

スケール除去システム (SRS) の原理

1. スケール形成のメカニズム

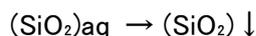
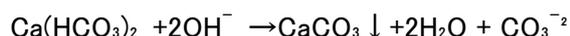
- (1) スケールはカルシウム (Ca) やマグネシウム (Mg) 等が炭酸塩 (HCO_3) と共存する時に不安定な水中で発生する。
- (2) 一般的にこれ等が共存している水は安定した状態で地球上に存在している。

しかし、水温の上昇、pH の上昇及び水中に溶存する夫々のイオン当量が多くなると水に溶存することが出来る量が減少し余剰分が固形物になり沈降することになる。

この沈降した固体を一般的にスケールと呼んでいる。

- (3) 不安定な水における化学反応は以下ようになる。

高アルカリ (pH 値が高い場合) 環境で起こる反応 ————— + 電極



強酸性 (pH 値が低い場合) 環境で起こる反応 ————— SRS 内面



(なお、SRS では安全確保のため発生したガスをタンクから排出する仕組を組込済み)

以上がスケール生成に係わる古くから知られた原理である。

イスラエルでは日本に比較すると 1~2 桁大きい高硬度水をクーリングタワーの冷却水として使用せざるを得ない水事情を抱えている、日本では想像できない程のスケール障害が冷凍機環境に存在している。

イスラエルの企業である CQM 社は革新的な ATCS (Automatic Tube Cleaning System : 日本では BCS と称す) を商品化し冷凍機の凝縮器の問題解決を行いクーリングタワーや冷却水配管に対する解決策を SRS の開発で実用化した。

なお、CQM 社では密閉系配管等で起きている障害の防止のためのシステム SR-CC 及び SR-CT を市場に投入し精力的に新製品の開発を継続している。

2. SRS の機能

SRS は 1. 項で述べたスケール析出のメカニズムを基礎に CQM 社での長年にわたる実証試験の産物として実用化されたシステムである。

主な要素技術は以下の通りである。

- (1) 水の電気分解原理を採用し、人為的に強酸性域と高アルカリ域を作り出している。(－) 極に高アルカリ域を生成させる。これにより (－) 極である本体タンク内面にスケールを強制沈着させる。
- (2) (+) 極である電極板の回りは強酸性となり、副次的に活性塩素等で殺菌作用を行う。(ただし、残留塩素濃度が高い場合)。電極は強酸性に耐えるため現在の装置ではチタン合金にイリジウムコーティングしたものを採用している。
- (3) 電気分解時間を一定時間以上にするように本体タンクの接線方向に処理水を導入しその時間を確保している。
- (4) 一定時間間隔に電極回りの雰囲気をドレンすることによりリフレッシュし電解効率を確保するようにしている。
- (5) 電気分解は電気分解電力量に比例して効果が現れる。しかし、SRS は最高 24V で 5A の直流電流しか流していない。この理由は急激な水質変化を行うことによる障害を防止するためである。言わば漢方薬的な緩やかな効果を狙いとしている。
- (6) 電解電流が最高 24V であるため、SRS の運用による感電事故は無い。
- (7) 効果検証は①タンク本体の透明視窓から観察できるタンク内スケールの観察、②クーリングタワーのスケールの状況の観察及び③定期的な水質分析等で行っている。効果は早ければ 2 週間ほど遅くとも 6 ヶ月程度で判断できるようになる。(ただし、現場の水質により左右される)
- (8) 薬注による従来のスケール防止策は、SRS を採用した日本の顧客の場合スタートと同時に中止をするのが通例になっている。
- (9) SRS を長時間運用すれば循環水のスケール成分が徐々に減少してくる、一定の成分比率で安定していた循環水のバランスを SRS は崩すようになる。そこで循環水は安定状態に戻る為にクーリングタワーや循環配管内に沈着しているスケールを少しずつ溶かし冷却水系に沈着したスケールを取り除く作用をする。

3. 冷凍機の凝縮器に対する SRS の作用

SRS の処理対象はクーリングタワー及び冷却水配管のスケール除去に採用され大きな効果を上げている。

一方、凝縮器等の熱交換器のチューブに対する効果は残念ながら限定的な効果を示すに過ぎない。

(過去に検証した限定的な効果：①冷凍機休止の間も冷却水ポンプを運転し SRS を運用した、冷凍機休止中の現象と考えられるがスケールが柔らかくなりほんの一部であるがスケールが減少した部分が見られた。
②2 台の冷凍機に対し SRS 付と SRS 無しで比較検討を実施した。
開放点検の結果 SRS を設置した冷凍機のスケールは明らかに少なかった。
この結果から CQM 社及び弊社では SRS はスケールの付着スピードを下げる効果はあるが 0.1 mm 単位でエネルギーロスが生じる冷凍機に対して過大な効果を見込むべきでないと判断している。)

確かに、スケール成分の絶対量が減少するために上に示した限定的な効果は現れてくる。

凝縮器チューブは、一般にはチューブ外面の温度が高くスケールが発生する環境である。

スケールの主成分であるカルシウムは 40℃を越えると少量しか水中に溶存できなくなり回りの炭酸と反応して炭酸カルシウムのスケールが発生する。

そのスケール成分がチューブの内面に固着することになる。

高温の冷媒ガスが熱交換器に送られるノズルの近傍のチューブ内面はセル側の高温に晒、され結果として溶存出来るスケール成分イオンが減少し、減少した分だけ炭酸カルシウムを代表するスケールが付着することになる。

以上