

비정렬격자 기반 CFD 코드

김 정 일 · (주)세딕 기술지원팀, 차장

_e-mail : jikim@cedic.bix

이 글에서는 CFD 소프트웨어인 SC/Tetra의 여러 기능을 통하여 최신의 CFD 기술이 얼마나 발전되고 적용되고 있는지에 대하여 소개하고자 한다.

최 근 여러 CFD 소프트웨어들이 개발되어 전산유체역학 분야에 눈부신 발전이 일어나고 있다. 과거 CFD 소프트웨어들이 보여주었던 단순한 계산 결과의 출력뿐만 아니라 동영상, 뷰어 등을 이용한 다양한 결과 가시화의 방법이 개발되면서 결과 평가 및 비교에 있어서 탁월해졌다. 또한 그 동안 접근하기 어려웠던 유동 현상의 다양한 분야의 해석기술이 발달되어 점차 다양한 분야에 적용이 가능해졌다. 이 글에서는 그 중 두각을 나타내고 있는 CFD 소프트웨어인 SC/Tetra의 여러 기능을 통하여 최신의 CFD 기술이 얼마나 발전되어 적용되고 있는지에 대하여 소개하고자 한다.

SC/Tetra는 비정렬 격자 기반의 다양한 분야의 열 유체 거동을 파악할 수 있는 소프트웨어이다. Octree를 이용한 자동 격자 생성 기능으로 쉽게 계산 격자를 제작할 수 있고, wizard 기능을

이용하여 CFD전문가뿐만 아니라 모든 사용자가 쉽게 원하는 경계 조건을 정의할 수 있다. SC/Tetra는 일본에서 지난 1998년에 개발되어 현재 자동차, 항공, 가전, 기계 건설 등 산업 전반에서 CFD 툴로 널리 사용되고 있으며 2007년 일본자동차공학회(JSAE)에서 자동차 산업에서 가장 많이 사용중인 8개 상용 CFD 소프트웨어에 대하여 그 정확도를 검증하여 비교, 발표 한 바와 같이 SC/Tetra는 쉽고 다양한 기능뿐만 아니라 정확도 면에서도 가장 뛰어난 소프트웨어임을 입증 받았다.

최근 CFD 소프트웨어의 개발 방향은 '설계자가 친숙하게 사용할 수 있는 소프트웨어'이다. 설계 시 작성한 CAD 데이터를 직접 이용하여 해석모형을 자동으로 구성하고 간단한 조건설정을 통하여 원하는 결과를 출력할 수 있다. 더 나아가 CAD 모델링부터 해석, 결과출력까지의 일련의

해석 과정을 자동화 하여 설계자는 원하는 각 설계변수 별 신속한 비교결과를 얻을 수 있고, 해석전문가는 반복적인 작업에서 벗어나 심화된 해석 업무에 전념할 수 있도록 발전될 것이다.

CFD 소프트웨어의 발전 방향

설계자 중심의 GUI

CAE보다 한발 앞서 빠른 발전을 보이고 있는 수 많은 3D CAD 소프트웨어를 사용하는 설계 엔지니어들은 아이콘 등의 직관적인 명령어 구성, 트리 구조를 통한 형상 구조 확인, 화려한 화면 출력 등에 익숙해져 있다. 따라서 많은 엔지니어들은 과거 CAE 소프트웨어의 복잡한 GUI에 거부감을 느낀다. 이런 요구에 따라 최신 CFD 소프트웨어의 대표격인 SC/Tetra는 형상 및 영역 등록, 해석조건 설정 등에 트리 구조를 적용하여 직관적으로 해석 모델을 정의할 수 있도록

개발되었다. 또한 트리 구조에 익숙한 3D 설계자들도 쉽게 사용할 수 있도록 구성되었다. 대부분의 명령들을 아이콘화 함으로써 복잡한 명령어 구조를 거칠 필요가 없어 CFD 전문가부터 비 전문가까지 쉽게 작업할 수 있다.

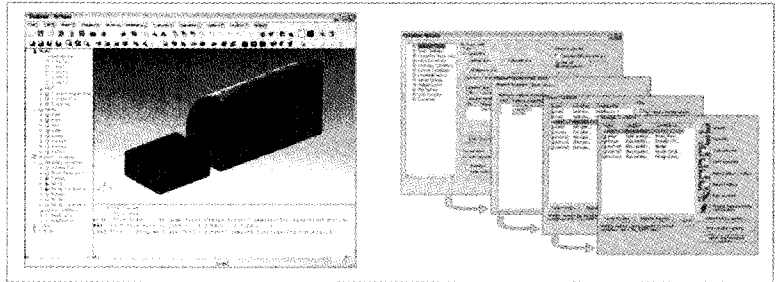


그림 1 SC/Tetra의 GUI 및 Condition Wizard

Condition Wizard 기능

CFD의 복잡한 해석조건 설정은 강력한 wizard를 이용한다. 기본적인 해석 조건뿐만 아니라 복잡한 현상을 고려하기 위한 모든 해석조건을 wizard를 이용하여 설정하므로 쉽게 원하는 해석 조건을 설정할 수 있다.

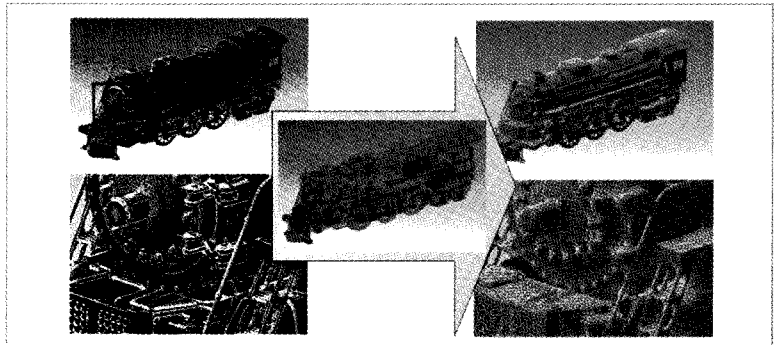


그림 2 구멍, 간섭이 많은 복잡한 형상을 Wrapping 기능으로 자동으로 해석모델 생성

다양한 자동 모델 수정 기능

지금까지의 CFD 업무에서 가장 큰 시간이 소요되는 분야는 해석 모델 및 계산격자의 생성과정이라고 할 수 있다. SC/Tetra에서는 여러 가지 자동 모델 수정 기능 등을 이용하여 해석 모델 수정 및 계산격자 생성에 소요되는 시간을 대폭 줄일 수 있다. 특히 wrapping 등의 자동 모델 수정 기능이 추가되어 import한 부품의 형상이 복잡하거나 표면격자에 문제가 있어도 유동해석이 가능하도록 자동으로 해석 모델을 생성할 수 있다.

계산 결과의 화려한 출력

최근 요구되는 CFD 소프트웨어의 기능 중 하나는 화려한 결과 출력 및 손쉬운 후처리 작업이다. 강력한 SC/Tetra의 post-processor 프로그램은 해석 평

가 목적뿐만 아니라 쉽고 편리한 가시화 기능을 갖고 있다. 애니메이션 제작, 고해상도 출력, 또한 Graph, Vector, Contour, Stream Line, Isosurface 등의 기본적인 결과 출력과 초보자도 직관적으로 손쉽게 사용할 수 있는 사용자 편리 환경은 어떤 전문 post 프로그램들보다 우수한 성능으로 작업자의 격조 높은 프레젠테이션 작성을 가능하게 하는 것으로 평가되어왔다. 또한 해석 결과 파일도 더불어 용량이 매우 커지면서 이를 postprocessor에서 불러오는 데 시간이 오래 걸리게 되어 불편했었던 것이 사실이다. 그러나 SC/Tetra에서는 새로운 결과파일 포맷(iFLD)을 개발하여 제공하므로 기존의

CFD 결과 파일의 60~70% 수준으로 파일용량을 대폭 줄였다. 이로 인하여 보다 빠르고 안정감 있게 후처리 작업이 가능하게 되었다.

다양한 해석모델 및 기능

전산유체역학의 적용 분야가 점차 다양해 지면서 엔지니어들은 점차 높은 난이도의 문제해결을 요구한다. 그에 따라 다양한 해석모델의 개발 및 계산 정확성 검증은 많은 CFD 소프트웨어들의 경쟁 분야이다. SC/Tetra는 다양한 난류 모델 및 기능들을 가지고 있다. Hybrid turbulence models(VLES, DES)에 의해 난류 유동에 대한 해석이 보다 정밀해졌고, 냉 난방기에 의한 인체의 쾌적성을 평가하기 위한 인체

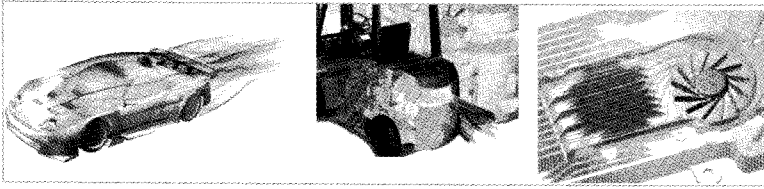


그림 3 SC/Tetra의 Postprocessor를 이용한 결과의 확인

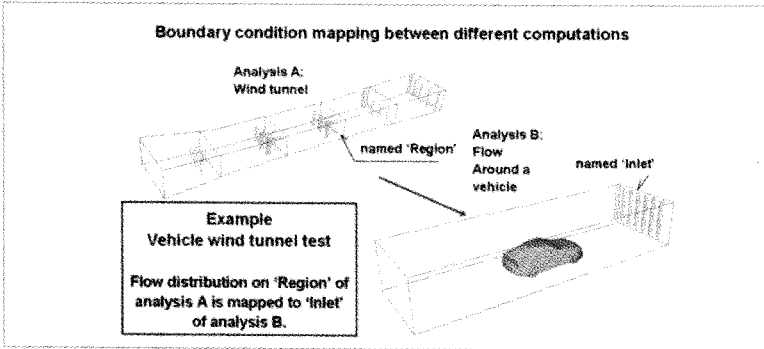


그림 4 Zooming 기능을 이용한 경계조건의 Mapping

모델(JOS)의 도입으로 인체의 성별, 나이, 피부, 기초 대사율, 접촉 조건 등의 상세한 모델링이 가능하게 되었다. Zooming function은 해석 스케일이 다른 영역이 인접영역에 대하여 경계 조건으로 매핑 할 수 있는 기능으로 예를 들어 대규모 자동차 풍동 해석 시 해석 영역의 크기를 줄일 수 있게 되었다. Chimera라고도 불리는 overset mesh를 이용하여 격자의 줄이거나 늘림 없이 움직이는 물체에 의한 유동장의 CFD해석 또한 가능하다.

Adaptive Mesh에 의한 계산 격자 생성의 자동화

유체역학에 대하여 전공하지 않은 엔지니어라면 우수한 품질의 계산격자를 생성하는 과정이 가장 힘든 일 중 하나라고 할 수

있다. 따라서 많은 CFD 소프트웨어들은 자동 격자 생성 기능을 앞다투어 개발하고 있는 추세이다. 특히 SC/Tetra는 'Adaptive Mesh'라고 하는 기능을 사용하여 자동으로 격자를 생성할 수 있다. 해석 모델과 해석 조건이 있으면 격자생성을 사용자가 직접 하지 않고 계산 결과를 얻을 수 있는 기능이다. 따라서 사용자는 격자 생성에 대한 노하우가 없어도 자동으로 우수한 품질의 계산격자를 작성하여 유동해석 결과를 출력할 수 있다.

VB 인터페이스에 의한 매크로 기능

CAE를 적용한 연구개발 업무 과정에 필수적인 부분은 수많은 설계 변수에 대한 해석수행 및 결과 분석이라고 할 수 있다. 업

무의 효율성을 위하여 자동화된 CFD 해석 시스템의 개발은 앞으로 개발될 가장 혁신적인 부분이다. SC/Tetra는 Microsoft Office의 Excel 등의 매크로 기능에 사용되는 언어(Visual Basic)를 사용해 해석모델 생성에서부터 결과 출력까지의 모든 과정을 자동화할 수가 있다. 예를 들어 각 형상 변수 및 해석조건을 입력하면, 나머지 과정은 자동으로 수행되어 결과 리포트까지 출력되는 시스템을 편리하게 작성할 수 있다.

CFD 소프트웨어의 정확도 검증

일본자동차공학회(JSAE)는 상용 CFD 소프트웨어들이 차량 개발현장에서 어느 정도 실용적인 능력을 보이는지 확인하기 위하여 시험과 CFD의 벤치마킹을 통해 조사하였다. '저 공기저항 표준차체'의 1/5스케일 모델을 사용한 풍동 실험과 각 CFD 소프트웨어 별 결과를 비교하여 2007년 토요타, 닛산, 마쯔다, 야마하, 스즈키, 덴소, 미쯔비시, 이스즈 등 각 참여 기업들과 함께 논문으로 발표하였다. 벤치마킹 결과 차량 공력해석 분야에서 SC/Tetra가 가장 우수한 결과를 나타냄이 검증되었다.

해석 결과, 항력 계수 CD 와 양력계수 CL 등의 평가 항목에서 SC/Tetra가 시험결과에 가장 근접한 결과를 나타내었다.