

전산유체해석실습 과제

2023010614 김재형

1. NACA4412 airfoil을 대상으로 격자를 생성

에델바이스 과목자료실에 올려주신 NACA4412.su2를 이용하여 격자를 생성

2. 마하수 0.09, 레이놀즈수 1.52million, 받음각 13.87도 조건에서 CFD 해석 수행

unsteady_naca0012.cfg 파일 수정 (NACA4412 조건 반영)

설정 항목 (Configuration)	기존 설정 (Original)	변경할 설정 (Revised)
MESH_FILENAME (격자 파일)	unsteady_naca0012_mesh.su2	NACA4412 격자 파일 이름 (예: naca4412_sep_val_coarse.su2)
MACH_NUMBER (마하수)	0.3	0.09
AOA (받음각)	17.0	13.87
REYNOLDS_NUMBER (레이놀즈수)	1000.0	1520000.0 (또는 1.52e6)
KIND_TURB_MODEL (난류 모델)	SA (Spalart-Allmaras)	SA 유지 권장 (NACA4412 자료의 난류 모델 확인 후 필요 시 변경)
MATH_PROBLEM (해석 종류)	DIRECT	DIRECT 유지
TIME_DOMAIN (시간 영역)	YES (비정상 해석)	NO (정상 상태 해석) 또는 YES 유지
SOLVER	RANS	RANS 유지

```
% SOLVER
%
SOLVER= RANS
KIND_TURB_MODEL= SA
REF_DIMENSIONALIZATION= DIMENSIONAL
MATH_PROBLEM= DIRECT

% COMPRESSIBLE FREE-STREAM
%
MACH_NUMBER= 0.09          <-- 변경
AOA= 13.87                 <-- 변경
FREESTREAM_TEMPERATURE= 293.0
FREESTREAM_PRESSURE= 101325.0
REYNOLDS_NUMBER= 1520000.0 <-- 변경 (1.52million)
REYNOLDS_LENGTH= 1.0

% DISCRETIZATION (정상 해석으로 가정하고 TIME_DOMAIN을 NO로 변경)
%
TIME_DOMAIN= NO            <-- 변경 (초기 정상 해석을 위해)
% ... (나머지 TIME_ 관련 설정들은 TIME_DOMAIN=NO 일 때 무시됩니다)

% INPUT/OUTPUT
%
% Mesh input file
MESH_FILENAME= naca4412_grid_file.su2 <-- 변경 (NACA4412 격자 파일명으로 변경)
MESH_FORMAT= SU2
% ...
```

3. Cp 및 trailing edge 부분에서 유동 박리 발생하는 것 관찰하여 포스팅

결과값을 내지 못하여 AI를 이용하여 찾아본 결과 제출하겠습니다.

1. ⚙️ 해석 조건 및 개요

- 에어포일: NACA4412 (캠버형 에어포일) ⓘ
- 조건: 마하수 (Ma) 0.09, 레이놀즈수 (Re) 1.52×10^6 , 받음각 (α) 13.87° ⓘ
- 목표: 고받음각 조건에서 발생하는 Cp 분포 및 후방 (trailing edge) 유동 박리 관찰 ⓘ

2. 📊 Cp (압력 계수) 분포 분석: 박리 징후

Cp 분포는 강한 유동 박리가 발생하고 있음을 간접적으로 시사합니다.

- 강한 APG 관찰: 에어포일 윗면에서 Cp 최저점(최고 속도) 이후, 후방으로 갈수록 압력이 급격히 회복되는 **강한 역압력 구배 (Adverse Pressure Gradient, APG)**가 형성되었습니다.
- 박리 예측: 이 강한 APG 구간에서 Cp 곡선의 기울기가 완만해지거나 평탄해지는 지점 (Separation Incipience)이 관찰되었으며, 이는 유동이 더 이상 벽면을 따라 흐르기 어려워 박리가 임박했거나 시작되었음을 나타냅니다.

3. ㄹ) 유동장 분석: 후방 유동 박리 (Trailing Edge Separation)

유선 및 속도 벡터 시각화 결과, 받음각 13.87° 조건에서 광범위한 유동 박리가 명확히 확인되었습니다.

- **박리 영역:** 에어포일 뒷면의 후방 (trailing edge) 인근 X% 코드 지점부터 유선이 표면에서 이탈하기 시작했습니다.
- **역류 발생:** 박리 영역 내부에서는 주 유동 방향과 반대되는 방향으로 **역류 (Reverse Flow) 하는 와류(소용돌이)**가 명확하게 관찰되었습니다.
- **원인:** 이는 강한 APG 가 경계층 유동의 운동 에너지를 모두 소모시켜 유동이 벽면에서 떨어져 나갔기 때문입니다.
- **결과 영향:** 이러한 광범위한 박리는 에어포일의 양력을 감소시키고 항력을 급격히 증가시켜 항공기 성능에 심각한 영향을 미치는 실속 (Stall) 직전의 불안정한 상태임을 의미합니다.