生分解性埋設管の分解評価試験
―その１　分解促進法の開発と分解試験－

強化土エンジニヤリング㈱　正会員　○寺島　麗
フェロー会員　島田　俊介
正会員　小山　忠雄
正会員　角田百合花
北海道大学　正会員　川崎　了
広吉　直樹

１．はじめに

生分解性埋設管は掘削工事に先立つ地盤注入，恒久グラウト本設注入，土壌浄化等を対象とした環境保全型地盤改良技術の一環として開発を進めてきたシステムである．生分解性埋設管は生分解性プラスチックを素材とすることで，埋設したままでも地盤中の微生物の代謝により分解し，あるいは掘削残土を焼却処分しても有害ガスを発生せず，炭酸ガスと水に分解される．また，注入管として十分な強度を有し，かつ破砕しやすい物性であることから掘削予定地盤の改良工事において有利である[1,2,4]．生分解性プラスチックは微生物の分泌する分解酵素が材料表面に吸着し，高分子鎖のエステル結合，グリコシド結合，ペプチド結合などの化学結合を加水分解反応によって切断し高分子物質が低分子量化する（一次分解過程）．

生分解性プラスチックの分解性は従来より微生物活動の活発な地表面部においては判明しているが，微生物の少ない地中深部では不明であった．このため，地表面付近のみならず，地盤深部も対象とする地盤改良工事において，生分解埋設管を使用後に地盤の原状復元を早めるためには，微生物の少ない地盤深部における埋設管の分解促進法を開発し，その分解性を実証することが必要であると考え，埋設管内に微生物を多く含む分解促進材を投入する分解促進法を開発した．本研究では，地盤深部の有機物が少なく嫌気条件を想定し作成した砂場に生分解性埋設管を埋設し，埋設管内に分解促進材として、好気性の微生物を多く含む腐葉土、嫌気性の微生物である乳酸菌を配合した堆肥、ブランクとしてイオン交換水を投入して埋設管の分解速度を観察した．また，管内壁面付近の分解促進材の微生物の分類と菌数を測定し，比較を行ったのでここに報告する．

２．分解促進材による分解試験

（１）試験方法

写真-1 の形状の生分解性埋設管に表-1 に示す分解促進材（腐葉土，乳酸菌入堆肥，イオン交換水）を入れ，上部を高分子フィルムで塞ぎ，室内の砂場（表-2）に埋設した．室温（約 20℃）にて養生し，3 年 3 ヶ月後に掘り起し(写真-2)外観の変化, 分解促進材のｐH 変化，貫入抵抗値の測定，平板法による微生物の分離，菌数測定により分解促進材の影響を測定した（表-3）．

（２）結果

a）外観の変化

3 年 3 ヶ月後の埋設管の状況を写真-3 に示す．No.1 は管内部が濃い茶色に変色し，管表面に小さなひび割れが見られるものの注入管の形状を保っていた．No.2

表-1　分解促進試験

試験No.	分解促進材
1	腐葉土
2	乳酸菌入堆肥
3	イオン交換水

表-2　砂場

砂	7号珪砂
含水比	約14.4%

表-3　試験方法

試験項目	試験方法
外観の観察	目視による。
分解促進剤のｐHの変化	JGS0211-2000 土懸濁液のｐH試験に準拠。
貫入抵抗値の変化	軟岩ペネトロ計により、針の貫入力（N）と貫入量（mm）から求めた。
分解促進剤の微生物の分離、菌数測定	埋設管内より採取した分解促進剤を希釈平板法により一般細菌、放線菌、カビ、乳酸菌ににについて分離し、生菌数（cfu/g）を測定した。

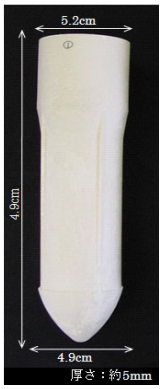

写真-1　埋設前

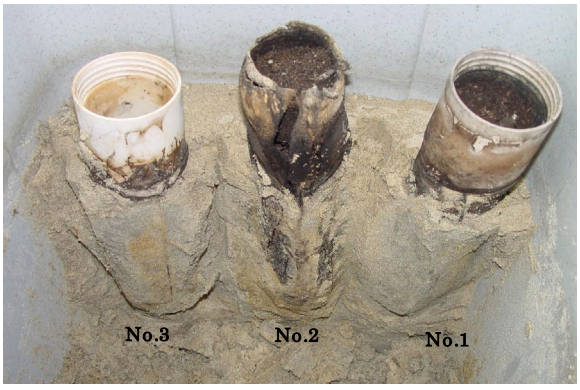

写真-2　掘り起し状況

キーワード　地盤改良，地盤注入，埋設管，生分解性プラスチック，分解促進方法，バイオパイプ
連絡先　〒113-0033　東京都文京区本郷 3-15-1 美工ビル　強化土エンジニヤリング㈱　TEL：03-3815-1687

は大きなひび割れがあり，側面に穴があり，内部は黒色に変色し，指で押すと柔らかい．No.3 は管内が薄茶色に変色しているものの，管は固く表面に小さなひび割れが見られる．

b）分解促進材のｐH の変化

結果を表-4 に示す．No.1 は埋設前のｐH が 8.66，No.2 はｐH が 5.8 であったのに対し，3 年 3 ヶ月後は No.1，No.2 ともにｐH7.6～7.9 付近になった．No.3 のイオン交換水は変化が見られなかった．

ｃ）軟岩ペネトロ計による貫入抵抗値の測定

結果を図-1 に示す．No.1，No.3 は値の低下がほぼ同じであったのに対し，No.2 は分解が著しく貫入時に管が割れてしまい，測定できなかった．

ｄ）微生物の分類

表-5 に分解促進材中の微生物ごとの菌数を，写真-4 に細菌用培地の培養状況を示す．No.2 の乳酸菌入堆肥は細菌，カビの菌数が多く，細菌用培地において 4 種コロニーが確認できたのに対し，No.1 の腐葉土の菌数はやや少ないものの，細菌用培地において 8 種のコロニーが確認できた．No.3 のイオン交換水は菌数は少ないが細菌とカビが検出された．

乳酸菌用培地では，No.1 からは乳酸菌が確認できたのに対し，No.2 からは乳酸菌が確認できなかった．No.2 の乳酸菌入堆肥は人為的に乳酸菌を配合した堆肥であるので，定着せず死滅した可能性がある．

３．まとめと今後の課題

分解促進試験の結果より，ａ）地盤深部の有機物が少なく嫌気条件の砂場に埋設した生分解性埋設管内に，分解促進材を投入する分解促進法の有効性が確認できた．ｂ）微生物を多く含む分解促進材を用いることにより，管の劣化が早く進む事が判った．ｃ）分解促進材を用いずイオン交換水のみの場合，微生物は確認されたが，劣化速度が遅く，形状や強度が保持されることが判った．

これより地盤改良工事での埋設管の使用後に内部に分解促進材を投入して分解速度を促進することにより，地盤の原状回復を早める効果があることが判ったため，今後は，地表面のみならず地中深部を対象とした地盤改良分野への生分解性埋設管の適用を積極的に推進して現場データを集積する予定である．

謝辞：北越パッケージ㈱，新生紙パルプ商事㈱関係各位において本生分解性埋設管の開発にご協力いただきました．深く謝意を表します．

参考文献

1）　小山忠雄,島田俊介,寺島　麗,後藤博子,木村正夫,長崎治,杉山真人,米倉亮三：生分解樹脂を用いた破砕注入管の開発，第 40 回地盤工学研究会発表，pp1151-1152，2005.
2）　寺島　麗,島田俊介,小山忠雄,木島正,玉木　浦,三木真湖,米倉亮三：生分解性破砕埋設管の開発，土木学会第 61 回年次学術講演会，pp223-224，2006.
3）　角田百合花,島田俊介,小山忠雄,寺島　麗,川崎　了,広吉直樹：生分解性埋設管の埋設試験－その２　埋設環境による分解性評価と野外試験－，土木学会第 63 回年次学術講演会，2008.（投稿中）
4）　強化土エンジニヤリング㈱：エコパイプ・バイオパイプ技術資料，2006.

表-4　分解促進材のｐH 変化

試験No.	分解促進材のｐH　(20℃)	
	埋設前	3年3ヶ月後
1	8.66	7.87
2	5.8	7.63
3	7.12	7.39

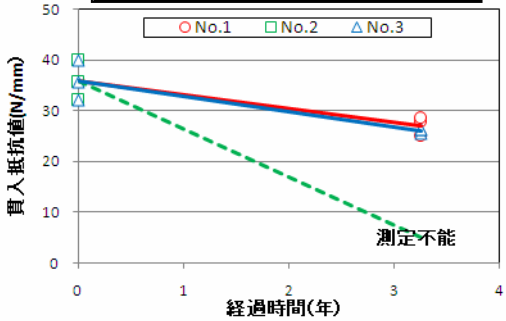

図-1　貫入抵抗値の経過時間変化

写真-3　分解の様子

表-5　平板法による微生物の菌数(cfu/g)

微生物カテゴリー	No.1	No.2	No.3
細菌	1.4×10^{6}	1.5×10^{9}	2.8×10^{4}
放線菌	4.8×10^{8}	2.7×10^{7}	未検出
カビ	9.2×10^{6}	7.9×10^{7}	2.5×10^{1}
乳酸菌	1.5×10^{5}	未検出	未検出

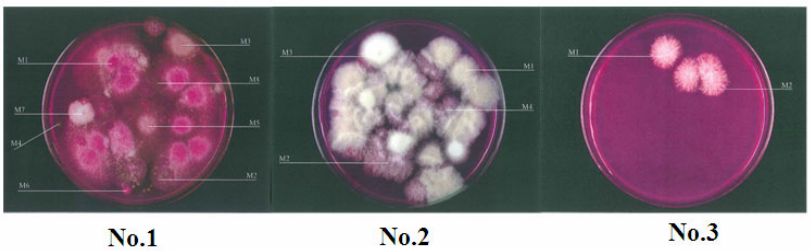

写真-4　細菌用培地における培養状況