



FLOW-3D®

- **Water Treatment** -



Connect & Development
주식회사 에스티아이 C&D
창조적 지식기반 전문엔지니어그룹

목 차

1. Introduction to (주)에스티아이C&D

2. Introduction to FLOW-3D®

3. Solid Modeling

4. Water Treatment Application



Introduction to (주)에스티아이C&D

에스티아이C&D 연혁

- ❖ **설립일 : 1997년 11월**
- ❖ **위치**
 - ◆ 서울시 금천구 가산동 우림라이온스밸리 B동 301호
 - ◆ 미국 Seattle
- ❖ **업무영역**
 - ◆ FLOW-3D® 한국 내 공급 및 유지보수
 - ◆ 구조, 열유체 관련 컨설팅 및 용역
 - ◆ 주요분야 해석 및 금형 개발
 - ◆ 협업 및 PDM 관련 소프트웨어 개발
- ❖ **연구인력구성**
 - ◆ 19명 : 박사 3인, 석사 9인
- ❖ **주요 컨설팅 업체**
 - ◆ 현대/기아자동차, 현대모비스, 삼성종합기술원, LG전자, 대림기업, KAIST, KIST, POSCO, 인지 AMT, 신창전기, 동남공업 등
 - ◆ 한국수자원공사, 한국전력공사, 삼성건설, 대우건설, GS건설, SK건설, 등



Connect & Development
주식회사 에스티아이 C&D
창조적 지식기반 전문엔지니어그룹

Consulting 및 연구용역실적 - 정/하수 관련

- ❖ 성남정수장 3차원 유동해석
- ❖ 최적 정수처리시설 연구를 위한 3차원 수리해석용역(1차, 2차)
- ❖ BIO SACII(Anoxic Tank) 담체유동에 대한 3차원 유동성 해석
- ❖ 하수처리용 Aerator 유동해석
- ❖ 전산유체(CFD)와 입자동역학을 이용한 혼화응집공정 설계기법개선 및 효율향상방안연구용역 (1,2차)
- ❖ 영동하수종말처리장 3차원 유동해석 기술용역
- ❖ 댐 상수원 설계표준도 작성용역
- ❖ 반월 정수장 노후시설 개량 기본 및 실시설계용역(수치해석부분)
- ❖ 3차원 수치해석을 이용한 호기조의 용존산소량 및 유동양상검토
- ❖ 서귀포시 서부/동부 하수종말처리장 고도처리시설 기본 및 실시설계용역(3차원 모델링)
- ❖ 공주 막여과 정수장 수처리 구조물의 합리적 설계를 위한 전산유체해석
- ❖ 한강 하류권 급수체계 구축사업 제3공구 생활용수 정수장 대안설계
- ❖ 제주하수종말처리장 고도처리시설 건설공사 기본설계용역(침전지 분배조 유동해석)
- ❖ 공주 정수장 막여과시설 3차원 도면화 용역
- ❖ 제천시 하수관거 정비 임대형 민자사업 기본설계
- ❖ 남동 정수장 소수력 발전시설 공사 기본 및 실시설계용역

최근 10년 간 50건 이상 정수 및 하수관련 수치해석 수행



Introduction to **FLOW-3D**[®]

FLOW-3D® 개발 연혁

❖ 개발 연혁

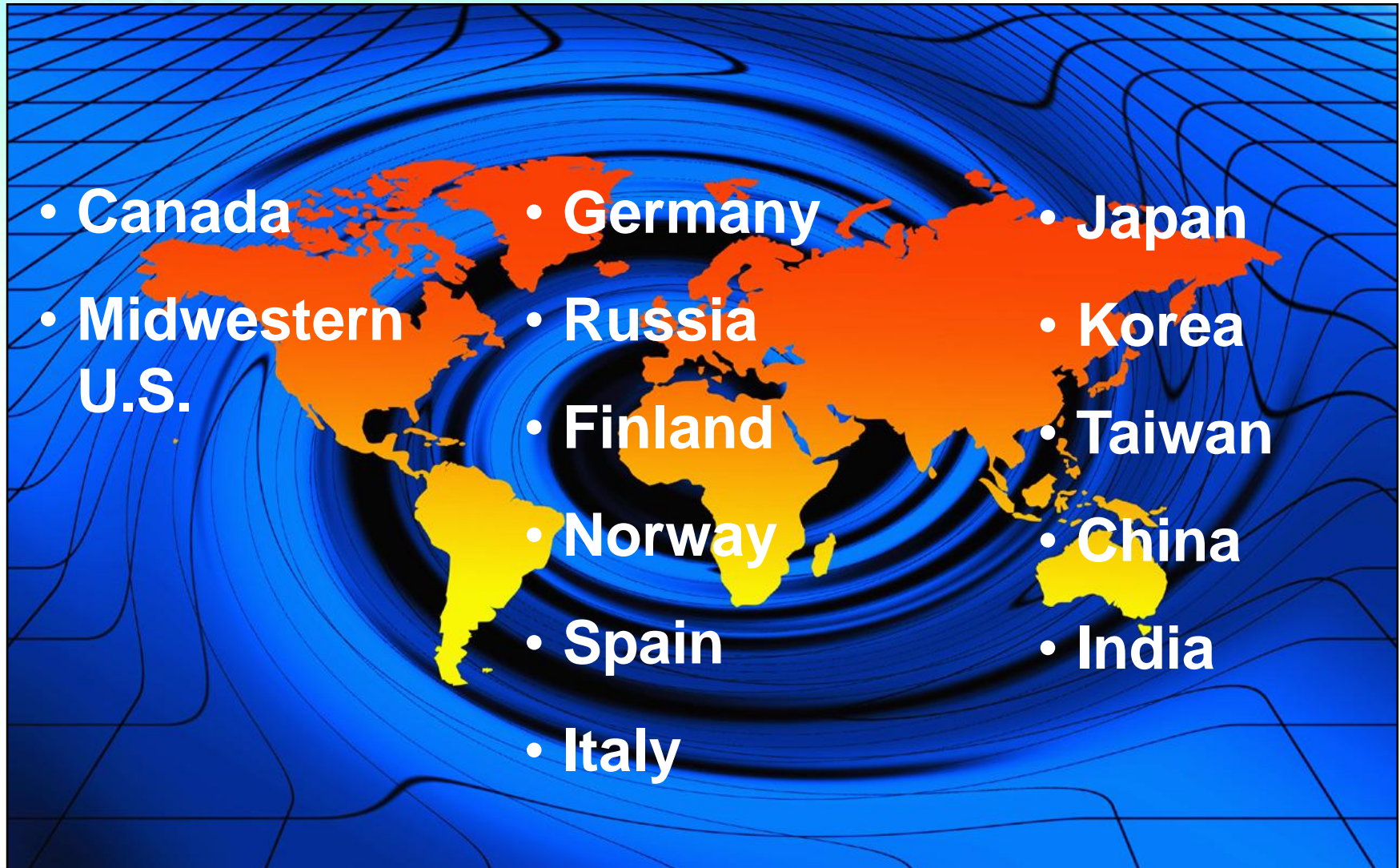
- ◆ 1960년대 미국 Los Alamos Lab에서 자유표면 연구 시작
- ◆ VOF method 창시 (B.Nichols, C.W.Hirt)
- ◆ 1980년 Flow Science 설립 (C.W.Hirt)
- ◆ 1985년 Version 1.0 Release
- ◆ 현재 **Version 10.0.2** Release



❖ 특성

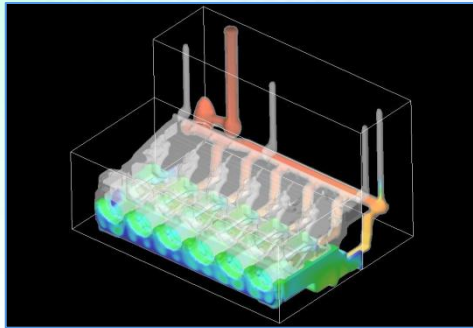
- ◆ 세계 최초 VOF, FAVOR method 개발 및 적용
- ◆ 자유표면, 열전달, 응고의 정확성으로 명성
- ◆ 기체-액체, 고체-액체 interaction 해석 기능 탁월

FLOW-3D® Worldwide Network

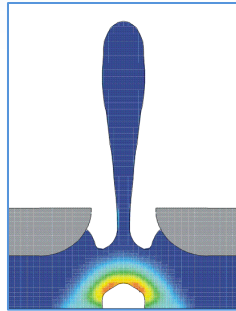


FLOW-3D[®]'s Main Application Areas

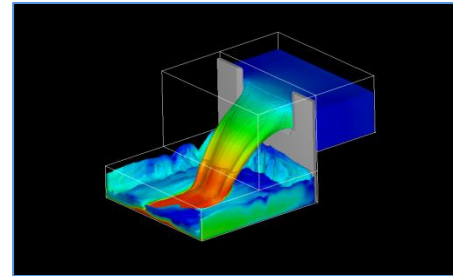
The same solver for all applications!



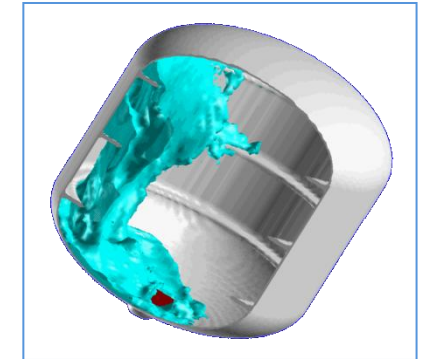
Metal Casting



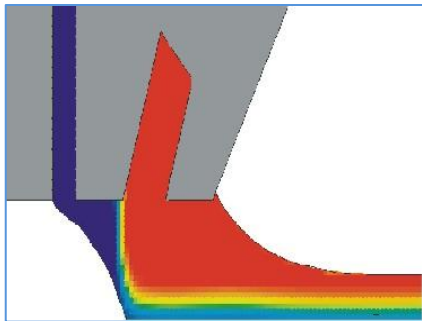
Inkjets



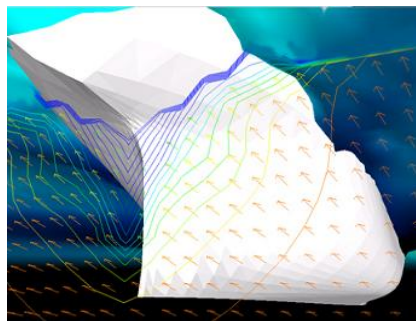
Water &
Environmental
Engineering



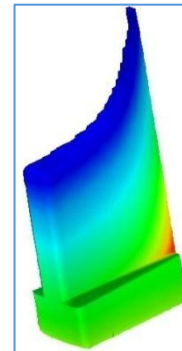
Aerospace



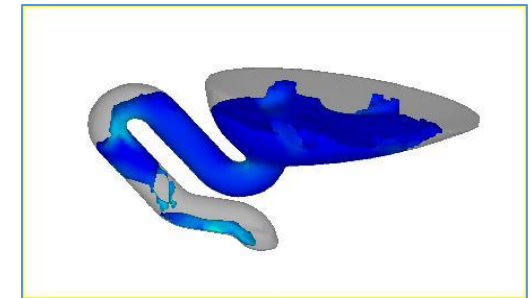
Coating



Marine

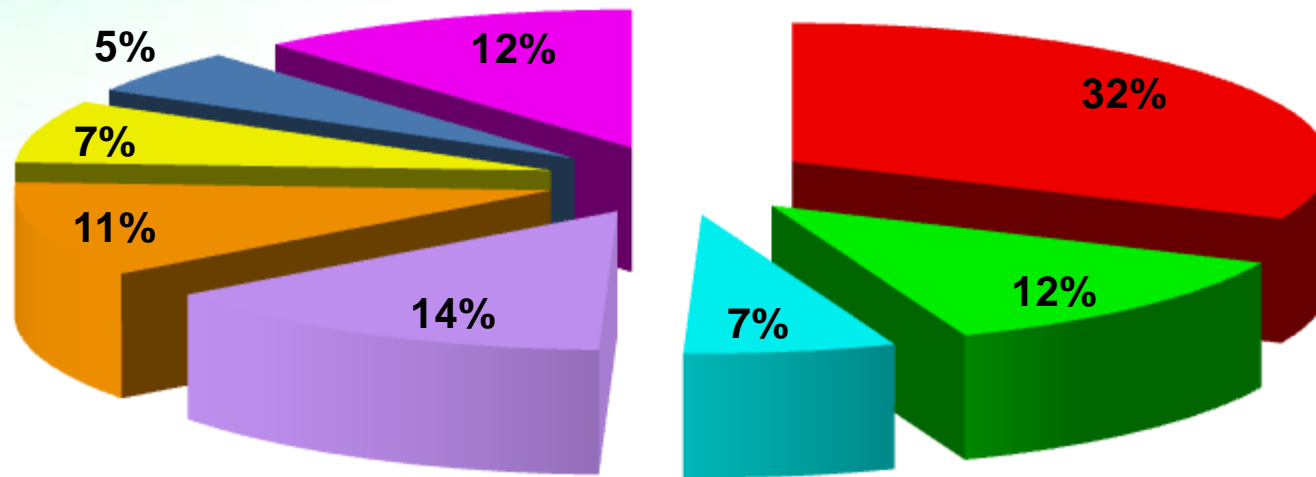


MEMS



Consumer Products

FLOW-3D® Applications Worldwide



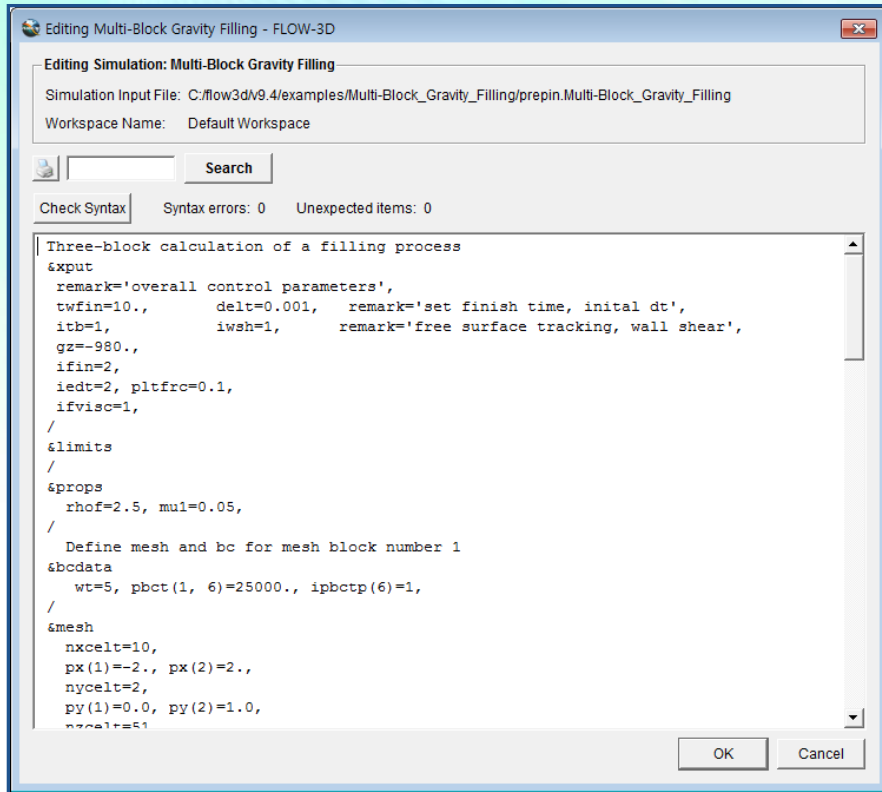
FLOW-3D® 의 기능

- ❖ 자유표면 예측
- ❖ 곡면 표현
- ❖ 유한체적법 격자
- ❖ 관수로, 개수로 유동
- ❖ 포텐셜 유동
- ❖ 운동계 내의 유동현상
- ❖ 입자추적
- ❖ 물질의 확산
- ❖ 2상 유동
- ❖ 압축성 유동
- ❖ 자연대류, 강제대류
- ❖ 열전달 (대류, 복사, 전도)
- ❖ FSI(Fluid Structure Interaction)
- ❖ TSE(Thermal Stress Evolution)
- ❖ Moisture Drying
- ❖ 전기장
- ❖ 생성항 (열, 질량, 운동에너지)
- ❖ 점성발열
- ❖ 공동현상
- ❖ 상변화
- ❖ 표면장력
- ❖ 기포 추적
- ❖ 비뉴턴 유체
- ❖ 텍소트로피
- ❖ 난류모델
- ❖ 다공성매질
- ❖ 회전체정의
- ❖ CAD interface
- ❖ GMO(General Moving Object)
- ❖ Granular Flow
- ❖ 증착

FLOW-3D[®] 의 구성

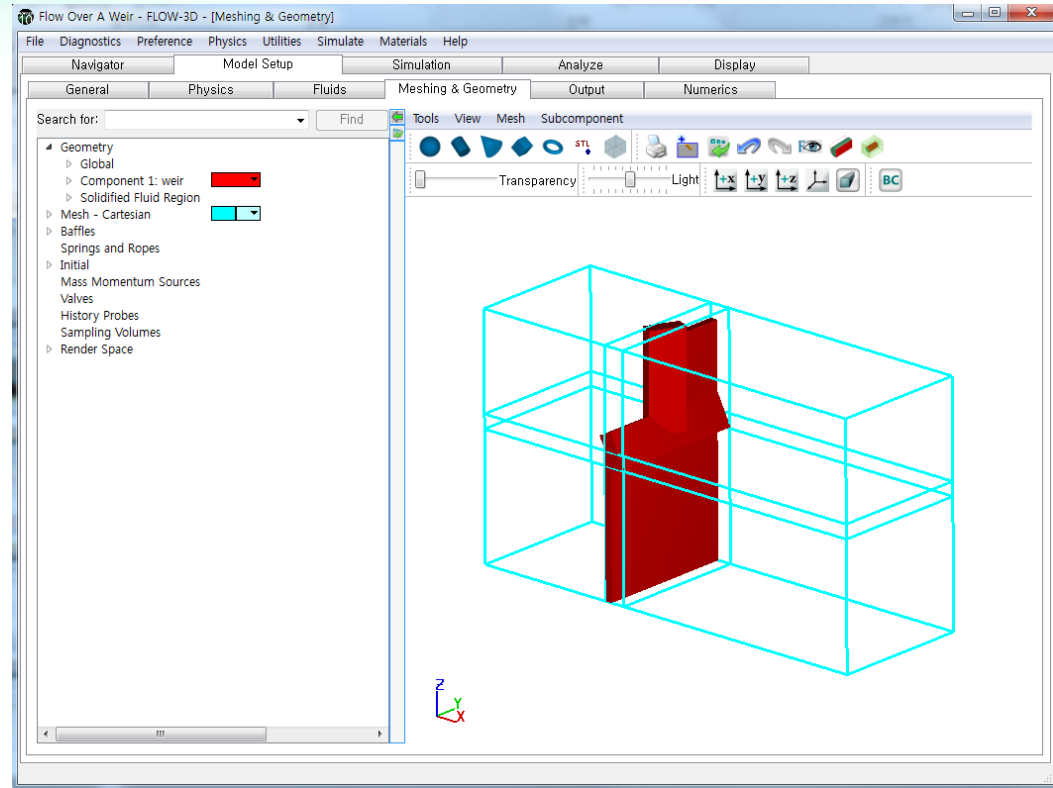
- ❖ Pre-processor (전처리 기능)
 - ◆ GUI, Text mode
 - ◆ Initial condition, boundary condition, mesh generation, physical option, ...
 - ◆ CAD interface
- ❖ Solver
 - ◆ 계산 수행
 - ◆ Solver monitoring
 - ◆ User subroutine 작성
 - ◆ Single & Double precision version, Parallel processing version
- ❖ Post-processor (후처리 기능)
 - ◆ Animation, 3D, 2D, graph, ASCII, ...
 - ◆ Post 전용프로그램 interface
- ❖ Hardware
 - ◆ PC, Unix, Super computer, ...

손쉬운 사용법 : Pre processing



Text Mode (숙련자)

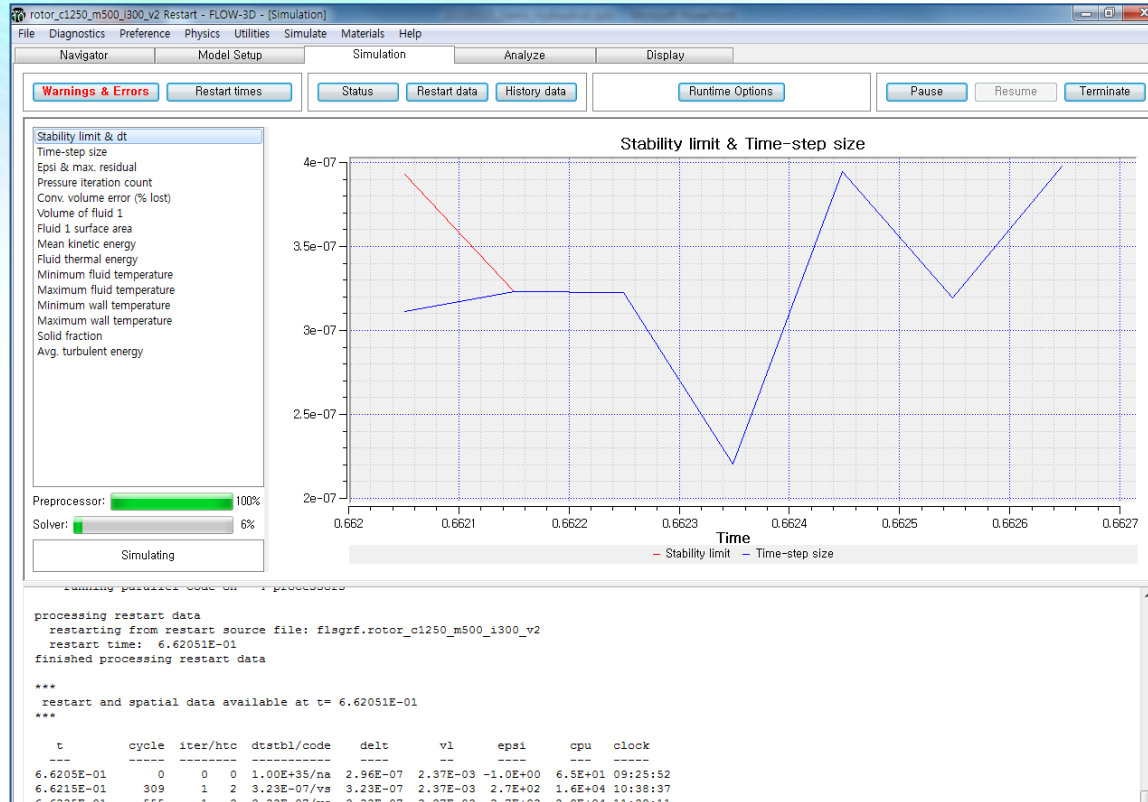
- 입력 파일 직접 수정에 의한 신속한 해석
- case study시 batch mode (순차적 실행) 가능
- 기존 입력 파일 복사를 통한 신속한 해석



GUI Mode (초보자)

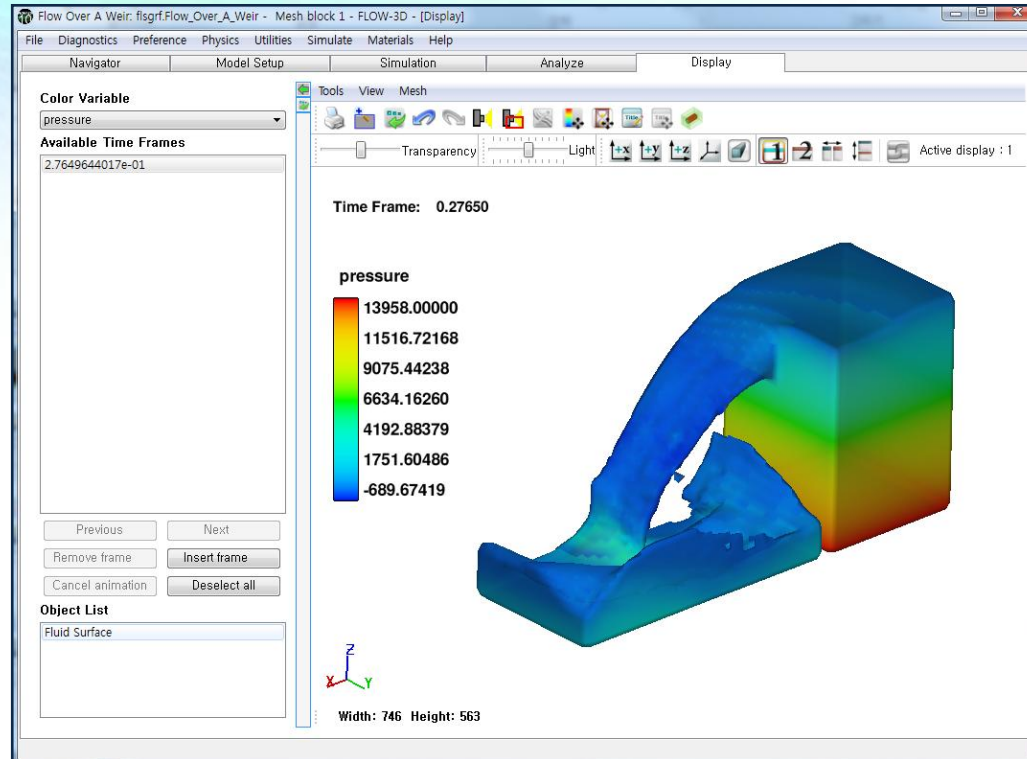
- 손쉬운 입력 시스템 및 물성 DB
- 형상 및 조건을 보면서 입력자료 작성
- 자동으로 필요한 option 선택

손쉬운 사용법 : Intelligent Solver



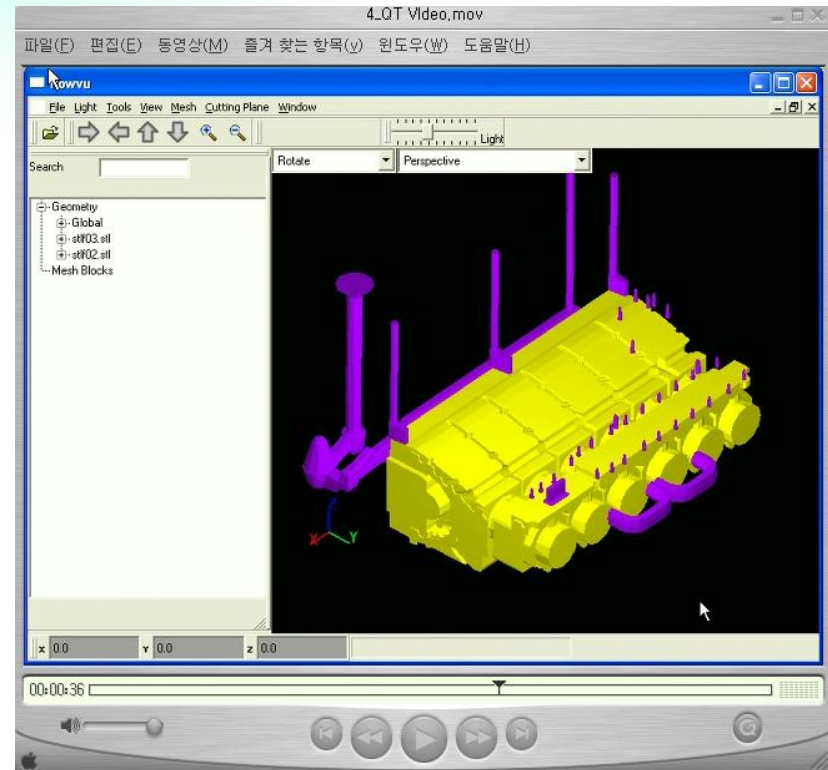
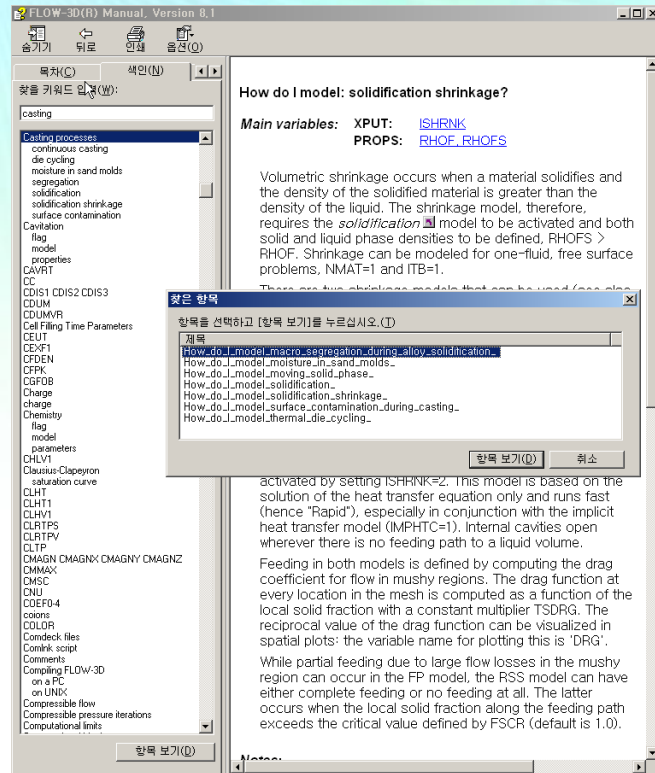
- ❖ Mentor Tip : FLOW-3D가 지능적으로 상태 및 조건을 판단하여 문제점 및 대책 제시
- ❖ Numerical option (time step, algorism, 등)을 자동으로 선택하고 조절하며 최적의 상태로 해석
- ❖ Solver의 정상적 진행 여부 모니터링 : 충전량, 운동/난류에너지, time-step, 등으로부터 수학적 안정성 검토
- ❖ 해석중 진행된 부분까지의 해석 결과 확인 및 계산 중 입력 조건 변경을 통한 restart 기능 제공

손쉬운 사용법 : Post processing



- ❖ 2D, 3D 그림 출력
- ❖ 그래프 및 동영상 출력
- ❖ Text로 해석 결과 도출
- ❖ 타 Post Processing 전용 프로그램과 호환

손쉬운 사용법 : Manual/Help/Tutorial



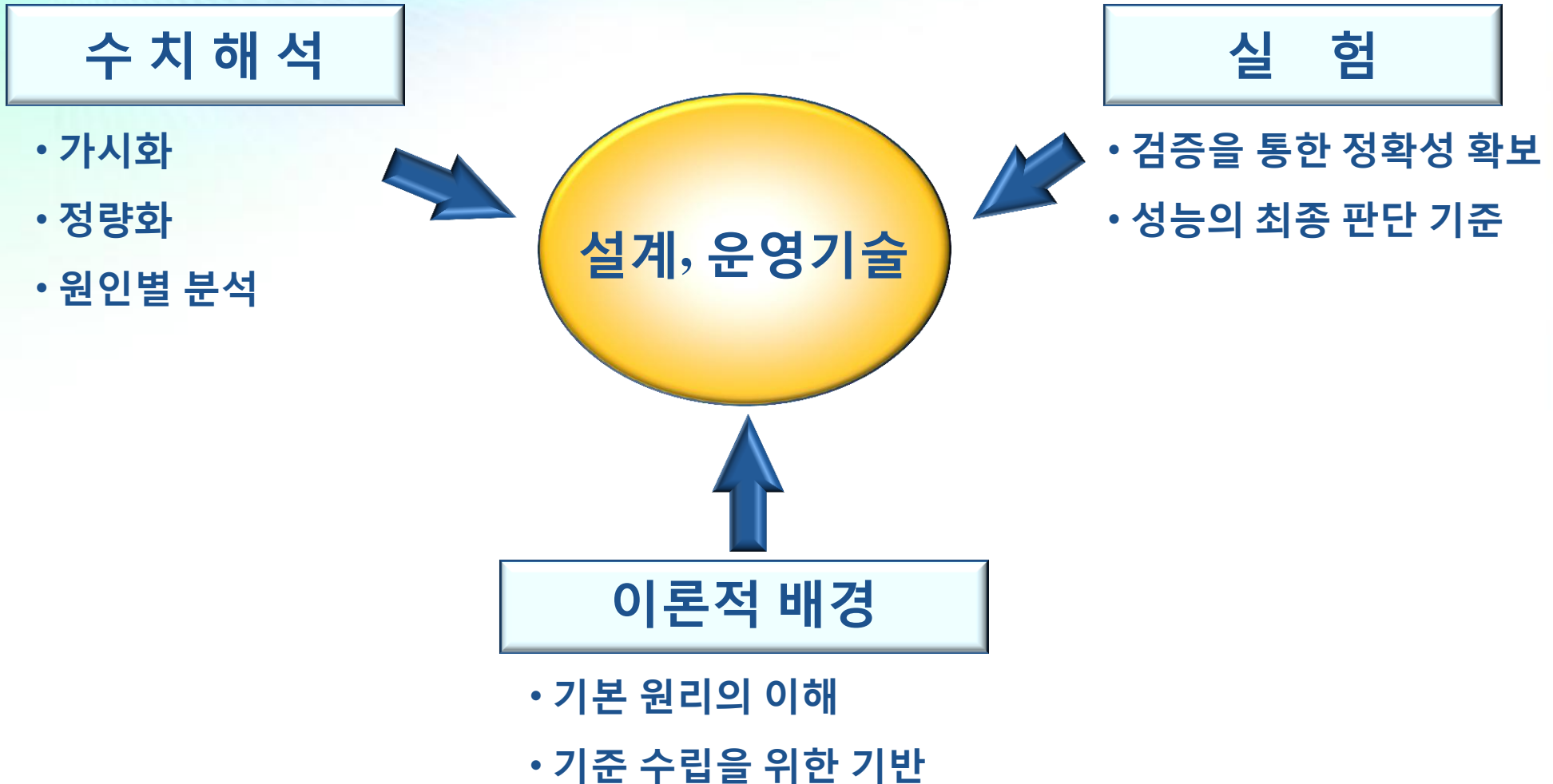
- ❖ Manual : on-line, off-line
- ❖ Examples, 'How do I model?'

- ❖ 동영상 Tutorial
- ❖ 전화, 이메일, 방문 지원
- ❖ Consulting



Solid Modeling

3차원 설계기술



3차원 CAD의 이점

항 목	설 명
사용편의성	오토캐드보다 쉽고, 작업 속도가 빠르다.
도면 이해	실물과 동일한 형상과 원하는 단면을 손쉽게 볼 수 있다.
도면 작성	형상 수정 시 관련 도면의 형상 및 치수 자동수정
시각효과	재질 렌더링으로 Presentation 효과 증대
도면 전달	웹 기반 정보전달 및 보안성 기능 강화
수량 산출	B.O.M을 통한 자동산출 ⇒ 수량, 무게, 부피, 등
표준 부품	모델을 DB로 만들어 설계효율 향상 및 체계적 자료관리
해 석	구조, 열, 유체 등 해석 시 Modeling 불필요 ⇒비용, 시간단축

설계도 작성 (3차원 모델링)

❖ 2D도면 → 3차원 모델링

The image displays a comprehensive architectural design process. On the left, a 2D floor plan shows a building layout with dimensions: 1950, 1800, and 2100. On the right, a 3D perspective model of the building is shown with callouts 1 through 11. Below the 3D model is a circular detail view labeled 'DETAIL A' showing a staircase. At the bottom center, a larger 2D floor plan shows overall dimensions: 34600, 21500, 19500, 9500, 6500, 2300, and 10100. To the left of this larger plan is a table listing items, and to the right is a project information table.

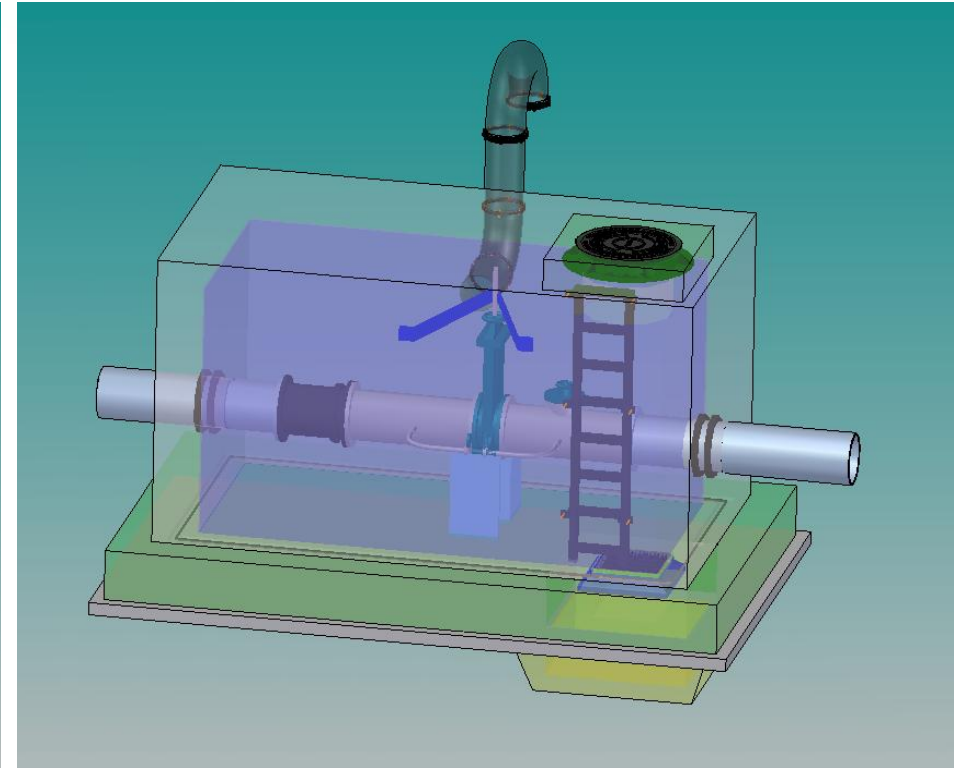
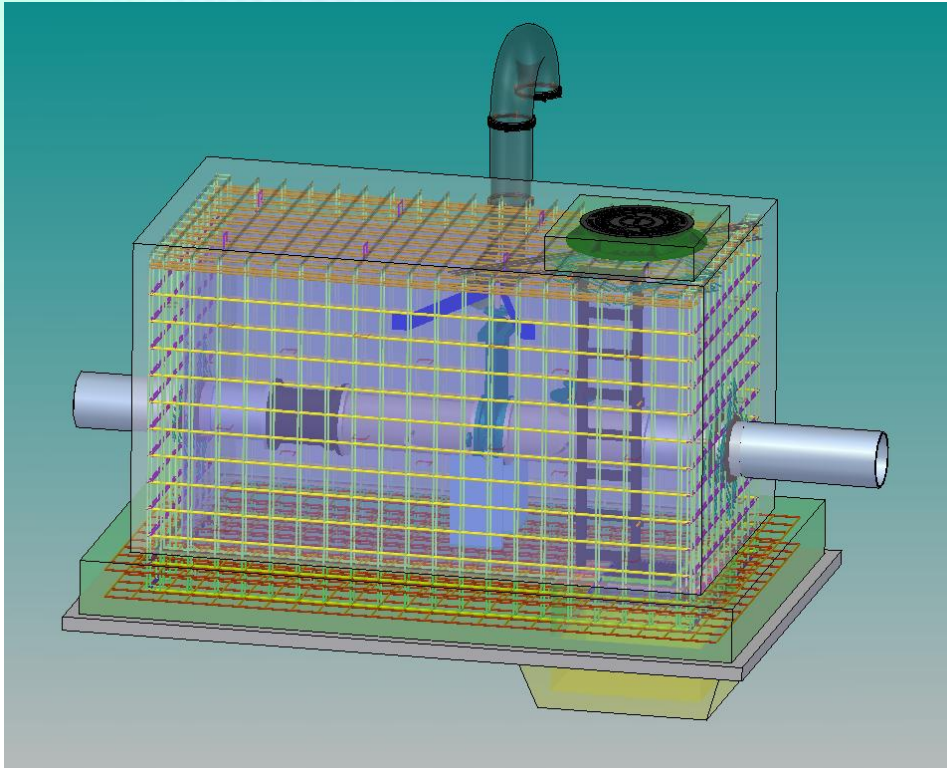
Item Number	Decomposition Number	Title	Material	Quantity
1	30	경수지	concast	1
2	02	민공 100x100	skel	4
3	04	단공 200	skel	2
4	04	민공 800x800	skel	1
5	07	나팔경 80	skel	1
6	06	민공 200x500	skel	4
7	5	플랜지 단공 200	skel	1
8	8	플랜지 단공 200.1	skel	2
9	08	플랜지 단공 200	skel	2
10	09	플랜지 단공 200.5	skel	1
11	09	나팔경 80	skel	4
12	6	나팔경 100	skel	1
13	11	단공 200	skel	1
14	8	단공 80	skel	2
15	2	플랜지 단공 80	skel	1
16	20	사다리 1	skel	3
17	08	단공 200	skel	1
18	21	사다리 2	skel	1
19	22	사다리 3	skel	1
20	01	지초 1	concast	1
21	06	지초 2	concast	1

DATE	NAME	TYPE
2024.08.23	JINHO CHUNG	DESIGN
2024.08.23	JINHO CHUNG	CHECK
2024.08.23	JINHO CHUNG	DATE

이쿠에스티아이	
Soly Tech Information, Inc.	
TITLE	
SCALE	DATE
SCALE	DATE

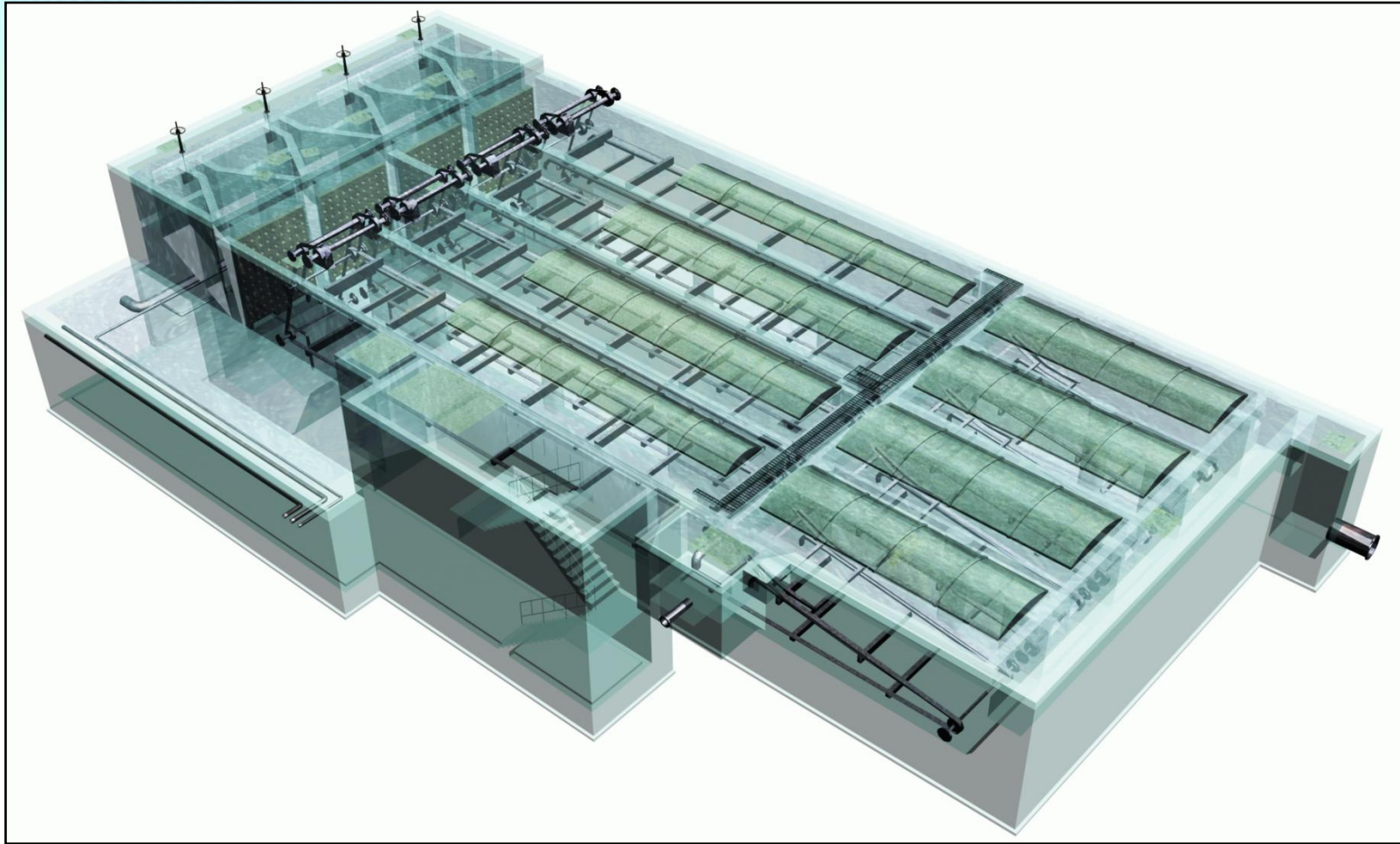
3차원 설계 사례: 수자원공사 표준도

❖ 제수변실의 자동철근 삽입

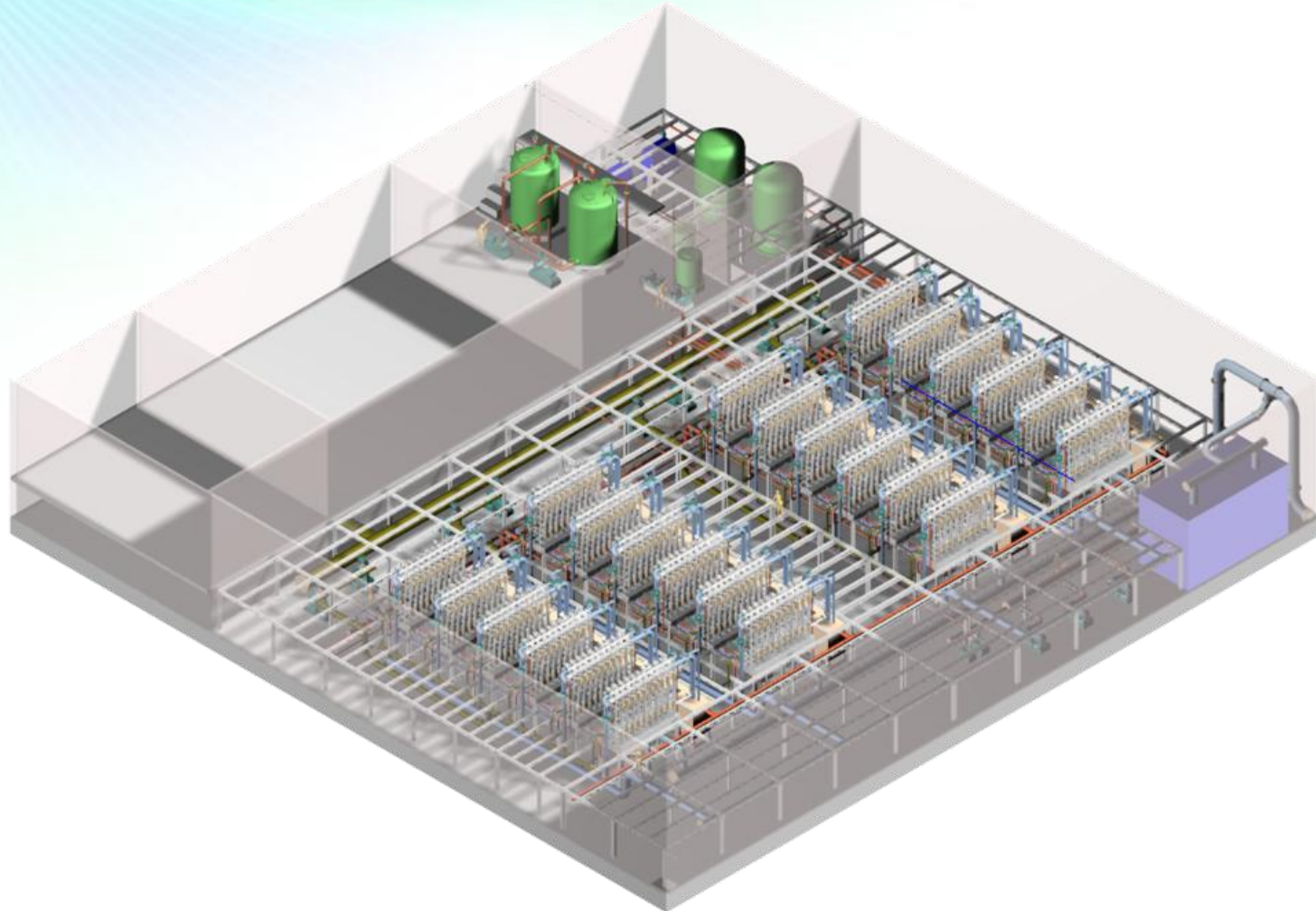


3차원 설계 사례 : 서귀포 서부하수처리장

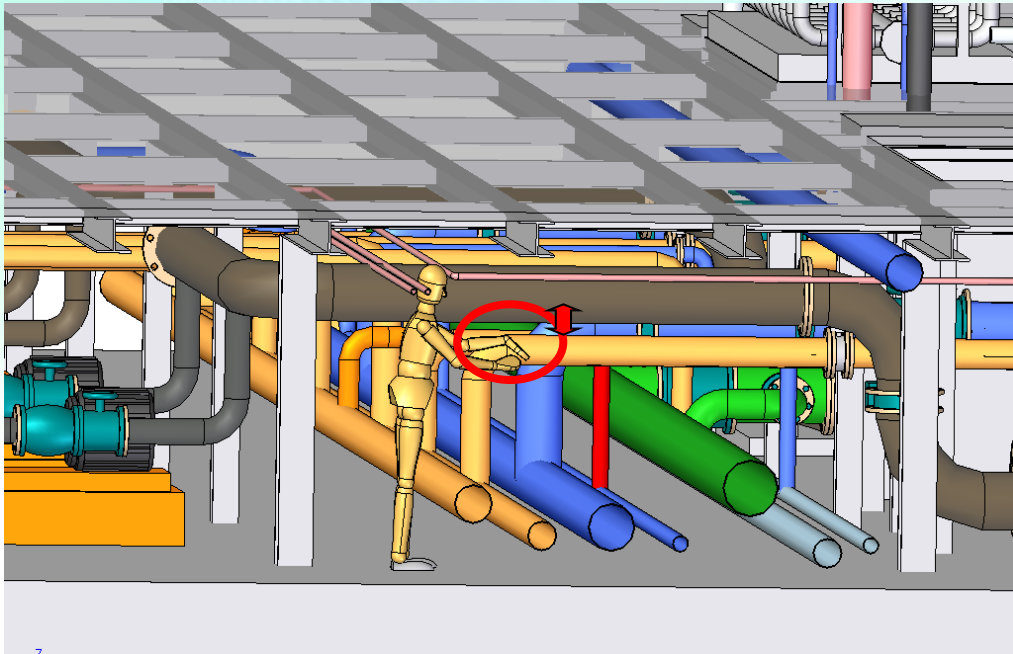
❖ 최종침전지



3차원 설계 사례 : 막여과동

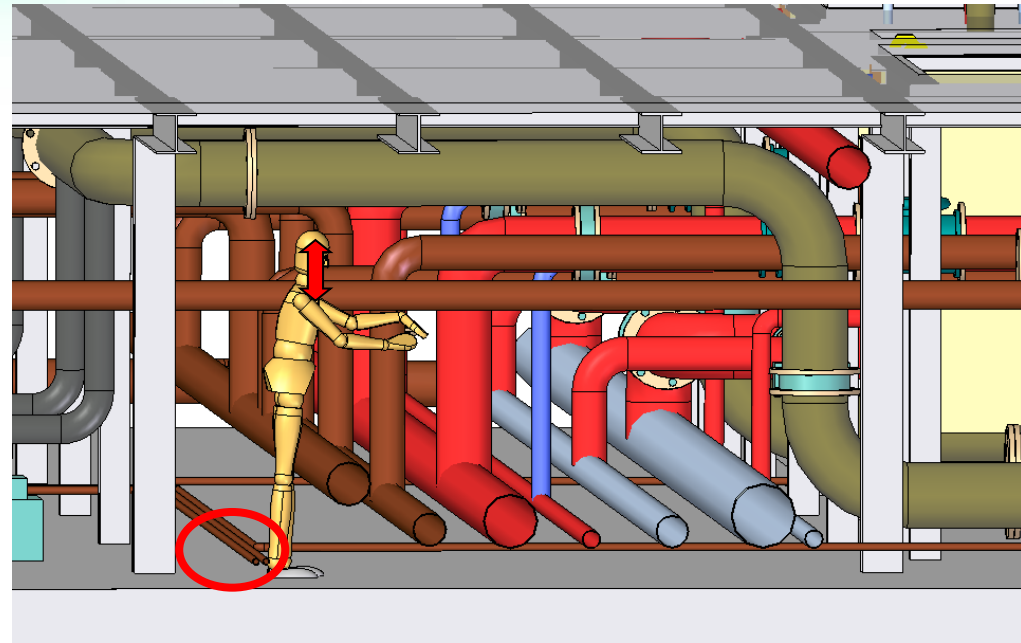


작업공간확보를 위한 설계변경



역세 차염관이 위쪽에 있어 머리에 닿아 이동이 어렵다. 프레임 때문에 공간이 비좁아 보인다.

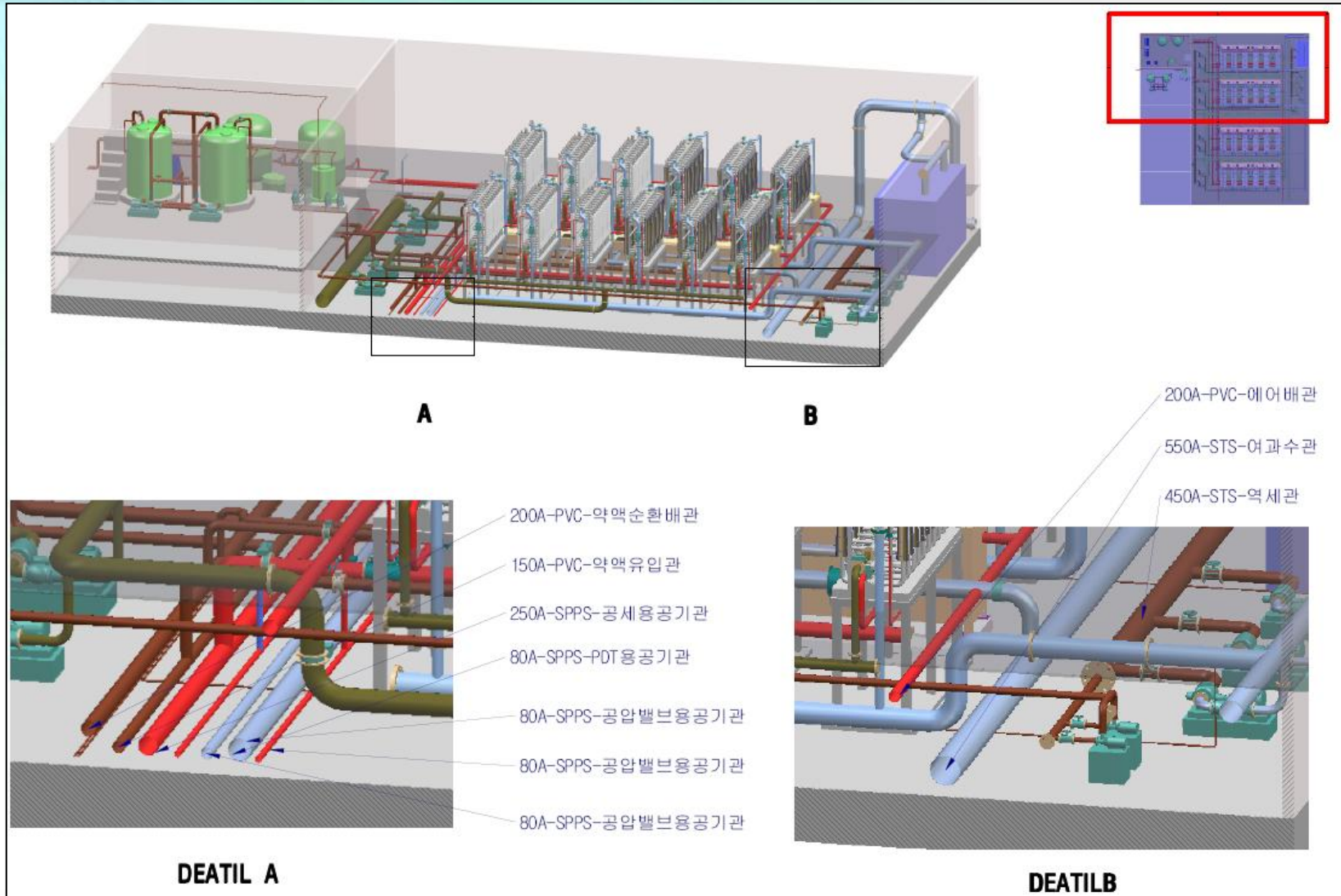
당초설계안



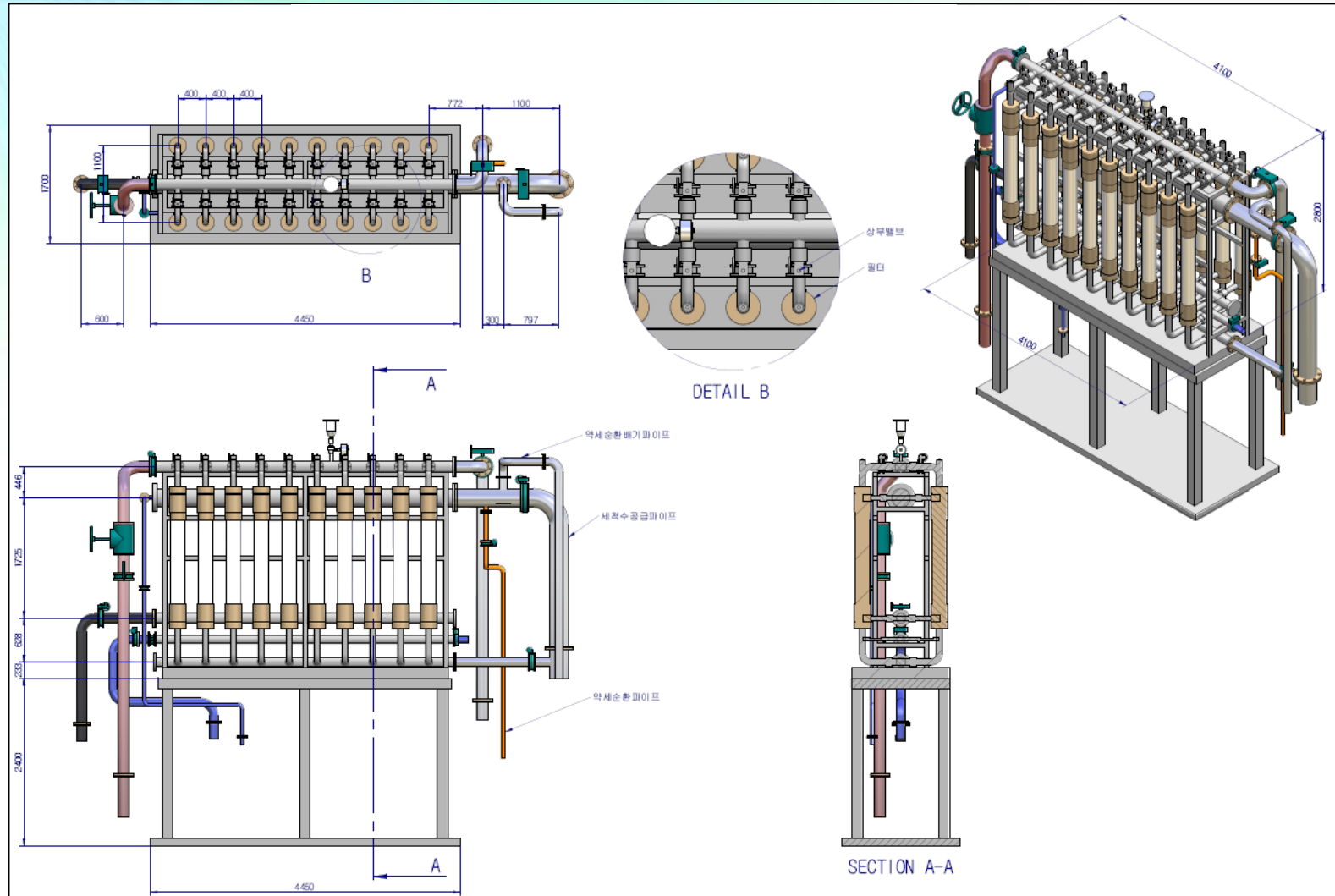
역세 차염관이 아래쪽에 배치되어 이동이 편리하며 프레임과 머리와의 간격도 여유롭다.

개선설계안

막여과동 도면화(3차원)



막여과유닛 도면화(3차원)





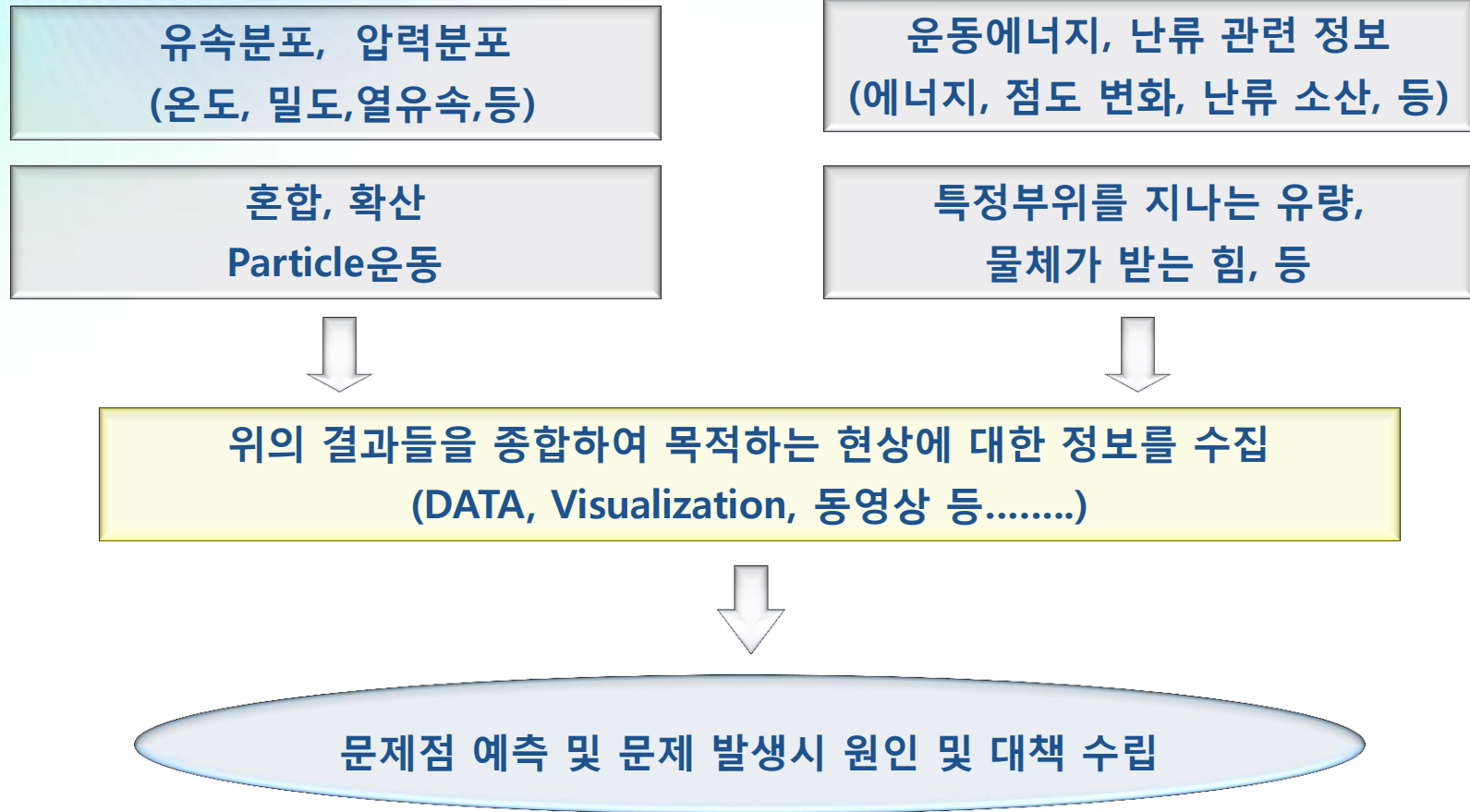
Water Treatment Application

수치해석의 배경

❖ 기술 선진화의 요구

- ◆ 선진국 : 3차원 유동해석의 적용 증가
- ◆ 사전 점검을 통한 수치리 구조물 효율 증대
- ◆ 최적 운영조건 확보를 위한 기초 자료 수집
- ◆ 수치리 구조물 흐름 및 확산 등 유동현상에 대한 이해 확대
- ◆ 데이터화된 결과 분석을 통한 기술력 증진

해석을 통해 얻을 수 있는 DATA



수처리 적용분야 :정수처리시설

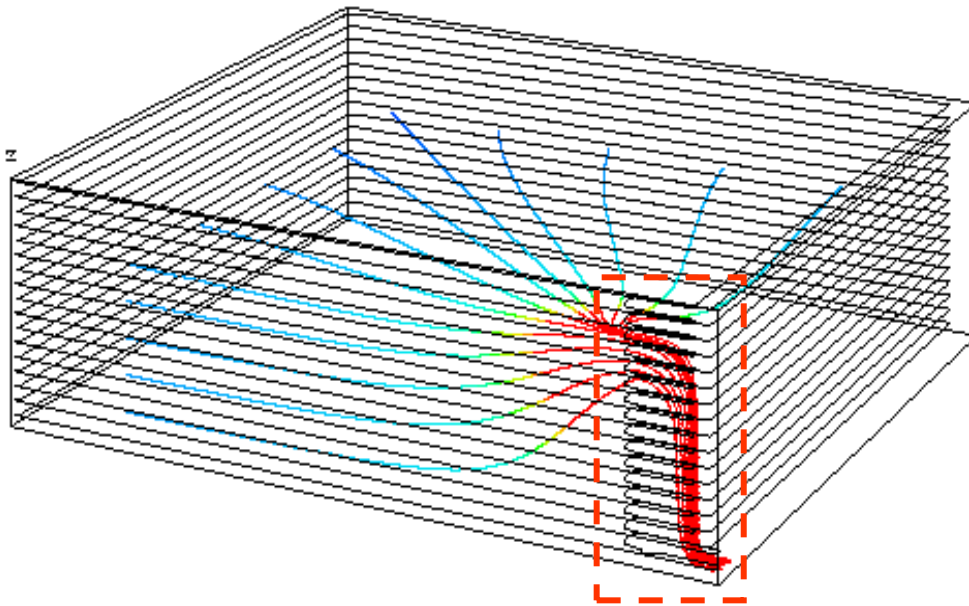
대 상	해 석 내 용
취 수 구	취수탑 형상 및 운영에 따른 선택취수, 취수탑 부근의 유동
분말활성탄접촉조	유속분포, 체류시간
혼 화 지	약품 혼합, 확산, 유량분배, 등
분배수로	유량분배
응 집 지	유동양상, 위치별 속도, 체류시간, 등
침 전 지	유동양상, floc의 운동, 등
여 과 지	유량분배
정 수 지	유속분포, 체류시간, 염소의 확산, 등
기 타	수처리 전반 (첨가제 투입, 확산, mixing, 유동 등)

수처리 적용분야 :하수처리시설

대 상	해 석 내 용
침 사 지	유입량에 따른 평균 유속, 침전효율 평가, 등
분배수로	지별 유량분배 비교, 유속분포, 등
1차 침전지	체류시간, 유속분포, 단락류 발생 비교, 등
혐기조,무산소조	슬러지 혼합상태, 유속분포, 운영 및 개선방안
호 기 조	수면변화, 유속분포, 기포, D.O의 분포, 체류시간, 등
2차 침전지	체류시간, 유속분포, 침전 양상 분석, 등
소 독 조	염소의 이동확산, 체류시간, 단락류 발생 비교, 등
기 타	수처리 전반 (첨가제 투입, 확산, mixing, 유동 등)

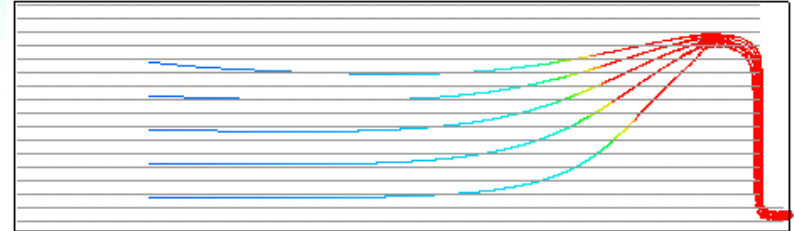
정수장 : 취수탑 선택취수

3차원 Streamline

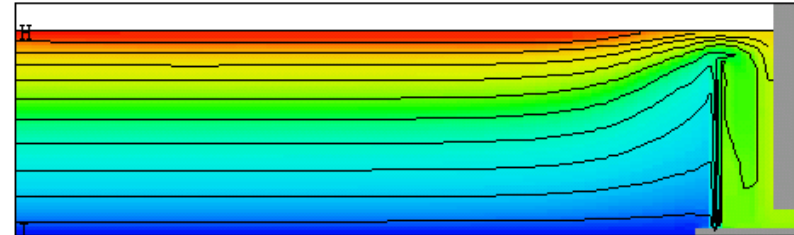


취수탑

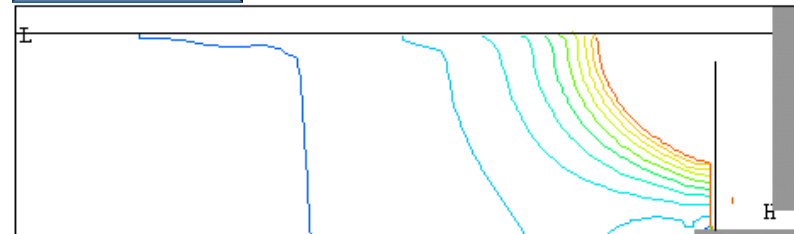
Stream Line



Temperature



Velocity

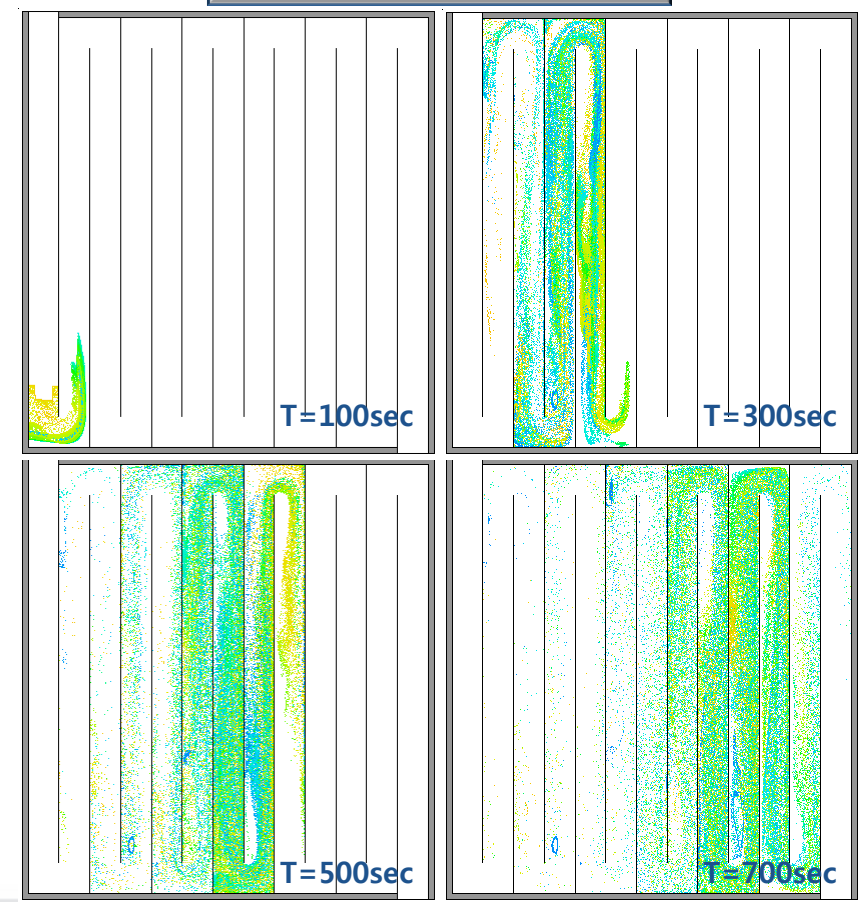
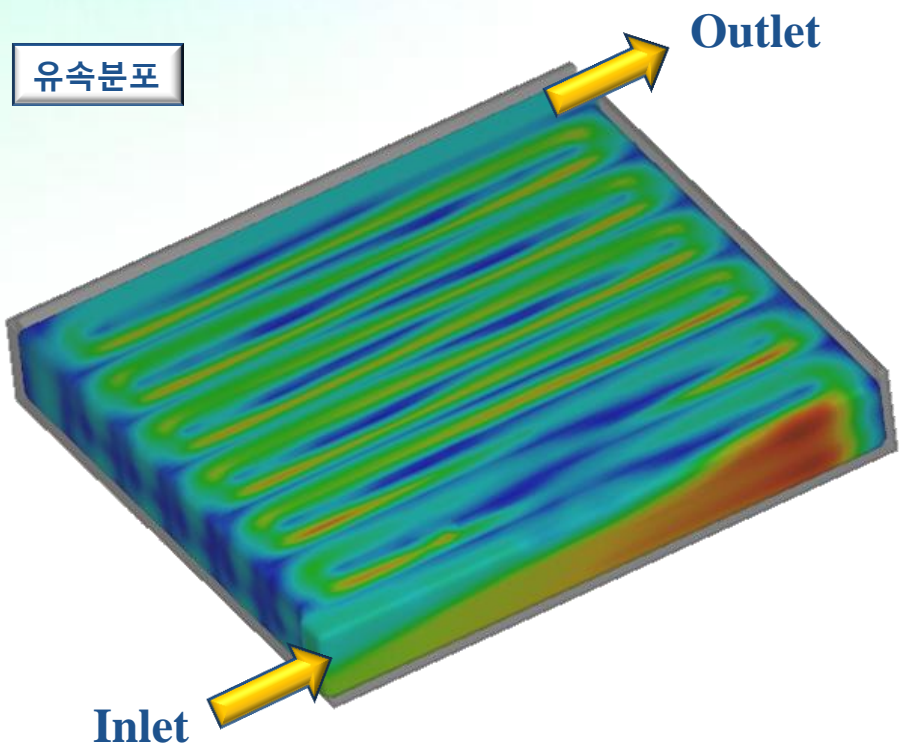


- ❖ 취수탑 : 상수도·관개·수력발전용 물을 저수지나 하천으로부터 끌어들이기 위한 구조물
- ❖ 취수탑의 선택취수 문제 해석 사례
- ❖ 취수탑 개도 조건에 따른 유출수온도, 조류 유입, 수심별 유입량 등을 예측

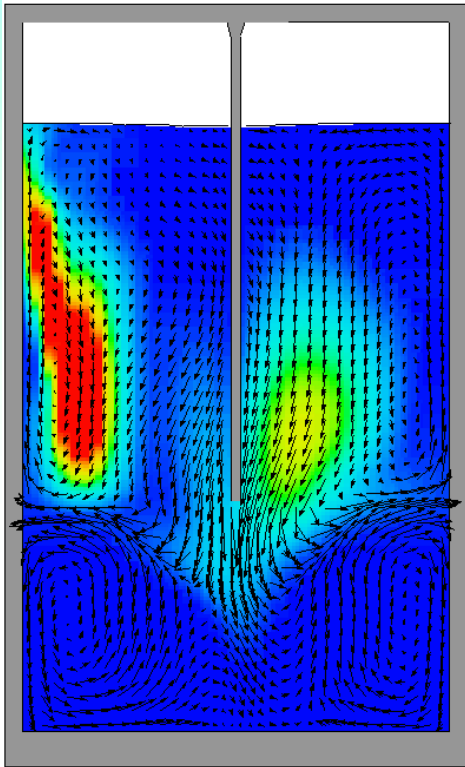
정수장 : 분말활성탄접촉조

- ❖ 분말활성탄 접촉조 : 유입구의 구조, 수로의 장폭비, 도류벽구조에 의한 변화 → 최적형상 도출
- ❖ 해석을 통해 각종 Index(Morill Index, Modal Index 등) 분석

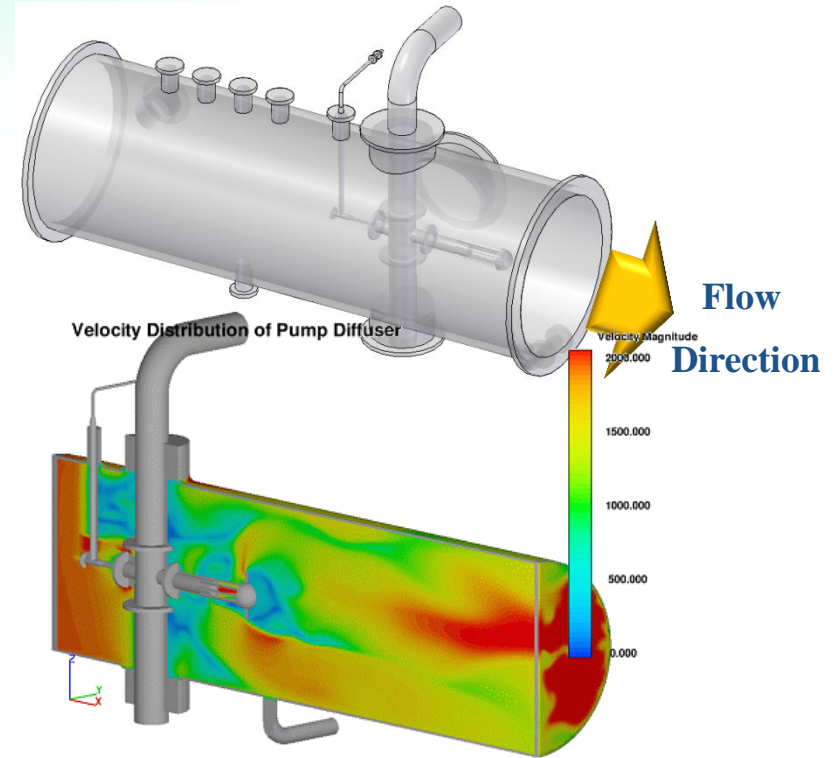
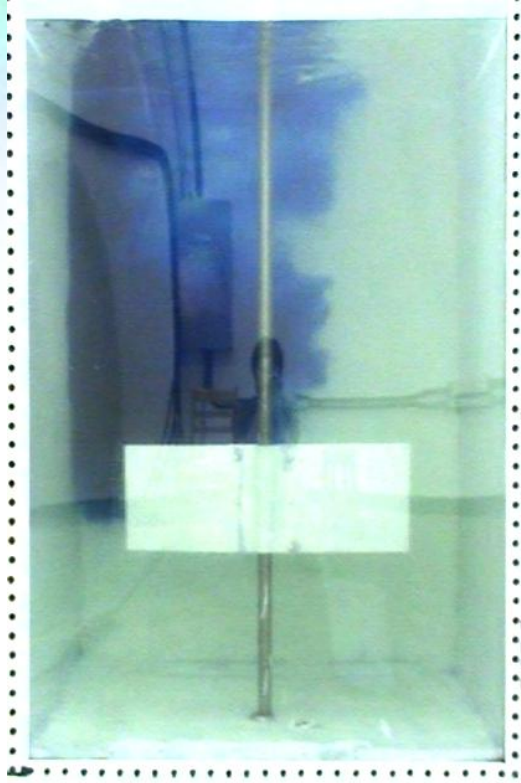
시간에 따른 분말활성탄 분포



정수장 : 응집제의 확산



응집지 확산 (2 liter, 1000 liter Jar)

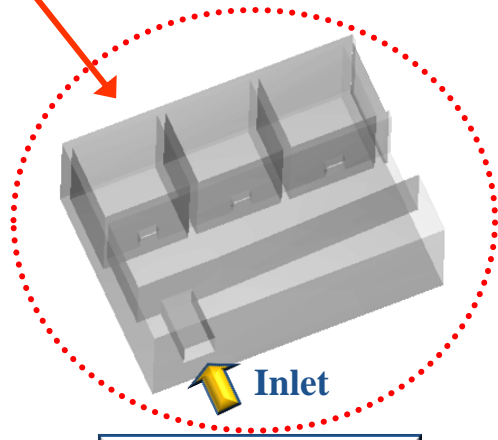
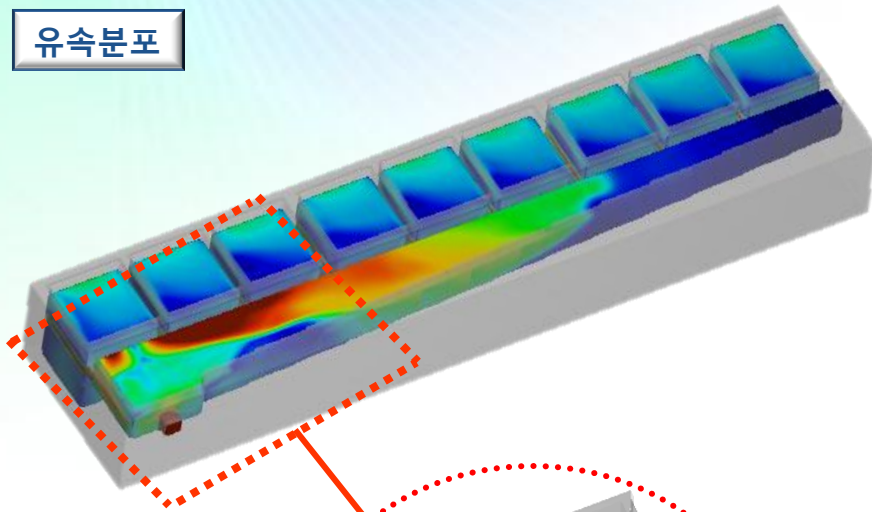


급속혼화기(Pump Diffusser)

- ❖ G, 혼화지 구조에 따른 turn over time, 지내 속도 분포, 체류시간(t), 등 분석
- ❖ 완속 혼화기, 급속혼화기에서 응집제의 혼화 및 분산 효과 파악

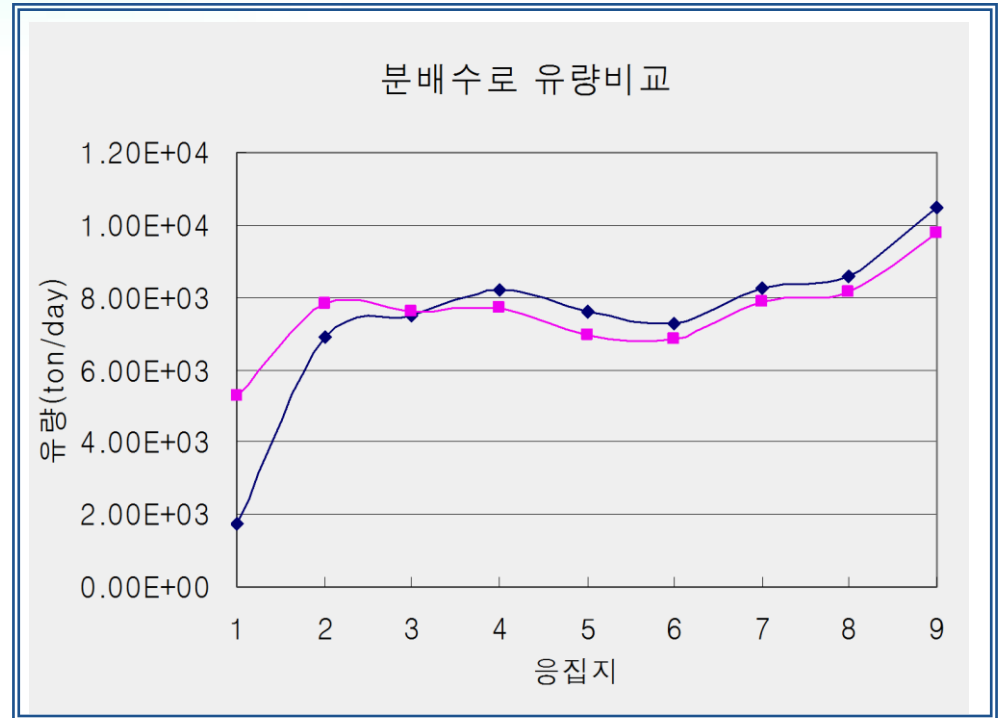
정수장 : 분배수로 유량분배

유속분포



분배수로 입구 형상

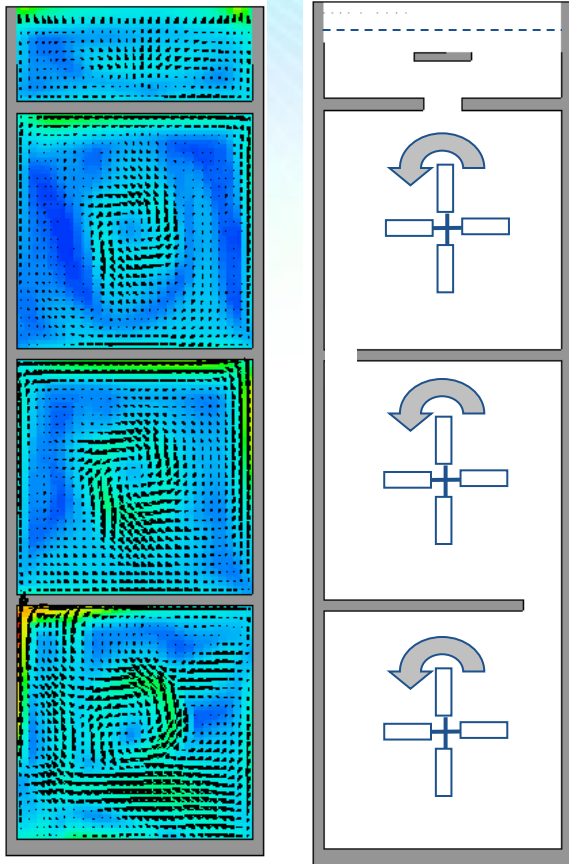
분배수로 유량비교



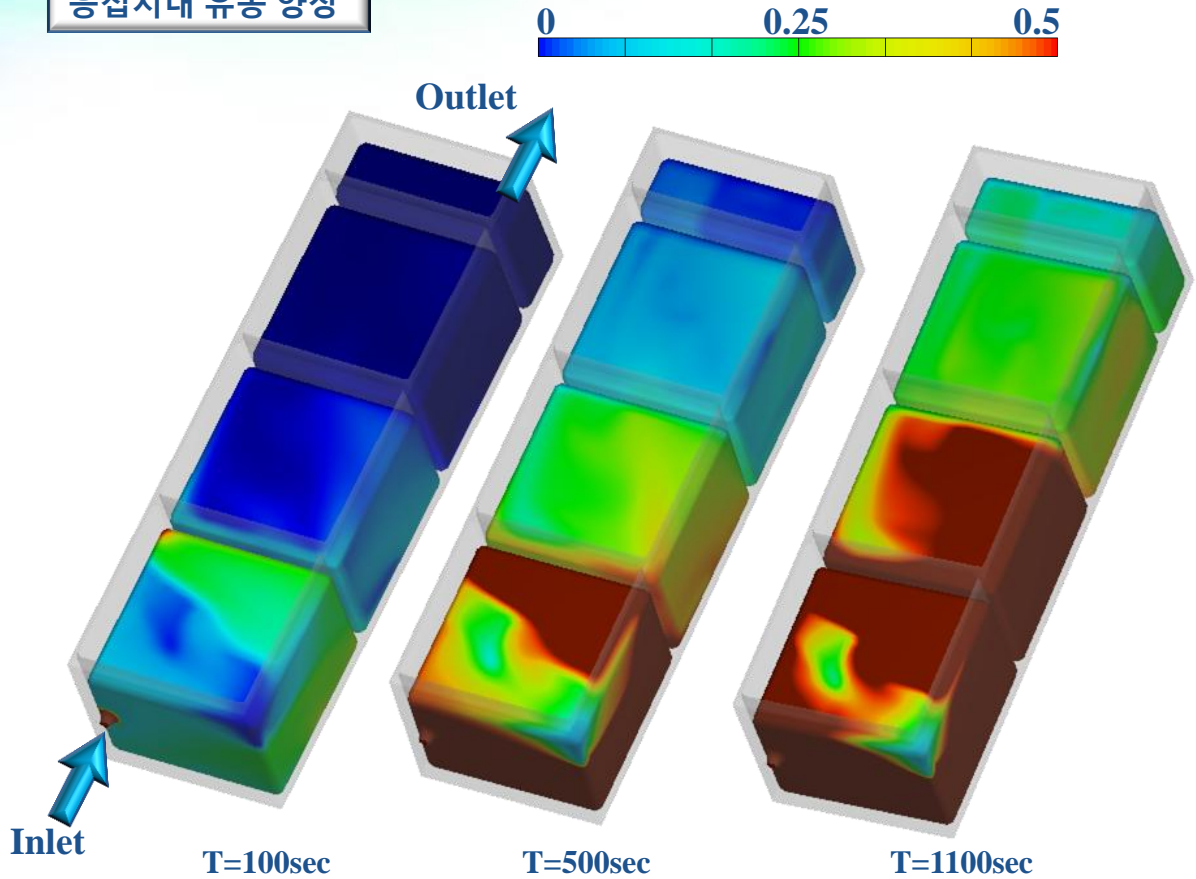
- ❖ 분배수로의 기능 : 응집지 및 침전비 별로 균일하게 물을 분배함
- ❖ 분배수로의 구조에 따른 응집지 유입수의 유량분배 해석
- ❖ 구조별 유량분배 문제점 파악 및 개선방안 제시
- ❖ 구조별 유량분배를 정량화하여 정수장 효율 향상에 기여함.

정수장 : 응집지 체류시간 분석

3차원 유동양상 및 임펠러 회전방향

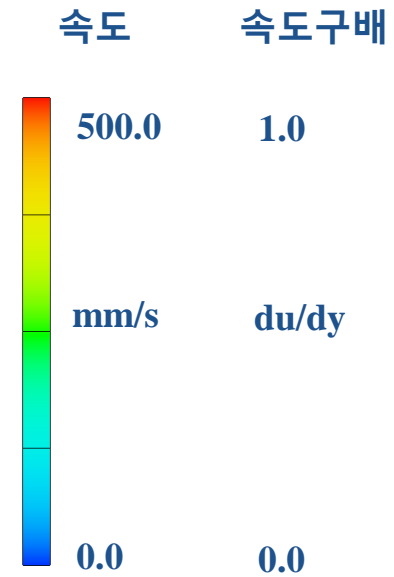
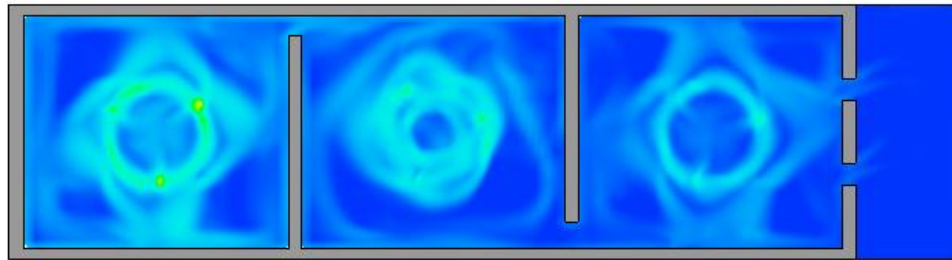
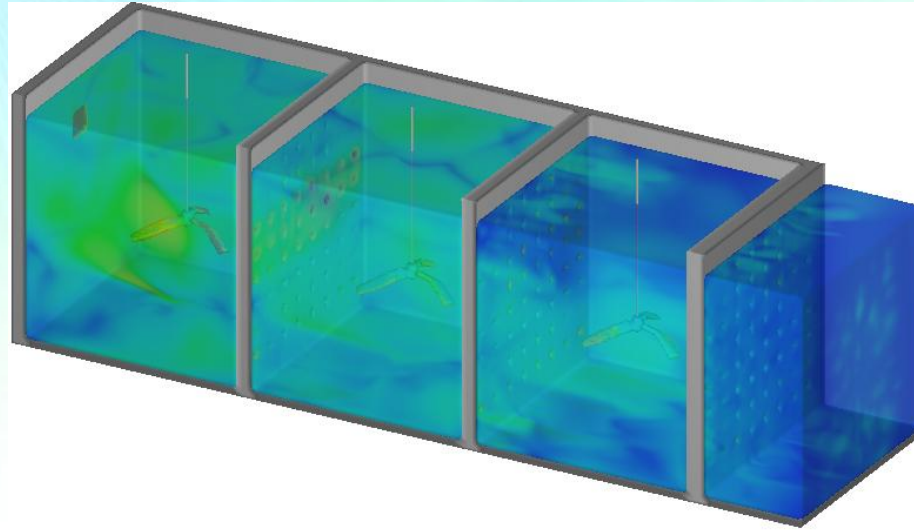


응집지내 유동 양상



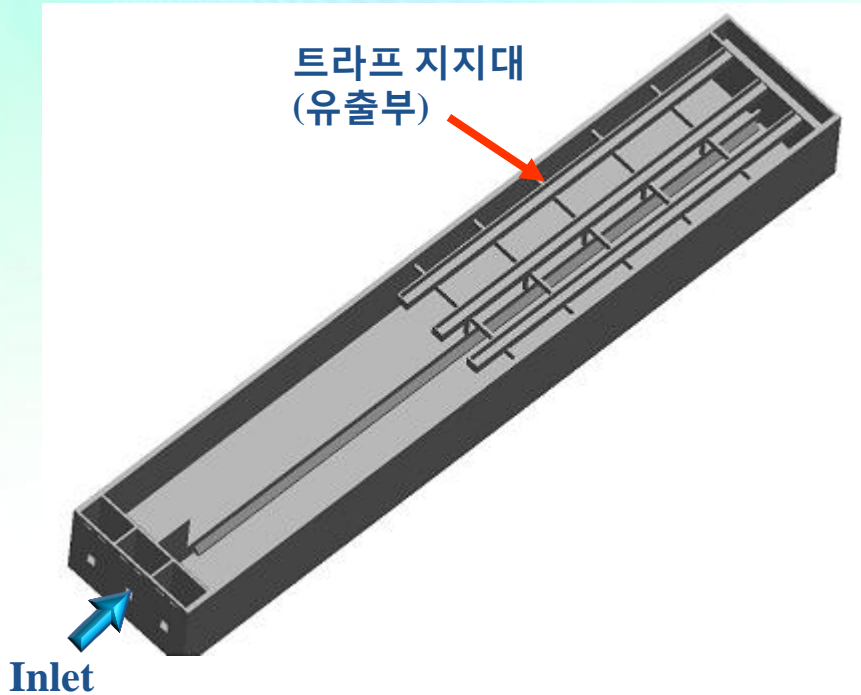
- ❖ 응집지별 균등한 유량분배, 체류시간, 응집지의 형태 및 교반강도 등을 이용하여 해석 실시
- ❖ 응집지 체류시간, 사수부 해석 → 수리학적 흐름 개선

정수장 : 응집지 속도구배(du/dy) 검증

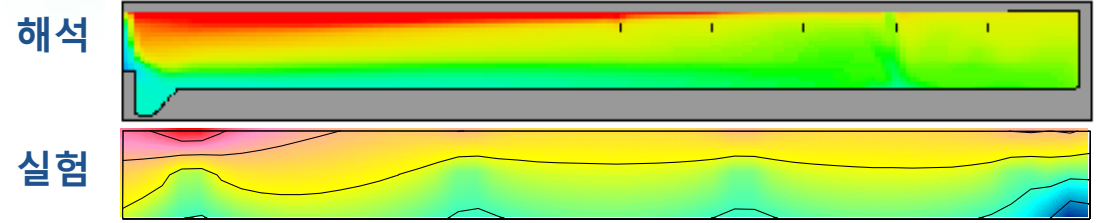


- ❖ 응집기내부의 유동양상 및 속도구배(G)를 규명하여 최적의 운영조건 도출

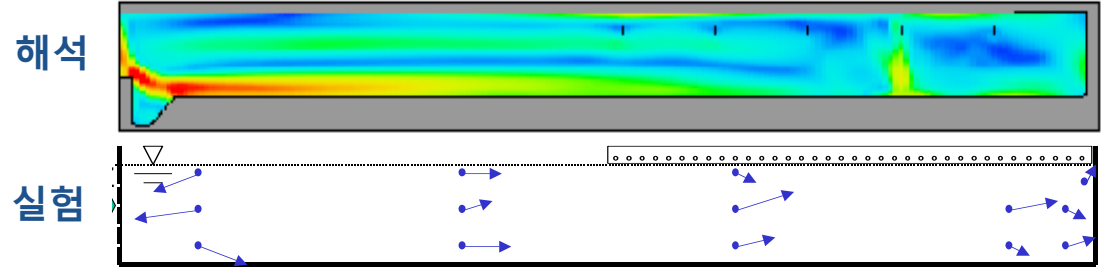
정수장 : 침전지



해석 및 실험 유동양상 비교



온도분포



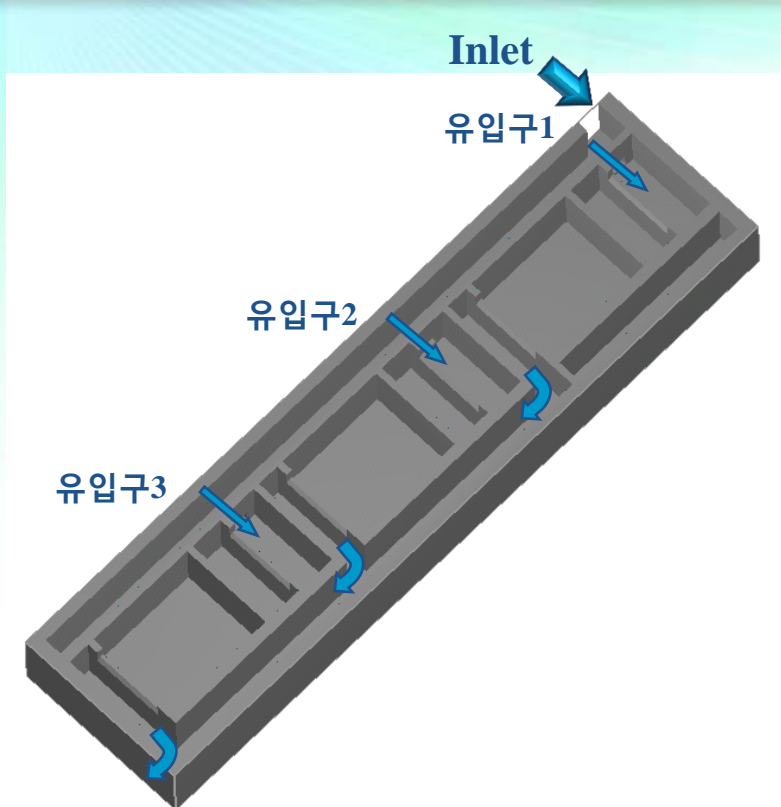
속도분포



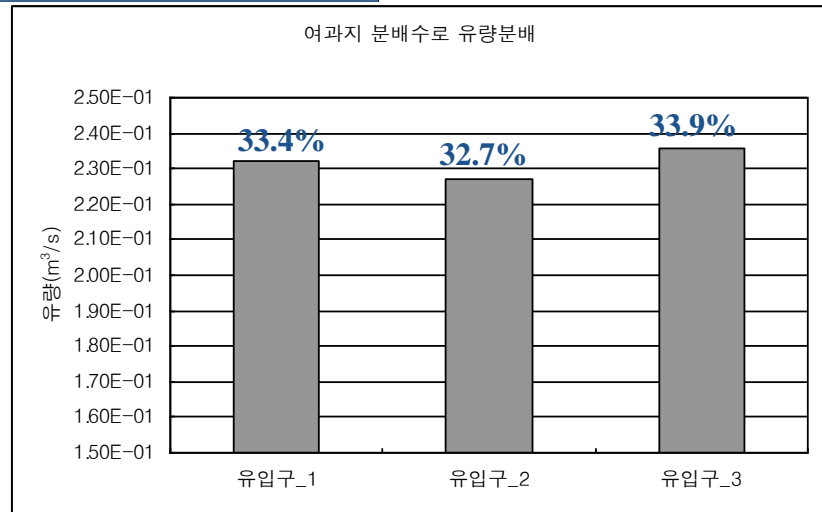
Floc 의 이동

- ❖ 대기온도, 일사량 등 외부조건을 고려한 침전지 유동해석 실시
- ❖ 침전지 내부의 밀도류 발생 원인 분석 및 Floc의 운동양상, 제거효율을 해석
- ❖ 실험과의 비교를 통하여 정확성 확보

정수장 : 여과지 분배수로



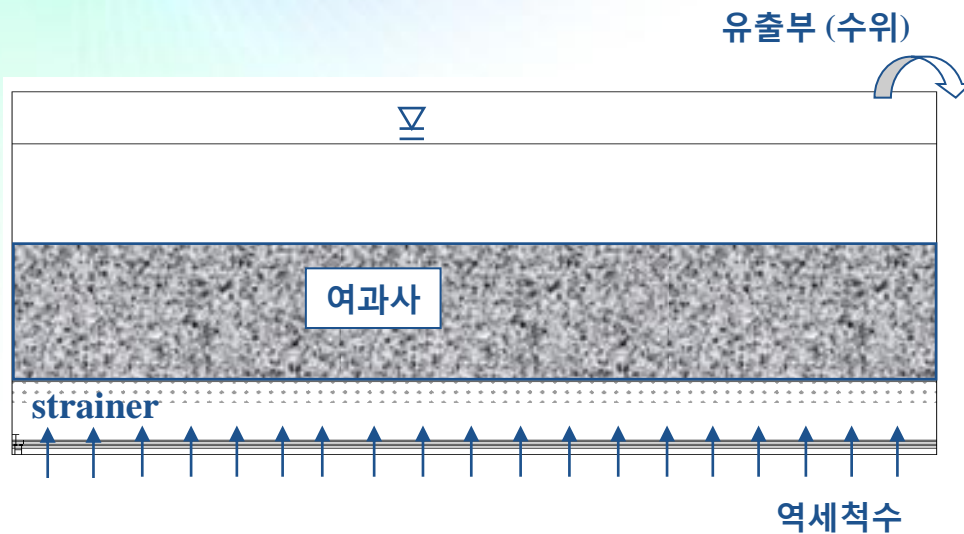
여과지 분배수로 유량분배



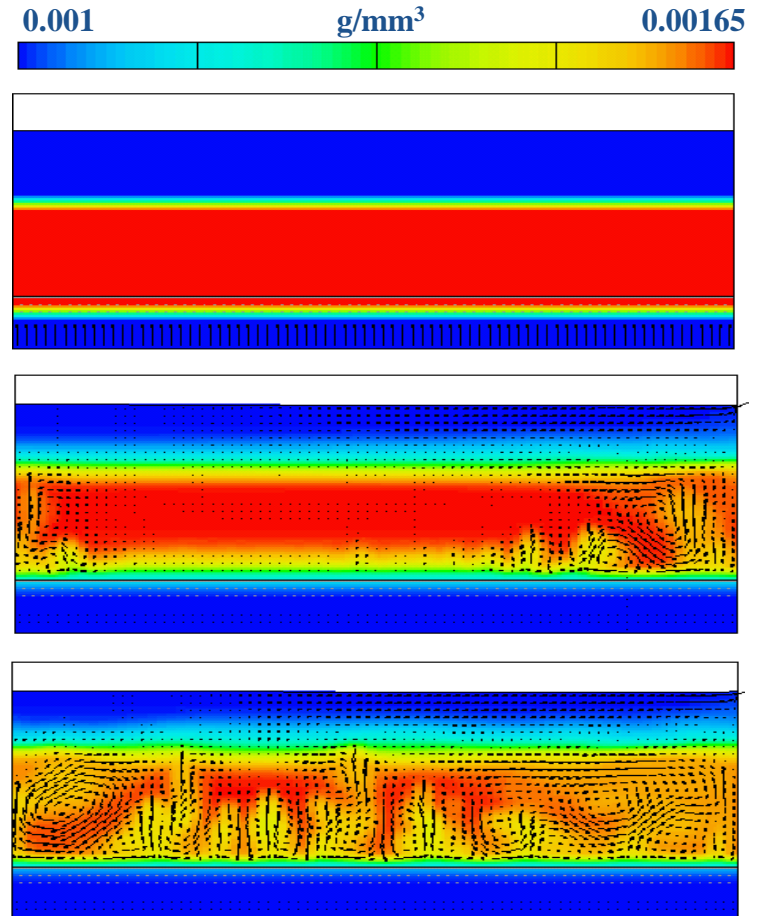
- ❖ 여과지 분배수로 유입구 유동해석 실시
- ❖ 수로 유입구에 따른 유량 균등분배 문제점 파악
- ❖ 유량 균등분배에 유리한 설계방안 제시 : 분배수로 구조
- ❖ 처리 용량에 따른 유량 분배 해석 : 운영방안의 기준 제시

정수장 : 여과지 역세척

경계조건



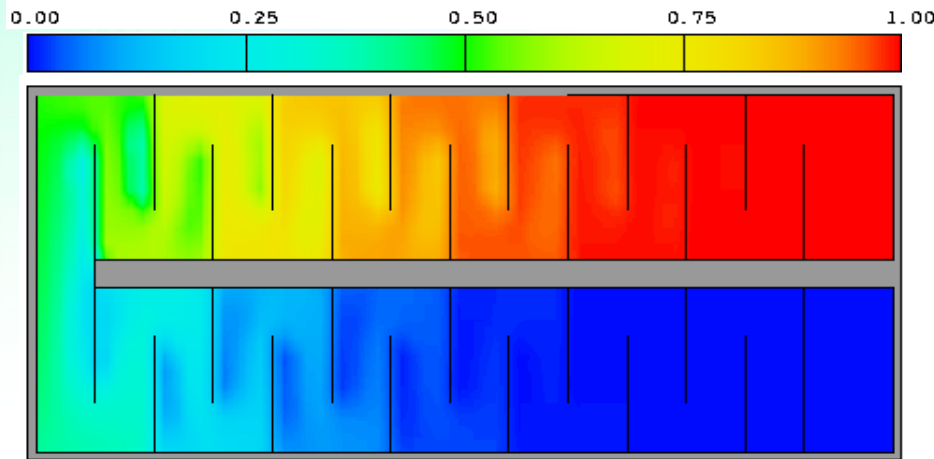
여과사의 팽창에 따른 밀도변화



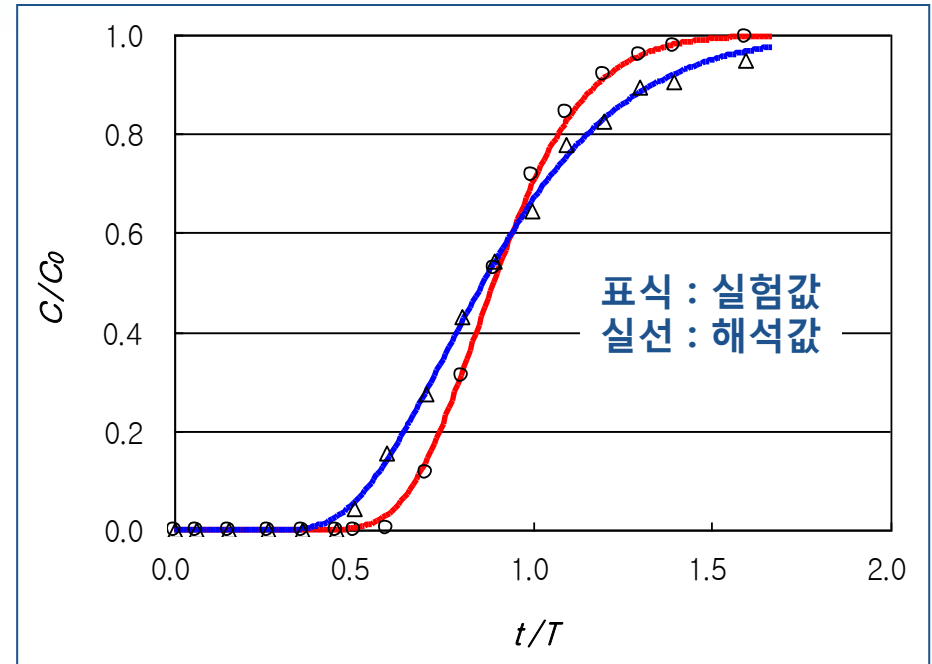
- ❖ Strainer를 통한 역세척수 유입 시 유동양상 해석 실시
- ❖ 역세척 시 압력분포의 균일성, 사수부, 침전수의 월류여부 파악
- ❖ 여과 및 역세척의 문제점 파악하여 효율향상 극대화

정수장 : 정수지 실험-해석 비교

체류시간 파악을 위한 추적자 해석



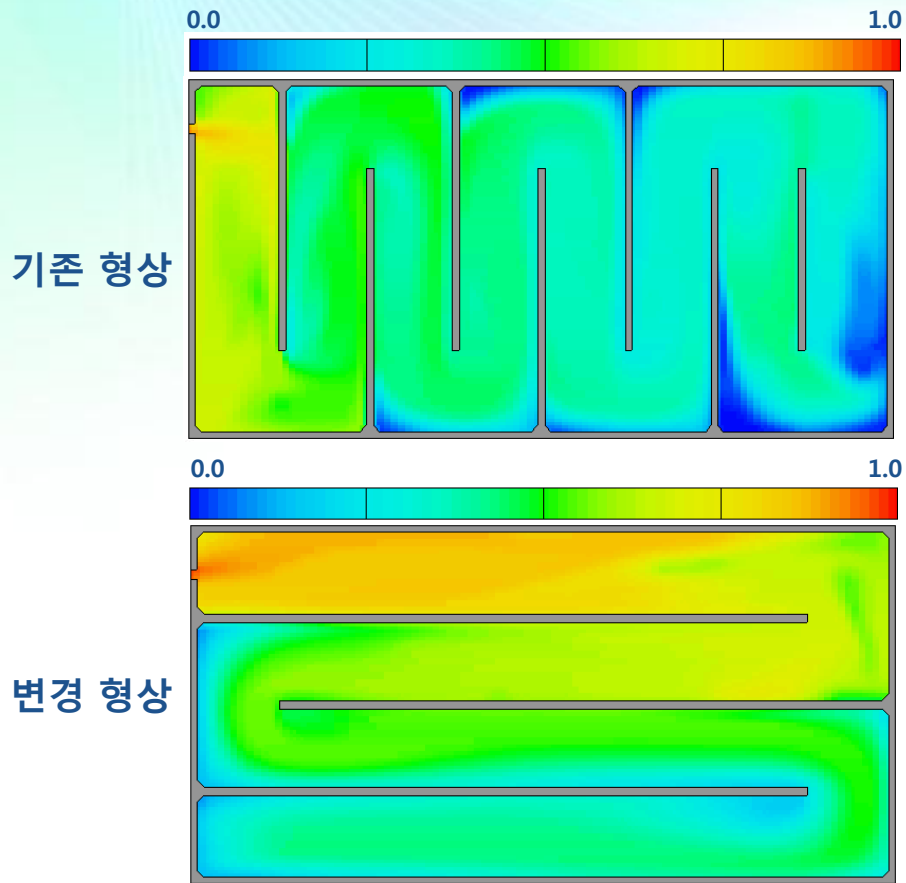
해석 및 실험 유동양상 비교



- ❖ 정수지의 기능 : 염소를 균일하게 혼화
- ❖ 정수지 유동양상 및 염소 농도, 체류시간 해석으로 CT 값 예측 및 문제점 개선
- ❖ 실험과의 비교를 통하여 정확성 확보
- ❖ 기존 정수지의 효율향상 및 최적 정수지 형태 제안
- ❖ 정수지는 분말활성탄접촉조와 기능과 형상이 유사하다.

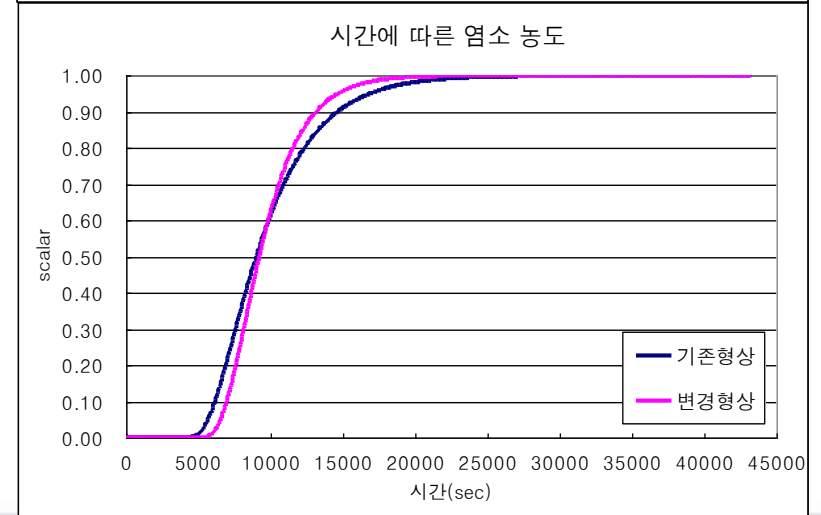
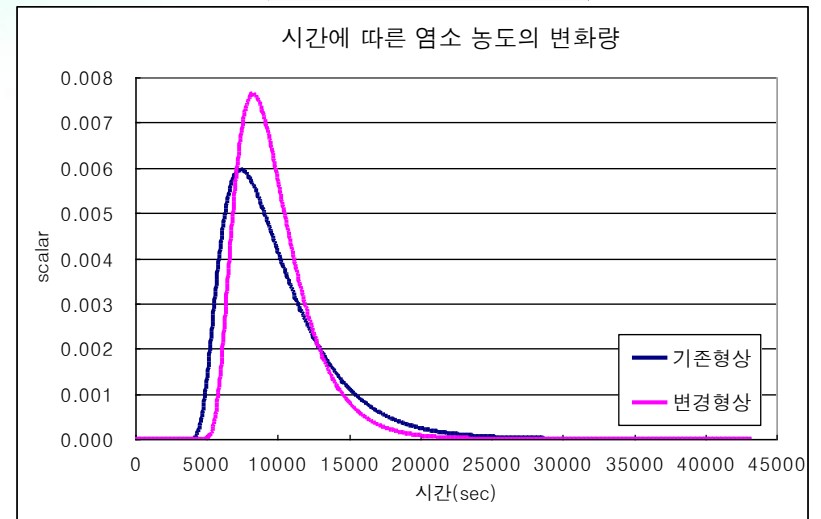
정수장 : 정수지 형태별 비교

농도분포 및 확산



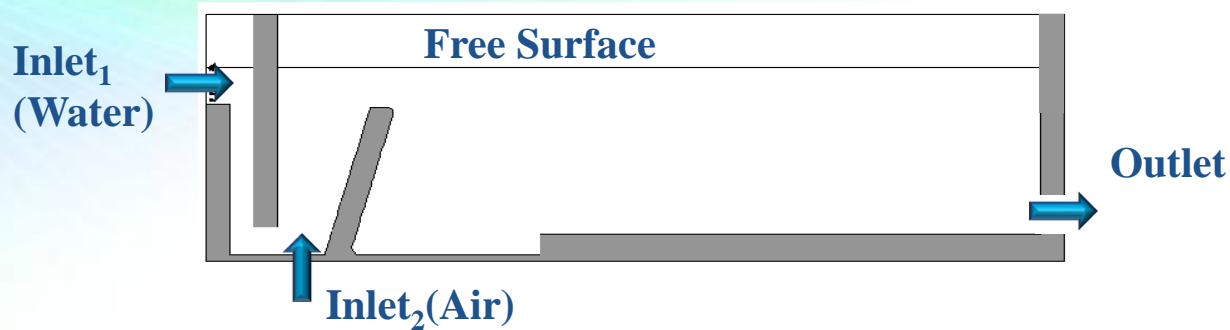
- ❖ 염소 농도, 체류시간 해석으로 CT 값 예측
- ❖ 새로운 형상을 수치 해석하여 효율향상 여부 파악

형상별 농도 그래프

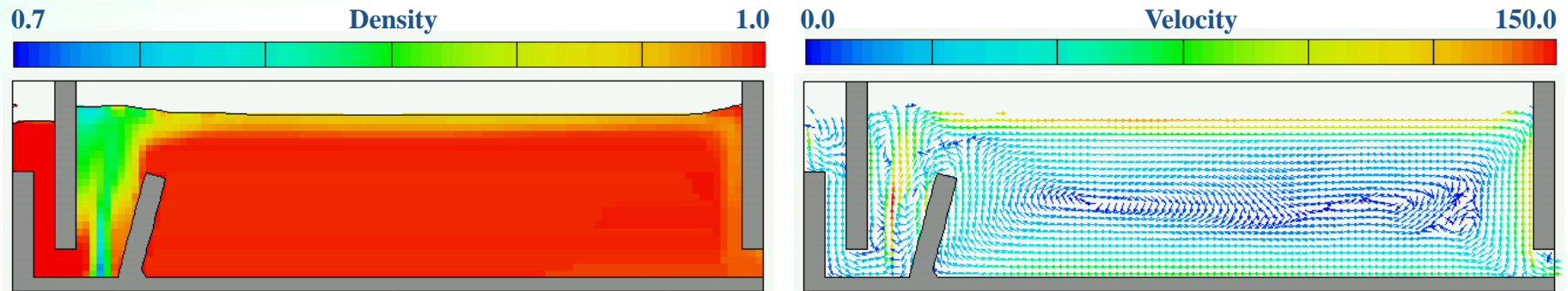


정수장 : DAF SYSTEMS

경계조건

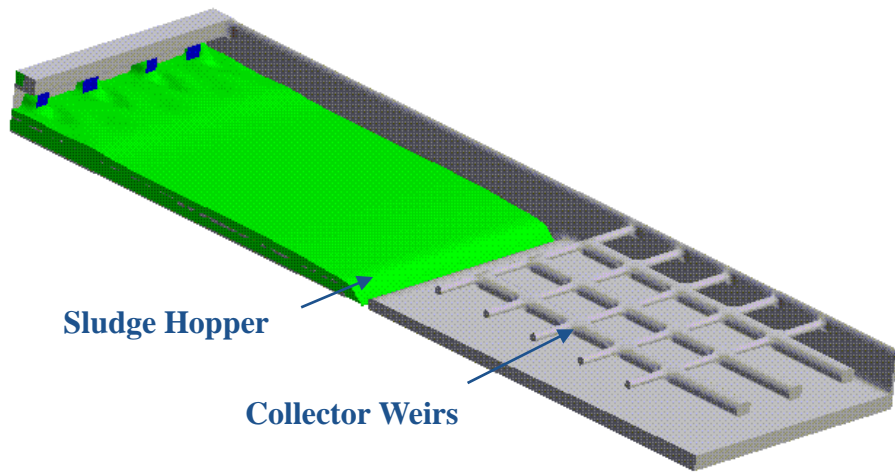


유동양상



- ❖ 용존공기부상법 (DAF Systems: Dissolved Air Floation)
 - : 가압상태에서 과포화된 물을 감압시키면, 미세기포가 발생되어 상승하면서 수중의콜로이드 물질과 충돌/부착되는 원리를 이용하여 수중의 부유물질을 제거하는 수처리 방법.
- ❖ Two Phase(Water+Air)/Drift Flux을 이용 기포에 의한 지내의 유동양상을 파악
- ❖ 해석을 통한 기존 구조물의 문제점 파악하여 개선

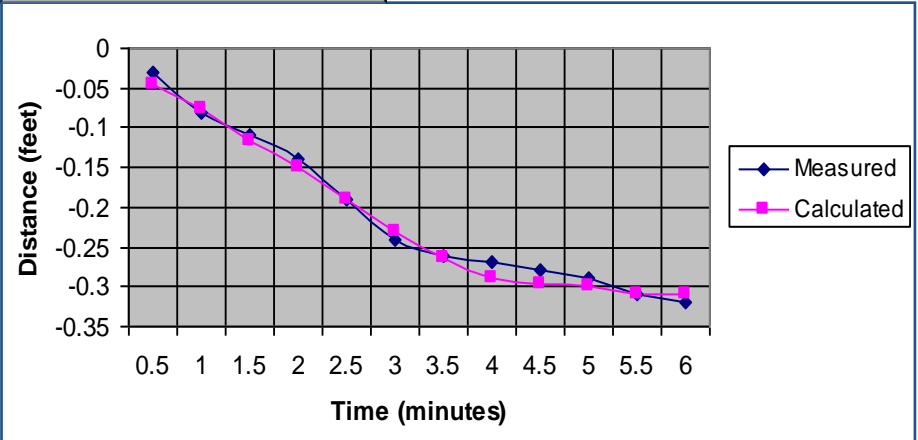
하수처리장 : 침전지



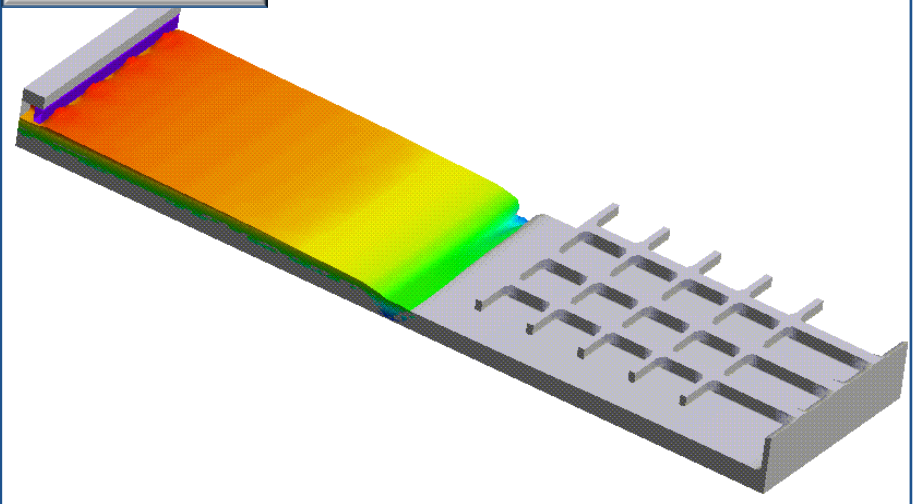
Secondary clarifier showing sludge blanket flowing into hopper

- ❖ 침전지 : 하수와 슬러지의 분리 및 배출 기능
- ❖ 해석목적
 - ◆ 2차 침전지에서 유량 분배 문제점 파악
 - ◆ 2차 침전지에서 유입부 개선안 제시
 - ◆ 2차 침전지내의 슬러지 배출 개선안 제시

해석 및 실험 DATA비교

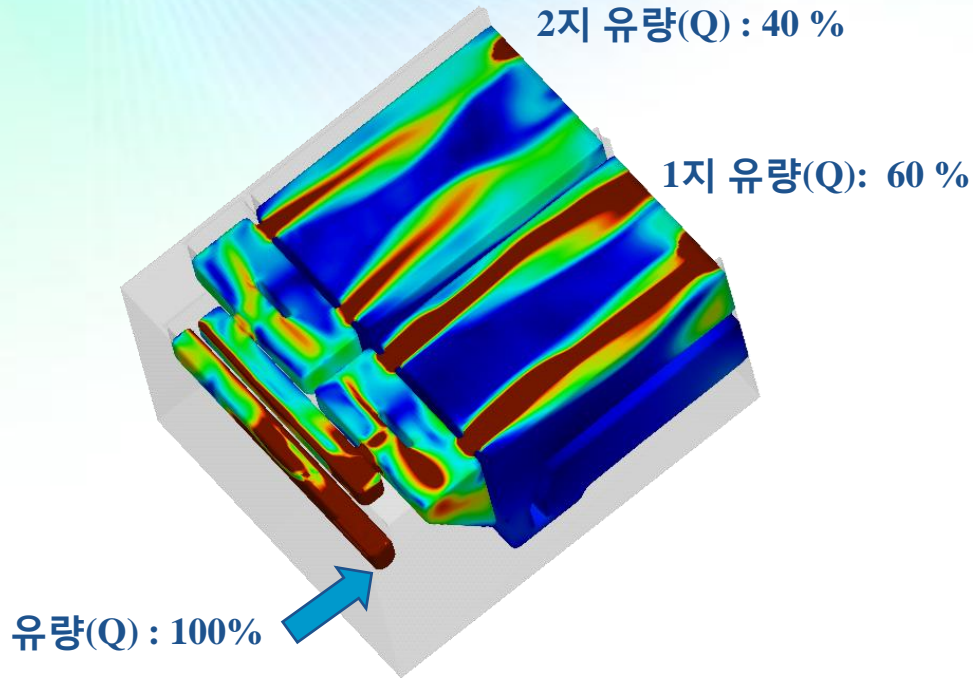


3차원 유동양상

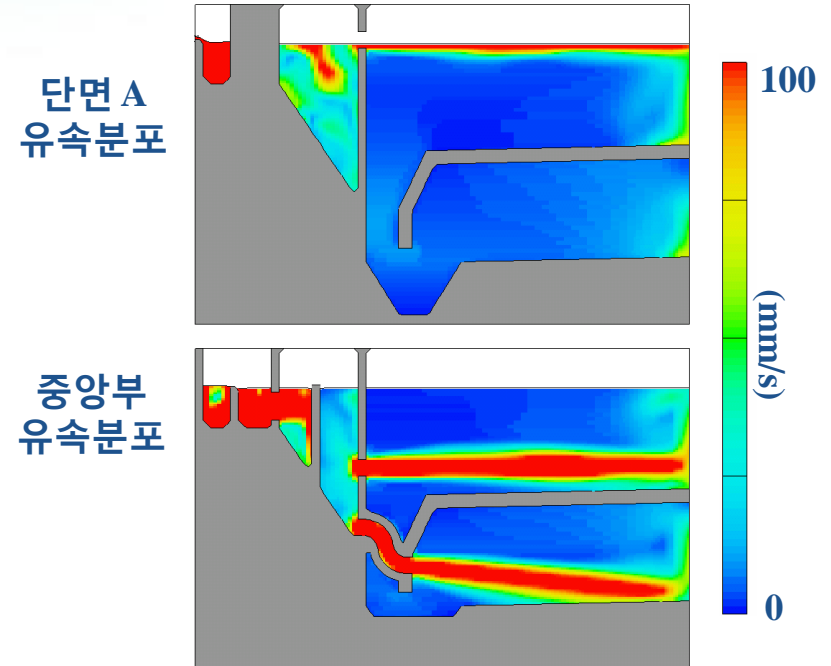


하수처리장 : 침전지 유량분배 및 유속

유동양상 : 3차원 유속분포

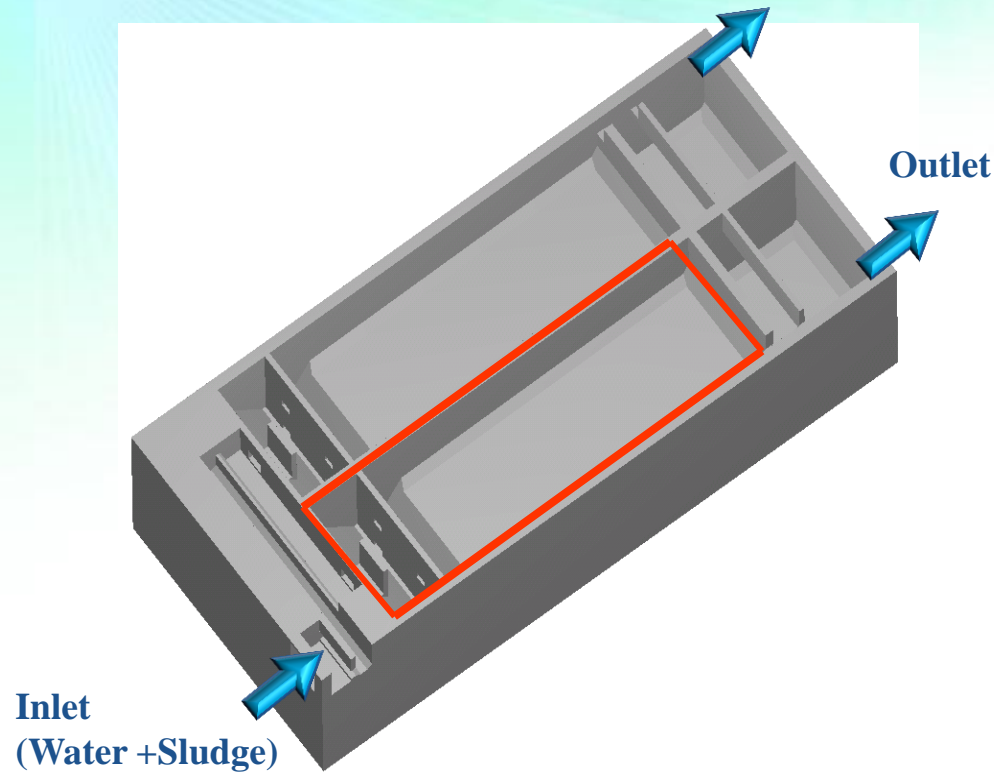


유동양상 : 종단 유속분포

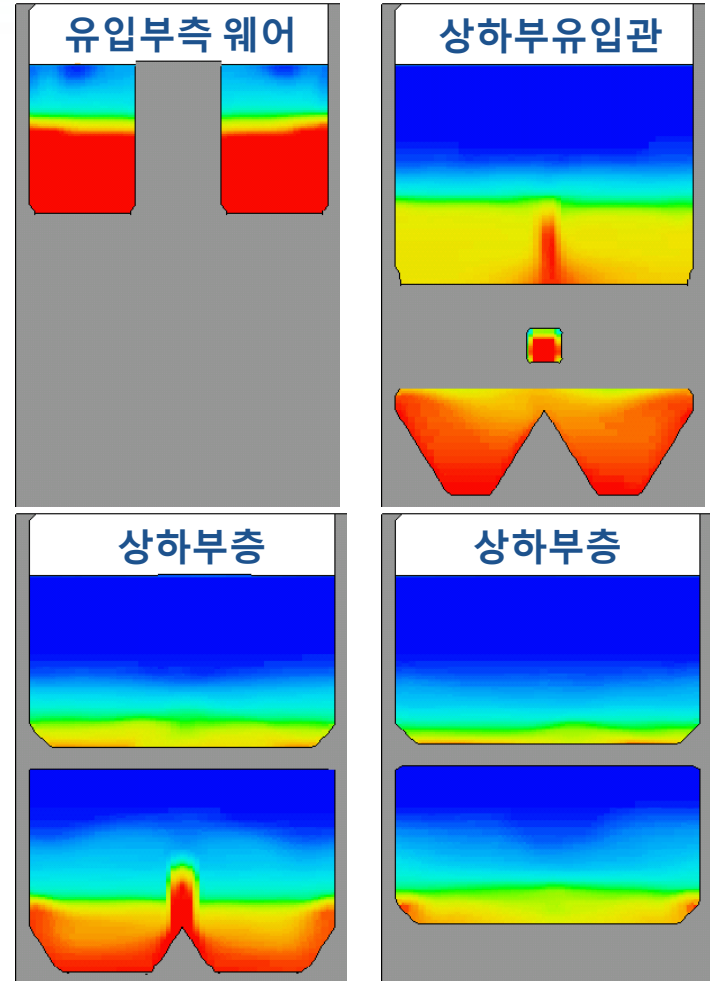


- ❖ 구조물의 형상, 유량에 따른 침전지 유동해석
- ❖ 각 지별 유량 분배 균등 여부 파악
- ❖ 슬러지의 재부상(scouring) 여부 예측 및 방지 방안 검토
- ❖ 월류형식, 유입부의 위치 및 규격, 등 설계 요소를 조절하여 균등 분배 유도

하수처리장 : 침전지 침전효율

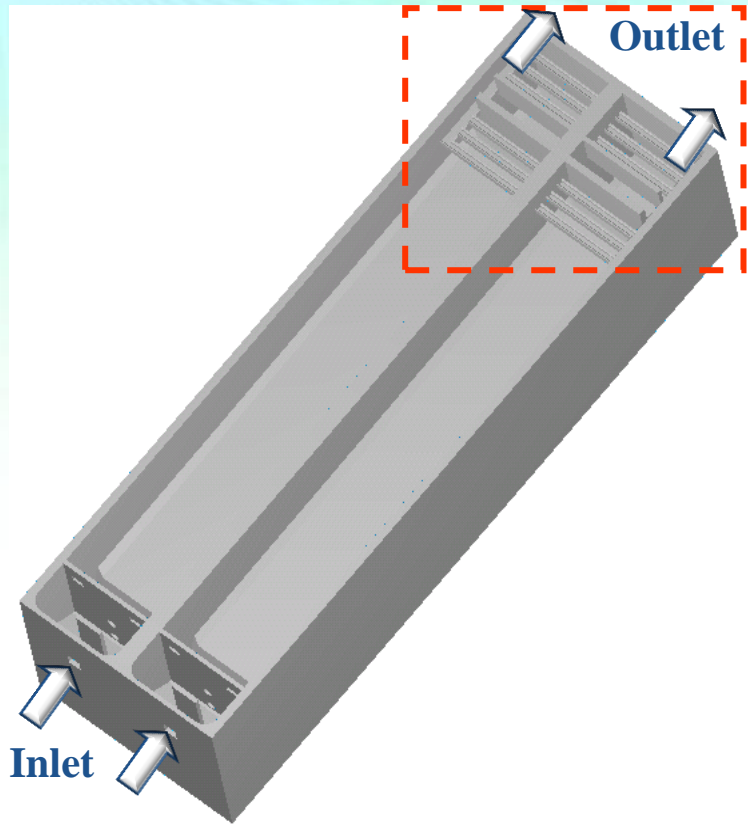


유동양상 : 3차원 유속분포

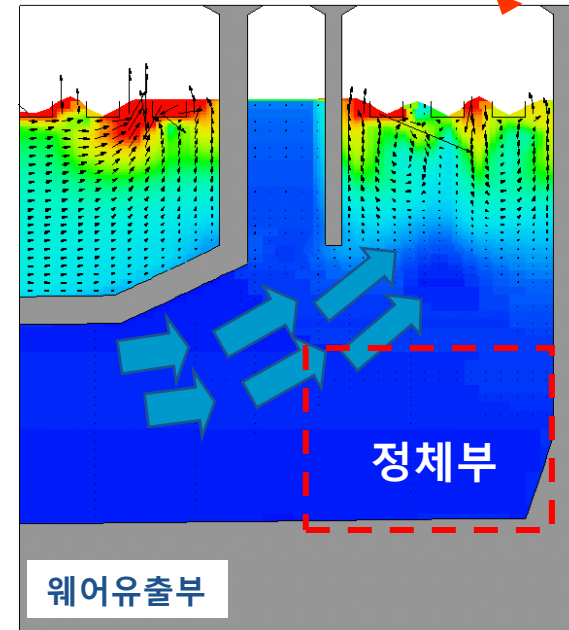
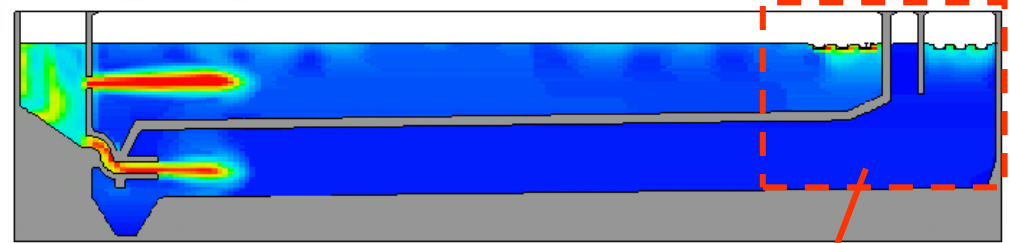


- ❖ 구조물의 형상별, 처리 유량별 침전효율, 사수부 평가
- ❖ 균일한 유속분포에 의한 침전효율 향상
- ❖ 침전지 형상, 유입부 위치, 등을 변경하여 효율 비교
- ❖ 체류시간 검토를 통한 효율 비교
- ❖ 슬러지 침전형태의 비교

하수처리장 : 침전지 월류부 해석

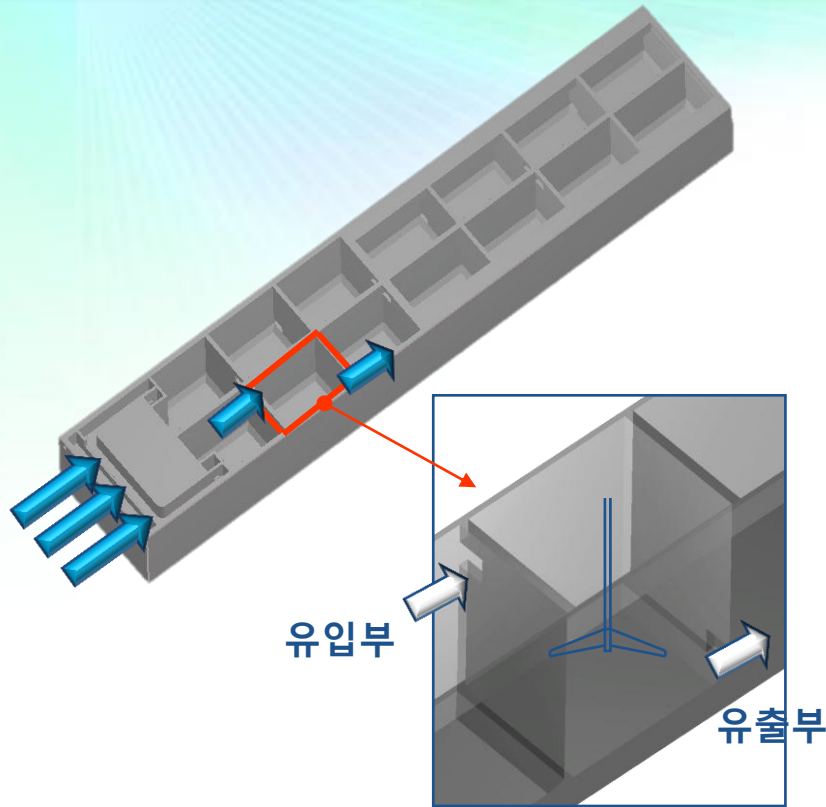


유동양상 : 3차원 유속분포

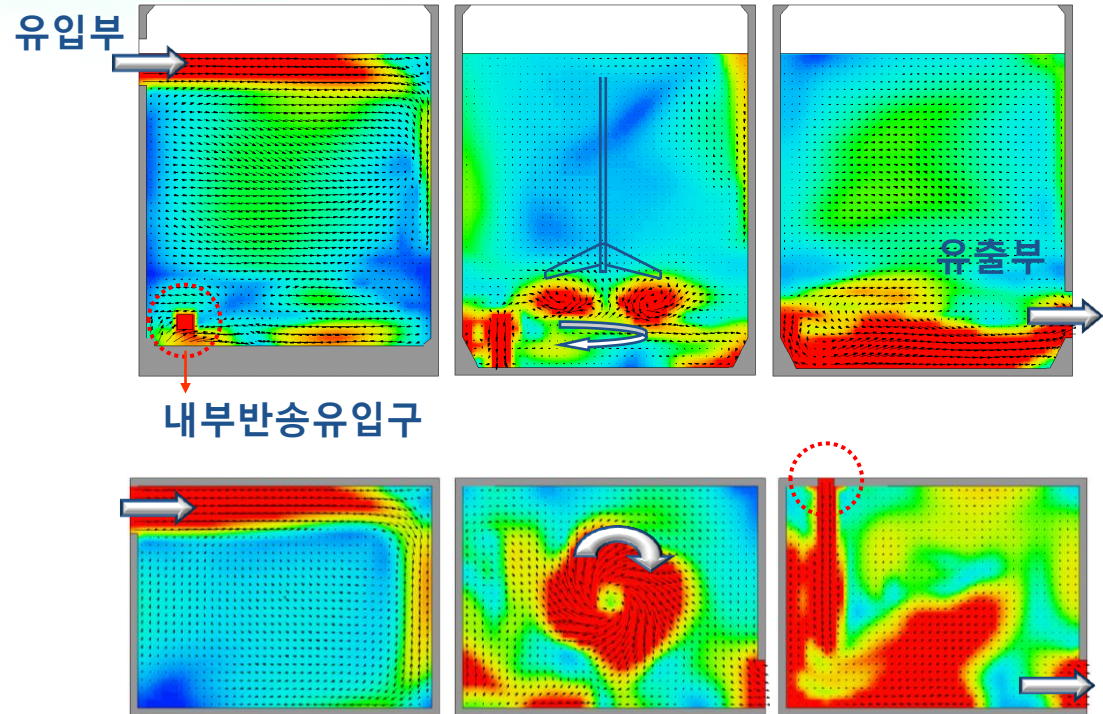


- ❖ 침전지 월류부 유동양상 파악
- ❖ 침전지 형상, 월류부 형상에 따른 유속분포 비교
- ❖ 사수부 파악 및 단락류 최소화를 위한 월류부 형상 결정
- ❖ 슬러지의 월류부 개선을 통한 효율 향상

하수처리장 : 무산소조

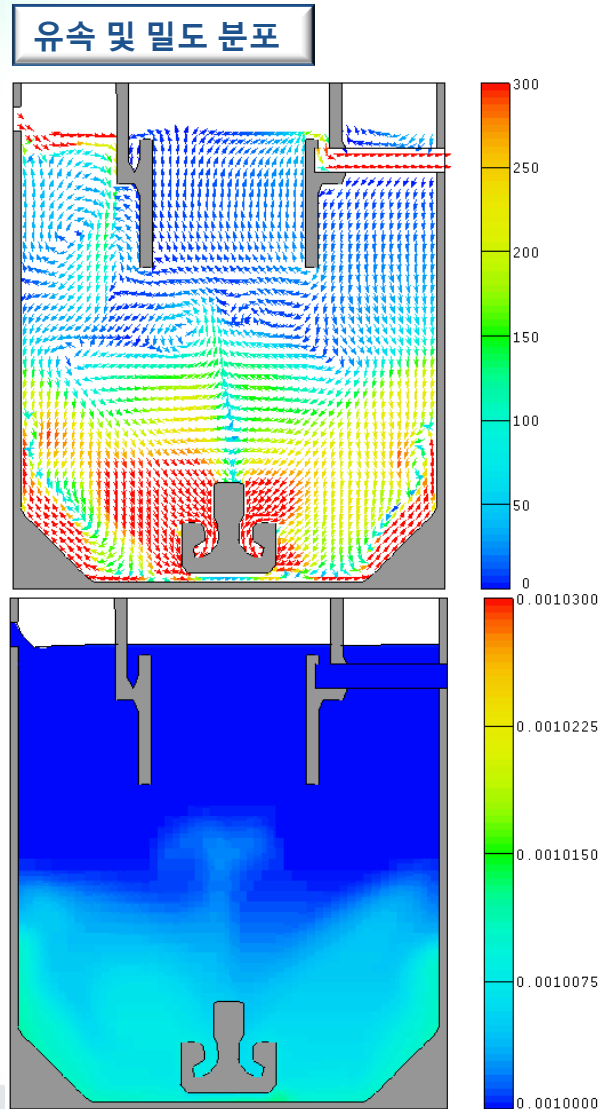
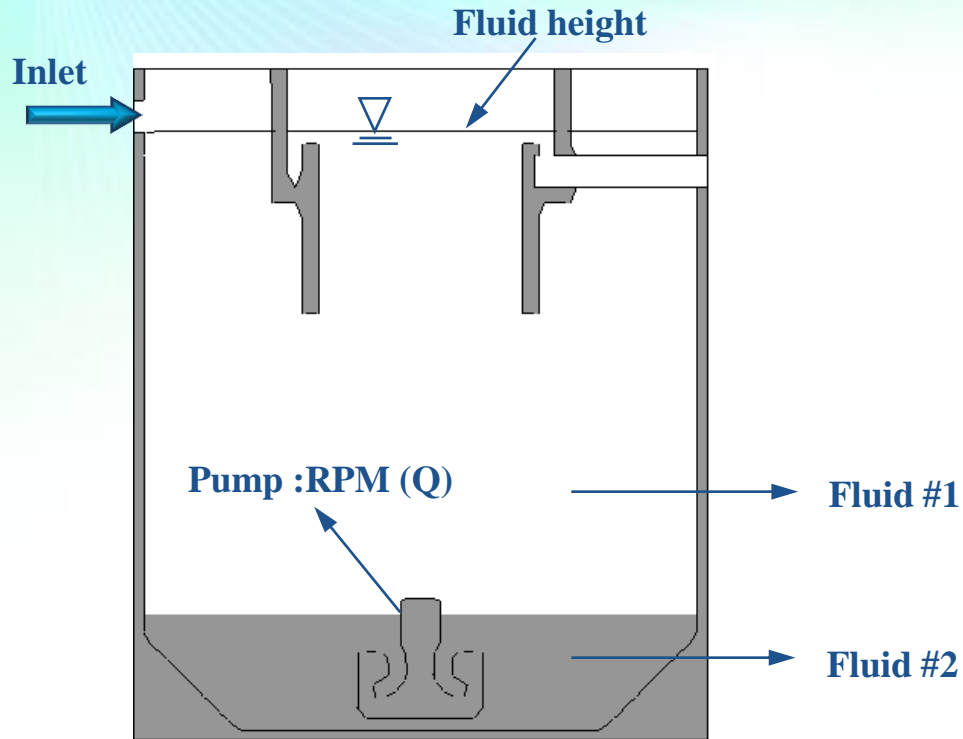


유동양상 : 3차원 유속분포



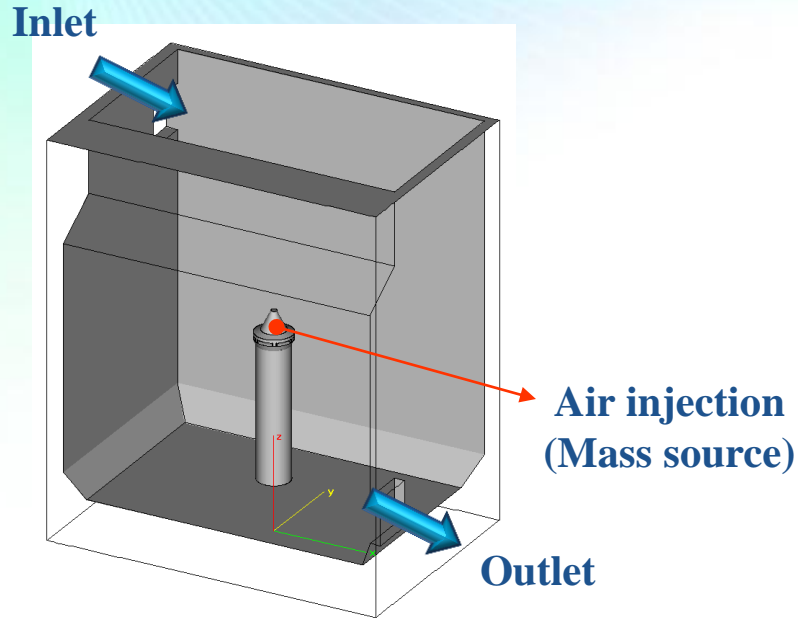
- ❖ 하수처리장 : 무산소조
- ❖ 하수 및 반송슬러지의 혼합, 임펠러의 회전에 의한 혼합양상 해석 실시
- ❖ 유입수 및 내부반송수의 유속분포, 혼합농도 평가
- ❖ 단락류 발생정도 파악 및 완전교반 유도에 유리한 설계방안 검토
- ❖ 내부반송량, 반송슬러지 유입관의 위치 개선으로 효율 향상

하수처리장 : 담체의 부상

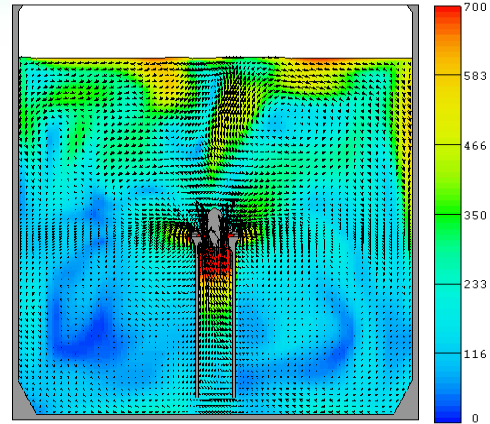


- ❖ 설계 요소에 따른 담체의 분포 및 흐름 양상 예측
 - ❖ 해석 설계 요소
- ➔ 조의 형상, 펌프의 용량 및 위치, 내부 Baffle의 형상

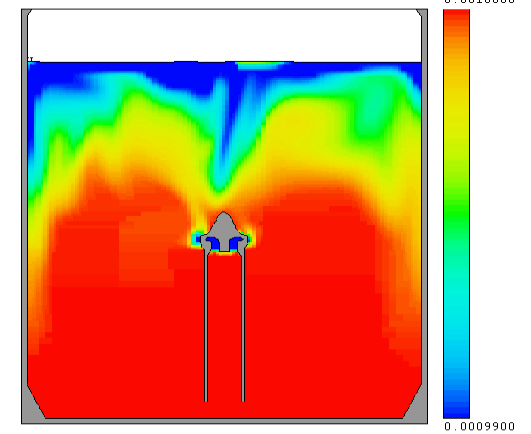
하수처리장 : 호기조 (Aerator)



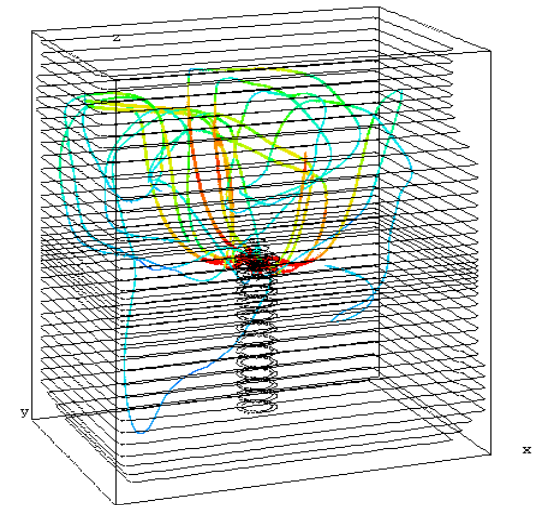
유속분포



기포의 분포

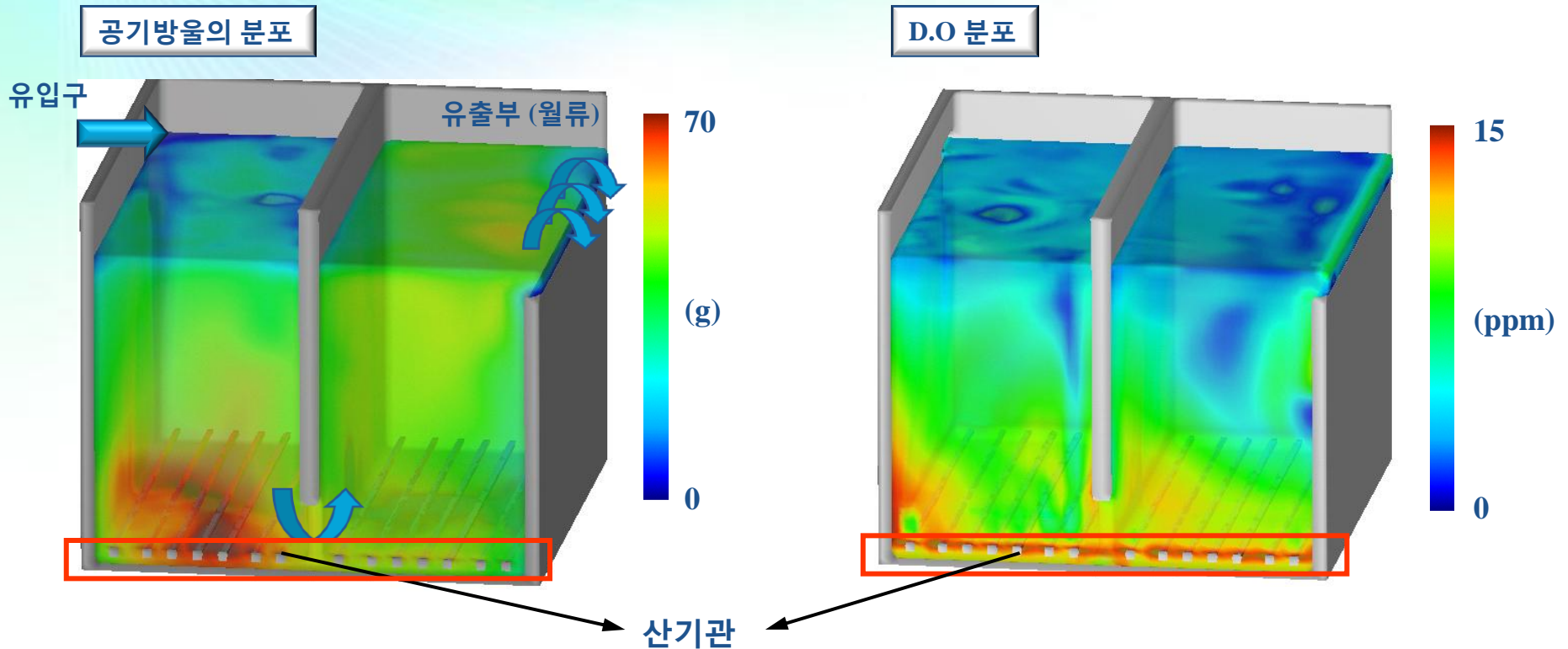


Streamline



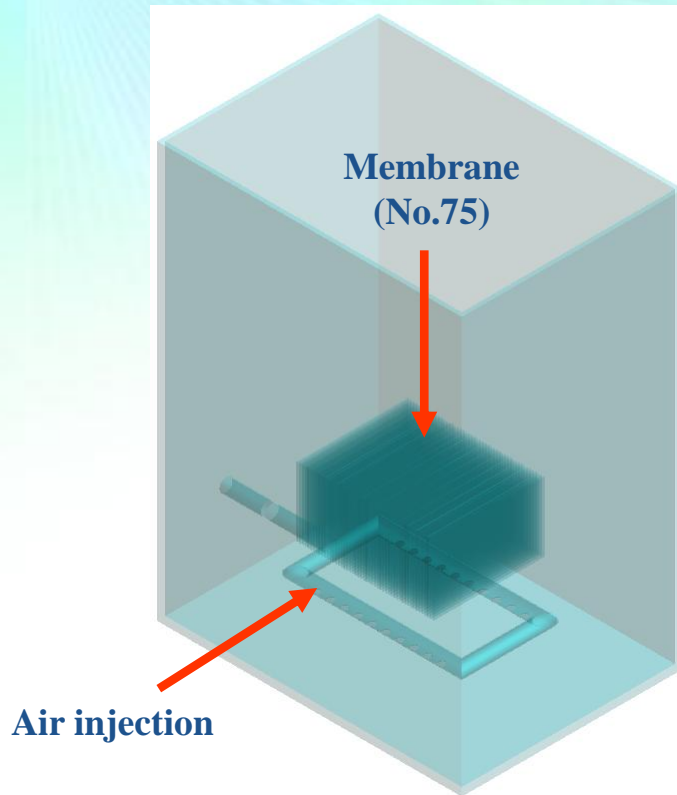
- ❖ 호기조내 체류시간 분석
- ❖ 기포의 분포, 조내 위치별 D.O 예측
- ❖ 단락류 발생 정도 및 사수부 파악
- ❖ 폭기량 및 폭기 방식에 따른 내부 유동양상을 통한 효율예측

하수처리장 : 호기조 (D.O 예측)

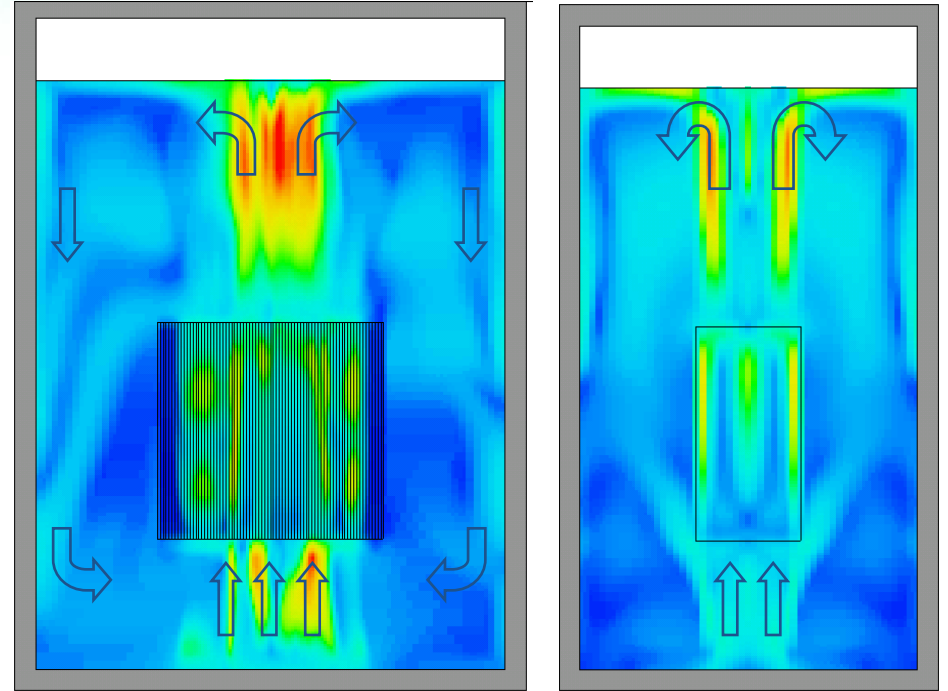


- ❖ 용존산소량 (Dissolved Oxygen) : 물 속에 녹아 있는 산소량 → 수온이 높아지거나 오염되면 DO감소
- ❖ 조내 산기관에 의해 오염수를 전체적으로 용존산소량 증가 목적 → 조내 사수부, 체류시간 분석
- ❖ 산기관에 의한 공기 방울의 분포 및 D.O 분포를 수류의 흐름을 고려하여 예측
- ❖ 호기조의 구조 및 산기관의 배치에 따른 효율 분석

하수처리장 : 막분리조



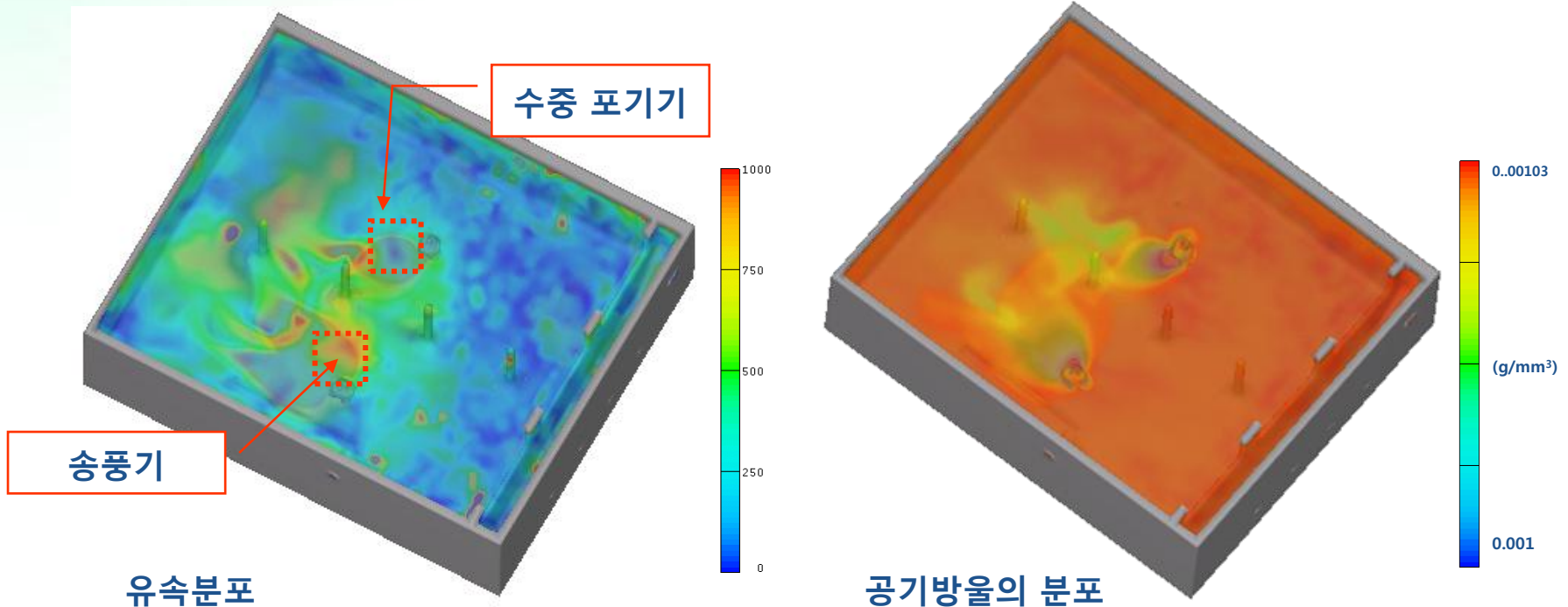
3차원 유동양상



- ❖ 막분리조내의 수류순환 유동해석 실시
- ❖ Air 유입과 Membrane내의 수류순환 유동 검토
- ❖ 사수부 최소화를 위한 구조 변경 (유입부 방식, 위치 및 산기관 위치, 등)
- ❖ 처리 유량에 따른 내부 효율 변화 검토 - 운영조건 제시

하수처리장 : SBR/PSBR 호기공정

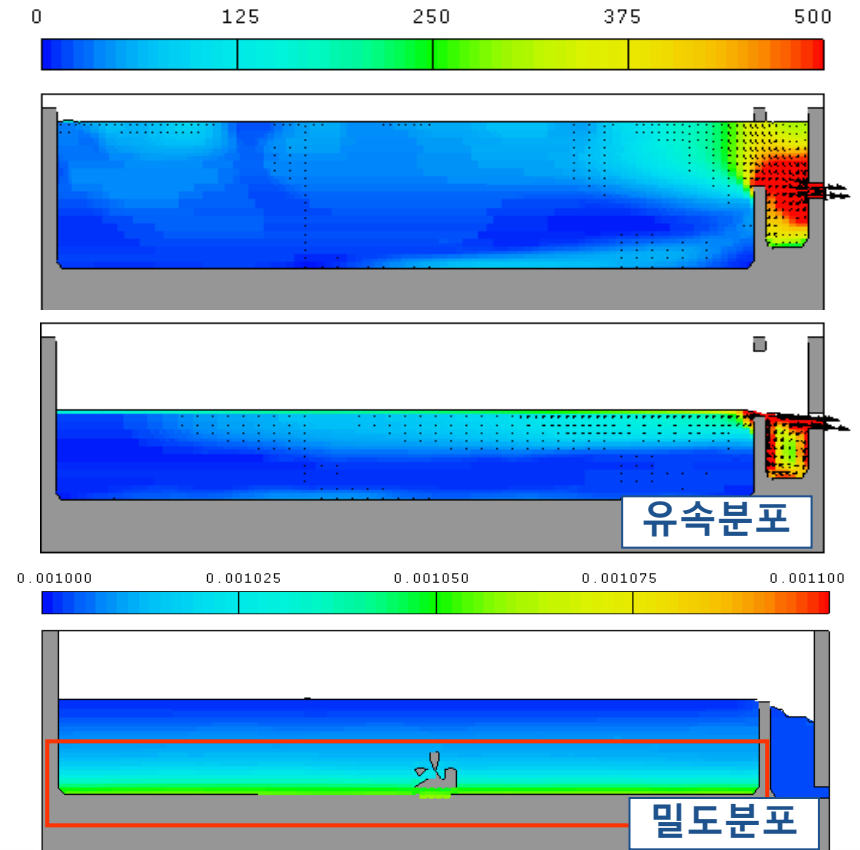
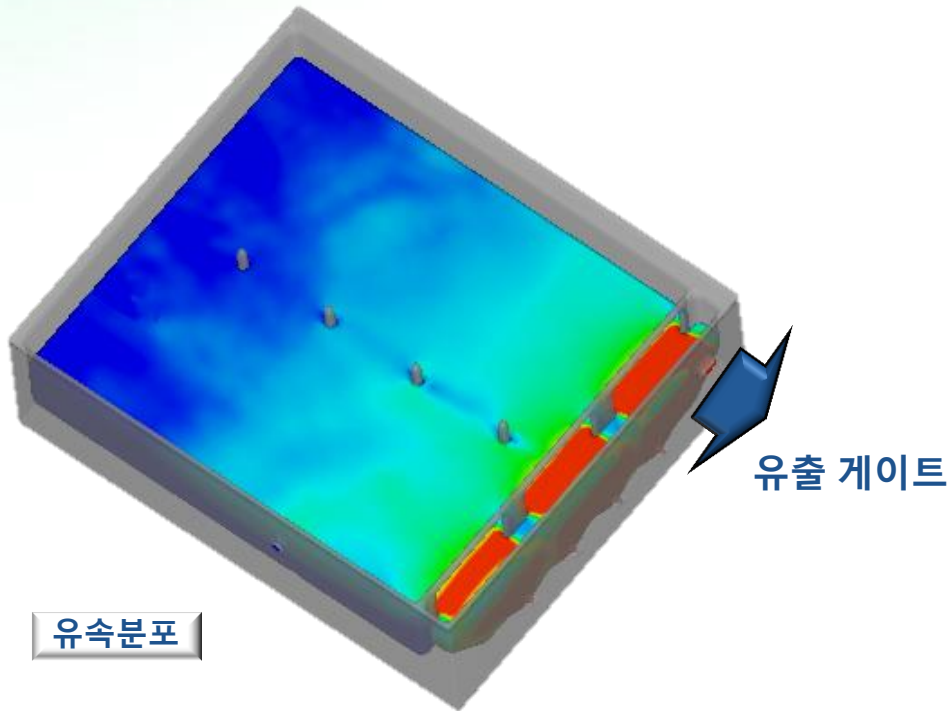
- ❖ 송풍기 작동시 원수와 슬러지의 혼합양상 분석
- ❖ 수중포기기와 송풍기의 작동에 의해 조 내의 슬러지 혼합 활성화 여부 판단
 - ◆ 수중포기기와 송풍기의 적절한 위치 및 회전 수 조절에 의해 개선안 제시 가능



하수처리장 : SBR/PSBR 배출공정

- ❖ 조 내의 유출게이트 OPEN하여 조 내의 상등수 배출양상 분석
- ❖ 바닥의 슬러지 유출없이 배출가능 여부 해석을 통하여 파악
 - ◆ 슬러지가 배출되지 않도록 내의 형상 및 문제점 개선안 제시

배출 공정 : 유출게이트 OPEN





대단히 감사합니다.
항상 고객여러분을 위해 준비되어 있습니다.



Connect & Development

주식회사 **에스티아이 C&D**

창조적 지식기반 전문엔지니어그룹