

*本資料のコピー、再配布を禁止します。 *この資料は、作成者の記憶を整理し記録したものです。従い、作成者の主観、思い込みが含まれています。記載内容は保証出来ませんのでご理解願います。

*本資料では、コネクタ設計に必要な知識と技術の全体像が理解出来るように項目とキーワードのみまとめています。 詳細は、個別の参考資料等での習得が必要です。

*項目は多岐に渡りますが、接触構造以外は浅くとも広く理解する程度で良いのではと思います。

1.コネクタ(コンタクト)に必要な知識

1) 接触構造 •接觸部品の考え方、信頼性や接觸障害のメカニズムの理解。

①接觸のメカニズム

- 微小電流・電圧下での接觸障害、接觸不良の原因と対応策についての理解。
- 集中抵抗と接觸抵抗の相違 •圧力と接觸抵抗の関係
- 印加電圧と接觸抵抗の関係 •メッキ方法と表面被膜の種類と性質。
- メッキ種類別の必要接觸圧力と接觸抵抗、印加電圧の関係
- *以下の現象も理解
 - フレッティングコロージョン現象 •ウイスカー現象 •応力腐食割れ
 - コヒラー効果(絶縁破壊) •マイグレーション •ガスタイル

②コンタクト(接觸子)の形状(代表例)

- 音叉形コンタクト(Tuning Fork Contact) •片持ち梁コンタクト(リーフコンタクト)
 - ベローズ形コンタクト •突き当てコンタクト(Butt Contact)
 - ピン、ソケット型コンタクト •同一形状コンタクト
- *個々の形状と特徴の理解。

③参考資料

- 接觸に関する参考書は、1970年代、1980年代には行されたものが多く、現在は絶版で入手は出来ないと思います。参考資料は、下記の総合解説書か委員会、研究会より発行の資料、講習会資料等があります。
- 接觸理論の祖の著書 ~ 古いが入手は可、英文のみ、ホルム賞(日本人の受賞者あり)著者は、IEEEの接觸会議の名称にもなっている。
 - Ragnar Holm著 •出版 1999年 Springer社 (再販: 1946年 出版)
 - 「Electric Contact: Theory and Application」
- 接觸信頼性の解説書 ~ 日本における接觸信頼性の第一人者の著。
 - 真野国夫著 •出版 1976年 総合電子出版 (現在は絶版)
 - 「接觸部品の信頼性」
- 総合解説書 ~ コネクタを総合的に解説した資料。入手は不明、国会図書館に有り。
 - 1984年に初版を出版、以降 出版社を変え改版を繰り返す。
 - 項目別の共著 •出版 2004年 工業資料センター
 - 「電子装置機器と最新応用技術 No.1コネクタの最新技術」
- 委員会、研究会 ~ コネクタ、接觸部品を取り扱う委員会と研究会。
 - 接觸の基礎の講習会、研究論文の発表等あり。
 - エレクトロニクスサイエティ・機構デバイス研究専門委員会
 - 継電器・コンタクトテクノロジ研究会

2) 力学の基礎 •コンタクトのバネ計算と解析、樹脂の片持ち梁の計算程度を理解。

①コネクタに必要な力学の基礎

- *コンタクトのバネ計算が主となりその計算式と以下の理解。
- コンタクト応力と応力限界 •バネ限界値 •応力ひずみ動作と弾性係数、耐力
- 弾性係数 •ポアソン比

②参考資料

- 材料力学の基本の書から専門書まで各種有り、入手が可能。
 - 入門書 •これなら解る図解でやさしい入門 材料力学

3) CAE解析の基礎 •パソコンを使っての応力解析の基礎を理解。

* 解析ソフトの操作と、解析結果の検証が可能な知識。

* 参考資料

•有限要素法による応力解析の基本を理解し、適応ソフトの操作を理解。

 ・入門書 ・栗崎 彰 著 ・2012年 講談社

 ・「有限要素法はじめの一歩」

 ・岸 正彦 ・2010年 秀和システム

 ・「有限要素法の基本と仕組み」

4) コネクタの材料 •コネクタに使用する金属材料の特徴と物性、プラスチック材料の特徴と物性の理解。

① 金属材料 •主にコンタクトに使用する金属材料を理解。

 ・銅合金 (代表例)

 ・リン青銅(5191、C5210) ~ コンタクト(バネ保有側)に最も多く使用。

 ・ベリリュウム銅(C1720) ~ バネ性に優れる、極小のコンタクトに使用。

 ・チタン銅(C1990) ~ バネ性に優れる、極小のコンタクトに使用。

 ・コルソーン系(C7025) ~ 高導電率、大電流用のコンタクトに使用。

 ・黄銅(C2680) ~ バネ保有無しのコンタクト(オス側)に使用。

 ・ステンレス

 ・SUS301、SUS304 ~ コネクタのケース、シェル等の外装、補強部品に使用。

* その他 •関連する物性値や特性、理解するキーワード等。

 ・弾性係数 ・ポアソン比 ・0.2%耐力 ・限界応力 ・伸び率 ・せん断係数

 ・曲げ係数 ・比重 ・導電率 ・クリープ特性 ・メッキ加工性 など

* 参考資料

•金属材料の物性 ~ JIS規格と各材料メーカーの物性表を使用。

参考 ・JIS H 3100 銅及び銅合金の板及び条

 ・JIS H 3110 リン青銅及び洋白の板及び条

 ・JIS H 3130 バネ用ベリリュウム銅、チタン銅、リン青銅及び
 洋白の板及び条

② 樹脂材料 •主にコンタクトを保持するハウジングに使用するプラスチック材料の理解。

 ・熱可塑性樹脂 ~ 一度成型加工した材料も再加熱することにより利用可能な材料。

 * 特にエンジニアリングプラスチックと呼ばれる以下の材料の理解。

 ・ポリアミド(ナイロン) (PA6、PA66) ~ エンプラとしてはバランスの良い材料だが、
 吸水しやすく寸法変化、柔軟性の変化がおきる。

 ・ポリブチレンテレフタレート (PBT) ~ 吸水率が少なく寸法が安定している。

 ・ポリフェニレンテレフタレート(PPS) ~ 耐熱性、耐薬品性に優れる。吸水は少ない。

 ・液晶ポリマー (LCP) ~ 高耐熱性で狭小コネクタに多く採用。

 ・熱硬化性樹脂 ~ 一度成型加工した材料は再加工できない樹脂。近年では
 コネクタへの利用は極めて少ない。

 フェノール樹脂、メラミン樹脂 エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル

* その他 •関連する物性値や特性、理解するキーワード等。

 ・曲げ弹性率 ・限界応力 ・ポアソン比 ・歪み量 ・引っ張り強さ ・伸び率

 ・比重 ・誘電率 ・成型収縮率 ・吸水率 ・熱的特性 ・耐薬品性 など

* 参考資料

•プラスチック材料の物性 ~ JIS規格が基本だが、メーカーの物性表が使いやすい。

 ・JIS K 6937-1 PBT等

 ・JIS K 6920-1 ポリアミド(PA)

5)表面処理 •コネクタ(コンタクト)に使用するメッキ方法の種類と特性を理解。

- ①メッキの種類 •主にコンタクトに使用されるメッキの特徴と接触との関連を理解。
 - ・錫メッキ(Snメッキ) ~ 接触部、半田付け部に利用。ウイスカーの発生があり注意が必要。
 - ・銀メッキ(Agメッキ) ~ 接触部に利用、マイグレーションの発生に注意、硫黄に反応し黒く変色しやすい。
 - ・金メッキ(Auメッキ) ~ 接触部に利用、酸化被膜が発生しないため低接圧で接触が可能。薄メッキが可能だがピンホールに注意。
 - ・ニッケルメッキ(Ni) ~ 下地メッキに利用。酸化被膜が生成しやすく接触部と半田付け部には向かない。
 - ・銅メッキ(Cuメッキ) ~ 錫メッキの下地用に利用。
 - ・その他 ~ パラジウムメッキ(Pdメッキ)、半田メッキ(Pbメッキ)

②参考資料

- メッキ加工の基本の書から専門書まで各種有り、入手が可能。
 - ・入門書 •めっき基礎のきそ
 - 初級めつき

5)コネクタの構造 •コネクタの構造は、使用される機器、適合規格により設定されています。
 コネクタの分類と構造を理解。

*多種多様が存在する。資料-1「コネクタとは」の分類を参考に一般的な構造の理解。

*参考資料

- 総合解説書 ~ 1)項の資料内に説明あり。
 •「電子装置機器と最新応用技術 No.1コネクタの最新技術」

6)コンタクトの •コンタクトの利用されるプレス加工の、加工方法と金型構造の理解。
 加工方法

*加工方法は、2項で説明。

2.コネクタ生産に必要な加工方法の知識

*コネクタ生産に必要な加工法を記載。理解することによる、設計品質の向上を図る。

1)金属加工 •コネクタのコンタクト、ピン等の生産に必要な加工技術、金型構造の理解。

- ①プレス加工 •プレス機を用いての金属加工。抜き加工、曲げ加工。
- コンタクトの加工法としては、最も多く採用されている。
- 順送プレス加工 •順送りされる金属材料を、抜き、曲げ加工と連続し加工。
 •キーワード
 プレス能力(45t, 70t..)送りピッチ、ステージ数、プレスSPM、
 適合金型サイズなど
- 単発プレス加工 •抜き加工、曲げ加工の1工程のみを加工するプレス加工。
 大型の少量部品やコネクタでは試作部品に採用している。

- ②切削加工 •NC旋盤加工機、旋盤加工機を用いての金属加工(樹脂加工も有り)。
 •ピン、コンタクトケース等に採用、試作時の少量品にも対応。
 •キーワード
 適合する加工歯(エンドミル)の径と深さ、加工材料

- ③絞り加工 •コネクタに採用されるのは、プレス絞り加工で金属板を凹状に圧縮加工。
 •一部コンタクト接触部とケース等に採用。
 •キーワード
 板厚、絞り深さ、絞り径の関連の理解。

- ④抜き加工 ・試作等に使用される、抜き加工のみの加工方法。
 ・レーザー加工 ~ レーザーを用いての抜き加工。精度は良い。
 ・ワイヤーカット加工 ~ ワイヤーカット放電加工機を利用した抜き加工。
 ・エッティング加工 ~ フォトエッティング加工法による抜き加工。
- ⑤金型 ・主に、順送プレス加工用金型の構造を理解。
 ・構造の概要を理解するとともに、以下のキーワードを理解する。
 ・構造 ~ 刃部(パンチ、ダイ)、保持部(ダイセット)(パンチプレート、ダイプレート
 ケース、リテナー等)、補助部(ストリッパー、ガイドピン等)
 ・その他 ~ 金型サイズ、刃部使用材料、ステージ数、送りピッチ

*参考資料

- ・入門書から専門書まで各種有り、入手が可能。
- ・[入門書](#) [・プレス加工基礎のきそ](#)

2)成型加工 ・プラスチック部品の加工に必要な成型技術と金型構造の概要を理解。

- ①射出成型加工 ・主に熱可塑性材料を用いて成型加工、コネクタで多数採用。
 ・横型射出成型機 ~ 樹脂を横方向から注入。成型効率が良い。
 ・縦型射出成型機 ~ 樹脂を縦方向から注入。インサート成型加工に多く採用。
 固定側金型の構成で、スライドタイプ、ロータリータイプあり。
 ・形締機構 ~ 金型を締める機構には、油圧式、空気式、機械式、電動式がある。
 ・設計でのポイント ~ 成型サイクル(シリンドー温度、金型温度、射出圧力。
 成型時間)、成型能力(型締め力、射出容量)
- ②圧縮成型加工 ・主に熱硬化性材料を用いて成型加工。近年のコネクタへの採用は少ない。
- ③押し出し ・パイプ状の成型加工品の生産に対応している。
 成型加工 コネクタでは、製品梱包用のマガジンに採用。
- ④真空成型加工 ・金型にセットされたフィルム、シートを金型側から吸引し成型加工。
 コネクタでは、製品梱包用のトレー、エンボステープに採用。
- ⑤樹脂切削加工 ・主にマシニングセンター、フライス盤等で樹脂を削り出す加工。
 ・コネクタでは、試作サンプル(形状見本)作成等に使用している。
 ・キーワード
 適合する加工歯(エンドミル)の径と深さ、加工材料
- ⑥光造形加工 ・光硬化樹脂(液体)内の造形深さに沈んだテーブルにレーザーを照射し
 固化させる方法で、立体物を積層深さ分で積み上げる加工法。
 ・コネクタでは、試作サンプル(形状見本)作成等に使用している。
- ⑦その他 ・3Dプリンターを利用した造形方法等、各種あり。
- ⑧金型 ・構造の概要を理解するとともに、以下のキーワードを理解する。
 ・構造 ~ 固定側(取付け板、型板、ガイドピンブッシュ、スプールブッシュ)
 可動側(取付け板、型板、ガイドピン、突出し板、突出しピン)
 割金型(2方向、3方向、4方向、斜めスライド等)
 ・その他 ~ パーティングライン、スプール、ランナー、キャビティ、イジェクタピン、
 ゲート(ピン、サイド、フィルム等) を理解。

*参考資料

- ・入門書から専門書まで各種有り、入手が可能。
- ・[入門書](#) [・射出成型 基礎のきそ](#)
- ・[成型女子こはく-プラスチック工場物語 新入社員編](#)

3)メッキ加工 •コンタクト等の金属部品に使用される、メッキ加工の概要を理解。

①電気めっき法 •メッキ浴に浸漬した金属を陰極とし直流電流を流すことにより、表面に金属膜を電気析出させる方法。

•フープ方法 ~ 連続状の金属(コンタクト)をライン状に構成されたメッキ工程を順に処理する方法。大量生産向き、部分メッキ可能。

•バレル方法 ~ バラ上の金属を樹脂製の籠の入れ、メッキ工程を順次処理。

•ラック方法 ~ バラ状の金属をラックに引っ掛け、メッキ工程を順次処理。

②化学めっき法 •無電解メッキとも呼ぶ、金属塩溶液と還元剤からなるメッキ浴に非処理剤(樹脂でも可)を浸し、その表面に金属を還元注出する方法。
•ラック法が一般的。

③メッキ工程 •メッキ工程の概要を理解。前工程(脱脂、酸洗い、脱脂)、メッキ工程、後工程(中和、変色防止、乾燥)

*参考資料

•メッキ加工の基本の書から専門書まで各種有り、入手が可能。

•入門書 •めっき基礎のきそ

•初級めつき

4)コネクタの組立方法 •コネクタは、大量生産品から多品種、少量生産品まで多岐にわたる為、設計時に配慮が必要。

①少量生産品 •作業者が組立工程別に手作業や治工具等で組立を実施。

•手組生産 ~ 部品の取り扱いでの不具合の発生の検討、安定した品質維持。

•治具生産 ~ 作業者の合わせて効率的な動作か否か、安定した品質維持が可能か否か。

②中量生産品 •コネクタ生産の品質維持に重要な工程を半自動機等で実施。

•半自動機生産 ~ 部品の方向性判別、組込み精度、部品と組立方法の合致度。

③大量生産品 •コネクタ生産の全ての工程を自動機で実施。

•自動機生産 ~ 半自動機生産にプラスし、生産時間/個、稼働率、不良率等。

④その他 •樹脂部(ハウジング)の方向選別 •圧入部品(コンタクト等)の圧入しろ
キーワード •圧入方向とガイド、受け部 •耐圧検査 •画像検査

3.コネクタの評価・試験方法の知識

1)評価試験 •製品仕様書に基づく、試験内容の理解と試験実務の習得。

①仕様書の理解 •仕様書記載内容の理解と準拠する規格の確認。

•仕様書記載項目 ~ 定格、電気的性能、機械的性能、物理性能、耐環境性能。
試験方法の理解、適合規格の理解。

②試験実務 •試験実務の習得より仕様の理解が深まる。不具合時の検証が容易。

•試験の流れ ~ 関連する試験項目の流れを理解。

•試験資料の作製 ~ 資料の構成と理論値-実測値の差異を理解。

•データーのまとめ ~ 要求仕様に基づくデーターの作成、可視化、報告書の作成。

•その他 ~ 試験装置、設備の操作など

③その他 •以下のキーワードは参考。

実験計画法、標準偏差、3シグマ、Cpk値、
耐熱評価とラーソンミラーの実験式

4. 設計試算について理解

*コネクタの設計において製品価格の理解も重要となる。原価計算の知識も含め習得。

- 1) 製品価格の構成 ・コネクタの価格を構成する項目と要件を理解する。

①価格の構成	a. 部品価格 b. 組立て加工費 (加工の不良費) c. 梱包、副資材費 d. 製造管理費	・構成される部品価格の合計。 ・コネクタを組立てる費用の合計。 (想定される不良比率) ・1個当たりの費用を計上すること。 ・直接加工費を除く管理費。利益を含む。
	<u>製造原価</u>	e. 製品償却費 f. 販売管理費
		・総設備費用に対する販売個数で算出。 ・間接部門の費用。 (営業、管理、技術部門など)
	<u>販売原価</u>	h. 利益
		・規定された利益を計上。
	<u>販売価格</u>	・ 設計試算価格

- 2) 部品価格について ・主な部品の価格算出方法の説明。

①コンタクト、金属部品構成	a. 材料費 b. 加工費 c. 表面処理費 d. 梱包、副資材費 e. 管理費、利益	・プレス加工方法による部品作製の場合。 ・素材の仕入れ価格(例リシン青銅C5210R-H材等)社内基準。 ・使用するコンタクトの重量と価格の算出。 ・屑材料の重量と下取り価格の算出し除する。社内基準。 ・プレス加工の時間工賃を確認。(加工場所により異なる) ・想定SPMの設定。(生産数、形状で設定する) ・稼働率の設定。社内の基準による。 ・仕損費(不良率より) ・後メッキ材の場合は、メッキ費を追加。 ・リール費、梱包用副資材費等の費用。 ・プレス加工所の管理費利益を社内基準で計上。
	合計	プレス部品の価格

②樹脂部品構成	a. 材料費 b. 加工費 c. 梱包、副資材費 d. 管理費、利益	・射出成型加工による部品作製の場合。 ・素材の仕入れ価格(例:PBT GF30%材等)社内基準。 ・使用する樹脂部品の重量と価格の算出。(ランナーも含む) ・再生材の使用可否を確認と比率の設定。社内基準。 ・金型の取り数の設定。(販売数と生産能力で設定) ・成型加工の時間工賃を確認。(加工場所により異なる) ・想定成型サイクルの設定。(取り数、形状により決定) ・稼働率の設定。社内の基準による。 ・仕損費(不良率より) ・梱包用副資材費等の費用。 ・成型加工所の管理費利益を社内基準で計上。
	合計	樹脂部品の価格

③特殊梱包材構成	a. 材料費 b. 加工費	・専用のトレー、マガジン、ケース等を金型で製作する場合。 ・梱包材メーカーとの購入となるが、構成は理解が必要。 ・使用する材料形態と市場価格の確認。 ・金型取り数の確認。 ・設定成型サイクルの確認。
	合計	特殊梱包材の購入価格

④購入部品		・ビス、ナット、ピン等の市販品を購入し使用の場合。 ・資材、購買部門との連携で品質、安定供給を基準で選定。 ・ 購入数量のロット数で購入価格は変わる。
	合計	購入部品の価格

3) 加工費について

- ・コネクタの場合は加工方法が多岐にわたるので、加工工程の理解が必要となる。必ず工程表を作成し試算を行うこと。
- ①加工工程
- ・コネクタの場合、手組生産、工程別の自動機、全自動機での対応と生産数量により対応方法が異なる。また、生産場所により変わる。
- ②加工時間
(工数)
- ・試算時には想定される加工方法により工程表を作成すること。
- ③加工工賃
- ・想定される加工時間を各工程毎に設定。社内基準があれば従うこと。各工程の加工時間で全体のバランスを取ること。
- ④設備費用
- ・加工の時間工賃を確認。加工方法、場所により変わるので注意。社内の算定基準を利用のこと。
- ・各工程毎に必要な設備費の算出。工程バランスを考慮し算出。

合計 加工費と必要な設備費

* 設計試算は上記を理解のうえ、社内基準の試算フォーマット等を用いて対応すると理解が早い。

* 参考資料

- ・原価計算、原価管理については入門書から専門書まで各種有り、入手が可能。
- ・入門書 ・絵で見る原価計算のしくみ

5. 設計品質についての理解と知識

* 設計段階で市場や顧客への不良品、クレームを出さないための手法や知識の習得。

1) 顧客要求仕様の確認と理解

- ・ここまで知識を元に、顧客要求の仕様(品質)を理解。
- ・関連する規格の調査と確認。内容の理解。
- ・現状品への不満や不具合の調査と確認。

2) 構想設計段階の確認と理解

- ・DR(デザインレビュー)の実施と問題点の抽出。
- ・顧客要求仕様(品質)を満足するか、自社の生産技術力での対応は可能か、生産方法、能力は対応可能か、検査工程と内容の確認を実施する事が必要となる。
- ・CAEを用いた解析評価を実施し、DR時に説明、確認をすること。
- ・適合規格を満足すかもチェック。

3) 試作段階の確認と理解

- ・部品図面の確認、要求仕様を満足する内容となっているか、図面は読み手の誤解を生じない内容か、作図は社内基準、標準規格に合致しているかの確認を実施。
- ・試作評価での確認、評価試験を実施し要求仕様や適合規格を満足しているかの確認、問題点の抽出と対策の実施。
- ・試作品の組立てでの問題点の抽出を実施。

4) 量産段階の確認と理解

- ・量産設備と生産工程での確認を実施し、問題点の抽出を行う。
- ・不具合品の原因確認と対応策の検討と対策を実施、設計時の想定範囲内であることを確認する。想定外の場合の原因と対策。
- ・生産工数は、設計試算の工数内であるかの確認。

* 設計品質は、上記の 1)、2) 項の段階で十分に検討することにより、ノウハウの蓄積にもなる。一般的な品質管理の手法については、解説本が多数出ているので習得を勧めます。

* 参考資料

- ・品質管理については入門書から専門書まで各種有り、入手が可能。
- ・入門書 ・図解 よくわかるこれからの品質管理
- ・技術にも品質はある--品質工学が生む革新的技術開発力

6.その他

- 1) 実装技術 ・コネクタのプリント基板や機器への実装方法は、コネクタ開発に重要な要素となります。 実装方法の理解と必要な仕様を理解。
- ① 実装方法 ・プリント基板への実装(吸着、チャギング、手装着、SMT、DIP、手半田等)
 ・電子機器への取付け(ネジ止め、スリット装着、圧入等)
- 2) 電気、電子の知識 ・電源用コネクタでの高電圧、高電流に対する知識や高周波コネクタに対する理解が必要。
- ① 電源用 ・高定格電圧対応の要件(沿面距離、適合樹脂)、高電流への対応
(コンタクトの導電率、取付け板の電流容量、電線の電流容量)
- ② 高周波用 ・高周波特性(特性インピーダンス、静電容量、減衰量、VSWR等)
- ③ 高速伝送用 ・伝送特性(特性(差動)インピーダンス、挿入損失、静電容量など)
 ・シミュレーションとデーター・アイ ダイアグラム(アイ パターン)
- 3) 製図、CAD ・機械製図の理解。 3D CADの操作と利用。
- ① 機械製図 ・設計品の情報伝達の重要なアイテムであり、設計意図を明確に伝達出来るように習得すること。
 ・幾何公差の使用が推奨されており、理解し使用方法を習得。
 ・自社の製図基準が有る場合は、その基準に従うこと。
* ・解説本は有料、無料問わず多数あり。入手は容易に出来る。
- ② 2D CAD ・操作方法の習得。
 ・自社CADのソフト名、ファイル形式は理解しておくこと。
 ・他の CADソフトとのデーター交換時の変換用の中間ファイルを理解すること。(DXFファイルが一般的)
- ③ 3D CAD ・操作方法の習得。
 ・自社CADのソフト名、ファイル形式は理解しておくこと。
 ・他の CADソフトとのデーター交換の為の変換用の中間ファイルを理解すること。(STEP、IGESファイルが一般的)
- STEPファイル ・比較的新しいファイル形式で変換精度は高い。 使用を推奨。
- IGESファイル ・広く使用されているが、CADソフトにより変換精度が悪くなる。
- フィーチャーベース ・CADの作図工程を表示、保存できる3D CADの方式。 変更が容易。
 中間ファイルに変換することにより、履歴は削除される。

一資料-2 終了 2013-4-20 一 初回
一資料-2 追記 2017-3-24 一
 ・設計試算と設計品質を追加。