

広島市工業技術センター一年報

第32巻

ANNUAL REPORTS

of

**HIROSHIMA CITY
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER**

VOL. 32

2018

平成 30 年度

公益財団法人 広島市産業振興センター

発刊によせて

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多大なる御支援、御協力を賜り厚くお礼申し上げます。

さて、我が国経済は緩やかな回復を続けており、景気回復の長さでは戦後最長に並んだ可能性があると言われていています。

一方で、多くの中小製造業の課題としては、生産性の向上や人材不足が深刻化する中での「現場力の維持・強化」、特に今後はITやロボットを活用した合理化・省力化が必要であると言われていています。

中小製造業の皆様がこうした社会経済環境の変化に対応していくためには、変化をチャンスと捉えた新製品・新技術の開発、人材育成、製品のブランド力向上への積極的な取り組みが重要になってくると考えています。

当センターでは、技術指導・相談、依頼試験をはじめとする各企業様の個別のニーズに応じた技術支援を行うとともに、高性能な試験研究機器の導入、製品開発や技術開発を目指した研究会の開催、技術者研修の実施、アドバイザーの派遣などを通して地域の中小製造業の技術力やデザイン力の向上に取り組んでいます。平成30年度においては、併設していた市の組織を廃止して業務を財団に一本化し、効率的な執行体制を整備するとともに、赤外分光光度計等の技術指導用機器を整備するなどして、地域の中小製造業者の技術力の向上を図りながら、地域産業の振興や発展に寄与することに務めました。

ここに平成30年度に当センターで実施した事業の概要を取りまとめましたので御報告いたします。

今後も、中小製造業の発展と地域経済の活性化のため、職員一同、技術支援等に全力で取り組んで参りますので、関係各位のなお一層の御協力と御支援を賜りますよう心からお願い申し上げます。

令和元年12月

公益財団法人広島市産業振興センター
工業技術センター
所長 塩山 慎二

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) 設備機器	5
2 事 業	
(1) 依頼試験	9
(2) 設備利用	9
(3) 技術指導相談	10
(4) 技術研究会事業	11
ア 広島品質工学研究会（縣市連携）	
イ 省エネルギー材料研究会	
ウ 広島表面処理技術研究会（縣市連携）	
エ 新商品デザイン開発研究会	
(5) 環境・エネルギー関連分野支援事業	13
ア 環境経営実践講習会（広島広域都市圏）	
イ 次世代エネルギー産業創出セミナー（広島広域都市圏）	
(6) デザイン関連分野支援事業	14
ア ひろしまデザインネットワーク（広島広域都市圏）	
イ ひろしまグッドデザイン顕彰事業（広島広域都市圏）	
ウ デザイナーマッチングサイト運営事業（広島広域都市圏）	
(7) 工業技術支援アドバイザー派遣事業	16
(8) 技術者研修事業	16
ア 広島高分子材料研修会（縣市連携）	
イ 木質材料技術講習会	
ウ 金属加工技術講習会	
エ 情報・電子技術講習会	
オ デジタルものづくり技術体験研修会	
カ デジタルエンジニアリング講習会	
キ 解析・シミュレーション研修会	
ク デザイン講習会	
ケ 商品企画・開発講習会	
(9) 発明考案奨励事業（広島市児童生徒発明くふう展）	18
(10) 工業技術振興事業	19

(1 1)	ものづくり基盤技術高度化事業	19
(1 2)	インターンシップ及び所内見学の受入れ	19
(1 3)	会議・研究会への出席	19
(1 4)	講師・委員の派遣	21
(1 5)	発表	22
(1 6)	表彰	22
(1 7)	縣市工業系技術センターの連携	22
(1 8)	情報の発信	23

3 研究報告

(1)	アルミニウム合金と金型鋼の摺動特性調査	24
-----	---------------------	----

4 事例報告

(1)	往復摺動式摩擦摩耗試験機を用いたアルミニウム材料の 摩耗試験の検討	30
(2)	アルミニウム合金中における各種成分の蛍光X線分析につ いて	35
(3)	3D3プロジェクトへの取組み	41
(4)	接触式三次元測定機による真円度の評価方法について	45
(5)	デザイナーマッチングサイト「と、つくる」の実施状況	51

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)	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、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
昭和42年 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伴い「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）
平成13年 4月	（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、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室）
平成15年 4月	（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、産学連携推進室、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室）
平成18年 4月	（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、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室、先端科学技術研究所）
平成22年 4月	（財）広島市産業振興センター技術振興部を組織改正（先端科学技術研究所を廃止し、業務を広島市立大学へ移管（組織：技術振興室、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室））
平成24年 4月	（財）広島市産業振興センターが公益財団法人に移行
平成30年 4月	広島市経済観光局産業振興部工業技術センターを組織廃止 （公財）広島市産業振興センター技術振興部を廃止し、工業技術センターを新設（材料・加工技術室を材料技術室に名称変更、デザイン開発室をデザイン支援室に名称変更）

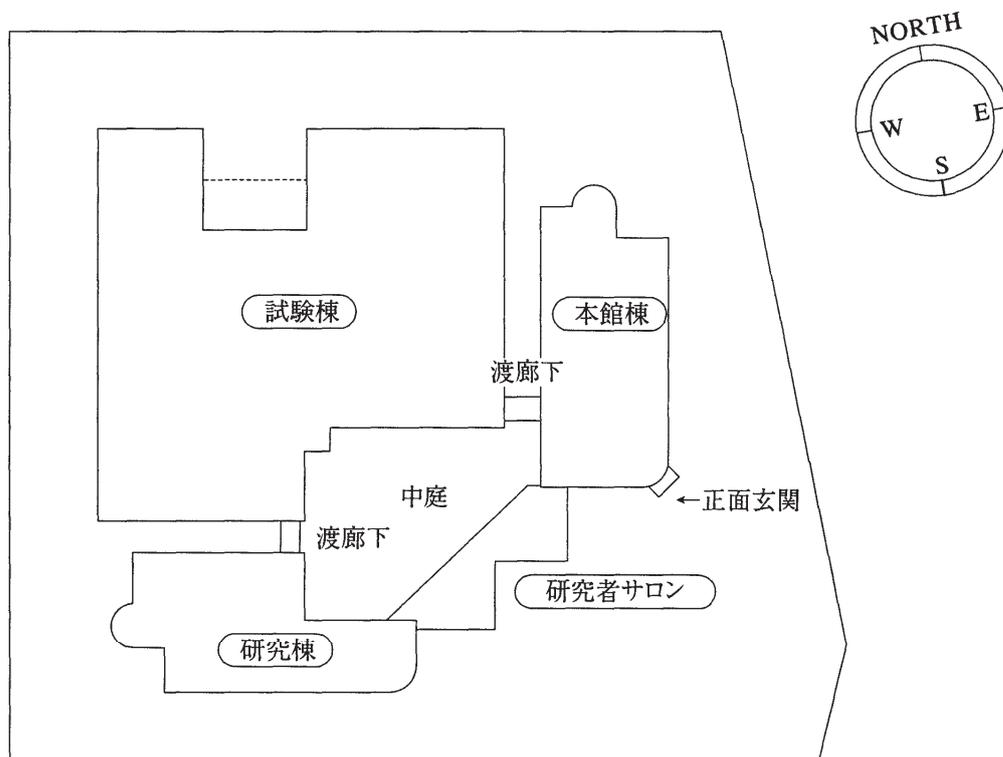
(2) 施設規模

ア 土地建物

(単位：m²)

所在地	広島県広島市中区千田町三丁目8番24号						
敷地面積	10,117.20						
総建築面積	3,808.99						
総延床面積	6,789.86						
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	渡り廊下	その他	計
地階				45.82		14.62	60.44
1階	587.49	180.66	541.03	2,404.20		60.00	3,773.38
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	74.62	6,789.86

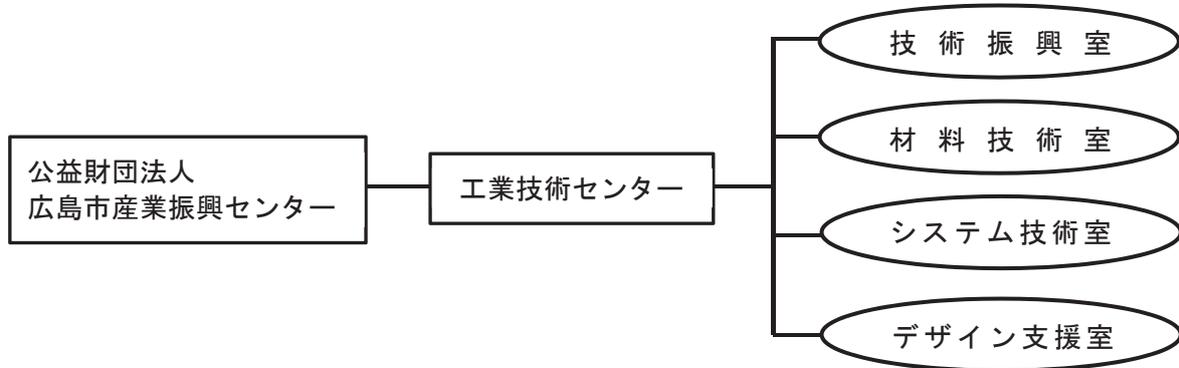
イ 配置図



(3) 組織及び業務

広島市工業技術センターは、工業技術の指導、人材の育成等を行うことにより、中小企業の技術力の向上を図り、中小企業の振興及び発展に寄与することを目的に設置されている。

なお、広島市工業技術センターの管理・運営は、指定管理者制度の導入により、公益財団法人広島市産業振興センターの内部組織である工業技術センターが行っている。



技術振興室

- (1) 工業技術センターの事業計画の企画立案に関すること。
- (2) 技術情報の収集及び提供に関すること。
- (3) 情報化に関する知識の普及啓発に関すること。
- (4) 施設の管理に関すること。
- (5) 産学官共同研究の推進に関すること。
- (6) 未利用特許の活用に関すること。
- (7) センターの印の管理に関すること。
- (8) 部の庶務に関すること。
- (9) 室、材料技術室、システム技術室及びデザイン支援室の庶務に関すること。

材料技術室

- (1) 工業材料に関する調査及び研究に関すること。
- (2) 工業材料に関する試験、分析及び技術指導に関すること。
- (3) 工業材料に関する知識の普及啓発に関すること。
- (4) 加工技術に関する調査及び研究に関すること。
- (5) 工業製品に関する試験及び技術指導に関すること。
- (6) 加工技術に関する知識の普及啓発に関すること。
- (7) 設備の使用許可に関すること。

システム技術室

- (1) 機械システム技術、電気・電子技術に関する調査及び研究に関すること。
- (2) 機械システム技術、電気・電子技術に関する試験及び技術指導に関すること。
- (3) 機械システム技術、電気・電子技術に関する知識の普及啓発に関すること。
- (4) 設備の使用許可に関すること。

デザイン支援室

- (1) 産業デザインに関する調査、研究及び企画に関すること。
- (2) 産業デザインに関する情報の収集、加工及び提供に関すること。
- (3) 産業デザインに関する技術指導に関すること。
- (4) 産業デザインに関する知識の普及啓発に関すること。
- (5) 設備の使用許可に関すること。

(4) 予 算

(単位：千円)

科 目	平成30年度	平成29年度	増 減
広島市工業技術センターの指定管理	195,720	166,807	28,913
技術研究会	1,283	1,285	△2
技術者の研修	1,247	1,120	127
技術指導推進	12,845	12,097	748
工業技術センターの運営	180,345	152,305	28,040
指定管理以外の支援事業	4,942	8,011	△3,069
環境・エネルギー関連分野の支援	385	373	12
デザイン関連分野の支援	3,287	6,666	△3,379
ひろしまグッドデザイン賞	857	4,400	△3,543
ひろしまデザインネットワーク	255	91	164
デザイナーマッチングサイトの運営	2,175	2,175	0
ものづくり基盤技術高度化事業	704	786	△82
広島市児童生徒発明くふう展	566	0	566
産学官共同研究等の工業技術相談	0	19	△19
福祉関連分野の支援	0	167	△167
合 計	200,662	174,818	25,844

(5) 設備機器

ア 主要設備機器

☆経済産業省補助対象機器 ★中小企業庁補助対象機器 ※(公財)JKA補助対象機器 ◎地域活性化交付金

(ア) 分析機器

機器の名称	型 式	購 入 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
X線回折装置	(株)マック・サイエンス MXP3VA/DIP320	※平成 7 年度
炭素・硫黄分析装置	(株)堀場製作所 EMIA-820	※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
紫外可視分光光度計	(株)島津製作所 UV-2500PC	平成 9 年度
高周波プラズマ発光分光分析装置	(株)島津製作所 ICPS-7500	※平成 13 年度
接触角測定装置	協和界面科学(株) DropMaster700	☆平成 16 年度
蛍光 X 線分析装置	(株)島津製作所 EDX-720	※平成 21 年度
電子線マイクロアナライザー	(株)島津製作所 EPMA-1720H	◎平成 23 年度
示差走査熱量計	パーキンエルマー(株) DSC8000	※平成 26 年度
酸素・窒素分析装置	(株)堀場製作所 EMGA-820H	平成 27 年度
赤外分光光度計	日本分光(株)FT/IR-6600FV(本体部),IRT-5200(顕微鏡部)	※平成 30 年度

(イ) 加工機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
冷間静水圧プレス(C I P)	三菱重工業(株) MCT-100 型	※昭和 63 年度
熱間静水圧プレス(H I P)	三菱重工業(株) O2-Labo HIP 型	※平成 元年度
定荷重精密プレス	東洋テスター産業(株) SA-901 型	平成 元年度
混練装置	(株)小平製作所 RII-2-CC	※平成 5 年度
横型バンドソー	(株)ニコテック SCH-33FA	※平成 6 年度
放電焼結機	(株)中国精工 プラズマン CSP-IV-A	☆平成 10 年度
試験用粉碎機	フリッチュ・ジャパン(株) ロータースピードミルP-14	平成 10 年度
超音波振動ユニット	(株)岳将 ULTRA-700	★平成 11 年度
精密加工機	牧野フライス精機(株) MSJ25-16	★平成 12 年度
雰囲気炉	島津メクテム(株) VHLgr25/18/23 型	※平成 12 年度
NC旋盤	(株)滝澤鉄工所 TC-200	※平成 15 年度
遊星型ボールミル	フリッチュ社 P-6 型	※平成 16 年度
湿式試料切断機	ニップラ(株) SKY-4-H 型	※平成 22 年度
イオンミリング装置	ライカマイクロシステムズ(株) EM TIC 3X	平成 27 年度

(ウ) 材料・組織試験機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
50J計装化シャルピー	(株)米倉製作所 CHRAPC-5C 型	平成 元年度
300Jシャルピー衝撃試験機	(株)東京衡機製造所 IC 型	平成 2 年度
500kN万能試験機	(株)島津製作所 UH-500KNA 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
疲労試験機	(株)島津製作所 EHF-UD-100kN	※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
反ばつ弾性試験機	高分子計器(株) Lupke 方式	★平成 7 年度
繰り返し荷重試験装置	JT トーション(株) TE-03-AFS01	平成 8 年度
高温顕微硬度計	(株)ニコン QM-2	☆平成 10 年度
大越式迅速摩耗試験器	JT トーション(株) OAT-U	※平成 10 年度
マイクロスコープ用デジタル撮影システム	アイ・ディ・エス(株) IDS-300VH-L250	平成 12 年度
精密万能試験機	(株)島津製作所 AG-250kNI	☆平成 14 年度
微小硬度計	(株)フューチュアテック FM-ARS7000	※平成 14 年度
1000kN万能試験機	(株)島津製作所 UH-F1000kNI	※平成 17 年度
超微小押し込み硬さ試験機	(株)エリオニクス ENT-1100a 型	※平成 19 年度
デジタル計測顕微鏡	(株)ハイロックス KH-7700	※平成 24 年度
10kN精密万能試験機	(株)島津製作所 AGS-10kNX	※平成 25 年度
ロックウェル硬度計	(株)ミットヨ HR-430MS	※平成 27 年度
走査電子顕微鏡	日本電子(株) JSM-7200F	※平成 28 年度
ビッカース硬度計	(株)フューチュアテック FV-810ARS	※平成 29 年度

(エ) 精密測定機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
万能投影機	日本光学工業(株) V-20A 型	※昭和 56 年度
レーザー測長機	和泉電気(株) MG-1000 型	※昭和 63 年度
切削動力計	日本キスラー(株) 9257B 型	※平成 3 年度
工具顕微鏡	(株)トプコン TUM-220EH	※平成 9 年度
真円度円柱形状測定機	(株)ミットヨ ラウンドテスト RA-H426	※平成 10 年度
接触式三次元測定機	(株)東京精密 SVA fusion 9/10/6	※平成 18 年度
表面粗さ輪郭形状測定機	(株)小坂研究所 DSF900K31	※平成 27 年度

(オ) 電子応用試験機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
標準電圧電流発生器	横河電機(株) 2258, 2253, 2563	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
デジタルストレージスコープ	松下通信工業(株) VP-5740A	昭和 62 年度
電子回路試験装置	雑音総合評価試験機 (株)ノイズ研究所 EMC-5000S インピーダンスアナライザ YHP(株) 4194A	※平成 元年度
振動試験機	振動試験装置 エミック(株) F050BM 恒温槽 エミック(株) VC-061DAMX-31-PIR FFT アナライザ (株)小野測器 CF-350Z	※平成 5 年度
振動計測システム	(株)小野測器 DS-9110	★平成 9 年度
高速ビデオカメラ	(株)ナック コダック SR500C	※平成 10 年度
騒音計	リオン(株) NL-32	平成 14 年度
マイコン開発システム	(株)ルネサステクノロジー E10A-USB	※平成 17 年度
パワーアナライザ	日置電機(株) 本体 3390 電流センサ CT6863	※平成 22 年度
大型振動試験機	IMV(株) i240/SA3M, Syn-3HA-40	※平成 29 年度

(カ) デジタルエンジニアリング機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
非接触三次元形状入力システム	ミノルタ(株) VIVID700	※平成 12 年度
熱溶解式三次元造形機	Stratasys 社 PRODIGY	☆平成 13 年度
三次元曲面作成システム	INUS 社 RAPIDFORM XOR	※平成 17 年度
三次元CAD	Dassault Systemes CATIA V5 ED2	平成 19 年度
三次元設計支援システム	デジタルソリューション(株) NEiNastran for Engineers (株)ソフトウェアクレイドル SCRYU/Tetra Ver.7 CADthru Ver.4	※平成 20 年度
非接触式三次元測定機	Steinbichler (スタインバクラー社) COMET L3D 5M	※平成 24 年度
インクジェット式三次元造形機	(株)キーエンス AGILISTA-3100	※平成 26 年度

(キ) 表面性・環境試験機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
表面性測定器	新東洋科学(株) ヘイドン-14 型	★昭和 62 年度
ガス・塩水腐食試験機	スガ試験機(株) HKC-12L 型	昭和 62 年度
複合サイクル試験機	スガ試験機(株) ISO-3CY 型	★昭和 62 年度
屋外暴露試験機	スガ試験機(株) OER-PG 型	★昭和 62 年度
摩耗試験機	テスター産業(株) AB101 型	平成 元年度
ギヤー式老化試験機	スガ試験機(株) TG-100	★平成 7 年度
デューサイクルサンシャインウェザーメーター	スガ試験機(株) WEL-SUN-DCH.B.BR	※平成 8 年度
大型恒温恒湿低温室	タバイエスペック(株) TBE-4HW2GEF	☆平成 9 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) XP-80	平成 11 年度
色彩輝度計	ミノルタ(株) CS-100	平成 11 年度
キセノンアークランプ式耐候性試験機	スガ試験機(株) XL75	☆平成 15 年度
恒温恒湿低温槽	エスペック(株) PL-4KPH	※平成 22 年度
サーマルショック試験機	エスペック(株) TSA-102EL-A	※平成 25 年度

(ク) デザイン機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
大型インクジェットプリンタ&カッティングプロッタシステム	ローランド ディー・ジー(株) SP-540i	※平成 24 年度
CADデジタルモックアップシステム	HP Z440 workstation	平成 26 年度
コンピュータグラフィックシステム	Mac Pro	平成 27 年度

イ 平成30年度 新設機器

機器の名称	用 途	備 考
赤外分光光度計 型式：日本分光（株） FT/IR-6600FV(本体部) IRT-5200(顕微鏡部)	試料に赤外光を照射し、透過又は反射した光を測定する装置です。有機材料の化学構造の推定や、対照品の赤外吸収スペクトルを測定して比較したりすることで製品中の異物や不良原因物質の同定、製品評価等に幅広く用いることができます。	(公財) J K A 補助対象機器

2 事 業

(1)	依頼試験	9
(2)	設備利用	9
(3)	技術指導相談	10
(4)	技術研究会事業	11
(5)	環境・エネルギー関連分野支援事業	13
(6)	デザイン関連分野支援事業	14
(7)	工業技術支援アドバイザー派遣事業	16
(8)	技術者研修事業	16
(9)	発明考案奨励事業	18
(10)	工業技術振興事業	19
(11)	ものづくり基盤技術高度化事業	19
(12)	インターンシップ及び所内見学の受入れ	19
(13)	会議・研究会への出席	19
(14)	講師・委員の派遣	21
(15)	発表	22
(16)	表彰	22
(17)	縣市工業系技術センターの連携	22
(18)	情報の発信	23

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	1	3	6,300
	物 理 試 験	3	6	10,340
	接 着 試 験	1	14	23,940
	製 品 性 能 試 験	7	21	21,210
小 計		12	44	61,790
金属・非金属	機 械 試 験	1,713	7,343	14,080,190
	物 理 試 験	175	680	1,954,190
	分 析 試 験	399	1,208	4,623,960
小 計		2,287	9,231	20,658,340
表面処理	塗 料 試 験	0	0	0
	皮 膜 試 験	203	17,532	9,476,120
小 計		203	17,532	9,476,120
電子・電気	電子計算機による解析	15	25	118,500
	電 気 試 験	1	20	25,600
小 計		16	45	144,100
試験用試料作成	木 材 ・ 木 製 品	0	0	0
	金 属 ・ 非 金 属	119	340	771,860
	塗 装 ・ 皮 膜	8	47	86,790
	電 子 ・ 電 気	0	0	0
小 計		127	387	858,650
意匠図案の作成		13	61	242,170
工業製品の試作		5	7	6,860
試験・検査に関する証明		7	10	3,700
合 計		2,670	27,317	31,451,730

(2) 設備利用

区 分	件 数	数 量	歳 入 額 (円)
工 作 設 備	45	142	377,960
試 験 設 備	617	10,894	7,352,670
合 計	662	11,036	7,730,630

(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 輸送機械 化学機械 流体機械 産業機械 電子機械 医療機械	241
B	電子・電気	電力機器 電気応用機器 電子応用機器	144
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 化学装置・設備	777
D	金属	鉄・非鉄冶金 鉄鋼材料 非鉄材料 表面技術 加工技術 接合 熱処理	639
E	木材・木質材	材料 加工技術 表面技術 改質技術	86
F	情報処理	情報管理 情報数理 コンピュータシステム	42
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	320
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	0
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	21
K	衛生	環境 公害防止技術 廃棄物利用技術	0
L	その他		96
合 計			2,367

(4) 技術研究会事業

ア 広島品質工学研究会【県市連携】（担当：吉森）

本研究会は、参加企業、広島県立総合技術研究所及び(公財)広島市産業振興センターの技術者に対して、品質工学を含む管理技術の基礎的理解と普及、企業での継続的な取組みを促すことを目的に講演会・個別相談会・アドバンス研究会を開催した。

【アドバイザー】

マツダ(株) 上席エンジニア 武重 伸秀 氏
 広島県農林水産局 水産課 高辻 英之 氏

【会員企業等】

喜多設計研究所、広島県農林水産局、三建産業(株)、(株)三四五屋、(株)ジェイ・エム・エス、トーヨーエイテック(株)、広島県立総合技術研究所、マツダ(株)、三菱重工コンプレッサ(株)、(株)やまびこ、リョービ(株)

開催月日	内 容	講 師 等
第 1 回 6 月 18 日	講演会 「パラメータ設計による商品開発効率向上」 「MTシステムによる故障診断システム」	マツダ(株) 武重 伸秀 氏 三菱日立パワーシステムズ(株) 高濱 正幸 氏
第 2 回 9 月 5 日	個別相談会 (株)三四五屋	—
第 3 回 10 月 16 日	個別相談会、アドバンス研究会 (株)三四五屋、三建産業(株)	—
第 4 回 11 月 16 日	講演会 「品質管理で体質強化」	(有)ITEM21 福原 證 氏
第 5 回 12 月 11 日	個別相談会、アドバンス研究会 (株)三四五屋、三建産業(株)	—
第 6 回 3 月 12 日	講演会 「技術問題をブレークスルーする手法「TRIZ」の紹介」	マツダ(株) 武重 伸秀 氏

イ 省エネルギー材料研究会（担当：倉本（英）、瀧口）

本研究会は、省エネルギーに貢献する素形材技術の内、軽量化と摺動に係る技術をターゲットとし、この技術分野の技術力向上を支援し、また、産学官の連携等による技術補完もしながら、製品、部品開発の実施と関連技術開発を行うとともに、会員企業間の技術交流を図ることを目的として開催した。

【アドバイザー】

広島大学大学院工学研究科 名誉教授 柳澤 平 氏

【会員企業】

(株)エイシン、梶原技術士事務所、(株)木下製作所、新中央工業(株)、(株)テクノクラーツ、友鉄工業(株)、西日本レジコート(株)、(株)日本製鋼所広島研究所、日本バレル工業(株)、ユテクジャパン(株)、ヨシワ工業(株)、大和重工(株)

開催月日	内 容	講 師 等
第1回 6月26日	(1) 講演 「各種材質・用途向けのプレス油の特徴について」	ユシロ化学工業(株) 高木 宏和 氏
	(2) 平成30年度活動内容について	—
第2回 3月15日	(1) 講演 「微細組織材料の摩耗特性」	福井工業高等専門学校 教授 加藤 寛敬 氏
	(2) 平成30年度の活動報告	—

ウ 広島表面処理技術研究会【県市連携】（担当：中島、馬部、山名）

本研究会は、表面処理に関する研究・調査、情報の提供・交換等を行うとともに、会員相互の技術交流・連携を通して、県内企業の表面処理技術の向上を図ることを目的として、広島県立総合技術研究所と連携して開催した。

【アドバイザー】

元（公財）広島市産業振興センター 植木 邦夫 氏

【会員企業等】

(有)宇品鍍金工業所、栄光工業(株)、(株)エフテックス、(株)オート、柿原工業(株)、関西金属工業(株)、(有)黒川鍍金工業所、(株)呉英製作所、山陽マーク(株)、山陽鍍金工業(株)、(有)三和ユニーク、新中央工業(株)、新和金属(株)、すずが峰オフィス、(株)テクニスコ、西日本レジコート(株)、日鋼テクノ(株)、(株)日本アート、(株)日本製鋼所、(株)日本パーカーライジング広島工場、日本バレル工業(株)、広島工業大学、(株)広鍍金工業所、福山メッキ工業(株)、富士金属工業(株)、マツダ(株)、(株)ミットヨ、三菱日立パワーシステムズ(株)、ライブワーク(株)、(株)ワールド・アルマイト、(株)ワイエスデー

開催月日	内 容	講 師 等
第1回 5月11日	総会 (1) 平成29年度事業報告 (2) 平成30年度事業計画 (3) 規約改正 (4) 役員改選 (5) その他	—
	研修会 「ブランド価値経営に貢献する自動車防錆品質の育成」	マツダ(株)技術研究所 主幹研究員 重永 勉 氏
第2回 6月7日	企業見学 見学先：(株)新星工業社出島工場	—
第3回 6月30日	実技講習 「電気めっき技能検定試験準備講座（実技）」 会場：広島県立総合技術研究所西部工業技術センター	広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター 主任研究員 宗網 洋人 氏 主任研究員 本多 正英 氏 主任研究員 花ヶ崎 裕洋 氏 ほか
第4回 8月18日	学科講習 「電気めっき技能検定試験準備講座（学科）」	アドバイザー 植木 邦夫 氏

開催月日	内 容	講 師 等
第 5 回 9 月 20 日 ～21 日	先進地視察（富山県、石川県） 視察企業：(株)ユニゾーン、中島メッキ工業(株)	—
第 6 回 12 月 7 日	役員会 研修会 「表面処理プロセスの高度化とプロセス・インフォマティクス」	(国研)産業技術総合研究所 製造技術 部門 積層加工システム研究グループ 研究グループ長 廣瀬 伸吾 氏
第 7 回 1 月 23 日	企業見学 見学企業：(株)ミットヨ広島事業所呉工場	—
第 8 回 2 月 7 日	研修会 「耐熱性のコバルトフリー3 価クロメート処理剤 新しい亜鉛合金めっき～亜鉛鉄めっきプロセス～」	サーテック MMC ジャパン(株)営業部 山内 健児 氏
第 9 回 3 月 1 日	役員会 (1) 平成 30 年度活動報告 (2) 平成 31 年度活動計画（案）	—
第 10 回 3 月 7 日	研修会 「コバルトフリークロメートの現状と開発状況について」	ディップソール(株) 研究技術開発本部 技術管理部 技術課 課長 梅戸 博英 氏

エ 新商品デザイン開発研究会（担当：田中（志））

地元デザイナーと企業のマッチングをより充実させることを目的に、第 15 回ひろしまグッドデザイン賞応募企業を対象に、訪問による企業相談や、技術的課題解決を支援するセミナーを開催した。

【会員企業等】

第 1 5 回ひろしまグッドデザイン賞応募企業（参加希望のあった 52 社を会員とした）

（ア） セミナー

開催月日	内 容	講 師 等
3 月 14 日	「初めて商品を海外に展開するときの基礎知識」	横山経営コンサルタント事務所 横山 徹 氏

（イ） 研究会

開催月日	内 容	講 師 等
6 月 4 日～ 3 月 25 日	個別企業訪問	(公財)広島市産業振興センター デザイン支援室 技師 田中 志保

（5）環境・エネルギー関連分野支援事業

ア 環境経営実践講習会【広島広域都市圏】（担当：桑原）

環境経営の先進企業の取り組み状況や環境経営システムについて情報提供をした。

開催月日	内 容	講 師 等	参加者
10月30日	(1) 講演1 「デンソーの環境経営」	(株)デンソー 安全衛生環境部 部長 棚橋 昭 氏	53人
	(2) 講演2 「エコアクション21で企業を發展させる」	(一財)持続性推進機構 専務理事 森下 研 氏	

イ 次世代エネルギー産業創出セミナー【広島広域都市圏】（担当：桑原）

水素エネルギーを取り巻く現状と可能性、今後の展望について情報提供をした。

開催月日	内 容	講 師 等	参加者
2月19日	(1) 講演1 「水素社会実現に向けた経済産業省の取組～日本における Power to gas の意義～」	経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課/水素・燃料電池戦略室 係長 平木 雅也 氏	94人
	(2) 講演2 「水素社会にむけた Honda の取組み」	本田技研工業(株) ビジネス開発統括部 エネルギービジネス開発部 技術主任 中川 尊基 氏	
	(3) 講習3 「アンモニアキャリアの高効率水素精製装置の開発」	大陽日酸(株) 開発本部 山梨研究所 吸着技術部 主任研究員 足立 貴義 氏	
	ファシリテーター	広島大学エネルギー超高度利用研究拠点 教授 市川 貴之 氏	

(6) デザイン関連分野支援事業

ア ひろしまデザインネットワーク【広島広域都市圏】（担当：森本）

広島広域都市圏のデザイン関連団体・デザイン教育機関・企業及び行政機関とデザイン振興に関する会合を開催するとともに、勉強会を通じて会員の相互連携を深め、広島におけるデザイン振興を図った。

【会員企業等】35 機関

マツダ(株)、ドリームベッド(株)、(株)マツダ E&T、南条装備工業(株)、仲子盛進総合環境デザイン(株)、(株)ミカサ、(株)中四国博報堂、(公社)日本インダストリアルデザイナー協会、(公社)日本グラフィックデザイナー協会、(公社)日本サインデザイン協会、(一社)日本商環境デザイン協会、広島アートディレクターズクラブ、広島パブリックカラー研究会、(公社)日本建築家協会、石田あさきトータルファッション、広島市立大学、広島工業大学、穴吹デザイン専門学校、広島国際学院大学、安田女子大学、広島大学、中国経済産業局、広島県商工労働局、広島県立総合技術研究所西部工業技術センター、(公財)ひろしま産業振興機構、広島市都市整備局、広島市経済観光局、呉市、三原市、東広島市、廿日市市、安芸高田市、府中町、海田町、大崎上島町

(ア) デザイン振興に関する会議等

開催月日	内 容	参加者
第1回 5月22日	会議 (1) 平成30年度新規約の確認 (2) 今年度事業計画の説明・意見交換 (3) 会員からの活動等報告 (4) その他	33人
第2回 9月25日	勉強会 テーマ 「デザイン開発とブランド開発」 講師 倉本 仁 氏	60人
第3回 1月23日	会議 (1) 会員からの活動報告 (2) 平成31年度予算(案)について (3) その他	25人
第4回 3月27日	会議 (1) 会員からの活動報告 (2) 平成31年度の活動内容について (3) 第16回ひろしまグッドデザイン賞の開催について (4) その他	15人

(イ) 分科会の開催

開催月日	内 容	参加者
第1回 5月22日	酒蔵社中 プレゼンター 仲子盛進総合環境デザイン(株) 代表 仲子 盛進 氏	33人
第2回 10月25日	酒蔵社中 プレゼンター 元マツダ(株) デザイン本部長 福田 成徳 氏	31人
第3回 1月23日	酒蔵社中 プレゼンター (株)GKデザイン総研広島 代表取締役社長 弥中 敏和 氏	30人

イ ひろしまグッドデザイン顕彰事業【広島広域都市圏】(担当: 森本、田中(志))

広島広域都市圏内の企業が開発したデザイン面・機能面で優れた商品及びパッケージを「ひろしまグッドデザイン商品」として選定し、これを顕彰することにより、圏内の産業界や住民等のデザインに対する理解と関心を深め、デザイン関連企業の育成、商品の販売促進、デザインのブランド化を通じた圏内産業の振興を図る。

(ア) アンケート調査

第15回ひろしまグッドデザイン賞受賞者へのアンケート調査(受賞後の販売動向等)
回答 受賞46社中35社(回答率76.1%)

(イ) 中央公民館での第15回ひろしまグッドデザイン賞受賞商品のパネル展示

日時 平成30年11月7日(水)～22日(木)
場所 広島市中央公民館展示ロビー

(ウ) 東広島市産学官マッチングイベント2018での展示

日時 平成30年11月13日(火)13:30～17:30
場所 東広島芸術文化ホールくらら

(エ) ビジネスフェア中四国2019での展示販売会へ参加

日時 平成31年2月8日(金)、9日(土)の午前10時～午後5時

場所 広島市中小企業会館総合展示場

参加企業 (株)ソアラサービス、(有)三谷製菓、(有)ほり川、(株)シマヘイ、(株)寿屋珈琲飲料社
計5社

(オ) 蔦屋家電広島3階イベントスペースでの販売会の開催

日時 平成31年2月23日(土)、24日(日)の午前10時～午後9時

場所 蔦屋家電広島3階イベントスペース(広島市南区松原町3番1-1号)

参加企業 HEREDIA KOMIYAMA design、(株)ソアラサービス、法務省広島刑務所、(株)サンポール、(株)分数大好き、新中央工業(株)、(有)ほり川醤油 計7社

ウ デザイナーマッチングサイト運営事業【広島広域都市圏】(担当:大川、田中(志))

中小企業等が自社にふさわしいデザイン企業を探ることができるよう、広島広域都市圏内のデザイナーに関する情報を発信するとともに、中小企業等への指導・相談、コーディネートを行うことにより、中小企業等によるデザイン活用を支援することを目的とした、デザイナーマッチングサイト「と、つくる」の運営。

【新規登録デザイン企業】12社(累計71社)

(7) 工業技術支援アドバイザー派遣事業(担当:引地)

企業からの要請により、各分野の登録アドバイザーを製造現場等に派遣し、技術課題について指導を行った。平成30年度は実施回数15回、指導企業数は12社、指導分野は7分野であった。

指導分野	回数
新製品開発	5
塗装	3
システム開発	2

指導分野	回数
デザイン	2
振動	1

指導分野	回数
販路	1
金属熱処理	1

(8) 技術者研修事業

中小企業の製品開発、設計、製造、評価・解析等の技術力の向上を図るため、材料・加工技術、システム技術、デザイン技術に関する基礎的知識及び専門的知識を体系的に習得できる研修会及び最新の情報を提供する講習会を開催した。

名称	開催月日	内容	講師等	参加者
広島高分子材料研修会 【県市連携】	第1回 6月8日	ゴム科学に魅せられてー天然ゴムの奥深さ、そして、加硫と補強の面白さー	京都工芸繊維大学分子化学系 教授同 ゴム科学研究センター センター長兼任 池田 裕子 氏	60人
	第2回 9月7日	エピクロルヒドリンゴム ～ニッチでユニークな合成ゴム～	(株)大阪ソーダ 機能材事業部技術開発部 担当部長 兼 エラストマー開発グループリーダー 北川 紀樹 氏	45人
		ゴム架橋用有機過酸化物の特徴と選択方法	日油(株) 化成研究所 SCグループ 相江 政博 氏	
第3回 10月19日	加硫・架橋ゴムの不均質構造とカーボンブラック(CB)のゴム補強メカニズムに関するアプローチ	(株)日産アーク オートモーティブ解析室 シニアエンジニア 京都工芸繊維大学 ゴム科学研究センター シニア・フェロー 加藤 淳 氏	45人	

名 称	開催月日	内 容	講 師 等	参加者
		他の配合剤にない特長を有する「ファクチス（サブ）」の紹介	天満サブ化工(株) 兵庫工場 技術部長 名井 義和 氏	11 人
	第 4 回 11 月 28 日 ～29 日	流動解析（射出成形シミュレーション）の実例紹介	(株)宇部情報システム CAE サービス部 米原 敏文 氏	
		プラスチック材料の基礎・各種分析についての座学 射出成形による試験片作成、CFRP 成形、赤外分光分析による組成分析、電子顕微鏡による表面観察等の実習	広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター職員	
木質材料技術講習会	11 月 15 日	クリーンウッド法の概要と現状について	(公財)日本合板検査会中国検査所 検査業務課長兼試験室長 中島 貴司 氏	17 人
		曲げ木工程における現状と今後の展望	岐阜県生活技術研究所 試験研究部 専門研究員 石原 智佳 氏	
金属加工技術講習会	11 月 6 日	「切削加工における各種材料・用途向け切削剤の選択」 (1) 切削加工油剤の基礎と最新の開発動向 (2) 難削材加工に最適な水溶性切削油剤の開発	ユシロ化学工業(株) 須田 将太 氏 出光興産(株) 慈道 陽一郎 氏	39 人
情報・電子技術講習会	12 月 13 日	プログラミング無しで始めるディープラーニング～画像認識と異常検知を体験してみよう！～	BULB(株) データサイエンティスト 足立 悠 氏	14 人
デジタルものづくり技術体験研修会	8 月 2 日～ 8 月 23 日 (2 日間 コース ×5 回)	・ガイダンス ・三次元 CAD によるモデリング実習・3D プリンターの基礎 ・3D プリンターによる試作・造形物の取り出し、後処理 ・形状測定に関する基礎的内容についての解説 ・表面粗さ輪郭形状測定機による測定実習 ・接触式三次元測定機による測定実習 ・研修会のまとめ	(公財)広島市産業振興センター システム技術室職員	6 人
デジタルエンジニアリング講習会	11 月 21 日	ものづくり現場における CAE の導入効果と CAE を有効活用するために必要なこと	(株)電通国際情報サービス オートモーティブ事業部 技術第 3 ユニット 広島技術 2 部 技術 2 課 エンジニア 住岡 慎一郎 氏	21 人
解析・シミュレーション研修会	第 1 回 1 月 10 日	熱流体解析の基礎理論	(株)ソフトウェアクレイドル 技術部 技術一課 畑中 祥吾 氏	10 人
	第 2 回 1 月 16 日	scFLOW 基礎 1 (scFLOW を使用した流体解析 (内部流れ) の実習)	(株)ソフトウェアクレイドル 技術部 技術一課 飯田 遼平 氏	10 人
	第 3 回 1 月 17 日	scFLOW 基礎 2 (scFLOW を使用した流体解析 (外部流れ) の実習)	(株)ソフトウェアクレイドル 技術部 技術一課 飯田 遼平 氏	10 人

名 称	開催月日	内 容	講 師 等	参加者
	第4回 1月31日	scFLOW 応用 (scFLOW 基礎を踏 まえた、応用的な流体解析の実 習)	(株)ソフトウェアクレイドル 技術部 技術一課 畑中 祥吾 氏	9人
デザイン 講習会	2月14日	「自分でも作れる国内外に向けた ECショッピングサイト」～国内 外に向けて、自分達で販路を拡大 していこう!～	(株)プリンシプル 代表取締役 村田 光俊 氏	22人
商品企画・ 開発講習会	3月1日	ものづくりにおけるデザインの重 要性	平安伸銅工業(株) 常務取締役 竹内 一紘 氏	37人

(9) 発明考案奨励事業 (広島市児童生徒発明くふう展) (担当: 林(百))

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・審査し、入賞作品の表彰、展示を行った。

主催: 広島市

共催: 広島市教育委員会、広島商工会議所、(一社)広島県発明協会、中国新聞社、広島市PTA協議会、広島市こども文化科学館

ア 応募及び表彰結果

(単位: 点)

区 分		小学校	中学校	合計
応募総数		107(16校1クラブ)	97(16校1クラブ)	204(20校1クラブ)
特賞	広島市長賞	1	1	2
	教育長賞	1	1	2
	広島商工会議所会頭賞	1	1	2
	広島市PTA協議会会長賞	1	1	2
	広島県発明協会会長賞	1	1	2
	竹林清三賞・山本正登賞・増本量賞 不破亨賞・木曾武男賞・熊平源蔵賞	3	3	6
モビコン特別賞		9	1	10
優秀賞		6	7	13
学校賞		1	1	2

イ 表彰式及び展示会

開催月日	表彰式及び展示会	開催場所
9月14日	審査会	広島市工業技術センター
10月6日	表彰式	5-Days こども文化科学館
9月28日～10月14日	展示会	

(10) 工業技術振興事業

企業ニーズを広島市の工業振興施策に反映させることを目的に、業界団体に対してアンケート調査を実施した。

(11) ものづくり基盤技術高度化事業

ものづくり業界と協働して、生産現場で発生する様々な課題を発見できる社員、その課題の解決に広い視野から取り組もうとする社員の育成を目指し、人材育成事業を実施した。

開催月日	内 容	講 師 等	受講生
12月7日	オリエンテーション 講義：金属組織と材料特性との関連基礎の理解 実習とまとめ	広島大学名誉教授 柳澤 平 氏 (公財)広島市産業振興センター 材料技術室職員	11人
12月8日	講義：めっきの基礎と casting 品、熱処理品などの 各種材料との関連の理解 実習とまとめ	広島大学名誉教授 柳澤 平 氏 広島工業大学教授 日野 実 氏 (公財)広島市産業振興センター 材料技術室職員	10人
12月20日	工場見学 (株)日本製鋼所広島製作所 現場改善の取組紹介 「日本製鋼所広島製作所の5S活動」	(株)日本製鋼所広島製作所 ものづくり改革推進室担当課長 水田 裕之 氏	10人
	現場改善の講義 「現場改善アラカルト」 研修成果発表	(有)ときふじオフィス 代表取締役 時藤 哲正 氏	

(12) インターンシップ及び所内見学の受入れ

月 日	概 要	参加者
4月12日	広島県総務局研究開発課 所内見学	6人
5月21日	岩国市産業振興部商工振興課 所内見学	4人
9月11日	(公財)ひろしま産業振興機構 所内見学	5人
11月2日	安田女子大学 実習受入	10人
11月12日	広島女学院大学 実習受入	8人
2月22日	マツダ工業技術短期大学校 所内見学	56人

(13) 会議・研究会への出席

ア 産業技術連携推進会議

会 議 等 の 名 称	出席者	開催場所	出席日
産業技術連携推進会議 総会	塩山	東京都	2月19日
第1回中国地域産業技術連携推進会議	桑原	広島市	10月19日

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
第2回中国地域産業技術連携推進会議 兼 第2回中国地域部会 中国地域連携推進企画分科会	塩山、桑原	広島市	1月28日
ライフサイエンス部会 デザイン分科会	田中(志)	札幌市 江別市	6月28日～29日
ライフサイエンス部会 デザイン分科会	大川	さいたま市	11月15日
情報通信・エレクトロニクス部会 情報技術分科会 音・振動研 究会	黒口	海老名市	10月18日～19日
ナノテクノロジー・材料部会 高分子分科会	林(貴)	仙台市	11月15日～16日
ナノテクノロジー・材料部会 素形材分科会	倉本(英)	名古屋市	11月21日～22日
製造プロセス部会 表面技術分科会	馬部	大阪市	6月7日～8日
製造プロセス部会 IoTものづくり分科会	上杉	海老名市	11月1日～2日
知的基盤部会 総会及び計測分科会 形状計測研究会	田中(真)	山形市 天童市	12月5日～7日
知的基盤部会 総会及び分析分科会	瀧口	山形市 天童市	12月6日～7日
中国地域部会 第1回中国地域連携推進企画分科会	桑原	広島市	5月28日
中国地域部会 機械・金属技術分科会	塩山、隠岐 中島、吉森 倉本(英)、 桑原	広島市	12月3日

イ 学会出席等

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
第26回品質工学研究発表大会	吉森	東京都	6月27日～28日

ウ その他会議・研究会

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
公立鉦工業試験研究機関機関長会議	塩山	静岡市	7月26日～27日
全国公設鉦工業試験研究機関事務連絡会議	林(百)	福井市	11月15日～16日
中国・四国地方公設試験研究機関企画担当者会議	桑原	高知市	11月15日～16日
広島県知財総合支援窓口第1回連携会議	桑原	広島市	6月29日
広島県産業支援機関等連携推進会議	倉本(寿)	広島市	3月11日
第10回 公設研・産総研連携推進企画会議	林(百)	下関市	10月9日～10日
産業技術総合研究所地域連携戦略予算プロジェクト「3D計測エ ボリューション(3D3プロジェクト)」平成30年度第1回西分 科会	黒口	松山市 東温市	6月28日～29日

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
産業技術総合研究所地域連携戦略予算プロジェクト「3D計測エボリューション（3D3プロジェクト）」平成30年度第2回西分科会	黒口	大分市	11月15日～16日
ひろしま自動車産学官連携推進会議 ミニ代表者会議	國司、桑原	府中町	5月8日
ひろしま自動車産学官連携推進会議 代表者会議	國司、桑原	府中町	1月11日
ひろしま自動車産学官連携推進会議 地域企業活性化委員会	國司	広島市	5月17日
	國司、桑原	広島市	11月20日
ひろしま自動車産学官連携推進会議 内燃機関部会	國司、 倉本(寿)、 桑原	府中町	5月29日
	國司、桑原	府中町	8月31日
			9月25日
			10月25日
			12月21日
		2月15日	

(14) 講師・委員の派遣

名称	派遣役職	派遣者	開催場所	派遣月日
中国地域公設試験研究機関功績者表彰選考委員会	選考委員	塩山	広島市	10月2日
(公財)ひろしまベンチャー育成基金審査会	審査委員	國司	広島市	11月15日
(公財)ひろしまベンチャー育成基金贈呈式	審査委員	國司	広島市	12月12日
広島市児童生徒発明くふう展審査会	審査員	尾崎	広島市	9月14日
広島県児童生徒発明くふう展審査会	審査員	塩山	広島市	10月17日
広島少年少女発明クラブ企発足式	会計監事、委員	國司	広島市	5月13日
広島少年少女発明クラブ修了式		國司	広島市	2月9日
広島少年少女発明クラブ企画運営委員会		國司	広島市	4月27日
		國司	広島市	1月22日
少年少女チャレンジ創造コンテスト広島県大会	審査員	塩山	広島市	8月21日
	審判員	林(百) 引地		
中国電力㈱広島地区代表アドバイザー会議	アドバイザー	國司	広島市	10月12日
(一社)広島県発明協会理事会等	常任理事	塩山	広島市	6月20日
				3月12日

名 称	派遣役職	派遣者	開催場所	派遣月日
(公社) 日本鑄造工学会中国四国支部常任理事会	常任理事	桑原	広島市	4月16日
				6月14日
				9月12日
				1月23日
(公財) ひろしま産業振興機構 技術委員会	委員	塩山	広島市	10月5日
	委員代理	國司	広島市	3月12日
広島ゴム技術員会幹事会	オブザーバー	林(貴)	広島市	6月8日
				9月7日
				10月19日
				2月8日
				3月29日
広島県介護ロボットのニーズ・シーズ連携協調協議会	構成員	田中(真)	広島市	8月19日
				9月13日
				10月25日
				1月15日

**(15) 発表
口頭発表**

※ ○は発表者

月 日	学会・協会等	テーマ	氏 名
6月18日	型技術者会議 2018	摩擦係数によるアルミニウム合金成形用プレス金型材の評価	○高木 哲治 氏(友鉄工業㈱) 宮田 建興 氏 (㈱キーレックス) 倉本 英哲 ほか

(16) 表彰

月 日	受賞者	内 容
12月19日	田中 志保	広島刑務所からの商品開発への技術指導に対する感謝状(法務大臣)

(17) 県市工業系技術センターの連携(担当: 桑原)

企業の利便性とセンター運営の効率性の向上を図るため、広島県の工業技術センターと一体的運営を具体化する取組を実施した。

項 目	内 容
窓口のワンストップ化	企業からの技術相談を迅速かつ的確に解決可能な県市の技術担当者につなぐ体制として、合同窓口を運営した。
共通ポータルサイトの運営	広島県・広島市の工業系技術センターが保有する機器や技術の一覧を掲載し、これらの検索が可能な共通ポータルサイトを運営した。
研究会・研修会の共催	以下の研究会・研修会を連携して実施した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 広島品質工学研究会 ・ 広島表面処理技術研究会 ・ 広島高分子材料研修会

(18) 情報の発信

ア メールニュースの配信

工業技術センターが実施する事業及び他機関が募集する各種研究開発補助制度や講習会等の情報提供を行った。

- ・ 産学官連携ネットワークニュースの配信 69回

イ 新規導入機器紹介セミナーの開催

平成30年3月に新規に導入した大型振動試験機等の紹介を行い、企業への利用促進を図った。

月 日	内 容	参加者
4月17日	新規導入機器紹介セミナー（大型振動試験機等）	24人

3 研究報告

- (1) アルミニウム合金と金型鋼の摺動特性調査 …… 24
倉本 英哲

アルミニウム合金と金型鋼の摺動特性調査

倉本 英哲

リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機を用いて、アルミニウム合金材料の金型による板金プレスで生じる摩擦現象を想定した摩擦試験を行い、このときの摩擦係数の測定と発生する現象について調査を行った。

摩擦試験では、アルミニウム合金である A4032 製のリングと金型鋼である SKD12 製の板状試験片を使用した。アルミニウム合金製のリング側が処女面のみでの試験となるように、リングが 1 回転する間だけの試験を行った。得られた結果は、以下のように要約される。

摩耗形態は、リングが板状試験側に凝着する形態であった。これは、摩擦面に油を供給して試験を行っても同様であった。

油を使用しない乾式試験では、試験開始から非常に短時間で、リングが凝着することによる挙動が大きく出るようになり、最終的に μ は 0.29 程度の値を示す。油を使用した湿式試験では、 μ は 0.11~0.12 程度の安定した低い値を示した。

リング材の板状試験片への凝着とせん断剥離による摩擦機構のモデルにおいて、リング材であるアルミニウム合金材料のせん断力をもとに摩擦係数を算出した。算出した摩擦係数は、実験結果と比較して、約 25 倍という大きな値であった。計算値と実験値の大きく異なる原因として、実験では(現実には)ジャンクション(真実接触面)理論により、接触面積が限定されていることと、凝着が著しい場合には、リングと板状試験片の間にできる凝着層が第三層を形成して、この第三層の破壊挙動に依存する摩擦力になることを挙げた。

キーワード：摩擦係数、アルミニウム合金、プレス成型

1. 緒言

アルミニウム合金の板材のプレス成型において、ワークと金型の間で凝着、いわゆる焼き付き現象が発生しやすく、このことがアルミニウムの板金プレス成型を困難なものとしている。現状として、プレス油を大量に使用する、ワーク表面にコーティングを施すなどのワークと金型面との摺動特性改善を行うことで対策している。

他方で、プレス成型のシミュレーション技術の向上は目覚ましいものがある。ワークと金型表面の間の摩擦係数は重要な物理量として考えられるが、その多くで、大体このぐらいの値であろうという数値が用いられていることが多い。摩擦係数の正確な値を把握する

ことは、シミュレーションの応用性、精度向上の観点からも強く望まれている。

これまで、摩擦・摩耗に関して、摩擦係数や比摩耗量などの物理量の測定、解析は、実機で実験をしてみなければ分からないと言われることが多い。摩擦・摩耗とは、ある二つの物体同士が接触した状態で、相対運動、いわゆる摩擦が生じるとき、表面損傷が起こる現象であり、説明をしまえば簡単な事象である。しかし、摺動、変形、破壊、疲労などの様々の要因や環境などを考慮することで、非常に複雑な現象になっている。このため、物理量としての摩擦係数や比摩耗量の測定は複雑なものとして取り扱われ、様々な数値が報告され、その後の解析を困難なものとしている。

世の中には多数の形態、形状の異なる摩耗試験機が存在しており、これらは接触形態、負荷、速度、環境などの要素を考慮したものである。一般的な摩耗試験機では、試験片を摩耗させることを目的としていることから、試験片表面の同一箇所を繰り返して摩擦する機構となっているものがほとんどである。金型による板金プレス成型で、ドロウ成型する場合を想定すると、損傷の著しい引き込みの角部分などでは、金型の方は当たり面が変わらず、ワーク(板材)の方が動く形である。さらに、ワークは次々と新しいものが供給されてくる状況で、常に新生面が供給されるような状況である。つまり、ワーク側が処女面で金型側が据え置き面となる。

本報告では、リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機を用いて、アルミニウム合金材料の金型による板金プレスで生じる摩擦現象を想定した摩擦試験を行い、このときの摩擦係数の測定と発生する現象について調査することを目的とした。

2. 試験方法

2.1 摩擦・摩耗試験

本研究に用いた摩耗試験機の概略図を図1に示す。

リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機であり、回転円盤(リング)の側面を板状試験片に押し付けるようになっている。本報告では、アルミニウム合金である A4032 製のリングと金型鋼である SKD12 製の板状試験片を準備した。リングの硬さは 170HV であり、板

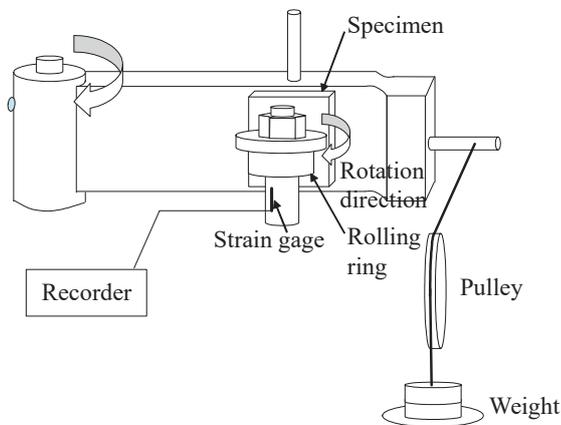


図1 摩耗試験機の概略図

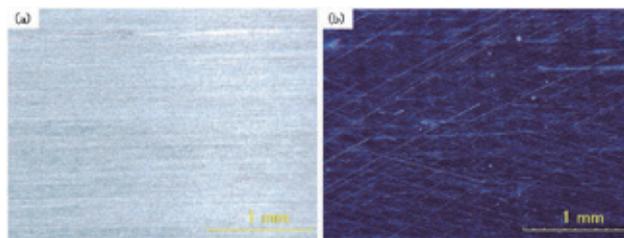


図2 試験前のリングと板状試験片の表面状態

(a) リング表面

(b) 板状試験片

状試験片は 52HRC(≒544HV)の硬さに調質(焼き入れ焼き戻し処理)されたものである。リングの幅(B)は 5.5mm、直径(D)は φ40mm のものを使用した。試験前に、リングの試験面(側面部)を #600 のエメリー紙で研磨し、また、板状試験片の試験面は #1200 の耐水研磨紙で研磨を行った。

図2(a)、(b)に、試験前のリングと板状試験片表面の実体顕微鏡観察結果を示す。どちらも、エメリー紙及び耐水研磨紙によるいくらかの研磨傷は見られるものの、比較的清浄な状況であることが分かる。図1からも分かるように、試験力(F)は、おもりによって負荷される機構で、試験面に 85.8N 負荷されるようにした。また、試験速度(V)は 81.0mm/sec に設定した。F 及び V 共に、試験中は一定とした。

アルミニウム合金板のプレス成型を想定すると、アルミニウム合金側は常に処女面となる。今回、アルミニウム合金側を処女面として試験を行うために、リングが 1 回転だけする試験を行い、このときの摩擦係数の測定、その後の摩擦面の観察等の解析を行った。試験は、乾式と湿式で行い、湿式での試験では、市販の無添加のタービン油を試験前にリングの当たり面全周と板状試験片に十分に塗布した。

2.2 摩擦係数

試験中は、図1に示す形でリングを取り付けたシャフトの刻々の軸トルク(T)を測定し、式(1)により摩擦係数(μ)を求めた。

$$\mu = (2 \times T) / (F \times D) \quad (1)$$

2.3 せん断試験

試験片は、摩耗試験におけるリング材料と同じもの

で作成した、大径部がφ27.2mm、小径部がφ20.6mmの段付き丸棒の形状であり、大径部と小径部の境界で破壊するように、また、曲げ変形の影響がなるべく出ないようにして試験を行った。試験は、せん断試験治具を使用して万能試験機で行い、試験速度は1mm/minとした。

3. 試験結果及び考察

摩擦・摩耗試験の結果から得られた摩擦距離(L)と摩擦係数(μ)の関係を、乾式、湿式の試験の場合について、それぞれ図3(a)、(b)に示す。

図3のLについては、Dと軸の回転速度と時間の関係から算出したものであり、時間に依存した距離が表示されている。このため、実際の摩擦開始時が0とはなっていない。図3(a)、(b)中の①が実際の試験開始位置で、③が試験終了位置である。リングが1回転した

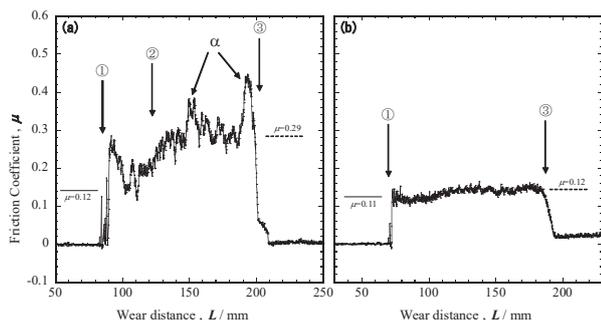


図3 摩擦距離と摩擦係数の関係

- (a) 乾式試験
- (b) 湿式試験

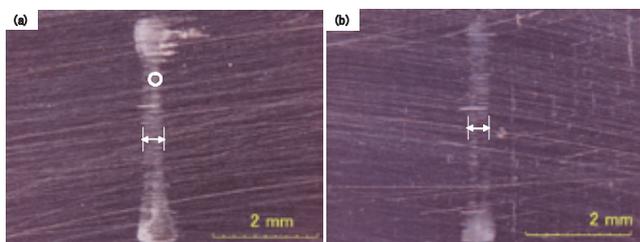


図4 試験後の板状試験片の摩擦痕の

実体顕微鏡観察結果

- (a) 乾式試験
- (b) 湿式試験

時点で試験を終了するようにしたことから、①と③の間が実際のLを示しており、これがリングの外周長さである約125mmとなっている。

図4に、図3に示す試験終了後、板状試験片表面を実体顕微鏡によって観察した結果を示す。わずか125mm程度のLで、図4(b)に示す湿式試験の場合であっても板状試験片表面には摩擦痕が残っていた。摩擦痕ができるということは、リングと板状試験片との間で直接の接触があったことを示している。図4(a)、(b)を比較してみると、図4(b)の摩擦痕跡が薄い。これは、油を使用することで、直接の接触が減り、その接触圧力自体も弱くなったことを示していると考えられる。図中に両矢印で示す摩擦痕の幅は、乾式、湿式の摩擦に関係なく、どちらもほぼ同様で、約0.4mmであった。リングは円弧状であり、板状試験片との接触は、理論上は点(線)接触となる。しかし、乾式、湿式の摩擦試験の種類に関係なく摩擦痕の幅が0.4mm程度得られており、これは摩擦の結果というよりも、リングの(弾性)変形により接触面を形成していたことが考えやすい。

図5に、摩擦痕の(株)島津製作所製の電子線マイクロアナライザー(EPMA1720H、以下、EPMA)によるマッピング分析結果を示す。分析位置は、図4(a)中に○で示す部位である。分析対象元素を酸素(O)、アルミニウム(Al)とし、加速電圧:15kV、ビーム電流:約50nAの条件で行った。

図5のSEM像(二次電子像)で、板状試験片表面には、損傷(摩耗)した痕跡ではなく、摩擦痕の形状に従う付着物の存在を確認する。図では、OとAlの分布が、付

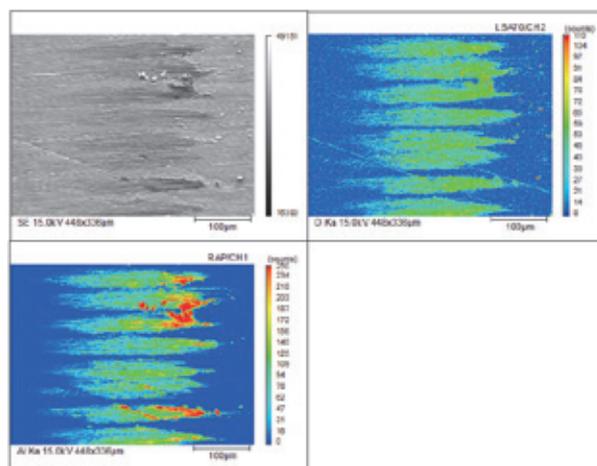


図5 摩耗痕のEPMAによるマッピング分析結果

(図4(a)中○で示す部位の分析結果)

着物の形状とよく一致していることが確認される。このことから、摩擦の機構として、リング表面が削れてできた摩耗粉が酸化すると同時にしくは板状試験片の方に張り付いた直後に酸化するような形で、つまりどちらにしてもリング材の方が板状試験片の方に凝着したと考えることが妥当である。ここで、試験後のリング表面について、目視及び実体顕微鏡で確認をしても、目立つ傷や変形は見られなかった。

図 3(a)で、図中①で示す摩擦開始直後、 μ は明らかに大きな値を示し、その後 $\mu=0.12$ 程度の値まで下がっている。また、図 3(b)においても、摩擦開始直後には、わずかに μ が大きくなっている。静摩擦係数と動摩擦係数を比較した場合、静摩擦係数の方が大きくなることが知られるが、この影響を表したものと考ええる。

図 3(a)で、 $\mu=0.12$ 程度の値まで下がった後、摩擦が 40mm 程度進むと、そこから徐々に μ は大きくなっていき、 $\mu=0.29$ 程度まで上昇する。これまでの結果から、基本的な摩耗形態は、条件によらず、凝着摩耗であると考ええる。乾式試験では、試験開始直後の初期の段階で、すぐにリングと板状試験片の間で凝着が起こり始め、ある程度板状試験片上にアルミニウム合金が堆積するとアルミニウム合金対アルミニウム合金の接触形態になることが想像され、アルミニウム合金同士の凝着とこの凝着部のせん断変形とせん断破壊が起こる形での摩耗形態になると考える。L が 40mm 程度進んだ状況で、 μ が大きくなったのは、上述のアルミニウム合金同士間でのせん断変形と破壊が主導的になった状況を示していると考ええる。これは、後述の表面の小さな真実接触部(ジャンクション)のせん断変形と破壊の繰り返



図 6 せん断試験後の試験片外観

返しと比較して大きな挙動になることから、全体的に μ が大きくなることは別にして、スティックアンドスリップ現象が大きく表れ、図 3(a)中に α で示すような突発的な μ の上昇部分が現れるようになったと考える。なお、図 4(a)では、上下端近傍でアルミニウムの凝着が著しい。

図 3(b)では、図 3(a)と比較して、 μ は全体的に小さく、 $\mu=0.11\sim 0.12$ で安定である。図 4(b)の結果から、凝着の発生は確認される。ただし、その度合いは乾式試験と比較して小さく、安定な摩擦状態になっていると考ええる。

リング材のせん断試験後の試験片外観を図 6 に示す。

図 6 から、せん断部近傍での曲げ変形の痕跡はほとんど見られず、良好なせん断試験が実施されたと言える。この時、試験結果として、リング材料のせん断力(τ)は、277MPa が得られた。

摩擦面では、リング材であるアルミニウム合金が、板状試験片側へ凝着していた。摩耗機構が、凝着とせん断破壊の繰り返しで進むものとする、摩擦力は凝着したアルミニウム合金のせん断力に等しいと考える。もちろん、加工硬化や酸化の影響なども考えられるが、ここでは影響は無いものと仮定して、実験で得られたアルミニウム合金のせん断力をもとに、摩擦力を算出することを考えた。

前述の摩擦痕の幅と B より、リングと板状試験片の間の見かけの接触面積(A)を求めると、 $A \approx 2.2\text{mm}^2$ となる。これと試験で得られた $\tau=277\text{MPa}$ により、接触面で発生する見かけのせん断力(τA)は、 $\tau A \approx 609\text{N}$ となる。 $F=85.8\text{N}$ であることから、 $\mu A = \tau A / F \approx 7.1$ となる。これは、前述のように、図 4(a)中の安定的な凝着摩耗状態と考えた試験後半部分の $\mu=0.29$ と比較しても、非常に大きな値で約 24.5 倍である。

図 7(a)で示すように、どんなに平らに見える個体においても、個体表面が完全な平面ということは無く、無数の凹凸が存在し、2 個体の接触において、真実接触部(ジャンクション)をどのように見積もるかということになる⁽¹⁾。個体表面に汚れや酸化被膜があれば、2 個体が直接結合する部分の面積は、ジャンクションよりもさらに小さくなり、せん断力は小さくなる。今回の場合では、リングは処女面での試験であり、同じ面が繰り返し摩擦に供される訳ではなく、試験開始前に

十分な時間があることで、安定的に酸素の化学吸着や酸化被膜の生成が行われた面が試験面であることが考慮される。酸化皮膜は、母材と比較すれば硬く、また、摩耗によってわずかに摩擦面に供給されれば、コロのような役割をする可能性や、それ自体が保護層のような役割をすると考え、この時、せん断力は小さくなり、特に乾式での摩擦試験で、摩擦開始直後に μ が小さくなった原因かもしれない。

図 4(a)からも、乾式試験では、特に上下端近傍でアルミニウムの凝着が著しく、これらの部位では摩擦面を覆い隠すほどの著しい凝着が発生している。このとき、接触面に沿った凝着物が存在することになり、ジャンクションの理論で、摩擦係数が計算よりも小さくなることを説明するのは困難である。そこで、摩擦面を凝着物が覆い隠すほどの場合、図 7(b)に示すような形で、摩擦面に凝着物という第三層がある状況と考えた。この第三層は非常に薄く、強度が弱いため、比較的簡単に破壊できるとする。面からの剥離が起こることも想定して、ジャンクションの破壊に比べれば強い力が必要であるが、接触面を単純にせん断破壊することに比べれば、その力は小さくなる考えた。例えば、この第三層がリング側と板状試験片側の両方と一体化するような場合、今回の報告に当てはめると、見かけの面積から推定される摩擦係数として、 $\mu=25$ というような考えられない数値となり、これはいわゆる焼き付き、固着現象となると考えた。以上は、笹田²⁾の摩擦面における移着粒子成長のモデルに似た考えである。

摩擦面に油を使用する場合の摩擦係数は、 $\mu=0.1$ 程度もしくはそれ以下になると言われ、プレスのシミュレーションにおいても、経験的に $\mu=0.1$ 以下の数値を与えて解析を行うことが多いようである。しかし、本報

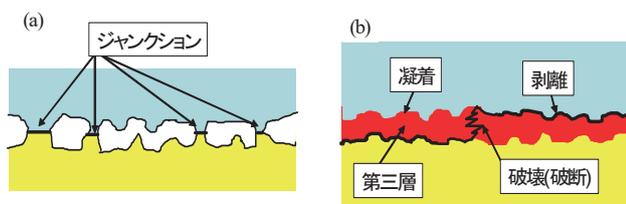


図 7 接触部断面のモデル図

- (a) ジャンクション理論
- (b) 第三層の存在形態

告で油を使用した湿式試験で得られた μ は 0.12 程度であり、若干高めの値であった。これは、使用した油が極圧材などを含まない無添加のものであったことや、今回の試験で設定した摩擦速度が非常に遅かったことが考えられる。前述で、湿式での試験でも、リングと板状試験片との間で直接接があったことを述べたが、これは油での潤滑形態が、ストライベック線図における混合潤滑領域にあったことを示すと考える。ストライベック線図は、 $(\eta \times V)/F$ と μ の関係を表したもので、流体潤滑と境界潤滑(乾式、直接接触)が混在する混合潤滑領域では、 $(\eta \times V)/F$ の増加に伴い μ は小さくなる。なお、 η は油の粘度を示す。通常のプレス成型などでの摩擦速度は、もう少し速い速度であることが考えられ、このとき $(\eta \times V)/F$ は大きくなることから、摩擦係数はもう少し小さな値を示すのではないかと考える。

4. 結言

リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機を用いて、アルミニウム合金材料の金型による板金プレスで生じる摩擦現象を想定した摩擦試験を行い、このときの摩擦係数の測定と発生する現象について調査を行った。

摩擦試験では、アルミニウム合金である A4032 製のリングと金型鋼である SKD12 製の板状試験片を使用した。アルミニウム合金製のリング側が処女面のみでの試験となるように、リングが 1 回転する間だけの試験を行った。得られた結果は、以下のように要約される。

(1) 摩耗形態は、リングが板状試験側に凝着する形態であった。これは、摩擦面に油を供給する湿式試験においても同様であった。

乾式試験では、試験開始から非常に短時間で、リングが凝着することによる挙動が大きく出るようになり、表面でスティックアンドスリップ現象が発生するため、摩擦係数が安定しなくなる。また、摩擦の開始直後は $\mu=0.12$ 程度の比較的低い値を示すが、40mm 程度の摩擦距離を経て、凝着挙動が強くと表れると、 μ は 0.29 程度の値を示す。油を使用した湿式試験では、 μ は摩擦の最初から最後まで 0.11~0.12 程度で、安定した低い値を示した。

(2) 摩擦機構は、リング材の板状試験片への凝着とそ

のせん断剥離によるものと考え、リング材であるアルミニウム合金材料のせん断力をもとに摩擦係数を算出した。算出した摩擦係数は、実際の実験結果と比較して、約 24.5 倍という大きな値となった。この原因として、接触面の真実接触面積は見かけの接触面積よりも小さく、摩擦現象に直接関係する直接接触面はさらに小さいことを考えた。凝着がひどい場合には、摩擦面は凝着層が覆うようになってしまうことから、この凝着層自体が第三層となることを考えた。この第三層が主導的に破壊することで、摩擦係数は算定値よりも小さくなると考えた。

おわりに、本調査実施に際して使用した走査型電子顕微鏡、デジタル計測顕微鏡及び湿式試料切断機は、公益財団法人 JKA の公設工業試験研究所等における機械設備拡充により整備したものである。

その他、研究への御協力、御支援をいただきました関係各位に深く感謝します。

参考文献

- (1) 笹田 直、摩耗 (2008) 、(株)養賢堂
- (2) 笹田 直、日本機械学会誌、75(1972)、p.905

4 事例報告

- (1) 往復摺動式摩擦摩耗試験機を用いたアルミニウム材料の摩耗試験の検討 30
吉森 雅弘
- (2) アルミニウム合金中における各種成分の蛍光X線分析について 35
瀧口 由佳理、倉本 英哲
- (3) 3D3プロジェクトへの取組み 41
黒口 新、田中 真美
- (4) 接触式三次元測定機による真円度の評価方法について 45
田中 真美
- (5) デザイナーマッチングサイト「と、つくる」の実施状況 51
大川 泰明

往復摺動式摩擦摩耗試験機を用いたアルミニウム材料の摩耗試験の検討

吉森 雅弘

今回、往復摺動式摩擦摩耗試験機を用いた摩耗試験における負荷荷重、往復回数、往復距離、試験速度、試料の取付方向及び取付位置の 6 因子に着目し検討を行った。結果は、以下のように要約される。

摩耗量と負荷荷重及び往復距離は比例関係を示し、Holm の法則が成立した。摩耗量と往復回数では Holm の法則は成立しなかった。試験速度では低速度で摩耗量が多く、また、形状に異向性をもった試料の取付方向による接触面の差が摩耗量に影響することが確認された。一方、摩耗量と取付位置では明らかな差を認めなかった。

キーワード：摩耗試験、Holm の法則、アブレシブ摩耗、ストライベック曲線

1. 緒言

摩耗とは、物質同士が接触し擦れることにより、その物質の表面が損傷して減量する現象のことである。多くの機械部品において耐久性に影響するこの摩耗が、しばしば問題になる。しかしながら、摩耗現象を実機で行うことは困難であるため、摩耗試験機を用いて使用状態を仮想し試験を行っているのが現状である。

また、摩耗現象は、非常に多くの因子が影響する複雑な現象である。摩耗に影響する因子として、負荷荷重、試験速度、試料形状、温度及び潤滑など多くの要因が影響している⁽¹⁾⁽²⁾。

今回、往復摺動式摩擦摩耗試験機を用い、トランスミッション用バルブの摩耗状態を想定しアルミニウム材料を対象として、摩耗試験における負荷荷重、往復回数、往復距離、試験速度、試料の取付方向及び取付位置の 6 因子に着目して検討を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

試料は、A6061 に T6 処理を施したアルミニウム丸棒半割材（アルミ半割材）とした。詳細は以下のとおりである。

アルミ半割材：A6061-T6、φ14mm を長さ 10mm に

切断し、表面粗さ Ra0.3μm 以下に調整した。さらに表面性測定機に固定できるよう半割にした（マイクロテックノ(株)により作成）。硬さは 110 HV 5 であった。

2.2 試験機器

実験に用いた試験機は表面性測定機 HEIDON-14（新東洋科学(株)製）であり、摩耗深さの測定にはマイクロテックノ(株)が所有する表面粗さ輪郭形状測定機サーフコム 1400D（(株)東京精密製）、ビッカース硬度の測定にはビッカース硬度計 FV810ARS 型（(株)フューチャアテック製）を用いた。

2.3 試験方法

アルミ半割材を圧子、試験機の移動台に設置する平板材を、アルミニウム板材（アルミ板材：ADC12、#600 バフ研磨処理、厚み 2.0mm×幅 35mm×長さ 150mm、硬さ 120 HV 5（(株)スタンダードテストピースより購入））とし、試験機にそれぞれ固定した。潤滑剤（日産 CVT フルード NS-3）を 0.4ml 塗布し、垂直荷重を負荷しながら往復摺動を行った（図 1）。

ただし、アルミ半割材の固定方向は、切断面が往復方向と直角になるものを A 方向（図 2）、平行になるものを B 方向（図 3）とした。また、試験途中で潤滑剤の追加は行わなかった。

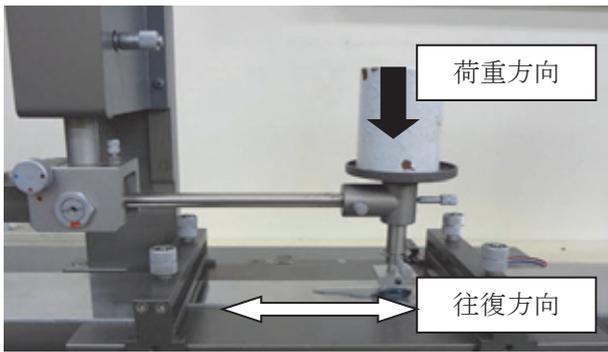


図 1 試験の様子

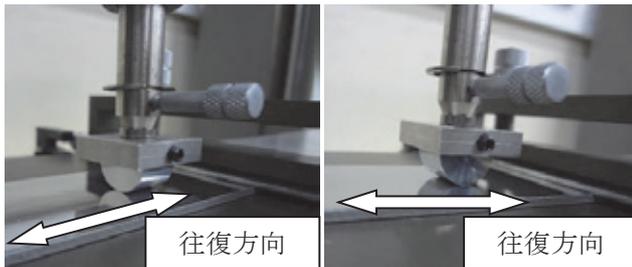


図 2 取付 A 方向

図 3 取付 B 方向

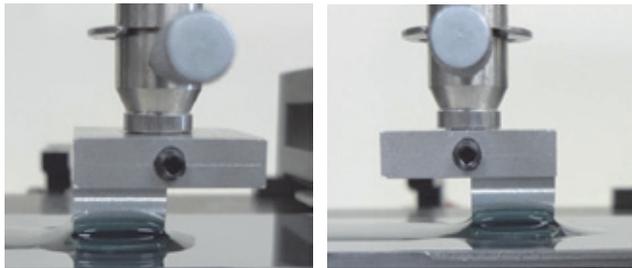


図 4 取付位置左端

図 5 取付位置右端

表 1 基本条件

負荷荷重	4.9N
往復回数	5000 回
往復距離	80mm
速度	45mm/s
試料の取付方向	A 方向
試料の取付位置	中央

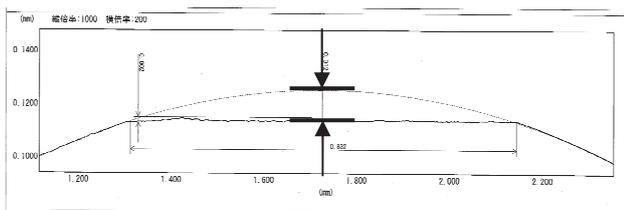


図 6 粗さ曲線からの摩耗深さ計測

2.4 試験条件

試料の取付方向が A 方向においては、負荷荷重(2.5N、4.9N、7.4N、9.8N)、往復回数(2500 回、5000 回、7500 回、10000 回)、往復距離(40mm、80mm、120mm、160mm)、試験速度(45mm/s、22mm/s)を変更して行った。試料の取付方向が B 方向においては往復距離(同上)のみ変更した。試料の取付位置については、左端(図 4)、中央及び右端(図 5)において比較し、これらの取付位置のみ変更して試験を行った。

条件を変更する際は表 1 の基本条件から 1 因子のみ条件を変更した。また、全ての試験は N=3 で試験を行った。ただし、試験速度は往復距離 80mm での速度とした。なお、試験室の環境は、室温 11~33℃、湿度 33~66%であった。

2.5 評価方法

試験終了後、アルミ半割材の中央部における摩耗深さを、マイクロテクノ(株)にて表面粗さ輪郭形状測定機を用いて計測した。ただし、摩耗深さは円弧頂点からの深さとした(図 6)。摩耗深さから損失体積を算出し、これを摩耗量として N=3 の平均値を結果値とした。今回は摩耗量の多かったアルミ半割材のみを評価し、アルミ板材については評価していない。

3. 結果及び考察

図 7 に摩耗量と負荷荷重の結果を示す。これは、基本条件の負荷荷重のみを変化させたときの摩耗量と負荷荷重の関係を示している。負荷荷重の増加に伴い摩耗量が増加していることが分かる。ここで、Holm の摩耗式⁽³⁾は $W=Ws \times F \times L$ (W は摩耗量 (mm^3)、 Ws は比摩耗量 (mm^2/N)、 F は負荷荷重 (N)、 L は総移動距離 (mm)) で表され、 Ws と L が同じであれば、 W は F に比例して大きくなる。図 7 では、 L は同じであり Ws も同様であると考えることができ、負荷荷重による摩耗形態の変化は無く、摩耗量は負荷荷重に依存して増加したものと考えられる。

図 8 に往復回数及び往復距離の変化に対する摩耗量の変化を示す。負荷荷重を一定にして、往復回数の影響を調べる場合には往復距離を 80mm で固定して往復回数を変化させ、往復距離の影響を調べる場合には往

復回数を 5000 回で固定して往復距離を変化させて試験を行った。この場合、往復回数 2500 回と往復距離 40mm、5000 回と 80mm、7500 回と 120mm、10000 回と 160mm の試験条件の時、それぞれ総移動距離が同じになる（例：往復回数 7500 回×80mm=60×10⁴mm、往復距離 120mm×5000 回=60×10⁴mm）。

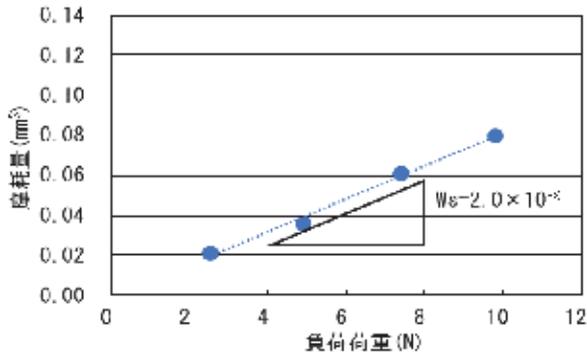


図 7 A 方向における摩耗量に対する負荷荷重の影響

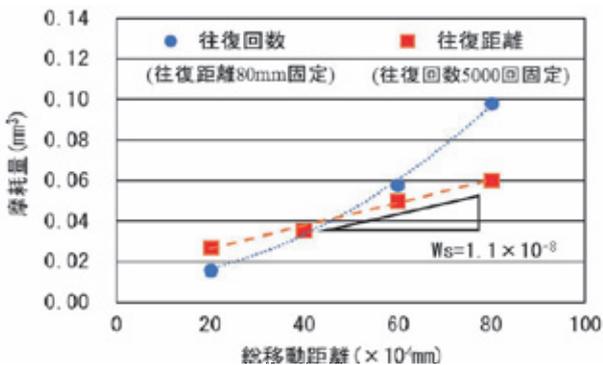


図 8 A 方向における総移動距離に対する往復回数及び往復距離の摩耗量の変化

往復回数を 5000 回で固定して往復距離を増加させた場合、総移動距離の増加に比例して摩耗量が増加した。つまり Holm の摩耗式が成立していた。このことから、往復回数を固定して往復距離を増やすことは、単純に総移動距離を増加させたことと同じであると考えられる。

一方、往復回数を増やして総移動距離を増加させた場合、摩耗量が二次曲線を示し、Holm の摩耗式は成立しなかった。これは往復回数の増加に対する摩耗量の変化が大きいことを示しており、摩耗量が増加すれば摩耗により生じた摩耗粉によるアブレイブ摩耗が徐々に発生した可能性がある。本実験では、潤滑剤の拡散を防止するような処置を行っていなかったため（図

9）、試験の進行とともに潤滑剤が減少したことによる摩耗形態の変化も考えられる。また、図 8 における総移動距離 20×10⁴mm の結果では、摩耗量が往復距離（往復回数が 5000 回）> 往復回数（往復回数が 2500 回）となっている。今回使用した試験機は往復摺動を行うことから、往復の過程で静摩擦、動摩擦を繰り返している。通常、摩擦力は静摩擦> 動摩擦である。ここで今回の試験機で測定した、基本条件における 2500 回目の往路時の摩擦力を図 10 に示す。摺動開始時に静摩擦により摩擦力が増大し、その後、動摩擦領域として摩擦力が減少し、摺動終了時には停止に伴った摩擦力が発生した。このことから、今回の試験条件では、静摩擦から動摩擦への変化の回数が多いほど（往復回数が多いほど）摩耗量は増大すると考えられる。



図 9 潤滑剤の拡散

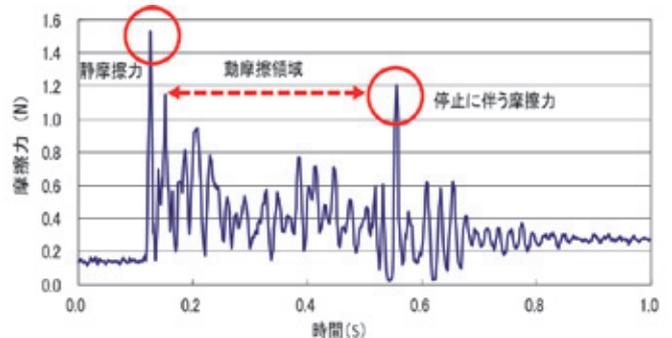


図 10 基本条件 (2500 回目) の摩擦抵抗力

図 11 に横軸が総移動距離、縦軸が摩耗量とした摩耗量と試験速度の関係について示す（22mm/s の 7500 回（総移動距離 60×10⁴mm）は未実施）。これは、負荷荷重及び往復距離を固定し、往復回数を変化させた時の摩耗量と試験速度の関係を示している。試験速度 45mm/s の結果は前述（図 8 参照）のとおりであり、また試験速度が 22mm/s でも総移動距離の増加に伴い摩耗量が二次曲線を示し、Holm の摩耗式は成立しなかった。このことから、今回行った試験速度の差では、

摩耗形態は変化しないと考えられる。また、試験速度が 22mm/s と 45mm/s の時の摩耗量は、22mm/s の方が多かった。潤滑下での摩耗状態はストライベック曲線によって説明され、潤滑剤の粘度、試験速度、負荷荷重により摩擦係数が変化することが示されている（図 12）⁽⁴⁾。図 12 に示すように、混合潤滑領域では低速度ほど摩擦係数が上昇すると言われており、今回の試験条件は、混合潤滑領域に従っていると考えられる。

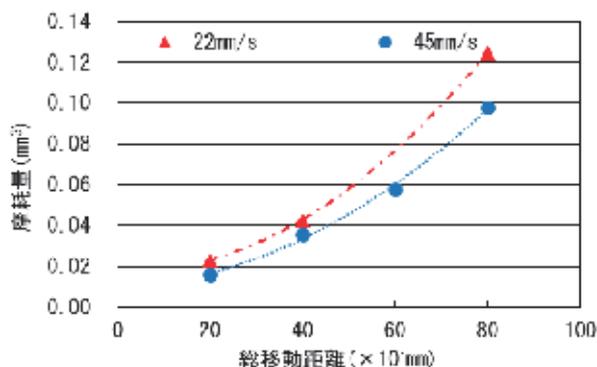


図 11 A 方向における摩耗量に対する試験速度の影響

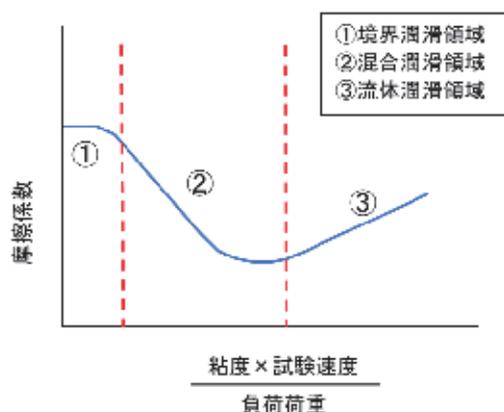


図 12 ストライベック曲線

図 13 に横軸を総移動距離、縦軸を摩耗量とした、摩耗量と取付方向の関係を示す。これは、負荷荷重及び往復距離を固定し、往復回数を変化させた時の摩耗量と取付方向の関係を示している。A 方向は前述のとおり Holm の摩耗式は成立していないが、B 方向では総移動距離の増加に比例して摩耗量が増加し、Holm の摩耗式が成立していた。このことから、同じ試験条件でも試料の取付方向が異なれば、試料接触面の粗さや形状が影響して摩耗形態が変化することが確認できた。特に A 方向では、切断面による往復摺動に伴う摩擦力の影響が大きかったと考えられる。

図 14 は摩耗量と取付位置の関係を示した図である。これは、負荷荷重、往復距離及び往復回数を固定し取付位置のみを変化させた時の摩耗量と取付位置の関係を示している。今回は、取付位置による重心のズレが摩耗量に影響するかを確認するために試験を行った。摩耗量には明らかな差を認めなかったが、バラツキは中央部が小さかった。試料の形状等にもよるが、安定した結果を得るためには可能な限り中央部に取り付けの方が良いと考えられる。

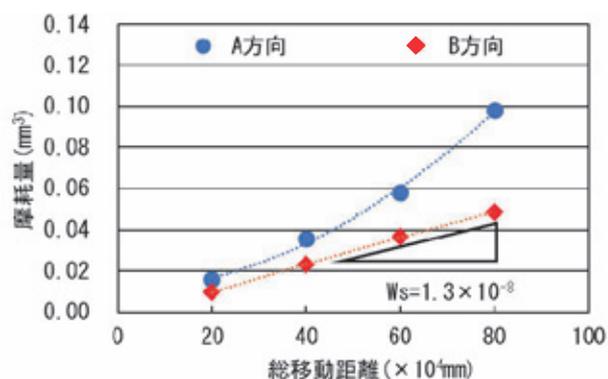


図 13 圧子の取付方向を変えた時の摩耗量の変化

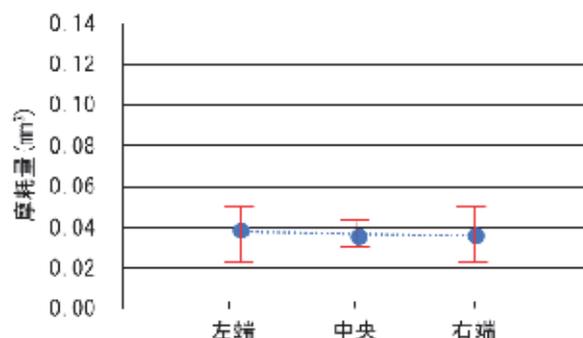


図 14 圧子の取付位置による摩耗量の変化

4. 結言

往復摺動式摩擦摩耗試験機を用いて、摩耗試験に影響を与えると考えられる、負荷荷重、往復回数、往復距離、試験速度、試料の取付方向及び取付位置の 6 因子について検討を行った。結果は以下のように要約される。

- (1) 摩耗量と負荷荷重、往復距離については比例関係を示し、かつ Holm の法則が成立していた。
- (2) 摩耗量と往復回数では、Holm の法則が成立し

なかった。これは、アブレシブ摩耗の発生が少なからず影響した可能性が考えられる。

- (3) 今回使用した試験機では、往復摺動に伴った摩擦力により往復回数が増加するほど摩耗量の差が明瞭になると考えられる。
- (4) 試験速度では、低速度の条件で摩耗量が多かった。このことから今回の実験は、ストライベック曲線の混合潤滑領域での試験状態であったと考えられる。
- (5) 同じ試験条件でも、試料の取付方向により摩耗形態が変化していた。試料接触面の粗さや形状が、摩耗量に影響することが確認された。
- (6) 取付位置では、摩耗量に明らかな差を認めなかったが、中央部に取り付ける方が安定したデータを得られると考えられる。

おわりに、本研究を実施するに際して、試料の提供、摩耗深さの測定実施を行って頂きました、マイクロテクノ株式会社に深謝いたします。

その他、研究への御協力、御支援を頂きました関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 邱源成、摩耗に及ぼすシステム敏感因子の影響に関する研究（1985）、東北大学大学院工学研究科
- (2) 長谷亜蘭、表面技術（2014）、pp.556-561、（一社）表面技術協会
- (3) 倉本英哲、広島市工業技術センター年報（2016）、pp.37-42、広島市工業技術センター
- (4) 長谷亜蘭、精密工学会誌（2015）、pp.643-647、（公社）精密工学会

アルミニウム合金中における各種成分の蛍光 X 線分析について

瀧口 由佳理、倉本 英哲

代表的なアルミニウム合金中のマグネシウム、けい素、マンガン、鉄、銅及び亜鉛について蛍光 X 線分析装置を用いた FP 法による定性（半定量）分析と検量線法による定量分析を行った。今回対象とした分析範囲における結果は、以下のように要約される。

得られた検量線の正確度評価では、マグネシウム、鉄、銅、及び亜鉛で良好な検量線と判断される 5%以下となった。

検量線法において、検出できる範囲は、マグネシウムが約 0.8%以上、けい素が約 0.4%以上であった。

FP 法において、本報告で使用した蛍光 X 線装置の感度係数をそのまま使用する場合、マグネシウムとマンガン以外では含有量が大きくなるほど、標準値と比べて小さくなる傾向を示し、誤差は大きくなる。これらは、感度係数を補正することで精度を向上させることができると考える。

キーワード：アルミニウム、マグネシウム、けい素、蛍光 X 線分析、FP 法、検量線法

1. はじめに

アルミニウムは、鉄と比較して比重が約 1/3 であり比強度が高く、早くから航空産業においては利用され、近年軽量化の進む自動車産業における需要は高まっており、利用や目的に応じ、種々の元素が添加されている。

アルミニウム合金の代表であるジュラルミンは、アルミニウムの機械的性質の改善や時効特性を改善するために、銅 (Cu)、マグネシウム (Mg)、マンガン (Mn)、亜鉛 (Zn) などを添加した材料である。また、アルミニウム合金の鋳造材では、湯流れ性や耐摩耗特性の改善のために、けい素 (Si) が添加され、耐焼き付き性の改善には鉄 (Fe) が添加されることもある。このように、アルミニウム合金では、目的に応じて、上記元素を中心に添加され、その添加量によって材種が区別されている。

蛍光 X 線分析装置は、非破壊、簡便で迅速な分析が可能であり、アルミニウム合金においても、材種の分類などでの使用が期待される。しかし、エネルギー分散型の蛍光 X 線分析装置での分析では、主成分である

アルミニウムのピーク (1.49kV) に近接して Mg

(1.25kV) や Si (1.74kV) の X 線ピークが存在する。このことから、その分析結果は装置固有の感度係数を使用した FP (ファンダメンタル・パラメータ) 法による定性 (半定量) 分析において、添加元素である Mg や Si の分析結果に誤差が出やすく、特に Mg の含有量が、化学分析結果に比べ高値となることをよく経験する。

アルミニウム合金の展伸材は、JIS において、Mg や Si などの含有量により、Al-Si 系合金 (4000 系)、Al-Mg 系合金 (5000 系)、Al-Mg-Si 系合金 (6000 系)、Al-Zn-Mg 系合金 (7000 系) に分類される。JIS H 4000 (アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条)⁽¹⁾、JIS H 4040 (アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線)⁽²⁾及び JIS H 4140 (アルミニウム及びアルミニウム合金鍛造品)⁽³⁾ に示される代表的な合金種の成分を表 1 に示す。

筆者は、実際に蛍光 X 線分析により 2024 合金の定性 (半定量) 分析をした際に、Mg が 3~4%程度検出され、種別の判断に苦慮した経験がある。このような事例の対応策として、標準試料を用いた検量線法による

表 1 JIS における代表的なアルミニウム合金の化学成分

合金系	代表的な合金番号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn
1000 系 (純アルミニウム)	1100	0.95		0.05-0.20	0.05	—	0.10
2000 系 (Al-Cu-Mg 系合金)	2017(ジュラルミン)	0.20-0.8	0.7	3.5-4.5	0.40-1.0	0.40-0.8	0.25
	2024(超ジュラルミン)	0.50	0.50	3.8-4.9	0.30-0.9	1.2-1.8	0.25
3000 系 (Al-Mn 系合金)	3003	0.6	0.7	0.05-0.20	1.0-1.5	—	0.10
4000 系 (Al-Si 系合金)	4043	4.5-6.0	0.8	0.30	0.05	0.05	0.10
5000 系 (Al-Mg 系合金)	5052	0.25	0.40	0.10	0.10	2.2-2.8	0.10
6000 系 (Al-Mg-Si 系合金)	6063	0.20-0.6	0.35	0.10	0.10	0.45-0.9	0.10
7000 系 (Al-Zn-Mg 系合金)	7075(超々ジュラルミン)	0.04	0.5	1.2-2.0	0.30	2.1-2.9	5.1-6.1

単位：mass%

分析が考えられる。

そこで、本報告では、各種のアルミニウム合金中の Mg、Si、Mn、Fe、Cu、Zn における蛍光 X 線分析装置での定量分析について、適用できる範囲などを併せて検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

試料には、含有する各種成分 (Mg、Si、Mn、Fe、Cu、Zn) 量の異なる 7 種類のアルミニウム合金を用いた。

試料 1 と 2 は CRM 認証標準物質 (MBH ANALYTICAL LTD 社製、試料 1 : C55XG26H30、試料 2 : C55XG900J40) である。試料 3~7 は実試料から切り出したアルミニウム合金材料である。試料 3~7 は、JIS H 1307 (アルミニウム及びアルミニウム合金の誘導結合プラズマ発光分光分析法)⁽⁴⁾ (以下、ICP 発光分光法) により、Mg、Mn、Fe、Cu、Zn の各元素の定量分析を行い、また、Si については JIS H 1352 (アルミニウム及びアルミニウム合金中のけい素定量方法)⁽⁵⁾ における ICP 発光分光法により定量分析を行った。

表 2 に、試料 1、2 の CRM 認証標準物質の認証値 (認証書に記載の桁数を表示) 及び試料 3~7 の各成分元素の化学分析 (ICP 発光分光法) 結果を示す。なお、本報告では、表 2 に示す分析値を標準値とした。

表 2 試料各元素の標準値

試料	Mg	Si	Mn	Fe	Cu	Zn
1	1.01	9.6	0.45	1.07	2.19	0.79
2	0.459	1.39	0.75	0.306	0.249	0.149
3	4.82	0.04	0.64	0.18	0.03	0.02
4	0.77	8.33	0.02	0.45	0.20	0.06
5	0.80	8.49	0.09	0.47	0.17	0.05
6	2.9	0.37	0.46	0.52	0.07	0.08
7	2.2	0.38	0.52	0.81	0.02	0.006

単位：mass%

2.2 蛍光 X 線分析

2.2.1 蛍光 X 線分析装置

本報告における蛍光 X 線分析では、(株)島津製作所製のエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 EDX-720 型を使用した。本装置の X 線管はロジウム (Rh) 管球であり、検出対象元素はナトリウム (Na) ~ウラン (U) である。

2.2.2 試験片

試料 1、2 はチップ状であり、また試料 6、7 は切粉であるため、冷間プレス加工して φ20、高さ 10mm の円柱状に成形した。試料 3~5 については湿式試料切断機によって厚さ 5mm に切り出したものを、樹脂埋め込みし、研磨、琢磨して鏡面状態にした面を分析に供した。

2.2.3 分析方法

分析は、FP法による定性（半定量）分析（以下、FP法）と検量線による定量分析（以下、検量線法）を行った。分析条件は、X線照射径をφ10mm、測定雰囲気は真空、フィルターは使用しない設定とした。FP法の場合、X線管電圧は、15kVと50kVを使用し、測定時間はそれぞれの管電圧で100秒とした。定量には、Mg、Siに15kVの値、Mn、Fe、Cu、Znに50kVの値を用いた。また、定量に際しては、標準試料を用いない形で、感度係数は装置付属のものをそのまま使用した。

検量線法の場合、分析線は各元素ともに特性X線のKα線とし、解析範囲は表3に示すエネルギー範囲とした。また、各元素の分析時に使用するX線管電圧と測定時間は表3に示す通りである。

表3 検量線法の分析条件

元素	X線管電圧 (kV)	測定時間 (秒)	解析範囲 (eV)
Mg	20	50	1.10-1.33
Si	20	50	1.65-1.96
Mn	50	100	5.70-6.10
Fe	50	100	6.10-6.70
Cu	50	100	7.70-8.30
Zn	50	100	8.34-8.80

3. 結果および考察

3.1 検量線法

図1に、検量線法による分析で得られた各元素の規格化X線強度（以下、XRI）と標準値（以下、 Q_m ）の

関係を示す。すべての元素で比較的良好な直線関係を示していることが分かる。ここで、規格化X線強度とは、測定したX線強度をバックグラウンド補正したX線強度を示す。

図中に、XRIと Q_m の関係を示し、最小二乗法により直線近似した結果（検量線）を点線で示す。得られた検量線を使用して、XRIをそれぞれの元素量に換算した定量値（ Q_{XRI} ）及び定量値と Q_m との差（偏差）を表4に示す。また、各試料について、検量線を評価するため、それぞれの元素において標準偏差（正確度）を

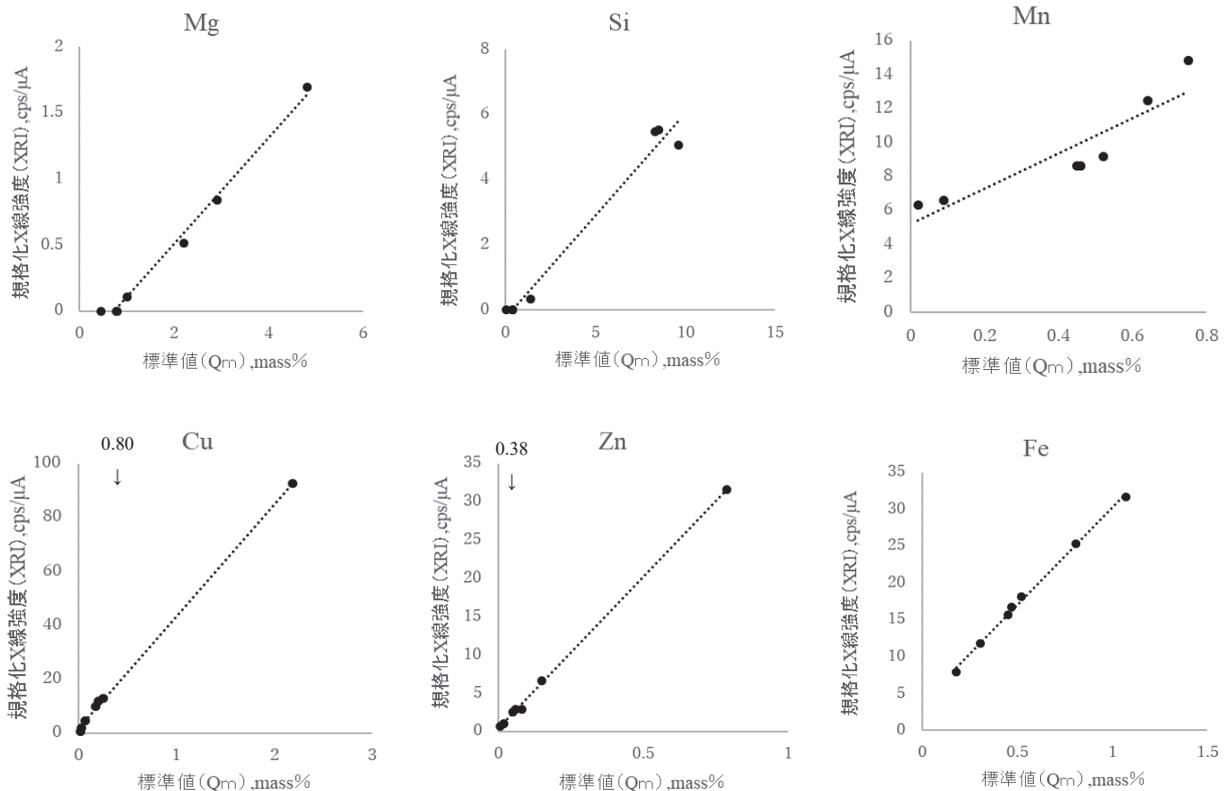


図1 各元素のXRIと Q_m の関係

表 4 蛍光 X 線分析(検量線法)による各成分量の分析結果

試料	Mg		Si		Mn		Fe		Cu		Zn	
	Q _{XRI}	Q _m - Q _{XRI}	Q _{XRI}	Q _m - Q _{XRI}	Q _{XRI}	Q _m - Q _{XRI}	Q _{XRI}	Q _m - Q _{XRI}	Q _{XRI}	Q _m - Q _{XRI}	Q _{XRI}	Q _m - Q _{XRI}
1	0.99	-0.02	8.42	-1.18	0.33	-0.12	1.05	-0.02	2.18	-0.01	0.79	0.00
2	0.73	0.27	0.89	-0.50	0.93	0.18	0.30	0.00	0.27	0.02	0.16	0.01
3	4.95	0.13	0.33	0.29	0.70	0.06	0.16	-0.02	0.00	-0.03	0.02	0.00
4	0.73	-0.04	9.07	0.74	0.11	0.09	0.45	0.00	0.24	0.04	0.07	0.01
5	0.73	-0.07	9.18	0.69	0.14	0.05	0.49	0.02	0.19	0.02	0.05	0.00
6	2.82	-0.08	0.35	-0.02	0.33	-0.13	0.54	0.02	0.07	0.00	0.06	-0.02
7	2.01	-0.19	0.37	-0.01	0.39	-0.13	0.81	0.00	-0.03	-0.05	0.01	0.00
正確度	0.15		0.63		0.13		0.02		0.03		0.01	
正確度評価	3.1%		6.5%		16.8%		1.6%		1.4%		1.1%	

正確度評価以外の単位：mass%

求めた。

計算式は、以下に示すとおりである。

$$\text{正確度 (\%)} = \{ (\sum d^2) / (n-1) \}^{1/2}$$

d：偏差 (Q_m - Q_{XRI})

n：試料数

正確度評価は、正確度を検量線における最高濃度で除した数値で判断する。この評価値は表 4 中に示すとおりで、5%以下の数値であれば良好、つまりバラツキが小さいと判断されている⁽⁶⁾。結果では、Si と Mn 以外の元素で 5%以下となった。Si についても、6.5%とまずまずの値で、この若干の悪化の原因としては、後述する 0.5%以下の領域で分析できていないことが考えられる。

図 1 では、試料 1~7 の各元素含有量の範囲において、比較的良好な線形性が確認されている。ここで、Mg と Si に注目してみると、検量線において Mg では Q_m が約 1%以下の領域で、また、Si では 0.5%以下の領域で XRI が 0 となっている。XRI が 0 以下とは、ピークを検出できないことを表している。ピークを検出できない原因としては、蛍光 X 線におけるスペクトルを示す図 2 から分かるように、母材であるアルミニウムの XRI の影響を受けて、Mg の XRI がバックグラウン

ドに埋もれたためと考える。

3.2 FP 法と検量線法の比較

図 3 に、標準値に対する FP 法と検量線法により求めた分析値の関係を、それぞれの分析対象元素ごとに示す。図では、標準値及び分析値ともに、同じスケールとしており、図中の点線から離れるほど分析値の標準

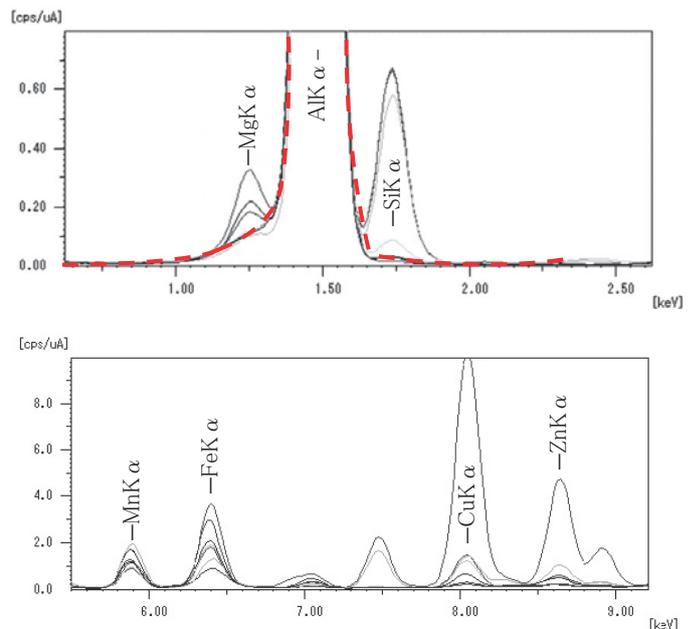


図 2 蛍光 X 線におけるスペクトル

上段：Mg、Al、Si

下段：Mn、Fe、Cu、Zn

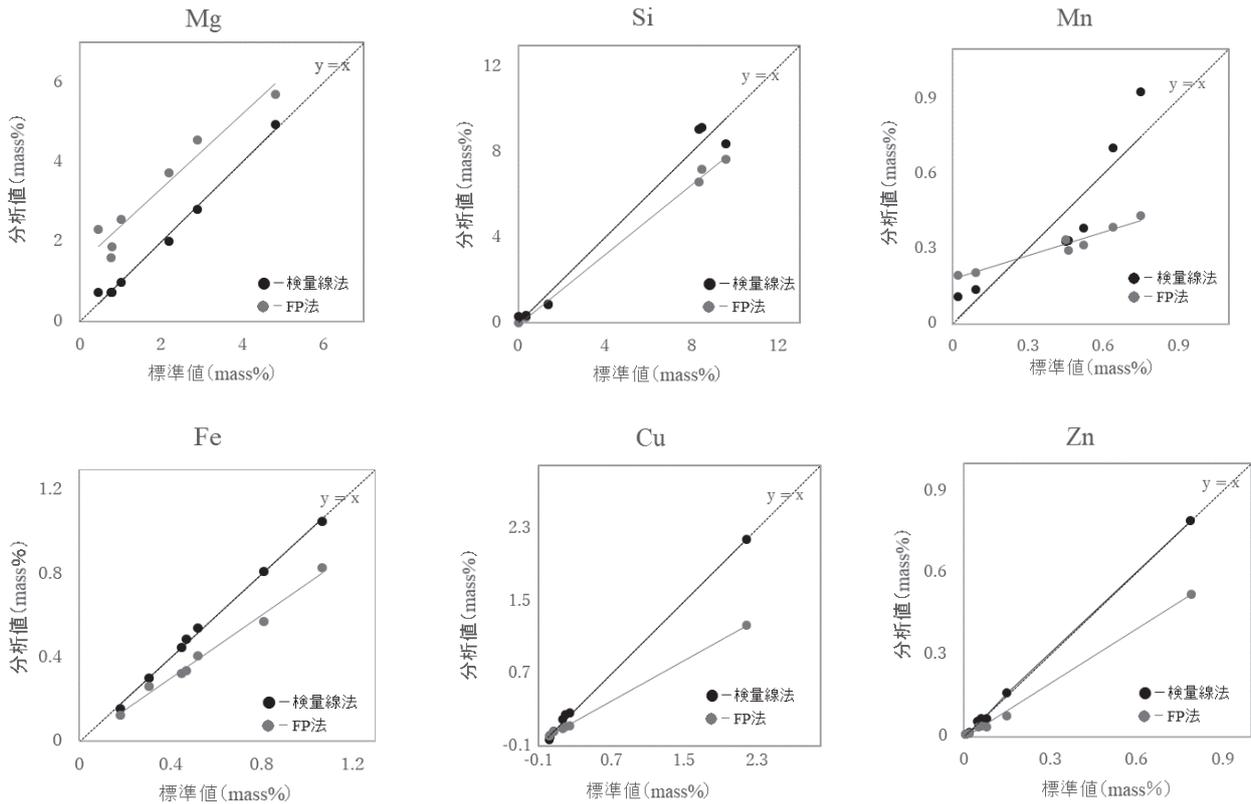


図3 FP法と検量線法の比較

値からの誤差が大きいことを表している。FP法でのSi、Fe、Cu、Znの分析結果では、おおむね0を通る良好な直線関係を示している。しかし、その傾きは小さくなっており、含有量が多くなるほど標準値と比較して誤差が大きくなる。

Mnの分析結果では、傾きは小さくなっているが、切片の値が大きく、含有量がほぼ0%であるにもかかわらず、分析値は0.2%程度含有している結果となっている。この原因としては、Mnの検出ピークの近傍にクロム(Cr)の $K\beta$ 線のエネルギー(5.95eV)のピークが存在しており、この影響を受けたものと考えられる。ここで、本報告では分析対象としていなかったため、化学分析はしていないものの、FP法で検出、定量解析されたCrの含有量の分析結果を表5に示す。

FP法では、濃度の算出にあたり、収束演算をしているため、バラツキは小さくなり、また、ピークの重なりの影響などを考慮した補正を行っている。しかし、Mnの場合は、計算による重なり補正よりもMnの感度係数の影響が大きかったため、分析値が大きすぎた

表5 CrのFP法における定量結果

試料	1	2	3	4	5	6	7
Cr	0.23	0.13	0.07	0.03	0.03	0.02	0.02

単位：mass%

のではないかと考える。つまり、装置固有のMnの感度係数が小さく見積もられていると考える。

Mgの分析結果では、検量線法とFP法ともに傾きはほぼ同様であり、感度係数は同じと思われる。しかし、FP法では、Mnと同様に、実際の含有量が0%の場合においても約1.8%程度含有するとの分析結果を示す。これは、図2からも分かるが、母材であるアルミニウムのXRIの影響を受けることで本来のMg含有により検出されるよりも大きな値が検出されているためと考える。なお、純アルミニウムのスペクトルは図2に示す破線である。

以上より、FP法の分析において、解析における感度係数などの補正を見直すことで精度向上につながる可能性があると考えられる。

検量線法で検出できる範囲は、Mg が約 0.8%以上、Si が約 0.4%以上であった。例えば、表 1 の分類においての判断では、Mg が 0.8%以下の材種として合金番号 2017、4043、6063 があり、これらの判別はできないことになる。また Si について 0.4%以下の材種は、合金番号 2017、2024、3003、5052、6063、7075 と合わせるとほぼ全ての材種について判別ができない。アルミニウム合金では、Mg、Si とともに主要添加元素と考えられ、それぞれの定量できない値以下の材種が多数あることから、厳密な意味での分類は難しい。

4. まとめ

代表的なアルミニウム合金中のマグネシウム、けい素、マンガン、鉄、銅及び亜鉛について蛍光 X 線分析装置を用いた FP 法による定性（半定量）分析と検量線による定量分析を行った。結果は、以下のように要約される。

- (1) 得られた検量線の正確度評価は、マグネシウム、鉄、銅、及び亜鉛で良好な検量線と判断される 5% 以下となった。
- (2) 検量線法において、検出できる範囲は、マグネシウムが約 0.8%以上、けい素が約 0.4%以上であった。
- (3) FP 法において、本報告で使用した蛍光 X 線装置の感度係数をそのまま使用する場合、マグネシウムとマンガン以外では含有量が大きくなるほど、標準値と比べて小さくなる傾向を示し、誤差は大きくなる。これらは、感度係数を補正することで精度を向上させることができると考える。

おわりに、本研究を実施するに際して使用した蛍光 X 線分析装置及び湿式試料切断機は公益財団法人 JKA の公設工業試験研究所等における機械設備拡充により整備したものである。

その他、研究への御協力、御支援をいただきました関係各位に深く感謝します。

参考文献

- (1) JIS H 4000 アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条 (2014)
- (2) JIS H 4040 アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線 (2015)
- (3) JIS H 4140 アルミニウム及びアルミニウム合金の鍛造品 (1988)
- (4) JIS H 1307 アルミニウム及びアルミニウム合金の誘導結合プラズマ発光分光分析方法 (1993)
- (5) JIS H 1352 アルミニウム及びアルミニウム合金中のけい素定量方法 (2007)
- (6) 島津 EDX ユーザーズセミナーテキスト (2012)

3D3 プロジェクトへの取組み

黒口 新¹、田中 真美

国立研究開発法人産業技術総合研究所が実施する「3D 計測エボリューション」に参画した。当センターは、3D3 プロジェクト運営協議会（以下「運営協議会」という。）から提供された設計データを基に、インクジェット式三次元造形機による造形とマイクロメータによる寸法測定を行った。

キーワード：3D3 プロジェクト、インクジェット式三次元造形機、マイクロメータ

1. はじめに

当センターでは、熱溶解式三次元造形機及びインクジェット式三次元造形機を設備使用機器として企業へ開放しており、試作品の作製等に使用している。

インクジェット式については平成 26 年度に導入しており、サポート材が水溶性であることや積層ピッチが 15 μm であることから、それ以前に導入した熱溶解式と比較してより複雑な形状にも対応できるようになっている。しかし、その造形精度については、メーカー公称値が明らかにされていない。

そこで、当センターは、平成 27 年度より、造形精度の把握や関連技術情報の収集などを目的に、国立研究開発法人産業技術総合研究所が主催する 3D2 プロジェクト（平成 28 年度より 3D3 プロジェクトに名称変更）に参画している。

平成 30 年度のプロジェクト内容は、参画した全ての公設試験研究機関が取り組む「全体課題」、参画を希望した公設試験研究機関が取り組む「自由課題」の 2 種類である。当センターは「全体課題」に参画した。

なお、本プロジェクトには当センターを含めて 42 公設試験研究機関が参画し、三次元造形機や三次元測定機のメーカーもオブザーバーとして参加している。

2. 全体課題

2.1 全体課題の内容

運営協議会から配布された設計データをインクジェット式三次元造形機で造形し、マイクロメータを用いて造形した器物の面間距離を測定する。

2.2 造形器物

運営協議会から配布された造形器物の CAD モデルを図 1 に示す。造形器物は、直方体（一辺 30mm）の各コーナー及び上下面の各辺を面取りしたものであり、測定作業を容易にするため、固定時に使用できる円柱（ $\phi 10\text{mm}$ 、高さ 20mm）が取り付けられている。また、3D プリンターへセットする方向の目印として直方体の側面には切欠き部が配置されている。

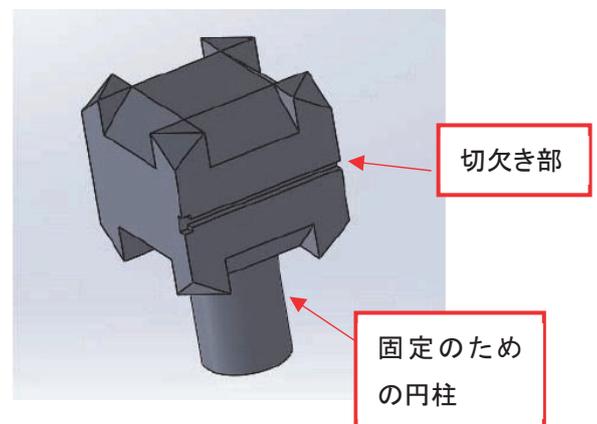


図 1 造形器物の CAD モデル⁽¹⁾

1 (現) 広島市都市整備局設備課

2.3 使用した 3D プリンタ

造形には、(株)キーエンスの AGILISTA-3100 を用いた。仕様を表 1、外観を図 2 に示す。

表 1 AGILISTA-3100 の主な仕様

メーカー	(株)キーエンス
型式	AGILISTA-3100
造形方式	インクジェット式
最大造形サイズ	297×210×200mm (横×縦×高さ)
造形ピッチ	15 μm
	20 μm
表面仕上げ	マット (モデル表面全体をサポート材で覆うように造形する方法)
	グロッキー (モデルの表面を透明な状態で造形する方法)



図 2 AGILISTA-3100 の外観

2.4 造形条件

図 3 に示すように切欠き部が造形機の取り出し口側にくるように配置し、以下の条件で造形した。

- ・造形個数 1 個
- ・表面仕上げ マット
- ・積層ピッチ 20μm

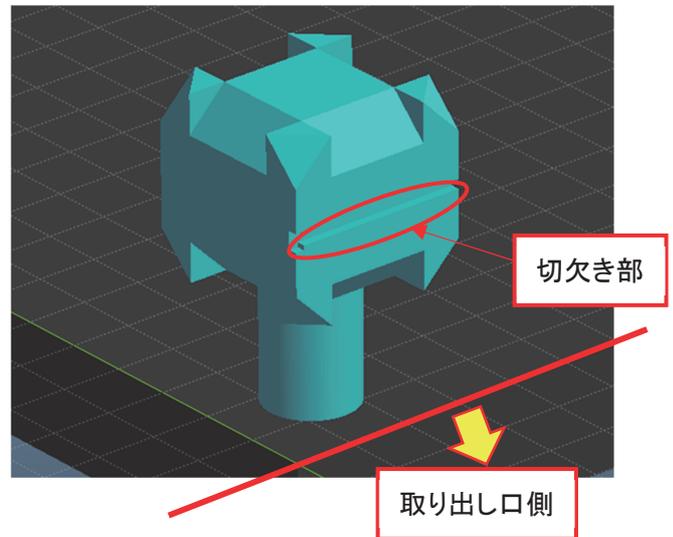


図 3 造形器物の配置図

2.5 サポート材の除去及び保管方法

造形終了後は、速やかに造形プレートから取り外し、サポート材除去用溶液に 1 日漬け込んだ。サポート材を完全に除去した造形器物を図 4 に示す。サポート材を除去した後は、造形器物の円柱部をバイスで挟んだ状態で段ボールに入れ、温度 23℃、湿度 50%の部屋に保管した。

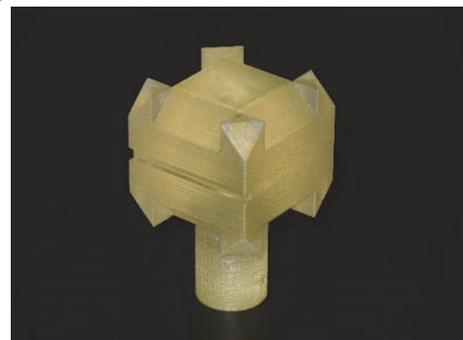


図 4 サポート材を除去した造形器物

2.6 寸法測定

寸法測定には、マイクロメータを使用し、基準棒を用いて基点調整を行った後、測定を実施した。また、実施ガイドラインに基づき、測定環境に 1 時間放置後、マイクロメータを図 5 のように固定した状態で測定を行った。

測定箇所は図 6 の P1 から P8 までの 8 面と、図 7 の

8つの丸印内にある32面である。図6のように各辺に設けられた8つの面について、平行な対角面間(P1-P6、P2-P5、P3-P8、P4-P7)の距離を測定した。また、図7のように各コーナーに設けられた領域にはそれぞれ、図8のような4つの面がある。各軸方向に垂直な面(①②③)と対角方向に垂直な面(④)を用いて、各軸方向及び各対角方向の面間距離を測定した。

なお、各距離を測定する際は、5回の繰り返し測定を行い、その内の最大値を測定結果とした。

また、保管環境による経時変化を確認するために、6度の測定を行った。結果を表2に示す。

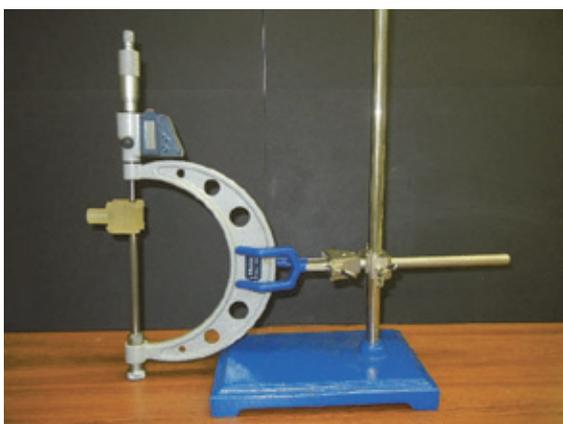


図5 寸法測定の様子

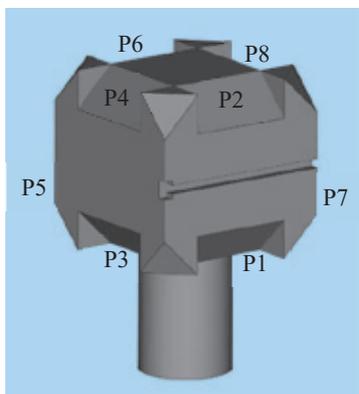


図6 造形器物の測定箇所(8面)⁽¹⁾

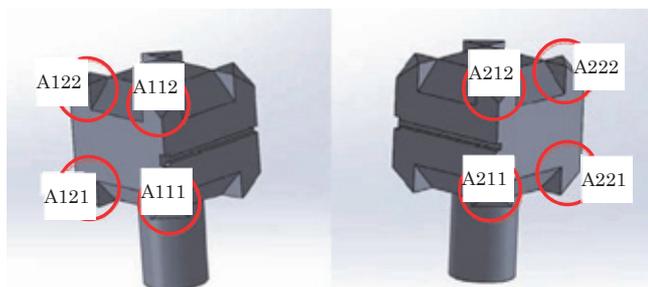


図7 器物器物の測定箇所(32面)⁽²⁾

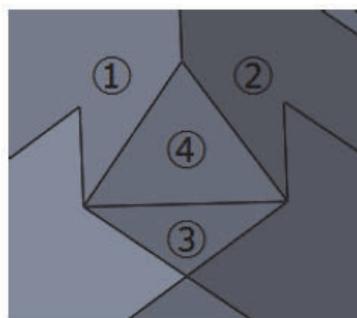


図8 コーナー部の4面⁽²⁾

表2 測定条件

測定回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
測定日	7/10	7/17	7/31	8/10	8/16	8/31
温度	21.4℃	22.1℃	24.9℃	22.3℃	22.2℃	24.7℃
湿度	46%	45%	37%	44%	45%	38%

2.7 測定結果

図9は、各コーナーにもうけた領域における各軸方向の面間距離の結果である。X軸方向及びY軸方向が、設計値よりも約0.05mm~0.1mm小さい結果となった。また、経時変化は見られなかった。

図10は対角方向の面間距離(A-A面)の結果である。A121-A212は、多少経時変化が見られたものの、ほぼ設計値どおりの寸法であった。その他の対角面は4回目以降は、ほぼ一定となり、設計値より0.07mm程度小さい結果となった。

図11は各辺にもうけた面の対角方向(P-P面)の面間距離結果であるが、いずれの対角面も設計値よりも0.07mm~0.2mmほど大きい結果となった。軸方向と同様に、経時変化は見られなかった。

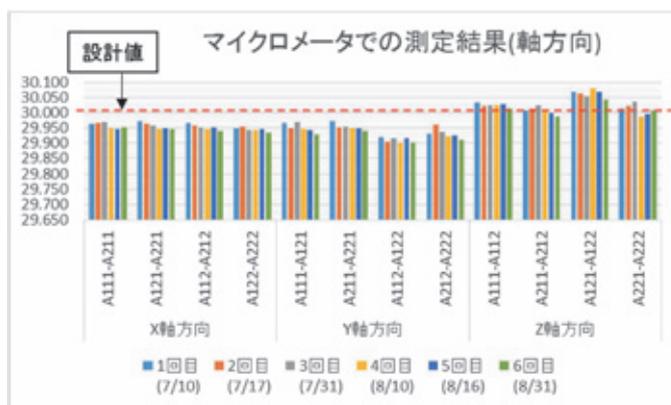


図9 軸方向の面間距離

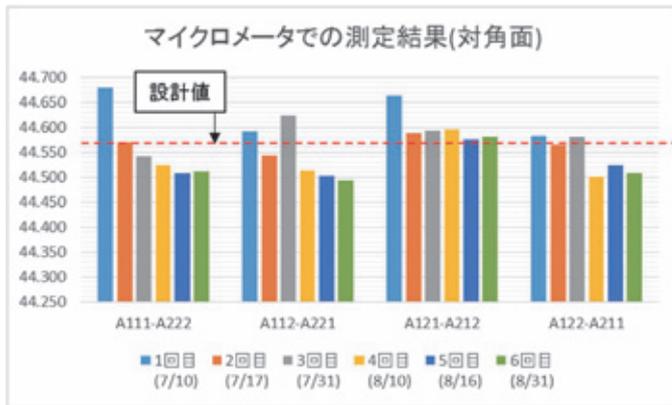


図 10 対角面方向の面間距離 (A-A 面)

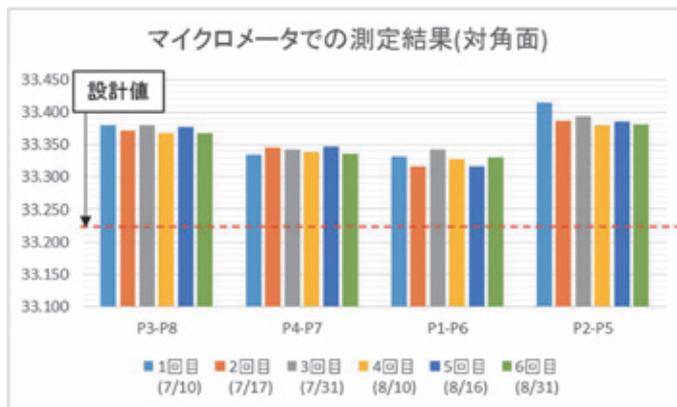


図 11 対角面方向の面間距離 (P-P 面)

3. おわりに

3D3 プロジェクトのガイドラインに基づき、インクジェット式三次元造形機による造形とマイクロメータによる寸法測定を行った。

その結果、軸方向については X 軸方向及び Y 軸方向が、設計値よりも約 0.05mm～0.1mm 小さい結果となった。また、各面对角における距離 (A-A 面) について、A121-A212 は、ほぼ設計値どおりの寸法であったが、その他の対角面は 0.07mm 程度小さい結果となった。

さらに、各面内対角における距離 (P-P 面) では、いずれの対角面も 0.07mm～0.2mm ほど大きい結果となった。

今後は、造形方法の違いが寸法精度に与える影響、経年劣化による変形等について評価を行い、中小企業の技術指導相談に役立てていきたい。

おわりに、本調査実施に際して使用したインクジェット式三次元造形機は、公益財団法人 JKA の公設工

業試験研究所等における機械設備拡充により整備したものである。

また、国立研究開発法人産業技術総合研究所の方々をはじめ、本取組みに御協力、御支援をいただきました関係各位に深く感謝します。

参考文献

- (1) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター産総研地域連携戦略予算プロジェクト「3D 計測エボリューション」(3D3 プロジェクト)実施ガイドライン 2018 年度 全体課題 Draft p.12
- (2) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター産総研地域連携戦略予算プロジェクト「3D 計測エボリューション」(3D3 プロジェクト)実施ガイドライン 2018 年度 全体課題 Draft p.15

接触式三次元測定機による真円度の評価方法について

田中 真美

計測技術の向上を目的として、独立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研とする）が主催する三次元測定機に関する様々な測定ノウハウを検証する取り組みに参加した。

表面性状の異なるシャフトの真円度を測定し、必要な測定点数や測定速度などについて検証した。

キーワード：接触式三次元測定機、表面性状、真円度

1. 緒言

接触式三次元測定機は、様々な長さや角度のスタイラスを組み合わせて様々な寸法や幾何公差の評価を行うことができ、測定物の大きさや形状の制約が少ない汎用性の高さが大きな利点である。一方で、測定方法によっては、カタログスペック以上の精度が期待できることもあれば、誤った結果を出してしまうこともある。

産総研が主催する産業技術連携推進会議 知的基盤部会 計測分科会 形状計測研究会では、何となく伝承されているけれども、実は正しいかどうか検証したことがない三次元測定機に関するノウハウを「CMMの都市伝説」と名付け、実験やシミュレーションによって検証するという取り組みが行われている。本取り組みは、平成26年度から行われており、形状計測研究会に参加している都道府県市の公設試が各自でテーマを決めて実験を行い、同研究会で発表している。併せて、翌年度には、参加者が執筆した検証結果の報告書をまとめた冊子を制作している。

当センターは、平成30年度にこの取り組みに参加し、接触式三次元測定機で真円度を評価するときの測定方法について検証した。

2. 検証テーマ

図1と表1に、当センターの接触式三次元測定機の写真と仕様を示す。



図1 接触式三次元測定機

表1 接触式三次元測定機の仕様

メーカー	株東京精密
型式	XYZAX SVA fusion9/10/6
測定範囲	X軸:850mm、Y軸:1000mm、 Z軸:600mm
最大許容指示誤差	$MPE_E = 1.9 + 4L/1000 \mu m$
導入年度	平成19年度

当センターでは、自動車部品や自動車部品製造に使う治具等を中心に様々な試料を測定するが、利用企業から真円度のみの評価を依頼されることはあまりなく、各部の寸法、平行度や平面度等の幾何公差と併せて依頼されることがほとんどである。

真円度や円筒度、同軸度といった円筒形状の評価を行う専用機に真円度測定機がある。これは、回転精度

の高いテーブル上に試料を搭載し、スタイラスで側面をなぞることにより形状を評価する測定機であるが、測定物の形状や大きさに制限がある。そのため、要求公差が精度内であれば、まとめて三次元測定機で評価することが多い。

また、当センターの接触式三次元測定機では、スキヤニング測定用のプローブとポイント測定用の回転プローブを使用しており、真円度や2次曲線といったものの測定には、スキヤニング測定を行うことが多い。

このたび CMM の都市伝説への参加について打診があった時期に、サイズの大きい円盤内径の真円度測定の相談があり、以下の技術課題について、取り組んでみることにした。

- ア. スキヤニング測定が出来ず、ポイント測定で真円度評価を行う場合は、サンプリングポイント数をどのくらいにするのが適当なのか。
- イ. 日頃は、スキヤニング測定速度 1mm/s 程度でサンプリングピッチも小さくして測定しているが、径の大きい試料の場合は時間がかかる。測定速度はどの程度まで上げられるか。
- ウ. 真円度評価の測定条件には、表面粗さがどのように影響するのか。

3. 測定方法

3.1 表面性状の測定

当センターの接触式三次元測定機で評価するという前提から、真円度が 10~20 μm 程度の丸棒を旋盤で加工し、4 種類の試料を作製した。4 試料の写真を図 2 に示す。いずれも直径は 30 mm である。

それぞれ軸方向と円周方向で、真円度測定箇所付近の粗さ測定を行った。図 3 に表面粗さ輪郭形状測定機の写真、表 2 に主な仕様を示す。

4 試料の表面粗さ測定結果を図 4 と図 5 に示す。軸方向で見ると、試料 No.1~3 は、山谷のピッチや高さが規則的で、No.4 は、不規則になっていることがわかる。

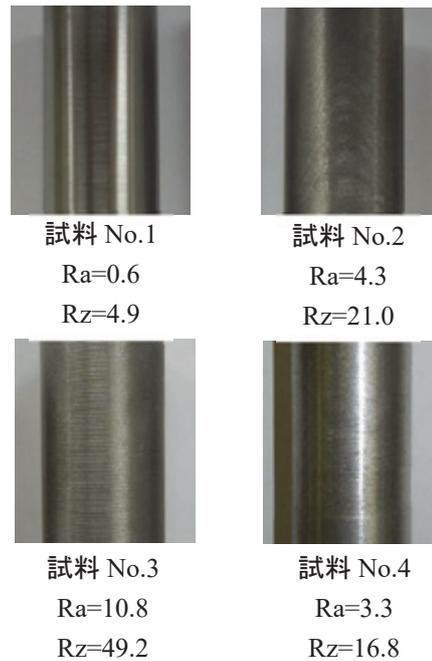


図 2 試料写真



図 3 表面粗さ輪郭形状測定機

表 2 表面粗さ輪郭形状測定機的主要仕様表

メーカー	(株)小坂研究所	
型式	DSF900K31	
使用 スタイラス	触針先端半径	2 μm
	測定範囲	$\pm 6\text{mm}$
	分解能	0.75nm
導入年度	平成 27 年度	

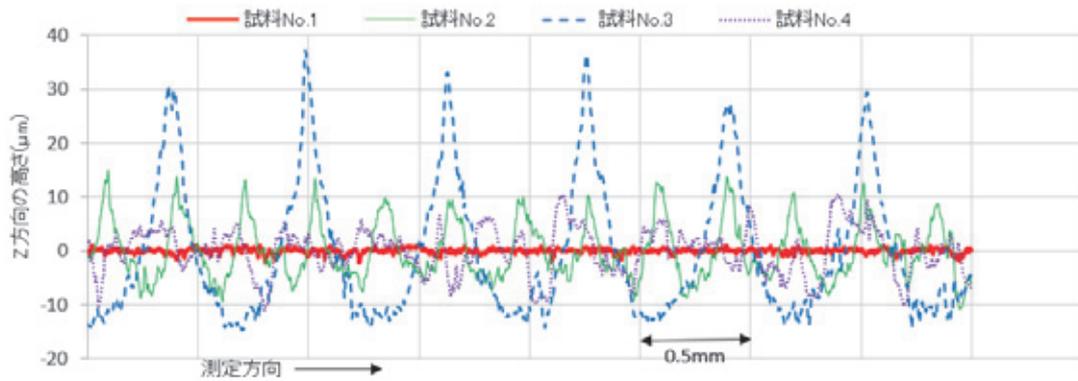


図4 軸方向の表面粗さ測定結果

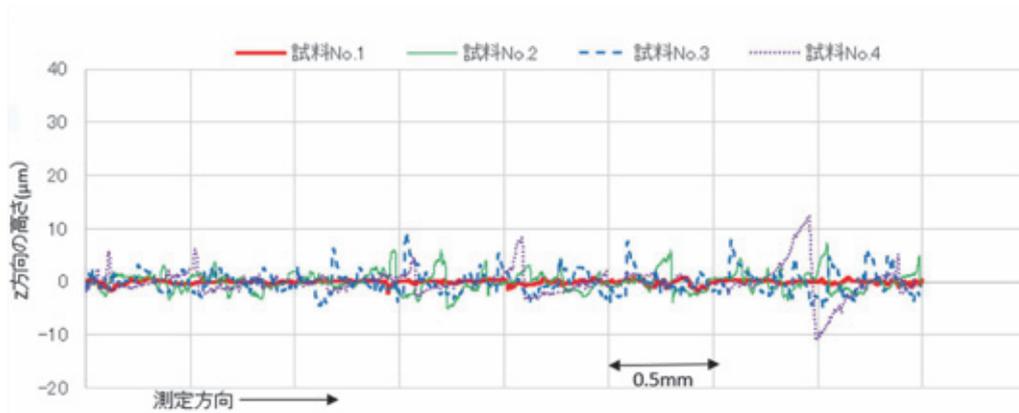


図5 円周方向の表面粗さ測定結果

3.2 真円度の測定

ポイント測定もスキヤニング測定も同じ条件で、スタイラス先端径は3mm、測定圧は200mNで測定を行った。N数は2回で平均値を測定値とした。図6に測定の様子を示す。



図6 測定の様子

3.2.1 ポイント測定

サンプリングポイント数を、8、36、72、90、120、150、180点に指定し、円周上を等分割した測定を行った。また、測定位置をずらし、合計3回の測定を行った。

3.2.2 スキヤニング測定

測定速度を1mm/s、3mm/s、5mm/s、7mm/s、10mm/sと変化させ、スキヤニング測定を実施した。N数を2回として、平均値を測定値とした。フィルタ処理は行わなかった。

4. 結果

4.1 ポイント測定

図7にポイント測定の測定結果を示す。試料No.1とNo.2は、72ポイント以上でほとんど変わらない結果となった。試料No.3とNo.4は、測定位置で値が変わる場合があったが、概ね150ポイント付近で収束した。

4.2 スキヤニング測定

図8~10にスキヤニング測定の結果を示す。いずれも縦軸はポイント測定結果との比較である。図8と9のサンプリングポイントは180点、図10は3600点である。

図8はポイント測定との差を割合で示したものの、図9は測定値そのものの差である。

図8から、表面の状態に関わらず、3mm/sまではポイント測定結果と、7%以内の差になっていた。

また、図9から、表面性状の小さい試料No.1は、ポイント測定結果の真円度6 μm に対し、10mm/sの場合でも0.3 μm の差であった。測定機の精度による誤差を考慮すると、測定速度をかなり上げて問題なさそうなことが分かった。高速で測定した場合、表面性状によ

って真円度測定の結果に大きく差があり、特に旋盤で高速送りをして不規則な粗さにしたNo.4については、繰り返し誤差自体が3 μm 以上となった結果があった。

図10は、スキヤニング測定で、サンプリングポイントを真円度測定機並みの3600点にしたときの測定結果である。フィルタ処理は行っていない。表面粗さの状態に関係なく、どの測定速度でもポイント測定と大きく差があった。ポイント測定の結果と比較する場合は、適切なフィルタをかける必要があると考える。

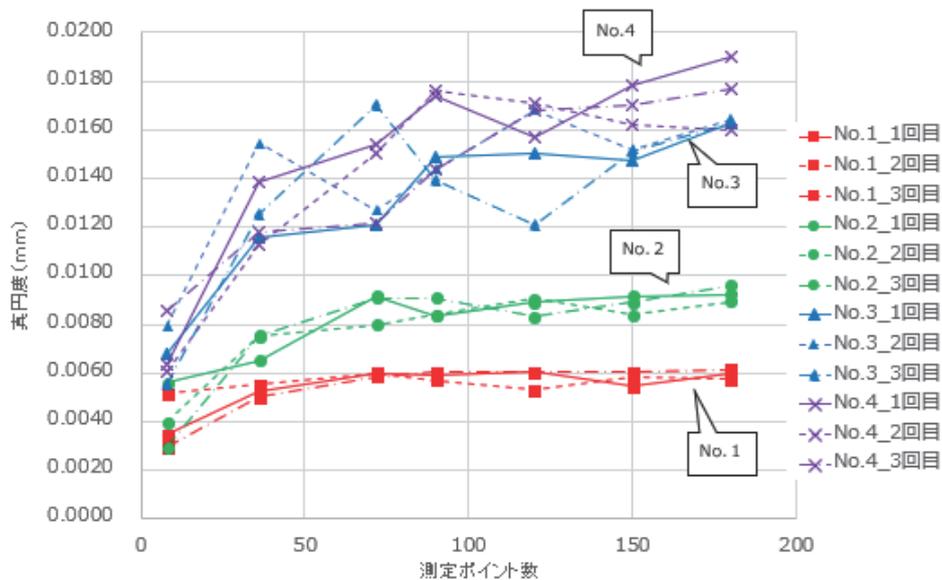


図7 ポイント測定結果

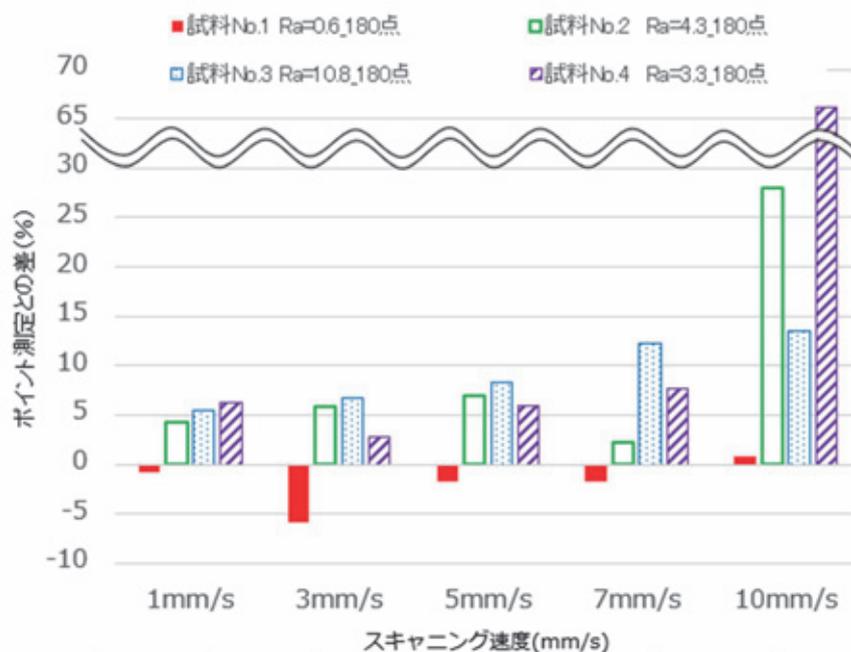


図8 スキヤニング測定結果(ポイント測定との差の割合(%))

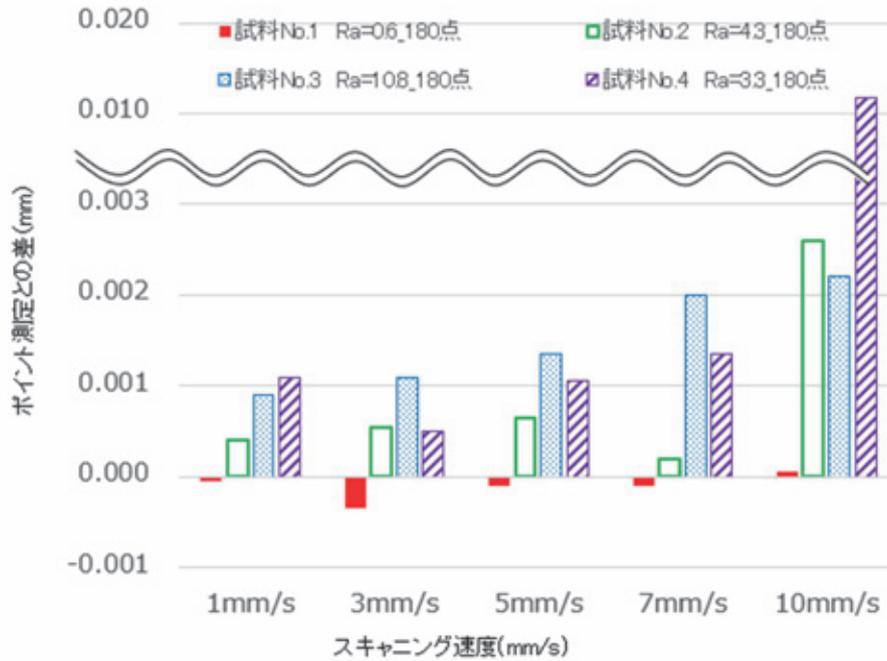


図 9 スキャニング測定結果(ポイント測定との差(mm))

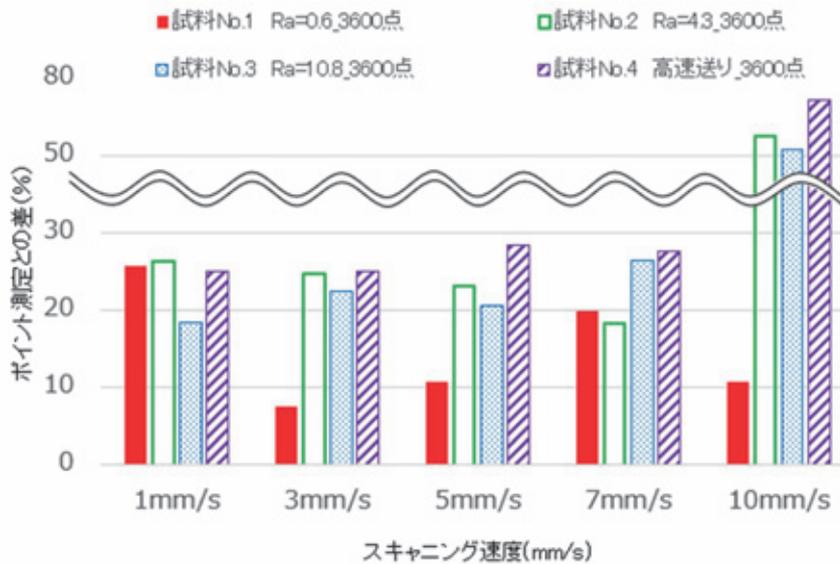


図 10 スキャニング(3600点)測定結果(ポイント測定との差の割合(%))

5. おわりに

このたび、接触式三次元測定機による真円度の評価について、測定条件による結果の違いや表面性状の影響を検討することを目的に、旋盤加工により4種類の試料を作製した。

今回の実験により、以下の知見を得られた。

(1) 製品製造の際には、一般的に、形状精度の良い、

みがき棒鋼などの既製品シャフトを購入すると思われる。また、スプロケットなど他の部品と組み合わせる場合は旋盤で加工するため、粗さや真円度が極端に大きくなることは考えにくい。今回、表面性状による差を見るために極端に粗さの悪い試料も測定したが、通常の加工物であればポイント測定で、72点も取れば十分と思われる。

(2) スキャニング測定の場合、粗さの悪い試料ほど、測定速度による差が大きくなる。

- (3) スキャニング測定で、サンプリングポイント数が180点の場合、測定速度が5mm/secまでであれば、ポイント測定との差は10%未満に納まる。
- (4) スキャニング測定で、測定点数を真円度測定機並みに多くした場合、測定速度や表面性状に関係なく、ポイント測定の結果と大きく差があった。

接触式三次元測定機で真円度の評価を行う際、適切なサンプリング数や測定速度の条件設定は、試料の径が大きい場合や試料の数が多い場合、測定作業時間に大きく影響する。

今回の実験で、試料の形状等による制約から三次元測定機を使用せざるを得ない場合には、製品の使用条件等により測定方法やフィルタ等の評価条件を検討する必要があることがわかった。

今後は、スタイラス径の違いや、真円度測定機での測定結果と比較する場合の測定条件なども検討していきたいと考えている。

おわりに、本取り組みに際して使用した接触式三次元測定機及び表面粗さ輪郭形状測定機は、公益財団法人 JKA の公設工業試験研究所等における機械設備拡充により整備したものである。

このような取り組みの機会をいただき、実験条件の検討等でご助言くださった国立研究開発法人産業技術総合研究所の方々をはじめ、御協力、御支援いただきました関係各位に深くお礼申し上げます。

デザイナーマッチングサイト「と、つくる」の実施状況

大川 泰明

デザイナーマッチングサイト「と、つくる」は広島広域都市圏域（以下、「圏域」という。）のデザイナーを紹介するサイトである。このサイトを通じて中小企業等への指導・相談、コーディネートを行うことにより、中小企業が自社製品に相応しいデザイン事業者を探すことを可能にし、デザイン人材の活躍の場の創出等によるデザイン産業の振興や、デザイン事業者と中小企業の協業の促進による圏域内企業の競争力強化を図るものである。当事業は広島広域都市圏事業として広島市から委託を受け、(公財)広島市産業振興センターが平成 28 年度より運営している。平成 30 年度の事業の実施状況について報告する。

キーワード：デザイナー、マッチング、広島広域都市圏

1. はじめに

圏域の中小企業等は、厳しい経済環境の下で、製品の高付加価値化や自社製品の開発等を進め、競争力の強化を図ることが求められている。その手法として、デザインの活用によるブランド化が注目されており、全国的にもデザイン振興や地域発のブランド構築の取組みが進められている。

圏域内の中小企業等の競争力を強化するには、デザイン産業の振興とデザイン事業者と製造業との協業が有効であるが、デザイン事業者を利用したことのない中小企業等がデザインを導入しようとしても、情報が少ないため適切なデザイナーを見つけることが困難であるという課題がある。

このため、圏域内のデザイナーに関する情報を提供するサイトを構築・運営し、中小企業とデザイナーのマッチングを図ることで中小企業のデザイン活用を促進することがこの事業の目的である。本稿では事業の実施状況について報告する。

2. これまでの経緯

平成 29 年 3 月 27 日に公開し、運用を開始した「と、つくる」では、平成 28 年度に 40 社、平成 29 年度に 20 社（累計 60 社）の圏域内のデザイン事業者を登録し、デザイナーの情報を提供している。そして掲載さ

れたデザイナーの情報をみた企業がデザイナーとの協業を希望する際には相談に対応し、企業とデザイナーとのマッチングをコーディネートしている。

3. 平成 30 年度の実施経緯

平成 30 年度は新たに 12 社のデザイン事業者をサイトに登録し、平成 30 年度末現在累計で 71 社の登録となった（平成 30 年度に 1 社登録削除を行ったため）。また平成 30 年度からは登録済みのデザイナーの記事更新も開始している。登録済みデザイナー 4 社の新たな協業事例を取材し、記事更新を行った。

平成 30 年度の企業からの相談件数は 79 件（平成 28 年度からの累計では 155 件）、企業とデザイナーのコーディネート（企業とデザイナーとのマッチングが行えたもの）件数は 48 件（平成 28 年度からの累計では 92 件）である。

4. サイトの概要

デザイナーとの協業経験に乏しい中小企業の経営者や商品開発担当者を主なユーザーとして設定し、そのユーザーにとって使いやすいサイトになるよう、掲載内容に配慮している。難しいデザイン用語の使用は避け、デザインに馴染みのないユーザーでもわかりやすい表現を心がけ、掲載する写真や、テキストのレイア

ウトもシンプルで見やすいものとなるよう工夫した。



図1 サイトのトップページ

デザイナーの情報は、「デザイナーと、つくった事例」というコンテンツで紹介している。企業との協業事例についてデザイナーを取材し、その内容を掲載している。取材は、職員自らインタビューアーとなっている。



図2 取材の様子

ここでは、デザインした商品ができるまでにどのような経緯で進んでいったかなどをデザイナー自らに語ってもらい、デザインの表層的な部分よりも、協業に至った経緯や企業とのやり取り、デザインを決定していくプロセスなどを重点的に扱うことで、企業にとって今後の協業に役立つ情報を掲載している。また、デザイナーの顔やオフィスを明確に写真で示して、企業が仕事を安心して依頼できるように配慮した。

これらにより、企業がデザイナーを選ぶ際に必要な情報を「と、つくる」のサイトで入手することが可能となり、よりデザイナーを選びやすい状況を提供できたことが、多くの企業が利用している一因だと考える。



図3 デザイナーと、つくった事例

また、「デザイナーと、つくった事例」と対応する形で「企業の声」といった、企業側から見た協業について簡易的なコンテンツも提供しており、サイトを閲覧する企業と同じ目線での情報提供も行っている。

「と、つくる」を通じて新たな協業事例も多数生まれており、その中の一部を「と、つくるから生まれた事例」として平成 29 年度よりサイト上で公開している。実際に利用した企業の感想を掲載することで「と、つくる」への問合せのハードルを下げ、更なる協業を促すことを意図している。



図 4 「と、つくる」から生まれた事例

5. 「と、つくる」の広報活動

事業の広報を目的に、冊子「と、つくる book」の作成と「と、つくるフェイスブックページ」の運用を行っている。

5.1 冊子「と、つくる book」の作成

平成 29 年度に引き続き、平成 30 年度も冊子「と、つくる book2018」を作成した。この冊子には前年度までに掲載されたデザイナーの情報をサイトから抜粋して掲載し、冊子単体でデザイナーリストとしても利用できる。2000 部を発行し、デザイナーとの協業を検討している企業だけでなく、圏域の自治体や商工会とい

った支援機関にも配布している。



図 5 と、つくる book2019

5.2 「と、つくるフェイスブックページ」の運用

平成 29 年度に運用開始したフェイスブックページは平成 30 年度も継続して運用し、「と、つくる」に関連する情報の発信を行っている。



図 6 と、つくるフェイスブックページ

6. おわりに

5年計画の事業の3年目を終えて、数多くの企業に「と、つくる」を利用してもらい、デザイナーと協業に至った事例も増えている。

何よりこの事業を通じて圏域のデザイナーと交流できたこと、地域のデザイナーと企業が取り組んだ数多くの事例を取材させてもらえたことは、非常に貴重な体験であった。取材に協力していただいたデザイナーと企業に改めて感謝したい。

このネットワークや知見を活かして、新たな協業事例の誕生に繋がるよう今後も「と、つくる」の充実に努めたい。