

平成22年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂の
ハイサイクル三層成形を可能とする複合金型の研究開発」

研究開発成果等報告書概要版

平成23年 9月

委託者 中部経済産業局

委託先 財団法人岐阜県産業経済振興センター

目 次

第1章 研究開発の概要

- 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標 1
- 1-2 研究体制 2
- 1-3 成果概要 6
- 1-4 当該研究開発の連絡窓口 6

第2章 本論

- 2-1 基本構想 7
- 2-2 成形システムの構成 8
- 2-3 金型移動方法 11
- 2-4 各種射出ヘッドについて 16
- 2-5 金型温調システム 17
- 2-6 テスト成形について 19

- 最終章 全体総括 21

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

最近のユニット部品の構成をチェックすると、シリコーンの部材が含まれている事が多い。これらのシリコーン部材は、対候性・感触性・衝撃吸収性・耐熱性・耐薬品性等の目的の為に使用されている。下記にそのおおよその用途をまとめた(表1)。現在シリコーンの部品は、LIM成形によって生産される事が増えている。シリコーンは、熱硬化性樹脂、他の部材は、熱可塑性樹脂と生産の方法が真逆の為に、個別に部品を生産し組み立てられる事が多い。しかし最近では、組立性の向上や部品の位置決め性・密着性向上の為にLIM成形に熱可塑性樹脂をインサート成形する方法も増えている。又、部品の位置精度・密着性を考慮して熱可塑性樹脂・シリコーンによる2材成形も行われる様になってきた。しかし、LIM成形の成形タクトは、熱可塑性樹脂と比べると長い。(シリコーンの形状・厚みによってかなり違う)したがって、熱可塑性樹脂とシリコーンを、一般的な2材成形機に構成するとかなり生産性が落ちる。そこで、今回、熱可塑性樹脂とシリコーンを同時に成形しても、成形サイクルがシリコーンの加硫時間(硬化時間)にできるだけ依存しない成形システム(今回は、熱可塑性樹脂2材とシリコーンの3材成形法)を開発する事にした。

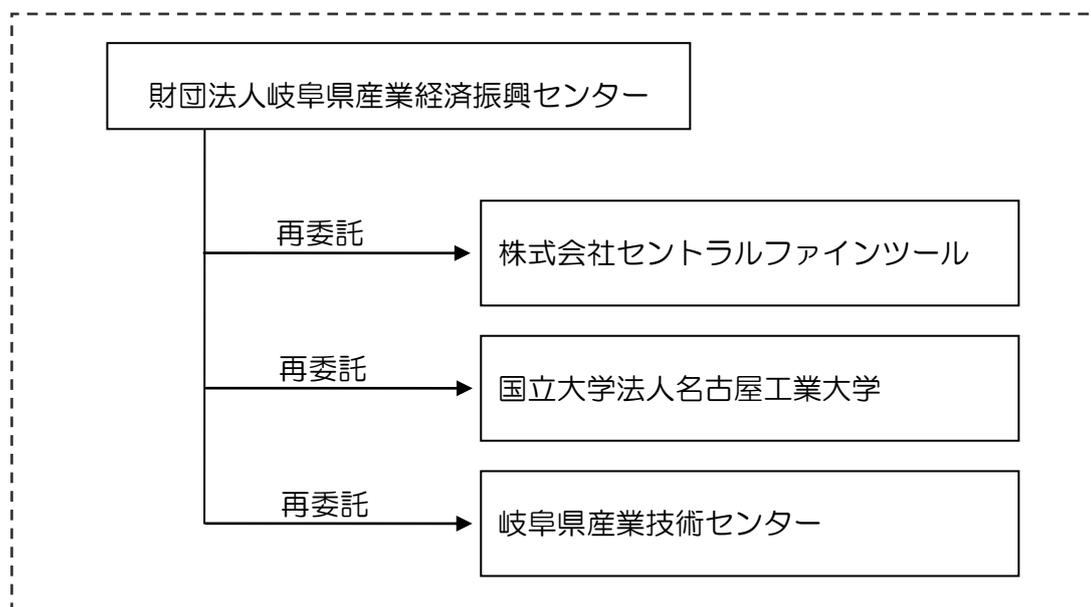
シリコーンゴムの用途	分野	使用例
防水性	情報家電・自動車 精密機器・容器類	防水の為にシール部品
感触性	情報家電 精密機器	グリップ性の向上
衝撃吸収性	情報家電 精密機器	耐久性の向上
耐熱性・耐薬品性	医療用品・医療機器 容器類	高温に耐え、薬品による劣化を避ける

表1 シリコーンと可塑性樹脂による複合部品

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

1) 研究組織（全体）

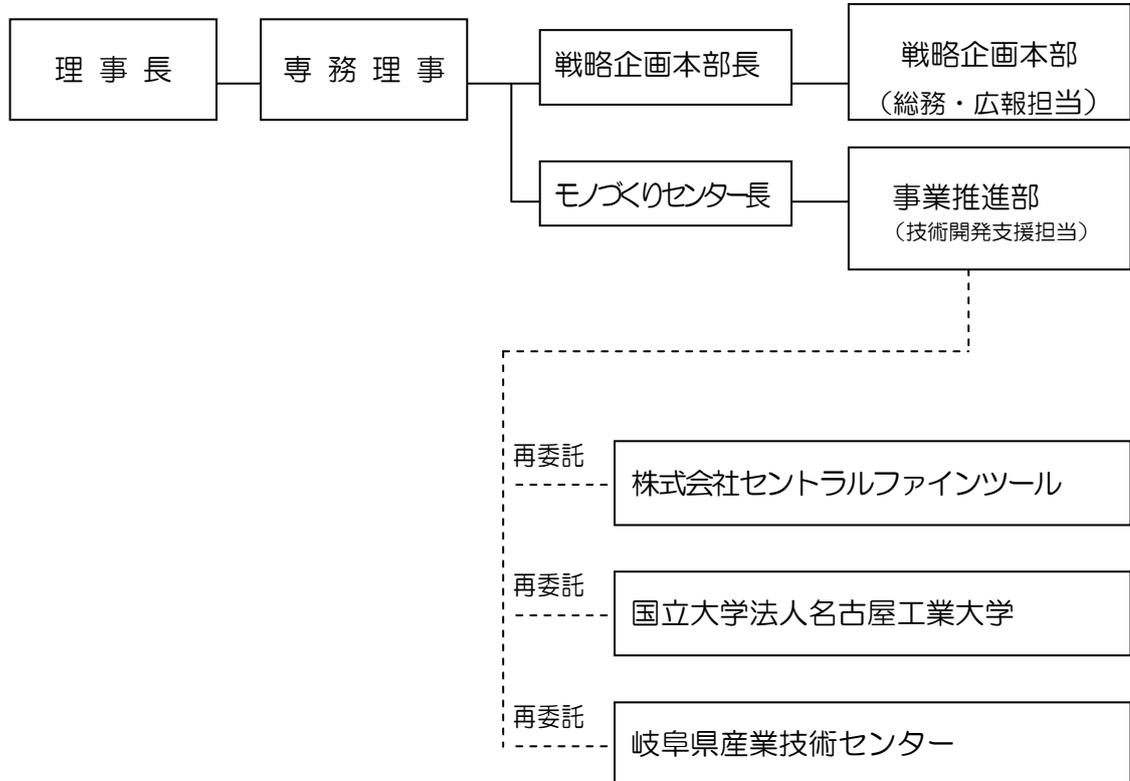


<p>総括研究代表者（PL）</p> <p>所属・株式会社セントラルファインツール</p> <p>役職・代表取締役社長</p> <p>氏名・三宅 和彦</p>	<p>副総括研究代表者（SL）</p> <p>所属・国立大学法人名古屋工業大学</p> <p>役職・大学院工学研究科教授</p> <p>氏名・辻 俊博</p>
---	---

2) 管理体制

① 事業管理者

財団法人岐阜県産業経済振興センター

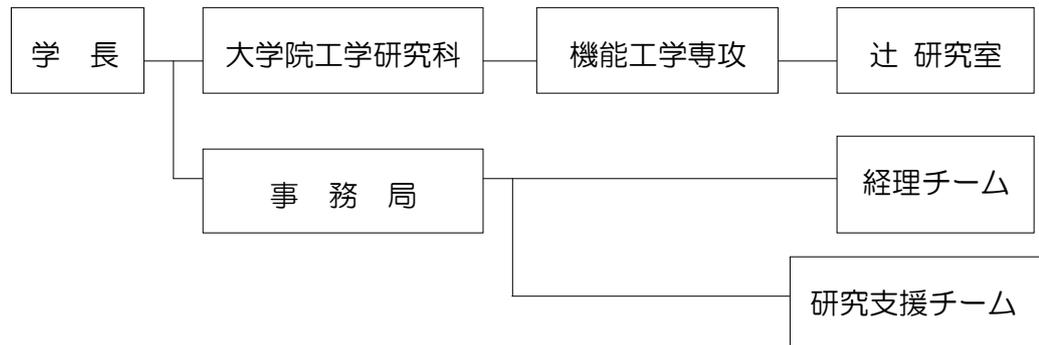


② (再委託先)

株式会社セントラルファインツール



国立大学法人名古屋工業大学



岐阜県産業技術センター



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】 財団法人岐阜県産業経済振興センター

管理員

氏 名	所属・役職
石樽 芳直	モノづくりセンター長
宮田 高	事業推進部 部長
小川 誠	事業推進部 主査
篠田 隆博	事業推進部 主事
瀬瀬まゆみ	戦略企画本部 主任

【再委託先】

研究員

株式会社セントラルファインツール

氏 名	所属・役職
三宅 和彦	代表取締役社長
長瀬 充明	取締役 金型事業部 部長
山本 博巳	金型事業部
関川 幸明	金型事業部
三木 啓介	金型事業部

国立大学法人名古屋工業大学

氏名	所属・役職
辻 俊博	大学院工学研究科 教授
飯田 雄章	大学院工学研究科 准教授

岐阜県産業技術センター

氏名	所属・役職
野村 貴徳	環境・化学研究部 専門研究員
丹羽 厚至	環境・化学研究部 研究員
長屋 喜八	環境・化学研究部 産業技術指導員

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

財団法人岐阜県産業経済振興センター

(経理担当者) 戦略企画本部 主任 瀬瀬まゆみ

(業務管理員) 事業推進部 主査 小川 誠

(再委託先)

株式会社セントラルファインツール

(経理担当者) 総務部 鈴木 直美

(業務管理者) 取締役金型事業部長 長瀬 充明

国立大学法人 名古屋工業大学

(経理担当者) 研究支援チーム マネージャー 山口 裕史

(業務管理者) 大学院工学研究科 教授 辻 俊博

岐阜県産業技術センター

(経理担当者) 総務課 主査 野村 隆稔

(業務管理者) 環境・化学研究部長 村田 明宏

(4) その他

なし

1-3 成果概要

本研究開発では、同一金型内で熱特性が相反する熱可塑性樹脂（二材）と熱硬化性樹脂（一材）の三材成形を可能とし、なおかつ生産効率の低下を抑制した成形システムを確立した。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

財団法人岐阜県産業経済振興センター

（最寄駅：東海旅客鉄道株式会社 東海道線西岐阜駅）

〒500-8505 岐阜県岐阜市藪田南5丁目14番53号

担当 モノづくりセンター 事業推進部 小川 誠

TEL 058-277-1093 FAX 058-273-5961

E-mail gifu-sapoin@gpc-gifu.or.jp

第2章 本論

2-1. 基本構想

全体の構成としては、3材（熱可塑性樹脂2材・シリコーン）の複合成形となる為、縦型締方式の回転ロータリーテーブル方式を採用した。

LIM成形は、シリコーンの硬化時間が長くなるので硬化専用ステージを設けた。

又、将来インサート成形も考え、成形品取出しとインサートのできるステーションを設ける事にした。以上をまとめると下記の5ステーションとなる。

- | | |
|----------|-----------------|
| 第1ステーション | 第1成形（熱可塑性樹脂） |
| 第2ステーション | 第2成形（熱可塑性樹脂） |
| 第3ステーション | シリコーン（LIM成形） |
| 第4ステーション | シリコーン硬化ステーション |
| 第5ステーション | 成形品取出し（インサート部材） |

但し、シリコーンの成形ステーション(第3ステーション)と硬化ステーション（第4ステーション）は、金型の中でシリコーンを加硫（硬化）する為に、途中で上型を開く事が出来ない。取出しステーション(第5ステーション)に来てから上型を開け、上型のみをシリコーンの成形ステーションに戻す必要がある。下型は、成形サイクルごとに1ステーションごと反時計方向に進む事になる。

2-2. 成形システムの構成

この三材成形機は、縦締めめの横射出構成をとる（図1）。

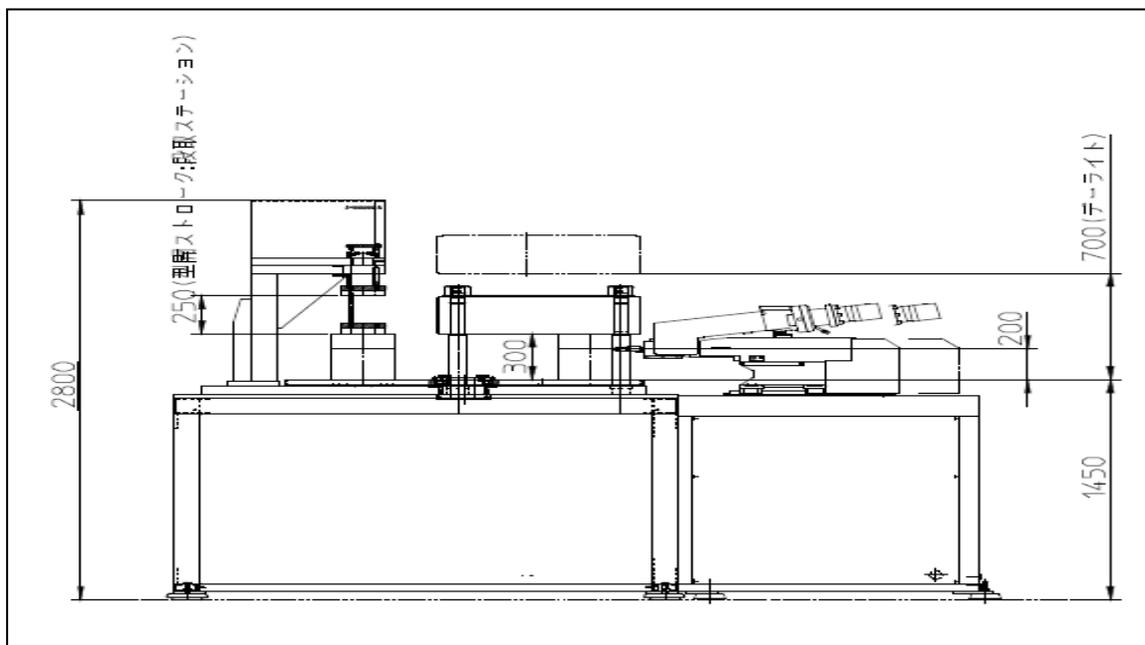


図1 成形システムの全景

まず、下型ステーションの外形は、五角形で構成され、内側に5ステーションからなる回転テーブルを持つ（図2）。

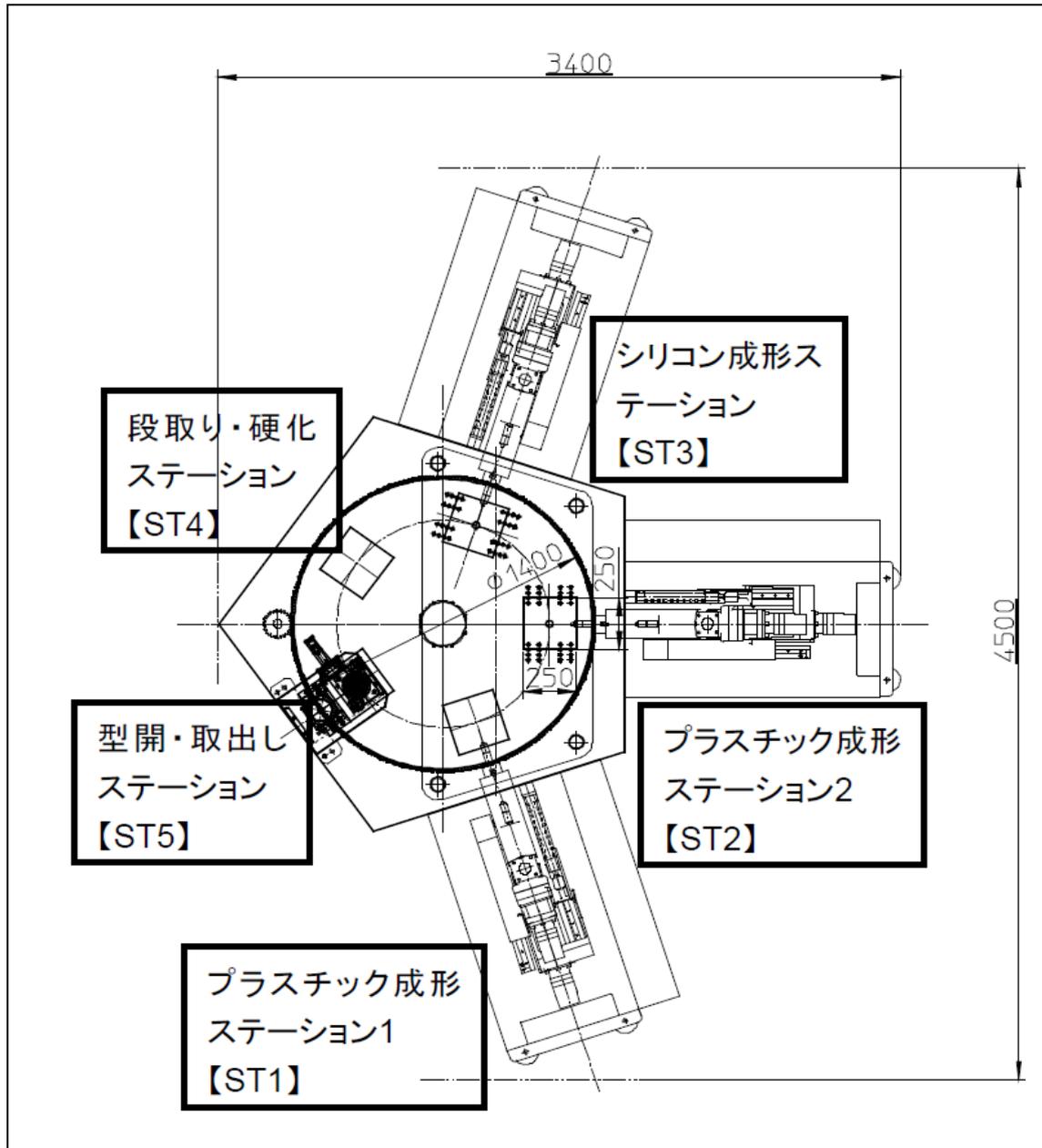


図2 成形システムの機構

射出ヘッドは、五角形の各辺 3 辺に位置し熱可塑性樹脂 2 ヘッド・シリコーン樹脂 1 ヘッドを配置する。

射出方向は、金型の P/L 方向に合わせた PL 射出方式である。上型ステーションの型締め用プラテンは、射出金型 3 型分のみをプラテンにて挟み、型締めを行う。

金型の開閉は、電動サーボで行うが、型締め力は油圧方式にて力を得るハイブリッド方式となる（表 2）。

型締・型開き装置			
型締め力	1,176 k N	金型寸法	250×250×300
デーライト	700 mm	ターンテーブル	φ 1400 mm（回転モータ：3 k w）
最少金型厚	300 mm	型開閉方式	油圧式
型開閉(型開・取出 S T)		電動サーボボールネジ（マグネットクランプ S L 250）	

表 2 型締め・型開き装置の仕様

ターンテーブルはφ 1400 mm（回転モーター）で、時計方向・反時計方向に共に回転する。又、第 3 ステーションの上型は、マグネットクランプにて上型を脱着し、第 4 ステーションの硬化ステーションから来た上型と交換する事が出来る。

2-3. 金型移動方法

はじめに金型種類と各ステーションのモデル図を図3に示す。

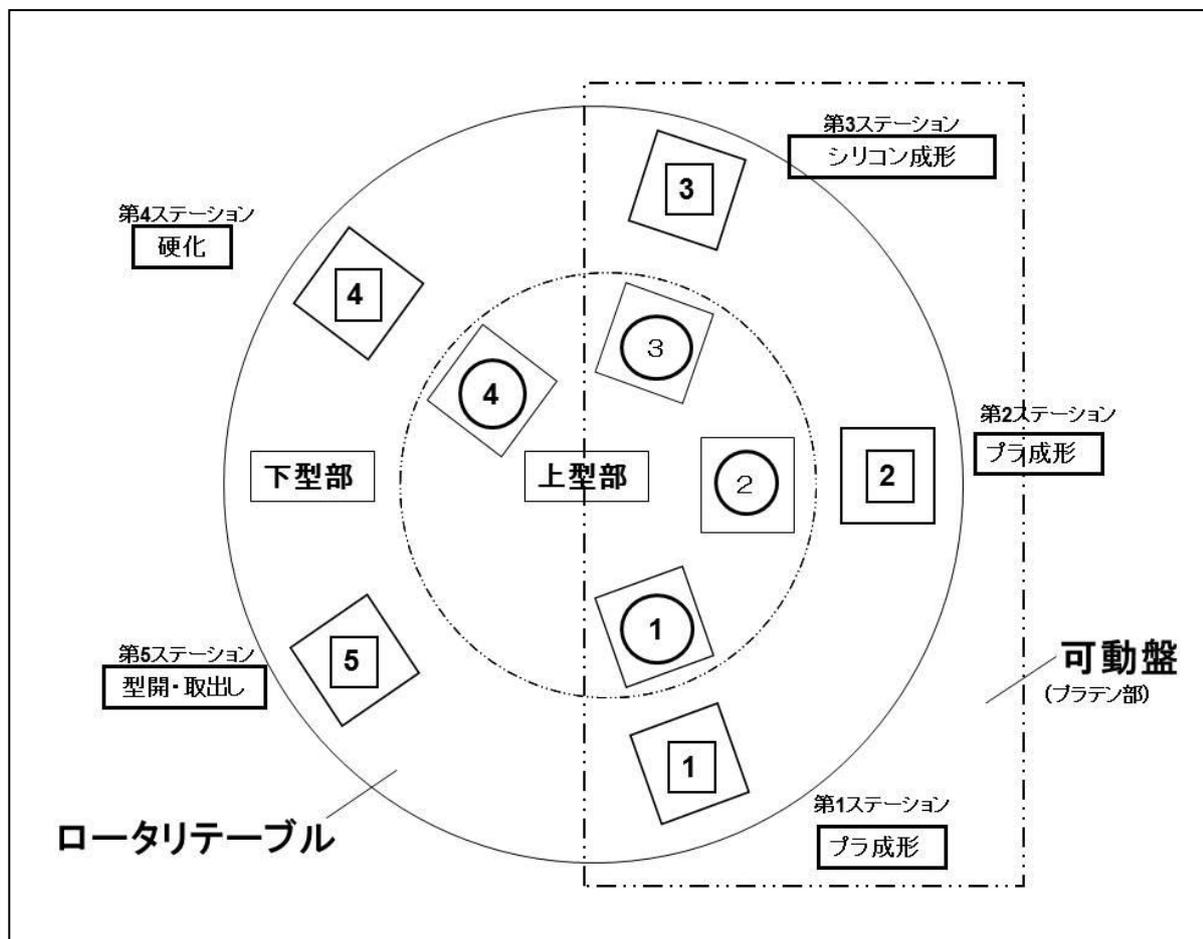


図3 金型モデル

金型は、上型 4 型・下型 5 型を使用する。上型の③・④は、シリコン用の金型で脱着が可能である。成形ごとに上型③・④は入れ替わる。又、上型①・②は熱可塑性樹脂用で、可動側（上プラテン）に固定式である。下型④~⑤まで同一仕様でロータリーテーブルに固定式である。

(1) 金型の動きを図4に示す。最初に第1ステーションで熱可塑性樹脂、第2ステーションで熱可塑性樹脂、第3ステーションでシリコンの射出を同時に行う。そ

の後、可動プラテン部を開き、ロータリーテーブルが反時計方向に回転し上型④下型④
が取出しステーションに、上型③下型④が硬化ステーションに下型④、④、④が各とな
りのステーションに移動する(図5)。

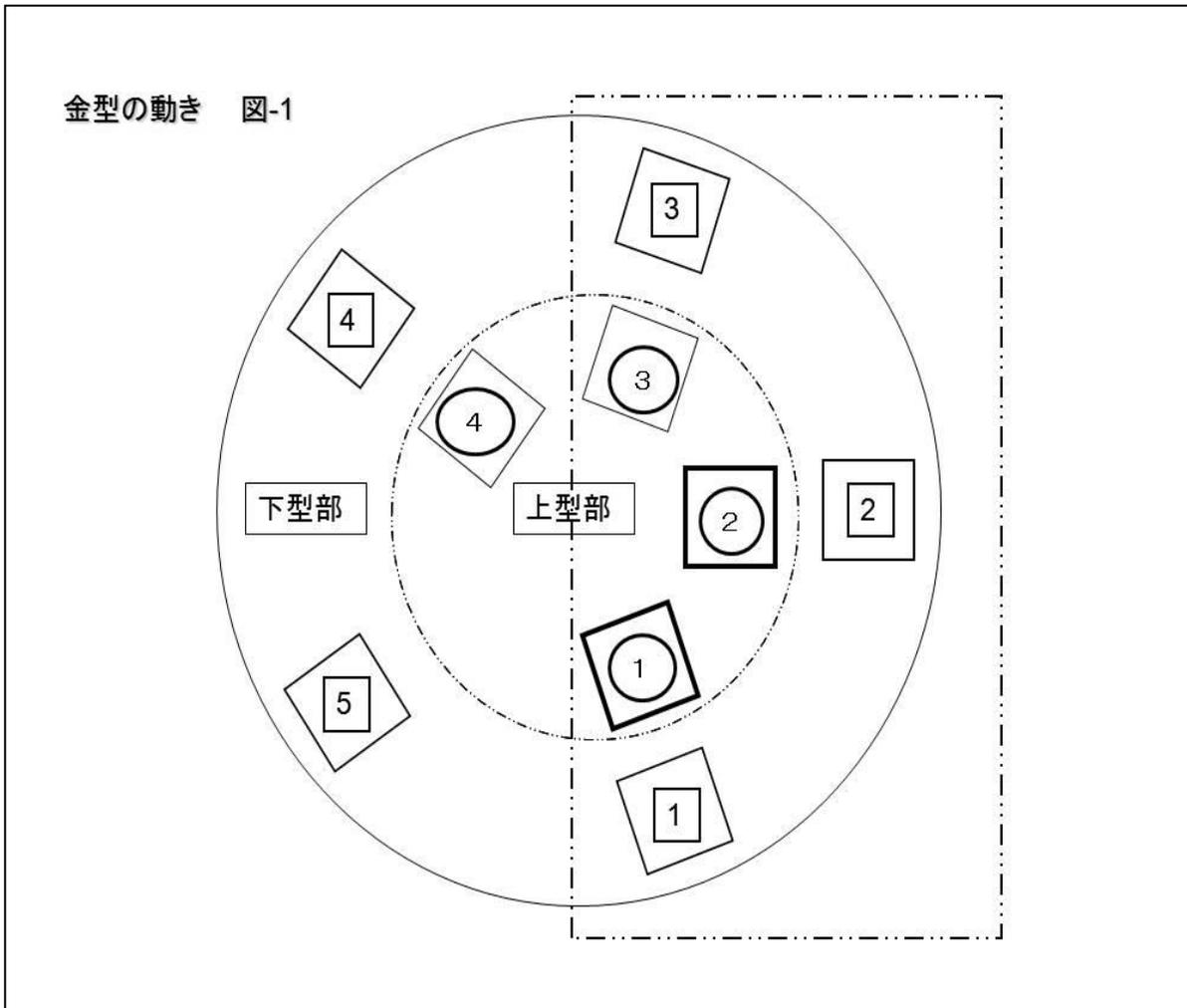


図4 金型の動き①

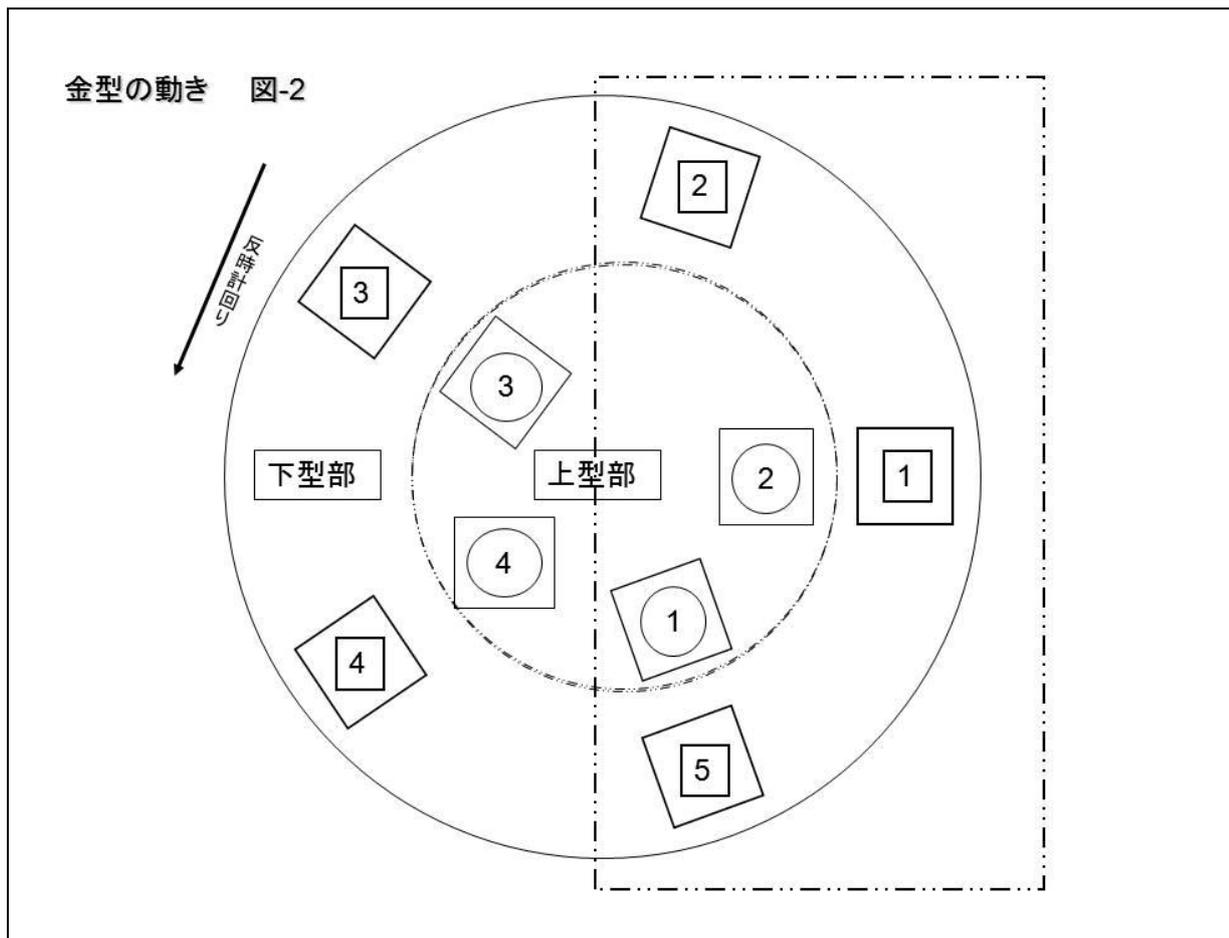


図5 金型の動き図②

(2) 第5ステーションでは、電磁クランプにて上型を取り付け、金型が開き上プラテンに持ち上げる。その状態でロータリーテーブルが時計方向に回転し下型図が第5ステーションに来る。(図6)

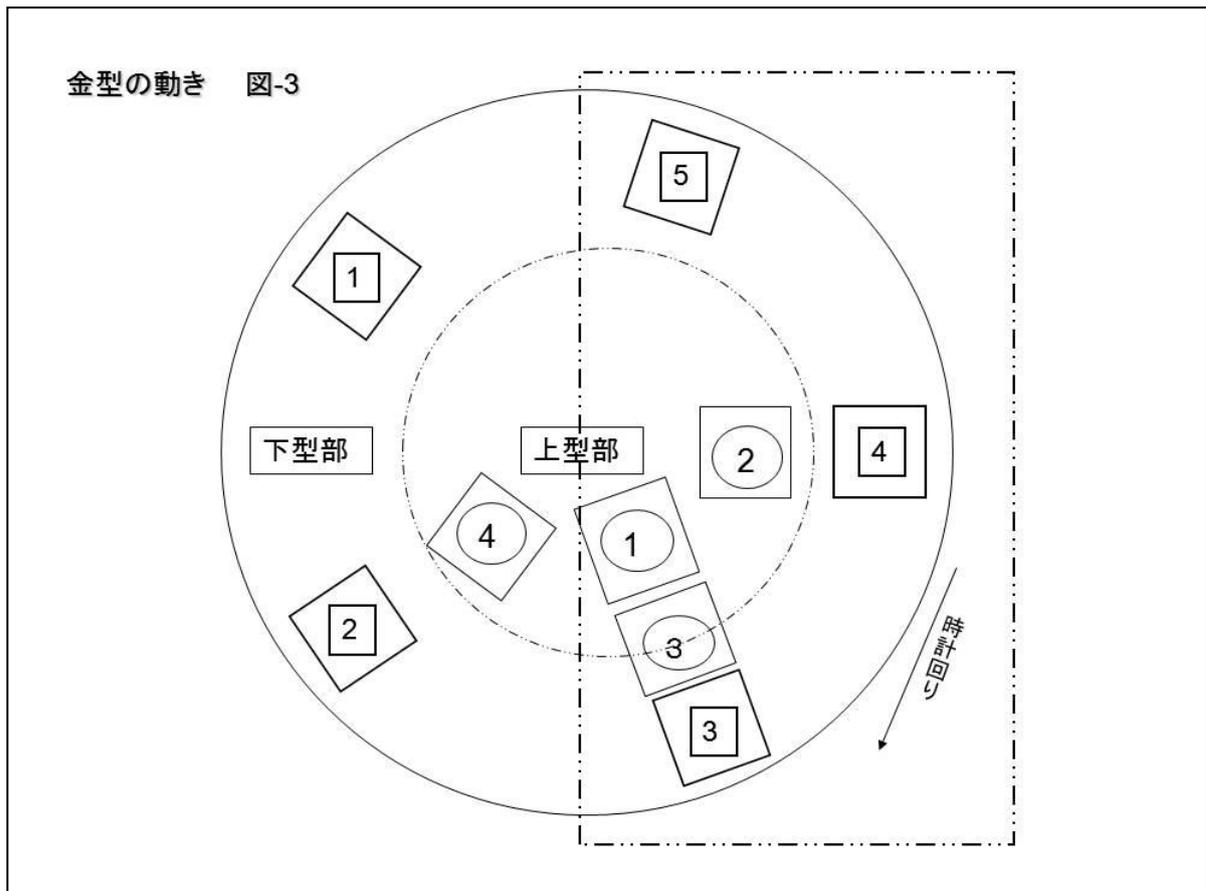


図6 金型の動き図③

(3) 第5ステーションの上型を下げた電磁クランプを外し、下型と一体化にする。その後ロータリーテーブルが時計回りに回転し上型、下型とも第3ステーション（シリコン成形）まで移動する（図7）。可動プラテンを閉じて、再び熱可塑性樹脂2材とシリコンを同時成形する。

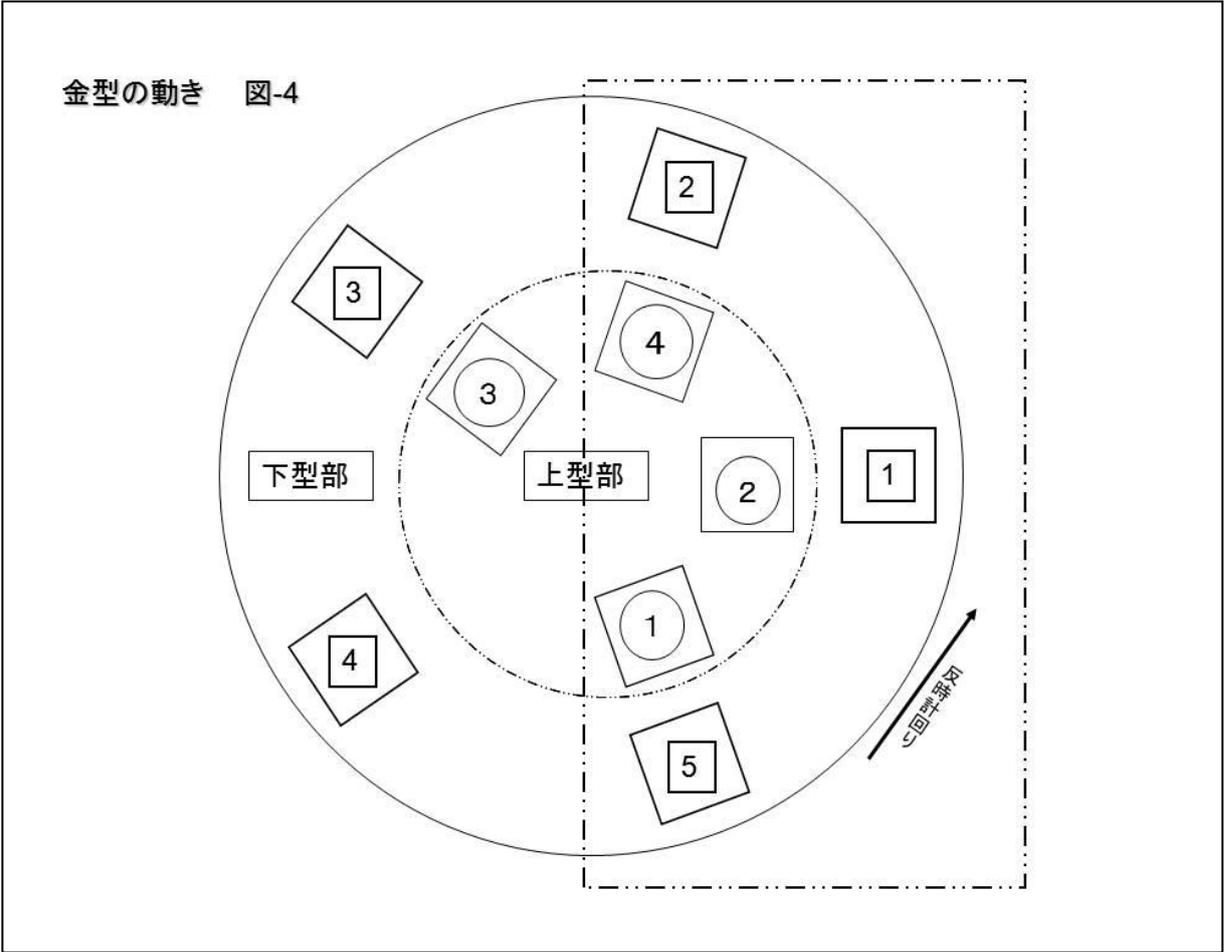


図7 金型の動き図④

2-4. 各種射出ヘッドについて

この3材射出成形機は、熱可塑性樹脂用の射出ヘッド2つ、シリコーン（LIM成形用）の射出ヘッド1つを五角形のベースに各配置する。可塑化射出装置、ミキシング射出装置（シリコーン）の能力は、表3に示す。

	プラスチック成形 (2ユニット)	シリコーン成形 (1ユニット)
スクリュ直径	φ22 mm	φ22 mm
プランシャ直径	φ22 mm	φ22 mm
最大射出圧力	259MPa	259MPa
理論射出容量	27 cm ³	27 cm ³
最大射出速度	500 mm/s	500 mm/s
可塑化能力	10.5 kg/h	-
最大スクリュ回転数	300rpm	100rpm
定格スクリュトルク	128N・m	9.34N・m

表3 各射出装置の能力

2-5. 金型温調システム

今回大きな問題の1つが、金型温調システムである。下型ロータリーテーブルは、時計方向、反時計方向へと回りながら最終的には、反時計方向へ1ピッチ（72°）ごと回転する。又上型は、シリコン成形の第3ステーションと硬化ステーションの第4ステーション、型開・取出しの第5ステーションまでの3つのステージで、上型のみが順番に交換される。このような金型の動きの中で温調用の流体、電気を矛盾無く供給する為に、図8の方法を開発した。

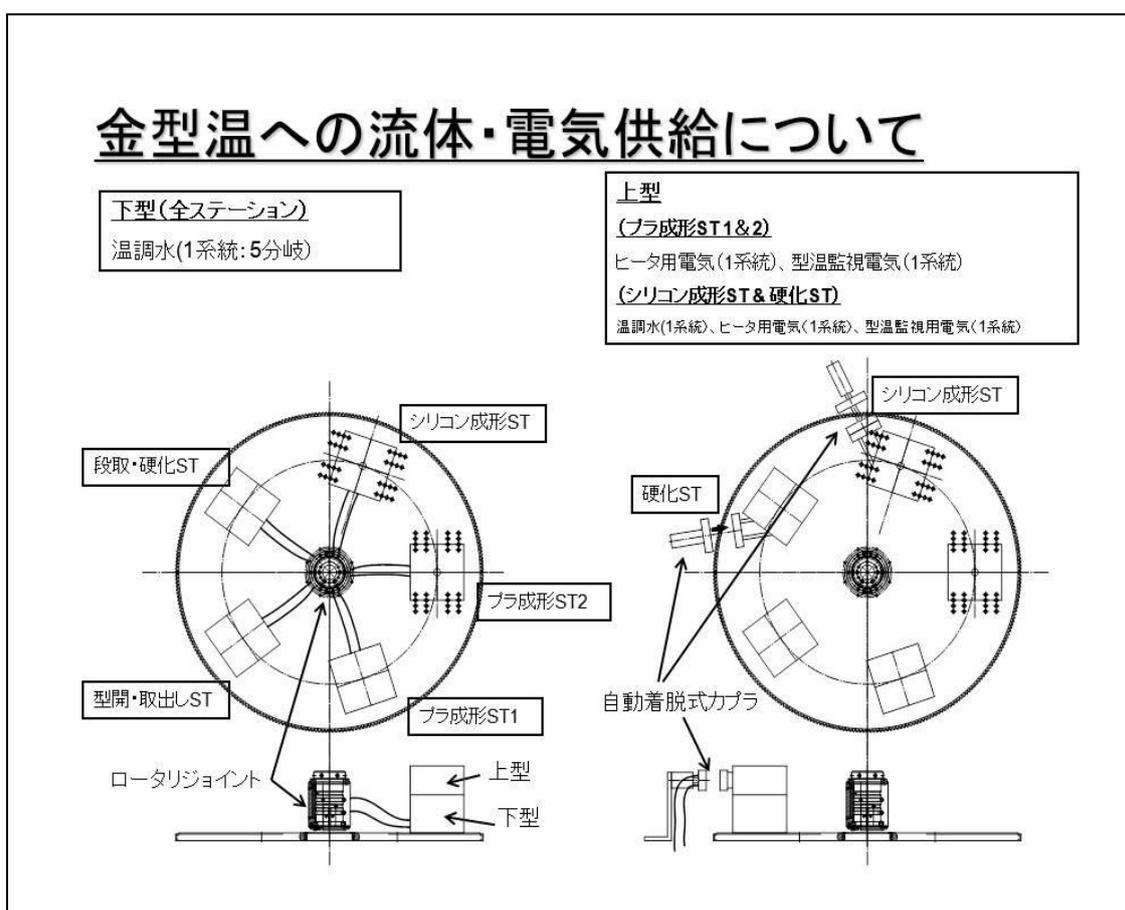


図8 金型温への流体・電気供給

まず、下型は、ロータリーテーブルの中央のロータリージョイントにより下型5型に温調水を供給する。上型の第1ステーション第2ステーションにおいても、このロータリージョイント上部より供給する。上型の第3ステーションと第4ステーションは、図8の自動脱着式カプラより供給する。実際のロータリージョイントを図9に示す。又自動脱着カプラを成形機に取り付けた状態を図10に示す。



図9 ロータリージョイント

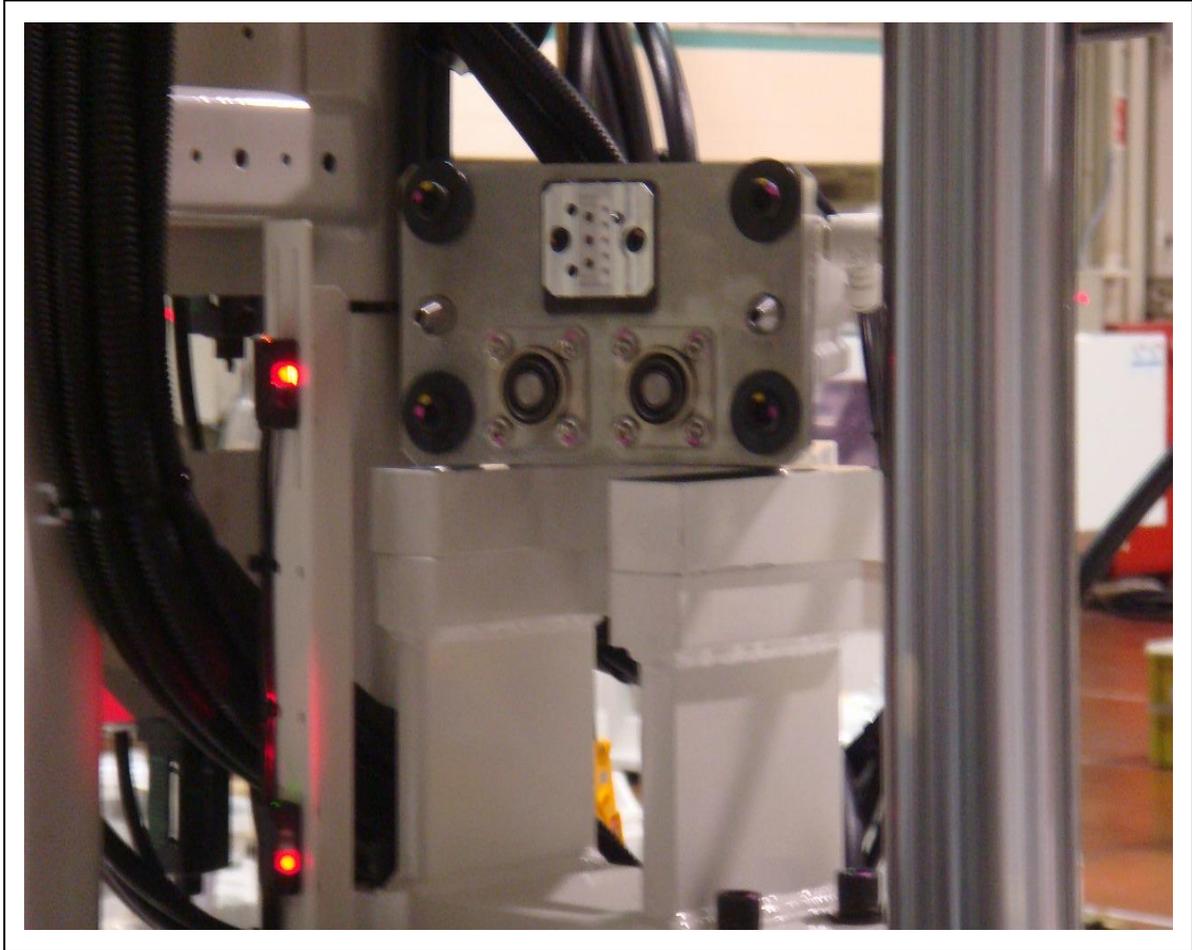


図10 自動着脱式カプラを成形機に取り付けた状態

2-6. テスト成形について

このテスト成形の為に、三層試験片のテストピース用の金型を製作しテスト成形を行った（図11・図12）。

第1材は、ABS、第2材PC、第3材がシリコンである。シリコンは、PCに密着する種類を使用した。シリコンの硬化時間は、硬化ステーションがある為、システム全体として、短くなっている。



図11 三層試験片

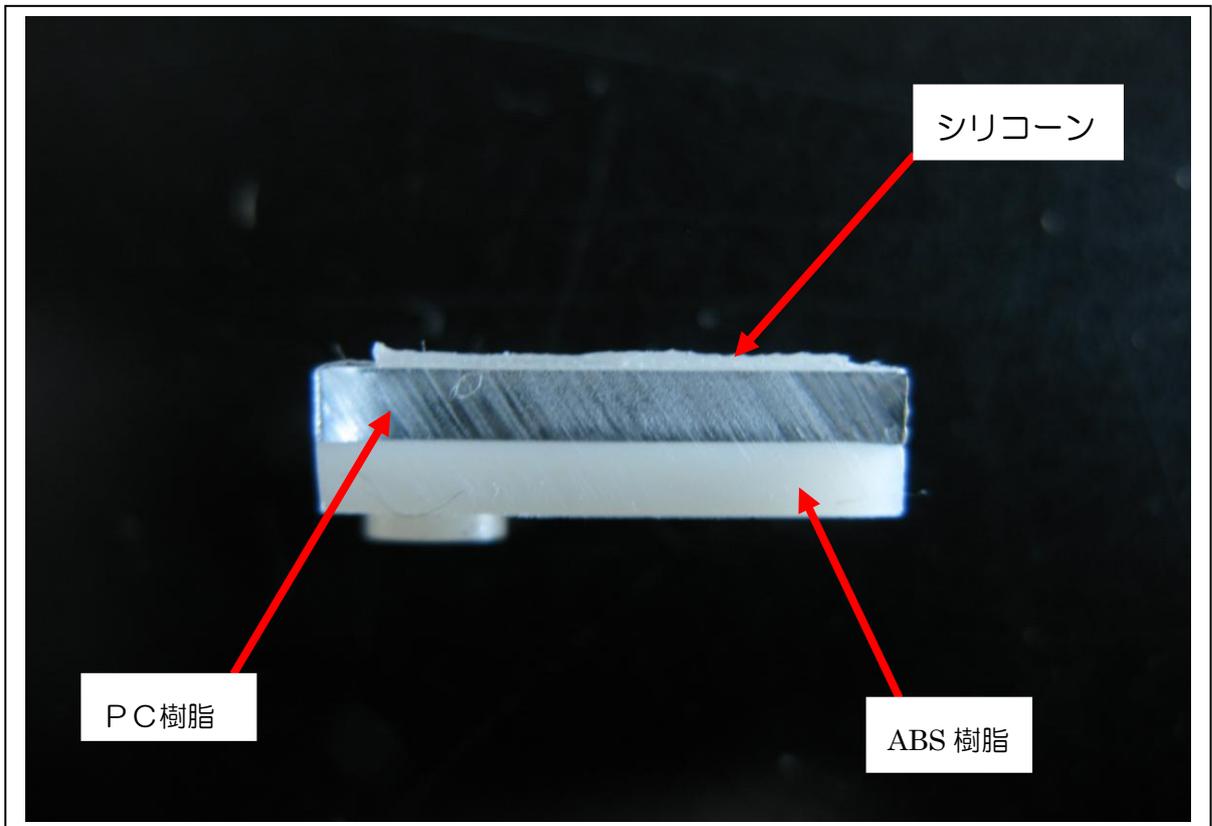


図12 三層試験片の断面写真

最終章 全体総括

情報家電業界においては、低コスト化に加えて、複雑形状で異材料の多層化（熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂）への需要が、製品の耐候性や見栄え及び内部樹脂の保護等の目的で増加している。また、製品品質の安定化を維持しながら、生産工程における短縮も重要な課題となっているため、本研究開発では、同一金型内で熱特性が相反する熱可塑性樹脂（二材）と熱硬化性樹脂（一材）の三材成形を可能とし、なおかつ生産効率の低下を抑制した成形システムを確立した。その一方で、粘性が高い熱硬化性樹脂（シリコン）を高精度制御する技術に課題が残ったため、引き続き、シリコンの固化状態の評価方法の再確認と金型内におけるシリコンのより効果的な熱の加え方の開発を進める。