

# 東京スカイツリー®地域熱供給施設



## 無薬注型防食システム導入による蓄熱槽水の水質改善

**受賞者** 発表者：株式会社東武エネルギー・マネジメント 技術部 丸尾 敬仁氏  
 新菱冷熱工業株式会社 経営企画本部 中央研究所 山田 育弘氏  
 申請者：株式会社東武エネルギー・マネジメント、新菱冷熱工業株式会社  
 設備オーナー：株式会社東武エネルギー・マネジメント

### ヒートポンプチラー緊急停止の原因を調査

株式会社東武エネルギー・マネジメントは、2つのプラントで冷水・温水を製造し、東京スカイツリータウン®及び周辺地域への熱供給事業を行っている(図1)。2012年に竣工したメインプラントには、大規模な蓄熱槽があり、電力の負荷平準化やデマンドレスポンスに取り組んでいる。以前、メインプラントのヒートポンプチラーが緊急停止したことがあり、今回、改善事例に取り組むきっかけとなった(図2)。

蓄熱槽は、4槽の温度成層型水槽で構成され、合計約7,000m<sup>3</sup>の容量がある。最も大きい蓄熱槽は、冷水専用で残りの3槽は冷温切り替えが可能となっている。蓄熱槽はすべて開放型になっているため、水面に表面被覆材を浮かべ、空気との接触を最小限にしている。また、窒素式脱酸素装置による脱酸素処理を行い、蓄熱槽水系の腐食対策を行っている(図3)。ヒートポンプチラー緊急停止の原因を調査した結果、ヒートポンプチラーの温水凝縮器チューブに腐食生成物が付着し、凝縮器の熱交換効率が低下。そのため、冷媒温度を上げる必要があり、冷媒圧力が上昇。結果、圧縮機の圧力上限を超過し、緊急停止に至ったことがわかった。

### 蓄熱槽水の水質改善に着手

配管腐食の対策の一つとして「水質改善」を行うこととした。当初は腐食対策として防錆剤の使用を検討したが、蓄熱槽水は非常時・災害時に生活用水として利用することや「消防水利指定」を受けていることから使用を断念。そこで考えたのが「無薬注型防食システムによる水質改善」である。

防食システムは、「防錆剤を使用しない防食技術」と「腐食センサによる腐食の見える化」により構成されている。これにより腐食(特に局部腐食)の発生リスクを抑えるとともに、腐食トラブルが発生する前に異常を検知して適切な処置を行うことができる。予防保全と予知保全技術の組み合わせで、設備の長寿命化に貢献する技術である。

### アニオン交換樹脂による水道水の水質改善

水道水の成分には、さまざまな物質が溶け込んでいるが、塩化

図1 東京スカイツリー地域熱供給施設



図2 東京スカイツリー地域熱供給施設システム概要

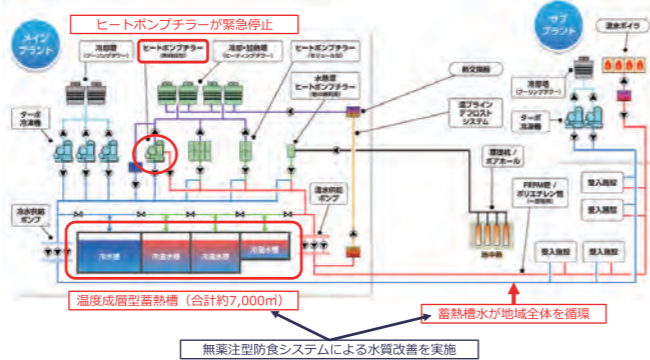


図3 蓄熱槽水系の腐食対策と改善取組の経緯1

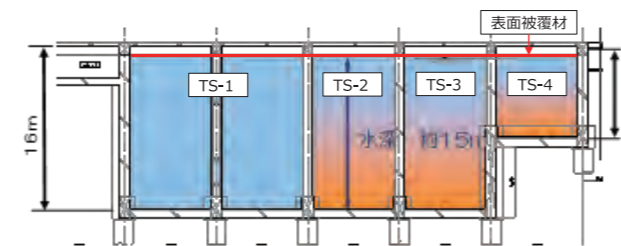
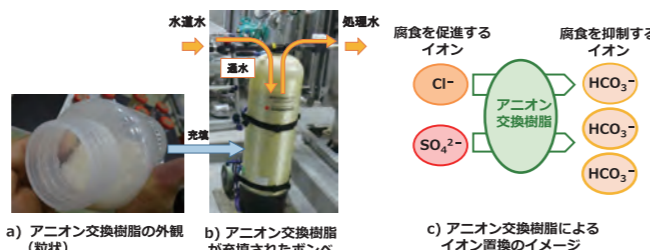


図4 蓄熱槽水系の腐食対策と改善取組の経緯2



物イオンと硫酸イオンが腐食を促進し、炭酸水素イオンが腐食を抑制するといわれる。そこで、塩化物イオンと硫酸イオンを減らし、炭酸水素イオンを増やすことで腐食を抑制する方法に着目した。

水道水のイオン(マイナスイオン)濃度の割合を調整する方法として、アニオン交換樹脂を用いたイオン交換法がある。アニオン交換樹脂をポンベの中に充填し、水処理装置として用い、水中の塩化物イオンと硫酸イオンを炭酸水素イオンに交換する。この方法による水質改善で、金属を腐食させにくい水質に変えることができる(図4)。アニオン交換処理前後の水質分析結果では、腐食を促進する塩化物イオンと硫酸イオンが、10~24mg/Lあったものが1mg/L未満まで減少、腐食を抑制する炭酸水素イオンは、55mg/Lから111mg/Lに増加した。

### 防食システムを既存設備へ導入

改善は2016年から検討を始め、2018年7月にシステムを導入し、2019年1月より、蓄熱槽水の冷水・温水の水質改善を1年半かけて実施した。このシステムは、既設設備への導入実績がなかったため、アニオン交換処理をした蓄熱槽水の防食性能や一度腐食した炭素鋼に対する防食効果、アニオン交換処理水の各種材料に対する影響などの事前検討を行った。その結果、既存施設への導入においても防食効果が期待できること、および施設内の機器に悪影響を及ぼさないことを確認した。

蓄熱槽の冷水・温水系統に本システムを導入した系統図を示す(図5)。モニタリング装置は系統ごとに設置した。アニオン交換処理装置は、各系統で切り替えられるように設置した。水質改善中は、循環水の一部を取り出し、アニオン処理装置で水質を改善して循環水に戻す。アニオン交換樹脂は、一定量のアニオン交換処理を行うとイオン交換能力が低下する。このため、アニオン交換処理装置内で再生溶液を通過してイオン交換能力を随時回復させる。

### 防食システム導入の効果検証

腐食モニタリング装置には、鉄や銅の腐食センサと溶存酸素計、試験片ホルダが供えられている。腐食センサが示す腐食速度と溶存酸素濃度をリアルタイムで監視することで、「腐食の見える化」を実現している。試験片ホルダを用いて、水質改善前後に腐食試験を実施した。アニオン交換処理により、硫酸イオン濃度は1mg/L未満、塩化物イオン濃度は5mg/L未満となり、それぞれ目標を達成した。アニオン交換処理後の水質を調査した結果、腐食を促進するイオンが減少し、腐食を抑制するイオンが増加した。約1年半で、7,000m<sup>3</sup>の蓄熱槽水を金属が腐食しにくい水に改質することができた。

水質改善効果として、試験片による腐食試験では、平均の腐食速度が最大25%減(図6)、最大浸食深さが64%減少(図7)した。ヒートポンプチラーへの影響として、アニオン交換処理後は、凝縮器チューブ内に付着する腐食生成物が少ないことが確認でき(図8)、チューブの清掃回数を年2、3回から年1回に削減できた。また、運転時の凝縮器圧力・凝縮器温度が低下したことで、ヒートポンプチラーの緊急停止トラブルを解決することができた。本取組事例が蓄熱槽の災害利用拡大に寄与することを期待する。

図5 防食システムの概要

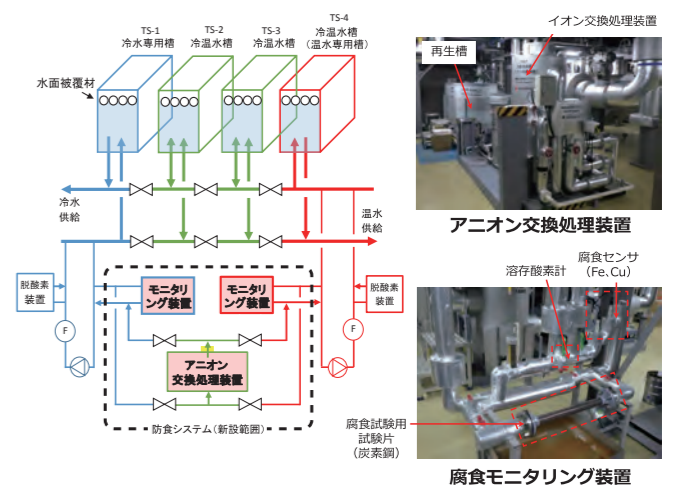


図6 アニオン交換処理前後の平均腐食速度

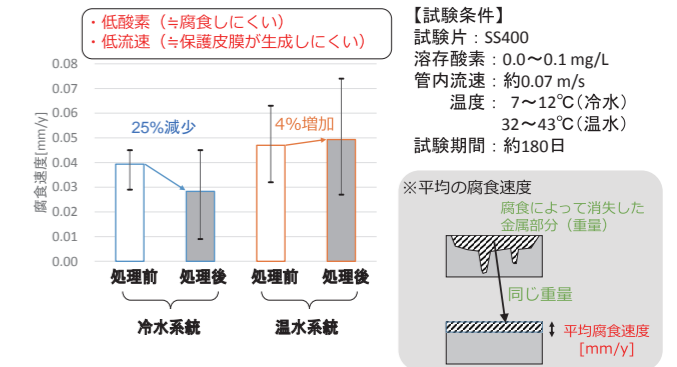


図7 アニオン交換処理前後の最大侵食深さ

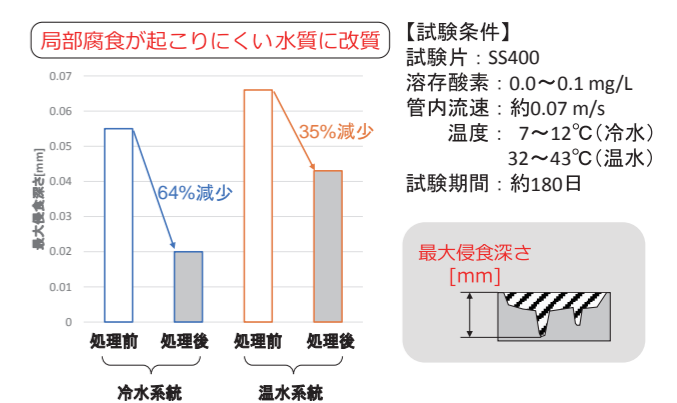
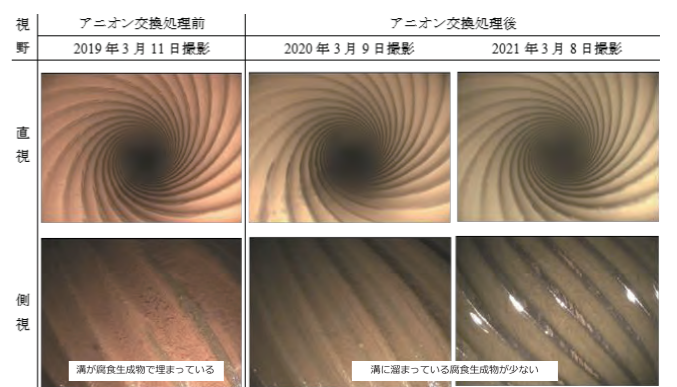


図8 凝縮器チューブへの腐食生成物の付着量低減



腐食生成物の付着量が減少