

耐久性および生分解性を重視した粉じん飛散防止材の検討

鹿島建設(株) 正会員 ○大橋麻衣子 小澤一喜 小川浩司

1. 背景および目的

工事現場では一般に、作業員の健康保護や周辺住民の生活環境保全の観点から粉じん飛散防止対策が講じられる。対策の一つとして、粉じん飛散防止材の散布が知られており、複数の製品が存在する。特に造成現場等では、重機や人の通行があっても粉じん飛散防止効果が維持される耐久性が高い材料や、一定の期間中は粉じん飛散防止効果を有した後に生分解性を発揮する材料などのへ需要が高い。前報では、中間貯蔵施設における粉じん飛散防止材として、ポリビニルアルコール（以下 PVA とする）溶液の粉じん飛散防止材について報告¹⁾したが、即日被覆の代替を目的とした材料であるため、長期の耐久性は求められなかった。一方、長期耐久性と生分解性が求められる現場に対して、さらに強靱な皮膜を形成する酢酸ビニル重合体や、PVA より生分解性が高いポリエステル類化合物（以下、PEs とする）に注目した。本報文では、皮膜の物理的試験と屋外経時曝露による粉じん飛散量の判定、さらに生分解に関する定量的な室内試験を実施し、将来的に現場のニーズに応える粉じん飛散防止材の可能性について検討した結果を報告する。

2. 試験材料

試験材料は、開発品 3 材料（A～C）と既製品 3 材料（D～F）の 6 材料を用いた（表－1）。

表－1 試験材料一覧

No.	材料名	主材料	特徴	No.	材料名
①	開発品 A	PVA 等	廉価で、食品添加物等から構成されている。	④	既製品 D
②	開発品 B	酢酸ビニル重合体等	①よりさらに強靱な皮膜を形成する。	⑤	既製品 E
③	開発品 C	PEs 等	最終的に CO ₂ と水に分解する。	⑥	既製品 F

3. 皮膜試験

(1) 試験方法

試験材料は 6 材料いずれも、水分の蒸発に伴い高分子の分子間架橋が生じて硬い皮膜を形成する。ポリプロピレンフィルム板上に、メーカー推奨の希釈倍率に調整し、一定量（膜厚:5ml，硬度：45ml）塗布した。この塗布量は、土壌に散布する散布量（2L/m²）に相当する量に設定した。乾燥後、各材料の皮膜の膜厚をクラレントマイクロメーターで、引っかき硬度をスプリング荷重式の試験器で測定した。（図－1，2）。

(2) 試験結果

開発品 B の膜厚は、0.125mm，硬度は 7N であり、6 材料の皮膜の中で膜厚，硬度ともに優れていた（表－2）。



図－1 膜厚測定



図－2 硬度測定

表－2 膜厚および硬度試験結果

試料名	膜厚 (mm)	硬度 (N)
開発品 A	0.049	2
開発品 B	0.125	7
開発品 C	0.055	2
既製品 D	0.067	1
既製品 E	0.145	3
既製品 F	0.058	7

4. 屋外紫外線曝露試験

(1) 試験方法

前報の室内試験と同様の方法で、一週間風乾した粘性土 ($w=15.6\%$) をバットに採取し、土壌表面に 6 材料を $2\text{L}/\text{m}^2$ ずつ散布した。散布土壌と未散布土壌に対して 48 時間養生後、風速 10m/s で 10 分間送風機を稼働し、飛散した粉じんを測定した。その後、屋外に土壌バットを 3 か月間曝露し、定期的に粉じん飛散量を同様に測定した (図-3)。

(2) 試験結果

図-4 に 3 か月間の屋外曝露による粉じん飛散量を示す。未散布土の粉じん飛散量は、 86.63g であったのに対し、材料散布後 2 日間養生の飛散量はすべての材料で 0.01g 以下となり、十分な飛散防止効果が得られた。その後、既製品 E, F は、経時的に粉じん飛散量の増加がみられたが、開発品 A~C の飛散量はほとんど変化が生じなかった。この違いは、耐紫外線効果の有無によるものと考えられる。なお、開発品 B の 3 か月後の粉じん飛散量は、6 材料の中で最も僅少だった。これは、皮膜試験の結果と一致している。

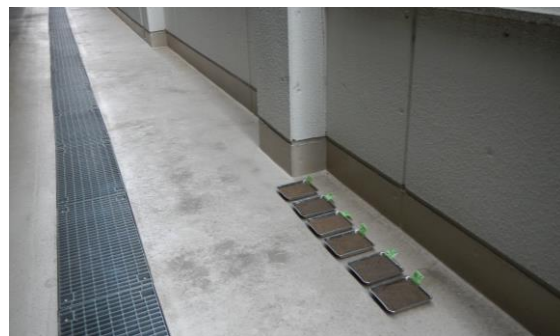


図-3 屋外紫外線曝露状況

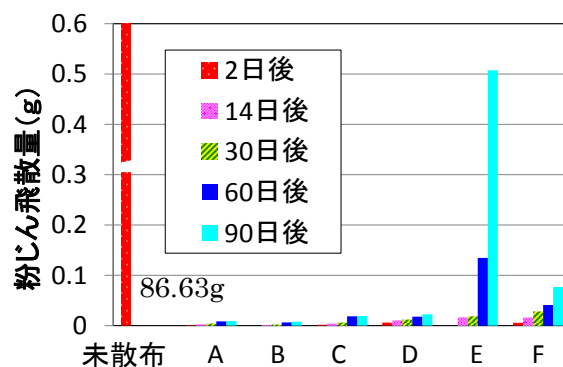


図-4 屋外曝露試験結果

5. 土壌中での好氣的究極生分解度試験 (JISK6955 : 2006 準拠)

(1) 試験方法

各材料の皮膜を粉碎し、供試体の炭素含有量 (ThCO_2) を測定した。試験容器 500ml に畑地の土壌 400g と供試体を 1g 投入後、約 25°C で培養し、定期的に CO_2 発生量を測定した。その際、ブランク試験の CO_2 発生量 (BLCO_2) も測定し、式 (1) から生分解度を求めた。なお、本試験はすべて $n=2$ で実施した。

$$\text{生分解度}(\%) = \{(\text{供試体 } \text{CO}_2 \text{ 発生量 } \text{mg} - \text{BLCO}_2 \text{ 発生量 } \text{mg}) / \text{ThCO}_2 \text{mg}\} \times 100 \cdots (\text{式1})$$

(2) 試験結果

3 材料の生分解度を図-5 に示す。90 日時点の生分解度は、開発品 A は 37%, B は 40%, C は 57% だった。開発品 C に含まれている PEs は、土中に埋設すると 100% 分解されることから、生分解性が高い材料として知られている。そのため開発品 C は、3 材料の中で最も分解が速いと考えられる。生分解性プラスチック製品は 6 か月以内に 60% 以上の生分解度²⁾ が得られるという目安を参考に、生分解度の指標として、それぞれの分解速度の累乗近似曲線 (A: $y=3.2831x^{0.5412}$ B: $y=2.4211x^{0.6054}$ C: $y=8.8225x^{0.412}$) より、60% 分解するまでの日数を予測した。その結果、開発品 A: 215 日, B: 201 日, C: 105 日となり、開発品 C のみがこの目安に適合し、高い生分解性を確認できた。

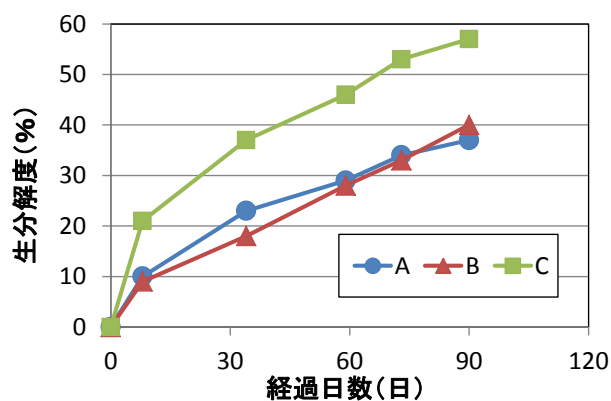


図-5 開発品の経時的な生分解度

4. まとめ

長期的な耐久性とともに、環境中での生分解性という相反する特性を同時に有した粉じん飛散防止材の実現の可能性を見出した。今後は、走路面などでの試験を行い、実適用を目指す。

参考文献: 1) 大橋麻衣子, 中間貯蔵施設における粉じん飛散防止材の検討—即日被覆代替材の適用—, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, VI-424, 2017.

2) 財団法人日本環境協会エコマーク事務局, No.141 生分解性プラスチック製品 Version1.4,p13, 2009.