

小型 ACV の試作研究

(第4報 実用化の試みについて)

根本 光正・鳥居 亮
榊原 芳夫・黒澤 功

The Trial Manufacture and Study of Air Cushion Vehicle
(4th Report, On the Test for Practical Use)

Mitumasa NEMOTO, Akira TORII, Yoshio SAKAKIBARA
and Isao KUROSAWA

Abstract

We have designed and built two kind of air cushion vehicle and a caster of air cushion applicator.

SCORPION: Scorpion is a amphibious two-setaer craft of air-jet impulsion. As this craft provided bucket for reverse and braking, it is fit for use as guard boat in the river or swamp. Complete hull structure is built in fibreglass reinforced plastics (FRP). Lift is supplied by a 0.775m diameter, 30 degree pitch, 10-bladed axial flow fan driven by a 6.5ps Fuji EC-17B 175cc 2-cycle engine. Thrust is supplied by two 0.775m diameter, 30 degree pitch, 10-bladed axial flow fan driven by two 6.5ps Fuji EC-17B 175cc 2-cycle engine. Maximum speed over water is 40km/h.

SIRIUS: This is a lightweight amphibious single-seater craft built in FRP. It is 2.94 m long and sufficiently small and light to be transported on the roof of family car. Lift is supplied by a 0.40m diameter, 30 degree pitch, 8-bladed axial flow fan driven by a 4ps Kawasaki KT-40 110cc 2-cycle engine. Thrust is supplied by a 0.775m diameter, 30 degree pitch, 10-bladed axial flow fan driven by a 6.5ps Fuji EC-17B 175cc 2-cycle engine. Skirt is of simple bag type in neoprene impregnated nylon. Maximum speed over water is 48km/h.

ACC: ACC (Air Cushion Caster) can be traversed over uneven road of up to 0.23m with a reduced payload capacity of 330kgf. Lift power is supplied by a 0.48m diameter, 30 degree pitch, 8-bladed axial flow fan driven by a 6.5ps Fuji EC-16V 164cc 2-cycle engine. Complete hull structure is built in cedar rid and stringers with plywood covering.

1. ま え が き

ACV は空気クッションにより艇体を浮上させ走行する運载体であり、水上や陸上はもちろんのこと浅瀬や沼沢地等小型普通船舶（例えばモーターボート）が走行することができないと思われる地域も走行することが可能である。河川や海の水質汚染が問題になっている今日では水上から直接これらの汚染源を早期に知る必要があ

る。そこで水陸両用である ACV をこれらの地域の監視艇として運用することは、走行速度の点においても有効な手段であると考えられる。前回報告した相模川の通行結果¹⁾ および神奈川企業庁水道局寒川浄水場からの希望もあって監視用 ACV を試作した。またレジャー用小型軽量 ACV、さらには空気クッション技術の応用として学内で取り扱われると思われる重量物品運搬用の ACC (Air Cushion Caster) も試作したのであわせて報告する。

2. 監視用 ACV

2-1 概要

河川や沼沢地等の監視を想定した噴流推進式の ACV を試作した。乗員は並列 2 名とし、狭い水路内での後進可能、離着岸のしやすさおよび制動性能向上を考慮して推進ダクト内には噴流方向切り換え機構を設けた。艇体は耐久性に富んだ FRP (強化プラスチック) で製作した。

座席から推進ダクトの下部にはボートフック、パドル、アンカー、信号紅煙、消火器、ライフジャケットおよび工具類等の法定装備品の収納スペースがあり、また浮上エンジンの停止した際にも安全に浮いていられるようフロート室も十分に設けた。操縦席まわりは浸水しにくいよう立ちあげてあり、船首にはけん引用のフックも取り付け付けた。

騒音を減少するため使用ファンやエンジンの機種を選定し、また航続時間を考慮して燃料タンクの容量は 20 l とした。スカートは安定性や障害物に対する追従性が良好なバグ・フィンガー型スカートを採用した。なお試

作艇の名称はスコープオン (Scorpion) とした。

2-2 要目

Scorpion の三面図を Fig. 1, 完成艇体を Fig. 2 に示す。また各要目は次のとおりである。

クッション室型式	単純圧力室全周スカート型式
塔乗者	並列 2 名
長さ	4.11 m
幅	2.00 m
高さ	1.04 m
自重	235 kgf
常用積載重量	175 kgf
クッション面積	6.25 m ²
浮上高さ	0.25 m
艇体	FRP 製
浮上用エンジン	EC-17B (富士重工) 1 基 175 cc 常用出力 5 ps/1600 rpm 最大出力 6.5 ps
浮上用ファン	軸流ファン (八洲興業)

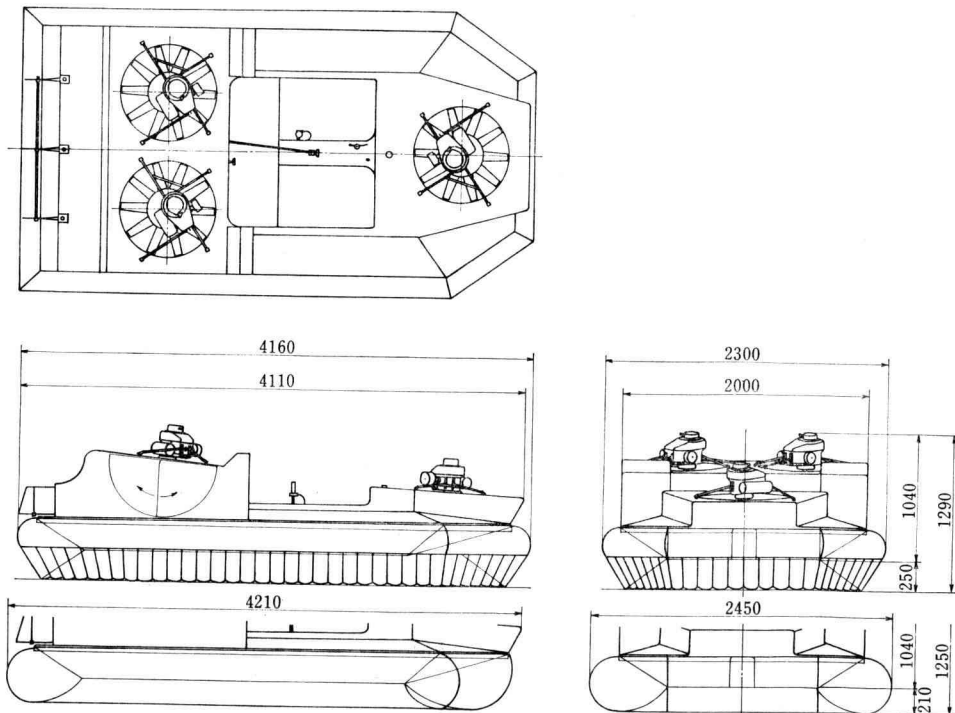


Fig. 1 General arrangement of the Scorpion

直径 0.775 m
ブレード数 10 枚
ピッチ角 30°

推進用エンジン EC-17B (富士重工) 2 基
175 cc
常用出力 5 ps/1600 rpm
最大出力 6.5 ps
推進用ファン 軸流ファン (八洲興業)
直径 0.775 m
ブレード数 10 枚
ピッチ角 30°
走行速度 陸上 48 km/h
水上 40 km/h

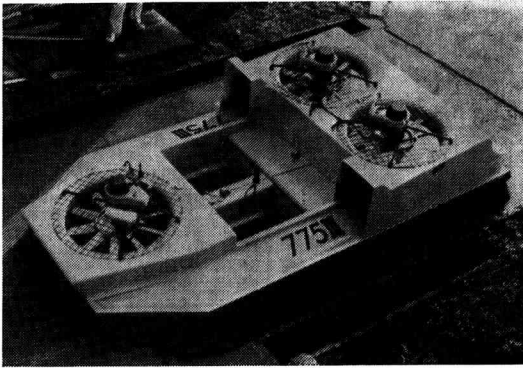


Fig. 2 Complete vehicle of the Scorpion

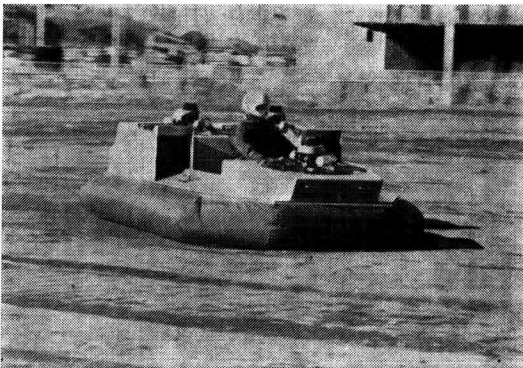


Fig. 3 Scorpion of amphibious two-seater craft provided bucket for reverse and braking. Complete hull structure is built in fibre-glass reinforced plastics. Maximum speed over land is 48km/h

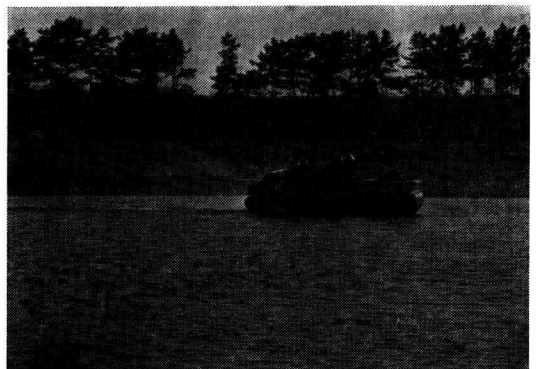
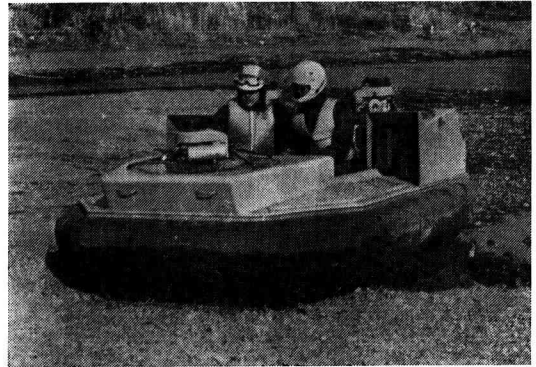


Fig. 4 Scorpion is fit for use as a guard boat in the river or swamp. Maximum speed over water is 40km/h

装着した艇体はとくに陸上において振動しやすいため、その後はバッグ・フィンガー型スカートを装着し試験を行った。逆推進機構は狭い水路内での変進後退や離着岸時に成果を発揮し、その必要性に対して良い結果を得た。

3. 小型軽量 ACV

3-1 概要

レジャー用として小型軽量の ACV を試作した。乗用車のルーフキャリアや小型トラックで運べるよう艇体幅は 1.7 m 以内とし、重量は 2~3 名で持ち運びできるような 100 kgf 以内とした。また各ユニットは現在市販され入手しやすいものとし、スカートは設計しやすく安定性に優れたバッグ型スカートを採用し、また艇体は耐久性および量産に適するよう FRP 製とした。なお試作艇の名称はシリウス (Sirius) とした。

3-2 要目

Sirius の三面図を Fig. 5 に示し、各要目は次のとおりである。

クッション室型式 単純圧力室全周スカート型式

塔乗者 1 名

長さ 2.94 m

幅	1.65 m
高さ	1.07 m
自重	80 kgf
常用積載重量	75 kgf
クッション面積	3.98 m ²
浮上高さ	0.13 m
艇体	FRP 製
浮上用エンジン	KT-40 (川崎重工) 1 基 110 cc 常用出力 3 ps/3400 rpm 最大出力 4 ps
浮上用ファン	軸流ファン (八洲興業) 直径 0.40 m ブレード数 8 枚 ピッチ角 30°
推進用エンジン	EC-17B (富士重工) 1 基 175 cc 常用出力 5 ps/1600 rpm 最大出力 6.5 ps
推進用ファン	軸流ファン (八洲興業) 直径 0.775 m ブレード数 10 枚 ピッチ角 30°

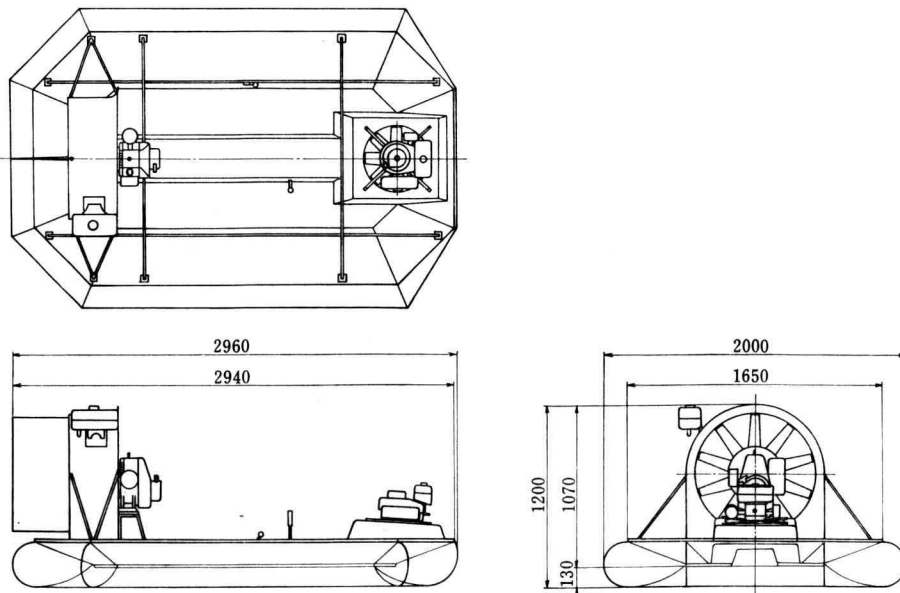


Fig. 5 General arrangement of the Sirius

走行速度	陸上	60 km/h
	水上	48 km/h

3-3 走行試験

相模川昭和橋および多摩川河口付近さらには雪上において延べ 50 時間を越える走行試験を行った (Fig. 6)。艇体の軽量化により造波抵抗が小さく、その結果ハンプは乗り越えやすくなり登坂性能も良好であった。

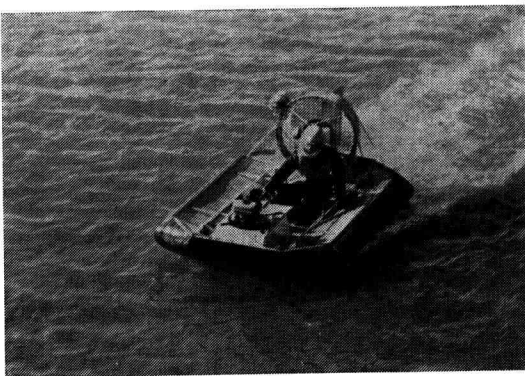
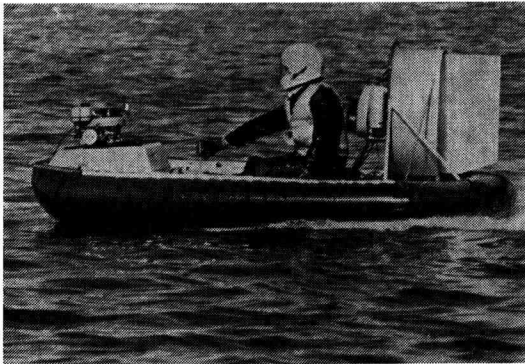


Fig. 6 Sirius is a lightweight amphibious single-seater craft. Maximum speed over water is 48km/h, it provided 130mm obstacle clearance

4. 重量物運搬用 ACC

4-1 概要

圧延薄板鋼板や航空機エンジンさらには 100 ton にもおよぶ圧力容器などの工場内移動や据付け位置決めに際し、省力化の観点よりクレーンを使用せずに空気ベアリングあるいは空気プラットフォームなどと称される空気クッション技術の工業面への利用²⁾がなされつつある。

そこで学内で取り扱われると思われる重量物 (500 kg 以内) の学内道路上や段差が障害となっている場所への運搬、搬入用として ACC を試作した。

おもな仕様としては

- (1) 約 500 kgf の物品を積載できること。
- (2) 約 20 cm の段差や溝等の乗り越えが可能なこと。

とした。スカートは障害物に対する追従性が良好で、破損しても交換が簡単なフィンガー型スカートを採用した。

4-2 浮上必要馬力

クッション室型式が単純圧力室型である場合の浮上原理について述べる。Fig. 7 で空気密度を ρ とし、流出速度の速度ポテンシャルがクッション圧 p_c に変換されたと考えると

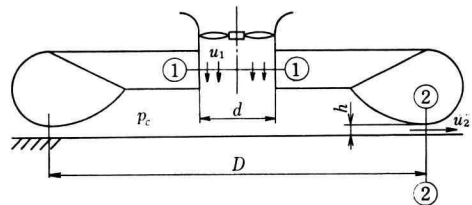


Fig. 7 Section through a simple plenum chamber craft

$$p_c = \frac{u_2^2 \rho}{2} \quad (1)$$

となる。また全備重量 W がクッション圧 p_c とクッション面積 S_c により支持されるとすると

$$p_c = \frac{W}{S_c} \quad (2)$$

となる。したがって流出速度 u_2 は (1), (2) 式より

$$u_2 = \sqrt{\frac{2W}{\rho S_c}} \quad (3)$$

となる。さらに検査面①, ②における連続の式より

$$\frac{\pi}{4} d^2 u_1 = \pi D h u_2 \quad (4)$$

であり、流出する際の縮流係数を c , また $\pi D h$ は浮上間隙面積であるからこれを S_h とすると, (3), (4) 式より供給必要空気量 Q_c は

$$Q_c = c S_h \sqrt{\frac{2W}{\rho S_c}} \quad (5)$$

となる。したがって浮上必要馬力 P_L は、浮上ファンの効率を k とすると、

$$P_L = \frac{Q_c \cdot p_c}{75k} \quad (6)$$

となる。(6) 式より全備重量を $W=440$ kgf, クッション室面積を $S_c=3.37$ m², 浮上間隙面積を $S_h=0.0637$ m², 縮流係数を $C=0.55$, 浮上用ファンの効率を $k=0.5$, 空気密度を $\rho=0.125$ kgf·s²/m⁴ とすると、浮上必要馬力は $P_L=5.6$ ps となる。

4-3 要 目

完成した ACC の三面図を Fig. 8 に、本体を Fig. 9 に示し、各要目は次のとおりである。

クッション室型式	単純圧力室全周スカート型式
長 　　さ	3.10 m
幅	1.80 m
高 　　さ	0.80 m
自 　　重	110 kgf
積載重量	常用 330 kgf (浮上高さ 0.23 m) 最大 550 kgf (浮上高さ 0.19 m)
浮上用エンジン	EC-16V (富士重工) 1 基 164 cc

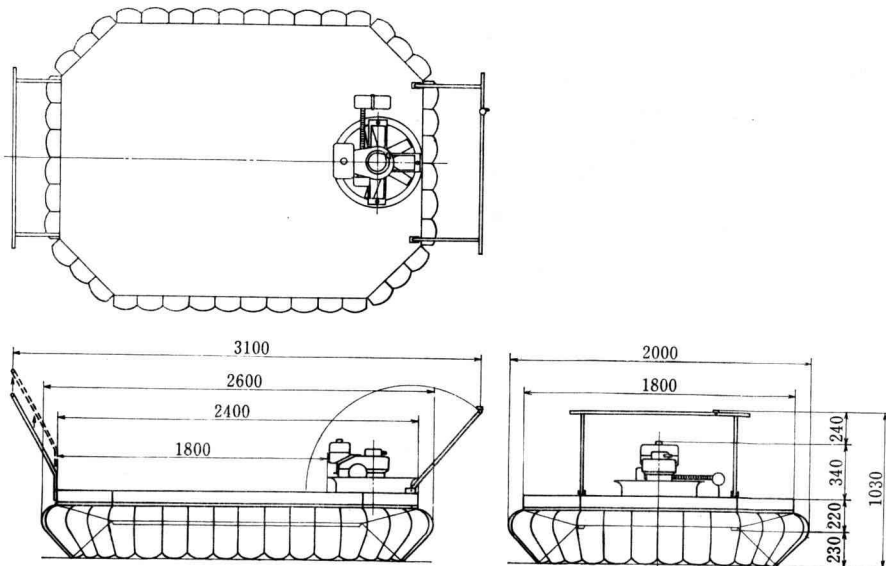


Fig. 8 General arrangement of the ACC

浮上用ファン

常用出力 6 ps/4500 rpm
最大出力 8 ps
軸流ファン (八洲興業)
直径 0.48 m
ブレード数 5 枚
ピッチ角 30°

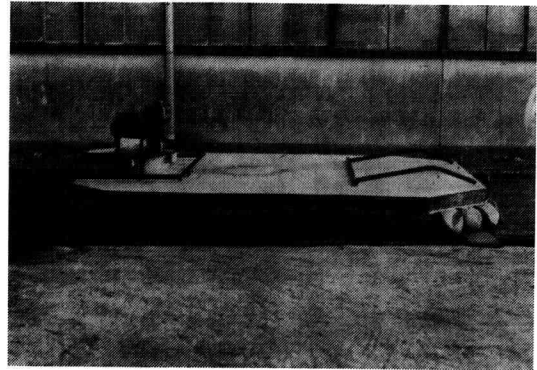


Fig. 9 Complete vehicle of the ACC

4-4 積載重量

500 kgf 積載中の状態を Fig. 10 に示す。また Fig. 11 には 100×200 mm の角材を適当に組合せたものを障害物と仮定し、330 kgf 積載時におけるスカートの障

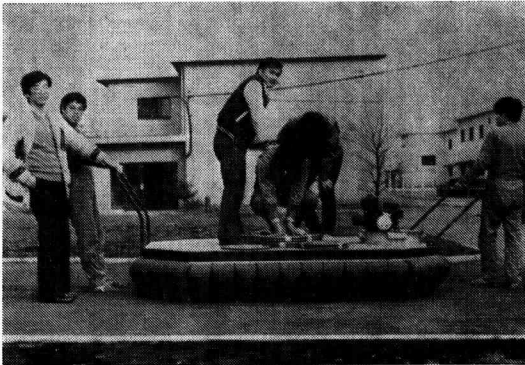


Fig. 10 ACC's maximum payload capacity is 550kgf

害物に対する追従性を示した。フィンガー型スカートは独立して作用していることがわかる。

5. ま と め

各ユニットの材質や耐久性および使用エンジンの耐水性さらには運用上の安全性などの点が課題として残されたが、実用化の可能性に対し良好な結果が得られた。

6. あ と が き

試作研究に参加した学生は、昭和 53 年度は小堀清陽、山賀紳雄、昭和 54 年度は相沢明、高橋正昭、豊島康人、野地敦彦、矢竹収の諸君であり、また FRP 技術に関し

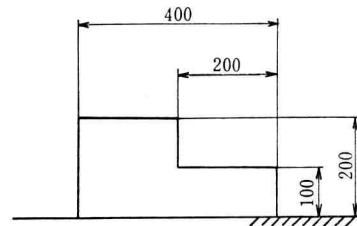
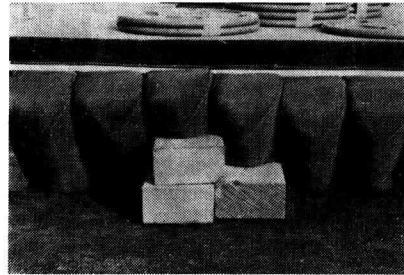


Fig. 11 Transformable response of the finger type skirt at the obstacle

ては光レジン工業所、光技術研究所ならびに関係諸氏の多大なる援助を受けたことを付記する。

参 考 文 献

- 1) 根本, 鳥居, 榊原, 小型 ACV の試作研究 (第 3 報), 幾徳工業大学研究報告第 3 号, 1978
- 2) Roy Mcleavy, *Jane's Surface Skimmers-Hovercraft and Hydrofoils*, Sampson Low. Marston & Co., 1980, 207~223