

小型 ACV の試作研究 (第2報)

根本光正，鳥居 亮，三浦直勝

The Trial Manufacture and Study of Air Cushion Vehicle (2nd Report)

Mitsumasa NEMOTO, Akira TORII and Naokatsu MIURA

Abstract

Six years have passed since our air cushion vehicle in the trial manufacture ran over the ground. We tried to find out the means of settling the troubles related to the structure, the hovering, the propulsion and the steering. As we got some good results by the first running test over the water early this September, we report the progress after the last report and study the point at issues.

1. ま え が き

試作の ACV (Air Cushion Vehicle) が初めて地上を走行して6年経過した。その間構造、浮上、推進および操舵上の諸問題に取組み、この9月に初の水上走行テストを行ない一応の成果を得たので、前回の報告¹⁾ (幾徳高専紀要第1号) 以後の経過と走行性能について述べる。

2. 試作研究の過程

前回の報告以後、4艇の ACV を試作した。Table 1 に各 ACV の概要を示す。

次に各 ACV の試作過程について述べる。

2.1 II 号 艇 (1972)

浮上および推進エンジンをパワーアップした。自重は計画値を約30%超過したためスカートの摩耗、破損が著しく、計画性能を得るに至らなかった。

2.2 I 号改良艇 (1973)

前回報告したI号艇を改良したもので、II号艇の自重に比べ約100kgfの重量軽減に成功した。走行時の安定性は良好であったが、サイドスラスタースキー式ブレーキは期待したほど効果がなかった。

2.3 III 号 艇 (1974)

III号艇には2つの特色がある。一つは、骨組を鋼板、軽量鋼管、合板の構造から軽量鋼管のみに改め、外部にスカートと同じナイロン生地を使用した。他の一つは、クッション室の形成保持方法を圧力室型 (浮上ファンから直接空気供給する型式) から周辺噴流型 (艇体内のダクトを通り周辺部から噴出する型式) に改めた。この型式は空気の噴出作用を有効に利用するため、浮上エンジンの出力が低いにもかかわらず安定性に優れ、復元性も良好であった。しかし、構造が複雑になり製作に手間取った。

III号艇の走行テスト中、搭乗者が左右へ体重移動し艇体をバンク状態にすることが、走行上 (特に旋回時において) 必要であることを体得したことは、特記すべきことである。

I号艇¹⁾～III号艇ではプロペラによる推進方式を採用した。プロペラの形状曲線は Navy 4412 を基本とし、半径比75%における基準翼型断面は Clark Y または RAF.6 である。また使用材はマホガニー、檜およびまかんばで、強度を増すため充分に乾燥した薄板 (約5mm厚) からなる圧着合板とした。

プロペラの設計法については、前回の報告¹⁾に述べた。

Table 1 Specifications

Number of vehicle	II	I (Improvement type)	III	IV
Length×Width×Height	3.52×2.02×1.51m	2.98×1.84×1.65m	2.75×1.81×1.4m	3.42×1.82×0.95m
Crew	1	1	1	1
Engine Lift×Thrust	10×67 ps	10×67 ps	4.5×36 ps	3.0×34 ps
Unit of thrust	Propeller 2-baldes Diameter 1.2m Direct drive	Propeller 2-blades Diameter 1.2m Direct drive	Propeller 2-blades Diameter 1.0m Direct drive	Axial fan 10-baldes Diameter 0.56 m Reduction drive
Unit of lift	Axial fan 8-blades Diameter 0.56m	Axial fan 8-blades Diameter 0.56m	Axial fan 8-blades Diameter 0.5m	Axial fan 5-blades Diameter 0.5m
Maintaining system of air-cushion form	Plenum chamber with skirt	Plenum chamber with skirt	Annular jet with skirt	Plenum chamber with skirt
Type of skirt	Opened bag	Opened bag	Opened bag	Extended finger
Empty weight	435 kgf	328 kgf	205 kgf	185 kgf
Date	1972	1973	1974	1975-77

2.4 IV 号 艇 (1975~1977)

IV 号艇の詳細については次に述べる。

3. IV 号 艇

3.1 設計方針

III 号艇までの試作過程から、設計方針として次の事項に重点をおいた。

(1) 水上走行を目的として、艇体構造を従来の逆皿型から皿型（船型）に変更する。

(2) 重量軽減のため、艇体は木製トラス構造とし軽量高出力エンジンを使用する。

(3) 重心位置を低くするため、プロペラエンジン直結方式からダクトファン・ベルト伝動方式に変更する。

(4) スカート型式は、クッション面積が比較的大きく障害物に対する追従性が良好である延長フィンガー型とする。

(5) 操縦性を考慮して、左右への体重移動がしやすい座席型式とする。

3.2 要 目

IV 号艇の三面図を Fig. 1, 完成艇体を Fig. 2 に示し、各要目は次のとおりである。

クッション室型式 圧力室型
搭乗者 1名

長 さ	3.42 m
幅	1.82 m
高 さ	0.95 m
自 重	185 kgf
全備重量	250 kgf
クッション面積	6.02 m ²
クッション圧力	41.5 kgf/m ²
浮上高さ	0.15 m
艇体構造	骨組 木製トラス構造 外板 完全耐水合板
スカート	型式 延長フィンガー型 材質 ナイロン
座席型式	サドル型式
浮上エンジン	KT 40 (川崎重工), 110cc 常用出力 3.0 ps/3600 rpm 最高出力 4.0 ps 重量 13 kgf
浮上ファン	軸流ファン (八洲興業) ブレード数 5枚 ピッチ角 30° 直径 0.50 m 材質 ブレード 強化ナイロン ボス部 Al 合金

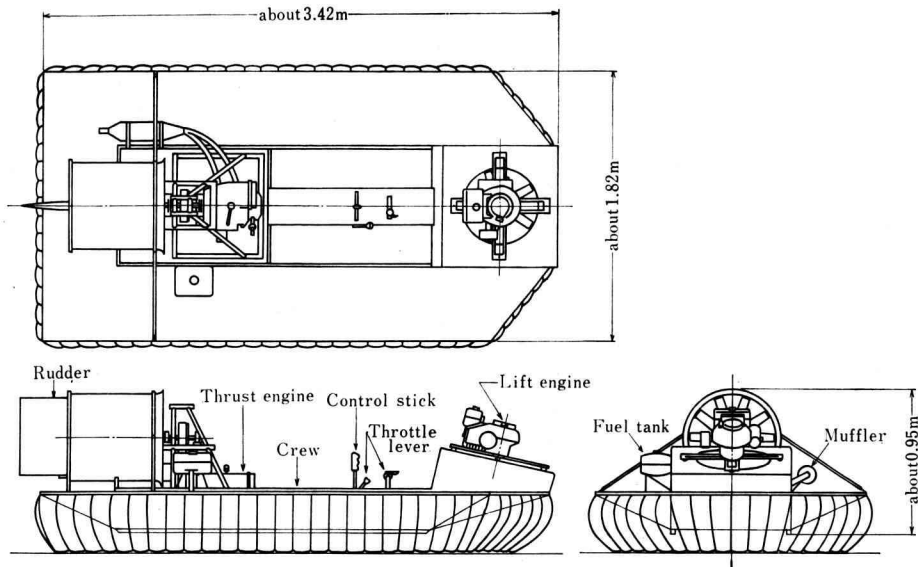


Fig. 1 General view of No. IV

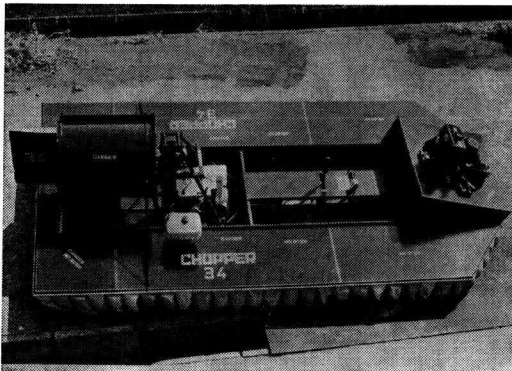


Fig. 2 Complete vehicle

推進エンジン	G 40 B (ゼノア), 394cc 最高出力 34ps/7000rpm 重量 32kgf
推進ファン	軸流ファン (八洲興業) ブレード数 10枚 ピッチ角 40° 直径 0.56m 材質 ブレード 強化ナイロン ボス部 Al 合金
伝動装置	タイミングベルト・プーリ (三ツ星) 減速比 1/2

3.3 艇 体

III号艇の骨組には軽量鋼管を使用したか, IV号艇においては角材 (主として杉 20mm 角材, エンジンマウント部ラワン 40mm 角材) のみのトラス構造とし, 外板には完全耐水合板 (主として 3mm 厚, 底 6mm 厚) を使用した。艇体構造は船型とし, その骨組を Fig. 3 に示す。

3.4 浮上エンジン

重量の軽量化を予想し低出力のエンジンを使用した。

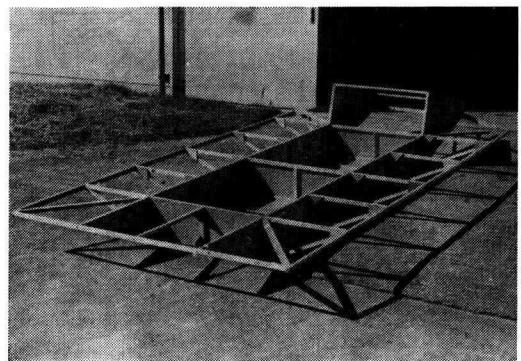


Fig. 3 Framework

3.5 推進エンジンおよびファン

スノーモビル用の軽量高出力 (1ps あたりの重量は

0.94kgf) エンジンを使用し、重心位置を低くするためダクトファン・ベルト伝動方式とした。伝動装置としてタイミング伝動ベルトおよびプーリー (Fig. 4) を使用し、減速比は $1/2$ である。

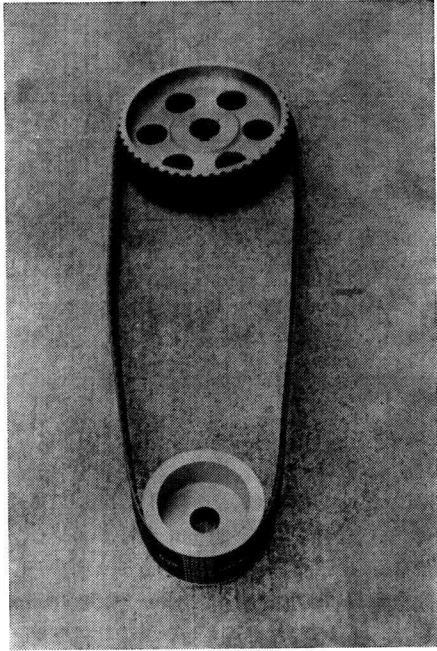


Fig. 4 Timing belt and pulley

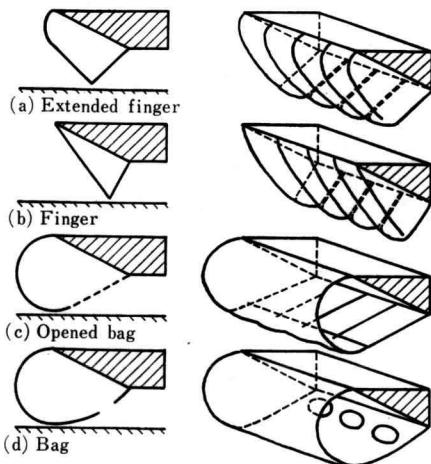


Fig. 5 Four types of skirt

3.6 スカート

走行性能の良否はスカートによって大きく影響される。比較的小型の ACV に適していると思われる型式 4 種 (Fig. 5) のうち、障害物に対する追従性 (Fig. 6) とクッション面積 (Fig. 5) の両面についての特性を考慮し、IV 号艇には延長フィンガー型スカートを採用した。その展開図を Fig. 7 に示す。

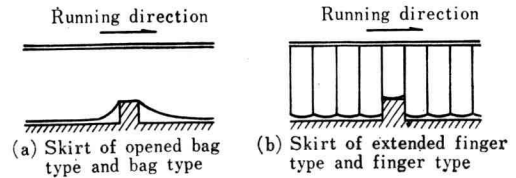


Fig. 6 Transformable response of the skirt at the obstacle

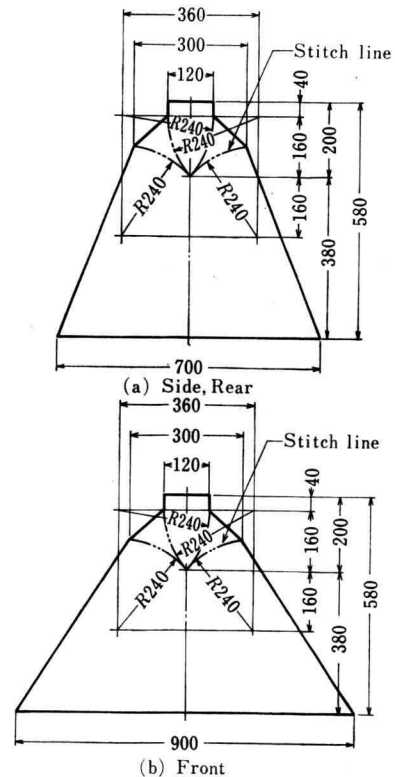


Fig. 7 Development of extended finger

4. 走行性能

今年 2 月、雪の積った本学運動場において IV 号艇の

走行テストを行ない, 初めて旋回 (設定ルート上の旋回) と停止 (急停止) に成功した。9 月初め, 相模川昭和橋下流付近において初の水上走行テストを行ない同等の成果を得た。Fig. 8 に水上走行テスト中の IV 号艇を示す。

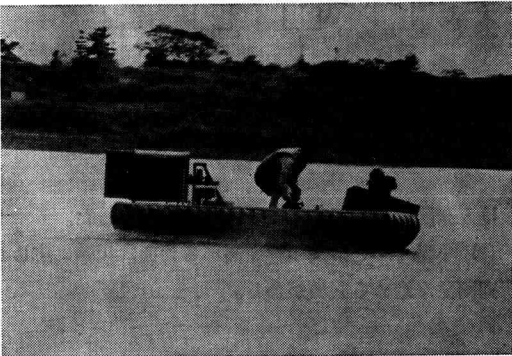
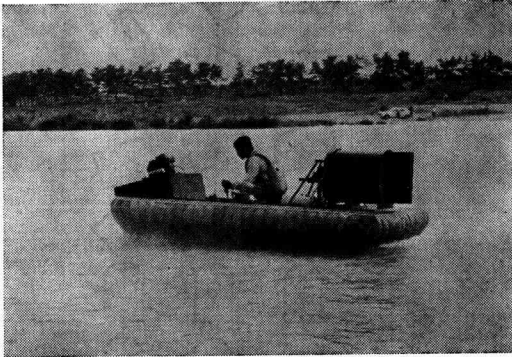


Fig. 8 Running test over the water

4.1 直 進

直進中にスピンを起こした場合は, Fig. 9 に示すように主に方向舵操作により姿勢制御する。

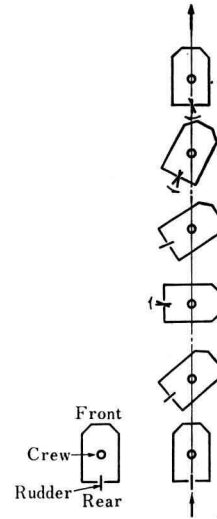


Fig. 9 Advancing technique of ACV

4.2 旋 回

(1) 旋回半径が比較的大きい場合 (緩旋回) は, Fig. 10 に示すように搭乗者が体重を左右に移動することにより各々左右に旋回する。例えば左旋回の場合, 搭乗者が体重を左に移動すると艇体は左下右上のバンク状態となり, クッション室からの空気流出は右側に片寄りその反動力は左方に働く。反動力と推進力との合力が左前方に働き, またバンク状態によって左側スカート下部に摩擦力が生じやすくなるため左旋回することができる。

(2) 旋回半径が小さい場合 (急旋回) は, Fig. 11 に

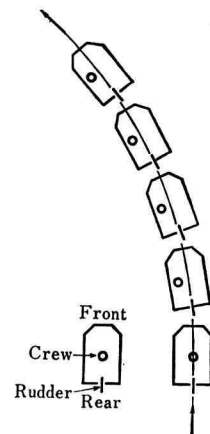


Fig. 10 Turning technique of ACV

示すように搭乗者の左右への体重移動、方向舵操作および推進エンジンスロットル操作を適宜組合せることにより旋回する。また搭乗者の体重を左右前方に移動することにより旋回半径をさらに小さくすることができる。

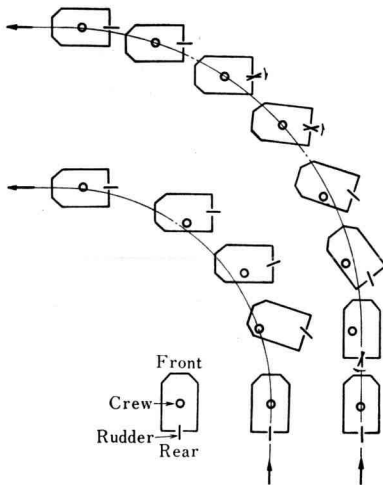


Fig. 11 Turning technique of ACV

4.3 停 止

停止の仕方には次の3つの方法がある。

- (1) Fig. 12 (a) に示すように方向舵操作と体重移動を組合せて90°回転させ停止する。
- (2) Fig. 12 (b) に示すように方向舵操作により180°回転させ推進力を逆に利用して停止する。
- (3) Fig. 12 (c) に示すように (b) の操作に体重移動を加え180°急速回転させ停止する。

なお、同じ走行速度において停止するために要する走行距離は (a) が最も長く、(c) が最も短い。

4.4 速行速度

IV 号艇における水上走行速度は約 50 km/h であり、陸上に比べて若干遅いようである。

4.5 発 進

陸上から発進して水上を走行する場合には特に問題はないが、水上で発進し走行する場合は、浮上エンジンの出力不足のためかクッション室内の水抜きに若干支障が認められる。

5. ま と め

- (1) IV 号艇の完成により、小型 ACV の試作過程に

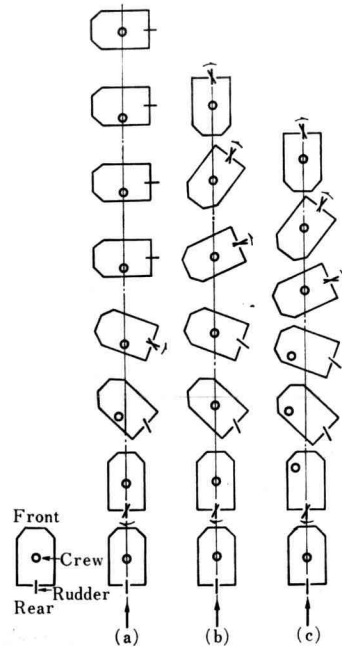


Fig. 12 Stopping technique of the running ACV

おける諸問題と走行特性について明らかにした。

- (2) 小型 ACV の実用性を高めるため、用途に応じた研究開発を進める必要がある。

6. あ と が き

本試作研究に参加した高専生は、昭和47年度(1972)は園山和利、塚田陽一、松本敢一、望月清明、横山 孝、昭和48年度(1973)は阿部 悟、一宮清高、小野克久、鈴木 秀、昭和49年度(1974)は倉橋芳明、田中敏彦、西田 功、松本英行、昭和50年度(1975)は原田俊明、昭和51年度(1976)は林 正幸、昭和52年度(1977)は仙波直人、深瀬健一の諸君であり、工作には大九留吉氏の協力を得た。また走行テストに際しては関係諸氏の多大なる援助を受けたことを附記する。

参 考 文 献

- 1) 鳥居外, 小型 ACV の試作研究, 幾徳高専紀要 第1号, 昭 48.