

# グライダー型潜水艇の設計に関する研究 (その 8)

## —— 実用機 PTEROA250 の設計 ——

Feasibility Study on Gliding Submersibles (8th Report)  
—— Design of Prototype Vehicle "PTEROA250" ——

浦 環\*・能 勢 義 昭\*・坂 巻 隆\*

Tamaki URA, Yoshiaki NOSE and Takashi SAKAMAKI

### 1. は じ め に

無索無人潜水艇は、自由に航行が可能でそれが最大のメリットである。したがって海中ロボットと呼ばれる。このメリットを生かして深海底調査を目的とした海中ロボットの研究開発 (PTEROA計画) がおこなわれ、1989年度に図1に示す海中ロボットのパイロットモデル「PTEROA150」が建造され<sup>1)2)</sup>、水槽実験および実海域実験がおこなわれた。本モデルの製作は、深海底の計測をおこなう実用機を設計・製作するための前段階として位置づけられる。したがって、その経験を踏まえて、実用機が設計されなければならない。

PTEROA計画で想定された海中ロボットの航行パターンは、図2に示されるように、

- (1) 母船よりグライディングで海底の目標点に到達し、
- (2) 海底面を一定高度を保って航行し、
- (3) 母船にグライディングで帰還する。

(1)および(3)におけるグライディングでは、位置エネルギーを速度に変換し、水平移動が電池エネルギーを消費しないでおこなうことができる。たとえば、グライディ

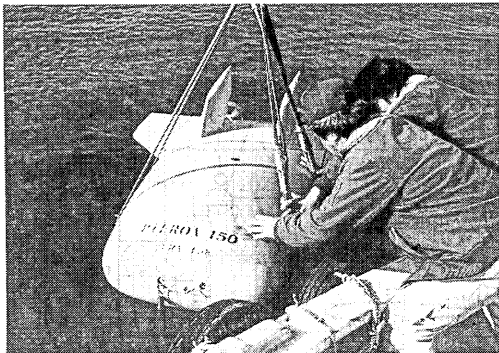


図1 沼津市三津沖での「PTEROA150」パイロットモデルの実験

ング角度が15度までとれる性能があれば、6,000mの深度に潜降するとき、母船より約22kmの半径内に到達することができる。

(2)においては、電池エネルギーを消費して推進するので、その航続距離は電源容量に依存する。この段階においてどのような計測活動 (ミッション) をするかを決めるのは、利用者の仕事である。工学の立場としては、(1)~(3)を実行する艇 (Vehicle) あるいはロボットを実現することであり、利用者に潜水艇を提供することである。したがって、艇そのものは汎用性に富むものを考える必要がある。しかし、艇の機能的な設計をおこなうためには汎用性の範囲を指定せねばならない。ここでは、艇は停止しないで連続して航行しながら計測活動をおこなうものとし、また、障害物に遭遇したときに、その上方を越えて回避し、航跡が水平面上に投影されたときに直線となるように行動するものとしている。

### 2. パイロットモデルの問題点

パイロットモデルPTEROA150は、艇体長さが150cmで空中重量が約220kg<sup>3)</sup>である<sup>1)</sup>。本パイロットモデルの建造は、実用機の設計のための基礎資料を得るためのもの

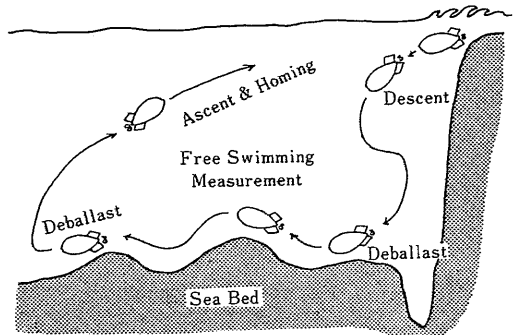


図2 PTEROA計画で想定されている航行パターン

\*東京大学生産技術研究所 第2部

研究速報

ので、少人数で取り扱え、水槽での実験が容易におこなえる規模のものとした。また、機器類はモジュール化をおこない、修正・変更が容易におこなえるものとした。このため、外板内側の容積が、6,000m<sup>3</sup>の深度まで潜降可能な耐圧容器を収容し、かつ、中正浮力を得るだけの浮力材を配置できるだけ充分でない。したがって、設計潜降深度を2,000mとしている。

すなわち、実用上で以下に示す主要な制約がある。

- (1) 潜降最大深度が2,000mであること
- (2) 推進器を使った航行の継続時間が40分(最大速力約3ノット時)
- (3) ペイロードが35mm写真撮影機分

当初計画された6,000m潜水深度の実用艇を考えると、この制約は大きすぎ、また、機能を拡張させる余裕がないので、艇を大型化して、これらの制約を緩和することを考える。

3. PTEROA250の概要

設計条件は、

- (1) 潜降最大推進：6,000m
- (2) 巡航速度最大：4ノット
- (3) 巡航航行持続時間：100分間
- (3) ペイロード：80,000cm<sup>3</sup>、湿重量16kg<sup>f</sup>

(4) 外形：PTEROA150に相似形

とし、ほかの設計要素はPTEROA150と同じとして、艇の設計をおこなった。設計された艇を「PTEROA250」とよぶ。

主要な変更点は、

- (1) 胴の長さを2.5mとし、乾燥重量を約1トンとする。
- (2) 油浸NiCd電池を主電源とする。
- (3) 計測制御関連の処理装置類をCPUと同じ耐圧殻に収容し、集積化を図る。

設計されたPTEROA250の一般配置図を図3に、主要目、主要な性能および装備品の性能を表1に示す。

浮力材の空き空間への充填率は約62%である。想定したNiCd電池のエネルギー密度約33Wh/kgである。

また、その他の機能として、

- (4) 推進装置は油浸800Wインダクションモータ2基とする。
- (5) CPU持続時間は6時間とする。
- (6) エレベータアクチュエータは油浸ステップモータを遊星歯車を介して直接回転する。
- (7) バラスト切り放し装置は、油浸ステップモータで駆動する。

表1 PTEROA250の主要目・性能と主な装備品

全長	2.625m (胴長2.50m)
全幅	2.000m (胴幅1.25m)
全高	0.825m (胴深0.75m)
乾重量	1025kg <sup>f</sup>
水平航行常用速度	4 Knots
(水平航行持続時間)	2時間
CPU持続時間	6時間
最大潜降深度	6000m
1	推進器 2×800W均圧誘導モータ
2	アクチュエータ 3×均圧ステップモータ
3	浮力材 比重0.55
4	電源 均圧NiCd 48V124AH
5	" 12V197AH
6	測距センサ(4台) 150kHz
7	運動計測 簡易型慣性センサ
8	トランスポンダ 50kHz
9	デバラスト 2×均圧ステップモータ駆動
10	VTR撮影装置 1式
11	35mm撮影装置 1式
12	ペイロード(CTDO) 16kg <sup>f</sup>
	80,000cm <sup>3</sup>

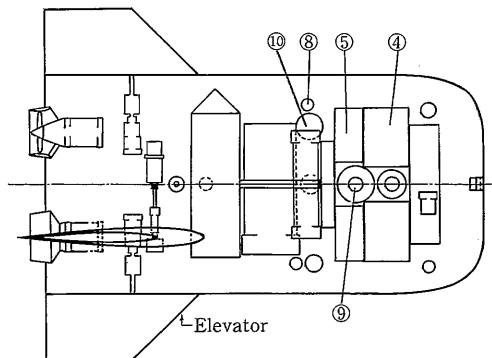
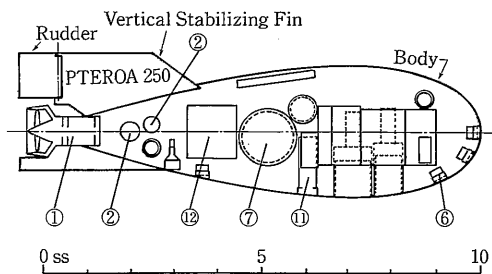


図3 PTEROA250の一般配置図

研究速報

#### 4. お わ り に

海中ロボットにとって、最も重要な研究課題は、(1)自律性、および(2)エネルギー容量、の拡大である。この2点は、有索潜水機 (ROV) ではアンビリアル・ケーブルを通じて補足されているので、無索潜水機に最も特長な課題である。

自律性は、ロボットの性能と信頼性を向上させるために、今後重点的に研究されなければならないが、これは、ロボットに与えられるミッションとロボットの機械機能に大きく依存する。PTEROA計画では、一つのハードウェアとしてPTEROA150を完成させた。これをテストベッドとして、自律性の研究が進展するものと考えられる<sup>3)-5)</sup>。

一般的に、艇の大きさを決める要因は、電源である。電源の性能 (容量/重量) が増せば、艇を小さくする、あるいは、より長時間航行させることができることはいうまでもない。すなわち海中ロボットの打ち破るべき技術の一つとして、エネルギー技術があげられる。

PTEROA計画では、パイロットモデルPTEROA150を建造し、海中ロボットの具体像を提示した。また、実用艇PTEROA250を設計した。これらの研究成果を基礎と

して、海中ロボットの研究が展開されることが期待される。

本研究をおこなうにあたり、富田悠一課長をはじめとする住友重機械工業㈱の皆様、に、種々ご協力を賜った。ここに、篤くお礼申し上げます。(1991年1月4日受理)

#### 参 考 文 献

- 1) 浦・能勢・坂巻：“航行型無索無人潜水艇「PTEROA150」”，第10回海洋工学シンポジウム，(1991. 1)，pp. 349-353
- 2) 浦・能勢・坂巻：“グライダー型潜水艇の設計に関する研究 (その 7) —PTEROA150の建造と実海域試験—”，生産研究，(1991. 2)，pp. 133-136
- 3) 藤井・浦：“Development of Motion Control System for AUV Using Neural Nets”，Proc. of Symp. on Autonomous Underwater Vehicle Technology, Washington D.C. (1990.6)，pp. 81-86
- 4) 藤井・浦：“ニューラル・ネットによる潜水艇の運動制御—水平航行の制御への適用—”，日本造船学会論文集，Vol. 166，(1989. 12)，pp. 503-511
- 5) 藤井・浦・黒田：“自己生成型ニューラルネットコントローラシステムの開発と潜水機の運動制御への適用”，日本造船学会論文集，Vol. 168 (1990.11)，pp. 277-283