

氏 名	水 山 元
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3470 号
学位授与の日付	平 成 11 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	製品・工程のロバスト設計法および検査配置法に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 山 品 元 教 授 松 久 寛 教 授 吉 村 允 孝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、開発・設計段階での品質の作り込みと、検査による不良品の流出防止の二つが品質管理上の重要課題となっている現状に鑑み、これら二つの課題を、製品品質の尺度となる特性変数の確率的な変動を制御するロバスト設計問題、および不良品を発見し、それに適切な処置を施すための検査配置問題、としてそれぞれ具体的に定式化すると共に、それらの解決法について研究したものであって、7章からなっている。

第1章は緒論であり、研究の背景について述べ、ロバスト設計法および検査配置法に関する従来の研究とその限界について整理した後、本論文の目的を明らかにしている。

第2章では、製品の数値モデルが得られる場合のロバスト設計問題を取り上げ、誤差変数間の相関を考慮した解析的アプローチによる設計法を提案すると共に、これによって、期待される設計解の質を犠牲にすることなく、実験規模に関する限界の解消が可能となることを明らかにしている。また、併せて、誤差変数間の相関を考慮しない解析的アプローチの簡便法ではこうした効果は必ずしも得られないことを示している。

第3章および第4章では、ロバスト設計のために実際に実験を行わなければならない場合に総実験規模を低減するための手段として、製品を複数のサブシステムに分解し、製品全体に関する実験を行うことなく、各サブシステムを対象とした実験のみを行うことによって設計問題を解決する分解アプローチを新たに提唱すると共に、その有効性について検討している。

第3章では、製品が互いに並列の関係にあるサブシステムに分解される場合に対して並列分解アプローチによる設計法を展開し、期待される設計解の質を犠牲にすることなく、実験点数を低減することができる、反復回数を低減することができる、および一つ一つの実験そのものの規模を低減することができる、という三つの分解効果が得られることを実証している。また、分解アプローチによる総実験規模の低減効果が、一般に、ロバスト設計問題の規模と共に大きくなる傾向にあることを明らかにしている。

第4章では、まず、製品が互いに直列の関係にあるサブシステムに分解される場合を対象に直列分解アプローチによる設計法を展開し、同様に分解効果が得られることを見出している。さらに、サブシステム間に並列と直列を組み合わせた一般的な関係が存在する場合には、その関係を並列と直列の階層構造として整理し、それに対応させて並列分解アプローチと直列分解アプローチを階層的に組み合わせることによって、分解アプローチの適用が可能となることを理論的に示している。

第5章では、ロバスト設計において、特性変数が複数存在する場合には、特性変数間に交互作用が存在し得ること、および製造コストに影響を与える設計変数が存在する場合には、期待損失の最小化と製造コストの最小化との間にトレードオフの関係が存在し得ること、をそれぞれ明らかにした上で、これらの交互作用およびトレードオフ関係を考慮した設計アプローチを提案すると共に、それによって実際に満足解が得られることを実証している。

第6章では、自動組立システムを対象として取り上げ、そこでの検査配置法について論じている。まず、不良モード毎に異なり得る後工程への影響を制約条件として取り扱うために、後工程修理実行可能性という新たな概念を導入している。そして、検査および修理が製造コストに与える影響を評価するための評価関数を構築し、製造段階で生じた不良品が市場に送

り出されることを防止すると共に、製造コストを最小限に抑えることのできる検査配置アプローチを提案している。また、提案したアプローチの経済的効果が、対象生産システムの平均小停止間隔および平均修復時間によって大きく異なり得ることを明らかにしている。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

製品の短命化とそれに伴う製品開発リードタイムの短縮に呼応して、製品の開発・設計段階での品質の作り込みと、製品出荷前の検査による不良品の流出防止の二つが品質管理上の重要な課題となっている。本論文は、これらの課題に対する解決法の確立を目的として、製品品質の尺度となる特性変数の確率的な変動を制御するロバスト設計法、および不良品を発見し、それに適切な処置を施すための検査配置法、について研究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. ロバスト設計では、製品の数値モデルが得られる場合には、解析的アプローチを、得られない場合には、サブシステム間の関係に応じて並列分解アプローチあるいは直列分解アプローチを、それぞれ用いることによって、期待される設計解の質を犠牲にすることなく、実験規模に関する限界を解消あるいは緩和することが可能となる。

2. 特性変数が複数存在し、それらの間に交互作用が存在し得る場合や、期待損失の最小化と製造コストの最小化との間にトレードオフの関係が存在する場合に、満足解を得ることのできるロバスト設計アプローチを提案している。

3. 検査配置では、不良モード毎に異なり得る後工程への影響を考慮するために、後工程修理実行可能性という新概念を導入した上で、不良品の流出を防止すると共に、製造コストを最小限に抑えることのできる検査配置アプローチを提案している。

4. 提案した検査配置アプローチの経済的効果が、対象生産システムの平均小停止間隔および平均修復時間によって大きく異なり得ることを明らかにしている。

以上要するに、本論文は、ロバスト設計法および検査配置法について新たな知見を提供したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成11年9月24日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。