

バイオグラウトの温度敏感性と実構造物への適用性

愛媛大学大学院 学生会員 ○松下ゆかり 山瀬麻悠子
愛媛大学大学院 正会員 岡崎慎一郎 氏家勲 安原英明

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れ補修に対する社会的なニーズは大きい。現行のひび割れ補修には、インジェクターによる樹脂系もしくはセメント系材料の注入が一般的である。しかしながら、これらの材料の流動にはチクソロピー性を呈することから、材料を低粘度としたとしても充填不良になることが否めない。著者らは、この問題を解決するために、液状水を主体としたバイオグラウトの、ひび割れ補修性状について報告している。ここにバイオグラウトとは生体代謝による代謝生成物を利用したグラウトを指し、当該研究においては、亀裂部分において炭酸カルシウムを析出させることによって 20°C 環境下で一定の補修効果を確認している。

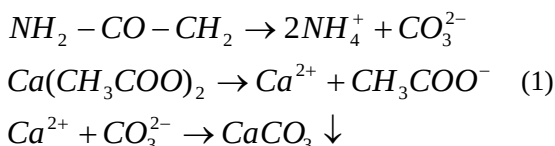
本研究においては、現場での適用を想定して、様々な温度環境下におけるバイオグラウトの性能確認と、鉄筋コンクリートはりへの適用について検討を行った。

2. バイオグラウトの配合

本研究に使用するバイオグラウトは、ウレアーゼによる尿素の加水分解を利用したものである。なお、尿素加水分解反応は以下のようなものである。

表-1 グラウトの配合

ケース名	酢酸カルシウム	ウレアーゼ
CASE-1	0.01mol/L	0.1g/L
CASE-2		1.0g/L
CASE-3		10g/L
CASE-4	0.1mol/L	0.1g/L
CASE-5		1.0g/L
CASE-6		10g/L



炭酸イオン源には尿素を使用し、ウレアーゼを加えることによる尿素の加水分解から炭酸イオンを発生させる。カルシウム源には、酢酸カルシウムを使用し、炭酸イオンとカルシウムイオンの化合により炭酸カルシウムを析出させ、この作用によりひび割れを閉塞させるのである。本研究においては、まず最も炭酸カルシウムが析出する配合を見出すために、環境温度を 10°C、20°C、30°C とした場合においてカルシウムイオン濃度の減少傾向と、試験管内の炭酸カルシウム析出性状を目視にて確認した。配合は表-1 に示すような条件にて実験を実施した。なお尿素は 10g/L で一定とした。

3. 試験管におけるカルシウムイオン濃度変化と炭酸カルシウム析出性状

すべてのケースにおいて経時的にカルシウムイオン濃度が低減しているが、温度の上昇に伴いカルシウムイオン濃度が減少する傾向にある。これはウレアーゼの活性が 30°C で最も大きくなるからである。またウレアーゼの混入量が多くなるほどカルシウムイオン濃度の減少速度が大きくなっている。以上の結果から、温度が高いほど、ウレアーゼの混入量が多いほど、カルシウムイオン濃度減少は早く、かつ多くの炭酸カルシウム析出が期待できると思われた。しかしながら、目視によると **Case-4** のみに炭酸カルシウムの結晶がみられ、それ以外のケースにおいてはグラウトが白濁しているのみで結晶化していないことが確認された。ここで、炭酸カルシウムの結晶析出条件について確認する。文献によると、高濃度のカルシウム塩と炭酸塩の場合においては炭酸カルシウムは非晶質な性質を呈するということから、以上の条件を満たさない **Case-4** のみに結晶が確認されたものと考えられる。

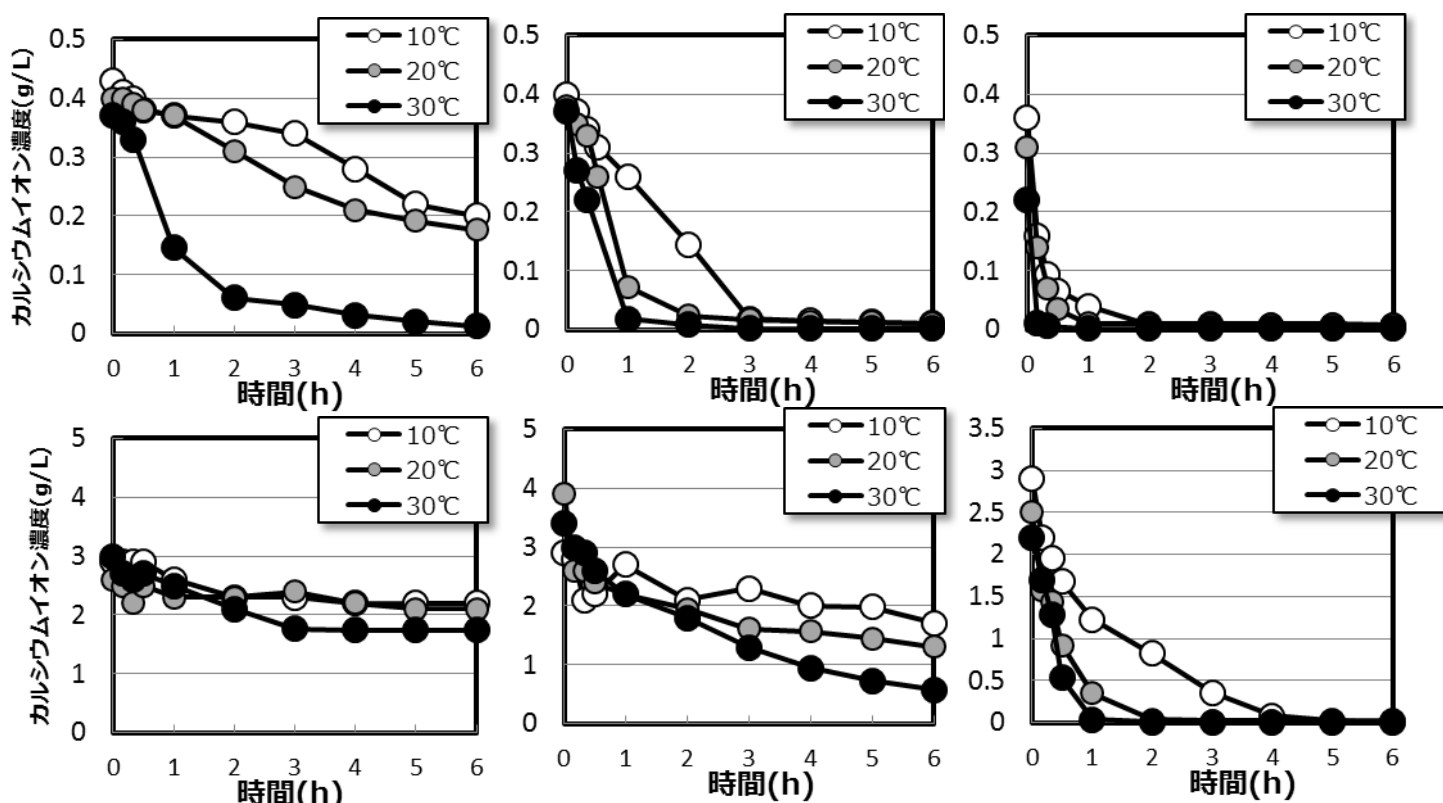


図-1 カルシウムイオン濃度

4. はりへの注入実験

図-2 に示すような、1mm～2mm 程度のひび割れを有する鉄筋コンクリートはりに、本実験でも最も炭酸カルシウムの析出がみられた CASE-4 を注入する。その後、自然環境下に置き、ひび割れに 1 日ごとにグラウトを注入し続ける。実験の結果、炭酸カルシウムの析出を確認する事ができなかった。この要因として、グラウトの流出が考えられる。試験管実験のように、グラウトが液体のまま補修箇所に残しておく必要

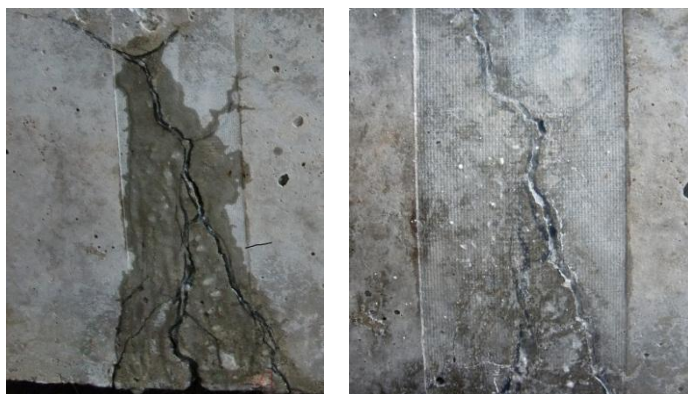


図-2 補修前後の写真

があることをこの結果は示唆している。そこで、粉寒天を使用して若干粘性を高めたグラウトを使用して、再試験を実施した。注入開始から 7 日目にして炭酸カルシウムによって閉塞が確認された。なお、寒天のみの液体を固化させたものはほぼ無色透明であり、寒天のみによる閉塞ではないということを付記しておく。

5. 結論

試験管試験によるバイオグラウトのカルシウムイオン濃度変化を確認したところ、環境温度が大きいほど、またウレアーゼの混入量が多いほど減少傾向が顕著であった。ただし、炭酸カルシウムの結晶として析出する条件が存在するため、カルシウムイオン濃度が顕著であるから直ちに炭酸カルシウムの結晶析出が多くなるとは限らないといえる。また、コンクリートはりへの適用には、グラウトが補修対象箇所にある程度留まっておく必要性があり、若干の粘性がバイオグラウトには必要であることが判明した。

謝辞

本研究は社団法人四国建設弘済会が行う建設事業に関する技術開発・調査研究の助成の支援を得て実施された。ここに謝意を示す。

- 1) 小嶋芳行, 川野辺晃生, 安江任, 荒井康夫: 非晶質炭酸カルシウムの合成と結晶化, Journal of Ceramic Society of Japan 101 [10], 1993, pp1145-1152