテリアと，乳酸カルシウムをコンクリートに混ぜることで，ひび割れの補修（以下「治癒」）が可能になることが確認されている [1)]．バクテリアによる治癒はひび割れからの浸水によって発動し，外部からの有害物質の侵入を防ぐことが期待されている [2)]．しかし，これらに関する既往の研究は数少なく，実用化には検討の蓄積が必要である．本研究では，無筋コンクリートを対象とした暴露試験を行い，バクテリアによる治癒効果の基礎的な情報を得る．

2. 実験概要

本研究では，バクテリアを含む比較的大きなコンクリートとモルタルブロックを作製した．図 1 のようにブロックから数本の角柱を切り出し，各角柱から厚さ 50mm の供試体を 3 体ずつ切り出した．その供試体を鋼製リングの中央に高強度モルタルにより固定し，鋼製リングに圧縮力を作用させることでひび割れを発生させた（図 2）．供試体は，鋼製リングに埋め込まれた状態で表 1 に示す各環境に暴露された．



(a) コンクリートブロック　　(b) モルタルブロック

図 1 ブロックから角柱の切り出し

3. 実験結果および考察

55 日間の暴露後の各位置における治癒率の大きさを図 3 に示す．なお，治癒率とは初期ひび割れ幅と暴露 54 日後のひび割れ幅の差の初期ひび割れ幅に対する割合である．

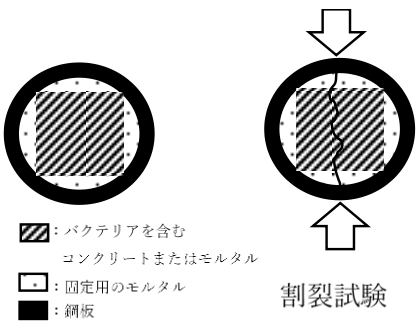


図 2　供試体へのひび割れの導入

表 1　暴露環境

角柱	粗骨材の有無	屋内/屋外	水量
C-α	有（コンクリート）	屋内	1週間当たり 70ml与える
C-β1			
C-β2			
C-β3			水中暴露
C-β4		屋外	
M-β1	無（モルタル）	屋内	1週間当たり 70ml与える
M-β2			
M-β3			水中暴露
M-β4		屋外	

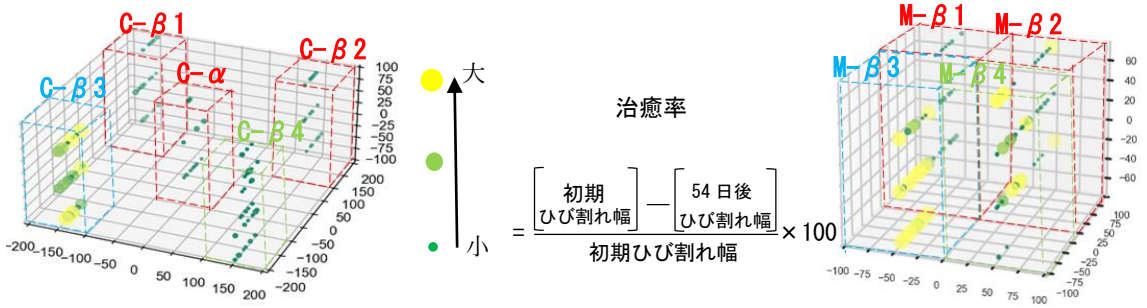
(1)バクテリアによる治癒効果と水の関係

水との関係を調べるために，コンクリートにおいて，与えた水量が異なる C-α と C-β3 と C-β4 の結果を比較する．C-β3 のみ治癒が確認され，C-α と C-β4 では確認できない．モルタルでは，M-β1 と M-β3 と

キーワード　バクテリア，治癒率，暴露試験，環境
連絡先　〒169-8555　東京都新宿区大久保 3 丁目 4-1　ＴＥＬ03-5286-3852

© Japan Society of Civil Engineers

M-β4 の結果を比較すると，M-β3, M-β4, M-β1 の順に治癒の効果が高い．よって，コンクリートとモルタルともに終始水中に暴露されている環境下の治癒効果が最も良い結果となった．また，モルタルでは屋外に暴露した M-β4 でも治癒が確認された．水が定期的に与られなかったにも関わらず治癒が発生した要因として湿度の影響が考えられる．暴露期間中，湿度は屋内より屋外のほうが常に高かった．これらの結果から次のことが考えられる．バクテリアは水をトリガーとして活動を始めるが，定期的に水を与え乾燥させるといった乾



(a)コンクリート　　(b)モルタル

図 3　C-β3 の上部の供試体における治癒率の変化

湿繰り返しの環境下では治癒効果は期待できない．一方，水が定期的に与えられなくても高い湿度が保たれれば治癒効果は期待できる．このようにバクテリアによる治癒効果は水からの影響がかなり大きいことに合わせて，バクテリアを乾燥させない環境も重要であると分かる．

(2)バクテリアによる治癒効果の空間的ばらつき

空間的ばらつきを調べるために，同じ環境に暴露した角柱の結果の比較と一つの角柱内の結果の比較を行った．同じ環境に暴露した角柱の比較として，コンクリートでは C-α と C-β1 と C-β2 の結果を比較すると，3 本の角柱すべてに治癒が発生していないことが分かる．モルタルでは，M-β1 と M-β2 の結果を比較すると，コンクリートと同様にほとんどの箇所で治癒せず，わずかに治癒されている．治癒されている箇所が少しでもあることから，暴露した環境がバクテリアに適していなかったのではなく，これらの角柱にバクテリアが含まれていない可能性が高い．図 3 によれば，一つの角柱の高さ方向の治癒率を比較すると，C-β3 では上部中央下部すべて治癒効果が等しく， M-β3 では上部における治癒効果が低く， M-β4 では中央が比較的に治癒効果が低いようである．よって，高さ方向のバクテリアは均等に分散していない．図 4 は C-β3 の上部の供試体に入ったひび割れにおける治癒効果の時間変化を示したものである．一本のひび割れ内でも治癒効果にばらつきがある．本実験では，バクテリアによる治癒効果のばらつきは，角柱間，高さ方向，ひび割れの線方向のすべてにおいて確認された．このばらつきが起こる原因として，供試体が置かれた環境状況ではなく，混入したバクテリアの量そのものがコンクリートに対してかなり少ないことにあると考えている．

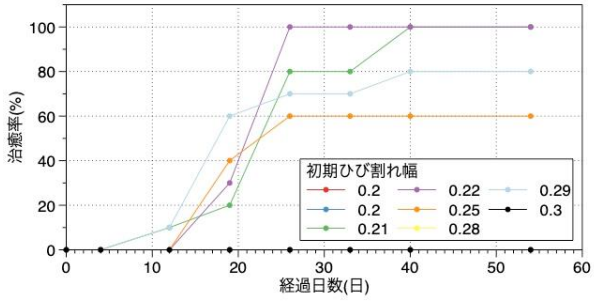


図 4　治癒率の時間変化

4. まとめ

本研究では，バクテリアによる治癒効果は水の影響がかなり大きいことが分かった．また，コンクリートが小さいと，混入するバクテリアの量が減り治癒効果にばらつきが生じてしまう可能性が高いことを確認した．今後，常に水分が供給される大型構造物に対するバクテリアによる治癒効果を検討する予定である．

参考文献

1)　日本コンクリート工学会：セメント系材料の自己修復性とその利用法研究専門委員会報告書, 2008
2)　Henk M. Jonkers & Erik Schlangen：A two component bacteria-based self-healing concrete, 2009

© Japan Society of Civil Engineers