

微生物代謝を利用した漏水箇所の補修工法の開発

愛媛大学 学生会員 ○高本直樹 正会員 氏家勲 正会員 岡崎 慎一郎 非会員 山本潤

1. はじめに

我が国の社会基盤施設は主として鉄筋コンクリートで構造が用いられている。その中には、不十分な施工が行われ、結果としてかぶりコンクリートに粗大な空隙を多く持つものも少なくない。しかし、十分に入念で高品質な施工が行われていたとしても、橋梁の高欄と床版との打継ぎ部には微少な間隙があり、降雨によりその間隙から漏水し、排水溝で排水されずに橋梁の上部工から直接外部水が流出するため、橋梁付近の住民に与える影響は大きく、早急に修復を行う必要があり、コンクリート打継ぎ部の補修に関する社会的ニーズは極めて大きいと思われる。本研究では漏水箇所の補修について、バイオグラウトを用い、セメント硬化体を主として形成する化合物と相違のない炭酸カルシウムを析出させる方法について検討した。

2. 実験概要

2.1 グラウトの配合選定

本研究で使用するバイオグラウトには、炭酸カルシウムの生成のためのカルシウムイオン、炭酸イオンが必要である。川崎¹⁾らの研究からグラウトにイースト菌と有機栄養源含ませたグラウトを用いた。また、イースト菌の代謝を活発にするためにアルカリ緩衝溶液を用いることで代謝の促進を図った。

カルシウム源として必要な条件には、溶解度が高いこと、取り扱いや入手が容易であること、コンクリートに影響を及ぼさないこと、安価であることが挙げられる。そこで本研究では、それらの条件を満たす酢酸カルシウムをカルシウム源として用いた。

炭酸イオン源には、微生物または酵素の代謝活性で生じる二酸化炭素を利用する。微生物や酵素の代謝には、無機または有機栄養源が必要である。まず、微生物には市販のドライイーストを用いた。なお、栄養源にはスクロースを用いた。

イースト菌はpHが大きくなると、イースト菌および土壌微生物が生息するには厳しい条件となる。また、小さすぎる場合においては活性しない。pH7.5以下では炭酸カルシウムは析出が確認されていない²⁾。そこで、本研究においては目標pHを7.5以上に設定し、これを保持し得るアルカリ緩衝機能を有する溶液として、生化学分野で一般的に用いられているTris緩衝溶液を用いた。本実験では0.1mol/LのpH9.0(20℃)に設定し用いた。

イースト菌、スクロース、酢酸カルシウムを様々な割合で配合したところ、イースト菌3.0g/L、スクロース1.0mol/L、酢酸カルシウム0.05mol/Lの配合が一番多くの炭酸カルシウムが析出したことから、本実験では、この配合を用いる。

2.2 透水試験

バイオグラウトによる漏水箇所の補修効果の確認試験として透水試験を行った。図1のような上部100×100×100mm、下部100×100×300mmのコンクリート供試体を重ねる。重ねた部分を打継ぎ部と想定し、単位時間当たりの透水量を計測する。補修前の透水量を測定した後、グラウトを6時間に1回40ml流し、計5回流すのを1サイクルとし、その後、もう一度透水試験を行った。

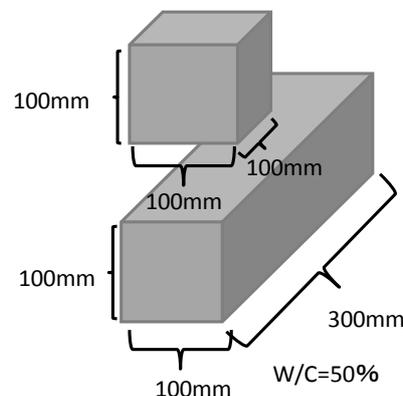


図1 透水試験装置概要

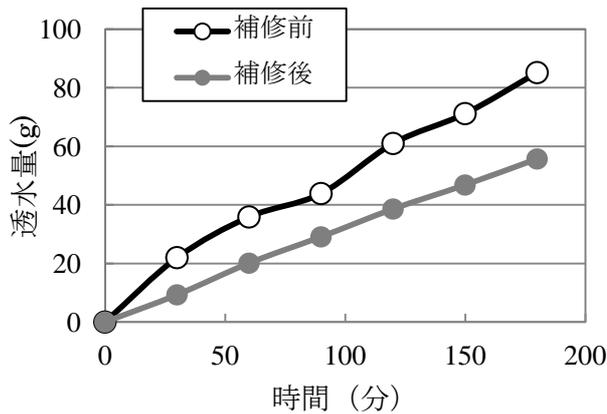


図2 透水試験結果

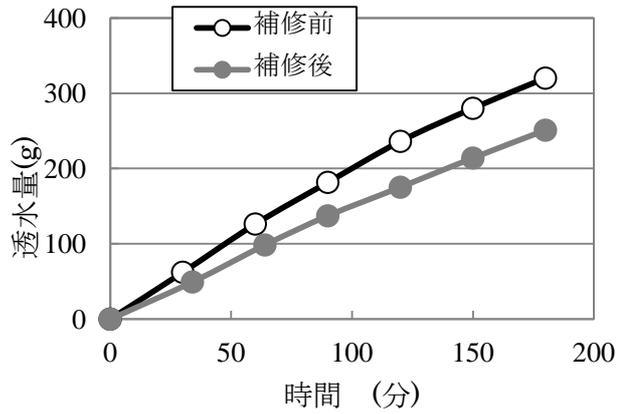


図3 HPCを使用した場合の透水試験結果

3. 実験結果

まず、予備実験としてグラウトを 1.0L 流して補修を行ったところ、ほとんど補修効果はみられなかった。これは、グラウトが炭酸カルシウムを析出する前に打継ぎ部から流れて行ってしまったためと考えられる。よって、本実験では補修時に打継ぎ部のグラウト注入面以外をテープでとめて補修を行った。

本実験の補修前と補修後の結果を図2に示す。図2から透水量の減少がみてとれる。しかし、この補修方法では漏水箇所をテープしなくてはならないことから、実用性が低いと考えられる。よって、次にグラウトの粘性を高め、打継ぎ部から流れないようにするためにスクロースの代わりにヒドロキシプロピルセルロース（以下 HPC）を用いて透水試験を行った。なお、HPC の量に関して、必要とする粘性度が高いほど、その量を増加しなくてはならないが、今回は粘性度が高いグラウトが望ましいため 250g/L を配合し、イースト菌、酢酸カルシウムは同配合で漏水箇所にテープでとめることなく透水試験を行った。図3に結果を示す。図3から透水量の減少がみられる。また、減少率も HPC を用いていない場合と比べてみても減少率は下がっているものの大きな差を見られなかった。

4. まとめ

今回の実験の 1 サイクルでは透水量は減少したものの、漏水箇所の完全な補修はできなかった。このことから、サイクルを何回か行うことで完全な補修ができるものと考えられる。また、ひび割れに容易にとどまらせることができ、かつ炭酸カルシウム生成の核となりうる土粒子などの細粒分をグラウトに混和させることにより補修効果の向上が図れると考えられる。さらに、HPC の使用には着手したばかりであり、HPC の配合量に関して詳細な検討を実施するまでに至っていない。今後は、HPC の配合量を変え、炭酸カルシウムの析出量の多い配合を使用することで、細粒分の混和とともに、より高い補修効果のバイオグラウトについて検討する予定である。

5. 参考文献

- 1) 川崎了ほか:微生物の代謝活動により固化する新しいグラウトに関する基礎的研究, 応用地質, Vol.47, No.1, pp2-12, 2006.4
- 2) 松下ゆかり, 岡崎慎一郎, 安原英明, 氏家勲: 微生物代謝を利用したコンクリートのひび割れ補修工法の開発, 日本コンクリート工学会コンクリート工学年次論文集, 第 32 巻, 1 号, 2010, pp1589-1594