

小型 ACV の 試 作 研 究

(第3報 実用化の試みについて)

根本 光正 , 鳥居 亮 , 榊原 芳夫

The Trial Manufacture and Study of Air Cushion Vehicle
(3rd Report, On the Test for Practical Use)

Mitsumasa NEMOTO, Akira TORII and Yoshio SAKAKIBARA

Abstract

As an air cushion vehicle (ACV) is lifted by a cushion of air, it can skim over the surface of water or land. It is impossible for conventional ships to sail over shallows, swamps or the place where such object as a driftwood is floating, but ACV can run all over the place. Therefore, ACV is fit for use as a guard boat in the river.

The test for a guard boat was performed in the Sagami River by using ACV made on the former experimental basis. The tested ACV was furnished with the skirt of extended finger type, and operated over the shallows and tetrapod in the river successfully.

1. ま え が き

ACV はエアクッションにより艇体を浮上させ走行する運行体であり、水上、陸上はもちろ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）が走行不能と思われる地域も走行可能であり、とくに一般河川のような状況下において監視艇として運行することは有効な手段であると思われる。さらに河川の水質汚染が問題と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ことは極めて重要な課題であり、また走行速度の点においても ACV は河川監視艇として適している。

神奈川県内中央を南北に流れ、狭い区域内で多目的（農業用水および水道用水取水）に使用され、床止せき（テトラポット）等が障害となり監視体制のとりにくい相模川を河川の一例と考え、また神奈川県企業庁水道局寒川浄水場からの希望もあり、河川監視用 ACV の試作および運行の可能性を評価するため、第1回走行試験⁽¹⁾に続き、下流（寒川浄水場取水せき）から上流に向け走行試験を行ない、一応の成果を得たので報告する。

2. 第2回走行試験

[昭和53年5月30日（火） くもり時々小雨]

2-1. 使用艇

前回までに報告⁽¹⁾⁽²⁾した試作 ACV のうち、本走行試験にはバッグ型スカートを採用した IV (A) 号艇を使用した。IV (A) 号艇の各要目を Table. 1, 概観図を Fig. 1, 完成艇体を Fig. 2 に示す。

バッグ型スカートは浮上ファンより供給された空気が艇体周囲をとりまくスカート内に一旦保たれるため安定性に優れ、延長フィンガー型スカートに比べ浮上馬力も少なくすむ。バッグ型スカートの展開図を Fig. 3 に示す。

2-2. 走行区域

神奈川県企業庁水道局寒川浄水場取水せき（平塚市田村）より小田急線相模川鉄橋下までの約 7.8 km 区域（Fig. 4 参照）の川登り走行である。

走行区域内には2ヶ所（東名高速道路下、小田急線相模川鉄橋下）の床止せきがあり、この日の相模川の水量は比較的少なく、モーターボートでは走行不能と思われる浅瀬が数ヶ所みられた。

2-3. 走行試験

寒川浄水場取水せき内（Fig. 4 A 地点）にて IV (A)

Table. 1 Specifications

Number of vehicle	IV-A	IV-B
Maintaining system of air cushion form	Plenum chamber with skirt	Plenum chamber with skirt
Crew	1	1
Length \times Width \times Height	3.42 \times 1.82 \times 0.95 m	3.42 \times 1.82 \times 0.95 m
Empty weight	185 kgf	194 kgf
All-up-weight	250 kgf	259 kgf
Cushion area	5.50 m ²	6.03 m ²
Cushion pressure	45.5 kgf/m ²	43.0 kgf/m ²
Hover height	0.15 m	0.25 m
Hull	Cedar ribs and stringers with plywood covering	Cedar ribs and stringers with plywood covering
Skirt	Bag type	Extended-finger type
Lift engine	KT-40 (Kawasaki Heavy Industries) Two-cycle and single-cylinder 110 cc, 4 ps Weight 13 kgf	EC-16 V (Fuji Heavy Industries) Two-cycle and single-cylinder 164 cc, 8 ps Weight 18 kgf
Lift fan	Axial-flow fan 5-blades 0.5 m diameter 30 degree pitch	Axial-flow fan 5-blades 0.5 m diameter 30 degree pitch
Thrust engine	G 40 B (Xenoah) Two-cycle and twin-cylinder 394 cc, 34 ps Weight 32 kgf	G 40 B (Xenoah) Two-cycle and twin-cylinder 394 cc, 34 ps Weight 32 kgf
Thrust fan	Axial-flow fan 10-blades 0.56 m diameter 40 degree pitch	Axial-flow fan 14-blades 0.56 m diameter 45 degree pitch

号艇のならし走行を行ない、点検、調整および給油した後、13時37分戸沢橋下 (Fig. 4 B 地点) に向け出発、途中浅瀬があったが支障なく走行し、13時46分戸沢橋下に到着した。各部点検および給油した後、14時11分東名高速道路下 (Fig. 4 C 地点) に向け出発、14時16分東名高速道路下床止せき下流に到着した。しかしこの床止せきは床止材 (テトラポット) が約1m 間隔に20~30cm 水面上に突起しており、さらに兩岸の河川敷は背丈のある草木におおわれているため、せき越走行を断念し艇体を床止せき上流に運び上げた。床止せき上流より小田急線相模川鉄橋下 (Fig. 4 D 地点) に向け15時06

分出発、途中川底が露出している浅瀬や流れの速い場所があり、また水路を誤りはしたが支障なく走行し、15時13分小田急線相模川鉄橋下床止せき下流に到着した。この床止せきは水量が少ないにもかかわらず水路幅が狭いため床止材 (テトラポット) の上部は一部を除きほとんど水面下にあったためせき越走行が可能と判断し、せき越走行を行なった。しかし急流のため艇体は水面波の影響を受けピッチングを始め、スカート後部に水抜き穴を設けたにもかかわらず水の排出が良好に行なわれず、せき越完了直前にて水をためこんだスカート後部を大破し浮上困難となり、せき越走行に失敗した。艇体を陸上げ

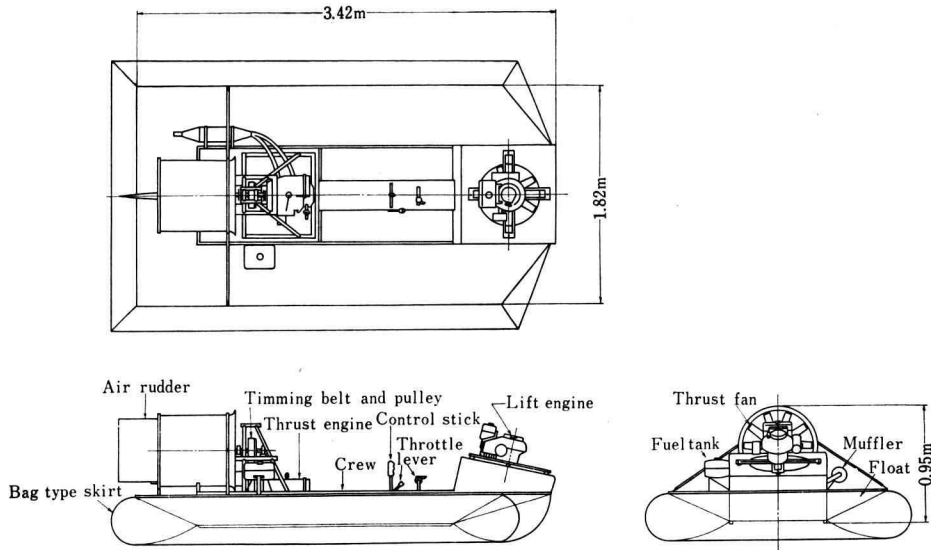


Fig. 1 General arrangement of No. IV-A

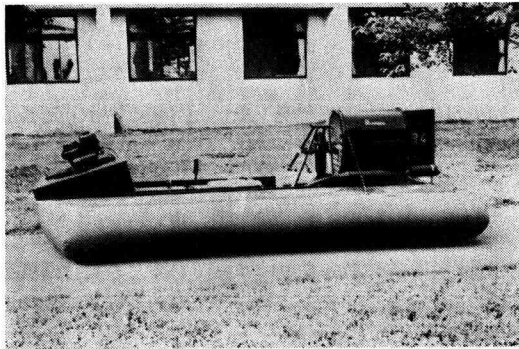


Fig. 2 Completed vehicle of No. IV-B

し 15 時 50 分に走行試験を中止した。

Fig. 5 に走行試験中の IV (A) 号艇を示す。

2-4. 結 果

- (1) 川底が露出している浅瀬は支障なく走行した。
- (2) 床止せき (テトラポット) のせき越走行時には水面波の影響を受け艇体はピッチングを起こし不安定な走行をした。
- (3) 旋回時には横すべりを起こしやすかったが本走行区域内での操縦には支障はなく、とくに停止時の安定性は良好であった。

バッグ型スカートは平水面では良好な成績を示すが、

相模川の特異な河川状況下では不向であることが分かった。

3. 第 3 回走行試験

[昭和 53 年 9 月 6 日 (水) 雨のちくもり]

3-1. 使 用 艇

第 1 回⁽²⁾および第 2 回走行試験の結果を考慮し、次の点について改造を加える。

- (1) 床止せき (テトラポット) 走行時での水面波の影響を少なくするため、スカートは延長フィンガー型スカートを採用する。
- (2) 後部スカート内の水抜きを良好にするため、たまった水はクッション圧により排出されるように考慮し、また流入しにくいように後部スカートを袋状にする。
- (3) 床止せきや急流を走行する際には水面との摩擦力 (水力抵抗) が増すため、浮上エンジンを 4 ps から 8 ps に変更し、さらに推進ファンの吸収馬力を増加する。

改造後の IV (B) 号艇の各要目を Table. 1, 概観図を, Fig. 6, 完成艇体を Fig. 7 に示す。

延長フィンガー型スカートの展開図を Fig. 8 に示す。

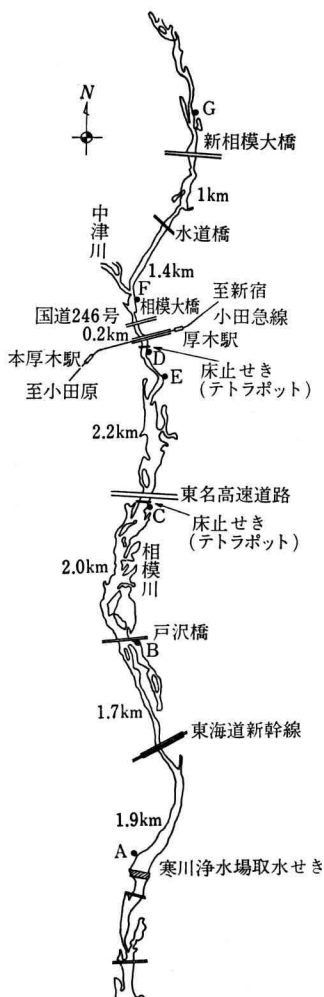


Fig. 4 Sketch of the test area



(a) Over the depths



(b) Into the slipway



(c) Over the tetrapod

Fig. 5 Running conditions of No. IV-A

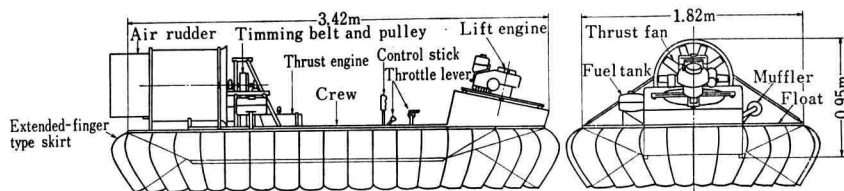
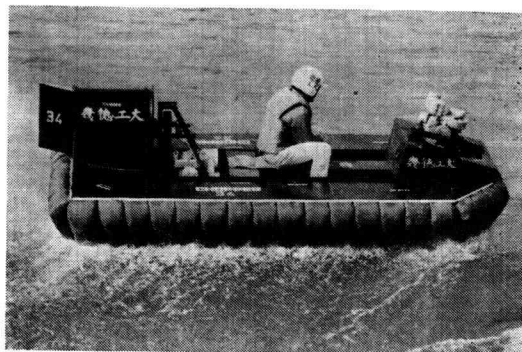


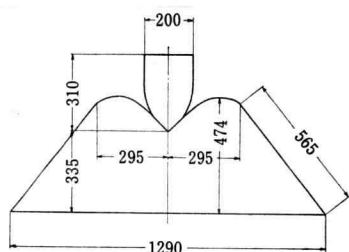
Fig. 6 General arrangement of No. IV-B



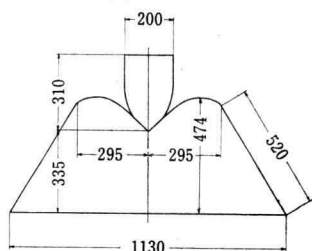
Fig. 7 Completed vehicle of No. IV-B



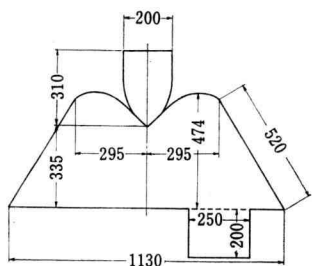
(a) Off the slipway



(a) Front

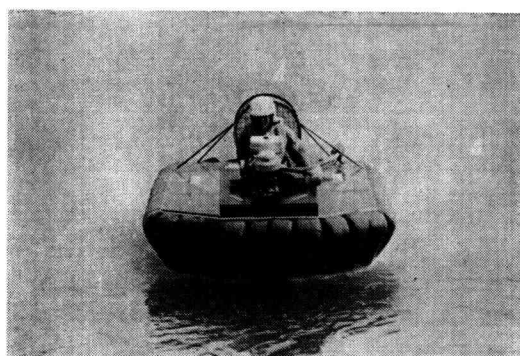


(b) Side

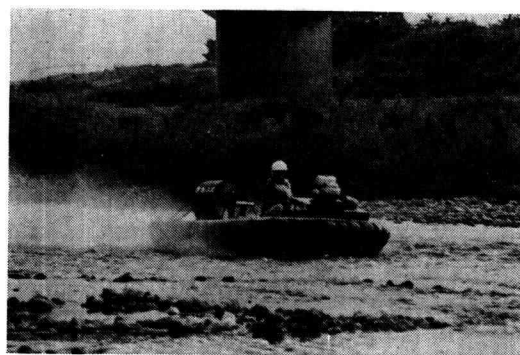


(c) Rear

Fig. 8 Development of skirt of extended-finger type

 C_D : 抵抗係数 ρ_a : 空気密度 ($\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$) SF : 前面投影面積 (m^2)

(b) Over the depths



(c) Over the shallows

Fig. 9 Running conditions of No. IV-B

 V : 走行速度 (m/s)

5-2. 運動量抵抗

運動量抵抗は Fig. 10(b) に示すように、ACV が走行する際クッション室供給用空気の流れが 90° 変化してためこむために生じ、次式により与えられる。

$$R_m = \rho_a Q_c V \quad (\text{kgf}) \quad (2)$$

ここに

R_m : 運動量抵抗 (kgf)

Q_c : クッション室への供給空気量 (m^3/s)

5-3. 造波抵抗

造波抵抗は Fig. 10(c) に示すように, ACV が水上を走行する際クッション圧により水面にくぼみを作るために生じ, 次式により与えられる。

$$R_w = f\left(F_r, \frac{l}{b}\right) W \frac{4 p_c}{\rho_w g l} \quad (\text{kgf}) \quad (3)$$

ここに

R_w : 造波抵抗 (kgf)

W : 艇体全備重量 (kgf)

p_c : クッション圧力 (kgf/m^2)

ρ_w : 水の密度 ($\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$)

g : 重力加速度 (m/s^2)

l : クッション長さ (m)

b : クッション幅 (m)

F_r : Froude 数 $= V/\sqrt{g l}$

$f\left(F_r, \frac{l}{b}\right)$: 抵抗係数⁽³⁾, F_r と l/b の関数

造波抵抗を減少するためには, 艇体全備重量を軽くする必要がある。

5-4. 水力抵抗

水力抵抗は Fig. 10(d) に示すように, ACV が水上を走行する際浮上時にもかかわらず水面の影響を受けスカートが接触するために生じ, 次式により与えられる。

$$R_h = f_h \left(\frac{l}{b} \right) \frac{\rho_w}{2} S_c V^2 \quad (\text{kgf}) \quad (4)$$

ここに

R_h : 水力抵抗 (kgf)

S_c : クッション面積 (m^2)

$f_h \left(\frac{l}{b} \right)$: 抵抗係数⁽³⁾

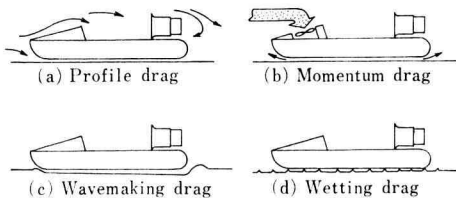


Fig. 10 Drags

水力抵抗を減少するためには浮上馬力を増せば良い。

しかしこのことは前述の運動量抵抗を増加させることになり, 両者は相反する関係にある。

5-5. 全抵抗

IV (B) 号艇について計算すると Fig. 11 のようになり, 高速域 (40 km/h 以上) においては水力抵抗と形状空気抵抗が全抵抗に大きな比重を占めていることが分かる。また低速時においては全抵抗が一時的に増加し, そのピークはハンプとして広く知られている。

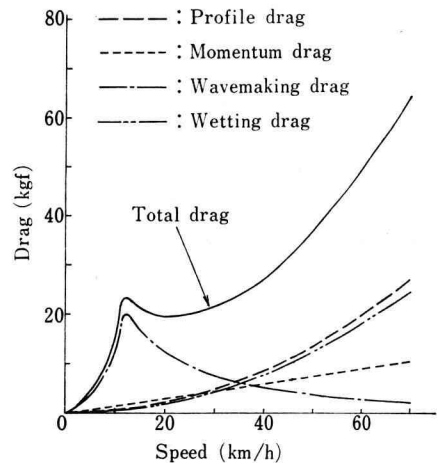


Fig. 11 Drags of No. IV-B

6. 今後の課題

今後 ACV の実用化を高めるためには,

- (1) 耐久性と保守性の向上
- (2) 騒音の低減化
- (3) 運行上の安全対策

があげられ, とくに (3) については運行安全規則, 艇体の設計および検査に関する基準等の早期制定が必要である。

7. まとめ

- (1) IV (B) 号艇の完成および走行試験の結果, 河川監視用 ACV の実用化と諸問題について明らかにした。
- (2) 河川における ACV と小型普通船舶との走行可能区域を比較すると Fig. 12 のようになる。

また本報告の走行区域内においては, 東名高速道路下床止せきの河川敷内に一部砂利等にてスリップウェイ

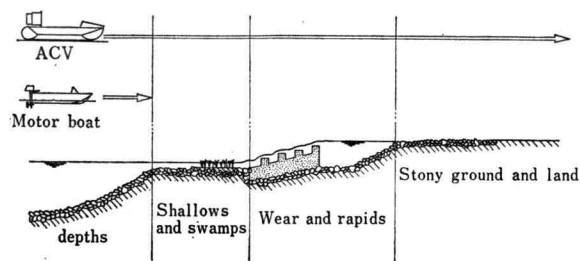


Fig. 12 Comparison of running place between ACV and conventional ship

(スロープ) を造ることにより、寒川浄水場取水せきからの連続走行が可能である。

ことを附記する。

8. あとがき

試作研究に参加した学生は、川井正行、小堀清陽、鈴木勝介、山賀紳雄の諸君であり、工作については黒沢功氏の協力を得た。また走行試験の際には、神奈川県企業庁水道局寒川浄水場、神奈川県相模川総合整備事務所、神奈川県相模川沿岸農業水利改良事務所、相模川漁業協同組合連合会ならびに関係諸氏の多大なる援助を受けた

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 (1973)
- (2) 根本外, 小型 ACV の試作研究 (第 2 報), 幾徳工業大学研究報告 (1977)
- (3) G. H. Elsley and A. J. Devereux, *Hovercraft Design and Construction*, David and Charees (1968)