

研究ノート

カーボン粒子を共析させためっき皮膜の作製

松田喜樹^{*1}、山口敏弘^{*2}、小林弘明^{*2}、花井敦浩^{*2}

Preparation of Composite Plating Incorporated with Carbon Particles

Yoshiki MATSUDA^{*1}, Toshihiro YAMAGUCHI^{*2}, Hiroaki KOBAYASHI^{*2}
and Atsuhiko HANAI^{*2}Industrial Technology Division, AITEC^{*1*2}

鉛蓄電池の延命・活性強化用添加剤として用いられているカーボンナノ粒子懸濁液の新たな用途展開として、懸濁液中のカーボンナノ粒子をめっき皮膜に共析させた複合めっき皮膜を作製した。炭素材料は、潤滑性、導電性に優れていることから、カーボンナノ粒子複合めっき皮膜の物性が向上することを期待した。摩擦係数は、静摩擦係数、動摩擦係数ともに減少した。表面抵抗率については、カーボンナノ粒子の共析の効果が認められなかった。

1. はじめに

筆者らは、独立行政法人科学技術振興機構（JST）の、地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム（ニーズ即応型）においてカーボンナノ粒子を作製し、その懸濁液として鉛蓄電池延命・活性強化用添加剤を開発してきたが、このカーボンナノ粒子の新たな用途展開を目指した。

近年のナノ材料の研究開発によって、ナノメートルサイズの微粒子の作製が可能となっているが、これらナノ材料については、これまでの材料にない優れた物性を示す。ナノ材料をめっき皮膜に取り入れて複合めっき皮膜とすることにより、金属単体では得られない新たな機能を有した皮膜が期待され、超々微粒クラスターダイヤモンドでは複合めっき皮膜の作製がなされている¹⁾。

また、炭素材料は、潤滑性、導電性、熱伝導性に優れた性質を有していることから、金属材料中に取り込むことにより、これらの物性が向上することが期待できる。

そこで、本研究では、カーボンナノ粒子を無電解ニッケルめっき皮膜中に共析させた複合めっき皮膜の作製を試みた。

2. 実験方法

カーボンナノ粒子は、JSTニーズ即応型の共同研究体のメンバーである株式会社シオンが作製した懸濁液の状態で提供いただいたものを用いた。

表1に示す組成にて建浴した無電解ニッケルめっき浴に、カーボンナノ粒子懸濁液を1~10vol%添加した。め

っきは、試験片25×25mmの冷間圧延鋼板上に複合無電解ニッケルめっき皮膜を析出させた。皮膜の表面状態を光学顕微鏡で観察した。

表1 無電解ニッケルめっき浴組成

硫酸ニッケル	0.1mol/L
次亜リン酸ナトリウム	0.3mol/L
グリシン	0.1mol/L
クエン酸三ナトリウム	0.1mol/L
硝酸鉛	2mg/L

pH 5.5 浴温度 80℃

電气的特性は、四探針法にて表面抵抗率を測定した。

また、複合めっき皮膜上にステンレス球圧子を荷重 $m=1.96N$ で押し当て、摺動させたときに圧子にかかる抵抗力 F を測定し、 $F=\mu m$ より表面の摩擦係数 μ を算出した。

3. 実験結果及び考察

3.1 複合めっき皮膜の作製と表面観察

無電解ニッケルめっき液にカーボンナノ粒子懸濁液を1~10vol%添加して作製した複合めっき皮膜は、表面から粒子の共析している様子が観察できなかった。めっき液中の粒子の濃度があまり高くないことが原因と考えられるが、これ以上の懸濁液の添加はめっき液の調整を考えると難しくなることから、懸濁液自体で薬品を溶かしてめっき液を調合することとした。めっき後の皮膜の表面状態を図1に示す。光学顕微鏡で観察した限りではナノ粒子の塊状

*1 工業技術部 加工技術室（現 企画連携部） *2 工業技術部 加工技術室

凝集群が分散している状態が確認された。めっき液中のカーボンナノ粒子濃度を増加させたことで共析状態が改善されたと考えられる。

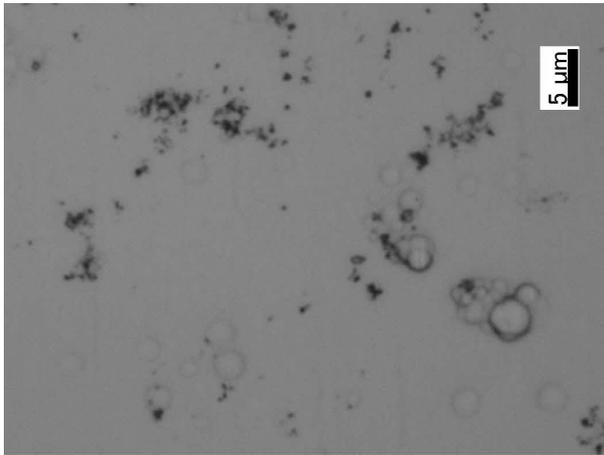


図1 カーボンナノ粒子複合めっき皮膜の表面

以下の実験では、複合めっき皮膜は懸濁液に硫酸ニッケル等添加して建浴した無電解ニッケルめっき浴を用いて作製した皮膜にて評価した。

3.2 皮膜特性

カーボンナノ粒子を共析させた複合めっき皮膜及び無電解ニッケルめっき皮膜の表面抵抗率を測定した結果を図2に示す。無電解ニッケルめっき皮膜の表面抵抗率は $0.14\text{m}\Omega/\square$ とほぼ安定していたが、複合めっき皮膜は $0.11\sim 0.21\text{m}\Omega/\square$ とかなりばらついた測定値が得られ、今回の試験では有意な電気抵抗の低下は確認できなかった。

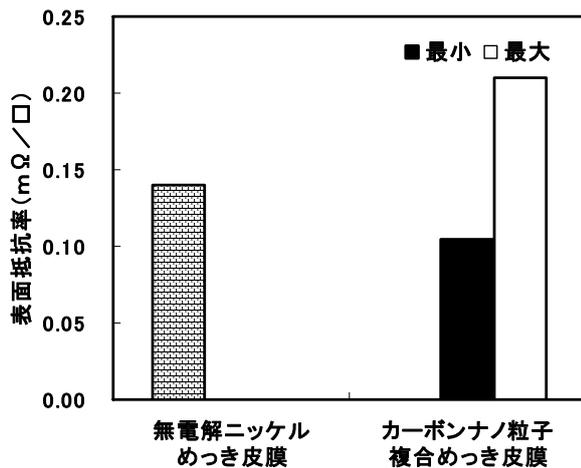


図2 カーボンナノ粒子複合めっき皮膜及び無電解ニッケルめっき皮膜の表面抵抗率

次に、各皮膜表面の摩擦係数を測定した結果を図3に示す。カーボンナノ粒子を共析させた複合めっき皮膜は静摩

擦係数 0.12、動摩擦係数 0.11 となり、無電解ニッケル皮膜の静摩擦係数 0.18、動摩擦係数 0.14 と比較して低い値を示した。このことから、摺動部の表面処理への利用など新たな用途の展開が期待できる。

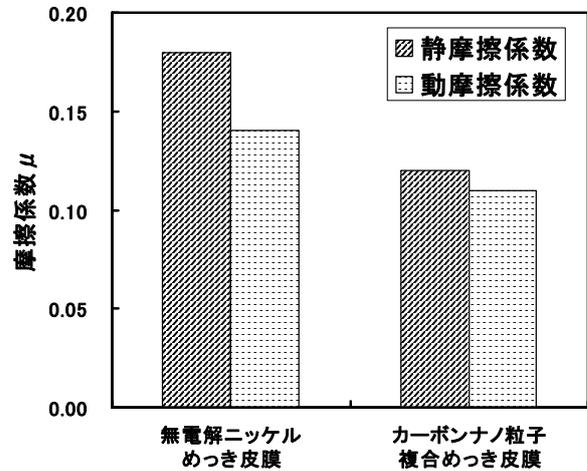


図3 カーボンナノ粒子複合めっき皮膜及び無電解ニッケルめっき皮膜の摩擦係数

4. 結び

カーボンナノ粒子の新たな用途展開を図るために、カーボン懸濁液を用いて複合めっきを行った。一般にカーボンナノ材料は疎水性を持つことからめっき液中には分散しにくいのが、懸濁液を用いることにより、めっき液になじみやすくなり、複合めっき皮膜の作製が容易となった。今回作製した複合めっき皮膜はあまり目立った物性の向上が図られなかった。これらはめっき皮膜中のカーボンナノ粒子の共析率を増加させることにより改善すると考えられる。現在のカーボンナノ粒子の生産量はあまり多くないため、カーボンナノ粒子の大量生産が軌道に乗ることが期待される。また、評価していないが、添加濃度の上昇により熱伝導率などの物性向上も期待できると考えられる。

付記

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構の地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム（ニーズ即応型）において行われた。

文献

- 1) 土井他：東京都立工業技術センター研究報告，24，69（1995）