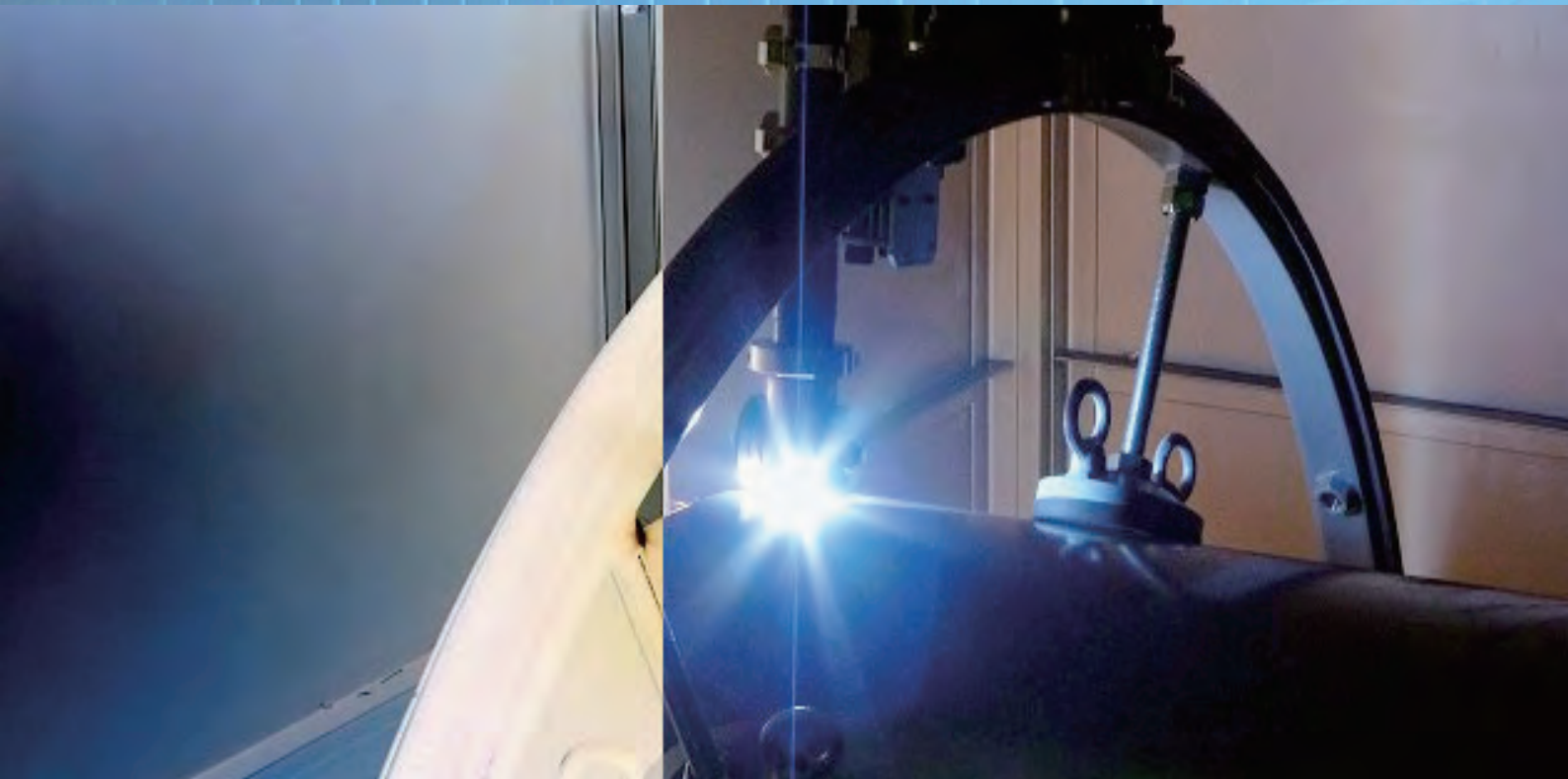


ISSN 2185-5420

アトックス技報

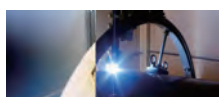
ATOX TECHNICAL REPORT

No. 3 2011



ATOX

頁/Page	巻頭言	<i>Preface</i>
1	東日本大震災からの復旧・復興に向けて アトックス一丸となって取り組みます	
研究開発成果		<i>R & D Activities</i>
2	天然ゼオライトのセシウム吸着特性試験 Cesium Adsorption Characteristics of Selected Natural Zeolite	
4	環境修復に係る除染試験 Decontamination Examination for the Environmental Remediation	
6	廃液非排出型電解除染装置の開発 Development of Non-Releasing Liquid-Waste Electrolytic Decontamination Device	
8	水圧鉄管検査ロボットの開発 Development of Ultrasonic Thickness Measurement Robot for Penstock	
10	遠隔自走式プラズマ切断機の開発 Development of Remote-Controlled Self-Propelled Plasma Cutting Machine	
12	ブローブラスト除染工法の開発 Development of Blower Blast Decontamination Method	
14	使用済NIS検出器充填BF ₃ ガスの安定処理装置の開発 Development of Stable Processing Unit for BF ₃ Gas Enclosed in NIS Detector	
16	酢酸亜鉛中の微量フッ化物イオンの定量 Analysis of F ⁻ in Zinc Acetate	
トピックス		<i>Topics</i>
18	会社組織を改定：福島復興本部を新設、技術開発センターを改組	
18	福島復興への技術開発センターの取り組み	
19	環境修復への取り組み	
19	東北大学「カムランド禅」にキセノン取扱設備を納入	
19	「原子力カデコミッションング研究会」が施設見学会を開催	
アトックス情報		<i>ATOX Information</i>
20	ガンマ線照射施設を利用した照射サービス	
21	照射材料の化学分析技術	
21	活性炭フィルタ性能評価技術	
22	登録特許一覧	
23	特許の紹介	
24	アトックスの概要	



【表紙の説明】

原子力発電所の熱交換器の解体・廃材処理作業向けに開発した遠隔自走式プラズマ切断機による切断試験状況の写真を図案化しました(技術開発部 材料・化学Gr. 伊藤麻美 制作)。

東日本大震災からの復旧・復興に向けて アトックス一丸となって取り組みます

取締役社長 矢口 敏和



「アトックス技報」第3号の刊行にあたり、ご挨拶申し上げます。

(株)アトックスは、ビルメンテナンスを手がける(株)ビル代行より1980年に分離独立して(株)原子力代行として発足、1993年に商号変更し、昨年2010年に設立30周年を迎えました。

現在では、国内すべての原子力発電所、原子燃料サイクル施設に事業所を設置し、種々のサービスを提供するとともに、原子力研究機関、大学等の放射性物質を扱う施設においても、運転・保守等を支援し、原子力施設のトータルメンテナンス会社として事業を展開しております。

今般の東日本大震災では、地震当日、数多くの当社社員及び協力会社社員が被害を受けた福島第一・第二原子力発電所や女川、東海原子力発電所等で働いていました。震災直後こそ当社社員自身が被災したこともあり、一時混乱した時期もありましたが、他事業所の社員や協力会社の支援も得て、早い段階から会社を挙げて各被災発電所等の復旧作業に取り組む体制を整えることができました。取り分け福島地区では、4月に福島復興本部を立ち上げ、福島第一原子力発電所を中心に相次ぐ復旧作業の支援要請に積極的に応えてきました。そのなかには冷温停止の鍵を握る汚染水の浄化システムの運転管理業務も含まれます。現在では、福島在住の社員を中心に800人を超える人員が福島地区で復旧作業に従事しています。

当社が現在あるのは言うまでもなく、わが国原子力産業の成長と発展のおかげです。これまでの恩に報いるためにも、今こそ当社は、これまで培ってきた現場力、技術力そして地域密着力を最大限活かし、率先してその復旧・復興に貢献しなければならないと考えています。同時にそのことが、当社の将来を開く唯一の道だという思いを社員全員で共有し、全社一丸となって取り組み、延いては原子力産業に対する信頼回復の一旦を担っていきたく強く願っています。

当社の技術開発センターは1988年の開所以来、電力会社等との共同研究も含め常に現場に密着し、現場で必要とされる技術や工法の開発に力を注いできました。今後は、これまでの成果やノウハウを活かし、福島第一原子力発電所の収束作業や周辺地域の環境修復作業などでこれから必要とされる技術、なかでも、除染やロボットを含むリモートコントロール技術、廃炉関連技術等、現場の課題解決に繋がる技術の開発を最優先テーマとして取り組んでいく所存です。

「アトックス技報」は、当社の技術開発の成果や活動を電力、研究機関等をはじめとするお客様にご紹介するために、関係者の皆様のご理解とご協力を頂いて、2010年1月に第1号を発刊以来、今回で3号目となります。本技報を多くの方々にご覧いただき、ご意見、ご批評を賜れば幸いです。今後とも、皆様のご指導とご鞭撻を賜りますようよろしくお願い申し上げます。

平成23年12月吉日

天然ゼオライトのセシウム吸着特性試験

Cesium Adsorption Characteristics of Selected Natural Zeolite

放射性セシウムの汚染除去にはゼオライトが有効である。原子炉苛酷事故後の環境修復に貢献することを目的とし、安価に生産されている国産の天然ゼオライトのなかから、代表的なモルデナイトとクリノプチロライト型ゼオライトを選び、海水溶存セシウムの吸着試験を行い、分配係数を測定した。その結果、吸着速度が粒子サイズに依存することから、実用的小粒径ゼオライトを選び、小型充填カラムを試作し、環境水からの放射性セシウム除去能力を確認した。

キーワード：天然ゼオライト、モルデナイト、クリノプチロライト、セシウム、吸着

Zeolite is effective in decontamination of radioactive liquid containing cesium. To contribute to the environmental remediation after the NPP severe accident, adsorption tests of cesium from sea water were conducted on selected natural zeolite, mordenite and clinoptilolite, with different particle sizes, produced in Japan. The observed distribution coefficients of the zeolite in the cesium adsorption have shown large particle-size dependence. It was confirmed that a column packed with small size zeolite can effectively decontaminate environmental water slightly contaminated with radioactive cesium.

Key Words : Natural Zeolite, Mordenite, Clinoptilolite, Cesium, Adsorption

1 背景と目的

福島第一原子力発電所周辺地域の環境修復が緊急の課題である。TMI-2 原子炉事故では、原子炉建屋内に滞留した汚染冷却水の処理に天然ゼオライト（チャバサイト）が用いられ高い除染能力を示した¹⁾。我が国でも放射性廃棄物からのセシウム除去を目的とした研究が行われており²⁾、特異的にセシウムを吸着する天然ゼオライトが知られていたことは注目すべきである。また東日本大震災後、日本原子力学会会員有志によるセシウム除去用吸着剤の評価試験が行われている³⁾。

本研究は、今後環境修復にゼオライトが大量に使われる可能性に注目し、実用的な観点から、安価で大量供給が可能な国産ゼオライトを利用する際の技術的特性を把握することを目的とし、東京工業大学原子炉工学研究所鈴木研究室との原子力に係る化学プロセスの共同研究の一環として実施した。

2 試験概要

(1) 試験方法

粒径の異なる各種天然ゼオライト、モルデナイト（イワミライト[産地: 島根県大田市]破砕品 3 種、~0.5mm, 1~3mm, 3~5mm）、クリノプチロライト（ジークライト[産地: 山形県米沢市]破砕品 3 種、~5 μm, ~250 μm, 0.5~1mm, 造粒体 3 種、0.5~1mm, 3~5mm, 7~9 mm）を各 1g、プラスチックボトルに入れ、これに海水 99ml とセシウム標準溶液 1ml を加え、10ppm のセシウム海水溶液を作り、恒温槽に入れ、70 回/min 程度

の振盪速度で吸着試験を行った。温度は常温（23℃）、55℃、80℃を選んだ。一定時間ごとに採取された試料溶液 1ml を 100 倍~200 倍に希釈し、プラズマイオン化質量分析計（ICP-MS）によって Cs 濃度を分析した。

(2) 試験結果

1) 吸着試験

ゼオライトと溶液間のセシウム吸着分配係数 K_d (ml/g) は、吸着体 1g 当たりのセシウム濃度と溶液 1ml 当たりのセシウム濃度の比として定義され、溶液濃度の変化から計算される。試験において観測される分配係数 $K_d(t)$ は、吸着前の初期セシウム濃度 C_0 と時間 t において採取された溶液試料のセシウム濃度 C_t 、溶液体積 V (ml)、ゼオライト重量 m (g) から次式を用いて算出される。

$$K_d(t) = (C_0 - C_t) V / C_t m$$

常温(23℃)で測定された結果の一例、モルデナイト（イワミライト破砕品）の Cs 吸着分配係数 K_d を図 1 に示す。0.5mm 以下の小粒径モルデナイトの吸着速度が速いことが分かる。

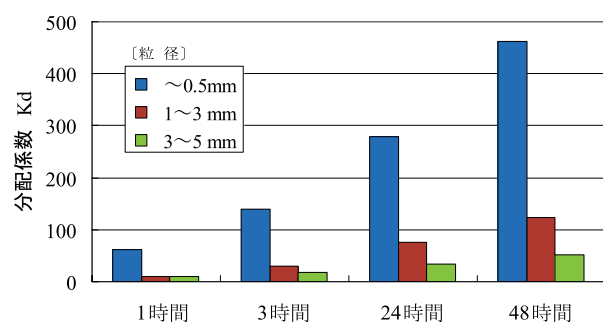


図1 モルデナイト（イワミライト）のセシウム吸着試験結果

クリノプチロライト造粒品（ジークライト製）も分配係数が粒径依存性を示した（図2）。粒径約3mm以上のゼオライトは吸着速度が非常に遅く、分離塔に充填する吸着剤としては望ましくない。

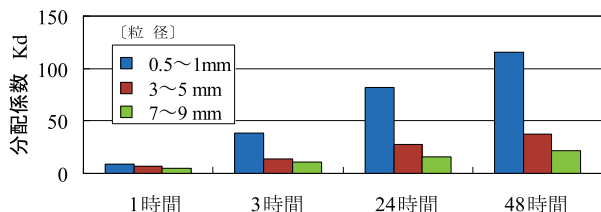


図2 クリノプチロライト（造粒）のセシウム吸着試験結果

クリノプチロライト破砕品のCs吸着Kdも同様な時間依存性を示したが、5~250μmの粉体では最初に速く吸着する現象が見られた（図3）。ゼオライトのイオン交換作用が表面吸着型で進行することがよく分かる。また温度の影響を検討した80°Cでの吸着試験結果では、やはり常温よりも速く吸着する様子が示された。

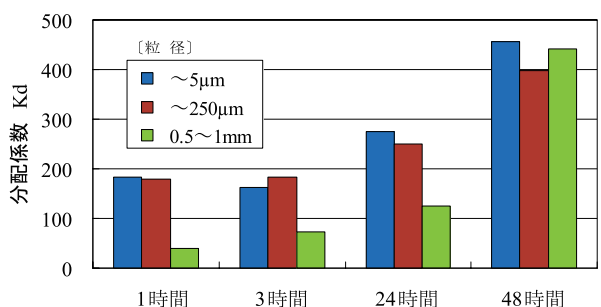


図3 クリノプチロライト（破砕）のセシウム吸着試験結果

2) 小型充填カラム試験

直径5.5 cm 高さ50 cmのカラムにジークライト粒径0.5~1mmを充填し、わずかに¹³⁴Cs, ¹³⁷Csを含む環境水を10 l/hrの流速で4時間供給し、カラムからの流出液をサンプリングしそのセシウム濃度を測定した。環境水中に多く含まれる藻は0.2μmのフィルターを通して除き、ゲルマニウム型シンチレーションカウンターで¹³⁴Cs, ¹³⁷Csのγ線を測定した。40l流出時点でわずかにバックグラウンドを超える¹³⁴Csが見られたが、環境水を基準以下にまで除染する能力を確認した。



写真1 ゼオライト充填カラムによるセシウム吸着試験

また、同じカラムに非放射性セシウム130ppb溶液を97l/hr流量で供給し、出口流出液中のセシウム濃度を分析した（写真1）。88lの通流量までセシウムが除去され、実用性も期待できることを確認した。

3 結語

天然ゼオライトを使った環境中からのセシウム除去技術の基礎試験として、天然ゼオライトの粒径に注目して海水溶存セシウムの吸着分配係数Kdの評価を行った。その結果、小粒径ゼオライトではKdが450に達し、十分セシウム吸着能力があることが確認された。Kd値や吸着速度の粒径依存性が大きく、実際のセシウム除去プロセスに用いるには、凝集沈殿法であれば250μm以下の粉末が適当であり、充填カラム分離には処理速度によるが、1m³/hr程度の処理プロセスを想定すると、粒径1mmないしそれ以下が適当であるといえる。なお本研究は、2011年度日本原子力学会秋の大会で発表した⁴⁾。

参考文献

- 1) The Three Mile Island Accident, Ed by L. M. Toth, A. P. Malinauskas, G. R. Eidam, H. M. Burton, Am. Chem. Soc. (1986).
- 2) 三村均, 福森充, 大谷登蔵, 菅野卓治, ゼオライトに対するセシウムの動的交換特性, 東北大学選鉱精錬研究所報, 35 (1), 19-26 (1979).
- 3) 一般社団法人日本原子力学会バックエンド部会, 東電福島第一原子力発電所内汚染水処理技術のための基礎データ収集 <http://www.nuce-aesj.org/index.php?id=projects:clwt:start>
- 4) 濱田洋成, 結城真美, 櫻井達也, 藤井靖彦, 野村雅夫, 金敷利隆, 鈴木達也, 日本産天然ゼオライトのセシウム吸着に関する粒子サイズ依存性, 日本原子力学会秋の大会予稿集 D13 (2011).



執筆者/技術開発センター
特別顧問 藤井 靖彦



技術開発部
材料・化学 Gr. 有馬 昌邦



技術開発部
材料・化学 Gr. 岩田 将幸



技術開発部
材料・化学 Gr. 結城 真美

環境修復に係る除染試験

Decontamination Examination for the Environmental Remediation

東日本大震災に起因する福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質により、家屋、公共施設(学校、公園等)、農地及び山林・原野等が汚染した。周辺地域住民にとって、除染により環境修復を速やかに行うことが最も重要である。このために計画的避難区域内の民家、伊達市から指定された小学校・幼稚園、特定避難勧奨地点内の民家及び果樹園を対象に除染試験を実施し、各々に適した除染方法や機器の検討を通して、今後の効率的な汚染除去の可能性を確認し、課題を摘出した。

キーワード：原子炉事故、放射性汚染、除染、環境修復

Private houses, public buildings (school, park etc.), farmland, forests etc. were contaminated with radioactive fallout from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants accident following the earthquake. For inhabitants, the environmental remediation with decontamination is the most important and urgent action. Decontamination tests were carried out for houses in the planned evacuation area, schools and kindergarten in the non-restricted area in Date-city, and houses and orchards in the specific evacuation area. Effective decontamination methods were verified and some issues were identified.

Key Words : Reactor Accident, Radioactive Contamination, Decontamination, Environmental Remediation

1 背景と目的

原発事故により避難や不自由な生活を強いられている周辺地域住民にとって、汚染除去による環境修復を速やかに行うことが最も重要である。特に、線量が比較的高い地域の除染を進めていく必要がある。また、学校・幼稚園等の施設や小さな子供や妊婦がいる住宅等に近い森林部の除染、さらに、果樹園等は農作業者の外部被ばくの観点から除染方法を検討していく必要がある。

このために、「計画的避難の区域」に指定された地区の汚染居住地域について、事故後最初となる除染作業がNPO法人放射線安全フォーラムの提案で計画され、(株)アトックス東海営業所が参加して実施された¹⁾。

2 試験概要

(1) 計画的避難区域内の民家の除染試験

家屋周辺の汚染状況は、屋根、土壌、草地、畑、杉林等の表面線量率が $15\sim 20\mu\text{Sv/h}$ 、雨樋は降雨によるセシウム¹³⁷の集積で $50\mu\text{Sv/h}$ 以上のスポット状の高濃度汚染場所であることを確認した。これらは容易に特定でき、剥ぎ取り等により除染は可能で、スポット状の高汚染も一桁程度空間線量率を下げる事ができた。しかし、屋内の空間線量率は、約 $10\sim 50\%$ 程度まで減少したが期待したようには低下しなかった。そのため、引き続き屋敷周りをできるだけ広く除染を行った結果、一定の効果が得られたことから、空間線量の低減のためには広域の除染が必要であることを確認した。

(2) 無指定地域の小学校・幼稚園の除染試験

伊達市から指定された小学校・幼稚園の除染方法は、校舎前後のアスファルト舗装面、レンガ敷き、校舎前のコンクリート階段等をできるだけ広く除染を行うことで校舎内の線量率の低下を図ることとした。

コンクリート面の除染は、原子炉施設のコンクリート構造物の解体技術として表面除染を目的とする表面剥離工法(スキヤブラ法、ブラスト法、シェーブ法等)を用いることとした。1996年3月に解体が終了したJPDRにおいて実施された浸透汚染測定の結果²⁾を参考にし、汚染を除くにはコンクリート表面汚染部を数mm程度、剥離除去すればよいこととした。



写真1 アスファルト舗装表層の汚染除去作業

校舎前アスファルト面について行ったアスファルト舗装表面の除染実験データの取得は今回が最初である。作業の状況を写真1に示す。

スキヤブラ、ポリシャー及びショットブラスト機を用いて除染試験を実施した結果、除染速度は 7.5 m/min 、除去効率率は約 90% が最適である。スキヤブラ、ショットブラスト機の除染効率に顕著な差異は見られないが、廃棄物発生量、後処理方法の観点からアスファルト面

にはショットブラスト機が優れていることを確認した。

除染試験に引き続き、小学校、幼稚園での子供・幼児の年間積算線量 1mSv (空間線量率: $0.1\sim 0.2\ \mu\text{Sv/h}$) 以下³⁾ を目標とした構内全域の本格的な除染作業を実施し、同小学校において児童等が受ける年間積算線量 1mSv 以下を達成した。伊達市から指定された廃棄物の仮置場所の状況を写真2に示す。他の小学校2校においても児童等が受ける線量は、目標とした年間積算線量を満足するものであった。



写真2 廃棄物の仮置場所の状況

(3) 特定避難勧奨地点内の民家の除染試験

警戒区域や計画的避難区域以外で局所的に年間被ばく線量が 20 ミリシーベルトを超える恐れがある「特定避難勧奨地点」に指定された地区の民家3軒について、年間被ばく線量が 20mSv 以下、子供・幼児の年間被ばく線量が 5mSv (空間線量率: $1\sim 1.5\ \mu\text{Sv/h}$) 以下を目標に除染試験を行った。

民家の屋根、コンクリート、アスファルト舗装表面は、前記手法で除染作業を実施した。砕石と土壌よりなる地表面は小型ユンボを用い回収除去した後、新たな砕石と土壌に入れ替えローラー転圧処理した。その結果、室内は $30\sim 70\%$ 、玄関前で約 50% まで放射線量が低下し、雨樋等のホットスポット状の高汚染は堆積物除去でほぼバックグラウンドまで下げることができた。

(4) 特定避難勧奨地点内の果樹園の除染試験

果樹園内の一画 (約 $20\text{m}\times 18\text{m}$) に「試験実施区域」を設定し、畑表土、樹木の幹、枝等の放射線量測定 (コアサンプルを含む)、表土除去試験、及び除染工法の確認を行った。

試験実施区域内の放射線量の最大値は、同区域の南側道路付近で約 $2.0\ \mu\text{Sv/h}$ 、最小値は樹木の根元部で $0.6\ \mu\text{Sv/h}$ である。また、同区域内全表土の平均放射線量は $1.0\sim 1.5\ \mu\text{Sv/h}$ である。さらに、樹木の幹、枝の放射線量は、幹、枝の上面では畑表土と同程度であり、下面はほぼ 50% 程度であった。

表土除去試験では、土壌を表層から約 5cm スコップ等で除去することで、放射線量がバックグラウンドまで下がることを確認した。次に、機械的な除染工法の確認試験として、市販されている芝刈機を改造した表土

剥離用装置を使用して畑の表土を薄く除去することで、放射線量が約 $35\sim 50\%$ に低下することを確認するとともに、作業時間も短縮できることを確認した (写真3)。



写真3 果樹園の表土剥離作業

3 結 語

- ① 家屋周囲や屋根、スポット状の高濃度汚染箇所の除去に加えて、さらに空間線量の低減を図るためには、屋敷周辺を含む広域の除染が必要であることを確認した。
- ② 学校、幼稚園での除染試験の結果、子供・幼児の年間積算線量を 1mSv (放射線量率: $0.1\sim 0.2\ \mu\text{Sv/h}$) 以下に除染することができた。
- ③ 特定避難勧奨地点の民家の除染試験の結果、すべて避難基準以下を達成することができた。
- ④ 果樹園では表土の線量率が支配的であり、表土除去により外部被ばくを低減することが可能であることを確認した。
- ⑤ 狭隘な土地を機動的に除染するために、今後、小規模で小回りの効く装置の開発が必要である。

参考文献

- 1) 吉田善行, NPO 法人放射線安全フォーラム等による飯館村、伊達市の除染活動について、日本原子力学会「2011 年秋の大会」「原子力安全」調査専門委員会福島第一原子力発電所事故に関する特別シンポジウム
- 2) 宮坂 靖彦ほか, JPDR 解体実地試験の概要と成果, 日本原子力学会誌, 38(7) p.564(1996)
- 3) 文部科学省, 福島県内の学校の校舎・校庭等の線量低減について (通知), 平成 23 年 8 月 26 日



執筆者/R I 事業部 中澤 利雄
(東海営業所駐在)



東海営業所 斉藤 浩



東海営業所 寺門 淳一

廃液非排出型電解除染装置の開発

Development of Non-Releasing Liquid-Waste Electrolytic Decontamination Device

放射性物質により汚染された金属廃棄物の除染手法として、電気化学的原理を用いた電解除染は、幅広い金属廃棄物の除染に対応でき、遠隔除染も可能となるなど放射線環境下での除染作業に適した技術である。これまで本技術のネックは電解廃液の大量排出であったが、その課題を解決するために、新たな電解液と汚染物質遠心分離方法を研究し、電解液の交換なしに運用可能な廃液非排出型電解除染装置を開発し見通しを得た。

キーワード：除染、電解除染、電解液、廃液処理

The electrolytic decontamination enables us to decontaminate a variety of metal-wastes contaminated with radioactive substance, and also to do remote decontamination. Therefore, this method is suited to the work under a radioactive environment. The problem on this technology is the generation of the large amount of electrolytic liquid-waste. We made a study of a new electrolytic solution to solve the problem. As the result, we have almost developed the type of non-releasing liquid-waste electrolytic decontamination device, which enables us to work without changing the deterioration of electrolytic solution.

Key Words : Decontamination , Electrolytic Decontamination , Electrolytic Solution , Liquid-Waste Treatment

1 背景と目的

放射性物質で汚染した金属ワーク（除染対象物）を電解液に浸して通電し表面を削り取る電解除染工法は、ステンレス等の難削性・耐食性金属の除染が可能で、除染作業の遠隔化と電解液による遮蔽効果により、除染作業中の被ばくを低減できる技術である。

しかし、従来の電解除染作業では電解液に酸性溶液を用いるため、廃液の処理（中和・沈降・分離）が必要であり、被ばくが増加する要因となっている。また、中和に用いられる強アルカリ性薬品の危険性や、分離処理に用いるフィルターが大量の二次廃棄物となるなどの問題も生じている。

本開発では、電解除染作業を安全・円滑に実施し、かつ、被ばくを低減するために、この廃液処理の課題を解決することを目的とする。

2 開発概要

(1) 従来用いられてきた酸性電解液における課題

使用済み酸性電解液は、汚染物質が溶解した高線量酸性廃液である。酸性溶液はそのまま廃棄することはできないため中和剤で処理し、汚染金属水和物と上澄み中和液とに沈降分離させる。その後、フィルターなどを用いて分離させるが、多大な時間と労力と被ばくを伴う。

分離処理に用いられるバグフィルターは二次廃棄物であり、放射性廃棄物を増加させる要因となる。酸性電解液や強アルカリ性中和剤など、使用する薬品の危

険性も検討課題であった。

(2) 安全性の高い新たな電解液の開発

従来の酸性電解液に代わり、安全な中性電解液を電解除染に用いる手法を研究した。ビーカー試験の結果、硫酸性の中性塩を用いることにより、酸性電解液と同様の効果が得られることが分かった。

この結果を基に電解除染装置を開発すれば、作業における中和工程を必要とせず、中和剤などの薬品を取り扱う必要がなくなる。この中性塩の主成分は温泉や入浴剤に含まれるものと同成分で、人体に対する安全性が高いことが分かっている¹⁾。

中性塩電解液を用いた場合の化学的挙動を、図1に示す。

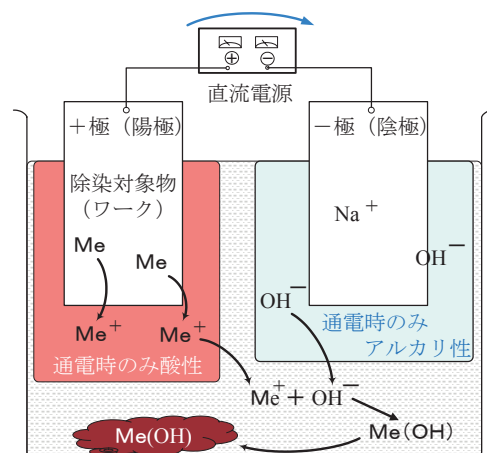


図1 中性塩電解液における化学反応フロー

中性塩電解液に直流電流を通電すると、陽極と陰極において次のような反応が繰り返され、電解液は劣化

することなく何度でも再使用が可能となる。

○ 陽極側

酸性イオンが集まり、陽極表面に酸性層が形成される。この現象により酸性電解液を用いた場合と同様に、金属表面が研磨され除染が可能となる。

● 陰極側

アルカリ性イオンが集まり、アルカリ層が形成される。この層にイオン化した金属イオンが引き寄せられ、除染された汚染物質は水酸化金属となり沈殿する。

(3) 新たな課題とその解決

中性塩電解液を電解除染に用いるに際して、次の2点が課題となった。

1) 汚染物質の回収除去

中性塩電解液では、電解液中に汚染物質が拡散し溜まり続ける。汚染の再付着を防止するために汚染物質の除去が必要となる。汚染物質の性状は、粒径 $1\mu\text{m}$ 前後の水酸化金属微粒子であり、発生量も多く、フィルターで分離を行う場合、フィルターが大量に必要となる。この課題に対しては、電解液と水酸化金属粒子のわずかな比重差に着目し、遠心分離機（写真1）を用いて連続的に分離回収する手法を開発した。

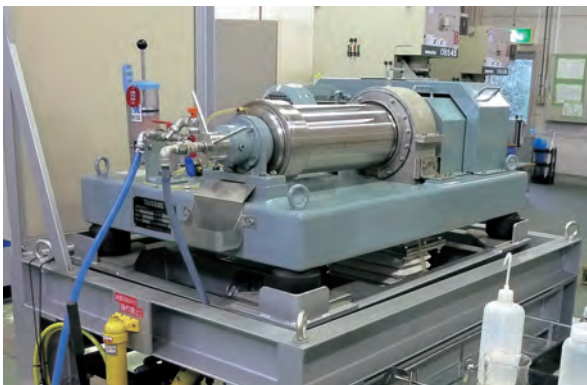


写真1 デキャンター方式遠心分離機

2) 六価クロムの発生抑止

ステンレス製品を除染対象とした場合に、ステンレス中のクロムが電解除染に伴い有害な六価クロムとなり、溶液中に残留し蓄積される。その結果、中性であるべき電解液はクロム酸の影響を受けて弱酸性となり、沈殿した汚染物質が再溶解して分離不能となる。

この課題に対しては、六価クロムを三価クロムに還元すれば、無害な水酸化クロムとして分離回収できる点に着目し、還元性の薬品を添加剤として極少量電解液に加え、他の水酸化金属微粒子と一緒に遠心分離することにより解決した。

(4) 耐久性比較試験とその結果

中性塩電解液の耐久面（電解液の寿命）での性能を

酸性電解液（希硫酸）と比較するために、耐久性比較試験を行った。試験では1時間ごとに研磨量を計測し、試験片の研磨量が著しく低下した時点で、電解液の寿命と判断した。結果を図2に示す。

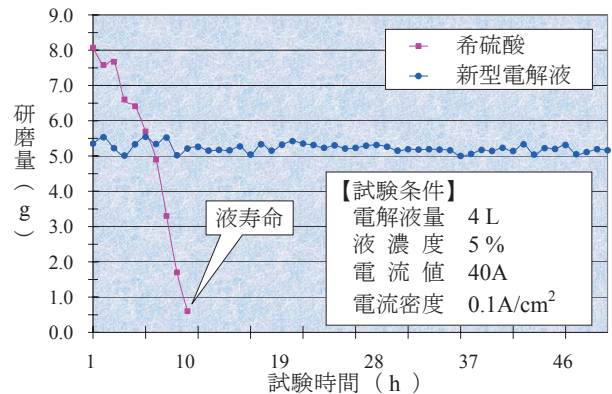


図2 中性塩と酸性電解液との耐久性比較試験結果

結果は、従来の酸性電解液が10時間程度で研磨量がほぼ0gまで低下したのに対し、中性塩電解液は50時間以上の電解研磨試験後も、劣化することなく良好な結果が得られた。

これは、この中性塩電解液を使用した場合、5時間/日の作業で、少なくとも半年~1年以上は電解液の交換が必要ないことを示している。

3 結語

電解除染は、デコミッショニングにおいて有効な除染技術でありながら、廃液処理と二次廃棄物の課題により対象範囲を狭めてきた。

今回の開発により電解除染の対象範囲を広げ、被ばく低減と二次廃棄物の削減など、より現場のニーズに合わせた施工が可能となる。

なお、本技術は現在特許出願中である。

参考文献

1) 化学大辞典 9, 縮刷第22版, 共立出版株式会社, pp.721-722 1978



執筆者/技術開発部

廃止措置 Gr. 末森 友英



技術開発部

廃止措置 Gr. 熊木 直人



技術開発センター

小林 義男

水圧鉄管検査ロボットの開発

Development of Ultrasonic Thickness Measurement Robot for Penstock

水力発電所における水圧鉄管の管厚測定（超音波厚さ測定）は、仮設足場を鉄管周りに設置して行われているため、足場設置に掛かるコスト、作業時の安全対策が問題となっている。この問題を解決するため、鉄管外周面を走行しながら超音波厚さ測定を行う装置の開発を行った。これまで、試験機による走行試験や実際の水圧鉄管での性能試験を行い、本ロボットに必要な基本性能の知見を得た。

キーワード：水圧鉄管、非破壊検査、超音波厚さ測定、検査ロボット

The ultrasonic thickness measurement of Penstock in the hydraulic power plant is carried out on the scaffold placed around it. Therefore, the high cost for work and the safety measures become a problem. In order to solve these issues, a prototype machine which has an ultrasonic thickness measurement instrument and a function of driving outer side of Penstock was developed.

Key Words : Penstock, Nondestructive Testing, Ultrasonic Thickness Determination, Inspection Robot

1 背景と目的

水力発電所における水圧鉄管の管厚測定は、鉄管周りに足場を組み、その足場上で検査員が測定器を持ち、直接手でやっている（以下、「手測定」）。その作業は、危険・重労働・コスト高であり、改善が求められている。

足場を必要としない工法を検討した結果、水圧鉄管外周面を吸着走行しながら管厚を自動で測定する装置を用いて点検することが有効であると考え、管厚を自動で測定するロボットを開発することにした。

2 開発概要

(1) 装置の要件

装置の開発要件を以下に示す。

- ① 走行装置は遠隔操作（有線）で鉄管外周面を吸着走行できること
- ② 鉄管表面の汚れ（水垢等）を洗浄できること
- ③ 鉄管表面の塗膜上から精度の高い超音波厚さ測定ができること

(2) 装置の概要

本装置は、走行装置、ブラシユニット、検査ユニットから構成される。概要は以下のとおりである。

1) 走行装置

走行装置は、実績のあるクローラタイプを採用した。クローラベルトに取り付けた永久磁石で鉄管表面に吸着し、円周方向に 360° 走行することが可能である。本体は軽量化を図るためアルミニウム合金を主要材としている。走行装置の主な仕様を表 1 に、走行装置外

観を写真 1 に示す。

表 1 走行装置の主な仕様

項目	仕様
外形寸法	約 W 370×L 540×H 180mm
質量	約 20kg
走行速度	1～30mm/sec(速度可変)
走行可能鉄管径	φ 1,200mm 以上



写真 1 走行装置の外観

2) ブラシユニット

走行装置にブラシユニットを搭載し、超音波厚さ測定の前処理として鉄管表面の洗浄を行う。洗浄はシャフトにポリプロピレン製の毛を巻きつけたチャンネルブラシで行う。ブラシユニットを写真 2 に示す。



写真 2 ブラシユニット

3) 検査ユニット

走行装置には、検査ユニットとして超音波厚さ計の探触子を搭載している。探触子をスライドテーブルに取り付けることで、走査幅 100mm の測定が可能である。検査ユニットの機構を図 1 に、検査能力を表 2 に示す。

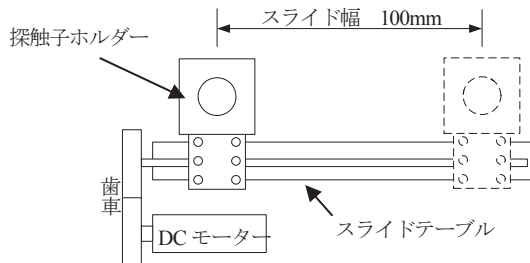


図 1 検査ユニット機構

表 2 検査能力

項目	能力
板厚測定範囲	5 ~ 30mm
測定時間 (110×110mm 内)	100 点測定 : 約 9 分 25 点測定 : 約 4 分

測定法は接触触媒に水を用いる局部水浸法で行う。測定方式に多重エコー方式を採用することで、塗膜上からでも正確な管厚を測定することが可能である。図 2 に探触子ホルダーの構造を示す。

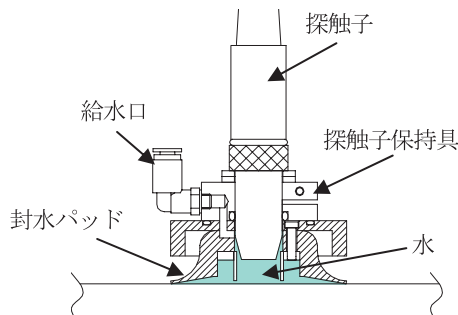


図 2 探触子ホルダー

図 2 の探触子ホルダーはホルダー内部に接触触媒を一定量封水することで安定した超音波の伝播を可能にし、かつ、測定時に使用する水の消費量も抑えることができるように開発したものである（特許出願中）。

(3) 実際の水圧鉄管での現地試験結果

開発した装置の性能を評価するために、実際の水力発電所の水圧鉄管にて現地試験を行った。

1) 走行性能

鉄管外周面を 360° 走行することができた。

2) 洗浄性能

ブラシユニットに水を供給しながら数回往復することで、鉄管表面に付着している水垢等のよごれを綺麗

に洗浄することができた。

3) 検査性能

測定結果に時々、実際の鉄管厚さの 2 倍以上を示す異常値が見られた。この異常値は塗膜の有無に関わらず発生していることから、塗膜の影響ではなく、他に原因があると考えられた。

異常値発生の原因を追究するため、測定方法や検査ユニットの構造を見直した結果、探触子の固定方法に原因があることが分かった。図 2 に示す探触子ホルダーは、探触子の交換を容易にするために、ホルダー上部から探触子を差し込む構造にしていたが、この構造では探触子の固定が弱く、測定時に探触子が動いてしまう。そのため鉄管に対し探触子が傾き、結果として異常値が発生したものと考えられた。

(4) 探触子ホルダーの改良

異常値発生の原因を取り除くため、探触子ホルダーを改良し、測定時に探触子が動かないように固定を堅固にした。

この改良した探触子ホルダーを用い、実際の水圧鉄管で再試験を行った。その結果、異常値の発生を抑えることができた。

また、手測定を真値とした場合の探触子ホルダーを用いた測定の誤差を求めるために、同じ測定箇所を測定して得られた値を比較した。結果を表 3 に示す。

表 3 測定結果の比較 単位：mm

	測定箇所 A (平均値)	測定箇所 B (平均値)	測定箇所 C (平均値)
手測定	9.52	9.52	9.52
探触子ホルダー	9.51	9.50	9.51
誤差の平均±2σ	0.01±0.02	0.01±0.02	0.01±0.02

測定数：1 測定箇所 (110×110mm) 当たり 100 点

σ : 標準偏差

3 結 語

今回開発した検査ロボットを用いることで、従来重労働であった水圧鉄管管厚測定作業の省力化及び安全性の向上が期待できる。本検査ロボットは、水圧鉄管以外にも各種大型タンクの検査への展開が可能である。



執筆者／技術開発部
機器・構造 Gr. 小林 峰人

遠隔自走式プラズマ切断機の開発

Development of Remote-Controlled Self-Propelled Plasma Cutting Machine

原子力発電所の熱交換器は高線量であり、その解体・廃材処理作業においては、作業員の被ばくを抑制するために、遠隔操作による切断が必要であった。このため、遠隔操作により切断作業時の被ばく低減を目的として、遠隔操作が可能である自走式プラズマ切断機を開発した。

キーワード：切断、遠隔操作、自走、プラズマ、熱交換器

At the working area of demolition of a heat exchanger and the waste treatment at a nuclear power plant, radiation level of the area is very high due to radiation from the heat exchanger. Therefore, a remote controlled self propelled plasma cutting machine was developed to reduce radiation exposure to the workers.

Key Words : Cutting, Remote-Controlled, Self-Propelled, Plasma, Heat Exchanger

1 背景と目的

原子力発電所において熱交換器の更新に伴う旧熱交換器の解体・廃材処理作業を実施した。熱交換器内の伝熱管が高線量であり、切断作業をすべて人手により実施すると作業員の被ばくが増大するため、被ばくを抑える必要があった。

このため、熱交換器の切断作業時の作業員の被ばくを低減することを目的として、遠隔自走式切断機を開発した。

2 開発概要

(1) 切断対象物と開発条件

1) 切断対象物

切断対象物の熱交換器は、再生熱交換器（3体）と非再生熱交換器（2体）の2種類であった。切断対象物の材質と寸法を表1に示す。

表1 解体対象物の材質と寸法

切断対象物	材質	長さ	直径	肉厚
再生熱交換器	SUS316	6,383mm	880mm	44mm
非再生熱交換器	SB410*	6,195mm	720mm	12mm

※ ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板

2) 開発条件

- ①熱交換器はドラム缶またはボックスパレットに収納できるよう細断する。
- ②熱交換器の胴体を切断対象とする（熱交換器内の伝熱管は人手により切断する。）。
- ③開発機器は取扱いが容易かつ遠隔操作が可能とし、設置、調整等の時間短縮及び遠隔作業により被ばくを抑える。

- ④既存の技術を流用して製作期間を短縮し、製作コストを抑制する。

(2) 検討事項と検討結果

1) 切断工法

特に火気の使用制限がなかったため、切断速度が速い火気切断を主に検討し、火気切断のなかでもステンレス鋼と炭素鋼の双方の切断が可能なプラズマ切断を採用することとした。

2) 切断機

- ①走行装置は市販品の自走式ガス切断機を改造して使用した。自走式ガス切断機を写真1に示す。
- ②走行装置にプラズマ切断トーチを搭載した。
- ③切断トーチ先端と切断面の間隔を一定に保つトーチホルダーを検討した。
- ④被ばく低減のため、プラズマ切断機及び走行装置の遠隔操作方法を検討した。
- ⑤熱交換器胴体の長手方向と円周方向の切断に対応するため、直線レールと曲線レールを検討した。

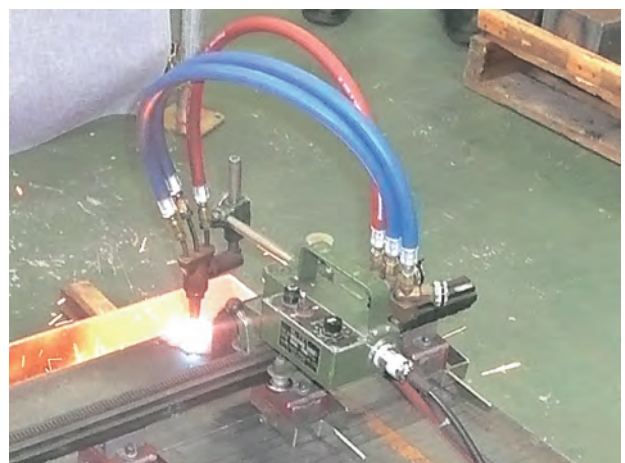


写真1 自走式ガス切断機（市販品）

3) 切断方法

熱交換器胴体長手方向の切断は、直線レールを設置して切断するものとした。熱交換器胴体長手方向の切断方法の一例を図1に示す。

熱交換器胴体円周方向の切断については、曲線レールを設置して切断するものとした。熱交換器胴体円周方向の切断方法の一例を図2に示す。

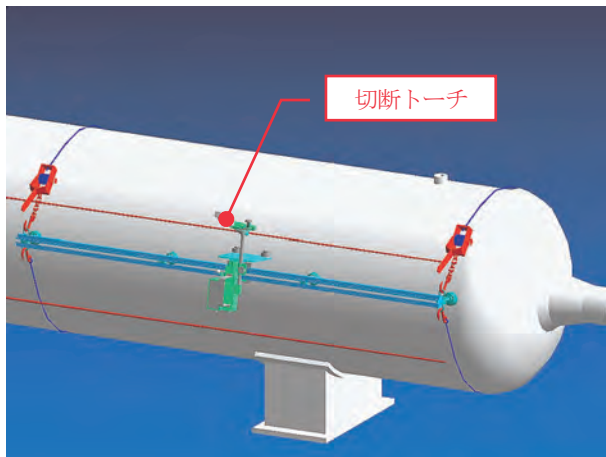


図1 熱交換器胴体長手方向の切断方法の一例

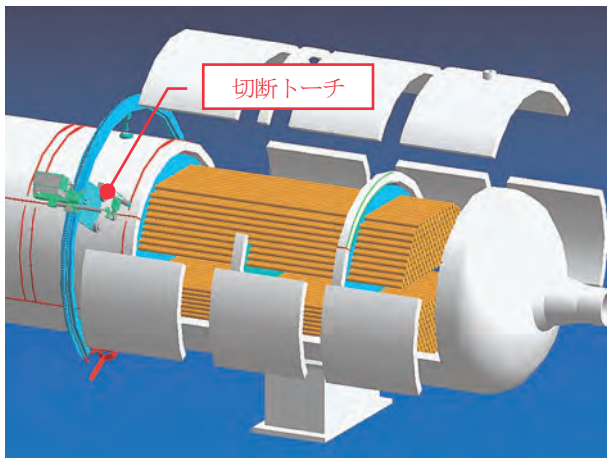


図2 熱交換器胴体円周方向の切断方法の一例

(3) 確認試験

1) 切断機の概要

- ①安定した切断状況の確保のため、トーチホルダーにリニアガイドを取り入れ、切断トーチ先端と切断面の間隔の精度を高めた。
- ②切断電流の通電による切断機の誤動作を防ぐため、トーチガイド及びアジャスターを絶縁処理した。
- ③遠隔操作を実現するため、走行台車の前進/後退/停止、走行速度、切断の開始/終了の各動作を操作ボックスから遠隔操作するものとした。
- ④径の異なる熱交換器に対応するため、長さの異なるアジャスターと直線レール及び曲線レールを用意した。

2) 確認試験結果

- ①安価で入手しやすいSUS304とSS400の板材(板厚10,20,30,40,50mm)の切断試験を行った。結果はすべての対象物の切断が可能で、切断速度は120~765mm/minであった。併せて板厚と切断速度の関係も確認した。
- ②モックアップ(SS400肉厚6mm)を用いて直線レールと曲線レールの設置固定方法を確認した。結果は市販のワイヤーとレバブロックを用いることにより、二人で2分程度の設置固定作業になることを確認した。
- ③モックアップの切断試験を行った。結果は長手方向と円周方向の切断が可能で、切断速度は765mm/minであった。モックアップの切断試験状況を写真2に示す。

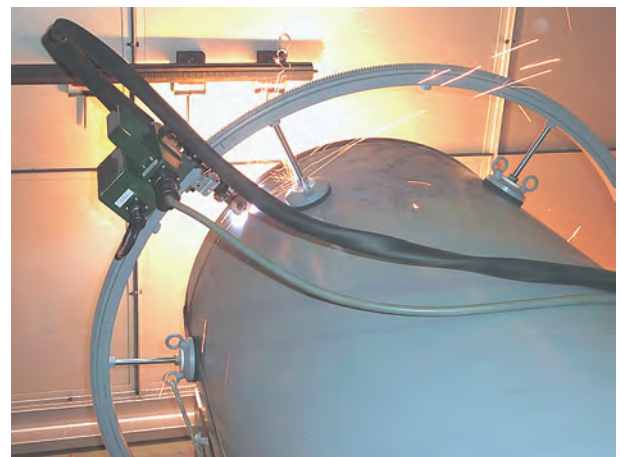


写真2 モックアップの切断試験状況

3 結語

本開発の結果、以下の成果が得られた。

- ①本切断機の現地導入後においては、高線量の熱交換器に作業者が近接する時間を大幅に短縮し、被ばく低減に寄与した。
- ②市販品と組み合わせることで、切断機の製作期間の短縮と製作コストの抑制が図れた。
- ③今後発生するタンク等の解体撤去工事にも応用が利くと思われるため、現在検討を進めている。



執筆者/技術開発部
廃止措置 Gr. 大場 誠一郎



技術開発部
廃止措置 Gr. 長谷川 暁

ブローブラスト除染工法の開発

Development of Blower Blast Decontamination Method

原子力発電所や原子力施設の廃止措置に伴い、大量の放射性金属廃棄物が発生する。その除染には廃液処理を必要としない乾式ブラスト除染工法が有効である。本開発では、ブローにより発生させた噴射エアを用いたブローブラスト方式の除染作業への適用は可能であることを確認した。

キーワード：廃止措置、ブラスト除染、ブローブラスト

Large amount of radioactive metallic waste is generated by decommissioning of nuclear power plants and nuclear facilities. A dry blast decontamination method is effective for metallic waste, because it doesn't need liquid waste treatment. In this development, the applicability of the blower blast to decontaminate was confirmed.

Key Words : Decommissioning, Blast Decontamination, Blower Blast

1 背景と目的

放射性金属廃棄物の除染においては、廃液処理を必要としない乾式ブラスト除染工法が有効である。

ブラストという工業技術は歴史のある技術であるが、放射性廃棄物の除染においては、経験や勘に頼っている部分が多く、効果的な除染にはいまだ適用されていないのが現状である。

エア源に高圧ブローを用いた新しいブローブラスト装置が工業用に開発されており、この装置を用いて除染への適用性確認試験を行った。

本報では、直圧式エアブラスト、吸引式エアブラスト以外のエアブラスト方式として、ブロー式ブラストを適用した場合の除染試験結果を報告する。

2 開発概要

(1) エアブラスト除染工法

エアブラスト除染とは圧縮空気により加速された研削材を除染対象物に衝突させ、その表面を研削することで付着した放射性汚染を除去する工法である。

(2) 従来のエアブラスト工法

直圧式は研削材タンク内を圧縮空気に加圧し、研削材と圧縮空気を一緒に噴射する方式である。研削材がなくなると、一旦、タンク内の空気圧を開放して研削材を再度充填する必要があり、連続投射ができない。

吸引式はエア噴射時にノズル手前に発生する負圧を利用して、研削材タンクより研削材を吸引し、ノズル手前で圧縮空気と研削材を混合し噴射する方式である。研削材を連続して供給できるため、連続で投射できる利点があるが、研削力は直圧式に比べ約 1/3 程度に低

下する。

(3) ブロー式エアブラスト工法

直圧式及び吸引式エアブラストは、0.45MPa 以上の圧縮空気を得るためのエアコンプレッサが必要となる。これに対しブロー式エアブラストは、高出力のブローによる送風（約 0.08MPa）で研削材を加速する。加速された研削材はノズルより噴射され、ブラスト研削が行われる。ブラスト装置内部を写真1に示す。

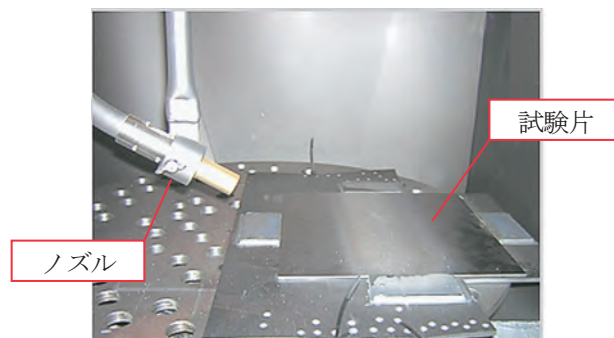


写真1 ブラスト装置内部

エアコンプレッサが不要となることで、ブロー式エアブラストは以下のメリットが得られる。

- ・エアコンプレッサの導入費用が削減される。
- ・エアコンプレッサに比べて省エネ化が図れる（ランニングコストが低減される）。
- ・エアコンプレッサが不要なため、省スペース化が図れる。

ブロー式エアブラストは、吸引式及び直圧式エアブラストに対して、研削材を加速するための空気の圧力が低いことによる研削能力の低下分を、風量を増やすことで補っている。噴射エアの特徴を図1に示す（直圧式はエアガン、ブロー式は扇風機による噴射エアをイメージしている）。

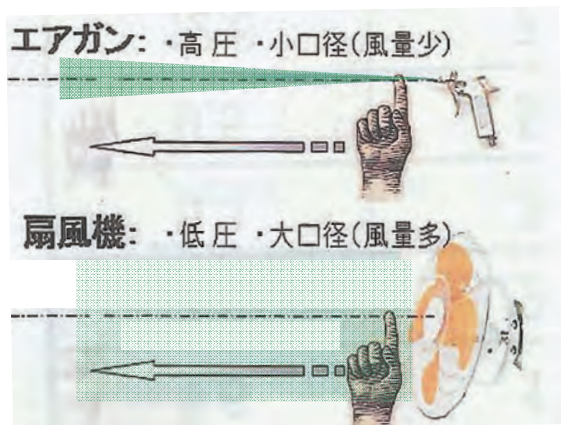


図1 直圧式、ブロー式の噴射エアの特徴

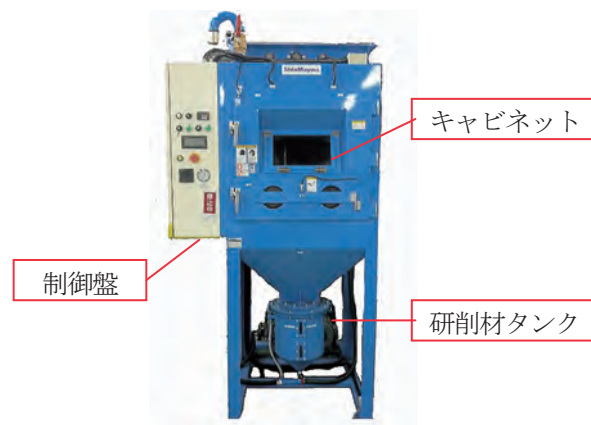


写真2 ブロー式エアブラスト装置の外観

(4) 試験方法

研削材にステンレスカットワイヤφ0.5mmを使用し、鉄材試験片（SS400 相当）に対する研削力を、直圧式とブロー式のブラスト試験装置で比較した。

ブロー式が除染実績のある直圧式に比べて十分な研削力を確認できた場合、ブラスト除染作業への適応性を有するものと評価する。

(5) 装置仕様

ブロー式エアブラスト装置の仕様を表1に、直圧式エアブラスト装置の仕様を表2に示す。また、ブロー式エアブラスト装置の外観を写真2に示す。

表1 ブロー式エアブラスト装置の仕様

項目	仕様
装置寸法	W1,250×D1,250×H2,600 mm
エア源出力	ブロー電動機出力 3.7kW
空気圧	0.08MPa
空気流量	0.9m ³ /min
ノズル径	φ8 mm

表2 直圧式エアブラスト装置の仕様

項目	仕様
装置寸法	W1,030×D1,050×H2,630 mm
エア源寸法	W2,180×D 900×H1,510 mm
エア源出力	コンプレッサ電動機出力 15kW
空気圧	0.5MPa
空気流量	1.9m ³ /min
ノズル径	φ6mm

(6) 試験結果

試験結果を表3に示す。研削力とは、鉄材試験片（SS400 相当）を1分間あたりに研削した量である。

表3 試験結果

項目	直圧式	ブロー式
研削力	1.25g/min	0.40g/min
電動機出力	15kW	3.7kW
研削力/kW	0.083g/min	0.108g/min

3 結語

ブロー式エアブラストは、使用する電動機の出力当たりの研削力が直圧式エアブラストと遜色がなく、ブラスト時間を延長し直圧式と同等の研削力を確保することでブロー式エアブラストの長所を活かすことができる。

ブローはコンプレッサに比べて構造が簡単で部品点数も少ないことから、低コスト化、省スペース化を図ることができる。

今後は、別途のエア源が不要というメリットを活かし、本装置をコンプレッサの設置できないエリア等で使用できる独立したブラスト装置として、除染作業への導入を目指す。



執筆者／技術開発部
廃止措置 Gr. 高橋 政太郎



技術開発部
廃止措置 Gr. 山本 敏雄



技術開発部
廃止措置 Gr. 野口 春奈

使用済 NIS 検出器充填 BF_3 ガスの安定処理装置の開発

Development of Stable Processing Unit for BF_3 Gas Enclosed in NIS Detector

原子力発電所の中性子束検出器（NIS 検出器）に封入されている BF_3 ガスは、空気中で腐食性の酸ミストを生成する有毒なガスである。従来用いられてきたアルカリ水溶液ではなく、より塩濃度の低い水を用いて BF_3 ガスを安全に抜き取り安定化処理し、NIS 検出器の減容作業の安全性及び作業効率を向上させるガス処理装置の開発を行った。

キーワード：NIS 検出器、 BF_3 ガス、ガス処理、安定化

BF_3 gas enclosed in the neutron detector (Neutron Instrument System detector) for nuclear power plant is poisonous gas which generates corrosive acid mist in the air. A stable processing unit for BF_3 in NIS detector was developed. Using the processing unit, BF_3 gas was extracted safely, and stabilizing treatment was carried out with not alkaline water, but water with lower salt concentration. The safety and the capacity reduction efficiency were demonstrated.

Key Words : NIS Detector, BF_3 Gas, Gas Processing, Stabilization

1 背景と目的

原子力発電所及び高エネルギー粒子線取扱施設等、中性子線の取扱施設では運転保守のため、NIS 検出器（中性子計数管）を用いて日常的に中性子束を測定している。放射線管理区域内の高中性子束場で使用された NIS 検出器は放射化されている場合が多く、使用可能期間を経過した NIS 検出器は放射性廃棄物として処理・処分される。しかし、 BF_3 ガスが充填されているいくつかの NIS 検出器の処理時には、ガスの漏洩及び放射性廃棄物容器の腐食等、安全管理及び法規等に関連し種々の問題が発生するおそれがある。従来はアルカリ水溶液を用いて BF_3 を処理してきたが、管理区域内での使用という点から、処理に用いる溶液の塩濃度は低いほうがよい。

以上の背景から NIS 検出器の処理・処分に先立ち、 BF_3 を安全に抜き取り、かつ塩濃度の低い溶液で安定化処理する NIS 検出器充填ガス処理装置を開発した。

2 開発概要

(1) 従来の処理方法

MSDS（化学物質等安全データシート）では、 BF_3 ガスを廃棄する際は炭酸ナトリウムなどのアルカリ水溶液に吹き込み、中和後、フッ化物及び炭酸塩を沈殿させるためカルシウム塩を加えることとなっている。一方、 BF_3 は化学工業界などでも使われており、余剰のガスは通常アルカリ水溶液で吸収・処理されている。また、 BF_3 は水（水中または空気中水蒸気）とも容易に反応し HF 及びフルオロヒドロキシホウ酸類を生成する。

(2) 水を用いた処理試験

試験装置の概念を図 1 に示す。 BF_3 （ただし B は天然組成）を窒素で所定条件に希釈し、混合ガスをガス吸収塔液相中にバブリングし分解させる。その後、未反応のガス（HF）を捕集容器に捕集し、未反応ガス濃度を測定する。

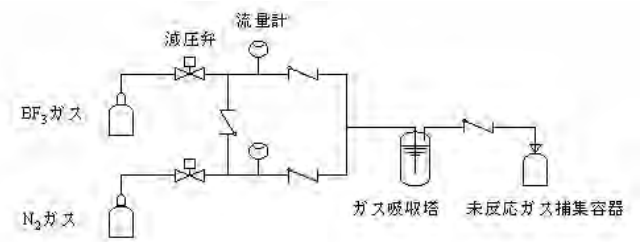


図 1 試験装置

BF_3 は水と非常に反応しやすいことから、ガス吸収塔以降のラインに BF_3 は存在しないものとする。すなわち、ガス吸収塔出口で考えられる未反応ガスは、 BF_3 が分解して生成する HF のみである。

HF の許容濃度は 3ppm であるから、未反応ガスの管理濃度を許容濃度の 1/10 である 0.3ppm 以下とした。

BF_3 ガス処理の吸収液には濃度を変化させた炭酸ナトリウム水溶液（ $\text{pH}=11.7\sim 11.9$ ）及び炭酸水素ナトリウム水溶液（ $\text{pH}=8.0\sim 8.4$ ）並びに水を用いた。ガス吸着塔で生じる気泡の直径は平均 3mm、系内温度は室温である 25°C 、未反応ガスの測定には HF 検知管法を用い、測定下限は 0.25ppm、検知限度は 0.1ppm とした。

BF_3 ガス処理試験結果を表 1 に示す。未反応ガス濃度はすべて検知管法による検知限度以下であった。

ガス吸収前後の pH 変化は、アルカリ吸収液の場合 NaF 及び H_3BO_3 の生成、水吸収液の場合 HF 及びフルオロヒドロキシホウ酸類の生成によるものと考えられる。

表1 BF₃ガス処理試験結果

吸収液	pH		未反応 ガス濃度	
	ガス吸収前	ガス吸収後		
炭酸 ナトリウム	10.6g/L (0.1mol/L)	11.78	11.36	< 0.1ppm
	53g/L (0.5mol/L)	11.87	11.65	< 0.1ppm
	106g/L (1mol/L)	11.80	11.18	< 0.1ppm
炭酸水素 ナトリウム	8.4g/L (0.1mol/L)	8.43	8.06	< 0.1ppm
	42g/L (0.5mol/L)	8.34	8.11	< 0.1ppm
	84g/L (1mol/L)	7.95	8.25	< 0.1ppm
水		5.09	2.86	< 0.1ppm

表2 実機仕様

項目	仕様
外形寸法	H1,100×D600×W1,050mm
質量	120kg
主要機器	開孔器、真空ポンプ、 ガス吸着槽 10L×2台

(3) 試験結果についての考察

表1に示したとおり、本試験条件において吸収液の種類に関わりなくBF₃ガスをほぼ100% (捕集率99.99997%以上) 吸収することができた。BF₃は水と非常に反応しやすいため、吸収塔内バブラー表面で気泡が成長する過程で、すでに反応が終了しているものと考えられる。試みに気泡直径を10mmとし、炭酸ナトリウム1mol/Lの吸収液で同様の操作をしたところ、未反応ガス濃度は100ppm (捕集率99.97%)であった。

ただし、吸収塔入口はBF₃ガス、未反応ガスはHFガスであり、両者のガスの種類が異なるため、捕集率を求めるにあたっては吸収塔入口BF₃1mol≡HF3molとみなし、吸収前後それぞれのHF(当量)濃度及びHF濃度から求めた。

BF₃ガス処理を水で行った場合、水中にHFが遊離した状態となっている。MSDSで吸収液にアルカリ水溶液を推奨している理由は、遊離HFを中和し環境中にHFを放出させないためと、HFの腐食性を抑え、取り扱いしやすいようにするためであると考えられる。しかし管理区域内で使用済吸収液を処理することを考慮した場合、その中に含まれる塩濃度はできるだけ低いほうが望ましい。吸収液に水を使用した場合に塩濃度が最も低くなることは明らかである。

(4) 実機の製作

試験結果を基に、実機の製作を行った。仕様を表2、実機フローを図2に、さらに外観を写真1に示す。

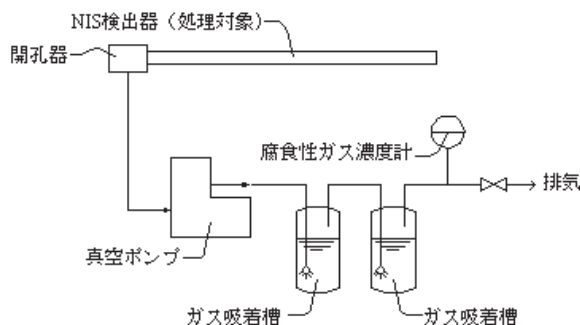


図2 実機フロー



写真1 実機外観

実機は以下の特徴を有している。

- ① 各種サイズの中性子計数管に対応可能
- ② 真空中で開孔器を用いて中性子計数管中のBF₃ガスを抜き取るため、環境中に腐食性ガスが漏洩しない。
- ③ 抜き取ったBF₃ガスは、2段のガス吸着槽中の水で安定化合物に変化するため、安全に処理可能
- ④ 装置全体を一体化してあるため、個々の作業場に持ち込み、BF₃ガスを処理することが可能

3 結語

腐食性ガスであるBF₃ガスを、従来のアルカリ水溶液より塩濃度の低い水で処理する工法を開発し、試験を行ったところ、BF₃ガスが十分に吸収できていることを確認し、より安全にBF₃ガスを安定化できるNIS検出器充填ガス処理装置を製作することができた (特許第4115708号 [平成20年4月25日])。

本処理工法は、原子力発電所における使用済炉外中性子束検出器減容工事に展開中である。



執筆者/技術開発部
材料・化学 Gr. 大橋 秀道



技術開発部 櫻井 達也

酢酸亜鉛中の微量ふっ化物イオンの定量

Analysis of F⁻ in Zinc Acetate

原子力発電所では放射能蓄積低減対策のために「減損酢酸亜鉛 (DZA)」が使用される場合があります、当社ではこの薬品中の微量不純物の含有量分析を行っている。不純物分析項目のひとつであるふっ化物イオン (F⁻) は、通常イオンクロマトグラフ法 (IC) を用いるが、分析の際 DZA 中の酢酸や亜鉛 (Zn) の妨害を受けるため、このままでは微量 F⁻ の定量ができない。この問題を解決するため、公定法に基づき分析法を検討した。その結果、水蒸気蒸留法及びアルフソン吸光光度分析法の操作の一部を変更することで、酢酸亜鉛中の微量 F⁻ 分析法を確立することができた。

キーワード：ふっ化物イオン、水蒸気蒸留、アルフソン吸光光度法

Depleted Zinc Acetate (DZA) is used in nuclear power plant. In order to determine the level of impurities in DZA, it is necessary to analyze very small amounts of many elements. Fluoride ion (F⁻) is one of the impurity elements, and in general, ion chromatography determination (IC) is often used for trace analysis of F⁻. But acetate and zinc ions hinder this analysis by IC. Therefore, the F⁻ analysis method was examined and improved based on the official method (JIS). As a result, trace amounts of F⁻ in DZA was able to be analyzed by changing the conditions of the steam distillation method and spectrophotometric determination using alfusone.

Key Words : Fluoride Ion, Steam Distillation, Spectrophotometric Determination with Alfusone

1 背景と目的

原子力発電所では一次系配管・機器への放射能蓄積低減のために減損酢酸亜鉛 (DZA) が使用される場合があります、当社では品質分析として DZA 中の微量不純物分析法を確立してきた¹⁾。

不純物項目のひとつ、F⁻の微量分析法では、電気伝導度検出器を用いた IC での定量が一般的である。しかし酢酸亜鉛 (ZA) 中の微量 F⁻を測定する場合、ZA 溶液をそのまま IC 測定すると F⁻の保持時間近くに酢酸イオンが検出され大きな妨害成分となり、F⁻の定量ができない。さらに金属イオン (Zn²⁺) も試料溶液の電気伝導度を高くし妨害になる。よって、ZA 中の微量 F⁻分析のためには、妨害成分からの分離と感度のよい測定方法の確立が必要である。本報は ZA (DZA) 中の微量 F⁻分析法の検討を行ったものである。

2 分析方法の検討と結果

(1) 妨害成分からの F⁻の分離方法検討：水蒸気蒸留法

1) 二酸化けい素の影響

公定法²⁾では、試料に妨害成分が含まれる場合、水蒸気蒸留操作を行い妨害成分から F⁻を蒸留分離し、その留出液の F⁻を定量するとされている。そこで、公定法の水蒸気蒸留条件 (表 1 No.1) に従い、F⁻を一定量添加した水溶液の水蒸気蒸留を行ったところ、留出液中の F⁻回収率は 72%程度と低かった (図 1 No.1)。蒸留操作中、蒸留フラスコに添加している二酸化けい素

(SiO₂) が多量に付着していたのを確認したが、この付着物に F⁻が捕捉され回収率が低くなった可能性がある。よって、SiO₂の量を変更した条件 (表 1 No.2,3) での蒸留を行った。結果を図 1 に示す。SiO₂を減じた条件のほうが回収率は良好であった。また、F⁻留出率が 100%に到達する時間も短縮できた。

表 1 水蒸気蒸留条件

条件	No.1	No.2	No.3
	JIS 法準拠	SiO ₂ 0.1g	SiO ₂ 無添加
SiO ₂ 添加量 [g]	1.0	0.1	無添加
蒸留温度 [°C]	140±5	同左	
蒸留液量 [ml]	200	同左	

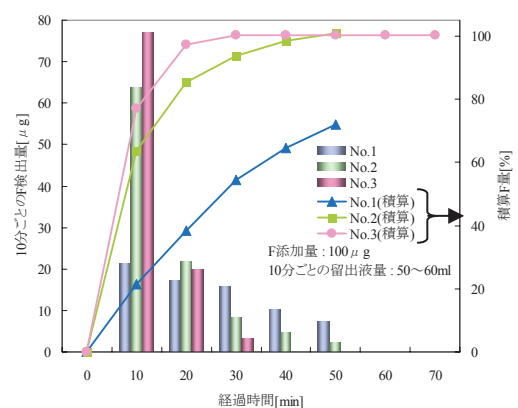


図 1 SiO₂ 添加量と F⁻ 留出率の関係

2) 蒸留温度と時間

JIS 法では、蒸留フラスコ内の液温を 140±5°C と規定している (表 1) が、蒸留操作時に温度制御の誤差は避けられない。そのため蒸留温度を変化させ検討を

行った。結果を図2に示す。30分間の蒸留ではいずれの温度でも積算F留出量に差は見られなかった。また、F留出率が100%に達する時間は30分で、これは留出量として約150mlであり、規定の200mlより少ない量(蒸留時間)で操作が済むことを表している。

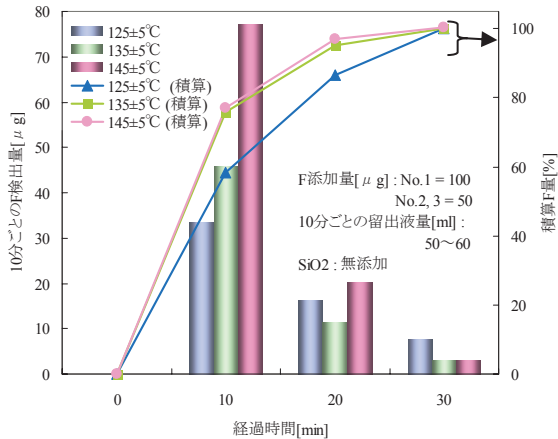


図2 水蒸気蒸留温度とF留出率の関係

(2) Fの測定方法検討：アルフツソン吸光光度法

1) イオンクロマトグラフ法 (IC) の問題点

水蒸気蒸留後の留出液をIC測定すると、Fの定量に影響しない程度のSO₄²⁻、HPO₄³⁻を検出した(いずれも蒸留操作時の添加物)。しかし、このほかにFの近辺に大きなピークが出現し定量に影響を及ぼすことがあった(図3右)。

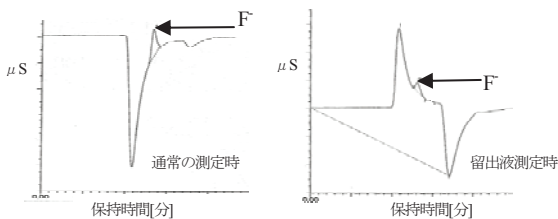


図3 IC測定時のクロマトグラム

これは留出液の中和に用いるNa⁺や水蒸気蒸留で留出した酢酸の影響と考えられる。これらの理由からIC以外の測定系を考える必要があった。

2) アルフツソン吸光光度法の改善：発色剤の量

IC以外の測定法としてアルフツソン吸光光度法がある。これは留出液を分取し、Fを発色剤(アルフツソン溶液)で発色させ、分光光度計(波長620nm、10mmセル)にて吸光度を測定し濃度を求める方法である。しかしこの発色法は、今回の目的の分析濃度(1μg/gレベル)としては感度不足である。

吸光度測定では吸収セルを10mmから50mmに厚くすれば感度は5倍になる。しかし、公定法の発色操作はかなり濃く呈色するため、50mmセルでは色が濃すぎて正確な吸光度が測定できない。一方、発色剤とFの反応を調査したところ³⁾、微量のFに対して発色剤が化学量論的に過剰であると判明した。そこで発色剤

量を1/10に減じ発色操作を行い50mmセルでFを測定すると、検量線は良好であった。

また、公定法では、吸収セルの対照液にアセトンを含むブランク溶液を指定しているが、測定中に、徐々にアセトンが揮発しブランクの吸光度が変化してしまった。そこで水を対照液とし改めて試料を測定したところ、変化なく測定できた。

3) アルフツソン吸光光度法の改善：酢酸の影響

発色剤中に含まれるアリザリンコンプレキソンは、Fとキレート複合錯体を形成する際に、pHや酢酸に敏感に反応する⁴⁾。留出液には酢酸がわずかに存在することがあるため、その影響について検討した。図4のaは、酢酸添加量を増やすとFの吸光度が減少する。よって検量線の発色操作時にはpHや酢酸の添加量を合わせる必要がある。

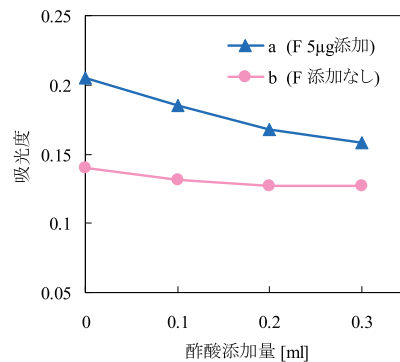


図4 酢酸共存量と吸光度の関係

3 結語

減損酢酸亜鉛中の微量F分析法を検討した結果、公定法の分析操作を次のように改善・変更すると、微量Fの定量を行えることが分かった。

- ① 水蒸気蒸留操作では、SiO₂を添加しない。
- ② 水蒸気蒸留温度は135±10°Cにする。
- ③ 発色操作時は、発色剤量を1/10にする。
- ④ 検量線作成時は溶液の酢酸量やpHを合わせる。

参考文献

- 1) 飯塚ほか, 減損亜鉛化合物中の微量塩素・臭素・よう素の定量, アトックス技報 2009, pp.21-22, 2010.1.
- 2) JIS K 0102, 財団法人日本規格協会, pp104-111, 2008.
- 3) 無機応用比色分析 2, 共立出版株式会社, pp280, 1974.
- 4) R. Greenhalgh. And J. P. Reley, Anal. Chim. Acta., 25. 179, 1964.



執筆者/技術開発部
材料・化学 Gr. 飯塚 幸子



技術開発センター
小林 義男

【会社組織を改定：福島復興本部を新設、技術開発センターを改組】

2011年3月11日に発生した東日本大震災を受けて、お客様のニーズへの迅速な対応、業務体制の強化を目的として、4月11日付けで福島復興本部を新設し、福島の復旧・復興関連業務に全社大で取り組んでいます。

技術開発センターにおいては、これまでの施設の利用実績、開発製品の完成度の向上や基盤技術力の整備・充実等により、お客様の当社への技術的信頼度が一段と向上してきました。プラントサービス力やエンジニアリング設計力の向上及び物品販売事業の長期的な見通しを考慮して、5月1日に技術開発センター組織を改組・強化し、技術開発部、エンジニアリングサービス部と計画管理課の2部1課制としました。今回の改組により、

① 長期計画に基づく開発研究の実施により、開発の効率化、達成度の向上

② 外部へのサービス内容と組織を明確にし、アトックス技術力のアピールとおお客様の利便性の更なる向上をめざしています。

さらに11月1日には、汚染地域の環境修復とその先にある廃炉の営業統括機関として、廃止措置関連事業部を統合する形で事業開発部を設置しました。

【福島復興への技術開発センターの取り組み】

☆ 福島原発復旧支援活動

アトックスは、福島第一・第二原子力発電所の復旧作業に対して、大震災直後から全社一丸となって積極的に支援活動を行っています。技術開発センターでは、関係部署と協同して、現場応援要員の派遣、必要な機器・資材の設計・製作、現地設置作業の支援、各種の技術的検討などを実施しています。

現在、当センターは、従来の技術サービスをお客様に継続して提供しつつ、所員一丸となって福島復興支援の技術開発や作業支援に最優先で取り組んでいます。作業の効率化や作業環境の改善をめざした建屋除染装置、クールザックの開発など、様々な技術開発を進めています。

☆ ガラスカレットの放射線遮へい効果を確認

2011年7月に独立行政法人 物質・材料研究機構に協力し、使用済みテレビのブラウン管から得られるガラスカレット（ガラス破砕くず）を対象に、当センターでガンマ線照射試験を実施しました。これらの結果、ガラスカレットが放射線の遮へいに有効であること、遮へい材としてのリサイクルの可能性を確認しました。

☆ モニタリング関係業務

大震災以降、技術開発センターへは自治体、学校、企業から、放射線・放射能の測定依頼が多数寄せられています。水、土壌、コンクリートなど環境試料の放射能分析を、当センター保有の分析・測定装置により数多く行っています。また、現場に出向いての環境放射線測定、放射能汚染物質の測定も多数実施しています。このため、当センター全員が測定に対応できるよう放射線測定器取扱研修を行いました。また、お客様のご要望に応じて、当センターにおいて同様の研修も実施してきました。

2011年8月より、千葉県柏市が柏市産の農産物の放射性物質簡易検査を当センターで実施しており、当社は柏市よりの依頼で測定への技術協力を行っています。8月11日には、この状況を消費者庁の福嶋長官が柏市の秋山市長の案内でご視察されました。簡易検査は現在も継続して行われ、その結果は柏市のホームページ上に毎日公開されています。

消費者庁、柏市の皆様とアトックス出席者
（前列中央が福嶋長官、右が秋山市長
その両隣に鈴木会長、矢口社長）



放射線測定器取扱研修



【環境修復への取り組み】

当社東海営業所は、福島県の計画的避難区域と特定避難勧奨地点内の学校、民家、果樹園を対象に、他機関と協同で環境修復のための除染試験を行い、今後の効率的な汚染除去の可能性を確認しました。さらに、自治体から委託を受けて除染工事を行いました。

技術開発センターは、効率的に表層土壌を剥離・回収できる機器の開発などの技術支援を行っています。

福島県伊達市は、市民、地域などによる除染活動を円滑に推進するため、2011年10月11日に「伊達市除染支援センター」を開所しました。当社は、同センター業務のうち技術指導等の支援業務を伊達市から委託いただき、東海営業所員2名がセンターに常駐するとともに、同日付で伊達営業所を開設し業務を開始しました。

さらに当社は、(独)日本原子力研究開発機構が公募した「警戒区域、計画的避難区域等における除染モデル実証事業」に関して、福島県の指定3市町村グループにおける実証事業に共同企業体の一員として、あるいは協力企業として参画していくことになりました。当社は、放射線管理業務を中心に除染モデル実証に関与しています。



伊達市除染支援センターの開所式
(右から2番目が仁志田伊達市長、左端が当社藤川常務取締役)

【東北大学「カムランド禅」にキセノン取扱設備を納入】

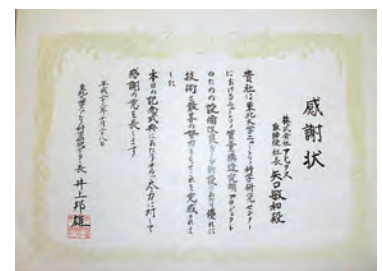
技術開発センターの原子炉ウェル模擬施設(5m×5mの扇形形状、深さ8mの大型水槽)を使用して、東北大学ニュートリノ科学研究センターが2010年12月～2011年1月に2回目のミニバルーン試験を行い、バルーン実装に活用できる様々な成果を取得しました。

当社は、東北大学より“カムランド実験用キセノン136取扱設備”の設計・製作・設置工事を依頼され、技術開発センターで設備の設計に必要なキセノンガスの冷却凝縮特性などを把握する室内試験を行いました。取扱設備の設計・製作・設置工事は東京営業所が行い、実験に使用するキセノン136も合わせて供給させていただきました。

東北大学は、神岡鉱山の地下実験室で2011年9月に実験を開始し、順調に良好なデータ収集を続けているとのこと。10月28日には「カムランド禅」実験装置完成記念式典が行われました。式典のなかで当社は、東北大学よりこれまでの様々な研究協力に対して感謝状を贈呈されました。



地下実験室のキセノン取扱設備



東北大学より当社への感謝状

【「原子力デコミッションング研究会」が施設見学会を開催】

2011年2月18日に、「原子力デコミッションング研究会」(会長：石川迪夫 日本原子力技術協会最高顧問)がアトックス技術開発センターを来訪され、研究会活動の一環として施設見学会を開催しました。この研究会は、廃止措置に関する活動を進める民間の自主研究機関で、当社もその一員として活動を行っています。

見学会では、石川会長はじめ23名の方々に、当社及び技術開発センターの業務概要、廃止措置事業への取り組み状況を紹介しました。引き続き、各種の除染装置・切断機器、原子炉ウェル模擬施設、ガンマ線照射施設などを見学いただき、その後、熱心な討議や情報交換が行われました。



研究会・石川会長の開会挨拶

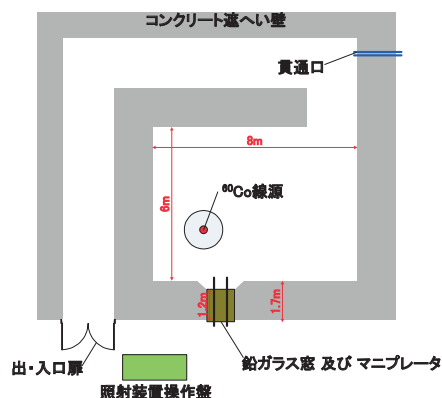
【ガンマ線照射施設を利用した照射サービス】

技術開発センターは、⁶⁰Co 密封線源によるガンマ線照射施設を保有しています。本施設は、国内有数の放射線強度を備えていることから大線量照射に適しており、さらに照射スペースが広いいため、大型の対象物を多数同時に照射することが可能です。また、各種の付帯設備・機器を備えており、ニーズに合わせた照射サービスを提供することができます。

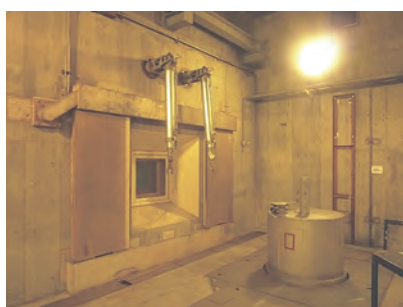
☆ 施設概要

照射施設の主な仕様は、以下のとおりです。

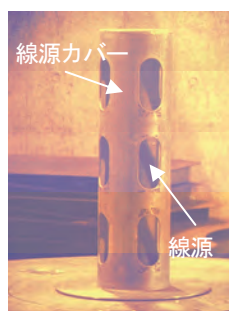
- ・許可使用量 : 1.137PBq
- ・線 源 : ⁶⁰Co (密封線源)
- ・数 量 : 約 0.7PBq (2011 年 6 月現在)
- ・線 量 率 : 10~10⁴Gy/h
- ・照射室寸法 : 幅 6m×長さ 8m×高さ 5m
- ・温度条件 : 室温~130℃(実績)



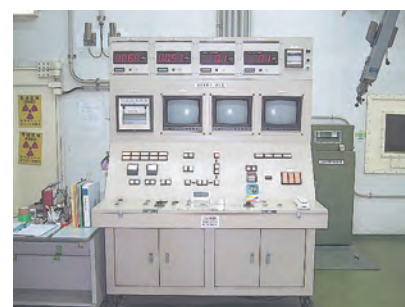
照射施設の概要



照射室内部



⁶⁰Co 密封線源



照射装置操作盤

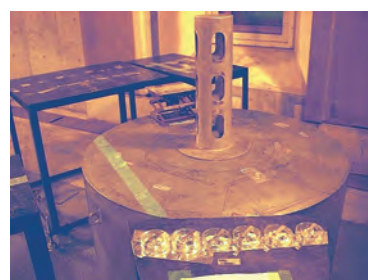
当施設には、付帯設備としてクレーン、100/200V 電源、鉛遮へい壁、貫通孔、及び恒温槽、熱電対温度計、データロガーの機器を備え、ニーズに合わせた照射環境を提供できます。

そのほか、電離箱式測定器、アラニン線量計の 2 種類の測定器があり、用途に合わせて低~高線量域までの線量測定が可能です。

また照射室には貫通孔があり、簡単に遮へい壁を貫通して配線ができます。このため、照射試験中に各種計測器を用いたモニタリングが可能です。

☆ 照射実績

- ・ケーブル、絶縁体、高分子材料の劣化試験
- ・マニプレータによる機器操作確認試験
- ・電子機器、通信機器の耐放射線試験
- ・放射線下での金属腐食試験
- ・各種材料の遮蔽性能確認試験 など



ベアリングの耐放射線試験

☆ 施設利用実績

平成 19 年 11 月に照射施設の利用を開始して以来、電力・研究機関・大学等からの委託による照射試験などを多数実施してきました。近年は照射施設利用のニーズが高くなってきており、平成 22 年度は、企業や団体からの照射依頼のほか社内照射試験を含めて、延べ 10,000 時間を超える利用がありました。

【照射材料の化学分析技術】

ガンマ線照射施設にて照射を行った溶液試料に含まれる化学成分の変化などを知りたい場合、化学分析が必要です。技術開発センターには照射施設と化学実験設備が同じ敷地内にあるため、照射直後の試料の化学分析が可能です。試料は必要に応じて化学実験室で前処理を行ったり、分析装置を用いたりして、化学分析を行います。なお照射試験では、照射線量の条件以外に、恒温槽などの温度調節器具を用いて試料温度を制御した加温試験も実施しています。この際、照射試験を行う容器中の照射線量測定もできます。

また、溶液のほか固体試料（金属、鉱物試料）の表面物性変化の分析装置なども保有しており、分析が可能です。以下は、照射を行っていない試料のこれまでの主な分析実績の一例です。

- ①固体試料
 - 表面観察・元素マッピング（元素：Be～U） [SEM]
 - 金属配管の腐食部位成分・腐食部位深さ方向分析 [XPS]
- ②溶液試料
 - 含有元素の価数分析・局所構造分析 [XAFS]
 - 微量成分濃度分析 [ICP 及び ICP-MS]
 - 含有元素の同位体比分析 [ICP-MS]



走査電子顕微鏡 (SEM)



光電子分光分析装置 (XPS)



X線吸収微細構造測定装置 (XAFS)

【活性炭フィルタ性能評価技術】

原子力発電所では、燃料棒破損などの際に発生する放射性ヨウ素が外部に放出することを防ぐために、気体処理系に活性炭フィルタが使用されています。このフィルタは定期的に性能を確認する必要があります。

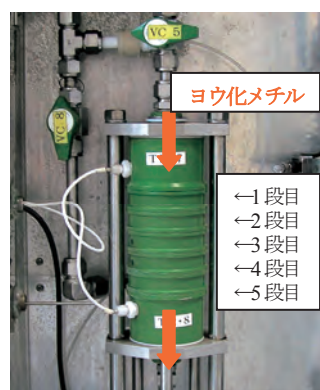
当社では、フィルタ性能を把握する“活性炭フィルタ性能検査装置”を導入しています。検査装置は、水蒸気発生器、恒温水槽、試験恒温槽、冷却装置で構成されており、有機ヨウ素調製装置やGe半導体検出器などを使用して試験を行います。

試験用活性炭は、カートリッジ 5 段に充填し、放射性ヨウ化メチルを一定の条件下で通気させて、各カートリッジに吸着した放射能より活性炭の性能を評価します。本装置は、試験恒温槽の温度を 10～75℃、相対湿度を 50～95%の範囲で任意に設定することができ、様々な条件下での試験が可能になっています。

これまでに、本装置を利用した活性炭フィルタ性能評価試験を多数実施してきました。



活性炭フィルタ性能検査装置



試験恒温槽内のカートリッジ

◆ 登録特許一覧

平成 23 年 10 月末 現在

特許番号	登録日	発明の名称	当社発明者	共同権者
2997242	H11.10.29	高周波融着によるシール性を有する放射線作業用シート	伊東 一昭 相馬 光枝	(独) 日本原子力研究開発機構
3452138	H15. 7.18	配管内足場設置方法及び配管内足場	—	—
3491207	H15.11.14	水中における海生物除去装置	上田 諭、高橋 剛史 忠海 俊也	東電工業(株)
3726922	H17.10. 7	原子力発電所で使用する防護マスクの除染・洗浄装置	工藤 一博、秦 和則 石川 俊行、海野 英雄	四国電力(株)
3737380	H17.11. 4	原子力施設等で用いる床面除染装置	中西 友和 佐々木 由美子	日本原子力発電(株) 原電事業(株)、アマノ(株)
3740615	H17.11.18	無人潜水機を用いて行う水中清掃用器具及び該器具を使用して行う水中構造物の清掃方法	鈴木 貞一郎、上田 諭 高橋 剛史、菅原 晴夫 五井 直人	—
3748293	H17.12. 9	原子炉ウエルのバルクヘッド部に取付ける異物混入防止装置	本間 征八郎、安田 正男 鈴木 貞一郎	—
3782684	H18. 3.17	靴	中西 友和、河村 真吾	九州電力(株) (株)ムーンスター
3788827	H18. 4. 7	原子炉ウエル内のバルクヘッド設置台のカバー	柿崎 傳、高橋 幸 鈴木 貞一郎	—
3824371	H18. 7. 7	原子炉設備に於ける壁面除染機	堀江 直之、鈴木 貞一郎	—
3836932	H18. 8. 4	自動除染装置における補助壁面吸着装置	堀江 直之、鈴木 貞一郎	—
3863627	H18.10. 6	簡易遮蔽鉛材の小型再溶解装置	青木 義明、上野 正治 鶴田 純規、中家 真一 鈴木 貞一郎	—
3936801	H19. 3.30	壁面用粘着テープ貼り機	小松 一、吉村 英夫 岡 由真、大良 秀樹 鈴木 貞一郎	—
3986918	H19. 7.20	循環水配管における垂直管部作業用足場	高橋 剛史、柿崎 傳 菅野 隆行	—
4035083	H19.11. 2	小口径配管の半割切断機	高橋 幸、飛田 哲史	—
4115708	H20. 4.25	BF ₃ 計数管内にある BF ₃ ガスの安定化処理方法及びこの方法を実施する装置	櫻井 達也	—
4219026	H20.11.21	水圧差を利用した異物回収装置	山王 敏雅、伊東 一昭 忠海 俊也	中部電力(株)
4223371	H20.11.28	小口径配管の連続除染装置	吉村 英夫、高橋 幸	—
4227713	H20.12. 5	大径の円筒部材の切断方法及び装置	堀江 直之	—
4256538	H21. 2. 6	フードマスク洗浄装置	工藤 一博、榎井 茂 渡辺 一也	—
4256548	H21. 2. 6	フードマスク用送気管の養生方法及びこの方法を実施する養生器	松本 秀生、高木 宏明	—
4260268	H21. 2.20	ゴム靴の除染方法	工藤 一博、石川 俊行	四国電力(株)
4261905	H21. 2.20	圧力抑制プールにおけるストレーナ、水没弁の点検方法及びその方法に使用する隔離シート、ストレーナ閉止カバー	忠海 俊也、武田 直樹 渡部 光一、下宮 克徳	—
4303098	H21. 5. 1	ジェット洗浄及び洗浄水回収装置	吉村 英夫	—
4460267	H22. 2.19	ダクトの清掃除染装置	吉村 英夫、上野 和輝 堀井 顕良、田中 寛之	—
4473767	H22. 3.12	スプレー式電解研磨除染装置	高橋 幸、馬場 賢哉	—
4509732	H22. 5.14	小口径配管の半割方法及び装置	高橋 幸、斉藤 浩 福田 寛	—
4514688	H22. 5.21	水中塗膜補修装置	忠海 俊也、武田 直樹	東京電力(株)
4520786	H22. 5.28	原子炉格納容器内における圧力抑制室のベント管開口部の養生装置	堀江 直之、渡部 光一 新川 浩幸	—
4560393	H22. 7.30	ポケット型外部被ばく計測器を使用した被ばく線量超過警報装置	山王 敏雅、吉村 英夫	—
4604175	H22.10.15	可視光応答型光触媒の製造方法	勝田 博司、伊東 一昭 海野 英雄、相馬 光枝	(独) 日本原子力研究開発機構
4627597	H22.11.19	循環水エルボ配管部に設置する作業足場	柿崎 傳、高橋 剛史	—
4639355	H22.12.20	可視光応答型光触媒の製造方法	勝田 博司、伊東 一昭 海野 英雄、相馬 光枝	(独) 日本原子力研究開発機構
4806782	H23. 8.26	円筒形ストレーナの清掃装置及びこの装置によるストレーナの清掃方法	菅野 隆行、伊藤 俊介 松隈 勇、鈴木 康之	—

◆ 特許の紹介

特許番号：特許第 4509732 号

発明の名称：小口径配管の半割方法及び装置

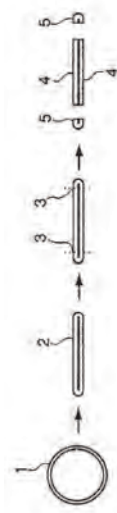
原子力発電所で使用された熱交換用細管等の小口径配管は、管の内径が小さいため、サーベイメータ等そのまま管内の汚染を測定することが困難である。本発明は、配管径が 34～10mm 程度の小口径配管の内面をサーベイメータ等の放射線測定器で検認しやすくするための小口径配管の半割方法とそれを実施する装置に関するものである。

【課題】

一連の工程で小口径配管のプレス加工と長手方向両側端の剪断加工の両方を行うことで、小口径配管を 2 枚の板状体に半割することができ、配管に付着した汚染の除去とサーベイのため新たに配管を板状加工する必要がないこと、及び、小口径配管をプレスで板状体にすることで、これまで半割できなかった曲がり管やU字管の半割も可能とする方法と装置を提供する。

【解決手段】

原子力発電所で使用された小口径配管の半割方法は、小口径配管をプレス機で偏平管とするプレス工程と、該偏平管の長手方向両側部をシャーリング機で切断して2枚の板状体と側部切断片とに分離する切断工程とからなる。また、本発明の方法を実施する装置は、小口径配管1を上部金型と下部金型との間でプレスして偏平管2とするプレス機と、該偏平管の長手方向両側部をシャー上部金型とシャー下部金型とで剪断3するシャーリング機とからなり、小口径配管は図の4、5の4切片に切断される。



特許番号：特許第 4806782 号

発明の名称：円筒形ストレーナの清掃装置及びこの装置によるストレーナの清掃方法

原子力発電所のサブプレッション・チャンバ内またはサブプレッション・プール内にあるストレーナ、特にカセット型ストレーナを洗浄するための清掃装置とこの清掃装置を使用して行う洗浄方法に関するものである。

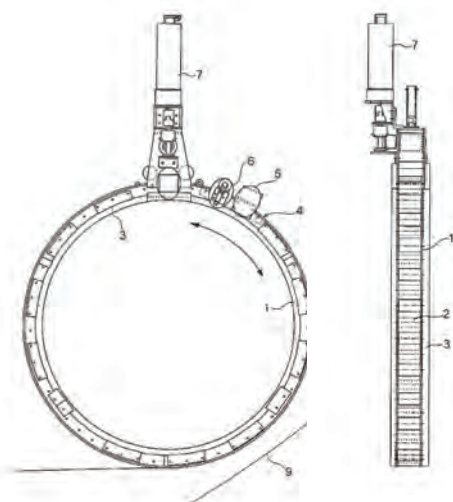
【課題】

ストレーナ、特にカセット型ストレーナは、これまで作業者が潜水して清掃、点検する以外は有効なメンテナンス方法はなく、高コスト・長期間を要した。本発明は、清掃作業のために作業者がプール内に潜水せず、大気中で作業を可能とすることでコスト面の問題を解決し、さらに放射能汚染の問題もなくして管理面の負担の大幅な削減を図るものである。

【解決手段】

ストレーナの清掃装置であって、ストレーナの外周にストレーナの端部から挿入可能なリングフレーム1と、リングフレーム1の外周に装着されたタイミングベルト2と、タイミングベルト2の上を走行する可動台4と、可動台に搭載された確認用の水中カメラ5及び高圧水洗浄器6と、リングフレーム1に取付けられ、可動台4を駆動するための水中モータ7とからなっている。また、リングフレーム1上に取付けたタイミングベルト2の間に可動台4を案内するガイド3が設けられて、可動台4がリングフレーム1上をスムーズに移動できる構成となっている。

そして、リングフレーム1上の可動台4を円周方向の移動と軸方向の移動を繰り返すことで、カセット型ストレーナの全面を清掃し、かつ角錐形カセットの先端部まで清掃と点検を可能にした。



※ 当社保有特許に関するお問い合わせ等は、技術開発センターまでお願いします。

アトックスの概要

商 号	株式会社アトックス	
所 在 地	〒104-0041 東京都中央区新富二丁目3番4号	
資 本 金	1億5000万円	
設立年月日	1980（昭和55）年9月1日	
役 員	取締役会長	鈴木 貞一郎
	取締役社長	矢口 敏和
	専務取締役	岸本 邦和
	常務取締役	佐藤 明雄
	常務取締役	藤川 正剛
	取 締 役	上田 諭
	取 締 役	瀧谷 静雄
	取 締 役	祝 輝行
	取 締 役	酒井 敏光
	取 締 役	伊東 一昭
	監 査 役	石田 藤照
従業員数	1,698名（2011（平成23）年10月末現在）	
沿 革	1953（昭和28）年10月	株式会社ビル清掃設立
	1964（昭和39）年9月	株式会社ビル代行に商号変更
	1967（昭和42）年4月	本社に原子力部を設置
	1980（昭和55）年9月	株式会社ビル代行原子力部門を分離し、株式会社原子力代行を設立
	1988（昭和63）年8月	千葉県柏市に技術開発センターを開設
	1993（平成5）年6月	株式会社アトックスに商号変更
	2008（平成20）年8月	技術開発センターを拡充し現在地に移転
関連会社	株式会社ビル代行	
	日本ビルサービス株式会社	
	株式会社エフ・ティ販売	
	株式会社青森クリエイト	
	株式会社福島クリエイト	
	株式会社西日本クリエイト	
	おおくまホテル株式会社（現在 休業中）	

複写をご希望の方へ

当社は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けてください。ただし、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあつては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先： 一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F
FAX : 03-3475-5619 E-Mail : info@jaacc.jp

「アトックス技報」は、国立国会図書館法（昭和 23 年法律第 5 号）により、国立国会図書館に創刊号（No.1 2009、平成 22 年 1 月発行）より納本しています。

同館ホームページ上の『日本全国書誌』や『NDL-OPAC（国立国会図書館蔵書検索・申込システム）』にその書誌データが掲載されており、NDL-OPAC トップページ的一般資料から和雑誌新聞の検索を行い申込むことにより、「アトックス技報」を創刊号より利用することができます。

アトックス技報 No.3 2011

平成 23 年 12 月 1 日発行

編集・発行

株式会社アトックス
技術開発センター

〒277-0861 千葉県柏市高田 1201 番地
TEL 04-7145-3330(代表)
FAX 04-7145-3649

ATOX TECHNICAL REPORT

No.3 December 2011

Published and Edited by

Engineering Research & Development
Center
ATOX CO.,LTD.

1201, Takata, Kashiwa-shi, Chiba 277-0861
TEL 04-7145-3330
FAX 04-7145-3649

URL <http://www.atox.co.jp>

アトックス技報に関するご意見・ご要望等ございましたら、技術開発センターまでご連絡ください。

株式会社アトックス
技術開発センター