

氏 名	ひら 平 さわ 澤 ひろし 博
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3890 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 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	海上関連大形機械の国際競争力向上のための新技術開発に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 久 保 愛 三 教 授 松 久 寛 教 授 樫 木 哲 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、船舶やコンテナヤード用岸壁クレーンなどの海上ならびにその関連地域で使用される大形機械製品を対象に、製品の国際競争力向上を目的とし、その信頼性向上や製品の差別化のために行ったいくつかの新技術開発と研究の成果をまとめたものである。具体的には、超大形タンカー用主減速装置の信頼性検証方法の確立、海洋石油掘削装置（ジャッキアップリグ）用の超大荷重を受け持つピニオンの強度的信頼性の向上、2 原動機 1 出力軸の船用主減速歯車装置の開発と動力伝達能力向上、JIS 鋼製歯車の歯の曲げ疲労強度の把握、船用主減速かさ歯車の動力伝達能力向上、コンテナヤード岸壁クレーン用振れ止め制御装置、に関して研究している。論文は、序論、結論を含めて 8 章からなっている。各章では、研究成果が、実際の海上関連大形機械製品の競争力向上にどのように貢献したかについても述べている。

第 1 章は序論であり、加工貿易国としてのわが国産業における工業製品の役割と、近年のアジア諸国の海上関連大形機械製品のシェアの拡大の状況を考え、この分野において、わが国の製品が将来にわたって国際的競争力を維持・強化する必要性について述べている。また、対象とする 2 章から 7 章の各技術について、背景と従来の技術を概説し、本論文の構成を説明している。

第 2 章では、甲板昇降型の海洋石油掘削装置用のラック・ピニオン昇降装置を対象に、そのジャッキアップ性能の根幹を担うピニオンの荷重伝達能力の増大と信頼性向上のために、小歯数平歯車の歯形設計法を検討し、幾何学的条件と歯の曲げ強度を考慮して、歯数が 6 枚のピニオンとラックの成立の可能性を研究している。この設計法を用いて、超低速大荷重歯車を開発し、耐久試験により強度的信頼性を検証した結果について述べている。

第 3 章では、超大形タンカー ULCC 推進用の世界最大出力トルクの船用ロックドトレイン主減速装置の開発にあたり、海上試運転などで 2 段目大歯車の歯元応力の定量値を世界で始めて実船計測し、超大形主減速装置の強度的信頼性の定量的確認方法を確立せんとした研究について述べている。超幅広歯車装置における歯すじ荷重分布と、従来の塗膜剥離で見た目視歯当たり検査結果との関係について知見を得、また、大小歯車の軸平行度誤差と歯元応力の歯すじ方向分布との関係、高・低圧タービンのそれぞれの小歯車の荷重分担率などについて知見を得ている。

第 4 章では、船用の 2 原動機 1 出力軸配置の主減速装置について、その大歯車の直径が制限される場合に対処するため、溶接構造中硬度大歯車採用による直径減少可能性について研究している。大形動力循環式歯車試験装置を用い、大循環動力、大面圧の耐久試験を実施し、歯の強度、ウェブの強度などの強度的信頼性を研究し、その実用性を研究している。

第 5 章では、国際的商取引のトレンドから、ISO 歯車強度計算式が設計式として採用されることを想定し、JIS の歯車材料の浸炭鋼、窒化鋼、全体硬化鋼で製作した 26 種類の歯車について、パルセータによる曲げ疲労試験を行い、その曲げ疲労限度を明らかにしている。また、曲げ疲労限度と鋼種、最適有効硬化層深さ、シャルピー衝撃値、硬度、液体ホーニング、結晶粒度などとの関係を論じている。

第 6 章では、従来無かった大容量の直交軸間の動力伝達装置を実現するため、JIS 構造用合金鋼製浸炭焼入研削等高歯まがりばかさ歯車について、動力循環式かさ歯車試験装置を使用して、負荷試験、歯の曲げ疲労試験、高速運転試験を実施し、

高速高負荷運転時の歯の曲げ疲労限度に及ぼす、組みつけ精度と歯面荷重分布の影響を究明している。また、潤滑油による歯車の冷却効果、伝達効率、スコーリング強度についても研究している。この研究成果に基づき、軽量高速船を想定し、20000PS {14710kW} 程度が直交軸間で伝達可能である根拠と試設計結果を示している。

第7章では、トロリー位置制御式振れ止め装置の実用化について研究している。まず、巻上げ下げと横行を同時に行い、かつ横行距離が長く横行速度に最大値が現れるクレーンについて、モデル試験とケーブル、クレーン実機を使用した試験を実施して、実用的な振れ止め最短時間制御を研究している。次に、コンテナクレーン振れ止め制御用の振れ角センシングシステムを実用化している。さらに、状態フィードバック制御で、振れ止め制御装置が実用的な性能を持つことを実証している。以上の知見から、コンテナクレーン用振れ止め機能付きの半自動運転システムを実用化している。

第8章は、以上を要約した本論文の結論である。以上の研究成果と産業界で果たした役割や顧客満足との関係についても言及し、競争力向上に対する技術研究の重要性を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、船舶やコンテナヤード用岸壁クレーンなど、海上ならびにその関連地域で使用される大形機械製品の国際競争力向上を目的として、その信頼性向上や製品の差別化のために行ったいくつかの新技术開発と研究の結果をまとめたもので、得られた成果は次のとおりである。

1. 海洋石油掘削装置用のラック・ピニオン昇降装置を対象に、その性能の基幹である小歯数平歯車の歯の曲げ強度を考慮した歯形設計法を開発し、歯数が6枚のピニオンとラックを実用可能とした。また、世界最大級の超大荷重低速歯車の信頼性を立証した。
2. 世界最大出力トルクの船用ロックドトレイン主減速装置の開発にあたり、海上試運転で2段目大歯車の歯元応力の定量化を世界で始めて実船計測し、これら装置の強度的信頼性の定量的確認方法を確立するとともに、同減速装置の信頼性を立証した。
3. 大出力船用主減速装置を対象とし、溶接構造中硬度大歯車を開発し、その強度的信頼性を立証して、大歯車の直径が制限される2原動機1出力軸型減速機の動力伝達能力を増大した。
4. 国際的商取引のトレンドから、ISO 歯車強度計算式が設計式として採用されることを想定して、JISの歯車材料26種類の歯車について、その曲げ疲労限度を明らかにし、JISの機械構造用合金鋼製の歯車の曲げ疲労限度とISO強度計算式が示している許容応力との関係を明らかにした。
5. 高速高負荷の等高歯まがりばかさ歯車に対し、曲げ強度とピッチ円周速度向上法を研究し、動力伝達能力を増大した。この結果、船用かさ歯車装置の動力伝達能力を、従来の2.5倍に増大させることが可能となった。
6. コンテナクレーン用のトロリー位置制御式振れ止め装置の実用化を図り、まず、振れ止め最短時間搬送制御を実用化した。さらに、実用的な振れ角センシングシステムを実現し、振れ止め・位置決めフィードバック制御法を実用化し、コンテナクレーン用振れ止め機能付きの半自動運転システムを実現し、多数の実機に搭載し、その有効性を実証した。

以上要するに、本論文は、海上に関連する大形機械製品の国際競争力を強化するために、船用歯車装置の信頼性向上、動力伝達能力の向上、クレーン用振れ止め制御技術の研究・開発を行い、これら研究成果を実用化したものである。この結果、基礎のみならず、応用の面からも多くの知見が得られており、学術上、工業上に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18年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。