



ドライアイスブラスト工法を用いた 除染装置「DB 除染ロボ」の開発

大成建設(株)・(株)東洋ユニオン

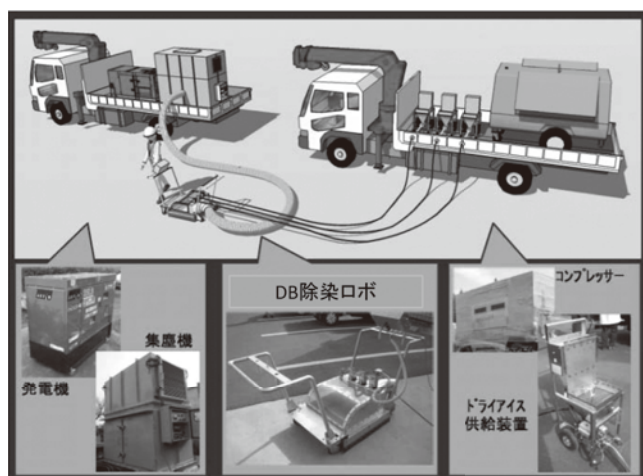
業務内容の概要

今回開発した「DB 除染ロボ」は、ドライアイスの粒を舗装面に吹付け、昇華時のエネルギーを利用して表面に付着した放射性物質を剥ぎ取り、同時に回収する工法である。

この技術の主な特徴は以下のとおりである。

- ①舗装面の除染と放射性物質の回収を同時に行えるシステム
- ②自立走行が可能
これらの技術により次のような効果が得られる。
- ①舗装面を損傷することなく除染が可能
- ②放射性物質を飛散させないことで作業員の被ばくを防止
- ③放射性廃棄物の減容化
- ④自立走行により、作業員の技量や経験に関係なく一様な除染品質を確保
- ⑤自立走行により、作業員の作業負担の軽減化

大熊町、飯舘村、常磐自動車道等において実証試験を行っており、更に効率を向上させるために改良を重ねている。



図一 1 DB 除染ロボ

業務内容

1. 業績の行われた背景

福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の除染事業では、除染効果が高かつ発生する除染廃棄物量が少ない工法が求められている。

- ①水による洗浄では除染効果が低く、排水の処理が必要と

なる。

- ②ショットブラストによる除染では廃棄物の発生量が多い。
これらの課題を解決するため開発に着手した。

2. 業績の詳細な技術的説明

ドライアイスブラスト工法はこれまで、水での洗浄が出来ない精密機器の洗浄や、基材を傷つけずに塗装を剥いだり、部品の錆や腐食を落とす作業、プラント建屋内や工場など水洗浄の排水処理が問題となるといった分野で利用されてきた。この工法は①水がいない②基材を傷つけない③廃棄物が少ないといった特徴がある。

洗浄原理はガスウェッジ作用と言われる。コンプレッサーより吐出された圧縮空気にベレット状のドライアイス混合しノズルより噴射させているが、ドライアイスが洗浄箇所に衝突すると、瞬時に固体から気体になり、その時に 750 倍の体積膨張を起こす。このエネルギーにより付着物を持ち上げて剥ぎ取るという原理である。

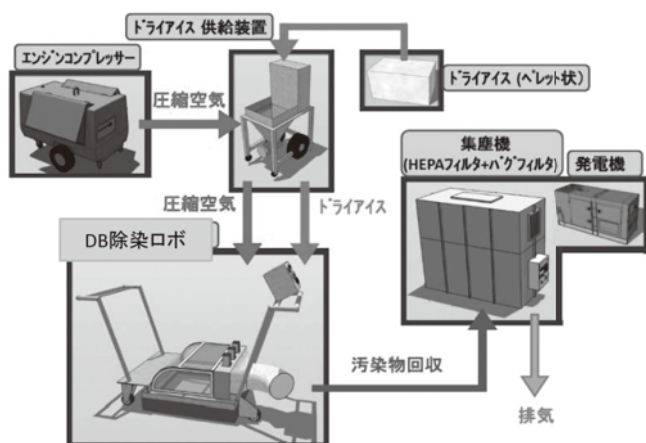


図一 2 ドライアイスブラストの原理

従来のドライアイスブラスト洗浄は、吹き飛ばした汚染物を飛散しないため、集塵式の専用ブースを用意し、ハンドガンタイプのノズルを作業員が持ち洗浄を行うものである。洗浄は汚れ具合によってノズル離隔、角度、噴射時間等を調整する必要がある、ある程度の経験と技量が必要とされる。これらの特徴を活かしシステム化することで路面の除染機械を開発した。除染ロボのシステム概要を図一 3 システム概要図に示す。

(1) ドライアイスブラストの路面除染の適用性

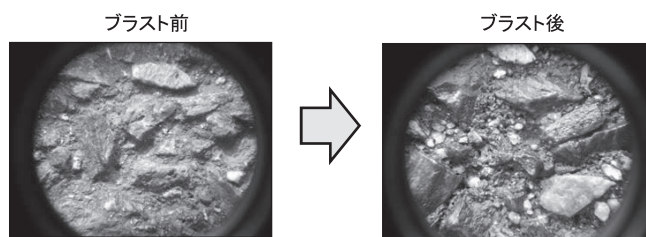
ドライアイスブラストが舗装面の除染に適用出来るかの実証試験を行った。舗装面の放射性物質の多くは骨材と骨材の間や亀裂、凹み部分の土や塵に付着していると言われ



図—3 システム概要図

ている。したがってこの土や塵を効率よく取り除くことが出来れば除染効果が期待できる。

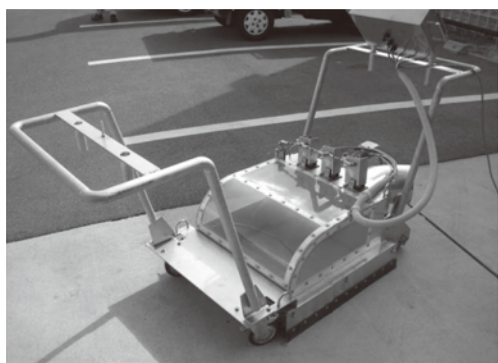
図—4 適用性の確認から、骨材と骨材の間や凹み部分の、土、塵が綺麗に取り除かれている。



図—4 適用性の確認

(2) 集塵フード式台車の開発

ドライアイスブラストで取り除いた放射性物質の飛散を防止し、効率よく回収するため集塵フード式の台車を開発した。大容量の集塵機によりフード内を負圧に保つことで汚染物質の漏洩を防ぎ、フード内の乱流を防ぐ形状とした。また、駆動は電動モーターを使用しインバーター制御により走行スピードの調整を可能にした。図—5DB 除染ロボ 全景参照。



図—5 DB 除染ロボ全景

(3) 噴射ノズルの機構

従来のドライアイスブラスト工法はハンドガンタイプの

ノズル1本を用いて人力で行うが、施工量を増やすために3連式にしワイパーのように稼働する機構とした。従来の人力で行った場合に近い結果を得るために実証試験を重ね、最適なノズルの角度、離隔を決定した。また、ノズルの稼働は台車の駆動輪とリンクされており、走行スピードに連動しノズルが稼働する機構とした。

3. 技術的効果

今回の「DB 除染ロボ」の開発により次のような効果が得られた。

①舗装を損傷することなく除染が可能

ドライアイスブラストは鉄やアルミなどの研磨材を使用するショットブラストと違い、ドライアイスが路面に衝突した瞬間に昇華するため路面を削ることがない。骨材と骨材の間や亀裂、凹み部分の土と塵のみをきれいに取り除くことができた。

②放射性物質を飛散させないことで作業員の被ばくを防止

今回開発した集塵フード式台車は、大容量の集塵機を使用することでフード内は常に負圧に保たれている。そのためドライアイスブラストで取り除かれた汚染物質は漏れることなく回収されていることが確認できた。

③放射性廃棄物の減容化

実証試験でショットブラストの廃棄物の量を比較したところ、重量比較で約1/25の量になることが確認できた。

④自立走行により、作業員の技量や経験に関係なく一様な除染品質を確保

DB 除染ロボの走行を電動モーターにより自動化し、噴射ノズルの稼働を台車走行スピードと連動させたため、除染効果を得られる最適な走行スピードを最初に設定することで、作業員の技量や経験に関係なく一様な除染品質を確保できるようになった。

⑤自立走行により、作業員の作業軽減化

除染ロボが自立走行するため人力でけん引する必要がない。作業員は走行する方向を決定し、走行中の方向修正をするだけとなり作業量が軽減された。

4. 経済的効果

施工費はショットブラストと同等程度である（当社比）。ただし、ショットブラストに対し廃棄物量を約1/25に減容化できるため、廃棄物の運搬、処分までのコストを考慮すると優位である。

5. 施工実績

これまで行ってきた実証試験と結果を示す。

- ・平成24年1月 福島県広野町でドライアイス吹付による除染効果の基礎データ採取実験
- ・平成24年4月 福島県大熊町で実証試験
 - …AS 舗装 低減率10～50%
- ・平成24年6月 常磐道除染モデル事業で実証試験

…CON 舗装 低減率 45 ～ 70%

・平成 24 年 10 月 福島県飯館村で実証試験

…AS 舗装 低減率 20 ～ 40%

…CON 舗装 低減率 30 ～ 50%

・現在、常磐自動車道除染等工事で実施中



図一 6 実証試験状況

6. 類似工法との比較

項 目	ドライアイスブラスト	ショットブラスト	高圧水洗浄
除染効果(表面汚染密度) 低減率	69%	98%	60%
施工コスト(洗浄作業のみ)	約2500円/m ²	約2000円/m ²	約500円/m ²
廃棄物量(25m ² 当たり)	2kg	50kg	500kg(排水0.5m ³)

当社比

7. 波及効果

DB 除染ロボは路面の除染を目的に開発したが、水を使わない、廃棄物が少ないという特徴から他の用途での問い合わせがある。例えば、歩道や公園のインターロッキングブロックや平板コンクリートの汚れ、白華の清掃である。通常は高圧水洗浄により清掃しており、大量の使用水の回収および排水処理が必要で回収の手間が掛るが、当工法ではその必要がない。また、壁面や狭隘な箇所への対応、遠隔操作による無人化施工といった要望もあり、今後のニーズを踏まえ多岐に展開していく。

8. 特許のタイトル

出願 特願 2012-096522「除染装置」

出願 特願 2012-212154「除染装置」

出願 特願 2012-213330「除染システム」

出願 特願 2013-131675「除染装置」

[筆者紹介]

若山 真則(わかやま まさのり)

大成建設株

土木本部 機械部

お断り

この JCMA 報告は、奨励賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。