

審査の結果の要旨

氏名 平岡 洋二

本論文は「**Fault Tree Analysis** を用いた高信頼性設計およびその知識マネジメント — **Fault Tree Analysis** 支援システム開発と自動車部品開発における効果検証 —」と題し、6章から構成されている。

第1章では、日本の製造業における課題と設計知識マネジメントの先行研究の検討から、論文の目的を述べている。日本の製造業は、競争力向上のため、品質向上、機能向上、コスト削減、及びグローバル化の相反する課題に取り組んでいる。その課題解決のための高信頼性設計における知識マネジメントに有効な **Fault Tree Analysis** (以下、**FTA** と略す) に着目し、**FTA** の課題を検討する。先行研究調査と実際の企業の設計プロセス、ツールの検討から、**FTA** の知識体系の構築を目標にした研究目的を設定している。

第2章では、企業における **FTA** を用いた製品設計と品質問題解決の現状と課題を述べている。まず、設計における **FTA** 活用事例からその有効性と問題点を述べている。また、企業における **FTA** の改善活動から設計知識マネジメントの課題を挙げ、**FTA** の課題として、設計者による **Fault Tree** 図 (以下、**FT** 図と略す) の精度ばらつき低減と作成効率向上の両立、製品システムの複雑化に伴う **FT** 図に対する仕組みの構築、の二点を定義している。

第3章では、第2章で定義した **FTA** の課題を解決するため、**FT** 図作成を支援するソフトウェア **FTAid** を提案している。**FT** 図の特性と製品システムの故障体系から、システム系故障、機械系故障、及び制御系故障の3つの **FT** 図分類を定義し、物理量次元インデクシングを用いた支援手法を述べている。物理量次元インデクシングは、物理量が **SI** 単位系の7つの基本単位の組み合わせで表現できることを応用し、情報のインデックスとする設計知識マネジメント手法である。それにより、**FT** 図の事象展開の整合性検証、及び類似度によるデータベース検索を実現している。企業における故障事象を検討し、物理量次元インデクシングによる整合性検証とデータベース検索、ブロック図が一部の化学的な問題以外は対応が可能であり、本システムの有効性を考察している。**FTAid** の開発ではシステム要件を検討すると同時に、システム開発の目標を、**FT** 図作

成工数を 50%削減させる、工数削減と解析精度向上を両立させる、としている。

第4章では、第3章で提案した FTAid のシステム動作から効果予測を行い、その検証結果を述べている。検証評価では、物理量次元インデクシングによる支援の検証、ブロック図による支援検証及び実際の設計部署での妥当性検証を行っている。物理量次元インデクシング支援の検証では、実務で作成した FT 図の事例に対して、FTAid と指導者の整合性検証結果の比較を行っている。その結果、機械系故障の FT 図事例では、FTAid によって 5～22%の展開に間違いが見つかり、約 80%の展開には整合性検証が有効であることが検証された。さらに、約 20%は故障モードなどの物理量でない語句表現であり、語句表現による支援の課題が抽出された。

さらに、設計部署に FTAid を配布し、妥当性検証を行った。これは、FTAid を使用した FT 図と使用しなかった FT 図に対して、FT 図の社内評価基準をもとにした減点法による評価点と FT 図と共に集約した作成工数を調査した。本結果から、FT 図作成工数の目標削減率 50%減（実績値：62～72%）を達成すると同時に解析精度の両立も合わせて達成したことを検証した。また、FTAid を用いたとしても、評価点が基準である社内基準点 60 点を満たしていない FT 図がある。これを詳細分析した結果、設計者が故障モードの抽出、その展開パターンが不十分、及び検討条件不足のために評価点が低いことが判明した。これは、故障モードなどの語句表現と展開パターンのデータベースの構築、新しい設計者の故障を考える分析力向上を目的とした設計者教育に課題であることを述べている。

第5章、第6章では、本研究の結論、研究課題及び発展性についてまとめている。

以上、本論文は、製品の高信頼性設計の一手法である FTA における知識マネジメント技術を提案し、FTA 支援ソフトウェアとして実装したものである。企業におけるソフトウェアの検証評価を行ない、その有効性を定量的にしており、工学的のみならず実用的な価値も高い。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。