

技 術 論 文

ロボット言語による全方向移動台車の自律誘導 *Autonomous Guidance of an Omni-Directional Vehicle using the Robot Language*

杉井 春夫* 浅岡 武之* 谷口 正志*
Haruo Sugii Takeyuki Asaoka Masashi Taniguchi

大川 裕蔵* 朴 忠植*
Yuzou Okawa Chunshuku Paku

(1997年2月17日 受理)

The current AGV (Automated Guidance Vehicle) in a factory moves by sensing the guidance line which is laid down on the floor. This may be good for safety and reliability, but the guidance line needs to be laid down along with the route, so that it is difficult to change layout in the factory. We proposed the method of changing layout flexibly by using a developed omni-directional vehicle which can move forward, backward, sideward and turn with two driving motors and a steering motor.

This paper describes the developed programming language for the omni-directional vehicle to move autonomously, and a operating exsample of the vehicle using the language.

キーワード：全方向移動台車, ロボット言語, 自律誘導, 移動ロボット, AGV

1. はじめに

工場などにおいて規定のルートを走行する無人搬送車 (AGV) の誘導には、誘導ラインを床に埋設する方法、磁気テープや光学テープを床面に貼付する方法などが利用されている。これらの方法はAGVの作業空間が明確で、安全性や信頼性の面から広く用いられているが、誘導ラインの設置工事を伴うため、設備のレイアウト変更を困難にしている。当研究所では、2個の駆動輪と操舵機構による前後進、横行、斜行、その場での方向転換などの移動機能を持つ全方向移動台車¹⁾を開発し、これらの機能を生かしたレイアウト変更に対応できる運用方法^{2) 3)}を提案してきた。

この提案を具現化するため、全方向移動台車の自律運転に必要な動作記述レベルのロボット言語を開発し、移動台車を規定ルート (誘導ライン) から一時的に離脱させ、台車が自ら作業目標点を探索、接近し、作業終了後すみやかに規定ルートに復帰する自律誘導を試みたので報告する。

2. 全方向移動台車

(1) 全方向移動台車の概要

全方向移動台車は、左右の2輪を独立して駆動するための2台のACサーボモータと、操舵のためのACサー

ボモータを備えている。左右の駆動モータによるPWS運動および、操舵モータによる斜行運動の組み合わせにより、全方向への種々の移動パターンが選択可能である。図1に開発した全方向移動台車の概要を示す。

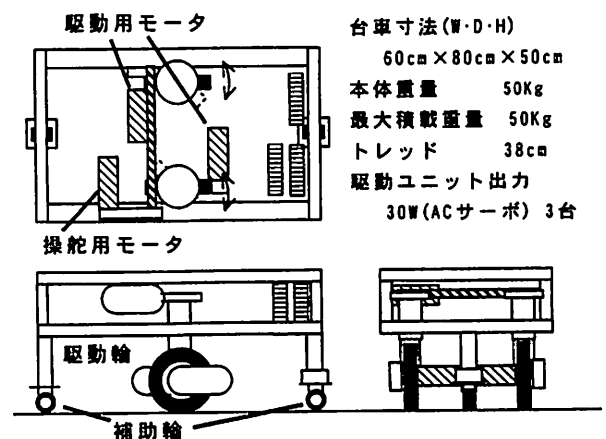


図1 全方向移動台車の概要

Outline of an omni-directional vehicle

(2) 計測制御系の構成と制御ソフトウェア

本移動台車は、

- (1) パソコンによるリモート運転モード
- (2) 操作ボックスによるマニュアル運転モード
- (3) ロボット言語による自動運転モード

の3つのモードで制御することができる。自動運転のためのセンサとして、走行速度や移動距離計測のための内

* システム技術部ロボティクスグループ

界センサおよび障害物検知や対象物との距離計測、誘導ラインを検出するための外界センサを備えている。計測用および駆動系の制御用にそれぞれワンボードマイコンを使用した。図2は移動台車の計測制御系の構成である。

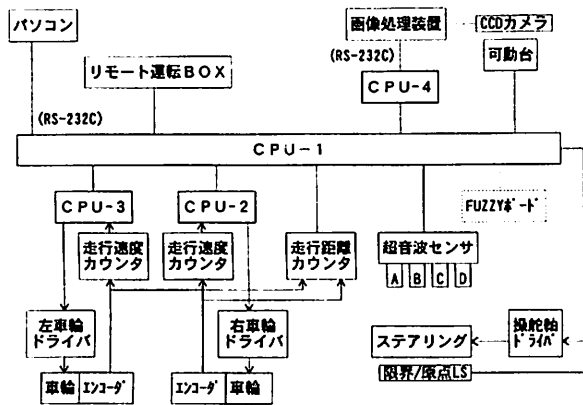


図2 移動台車の計測制御系の構成

Block diagram of measurement & control system

左右駆動輪はPID速度制御され、メインのCPU-1から与えられる目標速度に追従する。目標速度は符号付き12ビットデータで表現されており、誘導ラインによる進路補正時には、必要に応じて増減させる。進路補正のための目標速度増減量（左右輪の速度制御量）は、画像処理装置から読み取った台車進行方向と誘導ラインとの角度偏差量(θ)および画像のピクセル値から換算した左右方向の変位偏差量(dx)から次式により算出した。

$$v_x = \frac{(v_L + v_R)}{2} \cdot K_1 \cdot dx$$

$$v_\theta = \frac{(v_L + v_R)}{2} \cdot K_2 \cdot \tan(90 - \theta)$$

$$v_d = v_x + v_\theta$$

$$V_L = v_L + v_d, V_R = v_R - v_d$$

ただし、

v_x :横ズレに対する補正速度

v_θ :角度ズレに対する補正速度

v_d :速度制御量

K_1 :台車中心と視野中心との距離およびトレッドより決まる定数

K_2 :トレッドおよび補正半径より決まる定数

v_L, v_R :現在の左右車輪速度

V_L, V_R :新しい左右車輪速度

なお、誘導ラインのトレース時の進路補正は、タイマ割込みにより一定時間間隔で自動的に実行される。

自律移動時の作業台までの距離の検出は、図3に示すように、作業台に取り付けたマーカ（2個のLEDを上下に6cm離して配置。上側LEDはカメラ水平面軸と一

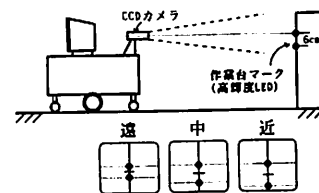


図3 移動台車と作業台の距離検出方法

Distance detection method

致)の画像上の重心位置がAGVの接近に伴い変化することから求めた。ただし、作業台との距離が、移動台車に搭載している超音波距離センサの有効範囲内(約1m)に入ると、感度の良い超音波センサを利用して距離を計測する。

3. ロボット言語

(1) ロボット言語の必要性

組立作業に用いる産業用ロボットの動作プログラムを記述するものとして、ロボット言語SLIM¹⁾およびその内部コードSTROLIC⁵⁾がJISにより標準化されている。これは各社が独自に使用してきた言語に共通性を持たせることが第一の目的であるが、部品設計のCAD化により対象物の形状データを得やすくなったことや、複雑な部品形状を扱うための3次元軌跡の生成は人手による教示に限界のあることにも起因している。

自律的な行動を目的とした移動ロボットでは、刻々変化するロボットの状態をセンサにより監視し、その時の状態に応じた動作を選択する必要があるため、その行動はシーケンス的な「動作コマンド列」では表現できない。また移動ロボットの教示をマニピュレータと同様な手段で行うことも現実的でない。従って、移動ロボットの誘導には、定まったルートの走行を記述する移動速度、移動距離、停止位置、分岐方向などの他に、センサ情報を監視しながら制御量を調整したり、動作を変更するための判断機能を持たせる仕組み(ロボット言語)が必要となる。

自律移動ロボットの行動表現として、ロボットの動作とセンサ情報の集合の組合せにより定義する方法が考案され、この表現方法によりロボットの行動をプログラムするためのロボット言語ROBOL/0⁶⁾が提案されている。

筆者らは、開発した全方向移動台車の自律誘導のため、シーケンス的な動作コマンド列の中に環境センサ情報に基づく行動の切り替え機能を組み込んだ処理系(ロボット言語RL/1)を開発し、移動台車に実装した。

(2) ロボット言語RL/1の仕様と組込関数

開発したロボット言語RL/1は、移動台車に搭載した

コンピュータに簡単な命令を与えれば、その命令を解釈して制御情報を生成する。表1にRL/1の仕様を示す。

表1 ロボット言語 (RL/1) の仕様
Specification of the robot language(RL/1)

数値	2バイト整数 (負数は補数表現)
定数	10進数 (ex. 「1200」) または16進数 (ex. 「\$1234」)
変数	「A」-「Z」, 「a」-「z」の52個、ただし「s」~「z」は特殊予約変数
演算子	+(加算), -(減算), ++(インクリメント), --(デクリメント) >(右シフト), <(左シフト), &(AND), (OR), ^(XOR)
式	変数=変数 (or 定数) [演算子 変数 (or 定数)] ex. A=B+C-d, H=C+\$12+P&\$AA55, C++, L=k<3 など
ラベル	ジャンプ先ラベルは「:00」~「:99」 ただし、「:96」~「:99」は異常時ジャンプ先
分岐命令	無条件ジャンプ #10 (goto :10) 条件付ジャンプ ?d=#20 (if d=0 goto :20) ?A>#30 (if A>0 goto :30)
その他	(END) プログラム終了。' (コメント) など

表2 動作制御関数
Control function of RL/1

コマンド	意味	動作	引数
(FRE)	Free	駆動軸を解放	
(HLD)	Hold	駆動軸を固定	
(ORC)	Origin	ステアリングを原点に復帰	
(MVI xx, yy, zz)	Move Immediate	指定速度で、指定距離移動	xx 左車輪速度(±12) yy 右車輪速度(±12) zz 移動距離(±1900cm)
(MOV xx, yy)	Move	指定速度で走行 (※非同期コマンド)	xx 左車輪速度(±12) yy 右車輪速度(±12)
(STR xx)	Steer Right	ステアリングを右に回転	xx 回転角度(0-180°)
(STL xx)	Steer Left	ステアリングを左に回転	xx 回転角度(0-180°)
(STX xxx)	Steer X	ステアリングを回転	xxx × 0.1° 回転(±1800)
(ROT xx)	Rotate	PWSによる旋回	xx 旋回角度(°)+左、-右
(TRC x)	Trace	白線追従モードの設定	x 追従モード(0, 1, 2, 3)
(TIM xx)	Time	0.1秒単位で動作を停止	xx × 0.1秒(1-100)

表3 センシング関数
Sensing function of RL/1

コマンド	意味	動作	引数
(KYC)	Kyori Clear	距離計測をクリア	
(KYO)	Kyori	距離計測の検込み 台車中心の移動量を戻り値として、 右車輪の移動量を変数「u」に、 左車輪の移動量を変数「v」に格納	
(SCN x)	Scene	視覚センサのシーン切り替え	x シーン番号(0-7)
(IMG)	Image	視覚センサによる計測 面積(pixel)は特殊変数「w」に、(戻り値=面積) X座標(pixel)は特殊変数「x」に、 Y座標(pixel)は特殊変数「y」に、 角度(°)は特殊変数「z」に格納	
(CAM Z)	Camera Zero	カメラを原点へ	
(CAM U)	Camera Up	カメラを上に向ける	
(CAM D)	Camera Down	カメラを下に向ける	
(CAM A xxx)	Camera swing Angle	指定された角度まで回転	xxx 角度(0-180°)
(CAM P xxx)	Camera swing Pulse	指定されたパルス位置までカメラを回転	xxx パルス数(0-784)
(CAM R)	Camera Read	カメラの現在位置の検込み	
(ULT x)	Ultra	超音波センサの距離データ	x センサ選択(A, B, C, D)
(LMP x)	Lamp	照明の消灯/点灯	x 0:消灯, 1:点灯
(INP xx)	Input	入力ポートからの入力	xx 入力ポート/07D h/s
(OUT xx, yy)	Output	出力ポートへのデータ出力	xx 出力ポート/1/07D h/s yy 出力データ
(FZO xx, yy)	Fuzzy Out	ファジーボードへの出力	xx データ(1) yy データ(2)
(FZI)	Fuzzy In	ファジーボードからの入力 特殊変数「s」, 「t」に格納	

表4 各トレースモードの処理内容
Process in a tracing-mode

モード	(MOV)コマンドの動作	(MVI)コマンドの動作
0	トレースしない	
1	コマンドを続行(ラインが見つかるまで直進、トレース再開)	
2	コマンド中断(停止)後 :98へジャンプ	:99へジャンプ
3	コマンド続行のまま :96へジャンプ	:97へジャンプ

この言語はBASIC言語に似た、ロボットの動作を記述するためのコマンドを持つインタプリタであり、処理速度を速めるため、中間言語に変換した後、実行するようにした。現段階ではサブルーチン・コールを持たず、ラベルの数や変数名に制限はあるが、ロボット言語RL/1は、環境センサの情報を調べながら行動を決定する動作を記述できるため、自律的な動作の指令を与えることに適している。

RL/1の組込関数として、制御系に制御量を与える動作制御関数(表2)と計測系から得られる情報を読みとるためのセンシング関数(表3)を定義した。一般的に制御コマンドはロボットの構造や機能に大きく依存し、RL/1の関数も本移動台車に特有なものとなっている。

動作制御関数の「MVI」命令は台車を指定速度で指定距離だけ移動させる命令で、移動が完了するのを待つ同期コマンド(実行が終了するまで次の命令に移らない)である。一方、「MOV」命令は非同期コマンドで、指定速度での移動を開始すれば直ちに次の命令の実行に移るため、移動中に何らかのセンシングを行い、動作の変更あるいは停止させるようにプログラムを作成する必要がある。誘導ラインを離れた自律移動時には、並列的に処理される進路補正は不要なため、表4に示すトレースモードで補正処理の有無を選択する。またこれは誘導ラインのトレースエラーに対する例外処理としても適用される。

(3) RL/1を用いた全方向移動台車の誘導例

全方向移動台車の機能を利用し、レイアウト変更に対応できるように、開発したロボット言語RL/1を用いて、誘導ラインから一時的に離脱した後、ライン

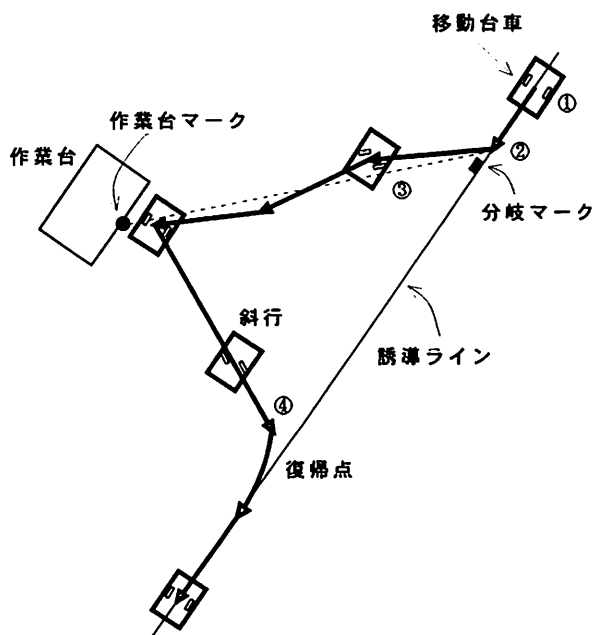


図4 ロボット言語による誘導例

Example of guidance method using the robot language(RL/1)

```

'SAMPLE.ROB
(CAM Z); (CAM A 90); (CAM D)
(SCN 0); (TRC 3); (MOV 3,3)
:10 A=(IMG)-180; ?A<#10
(MOV 0,0); (TRC 0)
(SCN 4); (IMG); L=x
(SCN 3); (IMG); U=x
A=U-L; ?A>#12
c=205; d=-450; #13
:12 c=579; d=450;
:13
(CAM U); (SCN 2); (CAM P c)
@=5; C=c; D=d
:14 (IMG)
a=x-128
b=a<4+a; C=a<3+b>6+C
c=a<7; d=a<3+c+a>7; D=D+d
(CAM P C)
@--; ?@>#14

(STX D); (MOV 1,1)
:20 (IMG)
Y=y-160; ?Y>#29
X=x-60; ?X<#21
X=x-200; ?X>#21
#20

:21 (MOV 0,0); @=5; D=0
:22 (IMG);
a=x-128;
b=a<4+a; C=a<3+b>6+C;
c=a<7; d=a<3+c+a>7
(CAM P C); D=b+d; @--
?@>#22
(STX D); (MOV 1,1)
#20

:29 (MOV 0,0); (HLB)
.....
(CAM D); (SCN 0); (STL 75)
(TRC 0); (MOV 1,1)
:40 A=(IMG)-100; ?A<#40
(MOV 0,0); (STR 75); (TRC 3);
(MVI 1,1,50); (MOV 3,3)
.....
:96 (MOV 0,0)
:99
(FRE); (END)

```

リスト1 プログラム例

Example of guidance program by RL/1

に復帰する自律走行を試みた。誘導にはCCDカメラを用い、走行路を示す誘導ラインと、作業台の設置方向を示す分岐マークおよび作業台に取り付けた作業台マークの画像認識を行った。図4の例で、移動台車は誘導ラインに沿って走行中に分岐マークを発見して停止し、作業台を探す。作業台の検出は、移動台車に取り付けたカメラを左右に振ることで作業台マークの位置を確認する。移動台車は作業台マークの画面上での重心位置が設定値に達するか、あるいはあらかじめ設定した移動限界距離に達するまで作業台に接近する。作業台での作業終了後、誘導ラインの方向に斜行し、ラインを見つけて誘導ラインに復帰する。リスト1は、この一連の行動を記述したプログラム例である。また図5a~8aは、それぞれ誘導ライン走行、離脱箇所、作業台への接近、誘導ラインへの復帰の状況を示し、図5b~8bはその時点での画像処理画面である。

(4) ロボット言語シミュレーション

移動台車のコンピュータに組み込まれた制御ソフトウェアは、ハードウェアと1対1に対応させて機能毎にパーツ化した下位レベルのものであり、使用法を間違わなければ与えられたコマンド通り確実に動作する。しかし、移動台車の動作を任意に変更できるロボット言語を介在させることで、プログラムエラーによる暴走の危険性が発生する。文法的な記述間違いや論理的な間違いは、事前のチェックである程度防止できるが、プログラム作成者の思い違いによるエラーには対処できない。



図5 a 誘導ライン走行

Running along with a guidance line

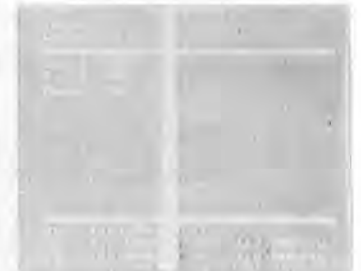


図5 b



図6 a 離脱箇所

At a derailing point



図6 b



図7 a 作業台への接近

Approach to a workstand



図7 b



図8 a 誘導ラインへの復帰

Return to a guidance line



図8 b

そこで、誘導用プログラムの作成を支援するため、ロボット言語RL/1が解読でき、あらかじめ画面上で動作の確認ができるシミュレーション・プログラムを開発した。図9は、移動台車が作業台に接近する様子のシミュレーション結果である。このシミュレータは、作成した誘導プログラムの動作確認用だけでなく、AGVの効率的な走行経路を求めめるためにも利用できる。

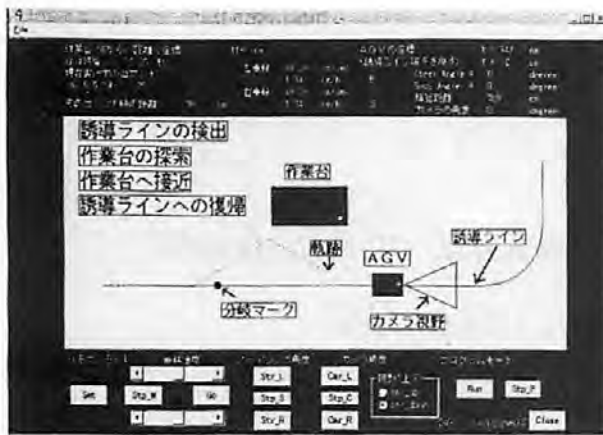


図9 移動台車の誘導シミュレーション
Guidance simulation of an omni-directional vehicle

4. おわりに

当研究所で開発した全方向移動台車の自律的な誘導を行うため、環境センサの情報を逐次参照しながら行動を決定する動作を記述できるロボット言語 R L / I を開発し、移動台車の自律的制御を行った。また、ロボット言語の採用により、プログラムエラーによる暴走の危険性を回避するために必要なシミュレータも開発した。

開発した R L / I は動作記述レベルの言語であるため、

1つの作業を複数の動作に分解して記述しなければならず、また一部の命令は、開発した移動台車特有の構造に依存しているため、汎用性に欠ける。

今後、自律移動ロボットの誘導には、作業指令から直接行動パターンが生成できる、作業記述レベルの言語が望まれよう。

誘導プログラム作成時におけるロボット言語の課題は、マンマシンインターフェイスをどのように設計するかであり、そのためには、GUI手法を積極的に取り入れたプログラミング支援ツールが必要である。また、計測制御系の課題としては、ロボット言語による動作の制御と、行動中に発生する外乱の監視および修正処理を実時間でかつ並列的に処理する必要があり、そのためのリアルタイムOSの導入も必要である。

[参考文献]

- 1) 大川ほか, 第7回アドバンティンポジウム講演論文集, 1994
- 2) 大川ほか, 第8回アドバンティンポジウム講演論文集, 1995
- 3) 大川ほか, 産業技術総合研究所報告, No. 4, 1994
- 4) 日本工業規格, 産業用ロボット: プログラム言語 SLIM, JIS B 8439, 日本規格協会, 1992
- 5) 日本工業規格, 産業用ロボット: 中間コード STROLIC, JIS B 8440, 日本規格協会, 1995
- 6) 鈴木ほか, "移動ロボットのセンサに基づく行動の記述とプログラミング", 日本ロボット学会誌, Vol. 10, No. 2, pp254~265, 1992

合金の分析結果と J I S 規格値を照合する コンピュータプログラム

Computer Program for Checking of Analyzed Alloy Composition with JIS

水野 利昭*

Toshiaki Mizuno

(1997年2月21日 受理)

Many alloys which belong to JIS are used for structural or functional materials. They are often reanalyzed to investigate the reason for the trouble of product, and also in case of repairing the instrument and tool. In our section, composition analysis of metals requested from enterprises are performed. It takes much time for identification of the metals using JIS table, especially, in case of aluminum alloys which contain about 130 types. The aid of computer is helpful for shortening the search time.

In this study, the computer program to identify the metals reanalyzed in the laboratory is thought out. Fuzzy research is needed in search, since there is unavoidable segregation in casting or slight error of the analyzed composition.

R_i , membership function of element i in the program, is following.

$R_i = (\text{analyzed value}) / (\text{certified value})$ if certified value > analyzed value

$R_i = (\text{certified value}) / (\text{analyzed value})$ if certified value < analyzed value

$R_i = 1$ if certified value = analyzed value

or if certified value = nullity

or if analyzed value = nullity

Identification Index is defined as the product of all membership functions of each element consisting the alloy. The search time to identify the unknown alloy with the one of JIS table was reduced to be much shorter than with the former manual method.

キーワード：JIS 規格，アルミニウム合金，ファジー検索，定量分析，ベーシック

1. 緒言

多種類の合金が、構造材料あるいは機能性材料として使われている。なかでも、鉄鋼とアルミニウム合金の使用量が多い。最近では多くの企業において分析機器類を備えている。したがって、商品となった合金はほとんど J I S 規格に適合している。しかし、このような合金であっても、当所の依頼分析のように、再度の分析をする場合が少なくない。それには事故原因の調査とか、輸入品の検査など、色々な理由がある。

合金を製造する企業と依頼分析を行う機関とでは、備えている分析機器はほぼ同様である。しかし、依頼分析を行う機関では独特の問題を抱える。合金を製造する企業では、J I S 規格の品目を知っている。それに対して、依頼分析においては、分析値を基にして、多数にわたる規格表を検索して、同定することになる。

また、J I S 規格の範囲内に適合している製品を、別の機関で分析した場合には偏差が生じる。したがって、規格範囲から少し外れても、適合性を切り捨てることができない。偏差の原因として、鋳物では避けられない偏析とか、分析作業の基になる標準試料の違いなどは無視できないものである。

* 評価技術部 金属分析グループ

これらの問題のために、合金の分析結果と多数の JIS 規格を照合する必要がある。それにはコンピュータの応用が有効である。この場合、曖昧さ（ファジー性）を備えたプログラムが要求される。そこで、メンバーシップ関数を定め、分析結果と JIS 規格を照合するためのプログラムを構築し、パソコンを用いた検索を試みたところ、迅速な照合作業が可能となり、作業能率の向上が得られたので、ここに報告する。

2. 依頼分析における問題

(1) 偏差に関する問題

JIS 規格では、合金の品目ごとに化学成分、機械的性質、外観、寸法などの範囲が決められており、その規格条件を満たさねばならないとされている。さらに、JIS 規格では、化学成分の分析値に規格値の 5% 程の許容誤差が認められている。このために規格値の上限と下限の巾からさらに 5% 程の広い範囲の製品が流通することになる。この許容誤差は、おもに分析装置に由来するもので、依頼分析においても、同じ程度の誤差がさらに加わることになる。

つぎに、分析によく使われるのは、発光分光分析装置であるが、検量線を作るための標準試料は、事業所ごとに同じであるとは限らない。含有している成分値の違いによる誤差は、マトリックス効果と呼ばれる現象に依る。したがって、事業所ごとの偏差が発生する。

また、合金の分析試料は溶解炉から汲み上げて作るのが原則とされているが、依頼分析では多くが製品分析である。鋳物などでは明らかに製品に偏析が発生し、これによる成分値の偏差は小さいとは言えない。

これらの偏差のために規格値より広い範囲で、規格の検索を行うことになる。

(2) 規格を照合する作業性の問題

多くの品種、品目にわたり、数多くの合金の JIS 規格が定められている。品目の数は増加する傾向にあり、成分値で決められる元素の種類も、増加している。

アルミニウム合金の化学成分は、銅、マグネシウム、シリコン、亜鉛、マンガンなどの、どれかを含有することを基本としており、1 元素から 4 元素までの含有元素となる。その他の元素は不純物の扱いとなるが、それらの不純物元素も特性に関係するので、他の合金以上に分析する元素の数が多くなる。

JIS 規格で定められているアルミニウム合金の数は、板、棒、管、押出型材、鍛造品、はく、導体、ワイヤなどの種類と、鋳物、ダイカストを含め 130 品目を超える。これは含有元素の種類が多様であることによる。

このような多数の規格のなかから、1 品目あるいは、それに近い品目を選び出すことは、時間と苦勞がともなう。したがって、作業性の改善にコンピュータの利用が必須となる。

3. アルミニウム合金の規格表の例

アルミニウム合金の化学成分規格¹⁾の例を表 1 に示す。合金番号 1070 は化学成分の範囲が規定される元素がなく、全て不純物のように見える。しかし、アルミニウム合金では、不純物の含有量も物性に関係するので、規定がなくても分析することになる。クロムは規定値がないので、検索プログラムにおける Null 値処理が問題となる。

合金番号 1100 では銅に濃度範囲がある。ジュラルミンとして良く知られる 7075 では、4 元素に濃度範囲がある。シリコンは不純物の扱いに見えるが、物性に関係する元素であると言われている。

表 1 アルミニウム合金の化学成分規格の例
Examples of chemical composition of aluminum alloys

(単位 %)

合金番号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn		Ti	その他
1070	0.20 以下	0.25 以下	0.04 以下	0.03 以下	0.03 以下	---	0.04 以下	---	0.03 以下	0.03 以下
1100	Si+Fe	1.0 以下	0.05 ~0.20	0.05 以下	---	---	0.10 以下	---	0.05 以下	0.05 以下
7075	0.40 以下	0.50 以下	1.2~2.0	0.30 以下	2.1~2.9	0.18 ~0.28	5.1~6.1	Zr+Ti	0.25 以下	0.05 以下

表2 アルミニウム合金鋳物とアルミニウム合金ダイカストの化学成分規格の例
Examples of chemical composition of aluminum alloy castings and aluminum alloys die castings

(単位 %)

記号	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr
AC4A	0.25 以下	8.0~ 10.0	0.30 ~0.6	0.25 以下	0.55 以下	0.30 ~0.6	0.10 以下	0.10 以下	0.10 以下	0.05 以下	0.15 以下
AC7A	0.10 以下	0.20 以下	3.5 ~5.5	0.15 以下	0.30 以下	0.6 以下	0.05 以下	0.20 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.15 以下

記号	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn
ADC10	2.0 ~ 4.0	7.5 ~ 9.5	0.3 以下	1.0 以下	1.3 以下	0.5 以下	0.5 以下	0.3 以下

表2に鋳物の化学成分の例を示す。鋳物では、鑄造性を良くするために、シリコンを多量に添加するものが多い。

AC7Aはマグネシウムが添加されているが、化学成分は、アルミニウム合金の5000番台に似ている。

JISにおいては、ジュラルミンと鋳物では規格表の元素の並びが異なる。このことも規格表の検索が煩雑になる原因である。鋳物とダイカストはかなり似てくるが、不純物元素の扱いが異なっている。

4. プログラム

(1) 元素のメンバーシップ関数とNull値処理

成分値の相対誤差が大きい状況にあるので、緩やかな関数にする必要があり、したがって、メンバーシップ関数は、規格の範囲を外れる度合いの逆数になるような関数とした²⁾。

ある元素について

規格内であれば 1

最大値を越せば 最大値/濃度

最小値以下なら 濃度/最小値

Null値では 1

すなわち、試料の元素の濃度が規格表の成分値の範囲に合致すれば、メンバーシップ関数の演算の結果の答えは1となり、濃度が規格値の最大値の2倍であれば、答えは0.5となる。濃度が規格値の最小値の半分でも、答えは0.5となる。

一部の合金において規定されていない元素がある。また、一部の元素の分析が出来ないこともあり得る。これらのいわゆるNull値の処理は、答えが1になるよう

にした

(2) 旧ベーシック言語の場合

規格表はベーシックプログラムのプログラムファイルのデータ文に書き込んだ。図1にデータ文の一部を示す。最初の1行は元素名を並べた。コンピュータはこの行を順次に読み込み、あらかじめ用意した配列に格納して行く。この最後のENDの文字に至ると、処理すべき元素の数をコンピュータが知る事となる。

そのあとは、品目名を書いた行と最小値および最大値を書いたそれぞれの行のデータを読み、配列に格納することを繰り返す。データベースの最後にもENDの文字がある。これを読んだときにコンピュータが処理する品目の数が決まる。このようにしたのは、このプログラムを他の合金にも応用することも可能にするためである。配列の範囲内であれば、元素の数も、品目の数も自由である。

文字を読むと、その内容をメモリの文字変数に入れる。数字を読むと、その内容をメモリの数値変数に入れる。プログラムではこの順序を決めている。データ文は多量であるためデータベースの書き込みで間違いをする可能性がある。書き込みの間違いによって順序の狂いが起きれば、自動的にエラーメッセージが表示されるので、データ文の修正作業が確実なものとなる。

検索作業にあたっては、分析値をディスプレイ画面に書き入れる。旧ベーシックの時期のプログラムは「手続き型」、ウィンドウズのプログラムは「イベント駆動型」と言われる。しかし、データを順繰りに入力する純粹の「手続き型」は、訂正作業が困難である。多数の元素を扱うので、画面上の位置と各々の元素が対応するようにした。ユーザから見れば、むしろ、ウィンドウ(単数)で

MAIN 規格値のデータを入れます

名例 特色 成形、溶接、耐食性が良い 用途 反射板、化学タンク、導電材

順序	1	1	6	7	2	4
規格値	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn
	0 ~ 0.03	0 ~ 0.1	0 ~ 0.02	0 ~ 0.03	0 ~ 0.12	0 ~ 0.02
順序	12	9	10	8	11	8
規格値	Ni	Ti	Sn	Cr	Pb	Zr
	0 ~ 0.01	0 ~ 0.02	0 ~ 0.01	0 ~ 0.01	0 ~ 0.01	0 ~ 0.01

← → 最終行に移ります 順序リセット 並び 順序記憶

仕様作業に移ります 中止・終了

順序を初期状態に戻し並びします 順序欄の通りに並びします 順序欄の数字を一時記憶します名前指定で順序欄に呼び出されます

レコード: 1 / 112

図3 規格値を書き込む画面

Display of menu for input of certified value

メンバーシップ関数と計算方式は、既に述べた旧バージョン言語の場合と、ほぼ同じである。ただし、アクセスのプログラムは、数値を納めるフィールドの形式を数値型にすると、初期値はゼロとなっている。したがって、規格の最大値を入れるフィールドの値が、ゼロのときに、Null値の処理を行うことになる。

分析値とJIS規格を照合する画面を図4に示す。検索水準は抽出クエリーの抽出条件の欄に納まる。全ての

元素について、メンバーシップ関数による計算をおこない、この計算の結果の値は、個々の品目について、データベース上に記録される。検索水準の値以上の品目について、抽出クエリーによって抽出され、抽出の結果は、別に設けた表形式の画面に現れる。この画面は、レポートといわれる画面に写される。印刷は、レポート画面を印刷することになる。このようにして、分析値とJIS規格を照合して得られた結果の印刷例を、図5に示す。

分析値と水準値を入れなさい、その値で検索します

検索水準= 50

← → 検索実行 分析値クリア 中止・終了

分析値	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn
	0.12	0.1	0.35	0.02	0.2	0.1
分析値	Ni	Ti	Sn	Cr	Pb	Zr

レコード: 1 / 112

図4 分析値をJIS規格と照合する画面

The window for checking of analyzed alloy with JIS

	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Sn	Cr	Pb	Zr
5005	0 ~	0 ~	0.5 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~
69	0.2	0.3	1.1	0.25	0.7	0.2	0.05	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	0.1	0.12	0.35	0.02	0.2	0.1						
成形溶接加工性 建築、車両内装												
5N01	0 ~	0 ~	0.2 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~	0 ~
100	0.2	0.15	0.6	0.03	0.25	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	0.1	0.12	0.35	0.02	0.2	0.1						
成形、耐食、陽極酸化で光輝性 装飾、台所、銘板												

図5 印刷された照合の結果
The print sheet of research result

5. 結言

参 考 文 献

本研究において構築したプログラムを使用すると、照合の時間は十分に短縮された。人手では10分間かけても結論を出せないこともあったが、コンピュータの利用で、1分間以内に作業は終了することができた。鋳物で偏差が大きく、抽出を絞りたい場合もあるが、人手では、なおさら困難さが増す。

本プログラムを作業の支援に用いながら、規格表の調査も行うのが最善と考える。

アクセスで使用したメモリの量は、360キロバイトとなった。この規模では、複数のプログラマーは要しない。しかし、どんなプログラムでもユーザが使いやすいように修正することが必須となる。このプログラムは、すでに日常業務に用いている。

終わりに、本プログラムの使用に際し、意見を寄せていただいた金属分析グループの職員に感謝いたします。

- 1) JIS H 4000 から JIS H 4180, JIS H 5202, JIS H 5302 (日本規格協会)
- 2) Benninghoven, A., Reudenauer, F.G., Werner, H.W., Secondary Ion Mass Spectrometry. New York, John Wiley & Sons, 1987, P292

炭素ススを用いた吸着型ガスセンサの開発

Development of Adsorption Type Gas Sensor Using Carbon Soot

野坂 俊紀* 櫻井 芳昭** 夏川 一輝**
Toshikazu Nosaka Yoshiaki Sakurai Kazuki Natsukawa

四谷 任*** 西田 勝美**** 赤江 奈美子*****
Tsutom Yotsuya Katsumi Nishida Namiko Akae

(1997年2月25日 受理)

An adsorption type gas sensor using carbon soot have been developed. The soot was prepared by carbon arc method. The gas sensor was prepared by coating a thin film of the soot on a glass substrate. The adsorption of ammonia gas results in a change of electric resistance of the sensor at room temperature. The electric resistance of the sensor decrease when exposed to ammonia, triethylamine and nitric oxide, but increase when exposed to acetaldehyde. Its electric resistance unchange when exposed to hydrogen, methane, nitrogen dioxide and trifluoromthane. The sensitivity of the sensor to nitrogen dioxide is improved by adding of Nickel to the soot. Electric conduction of the sensor is due to charge transfer from polar gas to carbon fine particle.

キーワード：ガスセンサ フラーレン 炭素スス 吸着 室温動作 電荷移動

1. はじめに

ガスセンサは、酸化スズを用いた半導体方式のものが多く市販されており、可燃性ガス漏れ警報器をはじめ種々の用途にもちいられている。このガスセンサは、動作温度を調整することで、特定のガス（例えばメタンガス）に高い感度をもつようにしているが、基本的にほとんど全ての還元性ガスに対し感度を有している。換言すれば、特定のガスだけに感度をもたすことは、このセンサの場合困難である。最近、環境に対する住民要求から、不快な“におい”を除去するために空調機内への消臭装置取り付けや空気清浄器が検討されている。そこでは“におい”を感じるセンサが必要で、その開発要求が高まっている。筆者等は、フラレン（炭素60個からなるサッカーボール状の化合物C₆₀が良く知られている）の特性を研究する過程で、C₆₀

を含む炭素ススがアンモニアやアミンに対し、その電気抵抗が変化することを、世界で初めて発見したので、そのガスセンサの開発過程とともに、センサの作製・評価方法および特性について報告する。

2. センサの作製方法および評価方法

C₆₀は、良く知られているように、当初レーザー蒸着法で作製されていたが、大量に作製できないためカーボンアーク法で作製されるようになった。炭素ススは、油回転ポンプでチャンバー内を真空に排気したのち、50~200Torrの不活性ガス（通常はヘリウム）中でアーク放電をさせて作製する。電極には炭素棒を用い、約100A/cm²の電流密度でアーク放電をさせると、大量のススが発生する。このススには、10~15wt%のフラレン類が含まれている。ここでは、フラレンを抽出することなく、スス（以下簡単のためRSC60と略す）の状態を試料とした。遷移金属であるニッケル(Ni)を含有したススは、炭素棒に穴をあけ、ニッケル粉末14wt%の充填率の炭素棒電極を用いアーク放電で作製した。

ガス吸着特性の測定には、炭素ススをそのまま用いた。

*材料技術部薄膜材料グループ

**材料技術部有機材料グループ

***材料技術部超材料グループ

****第一燃料工業(株)

*****大同ほくさん(株)

内容積 5400cm³ のアクリル製のガスボックスに 1g の活性炭を入れ、アンモニアガスをマイクロシリンジにより 200ppm になるように打ちこんだ。アンモニアの初期濃度は、打ち込みガス量とボックスの体積より見積もった。ガスボックス内のガス濃度は、SnO₂ ガスセンサ (TGS#813, フィガロ技研製) の出力が濃度に比例するものとして算出した。ガスセンサとしての評価を行うために、ペレット状および薄膜状の 2 種類の試料を作製した。ペレット状試料は、RSC60 を 0.2g 秤量し、20mm φ のダイスを使用し 1ton/cm² で圧粉成型して作製した。また、薄膜状の試料はガラス基板に 100nm の金電極をスパッタ成膜し、基板の中央に約 60~100 μm のギャップを作製し、そのギャップの上にトルエンで分散させた RSC60 を塗布し、室温でトルエンを蒸発させて作製した。電気抵抗は直流 4 端子法を用いて測定した。電極を付けた試料を、前述のアクリル製のガスボックスに入れ、HP4375A デジタルマルチメータ (DMM) を GPIB でコンピュータ制御し、各種のガスを打ち込んだ時の電気抵抗を測定した。打ち込み時間を明らかにするために、SnO₂ のガスセンサからの出力も同時にモニターした。電極には導電ペースト (ドータイト D-550) を用いた。アクリル製ガスボックス内部には、小さなファンを入れ、内部の気体は常に攪拌されるようにした。また水分の影響を避けるために、ガスボックスの底には水分吸着用のシリカゲル約 200g を入れた。

3. ガスセンサとしての特性

3-1 吸着特性

フラーレンを含むススは、様々なガスに対し大きな吸着能を有している。図 1 に典型的な例として、活性炭と RSC60 のアンモニアに対する吸着特性を示す。SnO₂ ガスセンサの出力から求めた RSC60 のアンモニアガス濃度変化を、図 1 の●印で示す。図から分かるように、同量の試料の場合、約 10 倍の速度で RSC60 がアンモニアガスを吸着していることが分かる。BET 法で測定したそれぞれの比表面積は、活性炭で 1010.44m²/g、RSC60 で 144.83m²/g であった。また、RSC60 は水素、メタンなどのガスに対してほとんど吸着効果を示さない一方で、アミンやアンモニアなどに大きな吸着効果を示すことが分かった。RSC60 は活性炭と比較して、その比表面積が 1 桁小さいにもかかわらず、極性をもつガス種に対し大きな吸着速度を示す。これは RSC60 のガス吸着機構が、活性炭やゼオライトのように孔の中にガス種を物理的にトラップするのではなく、化学的に吸着していることが予想される。そのため、RSC60 と極性をもつガスの間で、電子の交換または移動が生じ、その電子の移動/交換により電気伝導度は変化すると考えられる。

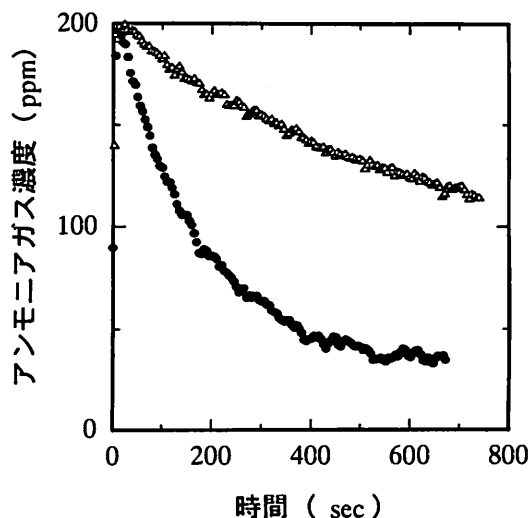


図1 アンモニアガスの吸着特性

ガスボックスの中に試料 (活性炭 (Δ) または RSC60 (●)) を 1g 入れ、アンモニアを 200ppm 打ち込んだときのアンモニアの濃度変化を示す。

3-2 ガスセンサ特性

そこで、最初に簡便のために RSC60 0.2g を秤量し、ペレットに圧粉成型し、ガス吸着に伴う電気抵抗の変化を観察した結果を図 2 に示す。

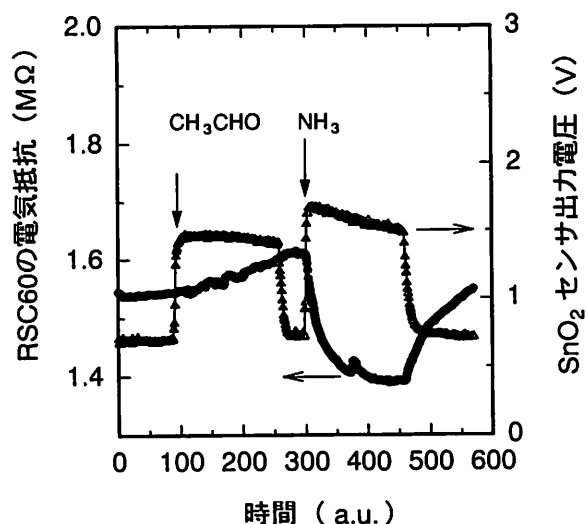


図2 RSC60 ペレットの電気抵抗変化

アセトアルデヒド 100ppm、アンモニアガス 5ppm を打ち込んだ場合の RSC60 の電気抵抗の変化 (●)。ガスを打ち込んだ時間を明確にするために SnO₂ ガスセンサの出力 (Δ) を同時に図示した。

図は、アセトアルデヒド (CH₃CHO) を 200ppm 打ち込み、しばらくしてガスボックスの扉を開け、アセトアルデヒ

ドを追い出した後にアンモニアを打ち込んだ時の電気抵抗の変化を示す。アセトアルデヒドを打ち込む前のRSC60の電気抵抗は、 $1.55\text{M}\Omega$ であったが、打ち込みと共にゆっくりと電気抵抗は上昇した。この傾向は、ガスボックスの扉を開けてもそのままであった。アンモニアを200ppm打ち込んだ場合、その電気抵抗は、 $1.6\text{M}\Omega$ から $1.4\text{M}\Omega$ に急速に減少し、扉を開けると、ゆっくりではあるが元の状態へと回復していった。

図から、RSC60のペレットの初期状態の電気抵抗が $1.55\text{M}\Omega$ であり、極めて高いことが分かる。通常、炭素ススを $1\text{ton}/\text{cm}^2$ で圧粉成型した場合、その電気抵抗は、たかだか数 Ω であると予想される。それにもかかわらず、 $1.55\text{M}\Omega$ という極めて高い値になるのは、炭素微粒子の表面に薄い絶縁層が介在しているためと考えられる。RSC60は、炭素棒を不活性ガス中でアーク放電により作製しており、スス表面に絶縁物の炭化水素は形成されない。従って、絶縁物は炭化水素系以外の物質と考えられる。炭素同素体で知られているものには、無定型炭素、グラファイト、ダイヤモンド、フラーレン類があり、 $1\text{ton}/\text{cm}^2$ で成型しても空気中で電気的な絶縁を示すものはダイヤモンド、フラーレン類だけである。そのため、試料の作製方法から考えて、フラーレン類の可能性がある。

RSC60は極性をもったガスに対し吸着特性が有るため、一度吸着したガスはあまり離脱しないと考えられる。吸着したガスによりRSC60表面で電荷移動が生じ、電気抵抗が変化したと考えることができる。吸着ガスの離脱が遅いので、センサとしての応答特性は悪いと予想される。試料の温度を上げて吸着ガスの離脱を試みたが、約 90°C に試料温度を上昇させると試料の電気抵抗は急速に低下し、 10Ω 以下になった。温度を室温に戻しても、再び大きくなることはなかった。

成型したペレット状の試料は、体積に対し表面積が小さいためガス応答速度やガス感度の観点から視れば理想的な試料形状ではない。センサとして実用に供するために薄膜化を試みた。ガラス基板上に作製した薄膜状の試料をガスボックスに入れ、様々なガスを打ち込んでその電気抵抗の変化を測定した。トリエチルアミン、アンモニア、メタン、アセトアルデヒドに対する結果を図3～6に示す。

図から明らかなように、トリエチルアミン、アンモニアに対しては、その電気抵抗は減少し、アセトアルデヒドに対しては増加した。また極性をもたないメタンには、電気抵抗はほとんど変化を示さなかった。この様に、ガ

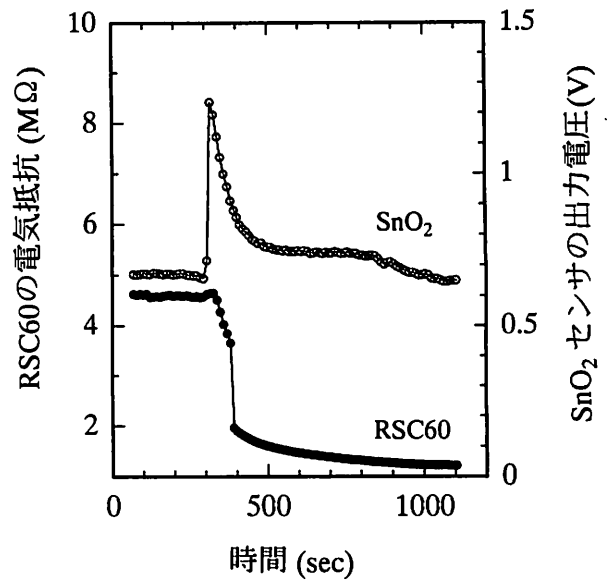


図3 トリメチルアミンに対する電気抵抗変化
トリエチルアミン (●) : 500ppm
参照のため SnO_2 の信号 (○) を同時に示した。

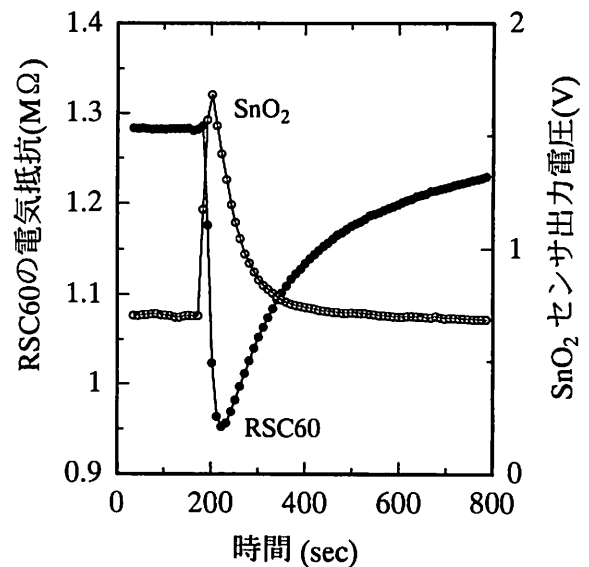


図4 アンモニアに対する電気抵抗変化
アンモニア (●) : 140ppm
参照のため SnO_2 の信号 (○) を同時に示した。

ス種に対し異なる挙動を示す点は、他のセンサにない特徴であり、極性をもつガスがRSC60に吸着することで電荷移動が生じ、電気抵抗が変化すると考えられる。アミン類に対しRSC60の電気抵抗が減少するのは、炭素微粒子表面にアミン類の非共有電子対が配位し、電荷移動に

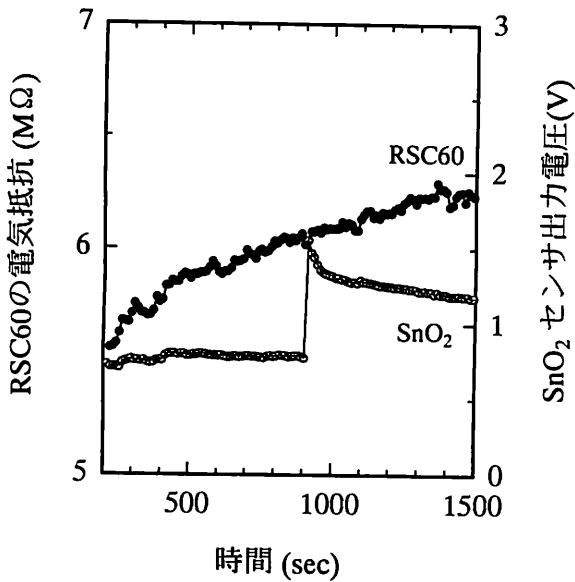


図5 メタンに対する電気抵抗変化
 メタン (●) : 170ppm
 参照のため SnO₂ の信号 (○) を同時に示した。

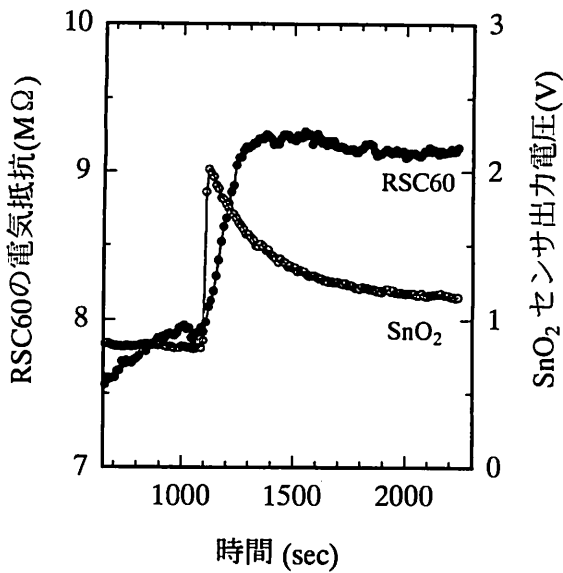


図6 アセトアルデヒドに対する電気抵抗変化
 アセトアルデヒド (●) : 100ppm
 参照のため SnO₂ の信号 (○) を同時に示した。

より微粒子表面の電子密度が増加することで生じたと考えられる。一方、アセトアルデヒドの場合は、炭素微粒子表面にカルボニル基が吸着することで、表面電子密度を低下させるためと考えているが、詳しいメカニズムは、全く判っていない。

表1 各種ガスに対する電気抵抗の変化

	RSC60	Ni 粉末
NH ₃	低下	上昇
(C ₂ H ₅) ₃ N	低下	低下
NO	低下	低下
NO ₂	変化なし	低下
NF ₃	変化なし	変化なし
CF ₄	変化なし	変化なし
CH ₃ CHO	上昇	上昇
H ₂ O	上昇	上昇
CH ₄	変化なし	変化なし
H ₂	変化なし	変化なし

RSC60 及び RSC60 に遷移金属の Ni を 14wt% の充填率で添加した炭素ススの各種ガスに対する電気抵抗の変化を表1に示す。表1から明らかなように、Ni の添加により、アンモニアに対し電気抵抗が上昇し、二酸化窒素に感度を有するなど、RSC60 とは異なる挙動を示すことが分かった。Ni 以外の遷移金属に対しても似たような挙動を示すことが期待される。

4. 今後の問題点

RSC60 を用いたガスセンサとしての特性を測定した。アンモニア等の極性をもつガスに対し、興味深い電気抵抗の変化を示すことが明らかになった。今後の問題点として

- 1) 電気抵抗の変化するメカニズムが不明
- 2) 何が有効に利いているのか不明
- 3) ガスセンサとして安定性、再現性、経時変化、温度依存性、各種ガスに対する感度がまだ測定されていない
- 4) ガスに対する濃度変化
- 5) 触媒として金属、酸化物の添加
- 6) センサとしての生産方法が未定などを検討する必要がある。

繊維状活性炭による低濃度NOの吸着除去

Removal of Diluted NO Using Activated Carbon Fibers

森 正博* 青木 啓** 磯田 徹***
Masahiro Mori Kei Aoki Tohru Isoda

表原 靖男***
Yasuo Omotehara

(1997年3月12日 受理)

Effective adsorption of diluted nitrogen oxides (NO_x) is one of the most important processes for purifying the polluted air, for instance in tunnels or on busy roads. Activated carbon fibers (ACF, Table 1) were examined on their usefulness as adsorbents for the removal of diluted NO, where NO is a main component of NO_x.

Adsorption tests were carried out at room temperature using an NO measuring apparatus in which a controlled potential electrolysis sensor was used (Fig. 1). ACFs in an "as received" state i.e. without pretreatment were found to adsorb a considerable amount of NO at 5 ppm concentration diluted with air or N₂ (Fig. 3). The test gas was then to be dried with silica gel. On the other hand, the ACFs preheated at 423 K for 24 h in air showed very low capacities of NO adsorption except for PAN-ACF, even though preheating adsorbent is a usual treatment.

Each of the 4 kinds of ACF showed its particular characteristics of NO adsorption (Fig. 4, Tables 2 and 3). NO₂ was well adsorbed from 4.8 ppm NO₂ - N₂ with ACF as was expected, but considerable NO evolution was accompanied with during the adsorption test. The weight of ACF samples was reduced by 7-25% during the NO adsorption test, which corresponds presumably to the removal of adsorbed water on the ACFs (Fig. 5). There were limited scopes for heating ACFs without damaging their NO adsorption capacity and for recovering it after NO desorption (Figs. 7 and 8). When heated at 473K, a PAN-ACF sample having fully adsorbed NO evolved to a maximum NO concentration of 380 ppm and maximum NO₂ of 3.6 ppm in a very short time (Fig. 9). A probable NO adsorption mechanism of ACFs is suggested as "micropore filling of NO assisted by presence of adsorped water and functional groups on ACFs".

キーワード：窒素酸化物, NO_x, 低濃度NO, 繊維状活性炭, 吸着, NO吸着機構, 脱離, ミクロ孔充填

1. 緒言

大都市における窒素酸化物 (NO_x) による大気汚染はなお深刻であり, NO_x総量のうち自動車から排出される割合の大きいところから, 自動車NO_x総量削減法が1994年12月から施行され, 施策および技術開発¹⁾が進められている。

トンネルや屋内駐車場における窒素酸化物 (NO_x) の濃度は時間的に変動するので, その除去技術ではNO_xを一旦吸着・濃縮したあと, 脱離したガスを処理する方法が有力である。²⁾ NO_xの主要成分であるNOは, 臨界温

度が180Kで, 常温では非凝縮性であり, 数ppmという比較的低濃度であるため吸着材による分離・濃縮は困難であるとされてきた。³⁾

著者らは低濃度のNOの繊維状活性炭 (ACF) による吸着・濃縮^{3) 4)}を実験的に検討し, ACFがNO吸着能を示す条件, 原料を異にする各種ACFのNO吸着特性などについて報告した。⁵⁾そして, その中の個々の実験結果についてNOの吸着機構に関心が持たれた。それは, この機構の理解がNO吸着に適合する吸着材を改良したり開発するのにきわめて重要であるからでもある。

活性炭 (AC) やACFなどの炭素系吸着材のNO吸着機構には, 炭素系吸着材炭素触媒で酸化反応による旧來說⁶⁾と炭素系吸着材の担持物質の化学吸着にサポートされた, ミクロ細孔充填による金子説^{3) 4)}がある。

* 材料技術部 環境関連グループ

** 材料技術部

*** システム技術部 熱・燃焼グループ

そこで、この主要な二説の観点から上記論文⁵⁾の実験結果およびその後得た知見を検討した。そして、ACFの低濃度NOの吸着機構について考察し、考える機構を提出した。

2 実験方法

2.1 ACF

供試したACFは、ピッチ系ACF（バルク状およびフェルト状）、PAN系ACF（フェルト状）、セルローズ系ACF（フェルト状）およびフェノール系ACF（フェルト状）の4種類である。これらACFの比表面積、細孔直径および元素分析結果を表1に示す。

表1 供試したACFの特性

Table 1 Characteristics of activated carbon fibers tested

ACF	比表面積	ミクロ孔径	元素分析例 (%)			
	m ² /g	nm	C	H	O	N
ピッチ系	1000	1.6	98.5	0.0	1.3	0.2
PAN系	900	2.0~2.5	89.3	0.9	4.0	5.8
セルローズ系	950-1050	2.8	94.3	0.6	3.5	0.0
フェノール系	1000	1.8	92.0	2.5	5.5	0.0

2.2 ACFの処理条件

ACFは、入手後、簡易・密閉プラスチック容器中のポリエチレン袋に室温で保管しておいた状態のものから供試した。

ACFの実際の使用では、加熱による脱離処理を行って再利用することを考えて、大気中における加熱処理（383、423および473 Kで24 h）、あるいはN₂気流中における加熱処理（423および473 Kで1 h）を行って、デシケーター中で放冷したACFを供試した。また、飽和水蒸気圧のもとで1 hの湿潤処理、あるいは室内に24 h静置する吸湿処理をした、ACFの吸着試験も行った。

2.3 吸着試験方法

NOの吸着試験は、NO_x濃度連続測定器（新コスモス電機製、NOセンサー、NO₂センサー：定電位電解式センサー）を組み込んだ流通法吸着ラインを用いて室温で行った。なお、NO₂の測定値はNOに比べて低いことを確認したのでその計測を省いた。

吸着実験に用いた試料ガスはNO-空気混合ガス（NO濃度：5 ppmを基準）、NO-N₂混合ガス（ボンベ入り、NO濃度：5 ppm）およびNO₂-N₂混合ガス（ボンベ入り、NO₂濃度：4.8 ppm）である。試験装置をNO-空気混合ガスの場合について図1に示す。試料カラムの内径は20 mmで、試料の量は0.25 g-0.5 gである。フェルト

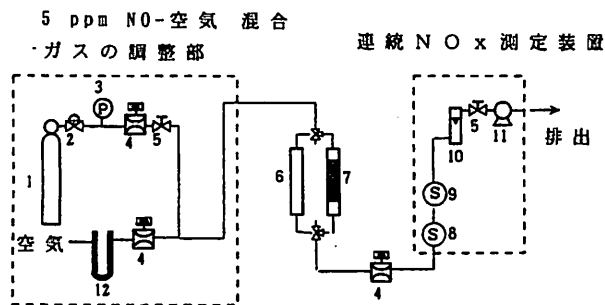


図1 流通式NO吸着測定装置 (5 ppm NO-空気)

- 1: 標準ガス (80 ppm NO-N₂), 7: 試料カラム,
- 2: 圧力調整器, 8: NO₂ センサー,
- 3: 圧力計, 9: NO センサー,
- 4: マスフローセンサー, 10: 体積フローメータ,
- 5: フローコントロールバルブ, 11: ダイアフラムポンプ,
- 6: 空カラム,

Fig. 1 Diagram of NO adsorption measuring apparatus. (5 ppm NO-air mixture)

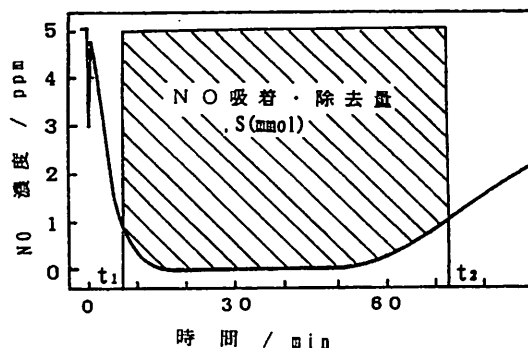


図2 ACFのNO吸着・除去特性の評価

例：PAN系ACF 0.239 g, 5 ppm NO-空気系。

Fig. 2 Estimation of the NO removal capacity of ACFs. e.g. PAN-based ACF 0.239 g, 5 ppm NO-air mixture.

状のACFはキルク・ポラーで20 mmφに切り出し、所定量をカラムに充填した。

2.4 NO吸着能の評価

吸着試験によって図2のような、NO濃度-通ガス時間曲線が得られる。同図で脱硝率が上昇し80%を示す最初の時点点をt₁ (min)とし、その後、脱硝率が低下し80%を示す時点点をt₂ (min)とする。ACF吸着剤を通過する試料ガスの流量は、NO-空気混合ガスの場合、約500 mL/minで、NO-N₂混合ガスの場合、500 mL/minである。

このようにして、ACFのNO吸着能をt₁, t₁-t₂, およびNO吸着除去量, S (mmol) から求めたACF単位重量当たりのNO吸着除去量, S (mmol/g) で示した。なお、各試験の空間速度, SV (space velocity, 吸着材単位体積当たりの試料ガス流量) および吸着試験前後の試料の重量変化も調べた。

2. 5 NOを吸着したACFからのNOとNO₂の脱離

PAN系ACF (入手した状態, 0.500 g) に5 ppm NO-空気混合ガスからNOを吸着させ, 0.061 mmol/g 吸着した試料を調製した. その際, 試料重量は20.8%減少し, 0.395 g になっていた. この試料を入れたU字形カラムを473 Kに保った炉に装入し, 温度上昇に伴って脱離してくるNOとNO₂を, 2. 3で述べたNO_x濃度連続測定器で測定した. このときのパージ・ガスにはN₂を用い, 体積流量を400 mL/min とした.

3 実験結果および考察

3. 1 ピッチ系ACFによるNO吸着実験

バルク状ピッチ系ACFのNO吸着試験の結果を図3に示す. 試料ガスがNO-空気混合ガスおよびNO-N₂混合ガスの場合, 同図のa, bに示すように, 入手した状態のままのACFがNO吸着能を有するのを見いだした. なお, 吸着試験では, 試料の初期条件として加熱したり, 真空脱気して初期吸着物質を除去し, 清浄化することが当然のことになっている.

吸着試験の際, 試料ガスはシリカゲルで乾燥する必要があった. この乾燥処理をしない試料ガスでは, 同図のcに示すように, NO吸着能は脱硝率が約10%で停止したままであった. *の時点で試料ガス中の空気を乾燥するとNO吸着能は向上し, 同図のaと同程度になった. このとき, 試料の重量は吸着試験によってaの場合, 9.3%, bの場合, 7.6%減少した.

323 Kで加熱処理したACFのNO吸着能は, 同図a'のように脱硝率が約, 60%から漸減して低かった. 特に, 試料ガスがNO-N₂混合ガスの場合, NO吸着能は見られなかった.

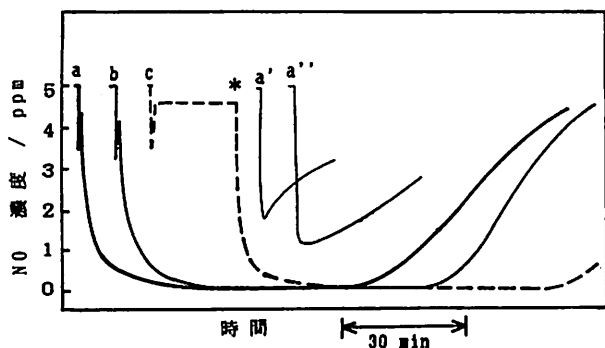


図3 ピッチ系ACF (バルク状, 0.5 g) についての吸着試験結果

- a : 受理状態 (試験ガス: 5 ppm NO-空気系).
 - b : 受理状態 (試験ガス: 5 ppm NO-N₂系).
 - a' : 423 K で乾燥後.
 - a'' : 423 K で乾燥後, 飽和蒸気圧下で湿潤.
 - c : 試験ガス: 5 ppm NO-空気系, 乾燥しないが, 時点*で乾燥.
- Fig. 3 NO concentration-time curves in case of using pitch-based ACF (bulk) 0.5 g.

なお, 試料ガスの乾燥が必要であることに関して, 乾燥が不要になるようACFの改良が試みられている.⁷⁾

3. 2 各種ACFのNO吸着特性

フェルト状のピッチ系, PAN系, セルロース系およびフェノール系のACFについてNO吸着特性を調べ, その結果を5.0 ppm NO-空気混合ガスの場合に関して図4 (実線) と表2に, 5ppm NO-N₂混合ガスの場合に関して図4 (点線) と表3に示す.

3. 1で述べたバルク状のピッチ系ACFのNO吸着の特徴は, これらのACFについてもほぼ同様であった.

試料ガスが5.0 ppm NO-空気混合ガスの場合, ピッチ系ACFはフェノール系ACFとほぼ同程度の吸着能を示し, 試験後の重量減少量は少ない. PAN系ACFの吸着特性はもっとも優れており, NOの吸着量は0.071 mmol/g である. セルロース系ACFはNOの吸着能を発

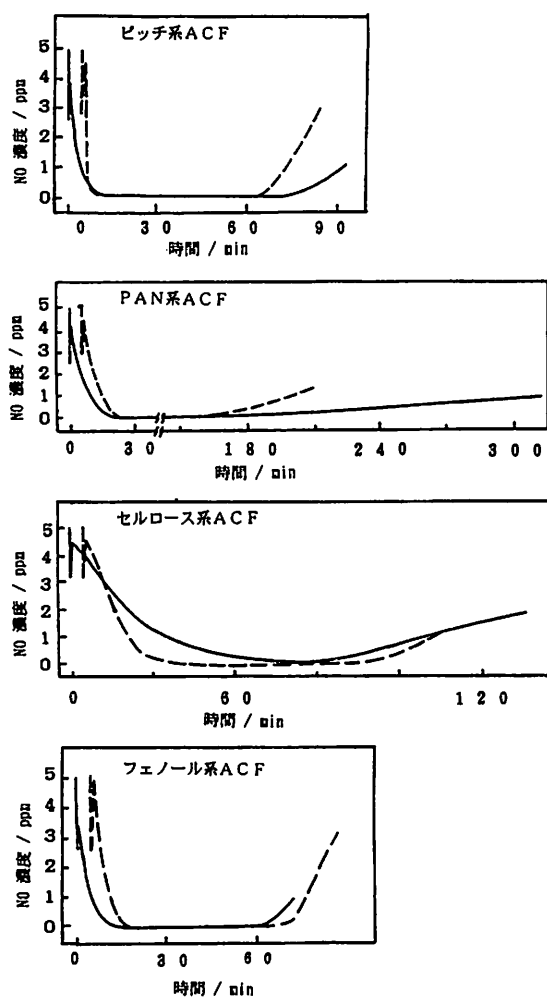


図4 4種類のACF (フェルト状) についての吸着試験の結果 (ACF試料: 0.5 g)

- 実線: 試験ガスとして5 ppm NO-空気系.
 - 破線: 試験ガスとして5 ppm NO-N₂系 (5 minずらせて表示).
- Fig. 4 NO concentration-time curves for four kinds of ACF (felt). ACF sample: 0.5 g
Solid line: 5 ppm NO-air mixture as test gas.
Broken line: 5 ppm NO-N₂ mixture as test gas.

表2 NO除去性能の評価 (約 5 ppm NO-空気系, ACF試料: 0.5 g)

Table2 NO adsorption removal Characteristics of the ACFs tested (5 ppm NO-Air, ACF sample: 0.5 g)

ACF	t_1	$t_1 \sim t_2$	NO 吸着量	試料重量の減少	SV (空間速度)
	min	min	mmol/g	%	h^{-1}
ピッチ系	5	88	0.020	13.3	4370
PAN系	11	310	0.071	20.3	4530
セルロース系	18	112	0.023	25.5	10240
フェノール系	5	69	0.016	13.7	5070

表3 NO除去性能の評価 (約 5 ppm NO-N₂系, ACF試料: 0.5 g)

Table3 NO adsorption removal Characteristics of the ACFs tested (5 ppm NO-N₂, ACF sample: 0.5 g)

ACF	t_1	$t_1 \sim t_2$	NO 吸着量	試料重量の減少	SV (空間速度)
	min	min	mmol/g	%	h^{-1}
ピッチ系	5	67	0.015	11.0	3820
PAN系	5	194	0.043	20.8	4150
セルロース系	18	118	0.025	26.3	7720
フェノール系	6	65	0.014	12.1	4150

揮するまでの通ガス時間が長い, 試験後の重量減少量が多い, SVが大きいといった特徴がある。

試験ガスが5ppm NO-N₂混合ガスの場合, 5 ppm NO-空気混合ガスの場合と比べると, NO吸着除去量は, ピッチ系およびフェノール系ACFが同程度であり, PAN系ACFは減少し, セルロース系ACFは増加している。

浦野らは⁷⁾, NO-N₂混合ガスでは活性炭(AC)によるNO吸着はきわめて少ないとしている。本研究とはACとACF, 試験温度が高い, 試験ガスのNO濃度が高い, NOの吸着量を吸着重量の計測によっている, といった点で差異がある。

著者らもNO-N₂混合ガスの室温における吸着試験でACによるNO吸着能が少ないことを確認している。⁹⁾ここで, NOの吸着試験の過程における試料の重量の減少が著しいという特徴の詳細を, 入手した状態のPAN系ACFについて図5に示す。試験ガスは5.0 ppm NO-空気混合ガスである。NOの吸着が進行している過程, 点A, B, C, Dに相当する各時点で吸着試験を中止し, 試料の重量を測定して得た結果である。入手した状態のACFは, NO吸着の過程で重量減少を伴いながらNO吸着能が向上し, 時点Bで5ppmのNOを吸着する性能を有しており, 重量減少のなくなる時点C以降, 時点Dにおいても5ppmのNOを吸着・除去する性能を維持していることがわかる。

吸着試験後の試料重量は, 室内放置による吸湿によっ

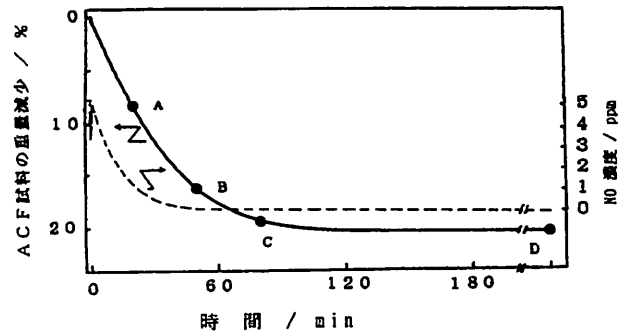


図5 吸着試験のNO吸着・除去過程における試料の重量減少

試験ガス: 5 ppm NO-空気系, 試料: PAN系ACF 0.5 g

Fig.5 Sample weight reduction in case of using PAN-based ACF 0.5 g during NO removal from 5 ppm NO-air mixture.

てもとの重量に戻るもので, 重量減少は吸着していた水分の脱離に起因するものと考えられる。それゆえ, 時点BはACFが吸着水分を3-4%有している状態で, 時点C以降, 時点Dでは, ごく少量の吸着水が残留している。

このように, NO吸着過程において吸着水の散逸現象が顕著であることがわかる。

3.3 ACFのNO₂吸着特性

4.8ppm NO₂-N₂混合ガスについて, フェルト状のピッチ系ACFのNO₂吸着特性を調べた結果を図6に示す。NO₂の吸着は容易であることがうかがえる。しかし, NOが吸着試験の初期に少し生成され, 40min以降は徐々に増加していき, 2ppm程度のNOが生成されることがわかった。ACF上で還元反応が起っているものと考えられる。

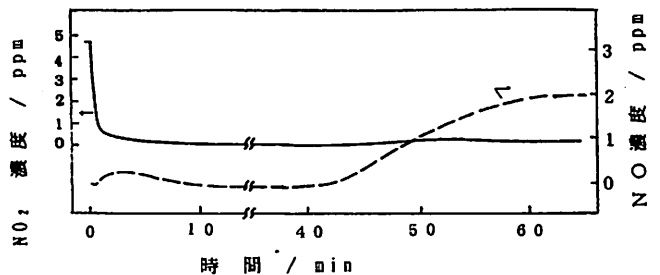


図6 試験ガス: 4.8 ppm NO₂-N₂系についての吸着試験の結果 (ACF試料:ピッチ系ACF 0.25 g)

Fig.6 Adsorption test result for 4.8 ppm NO₂-N₂ as test gas. ACF sample: pitch-based ACF, 0.25 g

3.4 ACFの加熱処理, 吸湿処理および脱着

ACFを実際に利用するためには, 加熱による吸着物質の脱着のあと, 吸着能を回復した状態で再使用する必要がある。しかし, ピッチ系, セルロース系およびフェノール系のACFは, 323 K大気中の加熱処理によって

吸着能が著しく低下した。一方、PAN系の場合は、図7に示すように、大気中加熱によっても、加熱温度によっては初期から脱硝率、100%の吸着能が見られ、そのまま維持されていることがわかる。

次に、N₂気流中で加熱処理の影響を調べた結果を示す。図8は423 Kの場合、NO吸着量が0.020 mmol/g (試料重量: 0.254 g) で、473 Kの場合、NO吸着量は0.079 mmol/g (試料重量: 0.245 g) であり、未処理のものとのレベル (NO吸着量: 0.079 mmol/g, 試料重量: 0.245 g) にまで回復する。他の系のACFにおいては、このようなN₂気流中での加熱処理の有用性は認められない。

ACFのNO吸着作用における吸着水の役割が注目されるので、加熱処理を受けて吸着能が低下したACFは、水分の吸湿によってNO吸着能が回復することが期待される。図3の曲線a' および図7の曲線dは、飽和水蒸気のもとで1 hの湿潤処理および室内で24 h静置する吸湿処理の有効性を大気加熱をしたバルク状ピッチ系ACFおよびPAN系ACFについて調べたものである。加熱温度によってはNO吸着能は回復する場合とそうでない場合のあることを示している。

PAN系ACFをN₂気流中、423 Kおよび473 Kで加熱した試料の場合、図8に示すように、室内静置による吸湿によってNO吸着能が回復した。NO吸着量は423 K加熱の場合、0.067 mmol/g (吸湿試料重量: 0.315 g) で、473 K加熱の場合、0.073 mmol/g (吸湿試料重量: 0.296 g) であった。一方、飽和水蒸気のもと1 hの湿潤の場合、吸着試験の初期のNO吸着能の発現が遅れるとともに、NO吸着量は0.033 mmol/g (湿潤試料重量: 0.273 g) で、吸着能の回復が不十分であった。

このように、ACFを加熱前処理してもNO吸着能を損なわない条件および吸湿によりNO吸着能を回復させる条件は、きわめて限定されている。

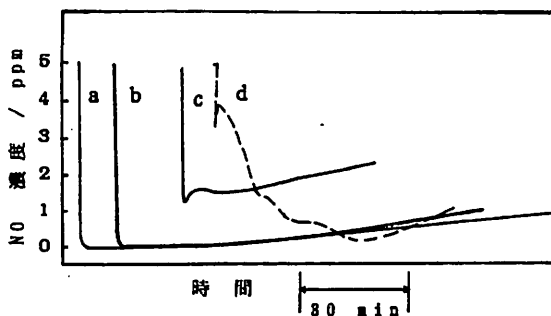


図7 PAN系ACFのNO吸着・除去能に及ぼす空气中加熱およびその後の湿潤の影響
 a: 423 K乾燥後。
 a': 423 Kで乾燥後、飽和蒸気圧下で湿潤。
 b: 423 Kで乾燥後。
 c: 473 Kで乾燥後。
 d: 473 Kで乾燥。

Fig. 7 Effect of heating in air and subsequent moistening on NO concentration-time curves of PAN-based ACF.

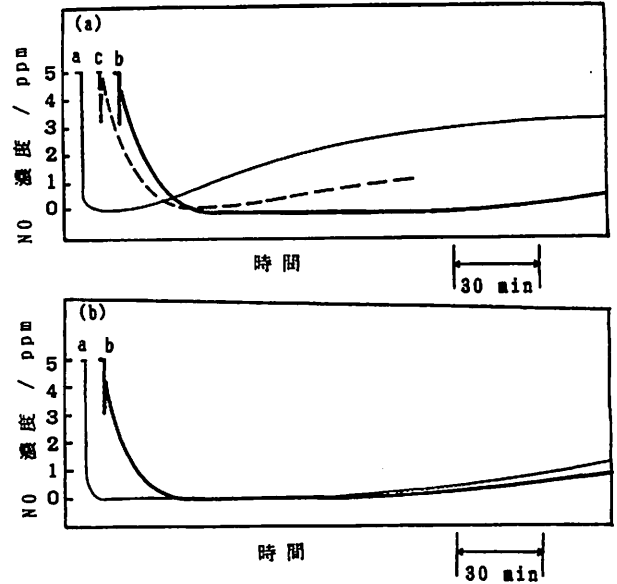


図8 PAN系ACFのNO吸着・除去能に及ぼすN₂中加熱およびその後の湿潤の影響。
 (a) 423 KまでN₂中加熱。(b) 473 KまでN₂中加熱。
 a: 423 Kおよび473 KまでN₂中加熱。
 b: N₂中加熱・湿潤後。
 c: N₂中加熱・飽和蒸気圧下で湿潤後。
 Fig. 8 Effect of heating in N₂ flow and subsequent moistening on NO concentration-time curves of PAN-based ACF.
 (a) Heating in N₂ flow up to 423 K.
 (b) Heating in N₂ flow up to 473 K.

NOを十分吸着したACF (試料ガス: 5 ppmNO-空気) から加熱によるNOの脱離を検討し、その結果の一例を473 Kについて図9に示す。ACFの温度上昇に応じて、最高、約380 ppmのNOと約3.6 ppmのNO₂の脱離が認められた。この結果は、ACFが試料ガス中のNOをNOとして吸着し、殆どNOをそのまま脱離したことを示している。

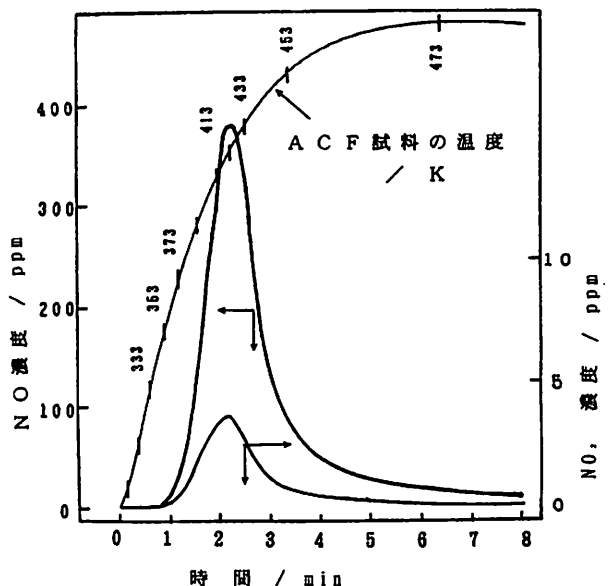


図9 脱離実験の結果。
 Fig. 9 An example of the desorption experiments.

3.5 ACF上での低濃度NOの吸着機構についての考察

江口らによる炭素触媒に関する集録⁵⁾では、ACのNO吸着機構は、NOの酸化反応であり、その官能基が関与しているとされている(旧来説)。浦野ら⁸⁾もNO-空気系ではACが酸化触媒として作用し、NOをNO₂として吸着すると報告している。堀井ら²⁾もNOがNO₂の形態で酸化され吸着されるが、脱離の際、NOが脱離して1原子のOを残し、CO₂も脱離すると推定している。

一方、金子らは、NOは非凝縮性気体であるため物理吸着は困難であるが、微細な鉄酸化物を分散させたACFはNO吸着能が高く、NO吸着機構は、「高分散・鉄酸化物の化学吸着にサポートされた、マイクロ細孔充填」によるとしている(金子説)^{3), 4)}。

実験結果をNO吸着機構の観点から整理すると次の通りである。

(1)低濃度のNO(NO-空気系およびNO-N₂系)は、入手した状態のままの未処理のACFによって常温で吸着・除去できる。その際、試料ガスは乾燥することが必要である。(図3、図4)

(2)空気中で加熱・乾燥したACFのNO吸着能は、PAN系ACFを除いて低い。(図3、図7)

(3)NO吸着過程でACFの重量は7~25%減少するが、吸着試験後、長時間静置によりほぼ元の重量に戻る。吸着過程で吸着水を放出し、ほぼ同量の水を吸着する。(図5)

(4)ACFの種類によってNO吸着能が異なる。(図4)

(5)ACFのNO₂吸着は容易であるが、ACF上で還元反応が起ってNOが生成される。(図6)

(6)脱着により排出されるガスは主としてNOでありNO₂は少ない。(図9)

(7)N₂気流中で473Kに加熱した、PAN系ACFの吸着能は、吸着試験の初期から発現し、NO吸着量はほぼ維持されている。(図8)

実験結果(6)は、ACFが試料ガス中のNOをNOとして吸着し、NOをそのまま脱離したことを示す。このことは金子³⁾も指摘している。

実験結果(1)は、試料ガスがNO-N₂系で、酸素が共存しなくても良好なNO吸着能を有することを示している。

実験結果(5)は、ACFのNO₂吸着ではACF上で還元反応が起こることを示している。

これらから、ACFはNOの酸化触媒として作用していないのではないかと考えられる。

実験結果(1)および(3)は、吸着水の散逸現象がACFのNO吸着過程において顕著であることを示し、実験結果(2)はACFに吸着された水分がNO吸着に寄与してい

ることを示している。

このような吸着水分の役割は、金子らの最近の研究⁹⁾による「ACFミクロ孔中のNO分子と水分子とのクラスタレート化合物生成」と同一の内容を示唆するものであると考えられる。彼らは「NOを予め吸着させた鉄酸化物高分散・ACF」を試料としているが、本研究で用いた試料は「H₂Oを予め吸着させたACF」である、といえる。

この鉄酸化物高分散・ACFは、鉄酸化物の化学吸着性のため強い吸着をしていて、熱脱着温度のピークも220℃と高い。³⁾一方、入手した状態のACFでは、NOを十分吸着させた試料から、NOが室内放置によっても脱離・散逸する。⁹⁾それゆえ、ACFの吸着水や表面OH基などの官能基の化学吸着は、弱い吸着である可能性がある。

また、ACFのミクロ孔における水分子の状態¹⁰⁾はordered water であるといわれているが、本実験のように、ACFのNO吸着の過程で吸着水がACFから散逸しても水分子として残存しているか否か、また、そのようなordered waterやミクロ孔中に、生成される「NO分子と水分子とのクラスタレート化合物」のNO吸着機構における意義に関心が持たれる。

実験結果(2)、(4)および(6)からは、PAN系ACFのNO吸着能が他系のACFに比べ優れ、特異であることが注目される。ACFのNO吸着作用における、元素C、H、O、特に、Nに関わる官能基の寄与がうかがえる。

以上のように、ACFのNO吸着機構に関連する実験結果から、ACFがNOの酸化触媒として作用しているのではなく、金子説を参照して、「ACFの吸着水および表面OH基などの官能基の弱い化学吸着にサポートされた、マイクロ細孔充填」による、と考察することができる。

4 結言

交差点やトンネル内におけるような低濃度NOの吸着・濃縮に適合する吸着材としてACFに着目し、その室温におけるNO吸着除去特性を、定電位電解方式NOセンサーを組み込んだ流通式吸着試験装置により調べた。5ppmという低濃度のNO(空気あるいはN₂中)は、入手した状態のままの未処理のACFによって常温で吸着できることがわかった。その際、試料ガスは乾燥することが必要であった。一方、大気中で加熱前処理したACFのNO吸着能は、PAN系ACFを除いて低かった。原料を異にする4種類のACFのNO吸着特性は異なり、PAN系ACFがもっとも良好なNO吸着能を示した。ACFのNO₂吸着は容易であるが、還元反応が起ってNOが生成された。加熱処理してもNO吸着能を損なわ

ない条件および加熱で低下したACFのNO吸着能を回復させる条件は、限定されたものであった。NOを十分に吸着したACFから加熱・脱離によって排出されるガス中には、NO₂は少なく、主としてNOであった。ACFのNO吸着機構は、ACFの吸着水および表面OH基などの官能基の弱い化学吸着にサポートされた、マイクロ細孔充填によると考察することができた。

謝 辞

NO濃度連続測定器を貸与され、適切な使用方法を提示された、新コスモス電機(株)堀内 雅司氏、繊維状活性炭の試料および関連技術資料を提供いただくとともに、ご教示いただいた、大阪ガス(株)前田 武士氏および大川 勝美氏、東邦レーヨン(株)島崎 賢司氏、また、繊維状活性炭の試料を提供いただいた、東洋紡績(株)石崎信男氏、日本カイノール(株)糟谷敏広氏に、厚くお礼を申し上げます。

本研究は、大阪府立大学工学部応用化学科、安保研究室で行われた、大阪府地球環境会議の委託研究、「光触媒触媒による窒素酸化物の分解に関する研究」(平成5-7年度)に協力する形で進められた。ご指導と激励をいただいた、安保 正一教授に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) (財)先端建設技術センター、低濃度脱硝技術のフィールド実験の概要、(1992)。
- 建設省関東地方建設局、日本道路公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、低濃度脱硝実験設備、(1996)。
- 2) 堀井雄二、山下岳史、由良慶太、古田覚士、第7回日本吸着学会研究発表会講演要旨集(依頼講演)、千葉、(1993)、p.119-122。
- 3) 金子克美、現代化学、1987、12、pp.18-22。
- 4) 金子克美、尾関寿美男、井上勝也、日化、1985、1351
金子克美、尾関寿美男、井上勝也、日化、1985、2315
- 5) 森 正博、青木 啓、磯田 徹、表原 靖男、安保正一、日化、1997、147
- 6) 江口良友、児玉佳彦、触媒工学講座、第10巻、p.143
- 7) Mochida I., Kawano S., Hironaka M., Yatsunami S., Korai Y., Matsumura Y. and Yoshikawa M., Energy and Fuels, 9, 659(1995)
- 8) 浦野 紘平、谷川 昇、増田俊男、小林義隆、日化、1978、303
- 9) 森 正博ほか、未発表
- 10) 藤江和彦、鈴木孝臣、金子克美、日本化学会第69回春季年会講演予稿集第1分冊、417、(1995)
- 11) I. Iiyama, K. Nishikawa, T. Otowa, K. Kaneko, J. Phys. Chem., 99, 10075, (1995)

他誌掲載論文等概要

他誌掲載論文等概要

Acoustic Emission Monitoring of the Progress of Damage during a Short-Term Creep Test on Notched Plain Woven E-Glass/Epoxy Composites

上野谷敏之*

複合材料における初期き裂発生までの損傷(初期損傷)の検出を検討し、短時間クリープ試験をもとに、余寿命評価のための新しいパラメータを導入した。片側切り欠きつき平織りガラス繊維強化エポキシ積層板からなる試料を用いて、一連の矩形波状の4点曲げ荷重試験を行った。試験中、アコースティックエミッション(AE)を種々のAEパラメータによりモニタし、詳細に解析した。あわせて、力学的挙動やクリープ損傷挙動を観察した。

その結果、損傷領域の寸法はクリープ損傷に起因するAEの発生領域のイベントやエネルギーによって評価でき、微小き裂の発生を伴うような軽微な損傷もAEにより検出

できた。標準化累積AEエネルギーと標準化クリープ変位の関係をもとにおよその余寿命が評価できる可能性が得られた。また、AEエネルギー分布の経時変化はクリープ損傷の進展を明確に示した。したがって、AEモニタがクリープ損傷状態を評価するのに有用であることが示された。"CJMR vol. 12, Advances in Fiber Composite Materials", Eds. T. Fukuda, Z. Maekawa, T. Fujii, Elsevier Science, pp.81-96 (1994. 8 発刊)

* 評価技術部 機能評価研究室

The Role of Benzyl Alcohol in the Solvent-Assisted Dyeing of the Wool Fiber

上甲 恭平* 古賀 城一*

羊毛繊維の染料浸透・拡散経路としては細胞間拡散モデルが主流となっていることから、我々はこのモデルに従った染色速度曲線の新たな染色速度論的取り扱いを提案した。そして、この方法をベンジルアルコールを用いた溶剤アシテッド低温染色法でのベンジルアルコールの作用機構の解明に適用した。その結果、ベンジルアルコールは細胞間物質および細胞内マトリックス構造の弛

緩作用および細胞間物質内でのベンジルアルコール層の形成にともなう染料濃縮作用として働いていることが明らかになった。

Proceedings of the 9th International Wool Textile Research Conference. (3), 19-26 (1995)

* 生産技術部 繊維加工グループ

EPMA, XPSおよびSIMSによるTiN皮膜中の酸素の定量精度

三浦 健一* 石神 逸男*
佐藤 幸弘** 久野 正人*

TiN皮膜中の不純物酸素の定量分析に対して、EPMAにおいて著者らが提案した分析法、XPS、イオン注入法を用いたSIMSの3種を適用し、これらの定量精度について吟味した。EPMAおよびSIMSによる分析値はかなり良い一致を示したが、XPSでは分析室内の残留酸素などの影響を受けかなり過剰な値を示すことがわかった。ただ、主成分元素であるTiとNの組成比に関してはEPMAとXPS

との間に大きな差異は認められなかった。構造用皮膜としてのTiN皮膜中の不純物酸素の定量分析には分析法の汎用性、分析精度の点からEPMAが最も適した分析法であると結論付けた。

熱処理. 35 (6), 341-348 (1995)

* 材料技術部 金属表面改質グループ

** 評価技術部 表面化学グループ

織物強化複合材料における界面破壊のAE解析

上野谷敏之*

実用複合材料における界面損傷の進展をアコースティックエミッション (AE) によりキャラクターゼーションする実験手法を検討した。繊維強化複合材料の破壊は微視的な損傷、繊維破断、樹脂き裂、繊維/樹脂界面のはく離、層間のはく離などから構成されており、それらの微視的損傷は検出可能な多数のAEを発生させる。AE法に基づく本手法ではAEソースメカニズムの識別が肝要である。ソースメカニズムはAE信号の立ち上がり勾配に基づく基準(RSC)により識別できた。全損傷過程を表記するため、すべて

のAE活性度に対する特定の損傷様式に起因したAE活性度の比を導入した。それらを用いた解析により、同一繊維に同じ表面処理が施され、織り構造のみが異なる2種類の平織り積層板について織構造により破壊過程が異なることを示した。したがって、RSCを用いた新しい、精緻なAE解析により複合材料に生じる微視的損傷メカニズムを動的にモニタリングできることが明らかになった。

日本接着学会誌, 31, No.4, pp.145-151 (1995)

* 評価技術部 機能評価研究室

Acoustic Emission and the Fiber/Matrix Interface Failure Progress and Strength in Glass Fiber/Epoxy Laminates

上野谷 敏之*

繊維/樹脂界面強度の異なる2つのグループの材料：シラン処理された材料と無処理の材料について、その繊維/樹脂界面の損傷挙動とそれはく離強度をアコースティックエミッション (AE) により検討した。一般に、複合材料の破壊は複数の損傷様式から構成され、複雑である。AEによる損傷メカニズムの識別の可能性について、AE振幅解析を含む3つのアルゴリズムを検討した。損傷モードは立ち上がり勾配および周波数スペクトルパターンにより識別できたが、それぞれの破壊のメカニズムの開始荷重 (初期挙動) を決定するには、統計処理を必要としない周波数スペクトル解析が適していると考えられた。同解析により損傷モードが識別されたAE挙動と負荷々重あるいは試験時間との関係を損傷進展曲線として決定し、

その曲線上の、界面はく離に起因したAE発生率の急増点を繊維/樹脂界面はく離の開始と決定した。その発生率のしきい値については実験的に決定した。

その結果、繊維/樹脂界面の接着強度を向上させることにより繊維/樹脂間の荷重伝達能が高められ、強化効率が上昇することが示され、AEにより繊維/樹脂界面のはく離強度を半定量的に評価できる可能性が示された。

Proceedings of the 10th International Conference on Composite Materials (ICCM10), eds. A. Poursartip and K. Street, Woodhead Publishing, Cambridge, England, pp. VI-581-VI-588 (1995. 8 発刊)

* 評価技術部 機能評価研究室

誰にもわかる皮革の試験法 (10)

クリーニング試験法

稲次 俊敬*

革製品の品質管理上、数多くある染色堅ろう度試験の中で、衣料用革や手袋革にとって、洗濯やドライクリーニングに対する染色堅ろう度試験は大変重要である。ここでは、これらの試験法の目的、概要、品質基準などについて紹介した。

革衣料のクリーニングは、商業的に行われる有機溶剤によるドライクリーニングと水によるウエットクリーニング、あるいは、家庭におけるウエットクリーニングが

あり、各々のクリーニング方法に対応したそれぞれの染色堅ろう度試験について解説した。

試験方法はJIS法と国際皮革技術者化学者連合会による規格に基づいた試験方法IUF法とを対比してその特徴を詳細に説明した。また、市販革の現状と品質規格についても触れた。

皮革科学, 41 (2), 77-81 (1995)

* 皮革試験所 製革グループ

モノアルキルリン酸エステル加脂クロム革の水分吸着特性

佐藤 恭司* 増岡 岑夫**

モノアルキルリン酸エステル (MAP) 加脂革の水分吸着挙動および遊離油分量、空隙量や疎水化が水分吸着挙動に及ぼす影響について検討した。

MAP処理で水分吸着量は低下しなかったが、遊離油分による空隙の充填効果でわずかに低下した。

吸湿速度や放湿速度は革の疎水化とともに増大した。

吸湿度は革の疎水化と共に低下し、無処理革の130%に対しC16-MAP処理革では24%となった。

MAP加脂革は高い吸湿性と低い吸水性を有していた。

皮革科学, 41 (4) 221-229 (1995)

* 皮革試験所 製革グループ

** 元皮革試験所

接着の科学 その1 — 接着機構と接着強度

三刀 基郷*

接着接合が接合物として使用されるためには、接合界面に相互作用力が存在し、力の伝達が行われなければならない。この界面の相互作用力は、表面自由エネルギーの概念を用いて界面化学的に決定することができる。

しかし、実際に測定して得られる接着強さは、接着剤層の粘弾性の寄与により、界面の相互作用力よりはるかに

大きい。この小論では、界面の相互作用力の評価のしかたと、実際の接着強さに占める界面の相互作用力と粘弾性の寄与を明らかにする方法を解説した。

溶接学会誌, 65 (8), 7-11 (1996)

* 業務推進部 研究調整課

中小企業のPL法への取り組み

野上 良亮*

PL法が施行され9ヶ月が経過した時点での現状を踏まえて、PL法の概要および個条を解説した。特に法の中小企業への影響について責任の及ぶ範囲を明らかにするよう解説した。さらにPL法対策として、PLP, PLD, PSについて具体例を一部示して解説し、特に社内における品質保証システムをISO9000に従って構築することが事故を防止すると共に、事故が起ってしまった場合の訴訟の場

で過失のなかったことを証明する有効な手段であることを解説した。また、日常の製品評価の手段として、より広範囲な検討項目が望まれる現状にあって、当所の設備が有効であることを解説した。

協会レポート, (26), 34-38 (1996)

* 生産技術部

全国公設試験研究機関におけるレーザ加工機のアンケート調査結果について

野口 修一*

本研究所において炭酸ガスレーザ加工機を導入するに当たり、有効に活用できるように、レーザの利用目的および利用方法などについて検討を行うために、他府県の公設試験研究機関におけるレーザ加工機の導入状況、ならびに導入されているレーザ加工機の利用状況や活用事例などの現状を把握するため、全国都道府県の地方公設

試験研究機関に対しアンケート調査を行った。今回のアンケート調査は平成5年11月に生産技術研究会レーザ分科会において行ったものであり、その集計結果について技術資料としてまとめたものである。

レーザ熱加工研究会誌, 3 (1), 44-55 (1996)

* 生産技術部 機械加工グループ

GFRPの小径穴あけ加工における加工面品質

北原 洋爾* 青山 栄一** 廣垣 俊樹***
井上 久弘**** 野辺 弘道***** 郡嶋 宗久**
片山 伝生**

プリント基板用GFRPの小径ドリル加工穴の加工面品質、特に穴壁面粗さの評価を調べた。GFRPの光透過性を利用し、損傷部が黒く写しだされる点に着目し、それらを画像処理することにより、損傷の定量化を行った。その結果が穴壁面粗さと相関性が高く、品質の評価に有効であることを示した。

材料. 45 (5), 522-526 (1996)

- * 生産技術部 塑性加工グループ
- ** 同志社大学 工学部
- *** 滋賀県立大学 工学部
- **** 大阪府立大学 工学部
- ***** アカマツフォーシス(株)

GFRPのレーザ穴あけ加工における穴品質に関する研究

北原 洋爾* 青山 栄一** 廣垣 俊樹***
井上 久弘**** 野辺 弘道***** 郡嶋 宗久**
片山 伝生**

プリント基板用GFRPの小径スルーホール加工に対し、レーザ加工法の適用性を調べた。加工条件（照射時間、パルス加工、アシストガス、出力、波長）と加工穴損傷状態の関係を調べた。

材料. 45 (5), 577-581 (1996)

その結果、CO₂レーザにおいてトータル照射時間を短縮し、不燃性のアシストガスを用いることにより、加工穴品質が改善されることを示した。

- * 生産技術部 塑性加工グループ
- ** 同志社大学 工学部
- *** 滋賀県立大学 工学部
- **** 大阪府立大学 工学部
- ***** アカマツフォーシス(株)

フッ素化合物をプラズマ重合処理した羊毛織物の防縮性

田原 充* 中島 陽一* 高岸 徹**

羊毛繊維や羊毛織物にテトラフルオロエチレンおよびヘキサフルオロプロピレンを用いてプラズマ重合を行った。これらの羊毛の収縮率および摩擦係数を測定した。また、ESCAによって羊毛の表面特性を検討した。その結果、プラズマ重合を行った織物は、はっ水性となり非常に防縮性が良好となる。これらの防縮性の発現機構は、以前に検討したプラズマ処理羊毛とは異なると考えられる。テトラフルオロエチレンを用いた場合はヘキサフルオロプロピレンの場合よりも防縮性に効果的であった。

テトラフルオロエチレンをプラズマ重合した羊毛ではスケール先端が重合物によって丸くなり、形態的な要因が防縮性に大きく影響していると考えられる。しかし、ヘキサフルオロプロピレンを用いた場合は形態的な変化はなく、表面の化学的な影響が大きいと考えられる。

日本繊維機械学会誌. 49 (6), T131-T139 (1996)

- * 生産技術部 高分子表面加工グループ
- ** 大阪府立大学 工学部

フッ素化合物をプラズマ重合処理した 綿および羊毛織物の洗濯耐久性

田原 充* 中島 陽一*
宮崎 克彦** 高岸 徹***

プラズマ重合による表面加工は非常に薄い膜を形成する。そのため、樹脂加工に比較して風合や耐久性の向上が期待される。しかし、繊維製品に対するCF₄プラズマ重合は洗濯耐久性が良好でないといわれている。

ここではC₂F₄、C₃F₆、C₃F₈、C₆F₆を用いて綿および羊毛織物のプラズマ重合を行った。

その結果、重合後の表面形態は、モノマーによって異なることがわかった。

織物の風合はフッ素化合物のプラズマ重合によって、

繊維表面の摩擦係数が増大し“ざらつく”風合となることが明らかとなった。綿織物では、そのはっ水性は繰り返し洗濯によって、その性能が低下する。また、羊毛織物では、30回の繰り返し洗濯後に防水性および防縮性は、洗濯耐久性が良好であった。

日本繊維機械学会誌, 49 (7), T166-174 (1996)

* 生産技術部 高分子表面加工グループ

** 泉佐野技術センター 繊維製品開発グループ

*** 大阪府立大学 工学部

種々のpH緩衝液中におけるプラズマ処理羊毛の収縮性

田原 充* 木村 裕和** 高岸 徹***

既報ではプラズマ処理羊毛の蒸留水中での動摩擦係数と収縮性の関係について報告した。

ここでは種々のpH溶液中でプラズマ処理羊毛の収縮性を検討した。pH 3~10では順スケール方向と逆スケール方向の摩擦係数の異方性は収縮性と密接な関係があり、その関係は2次の回帰曲線なることがわかった。ゼータ電位を測定することによって、低出力のプラズマ処理羊毛の等電点は未処理羊毛よりも低くなる。一方、高出力のプラズマ処理では未処理羊毛よりも高いpHを示した。

ゼータ電位が収縮性と関連するという説明はできなかった。

羊毛をプラズマ処理すると摩擦帯電電荷量は大きく変化することがわかった。この帯電性と収縮性は関連している可能性がある。

繊維機械学会誌, 49 (11), T281-289 (1996)

* 生産技術部 高分子表面加工グループ

** 評価技術部 数物技術グループ

*** 大阪府立大学 工学部

前処理・染色・加工プロセスでの酵素利用技術 —セルロース系繊維への応用を中心として—

上甲 恭平*

最近、環境保護への関心が高く、繊維産業においても繊維生産化学処理プロセスがもたらす環境負荷量の軽減が重要な課題となっている。本総説では、環境保全をめざした化学処理プロセスの一つの方法である酵素利用技術全般について概説した。

さらに、我々が検討した「ペクチナーゼを利用した綿

繊維の酵素精練」, 「水溶性高分子により修飾にセルラーゼを用いた麻繊維の減量加工」についてデータを混じえて具体的に紹介した。

KYOEI (共栄社化学株式会社 社報)。

(102), 21-30 (1996)

* 生産技術部 繊維加工グループ

EWSにおけるネットワーク環境の整備

竹田 裕紀* 吉野 正紀* 吉田 総夫**

ネットワークシステムを構築するには、機器の選択をメーカーにすべて任せてしまうことも可能であるが、機器の増設あるいは更新時には、メーカーに依存しなければならず、費用や時間がかかってしまう。また稼働初期でのトラブルはネットワーク環境に起因することが多いので、環境設定等の内容をひと通り知っておくことは、システム全体を把握するために必要である。

ネットワーク環境の整備は、ハードウェアとソフトウ

エアの2つの面から行う。ここでは実際に稼働している機器構成例によって機器選択の問題について説明し、次いでソフトウェアの面からネットワーク環境の設定に必要なファイルの種類と内容について述べる。

デザインエンジニアリング総覧

(株式会社フジ・テクノシステム), 156-163 (1996)

* システム技術部 情報処理グループ

** システム技術部

多孔筒を利用した予蒸発予混合バーナのNO_x排出特性

磯田 徹* 東 忠宏* 表原 靖男*

上根 成介** 西河 中** 江藤 恭明***

液体燃料を利用する低NO_x高負荷バーナの開発を目的として、噴射ノズル、多孔筒、保炎筒、整流格子等によって構成される。

予蒸発・予混合バーナを試作し、燃焼電熱負荷率16~25MW/m³の範囲で燃焼実験を行った結果、つぎのことが明らかとなった。

本バーナのNO_x排出量は、空気比を1.3に設定する場合、従来のガンタイプバーナ方式と比較して約45%低減する。

これは水冷壁と火炎分割によって火炎が冷却されることと、完全予混合火炎であるため、燃焼速度が速く、高温滞留時間が短縮されることに起因すると考えられる。

フューチャー (大阪富士工業(株)技報), (4), 1-3 (1996)

* システム技術部 熱・燃焼グループ

** 上根精機工業(株)

*** 大阪富士工業(株)

Thin Solid Films

(Preparation of Pd Thin Film Photo-Cathodes Using Ion-Beam Sputtering)

野坂 俊紀* 吉竹 正明* 岡本 昭夫*

鈴木 義彦** 小川 倉一*** 美馬 宏司****

Pd薄膜にUV光を照射し、膜表面から放出される光電子を電子源として利用する電離真空計を検討している。

透過型の場合、膜表面から放出される光電子量は膜厚の減少とともに増加し、膜厚4nmで光電子電流240nAが得られた。

膜厚7nmのPd膜を用いてAr圧力とイオン電流の関係を検討すると10⁻²~10Paで直線関係が得られ、中真空領域での真空計として利用できることがわかった。また、

膜からの光電子放出は成膜条件に影響されることがわかった。

Thin Solid Films, 281-282 (1-2), 393-396 (1996)

* 材料技術部 薄膜材料グループ

** 材料技術部 電子デバイスグループ

*** 材料技術部

**** 大阪市立大学 工学部

ヘテロアリールアゾ系色素LB膜の赤外, X線光電子分光法による構造評価 (色素LB膜の構造と機能に関する研究, 第1報)

蔵本 暢浩*

両親媒性のベンゾチアゾリウムアゾ色素(炭化水素鎖が1本のものをazo I, 2本のものをazo IIとする)を合成し, その水面上での単分子膜の挙動および基板へ累積したラングミュアー・プロジェクト(LB)膜の構造を調べ, 以下の結果を得た。

得られた化合物は水面上で安定な単分子膜を形成し, 基板上に累積したLB膜(Y型)中でazo Iはダイマーを, azo IIはH-会合体を主として形成した。透過および反射吸収法(RAS)によるFT-IRスペクトルの比較から, ベンゾチアゾリウム環は基板表面に対してかなり立っているが, ベンゼン環は傾斜した構造が示唆された。

一方, 炭化水素鎖部(C₁₈)のメチレン結合は, azo Iではゴーシュ形を含む多少の乱れがあるが, azo IIではほぼ完全なトランス-ジグザグ性を保ちつつ, 基板表面に対して傾斜した構造をとっている。さらに, XPS分析から求めた1分子当たりの膜厚は1.8~2.1nm程度であることなどが判った。

これらの結果は, 今後の機能性を有する色素LB膜を製作していく上で, 大変有益な情報となる。

色材協会誌, 69(1) 2-10 (1996)

* 材料技術部 有機材料グループ

ヘテロアリールアゾ系色素LB膜の熱および酸・塩基処理 による凝集状態の制御 (色素LB膜の構造と機能に関する研究, 第2報)

蔵本 暢浩*

分子の両端にヘテロ環とアミノナフタレン環を有する非対称な両親媒性アゾ系色素から作成したラングミュアー・プロジェクト(LB)膜の構造を, 機能との関連から調べ, 以下の結果を得た。

①本研究で用いたアゾ色素(赤紫色)は, LB膜作成時に凝集状態を形成して, 黄色の膜として得られる。②これを塩酸蒸気に曝すと瞬時にモノマー(単量体)状態の赤紫色に変化し, さらに加熱すると再び黄色に戻る可逆的な色調変化を伴う。また, 熱の代わりにアルカリ処理によっても起こる。③FT-IR測定等から考察したこの機

能メカニズムは, 分子が2~4個凝集したH型会合体と単量体の二つの状態間を容易に変わり得ることに基づくことが明らかになった。

上の変化は約50回繰り返しても鮮明に認められることから, このLB膜は光スイッチング素子, センサー素子などの分子機能材料への応用の可能性を有するものと考えられる。

色材協会誌, 69(1) 11-18 (1996)

* 材料技術部 有機材料グループ

円柱を有する流路内における液晶高分子溶液の 流れの偏光顕微鏡観察

吉川 忠作* 森 教安** 中村喜代次**

液晶高分子溶液の円柱を有する流路内の流れの偏光顕微鏡観察を, HPC(ヒドロキシプロピルセルロース) 50,

60wt%水溶液を使用し, 幅, 厚さ, 円柱直径の異なる4種の流路について行った。流動中の複屈折パターンとテ

クスチャーの観察から、流れ場と分子の配向場について考察し、流動停止後の観察から、分子配向の緩和および分子配向の履歴について考察した。その結果、1) 円柱周り、および、円柱下流の中心線上に高配向の領域が形成され、それらが流動中の伸長変形に関係すること、2) 流動停止後、円柱周りと円柱下流の中心線付近に顕著な複屈折パターンが残り、流線に対応した糸状テクスチャー

も長時間残ること、3) 拡大流れ部の負の伸長変形の大い条件では円弧状のテクスチャーが周期的に発生すること、などが明らかとなった。

日本機械学会論文集 (B編), 62 (601),
3347-3353 (1996)

* 材料技術部 プラスチック技術グループ
** 大阪大学 工学部

Acoustic Emission Analysis on Interfacial Fracture of Laminated Fabric Polymer Matrix Composites

上野谷敏之*

FRPが実用されるフィールドにおいてはしばしば織物強化材が使用される。織物強化複合材では織物繊維のうねりに起因した現象で、一方向強化材やモデル材として用いられる単繊維強化材には見られない界面破壊挙動が観察される。このことは実用材における界面強度を評価する際にも考慮されなければならない重要な課題である。本研究ではAE (Acoustic emission) 法を用いて、織物強化された実用高分子複合材料における破壊過程を把握するための方法を検討し、AEのソースメカニズムを識別するためAE信号の立上り勾配を基準にした簡易解析法を提案した。それを用いて、負荷形態の界面破壊挙動への影

響を検討した結果、単調増加試験に比べ繰返しクリープ試験では応力の再配分過程においてはく離に起因した損傷事象が支配的であることが認められた。さらに、全損傷過程を表記するため、AE事象比およびAEエネルギー比の推移曲線を案出し、これを織構造のみが異なり、同一表面処理、同一基材、同一成形条件からなる材料に適用して、相異なる特徴的な界面損傷挙動を呈することが推定できた。

J. Acoustic Emission, 13, No. 3/4, pp. S95-S102
(1995) / (1996. 3 発刊)

* 評価技術部 機能評価研究室

研究所・試験所紹介 大阪府立産業技術総合研究所

寺岸 義春*

当研究所を下記の項目で紹介した。

1. まえがき
2. 沿革
3. 主な業務

(1)研究 (2)依頼試験 (3)施設・設備の開放

(4)技術指導 (5)人材育成 (6)技術情報

4. 包装関連設備と業務について

日本包装学会誌, 5 (4), 284-285 (1996)

* 評価技術部 包装技術グループ

種々の熱処理を施した球状黒鉛鋳鉄の耐食性に 及ぼす黒鉛粒径の影響

池永 明* 新田 康寛* 川本 信*
曾根 匠** 荒木 弘治***

黒鉛粒径の異なる球状黒鉛鋳鉄にフェライト化焼なまし、オーステンパ処理およびほう化処理を施し、それら

の耐食性を0.01Nの塩酸中での腐食電位測定およびアノード分極試験を行うことにより評価した。その結果、局部

電池腐食が生じる黒鉛境界の境界線のトータル距離が長くなる微細黒鉛供試材の耐食性は、基地組織がいずれの場合も劣っていることが確認できた。また、オーステンパ処理およびほう化処理を行った供試材は、ともに黒鉛粒径の大きさによって、処理表面の組織が影響を受けることが認められた。したがって、この場合の耐食性に及

ぼす黒鉛粒径の影響は、黒鉛粒の大きさとそれによって変化する処理表面組織の相乗効果によると考えられた。

熱処理, 36 (5) 334-341 (1996)

- * 大阪府立大学 工学部
- ** 評価技術部 分析技術グループ
- *** 奈良県工業技術センター

重金属錯体に関連する廃水・廃液処理と全シアン分析

山崎 清*

イオン交換法または沈殿法による廃水・廃液処理および全シアン分析について、重金属錯体との関連で研究してきたことをまとめて紹介した。

- ①強い錯化剤の仲間であるキレート剤が共存する重金属含有めっき廃水の処理にイオン交換法をどのように適用するかということ。
- ②アンモニア含有廃水の吸着処理に重金属イオン型のイオン交換樹脂を利用できるということ。

- ③キレート剤が共存する濃厚めっき廃液2種類について、簡単な薬注による沈殿法で有機薬品が回収できること。
- ④重金属イオンと錯体を形成している錯体シアンの解離にUV照射を用いて廃水中の全シアン分析が可能であること。等

クリーン関西, (82), 9-20 (1996)

- * 評価技術部 環境化学グループ

カーペットの汚染性および評価方法

呼子 嘉博* 小河 宏*

カーペットの持つ弱点の一つである汚染性に関して、汚れの定義、種類、成分、メカニズムについて述べ、カーペットが本来有している防汚性能について、各ファクターごとに解説した。また防汚加工方法の歴史的な変遷についても概説をした。カーペットの汚れ試験、評価方法については、実用敷き込み試験、促進汚れ試験およびシユ

ティン抵抗性試験などISOの動向について解説し、JIS L1023の汚れ試験との相対比較、両者のもつ問題点などについても指摘した。

染色工業, 44 (7), 16-23 (1996)

- * 評価技術部 敷物技術グループ

In Situ Failure Test of High Water Content Soft Clay Embankments Reinforced by GHDs

嘉門 雅史* 赤井 智幸**
福田 光治*** 楠部 義夫****

近年、建設残土や粘性土など性状の悪い土を盛土材料に有効利用することが求められている。そこで、粘性土の盛土補強に適したジオシンセティック水平排水材（以下、GHDと称す）を新たに開発し、GHDを用いた実大規模の高含水比粘性土盛土崩壊実験を行い補強効果を検討した。

その結果、GHDの排水機能がもたらす補強効果によって施工中の過剰間隙水圧が消散し、圧密による土の強度増加

を促進することを明らかにした。また、従来廃棄物として処分されていた高含水比粘性土を盛土材料に利用する場合、補強材としてGHDが実用できることがわかった。

Earth Reinforcement (BALKEMA), 1, 215-220 (1996)

- * 京都大学 防災研究所
- ** 評価技術部 ジオテキスタイルグループ
- *** 財団法人 大阪土質試験所
- **** 株式会社 大林組

ジオシンセティック水平排水材を用いた粘性土補強盛土

赤井 智幸* 福田 光治**
楠部 義夫*** 嘉門 雅史****

補強機能と排水機能を兼ね備えたジオシンセティック水平排水材（以下、GHDと称す）の耐久性と長期補強効果を確認するため、GHD補強粘性土盛土実験を行った。本報告では、この盛土実験の概要と計測結果から得られた盛土体の挙動について報告した。

GHDを盛土補強材に用いることにより、無補強では盛立て不可能な粘性土の急勾配高盛土（勾配1:0.6、盛土高さ10m）の築造に成功した。盛土構築中の斜面の表面変位は最大約30cmに及んだものの、盛土後はまったく変位

が進行せず、また地下水や降雨等による盛土本体内部での含水比低下はきわめて速やかで、粘性土盛土は安定しており、GHDの効果が確認できた。

基礎工（総合土木研究所）、24（12）、74-77（1996）

- * 評価技術部 ジオテキスタイルグループ
- ** 財団法人 大阪土質試験所
- *** 株式会社 大林組
- **** 京都大学 防災研究所

クロム革の再鞣がリン酸化染料の染着性や染色堅ろう度に及ぼす影響

川口美智子* 稲次 俊敬** 佐藤 恭司**

10タイプ、12種類の再鞣剤で再鞣したクロム革のリン酸化染料の染着性について検討した。

リン酸化染料の固着量は90%以上であったが、充填性の高いアクリルポリマー再鞣剤では90%以下と低くなった。しかし革断面の浸透性は向上した。

耐光性は、ジルコニウム、アルミニウム、クロムなどの金属再鞣剤で向上した。

堅ろう性は、植物タンニン、アルミニウム再鞣剤で摩擦堅ろう度が低下したが、それ以外の再鞣革では、摩擦、汗、クリーニングの各試験において3.5～5級と高かった。

皮革科学、42（2）、133-141（1996）

- * 京都女子大学 家政学部
- ** 皮革試験所 製革グループ

革の疎水化による快適性因子の改善

佐藤 恭司*

種々の快適性因子の中から、水が関与する吸湿度、吸水度や透湿度、及び通気度などと衣服や靴着用中の快適性との関係について他の分野の研究を紹介しながら、モノアルキルリン酸エステル（MAP）加脂による革繊維の疎水化が加脂革の快適性因子に及ぼす影響を論じる。天

然皮革にさらに優れた性能を付与できるか、その可能性を検討する。さらに、加脂革に対する水の吸着や透過挙動から、MAP分子の革への結合状態についても考察する。

皮革科学、42（3）、148-154（1996）

- * 皮革試験所 製革グループ

Influence of Hydrophobicity on Physical Properties of Chrome Leather Fatliquored with Monoalkyl Phosphates

佐藤 恭司* 中村 蔚**

モノアルキル磷酸エステル加脂クロム革の機械的強度、熱変性温度、水分吸着性を測定して、革繊維の疎水化との関係について検討した。

耐熱性はMAP加脂で低下した。これはクロムに配位している硫酸根がリン酸によって置換されたため、硫酸とコラーゲンとの架橋結合が減少しないことが原因と考えられた。

機械的強度は、引張り強さはMAP加脂でも変化しなかったが、引裂き強さはやや低下した。これは革繊維表面が

疎水化されたことによる繊維間相互作用の低下に起因するものと考えられた。

MAP加脂では、コラーゲンフィブリン表面は疎水化され、液体の水は浸透しないが内部のコラーゲン分子は親水性であるため吸湿性は保持されている。

第3回アジア国際皮革科学技術会議予稿集。

105-113 (1996)

* 皮革試験所 製革グループ

** 皮革試験所

Interaction of Collagen with Monoalkyl Phosphate, Studied by Isotherms, Circular Dichroism and Relative Fluorescent Intensity

佐藤 恭司* 後藤 幸男**

モノアルキル磷酸エステル (MAP) とコラーゲンとの相互作用を明らかにするために、可溶性コラーゲンを用いて、MAPの吸着挙動、MAPの吸着したコラーゲンの構造変化およびたんぱく表面の疎水性などを測定した。

その結果、MAP濃度の低い場合は、単分子吸着、濃度が高くなるにともなって協同的にコラーゲンに吸着し、コラーゲン表面を疎水性することがわかった。CMC付近

の濃度で吸着は飽和となり、コラーゲンは変性した。このコラーゲンの疎水化は、MAP処理による革の風合いの改良と関連があると思われる。

Das Leder (Edward Roether KG.), 47 (2),

22-26 (1996)

* 皮革試験所 製革グループ

** 近畿大学 農学部

口頭発表概要

平成7年度口頭発表概要

単発放電による微小液滴中の電極消耗

平成7年電気関係学会関西支部連合大会 (京都)

(7. 11. 11)

谷村 毅, ○他

放電加工は液中の加工現象として扱われてきたが、基礎的な研究がきっかけとなり、ミスト噴射中でも十分な加工能力を持つことを明らかにし、これまで砥石ドレッシングへの応用等を試みた。ここでは、なぜ液中でなくても加工が出来るのかを明らかにするため、単発放電のギャップ間に微小な液滴を介在させ、その時の電極消耗の様子を検討した。加工液、極性によって消耗特性の違いが顕著にあらわれ、実験方法の有効性が確認できた。

単発放電による微小液滴中の加工現象

平成7年度精密工学会春期大会 (東京) (8. 3. 25)

谷村 毅, ○他

引き続き、単発放電による液中とミスト中での加工現象を検討した。加工機構の違いの目安となるクレータ形状は、上記両者間に顕著な違いがなく極性による差の方がはるかに大きい。高速撮影結果も含めて、加工機構上は液中であるか否かが本質的な要件でないこと、またクレータ深さと径の測定結果から推定される正極性の除去量が大きいことから、これまで一般的でなかった正極性加工の潜在能力に期待できること等が明らかとなった。

修飾セルラーゼの特性とその応用

第2回セルロース研究会 '95 Cellulose R&D (京都)

(7. 6. 16)

○菅井実夫, 上甲恭平, 他

市販セルラーゼを用い、無水マレイン酸メチルビニルエーテル共重合体との共有結合により修飾セルラーゼを調製し、活性挙動を中心に述べる。修飾セルラーゼの活性挙動は、pH変化に対して若干アルカリ側にシフトしているだけで大きな特異点は見いだせなかった。しかし、ホウ酸でpHを調整した系では、中性条件80%の活性(アピセラーゼ活性)を示し、この条件下繊維への酵素減量加工が可能であることを見出したので併せて報告する。

綿繊維の機能性素材としての応用

第30回IPACK研究会 (東大阪) (7. 12. 12)

○近藤 敬

綿繊維の主成分であるセルロースは地球上で最も大量に存在し、人と環境に優しく再利用可能な生分解性の材料であるが、衣料、紙などの分野での利用に範囲が限られていた。近年、再認識されセルロースを溶かす新しい

有機系溶媒が見出されて機能性材料としての研究が活発に展開されるようになり、セルロースとポリエステル、ナイロンなどの合成高分子とのブレンドもそのなかのひとつである。ここではブレンドのための調整法などについて紹介をする。

Residual Stress Due to Transformation and Plastic Deformation in Multi-Indented Surface Layer of Partially Stabilized ZrO₂

The fifth International Symposium on Plasticity and Its Current Applications (sakai, Japan) (7. 7. 21)

○村田一夫, 水谷勝己, 他

相変態を生じる部分安定化ジルコニアの研削面残留応力の大きさや存在深さなどを明確にすることを目的として、研削時の砥粒のバニシ作用を想定した多数ピッカース圧子押し込みを表面に実施し、その残留応力を実験と解析による3種類の方法から求めて比較した。その結果、残留応力の大きさや深さは、押し込み条件と材料特性から概略推定可能なこと、相変態による残留応力は全体の約70%を占め、その深さは塑性変形による残留応力より浅いことを示した。

部分安定化ジルコニアの多数圧子押し込み面残留応力

精密工学会1995年度関西地方定期学術講演会 (草津)

(7. 7. 28)

○村田一夫, 水谷勝己, 他

安定化ジルコニアの研削面残留応力は、相変態による体積膨張のため、かなり大きなものとなる。そこで、この材料の研削面残留応力の大きさと存在深さを定量的に明らかにすることを目的として、研削時の砥粒のバニシ作用を想定した多数ピッカース圧子押し込みを表面に実施し、その残留応力を実験と解析による3種類の方法から求めて比較した。その結果、残留応力の大きさや深さは、押し込み条件と材料特性から概略推定可能なこと、相変態による残留応力は全体の約70%を占め、その深さは塑性変形による残留応力より浅いことを示した。

Surface Modification of Tool Steels by Alloying Method Using EDM Process

International Symposium of Electro-Machining (ISEM-11) (Lausanne, Switzerland) (7. 4. 17)

○増井清徳, 出水 敬, 佐藤幸弘, 曾根 匠

放電加工の最終的な仕上げ面に対し、より一層の耐食・耐摩耗性に富んだ新しい合金層を形成させるために、合金化元素としてタングステンの微粉末を添加した加工液による放電加工を試み、合金化に及ぼすパルス波形の影響や形成された合金化層の性状について検討した。加工

表面における合金化に最適なパルス条件の存在, および加工面あらさの改善, 表面硬化, 耐食性, 摩擦特性などの表面改質効果を示した。

シリコン粉末添加放電加工による加工面の機能性向上 電気加工研究会 (東京) (7. 5. 19)

上田順弘, 佐藤幸弘, ○増井清徳

金型鋼に対してシリコン粉末添加液を用いた放電加工を行い, 加工面における改質効果を検討した。加工液にシリコン粉末を添加すると, 仕上げ加工面には均一な白層が形成されるので, PBT樹脂を用いたオートクレープ腐食試験, 及び摺動摩擦摩耗試験の結果, 従来は無添加液による加工面よりも, それぞれ耐食・耐摩耗性の向上効果が得られた。

減圧雰囲気における放電加工

型技術者会議'95 (東京) (7. 6. 14)

○増井清徳, 曾根 匠, 佐藤幸弘, 畑中貞男

加工槽における減圧装置を試作し, 荒加工から仕上げ加工に至る加工領域について, 加工状態に及ぼす減圧雰囲気の効果調べた。減圧雰囲気は荒加工よりも放電エネルギーの低い仕上げ加工領域で, 加工状態の安定化を図ることができる。また, 加工面の高品位化に必要な正極性加工においてその効果が高いことを確認した。

放電加工における異常アーク面の改善

型技術者会議'95 (東京) (7. 6. 14)

○増井清徳, 佐藤幸弘, 曾根 匠, 他

放電加工の電極低消費領域で発生しやすい異常アークは, 陽極電極側に高い濃度の炭素成分が存在し, これが加工中の消イオン作用を低下させ間隙の絶縁回復を妨げる。両極性パルス電源は, 両極面での炭素生成物の分散を助長し, 間隙の絶縁回復を促すとともに加工状態の安定化に効果があることを確認した。

放電加工における異常アーク面の解析とその改善

1995年度電気加工学会全国大会 (別府) (7. 11. 1)

○増井清徳, 佐藤幸弘, 曾根 匠, 他

放電加工の仕上げ領域で発生しやすい異常アークは, 陽極工作物側に高い濃度の炭素成分が存在し, これが加工中の消イオン作用を低下させ, 間隙の絶縁回復を妨げる。両極性パルス電源は, 両極面での炭素生成物の分散を助長し, 間隙の絶縁回復を促すとともに加工状態の安定化に効果があることを確認した。

金型放電加工面の高品位・高機能化

第92回工業技術連絡会議機械金属連合部会 (大阪)

(7. 11. 8)

○増井清徳

放電加工面の機能性を向上させるために, 加工変質層の低減加工法として, 正極性低電流パルスによる仕上げ面粗さの改善, 粉末添加液による仕上げ放電加工, 無電解パルス電源による仕上げ面の改善, ならびに放電加工後の表面改質処理法として, ガラスプラストやイオン窒化処理について紹介した。

粒子離散モデルによる粉体成形挙動の準静的シミュレーション (第3報: 実験結果との比較)

第46回塑性加工連合講演会 (千葉) (7. 9. 28)

○木下俊行, 和田林良一, 他

粉末の圧縮成形過程における力学的挙動を明らかにするため, ジルコニア粒子を対象にして一軸圧縮の解析ならびに実験を行った。密度比と圧縮方向の圧力の関係は, 解析結果と実験結果がほぼ一致した。また実験の結果, 潤滑剤の添加により, 圧縮方向の圧力とこれに垂直な方向の圧力の比は大きくなった。これは解析結果によく対応しており, 粒子相互間の摩擦係数が潤滑剤の添加により低下したことを示している。

土中埋設下で耐食性を有する球状黒鉛鑄鉄の開発

—酢酸水溶液中における球状黒鉛鑄鉄の耐食性改善—
全国公設試験研究機関素形材技術担当者会議 (名古屋)
(7. 11. 28)

○橋堂 忠, 武村 守, 佐藤幸弘

土中埋設下をシミュレートした微量の塩を含む有機酸水溶液中において, 耐食性を有する球状黒鉛鑄鉄の開発について報告する。耐食性を向上させる手段として合金元素の微量添加を行った。選択した合金元素は, ニッケル, モリブデン, 銅, バナジウム, リン, マンガン, ニオブ, ジルコニウムおよび錫である。これらの元素のうち, 耐食性改善効果が認められたものに, 錫, 銅及び一部組成域のモリブデンがあった。

板材の張出し成形におけるM-Kモデルの考察

第46回塑性加工連合講演会 (千葉) (7. 9. 27)

○白川信彦, 他

板材の張出し成形領域における成形限界について, Marciniakらが提案した理論解析(M-K理論)の問題点を改善するために, 形状を修正した新しい解析モデルを提案し, 成形限界ひずみの理論解析を行った。その結果, これまでM-K理論で指摘されていた, 等二軸引張り付近での成形限界の過大評価と平面ひずみ引張り付近での成形限界の過小評価を改善し, また実験値とも比較的良い一致を示す計算結果が得られた。

側壁部に孔を有する容器の深絞り成形

第46回塑性加工連合講演会(千葉)(7.9.28)

○白川信彦, 和田林良一

側壁部に孔を有する円筒容器を成形するために、孔加工を施したブランクを深絞りするというプロセスを採用し、種々の孔形状のブランクの深絞り特性を調べた。その結果、深絞り荷重は孔面積や孔位置に対応して小さくなること、絞り後の孔形状に対しては孔位置の影響が支配的であり、材料の異方性は絞り加工の成否のみに影響することを明らかにした。また、孔より外側の材料が絞り込まれにくいため成形性が悪化することを示した。

化学発光分析法の表面分析への応用

—ルミノール発光試薬による表面過酸化物の検出—

高分子学会 95-1 高分子表面研究会 研究発表会(東京)(8.1.19)

○中島陽一, 田原 充, 佐藤幸弘

プラズマ処理効果の評価の一方法として、ルミノール試薬を用いたプラズマ処理ポリエチレンの表面過酸化物の検出法を検討した。本法による表面過酸化物量の定量結果は、吸光度法を用いた場合より、やや低い値を示した。また、本法は表面過酸化物の迅速定量に有効であった。プラズマ処理により生じた表面過酸化物の時間変化を検討した結果、その濃度は、処理後数十分で急速に減少し、その後はほぼ一定の値を示すことがわかった。

新規なクチクル分解性酵素による羊毛の防縮加工

繊維学会年次大会研究発表会(東京)(7.6.27)

○高塚 正, 上甲恭平, 木村和臣, 他

羊毛繊維の表面層であるクチクル細胞層に作用するが、内部の細胞層には作用しがたい性質を持つ新規に開発した酵素(NS11と命名)を用い、強度低下を起さずにIWS洗濯収縮率基準値を満足する羊毛織物・ニット系の防縮加工方法を開発することができた。

Experimental Report on Fiber Bind Test Using Japanese Equipment

17th ISO/TC 38/SC12 Meeting (Ottawa, Canada)(7.10.16)

○木村裕和, 小河 宏, 呼子嘉博, 他

カーペットパイル系のファイバーバインドに関する試験・評価方法はISO/SC12の重要議題である。発表者らは日本の試験機をISOに提案しているが、今回はバックギン条件だけを変化させて試作したカーペットを用いて実験を行い、外観の変化とラテックス塗布量及びパイル抜糸強度の相関性を検討した。また、試験機の摩擦子に改良を加えることで、より促進的にカーペットパイルの繊維

保持性が評価できることが分かった。

The Role of Benzyl Alcohol in Solvent-Assisted Dyeing of the Wool Fiber

The 9th Int. Wool Text. Res. Conf. (Biella, Italy)(7.7.3)

○上甲恭平, 他

羊毛の低温染色法のひとつに有機溶剤を添加する溶剤アシステッド法がある。これまで、添加溶剤であるベンジルアルコール(BA)の作用機構についていくつかの機構が提案されているが、十分に理解されているとは言い難い。そこで、我々は、最近広く受け入れられている細胞間拡散機構に基づく染色速度(近似)式を用い、染色速度曲線より拡散係数および拡散の活性化エネルギーを求め、得られたパラメータよりBAの作用機構について考察した。その結果、細胞膜錯合体内へのBA層の形成が、新たな作用機構として重要な役割を果たしていることが明らかになった。

1:1クロム含金染料染色羊毛の染料分布

—SEM/EDXSによる測定—

第36回染色化学討論会(東京)(7.7.14)

○上甲恭平, 他

実用羊毛染色に用いられている染料の繊維内部での染料分布についてはほとんど報告されていない。我々は1:1含金染料に含まれるクロム原子に着目し、クロム原子の検出が可能であるEDXS(エネルギー分散型X線分析装置)を用い、1:1クロム含金染料の分布について検討した。その結果、光学顕微鏡観察では均一に分布していると判断された試料においても、染料は羊毛繊維構成タンパク質の分布に応じ不均一に分布していることが判明した。

Investigation on Damage in Small Diameter in GFRP

The 7th Japan-United States Conference on Composite Materials (Kyoto, Japan)(7.8.14)

北原洋爾, ○他

小径穴あけを施したGFRPの内部損傷を画像処理により評価し、加工穴回数すなわち工具磨耗と損傷の関係を調べた。その結果、磨耗は穴の損傷の異方性に大きく影響することを明らかにした。また、加工穴たて糸方向を0deg.とし、ドリル切れ刃進行方向に回転角をとって調べた結果、回転角30deg.付近での繊維角150deg.方向の繊維束のみが掘り起こされ、繊維角60deg.方向の繊維束は掘り起こされていない。

Study on Laser Drilling in PWB

The 10th International Conference Composite Materials Society (Whistler, Canada)

(7. 8. 14)

北原洋爾, ○他

プリント基板の小径スルホール加工にレーザー穴あけの適用を提案した研究である。レーザー光としてCO₂レーザーおよびYAGレーザーを取り上げ、加工条件と加工穴損傷状態を明らかにした。加工穴周辺には黒色の熱影響域が発生しており、これは加工穴内面付近のガラス繊維が存在しない部分と加工穴内面から離れたガラス繊維が存在する部分に大別される。

Study on the Small Diameter Drilling in GFRP

The 8th International Conference on Composite Structures (Paisley, U.K.) (7. 9. 11)

北原洋爾, ○他

プリント基板用のGFRPのスルホール用小径穴あけ加工において、ドリル加工とレーザー加工法を比較した研究である。ドリル加工では穴品質に工具寿命が影響し、磨耗は穴の損傷の異方性に大きく影響することを明らかにした。一方、レーザー加工では加工穴周辺に炭素・ガラス繊維とより高温領域の黒鉛・炭化珪素の2領域が存在している。また、照射時間が穴品質に大きく影響することを明らかにした。

プリント基板用GFRPの小径穴あけ加工に関する研究

日本機械学会 豊橋地方講演会 (豊橋) (7. 7. 7)

北原洋爾, ○他

プリント基板用GFRPの小径穴あけ加工時の穴内部損傷と加工条件の関係について調べた研究である。特に、損傷評価に画像処理を導入し、統計的に評価する手法を確立し、考察を行った。その結果、加工穴の内部損傷は掘り起こしが発生する回転角30deg.付近から繊維角150deg.方向の繊維束に沿って進行していることが明らかになった。損傷幅、そのばらつきを含め、品質向上には、ドリル加工時の送り量低減が有効であることを示した。

GFRPの小径穴あけ加工における加工面品質

第39回材料研究連合講演会 (東京) (7. 9. 21)

北原洋爾, ○他

プリント基板のなかでもスルホール用小径穴あけは、回路形成を行う重要な加工過程であり、加工面品質およびその信頼性の向上が要求されている。そこで、GFRPの小径ドリル加工における加工面品質と加工条件の関係を調べた。その結果、内部損傷の異方性は切削速度よりも送り量に大きく影響され、加工面品質とその信頼性を向

上するためには、送り量の低減が有効である。

GFRPのレーザー加工に関する研究 (小径穴あけ時の加工穴品質と加工条件について)

第39回材料研究連合講演会 (東京) (7. 9. 21)

北原洋爾, ○他

先の報告で、プリント基板の小径スルホール加工にレーザー穴あけの適用を提案した。レーザー加工は機器の普及性および効率の面で有望であるが、加工穴の品質の信頼性が問題と考えられる。本報では、GFRPのレーザー穴あけを取り上げ、加工穴の品質、特に熱影響層に及ぼす加工条件の影響を調べた。実用的な観点から、加工穴の品質向上にはトータル照射時間の短縮が有効となる。

プリント基板用FRPの小径加工穴における穴品質とスルホールメッキ性の関係

第25回FRPシンポジウム講演会 (京都) (8. 3. 19)

北原洋爾, ○他

GFRPの小径ドリルとレーザー加工とにおける加工穴品質をスルホールメッキによる銅メッキ穴の表面状態、膜厚さ等で調べた。ドリル加工の場合、加工穴たて糸方向を0deg.とし、ドリル切れ刃進行方向に回転角をとって調べた結果、高送り量の場合回転角30deg.付近の表面粗さが約40 μ mと大きく、銅メッキ膜表面はかなり凹凸している。その他の回転角では正常である。レーザー加工の場合、メッキ穴表面に球状の銅が見られる。

製造業におけるネットワーク型生産管理システムの開発事例

日本繊維機械学会 年次大会研究発表会 (大阪)

(7. 6. 8)

○吉野正紀

本開発事例は、多様な生産情報と生産管理情報の統合化と、情報の共有化を図ることにより、短納期化やコスト削減など製造業を取り巻ききびしい環境にえられるような生産の効率化を目的とする。ここでは金型製造業のネットワーク型生産管理システムから「材料・発注受入れ管理システム」と、工程管理の一部の「作業実績管理システム」の開発事例について述べると同時に、中小企業における情報化の基盤作りに言及している。

金型製造業におけるネットワークシステムの開発事例

—作業実績管理システム—

型技術者会議'95 (東京) (7. 6. 13)

○吉野正紀, 竹田裕紀, 吉田総夫

システム開発全体を「部品材料発注管理」, 「作業実績管理」, 「作業指示とスケジュール管理」の3段階に分け、

社内情報化のための人材育成を併行して行った。

第1段階の「部品材料発注管理」システムについてはすでに、1994年開催の本会議において報告している。

本報告では第2段階の「作業実績管理」について、もの作りに着目した作業実績情報を収集し、解析した結果を活用する事例について述べた。

仕上げ放電加工での異常アークの回避方法

ビジュアル コミュニケーション コンテスト (大阪)
(7. 7. 28)

○袖岡孝好, 増井清徳

本研究は、中小企業が抱えている技術的課題について解決方法を示す映像や音を含めた多面的なデータの収集と、これら情報の加工・活用による技術支援業務の効率化を目的とする。ここでは、技術課題のひとつである放電加工の仕上げ工程で発生する異常アークの原因や異常発生時の状況、さらに回避方法などについて簡単に解説したビデオを制作し、ビデオの制作方法および技術支援・相談での活用などについて述べた。

光源の変動にロバストな色度パターン検出によるカラー画像中の多色物体認識

第12回センシングフォーラム (計測自動制御学会)
(大阪) (7. 10. 19)

○森脇耕介, 中谷幸太郎, 杉井春夫

表面が複数の既知の色彩で構成される物体を、カラー画像中で捕捉し領域を抽出する手法を検討した。光源の変動とは強度および色温度の変動を指し、それらの条件の変動に影響されない物体認識手法の開発は、ロボットビジョンを実用化するに際しての問題の解決に貢献できる。対象表面の色彩群に対応するrg色度群のパターンを、対象物を含む実際のカラー画像同様の色度群からマッチング検出することを原理とし、色度群検出のための光源の変動を予測したマッチング手法、対象物領域の初歩的な抽出実験結果と応用例に関する報告をおこなった。

NOx Emission Characteristics of Premixed-Prevaporized Combustion System for Liquid Fuels

The Third International Conference on Combustion Technologies for a Clean Environment
(Lisbon, Portugal) (7. 7. 4)

○磯田 徹, 東 忠宏, 表原靖男

液体燃料を使用する低NOx高負荷バーナの開発を目的として、噴射ノズル、多孔筒、保炎筒等によって構成される予蒸発・予混合バーナを試作し、燃焼実験を行った結果、NOx排出量は従来のガンタイプバーナに比較して約45%低減することが明らかとなった。これは水冷式保

炎筒と分割火炎によって火炎が冷却されることと、完全予混合火炎であるため燃焼速度が速く、高温滞留時間が短縮されることに起因すると考えられる。

予蒸発・予混合方式小型バーナのNOx排出特性

日本機械学会関西支部第254回講演会 (大阪)
(7. 11. 11)

○磯田 徹, 東 忠宏, 表原靖男

噴射ノズル、多孔筒、保炎筒等によって構成される予蒸発・予混合バーナを試作し、燃焼実験を行った結果、多孔筒の孔数を適正に設定することによって、NOx排出量は従来のガンタイプバーナに比較して約45%低減することが明らかとなった。さらに、火炎が青色短炎であるため高負荷燃焼が可能であり、空気過剰率を1.1程度にまで絞ってもクリーン燃焼するため、ボイラや給湯器に使用する場合、高い熱効率が期待できる。

セメントスラッジの有効利用に関する研究

資源環境連合部会・石膏石炭学会共催 (甲府)
(7. 6. 15)

○井本泰造, 宮内修平, 岩崎和弥, 佐藤幸弘,
高橋弓弦, 北原洋爾

生コンクリートの生産出荷にともない発生するスラッジ (年間約65万トン) は、脱水処理等された後、ほとんどが埋立等廃棄処分されているが、スラッジにはカルシウム分が含まれていることに着目し、焼却排ガス中の酸性ガス中和剤への利用について検討を行った。その結果、スラッジは水和の進行にともない表面積および水酸化カルシウムの増加が認められ、酸性ガスの吸収特性も向上し、中和剤としての利用の可能性のあることが確認された。

住宅用セメント系サイディング材の有効利用に関する基礎研究

平成7年度工業技術連絡会議・資源環境連合部会
近畿地方部会第7回研究発表会 (大阪) (8. 2. 29)

○岩崎和弥, 井本泰造, 宮内修平, 高橋弓弦,
佐藤幸弘, 藤田直也

住宅の外壁材である窯業系サイディング材の生産量は年々増加しており、平成7年には年間100万トンにも達している。しかし、生産量の約20%に相当する切断片および残材が発生し、一部再利用されているが、そのほとんどが埋立処分されている。本研究では有効利用法を確立するために、溶融等の熱処理による再利用の観点から基礎的検討を行った。その結果、サイディング材は約1400℃で溶融し、骨材としての利用の可能性が明らかになった。また、ホウ酸ナトリウムを添加して850℃で焼成した

結果、高吸水性の焼成物が得られた。

単一レーザービーム照射によるレインボーカラー発色可能材料

レーザー学会 学術講演会第16回年次大会 (横浜)

(8. 1. 24)

○永田伍雄

単一レーザービームをFe-Ni-Cr合金に照射して、照射レーザー光の波長と同程度の間隔を持つ溝(回折格子)を形成してきた。今回、Niを含まないFe-Cr合金やCrメッキにも回折格子形成が可能になった。CrおよびCr含有合金以外のMoにおいても回折格子が形成できた。

カーボン繊維表面のプラズマ重合被膜処理による樹脂との接着性の向上

表面技術協会第92回講演大会(北九州市)(7. 10. 2)

藤島征雄, 曾根 匠, ○他

FRPにおいて、高強度、高弾性、軽量化のため、強化材にカーボン繊維が使用されている。このカーボン繊維自体に樹脂との親和性を付加すれば、FRPの強度がさらに向上できると考えられる。そこで、親和性の改善のため、カーボン繊維にシリコン系のプラズマ重合膜を被覆し、繊維との接着性を調べた。その結果、繊維をHMDSのプラズマ重合膜で被覆すると、未被覆のカーボン繊維と比べ、引張強度が30%向上できた。

Fabrication of Ultrasonic Sensor Using Silicon Membrane

The International Conference on Sensors and Actuator '95 (Stockholm, Sweden) (7. 6. 28)

○鈴木義彦, 井上幸二, 小川倉一

シリコンの異方性エッチングと高濃度硼素添加によるエッチングストップにより約1.5 μm 程度の厚みのシリコンメンブレンを作製し、このメンブレンを利用した新しい超音波センサを開発した。このセンサは10 μm 程度のギャップを持ったコンデンサ型のセンサである。18Vを印加した場合の感度は40kHzで67 $\mu\text{V}/\text{Pa}$ であった。共振周波数は600Hzであった。また、本センサの感度の角度依存性についても調べた。

真空蒸着法によるフラーレンの分離

低エネルギーイオンビーム応用研究会

“励起ビーム夏の学校”(箕面)(7. 7. 22)

○野坂俊紀

アーク放電法で作製した炭素スス中のフラーレンを真空蒸着法により分離精製することを試みた。炭素スス中のC60, C70フラーレンはるつぼ温度400 $^{\circ}\text{C}$ で蒸発した。

るつぼ先端の開口径を小さくすると、蒸着膜中のC60濃度は増加し、開口径0.2mm ϕ でC60濃度を96%まで向上できた。一方、蒸発後のるつぼ内にはハイヤーフラーレンが濃縮されることが分かった。

Gettering Effects of Sputtered Zr Atoms in the Reactive Ion Beam Sputtering Process

The 13th International Vacuum Congress (Yokohama, Japan) (7. 9. 28)

○吉竹正明, 野坂俊紀, 岡本昭夫, 小川倉一

反応性イオンビームスパッタ法により酸素、窒素混合ガス雰囲気中でZrのスパッタを行い、作製されたZr-N-O薄膜の諸特性と作製条件について検討した。膜の諸特性、特に膜中の元素組成比がスパッタイオンビーム電流に依存することがわかり、この原因として、スパッタされたZr原子のゲッター作用によるスパッタ中の酸素、窒素ガス組成比の変化であることを明らかにした。

Preparation of CrOx Thin Film and Its Application to Pressure Sensor

The 13th International Vacuum Congress (Yokohama, Japan) (7. 9. 28)

○鈴木義彦, 野坂俊紀, 小川倉一, 他

酸化クロム薄膜はその酸素含有量により抵抗が金属から絶縁体まで幅広く変化する。直流スパッタ法により酸素分圧を変化させながら種々の酸素含有量をもつクロム薄膜を作製したところ、 6×10^{-4} Torrの酸素分圧で歪み抵抗が大きく、抵抗温度係数が50ppmと大変小さな値となった。このような特徴ある物性を示すメカニズムについて検討を加えると共に、高圧測定用にステンレスダイアフラム上に直接酸化クロム薄膜を作製して圧力センサを作製した。

Preparation of Pd Thin Film Photo-Cathode by Ion Beam Sputtering

The 13th International Vacuum Congress (Yokohama, Japan) (7. 9. 28)

○野坂俊紀, 吉竹正明, 岡本昭夫, 小川倉一, 他

Pd薄膜に光を照射し、放出される光電子を電子源とした電離真空計を検討している。光透過型の薄膜は膜厚を薄くすると光電子電流は増加し、膜厚4nmで240nAが得られた。Pd膜厚7nmの膜を用いて中真空領域での圧力とイオン電流の関係を検討した結果、良い直線関係が得られ、電離真空計として利用できることが分かった。

Structure of Gold-Hydrocarbon Composite Thin Films Deposited Using Low Voltage Plasma Sputtering

Method

The 13th International Vacuum Congress and 9th International Congress on Solid Surface (Yokohama, Japan) (7. 9. 28)

○岡本昭夫, 野坂俊紀, 吉竹正明, 鈴木義彦, 小川倉一, 他
プラズマスパッタ法を用いて金薄膜を作製するときに, メタンガスを導入して, スパッタ電圧を300V以下にすることにより, 金と hidroカーボンの複合膜を作製した。作製条件により, 金の超微粒子を分散させた複合膜が作製できることが分かった。

Excited Oxygen Beam by R. F. Type Multicapillary Ion Source

The 13th International Vacuum Congress and 9th International Congress on Solid Surface (Yokohama, Japan) (7. 9. 28)

○岡本昭夫, 小川倉一, 他
筆者らが開発した高周波タイプのマルチキャピラリーイオン源で酸素ビームの発生を試みた。そのビーム中に多くの酸素イオン及び酸素励起種を確認でき, 照射距離に対する減衰が少なく, 酸化物薄膜作製に有効であることが分かった。

窒素, 酸素混合ガス雰囲気におけるZrの反応性スパッタ
第6回粒子線の先端的应用技術に関するシンポジウム (東京) (7. 11. 21)

○吉竹正明, 野坂俊紀, 岡本昭夫, 小川倉一
反応性イオンビームスパッタ法により酸素, 窒素混合ガス雰囲気中Zrのスパッタを行うとき, 導入する酸素および窒素の混合割合を一定にしても, 作製されるZr-N-O薄膜中の酸素-窒素組成比は導入する混合ガス(反応ガス)の流量に依存する。反応ガス流量の増加に従い, Zr膜→Zr-Nlike膜→ZrO₂like膜へと変化することが明らかになり, Zr原子のゲッター作用の影響であることを明らかにした。

真空蒸着法によるフラーレンの分離

第6回粒子線の先端的应用技術に関するシンポジウム (東京) (7. 11. 21)

○野坂俊紀, 吉竹正明, 岡本昭夫, 小川倉一, 他
アーク放電法で作製した炭素スス中のフラーレンを真空蒸着法により分離精製することを試みた。炭素スス中のC₆₀, C₇₀フラーレンはるつば温度400°Cで蒸発した。るつば先端の開口径を小さくすると, 蒸着膜中のC₆₀濃度は増加し, 開口径0.2mmφでC₆₀濃度を96%まで向上できた。一方, 蒸発後のるつば内にはハイヤーフラーレンが濃縮されることが分かった。

励起ビームアシスト法による化合物薄膜の作製

第6回粒子線の先端的应用技術に関するシンポジウム (東京) (7. 11. 21)

○岡本昭夫, 野坂俊紀, 吉竹正明, 鈴木義彦, 小川倉一
イオンビームスパッタ法と筆者らが開発したアシスト用の励起線源を組み合わせた成膜装置を用いて化合物薄膜の室温合成を試みた。InSn合金と酸素の組み合わせで透明導電膜(ITO)を, Alと窒素の組み合わせでAlN薄膜を, 室温基板上に作製することができた。

酸化物超伝導体を用いた赤外線センサ

工業技術連絡会議 電子連合部会

電子デバイス分科会 薄膜研究会 (京都) (7. 11. 17)

○寛 芳治, 日下忠興, 四谷 任, 鈴木義彦, 小川倉一, 他

rfマグネトロンスパッタ装置にて酸化物超伝導体の1種であるYBCOの薄膜をLaAlO₃(100)基板上に作製し, 乾式エッチングにて幅, 長さとも数μm程度のくびれを持つマイクロブリッジ状に加工した。そしてそのくびれ部分に赤外線を照射したときの応答電圧を測定した結果, 応答電圧は超伝導転移温度近傍にて最大値を取り, 応答電圧のバイアス電流および変調周波数依存性はいずれも熱的な応答を示す式とよく一致することがわかった。

HCD方式イオンプレーティング法により形成したチタン窒化物皮膜の[N]/[Ti]と膜質の関係について
日本熱処理技術協会 第40回学術講演大会 (名古屋) (7. 5. 25)

○三浦健一, 石神逸男, 水越朋之, 久野正人

9つのプロセスパラメータと組成比(チタンに対する窒素の原子比)の関係, そして組成比と膜質の関係について検討した。組成比には窒素ガス分圧, 基板温度, 吸着原子のスパッタリング, 不純物酸素の混入が影響していた。硬さおよび格子定数は組成比の低下とともに増加した。格子定数の変化は皮膜に圧縮応力が存在していることを示しており, 硬さも組成比よりむしろ結晶粒度や残留応力などに支配されていることがわかった。

HCD方式とRF方式イオンプレーティング法におけるTiN皮膜におよぼす酸素の影響に関する検討

日本熱処理技術協会第40回学術講演大会 (名古屋) (7. 5. 25)

○石神逸男, 三浦健一, 久野正人, 水越朋之, 浦谷文博
酸素を意図的に添加した皮膜の硬さと組成比について, 他者のRF法による報告と比較した。RF法はHCD法より酸素を取り込みやすい。その一原因として成膜速度の相違は挙げられた。酸素濃度が増すほど硬さは上昇するが,

HCD法の方が顕著であった。HCD法では酸素添加により皮膜の結晶が微細化し、その硬さは酸素無添加の場合も含めて同一のホール・ペチ直線上にプロットできた。皮膜合成は基板表面で行われていると考えられた。

HCD-IP法におけるチタン窒化物皮膜形成におよぼす不純物酸素の影響

平成7年度工業技術連絡会議 機械金属連合部会
機械分科会 (奈良) (7.12.7)

○石神逸男, 三浦健一, 久野正人, 小川倉一

皮膜に不可避免的に混入する酸素の濃度について、9系列のプロセス・パラメータとの関係を明らかにした。その上で次の知見を得た。(1)TiN皮膜では、酸素濃度の増加により硬さの上昇した。その原因は酸素固溶による格子歪みではなく、基板温度の上昇により結晶粒粗大化と酸素の離脱とが平行して起こるためと考えられた。(2)Ti₂N+ α -Ti混合皮膜では、 α -Tiへ酸素が固溶しやすいため、酸素濃度が増加するほど硬さは逆に低下した。

焼結ステンレス鋼のイオン窒化とその耐食性

日本熱処理技術協会 第40回学術講演大会 (名古屋)
(7.5.25)

○横山雄二郎, 曾根 匠, 他

イオン窒化したSUS304L焼結材料を再加熱により窒素を拡散させると同時に、表面の固溶窒素濃度を高くして、耐食性を向上させる方法を検討した。その結果、ポテンシオスタットを用いたアノード分極曲線による耐食性の評価において、イオン窒化後再加熱した試料は、SUS304板材よりは劣るが、焼結のままの試料に比較すると良好であり、今回使用した焼結材料に対して窒素の富化は耐食性に有効であることが確認できた。

二、三の繊維状活性炭の低濃度NOの除去特性

日本セラミックス協会年會研究発表会 (東京)
(7.4.2)

○森 正博, 青木 啓, 磯田 徹, 表原靖男, 他

繊維状活性炭 (ACF) による、5ppmという低濃度NOの分離・濃縮に関連して、ピッチ系, PAN系, セルロース系およびフェノール系のACFのNO吸着特性除去特性を流通法・吸着試験により調べた。低濃度NOは、入手した状態のままの未処理のACFによって常温で吸着できた。原料を異にするACFのNO吸着除去特性は異なり、PAN系ACFがもっとも良好なNO吸着能を示すことが判明した。

銅-亜鉛系合金の自発的形狀変化と耐食性

電気鍍金研究会 6月例会 (大阪) (7.6.16)

○藤田直也, 松本元一, 山内尚彦, 花立有功

形状記憶合金として良く知られているCu-26mass%Zn-4mass%Al合金は、400~700°Cの高温域での加熱冷却に対して、擬可逆的に形状を変化させる。形状記憶合金や銅系の合金の黄金色を保つための耐食性を上げるため、クロム酸-燐酸溶液による電解研磨を行った。評価試験は塩水噴霧試験と加熱酸化による変色を色相計で計り、ESCAによる表面分析も行った。その結果、電解研磨による耐食効果があることがわかった。

Determination of the "Virgin Hardness" and Fracture Toughness of Glass by the Flat Punch

X VII Int. Cong. on Glass (Beijing, China)
(7.10.4)

小川倉一, 宮本大樹, 垣辻 篤, 久米秀樹, ○他

ピッカース圧子の先端を切り取ることによってフラットパンチを作製し、これを用いることによってガラスの機械的特性、特に破壊靱性値の評価を試みた。まず始めに、圧痕の周りに生じる塑性変形や破壊等によって変化しない“生の”硬さを測定する。そして次に、Hertianクラックの発生によって消費されるエネルギーから破壊靱性値を求める試みを行った。

ZrO₂-Al₂O₃系固溶体粉末の合成とHIP焼結

粉体粉末冶金協会 (平成7年度秋季大会) (仙台)
(7.11.8)

稲村 偉, ○他

Al₂O₃が25mol%含む準安定相のZrO₂固溶体粉末は、ジルコニウムとアルミニウムアルコキシドの同時加水分解により作られた。これをHIP法により焼結した。その焼結体はAl₂O₃により部分安定化された正方晶ジルコニアの固溶体である。この固溶体セラミックスは粒径が10~50nmの範囲で、均質な微細構造を持っており、23MPa·m^{1/2}の高靱性を示す。

TiN-AlN系固溶体薄膜の腐食挙動

(1) XPSによる表面酸化の検討

日本セラミックス協会 (平成8回シンポジウム)
(京都) (7.12.4)

稲村 偉, ○他

熱力学的に生成が困難なTiN-AlN系固溶体をスパッタ法により作製した。TiNは600°C以上の温度で容易に酸化されるが、TiN-AlN系固溶体では800°Cまでは酸化されず、Alの添加による著しい耐酸化性の向上が見い出された。XPSの測定結果により、Alの固溶にともなってTi2p_{3/2}は高エネルギー側に、N1sおよびAl2pは低エネルギー側にシフトする傾向が見られることから、耐酸化性の向上はTi3d-t_{2g}電子が減少して、NおよびAlの電子密度が増加

したことに起因すると考えられる。

TiN-AlN系固溶体薄膜の腐食挙動

(2) X線分析とMO計算による解析

日本セラミックス協会 (平成8回シンポジウム)
(京都) (7.12.4)

稲村 偉, ○他

TiN-AlN系固溶体の耐酸化性に影響する電子状態について検討するために、結晶モデルを作製して金属-窒素間の結合状態をDV-X α 分子軌道(MO)法により計算した。Ti-Nの結合次数はAlの置換とともに増加する。酸化物イオンがTi原子に吸着したモデルでは、Ti-Oの結合次数はAlの置換により大幅に減少する。TiNにAlが固溶することによって生じる金属-窒素間の結合次数の増加に起因して、耐酸化性が向上すると考えられる。

PHIP法による繊維強化TiAl基複合材料の作製

粉体粉末冶金協会 平成7年度秋季大会 (仙台)
(7.11.9)

○垣辻 篤, 他

Ti-50at%Alとなるように配合したTi, およびAlの粗粉末混合体に、長さ1mmに裁断したSi-Ti-C-O繊維を10vol%混合した。この原料を用いて、800~1200°Cの温度範囲で、擬HIP (PHIP) 処理を行って、TiAl基複合材料を作製した。えられた複合材の、生成相ならびに反応相の同定を行い、これらが複合材料の機械的性質に与える影響について検討を行った。

切削加工油の初期劣化に関する細菌の分離

日本防菌防黴学会大会 (豊中) (7.5.29)

藤原信明, ○他

金属加工では水溶性切削油が使用されるが、微生物の増殖により品質の劣化が起りやすく、この劣化は初期の段階で増殖する細菌によって切削油のpHが低下するために進行すると考えられている。この劣化を防止する方法の開発を目的に初期劣化に係わる微生物の分離を試みたところ、1菌株が切削油のpHを著しく低下させることが判った。同定の結果、本菌はBacillus属細菌であった。

有機ポリシランのパターン染色

近工連化学専門部会 (大阪) (7.10.16)

○櫻井芳昭, 夏川一輝, 蔵本暢浩

空気中でのポリシランのUV光分解は、Si-O-SiやSi-OHの生成を伴い、UV光照射パターン通りにその物性が変化する。Si-OHの生成に伴う水に対する膨潤性に着目し、UV光照射部だけに水溶性色素による選択的パターン染色ができることを報告した。さらに、色素とその染色順序

を選ぶことによって、同一フィルム上に、UV光照射、染色、乾燥の簡単な操作の繰り返しで、多色染色ができることを示した。

Pattern Coloring of UV-Light Imaged Polysilane Films Using Electrochemical Deposition of Pigment Micelle
The Third International Symposium on Functional Dyes (Santa Cruz, U. S. A.) (7.7.19)

○櫻井芳昭, 夏川一輝, 他

有機ポリシランのUV光分解による膨潤効果(Si-OHの生成に伴う水に対する膨潤性に着目)と新しい顔料製膜法であるミセル電着法を組み合わせることによってUV光照射パターン通りにポリシラン膜への顔料電着が可能であることを示した。この結果は、液晶ディスプレイなどで重要な要素部品であるカラーフィルタへの応用の可能性を強く示唆し、有機ポリシランの新しい応用を開発した。

フォトクロミズムを示すスピロピランLB膜の構造

-FT/IRによる研究-

日本分光学会 平成7年度講演会 (東京) (7.6.18)
蔵本暢浩, ○他

スピロピラン化合物が異なる波長の光照射で分子中の環の開閉に基づく無色 \leftrightarrow 着色の二つの状態を取り得ることは良く知られているが、固相中では溶液の場合ほど顕著でなく、実用に当たった際の障害となっている。ここでは、LB法で作成した薄膜の構造を赤外分光法等から検討して、分子を密に配列させるよりはスペーサー等を加えて空間をもたせるか、または嵩高い置換基を分子中に導入することによって改善できることを示した。

スクアリリウム色素LB膜の構造に及ぼす累積表面圧の影響

-赤外, 紫外可視スペクトルからの検討-

第26回中部化学関係学協会支部連合秋季大会

(松本) (7.9.25)

○蔵本暢浩, 他

光記録媒体、センサー素材等として活用されるスクアリリウム色素がLB膜中でどのような構造をとっているかを知るため、成膜時の表面圧を5~30mN/mの範囲内で種々変えて作成し、これらをUV-visおよびFT/IR分析から検討した。膜中ではモノマー分子の吸収以外にH-会合体に基づく新たな吸収がみられ、その生成量は成膜時の表面圧が高くなるにつれて増大すること、また隣接分子間でN⁺---O⁻のような弱い結合は存在し、これが会合体の形成に寄与していることなどを明らかにした。

アゾ色素LB膜の熱、酸・アルカリ処理による色調変化 1995年度色材研究発表会（東京）（7.10.6）

○蔵本暢浩, 夏川一輝, 櫻井芳昭

分子の両端にヘテロ環とアミノナフタレン環を有する非対称な両親媒性アゾ色素から作成したLB膜の構造と機能について調べた。用いた化合物は、LB膜作成時にH型会合体を形成して黄色を呈するが、これを塩酸蒸気に曝すと瞬時にモノマー体に戻り赤紫色になり、さらに60°Cに加熱またはアンモニア蒸気に曝露すると再び黄色に戻る現象を見出した。会合状態の変化に基づくこの可逆的な色調変化は60回繰り返しても鮮明に認められ、酸・塩基性ガスの検知材料等への応用の可能性を示した。

ポリ(N, N-ジアルキルアクリルアミド)を1成分とする高分子多成分系の表面

日本接着学会年次大会（大阪）（7.6.22）

○坂本義章, 遠藤仁子

ガラス板上で作製した、ポリ(N, N-ジエチルアクリルアミド)(PDEAA)とポリスチレン等との2成分系(グラフト共重合体およびブレンド)キャストフィルムでは、空気側、ガラス側界面の双方にPDEAA成分が偏析した。これによってそれらの面は大きい水濡れ性を示した。これらについて界面自由エネルギーの観点から考察した。

Recycling of Vulcanized Rubber Wastes Including Tire International Rubber Conference (Kobe, Japan) (7.10.25)

坂本義章, 遠藤仁子, 三刀基郷, ○他

ジペンテンやアロオシメンを含む再生油/CoやMnのナフテン酸塩の2成分を分解剤に用いることによって、NRやSBRの加硫ゴムを比較的低温で分解することができた。タイヤなどの廃棄物からこの方法で得られた分解物は、その分解度に応じて粘着剤から再加硫成形品まで幅広く応用できることがわかった。

熱硬化性樹脂廃棄物のPVC分解ガス(塩化水素ガス)による分解生成物

第41回高分子研究発表会(7.7.7)

○吉岡弥生, 大西均, 広畑健, 水谷潔, 木本正樹, 浅尾勝哉

廃棄処理が非常に困難であるポリ塩化ビニルの熱分解ガスである塩化水素ガスを利用し、熱硬化性樹脂である不飽和ポリエステル樹脂に対する熱分解促進効果およびその分解生成物について検討した。その結果、塩化水素ガス中では不飽和ポリエステル樹脂の熱分解温度より低い温度で処理したにもかかわらず大きな重量減少を示し

た。また、分解生成物としては、無水フタル酸およびカルボキシル基などの官能基を有するスチレンオリゴマーなどが確認できた。

沈澱重合法によるポリイミド微粒子の調製

第44回高分子討論会(吹田)(7.9.18)

○浅尾勝哉, 三刀基郷

芳香族ジアミンと無水テトラカルボン酸を出発原料に用い、非プロトン極性溶媒中で沈澱重合法によりポリイミド微粒子を調製した。得られた粒子の形態は大きく分けて球状、不定形状、パイ状であり、ポリイミドと反応溶媒との親和性とポリイミドの分子量に依存することが分かった。また、本方法で得られたポリイミド微粒子は全て結晶であり非常に優れた耐熱性を示した。

沈澱重合法によるポリイミド微粒子の調製 [II]

第4回ポリマー材料フォーラム(東京)(7.11.29)

○浅尾勝哉, 三刀基郷

沈澱重合法により球状単分散ポリイミド微粒子の調製を行った。溶媒に可溶性のポリイミドと不溶性のポリイミドを共重合することにより粒度分布の狭い球状ポリイミド微粒子を調製できることを見いだした。また、共重合比を変化させることにより粒子径をコントロールが可能であった。本方法で得られたポリイミド微粒子は全て結晶性であり非常に優れた耐熱性を示した。

炭素繊維複合材料の動力学的性質におよぼす炭素繊維表面処理の影響

第4回複合材料界面シンポジウム(東京)(7.5.18)

○木本正樹, 大西均, 他

陽極酸化による表面処理量の異なる炭素繊維(CF)を用いた複合材料の動的粘弾性挙動について検討した。表面処理量が30C/m²の場合、損失弾性率(E'')の値が極小を示し、またE''ピーク温度についても最も高い値を示した。

このことから、CF表面処理量としては30C/m²程度が最適であることがわかった。

熱可塑性ポリイミドおよびイミドオリゴマー混合によるエポキシ樹脂の強じん化

第33回日本接着学会年次大会(吹田)(7.6.22)

○木本正樹, 吉岡弥生, 水谷潔, 三刀基郷

エポキシ樹脂(Ep)の強じん化を目的として熱可塑性ポリイミド(PI)および末端反応性イミドオリゴマーとのブレンド物の調製をおこなった。また混合系の相溶性と硬化物の相構造の関係について検討した。Ep/PI混合物の曇点測定から得られた相図における相溶領域の広さと、

硬化物のモルホロジーの間に関連性が認められた。また動的粘弾性などの結果から、Ep/PIの硬化温度が高いほど相分離が進行していることが分かった。

イミド系樹脂混合によるエポキシ樹脂の強じん化と炭素繊維複合材料への応用

第44回高分子討論会(吹田)(7.9.19)

○木本正樹, 吉岡弥生, 水谷 潔

エポキシ樹脂(Ep)/ポリイミド(PI)混合硬化物の相構造と破壊じん性の関係について検討した。即ち、Ep/PIの硬化温度、相分離の度合い、混合したPIの化学構造、分子量、末端反応性基の有無などと応力拡大係数の関係について明らかにした。また、Ep/PIブレンドを炭素繊維複合材料(CFRP)のマトリックス樹脂として用い、CF含有率、硬化温度などがマトリックス樹脂の高次構造、物性に及ぼす影響について検討した。

Effect of Fiber Surface Treatment on Dynamic Mechanical Properties of Carbon Fiber-Epoxy Composites

The 4th Jpn. Int. SAMPE Symposium
(Tokyo, Japan)(7.9.26)

○木本正樹, 大西 均, 他

炭素繊維複合材料(CFRP)の粘弾性挙動に及ぼす、炭素繊維(CF)の種類、配向方向、およびサイジング量の影響について検討した。貯蔵弾性率(E')はCFの配向が 90° のCFRPに比べ、 0° の方が大であった。CF 0° の場合、PAN系くピッチ系であり、繊維の種類の影響が顕著であったが、CFRP 90° の場合、繊維の種類による差は認められなかった。サイジング量が0.2wt%以上になると損失弾性率のピーク温度が低下したことから、サイジング量は0.2wt%以下が適当であることが分かった。

エポキシ樹脂の強じん化

—熱可塑性樹脂ブレンドを中心として—

IPACK研究会(東大阪)(7.12.12)

○木本正樹

エポキシ樹脂は加工性、耐熱性、接着性等に優れ、複合材料用マトリックス樹脂、半導体封止剤などに用いられる。しかし脆いことが欠点である。脆さを改善する方法としては、エポキシ骨格の改良、充填剤、ゴムの分散などが知られているが、筆者が行っている、熱可塑性樹脂のブレンドによる強じん化について、モルホロジー、物性、強じん化の機構などについて紹介した。

液晶高分子の複雑形状流路内の流れの偏光顕微鏡観察
第45回応用力学連合講演会(東京)(8.1.30)

○吉川忠作, 他

液晶高分子であるHPC(ヒドロキシプロピルセルロース)50, 60wt%水溶液の、円柱を有する流路および急縮小・急拡大(4:1)を有する流路内の流れの偏光顕微鏡観察の結果から、以下のことを明らかにした。(1)拡大流れ部に円弧状のテクスチャーが周期的に発生する。(2)円柱後方にウェルドラインに対応する高い分子配向をもつ線が形成される。(3)急拡大部において流線が拡大する。(4)複数を流路場による配向の変化が下流に長く残る。

急縮小・急拡大流路における液晶高分子の流れの数値解析
日本レオロジー学会 第22年会(京都)(7.5.18)

○吉川忠作, 他

液晶高分子の急縮小・急拡大流路における、流動および分子配向挙動について、2次元定常流れとして数値解析を行った。液晶高分子の構成比として修正DOIモデルを用い、モデルパラメータにはHPC(ヒドロキシプロピルセルロース)50wt%水溶液に対するものを使用した。数値計算は差分法により行ない、分子配向は流線に沿う積分を用いる手法で計算した。計算方法の概要と流動および分子配向挙動の計算結果について報告した。

GAを用いた三次元強化複合材料の最大破壊強度設計法
第48回日本繊維機械学会年次大会(大阪)(7.6.8)

○奥村俊彦, 他

繊維強化複合材料の強化形態の一つとして三次元織物がある。このような材料では、設計者が織り構造を適当に選択することにより材料設計を行うことが可能である。しかし、最適な織り構造を決定する方法は確立されていない。本研究では、三次元織物の織り構造を表現する解析モデルを構築し、最適化手法の一種であるGA(遺伝的アルゴリズム)と有限要素法を組み合わせた設計手法を提案し、最も優れた力学特性を発揮する織り構造を設計する方法について検討した。

二色層状複合成形品の成形における最適化手法の適用
第7回プラスチック成形加工学会年次大会(東京)
(7.6.7)

奥村俊彦, ○他

現在プラスチック成形加工分野においては、製品に意匠性等の付加価値を持たせることを目的とした複合成形技術の開発が活発である。その一つとして「同時複射出成形法」がある。しかし成形技術が未だ確立されておらず、樹脂の流動状態を予測する方法の開発が求められる。本研究では、有限要素解析および最適化手法を組み合わせた方法を用いて、二色層状複合成形品の樹脂合流境界面の位置を予測する方法を提案し、その有効性につ

いても検討した。

熱成形における最適化手法の適用

第7回プラスチック成形加工学会年次大会 (東京)

(7.6.7)

奥村俊彦, ○他

熱成形な形状の複雑な大型成形品の成形が容易に行えるなどの利点を有している一方、偏肉が発生し易いという欠点を併せ持つ成形技術である。偏肉を発生させない成形条件を決定するためには計算の試行錯誤を繰り返す必要がある。本研究では、有限要素解析および最適化手法を組み合わせた方法を用いて、均一な板厚分布を有する成形品を得るための最適な成形条件(加熱条件)を数値解析により決定するための方法について検討を行った。

Closed Process of Electrolytic Ni-P Alloy Plating

The 4th Asian Surface Finishing Forum

(Tokyo, Japan) (7.5.28)

○横井昌幸, 中出卓男, 森河 務, 他

カチオン交換膜によりめっき槽をアノード室とカソード室に分離するとともに、Ni陽極と不溶性陽極を併用することにより、廃浴を発生させない電気Ni-P合金めっきプロセスの可能性を検討した。本プロセスでは、めっき室に亜りん酸あるいは亜りん酸ニッケルを、H₂Oを陽極室に、通電量と皮膜のP含有率に応じて補給することにより、P含有率22~24%のNi-P合金皮膜を析出効率約50%で約200時間連続して得ることができた。不溶性陽極とNi陽極へのアノード電流配分比は、めっきの析出電流効率とめっき皮膜のP含有率によって決まることも示した。

実用複合材料における繊維/樹脂界面強度評価とAE

複合材料界面科学研究会 第4回複合材料界面科学

シンポジウム (東京) (7.5.18)

○上野谷敏之, 小栗泰造

同一繊維/樹脂系に対して繊維の表面処理条件のみを体系的に変えて成形されたガラス繊維織物/エポキシからなる実用積層複合材について、AE法による繊維/樹脂界面はく離強度の評価を試みた。AEの初期挙動には試料の微視的な欠陥の存在が反映されたが、シラン処理濃度の上昇とともにはく離開始応力および引張強さの向上が認められ、本評価法では従来よく用いられている単繊維モデル複合材による方法では評価できなかった繊維表面処理の影響が評価できる可能性が得られた。

高分子複合材料における損傷進展とそのメカニズム

京都大学工学部機械工学最先端技術セミナー (京都市)

(7.7.15)

○上野谷敏之

複合材料における微視的破壊プロセスの把握のため、種々の実験手法を比較・検討し、(1)acoustic emission(AE)法は連続的に観察可能であり、対象物の光透過性や厚さに制約されず、欠陥や損傷の動的挙動の検出に優れる。(2)複合材料に生ずる複数のメカニズムはAE信号の波頭部の周波数スペクトルパターンにより損傷様式の識別が可能である。(3)ガラス繊維/エポキシ実用複合材料の損傷過程について、光学的観察結果と比較・検討し、両者の傾向はよく一致した。

高分子複合材料における微視的破壊過程のAEによる推定

日本材料学会複合材料部門委員会、京都大学工学部付属メゾ材料研究センター共催

第3回メゾ材料シンポジウム (京都) (7.7.21)

○上野谷敏之, 小栗泰造

複合材料の微視的破壊プロセスの把握は強度や信頼性の改善、さらには損傷の破壊力学的理解のため実験的手法によるプロセス解析法、とりわけ、実用複合材に適用可能な検出法の開発を目指し、高分子基複合材料の内部損傷の検出について、これまでに適用されている種々の非破壊的手法の特徴を整理し、光学的手法とAE法による微視的破壊過程に関するケーススタディを行った。AE法の援用により内部損傷の進展状況や特定の損傷様式の開始を判定できることを示した。

Acoustic Emission and the Fiber/Matrix Interface Failure Progress and Strength in Glass Fiber/Epoxy Laminates

The 10th International Conference on Composite

Materials (ICCM10) (Whistler, Canada) (7.8.15)

○上野谷敏之

ガラス繊維織物強化FRPに発生するAEの損傷メカニズムの識別の可能性について、3つのアルゴリズムを検討し、AE振幅解析では破壊様式を識別しえない。また、個別の破壊様式の開始荷重を決定するにあたっては、周波数スペクトル解析を適用することが適していると考えられた。同アルゴリズムにより導かれた損傷進展曲線上で界面はく離に起因したAEのactivityの急増点を特定する方法を示し、繊維/樹脂界面のはく離開始荷重を決定する方法を提案した。

高分子基複合材料における繊維/樹脂界面破壊のAEキャラクターゼーション

日本非破壊検査協会・第10回アコースティック・

エミッション総合コンファレンス (高知) (7.11.9)

○上野谷敏之, 小栗泰造

実用ガラス繊維織物複合材料の破壊は複数の微視的損傷機構からなり, それらはAE信号として検出可能である。それらのAE信号はその周波数スペクトルパターンの特徴により5つにタイプ分けされ, それぞれはその発生荷重レベルや損傷の光学的観察を参照して, 異なる微視的破壊様式に対応づけられた。全変形過程における損傷挙動は損傷進展曲線として図示され, これをもとに, 実用複合材におけるシラン処理濃度の繊維/樹脂界面はく離開始応力への影響を評価した。

繊維強化複合材料の損傷評価とそのサーモグラフィ/AEハイブリッド非破壊解析によるアプローチ

日本非破壊検査協会・サーモグラフィによる非破壊評価技術シンポジウム (東京) (7. 11. 28)

○上野谷敏之, 他

実用複合材料積層板における損傷の発生・進展の非破壊的キャラクタリゼーションを目指し, 応力分布の2次元的情報を与える赤外線応力画像法と損傷検出感度に優れるAE法を円孔切欠き織物強化CFRP試験片の繰り返しクリープ試験および疲労試験に適用した。負荷による応力分布の変化や損傷発生には共通のマトリックスの変性効果が認められた。また, AEが一定の空間的集中度を示す荷重レベルと応力分布の変化が認められるレベルはほぼ一致し, ハイブリッド化の可能性が認められた。

織物強化積層材料における実損傷のサーモグラフィック評価の試み

日本材料学会 第25回FRPシンポジウム (京都・田辺) (8. 3. 18)

○上野谷敏之, 小栗泰造, 森岡亮次郎, 他

実用複合材料の損傷進展挙動を非破壊的に評価することを目的とし, 熱弾性応力解析 (TSA) を炭素繊維織物積層材に適用した。繰り返しクリープ試験および疲労試験においてTSAにより推定される損傷像は負荷の形態や繰り返し回数により明らかな相違が認められた。それらは超音波Cスキャンによる観察結果とよく一致し, TSAは実損傷に関する有用な2次元的情報を提供できると考えられた。また, 画像情報の変化分のみを解析することにより弱い応力変化を明示できた。

GHD (ジオシンセティック水平排水材) 補強高含水比粘性土盛土実験

ジオテキスタイル技術研究会 (大阪) (7. 4. 6)

○赤井智幸, 松本 哲, 他

新たに開発した補強と排水機能を兼ね備えたジオシンセティック水平排水材 (GHD) を用いて高含水比粘性土

の盛土補強へ展開した結果について報告した。

無補強では盛立て不可能な自然含水比90%の高含水比粘性土 (沖積粘土) を盛土材料に用い, GHDを補強材として敷設した実験盛土を構築してGHDの補強効果を検討した。

ジオシンセティック水平排水材 (GHD) の物性について ジオテキスタイル技術研究会 (大阪) (7. 4. 6)

○松本 哲, 赤井智幸, 他

新たに共同開発した補強と排水機能を兼ね備えた14種類のジオシンセティック水平排水材 (GHD) について, 広幅引張試験において5%ひずみが生じる荷重を載荷したクリープ試験や, 土層を用いた排水実験の評価結果から, 盛土補強材としての性能について報告した。さらに, 代表的なポリエステル製の織物と不織布の化学的安定性, 耐候性の評価結果から, GHDの耐久性について検討した結果を併せて発表した。

ジオシンセティック水平排水材の排水性

繊維学会 平成7年度年次大会研究発表会 (東京) (7. 6. 27)

○赤井智幸, 松本 哲, 他

暗渠排水はもとより, 排水性を有する盛土補強材としても適用可能なジオシンセティック水平排水材の開発に取り組んできた。ここではジオシンセティック水平排水材を暗渠排水に用いた場合の排水性, 盛土補強材として適用した場合の圧密促進効果について, 主に室内実験で検討した結果を報告した。

ジオテキスタイル水平排水材の敷設ピッチと排水能

地盤工学会 第30回地盤工学研究発表会 (金沢) (7. 7. 12)

赤井智幸, ○他

ジオテキスタイルの敷設にあたっては, ドレーンピッチの決定が最も重要である。しかし, 従来の考え方にはジオテキスタイル自身の排水能と圧密速度の関係が十分には反映されていない。そこで, 本論文では排水能と圧密速度の関係を求めるためにウエルレジスタンスの式を準用し, これに関する考察を行った。

ジオシンセティック水平排水材 (GHD) の高含水比粘性土盛土試験施工への適用

地盤工学会 第30回地盤工学研究発表会 (金沢) (7. 7. 12)

赤井智幸, ○他

自然含水比90%の高含水比粘性土 (沖積粘土) を盛土材料に, GHDで補強した盛土の試験施工を行った。また, その安定解析のためにGHDの排水機能と補強機能を取り

入れた盛土安定解析モデルを構築した。本論文では、試験施工で得られた結果とこのモデルによる安定解析結果を比較し、モデルの有効性について報告した。

GHD補強高含水比粘性土盛土崩壊実験（その1）

—用いた材料物性と試験盛土の設計の考え方—
地盤工学会 第30回地盤工学研究発表会（金沢）
（7.7.12）

赤井智幸，○他

ジオシンセティック水平排水材（GHD）を盛土補強に適用し、その効果を設計に導入することを目的としてGHDで補強した高含水比粘性土盛土のフルケースでの盛土崩壊実験を行った。本論文では、用いたGHDの物性ならびに材料の排水性を考慮した設計の考え方、安定計算の結果について報告した。

GHD補強高含水比粘性土盛土崩壊実験（その2）

—盛立てならびに載荷状況と崩壊結果—
地盤工学会 第30回地盤工学研究発表会（金沢）
（7.7.12）

○赤井智幸，松本 哲，他

ジオシンセティック水平排水材（GHD）を盛土補強に適用し、その効果を設計に導入することを目的としてGHDで補強した高含水比粘性土盛土のフルケースでの盛土崩壊実験を行った。本論文では、実施した4つの崩壊実験の盛立てならびに載荷状況、および崩壊パターンや崩壊後の材料の状況等の崩壊結果について報告した。

GHD補強高含水比粘性土盛土崩壊実験（その3）

—盛立て中ならびに崩壊時の挙動計測結果—
地盤工学会 第30回地盤工学研究発表会（金沢）
（7.7.12）

赤井智幸，○他

ジオシンセティック水平排水材（GHD）を盛土補強に適用し、その効果を設計に導入することを目的としてGHDで補強した高含水比粘性土盛土のフルケースでの盛土崩壊実験を行った。本論文では、高含水比粘性土盛立て中の間隙水圧や土圧の変化、ならびに載荷盛土時の斜面の水平方向変位等、盛土崩壊実験での計測結果について報告した。

GHD補強高含水比粘性土盛土崩壊実験（その4）

—GHD補強材の排水効果の計測結果—
土木学会 第50回年次学術講演会（松山）（7.9.19）
赤井智幸，○他

ジオシンセティック水平排水材（GHD）を盛土補強に適用し、その効果を設計に導入することを目的としてGHD

で補強した高含水比粘性土盛土のフルケースでの盛土崩壊実験を行った。本論文では、粘性土盛土崩壊実験前後に実施した、含水比および強度試験結果から得られたGHD敷設による排水効果について報告した。

GHD補強高含水比粘性土盛土崩壊実験（その5）

—設計の考え方と実験結果の対比—
土木学会 第50回年次学術講演会（松山）（7.9.19）
赤井智幸，○他

ジオシンセティック水平排水材（GHD）を盛土補強に適用し、その効果を設計に導入することを目的としてGHDで補強した高含水比粘性土盛土のフルケースでの盛土崩壊実験を行った。本論文では、設計の考え方と実験結果を対比し、特にGHDの圧密促進効果による粘性土の強度増加について報告した。

GHD補強高含水比粘性土盛土崩壊実験（その6）

—GHDに生ずる引張力の安定計算からの逆算値と材料試験値との対比—
土木学会 第50回年次学術講演会（松山）（7.9.19）
赤井智幸，○他

ジオシンセティック水平排水材（GHD）を盛土補強に適用し、その効果を設計に導入することを目的としてGHDで補強した高含水比粘性土盛土のフルケースでの盛土崩壊実験を行った。本論文では、崩壊時においてGHDに生じていたであろう引張力を逆算によって求め、その値を材料試験による材料強度および引抜き強度と比較し、その結果からGHDの敷設法について考察した。

Interaction between Collagen and Monoalkyl Phosphate(MAP) Studied by Binding Isotherms, Circular Dichroism and Relative Fluorescent Intensity
The 23th Congress of International Union of Leather Technicians and Chemists Society (X X III IULTCS Congress) (Friedrichshafen, Germany) (7.5.15)
○佐藤恭司，他

コラーゲン水溶液に対する、MAPとアルキル硫酸エステル(MAS)の吸着挙動を検討した。平衡濃度が同じ場合、MAPはMASより吸着量が多かった。吸着等温線は変曲点を有し、変極点の吸着量は分子量に関わらず一定であった。MAPやMASの吸着でコラーゲンは構造変化を生じ、吸着初期段階から解離基と疎水基は共にコラーゲンの構造に影響を及ぼし、協同的に構造変化を生ぜしめた。MAPの吸着したコラーゲンはMASより疎水性が高かった。

耐水処理革の洗濯による面積と風合いの変化

日本皮革技術協会 第92回皮革研究発表会（東京）

(7.5.12)

○稲次俊敬, 佐藤恭司

耐水処理革(3種類)を界面活性剤としてアニオン、ノニオン計5種類用いて洗濯試験を行った。洗濯時間と乾燥温度を変えて、洗濯前後の革の面積、厚さ、圧縮弾性、柔軟性を測定し、洗濯条件や耐水処理剤、界面活性剤の種類が面積の収縮、形態の変化、風合いの変化に及ぼす影響について検討した。その結果、耐水処理革は通常の革に比べ、水による洗濯に対して変化が少ないことが認められ、これは耐水処理剤による革繊維間の充填効果や革繊維表面の疎水化効果によるものと考えられた。

キノン系色素の ab initio 計算

第36回染色化学討論会(東京)(7.7.12)

○汐崎久芳, 他

3次の非線形光学活性を示す2,6-ジプチルアミノ-4,8-ジヒドロキシ-1,5-ナフトキノンは、多くの互変異性構造をとりうるが、結晶中では1,5-ナフトキノンをとっている。X線構造解析からは、分子内および分子間水素結合により、1,5-ナフトキノンを構造が安定となっていることが示唆された。半経験的分子軌道法では水素結合の寄与を正確に計算できなかったが、非経験的方法である ab initio 計算では、結晶中で、1,5-ナフトキノンを構造が安定であるとの結果が得られた。

ナフトキノン系色素の分子軌道計算

第1回高精度分子設計研究会(東京)(7.7.2)

○汐崎久芳

3次の非線形光学活性を示す2,6-ジプチルアミノ-4,8-ジヒドロキシ-1,5-ナフトキノンは、多くの互変異性構造をとりうるが、結晶中では1,5-ナフトキノンをとっている。半経験的分子軌道法MOPACを用いた計算では、1,4-ナフトキノンを構造が1,5-ナフトキノンを構造よりも安定であるとの結果を与えた。MOPACでは水素結合の寄与を正確に計算できないため、水素結合の寄与を考慮できる非経験的分子軌道計算を行い、結晶中では、1,5-ナフトキノンを構造が安定であるとの結果が得られた。

MO Calculations of Quinoid Dyes for 3rd Order NLO Materials

European Optical Society Topical Meeting

(Val Thorens, France)(8.1.14)

○汐崎久芳, 他

ナフトキノン系色素が大きな3次非線形感受率を示すことがわかったが、その色素の構造が、互変異性体を含むため、どの構造を取っているか特定する事が困難であった。そこで、分子軌道計算を用いて構造最適化を行い、

最安定構造を決定した。併せて、X線構造解析およびnmr測定を行い、計算結果との比較検討から、溶液中での分子構造を決定した。

アミノナフトキノン系色素の互変異性と自己集積能

日本写真学会1995秋季大会(京都)(7.11.29)

汐崎久芳, ○他

色素を先端技術材料として用いるためには、分子レベルと材料レベルで相関付ける必要がある。ある種のキノン系色素が溶液中で互変異性を示し、固体薄膜上で吸収スペクトルが大きく長波長側にシフトすることを見いだした。これらの色素は大きな3次非線形感受率を示した。これらの色素についての分子軌道計算や、3次元自己集積化と吸収スペクトルの関係を一般化するための方法論について提案した。

アミノナフトキノン系色素の互変異性と分子軌道計算

日本化学会 第70回春季年会(東京)(8.3.28)

○汐崎久芳, 他

優れた3次非線形光学活性を示す2,6-ジプチルアミノ-4,8-ジヒドロキシ-1,5-ナフトキノンの互変異性構造について、nmrおよび分子軌道法を用いて検討した。密度汎関数法を用いた計算から、1,5-ナフトキノンを構造が1,4-ナフトキノンを構造よりも1.98kcal/mol安定であることが示唆された。室温でのnmrスペクトルでは水素結合プロトンのピークは1本であったが、低温ではそのピークがスプリットし、溶液中では互変異性構造を取っていることがわかった。

タンパク質分解酵素を使った擬餌用魚皮の試作

第42回日本皮革技術協会皮革研究発表会(東京)

(7.5.12)

○奥村 章

スズキ目シイラ科の魚皮から擬餌を試作するため、蛋白質分解酵素による脱鱗と薄皮化、合成樹脂含浸による耐水性付与を検討した。魚皮は枯草菌算出アルカリプロテアーゼ2g/1+重炭酸ナトリウム20g/1処理により、脱鱗は1日間で完了し、皮の厚さは4日間で57%減少し、乾燥皮の厚さは0.15~0.35mmとなった。仕上げ用架橋型ポリウレタン樹脂含浸により、耐水性が向上し、透明な擬餌の水膨潤による白化は遅延した。

編集委員 (50音順)

情報管理専門部会 情報編集小委員会

○印 委員長

○青 木 啓 黒 田 寧 杉 前 昭 好
野 上 良 亮 牧 尾 雄 亮 三 刀 基 郷

大阪府立産業技術総合研究所報告

通 巻 No.10

平成9年6月25日印刷 平成9年7月15日発行

編集・発行 大阪府立産業技術総合研究所

〒590-02 和泉市あゆみ野2丁目7番1号
TEL. (0725) 51-2521

印 刷 丸 善 印 刷 株 式 会 社

本誌ご入用の方は当所企画部情報管理課宛お問い合わせ下さい

