

環境負荷が小さい粉じん抑制技術 の開発

戸田建設株式会社 技術研究所 社会基盤再生部

稲邊 裕司
田中 徹

1 はじめに

粉じんは、圃場整備工事等において強風や工事車両の走行によって発生し、作業員の吸引による健康被害の原因となる場合がある。現状の対策として、車両走行部への鉄板の敷設、散水車による散水、防じんネットの設置等が行われている。これらの対策は、一時的に効果は発揮するものの根本的な解決方法にはなっておらず、費やすコストや手間に対して効果が不十分であるという課題があった。

このような背景の中で、戸田建設は高分子化合物の複合体 (polyon complex HC) を利用した新たな粉じん抑制技術を開発した。本技術は、当社施工の造成現場にて実証試験を行い、その優位性を確認している。本報告では、本技術の内容とその適用事例について紹介する。

2 粉じん抑制技術の開発

本粉じん抑制技術に使用しているPICとは、正電荷と負電荷の極性の異なる高分子化合物同士を水溶液中で混合した際に形成される電解質複合体である。このPICを適切な濃度に希釈して地面に散布することで、土中の土粒子とPIC中の高分子化合物の分子鎖が絡まりあつて地面を固定化し、風等による粉じんの発生を抑制する。写真¹及び写真²に、粉じん抑制剤及び本技

術で固定化した土を示す。

PICを構成している正電荷の高分子化合物は、水処理、紙・パルプ、塗料・インキ分野などに活用されているポリジアリルジメチルアンモニウムクロライド (DADMAC) を使用した。負電荷の高分子化合物には、セルロース系化合物で食品、土木、医療・化粧品分野などに活用されているカルボキシメチルセルロース (CMC) を使用した。PICを構成する正電荷と負電荷の高分子化合物をモル比1対1の割合で混合すると、電荷が±0となつて

凝集沈殿し、地面への均一な散布が困難になる。これを避けるために、PICに塩化ナトリウムなどの塩を加えることで高分子間の静電相互作用を弱め、凝集沈殿の形態にならないようすることが知られている^{※1}。しかし、高濃

粉じん抑制剤が浸透した部分の土

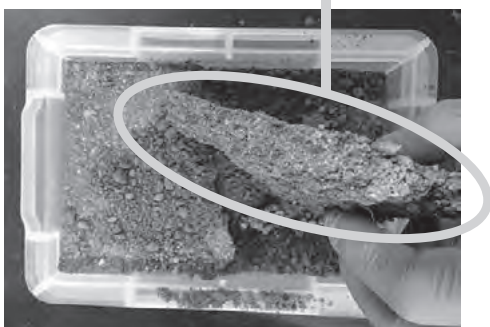


写真2 本技術により固定化した土



写真1 粉じん抑制剤

度の塩が入ったP I Cを地面に散布した場合、塩害の懸念が生じる。そこで本技術においては、正電荷と負電荷の高分子化合物の配合比率を変えることで、塩を用いずにP I Cを分散状態に保ち、容易に散布ができるようにしている。

本技術の特徴を左記に示す。

- ①耐風性能…写真3に示す試験装置を作製し、コナテナに土を詰めた試験体の地面表面に対して風速一五m/s^{※2}の風を当てた。未対策の場合と比較して本技術を適用した地面からの粉じん発生量は九五%以上低減された(図1参照)。
- ②耐雨性能…写真4に示す試験装置を作製し、コナテナに土を詰めた試験体を水平面から角度三五度をつけて設置し、その上に雨量八〇mm/h^{※3}の疑似降雨をさせた。未対策の場合と比較して本技術を適用した地面からの土砂流出量は五分の一

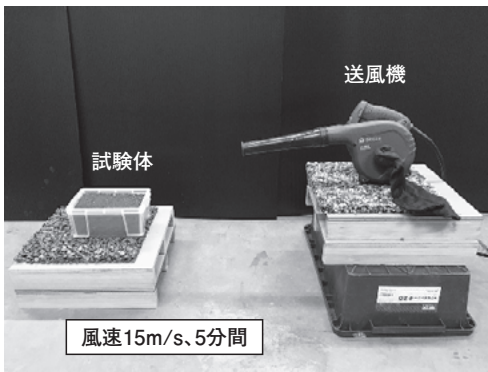


写真3 耐風性能試験の状況



写真4 耐雨性能試験の状況

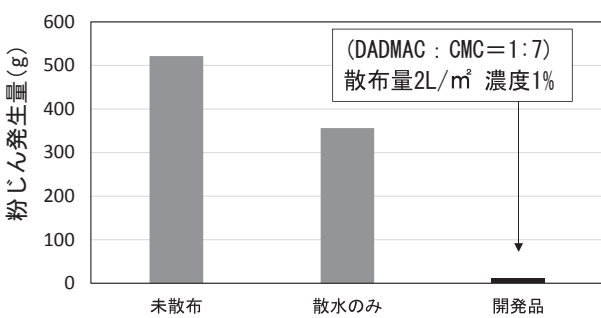


図1 耐風性能試験の結果

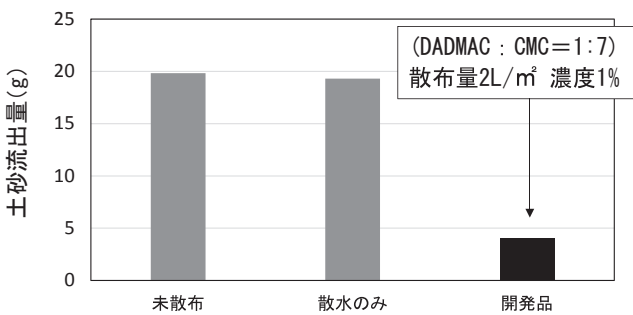


図2 耐雨性能試験の結果

以下に低減した(図2参照)。

- ③環境対応…国際的に認められた化学物質の基礎試験であるO E C Dテストガイドラインの魚類急性毒性試験^{※4}において、九六時間L C₅₀(半数致死濃度)は一、〇〇〇mg/Lよりも大きいことが示された。この結果より、水生生物への高い安全性を有することが示されている。

※1 長縄弘親、熊沢紀之、斉藤浩、柳瀬信之、三田村久吉、永野哲志、鹿嶋薫、福田達也、吉田善行、田中俊一…ポリイオンコンプレックスを固定化剤として用いる土壌表層の放射性セシウムの除去 福島県飯館村における除染試験の速報、日本原子力学会和文論文誌、2011

※2 気象庁…風の強さと吹き方、気象庁、2017-09
<https://www.na.go.jp/pj/na/ks/hsou/>

※3 kno.wyougo.hp/kazehyo.htm
 気象庁…雨の強さと降り方、気象庁、

3 現場への適用

本粉じん抑制技術は、実際の現場における施工性や粉じん抑制効果を確認することを目的に、戸田建設施工の造成工事現場内にて実証試験を行っているハイドロシールドと呼ばれる散布装置を使用した(写真5参照)。施工性については、類似既製

2017-09 <https://www.na.go.jp/pj/na/ks/hsou/>

※4 kno.wyougo.hp/a/nehyo.htm
 環境保健部環境リスク評価室・化学物質審査室…化学物質の生体影響試験について、環境省、2022-05-17 <https://www.env.go.jp/chem/sekaku/01.htm>



写真5 ハイドロシールドと本粉じん抑制技術の施工状況

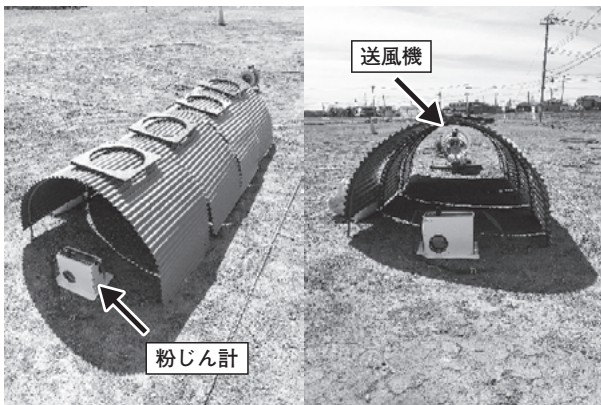


写真6 粉じん濃度測定時の状況

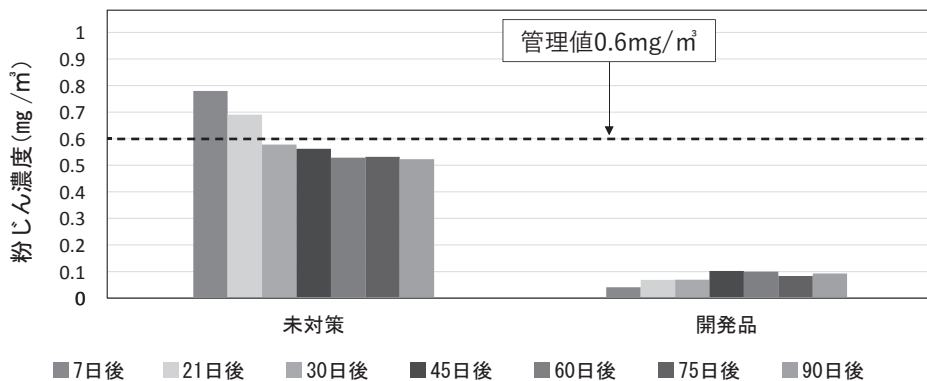


図3 開発品の粉じん濃度の経時変化

今後は、散布方法について、現在のハイドロシールドによる散布工法に加え、散水車に希釈した粉じん抑制剤を載せ、散水車から粉じん抑制剤を散布する工法について検討している。戸田建設では、環境へ配慮した本技術を製品化し、将来的に広く現場へ展開して、周辺環境・作業環境の改善の取り組みを積極的に行っていく予定である。

品と遜色がなく、問題なく散布をすることができた。散布後は、写真6に示す装置を作製して疑似的に粉じんが発生する状況を再現し、定期的に試験場所から発生する粉じん濃度を測定した。

図3に開発品の粉じん濃度の経時変化を示す。

3) 開発品の粉じん濃度の経時変化を示す。開発品の水準は、研究所内での試験で得られた実験データをもとに、形成するP I Cの配合比率や濃度を選定した。測定は散布日より七日後、一四日後、三〇日後、四五日後、六〇日後、七五日後、九〇日後に行った。グラフにある管理値0.6mg/m³とは、視程が2km以下となり、地域住民の中に不快、健康被害の訴える者が増加する濃度^{※5,6}であることから、本試験の指標として採用した。結果として、散布から九〇日経過した時点でも、粉じん濃度は管理値の0.6mg/m³を下回り、粉じんの抑制効果が持続していることを確認できた。

4 おわりに

圃場整備工事等で発生する粉じんについては、工事の品質・進捗等に直接影響を及ぼすものではない故に、今まで一時的な対策が多く根本的な解決方法の議論がされにくかった。しかし、近年では周

※5 生活環境審議会 公害部会 浮遊粉じん環境基準専門委員会・浮遊粒子状物質による環境汚染の環境基準に関する専門委員会報告「1970
吉永弘志、角湯克典・道路環境影響評価の技術手法（平成24年度版）2.3 建設機械の稼働に係る粉じん等、国土技術政策総合研究所環境研究部 道路環境研究室、p232 2013.3

辺環境や作業環境への配慮から、粉じん対策を真剣に議論することが増えている。今回、高分子化合物を利用した粉じん抑制技術を開発し、粉じん抑制効果と耐雨性能を有することを確認できた。粉じんの発生対策として長らく用いられている散水の粉じん抑制効果は、未対策に対して三〇%程度低減と効果は限定的であったのに対し、本技術を用いた場合、未対策に対して九五%以上低減し、その粉じん抑制効果を認できた。また、環境への影響の観点において、水生生物への安全性も確認できた。