

設計教育とデジタルエンジニアリング

1. 設計教育の必要性

現在の日本の産業は、独創的な発想、設計による高付加価値な製品を実現していく必要があり、大学教育も学生のそのような志向を涵養するべきであろう。筆者は、東京大学工学部機械系の一学年に対して、以下のアンケートを2年後期、3年前期、3年後期に追跡的に実施した。

設問：「以下の四つについて、自分が得意である、好きであると考える相対順位を回答せよ」。

選択肢：①これまでになかったような独創的な設計案を考案する、②さまざまな要因をバランスよく組み合わせ問題と解決する、③問題を分析しその構造や性質を解明する、④幅広く多くの知識や情報に通じている。

集計結果を図1に示す。たとえば「独創的設計」を1位として回答した学生の割合は、2年後期で17%、3年前期で13%、3年後期で9%であった。この結果は独創的設計への志向が高くない可能性を示しており、筆者らはその志向を高めたいと考えている。機械工学において、現象の解析に比べ設計や創造的思考は理論的な体系が確立されておらず、学生に設計や創造の機会を与え経験を通して教育することが効果的である。

2. トップを伸ばす教育と最低ラインを底上げする教育

企業などの現場においてチームにより行われる設計では、チームのメンバー全員が一定以上のレベルにあることが重要なAND型の側面と、チーム内でのトップのレベルの高さが重要なOR型の側面とがある。システム全体の信頼性が構成要素の信頼性の積で決まる場合、システムを構成要素ごとに分担してチーム設計する作業はAND型に近く、いっぽう、チームによる方針や企画の策定において、チーム内で出された発想や案の中で最も優れたものを基に議論が展開される場合はOR型に近いと考えられる。

したがって、大学の設計教育においても、学生全員の最低ラインを底上げする教育と、(必ずしも学生全員ではない) トップを伸ばす教育の両側面が必要である。以下では、東京大学工学部機械系の設計教育の例⁽¹⁾を概説する。

3. CADを用いた設計・製作

大学での設計教育において、課題が図面やCADモデルの作成で終了すると、教員が指摘する以外には設計の優劣が結果に現れず、設計の重要性を実感をもって学生に教育することができない。そこで、三次元CAD (Solid

Edge, シーメンスPLMソフトウェア)を用いて学生4~5名のチームによりスターリングエンジンを設計し、作成した図面を用いて学生自身が部品加工、組み立てし、運転して性能を計測する必修課題を、学生全員に与えている(図2)。見本となる設計例は提示するが、できるだけ独自の設計を考えるように指導しており、結果としてさまざまな構造のエンジンが設計、製作される。

4. CAD/CAE/ RP/CAMを用いた振動設計

三次元CAD, CAE, RP (Rapid Prototyping), CAMなどのツールを駆使して、ある制約条件下で要求機能や性能を達成する方式や形状を設計する課題として、揺れない片持ばりを設計する必修課題を、学生全員に与えている(図3)。この課題では、学生が三次元CADおよび有限要素解析ソフトウェア(ANSYS, サイバネットシステム)を用いて設計・解析し、ABS樹脂のRP(FDM-8000, Stratasys)またはA2017(ジュラルミン)のワイヤカットで製作した片持ばりを加振器に取り付け、周波数を掃引して加振する際に梁(はり)先端のゲイン(先端変位/加振変位)の周波数応答関数を計測する(スキャニングレーザドップラ計PSV-300F, Polytec Japan)。この周波数応答関数ができるだけ1から外れないような片持ばりの形状を設計せよという課題である。この課題では、梁実物のCCD画像により振動の様子を現実感のある動画で確認できるため、固有振動数、モード形状、共振といった振動学の基本概念についてより深く理解できるだけでなく、それらの概念を解析のみでなく形状の発想につなげる思考を体験できる。

5. 実践的設計教育：学生フォーミュラ

前記2例は、機械系学生が習得すべき必修課題として学生全員に与えられている。いっぽう、より高度で実践的な設計、ものづくりの体験を希望する一部の学生に対しては、(社)自動車技術会主催の全日本学生フォーミュラ大会に出場する一連の過程を体験する課外活動を学科として支援している⁽²⁾。これは、所定の規格を満たすフォーミュラカーの企画、設計・製作、広報、渉外活動のすべてを学生自らの手で行い、また車両性能だけでなく、コスト、デザイン(設計手法等)、プレゼンテーションなども自動車会社の技術者等による審査を受ける、実践的な内容となっている(図4)。

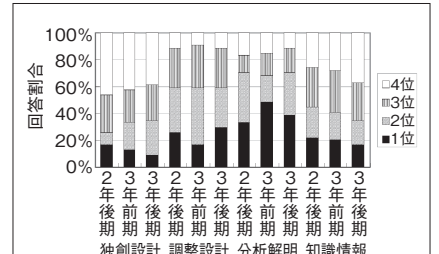


図1 学生アンケート結果 (回答 54名)

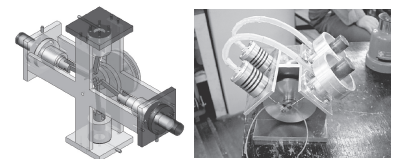


図2 スターリングエンジンの設計・製作

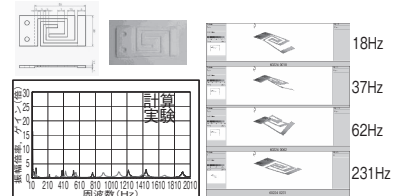


図3 片持ち梁の振動設計

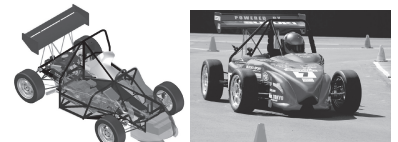


図4 学生フォーミュラ

6. おわりに

以上で述べたような設計教育を大学で行うにあたっては、CAD, CAE, RP, CAMなどデジタルエンジニアリングを活用することが有効であり、ソフトウェアベンダからも教育支援プログラム(たとえば文献(3))が提供されている。そのような枠組みなどを活用し、学生の創造的設計への志向を高める設計教育を行っていくことが期待される。

(原稿受付 2008年1月8日)

[村上 存, 濱口哲也, 草加浩平 東京大学]

●文献

- (1) 村上 存・ほか, 東京大学機械系三学科における3次元CADによる設計教育, 設計工学, 42-11 (2007), 621-629.
- (2) (<http://utfm.com/>)
- (3) Hans-Kurt Lübbertstedt, "GO PLM (Global Opportunities in Product Lifecycle Management)" Overview: Training Tomorrow's Product Engineers, Siemens PLM Software - GO PLM Program Forum in Tokyo, 2007-10.