

平成 2 0 年度

舵取機用光学式舵角検出装置の技術開発

成果報告書

平成 2 1 年 3 月

(社)日本船用工業会

はしがき

本報告書は、競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて、平成20年度に社団法人日本船用工業会が実施した「舵取機用光学式舵角検出装置の技術開発」事業の成果をとりまとめたものである。

ロータリーベーン式舵取機は他の舵取機とは異なり外部に突起的な運動部分を持たないすっきりした円柱形状であるのに、現在使われている機械式舵角検出装置においては、この舵取機本体の外側に、検出装置および検出装置への舵角伝達のためのリンク機構が突起物として配置されたものになっている。

このため、突起物による安全性や作業性への影響、また、機械的な方法での角度検出は精度に問題がありその調整に工数を要するという難点をかかえている。

そこで、外部に可動突起部を持たない光学的な舵角検出装置を開発し、上述の安全性、作業性、精度の改善をはかるべく、ジャパンハムワージ株式会社に委託して1年間で開発を行ったものである。

ここに、貴重な開発資金を助成いただいた日本財団、並びに関係者の皆様に厚く御礼申し上げる次第である。

平成21年3月

(社)日本船用工業会

目次

	ページ
1. 技術開発の目的	1
2. 技術開発の目標	2
3. 実施経過	2
4. 実施内容	
4.1 舵角検出指示及びオートパイロットへの信号出力装置の開発基本計画と設計	3
4.2 舵角検出装置の試設計と試作	8
4.3 舵角指示器の試設計と試作	17
4.4 実証試験装置の設計と試作	19
4.5 性能評価試験	23
5. 目標の達成状況	25
6. 今後の課題	25

舵取機用光学式舵角検出装置の技術開発

1. 技術開発の目的

ロータリーベーン式舵取機は他の舵取機とは異なり外部に突起的な運動部分を持たないすっきりした円柱形状であるのに、現在使われている機械式舵角検出装置においては、この舵取機本体の外側に、検出装置および検出装置への舵角伝達のためのリンク機構が突起物として配置されたものになっている。

舵角検出装置として、制御用に2組、指示器用に1組の合計3組をそれぞれ独立して設け、また舵の制限舵角以上に作動することを防止するためのリミットスイッチを制御用として2組独立して設けることを要求されていることから、複雑な突起物が構成された状態になっている。

このため、以下のような不都合を生じている。

1) 安全性

リンク機構を有する舵角検出機構は、外部に露出する突起的な運動部分を有するため、乗組員による点検やリンク機構への注油作業中等に危険を与える恐れや、その折にリンク機構への不測の機械的打撃を与えて設定点が狂い操舵システムに作動異常を生じる恐れがある。

2) 作業性

舵取機の開放点検を行うに際して、各舵角検出装置のリンク機構を一々解除せねばならず、また、再組立後には、各舵角検出装置をそれぞれ別々に再調整を行わねばならないので、その都度、非常に煩雑な作業となっている。

3) 精度

舵取機が大きい舵角（例えば左右舷に各 70° ）をとる場合、大舵角の状態では、リンク機構の作用角度が極端に小さく精度が悪くなる。納入時には船内で最終的な舵角検出の調整をして引き渡すが、この調整に工数を要するという難点がある。

また、ロータリーベーン式舵取機の場合、機械的ストッパー位置は 71.5° に設けているが、精度が悪いことで、検出角度がこの角度に達する前にストッパーにぶつかることがある。

ストッパーに当たると、作動油はリリーフ圧に達し、電動機は過負荷（過負荷警報がでる）となり、また油温の上昇を来すなど舵取機装置が過酷な状態に置かれることになり、長時間この状態が続くと電動機が焼損することになる。

以上のような精度に関連した不都合がある。

そこで、外部に可動突起部を持たない光学的な舵角検出装置を開発し、上述の安全性、作業性、精度の改善をはかるものとする。

光学的な舵角検出装置とは、舵取機舵軸中心を軸として舵軸と共に回転する円筒体周辺に取り付けたスケールを光センサーで読み、その読み取り値を舵角に換算演算する演算器を設けて、演算量を舵角指示器に、また、操舵装置に舵角のフォローアップ信号として与えるように構成するものである。

このような構成にすることによって、外部に運動を伴うリンク機構などの突起物を無くすことができ、ロータリーベーン式舵取機と一体となったすっきりした構造の舵角検出装置とすることができる。

なお、舵の制限舵角以上に作動することを防止するためのリミットスイッチをこの装置内に組み込むものとする。

ちなみに、従来の機械式の場合は、ポテンシオメータとかシンクロ発信器を筐体の中に組み込み、これをリンク機構により舵軸の動きに連結させてその動きによる信号変化を取り出すように構成されている。

2 . 技術開発の目標

- 1) 外部に運動を伴うリンク機構などの突起物を無くすこと。(100%)
- 2) リンク機構では、大舵角(例えば舵角 70 度)をとる場合、精度が悪く、調整も煩雑であるが、舵角の大きさのいかに関わらず常に一定の精度が得られ、調整が容易なものとする

精度：読み取り精度 0.1 度、全舵角領域にわたって検出精度 0.5 度以内。

取り外し、取付、調整時間：40～50%削減

3 . 実施経過

3.1 実施項目

本開発では、以下の項目について実施した。

- (1) 舵角検出装置開発基本計画
- (2-1) 舵角検出装置及び舵角指示器の試設計
- (2-2) 実証試験装置の詳細設計
- (3-1) 舵角検出装置及び舵角指示器試作
- (3-2) 試験装置の試作
- (4) 試作器の性能評価試験と評価

3.2 実施期間

開始：平成 20 年 4 月 1 日

終了：平成 21 年 2 月 28 日

3.3 実施場所

実施項目(1)～(2-2)：本社、放出工場

実施項目(3-1)～(3-2)：放出工場

実施項目(4)：本社

4 . 実施内容

4 . 1 舵角検出 / 指示及びオートパイロットへの信号出力装置の開発基本計画と設計

4 . 1 . 1 舵角(位置)検出方式

舵軸頂部に舵角読み取りのためのスケールを設け、そのスケールの目盛を舵軸の動きにつれて光学式センサーで読み取り、舵角信号変換する装置をどのように構成し実用化するかについて検討し、計画、設計を行った。

また、その舵角信号を、別途設ける舵角指示器及びオートパイロットのフォローアップ制御のための信号への変換システムの計画、設計を行った。

従来の構成

図 1 及び図 2 に示すように、従来、舵角指示器用発信器及びオートパイロット用フォローアップ装置に舵軸回転を伝達するために複数の突起部分を有するリンク機構を用いていた。この方式では、安全性、作業性、精度の上で問題があることについては上述のとおりである。

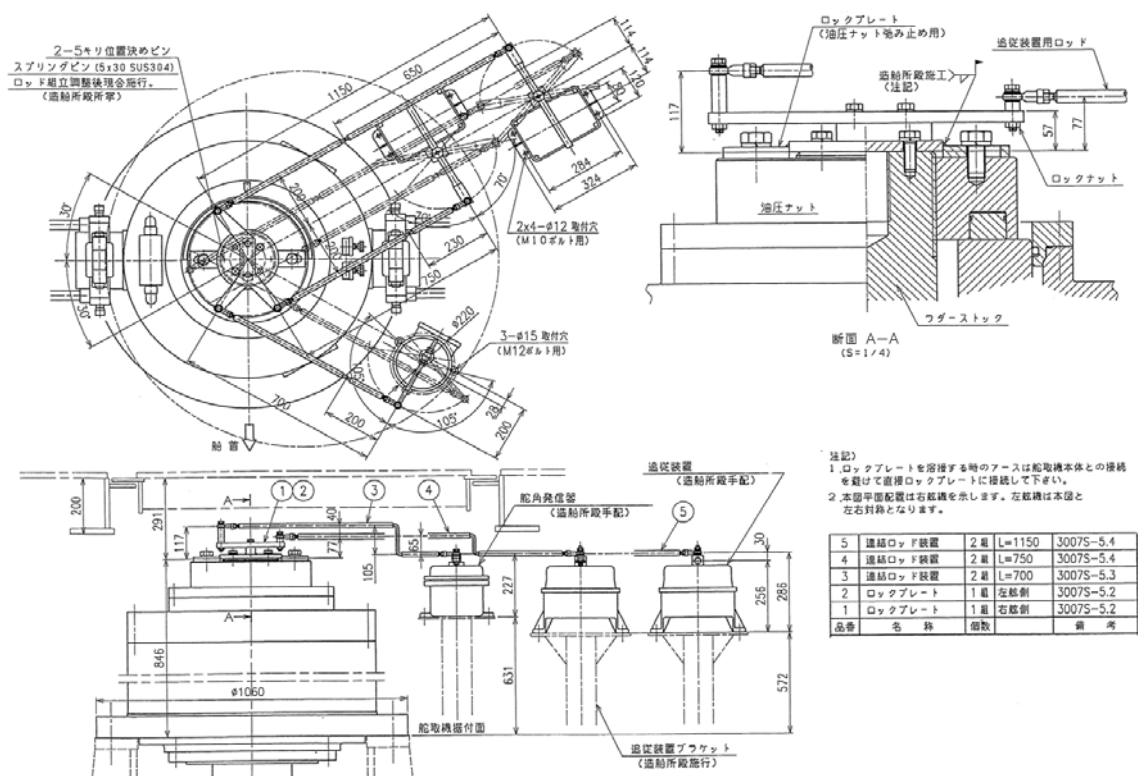


図 1 ロータリーベーン式舵取機と舵角検出装置の配置(従来型)

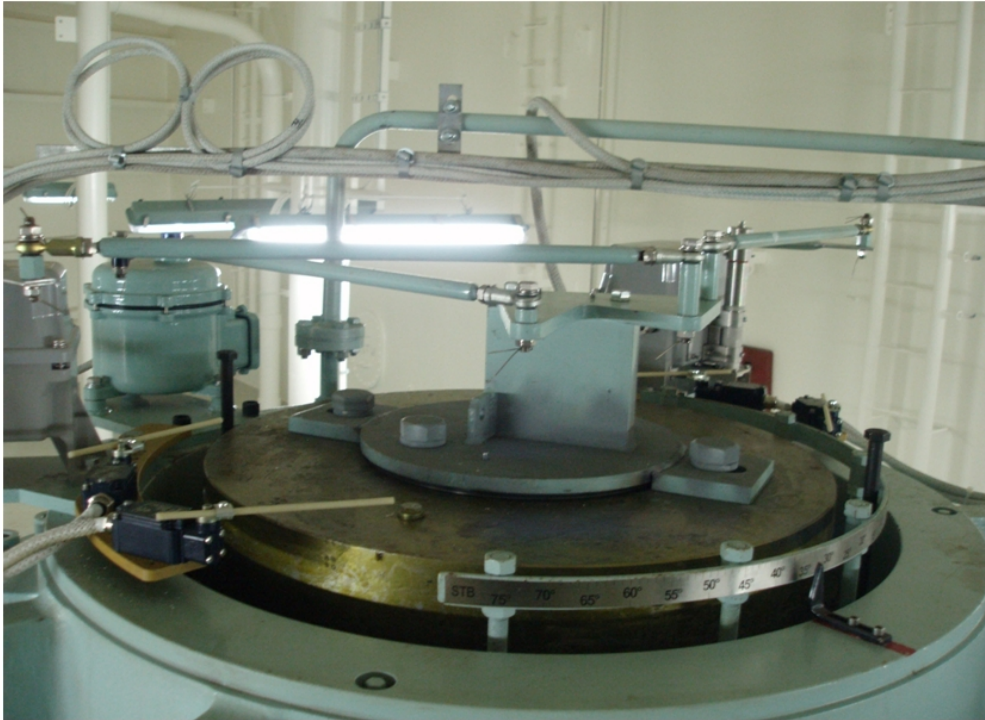


図2 従来型舵角検出装置とリンク機構

開発した方式

従来方式のリンク機構をなくすため、舵軸回転の検出において配置の自由度の高い光学的な位置検出装置を3個(舵角指示器用1個及びフォローアップ装置用2個)を舵軸と同調して動く一つの回転体の周辺に配置する仕組みとした。これにより、上述のように、従来、別々の3台の筐体が必要であったものを1台にすることができるようになった。

図3に、計画した舵角検出装置をロータリーベーン式舵取機に装備した状態を示す。



図3 光学式舵角検出装置イメージ図

図 4 は舵取機制御システムブロック図で、図の右端に示す舵角指示器用舵角検出装置及び No.1、No.2 フォローアップユニット舵角検出装置を示しているが、本開発ではこれらの一体化組込をはかっている。

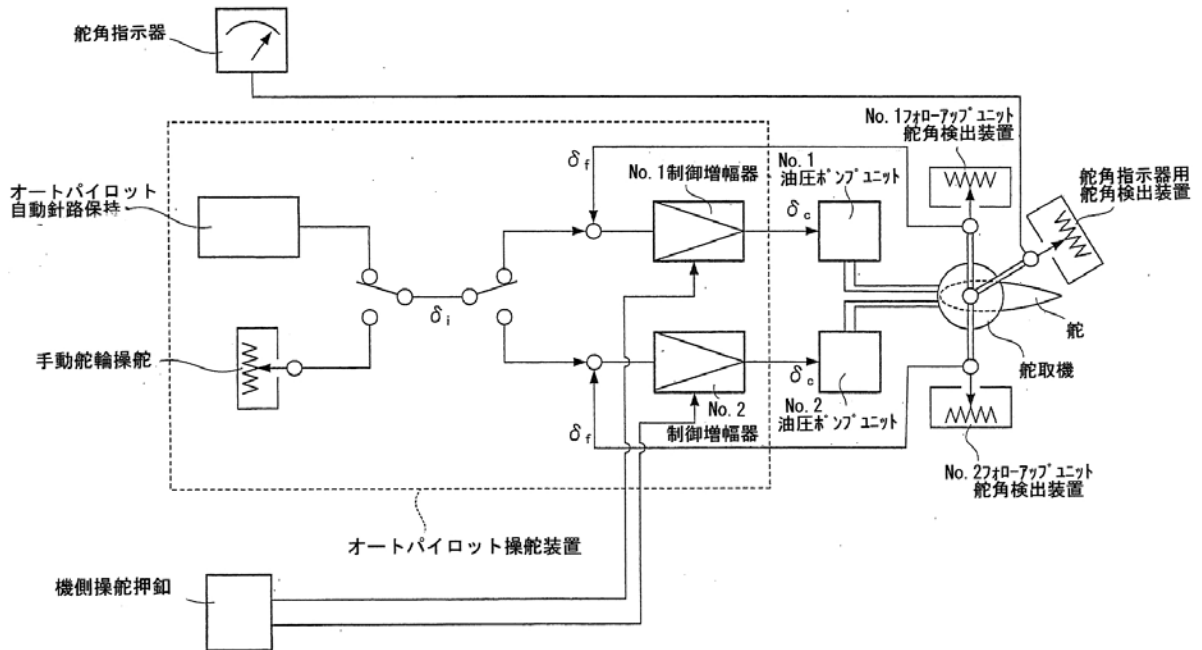


図 4 舵取機制御システムブロック図

図 5 に、光センサーによるスケール読取原理を示す。白、黒で目盛られたスケールをラインセンサで読み取り、各位置におけるその位相差で精度高く位置を検出するものである。その検出信号を目的によりデジタルまたはアナログに変換して伝送する。

図 6 に、光学式舵角検出装置の構成を示す。

上述の光センサーとは別に、ゼロ点センサーを設け、万一ノイズや電源喪失などで光センサーが正しい位置(角度)を見失ったような場合でも、回転体がゼロ点を通り過ぎれば自動的にリセットされ、再び正確な位置(角度)を検出するようにした。

現在使用されている舵角発信器及びオートパイロットのフォローアップユニットはリンク機構で舵軸と結合されている。この方式では、舵角スパンの調製やゼロ位置の調整が煩雑であり、また使用中にこれら設定がずれた場合、再調製の必要がある。

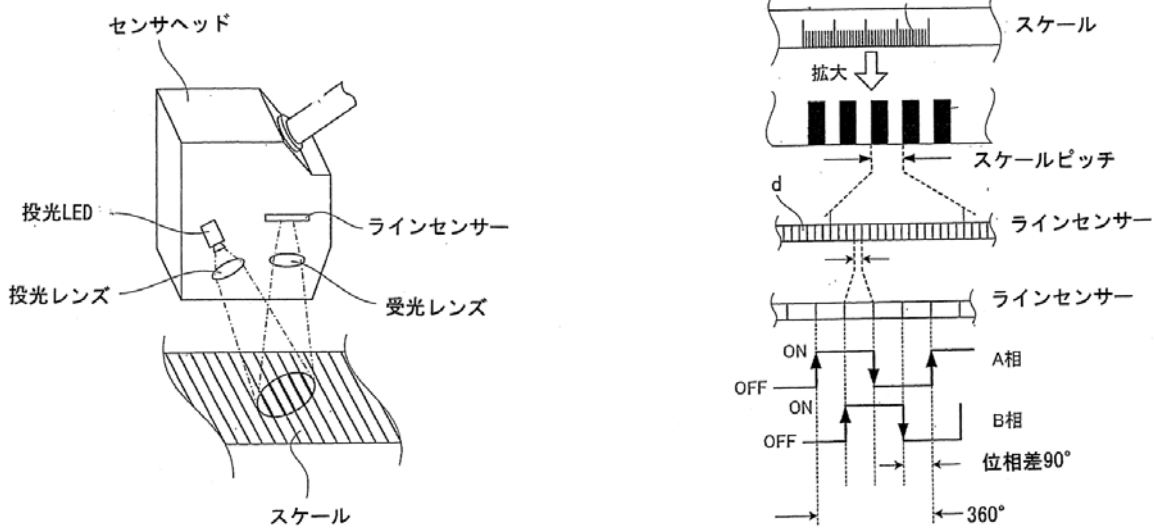


図5 光センサーによるスケール読み取り原理

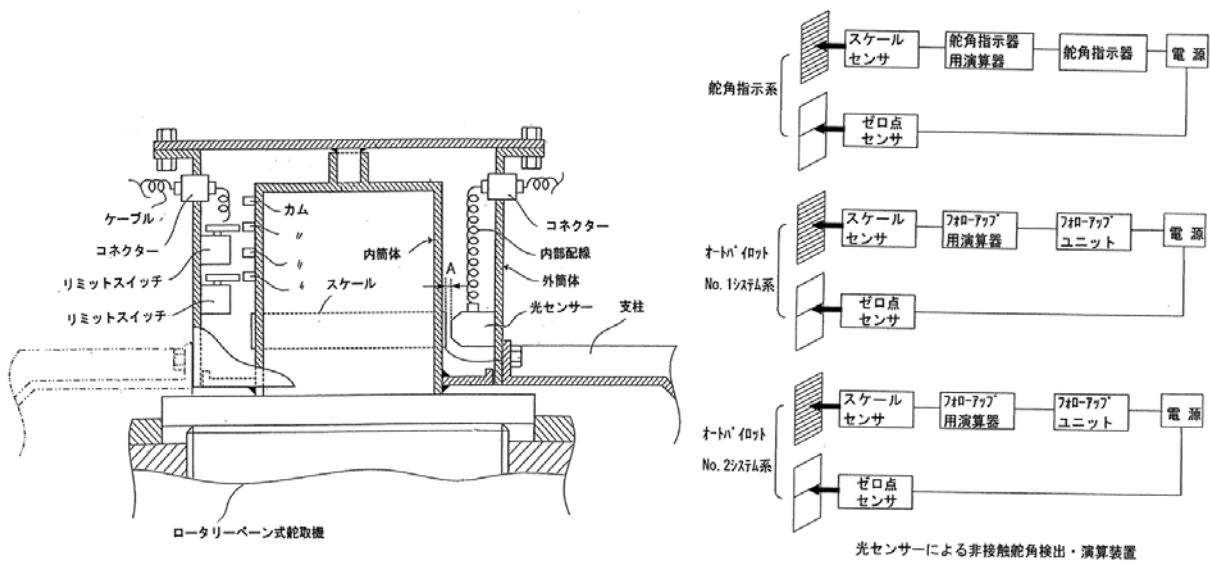


図6 光学式舵角検出装置の構成

図7に舵軸回転角とリンク機構による舵角発信装置の回転角の関係を示す。図のようにリンクレバーの長さが舵軸側と発信器側で1%違っただけで、舵角70度で、1.6度、2.5%違えば4.5度もの差異を生じるが、開発した方式においてはこの差異は基本的に発生しない。

$r_1 : r_2$	θ_1	θ_2
101 : 100 (1%)	70° 35°	71.6° 35.4°
102.5 : 100 (2.5%)	70° 35°	74.5° 36°

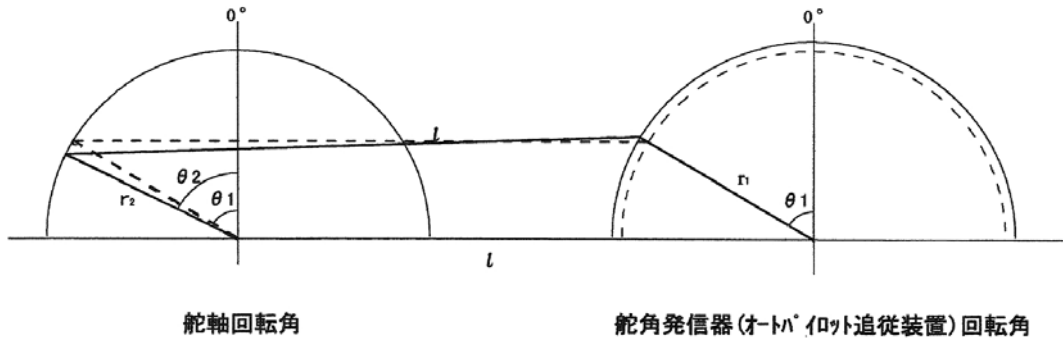


図7 舵軸回転角とリンク機構による舵角発信装置/オートパイロット追従装置回転角の関係

4.1.2 及び舵角指示器

図8に、舵角指示器を含めた光学式舵角検出装置の全体構成を示す。

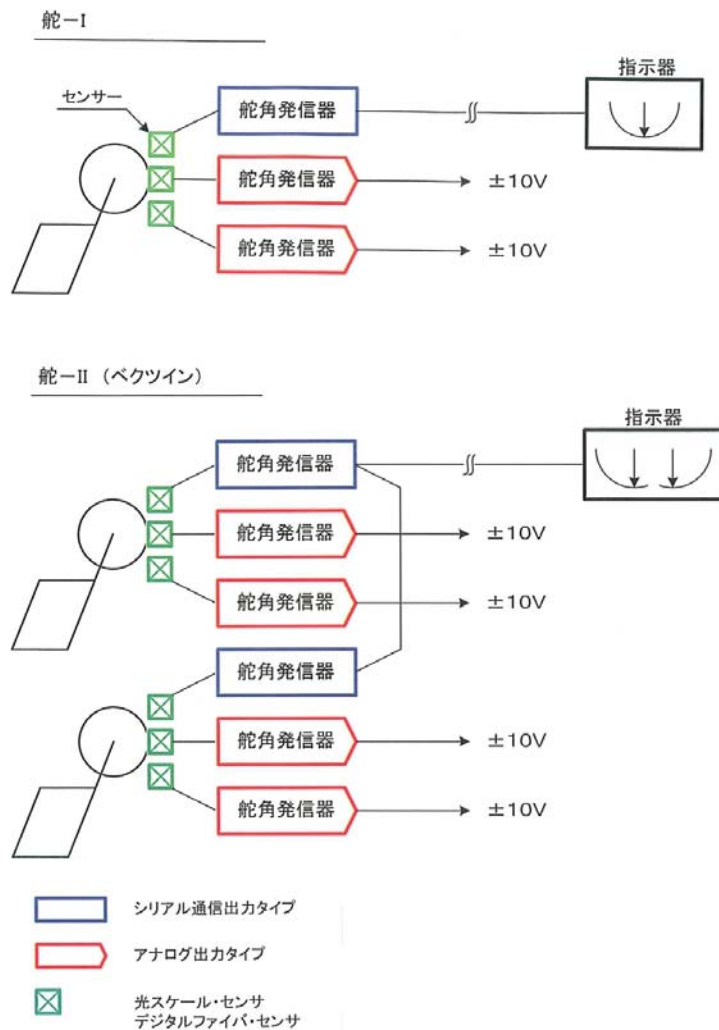


図8 舵取機用光学式舵角検出装置構成図

図に示すように、舵角指示器へはデジタル信号のシリアル通信方式を採用し、舵角指示器はデジタルモータによる駆動方式を採用することにした。

舵角指示器は、ロータリーベーン式舵取機の転舵角度 Port70 度-0 度-Stbd70 度に、また一軸二舵のベクツインシステムの片舷 25 度-0 度-105 度に対応できる駆動機構を持つものにした。

また、オートパイロットへの信号はオートパイロット制御方式の現状に合わせ、アナログ出力としてインターフェイス整合がとれるようにした。なお、将来的には、デジタル式に転換されることにも配慮してデジタル化に対応できるようにする。

4.2 舵角検出装置の試設計と試作

4.2.1 舵角検出装置（試作 1）

図 9 に光学式舵角検出装置構成（試作 1）を示す。

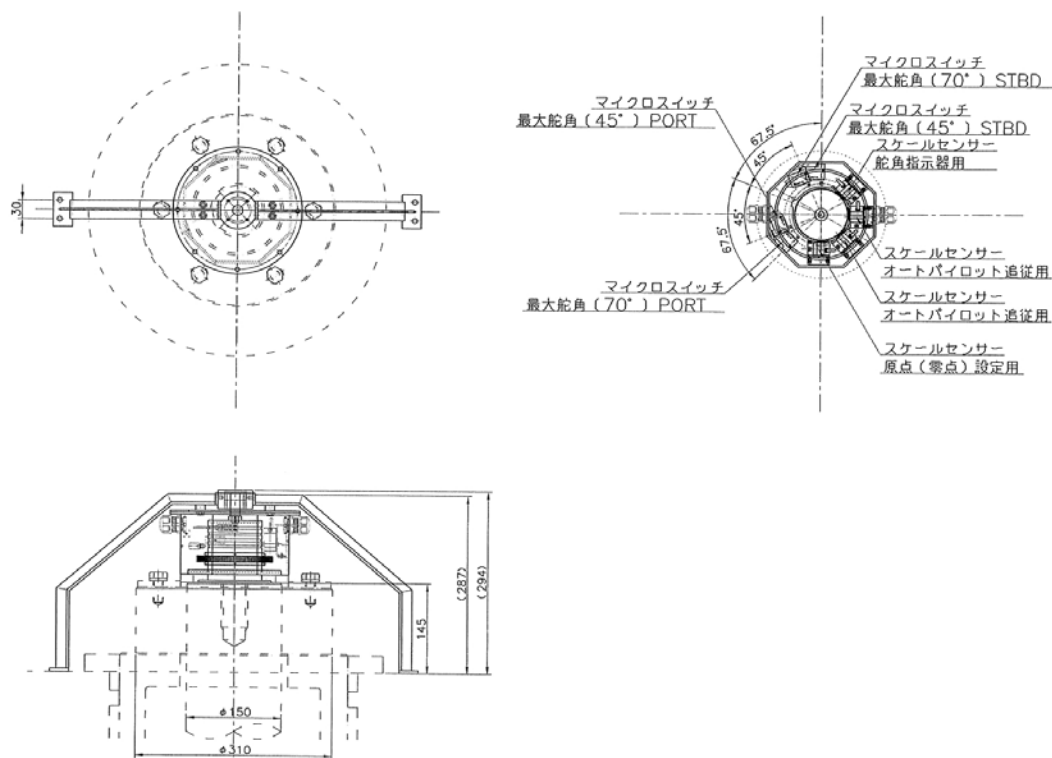


図 9 光学式舵角検出装置構成（試作 1）

光センサーはスケールの位相差を検出する仕組みの原理上、スケールからの距離に多少の変動があっても正しく位置を読取る利点があるため、当初は、スケールを取付けた回転体はアクチュエータに挿入される舵軸に軸芯を合わせて直接取付け、光センサーを取付けた筐体は舵取機に取付け、これら両者は直接支え合うことがない独立したものとして構成することにした。ただ、軸芯位置合わせのため、上部中央に、筐体には小さな穴をあけ、回転体には細い軸を出してそれらの位置がほぼ整合したところで筐体を固定する構造にした。基本的に

は、これで問題がないのであるが、もし舵軸位置に、がたが生じ、軸芯が偏心しづれた場合に、多少なりとも誤差発生を起こす懸念が生じた。

図 10 に試作した製品写真を、図 11 に回転体部を回転台に載せた状態写真を示す。

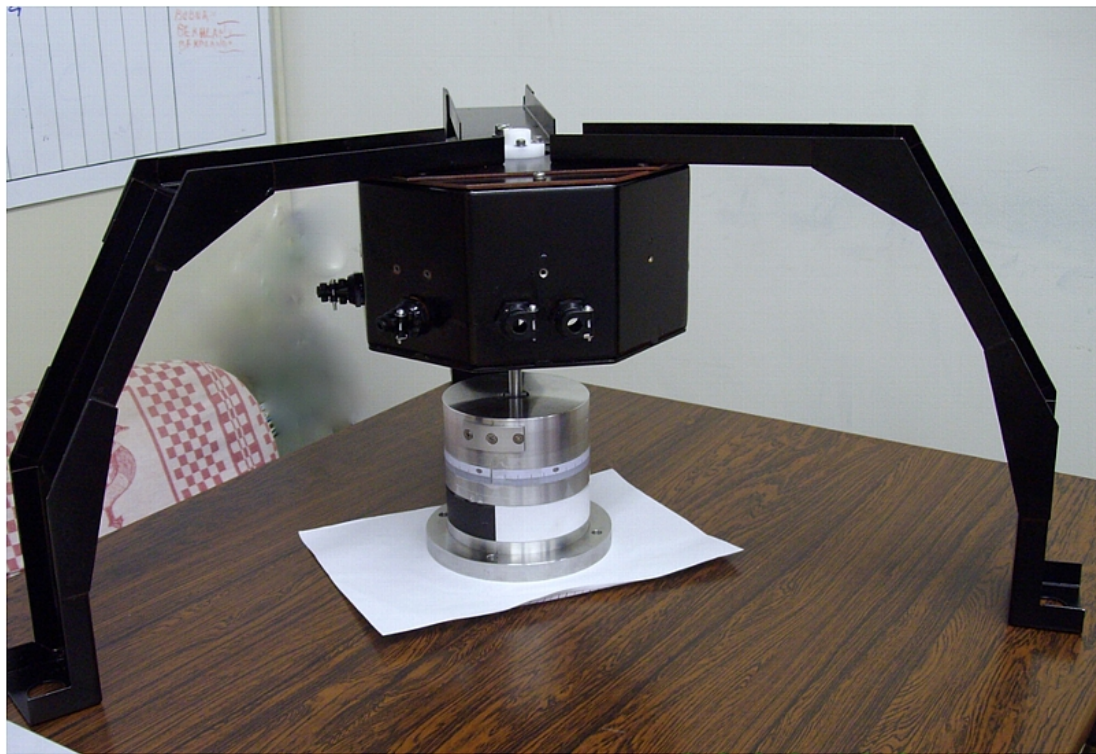


図 10 光学式舵角検出装置外観と回転体部（試作 1）

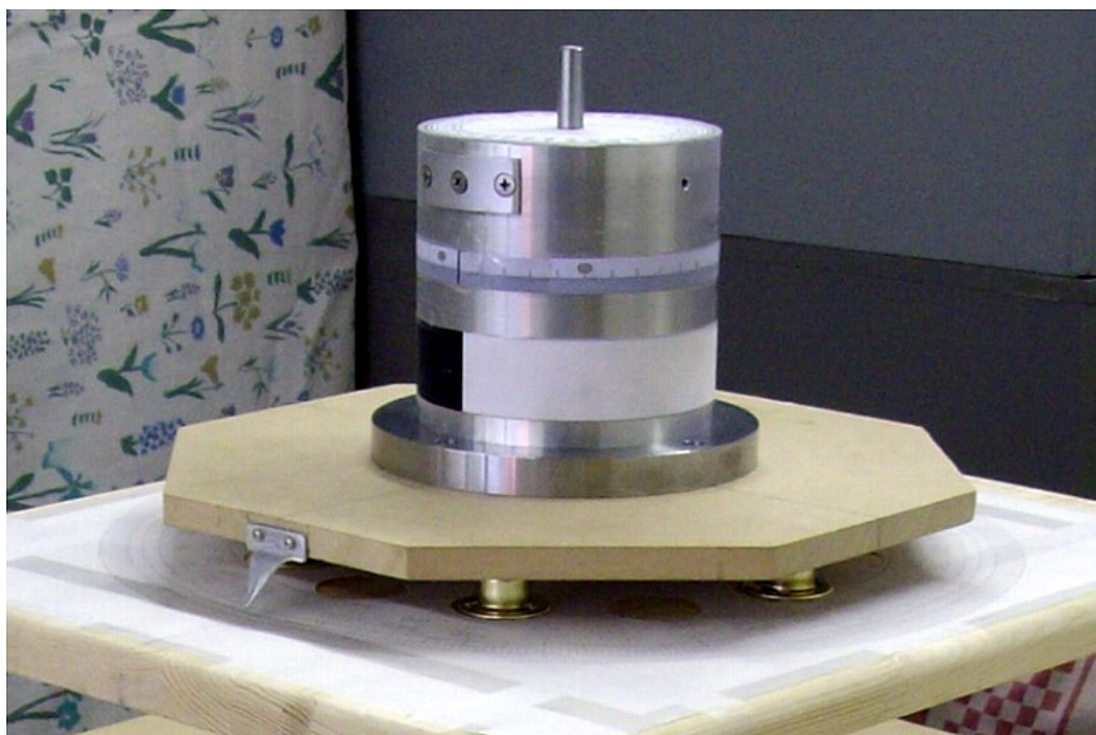


図 11 光学式舵角検出装置回転体部と回転台（試作 1）

4.2.2 舵角検出装置（試作2）

上述の課題を解決するため、回転体の上部、下部に軸受けを設けて一体構造とすることにした。

図 12 にその構造図を示す。

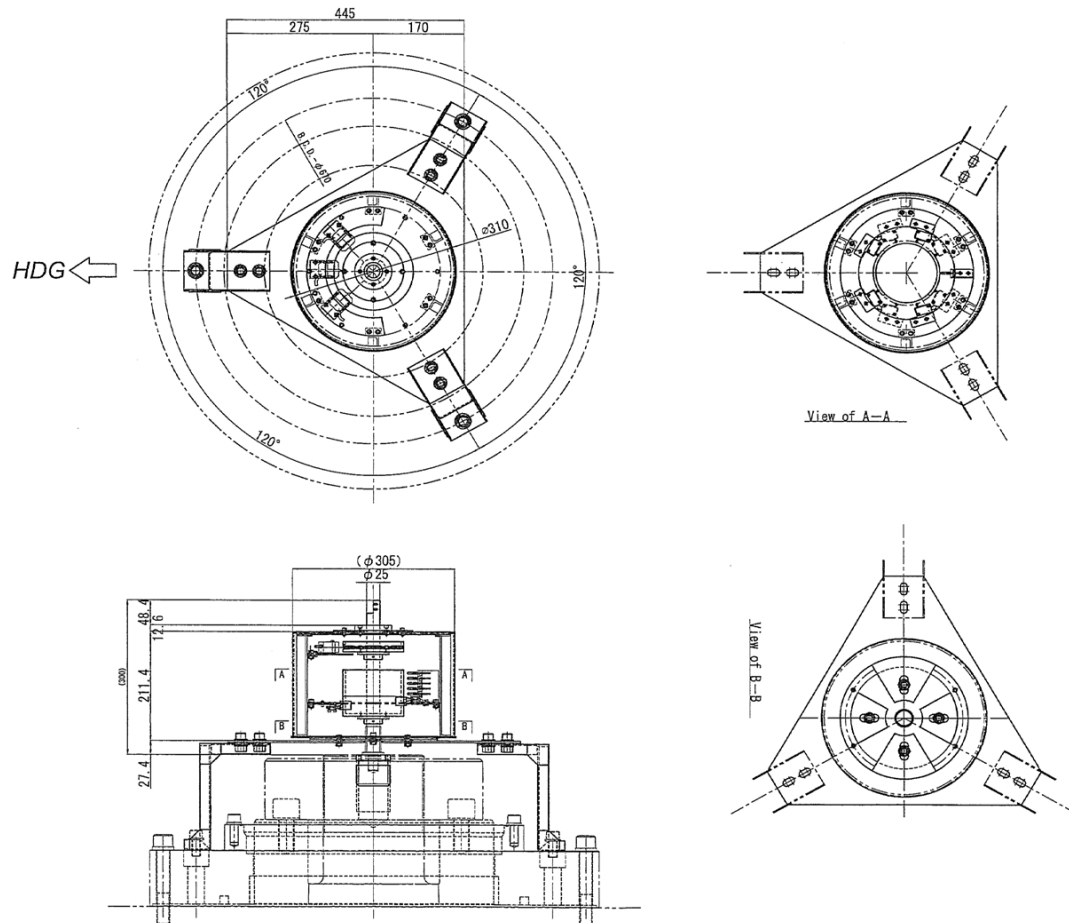


図 12 光学式舵角検出装置構造（試作2）

このように、回転体と筐体とを軸受けを用いてリジッドに接合すると、舵軸のぶれによる舵角の検出誤差はなくなるが、舵軸のぶれを機構的にどのように吸収するかという問題が発生した。

その解決策の一つとして、図 13 に示すオルダム継手を舵軸と回転体の接合に用いることによって、回転軸の偏心によるぶれを吸収することを試みた。図 14 に試作した製品写真を、図 11 に回転台に載せて作動実験をしている状態写真を示す。

しかし、回転軸のぶれはこの継手を採用することによって解消できるが、舵板、舵軸の電蝕防止のためのアースをどのように取るかという問題が新たに発生した。

すなわち、従来は、舵軸上端部中央に固着させた金属棒にアース線を取付けていたが、オルダム継手方式では、舵軸と回転体軸との電気的な接続は完全にはできないので、この方法が採用できないからである。

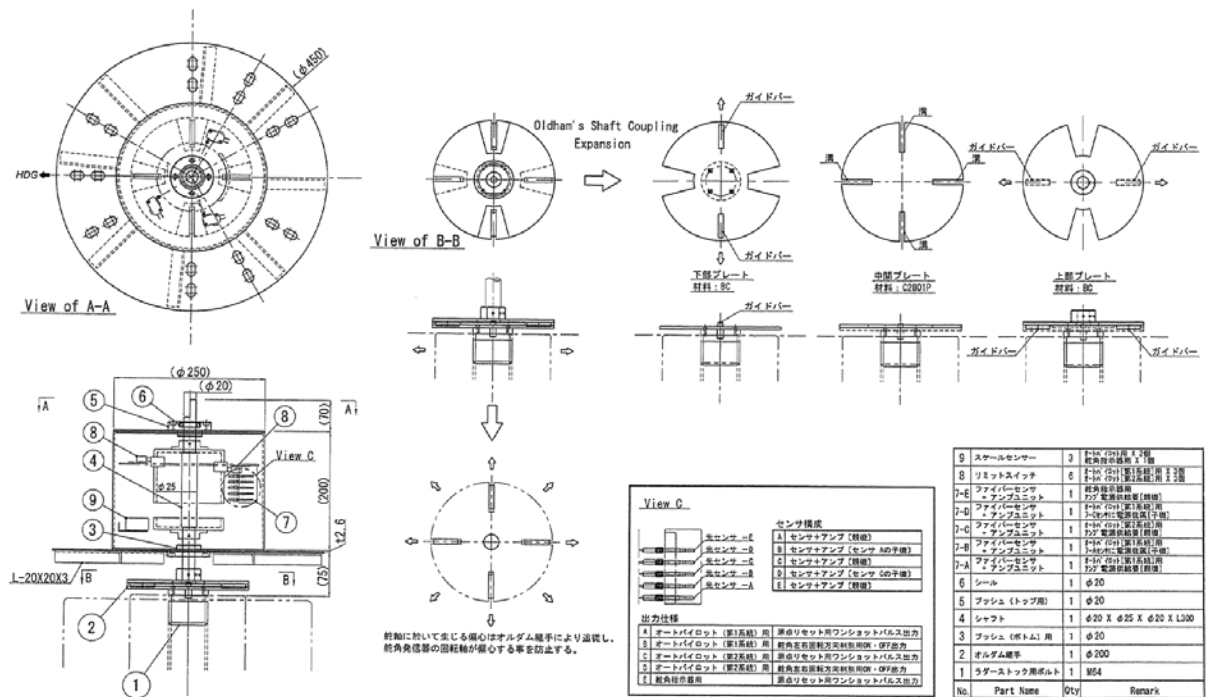


図 13 光学式舵角検出装置軸勘合機構部の構成 (試作 2)



図 14 光学式舵角検出装置外観 (試作 2)

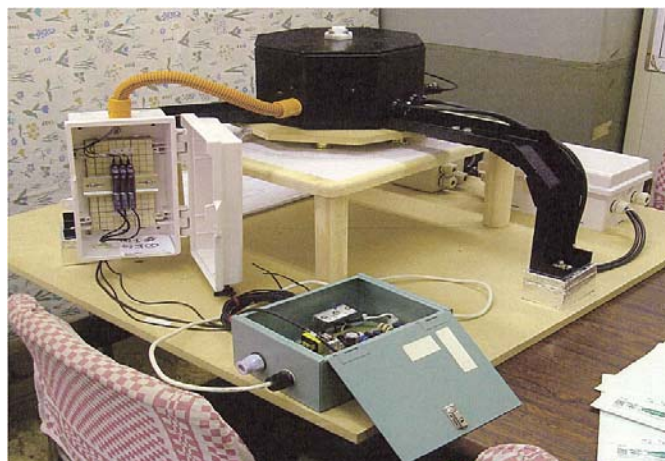


図 15 光学式舵角検出装置舵角読取実験 (試作 2)

4.2.3 舵角検出装置（試作3）

これら問題を解決するため、舵角検出装置を舵軸直上にはではなく、舵取機端部に設けて舵軸の回転をタイミングベルトによって舵角検出装置駆動する方式を採用した。

これにより、舵軸の偏心による回転ぶれは、タイミングベルトの弾力によって吸収することができ、また、電蝕防止のためのアース線は、舵軸中心直上に設けたタイミングプリー用軸端にアース線を接続する事によって解決することができた。

タイミングベルトは、1本で十分機能を果たすが、万一切断するような事故の発生を想定して2本並列に掛けることとした。

その構成概要を図16に示す。また、図17に試作装置の外観写真を、図18、図19にその内部の一部の写真を示す。

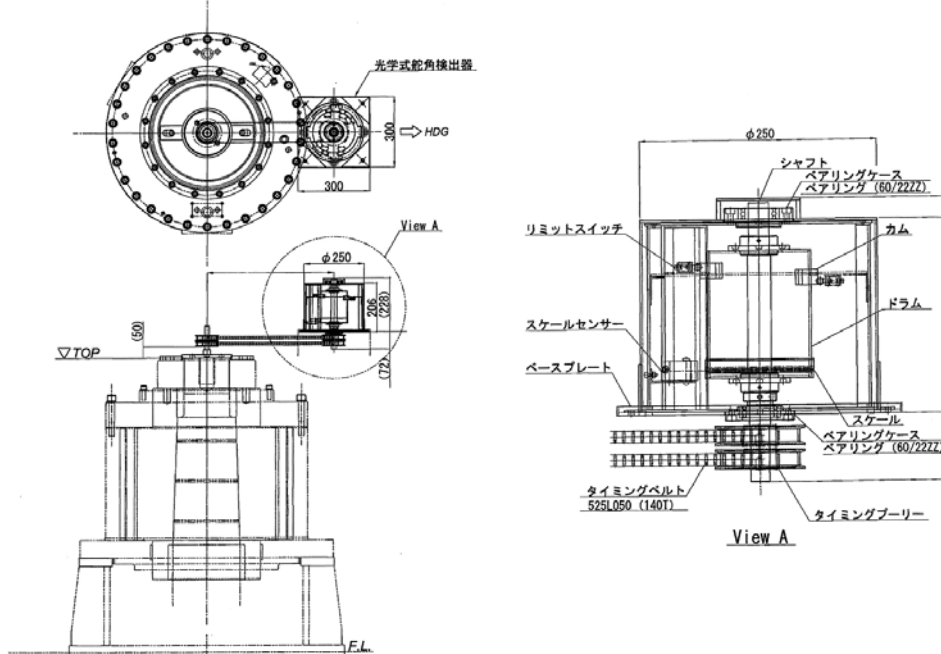


図16 光学式舵角検出装置の構成（試作3）



図17 舵角検出装置外観（試作3）

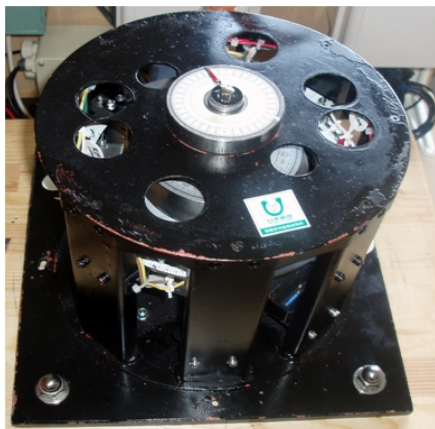


図 18 舵角検出装置外観（カバー取り外し）

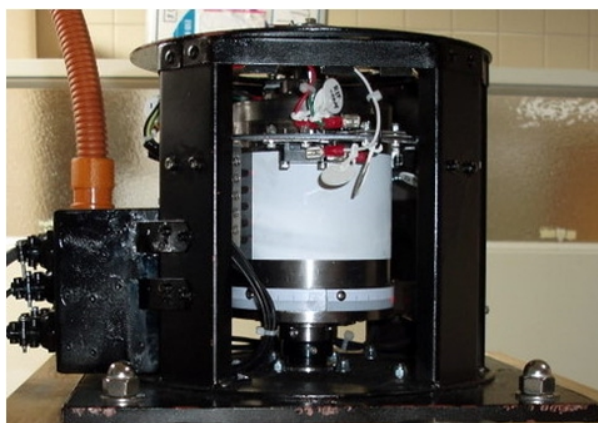


図 19 同左（サイドビュー）

4.2.4 電気制御装置

図 20 に舵角検出装置電機部品の配置を示す。

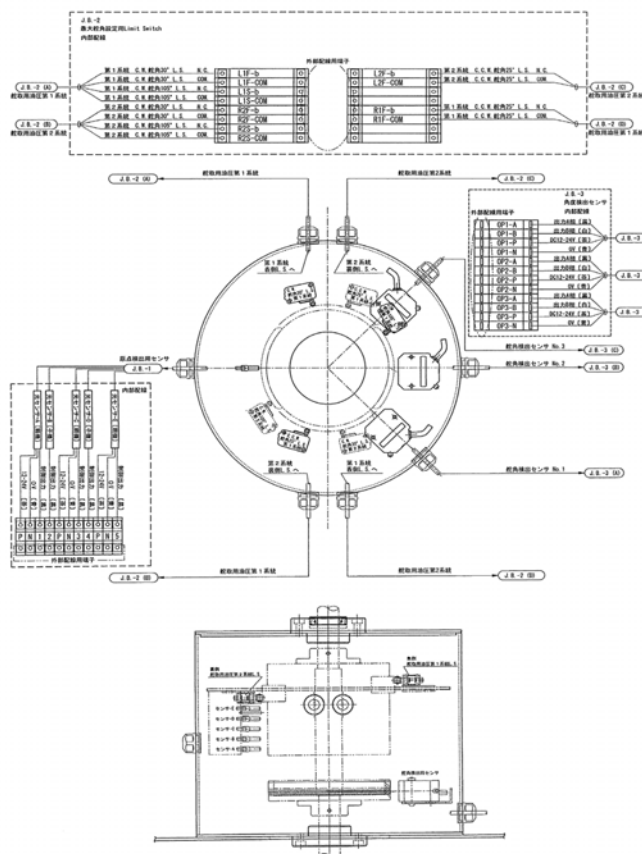


図 20 舵角検出装置内電気部品配置図（試作 3）

舵角検出センサー(光センサー) 3 個、ゼロ点検出センサー 5 個、リミットスイッチ 5 個を配している。ゼロ点検出センサーは、通常 3 個でよいが、本開発では自動運転の制御及び表示に使用するため 2 個余分に取付けた。リミットスイッチについては仕様によって、通常 4 個または 8 個となる。

図 21 にゼロ点検出用増幅器を示す。

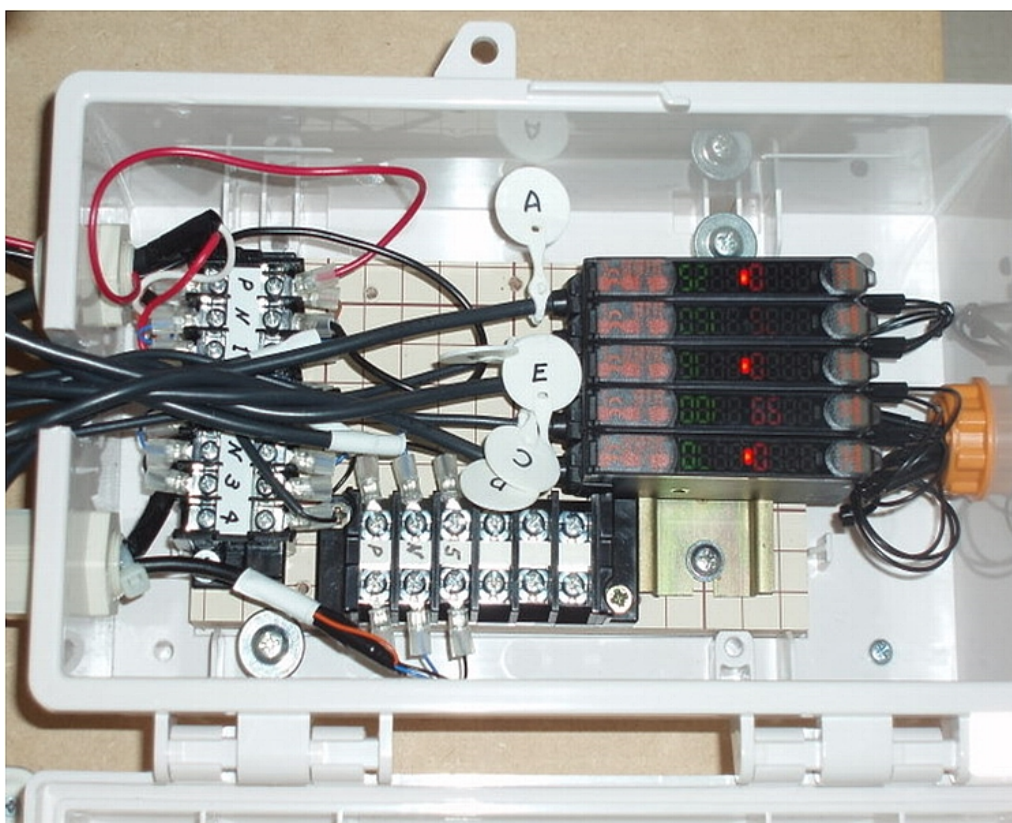


図 21 舵角信号ゼロ点検出用増幅器

図 22 に舵角信号位相 / デジタル - アナログ変換ユニットブロック図を示す。これはオートパイロットの舵角信号リピートバック用のアナログ電圧を出力するものである。

電源としては通常 AC100V を使用するものとするが、AC 電源がブラックアウトする場合を配慮して、バッテリー電源 DC24V でバックアップするようにしている。さらに、このバッテリー電源もブラックアウトした場合には内蔵する DC12V バッテリーでデータを保持するように構成した。

図 23 にこのシステムの全体構成の概要を示す。

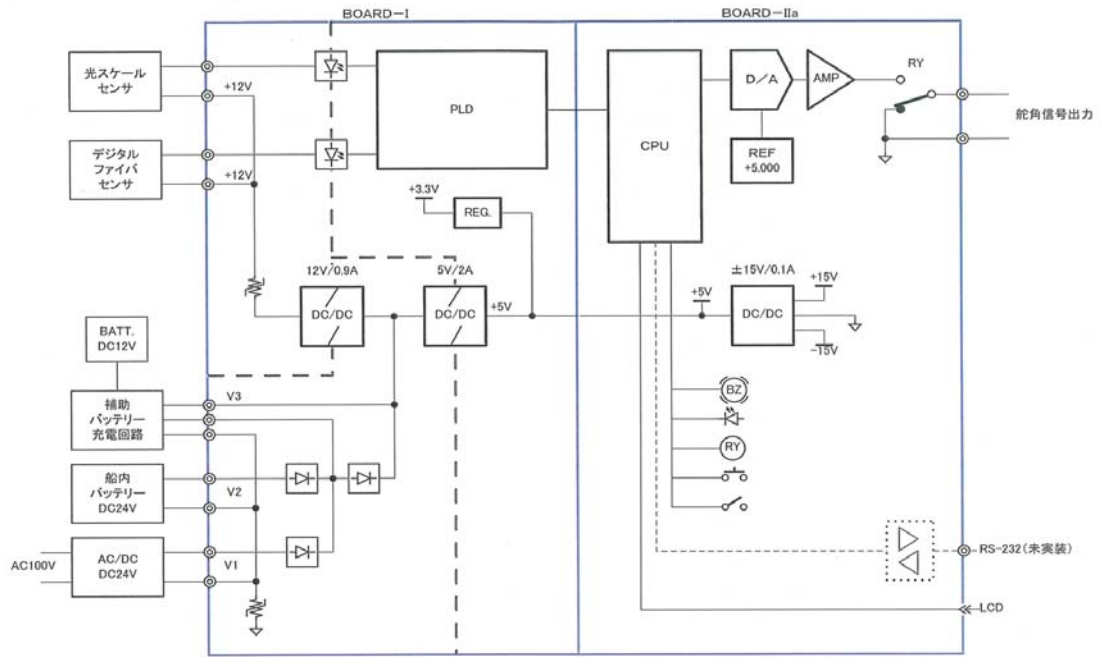


図 22 舵角信号位相 / デジタル・アナログ変換ユニットブロック図

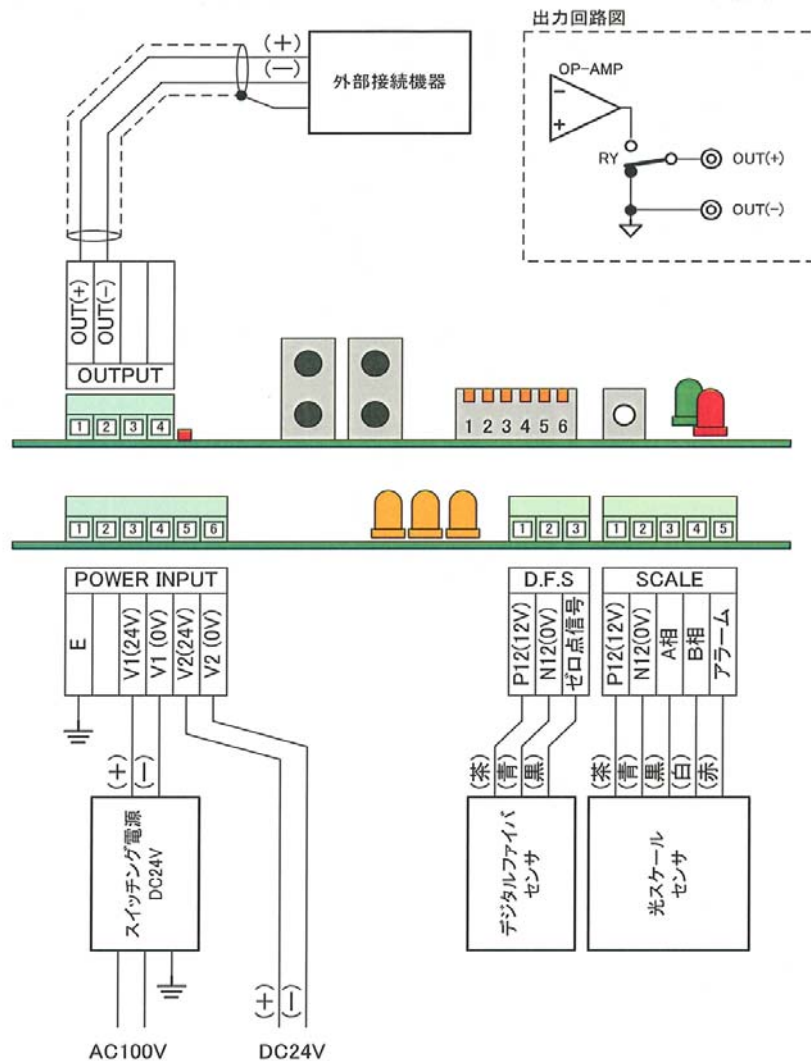


図 23 位相信号 - アナログ変換 / 伝送構成図

図 24 に舵角信号位相をデジタル変換し、シリアル通信によって舵角指示器に信号伝送を行うブロック図を示す。

図 25、図 26 にこれら基板の製作写真を示す。

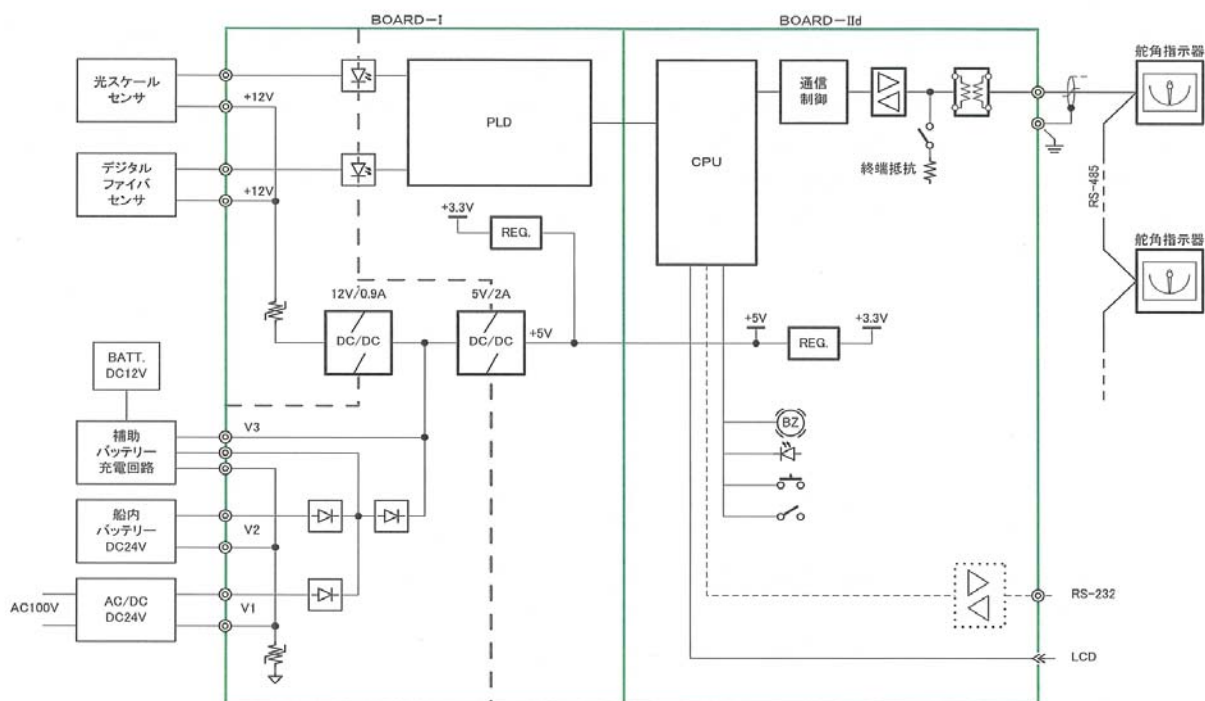


図 24 舵角信号位相 / デジタル変換シリアル伝送出カタイプユニットブロック図

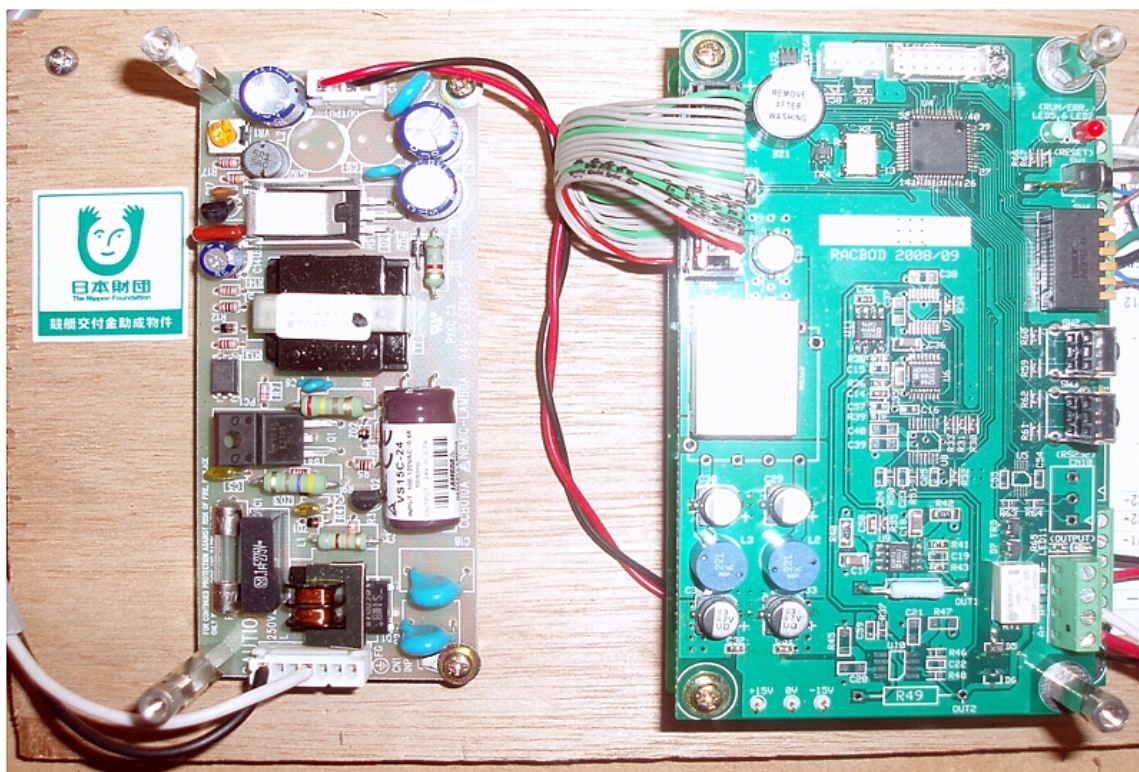


図 25 舵角信号デジタル - アナログ変換基板

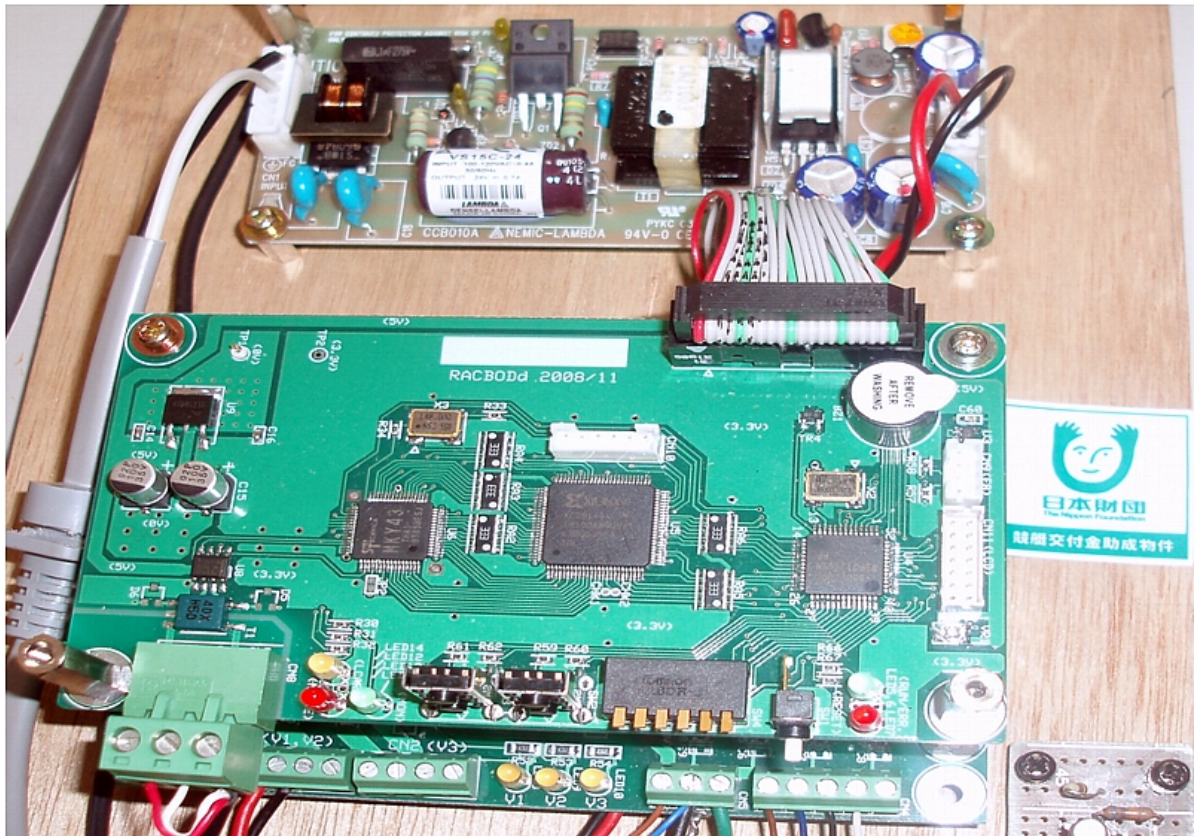


図 26 舵角信号デジタル信号シリアル伝送出力基板

4.3 舵角指示器の試設計と試作

図 27 に舵角指示器の外観図を、図 28 に同ブロック図を示す。

図 29 に製作した舵角指示器の外観写真を図 30 はその内部構成の写真を示す。

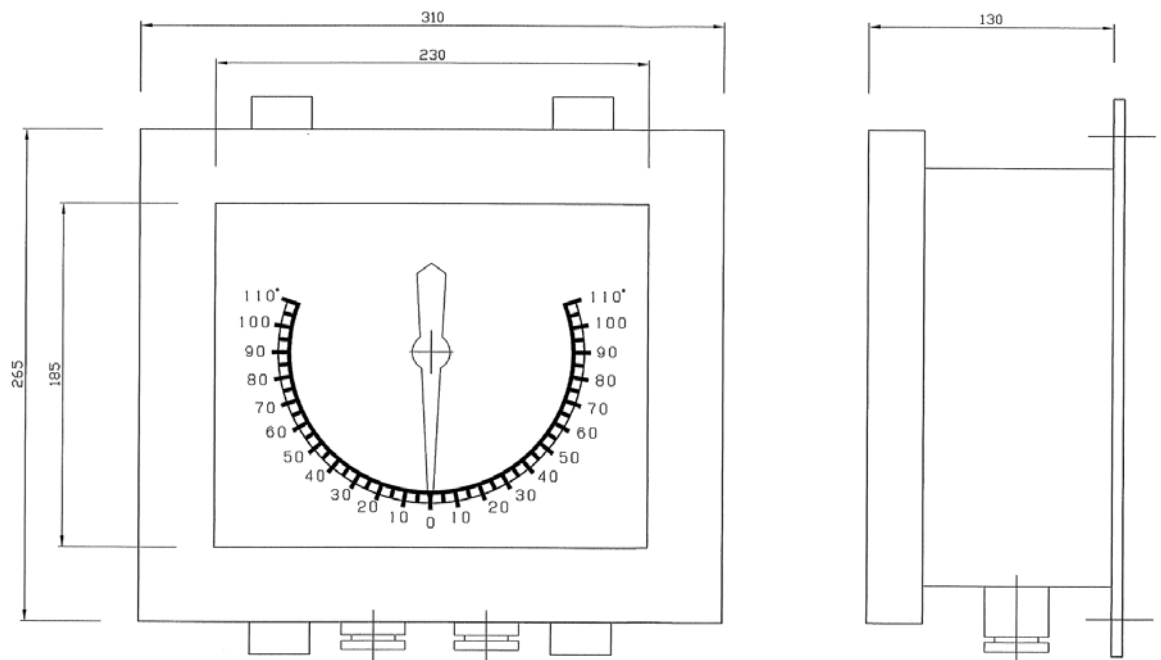


図 27 舵角指示器外観図

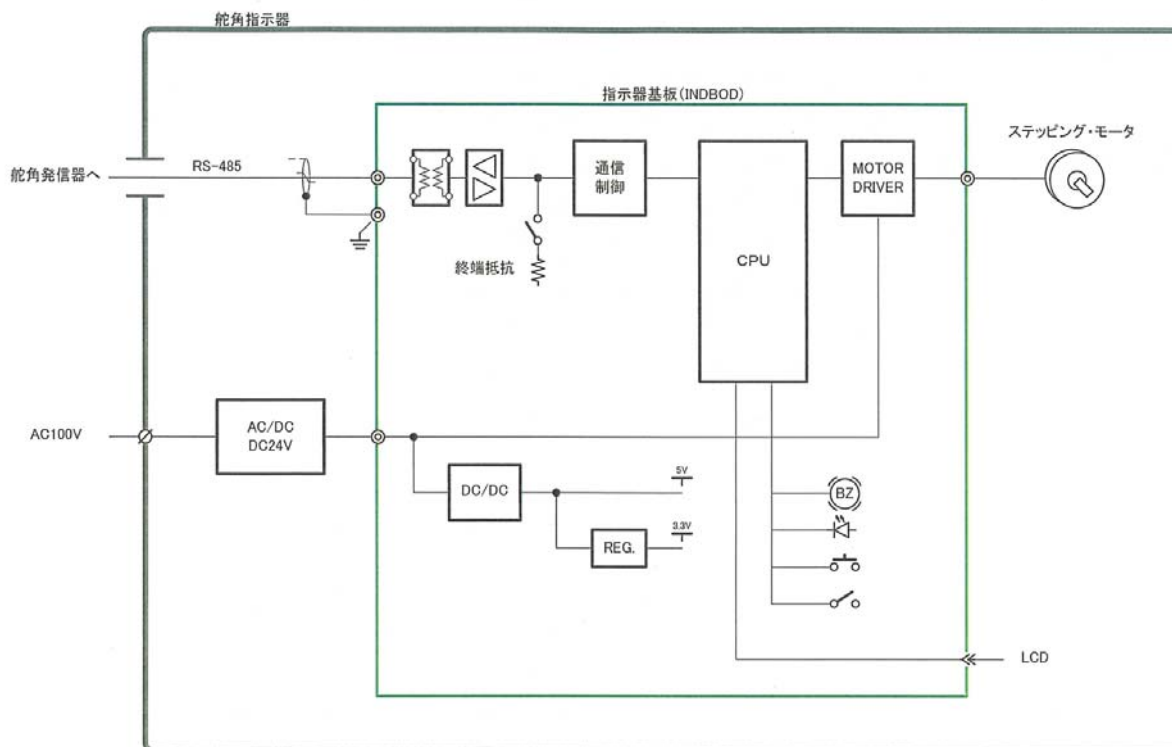


図 28 舵角指示器ブロック図



図 29 舵角指示器外観

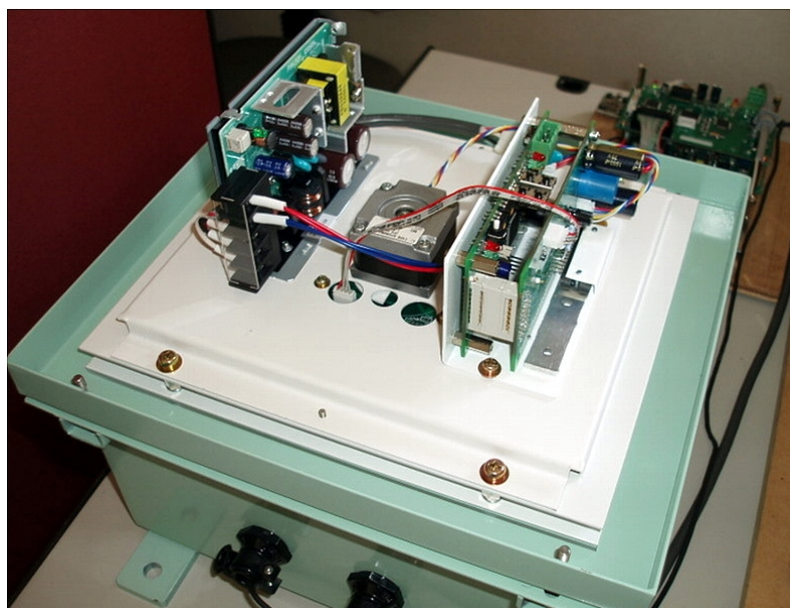


図 30 舵角指示器内部構成 (デジタルドライブ式)

4.4 実証試験装置の設計と試作

舵取機の動きを模擬したものとし、上述の舵角検出装置を駆動して、舵角検出装置が安定して正確に作動することを実証するための装置構築の設計を行い装置を試作した。ここでは、特に軸回転に対する検出装置及び信号出力の正確さ、安定性の確認を行うことに重点を置いた。

図 31 に舵角検出装置を連続駆動する自動運転装置用回路図を示す。

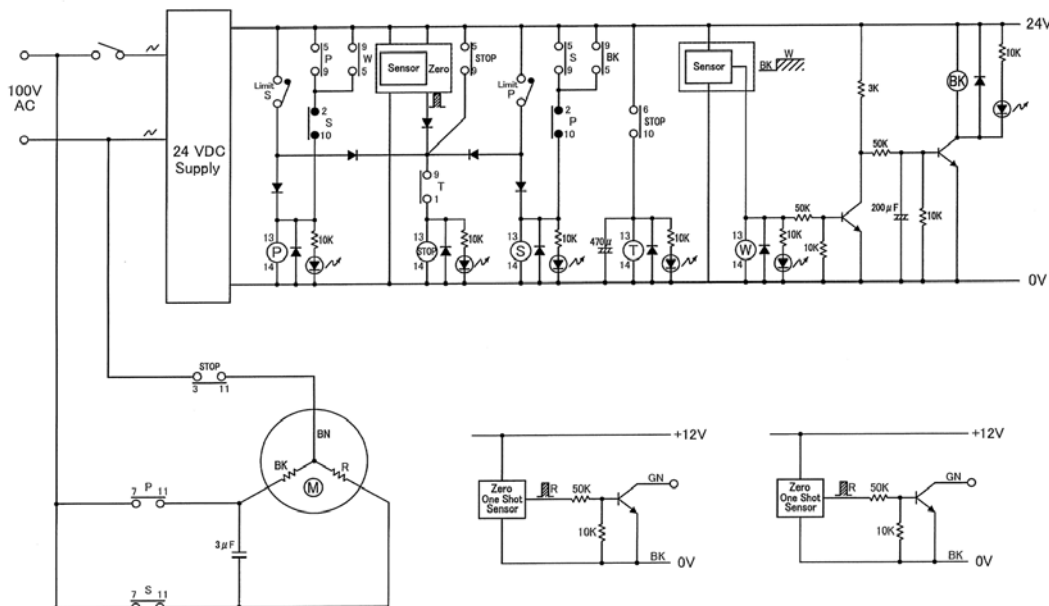


図 31 光学式舵角検出装置試験用自動運転装置回路図

図 32 に自動運転装置駆動ユニット、図 33 に舵角検出装置試験用 DC 電源ユニット、図 34 に自動運転装置制御ユニット、図 35 に試験用作動表示パネル及び図 36 に作動確認用舵角指

示器の写真を示す。これは、暫定的にあり合わせの筐体に駆動機構部を組込んで、作動機能を確認し必要な修正を施すデータを得るために用いたものである。また図 37 にこれらを接続した実験の様子の写真を示す。

図 38 は図 37 による実験で得たデータにより、一部改良を加えて製作した指示器で図 29 及び図 30 の写真に示す指示器を用いて、作動試験を行っている様子を示す。

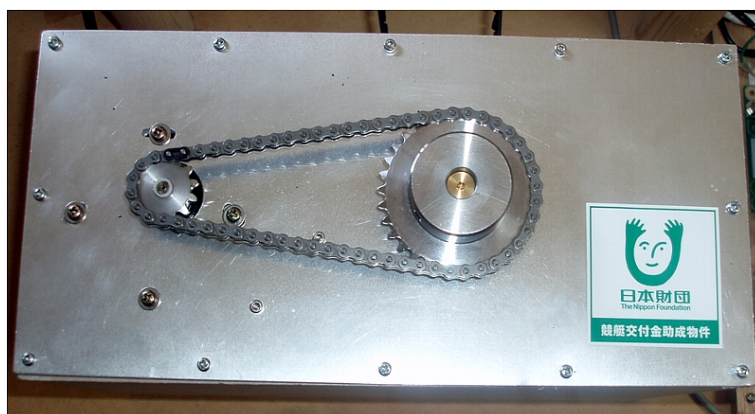


図 32 光学式舵角検出装置試験用自動運転装置駆動ユニット



図 33 光学式舵角検出装置試験用 D C 電源ユニット

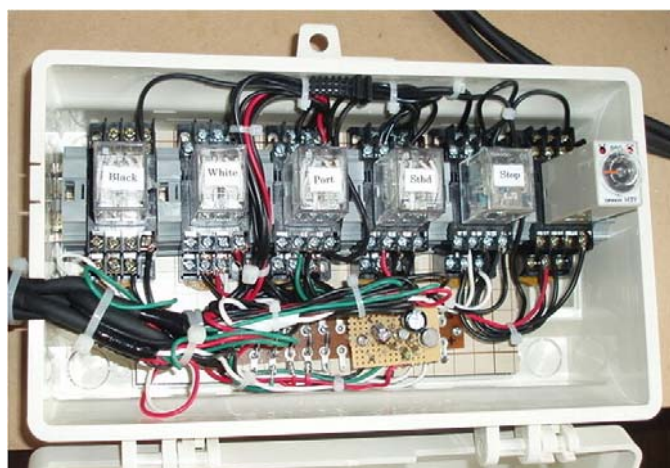


図 34 光学式舵角検出装置試験用自動運転装置制御ユニット



図 35 光学式舵角検出装置試験用作動表示パネル



図 36 作動確認用舵角指示器

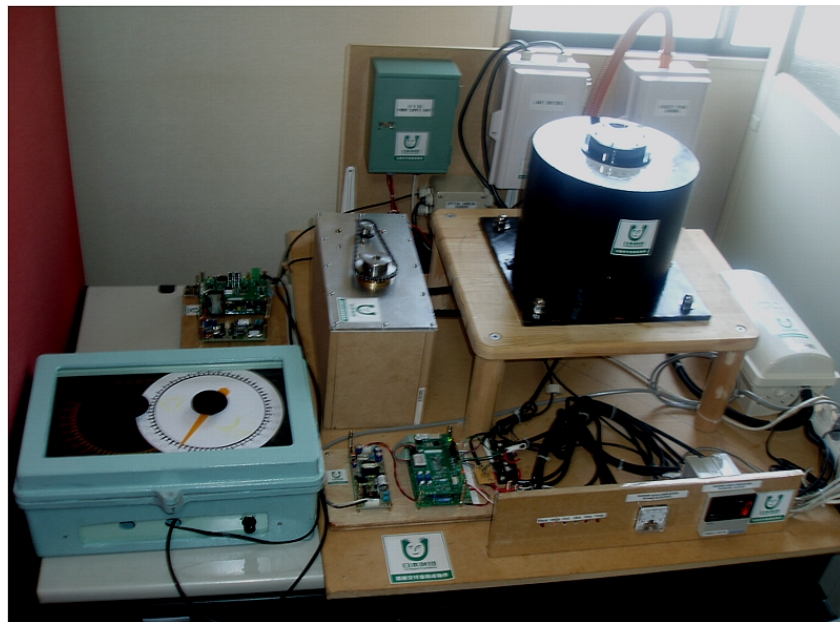


図 37 試験用自動運転装置による光学式舵角検出装置の試験（作動確認用舵角指示器使用）

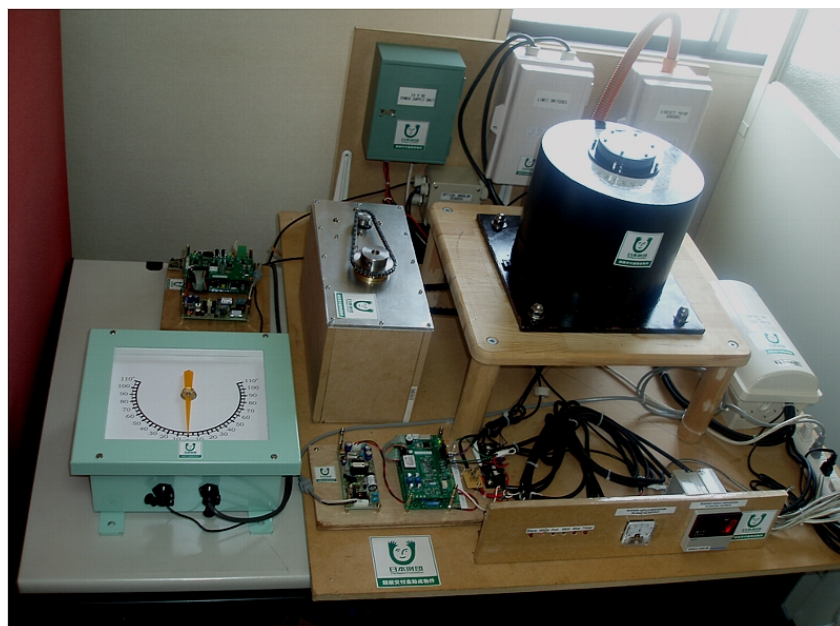


図 38 試験用自動運転装置による光学式舵角検出装置の試験（改良した舵角指示器使用）

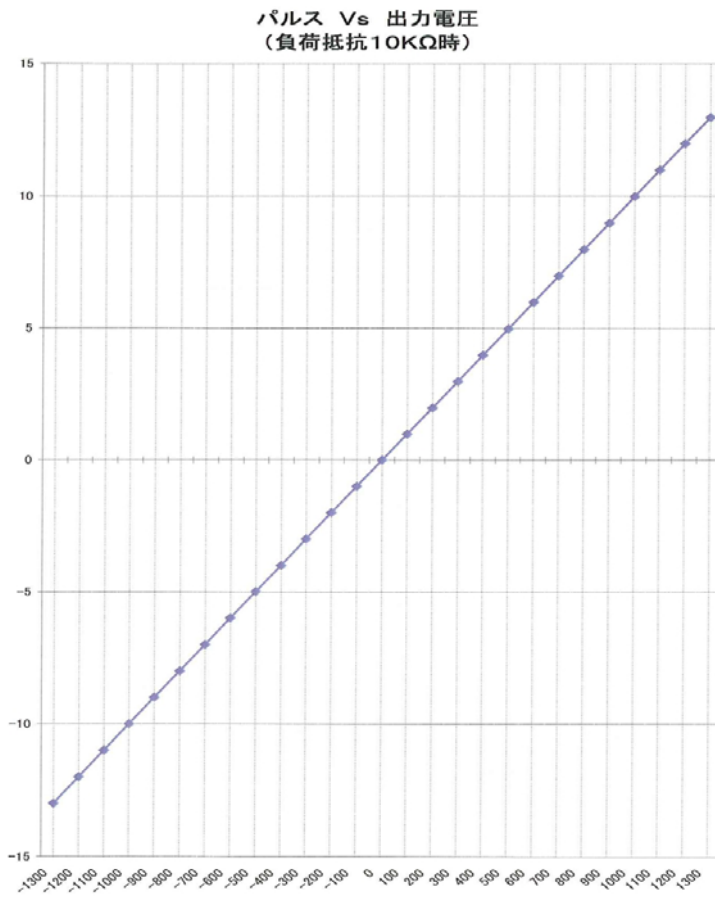


図 39 パルス v_s 出力電圧特性 (付加抵抗 10 k Ω 時)

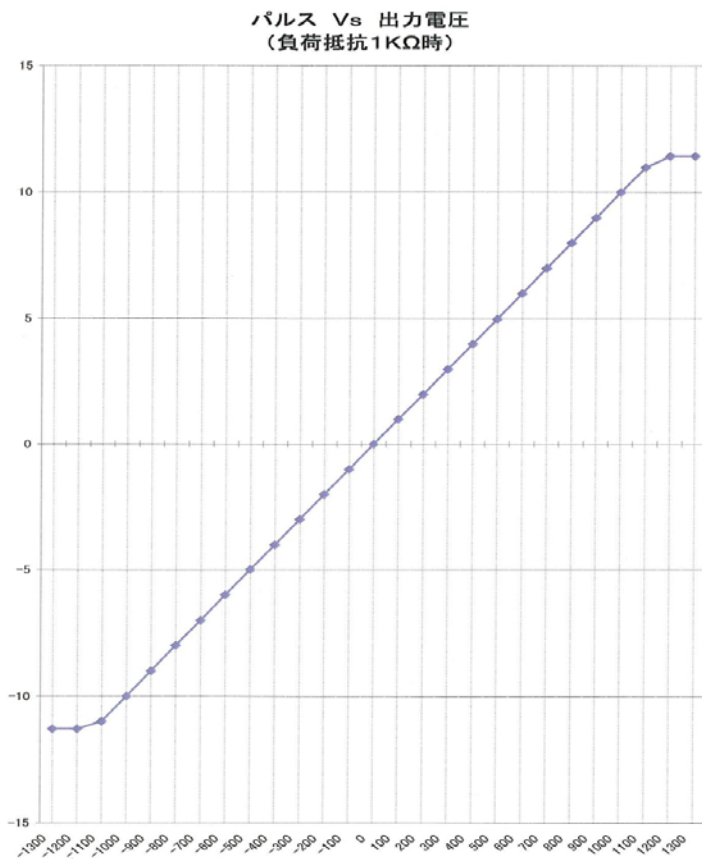


図 40 パルス v_s 出力電圧特性 (付加抵抗 1 k Ω 時)

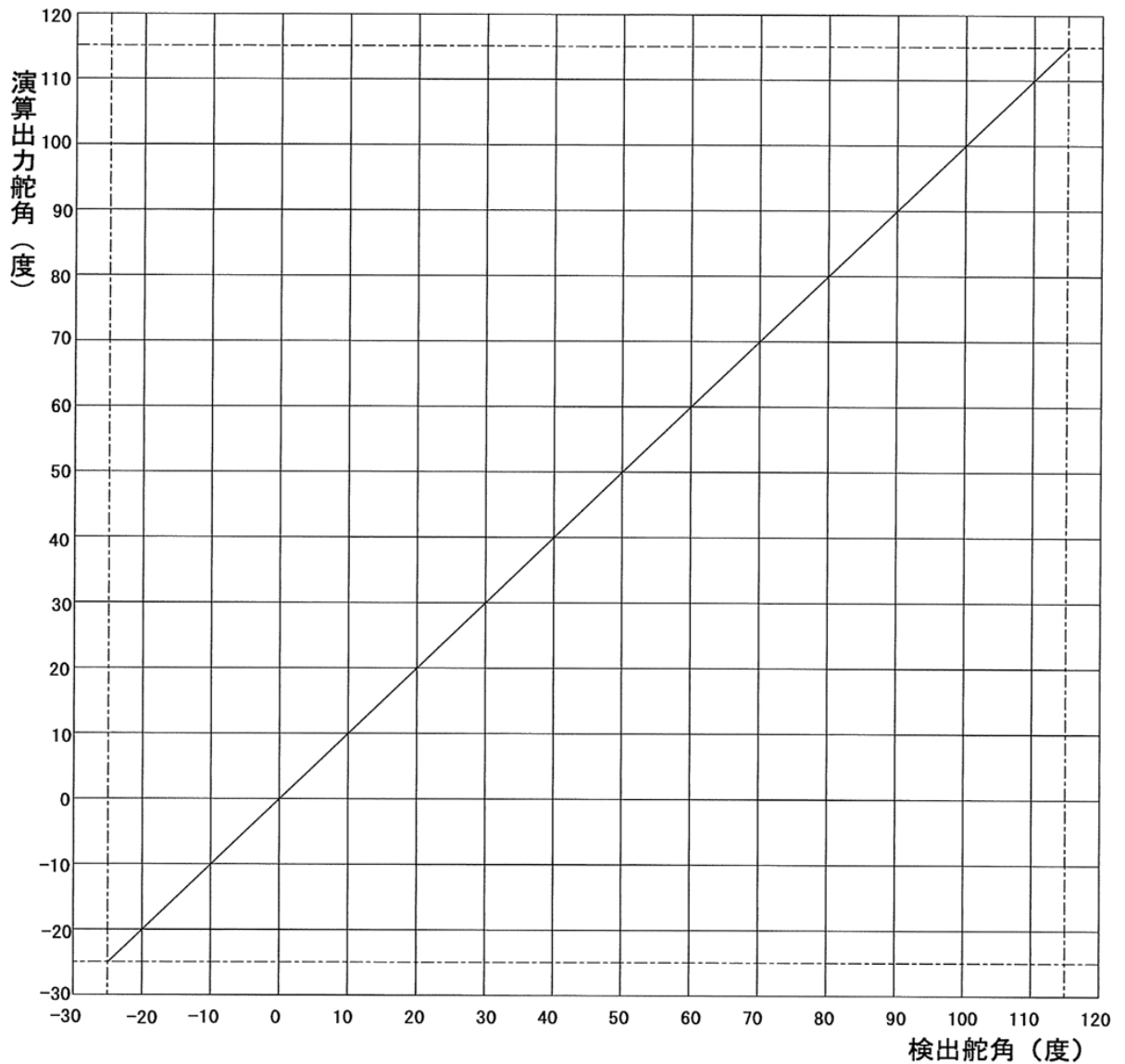


図 41 舵角検出装置回転体検出舵角 v s 演算出力舵角

4.5 性能評価試験

4.5.1 特性

表 1、に舵角信号 位相 / デジタル - アナログ変換ユニットの入出力電圧仕様と計測結果を示す。出力電圧に問題はなく、ユニットからの発熱による温度も周囲温度より 11 程度の上昇に止まり問題はない。

表 2 には、出力を短絡した場合の測定値を示す。このときの温度上昇も 10 程度で問題はない。

また、デジタル出力ユニットについても、性能上、温度上昇上の問題はみられなかった。

表 3 及び図 39 に図 22 のユニット 10k の負荷抵抗を接続して計測した、印加したデジタルパルス数に対する出力電圧の変化を示す。

パルス Vs 出力電圧特性はきわめて優れた直線性を示している。

また、表 4 及び図 40 にはこのユニットに 1k の負荷抵抗を接続して計測した、印加したデジタルパルス数に対する出力電圧の変化を示す。

この場合、1100 パルス以上になると、直線性が失われ飽和してくる。すなわち、舵角に換算して 110 度付近以上になると直線性が悪くなることがわかる。

しかし、オートパイロットへの入力負荷は 10k より大きいこと、また、舵角は 105 度より大きく取ることがないため、本ユニットは十分以上の出力特性を有しているといえる。

図 41 に、舵角検出装置の回転体の読取り舵角(検出舵角)に対する演算出力特性を示す。特性は、きわめて優れた直線性を示している。

4.5.2 試験用自動運転装置による運転試験

図 37 ないし図 38 に示す構成で、連続自動運転を行い、正常に作動を続けることを確認した。

また、連続運転中、随時動揺や衝撃等の振動を与えても作動に異常が発生しない事を確認した。この状態で、種々の舵角をランダムに取っても正常に作動を継続することを確認した。

AC 電源を切断しても、正確に舵角保持をすることを確認した。また、すべての電源を切断した状態で、強制的に回転体を回転させ位置をずらし、再度電源を投入して、運転装置を作動させると、舵角ゼロになった瞬間に、正しい舵角信号出力となり、舵角指示器も正確に表示することが確認された。

4.5.3 舵取機開放を想定して舵角検出装置取外し/再取付後の調整

従来、舵角指示器用発信器 1 台及びオートパイロットフォローアップユニット 2 台、計 3 台のユニットを別々に取付け、それぞれについて舵角ゼロ位置及びスパン調整のためにリンク長さの微調整を行う必要があった。

しかし、本開発の舵角検出装置では、全ユニットが整合する構造になっているので、それぞれ別々に調整し直す必要は全くなく、舵角検出装置の舵角ゼロ位置を舵取機のゼロ位置に合わせて取付けるだけで舵角の全領域に亘って正確に舵角信号が出力されることが確認された。

以上、各種試験により、本開発システムは性能的に極めて良好であることが確認された。

5 . 目標の達成状況

本技術開発は、ロータリーベーン式舵取機において、現状の機械式舵角検出装置を、光学的な検出装置に置き換えることで、安全性、作業性、角度検出の精度、を改善するために取り組んだものである。そして、具体的な達成目標として、以下の2項目を設定した。

- 1) 外部に運動を伴うリンク機構などの突起物を無くすこと。(100%)
- 2) リンク機構では、大舵角(例えば舵角 70 度)をとる場合、精度が悪く、調整も煩雑であるが、舵角の大きさのいかに関わらず常に一定の精度が得られ、調整が容易なものとする。

精度：読み取り精度 0.1 度、全舵角領域にわたって検出精度 0.5 度以内。

取り外し、取付、調整時間：40～50%削減

いずれの目標も達成している。

すなわち、光学式舵角検出を可能としたことで突起物を無くすことを確認している。

また、機械式のリンク機構では煩わしいスパンを微調整する必要があり、特に大舵角での精度の確保が難しかったが、タイミングベルト駆動による一つの回転体で、舵角指示器用信号及び2組のオートパイロット用フォローアップ信号用を一括して検出することができるようにして、スパン調整を不要としたため、検出精度が向上するとともに安定化がはかれることとなった。

角度検出の精度の面では「読み取り精度は 0.1 度、全舵角領域にわたって検出精度 0.5 度以内」を得ることができ、舵取機のメンテナンス時に於ける検出装置の「取外し、取付け、調整時間の 40～50%削減」についても達成できるとの見通しを得ることができた。

6 . 今後の課題

舵取機の世界市場においては、ロータリーベーン式が主流となりつつあり、既に過半のマーケットシェアを占め、構造の簡潔さと大舵角操舵が可能という特徴からますますその趨勢が強まっている。こうした中で、開発社としては、従来は機械式角度検出装置を搭載してきたが、今後は本開発による光学式検出装置を採用することで、競争力を高め、ロータリーベーン式への流れに沿って事業を拡大していきたいと考えている。

今後、商品としての価値を高めるべく、さらなるコンパクト化、簡素化と装備の容易化を図り、平成 21 年度に商品化を完成し、平成 22 年度には販売へと進めていきたいと考えている。

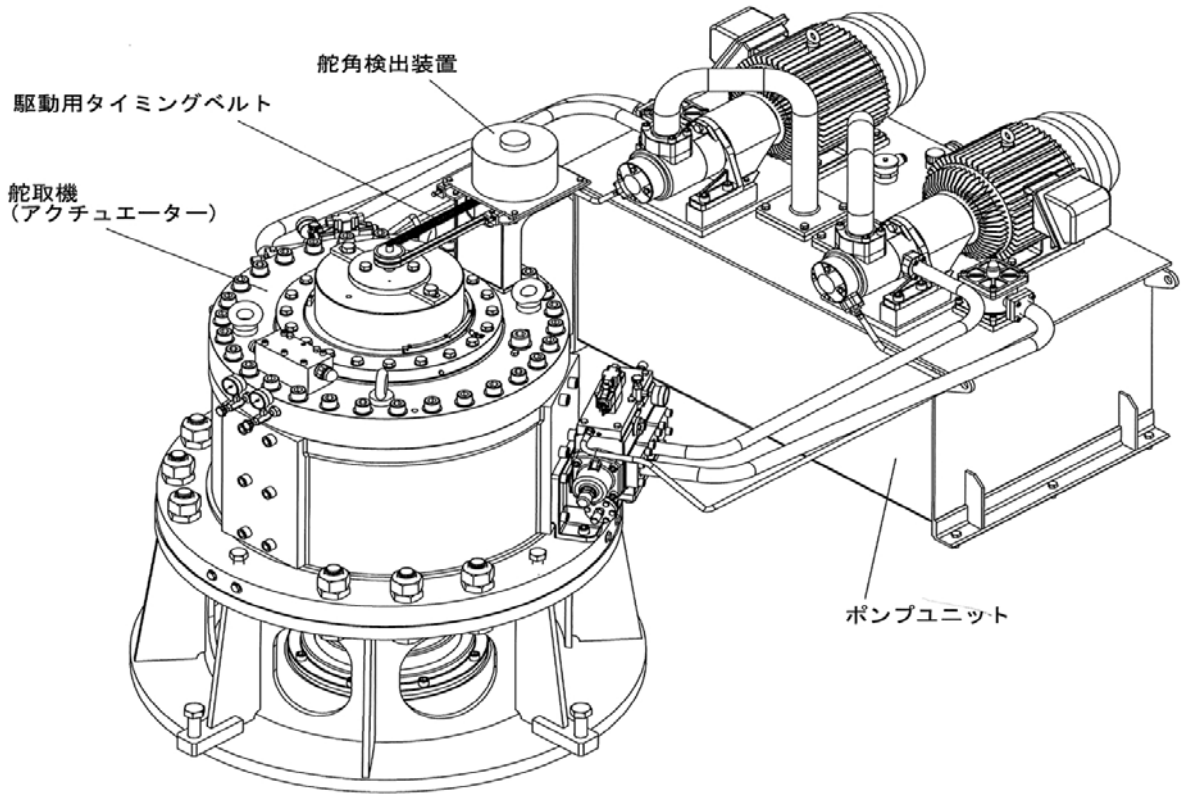


図 42 ロータリーベーン式舵取機に光学式舵角検出装置搭載図

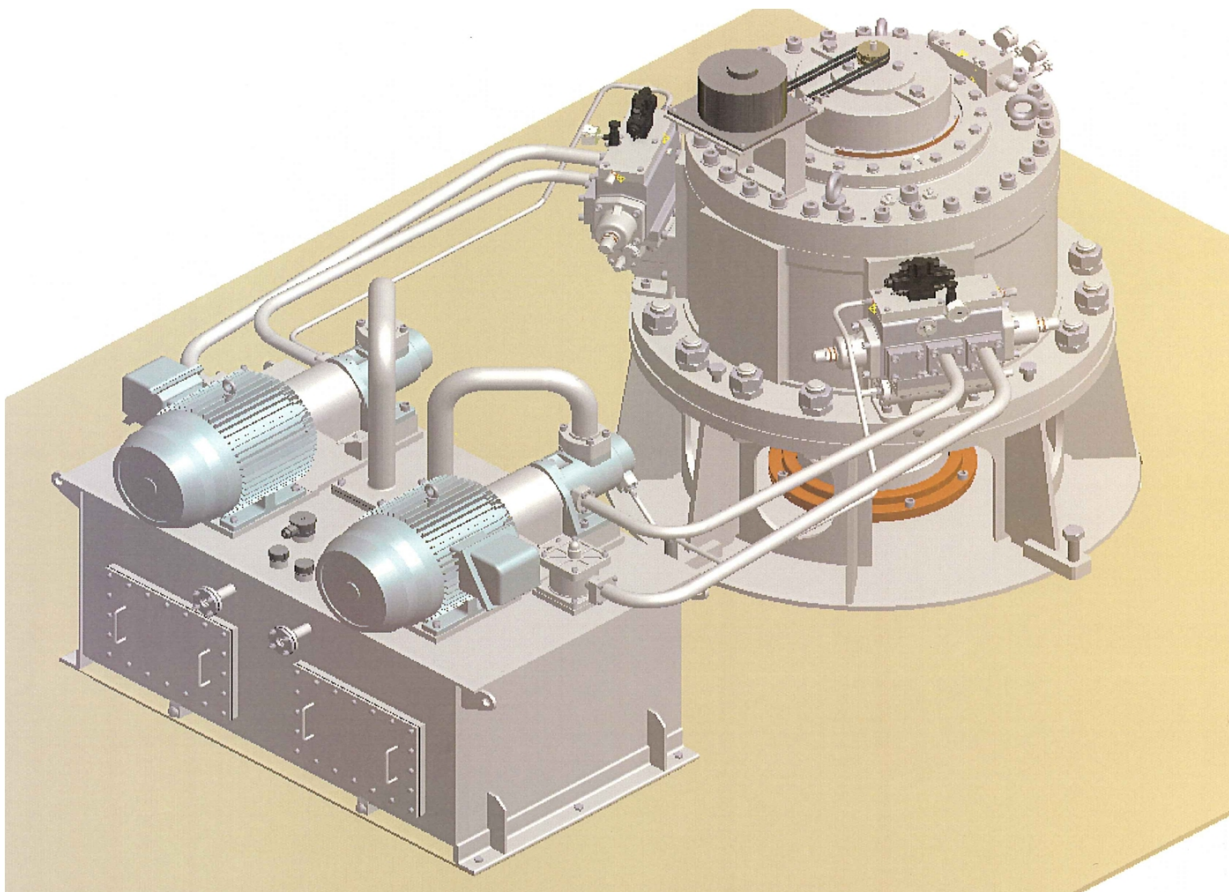


図 43 ロータリーベーン式舵取機に光学式舵角検出装置搭載イメージ

表1 舵角信号 位相 / デジタル - アナログ変換ユニット入出力電圧仕様及び計測結果

◆入 力

定格入力電圧 DC(V)	12/24
許容入力電圧範囲 DC(V)	8-32
入力電流 (無負荷時)	—
DC24V入力時 (mA)	220
DC12V入力時 (mA)	410

◆出 力

センサ用電源	—
出力電圧 (V)	12
出力電流 (A)	0.9
アナログ	—
出力電圧 (V)	12(最大)
定格負荷 (Ω)	10K Ω 以上

◆各部測定

室温 26 °C

DC12V出力DC/DCコンバータ	—	
出力電圧 (V)	11.9	外部センサ接続時
温度 (°C)	57	
DC5V出力DC/DCコンバータ	—	
出力電圧 (V)	4.97	10K Ω 負荷接続時
温度 (°C)	51	
DC \pm 15V出力DC/DCコンバータ	—	
+出力電圧 (V)	14.9	10K Ω 負荷接続時
-出力電圧 (V)	-14.9	
温度 (°C)	36	
出力段オペアンプ周辺	—	
温度 (°C)	37	10V/10K Ω 負荷接続時

*.10分以上経過後測定

*.温度測定は、放射温度計530(横河)を使用

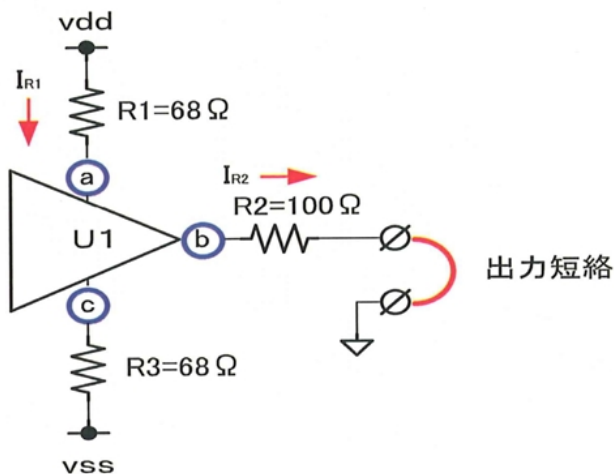
*.電圧測定は、3802デジタルハイテスタ(日置)を使用

表2 舵角信号 位相 / デジタル - アナログ変換DC - DCコンバータ出力短絡計測結果

◆出力短絡測定

室温 26 °C

●出力回路



●測定条件

出力設定	10.00(V)
------	----------

●各部測定

測定箇所	電圧(V)	電流(A)	電力(W)
入力電流	DC24V	0.25	6
vdd	14.7	-	-
vss	-15.1	-	-
Va	9.97	-	-
Vb	6.77	-	-
Vc	-14.9	-	-
R1	4.74(=VR1)	0.070(=IR1)	0.33
R2	6.77(=VR2=Vb)	0.068(=IR2)	0.46
R3	0.2(=VR3)	0.003(=IR3)	-
U1	3.2(=Va-Vb)		0.2

●温度 (短絡後30分経過)

DC±15V出力DC/DCコンバータ (°C)	44
U1 (°C)	54

- *発信器基板は開放状態で測定。
- *温度測定は、放射温度計530(横河)を使用
- *電圧測定は、3802デジタルハイトスタ(日置)を使用

表3 舵角信号 位相/デジタル/アナログ変換 パルス-出力電圧特性(10k 負荷時)

パルス—出力電圧特性(10kΩ負荷時)

PORT			STBD.		
No.	パルス(カウント)	電圧(V)	No.	パルス(カウント)	電圧(V)
1	0	-0.0044	1	0	
2	100	-1.0013	2	100	0.9891
3	200	-1.9973	3	200	1.9794
4	300	-2.9929	4	300	2.9812
5	400	-4.0021	5	400	3.9835
6	500	-4.996	6	500	4.986
7	600	-5.989	7	600	5.988
8	700	-7.006	8	700	6.991
9	800	-8.002	9	800	7.993
10	900	-8.998	10	900	8.99
11	1000	-10	11	1000	10
12	1100	-10.997	12	1100	10.994
13	1200	-11.992	13	1200	11.99
14	1300	-12.987	14	1300	12.979
15			15		

◆ 測定条件

測定日 : 2008/10/01
 測定器 : 3802 デジタルハイテスタ (日置)
 パルス測定 : 光学式舵角検出装置-基礎実験装置
 設定 : 左舷/右舷共にエンコーダ・パルス数 1,000 (カウント) を
 10.00 (V) に設定して測定
 室温 : 26 (°C)

◆ 備考

表4 舵角信号 位相 / デジタル / アナログ変換 パルス-出力電圧特性 (1 k 負荷時)

パルス—出力電圧特性(1kΩ 負荷時)

PORT			STBD.		
No.	パルス(カウント)	電圧(V)	No.	パルス(カウント)	電圧(V)
1	0	-0.005	1	0	
2	100	-1.002	2	100	0.9881
3	200	-1.998	3	200	1.9779
4	300	-2.994	4	300	2.9805
5	400	-4.003	5	400	3.9827
6	500	-4.99	6	500	4.979
7	600	-5.99	7	600	5.988
8	700	-7	8	700	6.99
9	800	-8	9	800	7.995
10	900	-8.997	10	900	8.989
11	1000	-9.999	11	1000	9.999
12	1100	-10.992	12	1100	10.991
13	1200	-11.296	13	1200	11.426
14	1300	-11.296	14	1300	11.428
15			15		

◆ 測定条件

測定日 : 2008/10/01
 測定器 : 3802 デジタルハイテスタ (日置)
 パルス測定 : 光学式舵角検出装置-基礎実験装置
 設定 : 左舷/右舷共にエンコーダ・パルス数 1,000 (カウント) を
 10.00 (V) に設定して測定
 室温 : 26 (°C)

◆ 備考



「この報告書は競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました」

(社)日本船用工業会

〒105-0001

東京都港区虎ノ門一丁目15番16号(海洋船用ビル)

電話:03-3502-2041 FAX:03-3591-2206

<http://www.jsmea.or.jp>