

氏 名	河 合 一 かわ い はじめ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1156 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Studies on Optimal Maintenance Policies for Improvements of System Reliability (システム信頼性改善のための最適保全政策に関する研究)

論文調査委員 (主 査)  
教授 三 根 久 教授 得 丸 英 勝 教授 長 谷 川 利 治

### 論 文 内 容 の 要 旨

最近の技術の進歩に伴って各種システムは大型化、複雑化してきているが、故障発生を皆無にすることは不可能であってシステムには適切な保全方式を確立することが重要な課題となっている。

本論文は、高信頼性が要求される各種システムに対し、そのシステムのとり得る状態を考慮に入れて然るべき評価規準の下で最適な保全政策を確立するために行った研究成果をまとめたものであって、緒論と結論を含めて9章からなっている。

第1章は、本論文の緒論であり、システムの信頼性、保全性活動の目的を述べ、信頼度の向上、保全コストの削減のために在来から行われてきた冗長方式と保全方策に関する研究およびそれらに関連した研究の概要を述べている。

第2章では、単一ユニットシステムを取り上げているが、システムの状態を動作と故障の2状態に限定し、故障率が時間の単調増加関数であるような劣化システムを対象としている。このようなシステムで、取替用ユニットを発注してから納入されるまでの時間が確率的に変動するような状況のもとで、取替コストの面から最適発注・予防取替政策が存在すべきクラスを明らかにし、ユニットの動作時間にもとづいて最適発注・予防取替時間を求める方法を示している。

第3章では、相異なる故障率をもつ2組のユニットからなる並列システムに対して、システムの稼働率を最大にするという意味で、両方のユニットが故障した場合修理に関する優先割込みの最適政策の存在するクラスを明らかにしている。この場合、修理形態として繰返形と継続形のそれぞれに対し、ある一定時間内に修理が完了しなければ修理を中断し、他方のユニットの修理に切り替えるという政策のもとで、セミマルコフ過程の理論を適用して最適切換時間を定めている。

第4章では、故障率が一定である期間に引続いて故障率が単調に増加して劣化状態に入るような単一ユニットシステムを取り上げ、点検・取替コストを最小にするという意味で最適な点検時間間隔の導出を行っている。ある一定の時間ユニットが動作すればそのユニットを点検するという政策のもとで、ユニット

を稼働させたときの平均コストは点検時間間隔に関して単峰性をもつことを明らかにし、最適点検間隔を求めている。

第5章では、前章と同じ2個のユニットからなる待機冗長システムに対し、前章と同じ政策のもとで、最適点検保全政策を議論している。システムが初めて故障するまでの時間の分布のラプラス・スチルチエス変換およびその平均を求め、平均時間の意味で先の政策が有効であることを示している。

第6章では、システムの劣化の程度を考慮に入れるため取り得るいくつかの状態が連続時間のマルコフ過程をなす場合の単一ユニット・システムを取り上げている。また、システムの点検・取替は必ずしも計画通り行えないことがあるため、それらが確率的に変動する場合について、点検時にあるレベルまで劣化が進行していれば取替するという制御限界政策が最適であることを明らかにしている。

第7章では、前章と同じシステムにおいて、コストの意味で最適な点検時間間隔、取替え状態を決定する問題が取り上げられ、最適政策のもつ諸性質を調べ、最適制御限界政策を定めている。

第8章では、前章と同じユニットからなる2重並列システムに対し、制御限界政策を事後修理を優先させるように修正した場合に、システムの平均利得を求めるとともに、最適な制御限界状態を決定している。

第9章は、本論文の結論であって、以上の研究成果を要約するとともに、以上では議論されていなく今後研究すべき問題点を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

信頼性工学の進展に伴って、低故障率をもつ装置、システムの開発が可能となってきたが、複雑化、大型化してきた各種システムにおいては、故障発生のお機会は皆無であるとは言い難い。本論文はこのようなシステムの信頼性改善のための最適保全政策について解析を行ったもので、得られた主な成果はつぎの通りである。

(1) 従来からよく取扱われている単一ユニットシステムに対して、システム状態を動作と故障と2状態に限した場合に得られている年令に依存した予防取替政策を、取替用ユニットの調達に要する時間が無視できない場合に拡張し、最適発注・取替政策が存在する範囲を明らかにするとともに、その最適時期を決定した。

(2) 故障時間が指数分布に従う異なった2種のユニットからなる並列システムに対し、一方のユニットが修理中に他方のユニットが故障した場合の最適修理割込方式を確立し、システム稼働率が最大になるような修理割込時期を決定した。

(3) 一般にユニットは偶発故障期と磨耗故障期とをもつとされているが、現実には磨耗故障期に移行する時期は定かではなく、偶発故障期の長さが確率的に変動するものとして解析すべきであることを指摘し、このような局面におけるシステムの最適点検・取替時期を決定する方法を与えた。

(4) 上述のモデルで2個のユニットからなる待機冗長システムについて、動作ユニットと予備ユニットの状態を考慮に入れた点検・取替政策を新に提案し、システムが初めて故障に至る平均時間を長くするという意味において、本政策が効果的であることを明らかにし、最適保全政策を確立した。

(5) 従来の信頼性モデルではシステムの状態を単に動作状態と故障状態に分けて解析しているが、現実

のシステムに対しては劣化の程度によって多くの状態をとるものと考えられ、このようなシステムの挙動は連続時間のマルコフ過程で表現できることを明らかにし、セミマルコフ決定過程の解析法の政策改良手順を修正することにより、点検時期が変動する場合においても制御限界保全政策が最適であることを明らかにした。

(6) また、上述のシステムで点検コストを考慮し最適点検間隔および最適取替時期のもつ性質をさらに解明するとともに、予防取替の時期をも含む最適保全政策を確立した。

(7) さらに、上述と同じ条件のもとで2個のユニットからなる並列システムを取上げ、事後保全が優先されるような場合における制御限界政策について解析し、単位時間当りのシステムの利得を最大にするような最適制御限界を決定した。

以上要するに、本論文は確率的に挙動する各種システムについて解析を行い、高信頼性設計のための最適保全政策を求め、現実によく現われるシステムの信頼性を改善できることを示したものであって、学術上、實際上寄与するところが少くない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。