

研究会設立十周年に際しての随想

アルミニウムの親戚 18-8 ステンレス鋼

多賀谷正義

近畿アルミニウム表面処理研究会は発足以来10年間、研究会誌の発行を始め多くの事業を実行しながら年々発展を遂げてこられたことはご同慶の至りに存じます。

10年前の創刊号にも何か書かせて頂いたと記憶しますが、お目出度い10周年に際し思いついた事柄を述べて何かの参考になれば幸甚に存じます。

両者の相似性

アルミニウムと18-8ステンレス鋼は物理的並に化学的性質において酷似している。例えば、両者共に面心立方格子の構造である。このため熱膨張係数が大きく、優れた延展性を示して塑性加工性が良い。同じ理由で鋼のような低温脆性を示さないの両者共低温用金属材料として有用である。共に鉄或は鋼のように降伏現象を示さないの僅かな荷重によっても永久変形を起す。

化学的には両者共に酸化性の環境下で不動態となり優れた耐食性をもっている。例えば硝酸のような酸化性の酸には両者共に強い、また電解質中で陽極処理を行えば不動態となり、その耐食性を向上することが出来る、或は電流を流出させなくても硝酸、クロム酸塩溶液に適温で浸漬することで不動態となって耐食性を増す。Al, Cr共に酸化性環境下で不動態化する性質を有することに起因している。

次にアルミニウムも18-8ステンレス鋼も高温から急冷しても鋼のように硬化することが全くなく、却って軟くなる。鋼とは逆の現象を示す。

故に18-8ステンレス鋼の焼なましは1050°~1150°から水に焼入れて軟化する、全く非鉄合金なみであってAl-合金, Cu-合金に等しい。又腐食挙動においても後述のようにアルミニウムとよく似ている。

18-8系ステンレス鋼の特徴

この種のステンレス鋼は優れた耐食性と同時に軟質で加工し易く、溶接性が良好などの理由でアルミニウムと同様家庭用品、建築材料に広く使われている身近な金属である。工業的には化学装置、化学機械用材料として大量に使われている。現在わが国は世界一のステンレス鋼製産国で、年間約100万トンのステンレス鋼材(板、棒、形鋼、管、線など)を生産しているが、その65%は18-8系ステンレス鋼である。

ステンレス鋼が初めて世に出たのは61年前の1914年であって、英国で生れたのが鉄に約13%クロムの入ったクロムステンレス鋼である、また同年ドイツで生れたのが鉄に約18%のクロムと約8%のニッケルの入った18-8ステンレス鋼である。今日ではステンレス鋼は数十種も製られているが、何れも上の2つの系統のどちらかである。13クロムは α (体心立方格子)組織であって鋼と同じように良く焼が入り刃物にもなるが、18-8系は γ (面心立方格子)組織で全く焼が入らない。元来鋼と呼ぶものは火造り(鍛造・圧延)が出来て焼が入る鉄を指す。焼が入るためには高温で γ -組織であって常温で α -組織に変態するものでなければならない。

18-8ステンレス鋼は鉄に多量のクロムとニッケルを含むため高温でも常温でも、 γ -組織であって、組織的にはアルミニウム、銅など、同じである。これをステンレス鋼と呼ぶのは誤りで、正確には18-8ステンレス合金である。勿論13クロム系は名実ともに鋼である。

一般に建設、造船、車輛など多量に使われている普通鋼は $-20^{\circ}\sim-50^{\circ}\text{C}$ で急に脆い性質に変わる特性をもっているため、これ以下の低温では構造材として使用出来ない。この点 γ -組織をもったアルミニウムや18-8ステンレス鋼(合金)は -200°C 或は以下の極低温においても靱性を保持しているため低温材料として有用な訳である。唯両者の違いは強度である、ステンレス合金の引張強さはアルミニウム合金の2~3倍であり、特に弾性係数(弾力)はステンレス合金の方は大きく約3倍である、これは鉄の原子とアルミニウムの原子との違いに基づくもので、合金元素を加えて見ても、熱処理を施したり加工しても変えることは出来ない。

もう一つの大きな違いはステンレス鋼はアルミニウム合金に比べて融点($^{\circ}\text{C}$)が約3倍も高くその上高温になっても強度の低下が少なく、 800°C 位まで構造材として使うことが出来て、高温の空気その他のガス中で酸化することが少ないことである。この故に熱機関、加熱装置、原子炉、高温高圧化学装置材料として使われている。しかし両者共に不動態となり易いということであって優れた耐食性を示す点は全く同じである。このような特徴をもつ金属の通性として多くの場合に良好な耐食性を示す反面腐食環境によっては局部的に急進性の孔食を起すことが有る。特に塩素イオンを含む溶液(海水、塩水など)の中ではその表面の99%以上の部分は全く侵されずに使い始めと同じ金属光沢を保っているのに1~0.1%或はそれ以下の極小部分だけが急速に溶解して毛針で突きさしたような形で穿孔し装置の漏洩を起したり、ガス噴出の事故をもたらすことがよくある。

即ちPitting現象である。

またこれらの金属が構造上互に重なり合った箇所があったり、金属表面に砂礫(れき)が乗っていたり、反応生成物の沈殿が堆積していたりするとその部分だけが急速に腐食して穿孔が起るといってCrevice Corrosion(隙間腐食)を起し易い。更にまたこの種不動態となり易い金属材料

は耐食性が良いので腐食環境下で良好な耐食性を発揮して、その金属光沢を失わずに耐えているが或る場合には材料に亀裂を生じて破壊する現象がよく見られる。即ち Stress Corrosion Cracking (応力腐食亀裂)を起す。金属そのものは殆んど腐食していないのに装置の破壊事故に続することとなる。これらの特性的な腐食現象の防止対策は18-8系ステンレス鋼について数多くの研究や経験が積み重ねられている。

アルミニウム表面処理の研究を進める上においてもアルミニウムと兄弟分の18-8系ステンレス鋼の性格、挙動を考察することが必要ではなからうか。

学術的には両者は互に酷似していて親戚或は兄弟分であり、商業経済的には互にライバルとなり得るからである。