

広島市工業技術センター年報

第19巻

ANNUAL REPORTS

of

**HIROSHIMA CITY
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER**

VOL. 19

2005

平成 17 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。

中国地域の経済は、自動車関連産業や電子部品産業に牽引されて、ゆるやかな回復基調にあります。しかし、回復基調にある経済の中にあっても、企業間の競争は激しさを増しており、これは更に激化していくものと予想されます。このような状況の中にあって、企業の技術力・商品開発力などの企業競争力の向上は益々重要となっており、今後の経済回復の重要ポイントとなっております。特に、製造業におきましては、製品の安全に対する要求も強くなっており、それに伴い設計・開発や製造・検査に対して高い技術力が要求される状況となっております。これらの高い技術要求を満たすためには、最新技術の収集や人材育成が不可欠であり、当センターでは技術力向上の支援をするため、種々の事業を行っているところです。また、新製品開発や新技術開発に関する事業や共同研究の実施により、中小企業の企業力向上のための事業展開も行っております。

ここに、平成17年度に実施いたしました地元中小企業支援を目的とした技術指導・相談、依頼試験、各種研究会・講習会・研修会等の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。

関係各位のなお一層のご協力とご支援を賜りますよう心からお願い申し上げます。

広島市工業技術センター

所長 岸 本 信 治

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	9
(2) 設備利用	9
(3) 技術指導・相談	10
(4) 産学官共同研究推進事業	11
(5) 環境関連分野支援事業	11
(6) 福祉関連分野支援事業	12
(7) 産業デザイン振興事業	14
(8) 工業技術支援アドバイザー派遣事業	17
(9) デジタルエンジニアリング支援研修事業	17
(10) 技術者研修事業	18
(11) 新技術共同研究事業	18
(12) 技術開発産学官連携促進事業	22
(13) 公設試験研究機関共同研究事業	22
(14) 広島市工業技術振興協議会	22
(15) 発明考案奨励事業	23
(16) 技術職員派遣研修	24
(17) 所内見学	24
(18) 会議・研究会への出席	25
(19) 講師・委員の派遣	26
(20) 発表（誌上・口頭）	27
(21) 表彰等	27

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)
- 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)

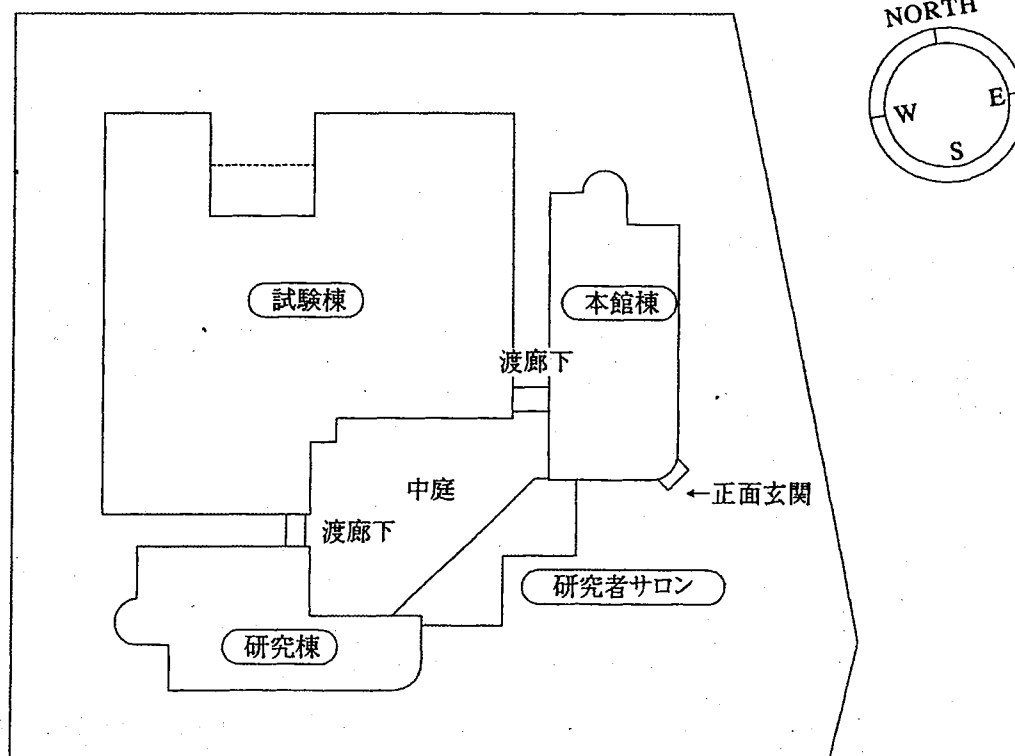
(2) 施設規模

① 土地建物

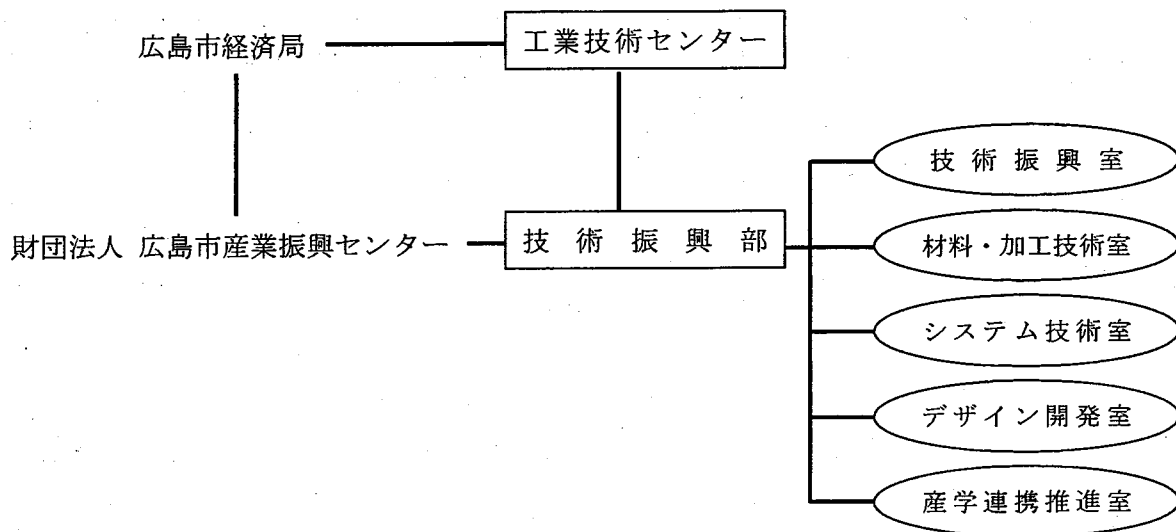
(単位 m²)

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	その他	計
地 階				45.82			45.82
1 階	587.49	180.66	541.03	2,404.20		73.86	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	73.86	6,789.10

② 配置図



(3) 組織及び業務



主な業務

- ・ 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・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業務

(4) 予 算

① 歳 入

(単位：千円)

科 目	平成16年度予算額	平成17年度予算額	増 減
商 工 使 用 料	3, 8 0 2	4, 0 9 7	2 9 5
商 工 手 数 料	3 3, 0 7 7	3 1, 4 2 3	△1, 6 5 4
商工費国庫補助金	3, 3 4 5	1 4 6	△3, 1 9 9
雑 入	2, 0 8 6	7, 8 5 9	5, 7 7 3
合 計	4 2, 3 1 0	4 3, 5 2 5	1, 2 1 5

② 歳 出

(単位：千円)

科 目	平成16年度予算額	平成17年度予算額	増 減
報 償 費	7 0	7 0	0
普 通 旅 費	4 9 8	4 8 9	△9
消 耗 品 費 等	2, 8 8 4	2, 7 1 8	△1 6 6
食 糧 費	1 1	1 1	0
通 信 運 搬 費	5 0	5 0	0
手 数 料 等	4 8	4 8	0
委 託 料	1 4 9, 4 7 5	1 5 5, 5 6 3	6, 0 8 8
使用料及び賃借料	4 0	4 0	0
備 品 購 入 費	9, 7 6 2	1 7, 8 2 0	8, 0 5 8
負担金補助及び交付金	5, 8 7 7	5, 2 0 2	△6 7 5
合 計	1 6 8, 7 1 5	1 8 2, 0 1 1	1 3, 2 9 6

(5) 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

※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
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
焼入試験機	(株)川崎製鉄	昭和41年度
立型フライス盤	日立精工(株) 3MV型	※昭和52年度
サンシャイン式ウェザーメーター	スガ試験機(株) WEL-SUN-HC型	★昭和54年度
冷熱衝撃試験機	タバイエスベック(株) TSC-10型	★昭和54年度
温湿度繰り返し試験機	タバイエスベック(株) PL-3E型	★昭和54年度
めっき処理装置	富士プラント工業(株) プライスター1型	★昭和55年度
恒温熱風乾燥機	タバイエスベック(株) HPS-222型	★昭和55年度
燃焼性試験機	スガ試験機(株) FL-45MC型	★昭和55年度
ベルトサンダー	(株)桑原製作所 KSB-70型	★昭和55年度
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
旋盤	森精機製作所(株) MS-650型	※昭和57年度
直流アーク溶接機	大阪変圧器(株) CPXGT-350型	★昭和58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
高温真空炉	(株)島津製作所-DEGUSSA	※昭和58年度
平面研削盤	日興機械(株) NSG-520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
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
恒温恒湿低温槽	タバイエスベック(株) PL-4G	★昭和62年度
X線マイクロアナライザー	(株)島津製作所 EPMA8705QH型	※昭和62年度
三次元座標測定器	日本工学工業(株) トライステーション600型	※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
表面性測定器	新東洋科学(株) ヘイドン-14型	★昭和62年度
ガス・塩水腐食試験機	スガ試験機(株) HKC-12L型	昭和62年度
複合サイクル試験機	スガ試験機(株) ISO-3CY型	★昭和62年度
湿潤試験機	スガ試験機(株) CT-3型	★昭和62年度
屋外暴露試験機	スガ試験機(株) OER-PG型	★昭和62年度
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
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
ダブルテールマシン	庄田鉄工(株) DV-131型	昭和62年度
帯鋸盤	日立工機(株) CB100F型	昭和62年度
コーナーロッキングマシン	庄田鉄工(株) CLA-132型	昭和62年度
ルーターマシン	庄田鉄工(株) ROA-113型	昭和62年度
超仕上げかな盤	丸仲鉄工所(株) ロイヤル3型	昭和62年度

機 器 の 名 称	型 式	購 入 年 度
軸傾斜横切丸鋸盤	東海製作(株) SFJ-1300型	昭和62年度
レーザー測長機	和泉電気(株) MG-1000型	※昭和63年度
X線応力測定器	(株)リガク MSF-2M型	※昭和63年度
カラーシミュレータ	日本色研事業(株) 678RC-SA-101型	★昭和63年度
写植機	(株)写研 SPICA-AH型	★昭和63年度
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(株) TSR-103型	★昭和63年度
冷間静水圧プレス(CIP)	三菱重工業(株) MCT-100型	※昭和63年度
立型マシニングセンター	(株)遠州製作所 VMC530型	※昭和63年度
万能工具研削盤	(株)松沢製作所 MZ-8BG型	※昭和63年度
低荷重精密万能試験機	(株)島津製作所 AGS-1000A型	★昭和63年度
高速度手押しかな盤	(株)桑原製作所 KP-300LDX型	昭和63年度
自動一面かな盤	(株)大洋製作所 CP-500型	昭和63年度
木工ロクロ	シンボ工業(株) WRA-075-AN型	昭和63年度
木工旋盤	北産興業(株) WL-S1型	昭和63年度
50J計装化シャルピー	(株)米倉製作所 CHRAPC-5C型	平成 元年度
接着耐久性試験機	東洋精機(株) NO-537型	平成 元年度
電子回路試験装置	(株)ノイズ研究所 EMC-5000S	※平成 元年度
摩耗試験機	テスター産業(株) AB101型	平成 元年度
紫外線ウェザーメーター	スガ試験機(株) WEL-SH-2C-H-8型	平成 元年度
紫外線フェードメーター	スガ試験機(株) FAL-SP-H型	平成 元年度
熱風式焼付乾燥装置	タバイエスペック(株) HLKS-3A型	平成 元年度
塗料用退色試験機	スガ試験機(株) FM-1型	平成 元年度
手吹静電塗装装置	(株)ランズバークゲマ エレップR-E-AN	平成 元年度
熱間静水圧プレス(HIP)	三菱重工業(株) 02-Labo HIP型	※平成 元年度
NCワイヤカット放電加工機	三菱電機(株) DWC90H型	※平成 元年度
真空加圧含浸装置	サンワエンジニアリング(株) VPI-2PW型	平成 元年度
定荷重精密プレス	東洋テスター産業(株) SA-901型	平成 元年度
刃物研削ラップ盤	(株)丸仲鉄工所 GH-50型	平成 元年度
軸傾斜丸鋸盤	(株)桑原製作所 KS-TZ400型	平成 元年度
300Jシャルピー衝撃試験機	(株)東京衡機製造所 IC型	平成 2年度
走査型電子顕微鏡	(株)日立製作所 S-2400型	※平成 2年度
超音波探傷機	日本クラウトクレーマーウェルター(株) HIS-2	※平成 2年度
表面粗さ輪郭形状測定機	(株)小坂研究所 SEF-30D	※平成 2年度
集塵装置	サンエス工業(株) バローズブース NB-2S型	平成 2年度
ガス溶射装置	日本ユテク(株) テロダインシステム2000型	平成 2年度
NC放電加工機	三菱電機(株) M35KC7型	※平成 2年度
走行丸鋸盤	田中機械工業(株) パネルソー 2500型	平成 2年度
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
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

機 器 の 名 称	型 式	購 入 年 度
疲労試験機	(株)島津製作所 EHF-UD-100kN	※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
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シャルピー衝撃角度検出システム	(株)米倉製作所 CCP-60P型	※平成 6 年度
横型バンドソー	(株)ニコテック SCH-33FA型	※平成 6 年度
蛍光X線分析装置	セイコー電子工業(株) SEA2010L型	※平成 6 年度
投影機用データ処理装置	(株)ニコン DP-302型	※平成 6 年度
ギヤー式老化試験機	スガ試験機(株) TG-100	★平成 7 年度
反ばつ弾性試験機	高分子計器(株) Lupke方式	★平成 7 年度
X線回折装置	(株)マック・サイエンス MXP3VA/DIP320	※平成 7 年度
赤外分光光度計	日本分光(株) Herschel FT/IR-350	★平成 7 年度
バーチャルリアリティシステム	旭エレクトロニクス(株) TDZ-400DS	★平成 8 年度
非接触粗さ検出ユニット	(株)小坂研究所 PU-OS100	※平成 8 年度
デューサイクルサンシャインウェザーメーター	スガ試験機(株) WEL-SUN-DCH. B. BR	※平成 8 年度
塗膜定量測定装置	(株)キーエンス VH-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	J T トーシ(株) TE-03-AFS01	平成 8 年度
大型恒温恒湿低温室	タバイエスベック(株) TBE-4HW2GEF	☆平成 9 年度
振動計測システム	(株)小野測器 DS-9110	★平成 9 年度
炭素・硫黄分析装置	(株)堀場製作所 EMIA-820	※平成 9 年度
工具顕微鏡	(株)トプコン TUM-220EH	※平成 9 年度
示差熱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	富士写真フィルム(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 プラズマンCSP-IV-A	☆平成 10 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
大越式迅速摩耗試験器	J T トーシ(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 25XAMV-Qr	※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)イノテック 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	The 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) XP-80	平成 11 年度
色彩輝度計	ミノルタ(株) CS-100	平成 11 年度

機 器 の 名 称	型 式	購 入 年 度
攪拌機	特殊機化工業(株) T.K. ホモディスパー2.5型	平成11年度
風洞試験装置	中外テクノス(株) CFM-9	★平成12年度
精密加工機	牧野フライス精機(株) MSJ25-16	★平成12年度
センシングデータ診断ソフトウェア	The MathWorks MATLAB	★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
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
ボールミル回転架台	東京硝子器械(株) AV-2	平成12年度
木材水分計	ケット(株) HM-520	平成12年度
クレイオープン	新日本造形(株) 20L型	平成12年度
土皿天びん	(株)島津製作所 BW4200H	平成12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
三次元造形システム	Stratasys社 PRODIGY	☆平成13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
真空乾燥装置	アドバンテック東洋(株) V0-320	平成13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)フューチャアテック FM-ARS7000	※平成14年度
メカニカルCAEシステム	ADINA社 ADINA7.5 SDR社 I-DEAS9	※平成14年度
騒音計	リオン(株) NL-32	平成14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) KL75	☆平成15年度
NC旋盤	(株)滝澤鉄工所 TC-200	※平成15年度
コンピュータグラフィックシステム	アップルコンピュータ Power Mac G5	※平成15年度
接触角測定装置	協和界面科学(株) DropMaster700	☆平成16年度
遊星型ボールミル	フリッチュ社 P-6型	※平成16年度
温湿度計測システム	(株)キーエンス GR-3500	※平成16年度

平成17年度の主な新設機器

機 器 の 名 称	用 途	備 考
1000kN万能試験機 (株)島津製作所 UH-F1000kNI	金属、プラスチック、複合材料などの材料およびそれらの製品、部品の強度試験（引張、曲げ、圧縮、せん断等）に用いる。	日本自転車振興会 補助対象機器
三次元曲面作成システム 本 体：DELL(株) Precision 670 ソフトウェア：INUS Technology Inc. Rapidform	三次元測定機などで得られた座標点群データからNURBS曲面を作成するシステム。実物モデルをCADデータ化することにより、設計・製造・解析への応用が可能となり、リバースエンジニアリングの利活用が図れる。	日本自転車振興会 補助対象機器
マイコン開発システム 本 体：DELL(株) Inspiron 6000 エミュレータ：(株)ルネサステクノロジーE10A-USB, E8 ソフトウェア：(株)日立超LSIシステムズ SuperH RISC engine 他	組込コンピュータを用いた製品開発に利用する。C言語、Visual Basicなどを用いたプログラムの作成、デバッグ、ハードウェアも含めたシステム全体の動作検証が可能。	日本自転車振興会 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)	産	学	官	共	同	研	究	推	進	事	業		11							
(5)	環	境	関	連	分	野	支	援	事	業	.....	11								
(6)	福	祉	関	連	分	野	支	援	事	業	.....	12								
(7)	産	業	デ	ザ	イ	ン	振	興	事	業	.....	14								
(8)	工	業	技	術	支	援	ア	ド	バ	イ	ザ	ー	派	遣	事	業		17		
(9)	デ	ジ	タ	ル	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	支	援	研	修	事	業		17
(10)	技	術	者	研	修	事	業	.....	18											
(11)	新	技	術	共	同	研	究	事	業	.....	18									
(12)	技	術	開	発	産	学	官	連	携	促	進	事	業		22					
(13)	公	設	試	験	研	究	機	関	共	同	研	究	事	業		22				
(14)	広	島	市	工	業	技	術	振	興	協	議	会		22						
(15)	発	明	考	案	奨	励	事	業	.....	23										
(16)	技	術	職	員	派	遣	研	修	.....	24										
(17)	所	内	見	学	.....	24														
(18)	会	議	・	研	究	会	へ	の	出	席	.....	25								
(19)	講	師	・	委	員	の	派	遣	.....	26										
(20)	発	表	(	誌	上	・	口	頭	)	.....	27									
(21)	表	彰	等	.....	27															

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	34	122	250,100
	物 理 試 験	9	49	94,080
	接 着 試 験	6	10	17,450
	製 品 性 能 試 験	37	207	204,930
小 計		86	388	566,560
金属・非金属	機 械 試 験	3,367	12,891	22,709,880
	物 理 試 験	181	544	1,762,790
	分 析 試 験	224	824	2,240,350
小 計		3,772	14,259	26,713,020
表 面 処 理	塗 料 試 験	3	3	5,760
	皮 膜 試 験	152	19,675	5,980,590
小 計		155	19,678	5,986,350
電 子 ・ 電 気	電子計算機による解析	8	20	92,200
	電 気 試 験	18	55	70,750
小 計		26	75	162,950
試験用試料作成	木 材 ・ 木 製 品	0	0	0
	金 属 ・ 非 金 属	41	92	190,850
	塗 装 ・ 皮 膜	6	6	29,280
	電 子 ・ 電 気	0	0	0
小 計		47	98	220,130
意匠図案の作成		5	12	46,320
工業製品の試作		3	11	10,560
試験・検査に関する証明		51	65	23,400
合 計		4,145	34,586	33,729,290

(2) 設備利用

区 分	件 数	数 量	歳入額 (円)
工 作 設 備	58	228	350,120
試 験 設 備	292	7,418	3,077,280
合 計	350	7,646	3,427,400

(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	1 3 4
B	電 子・電 気	電力機器 電気応用機器 電子応用機器	1 0 2
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	3 4 2
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	5 9 3
E	木 材・木 質 材	材料 加工技術 表面技術 改質技術	1 1 3
F	情 報 処 理	情報管理 情報数理 コンピュータシステム	1 9 1
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	1 1 4
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	2
I	資 源	金属鉱業 石灰・石油鉱業	7
J	建 設	鋼構造 コンクリート製品	2 8
K	衛 生	環境 公害防止技術 廃棄物利用技術	2
L	そ の 他		1 4 8
合 計			1, 7 7 6

(4) 産学官共同研究推進事業

第7回産学連携セミナー（担当 田邊、菅原、大林、山崎）

広島市立大学の保有する研究シーズを紹介し、産学の共同研究への結びつけを行った。

開催日：平成17年11月8日（火）

場 所：広島市立大学

参加者：150名（71機関）

区 分	内 容
基調講演	「機器製品開発の変遷と技術開発の分担について」 三菱重工業株式会社 広島研究所 所長 橋本 律男 氏
研究シーズ 紹 介	「医用画像診断支援—コンピュータによる読影支援技術—」 広島市立大学情報科学部 学部長 浅田 尚紀 氏 「生体電磁気科学—新しい脳機能解析法とその診断治療への応用—」 広島市立大学情報科学部 教授 樋脇 治 氏 「インターネットを用いた糖尿病治療支援システム」 広島市立大学情報科学部 助手 市村 匠 氏

第8回産学連携セミナー（担当 田邊、菅原、大林、山崎）

地域の理工系大学の保有する研究シーズ（健康関連技術）を紹介し、産学の共同研究への結びつけを行った。さらに、パネル展示を行った。

開催日：平成18年2月28日（火）

場 所：広島市工業技術センター

参加者：64名（38機関）

区 分	内 容
研究シーズ 紹 介	「Java対応携帯電話を用いた心電図モニタリングシステム」 広島工業大学工学部 助教授 小川 英邦 氏 「洗米排水からの有用物質の濃縮・回収に関する研究」 広島国際学院大学工学部 講師 渡辺 昌規 氏 「生体信号処理技術の応用—健康管理器具への実用化を目指して—」 広島市立大学情報科学部 教授 村田 厚生 氏 「デジタルヒューマンが福祉機器を変える」 近畿大学工学部 教授 奥本 泰久 氏 「食品機能性素材としての地域農産物の利用」 県立広島大学生命環境学部 教授 阪中 専二 氏 「健康増進に求められる福祉機器の開発」 広島大学大学院保健学研究科 教授 浦邊 幸夫 氏

(5) 環境関連分野支援事業

木質資源利用技術研究会（担当 森田、中島、金行）

本研究会は、地域企業が互いに木材利用技術の知見を広め、木質資源を幅広く有用な製品に変換するための技術開発および研究を行うことを目的としている。本年度は外部講師による勉強会を3回開催して新技術の勉強、情報収集、新規研究テーマの模索を行うと共に、昨年度から研究を開始している「木材の加熱熱処理」「木質／プラスチック混合体」の製品化に向けた検討を行った。

【会員企業】

アオイ化学工業(株)、(株)ウィー・ウィーズ、(株)オービス、(株)キーレックス、串井木材(株)、(株)清水木工、新ダイワ工業(株)、(株)ニイダ、(株)西日本イノアック、ビジネスクリエ企画、(株)広島環境研究所、広島炭化工業(株)、(株)マルニ、(株)マルヨ木材、安田金属(株)、(株)L A T

開催月日	内 容	講 師 等
第1回 5月30日	- 平成16年度活動報告 - 平成17年度事業計画(案)について - その他	
第2回 7月5日	- 勉強会 - テーマ「木質バイオマスの複合利用プロセスの開発」	名古屋大学 先端技術共同研究センター 教授 森 滋勝 氏
	テーマ「植物廃棄物を使ったバイオマスからのセルロース抽出、バイオディーゼル燃料など応用事例の紹介」	(有)広島情報通信研究所 代表取締役 甲斐 雅貴 氏
第3回 9月27日	- 勉強会 - テーマ「環境にやさしい木材の接着技術」	秋田県立大学 名誉教授 田村 靖夫 氏
第4回 11月30日	- 木材の加熱処理条件と物性、用途開発について - 木質資源利用の最近の研究動向について - 今後の活動計画について	
第5回 2月7日	- 勉強会 - テーマ「機能性材料素材としての木炭の利用」	京都大学 名誉教授 石原 茂久 氏
	テーマ「汚れない、自由に成形できる炭“e炭”」	(株)森林研究所 代表取締役 曾我部 俊教 氏
第6回 3月8日	- 技術紹介 - テーマ「クリアー塗膜の染色による加飾技術の開発と実用化研究」	広島市工業技術センター 技師 金行 良隆
	- 事例紹介「リサイクルシステム」 - これまでの研究活動について - 今後の活動計画について	

(6) 福祉関連分野支援事業

福祉用具開発研究会（担当 山口、上杉）

本研究会は、福祉用具の開発、福祉用具関連機関とのネットワーク構築および、知的・身体的障害を有する児童生徒のための、教材教具の開発支援等の活動に取り組んだ。

福祉用具の開発は、車を運転する身体障害者の駐車スペースを確保する「身体障害者用駐車システム」、高齢者等の足関節を柔軟にし、社会生活の向上を支援するリハビリテーション機器「足関節運動装置」を開発するとともに、障害を持つ児童生徒のための「糸巻き機」、「ドリルハンドルの改良」、「ミシン直線縫い具」等の開発支援を行った。

ネットワーク構築については「ベンチャーメッセひろしま」および「ひろしま・おかやま福祉産業フォーラム」に参加した。また、市民を対象とした「身体障害者用駐車システム体験会」を実施した。

【会員企業】

協和レジナス(株)、(有)技研、後藤鉄工(株)、シグマ(株)、(株)システム電子設計、(有)であい工房、(株)テオス、MTRC、寺戸産業(株)、畑林工業(株)、広島情報シンフォニー(株)、平和機械(株)、丸善工業(株)、(株)ミカミ、広島市身体障害者更生相談所、広島市社会局障害福祉課

(1) 定例会

実施日	内 容	講 師
第1回 4月26日	- 昨年度の活動報告 - 身体障害者用駐車システムの試作開発について - 足関節装置の試作開発について - 教材教具の開発支援について	
第2回 7月15日	開催場所：広島県立広島北養護学校 - 授業参観による児童生徒の生活状況調査 - 教材教具の開発に関するプレゼンテーション - プレゼンテーション案件の検討会	

実 施 日	内 容	講 師
第3回 7月25日	・広島北養護学校のプレゼンテーション案内報告 ・試作開発課題の検討 ・試作担当者の選任について	
第4回 8月25日	・広島北養護学校への開発支援経緯について ・しいたけ植菌用穴あけ機器の試作開発検討 ・「身体障害者用駐車システム」および「足関節運動装置」 開発の進捗状況について	
第5回 10月14日	開催場所：広島県立広島北養護学校 ・養護学校教諭による担当試作開発状況報告 ・研究会会員による担当試作開発状況報告および提供 ・試作開発品の課題検討 ・新たな開発支援課題について	
第6回 11月18日	・情報提供： 「最新の福祉用具動向」	兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所 米田 郁夫 氏
	・教育教材の開発支援現状報告	広島国際大学 医療福祉学科 坊岡 正之 氏
	・意見交換	
第7回 1月27日	開催場所：広島県立広島北養護学校 ・研究テーマによる公開授業見学 「中部3学年生によるしいたけ栽培の工程実演」 ・当研究会支援の教材教具の展示および実演	
第8回 2月24日	行事名：ひろしま・おかやま福祉産業フォーラム 開催場所：福山市男女共同参画センター ・福祉用具開発研究会の活動状況報告 ・パネルディスカッションのパネラーとして参画 ・身体障害者用駐車システムのパネル展示および説明	
第9回 3月17日	・今年度の活動概要報告 ・次年度の活動計画	

(2)技術情報交換等への参加

実 施 日	内 容	開催場所
5月18日	広島県福祉関連産業創生プロジェクト推進協議会	八丁堀シャンテ
5月19日	介護福祉機器セミナー	中国電力㈱技術研究センター 会議棟
7月13日	第1回福祉用具ネットワーク工房 ワーキンググループ会議	広島県健康福祉センター7階会議室
8月22日	第7回意見交換会「福祉車両を語ろう」	広島県立産業会館 西展示館 第3展示場
10月12日	第2回福祉用具ネットワーク工房 ワーキンググループ会議	広島県庁東館 7階商工相談室
2月 3日	デンマークデザインセミナー（福祉用具のデザイン）	広島県立総合体育館 大会議室

(3)展示会

展示会名	期間	出展場所および出展品名
2005国際福祉機器展	9月27日 ～29日	場所：東京ビッグサイト 出展品：床走行リフト用電動走行ユニット 「楽くんローラー」
ベンチャーメッセひろしま2005	11月25日 ～26日	場所：広島県立産業会館 西館 出展品：足関節運動装置および身体障害者用駐車システム
身体障害者用駐車システム体験会	2月21日	場所：広島市工業技術センター駐車場および研修室

(7) 産業デザイン振興事業

新製品デザイン開発研究会（担当 田中(志)、寺戸）

独自の製造技術を持つ中小企業製造業において、消費者ニーズに対応した製品開発を強化する事を目的に開催した。デザイン感覚やファッションに敏感なデザイナー・学生によるニーズ・経験的発想から、斬新な新商品の企画・デザイン開発を行い、後に製造業者の製造技術と融合させた新たな商品開発に寄与することを目指す。

【参加会員】11名

石田あさきトータルファッション専門学校、広島市立大学大学院、アイディーデザイン、(株)沖本初建築設計事務所、プラスアルファコーポレーション(株)、(有)カーサ商業建築研究所、ヴィジュアルスペースデザイン、(株)ミカサ、(株)友鉄ランド

開催月日	内 容
第1回 12月2日	メーカーを理解するための製品製造現場を見学 企業情報の収集（会員企業からの企業紹介）
第2回 12月9日	研究会のオリエンテーション デザイナー会員のグループ編成と自己紹介
第3回 12月16日	グループワーク（アイディア展開と意見交換、検討）
第4回 1月13日	グループワーク（アイディア展開と意見交換、検討）
第5回 1月20日	グループワーク（アイディア展開と意見交換、検討）
第6回 2月3日	グループワーク（アイディア展開と意見交換、検討）
第7回 2月17日	アイディアの具体化 プレゼンテーションの準備
第8回 2月24日	プレゼンテーション メーカーとの意見交換

産業デザイン振興研究会（担当 宮田、谷本）

本研究会は、デザインネットワークの拡充を図ることを目的として「デザインセミナー」を開催しながら、デザイン開発室を中心とするデザイン振興拠点機能の整備について検討を行った。

(1) デザインセミナー開催

開催月日	テ ー マ	講 師	参加者
第1回 5月10日	ネクストマルニプロジェクト展覧会見学 （広島市現代美術館）	(株)マルニ木工 商品部 川上 敏宏 氏	36名
第2回 6月24日	SOHOによるデザイン活動と岡山県のデザイン 状況	(有)御来屋デザイン事務所 代表取締役 本多 英二 氏	32名
第3回 10月26日	広島市環境局中工場見学と「ひろしま2045 平和と創造のまち」事業の概要説明	広島市環境局中工場 職員	47名
第4回 2月27日	基調講演 「景観協議の事例について」 デザイントーク 「まちのサインと色気ー身近な都市景観を語る」	広島市都市計画局 都市デザイン担当課長 釜谷 幸志 氏 広島市都市計画局 都市デザイン担当課長 釜谷 幸志 氏 広島工業大学環境学部 環境デザイン学科助教授 平田 圭子 氏 (株)デザイン総研広島 代表取締役社長 山田 晃三 氏	40名
第5回 3月28日	ビジネスとデザインを結ぶ新しい教育 ー戦略的デザインプロデューサーを育成する 社会人大学の必要性についてー	九州大学大学院 教授 清須美 匡洋 氏	37名

(2)研究会の開催

開催月日	内 容
3月28日	・17年度事業の実施状況について ・18年度事業の概要について

ひろしまグッドデザイン賞（担当 宮田）

「ひろしまグッドデザイン賞」は、広島市内の企業が製造・デザインした商品や、パッケージの中から、特にデザインの優れた商品を選定し、表彰することにより、企業のデザイン開発力を高め、デザイン関連企業の育成・振興を図り、産業界及び市民のデザインに対する理解と関心を深めることを目的としている。

6月15日から7月29日の募集期間で応募のあった60社から83点の中から、申請書類及び写真による第一次審査の後、6名の委員による選定委員会を開催し、現物審査により受賞商品の候補を選定した。

・選定委員会（委員6名）

委員長 及川 久男（広島市立大学芸術学部 助教授）
 副委員長 吉田 幸弘（広島市立大学芸術学部 助教授）
 委員 平田 圭子（広島工業大学環境学部 助教授）
 豊田 強（マツダ㈱デザインモデリングスタジオ）
 三宅 曜子（㈱マーケティング・ナビ 代表取締役）
 田口 俊夫（三菱重工業㈱技術本部広島研究所 次長）

(1)表彰式および展示会

月 日	内 容	場 所	来場者
11月16日	「ひろしまグッドデザイン賞」表彰式	紙屋町地下街シャレオ中央広場	6,352人
11月16日～18日	「ひろしまグッドデザイン賞」展示会		
3月2日 ～3日	「ひろしまグッドデザイン賞」 東京展示販売会	新宿駅西口広場イベントコーナー	3,319人

(2)受賞商品

●大賞 5点

賞	商品名	応募者
プロダクトデザイン賞	Beetle (SK30SR)	応募者：コベルコ建機㈱
パッケージデザイン賞	金持羊羹（かねもちようかん）	応募者：河内印刷㈱
ユニバーサルデザイン賞	広島電鉄5100形車両グリーンパーマックス	応募者：広島電鉄㈱
エコロジーデザイン賞	パネル21	応募者：㈱エコーワールド
技 術 賞	ts LIGHT（ティーエスライト）	応募者：㈱オガワ

●特別賞 1点

プロジェクト名：ネクストマルニプロジェクト	応募者：㈱マルニ木工
-----------------------	------------

●奨励賞 16点

商品名	企業名
金属製七輪「鼓（つづみ）」	応募者：(株)アールテック・リジョウ
ウォーターベッド・MORNING FLOWER 7	応募者：ドリームベッド(株)
ディンパルバスケットボール BD2000	応募者：(株)ミカサ
ハイカラのり	応募者：ROCKETSCO; Ltd 発注者：丸徳海苔(株)
+F（プラス エフ）シリーズ	応募者：(株)フェスタ
藍弥山（あいみせん）	応募者：(株)洋光 発注者：中国醸造(株)
朝の食パン	応募者：(株)タカキベーカリー
サタケ・ギャバ入りマジックライス	応募者：(株)DNP西日本 発注者：(株)サタケ
本格米焼酎 紅葉天狗30°	応募者：久保田酒造(株)
ハーブ&ソルト	応募者：(株)ヤマサキ
ちょい呑み屋シリーズ	応募者：堂本食品(株)
T字型歯ブラシ「ボニカ」「よこやま君」	応募者：(有)ボニカ
リプレイシリーズwライン	応募者：(有)リプレイス
MICHYSLIP 車いす用マット	応募者：(有)希望のいし
木質バイオマス・ペレットストーブ	応募者：日鋼設計(株)
グリーン・テコキット	応募者：ガイア協同組合

デザイン講習会（担当 田中(志)）

デザイナー、企業開発担当者を対象に、優れたパッケージデザインに関する情報を提供し、地元企業で生産される商品パッケージの魅力を向上させることを目的に開催した。

開催月日	テーマ	講師	参加者
6月24日	「商品価値を高めるパッケージデザイン」 ・パッケージデザインの紹介 ・商品開発とパッケージデザイン ・ヒット商品のパッケージデザイン	(有)御来屋デザイン事務所 代表取締役 本多 英二 氏	37名

商品企画・開発研修会（担当 寺戸、田中(志)）

本研修会では基本的な商品企画・開発プロセス、知識、手法を学ぶことにより、マーケットインの商品開発が推進できるようになることを目的としている。そして、優れたものづくりの結果を出せるようにする。

開催日	内 容	講師等
第1回 9月2日	・研修会の説明 ・グループ編成、役割分担	(有)ステファンテリー・新居 代表取締役 新居 敏春 氏 (株)プラスアルファコーポレーション 代表取締役 縄田 健次 氏 (財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅
第2回 9月9日	・全ステップの概要説明 ・企業像の設定 ・ヒット商品分析のシミュレーション ・SWOT分析による社内環境分析	(財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅
第3回 9月16日	・企業環境分析のまとめ ・業界、市場の分析	(財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅

開催日	内 容	講 師 等
第4回 9月22日	・ グルインシミュレーションとKJ法によるニーズ把握	(財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅
第5回 9月30日	・ 市場でのニーズ確認 ・ 商品開発計画書の作成と評価	(財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅
	・ 講演 マーケット調査～商品開発計画に関して	(有)ステファンテリー・新居 代表取締役 新居 敏春 氏
第6回 10月7日	・ ターゲットの明確化～シナリオライティング～逆設定法 ・ 635法～焦点法＝こじつけ法	(財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅
第7回 10月14日	・ マインドマッピングの解説 ・ 商品コンセプトシートの作成	(財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅
	・ 講演 アイデア発想法～商品コンセプトに関して	(株)プラスアルファコーポレーション 代表取締役 縄田 健次 氏
第8回 10月21日	・ デザイン開発依頼書の作成 ・ 市場導入計画書の作成 ・ 演習結果のまとめ	(財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅
第9回 10月28日	・ 演習結果のまとめ ・ 各チームの発表、質問、意見交換 ・ 講師からの講評	(有)ステファンテリー・新居 代表取締役 新居 敏春 氏 (株)プラスアルファコーポレーション 代表取締役 縄田 健次 氏 (財)広島市産業振興センター 主任技師 寺戸 毅

(8) 工業技術支援アドバイザー派遣事業 (担当 隠岐)

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17年度は実施回数30回、指導企業数は30社、指導分野は12分野であった。

■指導分野

指導分野	回数	指導分野	回数	指導分野	回数	指導分野	回数
設計解析	3	情報処理技術	3	熱処理技術	2	バイオ	2
樹脂成形	4	商品デザイン	2	騒音	2	廃棄物処理	1
特許	1	鑄造技術	3	機械設計・加工	4	リサイクル	3

(9) デジタルエンジニアリング支援研修事業 (担当 上杉、桑原、清水、田中(真))

自動車関連産業をはじめとする設計・製造工程に係るデータのデジタル化に対応するための技術者育成を支援する研修事業を行った。広島県からの補助金を受けて、機材並びにソフトウェアなどの整備を行い、自動車業界で採用が拡大している3次元ハイエンドCAD CATIA V5の操作研修を行った。

研 修 名	日数	内 容	回数	人数
入門研修	3	・ CATIA初心者を対象とした入門的な研修	7	28
ソリッドモデリング研修	2	・ 複雑なソリッドモデルの作成	6	21
サーフェスモデリング研修	3	・ サーフェスモデリングの基礎	6	19
アセンブリ研修	2	・ アセンブリーデザインによるモデリングの基礎	6	22
ドラフティング研修	1	・ ドラフティングワークベンチによる図面作成の基礎	7	21
実践研修	1	・ 演習、入門研修のフォローアップ	3	3

(10) 技術者研修事業

材料・加工技術、システム技術などに関する講習会を実施し、企業の技術力向上を支援した。

講習会名称	開催月日	テーマ	講師	参加者
工具鋼材料技術講習会	2月22日	ホットガス式熱処理システム	㈱谷口金属熱処理工業所 工場管理部長 浜辺 晃弘 氏	71名
高分子材料講習会	6月10日	高分子の劣化と安定化	工学院大学工学部応用化学科 教授 大勝 靖一 氏	25名
	8月30日	最近の石油情勢	出光興産㈱中国支店 営業課長 田丸 和博 氏	24名
	10月26日	ウレタンやクロロプレン系水性接着剤の紹介	広野化学工業㈱塗料接着剤事業部 次長 奥村 欽一 氏	26名
木材高機能化技術講習会	10月28日	木材の化学加工研究の課題と展望	京都府立大学大学院農学研究科 教授 湊 和也 氏	24名
精密プレス加工技術講習会	11月17日	最近のプレス加工の動向	アイダエンジニアリング㈱ 開発本部 技術企画室 室長 中野 隆志 氏	47名
CAE応用技術関連講習会	11月8日	数値解析を中心としたボルト締結体の強度評価法と向上策	神戸大学 海事科学部 教授 福岡 俊道 氏	24名
システム技術関連講習会	2月3日	オープンソースソフトウェアとその活用について	独立行政法人 情報処理推進機構 オープンソースソフトウェアグループ 研究員 堀江 紀通 氏	20名
設計・製造技術講習会	8月4日	自動車開発における重要技術と課題	徳島大学 工学部機械工学科 教授 芳村 敏夫 氏 振動音響研究所 所長 森田 茂 氏 山本技術コンサルタント事務所 所長 山本 敏彦 氏 ㈱キャテック 事業本部長 角田 鎮男 氏 畑村エンジン研究所事務所 所長 畑村 耕一 氏	43名

(11) 新技術共同研究事業

物づくりの機能性評価研究会（担当 桑原、岡田）

本研究会では、品質工学の手法を利用した設計開発力の強化と技術研究課題の解決を主体に行う。それにより、製品開発力を強化し市場の活性化を図ることを目的としている。

研究会は参加各社がそれぞれ独自の研究テーマを設定し、1年間かけて研究開発を行った。研究会は実践分野と基礎分野の2種類に分けて開催し、実践分野は講師として矢野宏氏を迎え実際の製品や製造に関する事例を対象とした研究開発を行った。基礎分野は実践分野での研究をフォローすることを目的として開催した。

【会員企業】

㈱あじかん、喜多設計研究所、共和機械㈱、㈱大真空、日電工業㈱、マツダ㈱、三菱重工業㈱、㈱ユーシン広島、リョービ㈱、㈱ワイテック、鳥取大学、広島県立西部工業技術センター

開催月日	内 容	講 師	備 考
第1回 5月27日	平成16年度成果発表会	東京電機大学 客員教授 矢野 宏 氏	実践分野
第2回 7月5日	平成17年度の研究計画の協議		基礎分野
第3回 7月28日	各事例の研究・討議（基本機能について）	東京電機大学 客員教授 矢野 宏 氏	実践分野
第4回 8月25日	各事例の研究・討議（基本機能について）		基礎分野
第5回 9月9日	各事例の研究・討議（SN比について）	東京電機大学 客員教授 矢野 宏 氏	実践分野
第6回 10月27日	各事例の研究・討議（結果の再現性）	東京電機大学 客員教授 矢野 宏 氏	実践分野
第7回 1月27日	各事例の研究・討議（結果の再現性）	東京電機大学 客員教授 矢野 宏 氏	実践分野

材料・設計技術融合研究会（担当 倉本、桑原）

本研究会は、機械あるいはモジュールの性能とこれらの重量の両者を考慮しながら、材料技術と機械設計技術の積極的な融合によって高性能で軽量の機械・モジュールの開発を行うことを目的とする。

【会員企業】

エムジープレシジョン㈱、㈱音戸工作所、㈱北川鉄工所、㈱木下製作所、㈱シンコー、㈱ナガト、
㈱日本製鋼所、㈱日本パーカーライジング広島工場、広島アルミニウム工業㈱、広島シンター㈱、
豊国工業㈱、マツダ㈱

開催月日	内 容	講 師 等
第1回 7月11日	・平成17年度研究会の活動内容について	
	・講演 「マグネシウム合金の射出成形プロセス」	㈱日本製鋼所 広島製作所 MG技術部 開発グループ 研究員 山口 毅 氏
	・開発テーマに関するディスカッション	広島大学大学院工学研究科 教授 柳沢 平 氏
第2回 3月2日	・講演 「最近のCVD・PVDコーティングと応用事例について」	トーヨーエイテック㈱ 表面処理事業部 事業開発部 主幹 高野 正 氏
	・開発テーマに関するディスカッション	広島大学大学院工学研究科 教授 柳沢 平 氏 教授 永村 和照 氏
第3回 3月24日	・講演 「今年度の研究成果とこれまでの共同研究成果事例」 ～薄肉鋳物の試作と強度試験～ ・開発テーマに関するディスカッション ・平成17年度総括	広島大学大学院工学研究科 教授 柳沢 平 氏
個別開催 (11回)	開発テーマに関する研究指導	広島大学大学院工学研究科 教授 柳沢 平 氏

新めっき技術開発研究会（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、経営者並びに技術・生産責任者を中心とした会員構成により、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、企業の一層の発展を図ることを目的としている。

長年取り組んでいる「環境」をテーマとした活動は今後さらに研究の必要があり、六価クロムをはじめ有害物質規制対策について、引き続き技術情報を提供し研究の必要がある。このため、三価クロメート全面切り替えについて研究会で支援を行い、環境負荷物質・有害物質の使用制限や排出規制がより厳しくなることから、「環境」を広い範囲で捉えた関連技術情報の提供をタイムリーに行う。更には、めっき排水量やめっきスラッジ等産業廃棄物の減量化等の課題にも取り組んだ。

【会員企業】

(株)井川製作所、(有)宇品鍍金工業所、(株)オート、(株)音戸工作所、柿原工業(株)、関西金属工業(株)、(有)黒川鍍金工業所、山陽鍍金工業(株)、(有)三和ユニーク、(有)ジオテック広島、新和金属(株)、泰洋工業(株)、(株)日本アート、日鋼テクノ(株)、(株)日本パーカーライジング広島工場、日本バレル工業(株)、(有)広鍍金工業所、福山メッキ工業(株)、(有)富士金属、富士金属工業(株)、藤田クローム工業(株)、マツダ(株)、(株)ワイエスデー

開催月日	内 容	講 師
第1回 4月22日	・ 総会 平成16年度第2回役員会報告 平成16年度事業報告 決算報告 平成17年度事業計画(案)、予算(案) 研究テーマ、役員改選、その他	
第2回 5月26, 27日	・ 先進地視察研修(東京都大田区) 大田区めっき企業見学(2社) 表面処理総合展-METEC'05-視察	
第3回 6月17日	・ 研修会 テーマ「内外のめっき動向と環境問題」	矢部技術事務所 所長 矢部 賢 氏
第4回 8月18日	・ 役員会 企業見学研修、研究会の今後の進め方、その他	
第5回 9月15日	・ 企業見学研修 トーヨーエイテック(株)	
第6回 10月20日	・ 研修会 テーマ「表面処理における環境保護対応について」	カニング・ジャパン(株) 開発部 部長代理 山本 俊之 氏
第7回 11月17日	・ 企業見学研修 リョービ(株)グラフィックスシステム本部 印刷機器工場	
第8回 12月16日	・ 研修会 テーマ「環境対応型無電解ニッケルめっきの現状と将来展望」	奥野製薬工業(株) 総合技術研究所 表面技術研究部 次長 奥村 元 氏
第9回 2月16日	・ 研修会 テーマ「バナジン酸塩およびタングステン酸塩を用いたクロムフリー化成皮膜の開発」	大阪市立工業研究所 環境技術課 研究副主幹 川舟 功朗 氏
第10回 3月16日	・ 役員会 平成17年度活動報告・決算報告 平成18年度活動計画(案)・予算(案) 平成18年度研究課題・講師招聘人選 その他	

オープンソース・ソフトウェア活用研究会（担当 尾崎、中川）

インターネットやLANの普及に伴い、ワークステーションクラスのコンピュータが増加している。このクラスのコンピュータにはOSとしてUNIXの流れをくむLinuxが搭載されることが多くなっており、さらに、パーソナルコンピュータクラスにもLinuxを搭載した機器が市販されるなど、Linux関連の事業は拡大している。そこで、この研究会では、Linuxの活用事例を紹介する情報提供、Linuxを用いた実習、およびLinuxを活用した製品開発を行うことにより、広島市域のIT産業の活性化を支援した。

【会員企業】

(株)アット、(株)ITサービス、(有)ITproducts、(株)アングルソフト、(株)NTTドコモ中国、(有)栗田、(株)呉電子計算センター、(株)サンエー、産業機電(株)、(株)システムワン、(株)ジーテック、(有)セレンディップ、(株)大興、(株)タイセイ、田中電機工業(株)、(株)中央電機、中外テクノス(株)、(株)中国新聞システム開発、中国電力(株)技術研究センター、(株)中国データサービス、(株)中電工、デジタルソリューション(株)、(株)TSSソフトウェア、デルタ工業(株)、(株)ネクストビジョン、NEXTREN、(株)日立製作所、(株)広島情報シンフォニー、広島ダイヤシステム(株)、(株)マイティネット、ミヨシ電子(株)、ワークショップKomichi

開催月日	内 容	講 師
第1回 5月31日	・ 今年度の活動計画の説明 ・ 講演 「Linuxによる情報セキュリティ対策」	広島市立大学情報科学部 助手 市村 匠 氏
第2回 11月22日	・ 講演 「Linuxによる大規模システムの構築」 ・ 研究会の内容に関するアンケート結果の説明	広島市立大学情報科学部 助手 市村 匠 氏
第3回 12月20日	・ 講演 「Linuxによるサーバ遠隔監視システム」	広島市立大学情報科学部 助手 市村 匠 氏
	「故障自動診断のための各種サーバ・ログの解析」	広島市立大学情報科学部 助手 黒澤 義明 氏
	「自動グループ構成手法ADG(Automatically Defined Groups)によるデータベースからのルール抽出」	広島市立大学情報科学部 助手 原 章 氏
	「免疫型マルチエージェントニューラルネットワークによるデータベース解析装置」	広島市立大学情報科学部 助手 市村 匠 氏
第4回 2月16日	・ 講演 「開発プラットフォームとしてのJava-クライアントおよびサーバ側のJava技術について」	東京情報大学 総合情報学部 講師 Kenneth J. Machin
第5回 3月10日	・ 講演 「セキュリティ遠隔監視システム」	中外テクノス(株) 情報技術事業部 尾崎 徳生 氏
	「Linux専用自動バックアップ装置 Super Memorization Box(SMB)」	広島市立大学情報科学部 助手 市村 匠 氏
第6回 3月18日	・ 実習 「Javaプログラミング」	広島市立大学情報科学部 助手 市村 匠 氏

(12) 技術開発産学官連携促進事業

中小企業技術開発産学官連携促進事業(担当 金行)

研究テーマ 「クリアー塗膜の染色による加飾技術の開発と実用化研究」

透明(クリアー)塗装後に、表層面から染色を行い、色むらのない均一な着色を可能とする塗膜染色技術により、ステンレス・黄銅等の光輝金属面の加飾について研究を行った。その成果の普及として、成果発表および成果品の展示を行った。

成果発表および展示会の開催

月 日	内 容	場 所
9月21日	成果発表 (第13回塗装工学分科会)	松本あがたの森文化会館 (長野県松本市)
3月8日	成果発表 (第6回木質資源利用技術研究会)	広島市工業技術センター
8月7日	試作品及び成果品の展示、説明	広島国際学院大学「オープンキャンパス」 (広島市中区)
8月7日	試作品及び成果品の展示、説明	広島国際学院大学「サテライトキャンパス」 (広島市安芸区)
9月4日	試作品及び成果品の展示、説明	広島国際学院大学「オープンキャンパス」 (広島市中区)

(13) 公設試験研究機関共同研究事業

中国四国地方公設試験研究機関共同研究「情報電子分野」(担当 中川)

研究テーマ 「Linuxによる情報システム構築に関する調査研究」

パーソナルコンピュータクラスにもLinuxを搭載した機器が市販されるなど、Linux関連の事業は拡大している。本研究では、Linuxの各種アプリケーション、サーバ構築及びその管理方法等について調査研究を行った。

中国四国地方公設試験研究機関共同研究「精密加工分野」(担当 桑原)

研究テーマ 「小径ドリル加工の電力評価に関する研究」

小径ドリル加工において、安価に加工状態を観察するため、モータの電力を測定して加工を観察する方法について検討した。モータ電力のばらつきを評価することにより、ドリル折損を検出できることが分かった。

(14) 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、産業振興機関、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。平成17年度は、産業界から16団体、技術振興機関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7日(木)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、広島金属熱処理協同組合、協同組合広島県鉄構工業会、広島県鍍金工業組合、広島機械木型工業組合、全国地域映像団体協議会、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、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、広島県針工業協同組合、(社)広島県情報産業協会、(社)広島県食品工業協会、広島県中小企業団体中央会、(財)中国技術振興センター、(財)ひろしま産業振興機構、(社)発明協会広島県支部、広島大学、広島工業大学、広島国際学院大学、近畿大学工学部、広島市立大学

(15) 発明考案奨励事業

広島市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。今年度から課題作品部門を創設し、与えられた課題に対する創意くふうを評価した。

主催：広島市

共催：広島市教育委員会, 広島商工会議所, 広島市PTA協議会, 中国新聞社, (社)発明協会広島県支部

①応募及び表彰結果

自由作品部門

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	広島市PTA協議会長賞	中国新聞社賞	増本賞 熊平賞 山本賞 木曾賞 竹林賞 不破賞	優秀賞	学校賞
小学生の部	198点	1点	1点	1点	1点	1点	1点	4点	10点	1点
中学生の部	65点	1点	1点	1点	1点	1点	1点	2点	10点	1点
高校生の部	16点	—	—	—	—	—	—	—	—	—

課題作品部門(モビコン部門) テーマ「モーターで動くものをつくろう!!」

区 分	応 募 状 況	表 彰 結 果	
		特賞	入賞
小学生の部	53点	3	6
中学生の部	14点	2	2

②発表展示会の開催

平成17年10月29日～11月6日までの9日間、出品作品を広島市こども文化科学館において実施した広島市児童生徒発明くふう展で展示した。

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17年10月29日～11月6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	918点	16点	25点	19点	37点	18点	2校
中学生の部	546点	8点	15点	11点	23点	12点	3校

広島市優良発明功績者表彰

優秀な発明考案を広く奨励することなどを目的に、優れた発明考案を創作し、その実用化が本市産業の発展に寄与した方を表彰した。

平成17年度は、平成18年3月24日（金）に市長公室において表彰式を行った。

表彰名	表 彰 者	成 果 の 内 容
優良発明 功績賞	入江 敏光 氏 ㈱中電工	発明考案：「クリーンエアコンユニット」 近年、多くの分野において、低価格でコンパクトな、高性能HEPAフィルターを取り付けた、清浄度の高いクリーンルームシステムに対する強い要望がある。しかし、従来のクリーンルームシステムには、エアコン、空気清浄機、送風機など数種類の装置を直列に接続することで、運転時の風量調整が困難であったり、取り付けスペースを大きく占有したり、エアコンの吸込部にHEPAフィルターを取り付けることによりエアコンと空気清浄機の一体化は図っているものの外気や機器本体内部のチリを除去することが困難であるなどの課題があった。 本発明は、汎用のマルチエアコンにHEPAフィルターを組み込むための改良を加えることにより、クリーンルームで重要となる所定の送風量を確保し、エアコン機能と空気清浄機能を有する装置全体のコンパクト化を可能とすることで、従来の課題を解決した。
優良発明 功績 女性奨励賞	小倉 由美 氏 ㈱デルタツーリング	発明考案：「シート」 車両に設置されるシートは、走行中の振動を吸収し揺れが少なく、運転操作や乗員の身体的負担が軽減され、乗り心地が良いことはもちろん、長時間の着座による疲労の抑制が望まれている。しかし、従来製品は、バックレストに掛かる荷重が腰部に集中することと、クッションとバックレストが分離し、臀部の下部とシートとの間に隙間があるため、長時間の着座による血液循環の悪化や筋肉疲労で、腰痛が生じることがある。 本発明は、バックレストを従来の脊柱を含んだ腰部の部分的な張出しによる支持ではなく、三次元立体編物の張力を利用した吊り構造にすることで、人体の形状に合わせたシートの変形を容易にし、背部の筋肉を“面”で支える、『体側支持』の提案により、長時間の着座や短時間の繰り返し着座による腰痛を軽減し、従来製品の課題の解決を図ることができた。

(16) 技術職員派遣研修

氏 名	研 修 名	研 修 先	期 間
上杉 憲雄	中小企業支援担当者等研修課程 専門コース：製品開発手法	中小企業大学校東京校	平成17年7月25日～8月5日

(17) 所内見学

見学日	名 称	人数
5月25日	千田小学校	30名
7月1日	日本機械学会 中国四国機素潤滑設計技術 (MD&T) 研究会	20名
8月4日	早稲田大学 空間科学研究所	9名
9月1日	広島大学・広島国際学院大学(インターンシップ)	2名
10月14日	(社)日本産業衛生学会 産業医・産業看護全国協議会	13名
12月15日	静岡県静岡工業技術センター	1名
1月18日	古田中学校(インターンシップ)	3名
2月16日	鳥取県商工労働部産業技術センター	1名
3月17日	広島工業大学 工学部機械システム工学科	15名
3月17日	財団法人十勝圏振興機構	2名

(18) 会議・研究会への出席

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長協議会 総会	隠岐	名古屋市	6/23～24
全国公設鉦工業試験研究機関 事務連絡会議	竹内	知立市	9/21～22
中国地域産業技術連携推進会議 (第1回)	岸本	広島市	10/20
中国地域産業技術連携推進会議 (第2回)	岸本	松江市	2/8～9
公設試験研究機関 接合・表面改質技術担当者会議	世良	高松市	3/10
全国デザイン振興会議	宮田	東京都	2/9～10
産業技術連携推進会議			
産業技術連携推進会議 総会	中尾	東京都	3/3
物質工学部会 中国地域部会	岸本	岡山市	7/12
物質工学部会 中国地域部会	森田	岡山市	7/12～13
物質工学部会 高分子分科会	中島	京都市	10/13～14
物質工学部会 表面技術分科会	植木	京都市	6/2～3
物質工学部会 塗装工学分科会	金行	松本市	9/21～22
物質工学部会 木質科学分科会	森田	山形市	10/4～5
物質工学部会 デザイン分科会	田中(志)	橿原市	6/16～17
物質工学部会 デザイン分科会	寺戸	小田原市	11/10
機械・金属部会 総会	松井	海老名市	10/6～7
機械・金属部会 中国地域部会	桑原	岡山市	11/11
機械・金属部会 素形材技術分科会	倉本	名古屋市	11/17～18
機械・金属部会 材料研究会	隠岐	札幌市	10/20
機械・金属部会 生産情報システム研究会	清水	つくば市	2/2
情報・電子部会 中国・四国地域部会	上杉, 中川	呉市	1/26
情報・電子部会 情報技術分科会 情報通信研究会	中川	東京都	11/15～16
情報・電子部会 情報技術分科会 組込み技術研究会	尾崎	東京都	11/15～16
情報・電子部会 情報技術分科会 音・振動環境研究会	上杉	米子市	10/27～28
資源・エネルギー・環境部会 総会	中尾, 松井	広島市	10/20～21
中国四国地方公設試験研究機関共同研究			
企画担当者会議	隠岐	岡山市	2/23
情報電子分野 第1回推進会議	中川	松江市	7/29
情報電子分野 第2回推進会議	中川	呉市	1/27
精密加工分野 第1回推進会議	桑原	徳島市	7/29
精密加工分野 第2回推進会議	桑原	岡山市	2/6
学会出席等			
(社)日本機械学会 2005年度年次大会	清水	東京都	9/20～22
(社)日本機械学会 VSTech2005 振動・音響新技術国際シンポジウム	西山	宮島町	6/1
(社)日本金属学会 2005年秋季大会	倉本	東広島市	9/28～30
(社)自動車技術会 2005年春季大会	西山	横浜市	5/18～20
品質工学会 第13回品質工学研究発表大会(QES2005)	桑原	東京都	6/20～21
(社)日本鑄造工学会中四国支部 鑄造技術講演会	桑原	広島市	6/16
(社)日本鑄造工学会中四国支部 鑄造技術講演会	桑原	広島市	12/14

(19) 講師・委員の派遣

開催日	名 称	派 遣 内 容	派遣者	開催場所
4月20日	基礎2級技能検定 (広島県職業能力開発協会)	検定委員 (溶融亜鉛めっき作業)	植木	因島市
4月21日	(社)日本鑄造工学会中四国支部常任理事会	常任理事	桑原	広島市
5月14日	広島少年少女発明クラブ発足式	企画運営委員	岸本、中尾	広島市
5月17日	広島県産業支援機関等連携推進会議	委員	岸本	広島市
5月18日	(財)ひろしま産業振興機構技術委員会	委員	岸本	広島市
5月26日	(社)発明協会広島県支部理事会及び通常総会	常任理事	岸本	広島市
6月16日	(社)日本鑄造工学会中四国支部理事会	常任理事	桑原	広島市
6月21日	品質工学会評議員会	評議員	桑原	東京都
7月10日	前期技能検定 (広島県職業能力開発協会)	検定委員 (噴霧塗装作業、広告シート仕上げ)	植木、金行 谷本	広島市
7月14日	(社)日本鑄造工学会中四国支部常任理事会	常任理事	桑原	広島市
7月17日	前期技能検定 (広島県職業能力開発協会)	検定委員 (噴霧塗装作業)	金行	広島市
7月31日	前期技能検定 (広島県職業能力開発協会)	検定委員 (金属塗装作業)	植木、金行	広島市
8月19日	電気めっき技能検定試験事前講習会	講師	植木	広島市
9月9日	基礎2級技能検定 (広島県職業能力開発協会)	検定委員 (溶融亜鉛めっき作業)	植木	三原市
9月26日	第25回広島県未来の科学の夢絵画展審査会	審査員	岸本、谷本	広島市
9月29日	広島市児童生徒発明くふう展審査会	審査員	中尾、谷本	広島市
10月14日	広島県児童生徒発明くふう展審査会	審査員	岸本	広島市
10月21日	(社)日本鑄造工学会中四国支部常任理事会	常任理事	桑原	広島市
11月2日	(財)ひろしま産業振興機構技術委員会	委員	岸本	広島市
11月10日	広島バイオクラスター推進協議会	委員	岸本	広島市
12月7日	基礎2級技能検定 (広島県職業能力開発協会)	検定委員 (陽極酸化処理作業)	植木	東広島市
2月7日	(社)日本鑄造工学会中四国支部常任理事会	常任理事	桑原	広島市
2月16日	広島少年少女発明クラブ運営委員会	企画運営委員	岸本	広島市
3月14日	(社)発明協会広島県支部常任理事会	常任理事	岸本	広島市
3月16日	広島県産業支援機関等連携推進会議	委員	岸本	広島市

(20) 発表 (誌上・口頭)

誌上発表

時 期	誌 名	テ ー マ	氏 名
2006年2月	塗装工学, 41巻, 2号 日本塗装技術協会	クリアー塗膜の染色による加飾技術の開発と 実用化研究	金行良隆
2006年3月	Environmental Science & Technology, Vol.40, 1849-1854	Calcium-promoted Catalytic Degradation of PCDDs, PCDFs, and Coplanar PCBs under a Mild Wet Process	三苦好治(県立広島大学) 隠岐貴史 他
2005年8月	Proceedings of 11 th Asian Chemical Congress (The Korean Chemical Society)	Dechlorination of Dioxins in Fly Ash Using Metallic Calcium Method under Mild Conditions	三苦好治(県立広島大学) 隠岐貴史 他
2005年5月	日本機械学会論文集, 第71巻, 第706 号, C編, pp. 1990-1998	検証試験によるローラー式サイドスリップテス タの実用性の確認	西山修二 原田伸(㈱ハラタケニ)
2005年6月	VSTech2005 The First International Symposium on Advanced Technology of Vibration and Sound, June 1-3, 2005, Miyajima, Hiroshima, JAPAN, 10-15.	Theoretical and Experimental Investigation for Effect of Wheel Alignment on Running Performance of Automobiles	S.Nishiyama, S.Harada, S.Morita

口頭発表

月 日	学会・協会等	テ ー マ	氏 名	備考
6月21日	品質工学会 第13回品質工学研究発表大会	小径ドリル加工の電力評価に関する研究	桑原修	東京都
8月5日	(社)日本機械学会中国四国支部VS研 究会(第49回)	後輪のホイールアライメントがころがり抵抗に及 ぼす影響	西山修二	広島市
9月28日	(社)日本金属学会 2005年秋期大会	放電焼結法で作製した Al-Si 複相合金の乾式 摺動特性に及ぼす Si 粒径と体積率の影響	倉本英哲	東広島市
10月14日	(社)日本産業衛生学会 (第15回日本産業衛生学会 産業医・ 産業看護全国協議会)	車両の安全、全身振動の評価・対策の研修	西山修二 上杉憲雄	広島市
2月6日	中国四国地方公設試験研究機関共同 研究(精密加工分野)第2回推進会議	小径ドリル加工の電力評価に関する研究	桑原修	岡山市

(21) 表彰等

月 日	受賞者	内 容
6月21日	桑原 修	品質工学会 貢献賞

3 研 究 報 告

- (1) 三次元有限要素法による傾斜ねじナットの弾塑性解析
西山 修二、清水 功史、右田 博章、片岡 光正 29
- (2) 小径ドリル加工における加工時のモータ電力変化とドリル折損の関係
桑原 修 37
- (3) ストレッチャー搬送時における臥位人体頭部の振動特性に関する
実験的研究
上杉 憲雄、清水 功史、山本 和弘 41
- (4) ゆるみ防止機能を有するハイパーロックナットの開発
西山 修二、右田 博章、片岡 光正、中崎 信行 44
- (5) リバースエンジニアリングの事例研究 (第2報)
尾崎 清 53
- (6) 放電焼結法で作製した Al-Si 複相合金の乾式摺動特性に及ぼす Si 粒子の
空間分布の影響
倉本 英哲、隠岐 貴史、柳沢 平 57

Research Report

- (1) **Elasto-Plastic Analysis of Screw Inclined Nut by Three-dimensional Finite Element Method**
Shuji NISHIYAMA, Kohshi SHIMIZU, Hiroaki MIGITA and Mitumasa KATAOKA .. 29
- (2) **The Relationship of Motor Electric Power Chang to Drill Breakage in Micro Drill Processing**
Osamu KUWABARA 37
- (3) **Experimental Investigation of Vibration Characteristics of Lying Person's Head on a Stretcher (Influence of BED Height of Stretcher on Head)**
Norio UESUGI, Kohshi SHIMIZU and Kazuhiro YAMAMOTO 41
- (4) **Development of Anti-Loosening Performance of Hyper Lock Nut (Function Verification by Proof Examination)**
Shuji NISHIYAMA, Hiroaki MIGITA, Mitumasa KATAOKA and Nobuyuki NAKASAKI 44
- (5) **Case Study on Reverse Engineering (2nd Report)**
Kiyoshi OZAKI 53
- (6) **Influence of Spatial Distribution of Si-particle on dry wear properties of spark sintered Al-Si composite**
Hideaki KURAMOTO, Takashi OKI and Osamu YANAGISAWA 57

三次元有限要素法による傾斜ねじナットの弾塑性解析

西山 修二, 清水 功史

右田 博章^{*1}, 片岡 光正^{*1}

Elasto-Plastic Analysis of Screw Inclined Nut by Three-dimensional Finite Element Method

Shuji NISHIYAMA, Kohshi SHIMIZU

Hiroaki MIGITA and Mitumasa KATAOKA

Bolted joints are widely used in mechanical structures since the disassembly for maintenance is easy without high cost. However, vibration induced loosening due to dynamic loading has been unsolved subject for a long time. We have developed a new type of nut named 'Screw Inclined nut (SIN)', which realizes anti-loosening performance without complicated tightening process and tool. In this study, we have investigated the mechanisms of bolted joint with SIN, and tightening behavior are analyzed by mean of three-dimensional finite element method. Results are compared with the experimental results for SIN. Good qualitative agreement is observed between analytical results and experiments with respect to tightening force, tightening torque and stress. We found some new aspects and superior points for bolted joint with SIN than that of standard nuts. It is found that tightening torque of SIN is higher than that of standard. It is also found that the anti-loosening performance can be realized by the thread contact force at the slit region and angular facing on bearing surface. Moreover, it is concluded that SIN involves sufficient strength in practical use.

Key Words: Finite Element Method, Machine Element, Bolted Joint, Fracture Mechanics, Elasto-Plastic Analysis

ボルト締結体は維持やメンテナンスに高いコストを必要とせず、また操作が簡単のために、機械構造物に広く使用されている。しかしながら、動的な荷重のために引き起こされるねじの弛みは、いまだに解決されていない。我々はゆるみ止め性能が期待される新しいタイプの傾斜ねじナットを開発した。本報では、傾斜ねじナットのゆるみ止めのメカニズムについて三次元有限要素法を適用して解析的に明らかにした。解析結果から JIS 標準ナットより弛み止め性能が優れていることが明かとなった。

キーワード：機械要素，ボルト締結体，構造力学，傾斜ねじ

1. はじめに

機械や構造物を組み立てる際に使用される結合法の一つであるボルト締結は、取り付けや取り外しの容易さ、価格の安さなどの面から幅広く使用されている。

しかし、ボルト締結体に衝撃や振動、あるいは熱負荷などの動的な外力が作用すると、ナットはしばしば戻り回転を開始し、ボルト締結体は締結力を失い、締結部はその機能をはたさなくなる。

現在に至ってもなお産業界において、ボルト・ナッ

トのゆるみに起因する事故が多く発生している。ボルト・ナットによる締結体のゆるみの問題は工学分野において解決すべき重要な課題の一つである。

ボルト締結体のゆるみの問題を解決する一つの方法として、新しいゆるみ止め機構を備えていることが期待される傾斜ねじナット (Screw Inclined Nut:以下 SIN と略記する) を開発した。

傾斜ねじナット (SIN) は図 1 に示すとおり、1 種六角ナットと同等の形状を有し、かつ締付けの際に複雑な工具や手順を要しないことを特徴とする。

^{*1} 株式会社エコーワールド (〒733-0003 広島市西区三篠町 6-9)

傾斜ねじナット(SIN)は、ゆるみ止め性能を有するナットである。傾斜ねじナット(SIN)は1種六角ナットに図のような平行なスリットを加工して作成する。スリットの位置はナット座面とは反対側のナット上面に近い位置に設けられている。さらに、ナットねじ部の軸心は所定角度($1^{\circ} \sim 6^{\circ}$)に傾斜して加工してある。

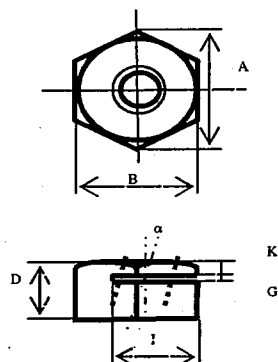
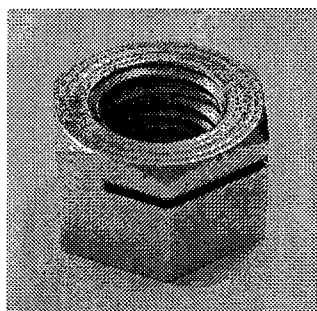
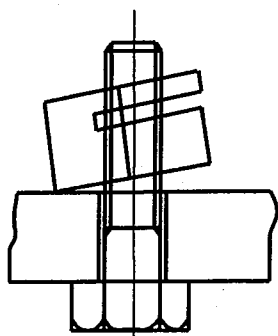


図1 傾斜ねじナットの形状

図2(a)は、傾斜ねじナット(SIN)の実物写真を示す。図2(b)は、取り付け初期の状態を示す。表1は、M16の場合の傾斜ねじナット(SIN)の外径寸法を示す



(a) 傾斜ねじナットの実物写真



(b) 取り付け初期の状態

図2 傾斜ねじナット

表1 傾斜ねじナット(SIN)の外径寸法

d	A	B	D	G	K	P
M16	27.7	24.0	16.0	1.2	4.4	2

d: ねじの呼び径 A: 対角寸法 (mm) B: 平行面間距離 (mm) D: ナット高さ (mm) G: スリット幅 (mm)
I: スリット部の深さ (mm) K: スリットからナット上面までの長さ (mm) P: ピッチ (mm)

傾斜ねじナット(SIN)は、傾斜ねじにより締付け初期に座面に傾斜角度が発生し、締付け軸力が増加するに従い、はめあいねじ部に大きな接触力を発生させ、さらにスリットの変形によりゆるみ防止効果を発揮することが期待される。

本報では、三次元有限要素法を適用して、傾斜ねじナット(SIN)を使用したボルト締結体の性能を解析的に評価する。評価する性能として、締付時のトルク管理に不可欠な締付け回転角と軸力および締付トルクの関係およびねじ各部の応力解析を行う。

2. 解析

2.1 傾斜ねじナットのモデル化 傾斜ねじナットのゆるみ防止メカニズムを三次元有限要素法を用いて解析する。解析ソフトとして ADINA 8.0 を使用する。解析はナット回転角法による弾塑性締付けをモデル化し、実施する。ボルトの遊びねじ部は5山、グリップ長さを80mm、被締結物は剛体と仮定し、ボルト座面と被締結物は固着とする。ねじ寸法は6H/6gの公差域内の呼び径M16のメートル並目ねじとする。解析においては、傾斜ねじの所定角度は 1° とする。要素は一次元四面体要素を用い、ねじ面接触部およびナット座面の部分は締付けトルクを精度よく解析するために要素を密に分割する。ナット座面、ねじ面、被締結物接触面には接触要素を設定する。

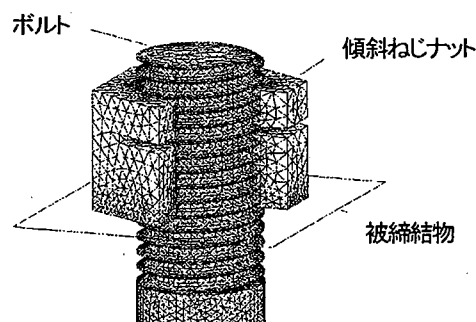


図3 傾斜ねじナット(SIN)の三次元有限要素モデル

解析に用いた材料物性値として、ボルト・ナットの縦弾性係数は200GPaとする。また、ボルト・ナットのポアソン比は0.3とする。ボルトの強度区分は10.9、ナットを8とする。初期降伏応力はボルトを790MPa、ナットを790MPaとする。塑性則は線形硬化弾塑性体とし、塑性の接線係数はボルト・ナット共に2700MPaとする。

解析の種類は材料非線形、幾何学的非線形を考慮した弾塑性解析を行う。接触面における摩擦係数は0.15とし、締付け過程において摩擦係数は変化しないものと仮定する。

2.2 傾斜ねじナットの解析条件 解析諸元は表2に示す。さらに、システムの詳細設定は、文献(1)に示すように設定した。また、HRNの三次元有限要素モデルのノード数は18888、また要素数は86611である。解析はナット回転角を0.1°毎に計算を進めていき、150°まで進める。計算結果は1°おきに出力する。CPUはPentium 4, 2.4GHzのコンピュータを使用して計算時間は48時間である。

表2 解析諸元

元	値
ねじの種類	メートル並目ねじ
ねじの呼び径	M16
ねじの公差	6H/6g
モデルの要素	一次元四面体要素
被締結物接触面	接触要素
ボルト・ナットの縦弾性係数	200GPa
ボルト・ナットのポアソン比	0.3
ボルトの強度区分	10.9
ナットの強度区分	8.8
ボルトの初期降伏応力	790MPa
ナットの初期降伏応力	790MPa
解析の種類	弾塑性解析
接触面における摩擦係数	0.15

3. 解析結果

3.1 回転角と締付け軸力および締付けトルクの関係

図4～6は計算結果を示す。図4はナット回転角と締付け軸力の関係を示す。横軸は回転角、縦軸は締付け軸力を示す。図において太い実線はSIN、細線JIS標準ナットの場合の解析結果を示す。

傾斜ねじナット(SIN)は、回転角が約10°くらいまでは軸力は発生しない。これは、ナットのねじ部が所定角度1°傾斜しているために、締付けの初期において、ナット座面が傾斜していることによる。回転角が11°から49°くらいまでは、ゆるやかではあるが、

軸力が発生する。この区間の単位角度あたりの軸力の増加率は34.6kgf/degである。回転角が50°以上になると勾配が急に大きくなる。

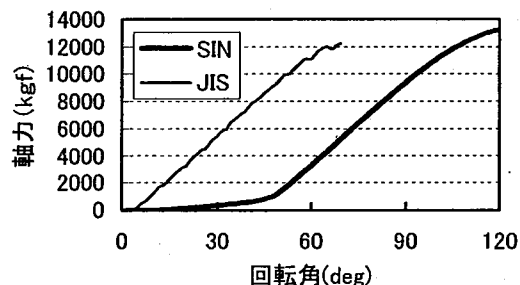


図4 軸力と回転角の関係

これは、傾斜ねじナットの座面が、回転角が50°に達すると、ナットの座面が完全に被締結物に着座することによるものと思われる。

一方、JIS標準ナットはナット回転が7°くらいから軸力が一様に増加する。回転角が67°くらいまでは締付けトルクは一様に増加する傾向を示す。

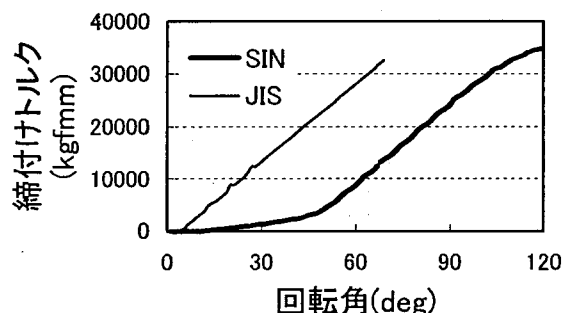


図5 締付けトルクと回転角の関係

図5は、ナット回転角と締付けトルクの関係を示す。図において、太い実線がSIN、細線がJIS標準ナットの場合を示す。横軸は回転角、縦軸は締付けトルクを示す。回転角と締付けトルクの関係も、図3(回転角と締付け軸力の場合)と同様の特性を示す。回転角が約10°くらいまでは締付けトルクは発生しない。これは、ナットのねじ部軸心が1°傾斜しているために、締付けの初期において、ナット座面が傾斜していることによるものと思われる。ナットが回転して回転角が11°をすぎるくらいから46°くらいまでは、ゆるやかではあるが、締付けトルクが発生する。この区間の単位角度あたりのトルクの増加率94.2kgfmm/deg

である。回転角が 46° 以上になると勾配が急に大きくなる。これは、傾斜ねじナットの座面が、回転角が 46° に達すると、ナットの座面が完全に被締結物に着座することによるものと思われる。

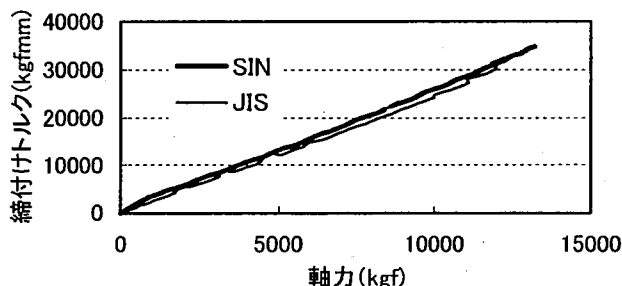


図6 軸力と締付けトルクの関係

図6は軸力と締付けトルクの関係を示す。横軸は軸力、縦軸は締付けトルクを示す。軸力が増加すると、締付けトルクも一様に増加する。図において、太い実線がSIN、細線がJIS標準ナットの場合を示す。

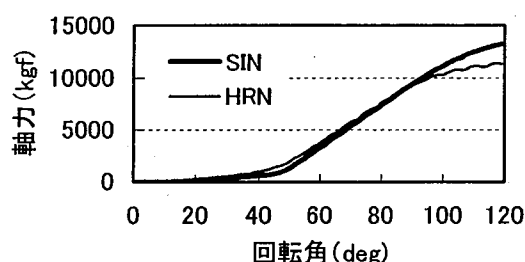


図7 軸力と回転角の関係

図7～8はハイパーロックナットと傾斜ねじナットの比較を示す。

図7は回転角と軸力の関係と比較している。回転角が 86° くらいまでは、ハイパーロックナットが傾斜ねじナットより軸力が大きくなるが、 86° 以降では傾斜ねじナットの方が大きくなる。

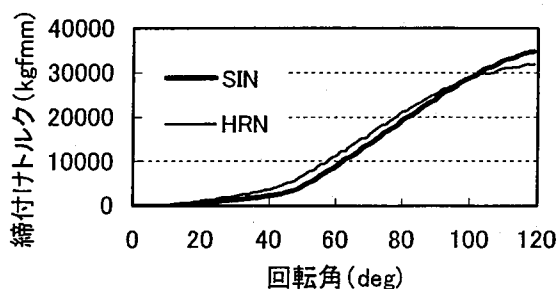


図8 締付けトルクと回転角の関係

図8は回転角と締付けトルクの関係と比較している。回転角が 100° くらいまでは、ハイパーロックナットが傾斜ねじナットより締付けトルクが大きくなる。 100° 以降では傾斜ねじナットの方が大きくなる特性を示す。

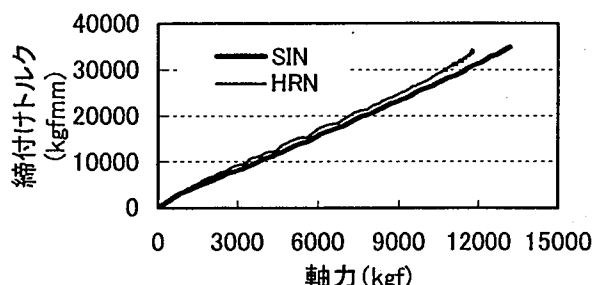


図9 締付けトルクと軸力の関係

図9は、軸力と締付けトルクの関係を示す。横軸は軸力、縦軸は締付けトルクを示す。軸力が増加すると、締付けトルクも一様に増加する。図において、太い実線がSIN、細線がJIS標準ナットの場合を示す。

図9は、軸力と締付けトルクの関係を示す。横軸は軸力、縦軸は締付けトルクを示す。軸力が増加すると、締付けトルクも一様に増加する。図において、太い実線がSIN、細線がJIS標準ナットの場合を示す。

図9は、軸力と締付けトルクの関係を示す。横軸は軸力、縦軸は締付けトルクを示す。軸力が増加すると、締付けトルクも一様に増加する。図において、太い実線がSIN、細線がJIS標準ナットの場合を示す。

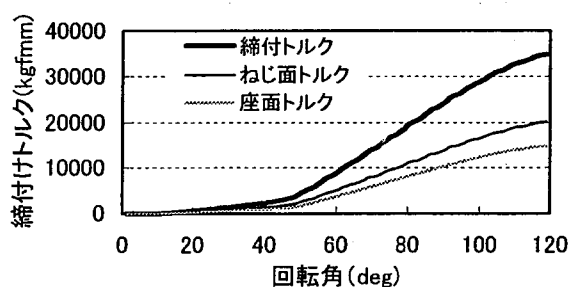


図10 締付けトルクと回転角の関係

図10は傾斜ねじナットの締付けトルクと回転角の解析結果を示す。横軸はナットの回転角、縦軸は締付けトルクを示す。締付けトルクは座面トルクとねじ面トルク、リード角トルクの和となる。

3.2 傾斜ねじナットの応力評価 図 11～16

は、傾斜ねじナット、HRN および JIS 標準ナットの場合についての計算結果を示す。軸力が 50kN および 100kN の場合の応力分布を示す。図における、カラー・スケールの単位は kgf/mm^2 である。

図 11 は、軸力が 50kN の場合の SIN の応力解析の計算結果を示す。スリットの反対側のボルト表面近傍に $65 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ の応力が発生している。

図 12 は、軸力 100kN の場合についての、SIN の応力解析の計算結果を示す。軸力が 100kN になると、 $85 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ の応力がかなり広範囲に発生する。スリット近傍の応力値は上昇せず、スリットがあることによって、構造的に強度が低下することはないようである。

図 13 は、軸力が 50kN の場合の HRN の応力解析の計算結果を示す。スリットの反対側のボルト表面近傍に $65 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ の応力が発生している。

図 14 は、軸力 100kN の場合についての、HRN の応力解析の計算結果を示す。軸力が 100kN になると、 $85 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ の応力がかなり広範囲に発生する。スリット近傍の応力値は上昇せず、スリットがあることによって、構造的に強度が低下することはないようである。

図 15、図 16 は、軸力が 50kN の場合および 100kN の場合について、JIS 標準ナットの応力解析の計算結果を示す。JIS 標準ナットの場合は軸心を中心として対称に応力が発生している様子がうかがわれる。軸力が 100kN の場合について、SIN、HRN、JIS 標準ナットの応力分布を比較してみると、HRN のスリット側の応力分布は JIS 標準ナットの場合と大差はないが、スリットとは反対側はやや大きく応力が発生している様子がうかがわれる。

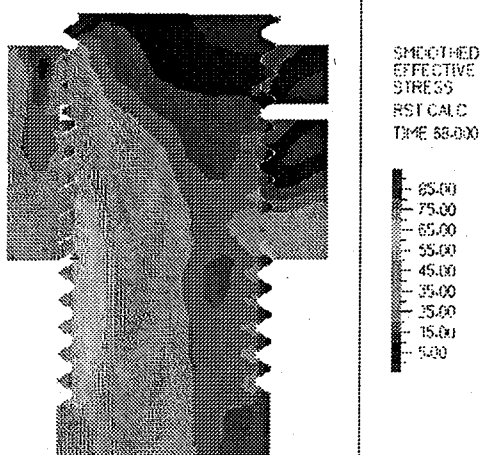


図 11 SIN の応力解析 (軸力 50kN の場合)

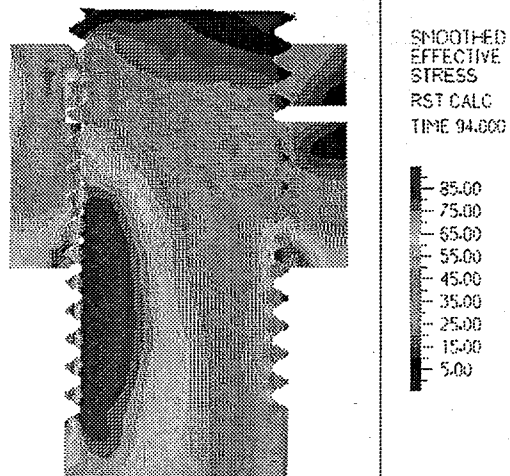


図 12 SIN の応力解析 (軸力 100kN の場合)

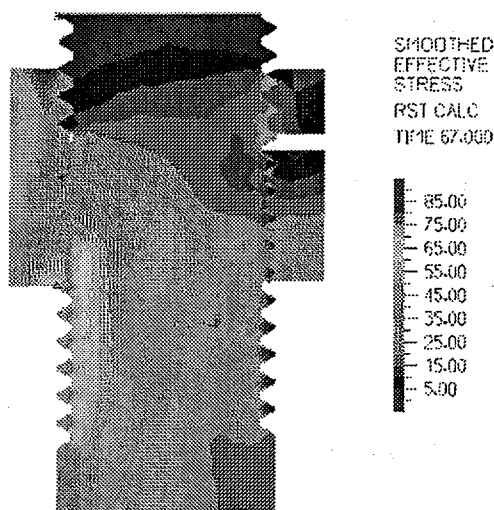


図 13 HRN の応力解析 (軸力 50kN の場合)

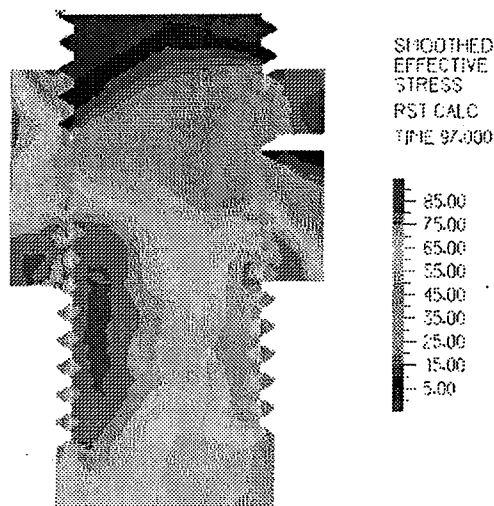


図 14 HRN の応力解析 (軸力 100kN の場合)

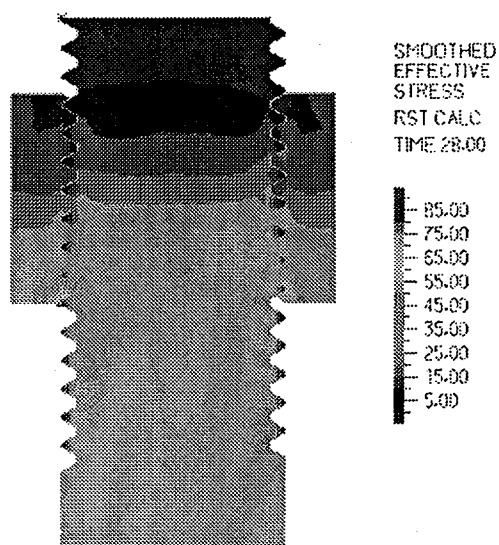
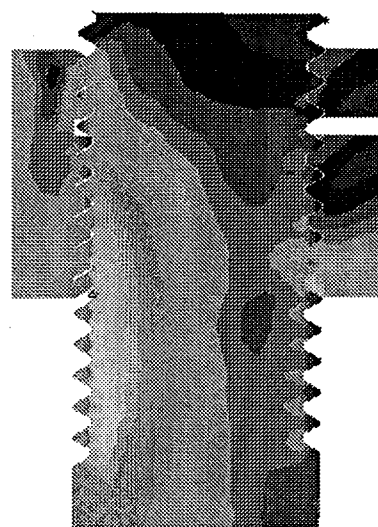


図 15 JIS 標準ナットの応力解析
(軸力 50kN の場合)



(a) SIN

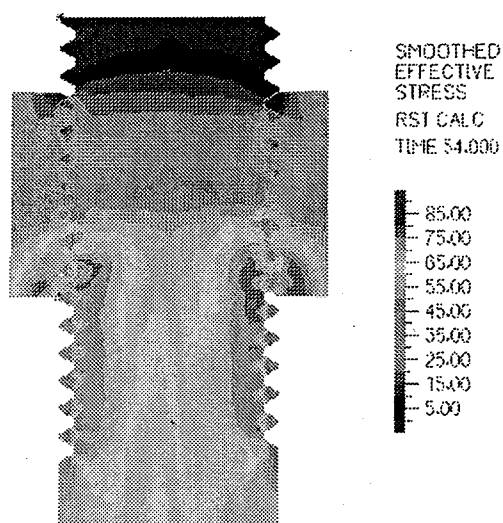
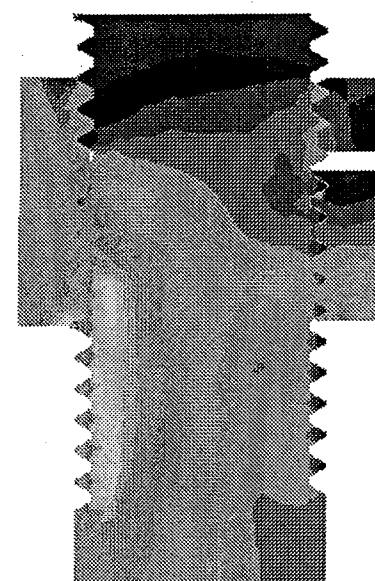
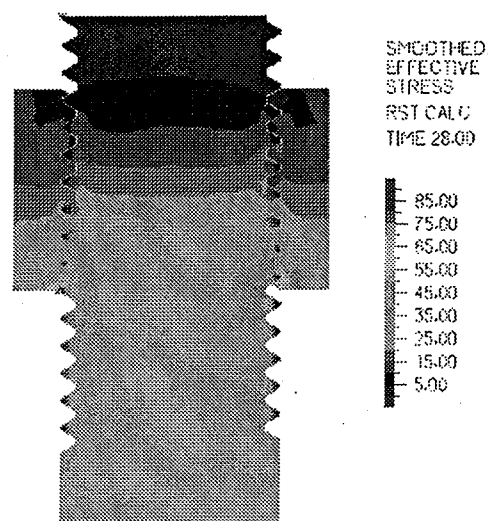


図 16 JIS 標準ナットの応力解析
(軸力 100kN の場合)



(b) HRN

図 17～18 は、SIN、HRN、JIS について応力分布の比較を示す。図 16 は軸力が 50kN の場合、図 17 は軸力が 100kN の場合をそれぞれ示す。JIS 標準ナットでは応力分布は左右対称に発生するが、SIN および HRN では、スリットとは反対側に高い応力が偏在する非対称の分布となる。SIN と HRN を比較すると、HRN はスリットとは反対側のナットおよびスリット側のボルトに高い応力が発生しているが、SIN ではこの様な傾向は見受けられない。



(c) JIS

図 17 応力分布の比較 (軸力 50kN の場合)

4. 考 察

ボルトとナットはその構造にゆるみ防止構造も持っている。ボルトもナットも締結座面と、おねじとめねじの接合面との二つの面がゆるみ防止構造である。ゆるみ防止能力は二つの面の摩擦力と摩擦中心の半径との積である。座面の摩擦力は軸力と摩擦係数の積であり、ねじ面の摩擦力は軸力のねじ面垂直分力とねじ面摩擦係数との積である。従って、摩擦係数の大きいボルト・ナットや座面半径の大きいボルト・ナットはゆるみにくい。傾斜ねじナットの傾斜ねじおよびスリットのゆるみ止め機構について考察する。

4・1 SIN の傾斜ねじによるゆるみ止め機構 SINの傾斜ねじはねじ山の嵌合がおねじとめねじのフランク面での接合だけでなく、おねじ山頂部とめねじ谷底の接合をももたらす特徴がある。SINとボルトの締結初期はナットの回転によって座面の一部が着座すると、ボルト軸力が生じ、ナットの回転角の増加に比例して軸力も増加すると共に着座面積が増加する。この時、座面が密着する課程で座面傾斜角があるためにSINは回転中心線がボルトの中心線から変位しながら回転し、かつボルトを曲げる。SINではナット中心が偏心してくるので、傾斜側のおねじ山頂とめねじ谷が噛合いながら、フランク面が接合している。この現象をトルクの値で考えると、SINのフランク面接触での摩擦力はJIS標準ナットでのフランク面の摩擦力にほぼ等しいが、これに加えて、おねじの半周側において、おねじ山頂での接触はおねじのねじ山が楔の形でめねじの谷に食い込むので、山頂の楔接合の摩擦力とおねじ半径の積としてのトルクが発生する。このため傾斜座面を有するナットはJIS標準ナットよりも高いトルクをもたらす。傾斜座面が全面密着した後も、軸力の増加によりボルトの傾きは増加するので楔接合は強くなる。傾斜座面は、ねじ山の干渉を増し、摩擦力を増加させる機能を有する。

4・2 SIN のスリットによるゆるみ止め機構 スリットの機能はスリットが狭小になるとき、めねじの総合ねじピッチが崩れてくることにより、正常なフランク面接合のみならず、背面での接合が生じる事である。ナットの各ねじ山に生じる軸力の負担は座面から近いねじ山が大きく、ナット高さ方向に移るほど軽減する。スリットより上側のナットねじ山が負担する軸力で、スリットの幅は弾性的に狭小に変位する。傾斜座面があるのでナットの中心線はスリット側に変位するから、おねじとめねじの嵌合はスリット側で楔形に食い込み、スリットの反対側ではフランク面のおねじとめねじ間の隙間が増加する。この時にスリットが狭小になれば

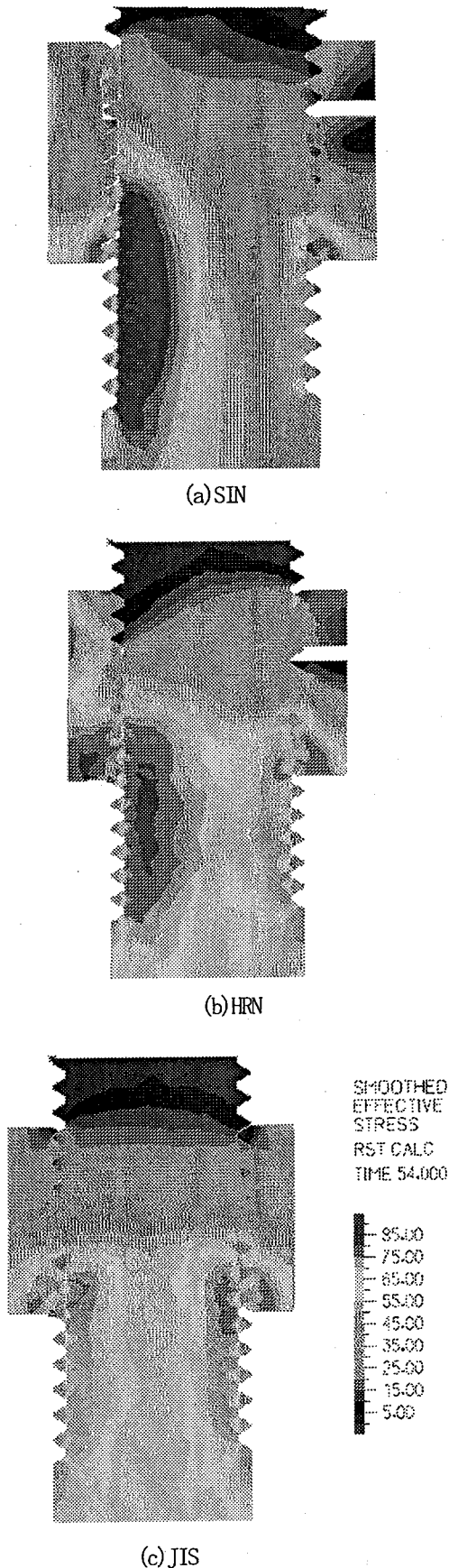


図 18 応力分布の比較
(軸力 100kN の場合)

背面側フランク面のおねじとめねじの隙間が減少し、更に狭小になればスリットの上のめねじ山はボルトおねじの上面と接触し、おねじ山を挟みつける。

傾斜ねじの所定角度が 1° の場合はスリットによるゆるみ止め効果が顕著に見受けられなかった。

5. おわりに

複雑な締付け手順や工具等を必要としない、ゆるみ防止機能を有する傾斜ねじナットを三次元有限要素法により理論的に解析した。本研究により得られた結果をまとめると次のとおりである。

- (1) 三次元有限要素を適用して開発したナットの解析を実施した。解析結果を理論値等と比較し、解析に用いたモデル化および解析結果の妥当性が確認できた。
- (2) 締付けトルクに及ぼすナット回転角の影響を明らかにした。計算結果から、傾斜ねじナットはナット回転角が 10° くらいまでは、締付けトルクが発生しない。 11° を過ぎたくらいから徐々に締付けトルクが発生し、 49° くらいまで同じ勾配で増加する。 50° を過ぎたくらいから、JIS標準ナットと同様に急激に増加する特性を示す。

(3) 傾斜ねじナットはハイパーロックナットに比較して軸力の全帯域において、1000 から 2500kgfmm 程度の低い締付けトルクを有している。

(4) 傾斜ねじナット、ハイパーロックナット、JIS標準ナットの応力分布について比較した。傾斜ねじナットは、ハイパーロックナットに比較して、ナットおよびボルトに及ぼす応力が緩和される。

(5) 傾斜ねじナットのゆるみ止め機能は、傾斜ねじ部の役割が大きく、ハイパーロックナットに見られるように軸力が大きくなると、スリット部が変形してねじ山の接触力を増大させる効果は顕著に見受けられない。

参考文献

- (1) 西山修二，ゆるみ防止機能を有するハイパーロックナットに関する研究，平成 17 年度経済産業省中小企業ベンチャー挑戦支援事業研究報告，2006 年 3 月。
- (2) 工業所有権，ゆるみ止めナット，特願 2006-143929。

小径ドリル加工における加工時のモータ電力変化と ドリル折損の関係

桑原 修

The Relationship of Motor Electric Power Change to Drill Breakage in Micro Drill Processing

Osamu KUWABARA

In micro drill processing with small motor, drill breakage was detected in motor power change. Dispersion of motor power grows immediately before the drill break. It was confirmed that drill breakage was detected analysis of dispersion of motor power. Electricity measurement and analytical calculation was applied parameter design method of quality engineering.

It was realized that drill breakage was detected in measurement of electric current and calculation which T-Method is applied.

Keywords: Micro drilling, DC brushless motor, power evaluation, drill breakage, Quality Engineering, S/N-ratio, T-Method

小径ドリル加工において、小型モータを用いた加工を行い、その時のモータ電力変化からドリル折損の検出を行った。モータ電力の変化を観察すると、ドリル折損前に電力のばらつきが大きくなっている事が確認できた。ドリル折損を検出するには、モータ電力のばらつきを評価すれば良い事が分かった。また、電力の計測方法と解析方法について、品質工学によるパラメータ設計を行った。その結果、T法を用いることにより、電流値のみの計測からドリル折損を検出できることが分かった。

キーワード：小径ドリル, DCブラシレスモータ, モータ電力, ドリル折損, 品質工学, S/N比, T法

1. はじめに

小径ドリルを用いた穴加工は、工具径が小さいため、加工状態や工具状態の観察が困難である。また、この加工は工具折損が多いため、加工状態を観察する要望が高い。切削加工のモニタリング方法として、主軸モータの電力変化を観察する方法がある。しかし、この方法による小径ドリル加工のモニタリングでは、主軸電力に対し加工負荷が小さいため、空転時電力と加工時電力の差が小さくなり、この方法で

加工モニタリングすることは適さない。前報⁽¹⁾では、小型のモータを用いたドリル加工により、小径ドリル加工をモータ電力変化でモニタリングする方法を試みた。本研究では加工電力のばらつきから、ドリル折損を検出する方法を検討した。

2. 実験方法

実験装置の概略を図1に示す。モータは3相4線のブラシレス・センサレス・モータを用い、治具を介し

てドリルを取り付けた。3相4線のモータでは電流は中性点に向かって流れるので、3相分の電流電圧を計測し、そのデータの積と和から瞬時の電力値を算出した。

ドリル加工において、ドリル折損に関係する要因は複数あり、それらが複雑に影響して折損が発生する。本実験では折損に影響する代表的な因子を抽出し、L18直交表⁽²⁾を使った組み合わせ実験を行うことにより、ランダムな組み合わせでの加工を試みた。実験の因子を表1及び図2に示す。その他の共通の加工条件は表2のとおりである。

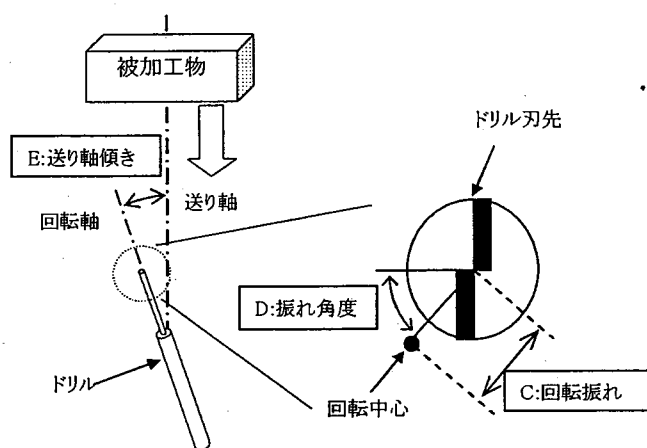


図2 ドリル加工実験に用いる因子の概略図

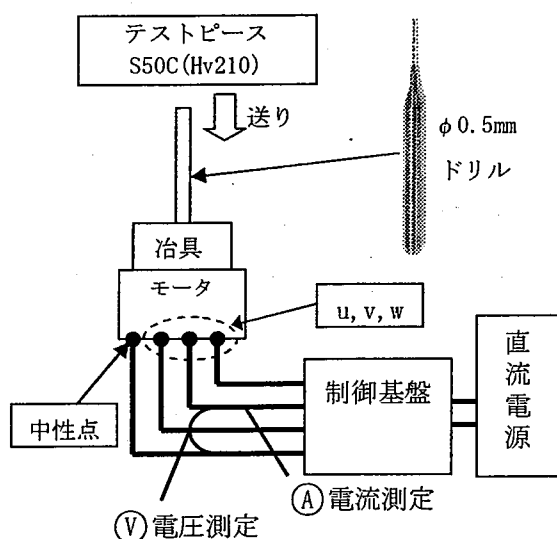


図1 加工実験と電力測定の概略図

表1 ドリル加工実験に用いる因子と水準

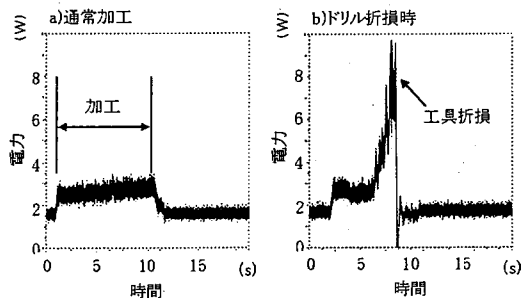
因子	水準		
C 回転振れ量 (μm)	10	6	3
D 振れ角度 (°)	0	45	90
E 送り軸傾き	0	0.008/5	0.016/5
F 送り速度 (mm/sec)	0.4	0.5	0.6
G 加工液種類	無	切削油	潤滑油

表2 共通の加工条件

項目	条件
使用ドリル	φ0.5mm, 超硬材質 (菱高精機製 ZH-380)
回転数	5,400rpm
加工穴深さ	4mm
ステップ送り	なし
被削材	S50C (Hv210)

3. 加工実験結果

加工実験の結果、4つの加工条件でドリル折損が発生した。ドリル折損が有る場合と無い場合における、加工時の電力波形を図3に示す。工具状態や加工状態がモータ電力に反映され、工具折損前には電力波形が大きく乱れていることが確認できた。



d=0.5mm, 5400rpm, 被削材S50C

図3 ドリル加工時の電力波形

4. モータ電力の解析

モータ電力のばらつきを評価するために、品質工学における望目特性⁽³⁾の解析を行った。データは、加工に使われた電力を評価するため、加工時の電力から空転時の電力平均を引いた値を、加工電力として解析に用いた。図4に示す要領で0.005秒間隔の最大値(max)、最小値(min)、分散(σ^2)を求め、そのデータから0.1秒ごとのデータを抽出して望目特性の計算を行い、0.1秒間ごとの加工電力のばらつき変化を求めた。通常の望目特性の計算では、SN比⁽²⁾を算出するが、ここでは加工電力のばらつきを評価するため、ノイズ成分(N)のみを算出した。ここでのノイズ成分は電力のばらつき量となり、ばらつきを逆数で表し N^{-1} (db)としている。

図5に加工時間と電力ばらつき(N^{-1})の変化の関係を示す。図から分かるように工具の折損前には N^{-1} が急激に悪くなり、 N^{-1} で工具折損を検出できることが分かる。

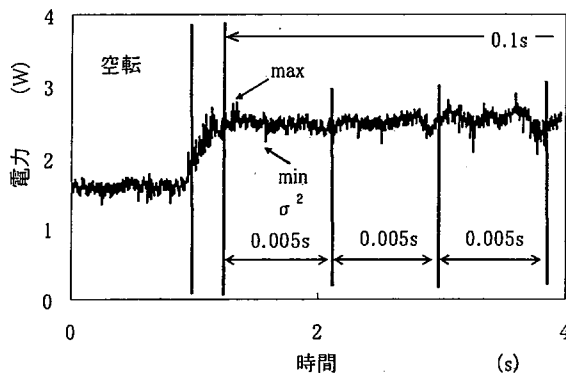


図4 電力解析用データの抽出

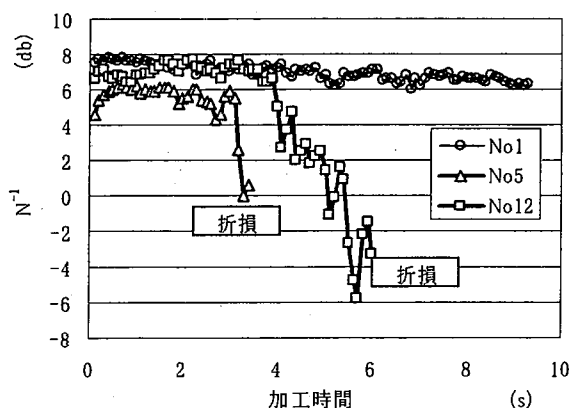


図5 加工時間と電力 N^{-1} の変化

5. T法による電力ばらつき N^{-1} の予測

モータ電力の N^{-1} を3相の電流電圧データから計算し、ドリル折損を検出することができた。しかし、そのためには6チャンネル高速データレコーダを準備し、膨大な量のデータを解析する必要がある、コストがかかる。そのため、電力の計算をすることなく、電流と電圧の波形からドリル折損を検出する方法を検討した。

ここでは、電力ばらつきを推定するのにT法⁽⁴⁾を用いることとした。T法の解析では単位空間と特徴量が必要となる。単位空間は加工の安定している部分とした。特徴量は電流電圧データのばらつき量とし、空転時の波形を基準とした標準SN比⁽⁵⁾の計算で求めた。

前述のL18直交表を使った加工実験の N^{-1} に対して、各電流電圧の特徴量を計算して、表4のデータを得た。これらのデータからT法の解析により、 N^{-1} の推定を行うと図6のようになる。 N^{-1} を電力から計算した場合とT法で推定した場合において、推定対象である信号空間では同様の傾向を示した。

このことから、電流電圧のばらつきを特徴量としたT法の解析により、電力の計算を行わずに工具の折損が検出できることが分かった。

表4 T法による予測の信号と特徴量

信号	特徴量 (標準SN比 db)					
	U		V		W	
N^{-1} (db)	電圧	電流	電圧	電流	電圧	電流
8.18	68.17	62.89	68.59	62.95	68.38	62.81
8.16	68.42	61.69	68.73	61.26	69.05	62.58
8.08	68.11	61.41	68.80	61.43	68.77	61.87
8.07	62.30	58.44	62.32	58.41	62.40	58.41
8.07	67.68	61.84	68.68	62.31	68.33	62.22
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

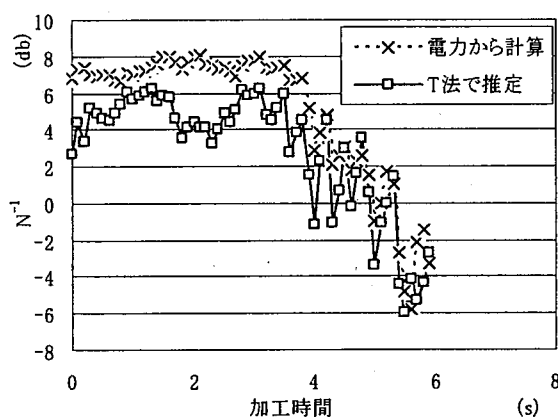


図6 電力 N^1 計算値とT法による推定値の関係

6. 電流電圧計測と解析のパラメータ設計

更に計測にかかるコストを減らすため、電流電圧計測および解析方法についてパラメータ設計を行った。この実験は前述のL18直交表実験で求めたデータを使って、再計算することによって行った。

制御因子は、電流電圧計測と解析に関する因子であり表5に示す。BはT法による解析における単位空間の範囲である。Cは計測対象、Dは計測する相の数である。Eは擬似的にデータレコーダの周波数応答特性とした。実際のデータは100kS/sで計測しており、Eが100kS/sの設定ではデータをそのまま用い、10kS/sの場合は10点毎に1kS/sは100点毎に平均した値を用いた。

これらの制御因子をL18直交表に割付け、計算実験を行った。この時の信号空間の範囲は、前述と同じ電力ばらつきの大きい部分である。 N^1 を入力とし、T法による予測値を出力として動特性のSN比⁽³⁾を計算し、図7の要因効果図⁽²⁾を作成した。

要因効果図から効果の大きい因子は、C、Eということが分かる。因子Cは計測対象であり、電流のみを計測する事で電力ばらつきの推定ができることが分かった。近年では加工に用いるモータは電圧をインバータ制御しているものが多く、電圧の測定に高サンプリングが可能な機器を必要としている。しかし、電流のデータのみから電力ばらつきの推定が可能となれば、安価なデータレコーダを用いたドリル折損の予測も可能となる。

表5 電流電圧計測と解析の制御因子と水準

因子	水準		
B 単位空間の範囲	8.18 ~ 7.63(db)	8.18 ~ 7.37(db)	8.18 ~ 7.24(db)
C 計測対象	電流・電圧	電流のみ	電圧のみ
D 計測する相数	1相	2相	3相
E データレコーダの周波数 応答特性 (kS/s)	100	10	1

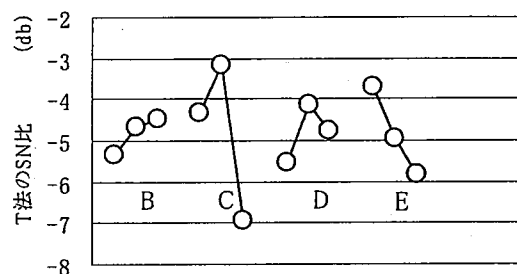


図7 電流電圧計測と解析の要因効果図

7. おわりに

小型モータを用い、加工電力のばらつきを評価し以下のことが分かった。

- ・モータ電力波形はドリルが折損する前にばらつきが大きくなっており、それを評価することによってドリル折損を検出することが出来る。
- ・電流値のみを計測し、T法を用いることによりドリル折損を検出することが出来る。

参考文献

- (1) 桑原 修, 広島市工業技術センター年報, vol. 18, pp. 36-37, (2004)
- (2) 矢野 宏, 品質工学入門, 日本規格協会, pp. 63-67, (1995)
- (3) 立林 和夫, 入門タグチメソッド, 日科技連, pp. 32-36, (2004)
- (4) 田口 玄一, 目的機能と基本機能(6)-T法による総合予測-, 品質工学, vol. 13, No3, pp. 5-10, (2005)
- (5) 立林 和夫, 入門タグチメソッド, 日科技連, pp. 102-106, (2004)

ストレッチャー搬送時における臥位人体頭部の振動特性に関する実験的研究 (ストレッチャー寝台部の高さが頭部に及ぼす影響)

上杉 憲雄, 清水 功史, 山本 和弘*

Experimental Investigation of Vibration Characteristics of Lying Person's Head on a Stretcher (Influence of BED Height of Stretcher on Head)

Norio UESUGI, Kohshi SHIMIZU, Kazuhiro YAMAMOTO*

In case of carrying a patient into an Ambulance or a hospital by stretcher, the influence of bed height of the stretcher on vibration characteristics for a lying patient's head was examined. The regulation of bed height of stretcher was proved to be effective for reduction of head vibration by measuring both transient and frequency response.

Keywords: Vibration, Stretcher, Ambulance, Lying patient

ストレッチャーによる救急車内への患者搬送及び救急車内から病院内への患者搬送時において、その寝台部の高さが臥位状態の患者頭部振動特性に及ぼす影響について検討した。患者頭部が受ける振動について、その過渡応答特性と周波数応答特性を測定し、寝台部の高さ調節が臥位人体頭部の振動低減に有効であることを示した。

キーワード：振動、ストレッチャー、救急車、臥位状態

1. 緒 言

医療機関へ患者の緊急搬送を行う際、患者が受ける振動を低減することは、患者の安全に必要であるばかりでなく救急隊員が蘇生措置等を行う上において重要な課題である。救急車およびストレッチャーによる搬送時の振動低減を図るため、現場の救急隊員はさまざまな対策を行っている。本研究では、救急車内への患者搬送及び救急車内から病院内への患者搬送時の振動低減を図ることを目的として、ストレッチャー寝台部の高さが臥位状態の患者頭部の振動特性に及ぼす影響について検討した。手法としては、患者の頭部が受ける振動について、ストレッチャーが段差部を通過する場合の過渡応答特性とアスファルト路面、歩道等を走行する場合における周波数応答特性を実測した。実測において、寝台部の高

さは中段と最上段の2段階に変化させ、寝台部の高さが臥位人体頭部の振動特性に及ぼす影響を検討する。

2. 実 測

2.1 過渡応答特性

ストレッチャー（ファーン・ジャパン・インク日本支社 model1155-4）が図1の段差部（高さ3.5cm）を高所側から低所側に時速3kmで通過する際の過渡応答特性を測定する。寝台部の高さは、最上段（100cm）と中段（75cm）の2段階に変化させる。測定箇所は、臥位状態の被験者頭部、寝台部（水枕の下）である。加速度センサーにより上下方向の加速度を検出する。被験者は、身長168cm、体重60kg、年齢49才の健康な男性である。図2、3に被験者の状況を示す。

*広島市安佐北消防署安佐救急隊

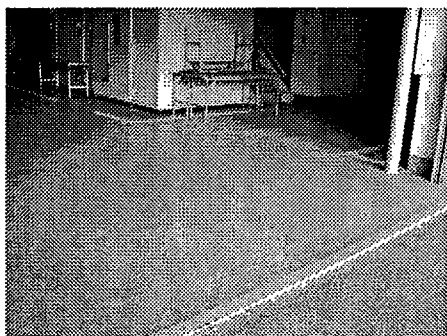


図1 段差部

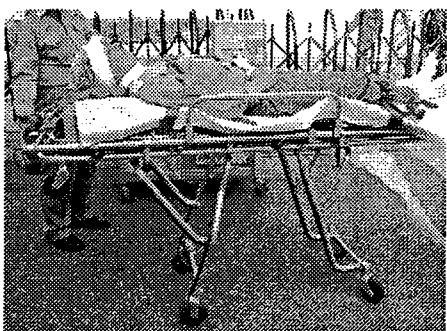


図2 被験者状況（寝台部高さ100cm）



図3 被験者状況（寝台部高さ75cm）

2.2 周波数応答特性

ストレッチャーがアスファルト路面、歩道を時速3km/hで走行した場合の各部の加速度を測定し、測定結果を周波数分析して周波数応答特性を求める。測定箇所、寝台部の高さ、被験者は過渡応答特性の場合と同様である。

3. 実測結果

3.1 過渡応答特性

図4、5に実測結果を示す。図で、横軸は時間、縦軸は加速度を示す。

図4は、寝台部の高さを最上段（100cm）の場合における臥位状態の被験者頭部の測定結果を示

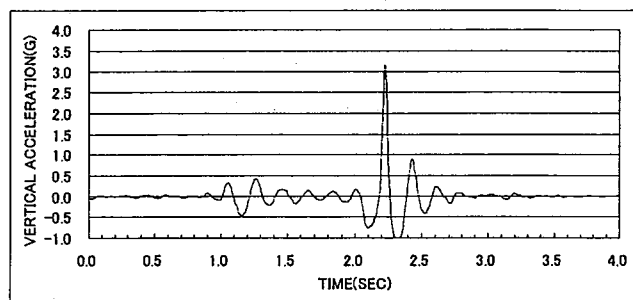


図4 過渡応答特性（寝台部高さ100cm）

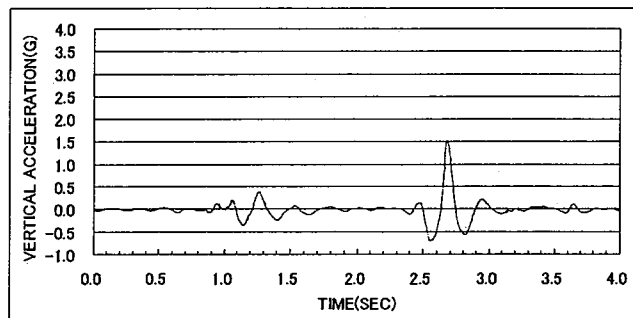


図5 過渡応答特性（寝台部高さ75cm）

す。振動波形では、時間軸で1.1秒と2.2秒の部分にそれぞれピークが発生し、その後、減衰していく。第一のピークはストレッチャーの前輪が段差部を通過する際に発生する振動であり、第二のピークは後輪が通過する際に発生する振動である。寝台部（水枕の下）の振動波形の傾向は、被験者頭部の測定結果と同様である。

図5は、寝台部の高さを中段（75cm）の場合における臥位状態の被験者頭部の測定結果を示す。寝台部の高さを最上段とした場合と比較して、後輪が段差部を降りる際のピーク値が半減している。寝台部についても同様な結果が得られた。寝台部の高さを中段とした場合は、ストレッチャーの前後輪間の距離（以下ホイールベース長）が最上段とした場合と比較して長くなる。そのため寝台部重心を軸としたピッチング運動による変位量が減少する影響が出ているものと考えられる。

3.2 周波数応答特性

図6、7に実測結果を示す。図で横軸は周波数、縦軸はストレッチャー寝台部の加速度を示す。

図6は、ストレッチャーがアスファルト路面と歩道を走行した際の実測結果を示す。寝台部の高さを中段とした場合は、最上段とした場合と比較して、

70Hz以下の周波数領域で加速度が減少している。

図7は、ストレッチャーが歩道を走行した際の図実測結果であり、図6の場合と同様な傾向が得られている。過渡応答特性の場合と同様にホイールベース長の変化が影響しているものと考えられる。

寝台部の高さ調節が臥位状態の患者頭部の振動低減に有効であることがうかがえる。

参考文献

- 1) 上杉憲雄・西山修二・他3名, 救急車内の臥位人体頭部の振動特性に関する実験的研究(水枕が頭部に及ぼす影響), 広島市工業技術センター年報第16巻, 2002, 64-69

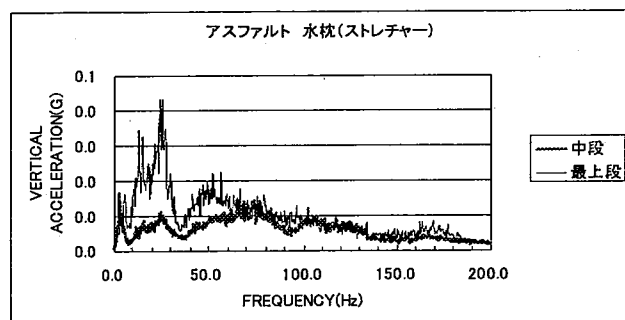


図6 周波数応答特性 (アスファルト路面)

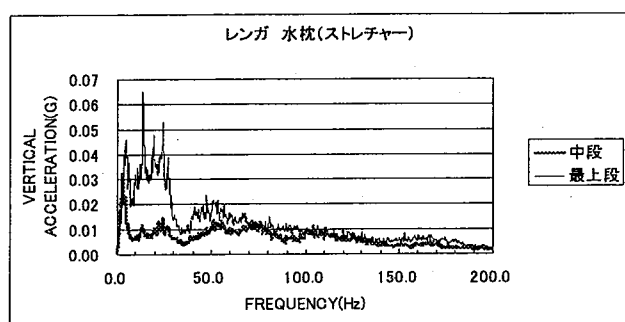


図7 周波数応答特性 (歩道)

4. 結 言

本報では、ストレッチャーにより患者が救急車内及び病院内へ緊急搬送される際、ストレッチャー寝台部の高さが患者頭部の振動特性に及ぼす影響について検討した。手法としては、患者の頭部が受ける振動についてストレッチャーが段差部を通過する場合の過渡応答特性とアスファルト路面、歩道を走行した場合の周波数応答特性を実測し、ストレッチャー寝台部の高さ調節が臥位状態の患者頭部の振動低減に有効であることを確認した。

今後の課題としては、寝台部の高さ調節による振動低減効果と救急隊員が行う蘇生措置等の作業性を考慮して、患者の緊急搬送に最適な寝台部高さ調節の指針を検討していくことが挙げられる。

ゆるみ防止機能を有するハイパーロックナットの開発* (実証試験による機能検証)

西山修二, 右田博章*¹,
片岡光正*¹, 中崎信行*¹

Development of Anti-Loosening Performance of Hyper Lock Nut (Function Verification by Proof Examination)

Shuji NISHIYAMA, Hiroaki MIGITA,
Mitumasa KATAOKA, Nobuyuki NAKASAKI

Bolted joints are widely used in mechanical structures since the disassembly for maintenance is easy without high cost. However, vibration induced loosening due to dynamic loading has been unsolved subject for a long time. We have developed a new type of nut named 'hyper rock nut (HRN)', which realizes anti-loosening performance without complicated tightening process and tool. In the first report, we have investigated the mechanism of bolted joint with HRN, and tightening behavior and loosening behavior caused by vibration are analyzed by mean of three-dimensional finite element method. In this paper, we have investigated the experimental research to verify industrial utility. The vibration test, proof load test, axial load fatigue testing, corrosion durability test and tightening test are executed. We found some new aspects and superior points for bolted joint with HRN than that of standard nut. It is concluded that HRN involves sufficient mechanical properties in practical use.

Key Words: Machine Element, Bolted Joint, Fracture Mechanics, Experimental Results

ボルト締結体は維持やメンテナンスに高いコストを必要とせず、また操作が簡単のために、機械構造物に広く使用されている。しかしながら、動的な荷重のために引き起こされるねじの弛みは、いまだに解決されていない。我々は新しいタイプのハイパーロックナット(HRN)とよぶ弛み止め性能を有するナットを開発した。前報では、HRNのゆるみ止めのメカニズムについて三次元有限要素法を適用して解析的に明らかにした。本報では、産業応用を考慮して実験的に検証した。振動試験、保証荷重試験、疲労試験、耐食性試験、締付け試験等の試験を実施した。HRNは締付けトルクはJIS標準ナットよりも優れている。さらに、工業的有用性を備えたゆるみ止めナットであることを示した。

キーワード：機械要素、ボルト締結体、構造力学、実測結果

1. 緒 言

ボルト締結は、取り付けや取り外しの容易さ、価格の安さなどの面から幅広く使用されている。しかし、ボルト締結体に衝撃や振動、あるいは熱負荷などの動的な外力が作用すると、ボルト締結体は締結力を失い、締結部はその機能をはたさなくなる。現在に至ってもなお産業界において、ボルト・ナットのゆるみに起因

する事故が多く発生している。ボルト・ナットによる締結体のゆるみの問題は工学分野において解決すべき重要な課題の一つである。

前報^①で著者らは、新しいゆるみ止め機構を備えたハイパーロックナット(Hyper Rock Nut以下HRNと略記する)を開発し、三次元有限要素法により解析的にゆるみ防止機能を有することを示した。

図1は、HRN(M16)の実物写真を示す。HRNは図1に示すとおり、六角ナットにスリットとナット座面に傾斜面が加工してある。

* (株) エコーワールド(〒7330003 広島市西区三篠町369)

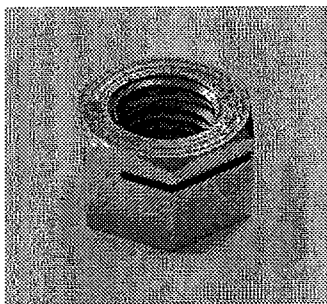


図1 HRNの外観図

本研究では、ゆるみ試験、保証荷重試験、繰り返し荷重試験、耐食耐候性試験、締付け試験などの観点から開発したHRNの工業的有効性について示す。

図2は、HRNの外形寸法を示す。HRNは、ゆるみ止め性能を有するナットである。HRNは六角ナットに図のような平行なスリットを加工して作成する。スリットの位置はナット座面とは反対側のナット上面に近い位置に設けられている。さらに、ナット座面は 1° の傾斜面に加工してある。

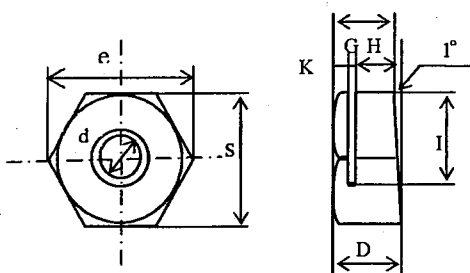


図2 HRNの寸法

表1は、HRNの各部の寸法を示す。M10からM42までを対象とする。HRNは、傾斜座面とスリットにより、はめあいねじ部に大きな接触力を発生させ、ゆるみ防止効果を発揮する。

表1 HRNの諸元

d	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42
e	19.6	21.9	27.7	34.6	41.6	53.1	63.5	75.0
s	17.0	19.0	24.0	30.0	36.0	46.0	55.0	65.0
D	10.0	12.0	16.0	20.0	24.0	30.0	36.0	42.0
G	0.8	1.0	1.2	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0
H	5.7	7.5	10.0	12.5	15.0	18.7	22.4	26.2
I	13.1	14.6	18.7	23.6	28.5	36.3	43.4	51.3
E	9.7	11.7	15.6	19.5	23.4	29.2	35.0	40.9
K	3.2	3.2	4.4	5.8	6.9	8.3	10.4	12.2
P	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
W	12.6	17.8	36.0	72.0	124	258	438	723

ここに、表1の記号の定義は次のとおりとする。

d: ねじの呼び径, e: 対角寸法 (mm), s: 平行面間距離 (mm) D: ナット高さ (mm), G: スリット幅 (mm), P: ピッチ (mm), I: スリット部の深さ (mm), W: 重量 (g), H: ナット座面からスリットまでの高さ (mm), E: スリット側のナット高さ (mm), K: スリットからナット上面までの長さ (mm)

2. 試験方法

2・1 ゆるみ試験 供試体を試験機に取り付け、次の条件で試験を実施する。すなわち、17分間振動試験を実施し、17分後にゆるまなかった時は、戻しトルクを測定する。試験機は高速ねじ弛み試験機を使用する。振動条件として振動数は1780 rpm, 加振台ストロークは11mm, インパクトストロークは19mm, 振動は全振幅を設定する。

図3は試験の概要を示す。ゆるみの判定は供試ボルト、供試ナットおよびワッシャーの合マークがずれ、ワッシャーが指で回せるようになった時をゆるんだと判定する。

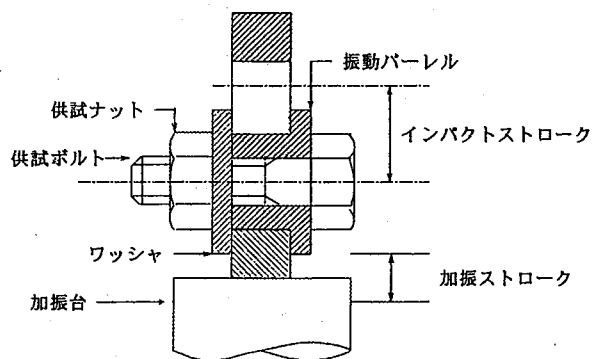


図3 ゆるみ試験装置

2・2 保証荷重試験 JIS B1052の保証荷重試験に準拠して試験を実施する。図4に試験の概要を示す。ナットをそれより強度の高い硬化マンドレル(HRC45以上)にはめ合わせて、保証荷重応力に有効断面積をかけて得られる保証荷重を軸方向に15秒間負荷したとき、ナットが破壊したりねじ山がせん断することなく、この荷重に耐えること。また荷重を取り除いた後ナットがマンドレルから指で取り外せることで保証荷重試験に合格したものと判定する。マンドレルに保証荷重を15秒間負荷し、荷重を取り除いた後に、保証荷重試験に合格したものは、その後、マンドレルに荷重を再負荷し、ナットが破損したときの破断荷重を測

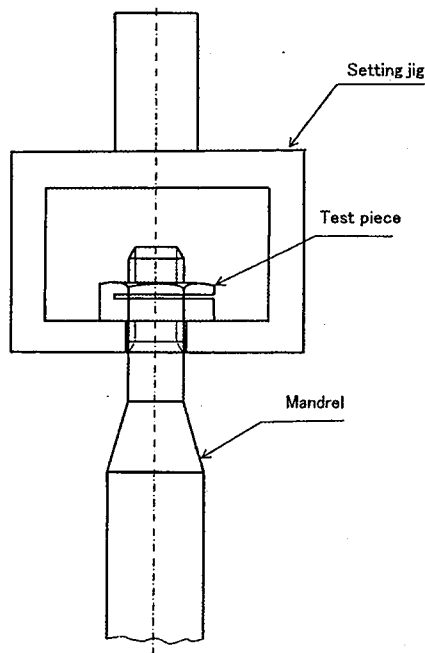


図4 荷重試験取付治具とマンドレル

定する。試験機は精密万能試験機 オートグラフ AG-250kN 型(株島津製作所製)を使用する。荷重の載荷速度は5mm/min とする。

2・3 繰り返し疲労試験 JIS B 1081 ねじ部品の引張疲労試験法による疲労試験により試験を実施する。呼び径 M12 強度 10.9 のボルト・ナット、表面処理は黒染め、平均荷重降伏点の 70 %荷重において、応力振幅を 70, 80, 90 MPa とし HRN と JIS 標準ナットを各 2 個、計 12 個を試験する。試験機器は島津製作所製 EHF-D100 kN 型を使用する。ボルトに加わる平均応力は式(1)となる。

$$\begin{aligned}\sigma_{mean} &= \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2) \\ \sigma_1 &= \frac{F_1}{A_s} \\ \sigma_2 &= \frac{F_2}{A_s}\end{aligned}\quad (1)$$

また、応力振幅は式(2)となる。

$$\sigma_a = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2) \quad (2)$$

ここに、 σ_1, σ_2 はそれぞれ上限応力および下限応力を示す。 A_s はねじの有効断面積、 F_1 は上限荷重、 F_2 は下限荷重を示す。

HRN は、傾斜座面とスリットにより、おねじを曲げる力が作用する。この曲げ応力がボルトの疲労強度に及ぼす影響について検討する。

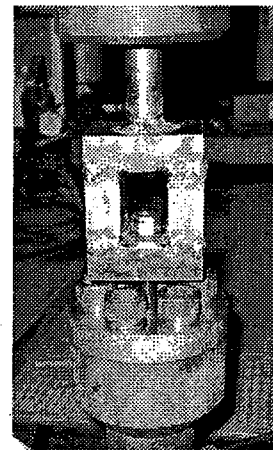


図5 疲労試験試験片取付治具

図5は、疲労試験器の試験片取り付け装置を示す。

2・4 耐食耐候性試験 屋外構造物のねじ締結を用途として使用する場合において、HRNのスリットが腐食の促進に及ぼす影響について検討する。呼び径 M16、強度 8.8 のボルト・ナット締結体を使用する。

表面処理は亜鉛クロメートとし、HRN、U ナット、ハードロック、JIS 標準ナット、各 2 個合計 8 サンプルを試験する。HRN はスリットを有する。このスリットが締結後の経年変化に及ぼす影響について検討する。

試験装置は、ガス・塩水腐食試験機(スガ試験機(株)HKC-12L 型)を使用する。試験は規定のトルクに締付け後、288 時間の試験を実施する。また 120 時間後および 216 時間後に戻しトルクを計測する。

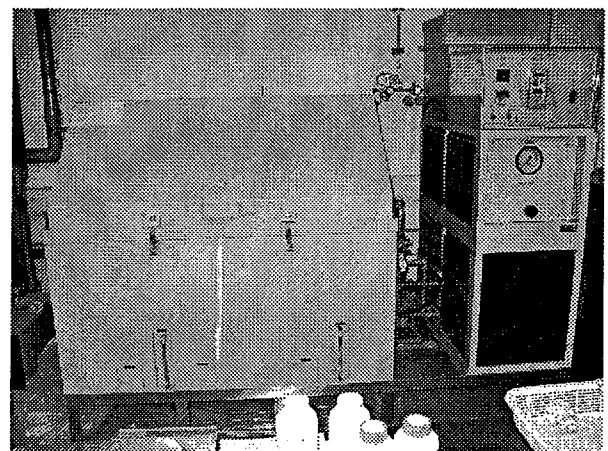


図6 ガス・塩水噴霧試験装置

図6はガス・塩水噴霧試験装置を示す。

2・5 締付け試験 JIS B 1084 の締付け試験方法を満足する試験装置を開発する。各種のボルト・ナット締結体の締付け回転角、締付け軸力および締付けトルクの関係が実測できる。開発した装置は、駆動用モータ、変速機、角度検出センサ、トルク変換器、ワッシャー型ロー

ドセル、センサインターフェース、およびコンピュータから構成されている。

図7は、各機器の構成と信号の流れを示す。図の記号は、MSG ギアモータ TML15-120 1.5kW シグマ技研製、C変速機、A角度検出センサー、Tトルク変換器 TP-100kMCB KYOWA、Lワッシャー型ロードセル LCW-C-400kN60SA6B KYOWA、TP:試験試料、SI:センサインタ

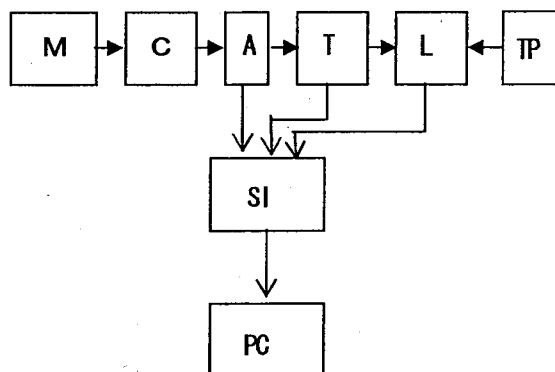
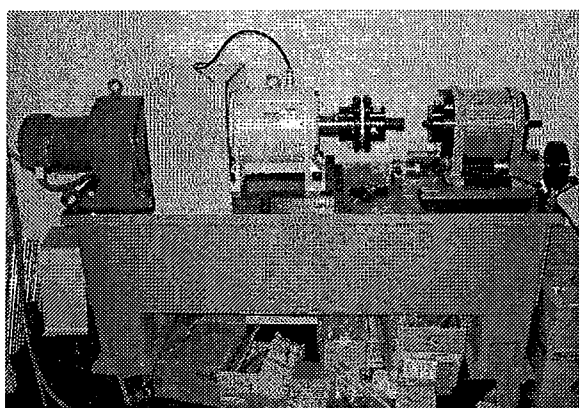
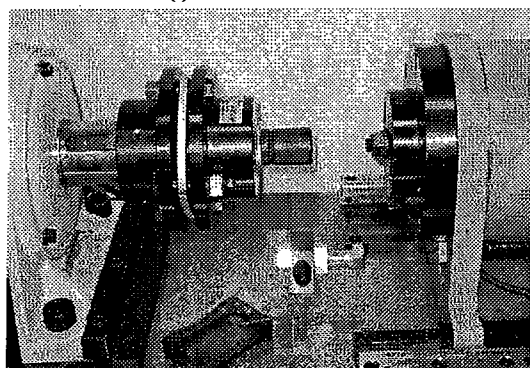


図7 締付け試験器システム構成

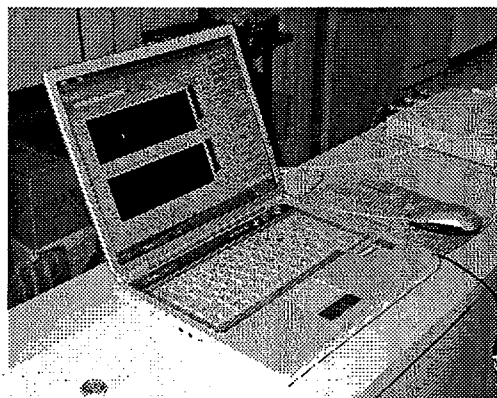
ーフェース PCD-300A KYOWA、PCパーソナルコンピュータをそれぞれ示す。計測精度は、締付けトルクが $1\text{kN}\cdot\text{m}$ で0.07%、締付け軸力が400kNで0.16%、締付け回転角が350°で0.58%である。



(a) 締付け試験装置



(b) ナット取付部



(c) データ処理装置

図8 締付け試験装置

図8は締付け試験装置を示す。図8(a)は、締付け試験装置の全体図を示す。図8(b)は、試験片のナットを取り付ける装置を示す。図8(c)は、データ処理装置を示す。

3. 試験結果

3・1 ゆるみ試験 表2は、ゆるみ試験の結果を示す。M16のHRNを3試料とM12のHRNを1試料について実施した。HRNの材質はS45Cである。表面処理はめっき無しとした。HRN M16は締付けトルクを225Nm, 255Nm, 350Nmの三種類に設定した。いずれの試験片の場合もゆるまなかった。戻しトルクは締付けトルクの約80%程度であった。試料No.4においては、戻しトルクが増加した。

表2 緩み試験結果

試料 No.	試験品名	締付けトルク	試験結果	戻しトルク
1	HRN(M16)	255Nm	17分間ゆるまなかった。	230Nm
2	HRN(M16)	225Nm	17分間ゆるまなかった。	205Nm
3	HRN(M16)	350Nm	17分間ゆるまなかった。	290Nm
4	HRN(M12)	89Nm	17分間ゆるまなかった。	114.2Nm

3・2 保証荷重試験 保証荷重試験の試験結果を表3～7に示す。表3は、M10の場合の試験結果を示す。各強度区分のナットについて保証荷重試験に合格した。

表3 保証荷重試験結果(M10)

ねじの呼び	強度区分	保証荷重(N)	保証荷重試験結果	破断荷重(N)
M10	4	22560	合格	55441
M10	6	39400	合格	67219
M10	8	50500	合格	72180

表4は、M12の場合の試験結果を示す。各強度区分のナットについて保証荷重試験に合格した。M12強度区分8における破断荷重試験においては、治具が損傷してナットの破断に至らなかった。

表4 保証荷重試験結果(M12)

ねじの呼び	強度区分	保証荷重(N)	保証荷重試験結果	破断荷重(N)
M12	4	32850	合格	77277
M12	6	59000	合格	85813
M12	8	74200	合格	治具損傷

表5は、M16の場合の試験結果を示す。各強度区分のナットについて保証荷重試験に合格した。

表5 保証荷重試験結果(M16)

ねじの呼び	強度区分	保証荷重(N)	保証荷重試験結果	破断荷重(N)
M16	4	61780	合格	132200
M16	6	109900	合格	155710
M16	8	138200	合格	治具損傷

M16強度区分8における破断荷重試験においては、治具が損傷してナットの破断に至らなかった。

表6は、M20の場合の試験結果を示す。各強度区分のナットについて保証荷重試験に合格した。M20強度区分6、8における破断荷重試験においては、治具が損傷してナットの破断に至らなかった。

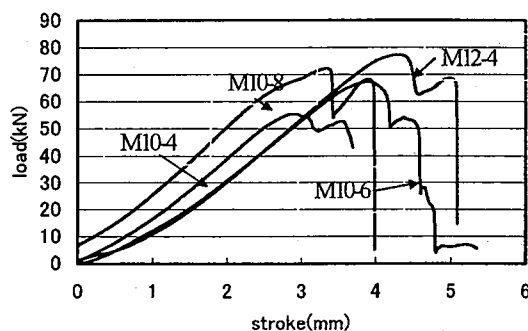
表6 保証荷重試験結果(M20)

ねじの呼び	強度区分	保証荷重(N)	保証荷重試験結果	破断荷重(N)
M20	4	125000	合格	206910
M20	6	176400	合格	治具損傷
M20	8	225400	合格	治具損傷

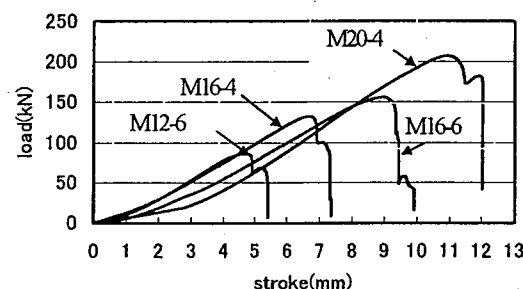
表7は、M24の場合の試験結果を示す。各強度区分のナットについて保証荷重試験に合格した。M24強度区分4、6、8における破断荷重試験においては、治具が損傷してナットの破断に至らなかった。

表7 保証荷重試験結果(M24)

ねじの呼び	強度区分	保証荷重(N)	保証荷重試験結果	破断荷重(N)
M24	4	180000	合格	治具損傷
M24	6	254200	合格	治具損傷
M24	8	321800	合格	治具損傷



(a)破断荷重試験結果



(b)破断荷重試験結果

図9 破断荷重試験結果

図9は破断荷重試験の試験結果を示す。図で横軸はボルト締結体の伸びを示す。縦軸は荷重を示す。各試験片ともに、ストロークの増加とともに、荷重が増加し、最大荷重を経た後は破断した。破断はHRNのねじ山が剪断して破壊した。

3.3 繰返し疲労試験 繰返し疲労試験の結果を図10に示す。

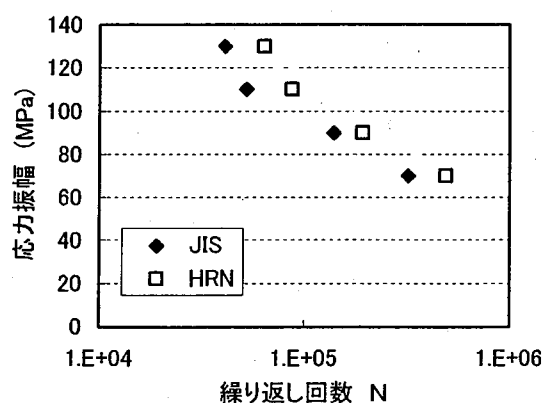


図10 疲労試験結果

図10の横軸は繰返し回数、縦軸は応力振幅を示す。

HRN は JIS 標準ナットと比較して、各応力振幅において、繰返し回数が優った。応力振幅が 130MPa においては、JIS 標準ナットと比較して 56%繰返し回数が増加した。また、110MPa は 68%、90MPa は 38%、70MPa は 52%繰返し回数が増加した。

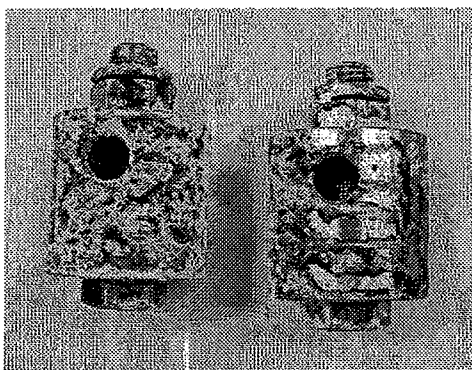
3・4 耐食耐候性試験 耐食耐候性試験の結果を表 8 に示す。

表 8 試験結果

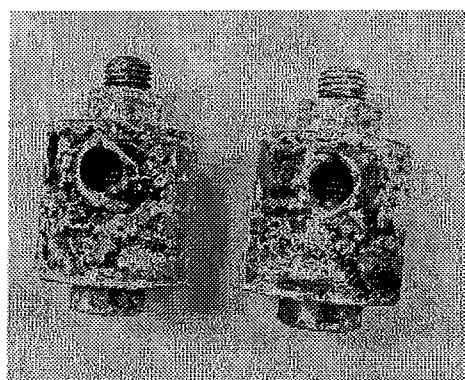
供試体	戻しトルク Nm			
	初期	120h	216h	288h
HRN(1)	335	315	358	358
HRN(2)	335	310	346	324
JIS 標準ナット(1)	320	300	300	328
JIS 標準ナット(2)	320	270	299	318
Uナット(1)	310	308	354	358
Uナット(2)	310	226	344	324
ハードロック(1)	170+100	148+95	174+101	184+114
ハードロック(2)	170+100	140+78	163+108	178+72



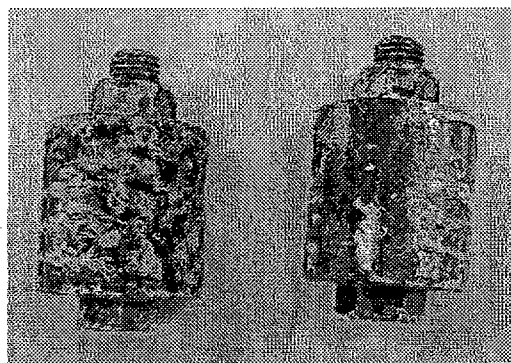
図 11 試験開始前の様子



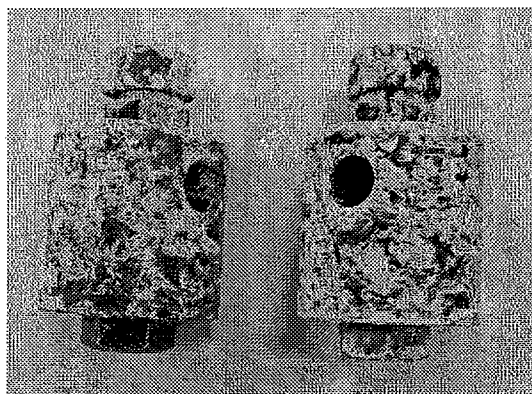
(a) HRN



(b) JIS

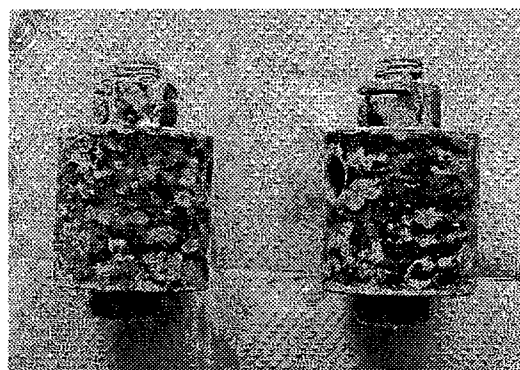


(c) Uナット

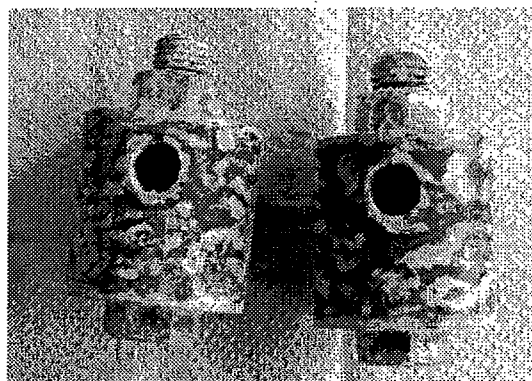


(d) ハードロック

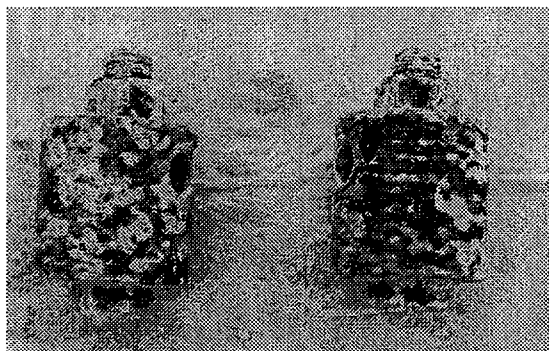
図 12 48時間後の状況



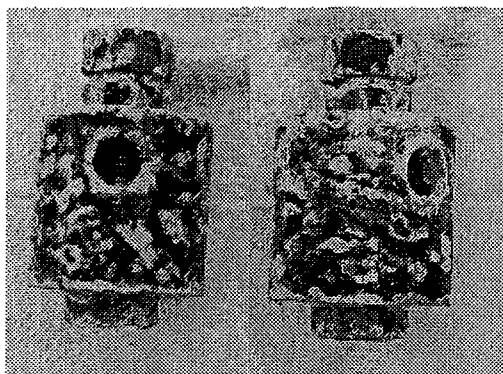
(e) HRN



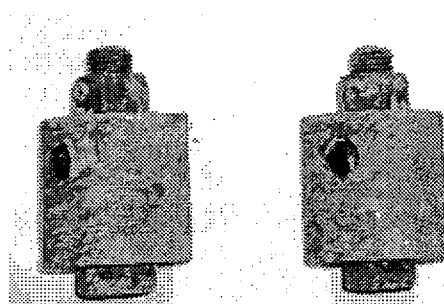
(f) JIS



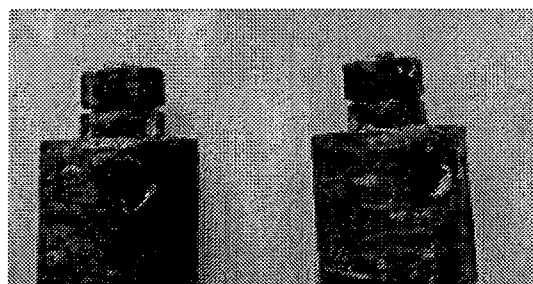
(c) Uナット



(d) ハードロック
図 13 120 時間後の状況



(c)Uナット



(d)ハードロック

図 14 288 時間後の状況

図 11 は試験開始前の試験片の状況を示す。図 12 は 48 時間後の腐食の状況を示す。図 13 は 120 時間後、図 14 は 288 時間後の腐食状況を示す。

3・5 締付け試験 締付け試験の結果を次に示す。図 15 は M10 の HRN の締付け試験の結果を示す。図の横軸は締付け軸力、縦軸は締付けトルクを示す。

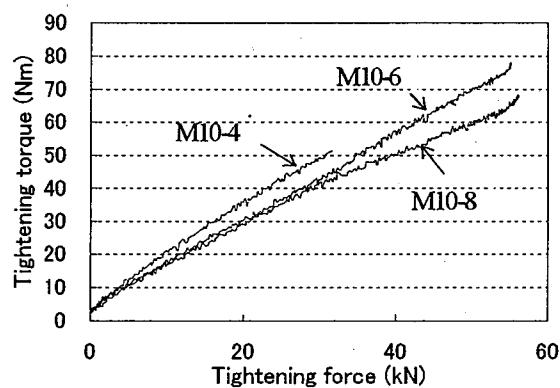
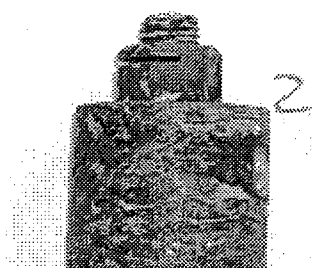
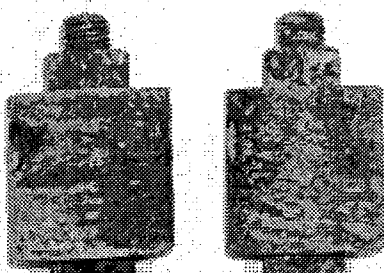


図 15 締付け軸力と締付けトルクの関係(HRN M10)



(a)HRN



(b)JIS

図 16は、M12の HRN の締付け試験の結果を示す。
図の横軸は締付け軸力、縦軸は締付けトルクを示す。

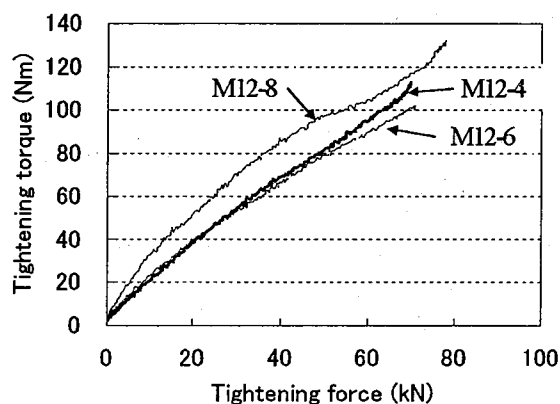


図 16 締付け軸力と締付けトルクの関係(HRN:M12)

図 17は、M16の HRN の締付け試験の結果を示す。
図の横軸は締付け軸力、縦軸は締付けトルクを示す。

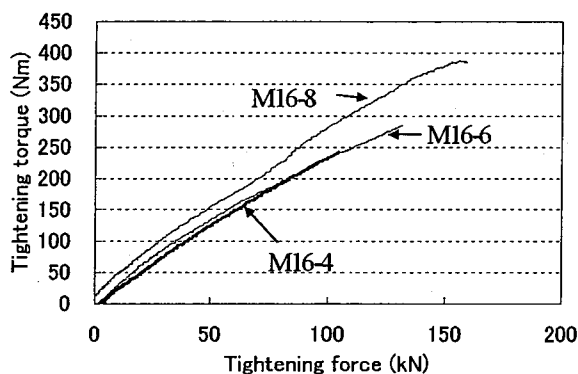


図 17 締付け軸力と締付けトルクの関係(HRN:M16)

図 18は、M20の HRN の締付け試験の結果を示す。
図の横軸は締付け軸力、縦軸は締付けトルクを示す。

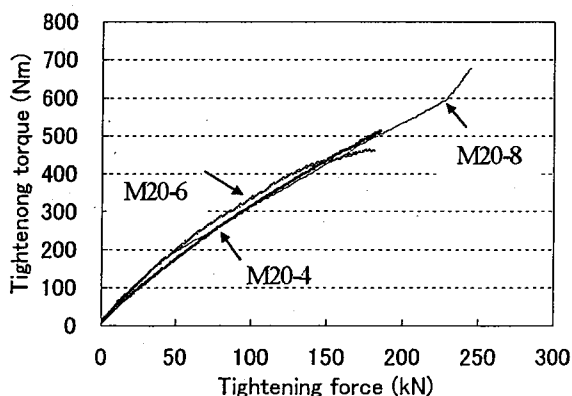


図 18 締付け軸力と締付けトルクの関係(HRN:M20)

図 19は、M24の HRN の締付け試験の結果を示す。
図の横軸は締付け軸力、縦軸は締付けトルクを示す。

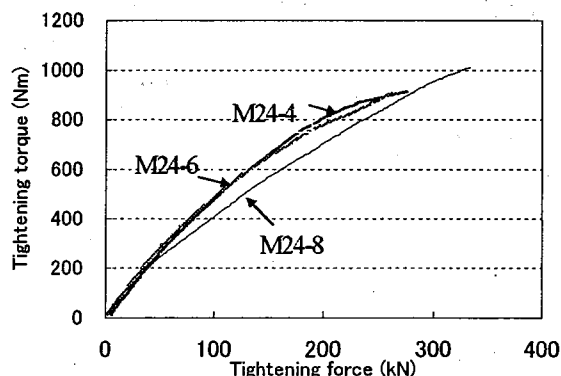


図 19 締付け軸力と締付けトルクの関係(HRN:M24)

4. 考 察

実証試験では、ゆるみ試験、保証荷重試験、繰り返し疲労試験、耐食耐候性試験、締付け試験を実施した。ゆるみ試験では、HRNによりゆるみ防止効果の確認をおこなった。供試体(M16, M12)の HRN を高速ねじ弛み試験機を使用して試験した。試験の結果ゆるみはなく、十分なゆるみ防止効果が確認できた。さらに、戻しトルクも十分な値が得られた。

保証荷重試験は、ナットをそれより強度の高い硬化マンドレルにはめ合わせて、保証荷重をかけて軸方向に 15 秒間負荷したとき、ナットが破壊したりねじ山がせん断することなく、この荷重に耐えること、また荷重を取り除いた後ナットがマンドレルから指で取り外せることで保証荷重試験に合格したものと判定した。いずれの供試体も試験に合格した。

繰り返し疲労試験では、HRN と JIS 標準ナットの M12 について、応力振幅が 70, 90, 110, 120MPa について繰り返し疲労試験を実施した。試験の結果 HRN の方が全ての応力振幅において、優れていた。

耐食耐候性試験では、HRN のスリットが腐食の促進に及ぼす影響について検討した。呼び径 M16、強度 88 のボルト・ナット締結体を使用する。

表面処理は亜鉛クロメートとし、HRN、U ナット、ハードロック、JIS 標準ナット、各 2 個合計 8 サンプルを試験した。HRN はスリットを有し、このスリットが締結後の経年変化に及ぼす影響について検討した結果、特に問題点は見受けられなかった。

試験装置は、ガス・塩水腐食試験機(スガ試験機㈱ HKC-12L 型)を使用し、試験は規定のトルクに締付け後、288 時間の試験を実施した。120 時間後および 216

時間後に戻しトルクを計測した。HRNのスリットが耐食性に影響を及ぼす恐れは見受けられなかった。

締付け試験では、各種のボルト・ナット締結体の締付け回転角、締付け軸力および締付けトルクの実測した。測定したHRNの呼び径は、M10, M12, M16, M20, M24について実施した。強度区分についても4, 6, 8について実施した。いずれの場合についても、保証荷重試験に合格した。

5. 結 言

複雑な締付け手順や工具等を必要としない、ゆるみ防止機能を有するハイパーロックナットを開発した。開発したナットの性能を評価するために、ゆるみ試験、保証荷重試験、繰返し疲労試験、耐食耐候性試験、締付け試験等を実施した。各種性能試験を行い開発したハイパーロックナットの有効性を示した。

本研究により新たに、締付け試験装置を開発した。開発した装置の計測結果において、締付け回転角に一定の係数を乗算して得られた結果を整理すると、解析結果と一致し、さらに再現性も十分あるので、計測装置として実用に供することが可能である。

終わりに、本研究は平成17年度 経済産業省 中小企業ベンチャー挑戦支援事業（実用化研究開発事業）補助によるものである。ここに付記し、関係各位に感謝の意を表する。

文 献

- (1)西山 修二, 外4名, ゆるみ防止機能を有するハイパーロックナットの開発(第1報, 三次元有限要素法による弾塑性解析), 投稿中(日本機械学会論文集)
- (2)吉本 勇 編, ねじ締結設計のポイント, 2002, 25-26, 日本規格協会.
- (3)山本 晃 著, ねじ締結の理論と計算, 1992, 39-53, 養賢堂.
- (4)山本 晃 著, ねじ締結の原理と設計, 2004, 30-140, 養賢堂.
- (5)泉聡志・横山喬・岩崎篤・酒井信介, ボルト締結体の締め付けおよびゆるみ機構の三次元有限要素解析, 日本機械学会論文集, 第71巻 702号(2005), pp. 204-212.
- (6)泉聡志・横山喬・寺岡卓也・岩崎篤・酒井信介・斉藤金治郎・名川政人・野田秀樹, ゆるみ止め性能を有するスーパースリットナット有限要素法による機能検証, 日本機械学会論文集, 第71巻 703号(2005), pp. 380-386.

- (7)右田博章, 実用新案登録願, 弛み止めナット, 実願 2005-010412.
- (8)右田博章, 特許申請, 弛み止めナット, 特願 2003-319985, 特開 2004-156637
- (9)福岡 俊道, ボルト締結体の力学と締付け(1), 機械の研究, 第54巻 第2号(2002), pp. 289-295.
- (10)福岡 俊道, ボルト締結体の力学と締付け(2), 機械の研究, 第54巻 第3号(2002), pp. 389-397.
- (11)福岡 俊道, ボルト締結体の力学と締付け(3), 機械の研究, 第54巻 第4号(2002), pp. 497-504.
- (12)福岡 俊道, ボルト締結体の力学と締付け(4), 機械の研究, 第54巻 第5号(2002), pp. 593-600.
- (13)福岡 俊道, ボルト締結体の力学と締付け(5), 機械の研究, 第54巻 第6号(2002), pp. 691-697.
- (14)福岡 俊道, ボルト締結体の力学と締付け(6), 機械の研究, 第54巻 第7号(2002), pp. 759-801.
- (15)福岡 俊道, ボルト締結体の力学と締付け(7), 機械の研究, 第54巻 第8号(2002), pp. 887-894.
- (16)佐瀬直樹・西岡輝・古賀進一・藤井洋, ねじ締結体のゆるみ機構の解析とゆるみ試験法の開発, 日本機械学会論文集, 第62巻 596号(1996), pp. 1527-1532.
- (17)岡田 学・賀勢晋司・田中道彦, ボルト締結における座面圧分論文集, 第70巻 699号(2004), pp. 3324-3330.
- (18)福岡 俊道・山崎直樹・北川浩・浜田実, ボルト締付け時における応力の評価, 日本機械学会論文集, 第51巻 462号(1985), pp. 504-509.
- (19)賀勢晋司, ゆるみ試験, 日本ねじ研究協会誌, 第23巻 11号(1992), pp. 352-358.
- (20)N.G.Pai, D.P.Hess, EXPERIMENTAL STUDY OF LOOSENING OF THREADED FASTENERS DUE TO DYNAMIC SHEAR LOADS, Journal of Sound and Vibration (2002) 253(3), 583-602.
- (21)賀勢 晋司, ねじのゆるみ(3) 3.4 ゆるみ試験, 日本ねじ研究協会誌, 23巻 11号(1992), pp. 352-358.
- (22)N.G. Pai, D. P.Hess, Three-dimensional finite element analysis of threaded fastener loosening due to dynamic shear load, Engineering Failure Analysis 9(2002) 383-402.
- (23)高木 知弘・福岡 俊道, ボルト締付け過程の弾塑有限要素解析,

リバースエンジニアリングの事例研究（第2報）

尾崎 清

Case Study on Reverse Engineering (2nd Report)

Kiyoshi OZAKI

A character doll which surface was composed of smooth curves was used as the target model and the replica was prepared by Reverse Engineering. The shape of the doll was measured by Non-contact 3D Digitizer and the polygon model was created from the scanning point cloud data. Followingly, the surface model was created from the polygon model and the replica was formed from the exported data using Rapid Prototyping System.

Keywords: Reverse Engineering, 3D Digitizer, 3D Surfacr System , CAD, Rapid Prototyping System

滑らかな曲面で構成されるキャラクタ人形をモデルに、非接触三次元測定機で形状測定を行い、三次元曲面作成システムでポリゴンモデル作成、サーフェスモデル作成を行い、最後に三次元造形機で複製モデルを製作した事例について報告する。

キーワード：リバースエンジニアリング、非接触三次元測定機、三次元曲面作成システム
CAD、三次元造形機

1. 緒言

非接触で高い分解能をもつ三次元スキャナや形状処理ソフトウェアの機能向上によりリバースエンジニアリングの活用が多方面で進んでいる。前報⁽¹⁾では自転車競技用ヘルメットをモデルに、非接触三次元測定機とCADを用いてサーフェスモデルを作成した。その手法は、輪郭部分の測定点群から境界線を作成し、境界線で囲まれた部分に曲面を張るというものである。しかし、この方法ではモデル曲面部の測定データが少ないため曲面細部まで忠実に再現することが難しい。また、エッジが少なく、滑らかな曲面で構成されているモデルの場合は、特徴的な輪郭がないため、適切な境界線の設定が難しく、CADでサーフェスモデルを作ろうとすると、非常に煩雑になり、作業時間が長くなる。近年、格段の機能向上と価格低下が進んでいる三次元曲面作成ソフトウェアは、測定機で得られた点群データから自由曲

面を作成する機能を持っており、リバースエンジニアリングにとって非常に有効なツールである。本報では、キャラクタのミッフィをモデルに、三次元曲面作成システムを用いてサーフェスモデルを作成し、三次元造形機により複製モデルを製作した事例を報告する。

2. モデルの形状測定

非接触三次元測定機はミノルタ株式会社のVIVID700を用いた。分解能はXY方向が測定視野域の1/200、Z方向が測定視野域の1/256である。長さの分解能はモデルを測定視野域に納まるように配置し約0.8mmになった。VIVID700はスリット状のレーザ光をモデルにあて、反射光を CCD カメラで受光するため、窪んだ箇所や尖った箇所の測定が難しく、モデルの向きや置き方が影響する。今回は試行錯誤の結果、回転テーブル上に立位姿勢で360°回転させたデー

タ、横臥姿勢で回転させたデータ、さらに横臥姿勢で下側になり欠落した左体側のデータ、これらを用いてモデル全体を形成していった。立位姿勢、横臥姿勢、左体側の測定データをシェーディング表示した結果を図1、図2、図3に示す。

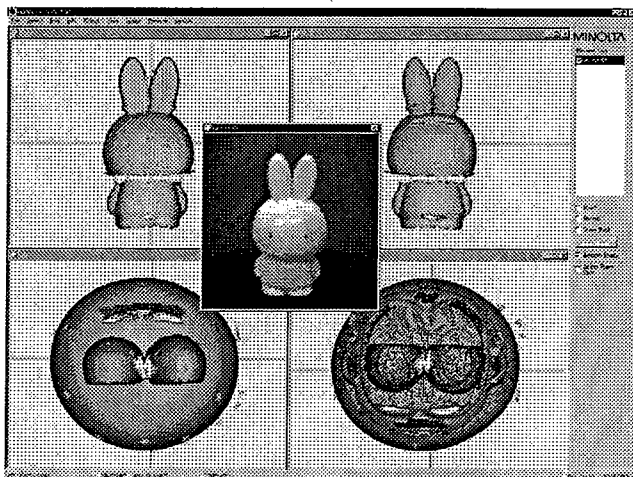


図1 立位姿勢の測定データ

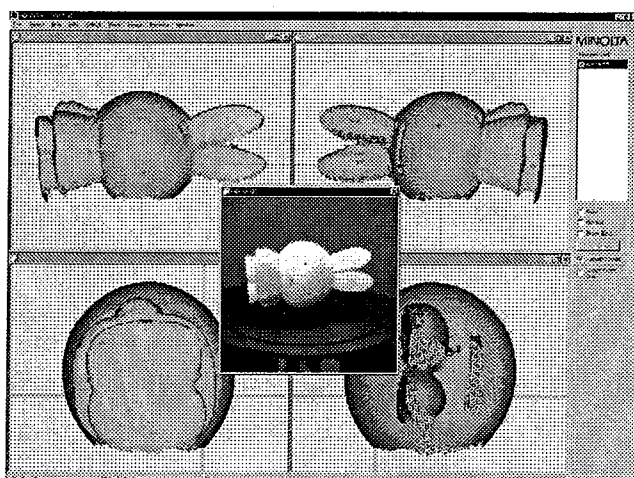


図2 横臥姿勢の測定データ

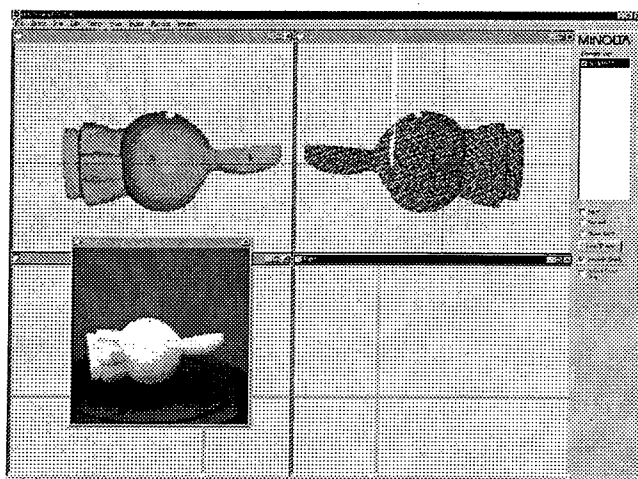


図3 左体側の測定データ

3. モデリング

3-1 ポリゴンモデルの作成

モデリングに用いた三次元曲面作成システムはINUS Technology 社の Rapidform である。測定データにはノイズや誤差データが含まれるため、測定点群からポリゴンモデルを自動生成すると不正面、孤立面、穴などが生じる。最初の作業は、これらの修正である。立位姿勢モデルでは、首部のバリ、耳付け根部の突起、窪み、両耳の誤結合、スカート裾部の鈍化、穴など、横臥姿勢モデルでは、左体側部のバリ、耳と頭部の窪み、両耳の誤結合、穴など、左体側モデルでは、耳と頭部の窪みなどの修正を行った。横臥姿勢モデルの穴埋め処理の様子を図4、図5に示す。

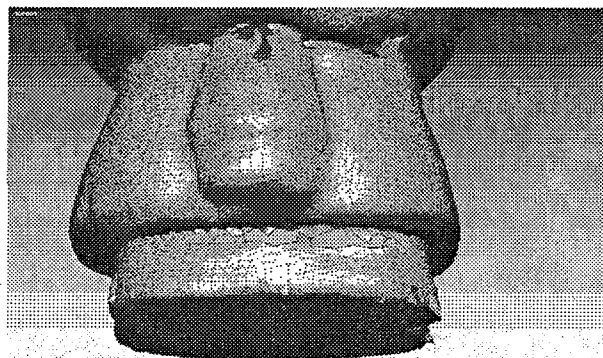


図4 穴埋め処理前

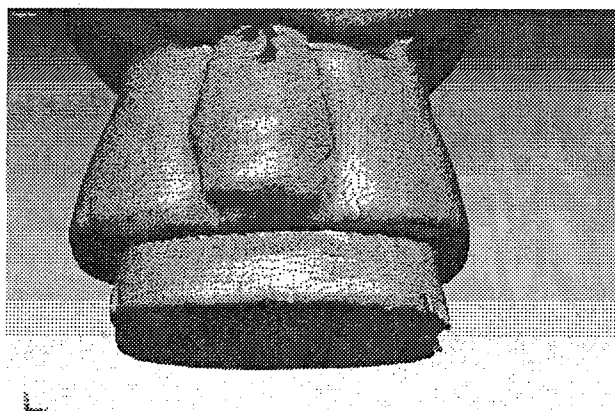


図5 穴埋め処理後

次の作業は、これら3つのポリゴンモデルの結合である。まず、最初に横臥姿勢モデルと左体側モデルの位置合わせ、結合を行った。位置合わせでは、まず3つの共有点を指定して合わせた後に、自動モ

ードで再度、合わせる方法により精度向上を図った。共有点指定の様子を図6、自動モード位置合わせ後の結果を図7、結合、修正後のモデルを図8に示す。

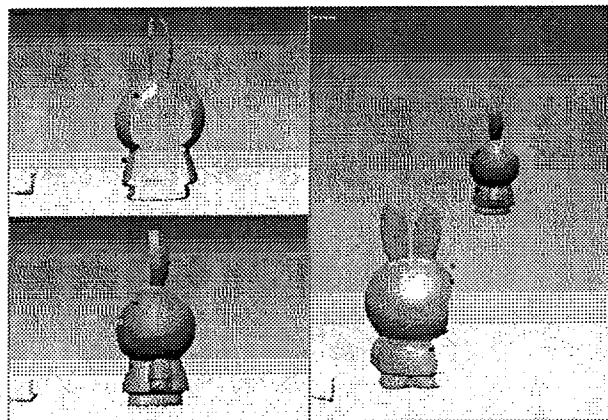


図6 共有点の指定

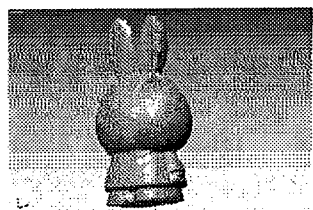


図7 位置合わせ結果

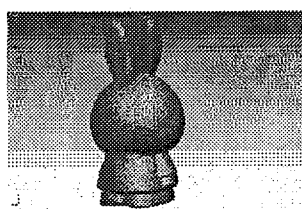


図8 結合結果

次に、横臥姿勢モデルと左体側モデルを結合してできたモデルと立位姿勢モデルの位置合わせ、結合を行った。共有点指定の様子を図9、位置合わせ後の両モデルの誤差分布を図10、結合後のモデルを図11に示す。

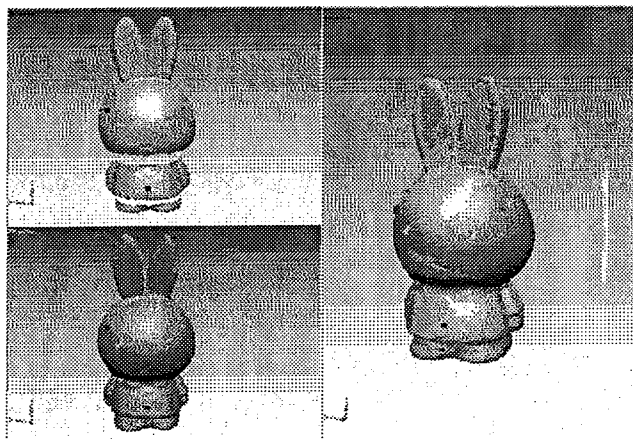


図9 共有点の指定

誤差は、モデルの93%が $\pm 0.8\text{mm}$ 以内に収まっており、平均は約 $+0.12\text{mm}$ であった。また、誤差が比較的大きいのは耳の付け根と左腕であった。

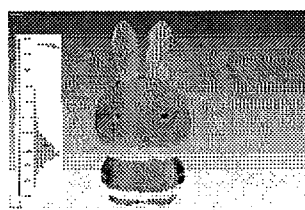


図10 誤差分布

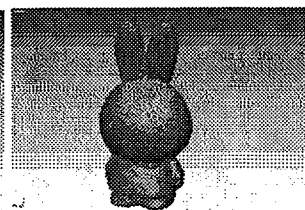


図11 結合結果

結合したモデルでは両耳の内側が欠落している。これは、両耳の間が狭いためにレーザ光の照射・反射が充分に行われにくいことが原因である。そのため、この箇所は実物モデルを観察しながら手作業で修正を行った。修正前の耳の様子を図12、橋架け処理の様子を図13、右耳に穴埋め処理を行った様子を図14に示す。

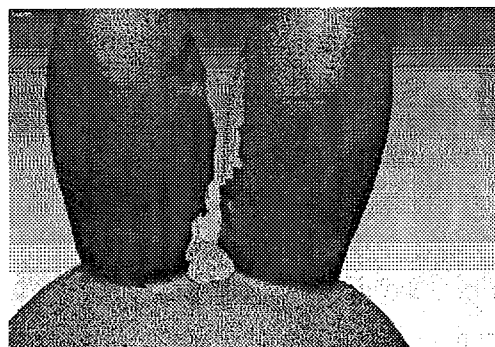


図12 修正前

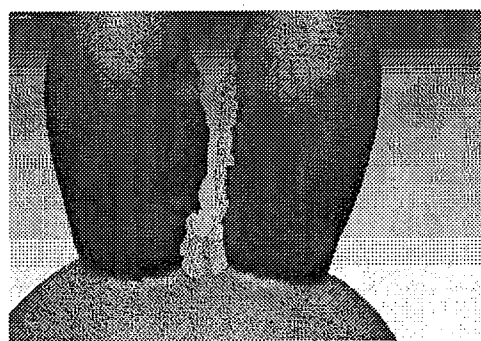


図13 橋架け処理

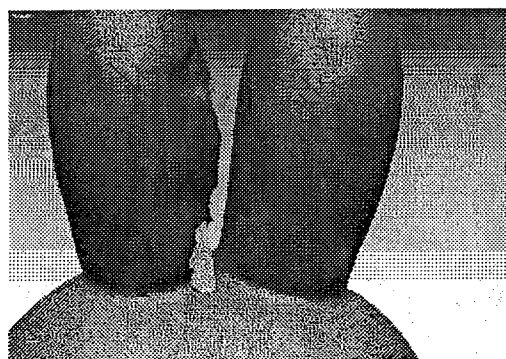


図14 穴埋め処理

次に、測定機の分解能が低いために鈍化してしまった目の部分にオフセット処理を行い明瞭化した。また、ポリゴンの疎密バランスを整えるために再ポリゴン処理を行った。完成したポリゴンモデルを図15に示す。

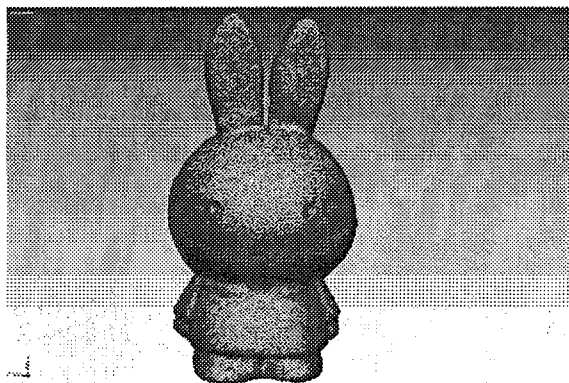


図15 ポリゴンモデル

3-2 サーフェスモデルの作成

ポリゴンモデルから曲面を作成する方法としては、手で境界線を作成し、境界線で囲んだ部分に面を張る方法と、自動で全体に面を張る方法がある。今回のモデルのように、形状にエッジがなく、特徴的な輪郭を境界線として作成しづらい場合は、自動で面を張る機能が大変有効になる。生成面数を300、500、1000、2000と増やしながら自動で生成したサーフェスモデルを図16から図19に示す。生成面数を多くするにつれサーフェスが元のポリゴンモデルに近づいていることがわかる。このサーフェスは、NURBS(Non Uniform Rational B-Spline)であり、このままCADで利用することができる。

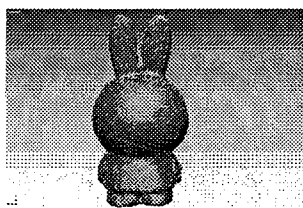


図16 300面モデル

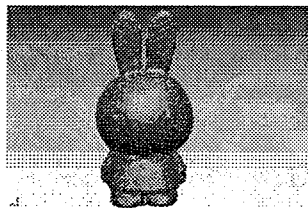


図17 500面モデル

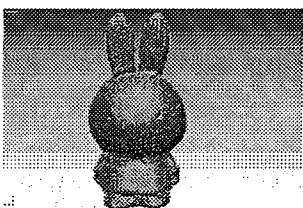


図18 1000面モデル

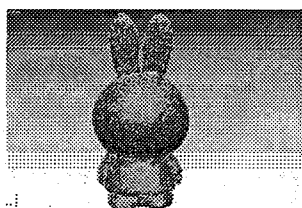


図19 2000面モデル

4. モデルの造形

完成した CAD モデルを評価するために三次元造形機を用いて試作を行った。造形機は Stratasys 社の Prodigy で、造形方法は ABS 樹脂の糸を積み重ねていく溶解紡糸堆積法(FDM)である。オリジナルモデルと造形モデルを並べた様子を図20に示す。

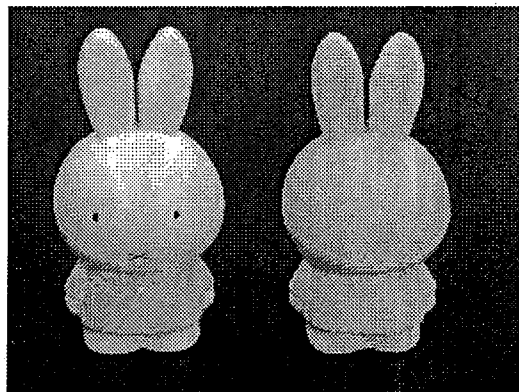


図20 オリジナルモデルと造形モデル

5. 結言

キャラクターのミッフィをモデルに、非接触三次元測定機と三次元曲面作成システムを用いてサーフェスモデルを作成し、三次元造形機を用いて複製モデルを製作した。今回の事例研究では、次の知見を得た。

(1) 窪みや尖りがあるモデルからポリゴンモデルを作成する場合、姿勢を変えて、複数の形状データを測定し、それぞれの不正面、孤立面、穴などを修正した後に、これらの位置合わせ、結合を行ったうえで、再ポリゴン化などの調整を行う手順が有効である。

(2) エッジが少なく、滑らかな曲面で構成されるモデルの場合、三次元曲面作成システムの曲面自動生成機能を用いると、簡単に短時間で精度の高いサーフェスモデルを作成することができる。

今後、目的に応じて、分解能が高く、測定範囲も広い三次元測定機を利用すれば、さらに精度の高いリバースエンジニアリングが可能である。

参考文献

- (1) 尾崎 清, リバースエンジニアリングの事例研究, 広島市工業技術センター年報, 第17巻(2003), 37-39

放電焼結法で作製した Al-Si 複相合金の乾式摺動特性に及ぼす Si 粒子の空間分布の影響

倉本英哲 隠岐貴史 柳沢 平*

Influence of Spatial Distribution of Si-particle on dry wear properties of spark sintered Al-Si composite

Hideaki KURAMOTO, Takashi OKI and Osamu YANAGISAWA

In order to investigate the influence of Si-particle spatial distribution of Al-Si composite on dry wear properties, the Al-20vol%Si composites with various Si-particle size and spatial distribution were made by spark sintering, and dry wear tests of the composites were performed. The results obtained were summarized as follow :

It was confirmed that the specimen hardness increased with increasing of Si-particle clustering tendency of spatial distribution, and specimens not containing large size Si-particle were harder than the another one. In this report the Ring-on-Disk type wear test was performed under the condition that press-down force, F , of the ring against the disk is constant. Two kind of F values, 9.8N or 49N, were chosen for wear test. In case $F=49\text{N}$, the wear mode was adhesive wear, and regardless of kind of specimens the same friction coefficient, μ , was obtained. In this case, it was confirmed that the wear quantities, W , depended on the specimen hardness. In case $F=9.8\text{N}$, the tiredness caused by vibration joined wear mode. The behavior of wear dust containing Si-particle made during wear test, especially Si-particle separated from material, and strength of composite would influence μ and W complexly.

Keywords : Al-Si composite, dry wear properties, local area fraction, local particle number density

Al-Si 複相合金において、第 2 相粒子である Si 粒子の空間分布が乾式摺動特性に与える影響を明らかにするために、粒子の粒径分布と空間分布傾向が異なる Al-Si 複相合金を放電焼結法によって作製し、乾式での摩耗試験を行った。この時、Al-Si 複相合金の Si 粒子の体積率は 20% で一定とし、また、粒子の平均粒径についても、ほぼ一定とした。得られた結果は以下のように要約される。

摩耗試験はリングオンディスクタイプで行い、リングの押さえつけ荷重を一定として試験を行った。この時、試験荷重(F)は 9.8N および 49N の 2 種類を選択した。 $F=49\text{N}$ 場合、摩耗は主に凝着摩耗の形態で起こり、摩擦係数(μ)は試料によっては変わらなかった。このとき、摩耗量(W)は試料の硬さ(=強度)に依存することが分かった。 $F=9.8\text{N}$ の場合、振動の影響を受け、その摩耗形態には転がり疲れの影響が加わる。摩耗に関しては、Si 粒子を含む摩耗粉、特に Si 粒子の剥離挙動と材料の強度が複合的に μ と W に影響するものと考えられた。

キーワード : Al-Si 複相合金、乾式摺動特性、局所面積率、局所粒密度

1 緒言

近年、自動車をはじめとする機械や装置では、省エネルギーおよび高効率化を目指して、大幅な軽量化が望まれている。このような情勢の中、非鉄金属、特に代表的な軽金属として挙げられるアルミニウム合金の需要が高まってきている。このように、アル

ミニウム合金製の機械装置構成部品の多様化が求められる中で、耐摩耗性能が求められる部分も多い。しかし、一般的にアルミニウム合金の摩耗形態は凝着摩耗であり、その耐摩耗特性は十分なものとはいえない。ここで、耐摩耗用のアルミニウム合金の代表として Al-Si 複相合金が挙げられる。Al-Si 合金は

* 広島大学大学院工学研究科

casting性能がよく、自動車エンジンなどの内燃機関のピストン、シリンダボア、軸受け用メタルなどに利用されている材料であり⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾、その組織形態はAlマトリックスと共晶および初晶Si粒子よりなる2相材料である(過共晶)。2相材料では、その第2相粒子の体積率(面積率)、粒径分布が機械的性質や熱的性質に大きく影響を及ぼすことが知られており、また、その強化機構についても多くの報告がある⁽⁵⁾⁻⁽¹⁰⁾。しかし、第2相粒子の空間分布(分散状態)の影響に関する研究は少なく^{(11),(12)}、特に空間分布を定量化し、摩耗との関係について調べた報告はほとんどない。空間分布については、大まかに Ordering 分布、Random 分布および Clustering 分布の3種類に分類される。柳沢ら⁽¹³⁾⁻⁽¹⁵⁾は、局所面積率(Local Area Fraction : LAF)、局所体積率(Local Volume Fraction : LVF)、2次元の局所粒密度(2-Dimensional Local particle Number Density : LND2D)および3次元の局所粒密度(3-Dimensional Local particle Number Density : LND3D)等の空間分布パラメータの頻度分布より粒子の空間分布を評価する手法を確立しており、この手法によって空間分布は定量化することができる。

本研究では、粒径分布と空間分布に着目し、これらの分布傾向が摩耗特性に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。評価は、一定荷重条件でのリングオンディスクタイプの乾式での摩耗試験によって行うこととした。試験片の作製は、鋳造法では第2相粒子の空間分布や粒径分布についての制御が困難であることから、粉末冶金法を用いることとし、その中でも低温、短時間での緻密化が可能である放電焼結法⁽¹⁶⁾を用いることとした。

2 実験方法

2.1 試料作製

供試粉末は、(株)高純度化学研究所製の純アルミニウムおよび純シリコン粉末である。本研究では、粒径300 μm 、150 μm 以下、平均粒径が30 μm および3 μm の4種類の純アルミニウム粉末と遊星型ボールミルで粉碎し、目開きが25 μm と75 μm の金属ふるいで分級した2種類のシリコン粉末を用いた。Fig. 1

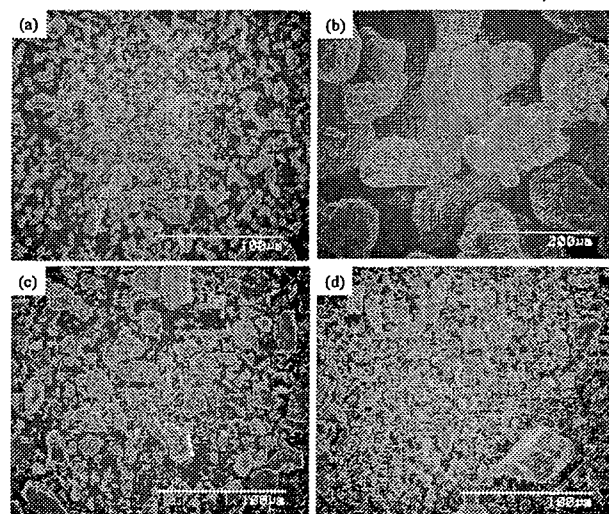


Fig. 1 SEM images of as-received powder. Aluminum powder particle size are (a)3 μm average, (b)300 μm under and silicon powder particle size are (c)25 μm under, (d)75 μm under.

にそれぞれの粉末のSEM像を示す。

ここで、シリコン粉末の取り扱いに関しては、基本的に粒径25 μm 以下、75 μm 以下としたが、本研究では後述で示すように平均粒径を揃えるようにし、特に75 μm 以下の場合に、微粉を混ぜて粒径について調整した。また、粒径75 μm 以下のシリコン粉末を用いた場合をType Aと25 μm 以下のシリコン粉末を用いた場合をType Bと呼ぶこととした。

Si粒子体積率(V_p)が0.2となるように秤量したアルミニウム粉末とシリコン粉末をV型混合機によって混合し、その後放電焼結法によって試験片(縦×横×厚さ:32mm×32mm×6mm)を作製した。用いた放電焼結機は計装化されたものであり、電源は矩形波パルス通電を行うモード1および連続パルス通電を行うモード2の2系統を有する。型およびパンチはグラファイト(ISO63)製である。焼結は、粉末粒子間の酸化膜の絶縁破壊など^{(17),(18)}による圧粉体比抵抗の減少を目的としたモード1の電源でのon/off比が1:1、パルス幅が100ms、電流値が200Aの矩形波パルス通電を600s行い、その後、圧密化を目的として、モード2による連続パルス通電を行った。このとき、温度によって制御を行い、その温度はAl-Si合金の熔融温度(約850K)以下の820Kとなる

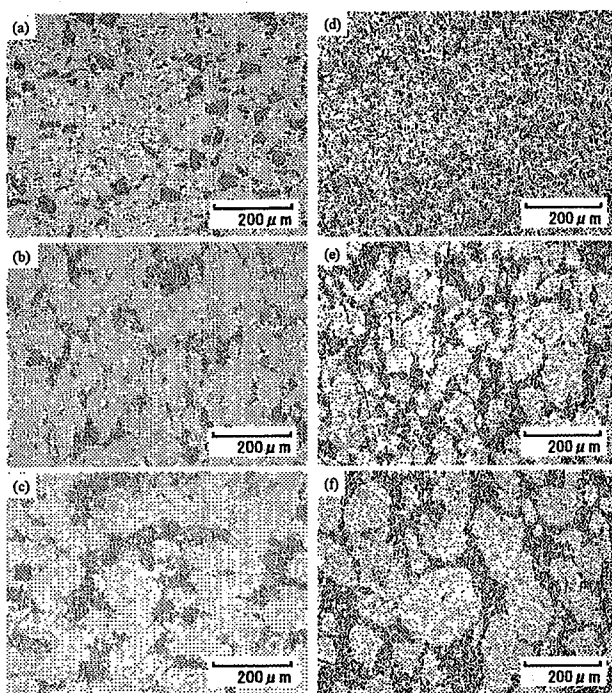


Fig. 2 Optical micrographs of Al-Si composite. (a), (b), (c), (d), (e), (f) are specimens called No. I, II, III, IV, V, VI respectively in Table 1.

ように設定し、等温保持を 3600s 行い、相対密度(D)が 0.99 以上となるようにした。加圧力は 28.6MPa で一定とした。

Fig.2 に試験片断面の顕微鏡観察結果を示す。ここで、Type A、Type B のそれぞれについて、4 種類の粒径のアルミニウム粉末の混合比を変えることで図に示すような Si 粒子の空間分布傾向の異なる 3 種類の試料を作製した。

Table1 にそれぞれの試料についてのアルキメデ

Table1 Relative density obtained from Archimedes method and average Si particle diameter obtained from image analyzing.

Type	No.	Relative density	Average Si particle diameter (μm)
A	I	0.999	3.088
	II	0.993	3.576
	III	0.997	3.603
B	IV	0.998	3.200
	V	0.999	3.897
	VI	0.994	3.855

ス法によって求めた相対密度と画像解析によって求めた Si 粒子の平均粒径を示す。結果として、Si 粒子の粒径分布と空間分布が異なり、平均粒径がほぼ等しい Al-Si 合金を作製することができた。

2.2 試験方法

2.2.1 Si 粒子の空間分布評価

空間分布パラメータの測定⁽¹²⁾⁻⁽¹⁴⁾は、試験片断面の光学顕微鏡観察結果より画像解析を用いて行った。その手法としては、以下のとおりである。

- (1) 全体の Si 粒子の平均粒径とこのときの粒数を求め、これらより局所面積率(LAF)および局所粒密度(LND2D)を測定するための測定円(隣接粒子の情報を最も強く反映できる大きさ)の半径を決定する。
- (2) ある任意の Si 粒子の重心を中心として、(1)で決定された測定円内の Si 粒子の面積率および粒子数を測定する。これをすべての粒子について測定し、LAF に対しては Si 粒子の面積率(体積率にほぼ等しい)で、LND2D に対しては最稠密配列の値である 7 で除する事で規格化して LAF、LND2D 値とする。このようにして求めた個々の粒子に対する LAF、LND2D の頻度分布と平均値 (LAF)_{av} および (LND2D)_{av} を求める。また、大粒径と小粒径が分離して集まる傾向(粒径分離傾向)を表すパラメータ ($\delta_{2D} : (LAF)_{av}/(LND2D)_{av}$) も同時に求める。

Table2 Example of (LAF)_{av}, (LND2D)_{av} and δ_{2D} .

	Distribution	(LAF) _{av}	(LND2D) _{av}	δ_{2D}
Random ↑ ↓ Clustering		1.092	1.089	1.003
		1.308	1.302	1.005
		1.989	1.976	1.007
Particle size separating tendency		1.456	2.459	0.592

以上のようにして二次元での空間分布パラメータを求めることができる。Table2に粒子の分布傾向と得られる(LAF)_{av}、(LND2D)_{av}および δ_{2D} の値の関係の例について示す。また、Table3にコンピューター・シミュレーションによるランダム分布の空間パラメータの平均値を示す。このランダムパラメータの値が、試料の測定値を比較する際に基準となる。

Table3 Parameters of the random spatial distributions for various log-normally distributed particle diameter.

$\ln \sigma_3^*$	0	0.3	0.5	0.7
(LND2D) _{av}	0.96	0.96	0.96	0.96
(LAF) _{av}	0.95	0.95	0.94	0.93

* $\ln \sigma_3$: Standard deviation of lognormal particle size distribution

2.2.2 硬さおよび摩耗試験

試験は硬さ試験および摩耗試験を行った。

硬さ試験はJISに規定するロックウェル硬さ試験によって行った。試験はFスケールで行った。

本研究での摩耗試験方法としては、代表的なリングオンディスクタイプの摩耗試験機である大越式摩耗試験機を用いて行った。大越式摩耗試験は回転円盤(SUJ2 製)を平板試験片に押し付けて摩耗させる摩耗試験である。本研究では、リングを平板試験片に押し付ける荷重を一定とした一定荷重条件での試験とし、このときの押し付け荷重(F)は9.8Nおよび49Nを選択した。この摩耗試験においては、試験終了後の摩耗痕幅(b)の測定を行うことで、摩耗量(W)を以下の幾何学的近似式によって算出することができる。この時の近似が良く一致する範囲は、 $b=1\sim 3\text{mm}$ 程度とされており、予備実験よりこの程度の摩耗痕を作る条件として摩耗距離は33.3m、摩耗速度は0.174m/sを選択した。以上の条件は試験片に関わらず一定とした。

$$W = \frac{Bb^3}{12r} \quad (1)$$

ここで、 r および B は、それぞれ回転円盤の半径(mm)および回転円盤の厚さ(mm)である。本研究において、 $r=30$ 、 $B=3.0$ である。

次に、摩擦係数(μ)に関しては、回転円盤の軸トルク(T)が分かれば、一般的な摩擦係数を求める以下の式によって表すことができる。

$$\mu = \frac{T}{Fr} \quad (2)$$

なお、試験はすべて乾式で行うこととした。

3 実験結果および考察

3.1 Si粒子の空間分布

Fig.3に画像解析より得られた試料のLAFおよびLND2Dの累積頻度分布を示す。図中にSimulationと示したのは、コンピューター・シミュレーションによるランダム分布の計算結果であり、これを評価の基準とした。図上において、クラスタリングの傾向が強くなると、Simulationのラインより右側にシフトした形で測定結果が表れる。結果として、No. IおよびIVの材料のLAFは、Simulationのラインに近い値を示していることが分かる。ただし、LND2Dについては、若干グラフが右側にシフトした状態で表れた。つまり、面積率の観点からは、ランダムであるが、粒子のばらつき方はクラスタリング傾向があるということを示している。これは、粒

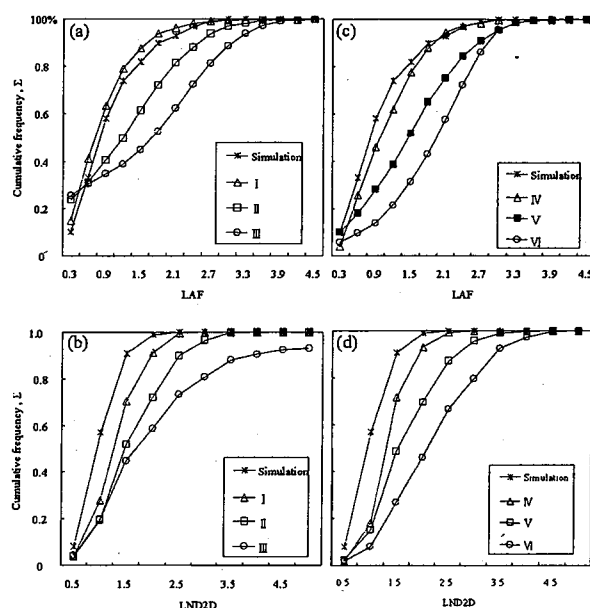


Fig.3 Cumulative frequency distribution of (a), (c)local area fraction,LAF, and (b), (d)2-dimentional local particle number density,LND2D, for the different spatial distribution. ; (a), (b) TypeA and (c),(d)TypeB.

径のばらつきによって、見かけの分布が実際の粒子の重心点の分布とずれを生じたためではないかと考えられる。なお、クラスタリング分布の傾向については、その傾向が強くなるにしたがって(No. I→II→III、No. IV→V→VI)、空間分布パラメータの累積頻度分布は大きな値へと移っており、Fig.2で示した組織の様子をよく表している。

Table4に各試料の2次元における空間パラメータである LAF の平均値 $(LAF)_{av}$ 、LND2D の平均値 $(LND2D)_{av}$ 、粒径分離傾向 δ_{2D} を示す。実験の結果、 $(LND2D)_{av}$ について、AとBタイプの材料で、ほぼ同じ値を示す材料を作製することができた。 δ_{2D} は、 $(LAF)_{av}$ と $(LND2D)_{av}$ の関係を示しているが、1に近いほど粒子の局所面積率と局所粒密度の傾向が同じであることを表す。本研究で得られた δ_{2D} は1よりも小さい。また、AとBタイプの材料を比較した場合、Aタイプの δ_{2D} の値が小さくなっている。すなわち、Aタイプの材料の方が、局所面積率と局所粒密度の関係が異なる傾向を持つことを示している。 $(LAF)_{av}$ と $(LND2D)_{av}$ の値は、Table3の値と比較することで、それぞれの材料についてのクラスタリング分布傾向を知ることができる。ここで、本研究の $(LAF)_{av}$ と $(LND2D)_{av}$ の値の関係は、全体的に $(LND2D)_{av}$ に比べて、 $(LAF)_{av}$ が小さいことがわかる。これは、大きい粒子は粒数が少ないためにあまり凝集せず、多数ある小さい粒子が凝集するために、局所の粒数は増えるものの、面積は大きくならないためであろう。これは、シリコンの粒径分布が大きくなるほど、起こりやすくなると考えられ、結果として、先に示し

Table4 Measurement result of $(LAF)_{av}$, $(LND2D)_{av}$, and δ_{2D} .

Type	No.	$(LAF)_{av}$	$(LND2D)_{av}$	δ_{2D}
A	I	0.83	1.25	0.67
	II	1.24	1.55	0.80
	III	1.58	2.04	0.77
B	IV	1.07	1.29	0.83
	V	1.48	1.63	0.91
	VI	1.84	2.12	0.87

た δ_{2D} の値に影響を及ぼしたものとする。上述の測定結果について、 $(LND2D)_{av}$ と $(LAF)_{av}$ の関係をFig.4に示す。結果として、AとBタイプのどちらの材料においても、 $(LAF)_{av}$ に対する $(LND2D)_{av}$ の増加割合はほぼ等しいことが分かる。

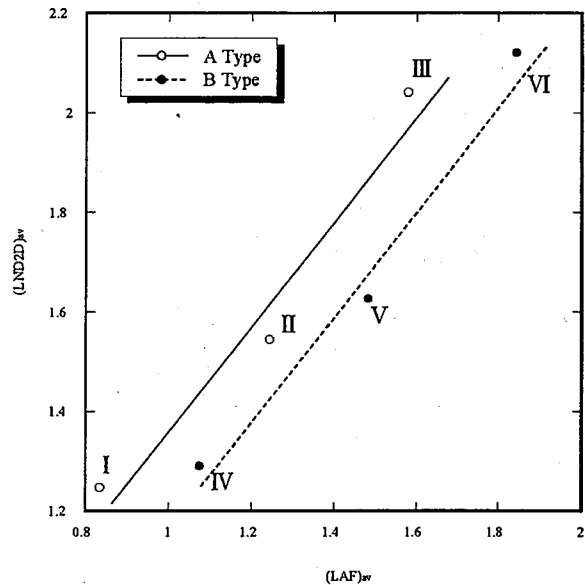


Fig.4 Relation between $(LAF)_{av}$ and $(LND2D)_{av}$.

3.2 ロックウェル硬さ

Fig.5に $(LND2D)_{av}$ とロックウェル硬さ(HRF)の関係を示す。図からわかるように、Bタイプの材料の方が硬さの値が全体的に大きくなる事が分かる。この原因として、Aタイプの材料は大きな粒径のシリコン粒子を含んでいるが、この粒子が試験時に優先的に破壊されてしまい、破壊された粒子が荷重負担しなくなることで、硬さは小さくなったものと考えられる。次に、AおよびBタイプのどちらについても、 $(LND2D)_{av}$ が大きくなり、クラスタリング傾向が強くなるほど、その硬さは増大した。これは、凝集するシリコン粒子が、微小粒子であるためと考えられる。粒子分散合金において、第2相粒子間の距離は小さいほどその拘束力は強くなるため、変形能は小さくなり、強度は大きくなる。例えば、材料全体で見れば強いクラスタリング傾向を示す材料であっても、微小シリコン粒子の凝集した部分のみに着目した場合、その分布はほぼランダムであり、非常にシリコン体積率が大きく、強度が大きい部分として考

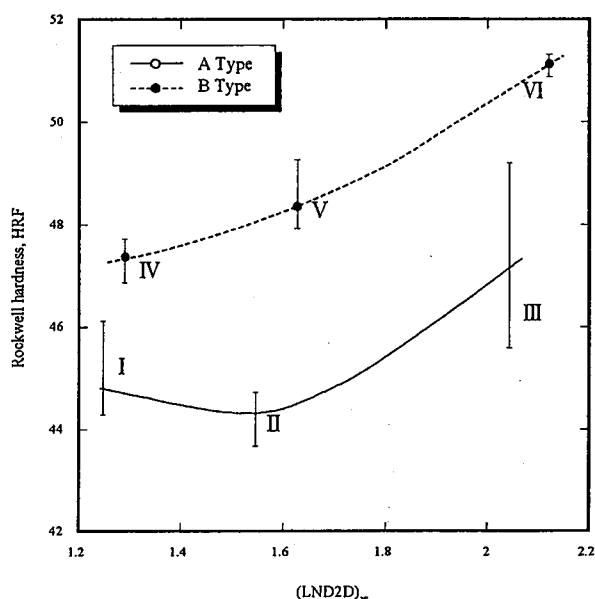


Fig. 5 Effect of Si- spatial and particle size distribution on Rockwell hardness.

えることができる。これを一つの添加粒子であると考えた場合、同じくらいの大きさの単一シリコン粒子に比較して、割れることもない非常に強い粒子が材料中に均一に分散していると考えられる。つまり、実験結果は、同じシリコン体積率であれば、クラスタリング傾向が強くなるほど、微小シリコン粒子の凝集は起こりやすく、強度の強い部分が作られやすいことを示しているものと考えられる。

3.3 摩耗特性

3.2.1 摩耗量と摩擦係数

Fig.6 にそれぞれの負荷荷重(F)下での摩耗量(W)と LND2D の関係を示す。摩耗量は体積で示し、(1)の近似式により摩耗痕幅から求めたものである。また、Fig.7 に各荷重下での摩擦係数(μ)と LND2D の関係を示す。ここで μ は式(2)によって求めた値である。軸トルク(T)は試験開始時に大きな値を示し(初期摩耗)、その後すぐに一定の値を示す。そこで、本研究での μ は、初期摩耗が終わり十分に定常摩耗に入ったと思われる、実験開始から 100s 後の T の値を用いて算出した。

F=9.8N の場合、W は TypeA と B でほぼ同じ値を示す。このとき、(LND2D)_{av} の増加に対しては、1.6 程度までの増加ではほとんど変化しないが、2 ま

で増加すると、W は小さくなる傾向を示した。 μ に関しては、TypeB の方が小さくなる傾向を示し、(LND2D)_{av} の増加に対して、わずかではあるものの、小さくなる傾向を示した。

F=49N の場合、明らかに TypeB においてその摩耗量は小さくなった。粒子分散傾向の影響については、(LND2D)_{av} の増加に伴い、W は減少する傾向が見られた。特に、F=9.8N のときとは異なり、(LND2D)_{av} が 1.6 までの間で顕著であり、それ以上では鈍感になる。 μ に関しては、TypeA と B とともにほぼ同じ値を示し、(LND2D)_{av} の影響はほとんど見られなかった。

Fig.8 に試験終了後の摩耗痕の観察結果を示す。まず、F の違いによる摩耗痕の形状の違いが確認さ

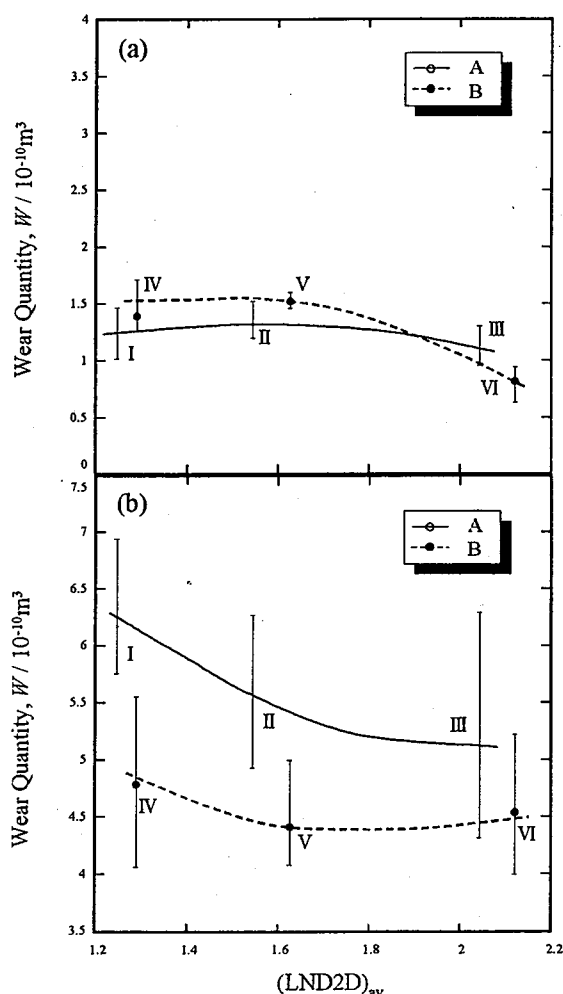


Fig.6 Influence of (LND2D)_{av} and particle size distribution on wear quantities, W, in case that press-down force of the ring against the disk are (a)9.8N and (b)49N.

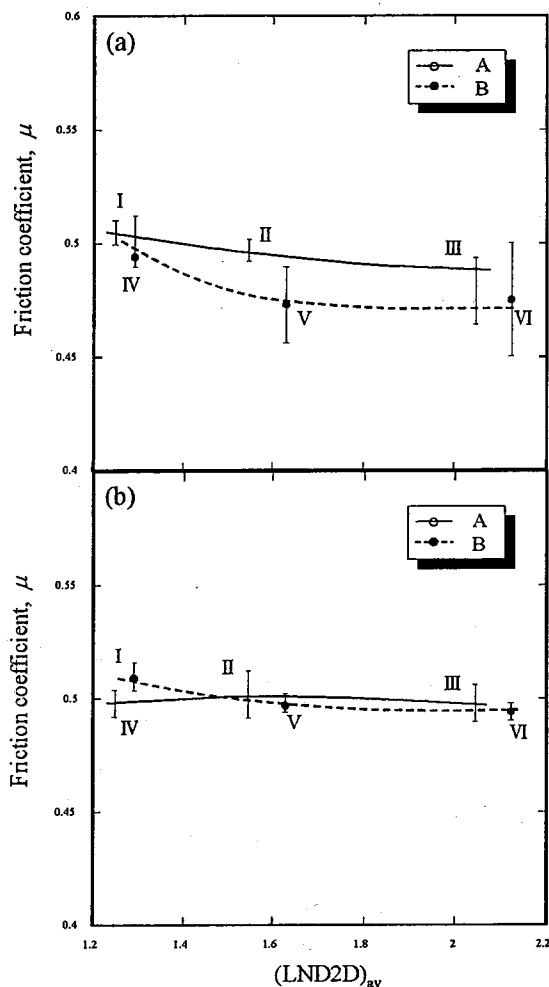


Fig.7 Influence of $(LND2D)_{av}$ and particle size distribution on friction coefficient, μ , in case that press-down force of the ring against the disk are (a)9.8N and (b)49N.

れた。F=49N の場合には、凝着摩耗の痕跡であろうと思われ、比較的綺麗な摩耗痕を示しており、安定した摩耗状態で摩耗が進行したことが分かる。しかし、F=9.8N の場合には、通常の摩耗痕の中に表面層の剥離痕を観察することができた。これは、転がり疲れ、つまり、ピッチングやスポーリングのように見られるが、リングと試験片の間での繰り返す荷重の負荷があったのではないかと考えられる。これは、F が小さいために、試験中の振動等によって、リングが試験片に回転しながらたたきつけられるような動きがあったものと思われる。また、摩耗痕に摩耗粉と思われる微粉の存在も多く確認され、上述の現象を示しているのではないかと考えられる。

次に、シリコン粒子の大きさの影響については、

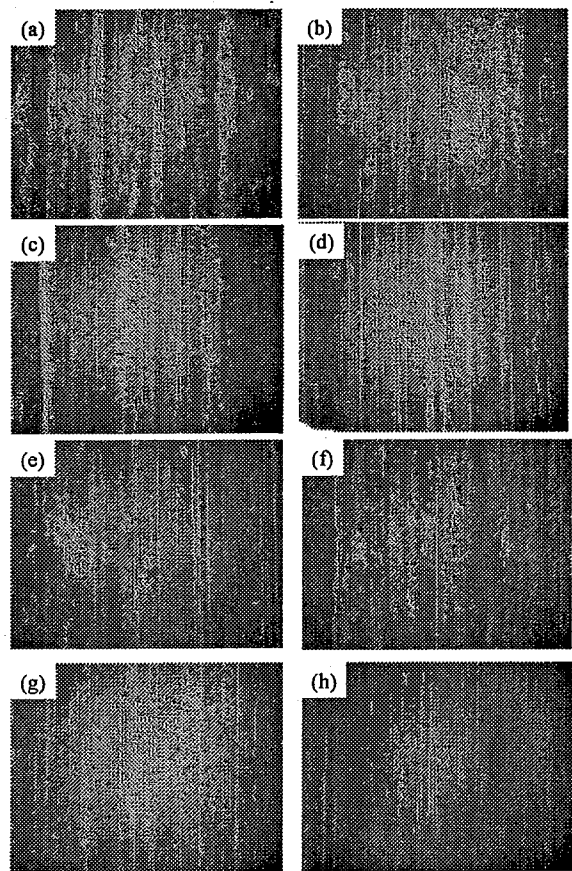


Fig.8 SEM images of worn surface of Type (a),(c) I, (b),(d) III, (e),(g) IV and (f),(h) VI after the wear test, under the condition of $F=(a), (b), (e), (f)9.8N$ and $(c), (d), (g), (h)49N$.

粒径分布は小さい方が、摩耗痕において凝着の度合いが小さくなる傾向を示した。また、クラスタリングの傾向についても強くなるほど、同様の傾向を示した。

以上のことから、F=49N の場合には、硬さ試験の結果と合わせて考えて、硬さの大小に W が依存していることが分かる。つまり、この場合では摩耗の形態は安定した状態であり、材料の強度に依存した摩耗特性を示したものと考えられる。次に、F=9.8N の場合には、代表的には転がり疲れの痕と見られるものが観察された。これは、押さえつけ荷重が小さいために、振動によってリングが試験片に繰り返したたたきつけるような動きが生じて起こったものと推測することができるが、結果として凝着摩耗と疲労の組み合わせによって摩耗が進行していたものと考えられる。ここで、TypeB の試料で、また、クラス

タリングの傾向が大きくなるほど μ が小さくなる傾向を示したが、これはSi粒子と粒子を含む摩耗粉に影響されるのではないかと考えられる。特にSi粒子に着目すると、クラスタリング傾向が強くなることで、Si粒子の隣接する確立は大きくなる。この場合、Si粒子の保持力は小さくなり、剥離しやすくなる。剥離したSi粒子および粒子を含む摩耗粉がリングと試料の間に入り込むことで、コロのような役割を担うと考えれば、 μ は小さくなる。ただし、剥離しやすいとすれば、アブレッシブ摩耗の起こりやすくなるため、また、単純にWは増加する傾向になる。クラスタリングの傾向については、強くなると試料の強度は大きくなる。以上のことから、 μ の値に対して、Wが連動せず、Wは複合的に強度と μ のバランスによって決定されるのではないかと考えられる。

4 結言

Si粒子の平均粒径($d_s=3\sim4\mu\text{m}$)がほぼ同じで、粒径分布(TypeA: $\sim70\mu\text{m}$ 、TypeB: $\sim28\mu\text{m}$)および空間分布傾向の異なるAl-20vol%Si合金を、放電焼結法によって作製し、摩耗試験および硬度試験に供した。得られた結果は以下のように要約される。

- (1) 粒径分布ではTypeBの試料が、また、空間分布については、クラスタリングの傾向が大きくなるほどロックウェル硬さ(HRF)は大きくなる傾向を示した。
- (2) リングの試料への押さえつけ荷重(F)が十分に大きい場合($F=49\text{N}$)、摩耗は主に凝着摩耗の形態で起こり、摩擦係数(μ)は試料によっては変わらず、また、摩耗量(W)は試料の硬さ(=強度)に依存することが分かった。しかし、Fが小さい場合($F=9.8\text{N}$)には、振動の影響を受け、その摩耗形態には転がり疲れの影響が加わる。摩耗に関しては、Si粒子およびこれを含む摩耗粉の発生、特にSi粒子に着目して、この母材からの剥離のしやすさが摩耗に影響するものと考えられた。

おわりに本研究を実施するに際して、摩耗リングの加工等に使用したNC旋盤および試料調整に用いた遊星型ボールミルは、日本自転車振興会競輪機械

工業資金補助により整備したものであり、また、試料作製に用いた放電焼結機は、経済産業省地域産業集積活性化対策補助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いたします。

参考文献

- (1)С.Л.Потанин, Б.Н.Брагин, А.В.Гунин, Е.А.Лунев: Litejnoe Proizvodstvo (2002) p.18-20.
- (2)神谷荘司: トライボロジスト 46(2001) p.129
- (3)A Ge'ard: Rev. Alum. (1976) p.325-330.
- (4)С.Л.Потанин, Л.С.Авлентов: Avtomob Prom-st' 41(1975) p.34-36.
- (5)S.Ranganath, T.Roy and R.S.Mishra: Mater. Sci. Technol. 12(1996) p.219.
- (6)荒木弘安、石川 朗、石井 仁、東郷敬一郎: 紛体および粉末冶金 43(1996)p.1247.
- (7)A.Kelly and R.B.Nicholson: Prog. Mat. Sci. 10(1963) p.15.
- (8)A.F.Whitehouse and T.W.Clyne: Acta Metall. Mater. 41 (1993) p.1701.
- (9)P.M.Mummery, B.erby, J.Cook and J.H.Tweed: Euromat 91 2(1992) p.92.
- (10)Y.Brechet, J.D.Embury, S.Tao and L.Luo: Acta Metall. Mater. 39(1991) p.1781.
- (11)S.Tao and J.D.Boyd: Mech. Mech. Compos. Fract. (1993) p.29.
- (12)H.Toda and T.Kobayashi: Metall. Mater. Trans. A 28A(1997) p.2149.
- (13)柳沢 平、マンスール・アハマド、加茂修治、松木一弘: 鑄造工学 70(1998) p.7.
- (14)柳沢 平、諸隈真嗣、畑山東明、松木一弘: 鑄造工学 73(2001) p.733-740.
- (15)隠岐貴史、松木一弘、清水功史、柳沢 平: 軽金属 52(2002) p.243-249.
- (16)T.Sakamoto and H.Miura: 材料技術 15(1994) p.19.
- (17)松木一弘、畑山東明、柳沢 平: 日本金属学会誌 59(1995) p.740-745.
- (18)倉本英哲、松木一弘、畑山東明、柳沢 平: 日本金属学会誌 65(2001) p.868-873.