

アリオレス電磁気装置とは

アリオレスは40年以上に渡り、研究と検証を繰り返し行って生まれた製品です。

アリオレスは配管システムの内部にこびり付いた赤錆(赤水)やスケール(水垢・湯垢)を溶解・剥離させて、パイプや機器を維持延命させ、劣化を防止する装置です。

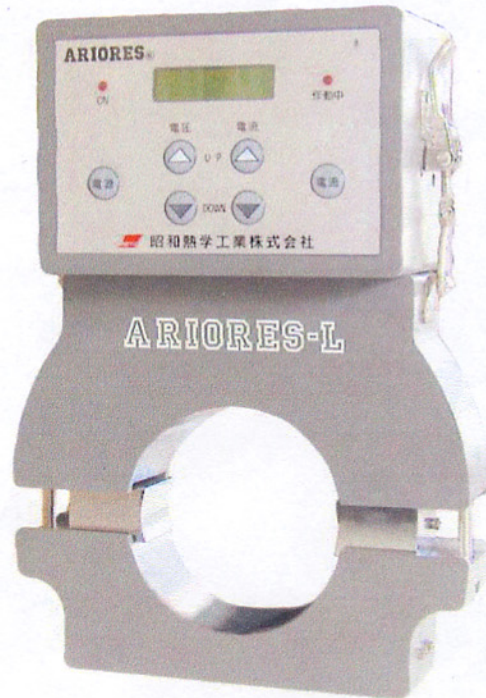
薬品などの化学物質を用いず配管に外部から装着することにより電気と磁気の作用を利用して効果を発揮します。



アリオレスS型
20A~32A・40A



アリオレスA型
50A~80A



アリオレスL型
100A~250A

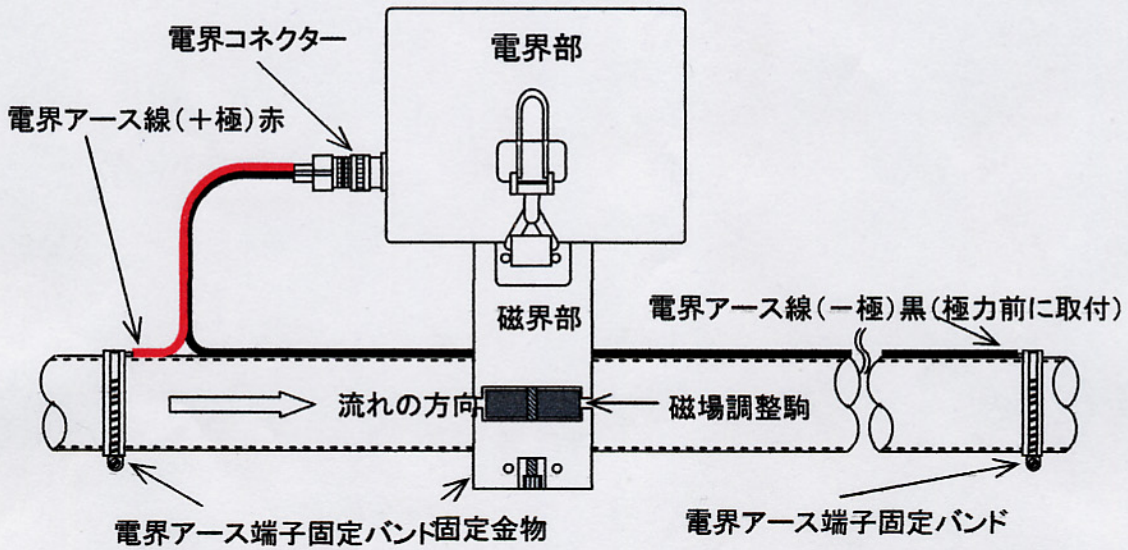
上の写真がアリオレスの外観です。上部が配管に微弱電流を流す電界部で、パネル部分に液晶モニター、電源ランプ及び作動ランプ、電圧・電流の調節ボタンがついています。

下の部分が磁界部で、ここに配管を外側から挟みつける様に装着し、直交磁界を配管内部に与えます。

アリオレスは配管のサイズにより大別してS型、A型、L型の3タイプがあります。S型は配管サイズ20A~40Aまで、A型は50A~80Aまで、L型は100A~250Aまで磁界発生部は更に細かく各サイズ毎に、配管に適合するように製作されています。

(さらにLL型300~400Aは特注製作致します)

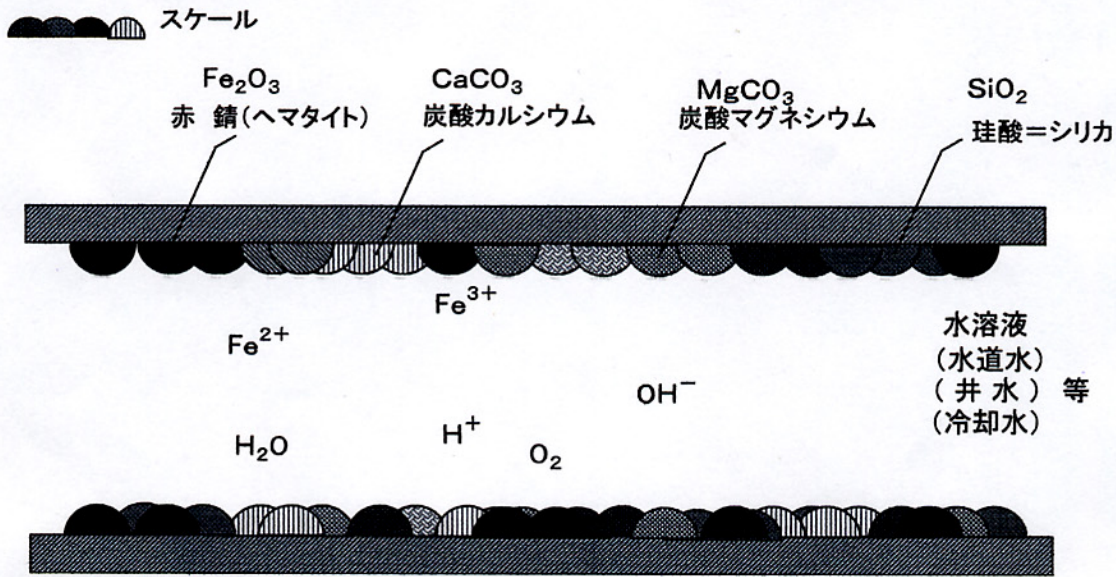
アリオレス配管装着図



上図がアリオレスを配管に装着した図です。配管の外側から管の内部に対して磁界と電流の作用により配管内部の錆・スケールを溶解剥離させます。配管を切断して装着する必要がない為、水抜や運転停止等をせずに装着作業を行うことができます。

配管のスケールによる障害について

配管内に水を通す機器・配管系統では、水中に含まれる炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、シリカ等の無機塩類が内壁に析出し、固着スケールを生成し機器内部、配管の水流を阻害し閉塞へと進行してゆきます。又、一般的によく使用される材質である鉄管では、水中の溶存酸素等により、腐蝕による管の減肉化や錆瘤による流量低下、閉塞といった障害が生じます。これらのカルシウム、シリカ、錆による固着スケールは非常に硬く、金属製の工具を使用しても人力で削り落とすのはなかなか困難です。スケール分散剤、脱酸素剤等の薬品注入による水質管理法や、薬品による配管洗浄等が一般的な対策法ですが、薬品注入では、薬液制御の為の機器、薬剤のランニングコスト、処理排水の処理の手間があり、薬品洗浄では短時間で硬質スケールを溶かす強い酸性の薬液を使用する為、配管系統の金属を溶解・侵食し、又中和や排水の処理あるいは環境問題等、多数の課題が残ります。



配管内生成物の管内壁における固着状況

上の図は一般的な鉄配管の縦断面図で、スケールの固着状況を表したモデル図です。配管の使用時間の経過に従って、鉄管の内壁に Fe_2O_3 (赤錆)、 $CaCO_3$ (炭酸カルシウム)、 $MgCO_3$ (炭酸マグネシウム)、 SiO_2 (シリカ)等の生成物が固着し、配管の流量低下や閉塞の原因となっています。

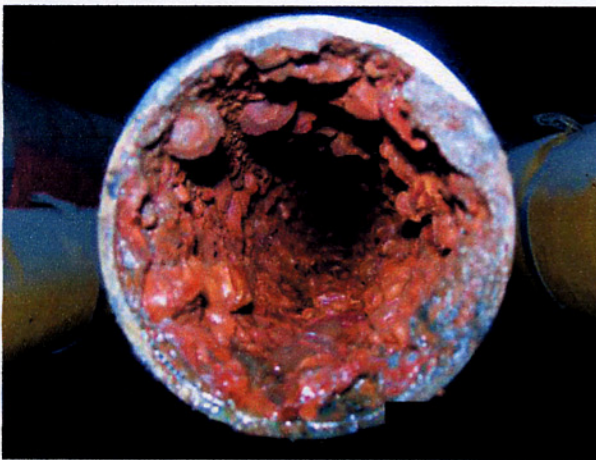


写真1



写真2

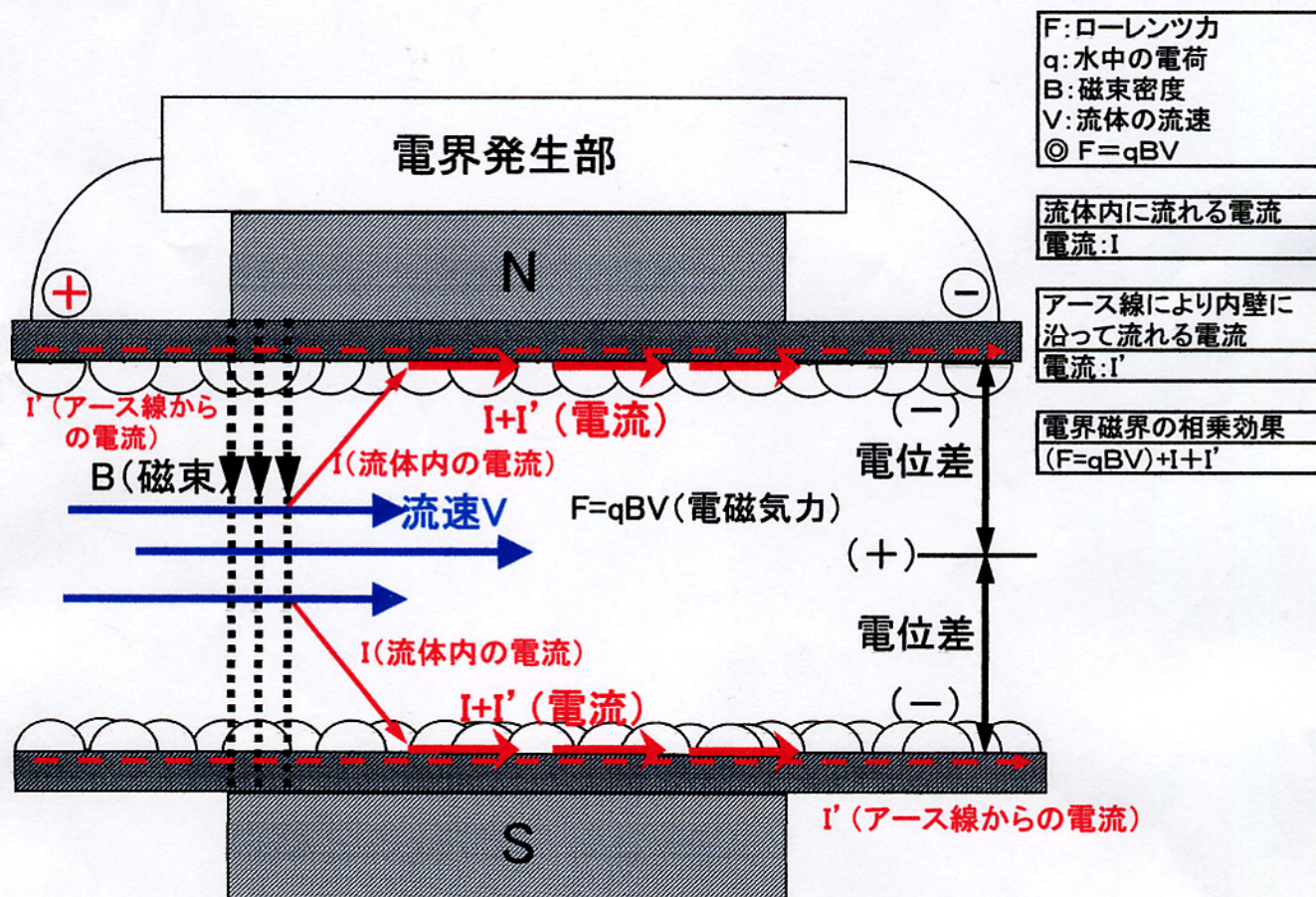
写真1,2は実際の配管内壁に固着したスケールの状態を撮影した写真です。写真1では鉄製配管の腐蝕、酸化により、配管の内壁が錆瘤によって覆われているのが判ります。写真2は塩化ビニール製の配管です。錆瘤も硬質スケールになりますが、水の中に含まれている成分から生成した、炭酸カルシウムとシリカが結合して固着したスケールも非常に硬く、金属製の工具を使用しても人力で削り落とすのはなかなか困難です。錆や腐食等を起こさない材質を配管に使用しても、水に含まれる成分によって、硬質スケールの固着を原因とする流量減少や閉塞等の配管障害が依然として残ることになります。

電磁気装置アリオレスの原理と働き

電磁気装置アリオレスは装着により薬品等の化学的反應ではなく、

電界磁界の作用を用いて固着スケールの溶解剥離効果をもたらします。

管壁に固着したスケールを電気的作用により軟化、溶解させ、電気誘導により発生した力がスケールを剥離、分散する方向に作用し、付着したスケールを剥離します。又、付着しようとするスケールの固着を防止する効果も発揮します。



F: ローレンツ力
 q: 水中の電荷
 B: 磁束密度
 V: 流体の流速
 ◎ $F = qBV$

流体内に流れる電流
 電流: I

アース線により内壁に沿って流れる電流
 電流: I'

電界磁界の相乗効果
 ($F = qBV$) + I + I'

電流と磁界の関係図

上図はアリオレスの動作原理を電流と磁界の関係から図解したものです。

アリオレスの磁界部を配管部分に装着すると、磁石(N極・S極)間に磁力線 B が発生します。

磁力線 B を流体が通過するとローレンツ力 F が発生します。

この電磁誘導作用によって生じた力がローレンツ力 ($F = qBV$) です。

スケールの剥離効果をもたらす、ローレンツ力 ($F = qBV$) は磁力線 B により作用した場合、

ローレンツ力 F はスケールを剥離する様に(配管内壁に沿った方向に)力が働くのでスケールが容易に剥離されてゆきます。

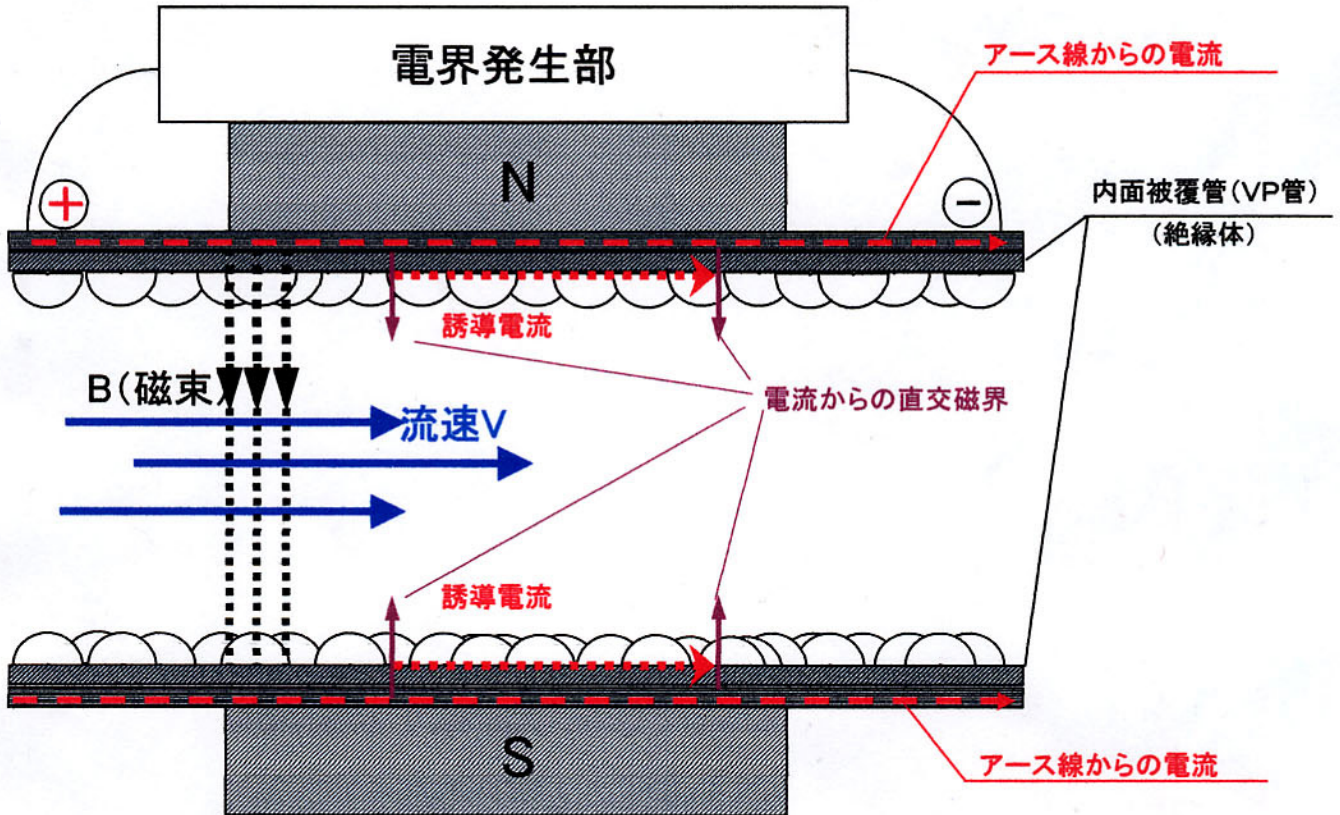
更に、一般の配管内に流れる水は電解質となるのでこの水溶液 (H_2O) の一部は $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ に電離する。ここで H^+ と配管の Fe^{2+} とのイオン化傾向の差は $Fe^{2+} > H^+$ となるので電流 I は配管内壁の方向へと流れるため、電流 I は配管内壁と、スケールの間に沿って流れる。この電流によりスケールは徐々に電気分解されて配管から剥離されてゆきます。

それに加えて、配管にアース線が設置されているので、このアース線により配管に電流が流れるが、管の外側ではなく内壁の方に流体が流れるので、内壁の方が電気抵抗が小さくなる、その為、この電流もスケールと配管の間に沿って流れる。この電流もスケールの電気分解に寄与するので、スケールの剥離が増長される。

この様に、アリオレスの特色は磁界によるローレンツ力 F と内部電流及びアース線から配管内部に流れる電流による相乗効果により、一層の剥離効果が促進されます。

塩ビライニング鋼管・ビニール管等の配管内部への電流の流れについて

配管用鋼管(SGP管)・ステンレス管等の金属管とは異なり、塩ビ管やポリエチレン管など、樹脂製の配管材は電気を通さない絶縁体です。又、給水配管材等、腐食防止の為 配管材内部に塩ビやポリエチレンにて内張りしている配管材がありますが、これら ライニング鋼管は配管材の外側(鋼管部分)に微弱電流を流しても配管材内壁には、樹脂管同様、直接微弱電流は通りません。又、塩化ビニール管に装着の場合も、配管材の外側に金属製のスチールバンドを取付、その上より装着しますので、同じように配管内部には直接微弱電流は通りません。



樹脂製管並びにライニング鋼管の電流と磁界の関係

上図の様に配管材の外側に流れている 微弱電流 により電流の周りには磁力が発生します。

※電流により磁力が発生する事について (アンペールの法則)

磁力線は電流と異なり、樹脂等の絶縁体を通過します。

この磁力は配管内壁に沿って、流体の流れに対して直角の方向に形成されます。

外部を流れる微弱電流によって発生した磁力と磁界部で流体を直交に横切る時に発生した磁力に

よって、流体と同じ方向に電流が誘導されます。これが 電磁誘導作用 です。

この電磁誘導作用により、結果的に絶縁体である、内面被覆材の内壁に沿って微弱電流が流れる事となります。

この双方の微弱電流の効果により、配管用鋼管(SGP管)・ステンレス管等と同様の相乗効果をもたらします。

アリオレス装着による固着スケールの溶解・剥離について

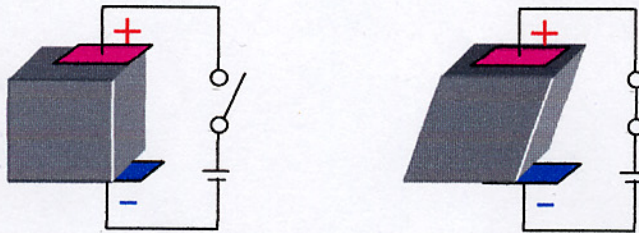
アリオレス装着によって配管系電界磁界の相乗効果によって流体と配管内壁に電気的な作用を及ぼす、動作原理を前章にて説明しましたが、ここではいかんにして電気的な作用が固着スケールの溶解・剥離と防止効果を発揮するのか。その働きを説明します。

配管系統の固着スケール障害の主要な原因となるものは、水の中に含まれるシリカ(珪酸) (SiO_2) 炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、そして鉄製配管の場合は溶存酸素による、錆・腐蝕があります。

A) シリカスケール

シリカ SiO_2 は、珪素(シリコン)と酸素が化合した物質です。ナトリウムやカルシウム等の塩基と結び付きやすい性質を持っており、シリカだけの大きく成長した単結晶は、一般に水晶や石英と呼ばれます。水の中ではシリカの大部分がコロイド粒子という、沈殿を起こさない大きさの微粒子として溶け込んでいます。このシリカがカルシウム等の塩基を取り込み、配管の内壁や機器の内側等で析出すると非常に硬いスケールが固着した状態となります。

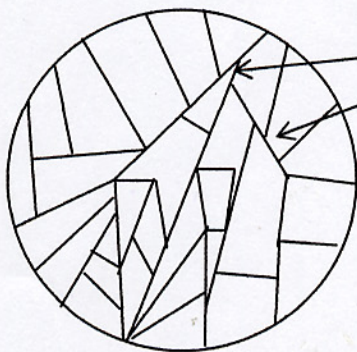
シリカの結晶は圧電(ピエゾ)効果を起こす物質として知られています。圧電(ピエゾ)効果とは、電界を掛けることによって、結晶構造が変位して結晶が歪みを起こす効果のことです。また逆に、結晶に力を加えて歪ませることにより、電気が発生します。このような性質を持っている物質は圧電素子として利用され、特に水晶は時計の発振子として良く知られています。(下図)



ピエゾ効果概念模式図

又、硬く固着したスケールは、微細な結晶が集まった多結晶構造をしています。

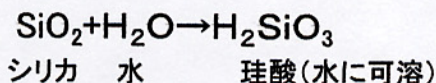
アリオレスの装着により電磁気的な作用を受けると、配管内壁に固着したスケールの結晶は、それぞれ結晶方向や大きさ、形状の異なった多結晶構造をしているので、個々の結晶が別々に変位して歪み、結晶同士の結合が弱くなり凝集力が減少する為、スケールの剥離や拡散、軟化が進行します。



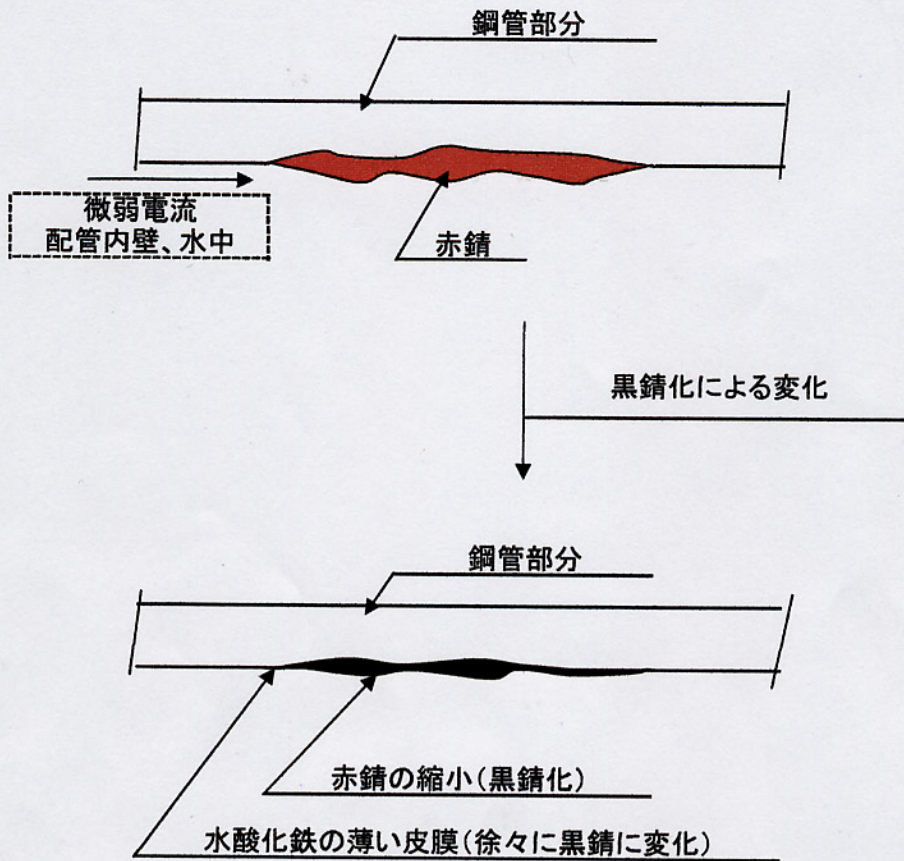
結晶が電気的作用を受け変異して歪む為
結晶の境界面から剥離、分散が進行する

多結晶の表面図

また、電気的な水の作用によって、スケール表面のシリカ SiO_2 の一部が水と反応することによって珪酸イオン SiO_3^{2-} に変化して水中に溶けてゆく為、スケールの溶解、軟化を進行させます。



錆の状態の変化について



※ 赤錆の状態より黒錆に変化する事により、錆自体の体積の変化について

赤錆は粗い結晶の粒が集まった構造をしており、アリオレスの装着により管内壁と水中の間表面を微弱電流が流れその還元作用によって黒錆へと変化してゆきます。

この時、管内壁に固着している赤錆の形状は様々で、電気の伝わり方は一様ではありません。このため、赤錆が還元作用によって結晶粒に縮小やそれに伴う形状に変化が起り、結晶の粒が集まった錆瘤の集合体が分散・剥離してゆきます。

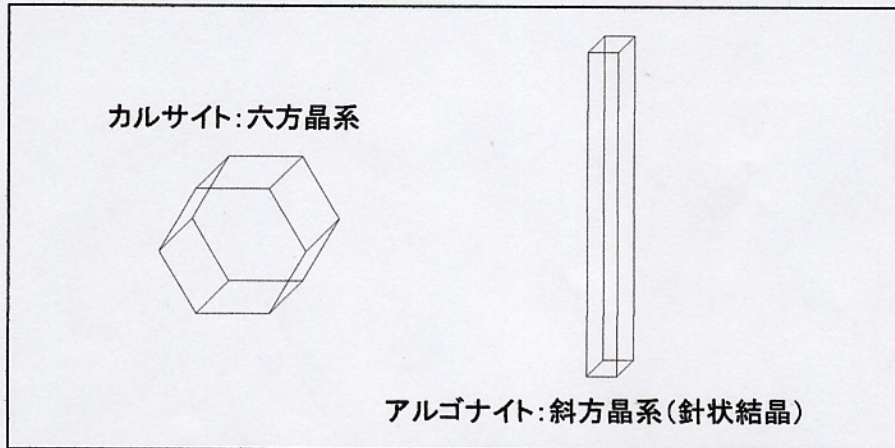
剥離の結果、鉄の金属表面が露出することがありますが、ここには水酸化鉄の薄い皮膜ができて徐々に黒錆へと変化してゆきます。

したがって、赤錆の状態が黒錆に変化し、体積が縮小されますが、実際には黒錆に変化する過程が一様ではありません、又 徐々に変化が進む為、錆は小さな状態で剥離し、塊りの状態で、一度に配管内部に剥離する事は無いと考えられます。

但し、上記にも記載しましたが、小さな錆瘤の状態では剥離する事はあり得ます。

C)カルシウムスケール

水の中に含まれているカルシウムは水中に溶けている二酸化炭素と結びついて炭酸カルシウムとなります。この物質は難溶性で水中から結晶化して析出します。炭酸カルシウムの結晶は斜方晶系の針状結晶であるアルゴナイトと六方晶系のカルサイトの2種類*があります。固着スケール障害の場合は機器・配管の内壁面に針状結晶のアルゴナイトが析出し、これが成長することによって、硬質のスケールが固着してゆきます。これはアルゴナイトがカルサイトより硬く、放射状に析出するため配管内壁表面の微細な凹凸に嵌り込みアンカー効果*によって固着する力が強くなります。アリオレスを装着し、電気磁気的作用を配管に及ぼすことにより針状結晶のアルゴナイトが六方結晶のカルサイトへと変質します。結晶の形状変化と表面積の減少によりスケールの凝集力が弱くなりスケールの溶解・剥離、軟化が進みます。



炭酸カルシウム結晶構造の模式図

*厳密にはバテライトと呼ばれる結晶も存在するが自然に形成されることは稀なため、ここでは取り上げない。
*アンカー効果:接触面の凹凸の形状と表面積の増加により絡み合い、接着力が強固になる効果。

実例 ホテル厨房内 電気式ボイラータンク

アリオレス装着前



炭酸カルシウムを主体としたスケールが厚く硬く固着している。



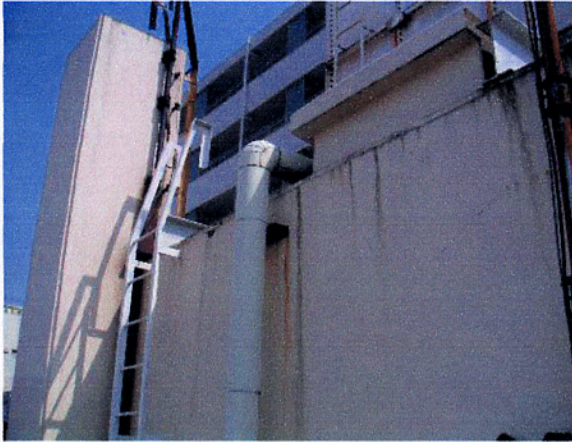
アリオレス装着1カ月後



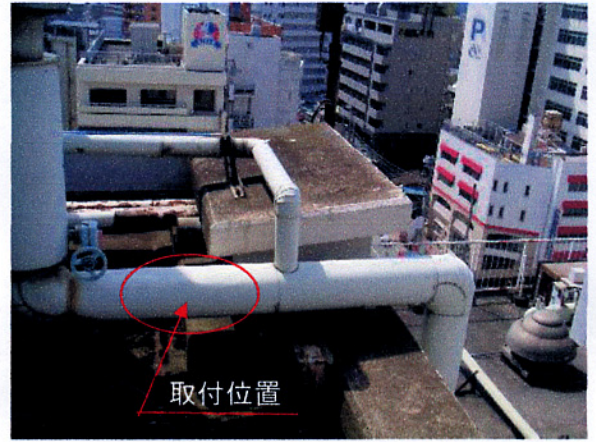
スケールが減少し、簡単に剥がれる状態へと改善した。

千葉 某ホテル、アリオレス取付工事写真・高架水槽、出口給水配管(100A)に取付

写真は給水システムの保温管にアリオレスを装着した一連の施工写真です。保温材の上からは装置を装着できないので、保温材を取外し配管に装着します。写真の様に装着する配管表面の個所に錆や付着物による凹凸がないように、ヤスリ等で磨いてから装着します。装着後、配管の保温を復旧します。この装着事例では、電界部と磁界部を一体にして装着していますが、配管の状況等によって電界部を磁界部から離して別に置くことができます。



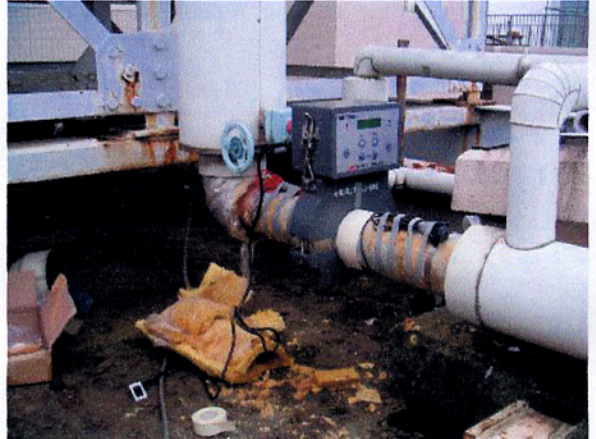
塔屋部分



アリオレス取付箇所(L-100A)



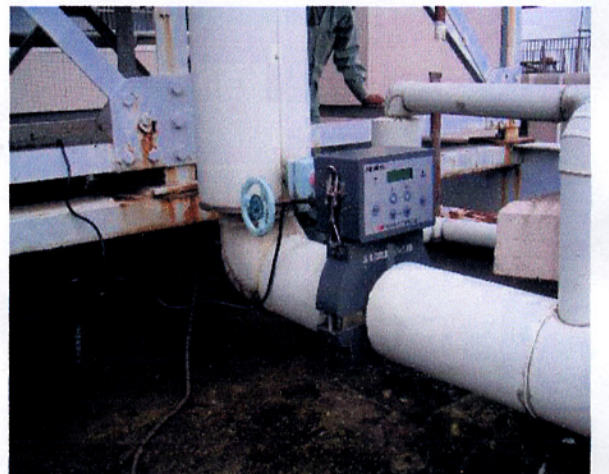
保温、ラッキング取外状態



アリオレス取付、保温前



保温、ラッキング復旧
取付完了状態



保温、ラッキング復旧
取付完了状態