

愛産研 ニュース 増補版

愛産研ニュース(増補版)
平成18年2月3日発行
No.20

編集・発行
愛知県産業技術研究所 企画連携部
〒448-0003 刈谷市一ツ木町西新割
TEL 0566(24)1841・FAX 0566(22)8033
URL <http://www.aichi-inst.jp/>
E-mail info@mb.aichi-inst.jp

2月号
2006

今月の内容 段ボール材料への古紙利用の現状と課題
鉄・タングステン合金めっき皮膜の作製
遺伝的アルゴリズムを用いたスティッチング
熱線法による熱伝導率の測定

段ボール材料への古紙利用の現状と課題

最近、廃棄物を減量化しリサイクルを推進するため古紙利用が促進されています。さらに、古紙利用は森林伐採の削減効果が大きく、森林資源の保全につながることから注目されています。これらの理由から、新しいパルプの生産量や消費量が年々減少する一方、古紙の消費量が増加して原料の古紙転換が早いスピードで進んでいます。

図に、板紙と紙の古紙利用率の推移を示します。板紙とは、段ボールや紙箱などに使用する厚手の紙のことですが、段ボール原紙が大半を占めています。図から明らかなように、古紙利用が進んでいるのは段ボール原紙などの板紙分野です。この分野での古紙利用率は90%に達しており、ほぼ飽和状態にあると言えます。また、紙を構成しているパルプは、繰り返しの使用によって繊維が細くなったり、ひび割れが起きたりして劣化します。一般に古紙の再生利用は3～5回が限度と言われ、強度を保持するために常に新しいパルプ(バージンパルプ)や薬品の投入が必要となります。

このように、最近の段ボール原紙は、強度がほぼ同等であっても中身は再生古紙を薬品などで処理した製品が多いと言えます。原材料は従来のバージン材とは異なり、強度以外

の特性が偏った段ボールとなるため、紙素材特有の課題が生じています。段ボールなどの紙系包装材の紙粉問題はその一つです。

特に、製品と段ボール包装材との接触による輸送中の紙粉発生については、データも少なく対策が不十分で、この紙粉が製品に悪影響を及ぼすこともあるため、大きな問題となっています。今後紙系包装材が増加していく中、輸送中の紙粉発生について基礎データを収集し、それに基づいた対策が強く求められています。当研究所では、包装材料の種類、摩擦条件、振動条件、温湿度条件を取り上げ、摩耗量を測定することにより、紙粉防止効果のある包装材料、包装技法を明らかにしようと取り組んでいます。

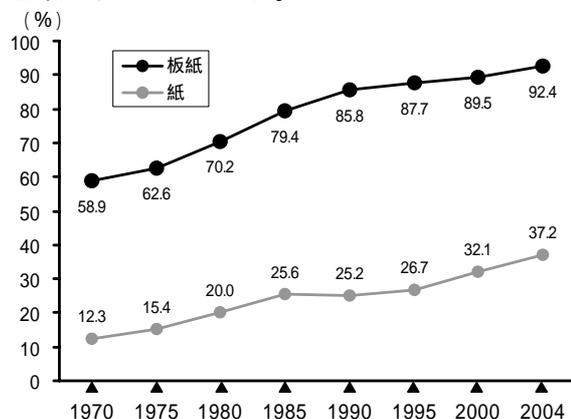


図 板紙と紙の古紙利用率の推移
(経済産業省「紙パルプ統計」より)



工業技術部 応用技術室 佐藤幹彦 (mikihiko_satou@pref.aichi.lg.jp)
研究テーマ: 輸送中の紙粉発生条件と防止に関する研究
指導分野: 包装・物流技術

鉄 - タングステン合金めっき皮膜の作製

耐摩耗性の高いめっき皮膜として、タングステンなどの硬質材をめっき皮膜に共析させる合金めっきが検討されています。しかし、タングステンは単独では水溶液中から析出しないため、鉄族金属（鉄、コバルト、ニッケル）と誘起共析させる必要があります。

タングステンを誘起共析させる金属としてニッケルを用いたニッケル - タングステン合金めっき皮膜は、耐摩耗性に優れた特性を持っています。しかし、ニッケルは、金属アレルギーの問題やニッケル塩が環境汚染物質排出移動登録（PRTR）の対象物質になるなど使用環境が限定されつつあります。

そこで、鉄族金属の中から身近な金属で構造材にも用いられている鉄を取り上げ、鉄 - タングステン合金めっき皮膜を作製しました。

浴組成は、ニッケル - タングステン合金めっきで用いた浴組成を参考にして、ニッケル塩を鉄塩に変更しました。しかし、この浴組成ではめっき中にめっき液の色が変化し易く、電流効率もばらつきました。その原因としてめっき浴中の Fe^{2+} が Fe^{3+} へ酸化したためと考えられます。そこで、めっき浴に還元作用のあるアスコルビン酸ナトリウムを添加し、酸化防止を図りました。

表に示す浴組成で、めっき皮膜を作製し、エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザ（EDX）により鉄とタングステンについて皮膜組成を求めました。また、めっき前後の試験片の質量変化からめっきの析出量を求め、これと皮膜組成の分析結果より電流効率を求めました。めっき浴組成とタングステン含有量及び電流効率の関係を図 1 に示します。

その結果、浴組成中のタングステン酸塩の割合が高くなると皮膜中のタングステン含有量は増加し、電流効率は低下する傾向を示しました。

また、めっき皮膜の硬さを測定しました。その結果を図 2 に示します。硬さは約 400 ~ 500HV が得られ、タングステン含有量の増加とともに硬くなる傾向を示しました。

この程度の硬さでは、耐摩耗性皮膜として用いられている硬質クロムめっき（硬さはおよそ

500 ~ 1100HV）と比較して不十分であることから、鉄 - タングステン合金めっき皮膜はクロムやニッケルの使用が制限される部分での利用に限定されます。

表 浴組成及びめっき条件

浴組成	硫酸アンモニウム鉄()	0.3mol/L
	+	
	タングステン酸ナトリウム	0.3mol/L
	クエン酸 3 アンモニウム	0.3mol/L
	アスコルビン酸ナトリウム	0.1mol/L
めっき条件	pH	6
	浴温度	40
	電流密度	5 A/d m ²

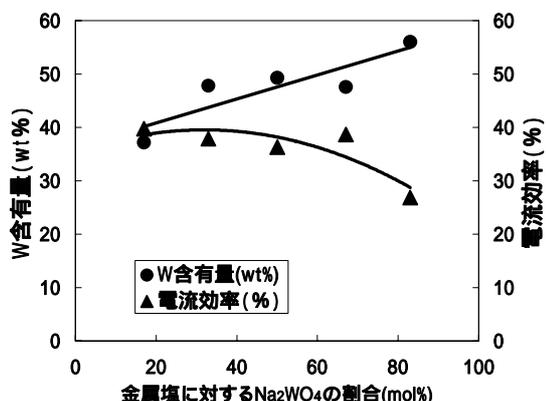


図 1 めっき浴組成とタングステン含有量及び電流効率の関係

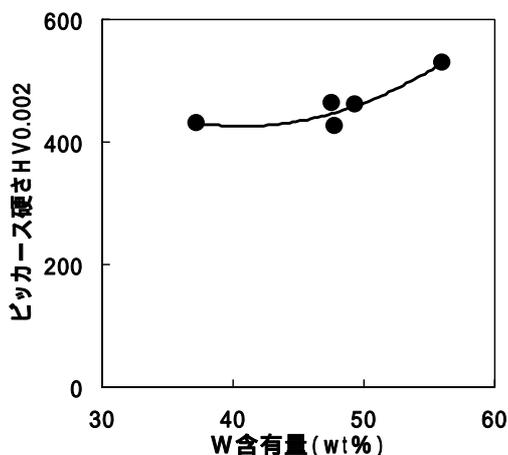


図 2 めっき皮膜のタングステン含有量と硬さの関係



工業技術部 加工技術室 松田喜樹 (yoshiki_matsuda@pref.aichi.lg.jp)

研究テーマ：環境調和型めっき技術の研究

指導分野：表面加工（めっき）

遺伝的アルゴリズムを用いたスティッチング

3次元表面性状を計測、あるいは観察する装置として、干渉顕微鏡、レーザ顕微鏡、プローブ顕微鏡などがあります。これらの装置の高さ方向の分解能は極めて高く、目的に応じて計測条件を適切に選択すれば、原理的に計測不能な性状を除いて良好な結果を得ることができます。一方、横方向については、対物レンズあるいは計測ヘッドを選ぶことによって、計測領域と分解能が決定されます。

また、選択した領域よりも広い範囲を評価したい場合には、計測領域の一部をオーバーラップさせるように複数の計測を行い、その後、重なり合う部分を繋ぎ合わせるようにして評価領域を広げる機能（スティッチング）が付いています。この場合、オーバーラップさせる位置については未知であることが前提になるので、コンピュータ上で複数の計測データを左右前後に少し移動量を探索することによって繋ぎ合わせることとなります。

ただし、古い機種には、このような機能がありません。そこで、レーザ顕微鏡を対象として、遺伝的アルゴリズムによるスティッチング機能をユーザサイドで付与するプログラムを作成しました。遺伝的アルゴリズムは、生物の進化を模擬した最適化技法の一種であり、探索したい変数を染色体に割付け、最適化したい評価値を適応度に設定することによって、適応度を最大あるいは最小にする変数を求めることができます。

縦横2分割ずつ合計4個の1部ラップするレーザ顕微鏡の計測結果（試料：成形樹脂製品、使用対物レンズ：50倍、256×256画素）を対象として、次の手順でスティッチングを行いました。まず、図1の1と2、及び3と4をスティッチングして横長の2つのデータを作成します。その後、2つの横長データを縦方向にスティッチングして4データの結合を完了します。

適用した遺伝的アルゴリズムの条件を表に示します。また、4データのスティッチングの結果を図2に示します。同図において、全評価領域の最大高低差は30 μm 、重ね合わせた部位の高さ方向の相違は、標準偏差で0.3 μm と良好な結果を得ました。

また、計測領域は256 μm ×256 μm から439 μm ×418 μm へと拡張することができました。

表

項目	摘要
適応度	データのラップする部位の画素における高さの差の2乗和
集団サイズ	10000個
ラップ範囲	縦、横とも0 μm から200 μm
染色体長	16ビット(8ビットづつ2変数)
交叉点数	2(交叉位置:確率的)
突然変異	0.2(確率)

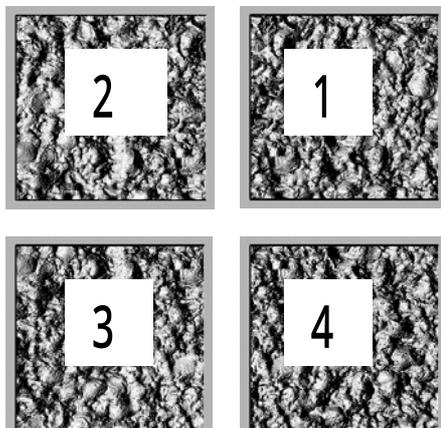


図1 50倍対物レンズ使用：1データの計測領域256 μm ×256 μm



図2 スティッチング結果：全評価領域439 μm ×418 μm



工業技術部 機械電子室 伊藤俊治 (shiyunji_1itou@pref.aichi.lg.jp)

研究テーマ：新しいデータ処理による表面粗さ・形状計測

指導分野：精密測定、粗さ測定、形状測定

熱線法による熱伝導率の測定

熱伝導率について

何らかの理由によりある物体内で高温、低温の温度差が生じた場合、そこには必ず高温側から低温側への熱の流れが生じます。この現象を熱伝導といいます。この熱伝導を制御する場合、熱の流れを遮断する方法と、それとは逆に熱を伝わりやすくする方法とがあり、様々な目的に応じて使い分けられています。前者はいわゆる断熱と呼ばれていますが、例として発泡スチロールを使用したクーラーボックス、建物の床や壁、スペースシャトルやロケットの外壁など極めて広範囲の分野に行われています。一方後者においては、急熱や急冷を必要とされる分野、例えば、局部的なはんだ付けに伴う故障や過熱による誤動作を防止する必要がある半導体関連などで行われています。

このように熱伝導は広範囲の分野に関わっており、材料物性として極めて基本的であり重要です。この熱伝導を評価する上で用いられるのが熱伝導率であり、単位温度差がある物質内で、単位面積当たりの単位時間に伝わる熱量と定義されています。

これからの時代の流れにおいて、省エネルギー化や工業製品の電子化は必然的なものであり、その一端を担う材料特性としての熱伝導率の評価はより重要となっています。

測定原理および測定方法

熱伝導率の評価方法はいくつかありますが、ここでは熱線法について説明します。無限な長さを有すると見なせ、かつ均一である円筒状試料^(注)の中心に充分細いヒーター線を直線状に張り(図)、それに一定電力を加える

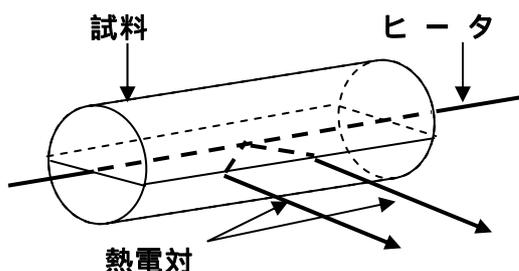


図 熱線法による熱伝導率測定

と、ヒーター通電後の任意の時刻 t_1, t_2 における温度 T_1, T_2 は

$$(T_2 - T_1) = q / (4 \quad) \cdot \ln(t_2 / t_1) \cdots \cdots \text{式}$$

: 試料の熱伝導率 ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)

q : ヒーターの単位時間、単位長さ当たりの発熱量 (W)

で表されます。式からもわかるように $\ln(t_2/t_1)$ と $(T_2 - T_1)$ は直線関係にあるから、任意の時刻 t_1, t_2 における試料温度 T_1, T_2 を測定し、 q が既知であれば、 $\ln(t_2/t_1)$ に対して得られた $(T_2 - T_1)$ をプロットした時の直線の傾きから熱伝導率 を求めることができます。

写真に、当研究所に設置されている実際の測定装置、「迅速熱伝導率計 QTM-500 (京都電子工業製: 競輪補助設備)」を示します。一般的な熱伝導率測定は、試料2枚で熱線および熱電対をはさみこんで行います。ただし本装置では、熱伝導率が既知の基材表面に熱線および熱電対を配置したプローブを試料の1枚と見なし、これと被測定試料1枚のみでも測定を行うことができます。測定対象試料としては、断熱材、樹脂、セラミックス、レンガ等が可能であり、その測定範囲は $0.023 \sim 11.63 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ となっています。試料サイズとしては最低 $100 \times 50 \times 20 \text{ mm}$ 以上です。また測定原理からもわかるように、試料表面は十分に平滑であること(ヒーターおよび熱電対が試料面に密着できること)、導電性でないこと、試料全体が均一な材料で構成されていることが測定に際し必要となります。



写真 熱伝導率計

(注) 円筒状としたのは熱が等方的に伝導することを前提としている。実際は試料の大きさが充分であれば、直方体でも構わない。



工業技術部 材料技術室 行木啓記 (hirofumi_nameki@pref.aichi.lg.jp)
研究テーマ: 無機・有機ナノコンポジット材料の特性評価に関する研究
指導分野: 無機材料、無機・有機複合体材料