

SU2를 이용한 vr12 에어포일 유동해석

김세형*[†] · 임동균*

*청주대학교 항공기계공학과

Computations of the VR-12 Airfoil Using SU2

Sehyeong Kim*[†], Dongkyun Im*

*Dept. of Aeronautical & Mechanical Eng., Cheongju Univ.

Key Words: VR-12 에어포일(VR-12 Airfoil), 공력특성(Aerodynamic Characteristics), 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)

Abstract

In forward flight, rotary-wing aircraft like helicopters are subject to rapid variations in the angle of attack due to the blade's azimuthal position. Consequently, investigating aerodynamic properties such as the lift-to-drag ratio and pitching moment under various angle of attack conditions is essential. Computational Fluid Dynamics (CFD) analysis of the VR-12 airfoil serves as a critical prerequisite in aircraft development for optimizing flight efficiency and stability. As a viable alternative to the constraints of wind tunnel testing, the open-source CFD code SU2 has been widely adopted. This study analyzes the aerodynamic characteristics of the VR-12 airfoil utilizing the SU2 solver.

1. 서론

헬리콥터와 같은 회전익 항공기는 전진 비행 시 블레이드의 위치에 따라 받음각이 급격하게 변하는 특성이 있기 때문에 다양한 받음각 조건에서의 양항비, 피칭모멘트 등의 공력 특성을 파악하는 것이 중요하다. 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)을 통해 VR-12 에어포일(VR-12 Airfoil)의 공력특성(Aerodynamic Characteristics)을 분석하는 것은 비행 효율과 안정성 향상을 위해 항공기 개발 단계에서 선행되어야 할 필수 과정이다. 풍동 실험은 여러 제약이 있어 이에 대한 보완책으로 오픈 소스 CFD 코드인 SU2가 사용되고 있다. 본 연구에서는 SU2를 활용하여 VR-12 에어포일의 공력특성을 분석하였다.

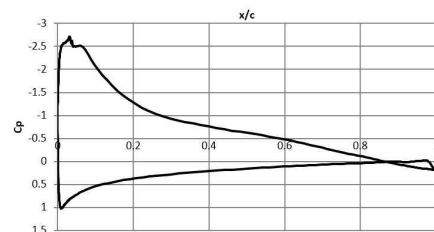
2. 수치해석방법

본 연구에서는 오픈 소스 코드인 SU2를 이용하여 에어포일 주위의 압축성 RANS 해석을 수행하였다. 난류 모델은 Spalart-Allmaras(SA) 모델을 적용하였다. 공간 이산화(Spatial Discretization)를 위해 유동항(Flowterm)에는 JST(Jameson-Schmidt-Turkel) scheme을 적용하였으며, 난류 항에는 수치적 안정성을 위해 Scalar Upwind scheme을 사용하였다. 구배(Gradient) 계산에는 Green-Gauss 방법을 적용하였다. 시간 적분은 수렴성 확보를 위해 Euler Implicit 기법을 사용하였으며, 선형 시스템의 해를 구하기 위해 FGMRES (Flexible Generalized Minimal Residual) 솔버와 ILU(Incomplete Lower-Upper) Preconditioner를 결합하여 사용하였다. 유동 조건은 Mach=0.3, Re=2,600,000이다. 해석은 받음각(Angle of Attack) 0부터 20까지 2 간격으로 수행되

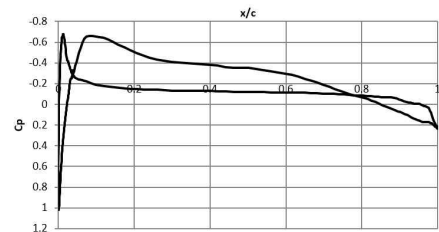
었다. 피칭 모멘트 계산을 위한 기준 축은 에어포일의 공력 중심인 0.25c 지점으로 설정하였다. 격자는 C-type의 401×145 격자를 사용하였다.

3. 수치해석결과

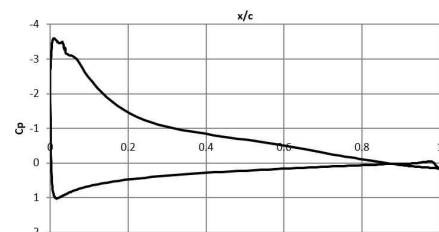
Pressure Coefficient Distribution (8)



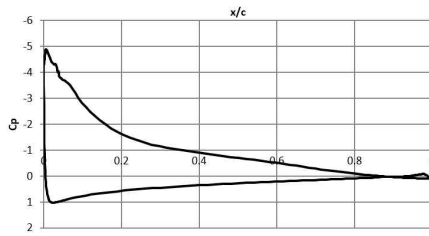
Pressure Coefficient Distribution (0)



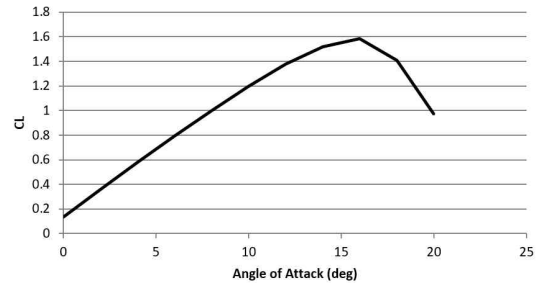
Pressure Coefficient Distribution (10)



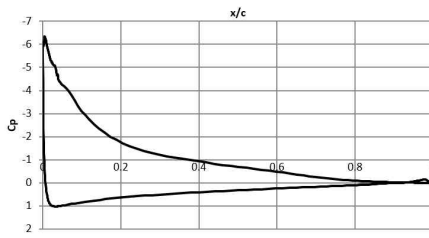
Pressure Coefficient Distribution (12)



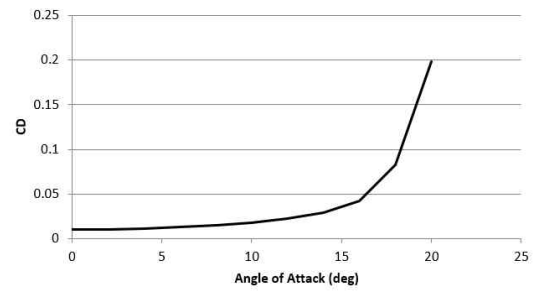
AoA vs CL



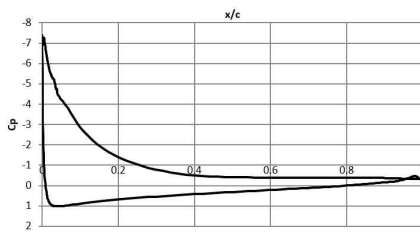
Pressure Coefficient Distribution (14)



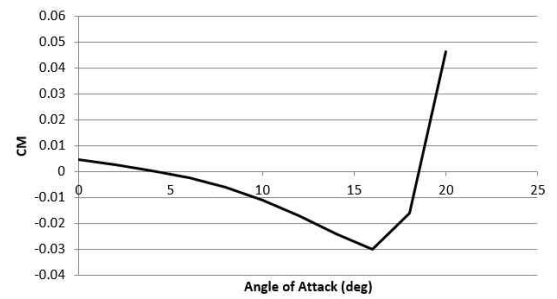
AoA vs CD



Pressure Coefficient Distribution (18)



AoA vs CM



Pressure Coefficient Distribution (20)

