

# スケール防止効果の実証試験 (スケール No.4-0)

## <結晶構造の変化>

英国製ハイドロパス社によるアクアクリア・ハイドロフロー・スチームクリア等の電磁式水処理装置は、周波数 100,000 ~ 200,000Hz/秒の電磁波によりスケール防止の水処理を行う無公害で最も安全な物理方式水処理法です。

目的：スケール付着防止効果の実証試験

装置名：ハイドロフロー-HS38 型(一般家庭用、10 ~ 25A 管用)

実施日：1995年1月~4月(4ヶ月間)

場所：英国王立陸軍科学大学

A方法：蒸留水精製装置の10Lフラスコの中に通常の上水で満した。水は電気ヒーターで沸騰させて、水蒸気を凝縮して蒸留水(純水)を作る。

この実験は処理と未処理の2回にわたり行われた。

1. 第一回目は処理水側としてハイドロユニットの小型(家庭用のHS38型)を設置して1月11日~2月28日の48日間行った。(写真1と2)
2. 第二回目は同試験設備で3月1日より4月21日までの51日間未処理水側で行われました。(写真3と4)
3. 各試験の途中ではスケールサンプルは底辺に推積したスケールを集めた。
4. これ等のスケールサンプルはX線回析法により結晶構造を電子顕微鏡で拡大写真を撮った。
5. 双方のスケールのX線回析及び電子顕微鏡の結果ではスケール結晶は長斜形(又はひし形)の炭酸カルシウムのカルサイト結晶(方解石)でした。  
(注)大理石はこの方解石の結晶化したものである。
6. 更に有意義なことは、これらの結晶は水が過飽和に達するとすぐに結晶化してくる事であった。
7. 加熱が進むにつれて、その後はその結晶が次第に大きく成長してくる事が観察された。

B結果：1-1：第一回目の実験結果の観察(処理水側)

- (イ)推積したスケールは粉状であった。
- (ロ)フラスコの中のスケールが軟質なもので、ブラシでの水洗いで簡単に落ちて、従来のような薬品による酸洗浄は不要であった。
- (ハ)但し以前より硬いスケールの付着していたごく一部のヒーターエレメントの所は、綺麗に洗浄した所、スケールの下部にはピッチング(細かい孔食)が見られた。  
(従ってスケールが硬く付着するとその下に孔食が発生することが判明した。)

1-2：第二回目の実験結果の観察(未処理水側)

(イ)硬い炭酸カルシウムのスケールがフラスコ内及びヒーターエレメントに厚く付着した。

(ロ)フラスコの首の細管部には一番多くスケールの付着が見られた。

フラスコ部と容器部・ヒーターエレメント部をすすぎブラシ洗浄して更にヘラで落としてもスケールは外れず、結局は薬品で酸洗浄するはめになった。

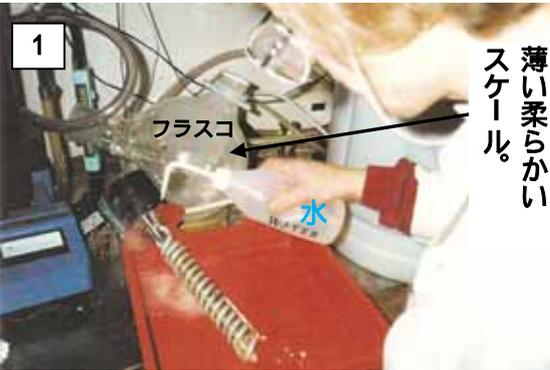
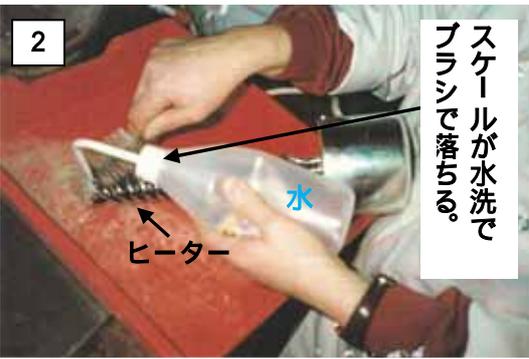
双方の水の使用量の記録はないが、この間水の使用量が双方に大きな変化があったとは、考えられない。

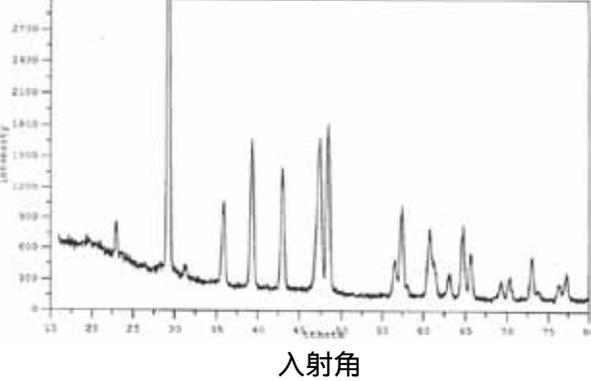
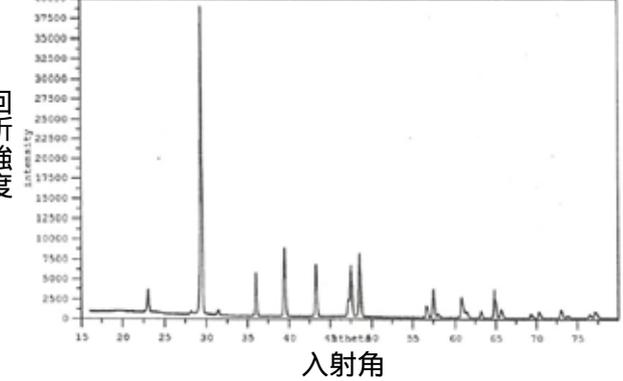
C 結論：本試験の結果、ハイドロフローは炭酸カルシウムのスケール結晶のサイズに影響を与えている事は明白である。そして水中でより大きく成長した結晶が短時間で沈殿を起すという事が判明した。

ハイドロフローで処理された水側では水中のカルシウムイオンが過飽和に達するとすぐに金属表面(熱交部)でなく、水そのものの中で結晶核(種)の形成そして、結晶化への速度を促進して、水中のイオン濃度の低下が起こり未飽和となり、次にこのプロセスが再び繰り返され、言いかえれば未飽和 飽和 過飽和 結晶化 未飽和という順になります。(未飽和では古いスケールが溶解されて落ちるという考え方もここより理解されます。)

この実験においては下記の X 線回析法と電子顕微鏡写真により、処理前と処理後のスケール結晶の違いが判明し、これ等の再現性も得られました。(次ページ参照)

D テスト風景：

処理水側 1・2	未処理水側 3・4
<p>1</p>  <p>薄い柔らかいスケール。</p> <p>フラスコ</p> <p>水</p>	<p>3</p>  <p>硬い白いスケールの付着。</p> <p>フラスコ</p>
<p>2</p>  <p>スケールが水洗でブラシで落ちる。</p> <p>ヒーター</p> <p>水</p>	<p>4</p>  <p>酸洗しないと落ちない。</p> <p>ヒーター</p>

処理水側のスケール結晶	未処理水側のスケール結晶
<p>1.X線回析</p> 	<p>1.X線回析</p> 
<p>2.電子顕微鏡写真(処理水側)</p> 	<p>2.電子顕微鏡写真(未処理水側)</p> 
<p>評価</p>	<p>X線回析とは  スケール結晶にX線を照射すると、その物質の結晶構造に反映したX線の回析のグラフが得られる。縦軸は回析強度で横軸は入射角を示し、各ピーク点は1つの結晶面に対応しています。従って処理前と処理後の結晶構造の違いは上のグラフのピーク点の違いにより、これは結晶構造が異なる事を意味しています。従ってこの点を比較すると明らかに異なっていることが分かります。</p> <p>電子顕微鏡写真  スケール結晶に電子を照射して数万倍に拡大して見ることができ処理前と処理後の結晶構造やその大きさ、粒子の個数の違いが明白に変化している事がわかります。従ってこれ等の相違点をもって結晶構造の違いが証明されました。</p>

その他：

当実験室は、ハイドロフローの実験結果に満足し、ハイドロフローHS38 を幾多の実験設備に採用致しました。その後は従来のような分解・取り外し酸洗浄といった困難な作業から開放され助かっております。