

平成28年度市町村除染技術支援事業  
(テーマ「アスファルト舗装面の線量低減化技術」)

実証試験実施結果報告書



## 1 目的

既存の除染手法では、十分な線量低減化が達成できなかったアスファルト舗装面の汚染状況を踏まえ、効果的な線量低減化技術を検討する。

## 2 実証事業者

株式会社大林組（東京都）

## 3 実証技術

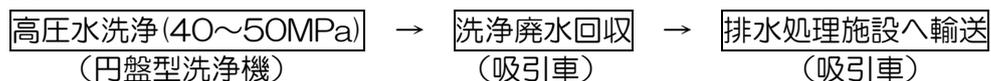
次の実証技術及び代表的な既存技術を試験した。

- ・実証技術：ポリイオン水<sup>1)</sup>を用いた高圧水洗浄（40～50MPa、70～80℃）
- ・既存技術：水を用いた高圧水洗浄（15MPa、常温）

## 4 技術の概要

- ・実証技術：ポリイオン水を用いた高圧水洗浄（40～50MPa、70～80℃）

（作業フロー）



実証技術は「イーコン・ポリイオン工法」と呼ばれる工法であり、高分子ポリマー剤を希釈した液体であるポリイオン水を洗浄水として、高圧・高温の条件の下、円盤型の洗浄機を用いて除染を行い、同時に洗浄廃水を吸引車で吸引回収する技術である。

本工法における実施のイメージを図1に示す。

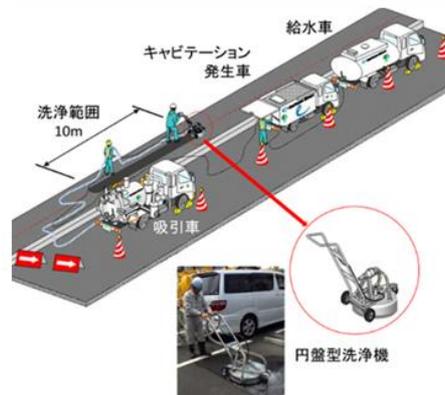
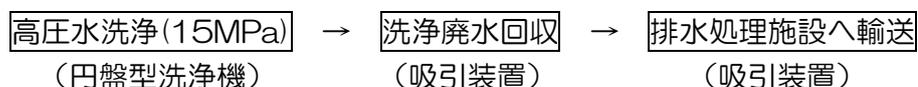


図1 「イーコン・ポリイオン工法」における実施のイメージ

- ・既存技術：水を用いた高圧水洗浄（15MPa、常温）

（作業フロー）



<sup>1)</sup> アニオン系ポリアクリルアミドの合成高分子凝集剤の水溶液。

## 5 対象

透水性アスファルト舗装面

## 6 実証試験の概要

### (1) 実施日

平成 29 年 1 月 30 日 (月) 試験区画測量、事前線量測定

平成 29 年 1 月 31 日 (火) 実証試験 (1 回目) 及び事後線量測定

平成 29 年 2 月 1 日 (水) 実証試験 (2 回目)、事後線量測定及び深度分布調査試料採取

### (2) 実施場所

福島県県中地区の公共の歩道 (図 2 のとおり)

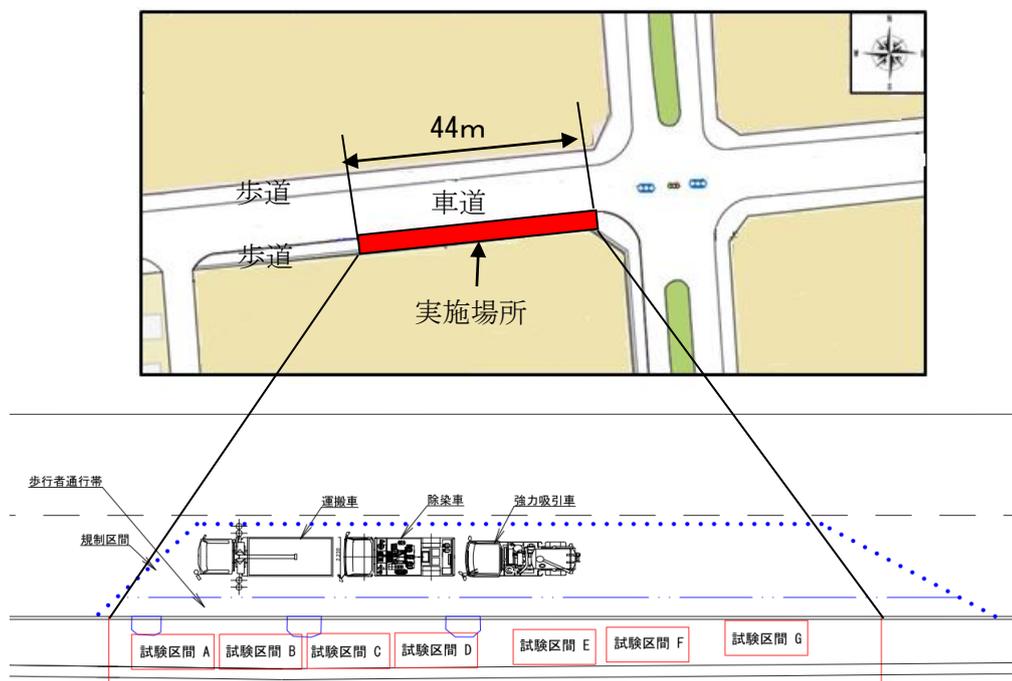


図 2 実施場所のイメージ

### (3) 実施方法

#### ア 事前作業等

##### (ア) 試験区画分け

実証試験は、実証技術の効果について、既存技術と実証技術の設定作業条件を変更した場合それぞれと比較検証するため、実施場所を 7 つの試験区画に分けた。既存技術と実証技術の設定作業条件を表 1 に、実施場所の試験区画を図 3 に示す。

表 1 既存技術と実証技術の設定作業条件

| 試験区画 | 実施技術          | 噴射圧力      | 噴射流量      | 水温        | 使用水          | 作業回数 |
|------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------|------|
| A    | 既存技術          | 15MPa     | 約 15L/分   | 常温        | 水道水          | 1回   |
| B    | 実証技術<br>(比較用) |           | 40~50MPa  |           |              |      |
| C    |               | 約 24.5L/分 |           | 50℃       |              |      |
| D    |               |           | 15MPa     |           | 70~80℃       |      |
| E    |               | 30MPa     | 約 19L/分   |           |              |      |
| F    |               | 40~50MPa  |           | 約 24.5L/分 |              |      |
| G    | 実証技術          | 40~50MPa  | 約 24.5L/分 |           | 水道水 + ポリイオン水 | 2回   |

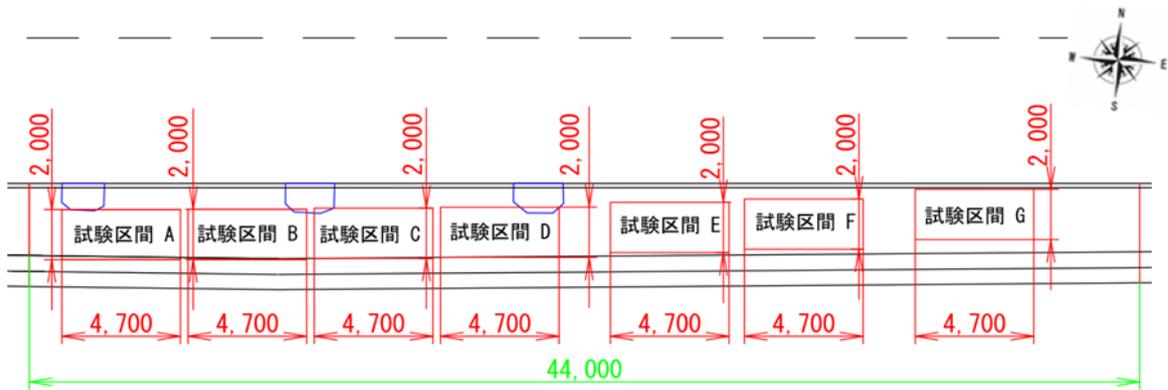
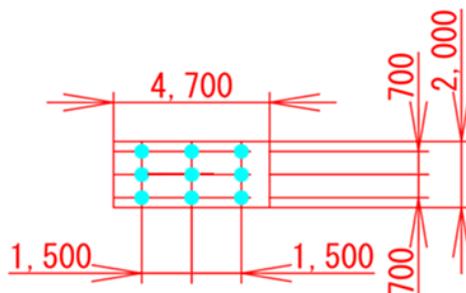


図 3 実施場所の試験区画

(イ) 作業前測定

各試験区画で図 4 に示す 9 点と放射性セシウム深度分布調査地点 1 点の計 10 点を選定し、実証試験前の空間線量率（地上 1 m）、表面線量率（地上 1 cm、鉛遮へい無し・有り）及び表面汚染密度（地上 1 cm、アクリル板無し・有り）を測定した（ただし、試験区画 E については、測定点 9 点のうち 1 点を放射性セシウム深度分布調査地点として選定したため、測定点は 9 点）。



● 空間線量率・表面線量率・表面汚染密度 測定地点

図 4 測定位置図

## イ 実証試験

### (ア) 除染方法

実証技術で使用する円盤型洗浄機の洗浄幅は 70cm であるのに対し、実施場所の道路幅 2m を除染することから、除染面を 10cm 程度オーバーラップさせて除染を行った。また、既存技術で使用する円盤型洗浄機は、洗浄幅が 45cm であることから、実証技術と同様に除染面を 10cm 程度オーバーラップさせて除染を行った。各円盤型洗浄機を用いた場合の道路幅除染のイメージを図 5 に示す。なお除染作業は、図 6 に示す進行方向で実施した。

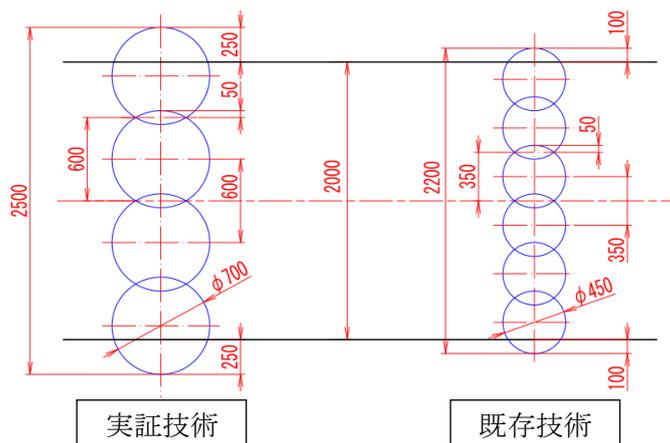


図 5 円盤型洗浄機による道路幅除染イメージ

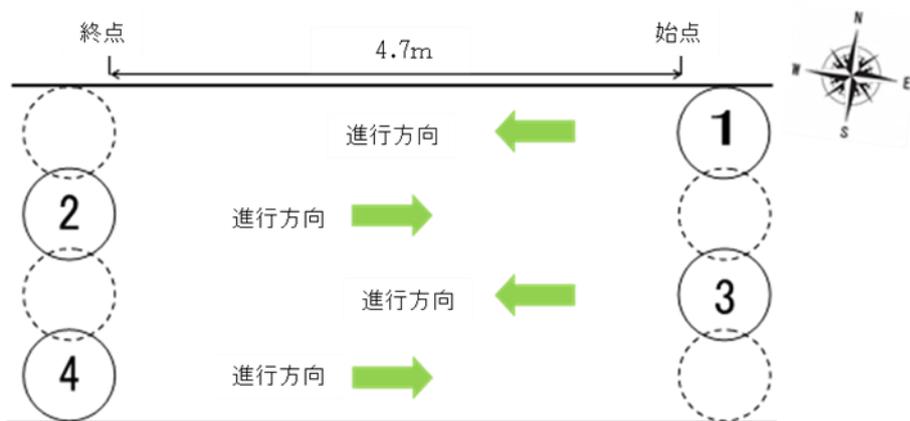


図 6 除染作業進行方向

### (イ) 作業条件の測定

試験区画ごとに噴射圧力、噴射流量（計算値）、水温、作業時間を測定し記録した。

### (ウ) 作業 1 回目

「6（3）イ（ア）除染方法」に従い、試験区画 A については既存技術、試験区画 G については実証技術、試験区画 B～F については実証技術の噴射圧力、噴射流量、水温を変更した条件で実施した。各作業条件を表 2 に示す。なお、噴射圧力、噴射流量は設定値、水温、作業時間は計測値である。

表2 各試験区画の実際の作業条件（作業1回目）

| 試験区画 | 実施技術          | 噴射圧力  | 噴射流量    | 水温  | 使用水                | 作業時間  |
|------|---------------|-------|---------|-----|--------------------|-------|
| A    | 既存技術          | 15MPa | 16.7L/分 | 15℃ | 水道水<br>+<br>ポリイオン水 | 6分52秒 |
| B    | 実証技術<br>(比較用) |       | 7.4L/分  | 23℃ |                    | 3分25秒 |
| C    |               | 45MPa | 13.6L/分 | 23℃ |                    | 4分20秒 |
| D    |               |       |         | 55℃ |                    | 3分30秒 |
| E    |               | 15MPa | 7.4L/分  | 80℃ |                    | 4分20秒 |
| F    |               | 30MPa | 10.6L/分 |     |                    | 4分30秒 |
| G    | 実証技術          | 45MPa | 13.6L/分 |     |                    | 4分40秒 |

(エ) 作業1回目後測定

「6(3)ア(イ)作業前測定」と同様に、空間線量率(地上1m)、表面線量率(地上1cm、鉛遮へい無し・有り)、表面汚染密度(地上1cm、アクリル板無し・有り)を測定した。

(オ) 作業2回目

本実証試験では、除染回数による除染効果を確認するため、作業1回目後、表面が乾いてから「6(3)イ(ア)除染方法」に従い、試験区画Gについては実証技術、試験区画B~Fについては実証技術の噴射圧力、噴射流量、水温を変更した条件で作業2回目を実施した。各作業条件を表3に示す。なお、噴射圧力、噴射流量は設定値、水温、作業時間は計測値である。

表3 各試験区画の実際の作業条件（作業2回目）

| 試験区画 | 実施技術          | 噴射圧力  | 噴射流量    | 水温    | 使用水                | 作業時間  |
|------|---------------|-------|---------|-------|--------------------|-------|
| B    | 実証技術<br>(比較用) | 15MPa | 7.4L/分  | 15.5℃ | 水道水<br>+<br>ポリイオン水 | 3分17秒 |
| C    |               | 45MPa | 13.6L/分 | 16.3℃ |                    | 4分10秒 |
| D    |               |       |         | 50℃   |                    | 3分42秒 |
| E    |               | 15MPa | 7.4L/分  | 80℃   |                    | 4分20秒 |
| F    |               | 30MPa | 10.6L/分 |       |                    | 4分15秒 |
| G    | 実証技術          | 45MPa | 13.6L/分 | 78℃   |                    | 4分23秒 |

(カ) 作業2回目後測定

「6(3)ア(イ)作業前測定」と同様に、空間線量率(地上1m)、表面線量率(地上1cm、鉛遮へい無し・有り)、表面汚染密度(地上1cm、アクリル板無し・有り)を測定した。

## ウ 事後作業等

### (ア) 放射性セシウム深度分布調査

放射性セシウムが、透水性アスファルト舗装面内部の下部方向にどの程度浸透しているのかを把握するため、作業後の各試験区画から1箇所、また対照点として試験を実施していない1箇所から深度分布調査試料の採取を行った。図7に示すとおり、φ100mmコアドリルを用いたアスファルト柱状試料の採取とスコップ等を用いた再生クラッシュラン（約5cmを2層）、遮断層用砂（約5cmを1層）の採取を行った。また採取したアスファルト柱状試料は0～2cm層、2cm以深の2層以上に区分した。なお、採取した層別試料は、放射性セシウム濃度の測定を行った。

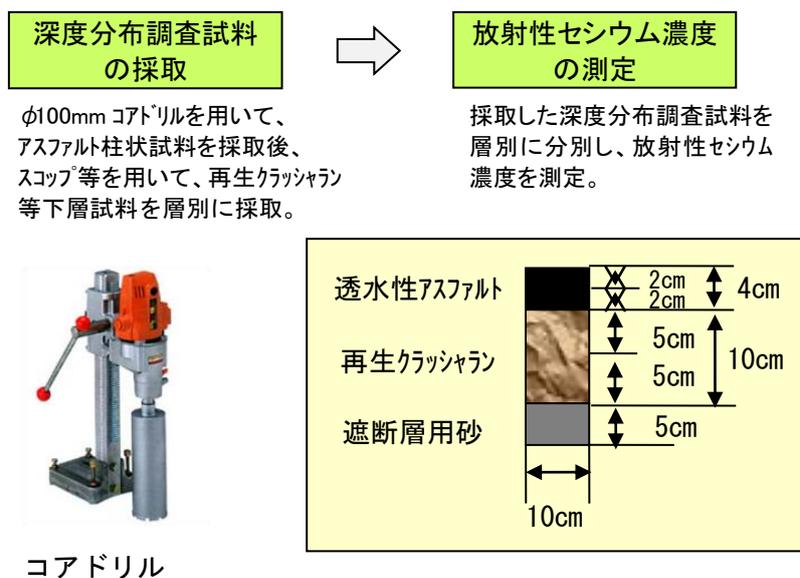


図7 透水性アスファルト舗装面内部の放射性セシウム深度分布調査方法

### (イ) 原状回復

試料採取後のコア抜き部は、簡易アスファルト補修材を用いて原状回復措置を講じた。

## エ 測定条件等

本実証試験における空間線量率等の測定条件を表4に、放射性セシウム濃度の測定条件を表5に示す。

表4 空間線量率等の測定条件

| 測定項目                   | 測定機器  | 測定条件                         | 測定地点数   |
|------------------------|---|------------------------------|---|
| 空間線量率<br>( $\mu$ Sv/h) | NaI シンチレーション<br>サーベイメータ (日立<br>アロカメディカル製<br>TCS-172B) | 地上 1m<br>時定数 10 秒<br>鉛遮へい体無し | 70 地点<br>(6 区画×10 地点)<br>(1 区画×9 地点)<br>(1 対照地点×1 地点) |
| 表面線量率<br>( $\mu$ Sv/h) | NaI シンチレーション<br>サーベイメータ (日立<br>アロカメディカル製<br>TCS-172B) | 地上 1cm<br>時定数 10 秒<br>鉛遮へい体  |   |
| 表面汚染密度<br>(cpm)        | GM サーベイメータ (日<br>立アロカメディカル<br>製 TGS-146B)             | (鉛厚 1cm)使用                   |   |

※測定は、10 秒に 1 回ずつ、5 回読み取り値の平均値を使用した。

表5 放射性セシウム濃度の測定条件

| 測定項目  | 試料の種類                        | 測定機器  | 測定試料数 |
|---|------------------------------|---|-------|
| 放射性<br>セシウム濃度<br>(Bq/kg)<br>[ $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ ] | アスファルト<br>再生クラッシュラン<br>遮断層用砂 | Ge 半導体検出器<br>(セイコー・イージーアン<br>ドジー製 SEG-EMS (オルテ<br>ック製 Ge 半導体検出器<br>GEM20-70)) | 42 試料 |
| 放射性<br>セシウム濃度<br>(Bq/L)<br>[ $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ ]  | 排水処理施設の水<br>(原水、処理水)         |   | 4 試料  |

#### (4) 評価方法

##### ア 除染効果

- ・実証試験前後の空間線量率 (地上 1 m)、表面線量率 (地上 1 cm、鉛遮へい無し・有り)、表面汚染密度 (地上 1 cm、アクリル板無し・有り) の低減率 (%) 及び除染係数 (DF) を評価する。
- ・透水性アスファルト舗装面内部の放射性セシウムの浸透状況 (深度分布) を評価する。

##### イ 洗浄廃水の発生量等

実証試験で発生する洗浄廃水の量及び放射性セシウム濃度を確認する。

##### ウ 作業時間及び作業コスト

実証技術の作業スピード及び作業コストについて、作業に要する時間、作業員数等を確認し、既存技術との比較を行う。

## 7 実施工程

今回実施した実証試験の工程表を表6に示す。

表6 工程表

| 作業内容              | 1月30日 |    | 1月31日 |    | 2月1日 |    |
|-------------------|-------|----|-------|----|------|----|
|                   | AM    | PM | AM    | PM | AM   | PM |
| <b>ア 事前作業等</b>    |       |    |       |    |      |    |
| (ア) 試験区画分け        | ⇒     |    |       |    |      |    |
| (イ) 作業前測定         | ⇒     |    |       |    |      |    |
| <b>イ 実証試験</b>     |       |    |       |    |      |    |
| (ウ) 作業1回目         |       |    | ⇒     |    |      |    |
| (エ) 作業1回目後測定      |       |    | ⇒     |    |      |    |
| (オ) 作業2回目         |       |    |       |    | ⇒    |    |
| (カ) 作業2回目後測定      |       |    |       |    | ⇒    |    |
| <b>ウ 事後作業等</b>    |       |    |       |    |      |    |
| (ア) 放射性セシウム深度分布調査 |       |    |       |    | ⇒    | ⇒  |
| (イ) 原状回復          |       |    |       |    | ⇒    | ⇒  |

## 8 実証試験の結果

### (1) 除染効果

#### ア 低減効果等

各試験区画において、実証試験作業前、作業1回目後、作業2回目後で測定した空間線量率（地上1m）、表面線量率（地上1cm、鉛遮へい無し・有り）及び表面汚染密度（地上1cm、アクリル板無し・有り）の結果を表7～表9に示す。また、それぞれの低減率を図8～図10に示す。

既存技術による作業では、全ての測定項目で有意に線量は低下しなかったのに対して、実証技術による作業1回目では、空間線量率、表面線量率（鉛遮へい無し・有り）及び表面汚染密度（アクリル板無し）測定で有意に線量が低下し、例えば、それらの低減率は7.4%～15.2%であった。なお、実証技術による作業1回目と作業2回目の線量については、表面汚染密度（アクリル板有り）を除き有意に線量は低下しなかった。

実証技術における噴射圧力、水温を各3段階に変化させた試験区画B～Gにおいて、噴射圧力以外の作業条件が同じ試験区画E、F及びGの表面線量率（鉛遮へい無し・有り）の低減率を比較すると、噴射圧力が高い試験区画で低減率が高い傾向にあった。また、噴射圧力が45MPaと最も高かった試験区画C及びDも試験区画G、Fに次いで高い低減率であったことから、高い噴射圧力が実証技術の除染効果に関係していることが示唆された。

一方、水温以外の作業条件が同じ試験区画C、D及びGの表面線量率（鉛遮へい無し・有り）の低減率を比較した場合、水温の上昇と低減率の明確な関係は認められなかった。しかし、水温が約80℃である試験区画F、Gでは高い低減率が確認できたため、80℃程度の高い水温が除染効果と関係している可能性が示唆された。

以上の結果から、実証技術の既存技術よりも高い除染効果には、高い噴射圧力と高い水温が関係していると考えられる。

表7 空間線量率（地上1m）測定結果

| 試験<br>区画 | 実施技術          | 線量率[ $\mu$ Sv/h] |                   |                    | 低減率[%]             |                    | 除染係数                |                     |
|----------|---------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|          |               | 作業前<br>(a)       | 作業<br>1回目<br>(b)  | 作業<br>2回目<br>(c)   | 作業<br>1回目後<br>(*1) | 作業<br>2回目後<br>(*2) | 作業<br>1回目後<br>(a/b) | 作業<br>2回目後<br>(a/c) |
| A        | 既存技術          | 0.34             | 0.35              | —                  | -2.9               | —                  | 0.97                | —                   |
| B        | 実証技術<br>(比較用) | 0.37             | 0.36              | 0.34 <sup>†‡</sup> | 2.7                | 8.1                | 1.03                | 1.09                |
| C        |               | 0.36             | 0.34              | 0.33 <sup>†</sup>  | 5.6                | 8.3                | 1.06                | 1.09                |
| D        |               | 0.37             | 0.36              | 0.35               | 2.7                | 5.4                | 1.03                | 1.06                |
| E        |               | 0.39             | 0.38              | 0.37               | 2.6                | 5.1                | 1.03                | 1.05                |
| F        |               | 0.41             | 0.39 <sup>†</sup> | 0.37 <sup>†</sup>  | 4.9                | 9.8                | 1.05                | 1.11                |
| G        | 実証技術          | 0.39             | 0.36 <sup>†</sup> | 0.35 <sup>†</sup>  | 7.7                | 10.3               | 1.08                | 1.11                |

\*1 : (a-b) / a \* 100    \*2 : (a-c) / a \* 100

† : 作業前と比較して有意差有り (Tukey法, p<0.05)

‡ : 作業1回目と作業2回目を比較して有意差有り (Tukey法, p<0.05)

表8 表面線量率（地上1cm、鉛遮へい無し・有り）測定結果

| 試験<br>区画 | 実施<br>技術          | 鉛<br>遮へい | 線量率[ $\mu$ Sv/h]  |                   |                   | 低減率[%]             |                    | 除染係数                |                     |
|----------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|          |                   |          | 作業前<br>(a)        | 作業<br>1回目<br>(b)  | 作業<br>2回目<br>(c)  | 作業<br>1回目後<br>(*1) | 作業<br>2回目後<br>(*2) | 作業<br>1回目後<br>(a/b) | 作業<br>2回目後<br>(a/c) |
| A        | 既存<br>技術          | 無        | 0.67              | 0.67              | —                 | 0.0                | —                  | 1.00                | —                   |
|          |                   | 有        | 0.39              | 0.38              | —                 | 2.6                | —                  | 1.03                | —                   |
| B        | 実証<br>技術<br>(比較用) | 無        | 0.59              | 0.57              | 0.56              | 3.4                | 5.1                | 1.04                | 1.05                |
|          |                   | 有        | 0.31              | 0.30              | 0.29              | 3.2                | 6.5                | 1.03                | 1.07                |
| C        |                   | 無        | 0.57              | 0.53              | 0.52 <sup>†</sup> | 7.0                | 8.8                | 1.08                | 1.10                |
|          |                   | 有        | 0.30              | 0.28              | 0.27 <sup>†</sup> | 6.7                | 10.0               | 1.07                | 1.11                |
| D        |                   | 無        | 0.64              | 0.59 <sup>†</sup> | 0.58 <sup>†</sup> | 7.8                | 9.4                | 1.08                | 1.10                |
|          |                   | 有        | 0.35              | 0.33 <sup>†</sup> | 0.31 <sup>†</sup> | 5.7                | 11.4               | 1.06                | 1.13                |
| E        |                   | 無        | 0.65              | 0.62              | 0.62              | 4.6                | 4.6                | 1.05                | 1.05                |
|          |                   | 有        | 0.33              | 0.32              | 0.32              | 3.0                | 3.0                | 1.03                | 1.03                |
| F        | 無                 | 0.68     | 0.62 <sup>†</sup> | 0.61 <sup>†</sup> | 8.8               | 10.3               | 1.10               | 1.11                |                     |
|          | 有                 | 0.37     | 0.34              | 0.33              | 8.1               | 10.8               | 1.09               | 1.12                |                     |
| G        | 実証<br>技術          | 無        | 0.65              | 0.56 <sup>†</sup> | 0.54 <sup>†</sup> | 13.8               | 16.9               | 1.16                | 1.20                |
|          |                   | 有        | 0.33              | 0.28 <sup>†</sup> | 0.28 <sup>†</sup> | 15.2               | 15.2               | 1.18                | 1.18                |

\*1 : (a-b) / a \* 100    \*2 : (a-c) / a \* 100

† : 作業前と比較して有意差有り (Tukey法, p<0.05)

表9 表面汚染密度（地上1cm、アクリル板無し・有り）測定結果

| 試験<br>区画 | 実施技術          | アクリル板 | 表面汚染密度 [cpm] |                  |                   | 低減率 [%]            |                    | 除染係数                |                     |
|----------|---------------|-------|--------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|          |               |       | 作業前<br>(a)   | 作業<br>1回目<br>(b) | 作業<br>2回目<br>(c)  | 作業<br>1回目後<br>(*1) | 作業<br>2回目後<br>(*2) | 作業<br>1回目後<br>(a/b) | 作業<br>2回目後<br>(a/c) |
| A        | 既存技術          | 無     | 309          | 313              | —                 | -1.3               | —                  | 0.99                | —                   |
|          |               | 有     | 217          | 216              | —                 | 0.5                | —                  | 1.00                | —                   |
| B        |               | 無     | 296          | 303              | 293               | -2.4               | 1.0                | 0.98                | 1.01                |
|          |               | 有     | 202          | 224              | 205               | -10.9              | -1.5               | 0.90                | 0.99                |
| C        |               | 無     | 328          | 293 <sup>†</sup> | 276 <sup>†</sup>  | 10.7               | 15.9               | 1.12                | 1.19                |
|          |               | 有     | 203          | 205              | 188               | -1.0               | 7.4                | 0.99                | 1.08                |
| D        | 実証技術<br>(比較用) | 無     | 308          | 269 <sup>†</sup> | 270 <sup>†</sup>  | 12.7               | 12.3               | 1.14                | 1.14                |
|          |               | 有     | 205          | 194 <sup>†</sup> | 186 <sup>†</sup>  | 5.4                | 9.3                | 1.06                | 1.10                |
| E        |               | 無     | 326          | 322              | 322               | 1.2                | 1.2                | 1.01                | 1.01                |
|          |               | 有     | 228          | 231              | 222               | -1.3               | 2.6                | 0.99                | 1.03                |
| F        |               | 無     | 324          | 294 <sup>†</sup> | 281 <sup>†</sup>  | 9.3                | 13.3               | 1.10                | 1.15                |
|          |               | 有     | 217          | 194 <sup>†</sup> | 192 <sup>†</sup>  | 10.6               | 11.5               | 1.12                | 1.13                |
| G        | 実証技術          | 無     | 323          | 299 <sup>†</sup> | 279 <sup>†</sup>  | 7.4                | 13.6               | 1.08                | 1.16                |
|          |               | 有     | 219          | 210              | 185 <sup>†‡</sup> | 4.1                | 15.5               | 1.04                | 1.18                |

\*1 : (a-b) / a \* 100      \*2 : (a-c) / a \* 100

† : 作業前と比較して有意差有り (Tukey 法, p<0.05)

‡ : 作業1回目と作業2回目と比較して有意差有り (Tukey 法, p<0.05)

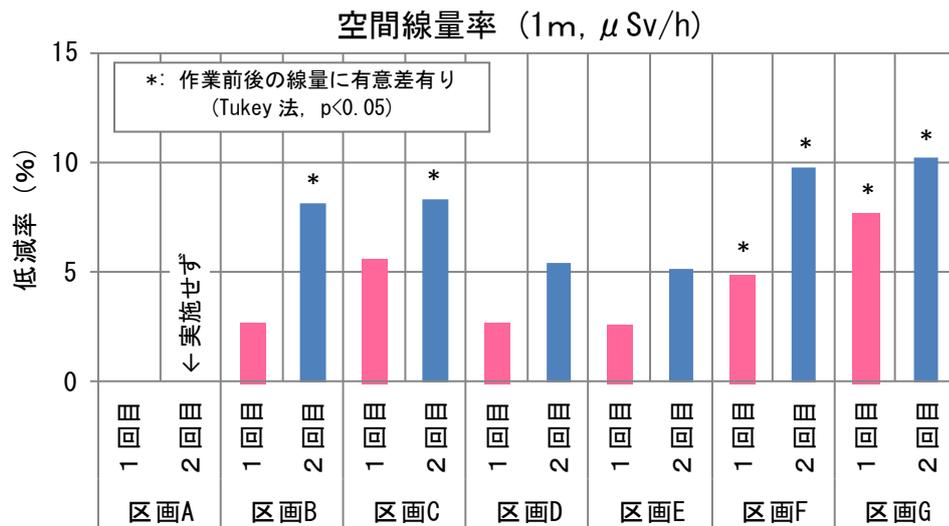


図8 空間線量率（地上1m）の低減率

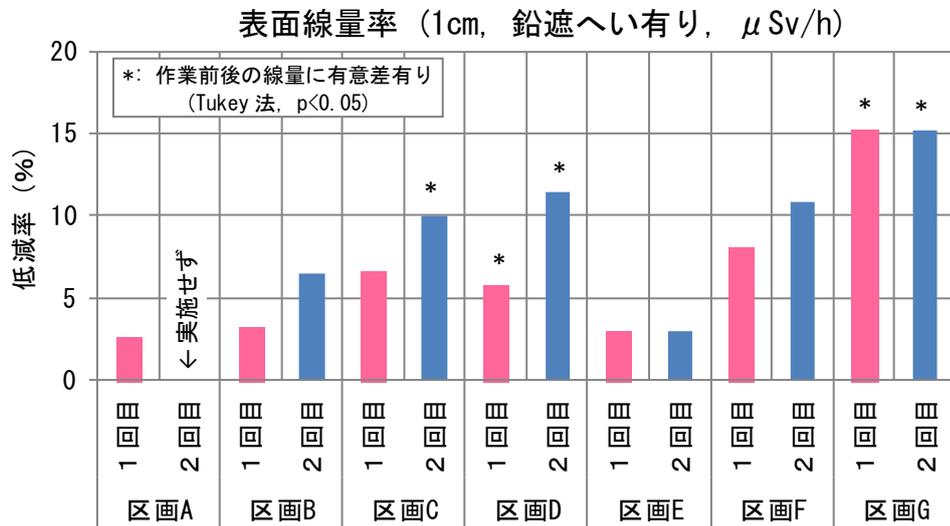
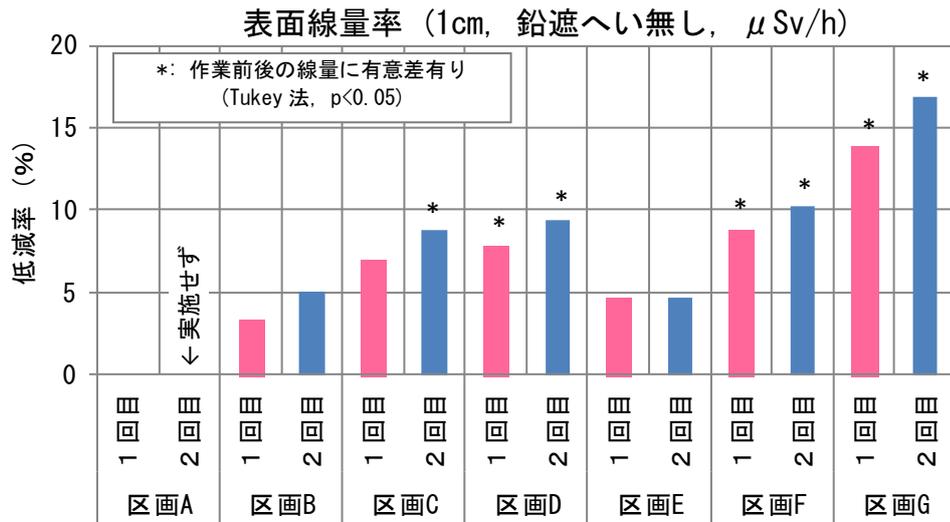
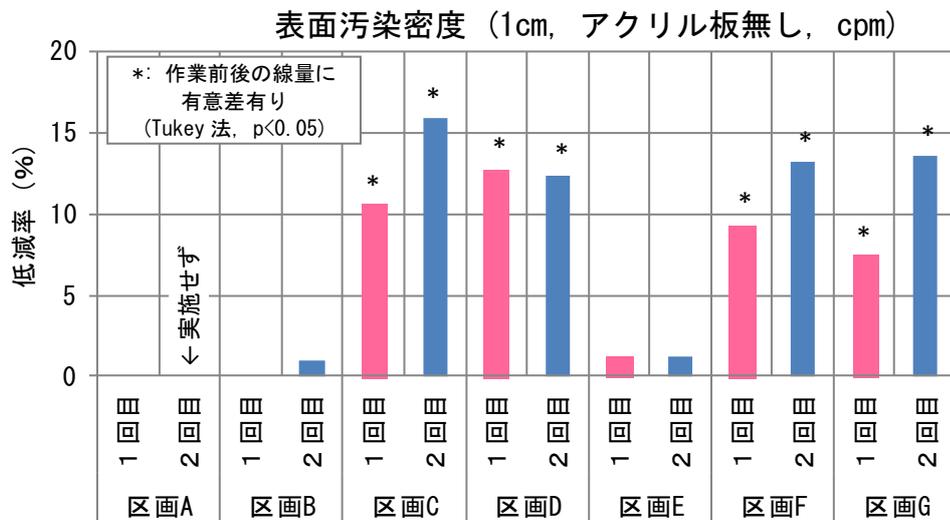


図9 表面線量率 (地上 1 cm、鉛遮へい無し・有り) の低減率



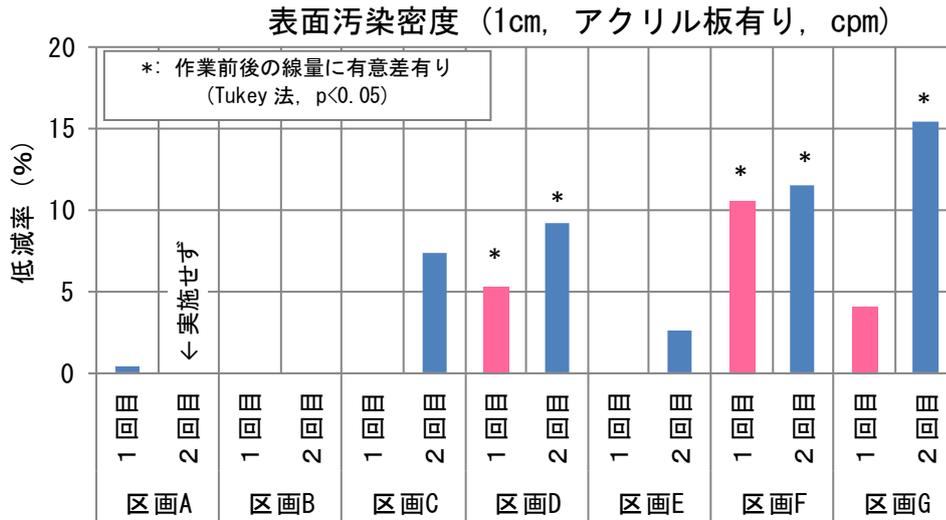


図 10 表面汚染密度 (地上 1 cm、アクリル板無し・有り) の低減率

### イ 放射性セシウム深度分布調査

試験区画 A～G 及び対照地点の深度別の放射性セシウム濃度の測定結果を表 10 に、放射性セシウムの深度分布の測定結果を図 11 に示す。

透水性アスファルト舗装部材の放射性セシウム濃度は、アスファルト 0～2 cm 層で最も高く、3,700～7,500Bq/kg-wet であった。また、次いで再生クラッシュランの 10cm までの層で放射性セシウム濃度が高く、その濃度は 410～2,400Bq/kg-wet であった。これは、微小粒子等に吸着した放射性セシウムがアスファルト層を通過し、再生クラッシュランの表層に蓄積したものと推察される。なお、これらの放射性セシウム濃度については、除染方法の違いによる差 (未除染地点 (BG)、既存技術作業区画 (試験区画 A)、実証技術作業区画 (試験区画 B～G) との差) は認められなかった。

一方、各試験区画の深度分布を比較すると、アスファルト 0～2 cm 層の存在割合が低い試験区画で表面線量率の低減率が高い傾向にあった。アスファルト層に存在する放射性セシウム量を 100 とした場合のアスファルト 0～2 cm 層に存在する放射性セシウムの割合と、除染による空間線量率と表面線量率の作業 2 回目 (試験区画 A のみ作業 1 回目) の低減率との関係について確認すると、表面線量率 (鉛遮へい無し・有り) において、両者には有意な負の相関関係が認められた。その結果を表 11 及び図 12 に示す。

以上の結果から、実証技術によりアスファルト 0～2 cm 層に存在する放射性セシウムが除去され、線量が低下したものと考えられる。

表 10 深度別の放射性セシウム濃度の測定結果

| 試験<br>区画 | 舗装部材      | 深度       | 重量<br>[kg-wet] | 放射性<br>セシウム<br>濃度<br>[Bq/kg-wet] | 重量×濃度<br>[Bq] | 割合*2<br>[%] |
|----------|-----------|----------|----------------|----------------------------------|---------------|-------------|
| A        | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.464          | 7,400                            | 3,434         | 85.1        |
|          |           | 2～4cm    | 0.464          | 500                              | 232           | 5.8         |
|          | 再生クラッシュラン | 4～10cm   | 0.787          | 410                              | 323           | 8.0         |
|          |           | 10～15cm  | 1.673          | 18                               | 30            | 0.7         |
|          | 遮断層用砂     | 15～17cm  | 0.676          | 24                               | 16            | 0.4         |
| B        | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.486          | 4,600                            | 2,236         | 58.8        |
|          |           | 2～4.5cm  | 0.608          | 620                              | 377           | 9.9         |
|          | 再生クラッシュラン | 4.5～10cm | 0.890          | 1,200                            | 1,068         | 28.1        |
|          |           | 10～15cm  | 1.212          | 81                               | 98            | 2.6         |
|          | 遮断層用砂     | 15～20cm  | 1.314          | 20                               | 26            | 0.7         |
| C        | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.503          | 4,300                            | 2,163         | 51.1        |
|          |           | 2～4cm    | 0.503          | 560                              | 282           | 6.7         |
|          | 再生クラッシュラン | 4～10cm   | 0.836          | 1,400                            | 1,170         | 27.6        |
|          |           | 10～15cm  | 0.914          | 460                              | 420           | 9.9         |
|          | 遮断層用砂     | 15～20cm  | 1.415          | 140                              | 198           | 4.7         |
| D        | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.490          | 3,700                            | 1,813         | 38.8        |
|          |           | 2～4.5cm  | 0.613          | 530                              | 325           | 7.0         |
|          | 再生クラッシュラン | 4.5～10cm | 0.609          | 2,000                            | 1,218         | 26.1        |
|          |           | 10～15cm  | 0.733          | 1,500                            | 1,100         | 23.5        |
|          | 遮断層用砂     | 15～20cm  | 0.316          | 680                              | 215           | 4.6         |
| E        | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.471          | 7,500                            | 3,533         | 65.5        |
|          |           | 2～4cm    | 0.471          | 550                              | 259           | 4.8         |
|          |           | 4～5cm    | 0.235          | 440                              | 103           | 1.9         |
|          | 再生クラッシュラン | 5～10cm   | 0.444          | 2,100                            | 932           | 17.3        |
|          |           | 10～15cm  | 0.432          | 790                              | 341           | 6.3         |
|          | 遮断層用砂     | 15～20cm  | 0.647          | 350                              | 226           | 4.2         |
| F        | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.513          | 5,000                            | 2,565         | 57.3        |
|          |           | 2～4.5cm  | 0.642          | 600                              | 385           | 8.6         |
|          | 再生クラッシュラン | 4.5～10cm | 0.400          | 2,100                            | 840           | 18.8        |
|          |           | 10～15cm  | 0.587          | 850                              | 499           | 11.1        |
|          | 遮断層用砂     | 15～19cm  | 0.755          | 250                              | 189           | 4.2         |
| G        | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.447          | 7,100                            | 3,174         | 55.9        |
|          |           | 2～4cm    | 0.447          | 1,300                            | 581           | 10.2        |
|          |           | 4～6cm    | 0.447          | 1,000                            | 447           | 7.9         |
|          | 再生クラッシュラン | 6～10cm   | 0.442          | 2,400                            | 1,061         | 18.7        |
|          |           | 10～15cm  | 0.432          | 650                              | 281           | 4.9         |
|          | 遮断層用砂     | 15～20cm  | 0.417          | 320                              | 133           | 2.3         |
| BG*1     | 透水性アスファルト | 0～2cm    | 0.457          | 5,500                            | 2,514         | 44.3        |
|          |           | 2～4cm    | 0.572          | 950                              | 543           | 9.6         |
|          | 再生クラッシュラン | 4～10cm   | 0.852          | 2,100                            | 1,789         | 31.5        |
|          |           | 10～15cm  | 1.108          | 630                              | 698           | 12.3        |
|          | 遮断層用砂     | 15～20cm  | 0.680          | 190                              | 129           | 2.3         |

\*1：未除染地点

\*2：表層から 20cm の深度までに含まれる合計量を 100 として計算している。

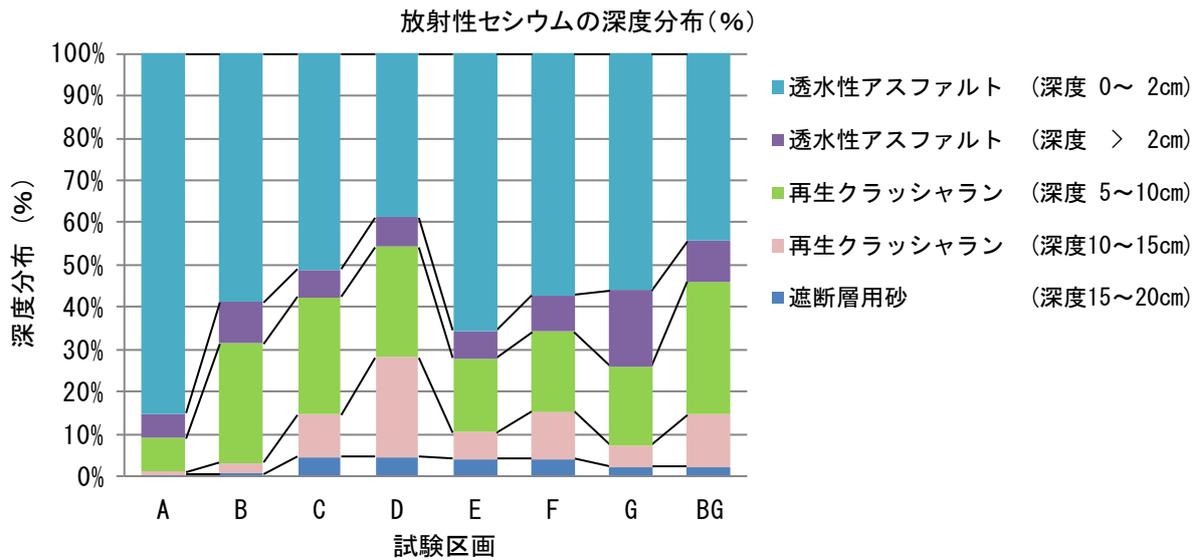


図 11 放射性セシウムの深度分布の測定結果

表 11 アスファルト層におけるアスファルト 0～2 cm 層の放射性セシウム存在割合と除染による空間線量率及び表面線量率の低減率との相関係数及び有意水準

| 放射性セシウム存在割合*1 [%] | 除染による低減率*2 [%]                     | 相関係数   | 有意水準 $\alpha$ (両側) |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------------------|
| アスファルト 0～2cm 層    | 空間線量率 (地上 1m, $\mu$ Sv/h)          | -0.722 | $p > 0.05$         |
|                   | 表面線量率 (地上 1cm, 鉛遮へい無し, $\mu$ Sv/h) | -0.906 | $p < 0.01$         |
|                   | 表面線量率 (地上 1cm, 鉛遮へい有り, $\mu$ Sv/h) | -0.860 | $p < 0.02$         |
|                   | 表面汚染密度 (地上 1cm, アクリル板無し, cpm)      | -0.538 | $p > 0.05$         |
|                   | 表面汚染密度 (地上 1cm, アクリル板有り, cpm)      | -0.756 | $p < 0.05$         |

\*1: アスファルト層に存在する放射性セシウム量を 100 とした場合の割合

\*2: 試験区画 A は作業 1 回目、その他の試験区画は作業 2 回目

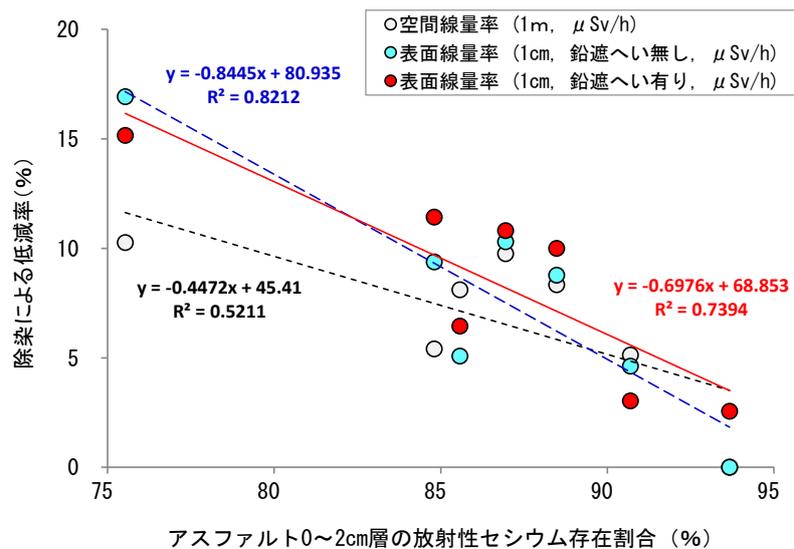


図 12 アスファルト層におけるアスファルト 0～2 cm 層の放射性セシウム存在割合\*と除染による空間線量率及び表面線量率の低減率との関係

\*: アスファルト層に存在する放射性セシウム量を 100 とした場合の割合

## (2) 洗浄廃水の発生量等

### ア 洗浄廃水の発生量

本実証試験で発生した洗浄廃水量について、既存技術と実証技術で比較した結果を表 12 に示す。実証技術での使用水量については、噴射流量に作業時間を乗じて算出した。また洗浄廃水回収量については、作業を実施した試験区画 B~G における作業 1 回目、作業 2 回目の総量を計測し、その総量に対し、作業時間全体に占める試験区画 G の作業時間の比を乗じて算出した。

算出の結果、今回の試験では、洗浄廃水の回収率は既存技術で 24.5%、実証技術で 70.2% となり、実証技術の回収率が高かった。

表 12 既存技術と実証技術で発生した洗浄廃水量（1 試験区画当たり）の比較

|            | 既存技術  | 実証技術 |
|------------|-------|------|
| 作業時間[秒]    | 412   | 280  |
| 噴射流量[L/分]  | 16.7  | 13.6 |
| 使用水量[L]    | 114.7 | 63.5 |
| 洗浄廃水回収量[L] | 28.1  | 44.6 |
| 洗浄廃水回収率[%] | 24.5  | 70.2 |

### イ 洗浄廃水等の放射性セシウム濃度

本実証試験で発生した洗浄廃水等の放射性セシウム濃度の測定結果を表 13 に示す。

洗浄廃水の放射性セシウム濃度の測定は、既存技術、実証技術のそれぞれから約 2L を採取して行った。また洗浄廃水の一部（約 3L）は凝集沈殿処理し、上澄み水 2L を採取し、放射性セシウム濃度を測定した。

本実証試験で発生した洗浄廃水等の放射性セシウム濃度を測定した結果、洗浄廃水の放射性セシウム濃度は、既存技術よりも実証技術の方が高く、実証技術の方が効率良く放射性セシウムを除去したと考えられる。また、洗浄廃水を凝集沈殿処理した後の上澄み水の放射性セシウム濃度は、放射性物質汚染対処特措法に定める、特定廃棄物の処分に伴い生じた排水に係る基準\*を満たしていた。

\*：(セシウム 134 濃度 (Bq/L) /60) + (セシウム 137 濃度 (Bq/L) /90) ≤ 1

表 13 実証試験で発生した洗浄廃水等の放射性セシウム濃度の測定結果

| 実施技術 | 洗浄廃水等        | 放射性セシウム濃度[Bq/L]   |                   |                                      |
|------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
|      |              | <sup>134</sup> Cs | <sup>137</sup> Cs | <sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs |
| 既存技術 | 回収水          | 24                | 160               | 180                                  |
|      | 凝集沈殿処理後の上澄み水 | 1.1               | 6.1               | 7.2                                  |
| 実証技術 | 回収水          | 230               | 1,500             | 1,700                                |
|      | 凝集沈殿処理後の上澄み水 | <0.6              | 3.4               | 3.4                                  |

### (3) 作業時間及び作業コスト

#### ア 作業時間

本実証試験での既存技術と実証技術の作業時間と作業員数を表 14 に示す。作業時間は、既存技術よりも実証技術で短かった。これは、実証技術の円盤型洗浄機の洗浄幅が既存技術よりも大きく（実証技術 70cm>既存技術 45cm）、1 回に処理できる施工面積の違いを反映している。

表 14 既存技術と実証作業の作業時間と作業員数

|         | 既存技術  |      | 実証技術    |      |
|---------|-------|------|---------|------|
|         | 作業時間  | 作業員数 | 作業時間    | 作業員数 |
| 作業 1 回目 | 412 秒 | 5 人  | 280 秒   | 5 人  |
| 作業 2 回目 | —     | —    | 263 秒   | 5 人  |
| 平均      | 412 秒 | 5 人  | 271.5 秒 | 5 人  |

#### イ 作業コスト

本実証試験での実証技術に係る費用は12,657円/m<sup>2</sup>であった。

### 9 評価等

今回の試験結果から、既存技術では十分な線量低減効果が得られなかった当該実施場所において、実証技術であるポリイオン水を用いた高圧水洗浄（40～50MPa、70～80℃）によって、さらに約 15%の表面線量率の低減効果が得られた。また、その効果は高い噴射圧力と高い水温によるものと推察された。なお、当該実施場所における放射性セシウムは深部まで達していることも確認された。

【参考】作業等写真

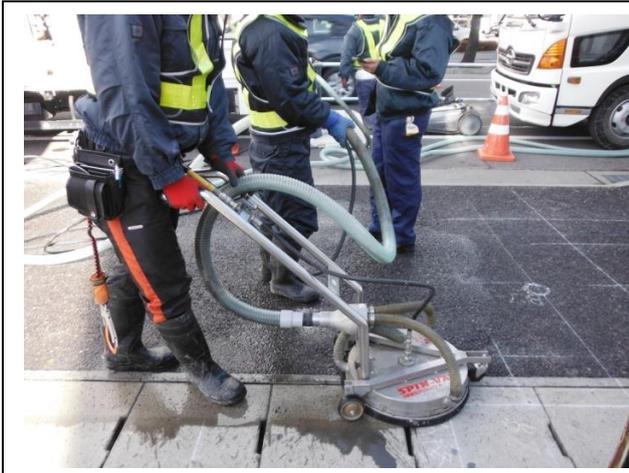


写真1 既存技術による作業

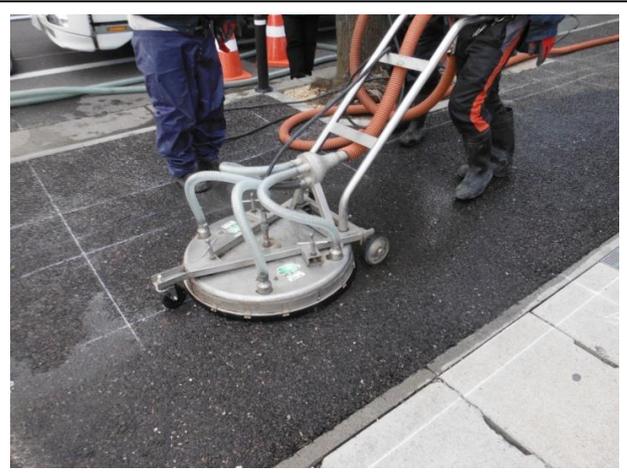


写真2 実証技術による作業

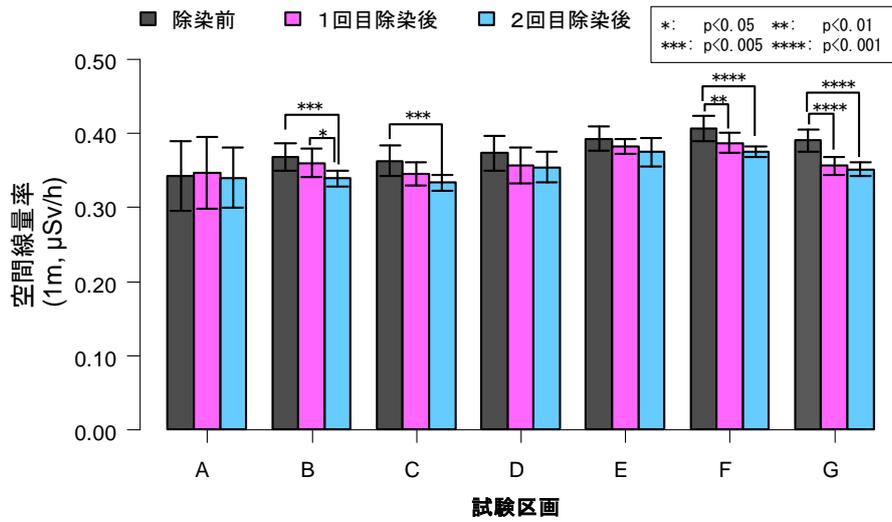


写真3 既存技術による作業後の舗装表面(A)

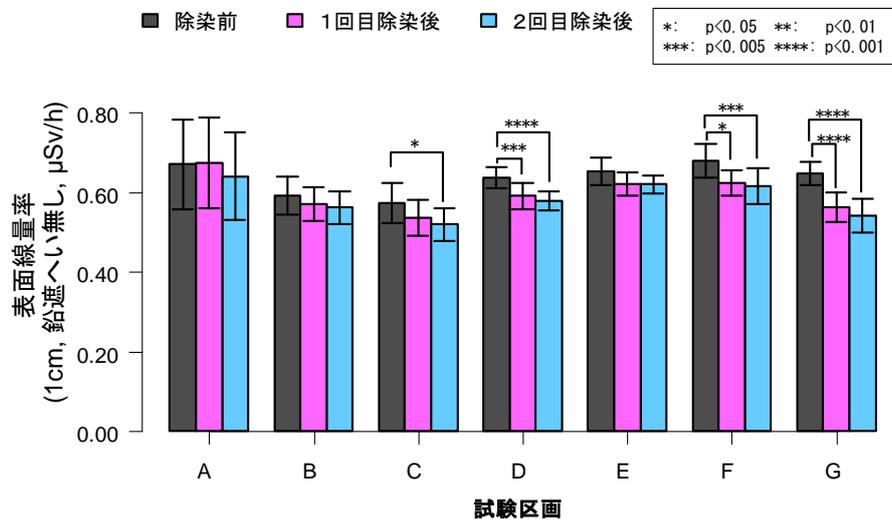


写真4 実証技術による作業後の舗装表面(G)

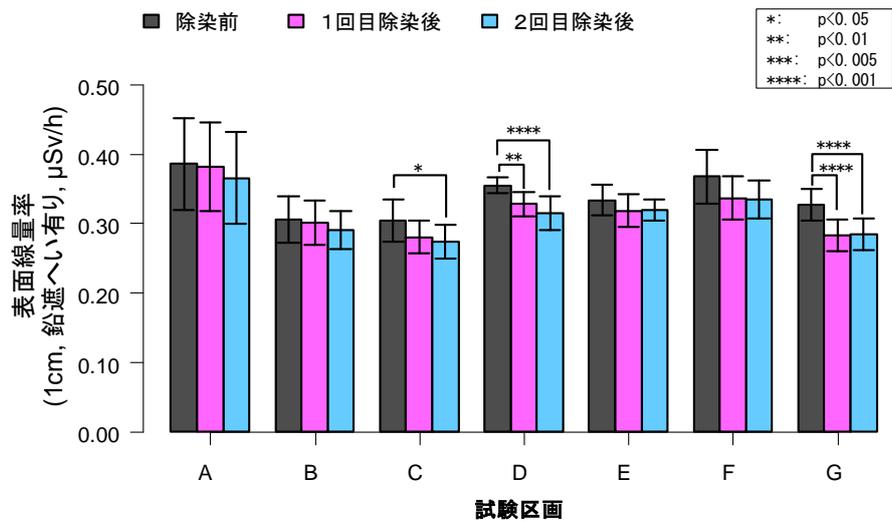
【参考図】



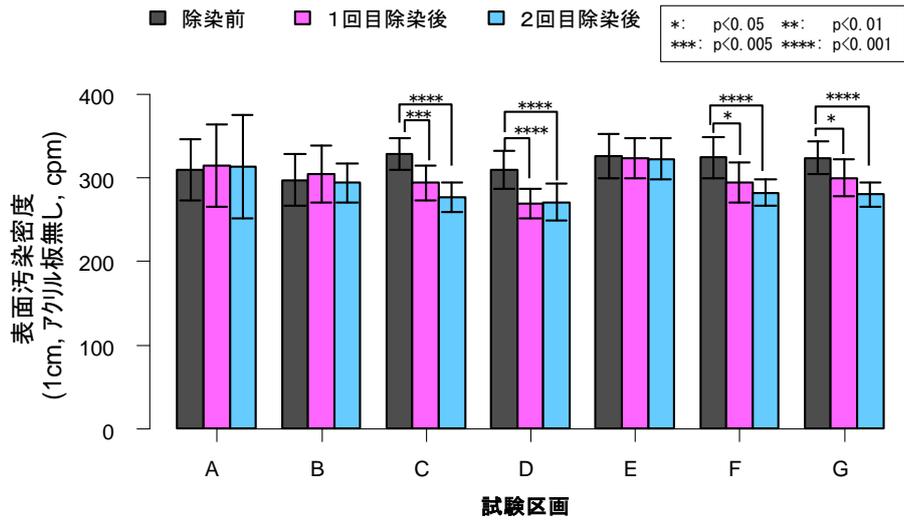
参考図1 除染前後の空間線量率（地上1m）



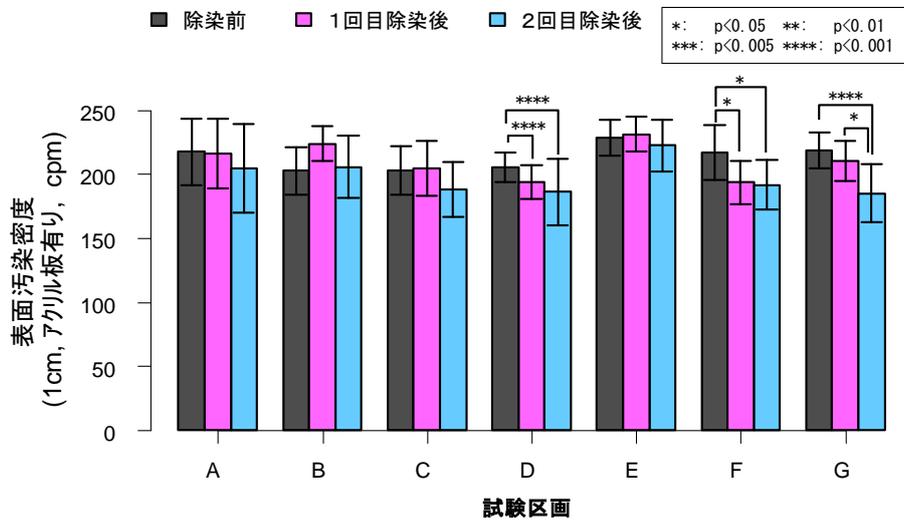
参考図2 除染前後の表面線量率（地上1cm、鉛遮へい無し）



参考図3 除染前後の表面線量率（地上1cm、鉛遮へい有り）



参考図4 除染前後の表面汚染密度 (地上1cm、アクリル板無し)



参考図5 除染前後の表面汚染密度 (地上1cm、アクリル板有り)