

出土遺物保管システム II

森 恭 一

はじめに

研究連絡誌40号に「出土遺物保管システム I」として、出土遺物保管システム全体の概要を報告した。今回は、抑制処置ユニットの中心となる脱酸素水脱塩装置の基本設計が完了したので報告する。

<脱酸素水脱塩装置の概要>

I 開発の経緯

出土した金属遺物には、塩素などの陰イオンが付着しており、主にこの陰イオンと空気中の酸素により遺物の腐食が進行する。そこで、遺物の腐食を抑制するためには、この陰イオンを脱塩処理によって可能な限り取り除く必要があると考えられている。

当文化財センターでは、大量の遺物に対して脱塩処理をしなくてはならない。そのため、処理経費、薬品の貯蔵・廃棄、作業者の安全性の点から「セスキ炭酸ナトリウム水溶液」による脱塩処理を行ってきたが、

- 1 脱塩効果が芳しくない。
- 2 脱塩期間が約21日間かかる。
- 3 処理中に遺物が腐食することがある。
- 4 脱塩後の薬品残留物を除去しきれない。

というデメリットがあり、脱塩によって逆に遺物にダメージを与える危険がある。そのため、遺物に負担をかけずに大量に処理できる脱塩方法が必要であった。

現在、脱塩方法は何種類か提案されているが、それらのほとんどが薬剤を使用するものである。しかし、東京国立文化財研究所の青木繁夫先生のグループが提案された「純水による脱塩」が、遺物への負担、作業者の安全性、薬品残留物、大量処理の点から、抑制ユニットで選択できる脱塩方法の中では最も適していた。

また、大部分が手作業である出土遺物の保存修復において、脱塩処理の工程は最も自動化が図りやすい部分である。そこで、自動化した脱塩処理装置を導入することが出土遺物保管システム全体の省力化、効率化に効果的であると考え、出土遺物保管システムが必要とする機能を備えた脱塩処理装置が、既製のものでは無かったこともあり、独自に開発することとなった。

II 脱酸素水脱塩の仕組

純水（イオン交換水）は、イオン交換樹脂での化学処理によって不純物を取り除いた「水」である。この純水で遺物を洗浄すれば、付着している陰イオン等を溶かすことが可能である。

では、タバコに純水を入れて遺物を浸ければ良いのでは？ということになるが、純水にもともと溶け込んでいる酸素や、大気から取り込んだ酸素等のために、脱塩中に遺物が錆びてしまう。

そこで、密閉できる容器に遺物を入れて大気から酸素等が入らないようにし、脱酸素装置により溶け込んでいる酸素を取り除いた純水「脱酸素水」を使って遺物の洗浄を行うのが、脱酸素水脱塩の仕組である。

III 脱酸素水脱塩装置の仕様

この装置の構成は

- 1 純水製造ユニット
水道水・循環水をフィルターで濾過し、イオン交換樹脂で純水を作る
- 2 脱酸素水製造ユニット
純水を脱酸素水製造装置で処理し、脱酸素水を作る
- 3 脱塩槽ユニット
遺物の脱塩をする
- 4 支援ユニット
窒素ガス・圧縮空気の供給、真空・排水ポンプ

5 制御ユニット

全体の基本動作制御、測定、記録、増設ポート

の5つのユニットで構成される。

具体的には

- 1 現在は試験運用を行うために、基本動作はシーケンサーで行い、脱塩時間、脱塩回数の設定、消耗系（フィルター・イオン交換樹脂・窒素ガス等）の2次系路への切り換えの判断・操作を手動で行う半自動設定の仕様になっている。
- 2 部品は脱塩槽本体を除いてすべて市販品にし、将来にわたって部品調達、メンテナンスが簡単に行えるため、製造コスト、メンテナンスコスト、消耗部品調達コストの低減を図っている。
- 3 脱塩槽の蓋の開閉は、女性でも扱いやすいようにエアークチュエーターで補助を行い、各分岐のバルブもエアークチュエーターによる自動バルブとしている。
現在は目視になっているフィルターの差圧計、イオン交換樹脂の導電率計、溶存酸素計等の監視計器も、完全自動化へ発展した時のために電気出力のできるものにした。また、サービスポート（予備接続口）も各所に設け、通常は脱塩槽等の清掃用純水の蛇口などを接続する。
- 4 処理系はできるだけ閉鎖系路にし、脱塩槽からの排水を65%程度再利用（循環）することにより、水道代、イオン交換樹脂再生等の水処理コストの低減を図っている。また、窒素ガスは価格も安価で、圧縮ガスのため極度に乾燥しており、200kg/cm²もの圧力があるため、これを窒素パージ以外にも利用して、排水ポンプと減圧ポンプの能力（価格）を下げた。
- 5 この装置の最終的な形態は、コンピュータ制御による完全自動化である。これは、消耗系（フィルター・窒素ガス等）の2次系路切り換えの判断・動作、脱塩槽の排水の塩素測定による脱塩時間・脱塩回数の判断・動作及び、脱塩処理後の水の排水・再利用の選別等をコンピューター制御により自動的に行い、省力化、効率化（本装置の現在の標準処理時間47時間をさらに平均18時間程度に短縮）を図る

ものである。試験運用終了後の本格運用時には完全自動化が運用コストの面からも必要であり、その時には現在の制御ユニットに、完全自動制御デバイスを増設する。

- 6 脱酸素水を製造するためには純水が必要である。純水は、イオン交換樹脂の中に水道水を通して製造するため、一定期間でイオン交換樹脂の入ったシリンダーを交換し、シリンダーの中の樹脂の再生を、専門業者に任せなければならない。この装置の中で運用コストがもっともかかるのが、この樹脂再生である。そのため、樹脂再生よりも遙かにコストの低い3種類のフィルターを前処理フィルターとして入れて、イオン交換樹脂の負担をできるだけ除いたり、脱塩後の排水を再利用するなど対策を講じた。

本装置の1サイクルの動作は、

- 1 遺物を脱塩槽に入れる。
- 2 脱塩槽内の大気を追い出してから、脱酸素水を注入する。
- 3 2時間浸漬する。（標準設定）
- 4 大気を脱塩槽に入れられないために、窒素ガスを入れながら排水する。
- 5 上記の2～5を20回行う。（標準設定）
- 6 脱塩終了後、脱塩槽内に窒素ガス注入、減圧をすることで遺物を乾燥させる。

という流れになっており、約47時間（標準設定）で完了する。この後、遺物は保管管理ユニットに引き継がれる。なお、「出土遺物保管システムⅠ」では、脱塩槽内での合成樹脂含浸を考慮していたが、装置が複雑になることと、保管管理ユニットにおいて樹脂含浸せずにパックする方法を採用する予定のため、脱塩槽内で合成樹脂の含浸は行わない。

この装置を考案するにあたって、まず脱塩槽の容量を設定しなくてはならなかった。この脱塩槽の容量が決まらなると、脱酸素水製造装置の能力、純水製造機の能力、真空ポンプの能力等を設定することができないからである。

この装置が安価であるには越したことはないが、安物買いの銭失いにははたくなかった。そこで、当たり前のことではあるが、脱塩槽の容量や他の機材の能力を設定する時に考慮したのは、抑制ユニットにおいて必要とされる装置全体の能力と、価格・運用コストとのバランスである。

具体的には、

- 1 1mを越える完形の大刀や短甲など大型の遺物が入る脱塩槽を設定できれば一番良いのであるが、そうすると脱塩槽の容量を大きくしたり、デッドスペースを無くすために形状に合せた脱塩槽が必要になる。これらは結果的に運用効率の低下や装置全体が非常に高価なものになる原因である。
- 2 脱塩槽を大型にすれば一度にたくさんの遺物を処理できるが、脱塩槽の開閉や遺物の出し入れをするための装置がさらに必要になる。そのために装置全体が大型化したり、遺物の移動空間も大きくなるので、装置の設置場所、作業場所を広くとらなければならなくなる。
- 3 脱塩前には、付着している土などをクリーニングしたり、木質などを強化する作業があり、脱塩後には、パッキングもしくはコーティングの作業がある。これら前後の作業は大部分が手作業であるため、この作業量と脱塩処理量のバランスがとれないと、遺物が不安定な状態のまま放置される時間が増えてしまうし、その対策として新たに装置や人手が必要になる。
- 4 当文化財センターの場合、大型の遺物を処理することは非常に稀であり、量からいえば、340×540×150の標準サイズのテンパコに入るものが大多数である。また、このテンパコは各所で多用されており、このサイズを基準とする方が、保管管理ユニットにおいてバックを入れるコンテナを新たに設定し、脱塩処理槽の基準をそれに合わせるより、費用も管理も合理的である。
- 5 万一、大型の遺物を処理する必要が生じた場合、専用の脱塩槽を増設することが可能である。

以上を考慮して、脱塩槽の容量は上記4の標準サイズのテンパコ3つを重ねた程度とし、各装置の能力を決定した。

IV 脱酸素水脱塩装置導入のメリット

では、この装置の導入の実際的なメリットであるが、

- 1 他の脱塩方法に比べ遺物に負担をかけない。薬品を使用しないため残留物がなく、処理期間

も短いため遺物に負担をかけない。

2 処理時間が短い

現在の脱塩方法では、脱塩期間が21日間かかっているものが、この装置により2日間に短縮できる(標準設定)。

3 夜間も運用できる。

夜間電力の使用により電力コストを低減できる。また、完全自動化仕様の場合は現在より処理時間の短縮(平均18時間程度)が見込まれるため、そうならば夜間運用を主体にすることが可能となる。

4 他の機器に作動圧が供給できる。

現在、樹脂含浸タンク、サンドブラスター等に個別の装置から供給されている作動圧(減圧・加圧)をこの装置に統合することで、保存修復処置全体のコストの低減を図ることができる。

5 将来にわたり運用が可能

外装の無駄を省く点からも、既製の機械のように全体を一つのパッケージにせず、ユニットで独立させて部品1つから簡単に交換できるようにしてある。そのため、ユニットの組み替え・改良・増減等により、将来における技術の進歩、状況の変化、各種の使用条件や使用環境に柔軟に対応し、長期間(最低5年)大きな改造をしないで使用することを考慮している。

設置場所や設置レイアウトは、屋内で電力供給、給排水さえ出来れば、比較的自由に選択できる。具体的には、2290×4700×1800あれば装置と窒素ガスシリンダーを設置した上で、遺物の出し入れなどの作業をするスペースが充分設けられる。装置の搬入・搬出に必要な広さは、幅800の普通のドアから行える。また、設置後の移動も比較的容易であるため、万一、本部が移動になっても対応することが可能である。

さいごに

この装置だけでも、脱塩処理において現在より遺物の負担が少なくなり、19日間の処理期間の短縮が可能となる。

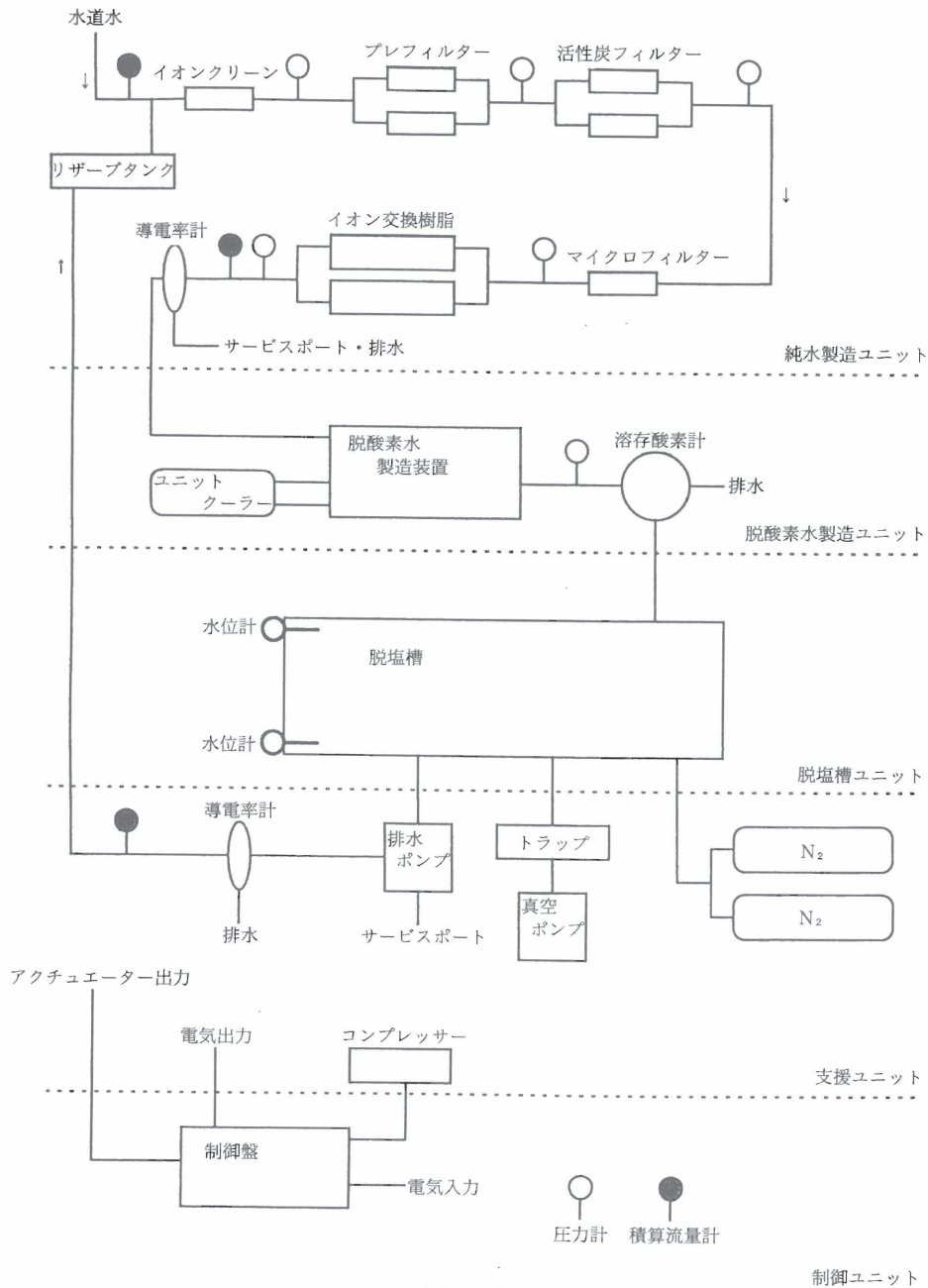
しかし、出土遺物保管システム全体、つまり、初期対応ユニット、腐食抑制ユニット(この装置の部分)、保管管理ユニットの3つが連動してこそ、この装置は真価を発揮するし、遺物の情報の劣化を極力押さえながら、大量に長期間保管するという目標が達成できる。

そのためには、「初期対応」「保管管理」も出来るだけ早く起動し、システム全体の完成が望まれる。

* 本装置の要である脱塩方法、脱酸素水製造装置などについて、東京国立文化財研究所修復技術部第三修復技術研究室長 青木繁夫先生にご教示を頂きました。

〈参考文献〉

青木繁夫・平尾良光・門倉武夫・犬竹 和
 「新設脱塩装置について」保存科学No.29 1990
 H.H.ユーリック・R.W.レヴィー
 「腐食反応とその制御」第三版 産業図書 1989
 日根文男
 「腐食工学の概要」化学同人 1988



脱酸素水脱塩装置 略図