



ふな き たい き
舟 木 太 樹

生年月 1986年10月大阪生まれ
最終学歴 2005年大阪府立東住吉工業高等学校電気科卒業
業務経歴 2016年藤竹中工務店入社 大阪本店設備部設備施工管理グループ 中部地区 FMセンター配属
●担当した主なプロジェクト
2016年 梅田阪神第一ビルディング空調熱源設備更新工事
2017年 サントリー本社ビル 非常用発電機BCP対応工事
2017年 リッツカールトン大阪 客室ユニットバス配管更新工事
2018年 京セラドーム 振動対策工事
2018年 大阪四季劇場 個別空調化対応工事
2019年 大阪センタービル 受変電設備更新工事
2020年 ラグザ大阪 空調熱源設備改修工事

■青年技術者のことば

まだ経験の浅い設備技術者である私が、空調密閉配管からの漏水事故対応を経験する中で、漏水に至るメカニズムを理解し、様々な観点からの複数の対策を講じることにより解決できたことは、今後の設備技術者としての私自身の大きな助けになる経験であったと非常に有難く思っている。また、本事象の収束に際しお客様より感謝のお言葉を頂いたことは、改善に向けてのプロセスへ携わって頂いたすべての方々に感謝の気持ちでいっぱいである。近年、人材不足や高齢化社会など様々な観点から建築ストック活用との意識が醸成され建物寿命が長期化されていくなかで、それらを実現すべく様々な技術や工法が開発されており改修工事においてはさらに高度な技術力を要する工事が増えていくであろう。私自身も設備技術者として様々な技術に触れ自己研鑽しステークホルダーの抱えるニーズに応え社会にさらに貢献していきけるように努力を続けていく所存である

■すいせん者

水野俊輔
（株）竹中工務店 大阪本店
設備部 設備GL

設備配管腐食漏水に対する腐食進行抑制と非破壊調査手法の改善

●はじめに

設備配管の腐食による漏水は、使用管材によっては、いずれは起きる問題であり、一度漏水が発生すると連鎖的に多発する建物所有者にとって負担の大きな問題である。腐食漏水の防止には、保守管理と漏水に至るまでに配管の劣化具合を把握し計画的に設備配管を更新することが重要であるが、配管内部の腐食については、局所的な調査しかできないものや、調査するとしても設備機能の停止が伴うなどの支障があるものが多かった。私が当社のリニューアル工事施工に特化した部門であるFMセンターでの密閉循環式の空調温水配管からの漏水の対応において、漏水の事象の分析と原因究明、それらに基づいた発生要因を除去する対策により漏水の進行を抑制させる成果を上げることができた。また、その過程で配管腐食調査のために試みた非破壊検査手法についても一定の成果を上げたので、これらについて報告する。

●配管漏水の発生状況

図1に漏水箇所(①~⑦)を示す。空調熱源用の温水密閉配管において経路全体に発生している特徴が見られた。いつでもどこで漏水が発生するのか予測できず、早急な改善が必要であった。

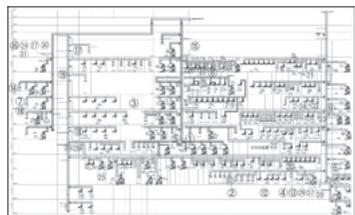


図1 配管漏水状況図

●配管腐食の発生状況

配管の抜管調査を行った。全体的には健全であるが、局所的な1mm程度の内部ピンホール腐食が発生している事が確認された。(図2)

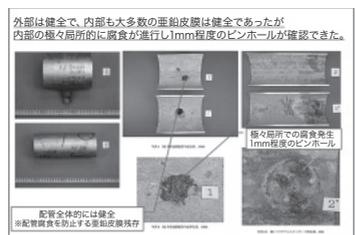


図2 配管調査結果

炭素鋼白管は溶融亜鉛めっきにより形成される酸化皮膜によって耐食性を有しており、亜鉛は鋼より電位が卑であるため、亜鉛めっき層に欠陥があっても亜鉛の犠牲陽極作用によって鋼が防食される。しかし水質や使用条件によっては早期に亜鉛めっき表面の電位が貴化することがあり、この場合、亜鉛めっき層欠陥部においては逆に鋼の腐食が加速される。(図3)
本件においても亜鉛と鋼の電位が逆転したことによる特徴が見られた。一方

で電位逆転が生じても溶存酸素濃度を低く保つことで、腐食の進行を抑えられる事が知られている。そこで、溶存酸素濃度を測定したところ、濃度が高いことが確認されたため、その点に着目し改善の検討に取り掛かった。

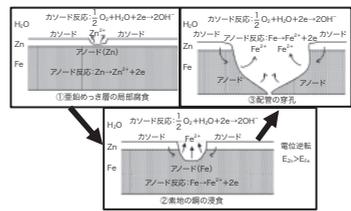


図3 電位逆転による局部腐食

●溶存酸素上昇原因の確認

密閉循環経路への補給水管へ超音波流量計を取付け補給水量の経過観測を実施した。その結果、概ね月2t程度の補給水量を確認した。本来、密閉式循環システムでは補給水を最小限にすることで、循環水の溶存酸素濃度を低く保ち配管の腐食を最小限にとどめ耐用年数を長期化するものであるが、経路内の漏水などにより溶存酸素を含む補給水が常時補給されることで溶存酸素濃度が上昇し、腐食を進行させていると推察した。

●配管腐食抑制手法の確立

本来であれば、補給水が必要となる原因の漏水箇所を特定し修繕する必要があるが、熱源廻りや大型空調機械などに漏水は認められず、残る要因として、天井内の膨大な数のFCUや天井内設備での漏水を調べる必要があるが、調査には天井解体を伴うなど、テナント営業への支障が発生するケースが多く、改善への時間を優先し漏水による補給水供給はあるものとして、溶存酸素濃度の低減手法の検討に取り掛かった。

●溶存酸素低減手法の確立

まず、補給水流入による溶存酸素の循環経路への侵入を遮断させる為に、補給水系統に1回の通水における溶存酸素量の低減能力が高い特徴を持つ「膜式脱気装置」の設置を即座におこなった。また、補給水の遠隔監視システムと循環経路内へ供給される補給水に対して溶存酸素濃度値の遠隔監視機能を構築した。これにより補給水からの溶存酸素を抑制でき、結果として漏水の発生を回避できた。

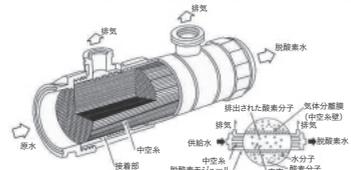


図4 膜式脱気装置仕組み

次に、循環経路内の溶存酸素除去の検討を行った。前述の膜式脱気では循環水のような浮遊物質濃度の高い水質環境においては、中空糸膜に目詰まりを発生させる不具合が懸念された。そこ

で、循環経路には1回の通水での溶存酸素低減能力は低いが、循環させ繰り返し通水することで限りなく溶存酸素濃度を低減し、かつ浮遊物質濃度が高い水質環境にも対応できる窒素置換脱気装置を選定した。また、窒素と置換することで安定した脱酸素水を供給することができることも選定に至った理由である。補給経路同様に循環経路の溶存酸素も遠隔監視と上限警報機能を構築した。

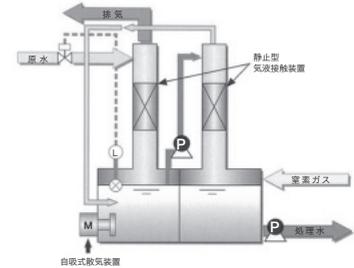


図5 窒素置換脱気装置仕組み

●既腐食進行配管への対応

脱気装置を導入し、配管腐食の進行を食い止めることが出来たが、既設配管には既に漏水する間際まで腐食が進行しているピンホール予備軍が多く点在している事が懸念された。そこで、12,000mもの配管より短期間で1mm程度の腐食箇所を特定し健全区間と更新対象区間を判別する必要があった。

●非破壊検査手法の確立

既存の調査手法では、目標を満たすことが出来なかったため、新たな調査手法として、医療現場や溶接部の判定に採用されているX線のデジタル化技術であるデジタルX線画像処理装置FCRを配管腐食調査に採用した。

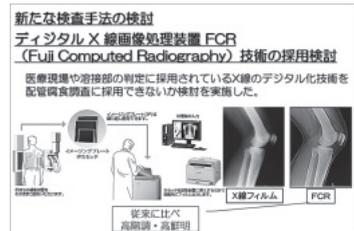


図6 X線デジタル化技術

FCR技術を使用している非破壊調査により、短期間で広範囲の効率的な調査が可能となり。運転時間の長い経路でピンホール予備群が散見され、運転時間の短い経路では、ピンホール予備軍は認められなかった。これにより更新範囲の優先化を区分する判断材料となり、配管更新の優先度化を図り配管の計画的な更新を実施できた。

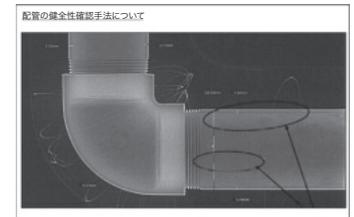


図7 FCR撮影状況