

二次元ポテンシャル流解析を用いた複数翼設計

筒井研究室

伊藤章洋

1. 緒言

この研究は、ライト兄弟が作った複葉機のように、複数重なった翼の研究である。

この研究の目的として、翼の間を狭くしながらも、翼同士の干渉を考慮した設計を行う。これは、速度が遅い状況でも、大きな揚力を安定して発生でき、剥離しにくい翼となる。

2. 方法

複数翼の設計は 2 次元ポテンシャル流れで、翼の並びや剥離点、不安定点を、翼周りの流れとともにシミュレートする。プログラム言語は Visual Basic を使用。

• 剥離点

カルマン・ポールハウゼンの近似解法⁽¹⁾で層流剥離点の推測を行った。翼表面各点でのポールハウゼンの形状係数 Λ を計算し、 $\Lambda = -12$ となった点を層流剥離点とする。

• 乱流遷移

層流に比べ、乱流のほうが剥離しにくく、翼にとって重要である。以下に計算手順を示す。層流から乱流への遷移を知るために、層流が不安定になり始める不安定点 x_i を求める。

1. ポールハウゼンの形状係数から、翼表面上の点での排除厚さ δ_1 についてレイノルズ数 Re_{δ_1} を計算する。今回は、 $Re = 1 \times 10^5$ と $Re = 1 \times 10^6$ の場合を計算した。
2. 不安定点における排除厚さについての臨界レイノルズ数 $Re_{\delta_1,i}$ を最初に超えた点を不安定点とする。⁽²⁾

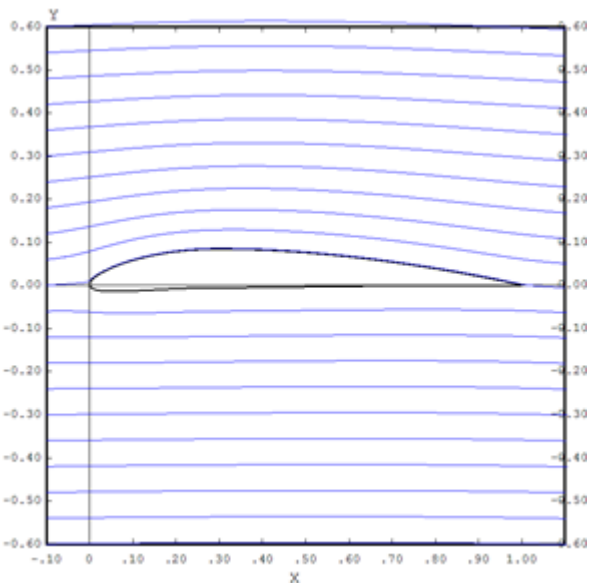


図 1 NACA4309 周りの流線

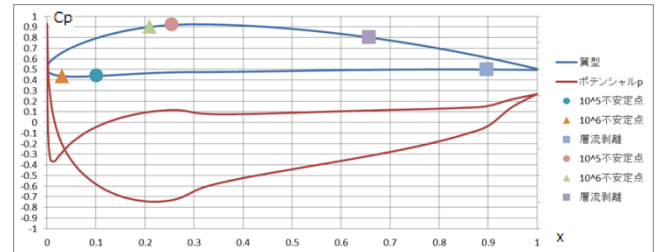


図 2 NACA4309 の不安定点と層流剥離点と C_p

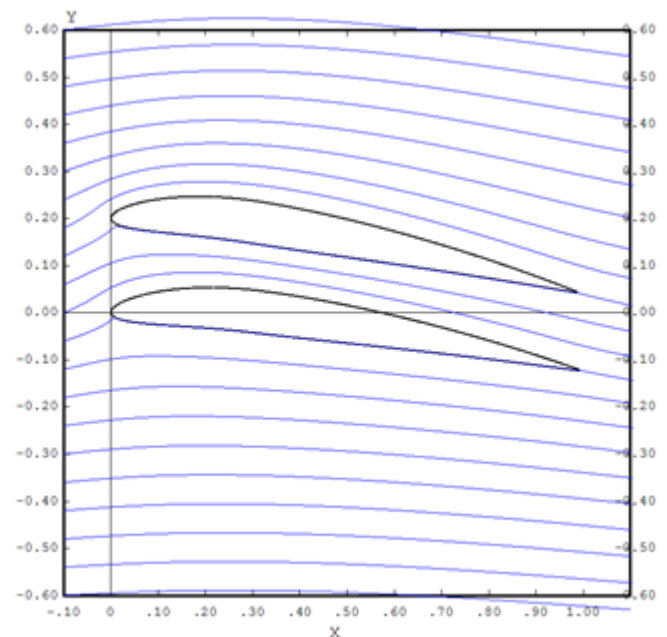


図 3 複数翼周りの流線

3. 今後の展開

翼の層流剥離点と不安定点をポテンシャル流から推測することはできたが、実際どうなるかは実験値との比較をしないとわからない。しかしながら、 $Re = 1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ の圧力分布などの公開されたデータはほとんど入手できない。そのため、自分たちで翼を作り、風洞実験を行って圧力を測定する必要がある。そこから、本ポテンシャル解析や CFD の計算結果を実験値と比較し、剥離点や不安定点を考慮した翼の設計を行っていく予定である。

文献

- (1) 生井武文, 井上雅弘, 粘性流体の力学, 理工学社(1978)
- (2) 西山哲夫, 翼型流れ学, 日刊工業新聞社(1998)