

# 造園式芝生除染・更新工法データ (芝を生かした除染)

造園式芝生除染・更新工法<sup>\*1)</sup>とは、東京農業大学 近藤教授が提唱する工法です。

<sup>\*1)</sup>「造園式芝生除染・更新工法」とそのマニュアルの作成について、近藤三雄、

「放射性物質による芝生地、緑地の汚染のメカニズムと除染対策について」、Sep. 2011

# 造園式芝生除染・更新工法とは



## 造園式芝生除染・更新工法とは

芝生の根を残すことで、除染を実施しつつ新芽による芝生更新を図る工法である。



サッチ層: サッチ (枯れた芝草や刈りかすが堆積したもの) + 目土の一部

造園式芝生除染・更新工法<sup>\*1)</sup>とは、東京農業大学 近藤教授が提唱する工法です。

<sup>\*1)</sup>「造園式芝生除染・更新工法」とそのマニュアルの作成について、近藤三雄、

「放射性物質による芝生地、緑地の汚染のメカニズムと除染対策について」、Sep. 2011

# 造園式芝生除染・更新工法データ(1)



## 除染方法

基盤整備作業機  
(フィールドトップメカ  
+ ロードスイーパー、野芝)

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定  
100m<sup>2</sup>当たりの除染時間評価  
コスト評価

## 試験方法

1cm、2cm深刈り  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。



フィールドトップメカ

ロードスイーパー

除染風景

## 試験結果

測定点	測定高さ	除染前	1cm深刈り	
		μSv/h	μSv/h	低減率
平均	100cm	1.23	1.01	17%
	50cm	1.40	0.98	30%
	表面	1.79	0.70	61%
	表面コリメート	1.05	0.33	68%
回収土壌	重量 kg			
	土嚢袋		約0.5m <sup>3</sup>	
	表面線量率		3.5	

測定点	測定高さ	除染前	2cm深刈り	
		μSv/h	μSv/h	低減率
平均	100cm	1.24	1.09	12%
	50cm	1.44	1.06	27%
	表面	1.91	0.64	67%
	表面コリメート	1.06	0.25	76%
回収土壌	重量 kg			
	土嚢袋		約0.5m <sup>3</sup>	
	表面線量率		2.21	

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定

## まとめ

- ・2cm深刈りで十分な除染効果
- ・刈込み深さは芝の成長度合いで調整必要

[必要人工評価(目安)]

使用機器	人員	100m <sup>2</sup> 当りの作業時間(時)	100m <sup>2</sup> 当りの機器損料(円)
刈払い機	4	1	28,000

# 造園式芝生除染・更新工法データ(2)



## 除染方法

芝苗刈り機 (ソッドカッター・高麗芝)

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定  
100m<sup>2</sup>当たりの除染時間評価  
コスト評価

## 試験方法

1cm、2cm深刈り  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

測定点	測定高さ	除染前	1cm深刈り	
		μSv/h	μSv/h	低減率
平均	100cm	0.83	0.81	2%
	50cm	0.93	0.82	12%
	表面	1.46	0.87	41%
	表面コリメート	0.90	0.54	40%
回収土壌	重量 kg	45		
	土嚢袋	3		
	表面線量率	5.38		

測定点	測定高さ	除染前	2cm深刈り	
		μSv/h	μSv/h	低減率
平均	100cm	0.83	0.79	4%
	50cm	0.94	0.72	24%
	表面	1.45	0.43	70%
	表面コリメート	0.87	0.18	80%
回収土壌	重量 kg	90		
	土嚢袋	6		
	表面線量率	3.88		

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定

## まとめ

- ・2cm深刈りで十分な除染効果
- ・刈込み深さは芝の成長度合いで調整必要

【必要人工評価(目安)】

使用機器	人員	100m <sup>2</sup> 当りの 作業時間(時)	100m <sup>2</sup> 当りの 機器損料(円)
刈払い機	5	3	5000



刈った芝の状態

除染風景

# 造園式芝生除染・更新工法データ(3)



## 除染方法

芝苗刈り機 (ソッドカッター・野芝)

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定  
100m<sup>2</sup>当たりの除染時間評価  
コスト評価

## 試験方法

2cm深刈り  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。



刈った芝の状態

除染風景

## 試験結果

測定点	測定高さ	除染前	2cm深刈り	
		μSv/h	μSv/h	低減率
平均	100cm	1.13	1.11	2%
	50cm	1.33	1.15	14%
	表面	1.75	0.72	59%
	表面コリメート	0.93	0.3	68%
	GM(Net cpm)	632	61.4	90%
回収土壌	重量 kg		150	
	土嚢袋		10	
	表面線量率		2.43	

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定

## まとめ

- ・2cm深刈りで十分な除染効果
- ・刈込み深さは芝の成長度合いで調整必要

【必要人工評価(目安)】

使用機器	人員	100m <sup>2</sup> 当りの 作業時間(時)	100m <sup>2</sup> 当りの 機器損料(円)
刈払い機	5	3	5000

# 造園式芝生除染・更新工法データ(4)



## 除染方法

刈り払い機 (手刈り・高麗芝)

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定  
GM計数管により表面汚染測定  
100m<sup>2</sup>当たりの除染時間評価  
コスト評価

## 試験方法

通常芝刈り・サッチ回収  
深刈り後刈りカス回収  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

測定点	測定高さ	除染前	通常芝刈り・サッチ回収 刈り込み厚さ 7 mm		深刈り・刈りカス回収 刈り込み厚さ 15 mm	
		μSv/h	μSv/h	低減率	μSv/h	低減率
平均	100cm	1.05	0.99	6%	0.65	38%
	50cm	1.20	1.16	3%	0.65	46%
	表面	1.71	1.57	8%	0.59	65%
	表面コリメート	1.01	0.82	19%	0.20	80%
回収土壌	重量 kg		5		15	
	土嚢袋		1		1	

コリメート： 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm×10 cm×5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定

## まとめ

・厚さ15mm深刈りで十分な除染効果

[必要人工評価(目安)]

使用機器	人員	100m <sup>2</sup> 当りの 作業時間(時)	100m <sup>2</sup> 当りの 機器損料(円)
刈払い機	5	6	1000



除染風景

# 造園式芝生除染・更新工法データ(5)



## 除染方法

刈り払い機 (手刈り・野芝)

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定  
100m<sup>2</sup>当たりの除染時間評価  
コスト評価

## 試験方法

通常芝刈り・サッチ回収  
深刈り後刈りカス回収  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

測定点	測定高さ	除染前	1回目 9 mm		2回目 16 mm		3回目 20 mm	
		μSv/h	μSv/h	低減率	μSv/h	低減率	μSv/h	低減率
平均	100cm	1.03	1.01	2%	1.01	2%	1.03	0%
	50cm	1.17	1.11	5%	1.08	8%	0.99	15%
	表面	1.70	1.59	6%	0.99	42%	0.64	62%
	表面コリメート	0.81	0.78	4%	0.45	45%	0.25	70%
回収土壌	重量 kg		5		15		15	
	土嚢袋		1		1		1	

コリメート：地表面に置いた鉛ブロック(20 cm×10 cm×5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定

## まとめ

- ・厚さ20mm深刈りで十分な除染効果
- ・高麗芝より野芝の方が深刈り必要  
(高麗芝はサッチ層が多い)

【必要人工評価(目安)】

使用機器	人員	100m <sup>2</sup> 当りの作業時間(時)	100m <sup>2</sup> 当りの機器損料(円)
刈り払い機	5	6	1000



除染風景

# 舗装面(インターロッキング)の乾式除染



## 除染方法

ポリッシャ・ダイヤモンド研磨

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

ダイヤモンド研磨後  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1m	0.80	0.70	12.5
50cm	0.83	0.74	10.8
表面	1.24	0.72	42.0
表面コリメート	0.65	0.34	48.0
GM Net(cpm)	3552	400	88.7

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り  
囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定する。

## まとめ

- ・除染は可能であるが、粉塵の発生や外観の劣化に課題



除染風景

# 舗装面(インターロッキング)の湿式除染



## 除染方法

ワイヤブラシ洗浄

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

ワイヤブラシ洗浄後

高さ1cm、50cm、1mの空間線量率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1m	0.54	0.57	-7.1
50cm	0.60	0.58	4.3
表面	0.72	0.54	25.0
表面コリメート	0.39	0.26	33.5
GM Net(cpm)	2506	536	78.6

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定する。

## まとめ

- ・表面汚染は減少しているため、面積を広く実施すれば空間線量率にも効果が出てくる。



除染風景

# 舗装面(インターロッキング)の湿式除染



## 除染方法

高圧洗浄機 回転ノズル式

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	圧力7MPa		圧力15MPa	
	除染前	除染後	除染前	除染後
表面	1.13	0.92	0.95	0.60
表面コリメート	0.72	0.54	0.54	0.36
GM Net(cpm)	1022	1085	1217	468

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定する。

## 試験方法

高圧洗浄後

高さ1cm、50cm、1mの空間線量率を測定。

## まとめ

・表面汚染は減少しているが、排水に課題



除染風景

# 舗装面(インターロッキング)の湿式除染



## 除染方法

吸引式高圧洗浄機 回転ノズル式  
圧力15MPa

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	石		レンガ	
	除染前	除染後	除染前	除染後
表面	1.36	0.71	1.19	0.75
表面コリメート	0.55	0.17	0.52	0.33
GM Net(cpm)	3321	435	2701	1015

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cmで測定する。

## 試験方法

高圧洗浄後  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量率を測定。

## まとめ

- ・作業スピードも速く、水も回収される。



除染風景

# 舗装面(コンクリート化粧板舗装)の湿式除染



## 除染方法

高圧洗浄機 ストレートノズル

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高圧洗浄後

高さ1cm、50cm、1mの空間線量率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1m	1.05	0.96	8.7
50cm	1.03	0.87	15.7
1cm	1.48	0.98	34.1
コリメート	0.86	0.52	40.1
表面汚染(cpm)	3893	1413	63.7

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cm

## まとめ

- ・表面汚染は減少しているため、面積を広く実施すれば空間線量率にも効果が出てくが、排水に課題。



除染風景

# 舗装面(排水性アスファルト舗装)の湿式除染



## 除染方法

高压洗浄機  
圧力11MPa

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高压洗浄後  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1m	1.02	0.96	5.9
50cm	0.98	0.87	11.2
1cm	1.43	0.85	40.6
コリメート	0.80	0.45	43.3
表面汚染(cpm)	4983	2183	56.2

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り  
囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cm

## まとめ

- 作業スピードも速く、水も回収されるが、排水性舗装であるため、水が浸透していると考えられ除染効果が下がっている。



除染風景

# 舗装面(排水性アスファルト舗装)の湿式除染



## 除染方法

吸引式高圧洗浄機 回転ノズル式  
圧力15MPa

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高圧洗浄後  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1m	0.69	0.65	5.8
50cm	0.65	0.54	16.4
1cm	0.91	0.48	47.4
コリメート	0.46	0.19	59.1
表面汚染(cpm)	1767	371	79.0

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り  
囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cm

## まとめ

- 作業スピードも速く、水も回収されるが、排水性舗装であるため、水が浸透していると考えられ除染効果が下がっている。



除染風景

# 舗装面(ゴムチップ舗装)の湿式除染



## 除染方法

吸引式高圧洗浄機 回転ノズル式  
圧力15MPa

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高圧洗浄後  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1cm	1.17	0.76	35.3
コリメート	0.46	0.27	41.5
表面汚染(cpm)	490	136	72.2

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm  $\times$  10 cm  $\times$  5 cm)で四方を取り  
囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cm  
測定値は、測定5回の平均値である。

## まとめ

- ・ゴムチップ舗装については、舗装面の保水力  
により減少しにくい傾向にある。



除染風景

# 舗装面(ウッドデッキ)の湿式除染



## 除染方法

吸引式高圧洗浄機 回転ノズル式  
圧力15MPa

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高圧洗浄後  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1cm	1.36	0.93	31.5
表面汚染(cpm)	2265	253	88.8

測定値は、測定12回の平均値である。

## まとめ

- ・高圧洗浄は除染能力は高いが、表面が毛羽立つなど荒れる。



除染風景

# 舗装面(ウッドデッキ)の乾式除染



## 除染方法

吸引式高圧洗浄機 回転ノズル式  
圧力15MPa

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高圧洗浄後  
高さ1cm、50cm、1mの空間線量  
率を測定。

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
1cm	1.32	0.71	46.5
コリメート	0.82	0.42	48.9
表面汚染(cpm)	3574	196	94.5

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り  
囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cm  
測定値は、測定5回の平均値である。

## まとめ

- ・サンダーは表面の除染能力は高いが、木目  
の中は除染できない。
- ・高圧洗浄後、サンダーで表面仕上げすること  
が効果的



除染風景

# 立木(ヒノキ)の湿式除染データ



## 除染方法

高圧洗浄

## 評価方法

GMサーベイメータにより測定

## 試験方法

表面の汚染を測定

## 試験結果

測定高さ	除染前	除染後	減少率(%)
表面汚染(cpm)	1462	154	89.5

## まとめ

- ・樹皮状態により適用できない場合あり。
- ・観察したところ、表面のコケが洗い流された。



# 屋根の除染技術



## 除染方法

高圧洗浄機回転ノズルによる除染

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高さ1cmの表面汚染を測定



セメント瓦 (左側 除染後)



焼き瓦



日本瓦

## まとめ

- ・表面形状が滑らかなものは、汚染しにくい
- ・圧力が低いと除染効果低い

表面汚染 (cpm)	除染前	除染後	減少率 (%)
トタン (7MPa)	497	515	- 3.6
釉薬仕上の和瓦 (15MPa)	364	39	89.3
素焼きの和瓦 (15MPa)	2712	233	91.4
セメント瓦 (15MPa)	2300	425	81.5

# 土壌固化剤による除染



## 除染方法

アスファルト乳剤(2倍希釈)

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

GMサーベイメータにより測定

## 試験方法

高さ1cm、50cm、1mの空間線量率を測定

## 試験結果

単位:  $\mu\text{Sv/hr}$

測定高さ	平面			法面		
	除染前	除染後	減少率 (%)	除染前	除染後	減少率 (%)
1cm	1.50	0.43	71	1.67	0.81	51
コリメート	0.98	0.15	85	0.92	0.46	50
表面汚染 (cpm)	714	56	92	932	40	95.7

コリメート: 地表面に置いた鉛ブロック(20 cm × 10 cm × 5 cm)で四方を取り囲んだ中を測定する方法(通称コリメート)によるもので高さ1cm



- ・表土と混ぜる作業等が必要
- ・完全に固化するのに時間がかかる。
- ・法面では、植物の根を刈り上げない除染ができる。

# 搭乗式自動清掃機によるグラウンドの除染データ

## 除染方法

搭乗式自動清掃機(総合グラウンド(裸地部))

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高さ1cm、50cm、1mの空間線量率を測定

測定点	測定高さ	除染前	8mm除去	
		μSv/h	μSv/h	低減率
平均 事前ほぐし操 作あり	100cm	1.1	0.7	33%
	50cm	1.2	0.6	50%
	1cm	1.3		
	コリメート	0.9	0.1	87%
	Net cpm	456	4	99%
平均 走行のみ	100cm	1.1	0.9	29%
	50cm	1.2	0.8	37%
	1cm	1.3		
	コリメート	0.8	0.2	60%
	Net cpm	465	65	86%



# 搭乗式自動清掃機によるグラウンドの除染データ

## 除染方法

搭乗式自動清掃機(アスファルト)

## 評価方法

NaIサーベイメータにより測定

## 試験方法

高さ1cm、50cm、1mの空間線量率を測定

測定点	測定高さ	除染前	清掃機1回走行後	
		μSv/h	μSv/h	減少率
平均	100cm	0.9	0.9	-1%
	50cm	0.9	1.0	-11%
	1cm	1.7	1.4	15%
	コリメート	0.9	0.7	21%
	Net cpm	2641	2575	3%



・アスファルト表面についた放射性物質を除去することはできないため、コンクリートへの適用性は低い。