

# 空気クッションを利用した乗物の製作

ポリテクカレッジ神戸港  
(港湾職業能力開発短期大学校神戸校)

平川 和男

## 1. はじめに

港湾短期大学校神戸校は、先に開校した横浜校とは兄弟の関係にあり、西日本の港湾・物流業界の実践技術者育成の拠点校として平成10年4月に開校した最も新しい短大である。「みなと神戸」と言われるように、校内から望める景色はコンテナ船、自動車専用船、それに一際目を引くコンテナヤードに林立する巨大なガントリークレーンである。

そのような環境のなかで学んだ学生と卒業製作で空気クッション利用の乗物として、「ホバークラフト」を製作し、「ポリテックビジョン2002」で展示と製作にかかわる発表の機会を得た。今回は、その製作の概要などを紹介したい。

## 2. ホバークラフトとは

最近アメリカでGinger（ジンジャー）というジャイロを応用した乗物が話題となったことは記憶に新しい。ジンジャーは開発コードネームでSegway（セグウェイ）という商品名で世に発表された。

国内においても国土交通省と造船大手7社を中心とするプロジェクトがスピード50ノット（時速92.6km）、ペイロード1000トン（載荷重量トンから燃料・清水などを差し引いた純粋に貨物を積載することのできるトン数）、航続距離500マイル（926km）の船舶を開発することを目標としたTSL（テクノスーパーライナー）の実船試験が最近行われ実用化も間近

に迫っている。

空気クッションを利用した乗物として一般によく知られているものとして、ホバークラフトという乗物がある。文献によるとHoverとは『その場に浮いてとどまる』の意味で、一般的にはHoveringとして用いられている。

このHoverの動作原理をマテハン（物流運搬機器）に応用できないかという話題から出発したのが今回の卒業製作の出発点である。

ホバークラフトとは、HoverとCraft（飛行機、船などの乗物、工作物の意）の合成語で、英国のブリティッシュ・ホバークラフト社の登録がなされた単語で商標名である。アメリカではGEM（Ground Effect Machine 地面効果を利用した機械）、ヨーロッパではACV（Air Cushion Vehicle 空気クッションを利用した乗物）と呼ばれている。

ファンからの空気を船体の低面から吹き出し、その風圧によって船体を浮上させて航走する魔法のジュウタンのような夢のある乗物である。

その特徴を次にあげる。

(1) 全長に対して全幅が大きい、いわゆる縦横比（Aspect Ratio）が小さい。一般的な船舶、ボートと比較して横幅は2～3倍広がっている。この理由は、空気をためる圧力室（Plenum Chamber）の面積を、できるだけ広くとるためである。

(2) スカート（Skirt）と呼ばれる布地が船体下部を覆っている。これにより

① エンジンが作り出す空気の流れをせき止め、効

率的な空気溜をつくり浮上させる。

- ② この空気溜から逃げようとする空気を最小限におさえる。
  - ③ 障害物に触れたとき、柔軟に対応し空気の洩れを妨げる。
- 等である。

以上のような特徴があるが、最大の特徴は水陸両用を有することである。

### 3. 製作したホバークラフト

参考とする書物・図面が数少ないなか、インターネット等で集めた資料を参考に次のような仕様とした。

#### 3.1 仕様

全長	2.6m
全幅	1.4m
高さ	0.2m (浮上時0.4m)
総重量	約205kg (自重140kg+乗員65kg)
乗員	1名 (最大2名)

#### 3.2 船体材料等

船体は、耐水ベニヤ板 (3mm, 6mm, 9mm) と補強材 (10×20, 20×20, 20×40mm角) を接着剤 (エポキシ系) とスクリュー釘を用いてセミ・モノコック (反応力外皮構造) により組み立て強度, 耐力をつける。木製船体を選択したのは最も加工しやすいと考えたからである。

スカートは、ナイロンゴム引布製 (10m<sup>2</sup>) を使用する。

#### 3.3 エンジン

エンジンは、浮上用と推進用を兼用し、次のエンジンを採用した。

小松ゼノア	G25B
型式	自然空冷2サイクル立型ピストンバルブ式ガソリンエンジン
総排気量	242cc
最大出力	22HP/6600rpm
圧縮比	公称 10.6:1 実効 6.5:1

筒径×行程	72mm×59.5mm
最大トルク	2.6kgf・m/5800rpm
キャブレター型式	スライドピストンバルブフロート式
始動方式	リコイル・スターター式
点火方式	CDI型フライホイールマグネットおよびイグニッション式
点火プラグ	チャンピオン N3C
燃料	ガソリン・オイル混合 25:1
正味重量	17.5kg
寸法	長300×幅294×高377mm

#### 3.4 ファン, プロペラ&スカート

浮上・推進にかかわる最も重要な部品にファン (Fan 翼数が多い) がある。プロペラ (Propeller 翼数が少ない) とどちらを選定するか検討した結果、推進用エンジンの仕様と安定性から重心を低く抑えられるという理由で、ファンを選ぶことにした。

浮上用&推進用ファン

マルチウイング 820φ - 6翼 - 翼角35°

駆動方式

プーリー×ベルト駆動 減速比 1:2.47

スカート バッグタイプ (脱着式)

スカートをマジックテープによる脱着式として、移送時の破損防止、また破損時の補修を簡単にするというアイデアを採用した。

### 4. エンジンとファンの配置

文献によるとシングルエンジンのホバークラフトの主流を占めるのは、Ⅲ-C型と呼ばれるタイプで

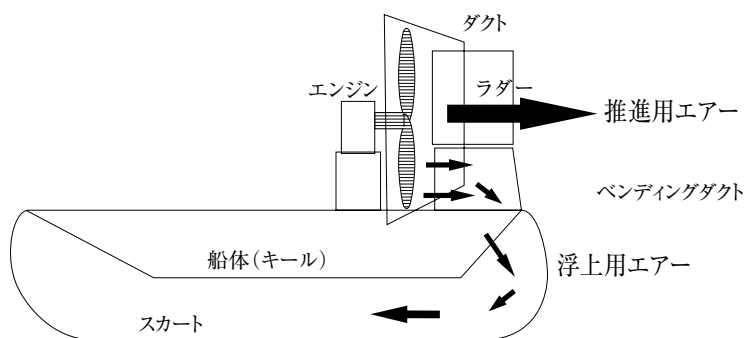


図1 エンジンとファンの配置

ある。

この型の風量割合は、浮上用に25～30%、推進用に60～70%の空気を送るようにエンジンとファンの配置がなされている。

図1に今回製作のⅢ-Cタイプのエンジン、ファンそれに空気の流れを示す。

## 5. 推力とクッション圧力

### 5.1 送風量（推力）

必要推力の算出を行う。

送風量は、翼角35度 直径820mmのファンの場合（性能曲線より）、送風量 約960m<sup>3</sup>/分

$$960\text{m}^3/\text{分} \div 60\text{分} = 16\text{m}^3/\text{秒}$$

ダクト面積（直径820mm）

$$0.41 \times 0.41 \times 3.14 = 0.527\text{m}^2$$

16m<sup>3</sup>/秒の空気が0.527m<sup>2</sup>の面積を通過するから

風速（速度）= 送風量 ÷ ダクト面積

$$= 16\text{m}^3/\text{秒} \div 0.527\text{m}^2 = 30.36\text{m}/\text{秒}$$

これを時速になおすと、109.3kmで、全く抵抗がないときのクラフトの最高速度となる。

### 5.2 クッション圧力

次にクッション圧力の面積Ac（Cushion Area）は重量50kg当たり1m<sup>2</sup>必要である。今回製作のホバーのクッション面積は、次のような値となる。

$$\begin{aligned} \text{クッション面積（S）} &= \text{全長（L）} \times \text{全幅（W）} \\ &= 1.4\text{m} \times 2.6\text{m} = 3.64\text{m}^2 \end{aligned}$$

総重量の目安は、3.64m<sup>2</sup> × 50kg = 182kg（目標値）

続いて浮上用の圧力を求める。

前項より、風速は30.36m/秒である。

この流速が全部圧力に変わると考えると、ベルヌーイの定理から圧力Pは  $P = 1/2 \times \rho \times V^2$

$$= 1/2 \times 0.125 \times \text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4 \times (30.36\text{m}/\text{s})^2$$

$$= 57.6\text{kg}/\text{m}^2$$

$$(\rho : \text{空気密度} 0.125 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4)$$

完成後、実際に必要とされるクッション圧力は、次のような値であった。

総重量 = 船体 + 乗員 = 140kg + 65kg = 205kg（完成後）

$$\text{クッション圧力} = 205\text{kg} \div 3.64\text{m}^2 = 56.3\text{kg}/\text{m}^2$$

## 6. 製作の様子

実際の製作の様子を写真で紹介したい。



写真1 キール（竜骨）



写真2 組立前のパーツ



写真3 船体組立—1



写真4 船体組立-2



写真7 下塗り



写真5 船底磨き



写真8 スカート展開図

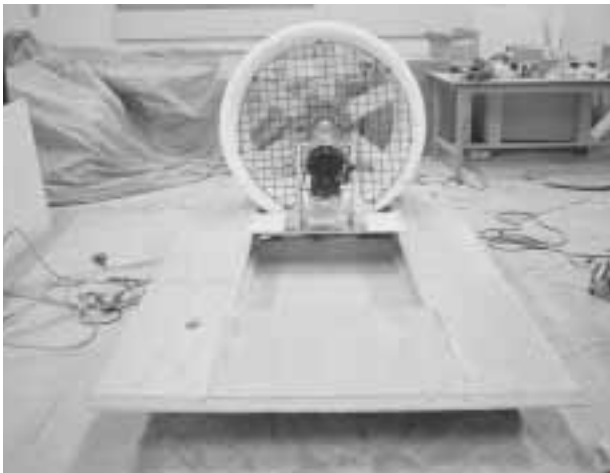


写真6 エンジンとファン仮乗せ



写真9 スカート裁断