

222 ハードコンポ処理技術の開発 (硬質クロムめっき代替)

Development of Hard Composite Technology (Alternative to Hard Chromium Electroplating)

梶吉野ハード ○佐々木 崇明、押味 直人、阿部 孝男、今井 彰男

Environmental problems are closed up, and the concern of the escape chrome plating technology rises more than viewpoints of the environmental not acceptable material decrease in recent years. Hereafter, because our company was able to develop a new technology that combines the plating processing based on the nickel with heat-treatment, it introduces the outline.

Key Words: <めっき、熱処理、硬質クロム代替>

(論文要旨)

1. 要旨

弊社は、金属加工材の各種めっき処理及び熱処理を行う表面処理加工業の総合メーカーです。

近年、環境問題がクローズアップされており、環境負荷物質低減の見地より脱クロムめっき技術の関心が高まっています。当社では、ニッケルを基調としためっき処理と熱処理を組合せた新技術を開発することが出来たので、以下概要を紹介します。

2. 何故硬質クロムめっきを使用するのか？

クロムめっきを施したものは、様々なめっき処理の中でも

- ①工業用(硬質クロムめっき)めっきの硬さは、各種めっき処理の中でも最も硬さが高く耐摩耗性に優れている。
- ②適度な防錆効果がある。
- ③外観上、金属光沢を有し見栄えが良い。

これより硬質クロムめっきは、適度な防錆効果と共に硬さが高いことから、部材の摩滅による機能低下、即ち、機器の長寿命化を図る目的で多くの機構部品に広く適用されている。これは産業界における先達者の経験に基づくところが大きいと考えられる。周知のように、トライボロジーにおける硬さと摩耗はリニアな関係にあり、アプレシヴ摩擦条件下において硬さが高いほど摩耗しにくいので、上記事項から容易に耐摩耗性を得る一つの手段として欠かせない処理であったと推察されます。

しかし個々の特長に対し、他のめっき法と比較すれば、特性的に同等以上の性質を持っているめっき法も多々あり、ケースバイケースで他のめっき処理も適用されているのが事実である。

従ってクロムめっきもオールマイティではなく、デメリットも多く、改良改善していかなければならない課題を持っているのが現状である。

3. ハードコンポ処理法とその特性

3-1. ハードコンポ処理法と硬さ

ハードコンポ処理は、硬質クロムめっき処理の大きな特長である耐食・耐摩耗性に対し優るとも劣らず、かつ6価クロムフリーで対環境性に問題のない処理法である。

処理方法は、現行無電解ニッケルめっき液組成をリニアしためっき液剤であるが、基本的には無電解ニッケルめっきと同じ液剤を用い、無電解ニッケル処理後約600℃以上に加熱し処理するものである。

図1にハードコンポ処理及び現行の無電解ニッケルめっきの加熱温度と硬さの関係を示す。

総体的に比較すると、400℃時効処理付近までは、従来の無電解ニッケルめっきとほぼ同じ硬さを示しております。しかし、400℃以上の温度になると無電解ニッケルめっきは、硬さが低下していくのに対し、ハードコンポ処理は、硬さの低下が僅かで、600℃: Hv≒800、800℃: Hv≒770と高い硬さを示し、硬質クロムめっき(JIS規格 Hv750以上)と同等の硬さを示しております。ここでハードコンポ処理の特長は随時後述するが、一つとして600℃以上の加熱処理において、めっき層と素材間で金属拡散し合うため、耐食性や耐剥離性が向上する。

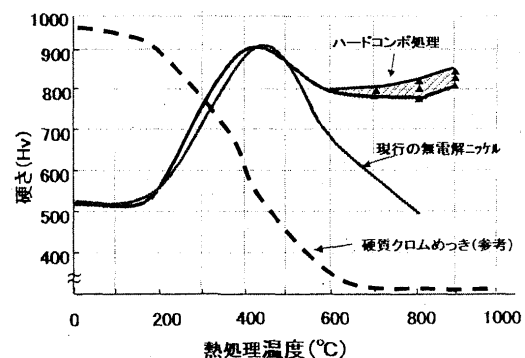


図1 ハードコンポ処理における加熱温度と硬さの関係

3-2. 処理皮膜厚さ及び拡散層と寸法変化

図2に加熱温度と皮膜厚さ、拡散層生成及び寸法変化の関係を示しました。加熱温度約550℃付近までは、拡散層生成等の変化が見られない。しかし550℃以上になるとめっき層と素材の鉄において、金属間相互拡散がみられ、拡散層は温度が高くなるに従って増し、650℃: 約3μm、800℃: 約5.3μm生成されることが分かった。図3は、SEMにより拡散状態を元素分析した結果の一例を示したものである。ここで注目すべき点は、拡散層内には無電解ニッケル層中のリンが存在しないことである。これによって、金属材料に対するリンの挙動から推察すると、生成された拡散層は柔軟性を持った性質を有すると考えられる。一方ハードコンポ処理の寸法変化は、めっき皮膜が約30μmの場合、約650℃まではトータル皮膜厚さに変化が見られないが、それ以上の温度になると、皮膜厚さは厚くなり、800℃において約5μm増えることが分かった。

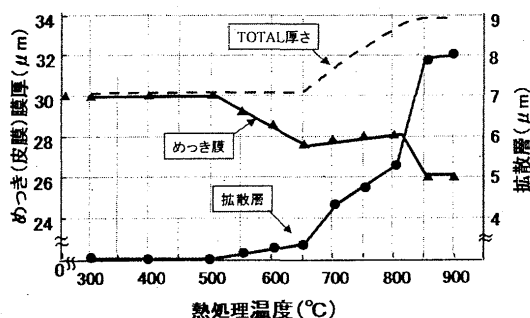


図2 ハードコンボ皮膜厚さと加熱温度及び寸法変化の関係

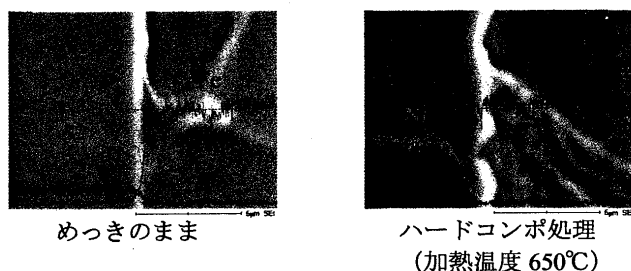


図3 皮膜層境界部のSEMによる元素分析結果

3-3.硬さ分布

図4にハードコンボ処理における皮膜層と処理材の硬さ分布を示す。ハードコンボ処理における皮膜厚さは、数 μm から数 $10\mu\text{m}$ まで任意に変えることができ、かつ皮膜硬さはHv750以上保証できる。

これは硬質クロムめっき処理におけるJIS規格硬さHv750以上と同等値である。また、ハードコンボ処理した素地の硬さは図4に示しますように、処理材の要求特性に応じた硬さを任意することが可能である。

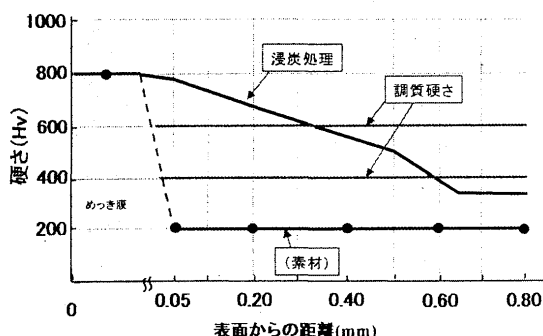


図4 ハードコンボ処理における硬さ分布

3-4.耐摩耗性

図5は、ハードコンボ処理材(硬さHv780)及び硬質クロムめっき処理材(硬さHv950)の摩耗試験結果を比較したものである。試験片(A)は、SCM材に浸炭焼入処理し、硬さHv680のもので、試験片(A)に組合さる試験片(B)を硬質クロムめっき及びハードコンボ処理とし、それぞれ組合せて評価したものである。

最初に硬質クロムめっきを組合せたものは、硬質クロムめっき自体の摩耗量は $0.1\mu\text{m}$ 、相手側(試験片A)は $0.4\mu\text{m}$ 摩耗し、トータル摩耗量として $0.5\mu\text{m}$ 摩耗している。

これに対し、ハードコンボ処理を組合せたものは、ハードコンボ自体の摩耗量は $0.04\mu\text{m}$ 、相手側(試験片A)は $0.03\mu\text{m}$ 摩耗し、トータル摩耗量として $0.07\mu\text{m}$ 摩耗して

いる。この結果を比較して見ると、トータル摩耗量において、ハードコンボ処理は硬質クロムめっき処理の組合せCより、約6倍以上耐摩耗性が優れていることが分かる。また、硬質クロムめっきの組合せは、組合わさる相手側を硬質クロムめっき自体が大きく摩耗させることが分かる。この現象は、アブレシブ摩耗機構から容易に推察されるものと考えられ、ハードコンボ処理は、ハードコンボ処理自体の耐摩耗性は勿論、相手側の摩耗を僅少に抑える効果があることが分かった。

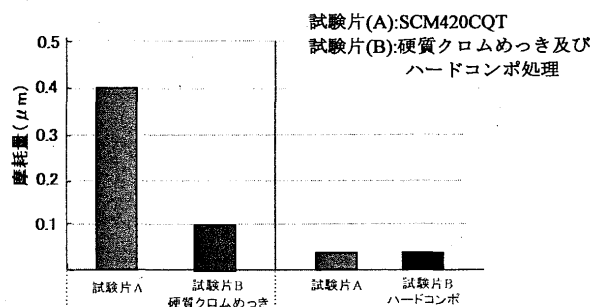


図5 ハードコンボ処理の摩耗特性

3-5.耐食性

一般的に硬質クロムめっきの耐食性評価は、塩水噴霧試験(JIS H 8502)によって行われる。そこで、ハードコンボ処理及び硬質クロムめっきの皮膜厚さをそれぞれ約 $20\mu\text{m}$ 施したサンプルにて耐食性評価を行った。

硬質クロムめっき処理は、200時間で僅かに赤錆の発生が見られたが、ハードコンボ処理は400時間経過しても腐食生成物は認められなかった。

3-6.皮膜層の表面状況

まずハードコンボ処理法の表面粗さは、基本が無電解ニッケルめっきであり、処理材表面の粗さに従った状態で出来あがる。従って任意の表面状態にすることが可能である。

次に色彩は、ニッケル金属色の光沢を維持することは処理条件によって可能ですが、通常は薄膜の緑色を呈している。この緑色の厚さは、極薄く、計測不可能な厚さで実用上、特に問題無いと考えられる。なお、緑色膜はニッケル金属をある温度で加熱した場合、ニッケル特有の緑色を呈するものは、金属結晶上、六方晶であることが文献等で立証されている。六方晶の結晶を持った物質としては、二硫化モリブデンや黒鉛等が有り、当社では、緑色膜を呈するものが摩擦に対し有効なものと考えております。そして、その功罰を明確にする為、摩耗試験を実施中で、現状得られているデータで効果があると認められ、有効性が多々あるので、なお一層データの積み重ねを行っている所である。

4. 結言

ハードコンボ処理は、硬質クロムめっき代替処理として

- ①耐摩耗性、皮膜硬度(Hv750以上)
 - ②耐食性(塩水噴霧192時間赤錆発生無し)
 - ③密着性(金属相互拡散のため、密着性良好)
- 上記項目において硬質クロムめっきと同等以上の性能であることが確認された。

また、環境負荷物質である6価クロムを用いないため、6価クロムフリーの新たな表面処理代替技術として、広く機器機構部材に用いられるものとする。