

## 地面効果翼機の性能向上に関する研究

D. H. Yoon、鈴木和幸、遠藤秀之、小濱泰昭（東北大・流体研）

### Aerodynamic performance improvement of Aero-Train

D. H. Yoon, K. Suzuki, H. Endo, and Y. Kohama

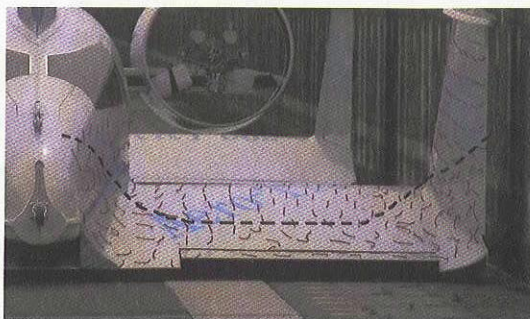
Institute of Fluid Science, Tohoku University

#### ABSTRACT

Aerodynamic performance improvement of the Aero-Train has been conducted both experimentally and numerically. Suction side of the WIG aerofoil tend to separate, because of the existence of the ground surface, and also wing-wing, wing-fuselage interactions appears. Those flow separations limit the lift to drag ratio performance. In order to improve overall Aero-Train performance, optimum wing configuration determination, blowing from the pressure side, and swept forward guide wing configuration are studied.

#### 1. はじめに

環境に負担をかけない高速輸送システムとしてエアロトレインを提案<sup>(1,2)</sup>、これまで無人ではあるが自然エネルギーのみで 150km/h を実現する走行実験に成功している。しかし、当初予定した全機性能目標  $L/D \rightarrow 25$  は達成できず、現在のところ 13 に留まっている。一般の航空機に比べて極めて低いアスペクト比であるにも係わらず、予想外に大きな  $L/D$  が得られるのは地面効果内での飛行故であるが、実用的ゼロエミッションシステムにするためには 25 まで上げる必要がある。現在のエアロトレインの設計は、第ゼロ次モデルであり、当然ながら全機形状が最適化されていない。低く留まっている理由としては、地面効果翼形状の最適化が出来ていないこと、そしてガイドウエーの長さの制約から加速状態で計測せざるを得ないこと、横風などの外乱があるために左右、上下に揺動して接触する、そして翼-胴、翼-翼干渉流により表面の境界層はく離することなどが挙げられる。図1にタフトにより可視化された翼表面の流れ<sup>(3)</sup>を示す。点線の下流側で境界層はがれている。

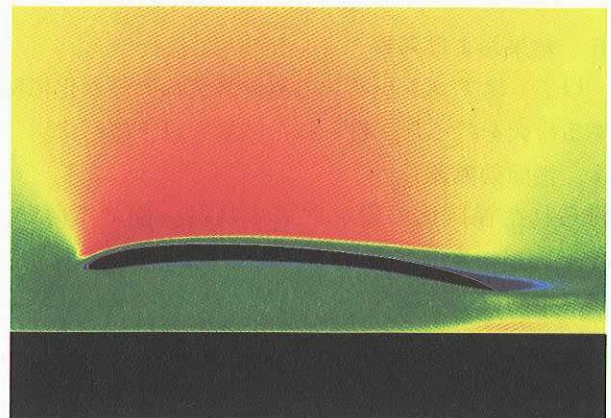


従って本研究では、地面効果翼形状の最適化、案内翼形状の最適化、そして翼システムの最適化に関する研究を行っている。

#### 2. 地面効果翼の最適化

地面効果翼を組織的に開発したものは現在までの所殆ど存在していない。ましてや、エアロトレインのように、地面の極近傍を走行するタイプのものは皆無に近い。本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いて翼形状の最適化を行った。得られた結果の一例<sup>(4)</sup>を図2に示す。これまで実験研究で求めた翼形状とはかなり異なる形状が求まった。今後はこの翼形状を実験で追及してみる予定である。

図2. 遺伝的アルゴリズムで求まった翼形状



#### 3. 案内翼の最適化

現在のエアロトレインの案内翼は後退翼形状である。理由は特になく、第ゼロ次モデルとして漠然と採用したものだが、本研究では前進翼形状も取り入



(5)を示す。迎え角 $\alpha$ が下から順に 0, 2, 4, 6 度の場合である。前進翼形状の方がより優れた案内特性を示すことが判明した。理由としては案内翼圧力面の圧力がより高くなるためである。

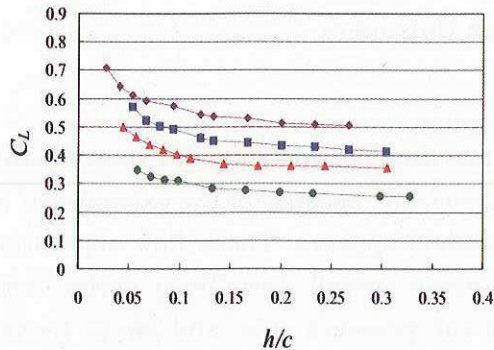


図3. 前進翼システムの揚力係数特性

#### 4. 翼システムの最適化

地面効果翼は負圧面後縁付近ではく離する傾向にある。後縁で地面により急激に流れが上向きに曲げられる為である。地面効果内で圧力面における圧力が高いため、負圧面のはく離部へブローすることではく離が防止できる可能性があり、それを試している。更にエアロトレインでは浮上翼と案内翼が直角に結合されており、その結合部分で境界層の干渉によりはく離が発生する。フィレットの最適化によりはく離を低減する必要がある、本研究ではそれを防止す理由からもブローを行っている。優れた性能を示した形状を図4(6)に示した。噴出しによりはく離が防止されて揚抗比が大幅に改良された。

#### 5. 結果および考察

以上、エアロトレインの翼システムの最適化に関する研究を行った。得られた結果を以下に示す。

##### 1. 地面効果翼

得られた揚抗比の優れた翼形状は、極めて薄い、キャンバーを有するものであった。

##### 2. 案内翼

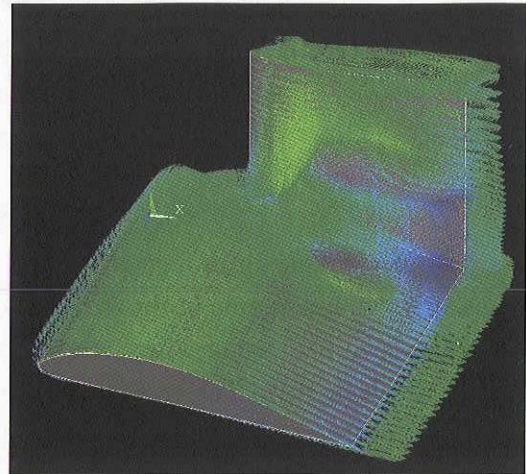
案内翼形状は前進翼が優れる結果を得た。

##### 3. 翼システム

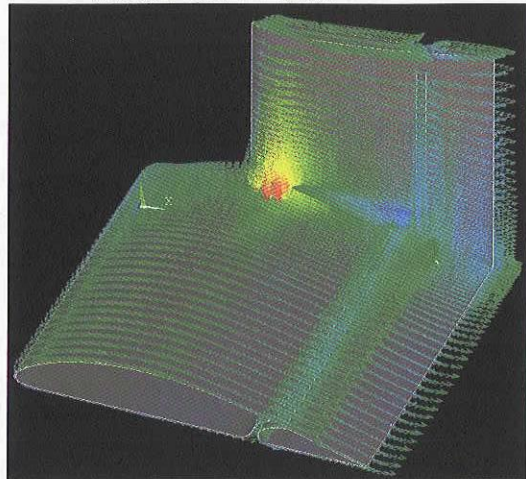
正圧面からスリットを介して噴出し流をはく離部に導くことで負圧面後縁部のはく離を防ぐことが出来る結果を得た。それは案内翼ともに同じであり、極めて優れた揚抗比へとつながる結果を得た。

以上を総合すると、全機揚抗比を目標の 25 まで

向上させることは不可能ではないことが判明した。



(b)噴出し無しの状態



(a)噴出し有りの状態

図4. 翼システム負圧面流れの計算結果

#### 参考文献

- (1)小濱泰昭：エアロトレインと地球環境、理工評論、(2004)。
- (2)小濱泰昭：25 回飛行機シンポジウム講演論文集、(1989)、pp.128-138。
- (3) Kohama, Y.: Proc.9<sup>th</sup> ACFM, Conf., Iran, May(2002)。
- (4)鈴木和幸：平成 16 年度東北大学修士論文。
- (5)遠藤秀之：平成 16 年度東北大学修士論文。
- (6)Dong-hee Yoon: Doctoral Thesis, Tohoku Univ. (2004)。