

T-46 アンモニアアタック

1. 概要

銅合金管は、酸素とアンモニアが存在すると、銅が酸化され、酸化された銅がアンモニアと反応して錯塩を形成し、銅が錯イオンとして溶出する。この現象をアンモニアアタックと呼んでいる。発電プラントの汽水循環系で、蒸気を水に戻す復水器伝熱管として、銅合金管（アルミニウム黄銅管等）が広く使用されているが、空気冷却部の配管が、空気とアンモニアの共存により、配管が支持板に沿って溝状に腐食することがある。

2. 損傷を受ける材料

銅、銅合金

3. 損傷機構と損傷事例

ボイラでは pH調整剤としてアンモニアが使用されている。また、脱酸素剤ヒドラジンが使用されるが、ヒドラジンは分解してアンモニアを生成する。蒸気タービンで発電に寄与した蒸気は、復水器で水に戻される。アンモニアを含む蒸気が、復水器内で凝縮する時、アンモニアの気液への分配は気相の方が大いため、気相中のアンモニア濃度は凝縮水中よりも大になる。そのため、復水器の出口に近づくにつれて、残った蒸気中のアンモニア濃度は高くなり、その時の凝縮水中のアンモニア濃度も高くなる。復水器で残った蒸気、非凝縮ガスは、復水器内において空気冷却部と呼ばれる管群部に集められ冷却された後、排出される。空気抽器に導かれた蒸気は、抽出用の蒸気とともに、クーラーで冷却されるが、ドレン中のアンモニア濃度は高くなる。このようにアンモニア濃度が高く、かつ空気が存在すると、給銅合金復水器用伝熱管は激しく腐食する。

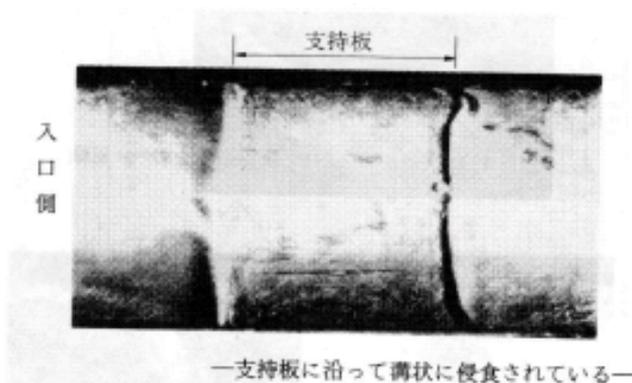


写真1. 復水器冷却管のアンモニアアタックの事例¹⁾

図1²⁾は、Cu-アンモニア-H₂O系の電位-pH図の一例である。アンモニアが存在すると、銅はpH=9.2付近でCu(NH₃)₄²⁺、Cu(NH₃)₂²⁺ 錯イオンを形成し、容易に溶出することが推測できる。

腐食の反応式の一例を次に示す。

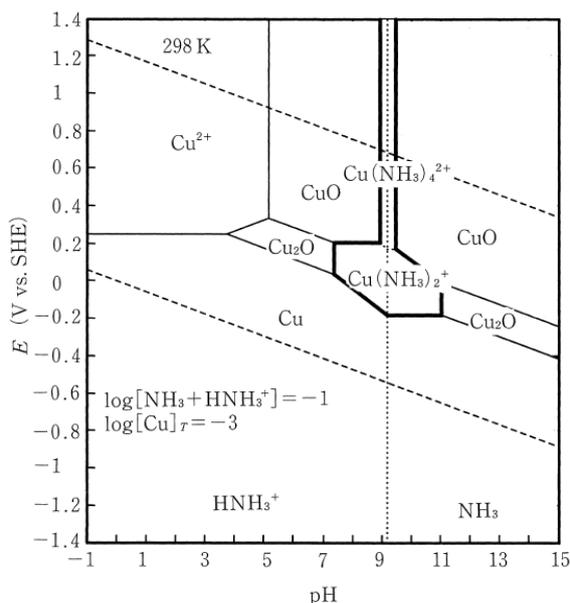
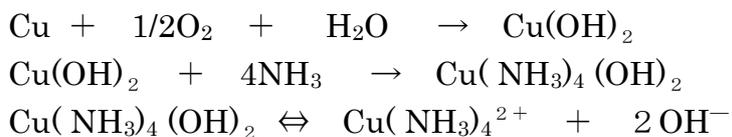


図1. Cu-アンモニア-H₂O系の
電位-pH図²⁾

全アンモニア濃度：10⁻³mol kg⁻¹

全Cu濃度：10⁻³mol kg⁻¹

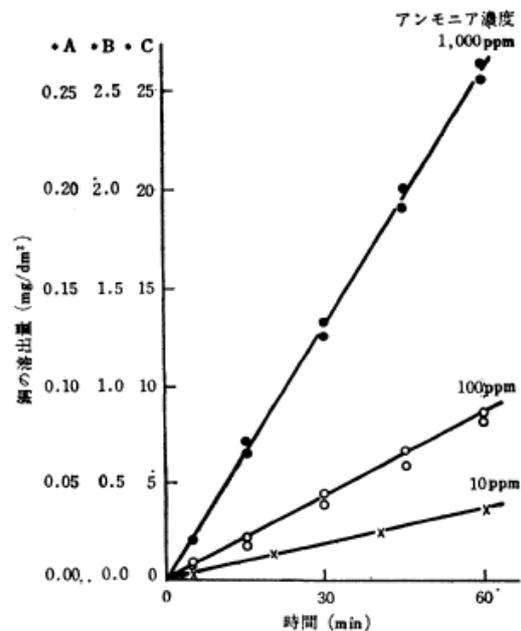


図2. アルミニウム黄銅の腐食速度に
及ぼす水溶液中のアンモニアの濃度
の影響 (縦軸：A(10ppm)、
B(100ppm)、C(1000ppm))³⁾

銅合金(アルミニウム黄銅)の銅イオンの溶出速度に及ぼす水溶液中のアンモニア濃度の影響を図2³⁾に示す。アンモニア濃度の増大と共に、溶出速度は急増している。

実際の設備(復水器)でのアンモニアアタックは、写真1に示すように、配管が、支持板に沿って溝状に浸食されるような形態が多い。

低圧給水加熱器管に銅合金が使われている場合も、加熱蒸気側が負圧の状態
で空気が漏洩すると、不凝縮ガス抽出部近傍で高濃度アンモニアおよび酸素と
の反応で、復水器伝熱管同様、アンモニアアタックを受けることがある。

アンモニアアタックは復水器内におけるアンモニア分の局部濃縮により起こるものであり、濃縮の程度は復水器のデザインにより相違が生ずる。空気冷却部が解放されている場合には腐食が軽く、その上部が隔壁で覆われている屋根つきの場合には腐食が激しい傾向となる。前者の場合、空気冷却部の上部で凝縮した復水が滴下して、空気冷却部に凝縮したドレンを洗い流すことによって、アンモニアが希釈されるためである。

実機復水器の空気抽出部および近傍での、アンモニア濃度測定例では、蒸気中で 45～2700ppm、凝縮水中で 4～258ppm に及んだ事例が報告されている。

4. 対策

- ①復水器、低圧給水加熱器内では、空冷部管は常にドレン洗われる構造にし、局所的にアンモニアの濃縮が生じない構造とする。
- ②アンモニアが濃縮する可能性のある部分は、アンモニアに対して耐食性のすぐれたチタン管等を用いる。
- ③器内に、できるだけ空気の洩れ込みを防止する
- ④復水器冷却管、給水加熱器管などが銅合金製の場合は、蒸気の pH を 9.5 以下に管理する。

5. 参考文献

- 1) 火力原子力発電 Vol.47, No.478, p787 (1996)
- 2) 腐食・防食ハンドブック：腐食防食協会編
- 3) 丹野和夫、他 防蝕技術、Vol.21, No.2, p62～