

製図とは、不変の技術である

(設計の創案の創出をめざして)

Mechanical Drawing is an Unchanging Technology

(Aiming at Creation of a Proposition with a Design)

○平野 重雄 (名, 東京都市大学 株式会社アルトナー Shigeo HIRANO)
喜瀬 晋 (賛, 株式会社アルトナー Susumu KISE)
関口 相三 (賛, 株式会社アルトナー Sozo SEKIGUCHI)
奥坂 一也 (正, 株式会社アルトナー Kazuya OKUSAKA)
荒木 勉 (正, 筑波技術大学名誉教授 Tsutomu ARAKI)

1 はじめに

未知のものをどう創案して設計し、どのようにつくるかを探求し、実際に具現化する設計力を養わなくてはならない。言い換えると、設計の初期段階で仕様を基に設計の諸元、仕組みを表現するポンチ絵を作成する。さらに客先のこういうものを考え設計して欲しいという要求を絶えず模索し、ヒントを探し求めポンチ絵にする。このプロセスこそ機械設計の原点である。

若手設計者の設計の完成度の向上を目指して、種々の教本を利活用している。本報は、機構学の基礎的な書籍である「メカニズムの事典」の主要な二次元図と三次元図の関連性を明確にする教材の開発を行ったのでその概要を報告する。

2 育成方法と教材の開発

昨今の若手設計者は図面が苦手で「読めない・描けない」と言われている。弊社においては、技術研修の全工程を5%短縮し、手描きによる製作図の作成の研修を導入している。この研修では頭の中で形状を認識し立体モデリングを行う必要があり、苦手を感じる研修を行うことで、設計製図の不鮮明な部分と絵と図面が理解できるように取り組んでいる。

そして、一般的な傾向としては、三次元形状モデルの直観性に依存している。したがって、三次元画面が無い場合、空間的な想像力が落ちている傾向がある。また、教育機関で受講した機械系科目の内容圧縮などにより、基礎力が弱まり図面の読図、材料・基礎工学・機構学などの学習能力も低下している。

そこで、三次元形状の特徴を分析し、仮想空間と現実空間の互換型の教育内容を検討した。このことは、三次元形状モデリング技術(設計=形状の決定=あいまい決定と形状の工夫)を習得することにより機械設

計者としての技術スキル向上に繋がるものと考えている。

ここ数年の若手設計者と新入社員の技術研修で明らかになったことは、①広い工学知識はあるが、真の基礎知識が欠けている。②メカニズムの構築ができない(要素設計のみでは不十分)である。

どのような製品でも、機能が増えると中身が複雑になる。また、分野の異なる技術を組み合わせる機会も増加する。これらを総合して製品全体での複雑さが高まる。そして内容が複雑になるほど指数的に設計の難しさは増し、成功の確率は下がることになる。

このような状況では、設計の内容を把握する技術が求められる。例えば、①全体の構成は妥当か。②構成している各部の整合性は確保されているかである。このように、いろいろな視点から設計内容を把握する必要がある。そうしなければ、設計の質を高く保てないのである。これらを踏まえて創造力と設計技術のスキルアップを図らなければならない。

また、自主性も重要である。設計者にはある程度の自由を保障しながら、目標や条件を規定することで、設計の大枠や方向を示さなければならない。各設計者には、自主性を促しその範囲内で最大限の力を発揮してもらおう。これが現実的で最善の方法である。

考え悩むことで無限の知恵を自ら引き出せるとすると、考えながらアイデアを創出しポンチ絵で書き留めることは設計作業の本質であり、これからもこのことを外しては機械設計業務のスキルアップはあり得ないと考えている。自分の能力でそれなりに物事を解決すると達成感を感じ、それが一つの自信となり、充実感を得る。それを足掛りにして次のステップに進むことが出来る。このことが技術研修の狙いである¹⁾。

3 「メカニズムの事典」について

伊藤 茂 編による「メカニズムの事典」は、1983年に「新編・機械の素」を改定・縮刷され理工学社

から発行された²⁾。

ここで、はしがきを引用する。「最近、わが国の機械工業の進歩は著しく、ことに近年ロボットの進出は、各国の注目するところである。ロボットも何組かの機構の複合になる機械であり、その意味では、本書とのつながりが、きわめて強いことは、改めていうまでもない。高精度を必要とする長時間にわたる連続作業や、人体に危害を及ぼす諸作業等々、今日では幾多の難関が、ロボットによって突破される場面も多くなりつつある。本書“メカニズムの事典”が、新しい時代の機械工学系学生や技術者をはじめ、広く“発明”を志す方々の“虎の巻”として活用されることを念願してやまない」。

現在の発行はオーム社で、1912年から多数の技術者と学生に購読（愛用・愛読）された名著である。

次に目次を記す。1. 機械の部分品および器具。2. 四節機構。3. スライダ クランク機構。4. クロス スライダ クランク機構。5. 立体機構。6. 平行クランク。7. はかり（バランス）。8. 2, 3, 4 の変形機構。9. 歯車および歯車装置。10. 変形歯車。11. 平行運動。12. 近似平行運動。13. パンタグラフ（縮図器）。14. ベルト車とロープ車。15. 鎖伝動装置。16. ロープを用いた仕掛け。17. つめとつめ車。18. カム。19. ゼネバ ストップおよび類似の機構。20. エスケープ。21. じょうおよびじょう仕組。22. ねじの利用。23. ばねの利用。24. 摩擦を利用した装置。25. 摩擦を軽減する装置。26. 軸継手。27. 回転ポンプ・送風機類。28. 複式機構。

凡例の一部を記す。1) 機構および簡単な機械を一括統合して記載し、その作用によってこれらを類別している。2) 図は正投影画法または斜投影画法によって表すか、あるいはその骨組みを略図で描き、読者に実物を想像させることができるように構成されている。3) 物体の関係位置、隣接部分、運動の位置、破断箇所などを示す場合には一点鎖線が用いられている。4) 一定の位置において回転するかまたは静止する軸を表す場合には黒円が用いられている。5) 滑動する部分で軸受・フレームなど、特に静止部分を表す必要がある場合には、その部分を黒く塗るか、または斜線を施して示している。

本書の図例の総数は 723 図である。その中で標準部品、例えば、単体のねじ、歯車、ばね、軸受、フランジ型固定軸継手、ベルト車、ロープ車、チェーンなどの 175 図は三次元図の対象外とした。また、部分的な構造・機構のじょう（錠）、回転ポンプ類の 102 図についても対象から外している。

現時点では、二次元図を三次元図に置き換え、機構の仕組み、構成部品類の関連性を明確にして容易に理解できるように教材開発を行っている。機構が共通の図は一図にまとめ作製した三次元図は 250 図である。

4 開発中の教材の外部評価について

現在も作製中であるが、教材の一部（機構の解説を含む二次元図と三次元図の図例 30 図）を社外の企業 10 社で機械系の新入社員の技術研修担当の方々に有用性の評価をお願いした。詳細事項は省略するが、次のような意見をいただいた。

◇機構の二次元図とその三次元図が的確で、共感できるものがあり新入社員の教育の一部として使わせていただきたい。

◇若手設計者を教育していく上で、良い教材と思っております（2 社）。

◇内容に共感することが多く若い人や同僚に伝えます。

◇新入社員向けに活用させていただきます（2 社）。

◇若手社員のレベルアップを図ると共に、技術伝承を行う過程において、有用であると判断します。

◇技術研修の在り方の一つのキーになると考えています。参考にさせていただきます。

◇固有の技術・能力は OJT で身に付けさせるとして、基本的な幅広い知識の吸収、物事の考え方、問題の対処方法などの基本的な骨格は、早いうちに正しく教え込む必要があると考えています。その意味において、この教材は役に立つと考えています。今後、試してみたいと思っています。

◇大学専攻科目の多様化に伴い、若手技術者のレベルや専門知識の偏りの対応に苦慮しています。この教材はそんな若手技術者に必要な基本的な分野（機構学）の考え方がわかりやすいので参考にさせていただきます。

5. むすび

設計業務に初めて携わる段階でよく悩むことのひとつに、設計者の経験やバランス感覚で決定する事柄についてである。経験者には当たり前のことが若手設計者にとっては、いくら考えても解らない、非常に素朴な疑問となっている。

このように設計を進める中で規格や論理的な計算で定められないことが多くある。これらの素直な疑問には、例えを引用し簡単に答えることを心掛けている。そして、技術の伝承のひとつの目的として纏められた実例が豊富な教材の利活用は、若手設計者の育成に有用である。

参考文献

1. 喜瀬 晋，平野重雄：企業における新入社員研修の一事例（テクニカルスキルと人間力について），設計工学，54，3（2019），163。
2. 伊藤 茂 編：メカニズムの事典，オーム社，（2018）。