# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ドライアイスブラスト除染－1 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

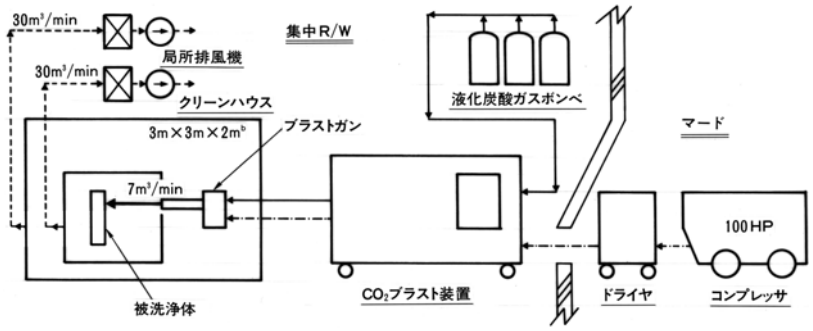
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | |
| 反力 | (有)（ブラストガン）・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

・フィルタ

## 【必要ユーティリティ】

・電源，SA

## 【基本機器構成】

・コンプレッサ
・液化CO2ガス
・ペレタイザ（CO2ペレット生成）
・ブラストガン
・ブロア
・フィルタ

## 【原理説明】

研磨材として，φ3mm×6～7mm程度のCO2ペレットを噴射して除染する。CO2ペレットが衝突した際の衝撃力とCO2が衝突時に直ちに昇華する際の膨張力により表面の付着物を除去・除染する。

## 【安全対策他適用留意点】

狭い空間で作業する場合，酸欠防止対策が必要。連続噴射をすると対象物の温度が低下するため，脆性破壊の要因となる可能性がある。

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・定検機材の搬出のための除染，コンクリート表面塗装はく離の実績あり。

・効果（DF）
[乾式ブラスト]
研磨材　　：CO2ペレット
研磨材投射量　：6kg/min
研磨材供給圧力：0.5～1MPa
DF（試験片）　：数十程度

・廃棄物種類　：フィルタ
・廃棄物量　　：情報なし

## 【除染能力・速度等】

・左記（適用除染実績）参照

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

NUPEC 廃総 HB1-2007 廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編（2007.5），付-76
原子力発電技術機構/実用発電用原子炉廃炉設備確証試験 解体廃棄物処理システム技術確証試験/平成4年度報告書/1993

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ドライアイスブラスト除染－２ | 提案者 | |
|---|---|---|---|

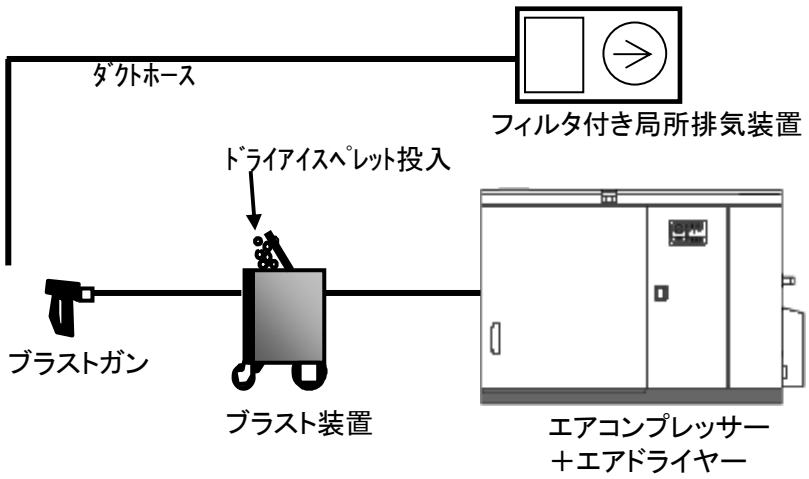
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| 有・無 | 適用実績なし |
| 反力 | (有)（ブラストガン）・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

フィルタ，ダクトホース，クリーンハウス，グローブボックス，作業員用の保護衣

## 【必要ユーティリティ】

・電源

## 【基本機器構成】

・エアコンプレッサ，エアドライヤ
・ブラスト装置
・ブラストガン
・ダクトホース
・フィルタ付き局所排気装置

## 【原理説明】

粒状に成形したドライアイス（ペレット）を圧縮空気により連続的に除染対象物表面に吹き付け、その衝撃力とドライアイスの昇華に伴う膨張により付着物質を除去する。

## 【安全対策他適用留意点】

狭い空間で作業する場合，酸欠防止対策が必要。

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

①アングル材
・原子力施設にて補修のため切り出されたもの
・除染前40,000cpm → 除染後検出限界以下

②パイプ
・原子力施設にて廃棄物として出されたもの
・除染前12,000cpm → 除染後検出限界以下

## 【除染能力・速度等】

能力は左記（適用除染実績）参照
・ドライアイス吐出量：～1.8kg/min
・圧縮空気供給圧力：0.15～0.95MPa

## 【寸法/質量(目安)】

・ブラスト装置：900×500×H1000，120kg
・コンプレッサ：1900×1000×H1100，950kg
・局所排気装置：□700×H1200，80kg

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

ドライアイスブラストは母材を研削しないため、除染対象物の表面に付着した物質の除去が主な用途である。
汚染物質はブラストにより除染対象表面より剥離させれ微粒子となり，周囲に拡散すると考えられる。

## 【引用・参考文献他】

・荏原工業洗浄株式会社提供資料
・NUPEC 廃総 HB1-2007 廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編（2007.5），付-76
原子力発電技術機構/実用発電用原子炉廃炉設備確証試験 解体廃棄物処理システム技術確証試験/平成4年度報告書/1993

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | アイスブラスト除染 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

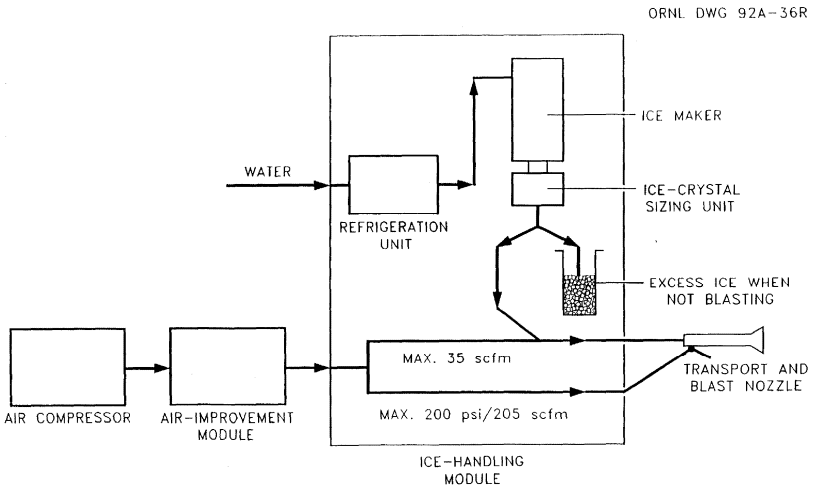
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸 透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核 種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| (有)・無 | |
|---|---|
| 反力 | (有)(ブラストガン)・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

・フィルタ

## 【必要ユーティリティ】

・電源，SA

## 【基本機器構成】

・コンプレッサ
・水
・製氷機ユニット（サイジングユニット含）
・ブラストガン
・ブロア
・フィルタ

## 【原理説明】

切削剤としての氷を低圧空気を用いて汚染対象物表面に吹付ける除染方法
本手法では，金属表面の塗膜と固着した表面汚染を除去することが可能である。

## 【安全対策他適用留意点】

核燃料関連施設に適用する場合は，臨界管理が必要になる場合がある。

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

ORNLで除染試験が行われた。

・標準的な空気圧：
　空気流量が7.5Nm3/minにおいて，
　410～1,720kPa
・廃棄物種類：汚染された水
・廃棄物量　：
　研磨材の吹付け速度に依存。
　ORNLの事例では，約42ℓ/h。

## 【除染能力・速度等】

・左記（適用除染実績）参照

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

原子力発電技術機構/実用発電用原子炉廃炉設備確証試験 解体廃棄物処理システム技術確証試験/平成4年度報告書/1993
ORNL/TM-12911, Decontaminatio of Surfaces by Blasting with Crystals of H2O and CO2, 1995

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 液体窒素除染 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

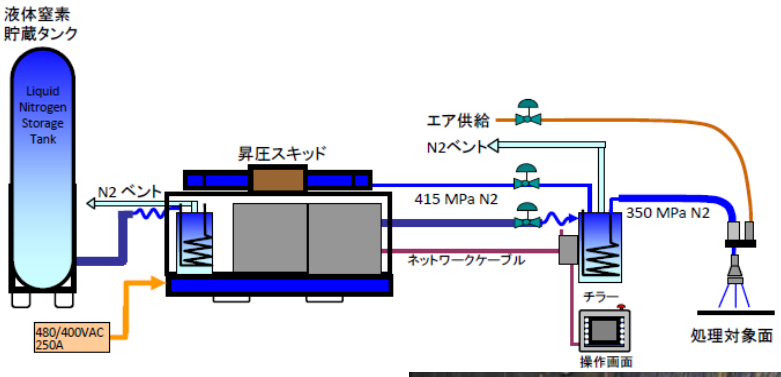
## 【適用汚染形態】

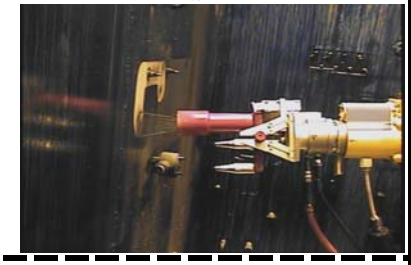
| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・(深い) | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部　・　他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | |
| 反力 | (有)（噴射ノズル）・無 |

## 【原理】



## 【回収方法】

コンクリート片を吸引回収しフィルタでろ過・回収

## 【二次廃棄物の形態】

・コンクリート粉回収装置、フィルタ等

## 【必要ユーティリティ】

・液体窒素、空気、電気

## 【基本機器構成】

・液体窒素供給タンク
・昇圧スキッド
・チラー
・噴射ノズル
・フィルタユニット

## 【原理説明】

液体窒素(−140℃)を350 MPaの超高圧で噴射することで除染する。圧力を調整することで、表面付着物の剥離、コンクリートのはつり、金属の切断等が行える。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・米 Hanford site:Pu汚染タンク固着・沈殿物回収・洗浄
・米 West Valley再処理工場:高線量セル内除染とはつり
・英 Windscale原子炉:Tower除染
・英 Calderhall原子炉:SSトレイ除染
・仏 Areva/STMI: セル内コンクリートはつり(2012年3月～再処理工場で実使用開始)

(非原子力分野)
・NASAスペースシャトル ブースターの固着物除去・洗浄
ジェットエンジンブレードの固着物除去、熱交換器チューブの洗浄、発火物爆発物の洗浄　など

## 【除染能力・速度等】

コンクリート深さ14mmなら、2.5m2/時ではつり可能

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

・e-Energy社提供資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 泡除染－1 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

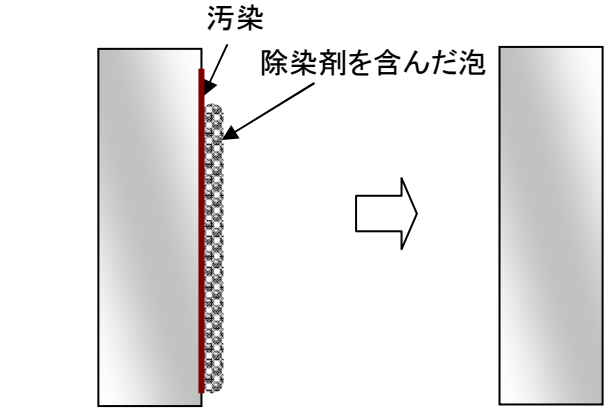
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・(粉体) | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| 有・無 | ・適用実績は不明<br>・遠隔操作は容易<br>・閉鎖された系統で使用する場合は圧力調整に注意が必要 |
| 反力 | 有（　　）・(無) |

## 【原理】




除染剤を含んだ泡をコート　　汚染水・泡を水洗等で除去

あらゆる方向の壁面や表面の薄い層に適用可能

## 【回収方法】

拭き取り、水洗、あるいは吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

汚染水の共沈処理で発生するスラッジ状

## 【必要ユーティリティ】

・水
・電気(遠隔操作の場合)

## 【基本機器構成】

・除染剤調製槽
・泡の塗布・供給装置
・汚染水・泡、洗浄回収槽
・汚染水・泡処理装置

## 【原理説明】

除染剤の移送媒体として中性洗剤などによって作れらた泡沫を用いる除染。
除染剤は、還元溶解除染、酸化溶解除染、酸溶解除染で使用される除染液から選択。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・米 West Valley実証プロジェクトで汚染した壁の除染に使用

・1回の適用では高DFを得ることは困難、複数回以上のコーティングと水洗が必要である。

## 【除染能力・速度等】

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 泡除染－２ | 提案者 | |
|---|---|---|---|

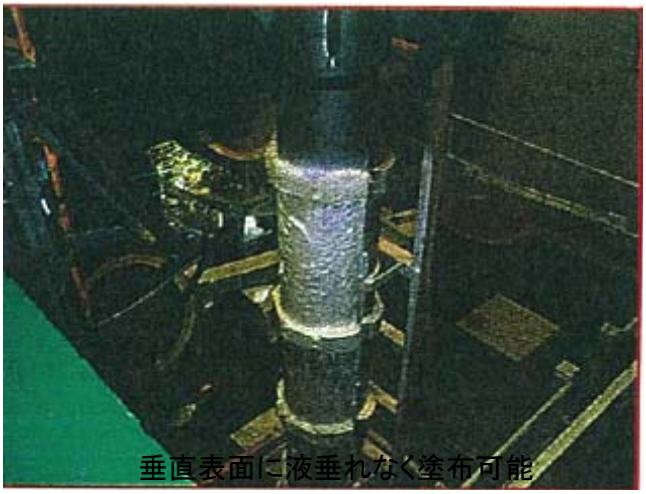
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・(粉体) | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| 有・無 | ・適用実績は不明<br>・スプレイ塗布と水洗の遠隔操作可能 |
| 反力 | (有)（スプレイ塗布時）・ |

## 【原理】



垂直表面に液垂れなく塗布可能

鋼材、ステンレス鋼、アルミニウムの汚染表面に適用

## 【回収方法】

拭き取り、水洗、あるいは吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

汚染水の共沈処理で発生するスラッジ状

## 【必要ユーティリティ】

・水
・電気(遠隔操作の場合)

## 【基本機器構成】

・除染剤調製槽
・泡の塗布・供給装置
・汚染水・泡、洗浄回収槽
・汚染水・泡処理装置

## 【原理説明】

除染剤の塗布媒体として泡を用いる除染。
泡には、酸、アルカリ、酸化性、あるいは中性薬剤が含まれる。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・仏:ラ・アーグ、マルクール等の核関連施設で適用

## 【除染能力・速度等】

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

AREVA社提供資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ゲル・ペースト除染－1 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

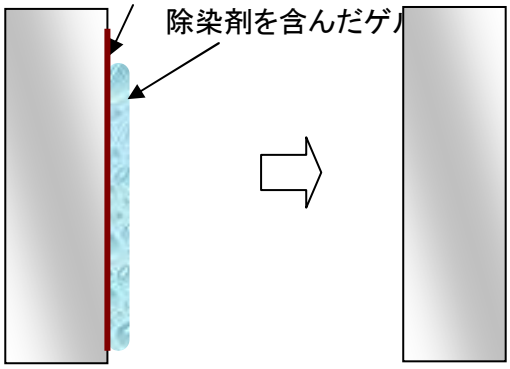
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・(粉体) | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| 有・無 | |
| 反力 | (有)（ゲル噴射時）・無 |

## 【原理】




除染剤を含んだゲルを噴射

汚染を含んだゲルを水洗等で除去

方法例
①ソーダゲル噴射(3M NaOH)
②30分間放置
③水洗
④酸性ゲル噴射
⑤30～60分水洗

## 【回収方法】

汚染水の拭取り、吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

汚染水処理で発生するスラッジ

## 【必要ユーティリティ】

・水、エア
・電気

## 【基本機器構成】

・除染剤、ゲル調製槽
・ゲルの噴射装置
・汚染水・ゲル 洗浄回収装置
・汚染水・ゲル処理装置

## 【原理説明】

化学除染剤の媒体としてゲル剤を利用する除染。
代表的な薬剤の組み合わせは、硝酸、フッ化水素酸、シュウ酸の混酸とカルボキシメチルセルロース(ゲル化剤)を混合した薬剤など。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・炭酸ガス冷却配管及びフェライト鋼配管の除染で使用

・DF100程度

## 【除染能力・速度等】

・上記（原理）参照

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ゲル・ペースト除染－２ | 提案者 | |
|---|---|---|---|

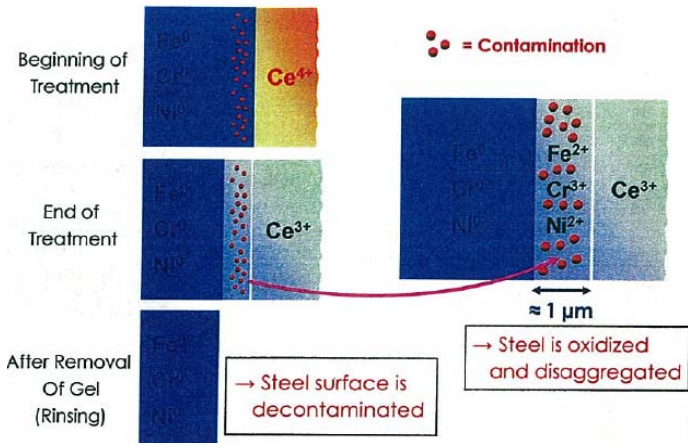
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・(粉体) | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部　・　他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| 有・無 | |
|---|---|
| 反力 | (有)（ゲル噴射時）・無 |

## 【原理】




ステンレス鋼の汚染表面に適用

## 【回収方法】

水洗による洗浄回収

## 【二次廃棄物の形態】

汚染水処理で発生する中和塩等のスラッジ

## 【必要ユーティリティ】

・水、エア
・電気

## 【基本機器構成】

・除染剤、ゲル調製槽
・スプレイ塗布装置
・汚染水・ゲル 洗浄回収装置
・汚染水・ゲル処理装置

## 【原理説明】

化学除染剤の媒体としてゲル剤を利用する除染。
ゲルには、アルカリ(NAOH)、酸性(HNO3)、酸化性（Ce4+）のものがあり、4～6%シリカと界面活性剤もしくはポリマーと混合したゲルとする。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF)例】

・仏　マルクール、ラ・アーグ、RM2、フォンテネローズ、カダラッシュ等各種施設で適用

・DF10～150

## 【除染能力・速度等】

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

AREVA社提供資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 剥離性塗膜除染－1 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

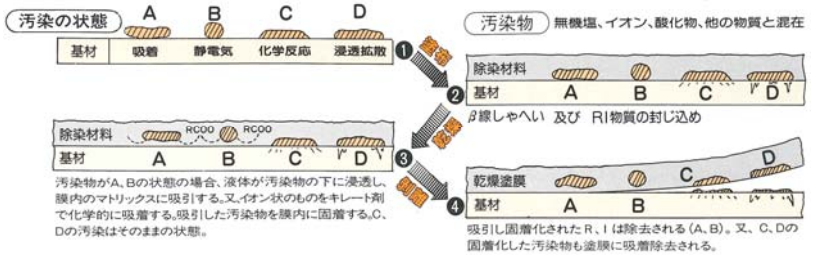
## 【適用汚染形態】

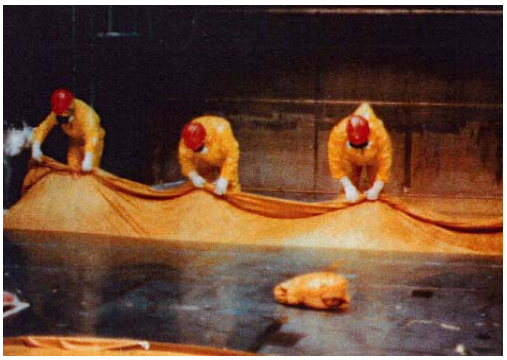
| 汚染形態 | 液体・固体・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・(他) |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| 有・無 | ・塗布と剥離の遠隔化を検討中 |
| 反力 | (有)（遠隔方法に寄る）・ |

## 【原理】



塗布、剥離作業実績
（国内電力定期検査内）
- 塗布面積：約300m$^2$
- スプレー塗り：約3h
- 乾燥：約24h
- 剥離作業：約2h

## 【回収方法】

塗膜の剥離回収、あるいは粉砕吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

塗膜、塗膜片

## 【必要ユーティリティ】

遠隔操作時には、電気、空気

## 【基本機器構成】

・塗布装置(スプレー装置)重量約30kg～(スクラビング機構は除く)
・塗膜回収装置
　粉砕回収の場合、粉砕/回収./集塵装置約500kg～(遮へい回収機構は除く)

## 【原理説明】

水溶性塗料の様に、刷毛、ローラー、スプレー塗り等が可能で、遠隔除染への応用も可能。汚染表面に塗布後、自然乾燥にて、汚染物を膜内に固着させ、キレート機能の効果もあり、剥離除去する除染材。また、汚染物の舞い上がりによる拡散を防止目的とする汚染の封じ込め効果も高い。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

① 米TMI事故の際に開発され、復旧除染時のβ線核種遮へい及び封じ込め材として成果を上げた。その後、原子力発電所の大面積の効率的な除染にも広く採用された。
② 日本国内では、昭和58年に東京電力(株)含む電力10社と(株)フジクラ(旧藤倉電線)による共同研究が国内品によって実施され、現場実証試験を含め、性能、実用性が認められた。
③ 国内品については、除染廃棄物の減容コンパクト化が重視され、剥離後の塗膜は既存の原子力発電所内の焼却設備で焼却処分が出来る。
④日本国内では、既存の原子力発電所における定期検査作業等で採用されている。特殊用途として、旧動燃アスファルト固化施設爆発事故時の建屋内汚染封じ込め及び除染、JCO臨界事故施設汚染封じ込め等へも採用されている。

DF：～1000(SUS304バフ研磨仕上面，表面汚染密度$10^{-2}$ μCi/cm$^2$の場合)

## 【除染能力・速度等】

・左記(除染効果)参照
・乾燥時間(1.0mm，20℃，60%RH)
　10～18時間

## 【寸法/質量(目安)】

塗布時膜厚(標準)：0.7～1.2mm
乾燥時膜厚(標準)：0.35～0.60mm
剥離時膜厚(推奨)：0.50mm以上

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

① 平滑面、粗面のみならず凹凸面にも塗布し、除染可能
② はく離した塗膜は焼却処分が可能

## 【引用・参考文献他】

アララSD(旧製品名：アララデコン)カタログ
日本環境調査研究所提供資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 剥離性塗膜除染－２ | 提案者 | 荏原工業洗浄(株)／CBIポリマーズ社 |
|---|---|---|---|

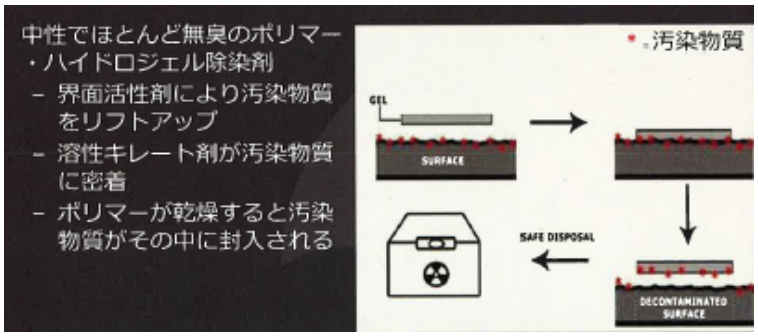
## 【適用汚染形態】

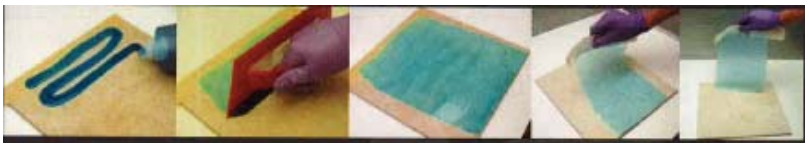
| 汚染形態 | 液体・(固体)・(粉体) | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| (有)・無 | 垂直面を昇降移動可能なロボットにスプレーを装着し，ポリマを自動塗布する手法が確立 |
|---|---|
| 反力 | 有（　　）・無 |

## 【原理】



## 【回収方法】

塗膜の剥離回収

## 【二次廃棄物の形態】

塗膜

## 【必要ユーティリティ】

・電源，SW

## 【基本機器構成】

・グラコ ウルトラマックスⅡシリーズ
695ローボーイ エアレス・スプレイヤー
・ペイントブラシ等

## 【原理説明】

水・界面活性剤・キレートその他の物質を含有するポリマーを硬い物質に付着

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・米　国立研究所、原子炉その他多数除染実績あり
・日本 福島原発事故後の援助活動で被曝した米軍の車両や初動部隊の除染に使用

・東京電力福島第一原子力発電所内において施工された除染実証試験に際し，建物内の床にポリマーを塗布した場合の除染率は，93.1～97.1%までの範囲であったことが報告されている。

・装甲車両について，数次にわたる高圧水洗浄後も放射線強度が25,000cpm～35,000cpmであったフロントガラスにポリマーを塗布した場合の除染率は，94.0%～96.8%までの範囲であったことが報告されている。

## 【除染能力・速度等】

能力については，左記参照
塗布後の乾燥に約24～48時間が必要

## 【寸法/質量(目安)】

ポリマーの組成は90%以上が水であるため，質量も水と同等。

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

海外の原子力プラントにて多数の実績有
事故後の福島原発にも適用実績有

## 【特記事項】

ポリマーは，水性であり，水分が90%以上を占めている。アルコール及び塩化ナトリウムの含有量は1%以下であり，焼却炉において焼却可能である。

## 【引用・参考文献他】

・CBIポリマーズ社提供資料
・CBIポリマーズ社HP
・米環境保護庁　公開資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | レーザー除染－1 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

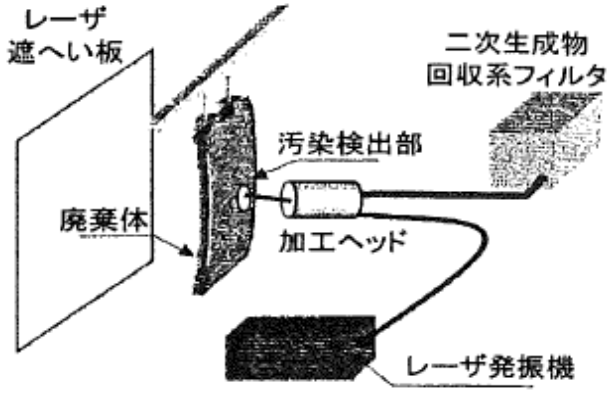
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | ソフト・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | ・遠隔操作性良 |
| 反力 | 有（　　）・(無) |

## 【原理】




気中除染(例)
　レーザー源：YAGレーザー、レーザー出力：3.3 J/cm2 (2W)
　除去速度：1μg/s前後
水中除染(例)
　レーザー源：銅蒸気レーザー、レーザー出力：500 W
　除去速度：340cm2/min

## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

・二次廃棄物回収系フィルタ

## 【必要ユーティリティ】

・電気

## 【基本機器構成】

・レーザー発振機
・伝送ファイバー、加工ヘッド
・二次廃棄物回収装置

## 【原理説明】

高パワー密度短パルスレーザー光を金属表面に照射した時に起こるアブレーション効果を用いた除染法。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・ホット試験までで実機適用なし

・試験片に対する適用でDF10(照射1回)、DF50（照射10回）

## 【除染能力・速度等】

・上記（原理）参照

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | レーザー除染－２ | 提案者 | |
|---|---|---|---|

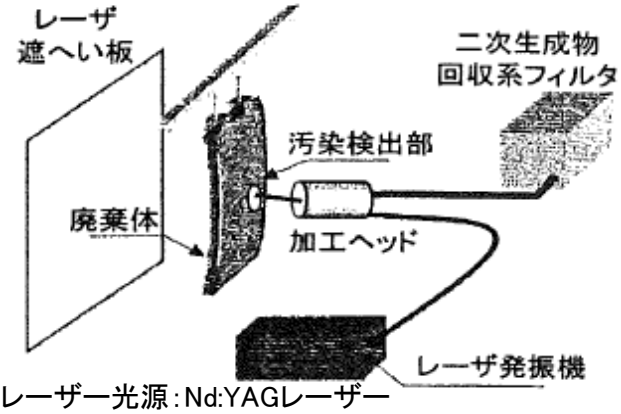
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | ソフト・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| (有)・無 | ・遠隔操作性良 |
|---|---|
| 反力 | 有（　　）・(無) |

## 【原理】




レーザー光源：Nd:YAGレーザー
エネルギー：600mJ

Zn含有塗料の除去は極めて困難
Zn未含有塗料(エポキシ系400μm):9cm2/min@16W
コンクリート塗装材：0.25 cm2/min@5.5 W
赤錆（約25μm）：0.9cm2/min/W

## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

・二次廃棄物回収系フィルタ

## 【必要ユーティリティ】

・電気

## 【基本機器構成】

・レーザー発振機
・伝送アーム、照射ヘッド
・二次廃棄物回収装置

## 【原理説明】

高パワー密度短パルスレーザー光を金属表面に照射した時に起こるアブレーション効果を用いた除染法。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF)例】

・ホット試験実施
・実機試験 移動型装置試作し東海炉で試験
金属塗装面(10cm角)に対し、2.2 Bq/cm2→0.003 Bq/cm2以下へ

・上記(適用実績の実機試験)より、DF700以上

## 【除染能力・速度等】

・上記（原理）参照

## 【寸法/質量(目安)】

約1m × 約0.5m × 約1m(H)

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

・東芝社内資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | レーザー除染－3 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

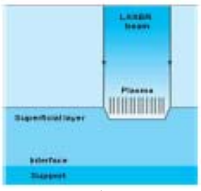
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | ソフト・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

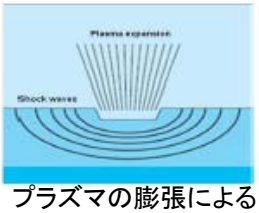
## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | ・遠隔操作性良 |
| 反力 | 有（　　）・(無) |

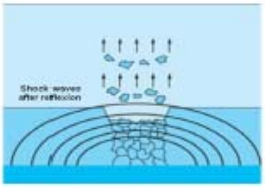
## 【原理】



レーザー照射



プラズマの膨張による
力学的波動発生
汚染粒子を放出



急激な加熱により対象物
表面がプラズマ化

## 【回収方法】
・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】
・汚染粉体

## 【必要ユーティリティ】
・電気
・空気/水(冷却装置)

## 【基本機器構成】
・レーザー発振機
・照射ヘッド
・冷却装置
・二次廃棄物回収装置

## 【原理説明】
高パワー密度短パルスレーザー光を金属表面に照射した時に起こるアブレーション効果を用いた除染法。

## 【安全対策他適用留意点】
専用のゴーグル着用

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】
・コールド試験、ホット試験実施

・試験片に対する適用でDF約100

## 【除染能力・速度等】
・コールド試験
インク除去 8m2/h、グリース除去 ～4m2/h

## 【寸法/質量(目安)】
YAGレーザー型で～200kg

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】
・AREVA社資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | レーザー化学除染 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

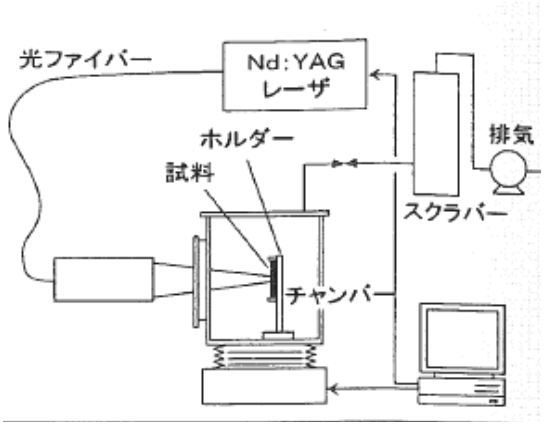
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | ソフト・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| 有・無 | ・レーザー照射は遠隔操作性良いが、ゲル除染剤の塗布、除去の遠隔化検討が必要 |
|---|---|
| 反力 | 有（　　）・(無) |

## 【原理】




化学的又は機械的除染を行った後に残存するスポット状の汚染を効率よく除染するためのレーザー除染技術の一つ。

・ケイ酸ナトリウム系ゲル剤に塩酸を添加したゲル除染剤と塗布
・塗布量 :80 mg/cm2
・レーザー照射条件：10 W/cm2で2分程度
・レーザー照射後に乾燥したゲル除染剤を除去

## 【回収方法】

・剥離回収

## 【二次廃棄物の形態】

・ゲル除染剤が乾燥したもの

## 【必要ユーティリティ】

・電気

## 【基本機器構成】

・レーザー発振機
・伝送アーム、照射ヘッド
・二次廃棄物回収装置

## 【原理説明】

除染箇所に塗布したゲル除染剤によるクラッド層の溶解反応をレーザーで促進。クラッド層はゲル中に固定化される。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・模擬汚染試験片、JPDR実試験片への適用
・実機適用実績なし

・試験片への適用でDF＞300

## 【除染能力・速度等】

スポットに対して2分(但し、ゲル除染剤の塗布、除去含まず)

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

・廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | レーザー除染(コンクリート表面除去) | 提案者 | |
|---|---|---|---|

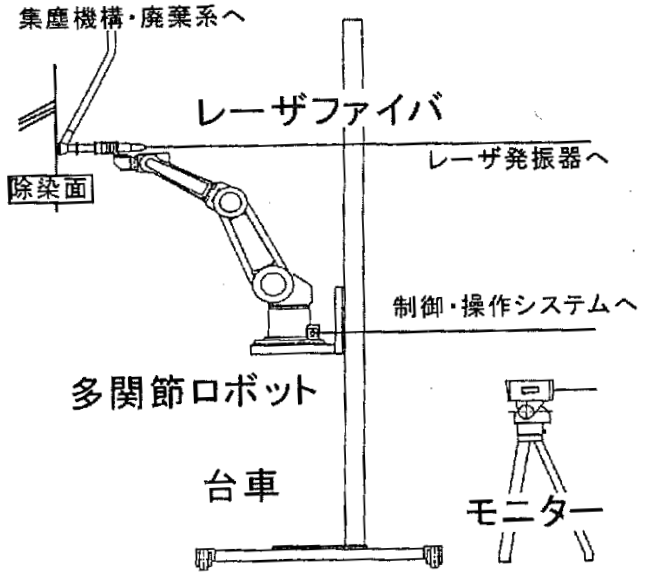
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | ソフト ・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸 透 | 浅い ・(深い) | 機器表面 ・ 機器内面 |
| 核 種 | (γ) ・ (αβ) | 配管内部 ・ 他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | 遠隔操作でも，表層コンクリートを一定厚で連続的に除去することが可能。 |
| 反力 | (有)(　　)・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

・はく離した粒子，粉塵，フィルタ。
・ガラス化の場合，磨耗したハツリ用チゼル

## 【必要ユーティリティ】

・電源，吸・排気口，SA

## 【基本機器構成】

・Nd:YAG レーザ加工機一式
・ブロア
・フィルタ

## 【原理説明】

レーザ照射により，コンクリート面表層を熱処理して除去する。浸透汚染のあるコンクリート面の除染技術。
実施例としては，溶融ガラス化後破砕，水蒸気爆発による破砕がある。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・JAEA 再処理特別研究棟 実験工事

・レーザの出力に応じて，照射部のレーザ光径，走査速度(照射時間に反比例となる)を試行，調整することにより，処理深さを制御できる。

最大出力1.2kW Nd:YAGレーザの処理速度
ガラス化 : 0.17m2/h/kW
爆裂 : 0.6 m2/h/kW

## 【除染能力・速度等】

・左記(適用除染実績)参照

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

レーザ照射時，排気に高温の溶融物等が流入するため，短時間ではあるが，廃棄物が冷却するまでの間に滞留する区間のホース，回収機構等には耐熱性が必要。
上向き作業時，レーザを斜めに照射し，レーザヘッドが照射部直下を走査しないようにする。

## 【引用・参考文献他】

NUPEC 廃総 HB1-2007 廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(2007.5)，付-373
Application of laser to decontamination and decommissioning of nuclear facilities at JAERI
High-power Laser in Civil Engineering and Architecture (Proceedings of SPIE Volume

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | マイクロ波除染 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

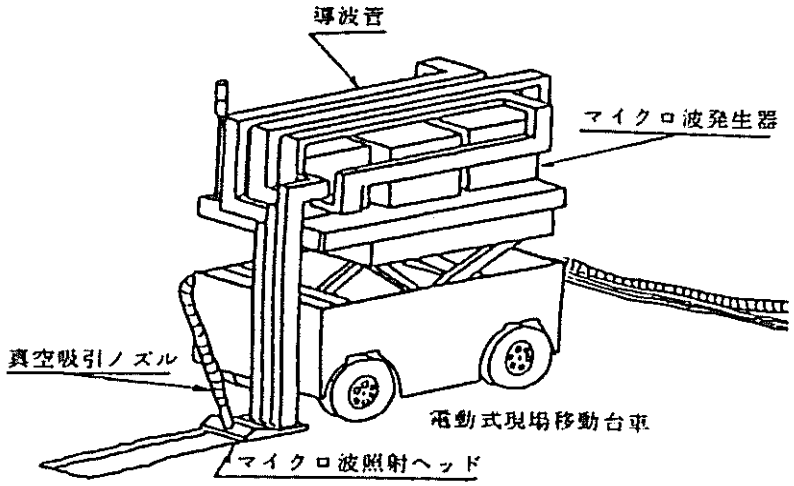
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | ソフト・(ハード) | (床)(壁)・天井 |
| 浸　透 | 浅い　・(深い) | 機器表面　・　機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部　・　他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | 漏えい電磁波に対する防護の観点から，遠隔操作は必須。平坦な床面への適用性は良好。 |
| 反力 | 有（　　）・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

・破砕片，粉塵，破砕片・粉塵を吸引した粗フィルタ，HEPAフィルタ

## 【必要ユーティリティ】

・電源，吸・排気口，SW

## 【基本機器構成】

・交流電源
・マグネトロン
・冷却装置
・粉塵回収装置
・制御装置
・フィルタ等

## 【原理説明】

マイクロ波照射によりコンクリート中の水分を加熱して急速に膨張させ，コンクリート表層をはく離する。
コンクリートの含水率が高いほど効果が大きい。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

試験装置の確認試験として，JPDR解体実地試験でタービン建屋除染試験室のコンクリート除染に適用。

実機への適用例はない。

英国 マグノックス炉模擬試験

『JPDR実施例』
発信器：5kW×3台
周波数：2450Hz
破砕深さ：平均20mm
破砕効率：1.8～2m2/h
破砕片の大きさ：5～30mm
粉塵濃度：2.5mg/m3未満

## 【除染能力・速度等】

・粉砕効率：1.8～2m2/h
・粉砕深さ：15～40mm

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

マイクロ波に対する人体の防護，通信障害対策，騒音対策，破砕片・粉塵回収が必要。照射ヘッド部とコンクリート表面の距離を一定に保つように制御する必要あり。
破砕後の面の凹凸が大きいこと，コンクリートの含水率・表面状態（ひび割れ等）の影響を受けやすいことが課題。

## 【引用・参考文献他】

NUPEC 廃総 HB1-2007 廃止措置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(2007.5)，付-377
原研の原子炉解体技術開発，原子力工業，第32巻第6号(1986)
横田光雄他，セメント・コンクリート No.487，Sept.1987

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 研削(スキャブラ)除染 | 提案者 | 大成建設(株)/(株)BGE/BROKK社 |
|---|---|---|---|

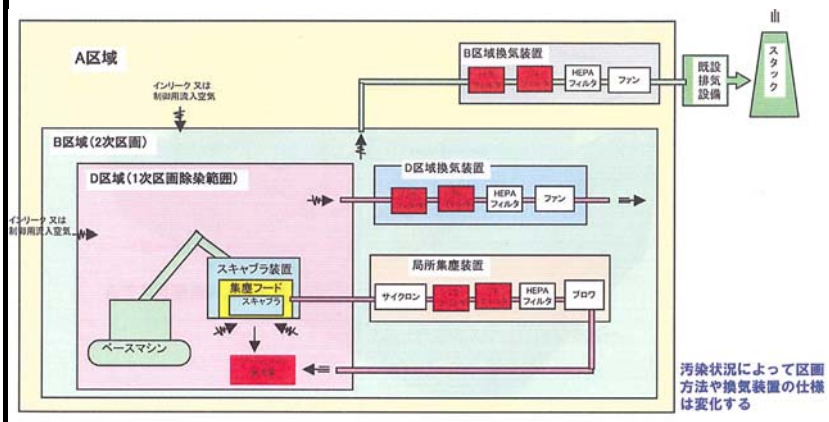
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | ソフト・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | 浅い　・(深い) | 機器表面　・　機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部　・　他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | 遠隔操作を基本に設計。無線操作 |
| 反力 | (有)(　　)・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

・吸引回収

## 【二次廃棄物の形態】

・切削片，粉塵，切削片・粉塵を吸引した粗フィルタ，HEPAフィルタ

## 【必要ユーティリティ】

・電源，吸・排気口

## 【基本機器構成】

・ベースマシン
・スキャブラ装置
(スキャブラ，集塵フード含む)
・フィルタ類
・ブロア
・ファン

## 【原理説明】

ベースマシン先端に取り付けた研削ヘッドを回転させることにより，コンクリート表層部を剥ぎ取る。コンクリート片及び粉塵はヘッドと一体となっている集塵フードにより吸引回収する。床，壁，天井部への適用が可能。他の先端ツールと遠隔による交換が可能

## 【安全対策他適用留意点】

遠隔操作のため労働安全対策が大幅に軽減される。

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

≪ベースマシン≫
欧米の原子力施設にて300台程度の販売実績有り。
英国セラフィールドで50台。

≪スキャブラー≫
英国原子力検査局から再汚染なしの工法認定を受けトロスフィニス発電所(ガス炉)の使用済燃料プールはつり(表面積：5600m²)を1.5年で工事実施

≪能力≫
はつり深さ：2～30mm
はつり速度：約14m2/h(深さ11mm)
切削能力：約0.15m3/h

## 【除染能力・速度等】

・左記(適用除染実績)参照

## 【寸法/質量(目安)】

・ベースマシン重量：0.5～10t
・アタッチメント重量：70～800kg

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

海外の原子力プラントにて多数の実績有遠隔操作が可能。悪路でも走行可能。

## 【特記事項】

中小型機はモータ駆動用のためパワーケーブルが必要。大型機はディーゼル駆動。
先端ツールをカニバサミ等に交換することで，ガレキ撤去作業に転用することが可能。

## 【引用・参考文献他】

BROKK社スキャブラ資料
(大成建設株式会社，株式会社BGE)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 高圧水ジェット除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

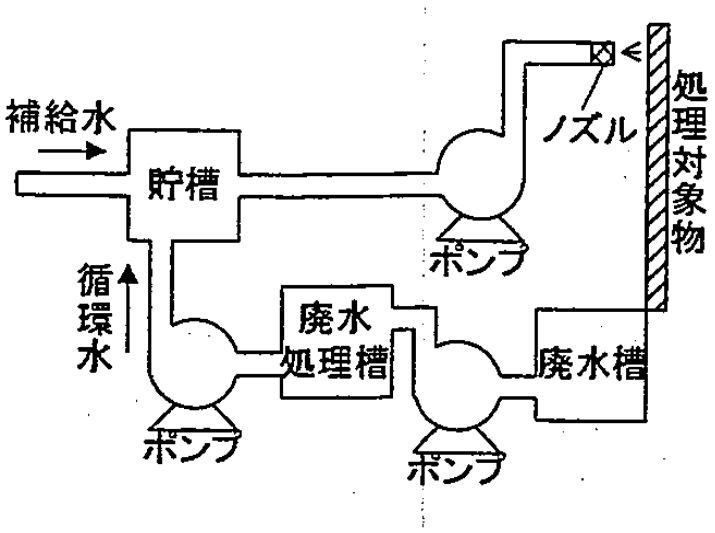
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | γ・αβ | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | ノズルと処理対象物(除染面)間の距離合わせ |
| 反力 | (有)(　　)・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

・汚染水を沈殿及び、フィルタでろ過、回収。

## 【二次廃棄物の形態】

・水フィルタユニット
・脱塩器

## 【必要ユーティリティ】

水、電気

## 【基本機器構成】

・洗浄ノズル(噴射ノズル)
・高圧ポンプ
・補給水ユニット(貯槽を含む)
・汚染水回収ユニット(廃水槽を含む)
・廃水循環ユニット(廃水処理槽を含む)

## 【原理説明】

数MPa～数十MPaの水圧の噴射水を洗浄対象箇所に噴射して洗浄する方法。汚染物と水は回収・処理される。
本手法では、適切な先端ノズルを使用することが重要である。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・炉内、一次系配管、機器燃料、プール、S/Cプール等化学除染後の残留スラッジ除去等でも効果がある。
・効果(DF)
例1:(PLR配管・ステンレス鋼)
配管口径:700A
洗浄圧力:29.4MPa
洗浄流量:170L/min
平均DF:2程度
例2:(CUW配管・炭素鋼)
配管口径:80A、100A
洗浄圧力:29.4MPa
洗浄流量:90L/min
平均DF:5程度
・廃棄物種類:フィルタ
・廃棄物量:情報なし

## 【除染能力・速度等】

・上記(適用除染実績)参照。

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止処置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編(H19/5月)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 水流動研磨除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

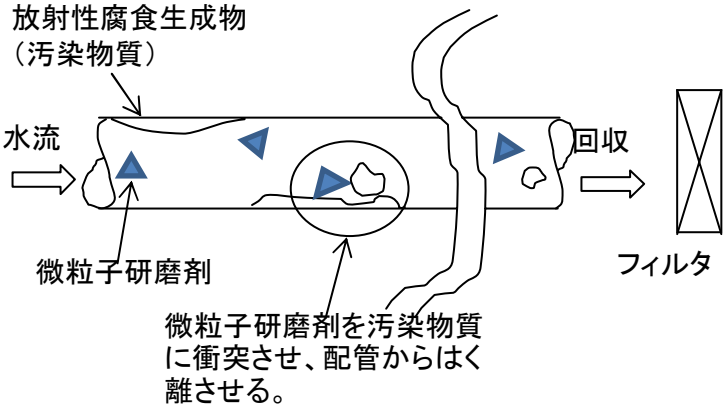
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・ハード | 床 ・ 壁 ・ 天井 |
| 浸　透 | (浅い) ・ 深い | 機器表面 ・ 機器内面 |
| 核　種 | γ ・ αβ | (配管内部) ・ 他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| 有・(無) | |
|---|---|
| 反力 | 有（　　）・(無) |

## 【原理】




## 【回収方法】

・フィルタでろ過、回収。

## 【二次廃棄物の形態】

・研磨材（B4C　20wt%）
・フィルタ/脱塩器

## 【必要ユーティリティ】

・水

## 【基本機器構成】

・ポンプ
・フィルタユニット

## 【原理説明】

除染対象となる配管内を微粒子研磨材と水の混合水流で流動させながら、微粒子研磨剤を配管内壁に付着している放射性腐食生成物（汚染物質）に衝突させ、そのときの機械的な衝撃力等により放射性腐食生成物をはく離・除去する除去法。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

JPDR原子炉一次系解体前系統除染
DF：200～1700/12時間

## 【除染能力・速度等】

・12時間/サイクル

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止処置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編（H19/5月）

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 空気旋回流動研磨除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

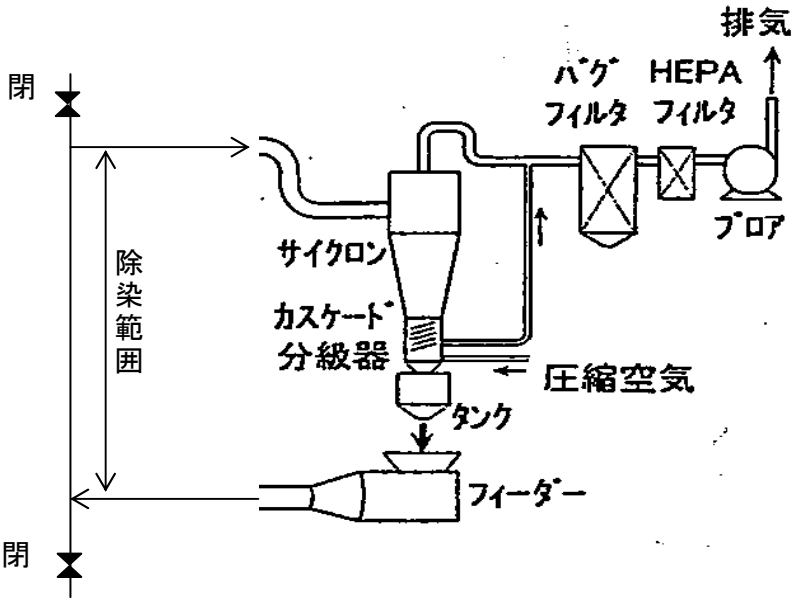
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体 ・ (固体) ・ 粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | (ソフト) ・ ハード | 床 ・ 壁 ・ 天井 |
| 浸 透 | (浅い) ・ 深い | 機器表面 ・ 機器内面 |
| 核 種 | γ ・ αβ | (配管内部) ・ 他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| 有 ・ (無) | |
|---|---|
| 反力 | 有 ( ) ・ (無) |

## 【原理】




## 【回収方法】

汚染空気をカスケード分級器で分離後バグフィルタ及びHEPAフィルタでろ過、回収。

## 【二次廃棄物の形態】

・使用済研磨材
・バグフィルタ、HEPAフィルタ

## 【必要ユーティリティ】

電気、磁気、圧縮空気

## 【基本機器構成】

・サイクロン
・研磨剤分級器
・除染対象配管(閉止弁:漏えい無し)
・ブロア(バグ、HEPAフィルタ)

## 【原理説明】

旋回流動する空気に研磨材(鋳鉄グリッド、アルミナグリッド等)を混合し、配管内壁を機械的に研磨する除染法。
二次廃棄物の全てが固体及び気体であるため、化学溶液を用いる従来の除染法に比べ、二次廃棄物の処理が容易。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

実施適用例無し。

試験に於ける除染効果
DF:(試験片)300以上

## 【除染能力・速度等】

15～120min/回

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

研磨材の旋回に必要な最低空気流速確認要。
(流速20～30m/s以上)

## 【引用・参考文献他】

廃止処置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5月)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 熱衝撃除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

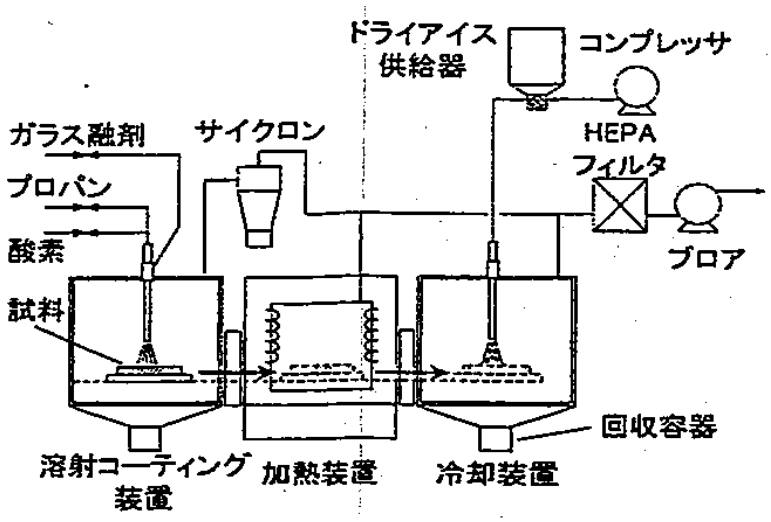
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付着 | (ソフト)・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核種 | γ・αβ | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| 有・(無) | |
|---|---|
| 反力 | 有（ ）・(無) |

## 【原理】




## 【回収方法】

回収容器でガラス片を回収する及び、HEPAフィルタ付き吸引回収装置でガラス粉をろ過し、回収する。

## 【二次廃棄物の形態】

・回収容器（ガラス片）
・HEPAフィルタ

## 【必要ユーティリティ】

酸素、圧縮空気、電気

## 【基本機器構成】

（試験用設置）
・ガラス溶射コーティング装置
・ガラス加熱装置
・ガラス冷却装置（ﾄﾞﾗｲｱｲｽﾌﾞﾗｽﾄ装置）
・吸引回収装置（ﾌﾞﾛｱ、HEPAﾌｨﾙﾀ付き）

## 【原理説明】

除染箇所へのガラス融材の塗布、電気炉内でガラス融材を溶融し、クラッド層をガラス融材中に溶解、ドライアイスブラストにより、生成したガラス層を急冷し、熱衝撃により、はく離・除去の3ステップで行う除染法。
二次廃棄物（ガラス固化体）の取扱いが容易。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

実機適用無し。
（上図は試験装置の構成）

## 【除染能力・速度等】

60分/サイクル

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止処置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編（H19/5月）

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ウォータージェット除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

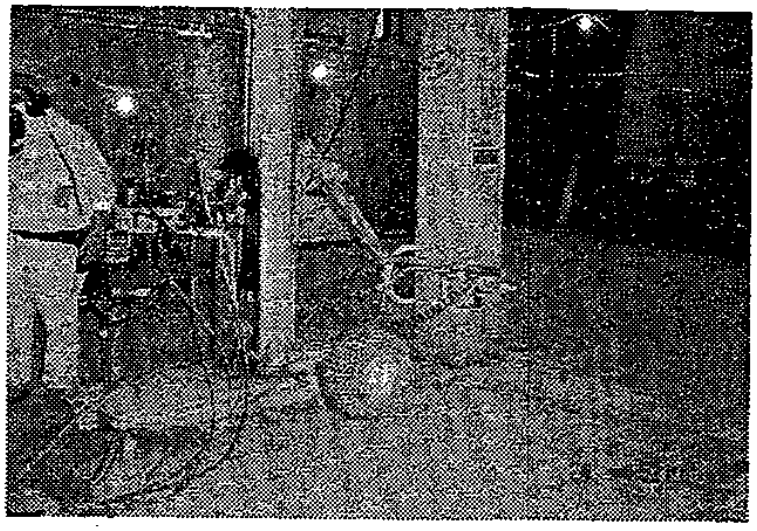
**【適用汚染形態】**

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | (ソフト)・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸 透 | (浅い) ・ 深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核 種 | γ ・ αβ | 配管内部 ・ 他 |

**【遠隔除染への適用実績】**

| (有)・無 | |
|---|---|
| 反力 | (有)( )・無 |

**【原理】**



**【原理説明】**

250MPa以上に昇圧した高圧水を、除染対象物表面(コンクリート床や壁等)に噴出し、表層コンクリート及び塗料をはく離・除去する。

**【適用除染実績・除染効果(DF)例】**

米国:Rocky flats
Environmental Technology Site

**【特記事項】**

**【回収方法】**

汚染水吸引装置のフィルタでろ過、回収。

**【二次廃棄物の形態】**

・フィルタユニット

**【必要ユーティリティ】**

水、電気

**【基本機器構成】**

・高圧ポンプ(超高圧用)
・噴出ノズル
・装置床面走行ユニット
・汚染水吸引回収装置(フィルタ付き)

**【安全対策他適用留意点】**

**【除染能力・速度等】**

高圧水:250MPa以上

**【寸法/質量(目安)】**

**【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠, 技術的課題】**

**【引用・参考文献他】**

廃止処置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5月)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | スキャブリング除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

## 【適用汚染形態】

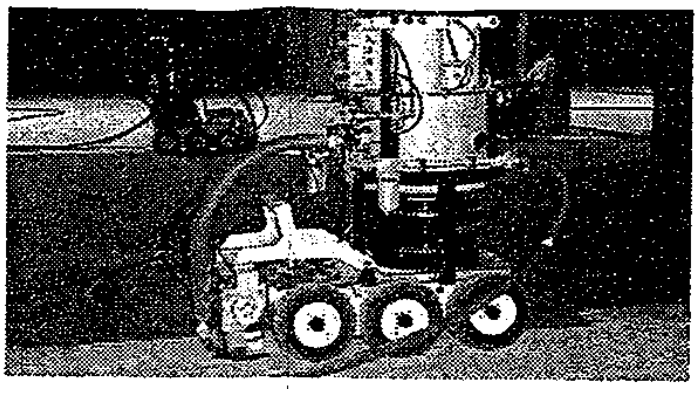
| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | (ソフト)・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸 透 | (浅い)・(深い) | 機器表面・機器内面 |
| 核 種 | γ ・ αβ | 配管内部 ・ 他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (有)・無 | 主に、吸引回収装置の遠隔化。 |
| 反力 | (有)(　　)・無 |

## 【原理】

写真：ムース（PENTAK社製）



## 【回収方法】

コンクリート片を吸引回収装置で回収。粉塵はバグ及びHEPAフィルタでろ過、回収。

## 【二次廃棄物の形態】

・コンクリート回収容器
・バグ、HEPAフィルタ

## 【必要ユーティリティ】

電気、圧縮空気（ムースのみ）

## 【基本機器構成】

・スパイキーハンマーユニット
・吸引回収装置（フィルタユニット含む）
・コンクリート回収容器

## 【原理説明】

突起をもつ複数の打突具で、コンクリート表面を連打して、その衝撃力でコンクリート表層を破砕する。隅角部の処理等のための携帯用の小型のものをニードルガンともいう。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

米国：DOE/NRC研究施設、発電所他　JPDR
・性能（破砕速度）：
・「ムース（PENTEK社製）」
深さ：3～4mm
速度：1.3～3.4m2/h
・「スパイキーハンマー（栗太岩盤鑿　岩機社製）」
深さ：3mm及び20mm
速度：2.5m2/h
・「コーナーカッタニードルガン　（PENTEK社製）」
深さ：1.5mm程度
隅角部：9～18m/h（平面1.8～2.8m2）

## 【除染能力・速度等】

適用除染実績の通り。

## 【寸法/質量(目安)】

736kg/1.7m×0.8m×1.8m
（ムース：PENTEK社製）
ニードルガン：4kg/長さ356mm

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止処置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編（H19/5月）

| 除染技術カタログ | 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|---|

| 技術名称 | チゼル(ブレーカー)除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

**【適用汚染形態】**

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | ソフト ・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸 透 | 浅い ・(深い) | 機器表面 ・ 機器内面 |
| 核 種 | γ ・ αβ | 配管内部 ・(他) |

**【遠隔除染への適用実績】**

| | |
|---|---|
| 有 ・ (無) | |
| 反力 | (有)( ) ・ 無 |

**【原理】**

**【回収方法】**

粉塵回収装置でコンクリート片を回収。コンクリート粉はバグ及びHEPAフィルタでろ過、回収。

**【二次廃棄物の形態】**

・コンクリート片回収容器
・バグ及びHEPAフィルタ

**【必要ユーティリティ】**

電気、圧縮空気

**【基本機器構成】**

・ハンドブレーカー
・チゼル
・粉塵回収装置(フィルタユニット付き)

**【原理説明】**

チゼル(ノミ)の刃でコンクリート表面を連打して、その衝撃力でコンクリート表層を破砕する。なお、油圧、空気圧などの振動で衝撃を与えるものを一般的にブレーカーという。

**【安全対策他適用留意点】**

**【適用除染実績・除染効果(DF)例】**

・除染への適用不明
・コンクリートハツリ実績多数有り

**【除染能力・速度等】**

深さ30mmの時、床:7.1m$^2$/人日、
壁:9.6m$^2$/人日、天井:3.7m$^2$/人日、

**【寸法/質量(目安)】**

質量:11～24.8kg
寸法:582×166～702×420

**【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】**

**【特記事項】**

騒音、振動、粉塵の発生に対する対策が必要。

**【引用・参考文献他】**

廃止処置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5月)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | スポーラ | 提案者 | |
|---|---|---|---|

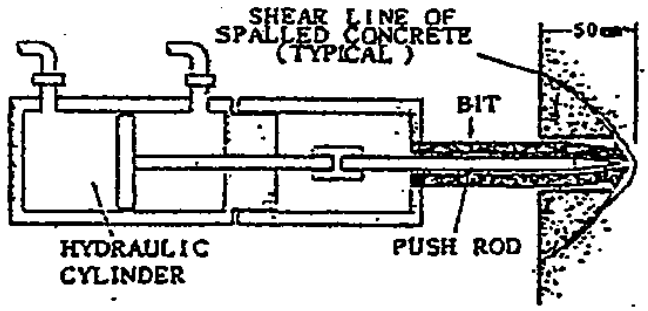
**【適用汚染形態】**

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付着 | ソフト・(ハード) | (床)・(壁)・(天井) |
| 浸透 | 浅い ・ 深い | 機器表面 ・ 機器内面 |
| 核種 | γ ・ αβ | 配管内部 ・ 他 |

**【遠隔除染への適用実績】**

| | |
|---|---|
| 有・無 | 不明 |
| 反力 | 有 ( ) ・ (無) |

**【原理】**




**【回収方法】**

吸引回収装置で、コンクリート片を回収及び、バグ及びHEPAフィルタでろ過、回収。

**【二次廃棄物の形態】**

・コンクリート片回収容器
・バグ及びHEPAフィルタ

**【必要ユーティリティ】**

電気、圧縮空気

**【基本機器構成】**

・スポーラー
・ドリル
・吸引回収装置(フィルタ付き)
・コンクリート回収容器

**【原理説明】**

ドリルで穴を開け、その穴にスポーラーのロッド部を挿入し、ジャッキ状の先端で穴を押し広げ、孔周辺のコンクリートにひずみを与えて、表層をはく離・除去する。 特に局部的な除去に有効であり、作業効率はそれほど良くない。

**【安全対策他適用留意点】**

**【適用除染実績・除染効果(DF)例】**

除染実績及び効果不明。

**【除染能力・速度等】**

深さ:10～50mm/回

**【寸法/質量(目安)】**

**【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】**

**【特記事項】**

**【引用・参考文献他】**

廃止処置技術ハンドブック 除染・解体・再利用編(H19/5月)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ブラスト除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

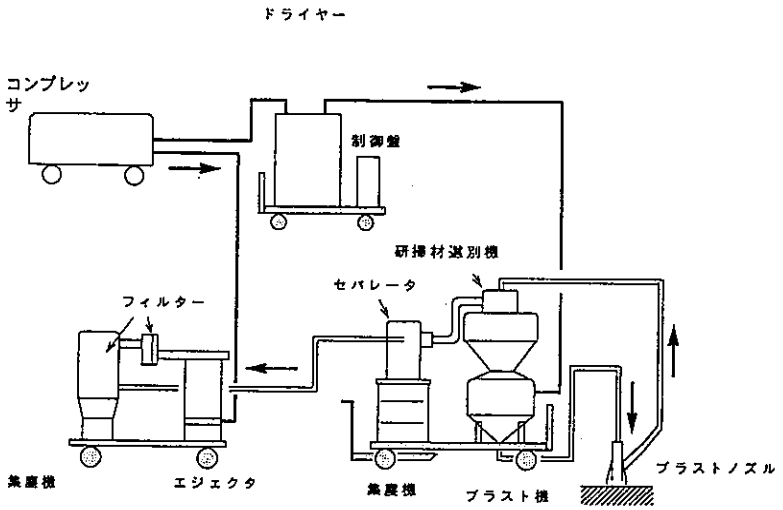
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付着 | (ソフト)・(ハード) | (床)・(壁)・天井 |
| 浸透 | (浅い)・深い | (機器表面)・(機器内面) |
| 核種 | (γ)・(αβ) | (配管内部)・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| (有)・無 | |
|---|---|
| 反力 | (有)(　　)・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

研削材および粉塵をサイクロンで分離後、集塵機で回収する

## 【二次廃棄物の形態】

廃研磨材、集塵(フィルタ含む)

## 【必要ユーティリティ】

電源、圧縮空気

## 【基本機器構成】

・ブラスト室(ブラストガンに研磨材回収機能がある場合等は不要)
・ブラストガン
・サイクロン
・集塵機(フィルタ含む)
・コンプレッサ

## 【原理説明】

圧縮空気や遠心ホイールなどを用いて、研削材を除染対象物に吹き付けて、除染対象物の表面を表面汚染物とともに研削する。研磨材には、砂、スチール(SUS)、アルミナ、ジルコニアなどが使用される。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

＜コンクリート除染＞
JPDR、米国オークリッジ

＜鋼材除染＞
原子力発電所の補修などにおける機器等の除染※
治工具類やタービンブレード等の除染
廃止措置中の東海発電所解体廃棄物の鋼材除染(使用計画中)

(※)PWRではRV上蓋内面、主冷却材管内面、機器管台内面において適用実績あり。(研磨材:アルミナ、ステンレスグリッド)
・通常施工時(切削深さ:約10μm～20μm)ではDF10～30前後

## 【除染能力・速度等】

・JPDRで使用したサンドブラスト装置(原理図参照)の場合:
剥離深さ0.1cm、剥離速度6$m^2$/h(研磨材:珪砂とスチールグリッドの混合物噴射)

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

ブラスト除染は研削材の種類、投射時間および流量等によって研削深さを数μm～数mm単位で調整することが可能である。また、ノズルが比較的小型であるため、遠隔装置への搭載も比較的容易であり、狭隘な箇所を含む種々の除染対象への施工が可能である。

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編(H19/5月)
三菱社内資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | レジンブラスト除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

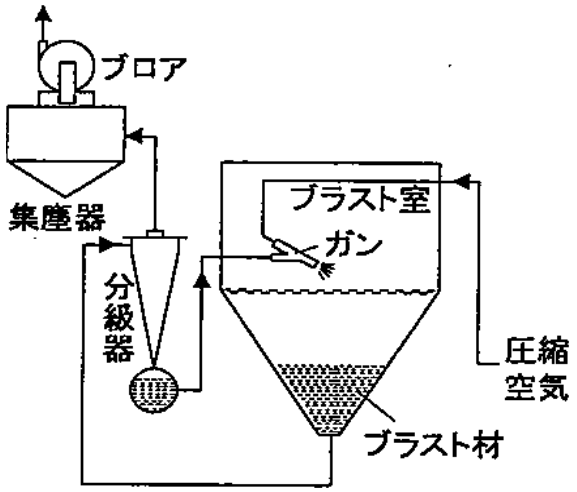
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | (ソフト)・ハード | (床)・(壁)・天井 |
| 浸 透 | (浅い)・深い | (機器表面)・(機器内面) |
| 核 種 | (γ)・(αβ) | (配管内部)・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| (無) | |
| 反力 | (有)(　　)・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

研削材および粉塵をサイクロンで分離後、集塵機で回収する

## 【二次廃棄物の形態】

廃研磨材(焼却可能)、
集塵(フィルタ含む)

## 【必要ユーティリティ】

電源、圧縮空気

## 【基本機器構成】

・ブラスト室(ブラストガンに研磨材回収機能がある場合等は不要)
・ブラストガン
・サイクロン
・集塵機(フィルタ含む)
・コンプレッサ

## 【原理説明】

研削材として樹脂(ナイロン、ポリカーボネート、ペット樹脂、アクリル樹脂等)を用いるブラスト除染法。
樹脂系研削材には金属の研削能力がほとんどないため、処理対象金属表面のさび及び塗装の除去等に用いられる。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・国内外の原子力施設(発電所、研究所等)における工具・治具類の除染
・原子力発電所タービンボルトの二硫化モリブデン除去

※実機でのDFは約10程度

## 【除染能力・速度等】

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

金属の切削能力がほとんど無いため、単なる付着汚染の除染は可能であるが、表層汚染の場合はBGまでの除染は難しい。

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編(H19/5月)

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ミーリングカッター（プレーナ） | 提案者 | |
|---|---|---|---|

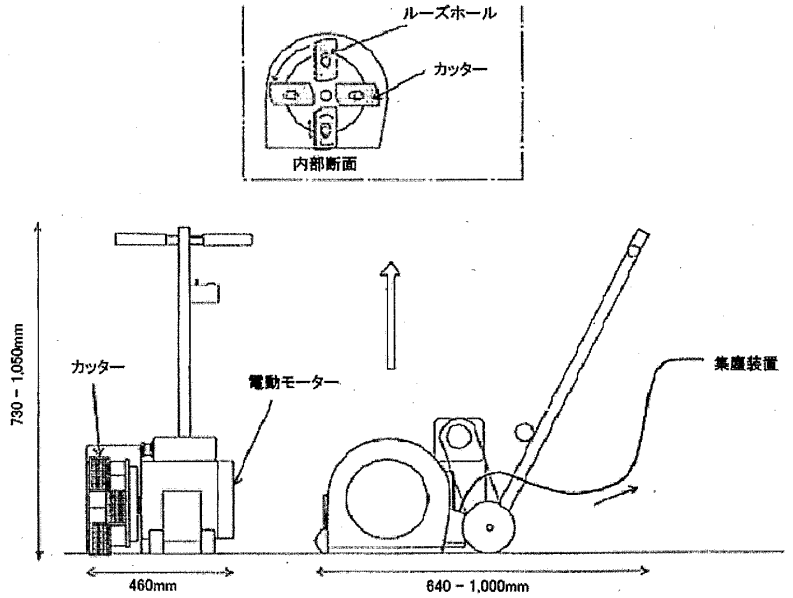
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体 (固体) 粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | (ソフト) ・ (ハード) | (床) (壁) 天井 |
| 浸 透 | 浅い ・ (深い) | 機器表面 ・ 機器内面 |
| 核 種 | (γ) ・ (αβ) | 配管内部 ・ 他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| (有) ・ (無) | |
|---|---|
| 反力 | (有) (　　) ・ 無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

HEPA真空吸引装置により廃棄物を吸引・回収する。

## 【二次廃棄物の形態】

ブレード（刃）、ホースカバー

集塵（フィルタ含む）

## 【必要ユーティリティ】

電源、

## 【基本機器構成】

・ブレード（刃）ユニット
・吸引回収装置（フィルタユニット含む）

## 【原理説明】

ダイヤモンド等硬質の刃を外周に取り付けた円盤（ダイヤモンドブレード）を並べて円柱状にした刃（回転ドラム）を回転させ、コンクリート表面に押し付けて表面を切削する。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

・米国 Rancho Seco発電所、ハンフォードサイトF及びDR原子炉、DOE、EPA、NRC他施設等

・JPDR

## 【除染能力・速度等】

・JPDRで使用したプレーナ装置（原理図参照）の場合：剥離深さ（平均）0.5㎝、剥離速度（平均）1.7$m^2$/h

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

切削深さを任意に設定でき、作業面が平滑となる利点がある。

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編（H19/5月）
動力試験炉（JPDR）の解体における建屋表面の除染と放射能測定/JEERI-Tech 97-064

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | 超音波除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

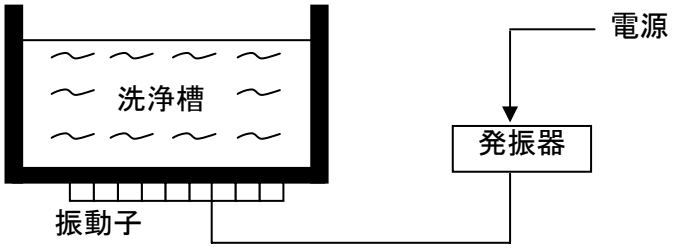
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付 着 | (ソフト)・ハード | 床・壁・天井 |
| 浸 透 | (浅い)・深い | (機器表面)・(機器内面) |
| 核 種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| 有・(無) | |
| 反力 | 有（ ）・(無) |

## 【原理】




## 【回収方法】

物理フィルターによる濾過

## 【二次廃棄物の形態】

フィルター

## 【必要ユーティリティ】

電源

## 【基本機器構成】

・洗浄槽
・超音波発生器
・振動子

## 【原理説明】

発振器で発生させた超音波（20KHz以上）により、水や溶剤を振動させ対象物を洗浄する除染方法。
キャビテーション効果、加速度、超音波流動の相乗効果により行われる。通常は、溶剤の促進効果を目的として併用されることが多い。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

・金属製工具
・ポンプのシール、ピストン、弁等
・濾過器
・RCPインターナル（PWR）
　DF＝～10程度（溶剤なしではDF＝～2程度と推定される）

## 【除染能力・速度等】

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

振動子を除染対象と正対した配置とする必要があり、大型機器等では効果が得られないケースがある。

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編（H19/5月）
三菱社内資料

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | グラインダー | 提案者 | |
|---|---|---|---|

## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付　着 | (ソフト)・(ハード) | (床)・(壁)・天井 |
| 浸　透 | (浅い)・深い | (機器表面)・機器内面 |
| 核　種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| | |
|---|---|
| 有・(無) | |
| 反力 | 有（　　）・(無) |

## 【原理】

※写真はPENTEK社のダストレスグラインダー（ROTO-PEEN）

## 【回収方法】

PENTEK社製の場合、HEPA真空吸引装置により吸引・回収する。（一般的には別途掃除機等により吸引・回収する。）

## 【二次廃棄物の形態】

刃、集塵（フィルタ含む）

## 【必要ユーティリティ】

電源、

## 【基本機器構成】

・刃
・吸引回収装置（フィルタユニット含む）

## 【原理説明】

ダイヤモンド、タングステンカーバイト等硬質材を取り付けた回転盤を回転させて、除染対象表面に押し付け研削する。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果（DF）例】

・PENTEK社製の機器については米国および米国以外の原子力施設等において多数の使用実績あり。
・JPDRでは一般的なグラインダの使用実績あり。

## 【除染能力・速度等】

・PENTEK社のグラインダ（原理図参照）の場合：剥離速度3.7～4.6$m^2$/h（けずり幅：50mm）※一例

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

廃止措置技術ハンドブック　除染・解体・再利用編（H19/5月）
（米）PENTEK社 機械式ダストレス除染システムPR資料（阿南電機株式会社）

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | キャビテーションジェット+ブラスト除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

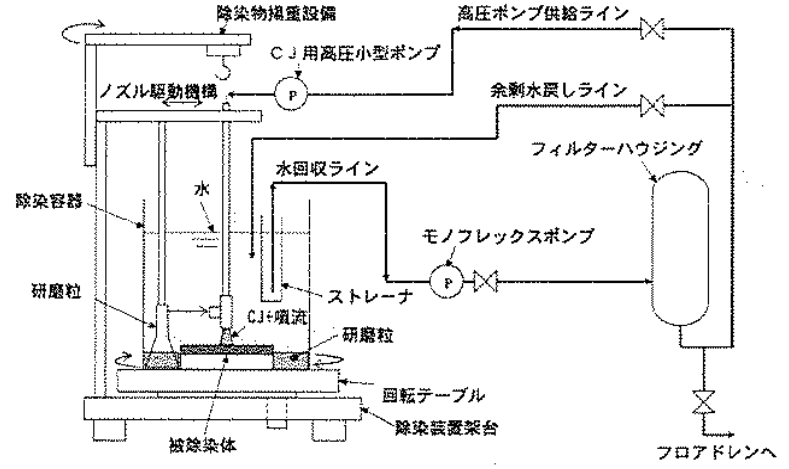
## 【適用汚染形態】

| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付着 | (ソフト)・(ハード) | 床・壁・天井 |
| 浸透 | (浅い)・深い | (機器表面)・(機器内面) |
| 核種 | (γ)・(αβ) | 配管内部・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

| (有)・無 | |
|---|---|
| 反力 | (有)(　　)・無 |

## 【原理】




## 【回収方法】

物理フィルタによる濾過(研磨材は除染完了後に回収)

## 【二次廃棄物の形態】

研磨材、フィルタ

## 【必要ユーティリティ】

電源、圧縮空気、水

## 【基本機器構成】

・回転テーブル付き除染容器
・高圧水ポンプライン
・水回収ライン(フィルター含む)
・余剰水戻しライン

## 【原理説明】

水中で専用ノズルから研磨粒を混合したキャビテーションジェットを噴き付けることにより、汚染物質を除去する。同時にキャビテーションで研磨粒の付着汚染も除去する。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・SGインサートプレート(PWR)
供給水圧力:約20MPa
流量:～15ℓ/min
DF＝110～160程度

## 【除染能力・速度等】

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

水中での除染のため、ダスト発生がなく除染時の遮へい効果もある。研磨粒の種類/圧力により除染効果を調整することが可能。三菱重工業独自の技術

## 【引用・参考文献他】

ISOE/ATC 2006/10/12 ALARA SYMPOSIUM/ Introduction of the Decontamination Method Which Used the Blasting

# 除染技術カタログ

| 技術区分 NO. | | 頁 | |
|---|---|---|---|

| 技術名称 | ボロンウェットブラスト除染法 | 提案者 | |
|---|---|---|---|

## 【適用汚染形態】

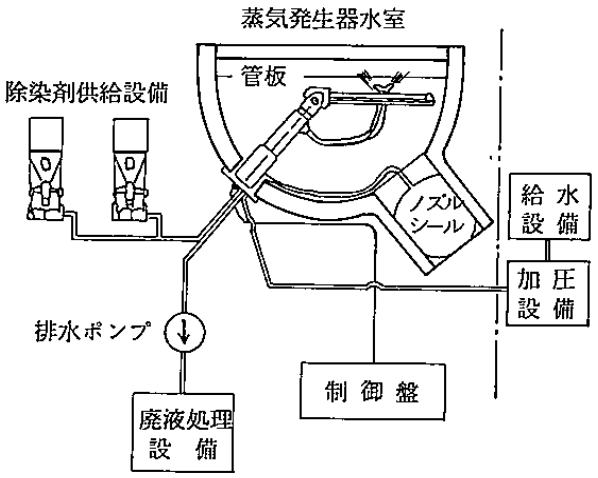
| 汚染形態 | 液体・(固体)・粉体 | 適用除染場所環境 |
|---|---|---|
| 付着 | (ソフト)・(ハード) | 床・壁・天井 |
| 浸透 | (浅い)・深い | (機器表面)・(機器内面) |
| 核種 | (γ)・(αβ) | (配管内部)・他 |

## 【遠隔除染への適用実績】

(有)・無

反力 (有)(　　)・無

## 【原理】




## 【回収方法】

物理フィルタによる濾過

## 【二次廃棄物の形態】

フィルタ

## 【必要ユーティリティ】

電源、圧縮空気、水

## 【基本機器構成】

・ノズル案内装置、制御盤
・ノズルシール(適用場所による)
・除染材(ボロン)供給設備
・高圧水設備(給水、加圧)
・廃液処理設備(フィルタ含む)

## 【原理説明】

ホウ酸(B2O3)粒子を高圧ジェット水で除染対象面に噴き付けることにより、汚染物質を除去する。

## 【安全対策他適用留意点】

## 【適用除染実績・除染効果(DF)例】

・SG水室(PWR)
供給水圧力:約25MPa
流量:24dm$^3$/min
ボロン供給量:数100g/min
DF＝2～10程度

## 【除染能力・速度等】

## 【寸法/質量(目安)】

## 【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠，技術的課題】

## 【特記事項】

## 【引用・参考文献他】

三菱社内資料