

DF - P33 - 12

(社) 日本船舶海洋工学会  
船上艤装装置の多様な駆動方式の  
選定指針研究委員会

最終報告書

平成 24 年 9 月

## 1. 研究組織

### 1) 日本船舶海洋工学会 造船設計・生産技術研究委員会 造船設計部会委員名簿(2012年9月時点):

本研究は、標記の造船設計部会において活動を行った。委員名簿は以下の通りである。

|     | 氏名     | 所属                                    |
|-----|--------|---------------------------------------|
| 委員長 | 荒井 誠   | 横浜国立大学大学院工学研究院海洋空間のシステムデザイン教室         |
| 委員  | 井上 義行  | 横浜国立大学                                |
| 委員  | 細田 龍介  | 大阪府立大学                                |
| 委員  | 福地 信義  | 九州大学                                  |
| 委員  | 佐々木 高幸 | (株)アイ・エイチ・アイ マリニュナイテッド ライフサイクル事業部     |
| 委員  | 内野 栄一郎 | 三菱重工業(株)船舶・海洋事業本部 船海技術総括部 長崎船海技術部     |
| 委員  | 植村 卓司  | ユニバーサル造船(株) 舞鶴事務所 設計部 艀装設計室           |
| 委員  | 浦 環    | 東京大学 生産技術研究所 海中工学国際研究センター             |
| 委員  | 大和 裕幸  | 東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻           |
| 委員  | 田中 進   | 広島大学 大学院 工学研究科輸送・環境システム専攻             |
| 委員  | 長谷川 和彦 | 大阪大学 工学部 船舶海洋工学教室                     |
| 委員  | 田中 太氏  | 九州大学 大学院 工学研究院 海洋システム工学部門             |
| 委員  | 金湖 富士夫 | 海上技術安全研究所 海洋リスク評価系                    |
| 委員  | 越智 宏   | (財)日本海事協会 船体部 主管                      |
| 委員  | 稲垣 秀彦  | 住友重機械マリンエンジニアリング(株) 製造本部船装設計G         |
| 委員  | 大黒 克伸  | (株)アイ・エイチ・アイ マリニュナイテッド 呉工場 船舶海洋設計部    |
| 委員  | 高木 圭一郎 | 佐世保重工業(株) 造船設計部 船装設計課                 |
| 委員  | 松本 起宜  | ユニバーサル造船(株) 商船・海洋事業本部 基本設計部 船装設計室     |
| 委員  | 上田 伸   | 三菱重工業(株) 船舶・海洋事業本部 船海技術総括部 長崎船海技術部    |
| 委員  | 高木 孝作  | 川崎重工業(株) 船舶海洋カンパニー 技術本部 造船設計部 船装設計第二課 |
| 委員  | 柴田 文彦  | サノヤス造船(株) 設計本部 船舶設計部 船装設計課            |
| 委員  | 鈴木 幹久  | 三井造船(株) 船舶艦艇事業本部 艦船設計部 船装設計課          |
| 委員  | 阪口 克典  | (株)アイ・エイチ・アイ マリニュナイテッド 基本設計部 船舶計画グループ |
| 委員  | 石山 直   | 三井造船(株)千葉事業所 船舶・艦艇事業本部 船舶設計部 船装設計課    |
| 委員  | 津上 由紀夫 | (株)名村造船所 伊万里事業所 基本設計部                 |
| 委員  | 中村 千春  | ユニバーサル造船(株) 有明事業所 設計部 船装設計室           |
| 委員  | 吉永 浩志  | 三菱重工業(株) 船舶・海洋事業本部 船海技術総括部 下関船海技術部    |
| 委員  | 松尾 和昭  | (株)大島造船所 設計部 船装設計課                    |
| 委員  | 大橋 徹也  | 川崎重工業(株) 船舶海洋カンパニー 技術本部 基本設計部 基本計画第一課 |

さらに、造船設計部会の下に、下記の船上艀装装置の多様な駆動方式の選定指針研究委員会を置き、詳しい研究活動を行った。

### 2) 船上艀装装置の多様な駆動方式の選定指針研究委員会メンバー:

|      | 氏名     | 所属                                    |
|------|--------|---------------------------------------|
| 委員長  | 荒井 誠   | 横浜国立大学大学院工学研究院海洋空間のシステムデザイン教室         |
| リーダー | 高木 圭一郎 | 佐世保重工業(株) 造船設計部 船装設計課                 |
| 委員   | 津上 由紀夫 | (株)名村造船所 伊万里事業所 基本設計部                 |
| 委員   | 上田 伸   | 三菱重工業(株) 船舶・海洋事業本部 船海技術総括部 長崎船海技術部    |
| 委員   | 田中 太氏  | 九州大学 大学院 工学研究院 海洋システム工学部門             |
| 委員   | 脇山 典広  | 川崎重工業(株) 船舶海洋カンパニー 技術本部 海洋開発部 海洋船舶課   |
| 委員   | 稲津 晶平  | 川崎重工業(株) 船舶海洋カンパニー 技術本部 造船設計部 船装設計第一課 |
| 委員   | 石本 匡尚  | 三菱重工業(株) 船舶・海洋事業本部 船海技術総括部 長崎船海技術部    |
| 委員   | 加藤 秀総  | 三菱重工業(株) 船舶・海洋事業本部 客船プロジェクト室 設計グループ   |
| 委員   | 永野 卓   | 佐世保重工業(株) 造船設計部 船装設計課                 |
| 委員   | 野田 仁人  | 佐世保重工業(株) 造船設計部 船装設計課                 |

2. 研究発表 : KANRIN「年鑑」にて活動の概要を報告した。

3. 研究成果 : 次頁以降に示す。

# 船上艤装装置の多様な駆動方式の選定指針研究委員会 報告書

## 目 次

|                   | 頁 |
|-------------------|---|
| 1. はじめに .....     | 1 |
| 2. 各駆動方式の特徴 ..... | 2 |
| 3. 各機器の具体例 .....  | 4 |
| 4. アンケート結果 .....  | 8 |
| 5. 機器の価値評価 .....  | 8 |
| 6. まとめ .....      | 9 |

### 1. はじめに

現在、船舶で使用するハッチカバーや甲板機械などの船上艤装装置において、その駆動方式は油圧を媒体とする方式が主流となっている。しかし昨今の環境重視の観点や、保守における乗組員の作業軽減の目的から、油圧方式に代わって油を使わない駆動方式が注目され実績も増えつつある。今回の研究では油圧方式と他の駆動方式を比較しながら、特徴、長所・短所を整理し、また船主、造船所、メーカーの考え方などをアンケート調査することによって、駆動方式選定の指針としてまとめる。

同時に、装置の採用においては、操作性、安全性、保守性、経済性、環境性および信頼性などの考慮すべき項目があるが、そのいずれかを優先的に考える時、アンケート結果を基に項目ごとの重み付けを行い、各装置の駆動方式の価値評価について考察する。

船上艤装装置の駆動方式の現状は、駆動媒体として油を使い、電動機を使って油圧を起こし、油を使って駆動モータを動かすという電動油圧式が主流である。その理由として、過去の実績による信頼性、操作性等が挙げられる。しかし近年の環境に対する負荷軽減の流れを考慮すると、作動油漏れ等での海洋汚染の可能性の少ない別の駆動方式の採用も考えなければならない。また、油を使わない方式を採用すれば電動油圧式で必要な作動油交換、配管メンテナンス、造船所での管敷設等、作業軽減のメリットにもつながる。

電動油圧式以外の採用においては、それぞれの駆動方式のメリットに合った選定が必要になってくる。例えば、電動式の場合は艤装工事が容易というメリットがある。

近年の技術革新は目覚しく、電動油圧式以外でも制御能力は向上しており、最も適した駆動方式を採用するためにも各駆動方式の特徴を十分理解しておく必要がある。

## 2. 各駆動方式の特徴

### 2.1 電動油圧式

電動油圧式とは、電動機により油圧ポンプを駆動させ、油という媒体を使用して力（エネルギー）を伝達し、要求された仕事に応じたアクチュエータの動きを得る駆動方式である。

電動油圧式は、パスカルの原理を利用して比較的小型のポンプで大きな力を発揮できる、無段階の速度調節が容易である、遠隔操作が可能である等の特徴を有している。商船の甲板補機には、電動油圧式、電動式、および蒸気式の3種の駆動方式があり、古くは蒸気式が主流であったが、ここ数十年の間で保守の面から電動油圧式が多く採用されるようになり、現在に至っては大型商船の甲板補機の駆動システムとして電動油圧式が主流となっている。

また、機械部品などのハードウェア技術や自動制御などのソフトウェア技術の進展により、省エネルギー化や高精度の制御を可能とした電動油圧式の装置が開発されている。

電動油圧式に使用する油圧源の圧力は、機器の種類やメーカーにより異なる。例えば、甲板機械では大きく分けて低圧式（4MPa程度）と高圧式（17～20MPa程度）がある。油圧源の圧力を高くした場合、アクチュエータや配管を小さくできるため重量や必要油量を減らすことができる一方、装置全体や配管工事の精度管理、配管の材質・肉厚に対して十分な注意が必要となる。

### 2.2 電動式

電動式とは、電気エネルギーを駆動力として利用する方式であり、近年船舶においても環境負荷軽減、メンテナンス費用の削減、駆動システムの多様化・高機能化の要求に対応すべく、船内装置の電動化が加速している。

電動式は、電気エネルギーを供給するために電源装置が必要であり、一般的な商船の場合、ディーゼル機関を原動機とする主電源装置（主発電機）および非常用電源装置（非常用発電機）を装備し、船内各装置の用途に対応すべく変圧器も装備している。更に、それらの電力を各装置に給電するために主配電盤および非常用配電盤を装備している。そして、これらを電源とした電動式の駆動装置として、電動機が使用されている。

これら電動機は、電源の違いによって大きくは交流電動機と直流電動機に分けることができる。

### 2.3 空圧式

空圧式とは、大気をコンプレッサによって加圧・圧縮し、その圧力や膨張力をエネルギー源として機器を動かす装置群である。空気圧を利用した装置としては、粉体輸送システムや清掃器具などがある。空圧式は、細かい速度調節や同期運転が要求されない低負荷・低圧の装置に適しており、船上艙装置については、比較的低負荷で、単純な巻上げ、巻下げ機構の舷梯やダビットなどに適している。

空圧式は、電動油圧式と比べて低い圧力で使用されており、電動油圧式が高負荷・高圧・重装備であるのに対し、空圧式は低負荷・低圧・軽装備である。一般に電動油圧式は、7～35MPaで用いられるが、空圧式は、0.5～1.0MPaで用いられる。

## 2.4 その他の媒体

### (1) 水の流れを利用した駆動方式

水流による圧力変化を利用して駆動させる方式で、持ち運び式の換気装置などに適用されている。しかし、水流の圧力変化のみで高出力を得ることは困難であることから、船内の主要装置にはあまり採用されていない。

### (2) 貨物そのものを媒体として利用した駆動方式

原油タンカーにおけるタンク洗浄装置は、ポンプから吐出された原油の圧力を利用してタービンを回転させることによって駆動されており、この様に用途によっては対象貨物そのものを媒体とする。

### (3) 難燃性作動液を利用した駆動方式

難燃性作動液は、水とグリコールを主成分としており、潤滑性、耐熱性および耐酸化安定性に優れている。14～21MPaでの採用実績があり、高圧下での使用も可能である。

難燃性作動液は、実用に当たって性能に大きな問題も無く、価格もあまり高くないので広範囲に使用可能である。しかしながら磨耗防止剤を安定させるためアルカリ性を保っており、使用する際には金属・シール・塗料などとの適合性に注意が必要である。

## 2.5 各駆動方式の比較

各駆動方式における長所および短所を表 2-1 にとりまとめる。

表 2-1 各駆動方式の長所および短所

|       | 長 所  | 短 所   |
|-------|--|---|
| 電動油圧式 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 仕事の大きさに比較して機器が小さい</li> <li>● 過負荷防止が簡単で正確</li> <li>● 無段階の調節が容易</li> <li>● 大きな荷重を位置保持することが容易</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 油圧配管の導設が必要のため、油漏れの恐れがある</li> <li>● 総合的な伝達効率悪化の懸念がある。</li> <li>● 作動油の粘度対策が必要となる</li> <li>● 作動油が劣化する</li> <li>● 作動油の引火点は数百度程度なので、引火の可能性はある</li> </ul>  |
| 電動式   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 油圧配管敷設作業が不要となる</li> <li>● 船上でのメンテナンス作業が軽減する</li> <li>● エネルギー伝達率が高効率である</li> <li>● 最適な回転制御が可能となる</li> <li>● 環境負荷の低減に寄与できる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 得られる力は中程度で大型装置の駆動には対応できない場合がある</li> <li>● 使用条件によっては、消費電力が増加し、主発電機等の関連装置の体格が上がる場合もある</li> <li>● 設置場所により電動機器の保護方式に用件がある</li> <li>● 電気ノイズおよび高調波電流対策が必要な場合もある</li> <li>● コンデンサについては、使用条件で変わるが 8～10 年程度で交換が必要</li> <li>● メンテナンスや修理の際に、高度技術者が必要となる</li> <li>● 感電、スパークなどの危険がある</li> </ul> |
| 空圧式   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設備が安価で使いやすい</li> <li>● 空気タンクへのエネルギーの貯蔵が容易</li> <li>● 高速運転が可能である</li> <li>● 環境負荷が少ない</li> <li>● 流体に空気を使用しているため、火災の危険性が低い</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 高負荷には不向きである</li> <li>● 細かい速度調節や同期運転が困難</li> <li>● 定期的な保守、点検が必要</li> <li>● メンテナンス時は圧力抜きが必要となる</li> </ul>  |

### 3. 各機器の具体例

#### 3.1 鋼製ハッチカバー

鋼製ハッチカバーは船の種類、用途により多種多様な仕様があり、かつ船上艤装装置の中でも大きな比重を占めている。一般に鋼製ハッチカバーの作動は、カバー本体の走行、カバー本体の昇降、締付けの3つの動作からなる。駆動方式としては、電動油圧式、電動式があり、電動油圧式が採用される場合が多いが、近年は電動式の採用も増えつつある。

##### (1) 電動油圧式

大きな力量を要するハッチカバーの開閉駆動方式として最適である。油圧モータ、油圧シリンダは駆動の方法により選定される。

漏油の危険性があること、作動油のメンテナンスの必要性、油圧管の敷設・フラッシング施工の手間が短所としてあげられる。

##### (2) 電動式

油圧配管が不要なため、そのメンテナンスが不要となる。また、漏油の危険がなく漏油を極端に嫌う貨物であっても使用できる。機器の制御に流体を使用せず直接駆動できるため、電動油圧式に比べ効率が良く省エネルギーである。機器操作時の音も静かで作業者の負担も少ない。

ただし、あまり電動式が普及してない現在では製品コストが高く、配管不要のコスト減を差し引いても電動油圧式と比べ高価である。

#### 3.2 甲板機械

甲板機械には、船舶をターミナル（岸壁、洋上係船施設など）に安全に係留するためのムアリングウインチ、沖待ちなどで錨泊に使われるウインドラスがある。

##### (1) 電動油圧式

電動油圧式は、電動機で油圧ポンプを駆動して油圧を発生させ、圧力油を機器側に設けた油圧モータに導いて駆動するもので、操縦者は油圧ポンプを事前に起動しておき、コントロール弁を操作することで油圧モータ駆動させる。

電動油圧式の特性として、操作が容易であり、動作は円滑確実である。また、ムアリングウインチの同時使用条件を考慮することにより、1台の油圧ポンプで複数のムアリングウインチをまかなうことができるので、無駄のない計画が可能である。

しかし、機構が複雑で故障時にはメーカーの専門家による作業が必要となる。

作動圧力は4MPa程度のももあるが、17~20MPa程度のもが多く採用されている。

##### (2) 電動式

電動式は、当初交流電気を使用することが難しかったため、交流を直流に変換して使用してきた。その後、交流をそのまま使用できるようになると、直流変換することなく用いられるようになってきた。この方式は遠隔操作も可能なことから、操縦者を最適な場所に配置でき、操作自体も簡単で騒音、振動も軽微という特徴がある。

ただし、機構が精密複雑であることから、故障時にどこでも、誰でもメンテナンスができるわけではなく、電気関係の専門家による作業が必要となる。

電動式は、現在インバータ制御方式が主流となっており、このインバータ制御は、駆動装置内にインバータ機能を内蔵させることによって、外部コントローラが不要となり、コンパクト化、コストダウンを図ることができる。また、インバータ制御により省エネルギーとなり、種々のアプリケーション機能で目的に応じた最適な機能を選択することが可能である。

さらに、インバータ制御として特徴的なのは、バックアップ機能を持たせることが容易であり、回路を組むことによって、1 台のインバータユニットが故障しても、残りのインバータユニットでそれをカバーできることであるが、同時操作はできないということである。

### 3.3 クレーン

商船に搭載されるクレーンの駆動方式としては、電動油圧式、電動式、空圧式がある。クレーンは **Hoisting, Luffing, Slewing** の 3 種の動作で構成されるため、これらの動作に対して駆動源を設ける必要がある。

大型クレーンの場合には大きなエネルギーが必要となるため、**Hoisting Load** が 10t 以上のクレーンではその大半が電動油圧式となっているが、5t 以下のクレーンでは電動式が多く、まれに空圧式のものも採用されている。

今後は電動油圧式における漏油の問題から、電動式や空圧式のクレーンの大型化が模索される可能性があるが、力量の問題や価格の点から課題は多い。

#### (1) 電動油圧式

電動機で油圧ポンプを駆動し、発生した圧力油により、各動作(**Hoisting, Luffing, Slewing**)に対応した油圧アクチュエータを駆動することでクレーン操作を行う。多くの場合、**Hoisting & Slewing** は油圧モータの回転によって、**Luffing** は油圧シリンダの伸縮によって動作させる方式が採用されている。この方式には、機構がシンプルでメンテナンスが容易、クレーンハウジングが小さい、コストが低い等のメリットがある。ただし、クレーンの容量が特に大きく、油圧シリンダでは対応できない場合などは **Luffing** も油圧モータで行うこともある。

通常、電動機はクレーン個々に独立して設置されるが、甲板機械等と油圧系統を兼用する場合など、ポンプユニットが別の場所に独立して設置されることもある。油圧系統を兼用すると、油量が増加するが、各機器における個々の電動機が不要となる。また、クレーンを危険区画に配置する場合、クレーンに設置した電動機は防爆仕様とする必要があるが、別の安全区画にポンプユニットを設置することで防爆仕様は不要となる。

また、効率改善のため、電動油圧式にインバータ制御装置を組み込みこんだ新しいタイプが開発されている。

#### (2) 電動式

船内電源から各動作(**Hoisting, Luffing, Slewing**)に対応した電動アクチュエータを稼動させることでクレーン操作を行う。電気シリンダは出力が小さくコストも高いため、多くの場合、**Hoisting, Luffing & Slewing** の 3 動作を電動機の回転によって行う方式が採用されている。

直流ウインチと交流ウインチの両者があるが、船内電源が交流のため直流ウインチはあまり使用されなくなった。交流ウインチの制御には極数制御式、ワードレオナード式およびサイリスタ式がある。極数制御式は電動機の極数変換による数段の速度特性をもつ。ワードレオナード式は交流誘

導電動機駆動の直流発電機により得られる直流によって直流電動機を回す方式のもので、数段のノッチ切換により負荷に応じて容易に速度が変えられる。サイリスタ式はサイリスタにより交流を直流に変換し、ワードレオナード式と同様に直流電動機を回す方式のものである。

### (3) 空圧式

船内のコンプレッサから供給される圧縮空気により、各動作(Hoisting, Luffing, Slewing)に対応した空気駆動アクチュエータを稼働させることでクレーン操作を行う。空圧式は主として小型のクレーンに採用されるため、Slewingを人力で行うものや、クレーンジブがLuffingできない方式のものもあり、この場合に駆動源はHoisting用の空気ウインチのみとなり、非常にシンプルな機構となる。

## 3.4 舵取機

舵取機は低速・大トルクが要求され、更にトルクに脈動があるので電動油圧式が適している。

過去には、手動式、蒸気駆動式等も存在したが、小容量のものに限られていた。近年船舶の大型化に伴い要求される容量も大きくなり、その特性から電動油圧式が主流となっている。

しかしながら、将来的には環境負荷低減や省エネルギーのために、電動式の出現も考えられるが、現時点では一般商船の舵取機に適した電動式がなく、市場へ出回るには時間が掛かるであろう。

### (1) 電動油圧式

電動機を介して操縦用レバーにより油圧ポンプを作動させ、その送油方向と送油量を制御することによってラダーストックに取り付けたチラーを動かして操舵する。

また、ロータリーベーン式の舵取機においても同様に、電動油圧駆動装置との組み合わせでアクチュエータをラダーストックに直接取り付けすることで操舵する。

### (2) 電動式

操舵機室の操舵用電動機を作動して、ラダーストックに取り付けたクォードラントチラーにかみ合う小歯車を回転させて舵を動かす。電動機の回転は、減速ギヤで回転数を落として小歯車に伝達させる。なお、この型式は一般商船では見かけることは殆どない。

## 3.5 フリーフォールライフボート用ダビット

フリーフォールライフボートには補助進水装置と揚収装置が必要で、そのためにダビットと巻上げウインチが設けられている。この駆動装置として電動油圧式と電動式がある。現状はコスト・実績重視で電動油圧式の採用が多い。

### (1) 電動油圧式

油圧ポンプユニットからの油圧により、ダビットアームをluffingするための油圧シリンダとボート揚収用油圧ウインチを駆動させる。油圧シリンダの代わりに油圧ウインチを採用する場合もある。

### (2) 電動式

機構的には、上記(1)の油圧シリンダと油圧ウインチが電動機に置き換わる。



### 3.6 バルブリモートコントロールシステム

遠隔操作による弁開閉の駆動装置として、油圧式、電動油圧式、電動式などがあり、弁の設置場所の制約により、選択される駆動方式が決まる場合もある。

#### (1) 油圧式

油圧ポンプユニットからの油圧により、油圧アクチュエータを駆動させる。

スピードコントロール弁にてスピード調整が容易に行える。

#### (2) 電動油圧式

アクチュエータ自体に油圧駆動部を持ち、その油圧を作り出す駆動装置として電動機を装備する。

弁までの油圧配管はなくなるが、駆動部には作動油が残る。

また、電動機部については、設置場所の要件から、防滴の保護等級として IP66～IP68 が要求される場合がある。

#### (3) 電動式

電動アクチュエータを装備し、これを弁の駆動装置とする。電動機のトルク・回転速度をアクチュエータ内の減速機を介し駆動軸に伝えることで弁の開閉を行う。電動機の容量は、弁開閉トルクにより決定される。スピード調整ができない短所もあり、この場合は電動機の容量により弁開度が決まる。

また、電動機部については、設置場所の要件から、防滴の保護等級として IP66～IP68 が要求される場合がある。

#### (4) 空圧式

圧縮空気によりエアシリンダなどのアクチュエータを駆動させ弁開閉を行う。

エアシリンダでの弁開閉には、圧縮空気で弁開（または閉）になり、空気圧を抜くとスプリングの力で弁閉（または開）になる単動シリンダ弁と、シリンダの片側を加圧（または減圧）する際にもう片方を減圧（または加圧）してシリンダ内のピストンを動かす複動シリンダ弁に大別できる。

空圧式は作動速度が速く、構造が簡単で、保守作業が容易である長所があり、主に燃料タンクの緊急遮断弁として使用されている。

短所としては、供給空気圧源と弁との距離が長いところでは、空気の圧縮性により応答性が鈍くなり、空気圧や流量が変動すると作動に影響が出ることもある。

### 3.7 ランプウェイ

RO-RO 船等のランプウェイを開閉し固定するための駆動装置として電動油圧式と電動式がある。

#### (1) 電動油圧式

油圧ユニットからの油圧により、油圧シリンダと油圧ウインチを駆動させる。

また、甲板機械用の油圧ポンプユニットと油圧源を共用することも可能である。

#### (2) 電動式

上記(1)の油圧シリンダと油圧ウインチが電動機に置き換わる。但し、シリンダ毎に電動機が装備される。

電動油圧式の手動切り替え弁と比べると自動運転も可能になり操作が容易であり、電力容量が許す限り同時操作が可能である。

#### 4. アンケート結果

電動油圧式、電動式およびその他の駆動方式について船主、造船所 および メーカーの意見を伺い、各装置にて採用されている駆動方式の長所、短所、問題点などを把握するとともに、将来の駆動方式を検討する材料としたいと考えアンケートを実施した。

##### ○ 船主

船主に対し鋼製ハッチカバー、甲板機械についてアンケートを行い、アンケート結果をまとめた。

##### ○ 造船所

造船所に対し鋼製ハッチカバー、甲板機械についてアンケートを行い、アンケート結果をまとめた。

##### ○ メーカー

メーカーに対し鋼製ハッチカバー、甲板機械、クレーン、舵取機、フリーフォールライフボート用ダビット、バルブリモートコントロールシステムおよびランプウェイについてアンケートを行い、それぞれの機器のアンケート結果をまとめた。

#### 5. 機器の価値評価

船上艤装装置の駆動方式を選定するときは、機器の価値評価が伴う。一般的に評価問題は、評価者の認識により解くべき問題の意味合いが異なる悪定義問題の最たる問題である。従って、評価者の知識や問題に対する態度によって結果が変わる。ここでは、評価項目に評価者の問題に対する態度すなわち重み（重要度）をつけて評価を総合する総合評価の検討として、階層分析法（Analytic Hierarchy Process: AHP）を用いた検討を行った。

AHP は、図 5-1 に示すように、問題の目的-基準-代替案への階層化、一対比較から求める基準間の相対評価および基準から見た代替案の相対評価、最後にそれらの総合評価、という手順で行われる。

今回、AHP の特徴である言葉による一対比較表を用いたアンケートの結果を参考に、評価基準および代替案の重要度（プライオリティ）を求め、比較した。

加えて、評価基準に対する評価の変化が駆動方式の評価へどのような影響を与えるか調べ、さらに、評価基準に対する評価と具体的な金額の相関の推定を試み、代替案としての電動方式の採用の検討例を示した。

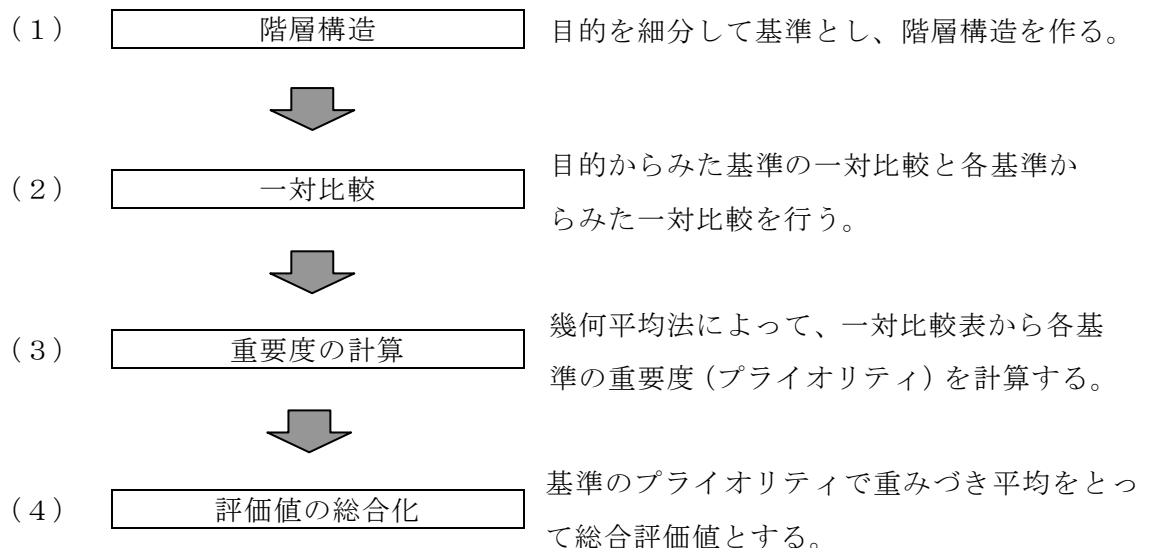


図 5-1 AHP の手順

## 6. まとめ

船上艤装装置の駆動方式の選択肢として現在、主に使用されている電動油圧式、電動式および空圧式等を取り上げ、それぞれの全般的な特徴を調べ比較し、具体的に艤装装置を取り挙げ、船主、造船所およびメーカーにアンケートを実施して、それぞれの立場での各駆動方式の評価、不具合事例などを調査した結果、これまで電動油圧式が主流であった機器においても電動式が多く採用されていることが判った。これは、電動式機器が大型化して大出力を要する装置にも対応可能となったことや、インバータ方式の普及による操作性の改善、環境性の重視、などが要因と考えられる。その一方で、初期コストや冗長性など、電動油圧式が依然として優れていると考えられている場合もあり、いずれの方式を選択すべきかの総合的な判断は難しい。

そこで、各駆動方式を総合的に評価するための手法として AHP を導入し、実際にアンケートの集計結果を使って AHP による評価・分析の実例を示した。

これらの検討結果を踏まえて、船上艤装装置における駆動方式を選定するための指針として、以下の手法を提案する。

- (1) まず、対象となる装置について、これまでの実績やメーカー情報などを基に、どのような駆動方式が選択肢として存在するのかを調査する。
- (2) 各駆動方式について、装置の仕様が本船の条件（容量、防爆要求など）に適しているか調べ、適用できない方式があれば仕様・条件の見直しを行うか、選択肢から除外する。
- (3) その結果、選択可能な駆動方式が 2 つ以上ある場合、第 5 章に述べた手順で AHP による総合評価値を求め比較する。
- (4) AHP による分析から、どの要素が全体に対してどの程度の重要性があるのか、またどの要素を克服できれば総合評価において優位になるかといったことを明確にする。例えば、コストを幾ら以下にする必要があるか、あるいは、性能をどこまで改善すべきかといった、選定の境界条件を求める。

上記の手法を行うことが、船上艤装装置における駆動方式を選定するために有用だと考える。