

高速双胴船のファジィローリング制御†

井上 博行*1・野本 真弓*2・宮阪 憲治*3・上田 正紘*4

本研究で扱う高速双胴船には、横揺れの低減のためのアンチ・ローリング装置として、両側の船尾にトリムタブが取り付けられている。この装置の制御にはPD制御が用いられており、計測器から得られるデータより、減揺効果がある程度認められている。しかし、実際の乗客の体感としては、さほど効果が得られておらず、減揺装置としては高い評価が得られていない。そこで本論文では、乗客の乗り心地を改善するために、高速双胴船のアンチ・ローリング装置の制御にファジィ制御を用いる。実船における実験より、ローリングデータを計測し、周波数分析を行った。分析結果より、最大ピーク時でファジィ制御の方がPD制御より約60%揺動が抑制されていた。また、ファジィ制御の揺動抑制効果は乗組員によっても体感することができ、スムーズな制御を感じることができた。

キーワード：高速双胴船、アンチ・ローリング制御、ファジィ制御

1. はじめに

近年、海上交通において高速化が図られ、様々な高速船が運航されている[1, 2]。その中でも、高速双胴船は安定性が優れており、離島を結ぶ定期便や空港島を結ぶ連絡船など、中距離の高速船として用いられている[3-5]。また、最近では大型のウェーブピアサー型高速双胴船も登場しており、カーフェリーとして就航している[6-8]。

船舶は、その構造において復原力を持たせており、横方向、縦方向の揺れに対し、元の姿勢に戻ろうとする力が働く。したがって、船舶は想定される波浪に対して十分な安全性が考慮されているものの、船の揺れは乗り心地につながり、一般客船においては乗客がこれらの揺れに対して乗り物酔いを発症するケースもある。特に、高速船では波高に対して揺れが大きい傾向にあり、揺動を抑え乗り心地を良くする必要がある。このような高速旅客船に対して、乗り心地評価に関する研究もおこなわれている[9, 10]。

このような船の揺れを軽減し、乗り心地の向上を図

るために、多くの船舶には船の横揺れや縦揺れを抑える揺動制御装置[11]が取り付けられている。船体の左右に取り付けられたフィンを制御するフィスタビライザ[12]や、流体の動きを利用するアンチローリングタンク[13]、可動マスを用いたアクティブ減揺装置[14]などがある。水中翼を持つ高速船などでは、水中翼に付けられたトリムタブを制御することにより揺動を抑えているものもある[4, 5, 15]。また、船尾船底に取り付けるトリムタブを可動させ揺動制御する装置もある[16, 17]。さらに、トリムタブとT型フォイルを用いたライドコントロールシステムを装備した船舶が出てきている[6, 18]。

本研究では、総トン数168トンの旅客船である高速双胴船の乗り心地改善を目的に、横揺れに対する減揺制御を行う。本研究で扱う高速双胴船には、横揺れの軽減のためのアンチ・ローリング装置として、トリムタブ方式が用いられており、左右の船尾にトリムタブが取り付けられている。左右のトリムタブを動かすことにより、横揺れに対する減揺効果を得ようとするものである。一般的に、このような船のアンチ・ローリング装置の制御にはPID制御が使用されている場合が多い。本船においても、PD制御を実装しトリムタブの制御を行っている。しかし、本高速双胴船においては、PD制御での計測器によるデータと乗客の体感が一致しないことが多く、減揺装置として高い評価は得られていない。また、必要以上に揺れを抑えるような違和感を乗客に与える場合が多々あり、十分な制御とは言えなかった。

そこで本研究では、乗客の乗り心地を改善するため

† Fuzzy Rolling Control of High-speed Catamaran
Hiroyuki INOUE, Mayumi NOMOTO, Kenji MIYASAKA and Masahiro UEDA

*1 福井大学教育地域科学部

Faculty of Education and Regional Studies, University of Fukui

*2 福井大学大学院教育学研究科

Graduate School of Education, University of Fukui

*3 (有) 宮阪技研

Miyasaka Tech Ltd.

*4 福井大学名誉教授

Honorary Professor of University of Fukui

に、高速双胴船のアンチ・ローリング装置の制御にファジィ制御[19]を用いる。ファジィ制御は、経験的に得られる制御ルールを簡単に記述でき、人間の経験や知識をシステムに取り入れられ、数多くの応用例がある。本論文では、高速双胴船に取り付けられた左右のトリムタブの制御にファジィ制御を適用したファジィローリング制御を提案し、その有効性を検証する。このファジィローリング制御を実際の実船に実装し、実海域での実験データを得る。そして、計測データの周波数分析を行うことにより、ファジィ制御の減揺効果について検証する。

2. 高速双胴船とアンチ・ローリング制御

2.1 高速双胴船

双胴船とは、2つの船胴(hull)からなる船であり、走航抵抗が小さく高速船として使用されることが多い。単胴船に比べて復原性が良好であり、波浪衝撃が効果的に緩和されるため、波浪中でも安全性が高く乗り心地が良い。本研究では、図1に示した高速双胴船を実船実験に使用する。この高速双胴船は、沖縄本島と離島を結ぶ定期船であり、総トン数168トン、全長34.75m、航海速力34ノット、旅客定員200名の船である。また、横揺れ軽減のためのアンチ・ローリング装置が取り付けられている。



図1 使用する高速双胴船

2.2 高速双胴船のアンチ・ローリング制御装置

アンチ・ローリング装置とは、船の横揺れを抑えて乗客の乗り心地を良くし、船酔いを軽減する目的の装置である。本船には、アンチ・ローリング装置として左右の双胴の船尾にそれぞれトリムタブが取り付けられている。トリムタブの写真を図2に、その構造図を図3に示す。

船の状態から左右のトリムタブを下方向に押し下げることにより、ローリングを制御する。例えば、船体が左に傾いた場合は、左のトリムタブのみを下方向に押し下げることによって、傾いた船体を左の船底から持ち上げる浮力を得て、ローリングを抑制する(図4参照)。船体が右に傾いた場合は、同じように右のトリムタブのみを下方向に押し下げる。これらの左右の



図2 トリムタブ側面外観

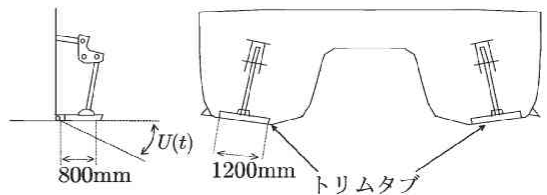


図3 トリムタブ構造図

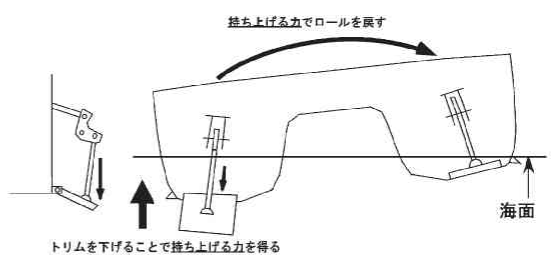


図4 トリムタブ制御例

トリムタブの可動角度は、0～20degであり、油圧制御装置により駆動する。

2.3 PD制御によるアンチ・ローリング制御

本高速双胴船の制御システムの概略を図5に示す。光ファイバジャイロによりロール角度とロール角速度を計測することによって、船体の傾きと状態が計測される。これら計測された値をA/D変換し、制御用コンピュータへ入力される。そして、制御用コンピュータでトリムタブの制御量が算出され、左右のトリムタブに送られることにより、制御を行う。

これまでのこのトリムタブを用いたローリング制御に、PD制御が用いられてきた。このPD制御のブロック図を図6に示す。PD制御によるトリムタブの制御量 $U(t)$ は、次式で求められる。

$$U(t) = a\theta(t) + b\dot{\theta}(t) \quad (a = 0.3, b = 0.7) \quad (1)$$

θ および $\dot{\theta}$ はそれぞれロール角度とロール角速度である。本制御は、船体をローリングに対して水平に保ち揺動を抑制することを制御目標としており、ゲインを設定している。実際のパラメータ a と b は、各値を変えて走航実験を行い、測定されたロール角を基に決めた値である。これは、船の慣性モーメントや固有振動数、トリムタブを制御する油圧系の特性、航行海域における波長および波の特性などを考慮しなければならず、実験的に値を決めざるを得ないことによる。

このPD制御を用いたアンチ・ローリング制御において、計測器によるデータでは、アンチ・ローリング制御を行っていない場合と比べ船の姿勢を保つ効果が

見られた。しかし、揺れを必要以上にもとに戻そうとする力が働くため、乗客に違和感を与えており、減揺装置としての評価は高いものではない。

3. ファジィローリング制御

これまで、本高速双胴船のローリング制御にはPD制御を適用してきた。しかし、計測器によるデータが良好な場合でも、乗客にとってスムーズな制御と感じられないことがあり、乗り心地の観点から問題があった。そこで、人間の感覚的な量を自然な形で扱うことができるファジィ制御を応用してローリング制御の向上を試みる。ファジィローリング制御システムの概略を図7に示す。本システムでは、PD制御の場合と同様に、ジャイロによりロール角度およびロール角速度を計測し、計測されたデータを入力とする。これらの入力によりファジィ推論を行い、左右のトリムタブの制御角度を算出する。このファジィ制御のブロック図を図8に示す。

3.1 ファジィ制御ルールとメンバーシップ関数

本研究では、簡略化ファジィ推論を用いる。ファジィローリング制御のファジィルールを(2)式に表す。

$$R_i : \text{If } \theta \text{ is } A_{i1} \text{ and } \dot{\theta} \text{ is } A_{i2} \\ \text{then } U(t) \text{ is } b_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

ここで、 i はルール番号、 n はルール数である。前件部の θ および $\dot{\theta}$ はそれぞれロール角度とロール角速度、後件部の $U(t)$ はトリムタブの制御量である。 A_{i1} 、 A_{i2} はそれぞれ入力のファジィ集合で、 b_i はシングル

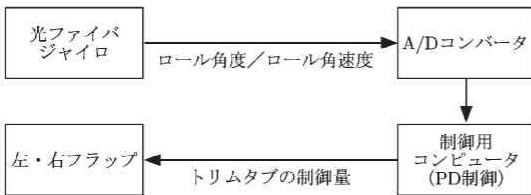


図5 トリムタブの制御システム

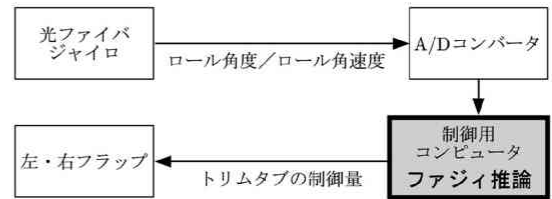


図7 ファジィローリング制御システムの概要

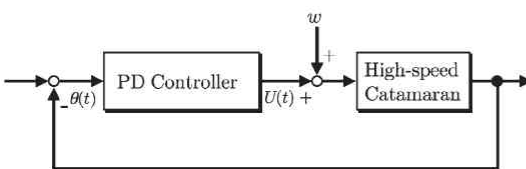


図6 PD制御のブロック図

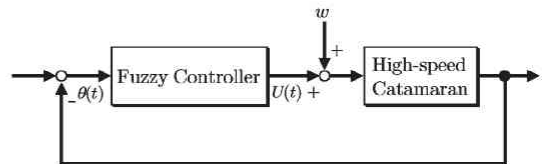
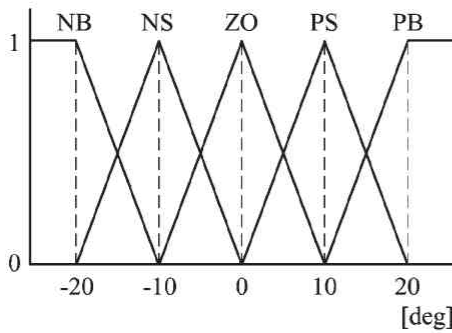
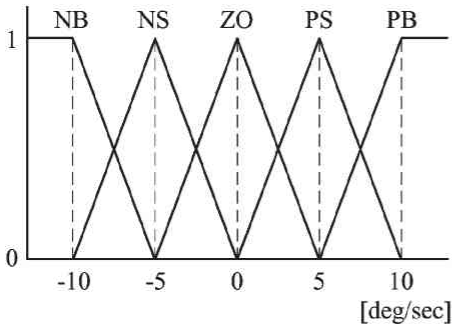


図8 ファジィ制御のブロック図



(a) ロール角度 θ のメンバーシップ関数



(b) ロール角速度 $\dot{\theta}$ のメンバーシップ関数

図9 入力変数のメンバーシップ関数

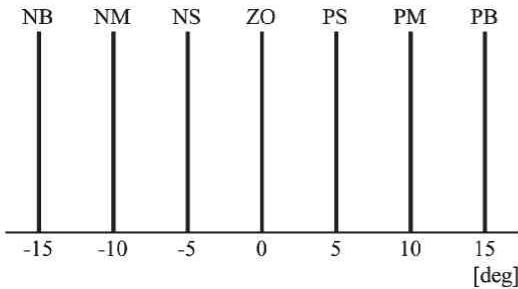


図10 出力変数（トリムタブの制御量 $U(t)$ ）のメンバーシップ関数

トンファジィ集合である。ファジィ集合 A_{i1}, A_{i2} には、図9のような5つの言語変数の三角型メンバーシップ関数からなるファジィ集合を用いる。したがって、ルール数 n は25となる。また、後部部のシングルトンファジィ集合 b_i は、図10のように7つの値からなる。なお、図10の正の角度は右のトリムタブの操作を表し、負の角度は左のトリムタブの操作を表す。すなわち、左右のトリムタブにおいて3種類の制御量の値があり、ZOは両方のトリムタブを動かさない状態である。

表1 推論規則

$U(t)$		$A_{i2}(\dot{\theta})$				
		NB	NS	ZO	PS	PB
$A_{i1}(\theta)$	NB	NB	NM	ZO	ZO	ZO
	NS	NB	NM	ZO	ZO	PS
	ZO	NB	NS	ZO	PS	PB
	PS	NS	ZO	ZO	PM	PB
	PB	ZO	ZO	ZO	PM	PB

3.2 推論規則

推論規則を表1に示す。表1より、ロール角度 θ がNB(船体の傾きが左にとても大きい)であり、ロール角速度 $\dot{\theta}$ がNB(左方向に大きくまわろうとしている)の場合は、トリムタブの制御量 $U(t)$ はNBとなり、左トリムタブを最大に押し下げ、左に傾いた船体を水平に戻そうとするルールになっている。なお、ロール角度 θ がPB(船体の傾きが右にとても大きい)であっても、ロール角速度 $\dot{\theta}$ がNB(左方向に大きくまわろうとしている)の場合は、トリムタブの制御量 $U(t)$ をZOにしている。これは、船体は大きく傾いているが、船体を元に戻そうとしている状態であり、船の復原力が働いていると考えられる。そこで、トリムタブの操作をせずに船体の復原力に任せるようなルールとなっている。このような考え方にに基づき、推論規則が作られている。

本システムは、簡略化ファジィ推論を用いている。時刻 t に $\theta(t)$ と $\dot{\theta}(t)$ が観測された時、各ルールの適合度 ω_i は、式(3)により求められる。

$$\omega_i = \mu_{A_{i1}}(\theta(t)) \times \mu_{A_{i2}}(\dot{\theta}(t)) \tag{3}$$

$\mu_{A_{i1}}$ と $\mu_{A_{i2}}$ は、入力変数のメンバーシップ関数である。トリムタブの操作量 $U(t)$ は、式(4)により求められる。

$$U(t) = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i b_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \tag{4}$$

求められた $U(t)$ が正の値であれば、右のトリムタブがその制御量の角度だけ押し下げられ、負の値だと、 $U(t)$ の絶対値の角度だけ左のトリムタブが押し下げられる。

表2 実験データ計測条件

計測場所	沖縄県那覇市泊港沖合
計測日	2005年6月11日
波高	約2m
計測時間	各3分

4. 高速双胴船におけるファジィローリング制御実験

4.1 実船実験

第3章のファジィ制御器を実船において実装し、有効性を検証した。実船には2.1で述べた高速双胴船を使用した。ファジィローリング制御の有効性を確認するために、次の3つの実験を行った。

制御なし 左右のトリムタブを動かさず、ローリング制御をしない。船の姿勢を戻すのは復元力のみである。

PD制御 2.3で述べたPD制御を用いたて、ローリング制御を行う。

ファジィ制御 第3章で述べたファジィ制御を用いて、ローリング制御を行う。

これらの3つの実験それぞれについて、航行中のロール角度およびロール角速度を計測した。計測は、ジャイロの出力をハードウェアで分岐することによりモニターし、A/Dを用いて計測用パソコンに記録した。ここでのA/Dのデータ分解能は12bit、サンプリング間隔は10msである。

実験にあたっては計測条件をできるだけ同一条件に揃えるために、波高がほぼ一定と考えられる広い海域で計測した。実験データの計測条件を表2に示す。

4.2 実船実験結果

測定したロール角度のデータに対して、高速フーリエ変換(FFT: Fast Fourier Transform)による周波数分析を行った。まず制御なし、PD制御、ファジィ制御それぞれのロール角度データに対し、直流成分を除去する処理を行った。これらのデータに対し、FFT処理を行いロール角度の振幅スペクトルを求めた。それぞれのデータにおいて、スペクトル解析の処理サンプル数は16,384点とし、窓関数はハミング窓を用いた。

図11~13に周波数分析によって得られたロール角度の振幅スペクトルパターンを示す。これらの図より0.0~0.2Hzの低い周波数領域を見ると、トリムタブの制御を行わない場合と比べ、PD制御とファジィ制御の双方とも減揺効果が得られている。ファジィ制御を

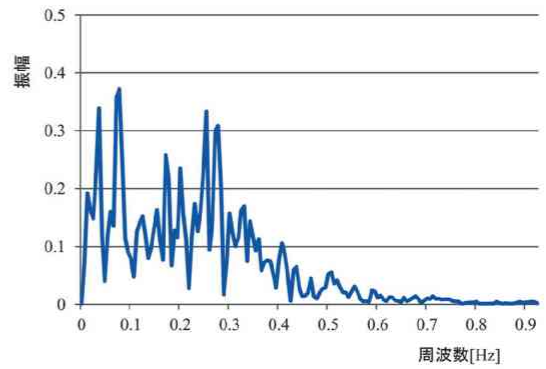


図11 ロール角度の振幅スペクトラム（制御なし）

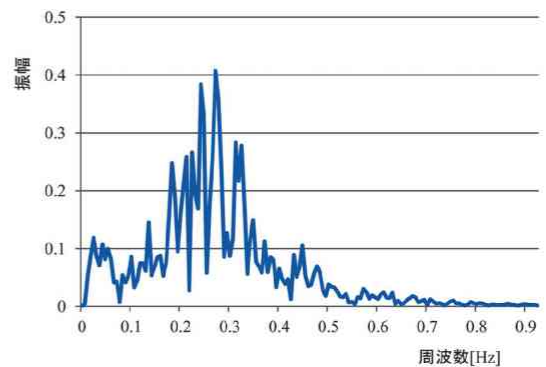


図12 ロール角度の振幅スペクトラム（PD制御）

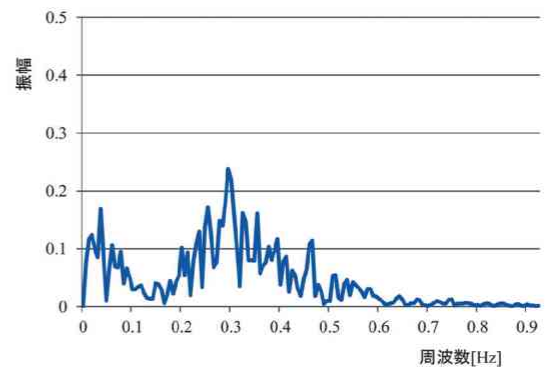


図13 ロール角度の振幅スペクトラム（ファジィ制御）

用いた場合とPD制御を用いた場合を比較すると、最大ピークではそれぞれ0.24および0.41であり、ファジィ制御によってローリングが約60%程度まで抑えられていることがわかる。また、全周波数領域においても、制御を行わない場合に比べて、ファジィ制御が揺動を非常に効果的に抑制していることが分かる。

また、ファジィ制御の減揺効果についてこの船を運

航している乗組員に聞き取りを行った。乗組員の体感ではあるが、PD制御では下から突き上げるような感覚があるのに対し、ファジィ制御ではスムーズに揺動を制御していることが認められるとのことであった。

PD制御とファジィ制御の実際に計測されたロール角とロール角速度の時系列データを図14, 15に示す。なお、データはローパスフィルタ(カットオフ周波数：1 Hz, 帯域外減衰量：25dB, 正規減衰幅周波数：0.4, 窓関数：ハミング)処理を行っている。図14のロール角速度の楕円で囲っているところを見ると、ロール角のピーク時にロール角速度が0になったあと、急激に角速度が増しているのが分かる。PD制御ではこのような現象が多く見られた。これは、急に戻そうとする力が働いていることがうかがえ、この力が突き上げる感覚につながっていると考えられる。それに対し、図15に示すようにファジィ制御では、そのようなロール角速度の変化はほとんど見られなかった。

これは、ファジィ制御においては船の復元力を用いることを考慮し、設計していることの効果であると考えられる。図16, 17にPD制御とファジィ制御それぞれの船の状態におけるトリムタブの制御量を示す。ロー

ル角が10~20[deg]、ロール角速度が-5~0[deg/sec]の制御量を比較してみる。これは、船傾きが右方向でピークであり、元に戻ろうとする状態である。PD制御は右のトリムタブが制御されており、さらに元に戻そうとする力が加わっている。したがって、PD制御は無理に船の姿勢を戻そうとしていることがわかる。それに対して、ファジィ制御は左右のトリムタブとも動作させていない状態であり、船の復元力を利用して船の姿勢を戻そうとしている。このことが効果的に働き、スムーズな揺動制御につながっていると考えられる。また、ロール角がピーク時にはロール角速度は0になる。したがって、制御を行うのに時間的余裕があり、時間遅れの影響が少なく、PD制御、ファジィ制御の出力の差が顕著になっていると考えられる。

一方、図12, 13においてPD制御およびファジィ制御の双方で、0.2Hz~0.5Hz付近の周波数領域では共に減揺効果の低下が見られる。これは使用されている油圧制御装置の周波数応答性が低いとみられる。

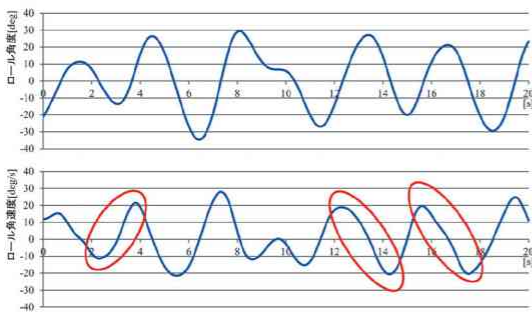


図 14 ロール角度とロール角速度の時系列データ (PD 制御)

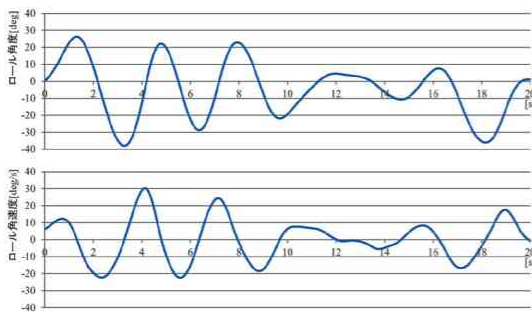


図 15 ロール角度とロール角速度の時系列データ (ファジィ制御)

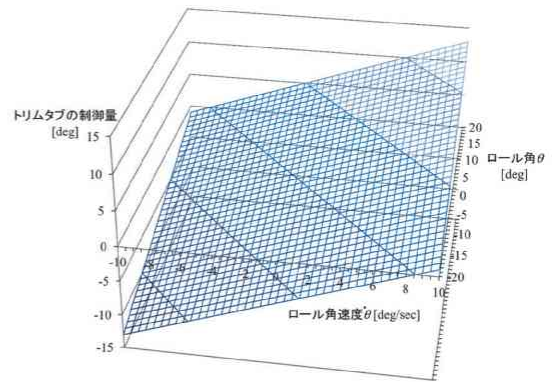


図 16 トリムタブの出力 (PD 制御)

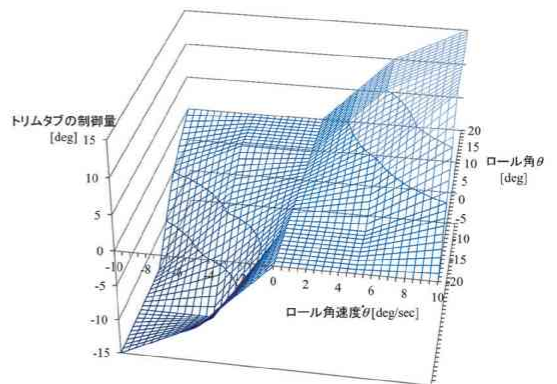


図 17 トリムタブの出力 (ファジィ制御)

本高速双胴船に使用されている油圧装置の油流量は十分大きく、本来は0.3Hzの周波数応答を保証したものである。しかし、使用されている電磁弁の応答性が低いために目的の半分程度の周波数応答しか得られていない。実際、使用されている電磁弁では弁が0→100%開くのに97ms要している。したがって、0.2Hz~0.5Hzの周波数成分に相当するローリングに対してトリムタブの応答が遅くなり、これらの揺れに対してほとんど効果が出ていないと考えられる。以上より、減揺効果の低下につながっていると考えられる。

5. おわりに

本論文では、高速双胴船のアンチ・ローリング制御にファジィ制御を応用することを提案し、実船実験によってファジィローリング制御の有効性を検証した。計測データの周波数分析からファジィ制御の減揺効果が高いことが認められた。また、ファジィ制御の揺動抑制効果は、乗組員によって体感することもでき、スムーズな制御を実感することができた。

しかし、高い周波数領域では減揺効果に低下がみられた。これは制御系の時間遅れによる応答性の不足に起因するものである。今後は、応答性の不足を改善する必要がある。例えば、ニューラルネットワークなどを用いて船の状態の予測モデルを構築し、この予測モデルに基づいてファジィローリング制御を行うことなどが考えられる。

今回は、船の横揺れに対する制御を行ったが、実際には縦揺れに対する対策も必要である。今後は縦揺れを抑えるピッチング制御についても取り組む必要がある。本研究で用いている高速双胴船でも、左右のトリムタブを同時に押し下げることにより、ピッチング制御を行うことは可能である。しかし、現在のところ本船のトリムタブ駆動油圧装置の能力不足によって、左右のトリムタブを同時に作動させることができない状態である。今後、油圧装置の改良を待ってピッチング制御の問題に取り組むことを考えている。

謝辞

実船を用いた実験に協力頂いた沖縄県座間味村および沖縄県離島海運振興株式会社の各位に深く感謝致します。

参 考 文 献

- [1] 特集/高速船の動向, 関西造船協会 らん, No.64, pp.1-30, 2004.
 [2] 不破健: 高速船・新形式船の開発, 日本造船学会誌, No.885, pp.307-314, 2005.

- [3] 株式会社三保造船所: 軽合金製双胴高速旅客船“アクアジェットスーパーI, スーパーII”の概要, 船の科学, Vol.46, No.8, pp.42-47, 1993.
 [4] 飯田隆: スーパージェット, 計測と制御, Vol.37, No.11, pp.774-776, 1998.
 [5] 石崎嗣夫: 高速船の運航について, 関西造船協会らん, No.64, pp.23-25, 2004.
 [6] 日立造船(株)船舶・防衛事業本部マリテック設計部: 60m ウェーブピアサー型カーフェリー「シーバード」の概要, TECHNOMARINE: 日本造船学会誌, No.818, pp.63-64, 1997.
 [7] 青柳徹: 112m 型波浪貫通型双胴高速フェリー「ナッチャンRera」就航, SRCNews, No.74, pp.6-7, 2008.
 [8] 池田良穂: ユニークなコンセプトの新鋭客船を見るー「ナッチャンRera」と「フェリードリーム」ー, 威臨: 日本船舶海洋工学会誌, No.17, pp.31-35, 2008.
 [9] 有馬正和, 田村裕貴: 高速旅客船の乗り心地評価に関する研究(第1報)ー船体運動の計測と解析ー, 日本船舶海洋工学会論文集, No.2, pp.211-216, 2005.
 [10] 有馬正和, 田村裕貴: 高速旅客船の乗り心地評価に関する研究(第2報)ー心理的反応の計測と解析ー, 日本船舶海洋工学会論文集, No.3, pp.177-181, 2006.
 [11] 谷田宏次: 船体動揺低減に対するアクティブコントロールの研究開発動向, 日本造船学会誌, No.800, pp.35-40, 1996.
 [12] 植木修次: 船舶における動揺制御法ーフィンスタビライザ, 日本造船学会誌, No.815, pp.338-341, 1997.
 [13] 門松浩司: 船舶における動揺制御法ーアンチローリングタンク, 日本造船学会誌, No.815, pp.342-344, 1997.
 [14] 小池裕二, 佐伯愛一郎, 牟田口勝生, 今関正典, 宮部宏彰, 山下誠也: ハイブリッド式船用減揺装置の実践への適用, 日本造船学会論文集, No.185, pp.111-117, 1999.
 [15] 長谷川康夫: 超高速全没翼型水中翼船“ジェットフォイル”, 溶接学会誌, Vol.61, No.7, pp.581-586, 1992.
 [16] 村田航: 様々な船用制御に対するニーズと技術ー操船支援技術と海洋環境保護への取り組み例, 日本マリンエンジニアリング学会誌, Vol.42, No.5, pp.824-829, 2007.
 [17] 岡田昌之, 池田良穂, 片山徹: トリムタブを用いた高速カーフェリーの縦揺れ制御に関する研究, 関西造船協会誌, No.234, pp.199-205, 2000.
 [18] 福永恵太, 二瓶泰範, 池田良穂: 波浪貫通型高速双胴船の実海域運動特性, 日本船舶海洋工学会論文集, No.8, pp.107-114, 2008.
 [19] 田中一男: アドバンストファジィ制御 ファジィ制御の新たな展開, 共立出版, 1994.

(2012年11月15日 受付)

(2013年5月9日 採録)

[問い合わせ先]

〒910-8507 福井市文京3-9-1

福井大学教育地域科学部

井上 博行

TEL: 0776-27-8714

FAX: 0776-27-8714

E-mail: inoue@f-edu.u-fukui.ac.jp

著者紹介



いのうえ ひろゆき
井上 博行 [正会員]

1998年立命館大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。同年福井大学教育学部講師。1999年福井大学教育地域科学部講師。2000年助教授を経て、2007年より准教授。現在に至る。ソフトコンピューティングに基づいた知能システム、感性システム、配色支援システム、地域・環境データ解析などの研究に従事。日本知能情報ファジィ学会、日本感性工学学会、計測自動制御学会、システム制御情報学会、電子情報通信学会、ヒューマンインタフェース学会、IEEEなどの会員。

ののもと まゆみ
野本 真弓 [非会員]

2006年福井大学大学院教育学研究科教科教育専攻技術教育専修修了。在学中は、高速双胴船のファジィ制御に関する研究に従事。

みやさか けんじ
宮阪 憲治 [非会員]

有限会社宮阪技研代表取締役、東京大学工学博士(航空)、ASME会員、AIChE会員。



うえだ まさひろ
上田 正紘 [非会員]

2009年福井大学名誉教授。1997年重慶商業職工大学名誉教授。著書
 ・実践 センサ工学(共立出版)2008
 ・これなら使える100例 技術英語論文の書き方(共立出版)2011
 ・Fundamentals and Practices of Sensing Technologies, WorldWide/BWW Publishers, 2009

Fuzzy Rolling Control of High-speed Catamaran

by

Hiroyuki INOUE, Mayumi NOMOTO, Kenji MIYASAKA and Masahiro UEDA

Abstract :

The high-speed catamaran boat used by this study has attached trim tabs to the stern both sides as the anti-rolling device for reducing the rolling. A PD control was initially employed in the system, and the observed data from the instrument showed the anti-rolling effect. However no significant improvement was observed for passengers although instrumental data showed good results. Therefore, it is not evaluated highly as the anti-rolling device. In this paper, fuzzy control system is applied to the anti-rolling device of a high-speed catamaran boat in order to improve the passenger comfort. Measurements of rolling data using the real ship were carried out. From the analysis results of the frequency analysis, the presented fuzzy control system suppressed the rolling of ship about 60% in maximum peak than the PD control. Also, crews have felt the anti-rolling effect of the fuzzy control, and it showed that this system provided good comfort ride.

Keywords : High-speed Catamaran, Anti-rolling Control, Fuzzy Control

Contact Address : **Hiroyuki INOUE**

Faculty of Education and Regional Studies, University of Fukui
 3-9-1, Bunkyo, Fukui, 910-8507, JAPAN
 TEL : +81-776-27-8714
 FAX : +81-776-27-8714
 E-mail : inoue@f-edu.u-fukui.ac.jp