

氏 名	中 川 覃 夫 なか がわ とし お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1020 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 11 月 24 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 Optimun Maintenance Policies for Reliable Systems (高信頼性システムのための最適保全方策に関する研究)
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、各種システムの大型化、複雑化に伴ってシステムの故障は多額の損害をもたらすだけでなく、その及ぶ範囲も広域化していることが多い。これらの状況をできるだけ避けるために製造者と使用者の両側面から高信頼性のシステムを取得することとともにその適切な保全が重要な課題となっている。

システムの信頼性を向上させる有力な方法として、システムの冗長化と保全方策が用いられる。本論文は、高信頼性が要求される種々のシステムに対して各システムに応じた保全方式を考え、それぞれに対して最適方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6章からなっている。前半では単一システム、後半では冗長システムを取り扱っている。

第1章は、本論文の緒論であり、システムの保全活動の目的を述べ、稼働中のシステムに対する取替方策と予防保全方策、故障し修理中のものに対する修理限界方策、予備品に対する配達と発注方策、待機中のものに対する点検方策などに関する在来の方策およびこれに関連した研究の概要を述べている。

第2章では、修理不可能な単一システムの取替問題について論じている。すなわち、稼働し始めてから一定時間後に故障しなければ取替える方策を考え、期待費用を最小にする最適方策について議論する。システムの故障率の性質に応じた最適取替時間について論じ、既存のバーロとプロシャンの結果を拡張している。更に、このモデルを拡張して割引率を考慮した場合、故障時間が離散型分布に従う場合、取替えに遅れを考慮した場合、また、予備のものが手元に無い場合の配達方策について論じている。最後に、衝撃によって損傷などを受ける累積損傷モデルに対する取替方策を考察している。

第3章では、修理可能な単一システムに対する各種の保全方策について議論している。このシステムを解析する手段としてマルコフ再生過程の理論を導入している。最初に、稼働し始めてから一定時間後に予防点検などをする予防保全方策を取り上げ、稼働率、期待利潤、区間信頼度、要求時システムが故障している確率などを最大または最小にする最適方策について論じている。更に、故障したものに注目した場合の修理限界方策、予備のものが手元に無い場合の発注方策、待機品が故障する場合の点検方策

なども考察され、各々の保全方策に対する最適方策が論じられている。

第4章では、2次の待機冗長システムを論じている。2次の冗長を考慮しているためシステムがある状態に推移する時点が再生点にならないが、従来のマルコフ再生過程の理論を拡張して求めた信頼性の尺度を利用して、システムが故障するまでの平均時間、稼働率や期待費用を導出しそれを最大または最小にする予防保全方策について議論している。更に、優先権をもつ待機冗長システムについても同様な議論を行っている。

第5章では、2種類の多次の冗長システムを考察している。最初に、修理可能な待機冗長システムを考え、故障に関する信頼性尺度をマルコフ連鎖の理論と2項モーメントを使って求めている。更に、それを利用して最小予備数などを決定している。次に、修理可能な主要部と修理可能でない予備部からなるシステムを考察し、初めてシステムが故障するまでの平均時間や故障した予備部の平均個数などを求め、在来の予備システムとの比較を行っている。更に、主要部に対する最適予防保全方策についても考察している。

第6章は、本論文の結論であって、以上の研究成果を要約している。また、以上論じた保全方策を結合した場合やここで取り扱っていない保全方策取扱いなど今後研究すべき問題点を論じている。

論文審査の結果の要旨

近年、科学技術の進歩に伴って複雑化、大型化してきた各種システムの信頼性、保全性の重要性が指摘されているが、本論文は確率的に挙動する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方策を確立したものであって、得られた主な成果はつぎの通りである。

(1) 基本システムの取替に関して得られた従来の結果を、取替費用に割引率を考慮した場合、取替えに遅れが生じる場合、離散的故障分布の場合などより一般的なのであって現実的システムに適用できるように拡張した。

(2) 一定動作時間が経過した後に取替えるという方策に対して、ストレスがあるレベル以上蓄積された場合に取替えるモデルを初めて取上げ、最適取替えレベルを決定した。

(3) 保全用予備機に対して保管費用を考慮した場合の最適発注方策を求める問題が、取替え問題と同じ方法で取扱えることを明らかにし、在来の結果を修正して適用できることを示した。

(4) 故障したものが修理可能な場合の稼働中のシステムの予防点検に関して保全費用と稼働による利得の両者を考慮した場合の最適予防保全方策を確立した。

(5) 任意の時点における故障率、その時点までの期待費用、区間信頼度などを考慮した場合、解析上平均故障率が取替問題における瞬時故障率の役割を果たすことを明らかにし、最適保全政策を求めた。

(6) 修理時間が長くかかり、費用も嵩むときは修理を途中で打切の方が得策な場合があるが、この方式に対する最適打切り時間を決定し予防保全方策と双対性をもつことを示した。

(7) 予備の発電機を必要とする場合などでは、待機中の機器に対して常に点検しなければならないが、このような待機システムに対して故障が発生するまでの期待費用を最小にするような最適点検方策を求めた。

(8) 2次の冗長システムに対し、システム故障までの平均時間、稼働率および期待費用に関して最適保全方策を求めた。また優先権のある場合の冗長システムに対しても、在来の解析方法を拡張して最適保全方策を求めた。

(9) 待機冗長システムについて従来の方法を拡張して、予防保全方式が解析できることを示しているが、とくに主システムが故障修理中のときだけ予備を稼働させる方式を始めて解析し、予備に切換えてしまう方式と比較し、どちらの方式が得策となるかを明らかにした。

以上、本論文はシステムの役割に応じた種々の保全方式を取り上げ、システムの挙動を解析することによって最適保全方策を求め、現実によく現われるシステムの信頼性を向上させることができることを示したものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。