

用語解説(47)

『表面技術』

村川 享 男

テクノディシプリナリーオフィス
〒145 東京都大田区北千束 2-17-14

表面処理

これは古い言い方であるという意見もあるが、分かりやすい言葉である。Surface Finishing や Surface Treatment という英語に対応する日本語であるが、Finishing は表面の仕上げ、上塗りを意味して、表面の装飾や防食(変色防止)に関わるイメージが強いため、今日の機能化表面処理に対しては、なにか違う言い方が欲しいというのが表面処理という表現に抵抗する人たちの考え方である。

というわけで、それに代る言葉として“表面技術”が登場した。それは処理というプロセスだけでなく、表面の機能設計という思想が中心となるもので、対象とする材料も金属、ポリマー、セラミックスなどすべてにわたり、接着、潤滑、印刷あるいは薄膜などの技術分野も含まれる。かつて“機能めっき”や“機能アルマイト”という言葉が流行したが、これらもめっきやアルマイト(これはもともと商品名だがアルミニウムの陽極酸化皮膜の代用語として用いられている)が装飾や防食以外にも使われるということを確認したためであった。というわけで、“表面処理”というプロセスを主とする言い方に代って、設計・加工・制御という切口も見せる“表面技術”という言葉が次第に市民権を得てきたようである。図1は著者によるその体系図である*。一方、“表面

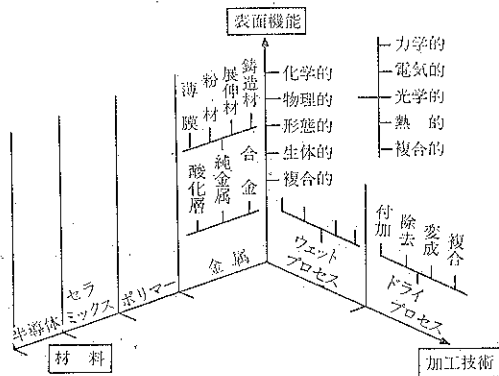


図1 表面技術の体系。

* 表面技術の種は表面科学にあり、表面科学をどのようにして技術に応用するかを教えるものが表面工学であると著者は考えている。

処理”に代わる“表面改質”という言い方も広まっている。これはもともと粉体やポリマー表面に関して使われていたが、表面の機能化という意味で金属にも用いるようになった。

イオン工学的表面処理

京都大学名誉教授高木俊宣博士によって1973年に“エレクトロニクス”誌に発表・命名された言葉で、蒸着、スパッタリング、イオンビームデポジション、イオン注入などの表面処理が含まれる。ここでいう“イオン工学”とは同博士によって、“あらゆる物質を真空中または低ガス圧領域でイオン化し、加速電圧によって加速し運動エネルギーを与えるか、あるいは (and/or) イオンのもつ電荷の効果を用いて、その物質固有の性質を活用する立場の学術体系”と定義されていて、その応用としての表面処理が“イオン工学的表面処理”なのである。古くからある湿式の電気めっきや電解研磨などもイオンを用いる表面処理であるが、ここでいうイオン工学的表面処理はいわゆるドライプロセスに限定される。ということから、表面処理をウエットプロセスとドライプロセスとに区分することが行なわれている。またドライプロセスでは表面改質処理というよりも薄膜の生成が主体となっている。さきに解説した表面技術の体系ではもちろんウエットプロセスとドライプロセスの両プロセスが含まれる。

表面硬化

金属の表面改質のひとつとして重要で、鉄鋼材料については古くから多くの技術が開発され、アルミニウムに関しても陽極酸化皮膜による表面硬化以外に幾つもの方法が研究されている。硬化法は被硬化材料によって異なるが原理的には図2のように分類できる。

この中で浸透拡散とは、C, N, B, S その他金属元素を含むガス、溶融塩、固体などを被硬化材と接触させ温度

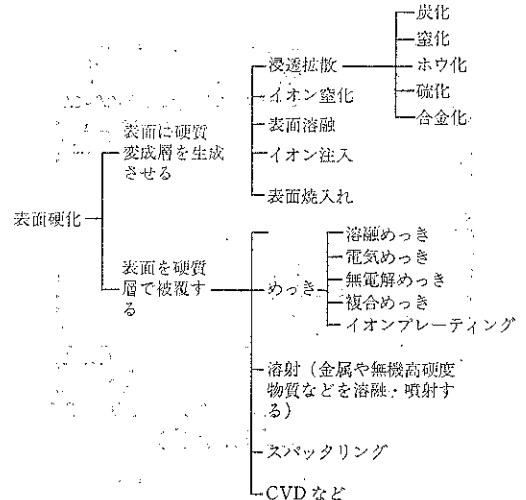


図2 表面硬化技術の体系。

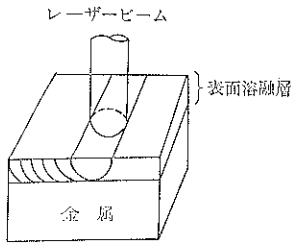


図 3 レーザービームの走査による金属の表面溶融。

を高めそれらを表面から内部へ侵入させ金属化学的反応を利用して硬化層を形成する方法である。表面溶融は電子ビームやレーザー光を用いて表面層だけを溶融し、あらかじめ表面に付着させて置いた物質と被硬化材料との合金化や反応を行なわせたり、溶融・急冷によって金属組織を変化させて表面層の硬化を行なう方法をいう。具体的には母材上に金属層をめっきなどで付着させたのち、母材の融点以下で加熱したり、あるいはレーザーなどで表面層だけを溶融するなどである (図 3)。

イオン窒化は真空炉を陽極、被硬化材料を陰極とし、 N_2 ガスや N を含むガスを低圧で導入して放電を行なう方法である。発生するプラズマの中の N^+ は陰極へ向って衝突する。そのときたき出された Fe 原子は原子状 N と結合して窒化鉄を形成し、 N 原子の一部は被処理材の表面から内部へ拡散するなどの複雑なプロセスによって窒化が行なわれる。

コーティング

ある素材の上に他の物質を被覆することをコーティングと呼ぶ。他の物質とは金属、無機物質および有機物質であるが、それらと素材との界面においていかにしてその結合力を高めるかがコーティング技術のもっとも重要なポイントである。金属の有機コーティングでは、金属表面の酸化層と有機層との間の水素結合力あるいは共有結合力などケミカルな結合力、また金属表面の粗化によるメカニカルな結合力が必要である。その場合、界面に汚染層があったり界面で weak boundary layer が生成すると、界面の結合力は著しく低下する。塗装や接着などがこの分類に含まれる。

金属の無機コーティングにおいてはコンバージョンコーティング (化成処理) という手法が用いられる。これは、表面を清浄にした金属を処理液に浸漬すると、金属表面から金属がイオンとなって溶出し、それが処理液中の物質と反応して不溶性の無機化合物が金属表面に沈積する。あるいは金属の溶出によって表面近くの pH が変化して処理液中の成分が析出する。そのほか処理液中の酸化剤が金属表面に酸化層を形成するなどの現象を複雑にかつ巧みに利用するものである。代表的なものとしてリン酸塩処理 (Fe, Al)、クロメート処理 (Al, Zn, Mg)、シリケート処理 (Al)、ペーマイト処理 (Al) などがある。

無機コーティングとしてはそのほか耐摩耗性、耐熱性付与のためのセラミックコーティングが重要である。めっきも金属コーティングと考えるとよいが、“コーティング”とはそれほど厳密な技術分類でなく通用している表面処理関連の用語である。

表面潤滑処理

潤滑は界面現象であるから、互いに接する表面がそれぞれ潤滑性を保有していなければならない。そのための表面処理が表面潤滑処理である。これは広く通用する言葉とは言い切れないが、そのための処理法としては金属の場合、(1)表面を粗面化——機械的に表面を粗化する。か表面の析出物を選択的に溶解するなど——して表面に油溜りを形成する。(2)極性有機化合物、例えば脂肪族の極性基を金属に向けて、有機基を外側に向けて吸着させ、有機基同志の界面接触を行なわす。(3)アルミニウムの場合、陽極酸化皮膜のポアーを利用してテフロン樹脂や二硫化モリブデンなどを含浸させる。(4)リン酸塩皮膜などコンバージョンコーティング層を形成させ、その上に潤滑油剤を与える。(5)カップリング剤を用いて金属表面に強固な親油層を形成させる。(6)そのほかインターカレーションなど潤滑特性を持つ皮膜を表面に生成させるなどがある。

表面と表面とが接触する界面において、いわゆる油切れも起こらず、また極圧下で2つの面が接触する場合でも有機化合物や無機化合物がたとえ分子層であっても界面に残存して金属間の凝着 (焼付き) を防ぐことができる——そのための表面処理が表面潤滑処理である。