

技術解説

ステンレス鋼の腐食

素材開発部 肥後さより

1 はじめに

現在実用に供されているステンレス鋼の種類は実に数多く、JIS規格でも約50種類に達しており、標準化されていないメーカー独自のものを加えるときわめて多数に上がります。一般的にステンレス鋼はさびないと思われていますが、実際は名前が示すようにStain(汚れ=錆)+less(少ない)であり、つまりは「さびにくい」だけです。

ここでは、ステンレス鋼の代表的な腐食原因について紹介します。

2 ステンレス鋼とは

金属はもともと酸化物の状態では地球上に安定に存在します。人間が手を加え金属単体として使用しているのですが、金属単体では不安定なため空気中の酸素と結合し安定な酸化物を形成しようとします。

ステンレス鋼の表面は、安定なさび(酸化物)で覆われているため、さびはそれ以上内部へ進行しません。さびを形成させるためには一番酸化しやすい元素を鋼に添加して酸化膜をつくる必要があります。その添加元素がCr(クロム)です。Crは空気中の酸素と結合しやすく、非常に安定な酸化クロムになります。この酸化膜が鋼の表面に形成されるとさびは内部へ進行しないというわけです。この状態を不動態化といい、その膜を不動態皮膜といいます。この不動態皮膜はたいへん薄い(数十Åオーダー)目には見えません。不動態皮膜ができるにはCrは13%以上必要です。このため、ステンレス鋼は基本的には鉄に13%以上のCrを加えた合金のことをいいます。

3 ステンレス鋼の腐食

ステンレス鋼は実際にはいろいろな機能を付加するために様々な元素が添加されています。そのため一概にステンレス鋼といっても、物理的・化学的性質が異なり、耐食性に関してもたいへん複

雑な作用を呈します。

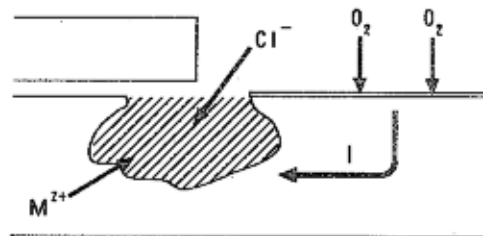
3-1 局部腐食

ステンレス鋼は表面を安定な不動態皮膜で覆われているため、その一部が破壊されると金属の溶解が集中的に急速に進み局部腐食を形成します。鉄鋼などが全面に赤錆を形成するのに対し(全面腐食)、ステンレス鋼は錆が点在しながら外観上は金属光沢を残しているのはこのためです。

では、安定な不動態皮膜が局部的に破壊する原因として重要な要素を4つ示します。

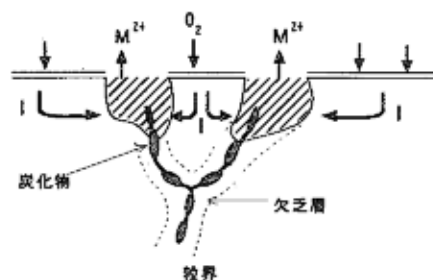
3-1-1 すき間腐食

この場合のすき間とは、ぴったり合わせた2枚の平らな金属の間にできるような μm オーダーのものをいいます。そこに塩素イオンを含んだ溶液が進入すると時間と共に濃縮し、高濃度塩素溶液となって不動態皮膜を破壊する結果となり局部腐食を形成します。



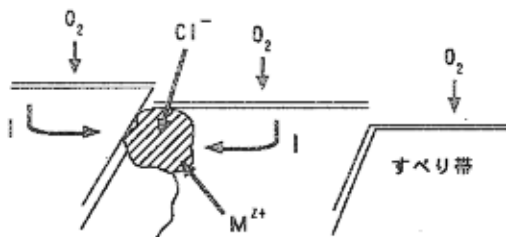
3-1-2 粒界腐食

材料の組織に不均一がある場合、特定の場所に耐食性を与えるCrの欠乏が起こり、その部分の不動態化が不十分となり粒界腐食の原因になります。また、加工後の熱処理や溶接部の熱履歴によって500~800℃に加熱されるとCrの炭化物が析出し、炭化物としてCrが消費されるため欠乏が起こり不動態皮膜の破壊が生じます。



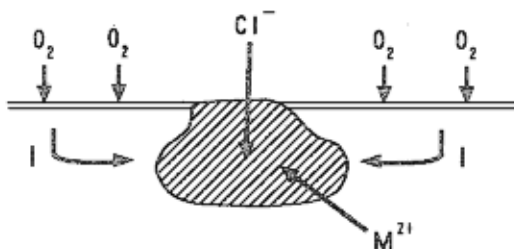
3-1-3 応力腐食割れ

金属に引張応力を加えると、ある値の応力で割れを生じ破断します。これが引張強さです。ところが、ある種の腐食環境中で引張強さ以下の応力を加えてその状態に保つと、時間が経過してからすべり帯(結晶構造上原子が一番密に並んでいる面)で金属原子がすべる現象(金属の変形)が生じます。その部分の不動態皮膜が破壊され、不安定となり局部腐食が進行します。このように腐食作用と引張応力の共同作業で引張強さ以下の応力で割れてしまう現象を応力腐食割れといいます。



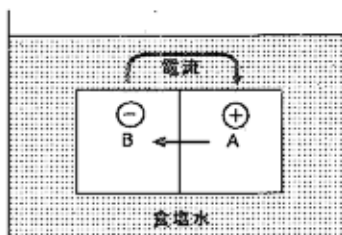
3-1-4 孔食

開口の大きさの割に深い孔状の局部腐食を孔食といいます。不動態皮膜は環境中に塩素イオンがあると孔があいたような状態となり保護性を失います。そうすると不安定な箇所(すべり帯)に腐食が集中的に作用し深い孔状の孔食が形成されます。



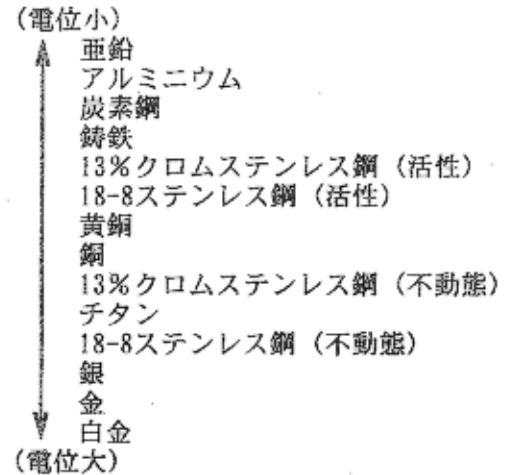
3-2 異種金属接触腐食

もともと金属は湿性環境中で、ある値の電位を示します。この電位は同じ環境中であっても金属によって異なり、また同じ金属であっても環境によって異なります。例えば食塩水中において異種金属が接触した場合、電位の大きい方(プラス側)から小さい方(マイナス側)へと電流が流れます。



このとき、電位の小さい金属が溶液中へ溶け出すことにより電流が溶液側へ移行しプラス側の金属に戻り一連の電気の流れが完成します。

下記に「海水中における金属の電位の順」について示します。



同じステンレス鋼であっても、表面の状態によって電位が異なることが分かります。表中の2つの金属を接触させると、より上の方がマイナス極となり腐食する結果となります。

4 おわりに

ステンレス鋼は「さびない」と過信して安易に使用し、予期されない腐食が生じ当センターに技術相談等に訪れる事例が多いように思われます。ステンレス鋼では、微量成分、熱処理履歴、加工履歴などの材料の不均一や、塩素イオンの存在などの環境の不均一により腐食の感受性が変化しますので、温度などの使用条件の制御、すき間を無くしたり減らしたりする構造上の工夫、定期的な付着物の除去、さらに異種金属を組み合わせて使用される場合は絶縁を図るなどを心掛けていただくと、耐久性はより向上すると思われまます。

参考文献

- ステンレス鋼便覧 長谷川正義監修 日刊工業新聞社
- 金属防食技術便覧 日本学術振興会編 日刊工業新聞社
- 錆と防食のはなし 松島 巖 著 日刊工業新聞社
- さびのおはなし 増子 昇 著 日本規格協会