

전산유체해석실습 Report#4

2021010524 서영욱

초기 조건

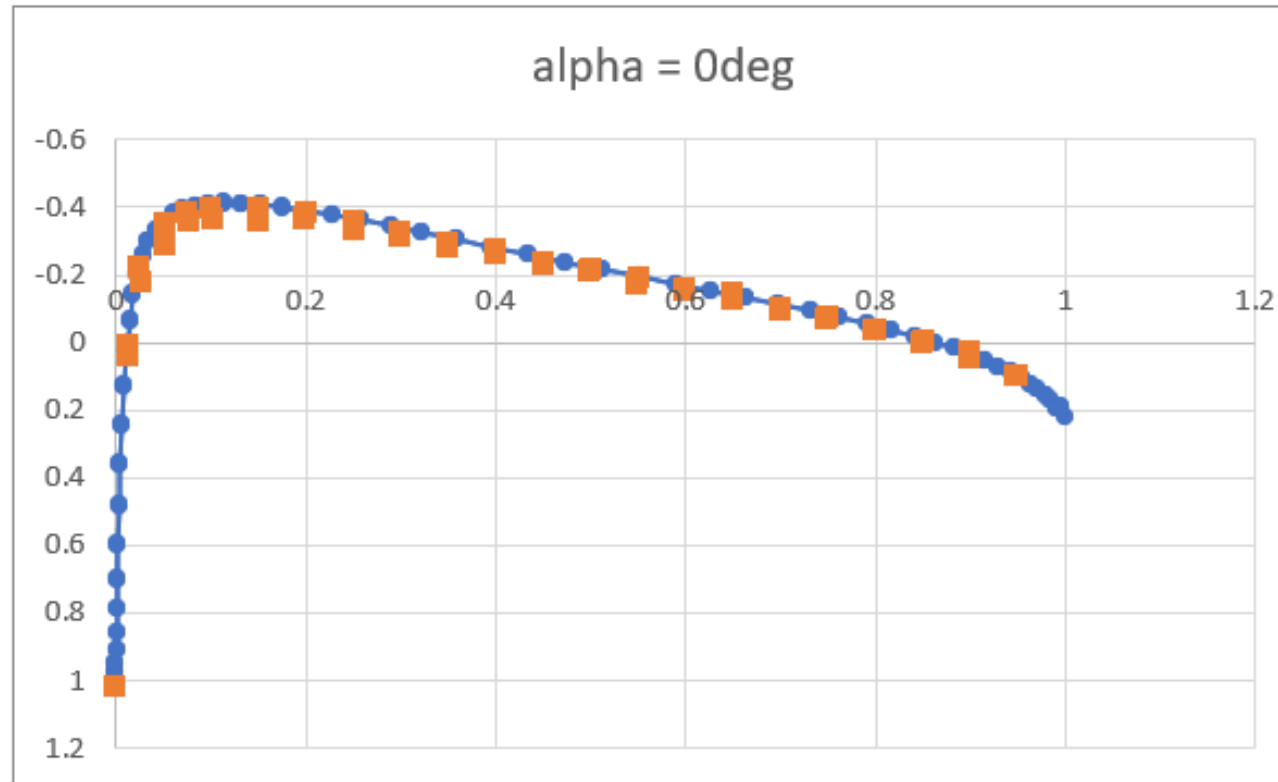
- 본 해석은 NACA0012에 대해 $M=0.15$, $Re=6.0 \times 10^6$ (기준길이 $c=1$), $T=288.15$ K의 조건에서 SA 난류모형 RANS로 설정되어 있다.
- 그리고 α 를 $0^\circ, 10^\circ, 15^\circ$ 로 변화시키면서 C_L 값과 C_D 값의 변화를 그래프로 표현할 것이다.

```
SOLVER= RANS
%
% Specify turbulence model (NONE, SA, SA_NEG, SST)
KIND_TURB_MODEL= SA
%
% Mathematical problem (DIRECT, CONTINUOUS_ADJOINT)
MATH_PROBLEM= DIRECT
%
% Restart solution (NO, YES)
RESTART_SOL= NO

% ----- COMPRESSIBLE FREE-STREAM DEFINITION -----%
%
% Mach number (non-dimensional, based on the free-stream values)
MACH_NUMBER= 0.15
%
% Angle of attack (degrees, only for compressible flows)
AOA= 0
%
% Side-slip angle (degrees, only for compressible flows)
SIDESLIP_ANGLE= 0.0
%
% Init option to choose between Reynolds (default) or thermodynamics quantities
% for initializing the solution (REYNOLDS, TD_CONDITIONS)
INIT_OPTION= REYNOLDS
%
% Free-stream option to choose between density and temperature (default) for
% initializing the solution (TEMPERATURE_FS, DENSITY_FS)
FREESTREAM_OPTION= TEMPERATURE_FS
%
% Free-stream temperature (288.15 K by default)
FREESTREAM_TEMPERATURE= 288.15
%
% Reynolds number (non-dimensional, based on the free-stream values)
REYNOLDS_NUMBER= 6.0E6
%
% Reynolds length (1 m by default)
```

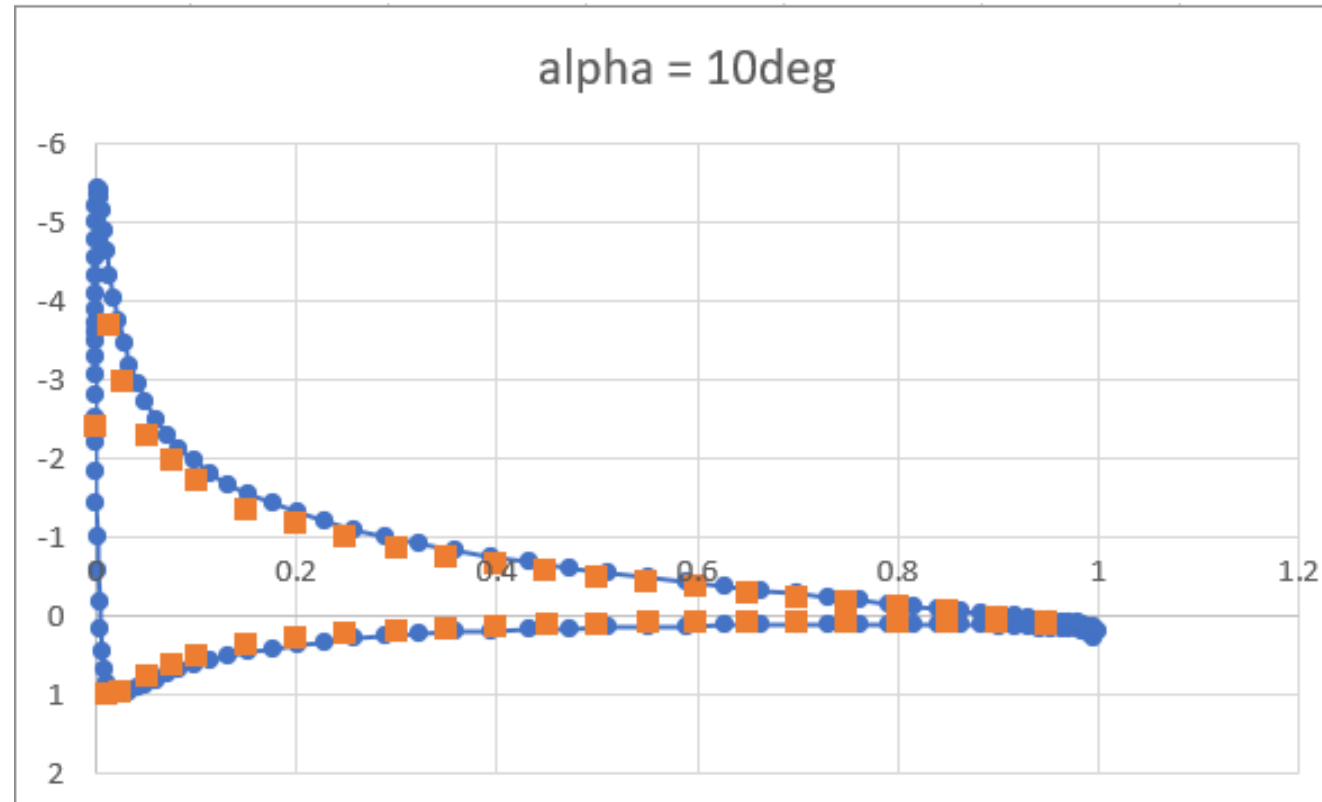
해석 결과($\alpha=0^\circ$)

- 다음 그림은 α 를 0° 로 설정한 후 해석 값과 nasa 홈페이지에 있는 실험값을 비교한 것으로 x/c 에 따른 C_p 값의 변화를 보여준다.
- 주황색 점은 실험값이며 파란 그래프는 해석 값이다.



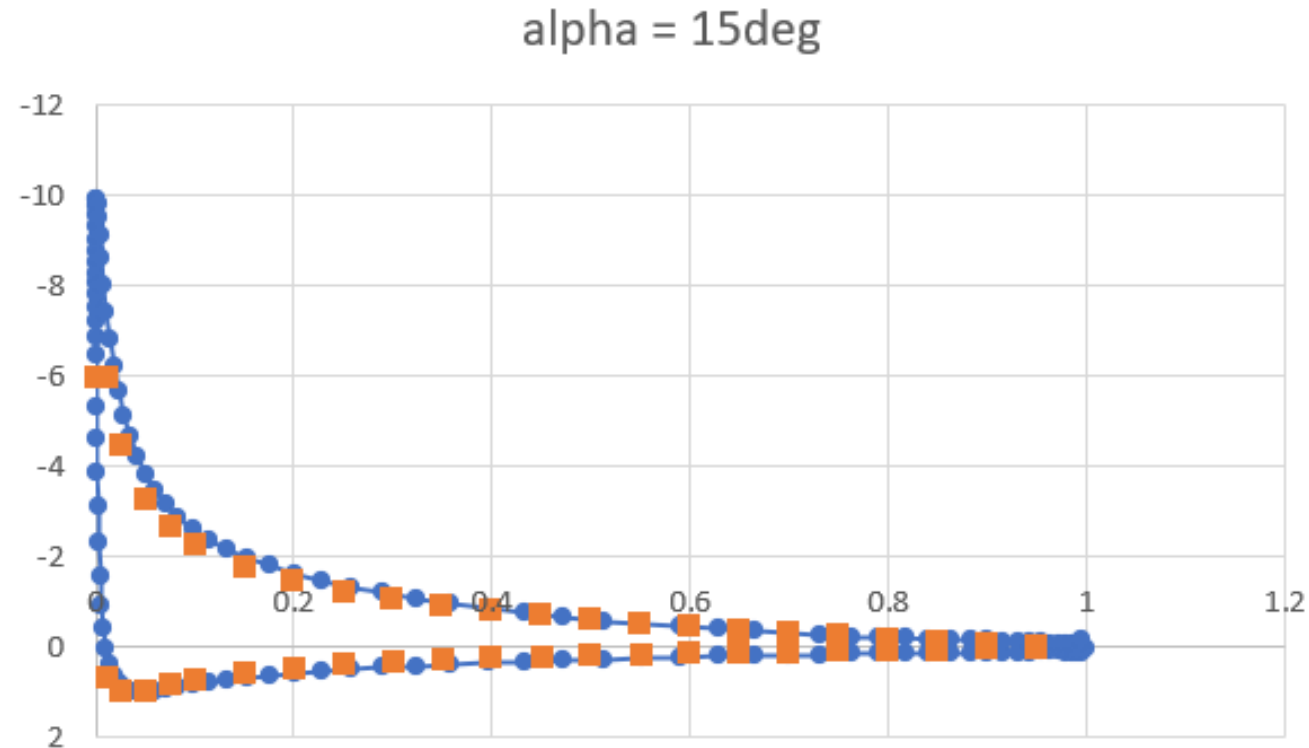
해석 결과($\alpha=10^\circ$)

- 다음 그림은 α 를 10° 로 설정한 후 해석 값과 nasa 홈페이지에 있는 실험값을 비교한 것으로 x/c 에 따른 C_p 값의 변화를 보여준다.
- 주황색 점은 실험값이며 파란 그래프는 해석 값이다.



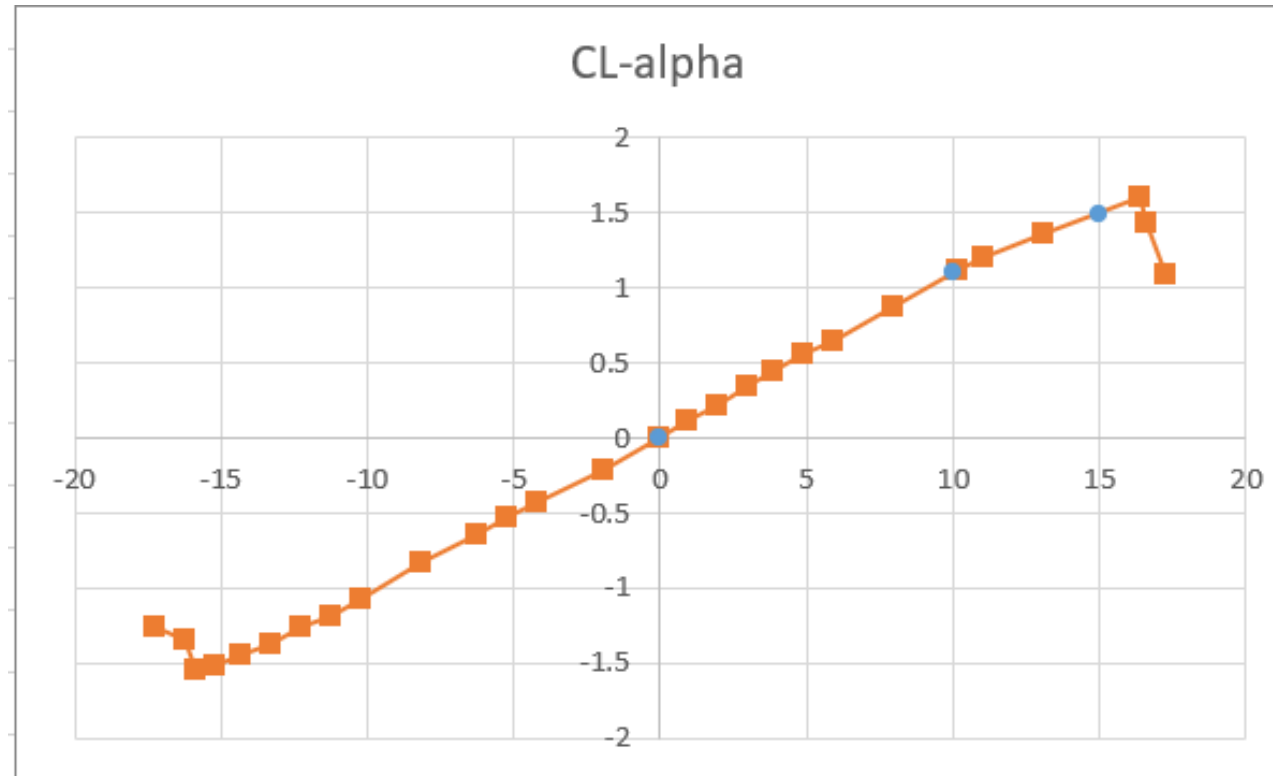
해석 결과($\alpha=15^\circ$)

- 다음 그림은 α 를 15° 로 설정한 후 해석 값과 nasa 홈페이지에 있는 실험값을 비교한 것으로 x/c 에 따른 C_p 값의 변화를 보여준다.
- 주황색 점은 실험값이며 파란 그래프는 해석 값이다.



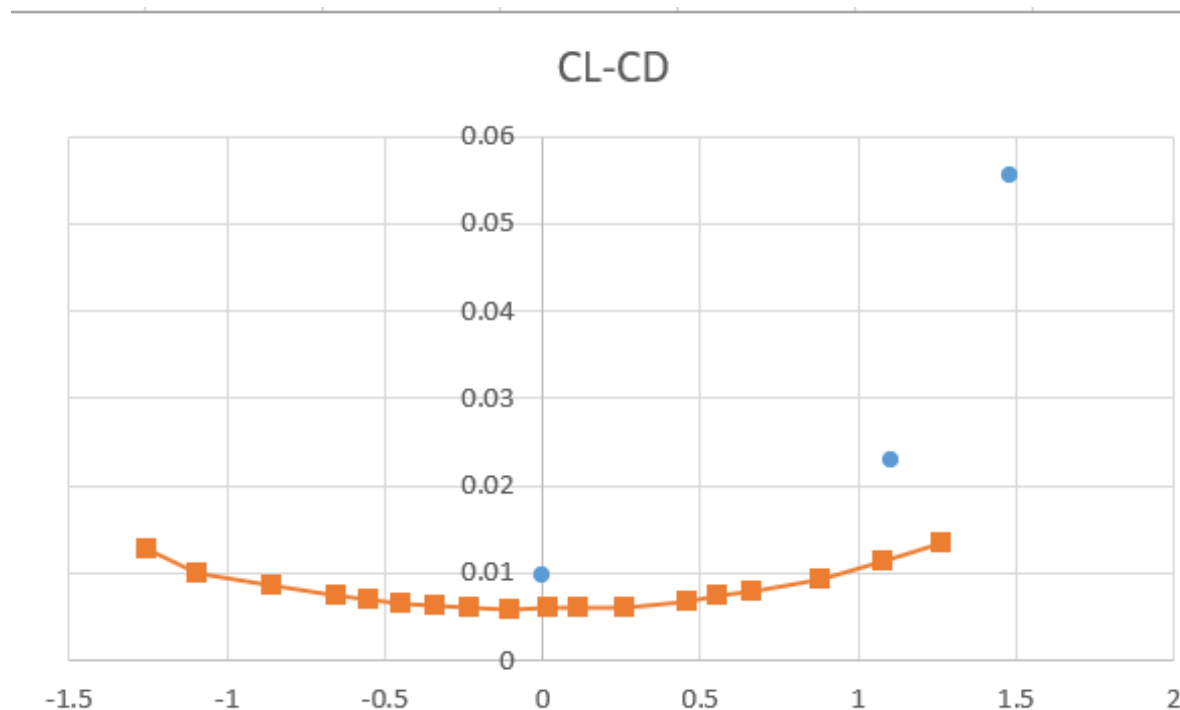
해석 결과(CL-alpha)

- 다음 그림은 각도의 증가에 따른 CL의 변화를 나타내는 그래프로 주황색 그래프는 실험값이며 파란 점은 해석 값을 표시한 것이다.
- Naca0012는 대칭 에어포일 특성상 $AoA=0^\circ$ 에서 $CL \approx 0$ 이 되며 그 후 받음각이 증가함에 따라 CL값도 증가하다가 약 16° 부근에서 stall으로 인해 양력이 감소함을 알 수 있다.



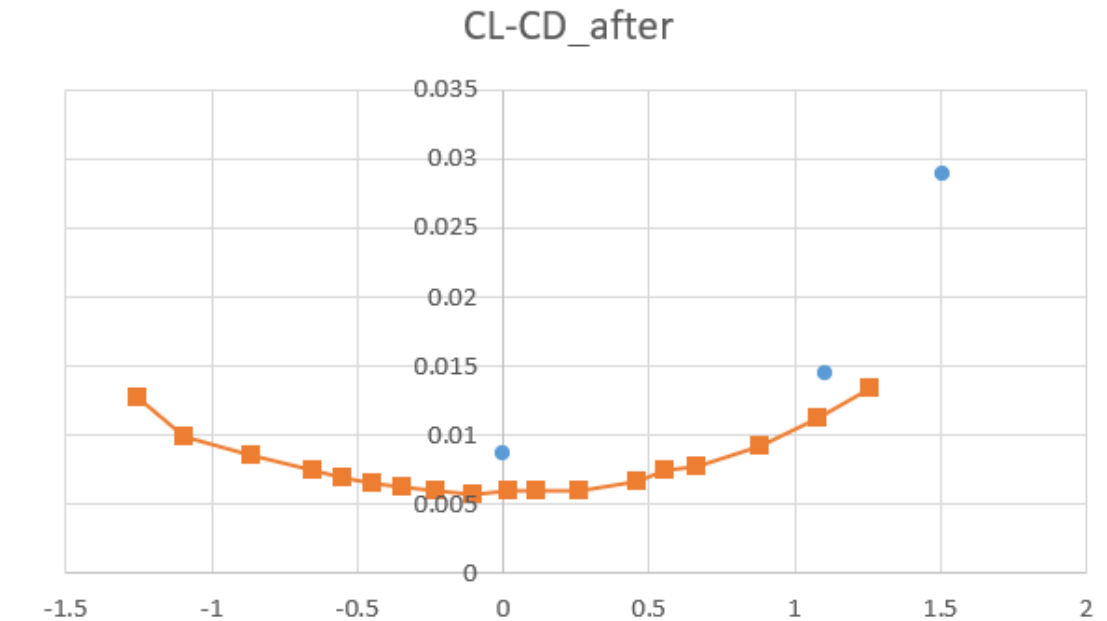
해석 결과(CL-alpha)

- 다음 그림은 CL 증가에 따른 CD의 변화를 나타내는 그래프로 주황색 그래프는 실험값이며 파란 점은 해석 값을 표시한 것이다.
- 하지만 그래프를 보면 0° 에서는 비교적 실험값과 잘 일치하였다. 그러나 10° , 15° 에서는 CD값이 실험값과 큰 차이를 보였고 그 이유를 Roe 방법과 SA 난류모델의 사용으로 판단하여 이를 KIND_TURB_MODEL은 SST로 CONV_NUM_METHOD_FLOW는 HLLC로 수정하였다.



해석 결과(CL-alpha)

- Roe 방법은 JST보다 충격과 압력 분포를 더 정확히 잡을 수 있는 장점이 있지만, HLLC에 비해서는 충격파와 분리 흐름을 표현하는 능력이 다소 부족해 항력 예측에서 차이가 나타났다.
- 또한 SA 모델은 단순한 구조로 인해 큰 받음각에서 발생하는 유동 분리와 압력 회복을 잘 반영하지 못해 실험값과 오차가 더 크게 나타났다.
- 따라서 이를 개선하기 위해 수치 방법은 HLLC로 변경하여 충격과 유동 변화를 보다 정밀하게 모사하도록 했고, 난류모델은 SST로 교체하여 큰 받음각에서도 분리와 압력 변화를 잘 예측하도록 하였다.
- 그 결과 오른쪽 그림처럼 CD 값이 실험값에 더 가까워지는 개선 효과를 얻을 수 있었다.



감사합니다.