ステンレス鋼の基礎知識

ステンレス鋼とは

定義：耐食性を向上させる目的で、CrまたはCrとNiをFeに含有させた合金。一般に、Cr含有量が約11％以上の鋼のことをステンレス鋼という。

歴史：
- 19世紀後半から20世紀初頭にかけてヨーロッパで研究が進む(英のファラデーら)
- ドイツの会社が軍事用として開発

ステンレスの種類

- Fe-Cr系
  - マルテンサイト系
  - フェライト系
- Fe-Cr-Ni系
  - オーステナイト系
  - オーステナイト・フェライト系 (二相系)
  - 析出硬化系

それぞれの特徴

- Fe-Cr系
  - マルテンサイト系
  - フェライト系

マルテンサイト系

- 急激な冷却により、面心立方格子から体心立方格子への変化(変態)
- Crを11.5～18%含有
- 耐食性は最も劣るが、高強度でかつ安価
- 経済性の点から、厳しい環境下への適用

フェライト系

- 応力腐食割れに対する抵抗が高い
- 耐食性や靭性はあまり優れないため、薄板としての使用が多い

Fe-Cr-Ni系

- オーステナイト系
- 二相系
- 析出硬化系

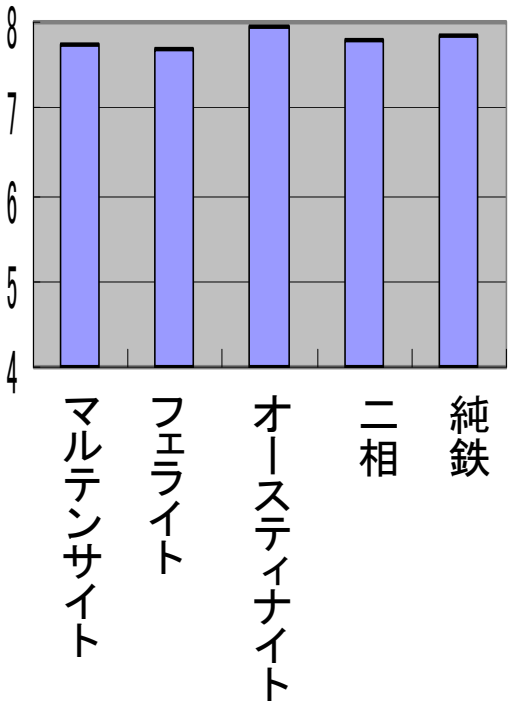
オーステナイト系
- 耐食性、靭性、溶接性、高温強度に優れ、最も幅広く使用される
- Ni含有量の低いものでは、応力腐食割れが弱点

二相系
- フェライト系、オーステナイト系の特徴を併せ持つ
- 厚肉材への適用が容易で、低Niのため比較的安価

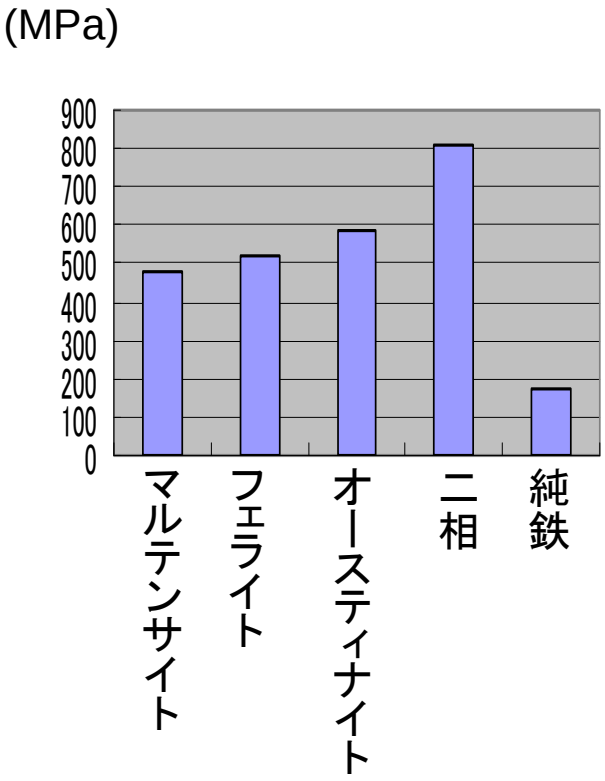
析出硬化系　•耐食性を維持しつつ、高強度を有する

ステンレス鋼の機械的特徴

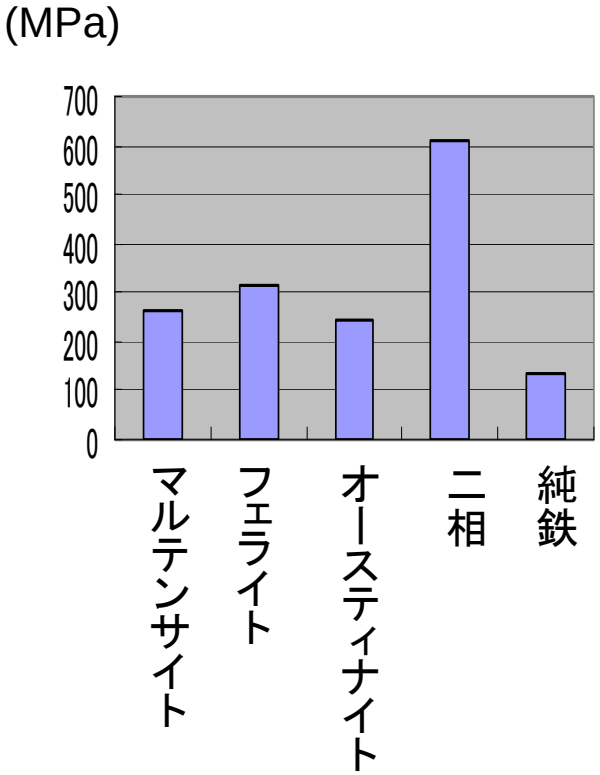
比重



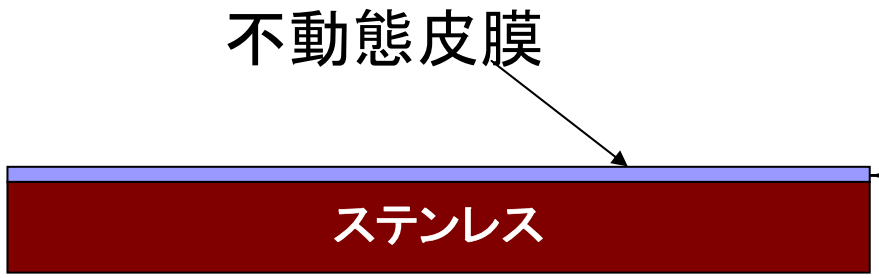
引張強さ



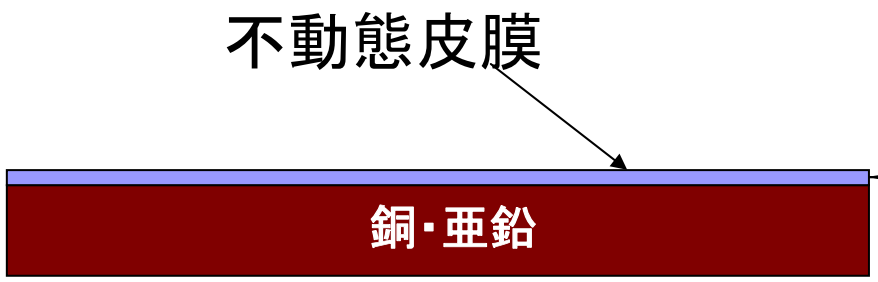
耐力



ステンレス鋼が錆びない理由



- 100万分の1ミリ(1ナノメートル)。クロム、チタンなど。
- 目に見えない透明な酸化物
- 傷ついても、皮膜が自然にすぐ出来る

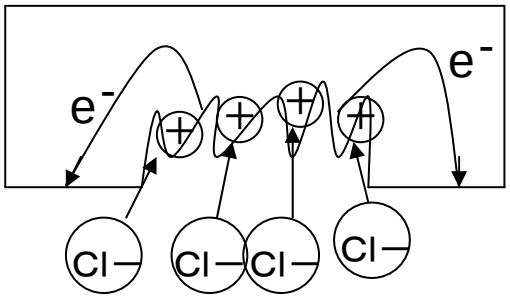


- 1000分の1ミリ(1マイクロメートル)
- 傷ついた後、皮膜が出来るまで大気中で数ヶ月かかる

ステンレスが腐食する原因

1. 全面溶解
2. 孔食･すきま腐食
3. 粒界腐食
4. 応力腐食割れ

孔食・すきま腐食



•海水のような塩化物イオンの多い環境中では、不動態皮膜が局所的に破れ、その部分が孔状に腐食する。

•皮膜が破壊された小面積の部分が陽極、健全な大部分が陰極という電池ができるため。

•すきま腐食はステンレス同士が重なった部分やステンレスの表面に付着物が存在した場合、隙間に入った海水が入れ替わらず、時間が経過すると塩化物イオン濃度が上昇し、pHが低下する。それにより不動態皮膜が耐えられなくなる。

→ ステンレス中の、Cr,Mo,Nの量を増やすことで、耐孔食性を向上

粒界腐食

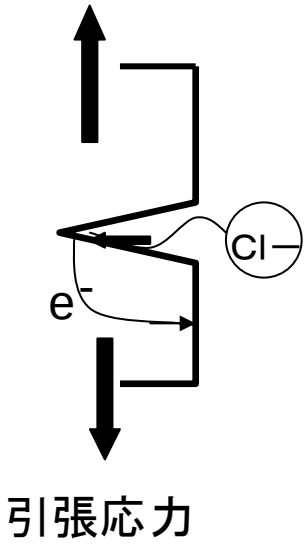
ステンレスが自然に不動態皮膜を形成するためには12%以上のCrを含むことが必要であるしかし、溶接などにより600～850℃に加熱すると、Crがステンレス中の炭素と反応しCrの炭化物が形成される。それにより境界部のCrが減少し、耐食性を失ってしまうことを言う。

全面溶解

- ステンレス鋼は通常、不動態が維持される環境でしようされるため、全面腐食が問題となることはめったにない。
- しかし、塩酸や希硫酸中等のpHga低い環境下では全面腐食が大きな速度で進行する

応力腐食割れ

金属が、ある腐食環境にさらされていると加わっているとき、応力が引張強さ以下であっても亀裂を生じ、破断してしまうことを言う。



- フェライト系ステンレスでは一般に起こりにくく、オーステナイト系ステンレスの場合は引張り応力、ハロゲンイオンの存在、温度などの条件で腐食の状況が左右される。
- 対策として、Niの含有量を増やす

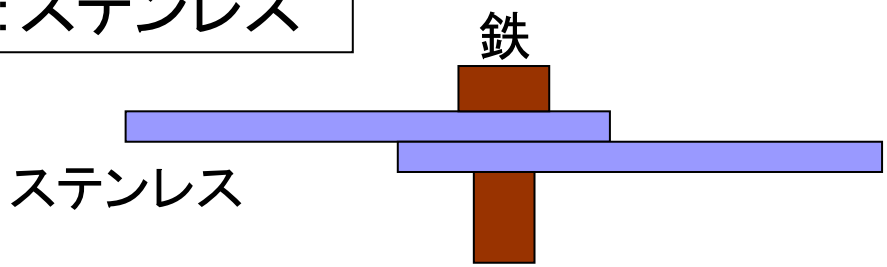
ステンレスが原因で鉄腐食が加速する

水中(海水中)や土中において、ステンレスと鉄が接触している場合 ⇨ 異種金属接触腐食が進行

鉄筋コンクリート構造物内での鉄筋との接触等

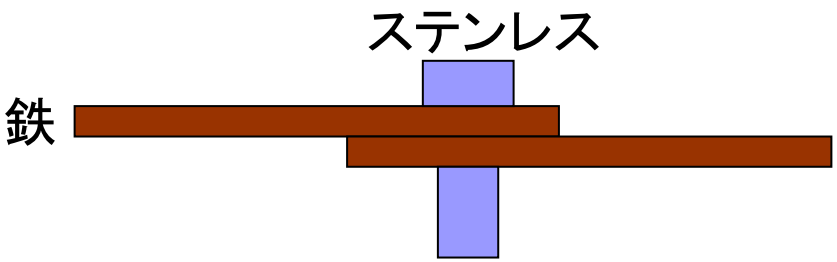
＋極：鉄

－極：ステンレス



鉄ボルトの腐食速度

大



鉄板の腐食速度

小

ステンレス鋼が用いられている場所

- 鉄道車両
  - •鋼製車両に比べ、腐食代が不要のため30%ほどの軽量化が可能
  - •優れた耐食性で塗装が不要
  - •溶接による粒界腐食対策として、炭素用を下げたものを使用
- パイプライン
  - •メンテナンスが楽で、ライフサイクルコスト削減が見込めるため、給水管、や空調管など幅広く用いられている
- 水門

- •常時、海水や淡水と触れ合う厳しい環境下にも、耐海水ステンレスを使用
- •Cr増やし、Mo加える