

第 3 章 機械設計概要

第3章 機械設計概要

第1節 機械設計と工学

機械や装置などの生産計画は、研究・開発や市場調査などに基づいて立てられる。この生産計画によって、新しい製品をつくったり、これまでの製品を改良したりするわけであるが、製品化する第一歩は設計することであり、作ろうとする機械についてのすべての情報を生み出し決定していくのが機械設計である。

図3-1に機械設計と工学について示す。機械部品の寸法や形状を決める際には、少なからず明確な根拠（理由）が必要で、そのため設計計算などが必要になることがある。その計算は、工学上の分類として材料力学、機械力学、流体力学、熱力学、機構学など多岐にわたる。これらを必要に応じ、設計の基礎計算として用いることとなる。たとえば製品の外力に対する強度の評価をしたいのであれば、材料力学にて許容応力や安全率などを求める強度計算を行う。

これらの設計計算をコンピュータシミュレーションにて行うものをCAE (computer aided engineering) と呼んでいる。近年では設計者がこの様なツールを用いて設計時間の短縮や試作回数の低減などコスト削減に貢献している。しかし、コンピュータシミュレーションの結果を正しく評価するのは人であり、そのためにはやはり先に上げた設計計算の基本をおさえておく必要がある。

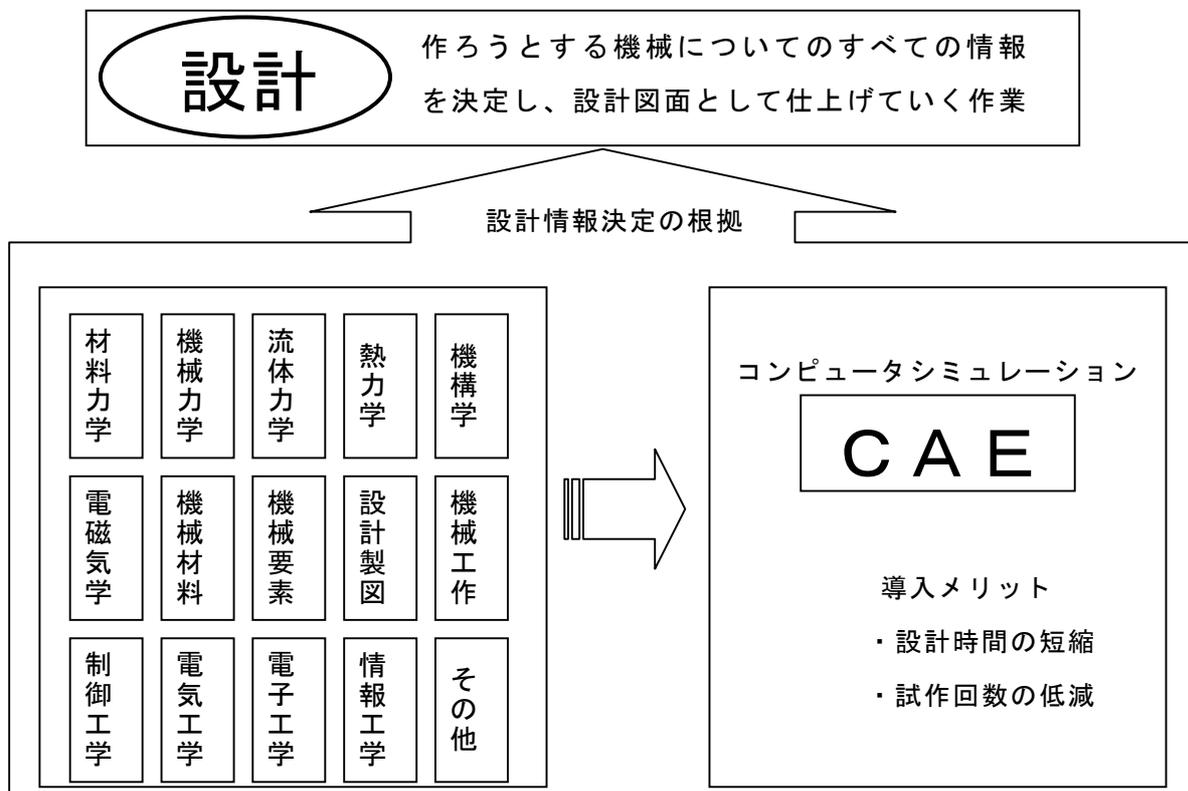


図3-1 機械設計と工学

第2節 製品完成までの流れ

機械を作るためには設計から製作までの工程について知っておく必要がある。

図3-2に製品完成までの流れを示す。

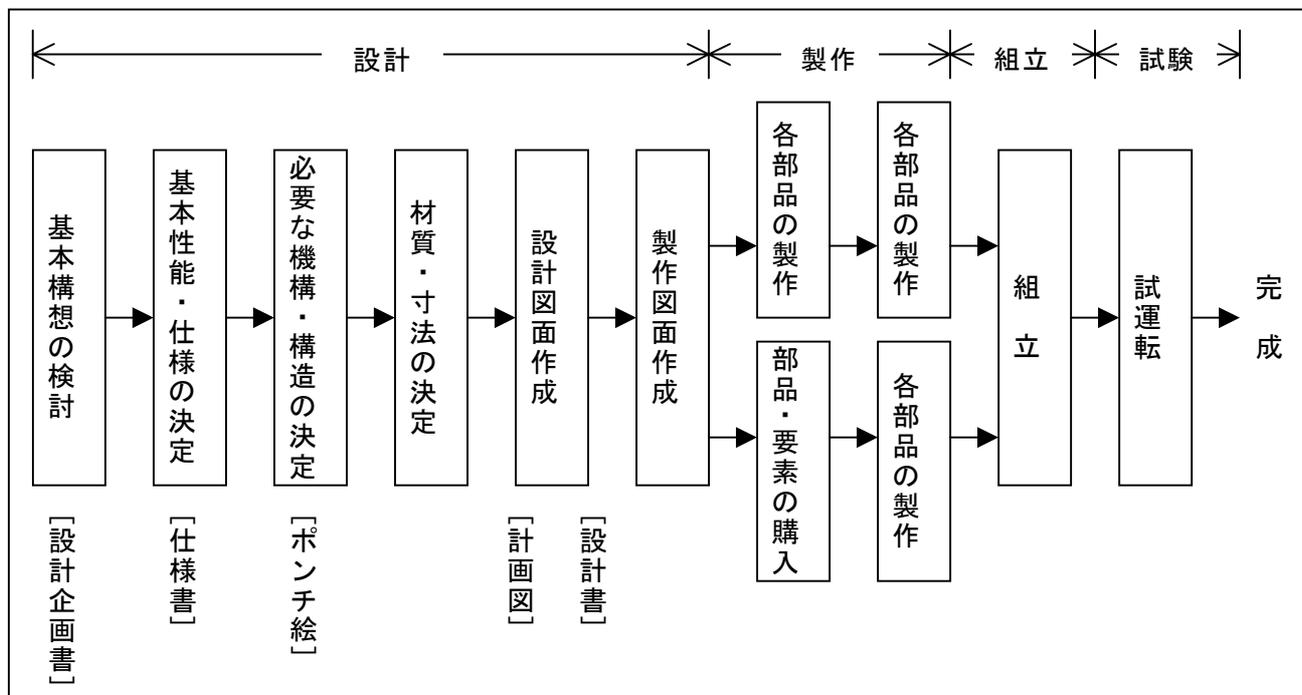


図3-2 製品完成までの流れ

以下に設計工程の概略について具体例を挙げながら説明する。

2-1 基本構想の検討

まず、作ろうとする機械が全体としてどのような機能を目的としているかをはっきりさせ、考える課題を明確にする。例えばロボットを作ろうとする場合、そのものが子供の玩具としてのロボットなのか、産業用で重量物運搬用のものなのか、溶接や組立等を行うロボットなのかなどである。さらに作ろうとする機械が、現在ある機械をさらに改良することを目的としているのか、又はまったく新しい原理・技術を用いるものなのかにより、後の工程に大きく影響する。表3-1に設計企画書の一例を示す。

表3-1 設計企画書例

1. 製作物	作業マイクロロボット
2. 目的	マイクロメカニズムコンテストへ出場するため（作業マイクロロボットは一辺8mmの立方体のサイコロ（重さ0.7gf）を自陣のゴールへ運び込む作業性と走行性を兼ね備えたマイクロメカニズムを目指すものである。）
3. 製作期間	3ヶ月
4. 基本仕様	大きさ 20 x 20 x 20mm 以内
5. 機能と性能	軽量・小形で強力なアクチュエータやエネルギー源、エネルギー伝送、独特なマイクロメカニズムで有効な新機構、位置・姿勢センサ等、優れたマイクロ/ナノシステムであること。作業マイクロロボットではサイコロをつかみ、6の目から1の目に反転させるハンドを持ち、運搬する駆動系が必要となる。

2-2 基本性能・仕様の決定

次に、その目的を実現する定量的な性能（仕様）を決定し、設計したものがこの基本条件を満足するかを常にチェックしていく。上の運搬用ロボットの例でいくと、運搬可能な重量は何 Kg で、移動距離は何メートル、運搬精度、運搬時間などを定量的に決定する。しかし仕様が厳しすぎると、それを満足できるような部品や加工法がないとか、費用がかかりすぎてしまうことになる。表3-2に製作するマイクロロボットの設計仕様について示す。

表3-2 設計仕様書例

1.寸法	幅20mm, 長さ20mm, 高さ20mm以内
2.重量	規定なし
3.材料	2000系アルミ合金, アクリル, ゴム
4.運搬物	1辺8mmのサイコロ(0.7gf)
5.機能	サイコロをつかむハンドの機構 サイコロを6の目から1の目に回転させる機構
6.駆動	前後左右に自在走行が可能なこと
7.動力	電動モータ, 形状記憶合金, パネ
8.制御	マイクロコンピュータ

2-3 機構・構造の決定

次に、その仕様を満足するための機構や動力源等の機械の構成要素を考えていく。従来ある機械の改良を行うのであれば、元の機械を参考にしていくことも出来る。しかし、一つの機能を果たすための機構・構造はただ一つとは限らない。例えば動力源からの回転運動を直線運動に変える機構ならば、ねじ送り機構とリニヤガイドの組み合わせやラック・ピニオン機構、ピストン・クランク機構、油圧駆動などいろいろ考えられる。それらの中から目的にあった最適なものを採用する。これまでにない新しい機能を実現するためには、新しい機構・構造を考え出していかなければいけないが、他の目的で使われている機構・構造の中に今求めている機能に適するものが見つかることもあり、それらを参考にするか、まったく新しい原理の応用を考えることになる。図3-3に機構・構造設計例としてマイクロロボットのハンド機構のポンチ絵を示す。

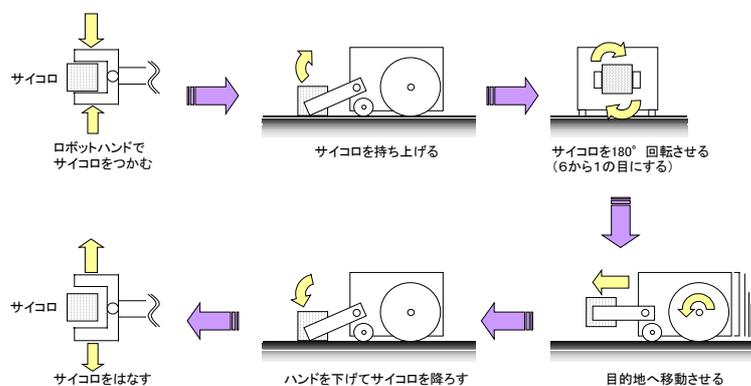


図3-3 ポンチ絵の例

2-4 寸法・材質の決定

寸法は設計する機械のもっとも具体的な情報であり、この情報によりものを作ることができる。必要な機能を満たす機構・構造を具体的に形状に表し、寸法を決めていく。寸法を決めていく条件としては、まず基本的な仕様から主要部分の寸法が決まり、それに合わせて周辺の寸法が決まってくる。また、購入部品の寸法によって、それに対応する寸法を決め、各部品間の配置の関係や加工方法・組立のしやすさ、製品の使いやすさなどを考慮して決めていく。また、目標寸法ピッタリに加工することは不可能なため寸法公差とその基準位置を考慮することも重要である。図3-4に示すようにその内容が製造者に伝わるように寸法の入れ方にも配慮を要する。更に図3-5に示すように寸法精度は加工コスト・組立コストに影響するためこれらも考慮しながら適切な値を選択していく。

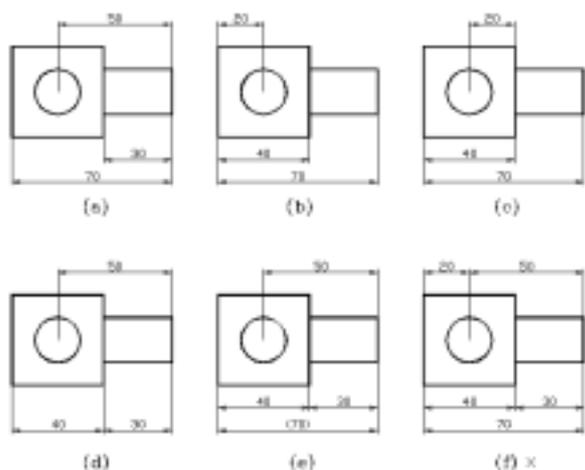


図3-4 寸法指定の違い

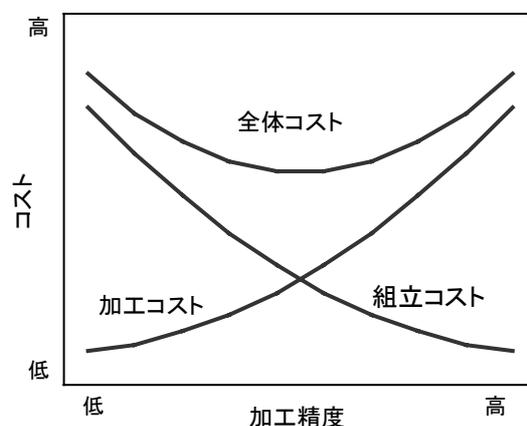


図3-5 加工精度とコスト

さらに必要な強さを満足するように材質や熱処理法、表面処理法を指定する。重量の制約や耐久性なども材質を選定する条件となる。図3-6に主な工業材料の分類を示す。このなかで機械に用いる材料としては鉄鋼材料が主である。これは入手しやすく、安価で、強度が高く、加工もしやすく、熱処理などにより必要な性質を与えやすいなどの特徴があるためである。表3-3に炭素鋼、表3-4に合金鋼の種類と用途例を示す。軽量化を図る場合などは、アルミニウム、マグネシウム、チタンやプラスチックなどを検討する。このように、材料の選定には、使用する材料の物理的性質を理解し、設計においてその材料に働く応力を知ることによって材料の許容応力を越えないように材料の種類や寸法、形状を決定する必要がある。

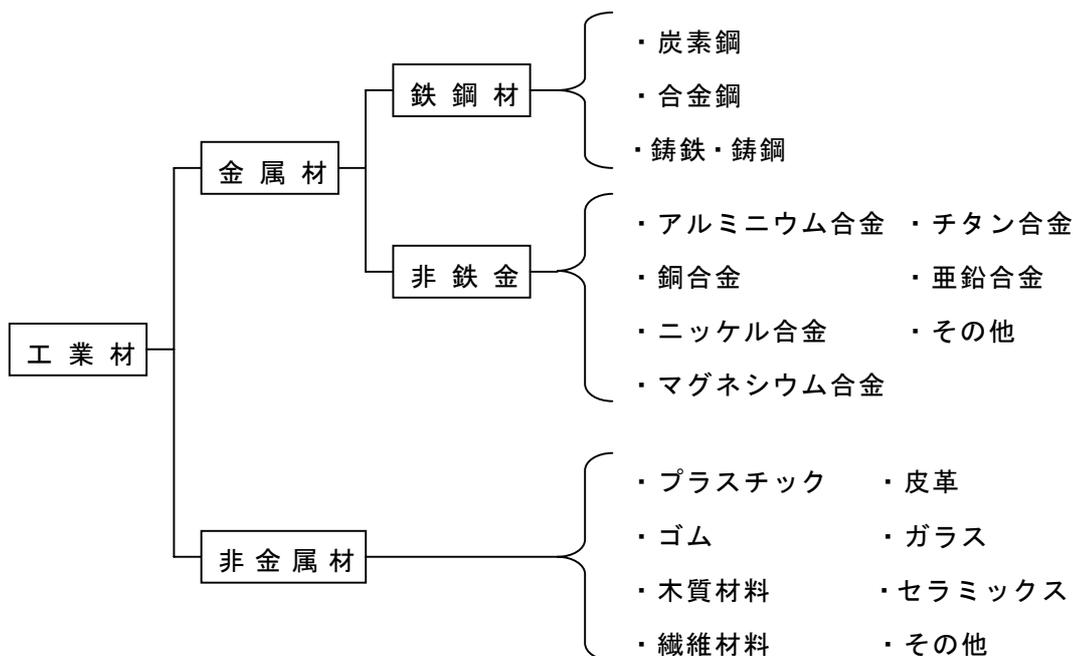


図3-6 主な工業材料の分類

表3-3 炭素鋼の種類と用途例

分類		C %	記号例	備考
構造用鋼	一般構造用 圧延鋼材	規定なし	SS400	建築、橋や船その他一般構造などに用いられ、JIS では引張強さが規定されている
	機械構造用 炭素鋼	0.05~0.6%	S45C	一般構造用鋼材より信頼性が高く、軸・歯車などの機械等の構造用に用いられる
炭素工具鋼		0.6~1.8%	SK1	不純物の少ない高炭素鋼で、刻印、やすり、たがね等の工具類に用いられる

表3-4 合金鋼の種類と用途例

分類	鋼種	主な用途
構造用鋼	強靱鋼 高張力鋼	クランク軸、歯車、ボルト・ナット、キー・軸など 船舶・建築用
工具用鋼	合金工具鋼 高速度工具鋼	切削工具・ダイス型・ポンチなど
耐食耐熱用鋼	ステンレス鋼 耐熱鋼	刃物・食器・台所用品・化学工業装置など 内燃機関のバルブ、タービン羽根、高温・高圧容器など
特殊用途鋼	快削鋼 ばね鋼 耐摩耗用鋼 軸受鋼	歯車、ボルト・ナット、キー・軸など 各種ばね類 クロスレール・破砕機 転がり軸受の軌道輪・転動体

2-5 設計図面作成

すべてを検討して具体的に決定した結果を図面として表す。これを計画図といい装置の各部形状がすべてわかるように描き、すべての寸法や材質を指定する。これとともにどのように考えて最終的な結果にまで達したかを説明する設計書を作成する。設計書には企画の意義や構想、具体化の過程で用いた設計計算や購入部品の選定など、どのように考えてその設計を行ったかをまとめていく。

図3-7に3次元CADを用いて設計した設計図面の一例を示す。

2-6 製作図面作成

計画図で決定した情報をもとに、機械を製作するための個々の部品図や組立図を作成する。部品図は加工する人によくわかるようにし、そして加工間違いが起こらないようにどこが重要な部分であるかがわかるような図でなければならない。また、組立図は組立方法や取扱い方法がわかるような図でなければならない。図3-8に組立図の一例について示す。

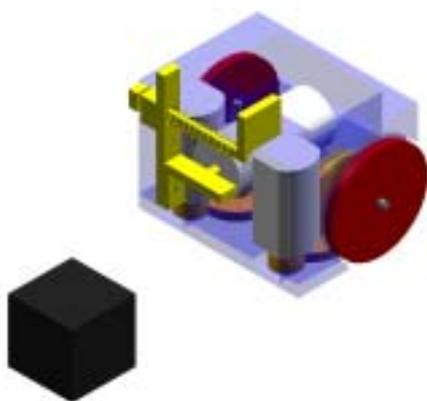


図3-7 3次元CADによる設計例

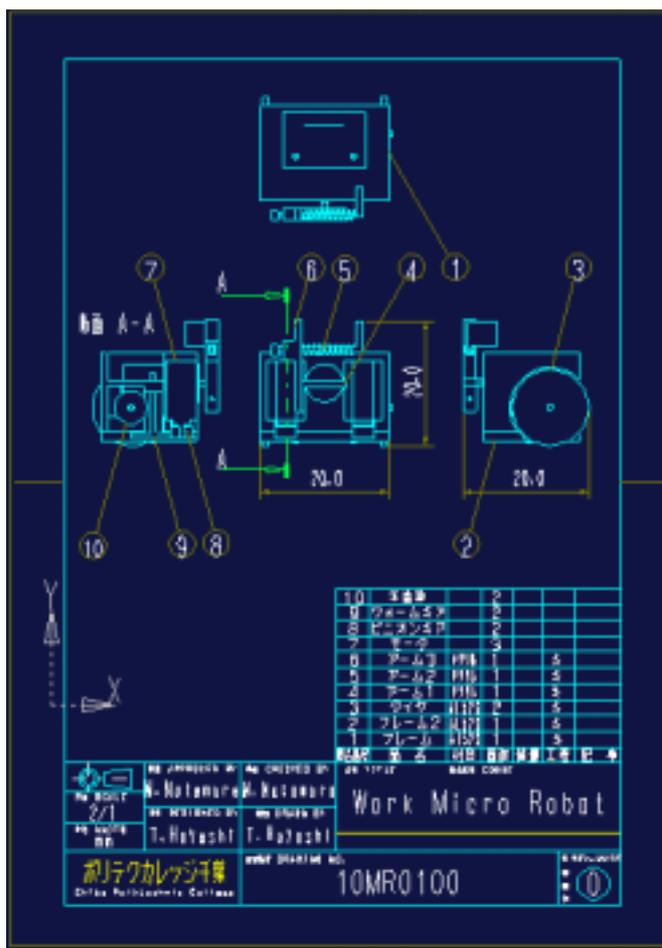


図3-8 組立図の一例

第3節 機械設計の3要素

3-1 メカニズム

機械を構成するメカニズムの設計は、どのような動作を目的とし、動力源からの動力をどのようにして伝達するか、そしてそれらを実現するために必要な構成要素の選定が主となってくる。機械がもっている機能は様々であるが、その中にはかなり共通する基本的な機能がある。

(1) 運動と機構

運動は平面運動、螺旋運動、球面運動に分けられるが、機械部分の運動の多くは平面運動である。平面運動を実現するメカニズムは基本的に直線運動機構と回転運動機構及びその組合せ機構に大別される。目的とする運動を実現するために、各種機構の構成要素からそれぞれの速度特性・動作特性を考慮して適切な選択を行う必要がある。

(2) 動力伝達方法

機械を動かすためには何らかの方法で動力を供給しなければならない。モータや他の機械の動力を伝達する機構が必要になってくるわけである。伝達するための要素として軸やキー、軸継手、歯車、プーリ、チェーン、リンク、カムなどが挙げられる。

(3) メカニズムの構成要素

機械要素としては、動力伝達機構以外にもボルトなどのねじ類やキー、ピン、軸受、ばね、密封装置など多種存在する。機械を構成する要素を表3-5に示す。

表3-5 機械を構成する要素²⁾

機能・目的	機械要素
機械を動かす駆動源	モータ、油空圧シリンダ、エンジン
トルク・回転数・動力を伝達する要素	軸、軸受、軸継手、ベルトとベルト車 チェーンとスプロケット、歯車
動きを変換する要素・機構	ねじ、リンク、カム
制動・緩衝・エネルギーを吸収する要素	ブレーキ、クラッチ、ばね、ダンパ
要素やユニットを固定する締結要素	キー、ピン、ボルト、ナット、リベット
回転や直線運動を案内する要素	滑り軸受、転がり軸受、スライドユニット
流体を伝え制御する要素	管、管継手、バルブ
密封する要素	シール
機械要素を支える部分	フレーム、支持
機械を制御する要素	コンピュータ、インターフェース、 制御プログラム、リレー、スイッチ

3-2 強度剛性

機械要素設計において構造あるいは形状を決定したり、材料を選定したりする際に、材料のもつ強さを考えておくことが重要である。すなわち機械要素がその機能を十分果たすためには、それらが使用中に破損あるいは不都合な変形を生ずることがないように考えておかなければならない。これらは一般に強度設計と呼ばれ、要素に作用する荷重から応力を見積り、それと材料の強さを比較して強度上十分安全であるか、機能上問題となるような変形を生じないかを調べることであるが、強度設計はそればかりでなく、どのような構造、材料を選べば強度上安全となるかを積極的に考えていくことでもある。

(1) 材料の機械的性質

図3-9のように機械の部材に外力が作用すると、変形すると同時に内部に応力とひずみが生じる。この応力 (σ) は、製品や構造物が壊れる (破損する) かどうかを判断する重要な指標であり、外力 (W) を部材の断面積 (A) で割ることによって求められる。

$$\sigma = \frac{W}{A}$$

また、材料の変形量 (λ) を部材の元の長さ (L) で割ったものをひずみ (ε) という。

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{L}$$

軟鋼や中炭素鋼などの部材に外力がかかり、破壊するまでの応力とひずみの関係を図3-10に示す。

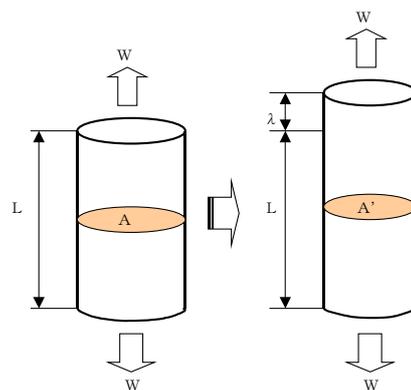


図3-9 荷重による部材の変形

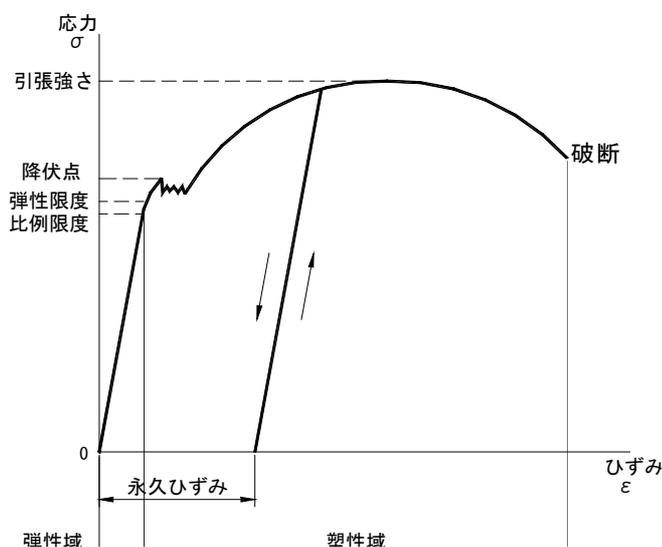


図3-10 応力ひずみ線図

弾性変形領域内では、変形は荷重に比例し（フックの法則）、その比例定数を縦弾性係数、又はヤング率（E）という。

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

弾性変形領域を越えると変形と荷重が比例せず、最大荷重を超えると急激に変形が進行し、破断にいたる。以上は主として引張応力の場合を例として示したが、応力の状態はこの他にも、圧縮、曲げおよびねじりなどが考えられ、材料の強度も応力状態により必ずしも同じでない。実際の機械要素、部材には図3-11に示すように2軸あるいは3軸応力状態の応力が作用することも多い。このような多軸応力状態での降伏条件としては、代表的なものとして次のようなものが考えられている。ただし主応力を $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ とし、また1軸応力状態での降伏応力を σ_y とする。

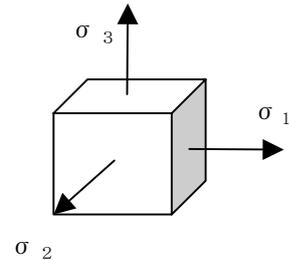


図3-11 3軸応力状態

・最大主応力説

最大主応力が一定値になったときに降伏すると考える説で、降伏条件は、次式で表される。

$$\sigma_1 = \sigma_y \quad , \quad \sigma_3 = -\sigma_y'$$

ただし、 $-\sigma_y'$ は圧縮の降伏応力を示す。

・最大せん断応力説（トレスカの降伏条件）

最大せん断応力が材料固有の値に達したとき、降伏現象が現れるとする説で、最大せん断応力は、

$$\tau_{\max} = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$$

で与えられる。

・最大せん断ひずみエネルギー説（ミーゼスの降伏条件）

せん断ひずみエネルギーが一定値になったとき降伏するもので降伏条件式は、

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2 \sigma_y^2$$

となる。

脆性材料では、最大主応力説がよく適合し、延性材料に対しては後者の二つの説がよく用いられる。

各種、工業材料がどのような機械的・物理的性質をもっているかを理解したうえで、

材料の選定をしなければならない。また、CAEによる構造解析などにおいても材料の機械的性質・物理的性質を知らなければ適切な結果を得ることはできない。

表3-6に各種材料の機械的・物理的性質を示す。

表3-6 材料の機械的・物理的性質

材料	材料 記号	降伏点・耐力 [N/mm ²]	引張強さ [N/mm ²]	縦弾性係数 [kN/mm ²]	密度 [g/cm ³]	ポアソン比	線膨張係数 [10 ⁻⁵ /K]
一般構造用鋼	SS400	245 以上	400~510	206	7.87	0.31	1.1
低炭素鋼	S20C	245 以上	400 以上				
高炭素鋼	S45C	490 以上	685 以上				
ニッケルクロム鋼	SNC631	686 以上	834 以上				
鋳鋼	SC450	225 以上	450 以上				
鋳鉄	FC250	-----	250 以上				
ステンレス	SUS304	205 以上	520 以上				
ばね鋼	SUP6	1080 以上	1226 以上				
純アルミ	A1050-H112	20 以上	65 以上	72	2.7	0.33	2.4
アルミニウム	A2017-T4	215 以上	345 以上				
	A5052-H112	70 以上	175 以上				
無酸素銅	C1020	70 以上	195 以上	130	8.89	0.34	1.67
黄銅	C2600	-----	275 以上	101	8.53	0.35	1.8
りん青銅	C5191	-----	315 以上	120	8.89	0.38	1.7
プラスチック	PP	-----	30~39	0.5~3	1~2		7~10
セラミックス	Si ₃ N ₄	-----	-----	240~400	3~4		0.2~1

注 ・材料記号は代表的なものを記載している。

・上記の値は合金元素や熱処理の状況、温度、形状、製造法、その他の要因により変化するものもあるため、参考値としてご覧ください。

(2) 荷重、応力の種類

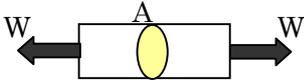
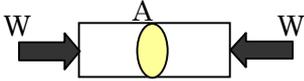
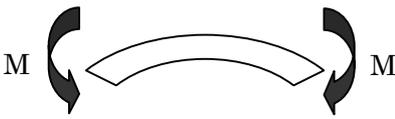
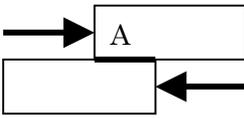
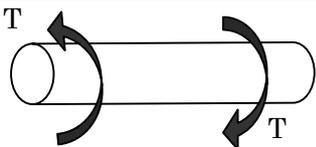
部材の強度を検討するには作用している荷重の種類を知らなければならない。

荷重を分類する場合、荷重のかかる向きや作用の仕方による分類、時間に対しての荷重変化に対しての分類、荷重の分布状態による分類等がある。

a. 荷重の作用による分類

部材にかかる荷重の作用の仕方（荷重のかかる向き）によって表3-7に示すように分類される。

表3-7 荷重の作用による分類

荷重の種類	作用状態	応力
引張荷重		$\sigma = +\frac{W}{A}$
圧縮荷重		$\sigma = -\frac{W}{A}$
曲げ荷重		$\sigma = \frac{M}{Z}$
せん断荷重		$\tau = \frac{W}{A}$
ねじり荷重		$\tau = \frac{T}{Z}$

注： σ ：引張・圧縮応力
 τ ：せん断応力
 W ：荷重
 A ：断面積
 M ：曲げモーメント
 Z ：断面係数
 T ：ねじりモーメント

b. 時間的に見た荷重の分類

機械要素に加わる荷重は、荷重の加わる速さにより静荷重、動荷重に分類される。その分類を表3-8に示す。

静止する荷重を静荷重といい、代表的なものとして自重による荷重などが該当する。静荷重に対する強度は、引張強さあるいは降伏点の問題となるが、永久変形を生じては困る場合は、荷重を弾性限度内に制限する。

動的に作用する荷重を動荷重といい、このうち繰返し変動するものを繰返し荷重、大きさのみでなく方向も変わるものを交番荷重という。機械・構造物に作用する荷重は、通常は静止状態にあることは少なく、一般には変動する荷重であり、この場合は疲労強度が問題となる。大きな加速による荷重を衝撃荷重といい、衝撃的に繰返し作用するものを繰返し衝撃荷重という。衝撃荷重が作用する場合、その最大値が予期せぬほど大きくなる場合があり、また、高ひずみ速度では脆性的な破壊を引き起こすことがあるので注意を要する。

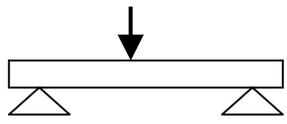
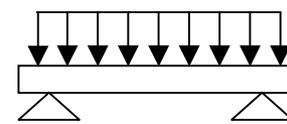
表3-8 時間的に見た荷重の分類

静荷重		時間に対してほとんど変化しない一定荷重
動荷重	繰返し荷重	同じ荷重振幅が繰返し作用する
	交番荷重	繰返し荷重のうち、力が作用する方向も変化するもの
	変動荷重	時間によって荷重の大きさが変化する
	衝撃荷重	瞬間的に外から作用する荷重

c. 荷重分布別による荷重の種類

表3-9に荷重分布別による荷重の種類を示す。集中荷重には図のように一点にのみ荷重がかかる場合と、複数点かかる場合がある。また、分布荷重にはある範囲に等しい荷重がかかる等分布荷重と、不均一な荷重がかかる不等分布荷重がある。

表3-9 分布別による荷重の種類

種類	内容	分布様式
集中荷重	小さい範囲に集中して作用する荷重	
分布荷重	ある広さの範囲に分布して作用する荷重	

(3) 許容応力と安全率

われわれが使用する機械や構造物は使用期間中に有害な変形や破壊することなく、安全にかつ十分にその機能を果たさなければならない。したがってそれらの部材に生ずる応力は、その材料が変形や破壊を生ずる応力と比較して十分に小さく安全な応力でなければならない。このような応力を許容応力といい、材料に有害な変形や破壊を生ずる基準強さ (σ) と許容応力 (σ_{al}) とはつぎのような関係がある。

$$\sigma_{al} = \frac{\sigma}{S}$$

S は安全率である。安全率は構造物や部材が不測の荷重を受けても安全であるように設計時の応力を危険な応力よりも十分小さくするために用いる係数であって、一般に各種の条件によって決まる。一般的に用いられる安全率を表3-10に示す。

表3-10 安全率

材料	静荷重	動荷重		
		繰返し荷重	交番荷重	重衝撃・変動荷重
鋼	3	5	8	12
鋳鉄	4	6	10	15
木材	7	10	15	20
石材・レンガ	20	30	—	—

(4) 安全寿命設計と損傷許容設計

安全寿命設計とは、部材の使用中に有害となる損傷を起こさせないように設計する方法である。設計においては、まず適当な資料または実験結果からその部材の平均寿命を推定し、その平均寿命を安全率で割り、寿命のばらつきのうち最も短いものでも損傷を生じない安全寿命を求めておき、この部材が使用中安全寿命に到達すると、これを廃却して新しい部材と交換する方式である。これはばらつきのうちで寿命の最も短い部材を対象としているので、寿命の短い部材に対しては妥当であるが、寿命の長い部材に対しては、まだ十分使用に耐えるにもかかわらず、早期に廃却ことになり不経済である。

これに対しフェール・セーフ設計は、部材に使用中損傷が発生しても、構造の残った部分が定められた荷重を負担し、致命的な損傷を引き起こさないようにしておき、破損した部材を定期点検で発見し、補修あるいは交換をしようとする考え方である。航空機など損傷がすぐ大事故につながるものの構造設計ではフェール・セーフ設計や、さらにこの考え方を進め、使用中損傷が発生しても、それが次の定期点検までに、あるいは全使用期間中に致命的な大きさにならないようにしておく損傷許容設計が積極的に取り入られている。

3-3 コントロール

図3-12に自動化機器の構成要素について示す。メカニズムに目的の動作をさせるためには、駆動源としてモータやシリンダなどのアクチュエータが必要であり、センサによりその位置や動作などの状態をセンシングする。そしてコントローラによりメカニズムの動作を制御する。

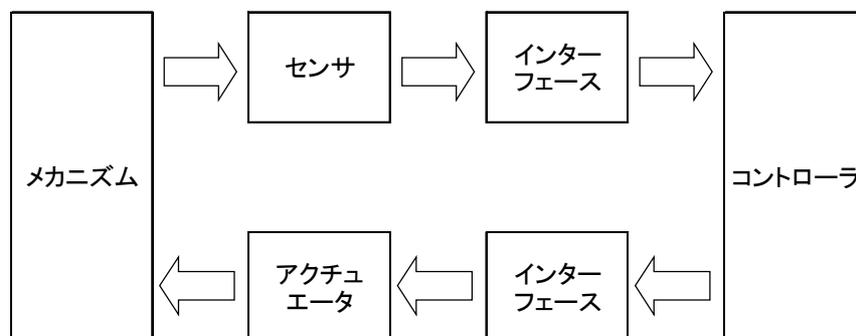


図3-12 自動化機器の構成要素

(1) 制御方法

コントローラによる制御方法は、メカニズムをどのように動かすかを決定するプログラムによるソフトウェア技術も含めて重要な要素である。その制御方法は大きく二つに分類できる。

a. シーケンス制御

複数の工程の作業を次から次へと段階的に進めていき、その順序と時間、条件を制御するもので、アクチュエータなどの機器をスイッチやリレー接点の ON-OFF により制御する方法である。

b. フィードバック制御

制御対象となる機器の変位や速度などの状態を、一定値に維持したり目標値に近づけたりする制御方法であり、目標値が不変の定値制御と、目標値が時間と共に変化する追値制御が挙げられる。制御対象の状態はセンサにより検出されコントローラにフィードバックし目標値と比較して所定の値になるようアクチュエータにて調節される。

(2) 制御機器

リレー回路や TTL ロジック回路、プログラマブルコントローラ、マイクロコンピュータ、パソコンが挙げられる。

(3) センサ

センサとは、人間の感覚機能である視覚や聴覚、触覚、嗅覚、味覚の五感といわれるような機能に相当する検出素子である。制御対象となる機器の位置や変位、速度、加速度、力、角度、温度などの物理量を検出するものであり、自動化機器に使われるセンサとしては、高精度で高速な耐環境性に優れるものが要求される。

第4節 その他機械設計で考慮する項目

機械設計で考慮しなければならない要件は機構や強度のほかにもいくつか存在し、それらを考慮して実際の形状や寸法が決定される。以下にその一例を挙げる。

4-1 加工法・組立・分解・操作性

形状の決定には先に述べた強度などの問題もあるが、設計したものが作れないことには話にならない。そこで加工できる形状とはどのようなものかを知っておく必要がある。加工といっても切削加工や塑性加工、鋳造、溶接など多種多様なものがあるが、それぞれの加工法で加工可能な形状と精度を把握しなくては適切な設計はできない。しかし、加工方法や加工精度などは技術革新により日々進歩しているため、従来の加工方法に固執しすぎるのは、必ずしも適切ではない。

各パーツは加工できても、それらを組立できなければ製品にならないし、組立後分解の必要があるかどうかも検討しなければならない。組立・分解のしやすさも設計時に考慮しておく必要がある。

また、ユーザーの側に立った設計として、製品の使いやすさが挙げられる。

4-2 耐久性・安全性

耐久性を考え、長い期間にわたり製作当初の強度を損なわないような工夫が必要である。さびなどの腐食に対する対策などはその1つである。

また、設計した機械に回転部分や鋭利な突起などがある場合は、カバーなどで危険部分を遮断し、スイッチ類などは誤操作などの起こしにくい配置を考え、誤動作・故障などが起きた場合でも、常に安全側に制御するようにしなければならない。このような設計をフェール・セーフ設計という。製造物責任法（PL法）の制定により、製品の欠陥によってユーザーに危害が加わった場合、多大な賠償責任を負うこととなる。

そして、環境汚染や騒音、振動又はリサイクルの問題など、環境に配慮した設計を心がけなければならない。

4-3 標準・法規

共通の部品やユニットを使えるように、また機械どうしの互換性、継続性が持てるように標準や規格ができています。日本での国家的な工業規格としては日本工業規格 JIS (Japanese Industrial Standards) があり、各国がそれぞれの国内での規格を定めている。しかし、急速な技術革新、製品の輸出入の増加に伴い、国際的な工業製品の規格統一化が必要になってきた背景から、国際標準化機構 ISO (International Organization for Standardization) が設立され、国際規格を制定している。グローバルな製品開発のためには、各規格に準拠した設計は必要不可欠である。

参考文献

- 1) 米山猛：機械設計の基礎知識，日刊工業新聞社(1993)．
- 2) 畑村洋太郎：続・実際の設計，日刊工業新聞社（1992）．
- 3) 熊谷卓：実践自動化機構図解集，日刊工業新聞社(1990)．