

과업지시서

**“ESP 유동해석 자동화 script를 이용한
ESP 유동설계 전용 플랫폼 및 GUI 제작”**

한 국 기 계 연 구 원

환경기계연구실

1. 일반 사항

- (1) 본 과업지시서는 ESP 유동해석 자동화 script 개발에 의하여 ESP 유동설계 전용 플랫폼 및 GUI를 제작하는 용역에 대한 것이다.
- (2) 본 ESP 유동설계 자동화 플랫폼 및 GUI는 ANSYS FLUENT를 기반으로 하며, ANSYS CODE version은 발주처에서 지정하는 version에서 구동이 되어야 하며, 또한 본 windows 10 64bit 환경에서 구동이 되어야 한다.
- (3) 본 ESP 유동설계 자동화 플랫폼 및 GUI는 ANSYS CODE의 Workbench 내에서 전용으로 구동이 되어야 한다.
- (4) 모델링을 위하여 필요한 도면, 치수의 상,하한 값 ,이산(discrete) 치수 등은 발주처에서 제공한다.
- (5) 본 ESP 유동설계 자동화 플랫폼 및 GUI의 Source 프로그램이 납품되어야 한다.
- (6) Source 프로그램의 Install/Uninstall, 사용방법 등에 대한 매뉴얼이 납품되어야 한다.
- (7) 모든 GUI에는 치수 입력에 참고가 될 수 있는 도면(그림)이 포함 되어야 하고, 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창으로 나타날 수 있어야 한다.
- (8) 본 ESP 유동설계 자동화 플랫폼 및 GUI의 모든 Source 프로그램에는 유사 시 프로그램 구조의 해석을 위하여 Comment 문이 반드시 포함되어야 한다.
- (9) 본 용역의 결과물에 대한 AS 기간은 1년 이다.
- (10) 본 지방서에 명시되지 않은 사항의 추가는 발주처 및 제작자 사이의 상호 협의에 의하여 결정한다.
- (11) 본 사업은 20억원미만 사업으로 “대기업인 소프트웨어 사업자가 참여할 수 있는 사업금액의 하한(미래창조과학부고시)” 에 의거하여, 대기업 및 중견기업은 입찰에 참여할 수 없음.
- (12) 본 사업은 SW산업 진흥법 제24조의2제3항에 따라 ‘상호출자제한기업집단소속 회사’ 는 입찰에 참여할 수 없음.

2. 용역의 범위

본 ESP 유동설계 자동화 플랫폼 및 GUI는 아래와 같은 부분으로 구성이 된다.

- Sizing
 - Flow Uniformity
 - Electrostatic Field Prediction
-
- 위의 3가지에 대한 각각의 구동버튼이 Main GUI에 포함되어야 한다.
 - 단 본 용역에서는 Electrostatic Field Prediction 부분은 추후 추가 개발을 위한 구동 버튼만 포함되고 비활성화 상태로 둔다.

2.1 Sizing

- (1) 외부 프로그램(Excell)의 Install/Uninstall 기능
- (2) Sizing을 위한 연산을 수행하기 위하여 필요한 값들이 GUI를 통하여 입력
- (3) 연산을 수행하기 위하여 필요한 값들을 외부 프로그램(Excell)으로 부터 GUI 프로그램에 호출 및 GUI에 Display.
- (4) 계산 값 및 호출 값들 파일 저장(양식에 저장)
- (5) 연산 식은 발주처에서 제공
- (6) 연산 종료 및 결과값 저장 후 Sizing 종료 또는 유동해석으로 연결
- (7) 기타 상세내역에 명시되지 않은 부분은 발주처와 협의에 의한다.

2.2 Flow Uniformity

- (1) 임의의 주어진 치수에 대한 ESP 기본 형상의 3D 모델의 작성 자동화
 - 일반형과 특수형으로 구분
 - 특수형의 종류는 3~5종류로 발주처에서 제공
- (2) 작성된 3D 모델 형상에 대한 Mesh 자동화
- (3) 작성된 3D 모델 형상에 대한 유동 해석 자동화 (FLUENT 사용)
- (4) 최종 해석 결과의 데이터 및 그래프의 선택적 추출
- (5) (1)~(4)의 과정의 전체 GUI 및 세부 GUI
- (6) 해석 대상의 모든 형상의 도면과 최대 최소 치수 및 수량은 발주자로부터 제공된다.

3. 영역의 상세내용

3.1 SIZING을 위한 외부 프로그램(Excell) 연동

- (1) 외부 프로그램(Excell)의 Install/Uninstall 기능
- (2) Sizing을 위한 연산을 수행하기 위하여 필요한 값들이 GUI를 통하여 입력
- (3) 연산을 수행하기 위하여 필요한 값들을 외부 프로그램(Excell)으로 부터 GUI 프로그램에 호출 및 GUI에 Display.
- (4) 연산을 수행한 결과값들을 외부 프로그램(Excell)에 전달 및 저장
- (5) 계산 값 및 호출 값들 파일 저장(주어진 양식에 저장)
- (6) 연산 식은 발주처에서 제공
- (7) 연산 종료 및 결과값 저장 후 Sizing 종료 또는 유동해석으로 연결
- (8) 기타 상세내역에 명시되지 않은 부분은 발주처와 협의에 의한다.

* 외부프로그램은 DB 역할이고, DB 내의 값들을 불러와서 연산 후 DB로 return.

3.2 Flow Uniformity

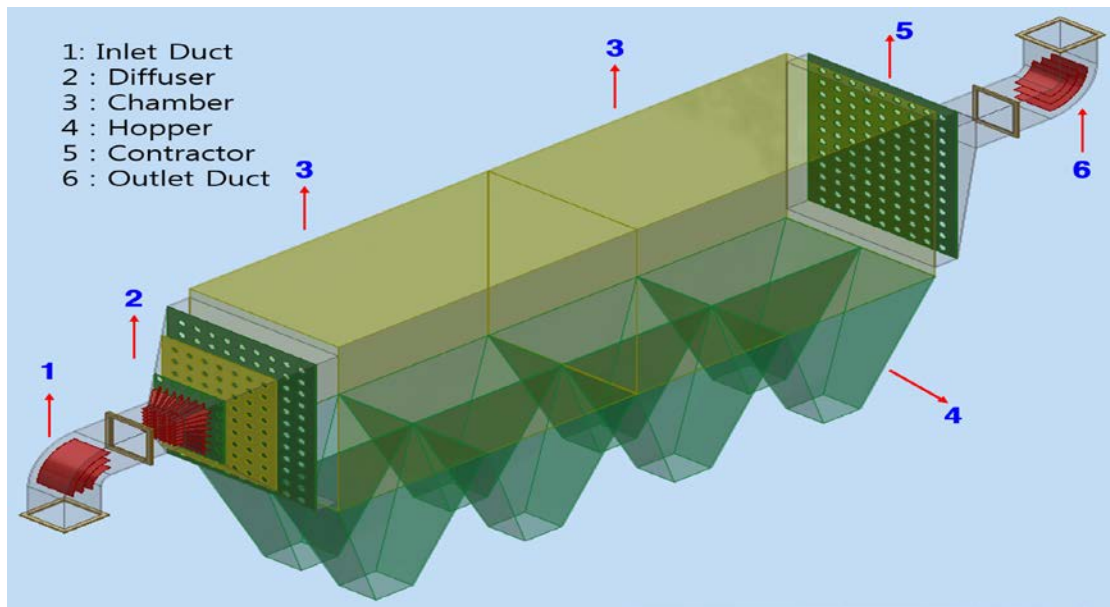
유동 균일화 부분은 크게 다음과 같이 구성되며, 모든 사항은 GUI를 통한 자동화

- 기본 형상의 3D 모델 작성 자동화
- 작성된 3D 형상의 Mesh 자동화
- Mesh가 완성된 모델에 대한 해석(Solve) 자동화
- 해석결과의 후처리 자동화
- 해석결과의 Reporting 자동화

[1] 기본 형상의 3D 모델 작성 자동화

해석모델 ESP는 유입구 닥터, Diffuser, Air Distributor, Porous Media, Chamber, Hopper, Contractor, 배출구 닥터로 구성 된다.

해석의 범위는 유입구 닥터부터 배출구 닥터까지 이다.



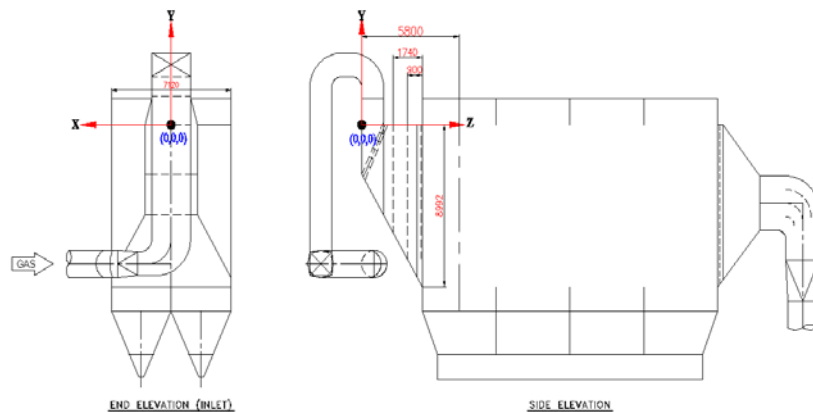
(가) 유입구 닥터

- 유입구 닥터는 GUI에서 다음과 같은 두 가지 경우 중 하나를 선택할 수 있어야 한다.
 - 배출닥터의 구성품은 GUI에서 선택하여 삽입(import)하고 Merging 하여 구성하는 경우. (배출 닥터 형상들을 미리 만들어 두고 GUI에서 선택하여 삽입하여 사용)
 - GUI를 통하여 배출 닥터를 모델링하여 연결(Merging)하는 경우.
- 유입구 닥터의 방향은 Diffuser 유입구에 임의의 방향으로 설치 될 수 있어야 한다.
- 유입구 닥터 단면의 기본형상은 사각형(정, 직사각형, 사다리꼴 중 하나)이다.
- 선택된 유입구 닥터 구성품은 단면의 크기 및 길이 등은 GUI로부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- 유입구 닥터의 내부에는 가이드 베인이 설치되어 있다.
- 가이드 베인의 설치위치, 설치 수량 및 크기는 GUI로부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- 임의의 수의 가이드 베인이 모델링 된 후 전체 베인에 대하여 하나의 이름으로 명명되어야 한다.
- GUI에서 가이드 베인의 수가 0이면 베인이 없는 경우임.
- 유입구 닥터가 있는 경우와 없는 경우에 대하여 Main GUI에서 선택 가능 하여야 된다.
- 유입구 닥터의 방향은 GUI로 부터 입력된 임의의 방향으로 Diffuser 입구와 연결이 되어야 된다.
- 유입구 닥터 GUI에는 치수입력 시 참고될 수 있도록 유입구 닥터 치수와 연계된 형상도면(그림)이 포함되어야 한다

- 유입구 닥터 GUI에는 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창 또는 기타 수단으로 나타날 수 있어야 한다.

(나) Diffuser

- Diffuser는 일반형과 특수형으로 구분하여 선택할 수 있어야 한다.
- 일반형이란 Diffuser의 입,출구가 서로 마주하는 형상으로 정의한다.
- 특수형이란 Diffuser의 입,출구가 서로 마주보지 않는 형상으로 정의한다
- 일반형 Diffuser의 구성품은 공기분배기와 다공성매질(타공판)의 조합으로 구성된다.
- 특수형 Diffuser의 구성품은 내부 Guide vane, 공기분배기, 다공성매질(타공판)의 조합으로 구성된다.
- 특수형 Diffuser의 형상 개수는 3~5 사이이며, 도면은 발주자가 제공한다.



<특수형의 예>

- 일반형, 특수형 모두 입구 단면 및 출구 단면은 사각형 이다.
- Diffuser의 개수는 Main GUI로 부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링이 되어야 한다.



- Diffuser의 크기 및 형상은 GUI로부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- Diffuser의 입구와 선택 되어진 유입구 닥터는 Mesh, 해석 과정에서 문제가 없도록 연결되어야 한다.
- Diffuser GUI에는 치수입력 시 참고될 수 있도록 Diffuser 전체 치수와 연계된 형상 도면(그림)이 포함되어야 한다.

- Diffuser GUI에는 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창 또는 기타 수단으로 나타날 수 있어야 한다.
- Diffuser GUI에는 Diffuser가 guide vane(특수형인 경우), 공기분배기와 4개의 다공성매질(타공판) 중에서 선택적으로 구성품을 포함하는 경우에 대하여 각각 선택할 수 있는 기능이 있어야 한다. (구성품이 하나도 없는 경우도 있음)

(나-1) Guide Vane(일반형에서는 사용하지 않음)

- Diffuser GUI에서 구성품으로 Guide Vane이 선택된 경우 독립적인 Guide Vane GUI가 구성이 되어야 한다.
- Guide Vane GUI는 새로운 GUI로 독립적으로 만들어 져야 한다.
- Guide Vane의 치수 및 수량은 GUI로부터 입력된 임의의 값에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- 각각의 가이드 베인 사이의 거리는 GUI로부터 입력된 임의의 값에 대하여 균등 또는 비균등 치수가 될 수 있어야 한다.
- 임의의 수의 가이드 베인이 모델링 된 후 전체 베인에 대하여 하나의 이름으로 명명되어야 한다.(wall boundary 조건 적용)
- 가이드 베인 GUI에는 치수입력 시 참고될 수 있도록 가이드 베인 치수와 연계된 형상도면(그림)이 포함되어야 한다.
- 가이드 베인 GUI에는 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창 또는 기타 수단으로 나타날 수 있어야 한다.

(나-2) 공기분배기

- Diffuser GUI에서 구성품으로 공기분배기가 선택된 경우 독립적인 공기분배기 GUI가 구성이 되어야 한다.
- 공기분배기 GUI는 새로운 GUI로 독립적으로 만들어 져야 한다.
- 공기분배기의 전체 치수는 GUI로부터 입력된 임의의 값에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- 공기분배기의 가이드베인의 수는 GUI로부터 입력된 임의의 값에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- 가이드 베인 사이의 거리는 GUI로부터 입력된 임의의 값에 대하여 균등 또는 비균등 치수가 될 수 있어야 한다.
- 임의의 수의 가이드 베인이 모델링 된 후 전체 베인에 대하여 하나의 이름으로 명명되어야 한다.(wall boundary 조건 적용)
- 공기분배기 GUI에는 치수입력 시 참고될 수 있도록 공기분배기 치수와 연계된 형상

도면(그림)이 포함되어야 한다.

- 공기분배기 GUI에는 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창 또는 기타 수단으로 나타날 수 있어야 한다.

(나-3) 다공성 매질(타공판)

- 다공성 매질(타공판)의 수는 4개이며 Diffuser GUI에서 각각 선택할 수 있어야 한다.
- Diffuser GUI에서 구성품으로 선택된 각각의 다공성 매질(타공판)에 대하여 GUI가 독립적으로 구성이 되어야 한다.
- 선택된 다공성매질의 각 GUI에서는 설치위치, 두께, Diffuser의 높이방향과 폭 방향에 대한 단면 분할 수 및 분할 치수가 임의의 값으로 입력되고, 입력된 값에 대하여 모델링 되어야 한다.(분할 수가 영(zero) 인 경우는 그 방향으로 분할하지 않음).
- 다공성 매질의 단면 분할은 GUI로부터 입력된 임의의 분할 치수에 대하여 균등 또는 비균등 치수가 될 수 있어야 한다.
- 분할된 각각의 소 단면의 다공성 매질은 각각의 volume(solid)대하여 규칙성 있게 이름이 명명되어야 한다.
- 소 단면으로 분할된 각각의 다공성 매질의 volume(solid) 수량이 GUI에 표시가 되어야 한다.
- 분할된 각각의 소 단면의 다공성 매질 각각의 volume(solid)에 대한 출구 측의 Face에 대하여 규칙성 있게 이름이 명명되어야 한다.
- 분할된 각각의 소 단면의 다공성 매질 각각의 volume(solid)에 대한 입구 측의 Face에 대하여 규칙성 있게 이름이 명명되어야 한다.
- 다공성매질 GUI에는 치수입력 시 참고될 수 있도록 다공성매질 치수와 연계된 형상도면(그림)이 포함되어야 한다.
- 다공성매질 GUI에는 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창 또는 기타 수단으로 나타날 수 있어야 한다.
- 기타 명시되지 않은 부분은 협의에 의한다.

(다) Chamber

- Chamber는 Body와 Hopper로 구성된다.
- 유동방향과 유동의 수직방향(폭 방향)의 각각의 Chamber의 수는 Main GUI로 부터 입력된 임의 값에 대하여 모델링이 되어야 한다.
Chamber GUI에는 Body, body 상부, body 하부, Hopper 등의 모델링을 위한 치수 정보가 입력되어야 한다.
- Hopper는 Body 하부 아래에 위치하며, 하나의 Body에 대한 Hopper의 수 및 설치

형상은 Chamber GUI에 입력되는 정보에 의하여 모델링 되어야 한다.

- Body의 폭 방향으로 다수의 격막이 있으며, 격막의 수, 격막과 격막 사이의 거리는 Chamber GUI에 입력되는 정보에 의하여 모델링 되어야 한다.
- 격막의 높이는 Body의 높이와 일치하며, 수직으로 slice된 형태 이다.
- Chamber GUI에는 격막의 설치 유무에 대한 선택 기능이 포함되어야 한다.
- Chamber GUI에는 치수입력 시 참고될 수 있도록 Body, Hopper, 격막 등에 대한 치수와 연계된 형상 도면(그림)이 포함되어야 한다.
- Chamber GUI에는 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창 또는 기타 수단으로 나타날 수 있어야 한다.

(라) Contractor

- Contractor는 입구부, 다공성매질로(타공판), 출구부로 구성된다.
- Contractor GUI에는 Contractor가 다공성매질(타공판)을 포함하는 경우와 포함하지 않는 경우에 대하여 각각 선택할 수 있는 기능이 포함되어야 한다.
- Contractor 수는 Main GUI로부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- Contractor의 크기 및 형상은 GUI로부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링 되어야 한다.
- Contractor의 출구닥터 단면의 형상과 크기는 배출 닥터 단면의 형상과 크기와 일치한다.
- Chamber GUI에는 치수입력 시 참고될 수 있도록 Body, Hopper, 격막 등에 대한 치수와 연계된 형상 도면(그림)이 포함되어야 한다.
- Chamber GUI에는 사용자의 편의를 위한 설명문(help 기능)이 pop up 창 또는 기타 수단으로 나타날 수 있어야 한다.

(마) 배출 Duct

- 배출 Duct는 다음과 같은 두 가지 경우 중 하나를 선택할 수 있어야 한다.
 - － 배출닥터의 구성품은 GUI에서 선택하여 삽입(import)하고 Merging 하여 구성하는 경우. (배출 닥터 형상들을 미리 만들어 두고 GUI에서 선택하여 삽입하여 사용)
 - － GUI를 통하여 배출 닥터를 모델링 하는 경우.
- 배출 Duct의 단면 형상은 사각형인 경우와 사각형과 원형의 조합인 두 경우이며, Contractor와 연결되는 부분은 사각형 단면이다.
- 선택된 배출 Duct 구성품 단면의 크기 및 길이 등은 GUI로부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링 되어야 한다.
- 배출 Duct의 내부에는 가이드 베인이 설치되어 있다.

- 가이드 베인의 설치위치, 설치 수량 및 크기는 GUI로부터 입력된 임의의 치수에 대하여 모델링이 되어야 한다.
- 임의의 수의 가이드 베인이 모델링 된 후 전체 베인에 대하여 하나의 이름으로 명명 되어야 한다.
- GUI에서 가이드 베인의 존재유무를 선택 할 수 있어야 한다.
- 배출 Duct가 있는 경우와 없는 경우에 대하여 Main GUI에서 선택 가능 하여야 된다.
- 배출 Duct의 방향은 GUI로부터 입력된 임의 방향으로 Contractor 출구와 연결되어야 한다.

(바) 기타 사항

본 시방서에서 나타나지 않은 기타 추가되는 사항은 상호 협의에 의한다.

[2] Mesh 자동화

- GUI를 통하여 작성된 Geometry에 대하여 특별한 경우를 제외하고, 전 구성품에 대하여 정규격자로 자동 Meshing이 되어야 한다.(우선적으로 정규격자 생성하고 부분적으로 쿼드 형태의 격자를 적용할 수 있다)
- Skewness 및 Orthogonality 등 Mesh Quality는 해석 결과에 영향을 미치지 않을 정도의 수준은 되어야 한다.
- 벽면 부근에서는 조밀한 격자계로 구성이 되어야 한다.
- GUI에 Mesh Dependency check를 위한 Mesh 조절기능이 포함되어야 한다.(대, 중, 소 형태의 선택형 격자수 조절창 구현)

본 시방서에서 나타나지 않은 기타 추가되는 사항은 상호 협의에 의한다.

[3] Solve

GUI에 포함되는 경계조건은 다음과 같은 조건 중에서 선택 되어질 수 있어야 한다.

(가) 입출구 경계조건

- 입구 : 유속 또는 압력, 온도((유속, 온도) 또는 (압력+ 온도) 중 1가지만 입력되도록 선택창 구현)
- 출구 : 유속, 압력, 온도((유속, 온도) 또는 (압력+ 온도) 중 1가지만 입력되도록 선택창 구현)
- 모든 벽면 : wall
- 기타 In & Out 경계조건 조합, Profile 적용 여부 또는 Constant, 난류모델, 물성치, 모니

터링 포인트, solving method 등의 해석을 위한 일반적인 setting 조건은 추후 협의에 따른다.

(나) Porous Media 경계조건

- 각각의 분활판에 대한 porous media의 경계조건은 GUI를 통하여 계산 후 다음 중에서 선택 할 수 있어야 함
 - Pressure Jump
 - Pressure Drop
 - Porosity
- 각각의 분활판에 대한 porous media 경계조건 입력을 위한 계수값 들은 수동 또는 data file import에 의한 방법 중 선택적 적용 가능하여야 함.
- 유동해석 경계조건이 적용된 Fluent Setup 파일 1세트 제공 함



(다) UDF Compile

- 본 해석을 위하여 UDF를 사용하는 경우 GUI에서 컴파일 될 수 있어야 함.
- UDF가 있는 경우(컴파일 하는 경우)와 UDF가 없는 경우를 선택할 수 있는 기능이 GUI에 포함이 되어야 함.
- 필요한 UDF는 발주처에서 제공함.
- UDF 개발은 본 과업에서 제외 함.

(라) Display

- 해석이 종료된 후 Solve GUI에 Display 되는 사항은 아래와 같은
 - Diffuser 출구로부터 200mm 단면에서의 유속분포 image
 - Diffuser 출구로부터 200mm 단면에서의 %RMS 값
 - Diffuser 출구로부터 200mm 단면에서의 유속비 분포(??) (추후 협의)
 - modeling 시 선택된 porous media의 분활 면적에 대한 porosity 분포
 - Diffuser 입구와 Contractor 출구 사이의 압력 차
 - 공기분배기 출구와 Diffuser 출구 사이의 압력 차
 - 각각 선택된 porous media(전체 판) 전 후단의 차압 분포
 - 각각 선택된 porous media(전체 판) 전 후단의 평균 압력 차
 - 해석을 위한 입구조건
- 해석 중 FLUENT 화면
 - 수렴 체크 그래프
 - Diffuser 출구로부터 200mm 단면에서의 유속분포

- Body 길이방향의 중심위치 단면에서의 유속분포
- Contractor 입구 전단 200mm 단면에서의 유속분포
- Body 중심면(높이 방향)에서의 유속분포

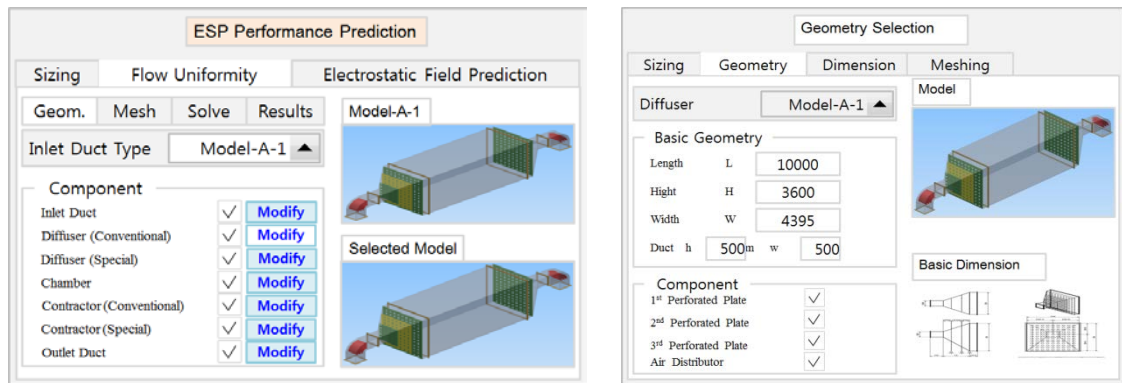
.

(4) Results

- 해석의 결과는 특정 단면에서의 유동 분포 등에 대한 Image 파일과 결과에 대한 Report 이다.
- Image File 과 Report에 대하여는 추후 협의 한다.
- Report의 형식에 대하여는 발주자가 제공하고, 제작자는 이 형식의 Report에 필요한 값들을 삽입한 후 파일로 copy 또는 다운로드 될 수 있어야 한다.
- Report에 포함되는 항목은 다음과 같음
 - Diffuser 출구로부터 200mm 단면에서의 유속분포 image
 - Diffuser 출구로부터 200mm 단면에서의 %RMS 값
 - Diffuser 출구로부터 200mm 단면에서의 유속비 분포(??) (추후 협의)
 - modeling 시 선택된 porous media의 분할 면적에 대한 porosity 분포
 - Diffuser 입구와 Contractor 출구 사이의 압력 차
 - 공기분배기 출구와 Diffuser 출구 사이의 압력 차
 - 각각 선택된 porous media(전체 판) 전 후단의 차압 분포
 - 각각 선택된 porous media(전체 판) 전 후단의 평균 압력 차
 - 해석을 위한 입구조건 등 기본적인 조건
 - 해석 날짜, 기관

(5) GUI

- GUI는 Main GUI와 subGUI로 구성이 되어야 한다.
- 기존의 DB화된 Case File과 Data File을 GUI를 통하여 불러 올 수 있는 기능이 포함 되어야 한다.
- Main GUI는 상위의 SYSTEM GUI로부터 호출될 수 있어야 한다.(추후 협의)
- 최종 해석 후 WB 저장 파일 명의 규칙성을 가질 수 있는 기능이 GUI에 포함이 되어야 한다.
- GUI의 화면 구성의 최종 상세 내역은 발주자와 제작자 사이의 협의에 의하여 결정한다.



<GUI화면의 예>

4. 기타사항

- 본 플랫폼 제작은 납품 후 1년 동안 발주자의 요청 시 사후관리(AS)가 되어야 한다.
- 납기는 계약 후 90일 이내로 한다.
- 납품 전 install 후 사전 테스트 과정에서 이상 없음을 확인하고 납품 되어야 한다.
- 모든 프로그램 source와 사용자 매뉴얼이 납품 내용에 포함되어야 한다.
- 제작 시 정기적인 회의를 통하여 진행 사항을 협의 한다.
- 상기의 모든 사항에 대하여 사용자에게 의하여 추가 또는 제거가 가능하도록 install/uninstall에 대한 상세 매뉴얼이 납품 내역에 포함되어야 한다.
- 본 과업의 결과물과 동일한 또는 유사한 제품 또는 소프트웨어를 본 발주처 이외의 기관 또는 기업에 상업용 목적으로 사용(또는 납품)할 수 없다.
- 본 사업은 20억원미만 사업으로 “대기업인 소프트웨어 사업자가 참여할 수 있는 사업금액의 하한(미래창조과학부고시)”에 의거하여, 대기업 및 중견기업은 입찰에 참여할 수 없음.
- 본 사업은 SW산업 진흥법 제24조의2제3항에 따라 ‘상호출자제한기업집단소속회사’는 입찰에 참여할 수 없음.