

FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP

195

JANUARY
2019



エネルギー・環境事業で、
持続可能な社会の実現に貢献します。

FAPIG

THE FIRST ATOMIC POWER INDUSTRY GROUP

2019 - 1 / 平成 30 年度 第 1 号

No. **195**

目 次

■ 紹 介

原子力発電プラントにおける復水脱塩技術の改善：その3 －イオン交換樹脂によるクラッド除去性能の向上－	(3)
出水丈志	
放射能土壌分別装置	(8)
中島定雄 / 池田泰啓 / 土田 充 / 馬場直紀	
3D 計測を用いた設計・製作	(13)
武仲五月 / 佐藤康士 / 米本臣吾	

■ グループ情報

フランス人の歴史認識について	(17)
石黒修司	
FAPIG の機構	(22)

表紙デザイン：島村 俊行

原子力発電プラントにおける復水脱塩技術の改善：その3 —イオン交換樹脂によるクラッド除去性能の向上—

Improvement of the Performances of Condensate Demineralizers in Nuclear Power Plants (3) Improvement of Crud Removal Performance by Ion Exchange Resins

出水 丈志*
Takeshi Izumi

〔概要〕

原子力発電プラントにおいては、原子炉や蒸気発生器などのプラント構成材料の健全性維持やプラント作業員の被曝低減の観点から、系統水を高純度に維持することが求められている。そのためには系統水の浄化設備である復水脱塩装置およびそこで使用されているイオン交換樹脂の役割が非常に重要となっている。更に、1970年代の運転開始当時に比べ、より高純度な水質を維持することが求められている。

ここでは、原子力発電プラントの主たる浄化設備の一つである復水脱塩装置およびそこで使用されているイオン交換樹脂に関する機能の概要と性能改善を中心に、四回に渡り紹介する。今回は第三回として、イオン交換樹脂によるクラッド除去性能について述べる。

CONTENTS

■ Introduction

Improvement of the Performances of Condensate

Demineralizers in Nuclear Power Plants (3)

Improvement of Crud Removal Performance by Ion Exchange Resins…………… (3)

T. Izumi

The Radioactive Soil Sorting Equipment …………… (8)

S. Nakashima / Y. Ikeda / M. Tsuchida / N. Baba

Design and Manufacturing with 3-dimension Measurement Tool…………… (13)

S. Takenaka / K. Sato / S. Yonemoto

■ FAPIG Activity

French Perspectives on the History …………… (17)

S. Ishiguro

Cover Design : Toshiyuki Shimamura

1. はじめに

原子力発電プラントにおいては、原子炉や蒸気発生器などのプラント構成材料の健全性維持やプラント作業員の被曝低減の観点から、系統水を高純度に維持することが求められている。そのためには系統水の浄化設備である復水脱塩装置およびそこで使用されているイオン交換樹脂の役割が非常に重要となっている。更に、1970年代の運転開始当時に比べ、より高純度な水質を維持することが求められている。

ここでは、原子力発電プラントの主たる浄化設備の一つである復水脱塩装置およびそこで使用されているイオン交換樹脂に関する機能の概要と性能改善を中心に、四回に渡り紹介する。今回は第三報として、イオン交換樹脂によるクラッド除去性能について述べる。

2. イオン交換樹脂によるクラッド除去メカニズムの検討

第一報にて述べたように、70年代に建設されたBWRプラント（東電：福島第一原子力発電所1～6号機、原電：敦賀第一発電所と東海第二発電所、など）では復水ろ過装置が設置されていなかったため、復水中に存在するクラッドを復水脱塩装置で使用しているイオン交換樹脂にて除去し、原子炉内に持ち込まれるクラッド量を極力低減する必要があった。

しかし、当時採用していたイオン交換樹脂によるクラッドの除去率は通常50～70%程度しかなく、給水鉄濃度低減、ひいては被曝低減の観点から十分ではなかった。そこで、イオン交換樹脂によるクラッド除去特性について、1986年から1988年にかけて検討を行い、以下に示す知見を得た。¹⁾

イオン交換樹脂によるクラッドの除去メカニズムは、いわゆる粒子間での捕捉によるろ過作用と、樹

* (株)荏原製作所 風水力機械カンパニー システム事業部 エンジニアリング部 原子力水処理技術課

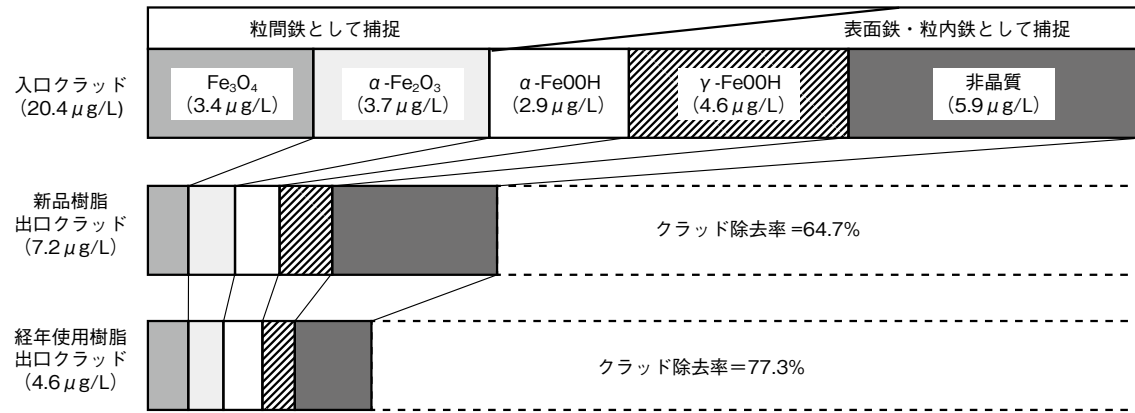


図1 復水脱塩装置入口・出口のクラッド形態別比率測定結果

脂粒表面での吸着作用の2種類のメカニズムが考えられる。ろ過作用によるクラッドの除去は、クラッドに比べ非常に大きな径を有する樹脂粒の接触点において小さな粒径のクラッドが捕捉されるものである。また樹脂粒表面での吸着は鉄酸化物のゼータ電位が中性領域では電的に正に帯電していることにより、負に帯電しているカチオン樹脂表面に電気的に吸着し、その後粒内に拡散するものである。

このメカニズムを考えると、通水により捕捉されたクラッドはその捕捉状態により便宜上次の3種類に分類される。

- ① 粒間鉄：逆洗により容易に除去
- ② 表面鉄：超音波洗浄により剥離
- ③ 粒内鉄：熱塩酸処理により溶出

これらの内、粒間鉄は樹脂粒接触点でのろ過作用により捕捉されるもので、表面鉄および粒内鉄は電気化学的作用によりカチオン樹脂のみで捕捉される。

また、BWRプラントの復水中には一般に次の5種類のクラッドが存在している。

- ① Fe₃O₄ ② α-Fe₂O₃ ③ α-FeOOH
- ④ γ-FeOOH ⑤ 非晶質

イオン交換樹脂を分析し捕捉されたクラッドの結晶形態の一例を図1に示す。図1を見ると、①と②は主として粒間鉄として捕捉され、③と④と⑤は表面鉄と粒内鉄として捕捉されている。また復水脱塩装置出口水中に含まれるクラッドの結晶形態を見ると、非晶質とγ-FeOOHが主であることが確認され、これがクラッド除去能力を支配している。

カチオン交換樹脂は強酸性の固体酸であり、そのpHは1~2となっている。BWRの復水中に存在する5種類の結晶形態の鉄酸化物をpH1.5程度の濃度のスルホン酸水溶液中に浸漬すると、γ-FeOOHと非晶質は溶解するが、その他の3種類の鉄酸化物はほとんど溶解しない。従って、γ-FeOOHと非晶質はカチオン交換樹脂表面に吸着し粒内に吸蔵されると考えられる。

以上のことから、イオン交換樹脂によるクラッドの除去はクラッドの結晶形態により異なり、安定な結晶形態のクラッドはろ過効果により捕捉され、酸性雰囲気中で溶解しやすいクラッドはカチオン樹脂で吸着除去される2つのメカニズムに分類される。

また、実プラントでのイオン交換樹脂によるクラッド除去性能を見ると、経年使用に伴いその性能が向上する“エージング効果”が確認された。実プラントでの使用履歴の異なるイオン交換樹脂を用いたカラム試験で、実復水を通水した際のクラッド除去性能の経年的な変化挙動を図2に示す。ここで表わすDF値は入口クラッド濃度値を出口クラッド濃度値で除したものであり、大きい値ほどクラッド除去性能が優れていることを示している。この結果から、経年使用に伴いクラッド除去性能が向上していることがわかる。

クラッド除去性能の向上は粒間鉄に対しては少なく表面鉄と粒内鉄に対して大きいことから、エージング効果により樹脂表面での吸着量が多くなり、更に粒内へのクラッド吸蔵能力が向上していることが確認された。この原因を究明するためカチオン交換

樹脂の物性を調査した結果、表1に示すように経年使用した樹脂では表面状態が変化し、表面積と含水率が増加していることが分かった。

つまり、イオン交換樹脂によるクラッド除去性能のエージング効果は次のように起こると考えられる。

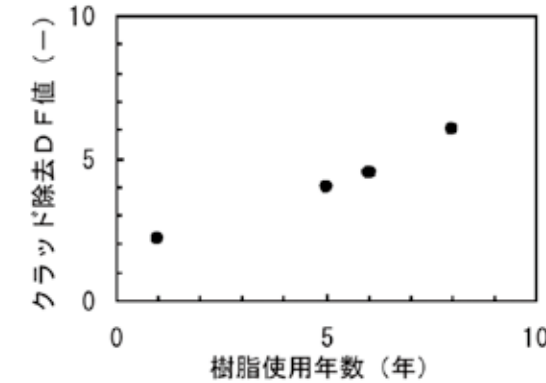


図2 樹脂使用年数とクラッド除去性能の関係

表1 新品および経年使用カチオン樹脂の物性比較

	新樹脂	経年使用樹脂
含水率(%)	52	56~58
表面pH(-)	1.8~2.0	1.4~1.6
ζ-電位(mV)	-49	-65
比表面積(m ² /g)	0.02	0.03
表面状態	平滑	皺状

まず、カチオン交換樹脂が酸化反応を受け表面状態が変化することで樹脂粒表面での吸着能力が向上する。次に、カチオン樹脂が酸化不可逆膨潤を起こし、カチオン樹脂マトリックスの切断によりマイクロポア径が大きくなり粒内への拡散能力が向上する。これにより、イオン交換樹脂によるクラッド除去性能が経年的に向上するものと考えられる。このエージング効果の概念図を図3に示す。

一般に、架橋度(樹脂コポリマ中のジビニルベンゼンの含有率)と樹脂内のマイクロポア径は相関性があり、架橋度の低い樹脂ほどポア径は大きくなる。そこで、異なる架橋度のカチオン交換樹脂を用いてカラム通水試験を行い、それらのクラッド除去特性を調査した。試験の結果、架橋度が低い樹脂ほど良好なクラッド除去性能を示し、ポア径の大きさの違いがクラッド除去性能の1つの支配因子であることがわかった。

3. クラッド除去用イオン交換樹脂の開発

2項に述べたように、イオン交換樹脂によるクラッド除去性能は、イオン交換樹脂粒間での捕捉とカチオン樹脂表面および粒内での電気化学的捕捉の2つに分類され、経年使用によるエージング効果により、イオン交換樹脂粒間での捕捉性能が向上することが分かった。

そこで1988年より、使用開始初期から高いクラッ

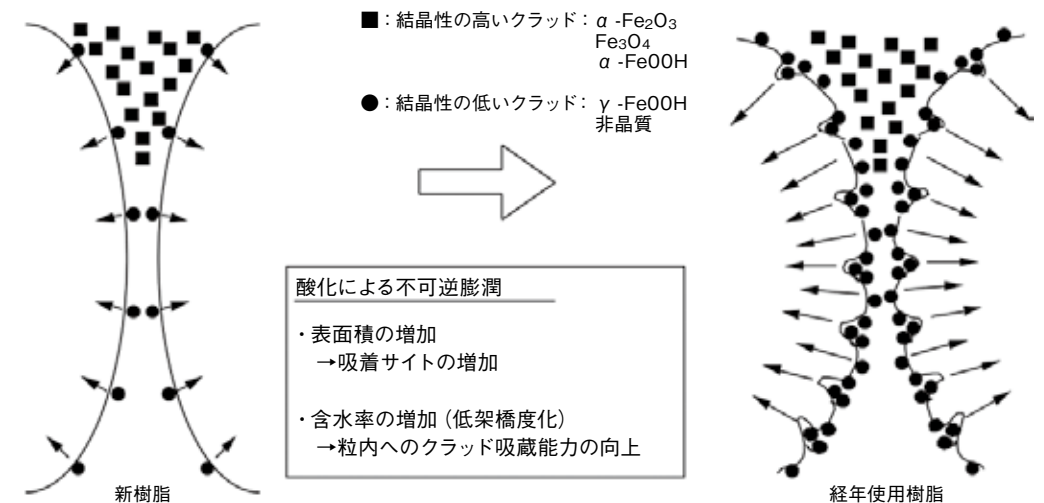


図3 イオン交換樹脂、クラッド除去性能のエージング効果

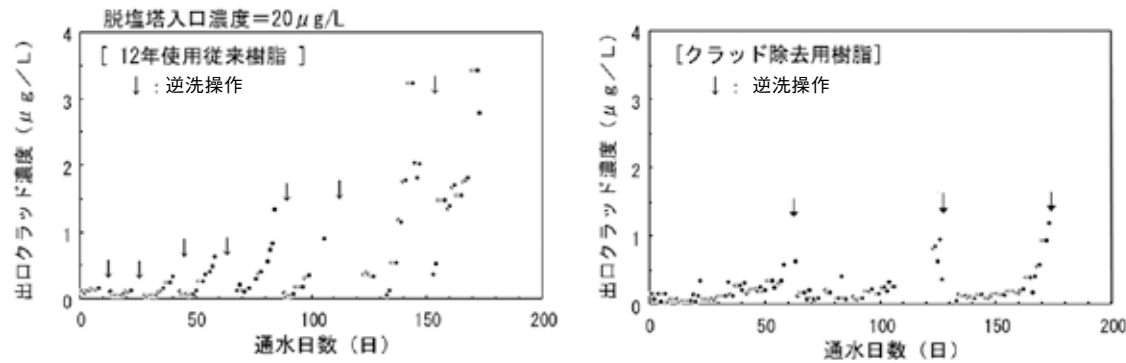


図4 高クラッド除去樹脂と経年使用樹脂のクラッド除去性能比較

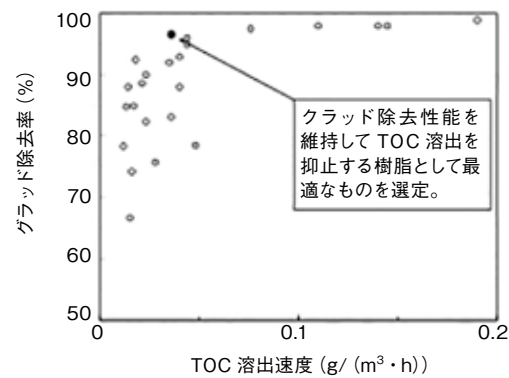


図5 クラッド除去とTOC溶出挙動の関係

表2 高クラッド除去樹脂の物性

項目	単位	規格値	測定値
交換容量	eq/L	1.3以上	1.6
脱塩率	%	22以上	28
TOC溶出速度	g/(m ³ ・h)	0.1以下	0.02

表3 クラッド除去性能比較

	クラッド濃度 (μg/L)	除去率(%)
復水脱塩装置入口	20	-
従来樹脂塔出口	7.0	62
高クラッド除去樹脂塔出口	1.0	95

ド除去性能を有するイオン交換樹脂の開発に着手し、1990年からの実プラントでの実証試験を経て5プラントの復水脱塩装置に適用した。

開発したクラッド除去用イオン交換樹脂の特性などを以下に示す。

カチオン樹脂の物性変化を模擬して表2に示すような架橋度が6%で高い表面積を有するカチオン交換樹脂(0.13 m²/g)を試作し、長期間使用した樹脂をリファレンスとして実プラントにおいてカラム通水試験を行った。その結果、図4に示す通り低架橋度でかつ大きい表面積を有するクラッド除去用樹脂は除去率が98%以上と、12年間使用した従来樹脂よりも良好なクラッド除去性能を示した。

一方、イオン交換樹脂の化学的安定性は架橋度に依存すると言われており、低架橋度カチオン樹脂からは架橋度が8%の従来樹脂に比べ有機性不純物(TOC)が多く溶出するため、原子炉内の硫酸イオン濃度を上昇させる原因となることが分かった。

3年間の運用期間中のクラッド除去性能の平均値を表3に示す。表3から分かるように、従来樹脂と比較して高クラッド除去樹脂のクラッド除去性能が除去率で1.5倍程度向上することが確認できた。またこの期間、原子炉水質(硫酸イオン濃度)も従来樹脂での処理時と同等であることが確認できた。²⁾ 但し、復水処理に全量処理のろ過装置を有していないプラントは限定的であることや、原子炉水中の硫酸イオンの主要因であるカチオン樹脂から溶出するTOC量をより低く維持する要求もあり、クラッド除去用イオン交換樹脂のニーズは限定的なものとなっているのが現状である。

4. ま と め

原子力発電プラントの復水脱塩装置は、復水器から侵入する海水成分が原子炉内や蒸気発生器内

に持ち込まれることによる構成材料の腐食を抑制するために重要な役割を果たしている。

そこで使用しているイオン交換樹脂によるクラッド除去性能を解明・向上させることは、給水鉄低減、ひいては被曝低減の観点から重要な技術である。

この目的を達成するために、荏原が開発したクラッド除去性能が高くTOC溶出が少ない高クラッド除去樹脂が有効であることが確認できた。

参考文献

- Otoha K., et al.: J. Nuc. Sci. and Tec., 33 [1], p52-61 (1996)
- Izumi T., et al.: Int' l Conf. On Water Chemistry in Nuclear Power Plants, Kashiwazaki, p777-779 (1998)

放射能土壌分別装置

The Radioactive Soil Sorting Equipment

中島定雄* 池田泰啓* 土田 充** 馬場直紀**
Sadao Nakashima Yasuhiro Ikeda Mitsuru Tsuchida Naoki Baba

【概要】

東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所の事故の復旧過程で除染活動に伴い生じた土壌、草木、落葉、枝、側溝の泥やこれら以外の廃棄物が福島県内に大量に仮置きされている。この土壌を最終処分するまでの間、安全かつ集中的に管理・保管するために、これらを受け入れる際に放射能濃度によりI型(8,000Bq/kg以下)とII型(8,000Bq/kg超過)に大量かつ安全に分別することが要求される。

富士電機と清水建設は、連続バッチ方式を用いた放射能土壌分別装置を開発したため、その装置の仕様と性能を紹介する。

1. ま え が き

2011年3月の東日本大震災に伴い、東京電力福島第一原子力発電所の事故によって放出された放射性物質により、周辺環境に汚染をもたらした。事故の復旧活動として除染作業が行われ、取り除かれた土壌、草木、落葉、枝、側溝汚泥やこれら以外の廃棄物が大量に発生し、福島県内にフレキシブルコンテナなどに収納された状態で仮置きされている。

この土壌を最終処分するまでの間、安全で集中的に管理・保管するために、これらを受け入れる際に放射能濃度によりI型(8,000Bq/kg以下)とII型(8,000Bq/kg超過)に分別して処理する計画である。

土壌の放射能測定・分別では、基準値8,000Bq/kgに対して、測定装置の総合誤差を考慮した低い濃度にスクリーニングレベルを定め、測定・分別を行うため、スクリーニングレベルから基準値までの濃度範囲にある測定対象土壌は、基準値を超えていない土壌もII型として判定されることとなる。II型として処理される土壌を極力少量とするためには、測定装置の総合誤差を小さくする必要がある。

富士電機と清水建設は、正確な測定・分別を行う観点から、土壌を直接測定する方式を採用し、フレキシブルコンテナから取り出した大量の土壌の放射能濃度を連続バッチ方式かつ自動で測定し、I型とII型に分別する装置の開発を行ってきた。

2. システムの概要

2.1. 構成

本装置は、土壌を受け入れるホッパー、土壌を一定量切り出すフィーダー(コンベア)、切り出した土壌の質量を測定する静的重量測定器、土壌を搬送する搬送コンベア、土壌を成形するローラー型土壌成形器、成形された土壌の形状を測定する形状測定機、土壌からの放射線を測定する放射線測定機、土壌を仕分けする回転式シューター、各コンベアの動作制御を行う動力盤および放射能濃度演算を行う測定機モニタ盤で構成される。(図1および図2参照)

(1) ホッパー

供給される土壌を受け入れる。一度に大量の土

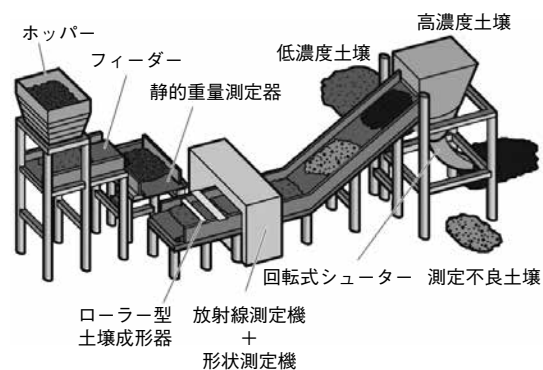


図1 イメージ図

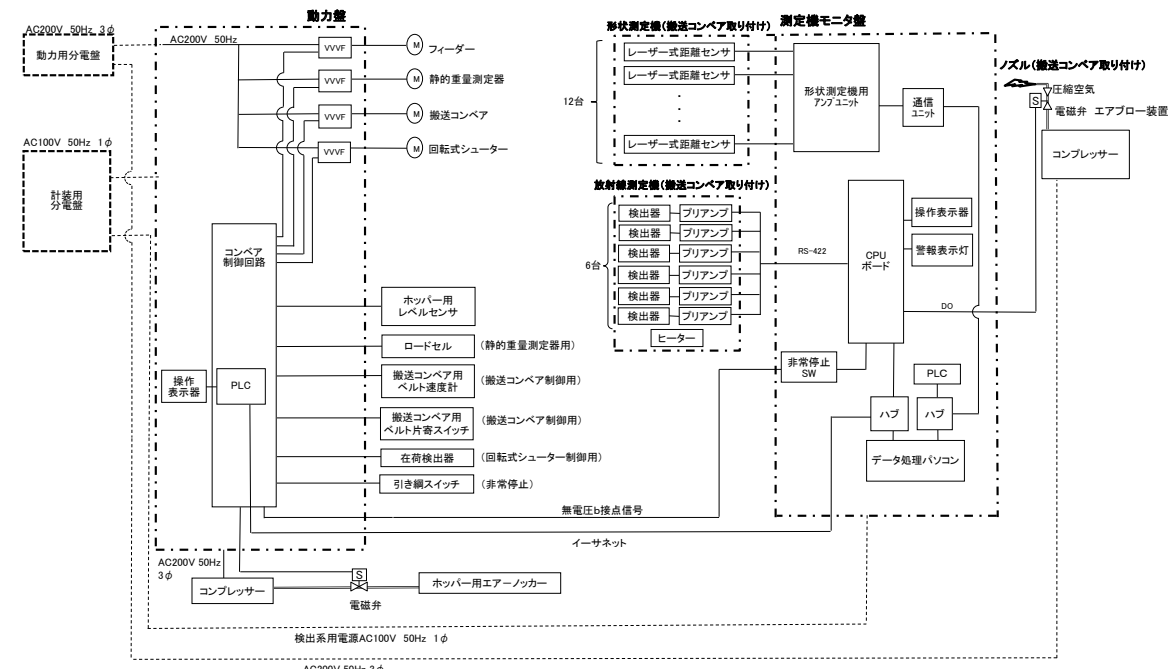


図2 システム構成図

壤を受け入れ可能とするため、フレキシブルコンテナ約二個分の3.5m³の容量を有する。なお、レベルセンサにて、溜まった土壌量を監視し、測定可能量が溜まったことの検知およびオーバーフローの検知を自動で行う。

(2) フィーダー

ホッパーに溜まった土壌を静的重量測定器に所定量切り出す。切り出し時間を設定し、1ロットあたりの土壌供給量の調整が可能。

(3) 静的重量測定器

ロードセルを付属したベルトコンベアであり、フィーダーから受け入れた土壌の重量計測を行い、重量測定後、搬送コンベアへの土壌搬送を行う。

(4) 搬送コンベア

静的重量測定器にて重量を計測した土壌を受け取り、ローラー型土壌成形器、形状測定機、放射線測定機を経て、回転式シューターへと土壌を搬送する。

コンベア速度は時間あたりの処理能力と測定精度に影響をおよぼすため、コンベア幅650mm、定格

速度を400mm/sとし、コンベア速度を常時監視し、規定の速度を逸脱する場合は速度異常を検知する。

(5) ローラー型土壌成形器

搬送コンベア上の形状測定機直前に設置し、土壌を規定した高さ成形するもので、三段のローラー型ゲートで構成する。

(6) 形状測定機

レーザー式距離センサを12台用いて、成形された土壌の高さを正確に測定する。測定したデータを測定機モニタ盤へ伝送し、測定機モニタ盤にてデータ処理することで、対象となる土壌の高さ、長さ、安息角を算出し、放射能濃度演算に反映する。ここで規定の土壌形状を逸脱する場合は、放射能濃度演算が行えないロットとして「測定不良」の判定とする。

また、本装置にて土壌の先端および後端を検知することで、放射線計測開始・終了のタイミングを計るものとする。

(7) 放射線測定機

放射線測定機はNaI(Tl)シンチレーション検出器

* 富士電機(株) パワエリシステム事業本部 社会ソリューション事業部 放射線システム部

** 清水建設(株) エンジニアリング事業本部 土壌環境事業部

(φ2×2インチ) 6台, プリアンプ6台および動作温度調整用のヒーターで構成される。

検出器は, 周囲環境(特に地面からの放射線) および測定対象外の土壌からの放射線の寄与を小さくするために, 上側のみ開口部を設けた鉛遮へいの中に配置し, 搬送コンベア下部から測定を行う構造とした。

(8) 回転式シューター

濃度演算結果により, ロットごとに「放射能濃度高」「放射能濃度低」「測定不良」への振り分けを行う。

シューターの回転時間はロット間隔, つまりは処理能力に影響するため, 振り分け場所の切り替えに要する時間を6秒以下とした。

2.2. 測定方法

ホッパーにて受け入れた土壌をフィーダーにて規

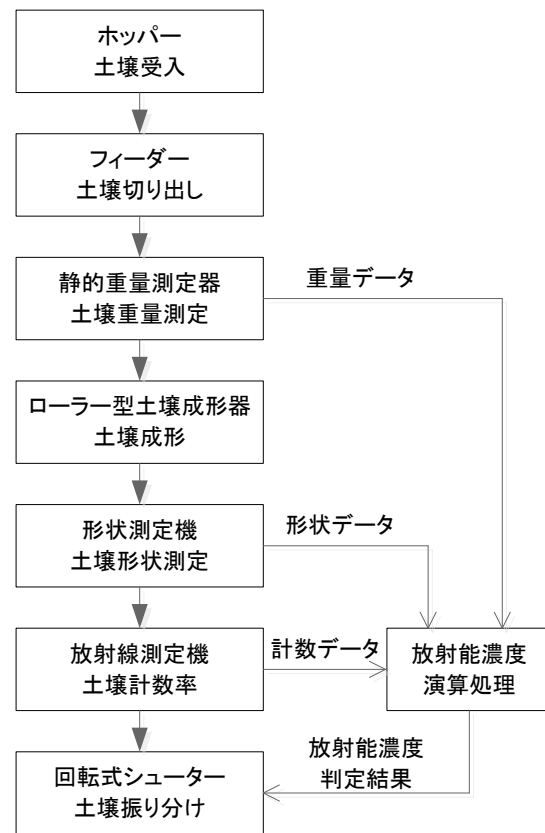


図3 測定フロー

定量切り出しを行い, 静的重量測定器で土壌の重量を測定する。重量を測定された土壌は搬送コンベアに移され, ローラー型土壌成形器を介し, 形状測定機にて土壌形状を測定した後に放射線測定機で計数率を測定する。重量データ, 形状データおよび計数データから放射能濃度を演算し, 判定結果により回転式シューターで分別する。(図3参照)

放射線測定機は, 通過する土壌から放出される放射線を計数し, 当該土壌の総計数率 $N_s (s^{-1})$ を算定する。この総計数率 $N_s (s^{-1})$ から予め測定しておいたバックグラウンド計数率 $N_b (s^{-1})$ を差し引いて正味計数率を求め, これに放射能換算係数 $K (Bq/s^{-1})$ を乗じ, さらに静的重量測定器で測定した重量 $W (kg)$ で除して放射能濃度 $Y (Bq/kg)$ を算定する。

$$Y = K (N_s - N_b) / W \dots\dots\dots (1)$$

実際に測定される土壌形状は, 整形した土壌でも高さ, 長さおよび安息角に都度変化が生じる。これらの寸法および形状が変化すると放射能換算係数が変化するため, 測定対象の土壌形状が設計中心条件における標準土壌形状から乖離した場合, 測定誤差が生じる。そこで, 土壌形状による測定誤差を小さくするために, 本装置ではロットごとに土壌の形状(底面長さ, 高さ, 安息角, 密度)を測定し, 標準形状からの各パラメータの変化量を求め, 放射能換算係数 $K (Bq/s^{-1})$ を決定するものとした。

具体的には, 設計中心条件における標準土壌形状における放射能換算係数 K_0 を, 計算コード MCNP を用いてシミュレーション計算で求めた(図4)。

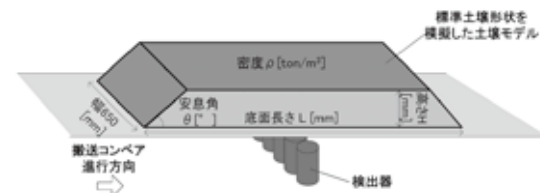


図4 標準土壌モデル

$$K = K_0 L H \rho \theta \dots\dots\dots (2)$$

ここで, L: 長さの補正值(無次元)

H: 高さの補正值(無次元)

ρ: 密度の補正值(無次元)

θ: 安息角の補正值(無次元)

次に土壌の底面長さ, 高さ, 密度, 安息角のパラメータをそれぞれ変化させた場合の放射能換算係数の変化量を計算した。なお, 測定精度を向上させ

るため, 本装置では標準土壌形状を5つ設定し, 土壌底面長さおよび安息角の組み合わせにより, 土壌の形状を5グループに分割することとした。

また, 測定対象となる ^{137}Cs および ^{134}Cs では, 計数効率が異なるため, 放射能換算係数 K は核種ごとに求めるとともに, 測定日における $^{137}Cs / ^{134}Cs$ の存在比を自動計算し, 補正するものとしている。

3. 装置仕様

表1に装置の仕様を示す。

表1 装置仕様一覧

No.	項目	仕様
1	測定線種	γ線
2	使用検出器	NaI(Tl)シンチレーション検出器(φ2×2インチ)6台
3	測定対象核種	$^{137}Cs, ^{134}Cs$
4	測定下限値	2,000Bq/kg以下(周囲BG2.5μSv/h以下)
5	エネルギー範囲	527~740keV
6	温度補償	
	方式	バイアス補償
	補償精度(ゲイン)	±10%(-10~45°C, 20°C基準) (検出器とプリアンプ組み合わせにて)
7	温度特性	±10%以内(-10~45°C, 20°C基準)
8	耐湿性	±2%以内(40~90%, 35°C/65%基準)
9	保護等級	IP54防塵形, 防沫形相当
10	環境仕様	
	使用温度範囲	-10~45°C
	仕様湿度範囲	相対湿度90%以下
11	測定対象物	
	土壌材質/形状	・密度 : 0.8~2.0ton/m ³ (設計中心1.5ton/m ³) ・粒度 : 20mmふるい下 ・温度 : 常温 ・含水率 : 15~30% ・高さ : 150~220mm(設計中心200mm) ・幅 : 650mm ・長さ : 1,120~2,630mm(設計中心1,900mm) ・安息角 : 20°~90°(設計中心40°)
12	ホッパー容量	3.5m ³
13	フィーダー定格運搬能力	534.6ton/h
14	静的重量測定器	
	定格運搬能力	489.6ton/h
	最大容量	8.0ton(ロードセル4台)
15	搬送コンベア	
	定格運搬能力	233.2ton/h
	定格速度	400mm/s
16	回転式シューター回転速度	5.4rpm以上

4. あとがき

本稿では、福島県域の除染作業で発生する除去土壌の放射能濃度を測定するために、高搬送能力、高測定精度を有する装置の紹介を行った。福島県内

にて実土壌を使用した試験では搬送能力84ton/h以上、測定精度を±10%以内を実現した。

最後に、本装置の開発に当たり、多大なご指導と助言を頂いた清水建設株式会社の関係者の方々に深く感謝致します。

3D計測を用いた設計・製作

Design and Manufacturing with 3-dimension Measurement Tool

武仲 五月* 佐藤 康士* 米本 臣吾**
Satsuki Takenaka Koji Sato Shingo Yonemoto

〔概要〕

川崎重工業では、3Dモデル、3D計測装置を用い、プラント建設において省力化を進めている。ここでは、プラント建設の設計から試運転までの各過程において、3Dモデル、3D計測がどのように利用可能であるか、紹介するとともに、将来への展望についても示す。

1. はじめに

プラント設計、機器製作、工事ではすでに3D-CADモデルを用いて、干渉確認などが実施されており、現地工事での手直し作業の低減効果が見られている。川崎重工では、これに3D計測技術を加えることにより、さらに設計、検査、工事にて効率を上げることを見込んでいる。

プラント建設における3D計測技術、3Dモデルの効果、将来への展望を示すこととする。

2. 3D計測とは

3D計測は、すでに存在している空間、機器を従来の計測器（巻き尺、ノギス、レーザ距離計など）を用いず、一度にX,Y,Z方向の計測を行うものである。3D計測装置には原理別に数種類ある。ここではレーザ測定によるもの、接触式測定によるものを示す。

(1) レーザ測定

レーザ測定は、レーザ光を対象物に照射し、その反射光の位相差により3次元形状情報を取得するものである。非接触、短時間で3次元形状測定が可能である。

特に既設建屋の部屋の中の計測、すでに出来上がっている機器の全体形状、寸法の把握に有用である。

川崎重工にて実績のあるものは、Z+F社製 Imager 5010C (写真1参照) であり、カタログ上



写真1 Z+F社製 Imager 5010C

計測範囲187.3m、計測精度±1mm (50m計測時) である。また、1か所の計測時間はおよそ20～30分程度である。

レーザ測定の成果は、対象物を点群として扱い、全方位に存在する各点のX,Y,Z方向の寸法をデータとして蓄えるものである。目視できる成果としては、点群画像となる。建屋内計測結果（点群）の例を図1に示す。

* 川崎重工業(株) エネルギー・環境プラントカンパニー 新規プロジェクト部 原子力技術課

** 同社 エネルギー・環境プラントカンパニー 生産管理部 ものづくり推進課

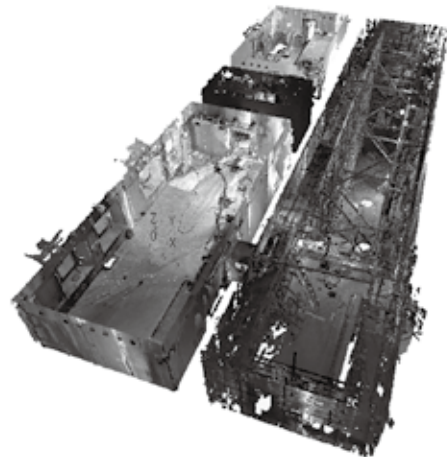


図1 建屋内空間計測例 (点群)



写真3 FARO社製レーザトラッカ Vantage

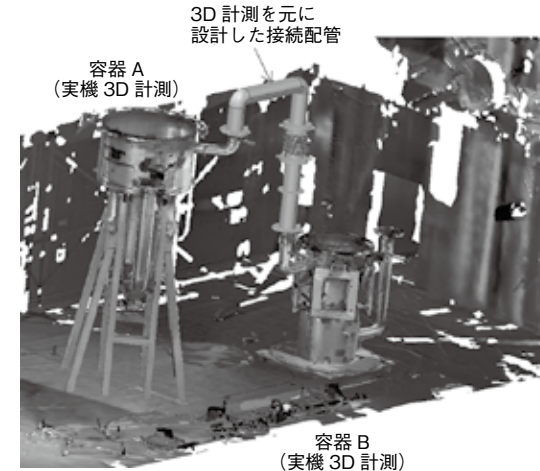


図2 3D計測結果を用いた配管の製作



写真2 FARO社製 ScanArm

(2) 接触式測定

接触式測定は、上記のレーザ測定のみでは、精度が十分ではなかったり、レーザ光の届きづらかったりするような細部の計測が必要な場合に用いる方法である。JIS B2440-1では座標測定器の定義として「プロービングシステムを移動させ、測定物表面上の空間座標を決定する能力がある測定システム」と示されているが、この定義そのものである。

川崎重工にて実績のあるものは、FARO社製 ScanArm (写真2) があり、カタログ上計測範囲1.8～3.7m、計測精度±0.034～0.091mmである。

また、同社製 Vantage と呼ばれるレーザトラッカ (写真3) を用いることにより計測範囲を80mとすることが可能である。

本測定方法は、文字通り、計測装置のアーム先端部分を測定対象に接触させ、原点からのX,Y,Z方向寸法データを取得するものである。

本測定装置も計測点をX,Y,Zの座標データとして取り扱うため、上記のレーザ測定装置による成果と重ね合わせなどデータの共有化が可能である。

3. 各建設ステージでの現状と3D計測の適用

川崎重工では設計、製作、検査、工事の各ステージにおいても3D計測を取り入れ、効率化を図ることに取り組んでいる。各ステージにおける3D計測活用状況を以下に示す。

3.1. 設計

現状、プラント建設における機器設計は、従来の2D図面を中心に行っており、3D-CADは複雑な配管設置などにおいて干渉チェックなどに用いられている。

さらに3D計測を用いることにより、たとえば、上記図1のように既設建屋の部屋内に機器を設置する場合、レーザ測定による3D計測を行うことにより、床面・壁面の凹凸、配管貫通孔の位置がmm単位で計測できるため、既設建屋に合わせた架台設計、配管詳細図の作成が可能となり、従来事前に用意していたルーズ箇所の合理化を図ることができる。



図3 マニピュレータのアクセス性確認

3.2. 製作

従来、容器間を接続する配管は、ルーズ箇所を設け、容器製作後の成り行きフランジ接続部と合うよう製作した。

上記の接触式測定を用いることにより、容器と取り合う箇所、例えば取り合いフランジの微小なX,Y,Z方向のずれ、傾き、ねじれの情報が得られる。これに従って接続配管を製作すれば、ルーズ箇所を設けたり、そのための現地作業を行う必要がなくなる。(図2参照)

3.3. 検査

3D計測装置を実機製作時の寸法検査の測定器として使用できれば、以下のようなメリットがある。

- (1) 大口径タンクの直径のように直接測定が困難で間接的に他の寸法(タンク径に対してタンク周長)からの算出が不要になる。
- (2) 直接計測が困難な場所について、加算・減算が不要となり、測定回数の合理化が見込まれる。また、加算・減算時の誤差取り扱いについて考慮不要となる。
- (3) 一度に複数箇所の計測が可能となる。

カタログ値に示される3D計測装置の精度は、実際に十分耐えられるものと考えられる。

また、3D計測装置の校正は、製造国にて実施されるため、日本国内標準器との比較校正とならないが、海外での校正証明書であっても、記録として認

められた例があり、原子力事業者に対する寸法検査機器としても、使用できるレベルにあると考えられる。

3.4. 現地工事

プラント建設工事では、機器設置工事は、一般的に建屋建設のあと、現地計測を実施し、設置部屋の実寸法を得ることから始まる。従来は、巻き尺筒により部屋内寸を計測していたが、3D計測装置のうちレーザ測定を行うことにより、省力化が可能である。30m×6m×10m程度の部屋(図1参照)も半日で計測が可能である。また、高所についても、足場を組むことなく計測が可能であるため、安全の観点から高所作業を減らすことが可能である。

また微妙な床・壁の凹凸も設置作業の前に情報が得られるため、架台・容器など設置時における現地合わせのためのシムプレートなどの調整治具を事前に準備することができる。

現地の部屋内寸、配管開口部位置を計測することにより、機器・配管製作側へ詳細な寸法提供ができ、建屋に合わせた機器製作が可能となる。

3.5. 試運転

セル内でのマニピュレータなどによるメンテナンス操作も、マニピュレータなど動的機器の動作も軸単位で稼働範囲を設定できるため、機器メンテナンス箇所へのアクセス動作が軸単位角度で示すことができる。

3D計測データは3D-CADデータと重ねることができ、計測データを反映した3D-CAD上で、遠隔操作機器の操作をシミュレーション可能となる。

さらに最近の3DのVRモデルではカメラ機能、鏡機能もあるため、セル内などのITV、死角箇所に対する鏡設置位置を机上で検討できる。

4. デコミッションングへの展望

原子力施設におけるデコミッションングでは、既設置状態の物量把握、状態把握が計画立案時に非常に重要である。

3D計測では、既設建屋内の寸法的情報は時間をかけずに収集することができる。計測時に数値化されたデータを1個1個の物量データへ変換する作業は発生するが、大規模な工事を伴わなくてもこの作業が可能であり、今後本格化するデコミッションングに非常に有効なツールとなりえる。

5. 将来への展望

上記のごとく、設計から試運転までのプラントにおける各建設過程において、3D計測は非常に有用である。

課題として、プラント建設当初から3Dモデルの作成、3D計測の期間を踏まえたエンジニアリングスケジュールの策定が必要であったり、3D計測結果のハンドリングができるマシンの整備が必要となると考えられる。その一方建設各過程において、事前にソフトウェア上で問題を発見することができるため、3D技術がさらに取り込まれていくものと考えられる。

見積段階から3D技術を用いることを盛り込めば、3D計測を踏まえたエンジニアリング・工事工程を立案でき、プラント建設のみならず、原子力施設のデコミッションングにも非常に有効な省力化ツールになりえるものと考えられる。

フランス人の歴史認識について French Perspectives on the History

石黒修司*
Shuji Ishiguro

〔概要〕

筆者は双日欧州会社パリ支店勤務時代（2014～2017年）、双日が顧客向けに配信している「双日パリ通信」という冊子に「フランス人の歴史認識について」というテーマでエッセイを数点投稿していた。変動する国際情勢において日仏関係の重要性が増す一方（多くの海外領土と周辺の領海を有するフランスは日本と同様に有数の海洋国家である。一方で両国間の利害対立は少ない）、昨今の激しいデモやカルロス・ゴーン事件などで注目される同国について、筆者在駐在当時に感じていた内容をご紹介します。

1. アステリクス

アステリクス（Astérix）は1959年以来フランスで国民的人気を博している、古代（ガリア時代）を舞台としたコミックであり、映画化もされています。ガリア時代と言えば、ジュリアス・シーザーの「ガリア戦記」を思い出しますが、まさにこの話は、強大なローマ軍によって征服され支配されているガリア（フランスの古代名）において、唯一、自由と独立を守っている一部族のヒーローの話です。なぜ彼らはローマ軍に負けないのか？という、「命の水」という魔法の水を飲むことにより強大な力を得て、ごまんというローマ兵をいとも簡単にやっつけてしまうという仕組みになっています。

フランス人は何故、この物語が好きなのか？という諸説あるものの、彼らはこの物語を、自らのレジスタンス（抵抗）精神の象徴と捉えている様に思われます。フランス人にとり、抵抗精神というものがアイデンティティの中核を成しているという仮説は、ビジネスでの会議や交渉を通して、



パリ郊外には Parc Astérix という遊園地まであります。
<https://www.parcasterix.fr/>

実感される方も多いのではないのでしょうか？

尚フランス人は、この様にローマ帝国に抵抗し続けた物語を誇りにする一方で、偉大なるローマを自らの優れた文明の礎と考えており、なんと幸せな人々ではあります。

2. 信仰心（政教分離）

現代のフランス文化やフランス人の生活ぶり（教会に行かない、非常に高い離婚率、色恋沙汰はもはやスキヤンダルとならない程の活発さ）を知る人々は、「フランス人は信仰心を捨ててしまっている」と思う様です。確かに本当に神様を信じているフランス人を見つけることは今では至難の業かも知れませんが、ただそれを彼らの享楽主義の為だけと考えるのは酷かと思われまます。ご存知の通りフランスは1789年の大革命を発端とする政治的変革期を通し共和国となりましたが、この共和政の重要な原則が「政教分離」となります。これは革命前の長い間、カソリック教会が強大な権力を



パリ店化学品部 Alexis-kun の結婚式♡さすが絵になります！
※ 本文の主旨とは一切関係ありません。

* 双日(株) FAPIG 広報委員長

有しそれに伴う弊害もあったことが背景にあります。ところが革命を経ても教会勢力はなかなか簡単には衰えず、王政復古のようないわゆる「反動」の流れと同様に、共和政にとって常に脅威であり続けた様です。ということで、宗教を敵視はしないが政治や公共の利益に関わる活動とは一線を画さなくてはならないという考え、フランスの民主主義を守ろうと真摯に考える人々にとっては重要であり、その様な強い思いより、多くのフランス人が宗教から距離を置こうとしがちなのかも知れません。勿論彼らも宗教を否定する訳ではなく、文化として尊重する気持ちは強く持っていますが、米国のプロテスタントの様に、日常生活において信仰が重要な位置づけを持つという生活土壌はない様に思われます。勿論、「共和主義」や「政教分離」は不倫の理由にはなりません…。

3. KAMIKAZE

当地では日本語がそのままフランス語として使われているケースが結構あります。例えば、ZEN (禅), SATORI (悟り), BUSHIDO (武士道), JUDOKA (柔道家), BENTO (弁当), MANGA (漫画) など。これらは日本の多様な文化がフランス人の生活に浸透していることの証であり、大変喜ばしいことと思います。一方であまり有難くない日本語の使われ方もあります。私の印象では、その代表例としてKAMIKAZEと言う言葉があります。これは、所謂自爆テロリストのことを指しており、公共放送のニュースなどでも頻繁に使われます。自分の命を捨てて対象を攻撃するという点



で、現代の自爆テロと昔の特攻隊のイメージが重なっているのでしょうか、これは何とかして貫きたいな…と思います。尚、2015年1月にテロの犠牲になった「シャルリー・エブド」も、刊行当初は「HARAKIRI」という名称でした。これもあまり有難くない使われ方も知れませんが、このような日本語がポピュラーになったのは、黒澤明の映画の影響があるかも知れません。黒澤映画に感動したフランス映画人が、アランドロン主演の「SAMURAI」の様なフィルムノワールを制作し、さらには何故か三船敏郎が武士の役柄で出演する「Soleil Rouge (レッドサン)」という仏製ウエスタンもありました。やはりフランス人は以前から日本文化が好きだったということでしょうか。余談ですが、先日乗ったタクシーの運転手(アフリカ系)は、「座頭市」の映画が大好きとのことでした。今どき日本でも珍しいのでは？

4. 第一次世界大戦

当地で生活していて意外に思うことに、フランス人が第一次世界大戦のことを今でも強く意識している事実があります。2014年が大戦勃発、2016年が最大の戦いであったヴェルダン会戦の100周年にあたることより、それにまつわる式典が開催されているということもありますが、その以前から、凱旋門や国中に無数にある(第一次大戦)戦死者を弔うモニュメントやそこで開催される式典の多さは印象的です。私の眼には、第一次大戦は第二次大戦よりもフランスで重要な位置づけがされている様に思われます。これは、第一次大戦ではフ



凱旋門の下には第一次世界大戦の無名戦士の墓があり、その慰霊火が365日灯されている。

ランスは国を挙げて戦った(第二次大戦についてはそうでもなかったことは良く知られている通りです)という自覚があり、政府がそのような国民意識を高揚させて国の求心力を強めようという意図もあるかも知れません。一方で、あるフランス人が、古き良きフランス文化が失われた転機は第一次大戦であり、その破壊的な被害によりフランス人の気質が変わってしまったと話していたことがあります。この意見の真偽は別としても、第一次大戦は、いろいろな面でフランス人の精神に強い影響を与えた様です。ちなみに、ベトナムやアルジェリアでの植民地戦争について語られることは、今はあまりない様に思われます(昔、「名誉と栄光のためでなく(「百人隊長」)」という、ベトナムとアルジェリアでの戦争を写實的に描いた小説(アランドロン主演でアメリカ映画にもなりました)がありました…今回はアランドロンねた続きとなりました)。

5. 第二次世界大戦

既にご紹介した通り、フランス人は我々日本人には意外なほど、100年も昔の第一次世界大戦のことを忘れずにいますが、一方で第二次世界大戦に関してはもっと最近の出来事なのに、比較的モニュメントや式典が少ない様に思われます。これは、第一次大戦は全国民をあげて凄絶な戦いを乗り越えたという自負がある一方、第二次大戦は早々にドイツ軍の占領下に入ってしまった、その後もド



オマハビーチの米軍上陸記念館で見つけたマグカップ。意味するところは？

ゴール將軍の「自由フランス軍」やレジスタンス活動はあったものの、1944年にノルマンディ海岸に上陸して来た連合軍によって解放されたという、若干の空虚感(?)が理由にあるのかもしれませんが。あるいは、第二次大戦の記憶は今でもフランス人にとって複雑多岐な側面を持つものであり、総括も簡単にできないのかも知れません。

フランスのテレビ番組では今でも、ドイツ占領下、ユダヤ人迫害の歴史をテーマにしたものを見かけますが、最近の傾向として、ユダヤ人を追い立てて捕まえているのはドイツ人よりもむしろフランス人…という内容が多い様に思えます。ここでは、フランスで行われたユダヤ人迫害を占領軍であったドイツのせいだけにするのはなく、それに協力してしまった自らの非も直視しようというフランス人の良識を感じることができます。昔はあまりそういう映画やドラマは多くなかったと思われ、時間の経過とともに、他者を批判するだけでなく自らの行いも顧みる方向に思考を深化させる、あるいは隣国との関係のあり方を熟慮する(ただ加害者と被害者という単純な区別だけでは済まさない)という、知的に成熟した土壌がある様に思われます。やはりフランス人は深いです。

6. 五月革命

1968年にフランスを席捲した五月革命に関しては、「何それ？」という反応をする人、「自分もその影響で新宿デモに参加した」という人、様々と思います。これは1968年、フランスで吹き荒れた学生や市民による大規模な社会運動(デモやゼネスト)であり、日本を含む各国にも影響を与えた出来事でした。当時のことを覚えている人が当社パリ店にもいるかな…と思い、年上の仏人スタッフに聞いてみたところ、「小学校の低学年であったが何となく覚えている。学校が休みになって嬉しかった。また、五月革命の前後では、身近な風俗や文化が大きく変わった様に思う。例えば音楽。この時期の後には、英米のロックやフォークがより多く聞かれるようになったが、その前はアコーデオンの様なフランスの昔からの大衆音楽が多かった様な気がする…」とのことで、遠い記憶で

はありますが、五月革命の前後で生活の文化的側面が結構変わった様です。政治的には、当時のドゴール大統領が一時窮地に追い込まれる事態もあったが結局は沈静化した様です。尚、当時のデモの状況を見た、ある日本人の方から伺った話がなかなか印象的だったので、以下にご紹介させていただきます（ご本人の承諾を頂いていないのですが…）：1968年の五月革命の際、カルチュラタンまで地下鉄でデモを見物に行ったが、すぐ身近でデモ隊の人々が道路の敷石をはがして機動隊に投げつけている様を見て、巻き込まれる危険を感じてすぐに立ち去ったことを記憶している。その後、シャンゼリゼで百万人デモが実施されたが、その際、ドゴール大統領は早々にドイツ国境の陸軍基地に避難する一方、パリ市内を取り囲む昔の城門 (Porte de ---と名前がついている場所)に戦車隊を配備し、市内に砲口を向けているシーンをTVニュースで見たことが印象的であった…。

歴史の証言としての重みを感じる話です。



五月革命発祥の地、ソルボンヌ大学とその周辺の敷石



7. アルメニア人虐殺

日本に駐在したこともある親日家のフランス人からある時、「日本政府はアルメニア人虐殺について公式に認めていない。これは残念だな」と言われ、「あっ、そうなのか…」と思ったことがあります。日本政府が公式に認めているかいないか本当のところは確認できませんが（ドイツ連邦議会は2016年6月に認定したそうです）、少なくとも私は本件について認識なく、2015年にパリで100周年のイベントがあった際、若干驚きを感じたことを覚えています。アルメニアは、現在はコーカサス地方にアルメニア共和国となっている人口300万人あまりの国であり、世界中に同系住人が存在し、仏国にもかなり多く住んでいます（弊社にも一人います。ユダヤ人よりも優れた商人と言われるその血統を、彼も引き継いでいる様です）。彼らは古代アルメニア王国の時代、世界で最初にキリスト教を国教としたことを誇りにしています。

さて、アルメニア人虐殺とは何かと言うと（既にご存知の方も多いと思いますが）、第一次世界大戦下の1915年、オスマントルコ帝国が領内にいた150万人のアルメニア人を虐殺したと言われている話です。本件に関しては、トルコ共和国にはそれなりの主張があり、日本としては友好国であるトルコに遠慮して本件はあまり話題にならないのかも知れません。またフランスや英国から見れば、敵国であったトルコにより迫害された同じキリスト教徒であるというシンパシー、もっと言えば名



ノア方舟が漂着したと伝えられる、アルメニアの富士山、アララト山とホルヴィラップ修道院

画「アラビアのロレンス」の場合と同様に戦略的にアルメニア人を利用したという冷徹な背景があるかも知れません（実際トルコ側から見ると、アルメニア人が領内で反トルコ活動を行ったので鎮圧せざるを得なかったと言う側面もあります）。フランスでは当たり前の歴史事実と考えられていることについて、日本人である自分はまったく認識がなかったということに、若干驚きを感じた次第です。日中や日韓の様に、当事国同士であればこの様な認識の齟齬は多くあるでしょうが、第三国であるフランスで記念式典までやると言うことが驚きでした。まあこれは、フランスがトルコとアルメニアの関係に関し、中立的な第三国ではなく、利害や利権がある…少なくとも過去にはあったと言うことの証左なのかも知れませんが…

8. パリの地下

以前福岡で道路が陥没して騒ぎになったことがありましたが、パリの地下も、相当スカスカであろうと思われます。事実、弊社正面のオペラ広場の道路が、少し陥没していたことがありました。勿論この国のこと、暫くは放ったらかしで、数日後何事もなかったかのようにアスファルトを埋め込んでいました。街を歩いていると、路面が金属製格子(グレーチング)になっている所がありますが、その中を覗き込んで、あまりの深さに足がすくむ思いをしたこともあります。ご存知の通り、パリ市ではカタコンブ（無数の人骨が置かれている）、地下下水道（「レ・ミレザブル」で主人公のジャンバルジャンが逃げ回った話は印象的です）など、

地下に関する名所もあり、相当な地下世界があると思われます。普通の建物においても大きな古い地下室があり、今では倉庫などに使われています。弊社建物にもあり、一度入ったことがあります。その雰囲気たるや…地下牢とはこういうものか…と思わせる、不気味なものでした。たぶん長い歴史の中（例えばナチスドイツの占領下など）には、この場所がいろいろな用途に使われたのか…と考えると、背筋が寒くなったものです。こんな場所が地下牢で、仮に一晚でもそこに留置すると言われたら、相手がどんな暴君でも、侵略者でも、すぐに屈服してしまうだろうな…としみじみ感じた、情けない私でした。大戦中のレジスタンスの兵士は、偉かったですね。（完）



弊社オフィス（築109年）の地下。レンガ製。

FAPIG の 機 構 (社名 ABC 順)

(平成 31 年 1 月現在)

理 事 会・委 員 会・専 門 部 会・事 務 局

会 長 藤 原 正 洋 (富 士 電 機)	理 事 望 月 正 美 (荏 原 製 作 所)
副 会 長 橋 本 政 和 (双 日)	〃 山 田 昌 彦 (富 士 通)
〃 武 馬 啓 祐 (川 崎 重 工 業)	〃 久 野 佳 成 (古 河 機 械 金 属)
	〃 太 田 昌 宏 (み ず ほ 銀 行)
	〃 山 口 一 彦 (清 水 建 設)
	監 事 鶴 岡 健 一 (み ず ほ 銀 行)
	事 務 局 長 庄 源 英 樹 (双 日)

FAPIG 委 員 会

(◎は委員長, ○は副委員長)

企 画 委 員 会

◎尾 崎 博 (富 士 電 機)
 石 山 祐 二 (荏 原 製 作 所)
 ○佐 藤 康 士 (川 崎 重 工 業)
 武 仲 五 月 (〃)
 山 田 裕 之 (富 士 電 機)
 富 塚 千 昭 (〃)
 梅 津 博 幸 (〃)
 高 木 俊 博 (〃)
 白 敷 利 和 (富 士 通)
 荻 野 正 浩 (古 河 機 械 金 属)
 名 塚 龍 己 (〃)
 鶴 岡 健 一 (み ず ほ 銀 行)
 井 ノ 上 弘 行 (清 水 建 設)
 姫 野 洋 一 (〃)
 ○三 澤 宜 正 (双 日)

広 報 委 員 会

◎石 黒 修 司 (双 日)
 倉 島 昇 (荏 原 製 作 所)
 湯 原 貴 浩 (川 崎 重 工 業)
 ○櫻 井 哲 (富 士 電 機)
 松 田 克 代 (〃)
 伊 藤 貴 代 (〃)
 才 川 美 紀 (〃)
 笹 野 貢 (富 士 通)
 菅 波 潤 (〃)
 斎 藤 賀 津 雄 (古 河 機 械 金 属)
 鶴 崎 和 哉 (み ず ほ 銀 行)
 松 尾 浄 (清 水 建 設)
 西 尾 弘 毅 (双 日)

禁無断転載

FAPIG No.195
 平成31年 1 月21日印刷

平成30年度 第1号
 平成31年 1 月25日発行 (非売品)

発 行 所 第一原子力産業グループ事務局
 〒100-8691 東京都千代田区内幸町 2 丁目 1 - 1
 双日(株)内
 電 話 (03) 6 8 7 1 - 4 5 5 2
 ホームページ: <http://www.fapig.jp/>
 編集兼発行人 石 黒 修 司
 印 刷 所 ミズノプリテック(株)
 〒104-0042 東京都中央区入船2-9-2
 電 話 (03) 5 5 6 6 - 6 6 7 7 (代)



Takeshi Izumi

**Improvement of the Performances of Condensate Demineralizers in Nuclear Power Plants (3)
Improvement of Crud Removal Performance by Ion Exchange Resins**
FAPIG No. 195 pp.3 ~ 7 (2018)

In nuclear power plants, it is needed to keep the water quality of reactors or steam generators extremely clean from the viewpoints of the reduction of the radiation exposure and maintenance of the reliability of plant materials. In order to meet these requirements, the role of the condensate demineralizers and the ion exchange resins are very important. Furthermore, the requirements of water quality have been upgrading compared to them in 1970's.

In these 4 reports, the performances and these improvements of condensate demineralizers and ion exchange resins are introduced. On this third report, the crud removal performance by ion exchange resins and its improvement are reported.

KEYWORDS : ion exchange resins, condensate demineralizers, crud removal, water retention capacity, surface area

Sadao Nakashima, Yasuhiro Ikeda, Mitsuru Tsuchida, Naoki Baba
The Radioactive Soil Sorting Equipment.
FAPIG No. 195 pp.8 ~ 12 (2018)

In the process of restoring the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station (Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.) accident in the Great East Japan Earthquake, a large amount of soil, grass, trees, branches, mud in gutter and other wastes are temporarily stored in Fukushima Prefecture as a result of decontamination activities. In order to safely and intensively manage and store the mentioned soil until final disposal, it is required, when they are received, to safely sort a large amount of them into type I (8000 Bq/kg or less) and type II (above 8000 Bq/kg) depending on the radioactivity concentration.

Fuji Electric Co., Ltd. and Shimizu Corporation have jointly developed the radioactive soil sorting equipment using the continuous batch system. In this paper, therefore, we introduce its main specifications and performance.

KEYWORDS : Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station accident, final disposal, radioactive soil sorting equipment, continuous batch system

Satsuki Takenaka, Koji Sato, Shingo Yonemoto
Design and Manufacturing with 3-dimension Measurement Tool
FAPIG No. 195 pp.13 ~ 16 (2018)

Kawasaki Heavy Industries (KHI) is progressing labor-saving for plant construction by using 3D modelling and 3D measurement tools. This report introduces how 3D modelling and measurement tools are able to be used in each process of plant construction from designing to test operation and shows the prospect for future construction.

KEYWORDS :



Santa Monica State Beach (California, 1998)
(Canon A-1・24-35mm F3.5・Kodak Gold 100・f8・1/250 sec.)



Powell-Hyde Cable Car Turntable (San Francisco, California, 1999)
(Canon A-1・24-35mm F3.5・Kodak Gold 100・f16・1/125 sec.)

作者プロフィール

尾熊 紘而 Oguma Koji

1966年 静岡県浜松市生まれ

現在 清水建設株式会社 原子力・火力本部在職中

写真歴

1976年 小6の誕生日、父に半分出してもらい一眼レフを購入。中判、大判カメラを経て、現在はデジタルスチルカメラ、デジタルシネマカメラで主に人物を撮影中

受賞歴

2012年 2012年度アサヒカメラ賞「カラーズライド部門」第2位受賞

2014年 2014年度アサヒカメラ賞「カラーズライド部門」第3位受賞

第一原子力産業グループ

The **F**irst **A**tom**P**ower **I**ndustry **G**roup

株式会社荏原製作所

富士電機株式会社

富士通株式会社

古河機械金属株式会社

川崎重工業株式会社

みずほ銀行

清水建設株式会社

双日株式会社