

湿式法によるニッケル合金化の機能性付加技術

奥野製薬工業株式会社

総合技術研究部 第六研究室

長尾 敏光

合金めっき

合金めっきはめっき液中に含まれる二種類以上の金属イオンを同時に還元させ皮膜に共析させる技術であり、単一金属では得られない機能を得る方法として工業化されている。合金めっきには耐食性や耐摩耗性に優れているものが多く、金属比率を変化させることでめっき皮膜の色調や物性を変化させることが出来る。

めっき液から二種類以上の金属イオンを同時に析出させるためには、それぞれの析出電位を近づけなければならない。標準電極電位が近い金属同士であれば、それぞれの単純塩を混合させためっき液から容易に合金めっき皮膜を得ることが出来る。しかしながらこのような合金は少なく、多くはめっき液中の金属イオンを錯体化によって電析電位を変化させて合金皮膜を得ている。

合金めっきは装飾用、防食用、接合用、軸受け用、電子部品、機械部品などの用途に広く用いられる。ニッケル系の合金めっきとしては Sn-Ni, Ni-Fe, Zn-Ni, Ni-P, Ni-W, Ni-Mo, Ni-Co, Pd-Ni, Au-Ni, Cu-Ni 等が目的に合わせて実用化されている。

Sn-Ni 合金めっき

Sn-Ni 合金めっきは他の合金めっきとは異なるユニークな特性を持つ。Sn-Ni 合金めっき皮膜の組成比は Sn が 65 mass%、Ni が 35 mass%で、等原子数の組成 (Ni および Sn それぞれ 50 at.%) に相当する。そのため、結晶構造は単一の間相 NiSn のみで構成されている (図 2)。NiSn 相は平衡状態図には現れない準安定相である。これはめっき皮膜特有の結晶構造であり、加熱溶製方法では決して得ることが出来ない。NiSn 相は 300 °C 以下では再結晶は起こらず、室温では安定である。300 °C 以上の熱処理を行うと NiSn 相は Ni₃Sn₂ および Ni₃Sn₄ に分解

される。Sn-Ni 合金めっき皮膜の硬度は比較的高く Hv 800 程度を有している。

耐食性

図 3 に塩水噴霧およびキヤス試験による Sn-Ni 合金めっき皮膜の耐食性を示す。大気中においてピンホールの無い Sn-Ni 合金めっき皮膜は永久的に光沢を失わず、長時間の耐食性評価においても優れた耐食性を示す。これはめっき皮膜が単一の金属間化合物相のみで構成されていることや、めっき皮膜に形成する酸化皮膜が緻密で不導体化されやすいためと考えられる。

Sn-Ni 合金めっきは最外層だけでなく、下地めっきとしても利用することが出来る。Sn-Ni めっきと既存の Ni めっきや Cr めっきを組み合わせ多層めっきにすることで、薄膜で高い耐食性と優美なめっき外観が得られる¹⁾。

金属アレルギー

近年では Ni による金属アレルギーが問題となっている。金属アレルギーは日本人の 10 人に 1 人が発症するほど一般的な皮膚疾患である²⁾。金属から溶出した金属イオンが体内のたんぱく質と結合して新たなたんぱく質に変性する。体がそれを異物として認識することでアレルギー反応が生じる。欧州では皮膚と直接かつ長時間接する Ni 製品の使用に対して規制があり、Ni 溶出量が 0.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{week}$ を超えてはいけないと定められている。日本ではまだ規制は行われていないが、各関係業界は将来規制を見越して対策が求められている。既に装飾・宝飾部品では Cu-Sn からなるスペキュラム合金めっきが一部実用化されている。水栓金具業界は給水器具からの Ni 溶出を危惧している³⁾。

Sn-Ni 合金めっきはめっき液中に Ni イオンが含まれている。しかしながら、めっき皮膜に人工汗液を浸漬させても Ni 溶出は起こらず、さらにめっき皮膜外観にも影響を与えないため優れた耐薬品性を有している。

Sn-Ni 合金めっき皮膜はわずかにピンクがかった優美な色調を持つため、現在意匠性として雑貨品などの装飾部品、自動車・二輪部品、水栓金具部品に適用されている。さらに機能的な用途としては電池関連、鋼板、コネクタ部品や半導体装置でも実用化されている。今後、合金めっき技術による Ni 合金化は高付加価値なめっき皮膜として更なる用途展開が期待できる。

参考文献：

- 1) 特許第 6327655 号（日本）
- 2) <https://news.goo.ne.jp/article/otonanswer/life/otonanswer-31815.html>
- 3) 一般社団法人日本バルブ工業会ホームページ:
https://j-valve.or.jp/env-info/env_water/398/