

微生物代謝を利用した新しい覆土材の開発に関する基礎的研究

熊本大学 学生会員 馬場大志
 熊本大学 正会員 椋木俊文
 北海道大学 正会員 川崎 了

1. はじめに

近年、わが国の埋立廃棄物は焼却処理や破砕・分別技術の向上により焼却残渣や不燃物などの無機物が主体となっているが、海外の埋立廃棄物は依然として有機物が主体となっているのが現状である。このため有機物分解の際に二酸化炭素やメタンが生じるが、これらは温暖化ガスとして広く知られている。そこで一部の廃棄物処分場ではメタンを燃料などに利用しているが、二酸化炭素については特に利用されていない¹⁾。

一方、北海道大学・地圏フィールド工学研究室において、微生物の代謝活動を利用して地盤を改良するグラウト材 (以下、バイオグラウトと呼ぶ) が開発されている。特に微生物代謝によって生じた二酸化炭素を利用して、セメント剤として炭酸カルシウムを地盤中の隙間に析出・沈殿させる炭酸カルシウム法は、すでに透水性の低下効果と固結効果が得られることが確認されており²⁾、廃棄物処分場における二酸化炭素の利用法として期待できる。筆者らは炭酸カルシウムの析出による透水性の低下効果と固結効果により、埋立地盤の安定化についても期待している。本研究では、廃棄物処分場内の埋立廃棄物 (有機廃棄物) とバイオグラウト (炭酸カルシウム法) を注入させた覆土材をモデル化した供試体を作成し、有機物の位置による微生物代謝に伴う内部挙動の違いをX線CT法³⁾ により評価した。

2. 供試体及び実験概要

バイオグラウト (炭酸カルシウム法) の材料は有機栄養源、カルシウム塩、pH 緩衝溶液であり、実験ではそれぞれグルコース、硝酸カルシウム、pH8.0 トリブス塩酸緩衝溶液を使用した。また微生物にはイースト菌を使用した。供試体の寸法は高さ 100 mm、直径 50 mmとした。有機廃棄物としてグルコース、覆土材としてバイオグラウトの飽和度が 90%の砂質地盤を想定し、土試料、イースト菌、バイオグラウトの混合比を 290 g : 10 g : 77.2ml とした。土試料の物性は表-1 に示す。バイオグラウトの材料であるグルコース、硝酸カルシウム、pH8.0 トリブス塩酸緩衝溶液の比率は、最終のグラウト 100ml 当たり、3.0 g : 2.4 g : 100 g としている。実験ケースは図-1 に示すように、異なるグルコースの位置 (全体、底部、中央部、上部) の 4 ケースを硝酸カルシウムの有無に分けて作成し、40℃で 24 時間養生した。養生後、写真-1 のように一部膨張が見られる供試体があったが、供試体の膨張部分を残した状態で供試体の中央縦断面の CT 撮影を行った。

表-1 土試料の物性値

土粒子密度 (g/cm)	粒度組成 (%)			
	礫	砂	シルト	粘土
2.649	0	76.7	20.5	2.8

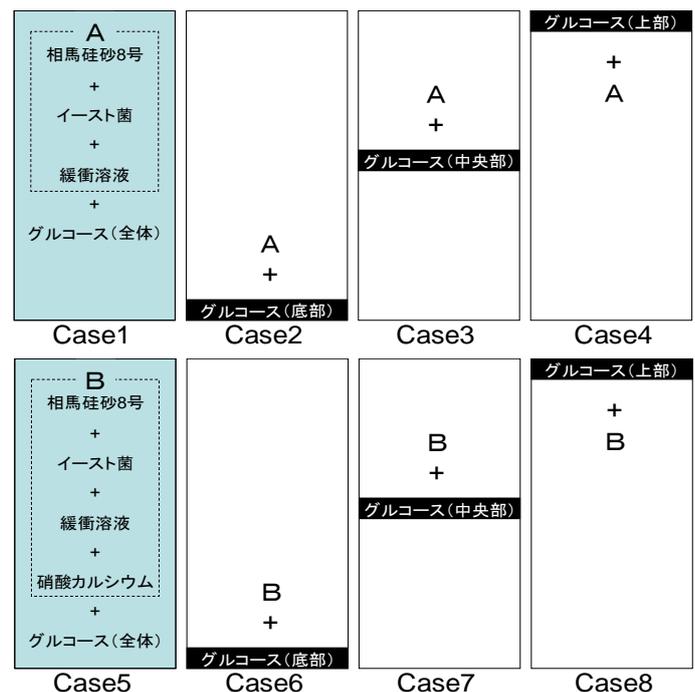


図-1 供試体イメージ

3. 実験結果及び考察

図-2 に CT 画像を示す。CT 画像は 256 階調の白黒濃淡画像として表示されており、白い部分ほど高密度領域、黒い部分ほど低密度領域を示している。このことから供試体内の黒い部分は微生物代謝により発生したガス領域であるといえる。また、グルコースの位置が全体に及ぶ Case1、5 に対して、他の供試体には局所的に低密度となっている領域が見られるが、この位置は微生物の有機栄養源であるグルコースの位置とほぼ等しい。このことからグルコースの周辺において、イースト菌の代謝によって発生した二酸化炭素が供試体内に局所的に間隙を生じさせたと考えられる。次に局所的に低密度領域が現れた供試体のうち硝酸カルシウムを含まない供試体 (Case2、3、4) と硝酸カルシウムを含む供試体 (Case6、7、8) でグルコースの位置が対応するものをそれぞれ比較すると、いずれも硝酸カルシウムを含む供試体に生じた間隙が小さい。これは硝酸カルシウムを含む供試体内でイースト菌による代謝により発生した二酸化炭素が炭酸カルシウム析出の際に消費され、また炭酸カルシウム自体がセメント剤であるために固結効果が引き起こされ間隙が小さくなったと考えられる。

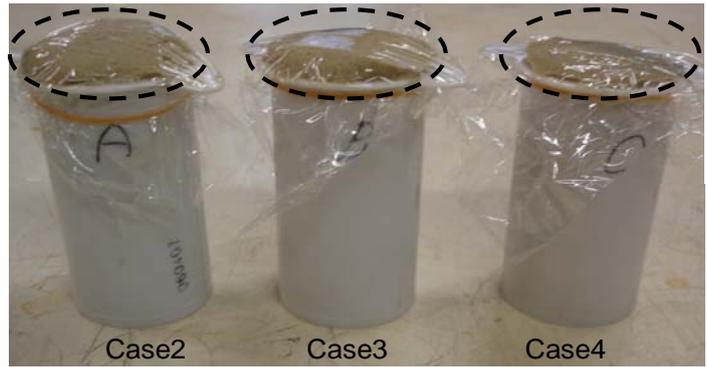


写真-1 24 時間後の供試体の様子

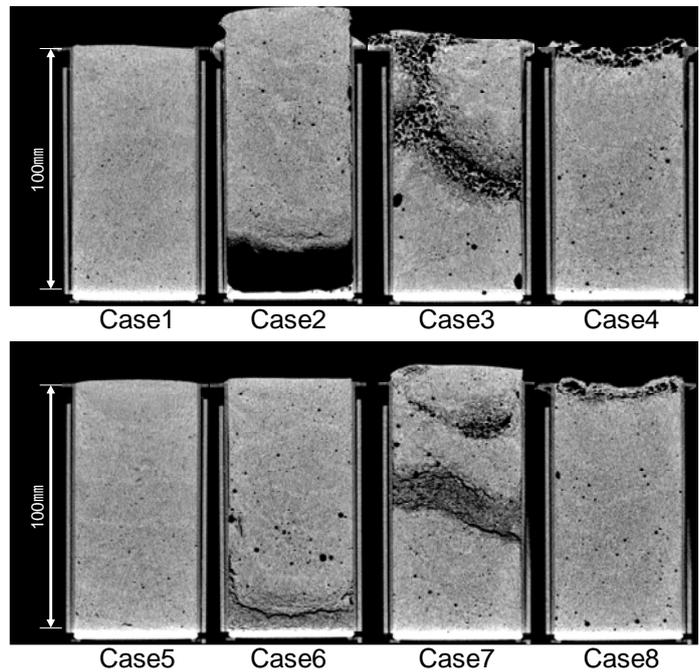


図-2 CT 画像

4. まとめ

微生物代謝は、有機物に近い位置で活発となる。廃棄物処分場における即日覆土・中間覆土への使用を考えた場合、覆土中の微生物は有機栄養源を廃棄物から得るとすると、廃棄物層との境界面で最も炭酸カルシウムが析出されると考えられる。しかし、過度の代謝が起こると局所的に間隙が生じ、バイオグラウトの効果が弱まる恐れもある。このため微生物代謝が覆土材全体で一様に行われるよう、覆土材の土質や覆土厚に応じてバイオグラウトの配合や注入法などを検討することが重要である。

【参考文献】

- 1) 特定非営利活動法人 最終処分場技術システム研究協会：日本の最終処分場（改訂版），株式会社環境産業新聞社，pp.1-20，2004.
- 2) 川崎了・村尾彰了・広吉直樹・恒川昌美・金子勝比古：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，日本応用地質学会，応用地質，第47巻，第1号，pp.2-12，2006.
- 3) 椋木俊文：地盤工学における X 線 CT 法の適用に関する研究，pp.13-107，2001.