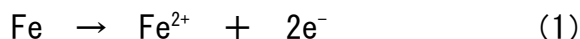


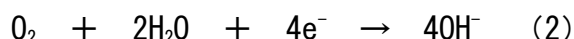
酸化被膜工法のメカニズム

1. 腐食反応の理論

鉄の腐食は、水と接触して鉄原子が鉄イオン Fe^{2+} となって水中に移行することから始まります。



しかし、この反応は単独では起こらず、遊離した電子 e^- を受取る反応が必要で、水中の溶存酸素が次のように反応します。



この2つの反応は同時に生じ同量となり電子 e^- の移動を伴って、金属→溶液→金属へと電流が流れます。これは腐食電流と名付けられています。

鉄はイオンとなって水中に移行し、水酸化鉄 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ を形成します。これが水中の溶存酸素により酸化され、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ をへて FeOOH オキシ水酸化鉄、いわゆる赤錆 Fe_2O_3 となります。

この(1)の反応がアノード反応、(2)の反応がカソード反応です。

2. 鋼材表面の腐食反応モデル

鋼材表面では図1に示すように、腐食反応に伴いアノード部とカソード部の間で腐食電流が流れます。この電流に伴い、陽イオンはカソード側へ、陰イオンはアノード側へ移動し、副反応が生じることとなります。例えば、カソードでは CaCO_3 系の被膜が、アノードではシリカ系の被膜が生成されます。

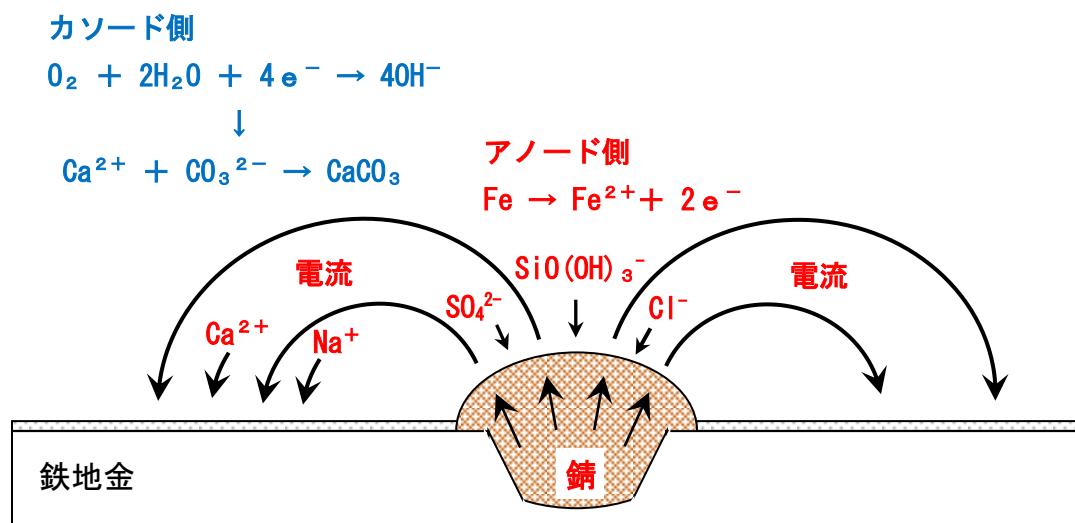


図1 鋼材表面の腐食反応

3. 実際の場合での腐食反応と鋼材表面に形成される皮膜

実環境では、水道水は流れており、他の場所で生成された赤錆や炭酸カルシウムなどの化合物が図2のように無作為に至る所に析出します。例えば、アノード領域でも炭酸カルシウムが析出し、カソード領域でも酸化鉄が付着する場合があります。

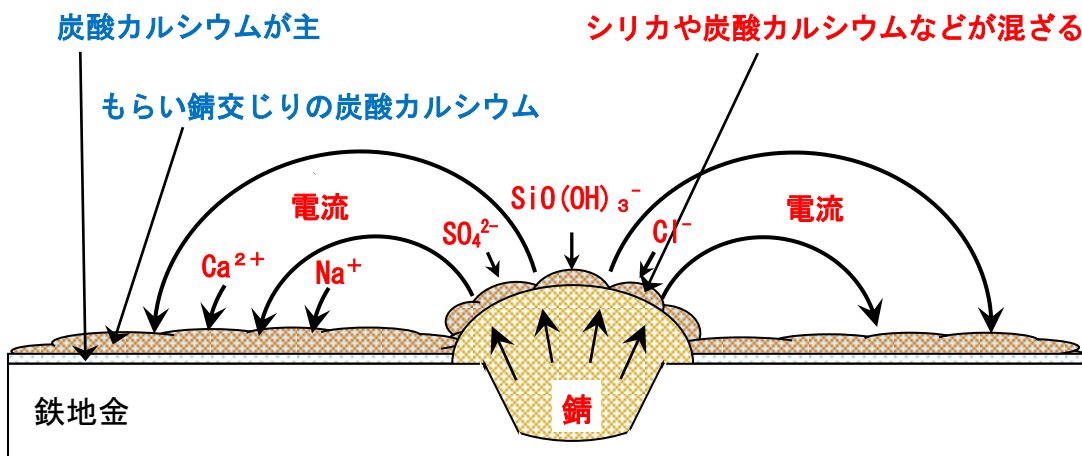


図2 実環境での鋼材表面の析出物

4. 酸化被膜工法による腐食の抑制

一般に腐食反応において、カソードに析出する炭酸カルシウムの被膜の特性が腐食の大きさに関係します。一般に炭酸カルシウム被膜は鋼材表面への酸素の供給を抑制することで全体の腐食反応を小さくします。従って、炭酸カルシウム被膜の厚さ、粗密、結晶構造の変化などが腐食抑制効果に関係します。BW水改質処理の有無により炭酸カルシウム被膜形成が違ってきます。これを表1に示します。

表1 水改質の有無による炭酸カルシウム被膜の特性

	BW 改質処理水	未改質水
結晶構造	カルサイト結晶	アラゴナイト結晶
形状	粒状	針状
被膜の粗密	緻密	粗

即ち、BW改質処理の効果で炭酸カルシウムの結晶構造が変化することで、カソード表面への酸素供給を妨げる緻密な皮膜へと変化させます。これにより、酸素の移動を抑制するので腐食反応が抑制され、鉄の腐食速度は小さくなるのです。

この変化の状況のイメージとして示しますと図3と図4のようになります。

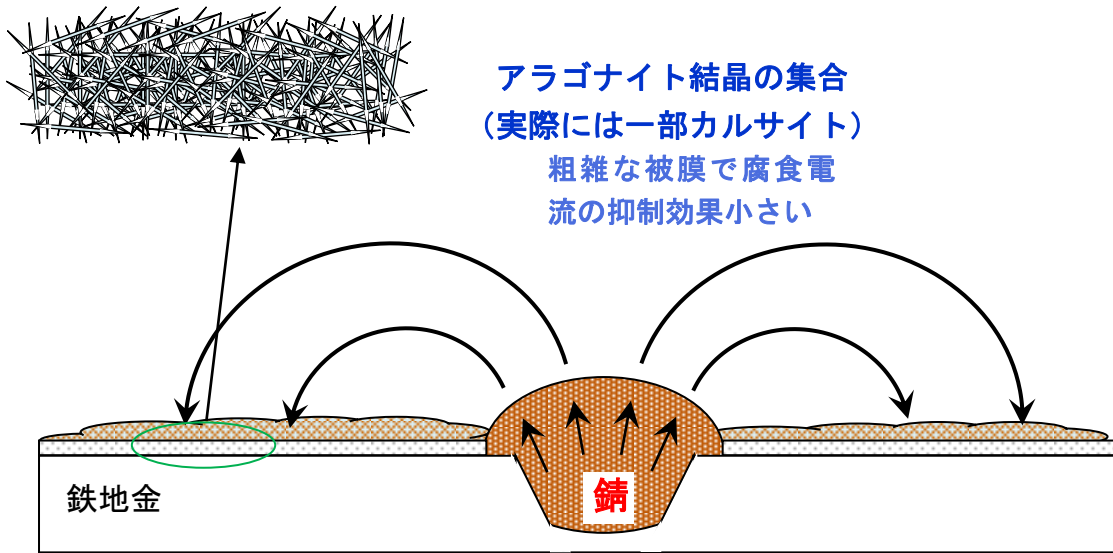


図3 未処理水道水中で析出する炭酸カルシウム被膜

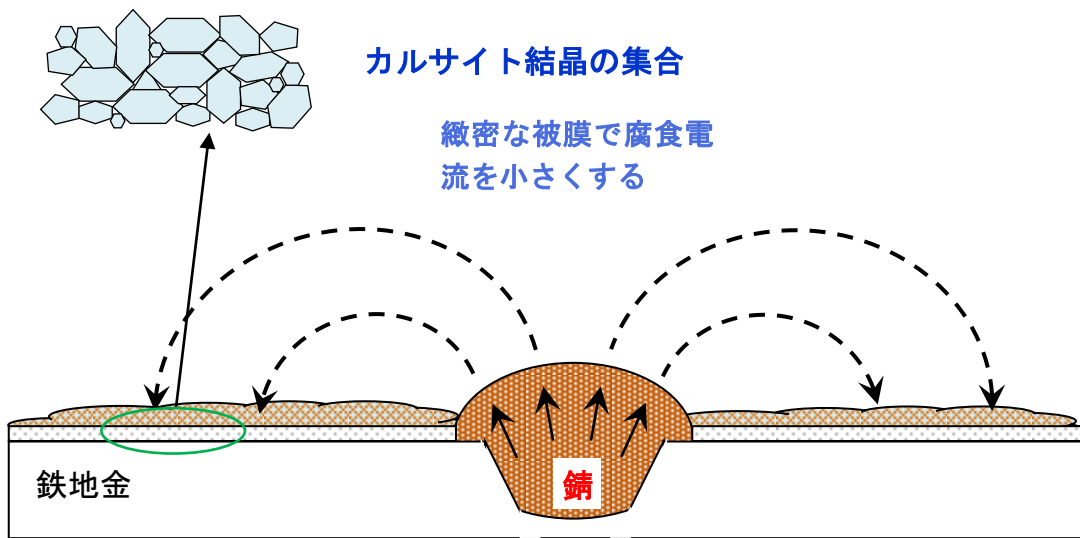
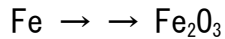


図4 BW処理水道水中で析出する炭酸カルシウム被膜

これまでのべた内容を、酸化被膜工法のメカニズムとしてまとめますと以下のようになります。

- ① 未改質の水道水中で Fe はアノード反応でできる Fe0（黒錆の一種）は溶存酸素によってすぐに酸化されて赤さびを生成する。



- ② カソード部では鋼材表面には炭酸カルシウムの被膜が形成される。
- ③ 炭酸カルシウム被膜で腐食電流が抑制されて、Fe の溶解反応も抑制される。
- ④ 未改質水中では、炭酸カルシウム被膜が析出しても改質水中より腐食電流が大きいので、赤さびの生成速度が早く粗雑なさび層となる。一方、BW 改質処理水中では腐食電流が抑制され、赤さびの成長速度も抑制され緻密化する。
- ⑤ この効果で酸化被膜工法では、Fe 溶解部への酸素の供給が減り Fe0 が残存しやすく黒さび生成の条件が整い、図5のように黒さびが生成される。
- ⑥ 酸化被膜工法では、カソード部では緻密な炭酸カルシウム被膜がアノード部では緻密な黒さびが形成される。両方の効果で、酸化被膜工法では鉄の腐食速度を大きく抑制する。そして既存の赤さびの黒錆化の反応が進む。

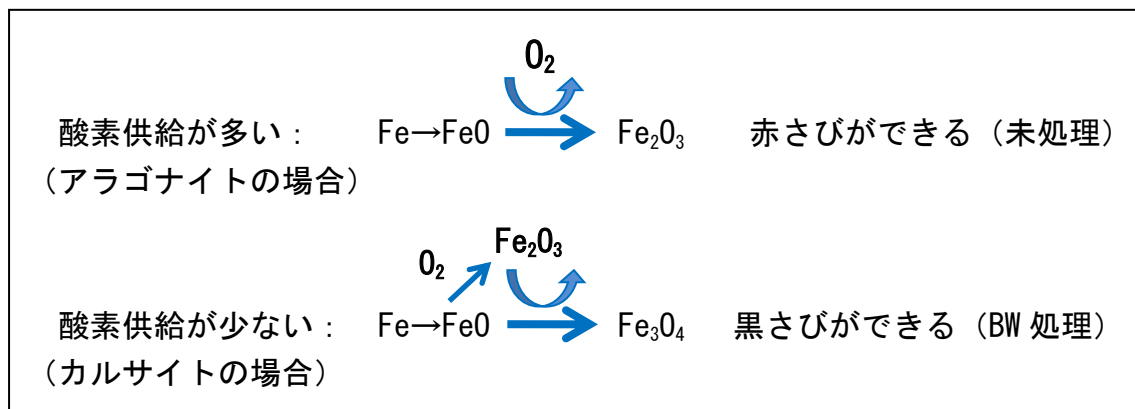


図5 酸化被膜工法のメカニズム