

# 広島市工業技術センター年報

第12巻

**ANNUAL REPORTS**

of

**HIROSHIMA MUNICIPAL  
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER**

**VOL. 12**

**1998**

平成 10 年度

広島市工業技術センター

## 発行によせて

関係各位におかれましては、日頃より当センターの運営にあたり多大なご支援、ご協力を賜り厚くお礼申し上げます。

さて、我が国の企業を取り巻く環境は、国内にあっては消費低迷、企業収益の低下や倒産、雇用情勢の不安等の内因を抱え、また、外には情報化の著しい進展による国際的な大競争時代が国際標準化問題、地球環境・安全問題をも顕在化させるなど、企業を取り巻く環境は一段と厳しいものとなっております。

これら厳しい情勢のなかにあつて、広島市域における中小製造業が企業間競争に打ち勝ち、21世紀に向けて更に飛躍をして行くためには、各社の独創的研究開発の必要性がこれまで以上に強く求められております。

当センターにおきましても、このような状況を踏まえ、常に先進技術に対応した研究開発機能の整備拡充に努めてまいりました。

今後とも技術相談・依頼試験等とともに、時代の変化に即応した新技術・新分野開発を一層推進して、地域企業の皆様のご要請に応えてまいる所存であります。

ここに平成10年度、当センターにおいて、実施をいたしました技術支援事業の概要をとりまとめましたので報告いたします。

今後とも、職員一同全力を挙げて地域産業の技術支援に努めてまいります。

関係各位のなお一層のご協力とご支援を賜りますよう心からお願い申し上げます。

広島市工業技術センター

所長 石 原 道 雄

# 目 次

## 1. 概 要

|                  |   |
|------------------|---|
| (1) 沿 革 .....    | 1 |
| (2) 施設規模 .....   | 2 |
| (3) 組織及び業務 ..... | 3 |
| (4) 予 算 .....    | 4 |
| (5) 主要設備機器 ..... | 5 |

## 2 事 業

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| (1) 依頼試験 .....                 | 11 |
| (2) 設備利用 .....                 | 11 |
| (3) 技術指導・相談 .....              | 12 |
| (4) 技術支援基盤整備事業 .....           | 13 |
| (5) 地域産業技術研究開発事業 .....         | 13 |
| (6) 新事業展開共同研究事業 .....          | 14 |
| (7) 自動車関連新技術支援事業 .....         | 15 |
| (8) 特定技術後継者育成事業 .....          | 16 |
| (9) 工業技術支援アドバイザー設置事業 .....     | 17 |
| (10) 新技術共同研究事業 .....           | 17 |
| (11) 超精密加工技術研究事業 .....         | 19 |
| (12) 技術交流事業 .....              | 19 |
| (13) 重慶市との技術交流事業 .....         | 21 |
| (14) 産業デザイン振興事業 .....          | 21 |
| (15) 地域産業活性化推進事業 .....         | 23 |
| (16) 特定技術診断指導事業 .....          | 23 |
| (17) 設計・開発デジタル化技術者育成支援事業 ..... | 24 |
| (18) 次世代技術者育成事業 .....          | 24 |
| (19) 技術者研修事業 .....             | 24 |
| (20) 発明考案奨励・表彰事業 .....         | 26 |
| (21) 広島市工業技術振興協議会 .....        | 28 |
| (22) 会議・講習会・研究会への参加 .....      | 29 |
| (23) 技術職員派遣研究事業 .....          | 31 |
| (24) 講師・委員の派遣 .....            | 31 |
| (25) 発表（誌上・口頭） .....           | 32 |

## 3 研究報告

# 1 概 要

- (1) 沿 革
- (2) 施 設 規 模
- (3) 組 織 及 び 業 務
- (4) 予 算
- (5) 主 要 設 備 機 器

# 1 概 要

## (1) 沿 革

- 昭和13年 8月 市議会の決議を経て工業指導所の創設に着手
- 昭和13年10月 「機械工訓育所」が、大手町七丁目4番広島電気学校内仮校舎で開所したのち、併せ工業指導所創設事務を開始
- 昭和14年12月 東雲町671番地に工業指導所及び機械工訓育所用建物が完成し、広島電気学校より移転
- 昭和15年10月 「工業指導所」を開設
- 昭和17年11月 「機械工訓育所」を「機械工養成所」に改称
- 昭和18年 4月 工業指導所に木工部設置
- 昭和21年 3月 機械工養成所の閉鎖
- 昭和27年 4月 「工業指導所」を「工芸指導所」に改称  
(組織：庶務係・木工係・金属1係・金属2係)
- 昭和34年11月 組織改正 (庶務係・意匠係・塗装係・金属係)
- 昭和37年 6月 加工技術係を設置  
※ (広島工芸指導所敷地内に、(財)広島地方発明センター及び広島県理科教育センターが開設)
- 昭和39年 4月 分析科を設置 (庶務係・デザイン科・加工技術科・塗装科・金属科・分析科)
- 昭和42年 4月 金属材料開放試験室の開設
- 8月 本館落成  
(財)広島地方発明センターが(財)広島地方工業技術センターに改称)
- 昭和44年 3月 木工試作試験室の開設
- 昭和55年 8月 (財)広島地方工業技術センターの解散に伴い、建物 (別館及び金属試作試験室) 及び各種機器の譲受
- 昭和59年 4月 電子技術担当部門新設
- 昭和62年 3月 広島県理科教育センターが東広島市へ移転
- 昭和62年 5月 広島市工業技術センターの落成にともない「広島市工芸指導所」を「広島市工業技術センター」に改称、中区千田町三丁目8番24号へ新築移転  
(組織：庶務係・材料科・加工技術科・生産技術科)
- 平成元年 4月 技術振興科を設置 (庶務係・技術振興科・材料科・加工技術科・生産技術科)
- 平成 4年 4月 広島市工業技術センター組織改正 (企画総務係・研究指導係)  
(財)広島市産業振興センター技術振興部を新設 (広島市工業技術センターから一部分離・創設)  
(組織：第一研究室・第二研究室・第三研究室・第四研究室)

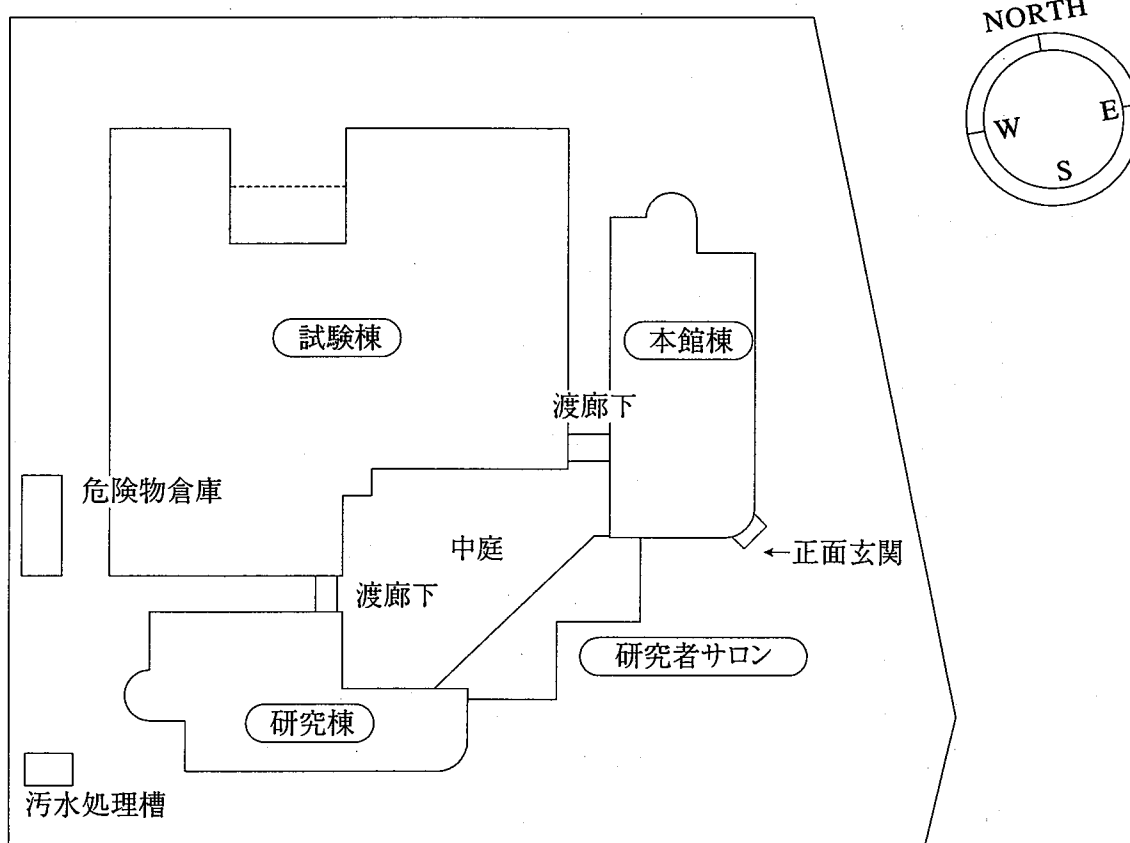
## (2) 施設規模

### ① 土地建物

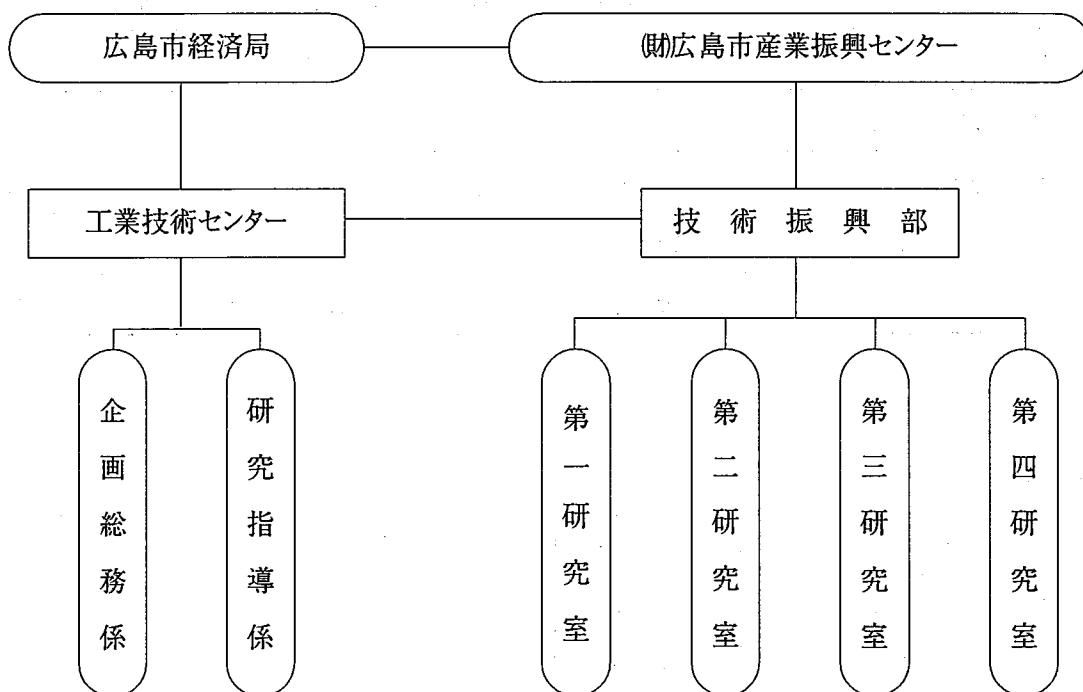
(単位：m<sup>2</sup>)

|       |           |                |          |          |       |              |               |          |
|-------|-----------|----------------|----------|----------|-------|--------------|---------------|----------|
| 敷地面積  | 10,117.20 |                |          |          |       |              |               |          |
| 建築面積  | 総 建 築 面 積 |                |          | 3,816.55 |       |              |               |          |
|       | 総 延 床 面 積 |                |          | 6,789.10 |       |              |               |          |
| 建物概要  | 鉄筋コンクリート造 |                |          |          |       |              |               |          |
|       | 本 館 棟     | 研 究 者<br>サ ロ ン | 研 究 棟    | 試 験 棟    | 渡 廊 下 | 倉 庫<br>そ の 他 | 汚水処理<br>機 械 室 | 計        |
| 地 階   |           |                |          | 45.82    |       |              |               | 45.82    |
| 1 階   | 587.49    | 180.66         | 541.03   | 2,404.20 |       | 60.00        | 13.86         | 3,787.24 |
| 2 階   | 459.21    | 65.66          | 541.03   | 440.31   | 19.16 |              |               | 1,525.37 |
| 3 階   | 562.34    |                | 535.26   |          |       |              |               | 1,097.60 |
| 4 階   | 134.26    |                | 146.26   |          |       |              |               | 280.52   |
| P H 階 | 52.55     |                |          |          |       |              |               | 52.55    |
| 計     | 1,795.85  | 246.32         | 1,763.58 | 2,890.33 | 19.16 | 60.00        | 13.86         | 6,789.10 |

### ② 配置図



### (3) 組織及び業務



依頼試験・設備使用の受付及び手数料・使用料の収納

試験成績書の発行

各種工業材料の機械試験・物性試験及び化学分析

各種工業製品の試験・測定・検査

各種工業材料の利用技術に関する研究及び技術指導

機械加工技術及び成形加工技術に関する研究及び技術指導

表面処理・改質技術に関する研究及び技術指導

生産管理技術に関する研究及び技術指導

電気・電子応用技術に関する研究及び技術指導

コンピュータ支援技術・情報処理技術に関する研究及び技術指導

産業デザインに関する研究及び技術指導

公設試験研究機関との共同研究及び研究成果の普及

企業との共同研究

講習会・研修会・研究会の開催及び人材育成事業

技術交流事業の支援

発明考案に関する奨励事業

技術情報の収集・加工・提供

定期刊行物等の企画・発行

## (4) 予 算

## ① 歳 入

(単位：千円)

| 科 目       | 平成9年度予算額 | 平成10年度予算額 | 増 減    |
|-----------|----------|-----------|--------|
| 商 工 使 用 料 | 750      | 719       | △ 31   |
| 商 工 手 数 料 | 30,460   | 32,198    | 1,738  |
| 商工費国庫補助金  | 15,345   | 24,529    | 9,184  |
| 雑 入       | 12,844   | 13,734    | 890    |
| 合 計       | 59,399   | 71,180    | 11,781 |

## ② 歳 出

(単位：千円)

| 科 目       | 平成9年度予算額 | 平成10年度予算額 | 増 減     |
|-----------|----------|-----------|---------|
| 報 償 費     | 8,908    | 61        | △ 8,847 |
| 普 通 旅 費   | 1,823    | 1,260     | △ 563   |
| 消 耗 品 費 等 | 4,341    | 4,010     | △ 331   |
| 食 糧 費     | 99       | 28        | △ 71    |
| 修 繕 料     | 1,671    | 0         | △ 1,671 |
| 通 信 運 搬 費 | 206      | 114       | △ 92    |
| 手 数 料 等   | 41       | 41        | 0       |
| 委 託 料 等   | 178,316  | 177,168   | △ 1,148 |
| 使用料及び貸借料  | 5,726    | 297       | △ 5,429 |
| 備 品 購 入 費 | 64,676   | 78,595    | 13,919  |
| 負担金補助及び交付 | 1,006    | 18,089    | 17,083  |
| 合 計       | 266,813  | 279,663   | 12,850  |

## (5) 主要設備機器

★中小企業庁補助対象機器 ※日本自転車振興会補助対象機器

| 機 器 の 名 称           | 型 式                      | 購 入 年 度 |
|---------------------|--------------------------|---------|
| 100kN万能試験機          | (株)島津製作所 RH-10型          | ※昭和36年度 |
| ロックウェル硬度計           | (株)明石製作所 ORK型            | 昭和41年度  |
| ビッカース硬度計            | (株)明石製作所 AVK型            | 昭和41年度  |
| 回転曲げ疲れ試験機           | (株)東京衡機製造所 25180型        | 昭和41年度  |
| 金属摩耗試験機             | (株)島津製作所 48447型          | 昭和41年度  |
| 焼入試験機               | (株)川崎製鉄                  | 昭和41年度  |
| 顕微鏡                 | ニコン(株) AFM型              | ※昭和47年度 |
| 渦電流式非破壊膜厚計          | ダーミトン社 D-5型              | ★昭和47年度 |
| 万能表面形状測定機           | (株)小坂研究所 SE-3C-501806型   | ★昭和47年度 |
| 周波数測定器              | リオン(株) SA-57型            | ★昭和47年度 |
| 接触角精密測定機            | 協和科学(株) CA-1型            | ★昭和47年度 |
| 塩水噴霧試験機             | 東洋理化工業(株) ST-J-2型        | ★昭和47年度 |
| ロックウェル・スーパーフィシャル硬度計 | (株)明石製作所 ARK-S型          | 昭和51年度  |
| 真空蒸着装置              | (株)島津製作所 VPC-350型        | 昭和51年度  |
| 雰囲気加熱炉              | 光洋リンドバーク(株) G8-50 AC-145 | 昭和51年度  |
| 立型フライス盤             | 日立(株) 3M型                | ※昭和52年度 |
| 金属顕微鏡               | ユニオン(株) 6318型            | 昭和54年度  |
| 荷重変位測定装置            | (株)シンコー工業 6505型          | ★昭和54年度 |
| デジタル変角光沢計           | スガ試験機(株) UGV-4D型         | ★昭和54年度 |
| デジタル自動測色色差計         | スガ試験機(株) AUD-CH-2型       | ★昭和54年度 |
| サンシャイン式ウェザーメーター     | スガ試験機(株) WEL-SUN-HC型     | ★昭和54年度 |
| 冷熱衝撃試験機             | タバイエスベック(株) TSC-10型      | ★昭和54年度 |
| 温湿度繰り返し試験機          | タバイエスベック(株) PL-3E型       | ★昭和54年度 |
| めっき処理装置             | 富士プラント工業(株) プライスター1型     | ★昭和55年度 |
| 恒温熱風乾燥機             | タバイエスベック(株) HPS-222型     | ★昭和55年度 |
| 燃焼性試験機              | スガ試験機(株) FL-45MC型        | ★昭和55年度 |
| ベルトサンダー             | (株)桑原製作所 KSB-70型         | ★昭和55年度 |
| 自記分光光度計             | (株)島津製作所 UV-240型         | ※昭和56年度 |
| インストロン型万能試験機        | インストロンジャパン(株) 1125型      | ※昭和56年度 |
| 万能投影機               | 日本工学工業(株) V-20A型         | ※昭和56年度 |
| 試料埋め込み機             | ビューラ社 SIMPLIMET2型        | ※昭和56年度 |
| 原子吸光分析装置            | (株)日本ジャーレルアッシュ AA-860型   | ※昭和57年度 |
| 1000kN万能試験機         | (株)島津製作所 UMH100型         | ※昭和57年度 |
| 旋盤                  | 森精機(株) MS-650型           | ※昭和57年度 |
| ツインロックウェル硬度計        | 松沢精機(株) DRT-FA300型       | ※昭和58年度 |
| マイクロビッカース硬度計        | 松沢精機(株) DMH-1型           | ※昭和58年度 |
| 直流アーク溶接機            | 大阪変圧器(株) CPXGT-350型      | ★昭和58年度 |
| マッフル炉               | (株)亀井製作所 3513型           | ※昭和58年度 |

| 機 器 の 名 称     | 型 式                      | 購 入 年 度 |
|---------------|--------------------------|---------|
| 高温真空炉         | (株)島津製作所 DEGUSSA         | ※昭和58年度 |
| 示差熱分析装置       | 真空理工(株) TA-1500型         | ※昭和59年度 |
| プログラマブルコントローラ | 立石電機(株) SYSMACC-120型     | ※昭和59年度 |
| マイクロロボット      | 三菱電機(株) RM-501型          | 昭和59年度  |
| 平面研削盤         | 日興機械(株) NSG-520型         | ※昭和59年度 |
| 炭酸ガスレーザー加工機   | (株)日立製作所 HIL-500CSP型     | ※昭和60年度 |
| 高周波プラズマ分析装置   | (株)日本ジャーレルアッシュ ICAP-575型 | ※昭和62年度 |
| X線マイクロアナライザー  | (株)島津製作所 8705QH型         | ※昭和62年度 |
| 自己変歪測定装置      | さくら工業(株) SFH-20S型        | 昭和62年度  |
| 三次元座標測定器      | 日本工学(株) トライステーション600型    | ※昭和62年度 |
| ロジック開発システム    | YHP(株) 64000型            | 昭和62年度  |
| CAD/CAMシステム   | 富士通(株) S-3300 ANVIL-4000 | 昭和62年度  |
| アナライジングレコーダ   | 横河電機(株) 3655E            | 昭和62年度  |
| デジタルパワーメーター   | 横河電機(株) 2533             | 昭和62年度  |
| デジタルストレージスコープ | 松下通信工業(株) VP-5740A       | 昭和62年度  |
| 精密電圧電流測定機     | 横河電機(株) 2723             | 昭和62年度  |
| 標準電圧電流発生器     | 横河電機(株) 2258 2253 2563   | 昭和62年度  |
| デザインスコープ      | (株)いずみや 3N型              | 昭和62年度  |
| 表面性測定器        | 新東洋科学(株) ヘイドン-14型        | ★昭和62年度 |
| ガス・塩水腐食試験機    | スガ試験機(株) HKC-12L型        | 昭和62年度  |
| 複合サイクル試験機     | スガ試験機(株) ISO-3CY型        | ★昭和62年度 |
| 湿潤試験機         | スガ試験機(株) CT-3型           | ★昭和62年度 |
| 屋外暴露試験機       | スガ試験機(株) OER-PG型         | ★昭和62年度 |
| 恒温恒湿低温槽       | タバイエスベック(株) PL-4G        | ★昭和62年度 |
| 静電粉体塗装装置      | (株)ランズバーグゲマ EPE700型      | 昭和62年度  |
| スプレー式前処理装置    | (株)日本パーカーライジング KU-42型    | ★昭和62年度 |
| フローコーター塗装機    | 岩田塗装機工業(株) FL-W3F型       | 昭和62年度  |
| プラズマ溶射装置      | プラズマダイン社 40型             | 昭和62年度  |
| 木工用油圧プレス      | (株)セイブ ONK-1000x2000型    | 昭和62年度  |
| 高周波加熱装置       | 富士電波(株) FDY-320型         | 昭和62年度  |
| ボーリングマシン      | 新前田工業(株) SAD-120B型       | 昭和62年度  |
| ダブテールマシン      | 庄田鉄工(株) DV-131型          | 昭和62年度  |
| 帯鋸盤           | 日立工機(株) CB100F型          | 昭和62年度  |
| コーナーロッキングマシン  | 庄田鉄工(株) CLA-132型         | 昭和62年度  |
| ルーターマシン       | 庄田鉄工(株) ROA-113型         | 昭和62年度  |
| 超仕上げかな盤       | 丸仲鉄工所(株) ロイヤル3型          | 昭和62年度  |
| 軸傾斜横切丸鋸盤      | 東海製作(株) SFJ-1300型        | 昭和62年度  |
| 低荷重精密万能試験機    | (株)島津製作所 AGS-1000A型      | ★昭和63年度 |
| レーザー測長機       | 和泉電気(株) MG-1000型         | ※昭和63年度 |

## ★中小企業庁補助対象機器 ※日本自転車振興会補助対象機器

| 機 器 の 名 称        | 型 式                      | 購 入 年 度 |
|------------------|--------------------------|---------|
| X線応力測定器          | (株)リガク MSF-2M型 C-120型    | ※昭和63年度 |
| カラーシミュレータ        | 日本色研事業(株) 678RC-SA-101型  | ★昭和63年度 |
| 写植機              | (株)写研 SPICA-AH型          | ★昭和63年度 |
| 多光源測色色差計         | スガ試験機(株) MSC-IS-2B型      | ★昭和63年度 |
| 精密ハードネステスター      | プロセス社 エコーチップC型           | ★昭和63年度 |
| サーマルショック試験機      | タバイエスバック(株) TSR-103型     | ★昭和63年度 |
| 冷間静水圧プレス(CIP)    | 三菱重工業(株) MCT-100型        | ※昭和63年度 |
| 立型マシニングセンター      | (株)遠州製作所 VMC530型         | ※昭和63年度 |
| 万能工具研削盤          | (株)松沢製作所 MZ-8BG型         | ※昭和63年度 |
| 高速度手押しかな盤        | (株)桑原製作所 KP-300LDX型      | 昭和63年度  |
| 自動一面かな盤          | (株)大洋製作所 CP-500型         | 昭和63年度  |
| 木工ロクロ            | シンポ工業(株) WRA-075-AN型     | 昭和63年度  |
| 木工旋盤             | 北産興業(株) WL-S1型           | 昭和63年度  |
| 50J計装化シャルピー      | (株)米倉製作所 CHRAPC-5C型      | 平成元年度   |
| 接着耐久性試験機         | 東洋精機(株) NO-537型          | 平成元年度   |
| 電子回路試験装置         | (株)ノイズ研究所 EMC-5000S      | ※平成元年度  |
| 摩耗試験機            | テスター産業(株) AB101型         | 平成元年度   |
| 紫外線ウェザーメーター      | スガ試験機(株) WEL-SH-2HCB型    | 平成元年度   |
| 紫外線フェードメーター      | スガ試験機(株) FAL-SP-H型       | 平成元年度   |
| 熱風式焼付乾燥装置        | タバイエスバック(株) HLKS-3A型     | 平成元年度   |
| 塗料用退色試験機         | スガ試験機(株) FM-1型           | 平成元年度   |
| 手吹静電塗装装置         | (株)ランズバークゲマ エレッペR-E-AN   | 平成元年度   |
| 熱間静水圧プレス(HIP)    | 三菱重工業(株) O2-Labo HIP型    | ※平成元年度  |
| NCワイヤカット放電加工機    | 三菱電機(株) DWC90H型          | ※平成元年度  |
| 真空加圧含浸装置         | サンワエンジニアリング(株) VPI-2PW型  | 平成元年度   |
| 定荷重精密プレス         | 東洋テスター産業(株) SA-901型      | 平成元年度   |
| 刃物研削ラップ盤         | (株)丸仲鉄工所 GH-50型          | 平成元年度   |
| 軸傾斜丸鋸盤           | (株)桑原製作所 KS-TZ400型       | 平成元年度   |
| 300Jシャルピー衝撃試験機   | (株)東京衡機製造所 IC型           | 平成2年度   |
| 走査型電子顕微鏡         | (株)日立製作所 S-2400型         | ※平成2年度  |
| 超音波探傷機           | 日本クラウトクレマーウェルター(株) HIS-2 | ※平成2年度  |
| 表面粗さ輪郭形状測定機      | (株)小坂研究所 SEF-30D         | ※平成2年度  |
| 画像処理システム         | (株)ネクサス 7106型            | ★平成2年度  |
| コンピュータグラフィックシステム | アップル社 マッキントッシュ FXシステム    | ★平成2年度  |
| 集塵装置             | サンエス工業(株) バローズブース NB-2S型 | 平成2年度   |
| ガス溶射装置           | 日本ユテク(株) テロダインシステム2000型  | 平成2年度   |
| NC放電加工機          | 三菱電機(株) M35KC7型          | ※平成2年度  |
| 走行丸鋸盤            | 田中機械工業(株) パネルソー 2500型    | 平成2年度   |

| 機 器 の 名 称             | 型 式                        | 購 入 年 度 |
|-----------------------|----------------------------|---------|
| 500kN万能試験機            | (株)島津製作所 UH-500KNA型        | ※平成3年度  |
| 低温型示差走査熱量計            | セイコー電子工業(株) DSC-220C型      | ※平成3年度  |
| 熱機械分析装置               | セイコー電子工業(株) TMA-SS120C型    | ※平成3年度  |
| 切削動力計                 | 日本キスラー(株) 9257B型           | ※平成3年度  |
| 蛍光X線微小膜厚計             | セイコー電子工業(株) SFT-3200型      | ※平成3年度  |
| 歪検出システム               | (株)共和電業 E-SPIRAS8型         | ★平成3年度  |
| AI開発システム              | (株)東芝 AS4075GX型            | ★平成3年度  |
| プラズマ溶射ロボット            | プラズマ技研工業(株) モトマンK6SB型      | ※平成3年度  |
| 難削材料切断研削装置            | (株)マルトー セラミクロンMX-833型      | ★平成3年度  |
| ガスクロマトグラフ質量分析装置       | (株)島津製作所 TGA-GC/MSシステム     | ※平成4年度  |
| 疲労試験機                 | (株)島津製作所 EHF-UD            | ※平成4年度  |
| 摩擦摩耗試験機               | 神鋼製造(株) ファレックス型            | ★平成4年度  |
| デジタイザシステム             | (株)ミットヨ BHN710/MPK2900     | ★平成4年度  |
| 加硫試験機                 | 日合商事(株) キュラストメーター VD型      | ※平成5年度  |
| 実体顕微鏡システム             | オリンパス(株) PMG3              | ※平成5年度  |
| メカニカルCAEシステム          | ヒューレットパッカード社 モデル735        | ★平成5年度  |
| 騒音・振動データー処理装置         | エミック(株) VC-061DAMX-31-PIR  | ※平成5年度  |
| 混練装置                  | (株)小平製作所 RII-2-CC          | ※平成5年度  |
| カプセリング装置              | 三菱重工業(株) Laboカプセリング100型    | 平成6年度   |
| 50Jシャルピー衝撃角度検出システム    | (株)米倉製作所 CCP-60P型          | ※平成6年度  |
| 横型バンドソー               | (株)ニコテック SCH-33FA型         | ※平成6年度  |
| 蛍光X線分析装置              | セイコー電子工業(株) SEA2010L型      | ※平成6年度  |
| 投影機用データー処理装置          | (株)ニコン DP-302型             | ※平成6年度  |
| ギヤー式老化試験機             | スガ試験機(株) TG-100            | ★平成7年度  |
| 反ばつ弾性試験機              | 高分子計器(株) Lupke方式           | ★平成7年度  |
| X線回折装置                | (株)マック・サイエンス MXP3VA/DIP320 | ※平成7年度  |
| 赤外分光光度計               | 日本分光(株) Herschel FT/IR-350 | ★平成7年度  |
| バーチャルリアリティシステム        | 旭エレクトロニクス(株) TDZ-400DS     | ★平成8年度  |
| 非接触粗さ検出ユニット           | (株)小坂研究所 PU-OS100          | ※平成8年度  |
| デューサイクルサンシャインウェザーメーター | スガ試験機(株) WEL-SUN-DCH.B.BR  | ※平成8年度  |
| 塗膜定量測定装置              | (株)キーエンス VH-620OC          | ※平成8年度  |
| 熱遮蔽温度記録装置             | 安立計器(株) AM-7002            | ※平成8年度  |
| 油分濃度計                 | (株)堀場製作所 OCMA-300          | ※平成8年度  |
| 電解着色電源・実験用システム        | (株)高砂製作所 PEC40-2           | ※平成8年度  |
| 繰り返し荷重試験装置            | JTトーシ(株) TE-03-AFS01       | 平成8年度   |
| 大型恒温恒湿低温室             | タバイエスバック(株) TBE-4HW2GEF    | ☆平成9年度  |
| 振動計測システム              | (株)小野測器 DS-9110            | ★平成9年度  |
| 炭素・硫黄分析装置             | (株)堀場製作所 EMIA-820          | ※平成9年度  |
| 工具顕微鏡                 | (株)トプコン TUM-220EH          | ※平成9年度  |

| 機 器 の 名 称     | 型 式                         | 購 入 年 度 |
|---------------|-----------------------------|---------|
| 示差熱重量同時測定装置   | セイコーインスツルメント(株) TG/DTA6300  | 平成9年度   |
| 紫外線可視分光光度計    | (株)島津製作所 UV-2500PC          | 平成9年度   |
| 超音波硬さ計        | 川鉄アドバンテック(株) SONOHARD SH-75 | 平成9年度   |
| 光学顕微鏡用デジタルカメラ | 富士写真フイルム(株) HC-300          | 平成9年度   |
| ビデオプロジェクター    | (株)東芝 TLP510J               | 平成9年度   |

平成10年度新設機器

| 機 器 の 名 称                                     | 用 途                                                 | 備 考            |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|
| 高温顕微硬度計<br>(株)ニコン QM-2                        | 金属材料等の高温時における硬さの測定、加熱・冷却・除冷・凝固等の様々な課程での試料のミクロ的变化の観察 | 通商産業省補助対象機器    |
| 材料プロセス開発実験室<br>放電焼結機<br>(株)中国精工 プラズマンCSP-IV-A | 放電焼結機を設置した部屋で金属・セラミック等の試作・製作                        | 通商産業省補助対象機器    |
| 真円度円柱形状測定機<br>(株)ミトヨ ラウンドテストRA-H426           | 機械切削加工における円筒、穴加工の精度、形状の測定                           | 日本自転車振興会補助対象機器 |
| 大越式迅速摩耗試験器<br>JTトーション(株) OAT-U                | 機械加工後の熱処理、硬質メッキ皮膜等の摩耗試験                             | 〃              |
| 高速ビデオカメラ<br>(株)ナック コダックSR500C                 | 切削工具の運動、振動、切削屑の生成・排出における挙動、切削加工中の変形振動の解析            | 〃              |
| 万能混練攪拌機<br>(株)ダルトン 25AMV-11                   | 金属粉末、木粉の攪拌や混合、セラミックス類の脱泡混練                          | 〃              |

## 2 事 業

- (1) 依 頼 試 験
- (2) 設 備 利 用
- (3) 技 術 指 導 ・ 相 談
- (4) 技 術 支 援 基 盤 整 備 事 業
- (5) 地 域 産 業 技 術 研 究 開 発 事 業
- (6) 新 事 業 展 開 共 同 研 究 事 業
- (7) 自 動 車 関 連 新 技 術 支 援 事 業
- (8) 特 定 技 術 後 継 者 育 成 事 業
- (9) 工 業 技 術 支 援 ア ド バ イ ザ ー 設 置 事 業
- (10) 新 技 術 共 同 研 究 事 業
- (11) 超 精 密 加 工 技 術 研 究 事 業
- (12) 技 術 交 流 事 業
- (13) 重 慶 市 と の 技 術 交 流 事 業
- (14) 産 業 デ ザ イ ン 振 興 事 業
- (15) 地 域 産 業 活 性 化 推 進 事 業
- (16) 特 定 技 術 診 断 指 導 事 業
- (17) 設 計 ・ 開 発 デ ジ タ ル 化 技 術 者 育 成 支 援 事 業
- (18) 次 世 代 技 術 者 育 成 事 業
- (19) 技 術 者 研 修 事 業
- (20) 発 明 考 案 奨 励 ・ 表 彰 事 業
- (21) 広 島 市 工 業 技 術 振 興 協 議 会
- (22) 会 議 ・ 講 習 会 ・ 研 究 会 へ の 参 加
- (23) 技 術 職 員 派 遣 研 究 事 業
- (24) 講 師 ・ 委 員 の 派 遣
- (25) 発 表 ( 誌 上 ・ 口 頭 )

## 2 事 業

### (1) 依頼試験

| 区 分         | 項 目         | 件 数   | 数 量    | 歳入額(円)     |
|-------------|-------------|-------|--------|------------|
| 木材・木製品      | 機 械 試 験     | 44    | 95     | 194,750    |
|             | 物 理 試 験     | 3     | 6      | 11,520     |
|             | 接 着 試 験     | 3     | 3      | 5,390      |
|             | 製品性能試験      | 32    | 145    | 137,300    |
|             | 小 計         | 82    | 249    | 348,960    |
| 金属・非金属      | 機 械 試 験     | 3,191 | 12,596 | 21,458,680 |
|             | 物 理 試 験     | 193   | 551    | 1,756,710  |
|             | 分 析 試 験     | 134   | 491    | 1,575,590  |
|             | 小 計         | 3,518 | 13,638 | 24,790,980 |
| 表面処理        | 塗 料 試 験     | —     | —      | —          |
|             | 皮 膜 試 験     | 169   | 10,449 | 3,936,040  |
|             | 小 計         | 169   | 10,449 | 3,936,040  |
| 電子・電気       | 電子計算機による解析  | 1     | 1      | 4,610      |
|             | 電 気 試 験     | 4     | 20     | 30,600     |
|             | 小 計         | 5     | 21     | 35,210     |
| 試験用試料作成     | 木 材 ・ 木 製 品 | 3     | 4      | 6,240      |
|             | 金 属 ・ 非 金 属 | 19    | 51     | 89,360     |
|             | 塗 装 ・ 皮 膜   | 3     | 3      | 14,640     |
|             | 電 子 ・ 電 気   | —     | —      | —          |
|             | 小 計         | 25    | 58     | 110,240    |
| 意匠図案の作成     |             | 1     | 2      | 7,720      |
| 工業製品の試作     |             | 2     | 8      | 7,680      |
| 試験・検査に関する証明 |             | 36    | 43     | 15,480     |
| 合 計         |             | 3,838 | 24,468 | 29,252,310 |

### (2) 設備利用

| 区 分     | 件 数 | 数 量   | 歳入額(円)  |
|---------|-----|-------|---------|
| 工 作 機 械 | 25  | 113   | 125,170 |
| 試 験 設 備 | 165 | 1,319 | 540,720 |
| 合 計     | 190 | 1,432 | 665,890 |

## (3) 技術指導・相談

|     | 分 野       | 内 容                                          | 合 計   |
|-----|-----------|----------------------------------------------|-------|
| A   | 機 械       | 加工機 原動機 精密機械 輸送機 化学機械<br>流体機械 産業機械 電子機械 医療機械 | 94    |
| B   | 電 子 ・ 電 気 | 電力機器 電気応用機器 電子応用機器                           | 64    |
| C   | 化 学       | セラミックス 無機化学製品 有機化学製品<br>高分子製品 燃料/潤滑油 科学装置/設備 | 293   |
| D   | 金 属       | 鉄・非鉄冶金 非鉄材料 鉄鋼材料 表面技術<br>加工技術 接合 熱処理         | 760   |
| E   | 木 材 木 質 材 | 材料 加工技術 表面技術 改質技術                            | 44    |
| F   | 情 報 処 理   | 情報管理 情報数理 コンピュータシステム                         | 22    |
| G   | デ ザ イ ン   | インテリアデザイン クラフトデザイン<br>工業デザイン 視覚デザイン 環境デザイン   | 22    |
| H   | 経 営 工 学   | 工場管理 生産管理 品質保証 作業管理<br>包装・物流 CIM TPM         | 5     |
| I   | 資 源       | 金属鉱業 石灰・石油鉱業                                 | 6     |
| J   | 建 設       | 鋼構造 コンクリート製品                                 | 4     |
| K   | 衛 生       | 環境 公害防止技術 廃棄物利用技術                            | 7     |
| L   | そ の 他     |                                              | 190   |
| 合 計 |           |                                              | 1,511 |

#### (4) 技術支援基盤整備事業

中国四国地方公設試験研究機関共同研究「機械加工技術分野」(担当 岡田)

研究テーマ 難削材料の高精度エンドミルと加工性に関する評価

対象材としてSUS630 (H900) を選定し、サーメット工具やコーテッド工具等、数種類の工具を用いて工具寿命や加工時の切削抵抗及び切込み、送り、切削速度等が被削材の加工あらさ、加工硬化へ及ぼす影響について研究を行った。

中国四国地方公設試験研究機関共同研究「電子分野」(担当 田中秀)

研究テーマ DSPの計測応用に関する研究

産業の高度化に伴い、高い情報処理能力を必要とする機器が求められている。高速で数値演算を行うデジタル・シグナル・プロセッサ(DSP)を使用して、音声信号や振動などの周波数帯域の解析が可能なボードを開発し、計測制御への展開を図った。

共同研究成果普及講習会(担当 上杉)

発表テーマ ヒューマンエンジニアリングを考慮した製品設計の効率化に関する研究

日時 平成10年10月30日

場所 広島市工業技術センター研修室

平成9年度実施した中小企業庁技術開発費補助事業の研究成果について、成果普及講習会を開催した。

大学との共同研究(担当 隠岐)

広島大学工学部 第一類(機械系)

研究テーマ HIPによる焼結チタン材の材質制御

純チタン材及びチタン合金について、CIP(冷間等方加圧)→VS(真空焼結)→HIP(熱間等方加圧)プロセスからなる焼結法を適用し、組織と引張性質に及ぼす真空焼結温度とHIP処理温度の関係、及びHIP過程における最終段階の焼結速度について研究を行ってきた。今回、耐磨耗性の向上が図られる純チタン材にTiC粒子を分散させた材料について、その引張り性質と真空焼結温度及びHIP処理温度との関係を検討し、さらに10vol%TiCを分散させた材料についての最終段階におけるHIP焼結速度について研究した。

#### (5) 地域産業技術開発研究事業

共同研究テーマ アクティブセンシングによる高機能製品の機能診断技術

(担当 上杉・栗原・田中真・西山)

中国工業技術研究所が主体となって平成9年度から平成13年度まで5年間にわたる産官学共同研究事業である。分担研究テーマ「動的高機能製品の健全度知的診断システム」に関する研究として、工具摩耗と音響特性の定量化・材料の疲労損傷度計測センサの開発・センシング・モニタリング技術の3テーマについて継続し、研究している。

## (6) 新事業展開共同研究事業

### 新規顧客開拓研究会（担当 山口）

本研究会は、自動車関連企業等をグループ化して、技術融合化を図り、技術を生かした「仕事づくり」及びその市場展開を促進するため、「アース研究会」と連携して消費者ニーズにマッチングした新たな製品開発ネットワークの構築を行った。

アカネ(株) アズ・ブレイン(株) 岩見鉄工(有) カンサイ(株) 協和レジナス(株) (株)サンテック 三協プラスチック工業(株) 新中央工業(株) (株)新邦塗装 (株)ナガモト (株)藤田エンジニアリング 平和機械(株) 丸一倉庫運輸(株) (株)美和 (株)横山セイミツ (株)山下製作所 岸工業(株) 中国総合設備工業(株) 新見工業(株) 中国精螺(株) (株)シグマ 新和金属(株) 栄研興業(株) 丸善興業(株) 向和精工(株) (株)システム電子設計 (有)技研 (有)前河内興業 サンゲン(株)

| 開催月日    | テーマ                                       | 講師                                              |
|---------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ① 6月11日 | 全国異業種交流事業の事例発表                            | アース研究会 塗師 哲夫 氏<br>(株)ジェムコ日本経営 二艘木憲司 氏           |
| ② 7月9日  | 製品開発のアイデア提案                               | アース研究会 塗師 哲夫 氏<br>(株)ジェムコ日本経営 二艘木憲司 氏           |
| ③ 8月27日 | Zメカニズムエンジンに関する技術情報の収集<br>廃アルミニウム板の有効利用    | 吉喜工業(株) 吉澤 保夫 氏<br>アース研究会 塗師 哲夫 氏               |
| ④ 10月1日 | PCジェネレーター溶断機の他面利用<br>Zメカニズムエンジンの改良について    | モトヤ電機(株) 見藤 正一 氏<br>アース研究会 塗師 哲夫 氏              |
| ⑤ 11月9日 | エンジン応用開発分科会の活動について                        | アース研究会 塗師 哲夫 氏                                  |
| ⑥ 3月10日 | 平成10年度事業報告<br>エンジン応用開発分科会報告（グループゼロ）<br>総括 | 研究会会長 石川 伸英 氏<br>分科会代表 井島 昭 氏<br>アース研究会 塗師 哲夫 氏 |

### 新型加工技術研究会（担当 岡田）

本研究会は、新たな事業展開や新商品開発を目指す企業を対象に、高付加価値を生む革新技術の開発を目指して活動している。本年度は会員企業の固有技術の把握を目的として、会員各社の訪問や事例研究及び新技術に関する研修の中から開発テーマを「チタン電極を用いての新技術開発」と定めた。

(株)ジェイ・エム・エス (株)めいでん (株)明光堂 (株)橋川製作所 シージーケー(株) (有)平長鉄工所 チューリップ(株) (有)サイトウミクロ 松本重工業(株) 中国工業技術研究所

| 開催月日    | テーマ                                        | 講師                      |
|---------|--------------------------------------------|-------------------------|
| ① 5月28日 | 会員企業への訪問<br>(株)橋川製作所 (株)明光堂 シージーケー(株) 芸南工場 |                         |
| ② 7月30日 | 研究発表「難削材の加工性に関する研究」<br>「レーザ加工の精度評価に関する研究」  | (財)広島市産業振興センター<br>岡田 邦彦 |
| ③ 9月30日 | 新しい塑性加工技術の展開                               | 広島大学工学部<br>吉田 総仁 氏      |
| ④ 12月9日 | 事例研究<br>難削材の切削加工に関する研究                     | (財)広島市産業振興センター<br>岡田 邦彦 |
| ⑤ 1月25日 | マシニングを使った高速加工技術                            | エンシュウ(株)<br>村上 邦雄 氏     |
| ⑥ 3月23日 | 最新の放電加工技術に関する研究<br>新年度の運営方針の策定・テーマの選択      | (株)橋川製作所<br>橋川 栄二 氏     |

## 新分野製品開発研究会（担当 谷本・尾崎・平松）

本研究会は、「新製品開発における工業デザインの手法導入」をテーマとして、新たな事業展開、あるいは新製品開発を目指す企業を対象に、自動車関連分野以外の市場開拓に向けて新製品づくりのデザイン開発手法の習得を目的としている。中小企業のデザイン導入による製品開発事例やデザインの基本的考え方について、参加会員のデザインに対する意識の向上を図った。

(株)アールテックリジョウ (株)アンネルベッド (株)石崎本店 (株)クラタ 杉原縫製工業(株) (株)ドリーム総合研究所 デルタ工業(株) 南条装備工業(株) 西川化成(株) 西川ゴム工業(株)

| 開催月日     | テ                 | マ | 講                      | 師 |
|----------|-------------------|---|------------------------|---|
| ① 10月16日 | 工業製品の歴史的変遷        |   | (株)デザイン総研広島<br>山田 晃三 氏 |   |
| ② 10月30日 | デザインのセンスと経営のセンス   |   |                        |   |
| ③ 11月13日 | 新製品開発のための発想法と技術   |   |                        |   |
| ④ 11月27日 | 新製品づくりの発想法 事例紹介   |   |                        |   |
| ⑤ 12月11日 | 中小企業のデザインマネジメント導入 |   |                        |   |
| ⑥ 12月18日 | 21世紀のためのキーワード     |   |                        |   |

## (7) 自動車関連新技術支援事業

### 新加飾技術研究会（担当 山崎）

本研究会は、自動車部品の塗装関連企業を中心とした会員企業と共同で、鉄鋼、アルミニウム、亜鉛、マグネシウム、ステンレス、銅合金等で製造された日用雑貨、家具金具、住宅部品、スクリーン印刷等を対象として、パッド印刷、染色、転写等の新加飾技術の研究をしており、「塗膜染色による光輝金属面の新加飾方法」「電解による電着排水のCOD削減技術」をテーマに研究を行った。

アートプランニング カワダ(株) (株)紀陽 (株)熊平製作所 (株)河野ボディ製作所 新明和工業(株) 大協(株) (株)高山商会 西川化成(株) (株)日本製鋼所 (株)日本パーカーライジング 平岡技術研究所 三葉工業(株) マツダ(株) 宮川化成工業(株) (株)メンテック

| 開催月日              | テ                                                               | マ | 講                                             | 師 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------|---|
| ① 11月11日<br>6月12日 | 先進地調査<br>東京都立産業技術研究所 根本特殊化学(株)                                  |   |                                               |   |
| ② 6月30日           | ノンクロメートの動向と処理技術                                                 |   | 日本パーカーライジング(株)<br>水野 寛輔 氏                     |   |
| ③ 7月6日            | 塗装実技の研修（塗料調合、塗料調色、パテ付、プレスパターン、静電塗装、焼付け他）                        |   | (財)広島市産業振興センター<br>山崎 勝弘                       |   |
| ④ 8月2日            | 金属塗装・噴霧塗装に関連する座学研修                                              |   | 〃                                             |   |
| ⑤ 8月17日           | 最近のステッカー印刷機及び半自動スクリーン印刷機<br>スクリーン印刷用インキ及びコンピュータによる多色分版          |   | グラフテック(株) 川田 亨 氏<br>(株)ミノグループ 牧ヶ野祐司 氏         |   |
| ⑥ 9月18日           | 油性顔料インクジェットプリンタが目指すもの<br>高画質インクジェットプリンタの今後について<br>展示機器によるプリント実習 |   | オリンパス光学工業(株) 西川 正治 氏<br>ローランドディー・ジー(株) 長村 誠 氏 |   |
| ⑦ 10月8日           | 各種コーティング材料の「くつつく」試験方法<br>銅体振り子型物性試験器RPTの原理活用例                   |   | エー・アンド・ディ(株)<br>田中 丈之 氏                       |   |

#### 創成工学研究会（担当 西山・古谷・上杉）

本研究会は、人間の動的特性を考慮した製品開発に関する研究や産業界において科学技術に関する高度な応用力を必要とする技術課題を解明することを目的に研究会を開催した。平成10年度は、下記の研究課題について実施した。

歯車の噛合いから発生する起振力がトランスミッション系に及ぼす振動特性  
 材料のひずみ速度依存性に関する調査的研究  
 振動環境下における妊婦と胎児の振動特性  
 人体・シート・ステアリングホイール・ペダル系の振動特性に関する研究  
 ローラ式サイドスリップテストの開発  
 着座姿勢が眠気に及ぼす影響に関する研究  
 非線型特性を考慮したタービンの設計方法

黒石鉄工(株) 新川電機(株) (株)シンコー 第一ボデー(株) (株)DCS デルタ工業(株) (株)東洋シート  
 (株)ハラダクニ マツダ(株) ユーシン(株) (株)リョーセンエンジニアズ

| 開催月日           | テーマ                                      | 講師                     |
|----------------|------------------------------------------|------------------------|
| ① 6月26日        | 課題解決のための数学モデルの役割                         | 広島市立大学情報科学部<br>新井 紀子 氏 |
| ② 1月20日        | 計算力学の最新技術動向                              | 広島大学工学部<br>藤谷 義信 氏     |
| ③ 2月10日        | マルチボディダイナミクスによる課題解決及び車両のCFD解析            | (株)コマツ<br>中西 利和 氏      |
| ④ 3月24日        | ロッキングチェアに関する研究と快適性の評価法                   | 神奈川工科大学<br>川島 豪 氏      |
| ⑤ 25日<br>3月26日 | 三次元測定機による高精度計測技術<br>製品開発におけるCATシステムの活用方法 | ミットヨ<br>鳥島 修 氏         |

#### (8) 特定技術後継者育成事業

##### 高機能表面処理技術開発研究会（担当 植木・金行）

本研究会は、表面処理業者が抱える新技術の導入、後継者育成、事業の多方面への展開、環境問題などに対応するため、二世（後継者）を中心とした構成により、企業の継続的成長を遂げるための情報提供や活動基盤の連携、新しい防錆・防食、加飾技術等の研究を行い、後継者の育成と企業の発展を図ることを目的としている。本年度は世界的な環境問題に対する世論の高まりから、六価クロムフリーに取り込む手段として、会員企業の現状処理による六価クロム溶出試験と耐食性能について評価した。

(株)井川製作所 (株)オート (株)音戸工作所 柿原工業(株) 関西金属工業(株) (有)黒川鍍金工業 山陽鍍金工業(株) (有)三和ユニーク 昇和化工(株) 新和金属(株) 泰洋工業(株) (株)中村製作所 (株)日本アート (株)日本製鋼所広島製作所 (株)日本パーカーライジング 日本バレル工業(株) 福山メッキ工業(株) 富士金属工業(株) マツダ(株)技術研究所 (有)ワイエスデー (有)広鍍金工業所

| 開催月日           | テーマ                                                       | 講師                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| ① 4月17日        | 平成9年度事業報告・決算報告 平成10年度事業計画・予算 役員改選<br>研修会「環境に対応できる技術の開発」   | 白金鍍金工業(株)<br>笹野不二男 氏                     |
| ② 21日<br>5月22日 | 先進地調査<br>(株)大崎金属 エビナ電化工業(株) METEC                         |                                          |
| ③ 7月22日        | 「自動車メーカーのクロムフリーへの対応」<br>会員企業の現行のクロメート皮膜の耐食性及び六価クロムの溶出試験結果 | マツダ(株) 山本 侃靖 氏<br>広島市工業技術センター<br>金行 良隆   |
| ④ 8月20日        | 役員会<br>企業見学の選定 研究会の今後の進め方について                             |                                          |
| ⑤ 10月15日       | 企業見学<br>(株)ミットヨ広島事業所呉工場 新日本造機(株)                          |                                          |
| ⑥ 11月6日        | 自動車のリサイクルに向けたマツダの自主行動計画<br>六価クロムフリー表面処理の技術動向とその性能         | マツダ(株)技術研究所 佐々木圭太 氏<br>日本表面化学(株) 山室 正明 氏 |
| ⑦ 12月15日       | 機能めっき及び一般めっきの現状と動向                                        | 奥野製薬工業(株)<br>川居 兼一 氏                     |
| ⑧ 1月28日        | 企業見学<br>三菱重工業(株)広島製作所 観音工場 江波工場                           |                                          |
| ⑨ 3月25日        | 役員会 平成10年度事業報告案・決算報告案の作成<br>平成11年度事業計画案・予算案の作成            |                                          |

#### (9) 工業技術支援アドバイザー設置事業 (担当 片山)

自動車関連企業に対する支援策として、分野別アドバイザーを登録し、企業からの要請により技術・経営の両面について、指導支援するものである。指導方法は、工業技術センターにアドバイザーを駐在させて行うものと、企業（生産現場）へ派遣して現地指導する方法で実施した。平成10年度は実施回数32回、指導企業数は24社、32件指導分野は17分野の広範囲にわたった。

| 指導分野          | アドバイザー          |
|---------------|-----------------|
| プレス技術         | 寄高 政史 氏         |
| 熱処理技術         | 寄高 政史 氏         |
| プラスチック成形加工    | 廣兼 泰雄 氏         |
| プラスチックリサイクル技術 | 寄高 政史 氏         |
| 新めっき技術        | 二艘木憲司 氏         |
| 機械加工技術        | 寺谷 忠郎 氏 寄高 政史 氏 |
| システム化技術       | 寺谷 忠郎 氏         |
| 金型製造技術        | 杉本 計三 氏         |
| マーケティング       | 下脇 一晴 氏 落合 孝信 氏 |

| 指導分野          | アドバイザー          |
|---------------|-----------------|
| 鑄造技術          | 下脇 一晴 氏         |
| 溶接技術          | 太田 唯男 氏         |
| 洗浄技術          | 寄高 政史 氏         |
| 生産システム管理      | 下脇 一晴 氏         |
| 新製品・用途開発      | 斉藤 喬之 氏 田中 宏樹 氏 |
| 新製品開発         | 寄高 政史 氏         |
| 経営(トップマネジメント) | 落合 孝信 氏         |
| 新規分野開拓        | 寄高 政史 氏         |
|               |                 |

#### (10) 新技術共同研究事業

品質工学会 (担当 市後・栗原・田中真)

企業において製造工程の最適化や新製品開発、新事業展開等に対し品質工学の手法が有効であるとの認識が深まっている。今年度は本研究会に16社32名の参加があり、参加企業毎に各々の課題について、実験と解析の指導をアドバイザーより受けながら研究を行い、最終回に成果発表を行った。

本年度の主な課題は、以下のとおりである。

チリの出ないスポット溶接  
 スポット溶接における最適条件の設定  
 焼結特性に及ぼす制御因子の影響  
 調湿パネルのパラメータ設計  
 自動車ウォーターポンプの最適化設計  
 スピンリップ部の温度低減  
 ガラス繊維強化樹脂における射出成形条件の最適化  
 シリンダーブロック鑄造技術開発  
 ブレーキ用摩擦材及び相手材の最適化  
 餅つき技術の最適化試験について  
 粉末供給条件の最適化  
 レーザー加工の最適化

(株)あじかん キョクトウ高宮工場(株) (株)久保田鉄工所 (株)熊平製作所 食協(株) デルタ工業(株)  
 (株)東洋シート ナルディック(株) (株)日本製鋼所広島製作所 富士機械工業(株) 中国精工(株) 双  
 葉工業(株) フマキラー(株) マツダ(株) ヨシワ工業(株) 広島県立西部工業技術センター 広島県  
 立東部工業技術センター

| 開催月日           | テ                                  | マ | 講         | 師      |
|----------------|------------------------------------|---|-----------|--------|
| ① 5月22日        | 設計・技術開発の進め方                        |   | (財)日本規格協会 | 矢野 宏 氏 |
| ② 10日<br>6月12日 | 先進地調査<br>第6回品質工学研究発表大会             |   |           |        |
| ③ 6月18日        | 工程管理及びパラメーター設計のたて方<br>基本機能・計測特性の検討 |   |           |        |
| ④ 7月16日        | 作成された実験計画の検討                       |   |           |        |
| ⑤ 9月17日        | 実験を進める上での問題点、疑問点の検討                |   |           |        |
| ⑥ 11月26日       | SN比の検討                             |   |           |        |
| ⑦ 1月21日        | 会員による事例発表                          |   |           |        |

ロボティクス研究会（担当 尾崎・田中・平松）

機械加工、組立型企業が既存技術を生かしながら発展して行く方法の一つとして、機械系に付加価値をつけることが考えられる。そのためには、センサ応用技術や組込型コンピュータを利用した電子応用技術が不可欠である。

これら技術の概要や現状に関する情報の提供により保有技術の多様化を図り、競争力や製品開発力の向上に寄与する事を目的に開催した。

新川電機(株) (株)クラタ マツダプランテック(株) 日本ベンディング(株) (株)サンエイエンジニアリング 日本システムデザイン(株)

| 開催月日     | テ                              | マ | 講            | 師       |
|----------|--------------------------------|---|--------------|---------|
| ① 12月2日  | 研究会の進め方について<br>ロボットとアクティブセンシング |   | 広島大学工学部      | 金子 真 氏  |
| ② 12月17日 | 昆虫型精巧ロボットの開発とデスクトップファクトリー      |   | 電気通信大学電気通信学部 | 青山 尚之 氏 |
| ③ 11月22日 | 新しい移動ロボットの開発                   |   | 東京工業大学工学部    | 広瀬 茂男 氏 |
| ④ 2月26日  | 移動ロボット等への利用を目的とした赤外線通信システムの開発  |   | 広島市立大学情報科学部  | 橘 啓八郎 氏 |
| ⑤ 3月10日  | サイバネティック・インターフェースとその福祉応用       |   | 広島大学工学部      | 辻 敏夫 氏  |

## (11) 超精密加工技術研究事業

### 超精密加工技術研究会（担当 山本・栗原）

本研究会は、本市に集積する多くの機械加工技術を、更に高度化し、多角化してゆく中で、精密加工への道を探り将来を見据えた精密加工技術の確立を図ることを目的としている。本年度は、アドバイザーである広島大学教授 鳴瀧則彦氏のアドバイスや研究討議により12例の事例成果を得た。また、外部講師を招へいして、最新技術の普及活動を行った。

荻野鉄工(株) 村冷機(株) (株)島村製作所 (株)デルタツーリング トーヨーエイテック(株) (株)二上工作所 (株)西井製作所 (株)ヒロコージェットテクノロジー (株)フクトクダイヤ (株)マツダツーリング (株)向井製作所

| 開催月日     | テ                                     | マ | 講                  | 師       |
|----------|---------------------------------------|---|--------------------|---------|
| ① 5月13日  | 平成10年度活動計画・日程等の協議                     |   | 広島大学工学部            | 鳴瀧 則彦 氏 |
| ② 7月23日  | 技術課題に提案された解決策への取組状況の報告 ほか             |   |                    | 〃       |
| ③ 9月18日  | 切屑処理、ドライ切削、最近の工具の動向に関する講演とそれにもとづく研究討議 |   | 三菱マテリアル(株)         | 下村 博 氏  |
| ④ 11月19日 | 焼き入れ鋼の切削について各参加企業が抱えている課題を中心に研究討議     |   | 広島大学工学部            | 鳴瀧 則彦 氏 |
| ⑤ 1月29日  | 焼き入れ鋼の高速高能率加工について切削条件に関する講義と実削テスト     |   | コベルコツールエンジニアリング(株) | 山本 憲一 氏 |
| ⑥ 3月26日  | 高硬度材の高速高能率切削技術への取り組みについて討議            |   | 広島大学工学部            | 鳴瀧 則彦 氏 |

## (12) 技術交流事業

### 新素材技術交流部会（担当 上田・奥村）

本部会は、製造工程から発生するゴム・プラスチックなど高分子系廃棄物のリサイクル技術、及び機能性複合材料などの研究開発をテーマとして活動している。平成10年度は、自動車産業における加硫ゴム等の最新の再生・資源化技術について、専門技術者を招き情報収集、研修を実施した。また、会員企業の事業から生じた、エチレン、プロピレンゴム、クロロプレンゴム、フッ素ゴムの各廃材について、当センターに導入した試験用粉碎機を使用し粉碎後再生素材としてロール混練り、成形加工を行い、シート成形体の試作を行った。ゴムくずの再生素材としての有用性を確認し、次のステップへの足がかりをつかみ、平成元年度から続けてきた技術交流事業新素材技術交流部会の活動を終結とした。

三協プラスチック工業(株) (株)里吉製作所 (株)モルテン (株)三和製造所 三興化学工業(株) (株)清水木工 (株)やまの化成工業所 野口ゴム工業(株) 東プレ(株) (株)オート 中国メタリコン工業(株) 浜井建具工業(株) (株)栄進商会 ハセガワ化成(株) ゼオン化成(株) 寺戸産業(株) (株)高村興業所 (株)シンギ

| 開催月日            | テ                                                         | マ | 講          | 師       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|---|------------|---------|
| ① 6月8日          | 総会 平成9年度事業報告・会計報告<br>平成10年度役員人事・事業計画 他                    |   |            |         |
| ② 6月8日          | 自動車産業における高分子材料のリサイクル技術「加硫ゴム等の再生技術研究開発の現状と動向」              |   | (株)豊田中央研究所 | 佐藤 紀夫 氏 |
| ③ 27日<br>10月28日 | 先進地調査<br>日本ゴム協会・化学品検査協会東京事業所(東京)                          |   |            |         |
| ④ 1月27日         | 試験用粉碎機によるゴム屑粉体、それを用いて試作したシートの話題提供・開発品アイデア提案・試作品検討         |   |            |         |
| ⑤ 2月24日         | ゴム屑粉体等を利用したシート成形体<br>すべり止め試作品・開発品リストの提示・開発企画書案提示・試作品づくり検討 |   |            |         |
| ⑥ 3月17日         | 臨時総会 平成10年度事業・会計報告新素材技術交流事業活動結果・今後の活動                     |   |            |         |

#### 住宅設備技術交流部会(担当 西原)

本部会は、高齢者や障害を持った人々が、日常の生活を快適に過ごせるための製品開発を目的として活動している。平成10年度は、平成9年度から継続して玄関段差解消機器、障害者移動用椅子の完成を目指し、問題点の抽出を行いながら試作・検討を繰り返し製作活動を行った。

(株)アベイル 大西電機工業(株) (株)熊平製作所 コニシ(株) 新和金属(株) 田中家具工業(株) 第一テント工業(株) (株)電商 (株)仁井田商会 浜井建具工業(株) 前田機工(株) (株)めいでん

| 開催月日     | テ                                       | マ | 講              | 師       |
|----------|-----------------------------------------|---|----------------|---------|
| ① 4月14日  | 障害者移動用椅子の試作品について<br>第4回作品 アルミパイプ製試作品の検討 |   |                |         |
| ② 5月14日  | 障害者移動用椅子の改善案について<br>玄関段差解消機器の試作品製造法について |   |                |         |
| ③ 6月11日  | 〃                                       |   |                |         |
| ④ 7月16日  | 玄関段差解消機器に組み込むテーブルリフターについて               |   |                |         |
| ⑤ 8月18日  | 玄関段差解消機器の試作品検討                          |   |                |         |
| ⑥ 9月22日  | 〃                                       |   |                |         |
| ⑦ 10月21日 | 〃                                       |   |                |         |
| ⑧ 11月18日 | 先進地調査報告<br>第25回国際福祉機器展・ジャパンホームショー98     |   | (財)広島市産業振興センター | 斉藤 文二   |
| ⑨ 12月4日  | 玄関段差解消機の昇降機器について                        |   |                |         |
| ⑩ 1月20日  | 〃                                       |   |                |         |
| ⑪ 3月11日  | 今後の福祉機器の在り方について                         |   | いずみ整形クリニック     | 鳥井 浩司 氏 |

### 新レジャー用品開発技術交流部会（担当 谷本・田中秀・平松）

本部会は、企業が保有する技術・情報などを融合化することにより、個々では解決できない新技術・新製品の開発・新市場の開拓、販売面での相互協力などを行い、会員企業の発展を目的に開催した。特に、産学官による高度な技術・製品の開発を目指し、平成10年度は海上RV（水中翼自転車）のモデル試作を行った。

(株)アンネルベッド (株)大之木ダイモ 協和木工(株) 呉ダイヤ(株) (株)コンセック (株)日本パーカーライジング 山根木材(株) (株)フクトクダイヤ 大西電機工業(株) (株)フジタ広島支店 田中工業デザイン研究所

| 開催月日    | テ                                   | マ | 講                      | 師 |
|---------|-------------------------------------|---|------------------------|---|
| ① 5月28日 | 平成10年度事業計画<br>新製品の開発アイテム            |   | 広島市立大学 芸術学部<br>吉田 幸弘 氏 |   |
| ② 6月17日 | 海上RV（水中翼自転車）及び昇降式機能金具を活用したベッドの新製品開発 |   |                        |   |
| ③ 7月15日 | 水中翼自転車のデザイン概要及び材料                   |   |                        |   |
| ④ 11月5日 | 水中翼自転車の5分の1試作モデルにより製作上の問題点を検討       |   |                        |   |
| ⑤ 2月16日 | 水中翼自転車の製作上の課題                       |   |                        |   |
| ⑥ 3月5日  | 先進地調査（広島大学工学部）<br>水中翼自転車の概要説明と走行テスト |   |                        |   |

### (13) 重慶市との技術交流事業（担当 面崎・尾崎）

昭和61年、広島市は中華人民共和国重慶市と友好都市提携を結び、各分野での友好交流を積極的に進めている。エネルギー源として石炭を使用する重慶市では、大気汚染による深刻な環境問題を抱えており、酸性雨、降下煤塵が金属製品の腐食に大きな影響を与えている。当センターでは平成7年度から4カ年計画で「自然暴露試験と促進腐食試験の相関性と防錆設計技術」をテーマとして共同研究を実施しており、平成10年度は最終年度として「金属材料の機械的評価技術」に関する研究の成果報告、及び平成11年度以降の技術交流について事前協議を行った。

| テ                                                          | マ                  | 機            | 関                          | 氏        | 名      | 期             | 間           |
|------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------------|----------|--------|---------------|-------------|
| 自然暴露試験と促進腐食試験の相関性と防錆設計技術に関する研究                             | における「金属材料の機械的評価技術」 | 助            | 広島市産業振興センター<br>広島市工業技術センター | 面崎<br>尾崎 | 敬<br>清 | 派遣            | H10.9.15～24 |
| 自然暴露試験と促進腐食試験の相関性と防錆設計技術のまとめ<br>金属材料の機械的評価技術に関する共同実験に関する研修 |                    | 重慶市西南技術工程研究所 | 張<br>唐                     | 倫武<br>倫科 | 受入れ    | H11.2.28～3.19 |             |

### (14) 産業デザイン振興事業

#### 広島市デザイン開発支援研究会（担当 谷本・平松）

本研究会は、組合を対象に、専門の講師を招へいしてデザイン導入による新製品開発、付加価値の高い製品づくりを目標に開催し、既存市場の拡大、新分野市場への製品展開を図ることを目的としている。

平成10年度は、広島県鋳物工業協同組合を対象に「鋳物による製品のデザイン開発」をテーマとして、宇品橋に設置するベンチや鷹の橋のモニュメントなどのデザイン開発を行った。

(株)今西製作所 (株)大田鋳造所 坂本重工(株) 友鉄工業(株) 二宮産業(株) (株)野間鋳造所 山岡鉄管(株) ヨシワ工業(株)

| 開催月日     | テーマ                                        | 講師                     |
|----------|--------------------------------------------|------------------------|
| ① 9月30日  | 鋳物製品を中心とした世界のグッドデザイン                       | 広島市立大学 芸術学部<br>吉田 幸弘 氏 |
| ② 10月30日 | 研究会の開発製品のアイテム設定                            |                        |
| ③ 12月11日 | 公共空間に設置されるベンチのデザイン案の提案 試作に向けての検討           |                        |
| ④ 2月10日  | モデル試作についての役割分担/5分の1モデルの製作                  |                        |
| ⑤ 3月18日  | 宇品橋に設置されるベンチの原寸モデルの提示・製品試作における製造、デザインの課題抽出 |                        |
| ⑥ 3月29日  | 製品化までの実施計画の策定                              |                        |

#### 新製品デザイン開発研究会（担当 谷本・平松・古谷）

本研究会は、中小企業の製造業を対象にデザイン開発手法を習得しながら、自社製品の開発にデザインを導入し市場に即した製品化を目的に開催した。地場産業の「砥石を活用した清掃用品の開発」「パワーショベルのアタッチメントの開発」等について指導を受け、課題の解決を図った。

(株)アールテックリジョウ (株)アンネルベッド (株)大之木ダイモ (株)熊平製作所 (株)里吉製作所 産業機電(株) テンパール工業(株) (株)ドリーム総合研究所 明星ゴム工業(株) リョーコクショウジ(株) 油谷重工(株) (株)ワタオカ

| 開催月日     | テーマ                                            | 講師                     |
|----------|------------------------------------------------|------------------------|
| ① 5月27日  | 年間活動計画の策定<br>デザイン開発の基本的考え方                     | 田中工業デザイン研究所<br>田中 宏樹 氏 |
| ② 6月24日  | デザイン開発手法<br>新製品開発について課題提案（テンパール工業(株)）          |                        |
| ③ 7月29日  | デザイン開発の今後の課題<br>リョーコクショウジ(株)による事例発表            |                        |
| ④ 9月9日   | デザイン開発について（開発コンセプト・アイテム）<br>(株)ドリーム総合研究所より話題提供 |                        |
| ⑤ 10月8日  | 発想の技法<br>(株)熊平製作所より話題提供                        |                        |
| ⑥ 11月18日 | ビジュアルプレゼンテーション                                 |                        |
| ⑦ 12月16日 | 超高齢化社会に向けての商品開発シーズを求めて                         |                        |
| ⑧ 1月20日  | バリアフリーのデザイン開発                                  |                        |
| ⑨ 2月17日  | バリアフリーのデザイン開発                                  |                        |
| ⑩ 3月24日  | 形態の表現                                          |                        |

(15) 地域産業活性化推進事業

資源高度利用技術開発研究会（担当 木下・三宅）

地球環境の悪化や資源の枯渇、廃棄物処理等の問題が深刻化するなか、再生可能な木材資源の効果的利用がますます重要になっている。本研究会は、「木質資源の利用拡大（木材の有効利用と再資源化）」をテーマに、木材関連企業から排出される端材、残材、鋸くずや木造建築廃材等の木材廃棄物の有効利用と再資源化のため、木材の液状化とその利用技術の開発に取り組んでいる。平成10年度は、液化木材を原料にする軟質フォームを試作し、同フォームを「座」のクッションに利用した木製椅子や育苗マット等の製品開発を図った。

アオイ化学工業(株) 大鹿振興(株)広島営業所 協和木工(株) (株)清水木工 (株)住建産業 高本製作所(株) 中国木材(株) (株)仁井田商会 (株)西日本イノアック 浜井建具工業(株) (株)マルニ 三菱重工業(株)広島機工場 (株)LAT環境設計事務所

| 開催月日     | テ                                     | マ | 講            | 師       |
|----------|---------------------------------------|---|--------------|---------|
| ① 5月21日  | 総会 平成9年度事業報告・会計報告<br>平成10年度活動計画、役員人事等 |   |              |         |
| ② 6月18日  | 講演「特許のはたらき」<br>先進地調査報告（小松会長）          |   | (株)発明協会広島県支部 | 楠田 和身 氏 |
| ③ 7月10日  | 木材資源からの用途開発                           |   | フクバ(株)       | 森 良彦 氏  |
| ④ 9月22日  | 液化木材からの製品開発動向（小松会長）                   |   |              |         |
| ⑤ 12月11日 | 液化木材を原料とする発泡体の製品評価<br>液化木材の新たな利用開発動向  |   | 京都大学農学部      | 白石 信夫 氏 |
| ⑥ 2月24日  | 試作発泡製品のその後の動向                         |   |              |         |

(16) 特定技術診断指導事業

特定技術の分野について、外部専門家の講師とセンター職員により生産現場における技術的課題について現地指導を実施し、生産性及び技術力の向上を図ることを目的として実施した。

| 事業名       | テーマ / 講師                                                                    | 開催月日     | 診断企業名                        | 担当者            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------|----------------|
| 鋳造技術診断指導  | 鋳物工場の生産性向上を図るための鋳造技術指導<br>（企業の抱えている技術課題の解決・保有技術の向上）<br>川口鋳物工業協同組合<br>山中 昇 氏 | ① 11月17日 | 友鉄工業(株)<br>(株)大田鋳造所          | 植木<br>山口<br>柴原 |
|           |                                                                             | ② 11月18日 | 坂本重工(株)<br>(株)二ノミヤファンドリー     |                |
| 木工技術診断指導  | 木質系新材料の利用と塗装技術<br>川村木材塗装技術研究所<br>川村 二郎 氏                                    | ① 1月28日  | 湯田木工(株)<br>リーベッド(株)          | 木下<br>三宅       |
|           |                                                                             | ② 1月29日  | 協和木工(株)<br>村上工芸(株)           |                |
| 熱処理技術診断指導 | 高周波加熱処理の活用による機能材料の開発<br>日本電子工業株式会社<br>鎌田 正彦 氏                               | ① 2月9日   | 呉金属熱練工業(株)<br>(株)日本パーカーライジング | 市後<br>中村       |
|           |                                                                             | ② 2月10日  | ナガト(株)<br>日本電子工業(株)          |                |

(17) 設計・開発デジタル化技術者育成支援事業（担当 片山）

自動車関連産業振興施策の一環としてMDI（マニファクチャリング・デジタル・イノベーション）構想に対応し、自動車関連協力企業においてデジタル化に対応できる技術者を育成する必要があるため、当センターで研修に必要な器具、機材並びにソフトウェア等の整備を行い、研修を行うものである。この研修は、設計・開発デジタル化技術者支援研修実行委員会が実施し、選任講師により機器操作の習得と開発技法や製品設計等を目的としている。受講者は自動車関連企業10社（10名）を1グループとして、19日間で修了し、平成10年度は年間9回実施した。

|   | 項 目        | 日 数 | 内 容                                |
|---|------------|-----|------------------------------------|
| 1 | 3次元設計概要    | 0.5 | I-DEASの概要                          |
| 2 | チームデータ管理   | 0.5 | チームデータマネージャーによる管理の説明               |
| 3 | 3次元基礎設計    | 3.0 | フューチャーベースモデリングに基づく3次元ソリッドモデラー機能の研修 |
| 4 | 3次元設計応用    | 2.0 | 自由曲面を作成する設計演習                      |
| 5 | アッセンブリ設計   | 2.0 | 3次元ソリッドモデルの組立干渉チェック公差解析の研修         |
| 6 | 2次元設計／作図方法 | 2.0 | 設計を支援する作図機能の研修                     |
| 7 | 解析基礎       | 1.0 | モデル作成                              |
| 8 | 応用解析       | 2.0 | 構造設計の完成度を高めるシミュレーション機能の作成          |
| 9 | 応用教育       | 6.0 | 課題演習による3次元／2次元の操作演習                |

(18) 次世代技術者育成事業

ライジングジェネレーションテクノ21（担当 山口）

広島市及びその周辺地域に所在する理工系大学の学生を対象に、先進技術の基調講演、企業見学、技術実習、企業経営者による講演会を実施し、実践的な工業技術への理解、地元企業への定着、地域技術の伝承など、次世代を担う優秀な技術者の育成を図った。

| 開催月日    | テ ー マ                                   | 講 師                                          |
|---------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| ① 8月17日 | 先端技術基調講演<br>「技術社会を拓く」                   | マツダ(株)技術研究所 小林 一夫 氏<br>三菱重工業(株)広島研究所 阿比留久徳 氏 |
| ② 8月18日 | 企業見学<br>オタフクソース(株) 住野工業(株) (株)モルテン      |                                              |
| ③ 8月19日 | コース別実習<br>材料コース 金属材料の物性評価<br>加工コース 機械加工 | 担 当<br>市後 博造 柴原 修<br>岡田 邦彦                   |
| ④ 8月20日 | システムコース 複雑系の解析技術<br>デザインコース デザイン開発手法    | 西山 修二 古谷 薫 上杉 憲雄<br>谷本 義則 平松 志保              |
| ⑤ 8月21日 | 講演<br>「企業の経営戦略と求める技術者像」                 | (株)あじかん 足利 政春 氏<br>(株)コンセック 岡田 国夫 氏          |

(19) 技術者研修事業

各種材料、加工技術、工程合理化技術およびデザイン技術に関する講習会を実施し、企業の技術力向上を支援した。

### ① 材料・加工技術

| 事業名          | 開催月日   | テーマ                                        | 講師                                   | 担当者        |
|--------------|--------|--------------------------------------------|--------------------------------------|------------|
| 熱処理技術講習会     | 10月27日 | プラズマ浸炭、プラズマ浸硫窒化法の現状について<br>カナック処理の適用事例について | 日本電子工業(株) 長田 幸雄 氏<br>(有)カナック 堀越 康弘 氏 | 市 後        |
| 表面技術講習会      | 5月7日   | スクリーン印刷業界の現状と次世代の展望                        | (株)ユー・コーポレーション<br>内田 徳男 氏            | 山 寄        |
| 人間工学技術講習会    | 2月22日  | 製品設計への人間工学の適用                              | 九州芸術工科大学<br>佐藤 陽彦 氏                  | 上 杉<br>平 松 |
| ISO 14000講習会 | 2月25日  | 国際規格ISO14000シリーズへの対応                       | マツダエース(株)<br>湯藤 裕司 氏                 | 片 山        |

### ② 生産工程合理化技術

| 事業名         | 開催月日     | テーマ                              | 講師                           | 担当者 |
|-------------|----------|----------------------------------|------------------------------|-----|
| 工具鋼材料技術講習会  | 12月4日    | 高性能エンドミルについて                     | 日立ツール(株)<br>坂本 靖 氏           | 山 本 |
| 高分子材料技術講習会  | ① 5月8日   | 高性能エラストマーの開発における配合技術の<br>進歩      | (株)サン・バイオレックス<br>山下 晋三 氏     | 四 辻 |
|             | ② 10月9日  | ゴムエラストマーの劣化と寿命                   | (財)化学品検査協会<br>秋葉 光雄 氏        |     |
|             | ③ 10月29日 | 生分解プラスチックの動向と将来展望                | 大阪工業技術研究所<br>相羽 誠一 氏         |     |
| 木質高機能化技術講習会 | 11月27日   | 物理・化学加工における木材改質技術                | 京都大学木質科学研究所<br>則元 京 氏        | 木 下 |
| 高度加工技術講習会   | 6月25日    | 最新加工技術の現状と将来<br>「切削工具から見たコストダウン」 | 京セラ(株)伏見テクニカルセンター<br>玉井 俊哉 氏 | 岡 田 |

### ③ デザイン技術

| 事業名               | 開催月日    | テーマ                                                  | 講師                         | 担当者 |
|-------------------|---------|------------------------------------------------------|----------------------------|-----|
| 注文洋服縫製技術講習会       | 7月23日   | オーダーメイド・イージーオーダー等の技術ゼミナール<br>新時代のオーダーメイド 縫製・仮縫・着付・補正 | 佐藤服飾研究所<br>佐藤 五郎 氏         | 谷 本 |
| インテリアデザイン<br>技術講座 | ① 6月2日  | デザインの色彩 ①                                            | セントラルデザインアソシエーツ<br>山下 新治 氏 | 西 原 |
|                   | ② 6月9日  | デザインの色彩 ②                                            | 〃                          |     |
|                   | ③ 6月16日 | 製図法                                                  | (財)広島市産業振興センター<br>西原 正明    |     |
|                   | ④ 6月23日 | スケッチ技法                                               | 〃                          |     |
|                   | ⑤ 6月30日 | パースと色づけ ①                                            | (有)アトリエ・ケン<br>慶雲寺 誠 氏      |     |
|                   | ⑥ 7月7日  | パースと色づけ ②                                            | 〃                          |     |
|                   | ⑦ 7月14日 | 開発の手法                                                | (財)広島市産業振興センター<br>西原 正明    |     |
|                   | ⑧ 7月21日 | インテリア計画                                              | (株)マルニアステリア<br>河野 房子 氏     |     |

(20) 発明考案奨励・表彰事業

1 児童生徒発明くふう展

児童生徒の創意くふう、発明等に対する意欲の高揚と教育及び産業の発展を図るため、科学的でアイデアに富んだ作品を募集し、審査して入賞作品の表彰、展示を行った。

① 応募及び表彰結果

| 区 分    | 応 募 状 況 | 表 彰 結 果 |         |                |                 |        |                |                                 |     |     |
|--------|---------|---------|---------|----------------|-----------------|--------|----------------|---------------------------------|-----|-----|
|        |         | 広島市長賞   | 広島市教育長賞 | 広島商工会議所<br>会頭賞 | 発明協会<br>広島県支部長賞 | 中国新聞社賞 | 市PTA協議会<br>会長賞 | 増本賞<br>熊平賞<br>山本賞<br>木曾賞<br>竹林賞 | 優秀賞 | 学校賞 |
| 小学生の部  | 81点     | 1点      | 1点      | 1点             | 1点              | 1点     | 1点             | 4点                              | 15点 | 1点  |
| 中高校生の部 | 85点     | 1点      | 1点      | 1点             | 1点              | 1点     | 1点             | 1点                              | 15点 | 1点  |

② 発表展示会の開催

広島市、広島県、社発明協会広島県支部、広島商工会議所及び中国新聞社が運営委員会を設置し、広島県下の入賞作品の展示会を開催した。

- ・開催時期 平成10年11月6日～11月15日
- ・開催場所 広島市こども文化科学館

2 広島県未来の科学の夢絵画展入賞者表彰

広島県未来の科学の夢絵画展を後援し、広島市長賞として賞状及び記念品を贈呈した。

- ・開催時期 平成10年11月6日～11月15日
- ・開催場所 広島市こども文化科学館

① 応募及び表彰結果

| 区 分    | 応 募 状 況 | 表 彰 結 果    |            |            |             |            |           |
|--------|---------|------------|------------|------------|-------------|------------|-----------|
|        |         | 特 別 賞      | 金 賞        | 銀 賞        | 佳 作         | 努 力 賞      | 学 校 賞     |
| 小学生の部  | 605点    | 11点<br>(3) | 12点<br>(4) | 25点<br>(9) | 41点<br>(11) | 20点<br>(8) | 2校<br>(2) |
| 中高校生の部 | 970点    | 14点<br>(1) | 17点<br>(3) | 35点<br>(9) | 59点<br>(8)  | 30点<br>(7) | 3校<br>(1) |

上段は広島県全体 ( ) 内は広島市分

3 広島市技術指導優良企業表彰・優良発明功績者表彰

当センターの技術指導を受け、新製品開発、技術改善に著しい成果を上げた企業と優れた発明考案を創作・実用化し、本市産業の振興に顕著な成果を上げた人を表彰した。

| 表彰名               | 表彰者                                                     | 成果の内容                                                                                                                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 広島市技術指導<br>優良企業表彰 | 日本バレル工業 株式会社                                            | ・シアン、6価クロム等の劇毒物の処理システムを構築し、排水処理技術を向上した。<br>・ダイヤモンドビッドからダイヤモンドを回収する技術を開発、生産工程を改善することにより製造時間を1/2に短縮し、コストを削減した。                                                        |
|                   | 巢森金属工業 株式会社                                             | ・ガラスビーズ入りのシートを使った安価な自動車用反射式ナンバープレートを製造する技術を開発した。<br>・塗装関連設備の改善により安定した品質のナンバープレートを量産する技術を開発した。                                                                       |
|                   | 萬国製針 株式会社                                               | ・衣類のホツレ補修用針の先端にアヤメを刻印する転造用アヤメローレット工具を新しく開発した。<br>・アヤメ精度の向上、工具寿命の延伸等により価格を低減した。                                                                                      |
|                   | 有限会社 宮本家具工業所                                            | ・家具調仏壇に新しく使用する紫檀材の接着性、接合についての最適な加工条件の確立した。<br>・仏壇正面扉に、漆感覚の高級鏡面塗装仕上げ技術を確立した。                                                                                         |
| 優良発明功績者表彰         | 刀納 正明<br>(油谷重工 株式会社)<br>特許23件 (9件)<br>実用新案35件 (16件)     | 昭和45年入社以来、開発設計業務に従事し、油圧回路、電気制御の研究開発、油圧破碎機等の新機種開発に携わった。<br>氏の開発した油圧ショベル回路は、同社の製造する土木建設機械の油圧駆動装置の心臓部をなしており、なかでもホイール式ショベルに係る発明は特に優れており、同社のホイールショベルは常に35～40%の占有率を占めている。 |
|                   | 大下 俊明<br>(大下産業 株式会社)<br>特許17件 (9件)<br>実用新案58件 (20件)     | 昭和48年入社以来、防虫、プラスチック成型に関する研究開発に取り組んだ。氏の開発した容器を基とする電気蚊取り器「ベープ」は、従来の蚊取り線香の概念を打ち破った「簡便」で「安全性」の高い商品として今も広く使用されている。ほかにも医療や自動車関係部品を始め、同社のプラスチック成形加工技術の評価を高めた。              |
|                   | 山本 博<br>(テンパール工業 株式会社)<br>特許561件 (14件)<br>実用新案364件 (4件) | 昭和52年入社以来、開発設計部門に属し、絶縁抵抗測定装置の開発研究に取り組み、同装置の過電流による破損や人体への感電事故を確実に防止する保護回路を開発した。この回路は多くの分野で採用され、高い信頼を得た。                                                              |

( ) 登録済件数

(21) 広島市工業技術振興協議会

本市では、各業界団体、大学、技術振興機関等の団体を構成員とする協議会を設置して、地場産業の現況や課題、広島市の工業振興施策に対する意見、要望についての意見交換会を行い、地域の技術支援ならびに産学官の連携促進を図っている。平成10年度は産業界から19組合と地域4団体の代表、そして大学から5大学の先生方にアドバイザーとして出席を頂き、平成10年7月8日、広島市工業技術振興協議会を開催した。

(出席団体等)

東友会協同組合・協同組合三菱広島協力会・広島金属プレス工業会・協同組合広島県鉄構工業会・広島県針工業協同組合・広島県鍍金工業組合・広島県鋳物工業協同組合・広島機械木型工業組合・鯉城鉄工センター協同組合・広島県プラスチック工業会・中国ゴム工業協同組合・広島家具工業会・協同組合広島家具クラフト・広島宗教用具商工協同組合・(社)日本塗装工業会広島県支部・(社)インテリア産業協会中国支部・(社)広島県情報産業協会・広島県食品工業協会・広島スクリーン印刷工業会・広島県中小企業団体中央会・(財)中国技術振興センター・(財)広島県産業技術振興機構・(社)発明協会広島県支部・広島大学工学部・広島工業大学・広島電機大学・近畿大学工学部・広島市立大学芸術学部

(順不同)

## (2) 会議・研究会・講習会への参加

| 会 議 等 の 名 称                    | 出 席 者    | 出 張 先 | 出 張 日    | 備 考          |
|--------------------------------|----------|-------|----------|--------------|
| 物質工学連合部会表面技術分科会                | 金行       | 海老名   | 5/14～15  |              |
| 物質工学連合部会中国地方部会                 | 三宅       | 鳥取    | 5/19～20  |              |
| (社)自動車技術会春季大会                  | 西山       | 横浜    | 5/19～22  |              |
| 機械金属連合部会総会                     | 面崎       | 北九州   | 5/21～22  |              |
| 資源環境連合部会総会                     | 山口       | 米子    | 6/3～5    |              |
| 電子連合部会総会                       | 田中秀      | 橿原    | 6/4～5    |              |
| 中四国公設試験研究機関共同研究(機械加工)推進協議会     | 岡田       | 高松    | 6/11     |              |
| 機械金属連合部会機械分科会インテリジェント生産システム研究会 | 古谷       | 福井    | 6/11～12  |              |
| 物質工学連合部会総会・研究発表会               | 西原       | つくば   | 6/17～19  |              |
| 物質工学連合部会デザイン分科会                | 谷本       | 能登    | 7/1～3    |              |
| 中四国地区中小企業活性化ブロック交流会            | 面崎       | 徳山    | 7/13     |              |
| 中四国公設試験研究機関共同研究(電子分野)推進協議会     | 田中秀      | 松山    | 7/6～7    |              |
| 産学R&D「マイクロセンサ・マシン開発グループ」研究会    | 山本敏      | 山口    | 7/24     |              |
| 日本機械学会講演会                      | 西山       | 札幌    | 8/2～5    |              |
| 中国地域工業技術連絡会議                   | 山田       | 広島    | 8/19     | 中 国<br>通 産 局 |
| 産学R&D「機械システム高機能化グループ」研究会       | 田中秀      | 岡山    | 8/21     |              |
| 全国公設鉦工業試験研究機関事務連絡会議            | 小林       | 大宮    | 9/1～2    |              |
| 中国四国地方公設試験研究機関共同研究企画担当者会議      | 植木       | 高松    | 9/2～3    |              |
| 電子設計技術調査研究                     | 田中秀      | 京都    | 9/4      |              |
| 電子連合部会電磁環境分科会・EMC研究会           | 上杉       | 河口湖   | 9/16～17  |              |
| 物質工学連合部会塗装工学分科会                | 植木       | 和歌山   | 9/17～18  |              |
| 物質工学連合部会画像プロセス分科会              | 山崎       | 高岡    | 9/16～18  |              |
| 日本金属学会1998秋期大会                 | 隠岐       | 松山    | 9/27～30  |              |
| 「高度非破壊センシングシステムの開発」グループ協議会     | 田中秀      | つくば   | 10/6～7   |              |
| 電子連合部会コンピュータ応用分科会              | 田中秀      | 近江八幡  | 10/8～9   |              |
| 中国四国九州地方合同機械金属専門部会(機械関係)       | 桒原       | 隼人    | 10/7～9   |              |
| 中国四国九州地区公設試験研究機関接合表面改質技術担当者会議  | 桒原       | 長崎    | 10/14～16 |              |
| 日本自転車振興会補助申請ヒヤリング              | 村田       | 東京    | 10/15    |              |
| 物質工学連合部会木質科学分科会                | 三宅       | 穂高    | 10/21～23 |              |
| 機械金属連合部会計測分科会                  | 市後       | 石和    | 10/21～24 |              |
| 物質工学連合部会デザイン分科会                | 谷本       | 千葉    | 10/26～27 |              |
| 産学R&D「機械システム高機能化グループ」研究会       | 田中秀      | 岡山    | 10/28    |              |
| 工業技術連絡会議高分子分科会                 | 山田・上田・四辻 | 広島    | 10/30    | 当セン<br>ター    |
| 機械金属連合部会機械分科会(メカトロニクス研究会)      | 尾崎       | 栗東    | 11/5～6   |              |
| 産学R&D「マイクロセンサ・マシン開発グループ」研究会    | 山本敏      | 宇部    | 11/6     |              |
| 窯業連合部会窯業技術担当者会議                | 山口       | 名古屋   | 11/11～13 |              |
| 電子連合部会中国四国地方部会                 | 上杉       | 高松    | 11/12～13 |              |
| 機械金属連合部会素形材技術分科会               | 桒原       | 名古屋   | 11/26～27 |              |
| 中国四国九州機械技術担当者会議                | 山田・岡田    | 広島    | 12/3     | 当セン<br>ター    |

| 会 議 等 の 名 称                | 出 席 者     | 出 張 先  | 出 張 日   | 備 考          |
|----------------------------|-----------|--------|---------|--------------|
| 中国通産局中国地域技術開発懇談会           | 山田        | 広島     | 12/14   | 八丁堀<br>シャンテ  |
| 中国通産局中国地域技術開発懇談会           | 山田        | 広島     | 2/1     | メルパ<br>ルク    |
| 産学R&D「機械システム高機能化グループ」研究会   | 田中秀       | 岡山     | 2/5     |              |
| 工業技術連絡会議総会                 | 山田        | 東京     | 2/10～11 |              |
| 中国四国地方公設試験研究機関共同研究「電子分野」   | 尾崎・上杉・田中秀 | 広島     | 2/18    | 当セン<br>ター    |
| 中四国公設試験研究機関共同研究(機械加工)推進協議会 | 岡田        | 福山     | 2/18    |              |
| 中国四国九州地方合同機械金属専門部会(金属関係)   | 中村        | 岡山     | 2/25～26 |              |
| 中国四国地方公設試験研究機関共同研究企画担当者会議  | 植木        | 呉      | 3/3     |              |
| 全国経営・技術支援研究会(技術分野)         | 片山        | 府中(東京) | 3/11～12 |              |
| 全国デザインセンター会議・日本デザイン振興会議    | 谷本        | 東京     | 3/16～17 |              |
| 中国技術連絡会議                   | 山田        | 広島     | 3/23    | 中 国<br>通 産 局 |
| 日本鑄造工学会中国四国九州支部合同研究会       | 中村        | 北九州    | 3/23～24 |              |

#### 自動車関連新技術支援事業

| 会 議 等 の 名 称          | 出 席 者 | 出 張 先 | 出 張 日   | 備 考 |
|----------------------|-------|-------|---------|-----|
| 新加飾技術研究会・先進地調査       | 山崎    | 東京    | 6/11～12 |     |
| 高機能表面処理技術開発研究会・先進地調査 | 金行    | 東京    | 5/20～21 |     |

#### 新技術共同研究事業

|                 |     |    |          |  |
|-----------------|-----|----|----------|--|
| 品質工学会研究会・先進地調査  | 田中真 | 東京 | 6/10～12  |  |
| ロボティクス研究会・先進地調査 | 尾崎  | 東京 | 8/31～9/1 |  |

#### 超精密加工技術研究事業

|                  |    |       |       |  |
|------------------|----|-------|-------|--|
| 超精密加工技術研究会・先進地調査 | 柴原 | 岡谷・長野 | 3/2～3 |  |
|------------------|----|-------|-------|--|

#### 技術交流事業

|                       |    |       |          |  |
|-----------------------|----|-------|----------|--|
| 新素材技術交流部会・先進地調査       | 上田 | 東京    | 10/27～28 |  |
| 住宅設備技術交流部会・先進地調査      | 斉藤 | 東京    | 10/21～22 |  |
| 住宅設備技術交流部会・先進地調査      | 西原 | 東京    | 11/5～6   |  |
| 新レジャー用品開発技術交流部会・先進地調査 | 山口 | 福山・大阪 | 9/21     |  |

#### 産業デザイン開発振興事業

|                      |    |     |          |  |
|----------------------|----|-----|----------|--|
| 広島市デザイン開発支援研究会・先進地調査 | 平松 | 名古屋 | 8/26～27  |  |
| 新製品デザイン開発研究会・先進地調査   | 平松 | 東京  | 11/19～20 |  |

#### 地域産業活性化推進事業

|                     |    |       |         |  |
|---------------------|----|-------|---------|--|
| 資源高度利用技術開発研究会・先進地調査 | 三宅 | 安城    | 12/2    |  |
| 資源高度利用技術開発研究会・先進地調査 | 木下 | 京都・甲賀 | 3/11～12 |  |

#### 重慶市との技術交流事業

|           |       |        |         |  |
|-----------|-------|--------|---------|--|
| 重慶市との共同研究 | 面崎・尾崎 | 重慶(中国) | 9/15～24 |  |
|-----------|-------|--------|---------|--|

## (23) 技術職員派遣研究事業

| 氏 名   | 研 修 テ ー マ             | 研 修 先      | 期 間          |
|-------|-----------------------|------------|--------------|
| 隠岐 貴史 | HIPによる焼結チタン材の材質制御     | 広島大学工学部    | 4月1日～9月30日   |
| 中村真知也 | 中小企業技術指導員養成課程(6ヶ月コース) | 中小企業大学校東京校 | 5月11日～11月26日 |
| 四辻 博文 | 事例研究短期研修課程(3日間コース)    | 中小企業大学校東京校 | 2月16日～2月18日  |

中小企業事業団の主催する「中小企業国際技術交流促進事業・国際技術交流」研究交流員として、イリノイ大学(米国)へ派遣した。

| 氏 名   | 研 修 テ ー マ                 | 研 修 先                                                             | 期 間          |
|-------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| 西山 修二 | 振動環境下における妊婦と胎児の振動特性に関する研究 | University of Illinois-Chicago, Mechanical Engineering Department | 8月20日～11月30日 |

## (24) 講師・委員の派遣

| 開催月日   | 名 称                        | 内 容                     | 開 催 場 所 | 派 遣 者 | 備 考 |
|--------|----------------------------|-------------------------|---------|-------|-----|
| 4月17日  | 日本鑄造工学会中四国支部理事会            | 平成9年度事業報告<br>平成10年度事業計画 | 弥生会館    | 山田    | 理事  |
| 4月25日  | (社)発明協会広島県支部広島少年少女発明クラブ開校式 | 開校式                     | こども科学館  | 山田・面崎 | 委員  |
| 5月8日   | 広島県ゴム技術委員会                 |                         | 当センター   | 上田・四辻 | 委員  |
| 5月12日  | 日本鑄造工学会中四国支部理事会            | 事業報告案作成                 | 弥生会館    | 山田    | 理事  |
| 6月2日   | (社)発明協会広島県支部技術委員会          | 平成9年度事業報告<br>平成10年度事業計画 | 発明会館    | 山田    | 委員  |
| 6月4日   | 広島県職業能力開発協会実技試験水準調整会議      | 塗装実技試験の打合わせ             | 情報プラザ   | 山崎・植木 | 委員  |
| 6月11日  | 広島県産業振興公社技術委員会             | 広島県技術施策審議               | 情報プラザ   | 山田    | 委員  |
| 6月25日  | 広島市先端技術開発委員会               | 技術審議                    |         | 山田    | 委員  |
| 7月19日  | 広島県職業能力開発協会前期技能検定実技試験      | 金属塗装作業                  | マツダ(株)  | 山崎・植木 | 委員  |
| 7月20日  | 広島県職業能力開発協会前期技能検定実技試験      | 噴霧塗装作業                  | マツダ(株)  | 山崎・植木 | 委員  |
| 8月6日   | 日本金属学会中四国支部会議              | 中国四国支部研究発表・理事会          | 松江      | 山田    | 理事  |
| 9月16日  | 日本鑄造工学会中四国支部理事会            | 鑄造技術の研究に関する審議           | 当センター   | 山田    | 理事  |
| 9月28日  | 広島県未来の科学の夢絵画展審査会           | 未来の科学の夢絵画審査             | こども科学館  | 谷本    | 委員  |
| 10月7日  | 広島市児童生徒発明くふう展審査会           | 平成10年度発明くふう作品審査         | こども科学館  | 山田・谷本 | 委員  |
| 10月14日 | 中国地域技術連絡会議                 | 新技術委員会の創出               | ガーデンパレス | 山田    | 委員  |
| 11月20日 | 日本鑄造工学会理事会                 | 定例会議                    | 東京      | 山田    | 理事  |
| 1月13日  | 日本鑄造工学会理事会                 | 定例会議                    | 東京      | 山田    | 理事  |
| 1月27日  | 日本鑄造工学会中四国支部理事会            | 推進連絡協議                  | 当センター   | 山田    | 理事  |
| 2月22日  | 素形材実践講座                    |                         | 当センター   | 山田    | 幹事  |

| 開催月日  | 名 称                      | 内 容           | 開 催 場 所 | 派 遣 者 | 備 考 |
|-------|--------------------------|---------------|---------|-------|-----|
| 2月27日 | 広島市児童生徒発明クラブ             | 終了式           | 子供科学館   | 山田・面崎 | 委員  |
| 3月3日  | 日本金属学会中四国支部理事会           | 定例会議          | 商工会議所   | 山田    | 理事  |
| 3月10日 | 中国技術開発委員会                | 新技術委員会の草案審議創出 | メルパルク   | 山田    | 委員  |
| 3月11日 | 日本学術振興会鋳物第24委員会<br>鋳鉄分科会 | 第64回会議        | 東京      | 中村    | 幹事  |
| 3月16日 | 広島県産業技術振興機構技術開発委員会       | 広島県技術振興施策の審議  | 情報プラザ   | 山田    | 委員  |
| 3月19日 | 日本鋳造工学会理事会               | 定例会議          | 東京      | 山田    | 委員  |

## (25) 発 表

### 1 誌上発表

| 時 期     | 誌 名                                    | テ ー マ                                        | 氏 名          |
|---------|----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|
| 1998年1月 | 自動車技術論文集<br>Vol.30, No.1, January 1999 | ローラ式サイドスリップテストの開発                            | 西山 修二<br>他2名 |
| 2月      | 日本機械学会論文集(C編)<br>65巻 630号(1999-2)      | ローラ式サイドスリップテストに関する研究<br>(測定原理に関する理論的及び実験的考察) | 西山 修二        |

### 2 口頭発表

| 時 期      | 誌 名                   | テ ー マ                                                                                                 | 氏 名          |
|----------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1998年5月  | (社)自動車技術会春季大会         | 自動車ドライバーの着座姿勢が眠気に及ぼす影響に関する実験的研究                                                                       | 西山 修二<br>他6名 |
| 1998年9月  | 物質工学連合部会塗装工学分科会       | 防錆皮膜に及ぼす酸性雨の影響と防錆仕様の確立                                                                                | 植木 邦夫        |
| 1998年10月 | わざ・技・テックちゅうごく'98      | VRを利用した人体・シート・ステアリングホイール・ペダル系連成振動シミュレーションシステムの開発                                                      | 上杉 憲雄        |
| 1998年10月 | 平成9年度技術開発費補助事業成果普及講習会 | ヒューマンエンジニアリングを考慮した製品設計の効率化に関する研究                                                                      | 上杉 憲雄        |
| 1998年10月 | イリノイ大学                | Modeling of Vehicle-Passenger Interaction and Dynamic Response                                        | 西山 修二        |
| 1998年11月 | イリノイ大学                | Experimental and Analytical Investigation of Pregnant Woman-Fetus Response to Low Frequency Vibration | 西山 修二        |
| 1998年11月 | カールトン大学               | Experimental and Analytical Investigation of Pregnant Woman-Fetus Response to Low Frequency Vibration | 西山 修二        |

### 3 研究報告

- (1) 防錆皮膜に及ぼす酸性雨の影響と防錆仕様の確立  
(第3報 屋外暴露試験と浸食度)  
四辻 博文, 山寄 勝弘, 山口 研二, 植木 邦夫, 秦 暁 洲, 張 倫 武 ..... 33
- (2) 通電加熱オーステンパ処理の温度測定  
中村 真知也, 多田 周二, 阿部 利彦 ..... 39
- (3) メッキ鋼板における溶接条件の最適化  
市後 博造, 松川 了士 ..... 45
- (4) ローラ式サイドスリップテストの開発  
西山 修二, 原田 伸, 原田 國男 ..... 50
- (5) バーチャルリアリティを利用した人体・シート・ステアリングホイール  
・ペダル系連成振動シミュレーションシステムの開発 (第2報, パラメータの同定)  
上杉 憲雄, 西山 修二 ..... 58
- (6) DSPの計測制御への応用に関する研究  
田中 秀樹 ..... 63
- (7) 構造一流体一伝熱系連成解析システムに関する研究  
(非定常不規則波を受ける構造一流体系の連成解析)  
古谷 薫 ..... 68
- (8) 鋳物廃砂等の有効活用に関する研究  
(吸音特性に関する研究)  
山口 研二, 中村 真知也, 上杉 憲雄 ..... 73

# Research Report

- ( 1 ) **The Influence of Acid Rain on Rust-Preventive Coatings  
and the Establishment of Specifications for the Rust Prevention**  
(3rd Report, The Outdoor Exposure Test and the Penetration)  
Hirofumi YOTSUJI Katuhiro YAMASAKI Kenji YAMAGUCHI Kunio UEKI  
Qin Xiaozhou and Zhang Lunwu ..... 33
- ( 2 ) **Measurement of Temperature on Austempering Treatment  
by Electric Current Zone Heating**  
Machiya NAKAMURA Syuji TADA and Toshihiko ABE ..... 39
- ( 3 ) **Optimization of Spot Welding Condition in Plated Steel Sheet**  
Hirozo ICHIGO and Ryoji MATUKAWA ..... 45
- ( 4 ) **Development of a Roller-Type Sideslip Tester**  
Shuji NISHIYAMA Shin HARADA and Kunio HARADA ..... 50
- ( 5 ) **Development of Virtual Reality Simulation System of Vibration Characteristics between Human Body and Seat, Steering Wheel, and Pedals**  
(2nd Report, Identification of Parameter)  
Norio UESUGI and Shuji NISHIYAMA ..... 58
- ( 6 ) **Research on Application of DSP to the Measuring Control**  
Hideki TANAKA ..... 63
- ( 7 ) **The Study about the Structure - Fluid - Heat Transfer Coupled Analysis System**  
(The Analysis of the Structure - Fluid Coupled Problem which Receives  
an Unsteady Random Wave)  
Kaoru FURUTANI ..... 68
- ( 8 ) **Research on Effective Use such as Waste Sand Used Foundry Industry**  
(Consideration concerning Characteristics of Absorbing Sound)  
Kenji YAMAGUCHI Machiya NAKAMURA and Norio UESUGI ..... 73

# 防錆皮膜に及ぼす酸性雨の影響と防錆仕様の確立 (第3報, 屋外暴露試験と侵食度)

四辻 博文, 山崎 勝弘, 山口 研二, 植木 邦夫, 秦 暁 洲\*, 張 倫 武\*

## The Influence of Acid Rain on Rust-Preventive Coatings and the Establishment of Specifications for the Rust Prevention (3rd Report, The Outdoor Exposure Test and the Penetration)

Hirofumi YOTSUJI, Katsuhiro YAMASAKI, Kenji YAMAGUCHI,  
Kunio UEKI, Qin Xiaozhou and Zhang Lunwu

The outdoor exposure tests about many kinds of rust-preventive test pieces were performed both in the City of Chungking China and in Hiroshima Japan in order to research the influence of air pollution on corrosion. The test results for both cities were compared with the followings: The evaluation of correlation by CASS test; The estimation of multiple of acceleration; And chemical analysis of corrosion products.

As compared results depend upon the kind of rust-preventive coatings and platings, test pieces in Chungking have corroded faster than those in Hiroshima; because of the higher sulfur content in the corrosion products.

Keywords : Acid rain, Corrosion, Outdoor exposure test

大気汚染が各種構造用材料の腐食に及ぼす影響について調査するため、広島市と中華人民共和国重慶市において、各々の防錆仕様試験片の屋外暴露試験を実施した。また、屋外暴露試験とキャス試験との相関性・促進倍率等の評価、並びに、腐食生成物の化学分析を行い、両市における腐食状況を比較した。

塗装・めっき等の防錆皮膜の種類によって異なるが、重慶市での屋外暴露による腐食速度は、広島市の数倍から十数倍であり、腐食生成物中の硫黄含有量も、広島市より多い傾向を示した。

キーワード；酸性雨、腐食、屋外曝露試験

### 1. 緒言

屋外に設置される鉄鋼構造物、自動車、建設機械、金属製品等は、石炭・重油等の化石燃料や自動車排ガス等に起因する酸性雨・降下煤塵及び凍結防止剤等の人為的影響、高温・多湿・結露・海塩粒子等の自然現象の影響を受けて、短期間に腐食が進行する。

広島市の友好都市である中華人民共和国重慶市（以下、重慶市）では、エネルギー源として硫黄分の多い石炭を使用するため、大気汚染による深刻な環境問題を抱えており、酸性雨・降下煤塵が金属製品の腐食に大きな影響を与えている。環境保全の観点から酸性雨防止対策が推進されるものと思われるが、エネルギー事情等から早急な解決は困難と思われる、それまでの間は、安価で確実な防錆技術で対応

\* 重慶市西南技術工程研究所

する必要がある。

厳しい環境下でも耐えうる防錆仕様を確立することを目的として、各種塗装仕様・めっき仕様の試験片、両市の関連中小企業が製造している製品等を対象に、屋外暴露試験（以下、暴露試験）、二酸化硫黄試験、キャス試験、塩水噴霧試験、腐食生成物の分析、各種金属材料の腐食量測定等を行い、暴露試験と促進腐食試験との相関性・促進倍率を評価する。

第1報<sup>(5)</sup>では、塗装・めっき試験片の1カ年の暴露試験と二酸化硫黄試験、キャス試験等の促進腐食試験との相関性・促進倍率等について報告した。さらに、第2報<sup>(6)</sup>では、塗装・めっき試験片の2カ年の暴露試験、両市の関連企業が製造している塗装・めっきを施した製品の1カ年の暴露試験、促進腐食試験との相関性・促進倍率、並びに、各種金属材料の腐食量測定、腐食生成物の分析結果等について報告した。本報では、塗装・めっき試験片の3カ年、塗装・めっき製品の2カ年の暴露試験結果、並びに、各種金属の浸食度等をまとめた最終報告とする。

## 2. 実験方法及び結果

### 2.1 実験方法

試験試料は、広島市側提供分（塗装試験片35種類、塗装製品53種類、めっき試験片15種類、めっき製品30種類）、重慶市側提供分（塗装試験片10種類、塗装製品4種類、めっき試験片7種類、めっき製品14種類）の計168種類（第1報<sup>(1)</sup>の表1～表3、第2報<sup>(2)</sup>の表1～表3を参照）である。

スクラッチマーク、試験片枚数の割り振り、膜厚測定方法、暴露試験方法、皮膜の発錆の評価方法、光沢・変色の測定方法等は、第1報<sup>(1)</sup>による。

### 2.2 暴露試験結果

試験試料が多数あるので、代表的事例について報告する。

#### 2.2.1 塗装仕様の事例1

図1は、一般環境塗装仕様の経時変化と錆幅の関係を示す。（図中の凡例の「広」は広島市での暴露試験結果を、「重」は重慶市での暴露試験結果をそれぞれ表し、1～5は第1報<sup>(1)</sup>中の、表1の、H-1-1～H-1-5までの各種塗装仕様を表す）

一般環境塗装仕様5種類（H-1）とも重慶市での腐

食速度が速く、36ヶ月後の錆幅を単純比較すると、5種類の平均で広島市の7倍以上の腐食速度となった。

図2及び図3は、一般環境塗装仕様（H-1）の塩水噴霧試験結果及びキャス試験結果をそれぞれ示す。塩水噴霧試験の168時間（1週間）と重慶市での暴露36ヶ月のスクラッチマークからの錆幅は、3～8mmとほぼ同程度であるが、優劣の順位については相関性がなかった。

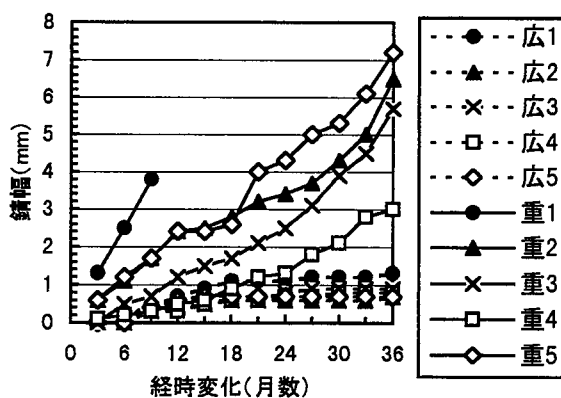


図1 一般環境塗装仕様の錆幅の経時変化

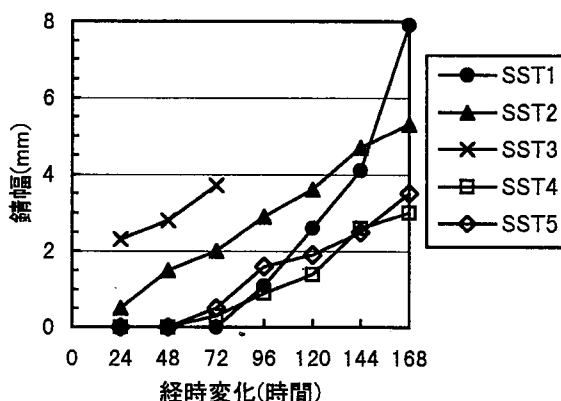


図2 一般環境塗装仕様の塩水噴霧試験結果

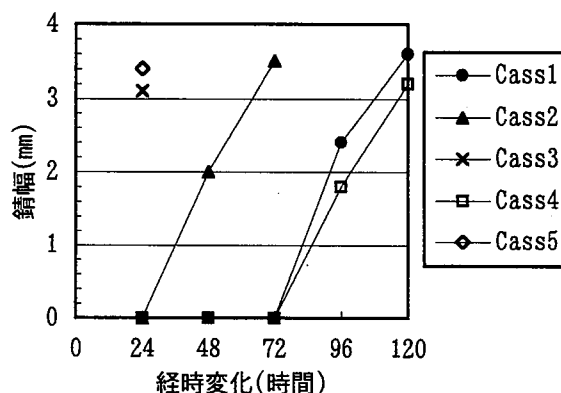


図3 一般環境塗装仕様のキャス試験結果

キヤス試験はpH=3の試験液を使用し、酸性雨の影響を再現できるのではないかと期待したが、キヤス試験120時間程度で3mm以上の錆幅となるものの、塩水噴霧試験とも異なる順位となり、何れも暴露試験との相関性が認められなかった。

塩水噴霧試験・キヤス試験の促進腐食試験と暴露試験との促進倍率は、塩水噴霧試験168時間及びキヤス試験120時間で、5種類の塗装仕様全てが3mm以上の錆幅に達していること、重慶市の暴露試験で、5種類の塗装仕様全てが3mm以上の錆幅に達するに要した期間が36ヶ月程度であることから、重慶市での暴露試験と比較して、塩水噴霧試験で150倍以上、キヤス試験で200倍以上の促進性があるのではないかと推察できる。広島市での暴露試験では、36ヶ月で5種類の塗装仕様ともに1mm前後の錆幅であるところから、促進倍率は更に大きい。

重慶市における防錆顔料による腐食速度は、酸化鉄系一般錆止めが一番大きく、シアナミド鉛、鉛丹、塩基性クロム酸が次に大きく、亜酸化鉛が一番小さかった。図4は、塗装仕様H-1-2（鉛丹錆止めフタル酸樹脂エナメル仕上げ）の両市での暴露試験36ヶ月の比較写真を示す。

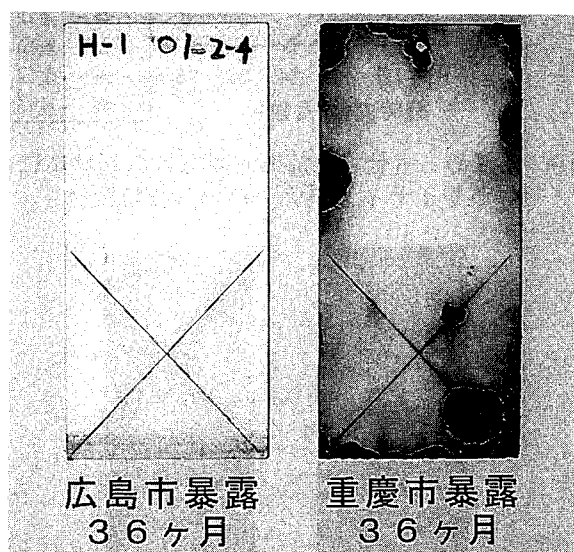


図4 塗装仕様（鉛丹錆止めフタル酸樹脂エナメル仕上げ）の暴露試験の比較

## 2.2.2 塗装仕様の事例2

図5は、建設機械部品（H-11-1～6）の6種類について、両市での暴露試験結果を示す。H-11-4、H-11-6のプライマーだけの塗装仕様のものは、早期に錆幅が拡大する。

H-5-1～2（自動車部品）と同様の塗装仕様H-11-1（カチオン電着→メラミン系ソリッドカラー上塗り）の重慶市における暴露試験結果において、腐食が進んで原因として、膜厚が半分以下と薄いことが挙げられる。

塗装仕様6種類とも重慶市での腐食速度が速く、24ヶ月後の錆幅を単純比較すると、6種類の平均で広島市の6倍以上の腐食速度である。

図6は、H-11-1の両市での24ヶ月の暴露試験結果及びキヤス試験72時間の比較写真を示す。

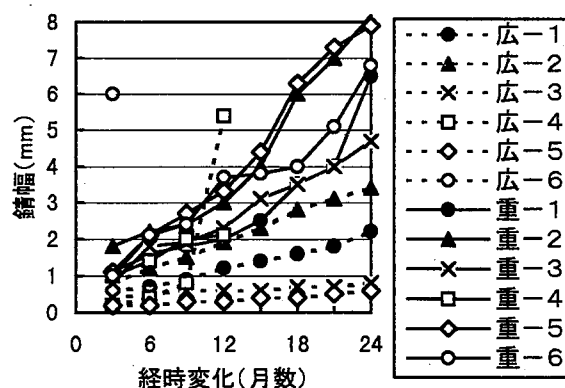


図5 塗装仕様（建設機械部品）の錆幅の経時変化

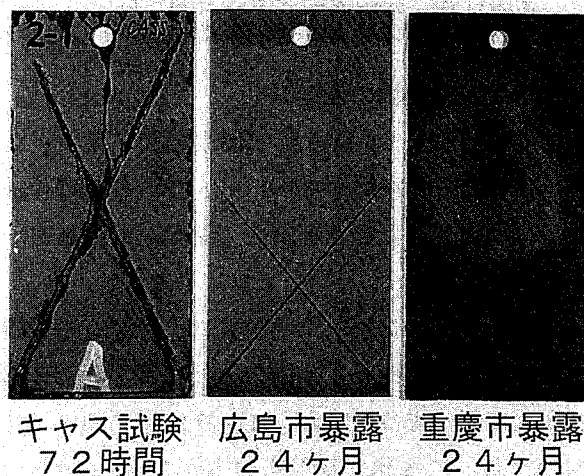


図6 塗装仕様（カチオン電着→メラミン系ソリッドカラー上塗り）の暴露試験及びキヤス試験の比較

## 2.2.3 塗装仕様の事例3

H-4-3（溶融亜鉛めっき→エポキシプライマー→ポリウレタン）、H-20-1（溶融亜鉛めっき→ポリエステル粉体塗装）の下地に溶融亜鉛めっきを施したものは、重慶市における環境下であってもスクラッチマークから0.5mm以下の錆幅で、殆ど腐食が進行して

いない。

また、H-2-2、H-3-2、H-3-3のように、厚膜形無機ジンクリッチプライマーを下塗りした試験片も、熔融亜鉛めっきと同様に、重慶市の環境においても比較的優れた耐食性を示した。

#### 2.2.4 塗装仕様の事例4

安価な塗装仕様として金属製品等に多用されている脱脂兼用磷酸鉄皮膜化成→メラミンアルキドエナメル焼付塗装（H-24-1～2）は、重慶市では9ヶ月で使用に耐えない程腐食が進行し、キャス試験48時間よりも進んだ腐食状態である。図7は、その比較写真を示す。

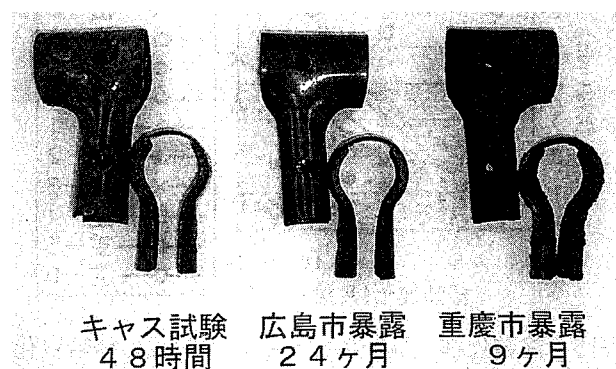


図7 塗装仕様（脱脂兼用磷酸鉄皮膜化成→メラミンアルキドエナメル焼付）の暴露試験の比較

#### 2.2.5 めっき仕様の事例1

図8及び図9は、広島市側で作成したアルマイト及び各種のめっき試験片H-9-1～15の15種類の仕様について、広島市及び重慶市での暴露試験結果をそれぞれ示す。

レイティングナンバーでの評価は、判定者の主観に左右されることが多く、両市の技術者で評価基準が必ずしも同一ではないが、H-9の15種類のメッキ仕様のうち、12種類で重慶市の方が2倍から9倍の腐食速度を示した。

膜厚等に大きな差異があるところから、一般的にめっきは塗装よりも屋外耐食性が悪い場合が多い。重慶市においては、供試した全てのめっき仕様の腐食が、広島市より著しく進行した結果となった。

図10は、自動車部品等に多用されている電気亜鉛めっき有色クロメート処理（H-9-4）の比較写真を示す。

また、H-9-14（ニッケルめっき）及びH-9-15（装

飾ニッケルクロムめっき）は、1ヶ月の暴露試験でレイティングナンバーが8～9と腐食速度が速い。

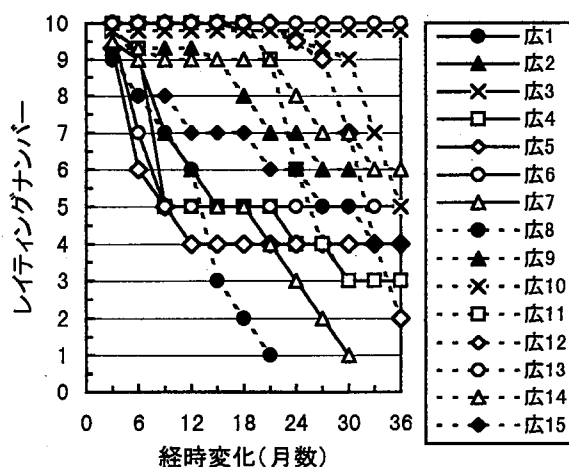


図8 防錆めっき仕様を施した試験片の広島市におけるレイティングナンバーの経時変化

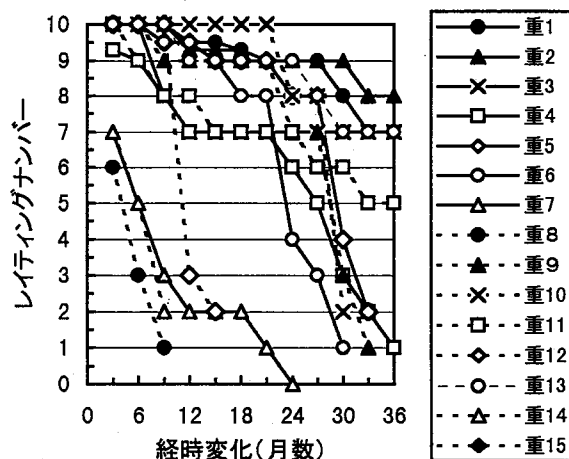


図9 防錆めっき仕様を施した試験片の重慶市におけるレイティングナンバーの経時変化

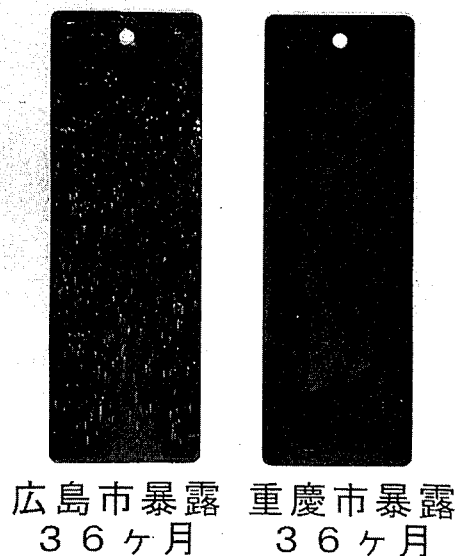


図10 めっき仕様（電気亜鉛めっき→有色クロメート処理）の暴露試験の比較

## 2.2.6 めっき仕様の事例2

図11は、H-10-6～8のボルト類の比較写真を示す。耐食性が優れているダクロダイズド処理品も、重慶市では腐食速度が速く実用に耐えない。

また、図12は、H-9-13（亜鉛めっき→ダクロダイズド）の比較写真を示す。下地に亜鉛めっきを施すとかなり耐食性が向上する。



図11 ボルト類（ダクロダイズド処理）の暴露試験及びキヤス試験の比較

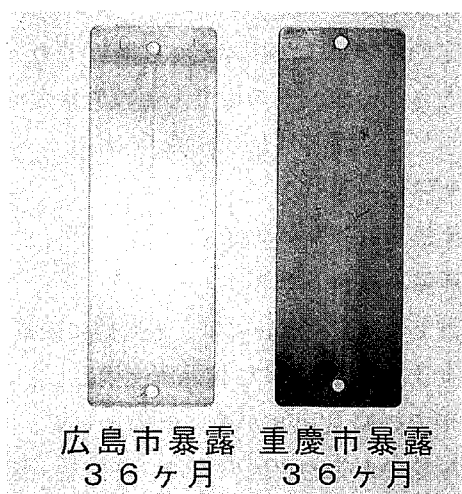


図12 めっき仕様（亜鉛めっき→ダクロダイズド）の暴露試験の比較

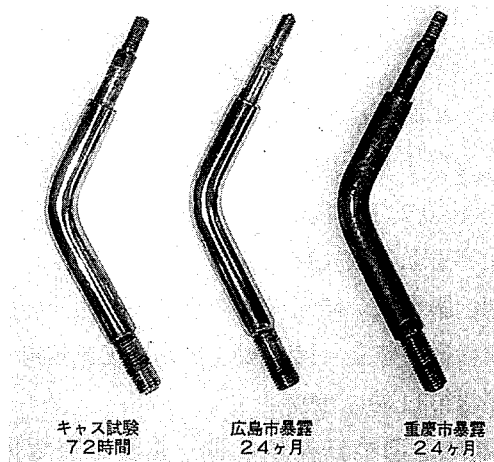


図13 めっき仕様（装飾ニッケルクロムめっき）の暴露試験の比較

## 2.2.7 めっき仕様の事例3

図13は、バックミラー部品（C-3-17）の比較写真を示す。この部品は、中国一のバイク生産量を誇る重慶市の関連企業で生産している装飾ニッケルクロムめっきを施したバックミラー部品であるが、重慶市での腐食は著しい。

## 2.3 金属材料の腐食量測定結果

図14、図15及び図16は、炭素鋼、銅及びアルミニウムの浸食度をそれぞれ示す。重慶市での浸食度は冬季でも大きい特徴があり、素材・各月で異なるが、広島市の数倍から十数倍である。

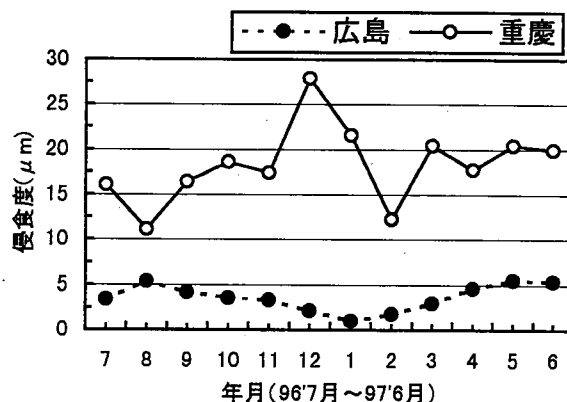


図14 炭素鋼の浸食度

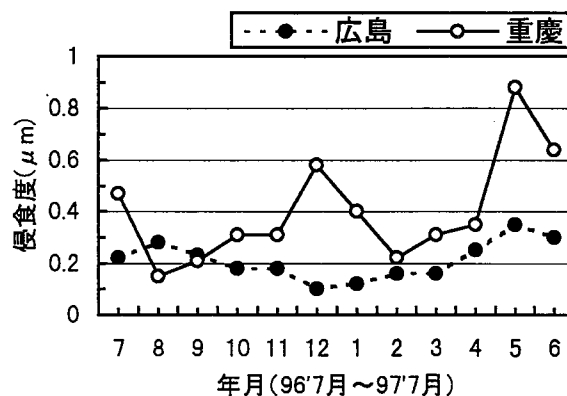


図15 銅の浸食度

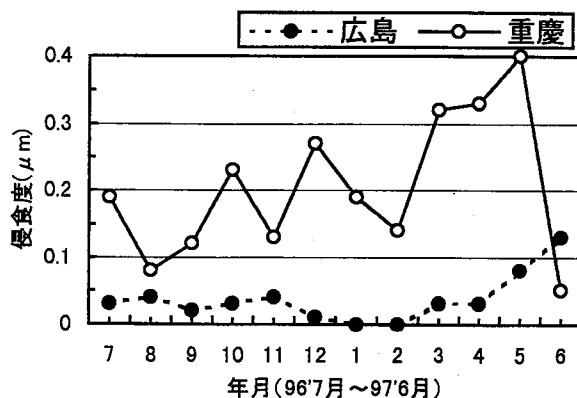


図16 アルミニウムの浸食度

#### 4. 結言

重慶市の気候は、中亜熱帯湿潤季節風気候に属し、雨量が豊かで四季がはっきりし、年間を通して季節が温和・湿潤である。年平均気温は18℃程度、月平均気温は1月が最低で7.9℃、7月が最高で28.6℃である。年間の霧がでる日は約69日で、最多148日に達する。

重慶市環境保護局の測定データ<sup>(3)</sup>によると1995年の降雨のpHの平均値は4.57、最大値は8.06、最小値は3.08、 $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度平均値は25.02mg/l、 $\text{NO}_3^-$ 濃度平均値は5.13mg/l、Cl<sup>-</sup>濃度平均値は1.79mg/l、 $\text{NH}_4^+$ 濃度平均値は4.32mg/lである。

広島市衛生研究所の1995年測定データ<sup>(4)</sup>によると降雨のpHの平均値は5.96、最大値は6.95、最小値は5.15、 $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度平均値は5.37mg/l、 $\text{NO}_3^-$ 濃度平均値は2.95mg/l、Cl<sup>-</sup>濃度平均値は4.46mg/l、 $\text{NH}_4^+$ 濃度平均値は1.18mg/lである。

海岸に近い広島市では、海塩粒子の影響と思われる塩素イオン濃度が重慶市の2倍強と高いが、重慶市では、他の因子である硫酸イオンが5倍弱、硝酸イオンが2倍弱、アンモニアイオンが2倍強と高く、pHの平均値、最低値にも大きな差異がある。

ISO 9223（大気腐食性一分類）では、金属の腐食に関与する様々な大気環境因子のうち、結露及び降水により材料表面が濡れている「濡れ時間」と、大気汚染物質の二酸化硫黄及び大気浮遊海塩粒子が最重要因子と位置づけている。

以上のことから、本研究結果をまとめると、次のとおりである。

- ①各種の塗装仕様・めっき仕様によって大きく異なるが、重慶市の腐食速度は、広島市での腐食速度の数倍から十数倍に相当する。無処理の金属材料の腐食量・侵食度等についても、同様の結果が得られた。
- ②暴露試験と酸性雨を想定した塩水噴霧試験・キャス試験等の促進腐食試験の腐食速度を比較すると、各種の塗装仕様・めっき仕様によっては順位が逆転する事例もあり、明らかな相関性は認められなかった。
- ③広島市での暴露試験では、36ヶ月でも殆どの塗装仕様が3mm以下の錆幅であるのに対して、重慶市で

は、同一の塗装仕様の殆どが3mm以上の大きな錆幅であり、強腐食環境用の重防食塗装仕様であっても実用性が低い。

④重慶市の環境に3カ年耐えうる鋼板の塗装仕様としては、以下のものが挙げられる。

- ・溶融亜鉛めっき後エポキシプライマー→ポリウレタンエナメル塗装
- ・溶融亜鉛めっき後ポリエステル粉体塗装
- ・厚膜無機質ジンクリッチプライマー→エッチングプライマー→ジンクロメートプライマー→フェノール系MIO→塩化ゴム系塗装
- ・合金化亜鉛めっき後フッ素樹脂塗装

⑤アルミニウム素材に下地処理として、アルマイトまたはクロメートを施し、熱硬化アクリル樹脂塗料等を焼付け塗装（自動車用ナンバープレートH-14-4～9、屋外フェンス用部材H-15-5～8）したものは、重慶市でも比較的耐食性が高い。

⑥重慶市の環境に3カ年耐えうる鋼板のめっき仕様は見あたらないが、その中でも比較的耐食性がある仕様としては、以下のものが挙げられる。

- ・溶融亜鉛めっきのみ
- ・電気亜鉛めっき→ダクロダイズド
- ・電気亜鉛めっき→黒クロメート

⑦重慶市での腐食生成物には、表層部に硫黄が多く、その含有量は、広島市の2倍弱程度検出した。

⑧重慶市での腐食速度が速い原因として、酸性雨、降下煤塵等の人為的要因の他に、降雨量、夜露、川霧、気温、湿度、温湿度繰り返し等の気象的要因も大きく影響しているものと推察できる。

#### 参考文献

- (1) 山崎勝弘、植木邦夫、秦暁洲、張倫武 防錆皮膜に及ぼす酸性雨の影響と防錆仕様の確立（第1報）、広島市工業技術センター年報第10巻、1996
- (2) 山崎勝弘、四辻博文、山口研二、植木邦夫、秦暁洲、張倫武 防錆皮膜に及ぼす酸性雨の影響と防錆仕様の確立（第2報）、広島市工業技術センター年報第11巻、1997
- (3) 重慶市環境質量報告書 重慶市環境保護局 1996、P46～51
- (4) 広島市衛生研究所年報 No.17

# 通電加熱オーステンパ処理の温度測定

中村真知也, 多田 周二\*, 阿部 利彦\*

## Measurement of Temperature on Austempering Treatment by Electric Current Zone Heating

Machiya NAKAMURA, Shuji TADA and Toshihiko ABE

It is expected practical use that is austempering treatment by electric current zone heating. But relation of electric current and microstructure obtained by austempering treatment by electric current zone heating is unknown. So firstly we investigate the influence of electric current on temperature by this method.

As the results of measurement, it is found that test pieces are heating enough on austenitized zone by rapid electric current heating.

Keywords: Austempering, Spheroidal graphite cast iron, ADI, Electric current zone heating

直接通電を利用した加熱法はその実用化が期待されているが、不明確である通電による温度変化とそれによって得られる組織との関係について基礎的な研究を行った。その結果、瞬間的な通電加熱であっても十分にオーステナイト化域に加熱されることが知見できた。

キーワード：オーステンパ処理、球状黒鉛鋳鉄、ADI、通電加熱

### 1. 緒言

鋳造による成形手法は、複雑な形状にも低コストで対応できるという優れた特徴があり、特に、鋳鉄はリサイクル性が高く、取り扱いも容易なことから、その重要性が再認識されつつある。しかし、鋳鉄は、他の鉄鋼材料に比べて機械的性質が劣るため、製品の薄肉軽量化に見合った構造の健全性を確保することが急務となっている。

鋳鉄の機械的性質の向上に向けた研究はこれまでもいろいろと試みられてきたが、その一つに、オーステンパ処理がある。<sup>(1)</sup> その概略を図1に示す。

これは、鉄の等温変態を利用した熱処理法の一つで、一旦オーステナイト化域（1150～1250K）に加熱した後、500～700Kに急冷して組織をベイナイト化するものである。特に、球状黒鉛鋳鉄をオーステ

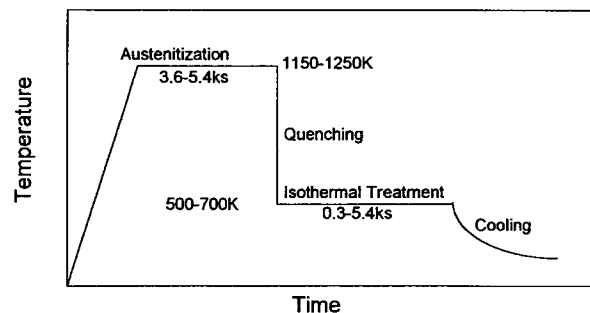


図1 オーステンパ処理の概要

ンパ処理して得られるADI (Austempered Ductile Iron) は、鋳放しの状態と比較して機械的性質が大きく向上する。しかし、ADIの機械的性質は等温変態処理時の温度に大きく影響される。この温度が650K程度と比較的高い場合には靱性が強化される一方で強度に関してはそれほど効果が現れない。反対に560K程度の比較的低い温度を用いると強度ばかりが優先的

\*東北工業技術研究所 工博

に改善されるという二者択一的なものとなってしまう。さらに、熱処理に要する時間や、急冷用の塩浴炉等による劣悪な作業環境など、本技術にはまだまだ改善すべき点も少なくない。

ところで、すでに述べたように、オーステンパ処理では第一段階として材料をオーステナイト化することが必須である。したがって、仮に、材料の一部だけをオーステナイト化することができれば、材料全体を急冷してベイナイト化を図ったとしても、オーステナイト化された部分でのみオーステンパ処理が機能し、結果として機械的性質を局所的に改善することが可能になると思われる。このような考え方を基にして、東北工業技術研究所では、材料自体のもつ電気抵抗を利用した直接通電による加熱法によって、オーステンパ処理を部分的にかつ短時間で行う方法を開発した。<sup>(2), (3)</sup> この方法によれば、材料の限られた部分だけを改質することが可能であるため、ADIの機械的性質を任意に配置してバランスの取れた特性を実現することが可能であり、鑄鉄の用途を拡大する上でその実用化が期待されている。

しかしながら、この直接通電を利用した加熱法は、まだ、通電部の温度分布の状態が正確に把握されておらず、通電による温度変化とそれによって得られる組織との関係が十分に研究されていない。

そこで、本研究では、ADIの機械的性質を任意に配置することが可能な部分オーステンパ処理に関する基礎データの取得を目的とし、通電時の正確な温度測定法について検討を行って通電条件と得られる組織との関係について調べた。

## 2. 材料及び実験方法

実験に用いた材料は、FCD400相当のフェライト基地球状黒鉛鑄鉄で、図2に示す寸法形状のYブロックに鑄込んだものである。それらの化学成分及び機械的性質をそれぞれ表1および表2に示す。このYブロックの斜線部分から、マシニングセンタ、平面研削盤及びワイヤ放電加工機を用いて、図3に示す厚さ3mmの寸法形状の引張試験片を作製した。

材料を部分的にオーステンパ処理するには、その限られた範囲内だけをいかにしてオーステナイト化するかがキーテクノロジーとなる。

表1 化学成分 (mass%)

| C    | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Mo   | Cu   | Mg    |
|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 3.64 | 2.56 | 0.28 | 0.020 | 0.016 | 0.03 | 0.02 | 0.07 | 0.052 |

表2 機械的性質

| Sample | $\sigma_{0.2}$ (MPa) | $\sigma_a$ (MPa) | $\delta$ (%) | $\phi$ (%) | HB  |
|--------|----------------------|------------------|--------------|------------|-----|
| FCD400 | 327                  | 422              | 23.6         | 25.3       | 149 |

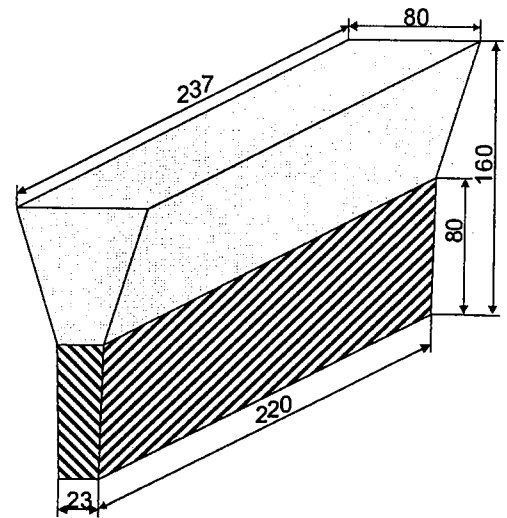


図2 Yブロックの寸法形状

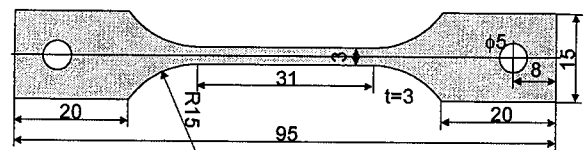


図3 引張り試験片の寸法形状

通常利用される電気炉でこの加熱を行った場合、部分的に加熱することはきわめて困難である。また、炉内雰囲気調整が材料表面の酸化に強く影響を及ぼす。そこで、本研究では、材料に直接電流を印加して加熱する方法を採用した。その概略を図4に示す。すなわち、ツインヘッド化したスポット溶接機の電極を、絶縁体上に設置した試験片の上部から、その平行部を挟み込み、試験片の長手方向に電流を流すものである。通電の条件は溶接機のコントローラで時間および電流を調節することによって決定される。今回行った通電条件を表3に示す。一部試料については通電後直ちに560Kまたは650Kに保った硝酸塩浴中へ投入して60分間保持し、等温変態処理も行った。

実際に使用した加熱装置の概観を図5に示す。ジュール熱を利用したこの加熱方法は、瞬間的な昇温が可能で、高温環境中に長時間保持する必要がないため、材料表面の酸化を抑制することができるという利点もある。

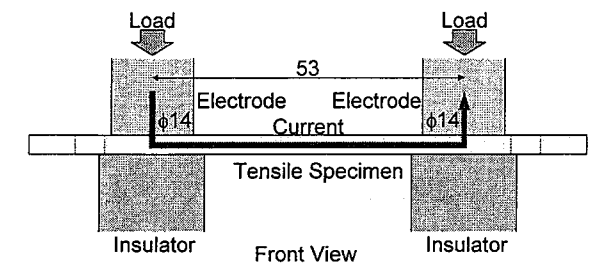


図4 直接通電加熱法の概略

表3 通電条件

| STEP       | 初期加圧 | 通電Ⅰ  | Up slope | 冷却Ⅰ | 通電Ⅱ  | 冷却Ⅱ | 通電Ⅲ  |
|------------|------|------|----------|-----|------|-----|------|
| TIME(s)    | 0.6  | 0.6  | 0.1      | 0   | 0.5  | 0   | 0.3  |
| CURRENT(A) |      | 3000 |          |     | 3500 |     | 4000 |

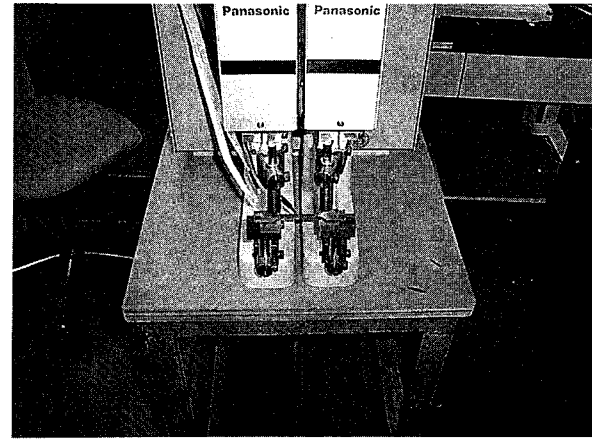


図5 加熱装置の概観

通電時の温度変化については、その挙動を高速でとらえるため、熱容量の小さい線径0.1mmの極細線クロメルアルメル熱電対により測定した。試験片表面数カ所に直接電着したこの熱電対からの信号を、135Hzのサンプリング速度でメモリカードに取り込むことにより、温度分布を記録した。熱電対の取り付け位置を図6に示す。

### 3. 結果及び考察

スパンを12.5mmとして試験片の平行部における通電時の温度変化について測定した結果を図7に示す。横軸は通電開始からの時間、縦軸は温度をそれぞれ

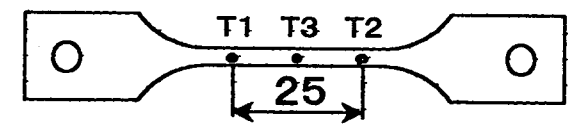
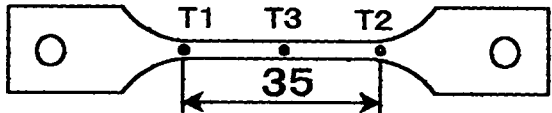


図6 熱電対取り付け位置



示す。試験片の温度は通電開始とともに急速に上昇し、測定位置によらずおよそ1.5～1.6秒でピークに達する。この場合の通電時間は1.4秒であるため、通電終了後も温度の上昇が続いたことになる。この到達時間の遅れは、極細線の熱電対を用いたにもかかわらずその熱容量の影響を完全に取り除けなかったことに起因していると考えられる。

このピーク温度は、試験片中央部でもっとも高く、約1210Kを示した。一方、中央から12.5mm離れた部分は、中央部ほど温度が上昇せず、最高温度は約1160Kにとどまった。これは、通電により発生した熱が周囲に拡散したためと考えられる。すなわち、通電による加熱は、材料のもつ電気抵抗を利用して、電気抵抗が小さくなると加熱能力が低下する。したがって、通電方向に対して断面積の大きい部分では発生熱量が少なくなり温度が上昇しなくなる。また、試験片に接する絶縁台や電極もそれ自体は発熱しないため室温近くを保つことになる。これら低温部分への熱伝導によって、端部での温度が中央部よりも低くなったものと思われる。

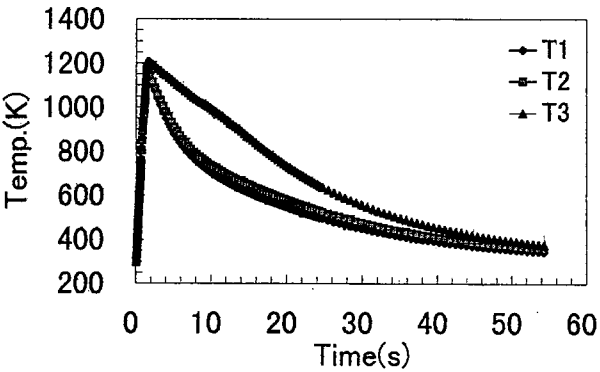


図7 温度測定結果（スパン12.5mm）

図8は、計測位置を外側へ移動して温度変化を調べたものである。周囲へ熱が奪われた結果をより明確に表している。図7の場合と同じ通電条件の下、中央部の温度は大差なく約1190Kのピーク温度を示したのに対し、17.5mm離れた位置では最高温度が840~880Kと12.5mmの位置よりも低い値にとどまるとともに、その後の冷却も顕著となっていることが確認できる。このように、通電経路の断面積が変化した場合や電極および絶縁台に接する部分に近い部分では温度が上昇しなくなる。しかしながら、これらの部分から離れ、断面積も一定である領域では、ほぼ均等の温度分布が得られ、わずか1.5秒程度の時間でオーステナイト化域である1200K程度にまで昇温することができた。このことは、オーステンパ処理を部分的に行う上で直接通電を利用した加熱法がきわめて有望であることを意味する。

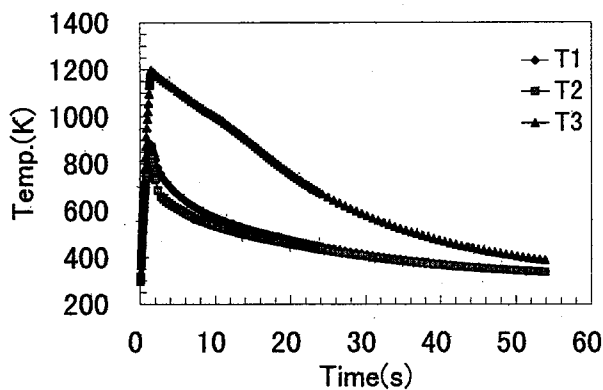
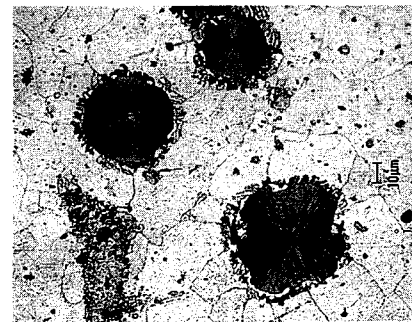


図8 温度測定結果 (スパン17.5mm)

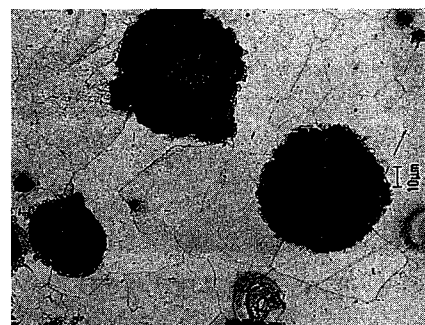
次に、通電加熱による温度分布が組織に対してどのように影響するかを調べるため、通電加熱のみを行った試験片の組織観察を行った。その結果を図9に示す。中央部では、組織中の黒鉛から、通電加熱によって、炭素が拡散し、その周囲へ再び晶出した様子が伺える。この炭素の拡散は、通電加熱による温度の上昇が小さくなる外側部分へいくほど減少し、ピーク温度がオーステナイト化域まで達しなかった中央から17.5mm離れた位置では、炭素の拡散が見られなくなる。この結果は、通電法によれば短時間の加熱であっても温度さえ確保することができれば、黒鉛から鉄基地組織中へ炭素を拡散させ得ることを示す。

このような炭素の拡散が、その後の等温変態処理

に及ぼした影響を調べるため、この処理を施した試験片の組織観察を行った。その結果を650Kの場合について図10に、560Kの場合について図11に示す。いずれの等温変態処理温度を用いた場合であっても、通電加熱によって温度がオーステナイト化域以上に上昇した領域では、基地全体とまではいかないまでも球状黒鉛の周囲ではベイナイト組織が観察された。このベイナイト化した領域は、温度の高い中央部からピーク温度が低くなる端部へ向かうにつれ小さくなり、温度が870K程度にまでしか達しなかった17.5mmの位置までくるとベイナイト組織は観察されなくなる。また、等温変態処理温度の影響は、



(a) 中央部



(b) 中央から12.5mm



(c) 中央から17.5mm

図9 通電加熱のみ行った試験片の組織

650Kではベイナイト組織が羽毛状となっているのに対し、560Kの場合には細かい針状となっており、これは従来のオーステンパ処理と同じ傾向を示すものとなった。

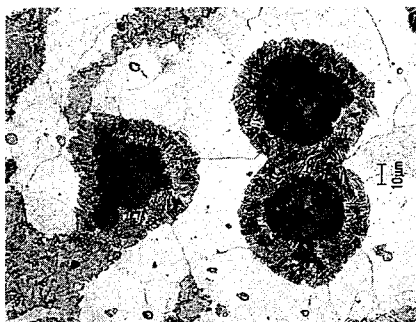
これらのベイナイト化された領域は、図9の結果において炭素の拡散が見られた領域と一致する。このことは、直接通電による加熱を用いたオーステンパ処理法では、オーステナイト化域にある時間帯が短くても、黒鉛の周囲に限れば鉄基地部分に炭素が拡散して十分オーステンパ処理が機能することを意味する。

つまり、鑄鉄中の黒鉛周囲に発生する炭素の拡散

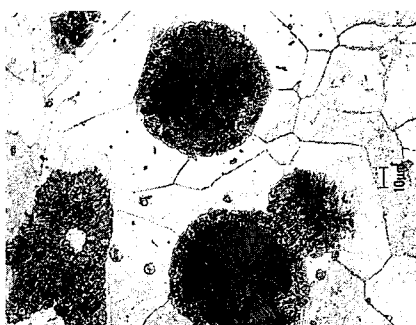
領域を拡大できれば、部分オーステンパ処理の実用化に向けて一歩近づくことになる。

以上のことから、電流を流す経路と量を選択して、部分的にオーステナイト化域に昇温させることができれば、オーステンパ処理を局所的に行えることになり、ADIの機械的性質を任意に配置することが可能となる。その結果、例えば歯車のようなものを考えた場合、歯面は高強度、歯底は高靱性というように、複合的な性質をもった一体ものの製造が実現されるようになる。

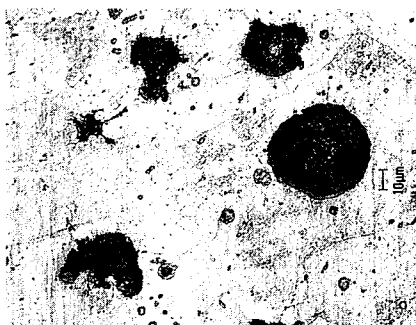
今回の研究では、オーステンパ処理を部分的に行う“新しい熱処理手法を構築する”ために、瞬間的



(a) 中央部

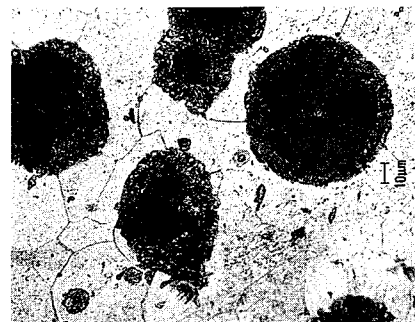


(b) 中央から 12.5 mm

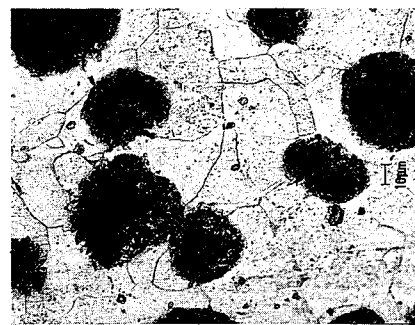


(c) 中央から 17.5 mm

図10 650Kで等温変態処理を行った試験片の組織



(a) 中央部



(b) 中央から 12.5 mm



(c) 中央から 17.5 mm

図11 560Kで等温変態処理を行った試験片の組織

な昇温が可能である直接通電を用いた加熱法についてその測温を中心に検討を行った。しかし、炭素を基地全体に拡散させ、良好なADIを得るには、通電時間の延長や、母材をパーライト基地にして炭素の供給源を全体に広げておくといったことも考えられる。また、材料を急速に加熱する方法については、高周波やレーザーを利用したものなど各種考えられるが、これらの方法は外部からの加熱という点で若干異なるものである。今後、機会があればこれらの方法についても同様の検討を行い、エコマテリアルである鑄鉄の機械的性質の最適配置について研究を進めていきたい。

#### 4. 結言

本研究では、オーステンパ処理による鑄鉄の機械的性質の最適配置を目指して、直接通電を利用した瞬間加熱法における温度変化について調べた。得られた結果を、以下に示す。

- 1) スポット溶接機を利用した通電加熱法においては、瞬間的な通電加熱であっても十分にオーステナイト域に加熱されることが確認された。
- 2) 通電加熱時、通電経路周辺部は中央部よりも温度が上昇しにくく、冷却も早い。その原因は、周囲の非加熱部分への熱伝導が大きいと考えられる。
- 3) 通電加熱により温度上昇の大きい部分ほど炭

素の拡散が大きく、ベイナイト化が進む一方で温度上昇の小さい部分では組織に変化が起らない。

この特徴を生かすことにより、本熱処理法によって強度特性を部分的に改質することが可能となり、ADIにおける機械的性質の最適配置へ向けた大きな礎となることが期待される。

#### 5. 謝辞

本研究をすすめるにあたり、各種作業にご協力頂きました渋谷様、材料システム研究室の皆様をはじめ、暖かく3ヶ月間の研究を受け入れてくださった東北工業技術研究所の皆様に厚く感謝の意を表します。

#### 6. 参考文献

- (1) 素形材センター、鑄鉄の生産技術、1993、90、素形材センター
- (2) 多田周二、阿部利彦、高橋利夫、根元秀実、通電加熱による部分オーステンパ処理、鑄造工学、69、1997、725
- (3) 多田周二、高橋利夫、阿部利彦、中小企業対策特別研究“鑄造材料の高度利用技術に関する研究”終了報告書、東北工業技術研究所技術資料、22、1997、

# メッキ鋼板におけるスポット溶接条件の最適化

市後 博造, 松川 了士\*

## Optimization of Spot Welding Condition in Plated Steel Sheet

Hirozo ICHIGO and Ryoji MATUKAWA

This paper describes the experiments to increase toughness, and to decrease as variety and dusty breakout as possible using method of Quality Engineering. We tried to optimize spot welding condition from result of tension test. This study was done with the meeting of Hiroshima Quality Engineering Study and is shown as case study.

Key Words : Spot Welding, Zinc Plating

スポット溶接における亜鉛メッキ鋼板の強度向上と強度のバラツキ、チリの発生を出来るだけ少なくする目的で、品質工学の手法を用いて実験を行った。

強度の評価は引張試験で行いスポット条件の最適化を図った。この研究は、広島地区品質工学研究会の中で行われたものであり事例研究として紹介する。

キーワード：スポット溶接、亜鉛メッキ

### 1. 背景

自動車部品には鋼板の接合にスポット溶接を行っているものが多数ある。しかし、メッキ鋼板に於いては、今まで殆ど実績がなかったため、今回、品質工学の手法を用いて条件の最適化を図った。メッキ鋼板のスポット溶接は、導電性の良い亜鉛が電極・材料間に介在するため、通電回路が拡大され電流密度が下がる。そのため、同板厚の軟鋼板と同等の溶接強度を確保するためには溶接エネルギーを上げる必要があり、その結果、チリの発生量が多くなる。また、亜鉛と電極の銅が合金化し合金層が流動して先端径が拡大することなどに依り電極研磨が頻繁になるなどの問題がある。

今回は引張試験で評価を行い、弾性域のみのデータを用いて最適条件を求め、溶接強度及び電極の研磨周期との関係を確認した。

### 2. スポット溶接の概略

スポット溶接とは重ねた板（被溶接材）を電極で加圧し、短時間大電流を流すことにより母材の抵抗発熱と電極及び母材への熱の伝導を利用して接合部を加熱し、ナゲットと呼ばれる溶融部を形成させる溶接法である。

### 3. 基本機能

溶接強度を引張試験で評価する場合、弾性域では、フックの法則に従い荷重と変位が比例関係となることから、基本機能を

$$Y = \beta M$$

Y：引張荷重

M：変位

とした。

---

\*Ryoji Matsukawa

\*Delta Kogyo Co.,LTD

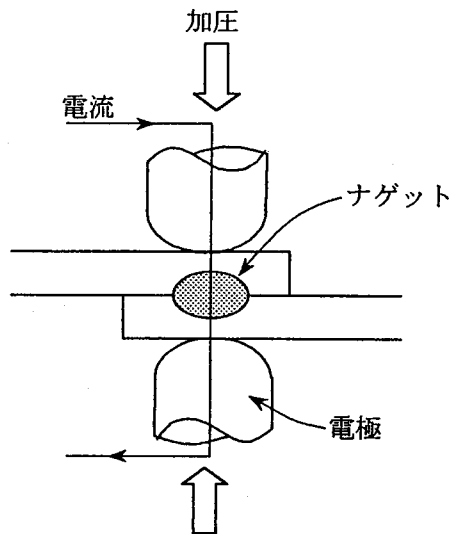


図1 スポット溶接の原理

#### 4. 各因子について

##### 4.1 信号因子

信号因子は変位：Mとし、水準は予備テストの結果より、

$M = 0.08, 0.16, 0.24, 0.32, 0.40\text{mm}$

の5水準とした。

##### 4.2 制御因子

制御因子は表1に示すように、A：通電回数、B：電流値、C：通電時間、D：加圧力、E：初期加圧時間、F：保持時間、G：電極先端形状とした。太字は初期条件を表す。

通電回数が2回の場合の1回目の電流値及び通電時間は、B：電流値－500[A]×2[Hz]である。

表1 制御因子と水準

| 制御因子      | 水準1 | 水準2 | 水準3 |
|-----------|-----|-----|-----|
| A: 通電回数   | 1   | 2   | —   |
| B: 電流値    | 小   | 中   | 大   |
| C: 通電時間   | 短   | 中   | 長   |
| D: 加圧力    | 小   | 中   | 大   |
| E: 初期加圧時間 | 短   | 中   | 長   |
| F: 保持時間   | 短   | 中   | 長   |
| G: 電極先端形状 | X   | Y   | X   |

##### 4.3 誤差因子

スポット溶接では電極の摩耗が溶接強度に影響すると考えられる。そこで、誤差因子として、N1：新品電極、N2：約60打点使用した電極を用いた。

#### 4.4 割付

それぞれの因子を表2のようにL18の直交表に割り付けた。

表2 L18直交表と測定結果の抜粋

| No |    | A | B | C | D | E | F | G | M1 | M2  | M3  | M4  | M5  |
|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | N1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 50 | 120 | 150 | 180 | 0   |
|    | N2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 2  | N1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 50 | 120 | 170 | 240 | 290 |
|    | N2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 45 | 85  | 135 | 170 | 220 |
| 3  | N1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 80 | 130 | 180 | 250 | 320 |
|    | N2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 40 | 80  | 120 | 160 | 0   |
| .  |    |   |   |   |   |   |   |   | .  | .   | .   | .   | .   |
|    |    |   |   |   |   |   |   |   | .  | .   | .   | .   | .   |
|    |    |   |   |   |   |   |   |   | .  | .   | .   | .   | .   |
| 18 | N1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 70 | 140 | 200 | 300 | 390 |
|    | N2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 70 | 130 | 190 | 280 | 335 |

#### 5. 実験方法

鋼板を図2のように重ね合わせ1点スポット溶接する。出来るだけ垂直方向に引張るようにするため、同じ厚さの板を両端に溶接して実験を行なった。信号因子の変位は、試験機のクロスヘッドの移動量とした。

引張試験より得られた荷重－変位曲線より各変位量での荷重を読み取った。(表2)

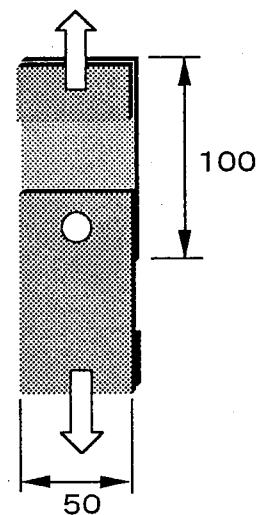


図2 試験片

#### 6. データ解析

表をもとにSN比と感度を求めた。計算例を以下

に示す。

全二乗和

$$S_T=50^2+120^2+150^2+\cdots+0^2+0^2$$
$$=71800$$

有効除数

$$r=2\times(0.08^2+0.16^2+0.24^2+0.32^2+0.40^2)$$
$$=0.704$$

$$S_\beta=\{0.08\times(50+0)+0.16\times(120+0)+\cdots$$
$$+0.40\times(0+0)\}^2$$
$$=19378$$

誤差変動

$$S_e=S_T-S_\beta=52422$$

誤差分散

$$V_e=S_e/(5-1)=13105.5$$

SN比

$$\eta=10\log((S_\beta-V_e)/V_e\times r)$$
$$=-1.68\text{ (db)}$$

感度

$$S=10\log((S_\beta-V_e)/r)$$
$$=39.50\text{ (db)}$$

表3 SN比及び感度

|           | 水準 | SN比   | 感度    |
|-----------|----|-------|-------|
| A: 通電回数   | 1  | 20.43 | 53.61 |
|           | 2  | 24.10 | 55.95 |
| B: 電流値    | 1  | 15.34 | 51.27 |
|           | 2  | 24.31 | 55.26 |
|           | 3  | 27.15 | 57.80 |
| C: 通電時間   | 1  | 14.83 | 50.71 |
|           | 2  | 27.83 | 56.55 |
|           | 3  | 24.14 | 57.06 |
| D: 加圧力    | 1  | 18.80 | 52.63 |
|           | 2  | 27.36 | 57.05 |
|           | 3  | 20.64 | 54.65 |
| E: 初期加圧時間 | 1  | 22.69 | 54.24 |
|           | 2  | 21.07 | 55.82 |
|           | 3  | 23.04 | 54.27 |
| F: 保持時間   | 1  | 22.89 | 54.08 |
|           | 2  | 19.97 | 53.56 |
|           | 3  | 23.95 | 56.68 |
| G: 電極先端形状 | 1  | 21.58 | 54.23 |
|           | 2  | 22.38 | 55.15 |
|           | 3  | 22.84 | 54.94 |

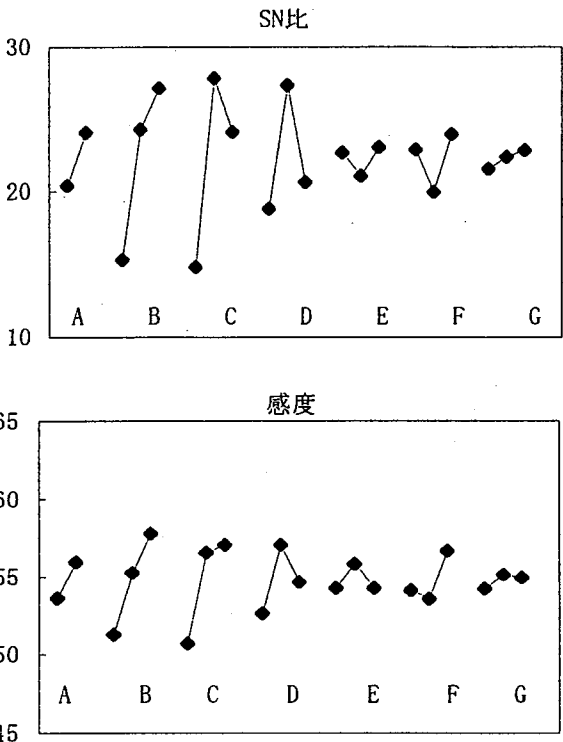


図3 要因効果図

同様に計算を行い、SN比と感度を求めたものを表3に示す。表3より要因効果図を作成した。要因効果図より最適条件を、A2、B3、C2、D2、E2、F3、G1とし、SN比と感度を推定した。

最適条件でのSN比、感度

$$\eta=A_2+B_3+C_2+D_2+E_2+F_3+G_1-6T=39.42\text{ (db)}$$
$$S=A_2+B_3+C_2+D_2+E_2+F_3+G_1-6T=65.40\text{ (db)}$$

初期条件でのSN比、感度

$$\eta=A_1+B_2+C_2+D_1+E_2+F_2+G_1-6T=20.37\text{ (db)}$$
$$S=A_1+B_2+C_2+D_1+E_2+F_2+G_1-6T=49.85\text{ (db)}$$

利得 SN比  $39.42-20.37=19.05\text{ (db)}$   
感度  $65.40-49.85=15.55\text{ (db)}$

## 7.確認実験

前項の最適条件と初期条件を用いて確認実験を行った。結果を表4に示す。

表4 SN比、感度の推定値と確認実験の結果

|      | SN比   |       | 感度    |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
|      | 推定    | 確認    | 推定    | 確認    |
| 最適条件 | 39.42 | 23.90 | 65.40 | 60.38 |
| 初期条件 | 20.37 | 21.42 | 49.58 | 58.10 |
| 利得   | 19.05 | 2.48  | 15.82 | 2.28  |

確認実験より得られたデータを真値に変換すると、ばらつきは約60%減少し、強度は約30%向上する。しかし、再現性から見ると、SN比、感度とも推定値との開きがある。原因の一つとして、通電時間と電流の間に交互作用が発生していると考えられる。そこで、水準ずらしを行い、再度実験を行った。

## 8. 再実験

L18の実験結果をもとに、制御因子を効果の大きいものだけ用いて、L9の直交表に割付け、実験を行った。制御因子と水準を表5に示す。(通電時間と電流値との間で水準ずらしを行った。)その他の制御因子は、L18実験の最適条件を用いた。また、誤差因子はL18の時と同様とした。それぞれの因子の割付け及び、測定結果を表6に示す。

表5 制御因子

|   | 制御因子  | 水準1 | 水準2 | 水準3 |
|---|-------|-----|-----|-----|
| A | 電 流   | 小   | 中   | 大   |
| B | 通電時間  | 短   | 中   | 長   |
| C | 加 圧 力 | 小   | 中   | 大   |
| D | 保持時間  | 短   | 中   | 長   |

表6 L9直交表と測定結果の抜粋

| No |    | A | B | C | D | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  |
|----|----|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | N1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 110 | 210 | 340 | 420 | 510 |
|    | N2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 | 190 | 290 | 380 | 460 |
| 2  | N1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 110 | 220 | 310 | 420 | 500 |
|    | N2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 100 | 200 | 290 | 400 | 480 |
| 3  | N1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 100 | 200 | 290 | 380 | 470 |
|    | N2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 110 | 210 | 310 | 400 | 470 |
| .  |    |   |   |   |   | .   | .   | .   | .   | .   |
| .  |    |   |   |   |   | .   | .   | .   | .   | .   |
| .  |    |   |   |   |   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 9  | N1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 120 | 220 | 340 | 440 | 540 |
|    | N2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 100 | 190 | 280 | 390 | 480 |

データの解析は、「6. データ解析」と、同様のため省略する。計算により求めたSN比及び感度を表7に示し、それより要因効果図を作成した。(図4)

表7 SN比と感度

|         | 水準 | SN比   | 感度    |
|---------|----|-------|-------|
| A: 電流値  | 1  | 34.53 | 61.84 |
|         | 2  | 33.00 | 61.77 |
|         | 3  | 30.46 | 61.82 |
| B: 通電時間 | 1  | 29.82 | 61.54 |
|         | 2  | 35.01 | 61.95 |
|         | 3  | 33.17 | 61.93 |
| C: 加圧力  | 1  | 33.06 | 62.00 |
|         | 2  | 33.04 | 61.92 |
|         | 3  | 31.90 | 61.50 |
| D: 保持時間 | 1  | 31.99 | 61.94 |
|         | 2  | 31.66 | 61.68 |
|         | 3  | 34.35 | 61.81 |

要因効果図より最適条件を、A1、B2、C1、D3、としてSN比と感度を推定した。

SN比  $\eta = 39.18$  (db)

感度  $S = 62.17$  (db)

最適条件を用いて確認実験を行った。結果を表8に示す。

表8 確認実験の結果

|      | SN比   |       | 感度    |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
|      | 推定    | 確認    | 推定    | 確認    |
| 最適条件 | 39.18 | 38.64 | 62.17 | 62.56 |

水準ずらしを行ったことで、再現性は大幅に向上している。

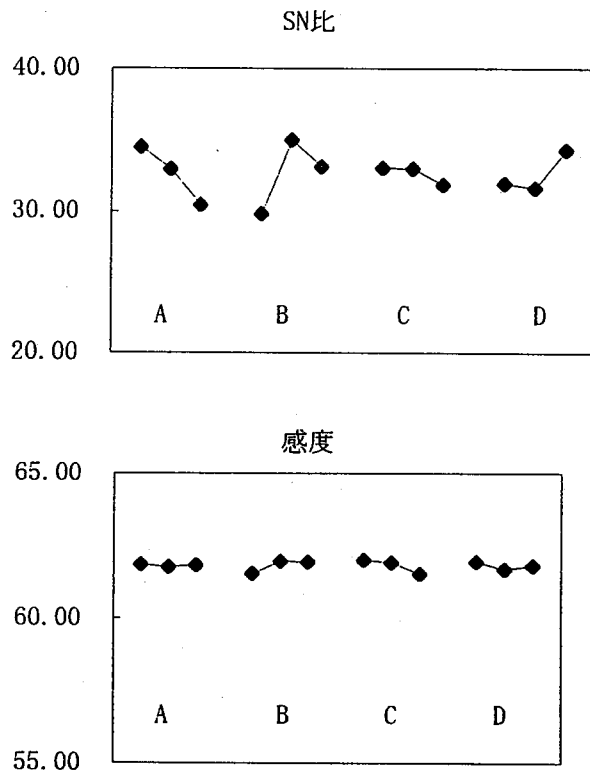


図4 要因効果図

## 9. まとめ

溶接エネルギーは、電流の二乗と通電時間に比例するため、両者の間で水準ずらしを行うことで、再現性が向上したと考えられる。溶接エネルギーがほぼ同程度であれば低い電流で長時間通電する方がよいという結果となった。しかし、L18実験の最適条件をもとにL9の実験条件を決定したため、初期条件と最終的な最適条件との利得の差は得られていな

い。今回の最適条件で溶接を行うことで、強度は破壊荷重で約30%向上し、電極研磨周期が約3倍に延びた。

## 参考文献

- (1) 田口玄一、品質工学講座、1、1988、297～298
- (2) 田口玄一、品質工学講座、3、1988、16～18

# ローラ式サイドスリップテストの開発

西山 修二, 原田 伸<sup>1)</sup>, 原田 國男<sup>2)</sup>

## Development of a Roller-Type Sideslip Tester

Shuji NISHIYAMA, Shin HARADA and Kunio HARADA

We have developed a roller-type sideslip tester. This paper presents both theoretical and experimental investigation on measurement principles of a roller-type sideslip tester. The effects of toe and camber angles on an amount of sideslip are theoretically introduced. We measured an amount of sideslip with various toe and camber angles. We compared the theoretical results with the experimental results. A good agreement was shown between them. Furthermore, new parameters are introduced, and then relation between a roller-type sideslip tester and a flat one are shown on some important factors of tire characteristics concerning sideslip. The developed tester is examined under the conditions that are considered in an industrial application. The validity of the developed tester is confirmed under these conditions. It was found that it could be used in practical use. Some measurement results are presented in the form of parametric plots and tables. And we also compared the measurement data of the roller-type with those of the flat type using several automobiles.

**Key Words:** Vehicle Dynamics, Measurement, Test Equipment, Sideslip Tester, Roller type

ローラ式サイドスリップテストを開発した。本報はローラ式サイドスリップテストの測定原理に関する理論的および実験的な研究について示す。トー角とキャンバ角がサイドスリップ量に及ぼす影響について理論的に取り扱っている。様々なトー角とキャンバ角に対してサイドスリップ量を測定した。実験結果と理論上の結果を比較し、両者はよく一致した。

次に、サイドスリップ量に重要なパラメータに関してローラ式サイドスリップテストと平板式サイドスリップテストの関係を明らかにした。開発したテストは産業応用で考慮される種々の条件のもとで検討した。その結果、開発されたテストの妥当性が確認され、実用性があることがわかった。いくつかの測定結果を図表で示している。また、数台の自動車を使用して平板式とローラ式の測定データを比較した。

**キーワード:** 車両運動, 実験的研究, 実測装置, サイドスリップテスト, ローラ式

### 1. まえがき

新型車の認証試験および車検において、サイドスリップ量が基準値以内になるように、「道路運送車両の保安基準」で義務づけられている。従来の踏板

式サイドスリップテストは、種々の問題点が指摘されている<sup>1)</sup>。テストの踏板への進入角度、進入速度など運転者による個人差も大きく再現性も十分とはいえない。また、タイヤが踏板に進入時と退出時に不感域が存在する。著者らは、これらの問題を解決

1)・2) (株)ハラダクニ (〒733-0031 広島市西区観音町17-3)

する新しい方式のサイドスリップテストの原理を考案した<sup>(2)</sup>。そして、この原理に基づき、ローラ式サイドスリップテストを開発した。

本報は、まず新規に開発したローラ式サイドスリップテストの測定原理に関する理論的および実験的研究について示す。そして、理論値と実測値を比較検討し理論式の有効性を示す。

次に、種々の条件の場合について、実車を使用して実測し、測定器としての有効性を示す。さらに、従来の踏板式サイドスリップテストでの測定値と比較する。タイヤとローラ間の運動特性を理論的あるいは実験的に明確にすることは、ローラ式サイドスリップテストに限らず重要な課題である。この種の研究は調査するかぎり、報告された例を知見しない。

## 2. 装置の開発

### 2. 1. 各部の構造

開発したローラ式サイドスリップテストは、ローラ部本体、制御部、表示部、リモートコントロール部から構成されている。

図1は、タイヤと各ローラの位置関係を示す。車

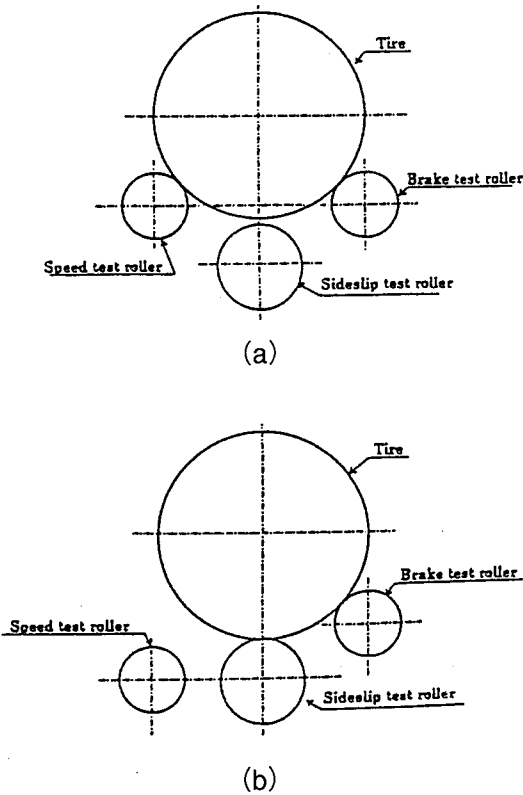


Fig.1 Position of tire and roller

輪の中心とサイドスリップテストローラ (SSTR) の中心は同一鉛直線上にある。ブレーキテストローラ (BTR) とスピードテストローラ (STR) の軸心は平行で、水平である。サイドスリップ量を測定する際は、図1 (a) に示すように SSTR を下降させて、BTR と STR との間にタイヤをセットする。その後車両のサイドブレーキを引き、後輪タイヤを固定した後、図1 (b) に示すように SSTR を一定押上げ力で上昇させる。BTR によりタイヤを回転させてサイドスリップ量を測定する。

図2は SSTR 部<sup>(2)(3)</sup>の構造を示す。軸に作用する荷重は線接触となる構造とした。個々のローラは車両の乗入時および退出時にローラが空転しないようにストッパ機構を設置した。

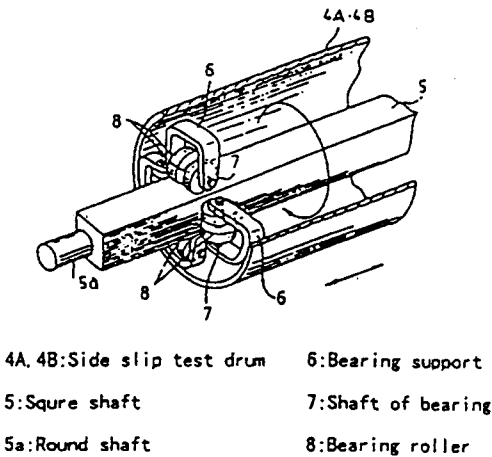


Fig.2 Structure of roller and shaft

### 2. 2. 作動原理

図3は作動概略図を示す。SSTR には、ローラの回転数を検知するためにロータリエンコーダを設置した。SSTR が回転するとその回転に比例したパルスが発生し、コントローラ側でそのパルス数を計数する。SSTR の左右の変位量は、直線式ポテンシオメータで検知し、A/D 変換し演算処理した後 CRT に 0.1mm の精度で表示する。SSTR の回転速度は 6.5rpm/5.5rpm (60Hz/50Hz) とした。回転速度を早くするとタイヤの変形が追従できずタイヤと BTR 間にスリップが発生する。逆に遅すぎるとタイヤの変形量で横滑り量を吸収する。実測より回転速度の最適値を定めた。

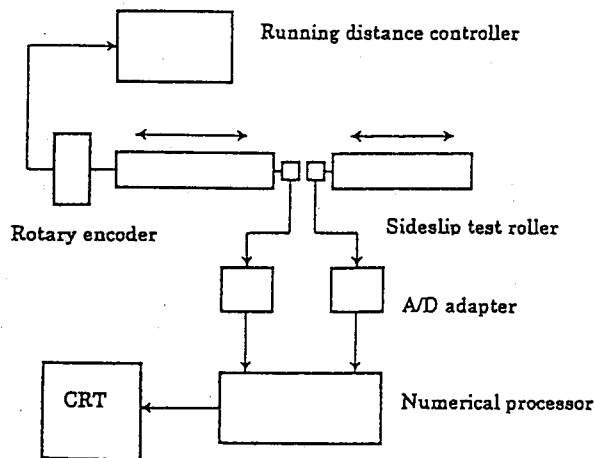


Fig.3 Component and mechanism

### 3. 理論的解析

本報で用いる主な記号で添字f, rはそれぞれフラット面, ローラ面を示す。

#### 3. 1. タイヤの転動距離

トー角 $\beta$ のときのタイヤの転動する断面の形状は短径 $R_r$ , 長径 $R_r/\cos\beta$ の楕円の外周となる。このときローラが一回転すると, タイヤの転動距離は次式で与えられる。

$$L = 4 \frac{R_r}{\cos\beta} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta} d\theta = 4 \frac{R_r}{\cos\beta} E\left(\frac{\pi}{2}, k\right) \quad \dots (1)$$

ここに $E$ は第2種の完全楕円積分を示す。また $k^2$ と $\beta$ の関係は $k^2 = \sin^2\beta$ となる。 $R_r = 105\text{mm}$ の場合, 表1はトー角と第2種の完全楕円積分の値および楕円の外周長さを示す。 $\beta = 10^\circ$ での $L$ の値は $\beta = 0^\circ$ の場合の値より0.78%増加する。したがってトー角が $10^\circ$ 以内ではタイヤが転動するローラ面上の断面形状は円形として取り扱って差し支えないものと考えられる。

Table 1 Effects of toe angle on rolling distance

| $\beta$ (deg) | E      | L (mm) | $\beta$ (deg) | E      | L (mm) |
|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| 0             | 1.5708 | 659.73 | 0             | 1.5664 | 661.54 |
| 1             | 1.5707 | 659.79 | 1             | 1.5648 | 662.18 |
| 2             | 1.5704 | 659.96 | 2             | 1.5633 | 663.04 |
| 3             | 1.5696 | 660.14 | 3             | 1.5609 | 663.75 |
| 4             | 1.5688 | 660.51 | 4             | 1.5589 | 664.85 |
| 5             | 1.5676 | 660.91 | 5             |        |        |

#### 3. 2. トー角によるサイドスリップ量

トー角とキャンバ角によってタイヤに働く横力は

それぞれ独立に働くと考えられる<sup>(4)~(6)</sup>。従って, トー角とキャンバ角を分離して理論的解析を行うことができる。サイドスリップ量はタイヤの横力による変形成分を解放する量とタイヤがローラ面上を転動するときのローラを動かす量の和としてあらわす。

フラット面上においては, タイヤのトー角が $\beta$ のときの横力はFialaにより理論的に求められている<sup>(4)(5)</sup>。Fialaが適用した手法をローラ面上に適用すると, ローラ面上の場合の横力は次式であらわすことができる。

$$F = \frac{K_1 l_r^2}{2} \tan\beta - \frac{K_1 l_r^2}{8} \left( \frac{K_1 l_r}{\mu p_{mr} b_r} \right) \tan^2\beta + \frac{K_1 l_r^2}{96} \left( \frac{K_1 l_r}{\mu p_{mr} b_r} \right)^2 \tan^3\beta \quad \dots (2)$$

ここに,  $\mu$ は摩擦係数,  $p_{mr}$ はローラ面上の最大圧力,  $l_r$ は接地長さ,  $b_r$ はローラ面上の接地幅を示す。 $K_1$ ,  $K_0$ ,  $\alpha$ は次式とする。

$$K_1 = \frac{K_0}{1 + \frac{\alpha^3 l_r^3 K_0}{12 k_r}}, K_0 = \frac{G b_r}{h_r}, \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( \frac{k_r}{EI} \right)^{\frac{1}{4}}$$

ここに,  $G$ はトレッドゴムのせん断弾性係数,  $EI$ はタイヤベルト部の曲げ剛性,  $k_r$ は単位長さあたりのばね定数,  $h_r$ はトレッドラバーの厚みを示す。ローラ半径が大きくなると $l_r \rightarrow l_f$ ,  $b_r \rightarrow b_f$ に近づき, 式(2)はFialaが導出したフラット面での式に一致する。トー角が小さいときは式(2)の右辺の第2項以降は省略できる<sup>(4)(6)</sup>。さらに,  $K_1 l_r^2/2$ は一般にコーナリングバワと呼ばれ $K$ とおく。すると式(2)は次式となる。

$$F = K \tan\beta \quad \dots (3)$$

タイヤの横力による変位量 $S_1$ は次式で表すことができる。

$$S_1 = \frac{F}{L_F} \cos\beta \quad \dots (4)$$

ここに,  $L_F$ はタイヤの横剛性である。

次にタイヤがローラ面上を転動するときローラを動かす量 $S_2$ は次式で与えられる。

$$S_2 = R_l n \tan\beta \quad \dots (5)$$

ここに,  $R_l$ はローラ1回転あたりの転動距離,  $n$ はローラ回転数を示す。したがって, トー角によるサイドスリップ量 $S_t$ は式(4), (5)より, 次式となる。

$$S_I = S_1 + S_2 = \frac{F}{I_F} \cos \beta + R_I n \tan \beta \quad \dots (6)$$

### 3. 3. キャンバ角によるサイドスリップ量

タイヤにキャンバ角  $\phi$  が付与されている場合はキャンバスラストが発生する。フラット面上でのキャンバスラストについても Fiala は理論的にもとめている<sup>(4)~(6)</sup>。Fiala がフラット面上での理論を導出する際に適用した手法をローラ面上の場合に適用すると、キャンバスラスト  $F_c$  は次式で与えられる。

$$F_c = \frac{K_l l r^3}{12 R_0} \phi \quad \dots \quad (7)$$

ここに、 $\phi$ はキャンバ角、 $R_{t0}$ はタイヤ接地点のトレッドベースの有効半径を示す。

キャンバスティフネス  $K_T$  を次式で定義する.

$$K_T = \frac{K_I l r^3}{12 R_{T0}} \quad \dots (8)$$

すると、式 (7) は次式となる。

$$F_c = K_r \phi \quad \dots (9)$$

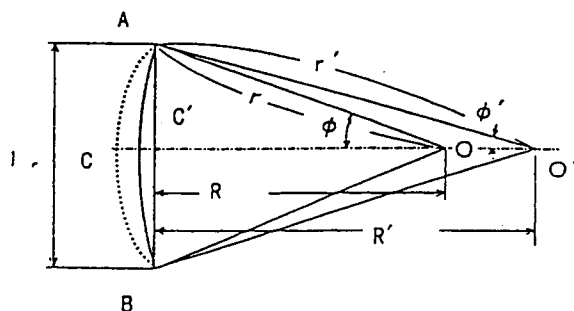


Fig.4 True pass of treadbase having camber angle

したがって、キャンバスラストに起因する変形量  $S_3$  は次式となる。

$$S_3 = \frac{FC}{I_{EF}} \phi \quad \dots \quad (10)$$

次にキャンバ角が付与されたタイヤがローラ面上を転動するときのローラを動かす量 $S_0$ を求める.

図4に示すようにトレッドベースが半径 $r'$ の円弧AC'Bを走査すると考えられる。円弧AC'Bの面積を $A_1$ とすればキャンバスラスト $F_c$ は次式であらわすことができる<sup>(7)(8)</sup>。

$$F_c = A_l C_x b_r = K_T \phi \quad \cdots (11)$$

ここに、 $C_x$ はトレッドゴムの単位長さあたりのせん断剛性を示す。次に $A_1$ の面積は $A_1 = l_r^3 / 16r'$ となる。従って、トレッドベースの接地変形時の曲率半径 $r' = l_r^3 b_r C_x / (16K_T \phi)$ が求められる。タイヤがローラ面上を転動するときタイヤの接地始めの点、Aが半径 $r'$ の円上を走査しようとするとき、ローラは半径 $r'$ のA点の接線方向に移動する。よってサイドスリップ量 $S_s$ は次式であわすことができる。

$$S_4 = 2\pi R_f n \tan \phi' \quad \dots (12)$$

図4より、 $\phi'$ と $r'$ の間には $r' \sin \phi' = l_r/2$ の関係式が成立する。したがって、キャンバ角が付与されたときのサイドスリップ量は次式となる。

$$S_C = K_T \phi \left( \frac{1}{I_E} + 2\pi R n \frac{8}{l^2 b r C_v} \right) \quad \dots (13)$$

### 3. 4. タイヤ特性の比較

ローラ面とフラット面でのタイヤ特性についての関連性を理論的に考察する。接地長さについては、実測データ<sup>(9)(10)</sup>からローラ面上とフラット面上の接地長さおよび接地幅の間には次の関係が成立するものとする。

$$l_r = \xi_1 l_f, \quad b_r = \xi_2 l_f \quad \dots \quad (14)$$

ここに、 $\xi_1$ ,  $\xi_2$  はフラット面とローラ面間の接地長さ比および接地幅比を示す。ただし  $0 < \xi_1 < 1$ ,  $\xi_2 > 1$  である。

表2は一般市販タイヤ(185/70R13)を使用し、空気圧196kPaにおける種々の軸重に対する実測結果を示す。軸重によらず、 $\xi_1$ は約0.5、 $\xi_2$ は約1.1の一定値となる。

Table 2 Parameter of contact length

| Load<br>kN | R <sub>10</sub> (mm) |        | b <sub>r</sub> ×l <sub>r</sub><br>(mm) | b <sub>r</sub> ×l <sub>r</sub><br>(mm) | ξ <sub>1</sub> | ξ <sub>2</sub> |
|------------|----------------------|--------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------|----------------|
|            | Flat                 | Roller |                                        |                                        |                |                |
| 2.06       | 273                  | 270    | 121×124                                | 136×71                                 | 0.572          | 1.12           |
| 2.94       | 270                  | 264    | 128×151                                | 141×80                                 | 0.529          | 1.10           |
| 3.63       | 267                  | 258    | 129×166                                | 146×90                                 | 0.542          | 1.13           |

タイヤに発生する横力の関係からコーナリングパワー、接地面内の最大圧力の間、接地面でのすべり域が始まる点の間には表3に示す関係が成立する。

Table 3 Parameters between flat and roller

|                  | Flat     | Roller                                            |
|------------------|----------|---------------------------------------------------|
| Contact length   | $l_f$    | $l_r = \xi_1 l_f$                                 |
| Contact width    | $b_f$    | $b_r = \xi_2 b_f$                                 |
| Cornering power  | $k_f$    | $k_r = \xi_1^2 \xi_2 k_f$                         |
| Maximum pressure | $p_{mf}$ | $p_{mr} = \frac{1}{\xi_1} \frac{1}{\xi_2} p_{mf}$ |
| Slip point       | $x_{sf}$ | $x_{sr} = \xi_1 x_{sf}$                           |

#### 4. 実測

##### 4. 1. 装置の開発<sup>(11)</sup>

トー角およびキャンバ角がサイドスリップ量に及ぼす影響について、実車を使用して計測することは角度設定などの面から容易ではない。そこで本研究では実タイヤを使用して、軸重、トー角およびキャンバ角が精度よく設定できる装置を開発した。装置は外枠フレーム部、タイヤ支持部、軸重測定部、キャンバ角設定部などから構成されている。本装置をローラ式サイドスリップテストのローラ部に取り付けて、サイドスリップ量を計測した。実測ではトー角、キャンバ角、軸重をパラメータとして計測した。タイヤ支持部はスライド装置を使用し上下に精度良く可動する。キャンバ角設定部はフレーム付きテークアップ形ユニット（LCTL200+WL形）を使用し、摩擦抵抗を小さくした。

##### 4. 2. 試験方法

試験には、サイズが185/70R13の未使用の一般市販タイヤを用いた。内圧は196 kPaとした。各試験を3回実施し、平均値を代表値とした。各試験開始時におけるタイヤの円周上の位置は常に同一点とした。トー角は外枠フレーム部を回転してタイヤのリム面を基準面から調整した。キャンバ角はローラ軸を基準にして、タイヤ支持軸を調整した。トー角とキャンバ角はタイヤの転動方向に向かって時計回りを正とした。

##### 4. 3. 理論値と実測値の比較

図5はトー角がサイドスリップ量に及ぼす影響を示す。

キャンバ角は0度として、軸重が2.06 kN, 2.94 kN, 3.63 kNの場合について、トー角の影響についての実測結果を示す。サイドスリップ量はトー角に比例

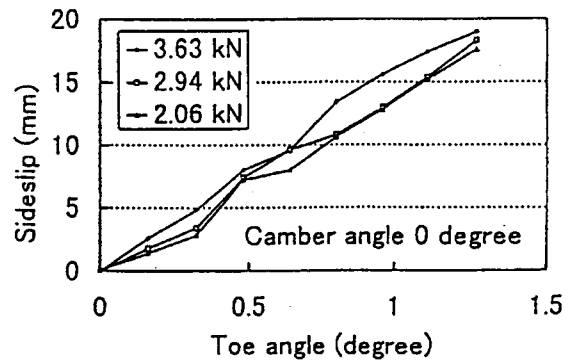


Fig.5 Effects of toe angle on amount of sideslip

して増加する。さらに軸重が大きくなると、サイドスリップ量はやや大きくなる傾向にある。

図6はキャンバ角がサイドスリップ量に及ぼす影響を示す。トー角は0度として、軸重が2.06 kN, 2.94 kN, 3.63 kNの場合の実測結果を示す。サイドスリップ量はキャンバ角に比例して増加する。さらに軸重が大きくなると、キャンバ角の変化量に対するサイドスリップ量の変化量は大きくなる。

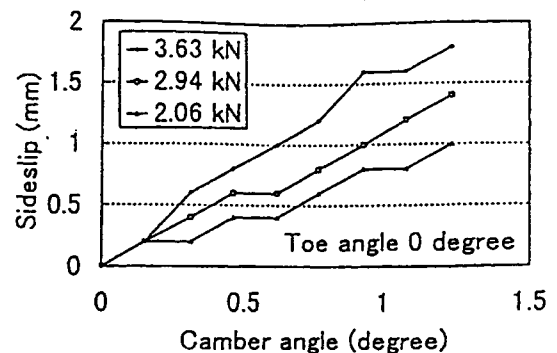


Fig.6 Effects of camber angle on amount of sideslip

次に、タイヤ185/70R13、空気圧196 kPa、荷重2.94 kNの場合について理論値と実測値の比較を行う。計算諸元を表4に示す。

Table 4 Numerical values<sup>(10)(12)</sup>

| Nomenclature | Values             | Units             |
|--------------|--------------------|-------------------|
| $K_r$        | 1.1297             | kN/deg            |
| $K_T$        | 0.04992            | kN/deg            |
| $C_x$        | $5.78 \times 10^5$ | kN/m <sup>3</sup> |
| $l_r$        | 0.07               | m                 |
| $b_r$        | 0.140              | m                 |
| $R_{10}$     | 0.246              | m                 |
| $k_t$        | 154.977            | kN/m <sup>2</sup> |
| $EI$         | 2743.0829          | kN·m <sup>2</sup> |
| $\mu$        | 0.03               |                   |

図7はサイドスリップ量に及ぼすトー角の影響について理論値と実測値の比較を示す。理論値は式(6)から算出した。実測ではタイヤの初期変形を開放した状態で計測した。したがって、図中の理論値は式(6)の右辺の第1項を差し引いた値を示している。

図8はサイドスリップ量に及ぼすキャンバ角の影響について理論値と実測値の比較を示す。理論値は式(13)より算出した。実測では、タイヤの初期変形を開放した後、サイドスリップ量を計測した。したがって、理論値も式(13)の右辺第1項を差し引いた値を示している。いずれの場合においても理論値と実測値はよく一致した。理論式を導出するにあたっての仮定およびモデル化等の有効性が確認できた。

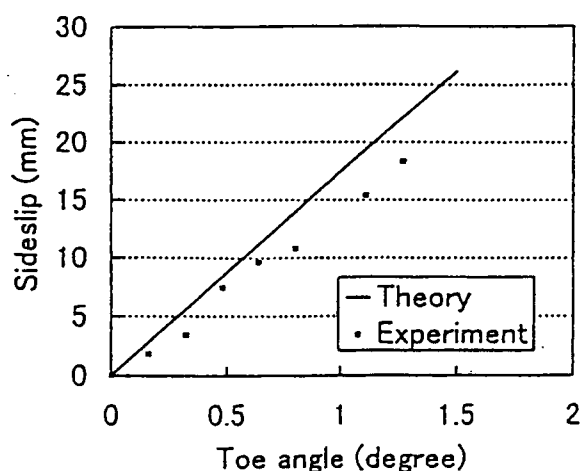


Fig.7 Comparison between calculation and experiment

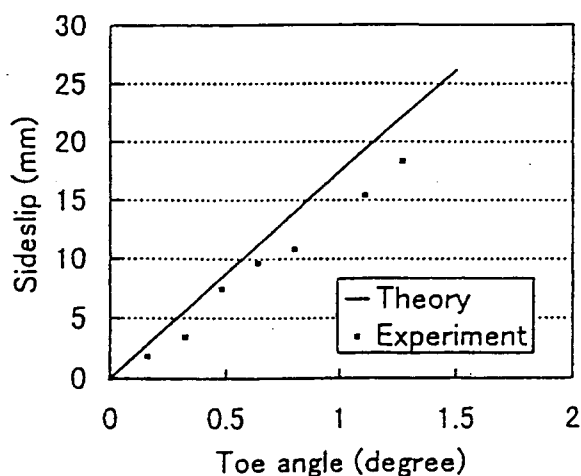


Fig.8 Comparison between calculation and experiment

## 5. 実車による性能試験

### 5. 1. 性能試験方法

使用した車両および各諸元は表5に示す。タイヤの空気圧は196 kPaとする。車両を装置に乗り入れた後はBTRによりフロントタイヤを回転させ車両の位置を安定させた。フロントガラスに取り付けたグリッド板に前方からレーザ光を照射して、その投影位置から車両の安定性を確認した。SSTRが上昇し最上部に達した後測定を開始した。

Table 5 Specifications of vehicles

| No | Tire      | Load<br>kN | Diameter<br>(mm) | Contact length<br>b(mm)×l(mm) |         | Effective<br>radius<br>(mm) |      |
|----|-----------|------------|------------------|-------------------------------|---------|-----------------------------|------|
|    |           |            |                  | Roller                        | Flat    | Roller                      | Flat |
| 1  | 145R12    | 3.82       | 537              | 115×90                        | 105×180 | 235                         | 240  |
| 2  | 175/70R13 | 6.57       | 575              | 165×90                        | 150×205 | 265                         | 268  |
| 3  | 185/70R14 | 5.82       | 578              | 180×70                        | 165×150 | 263                         | 265  |
| 4  | 195/70R14 | 7.84       | 609              | 180×80                        | 165×180 | 272                         | 276  |
| 5  | 205/70R15 | 8.43       | 648              | 165×90                        | 150×210 | 285                         | 295  |

測定は、右側車輪のみとした。各供試車両に対し、タイヤサイズ（軸荷重）、タイヤ空気圧、接地面の摩擦係数、BTRの押付力、ローラ回転速度などの影響について実測した。実測にあたって、SSTR回転速度は6.5 rpm、タイヤ空気圧は供試車両の規定空気圧、BTRの押付力は196 N、タイヤの表面は乾燥状態を測定の標準条件とした。

### 5. 2. 種々の条件下での実測

図9はタイヤサイズのことなる車両のトー角に対するサイドスリップ量を示す。サイドスリップ量は一車両について3回実測し、各車両ごとの平均値を示した。タイヤサイズが変化しても、サイドスリッ

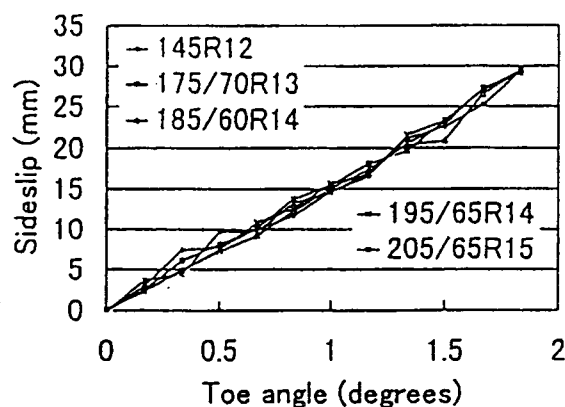


Fig.9 Effects of tire size and axle load

プ量には影響を及ぼさないものと考えられる。

図10はタイヤ空気圧を標準条件より30%増減させて実測した結果を示す。全供試車両の平均値を示す。標準条件で実測した平均値と比べてサイドスリップ量の変化に差は見受けられない。空気圧が減少するとサイドスリップ量はやや小さな値となる。空気圧が減少することによりタイヤ剛性が低下し、トー角によるローラの移動量をタイヤの変形で吸収するため、このような現象が発生するものと考えられる。

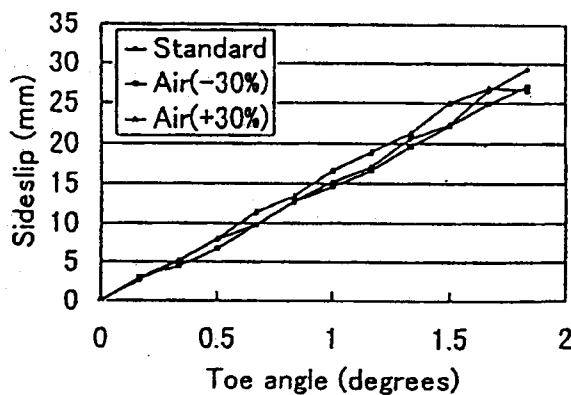


Fig.10 Effects of tire pressure

その他、タイヤの外周を濡れた布で湿潤させた状態、BTRの押付力を変化させた場合などについて、サイドスリップ量に及ぼす影響について実測した。これらの場合についても特に顕著な特性は見受けられなかった。

### 5. 3. 従来の踏板式との比較

本研究で開発したローラ式サイドスリップテストと従来の踏板式サイドスリップテストでの測定データの比較を示す。踏板式は測定走行長さ500 mmの製品である。車両およびタイヤサイズ等が異なる5種の供試車両について測定データを比較した。

表6は測定結果を示す。各試験を5回実施し、平

Table 6 Comparison of measurement data

| No | Tire       | Load type          | Flat type                            |
|----|------------|--------------------|--------------------------------------|
| 1  | 215/65 R15 | 1.96(OUT)(1.7~2.0) | 1.29(OUT)(0.8~2.3)<br>1.50(Modified) |
| 2  | 145/S R12  | 1.88(OUT)(1.7~2.4) | 1.46(OUT)(0.7~2.7)<br>1.69(Modified) |
| 3  | 185/70 R14 | 0.94(IN)(0.8~1.1)  | 0.75(IN)(0.5~1.6)<br>0.89(Modified)  |
| 4  | 205/65 R15 | 1.62(OUT)(1.5~1.8) | 1.22(OUT)(0.5~1.5)<br>1.41(Modified) |
| 5  | 195/65 R14 | 2.68(IN)(2.6~2.8)  | 2.08(IN)(1.7~2.5)<br>2.41(Modified)  |

均値を示す。括弧内には測定値の最小値と最大値を示す。踏板式は測定値にばらつきが大きく、再現性も十分とはいえない。一方ローラ式は測定値にばらつきが小さく、再現性がある。踏板式サイドスリップテストでの測定データはローラ式に比べて小さい値を示した。これは踏板式サイドスリップテストの踏板へタイヤが進入時と退出時に踏板の不感域があるためである。著者らの実測<sup>(11)</sup>では、500 mmの踏板上でタイヤが進入時と退出時においてタイヤの接地面積の30%より小さい接地面積の部分が踏板上にあるとき踏板が不感域となる。この現象を考慮して補正係数を乗じた値を表6に同時に示す。補正値とローラ式での測定値はほぼ一致する。

## 6. あとがき

ローラ式サイドスリップテストを開発し理論的および実験的考察を行った。結果をまとめると次のとおりである。

- (1) トー角およびキャンバ角に起因して発生するサイドスリップ量の理論式を導出した。
- (2) トー角によりローラ面上でのタイヤの転動形状が円形から楕円に変位していく。トー角が10°以内では、転動形状は円形として近似できる。
- (3) トー角およびキャンバ角が精度よく設定できる装置を開発し、高精度な実測データを得ることができるようになった。
- (4) 理論値と実測値を比較検討し、理論式を誘導するにあたっての仮定および結果の有効性が確認できた。
- (5) 新しいパラメータを導入することにより、ローラ面上とフラット面上でのタイヤ特性について、関連性があることを示した。
- (6) 実車を使用して種々の場合についてトー角とサイドスリップ量の関係を実測した。実測結果から測定器としての有効性が検証でき、工業的有用性を示した。
- (7) ローラ式と踏板式での測定値の比較をおこなった。後者は前者より小さな値となる。この理由を物理的に明らかにした。

ローラ式サイドスリップテストは種々の利点を有する。すなわち、速度計試験機・ブレーキテストと

の統合化が可能である。検査ラインの省スペース化がはかれる。同一場所で移動することなくすべての検査が実施可能である。高精度で確実なサイドスリップの測定が可能である。多様化する車両およびタイヤサイズに対して計測が可能である。検査作業の大幅な効率化が図れる。以上のように従来の装置(踏板式サイドスリップテスト)にはない多くの特徴を有していることが立証できた。

#### 参考文献

- (1) 山崎俊一, 藤川達夫, 山口泉: サイドスリップテストの測定原理に関する力学的考察, 自動車技術会論文集, 24巻, 4号, p. 70-75 (1993)
- (2) 原田國男: 車検におけるスピードメータテストとサイドスリップテストの集約検査装置, 特許第1980353号, (1995)
- (3) 原田伸, 西山修二, 原田國男: ローラ式サイドスリップテストの開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, 975, p.57-60 (1997)
- (4) Fiala, V.E.: Seitenkräfte am rollenden Luftreifen, V. D. I. Bd.96, Nr.29, 11,Okt., p. 973-979(1954)
- (5) 光成卓志: タイヤの対路面特性の理論的考察, 自動車技術会論文集, No.4,p.1-4 (1957)
- (6) 安部正人: 自動車の運動と制御, 東京, 29, 山海堂, (1992)
- (7) 酒井秀男: タイヤに関する研究, 私学研修第141号, p.129-142 (1994)
- (8) 酒井秀男: タイヤの力学的特性に関する研究, 日本自動車研究所研究報告, 46, p.1-201 (1978)
- (9) 山崎俊一, 鈴木忠, 藤川達夫: 室内摩耗試験におけるドラム曲率がタイヤの摩耗に及ぼす影響の理論的考察, 日本ゴム協会誌, 70巻, 7号, p.392-398 (1997)
- (10) 酒井秀男: タイヤ工学, 東京, グランプリ出版, (1987)
- (11) 原田伸, 西山修二, 原田國男: ローラ式サイドスリップテストの作動原理, 日本機械学会中国四国支部第36期講演会, No.985-1, p.179-180 (1998)
- (12) 横浜ゴム工業編: 自動車用ゴムタイヤの研究, 東京, 山海堂, 1994

# バーチャルリアリティを利用した人体・シート・ステアリングホイール・ペダル系の連成振動シミュレーションシステムの開発 (第2報, パラメータの同定)

上杉 憲雄, 西山 修二

## Development of Virtual Reality Simulation System of Vibration Characteristics between Human Body and Seat, Steering Wheel, and Pedals (2nd Report, Identification of Parameter)

Norio UESUGI and Shuji NISHIYAMA

This paper describes theoretical analysis of vibration characteristics transmitted from the seat, the steering wheel, and the pedals to the human body. It is important to decrease the vibration magnitude of occupant transmitted from the vehicle from a viewpoint of riding comfort and operativeness. The first report in this series introduced a theoretical analysis of a simulation model for the dynamic interaction between human body and the seat, steering wheel, and pedals. In this report, the identification of various parameter input to the calculation system was investigated. Various examinations by the calculation system were done.

Good agreement was found between the calculation result and that of experimental. A part of the calculation result is shown in figures and tables. For an engineering application, the simulation system can be used as a tool to investigate the effects of various physical variables that influence automobile ride comfort.

Key Words : Virtual Reality, Simulation System, Dynamic Interaction, Ride Comfort,  
Seat, Steering Wheel, Pedals

本論文は、乗り物のシート、ステアリングホイール、ペダル等から人体に伝達される振動を理論的に取り扱っている。乗員に伝達される振動を低減することは、乗り心地や操作性の観点から重要な課題である。前報では人体・シート・ステアリングホイール・ペダル系の連成振動に関する振動モデルの構築、理論式の導出及びシミュレーションシステムを開発した。本報では、計算システムに入力する種々のパラメータの同定を実施した。計算システムによる種々の検討を行った。計算結果は実測結果とよく一致した。計算結果の一部を図表で表している。自動車開発にあたり有益な計算システムとして役立つ。

キーワード：バーチャルリアリティ, シミュレーションシステム, 連成振動, 乗り心地,  
シート, ステアリングホイール, ペダル

### 1. まえがき

人間が乗り物や農業機械, 建設機械などを操作する場合、人間はシート、ステアリングホイール、あ

るいはペダル等に常に接し、これらから人体各部に振動が伝達される。

人体がシート、ステアリングホイール、ペダル等

から受ける振動を低減することは乗り心地及び操作性の観点から重要な課題である。

前報<sup>(1)</sup>では、人体・シート・ステアリングホイール・ペダル系の連成振動を解析し、解析結果をバーチャルリアリティ技術を利用して動画像表示するシミュレーションシステムの構築について報告した。

本報では、システムに入力する人体や車両各部のパラメータの同定を行うことで、システムの計算精度の向上を図り種々の影響を検討する。

## 2. 理論解析

### 2.1 解析モデルと記号

図1、2に解析モデルを示す。人体・シート・ステアリングホイール・ペダル系の解析モデルおよび使用する主な記号は前報<sup>(1)</sup>で報告したとおりである。

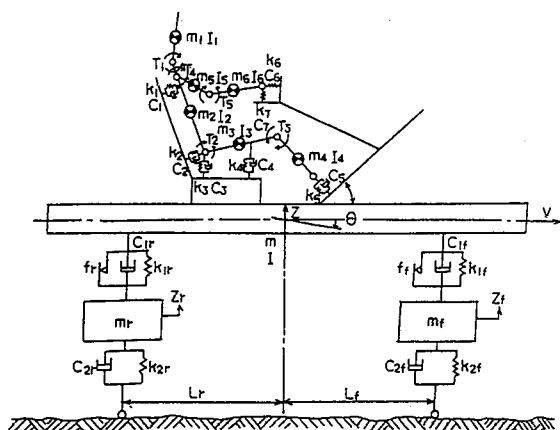


Fig.1 Analytical model (Vehicle-occupant)

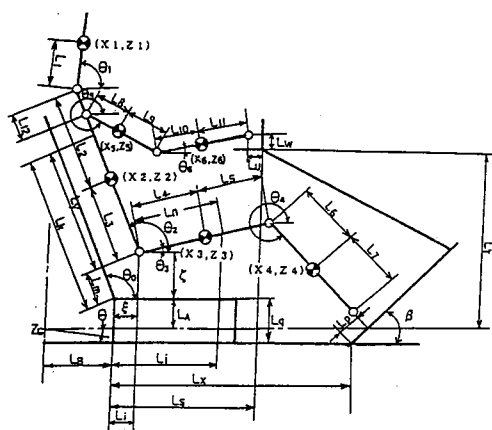


Fig.2 Analytical model (Coordinate system of occupant)

### 2.2 数値解析

数値解析の手法は前報<sup>(1)</sup>のとおりである。系全体の運動エネルギー、ポテンシャルエネルギー、散逸関数および一般力を求め、それらをラグランジュの運動方程式に代入することにより系を支配する連立24元の1階常微分方程式の初期値問題として数値解析する。解法としては、Runge-Kutta法により時間ステップごとの各変数とその微分係数の値を求める。計算さきみ幅は0.0015秒とし、倍精度で数値計算を実施する。周波数応答特性の計算にあたっては、計算する周波数の帯域は1～20Hzとする。各周波数についての計算では、時間ステップごとの各値の二乗平均平方根 (rms 値) をもとめ、その値をその周波数の代表値とする。

### 2.3 路面入力

路面は、前報と同様に $t=0$ で変位及び変位の時間微分が0となるように式(1)の正弦波を考慮する。

$$z(x,t) = (a/2) (1 - \cos 2\pi x/l_s) \quad \dots (1)$$

ここに、 $a$ :全振幅  $l_s$ :波長  $x$ :走行距離

## 3. 計算結果

### 3.1 同定した計算諸元

シミュレーションシステムに入力する人体と車両各部のパラメータの同定結果を以下に示す。

表1は乗員系の諸元を示す。

表1 乗員系の諸元

| 記号       | 数 値                       | 記号       | 数 値                       |
|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| $m_1$    | 5.107 kg                  | $m_2$    | 25.036 kg                 |
| $m_3$    | 11.527 kg                 | $m_4$    | 7.584 kg                  |
| $m_5$    | 7.421 kg                  | $m_6$    | 3.325 kg                  |
| $I_1$    | 0.03365 kg·m <sup>2</sup> | $I_2$    | 0.8138 kg·m <sup>2</sup>  |
| $I_3$    | 0.2041 kg·m <sup>2</sup>  | $I_4$    | 0.1867 kg·m <sup>2</sup>  |
| $I_5$    | 0.1733 kg·m <sup>2</sup>  | $I_6$    | 0.08964 kg·m <sup>2</sup> |
| $L_1$    | 0.155 m                   | $L_2$    | 0.199 m                   |
| $L_3$    | 0.283 m                   | $L_4$    | 0.152 m                   |
| $L_5$    | 0.283 m                   | $L_6$    | 0.291 m                   |
| $L_7$    | 0.128 m                   | $L_8$    | 0.162 m                   |
| $L_9$    | 0.144 m                   | $L_{10}$ | 0.146 m                   |
| $L_{11}$ | 0.190 m                   | $L_{12}$ | 0.055 m                   |

関節部フリクションモーメントは式(2)で示す。

$$T_i \ (i=1,2,\dots,5) = T_{si} + T_{di} \quad \dots (2)$$

$T_{si}$ は関節部のバネ特性を示し、相対角度の関数と

して以下の式で表わせる。

$$(a) \theta_{ui} \geq \theta_i - \theta_{i+1} \geq \theta_{li} \quad (i=1,2,3,5)$$

$$\theta_{ui} \geq \theta_{i-2} - \theta_{i+1} \geq \theta_{li} \quad (i=4)$$

$$T_{si}=0 \quad \dots (3)$$

$$(b) \theta_i - \theta_{i+1} > \theta_{ui} \quad (i=1,2,3,5)$$

$$\theta_{i-2} - \theta_{i+1} > \theta_{ui} \quad (i=4)$$

$$T_{si}=k_{aui} (\theta_i - \theta_{i+1} - \theta_{ui})^2 \quad (i=1,2,3,5)$$

$$T_{si}=k_{aui} (\theta_{i-2} - \theta_{i+1} - \theta_{ui})^2 \quad (i=4) \quad \dots (4)$$

$$(c) \theta_i - \theta_{i+1} < \theta_{li} \quad (i=1,2,3,5)$$

$$\theta_{i-2} - \theta_{i+1} < \theta_{li} \quad (i=4)$$

$$T_{si}=-k_{ali} (\theta_i - \theta_{i+1} - \theta_{li})^2 \quad (i=1,2,3,5)$$

$$T_{si}=-k_{ali} (\theta_{i-2} - \theta_{i+1} - \theta_{li})^2 \quad (i=4) \quad \dots (5)$$

$T_{di}$ は関節部のダンパ特性を示し、相対角速度の関数として以下の式で表わせる。

$$(a) W_i \geq \dot{\theta}_i - \dot{\theta}_{i+1} \geq -W_i \quad (i=1,2,3,5)$$

$$W_i \geq \dot{\theta}_{i-2} - \dot{\theta}_{i+1} \geq -W_i \quad (i=4)$$

$$T_{di}=T_{d, \max i} (\dot{\theta}_i - \dot{\theta}_{i+1}) / W_i \quad (i=1,2,3,5)$$

$$T_{di}=T_{d, \max i} (\dot{\theta}_{i-2} - \dot{\theta}_{i+1}) / W_i \quad (i=4) \quad \dots (6)$$

$$(b) \dot{\theta}_i - \dot{\theta}_{i+1} > W_i \quad (i=1,2,3,5)$$

$$\dot{\theta}_{i-2} - \dot{\theta}_{i+1} > W_i \quad (i=4)$$

$$T_{di}=T_{d, \max i} \quad \dots (7)$$

$$(c) \dot{\theta}_i - \dot{\theta}_{i+1} < -W_i \quad (i=1,2,3,5)$$

$$\dot{\theta}_{i-2} - \dot{\theta}_{i+1} < -W_i \quad (i=4)$$

$$T_{di}=-T_{d, \max i} \quad \dots (8)$$

計算式に用いる  $\theta_{ui}$ ,  $\theta_{li}$ ,  $k_{aui}$ ,  $k_{ali}$ ,  $W_i$ ,  $T_{d, \max i}$  の値を表2に示す。

$c_{lf}, c_{lr}$ はピストンスピードに依存した特性を示すものとする。 $a_f, a_r$ のサスペンション系フリクション力は文献(2)のとおりピストンスピード  $V_f, V_p$  の関数として以下の式で表す。

$$a_f, a_r = F_i \times \tanh(2V_i/X_p) \quad i=f, r$$

$$F_f=215.6N \quad F_r=147.0N \quad X_p=0.01m/s \quad \dots (9)$$

<初期値>

$\theta$ ,  $\theta_0$ ,  $\xi$ ,  $\zeta$ の初期値は以下のとおりとする。

$$\theta = 0.0^\circ \quad \theta_0 = 110.0^\circ \quad \xi = 0.144m \quad \zeta = 0.179m$$

### 3. 2 過渡応答特性

前報と同様に車両が最大高さ0.1m、長さ1mの一

表2 関節部の諸元

| 記号              | 数 値                        | 記号              | 数 値                         |
|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| $\theta_{u1}$   | 40 deg                     | $\theta_{u2}$   | 5 deg                       |
| $\theta_{u3}$   | 120 deg                    | $\theta_{u4}$   | -210 deg                    |
| $\theta_{u5}$   | 0 deg                      | $\theta_{l1}$   | -20 deg                     |
| $\theta_{l2}$   | -120 deg                   | $\theta_{l3}$   | 0 deg                       |
| $\theta_{l4}$   | 0 deg                      | $\theta_{l5}$   | -135 deg                    |
| $k_{au1}$       | 6.41 kg·m/rad <sup>2</sup> | $k_{au2}$       | 16.41 kg·m/rad <sup>2</sup> |
| $k_{au3}$       | 1305 kg·m/rad <sup>2</sup> | $k_{au4}$       | 16.41 kg·m/rad <sup>2</sup> |
| $k_{au5}$       | 1415 kg·m/rad <sup>2</sup> | $k_{al1}$       | 30.0 kg·m/rad <sup>2</sup>  |
| $k_{al2}$       | 6.41 kg·m/rad <sup>2</sup> | $k_{al3}$       | 223.0 kg·m/rad <sup>2</sup> |
| $k_{al4}$       | 6.41 kg·m/rad <sup>2</sup> | $k_{al5}$       | 2830 kg·m/rad <sup>2</sup>  |
| $W_1$           | 20 deg/s                   | $W_2$           | 20 deg/s                    |
| $W_3$           | 20 deg/s                   | $W_4$           | 20 deg/s                    |
| $W_5$           | 20 deg/s                   | $T_{d, \max 1}$ | 1.5 kg·m                    |
| $T_{d, \max 2}$ | 3.6 kg·m                   | $T_{d, \max 3}$ | 1.2 kg·m                    |
| $T_{d, \max 4}$ | 3.6 kg·m                   | $T_{d, \max 5}$ | 1.2 kg·m                    |

表3 シート・ステアリング・ペダル系諸元

| 記号    | 数 値         | 記号    | 数 値         |
|-------|-------------|-------|-------------|
| $k_1$ | 3.92 kN/m   | $k_2$ | 4.51 kN/m   |
| $k_3$ | 39.2 N/m    | $k_4$ | 39.2 kN/m   |
| $k_5$ | 4.92 kN/m   | $k_6$ | 1.23 kN/m   |
| $k_7$ | 1.23 kN/m   | $c_1$ | 784.0 N·s/m |
| $c_2$ | 98.0 N·s/m  | $c_3$ | 98.0 N·s/m  |
| $c_4$ | 98.0 N·s/m  | $c_5$ | 123.1 N·s/m |
| $c_6$ | 98.0 N·s/mm | $c_7$ | 98.0 N·s/m  |
| $L_A$ | -0.140 m    | $L_B$ | -0.171 m    |
| $L_i$ | 0.144 m     | $L_j$ | 0.350 m     |
| $L_k$ | 0.424 m     | $L_m$ | 0.124 m     |
| $L_n$ | 0.372 m     | $L_p$ | 0.064 m     |
| $L_q$ | 0.199 m     | $L_s$ | 0.480 m     |
| $L_t$ | 0.727 m     | $L_u$ | 0.001 m     |
| $L_w$ | 0.001 m     | $L_x$ | 0.707 m     |
| $L_y$ | 0.3 m       |       |             |

表4 車両系諸元

| 記号       | 数 値                       | 記号       | 数 値         |
|----------|---------------------------|----------|-------------|
| $V$      | 18.0 km/h                 | $m$      | 1620.0 kg   |
| $m_f$    | 84.0 kg                   | $m_r$    | 78.0 kg     |
| $I$      | 2218.72 kg·m <sup>2</sup> | $k_{1f}$ | 48.020 kN/m |
| $k_{1r}$ | 445.688 kN/m              | $k_{2f}$ | 392.0 kN/m  |
| $k_{2r}$ | 392.0 kN/m                | $c_{2f}$ | 980.0 N·s/m |
| $c_{2r}$ | 980.0 N·s/m               | $L_p$    | 1.309 m     |
|          |                           | $L_r$    | 1.371 m     |

波長正弦波突起を車速18km/hで走行する場合の過渡応答特性を検討した。

図3は、車体重心、フロントとリアのばね下質量

および上下方向変位のシミュレーション結果を示す。縦軸は変位量、横軸は時間を示す。前報と同様に文献(2)の解析結果と一致し、車体、ばね下質量については妥当な結果が得られている。

図4は、人体各部の上下変位のシミュレーション結果を示す。前報と同様に人体各部の上下変位は車体重心の上下変位に追従して変化する、時間経過とともに減衰する特性を示している。

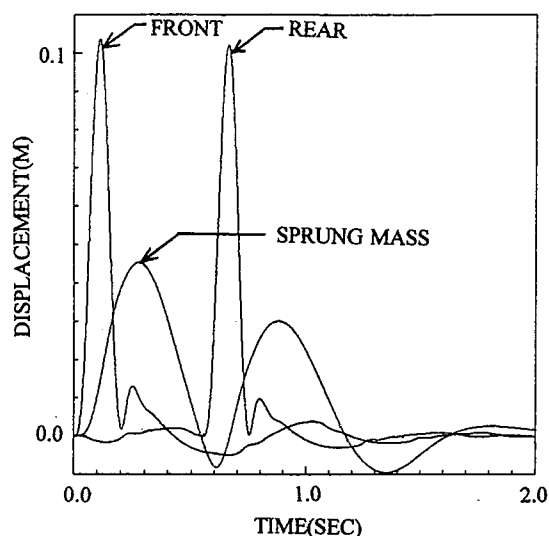


Fig.3 Vertical displacement of vehicle

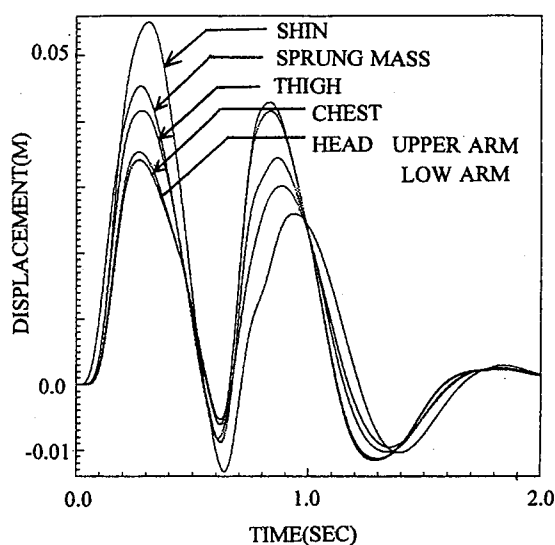


Fig.4 Vertical displacement of occupant

### 3.3 周波数応答特性

前報<sup>(1)</sup>と同様に2~20Hzの周波数帯域で全振幅3mmの正弦波加振を車体に加えた場合を検討した。

図5に実測結果を示す。横軸は周波数、縦軸は人体各部の加速度を車体重心の加速度で除した加速度

比を示す。

図6は、同定した人体と車両各部パラメータによるシミュレーション結果を示す。横軸は周波数、縦軸は人体各部の加速度を車体重心の加速度で除した加速度比を示す。実測結果とシミュレーション結果は、共振周波数および加速度比のピークがほぼ一致することから同定した各パラメータの妥当性が確認できる。

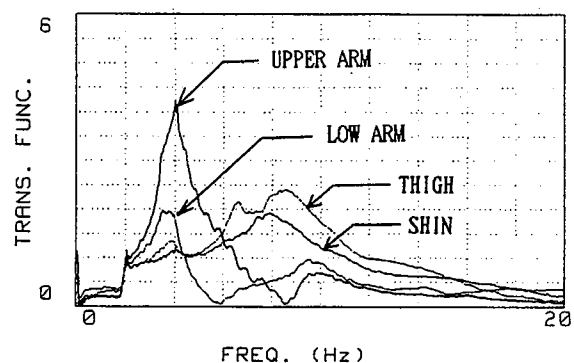


Fig.5 Experimental results

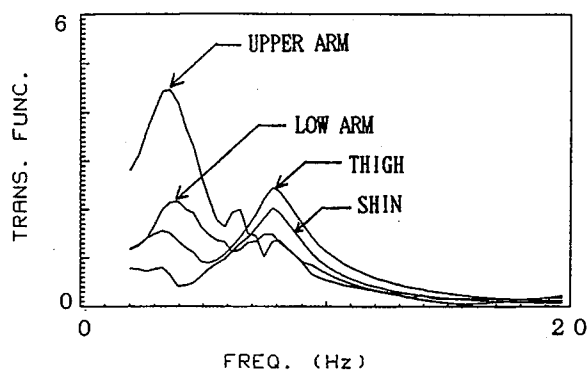


Fig.6 Analytical results

### 4. あとがき

本研究では、システムに入力する人体および車両各部のパラメータの同定を行うことでシステムの計算精度の向上を図った。本研究により得られた結果をまとめると次のとおりである。

- (1) 同定した各パラメータを使用して、過渡応答特性および周波数応答特性について検討した。過渡応答特性については、前報と同様に良好な計算結果が得られた。周波数応答特性については、前報では一致していなかった共振周波数および加速度比のピーク値がほぼ一致した。検討結果から同定したパラメータの妥当性が検証できた。
- (2) 今後の課題としては、同定したパラメータによる検討を今回使用した以外のより多くの実測デー

タにも適用してその精度を向上させることが考えられる。

#### 参考文献

- (1) 上杉・西山, 広島市工業技術センター年報第10巻, 53-58.
- (2) 西山, 日本機械学会論文集, 59-568, c (1993), 3613-3621.

# DSP の計測制御への応用に関する研究

田中 秀樹

## Research on Application of DSP to the Measuring Control

Hideki TANAKA

With the advancement of industry, the control unit of the various devices need the high capability of information processing. The speed-up of processing speed is demanded of the industrial world. The industrial world solves the problem by using the processor which uses a high-speed general-purpose processor for control unit or has a specific function. The digital signal processor is attracting a great deal of attention in processors.

Our purpose is the development of the measuring board that used the digital signal processor. And our purpose is the company support by accumulated the design technology and accumulated programming technology. And this year, finished design of the measuring board, and then we made program of the Wavelet transform that uses it for vibration measuring.

Key Words: Measuring Board, Signal Analysis, Digital Signal Processor, Wavelet Transform

産業の高度化に伴い、様々な機器の制御部において高い情報処理能力が要求されている。この高速化要求へは、制御部に高速の汎用プロセッサや特定機能に特化したプロセッサなどを使用し対応している。これらのプロセッサで特に注目を集めているのはデジタル・シグナル・プロセッサである。

このデジタル・シグナル・プロセッサを使用した計測ボードを開発し、蓄積した設計技術やプログラミング技術を企業に普及することを目的とする。そして本年度は、計測ボードの設計を終了し、また振動計測に利用するウェーブレット変換プログラムを作成した。このボードの概要とプログラムで振動解析を行った結果を報告する。

キーワード：計測ボード、信号解析、デジタル・シグナル・プロセッサ、ウェーブレット変換

### 1 はじめに

産業の高度化に伴い、高い情報処理能力を必要とする機器が増加している。例えば、ハードディスクにおいては大容量化、高密度化、アクセス時間の短縮などに高速制御が必要である。また、エンジンにおいては低公害対策のために燃料噴射、点火時期の高速制御が必要である。さらにモデムや携帯電話などにおいては、大量のデータ転送能力が要求され、より高速な変調・復調やデータ圧縮・符号化処理が

必要となっている。

そのため、高速の汎用プロセッサや特定機能に特化した専用プロセッサなどを使用して処理の高速化に対応している。この専用プロセッサの一つに信号処理能力に特化したデジタル・シグナル・プロセッサ（以後DSPとする）<sup>(1), (2)</sup> がある。

DSPは積和演算を高速に行えることから、近年では携帯電話、モータの制御、自動車の制御、オーディオ・ビジュアル機器など多くの機器に利用されて

いる。しかし、応用範囲が広がっているにもかかわらず、DSPについての技術的な情報源が少なく、企業への普及は進んでいない。

そこで、DSPボードや蓄積したDSP設計技術やDSPプログラミング技術を広く企業へ普及することを目的に、音声や振動などの信号解析を可能とするDSP計測ボードを開発した。

そして、DSP計測ボード設計が終了し、振動計測<sup>(3)</sup>に利用するウェーブレット変換プログラムを作成したので報告する。

## 2 DSP計測ボードの概要

音声や振動などの信号解析<sup>(4)</sup>に必要な機能を満たす計測ボードを設計した。このボードの機能を次に示す。

- ・ 20kHz以上の周波数帯域を持つ
- ・ 100kHzのサンプリング周波数を持つ
- ・ リアルタイムで信号解析が可能
- ・ ボード単体で動作が可能
- ・ ホストコンピュータからボードの制御が可能
- ・ C言語でプログラム開発が可能
- ・ オンボードデバッグが可能

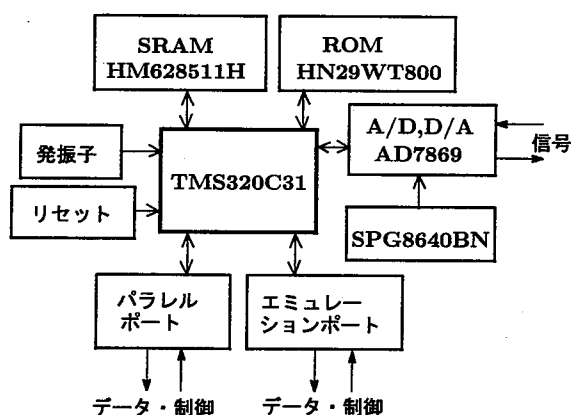


図1 DSP計測ボードのブロック図

設計したDSP計測ボードのブロック図を図1に示す。またDSP計測ボードの回路構成概要を次に示す。

クロック回路とリセット回路について、DSP (TMS320C31) のクロック回路には、50MHzの水晶発振器を使用した。またリセット回路により、計測ボード単体での再起動を可能とする。

次にメモリ回路について、TMS320C31は内蔵する

RAMの容量は2k×32bitと少ないため、高機能な解析・制御やC言語による開発は厳しい。そこで512k×32bitのRAM (HM628511H) を搭載した。さらに、ROMを内蔵していないため512k×16bitのROM (HN29WT800) を搭載した。

データや制御などの入出力回路について、計測データの入出力用にTMS320C31と簡単に接続可能な14bitのA-D, D-Aコンバータ (AD7869) を使用した。ここで、プログラマブル水晶発振器 (SPG8640BN) はA-D, D-Aコンバータのサンプリング周波数設定用に使用した。

また、パラレルプリンタポートを使ったホストコンピュータからのボード制御、プログラム転送、データの送受信のためにドライバ回路を用意した。さらに、エミュレータとのデバックを可能とするためエミュレータ用コネクタを用意した。

### 2.1 DSP

DSPにはテキサスインスツルメンツ社32bit浮動小数点汎用プロセッサTMS320C31--50MHz<sup>(5)</sup>、<sup>(6)</sup>を使用した。

表1 TMS320C31-50MHzの特徴

|                         |
|-------------------------|
| 50MFLOPS, 25MIPSの演算速度   |
| 24bit整数、32bit浮動小数点の乗算器  |
| 32bitの命令、データ・バス         |
| 24bitのアドレス・バス           |
| 16M 32bitワードのアドレス空間     |
| 64×32bitの命令キャッシュ        |
| 2k 32bitの内蔵RAM          |
| 8, 16, 32bitの可変のシリアルポート |
| DMAコントローラ               |
| ブートローダ機能                |

このTMS320C31--50MHzの特徴をまとめたものを表1に示す。

TMS320C31は、32bit浮動小数点演算を単一マシンサイクルで実行可能である。また、レジスタ・ベースのアーキテクチャを採用しており、28個のレジスタ全てを汎用レジスタとして使用できる。また、内部メモリにアクセスするためのバスをプログラム、データ、DMAそれぞれ独立に有する。また、プログラム、データ、I/O空間はメモリ空間に割りつけられる。さらに、ホストコンピュータからDSPの制御を

行うマイクロ・プロセッサ・モードとDSP単体で起動が可能なマイクロ・コンピュータ・モードの任意に切り替え可能な2種類のモードを有する。そして、マイクロ・コンピュータ・モードには起動時の設定により自動的にプログラムをロードし、実行可能なブートローダ機能を有する。その上、最適化Cコンパイラが用意されているため、C言語でのソフトウェア開発が可能である。

## 2.2 記憶回路

TMS320C31はSRAMを内蔵するが、より高精度・高機能な解析・制御およびC言語によるソフトウェア開発のため外部に512k×32bitのSRAMを搭載した。このSRAMには、TMS320C31とノーウェイトでアクセスが可能となるメモリを選択した。TMS320C31のデータ長は32bitでHM628511Hは8bitであるためRAMを4個使用した。

一方、TMS320C31はROMを持っておらず、ボード単体での起動のために512k×16のフラッシュROMを外付けする。ここで、TMS320C31のブートローダ機能はブート用プログラムのデータ形式として8,16,32bit長から任意に選択可能であるため、本研究ではデータ長が16bitのROMを使用した。

計測ボードのメモリマップは、アドレスデコードによりアドレス空間の0h～7FFFFhにRAMを、400000h～43FFFFhにROMを割り当てた。ここで、マイクロ・コンピュータ・モードにおいて、プログラムのロードはメモリ空間上にマッピングされている1000h,400000h,0FFF000hから行える。(7) - (12)

## 2.3 入出力回路

データの入出力には付加回路なしでTMS320C31のシリアルポートに接続可能である14bitのワンチップA-D,D-Aコンバータ<sup>(13)</sup>を使用した。AD7869はクロック周波数を可変することで100kHzまでのサンプリングを任意に設定できる。

図2にAD7869<sup>(14)</sup>のアーキテクチャの概要を示す。また、表2にAD7869の電気特性を示す。

PC/AT互換機の実機コンピュータの平行ポートと計測ボードとを接続し、マイクロ・プロセッサ・モード時に実機コンピュータからプログラムロードやデータの送受信を行うためのインターフェース回路を設計<sup>(15)</sup>した。

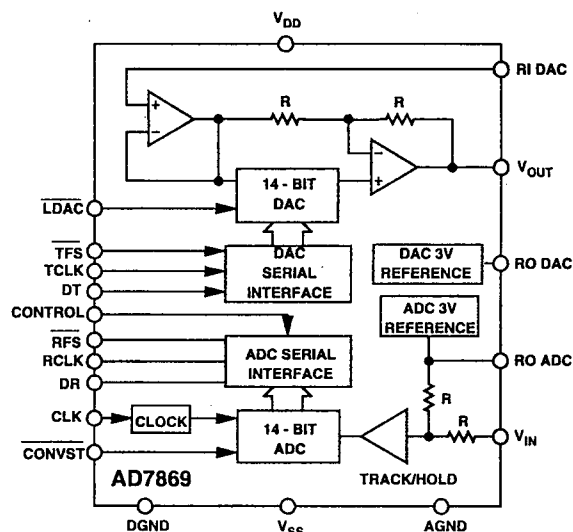


図2 AD7869のブロック図

表2 AD7869の電気的特性

| 項目      | AD部   | DA部   |
|---------|-------|-------|
| 全調波ひずみ率 | -86dB | -86dB |
| S/N比    | 78dB  | 78dB  |
| 入力電圧    | ±3V   | —     |
| 出力電圧    | —     | ±3V   |

また、TMS320C31はプロセッサを実装したまま回路デバッグを可能とするエミュレータに対応している。そこでエミュレータとボードとの接続を可能とするエミュレータ用回路を設計した。

## 3 信号解析

設計したDSP計測ボードを振動解析に使用するためには、信号解析プログラムの作成が必要である。本研究において信号解析の新しい方法として近年特に注目されている、ウェーブレット変換を使用することにした。

ここでは、ボードにプログラムを実装する準備として、パーソナルコンピュータ上でウェーブレット変換プログラムを作成した。そして実測した振動データについてウェーブレット変換を行いプログラムの検証を行った。

### 3.1 ウェーブレット変換

信号 $f(x)$ を時間と周波数の両面からとらえることを時間周波数解析という。<sup>(16) - (18)</sup> 周波数成分を検出する方法としては、フーリエ変換が広く使われ

ている。しかし、フーリエ変換では信号を正弦波の重ね合わせとして表現するため、信号の急激な変化点の解析には不向きである。一方、ウェーブレット変換は簡単に言えば基本となる関数 $\psi$ （マザーウェーブレット）を平行移動と伸縮の操作を施したものである。このため時間と周波数の分析が可能となる。

ところで、ウェーブレット変換では信号 $f(x)$ の離散的情報しか利用できず、また情報に雑音が含まれていることもあるため、信号 $f(x)$ の形状に応じた適切なスケーリング関数の選択が重要となる。そこで本研究では、スケーリング関数が簡単で滑らか、窓の大きさが適当など、多くの望ましい性質を持つカーディナルBスプライン・ウェーブレットを使用した。

$m$ 階（ $m-1$ 次）のカーディナルBスプライン $N_m(x)$ のツー・スケール関係は切片ベキ関数を使って次式で表わされる。

$$N_m(x) = \frac{1}{(m-1)!} \sum_{k=0}^m (-1)^k \binom{m}{k} (x-k)_+^{m-1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

また、マザー・ウェーブレットは次式で表わされる。

$$\psi N_m(x) = \sum_{k=0}^{3m-2} q_k N_m(2x-k) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで $q_k$ は、

$$q_k = \frac{(-1)^k}{2^{m-1}} \sum_{l=0}^m \binom{m}{l} N_{2m}(k+1-l), \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$k=0, 1, \dots, 3m-2$$

である。

### 3.2 実験

舗装道路などの路面を切る機械としてロードカッタがある。このロードカッタのアイドリング時の振動を加速度計で計測し、多チャンネルFFTアナライザ（DS-9100）で離散データ化した。このときのサンプリング周波数は400Hz、データ個数は2048、計測時間は約4秒である。

この振動データをパーソナルコンピュータ（GATE-WAY2000 GP-333）に取り込み、ウェーブ

レット変換を行った。カーディナルBスプラインの階数を4とし、Borland C++でプログラムを作成した。

図3は、変換前のロードカッタの振動波形の総データ数2048のうち最初から500までを表示したものである。

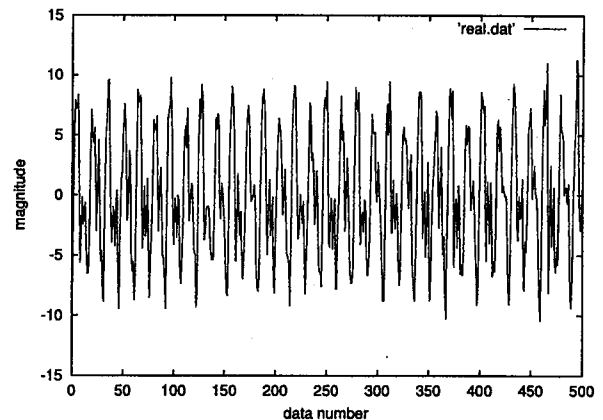


図3 振動波形

図のように波形周期は比較的安定しているが、振動波形が乱れている。この波形の乱れの原因としては、ロードカッタの共振やロードカッタについた車輪、また制振目的でブッシュを介してエンジンが支持されていることなどの複雑な要因によるためと考えられる。また、サンプリング歪みも含まれているものとする。

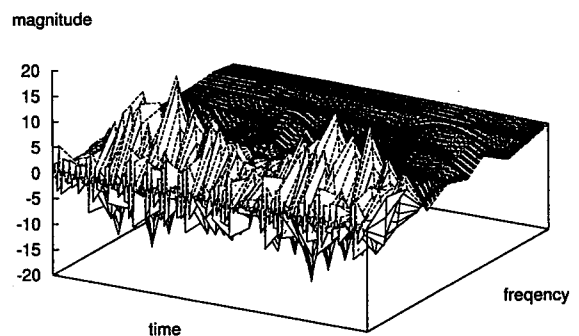


図4 ウェーブレット変換波形

ロードカッタ振動波形に対しウェーブレット変換プログラムを実行した結果を図4に示す。

この結果、ある時間に注目した場合、波形の変動がみられる周波数は限られている。また、時間が経過してもこの傾向は変わらない。一方、周波数に注目すると時間の経過とともに振幅が変化している。

これらのことからロードカッタの振動は、大部分が周波数の近い波から構成され、さらに時間による周波数変動をしていることが確認できる。

#### 4 おわりに

本研究で計測ボードの設計および信号解析ソフトウェアを開発した。信号解析ソフトウェアは計測ボードでの実行を前提としているが、計測ボードと同時に開発を進めるためパーソナルコンピュータで開発した。計測ボードにはDSPと呼ばれる信号処理に特化したプロセッサを使用した。また、信号解析アルゴリズムにはウェーブレット変換を使用した。

そして、開発信号解析プログラムを使用し、実測振動データに対する時間周波数解析を行った。

DSP計測ボードについては、現段階のメモリアクセスはウェイトをかけた設計となっている。この理由としては、DSPのクロック周波数が50MHzであるため、アドレスデコード回路で発生する遅延時間とメモリのアクセス時間がプロセッサのメモリサイクル時間を越えるためである。

そこで、今後はボードを試作し回路デバッグを行った上で、メモリアクセスが最小のウェイトとなるように回路を修正する。そして、データ解析だけでなく制御も可能となるようにボードを改良する。また、現在ではホストコンピュータとボードとのデータ通信プログラムがないため、パラレルポートを介したデータ通信を行うソフトを作成する。

一方、信号解析プログラムの今後の課題として次の事柄が考えられる。修正の必要な箇所について検討し完成度の高いウェーブレット変換プログラムとする。また、現在パーソナルコンピュータで実現しているプログラムを計測ボード用に移植する。そして、処理速度の要求される部分をアセンブリ言語で記述する。

#### 参考文献

- (1) 瀬谷啓介, DSP プログラミング入門, 日刊工業新聞社, 1996.
- (2) 日本テキサス・インスツルメンツ, 入門DSPのすべて, 技術評論社, 1998.
- (3) 日本機械学会, 振動・騒音計測技術, 朝倉書店, 1985.
- (4) 石田義久・鎌田弘之, デジタル信号処理のポインタ, 産業図書, 1989.
- (5) TMS320C3x デジタル・シグナル・プロセッサ ユーザーズ・マニュアル, 日本テキサス・インスツルメンツ, 1997.
- (6) TMS320C3xDSP スタータ・キット ユーザーズ・ガイド, 日本テキサス・インスツルメンツ, 1996.
- (7) 小林芳直, デジタル回路テイクオフ指南, CQ出版, 1990.
- (8) 猪飼國夫・本多中二, 定本デジタル・システムの設計, CQ出版, 1990.
- (9) 林善雄・常田晴弘, マイコン・システム設計ノウハウ, CQ出版, 1985.
- (10) トランジスタ技術 SPECIAL No.49, CQ出版, 1995.
- (11) トランジスタ技術 1996年2月号, CQ出版, 1996.
- (12) トランジスタ技術 1997年5月号, CQ出版, 1997.
- (13) トランジスタ技術 SPECIAL No.39, CQ出版, 1993.
- (14) Complete, 14-Bit Analog I/O System AD7869 Datasheets, ANALOG DEVICES, 1996.
- (15) トランジスタ技術 1995年10月号, CQ出版, 1995.
- (16) 榊原進, ウェーブレットビギナーズガイド, 数理化学, 1995.
- (17) チャールズ K チュウイ, ウェーブレット入門, 東京電機大学出版局, 1993.
- (18) チャールズ K チュウイ, ウェーブレット応用, 東京電機大学出版局, 1997.

# 構造一流体一伝熱系連成解析システムに関する研究 (非定常不規則波を受ける構造一流体系の連成解析)

古谷 薫

## The Study about the Structure - Fluid - Heat Transfer Coupled Analysis System (The Analysis of the Structure-Fluid Coupled Problem which Receives an Unsteady Random Wave)

Kaoru FURUTANI

A lot of equipments which applied fluid are loaded into the structures such as the mechanical appliance for the transportation and the architecture one which is represented by the car, the airplane, the rocket and so on. When these equipments vibrate, fluid inside the equipment causes vibration and it gives the equipment power and causes resonance.

In this paper, it analyzed that the structure - fluid coupled problem of the sloshing ( the liquid surface vibration ) phenomenon in the vibration of the structure which receives an earthquake wave and the rectangular container and it looked for the transient response and the control effect.

Keywords : Structural Analysis, Fluid Analysis, Unsteady- Random Wave

自動車、飛行機、ロケットなどに代表される輸送用機械器具や建築物等の構造物には流体を応用した機器が多く搭載されている。これらの機器が振動すると、これに連成して機器内部の流体が振動を起し、機器に力を与えたり、共振を起したりする。

本研究では、構造物振動緩衝効果について検討を行うため、地震波を受ける構造物の振動と矩形容器内のスロッシング（液面振動）現象の構造一流体連成問題について解析を行い、過渡応答及び制振効果を求めた。

キーワード：構造解析，流体解析，非定常不規則波

### 1. 緒 言

自動車、飛行機、ロケットなどに代表される輸送用機械器具や建築物等の構造物には流体を応用した機器が多く搭載されている。

これらの機器が振動すると、これに連成して機器内部の流体が振動を起し、機器に力を与えたり、共振を起したりする。

一方、流体の振動により発生する慣性力を有効的に利用すると、構造物の制振装置として役立つこ

とが可能である。

本研究では、構造物振動緩衝効果について検討を行うため、地震波を受ける構造物の振動と矩形容器内のスロッシング（液面振動）現象の構造一流体連成問題について解析を行い、過渡応答及び制振効果を求めた。

解析法は、構造物の振動には、直接積分法を用い、また、矩形容器内のスロッシング（液面振動）には液面位置を容器底面からの高さで表す高さ関数法及

び境界適合座標を用いて計算を行った。

## 2. 理論的解析

本報で用いる主な記号とその意味は次のとおりとする。

主な記号

$x$  : 水平方向の座標

$y$  : 鉛直方向の座標

$\xi$  : 境界適合座標における  $x$  方向の座標

$\eta$  : 境界適合座標における  $y$  方向の座標

$u$  :  $x$  方向速度

$v$  :  $y$  方向速度

$\nu$  : 動粘性係数

$p$  : 圧力

$\rho$  : 密度

$g_x$  :  $x$  方向重力加速度

$g_y$  :  $y$  方向重力加速度

$w$  : 容器の横幅

$h$  : 液体表面の高さ

$L_x$  : 容器右端の  $x$  座標

$m$  : 質量

$k$  : ばね定数

$c$  : 減衰係数

$x_s$  : 支点の加振による変位量

$x_d$  : 水平方向の相対変位

$x'$  : 質点と支点の相対変形量

### 2. 1 容器内流体のスロッシング

加振容器内流体のスロッシング現象は自由表面流れ問題と呼ばれ、この流れの現象は、境界の一部が未知でしかも時々刻々と変化する代表的な移動境界問題と考えられる。

自由表面の形状が流れに応じて時間的に変化する移動境界問題であり、流れ場を表面形状の変化と連成させて解く必要がある。

移動境界問題の解法としては多くのものが提案されているが、本報では Euler 法の一つである高さ関数 (height function) 法を用いる。

高さ関数法では、自由表面 (移動境界) の高さを、基準線 (面) に沿った位置の関数として、ある基準線 (面) からの距離によって定義する。自由表面高さを  $f$  とすると、自由表面形状  $h$  は、 $h=f(x,t)$  で表

すことができる。(1)

### 2. 2 構造部の振動

流体振動を応用した制振装置を有する構造物が地震波を受ける場合を考える。

地震波には、近年甚大な被害をもたらした兵庫県南部地震のものを使用する。

このとき構造物は、地震波を受ける支点の移動による振動と、流体の振動に起因する慣性力が質点に作用することによる振動の両者が互に関係する。

本報では、支点の移動による振動と流体の慣性力による振動を互いに解くことにより構造物の振動を計算し容器内流体振動の制振効果を求める。

### 2. 3. モデル化

#### 2. 3. 1 容器内流体のスロッシング

幅  $w$  の矩形容器の中に高さ  $h$  の流体が入った状態を考える。

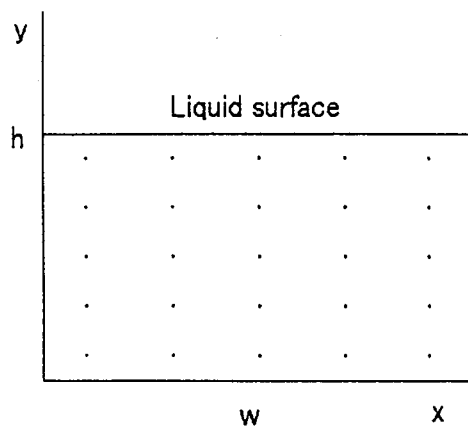


図1 解析モデル (液体の入った容器部)

#### 2. 3. 2 構造部の振動

高さ  $H=4\text{m}$  の1階建ての建物を考える。

柱は4本で鉄筋コンクリート製、断面は  $30\text{cm} \times 30\text{cm}$  の正方形断面とする。

このとき、質量  $m$  は  $6.6 \times 10^4 \text{kg}$ 、ばね定数  $k$  は  $1.043 \times 10^7 \text{Nm}$ 、減衰係数  $c$  は  $1.65924 \times 10^5 \text{Ns/m}$  となる。

### 2. 4. 基礎方程式および境界条件

#### 2. 4. 1 容器内流体のスロッシング

二次元非圧縮流体の場合、一般座標における基礎方程式は以下の通りである。

連続の式 
$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

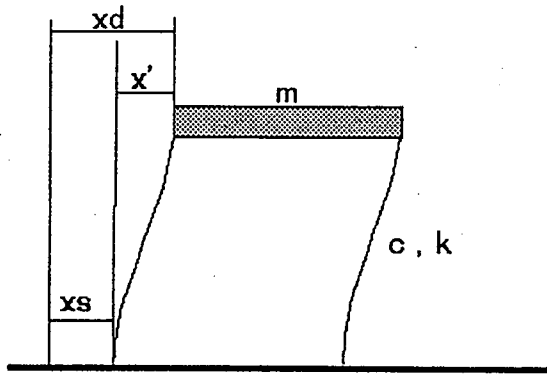


図2 解析モデル (構造部)

運動方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial x} + v \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + g_x \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial y} + v \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + g_y \quad \dots\dots\dots (3)$$

ただし  $\nu = \mu / \rho$

ここで、移動境界問題の解析方法に適合境界法を用いるため、一般座標  $(x, y, t)$  から境界適合座標  $(\xi, \eta, \tau)$  へ座標変換を行う。さらに、移動境界となる液体の表面形状を容器底面からの高さ  $h=f(x, t)$  を用いて高さ方向座標を表し座標変換を行うと次式となる。(2)

$$\tau = t \quad \xi = x \quad \eta = f(x, t) \quad \dots\dots\dots (4)$$

より

$$\text{連続の式} \quad \frac{\partial}{\partial \xi} (hu) + \frac{\partial}{\partial \eta} (v - \eta \frac{\partial h}{\partial \xi} u) = 0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

運動方程式

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} + u \frac{\partial v}{\partial \xi} + \left( v - \eta \frac{\partial h}{\partial \xi} u - \eta \frac{\partial h}{\partial \tau} \right) \frac{h}{1} \frac{\partial u}{\partial \eta} = - \left( \frac{\partial P}{\partial \xi} - \frac{\eta}{h} \frac{\partial h}{\partial \xi} \frac{\partial P}{\partial \eta} \right) + \nu \Delta u + g_x \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} + v \frac{\partial v}{\partial \xi} + \left( v - \eta \frac{\partial h}{\partial \xi} u - \eta \frac{\partial h}{\partial \tau} \right) \frac{h}{1} \frac{\partial v}{\partial \eta} = - \frac{1}{h} \frac{\partial P}{\partial \eta} + \nu \Delta v + g_y \quad \dots\dots\dots (7)$$

ただし

$$\Delta \phi = \frac{\partial^2 \phi}{\partial \xi^2} + \frac{1}{h^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \eta^2} - 2 \frac{\eta}{h} \frac{\partial h}{\partial \xi} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \xi \partial \eta} - \frac{\eta}{h} \frac{\partial^2 h}{\partial \xi^2} \frac{\partial \phi}{\partial \eta} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここで、境界条件は液面 ( $\eta = 1$ ) において、

$$P = -\frac{\sigma}{\rho} \frac{\partial^2 h}{\partial \xi^2} + 2\nu \left\{ \frac{1}{h} \frac{\partial v}{\partial \eta} - \frac{\partial h}{\partial \xi} \left( \frac{1}{h} \frac{\partial v}{\partial \eta} + \frac{\partial v}{\partial \xi} \right) \right\}$$

$$\frac{1}{h} \frac{\partial u}{\partial \eta} = -\frac{\partial v}{\partial \xi} + \frac{\partial h}{\partial \xi} \left( 2 \frac{\partial v}{\partial \eta} - \frac{1}{h} \frac{\partial v}{\partial \eta} \right)$$

底面 ( $\eta = 0$ ) において、

$$u = 0, \quad v = 0, \quad \frac{\partial P}{\partial \eta} = h g_x$$

側面 ( $\xi = 0, L_x$ ) において、

$$u = 0, \quad v = 0, \quad \frac{\partial P}{\partial \xi} = 0, \quad \frac{\partial h}{\partial \xi} = 0 \quad \text{となる。}$$

## 2. 4. 2 構造部の振動

質点に外力が作用する場合の運動方程式は、

$$m \frac{dx^2}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = F(t) \quad \dots\dots\dots (9)$$

で表されるが、

基礎加振の場合には、支点の移動量をとし、質点と支点の相対変形量  $x' = x_d - x_s$  を用いると、

$$m \frac{dx'^2}{dt^2} + c \frac{dx'}{dt} + ku = - \frac{d^2}{dt^2} x_s(t) \quad \dots\dots\dots (10)$$

で表すことができる。

ここで、境界条件は、 $t=0, x_d=0$  において、 $dx_d / dt = 0$  となる。

## 3. 計算結果

### 3. 1 構造物の地震波応答

ここでは、時間刻み  $\Delta t$  を 0.01s、最大加速度  $100\text{cm/s}^2$  として計算した。構造物の地震波応答の様子を以下に示す。単位は、N, cm, s とした。

### 3. 2 構造物の上部に液体の入った容器を付けた場合

液体のスロッシング現象による慣性力が発生する。構造物の振動と容器内流体の振動を連成させることにより、液体のスロッシング現象により発生する慣性力の制振効果について解析を行った。

地震波による構造物の変位、加速度、速度及び構

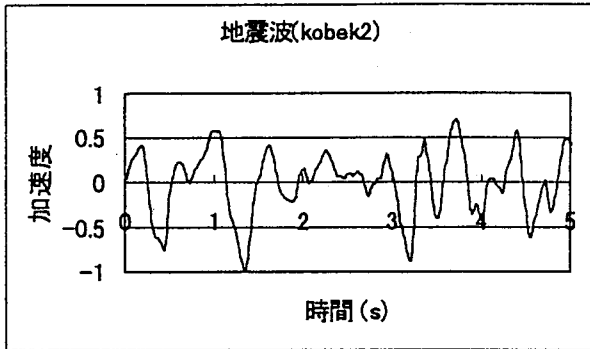


図3 神戸地震の地震波

造部の振動により発生する慣性力、液面高さの時間変化の様子を示す。

この結果から、変位、加速度、速度がともに低減していることから、流体の振動による制振効果が確認できる。

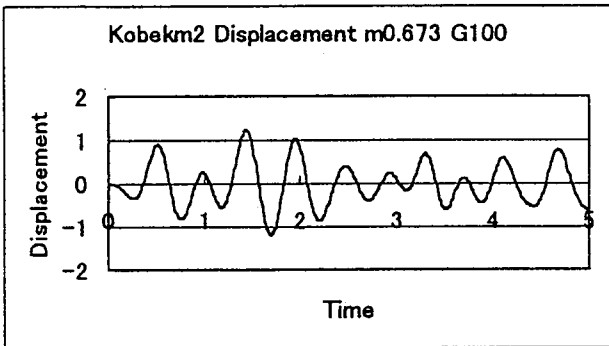


図4 変位

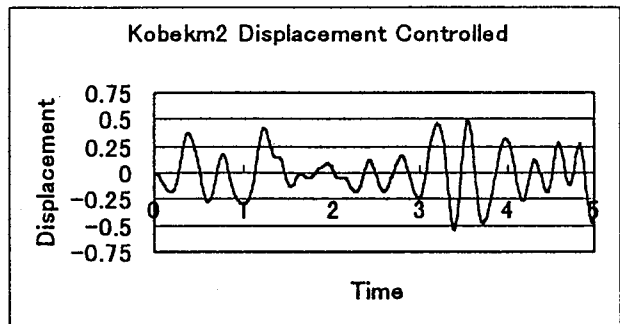


図7 変位

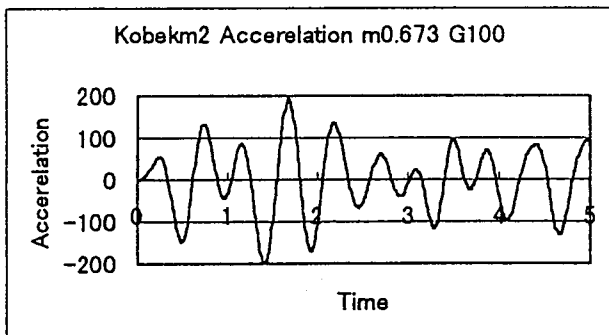


図5 加速度

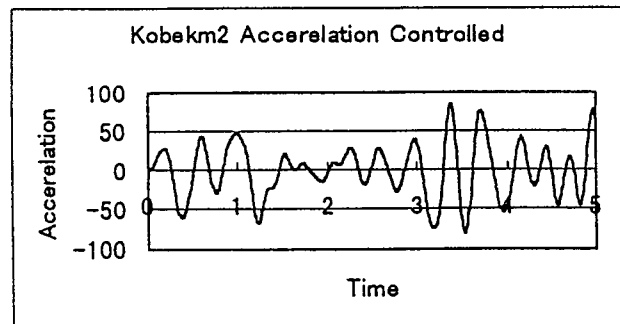


図8 加速度

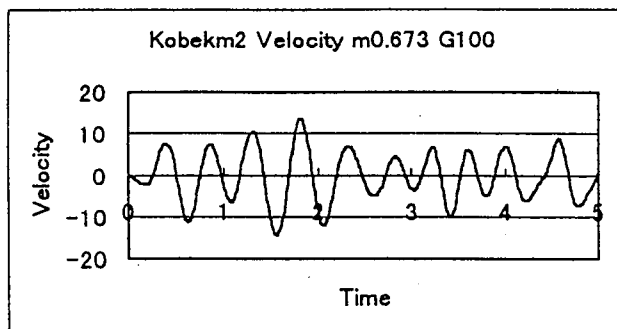


図6 速度

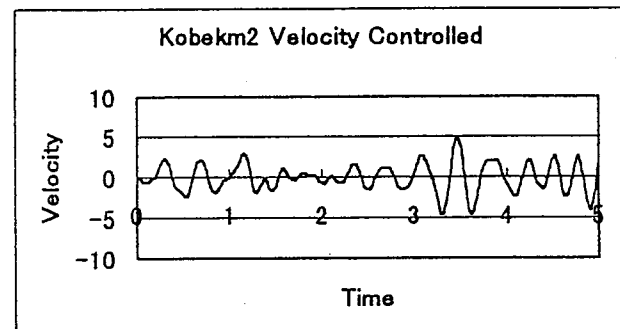


図9 速度

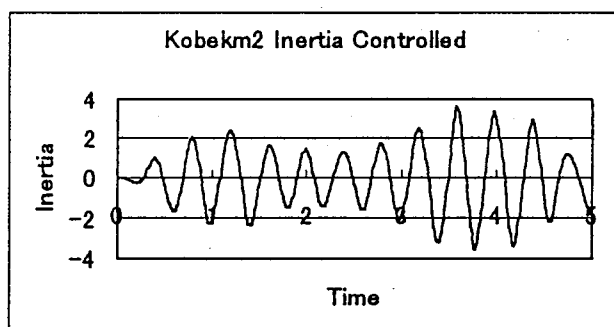


図10 慣性力

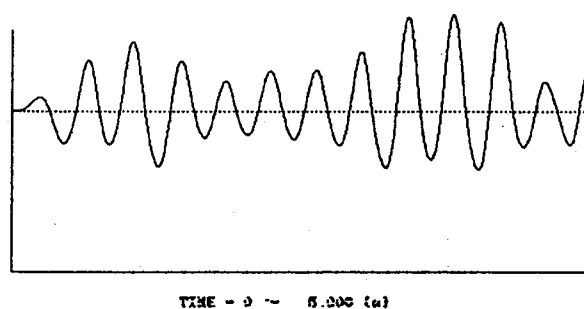


図11 左壁面における液面高さの時間変化

#### 4. 結 言

本研究では、非定常不規則波（地震波）を受ける構造、流体の連成問題の解析を目的として、1自由度の構造物の振動と2次元矩形容器内流体のスロッシング現象の連成解析シミュレーションシステムを作成した。地震波加振に対する構造物の過渡応答と流体の入った容器を有する構造物の過渡応答の比較を行い、制振効果が得られることが明らかになった。

今後の課題としては、多自由度の構造物の場合、流体液面振動が1個の関数で表すことができない場合への応用について研究を進める必要がある。

#### 文 献

- (1) 矢川 元基, 計算力学 [IV], p.11, (1995), 養賢堂.
- (2) 河村 洋, 土方 邦夫, 熱と流れのシミュレーション, p.81-82, (1997), 丸善.

# 鋳物廃砂等の有効活用に関する研究 (吸音特性に関する考察)

山口 研二, 中村真知也, 上杉 憲雄

## Research on Effective Use such as Waste Sand Used Foundry Industry (Consideration concerning Characteristic of Absorbing Sound)

Kenji YAMAGUCHI, Machiya NAKAMURA and Norio UESUGI

Industrial wastes such as useless sand, dust collection and slaggy, which are generated from the article of cast metal factory, is used for the cement raw material and the road board material. However, it is a fact that effective use for many of them is not achieved. The binder and water were added to those powders to achieve effective use such as unnecessary sand and the dust collection generated in the shot process among the generated wastes and a new compact material was developed. The characteristics of absorbing sound of this new material was experimentally investigated.

Key words ; Article of Metal Abolition Sand, Dust Collection, Acoustic Absorption Coefficient, Effective Use

鋳物工場から副生する廃砂、集じんダスト、スラグ等の産業廃棄物は、セメント原料、路盤材料に利用されているが、その多くは有効活用が図られていないのが実状である。

副生する廃棄物のうち、ショット廃砂、集じんダストの有効活用を図るため、その粉体にバインダーと水を添加し、攪拌して材料を調整し、成形体の作成を行った。この成形体の吸音特性について検討したところ吸音効果が認められた。

キーワード；鋳物廃砂、集じんダスト、吸音率、有効活用

### 1 はじめに

鋳物工場から副生する鋳物廃砂、集じんダスト、スラグ等の廃棄物は、社団法人日本鋳物工業会の試算によると銑鉄鋳物製品製造量1,000kg当たり500kg程度発生するとしている。これら廃棄物は、セメント原料、路盤材に有効活用<sup>(1)(2)</sup>されているものの多くは埋立処分されている。また、近年、最終処分場の減少と処理コストの高騰から、これらの有効活用が求められている。これまで、有効活用に関する研究には、再生利用<sup>(3)~(5)</sup>、セメント材料<sup>(6)</sup>、アルミノケイ酸塩の合成<sup>(7)</sup>等があるが、吸音材料への適応性については検討されていない。本研究は、鋳

物廃砂及び集じんダストを多量に有効活用する分野として、吸音材料への応用を選定し、その特性を実験的に評価して、その適応性を検討した。

### 2 実験

#### 2.1 材料

鋳造工程に生型法でベントナイト等の粘活剤を使用する鋳物工場から副生するショット廃砂及び集じんダストの2種類を実験材料として選定した。

#### 2.2 材料調整

ショット廃砂及び集じんダストは、バインダーを配合しないと成形性が劣るため、各々0.5kgにバイ

ンダーのデキストリン0.5kgと水0.5kgを加え、ダルトン製XAMV攪拌機を使用して、回転数60rpm及び攪拌時間10分の条件で、成形材料の調整を行った。

### 2. 3 試験片の作成

外径 $\phi$  90mm、高さ10～40mmの円筒型に調整した材料の一定量を挿入し、圧縮成型機を用いて試験片の作成を行った。

### 2. 4 焼結試験片の作成

吸音機構は、物質中の空孔に含まれる空気粘性<sup>(8)</sup>に依存するといわれており、機械的強度が得られる焼結状態の吸音率評価も行うため、焼結試験片の作成を行った。試験片の焼結温度は、1,100℃、1,200℃及び1,250℃とした。昇温速度は10℃/min、脱脂時間は500℃で2時間、各々最高焼結温度での保持時間は1時間とした。降温は各々4時間で室温とした。

### 2. 5 吸音率測定

吸音率の測定は、JISA1405<sup>(9)</sup>の「管内法による建築材料の垂直入射吸音率測定法」に準拠し、電子機器(株)製吸音管自動化システムを用いた。

## 3 実験結果及び評価

### 3. 1 材料の性状

選定材料の性状は表1の通りである。平均粒径は、ショット廃砂が140 $\mu$ m、集じんダストが21 $\mu$ mであった。見かけ密度は、ショット廃砂が2.72、集じんダストが1.71であった。また、環境庁告示第46号に準拠して、溶出試験を行ったが、カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀及びセレンの溶出は認められなかった。

表1 試験材料の性状

| 材料名    | 平均粒径<br>( $\mu$ m) | 見かけ密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | タップ密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | シリカ分<br>(%) |
|--------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| ショット廃砂 | 140                | 2.72                          | 1.8                           | 50.4        |
| 集じんダスト | 21                 | 1.71                          | 1.1                           | 62.2        |

### 3. 2 試験片の作成

試験片の作成については、有効活用時のコスト低減を考慮して、乾燥成形体を使用することとしたが、機械的強度を考慮して、焼結試験片の作成も行った。

### 3. 3 試験片の熱変化

図1～3は、ショット廃砂の焼結温度が1,100℃、1,200℃及び1,250℃における焼結体破断面の熱変化の状況を電子顕微鏡で観察した結果を示す。また、図4～6は、集じんダストの焼結温度が1,100℃、1,200℃及び1,250℃における焼結体破断面の熱変化の状況を同様に観察した結果を示す。ショット廃砂の熱変化は、図1～3に示すとおり1,100℃では粒子間の融着が見られないが、1,200℃及び1,250℃では広範囲で融着が進行し、空孔が残存していることがわかった。重量変化については、いずれも生体試験片に比べておよそ15%の減少が認められた。集じんダストの熱変化は図4～6に示すとおり1,100℃では粒子間の融着が進行し、空孔が残存している。1,200℃では粒子間の融着がさらに進行し、空孔が急激に減少している。1,250℃になると粒子間の融着が完全に進行し、残存する空孔がほとんど認められなかった。重量変化については、いずれも生体試験片に比べておよそ28%の減少が認められた。また、生体及び焼結体の見かけ比重は、1.4～1.7の範囲であった。集じんダストについては、1,200℃からベントナイトの影響と思われる膨張現象が見られ、厚さ20mmに対し5～8mm、径 $\phi$  90mmに対し、5～10mmの形状変化が認められた。

### 3. 4 吸音率測定

生体試験片と焼結試験片の吸音率測定結果を、図7,8に示す。ショット廃砂及び集じんダスト試験片の吸音率を100～2,000Hzの範囲で測定した。図7のとおり、ショット廃砂の生体、1,100℃、1,200℃及び1,250℃焼結体試験片は、200～1,200Hzの範囲で吸音効果が認められた。とくに焼結温度が1,250℃の焼結体については、図3のとおり空孔の拡大が見られ、これが吸音率に寄与しているものと推定される。図8のとおり、集じんダストの生体、1,100℃及び1,200℃焼結体試験片は、200～1,200Hzの範囲で吸音効果が認められた。とくに焼結温度が1,100℃の焼結体は最大の吸音効果を示し、試験片中の空孔形態<sup>(10)</sup>が関与しているものと推定される。



図1 ショット廃砂破面（焼結温度1,100℃）



図4 集じんダスト破面（焼結温度1,100℃）

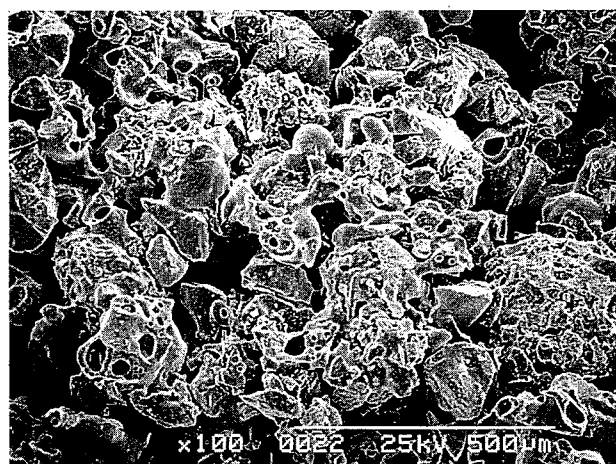


図2 ショット廃砂破面（焼結温度1,200℃）

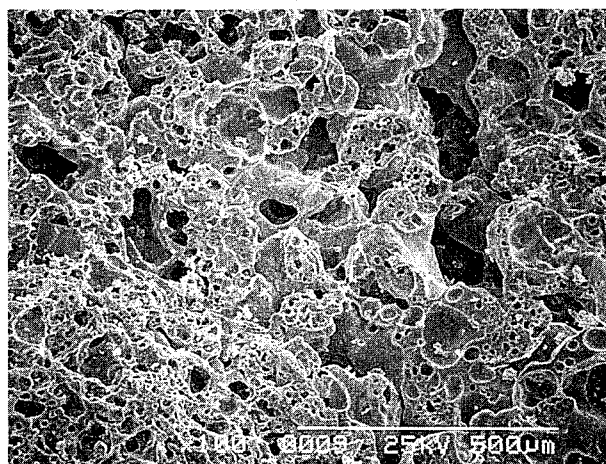


図5 集じんダスト破面（焼結温度1,200℃）

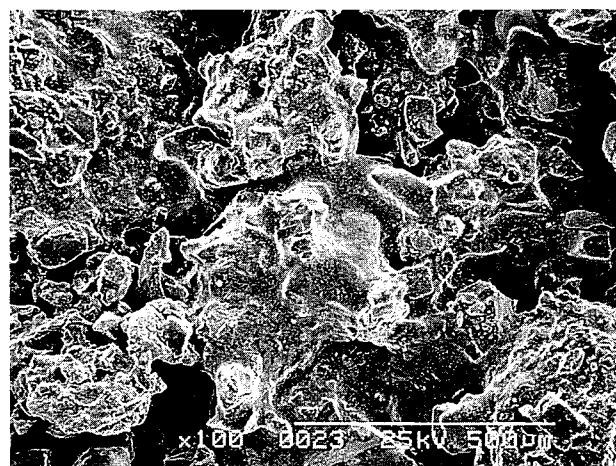


図3 ショット廃砂破面（焼結温度1,250℃）

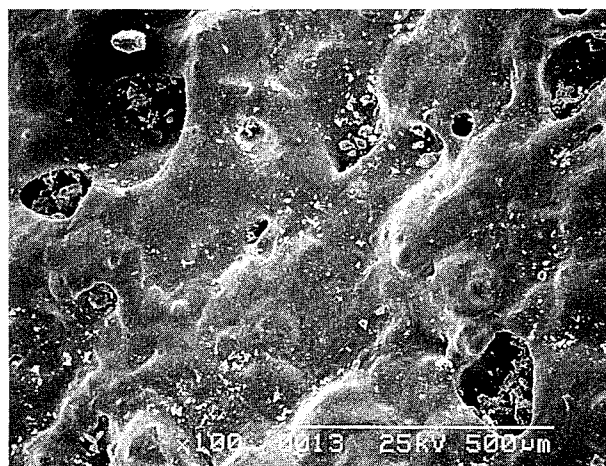


図6 集じんダスト破面（焼結温度1,250℃）

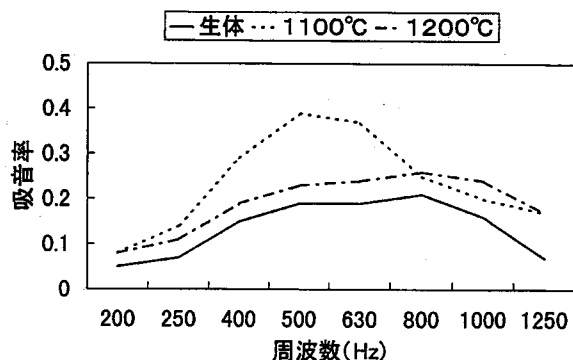


図7 ショット廃砂吸音率

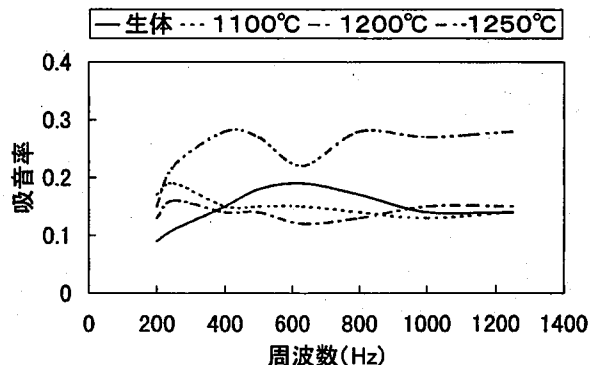


図8 集じんダスト吸音率

#### 4 おわりに

鋳物廃砂及び集じんダストの吸音材料への応用を視野に入れて吸音率の測定を実施した。本研究において、つぎの知見が得られた。

- (1) バインダーを添加して攪拌した方が材料の調整及び成形体が容易に作成できる。
- (2) 成形体及び焼結体の見かけの比重を1.4～1.7の範囲で制御が可能である。
- (3) 集じんダストでは、焼結温度が1,100℃の焼結体が500Hzで0.39の吸音率を示しており、空孔確保の観点から1,100℃以下の焼結で吸音効果の改善が図れる可能性がある。

近年、厚生省が一般廃棄物焼却灰の溶融固化物の有効活用を図るため、溶融固化の有害重金属溶出ガイドラインを定め、骨材等として公共事業に積極的に採用するよう各都道府県土木関係部局への要請を行っている。また、建設省もこれらの有効活用品の導入を促進するため、公共事業における新技術活用促進システムの構築を行っている。

本研究では、バインダーの濃度・種類、焼結温度等の条件を詳細に検討しなかったが、今後の課題として、無機系材料の特性を生かせる有効活用をめざし、さらに詳細条件の検討を継続して、その適応性を追求していくこととしている。さらに、廃砂中に鉄分が多量に含まれていることから、フェライト等と複合させ、電磁波遮蔽材料への適応性についても検討する必要がある。

#### 文 献

- (1) 堤信久：鋳造工場の産業廃棄物の発生及びその処理の現状，(社)日本鋳物協会，技術講習会テキスト (1992)。
- (2) (社)日本鋳造工学会：鋳造工学における作業環境対策と廃棄物の減少策，技術講習会テキスト (1997)。
- (3) 青木正：鋳物廃棄砂の再生処理について，クリーンジャパン，Vol.89，(1991) 1, pp.25～29。
- (4) 三浦豊彦：川口市の鋳物工場 (株) ヨシダファンドリー，労働の科学，Vol.46，(1991)，pp.135～138。
- (5) 宮沢信夫・他2名：鋳物工場から発生する廃砂の再利用，近畿大学環境科学研究所研究報告，No.13，(1985)，pp.179～181。
- (6) 池田正昭・他2名：鋳物発生材入りRC骨材のセメント・れき安定処理，日本道路会議論文集，Vol.22，(1997)，pp.670～671。
- (7) 倉本恵治・他2名：鋳物スラグの有効利用，広島県立西部工業技術センター研究報告，No.40，(1997)，pp.68～71。
- (8) 新素材ハンドブック：制振・吸音材料，pp.242～250，丸善 (株)。
- (9) JISA1405：管内法による建築材料の垂直入射吸音率測定法，日本規格協会。
- (10) 中重朗・他3名：シラス吸音板製造に関する基礎試験，鹿児島県工業試験場研究報告，(1972)，pp.25～30。