

ISSN 0917-6640

広島市工業技術センター年報

第14巻

ANNUAL REPORTS

of

**HIROSHIMA MUNICIPAL
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER**

VOL. 14

2000

平成 12 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。

我が国の経済を取り巻く環境は、依然として厳しい状況にあり、こうした中で、中小製造業におきましては、これまで以上に独創的な技術開発の促進、新分野への進出が強く求められています。

当センターといたしましても、このような状況を踏まえ、地場産業の技術的課題に対応した研究開発機能の整備拡充に努めるとともに、中小企業の技術力の向上を支援するため、技術指導・相談、依頼試験、公設試験研究機関との共同研究を中心に各種の事業を展開しているところです。

今後とも地元中小企業の技術支援拠点の公設機関として、産学官連携の推進、企業との共同研究等時代に即応した新技術・新分野開発を一層推進し、地域産業の活性化に努めてまいります。

ここに平成12年度実施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。

お気づきの点等ございましたら、ご一報いただければ幸いです。

関係各位のなご協力とご支援を賜りますよう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) 地域産業技術開発研究事業	14
(6) 自動車関連新技術支援事業	14
(7) 特定技術後継者育成事業	16
(8) 新技術共同研究事業	17
(9) 品質マネジメント事業	20
(10) 地域産業活性化推進事業	21
(11) 技術開発融合化促進事業	22
(12) 産業デザイン振興事業	25
(13) 工業技術支援アドバイザー派遣事業	27
(14) 設計・開発デジタル化技術者育成支援事業	27
(15) ライジングジェネレーションテクノ21	29
(16) 産学官共同研究推進事業	29
(17) 環境関連分野支援事業	30
(18) 技術者研修事業	31
(19) 発明考案奨励・表彰事業	33
(20) 広島市工業技術振興協議会	34
(21) 会議・研究会への出席	35
(22) 技術職員派遣研修事業	37
(23) 講師・委員の派遣	37
(24) 発表（誌上・口頭）	38
(25) 受賞・表彰等	38

3 研究報告

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

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 (組織：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
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を組織改正 (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)
平成11年 4月	広島市工業技術センターを組織改正(企画総務係、研究指導係の廃止) (財)広島市産業振興センター技術振興部を組織改正 (組織：技術振興室、産学官共同研究推進担当、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室)

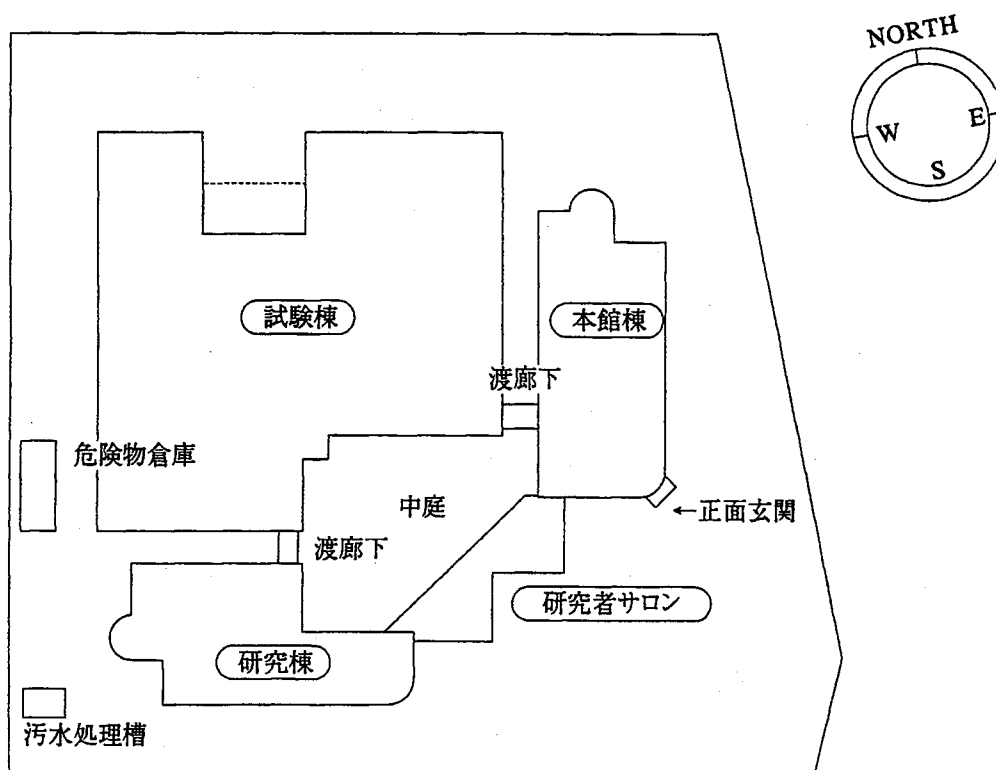
(2) 施設規模

① 土地建物

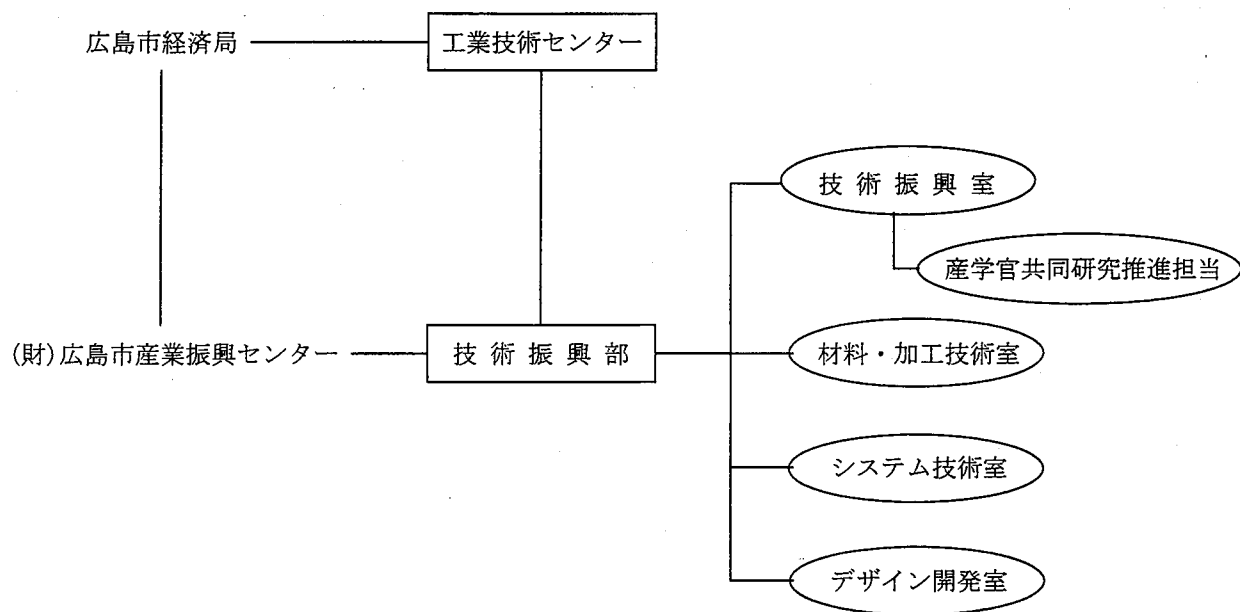
(単位 m²)

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					
建築概要	鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 造							
	本館棟	研究者 サロン	研究棟	試験棟	渡廊下	倉 庫 その他	汚水処理 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

産学官共同研究の推進に関する事業

(4) 予 算

① 歳 入

(単位：千円)

科 目	平成11年度予算額	平成12年度予算額	増 減
商 工 使 用 料	7 4 0	7 5 0	1 0
商 工 手 数 料	3 2, 4 3 7	3 1, 0 5 5	△ 1, 3 8 2
商工費国庫補助金	1 2, 9 6 9	1 4, 3 8 4	1, 4 1 5
雑 入	1 2, 6 5 6	1 0, 5 8 5	△ 2, 0 7 1
合 計	5 8, 8 0 2	5 6, 7 7 4	△ 2, 0 2 8

② 歳 出

(単位：千円)

科 目	平成11年度予算額	平成12年度予算額	増 減
報 償 費	6 1	2 2 7	1 6 6
普 通 旅 費	1, 0 9 0	1, 5 2 4	4 3 4
消 耗 品 費 等	3, 2 0 8	3, 0 6 7	△ 1 4 1
食 糧 費	2 7	2 9	2
修 繕 料	0	0	0
通 信 運 搬 費	1 1 0	8 6	△ 2 4
手 数 料 等	4 1	3 0	△ 1 1
委 託 料	1 5 1, 3 3 8	1 4 6, 7 8 3	△ 4, 5 5 5
使用料及び賃借料	5 7	9 2	3 5
備 品 購 入 費	5 2, 9 9 5	4 7, 5 8 6	△ 5, 4 0 9
負担金補助及び交付金	1 9, 2 5 1	1 7, 1 2 2	△ 2, 1 2 9
合 計	2 2 8, 1 7 8	2 1 6, 5 4 6	△ 1 1, 6 3 2

(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	ダーミトロン社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	東洋理化学工業(株)ST-J-2型	★昭和47年度
ロックウェル・スパーフィッシュ硬度計	(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)G8-50AC-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	タバイエスペック(株)TSC-10型	★昭和54年度
温湿度繰り返し試験機	タバイエスペック(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	タバイエスペック(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 DEGUS SA	※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
恒温恒湿槽低温槽	タバイエスペック(株)PL-4G	★昭和62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)ヘイドソー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
静電粉体塗装装置	(株)ランズバークゲマ EPE 700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
コーナーロックンギンマシン	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

★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
レーザー測長機	和泉電気㈱MG-1000型	※昭和63年度
X線応力測定器	㈱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㈱678RC-SA-101型	★昭和63年度
写植機	㈱写研SPICA-AH型	★昭和63年度
多光源測色色差計	スガ試験機㈱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	タバイエスペック㈱TSR-103型	★昭和63年度
冷間静水圧プレス(CIP)	三菱重工業㈱ MCT-100型	※昭和63年度
立型マシニングセンター	㈱遠州製作所 VMC530 型	※昭和63年度
万能工具研削盤	㈱松沢製作所 MZ-8BG型	※昭和63年度
高速度手押しかな盤	㈱桑原製作所 KP-300LDX型	昭和63年度
自動一面かな盤	㈱大洋製作所 CP-500型	昭和63年度
木工ロクロ	シンボ工業㈱ WRA-075-AN型	昭和63年度
木工旋盤	北産興業㈱ WL-S1型	昭和63年度
50J計装化シャルピー	㈱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㈱NO-537型	平成 元年度
電子回路試験装置	㈱ノイズ研究所EMC-5000S	※平成 元年度
摩耗試験機	テスター産業㈱AB101型	平成 元年度
紫外線ウェザーメーター	スガ試験機㈱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㈱FAL-SP-H型	平成 元年度
熱風式焼付乾燥装置	タバイエスペック㈱HLKS-3A型	平成 元年度
塗料用退色試験機	スガ試験機㈱ FM-1型	平成 元年度
手吹静電塗装装置	㈱ランズバーグゲマ エレップR-E-AN	平成 元年度
熱間静水圧プレス(HIP)	三菱重工業㈱ 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㈱ 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㈱ VPI-2PW型	平成 元年度
定荷重精密プレス	東洋テスター産業㈱ SA-901型	平成 元年度
刃物研削ラップ盤	㈱丸仲鉄工所 GH-50型	平成 元年度
軸傾斜丸鋸盤	㈱桑原製作所 KS-TZ400型	平成 元年度
300Jシャルピー衝撃試験機	㈱東京衡機製造所 IC型	平成 2年度
走査型電子顕微鏡	㈱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㈱HIS-2	※平成 2年度
表面粗さ輪郭形状測定機	㈱小坂研究所 SEF-30D	※平成 2年度
画像処理システム	㈱ネクサス7106型	★平成 2年度
コンピュータグラフィックスシステム	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㈱ 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㈱ 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㈱ M35KC7型	※平成 2年度

機 器 の 名 称	型 式	購 入 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
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	(株)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シャトル-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-6200C	※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	タハ・エス・ペック(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

機 器 の 名 称	型 式	購 入 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
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
高温顕微硬度計	(株)ニコン QM-2	☆平成10年度
放電焼結機	(株)中国精工 プラズマCSP-IV-A	☆平成10年度
真円度円柱形状測定機	(株)ミトヨ ラウンドテスト RA-H426	※平成10年度
大越式迅速摩耗試験機	JT-トシ(株) OAT-U	※平成10年度
高速ビデオカメラ	(株)ナック コダック SR500C	※平成10年度
万能混練攪拌機	(株)ダルトン 25AMV-r r	※平成10年度
非破壊検査開発システム	日本ルックス(株) RN-001 (株)インテック NT-25	★平成11年度
超音波振動ユニット	(株)岳将 ULTRA-700	★平成11年度
シミュレーションシステム開発装置	MathWorks MATLAB	★平成11年度
CADデジタルモックアップ	シリコングラフィックス社 OCTANE/SE	※平成11年度
分光式色差計測システム	日本電色工業(株) SQ-2000	※平成11年度
変角光沢計測システム	スガ試験機(株) UGV-6P	※平成11年度
恒温振盪水槽	タイテック(株) XY-80	平成11年度
色彩輝度計	ミノルタ(株) CS-100	平成11年度
攪拌機	特殊機化工業(株) T.K.ホモゲナイザー-2.5型	平成11年度

平成12年度の主な新設機器

機 器 の 名 称	用 途	備 考
大変形構造解析システム ・構造系-流体系-伝熱系連成現象計測システム 中外テクノス(株) CFM-9 ・メッシュ作成用ソフトウェア ICEM CFD Engineering社 ICEM CFD Tetra	人工的に気流を発生させ、その中での製品の流体力学的性能、評価の研究に使用 有限要素法による解析時のメッシュ作成を行う	中小企業庁補助対象機器
精密加工機 牧野フライス精機(株) MSJ25-16	微小穴や細溝等の微小領域の切削加工の研究に使用	〃
センシングデータ診断ソフトウェア The MathWorks社 MATLAB	製品内部の状態(欠陥、亀裂等)を診断するシステム開発	〃
雰囲気炉 島津(株) VHLgr25/18/23型	金属、セラミックス材料の真空、アルゴン・窒素の不活性ガス雰囲気中における焼結、接合及び金属材料の熱処理等に使用	日本自転車振興会補助対象機器
非接触三次元形状入力システム ミノルタ(株) VIVID700	レーザ光を用いて製品モデル、部品モデル等の被写体をスキャンし、三次元データを生成に使用 製品設計等に必要の三次元形状の測定に使用	〃
ボールミル回転台 東京硝子器械(株) AV-2	セラミックスや金属材料の粉末混合に使用	
木材水分計 ケット(株) HM-520	木材、木製品の水分測定に使用	
クレイオープン 新日本造形(株) 20L型	モデル製作に用いるクレイ(粘土)の加熱に用いる	
上皿天びん (株)島津製作所 BW4200H	ひょう量2kg～4kgの測定に使用	
マイクロスコプ用デジタル撮影システム アイ・ティ・エス(株) IDS-3000VH-L250	顕微鏡写真の撮影・画像データの保存・編集に使用	

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 開 発 研 究 事 業	14
(6) 自 動 車 関 連 新 技 術 支 援 事 業	14
(7) 特 定 技 術 後 継 者 育 成 事 業	16
(8) 新 技 術 共 同 研 究 事 業	17
(9) 品 質 マ ネ ジ メ ン ト 事 業	20
(10) 地 域 産 業 活 性 化 推 進 事 業	21
(11) 技 術 開 発 融 合 化 促 進 事 業	22
(12) 産 業 デ ザ イ ン 振 興 事 業	25
(13) 工 業 技 術 支 援 ア ド バ イ ザ ー 派 遣 事 業	27
(14) 設 計 ・ 開 発 デ ジ タ ル 化 技 術 者 育 成 支 援 事 業	27
(15) ラ イ ズ ン グ ジ ェ ネ レ ー シ ョ ン テ ク ノ 21	29
(16) 産 学 官 共 同 研 究 推 進 事 業	29
(17) 環 境 関 連 分 野 支 援 事 業	30
(18) 技 術 者 研 修 事 業	31
(19) 発 明 考 案 奨 励 ・ 表 彰 事 業	33
(20) 広 島 市 工 業 技 術 振 興 協 議 会	34
(21) 会 議 ・ 研 究 会 へ の 出 席	35
(22) 技 術 職 員 派 遣 研 修 事 業	37
(23) 講 師 ・ 委 員 の 派 遣	37
(24) 発 表 (誌 上 ・ 口 頭)	38
(25) 受 賞 ・ 表 彰 等	38

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	19	45	92,250
	物 理 試 験	27	110	185,280
	接 着 試 験	4	48	24,210
	製 品 性 能 試 験	13	734	353,760
	小 計	63	937	655,500
金属・非金属	機 械 試 験	3,345	13,079	22,351,600
	物 理 試 験	257	595	1,915,160
	分 析 試 験	169	686	2,303,250
	小 計	3,771	14,360	26,570,010
表 面 処 理	塗 料 試 験	—	—	—
	皮 膜 試 験	263	19,936	6,924,760
	小 計	263	19,936	6,924,760
電 子 ・ 電 気	電子計算機による解析	—	—	—
	電 気 試 験	15	25	30,190
	小 計	15	25	30,190
試験用試料作成	木 材 ・ 木 製 品	1	1	1,560
	金 属 ・ 非 金 属	9	24	56,830
	塗 装 ・ 皮 膜	4	11	53,680
	電 子 ・ 電 気	1	2	3,120
	小 計	15	38	115,190
意匠図案の作成		14	71	274,060
工業製品の試作		—	—	—
試験・検査に関する証明		45	57	20,520
合 計		4,186	35,424	34,590,230

(2) 設備利用

区 分	件 数	数 量	歳入額 (円)
工 作 設 備	16	67	57,420
試 験 設 備	166	5,320	2,081,210
合 計	182	5,387	2,138,630

(3) 技術指導・相談

	分 野	内 容	件 数
A	機 械	加工機 原動機 精密機械 輸送機 化学機械 流体機械 産業機械 電子機械 医療機械	8 6
B	電 子・電 気	電力機器 電気応用機器 電子応用機器	9 3
C	化 学	セラミックス 無機化学製品 有機化学製品 高分子製品 燃料/潤滑油 科学装置/設備	4 0 4
D	金 属	鉄・非鉄冶金 非鉄材料 鉄鋼材料 表面技術 加工技術 接合 熱処理	7 0 9
E	木 材・木 質 材	材料 加工技術 表面技術 改質技術	8 8
F	情 報 処 理	情報管理 情報数理 コンピュータシステム	7
G	デ ザ イ ン	インテリアデザイン クラフトデザイン 工業デザイン 視覚デザイン 環境デザイン	7 1
H	経 営 工 学	工場管理 生産管理 品質保証 作業管理 包装・物流 CIM TPM	8
I	資 源	金属鉱業 石灰・石油鉱業	1
J	建 設	鋼構造 コンクリート製品	2
K	衛 生	環境 公害防止技術 廃棄物利用技術	1 6
L	そ の 他		1 0 4
合 計			1, 5 8 9

(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 TiプラスAlの圧粉体電極による金型加工技術の高機能化に関する研究

チタンとアルミ粉末を混合した成形電極を用いて、各条件下で放電加工実験を実施した。その結果、硬くて厚くしかも、滑らかな皮膜を形成する電気条件を見い出すことができた。

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※)

研究テーマ 非破壊センシングによる対象内部の計測

細い管内面の非破壊損傷計測において、周囲に障害物のある場合には、外部からの計測は困難である。そこで、本研究において、レーザ光を管内面に照射してできる光切断線をCCDカメラで撮影し、画像処理により光切断線のひずみ量を計測する手法を提案した。そして、本計測システムを構築し、システムに対する精度検証を実施した。

中小企業庁共同研究①(担当 上杉、三宅、清水)

研究テーマ デジタルエンジニアリングデータの共有と利用技術

平成11年度より指定課題「デジタルエンジニアリングデータの共有と利用技術」のもとで岐阜県、山口県、高知県、大分県、広島市の5つの公設試験研究機関で共同研究を実施している。当センターの分担課題は「構造系、流体系、伝熱系のエンジニアリングシステムの統合化及びその活用技術」であり、流れが構造物の形状と相関する場合の基本的なモデルを対象に、構造－流体－伝熱、各現象を連成させて理論的に解析する方法及び実験的に検証する方法について研究を実施した。

中小企業庁共同研究②(担当 田中※)

研究テーマ 非破壊センサによる知的診断システムに関する研究

密封容器内面の付着物状態および細い管内面損傷状態を計測し、自己診断するシステムの実現を目的として研究を行い、システムを構築した。このシステムに対し、センサおよび被計測物の相互位置関係、およびシステムの計測精度について検証を行った。

中小企業庁共同研究③(担当 桑原)

研究テーマ 高周波振動複合加工による金属材料の微細加工に関する研究

ステンレス鋼(SUS304)の微小穴加工において、ドリルの軸方向に高周波振動を付加し、加工実験を行った。その結果、高周波振動により工具の折損を防止する効果があることが分かった。本研究は徳島県、大分県、長野県の公設試験研究機関と共同で行った。

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、チタン合金及びTiC粒子分散チタン材について、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。

今年度は、TiC粒子分散チタン複合材の引張性質に及ぼすTiC粒子の空間分布の影響について研究を行った。

(5) 地域産業技術開発研究事業 (担当 上杉、田中、桑原)

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

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12年度まで4年間にわたって実施された産学官共同研究事業である。分担研究テーマ「動的な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、振動・音響から工具摩耗をセンシングする手法について昨年度に継続して研究を行った。

(6) 自動車関連新技術支援事業

創成工学研究会 (担当 上杉、西山、清水)

本研究会では、今後も特に重要であると考えられる、人間の動的特性を考慮した製品開発や産業界でかかえる高度な技術課題を理論的及び実験的に解明することを目的とする。本年度は、大学及び企業より、人間の動特性を考慮した製品開発や会員企業のかかえる技術課題について関連のある講師を招へいして研究活動を行った。

【会員企業】

新川電機(株)、デルタ工業(株)、(株)東洋シート、二宮産業(株)、(株)ハラダクニ、マツダ(株)、(株)リョーセンエンジニアズ

開催月日	テ ー マ	講師
第1回 9月29日	研究開発項目と分担の決定 (会員企業の技術課題)	
第2回 10月31日	シミュレーションシステムによる送風機開発設計	(株)シーディアダプコジャパン 小川 修一 氏
第3回 12月1日	ドライバ人間特性を考慮した自動車の操縦性、運転性能評価方法	防衛大学校 原田 宏 氏
第4回 12月15日	送風機の特長改善 (設計製造技術)	長崎大学 児玉 好雄 氏
第5回 3月9日	構造-流体-伝熱系の連成解析を考慮した潮流のモデル化と解析技術 X線写真画像解析による被爆線量の予測	バンドン工科大学 Ivonne M. Radjawane氏 岡山大学 住本 哲宏 氏

新型加工技術研究会 (担当 岡田、山口)

本研究会は、新たな新事業展開や新商品開発を目指す企業が共同で研究に取り組み、高付加価値を生む革新技术の開発を目的に4年間活動を行った。

その研究会活動の結果、既設の形彫り放電加工機を活用して、Tiの放電プラズマ焼結電極を用い、放電加工を施すことによって、ワークの表面に硬い(TiC)皮膜 (面粗度大) ができることの結論を得た。そして、更に実験を重ねた結果、硬く且つ平滑な皮膜を得る加工条件を見出すことができた。

(加盟企業名)

(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)、松本重工(株)、(株)久保田鐵工所、(株)真末鉄工所、中国工業技術研究所 (オブザーバー)

開催月日	テ ー マ	講 師
第1回 6月8日	議題1：本年度のテーマ「Ti電極での放電加工による新表面硬化法の開発」に関して ①放電焼結電極を用いての加工実験 ②加工実験時の電気特性の把握 ③実験結果の評価 議題2：Ti-Al電極での加工実験について	アドバイザー： (有)寄高技術研究所 代表取締役 寄高 政史 氏
第2回 8月9日	議題：「Ti電極での放電加工による新表面硬化法の開発」に関して ①周波数1000Hzを目標とした加工実験の結果報告 ②結果を踏まえた討議 ③加工実施による結果の確認 ④その他	
第3回 11月15日	議題：技術力向上にむけての学習会（講演会の開催） 演題「21世紀に向けての放電加工」 ①放電加工事始め ②鏡面加工を目指して ③表面改質放電加工とその応用 ④絶縁材料の放電加工 ⑤マイクロ加工への放電加工の適用 ⑥21世紀の放電加工 ⑦質疑応答	東京大学大学院 工学系研究科 教授 毛利 尚武 氏
第4回 1月25日	議題：「Ti電極での放電加工による新表面硬化法の開発」に関して ①電気条件のOPAJ（感度）を変化させた場合の加工面粗度への影響についての実験結果報告 ②加工工程（3段階）について ③Ti-6Al-4V（溶製材）電極での加工結果 ④Ti-Al（EDコート）電極での加工結果 ⑤Ti焼結電極での加工結果 ⑥その他	アドバイザー： (有)寄高技術研究所 代表取締役 寄高 政史 氏
第5回 3月15日	議題：「Ti電極での放電加工による新表面硬化法の開発」に関して ①Ti焼結電極を使つての3工程加工の実施結果 ②同上の硬化層の確認 ③Ti-Al（EDコート）電極の硬化層の確認 ④今後の確認事項 ⑤その他	

(7) 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「環境」をキーワードにした活動の中で、研修会・先進地視察等のほか、めっき業界に対策が迫られている六価クロム処理の代替技術に関する研究を行った。

【会員企業】

㈱井川製作所、㈱オート、㈱音戸工作所、柿原工業㈱、関西金属工業㈱、(有)黒川鍍金工業所、山陽鍍金工業㈱、(有)三和ユニーク、昇和化工㈱、新和金属㈱、泰洋工業㈱、㈱中村製作所、㈱日本アート、日鋼テクノ㈱、㈱日本パーカーライジング広島工場、日本バレル工業㈱、福山メッキ工業㈱、(有)富士金属、富士金属工業㈱、マツダ㈱、(有)ワイエスデー、(有)広鍍金工業所

開催月日	テ ー マ	講 師
第1回 4月21日	総会 ・平成11年度第2回役員会・事業・決算の各報告 ・平成12年度事業計画・事業予算、役員改選、その他	
第2回 4月21日	テーマ 「環境」六価クロム代替処理	ユケン工業㈱表面技術部 グループリーダー 和田 伸明氏
第3回 5月18日 19日	先進地視察研修 ・大和電機工業㈱諏訪事業所 ・オリンパス光学工業㈱伊那事業所	
第4回 6月22日	テーマ 「環境に対応するめっき技術」	全国鍍金工業組合連合会顧問 矢部技術事務所所長 矢部 賢 氏
第5回 8月25日	研究会の今後の進め方について	
第6回 9月21日	企業見学研修 ・豊国工業㈱	
第7回 10月26日	テーマ 「環境対応型表面処理技術の動向について」	カニング・ジャパン㈱ 常務取締役 柴田 光男氏
第8回 11月16日	企業見学研修 ・広島アルミニウム工業㈱安佐工場	
第9回 12月15日	テーマ 「環境・安全・軽量化を支える自動車材料技術」 「環境汚染に対するめっき技術と最新の表面処理の動向」 「P R T R法施行への対応について」	マツダ㈱技術研究所 主 任 石田 恭聡氏 奥野製薬工業㈱表面技術部 西浜 幸男氏 広島県環境生活部環境対策室 専門員 河原氏 児玉氏
第10回 2月22日	テーマ 「クロムフリーへの対応」六価クロム溶出試験	広島市工業技術センター 金行 良隆
第11回 3月23日	平成12年度事業報告 平成13年度事業計画	

(8) 新技術共同研究事業

先進加工技術研究会(担当 山本、桑原)

本研究会は、現在各企業が持っている技術的課題について、アドバイザーを交えて討議を行う。また、加工試験、データ収集なども行いながら、各企業で直面している技術課題の解決を図り、加工技術を高度化させる。その技術のレベルアップの段階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目標としている。広島大学教授 鳴瀧則彦氏をアドバイザーに外部講師の協力を得て、最新技術の研修や研究討議により解決策を得て、技術の向上を図った。

【会員企業】

荻野鉄工(株)、(有)工業センター、(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)向井製作所、(株)ヤマコーツーリング

開催月日	テ ー マ	講 師
第1回 5月26日	研究会メンバー紹介 平成12年度研究会開催予定 高周波振動複合加工による金属材料の微細加工についてほか	アドバイザー 広島大学工学部第1類 教授 鳴瀧 則彦氏
第2回 7月10日	ステンレス鋼等の難削材の加工について	
第3回 9月22日	焼きばめ方式チャッキングシステムほか	
第4回 11月29日	機械加工の課題について	
第5回 2月9日	工具からみた高速・高能率加工技術の現状について	
第6回 3月27日	新開発の中空軽量二面拘束BTツールホルダによる高精度加工対策について	

物づくりの機能性評価研究会(担当 市後、田中)

低コスト、短期間で製造工程の最適化や新製品開発を行える品質工学の手法を用いて、講師の指導のもと会員企業が抱える課題の解決に取り組んだ。研究成果の中から、平成13年6月の全国発表大会へ6テーマの発表があった。

【会員企業】

(株)あじかん、(株)石崎本店、(資)喜多設計研究所、(株)熊平製作所、(株)久保田鐵工所、クレノートン(株)、シグマ(株)、(株)住建産業、食協(株)、新ダイワ工業(株)、大協(株)、中国精工(株)、デルタ工業(株)、(株)東洋シート、西川ゴム工業(株)、広島県西部工業技術センター、広島県東部工業技術センター、フマキラー(株)、マツダ(株)、(株)モルテン、リョービ(株)、ヨシワ工業(株)

開催月日	テ　　ー　　マ	講　　師
第1回 5月18日	講師紹介 各会員の自己紹介 平成11年度会員による研究事例発表	(財)日本規格協会 参与 矢野 宏 氏 (株)あじかん 生産本部 金築 利旺氏
第2回 6月16日	パラメータ設計あるいは行程設計の立て方	
第3回 7月14日	作成された実験計画の検討	
第4回 9月21日	実験計画の決定、S/N比 実験を進める上での問題点の検討	
第5回 11月22日	S/N比の検討、実験途中での実験経過	
第6回 1月18日	会員の研究事例発表	

メカトロニクス研究会（担当 西山、上杉、清水）

本研究会では、機械工学と電気・電子工学が複合した技術に関して企業のもつ技術課題を解決することを目的とする。本年度は、会員企業のかかえる技術課題について関連ある講師を招へいして研究活動を行った。

【会員企業】

黒石鉄工(株)、(株)シンコー、マツダ(株)、大西電機工業(株)、CATEC(株)

開催月日	テ　　ー　　マ	講　　師
第1回 9月29日	送風機の特性改善	長崎大学 児玉 好雄 氏
第2回 10月3日	高速回転体に発生する諸問題	摂南大学 角家 義樹 氏
第3回 12月21日	振動環境下における視覚特性	水産大学校 大崎 榮喜 氏
第4回 12月15日	熱線風速計による流れの測定	近畿大学 坂尾 富士彦 氏

新材料プロセス研究会(担当 隠岐)

機械金属関連の製造業を中心に、既存自社製品の高機能化および新製品の開発を目的に、各会員企業ごとに開発テーマを1テーマ以上持ち、各々が独立した形で直接物づくりのための実験を行った。

平成12年度の開発テーマは以下のとおりである。

- ・ 部品の接合、表面処理および表面改質
- ・ 防御材または耐火材の開発
- ・ 蓄光材料およびリン酸塩スラジの成形
- ・ 放電焼結による製品開発および量産化の検討

【会員企業】

エス・エス・アロイ(株)、(株)音戸工作所、(株)熊平製作所、(株)日本パーカーライジング広島工場、広島シンター(株)、(株)シンコー、(株)久保田鐵工所

開催月日	テ ー マ	講 師
第1回 6月29日	平成12年度研究会運営方針 放電焼結機を用いた材料開発等についての討議 新規会員の紹介等	広島大学工学部第一類 教授 柳沢 平 氏
第2回 9月11日	「放電焼結機、HIP、CIPなどを用いた実験および原理」 会員企業の開発テーマについてのディスカッション	広島大学工学部第一類 教授 柳沢 平 氏 広島市工業技術センター 隠岐 貴史
第3回 10月23日	「アルミダイカスト合金の流動停止固相率」 「マグネシウム合金の射出成形技術」 会員企業の開発テーマについてのディスカッション	広島大学工学部第一類 教授 柳沢 平 氏
第4回 1月10日	放電焼結機を用いた実演、大物試作物 熱電材料、電子材料等の試作品の紹介及び新製品の紹介 会員企業の開発テーマについてのディスカッション	エス・エス・アロイ(株) 菊池光太郎氏 広島大学工学部第一類 教授 柳沢 平 氏
第5回 2月23日	会員企業の開発テーマについて実験	広島大学工学部第一類 教授 柳沢 平 氏
第6回 3月 1日	会員企業の開発テーマについてのディスカッション 「空間分布の評価方法について」	広島大学工学部第一類 教授 柳沢 平 氏 広島市工業技術センター 隠岐 貴史

(9)品質マネジメント事業

■ISO9000研修会(担当 片山、山本)

国際的な商品流通が進み、世界的な広域市場・共通市場が形成され、国際的に通用する「共通の品質保証」が求められている。ISO9000シリーズは、1987年に制定され、最近2000年度版が発行された品質管理と品質保証についての国際規格である。本研修会では、このISO9000シリーズを広く啓蒙し、その普及を図ることを目的に研修会を開催した。

	開催月日	テ　　マ	講　　師	参加人数
ISO 9000研修会	① 1月11日	ISO9001取り組みガイダンス	(株)ユアーズブレン 芝 宏治氏	29 名
	② 1月18日	ISO9001規格概説研修		29 名
	③ 1月25日	ISOと計測機器管理	横河電機株式会社 松田 哲郎氏	26 名
	④ 2月 1日	ISO9001要求事項別文書化研修 1 経営者の責任	(株)ユアーズブレン 芝 宏治氏	27 名
	⑤ 2月 8日	ISO9001要求事項別文書化研修 2 資源の運用管理		26 名
	⑥ 2月15日	ISO9001要求事項別文書化研修 3 製品実現 (1)		26 名
	⑦ 2月22日	ISO9001要求事項別文書化研修 4 製品実現 (2)		26 名
	⑧ 3月 1日	ISO9001要求事項別文書化研修 5 測定、分析及び改善		25 名
	⑨ 3月 8日	内部品質監査員研修		26 名
	⑩ 3月15日	文書化～運用管理上のポイント		26 名

■ISO14000研修会 (担当 木下、菅原)

ISO14001認証取得を支援するため、「ISO14000研修会」を開催した。

テ　　マ	開催月日	講　　師	参加者数
1. ISO14000シリーズの仕組みと狙い	10月 3日	菱明技研(株) 顧問 村上光春 氏 (ISO環境審査員補)	25 名
2. 環境マネジメントシステムの構築	10月10日		
	10月17日		
3. 内部監査の進め方	10月25日	(株)イーエムエスジャパン 研修部長 綿谷 勇 氏 (ISO環境主任審査員)	
	10月31日		

(10) 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）

木材は、クリーンな環境調和型資源であり、地球環境の保全の見知からも、その一層の活用が望まれている。本研究会は、建築廃材や木材関連企業から排出される鋸屑、端材等の残廃材及び未利用の低級材等、増加する木質系廃棄物を積極的に活用するため、「木質系廃棄物の有効利用と再資源化」をテーマに木材の液化化技術と液化木材を利用した製品開発を目的として活動している。

昨年度に続き、試料に「なら材」を用い、「木質成分を有する軟質ウレタンフォーム」を試作、家具、車両用椅子のクッション材に利用する目的で活動した。試作された木質系ウレタンフォームの物性について、密度、引張り強さ、吸音性、繰返し耐久性、通気性、難燃性、崩壊性等について、評価試験を行った。

その結果、試作品は崩壊性ほか化成品フォームと異なる特性を有することが知見された。

本年度は、(財)広島県産業技術振興機構から産学共同研究助成事業に採択され助成金を受けて活動した。

【会員企業】

アオイ化学工業(株)、大鹿振興(株)広島営業所、㈱オービス、協和木工(株)、(株)清水木工、(株)住健産業、中国木材(株)、(株)仁井田商会、西日本イノアック(株)、浜井建具工業(株)、(株)マルニ、(株)LAT環境設計事務所

開催月日	テ ー マ
第1回 4月28日	総会 平成11年度事業報告・会計報告 平成12年度事業計画・役員人事・規約改正・その他
第2回 6月7日	平成12年度(財)広島県産業技術振興機構助成事業交付申請について 木材成分を含有する軟質フォームの特許申請について
第3回 9月28日	「軟質フォームの試作について」イノアックコーポレーションとの協議報告 「木質成分含有ポリウレタン成形方法」の特許出願報告 特許出願人と会員間の特許共有に係る案文の協議
第4回 10月12日	勉強会「ウレタン発泡の製造と特性」 (株)イノアックコーポレーションウレタン製造事業部 副事業部長 寺本 忠司氏 特許出願人と会員間の特許共有に係る案文の協議
第5回 11月2日	特許出願人と会員間の特許共有に係る案文の協議 連続木材液化装置の故障に対する協議
第6回 12月6日	液化木材装置の修理対応について 試料成分の異なる木質系軟質フォームの試作品作成
第7回 1月10日	特許出願に係る覚書について 規約改正・新規加入企業の紹介・研究会進捗報告
第8回 2月7日	液化木材装置に関する協議報告(小松会長) 研究会進捗報告
第9回 3月7日	先進地調査報告(茨城県工業技術センター・イノアックコーポレーション)

(11) 技術開発融合化促進事業

高分子応用技術融合化グループ(担当 上田、奥村)

本グループは、ゴム、プラスチックなど高分子系廃材の資源化をテーマに、再生素材、機能性材料などを利用した応用製品の開発を目指し、参加企業の新事業分野の支援などを行うことを活動の目標としている。

平成12年度は、高価格原料ゴムの廃材などを利用したスベリ止め機能などを付加したアイデア製品を開発することとし、試作化のための各種実験や検討を行い、試作化実験品の作製などを実施した。

【会員企業】

三協プラスチック工業㈱、㈱モルテン、㈱三和製造所、㈱やまの化成工業所、㈱ノサックス、東プレ㈱、寺戸産業㈱、浜井建具工業㈱、㈱シンギ、世界長㈱、㈱広島樹脂コーティング、アオイ化学工業㈱、ハセガワ化成㈱

開催月日	テ ー マ
第1回 4月26日	平成12年度事業活動計画の協議・決定、役員選出
第2回 6月22日	開発アイテム、アイデア提案品の試作化検討 ・試作物作製及び物性評価ほか
第3回 8月23日	開発アイテム、アイデア提案品の試作化検討 ・スプレー製品による噴霧化処理調査ほか
第4回 10月26日	開発アイテム、アイデア提案品の試作化検討 ・ガス充填容器による噴霧化処理実験ほか
第5回 12月8日	開発アイテム、アイデア提案品の試作化検討 ・ガス充填容器による試作化基礎実験
第6回 3月15日	エアゾール製品開発に関する研修 「エアゾール製品開発、及びエアゾール包装技術の現状と動向」 講師：東洋エアゾール工業㈱ 研究部 研究三課課長 八戸 行雄氏 研究二課係長 牧野 武文氏

新分野製品融合化グループ(担当 山口、上杉、三宅)

本グループは、会員企業個々が保有する既存技術を融合し、消費者ニーズに適合する製品開発を促進して、新分野への展開を図ることを目的として活動を行った。

平成12年度は、福祉分野の関連機器開発に取り組む車椅子開発分科会と生活文化分野の製品開発に取り組む福祉システム開発分科会を組織し活動を行った。

とくに車椅子開発分科会は、床走行リフト用電動走行補助ユニットを開発して、第27回国際福祉機器に出展し、全国発売に至る成果を得ている。

【会 員】

アカネ㈱、アズ・ブレイン㈱、(有)ウィット、(有)技研、後藤鉄工㈱、協和レジナス㈱、才工房、㈱シグマ、㈱システム電子設計、㈱シスコム、㈱サンテック、新中央工業㈱、㈱第一電話、新和金属㈱、サンゲン㈱、㈱ナガモト、㈱藤田エンジニアリング、プランニングS、寺戸産業㈱、丸善工業㈱、㈱美和、丸一管理(有)、畑林工業㈱、平和機械㈱、日本磁気工業㈱、㈱プロトの26社

【例 会】

開催月日	開 催 内 容
第1回 5月12日	・講演会「福祉用具の流通の現状と課題」 講 師 (株)日本アビリティーズ社 代表取締役 伊藤泰弘 氏 ・(株)日本アビリティーズ社から床走行リフト用の電動走行補助ユニットの開発依頼と概要説明。
第2回 7月28日	・福祉システム開発分科会の開発テーマを生活文化分野とし、プレゼンテーションを実施。 ・車椅子開発分科会の進捗状況報告を行い、開発する床走行リフト用電動走行補助ユニットを第27回国際福祉機器展に出展することに決定。
第3回 10月17日	・京都市経営合理化懇話会京都市オープン／21との異業種間交流会を実施。 ・広島市工業技術センターの施設見学を実施。
第4回 10月30日	・床走行リフト用電動走行補助ユニット「楽くんローラー」の成果発表及び実演走行を実施。
第5回 11月27日	・福祉システム開発分科会は、開発テーマ「公共車両の乗降信号に関する周知方法」について、用途研究開発、システムの商品化、市場ニーズ、NPO等の研究課題を調査し、具体的事業実施計画を作成することに決定。
第6回 2月28日	・福祉システム開発分科会は、「公共車両の乗降信号に関する周知方法」について、バス会社のニーズ調査結果を報告。 ・車椅子開発分科会は、11月20日に電動走行補助ユニットを(株)日本アビリティーズ社へ出荷し、同社各支店、営業所でデモ中である旨を報告。

【分科会】

■車椅子開発分科会（12社）

「開発テーマ：床走行リフト用電動走行補助ユニットの開発」

高齢社会が進捗する時代を迎え、介護者の労力負担が増えることが予想される。

これら介護者の労力軽減を図るため、後付式車椅子電動走行補助ユニットの開発に取り組んでいたが、この試作品が福祉機器総合商社の(株)日本アビリティーズ社（本社東京）の目に留まり、施設・病院等で被介護者をベッド・車椅子から移乗搬送する時に使用する「床走行リフト」に本ユニットを装着し、電動走行で介護人の労力軽減を図る製品を共同開発したいとの申し入れがあった。

これは、消費者ニーズに適合すること、本分科会の安定した販路となることから床走行リフト用電動走行補助ユニットの開発を優先して取り組むことになった。

開発製品は、平成12年9月12～14日の3日間、東京ビッグサイトで開催された第27回国際福祉機器展に出展し、老人保健施設、病院等の担当者の評価を得た。

本製品は「楽くんローラー」の名称で(株)日本アビリティーズ社から全国発売に至った。

■福祉システム開発分科会（18社）

「開発テーマ：公共車両の乗降信号に関する周知方法」

障害者、高齢者が公共車両（バス、電車）に乗降する場合、身体に危険を感じる事が少なくなく、車両乗車時・降車時に何らかの方法で運転者に知らせることができれば、その対策が可能となる観点から本テ

マに取り組むことになった。

この方法は、障害者、高齢者が公共車両を利用する時、微弱電波を発信するペンダントボタンを押し、公共車両に設置した受信機が受け、パネルに表示することによって運転者に認識させ、やさしい運転の励行また降車意志の周知を促すシステムである。

今年度はペンダントボタン、受信機、表示板からなるシステムを試作し、評価試験を実施したが、次年度は低コストでコンパクトなものに改良し、公共輸送機関へのプレゼンテーションを実施し、障害者、高齢者のバリアフリー環境改善を支援する予定としている。

生活環境融合化グループ（担当 西原、平松）

本グループは、急速に進んだ高齢社会に対応する福祉機器等の開発が遅れている現状を鑑み、高齢者に「やさしい」環境づくりを目指して、設備機器及び福祉機器の開発に取り組んだ。

【会員企業】

(株)アベイル、大西電機工業(株)、コニシ(株)、新和金属(株)、田中家具工業(株)、浜井建具工業(株)、前田機工(株)、(株)めいでん、明星ゴム工業(株)、大和重工(株)

開催月日	テ ー マ
第1回 4月20日	・簡易浴槽（ゴム質系）のアイデア展開
第2回 5月25日	・開発製品のモデル製作
第3回 6月16日	・簡易浴槽（綿袋製）の注水試験及びフレームの構造の検討
第4回 7月14日	・簡易浴槽の注水試験及びフレームの構造の検討
第5回 8月18日	・ビニール製浴槽の支持フレームについての検討
第6回 9月22日	・第27回国際福祉機器展等の調査報告
第7回 10月20日	・簡易浴槽の支持フレームデザインについて
第8回 11月10日	・簡易浴槽のデザインについて
第9回 12月12日	・簡易（試作品）浴槽のデザイン改善について
第10回 1月23日	・簡易浴槽の特許申請について
第11回 2月6日	・特許申請の説明文及び図面について
第12回 3月22日	・介護保険制度導入後の現況について 講師：いずみ整形外科クリニック 副院長 鳥井 浩司 氏

(12) 産業デザイン振興事業

新製品デザイン開発研究会（担当 平松、谷本）

市場での成果が期待できなかった自社開発商品のデザインを研究課題としてその要因を分析し、新製品としてのリデザインを図ることを目的に開催した。

【会員企業】

産業機電（株）、黒石鉄工（株）、シージーケー（株）、（株）里吉製作所、三浦工業（株）、（株）三村松、（株）サイエンス、（株）ドリーム総合研究所、南条装備工業（株）、（株）東洋シート、（株）アンネルベッド

開催月日	テ ー マ	講 師
第1回 9月27日	・会員企業の開発商品の概要紹介	（株）デザイン総研広島 取締役デザイン部長 山田 晃三氏
第2回 10月11日	・工業製品のデザインの時代的な変遷	
第3回 10月24日	・ヒット商品のデザイン要因の分析	
第4回 11月7日	・自社製品のデザイン要因の分析	
第5回 11月22日	・自社製品のデザインコンセプトの見直し	
第6回 12月13日	・課題製品のデザインコンセプトとイメージデザイン	

産業デザイン振興研究会（担当 久保崎、谷本）

本研究会は、学識経験者、企業、デザイン関連企業・団体等で構成されており、地場産業の活性化を図るための産業デザイン振興施策について検討し、具体的なデザイン事業の展開を図るための研究会である。

【会員団体】

広島市立大学、広島工業大学、広島文化短期大学、（社）日本インダストリアルデザイナー協会西日本ブロック、（社）日本ディスプレイ業団体連合会広島ディスプレイ協会、（社）日本グラフィックデザイナー協会広島地区、（社）日本インテリアデザイナー協会広島会、（社）日本建築家協会中国支部、広島商工会議所、マツダ（株）、広島家具工業協同組合、消費者

産業デザインシンポジウムの開催（担当 久保崎）

地元製造業を対象に、デザイン導入事例の発表や地元企業が開発したデザイン商品等の展示などを行うことにより、中小企業のデザイン意識の高揚を図るとともに、企業とデザイン事務所等の交流の促進を提供する

- 【事業の名称】 産業デザインシンポジウムinひろしま2001
- 【主催】 産業デザインシンポジウム実行委員会
（構成）財団法人広島市産業振興センター、広島商工会議所、広島県中小企業団体中央会
- 【テーマ】 「これからのモノづくりとデザイン」
- 【会期】 平成13年3月15日（木）～16日（金）2日間
- 【会場】 広島ミクシス・ビル（広島市西区草津新町1-21-35）
- 【協賛】 中国経済連合会、財団法人中国産業活性化センター
- 【後援】 中国経済産業局、広島県、広島市、財団法人日本産業デザイン振興会、中国新聞社、NHK広島放送局、中国放送、広島テレビ、広島ホームテレビ、テレビ新広島、広島エフエム放送
- 【入場者数】 基調講演・パネルディスカッション 113人
セミナー 187人（延べ）
展示コーナー 290人

【内容】 3月15日（木）

●基調講演

テーマ：商品開発に活力を加えるデザインの役割と可能性

講師：㈱クルー代表取締役 馬場 了氏（商品開発コンサルタント）

●パネルディスカッション

テーマ：元気出せ！ ひろしま。デザイン活用術

パネリスト：シャープ㈱総合デザイン本部デザインサポートセンター所長 三宅 雅夫氏
㈱デザイン総研広島取締役デザイン部長 山田 晃三氏
㈱ハー・ストーリー副社長 さとうみどり氏
広島市立大学芸術学部助教授 及川 久男氏

コーディネーター：㈱クルー代表取締役

馬場 了氏

3月16日（金）

●セミナー テーマ：デザインワークのデジタル化

- ①丸紅ソリューション㈱ 「3次元オフィスプリンタProdigy」
- ②ナカシマプロペラ㈱ 「デジタル工房時代の立体デザイン手法とニュービジネスへの応用例」
- ③東京貿易テクノシステム㈱ 「3次元非接触測定機及びデータ処理技術（リバースエンジニアリング検査）」
- ④デンケンエンジニアリング㈱ 「光造形装置によるモデリング試作の進展」
- ⑤豊田通商㈱ 「世界最速3次元プリンタ『Z402』の紹介」
- ⑥ローランド ディー・ジー・㈱ 「3Dデザインにおけるデジタルワークフロー」

●展示

①デザイン開発関連機器

「デザインワークのデジタル化」をテーマにCAD、CGの試作モデルを中心とした製作機などの展示

丸紅ソリューション㈱、ナカシマプロペラ㈱、東京貿易テクノシステム㈱、デンケンエンジニアリング㈱、豊田通商㈱、ローランド ディー・ジー・㈱

②ひろしまグッドデザイン賞受賞商品

(有)カーサ商業建築研究所、コベルコ建機(株) (元油谷重工(株))、(株)コンセック、(株)里吉製作所、(株)デザイン総研広島、(株)デルタツーリング、(株)ハー・ストーリー、萬国製針(株)、広島アルミニウム工業(株)、広島道路エンジニア(株)、(株)フェスタ、(株)文明堂総本店広島支店、(株)平安堂梅坪、(株)みづま工房、明星ゴム工業(株)、(株)モルテン、(株)山豊

③デザイン団体の紹介

(社)日本インダストリアルデザイナー協会西日本ブロック

(社)日本グラフィックデザイナー協会広島地区

④デザイン系大学の作品紹介

広島市立大学芸術学部

⑤財団法人広島市産業振興センター

- ・デザイナーリストの紹介 (産業と観光のホームページ)
- ・デザイン開発室の施策紹介

(13) 工業技術支援アドバイザー派遣事業 (担当 田中★)

企業からの要請により、生産現場へ分野別の登録アドバイザーを派遣し、技術課題について現地指導(診断指導)を行った。

平成12年度は実施回数33回、指導企業数は30社、指導分野は9分野にわたった。

■現地指導アドバイザー

指導分野	アドバイザー
高分子材料	廣兼 泰雄 氏
表面処理技術	寄高 政史 氏
熱処理技術	石神 逸男 氏
鑄造技術	山中 昇 氏 寄高 政史 氏
木工技術	岩崎 雅春 氏

指導分野	アドバイザー
解析手法	角田 鎮男 氏
経営戦略	落合 孝信 氏
新製品開発	廣兼 泰雄 氏 寄高 政史 氏
商品デザイン	田中 宏樹 氏

(14) 設計・開発デジタル化技術者育成支援事業 (担当 中村)

自動車関連産業振興施策の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、デジタル化に対応できる技術者を育成するため、機材並びにソフトウェア等の整備を行い、設計・開発デジタル化技術者支援研修実行委員会が研修を実施した。

12年度は機器操作、開発技法の習得及び製品設計等を目的に、基礎研修を5回(受講生: 43名)、コース別応用研修(モデリング・機構解析・解析応用・システム管理の4コース)を2回(受講生: 47名)実施した。

基礎研修カリキュラム

	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

応用コースカリキュラム

No.	項 目	日 程	内 容
1	モデリング応用コース	1日目	サーフェース編集（トリム／延長、サーフェース評価、サーフェース交差等）
		2日目	サーフェース編集（トリム／延長、サーフェース評価、サーフェース交差等） （境界によるサーフェース）
		3日目	ブーリアン演算（Modeler:位置合わせ方法の復習：Assembly:アセンブリブーリアン演算）
		4日目	3Dデータ（IGES）の読み込み／書き出し ファイル、オプションのメニュー内容
		5日目	フィレットの応用 履歴の応用
2	機構解析コース	1日目	運動、力、荷重条件の入力（定速、グラフ、関数等について） 各種ジョイントの説明 解析結果の表示（アニメーション、グラフ等）
3	解析応用コース	1日目	マップドメッシュの使用 セクションメッシュ（メッシュ断面）の使用
		2日目	P要素の使用 動的解析（固有値解析）の使用
		3日目	熱伝導解析の使用 ポスト処理の紹介（結果誤差評価）
4	システム管理コース	1日目	データ構造 データ管理の使用 トラブルシューティング

(15) ライジングジェネレーションテクノ21 (次世代技術者育成) (担当 菅原、山寄)

地域の理工系大学生を対象に、「技術講演」、「企業見学」、「技術実習」、「企業経営者による講演」を実施し、地域企業への理解と企業が求める技術者像を認識していただいた。(参加者 33名)

開催月日	テ ー マ	講 師
① 8月 1日	講演「社会が求める人間像」	マツダ㈱ 技術研究所 所長 小林 一夫 氏 三菱重工業㈱ 広島研究所 主幹 山本 恵一 氏
② 8月 2日	企業見学 (株)シンコー (株)オガワ	
③ 8月 3日	技術実習 ①材料コース ②加工コース ③システムコース ④デザインコース	広島市工業技術センター／広島市産業振興センター 市後 博造・中村 真知也・田中 真美 岡田 邦彦・世良 英美・桑原 修 西山 修二・上杉 憲雄・田中 秀樹 谷本 義則・久保崎 厚・平松 志保
④ 8月 4日	講演「経営戦略と求める技術者像」	㈱シンコー 取締役社長 筒井 数三 氏 ㈱オガワ 代表取締役 小川 芳範 氏

(16) 産学官共同研究推進事業 (担当 菅原、山寄)

■産学官共同研究専門委員会の開催

産学官共同研究の推進方策について「産」「学」の要望を取りまとめるとともに、具体的な研究テーマ・研究方法等について指導・助言をいただくため、「産」「学」「官」のメンバーからなる「広島市産学官共同研究専門委員会(第2回)」を開催した。

(開催日: 3月22日(月)、委員長: 広島市立大学教授 吉田 典可 氏)

【メンバー】

- ・「産」側: 東友会協同組合、協同組合三菱広島協力会、広島熱処理協同組合、広島県鋳物工業協同組合、中国ゴム工業協同組合、広島家具工業協同組合の理事長等6名
- ・「学」側: 広島大学、広島市立大学、近畿大学、広島工業大学、広島国際学院大学の共同研究センター長等5名
- ・「官」側: 広島市工業技術センター所長、(財)広島市産業振興センター技術振興部長

■産学連携セミナー

大学の保有するシーズと企業のニーズをマッチングさせることにより、「産」「学」共同研究への結びつけを行う。さらに、新技術・新製品開発を支援する国・県・市等の助成制度を紹介した。

開催月日	講 師	参加者数
①8月31日	・広島大学地域共同研究センター 主 任 馬場 榮一 教授 ・近畿大学工業技術研究所 所 長 廣安 博之 教授 ・広島工業大学総合研究所 所 長 矢野 雅昭 教授 ・広島国際学院大学地域共同教育研究センター 所 長 北川 建次 教授 ・中国通商産業局 産業部 産業技術課 総括係長 藤本 茂文 氏 技 官 斉藤 信 氏 ・(財)広島県産業技術振興機構 産業支援部 技術開発担当部長 山縣 一郎 氏 ・広島市経済局 経済振興課 工業振興担当課長 重藤 吉久 氏 ・(社)発明協会 広島県支部 専務理事 楠田 和身 氏 ・(財)広島市産業振興センター技術振興部 産学官共同研究推進担当課長 山寄 勝弘	51名
②1月12日	広島市立大学 情報科学部長 大槻説子 氏 情報科学部 教授 吉田典可 氏 情報科学部 教授 大場 充 氏	103名

(17) 環境関連分野支援事業 (担当 菅原、山寄)

近年、地球環境保護が大きな問題となっており、環境関連技術分野は今後大きく発展していくものと思われる。

このため、本市の基幹産業である輸送機械・産業機械関連企業が保有する機械生産技術を、公害防止技術・産業廃棄物リサイクル技術等へ転用する技術支援を行うとともに、新産業創出・新分野開拓を視野に入れ、啓発活動・情報提供を行う。

■環境関連分野啓発講習会

講習会を開催した。(参加者：計204名)

テ ー マ	開催月日	講 師	参加者数
「21世紀の地球環境を考える塗装システム」	6月28日	・ランズバーグ・インダストリー株式会社 取締役ランズバーグ事業部長 斉藤 英治 氏	45名
「ISO14000シリーズに関する講習会」	9月26日	・㈱イーエムエスジャパン代表取締役社長 寺田 博 氏	58名
「環境・リサイクルビジネスの現況と展望」	10月6日	・東京都労働経済局 商工計画部計画課 課務担当係長 斉藤 彦明 氏	44名
「自動車リサイクルに関する講演会」	3月9日	・九州大学石炭研究資料センター 助教授 外川 健一 氏	57名

■環境関連技術アドバイザー派遣事業

企業が保有する技術の同分野への展開に際して、技術開発のプロセスで課題や問題点に直面したとき、この解決のため必要な公害防止技術・産業廃棄物リサイクル技術等の専門的な技術指導・情報提供等を行った。
(全10回 4時間/1回)

(18) 技術者研修事業

各種材料、加工技術、工程合理化技術及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。

■材料・加工技術

事業名	開催月日	テーマ	講師	参加者	担当
熱処理技術講習会	3月7日	「熱処理歪の低減事例と考え方」	コンサルタント事務所 IMST Inst. 代表者 鮎付 清司氏	69 名	市後
工具鋼材料技術講習会	2月16日	「リニアモータ駆動放電加工機による微細加工」	株式会社ソディック 横浜加工技術部 部長 中島 宣洋氏	61 名	山本
ゴム基礎技術研修会	① 9月6日	「ゴムの現状と課題」	(株)日本植生 岡山研究所 所 長 川崎 仁士氏	28 名	四辻
	② 9月13日	「ゴムの基礎的性質と種類」	JSR(株)高分子研究所 エラストマー開発室 主 事 長谷川研二氏		
	③ 9月20日	「ゴムの補強材・充填剤」	(株)白石中央研究所 研究員 筒井 昌一氏		
	④ 9月27日	「ゴムの配合薬品」	三新化学工業(株)研究所 高分子課 課 長 森田 雅和氏		
	⑤ 10月4日	「成形加工」	(株)神戸製鋼所 機械カンパニー産業機械 部樹脂機械技術室 顧 問 井上 公雄氏		
	⑥ 10月11日	「配合技術」	妻鹿技術士事務所 妻鹿 菊夫氏		
	⑦ 10月18日	「ゴムの試験方法」	広島市工業技術センター 四辻 博文		
	⑧ 10月25日	「高性能エラストマーの開発における ゴム配合技術の進歩」	(財)生産開発科学研究所 理事長 山下 晋三氏		
木質高機能化技術講習会	12月7日	木材の耐久性向上と化学加工	横浜国立大学教育人間科学部 矢田 茂樹氏	21 名	三宅
鋳造技術者講習会	① 9月20日	生産設計でのコンピュータシミュレーション～基礎から応用まで～	大阪産業大学経営学部流通学科 助教授 長坂 悦敬氏	22 名	中村
	② 12月21日	引け巣発生メカニズム	(株)日下レアメタル研究所 技術部長 鹿毛 秀彦氏	21 名	

■生産工程合理化技術

事業名	開催月日	テーマ	講師	参加者	担当者
グローバルエンジニア技術講習会	6月 8日	グローバルエンジニアの育成	広島大学工学部第二類 坂和 正敏氏	44名	西山 田中
非破壊センシング 技術講習会	9月 5日	新しいロボットセンサとその応用技術	東海大学工学部電気工学科 増田 良介氏	34名	田中 上杉
電磁環境耐性 技術講習会	3月 2日	企業におけるEMCのトータル管理	松下電器産業(株)生産技術部 石原 勝夫氏	25名	上杉 田中

■デザイン技術

事業名	開催月日	テーマ	講師	参加者	担当者
注文洋服縫製 技術講習会	7月12日	・紳士服、カジュアルウェア新旧デザイン の相違 ・婦人物への展開など	佐藤服飾研究所 佐藤 五郎 氏	29名	谷本 久保崎
デザイン技術 基礎講座	① 6月6日	デザインと色彩	セントラルデザインアソシエーツ 山下 新治 氏	10名	西原
	② 6月13日				
	③ 6月20日	製図法、スケッチ技法	(財)広島市産業振興センター 西原 正明		
	④ 6月27日				
	⑤ 7月4日	パースと色づけ	(有)アトリエ・ケン 慶雲寺 誠 氏		
	⑥ 7月11日				
	⑦ 7月18日	開発の手法	(財)広島市産業振興センター 西原 正明		
	⑧ 7月25日	プレゼンテーション技法	(財)広島市産業振興センター 平松 志保		

(19) 発明考案奨励・表彰事業

■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 議所会 頭賞	発明協 会広島 県支部 長賞	中 国 新聞社 賞	広島市 P T A 協議会 会長賞	増本賞 熊平賞 山本賞 木曾賞 竹林賞	優秀賞	学校賞
小学生の部	105点	1点	1点	1点	1点	1点	1点	3点	15点	1点
中学生の部	73点	1点	1点	1点	1点	1点	1点	2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12年11月17日～11月26日
- ・開催場所 広島市こども文化科学館

■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12年11月17日～11月26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	653点	10点 (3)	11点 (5)	16点 (2)	27点 (10)	16点 (7)	2校 (1)
中学生の部	1312点	13点 (1)	21点 (5)	42点 (5)	73点 (14)	34点 (7)	3校 (-)

上段：広島県 ()：広島市

■広島市技術指導優良企業表彰・優良発明功績者表彰

表彰名	表彰者	成果の内容
優良企業 表彰	(株) 府中テンパール	健康志向が増加するなか、本市の技術指導を契機に電気的手法の導入を図り安定した定電圧を得るインバータ回路とダブルアセッセル編みと言われる放電用電極の開発に成功した。このことにより安定したマイナスイオンを発生させることが可能となって「携帯用電位治療器」を開発した。
	(有) クレセント	独自の発想をもって、新技術、新製品開発を積極的に開拓、推進し本市の技術指導を契機に家庭用洗米装置を製品化した。開発した同製品は、ベンチャー商品として好評を博し、特許申請、意匠登録を行い承認された。また、全国発明くふうコンクールにも入選し、広島発のアイデア商品として定着した。
	(株) 東亜ミシン針工業	住宅様式の変化に伴い薄畳に対するニーズに対応するため、本市の技術指導を契機に材質、硬度、形状、加工方法等多岐にわたる研究開発を行い、従来の畳針に替わる薄畳用まち針を開発した。この針の開発により、高能率で高品位な薄畳用まち針の機械加工による生産が可能となった。
優良発明功績者 表彰	横田 博 氏 (株式会社 横田製作所 代表取締役社長)	入社以来、ポンプ及びバルブの開発製造を手掛け、対象となった自掃作動式自動定圧リフト弁装置は、水需要が増大するなか、水量の適正配分と使用目的に応じた所要水圧を確保するため発明されたもので、この発明により水資源の有効利用が図られた。

(20) 広島市工業技術振興協議会

地域企業の技術支援、産学官の連携促進を目的に業界団体、技術振興団体、関係大学の代表者に出席を頂き、地場産業の現況や課題、広島市の工業技術振興に対する提言や要望について意見交換を行った。今回は産業界から17組合、技術振興団体4団体のほか、地域の関係大学から5人の先生方をアドバイザーに招き、7月19日(水)に開催した。

【参加団体等】

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、広島県針工業協同組合、広島県鍍金工業協同組合、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、広島家具工業協同組合、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、広島県スクリーン印刷産業協同組合、(社)広島県情報産業協会、広島県中小企業団体中央会、(社)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、広島国際学院大学工学部、近畿大学工学部、広島市立大学芸術学部

(21) 会議・研究会への出席

会 議 等 の 名 称	出席者	出張先	出張日	備考
機械金属連合部会中四国九州合同機械専門部会	桑原	米子	11/15～16	
工業技術連絡会議中国地方資源環境合同専門部会	片山	松江	10/16～17	
日本金属学会	隠岐	習志野	3/28～30	
物質工学連合部会高分子分科会	片山	岩手	9/25～26	
工業技術連絡会議窯業技術担当者会議	隠岐	名古屋	11/9～10	
日本金属学会中国四国支部研究会	隠岐	松山	9/18	
日本金属学会2000年秋期大会	隠岐	名古屋	10/1～3	
機械金属連合部会計測分科会	市後	滋賀	10/12～13	
物質工学連合部会表面技術分科会	植木	東京	5/24～25	
中小企業技術開発産学官連携促進事業 産学官連携推進委員会（高周波複合振動加工）	尾崎・桑原	長野	11/1～2	
第4回品質工学・公設試連絡協議会	市後	高岡	12/15～16	
物質工学連合部会 中国地方部会	石原・谷本・三宅	広島市	3/2	
工業技術連絡会議電子連合部会総会	西山	長崎	6/ 1～ 2	
電子連合部会中国四国地方部会	上杉	高知	9/21～22	
工業技術連絡会議電子連合部会EMC研究会	田中秀	花巻	10/18～20	
電子連合部会情報技術研究分科会	田中秀	松本	11/13～14	
工業技術連絡会議物質工学連合部会総会	山口	つくば	6/15～16	
工業技術連絡会議物質工学連合部会画像プロセス分科会	谷本	東京	10/5～6	
工業技術連絡会議物質工学連合部会デザイン分科会	平松	山口	6/22～23	
工業技術連絡会議物質工学連合部会デザイン分科会	久保崎	群馬	10/18～20	
物質工学連合部会木質科学分科会	三宅	千葉	10/31～11 /1	
全国デザインセンター会議	平松	東京	3/9～10	
中国四国地方公設試験研究機関共同研究電子分野	田中秀	松江	7/26	
中国四国地方公設試験研究機関共同研究電子分野	田中秀	福山	2/22	
中国四国九州機械技術担当者会議	岡田	山口	12/ 8	
中国四国地方公設試験研究機関共同研究機械分野	岡田	香川	9/19	
中国四国地方公設試験研究機関共同研究機械分野	岡田	鳥取	3/ 9	
中小企業技術開発産学官連携促進事業 産学官連携推進委員会（デジタルエンジニア）	尾崎・上杉	岐阜	8/28～29	
中小企業技術開発産学官連携促進事業 産学官連携推進委員会（デジタルエンジニア）	尾崎・上杉	岐阜	3/13～14	
中小企業技術開発産学官連携促進事業 産学官連携推進委員会（非破壊センサ）	尾崎・田中秀	山形	9/28～29	
中国地域技術開発懇談会	石原	広島市	5/18	
工業技術連絡会議 機械金属連合部会総会	面崎	山梨	6/1～2	

会 議 等 の 名 称	出席者	出張先	出張日	備考
工業技術連絡会議 資源環境連合部会第8回総会・研究発表会	山寄	秋田	6/8～9	
中国産業人クラブ総会	石原	広島市	6/14	
公立鉾工業試験研究機関長協議会総会	石原	浦和	6/15～16	
中国四国YFE日本鑄造工学会いいもの研究部会	中村	広島市	6/28	
中国四国YFE日本鑄造工学会いいもの研究部会	中村	広島市	9/20	
中国四国YFE日本鑄造工学会いいもの研究部会	中村	広島市	12/21	
中国四国YFE日本鑄造工学会いいもの研究部会	中村	広島市	1/24	
(財) 中国技術振興センター・技術交流プラザ	尾崎	広島市	7/21	
中国四国YFE鑄造技術研究会	中村	米子	9/1～2	
中国地方工業技術連絡会議 (第1回)	石原・尾崎	広島市	9/22	
中国地方工業技術連絡会議 (第2回)	石原・尾崎	鳥取	2/22	
工業技術連絡会議 機械金属連合部会機械分科会 材料研究会	田中 _※	石川	9/28～29	
工業技術連絡会議 物質工学連合部会塗装工学分科会	山寄	札幌	9/28～29	
広島県電気工事工業組合技能競技大会	石原	広島市	10/13	
中国管内技術振興団体連絡会議	山田	広島市	10/31	
工業技術連絡会議 機械金属連合部会素形材技術分科会	中村	名古屋	11/16～17	
工業技術連絡会議 総会	石原	東京	12/4～5	
日本鑄造工学会中四国支部研究発表会・講演会	山田・中村	広島市	12/5	
中四国公設試共同研究企画担当者会議	尾崎	松山	1/11～12	
素形材産業懇話会連絡会議	山田	広島市	1/26	
中国管内技術振興団体連絡会議	山田	広島市	2/7	
中国地区素形材講演懇話会	山田	広島市	2/23	
中小企業総合研究機構調査協議会	山寄	東京	2/27～28	
中小企業総合研究機構意見交換会	石原・山田	広島市	9/12	
中小企業総合研究機構意見交換会	石原・山田	広島市	11/28	
中小企業総合研究機構意見交換会	石原・山田	広島市	3/14	
日本鑄造工学会中四国支部工場見学及び研究発表会	中村	宇部	3/14	
日本鑄造工学会中国四国支部総会・講演会	中村	広島市	6/2	

(22) 技術職員派遣研修事業

氏 名	研 修 名	研 修 先	期 間
金行 良隆	中小企業技術指導員養成過程 (6か月コース)	中小企業大学校東京校	6月 5日～12月19日

(23) 講師・委員の派遣

開催日	名 称	派 遣 内 容	開催場所	派遣者
4月26日	技能検定実技試験 (広島県職業能力開発協会)	検定委員(溶融亜鉛めっき作業)	因島市	植木
7月23日	技能検定実技試験 (広島県職業能力開発協会)	検定委員(噴霧塗装作業)	マツダ㈱	山寄 植木
7月30日	技能検定実技試験 (広島県職業能力開発協会)	検定委員(金属塗装作業)	マツダ㈱	山寄 植木
9月 6日	技能検定実技試験 (広島県職業能力開発協会)	検定委員(溶融亜鉛めっき作業)	三原市	植木
2月 3日	技能検定実技試験 (広島県職業能力開発協会)	検定委員(防食溶射作業)	府中市	植木
6月 1日	技能検定水準調整会議 (広島県職業能力開発協会)	検定委員	広島	植木
11月29日	技能検定水準調整会議 (広島県職業能力開発協会)	検定委員	福山	植木
11月 9日 ～10日	プラスチック成形加工学会 第8回秋季大会	実行委員	広島	四辻
10月 4日	広島市児童生徒発明くふう展審査会	審査員代理	広島市	谷本・吉村
10月18日	広島県児童生徒発明くふう展審査会	審査員代理	広島市	吉村
2月 2日	鑄造工学会YFE委員会	委員	東京	中村
3月29日	中国工業技術研究所産学官連携推進 委員会	委員	呉市	本田
10月 2日	広島県未来の科学の夢絵画展審査会	審査員	発明会館	谷本
4月21日	日本鑄造工学会中四国支部 理事会	常任理事	広島市	山田
5月23日	発明協会総会	常任理事	広島市	石原
6月 2日	広島県産業技術振興機構技術開発委 員会 (第1回)	委員	広島市	石原
6月 2日	日本鑄造工学会中四国支部 総会・ 講演会・理事会	常任理事	広島市	山田
6月 8日	広島県産業支援機関等連携推進会議	委員	広島市	石原
2月 2日	鑄造工学会YFE委員会	委員	東京	中村
2月 7日	広島少年少女発明クラブ運営委員会	委員	広島市	石原
2月14日	中国地域技術振興運営委員会	委員代理	広島市	尾崎
3月21日	広島県産業支援機関等連携推進会議	委員代理	広島市	吉村

(24) 発表(誌上・口頭)

■誌上発表

時 期	誌 名	テ ー マ	氏 名
2000年 4月	鑄造工学 第72巻	直接通電を利用した球状黒鉛鑄鉄の急速オーステンパ処理に及ぼす素材組織の影響	多田周二* 阿部利彦* 中村真知也
2000年 7月	Journal of Sound and Vibration (2000) 236(1)	Research on Vibration Characteristics between Human Body and Seat, Steering Wheel, and Pedals (Effects of Seat Position on Ride Comfort)	Shuji Nishiyama, 他4名
2000年 9月	日本機械学会論文集(C編)66巻 649号	シュラウドでつづられたタービン翼群の連成振動に関する研究(第2報、回転軸方向屈曲振動とねじり振動の干渉)	西山修二・他1名
2000年 9月	JSME International Journal Series C, Vol.43, No.2	Experimental Investigation of the Effects of Seat Position on Human Dynamic Behavior	Shuji Nishiyama 他3名
2001年 3月	軽金属 第51巻 3号	真空焼結後HIP処理したTi-13%V-11%Cr-3%Al合金の引張性質	隠岐 貴史

*東北工業技術研究所

■口頭発表

時 期	学会・協会等	テ ー マ	氏 名	備考
2000年 5月	自動車技術会学術講演会	トリオテスターマルチユニットNS21システムの開発(ローラ式サイドスリップ・ブレーキ・スピードテスター一体型検査機器)	西山 修二	横浜
2000年 9月	日本金属学会中国四国支部研究会	粒子分散度の異なるTi-TiC焼結材の引張性質	隠岐 貴史	松山
2000年10月	日本金属学会2000年秋期大会	TiC粒子分散チタン焼結材の引張性質に及ぼすTiC粒子の空間分布の影響	隠岐 貴史	名古屋

(25) 受賞・表彰等

氏 名	内 容	団 体 名
市後 博造	品質工学の発展と普及に対する貢献賞	品質工学会 会長 土屋 元彦

3 研 究 報 告

(1) 蓄光クリヤーの屋外実用性評価と用途開発 山寄 勝弘、四辻 博文、片山 正文	39
(2) HIP 処理した β 型チタン合金の金属組織と引張性質 隠岐 貴史、松木 一弘、畑山 東明、柳沢 平	44
(3) 高周波振動複合加工による金属材料の微細加工に関する研究 (第2報) 桑原 修、山本 敏彦	50
(4) クロムフリーへの対応 植木 邦夫、金行 良隆	53
(5) 中性子の後方散乱を利用した非破壊計測 (第2報, 最適計測位置の検証) 田中 秀樹	57
(6) 光切断法による細管内面の損傷計測 (第2報, 損傷計測システム精度の検証) 田中 秀樹	64
(7) 送風機動翼の設計、試作及び性能評価 上杉 憲雄、三宅 裕行	71
(8) 構造系、流体系、伝熱系のエンジニアリングシステムの統合化及び その活用技術 (実験的研究) 上杉 憲雄、三宅 裕行	75
(9) 構造系、流体系、伝熱系連成現象に関する基礎的研究 (第1報, シミュレーションシステムの開発) 清水 功史、上杉 憲雄、三宅 裕行	80
(10) 木材成分を有する軟質ウレタンフォームの試作及び物性評価 三宅 裕行、木下 利徳	83

Research Report

(1)	Evaluation of Utility in the Outdoors and Utilization of Phosphorescent Varnish Katsuhiro YAMASAKI, Hirofumi YOTSUJI and Masafumi KATAYAMA	39
(2)	Microstructure and Tensile Properties of HIP'ed β-Ti alloy Takashi OKI, Kazuhiro MATSUGI*, Tomëi HATAYAMA*and Osamu YANAGISAWA	44
(3)	Research on Microfabrication of Metallic Material Applying Combined Machining with High Frequency Vibration (2nd Report) Osamu KŪWABARA,Toshihiko YAMAMOTO	50
(4)	A Study to Cope with Chrome-Free Problem Kunio UEKI and Yoshitaka KANEYUKI	53
(5)	Non-Destructive Measurement Using Back Scatter of Neutron (2nd report, Inspection of the Optimal Measuring Position) Hideki TANAKA	57
(6)	Damage Measurement on Inside of Thin Tube Using Light Section Method (2nd report, Experiment of the Damage Measuring System Precision) Hideki TANAKA	64
(7)	Design, Making for Trial Purposes, and Performance Evaluation of Blower Blade Norio UESUGI, Hiroyuki MIYAKE	71
(8)	Integuration of Structure-Fluid Thermo Engineering System and the use technology (Experimental Research) Norio UESUGI, Hiroyuki MIYAKE	75
(9)	Fundamental Investigation of Coupled Phenomenon between Structure System, Fluid System and Heat Transfer System (The 1st Report, Development of the Analytical System) Kohshi SHIMIZU, Norio UESUGI and Hiroyuki MIYAKE	80
(10)	Development and Physical Properties Evaluation of Soft Urethane Forms containing wood element Hiroyuki MIYAKE, Toshinori KINOSHITA	83

蓄光クリヤーの屋外実用性評価と用途開発

山 寄 勝 弘、四 辻 博 文、片 山 正 文

Evaluation of Utility in the Outdoors and Utilization of Phosphorescent Varnish

Katsuhiro YAMASAKI , Hirofumi YOTSUJI and Masafumi KATAYAMA

Phosphorescent varnish was manufactured on trial by kneading alkaline earth aluminate phosphor with some kind of varnish. Then, by the way of spraying this varnish, the various products which are easy to distinguish in night are produced experimentally. For these phosphorescent clear films, the utility in the outdoors was evaluated with the tests of ability concerning light, weather resistance, accelerated weathering, waterproof, and adhesion.

Keywords ; Phosphorescent Pigments, Varnish, Utility in the Outdoors

アルカリ土類アルミン酸塩蛍光体とクリヤー（透明塗料）を混練した蓄光クリヤーを用い、被塗物にスプレー塗装し、夜間視認性の高い製品を試作した。また、蓄光クリヤー塗膜の残光特性、屋外暴露性、促進耐候性、耐水性、付着性を試験し、屋外実用性の評価を行った。

キーワード；蓄光顔料、クリヤー、屋外実用性

1. 緒 言

蓄光顔料は、太陽光または人工照明の光を照射した後、暗所において発光する顔料で、蓄光安全標識板などに用いられている。これらは、色、蛍光色、りん光（残光）輝度の経時変化、250℃における耐熱性、高圧水銀等による耐光性、粒度、水分等について、日本工業規格で規定されている⁽¹⁾。

1993年に開発されたストロンチウムアルミネート等のアルミン酸塩蛍光体は、従来からの蓄光顔料である硫化カルシウム、硫化亜鉛、硫化亜鉛カドミウム等の硫化物蛍光体と比較して、初期輝度、残光輝度が10倍程度高いことから⁽²⁾、プラスチックに混入し、プレート・シート等に加工され使用されている⁽²⁾。

蓄光塗料は、顔料の沈降性、耐水性、価格等に問題点があり、時計の文字部等の使用を除き、一般の工業製品用としては、屋外での使用実績はほとんど見受けられないようである。

蓄光塗料は、蓄光シートでは貼れない複雑な形状の製品にも塗装で対応できるところから、電源のない場所での、夜間視認性の必要な製品への開発が期待されている。しかし、蓄光顔料は耐水性が悪いところから⁽³⁾屋外での使用実績が少なく、また、スプレー塗装の実用性、塗膜物性、屋外における直射日光・降雨による影響等について調査する限り報告された例がないようである。

このため、蓄光顔料とクリヤー（透明塗料）を混練した蓄光クリヤーを試作し、塗装仕様の実用性、

塗膜の残光特性、屋外暴露性、促進耐候性、耐水性、付着性等を評価するとともに、これらを利用した製品の試作を行った。

2. 塗装実用性試験

溶剤型塗料の塗装方法には、刷毛塗り、スプレー塗装、ローラー塗装、浸漬塗装、フローコーター塗装等多くの塗装方法がある。平坦な被塗物であれば、蓄光シートを接着する方が簡便であるが、複雑な形状の被塗物を均一に仕上げることを想定して、一般的なスプレー塗装方法でその実用性を評価した。

2.1 塗装用具

塗装用具を表1に示す。

表1 塗装用具

区 分	アジテータ付き スプレーガン	汎用小型 スプレーガン
型 式	W-100A型	W-71-2G型
塗料供給方式	重力式	重力式
塗料ノズル口径	φ1.3 mm	φ1.3 mm
塗料吹付圧力	0.35 MPa	0.35 MPa
塗料噴出量	110 ml/min	85 ml/min
空気使用量	180 l/min	155 l/min
パターン開き	180 mm	155 mm

塗装に供した蓄光クリヤーの種類としては、透明性、屋外実用性、塗装性、乾燥性等を考慮して、自然乾燥タイプおよび焼き付けタイプのクリヤーにN社製蓄光顔料（G-300M 平均粒度径9μm）を重量比で2：1に混合し、フォードカップ*4で18秒に希釈後、吹き付け距離150mmでスプレー塗装を行った。

表2は、各試料のクリヤーの樹脂名と硬化条件を示す。

表2 クリヤーおよび硬化条件

試料	クリヤーの樹脂名	硬化条件
2-1	R社アクリルウレタン樹脂	硬化剤 10:1
2-2	T社常温硬化フッ素樹脂	硬化剤 5:1
2-3	N社熱硬化性アクリル樹脂	150℃×20min
2-4	N社熱硬化性メラミン樹脂	130℃×20min

2.2 実験結果

- ①試料2-1～2-4全てについて、アジテータ付きの塗料カップ内で常時攪拌しながら塗装することで、真比重が3以上の蓄光顔料でも、分散不良は起こらず、支障無くスプレー塗装が可能であった。通常の塗料カップでは、攪拌後カップに移した時点ですぐに沈殿が始まることから、ごく短時間でスプレーが終わるような限られた条件でなければ、塗装は困難であった。
- ②試料2-1～2-4全てについて、ビヒクルの種類による混合適性には差がなかった。
- ③試料2-1～2-4全てについて、塗り肌が一般塗料の塗り肌に比較して粗かったが、クリアーのみを塗り重ねることにより改善できた。

3. 塗膜物性試験

3.1 残光試験

3.1.1 試験片の作成

常温乾燥型エポキシ系プライマーを下塗り後、アクリル変性ポリウレタン白エナメルを中塗り塗装したSUS304板（150mm×70mm×1.6mm(t)）を試験板とした。

表3に試験片の蓄光クリヤー概要を示す。

表3 塗膜物性試験片

試料	型 番	化学組成	発光色
No. 1	C社CP-05	主要原料は ①SrO ②Al ₂ O ③B ₂ O ₃ ④Eu ₂ O ₃ ⑤Dy ₂ O ₃ ⑥CaO 等	緑色
No. 2	C社CP-10		青色
No. 3	C社CP-20		紫色
No. 4	C社CP-30		黄色
No. 5	C社CP-40		赤色
No. 6	N社G-300M	SrAl ₂ O ₄ , Eu, Dy	緑色
No. 7	N社G-300F	SrAl ₂ O ₄ , Eu, Dy	緑色
No. 8	N社GLL-300M	SrAl ₂ O ₄ , Eu, Dy	緑色
No. 9	N社BG-300M	Sr ₄ Al ₁₄ O ₂₅ , Eu, Dy	青緑色
No.10	N社BG-300FF	Sr ₄ Al ₁₄ O ₂₅ , Eu, Dy	青緑色
No.11	N社V-300M	CaAl ₂ O ₄ , Eu, Nd	青紫色

屋外での塗装を考慮して、ビヒクルをアクリル変性ポリウレタン樹脂クリヤーとし、クリヤーと蓄光顔料を重量比で2:1に混合し、蓄光クリヤーを試作

した。これを上記試験板にそれぞれ乾燥塗膜で50 μ m程度にスプレー塗装し、さらに耐水性・耐久性を向上させるため、クリアーだけを乾燥塗膜で15 μ m程度に上塗り塗装したものを各種試験に供した。

3.1.2 励起条件およびりん光（残光）輝度測定条件

表3の各試験片を、20℃、65%の恒温恒湿室内で24時間光を遮断した状態で保管後、D₆₅光源（㈱ケンコー製KD-DL4 DAY LIGHT）を用いて、1420lx（㈱カスタム製LX-1332照度計）で30分間照射し、色彩色差計（ミノルタ製CS-100）を用いて、消灯1分後から5分毎に測定した。

3.1.3 残光輝度測定結果

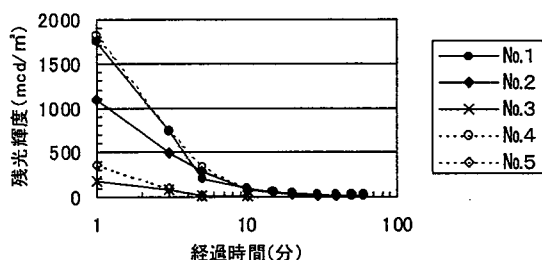


図1 初期試験片の残光輝度経時変化

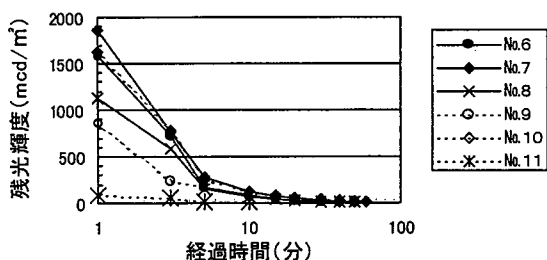


図2 初期試験片の残光輝度経時変化

消灯1分後の赤色（No.5）、紫色（No.3, No.11）の輝度は90～360mcd/m²程度と低く、10分程度で10mcd/m²となって目視の限界近くに減衰する。

緑色（No.1, No.7）、黄色（No.4）については、消灯1分後で1,800mcd/m²と非常に明るい輝度であるが、60分後には10～20mcd/m²迄減衰する。

3.2 塗膜の長期耐久性に関する試験

供試試験片は表3に示すNo.1～No.11の試料に塗装した試験片を使用した。

屋外暴露試験は、JIS K5600-7-6 (ISO2810)により、暴露角度は $\theta 45^\circ$ 、暴露期間は2000年2月4日～2001年2月2日の1年間実施した。

促進耐候性試験は、JIS K5400.9.8.1により、サンシャインカーボンアーク灯式ウェザーメーターで1,000時間実施した。

耐水性試験は、JIS K5400.8.19により、240時間浸漬した。

評価方法として、冷暗所に保存しておいた無暴露試験片と3.1.2の方法により残光特性を比較した。

試験結果として、データの一部を図3及び図4に示す。

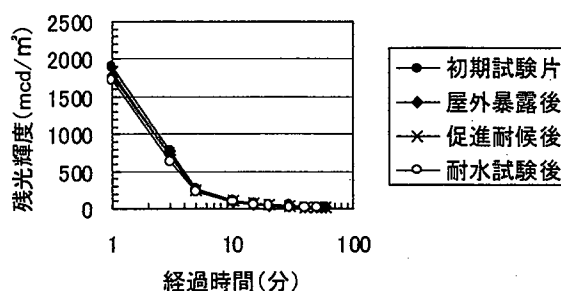


図3 試験片No.1の劣化試験後の残光輝度経時変化

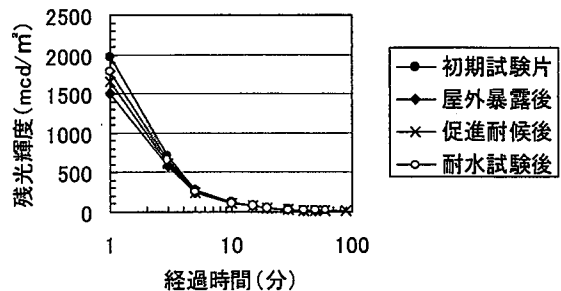


図4 試験片No.7の劣化試験後の残光輝度経時変化

屋外暴露試験、促進耐候性試験、耐水試験の3種類の長期耐久性試験を実施したが、何れの試験後の残光輝度も初期試験片と顕著な差は認められない。No.1, No.7以外の試験片についても、同様に顕著な差は認められない。

3.3 塗膜の抵抗性に関する試験

供試試験片は表3に示すNo.1～No.11の試料に塗装した試験片を使用した。

試験条件として、耐衝撃性試験は、JIS K5400.8.3.2デュボン式により、撃芯1/4インチ、重さ500g、高さ30cmとした。

付着性試験は、JIS K5400.8.5.2基盤目テープ法

で評価した。

表 4 は試験結果を示す。

表 4 塗膜の抵抗性に関する試験結果

試料	耐衝撃性試験	付着性試験
No. 1	割れ・はがれ無し	8 点
No. 2	割れ・はがれ無し	8 点
No. 3	割れ・はがれ無し	8 点
No. 4	割れ・はがれ無し	8 点
No. 5	割れ・はがれ無し	8 点
No. 6	割れ・はがれ無し	8 点
No. 7	割れ・はがれ無し	8 点
No. 8	割れ・はがれ無し	8 点
No. 9	割れ・はがれ無し	8 点
No.10	割れ・はがれ無し	8 点
No.11	割れ・はがれ無し	8 点

全ての試験片ともに塗膜物性には問題がない。

3.4 蓄光顔料の組成分析

粉末状の蓄光顔料を、蛍光 X 線分析装置（セイコー電子工業㈱製 SEA2010L）を用いて定量分析した。

表 5 は分析結果を示す。

表 5 蓄光顔料の X 線定量分析

試料	分析結果（濃度％）
No. 1	Sr 94％、Dy 3％、Eu 3％、
No. 2	Sr 83％、Eu 7％、Ca 6％、Dy 3％、
No. 3	Ca 81％、Eu 6％、Dy 5％、Sr 3％、
No. 4	Sr 80％、Ca 7％、Eu 6％、Dy 5％、
No. 5	Sr 37％、S 37％、Ca 25％、Tm 0.3％、

4. 試作品

当センターの新加飾技術研究会の会員企業と共同で、蓄光顔料、蓄光クリヤーを使用した 5 種類の試作品を開発した。

4.1 モニュメントの試作

アートプランニングと共同で、薔薇のモニュメント（アルミニウム鋳造品）に発光色で緑色及び一部赤色の蓄光塗装を施して試作品を作製した。（図 5）

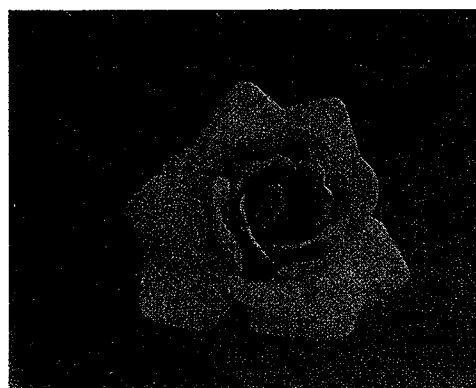


図 5 薔薇のモニュメント

4.2 廃ガラス瓶利用の蓄光材料の開発

㈱エコと共同で、使用済みのガラス瓶（透明・緑・褐色等）を破碎し、鋭利な角を除いて粒状にした後、ポリウレタン樹脂クリヤーをバインダーとして、蓄光顔料・蛍光顔料・着色顔料等を混練した材料を開発した。（図 6）

型に入れて成形することにより、歩道舗装、看板、インテリア等への利用を図る。また、モルタルガンによる吹き付けで、建物壁面塗装への利用を図る。

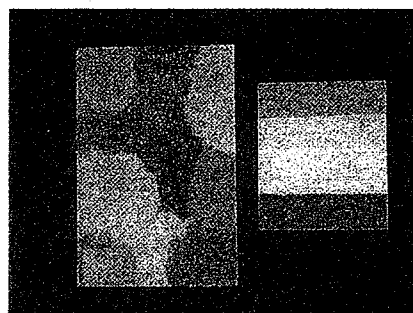


図 6 廃ガラス瓶

4.3 メタルサイン等への応用

㈱研創と共同で、停電時等でも視認性のある箱文字メタルサイン等の試作を行った。（図 7）



図 7 メタルサイン

4.4 交通安全のための夜光ラインの開発

(株)日本パーカーライジング広島工場と共同で、ガラスビーズに蓄光クリヤーを混合し、乾燥後とも擦りさせて、ビーズの穴だけに蓄光顔料を付着させたコーティングビーズを試作した。このビーズを横断



図8 夜光ライン

歩道・センターライン等の線引き用トラフィックペイントの表面に融着させ、照明の無い場所での夜間視認性を高めることができる。(図8)

4.5 蓄光金属材料の試作

(株)日本パーカーライジング広島工場と共同で、チタン粉末と蓄光顔料を等量混合し放電焼結方法を用いて900℃の処理条件で、蓄光金属材料を試作した。(図9)

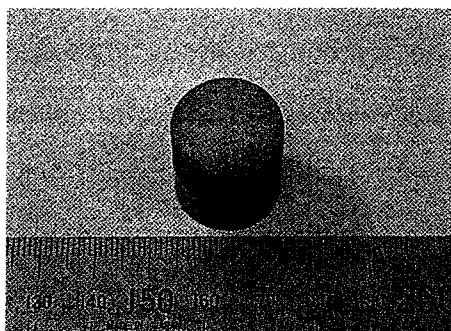


図9 蓄光金属材料

5. 結 言

各社・各種の蓄光顔料とクリヤーで試作した蓄光クリヤーの残光輝度の経時変化を計測した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 試験片の初期段階における残光輝度は、消灯直後1分程度で、1,800mcd/m²の輝度を持つものもあるが、10分程度で1/10まで減衰した。
- (2) 色彩的には、緑・黄系統の蓄光顔料の初期残光輝度が高く、赤・紫系統は、緑・黄色系統の1/5

以下であり減衰も早い特性が見受けられた。

- (3) 耐水性が弱いとされている蓄光顔料も、クリヤーに混合し、更にクリヤーを上塗りすることにより、屋外暴露試験、促進耐候性試験、耐水性試験等の各種劣化試験後の残光輝度は、初期試験片に比較して大きな違いは見受けられなかった。

- (4) 蓄光クリヤーの付着力は、一般塗料と同程度であることが確認できた。

急に暗闇になった場合に、人間が十分に視認できる輝度は10mcd/m²といわれている。また、暗闇に目が慣れた暗順応状態においては、0.3mcd/m²の明るさが視認可能⁽³⁾といわれている。実用性を考慮すると、10mcd/m²になるまでの時間が問題である。

今回試作した各種の蓄光クリヤーは、励起・消灯後1時間程度で、製品に実用化できる目途である残光輝度の10mcd/m²まで減衰する。このことから、日没までの薄暮時間が長い屋外での夜間視認性を確保するには、現在の蓄光顔料の残光特性では、実用性の面でまだ不十分であり今後の開発課題といえる。

謝 辞

試作品の開発にあたり、ご支援・ご協力いただいたアートプランニング、(株)エコ、(株)研創、(株)日本パーカーライジング広島工場に感謝の意を表します。

参考文献

- (1) J I S K 5 1 2 0-1988 蓄光顔料解説
- (2) 工業塗装 No.132. 1995. 7. 根本特殊化学(株)
- (3) ケミテック(株)技術情報<機能性材料>

HIP処理した β 型チタン合金の金属組織と引張性質

隠岐貴史, 松木一弘*, 畑山東明*, 柳沢 平*

Microstructure and Tensile Properties of HIP'ed β -Ti alloy

Takashi OKI, Kazuhiro MATSUGI*, Tomei HATAYAMA *and Osamu YANAGISAWA*

The relationship between the microstructures and tensile properties has been investigated for the vacuum sintered and the vacuum sintered plus HIP'ed Ti-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al alloy, which is the basic material of practically used β -type titanium alloy. They were produced by blending a pure titanium powder, a pure vanadium powder, a pure chromium powder and an Al-42mass%V alloy powder. The microstructures of the vacuum sintered material and the HIP'ed material consist of equiaxed grain and that of HIP'ed at the temperature near to the β transus becomes finer than the vacuum sintered material. In the materials HIP'ed at the temperatures below the β transus a larger amount of α phase precipitates is observed than in the vacuum sintered materials and the materials HIP'ed at the higher temperatures above the β transus. This tendency is notable in the low temperature HIP'ed materials after high temperature vacuum sintering. The low temperature HIP'ed materials with many α precipitates show the higher values of the 0.2% proof stress and ultimate tensile strength comparing with the high temperature HIP'ed materials but the ductility is excellent for the high temperature HIP'ed materials. The ductility of the low temperature HIP'ed materials having ununiform α precipitates is lower than the vacuum sintered material.

Keywords : Ti-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al alloy, vacuum sintering, HIP, sintered structure, tensile properties

純チタン粉末, バナジウム粉末, クロム粉末およびAl-42mass%V母合金粉末を用いた, CIP成形, 真空焼結およびHIP処理プロセスからなる素粉末混合法により, 実用 β 型チタン合金の基礎材料であるTi-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al合金の製造を試みた。作成した真空焼結材と, さらにHIP処理を施した材料の室温における組織と引張性質を調べ以下のような結果を得た。

真空焼結材とHIP処理材の組織は, とともに等軸結晶粒を示し, β トランザス温度近傍でHIP処理した材料は真空焼結材よりも微細となる。 β トランザス温度以下の低温HIP処理材では真空焼結材および β トランザス温度以上の高温HIP処理材よりも多くの析出 α 相が観察され, 特に真空焼結温度の高い低温HIP処理材ほど顕著である。この析出 α 相の多い低温HIP処理材で0.2%耐力および引張強さは高温HIP処理材よりも優れている。一方, 延性は高温HIP処理材が優れ, α 相の析出が不均一な低温HIP処理材では真空焼結材よりも延性が低下する。

キーワード : Ti-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al合金, 真空焼結, HIP, 焼結組織, 引張性質

*広島大学工学部

1. 緒 言

これまでの研究で、純チタンおよびTi-6mass%Al-4mass%V（以後、Ti-6Al-4Vと略す。なお、特に断らない限り組成はmass%で示す）合金材について、冷間等方加圧（CIP）→真空焼結（VS）→熱間等方加圧（HIP）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VS温度とHIP処理温度について検討した。その結果、同じように真密度を示す材料であっても、これらの組織を制御することにより、引張性質の最適化が図れることを報告した^{(1),(2)}。

β 型チタン合金は、 $(\alpha + \beta)$ 型合金と比べて加工性に富み、熱処理による組織調整により、強度と延性の最適化が図られ^{(3)~(6)}、高強度材料が作られている。しかしこれらのほとんどは溶製材が主であり、粉末法による試みはほとんどなされていない⁽⁷⁾。

そこで本研究では、素粉末混合法により、実用 β 型チタン合金の基礎材料であるTi-13V-11Cr-3Al合金の製造を試みた⁽⁸⁾。

β 型のTi-13V-11Cr-3Al合金では、時効処理により ω 相と金属間化合物の析出があり、これらによる脆化等の問題がある⁽⁹⁾ため、得られた材料の組織、引張性質および焼結条件との相関を、as-HIP状態において検討した。

2. 実験方法

2.1 試料の作成

供試粉末として水素化脱水素法により製造された $150\mu\text{m}$ 以下の粒径（平均粒径約 $40\mu\text{m}$ ）のチタン粉末、 $325\mu\text{m}$ メッシュ以下の粒径のバナジウム粉末、 $200\mu\text{m}$ メッシュ以下の粒径のクロム粉末および $75\mu\text{m}$ 以下の粒径のAl-42V合金粉を用いた。各粉末を重量比Ti:V:Cr:Al=73:13:11:3になるように秤量し、V型混合機により乾式混合した。混合した粉末をCIPにより成形（ 392MPa 下で240s間保持）した後、この圧粉体を $1 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 下で1238~1678Kの9温度で10.8ks間焼結した（以後、VS材と呼ぶ）。さらに、このVS材に、 196MPa で、 β トランスス（993K）の上下（973K, 1023K, 1073Kおよび1273K）の4温度において7.2ks間HIP処理を施した（以後、HIP処理材と呼ぶ）。

2.2 試験方法

密度測定は、JISに準拠したアルキメデス法によって行った。ここで、光学顕微鏡（OM）、あるいは走査型電子顕微鏡（SEM）レベルで、空洞が観察されないHIP処理材で得られた値（ 4.817Mg/m^3 、文献値： 4.816Mg/m^3 ⁽⁹⁾）を真密度として用いた。また、焼結組織の観察には、OMおよびSEMを用いた。合金元素の拡散状況および結晶構造の確認にはX線マイクロアナライザー（EPMA）およびX線回折装置（XRD）を用いた。

直径が約16mm、長さが約55mmの円柱形状のVS材およびHIP処理材から直径が8mm、平行部長さが25mmの引張試験片を旋盤により切り出し、引張試験に供した。引張試験は、インストロン・タイプの引張試験機を用いて、ひずみ速度 $4.3 \times 10^{-4}\text{s}^{-1}$ の条件で行った。その時、ひずみゲージ式の伸び計を用いて破壊に至るまでの伸びを測定した。引張破面の観察には、SEMを用いた。

3. 実験結果と考察

3.1 相対密度

図1に各焼結材の相対密度を示す。VS材においては、VS温度が1550Kまでは温度上昇とともに相対密度が増加し、それ以上の温度で若干の増加がみられるもののほぼ一定となった。これらのVS材にHIP処理を施した場合、VS温度にかかわらず密度の増加が

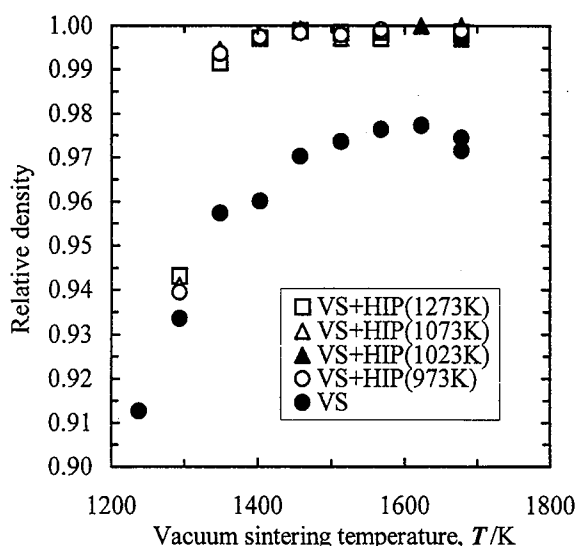


Fig.1 Effect of vacuum sintering temperature on relative densities of vacuum sintered and vacuum sintered + HIP'd Ti-13V-11Cr-3Al alloy.

みられるが、特にVS温度が1458K以上のVS材に対してHIP処理を施すことによりほぼ100%の相対密度を有する材料を得ることができた。本HIP処理条件において、真密度材料は97%以上の相対密度を持ち貫通孔が認められないVS材において達成された。

3.2 焼結組織

図2に焼結組織の概略を整理した。VS材およびHIP処理材の代表的なOM組織を図3に示す。未拡散 (imperfect diffusion) と示したのは、EPMAでクロ

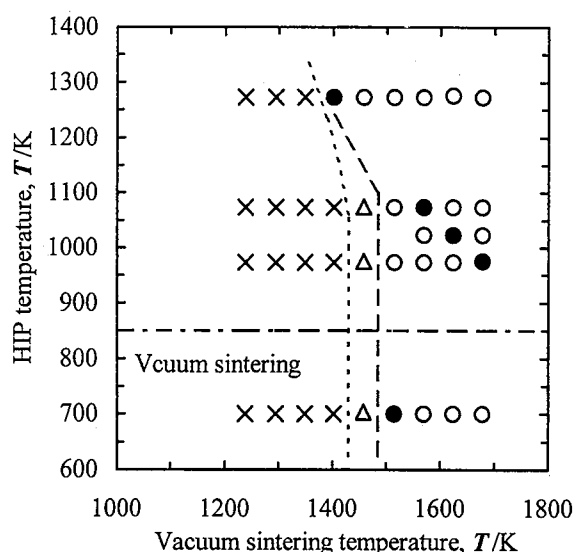


Fig.2 Effect of vacuum sintering temperature on the microstructures of vacuum sintered and vacuum sintered + HIP'ed Ti-13V-11Cr-3Al alloys.

○:diffusion, ×:imperfect diffusion(V,Cr), △:imperfect diffusion(Cr), ●:the material of highest ductility.

ムやバナジウム未拡散部分が観察された材料を意味する。図3(a)中のAは、粉末混合時のクロム粉末およびクロムが優先的にチタン粒界に拡散してゆく途中の過程を示している。VS材の組織は等軸結晶粒組織を示す。1348K以上で焼結した材料の空洞は孤立化し(数十 μm)、VS温度の上昇に伴って、空洞の球状化が促進される(図3(b)中のB)。また、各元素の拡散の進行とともに1403KのVS材より結晶粒内、結晶粒界に α 相の析出⁽⁶⁾が見られるようになる。1513K以上のVS材では結晶粒内で連続的な α 相の析出が観察され、これはVS温度が高いほど多くなる(1678K, 図3(b)中のC)。本材料が焼結を行っただけの状態であるため、 α 相の析出サイトは均一で

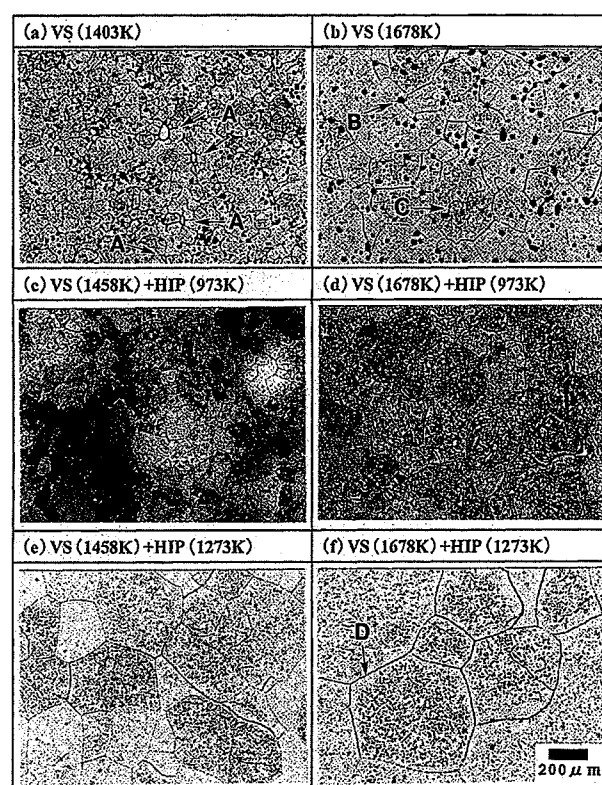


Fig.3 Typical optical micrographs of Ti-13V-11Cr-3Al alloy compacts, (a)vacuum sintered at 1403K, (b)vacuum sintered at 1678K, (c)vacuum sintered at 1458K + HIP'ed at 973K, (d)vacuum sintered at 1678K + HIP'ed at 973K, (e)vacuum sintered at 1458K + HIP'ed at 1273K, (f)vacuum sintered at 1678K + HIP'ed at 1273K.

はないことと α 相は β 母相の転移上に析出しやすい⁽¹⁰⁾ことから連続的な α 相の析出が見られたものと考えられる。

HIP処理材の組織は、VS状態と同様の等軸結晶粒組織であるが、HIP処理温度により α 相の析出形態に違いが見られた(図3参照)。

β トランザス以下の973K(以後、低温HIP処理と呼ぶ)でHIP処理を施した材料では、 α 相の析出が多く見られる。これは、VS温度が高いほど顕著である。VS温度1678Kの低温HIP処理材では、面積率で約50%の α 相が析出している(図3(d))。これに対し、 β トランザス以上(1073K, 1273K, 以後、高温HIP処理と呼ぶ)でHIP処理を施した材料は、VS材に類似した組織を有する。特に、1273KでのHIP処理材では針状の α 相が析出している。高温HIP処理材は β 領域で保持した後($\alpha+\beta$)領域まで冷却する際に α 相が析出する。一方、低温HIP処理材で

はVS時に β 領域を経験した後は($\alpha+\beta$)領域での処理となるため高温HIP処理材よりも α 相の析出量が多い。 β 型チタン合金では材質制御を目的として熱処理^{(3)~(6)}を行っており、HIP処理時の時効効果により高温HIP処理材よりも多くの析出が生じたものと考えられる。

さらに、元素の拡散とともに図3(f)中のDに見られるようなPFZ(Precipitate Free Zone)が観察された。これは、HIP処理温度が高いほど顕著である。

低温HIP処理材の場合、VS温度が1403K以下のVS材(図3(a)中のA)で示された元素の未拡散組織は、99%以上の相対密度を有する低温HIP処理材にも観察された。

各焼結材の平均粒直径を比較すると、VS材に比べ低温・高温HIP処理とは無関係にHIP処理温度が973Kと1073KでのHIP処理材の平均粒径は幾分微細になっている。一方、HIP処理温度が1273KのHIP処理材の平均粒径はVS材およびその他のHIP処理材のそれより大きかった。これは β トランザス付近の温度域におけるHIP処理では、HIP焼結速度が小さいことから空洞と析出物による β 粒界へのピンニング効果が大きかったためと思われる。

3.3 引張強さ

各材料の0.2%耐力と引張強さを図4に示す。VS材の0.2%耐力と引張強さはVS温度とともに増加し、特に1403Kまでの増加率が著しく大きく、それ以上の温度域では単調な増加率が認められた。これは、相対密度の変化傾向(図1)とほぼ対応している。一方、密度上昇に対してHIP効果の現れるVS温度範囲(1348~1678K)で焼結した後の低温HIP処理材の0.2%耐力は、高温HIP処理材のそれより大きく、HIP処理温度が低いほど高い。本HIP処理条件では973KでのHIP処理材において最大の0.2%耐力が示された。高温HIP処理材の場合、結晶粒径は処理温度により大きく異なっているにもかかわらず、0.2%耐力はほぼ同じ大きさを示している。Ti-10V-2Fe-3Al, Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn等の β 型合金の0.2%耐力と引張強さは、結晶粒径に依存せず、 α 相の析出間隔に逆比例する⁽¹¹⁾ことが報告されており、本材料についても粒径依存性はないものと考えられる。

HIP処理材の引張強さは、HIP処理温度の上昇とと

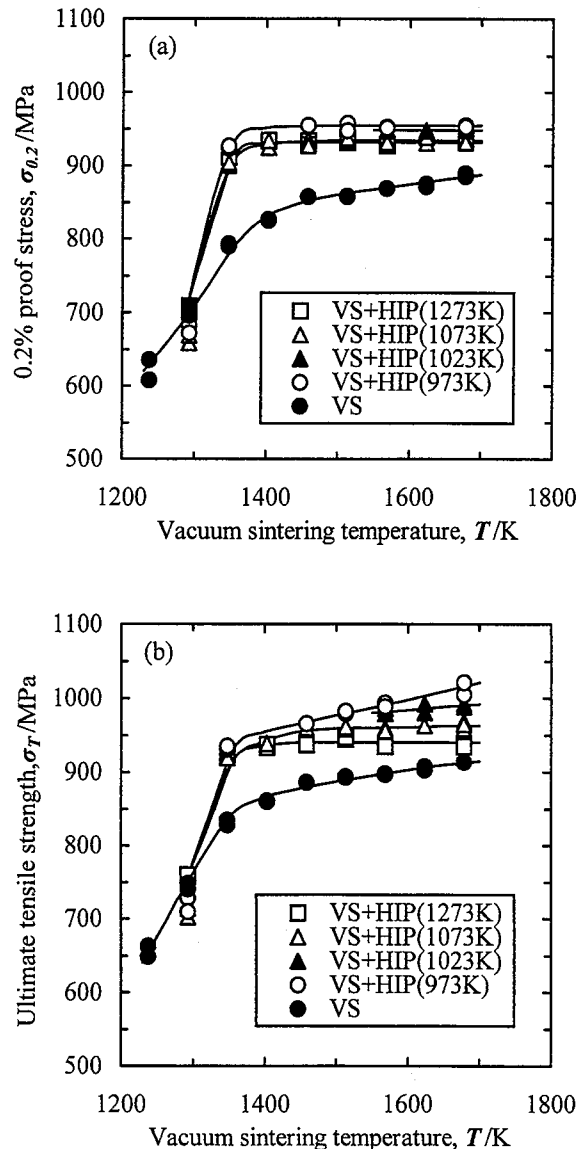


Fig.4 Effect of vacuum sintering temperature on (a)0.2%proof stress and (b)ultimate tensile strength of vacuum sintered and vacuum sintered + HIP'ed Ti-13V-11Cr-3Al alloys.

もに小さくなっている。これは0.2%耐力の傾向と類似しているが、それぞれのHIP処理材についてもVS温度が上昇するに従って大きくなっており、VS温度1678KのVS材を低温HIP処理した材料では1000MPaを越えている。特に、低温HIP処理材における引張強さの増加は α 相の析出量の増加によるものと考えられ⁽⁹⁾(図3(d))、 α 相の析出間隔に依存する⁽¹¹⁾。

3.4 破断延性

各材料の伸びおよび絞りを図5に示す。VS材の伸びは、VS温度が1513Kまでは密度の変化に対応して増加した後、それ以上のVS温度域で低下する。

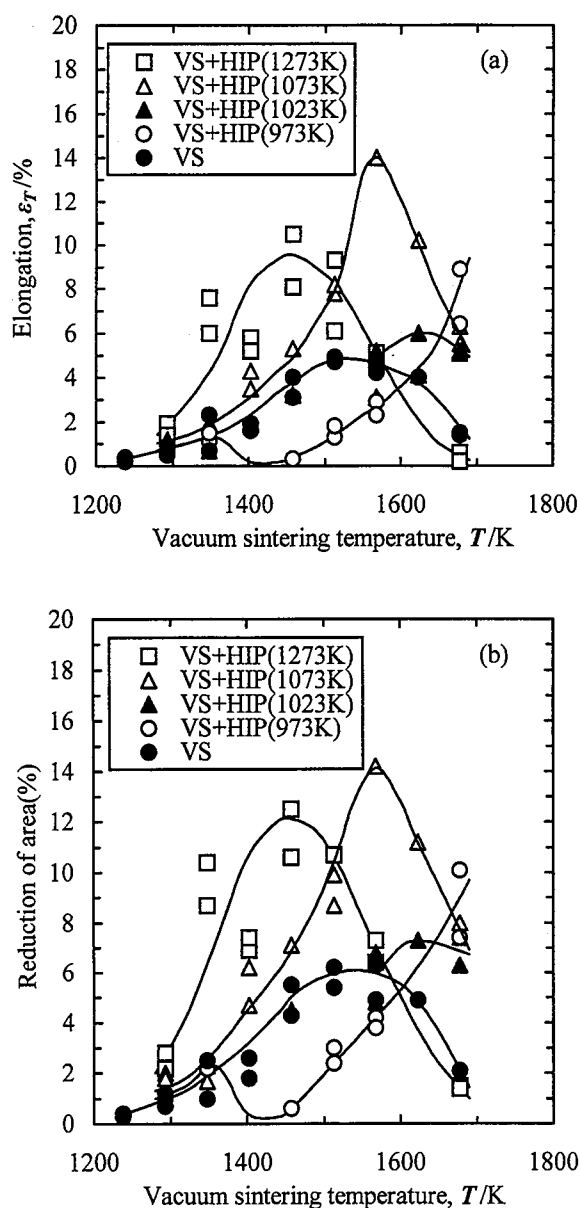


Fig.5 Effect of vacuum sintering temperature on (a)elongation and (b)reduction of area of vacuum sintered and vacuum sintered + HIP'ed Ti-13V-11Cr-3Al alloys.

VS温度が低い場合、伸びの上昇は相対密度の増加と合金元素の拡散による延性改善により、VS温度が高い場合の伸びの低下は結晶粒の粗大化傾向によるためと考えられる。

VS材の延性はHIP処理によって改善される。しかし、低温HIP処理に見られるように、VS温度またはHIP処理温度によっては、ほとんど変化が見られないばかりか低下する。低温HIP処理の場合、延性はVS温度が1348KまではVS材と同じようにVS温度の上昇に伴って大きくなっているが1458Kにおいてほと

んど伸びはなくなりその後徐々に回復して行く。1568Kまでは99%以上の相対密度を有しているにもかかわらずHIP処理を行う前のVS材よりも低い値を示している。

この延性低下の理由として、Ti-Cr二元系状態図から TiCr_2 金属間化合物の析出、 ω 相の析出および α 相の析出形態等が考えられたが、VS材およびHIP処理材の組織観察ならびにXRD測定から TiCr_2 の析出および ω 相は確認されなかった。延性が低下する低温HIP処理材では α 相の β 粒界への優先的析出が見られる。この α 相の β 粒界への析出による脆化と、 ω 相から粗大 α 相の析出への遷移の中間段階として微細 α 相の析出による脆化、さらに $(\alpha+\beta)$ 相(図3(c)の黒色部)と β 相(図3(c)の白色部)が数百 μm の大きな単位で混在しているため変形が不均一となり延性を低下させたものと考えられる。また、低温HIP処理材では、VS温度が高くなるほど α 相の粒内への析出量が増加しており、見かけ上均一な析出となっているため延性に回復傾向が見られたと考えられる。ここで、低温HIP処理材で、VS温度が高いほど α 相の析出が多いのはTi-15V-3Cr-3Al-3Sn合金の時効処理による析出傾向⁽¹²⁾と同様に析出サイトの空孔が均一で多くあるためと考えられる。

一方、高温HIP処理材においては伸びおよび絞り値に最大値を示すVS温度が存在し、HIP処理温度が高いほど、これら延性の最大値を示すVS温度が低温側に移行している。これは、HIP処理温度が高いほど、拡散速度が大きくなり、均一な組織になりやすいことによる。

以上のように、組織の調整を行った本材料は、溶製材における溶体化処理を行った既存のデータ(伸び: 10~28%^{(3),(9),(13)})の範囲内であった。

as-HIP材の引張破面は、以上の延性の考察とよく対応している(図6)。引張り試験後の試料には、すべて延性破面が見られる。VS材では焼結孔が延性の増加を阻害しており、また、高温HIP処理材では粒界破断が多く見られる。VS温度の高い低温HIP処理材では、粒内破断が増え、ディンプルの直径の小さいより平面的な破面を呈している。ディンプルの直径が小さくなるのは、 α 相の析出が増加することでボイドの析出サイトが増加するためである⁽⁵⁾。ま

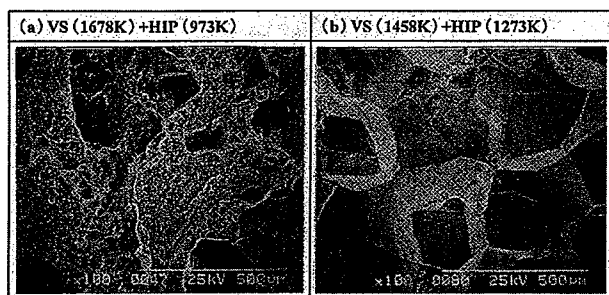


Fig.6 SEM fractographs of tensile test specimens, (a)vacuum sintered at 1678K + HIP'ed at 973K, (b)vacuum sintered at 1458K + HIP'ed at 1273K.

た、破断面および破断面近傍の組織観察から、き裂の進展は黒色部 (α 相) の多い低温HIP処理材においては析出 α 相を介して見られ、白色部、高温HIP処理材では粒界に沿って進行している様子が見られた。また、元素の未拡散材料では、原料粉のクロム粉およびその粒界への拡散部分でき裂の発生が観察される。

本実験の焼結材の引張破断面 (図6) は、前述したように低温HIP処理材では粒内破壊が多く、高温HIP処理材では粒界破壊が多い。本HIP処理材は ($\alpha + \beta$) 混合相を有する材料であるが、熱処理溶製材と同様に、粗大 α 相が多い場合には、 α 相が少なく β 相が多い場合に比べ、マトリックス強度は低いが、アルミニウムの粒界 α 相への固溶量が多くなり、粒界強度が高くなる⁽¹⁴⁾ ためと考えられる。

4. 結 言

素粉末混合法により作成したTi-13V-11Cr-3Al合金材のVSあるいは、これにHIP処理を施した材料の室温における引張性質を調べ以下のような結果を得た。

- (1)VS材とHIP処理材の組織はともに等軸結晶粒を示し、1073K以下でHIP処理した材料の組織はVS材のそれよりも微細となる。低温 (973K) HIP処理材ではVS材、高温 (1073K, 1273K) HIP処理材よりも多くの析出 α 相が観察され、この傾向は特にVS温度の高い低温HIP処理材ほど顕著である。
- (2)析出 α 相の多い低温HIP処理材で0.2%耐力および引張強さは高温HIP処理材よりも優れており、延性は高温HIP処理材が優れる。 α 相の析出が不均一な低温HIP処理材では、VS材よりも延性が低下する。

(3)析出 α 相が多く見られる低温HIP処理材では粒内破壊が、 α 相の少ない高温HIP処理材では粒界破壊が主に観察される。

おわりに、本研究を実施するに際して使用した焼結装置 (島津メクテム㈱製, VHL gr 25/18/23型), HIP装置 (三菱重工業㈱製, Labo HIP) 等は日本自転車振興会の補助金により整備したものであることを記し、関係各位に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1)隠岐貴史, 松木一弘, 畑山東明, 柳沢 平: 日本金属学会誌, **59**(1995), 746.
- (2)隠岐貴史, 松木一弘, 畑山東明, 柳沢 平: 軽金属, **46**(1996), 371.
- (3)A.DeLeon and D.O.Northwood: Microstructural Science, **11**(1983), 29.
- (4)新家光雄, 小林俊郎, 本田弘之: 材料とプロセス, **3**(1990), 345.
- (5)G.Terlinde, H.J.Rethjen and K.-H.Schwalbe: Metall. Trans.A, **19A**(1988), 1037.
- (6)岡田 稔, 西川富雄: 日本金属学会誌, **50**(1986), 555.
- (7)萩原益夫, 三浦 伸, 高橋順次, 海江田義也, 河部義邦: 材料とプロセス, **3**(1990), 1621.
- (8)隠岐貴史, 松木一弘, 畑山東明, 柳沢 平: 軽金属, **51**(2001), 151.
- (9)K.H.Miska: Materials Engineering, **7**(1974), 61.
- (10)古原 忠, 中森英行, 牧正志: 日本金属学会誌, **9**(1992), 1020.
- (11)宗木政一, 阿部義邦, 貝沼紀夫, 高橋順次: 日本金属学会誌, **55**(1991), 158.
- (12)H.Fujii and H.G.Suzuki: Mater.Trans.JIM, **34**(1993), 373.
- (13)日本金属学会編: 非鉄材料, 日本金属学会, (1987), 138.
- (14)新家光雄, 小林俊郎: 日本金属学会会報, **29**(1990), 1019.

高周波振動複合加工による金属材料の微細加工に関する研究(第2報)

桑原 修, 山本 敏彦

Research on Microfabrication of Metallic Material Applying Combined Machining with High Frequency Vibration (2nd Report)

Osamu KUWABARA, Toshihiko YAMAMOTO

In minute hole processing of stainless steel (SUS304), the high cycle vibration is added to a drill. As a result, it is cleared that high frequency vibration of a spinning drill prevents drill from damage.

Keywords :Stainless Steel,Drilling,High Cycle Vvibration

ステンレス鋼(SUS304)の微小穴加工において、ドリルの軸方向に高周波振動を付加し、加工実験を行った。その結果、高周波振動により工具の折損を防止する効果があることが判った。

キーワード ; ステンレス、ドリル加工、高周波振動

1 緒 言

近年、機械製品および部品の高機能化・小型化に伴い、微細加工技術の重要性が増している。例えば、自動車エンジンの燃料噴射ノズルの微小穴加工やプラスチック金型のリブ極薄加工技術における細溝加工等があげられる。

一般的に金属の微小穴や細溝を切削加工で行う場合、工具の径が小さくなるに伴い回転速度を高くして一定の切削速度を維持しなければ加工が困難となり、高品位加工を行う事が出来ない。しかし、回転数を高くすると回転ぶれ等の悪影響が大きくなり、切削性の低下や工具の折損につながる¹⁾。これが、微細加工技術における大きな阻害因子となる。本研究では、工具に高周波振動を付加することにより、工具回転数を低く抑えて行うことが可能となる金属の微細加工技術を確立し、その普及を図るものである。

金属の微小穴加工をドリルに高周波振動を付加して行い、加工時に発生する切削抵抗等の特性を評価することで、金属の微細加工における高周波振動の効果について検討した。

2 実験方法

加工機は牧野フライス精機(株)製マシニングセンタを用い、主軸に高周波振動を発生させる超音波振動ユニットを取り付けて加工を行った。加工時の切削抵抗を動力計で測定した。研究に使用した実験装置を図1に示す。

高周波振動は回転工具に高周波振動の付加が可能な(株)岳将製の超音波振動ユニットを用い、ドリルの軸方向に周波数40kHzの高周波振動を付加する。その時の振幅は負荷をかけない状態で約 $5\mu\text{m}$ であった。また、工具の静的回転精度は約 $5\mu\text{m}$ であった。

切削抵抗の測定はキスラー(株)製の動力計を用いる。動力計に被加工物を取り付け、加工時の切削抵抗を被加工物側で測定する。

表1は実験条件を示す。被加工物材質はSUS304とし、切削油は用いない。ドリルは、直径0.5mm、超微粒子超硬材質、先端角 120° 、ねじれ角 30° 、刃先工Xシンニングのものを用いる。加工深さは、加の初期段階での挙動を観察するため、0.5mmの止まり穴とする。

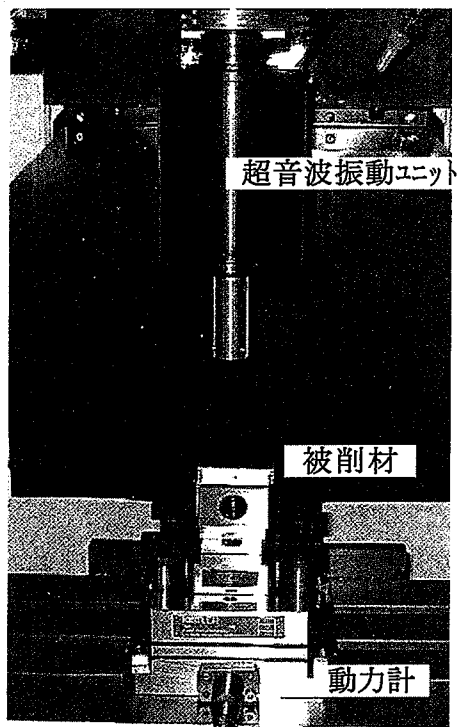


図1 実験装置

表1 実験条件

項 目	条 件
被加工物材質	SUS304 (C量0.06%)
切削油	なし
工具	直径0.5mm、超微粒子超硬材質 先端角120°、ねじれ角30° 刃先Xシンニング
工具回転数(rpm)	1000, 2000, 3000
送り速度(mm/rev)	0.002, 0.005, 0.008
高周波振動	40kHz, なし
穴深さ(mm)	0.5 (止まり穴)

ドリル回転数は1000～3000rpm、送り速度は0.002～0.008mm/revとする。それぞれの条件で高周波振動を付加した加工方法(振動複合加工)と付加しない場合の加工方法(慣用加工)で実験を行う。

3 実験結果

図2に加工時の切削抵抗を示す。Fx, Fyがドリルに対して横方向の力を表し、Fzがドリルの軸方向の力を表す。加工時にドリルの横方向に生じる力は、慣用加工では横方向へ大きな力が発生しているが、振動複合加工では微小な値となっている。その他の加工条件でも同様の傾向を示した。切削

抵抗Fzは、慣用加工に比べ振動複合加工で、Fzが50～80%に低減し、変動も小さかった。図3に切削抵抗と送り速度の関係を示す。

図3に切削抵抗Fzのグラフを示す。横軸が送り

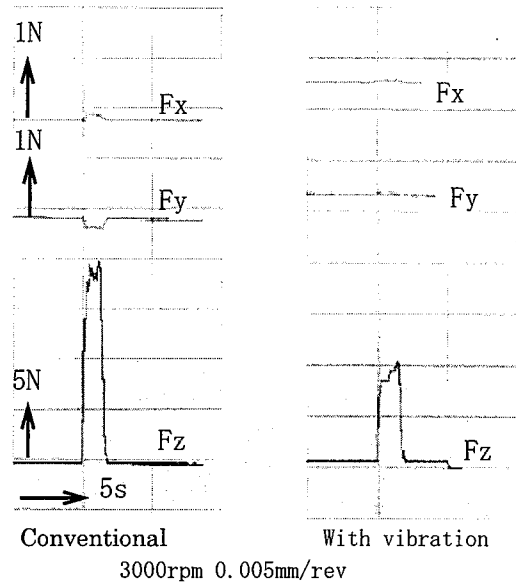


図2 切削抵抗波形

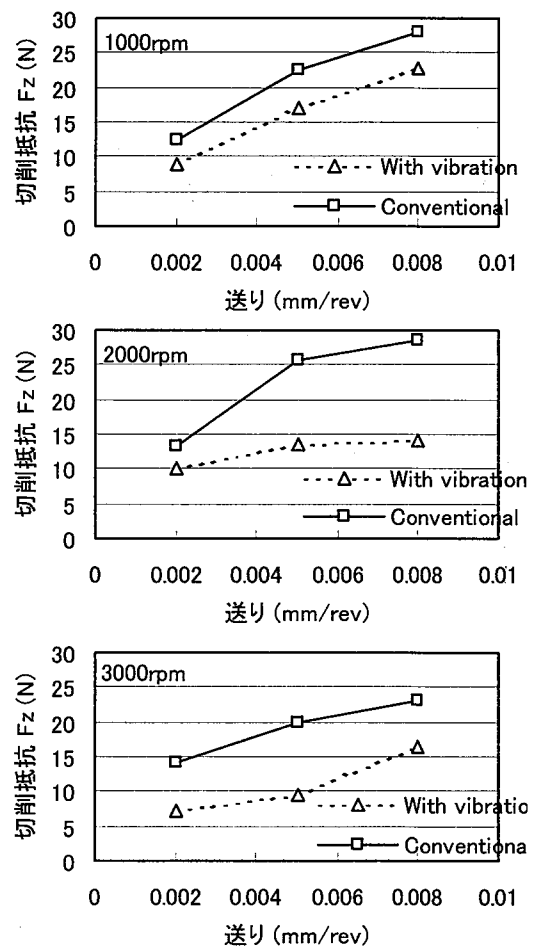
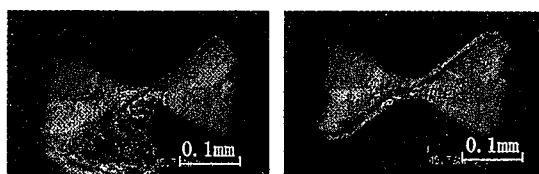


図3 切削抵抗と送り速度

速度、縦軸が切削抵抗であり、工具回転数ごとにグラフに表した。全体的に振動複合加工の方が切削抵抗が低いことがうかがえる。

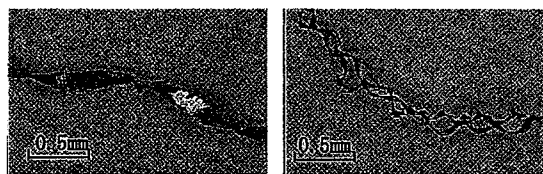
図4に加工後の工具刃先の写真を示す。この写真のように、慣用加工では工具刃先への切削屑の溶着が認められるが、振動複合加工では切削屑の溶着は発生していない。また、慣用加工においては、送り速度が0.005, 0.008mm/revの時、一部工具の折損が生じたが、振動複合加工では工具折損は全く生じなかった。

図5に加工後の切削屑の写真を示す。切削屑は



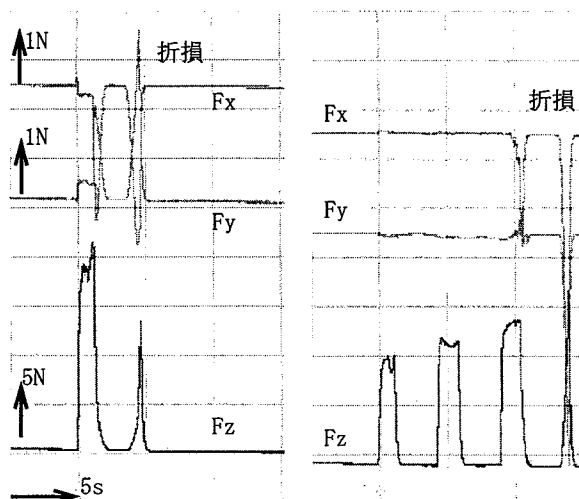
Conventional With vibration
3000rpm 0.008mm/rev

図4 工具刃先(切削後)



Conventional With vibration
3000rpm 0.005mm/rev

図5 切削屑



Conventional With vibration
3000rpm 0.005mm/rev step0.5mm

図6 深穴加工時の切削抵抗波形

慣用加工のものに比べ、振動複合加工の方が細く長くなっていることがうかがわれた。

4 深穴加工

以上の結果は、加工の初期段階である穴深さ0.5mmまでのものである。実際には、深穴の加工も行われるため、深さ方向に対する振動複合加工の効果を確かめる実験を行った。

加工条件は、被加工物材質、切削油、工具の条件とも前述の条件とし、工具回転数を3000rpm、送りを0.005mm/rev、0.5mmステップ送りの条件で、慣用加工と振動複合加工で行った。

その結果を図6に示す。慣用加工では2ステップ時に工具が折損したが、振動複合加工では3ステップまで加工が可能となった。

5 結 言

オーステナイト系ステンレス鋼(SUS304)の微小穴加工において、高周波振動複合加工を行うことにより、以下の知見が得られた。

- (1)振動複合加工により、切削抵抗 F_z とドリルの横方向の力 F_x, F_y が低減できることがわかった。
- (2)工具刃先への切削屑の溶着を防ぎ、工具折損の防止となることがわかった。
- (3)切削屑が細くかつ長くなり、排出性が向上した。その結果、切削屑の詰まりによる工具折損の防止効果が得られた。
- (4)深穴加工において、慣用加工では早期に工具が折損していたものが、振動複合加工を行うことにより、更に深くまでの加工が可能となった。

以上のように、高周波振動複合加工を用いることにより、従来の加工方法では不可能であった領域での加工が可能となる事が明らかとなった。

参考文献

- (1)太田 和義:マイクロドリルによる微小径孔加工のポイントと加工事例, 機械技術 Vol149, No2, p18-21 (2001)

クロムフリーへの対応

植木 邦夫、金行 良隆

A Study to Cope with Chrome-Free Problem

Kunio UEKI and Yoshitaka KANEYUKI

Using of hexavalent chromium which is included in chromated coat may be regulated strictly in the future. To grasp the present situation, and to cope with this chrome-free problem, this study was practiced. Following two kind of coat were tested: chromating done currently by local manufacturers and hexavalent chromium substitute processing developed by chemicals manufacturers. Comparison was examined by salt spray test and hexavalent chromium leach test. As a result, these examination results didn't correlate. And it was found that there was scope of quality improvement in chromating.

Keywords: Chrome-Free, Chromating, Hexavalent Chromium, Salt Spray Test, Leach Test

クロメート処理皮膜等に含まれる六価クロムは、今後その使用を厳しく規制される可能性がある。このため、クロメート処理の現状の把握とクロムフリーへの対応の一助とすることを目的として本研究を行った。試験片は、市域企業が現状行っているクロメート処理品と、薬品メーカーが開発している六価クロム代替処理品を用いた。試験は、塩水噴霧試験および六価クロム溶出量試験による比較を行った。その結果、塩水噴霧試験と六価クロム溶出量試験との結果に相関性が見られなかった。このことにより、クロメート処理における品質改善の余地があることが解った。

キーワード：クロムフリー、クロメート処理、六価クロム、塩水噴霧試験、溶出試験

1. 緒言

近年、六価クロムがクロムアレルギーやクロム潰瘍、さらには発癌性など、人体に及ぼす問題が、特にヨーロッパからクローズアップされている。ヨーロッパでは、六価クロムをはじめとする有害物質の使用をいちだんと厳しく規制する動きがあることから、この問題は、日本をはじめ各国が真剣に取り組む必要のある環境問題の一つである。

クロメート処理は優れた腐食抑制処理としてめっきの後処理等、変色防止・防錆皮膜として多用されている。特に電気亜鉛めっきでは、亜鉛の耐食性向

上の点で欠くことの出来ない防錆処理法である⁽¹⁾。自動車部品にもクロメート処理を施したものは多用されており、この問題の動向は自動車業界ならびに表面処理業界にとって大きな関心事であるといえる。

一方、この皮膜中の六価クロムを定量的に測定する方法としては、JIS規格の中に、皮膜中の六価クロムの全量を沸騰水法により定量するものはあるが、使用環境もしくは人体への接触等による六価クロムの溶出を想定したものは、調査した限り国内には見受けられなかった。ヨーロッパでは、スウェー

デンの Volvo 社が、クロメート皮膜中の六価クロム溶出量に関して、人工汗溶液による溶出試験により、クロメート処理された製品から $0.3\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$ 以上の六価クロムを溶出しないことを求める規格が提案されている (Volvo 法)。

本研究では、市域企業で現在行われているクロメート皮膜および薬品メーカーが開発している代替処理皮膜について、耐食性を評価するための塩水噴霧試験ならびに Volvo 法および沸騰水法による六価クロム溶出量試験を行い、その皮膜性能を比較した。

2. 実験方法

2. 1 試験試料

市域企業で作成したものと表面処理薬品メーカーが開発した六価クロム代替処理試験片を試験した。表 1 は今回の試験に使用した試験片を示す。

2. 2 塩水噴霧試験

塩水噴霧試験は JIS H 8502.5 に基づき行った。試験時間は2000時間とし、赤錆がひどくなったものについてはその時点で終了することとした。

2. 3 Volvo 法による六価クロム溶出量試験⁽²⁾

上記試験方法は、恒温震盪水槽を用い、 40 ± 0.2 ℃に予熱した人工汗溶液(塩化ナトリウム5.0g、尿素1.0g、および乳酸1.0g を 1dm^3 の水に溶かし、1%アンモニア水により pH を6.4~6.5に調整したもの)に試験片を20分間浸漬した。震盪条件は振幅30mm、30rpm の回転震盪とした。溶出後、適当量の試料溶液を分取し、紫外可視分光光度計を用いたジフェニルカルバジド比色法により、クロメート皮膜単位面積当たりの六価クロム溶出量の定量を行った。

2. 4 沸騰水法による六価クロム溶出量試験

上記試験方法は、沸騰水中に試験片を入れ、5分間そのまま煮沸後、試料溶液を水冷した。その後、適当量の試料溶液を分取し、紫外可視分光光度計を用いたジフェニルカルバジド比色法によりクロメート皮膜単位面積当たりの六価クロム溶出量の定量を行った。

表 1 試験試料

	皮膜色	No.	膜厚/ μm	
市域企業 が作成した 試験片	黄	1	21	A社
		2	22	B社
		3	23	C社
		4	17	D社
		5	10	E社
		6	10	F社
		7	11	F社
		8	21	G社
		9	13	H社
		10	12	I社
		11	12	J社
		12	—	K社
		13	10	L社
	黒	14	22	A社
		15	20	C社
		16	9	E社
		17	11	G社
		18	9	I社
		19	8	L社
	青	20	11	B社
		21	20	D社
		22	11	H社
		23	15	J社
		24	—	K社
薬品メー カーが作成 した試験片		No.	膜厚/ μm	
	三価 クロム 使用	25	13	M社
		26	15	M社
		27	12	M社
		28	10	N社
		29	12	N社
		30	13	O社
		31	12	P社
		32	12	P社
		33	11	R社
		34	12	R社
	クロム フリー	35	14	O社
		36	11	P社
		37	12	Q社
		38	11	Q社
		39	—	Q社
		40	—	Q社
		41	17	R社

*一部膜厚を測定していないものがある

3. 実験結果と考察

3. 1 塩水噴霧試験

表2は塩水噴霧試験結果を示す。また、図1および図2は試験結果の一例として試験後の試験片写真を示す。

市域企業により作成された試験片であるNo.1～24では、白色腐食生成物発生までの時間については大きな差が見受けられた。また、六価クロム代替処理試験片であるNo.25以降では、コーティング等の後処理を加えれば遜色ない耐食性能となった。なお、ノンクロム(No.35以降)では殆どで24時間以内に白色腐食生成物が発生した。

クロムフリーへの対応は、現状のクロメート処理と六価クロム代替処理とを比較する上で、設備・コストなどの検討が必要である。この場合、自動車をはじめとする六価クロム対策を必要とする製品の、国内はもとより EU 等の規制動向を注視する必要がある。

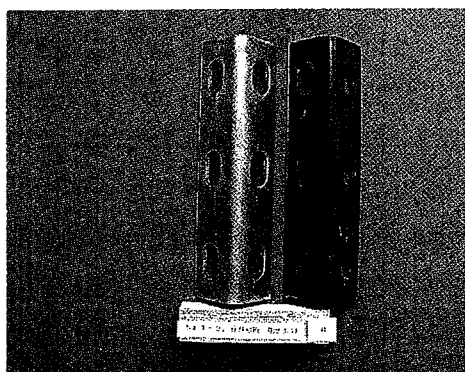


図1 No.5の塩水噴霧試験2000時間後

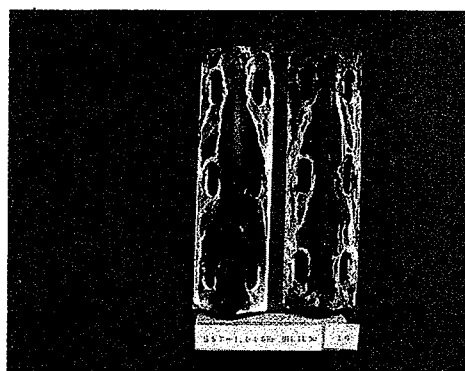


図2 No.23の塩水噴霧試験1015時間後

表2 塩水噴霧試験結果

No.	白色腐食 生成物 発生時間 (時間)	赤錆発生 時間 (時間)	試験2000時間後評価
1	229		白黒90%
2			黒シミ3%
3	2000		エッジ白1%
4	825		エッジ白1%・黒シミ2%
5			黒シミ1%
6			黒シミ3%
7	253		黒シミ20%・白黒3%
8	396		白黒15%
9	1200		白黒シミ1%
10	253	515	(825hrで試験終了)
11	48	515	白黒95%・赤20%
12	253		白黒シミ5%
13			黒点シミ2%
14	229	990	白黒80%・赤1%
15	48		白10%
16	825		エッジ白1%
17	253	2000	白黒95%・赤20%
18	93	160	(515hrで試験終了)
19	253		白50%
20	24	825	白黒100%・赤15%
21	24	160	(658hrで試験終了)
22	24	515	(1500hrで試験終了)
23	24	160	(1015hrで試験終了)
24	48	515	白黒90%・赤10%
25	24	2000	白黒70%・赤2%
26	658		白黒8%
27	825		白黒8%
28	658		白黒65%
29	658		白黒25%
30	1200		エッジ白1%
31	515		白黒40%
32	24		白黒点シミ20%
33	396	1500	(1500時間で試験終了)
34	658		白10%
35	24		白黒70%
36	24		白黒75%
37	24	515	(1500時間で試験終了)
38	48	658	(1500時間で試験終了)
39	24	1500	白黒95%・赤7%
40	24	1200	白黒100%・赤1%
41	24	1500	白95%・赤1%

3. 2 六価クロム溶出量試験

表3はVolvo法および沸騰水法による六価クロム溶出量試験結果を示す。なお、No.20～No.24の光沢(青色)クロメートおよびNo.25～No.41の六価クロム代替処理試験片については試験により六価クロムが検出されなかったので省略した。

表3 溶出量試験結果

No.	Volvo法 ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	沸騰水法 ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)
1	<0.01	0.97
2	<0.01	1.72
3	<0.01	2.12
4	0.23	1.86
5	<0.01	2.01
6	<0.01	0.71
7	<0.01	0.23
8	0.06	1.05
9	<0.01	0.25
10	0.22	3.86
11	<0.01	<0.03
12	<0.01	0.87
13	0.07	1.42
14	0.22	3.02
15	—	3.13
16	0.34	4.38
17	0.64	6.63
18	0.22	1.10
19	0.13	0.61

Volvo法による溶出試験の結果、No.16およびNo.17の二つの黒色クロメートが $0.3\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ 以上の六価クロムを溶出した。また、これらの結果より、皮膜から溶出する六価クロムの量については黒色クロメート>有色(黄色)クロメート>光沢(青色)クロメートという傾向であることが解った。

しかし、これらの値は総じて予想より低い値を示した。その理由としては、試験片の作成から溶出試験を行うまでの時間が長くなったため、皮膜中の結晶水が揮散して、六価クロムが試料溶液(人工汗溶液および沸騰水)に溶出しにくくなったためと考えられる。

試験片作成からの経過時間ならびにクロメート皮膜が環境から受ける影響と、六価クロムの溶出量と

の定量的な相関関係を調査することは今後の課題である。

4. 結 言

本研究により、現状のクロメート皮膜がどの程度の六価クロムを溶出するのかが明らかとなった。

しかし、今後、六価クロム規制の動向を注視するとともに、ダクロダイズドなど、他の六価クロム含有皮膜も含め、溶出量・含有量などを測定する技術の開発が求められる。

謝 辞

本研究を実施するに当たり、表面処理薬品メーカーである株式会社アトテックジャパン、荏原ユーージライト株式会社、カニング・ジャパン株式会社、ディップソール株式会社、日本表面化学株式会社、ユケン工業株式会社、その他試験片を提供していただいた企業の皆様に謝意を表します。

参考文献

- (1) 青江徹博, クロメート代替処理法の動向, 表面処理, Vol.49, No.3, p.221-229(1998).
- (2) B. Sutter, Résultats d'étude traitements de surface. Chrome VI extractible des passivations., *Galvano-Organo-Traitements de Surface*, Vol.66, No.674, p.270-271(1997).

中性子の後方散乱を利用した非破壊計測 (第2報, 最適計測位置の検証)

田中 秀樹

Non-Destructive Measurement Using Back Scatter of Neutron (2nd report, Inspection of the Optimal Measuring Position)

Hideki TANAKA

The accumulate and stick inside of sealed container, such as an oil tank and a tube is usually destructively inspected. The non-destructive inspection is not easy, because it needs of the large-scale device. Then, in this research, we propose the method that measured stick with inside of sealed container using the reaction to the light element of neutron. In this method, the back scatter that happens by the interaction between a neutron that is radiated naturally from the radioisotope ^{252}Cf and stick is measured. By using this method, we are able to measure contents of a container thing without destroying. The construction and outline of the measurement system were reported in the 1st report. In this report, we describe the influence of the back scatter that the relation of mutual position between source, detector and an object of measurement exerts with the experiment. Also, we decided the optimal position in the measurement within a sealed container on the basis of the result.

Key Words: Non-Destructive Measurement, Radioisotope, Neutron, Sealed Container

石油タンクや配管などに代表される、密封容器内の堆積物量や容器内面の付着物量に対する検査は、容器を破壊して行われることが多い。この検査を非破壊で行うには、大がかりな装置が必要となり、簡単には検査できない。そこで、本研究では軽元素に対する中性子の反応性を利用した、密封容器内の付着物量推定手法を提案する。本手法では、放射性同位元素 ^{252}Cf から自然に放射される中性子が、付着物との相互作用で生じる後方散乱を計測する。この手法を用いることで、容器を破壊せずに内容物の計測が可能となる。本手法を用いた計測システムの構築および概要については、第1報で説明した。本報告では、放射線源と検出器および計測対象の相互位置関係がおよぼす後方散乱の影響を実験で明らかにし、その結果をもとに密封容器内計測における最適計測位置を決定した。

キーワード: 非破壊計測、放射性同位元素、中性子、密封容器

1 まえがき

タンクや配管などに代表される密封容器において、内容物が堆積したり内面へ付着することがある。この状態のまま容器を使用すると、タンクの場合には許容量が減り、配管の場合には流量が少なくなるなど、設備能力を十分に使用できなくなる。そのため、密封容器内部は定期的に堆積物や付着物の量を測定

し、その量が設定値を越える場合には、これを取り除いている。

この定期検査では、堆積物や付着物量の把握が必要である。現在では一般的に、容器の一部を切り取って入口を作り、そこから人が入りこれらを検査している。しかし、このやり方では設備の使用を停止しなければならず、計測後には破壊箇所を修理しなけ

ればならない。そのため、数日間の設備停止に伴う諸経費、また破壊、修繕費用が発生する。検査を非破壊で行う場合もあるが、対象の大きさをカバーできる計測装置が必要であったり、計測装置を扱うためには特殊な資格が必要な場合があるなど、簡単に計測が行えない。

そこで本研究では、小規模でかつ使用時に特殊な資格を必要とせず、非破壊で容器内部を計測できる中性子測定装置を構築した。

前報⁽¹⁾では、密封容器内の堆積物や付着物の量を容器外から計測するシステムを構築し、その概要を説明した。比例計数管^{(2),(3)}は、放射線入射範囲が広いため、線源と検出器の配置が異なると計測値が大きく変動する。この対策として、感度を最大とする線源と検出器との配置を調べ、相互位置関係の最適化を図った。さらに、システム検証を目的として、容器内の質的・量的な変化および遮蔽物の厚さがおよぼす後方散乱の変化を実験で調べた。

しかし、計測対象の特徴を捉えるためには、多くの放射線の照射が必要である。さらに、線源と検出器の間隔、線源・検出器と計測対象の間隔、線源および検出器の角度で、計測結果に差が表れると考えられる。そこで、放射線照射に適した向きを定めるため、線源の指向性を調べる。また、線源・検出器・計測対象の相互間隔、線源・検出器の角度がおよぼす後方散乱の影響について検討する。その結果から、計測に適した線源方向および線源・検出器・計測対象の相互位置関係を明らかにする。

2 システムの概要

2.1 原理

容器外部から照射した放射線と内容物との間には相互作用が生じる。この相互作用により、容器外部に放出される放射線（後方散乱）を検出器で検知する。放射線入射数に応じて変化する検出器の出力を、マルチ・チャンネル・アナライザ（以下 MCA）⁽⁴⁾ に通し、放射線の数や放射線の持つエネルギーを検知する。こうして、放射線と内容物や付着物の量との相関関係を調べることで、計測が可能となる。

中性子と物質との相互作用について、反応を起こす全確率は、 $\sigma_t = \sigma_s + \sigma_a$ である。ここで、 σ_t は

全断面積、 σ_s は散乱、 σ_a は吸収を表わす。中性子の散乱現象は、弾性散乱と非弾性散乱とに分類できる。弾性散乱を考えた場合、実験室座標系において衝突前の中性子を速度 v_1 、エネルギー E_1 、入射角 θ 、また衝突後を v_2 、 E_2 、 ψ とすると、速度およびエネルギーは次式で与えられる。

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{A^2 + 2A \cos \theta + 1}{A + 1} \quad (1)$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{A^2 + 2A \cos \theta + 1}{(A + 1)^2} \quad (2)$$

ここで

$$\cos \theta = \frac{1 + A \cos \psi}{(A^2 + 2A \cos \psi + 1)^{1/2}}$$

A は原子の質量数を示す。

2.2 システム構成

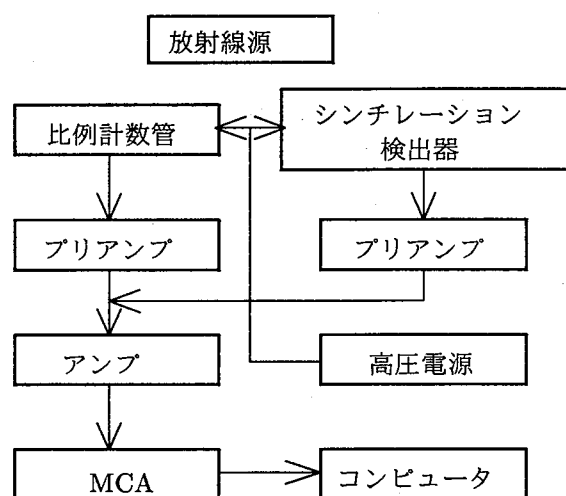


図1 システムブロック図

センシングシステムは、図1に示すように放射線が発生する放射線源、放射線を検知する比例計数管、シンチレーション検出器、そして、検出器でとらえた放射線を計数する MCA で構成されている。

2.2.1 放射線源

放射線源には、主に中性子を放出する放射能 3.7MBq の放射性同位元素 ^{252}Cf を利用する。このため、放射線は自然崩壊でのみ発生し、コントロールできない。この線源は、放射線放出方向を制限するために、外形寸法 $\phi 26 \times 28\text{mm}$ のコリメータで覆われている。

2.2.2 検出器

放射線検出器は、放射線が入射するたびに信号が発生する。検出器としてよく用いられるものには、

気体計数管、シンチレーション検出器、半導体検出器などがある。これらは用途によって使い分けるが、本システムでは中性子の後方散乱が計測でき、取扱いが容易で、機械的強度が大きいなどの理由から、比例計数管およびシンチレーション検出器^{(2),(5)}を用いる。ここで、検出器は有効計測域内に入射した放射線しか検知できない。つまり、後方散乱は一部しか検知できない。

2.2.3 プリアンプおよびアンプ

検出器からの信号は電圧が低く、ミリボルト程度であるため、信号を計数可能な大きさ(1000倍)まで増幅する。この増幅に利用するのがプリアンプである。プリアンプからの信号はケーブルなどで伝送するが、ケーブルによる信号の減衰やアンプとのマッチングも行う。

アンプは、プリアンプで増幅した信号をさらに十数ボルトまで増幅する。

2.2.4 マルチ・チャネル・アナライザ(MCA)

MCAは、検出器からの出力パルス波高に応じてパルスを計数する。各記憶ユニットはチャンネルと呼ばれる。パルス波高は、検出器に入射した放射線のエネルギーと相関関係を持つ。パルスはそのエネルギーに対応したチャンネルに次々に蓄積される。このようにMCAでは任意時間、放射線を計数することで、チャンネルに蓄積した値(エネルギー・スペクトル)から計測対象の特徴を抽出する。

3 線源の指向性

計測対象の特徴を捉えるためには、なるべく多くの放射線を計測対象に照射する必要がある。本システムでは、線源に放射性同位元素を使用しているので、放射線は四方に放出される。しかし、この線源は周囲が厚さの異なる鉛で覆われており、指向性があると考えられる。そこで、線源から最も強く放射線の放射される向きを調べるため、本実験を実施した。

円筒形の線源を、図2に示す軸を含む平面に対し、360°を均等に8等分し、それぞれの角度方向に放出される放射線数を調べた。ここで、検出器には比例計数管を使用した。

表1は実験結果を示す。実験の結果、角度0および270°において放射線数の多いことが確認できた。

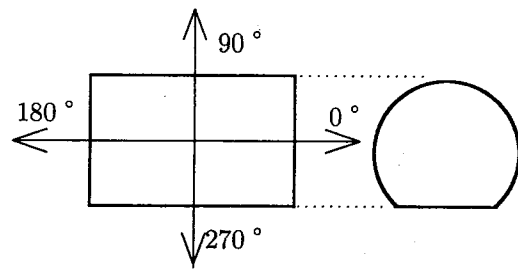


図2 角度設定(側面図)

表1 線源の指向性

角度(度)	カウント数
0	289
45	232
90	217
135	256
180	268
225	254
270	300
315	259

ここで、数値はチャンネル100~300の範囲で検知した放射線数の加算値である。このような結果となった理由は、鉛の肉厚がこの2方向だけ薄いためと考えられる。この270°の方向は、線源の固定用面であり、実際の計測ではこの面を使用することができない。そのため、今後は0°方向を計測に適用する。

4 位置と後方散乱の関係

中性子の後方散乱を利用した計測では、線源と検出器の間隔、計測対象との間隔、線源の角度により、計測結果に差が表れると考えられる。そこで、計測対象の特徴計測に適した相互位置関係を検証した。この実験では比例計数管およびシンチレーション検出器の2種類の検出器を使用した。

4.1 比例計数管について

検出器に比例計数管を使用し、位置と後方散乱の関係を調査した結果を次に示す。

【試験条件】

計測対象 : ステンレスビーカの水位
 線源-検出器間隔 : 50~150mm間を20mmごとに計測
 線源、検出器-計測対象間隔 : 10, 30, 50mm

線源の角度 : 30°~90° 間を 10° ごとに計測

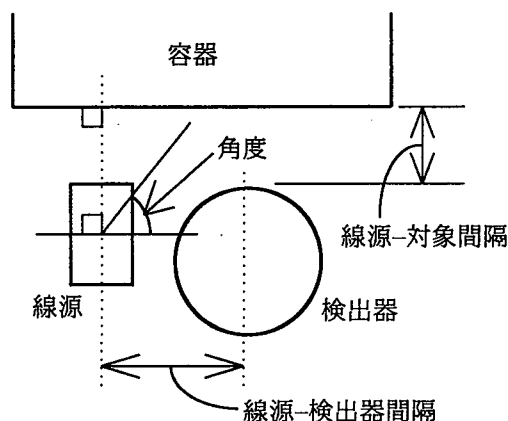


図 3 実験条件 (比例計数管)

ここで、線源の角度は、線源の中心軸と対象からの垂線が平行となる角度を 90° とする。ステンレスピーカの厚さは 3mm である。図 3 は比例計数管における試験実施位置を示す。図では線源の角度を 90° に設定している。

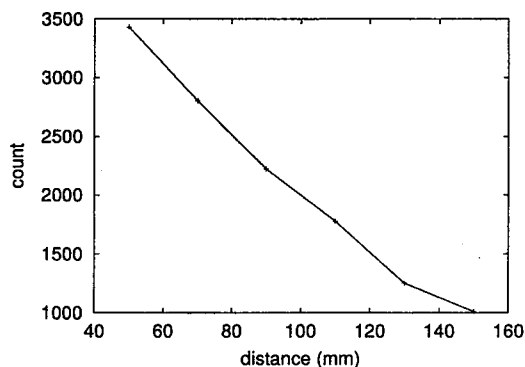


図 4 カウント数におよぼす線源-検出器間隔の影響 (比例計数管)

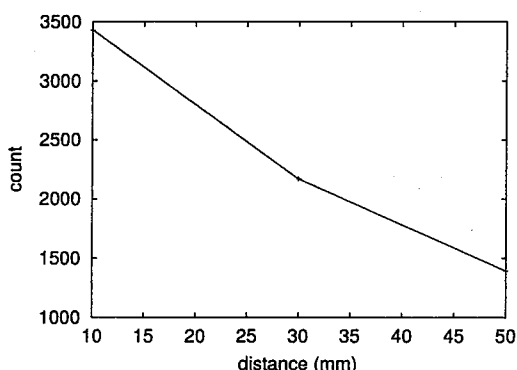


図 5 カウント数におよぼす線源・検出器-計測対象間隔の影響 (比例計数管)

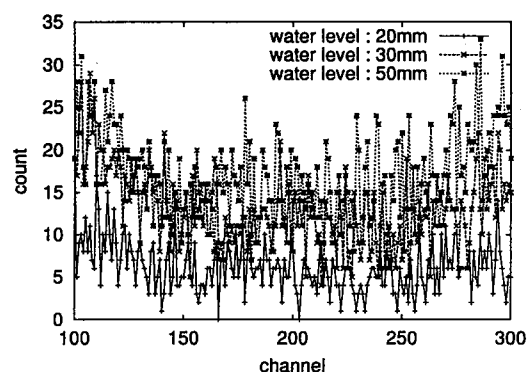


図 6 水位による計測値の変化 (比例計数管)

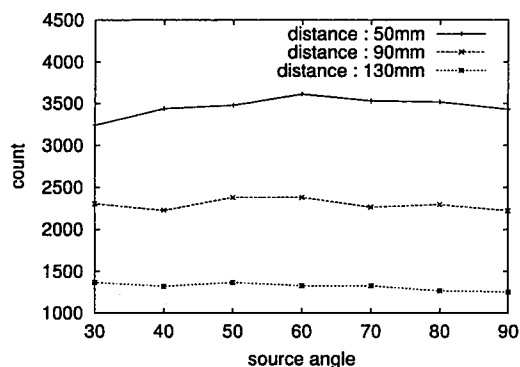


図 7 計測値におよぼす線源角度の影響 (比例計数管)

図 4 は水位 50mm、線源・検出器-計測対象間隔 10mm、線源の角度 90° の場合について、線源-検出器間隔を変化させたときの計測結果である。ここで、カウント数はチャンネル 100~300 間で検知した放射線数の加算値である。図に示すように、線源と検出器の間隔が広くなるにつれ、放射線検出数が減少する。

図 5 は水位 50mm、線源-検出器間隔 50mm、線源の角度 90° の場合について、線源・検出器-計測対象間隔を変化させたときの計測結果である。図に示すように線源・検出器と計測対象の間隔が広くなるにつれ、放射線検出数が減少する。

図 6 は線源-検出器間隔 50mm、線源・検出器-計測対象間隔 10mm、線源の角度 90° の場合について、水位を変化させたときの計測結果を示す。図の横軸は、放射線のエネルギーと関係を持つチャンネルである。図に示すように、水位の上昇に伴い各チャンネルのカウント数も増加する傾向を示す。

図 7 は線源・検出器-計測対象間隔 10mm、水位 50mm の場合について、線源-検出器間隔および角度を変化させたときの計測結果を示す。図に示すよう

に、線源-検出器間隔および線源の角度変化によるカウント数影響は見受けられなかった。

以上の結果から、比例計数管を用いる場合の位置関係において、次の点が明らかとなった。

- ・ 線源と検出器の間隔は狭いほど感度が良くなる。
- ・ 線源・検出器と計測対象の間隔は近いほど感度が良くなる。
- ・ 線源の角度は、測定にほとんど影響しない。

4.2 シンチレーション検出器について

検出器にシンチレーション検出器を使用し、位置と後方散乱の関係を調査した結果を次に示す。

【試験条件】

計測対象 : ステンレスピーカの水位

線源-検出器間隔 : 50, 70, 90mm

線源・検出器-計測対象間隔 : 10mm

線源および検出器の角度 : 30~90° 間を 10° ごとに計測

ここで、線源および検出器の角度は、線源の軸と対象との垂線が平行となる角度を 90° とする。また、ステンレスピーカの厚さは 3mm である。

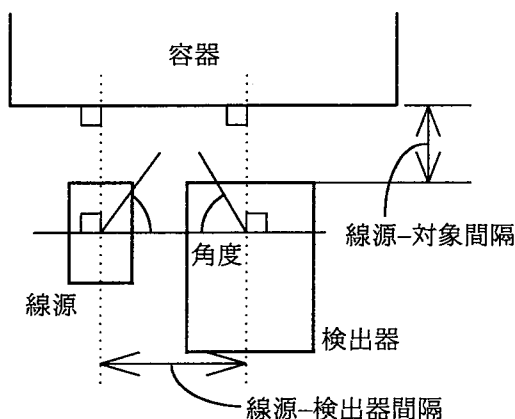


図 8 実験条件 (シンチレーション)

図 8 はシンチレーション検出器における実験実施配置図を示す。図では線源および検出器の角度を 90° に設定している。

図 9 は水位 50mm、線源・検出器-計測対象間隔 1mm、線源および検出器の角度 90° の場合について、線源と検出器の間隔を変化させたときの計測結果を示す。ここで、カウント数はチャンネル 200~310 間で検知した放射線数の加算値である。図に示すように、線源と検出器の間隔が広くなるにつれて放射線検出数が減少する。

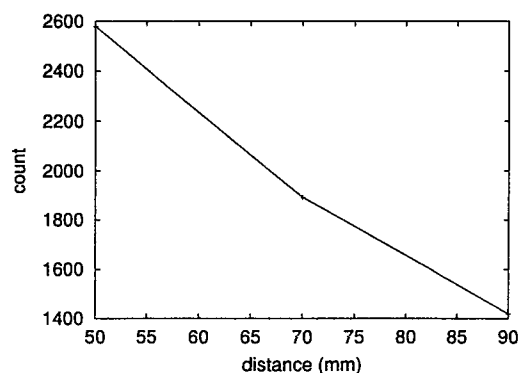


図 9 カウント数におよぼす線源-検出器間隔の影響 (シンチレーション)

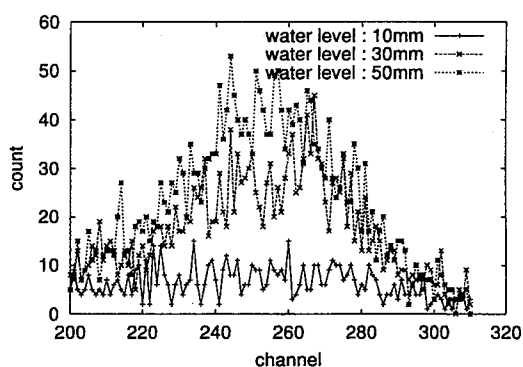


図 10 水位による計測値の変化 (シンチレーション)

図 10 は線源-検出器間隔 50mm、線源・検出器-計測対象間隔 10mm、線源および検出器の角度 90° の場合について、水位を変化させたとき 200~310 のチャンネルで捉えた放射線数を示す。横軸は、放射線エネルギーと関係を持つチャンネルである。図に示すように、水位が上昇するにつれて各チャンネルのカウント数も増加する。

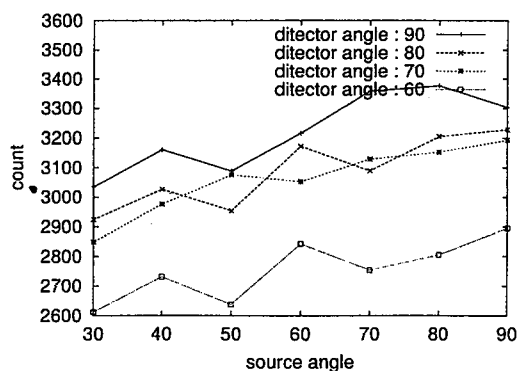


図 11 計測値におよぼす線源・検出器角度の影響 (シンチレーション)

図 11 は線源-検出器間隔 50mm、線源・検出器-計測対象距離 10mm、水位 50mm の場合について、線源および検出器の角度を変化させたときの計測結果を示す。図に示すように線源の角度を小さくするにつれてカウント数が減少する傾向が見受けられた。

また、検出器の角度を変化させた場合には、角度が 90° のとき最も感度がよいことが確認できた。

以上の実験結果から、シンチレーション検出器使用時の位置関係において、次の点が明らかとなった。

- 線源・検出器と計測対象との間隔は短いほど感度が良くなる。
- 線源と検出器の間隔は短いほど感度が良くなる。
- 線源の角度は 90° から 60° の間では計測値に影響はない。
- 検出器の角度は 90° の時、最も感度が良い。

5 水位と後方散乱との相関関係

これまでの実験で、内容物量と後方散乱の間には密接な関係があることを確認した。この内容物量を非破壊で計測するためには、内容物量と後方散乱の相関関係を求める必要がある。そこで、容器中の水位を測定する基準データベースを作成するため、水位変化に伴う後方散乱を実測した。ここで、検出器には、シンチレーション検出器よりも水による後方散乱を検知できる比例計数管を使用した。

【試験条件】

計測対象 : ステンレスビーカの水位

線源-検出器間隔 : 35mm

線源・検出器-計測対象間隔 : 10mm

線源の角度 : 90°

水位 : 0~100mm の間を 5mm ごとに増加

ここで、線源の角度は、線源の軸と対象との垂線が平行となる角度を 90° とする。また、ステンレスビーカの厚さは 3mm である。後方散乱の計測は、同条件下で 3 回繰り返して実施した。また、線源は検出器の先端から 120mm の位置に互いに密着させ配置した。

図 12 は線源と比例計数管を配置した状態を示す。

図 13 は水位を変化させて計測した後方散乱の実測結果を示す。ここで、図の縦軸はチャンネル 68 から

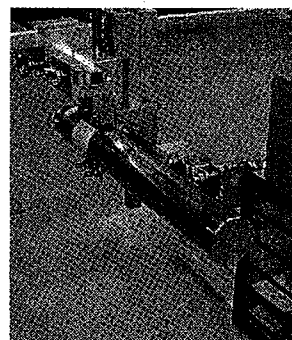


図 12 線源と検出器の配置

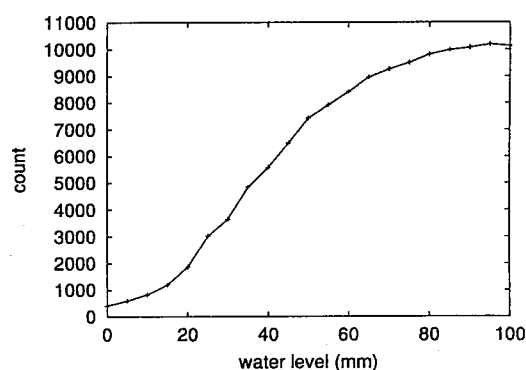


図 13 水位による後方散乱計測結果

308 間で検知した放射線数の加算値を示す。この結果から、水位が 20mm から 75mm の間までは、水位と後方散乱の間には比例関係が存在するものと思われる。この範囲においては、カウント数の変化量が大きく、正確な水位計測が可能と思われる。

この実験で、チャンネル 68 から 308 間において、3 つの範囲 (80~120, 165~220, 260~305) に波形のピークが表れた (図 6 参照)。このピーク範囲における水位と後方散乱との相関関係を調べるため、区間ごとの加算値を求めた。

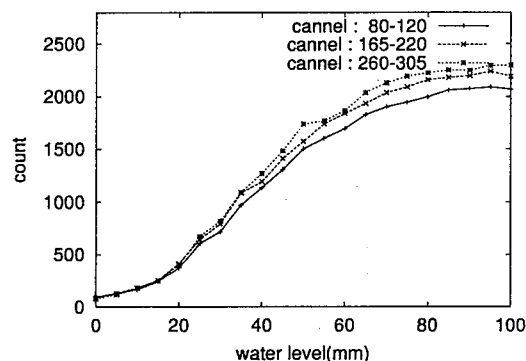


図 14 3 つの範囲ピークの比較

その結果、3つの範囲ごとにまとめたカウント数の総和は、図 14 に示すように、3つの範囲による水位の相関関係にはほとんど差は見受けられなかった。また、3つのピーク範囲の総和はチャンネル 68 から 308 間の加算値よりも数値が低く、かつ水位上昇に伴うカウント増加率は 68 から 308 間の総和の増加率より低くなることが確認できた。

以上の結果から、今後は水位計測においては、より感度が高くなるチャンネル 68 から 308 間の総和を基準データとする。

6 むすび

密封容器内の堆積物や内面の付着物量を計測する手法の確立を目的として、放射線の後方散乱を利用したセンシングシステムを構築した。そして、システムの性能を評価するため、内容物を変化させた場合と、内容物量および遮蔽物の厚さを変えた場合について、中性子の後方散乱変化を計測した。また、線源、検出器、計測対象の相互位置がおよぼす後方散乱の影響について測定した。

その結果、遮蔽物が薄い場合 (10mm 程度) は内容物の違いおよび内容物量を認識できることが明らかとなった。また、相互位置関係について、線源、検出器、計測対象それぞれの間隔が狭いほど、感度が高くなることが明らかとなった。さらに、線源および検出器の角度は、計測結果にはあまり影響しないことが明らかとなった。

今後は、次の課題について検討を行う。現在は、均等な厚さをもった計測対象を計測しているが、不均一な厚さをした計測対象について計測を行う。また、水以外の計測対象も計測を行い、計測のための基準データを作成する。そして、密封容器内の堆積物、内面付着物量を非破壊計測するプログラムを作成し、センシングシステムを完成させる。

謝 辞 本研究は、中小企業技術開発産学官連携促進事業 (中小企業庁補助金) の一環として実施した。記して謝意を表わす。

参考文献

- (1) 田中秀樹. 中性子の後方散乱を利用した非破壊計測 (第 1 報). 広島市工業技術センター年報, 1999.
- (2) ニコラスツルファニデイス. 放射線計測の理論と演習 基礎編. 現代工学社, 1986.
- (3) 加藤貞幸. 放射線計測. 培風館, 1994.
- (4) ニコラスツルファニデイス. 放射線計測の理論と演習 応用編. 現代工学社, 1986.
- (5) 日本アイソトープ協会. 放射線・アイソトープ講義と実習. 丸善, 1992.

光切断法による細管内面の損傷計測 (第2報, 損傷計測システム精度の検証)

田中 秀樹

Damage Measurement on Inside of Thin Tube Using Light Section Method

(2nd report, Experiment of the Damage Measuring System Precision)

Hideki TANAKA

It is difficult to measure the damage on inside of a thin tube without breaking it, because there is any obstacles around the thin tube. It is assumed that, the measuring method hardly exists. In this paper, we propose the light section method, which is able to measure damages on inside of the tube without breaking it. The proposed method is composed of the system : Sensor is composed of the circle line laser source and CCD camera. Also, image accumulation processing is composed of the image board and computer. The outline of the construction and also measurement processing of the system has reported in the former report. In this paper, we describe the result that examined about the unnecessary data removal at the time of image input. And we verified the accuracy of the system by comparing between measuring result and the measurement result.

Key Words: Non-Destructive Measurement, Light Section Method, Damage on Inside of Tube, Circle Line Laser

細くかつ周囲に障害物のある管内面の損傷を非破壊で正確に計測するのは難しい。このため計測手法はほとんど存在しない。本研究では、細管内面の非破壊損傷計測手法として、レーザ光切断法を提案する。今回提案する手法では、サークルライン・レーザ光源と CCD カメラからなるセンサ部、および画像ボードとコンピュータからなる画像蓄積・処理部で構成されるシステムを使用する。本システムの構築および計測処理の概要は、第1報で報告した。本報では、画像入力時における不要データ除去の検討、およびシステム計測結果と実測の比較によるシステムの検証結果を示す。

キーワード: 非破壊計測、光切断、管内面損傷、サークルライン・レーザ

1 まえがき

石油プラントや化学プラントなどでは、さまざまな配管が利用されている。この配管は使用するうちに、管の減肉や管内面の孔食、傷、割れなどが起こる。そして、この状態のまま放置すると、配管に穴があいたり、亀裂が生じる。その結果、装置が停止したり、最悪の場合には事故が発生する。このため、保守点検において損傷程度を調べ、損傷のひどい場

合には補修を行っている。

保守点検における損傷計測では、次のような問題がある。たとえば熱交換器チューブ⁽¹⁾などは、多くの細管が束となった形態をしている。この管内面の孔や亀裂などを損傷計測する場合には、管の周囲に別の管があるため、外側から管1本ごとの計測はできない。また、放射線や電磁波などの能動刺激を外部から印加する場合においても、それぞれの管内面

損傷の計測は複雑な手法を用いるか、あるいは大がかりな装置が必要となり、保守点検作業においては実用的でない。管内側から計測する場合においても、検査する配管数が多い場合には、1本の検査にかかる作業時間の短縮が望まれる。

このような理由により、細管の損傷計測には作業効率のよい渦流探傷⁽²⁾が用いられる。しかし、渦流探傷は方式上、管円周方向の損傷位置を特定できない。また、渦流センサを手で手繰り寄せる方法が一般的であるため、管軸方向の損傷位置が定まらない。

このように、渦流探傷では正確な損傷位置の特定が難しく、位置情報の得られる手法の確立が望まれる。そこで、細管内面に対する損傷計測手法として、光切断法を用いた非破壊計測手法を提案する。本手法では、円形照射を行うレーザ発振器と小型 CCD カメラを向かい合わせて配置したセンサ部と、管の内面にレーザ光を照射して得られる光切断線を、画像として保存する画像蓄積解析部からなるシステムを用いる。本システムの計測原理は次のとおりである。レーザ照射光が管面に当たると CCD カメラでは、円形の光切断画像が撮影される。管面の損傷箇所において、光切断線^{(3),(4)}にはひずみが発生する。このひずみを解析し、その結果から損傷形状を求め損傷寸法を計測する。この原理の特徴は、センサの挿入位置に応じて光切断画像を撮影するため、軸方向位置が特定でき、かつ、管円周上の損傷位置を特定できることである。

前報⁽⁵⁾ではシステム構築を実施し、管側面にあけた損傷穴の寸法を計測して、システム検証を行った。その際、レーザ光の乱反射が原因で発生すると考えられる光帯が、レーザ光切断線を取り囲むように表れた。また、実験的にあけた損傷穴の寸法は、管外側面からの加工であるため内側の精度が低く、検証結果は満足できるものではなかった。

そこで、本年度は光学フィルタを用いて光切断線のまわりに表れる光帯の除去、およびレーザ光の全反射で生じる光切断線の太線化の低減を図る。また、システムの精度検証のため、丸および長丸形状の貫通穴をあけ、その穴の寸法を計測する。

2 システム構成

2.1 原 理

円形照射するレーザ光源と小型 CCD カメラを、図 1 のように同一軸上で向かい合わせて配置する。このレーザと CCD カメラから構成される検出器を管内に挿入すると、管内面にレーザ光切断線が表れる。この光切断線は CCD カメラを通すと線が円形となる。

この光切断画像において、管内面に損傷のない場合には、光切断線は真円となる。一方、管内面に損傷のある場合にはこの円がひずみ、減肉している場合には円の径が大きくなる。管内面の損傷程度に応じて変化する、円形状変化と損傷寸法との相関関係を明確にすることで、光切断画像から損傷の計測が可能となる。

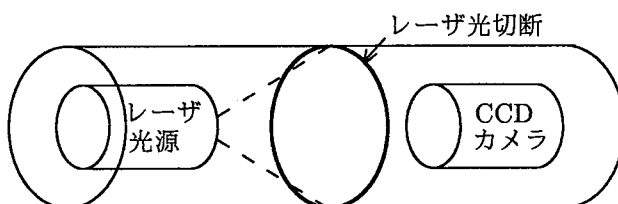


図 1 検出器原理図

2.2 システム構成

本センシングシステムは、図 2 に示すように検出器、距離測定ユニット、コントロールユニット、画像蓄積解析装置から構成される。図の矢印はデータの流れを示す。

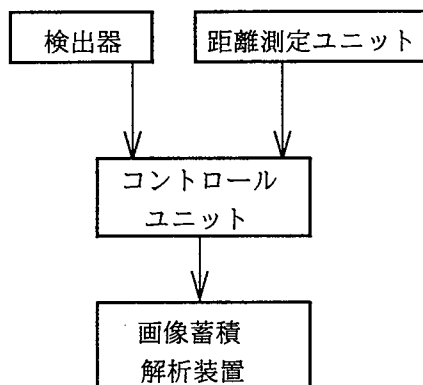


図 2 システムブロック図

2.2.1 検出器

検出器は、管内面観測用の窓を開けた、直径 19mm × 330mm の金属製円筒内に、レーザとカメラが収

まった構造をしている。レーザ仕様は、出力波長 635nm、最大定格出力 5mW、ビーム径 0.8mm、放射角 20° (初期設定) である。カメラ仕様は、直径 12mm、有効画素数 768(H) × 494(V)、走査線 525 本、アスペクト比 4:3 である。

2.2.2 距離測定ユニット

管内面の挿入位置は、検出器に直接接続した挿入用棒の移動量を、ロータリーエンコーダで回転量に変換して求める。距離は管端からの相対値で、精度は約 0.05mm である。

2.2.3 コントロールユニット

検出器と距離測定ユニットの制御および電力供給、さらに画像蓄積解析装置とのインターフェース機能を担っている。

2.2.4 画像蓄積解析装置

コントロールユニットから送られる画像データを取り込み、オンラインで保存解析を行う。さらに距離測定ユニットのデータから検出器の移動距離を、リアルタイムで計算し保存する。

入力可能な画像サイズは 640 × 480 画素である。管内径 21mm に対する検出器の設定では、画像の分解能は 1 画素当たり 0.05mm である。

2.3 データ解析処理

検出器で得た管内面の光切断画像を解析することで、配管内面の損傷程度を計測する。次に現在のデータ解析処理内容を説明する。始めに、蓄積した画像をロードし、続いて解析処理の高速化・簡略化のため、

256 階調である画像を 2 階調に減じる (2 値化)^{(6),(7)}。ここで、この 2 値化のしきい値は、画像のプロファイルを参考に設定を行う。2 値化後、光切断線の一部を拡大すると、輪郭に大きな凹凸がみられる。このまま次の処理に移ると、データの誤差として結果に現われるため、膨張収縮処理を行う。最後に、輪郭追跡処理により光切断線を単線化する。このようにして求めた光切断線から、円の座標を抽出する。図 3 はデータ解析の処理フローを示す。

3 画像入力検討

管内にレーザを照射することで、管内面に表れるレーザ光切断線を CCD カメラで撮影すると、光切断線の外側に散乱が原因と考えられる光の帯が表れる。また、光切断線の一部に、レーザ光の全反射で起こる切断線の太線化が生じるため、管内面状態を正確に把握できない箇所がある。これらの現象を極力排除した画像を得るため、光学フィルタを用いた散乱光の除去について検討した。

始めに、フィルタをレーザ側、カメラ側どちらに装着するか検討した。検討の結果、レーザ側にフィルタを装着するより、カメラ側に装着するほうが散乱光やレーザ光の全反射は減少した。この効果を評価するため、画面領域内の濃度平均、標準偏差、さらに 234 から 254 までの濃度を持つ画素数を調べた。

ここで、 $f(i, j)$ は画面上の画素 (i, j) を表わすすると、画面の大きさが (m, n) の場合には、濃度平均値 $\bar{x}$ および標準偏差 s は、それぞれ次式で求められる。

$$\bar{x} = \frac{1}{mn} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n f(k, l) \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{mn} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n \{f(k, l) - \bar{x}\}^2} \quad (2)$$

画面領域は撮影画像全画面および散乱光内側の 2 領域に設定した。表 1 は撮影全画面についての計測結果、表 2 は散乱光内側についての計測結果を示す。

また、フィルタを装着せずに撮影した画像、フィルタをレーザに装着し撮影した画像、およびカメラに装着し撮影した画像を、それぞれ図 4(a), (b), (c) に示す。

この結果から、フィルタのある場合は、無い場合に

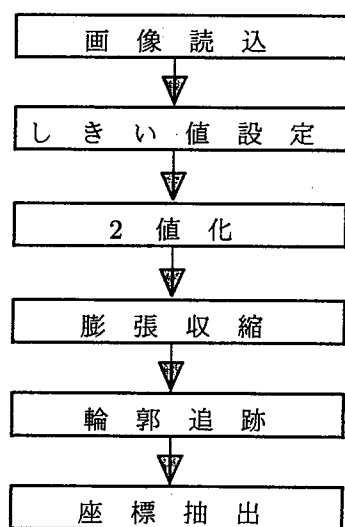


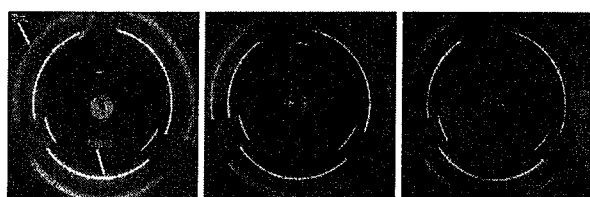
図 3 データ解析フロー

表 1 光学フィルタがおよぼす撮影全画面の濃度変化

	フィルタ無	レーザ側	カメラ側
平均値	55.76	35.55	32.44
標準偏差	46.12	28.23	24.40
234～254 画素数	4,547	947	903

表 2 光学フィルタがおよぼす散乱光内側の濃度変化

	フィルタ無	レーザ側	カメラ側
平均値	54.89	35.56	33.13
標準偏差	49.84	31.83	29.08
234～254 画素数	4,215	895	902



(a) フィルタ無し (b) レーザ照射口前 (c) CCDカメラレンズ前

図 4 フィルタがおよぼす撮影画面の変化

比べ全体的に濃度値が低くなることがわかった。また、カメラ側にフィルタを装着するほうがレーザ側に装着するよりも濃度が低減できた。次に、全画面における 234～254 間の濃度を持つ画素数は、レーザ側とカメラ側でそれぞれ 947, 903 であった。また、散乱光内側における画素数は、レーザ側とカメラ側でそれぞれ 895, 902 であった。これらを比較すると、カメラ側にフィルタを装着したときは、全画面に比べ領域が狭くなったにもかかわらず、画素数は 1 しか変化はなかった。このことから、フィルタはカメラ側への装着が適しているといえる。

4 システム精度の検証

非破壊計測において、損傷計測結果に対する計測精度の検討は必須である。そこで、本実験では、管側面に穴形状が丸と長丸の 2 種類の貫通穴をあけ、本研究で構築したシステムを使用し、それぞれの穴寸法計測を実施した。

4.1 丸穴寸法計測

計測は管内径の異なる 3 種類 ($\phi 21$, $\phi 24$, $\phi 26$ mm) の管側面にあけた損傷穴に対して行った。

【試験条件】

丸穴寸法 : $\phi 1.5$ mm～ $\phi 6.0$ mm の間を 0.5mm ごとに増加

計測長 : 10mm

計測間隔 : 0.5mm

計測角度 : $90^\circ \sim 225^\circ$

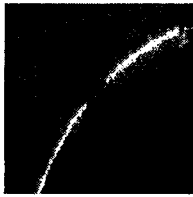
表 3 は管内径 21, 24, 26mm にあけた損傷穴を計測し、その最大値をまとめた結果である。計測中、実際には 1 つの損傷穴を 2 つと誤認識する箇所が 3 つあった。これらの箇所は、レーザ光が損傷穴の中心を過ぎた付近や穴の端であった。損傷穴の中心付近では、損傷穴内へ入射したレーザ光が穴側面で反射し、穴内で発生する散乱光が原因で輝度が上昇すると考えられる。そして、2 値化処理後には穴部分の画素濃度は 255 となり、その結果誤認識が起これと思われる。また穴の端では、エッジ部に残った加工時のバリにレーザ光が当たり、バリからの反射光により誤認識されられると思われる。

表 3 損傷穴計測結果

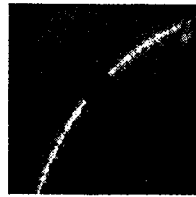
損傷穴径 (mm)	管内径 (mm)		
	21	24	26
1.5	0.8	1.3	1.4
2.0	1.9	1.9	1.7
2.5	2.3	2.3	2.4
3.0	3.0	3.0	3.1
3.5	3.3	3.7	3.4
4.0	3.9	3.9	4.1
4.5	4.3	4.5	4.4
5.0	5.0	5.3	5.2
5.5	5.5	5.7	5.7
6.0	5.9	6.0	6.2

次に、管内径 21mm の損傷穴を計測した結果から、代表例について検討する。損傷穴径が 1.5mm では、損傷穴径と計測結果の最大値は異なる。これは、センサの移動距離が 0.5mm ごとに損傷穴計測するため、計測箇所が損傷穴の中心をずれることが多いこ

とに原因がある。



(a) 送り位置 0.5mm



(b) 送り位置 1.0mm

図 5 損傷穴径 1.5mm の光切断画像

図 5 は損傷穴径 1.5mm の計測時にセンサ送り位置 0.5mm, 1.0mm おける光切断画像を示す。次に、損傷穴径と計測値が等しい場合の例として損傷穴径 3mm と 6mm における光切断画像をそれぞれ図 6、図 7 に示す。

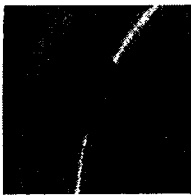


図 6 損傷穴径 3.0mm

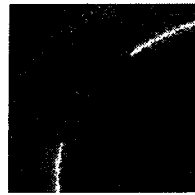
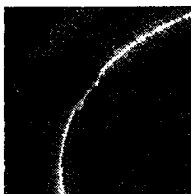


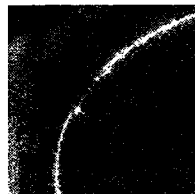
図 7 損傷穴径 6.0mm、
送り 3.0mm

の光切断画像

ここで、損傷穴径 6mm において、センサ送り位置 6.5mm, 7.0mm では穴が存在するはずであるが、検出された穴は微小であった。この理由は、前述のようにレーザ光が穴加工時に生じたバリに当たり、その反射光が仮想光切断線を形成したためと考えられる。図 8(a), (b) は送り位置における撮影画像を示す。逆に、送り位置が 7.5mm では存在するはずのない穴を捉えた。これも、バリがレーザ光を遮断し、撮影画像では光切断線が途切れているように見えたためと考えられる。



(a) 送り位置 6.5mm



(b) 送り位置 7.0mm

図 8 バリによるレーザ光の反射

4.2 長丸穴寸法計測

計測は管内径の異なる 3 種類 ($\phi 21$, $\phi 24$, $\phi 26$ mm) の管側面に開けた損傷穴に対して行った。図 9 は長丸穴形状および寸法計測箇所を示す。

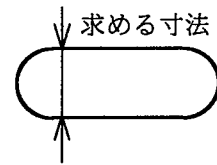


図 9 長丸穴形状

【試験条件】

長丸穴幅寸法 : 2, 3, 5mm

計測長 : 10mm

計測間隔 : 1.0mm

計測角度範囲 : $90^\circ \sim 225^\circ$

ここで、長丸穴幅の実測は、半割にした管の内面に対し工具顕微鏡で行った。

表 4 は管内径 21mm の側面に穴幅が既知である長丸穴をあけ、その穴幅をシステムを使った計測結果と工具顕微鏡による実測結果を示す。ここで、表中の送りは検出器の移動距離を示す。計測結果から、長丸穴幅 2mm において誤差は最大 0.1mm、穴幅 3mm において最大 0.1mm、穴幅 5mm においては最大 0.1mm であった。

表 4 長丸穴計測結果 (管内径 21mm)

送り (mm)	穴幅 2mm		穴幅 3mm		穴幅 5mm	
	計測	実測	計測	実測	計測	実測
0	2.1	2.1	3.1	3.2	4.9	5.0
1	2.1	2.1	3.0	3.1	5.1	5.1
2	2.0	2.1	3.2	3.2	5.1	5.1
3	2.0	2.1	3.2	3.1	5.1	5.0
4	2.1	2.1	3.2	3.1	5.2	5.1
5	2.0	2.0	3.0	3.1	5.1	5.1

表 5 は管内径 24mm の側面に開けた長丸穴の幅の計測結果と実測結果を示す。計測結果から、長丸穴幅 2mm において誤差は最大 0.3mm、穴幅 3mm は最大 0.2mm、穴幅 5mm は最大 0.2mm であった。

表 6 は管内径 26mm の側面に開けた長丸穴の幅の計測結果と実測結果を示す。計測結果から、長丸穴

表 5 長丸穴計測結果 (管内径 24mm)

送り (mm)	穴幅 2mm		穴幅 3mm		穴幅 5mm	
	計測	実測	計測	実測	計測	実測
0	1.8	2.0	2.9	2.9	4.9	5.0
1	1.8	2.0	2.9	3.1	5.0	5.0
2	1.8	2.1	3.1	3.1	5.1	5.0
3	2.1	2.0	3.2	3.1	5.1	5.1
4	2.2	2.1	3.1	3.1	4.9	5.1
5	1.9	2.0	3.1	3.1	4.9	5.1

表 6 長丸穴計測結果 (管内径 26mm)

送り (mm)	穴幅 2mm		穴幅 3mm		穴幅 5mm	
	計測	実測	計測	実測	計測	実測
0	2.0	2.1	3.0	3.1	4.8	5.0
1	2.1	2.1	2.9	3.1	4.8	5.0
2	2.0	2.0	3.0	3.1	4.9	5.0
3	2.1	2.1	3.1	3.1	4.8	5.0
4	2.2	2.2	3.1	3.1	4.9	5.0
5	2.0	2.1	3.1	3.1	4.9	5.0

幅 2mm, 3mm, 5mm においてそれぞれ誤差は最大 0.1mm, 0.2mm, 0.2mm であった。

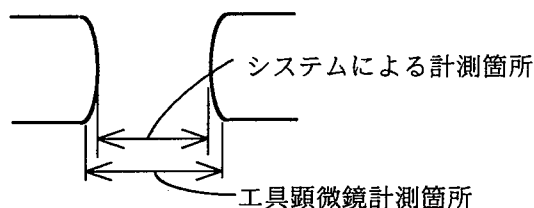


図 10 穴計測箇所の違い

レーザーと CCD カメラによるセンシングシステムは計算上、画像分解能の制約から、管径 21, 24, 26mm においてそれぞれ最大 ± 0.22 , ± 0.25 , ± 0.27 mm の誤差が生じる。長丸穴寸法計測結果から、管径 24mm における長丸穴幅 2mm の計測で誤差が 0.3mm となった以外は、誤差は 0.2mm 以下であり問題のない計測精度であった。ここで、管径 24mm の長丸穴幅 2mm において誤差が 0.3mm となったのは、工具顕微鏡を用いた寸法計測で、管内表面のエッジ部から計測したことが原因と考えられる (図 10)。実際、貫通穴は表面に対し直角ではなく、穴側に角度がついた箇所もあった。本システムを用いた計測では、この盛り

上がり部分まで計測したため、実測値よりも小さい値となったものと思われる。このことは、長丸穴計測において全般的に実測値より計測値が小さい値を示したことからいえる。よって、本実験の結果から当該システムは正しい精度の計測が可能であるといえる。

5 むすび

細管内面の損傷や孔食に対する非破壊センシング手法の確立を目的として、レーザーおよび小型 CCD カメラを利用したシステムを構築した。本システムにおいて、光帯がレーザー光切断線を取り囲むように表れた。また、システム検証を目的とした計測において、損傷穴は管外側面からの加工であり内側の精度が低く、そのため満足できる検証結果は得られなかった。

そこで、光学フィルタによる光切断線のまわりに表れる光帯の除去、および全反射したレーザー光で生じる光切断線の太線化を低減した。この結果、画像処理の負担を軽減でき、誤認識も減少した。また、システムの精度検証のため、丸および長丸形状の貫通穴をあけ、その穴寸法を計測した。計測結果は、本システムの計算上の誤差値より低く、正しい計測が可能であることが確認できた。

今後は次の課題について検討を行う。現在使用しているレーザーの照射角は 20° と小さく、孔の深さまでは計測できない。そこで、孔の深さを計測するために、レーザー放射角度を大きくした検出器を使った計測実験を行う。さらに、2 値化で起こるデータの消去により発生する、座標抽出誤差を低減する手法を検討する。また、本システムの実用化を目指し、損傷穴寸法などを自動で計測するプログラムを作成する。

謝 辞 損傷穴を加工くださいました (財) 広島市産業振興センター材料・加工技術室の世良英美氏に感謝します。

本研究は、中小企業技術開発産学官連携促進事業 (中小企業庁補助金) の一環として実施した。記して謝意を表わす。

- (2) 日本非破壊検査協会. 非破壊検査便覧. 日刊工業新聞社, 1978.
- (3) 井口征士, 佐藤宏介. 三次元画像計測. 昭晃堂, 1990.
- (4) (社) 計量管理協会編. 光計測のニーズとシーズ. コロナ社, 1987.
- (5) 田中秀樹, 世良英美. 光切断法による細管内面の損傷計測 (第 1 報). 広島市工業技術センター年報, 1999.
- (6) 田村秀行. コンピュータ画像処理入門. 総研出版, 1985.
- (7) テレビジョン学会編. 画像工学. コロナ社, 1989.

送風機動翼の設計、試作及び性能評価

上杉 憲雄, 三宅 裕行

Design, Making for Trial Purposes, and Performance Evaluation of Blower Blade

Norio UESUGI, Hiroyuki MIYAKE

We applied Thermo-Fluid Dynamics Software to the design, making for trial purposes, and the performance evaluation of the Blower Blade. As the result, the Blower Blade made for trial purposes showed the improvement of the characteristic such as the amount of the wind, the wind pressure, and the axial horsepower.

Keywords: Blower Blade, Thermo-Fluid Dynamic

汎用熱流体解析ソフトウェアを使用して、送風機動翼の設計・試作及び性能評価を行った。その結果として試作した動翼は、従来型動翼に対して風量、風圧、軸馬力が向上するなど高性能化していることが確認された。

キーワード：送風機動翼，熱流体解析

1. 緒 言

製造業におけるデジタル化の潮流は、今後益々進展していくことが予想される。とりわけ、自動車関連企業では企画から開発・量産準備・生産までの各プロセスと業務を「デジタル化」に移行することで製品の高性能化、高機能化、開発期間の短縮、低コスト化を実現させようとしている。

求められる高品質な製品の開発・設計を行うためには、構造工学、流体力学、伝熱工学等さまざまな工学分野からの検討が必要であり、高機能な製品開発を実現するためには、これらの工学分野を単独に取り扱った検討では不十分であり、連成系として取り扱う必要がある。

例えば自動車等の輸送用機械、タービン、ポンプ等の流体機械の開発における現状は、構造系、流体系、伝熱系の解析がそれぞれ単独に行われているため、実際の現象を忠実にモデル化し解析しているとはいえず、高精度な解析はできない。高品質な製品の開発・設計を行うためには、構造工学、流体力学、

伝熱工学等さまざまな工学分野からの検討が必要となる。

本研究では、送風機メーカーと共同で既存の熱流体解析ソフトウェア(STAR-LT (株)シーディー・アダプコ・ジャパン)を使用して構造系、流体系、伝熱系の各方面から検討した軸流送風機動翼の翼形状の設計を行い、この設計に基づいて試作を行った。具体的には、従来型の動翼に対して、翼形状の改良設計案の作成・試作を行い、性能評価・比較を行ったので、その結果について報告する。

2. 従来型の送風機動翼性能

改良設計案を作成するにあたり、従来型の送風機動翼性能のシミュレーションを行った。従来型送風機動翼の外観を図1に示す。送風機の性能評価は、JIS B 8330 送風機の試験及び検査方法⁽¹⁾に基づいて実施する。その試験方法としては、送風機に測定管路を取り付け、その測定管路の所定位置の検査面における圧力、風量及び送風機より発生する騒音等

を測定する。図2は性能試験装置の概観を示す。シミュレーション結果を検証する性能試験では、従来型動翼と改良設計案に基づいて試作した改良型動翼を図2の試験装置に取り付け1700rpmで回転させた場合について測定する。

従来型の送風機動翼性能のシミュレーションは、図2の試験装置の検査面及び送風機近傍での風速について行った。図3は、検査面での風速分布のシミュレーション結果を色表示したものであり、図4は送風機近傍でのシミュレーション結果を色表示したものである。

3. 動翼の改良設計案の作成及び性能

2節のシミュレーション解析を元に作成した動翼の改良設計案を図5に示す。動翼を構成する翼の枚数を8枚から7枚に変更し、各羽根の形状も変更し、ハブの直径を従来型が180mmであるのに対して改良型では215mmと大きくした。

図6と図7に、改良型動翼性能の性能シミュレーション結果を示す。図6は、検査断面での風速分布を色表示したものであり、図7は送風機近傍の風速分布を色表示したものである。

検査断面の風速分布に関する性能シミュレーションでは、改良型動翼と従来型動翼共に測定管路中心部分の4.2m/s～4.7m/sの領域が一番速度が低いが、改良型動翼では従来型動翼に対してその領域が小さく、逆に4.7m/s～5.2m/sの領域が従来型に対して大きくなっている。

また、送風機が駆動する際、送風機の前後には速度が0となるエアポケットが発生するが、送風機近傍での風速分布に関する性能シミュレーションでは、改良型動翼は従来型動翼に対してエアポケットの領域が小さくなっている。

性能シミュレーション結果では、改良型動翼が従来型動翼に対して風速分布が高くなっており、改良型動翼が従来型動翼と比較して高性能化していることがうかがえる。

4. 改良設計案の性能評価

改良型設計案に基づき新たな動翼の試作を行った。試作した動翼の性能評価をJIS B 8330により実

測した。図8は従来型動翼と改良型動翼の性能曲線図を示す。改良型動翼は、従来型動翼に対して風量／風圧が約10%向上し、全圧効率も3%向上している。また、軸馬力についても小風量域でのオーバーロードが少なくなり大風量域の仕事量が上がったため均等化して改善している。騒音値については、図9に測定方法及び測定結果を示す。測定は、送風機から1m離れた床上1mの4つの地点で行った。測定結果に示すように改良型動翼と従来型動翼では騒音値に大差のない状態である。

全体的に見て改良型の動翼は従来型のものと比較して全ての項目で性能が向上した。

5. 結 言

本研究では、汎用熱流体解析ソフトウェアを適用して、構造系、流体系、伝熱系の各方面から検討した送風機動翼の設計、試作及び性能評価を行い、従来型と比較して高性能な動翼を試作した。

この試作・性能評価を行うことで、流量や静圧など受注された仕様から従来の設計データを基に設計を行うこれまでの方法から、コンピュータシミュレーションによる高精度な開発・設計が可能となった。

参 考 文 献

- (1) 日本工業規格 送風機の試験及び検査方法 JIS B 8330-1981.

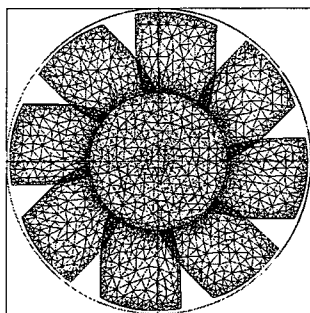


図1 従来型送風機動翼

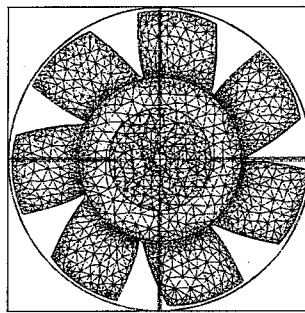


図5 改良型送風機動翼

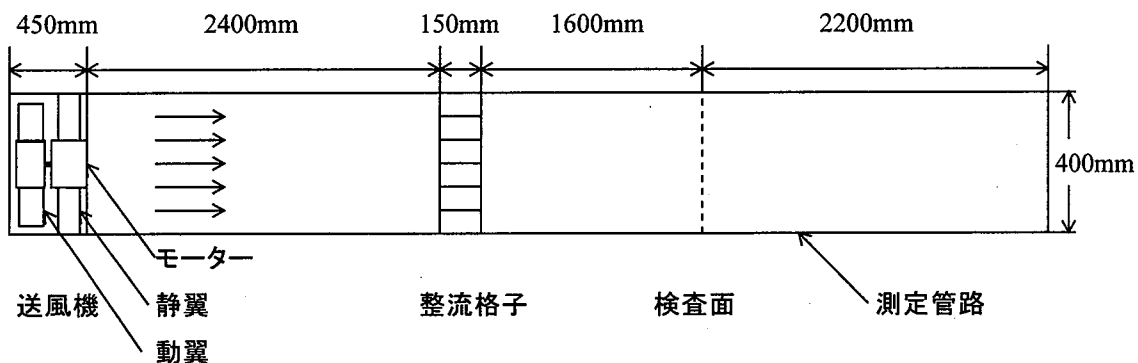
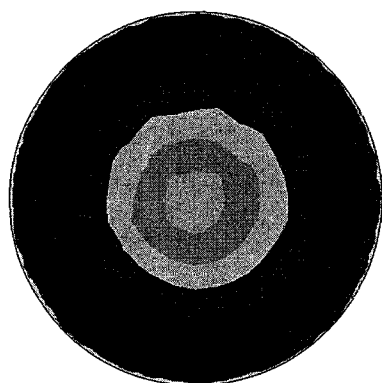
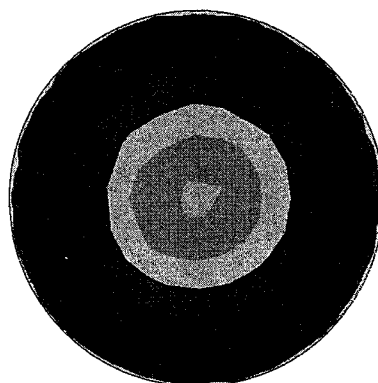


図2 性能試験装置の概観図



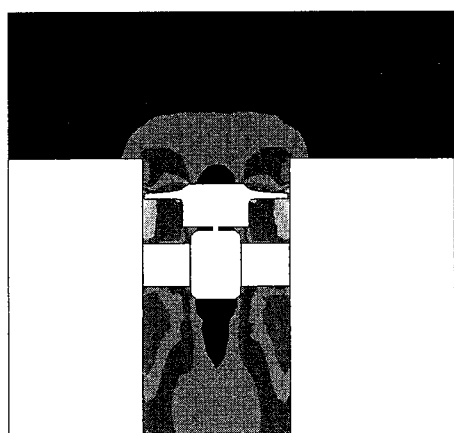
単位:m/s



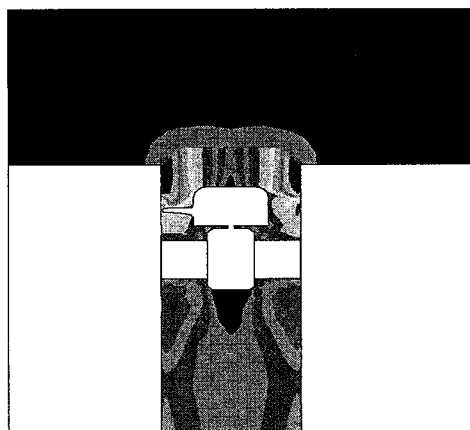
単位:m/s

図3 従来型動翼風速シミュレーション結果(検査面)

図6 改良型動翼風速シミュレーション結果(検査面)



単位:m/s



単位:m/s

図4 従来型動翼圧カシミュレーション結果(送風機近傍)

図7 改良型動翼圧カシミュレーション結果(送風機近傍)

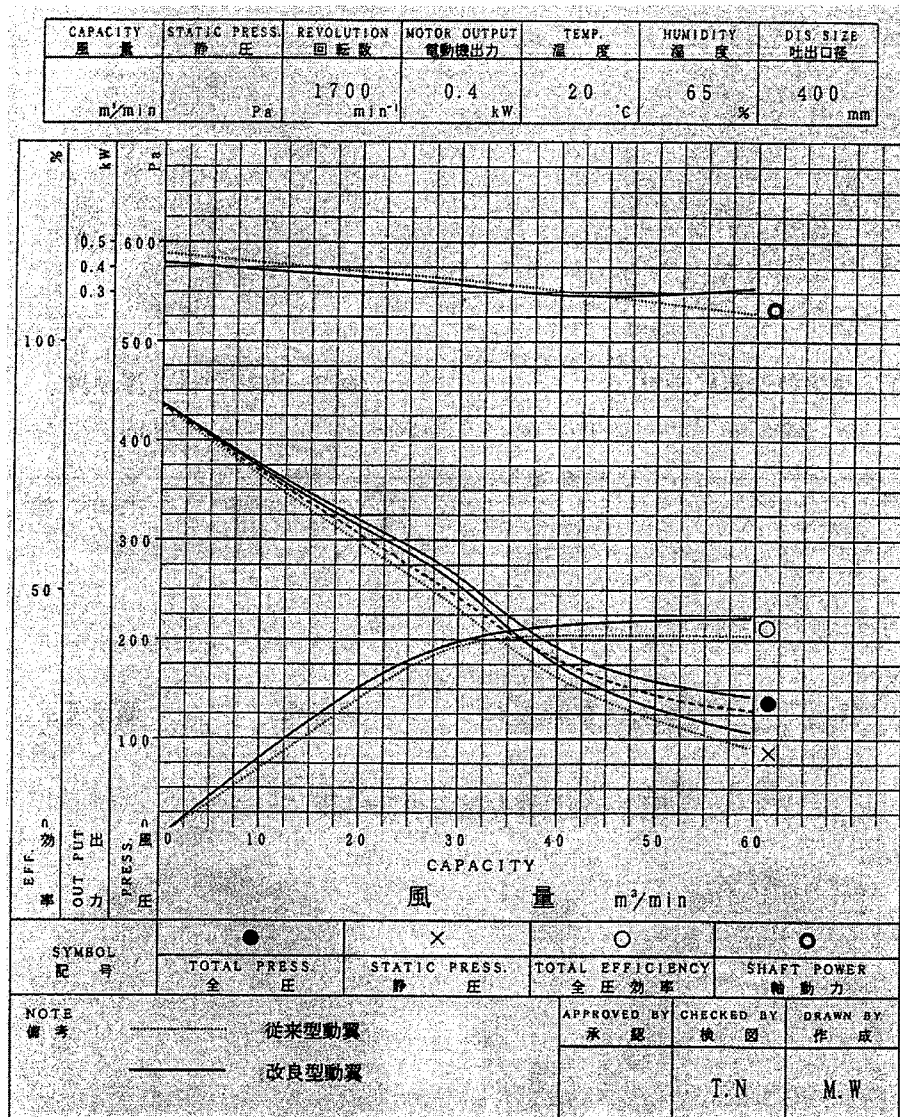
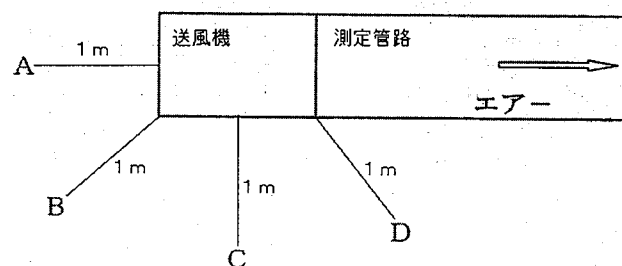


図8 性能曲線図

送風機型式 3SM4-040 (φ 400)

電動機要目 AC 440V, 3φ, 60Hz, 0.4kW, 4P

騒音分析計 リオ (株) NL-11



	dB(A) 1m			
測定箇所	A	B	C	D
従来型動翼	74.5	72	70.5	70
改良型動翼	74.5	72.5	70	68

図9 騒音測定結果

上杉 憲雄, 三宅 裕行

Integration of Structure-Fluid-Thermo Engineering System and the use technology (Experimental Research)

Norio UESUGI, Hiroyuki MIYAKE

To develop and to design a high-quality product, the examination from a variety of engineering field like structural engineering, fluid engineering, and heat transfer engineering, etc. is needed. In this research, we developed the wind tunnel which measured the speed scene and the temperature scene when the heat transfer fin of reverse-T type is in the same flow.

Keywords: Wind Tunnel

高品質な製品の開発・設計を行うためには、構造工学、流体力学、伝熱工学等さまざまな工学分野からの検討が必要となる。本研究では、一様な流れの中に逆T字型の伝熱フィンがある場合の速度場、温度場を計測する風洞の開発を行った。

キーワード：風洞

1. 緒言

製造業におけるデジタル化の潮流は、今後益々進展していくことが予想され、とりわけ、自動車関連企業では企画から開発・量産準備・生産までの各プロセスと業務を「デジタル化」に移行することで製品の高性能化、高機能化、開発期間の短縮、低コスト化を実現させようとしている。

求められる高品質な製品の開発・設計を行うためには、構造工学、流体力学、伝熱工学等さまざまな工学分野からの検討が必要であり、高機能な製品開発を実現するためには、これらの工学分野を単独に取り扱った検討では不十分であり、連成系として取り扱う必要がある。

本研究では、流れが構造物の形状と関連する場合の基本的なモデルを対象に、構造-流体-伝熱の各現象が連成した場合の速度場、温度場の諸現象を実験的に解明する。理論解析⁽¹⁾では、層流内に逆T字

形の伝熱フィンを設置し、下部からこの伝熱フィンを加熱した場合の構造、流体、伝熱系の連成現象をシミュレーションするシステムの構築を行っている。本報では、その理論解析結果を実験的に検証することを目的とした風洞を開発したので、その概要について報告する。

2. 風洞試験装置の概要

開発した風洞を図1に示す。この試験装置は、整流胴の左端より空気を吸い込み、測定胴内に整流した空気流を流し、風温、風速、伝熱フィンの表面温度が計測可能である。以下に試作した風洞の主要な基本性能を示す。

2. 1 測定胴

- ・測定胴内を流れる空気流の風速は 0 ~ 10m/s の範囲内で任意に設定できる。測定胴内を流れる空気流は、伝熱フィンを設置しない場合、風速10m/

s時に風速分布2%以内、乱れ強さ3%以内である。
伝熱フィンを設置した場合は、伝熱フィンの形状により設定可能な風速の上限は変化する。

- ・測定胴の上面には、 $\phi 5.5\text{mm}$ の測定用プローブ挿入孔が11カ所設けられており、その挿入孔により熱線風速計用の測定用プローブを測定胴内に挿入することで、測定胴内の風速、風温を実測できる。風速測定可能範囲は、 $0\sim 20\text{m/s}$ であり、風温測定範囲は $0\sim 60^\circ\text{C}$ である。
- ・測定用プローブは手動式トラバーサ装置に取り付けられており、mm単位で測定胴内を上下動できる。
- ・測定胴の側面材質はアクリル製であり、測定胴内の流れを可視化できる。

2. 2 伝熱フィン

測定胴内には、伝熱フィンが設置可能である。図2に伝熱フィンの形状、測定胴での設置状態及び測

定用プローブ挿入孔の位置を示す。この伝熱フィンの主な特徴を以下のとおりである。

- ・伝熱フィンの底面にはヒーターが取り付けられており、その底面温度は室温 $\sim 70^\circ\text{C}$ の範囲内で自由に設定が可能である。(測定胴内風速： $0\sim 10\text{m/s}$ 時)
- ・伝熱フィンの表面及び測定胴底面には、熱電対が取り付けられており、その表面温度を $0\sim 100^\circ\text{C}$ の範囲内で測定できる。図3は熱電対の配置を示す。熱電対は、フィン中央頂上に1個、フィン左右両面に3個ずつ、フィン左右両底面に1個ずつ、測定胴底面に4個取り付けられている。

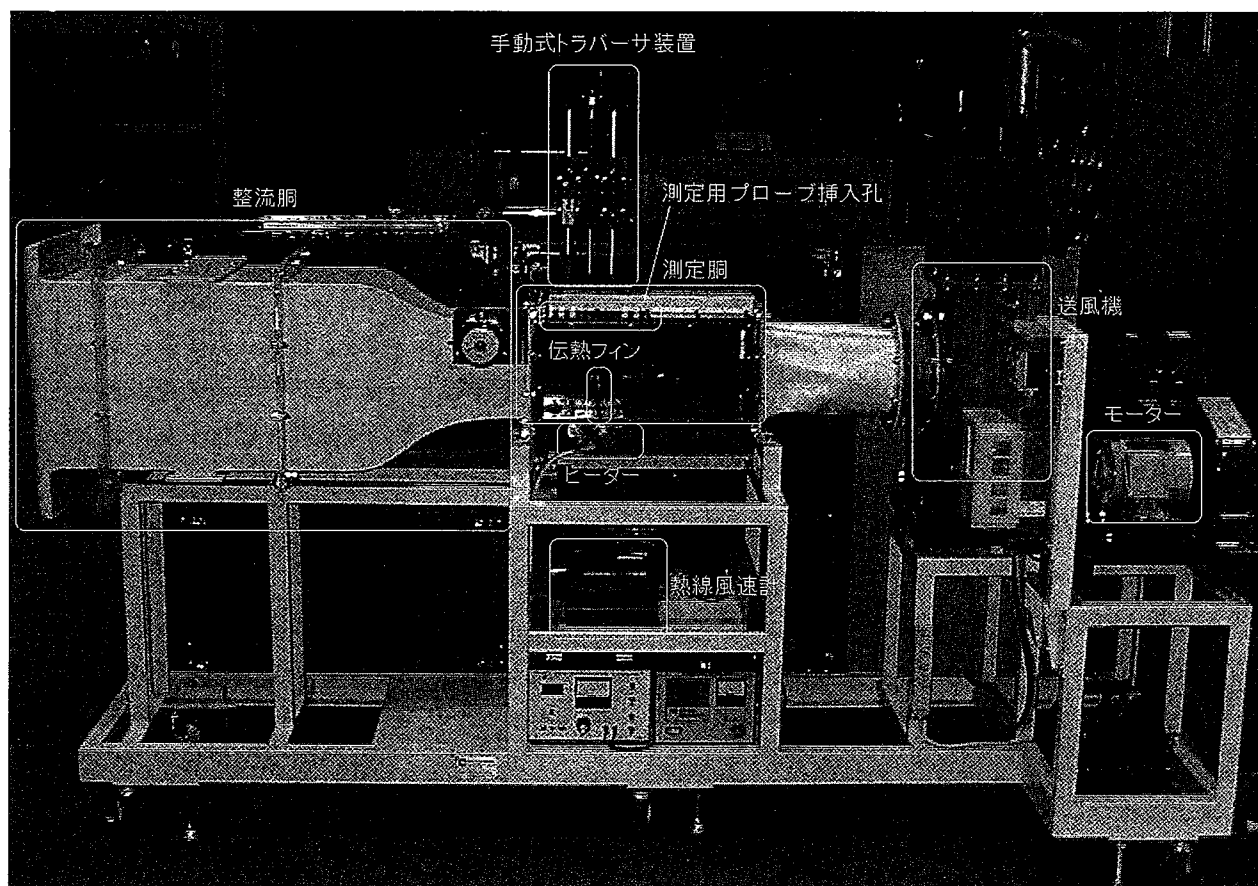


図1 風洞試験装置の概観

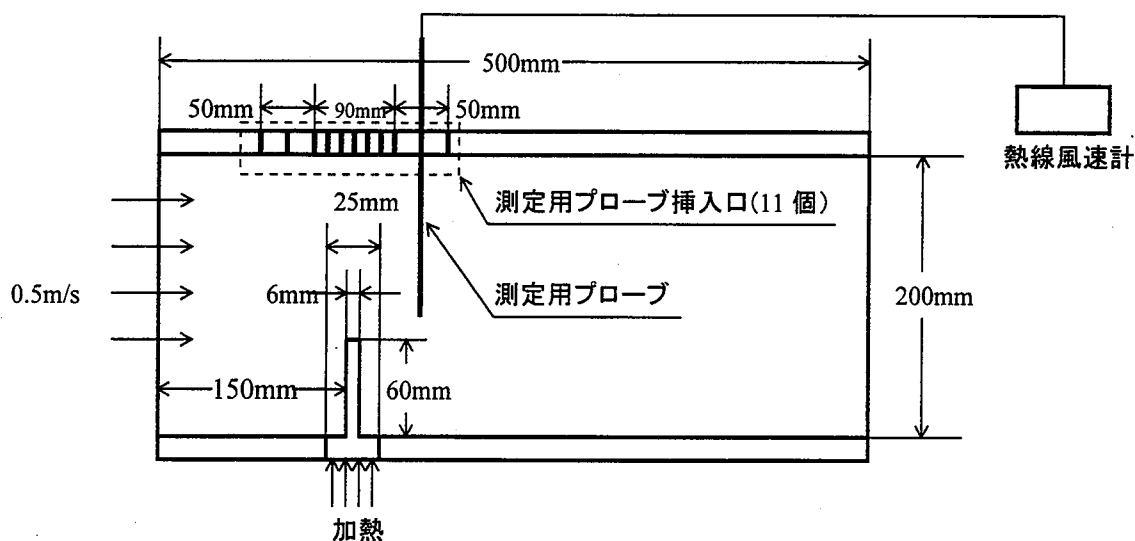


図2 測定胴内におけるフィンの設置状態

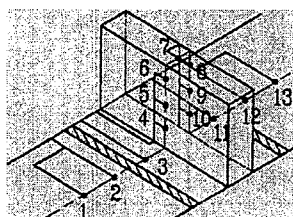


図3 熱電対設置図

3. 実 測

試作した風洞を使用して、測定胴内の空気流の風速、風温及び伝熱フィンの表面温度等を測定した。なお、測定は、室温 11°C 、湿度 40% 及び伝熱フィンの底面を 70°C に加熱し、測定胴左端に流れ込む風速を 0.5m/s とした場合について実施した。測定は、熱線風速計の測定用プローブを図2の11カ所の測定用プローブ挿入口から挿入し、測定胴底面から高さ $10\text{mm}\sim 150\text{mm}$ の範囲で 10mm ごとに風速と風温を計測した。

表1と表2に測定胴内を流れる空気流の風速と温度分布の実測結果を示す。図4と図5に、その実測結果をコンター表示したものを示す。実測結果から次のことが明らかとなった。

- 1) 伝熱フィンを境として風洞左側下部は、空気流速はフィンに近づくにつれ低下する。
- 2) 伝熱フィンを境として風洞右側下部は、空気流は対流状態となり、その速度は風洞上部と比較して著しく低下している。
- 3) 伝熱フィンを境として風洞上部では、風洞奥行き方向に進むにつれ増大する。

- 4) 伝熱フィンから遠ざかるにつれて空気温度は低下していき室温に近づいていく。
- といった傾向が得られた。

4. 結 言

本研究では、構造－流体－伝熱の各現象が連成した場合の諸現象を実験的に解明することを目的とした風洞を開発した。開発した風洞は、層流内に伝熱フィンを設置し、下部からこの伝熱フィンを加熱した場合の速度場、温度場等の連成現象が計測可能である。今回は、逆T字形の伝熱フィンを設置した場合について計測を行った。今後は、伝熱フィンの加熱温度や形状等を変更して実測データを収集し、理論解析⁽¹⁾で構築したシミュレーションシステムの精度向上をはかる予定である。

参 考 文 献

- (1) 清水・上杉、西山、構造系、流体系、伝熱系連成シミュレーションシステムの構築（理論解析），広島市工業技術センター年報第14巻(2001)。

表1 風速測定結果

単位: m/s

測定胴左端からの 測定胴底面 からの高さ(mm)	距離(mm) 53	78	103	118	133	148	163	178	193	212	237
150	0.56	0.59	0.64	0.67	0.72	0.76	0.78	0.9	0.87	0.97	0.96
140	0.56	0.59	0.64	0.67	0.72	0.76	0.79	0.85	0.86	0.93	0.93
130	0.53	0.57	0.62	0.66	0.71	0.75	0.78	0.83	0.85	0.91	0.92
120	0.52	0.56	0.6	0.64	0.69	0.73	0.77	0.81	0.84	0.89	0.89
110	0.51	0.55	0.59	0.63	0.68	0.73	0.77	0.81	0.84	0.89	0.86
100	0.5	0.53	0.58	0.62	0.67	0.73	0.78	0.83	0.83	0.88	0.85
90	0.49	0.53	0.56	0.6	0.66	0.73	0.8	0.84	0.82	0.63	0.28
80	0.49	0.51	0.55	0.58	0.63	0.73	0.76	0.55	0.05	0	0
70	0.48	0.5	0.53	0.54	0.58	0.71	0	0	0	0	0
60	0.47	0.49	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
50	0.47	0.47	0.47	0.45	0.39	0	0	0	0	0	0.02
40	0.46	0.46	0.45	0.41	0.29	0	0	0	0	0.06	0.09
30	0.45	0.44	0.42	0.35	0.01	0	0	0.05	0.01	0.06	0.07
20	0.44	0.42	0.32	0.03	0	0	0	0	0.02	0	0
10	0.4	0.33	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0

表2 風温測定結果

単位: °C

測定胴左端からの 測定胴底面 からの高さ(mm)	距離(mm) 53	78	103	118	133	148	163	178	193	212	237
150	13.4	13.6	13.7	13.7	13.8	13.8	13.8	14.5	14.1	14.3	14.1
140	13.5	13.7	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	14.1	13.9	14	13.9
130	13.2	13.5	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.7	13.7	13.7	13.6
120	13.2	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
110	13.1	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
100	13.1	13	13.1	13.1	13.1	13	13.1	13.1	13	13	13
90	13	13	13	13	13	12.9	12.9	13	13	12.9	12.9
80	13	13	13	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8
70	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
60	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	70	12.8	12.8	12.8	12.9	12.9
50	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	70	12.8	13	13.1	13.6	13.7
40	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	70	13.1	13.9	14.3	15.3	15.6
30	12.9	12.9	13	13	12.9	70	14.8	16.5	16.8	17	16.6
20	12.9	13	13	13	13	70	18	18.2	18.2	17.6	16.9
10	13	13	13.1	13.1	13.4	70	20.4	18.7	18.6	17.6	16.8

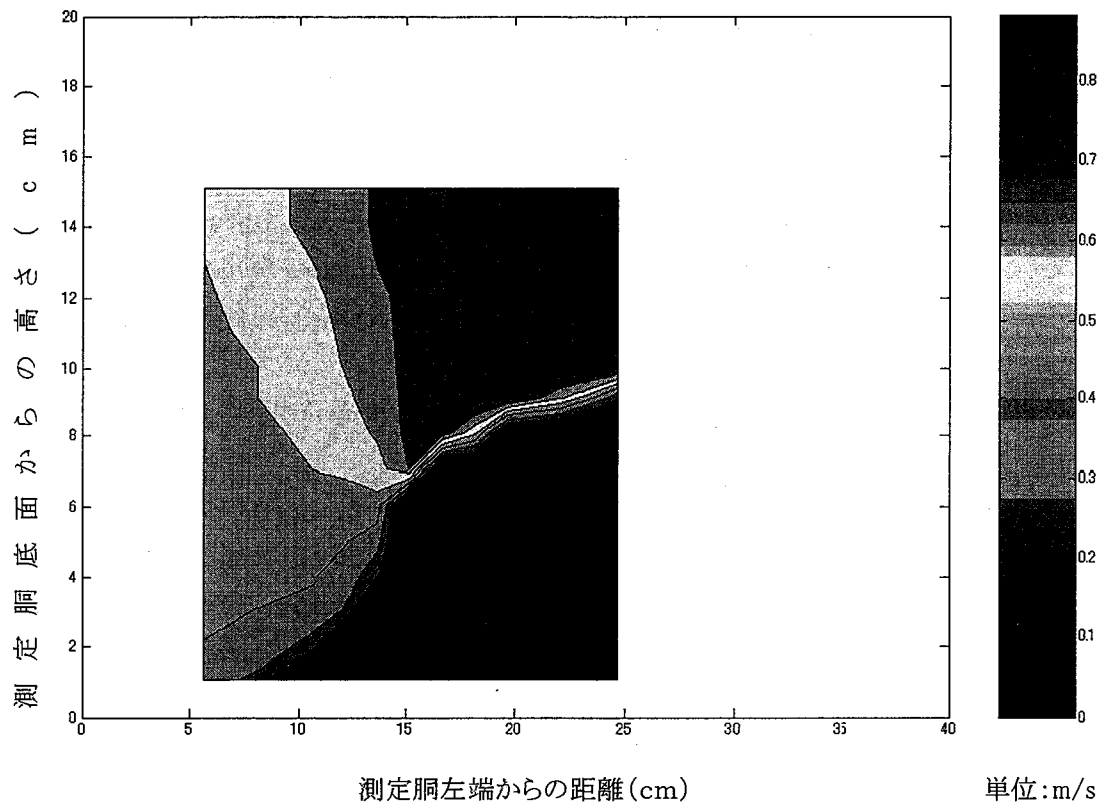


図4 風速測定結果

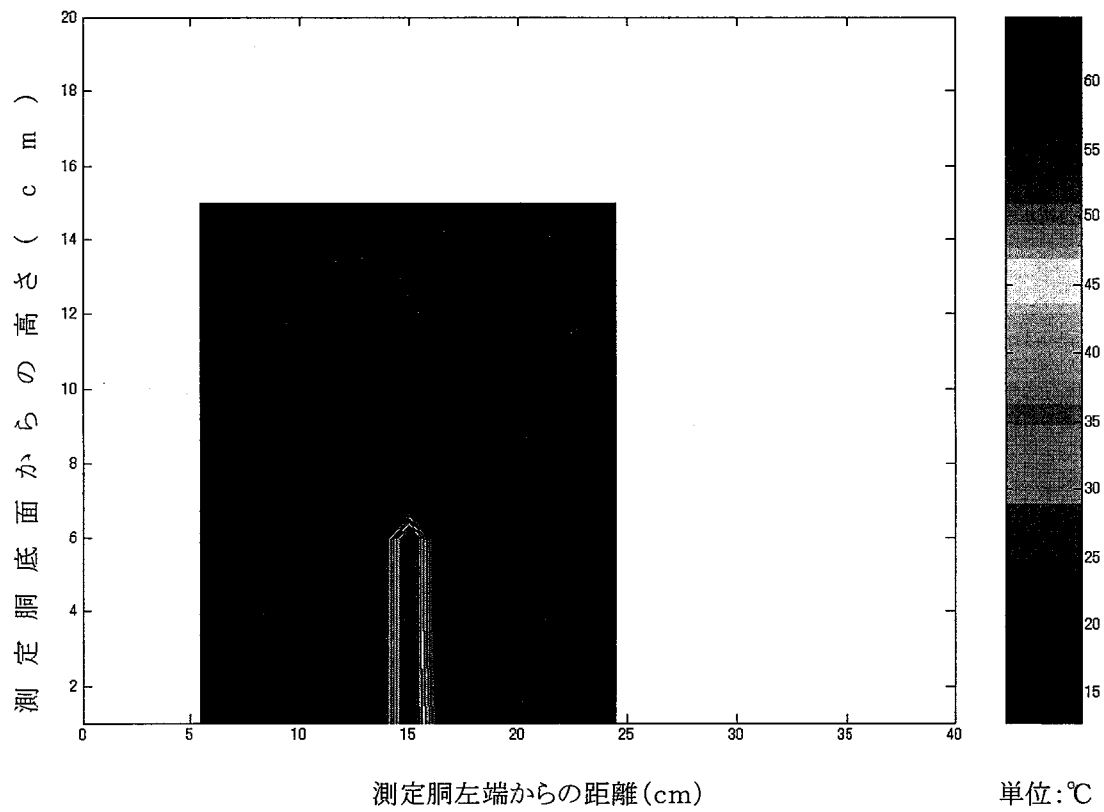


図5 風温測定結果

構造系、流体系、伝熱系連成現象に関する基礎的研究

(第1報, シミュレーションシステムの開発)

清水 功史, 上杉 憲雄, 三宅 裕行

Fundamental Investigation of Coupled Phenomenon between Structure System, Fluid System and Heat Transfer System (The 1st Report, Development of the Analytical System)

Kohshi SHIMIZU, Norio UESUGI and Hiroyuki MIYAKE

When we produce and design a high quality product, it is necessary to examine in several views on engineering field, structural engineering, fluid engineering, and heat transfer engineering, etc. In this research, as a fundamental research of coupled phenomenon among the structure system, the fluid system, and the heat transfer system, we study theoretical analysis of the heat transfer around the fin (inverted-T type) which is set up in the uniform flow, and we develop analytical system.

Key Word: Numerical Analysis, Coupled Phenomenon

高品質な製品の開発・設計を行うためには、構造工学、流体力学、伝熱工学等さまざまな工学分野からの検討が必要となる。本研究では、構造系、流体系、伝熱系の連成現象に関する基礎的研究として、一様な流れの中に逆T字型の伝熱フィンがある場合の速度場、温度場について理論的解析を行い、シミュレーションシステムを開発した。

キーワード: 数値解析、連成シミュレーション

1. まえがき

高品質な製品の開発・設計を行うためには、構造工学、流体力学、伝熱工学等さまざまな工学分野からの検討が必要となる。例えば、送風機の設計に際しては、遠心力や風圧による翼の変形、さらには熱による翼の剛性の変化等、様々な因子が関連する複合問題となる。そこで、本研究では前述のような問題を解析する基礎的研究として、一様な流れの中に置かれた逆T字型の伝熱フィン周りの速度場及び温度場を理論解析し、コンピュータシミュレーションを開発した。

2. 理論的解析

2.1 記号

理論的解析にあたり、次に示す記号を使用する。

x, y : 座標系	
u, v : x, y 軸方向の流速	$[m/s]$
ρ : 流体密度	$[kg/m^3]$
t : 時間	$[s]$
p : 圧力	$[Pa]$
ν : 流体の動粘性係数	$[m^2/s]$
μ : 流体の粘性係数	$[Pa \cdot s]$
g : 重力加速度	$[m/s^2]$
β : 体積膨張率	$[1/K]$
c_p : 流体の定圧比熱	$[J/(kg \cdot K)]$
T : 流体温度	$[K]$

λ : 流体の熱伝導率	$[W/(m \cdot K)]$
l : 伝熱フィン高さ	$[m]$
b : 伝熱フィン厚さ	$[m]$
e : 伝熱フィン幅	$[m]$
q : 熱流束	$[W/m^2]$
l_s : 検査領域 x 軸方向長さ	$[m]$
λ_f : 伝熱フィンの熱伝導率	$[W/(m \cdot K)]$
c : 伝熱フィンの比熱	$[J/(kg \cdot K)]$
ρ_f : 伝熱フィンの密度	$[kg/m^3]$
h : 熱伝達率	$[W/(m^2 \cdot K)]$
T_{fs} : 伝熱フィン表面温度	$[K]$
$E(T)$: 温度 T における縦弾性係数	$[Pa]$
M : 伝熱フィンに作用する 曲げモーメント	$[N \cdot m]$
I : 伝熱フィンの 断面二次モーメント	$[m^4]$

2.2 解析モデル

構造系、流体系、伝熱系の連成現象を解析するにあたり、図1に示す計算モデルを考慮する。伝熱フィンは、物質定数が一定のアルミを用い、図に示すように逆T字型に配置し、底面を熱流束 q で加熱する。また、流体は室温の空気とし、図のように左から流速 u で一様に流入するものとする。

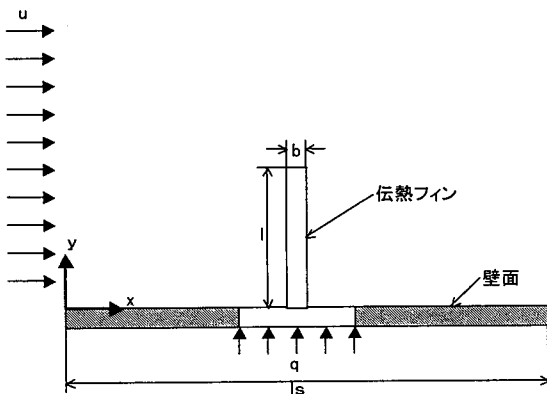


図1. 計算モデル

2.3 基礎式と境界条件

連成系を支配する基礎式と境界条件及び初期条件は次のとおり。

連続の式は次式となる。

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

x 軸方向の運動量保存式は次式となる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \dots (2)$$

y 軸方向の運動量保存式は次式となる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p'}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + g\beta(T - T_0) \dots (3) \end{aligned}$$

熱エネルギー保存式は次式となる。

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\lambda}{\rho c_p} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \dots (4)$$

境界条件は次のとおり。

1) 入口

- ・ 流速 U_0 で一様に流入する。
- ・ 流入流体の温度は T_0 (室温) で一定とする。

2) 出口

流れは十分に発達し、流れ方向の変化は小さくする。

3) 管路壁面

流れは滑らないと仮定し、流速 u, v は零とする。
断熱 ($q=0$) とし、壁温は T_0 (室温) で一定とする。

4) フィン表面

流れは滑らないと仮定し、流速 u, v は零とする。
フィン表面における温度 T_{fs} を与える。

5) フィン内部

時間 $t=0$ において、温度 $T_f = T_{f0}$ で一定とする。

3. シミュレーションシステムの開発

導出した計算式を元に、連成シミュレーションシステムの数値計算を行う⁽¹⁾⁽³⁾。プログラムは熱流体解析用汎用プログラム SUNSET⁽¹⁾を用いる。

壁面境界条件、流入流速および流体の物性値をプログラムの初期値に代入する。繰り返し計算数は100回、300回、500回、1000回とし、計算終了時間は1s、2s、5sと変化させて数値実験を行ったが、計算が発散せず、定常解が得られるのは、繰り返し数

500 回、計算終了時間は 1s の場合であることが分かった。以下に、本研究で用いたパラメータ及び境界条件を以下に示す。

- ・室温における空気密度 $\rho_a = 1.205 [kg/m^3]$
- ・室温における空気粘性係数 $\mu = 1.81 \times 10^{-5} [Pa \cdot s]$
- ・流入速度 $v_0 = 0.5 [m/s]$
- ・フィン表面温度 $T_f = 70 [^\circ C]$
- ・繰返し計算数 $N = 500$
- ・計算終了時間 $T = 1 [s]$

これらの条件をもとに数値実験を行った結果を以下に示す。

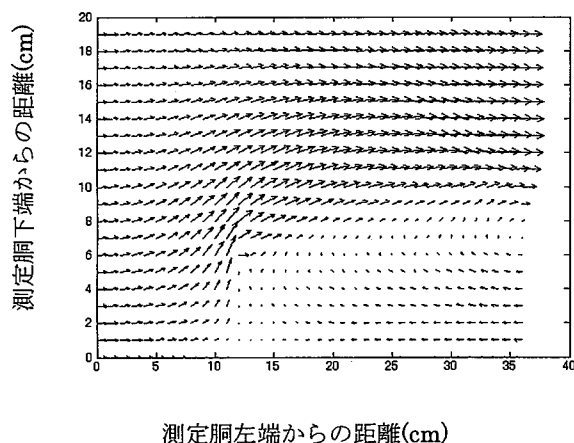


図 2. 風洞内の速度分布

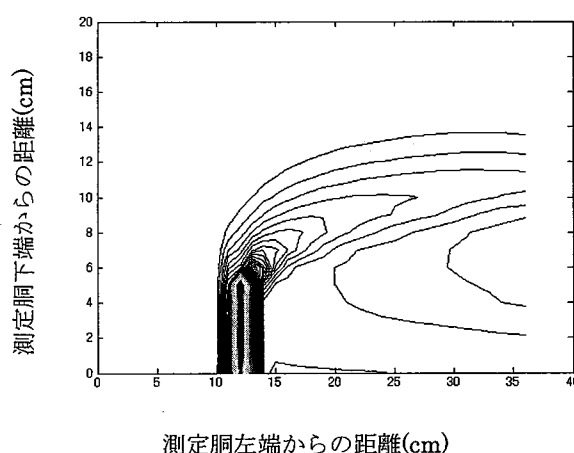


図 3. 風洞内の温度分布

上図において、縦軸には測定胴下端からの距離を、横軸には測定胴上端からの距離をとる。図 2 は風洞内の流速を示したものである。図より、伝熱フィン後方に渦が発生しているのが確認できる。また、流速はフィン上端で最大となり、流入流速の約 2.5 倍

となった。

図 3 は、風洞内の温度分布を示す。解析結果より、流体温度はフィン近傍においては流入流体温度の 1.2 倍程度となったが、フィンから離れた点においてはほとんど変化がなかった。これは、空気の熱伝導が流入流速に比べてはるかに遅いことが原因だと考えられる。

4. あとがき

構造－流体－伝熱系の各現象を連成させて理論的に解析を行うため、流れ場、温度場について解析モデルを構築し、基礎式を導出した。

導出した基礎式からシミュレーションシステムを構築した。数種のパラメータの場合について計算した結果、シミュレーションシステムの妥当性が確認できた。

今後、構造物の変形を考慮した数値計算が可能な非線形解析用のシミュレーションシステムに発展させることにより、送風機等の剛性も考慮した温度分布、速度分布が推定可能となる。

参考文献

- (1) 香月 正司・中山 顕：熱流動の数値シミュレーション（森北出版株式会社，1990）
- (2) スハス V. パタンカー：コンピュータによる熱移動と流れの数値解析
- (3) 大中 逸雄：コンピュータ伝熱・凝固解析入門（丸善株式会社，1986）p24.

木材成分を有する軟質ウレタンフォームの試作及び物性評価

三宅 裕行, 木下 利徳

Development and Physical Properties Evaluation of Soft Urethane Forms containing wood element

Hiroyuki MIYAKE, Toshinori KINOSHITA

We made soft urethane forms that have wood element, for trial purposes to make cushion material for furniture.

This paper describes the results of physical properties evaluation examinations of soft urethane forms that have liquefaction wood. As a result, if soft urethane form having the amount of mixed liquefaction wood containing ten percent weight level, it was able to be confirmed to be able to use as a cushion material for furniture. Some experiment results are plotted in tables and figures.

Keywords: Liquefaction Wood, Soft Urethane Form, Cushion Material

液化木材を軟質ウレタンフォームのポリオール原料に利用する試みの一環として、原料組成に液化木材を含む家具用クッション材を試作した。各種物性評価試験を行った結果、液化木材の組成比が10重量%程度までの軟質ウレタンフォームであれば、家具用クッション材として利用可能なことが確認できた。

キーワード：液化木材、軟質ウレタンフォーム、クッション材

1. はじめに

木材は、クリーンな環境調和型資源であり、地球環境保全の観点からもその一層の活用が望まれている。産業界においては、産業廃棄物の再利用、再資源化による循環型社会の構築が重要な課題となっており、木質系廃材をチップ化して木質ボードの原料として再利用したり、固形燃料や堆肥に利用するなど一部では循環型も定着しつつある⁽¹⁾。しかし、木材関連製品製造業から排出されるノコクズ、端材、残材、低級木など木質系廃棄物の大部分は、依然として焼却処分や埋め立て処分されているのが現状である。

こうしたなか、近年、木材資源の効果的利用に向けた物理・化学的处理の研究が各方面で精力的に行われている。その中に、木材を多価アルコールやフェノール類等の有機化合物と反応させて液状化し、それを工業材料として利用しようとする試みがある⁽²⁾。

この技術は、木材を液状化することから木材の液化と称されている。液化木材を原料に使用して新素材創製の実用化に取り組みがなされている例としては、樹脂発泡体⁽³⁾、熱硬化性樹脂⁽⁴⁾、熱硬化型接着剤⁽⁵⁾、木工用塗料⁽⁶⁾などがある。

未利用木質資源を液化木材に転換し、これから新しい木質系新素材を創製できれば、廃棄物の高付加価値化が可能となり、環境・廃棄物問題に調和した新しい資源活用の途を開くことができる。また、こうした木質系廃棄物の再資源化技術の確立は、森林保護、有用木材資源の省資源にも有効である。

本研究では、液化木材を軟質ウレタンフォームのポリオール原料に利用する試みの一環として、液化木材を原料に含む家具用クッション材（以下木質フォームと称す）の試作および各種物性試験を行い、液化木材が軟質ウレタンフォームのポリオール原料に利用できる可能性について検討した。

2. 試験方法

2.1 原材料

原材料の木材は、広島市近郊の家具製品製造業から排出された輸入広葉樹（中国産ナラ）の木粉を、送風乾燥器を用いて105℃で4時間以上乾燥させ（含水率4%以下）、目開き2mmの金網通過分を使用する。

液化溶媒にはグリセリンおよびポリエチレングリコール400（以下 PEG400と称す）、液化触媒には硫酸、中和剤には水酸化ナトリウムを使用する。

ウレタン発泡に使用するイソシアネートは、トルエンジイソシアネート（以下TDIと称す）を使用する。そして、発泡助剤は、ウレタン発泡に使用される発泡触媒、製泡剤、減粘剤などを使用する。

2.2 液化方法

液化実験は次の手順で実施する。

(1) 液化方法は、中温・触媒法⁽²⁾により行う。栗本ら⁽⁸⁾の研究により、木材の液化は PEG の単体を溶媒とするものよりもグリセリン等を添加した混合溶媒を用いる方がより効果的に残渣率を下げることができるという報告がある。そのため、木材の溶媒はグリセリンおよびPEG400を重量比3:7に混合したものとし、触媒である硫酸は溶媒の3重量%分を添加する。

(2) 液化にあたっては、[木材]及び[溶媒+触媒]の混合割合（以下液比と称す）を変えて液化を行い、木質フォームのポリオール原料に適した液比について検討する。

(3) 液化処理は、木材、溶媒、触媒の所定量を攪拌機を用いて十分に混合したうえで、木材連続液化装置HCL-50/100E（株式会社日阪製作所製）を使用し行う。

また、液化操作によって得た液化木材については、液化の程度を把握する指標として以下の方法で不溶解残渣率を求める。

液化木材（液化操作により得た生成物）を、メタノールで希釈して、十分に攪拌溶解後ガラス繊維濾紙 GA100（東洋濾紙株式会社製）を用いて濾過し、液化物と不溶解残渣を濾別する。この不溶解残渣をさらにメタノールを用いて数回洗浄し、予備乾燥後105℃で4時間以上乾燥し、これを秤量して次式により残渣率を求める。

$$\text{残渣率(\%)} = \frac{\text{メタノール不溶解重量 (g)}}{\text{液化操作により得た生成物の重量 (g)}} \times 100$$

なお、中温・触媒法により得られた液化木材の pH は強酸性であるため、中和する必要がある。中和方法としては、触媒として加えた硫酸に対して、当量分の48重量%水酸化ナトリウム水溶液を液化木材に加え、十分攪拌し中和する。

液化木材の粘度測定は、E型粘度計（東京計器株式会社製）により測定する。

2.3 発泡方法

液化木材の活性水酸基価（以下OH価と称す）は、フタル酸エステル化法⁽²⁾により求め、水分はカールフィッシャー水分計 MKA-210（京都電子工業株式会社製）により測定する。

発泡実験は、次の手順で実施する。

(1) OHモル当量及びNCOモル当量よりNCOインデックス⁽⁹⁾に従い、液化木材、TDIなどの配合を決定する。

(2) 発泡操作については、液化木材に所定量の発泡触媒、製泡剤、減粘剤などを添加して、攪拌機により約1600rpmで25秒間攪拌した後、所定量のTDIを加え、さらに6秒間攪拌し、静置して発泡させる。

(3) 木質フォームの試作にあたっては、液化木材の組成比がより高くなると共に、家具用クッション材の品質を満たすように原料組成の検討を行う。

(4) 物性試験に供試する試験片は、70℃で10分間大気中において加熱し硬化を促進させた後、24時間以上室温で養生したものから作製する。

2.4 物性測定方法

木質フォームの物性測定は、以下の試験方法で行い、ブランクとして市販の家具用軟質ウレタンフォーム（以下化成フォームと称す）を供試する。一般物性測定は、日本工業規格および米国自動車安全基準に準ずる。耐久性評価は、以下に示す繰返し圧縮試験による。

(1) 密度	日本工業規格(JIS K 6401)
(2) 硬さ	日本工業規格(JIS K 6401)
(3) 反発弾性	日本工業規格(JIS K 6401)
(4) 引張強さ	日本工業規格(JIS K 6401)
(5) 伸び	日本工業規格(JIS K 6401)
(6) 通気性	日本工業規格(JIS K 6400)

(7) 燃焼性 米国自動車安全基準 (FMVSS No. 302)

(8) 繰返し圧縮試験

繰返し圧縮試験は、次のとおり実施する。

試験片は、縦横高さの寸法を380×380×50 mmとする。加圧板はJIS S 1102.8の図4に規定されるものを使用し、圧縮操作はDI-20コーネル試験機 (JIS S 1102. 付図1に示されるもの) により行う。なお、室温は23±1℃で一定とする。

①試料をJIS K 6400.6.2 (b)に規定される支持板の上に載せる。

②加圧板を用いて試料の中央部に鉛直方向から5Nの荷重を加え、この時の加圧面の位置を○とする。

③○の位置から加圧面を試験片厚さの80%まで押し込む操作を160±10回/minの割合で繰り返す。

④繰返し回数1、20000、40000、60000、80000後において、荷重除去後すみやかに加圧板を用いて試料の中央部に鉛直方向から5Nの荷重を加え、加圧面の鉛直方向の変位量を測定し、これを試験片のへたり量とする。

⑤また、○の位置から加圧面を試験片厚さの40%まで押し込み、30秒間圧縮を保持した後、圧縮面にかかる荷重を測定する。さらに、加圧面を試験片厚さの80%まで押し込み、30秒間圧縮を保持した後、圧縮面にかかる荷重を測定する。

2.5 木質フォームの土中埋設試験

白川ら⁹⁾により、液化木材を発泡した木質発泡体は土中埋設により質量が減少し、木材に近い分解性を有しているとの報告がある。

試作した木質フォームについて、土中での崩壊性を確認するため、畑地の地表下10cmの位置に木質フォーム及び化成フォームの試験片 (縦横高さの寸

法: 50×50×5 mm) を埋設し、所定期間経過後に試験片を土中から採取して、崩壊状態の観察を行う。

表1に、埋設場所および埋設期間を示す。

表1. 埋設場所及び埋設期間

埋設場所	埋設期間
広島市安佐北区深川8-30-12 〔(財)広島市農林業振興センター内〕	平成11年6月から 平成13年6月まで

3. 結果及び考察

3.1 液化木材の特性

軟質ウレタンフォームのポリオール原料の物性として重要な要素は粘度及びOH価である。

粘度は、直接発泡挙動に関係しないが、発泡機などの機械適性やイソシアネートとの攪拌条件上重要である。ポリオール原料の粘度が低いほどイソシアネートや発泡助材と混合し易く、良好な発泡反応が生じる。また、OH価は、高分子の化学特性と深い関係を有し、軟質ウレタンフォームのポリオール原料としては通常100以下のものが使用されている。硬質ウレタンフォームでは一般的に300～500のものが使用されている。つまり、液化木材を軟質ウレタンフォームのポリオール原料とするには、粘度及びOH価が低いほど適当と考えることができる。

表2に、液比1:3、5:12及び1:2で得た液化木材の液化条件及び特性を示す。液化条件であるフィーダ速度や液化温度は、目視による木材の液化状態をもとに調整した値である。

液比1:2で得た液化木材は、粘度が1200 Pa・sと非常に高く、軟質ウレタンフォームの発泡における発泡助材等との混合は非常に困難であった。さらに、

表2. 液化木材の液化条件及び特性

液化条件	液比 (組成重量比) [木材]: [溶媒+触媒]	1 : 2	5 : 12	1 : 3
	ヒーター数 (個)	4	3 ~ 4	
	フィーダー速度 (rpm)	90	60 ~ 70	70 ~ 90
	液化流量 (kg/h)	17.82	21.00	19.25
	液化温度 (℃)	160 ~ 175	160 ~ 175	160 ~ 175
	目視による液化常態	良好	良好	良好
特性	粘度 (20℃, Pa・s)	1200	36.8	7.5
	OH価 (mg KOH/g)	223	239	319
	残渣率 (重量%)	30.6	17.8	17.9
	水分 (重量%)	1.1	3.7	1.8

残渣率も30.6%と高くポリオール原料として使い難い特性のものであった。しかし、OH 価は223 であり、硬質ウレタンフォームのポリオール原料の一般的な数値より低く、軟質ウレタンフォームポリオール原料に使える可能性を有すると考えられた。

液比1:3で得た液化木材は、粘度が7.5 Pa・s と低く、発泡における発泡助材等との混合は良好であった。また、OH 価および残渣率も比較的低く、ウレタンフォームのポリオール原料に使える可能性を有していると考えられた。

なお、液比1:2と1:3の間である液比5:12で得た液化木材は、粘度が36.8 Pa・s で液比1:3の場合より高いものの発泡助材等との混合は良好であった。また、OH 価及び残渣率は、液比1:3の場合とほぼ同じ値であり、軟質ウレタンフォームポリオール原料に使える可能性を有していると考えられた。

以上より、本研究では木質分をより多く含む木質フォームを試作する観点から、液比5:12の液化木材を原料に使用し、木質フォームの試作を検討することとした。

3.2 液化木材の発泡

発泡体の製法には種々の方法がある。機械的攪拌や発泡剤による物理的発泡法とウレタン発泡のような化学的発泡法が代表的な手法である⁽³⁾。

液化木材の分子構造は、木材成分の水酸基と液化溶媒の水酸基を有している。ウレタン発泡の基本は水酸基とイソシアネート基の反応であり、この観点から水酸基を含有する液化木材の発泡方法としてウレタン発泡は最も適応した発泡方法と言える。本研究では、液化木材中の水分に由来してウレタン反応で生じる炭酸ガスのみを発泡剤とし、メチレンクロライド等の発泡剤は使用しなかった。

表3に、木質フォーム中の木質分がより多くなることと、クッション材としての品質が満たせるよう調整したポリエーテル系木質フォームの成分組成を示す。発泡は、縦横高さの寸法が500×500×200 mm の箱の内側に発油性シートを敷き、その中で静置して行った結果、寸法が500×500×150 mm 程の均質な木質フォーム（発泡体）を得ることができた。

高分子の化学結合特性上、木質フォームは液化木材の組成比を高くするほど、家具用クッション材と

しての物性を満たすことが困難であった。イソシアネートや発泡助剤などの組成を変えて実験を繰り返した結果、ポリエーテル系木質フォームを調整する場合、液化木材の組成比は10%程度が上限と考えられた。

表3. 木質フォームの成分及び組成比

成分	組成比（重量%）
液化木材	10.0
ポリエーテルポリオール	56.4
アミン系触媒	0.6
金属系触媒	0.1
シリコン系製泡剤	0.8
TDI	32.1

3.3 試作した木質フォームの物性

試作した木質フォーム及び化成フォームの一般物性試験結果を表4に示す。

各項目の結果は試作した木質フォームと化成フォームとでほぼ同じ値が得られており、木質フォームが市販の家具用クッション材に類似した物性に調整できていることを示している。

反発弾性や引張強さなど、クッション材の性能として化成フォームを上回っている項目もあり、試験項目の範囲では十分生活に使用できると考えられる。

燃焼性の値が化成フォームに比べ木質フォームの方が高くなっているが、その差は小さく着火時の延焼性に大きな違いは無いと考えられる。

表4. フォームの一般物性試験結果

試験項目	木質フォーム	化成フォーム
密度(kg/m ³)	35.5	31.8
硬さ(N)	111	111
反発弾性(%)	68	62
引張強さ(kPa)	104	91
伸び(%)	70	70
圧縮歪み(%)	2.0	2.9
通気性(L/min)	38	24
燃焼性(mm/min)	max 7.7 (常態)	max 6.2 (常態)
	max 7.6 (老化後)	max 7.0 (老化後)

本研究では、クッション材の耐久性として重要なへたり性を確認するため、ベッド性能試験機（JIS

S 1102. 付図 1 に示されるもの) を使用して木質フォーム及び化成フォームの繰返し圧縮試験を行い、繰返し圧縮による硬さ変化及びへたり量の比較を行った。

図 1 は、繰返し圧縮回数と 40% 圧縮した時の硬さ変化の関係を示す。横軸は繰返し回数、縦軸は硬さを示す。

図に示されるように各フォームの硬さは、圧縮回数が増す毎に徐々に低下する。

木質フォームは、初期から 20000 回目にかけて、化成フォームより低下の度合いが大きくなっているが、20000 回以降は低下の度合いは小さくほぼ一定の値を保っている。80000 回目の硬さは、木質フォームが 78N、化成フォームが 89N であり、硬さの値は相対的に見て両者に大差は無い。

図 2 は、繰返し圧縮回数と 80% 圧縮した時の硬さ変化の関係を示す。図に示されるように、各フォームの硬さは圧縮回数が増す毎に徐々に低下する。

木質フォームの硬さは、初期から 80000 回目まで一定して緩やかに低下している。一方、化成フォームは、40000 回目まで低下の度合いが大きくなっており、80000 回目では木質フォームの方が化成フォームより硬さの値が高くなっており、硬さの値は相対的に見て両者に大差は無い。

図 3 は、繰返し圧縮回数とへたり量の関係を示す。図に示されるように、各フォームのへたり量は圧縮回数が増す毎に徐々に増大する。各フォームともに初期から 40000 回目までのへたり量の増加が大きく、その後はほぼ一定の値となっているが、相対的に木質フォームの方が化成フォームよりへたり量が少ないことがわかる。

以上のように各物性試験結果から、試作した木質フォームは化成フォームと遜色無い物性に調整できていることが確認できた。

3.4 木質フォームの土中崩壊性

木材は、腐らせて土に還すことができる環境にやさしい材料である。木質フォームは、原料に液化木材を使用し、木質成分を有していることから、土中での崩壊性が期待されている。本研究で土中埋設試験を行った結果、木質フォームは化成フォームより早い土中崩壊性を有していることが確認できた。

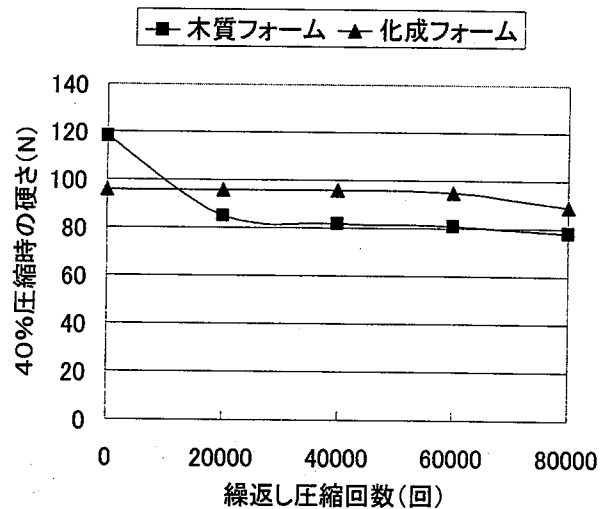


図 1. 40% 圧縮による硬さ変化

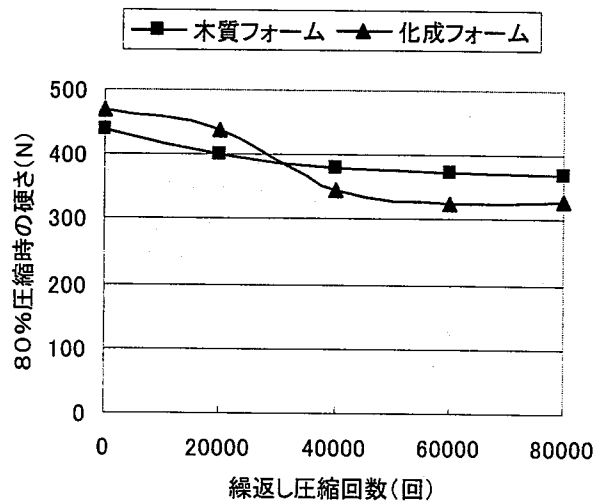


図 2. 80% 圧縮による硬さ変化

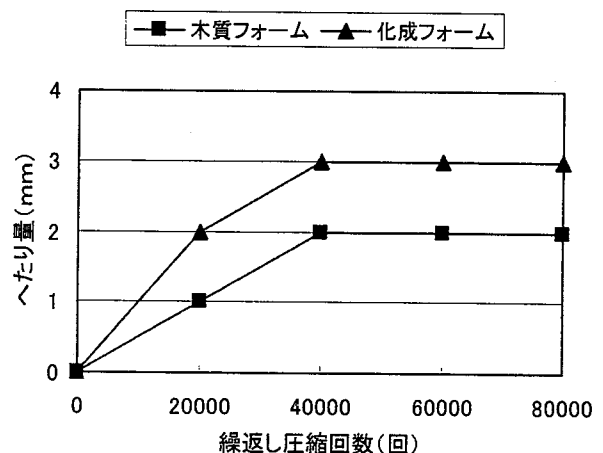


図 3. 圧縮によるへたり量変化

図4は、木質フォーム及び化成フォームの土中埋設前及び埋設後2年経過した試験片を示す。

図に示されるように、木質フォームは土中埋設2年経過後に試験片の一部形状が崩れていることがわかる。試験片の触感も埋設前と全く異なり、脆くちぎれやすくなっていた。一方、化成フォームは劣化による黄変が見られるが、形状に異変は見られないことがわかる。試験片の触感も埋設前とほとんど変わらなかった。

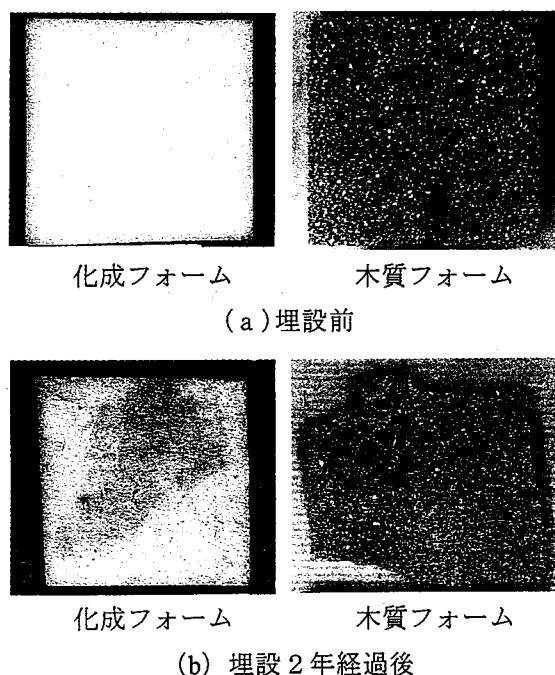


図4. 土中埋設試験結果

4. おわりに

本研究では、液化木材をポリオール原料とする木質フォームの試作および各種物性試験等を行い、木質フォームが家具用のクッション材に利用できる可能性について検討した。

今回の試みは、液化木材の組成を限定した検討にすぎないが、試験研究の結果、以下のことが明らかになった。

(1) 液比を5:12として得た液化木材の粘度、OH価は、それぞれ36.8(Pa・s)、239(mg KOH / g)程度で軟質ウレタンフォームのポリオール原料として利用し得る。

(2) 液化木材の配合量が10重量%程度までのポリエーテル系木質フォームであれば、弾性や耐久性に優れ、家具用クッションやマット等に利用できる。

(3) 木質フォームは化成フォームに比べ、土中において早い崩壊性を有している。

今後は、断熱材などの製品を対象として、液化木材を原料に使用した硬質ポリウレタンフォームの試作、物性評価を行い、木質分を有する発泡体製品の可能性を更に追求して行きたいと考えている。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多大なご指導、ご協力をいただいた株式会社イノアックコーポレーション発泡製品事業部 赤松政雄 氏、寺本忠司 氏、尾本 充 氏をはじめ発泡製品事業部の皆様、および株式会社日阪製作所淀川事業所の大田親義 氏、加藤洋一 氏に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 秋山俊夫ほか：木材のリサイクル，185－223，産調出版(1998)。
- (2) 木質新素材ハンドブック編集委員会 原口隆英ほか：木質新素材ハンドブック，133－222，技報堂出版(1996)。
- (3) 姚 耀廣、吉岡まり子、白石信夫：日本木材学会誌 Vol. 41, No. 7, 659－658, (1995)。
- (4) 花島秀隆、前川吉弘、松本明博、長谷川喜一、福田明徳：日本木材学会誌 Vol. 31, No. 1, 4－11, (1995)。
- (5) 小野拓邦：木材工業 Vol. 48, No. 12, 590－594, (1993)。
- (6) 小野拓邦：木材工業 Vol. 49, No. 1, 8－13, (1994)。
- (7) 浅岡昌司、鈴木政己、安間信雄：木質新素材技術研究成果報告書 木質新素材技術研究組合編，290－317, (1996)。
- (8) 栗本康司、白川欣一、吉川まり子、白石信夫：第41回日本木材学会研究発表要旨集，257(1991)。
- (9) 今井嘉夫：ポリウレタンフォーム，41－42，高分子刊行会(1990)。