

2403 自動車開発のための統合化CAEへの 1考察

長松, 昭男 / SUMIDA, Shizuo / NAGAMATSU, Akio / 角田, 鎮男

(出版者 / Publisher)

日本機械学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

設計工学・システム部門講演会講演論文集

(号 / Number)

12

(開始ページ / Start Page)

327

(終了ページ / End Page)

328

(発行年 / Year)

2002-11-27

2403 自動車開発のための統合化 CAE への 1 考察

A Study on Integrated CAE for Automobile Development

○正 長松 昭男 (法政大) 正 角田 鎮男 (キャテック)

Akio NAGAMATSU, Hosei University, Kajino-cho, Koganei-shi, Tokyo
Shizuo SUMIDA, CATEC Inc.

Concept and use of virtual product are studied in order to realize fully integrated next age CAE for development of automobile. A concept of virtual product is introduced using a new modeling approach proposed by the authors. Structural content and construction method of virtual product is presented. It is mentioned how to use virtual product for successful automobile development.

Key words: Modeling, Automobile Development, CAE, Virtual Product, Functional Model

ま え が き

自動車業界では、グローバル情報化を背景にした熾烈を極める世界規模の生存競争に勝ち残るために、製品を丸ごとコンピュータ内に再現できる仮想製品を構築し、これを核に統合化した CAE を用いて、企画、設計、試験を通した開発全体を、同時並行的かつ組織横断的に進める動きが生じつつある⁽¹⁾。著者らは、この仮想製品実現への基礎的研究を行ってきた。まず、その鍵となる新しいモデル化手法とそれを具体化する機能モデルを提案し^{(2)・(6)}、それを用いてエンジンとパワートレインをモデル化した^{(7)・(9)}。

著者らは、自動車メーカーの現場において、これらの基礎研究に基づく仮想製品を構築し展開し実用しつつある。本論文では、その概念・構成・運用方法の概略を紹介する。

開発の阻害要因と解決策

自動車メーカーにおける企画・設計・試作試験の開発プロセス全体にわたる製品の目標や妥当性の筋通しは、通常品質機能展開(QFD)などを用いて行われている。開発の仮想化を視野に入れるとき、現状のこの展開には、図1の上部と中部に示す以下の問題が浮び上がってくる。

まず、QFDは過去の経験を拠所にした統計的手法であるから、新製品開発への適用には限界がある。そのため開発活動は、担当者個々の英知と経験と勘に頼らざるを得ず、技術の客観性を前提とする仮想化が困難になる。

次に、開発プロセス全体は経営面での一貫性と網羅性を主目的に管理されており、その中に技術的内容が課題毎に脈絡無しに経営情報に組み込まれ、プロセスを寸断している。また、技術を支える工学は、専門分野毎に固有の方法で直接開発に導入されている。そのため、技術面での製品の筋通しが困難である。

これらの問題を解決するには、図1部と中部の×印を避けて下部に変える必要がある。まず、固有の法則と理論に基づいて展開されている電気、固体、流体、熱などの専門分野間の越え難い壁を除き、工学全体を共通化できるダイナミクスを導入し、それに基づいた工学体系を構築する。

一方では、従来ばらばらに QFD の中に組み込まれてい

た技術情報を整理して開発に沿った技術体系とし、これを上記の工学体系と融合して製品をモデル化する。このように、QFDによる製品展開から一旦独立させた技術情報を基に作成した仮想製品を、図1左矢印のようにQFDと連結する。また図1右矢印のように、経営情報はQFDで技術情報は仮想製品で管理しながら、開発業務を進めていく。

これを開発プロセスに沿って展開すれば、図2のようになる。図2は、左がQFD、中央が仮想製品、右が実製品であり、製品はこれらの3本柱によって部品へと目標展開される。まだ実体が存在しない企画・設計段階ではQFDと仮想製品を関係付けることにより仮想試験を実施し、展開の水準毎に目標の妥当性・整合性・実現性を検証し、ネック技術を洗い出し、解決方法を検討する。一方試験段階では、統合の水準毎に実機試験と仮想試験を関係付けることにより、モデル同定・性能チューニング・不具合対策を行う。従来は図2中央の柱がなかったので、企画・設計段階で経営効率や目標達成度を予測し、実体を試作して初めてそれらを検証してきた。そのため、個々の目標毎に予測・検証・対策の循環を多重かつ無制限に繰り返さざる

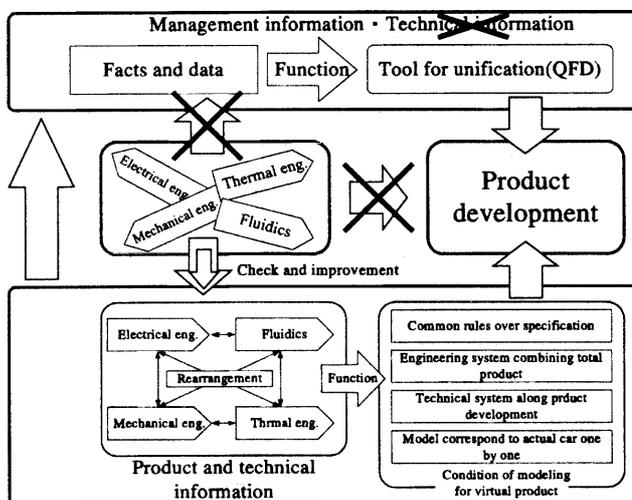


Fig.1 Relation between management and engineering in product development

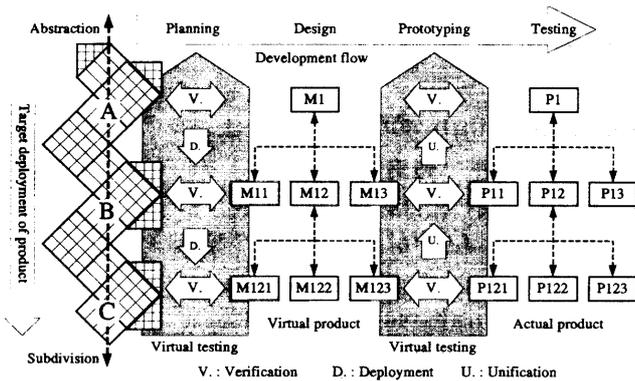


Fig.2 Placement of QFD, virtual product and actual product in development process

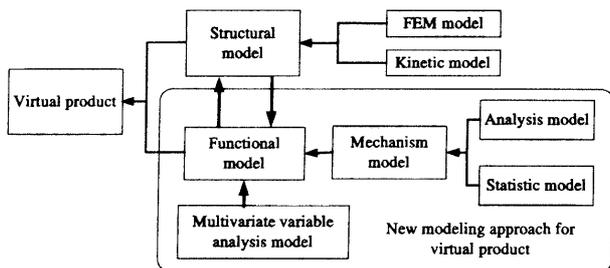


Fig.3 Model construction in virtual product

を得ない。QFD と実体の間に技術面で筋を通したもう 1 本の柱を導入することによってこの問題を解決するのが、仮想製品のねらいである。

従来のモデル化手法

有限要素法に代表される従来のモデル化手法には、次のような問題がある。1) 全部品の構造・形状・寸法が明らかになった時点で初めて製品全体がモデル化でき、機能・性能の検討が可能になるので、機能から構造へ、製品から部品へと具体化・詳細化が進む設計開発の流れと逆行する。2) 線形理論に基づいており、現場で扱う非線形系、統計データ、回帰式、実験式、特性曲線とは乖離している。3) 専門分野毎にダイナミクスとモデル化手法が異なるので、エネルギーが熱・流体・固体・電気などの間を移動し変化する機械を統一したモデル化ができない。

著者らは、これらの問題を解決するための研究を行ない、機能モデルを提案している^{(2)・(9)}。

仮想製品のモデル構成と運用

機能を達成するための構造からなる機械の仮想開発は、機能と構造の両面からのアプローチを可能にする構成でなければならない。そこで著者らは、図3のように、有限要素モデルを中心とする従来の構造モデルと機能モデルからなる仮想製品を提案する。構造モデルは、機能モデルで最適化された機能・性能を構造に具体化する可能性の検証などに用いる。一方機能モデルは、企画段階での機能・性能検討、設計段階での機能統合、試験段階での不具合対策や性能チューニングなどに用いる。機能モデルでは、従来モデルで困難であった非線形系のモデル化を、機構モデルの採用により容易にしている。

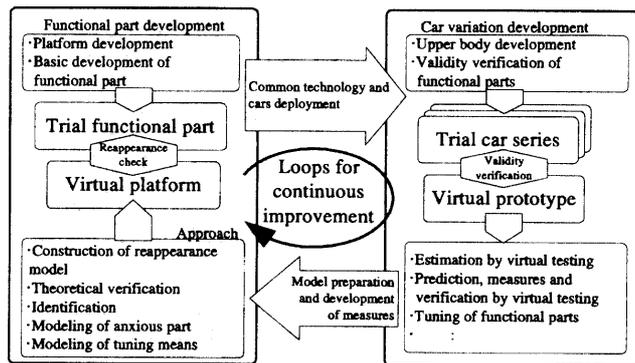


Fig.4 Virtual development of functional part and car variation

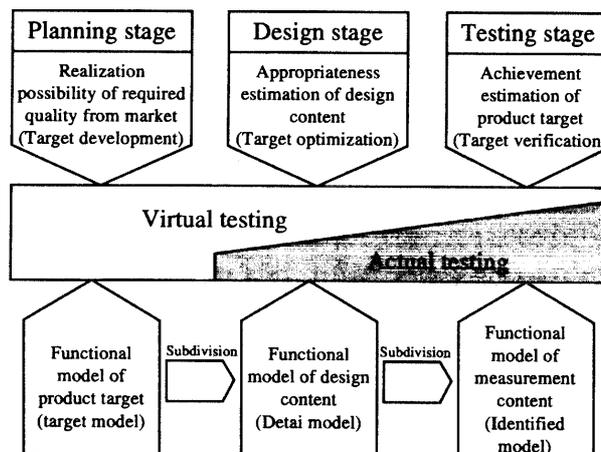


Fig.5 Virtual testing process in development

図4には、プラットフォーム開発と車種開発での仮想製品の使い方を示す。

図5には、機能モデルを用いた仮想開発の運用の仕方を、開発段階に沿って示す。まず実体がない企画段階では、製品の目標展開をすべて仮想で行う。次に設計段階では、目標の実現手段を明確にし具体化し最適化する。このときの試験も原則として仮想で行うが、ネック部品や重要部品については、事前試作部品で実機検証をする。試作段階では具体化した目標の達成度を検証する。このときの試験には、仮想と実体を混在させる。

まとめ

自動車開発の阻害要因とその解決方法を示し、仮想製品の必要性を論じた。次に、従来のモデル化手法の問題を挙げ、それを解決するために著者らが提案した機能モデルを用いて構築する仮想製品の構成と運用方法を示した。

文献

- (1) D.E.Carter・B.S.Baker, メンタグラフィックジャパン, コンカレントエンジニアリング, 日本能率協会マネージメントセンタ, 1994.
- (2) 長松他, 機論, 64-622, C(1998), 1997-2004.
- (3) 長松他, 64-627, C(1998), 4216-4223.
- (4) 角田他, 65-632, C(1999), 1403-1410.
- (5) 角田他, 機論, 65-635, C(1999), 2601-2608.
- (6) 平松他, 機論, 65-638, C(1999), 3926-3933.
- (7) 平松・角田・長松, 機論, 68-671, C(2002), 2074-2081.
- (8) 平松・角田・長松, 機論, 68-671, C(2002), 2082-2089.
- (9) 平松・角田・長松, 機論, 68-671, C(2002), 2090-2097.