



舶用機器の信頼性と安全運航に関する研究 : 船舶信頼性情報に基づく評価

桐谷, 伸夫

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2002-03-31

(Date of Publication)

2010-05-13

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙0001

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/DS200001>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



平成13年度学位(博士)授与に係る論文の公表

専攻名	海洋機械エネルギー工学
氏名	桐谷伸夫
学位名称	博士(工学)
指導教官名	橋本武教授
論文題目	船用機器の信頼性と安全運航に関する研究 — 船舶信頼性情報に基づく評価 —

論文要旨

我が国における船用機器に関する信頼性調査において、公的機関によって実施された代表的なものが「船舶信頼性調査委員会(The Committee for Ship Reliability Investigation)」による調査・研究活動であり、この事業の成果のひとつとして構築された船用機器の信頼性に関するデータベースが、船舶信頼性情報データベース・システム(SRIC Database System)である。本研究は、SRICシステムについて船用機器信頼性データベース・システムの構築や利用技術に関する諸問題や対策、さらには次世代システムの要件を検討・評価すると同時に、1980年代から今日に至るまでの船用機器信頼性の変化や現状評価、そして船舶の安全運航実現に対する問題点の検討、最終段階としては船舶をひとつの大規模システムとして確率論的安全評価手法(Probabilistic Safety Assessment: PSA)の適用を実施したものである。

最新のSRICシステムは、船用機器の信頼性フィールド・データを約11万4700件記録する規模になっており、調査期間(1982~1999年)においても、調査対象船舶数(延べ358隻)においても我が国では最大級の船用機器信頼性データベースである。特に詳細な故障状況や修復保全情報を含むことが、ロイズデータやNKの持つ損傷データと異なる特徴であり、比較しても遜色のないものである。従って、SRICシステムによる解析結果が学術的にも実利的にも高い価値を持つことは言うまでもない。本研究においては、船舶信頼性調査活動やデータベース構築作業実務に対する総括を実施することによって船用機器の信頼性評価のみならず、船舶のディベンダビリティ向上に寄与するような情報通信技術やコンピュータ技術を導入した次世代のデータベースシステムの要件を明らかとした。

船用機器の信頼性を調査全期間(1982~1999)について統計解析した結果、全船用機器を対象とした船舶の平均故障率は7.246 [case/1000h]であり、平均故障間隔では約138[h]であることが明らかとなった。また、故障機器に対する平均修復処置作業工数は5.0 [man*h:MH]であることも明らかとなった。この保全工数情報を持つことは船舶信頼性情報固有の大きな特徴であり、安全運航の実現にも寄与するものである。例えば故障は機器の機能喪失として直接的に安全運航を阻害するが、故障修復に投入された作業工数による人的時間的損失は、間接的に運航の安全を阻害するものと考えられる。すなわち、海上を航行する船舶は限定された配員資源(Manning Resource: MR)の一部を投資することによって安全を確保しなければならないからである。故障率と修復作業工数の積によって定義される配員指数(Manning Index: MI)は、この配員資源に対する投資水準を示す指標と捉えられることが明らかとなった。配員資源の消費による運航への間接的な阻害に対して、故障による機能喪失によってもたらされる運航への直接的な阻害結果が、船舶信頼性情報が示す機関の停止や減速による航行への影響時間である。このような運航への影響時間を持つ船用機器故障を重故障として整理するならば全発生故障による平均影響時間は4.9 [min]であるが、主機系故障では142 [min]であり、重故障の発生割合は26.1 [%]の多数となっている。安全運航の実現のためには、このような重故障の発生を減少させると同時に配員指数などによる配員資源消費の評価に基づく対策が重要である。

海上を航行する船舶は、多数のサブシステムから構成される大規模プラントあるいは自己完結したひとつの巨大システムとして機能することが求められている。そして陸上の大規模プラント施設などとは大きく異なり、

船舶では重要機器が機能喪失して運航上の致命的な危機状態が発生した場合にも自らが装備している資材や機器、加えて人的時間的な配員資源を効率的に活用して危機状態からの復旧を図ることが義務付けられている。従って、より高い信頼性向上が船用機器システムとしての船舶には重要である。原子力プラントなどを対象としたPSA導入事例では様々なリスクを定量的に推定して重要なリスク情報が提供されているが、船舶を対象とした事例は少ない。そこで本研究では、GO-FLOW手法により船用機器システムを対象としたPSAによる評価を行った。GO-FLOW手法はシステムの機能目的に対する成功失敗確率を定量的に評価する解析手法であり、モデリングの容易さとモデルの時間的な評価が可能である点に特徴を持っている。対象としたモデルは船舶の推進機能に注目したものであり、サービスタンクよりの燃料油の流れを追跡し、プロペラの機能正常を評価することによって推進機能に関わる船用機器システムの信頼性を定量的確率論的に評価することを目的とした。本研究では、モデル化において船舶信頼性情報に基づくデータを導入したことに高い独自性と実利性がある。GO-FLOW解析の結果、システム構成機器のいずれかに異常が発生してシステムの正常状態が阻害される故障確率は運転1000 [h] で0.989であり、故障確率0.5となる運転時間は約157 [h] であることが明らかとなった。また確率論的信頼性評価は、既存システムのリスク評価に有効であるだけでなく、設計段階における機器選択やシステムの事前安全評価にも有効な手段であると考えられる。

船用機器の信頼性調査の立案・実施、情報の集積とデータベース・システムの設計と構築、そして機器の故障解析からシステム信頼性評価までを一貫して実施した点において、本研究は高い独自性と意義を持つものである。