

平成21年度 戦略的基盤技術高度化支援事業

「加工条件の最適化による高機能かつ微細な多極を有する狭ピッチコネクタ用成形金型の開発」

研究開発成果等報告書

平成22年3月

委託者 北海道経済産業局

委託先 財団法人 室蘭テクノセンター

目 次

第 1 章 研究開発の概要	
1-1 研究開発の背景・研究目的および目標	1
1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）	1
1-3 成果概要	3
1-4 当該プロジェクト連絡窓口	4
第 2 章 本論-1：求める加工精度の実現に向けた最適な加工条件のデータ収集及び分析	
2-1 研究目的	5
2-2 解析方法及び解析条件	6
2-3 分析結果及び考察	14
2-4 まとめ	26
第 3 章 本論-2：工具・砥石の適正な選択や加工方法等の自動最適化システムの構築	
3-1 研究目的	27
3-2 実施概要	27
3-3 まとめ	34
第 4 章 本論-3：金型用鋼材（特殊鋼）のデータ収集及び分析	
4-1 研究目的	35
4-2 進捗	35
4-3 まとめ	35
第 5 章 本論-4：狭ピッチコネクタ用金型部品に対応した適正な特殊銅電極の製作及びそれを用いた最適な加工方法の確立	
5-1 研究目的	36
5-2 複合形状同時加工による、電極加工精度の検証	36
5-3 まとめ	39
第 6 章 本論-5：工具選択、使用順、加工方法等について最適な手法及び条件等を導き出すソフトウェアの開発	
6-1 研究目的	40
6-2 加工条件抽出ソフト概要	41
6-3 まとめ	49
最終章 全体統括	50

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

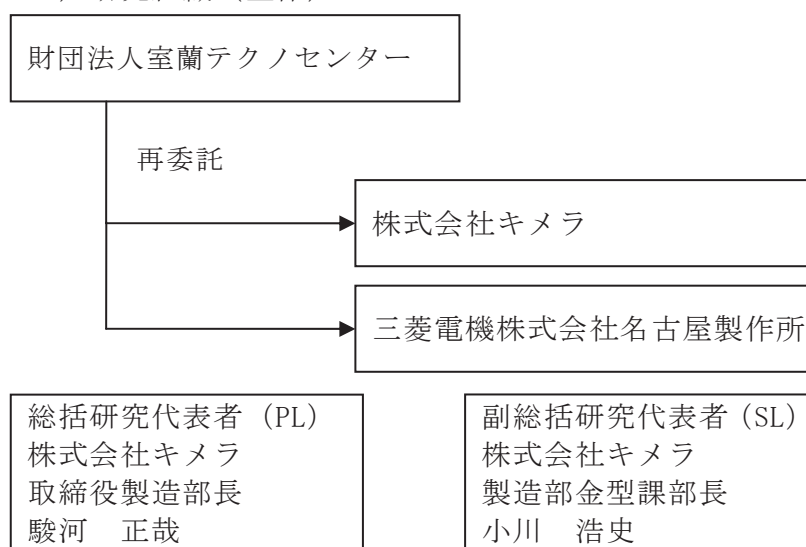
情報家電の小型化や膨大な情報の入出力を実現するために、その内部に組み込む構成部品には、省スペース化、かつ高機能化が求められている。その一つとして、超薄型、低背、多極の「FPC用狭ピッチコネクタ」の存在がある。現行のコネクタは、通例、市販レベルにおいて、コンタクトピッチ0.2ミリというのが最小であるが、本研究開発では、コンタクトピッチを0.15ミリ以下、コネクタの高さを1.0ミリ以下、極数を200以上とするコネクタの製造が可能な金属製粉の製造を目標とする。これを達成するために、加工特性や材料特性のデータベースの構築を図ることで暗黙知を形式知化し、製造工程の自動化をさらに推し進めることで、各種工作機械を用いた高精度、微細かつ複雑な金型製品の製造技術を確立する。情報家電の小型・高機能化・大容量化に伴い、接続部品となる「狭ピッチコネクタ」では、高精度で微細な多極を有する「超薄型狭ピッチコネクタ」の開発が急務となっている。本研究開発では、狭ピッチコネクタ用成形金型部品の製造に向け、加工条件を最適化するソフトウェアの開発を通じ、工具選択・使用順・加工条件等の最適化を自動で行うシステムを構築し、電気・研削・切削加工技術の高精度・微細化を実現することで、新たな金型加工技術を確立する。

1-2 研究体制

1. 研究体制

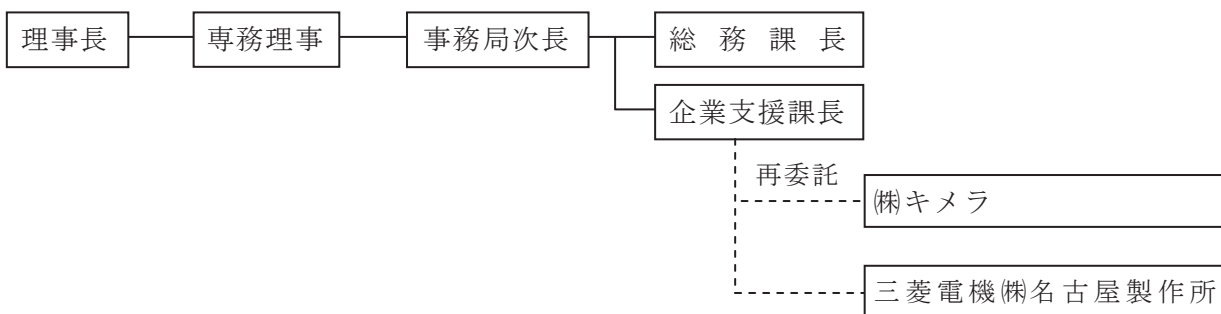
(1) 研究組織及び管理体制

1) 研究組織（全体）



2) 管理体制

①プロジェクト管理法人（財団法人室蘭テクノセンター）

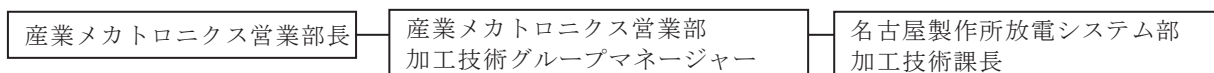


②（再委託先）

・株式会社キメラ



・三菱電機株式会社名古屋製作所



(2) 研究者氏名及びプロジェクト管理者

財団法人室蘭テクノセンター

管理員

氏名	所属・役職
一戸 真人	事務局次長
岩田 亨	企業支援課長
小笠原 光敏	企業支援課主幹

[再委託]

株式会社キメラ

氏名	所属・役職
駿河正哉	取締役製造部長
小川浩史	製造部金型課部長
中谷 崇	製造部放電課長
及川義人	製造部製造課
田中 勝	製造部金型課係長
松本幹也	製造部製造課長
小泉信也	株式会社日本システムデザイン派遣
八木澤孝	株式会社日本システムデザイン派遣

三菱電機(株)名古屋製作所

氏名	所属・役職
佐藤清侍	放電システム部加工技術課長

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(管理法人)

- ・財団法人 室蘭テクノセンター
(経理担当者) 企業支援課長 岩田 亨
(業務管理者) 事務局次長 一戸 真人

(再委託先)

- ・株式会社キメラ
(経理担当者) 総務部部長 東谷 進
(業務管理者) 取締役製造部長 駿河 正哉

- ・三菱電機株式会社
(業務管理者) 産業メカトロニクス営業部長 足立 晋

(4) 研究開発委員会委員リスト

氏名		所属・役職
駿河 正哉	委員長	株式会社キメラ取締役製造部長
小川 浩史	副委員長	株式会社キメラ製造部金型課部長
田中 勝		株式会社キメラ第2工場製造係長
赤塚 良和		株式会社キメラ製造部製造課マシニング係長
佐藤 清侍		三菱電機(株)加工技術課長
鴨田 秀一		北海道立工業試験場技術支援センター所長
寺本 孝司		室蘭工業大学工学部もの創造系領域准教授

1-3 成果概要

1. 求める加工精度の実現に向けた最適な加工条件のデータ収集及び分析

20年度に引き続き、特異で微細な形状を有する作成図面を作成し、求める精度や面粗度など、その実現に向けて、型彫放電加工の実施によるデータの収集と加工毎の分析特徴の把握及び、加工プロセスの確立を完了させた。

同様に、ワイヤーカット放電加工機も、型彫放電と同様に完了した。

2. 工具・砥石の適正な選択や加工方法等の自動最適化システムの構築

最終年度においては、おもに型彫放電加工、マシニング加工を中心として、蓄積した加工データを基に、加工条件抽出ソフトをシステム構築した。

研削加工（砥石の選択や加工方法）においては、砥石のリリース環境や、加工方法が雑駁であるなどの事項から、DATABASE 化に適さないと判断、DATA の収集や分析、DATABASE 化を途中より断念をした。

3. 金型用鋼材(特殊鋼)のデータ収集及び分析

1, 2項での研究を通じて材料の相違による加工条件の変化をとらえ、DATABASE化を実施した。

4. 狭ピッチコネクタ用金型部品に対応した適正な特殊銅電極の製作及びそれを用いた最適な加工方法の確立

1項でのマシニング加工を通じて、微細形状を有する電極製作の実現と加工方法を確立した。

5. 工具選択、使用順、加工方法等について最適な手法及び条件等を導き出すソフトウェアの開発

1から4項研究加工実施でのデータを収集、分析した上で、研削加工を除くDATABASE化は、「加工条件の最適化を目的としたソフトウェア」を完成できたことで、本研究開発は、一様の成果とプロセスを構築、完了した。

1-4 当該プロジェクトの連絡窓口

財団法人室蘭テクノセンター（担当：岩田）

連絡先 電話 0143-45-1188

F A X 0143-45-6636

第2章 本論—1:求める加工精度の実現に向けた最適な加工条件 のデータ収集及び分析

2-1 研究目的

情報家電の小型化や膨大な情報の入出力を実現するために、その内部に組み込む構成部品には、省スペース化、かつ高機能化が求められている。その一つとして、超薄型、低背、多極の「FPC用狭ピッチコネクタ」の存在がある。現行のコネクタは通例、市販レベルにおいて、コンタクトピッチ0.2ミリメートルというのが最小であるが、本研究開発ではコンタクトピッチを0.15ミリメートル以下、コネクタ高さを1.0ミリメートル以下、極数を200極以上とするコネクタの製造が可能な金型製品の製造を目標とする。これを達成するために、加工特性や材料特性のデータベースの構築を図ることで暗黙値を形式知化し、製造工程の自動化をさらに推し進めることで、各種工作機械を用いた高精度、微細かつ複雑な金型製品の製造技術を確立する。

情報家電の小型・高機能化・大容量化に伴い、接続部品となる「狭ピッチコネクタ」では、高精度で微細な多極を有する「超薄型狭ピッチコネクタ」の開発が急務となっている。本研究開発では、狭ピッチコネクタ用成形金型部品の製造に向け、加工条件を最適化するソフトウェアの開発を通じ、工具選択・使用順・加工条件等の最適化を自動で行うシステムを構築し、電気・研削・切削加工技術の高精度化・微細化を実現することで、新たな金型加工技術を確立する。



狭ピッチコネクタ例

狭ピッチコネクタの高精度、微細加工方法及び電気加工における工作機械ごと、操作人員ごとの出力結果の違いに係る要因分析、多岐に渡るコネクタ用金型部品の実加工を繰り返すことによる使用機械、微弱電流、電圧の量や時間とその組合せデータをもとに、電流波形や完成部品の計測、加工時の特殊銅電極の消耗低減、加工条件の開発等を実施する事で、0.002 ミリメートルを下回る加工実現精度、Rmax. 0.8 ミクロン以下となる加工面粗度の向上を実現する。

平成 21 年度中は、20 年度に引き続きデータ収集項目及び分析手法についての検討を行い、各種コネクタ用金型部品の加工を行うことにより加工条件の収集および分析を実施、それらすべてを完了する。

2-2 解析方法及び解析条件

2-2-1 実施事項概要

狭ピッチコネクタの形状、精度にはそれぞれ多くの種類の組み合わせが存在し、使用環境、用途によりそれぞれに適した性能をもつ製品となり、使用される。

コネクタ用金型では各々の性能により決まる形状、精度に対しては、適時加工方法を検討、変化させ求められる品質を満足させる事は勿論の事、さらには加工手番の削減を目指し、効率の良い手法にて進めなくてはならない。

その金型部品加工に直面した都度、精度、加工機械の選定、加工工程順、加工時間、を構想、構築し、実現に向けての計画に対し時間を掛けずに処理する事も同時に求められる。それには多くの過去の加工実績データを調査し、決して数分で完結する作業ではない事は明らかであった。

その多種多様のすべてのケースに向けての加工条件を網羅し、要求される要素を与える事により、それを満足させるべく加工条件を容易に導き出す事のできるシステムを築き上げる事が必要となる。

下表の通り多くの狭ピッチコネクタを想定した形状、精度の組み合わせにて、それらを満足する、それぞれに最適な加工条件をテスト加工の繰り返しにより求め、データの蓄積、データベース化を進める。

< 研究開発加工事例：EDM 加工 >

F\C	±0.005				±0.003				±0.001			
	D\P	0.2	0.15	0.12	D\P	0.2	0.15	0.12	D\P	0.2	0.15	0.12
1.2	0.3	3020	3015	3012	0.3	3020	3015	3012	0.3	3020	3015	3012
	0.5	5020	5015	5012	0.5	5020	5015	5012	0.5	5020	5015	5012
	0.7	7020	7015	7012	0.7	7020	7015	7012	0.7	7020	7015	7012

コンデンサ切換 [PCON]	2	1
加工調整 [GAIN]	25	25
サーボ電圧 [SV]	2	2
OP 感度 [OPAJ]	8	8
底面取り代 [ΔZ]	6	4
側面取り代 [ΔR]	6	4

コンデンサ切換 [PCON]	0	2	1	0
加工調整 [GAIN]	25	25	25	25
サーボ電圧 [SV]	2	2	2	0
OP 感度 [OPAJ]	8	8	8	8
底面取り代 [ΔZ]	13	9	7	5
側面取り代 [ΔR]	13	9	7	5

・初回条件はキメラと三菱電機との打ち合わせにより決定。

その後加工結果により、各パラメーターを変化させ、品質を満足させたものが最終加工条件となる。

・大きな変更点

- ①放電加工クリアランスを 0.01→0.015 とし、その電極加工に成功した。
- ②荒加工の条件 (SC 回路) を追加し電極の消耗を抑えた。
- ③仕上加工条件 (NP 回路) を追加し、面粗さ、寸法精度を向上させた。

・最終加工条件より加工時間短縮を図り、休止時間、上昇距離を調整するが品質面で二次放電が見受けられる。

スラッジの排出に難有り。

・品質要素、形状要素を段階的に落として行き、それぞれのケースでの加工条件の蓄積を進めている。

2-2-2 加工方法

以下に使用機械、加工環境を記す。

① 形彫放電加工機

メーカーでは微細高精度加工用としての位置づけの加工機。以下特徴を記す。

- ・電極消耗抑制回路 (α -SC 回路) を搭載する事で縮小代 (放電ギャップ) を片側で 0.03~0.07 mm の加工が可能となり、インコーナー R のエッジ加工に効果を発揮する。
- ・狭ギャップ回路の搭載では上記の縮小代からさらに微少縮小代 (片側 0.015~0.03 mm) での加工を可能とする。
- ・微細梨地面仕上回路 (NP2 回路) の搭載においては超微細な放電痕を形成する事が可能となり、 $R_z = 0.4 \mu m$ を実現できる。

※メーカーからの具体的な数値は 10 mm X 10 mm の平板での試験加工値であり、本研究の狭ピッチコネクタ金型製作においての実現は被加工物の違い

から容易ではない。



三菱電機株式会社製

三菱ダイアックス放電加工機 EA8PV Advance

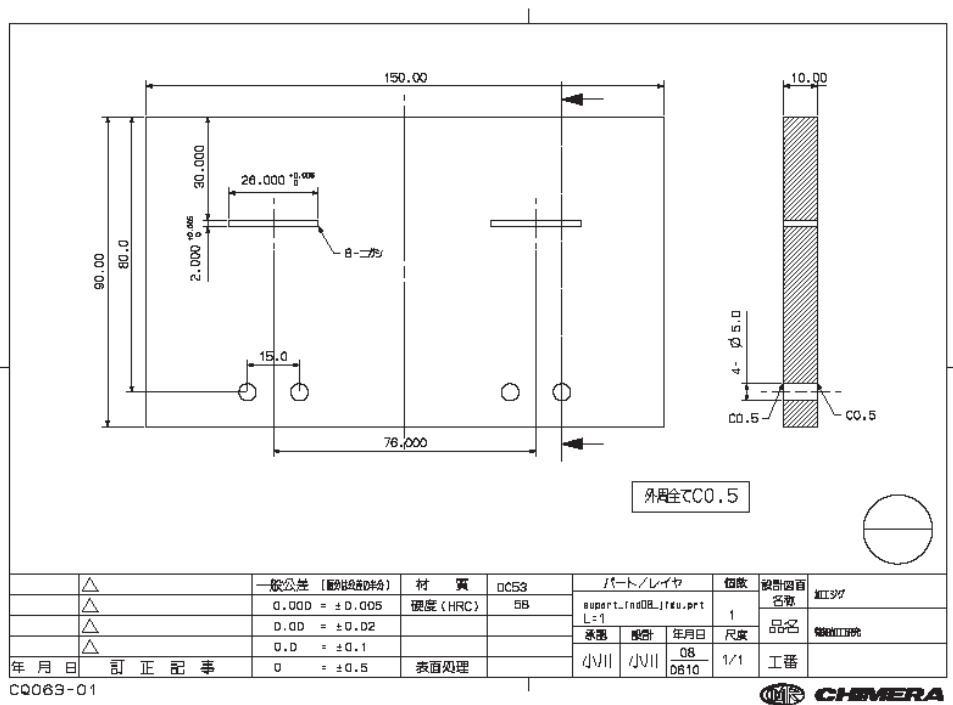
搭載電源 FP80V

搭載回路 TP, SC, α -SC, PS, GM, NP2, 狭ギャップ

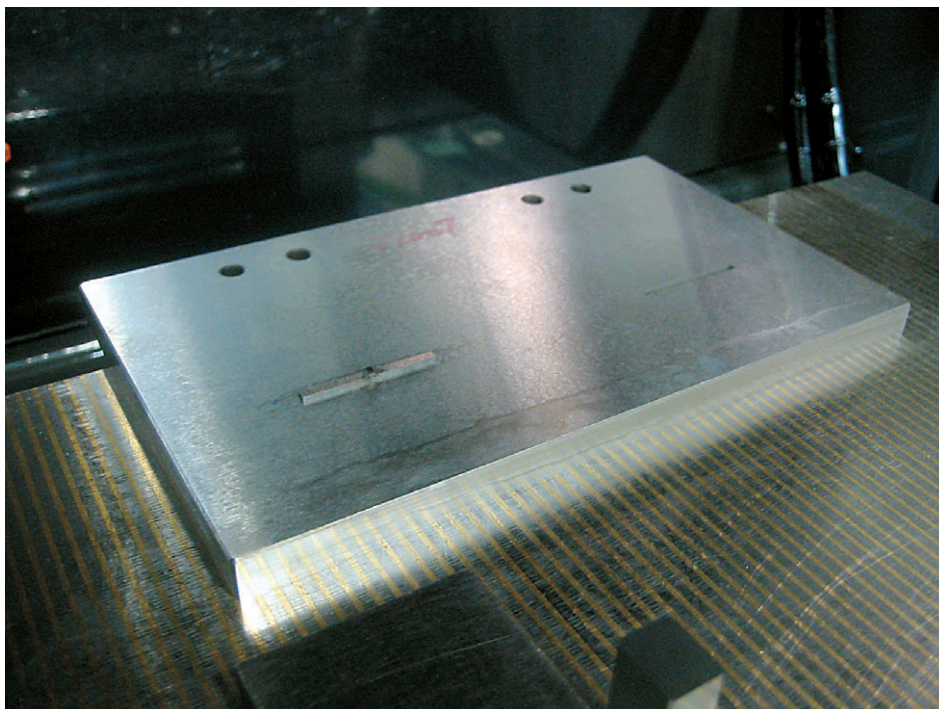
最大加工電流 約 80A(TP)

② 放電加工用セットジグ

下図のような加工用ジグプレートを製作し、被加工物を角形状穴に組み込みセット位置の再現性を確保し、どの放電加工においてもこのジグを使用し加工する。



ジグ図面



ジグによるワークセット

③ ワーク、電極仕様

ワーク材質、電極材質についても一般的なコネクタ金型製作に使用されている以下の種類から選定する。

ワーク : DC53 (大同特殊鋼社製)

→

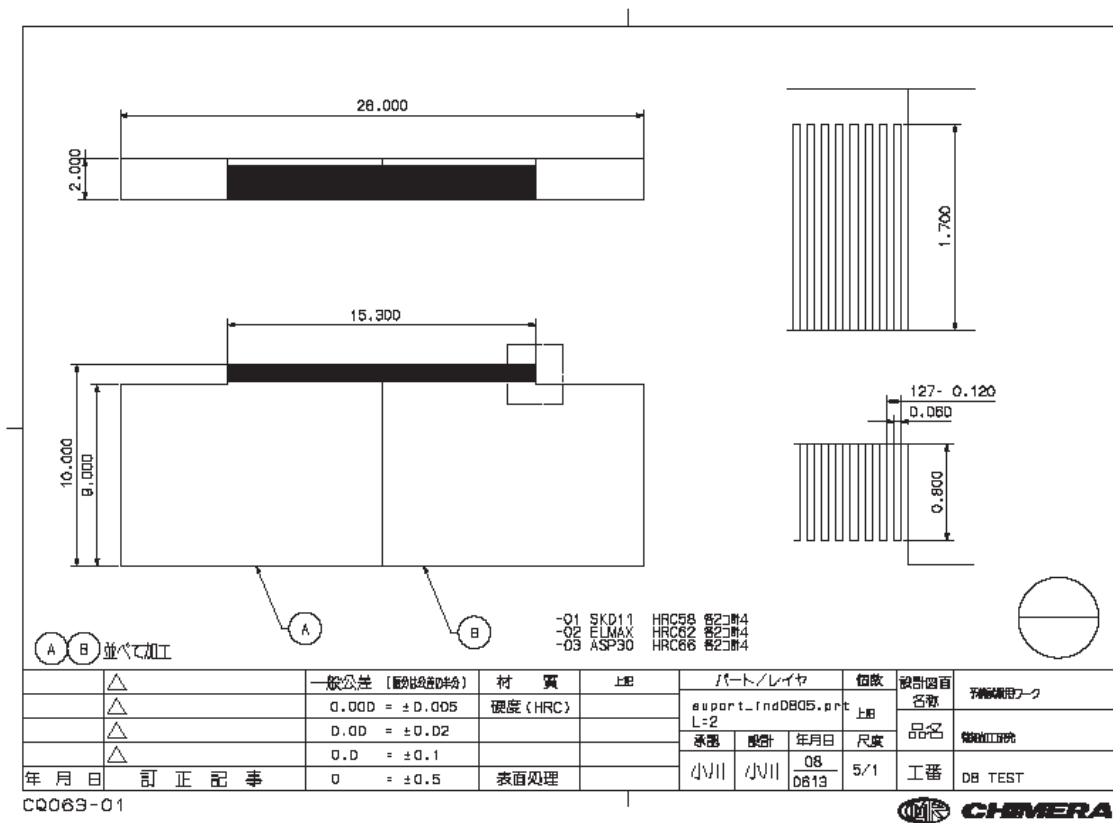
ELMAX (ウツデホルム社製)

→

ASP30 (ウツデホルム社製)

→

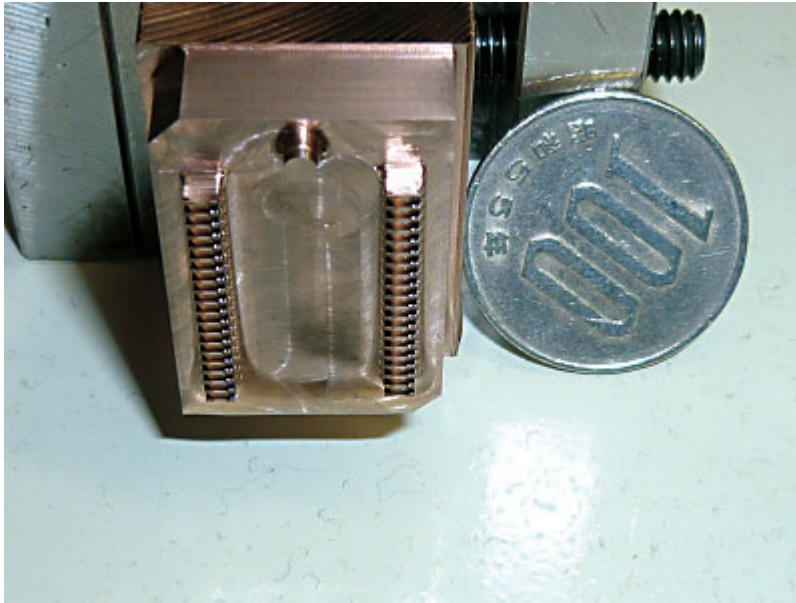
ワーク形状についてはコネクタ芯数 1 2 8 極にて加工は開始するが、極数の違いによる放電加工のバラツキが無ければ追って再検討する事で進める。



ワーク図面例

電極 : CuW (銅タングステン)

※ 電極材質については過去の社内実績からCuでは電極加工不可能と判断される事からCuWのみの使用とする。



電極例

④ 各パラメーター設定

各放電加工条件パラメーターについて以下、簡単に解説する。

・回路選択 [ES]

放電加工に使用される電気回路。材質、面粗さ、面積等によって使い分ける。
(TP、SC、PS、NP、GMの5種類)

・補助電源 [AUX]

電極の消耗度合いを設定する。回路がSCの場合使用できる。

・極性切換 [POL]

電極、ワークの極性を設定する。通常、電極が+、ワークが-。

・加工セッティング [IP]

放電加工電流のピーク値。加工速度、面粗さ、消耗等に影響する。

・パルス幅 [ON]

1回の放電時間の幅。加工速度、面粗さ、消耗等に影響する。

- ・ 休止時間 [OFF]
1 回の放電が終わり次の放電が始まるまでの時間。
- ・ 放電電圧 [GAP]
放電ギャップの調整。
- ・ ジャンプ速度 [JS]、上昇距離 [JU]、降下時間 [JD]
加工中に周期的な電極の上下運動を行うことでスラッジ排出をするパラメータ。
- ・ コンデンサ切換 [PCON]
PS 回路の場合、加工はコンデンサ放電になり、コンデンサ容量の設定。
- ・ 加工調整 [GAIN]
加工中のサーボ速度の調整。
- ・ サーボ電圧 [SV]
電極とワークの間隙の電圧を安定化させる為のサーボ動作の基準電圧設定。
- ・ 適応制御感度 [OPAJ]
電流密度を加工状態に応じて自動的に最適に制御。絶縁耐力の調整。
- ・ 底面取り代 [ΔZ]、側面取り代 [ΔR]
各段階の条件における残寸法。

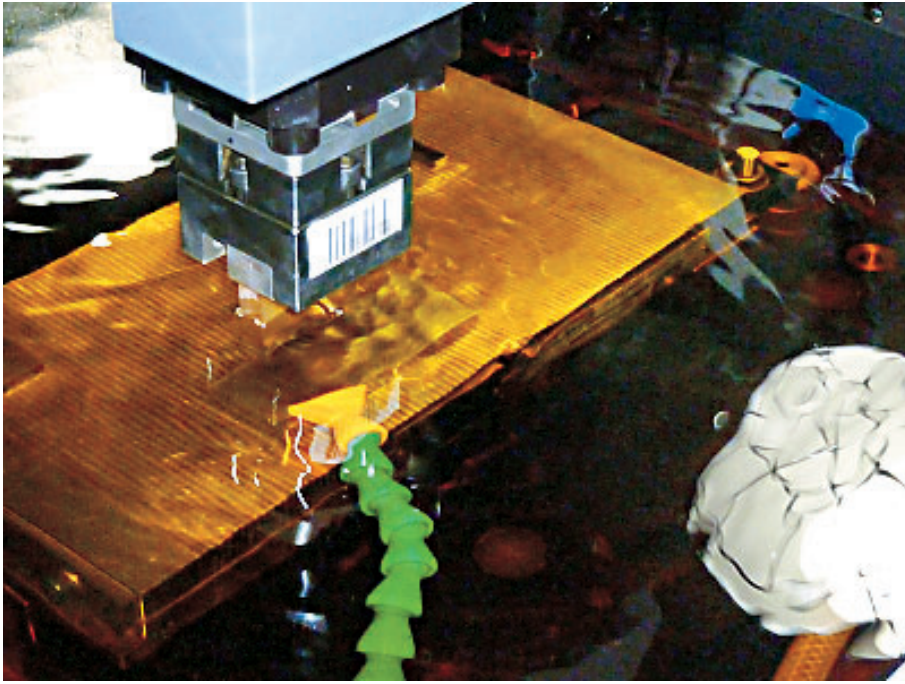
2-3 分析結果及び考察

2-3-1 型彫放電加工機



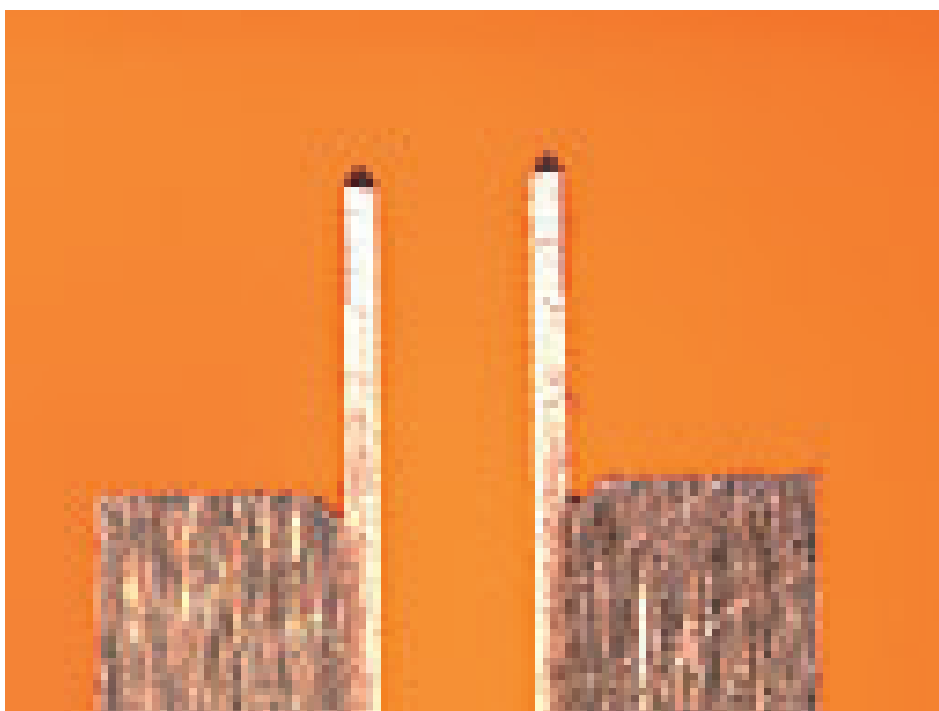
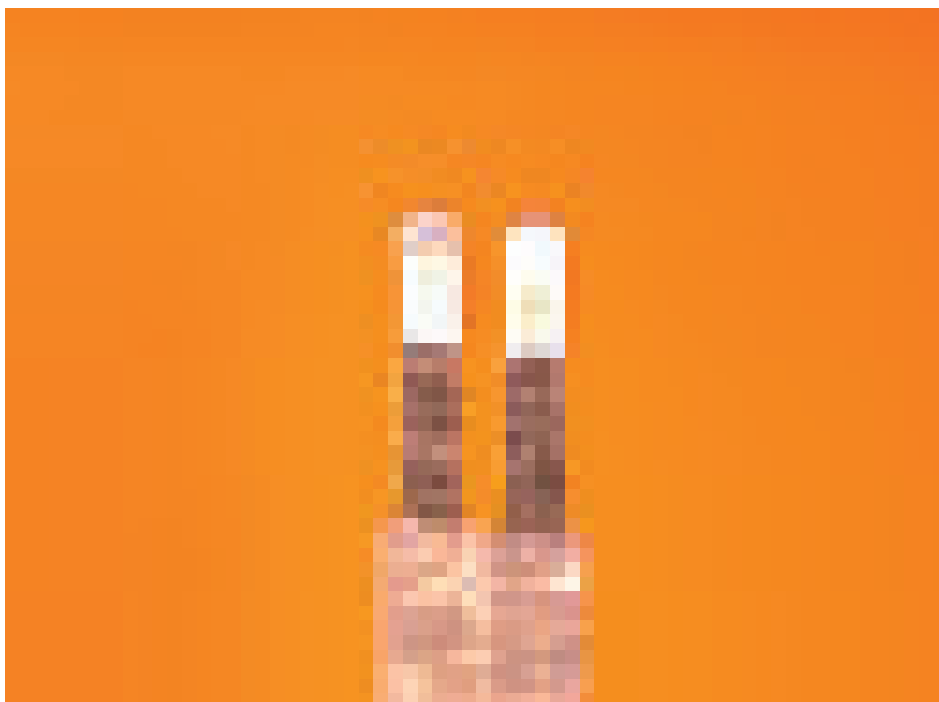
加工前段取り風景





加工風景

加工ワーク (×200)



② 放電加工条件（使用電極数：2）

回路選択 [ES]	SC	SC	PS	PS	PS	PS	PS	NP
補助電源 [AUX]	0	0	0	0	0	0	0	0
極性切換 [POL]	+	+	-	-	-	-	-	-
加工セッティング [IP]	0.2	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2
パルス幅 [ON]	3.1	2.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
休止時間 [OFF]	4.2	4.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0
F回路 [GAP]	12	12	12	12	12	12	12	11
放電安定 [JS]	12	12	12	12	12	12	12	12
上昇距離 [JU]	6	6	6	6	6	6	6	6
降下時間 [JD]	8	8	8	8	8	8	8	10
コンデンサ切換 [PCON]	0	0	5	4	3	2	1	0
加工調整 [GAIN]	25	25	25	25	25	25	25	25
サーボ電圧 [SV]	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
OP感度 [OPAJ]	8	8	8	8	8	8	8	8
底面取り代 [ΔZ]	37	29	22	17	13	10	7	5
側面取り代 [ΔR]	30	25	20	16	13	10	7	5

③ 測定結果

- ・寸法公差： $\pm 0.4 \mu\text{m}$
- ・面粗度： $R_z = 1 \mu\text{m}$
- ・コーナーR：0.03～0.04
- ・加工時間：3H

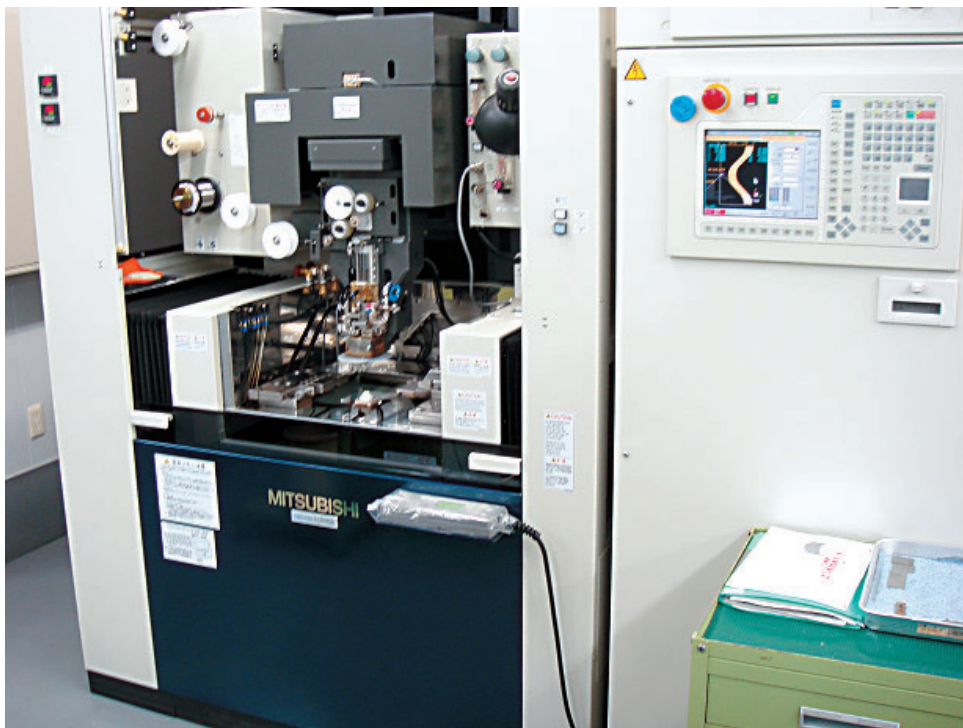
④ 加工結果

電極立上り寸法は2m/mであり面粗度を考慮すると5回以上電極を移動して加工をしなくてはならない。今回はテスト加工であり時間短縮を考慮し2回目の加工で完了とした。結果、精度、面粗度、R、共に縮小代0.01の影響があって、電極消耗が大きくなった影響より、電極不足な傾向が伺える。

続けて電極数を2本から3本に増した状況で加工を進める。

これらのような、加工事例を数十回繰り返し、最適なコネクタ用加工条件を収集し、DATA BASE化に成功した。

2-3-2 ワイヤークット放電加工機



細線仕様に特化した微細高精度加工用としての位置づけの最高位加工機の開発バージョン。以下特徴を記す。

- ・ フルクローズドルーム仕様とし、温度変位・環境、雰囲気変化を抑制した構造
- ・ 微小電流での放電現象発生回路（狭 GAP 対応）
- ・ 0.0001m/m 制御のサーボ軸（X, Y 2 軸）

三菱電機株式会社製

三菱ダイアックスワイヤー放電加工機 開発 No. DWC577



・ 研究開発加工条件事例

①細線（φ0.1ワイヤー：超硬合金加工用）

PA05S
ダイジェスト

ワイヤ電極	工作物	加工分類
0.10BS	WC-Co	拡大(CLS)

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ		
5mm	0.160mm	Straight A=0	Punch guide		
回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	4411	MP	2.0	----	----
1	4411	MP	2.0	80.0	(50.0)
2	4412	MP	1.5	71.0	9.0
3	4413	LB	2.0	64.0	7.0
4	4414	LB	2.0	61.0	3.0
5	4415	FS	4.0	58.0	3.0
6	4416	FS	4.0	56.0	2.0
7	4417	FS	4.0	54.0	2.0
8	4418	FS	4.0	53.0	1.0
9	4419	FS	4.0	52.5	0.5
10	4420	FS	4.0	52.0	0.5
11					
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	5.0mm

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ		
5mm	0.160mm	Straight A=0	Punch guide		
回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	4431	MP	2.0	----	----
1	4431	MP	2.0	80.0	(50.0)
2	4432	MP	1.5	71.0	9.0
3	4433	LB	2.0	64.0	7.0
4	4434	LB	2.0	61.0	3.0
5	4435	FS	4.0	58.0	3.0
6	4436	FS	4.0	56.0	2.0
7	4437	FS	4.0	54.0	2.0
8	4438	FS	4.0	53.0	1.0
9	4439	FS	4.0	52.5	0.5
10	4440	FS	4.0	52.0	0.5
11					
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	0.1mm

②細線（φ0.05 ワイヤー：超硬合金加工用）

PA05S
ダイジェスト

ワイヤ電極	工作物	加工分類
0.05SP	WC-Co	拡大(CLS)

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ		
5mm	0.100mm	Straight A=0	Punch guide		
回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5811	LA	2.0	----	----
1	5811	LA	2.0	50.0	(20.0)
2	5812	LC	1.0	43.0	7.0
3	5813	LC	0.5	40.0	3.0
4	5814	LA	1.5	38.0	2.0
5	5815	LA	1.5	36.0	2.0
6	5816	FS	4.0	32.0	4.0
7	5817	FS	4.0	31.0	1.0
8	5818	FS	4.0	30.0	1.0
9	5819	FS	4.0	29.0	1.0
10	5820	FS	4.0	28.0	1.0
11	5821	FS	4.0	27.0	1.0
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	5.0mm

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ		
10mm	0.100mm	Straight A=0	Punch guide		
回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5831	LA	2.0	----	----
1	5831	LA	2.0	50.0	(00.0)
2	5832	LC	1.0	43.0	7.0
3	5833	LC	0.5	40.0	3.0
4	5834	LA	1.5	38.0	2.0
5	5835	LA	1.5	36.0	2.0
6	5836	FS	4.0	32.0	4.0
7	5837	FS	4.0	31.0	1.0
8	5838	FS	4.0	30.0	1.0
9	5839	FS	4.0	29.0	1.0
10	5840	FS	4.0	28.0	1.0
11	5841	FS	4.0	27.0	1.0
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	0.1mm

③細線（φ0.07ワイヤー：金型加工鋼材加工用）

PA05S
ダイジェスト

ワイヤ電種	工作物	加工分類
0.07BS	STEEL	拡大(CLS)

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ		
5mm	0.140mm	Straight A=0	Punch guide		
回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5111	MP	2.0	----	----
1	5111	MP	2.0	70.0	(28.0)
2	5112	MP	4.0	61.0	9.0
3	5113	LC	0.5	55.0	6.0
4	5114	LA	0.5	46.0	9.0
5	5115	FS	4.0	44.0	2.0
6	5116	FS	4.0	43.0	1.0
7	5117	FS	4.0	42.0	1.0
8	5118	FS	4.0	41.0	1.0
9	5119	FS	4.0	40.0	1.0
10	5120	FS	4.0	39.0	1.0
11					
12					
面あらし(μm)			Ry	0.8	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	5.0mm

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ		
10mm	0.140mm	Straight A=0	Punch guide		
回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5131	MP	2.0	----	----
1	5131	MP	2.0	70.0	(28.0)
2	5132	MP	4.0	61.0	9.0
3	5133	LC	0.5	55.0	6.0
4	5134	LA	0.5	48.0	7.0
5	5135	FS	4.0	45.0	3.0
6	5136	FS	4.0	44.0	1.0
7	5137	FS	4.0	43.0	1.0
8	5138	FS	4.0	42.0	1.0
9	5139	FS	4.0	41.0	1.0
10	5140	FS	4.0	40.0	1.0
11					
12					
面あらし(μm)			Ry	0.8	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	0.1mm

④細線（φ0.07ワイヤー：超硬合金加工用）

PA05S
ダイジェスト

ワイヤ電極	工作物	加工分類
0.07BS	WC-Co	拡大(CLS)

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ
5mm	0.120mm	Straight A=0	Punch guide

回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5311	MP	2.0	----	----
1	5311	MP	2.0	60.0	(28.0)
2	5312	LA	1.0	51.0	9.0
3	5313	LA	1.5	46.5	4.5
4	5314	LA	1.5	44.0	2.5
5	5315	FS	4.0	42.0	2.0
6	5316	FS	4.0	41.0	1.0
7	5317	FS	4.0	40.0	1.0
8	5318	FS	4.0	39.0	1.0
9	5319	FS	4.0	38.0	1.0
10	5320	FS	4.0	37.0	1.0
11					
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	5.0mm

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ
10mm	0.120mm	Straight A=0	Punch guide

回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5331	MP	2.0	----	----
1	5331	MP	2.0	60.0	(28.0)
2	5332	LA	1.0	53.0	7.0
3	5333	LA	1.5	48.5	4.5
4	5334	LA	1.5	46.0	2.5
5	5335	FS	4.0	42.0	4.0
6	5336	FS	4.0	41.0	1.0
7	5337	FS	4.0	40.0	1.0
8	5338	FS	4.0	39.0	1.0
9	5339	FS	4.0	38.0	1.0
10	5340	FS	4.0	37.0	1.0
11					
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	0.1mm

⑤細線（φ0.05ワイヤー：金型加工鋼材加工用）

PA05S
ダイジェスト

ワイヤ電種	工作物	加工分類
0.05SP	WC-Co	拡大(CLS)

板厚	スリット	テーパ角度	タイプ
5mm	0.100mm	Straight A=0	Punch guide

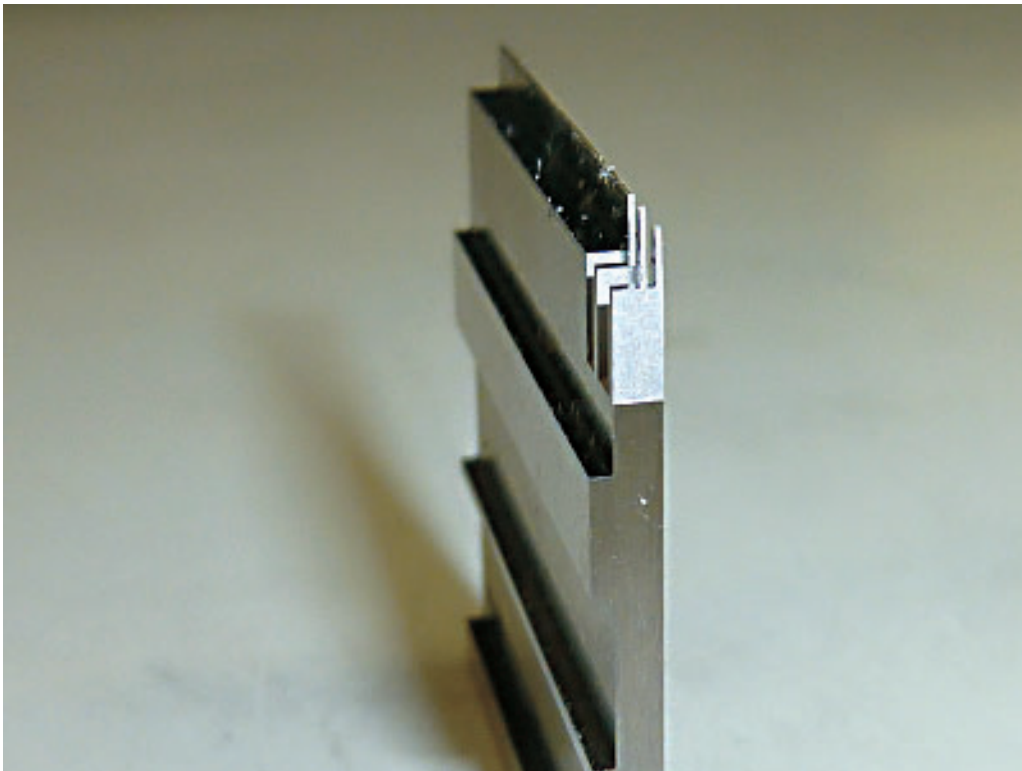
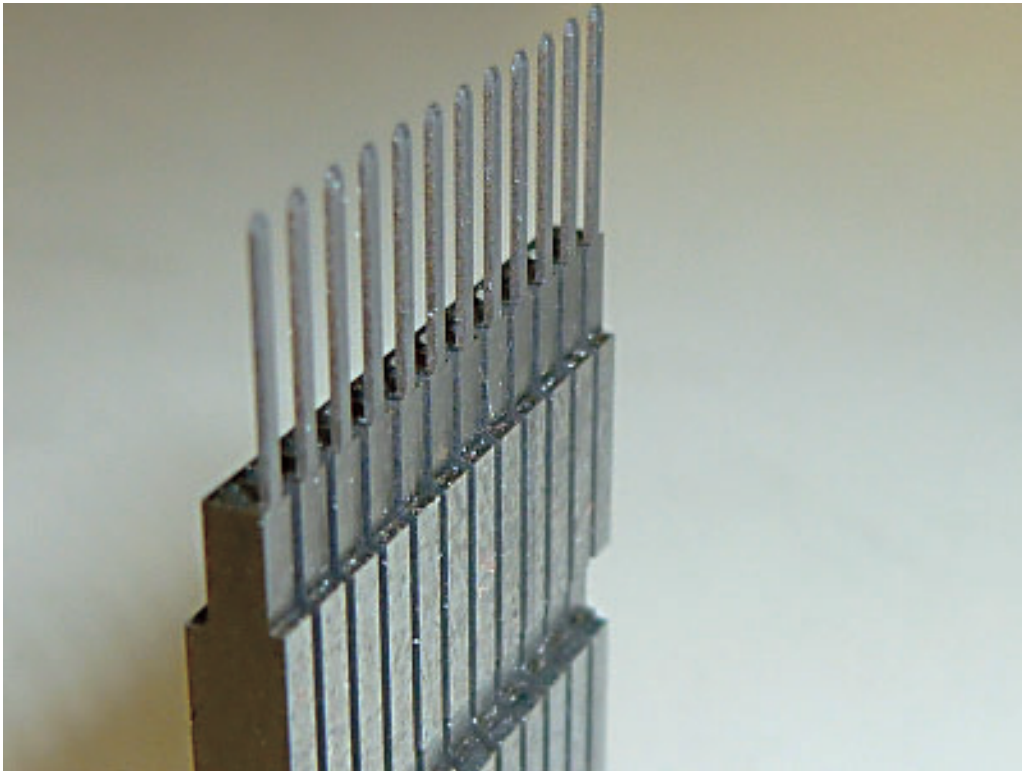
回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5811	LA	2.0	----	----
1	5811	LA	2.0	50.0	(20.0)
2	5812	LC	1.0	43.0	7.0
3	5813	LC	0.5	40.0	3.0
4	5814	LA	1.5	38.0	2.0
5	5815	LA	1.5	36.0	2.0
6	5816	FS	4.0	32.0	4.0
7	5817	FS	4.0	31.0	1.0
8	5818	FS	4.0	30.0	1.0
9	5819	FS	4.0	29.0	1.0
10	5820	FS	4.0	28.0	1.0
11	5821	FS	4.0	27.0	1.0
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	5.0mm

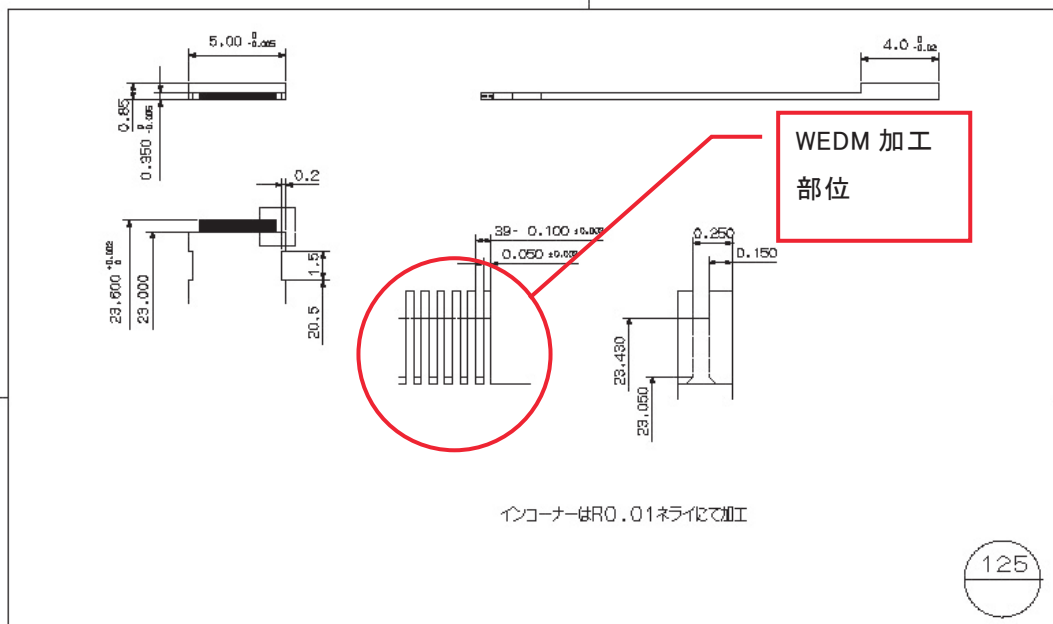
板厚	スリット	テーパ角度	タイプ
10mm	0.100mm	Straight A=0	Punch guide

回数	加工条件			オフセット	寄せ量 μm
	E	PS	FA		
助走	5831	LA	2.0	----	----
1	5831	LA	2.0	50.0	(00.0)
2	5832	LC	1.0	43.0	7.0
3	5833	LC	0.5	40.0	3.0
4	5834	LA	1.5	38.0	2.0
5	5835	LA	1.5	36.0	2.0
6	5836	FS	4.0	32.0	4.0
7	5837	FS	4.0	31.0	1.0
8	5838	FS	4.0	30.0	1.0
9	5839	FS	4.0	29.0	1.0
10	5840	FS	4.0	28.0	1.0
11	5841	FS	4.0	27.0	1.0
12					
面あらし(μm)			Ry	0.5	
			Ra	0.1	

ノズル隙間	
上部	0.1mm
下部	0.1mm



<加工事例>



インコーナーはR0.01ネライで加工

125

△	一般公差 (数値除0除外)	SKD11	パート/レイヤ	数量	設計図面	コアM30	
△	0.000 = ±0.005	硬度 (HRC) 5B	donnector_des.prt	4	名称		
△	0.00 = ±0.02		L=125		品名	腕コネクタ	
△	0.0 = ±0.1		承認	設計	年月日	尺座	
年月日	訂正記事	◇ = ±0.5	表面処理	小川	小川	08/0210	5/1
						工番	09013CMR

CQ063-01



2-4 まとめ

型彫放電加工、ワイヤーカット放電加工においては、冒頭に述べている形状要素、品質要素の各組合せで、最も加工が困難とされる組み合わせでの放電加工条件の確立と分析ができた。これを元に各パラメーターを下げて行き品質に動きがあった時点の条件をそれぞれ求めて行き、全ての組み合わせについて加工を網羅しデータベースの構築にも精工をした。

これらのような、加工事例を数十回繰り返し、最適なコネクタ用加工条件を収集し、DATA BASE 化に成功した

第3章 本論—2：工具・砥石の適正な選択や加工方法等の

自動最適化システムの構築

3-1 研究目的

工作機械に用いている研削砥石や切削工具は、汎用性が高く、工具・砥石の種類も多岐に渡り（およそ数千点）、これらの選択は個人のノウハウに依存するため、適切な工具・砥石の選択に至るとは限らず、狭ピッチコネクタの高精度・微細形状の実現には限界がある。本テーマでは多くのノウハウや技能を有する各加工者による、多種多岐に渡るコネクタ用金型部品の実加工を繰り返すことにより、データ・条件等の収集を行う。

3-2 実施概要

最終年度においては、第2章記載のとおり、主に型彫放電加工、マシニング加工を中心として、蓄積した加工データを基に、加工条件抽出ソフトをシステム構築した。

一方、研削加工（砥石の選択や加工方法）においては、砥石のリリース環境や、加工方法が雑駁であるなどの事項から、DATA BASE 化に適さないと判断、DATA の収集や分析、DATABASE 化を途中より断念をした。

第2章にて実施した研究開発（おもに工作機械を用いた加工研究）を基軸として、その物理的成果物として、狭ピッチコネクタハウジングの成形金型を設計、製作を実施することとした。

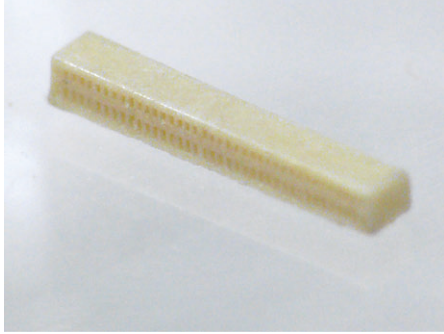
加工研究での、面粗さ、寸法精度、微細形状の形状保持等を背景に、それらを用い部品加工を施し、樹脂成型を行い成形品を製作し、形状や面粗さ等の妥当性、量産志向の是非等を検証した。

3-2-1 実施事項

形状間ピッチ 0.1m/m×40 形状の狭ピッチコネクタハウジングの金型を設計し、その上で型彫放電加工でのハウジング部分の加工、ワイヤーカット放電加工でのスリット（溝）加工等を実施し、完成した部品を金型に組み込んで樹脂成形を行う。

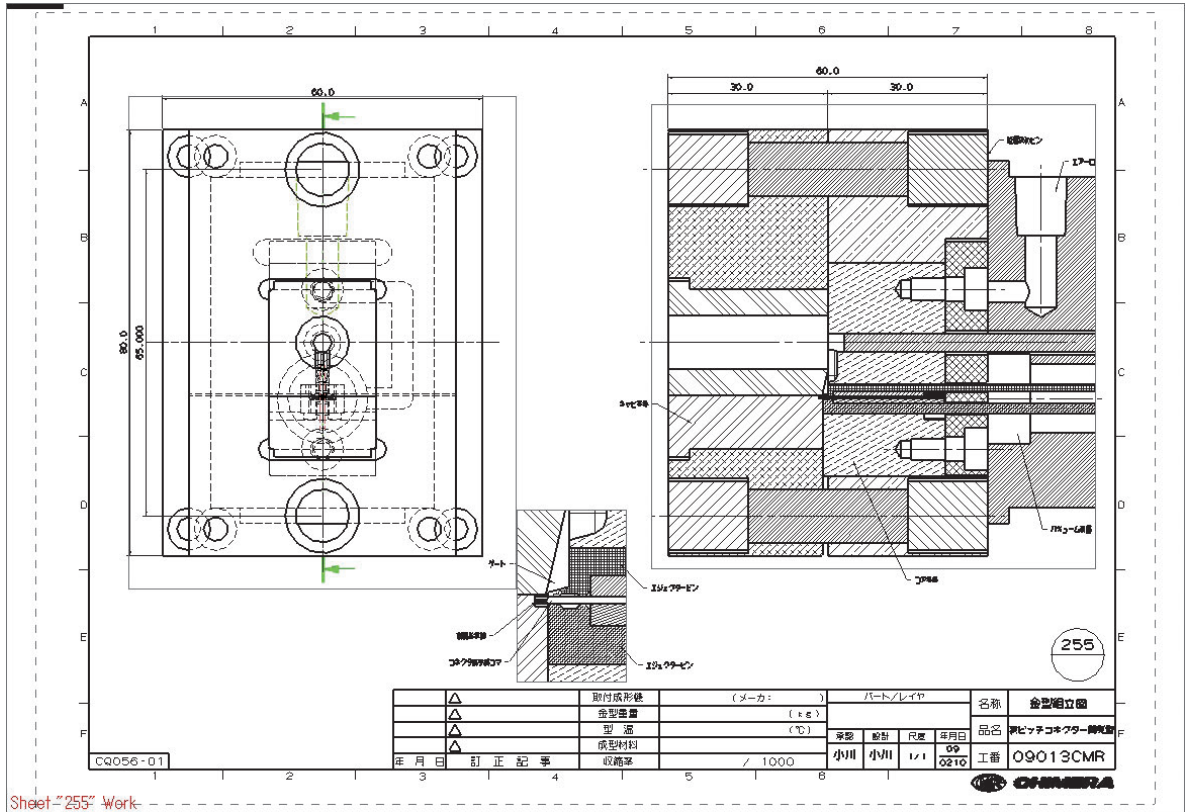
①金型設計

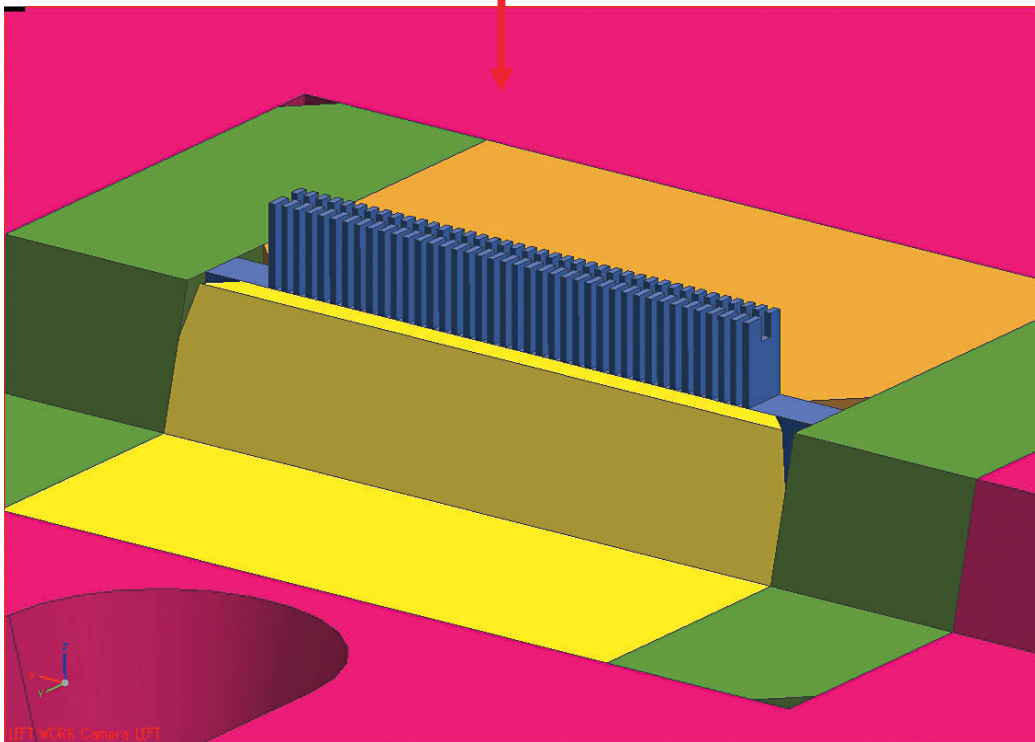
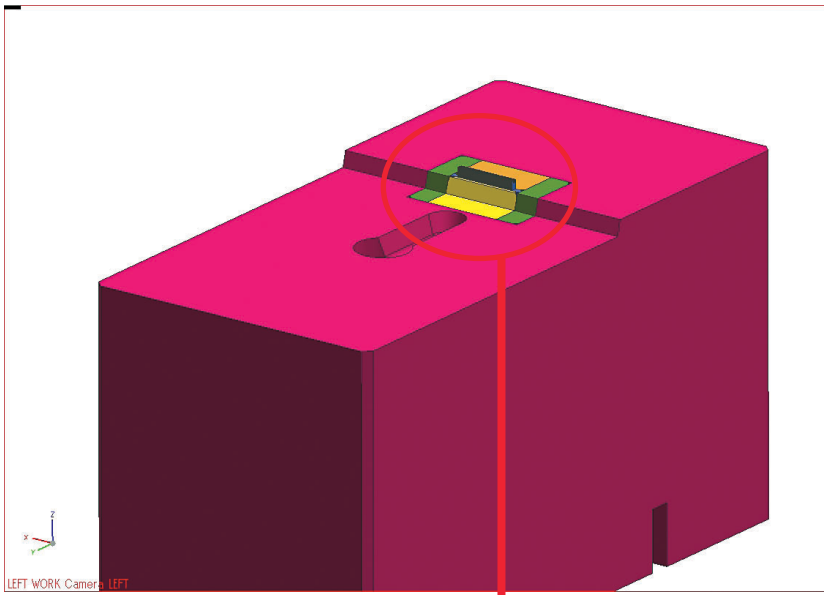
1)狭ピッチコネクタハウジング製品



2)金型部品図及び電極図 (抜粋)

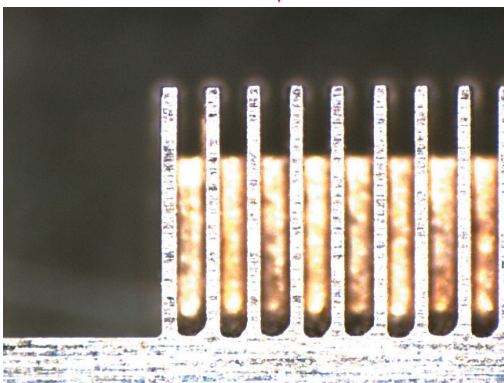
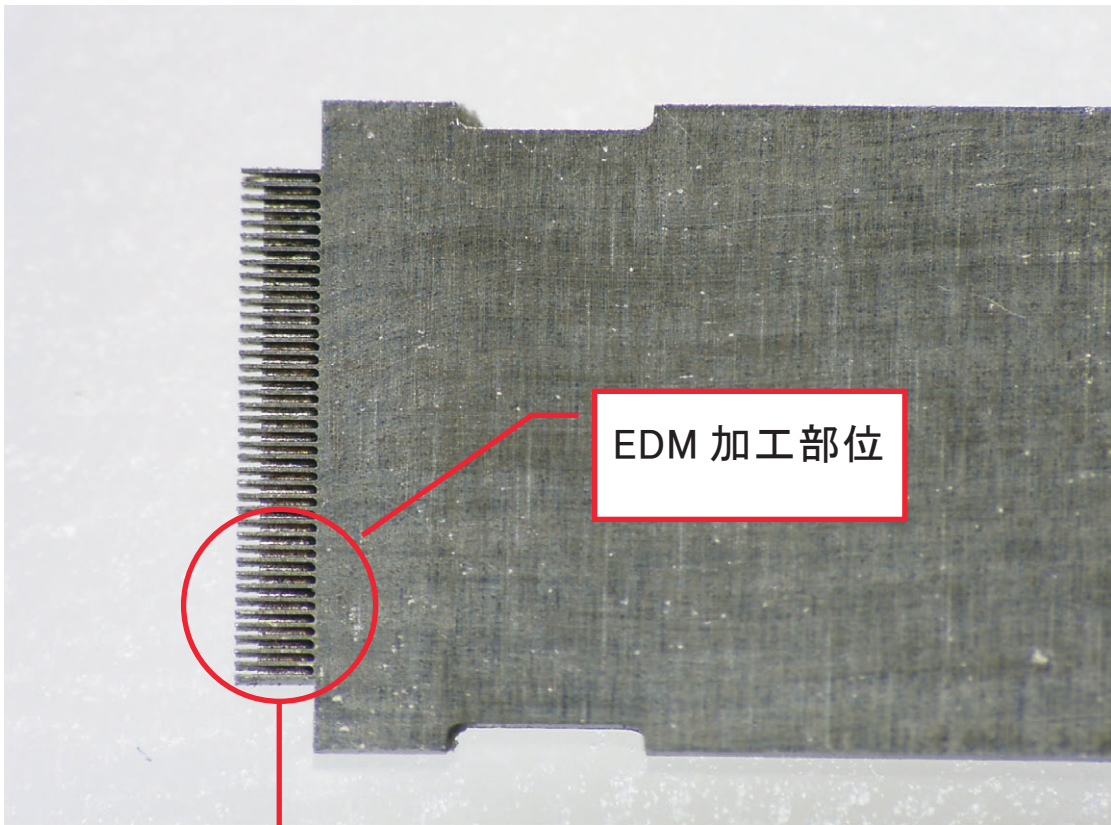
<金型設計図および製品部 MODEL>





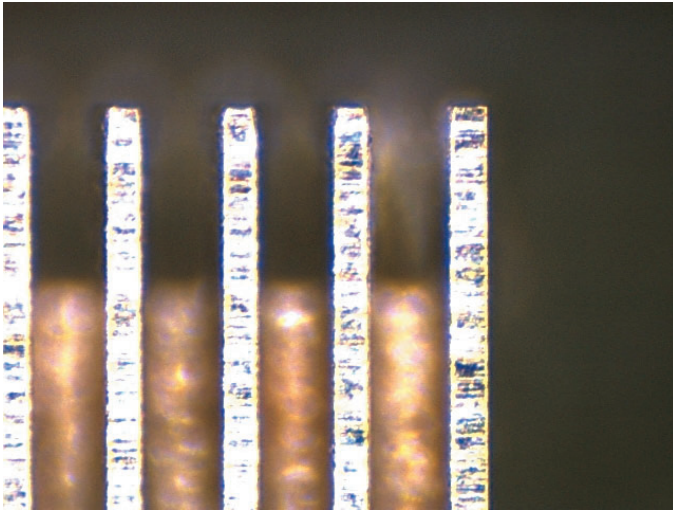
②金型部品製作

1) 型彫放電加工



- A) 形状 PITCH 間 0.1m/m ($\pm 0.002\text{m/m}$)
- B) 形状 (凸形状) 幅 0.05m/m ($\pm 0.002\text{m/m}$)
- C) 形状 (凹形状) 幅 0.05m/m ($\pm 0.002\text{m/m}$)
- D) EDM 面粗度 0.6 R_{max} . D
- E) 凹コーナーR0.03mm

2) 形状部拡大



③金型構成・成形

1)成形条件等

樹脂温度	345℃-340℃-340℃-340℃
金型温度	125℃設定
射出速度	380 mm/s
射出時間	0.08s
射出圧力	2200 kgf/cm ²
保圧	2100 kgf/cm ²
保圧時間	0.3 s
冷却時間	5 s
サイクル	10 s
背圧	35 kgf/cm ²
回転数	150 rpm
減圧距離	2 mm
計量位置	12 mm
クッション	3.2 mm

測定結果

	設計寸法	公差		
①	4.100	±0.01	4.101	OK
②	0.550	±0.01	0.545	OK
③	0.600	±0.01	0.592	OK
④	0.100	±0.01	0.102	OK
⑤	0.050	±0.01	0.051	OK
⑥	0.170	±0.01	0.165	OK
⑦	0.050	±0.01	0.059	OK
⑧	0.300	±0.01	0.296	OK
⑨	0.100	±0.01	0.098	OK
⑩	0.100	±0.01	0.101	OK
⑪	0.150	±0.01	0.148	OK

考察

- ・樹脂充填に相当な圧力が必要となり
結果、充填不足となり、多少の流動方向への収縮の影響が出る

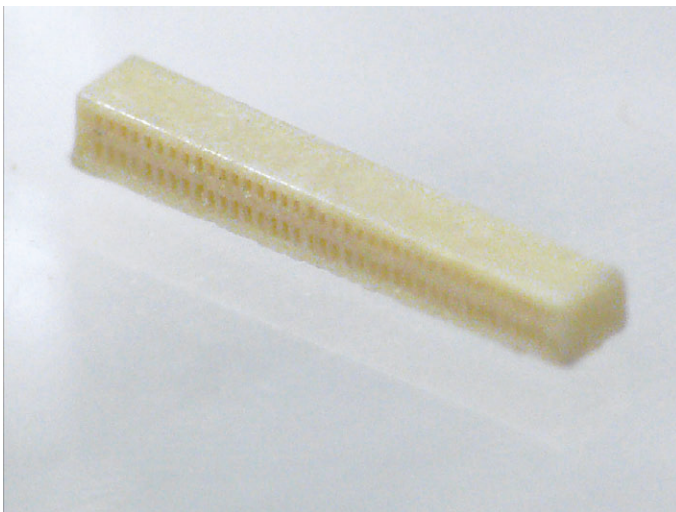
外観

- ・一部欠肉あり
→ ショートショットによるもの
- ・端子穴数箇所バリ
→ 成形圧力、プレインジェクション動作によるもの

状況

- ・バリ抑えの為型調整後、30ショット程度にてコマ破損
→ 突き当て増加による破損 or 成形圧による破損 or 離型抵抗

2) 成形品拡大写真



3-3 まとめ

第2章にて明記した放電加工に使用する電極について、工具選定を行い電極製作を行い、データベース構築に向けて工具情報などのデータ収集を行った。放電加工の進行に並行し、電極供給を進め、それぞれの最適選定についての結論付けに至った。

一方、コネクタ用金型部品の母体形状を加工するべく研削加工においては、砥石の選定条件や、砥石の購入時の環境などが、DATA BASE を構築するうえで大きな障害となり、試行錯誤を繰り返したが、最終的には断念をする結論とした。その物理的成果物として、最適条件で加工した金型部品の性能評価を目的とし金型を作り上げて評価を実施した。

それらを検証した背景に基づき加工条件や工具に関する記録を取りまとめ、最適な工具選択システムの構築が達成できた。

第4章 本論—3：金型用鋼材（特殊鋼）のデータ収集及び分析

4-1 研究目的

狭ピッチコネクタ用の金型部品には特殊鋼を使用しており、特有の加工特性を有するが、加工する金型用鋼材（Work）の種類は多岐に渡り、それぞれの部品加工に最適な部材の選択及び加工方法は、過去のノウハウや経験に大きく左右される。本テーマでは、電気、切削、研削加工における特殊鋼特有の以下のデータ収集及び分析を実施する。

- (1) 特殊鋼の加工特性や加工方法
- (2) 特殊鋼の加工前加工後の塑性変形や熱異変、加工応力の影響

4-2 進捗

本章内容については第2章にて進めている放電加工で2～3種類の鋼材を採用しており、それらは全て一般的に狭ピッチコネクタに使用しているものである。放電加工（電気加工）については鋼材による寸法精度、面粗度の違いは見受けられない結果となった。本年度の取り組みとしては放電加工時の熱膨張に着目し、鋼材種類や加工部体積別でそれらを導き出す研究を実施したが、加工面積が小さいため、精度公差 $\pm 2\mu$ 内に十分抑制できうる程度のものであり、総合的に、コネクタ金型用鋼材における鋼材の違いによる諸変化は想定せず詳細な成果の報告は行わない。

4-3 まとめ

本研究開発における狭ピッチコネクタ用金型部品の製作においては、当該部品の体積が、概ね $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ 以下程度であり、一般的に熱変位係数は、この大きさ範囲であれば0.01%以内と称されておりしたがって、1辺の変位量としては $1\mu\text{ m}$ 程度以内に抑制されることがわかり、加工における加工精度目標 $2\mu\text{ m}$ の許容公差に吸収される熱変位値は研究開発をもって追求するに及ばないとした。

同様の観点や施させる加工などから、塑性変形や特殊鋼の加工種の相違による特性、加工応力の影響も顕著な変化がみられないことがわかった。

まとめとして、当該部品程度の体積をもつ部品においては、研究目的に掲げた変化をDATABASE化し、加工条件に反映するという目的はそれに相当しないという結論を持って、第4章の研究開発は、終了するものとした。

第5章 本論—4:狭ピッチコネクタ用金型部品に対応した適正な特殊銅電極の製作及びそれを用いた最適な加工方法の確立

5-1 研究目的

狭ピッチコネクタ用金型部品に対応した適正な特殊銅電極においては、型彫放電加工での要求形状の微細化、高精度要求により、特殊銅電極での微細形状の高精度（0.002ミリメートル以下）な加工実現、加工バリの発生とその削除、形状の伸直性（形状高さ10ミリメートル/伸直度0.003ミリメートル以下）等が課題となっている。本テーマでは、特殊銅電極製作時における加工特性の分析を実施し評価することで、狭ピッチコネクタ用金型部品の型彫放電加工における、高精度（0.002ミリメートル以下）、微細形状加工及び高伸直性（高さ10ミリメートル/伸直度0.003ミリメートル以下）を実現するための適正な特殊銅電極の製作を行うと共に、その最適な加工方法について研究開発を実施する。

5-2 複合形状同時加工による、電極加工精度の検証

5-2-1 従来型MC加工から複合切削加工機での電極加工

①新規導入機



多軸制御精密複合加工機

SPACE TURN LB2000EX

納入仕様書

財団法人 室蘭テクノセンター 殿

品名番号: PJ-162430



オークマ株式会社 旋削技術部 機械品課技術課

承認	
承認	
承認	
作成	
作成	

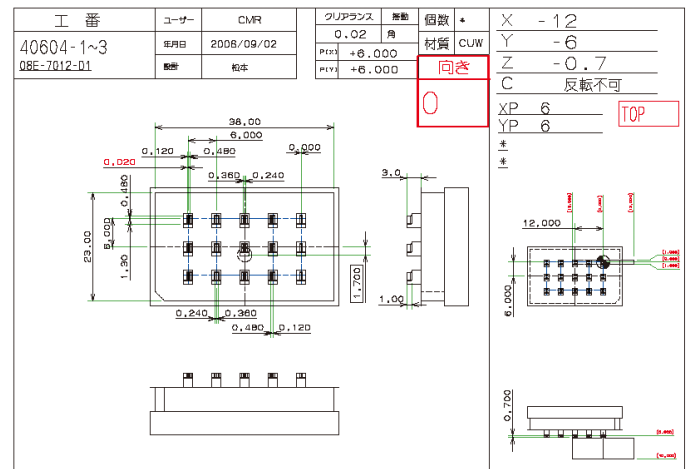
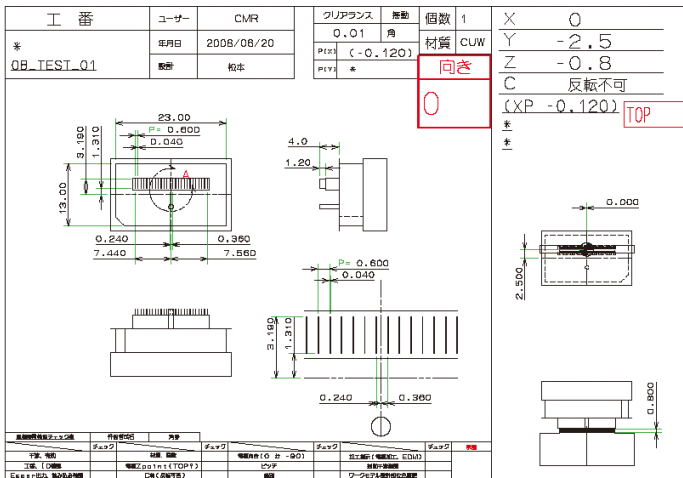
発行日						
承認						
審査						
作成						

Technical Sheet 機種仕様表

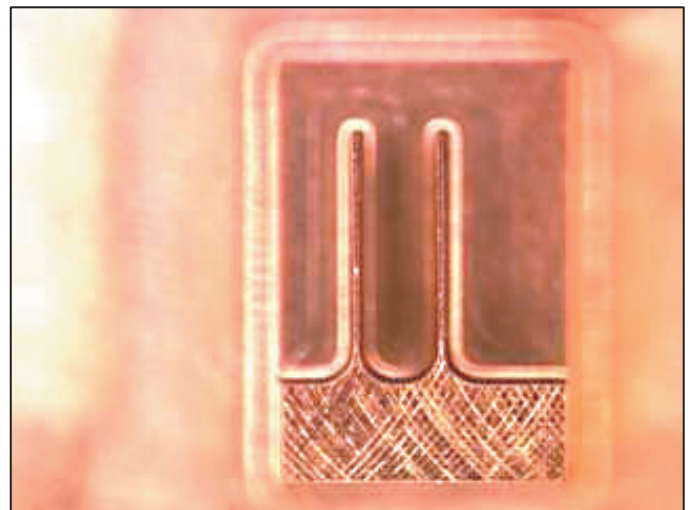
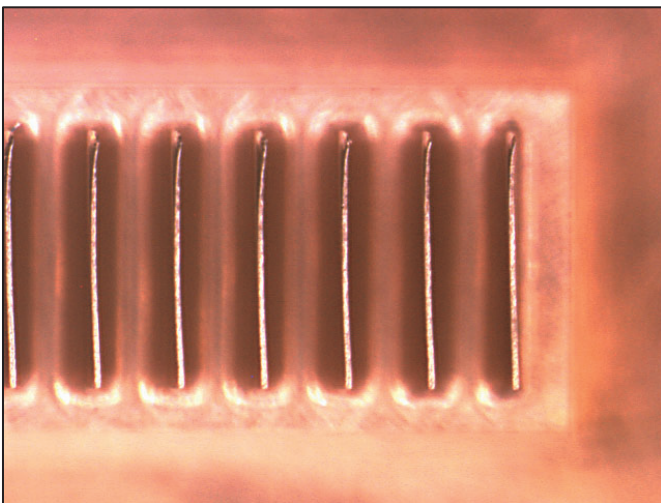
機 種	LB2000 EX (L)		LB2000 EX (M)		
	C×200		C×300		
能力/容量	6°以上の振り	mm	φ580		
	搬送台上の振り	mm	φ470		
	センター間距離	mm	300		300
	最大加工径	mm	φ490		φ330
	最大加工高さ	mm	150		300
移動量	X軸移動量	mm	280		
	Z軸移動量	mm	390		
	C軸移動量	mm	360° (回転軸間角度 0.001°)		
工 程	主軸回転速度	min ⁻¹	50~0,000 (無段階)		
	主軸変速レンジ		無段階×自動2速 (PREXモード専用切接)		
	主軸径	mm	φ140 (フロント) φ130 (リア)		
	主軸貫通穴径	mm	φ82 (フロント) φ80 (リア)		
	主軸軸芯径	mm	φ100 (フロント) φ100 (リア)		
	刃物芯の形式		V12NC 刃物台		複合 V12NC 刃物台
	刃物台の工具取付本数		12本		L.M. 4本 12本
	外送り/フロント送り	mm	□20		
	内送り/リア送り	mm	φ32		
	刃物台取出し時間	s	0.1		
工 率	定額工具主軸回転速度	min ⁻¹	45~0,000		
	定額工具主軸変速レンジ		無段階×自動1速 (PREXモード)		
	単送り速度 (X・Z)	mm/min	X:25, Z:20		
	単送り速度 (C)	mm/s	200		
切 削	切削送り量 (X・Z)	mm/rev	0.001~1,000,000		
	心挿し棒の呼び穴の形式		MT.No.4		MT.No.4
	心挿し棒の径	mm	φ15		φ15
電 動	主軸用電動機	kW	117.5 (20分連続)		117.5 (20分連続) 100 (15分連続)
	回転工具用電動機	kW	5.5 (3.7分連続)		5.5 (3.7分連続) 4.5 (3.7分連続)
	送り用電動機	kW	X:2.8 / Z:3.5		
外 形	外形用電動機	kW	側方送り 4.5 後方送り 5.5		
	機械の高さ	mm	1,839		
	所収床面の大きさ	mm X	1,865 X 1,734		
機 体	総重量	kg	5,400		8,280
	対応制御装置		OSP-P200L		

[] : 標準規格オプション仕様 () : 大径仕様
 適用機種 [] LB2000 EX

②電極製作図



③加工電極拡大図



④加工評価

従来の加工機 (MC 機) に対比し、複数の軸を保有することから、加工時の短縮は、大幅に図れた (従来比 2/3) 一方、加工の精度は従来の $\pm 2 \mu$ の実現レベルに比べ $\pm 5 \mu$ レベルを超えてこない。直線的 (X, Y, Z) ではない、B 軸を加えた複数の軸を同時に動かすことで、軸制御が理論値よりも、大きく出る傾向が現時点で確認されている。研究開発期間を終えた以降も、加工時間短縮のメリットを最大限に活かすためにも、精度追及に向け、研究を継続し、本来求める精度領域に到達するよう進めていく。

5-3 まとめ

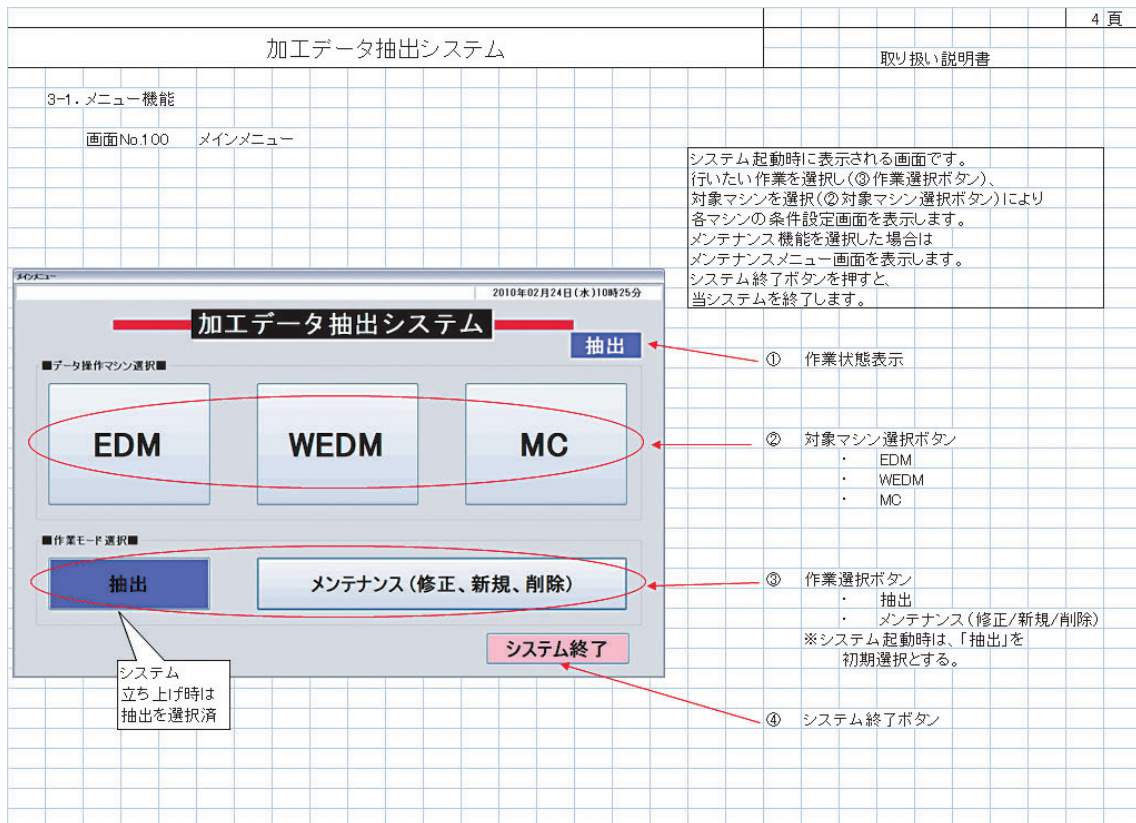
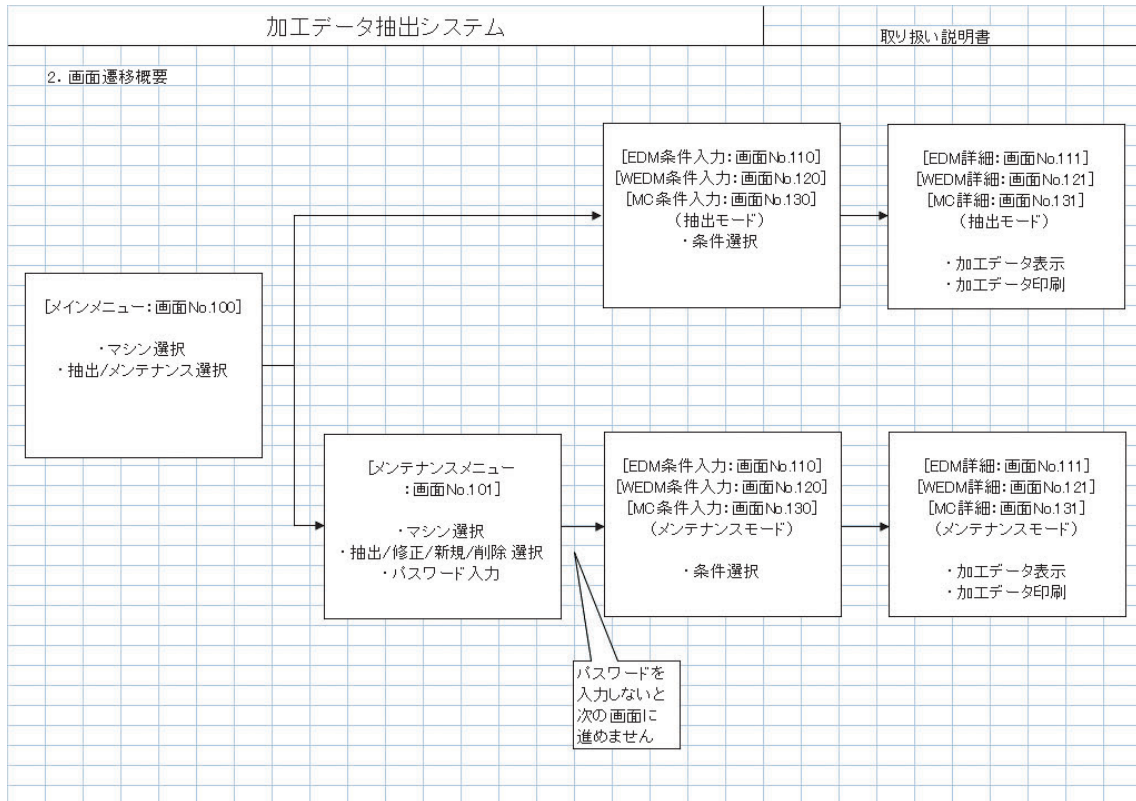
第2章に記載した放電加工に使用する電極製作について、それぞれ加工条件を変更し製作を行い、同様にここでは電極加工の最適な工具抽出にむけ DATA BASE 化を実現するデータ収集を行った。都度電極製作時の加工条件は DATA BASE 化されており、最終的な成果となる加工条件抽出ソフトへの組み込み DATA BASE の構築を行った。

第6章 本論—5：工具選択、使用順、加工方法等について最適な 手法及び条件等を導き出すソフトウェアの開発

6-1 研究目的

加工や摩擦による部品への帯熱、形状変形と鋼種の違いによる変形量の違い、残留応力による変形、硬度、鋼種による変形量の違いなどのデータベース化し、データベースを活用した最適工程、最適工具の提案を行うソフトウェアを作成する。ソフトウェアは、被加工物の材質・硬度・加工面のおおよその面積・加工方法（切削、研削、電気加工等）等、そのほか加工時に必要な諸条件を入力することにより、最適な加工条件と工具または砥石の選定と提案を実行する加工条件データベースソフトウェアシステムとした。

6-2 加工条件抽出ソフト概要



加工データ抽出システム	5 頁
取り扱い説明書	
3-2. メンテナンスメニュー	
画面No.101 メンテナンスメニュー	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">パスワードが間違っていたら こちらに警告メッセージ表示</div>	<p>メインメニューでメンテナンス 選択時に表示されます。行いたい作業を選択し(②)作業選択ボタン、メンテナンス 管理者用パスワード(⑤)を入力後に対象マシンを選択(③)対象マシン選択ボタン)により各マシンの条件設定画面に移り変わります。正しいパスワードを入力していない場合は条件設定画面を表示することはできません。</p>
	<p>① 作業状態表示</p> <p>② 対象マシン 選択ボタン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ EDM ・ WEDM ・ MC <p>③ 作業選択ボタン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 抽出 ・ 修正(メンテナンス) ・ 新規(メンテナンス) ・ 削除(メンテナンス) <p>④ メンテナンス 終了ボタン</p> <p>⑤ メンテナンス 管理者用パスワード 入力エリア ※一度パスワードを入力すればメインメニューに戻るまで入力し直す必要はありません。</p>

加工データ抽出システム	6 頁
取り扱い説明書	
4-1. 加工データ抽出の流れ	
<p>① メインメニューで抽出ボタンをクリック</p> <p>② マシンをクリック(例: EDM)</p>	<p>③ 製品番号、顧客名を入力</p> <p>④ 条件を入力</p> <p>⑤ 検索ボタンをクリック</p> <p>⑥ 対象PACKをダブルクリック</p>
	<p>該当の加工データを含むPACK一覧を表示</p>
<p>⑦ 対象PACKの加工データ表示</p> <p>⑧ 作業指示書印刷ボタンをクリックで帳票印刷</p>	

加工データ抽出システム	7 頁
取り扱い説明書	
4-2. 条件入力画面(抽出)	
画面No.110 EDM条件入力 画面No.120 WEDM条件入力 画面No.130 MC条件入力	
例) EDM	
	<p>メニュー画面で、マシン選択後に表示される画面です。各種条件(③)を入力し、検索ボタン(⑤)を押すことにより条件に合致した加工データを含むPACKが表示(④)されます。また、製品番号、顧客名(②)の設定も当画面で行います。PACKの詳細を表示したい情報を選択後、ダブルクリック動作により、詳細表示画面に移ります。</p>

加工データ抽出システム	8 頁
取り扱い説明書	
4-3. 詳細画面(抽出)	
画面No.111 EDM詳細 画面No.121 WEDM詳細 画面No.131 MC詳細	
例) EDM	
	<p>条件入力画面で選択されたPACKの中から条件に合致した加工パターンを表示します。作業指示書印刷ボタン(④)を押すことによりプリンタから帳票が印刷されます。コメントエリア(⑥)に加工データに対するコメント入力コメント書き込みボタンを押すことによりコメントを記述することができます。</p>

加工データ抽出システム 11 頁

取り扱い説明書

5-1. 加工データ修正の流れ

加工データの設定値を修正するモードです。
作業区分「修正」を選択し、マシンと条件を入力後に
手入力で修正を行い、修正値の登録を行います。

- ② 管理者用パスワードを入力
- ③ メニューで修正ボタンをクリック
- ④ マシンをクリック(例: EDM)

① メインメニューでメンテナンスボタンを選択

⑤ 条件を入力
⑥ 検索ボタンをクリック
⑦ 対象PACKをダブルクリック

⑧ データの修正後、修正登録ボタンをクリック
※ チェックが入っている加工データのみ修正対象

該当の加工データを含む
PACK一覧を表示

加工データ抽出システム 12 頁

取り扱い説明書

5-2. 条件入力画面(修正)

画面No.110 EDM条件入力
画面No.120 WEDM条件入力
画面No.130 MC条件入力

例) EDM

メンテナンスメニュー画面で、
マシン選択後に表示される画面です。
各種条件(②)を入力し、
検索ボタン(④)を押すことにより
条件に合致した加工データを含むPACKが
表示(③)されます。
PACKの詳細を表示したい情報を選択後、
ダブルクリック動作により、詳細表示画面に移ります。

- ① 対象マシン表示
選択作業表示
- ② 抽出条件入力
※ 条件は、マシンによって異なる
- ③ 抽出条件に合致した製品情報表示
※ 表示情報は、マシンによって異なる
- ④ 検索ボタン
- ⑤ 閉じるボタン
※ 当画面を閉じ、
メンテナンスメニュー画面に戻る

PACK	最終GAPR	面粗Rz	残し代Z	残し代R	ESEL	AUX	POL	IP_IP	ON	OFF	GAP
234	66	20.0	164	141	ESEL1	0	IPOL1	7.2	3.3	4.9	20
507	66	20.0	164	141	TP	0	IPOL1	7.2	3.3	4.9	20
508	5	0.7	5	5	NP	0	IPOL1	0.1	0.1	1.0	11

加工データ抽出システム

13 頁

取り扱い説明書

5-3. 詳細画面(修正)

画面No.111 EDM詳細
画面No.121 WEDM詳細
画面No.131 MC詳細

例) EDM

条件入力画面で選択されたPACKの中から条件に合致した加工パターンを表示します。修正する加工データは画面左端のチェック欄にチェックを入れます。設定値の修正は、対象となる項目をクリックして、キーボードで入力を行います。

PACK: 507

No	最終GAPR	面粗Rz	残し代Z	残し代R	ESEL	AUX	POL	IP_IP	ON	OFF
<input type="checkbox"/> 507-01	66	20.0	164	141 TP	0 POL1	7.2	3.3	4.9		
<input type="checkbox"/> 507-02	47	16.0	122	106 TP	0 POL2	6.4	3.0	3.4		
<input type="checkbox"/> 507-03	34	15.0	86	81 ESEL_2	0 POL3	6.1	2.5	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-04	24	12.0	63	62 TP	0	5.2	1.8	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-05	19	11.0	46	48 TP	0	4.3	0.1	3.0		
<input checked="" type="checkbox"/> 507-06	12	8.0	28	32 PS	0	0.5	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-07	10	6.0	21	25 PS	0	0.4	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-08	9	4.0	16	19 PS	0	0.3	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-09	8	3.0	12	14 PS	0	0.2	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-10	7	2.0	9	10 PS	0	0.1	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-11	7	2.0	9	10 PS	0	0.1	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-12	6	1.0	7	7 PS	0	0.1	0.1	3.0		

修正登録 行追加 閉じる

PACK+ 連番

- ① 対象マシン表示
選択作業表示
- ② 抽出条件表示
※前画面で入力した条件の表示
- ③ 抽出条件に合致した製品詳細表示
※前画面で選択したPACKの加工パターンを全件表示
- ④ 行追加ボタン
- ⑤ 閉じるボタン
※当画面を閉じ、条件入力画面に戻る
- ⑥ 修正登録ボタン
※チェックのついた加工データの内容を修正し、登録する。

加工データ抽出システム

14 頁

取り扱い説明書

5-4. 修正決定

画面No.111 EDM詳細
画面No.121 WEDM詳細
画面No.131 MC詳細

修正した加工データを登録する作業です。修正登録ボタン(②)を押すと、確認ダイアログ(①)が表示されます。確認に対して、「はい」を押すと修正した加工データが登録されます。修正は、画面左端にチェックがされている加工データが対象となります。※入力を行っても、チェックが無ければ反映されません。

PACK: 507

No	最終GAPR	面粗Rz	残し代Z	残し代R	ESEL	AUX	POL	IP_IP	ON	OFF
<input type="checkbox"/> 507-01	66	20.0	164	141 TP	0 POL1	7.2	3.3	4.9		
<input type="checkbox"/> 507-02	47	16.0	122	106 TP	0 POL2	6.4	3.0	3.4		
<input type="checkbox"/> 507-03	34	15.0	86	81 ESEL_2	0 POL3	6.1	2.5	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-04	24	12.0	63	62 TP	0	5.2	1.8	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-05	19	11.0	46	48 TP	0	4.3	0.1	3.0		
<input checked="" type="checkbox"/> 507-06	12	8.0	28	32 PS	0	0.5	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-07	10	6.0	21	25 PS	0	0.4	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-08	9	4.0	16	19 PS	0	0.3	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-09	8	3.0	12	14 PS	0	0.2	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-10	7	2.0	9	10 PS	0	0.1	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-11	7	2.0	9	10 PS	0	0.1	0.1	3.0		
<input type="checkbox"/> 507-12	6	1.0	7	7 PS	0	0.1	0.1	3.0		

修正登録 行追加 閉じる

修正後にメッセージ表示

加工データの修正を行いました。

EDM 修正

検索条件

電極材

チェック付きの加工データが修正される

※数値項目で、設定値が無い場合は「0」を入力してください

- ① 確認ダイアログ
- ② 修正登録ボタン

加工データ抽出システム

15 頁

取り扱い説明書

5-5. 加工データ入力欄追加機能

画面No.111 EDM詳細
画面No.121 WEDM詳細
画面No.131 MC詳細

修正時に、加工データを追加したい場合には
行追加ボタンを押すと
一覧の一番下に、空白行が追加されます。
チェックを入れ、空白行にデータを入力しておく
修正登録ボタンを押した時に
新規加工データとして登録されます。

① 行追加のメッセージ表示

② 行追加ボタン

空白行の追加

加工データ抽出システム

16 頁

取り扱い説明書

6-1. 加工データ新規登録の流れ

新たな加工データを作成するモードです。
作業区分「新規」を選択し、マシンとコピー元となる条件を入力後に
手入力での修正を行い、新規登録を行います。

- ② 管理者用パスワードを入力
- ③ メニューで新規ボタンをクリック
- ④ マシンをクリック (例: EDM)

① メインメニューでメンテナンスボタンを選択

⑤ 新たに設定したいPACK番号を入力
⑥ コピー元となる加工データの条件を入力
⑦ 検索ボタンをクリック
⑧ 対象PACKをダブルクリック

データの修正後、新規登録ボタンをクリック
※ チェックが入っている加工データのみ対象

該当の加工データを含む
PACK一覧を表示

新規登録

加工データ抽出システム	18 頁
取り扱い説明書	
6-3. 詳細画面(新規)	
画面No.111 EDM詳細	
画面No.121 WEDM詳細	
画面No.131 MC詳細	
(例) EDM	

条件入力画面で選択されたPACKの中から条件に合致した加工パターンを表示します。新規登録する加工データは画面左端のチェック欄にチェックを入れます。設定値の修正は、対象となる項目をクリックして、キーボードで入力を行います。

① 対象マシン表示
選択作業表示

② 抽出条件表示
※前画面で入力した条件の表示
コピー元PACK番号表示

③ 抽出条件に合致した製品詳細表示
※前画面で選択したPACKの加工パターンを全件表示

④ 行追加ボタン

⑤ 閉じるボタン
※当画面を閉じ、条件入力画面に戻る

⑥ 新規登録ボタン
※チェックのついた加工データの内容を新規に登録する。

条件入力画面で入力した新PACKが自動で設定される(枝番は無し)
※ここで他PACKも指定可能

加工データ抽出システム	25 頁
取り扱い説明書	
8. メッセージ一覧	

No.	画面名称	メッセージ	備考
1	メンテナンスメニュー	パスワードが間違っています。	正しいパスワードを入力してください。
2	条件入力	製品番号、顧客名、GAP、面粗度を入力してください。	指定された条件を入力してから検索してください。
3		GAP、面粗度を入力してください。	指定された条件を入力してから検索してください。
4		製品番号、顧客名、工具径を入力してください。	指定された条件を入力してから検索してください。
5		工具径を入力してください。	指定された条件を入力してから検索してください。
6		入力条件を確認してください。	不正な条件を修正して再検索してください。
7	詳細表示	コメントを記入しました。	コメントの記入が行われたメッセージです。
8		コメントの記入に失敗しました。再表示を行ってください。	詳細表示画面を閉じ、再度コメントを入力してください。
9		加工データの修正を行いました。	加工データの修正が行われたメッセージです。
10		加工データの新規登録を行いました。	加工データの新規登録が行われたメッセージです。
11		加工データの削除を行いました。	加工データの削除が行われたメッセージです。
12		行を追加しました。	空白行が追加されたメッセージです。
13		指示書の印刷を行います。	プリンタから作業指示書を印刷したメッセージです。
14		印刷をキャンセルしました。	帳票の件数オーバー時のキャンセル時メッセージです。
15		条件を全て指定してください。	指定していない条件があるので、指定して下さい。
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

6-3 まとめ

本章内容について、第2～5章から得たデータのデータベース構築を行った後、加工情報の最適化を実現すべくソフトウェアを作成した。第2～5章で蓄積したデータを元に、実用可能なデータベースの構築を進め、ソフトウェアに必要な項目の検討を繰り返し実施し、ソフトウェアの完成となった。

最終章 全体統括

3年間にわたる本研究開発においては、初年度においては、採択決定後機器の導入を待つ期間が長く、結果的に研究開発の質と量が、希薄な状態を否めなかった。

その中においても、初期においては研究開発機に継承するべく、既存の社有機での型彫放電加工、ワイヤー放電加工での研究開発加工を実施し、微細加工の傾向や、加工条件の特定の方法を見出すことを実施した。加工するにあたり、加工に付帯する加工条件が、作業員、作業環境、被削材等の条件の変化で、その都度、後に同様の加工がおとずれた際に活用されにくい（暗黙知）環境を打破し、川下ユーザが求める高品位、高精度、低コスト、短期間で安定的に製造されるコネクタの製品の実現を目指し、それらを誰しもが安定的に生産できる環境を整備することが肝要と、加工条件の形式知化(加工条件の DATA BASE 化と DATA 運用のソフトウェアの開発)を研究の主幹として、実施した。初年度はその条件の不安定性が顕著である型彫放電加工機、マシニングセンターを導入し、これらにおけるコネクタ用加工条件のテスト加工を通じての DATA の蓄積を実施をした。研究開発用導入機が導入された以降の初年度後半には、そのテスト加工の頻度を一気に押し上げ、次年度に向けての布石とした。

2年度目（平成 20 年度）は、年度間を通して、型彫放電加工、マシニングセンター加工、20 年度に導入したワイヤー放電加工機でのワイヤー加工のテスト加工を主に実施し、多くの加工の基礎 DATA の蓄積がされた年度と言える。テスト加工で得られた加工条件の DATA は、最終年度に DATABASE 化、ソフトウェアの組み込みを目的として、多岐にわたる加工環境、加工状況を想定し、膨大な DATA 量となった。一方、研究開発の大きな核の一つであった、研削加工を通じての砥石の選定、加工条件の特定、各種鋼材での加工条件の変位の掌握と加工時加工 DATA の蓄積においては、やや停滞感が否めない状況であった。

最終年度（平成 21 年度）は、本研究開発での最終成果である加工条件抽出ソフトウェアの開発に係る人員欠員というところからのスタートで暗雲が立ち込めた中でのスタートとなったが、新たに研究開発人員を投入し、加工条件 DATA BASE 化作業の影響の無いことを配慮しつつ、前年度同様に DATA 蓄積のレベルを上げ、また目標を絞り込みながら継続し、完了までに至った。マシニングセンターでの、型彫放電加工用電極の製作も、高いレベルでその加工条件 DATA の集積は進み、違う側面（加工実現時間の短縮：低コスト）を目論み、複合切削加工機を導入してマシニングセンターとは趣を変えた加工アプローチを行い、検証を実施した。この複合加工機での検証結果は、現時点は求める精度、面品位に到達していなく、本研究開発期間が満了する本年度終了後も、本来の目的を見失わないよう、当該機器の性能を今以上に引き上げての加工を実施し、開発ソフトにその条件を組み込んでいく。また、平成 20 年度内にて、とりわけ停滞感のあった砥石の選定や研削加工条件の DATA 集積は、その加工や砥石の流通環境、販売環境などから、得られる情報に限

りがあり、継続しても効果が薄いと判断し、断念した部分があることが、遺憾の部分ではある。これについては今後も、観点や方法論を講じ、一層の高精度、高品質、高品位のコネクター用金型部品の製造に寄与することを念頭に置き、その探求に勤しんでいきたい。

最終的に 21 年度においては型彫放電加工、ワイヤーカット放電加工、マシニングセンター加工の加工条件の DATABASE 化、ソフトウェアの開発に着手、完了ができ、3 年間にわたる研究開発の成果は概ね達成できた。

本研究開発が終了したのちにも、コネクター加工用の加工条件の探求と形式知化をこよなく進め、株式会社キメラと三菱電機株式会社の技術情報の共有や、コネクター加工をはじめとする微細加工技術の蓄積を背景に、これらに関係する企業に向けて当社の技術を大いに広報し、生産活動におけるひとつの大きな核となるような事業形態にするべく、研究開発で培った技術をひろく世に知らしめていく所存である。