

# 広島県立西部工業技術センター報告

(呉工業試験場報告改称)

No. 27

October 1984

## 目 次

### 抄 錄

#### 一報 文一

1. モータブレーカ用ダッシュポットの組立ロボットの開発	片岡 豊・山崎隆志・中塙武之・古田和則 五反田文治	1
2. 光ファイバを用いた吸光分析装置の開発	酒井隆司・岡田秀雄・南良良治・山崎隆志 畠 德宣・池田哲宏・大下 嶽	5
3. 画像処理技術による検査の自動化	永山博夫・打田澄雄	8
4. 組鉛柄樹脂コーティングロボットの開発	南良良治・吉野信行・岡田秀雄・酒井隆司 池田哲宏・蒲田政信・大下 嶽	12
5. アルミニウム合金製ポートの船体成形技術の開発	蒲田政信・畠 德宣・大下 嶽・杉原利彦 新歩一昇	16
6. 自動制御方式による食品の濃縮技術	馬場洋宏・南良良治・蒲田政信・大下 嶽 安信草彥・井山満雄	19
7. 低周波空気振動防止に関する研究	岡田秀雄・南良良治・吉野信行・池田哲宏	22
8. 実装プリント配線板の自動検査	松庭和生・永山博夫・馬場洋宏・打田澄雄	26
9. CADシステムによるプレス金型の自動設計用ソフト ウエア開発	斯波信雄・平田敏明・京極秀樹・小池 明 福田宗行・岸本三和	30
10. CADによる機械部品の標準化	兼広二郎・平田敏明・小池 明・小林賛治	34
11. 低濃度酸性金めっきに関する研究	梶岡 秀・清水達磨	38
12. レジンコンクリートの工作機械ベッドへの応用(第2報)	小林賛治・兼広二郎・鈴木 寛・金本 正	42

広島県立西部工業技術センター

BULLETIN  
of the  
INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE,  
HIROSHIMA PREFECTURE, WEST

October 1984

Vol. 27

Contents

Scientific Papers

Automation and Labor Saving on Assembly of the Electric Parts by Small Robot KATAOKA Yutaka, YAMASAKI Takashi, NAKASHIO Takeyuki, FURUTA Kazunori and GOTANDA Bunji .....	1
Development of Optical Fiber Absorption Photometer SAKAI Takashi, OKADA Yoshio, NARA Ryoji, YAMASAKI Takashi, HATA Noriyoshi, IKEDA Tetsuhiro and OSHITA Iwao .....	5
Automatic Parts Inspection System Using Digital Image Processing (2nd report) NAGAYAMA Hiroo, UCHIDA Sumio .....	8
Development of a primary coating robot for set-file-grips NARA Ryoji, YOSHINO Nobuyuki, OKADA Yoshio, SAKAI Takashi, IKEDA Tetsuhiro, KAMATA Masanobu and OSHITA Iwao .....	12
Hull Forming of Aluminium Alloy Boats KAMADA Masanobu, HATA Noriyoshi, OSHITA Iwao, SUGIHARA Toshihiko and SHENPOUCHI Noboru .....	16
Food Concentration Technique by Automatic Control BABA Yoshihiro, NARA Ryoji, KAMADA Masanobu, OHSHITA Iwao, ABE Syozo and IYAMA Mitsuo .....	19
A Development of Active Control Unit against Low Frequency Noise OKADA Yoshio, NARA Ryoji, YOSHINO Nobuyuki and IKEDA Tetsuhiro .....	22
Inspection System of Printed Circuit Boards Mounting Electronic Parts HIGAKI Kazuo, NAGAYAMA Hiroo, BABA Yoshihiro and UCHIDA Sumio .....	26
Development of Software for Automated-Design of metallic mold SHIBA Nobuo, HIRATA Toshiaki, KYOGOKU Hideki, KOIKE Akira, FUKUDA Muneyuki and KISHIMOTO Mitsuaki .....	30
Standardization of machine parts by Computer Aided Design KANEHIRO Jiro, HIRATA Toshiaki, KOIKE Akira and KOBAYASHI Kenji .....	34
Study on Acid Bath Hard Gold Plating for Dilute Concentrate Au KAJIOKA Hideshi, SHIMIZU Tatsuma .....	38
The Application of Resin Concrete for Machine Beds (2nd report) KOBAYASHI Kenji, KANEHIRO Jiro, SUZUKI Hiroshi and KANAMOTO Tadashi .....	42

Published by

INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE, HIROSHIMA PREFECTURE, WEST  
6-21, Nishiehuo 3chome Kure-shi  
Hiroshima 737 Japan

## 広島県立西部工業技術センター報告(№27)

## モータブレーカ用ダッシュボットの組立ロボットの開発

片岡 豊, 山崎隆志, 中塩武之, 吉田和則, 五反田文治

モータブレーカに組み込むダッシュボットは過電流が流れたとき、一定の時間遅れを持たせて、機械的に電流を遮断する機能がある。そのため、一定の決められた時間に作動させるには組み立ての正確性、オイルの注入量など適正でないと不良品となる。

このダッシュボット組み立てを組立ロボットで行うことは長年の課題であった。筆者らはこの組立ロボット

の課題を取り組み、各項について実験を重ね、組立ロボットをインデックステーブルとトランスファーラインによって構成し、設計・製作した。

組立ロボットは設計の方案通り、成功し実用化したが、今後は組み立てのサイクルタイムをさらに縮少するよう稼働実験を行う。

P 1~4 表 0, 図 5, 写真 2, 文献 0

## 光ファイバを用いた吸光分析装置の開発

酒井隆司, 岡田芳雄, 南良良治, 山崎隆志, 畑 德宣, 池田哲宏, 大下 巍

光ファイバと吸光光度計を組合せ、オンライン分析可能な装置を開発した。これは吸光光度計の光路をフレキシブルな光ファイバで置換し、吸光セルを外部に取り出すことによって可能になったものである。

光ファイバ吸光装置の特徴として、遠隔、リアルタイム、連続分析ができること、衛生環境に強いこと、電磁ノイズに左右されないこと、接地不要であること。

測定可能な濃度範囲が広いこと、マイクロコンピュータとの組合せによる工程の管理、自動化が容易になることなどが挙げられる。また、製作した装置は光源としてLEDを使用しており、分光装置が不要で、コンパクト、軽量、かつ安価に作成することができた。

P 5~7 表 2, 図 6, 写真 1, 文献 1

## 画像処理技術による検査の自動化

永山博夫, 打田澄雄

前報に引き続き、画像処理の検査、計測への応用を行った。今回は、画像入力部としてラインイメージセンサを用いた簡単画像処理装置の試作及び光切断法による接縫ビード断面形状の自動計測を行った。試作した簡単画像処理装置の仕様は次の通りである。

ラインイメージセンサ	512 bits
機能	幅、面積、穴計数

処理時間 幅・面積: 6 msec, 穴計数: 60 msec  
 光切断法による接縫ビード断面形状の自動計測では、スリット位置検出装置を試作し、ビード断面形状データを求めた。このデータを基にパソコンで余弦角、止端半径を推定した。断面形状の測定精度は約±0.1 mm, 余弦角、止端半径の推定精度は、各々、±2°, ±0.1 mmであり、推定の処理時間は約2分であった。

P 8~11 表 0, 図 12, 写真 1, 文献 3

## 組立柄樹脂コーティングロボットの開発

南良良治, 吉野信行, 岡田芳雄, 酒井隆司, 池田哲宏, 蒲田政信, 大下 巍

やすり製造工程自動化と製品品質を向上させる目的で、高周波誘導加熱装置を組み込んだマイコン制御によるロボットを開発した。このロボットは、組やすり柄を樹脂コーティングする装置で、駆動部はACモータ及び空圧機器を使用し、やすり着脱、高周波加熱、浸漬工程をマイコンにより制御する機構とした。

この開発により、供給装置にやすりをセットするの

みで全工程を自動化でき、手工具などのコーティング及び機械、装置などの自動化、省力化にも適用できる。

P 12~15 表 1, 図 8, 写真 1, 文献 1

# 抄

# 録

広島県立西部工業技術センター報告(No.27)

## アルミニウム合金製ボートの船体成形技術の開発

蒲田政信, 煙 健宣, 大下 巍, 杉原利彦, 新歩一昇

アルミニウム合金製ボートは、従来溶接構造で建造されてきたため船底変形でFRP製ボートに比べ美観で劣ることが多い。美観に優れ生産コストを下げるため、アルミニウム合金製ボートの製作に液圧成形の応用を試みた。

液圧成形用の型としてコンクリートでパックアップしたFRP型を用いてアルミニウム合金船体の成形が

可能であり、液圧の保持に円形断面のゴムパッキンを用いて実用に耐えることがわかった。また問題点として、低い成形圧で成形可能な船形の開発が必要であることがわかり、船体設計上有用な知見を得ることができた。

P 16 ~ 18 表 2, 図 6, 写真 0, 文献 0

## 自動制御方式による食品の濃縮技術

馬場祥宏, 南良良治, 蒲田政信, 大下 巍, 安部章藏, 井山潤雄

小豆あん製造工程のうち最も人手と時間を要している濃縮工程を自動化し、省資源・無人で良質の小豆あんを製造する

1. 小豆あん製造釜
2. 濃縮速度を自動制御方式でコントロールする装置を開発した。

本研究で報告する濃縮技術によれば、原料豆の持つ

ている好ましい特徴を生かし、常に均質で貯蔵安定性に優れた小豆あんを、熟練技術者を必要とせずに製造することができる。

また、使用した糖溶液は粘度増加などの物理的変異が少なく、従来の方法では2~3回の繰り返し使用しか出来なかったのに対し、10回以上の再使用が可能である。

P 19 ~ 21 表 0, 図 5, 写真 1, 文献 1

## 低周波空気振動防止に関する研究

岡田芳雄, 南良良治, 吉野信行, 池田哲雄

近年、工場内のコンプレッサ、クーリングタワー、ギイラ等から発生する低周波騒音公害に関する社会的苦情が増加してきた。これらの防音装置の開発は、騒音発生源のメカニズムの複雑性だけでなく、対策システムの大型化により、大変困難であることは公知の事実である。これらの対策の一つとしては、騒音の発生源の近くに別の音源（振幅は同一で位相が反転してい

る）を付加することにより騒音を能動的に制御する方法がある。本研究は、マイクロコンピュータとPLL素子を用いて騒音を能動的に制御する装置を開発したのでその実験結果について報告する。

P 22 ~ 25 表 0, 図 10, 写真 1, 文献 4

## 実装プリント配線板の自動検査

検査和生、永山博夫、馬場祥宏、打田澄雄

マイクロコンピュータを応用した実装プリント配線板の自動検査システムを試作した。システムは節点電圧解析法を応用した線形直流回路解析プログラムにより節点の電圧を計算し、実装プリント配線板の節点電圧をスプリング入りコシタクトピンを通してシステムに読み取り、結果を比較する。測定点数は128点、入力電圧は-50~50ボルト、データ取り込み速度は3

秒/100点である。なお測定点数は最大256点まで回路の改造なしで拡張できるようになっている。マイクロコンピュータとのインターフェースは汎用パラレルI/Oを使用し、プログラムはほとんどBASICを使用しているため他機種への移植は容易に行うことができる。

P 26 ~ 29 表 1, 図 6, 写真 1, 文献 4

# 抄録

広島県立西部工業技術センター報告(No.27)

## CADシステムによるプレス金型の自動設計用ソフトウェア開発

斯波信雄、平田敏明、京極秀樹、小池 明、福田宗行、岸本三和

ミニコンピュータを利用して、金型用 CAD ソフトウェア開発を行った。このソフトは言語処理、図形創成、図面操作、画面表示等から形成されている。開発済みの言語処理部及び図形創成部に加えて、図面操作部及び図形創成部の追加のソフト開発を行い、さらに図面操作部ではデータの階層化を行い、図形の修正、追加削除等の機能を有するプログラムを開発した。ま

た、図形創成部にスプライン曲線等の自由曲線を追加して、図形創成部の機能アップを図るとともに、金型において重要な自由曲線のオフセットについても検討を行ったものである。

P 30 ~ 33 表 0, 図 11, 写真 0, 文献 3

## CADによる機械部品の標準化

兼広二郎、平田敏明、小池 明、小林賢治

多種少量の機械部品生産において、生産性を向上させる手段として、各種 GT 手法がある。複雑なため、自社の体質に合わせた独自の GT コードが要求される。筆者らは、GT 手法について基本的な考え方を調べ、標準化に関するソフトウェアを開発した。(1) 図面情報より形状に関する項目をコード化し、GT 番号の自動決定できるプログラムの作成。(2) 形状コードによ

り各種機械加工別工程順序の自動決定プログラムの作成。(3) GT 番号の分類、検索のプログラムの作成。以上のソフトウェア開発により、GT 手法による標準化、CAD による類似図面を早く検索できる。

P 34 ~ 37 表 3, 図 5, 写真 0, 文献 2

## 低濃度酸性金めっきに関する研究

梶岡 秀、清水達磨

酸性硬質金めっき浴は、プリント配線板の端子めっきや接触回路用パターンめっきに多用されており、市販品も多数販売されている。また研究報告も多くみられるが、両者とも金の低濃度浴に関するものは少ない。ハルセルを用いての Au 0.5 g/l, 3 g/l のハルセル外観に及ぼす Co 添加効果からは、Co 0.25 g/l で広い電流密度範囲にわたって光沢が得られた。めっき厚

分布からは、Au 濃度が低く通電流が大きいほど均一電着性が良くなかった。小片試料を用いての結果から、電流効率は Au 0.5 g/l では Au 3 g/l と比し Dk 増加で急激に低下した。めっき速度は Dk 0.5 A/m 以上で  $5 \times 10^{-3} \text{ m/min}$  の一定値を示した。又静止浴と比しゆるい空気搅拌でも電流効率は急激に増加しめっき外観も茶コシがみられたものが均一な光沢面となった。

P 38 ~ 41 表 2, 図 7, 写真 0, 文献 6

## レジンコンクリートの工作機械ベッドへの応用(第2報)

小林賢治、兼広二郎、鈴木 寛、金本 正

先端技術の進展に伴い、各種部品材料の加工技術は、判明し、十分利用できることがわかった。超高速、超精密加工に移行し始めている。これら工作機に使用されている鉄系素材は、ビビリ振動等の影響を受け、同時に変形も生じるため加工精度の向上に支障がおこる。代替素材としてレジンコンクリートベッドモデルの試作をおこなった結果、耐ビビリ性については、各点の減衰性が良く、振動伝播は小さいことが

P 42 ~ 44 表 3, 図 6, 写真 1, 文献 2

## 小型ロボットによる電装部品組立の自動化・省力化

### モータブレーカ用ダッシュボットの組立ロボットの開発

片岡 豊、山崎隆志、中塙武之、古田和則、五反田文治\*

### Automation and Labor Saving on Assembly of the Electric Parts by Small Robot

KATAOKA Yutaka, YAMASAKI Takeyuki, NAKASHIO Kazunori and GOTANDA Bunji

We are carried out on practice of the assembly robot for Dasyu-Potto.

As the results of our research, we have succeeded in using of the assembly robot.

Structure of the assembly robot consist of the index table and the transfer line.

Control of it's can be played by programmable controller.

This paper introduces the assembly robot for Dasyu-Potto which has been developed to be applicable to manufacturing.

## 1. 緒 言

産業用ロボットが生産現場で適応している事例では、産業用ロボット単体のものではなく、周辺に多くの機能を持つメカトロニクス機器と一体になって、稼動している例がほとんどである。

とくに、組立ロボットは、その傾向が強く、組立ロボットの実用化はその目的に合った組立システムの基本設計がその成否を決定するといつてもよい。

本研究はモータブレーカ内に組込むダッシュボットの自動組立であり、これまで約5名の作業者がかかって組み立てており、この省力化が長年の課題であった。

そこで、組立の困難な工程はどこにあったか、製品性能に影響する工程は何であったかなど、再三検討を重ね組立部品の設計変更も含めて、組立工程を基本的に見直し、全工程を自動組立する組立ロボットラインを設計、製作することに着手し、その結果を生産現場に応用し、成功したものである。

## 2. 組立要領、組立ロボットによる自動組立のための基本的検討について

### 2.1 ダッシュボットのはたらき

ダッシュボットは、供給電流が何らかの影響で異常電流値に上昇すると、一定の遅れ時間を持って機械的に供給電流を遮断することを目的とする製品である。

そのため、機能面からは確実に動作することが要求されている。

### 2.2 ダッシュボットの形状

図1にダッシュボットの構成図を示し、図1-1は今回設計変更により、組立ロボットで組み立てるための構成部品であり、図1-2は従来のダッシュボットで、人手により組み立てていた構成部品である。

図1-1はこの状態でパイプ供給すると中に入るプランジャー、コイルバネ、オイル、ヘッド圧入、パイプ上部のかしめ、絞り工程のあと、反転ロボットにより反転倒立させる。

その後、糸半田の巻付け、フラックス処理、高周波半田付け、洗浄、外皮チューブの挿入、ドライヤーによるチューブの収縮までを行い、ダッシュボットの製品にする。

図1-2は人手作業で組み立てるものであり、パイプの中にプランジャー、コイルバネを入れたあと、ヘッドの予圧、半田リングの挿入のあと、ヘッドを本圧にする。

\* テンパール工業株式会社

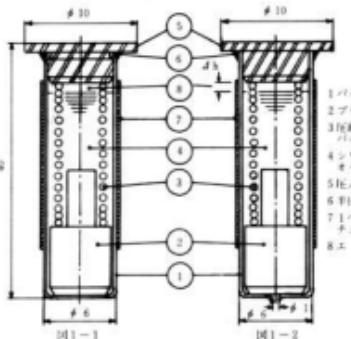


図1 ダッシュボットの構成図

つぎにフラックス処理、高周波半田付け、アルコール洗浄を行い、オイル槽内で浸透させるため約60分保持し、十分にオイルが入ったのち、底穴をたたいて半田付けを行い密閉にする。

また、恒温槽の中で加湿し、シリコンオイルの漏れのないことを確認したのち、良品を選んでいた。

のことから、今回のダッシュボットの組立手順の設計は図1-1のように、パイプのかしめ、絞り工程を入れることにより、組立中の反転工程、加温工程があっても、オイルの漏れがなく、十分に信頼できることを予備実験により確認した。

### 2.3 ダッシュボットの組立手順の相違

改善したもの及び従来の組立手順のフローチャートを図2に示すように組立手順を変更することにより、図1-1は図1-2に比較して、作業者の大幅削減が可能となり、また生産量が30~40%上昇するものである。

## 3. 組立ロボットの設計及び制御

組立ロボットの基本設計は、インデックステーブルによる組立部品の供給、挿入、密閉工程と糸ハンダ巻き、フラックス処理、高周波半田付け、洗浄のあと、パイプ外周へのチューブ挿入、加温収縮工程を同時に行うトランクスファブリックにより構成している。

図3に組立ロボットの立体概要図を示し、また、写真1、写真2に組立ロボットの全体写真を示す。

インデックステーブルの周囲に固定配置した各ステ

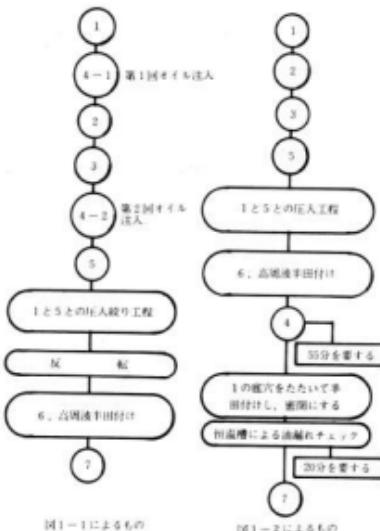


図2 組立手順のフローシート

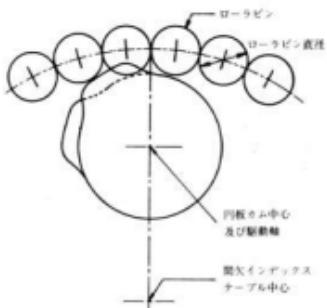


図4 インデックスユニットの概要図

ージは組立手順にしたがって配置されており、それぞれの供給部品の形状、大きさにより、確実に供給できるよう詳細設計をしている。

図4にインデックステーブルの駆動に使用したインデックスユニットの概要図を示す。

インデックスユニットの間欠駆動は、円板カムを介して、周囲に等間隔に配置されたローラピンに負荷を

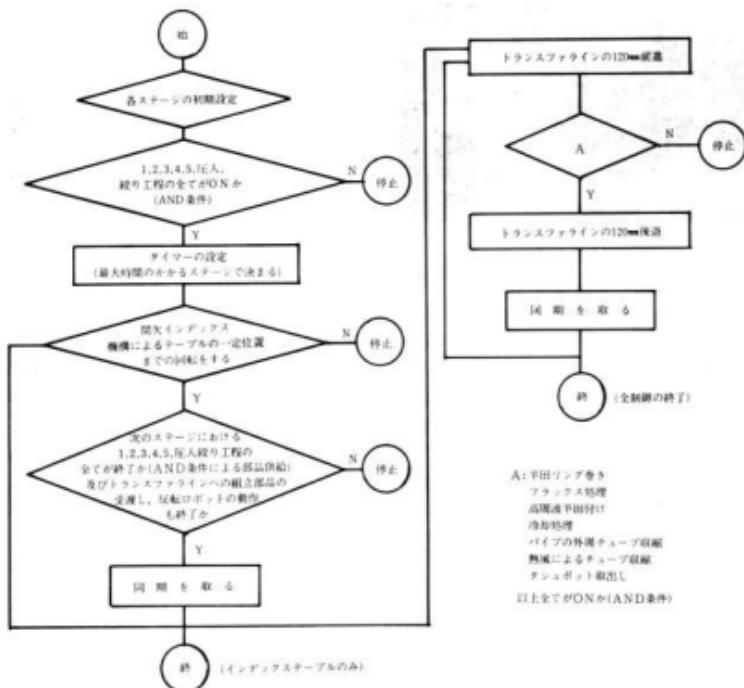
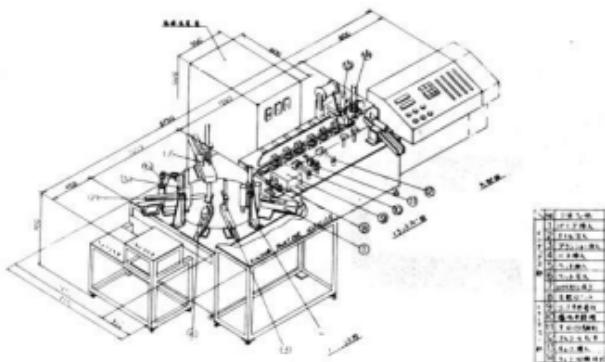


図5 組立ロボットの制御フローチャート図

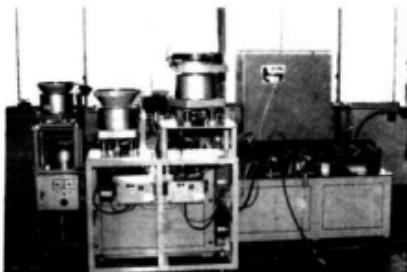


写真1 試作した組立ロボットの全体写真



写真2 試作した組立ロボットのインデックスステーブル及びトランスファラインの上方全体写真

かける遊星回転と円板カムによるかみあいによって回転・停止を組合せたものである。

このインデックスユニットを採用するために、円板カム面とローラピンとのすべり率、接触面の摩耗、負荷と無負荷時の変動による慣性力のための位置決め精度など、十分に考慮している。

また、後半のトランスファラインは、一定間隔の 120 mm を一定時間ごとに前進、後退する機構であり、

120 mm 間隔に固定されたハンドリングユニットを介して、順次組立ができるように配置しており、機械的要素と空気圧機器の組合せで、多くの工夫を要した箇所である。

組立ロボットに使用したアクチュエータは主としてメカニカル要素とエアシリンダの組合せによって、構成されており、それぞれの供給部品、位置決め確認用センシングも数多く組込んでいる。

つぎに、組立ロボットの制御フローチャートを図5に示すように、制御はインデックスステーブルと周囲に固定された各ステージ及びトランスファラインの各位置におけるハンドリング装置により、組立工程の全てが完了するAND条件が成立しないと、次工程へは進行しないようになっている。

組立ロボットの各ステージが、次工程へ移動するときの時間は最も時間がかかる半田付時間により、タイミングサイクルが決まられており、今後の高周波装置効率上昇を図ることにより、さらに短時間になることは十分に可能である。

メインプログラマブルコントローラとマイコンコントロールとを併用したので、全自动組立制御と個別シーケンス動作ができる。

そのため、個々のセンシング技術を活用して、メンテナンスも容易にできるように制御設計を行った。

#### 4. 結 言

モータブレーカ内、ダシュボット用組立ロボットの立案、設計及び製作にあたり、いろいろと試作実験、性能実験をくり返し検討を重ねたので、初期の目標とした組立性能を有する組立ロボットを完成させることができた。

今後は実稼動に向けて、組み立てるタイミングサイクル時間の縮少を行い、生産性向上を図ることにしていく。

## オプトエレクトロニクスに関する研究

## 光ファイバを用いた吸光分析装置の開発

酒井隆司, 岡田秀雄, 南良良治, 山崎隆志, 畑 徳宣, 池田哲宏, 大下 聰,

## Development of Optical Fiber Absorption Photometer

SAKAI Takashi, OKADA Yoshio, NARA Ryoji, YAMASAKI Takashi, HATA Noriyoshi,  
IKEDA Tetsuhiko and OSHITA Iwao

This paper relates a development of absorption photometer which is possible real-time and online process analysis, combining optical fiber with absorption photometer. It makes possible to pull-out an absorption cell from photometer by means of replacing an optical axis of absorption photometer with flexible optical fiber.

Merits of this system are the possibility of remote and continuous analysis, no-interference with electro-magnetic induction, the facility of control and automation of production process by connecting with microcomputer, and so on.

## 1. 緒 言

生産現場では、品質および生産性の向上、省力化のため、測定のオンライン化が進められている。温度、湿度、イオン濃度センサの開発、ガスクロ、イオンクロマト、蛍光X線分析等の機器の発達、サンプリングロボットの出現等により、インプロセス分析の分野は拡大してきている。<sup>1)</sup>

本開発は、ラボ分析機器である吸光分析装置に光ファイバを組合せ、生産現場にセル部を持ち出す構造にすることによって、オンラインプロセス分析を可能にしたものである。光ファイバの特徴を生かし、光源にLED、受光素子にフォトダイオードを用い、非常にコンパクトで、軽量な装置を開発することができた。

## 2. 装置の構成

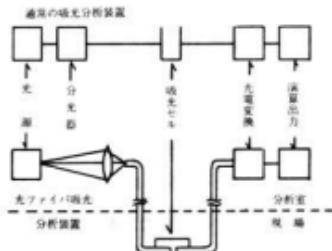


図1 吸光分析装置の比較

吸光分析計の光路をフレキシブルな光ファイバに置換し、セル部を吸光分析装置本体から離すことによって、オンライン連続分析を可能にした。通常の吸光分析装置と光ファイバ吸光分析装置の比較を図1に、構成を図2に示す。

光源にはLEDを使用し、外乱光の影響を排除するためLED駆動には200Hz、デューティ50%のパルス点灯をした。光源としてレーザダイオードも使用可能である。光ファイバは、ステップインデックス型石英ガラスファイバを用い、光結合を容易にするため、コア径800μmの大口径を使用し、レンズ集光してファイバに入射した。セル部は光ファイバ端を対向させ、間隙を可変できる構造とし、広範囲濃度測定を可能にした。セルの構造を図3に示す。セル長が長いと、再入射光量が少くなり、高出力の光源が要求される。

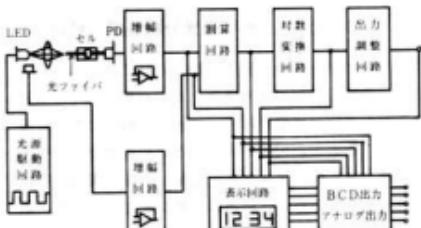


図2 光ファイバ吸光分析装置の構成

セル長 10 mm, コア径 800 μm の場合, 100med の LED で十分測定可能である。コア径 800 μm の場合のセル長と再入射光量の関係を図 4 に示す。

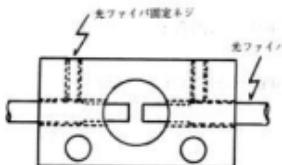


図 3 吸光セル構造

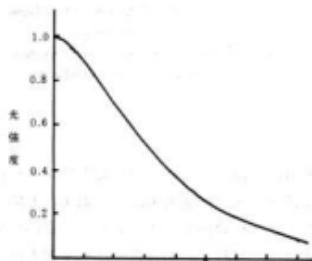


図 4 ファイバ端間隔と再入射光量

光電変換素子としては、リニアリティに優れた 2 個のフォトダイオードを使用し、光ファイバからの光を分析光、LED からの直接光を参照光として光電変換を行なった。電気信号は、ランパート・ペールの法則に従い、計算回路、対数変換回路および濃度変換回路を経て出力される。分析結果は、透過パーセント、吸光度、濃度の 3 種類のデータを切替えて LED 表示し、記録計、コンピュータ等外部接続のため、アナログ出力、BCD 出力を備えている。

製作した装置の仕様を表 1 に、装置を写真 1 に示す。

### 3. 光ファイバ吸光分析装置の特徴

光ファイバ吸光分析装置の特徴としては、リアルタイム、連続分析が可能であること、石英ファイバは光損失が小さいため波長によって約 1 km 離れた対象溶液を測定することができる、石英ガラスの化学安定性から、酸、アルカリ、高温、多湿の腐食環境に適用可能であること、情報の形態が光であるため、電磁誘導の影響を受けず、また接地不要であること、深部、狭い部等の局所分析が可能であること、セル長

表 1 光ファイバ吸光分析装置仕様

電 源	AC 100 V 50 / 60 Hz
大 き さ	本体 幅 180 × 奥行 230 × 高さ 110
重 量	本体 2.0 Kg
光 源	LED
セ ル	セル長可変 (0~10 mm) 光ファイバ対向
光 フ アイ バ	コア径 800 μm, 2 m
温 度 安定 性	0.001abs/°C
表 示	I <sub>0</sub> 透過%, 吸光度, 濃度
出 力	・アナログ出力 I, I <sub>0</sub> , 透過%, 吸光度, 濃度 ・BCD 出力 表示されているデータ



写真 1 光ファイバ吸光分析装置

を 0 ~ 10 mm 变化させることにより、通常の吸光分析計に比べ、高濃度まで測定できること等がある。また光源に単色光を使用したため、装置が非常にコンパクト軽量に作成できた。リアルタイム分析が可能なため、マイクロコンピュータとの組合せによる生産工程の管理、自動化が容易となる等の利点がある。

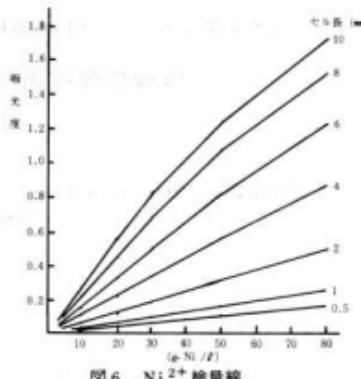
一方、セル部のメンテナンスが困難であること、刻々変化している現場の分析対象溶液の性質を熟知し、吸光分析に誤差を与える白濁、泡の発生のないよう液コントロールを必要とすること、LED は他物質の干渉なしに測定できる波長のものを選定する必要があり、系が複雑になると測定が困難になる等の欠点がある。通常の吸光分析装置との比較を表 2 に示す。

### 4. 光ファイバ吸光分析装置の応用

電気ニッケルめっき液(ワット浴)の全ニッケル分析への応用を検討した。ワット浴の吸光曲線を図 5 に

表2 光ファイバ蛍光分析と通常の蛍光分析の比較

	光ファイバを用いた蛍光分析	通常の蛍光分析
サンプリング	不要	必要
リアルタイム分析	可	不可
連続分析	可	不可
過濾分析	可	不可
荷食環境	無い	弱い
電磁ノイズ	無い	弱い
局部測定	可能	不可
マイコンとの組合せによる生産工程の自動化	容易	困難
検量線の作成	困難	容易
メンテナンス	困難	容易
長時間安定性	必要	不要

図6 Ni<sup>2+</sup>検量線

## 5. 今後の課題

今回の製作では、初期の目的をほぼ満足しているが、今後の課題として次の事があげられる。

- 1) コア径 800 μm の大口径光ファイバを使用したため、屈曲による光損失が大きい。バンドルファイバを使用するか、コア径 200 μm 付近のファイバを使用すれば解決する。
- 2) 分析の安定化、高精度化のため、光電変換素子を 1 個にし、分析光、参照光を交互に入射させる方が望ましい。また内部トリミングされた乗算 IC、対数変換 IC を使用することによって、安定高精度で、よりコンパクトな装置となると考えられる。
- 3) 分析装置の周辺技術の開発、蓄積が必要である。

## 6. 参考文献

- 1) 花岡謙ら、「計装におけるプロセス分析とラボ分析」 計装 VOL 27 No.1 (1984)

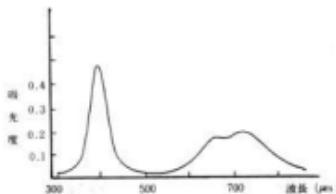


図5 ニッケルめっき液(ワット浴)の蛍光曲線

示す。この曲線はニッケル水和イオンのみの吸収によるもので、共存する硫酸イオン、塩化イオン、およびキウ酸の影響を受けない。LEDを考慮して分析波長は 660 nm を選択し、PHによる吸収ピークのシフト、吸収強度変化を PH4 ~ 5.5 のめっき条件範囲で検討したが分析値に影響を与えたなかった。セル長を 0.5 ~ 10 mm に変化させた時のニッケルイオンの検量線を図 6 に示す。良好な結果が得られている。実際に使用する場合は、めっき中に生じる泡の除去対策、および蓄積する老廃物の考慮が必要となる。

## マイクロコンピュータによる自動検査システムの開発(第2報)

## 画像処理技術による検査の自動化

永山博夫, 打田澄雄

Automatic Parts Inspection System Using Digital Image Processing  
( 2nd report )

NAGAYAMA Hiroo, UCHIDA Sumio

Two applications of image processing to inspection and measurement are described.

One is a simple image processor using a line image sensor ( 512 bits ). This processor provides three functions, width and area measurement, and hole counting, and also provides the reference level setting with thumb wheel switches. Computing the width and the area require 6 milliseconds respectively and counting holes requires about 60 milliseconds.

The other is automatic inspection of weld bead section, the toe radius and the flank angle by optical sectioning method. The measurement accuracy of the section is  $\pm 0.1\text{ mm}$  and the estimation accuracy of the toe radius and the flank angle are  $|\pm 0.1\text{ mm}$  and  $\pm 2.0^\circ$  respectively.

## I. 緒 言

画像処理技術による検査の自動化は、固体撮像素子、メモリの低価格化に伴い、鉄鋼・電気・機械・食品等の第二次産業から農業・水産業の第一次産業まで幅広く行なわれている。FA(ファクトリー・オートメーション)分野においては、ロボットの視覚、形状・文字認識等への応用が進むものと予想される。<sup>1)</sup>

前報<sup>2)</sup>に引き続き画像処理の検査、計測への応用を行った。今回は、画像入力部としてラインイメージセンサを用いた簡易画像処理装置の試作及び光切断法による接線ビード断面形状の自動計測を行った。前者は、低価格の画像処理装置を組んだものであり、後者は、断面形状測定の自動化を試みたものである。

## 2. 簡易画像処理装置の試作

市販されている画像処理装置としては、リアルタイムで積分・微分・各種フィルター処理<sup>3)</sup>が可能なものから、単に幅計測のみのものまで、多種多様な装置が出回っている。今回、試作したラインイメージセンサを用いた画像処理装置は、市販の相当品が、単に幅計測機能のみしか有しないのに較べ、面積・穴数計測の機能も持っている。

写真1に画像処理部の外観、図1に簡易画像処理装置の構成図を示す。カメラヘッドからのビデオ信号を

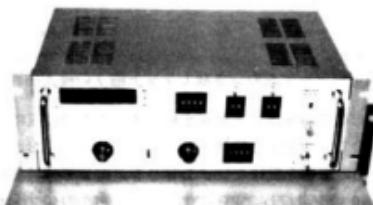


写真1 画像処理部の外観

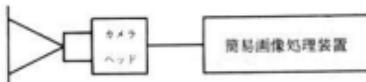


図1 簡易画像処理装置の構成図

画像処理部で処理している。簡易画像処理装置の仕様は、次の通りである。

ラインイメージセンサ	512 bits
走査時間	2.5 msec
クロック駆動方式	内部、外部切換
機能	幅、面積、穴数計測

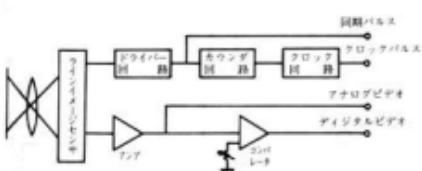


図2 カメラヘッドブロック図

計測値表示	4桁
基準値設定	4桁
上・下限偏差設定	2桁
乗数設定	4桁
モニタ信号	スタートパルス クロック ビデオ信号

図2にカメラヘッドブロック図を示す。イメージセンサへの画像入力は、光電変換され、クロック信号により順次読み出され。時系列電圧信号に変換される。この電圧信号は、アンプにより増幅され、アナログビデオ信号として出力される一方、コンバレータと比較されディジタルビデオ信号として出力される。又クロック信号は外部同期も可能である。

図3に画像処理部のブロック図を示す。カメラヘッドからの一走査のディジタルビデオ信号は、データ圧縮回路で“0→1”, “1→0”的変化点のみ検出され、圧縮される。次に、この圧縮データを基に、機能設定に従って、幅・面積・穴数の計測を行う。計測結果は、LEDディスプレイに表示されると共に、基準値及び上・下限偏差値から求まる上・下限値と比較され、その結果は、リレー信号で出力される。

図4に画像データ圧縮方法を示す。この例では、ディジタルビデオ信号の変化点151, 301, 451番地を取り込む。

図5に画像処理フローチャートを示す。メイン処理と割り込み処理の二つに分れている。メインでは、ディジタルスイッチから各種設定値(基準値、上・下限偏差値、乗数)を入力した後、エラーフラグのチェックを行う。エラーがある場合システムリセットでループから抜け出し、メイン処理の始めから再スタートする。エラーが無い場合、データ圧縮回路へスタートパルスを送り、データ圧縮完了の割り込みを待つ。1走査ビデオ信号について、圧縮処理が完了するとCPU

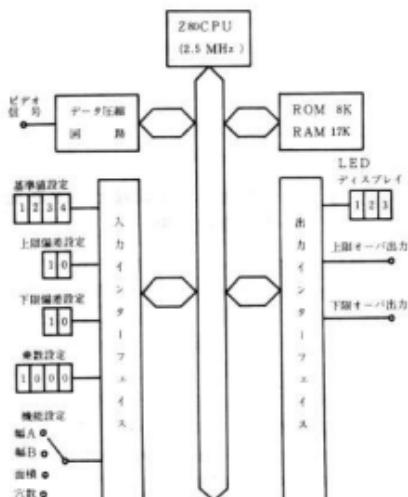


図3 画像処理部ブロック図

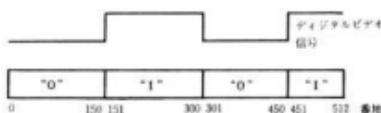


図4 画像データ圧縮方法

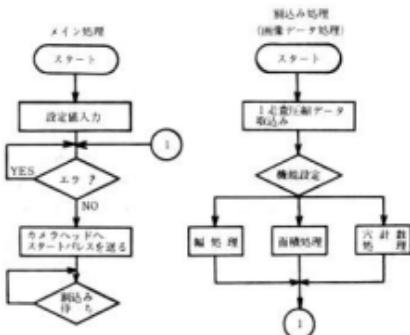


図5 画像処理フローチャート

へ割り込みが掛り、割り込み処理ルーチン処理が移る。割り込み処理では、1走査の圧縮データを取り込んだ後、機能設定に従って、幅・面積・穴計数の名ルーチンを処理する。次に処理結果を、LEDディスプレイ及びリレーに出力した後、メインルーチンに戻る。幅・面積計測の処理時間は、各 6 msec、穴計数の処理時間は約 60 msec 程度となっている。

### 3. 光切断法による溶接ビード断面形状の自動計測

光切断法は、スリット光によって断面形状を計測するもので、表面あらさの測定、複雑な曲面の輪郭形状測定等広く用いられている。この方法を、溶接ビート断面形状の計測へ適用し、余盛角・止端半径の推定を行った。

図 6 に断面形状計測装置のブロック図を示す。光源としては、高輝度 LED ( 2000 med )、集光レンズには、シリンダーレンズ ( $f = 40 \text{ mm}$ ) を用いた。試料上に結像したスリット像は、ミラーで反射され、カメラに入力される。モニターテレビには、スリット光による試料断面形状が表示される。スリット位置検出装置では、スリット像止の各点の座標値を検出し、試料断面形状データを求める。パソコンでは、この断面形状データを基に、余盛角・止端半径の推定を行う。スリット位置検出装置とパソコンは、現在オフラインで結ばれている。本装置の分解能は、約 0.06 mm である。

図 7 にスリット像のビデオ信号を示す。スリット像位置で、ビデオ信号はピークを示す。スリット位置 ( $t_p$ ) は、水平同期信号からピークまでの時間を、カウントにより計数し求める。

図 8 にスリット位置検出装置のブロック図を示す。まず、CPU から、スタート信号を本検出装置へ送り、フリップフロップをリセットし、CPU への割り込みを禁止する。次に、一画面のスタート信号である垂直同期信号が入力されるのを待つ。垂直同期信号が入ると、フリップフロップをセットし、割り込みを許可する。次に、各走査線についてスリット位置検出処理を行う。各走査線の水平同期信号で、カウンタをゼロクリアした後、スタートさせ、ピーク検出回路の出力信号で停止させる。同時に、この出力信号はフリップフロップ出力とアンドを取り、CPU への割り込み信号となる。CPU では、割り込み処理でカウント値(スリット位置)を読み込む。以上の各走査線についての処理を、255 本のすべての走査線について行ない、一

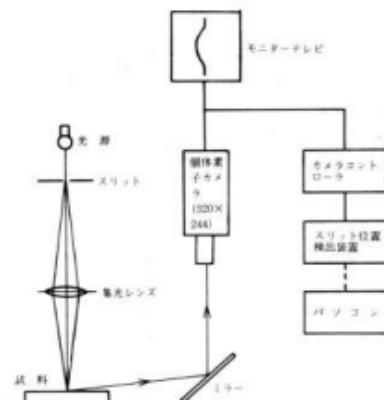


図 6 断面形状計測装置のブロック図

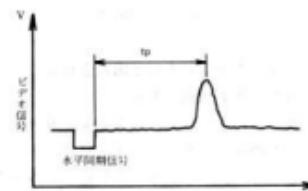


図 7 スリット像のビデオ信号

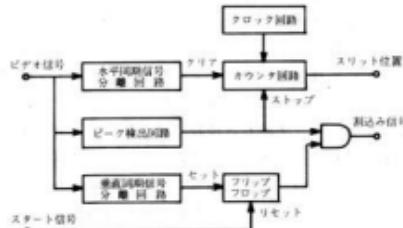


図 8 スリット位置検出装置のブロック図

画面の断面形状データを得る。本装置の処理時間は、1画面につき、約16 msecである。

次にスリット位置検出装置からの溶接断面形状データを基に、パソコンで止端半径・余盛角の推定を行う。

図10に、溶接ビード断面図、図9に溶接ビード計測フローチャートを示す。パソコンでは、断面形状データの補間・平滑化を行った後、これに微分操作を加える。微分操作を加えた画像データのピーク部を止端部と推定する。次に止端部付近の水平部と傾斜部について、それぞれ回帰直線を求め、二つの回帰直線の成す角度から、余盛角、二つの回帰直線に接する円の内で、誤差最小となる円の半径から止端半径を求める。

図11に以上の解析過程を示す。微分操作されたデータのピークが原データの止端部に一致していることが分かる。本方法による余盛角、止端半径の推定精度は、各々、±2°、±0.1 mmであり、処理時間は、約2分であった。

図12に輪郭形状測定機（三豊コントレーサCB-41）と光切断法による断面形状測定結果を示す。本方法による断面形状の測定精度は、約±0.1 mmであった。

#### 4. 結 言

画像処理技術の計測・検査への応用を行い、次のことが可能となった。

##### 1) 簡易画像処理装置

- 幅計測
- 面積計測
- 穴数計測
- 2) 光切断法による溶接断面形状測定
- 断面形状計測の自動化
- 余盛角・止端半径計測の自動化

今後の課題としては、各システムについて、装置の小型化、処理時間の短縮等が挙げられる。

#### 5. 文 献

- 1) 省力と自動化、171号、(1983)
- 2) 水山博夫他：機工試報告26巻 P1、(1983)
- 3) センサー技術 3巻9号(1983)

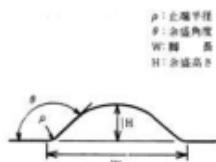


図10 溶接ビード断面図

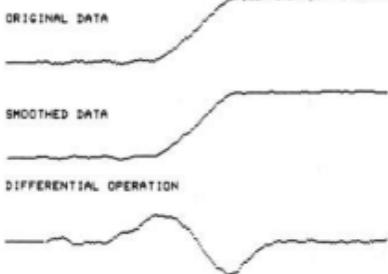


図11 計測データの解析過程

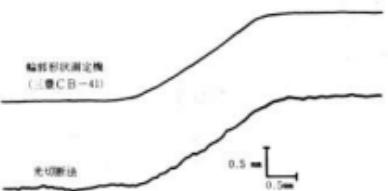


図12 輪郭形状測定機及び光切断法による断面形状測定例

## 電子実装技術に関する研究(第3報)

## 組鉄柄樹脂コーティングロボットの開発

南良良治, 吉野信行, 岡田芳雄, 酒井隆司, 池田哲宏, 蒲田政信, 大下巖

## Development of a primary coating robot for set-file-grips

NARA Ryoji, YOSHINO Nobuyuki, OKADA Yoshio, SAKAI Takashi, IKEDA Tetsuhiro, KAMATA Masanobu and OSHITA Iwao

In this paper we explain a primary coating-robot with a high-frequency induction heating equipment. It is automatically able to coat set-file-grips with resin. The driving device is made up of an alternating current motor and pneumatic controllers. A micro-computer controls the process of chucking, releasing, high-frequency heating and dipping. This robot is applied to the coating process of manufacturing fields.

## 1. 緒 言

近年、マイクロコンピュータおよび周辺技術の発達により、小型軽量・高度技術化した低価格の製品が多く発売され、産業分野の多方面に応用されている。

県下の中小企業においては、最新技術を応用した新製品の開発や製品の高度化、製造工程の自動化、省力化などに取組んでいるが、導入に当たってはシステム開発が大きな課題となり十分な成果があがっていない。

そこで本研究では、地場産業に適用できるシステム開発の事例として、やすり品質の向上と製造工程の改善を目的とした鉄柄コーティングロボットを開発したので報告する。

## 2. システムの概要

試作した簡易ロボットを写真1に、仕様を表1に示す。システム構成は写真の右端が高周波誘導加熱電源、隣接してマイクロコンピュータによるロボットの駆動および高周波加熱装置の制御操作盤となっている。

テーブル中央部には樹脂コーティング用の高周波誘導加熱炉、浸漬槽とやすり供給用ガイドおよびやすり押し出し用シリンドラーを直線上に配列した。

今回、試作した簡易ロボットは直交座標系システムで浸漬槽とやすり供給ガイド上に設置した門型スライドに沿って、多点停止付シリンドラーは左右に移動するとともに、上下運動を行う。ハンドリングはAirハン

ドにより、受動コンプライアンスを持たせるため、指を横したばねによるクリップ機構を採用し、一度に5本のやすりをチャッキング可能にした。

工程は鉄チャッキング→鉄柄前加熱→ディッピング→樹脂コーティング材を固めるため後加熱→鉄柄冷却→鉄取りはずしの6工程で樹脂コーティングの1サイクルが終了する。

運転制御はマイコンによる可変シーケンス方式で、作業順序、位置調整など変更が容易で、異常停止機能を有する。操作部で1サイクル運転と連続自動処理運転の選択が行えるほか、供給ガイドにやすりを供給しやすくするため、やすり押し出し用シリンドラーの前進後退機能も付加した。



写真1 試作したコーティングロボット

表1 ロボットの仕様

項目	仕様
駆動方式	空気圧式、ACモータ併用
制御方式	マイクロコンピュータ制御
作動範囲	上下方向 ストローク：300 mm 左右方向 ストローク：250 mm
高周波誘導加熱装置	大きさ (mm) 幅550×奥行300×高さ180 コイル (mm) 幅105×奥行14×高さ130 斷線径2φ 出力電圧 150 V 出力電流 40 A (MAX) 連続出力 2.5 KVA 周波数 13 KHz～32 KHz 出力波形 方波
電源	36 220 V
処理能力	やすり供給装置 5本組平やすり 250本 コーティング数量 100本/時間
装置の大さ	長さ2060×奥行460×高さ1760
使用空気圧	4～6 kg/cm <sup>2</sup>
外部電源	AC 200 V 3相、100 V 単相

### 3. 駆動回路と動作説明

図1に空気圧を利用したやすり柄付ロボットの駆動回路とその周辺を示す。ロボットの左右の動きはACモータとボールねじにより駆動され、近接スイッチP1でやすりつかみ位置が検出される。

そこで磁気センサL2の設定位置まで多点停止付シリンドラの先端に取付けられたAirハンドが下降すると同時に、予めやすり供給ガイドにセットされた5本1組のやすりをやすり押し上げ用シリンドラey12により押し上げる。次に、Airハンドey13でやすりをつかみL1の設定位置まで持ち上げる。

次に、加熱位置P3まで移動し、AirハンドはL4設定位置まで下降し、やすり柄部分のみを一定時間試作の高周波加熱装置により前加熱処理される。さらに位置P4でディッピング処理される。設定位置L4まで下降し、設定時間後L2の位置まで持ち上げられる。ここで、やすりが液面にはば接する位置で一定時間保持されることによりスムーズな液切りがなされる。

その後、再び位置P3で後加熱処理される。

最後に位置P2で乾燥、冷却するまで設定時間強制空冷され、設定位置L3においてやすりはey13により開放され、テーブル下面に設置したシャーターにより収納箱に落下する。

そして再び位置P1よりつぎの動作を繰り返す。なお、リミットスイッチLS1, LS2は、近接スイッチP1, P4が感知しない場合に備えて取りつけてあるもので、スイッチが入るとモータの電源は切れる。

やすり供給ガイド上のリミットスイッチは、Airハンドの衝突防止用に使用される。

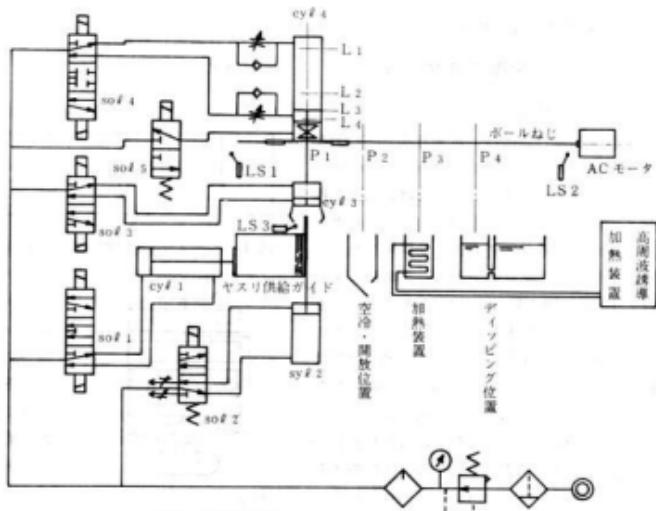


図1 駆動回路

#### 4. 高周波誘導加熱装置

高周波誘導加熱装置の構成を図2に示す。装置は、整流回路、スイッチング回路、発振回路、保護回路および高周波誘導加熱部によって構成されており、マイクロコンピュータによって制御されている。

発振回路からは、デューティ比が0~100%、周波数が2KHz~100KHzまで可変の方形波が出力可能であるが、加熱コイルの容量、フォトカプラの能力等の制限があり、実際には50%，20KHz付近でスイッチング回路に出力している。スイッチング回路にはMOS FETを使用し、最大40A通電可能である。

危険防止のため、設定電流以上の電流が流れると発振回路を止まるよう保護回路を設計し、発振回路および保護回路は、フォトカプラによって高電圧のパワーリ回路とは絶縁している。

誘導加熱部は、五本組平軒が5本入る大きさで、かつ均一に加熱するために、コイル中央部が疊になるように約40ターン銅線を巻いた。

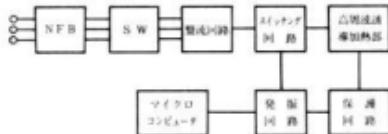


図2 高周波誘導加熱装置の構成

#### 5. マイコン制御プログラム

##### 5.1 ハードウェア構成

各種機械の論理制御方式には、走査方式(一般的なラダーシーケンス制御)と論理フロー方式(条件付ジャンプ命令による制御)がある。ここでは、制御工程ソフトウェアの論理演算フローの追跡およびプログラム修正の容易さから前者の走査方式<sup>1)</sup>を採用した。

制御の中心となるマイクロコンピュータには、キーボード処理、LED処理に関して強力なモニターをもつTK-85を使用した。入出力素子としては、汎用のパラレルI/O素子8255を使用し、各入出力点数は24点をもつ。図3にTK-85と8255の接続回路を示す。マイコン側と8255の各端子の接続関係は、一般的な8255接続仕様にしたがったが、外部拡張I/Oのデコーダ回路の増設はせず、TK-85の拡張メモリチップセレクト端子(CS1, CS2)を利用してした。

したがって8255のI/Oのデータ転送は、メモリマップI/Oとなる。

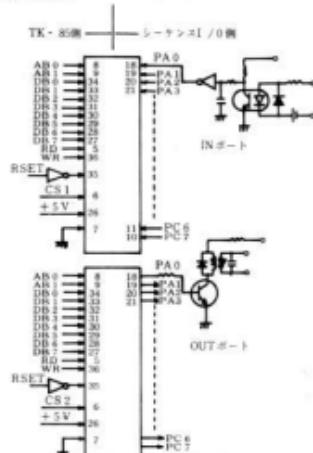


図3 TK-85と8255素子の接続図

##### 5.2 ソフトウェア構成

図4に、TK-85内に作成したシーケンスモニタプログラムのメモリマップを示す。シーケンスプログラムは、モニタ部(1150H~1215H番地)、ラダーパー(1216H~1654H番地)、カウント部(1000H~114FH番地)およびワーキングエリア(8000H~8150H番地)からなり、全体としては約2KBから構成されている。



図4 シーケンスマニタープログラムのメモリマップ



図5 シーケンスマニタブロックチャート

制御工程のラダー命令は、メーカーのシーケンスマニタープログラムの命令構造ではないが、転送、論理積・和および反転命令の組合せでラダープログラムを作成することができる。

## 6. シーケンスプログラムの概要

この部分は、シーケンスの本体とカウンタが書込まれている。図6は、鉗柄コーティング工程の一つである鉗つかみ部分を単機能動作になおし、リレーシーケンス回路で表わしたものである。図中、P1, L2, L3は機器に取り付けられたリミットスイッチで、動作状態の確認、あるいは、条件設定用にいる。3S, 4S, 6Sは工程の進行状況を一時的に記憶するリレーで、3Rはそのリセットを表わし、通常キープリレーが使用される。M5, M6, M7は、リレーのコイルであり、これを励磁すると、電磁弁の開閉モータの起動を行なうことができる。T1は、タイマの操作コイル、T1'はそのディレイ接点である。

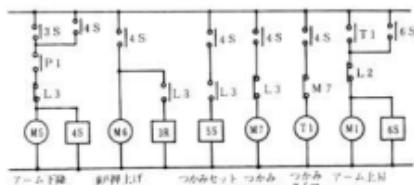


図6 鉗つかみリレーシーケンス

ラダーのプログラムは、リレーシーケンス回路をもとにし、AND, OR, CPL等10語程度の命令の組合せで構成し、訂正、変更が容易なようにJMP命令は使用していない。タイマは、ソフトで作成することが可能であるが、鉗形状に合わせて時間設定をする必要があるため電動タイマを外付けした。カウンタのプログラムは、ラダーの後に配置し、柄付けの回数をTK-85のセグメントバッファに書き込みDMA転送を利用しLEDに表示する。

図7は、このプログラムで使用するバッファのメモリマップである。8000～8014番地は入力バッファで、入力ポートから読み込まれる外部機器のセンサ、リミットスイッチの状態が、それぞれに対応した番地のビット0に書き込まれる。8016～8029番地は、出力バッファになっており、シーケンスに従って論理演算された結果がこの部分に書き込まれて外部機器へ出力される。8031～8150番地は、補助バッファになっており、演算の結果を一時的にたくわえておくもので、リレーシーケンスでは3S, 4S等の補助リレーに対応している。

入力バッファ	出力バッファ	補助バッファ			
アドレス	記号	アドレス	記号	アドレス	記号
8000	L1	8016	M1	8031	18
l		l		l	
8009	L10	8020	M12	8046	228
800A	起動Sw	8021	T1	8080	X1
800B	停止Sw	l		l	
800C	T1'	8029	T9	8082	X3
l				8100	
8014	T9'			812D	カウンタ

図7 ラダーワーキングエリアアドレスマップ

## 7. モータ制御回路

図8にモータの制御シーケンスを示す。装置の左右方向の移動の駆動回路には、ブレーキ、クラッチ付の單相誘導電動機を使用した。モータの制御回路はモータの駆動、ブレーキ、クラッチの動作に電磁接触器、あるいはSSRを必要とするが、インターロック、保護回路は信頼性の向上のためマイコンを使用しないで電磁接触器のあいている接点を利用して従来のリレーシーケンスで行ない、正転逆転の指令はマイコンで行う。

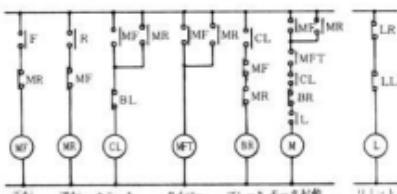


図8 モータ制御シーケンス

## 8. 結 言

鉗柄の樹脂コーティング工程にロボットを用いた一連のシステムを開発した結果、製品の機能も向上し、又生産ラインへの実用化が可能である。

これらのシステムは、他の工程の自動化、省力化にも応用ができるものと考える。

## 9. 参考文献

- 1) 赤川 通:トランジスタ技術 6月号 P.408 (1983)

# アルミニウム合金製ボートの船体成形技術の開発

蒲田政信, 畑 徳宣, 大下 嶽, 杉原利彦\*, 新歩一昇\*

## Hull Forming of Aluminium Alloy Boats

KAMADA Masanobu, HATA Noriyoshi, OSHITA Iwao, SUGIHARA Toshihiko and SHINPOICHI Noboru

It is inferior to external appearance of FRP boats that aluminium alloy boats has been constructed welded structure.

We tried to construct aluminium alloy boats for hydraulic forming.

FRP forming die reinforced concrete was applied as a hydraulic forming die.

As a result, forming pressure is comparatively low and it is necessary to design hull form what is easy for mability.

### I. 緒 言

アルミ合金製の小型船舶は、腐食の後再溶解して使用することができ、資源のリサイクルが可能であり、燃えなくて、軽いという特徴を持っている。

しかしながら、アルミ合金製の船舶は溶接によって建造されるため、溶接時に変形し外観が劣化してFRP製の小型船舶の美観に対抗できなくて、あまり普及していない。また、エンジンの振動などにより溶接部からクラックが発生し、浸水するなどの溶接技術や設計技術の不良もみられる。

アルミ合金が他の材料にくらべ、割高であることと、溶接工法では工数が増大することから、価格的にもアルミ合金船は太刀打ちできなくなっている。

こうした背景から、溶接技術を主体とした建造技術に何らかの工夫をして建造コストを低減させるか、溶接によらず生産性の高い製造技術の開発をしなければアルミ合金製の小型船舶の市場は拡大しないものと思われる。

そこで、今回溶接を使用せず液圧成形によりアルミ合金製小型ボートの製造を試みたので報告する。

### 2. 液圧成形による小型ボートの試作

#### 2.1 成形用アルミ合金材料

船舶用のアルミ合金は強度、耐食性、溶接性が要求されるため、主にAl-Mg系合金とAl-Mg-Si系

合金が使用されている。これらの中で強度、耐食性の点から我国ではAl-Mg系合金が使用され、最も使用実績の高いのがMgを4.5%含む5083合金である。

しかしながら溶接によらず船体を製作するには前述の材料特性の外に優れた塑性加工性が要求される。

このため、Al-Mg系のアルミ合金の塑性加工性について検討した結果、5052合金を成形用材料として採用した。本研究で使用した5052合金の化学成分と機械的性質を表1と表2に示す。成形に使用した材料の厚みは2mmである。この合金は耐海水性にもっとも優れ耐力が低く成形性の良い材料である。

#### 2.2 液圧成形装置

液圧成形は水または油などをポンチまたはダイスの代りに用いて液圧により成形する方法で液圧バルジ加工、ハイドロダイナミック法、ハイドロマチック鉛り法などが知られており、自転車用の管継手や配管用の継手にその応用例が見られる。

液圧は材料にたいして直角に圧力がかかるため、船などの左右には対称であっても前後方向に異形の断面

表1 化学成分 (w%)

	Si	Fe	Cr	Mn	Mg	Zn	Al
5052-0	0.09	0.23	0.03	0.05	2.3	0.01	残

表2 機械的性質

	引張力 kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	一様伸び %	全伸び %
5052-0	8.5 (83)	20.3 (199)	20	26

を有するものに有利な成形法である。

またダイスの片方のみを製作すれば良いので型の製作費を下げるができるなどの特徴をもっている。

小型ボートの成形に液圧成形を応用するにあたっては、型が大形になるため、その型の製作コストを下げることと、液圧成形の欠点である全圧力容量が大きくなることをいかに小さくするかがポイントになる。

小型ボートの場合、通常のプレス加工と比べて製作数量が比較的少量であること、寸法精度はあまりいらないことなどから型材料としてFRPを採用し、FRPの補強として鋼製の外枠とコンクリートを用いた。

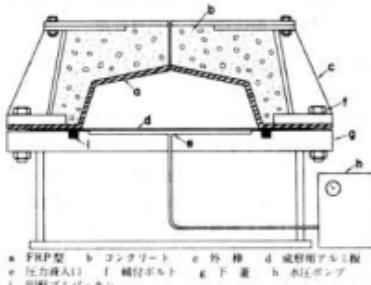


図1 液圧成形装置

図1は本研究で使用した液圧成形装置の断面図である。この成形装置は成形するためのダイス(メス型)と液圧を液密状態に保持するための下蓋および液圧を負荷するための水圧ポンプより構成されている。

メス型の製作方法は、まず目的とする船型の木型を製作し、それにFRPをコーティングする。このコーティングされたFRPに鋼製の外枠を乗せ、接着剤で外枠とFRPを接着させる。その接着剤が硬化した後に外枠とFRPの間にコンクリートを注入してFRP型のバックアップとする。コンクリートの硬化後木型を抜き取りメス型の完成となる。

FRP型用の樹脂としては、エポキシ系樹脂が航空機や自動車用のプレス型として使用された実績があるが高価であるため、今回は不飽和ポリエステル樹脂を採用した。

下蓋は液圧を全面に受圧するため、剛性の高いものが必要となる。また液密状態を保ちながら材料を滑り込ませる作用もできなければならない。このため下蓋は密接構造とし、液密状態を円形断面のゴムパッキンで保持することにした。

### 2.3 試作ボートの船形

ボートの船形は、液圧成形の際、材料の流入やしづの発生に大きく影響する因子であるが、成形に適し、性能的にも従来のものと変わらない船形を見出すには、実験の積重ねよりもはかなく、まず今までの経験から小形ボートに適していると思われる船形で設計を行った。

図2は今回試作したボートのライン図である。このボートの特徴はローリング防止のためのチャインが2本採用され、用途としては内海平水城での釣りや、のり栽培などの栽培漁業用の小型ボートをねらいとしている。このボートは全長4.95mのものであるが今回の成形試験では約1/3の全長1.5mのモデルを採用した。

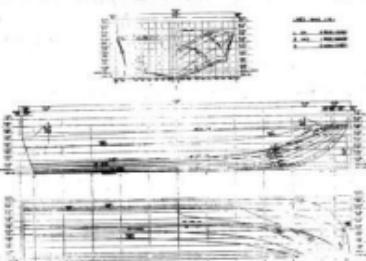


図2 試作ボートのライン図

### 2.4 成形実験結果

図3は図2の小型ボートの成形実験のまえに全長を82.5cmとして、巾と深さを比例させた小型モデル船で成形実験したときの船体縦断面の板厚測定結果である。

この成形実験では、75kgf/cm<sup>2</sup>(7.4MPa)まで成形圧をあげたがFRP製のメス型には何らの損傷は認められず、成形状態は船尾部分をのぞき良好であった。

成形による板厚の減少は船尾部で多少大きいものの比較的少なく、比較的低圧で成形できることがわかった。

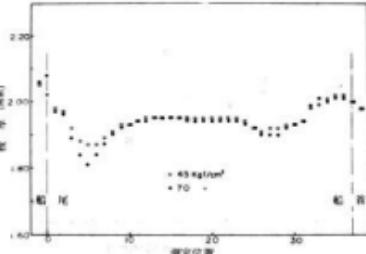


図3 小型モデルの成形後の板厚分布

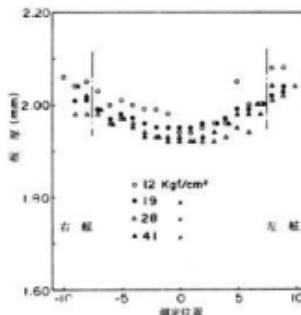


図4 船体横断面の板厚分布

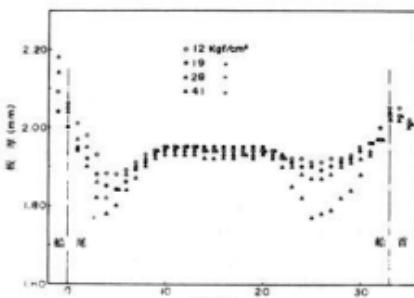


図5 船体縦断面の板厚分布

た。またブランクの取り方で周辺のしわの発生をかなり小さくできることもわかった。

液密状態を保持するためのゴムパッキンは、その上を成形用アルミ板が滑るため多小よれることもあったが、絞りによりフランジ部にしわが発生するにもかかわらず、ゴムパッキンのつぶしき程度のしわに対しても液密を保持することができた。しかしながら、ゴムパッキンは使用を重ねることにより、引っ張り傷ができるたりして消耗していくが、十数回の使用に耐えることができ、生産量からみて消耗材として考えれば、充分実用できるものと思われる。

これらの結果をもとに 1.5 m モデルの成形装置を作成し、成形実験を行った。

図4は成形後の船体中央部横断面の板厚分布で、図5は同様に船体縦断面の板厚分布である。板厚の測定は成形後 50 mm ピッチで超音波厚み計により行った。

この結果からみると、船体中央部では板厚の減少はほとんどなく、局部的にみれば曲げ加工と同じとみてよい。

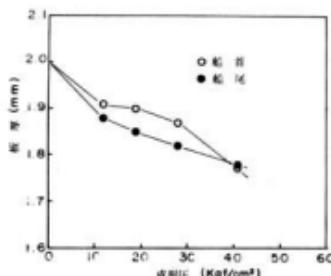


図6 成形による板厚の減少

船首部と船尾部は成形圧の増加とともに板厚の減少がみられ張出し成形になることがうかがえた。

船首部と船尾部の板厚の最低のところを成形圧ごとに整理したのが図6である。

図3の小型モデルでは船首部に板厚の減少は、さほどみられなかったが、このモデルでは船首部で 30 kgf/cm² (2.9 MPa) から板厚の減少が大きくなっている。

これはチャインの突出し部に、材料がひっかかり材料の流入がさまたげられ張出し成形になったものと思われる。図3にくらべ低い成形圧で板厚の減少がみられることについては、前述のチャインで材料流入がさまたげられる現象が成形初期に始まるため、自由張出しにおける曲率が大きく、低い圧力で降伏が始まるためと思われる。

船尾部は型に密着するまで成形するには、かなりの成形圧が必要で図2の形状のままで全圧力容量が大きくなりすぎることがわかった。そこで船尾部は船底、船側部の半径をできるだけ大きくして、低い圧力でも成形できるようにし、フィンを取付けて走行安定性をもたらせるようにするのが良いと思われる。

### 3. 結言

アルミニウム製ボートの船体の成形に液圧成形法を試み、次のようなことがわかった。

- 1) コンクリートでバックアップした FRP 製の成形型で船体の成形が可能である。
- 2) 成形装置の下蓋に密接構造を採用し、液密保持にゴムパッキンを用い実用に耐えることがわかった。

今後の問題として成形性の良い船形の開発がいそがれる。

## 自動制御方式による食品の濃縮技術

馬場洋宏、南良良治、蒲田政信、大下巖、安部章藏\*、井山満雄\*

### Food Concentration Technique by Automatic Control

BABA Yoshihiro, NARA Ryoji, KAMADA Masanobu, OHSHITA Iwao, ABE Syozo and IWAMA Mitsuhiro

Japanese Azuki bean jam of good quality (what is called, Azuki An) is especially prized, and is used in expensive pastries. However, it needs skillful technique to make good Azuki An.

In many processes of manufacturing Azuki An, the concentration process takes much time and many hands.

Considering these situations, we automated this process, and developed AUTOMATIC CONCENTRATION SPEED CONTROLLER and CONCENTRATION POT which make good quality Azuki An with no hands and less resources.

### 1. 緒 言

県内の菓子製造業は415企業、生産額474億円（昭和54年度工業統計）に達し、そのほとんどが工場であんを製造している。あんの中でも良質の小豆あん（つぶあん）は珍重され、高級和菓子、洋菓子にも使用されているが、その製造には極めて熟練した技術を必要とする状況にある。

本研究では、小豆あん製造のうち最も人手と時間を要している濃縮工程を自動化し、省資源・無人で良質の小豆あんを製造する1) 小豆あん製造釜、2) 濃縮速度を自動制御方式でコントロールする装置を開発したので報告する。

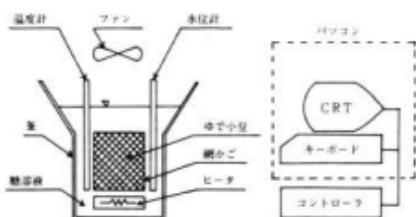


図1 基本構成

### 2. システムの構成

豆類にしょ糖を浸透させて製品化する方法としては

- 1) ふたのない開放釜で煮詰める方法
  - 2) 真空濃縮装置を使って減圧濃縮する方法
  - 3) 数回に分けて次第に濃い糖溶液に浸漬する方法
- がある。しかし、これらの方法では糖溶液の変質、製品品質の低下・不均一あるいは所要時間が長い、熟練技術者の勘が必要などの欠点が指摘されている。

本研究で報告する濃縮方法は、糖溶液の濃度および温度の両者を時間軸上で最適な状態に制御することにより、上記の欠点をカバーするものである。

システムの基本構成を図1に示す。製造釜はSUS304製、径400mm×高さ600mm×板厚6mm、内容積6ℓで、ゆで小豆を高さ10cm以下の網かごに入れ、糖溶液中にかける。濃縮開始時から終了時（約16時間）までの各時間における糖溶液の温度および濃度の最適値は、あらかじめパソコン（以下パソコンと呼ぶ）に表として入力してある。パソコン内部には専用の時計用回路があり、制御開始時からの時間を知ることが可能な構成となっている。

糖溶液温度は温度計から検出し、各時間における最適温度値に追従するようヒーターに供給する電力を制御する。

一方、糖溶液を加熱しつつファンを運転すると、外気温と液温の差およびファンの風力に応じて溶液中の

水分が蒸発し、糖溶液濃度が上昇する。水位計からは初期状態からの蒸発水分量を検出することができ、蒸発水分量から計算により現時点での濃度を求め、同じく各時間における最適濃度値に追従するように、ファンの風力を制御するものである。初期濃度 30 % の時、濃縮最高速度を達成する約 6 時間で 70 % まで濃縮することができ、これより速い濃縮速度については自由に選択可能である。**写真 1** にシステムの全体写真、**図 2** に制御のフローチャートを示す。

制御プログラムは、メインルーチンとサブルーチンの大半を BASIC で記述し、サブルーチンの一部をアセンブリで記述した。プログラムサイズは BASIC ソースで約 250 行である。この BASIC ソースは EPPROM (i 2732) に ROM 化されており、パワーオン・リセットと同時に RAM 領域に転送された後、制御プログラムがオートスタートする構成にしてある。したがって、カセットテープ、フロッピーディスクの取り扱い、またプログラムのロード、実行などの操作は一切不要である。

さらに、唯一のキーボード操作である最適濃度と温度曲線の入力も、制御プログラムスタート時に RETURN キーを押すことにより、あらかじめ ROM 化されている条件を省略時解釈として選択できるようにしており、コンピュータに関する知識の全くない人でも容易に操作できるように考慮した。

**図 3** に制御系のブロック図を示す。メインコントローラであるパソコン (PC8001) の外部拡張バスに、アドレスバッファ (LS 241)、コントロール信号バッファ (LS 00)、データバッファ (LS 245)、アドレスデコーダ (LS 30) を介して、パラレルインターフェイス (i 8255) を接続し、モード 0 で使用する。

パラレルインターフェイスには、8ch AD 変換器 (ADC 0808) とソリッドステートリレー (以下、SSR と呼ぶ) (G 3A 220 BM, G 3A 210 BM) が接続されており、TTL レベルデジタル信号によるコントロールとデータのやりとりを行う。

温度センサインターフェイスと水位センサインターフェイスは、オペアンプ十数個で構成されており、各



写真 1 全体写真

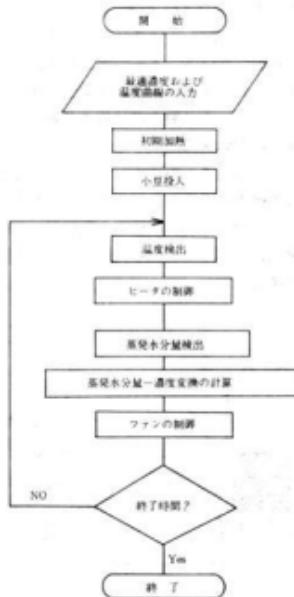


図 2 制御フローチャート

センサからのアナログ電圧出力をADコンバータの入力に必要なレベルまで増幅するものである。

温度計には、安定性を考慮して白金測温体を用いた工業用温度計を使用している。3線式配線を用い、ゲイン200倍の増幅器を介してAD変換器にインターフェイスしている。センサ単体としての精度は0.1°Cであるが、増幅器・AD変換器を含めた総合精度は0.5°Cである。

水位計には、フロートと差動トランジスタを組み合せたものを使用しており、水位計としての精度は2mm、蒸発水分量-濃度変換の計算を行い、濃度に変換した場合の精度は0.25W/W%である。

ヒーターは電源電圧200V、定格出力3kWのもの、ファンは同じく100V、100Wで、風量20m³/minのものを使用している。ヒーター、ファンの駆動にはゼロクロス方式のSSRを用い、駆動時に発生する電磁ノイズを低減している。

### 3. 結 言

本研究で報告した農業技術によると、原料豆が持っている色・形・香味など好ましい特徴を生かし、常に均質で貯蔵安定性に優れた良品質の小豆あんを、熟練技術者を必要とせずに製造できる。また、使用した糖液は粘度増加などの物理的変質が極めて少なく、従来の方法では2~3回の繰り返し使用しか出来なかつたのに対し、10回以上の再使用が可能である。

今後の課題として、パソコンをワンボードマイコンに置き換えることによる価格の低減、センサ特に水位計の精度・安定性の向上および停電などの異常時対策に取り組む予定である。

### 4. 文 献

安部：「物理的測定法による加糖あんの品質評価」  
農芸化学会昭和56年度西日本支部大会講演要旨集 P27

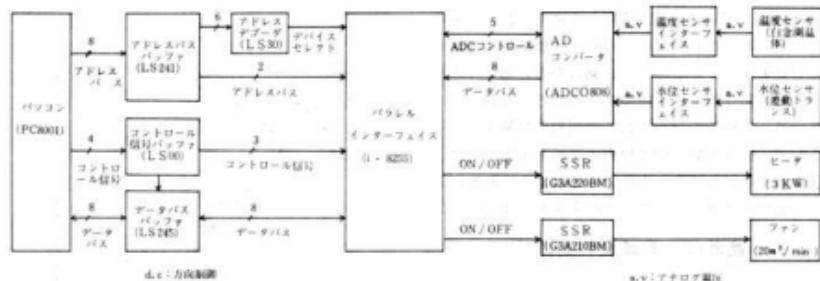


図3 制御系ブロック図

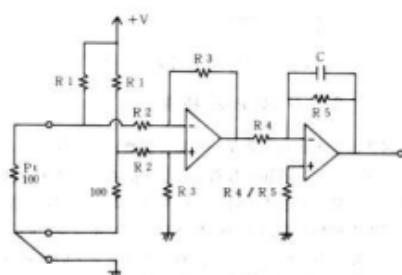


図4 濃度センサインターフェイス

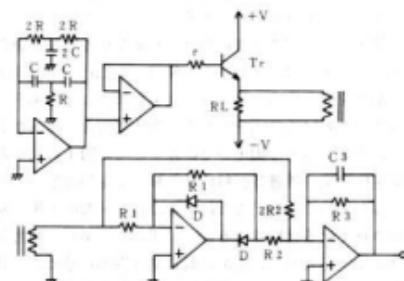


図5 差動トランジスタインターフェイス

# 低周波空気振動防止に関する研究

岡田芳雄、南良良治、吉野信行、池田哲宏

## A Development of Active Control Unit against Low Frequency Noise

OKADA Yoshiro, NARA Ryoji, YOSHINO Nobuyuki and IKEDA Tetsuhiro

In recent years, the social complaints about infra and low frequency noise pollution, such as compressors, boilers and shakeout-machines in factories, have gradually increased. It is a well-known fact that sound insulation systems such as single-wall, double-wall and barriers are not very easy to develop because of the complexity of an internal mechanism low frequency sound waves and the large size of such insulation systems. The one of counter measures to active control of the low frequency noise is add another sound source near to the original source, which has an equal amplitude and contrary phase to the original. We have developed a unit to active control of the low frequency noise by using microcomputer and PLL element. This paper describes the experimental result of such a control unit on low frequency noise.

### I. 緒 言

最近の騒音公害では、低周波による騒音の苦情が多くなっているが、これまでの、一般的な遮音対策ではほとんど効果がない。このため、騒音源の立地条件の制約や、騒音防止対策が大規模になるなどの問題点が生じている。本研究では、これらの問題点の解決法の一つとして、低周波騒音源に位相と振幅を最適に制御した別の音源を付加することによって騒音を能動的に制御する装置を開発したのでその結果を報告する。

### 2. 遮音による減衰の測定

音を防ぐ有効な方法は遮音であり、通常、壁で仕切りをしたり、音源にカバーをかけたりするが、その効果の測定を行なった。遮音材料としては、スレート、木、コンクリートブロック、木毛セメント、グラスウールを使用し、内部に吸音材をはった箱を作り音源を遮蔽する。音源には、スピーカを使用し、25~8000 Hz の騒音を発生する。測定は、何も対策をしない場合の受音点における音圧レベルと、防止対策を行なったときの音圧レベルを測定しその差をとる。図1は、その測定結果で、各遮音材料による減衰量を周波数別に表示したものである。ここにあるのは、一般の工場で使用されている材料であるが、いずれも、中音、高音部はよく防止されているが、低音部は内部容積による共振や、振動により音を放射しているため減衰がみられない。

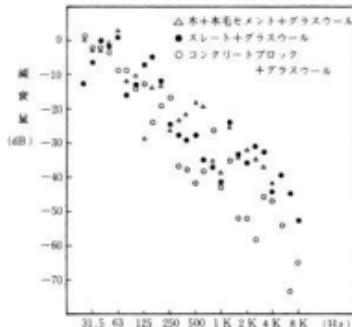


図1 各材質による遮音特性

### 3. システム概要

図2は、本研究で開発した騒音制御システムのブロック図で、その外観を写真1に示す。このシステムは、単一周波数を消波する目的で作られており、付加音源の位相と振幅を制御する回路として、マイコンとPLL回路を組み合わせた。このため、ハウリングの影響が少なくなっている。騒音源、付加音源には低周波用スピーカを使用した。騒音のレベル検出には、振動ピッ

アップ、あるいは、騒音計を使用し、この信号は増幅された後振幅比較器と PLL 回路に出力される。振幅比較器は、騒音源と付加音源のレベルを比較し、振幅のデータをマイコンへ送る。PLL 回路は、騒音の 16 倍の周波数で発振し、同期パルスをマイコンへ出力する。マイコンは、PLL 回路からのパルスに同期してサイン波のデータを発生するとともに、振幅制御の信号を可変利得増幅器に送る D/A コンバーターは、マイコンから送られたサイン波のディジタル値をアナログ値に変換する。そして可変利得増幅器で振幅調整された後スピーカへ送られる。図 8 にマイコンプログラムのフローチャートを示す。

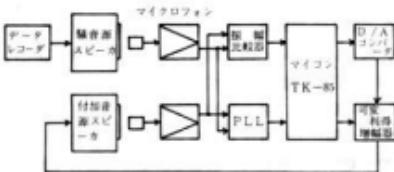


図2 驚音制御系ブロック図

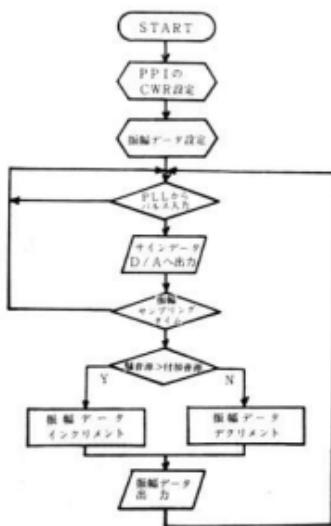


図3 韻音制御プログラムフローチャート



写真1 システムの全貌

#### 4. 点音源と双極子音源からの音の放射

実験に使用したスピーカは、振動面の直径が 38 cm で測定は 20 ~ 40 Hz で行なった。これは、波長にすると 17 ~ 8 m となり、音源の半径は、波長に比べて十分小さく点音源であると考えられる。

自由音場において、点音源から放射される音の強さは音源から  $r$  m 離れた点では、音の強さの実効値を  $P_{r0}$  音源の面積を  $A$ 、速度を  $U_s$ 、空気の密度を  $\rho$ 、周波数を  $f$  とすると

で表わされ方向に関係なく距離だけの関数になる。<sup>1)</sup>

次に、互いに  $180^\circ$  の位相差を持つ点音源が  $d$  の距離をおいて 2 つ存在する場合を考える。 $d$  に比べて十分離れた点での音圧の実効値は

$$\Pr \left[ \frac{d}{\lambda} \text{AUspf} \left( \sin \pi d / \lambda \left( \sin \theta \right) \right) \right] \leq \epsilon \dots \dots \dots \quad (2)$$

で与えられ、指向性は  $d/\lambda$  によって変化し、2つの音源を結ぶ方向で最大となり直角方向では0になる。また、 $d < \lambda/6$  の場合は、音圧はどの方向においても単一音源のときより小さくなる。さらに、 $d \ll \lambda$  の場合は、タブレット音響となり音圧の実効値は、

二本丸舟、船内装機は200馬力(150kW)。1)

図4は、風の影響の少ない日を選び、見通しのよい平地で低周波用スピーカを40 Hzで再生し、単音源と、音源の間隔が50 cmの双極子音源について距離減衰を測定したものである。測定は、普通騒音計のC特性を用い、双極子では2つの音源の延長方向で行なった。このデータは、測定値と暗騒音の差をとったものであり、6 dB/oct の距離減衰がみられ、点音源の場合

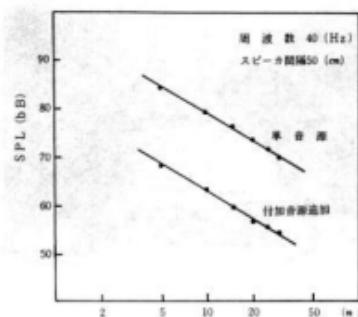


図4 スピーカから放射される音の距離減衰

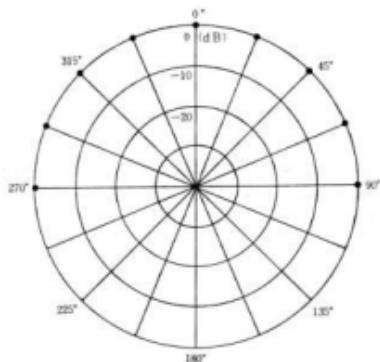


図5 自由音場におけるスピーカの指向特性

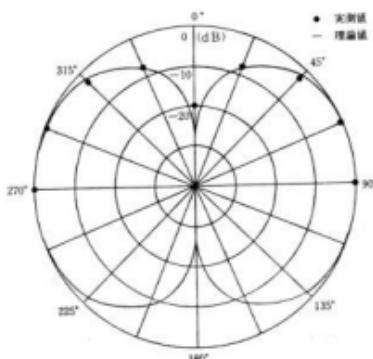


図6 自由音場における付加音源動作時の指向特性

と一致する。図5と図6は、前述の実験と同じ条件で、単音源と双極子音源の指向特性をスピーカから10 mの距離で実測したものである。図6には、式(2)から計算した理論値を示した。

### 5. 室内での吸音特性の測定

実験は、遮音対策が施されたシールドルームで行った。この部屋の広さは、4 m × 3.5 mで、高さは2.4 mである。測定方法は、騒音源および付加音源のスピーカを対向させて配置し、低周波発振器とスピーカで純音を発生し、部屋の各位置における音圧レベルをC特性で測定する。次に、付加音源を追加して同様の測定を行ない、その差から減衰量を求める。騒音の周波数は、25 Hz, 31.5 Hz, および、40 Hzを使用し、スピーカ間隔は、30 cmから80 cmに変化した。図7、図8は、その一例で四角の枠は部屋の輪郭を示し、騒音源と付加音源のスピーカは、図の位置に設置する。上の数字は、騒音源のみを動作させ、各位置で測定したC特性での音圧レベルを示し、下の数字は付加音源を動作させ能動的に吸音を行なった場合の減衰量を示している。この実験では、室内の音響特性による定在波が生じており低い周波数になる程場所による音圧レベルの差は小さくなっている。

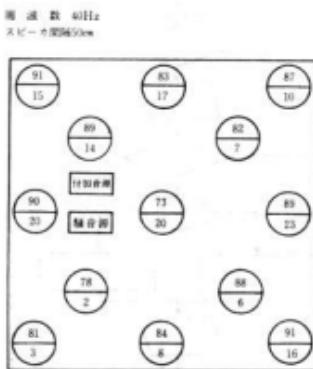


図7 室内における騒音減衰量

周波数 25 Hz  
スピーカ距離 50cm

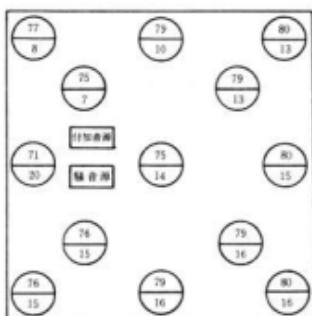


図 8 室内における騒音減衰量

次に、加振機の騒音による騒音の減衰特性の測定を行なった。騒音発生に使用した加振機は、動電形振動試験装置で制御部、振動発生機、冷却ファンに分かれしており、振動数範囲は 5 ~ 200 Hz、最大変位は 25 μm である。ここでは、振動数を 25 Hz としデータデコーダに記録したものをスピーカで再生し、減衰量の測定、および、周波数分析を行なった。

図 9 は対策前のもので、25 Hz を基本波として、その高調波である 50 Hz, 75 Hz および冷却ファンの騒音が現われている。図 10 は対策後のものを示したもので、周波数分析は対策前と同じであるが、25 Hz のみが 20 dB 程減衰している。

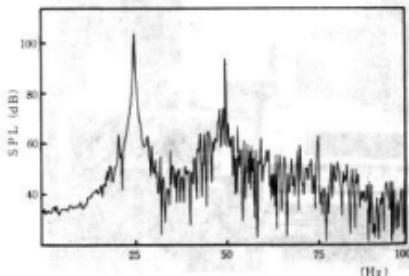


図 9 加振機騒音スペクトル（対策前）

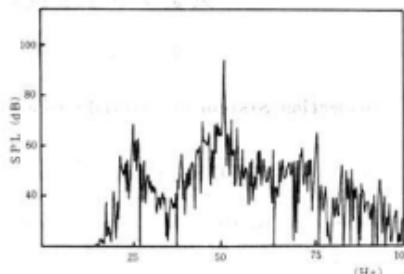


図 10 加振機騒音スペクトル（対策後）

## 6. 結 言

簡単な方法での低周波騒音対策として、能動的吸音による騒音制御システムを開発し、次の成果を得た。

- (1) 騒音に別の音源を付加して音を消すという方法は一般的でないが、低周波騒音には有効であることが確認できた。
- (2) 位相制御回路に PLL 回路を用いることで、ハウリングの影響を少なくできた。
- (3) マイコン制御により、周波数、振幅が騒音源に追従するため、ある程度の変動に効果がある。
- (4) 現状では、卓越した周波数成分 1 個の減衰しかできないが、フィルターをつけてマルチ化することにより複数の音の減衰が可能である。

## 7. 文 献

- 1) 子安 勝：騒音、振動（上）
- 2) 城戸健一：付加音源による消音法に関する一考察  
音響学会講演論文集 50 年 5 月 P233, 234
- 3) 中野有明：入門超低周波工学 技術書院（1981）
- 4) 橋沢 健：PLL（位相同期ループ）応用回路総合  
電子（1977）

## マイクロコンピュータによる自動検査システムの開発(第3報)

## 実装プリント配線板の自動検査

検査和生、永山博夫、馬場洋宏、打田澄雄

## Inspection System of Printed Circuit Boards Mounting Electronic Parts

HIGAKI KAZUO, NAGAYAMA HIROO, BABA YOSHIHIRO and UCHIDA SUMIO

It is well known that many kinds of Inspection Systems of Printed Circuit Board are on the market. Many superior faculties are furnished with these Inspection Systems. On the other side, these are very expensive and difficult to use.

Considering the future situation, less cost and easy to use Inspection of Printed Circuit Board is required. In the present paper, we shall try to develop the less cost Inspection System by restricting any faculties. Introduce a few points about this system faculty, this system object is on the examination of analog circuits, and it is possible to transfer the data from microcomputer CAD (computer aided design) system to this system. This system specifications are following:

1. Measurement points	128 points (max 256 points)
2. Input voltage	-50~50 volts
3. Data acquisition time	3 seconds / 100 points
4. Linearity	± 1%

## 1. 緒 言

製品の多様化にともない設計・検査作業量の増加の傾向は機械系業界のみならず電気業界でも著しい。とくに、プリント配線板の設計に関してCAD(computer aided design)からCAT(computer aided testing)へのオンライン化の要求は強い。

プリント配線板の検査は、配線パターンの絶縁・導通を電気的に検査する布線検査、電子素子が実装された状態の基板を検査するインサーキットテストおよびファンクションテストがある。

これらの検査は設計の段階で決まる回路の節点情報およびデバイスリストから自動的に実装プリント配線板の検査および故障診断を行うもので、現在市販されているシステムはかなり高価なものである。

そこで、機能をある程度限定した低価格の実装プリント配線板の検査を自動で行うシステムの開発を試みたので、その結果を報告する。

開発したシステムは、リニア回路の検査を対象としており、線形直流回路解析を行うプログラムと組み合せ回路節点の電圧を計算し、これと実測結果を比較し回路の良否、不良箇所を自動的に検査しようとするものである。

## 2. システムの概要

システム全体のブロック図を図1に示す。また、試作したシステムの外観を写真1に、システムの仕様を表1に示す。

システムはマイクロコンピュータとその周辺装置、



写真1 システムの外観

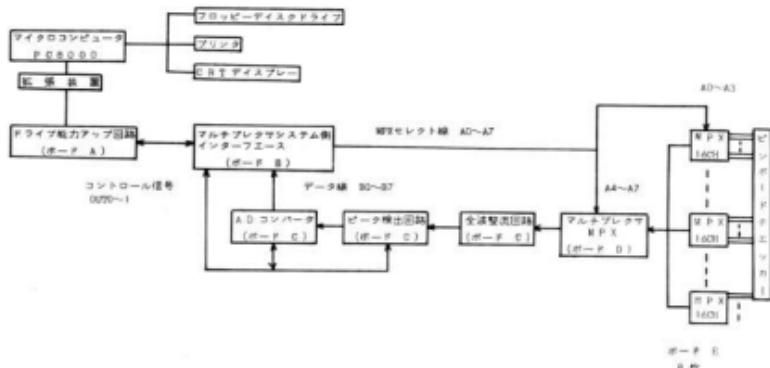


図 1 システムプロック図

表 1 システムの仕様

測定点	128 点 (max 256 点)
測定電圧	+50 ～ -50 V
測定時間	3 秒 / 100 点
直線性	±1% 以内
分解能	±0.2 V

データ収集装置で構成され、マイクロコンピュータとのインターフェースは 8 ビット汎用パラレル I/O を使用、データ収集は 128 点のマルチプレクサと 12 ビットの分解能を持つ AD コンバータよりなる。

パラレル I/O の入出力および制御信号の I/O アドレスを図 2 に示す。

AD 変換後のデータは上位 4 ビット、下位 8 ビットを 2 回に分けてマイクロコンピュータに取り込む。マルチプレクサの切りかえ、すなわち測定点の選択はソフトウェアで任意に行なうことができる。マルチプレクサ切りかえにおける最上位ビットは現在使用しておらず測定点を 256 点に拡張する場合に使用する。拡張はソフトウェア・ハードウェアを変更することなく、マルチプレクサ基板を 8 枚追加するのみで簡単に拡張が可能である。

AD コンバータは ICL 7109 (二重積分型 AD コンバータ) を使用した。これは 12 ビットの分解能を有すること、低価格であること、マイクロコンピュータとのインターフェースが容易である等の理由による。

この AD コンバータは 1 回の変換サイクルが 8,192 クロック周期で、3.58 MHz の水晶振動子を使用して

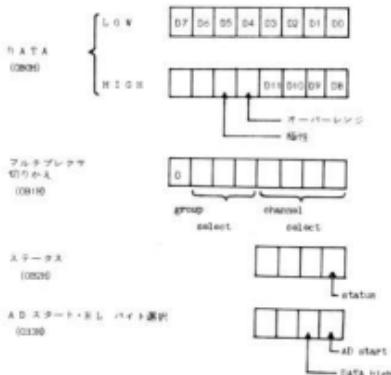


図 2 パラレル I/O 入出力データ

いるため約 2.5 ms の変換時間が必要である。さらに、ピーク検出回路のコンデンサの放電などデータ収集装置の初期化のための時間が必要で、これらの所要時間を考慮すると AD 変換は 30 回 / 秒 が限度である。

AD コンバータ回路を図 3 に、AD 変換タイミングチャートを図 4 に示す。

マイクロコンピュータから I/O アドレス (φB3H) に AD 変換スタート信号を送ると、まず最初にピーク検出回路のコンデンサを放電させ初期化を行う。コンデンサが放電される一定時間後 ICL 7109 に AD 変換スタートパルスが加えられるようにタイミング調整

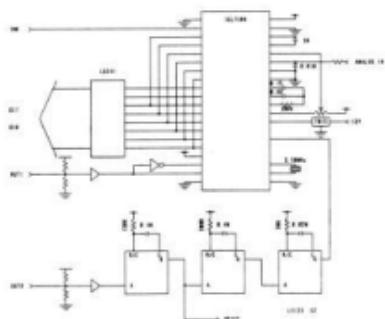


図3 AD変換回路

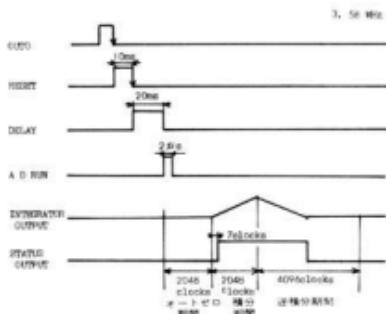


図4 AD変換タイミングチャート

を行っている。

図3においてOUT0はADスタート信号、OUT1はAD変換データの上位・下位バイトデータ入力の切りかえに使用している。また、IN0はAD変換の終了を知るステータスの入力に、RESETはコンデンサを放電させるための信号である。放電のための待ち時間が図4で示すDELAYである。

一方、マルチブレクサはC-MOS 4051Bを使用しており、測定点16点を1グループとして1枚のユニバーサル基板に組み込み、これを8枚実装して128点選択できるようになっている。マルチブレクサの切りかえは図2に示すように下位4ビットで16点のうち、いずれかを選択し、グループの選択は上位3ビットを使用している。

ピンボードは一般に回路試作用として使用される155×115のICピッチユニバーサル基板に合せて300本のスプリング入りコンタクトプローブをセットしている。このうち測定すべき点を最大128点任意に選択できるようにしている。

測定結果の校正是標準電圧発生器（確度：設定値の0.005%）を使用した。

### 3. ソフトウェア

全体のフローチャートを図5に示す。

ソフトウェアは線形直流解析を行うプログラム“DC-Analysis”と実装基板の各節点の電圧を測定するためのプログラム“measure”よりなる。

回路の解析は節点電圧解析法により線形直流回路（抵抗と直流の電圧源、電流源で構成される回路）の解析を行う。この方法は節点情報および回路素子の値から電子回路の各節点の電圧を求めるもので、IBMの電子回路CADシステムECAPと同様のアルゴリズムによるものである。<sup>11)</sup>

節点電圧解析法は、まずキルヒホフの電流法則から

$$A \cdot I_e = A J_s \quad (1)$$

A : 基底インシデンス行列

$I_e$  : 電流ベクトル

$J_s$  : 電流源ベクトル

オームの法則から

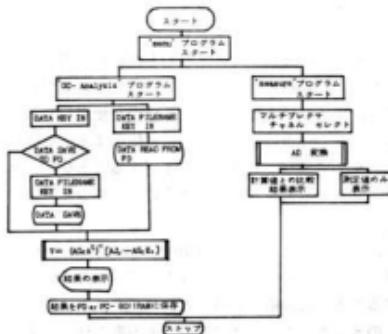


図5 フローチャート

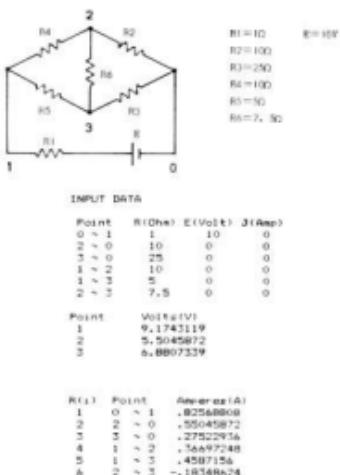


図6 回路解析プログラム実行例

$$GeVe = 1e \quad (2)$$

Ge : アドミタンス行列

Ve : 電圧ベクトル

ここで、電圧ベクトルは独立電圧源ベクトル  $E_s$  と従属電圧ベクトル  $V$  の和であるから

$$Ve = V + Es \quad (3)$$

また、グラフ理論でいう各枝の電圧  $Ve$  と節点の電圧  $V_n$  には次の関係がある。

$$Ve = A^t V_n \quad (4)$$

$A^t$  : Aの転置行列

したがって(1)～(4)から次式が導かれる。

$$(AGe A^t) V_n = AJs - AGe Es \quad (5)$$

この式が節点方程式と呼ばれるものである。

簡単な回路について節点電圧解析法により求めた例を図6に示す。INPUT DATA 以下がコンピュータからプリンタに出力したもので入力データおよび計算結果を示している。

節点電圧解析法による線形直流通路の解析法および解析プログラムは多くの文献に発表されている。<sup>3) 4)</sup>

一方、"measure" は測定すべき点を指定すれば自動的にマルチブレクサを順次切りかえて節点電圧データをコンピュータに取り込む処理を行う。

したがって、"DC - Analysis" で得られる回路の節点電圧と、実装基板の測定データを比較することによって不良箇所および不良部品の検査を簡単にを行うことが可能となる。

プログラムは BASIC で作成しており、このシステムによって 100 点のデータ処理を行うに要する時間は約 3 秒であった。

## 4. 結 言

今回製作した実装プリント基板の検査システムは、線形直流通路の解析および検査を対象としているが、トランジスタアンプおよび直流安定化電源の設計・検査に応用することが可能である。

今後の課題としては、回路図の作成から解析まで一連の操作が可能なシステムに、またデジタル回路への対応など機能アップを検討していきたいと考えている。

## 5. 文 献

- 1) 電子通信学会編：電子回路の CAD 電子通信学会（1979），205
- 2) C. Below : Digital and Analog System, Circuits and Devices McGraw-Hill (1980) 90
- 3) 前田謙他：現代グラフ理論の基礎 オーム社 (1978) 109
- 4) 黒瀬龍：FORTRAN-80 啓明出版 (1984) 81

## CADシステムによるプレス金型の自動設計用ソフトウェア開発

斯波信雄、平田敏明、京極秀樹、小池 明、福田宗行、岸本三和\*

### Development of Software for Automated-Design of metallic mold

SHEBA Nobuo, HIRATA Toshiaki, KYOGOKU Hideki, KOBKE Akira, FUKUDA Muneyuki and KISHIMOTO Mitsukazu

We developed a CAD software oriented to designing metallic molds.

It is composed of processes as follows :

- (1) processing the language oriented to CAD
- (2) creating figures
- (3) modifying drawings
- (4) displaying drawings

In the process of creating figures, spline curves as well as lines or circles can be created.

In the process of modifying drawings, data of drawings is stratified.

We suppose our software should reduce manual labor in designing metallic molds.

### 1. 緒 言

最近、大企業は当然のことながら、中堅および中小企業へのCAD/CAMシステムの導入機運が非常に高まっている。特に金型業界では製品の(1)高精度化、(2)短納期化、(3)低価格化が非常に重要な問題となっているため、これらの問題を解決する手段としてCAD/CAMシステムを導入する企業が多い。

しかしながら、金型は形状が複雑なものが多いためCADでは3次元形状として処理しなければならず、さらに企業ノウハウを入れる部分也非常に多く、市販のソフトでは実用的でないのが現状である。また、金型においてはCADとCAMが有機的に結びつけられなければシステム導入のメリットは非常に小さくなるが、CAD/CAM自体が本来別々に発展してきた経緯から、現状のCAD/CAMシステムにはまだ多くの問題がある。

そこで、当所では金型のCAD/CAMシステムの開発を進めている㈱日本プレスと共同研究を行い、CADシステム用プログラムを開発したので報告する。

### 2. システムの内容

#### 2.1 システム構成

当所及び㈱日本プレスで開発を進めているシステムの概要は図1のとおりで、これを大別すると

- (1) データ入力部
- (2) 言語処理部
- (3) 図形創成部
- (4) 個別処理部
- (5) 図形操作部
- (6) 表示部

から構成されている。

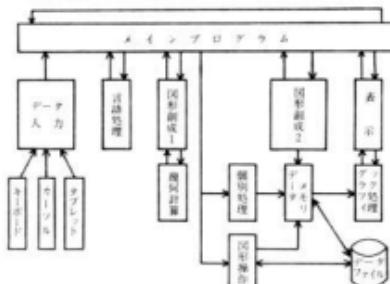


図1 システム構成

\* ㈱ 日本プレス 生産技術課

これらのうち、言語処理部および图形創成部は弊社日本ブレスで開発されたものである。当所では、图形操作部および图形創成部の一部のプログラム開発を行った。以下、图形創成部および图形操作部について述べる。

なお、プログラム開発には

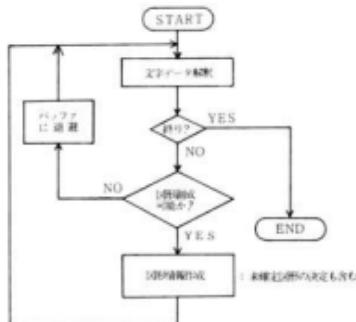
- (1) 富士通機器 PFU-1400 ミニコンピュータ
- (2) カルコンプ社製 モデル 1039 XYプロッタを使用した。

## 2.2 図形創成部について

图形創成部のフローチャートの概要は図2に示すとおりで、まず文字データ解釈(言語処理)を行い、图形データの創成を行う。

例えば図3のような图形を描く場合には、図4のようにデータを入力する。これらのデータは言語処理部で解釈され、図5、6に示すLABELファイル、DATAファイルにファイルされる。ファイルの内容は図5、6に示すとおりで、LABELファイルには線種、線番号、ポインタをファイルし、DATAファイルには座標値等をファイルする。以上のように图形データを創成する。これらの图形データを使ってグラフィックディスプレイあるいはXYプロッタに出力することにより图形を描くことができる。

图形創成方法として工夫してある点は、1つ前の条件と現在入力された条件からでは图形が確定しない場合も未確定な条件をバッファに蓄えておき、图形創成できる条件が整った時に未確定だった图形をも作成す



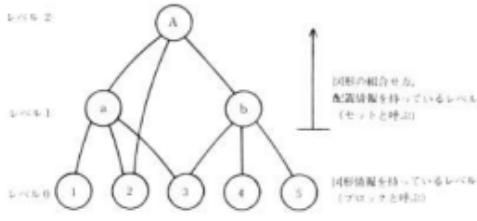


図7 図形操作部の階層構造

持っている。図8は階層化構造のプログラムを示す。配置関係を表わす情報は図9の配置情報と書かれている部分であり、回転軸に対するX, Y, Z方向の方向余弦、回転角、各軸に平行な平行移動量をデータとして持たせてある。これらのデータを利用して要素単位等の管理をしているわけであるが、次の式に基づいて図形の配置場所が決定される。

任意軸回りの回転は

$$[X, Y, Z, 1] = [x, y, z, 1] \cdot [R]$$

ここで

$$[R] =$$

$$\begin{matrix} n_1^2 + (1 - n_2^2) \cos\theta & n_1 n_2 (1 - \cos\theta) + n_2 \sin\theta & n_1 n_3 (1 - \cos\theta) - n_3 \sin\theta & 0 \\ n_1 n_2 (1 - \cos\theta) - n_2 \sin\theta & n_2^2 + (1 - n_3^2) \cos\theta & n_2 n_3 (1 - \cos\theta) + n_3 \sin\theta & 0 \\ n_1 n_3 (1 - \cos\theta) + n_3 \sin\theta & n_2 n_3 (1 - \cos\theta) - n_1 \sin\theta & n_3^2 + (1 - n_1^2) \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

$n_1, n_2, n_3$  : 回転軸の各軸からの方向余弦

$\theta$  : 回転軸回りの回転角

平行移動量は

$$[X, Y, Z, 1] = [x, y, z, 1] \cdot [P]$$

ここで

$$[P] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ Px & Py & Pz & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} Px : X \text{ 軸方向の移動量} \\ Py : Y \text{ 軸方向の移動量} \\ Pz : Z \text{ 軸方向の移動量} \end{array}$$

階層構造の形は図7で表わされるが、これを図10で示すように階層構造を分割して管理せらるるようにした。これにより図形要素単位の管理が容易となり、ソフトが簡素化された。



図8 階層化構造プログラムの一例(図形配置)



図9 設計ファイルの内容

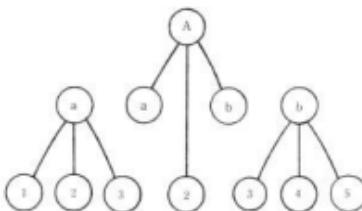


図10 階層構造の分割

### 3. 出 力 例

金型図面の簡単な出力例を図11(a)(b)(c)に示す。  
現在はキーボードから入力したデータをXYプロッタ

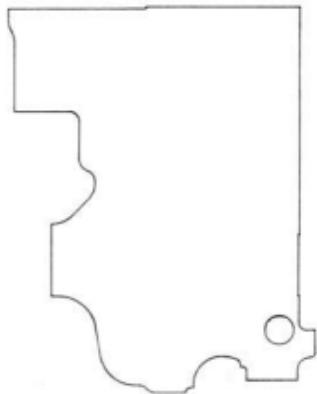


図11 (a) 出力例

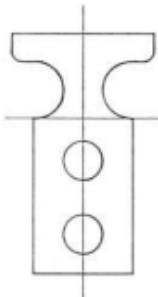


図11 (c) 出力例

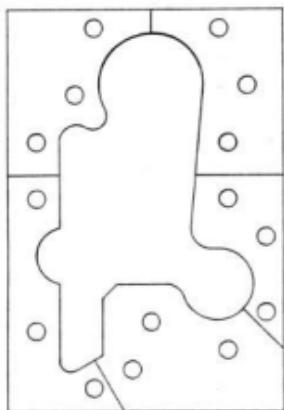


図11 (b) 出力例

に出力するだけであるので、複雑な図面を描かせたり会話形式で図形創成したり編集するといったことは困難である。しかし本研究は継続する予定であり、今年度導入されたグラフィックディスプレイを利用して、会話形式でデータを入力したり編集できるプログラムを開発し、複雑な図面も容易に描けるよう改良したい。

### 4. 結 言

本研究は、徳日本プレスにおいて開発された言語処理部、図形創成部に加えて、主に図形操作部のプログラム開発を行い、次のような結果が得られた。

- (1) データの階層化により図形要素単位の修正、追加、削除等が可能になった。
- (2) 階層構造化を分割することによりソフトの簡素化がはかれ、機能拡張等が容易となった。

### 5. 文 献

- 1) 山口富士夫：形状処理工学 I
- 2) 山口富士夫：形状処理工学 II
- 3) 山口富士夫：コンピュータグラフィックス

## CADによる機械部品の標準化

兼広二郎、平田敏明、小池 明、小林賛治

### Standardization of machine parts by Computer Aided Design

KANEHIRO Jiro, HIRATA Toshiaki, KOIKE Akira and KOBAYASHI Kenji

In order to improve the productivity, we suggest "GT method". This is one of the methods of standardizing machine parts. We automated this method, which consists of following steps.

- (1) Coding graphic data of machine parts
- (2) Allocating "GT number" to each part
- (3) Deciding the sequence of manufacturing
- (4) Sorting and retrieving "GT number"

#### 1. 緒 言

最近、社会ニーズが多様化しており、生産形態も大量生産から多品種少量生産へ移りつつある。

設計から製造までの合理化が重要な課題といえる。中小企業においても、この傾向は、ますます強く、多品種少量生産を踏まえた製造が要求されてきている。そのためには、自社で扱う製品のグループ化、標準化などの類似部品による集約加工を行い、合理化する必要がある。

その手法として、GT(Group Technology)手法がある。GT分類を行うためのGTコードとして、アーヘン工科大方式(オーピッツ博士による)、チエコスロバキア方式、機械試験所方式<sup>①</sup>等がよく知られた方式であるが、自社に合せた企業独自のGTコード体系が望まれる。また、GTを利用した自動工程設計が生産管理システムの重要な手法となる。

代表的な自動工程設計システムにAUTOPROS、MIPLAN、CAPP、CIMS/PRO<sup>②</sup>等の種類が知られているが、詳しい内容、ソフトについては公開されていない。そこで、筆者らは、GTコードの基本となる考え方を調べ、GTコード体系、図面情報の形状コード、GTコードの自動決定、工程順序の自動決定のソフト開発を行ったので報告する。

#### 2. GTコードの自動決定

今回用いたGTコード体系は、アーヘン工科大学の

オーピッツ教授に基づき作成した東芝のGTコード表<sup>③</sup>を、さらに、修正を加え、図面情報を満足できるようにしたもののが表1である。GTコード表は、1桁～10桁で構成され、1桁目は、0～3まで回転形状部品、4～5に、歯車形状部品、6～9で、非回転形状部品を寸法比で表わす。回転形状部品では、2～5桁目を外面形状、内面形状、平面加工、補助穴を示し、歯車形状部品は、2桁目を歯車の種類、3桁目は、内外面形状を表わし、4～5桁目は、回転形状部品と同じ。また、非回転形状部品では、2～5桁目に、主要形状、外円筒面、面加工、補助穴を示す。なお、2～5桁目は、図面情報より形状をコード化できるように工夫した。6～7桁目は、奥行き(または長さ)、幅(または直径)を図面寸法の大きさにより区分する。8桁目は、材料を鉄鋼、非鉄、非金属に区別する。9桁目は、表面処理を0～9の種類分けし、10桁目は、精度を荒仕上げ～超仕上げまで6ランクに分けた。

表2は、形状コード表の一部を示したものである。これは、図面の形状表現と、GTコードを結びつけるために開発したものである。例えば、貫通穴は、4桁の記号"1 H O O"で表わす。Iは、内面加工を意味し、H Oは、H O L Dの頭2文字で表わし、Oは、0～9の種類の区分を示す。このように、回転形状部品における図面の形状を表現するものに、次の形状部分が上げられる。SHAFT(軸)、HOLD(穴)、CURVED SURFACE(曲平面)、GEAR(歯車)

表 1 G T Σ - F 表

SCREW(ネジ), SLÖT(溝), SPLINE(スプ ライン), PÖLYGÖN(多角形), DEFORM(異形), FLANGE(フランジ), AUXILIARY HÖLD(補助穴)等が含まれ、それぞれの種類を0~9に特徴づける。同じように、非回転形状部

表2 形状コード表の一部(回転形状部品)

<u>SHAFT</u>	<u>HOLD</u>	<u>CURVED SURFCE</u>	<u>SCREW</u>	<u>TAPER</u>
0 単純な形の軸	I H 貫通穴	○ I H 球状	○	○ I モールスヘード
1 2段軸	I H 2段付穴	○ にぎり形状	○	
2 3段軸	I H 3段付穴	○ ラッパ状	○ I 台付ネジ	
3 多段軸	I H 多段付穴	○ 鞍形状	○ I ボルネジ	
4 偏心軸	I H めくら穴	○ 単純な曲面		

(外面：O，内面：I，瓣面：T，辅助穴：H)

品においても考えられる。ここでは、紙面の関係で省略する。

GTコードと形状コードの対比を表わしたものが図3である。例えば、回転形状部品のGTコード表の3桁目、すなわち、外面形状で見ると、0は、形状要素なしで、ストレートの所は、軸の外面に特に変化のないものを示す。 $\circ$ SH0, ……と記号化できる。このように、形状に関する2～5桁目について、GTコー-

表3 GTコードと形状コードの対比例の一部

0		ストレート	$\bar{O}SH_0, \bar{O}SH_5, \bar{O}SH_6$
1	形状要素 なし	片側に直径増大	$\bar{O}FL_0, \bar{O}FL_2, \bar{O}FL_6$
2		多様に直径変化	$\bar{O}CU_2, \bar{O}CU_3, \bar{O}CU_4$
3	旋割ミズあり		$\bar{O}SL_2, \bar{O}SL_3$

ドを形状コードの記号により表現できるようになしたところに特徴がある。材料、表面処理、精度についても同様に、記号化を行った。図1は、GTコードと形状コードの対比に基づき、GTコード自動決定プログラムを作成した。まず、図面よりKEYWORD(形状記号)、材料、寸法、その他の項目を入力しておく。GTコード番号で1桁目、6～7桁目は、図面情報の寸法の大きさにより、0～9、あるいは、A～Qの中から選び、コード番号を自動的に割付ける。GTコードの2～5桁目は、GTコード表の対比について、2桁、3桁、4桁、5桁にそれぞれテーブル表を作成し、図面情報によるKEYWORD(形状記号)と比較し、GTコード番号を、0～9の種類の中から、選択する。同じように、8～10桁についても、材料、表面処理、精度のテーブル表を作り、図面情報との比較により、番号を選択する。このプログラムにより、図面情報よりの形状コードに基づき、記号化し、GTコード番号を自動決定し、DISK(磁気ディスク)へ格納する。

### 3. 工程順序の自動決定

旋盤の加工順序は、大別すると、外周加工—外周溝加工—端面溝加工—送りネジ加工—ネジ切り加工—穴明け—内形加工—内形溝加工—送りナット加工—ナット加工等で表わせる。その後工程として、フライス盤、ポール盤、キー溝盤、プローチ盤、歯切り盤、熱処理、研削盤、超仕上げがあり、各種機械の加工工程で考えられるものを全部列挙する。

これをもとに、形状コードの記号と加工工程を対比



図1 GTコード自動決定プログラムの流れ図



図2 工程順序プログラムの流れ図

して、テーブルを作成する。図2は、工程順序プログラムの自動決定の流れ図を示す。旋盤加工では、形状コード記号4桁の前に、反転加工かどうかを示す符号を1桁設け、区別する。また、図面より精度記号については、形状コード記号4桁の後に、ランク分けの1～5の数字を1桁加えることにより、旋盤加工から研削加工、超仕上げ加工までを区別する。各種機械の工程順序を図面情報より、DISKに入っているKEYWORD(形状記号)と工程順序のテーブル表により選択し、旋盤加工、フライス加工、ボール盤加工、キー溝加工、……等部品加工の工程順序をDISKへ格納する。工程設計では、加工順序の他に、機種選定、工具選定、治具選定、標準加工時間、切削条件等が上げられる。実際には複雑なため、コンピュータとの対話方式が必要であり、今後、取組む予定である。

### 4. 出力例

図3は、図面情報よりの出力例である。ナットの圖

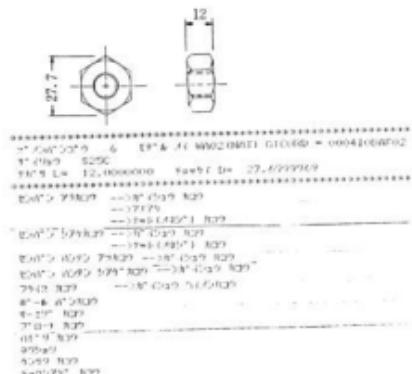


図3 网面情報よりの出力例

6T 3-18° T=464	
139-319	2019
004	*****
024	***
036	*
100	**
101	*
104	***
110	*****
111	*
115	***
120	****
121	*
126	***
150	*
191	*
194	***
200	***
210	*
220	*****
240	*
260	*
402	**
404	**
410	*
424	***
474	*
590	*

図4 度数分布の出力例

面情報より、モデルメイ、キーワード、ザイリョウ、ナガサル、チャッケイDをコンピュータに登録し、GTコード番号、工程順序であるセンパンアラカコウ、センパンシアゲカコウ、ハンテンシカコウ、ハンテンシアゲカコウ、フライスカコウを自動決定し、格納したものを出力したものである。

図4は、現在、コンピュータに登録しているGTコード番号の1～3桁目までの度数分布の出力例である。度数の多いコード番号より、GTグループとして扱か

図5 GTヨード番号による検索例

い標準化に利用できる。また、月毎の生産個数と G.T. グループを掛け合わせ、P(種類) × Q(数量) 線図を作成し、G.T. グループ加工に、効果が上がる。

図5は、GTコード番号による検索例を示す。図4より、度数の多かった110のコード番号を持つGTコード番号を検索し、モデルメイ、GTコード番号を全部出力したものである。この方法を用いて、CADとGTコード番号の検索を結びつけ、類似図面を検索し、類似設計が行える。

5. 結 言

- (1) 図面情報より形状に関する項目をコード化し、GTコードの自動決定プログラムを作成した。
  - (2) GT番号の分類、検索プログラムを作り、GT番号による標準化、CADによる類似図面を早く検索できる。

最後に、標準化に関するソフトは、フォートラン言語で開発したが、最近では、中小企業においても、パソコンはかなり普及している。今回の標準化に関するソフトをベーシックに直し、中小企業に指導を行えば、日々標準化作業の対象は拡大できる。

6 章

- 1) 財団法人機械振興協会編：グループテクノロジ導入のためのガイドブックⅠ Group Technology P 28 ~ P 53, P 209
  - 2) 福田好郎、神田雄一：多様化生産の運用システム開発、技研所報 VoL. 18 No. 1 (83) P 10 ~ P 19

# 低濃度酸性金めっきに関する研究

榎岡 秀, 清水達磨

## Study on Acid Bath Hard Gold Plating for Dilute Concentrate Au

KAJIOKA Hideshi, SHIMIZU Tatsuma

Acid bath hard gold plating are usually used for tab and circuit pattern plating. Many kinds of materials are sold on the market and many experimental data on high concentrate Au have been published. Few data and materials, however, are available for more dilute concentrate baths, that is less than Au 2 g / l.

We therefore studied the influence of Co addition on appearance of Hull's cell panel and macrothrowing power from thickness distribution for Au 0.5g / l. We also studied current efficiency, plating speed, and effect of air agitation using test pieces of small surface area.

### I. 緒 言

酸性硬質金めっき浴は、プリント配線板の端子めっきや接触回路用パターンめっきに多用されており、多種類の市販品がすでに販売されている。また、研究報告、総説なども多くみられる。<sup>1)~4)</sup>しかし両者ともAu濃度が比較的高く実際には、より低濃度浴が望まれることも多いが、Au2g/l以下の低濃度浴に関するものはほとんどみあたらない。そこでハルセルを用い、Au0.5g/l、Au3g/lでのハルセル外観に及ぼすCo添加量の影響をみるとともにめっき厚分布から均一電着性について検討した。さらに小片試料を用いて、電流効率、めっき速度、空気攪拌効果などのめっき特性を得たので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 めっき試料の前処理

ハルセル試験には市販の亜鉛めっき鉄板を用い、希塩酸で亜鉛を溶解し、水洗後、3.5Aで5分間光沢Niめっきして全面を完全鏡面とした。又めっき厚分布もほぼ一定となり、1.8~5.8 μm内であった。電流効率の測定用試料はハルセル鉄板を15×34 mmに切断し、亜鉛除去後上記同様に約0.35 Aで75℃クローラン光沢Niめっきした。めっき厚は2.2~5.8 μm内となつた。15×15 mmを残し他はすべてフロンマスクでコ

ートした。

#### 2.2 浴組成及びめっき条件

浴組成及びめっき条件を表1に示す。基本組成としてはF. H. Reidらのクエン酸・KOH浴を用い<sup>5)</sup>、試薬はすべて市販品特級を蒸留水に溶かし希浴した。めっき槽は267 mlの空気攪拌用ハルセルと小片試料用には300 mlトールビーカーを用いた。液量は両者とも280 ml一定とした。めっきによる電析、持出しなどによるAu減少分はKAu(CN)<sub>2</sub>を順次加え、ハルセルではAu 0.50~0.32g/lと3.00g/l~2.60g/lに、ビーカではAu 0.50~0.45g/lと3.00g/l~2.85g/l内に原子吸光分析して濃度管理した。なお、めっきによるPHの経時変化は小さかった。攪拌の程度は空気量をフローメータでコントロールして一定条件とした。

表1 金めっき浴組成およびめっき条件

めっき浴組成	単位(g/l)	めっき条件
KAu(CN) <sub>2</sub>	4.39 or 0.731	浴温: 30 ± 0.5°C
Au	3.0 or 0.50	PH: 4.0~4.25
クエン酸	11.0	アノード: Pt板
KOH	50	かくはん: Airかくはん
光沢剤: CoSO <sub>4</sub>	Variable	液量: 280 ml

#### 2.3 Auめっき厚の測定

けい光X線微小膜厚計(第二精工舎社製)を用いて、ごく薄いAuめっき厚を測定する場合には、図1に示すように下地金属の種類と厚さの影響が大きく、検量線0 μmでのカウント数の決め方が重要である。Au1 μm程度のめっき厚になると全く影響を受けない。前述のNiめっき厚分布では平均めっき厚3 μmのカウント数57を用いれば、Au0.01 μm測定に際しても大きな誤差を与えない。

めっき厚測定によりAu析出量を求めるには、小片試料 $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 内を等間隔で9点測定し、平均めっき厚を求め金比重19.3を用いて算出した。この値は重量法で得た析出量とよく一致したので、めっき厚が薄い場合にはこの計算値を用いた。

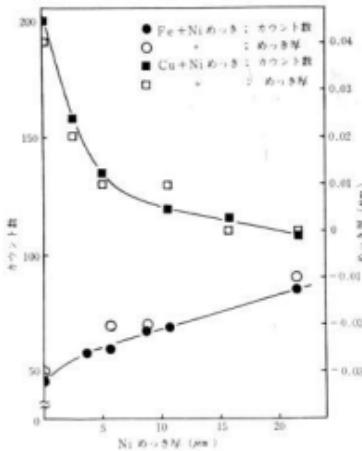


図1 けい光X線微小膜厚計のAu0.0μmでのカウント数、めっき厚に及ぼす下地金属及びNiめっき厚の影響

### 3. 結果と考察

#### 3.1 ハルセル外観

Au0.5g/ℓで0.2Aで10分間(600ケーロン)めっきしたハルセル外観を図2に示す。Co無添加浴では光沢と粉状めっき城が空気攪拌により文様状に生じ、赤茶色の粉状めっき城が非常に広い。Co0.001g/ℓですでに光沢作用がみられ、粉状から無光沢へと変化する。添加量を増すにつれて光沢域は拡がり、Co0.05g/ℓでは高電流密度部の一部を除き他は光沢を示す。Co0.25g/ℓでは0.5A、4分間めっきでも全面光沢と

なる。一方Au3g/ℓ、0.5A、2分間(60ケーロン)めっき条件では、Co無添加浴はAu0.5g/ℓとはほぼ同様な外観を示す。Co0.05g/ℓでは高電流密度部のごく一部無光沢で、他は光沢を示し、Co0.25g/ℓでは0.2A、5分間及び1A、1分間めっきでも全面光沢となる。しかし、0.5A、2分間(600ケーロン)めっきすると高電流密度部に白っぽい無光沢めっきがみられる。

以上の結果から、めっき厚が薄い場合には両者ともCo0.25g/ℓ添加することで広い電流密度範囲にわたり光沢が得られることがわかった。

次にCo添加量と光沢作用の関係を表2にまとめた。なお、Au8g/ℓでの値はA. Knodlerのデータ<sup>1)</sup>を用いた。光沢作用はAu/Co原子比に大きさは関係せず、主にCo添加量によって決まることがわかる。

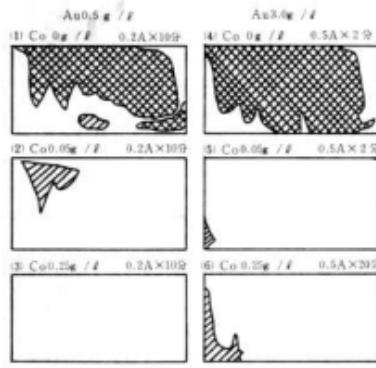


図2 ハルセル外観に及ぼすCo添加量の影響

表2 Coの光沢作用とAu/Co原子数比の関係

原子数比 Co/Au (g/ℓ)	0.5g/ℓ		3.0g/ℓ		8g/ℓ(1)	
	Co/Au (g/ℓ)	Au/Co (g/ℓ)	ハルセル 小片試料 0.5A/dm <sup>2</sup>	Au/Co (g/ℓ)	ハルセル Co/Au (g/ℓ)	1A/dm <sup>2</sup>
0.005	29	●	●	170	—	453 ●
0.025	5.8	●	—	35	—	93 ○
0.05	2.9	○	○	17	○	45 ○
0.25	0.58	○	○	3.5	○	9.3 ○
めっき厚(μm)	0.07~0.45	約1	0.06~0.53	—	—	—

●光沢部50%以下 ○光沢部50~79% ○光沢部80%以上  
○完全全面光沢

### 3.2 ハルセル板のめっき厚分布

$Au3g/\ell$  でのハルセル板のめっき厚分布を図3に示す。Co無添加浴では深さ方向 ( $H(z)$ ) は底からの距離  $z$  の各位置において一次電流分布パターンとの差異が大きく、Co添加量が増すに従いそのパターンに近づく。ただし、Co  $0.25g/\ell$  でも高電流密度部に

底面近傍 ( $5$ ) は空気攪拌の影響を受けめっき厚が小さい。 $Au0.5g/\ell$  においてもCo添加によるめっき厚分布への影響は図3とほぼ同様な挙動を示す。Coは光沢作用の効果を含め、めっき析出過程にも大きな影響を与えていると考えられる。

めっき厚分布に及ぼすAu濃度と通電流の影響については図4に示す。なお、このハルセル外観はすべて全面光沢である。一次電流分布と比べると、 $Au3g/\ell$   $0.2A$  5分めっきのめっき厚分布が最も近い。Au濃度が小さく通電流が大きいほど差異が大きく、めっき厚分布の傾きが小さくなり均一電着性が良くなる。特に高電流密度部でのめっき厚差が大きく、これは電流密度が限界電流密度以上になるためと考えられる。

### 3.3 Auめっきの電流効率

電流効率に及ぼす空気攪拌の影響を図5に示す。無攪拌では電流効率は著しく小さい。 $Dk$ (電流密度) $0.2A/dm^2$  もめっき表面に水素発生による気泡が見られ、Au濃度の低い方が発生量も多い。この気泡のために条コンが生じ均一な光沢面が得られないで、攪拌して気泡を早く除去することが実用上は必要である。空気量  $0.2\ell/\text{分}$  でゆるく攪拌しても電流効率は急に増加し、条コンも見られなくなる。空気量を  $0.5\ell/\text{分}$  以上に増しても増加せず、強すぎるとむしろ減少の傾向もみられる。以上のことから、ゆるい空気攪拌でも拡散層を薄くする効果があるが、いくら空気量を増して

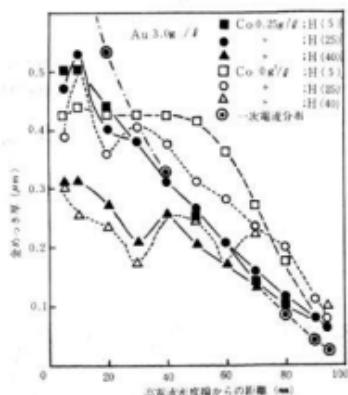


図3 ハルセル板の金めっき厚分布に及ぼすCo添加量の影響

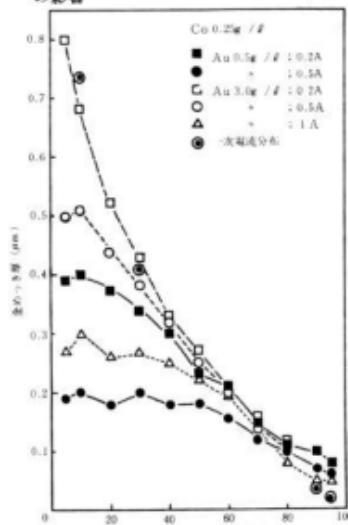


図4 ハルセル板の金めっき厚分布に及ぼすAu濃度と通電流の影響

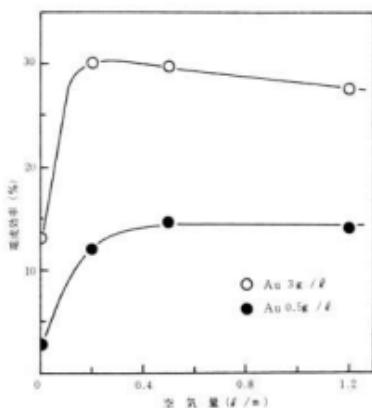


図5 電流効率に及ぼす攪拌(Air量)の影響  
( $Dk 0.5A/dm^2$ ;  $Au 0.5g/\ell$ )

も一定層より薄くできないことがわかる。

次に、空気量  $0.5\text{ l}/\text{分}$ 一定での電流効率と電流密度の関係を図6に示す。Au  $0.5\text{ g}/\ell$  では電流密度が増加するに従い、電流効率が減少するという典型的な曲線を示し、Au  $3\text{ g}/\ell$  では酸性金めっきに特有な極大をもつ曲線を示す。Dk  $0.5\text{ A}/\text{dm}^2$  で極大値をとる。両者の電流効率の比は、Dk  $0.2\text{ A}/\text{dm}^2$  で  $77\%$ 、Dk  $0.5\text{ A}/\text{dm}^2$  で  $50\%$ 、Dk  $1.5\text{ A}/\text{dm}^2$  で  $19\%$  と電流密度が増すにつれてAu濃度比の  $16.7\%$  に近づいた。

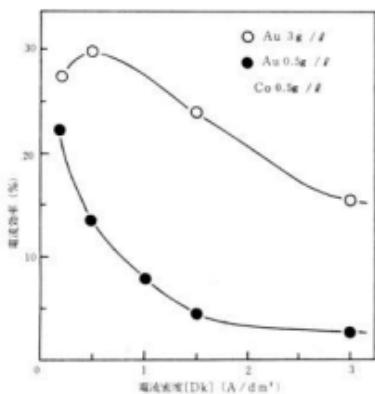


図6 電流効率に及ぼす電流密度の影響

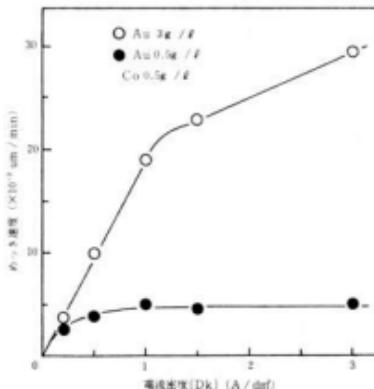


図7 めっき速度に及ぼすAu濃度と電流密度の影響

### 3.4 Auめっき速度

図6と同じめっき試料からの平均めっき厚をめっき時間で割ってめっき速度を求め図7に示す。Au  $0.5\text{ g}/\ell$  ではDk  $0.5\text{ A}/\text{dm}^2$ までは増加するが、より大きい電流密度でもほぼ一定速度となる。一方Au  $3\text{ g}/\ell$  ではDk  $1\text{ A}/\text{dm}^2$ までは直線的に増加し、Dk  $3\text{ A}/\text{dm}^2$ までは傾きは小さくなるがまだ直線的に増加する。Y. H. Chehらは<sup>6)</sup>、ゆるい攪拌条件での限界電流値を次式と値を用いて求めた。ie = nFDC<sup>b</sup>/ $\delta$ にn = 1; D (拡散定数)  $1.6 \times 10^{-6}\text{ cm}^2/\text{sec}$ ; C<sup>b</sup> (バルク中のAu濃度  $13.7\text{ g}/\ell$ ) ;  $\delta$  (拡散層厚)  $0.01\text{ cm}$  を代入し  $1\text{ A}/\text{dm}^2$ を得た。この式と値を用いてAu  $0.5\text{ g}/\ell$ , Au  $3.0\text{ g}/\ell$ について計算すると、 $0.036\text{ A}/\text{dm}^2$ ,  $0.22\text{ A}/\text{dm}^2$ となり、図7から予想される値よりはかなり小さい。しかし、 $\delta$   $0.001\text{ cm}$ とすれば、それぞれ  $0.36\text{ A}/\text{dm}^2$ ,  $2.2\text{ A}/\text{dm}^2$ となり近い値となる。

## 4. まとめ

Au  $0.5\text{ g}/\ell$  の低濃度浴からも Au  $3\text{ g}/\ell$  とかわらないハルセル外観が得られ実用可能であることがわかった。それらの結果を以下にまとめる。

- 1) Au  $0.5\text{ g}/\ell$  の低濃度浴でも Co  $0.25\text{ g}/\ell$  添加すると広い電流密度範囲にわたって光沢が得られる。
- 2) ハルセル板のめっき厚分布の結果からは、Au低濃度で通電流が大きいほど均一電着性が良い。
- 3) 電流効率はAu  $0.5\text{ g}/\ell$  では電流密度の増加により急激に減少する。Au  $3\text{ g}/\ell$  はDk  $0.5\text{ A}/\text{dm}^2$  で極大値をとる。
- 4) Au  $0.5\text{ g}/\ell$  で、電流密度を  $0.5\text{ A}/\text{dm}^2$  以上にしてめっき速度は増加せずほぼ一定値を示す。Au  $3\text{ g}/\ell$  では  $3\text{ A}/\text{dm}^2$  までも増加する。
- 5) 空気攪拌の電流効率に及ぼす効果は、ゆるい攪拌でも大きく、かためき外観も均一光沢化できる。さらに強攪拌しても高効率を得ることはできない。

### (参考文献)

- 1) A. Knödler : Galvanotechnik ; 68, 5, 383(1977)
- 2) 神中：金属表面技術，32, 10, 2(1981)
- 3) J. R. House, W. A. Fairweather : Trans. Inst. Metal Finish., 58, 137(1980)
- 4) 日本プレーティング協会編：実用めっき(1)増補版 P400
- 5) D.G. Foulke：“Gold Plating Technology”(1983) F. H. Reid, W. Goldie編, 第6章(Electrochemical Publications, 1974)
- 6) Y. H. Cheh, P. C. Andriacacos, H. B. Linford : Plat. Surf. Finish., 64, 7, 42(1977)

## レジンコンクリートの工作機械ベッドへの応用(第2報)

小林賛治, 兼広二郎, 鈴木 寛, 金本 正

### The Application of Resin Concrete for Machine Beds ( 2nd report )

KOBAYASHI Kenji, KANEHIRO Jiro, SUZUKI Hiroshi and KANAMOTO Tadashi

On the before report, we used polyester resin, one of the kind called resin concrete, and examined mechanical properties each combination.

On this report, we manufactured bed model of machine tool in combination example P-S 1.

So we got a result that it is possible to use as substitute of iron blank in various kinds measurements.

#### 1. 緒 言

レジンコンクリート、フェライトレジン複合体、ファインセラミックス、繊維強化プラスチックなど、新素材を工作機械の構造材料として、汎用機だけでなく、超精密加工機や超高速加工機のベッドに採用するところも増え、応用分野も拡大している。<sup>①</sup>

筆者らは、前報<sup>②</sup>の実験で得たデータをもとに、工作機械用ベッドとしての実用性について、検討したので報告する。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 供試材料

実験に使用した供試材料の骨材の粒度分布及び樹脂、充填材、補強材の品番及びメーカーは前報と同一品を使用し、配合は前報の配合表のうちP-S1に準ずる。

##### 2.2 実験方法

###### 2.2.1 経年変化特性測定

###### 2.2.1.1 タワミ量測定

図1に示すとおり、60匁×1000匁の試験片を、両端25%の部分に、丸棒で支持し、自重による変化量を、図2に示す方法で測定した。測定はダイヤルゲージ(0.01%)により、ブロックゲージとの比較測定をおこなった。

###### 2.2.1.2 強度試験

圧縮、曲げ、引張り強度測定用試験片を屋外に1年間放置したものを、前報と同方法で試験をおこなった。



図1 環境試験試料



図2 測定方法

###### 2.2.2 ベッド注型方法

金枠パネルに、ベッドモデルの上部を下型にして注型した。図3にベッドモデル寸法を、写真1に外観を示す。

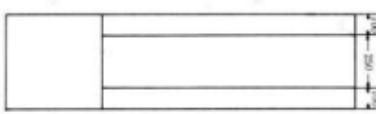
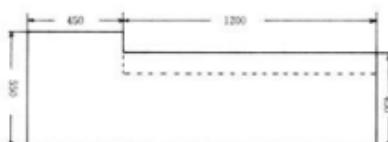


図3 レジンコンクリートベッドモデルの寸法

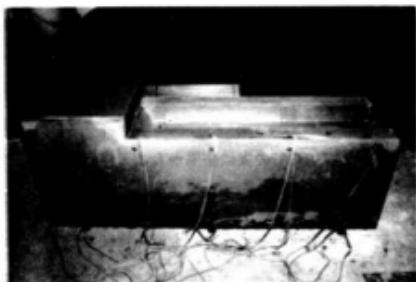
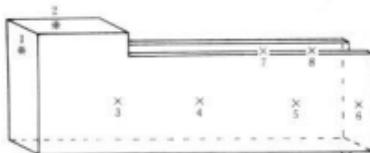


写真1 レジンコンクリートベッドの外観

### 2.2.3 減衰率の測定

図4に示す、1～8の個所に振動加速度ピックアップを取りつけ、それぞれ※1、※2の位置をハンマーで打撃を与え、加振点とし、その振動波形を記録した。

図4 ベッドモデルの振動測定期点  
※1、※2：加振点

### 2.2.4 重测定

図5に示す、1～14の位置に重ゲージ（ゲージ長5%）を取りつけ、荷重200kg迄の重量を測定した。

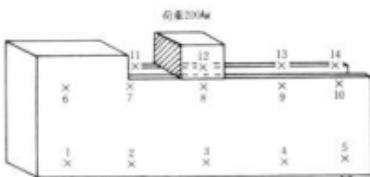


図5 ベッドモデルの重測定期点

## 3. 結果と考察

経年変化特性試験によるタワミ量の結果を表1に示す。注型後6ヶ月経過した頃から上部方向に曲がる傾向を示し、その後は、変化量も少ない。原因として、樹脂の硬化後における収縮および、内部応力の発生が

考えられる。

表1 経年変化量（タワミ測定）[単位： $10^{-2}\text{mm}$ ]

測定期	PA-1	PA-2	PA-3	PC	PS-1
858 4月	0	0	0	0	0
5月	0	0	0	+1	-1
6月	0	-1	+1	+1	-2
7月	+3	+1	+1	+1	+1
8月	+3	+1	+1	+1	0
9月	+3	+3	+2	+2	0
10月	+1	+1	+2	+3	0
11月	+2	+2	+2	+3	0
12月	+3	+3	+5	+3	-1
859 1月	+3	+3	+5	+3	0
2月	+3	+3	+5	+3	0
4月	+3	+3	+5	+3	0

注) +は上部、-は下部方向の変化を示す。  
室温：23～27°C  
温度：50～60%

表2は、圧縮、曲げ、および引張試験用の試験片を1年間屋外放置後と、放置前の試験結果を示す。屋外放置したものは、いずれも強度は低下している。特に引張強度の低下は36%に達している。樹脂の耐候性の小さい顯著な傾向が見られる。今後樹脂及び補強材の改善が必要と思われる。

表3は、減衰能測定結果を示す。加振点1および2における、1～8位置のレベル差を示すが、1を加振点にした場合7、8点（刃物台摺動部に相当）の位置で、減衰効果が小さくなる傾向があった。今後、ベッド形状と振動伝播解析を行う必要がある。

表2 試験片の環境条件と強度の関係

試験項目	試験片状態 屋外放置前	1年間 屋外放置後	強度低下率(%)
圧縮強度(%)	1453	1352	7
曲げ強度(%)	402	347	14
引張強度(%)	168	107	36

表3 振動測定期点

測定期	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	8	5	3	0	-1	3	1
2	5	-	3	-2	0	-3	-5	-4

レベル差 = (加振点の振動レベル) - (測定期点の振動レベル)

図6は、加振点1, 2における減衰曲線であり、試験片の時と同一波形を示し大差がなかった。

歪測定の結果については、200 kp迄の静荷重では応力の発生が見られなかった。試作断面に対しての強

度が高く、使用に耐えられるが、実用機を試作するにあたっては、経年変化量と動的亘量の関係が重要な因子として残される。

#### 4. 結 言

前報および本報での実験結果から、工作機械用ベッドに有望な複合材料として、ポリエスチルレジンコンクリート利用の可能性を追求し、初期の目的を達したが、経年変化の測定をも含め、今後の課題として、つぎのことことがいえる。

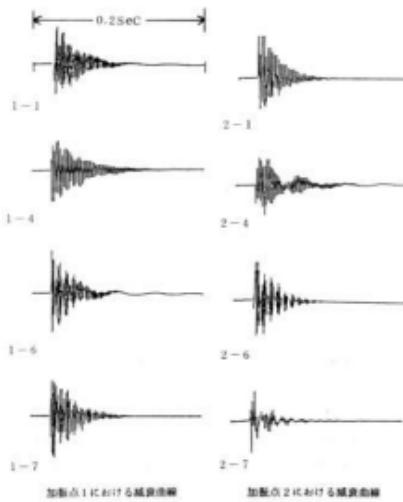
- 1) 注型後における寸法精度の向上を図るため、収縮防止、応力除去方法の開発が必要である。
- 2) 耐候性は低下する。特に引張強度の低下が大きく補強材の形状、種類の選択を検討する。
- 3) 構造設計において、振動源の位置と振動伝播との相関を把握する必要がある。

今後上記の項目を加えての測定をおこない、超精密、超高速加工用工作機としてのベッド素材の完成度を高める予定である。

#### 5. 文 献

- 1) 是正臣: マニスト Vol. 28, No. 1 P49 (1984)
- 2) 小林賛治ほか: 基工試報告 No. 26, 54 (1983)

図6 各位置における減衰曲線



昭和59年9月25日印刷  
昭和59年10月1日発行

編集兼  
発行 広島県立西部工業技術センター

〒737 児市西中央3丁目6-21  
TEL児局(0823)⑧643840

支所 〒720 福山市山手町砂畠  
TEL福山局(0849)⑧2732

印刷所 松広印刷株式会社  
児市東中央3丁目4-4  
TEL⑧2175・⑧0989