

최종보고서(일반과제용)										보안등급	
										일반[☒], 보안[☐]	
중앙행정기관명	국토교통부				사업명		사업명		국토교통기술촉진연구사업		
전문기관명	국토교통과학기술진흥원						내역사업명		국토교통기술혁신연구/사회이슈해결		
공고번호	공고-제2호				총괄연구개발 식별번호		-				
					연구개발과제번호		20CTAP-C152251-02				
국가과학기술 표준분류	EI1203.	50%	EI1204.	20%	EI1205.	20%	EI1299.	10%			
연구개발과제명	국문	건물 및 공사장의 미세먼지 95% 이상 저감을 위한 차량탑재용 이동식 1,500Nm ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발									
	영문	1,500Nm ³ /hr class Dynamic Multi Venturi System Development of vehicle-mounted moving for more than 95% reduction of fine dust in building and construction site									
주관연구기관	기관명	(주)에너스				사업자등록번호		236-86-00689			
	주소	(우08510) 서울시 금천구 벚꽃로 298, 1305호(대륭포스트타워 6차)				법인등록번호		101116474871			
주관연구책임자	성명	박상언				직위		대표			
	연락처	직장전화	02-859-0133			휴대전화		010-3246-0133			
		전자우편	parksangeon@gmail.com			국가연구자번호		11220658			
연구개발기간	전체	2019.04.19 - 2021.12.31(33개월)									
	1년차	2019.04.19 - 2019.12.31(09개월)									
	2년차	2020.01.01 - 2020.12.31(12개월)									
	3년차	2021.01.01 - 2021.12.31(12개월)									
연구개발비 (단위 : 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외			
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	지원금		
총계	600,000	20,070	180,630	-	-	-	-	620,070	180,630	800,700	
1년차	134,000	4,470	40,230	-	-	-	-	138,470	40,230	178,700	
2년차	160,000	5,400	48,600	-	-	-	-	165,400	48,600	214,000	
3년차	306,000	10,200	91,800	-	-	-	-	316,200	91,800	408,000	
공동연구기관 등	기관명	책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고	
	한국산업기술시험원	박찬규		책임연구원		010-7196-2292		pcg6189@naver.com		역할 : 공동, 기관유형 : 기타공공기관	
연구개발담당자 실무담당자	성명	박지은				직위		과장			
	연락처	직장전화	02-859-0133			휴대전화		010-4210-0133			
		전자우편	gracepark8711@gmail.com			국가연구자번호		12519067			

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재 처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 2 월 25 일

주관연구책임자 : 박 상 언



주관연구기관의 장 : 박 상 언



국토교통과학기술진흥원장 귀하

< 요약 문 >

사업명		국토교통기술촉진연구사업				총괄연구개발 식별번호		-	
내역사업명		사회이슈해결 분야				연구개발과제번호		20CTAP-C152251-02	
국가과학기술 표준분류		EI1203.	50%	EI1204.	20%	EI1205.	20%	EI1299.	10%
연구개발과제명		건물 및 공사장의 미세먼지 95% 이상 저감을 위한 차량탐재용 이동식 1,500Nm ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발							
전체 연구개발기간		2019.04.19 - 2021.12.31(33개월)							
총 연구개발비		총 800,700천원 (정부지원연구개발비 : 600,000천원, 기관부담연구개발비 : 200,700천원)							
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[☒] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]				기술성숙도		착수시점 기준(4) 종료시점 목표(6)	
연구개발과제 유형		지정공모 [] 자유공모 [☒]							
연구개발과제 특성		개발과제							
연구 개발 목표 및 내용	최종 목표		건물 및 공사장의 미세먼지 95% 이상 저감을 위한 차량탐재용 이동식 1,500Nm ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발 (TRL: 4단계⇒6단계)						
	전체 내용		트럭에 탑재 가능한 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개조와, 성능향상을 위한 과년도 제작설비들의 보완 및 수정작업 진행. - 다이나믹 멀티 벤츄리 용량 : 1,500Nm ³ /hr - 총분진(TSP) 제거효율 : 95% - 세정수 오염물질 부상분리 시스템 용량: 2Hp급 이내 60L/min 이상 용량 - 세정수 재사용을 위한 오염물질(입자) 부상분리 제거율 : 98%이상 - 아파트, 터널, 건물, 도로 등 공사의 현장 적용 테스트 평가						
	1년차 (2019)	목표	○ 차량탐재용 1,500m ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발						
		내용	- 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발 - Seperator개발 - 세정수 공급장치 개발 - 전원공급장치 개발 - 1,500m ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 프로토콜 조립 - 협력기업 공동설비를 이용하여 성능 평가 - 공인시험인증기관의 평가를 통한 성능검증 (총분진 저감률 기준 95% 이상 달성)을 실시하고 공인시험인증 결과서 획득						
			목표	○ 30L/min 이상급 다이나믹 멀티 벤츄리의 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발					
			내용	- 30L/min 규모의 마이크로버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작 - 3D 프린트 기반 1인치 미세기포 발생용 소용돌이 Vortex 다단 노즐 설계 및 제작 - 200L 규모 세정수 미세분진(오염물질) 마이크로버블 부상분리 반응조 설계 및 제작 - 1kg 용량 Filter press 방식의 분리된 입자 고액분리 장치 설계 및 제작 - 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가					
	2년차 (2020)	목표		○ 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 개발 및 차량 탑재 가능한 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개선					
		내용		- 후단에 Cell을 붙여 재비산 억제 및 효율 개선 설계 - 시스템 전체의 구조해석을 통해 신뢰성 및 안정성 확보 - 본체 개선한 설계도면, 구조해석과 시스템전체의 성능평가 (95% 공인시험서)					
			목표	○ 60L/min 이상 규모의 마이크로버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작					
		내용	- 1.5인치 미세기포 발생용 소용돌이 Vortex 다단 노즐 설계 및 제작 - 500L 규모 세정수 오염물질 마이크로버블 부상분리 반응조 설계 및 제작 - 3kg 용량 Filter press 방식의 분리된 입자 고액분리 장치 설계 및 제작 - 차량 탑재 가능한 오염세정수 입자 부상분리 시스템 성능개선 및 제작 - 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가						

3년차 (2021)	목표	○ 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 차량에 탑재 후 성능평가와 현장 적용 실험과 실용화 방안 수립
	내용	- 건물 및 공사장의 미세먼지 저감을 위한 5톤 트럭에 탑재한 이동식 1,500m ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토 타입을 조립 - 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 트럭에 탑재하여 조립할 때, 건물 및 공사장등 건설현장에 차량진입이 곤란한 경우를 대비하여 설비를 일체화 시킴 - 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토 타입 성능평가
	목표	○ 최적화된 60L/min 이상급 오염세정수 처리 설비 현장 적용 시험, 실용화 방안 수립
	내용	- 현장 투입 가능한 차량 탑재식 오염세정수 입자 부상분리 시스템 성능개선 및 제작 - 현장 적용 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가

연구개발성과	○ 논문 - KTL: 비SCIE 1건 - KTL: SCIE 1건 ○ 학술발표 - KTL: 국내 7건, 목표대비 추가달성 ○ 특허 - 에너지: 국내출원 1건 / KTL: 국내 출원 2건 - 에너지: 국내등록 1건 / KTL: 국내 등록 1건 ○ 저작권 - KTL: 국내 등록 4건, 목표대비 추가달성
--------	---

연구개발성과 활용방안 및 기대효과	- 건물과 공사장의 미세먼지 저감을 위한 차량 탑재 이동식 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 기술 확보 - 본 과제 이후의 실용화를 위한 후속연구에 적용 - 국내/외의 이동식이 필요한 사업분야, 빌딩주변, 산업시설, 지하 공간 등에 적용 가능 - 최근 가장 큰 환경문제로 대두되는 미세먼지에 대해 적극적으로 대응함으로써 국민적 불안감을 해소할 수 있음 - 국내 건물 및 공사장 분야에서 중소, 중견기업의 적은 투자를 통해 효율적으로 미세먼지를 제거할 수 있는 기술적 해결방안 제시가능 - 중국, 동남아 등 산업발전 비중이 높은 국가에 강화된 대기 환경 기준을 충족시킬 수 있는 수출전용 제품개발 가능
--------------------------	---

연구개발성과의 비공여부 및 사유	해당없음
----------------------	------

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설· 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화 합 물	신품종	
								생명정 보	생물자 원		정보	실물
	국내 1 SCIE 1	출원 3 등록 2	3									
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	다이나믹 멀티 벤츄리			1,500Nm3/hr급		차량 탑재 이동식		미세먼지 저감			건물 및 공사장	
영문핵심어 (5개 이내)	Dynamic Multi Venturi			1,500Nm3/hr class		Mobile mounting vehicle		Fine dust reduction			Building and Construction	

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨자료(참고문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 최종 목표

-
- 건물 및 공사장의 미세먼지 95%이상 저감을 위한 차량탑재용 이동식 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발 (TRL: 4단계=>6단계)
 - 다이나믹 멀티 벤츄리 용량: 1,500Nm³/hr급 이상
 - 총 분진(TSP) 제거효율:95%이상
 - 세정수 오염물질 부상분리 시스템 용량: 2Hp급 이내 60L/min이상 용량
 - 세정수 재사용을 위한 오염물질(입자) 부상분리 제거율:98%이상
 - 아파트, 터널, 건물, 도로등 공사에 현장 적용 테스트 평가
-

2) 연구개발과제의 년차별 목표

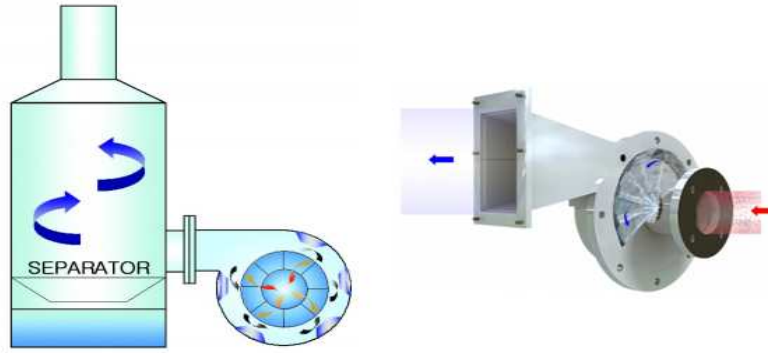
○ 1차 연도

① 개발 목표

- 주관연구기관((주)에너지): 차량탑재용 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발
- 공동연구기관(KTL): 30L/min 이상급 다이나믹 멀티 벤츄리의 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관((주)에너지):
 - 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발
 - » Casing, Impeller 그리고 Motor로 구성된 다단 벤츄리 구조를 개발
 - » 물을 미세하게 무화시켜 공기 중 오염물질에 흡수시키는 기능을 개발
 - » 재질은 SS400, SUS, Hastelloy 그리고 FRP 등 분진의 성상에 따라 적절히 선정
 - Separator 개발
 - » 원심력을 이용하여 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리에서 생성된 물과 오염물질의 결합 부산물을 제거(기/액 분리)하도록 함
 - » 재질은 본체와 같이 분진의 성상에 따라 적절히 선정
 - 세정수 공급 장치 개발
 - » 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리에 분진처리를 위한 순환수 공급장치를 개발
 - » Pump 및 유량계를 시스템에 맞게 선정하고 시스템으로 구성
 - 전원공급 장치 개발
 - » 유입 분진 부하 변동에 적응성을 갖도록 inverter 구동방식을 적용
 - » 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 프로토 개발 및 성능평가

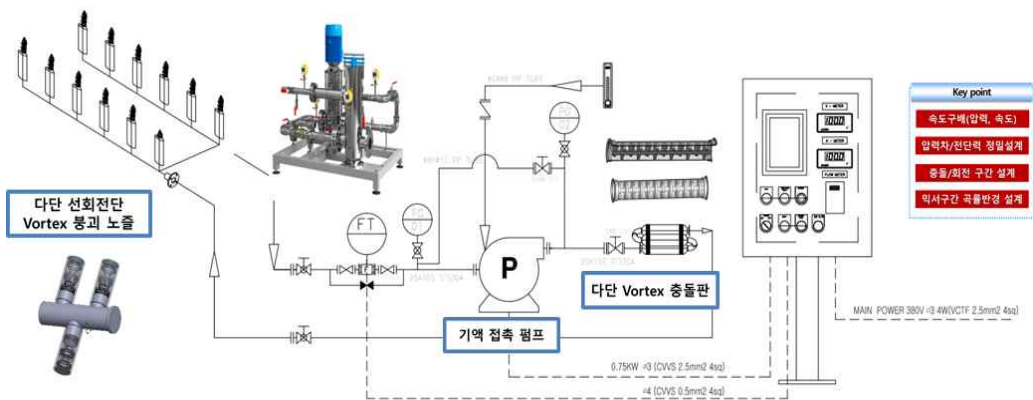


<고효율 다이나믹 멀티 벤츄리 개념도>

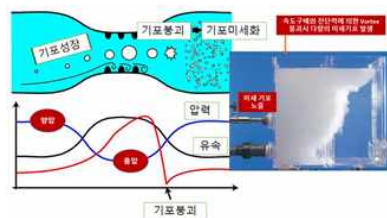
- 1,500 Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 프로토타입을 조립한다.
- 협력기업의 공동설비를 이용하여 성능 평가한다.
- 공인시험인증기관의 평가를 통한 성능검증 (충분진 저감률 기준 95% 이상 달성)을 실시하고 공인시험인증을 획득한다.

- 공동연구기관(KTL):

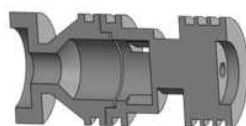
- 30L/min 규모의 마이크로버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작



- 3D 프린트 기반 1인치 미세기포 발생용 소용돌이 Vortex 다단 노즐 설계 및 제작

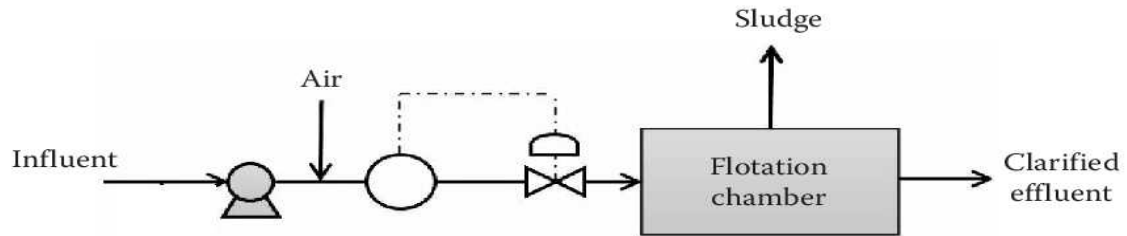


<Vortex 붕괴 마이크로버블 발생노즐 개념 및 3D 프린트 기반 설계/제작>

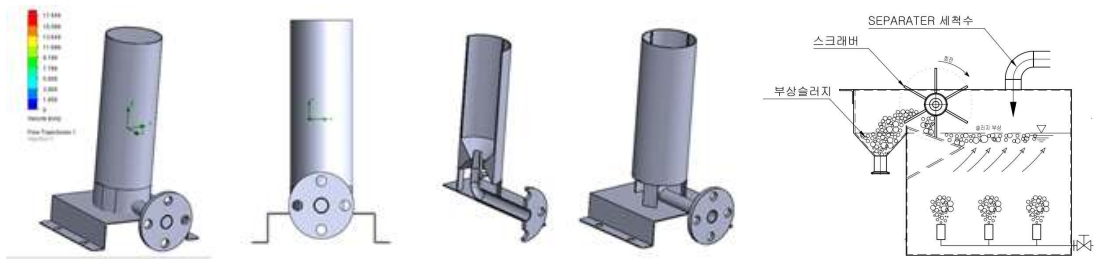


<마이크로버블 부상분리 반응기 개념도>

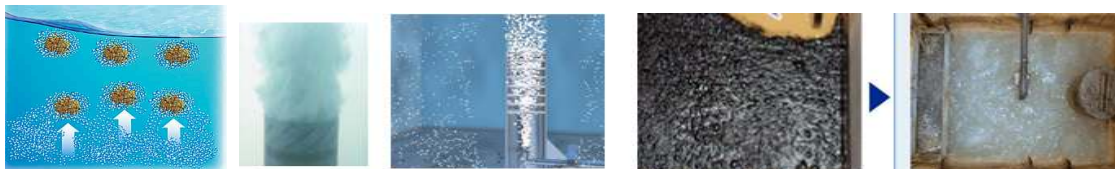
- 200L 규모 세정수 미세분진(오염물질) 마이크로버블 부상분리 반응조 설계 및 제작



<기본 마이크로버블 부상분리 반응 개념>

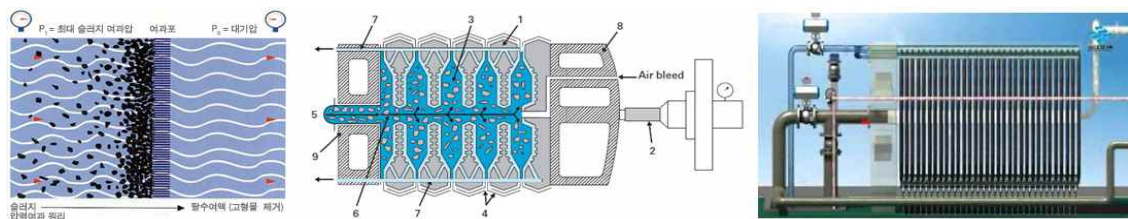


<마이크로버블 부상분리 반응기 개념도>



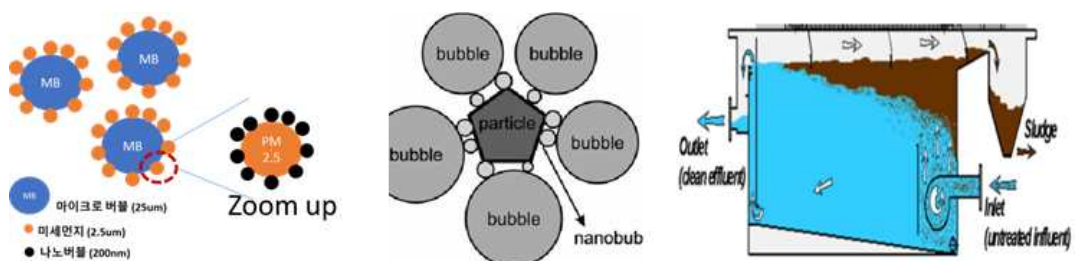
<마이크로버블 부상분리에 의한 오염세정수 미세분진 고액분리 전과 후>

- 1kg 용량 Filter press 방식의 분리된 입자 고액분리 장치 설계 및 제작



<부상분리조 스크래버로부터 분리회수된 세정수 미세분진 입자에 대한 Filter Press 개념도>

- 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가



<마이크로버블 미세분진 입자의 부상분리 제거효율 평가>

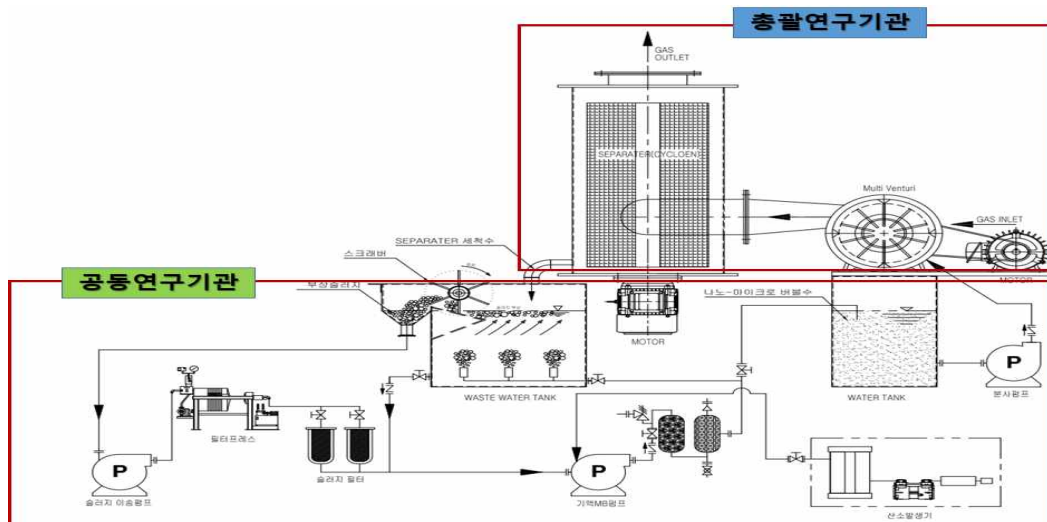
○ 2차 연도

① 개발 목표

- 주관연구기관((주)에너스): 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개선, 탑재용 차량 개발, 차량에 탑재하여 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 조립 완료, 성능평가
- 공동연구기관(KTL): 30L/min 이상급 오염세정수의 입자 부상분리 시스템 성능개량 및 차량 탑재용 설계 및 제작

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관((주)에너스):
 - 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리의 구성도는 아래와 같다.
 - 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리 전체 구성 개발
 - » 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 프로토 성능평가의 결과를 반영하여 개선한다.
 - » 오염수 처리 설비 본체 프로토 성능평가의 결과를 반영하여 개선한다.
 - » 다이나믹 멀티 벤츄리 본체와 오염수 처리 설비 본체를 결합하여 다이나믹 멀티 벤츄리 전체를 구성한다.
 - 탑재 차량 개발
 - » 중고 5톤 트럭을 준비한다.
 - » 다이나믹 멀티 벤츄리 본체를 장착할수 있도록 트럭을 개조한다.
 - » 오염수 처리 설비 본체를 장착할수 있도록 트럭을 개조한다.
 - 건물 및 공사장의 미세먼지 저감을 위한 5톤 트럭에 탑재한 이동식 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 조립
 - » 다이나믹 멀티 벤츄리 본체를 트럭에 장착한다.
 - » 오염수 처리 설비 본체를 트럭에 장착한다.
 - » 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 트럭에 조립하여 완성한다.

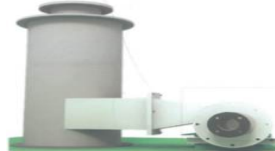
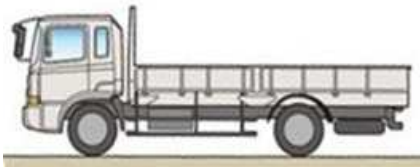


<고효율 다이나믹 멀티 벤츄리 구성도>



<다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 조립도>

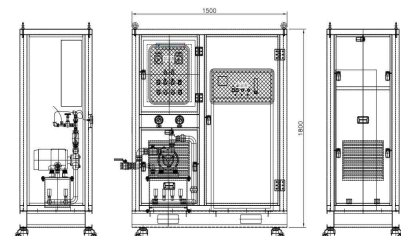
- 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 트럭에 탑재하여 조립할 때, 건물 및 공사장등 건설현장에 차량 진입이 곤란한 경우에 대비하여 다음과 같이 구조가 되도록 한다.
- » 다이나믹 멀티 벤츄리 본체와 오염수 처리 설비 본체는 일체가 되도록 한다.
- » 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비의 일체는 트럭에 조립할수 있는 구조로 한다.
- » 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비 일체의 트럭 조립 구조에 맞게 탑재트럭을 개조한다.
- » 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비 본체의 밑면에 지게차가 작업할 수 있는 구조를 갖춘다.
- » 건물 및 공사장등 건설현장에 차량 진입이 곤란한 경우에는 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비 본체의 밑면에 지게차가 작업할 수 있는 구조를 이용하여 지게차로 운반한다.



- 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 성능평가
- » 공인인증기관의 평가를 통한 성능검증을 실시하고 공인시험성적서를 획득한다.
 - 다이나믹 멀티 벤츄리 용량 : 1,500Nm³/hr 이상
 - 총분진 제거효율 : 95% 이상
 - 세정수 오염물질(입자) 제거율 : 95% 이상
 - 세정수 오염물질 부상분리용 마이크로버블 토출유량 : 60L/min 이상
 - 중량 : 10톤 이하
 - 전폭 : 2.5m 이하
 - 전고 : 4.0m 이하

- 공동연구기관 (KTL):

- 60L/min 이상 규모의 마이크로버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작



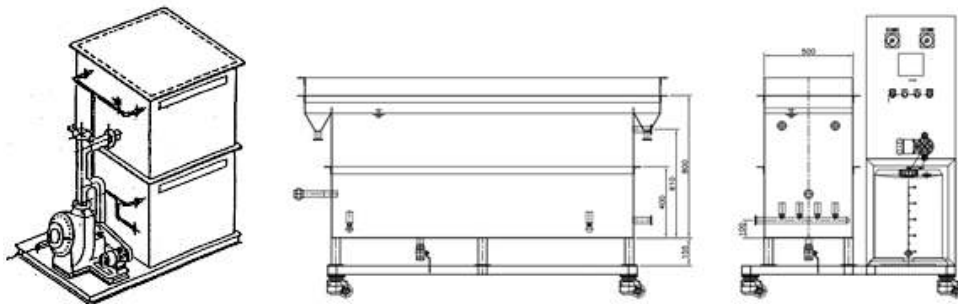
<차량 탑재 가능한 마이크로버블 미세기포 발생장치 모듈화 예시>

- 1.5인치 미세기포 발생용 소용돌이 Vortex 다단 노즐 설계 및 제작



<성능 개선된 소용돌이 Vortex 다단노즐 제작 및 성능평가>

- 500L 규모 세정수 오염물질 마이크로버블 부상분리 반응조 설계 및 제작



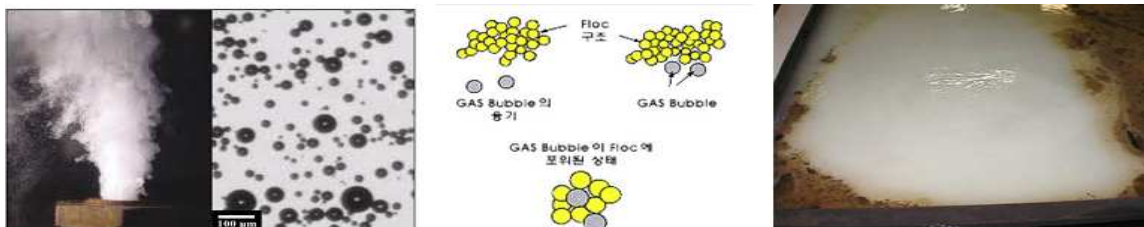
<성능 개선된 마이크로버블 부상분리 반응조 설계 및 제작>

- 3kg 용량 Filter press 방식의 분리된 입자 고액분리 장치 설계 및 제작
- 차량 탑재 가능한 오염세정수 입자 부상분리 시스템 성능개선 및 제작



<차량 탑재 가능한 오염세정수 입자 부상분리 시스템 모듈화 예시>

- 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가



○ 3차년도

① 개발 목표

- 주관연구기관((주)에너지): 다이نام믹 멀티 벤츄리 프로토타입 차량에 탑재 후 성능평가와 현장 적용 실험과 실용화방안 수립
- 공동연구기관(KTL): 60L/min 이상급 오염세정수 처리 제작 및 설비 현장 적용 시험, 실용화 방안 수립

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관((주)에너지):

- 1) 건물 및 공사장의 미세먼지 저감을 위한 5톤 트럭에 탑재한 이동식 1,500Nm³/hr급 다이نام믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 조립한다.

- ▶ 다이نام믹 멀티 벤츄리 본체를 트럭에 장착한다.
- ▶ 오염수 처리 설비 본체를 트럭에 장착한다.
- ▶ 다이نام믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 트럭에 조립하여 완성한다.



<다이남믹 멀티 벤츄리 프로토타입 조립도>

- 2) 다이남믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 트럭에 탑재하여 조립할 때, 건물 및 공사장 등 건설현장에 차량 진입이 곤란한 경우를 대비하여 다음과 같이 구조가 되도록 한다.

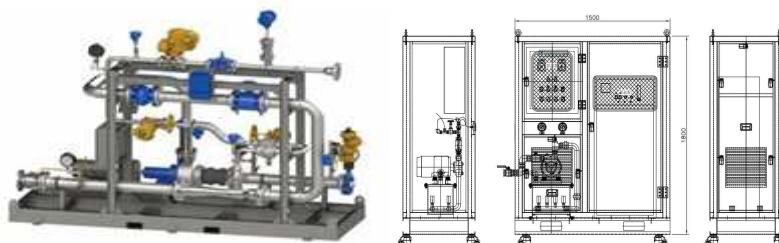
- ▶ 다이남믹 멀티 벤츄리 본체와 오염수 처리 설비 본체는 일체가 되도록 한다.
- ▶ 다이남믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비의 일체는 트럭에 조립할 수 있는 구조로 한다.
- ▶ 다이남믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비 일체의 트럭 조립 구조에 맞게 탑재 트럭을 개조한다.
- ▶ 다이남믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비 본체의 밑면에 지게차가 작업할 수 있는 구조를 갖춘다.
- ▶ 건물 및 공사장 등 건설현장에 차량 진입이 곤란한 경우에는 다이남믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리설비 본체의 밑면에 지게차가 작업할 수 있는 구조를 이용하여 지게차로 운반한다.

- 3) 다이남믹 멀티 벤츄리 프로토타입 성능평가

- ▶ 공인시험기관의 평가를 통한 성능검증을 시행하고 공인시험성적을 획득한다.
 - 다이남믹 멀티 벤츄리 용량 : 1,500Nm³/hr 이상
 - 시험조건: 다이남믹 멀티 벤츄리 입구 분진농도와 출구 분진농도의 비교로 저감 확인
 - 총분진 제거효율 : 95% 이상
 - 중량 : 10톤 이하
 - 전폭 : 2.5m 이하
 - 전고 : 4.0m 이하

- 공동연구기관(KTL):

- 60L/min 이상 규모의 마이크로버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작



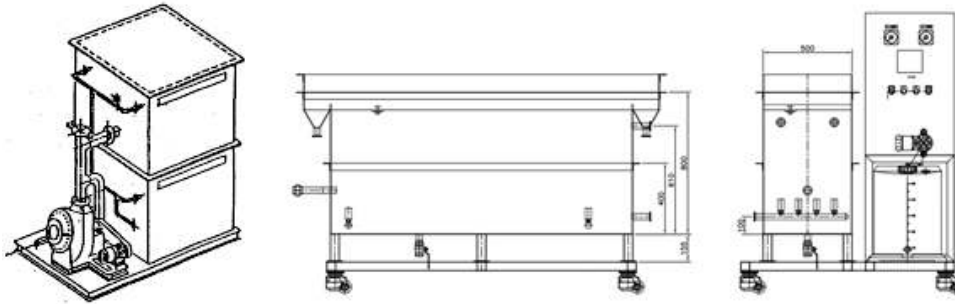
<차량 탑재 가능한 마이크로버블 미세기포 발생장치 모듈화 예시>

- 1.5인치 미세기포 발생용 소용돌이 Vortex 다단 노즐 설계 및 제작



<성능 개선된 소용돌이 Vortex 다단노즐 제작 및 성능평가>

- 500L 규모 세정수 오염물질 마이크로버블 부상분리 반응조 설계 및 제작



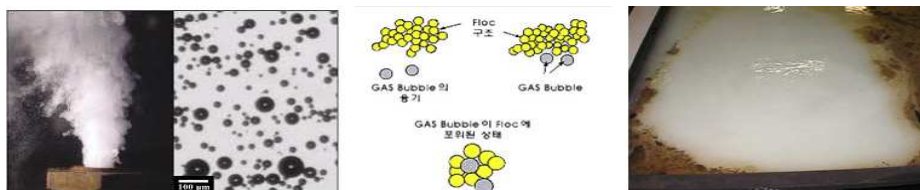
<성능 개선된 마이크로버블 부상분리 반응조 설계 및 제작>

- 3kg 용량 Filter press 방식의 분리된 입자 고액분리 장치 설계 및 제작
- 차량 탑재 가능한 오염세정수 입자 부상분리 시스템 성능개선 및 제작



<차량 탑재 가능한 오염세정수 입자 부상분리 시스템 모듈화 예시>

- 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가



- 현장 적용 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자 제거효율 평가

③ 시제품 신뢰성 평가 및 검·인증 등 실용화 방안

- 본 기술개발은 시작품 단계인 TRL 4 실험실 성능평가 단계, TRL 5 유사환경 시험단계, TRL 6 유사환경 기술시범 단계까지 임.
- 이후 계속 과제를 통하여 실용화 단계인 TRL 7 실제환경 시작품 데모 단계, TRL 8 시제품 설치 및 성능시험 단계를 실시하여 신뢰성을 확보할 계획임.
- 상기의 실용화 단계에서 시제품 신뢰성 시험을 시행할 것이며 평가는 전문기관의 신뢰성평가 센터에서 실시할 것임.
- 시제품 신뢰성의 검·인증은 국가기술표준원 고시 제2019 - 0057호(2019년 3월 28일) 「KOLAS 공인기관 인정신청 및 평가수행 절차에 관한 규정」으로 개정 고시한 「국가표준기본법」 제14조, 제23조 및 한국산업표준 KS Q ISO/IEC 17011에 의거 「공인기관 인정신청 및 평가 수행절차에 관한 규정」(KOLAS-R-004)에 따라서 받을 것임.

국가기술표준원 고시 제2019 - 0057호

「국가표준기본법」 제14조, 제23조 및 한국산업표준 KS Q ISO/IEC 17011에 의거
「공인기관 인정신청 및 평가 수행절차에 관한 규정」(KOLAS-R-004, 국가기술표준원
고시 제2016-400호)의 일부 내용이 개정되어 아래와 같이 개정 고시합니다.

2019년 3월 28일

국가기술표준원장

「KOLAS 공인기관 인정신청 및 평가수행 절차에 관한 규정」 개정 고시

1. 개정이유

KOLAS 공인기관 인정과 관련된 국제표준인 인정기구의 요구사항(ISO/IEC 17011) 및 시험·교정기관의 적격성에 대한 요구사항(ISO/IEC 17025)이 개정되어 이를 반영하고, KOLAS 인정제도의 신뢰성 제고를 위한 개선 내용을 운영요령에 포함하려고 하는 것임

2. 개정내용

- 가. 부정행위 등으로 인한 인정불가 기준 신설(안 2.5.3항)
- 나. 예비 방문, 평가 기법 등 내용 보완(안 2.6항)
- 다. 성적서 발행 실적 점검 위주의 사후관리 평가 실시(안 4.2.2항)
- 라. 국제기준에 따라 발견사항에 대한 구분 명확화(부적합, 유의, 권고)(안 5.5항)
- 마. 정지/취소 기준인 결함의 분류 명확화(별표 제1호)
- 바. ISO/IEC 17025 개정 사항 체크리스트(문서/현장평가) 반영 및 평가 서류 간소화(별지 서식 총 16종 → 11종)

부 칙

제1조(시행일) 이 고시는 2019년 4월 1일부터 시행한다.

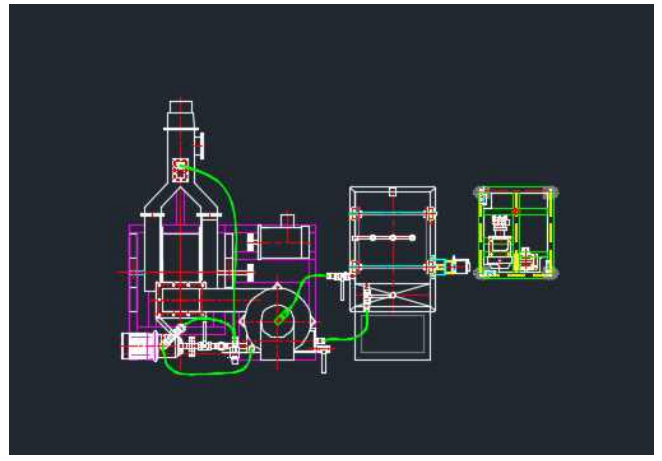
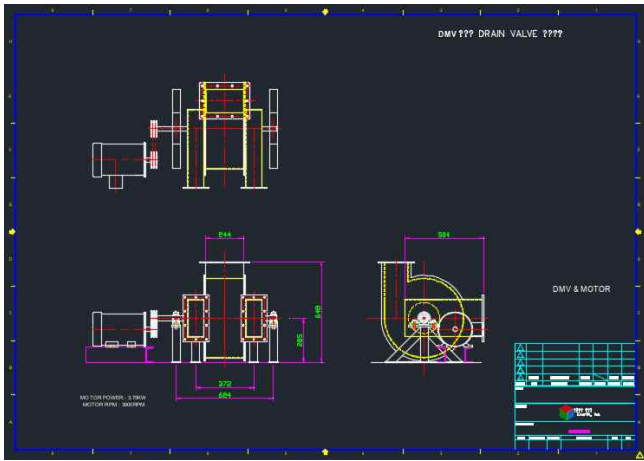
구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
1년차 (2019)	1,500Nm ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발	시스템 설계	-	설계도면	-	10%
		프로토 제작	-	1,500 Nm ³ /hr급	-	5%
		성능검증	-	총분진 저감률 기준 95%	-	5%
	30LPM 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발	장치제작	-	30LPM	-	2.5%
		장치성능(토출유량)	-	30L/min	-	2.5%
		장치성능(오염물질 제거율)	-	>90%	-	5%
2년차 (2020)	다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 개발	차량탐제 가능한 다이나믹 멀티 벤츄리 본체개선	-	설계도면	-	5%
		성능평가	-	구조해석과 전체시스템 성능평가 (95%/공인시험서)	-	5%
		다이나믹 멀티 벤츄리 프로토 타입 조립	-	프로토타입	-	10%
	60LPM 오염세정수의 처리시스템 최적화	장치제작	-	60LPM	-	2.5%
		장치성능 (토출유량)	-	60L/min	-	2.5%
		장치성능 (오염물질 제거율)	-	>95%	-	5%
3년차 (2021)	다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 현장 적용 시험, 실용화 방안 수립	현장 적용시험	-	신뢰성 점검	-	10%
		개선대책	-	개선방안	-	5%
		실용화방안	-	실용화방안	-	5%
	60LPM 차량 탑재용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발	장치제작	-	60LPM	-	5%
		장치성능 (토출유량)	-	60L/min	-	5%
		장치성능 (오염물질 제거율)	-	>98%	-	10%

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

[1차년도]

○ 주관연구기관((주)에너스):

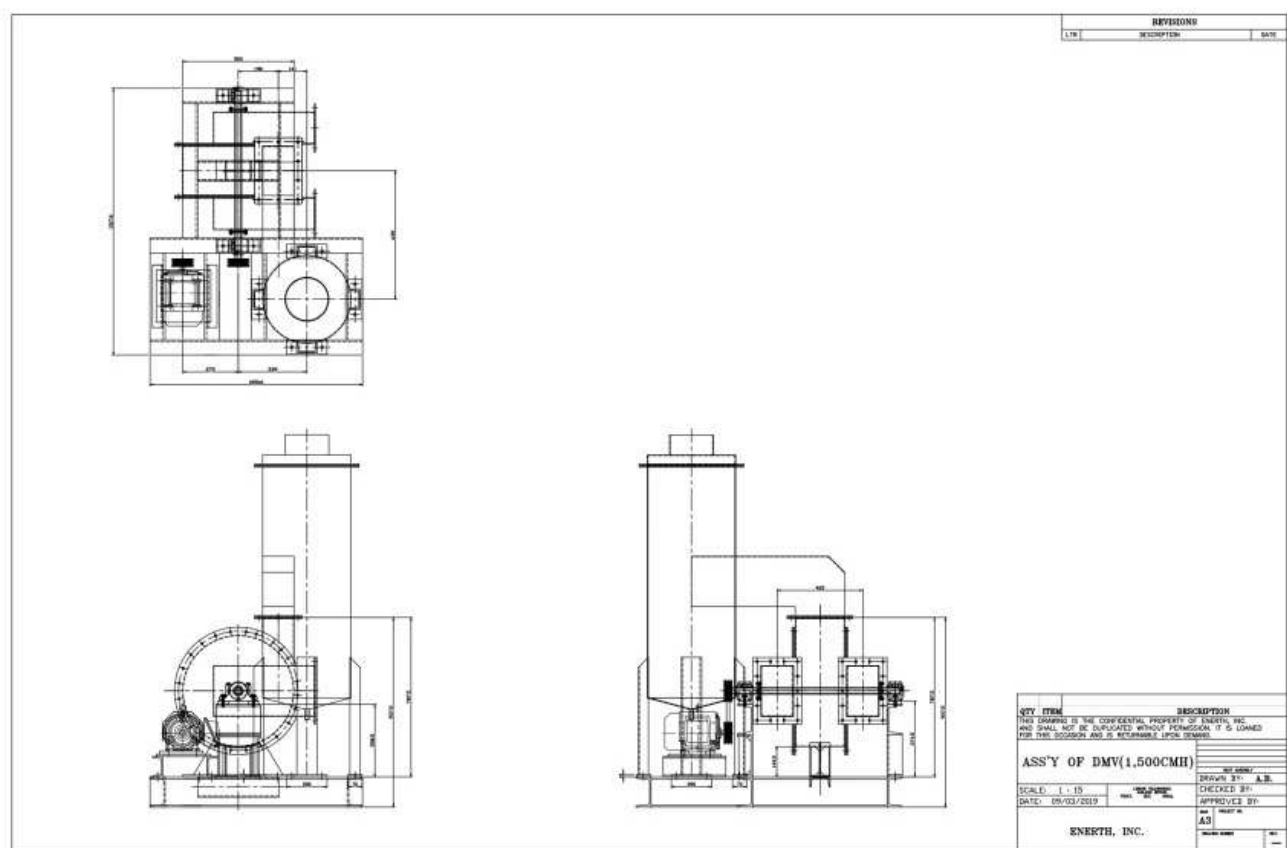
- 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발
 - » Casing, Impeller 그리고 Motor로 구성된 다단 벤츄리 구조를 개발
 - » 물을 미세하게 무화시켜 공기 중 오염물질에 흡수시키는 기능을 개발
 - » 재질은 SS400, SUS, Hastelloy 그리고 FRP 등 분진의 성상에 따라 적절히 선정
- Separator 개발
 - » 원심력을 이용하여 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리에서 생성된 물과 오염물질의 결합 부산물을 제거(기/액 분리) 하도록 함
 - » 재질은 본체와 같이 분진의 성상에 따라 적절히 선정
- 세정수 공급 장치 개발
 - » 고효율 다이나믹 멀티 벤츄리에 분진처리를 위한 순환수 공급장치를 개발
 - » Pump 및 유량계를 시스템에 맞게 선정하고 시스템으로 구성
- 전원공급 장치 개발
 - » 유입 분진 부하 변동에 적응성을 갖도록 inverter 구동방식을 적용
 - » 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 프로토 개발



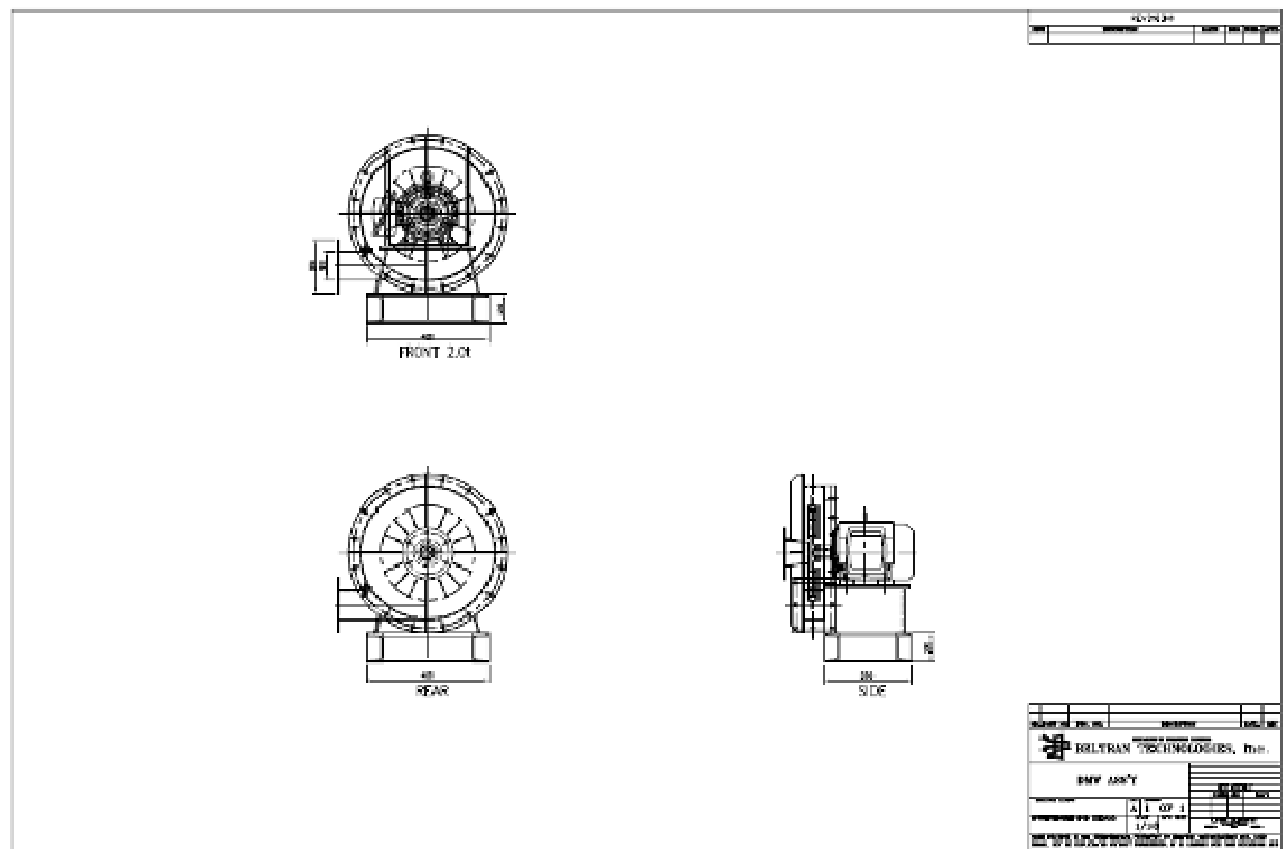
<다이나믹 멀티 벤츄리 본체 설계 도면 및 장치>

시스템 제원

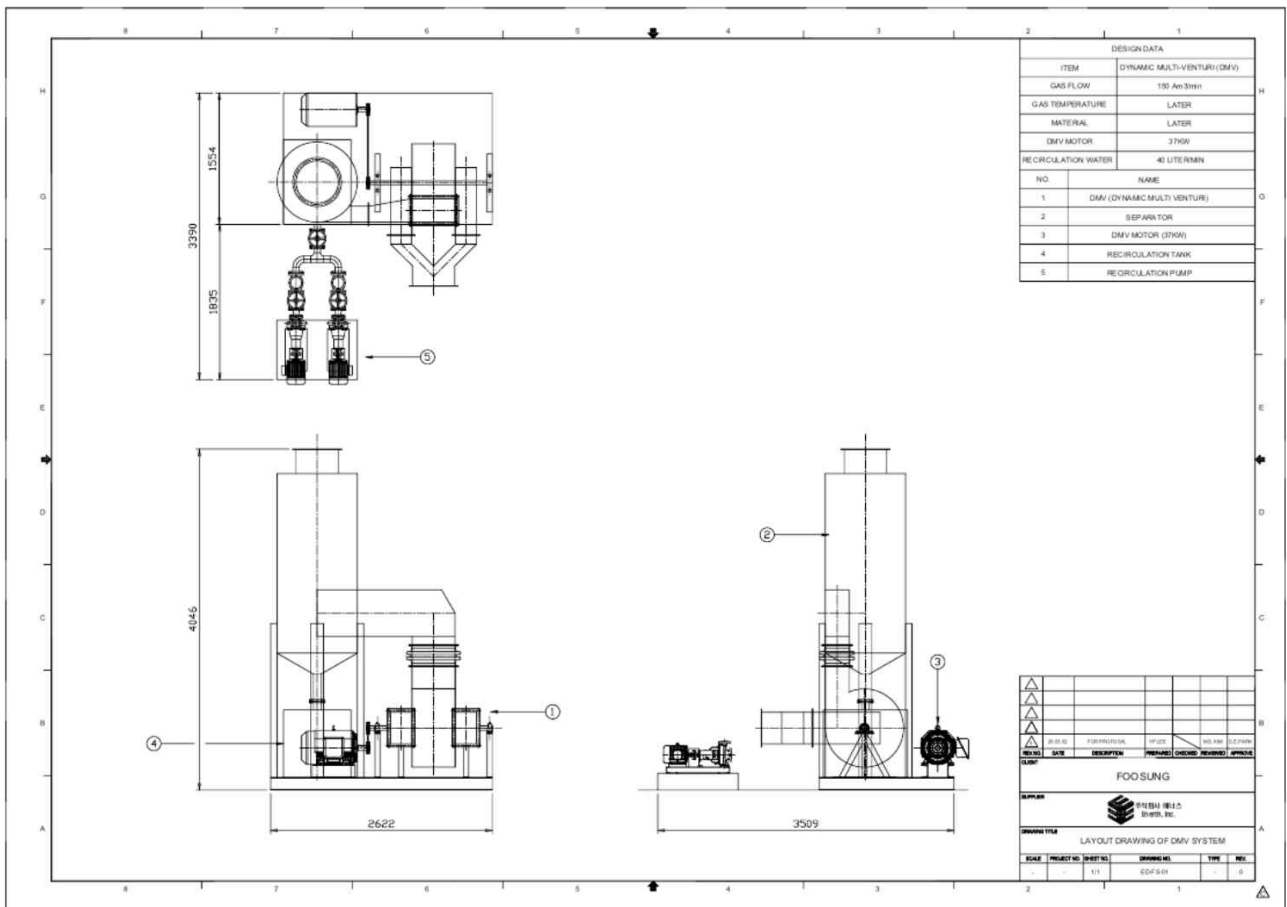
1. DMV (Dynamic Multi Venturi)
 - 1) Type: Dynamic Multi Venturi
 - 2) Capacity: 1500 Nm³/hr
 - 3) 재질: STS316
 - 4) 정압: 150 mmAq
2. Separator
 - 1) Cyclonic Separator
 - 2) Capacity: 1500 Nm³/hr
 - 3) 재질: STS316
3. TRecirculation Tank
 - 1) Capacity: 0.4 m³
 - 2) 재질: STS316



다이나믹 멀티 벤츄리 레이아웃 도면



다이나믹 멀티 벤츄리 임펠라 도면

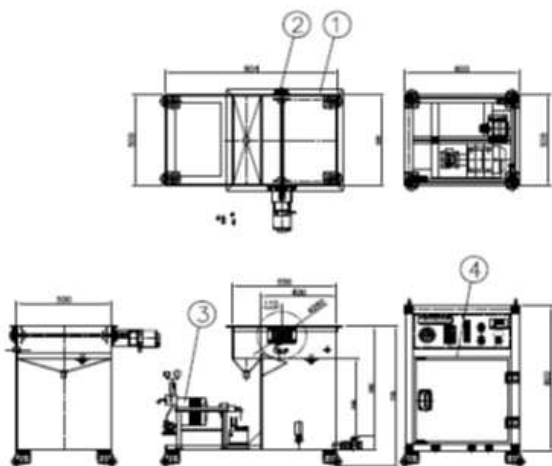


다이나믹 멀티 벤츄리 레이아웃 도면

○ 공동연구기관(KTL): 30L/min 이상급 다이나믹 멀티 벤츄리의 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발

(1) 오염세정수의 입자 부상분리장치 설계 및 제작

- 30 LPM 오염세정수의 입자 부상분리가 가능한 DAF (용존공기부상)장치를 설계 및 제작함
- 계획서 대비 200 L 규모 부상분리 반응조, 30 LPM 이상 미세기포 발생장치, 1 kg 고액분리용 filter press 제작 사양 만족하도록 장치를 구성함



<30 LPM 급 입자 부상분리 DAF 시스템 설계도면 및 장치>

(2) 마이크로버블 발생 장치 성능 평가



<마이크로버블 발생 노즐 성능 평가>

- 시운전을 통한 미세기포 발생용 노즐 성능 test 진행
- 기액비 1:9 및 30 LPM 기준 초기 가동시간 (2분 이내) 미세기포 발생으로 인한 색도 변화를 확인함
- DO 값의 경우 10분까지 지속적으로 증가하나 이후 증가량이 점차 감소하여 일정한 값을 나타냄
- 토출 유량의 경우 아래 그림과 같이 검교정된 저울을 설치하여 시간에 따른 무게 측정 및 평균 값 도출을 바탕으로 당 해연도 목표인 30 LPM 이상을 달성함 (공인성적서 발급 완료)



시간 (sec)	구간별 무게 (kg)	구간별 환산유량 (LPM)	전체 평균유량 (LPM)
0-30	19.95	39.9	39.68
30-60	19.85	39.7	
60-90	19.7	39.4	
90-120	20.25	40.5	
120-150	19.45	38.9	



<마이크로 버블 토출유량 성능 평가>

(3) 오염 세정수의 입자 부상분리 및 제거 성능 확인

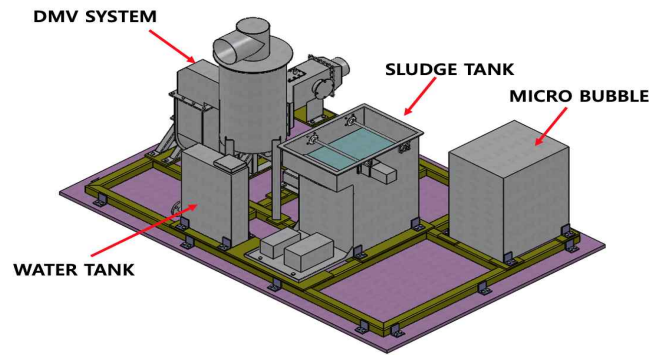
- DAF 반응조를 통한 미세먼지 부상-스크레퍼를 통한 슬러지 분리-필터프레스를 통한 슬러지 처리 공정을 구성하였으며, 아래의 운영 조건으로 오염 세정수 제거 실험을 진행함

<오염 세정수 제거실험 운영조건>

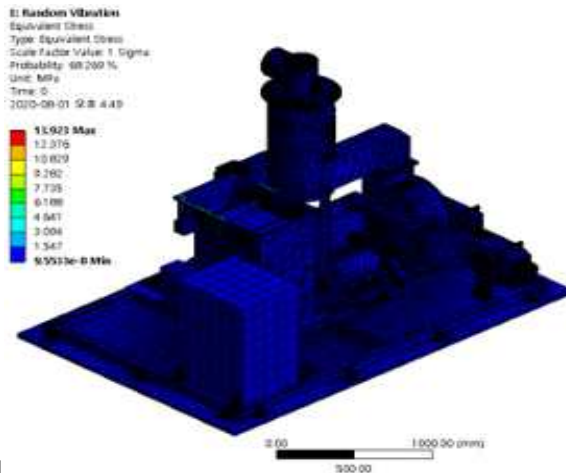
원수 및 미세버블 유입유량 (LPM)	기액비	운전 시간 (min)	유입 모사분진 농도 (mg/L)
30	1:9	70 (10 cycle)	250

- 

3D모델링>



<DMV+DAF 시스템



<최대 응력:

13Mpa>

- 모터 브라켓 보강으로 인 치 변경)
- Random vibration 해석결과 최대 변위 0.7mm, 최대응력 13Mpa로 안정적인 구조로 판단됨

해 1차모드 주파수 증가(변위 위

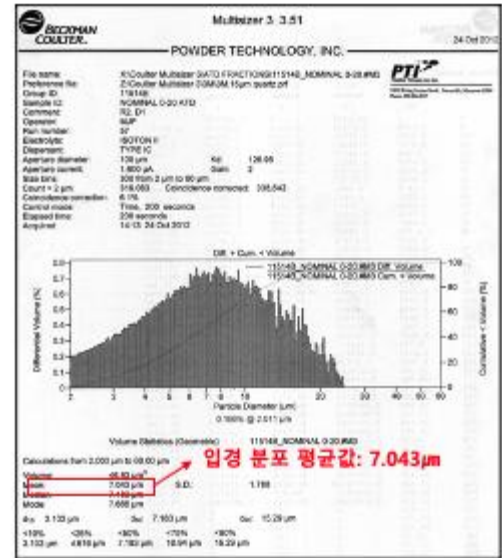
(2) 주관기관 DMV장비결합



- 주관기관 주도하에 차량탐제가 가능하도록 설계를 완료
- 10/25일경 잔널에 결합 완료

(3) DMV 성능측정

– 주관연구기관 성능측정: 측정 분진



<측정용 분진 (0-20µm)의 입경 분포도>

– 주관연구기관 성능측정: 현장설치



분진발생기 (에어컴프레서와 연결)



분진 분사를 위한 투입구 연장



컨트롤 판넬



측정장비 DMV 전단 설치



측정장비 DMV 후단 설치

- 분진저감 제거 효율 확인



분진 투입



공인시험성적서-DMV 전단



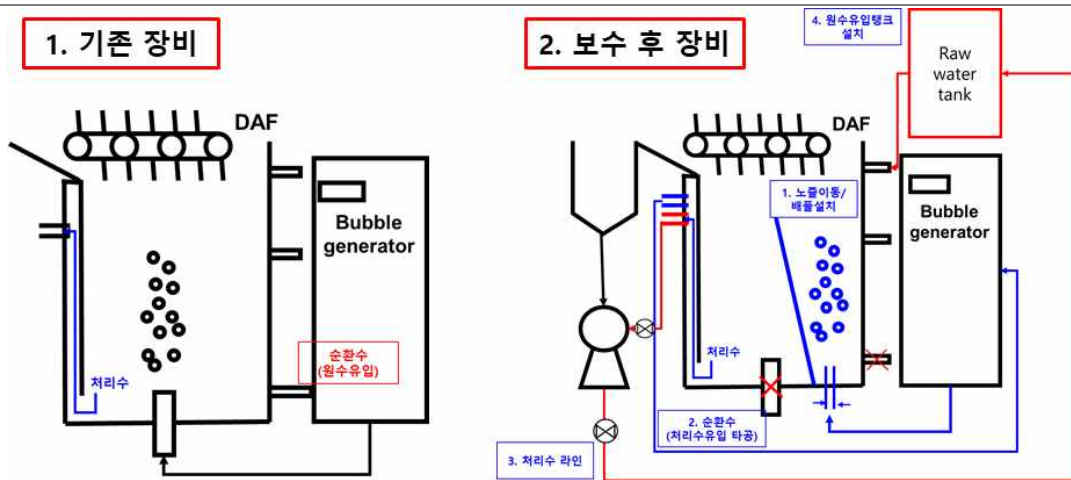
공인시험성적서-DMV 후단

(4) 2차년도 연구실적

구분	항목	실적목표	달성치	비고
정성적목표	탐재 차량용 설계	구조해석	설계완료	장치 결합 설계 완료
	구조해석	보고서	완료	구조해석 완료
	DMV 조립	프로토타입	조립완료	1,500Nm3/hr
	총분진 저감	공인시험서 95%	89.7%	공인시험성적서 89.7% 발급 완료
정량적목표	특허 출원	1		진행중
	시제품	1		3차년도 이월

- 목표 효율 도달 못한 사유(5%부족): DMV운전 후 수처리 설비 없이 테스트하여 오염수가 유입되어 테스트 효율에 영향을 끼침
- DAF 시스템과 체결시 오염수가 처리될 경우, 효율 95%이상 달성에 무난함

- 공동연구기관(KTL): 30L/min 이상급 오염세정수의 입자 부상분리 시스템의 주관기관 DMV 장치와 결합 및 보완/수정을 통한 성능 최적화
 - ① 장비 결합을 위한 용존공기부상 장치 보수 및 최적화
 - 1차년도에 제작한 장비 운영사항을 검토 및 아래와 같이 수정보완하여 주관기관 장비 결합 및 성능개선을 도출하고자 함
 - 노즐이동/배플설치 : 부유분진 재확산 방지 및 유로확보를 통한 제거효율 향상 도모
 - 순환수 유입 밸브 설치 : 처리수 배출구에 순환수 운영이 가능하도록 동일 높이에 순환수 유입 밸브 설치 및 연결
 - 처리수 라인 연결 : 주관기관과의 결합 및 처리수 재이용을 위한 밸브 및 배관 연결
 - 원수유입탱크 설치 : 오염세정수 유입 및 응집제 혼합을 위한 버퍼 탱크 설치

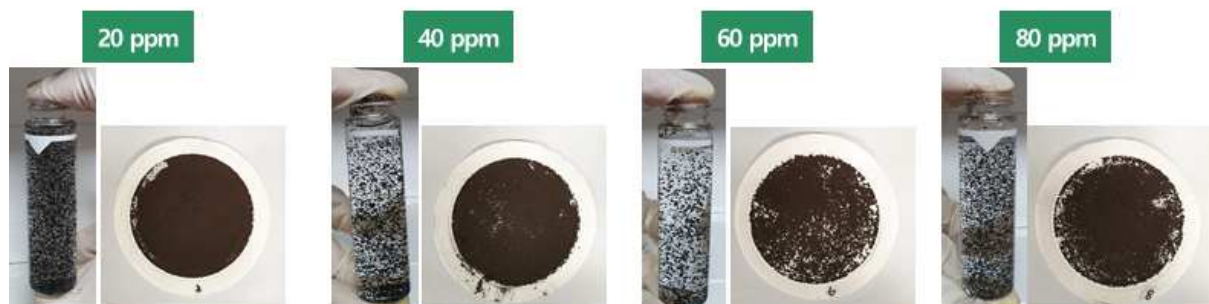


<용존공기부상 장치 보수 및 최적화>

② 응집제 성능 확인

- 부상분리 시 응집제 주입으로 인해 플럭을 생성하여 DAF를 통한 공기부상 진행 시 응집된 슬러지의 부상이 용이하여 분리성능이 증가함
- 응집제 농도별 주입 후 원수와 의 탁도와 SS를 측정 결과 PAC 60 ppm / 유기고분자응집제 10 ppm 주입 시 가장 응집이 잘 이루어져 낮은 SS 농도를 나타냄

	PAC 주입량 (ppm)	20	40	60	80
	유기고분자응집제 주입량 (ppm)	10	10	10	10
원수	탁도 (NTU)	560	460	420	490
	pH	8.33	8.29	8.28	8.22
PAC 주입후	탁도 (NTU)	359	308	395	406
	pH	7.98	7.97	7.96	7.9
유기 주입후	탁도 (NTU)	5.7	6.5	7.4	8.2
	pH	-	-	-	-
	SS (mg/L)	2,057	1,981	1,271	1,425



<응집제 주입 농도에 따른 성능>

③ 성능 최적화를 통한 모사분진의 입자 부상분리 및 제거 성능 확인

- 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 성능을 측정하기 위하여 DAF 반응조를 통한 미세먼지 부상-스크레퍼를 통한 슬러지 분리-필터프레스를 통한 슬러지 처리 공정을 통해 오염세정수의 제거 성능을 평가하였으며, 아래와 같은 원수 및 미세버블 유입유량, 기액비, 운전시간 및 유입 모사분진 농도의 운영조건을 설정하여 실험을 진행함

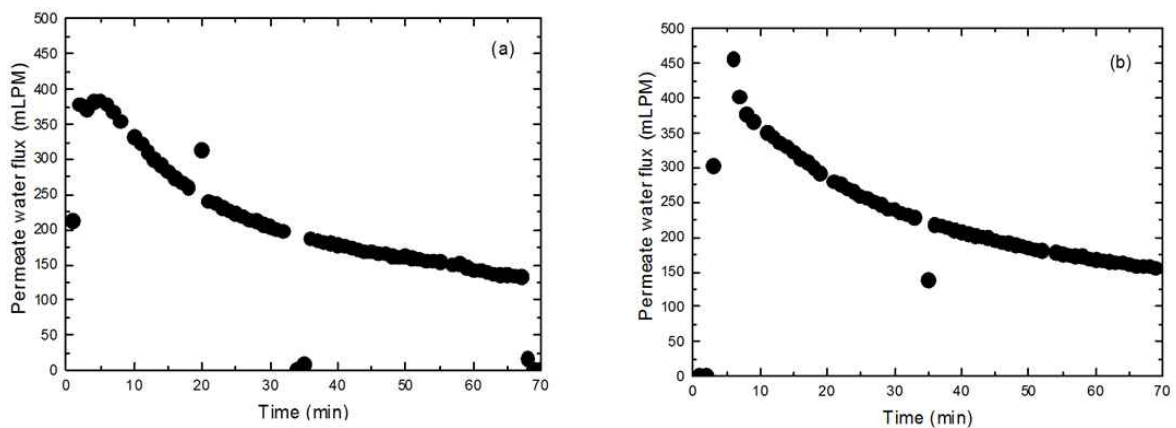
<DAF 시스템 운전 조건>

Operating parameters	Value
Raw water and microbubble flow rate (LPM)	30
Air water ratio	1:9
Operating time (min)	35, 70 (5, 10 cycle)
Initial synthetic fine dust concentration (mg/L)	250

<필터 프레스 멤브레인 spec>

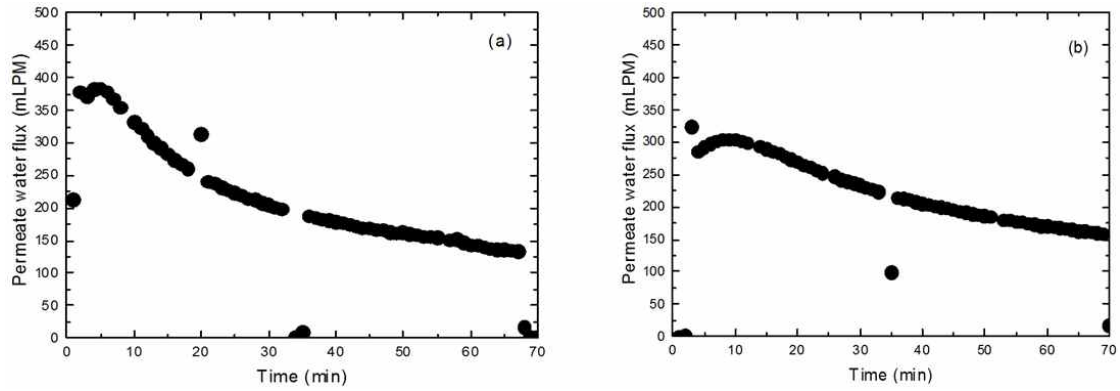
Membrane	Air permeability (cc/cm ² /sec)	Pore size (mesh)
450D	0.643	700
Double weave	0.1	700
Flat double weave	0.1	950

- 공기투과도에 따른 수투과량 성능변화: 약 1.5배의 공기투과도의 성능 차이를 보임에도 불구하고 초기 수투과유량 및 시간에 따라 막오염이 진행되어 유량이 저감되는 형태 모두 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 확인됨. 이는 여과지의 공기투과도 특성은 수투과유량에는 크게 영향을 미치지 않으며, 막의 재질과 기공 크기가 동일한 것이 성능에 영향을 미친 것으로 판단됨



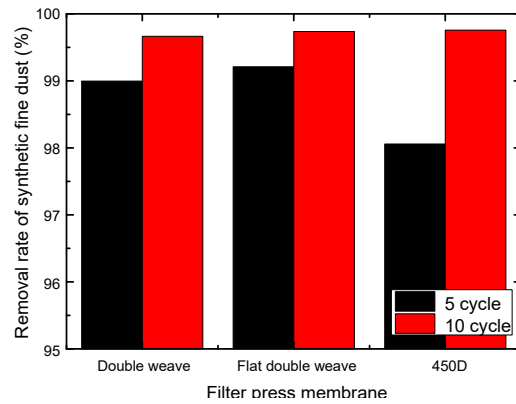
<공기투과도에 따른 수투과량 성능변화 (a) double weave, (b) 450D membrane>

- 기공 크기에 따른 수투과량 성능변화: 기공 크기가 작은 flat double weave 여과지에서 초기 수투과도가 상대적으로 작게 나타난 것을 확인함. 이는 앞의 결과와 마찬가지로 여과지의 기공 크기 특성이 수투과유량에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 판단됨. 또한, 낮아진 초기 수투과도로 인하여 상대적으로 막에 쌓이는 오염물질이 적기 때문에 시간이 지날수록 유량의 감소량은 둔화된 것을 확인함



<기공 크기에 따른 수투과량 성능변화 (a) double weave, (b) flat double weave membrane>

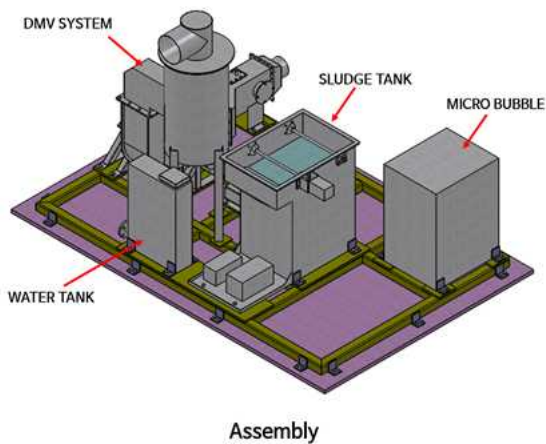
- 모사분진 제거 성능 평가: 용존공기부상 공정의 운영시간이 증가할수록 모사분진의 제거율이 증가하는 것으로 나타났으며, 70분(10 cycle)의 운영시간이 지난 후에는 여과지의 특성과 관계없이 높은 제거효율을 달성한 것으로 확인됨



<용존공기부상 공정에 따른 모사분진 제거율>

④ 주관기관 DMV 장비 결합

- 장치 보수를 통해 최적화를 완료한 용존공기부상 장치의 결합을 위한 설계 진행
- 주관기관의 주도 하에 차량 탑재가 가능하도록 잔넬 프레임에 장치 결합 완료



<DMV+용존공기부상장치 결합 설계도면 및 실제 결합 장치 사진>

⑤ 결합장비 오염세정수 제거 성능 평가

- 결합 후 발생하는 유입 모사분진의 원수 및 처리수를 분석하여 용존공기부상장치의 오염세정수 제거 성능을 평가함
- 수중 미세먼지 양을 확인할 수 있는 부유물질 분석을 실행한 결과 당해연도 성능목표인 95% 이상의 성능을 나타내었으며, 원수 및 처리수를 분석기관에 의뢰하여 공인시험 성적서 발급을 완료함

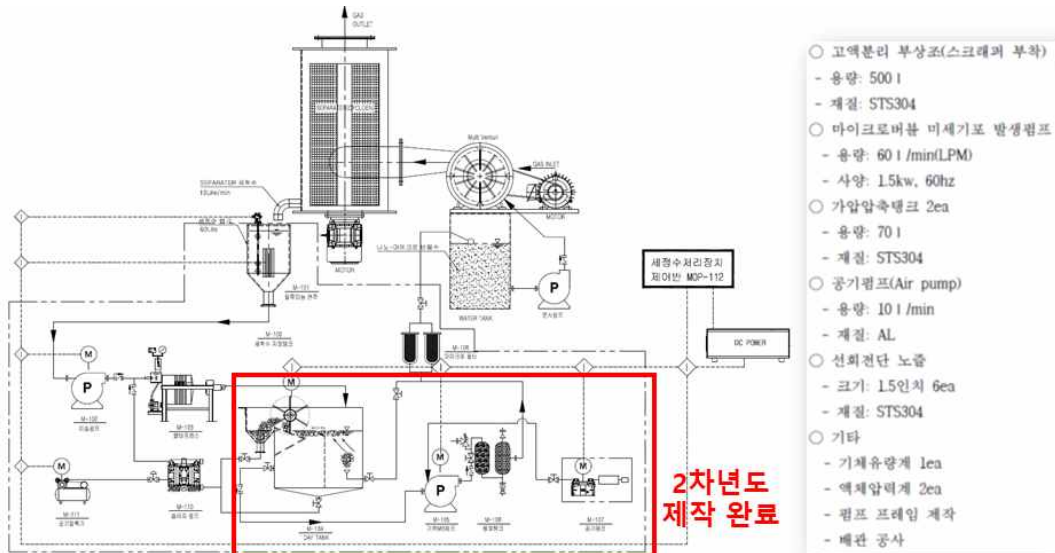


항목	원수	처리수	제거율 (%)
부유물질 (mg/L)	231.8	1.3	99.4

<용존공기부상장치의 오염세정수 제거 성능 평가>

⑥ 차년도 scale up 장비 사전 설계 및 제작

- 3차년도 목표인 500 L 용량 및 60 LPM 순환수 유량 조건의 장비 제작을 위한 사전 설계를 완료함
- 설계를 바탕으로 당해연도에 부분 제작을 완료하여 차년도 연구 목표를 조기 달성함



<scale up 장비 설계 도면 및 주요 사양>

[3차년도]

○ 주관연구기관((주)에너지스):

- 1) 건물 및 공사장의 미세먼지 저감을 위한 5톤 트럭에 탑재한 이동식 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 조립한다.
 - ▶ 다이나믹 멀티 벤츄리 본체를 트럭에 장착한다.
 - ▶ 오염수 처리 설비 본체를 트럭에 장착한다.
 - ▶ 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 트럭에 조립하여 완성한다.



<다이나믹 멀티 벤츄리 차량탑재 모습>

- 2) 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입을 트럭에 탑재하여 조립할 때, 건물 및 공사장 등 건설현장에 차량 진입이 곤란한 경우를 대비하여 다음과 같이 구조가 되도록 한다.
 - ▶ 다이나믹 멀티 벤츄리 본체와 오염수 처리 설비 본체는 일체가 되도록 한다.
 - ▶ 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비의 일체는 트럭에 조립할 수 있는 구조로 한다.
 - ▶ 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비 일체의 트럭 조립 구조에 맞게 탑재 트럭을 개조한다.
 - ▶ 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리 설비 본체의 밑면에 지게차가 작업할 수 있는 구조를 갖춘다.
 - ▶ 건물 및 공사장 등 건설현장에 차량 진입이 곤란한 경우에는 다이나믹 멀티 벤츄리와 오염수 처리설비 본체의 밑면에 지게차가 작업할 수 있는 구조를 이용하여 지게차로 운반한다.



<이동형 다이나믹 벤츄리의 지게차를 이용한 운반 가능기능탑재>

3) 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 성능평가

- ▶ 공인시험기관의 평가를 통한 성능검증을 시행하고 공인시험성적을 획득한다.
- 다이나믹 멀티 벤츄리 용량 : 1,500Nm³/hr 이상
- 시험조건: 다이나믹 멀티 벤츄리 입구 분진농도와 출구 분진농도의 비교로 저감 확인
- 총분진 제거효율 : 95% 이상
- 중량 : 10톤 이하
- 전폭 : 2.5m 이하
- 전고 : 4.0m 이하



<건물 실내 바닥 방수공사 현장 성능 테스트>



<다이나믹 멀티 벤츄리 입구 분진농도>



<다이나믹 멀티 벤چuri 출구 분진농도>

 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory	성적서 번호 : 21-066203-01-1 Report No.: 페이지 : 2 (총 2) Page of Pages	
--	--	---

시험결과 (Test Results)

1. 시험개요

- 1.1. 피 사 명 : ㈜에너스
- 1.2. 시 험 명 : 차량달궤형 이동식 다이내믹 열피텐츄리 결진표율 시험
- 1.3. 시험일시 : 2021년 10월 20일 (월상시험일)
- 1.4. 시험장소 : 경기도 화성시 남양읍 신남로 367
- 1.5. 시험발탁 : 총 2회

2. 시험방법

시험의뢰자가 직접 시험대상 차량달궤형 이동식 다이내믹 열피텐츄리를 운전하는 조건에서 결진정지 입/출구 측정부에서 대가오염정지검기종에 준하여 전지농도를 측정함. 이때, 결진정지도 유입되는 전지는 시험장소에 설치된 분진관리장치를 권탁 내부 배후(사면도)로 방출된 배후(사면도)를 그라인딩도 면하하는 과정에서 발생하는 전지를 흡입하여 시험하였음.

3. 시험결과

구분	시험결과		결진효율 (%)
	전지농도 (mg/Sm ³)		
	입구	출구	
1 회	5 903.3	11.6	99.8
2 회	3 141.4	9.0	99.7

[비고] - 전지농도는 동온대조도 포함하지 않은 결과임.

<차량달궤형 이동식 결진장치>

<입구 측정
(상)>

<출구 측정
(상)>

FP104-06-00

본 회 미크론은 중후 전자현미경을 다른 프로그램에서 측정대도시 사용되지는 20도입니다

3. 시험결과

구분	시험결과		
	먼지농도 (mg/Sm ³)		집진효율 (%)
	입구	출구	
1 회	5 903.3	11.6	99.8
2 회	3 141.4	9.0	99.7

[비고] : 먼지농도는 표준상태로 보정을 하지 않은 실측값임.

시험결과

1차 테스트: 집진효율 99.8%

2차 테스트: 진집효율 99.7%

* 3차년도 개발 목표인 차량탑재와 공사현장 실증 테스트를 모두 만족함

- 공동연구기관(KTL): 60L/min 이상급 오염세정수 처리 장치 제작 및 설비 현장 적용 시험, 실용화 방안 수립
- ① 60L/min 이상급 오염세정수 처리 장치 제작
 - 직전년도 최적화 및 결합장비 성능평가와 기 달성한 scale up 장치를 바탕으로 60 L/min급 오염세정수 처리장치 제작을 완료함
 - 계획서 대비 500 L 규모 부상분리 반응조, 60 LPM 이상 미세기포 발생장치, 3 kg 고액분리용 filter press 제작 사양 만족하도록 장치를 구성함



- Scale up한 장비를 주관기관의 주도 하에 차량 탑재가 가능하도록 잔넬 프레임에 장치 결합 및 차량 탑재 후 시운전 완료



<DMV+용존공기부상장치 장치 결합 및 차량 탑재>

② Pilot scale 용존공기부상장치 성능평가

- 토출 유량: 검교정된 유량계를 설치하여 시간에 따른 적산유량 측정 및 평균 값 도출을 바탕으로 당해연도 목표인 60 LPM 이상을 달성함 (공인성적서 발급 완료)



시험성적서

1. 성적서 번호 : CT21-110080K
2. 의뢰자
○ 업체명 : 한국건설기술연구원
○ 주소 : 경상남도 산수시 흥안로 10 (충무공동)
3. 시험기간 : 2021년 10월 19일 ~ 2021년 10월 29일
4. 시험성적서의 용도 : 연구성과 증빙용
5. 시 료 명 : 공존가압부상 (DAF) 분리장치
6. 시험방법
(1) 의뢰자 제시

시험성적서

성적서번호 : CT21-110080K

7. 시험결과

1) 공존가압부상(DAF) 분리장치

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비 고	시험장소
토출유량(1)	LPM	(1)	63.0	의뢰자 제시	A
토출유량(2)	LPM	(1)	62.9		
토출유량(3)	LPM	(1)	62.3		
토출유량(4)	LPM	(1)	63.0		
토출부상(평균)	LPM	(1)	62.8		

※ 시험장비: 의뢰자 제시

※ 의뢰자 제시 시험방법

① 마이크로버블 토출유량 측정방법

1. DAF 장치의 전원을 공급.

2. 장치에 연결되어 있는 네트워크 air 펌프를 가동.

3. DAF 장치 유입 배관에 설치된 유량계를 이용하여 일정한 시간 (예: 1분) 간격으로 유입량을 기록 후 기록된 측산 유량 값의 평균을 이용하여 장치의 토출유량(LPM/L/min)을 계산.

※ 시험장소

A : 경기도 화성시 남양읍 산남로 367

— 끝 —

확인	작성자 성명	임기환	검인	기술책임자 성명	조영근
비고: 1. 이 성적서는 KS Q 703/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시험 및 시험법에 한정된 결과로서 시험결과에 대한 책임을 보증하지는 않습니다. 2. 이 성적서는 총무, 견인, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 특히 이익의 사용을 금합니다. 3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 부정할 수 있습니다. 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kctri.co.kr)에서 확인 가능합니다.					

2021년 10월 29일

한국건설생활환경시험연구원



결과문의 : 06503 서울특별시 금천구 가산디지털로 199 (가산동) ☎ (02) 212-2768

전자문서본은 시험결과에 대한 참고용입니다.

총 2페이지 중 1페이지

전자문서본 (Electronic Copy)

일시 2021-12-01-08(1)

전자문서본은 시험결과에 대한 참고용입니다.

총 2페이지 중 2페이지

전자문서본 (Electronic Copy)

일시 2021-12-01-08(1)

<마이크로 버블 토출유량 성능 평가>

- 성능평가를 위한 공사 현장 모사: 공사 현장 내부 상황을 모사하기 위하여 아래 그림과 같이 밀폐된 공간에서 그라인더를 통한 분진 발생 및 이를 흡입하는 장치를 연결하여 DMV 및 수처리 장비로 유입될 수 있도록 장치를 구성함



<공사 현장 모사 시스템>

- 오염세정수 제거성능평가:

③ 60L/min 이상급 오염세정수 처리 제작

- 실제 공사 현장을 모사한 실험에서도 아래 그림과 같이 높은 제거 효율을 달성한 것을 확인함
- 오염세정수의 제거 성능을 평가할수 있는 수질인자인 SS농도를 분석한 결과 DMV처리 후 494 mg/L의 높은 농도를 나타냈으나, 처리 후 4 mg/L로 99.2%의 높은 제거 성능을 달성하여 당해목표인 98% 이상을 달성하였으며, 공인성적서 발급을 완료함

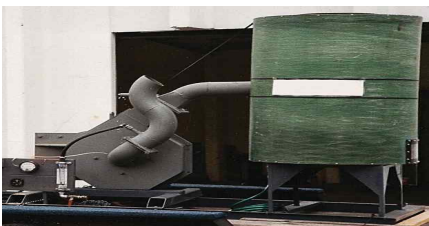
연구개발 추진전략 · 방법

○ 기술개발 준비현황

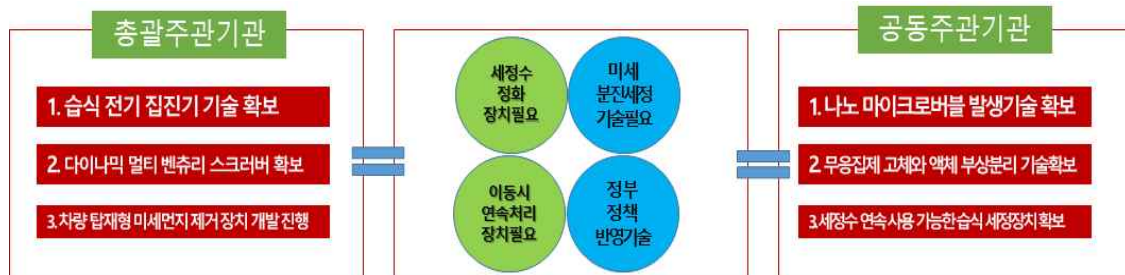
- 주관기관은 습식전기집진기와 바이오매스 가스화 및 합성가스 이용 관련 전문 인력을 보유하고 있으며, 공동기술 개발사인 미국 WBHP Inc.사와 고효율 다이내믹 멀티 벤츄리 스크러버 기술적용에 대해 지속해서 협력해 왔다.
- 다이내믹 멀티 벤츄리는 WBHP Inc.사의 기본 모델을 한국 및 아시아지역 수요에 맞게 개발하기 위해 기술적 부분 협력과 맞춤형 마케팅을 진행해 오고 있다.
- 특히 다이내믹 벤츄리 스크러버 본체, Separator, 세정수 공급장치 국산화 개발을 위해 국내 전문 업체들과 협력하여 prototype 제작관련 선행연구를 수행하였고, 중소기업기술개발(산연전용) 사업으로 “중소형 산업설비 미세먼지 제거용 고효율 다이내믹 벤츄리 스크러버 개발”(2019년 10월 31일 종료)을 개발목표치에 도달하였다.
- 공동연구기관은 나노 마이크로버블 미세기포 발생장치 전문기업으로 1) 고품입자를 액체와 분리하기 위한 마이크로버블 용존공기부상 기술, 2) 미세기포 염분 세척 장비, 3) 나노버블을 이용한 반도체 웨이퍼 세정, 4) 국내 최초 세정수를 연속 재사용 가능한 오존산화 나노 마이크로버블세정탑 등의 실용화 및 원천기술을 확보하였다.

○ 수행중인 “중소형 산업설비 미세먼지 제거용 고효율 다이내믹 벤츄리 스크러버 개발”과제와 차별성

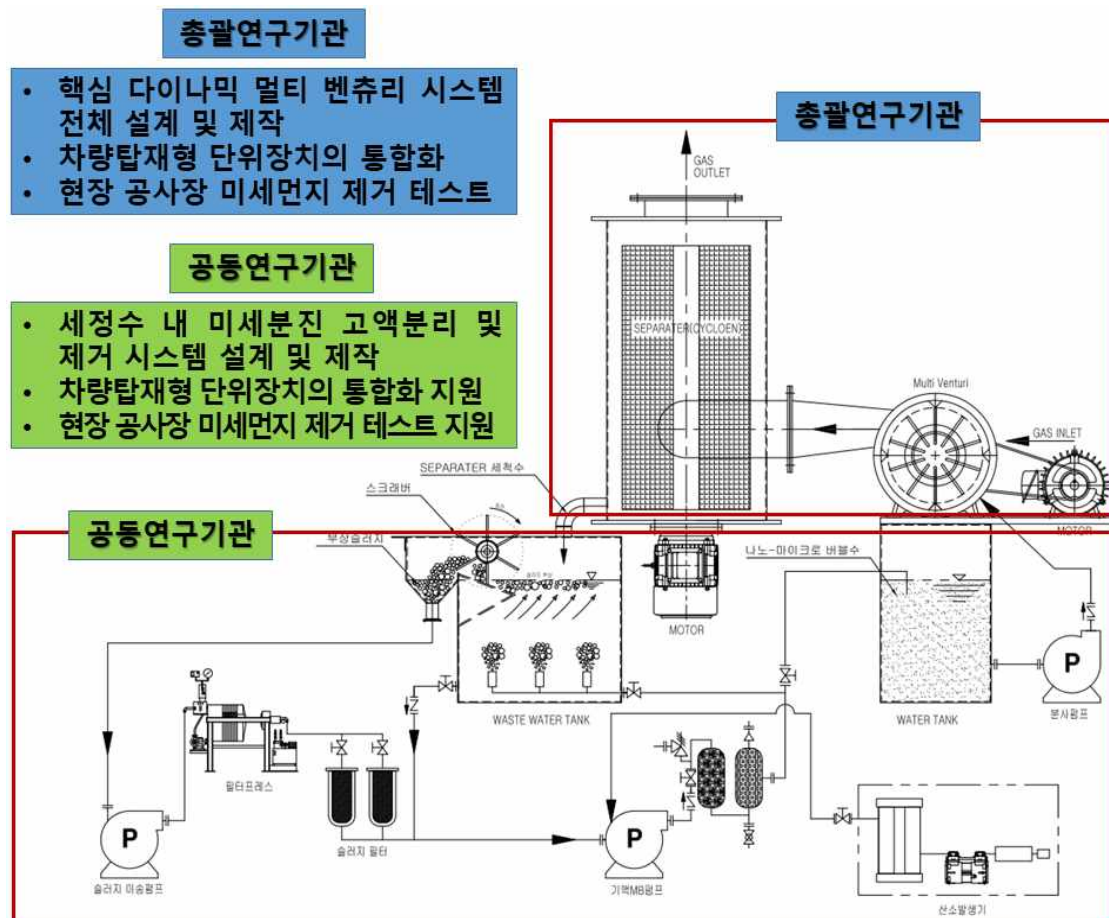
- 수행중인 중소기업기술개발(산연전용)사업의 과제는 산업용으로 중, 소형사업장(고효율, 중저가)에 활용할 수 있도록 하기 위한 것임.
- 본 과제는 차량에 탑재하여 이동식으로 건물 및 공사장의 미세먼지 저감을 위한 것임.
- 아래 비교표와 같이 수행 중인 과제에 대비하여 본 과제는 많은 차별성을 보유함.

항목	차량 탑재 이동식 다이내믹 멀티 벤츄리시스템 (본 과제)	산업설비용 고정식 다이내믹 멀티 벤츄리시스템 (수행 과제)
장착 방식	차량 탑재	지상 고정
이동 안전기준	충족	-
분진 포집	이동시 / 정지시 모두 가능	설치 장소
충분진 제거효율	95% 이상	95% 이상
오염수 처리	자체 정화	별도 설비 필요
용도	터널, 지하철, 철도, 아파트 등 공사현장	중,소형 사업장
대표사진		

- 주관기관은 집진설비에 대한 다양한 경험이 있으며 미세분진 제거에 대한 다년간의 마케팅을 통해 다이나믹 멀티 벤처리의 주요 수요처의 요구에 따른 제품을 개발 중에 있다.
- 공동기관은 수처리 시스템의 공정해석, 수처해석 및 실험에 대한 다양한 노하우를 보유하고 있으며 개발대상 제품에 대한 시스템 분석 및 최적 조건 선정을 위한 전문성을 발휘하여 최적 제품개발지원이 가능하다.
- 주관기관의 다이나믹 멀티 벤처리 시스템과, 공동기관의 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술을 가지고 시스템을 구성하여 연계된 무방류 시스템을 만드는 것이 가능하다.



○ 주관기관/참여기관의 업무분담



○ 연구개발 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	건물 및 공사장의 미세먼지 95% 이상 저감을 위한 차량탐재용 이동식 1,500Nm ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발	주관연구책임자 (박상언)외 총 7명

기관별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
대 기 업		
중견기업		
중소기업	1	3
대 학		
국공립(연)		
출 연 (연)	1	4
기 타		

주관연구기관명	협동연구기관명
건물 및 공사장의 미세먼지 95% 이상 저감을 위한 차량탐재용 이동식 1,500Nm ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발	다이나믹 멀티 벤츄리의 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발
연구책임자명 박상언 외 2명	연구책임자명 박찬규 외 3명
담당기술개발내용	담당기술개발내용
- 트럭 탐재용 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발 - 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 프로토 성능평가 - 탐재용 차량 개발 5톤 트럭에 탑재한 이동식 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 제작 - 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 성능평가 - 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 현장 적용 시험 - 실용화 방안 수립	- 마이크로버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작 - 미세기포 발생용 소용돌이 Vortex 다단 노즐 설계 및 제작 - 세정수 미세분진(오염물질) 마이크로버블 부상 분리 반응조 설계 및 제작 - Filter press 방식의 분리된 입자 고액분리 장치 설계 및 제작 - 차량 탑재 가능한 오염세정수 입자 부상분리 시스템 성능개선 및 제작 - 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가

○ 추진일정

1차년도															
일련 번호	연구내용	추진일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	계획수립													10,000	이영필 (에너지) 박찬규 (KTL)
2	주관기관 통합설계													67,100	이영필 (에너지)
3	30L/min 200L 세정수 처리용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 시스템 통합 설계													4,000	박찬규 (KTL)
4	주관기관 단위 장치 제작													38,000	이영필 (에너지)
5	소용돌이 Vortex 노즐, 미세기포 발생장치, Filter Press 장치 등 단위장치 제작 및 장치성능평가													20,000	박찬규 (KTL)
6	주관기관 통합제작													10,000	이영필 (에너지) 박찬규 (KTL)
7	30L/min 200L 세정수 처리용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 시스템 통합제작													23,600	박찬규 (KTL)
8	장치/시스템 및 분진제거능 성능평가													5,000	이영필 (에너지) 박찬규 (KTL)
9	연차보고서 작성													1,000	이영필 (에너지) 박찬규 (KTL)

○ 추진일정

2차년도															
일련 번호	연구내용	추진일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	평가 결과 반영 개선													25,000	이영필 (에너지) 박찬규 (KTL)
2	성능평가 (구조 해석)													10,000	이영필 (에너지)
3	30L/min 200L 세정수 처리용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 시스템 보수 및 최적화													32,000	박찬규 (KTL)
4	주관기관 단위 장치 제작													40,000	박상언 (에너지)
5	소용돌이 Vortex 노즐, 미세기포 발생장치, Filter Press 장치 등 단위장치 제작 및 장치성능평가													6,000	박찬규 (KTL)
6	주관기관 통합제작													59,000	박상언 (에너지) 박찬규 (KTL)
7	30L/min 200L 세정수 처리용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 시스템-주관 DMV 장치와 결합													32,000	박찬규 (KTL)
8	장치/시스템 및 분진제거능 성능평가													9,000	박상언 (에너지) 박찬규 (KTL)
9	연차보고서 작성													1,000	박상언 (에너지) 박찬규 (KTL)

3차년도															
일련 번호	연구내용	추진일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	평가 결과 반영 개선													30,000	박상연 (에너지) 박찬규 (KTL)
2	탐재용 차량 개발													60,000	박상연 (에너지)
3	성능평가 및 현장 적용 시험													80,000	박상연 (에너지) 박찬규 (KTL)
4	차량 탐재용 60L/min 500L 세정수 처리용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 시스템 통합 설계													10,400	박찬규 (KTL)
5	도출된 사항들의 대책 수립													84,600	박상연 (에너지) 박찬규 (KTL)
6	차량 탐재용 소용돌이 Vortex 노즐, 미세기포 발생장치, Filter Press 장치 등 단위장치 제작 및 장치성능평가													10,000	박찬규 (KTL)
7	차량 탐재용 세정수 처리용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 시스템 통합제작													102,000	박찬규 (KTL)
8	실용화(TRL 7) 방안 수립													30,000	박상연 (에너지) 박찬규 (KTL)
9	완료 보고서 작성													1,000	박상연 (에너지) 박찬규 (KTL)

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

○ [(주)에너스(주관연구기관)]

구분	세부 과제명	연구개발 수행내용	연구결과	비고
1차 년도	1,500Nm3/hr 급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발	시스템설계	설계도면 작성	설계도면 작성
		프로토 제작	1,500Nm3/hr급 제작	
		성능검증	충분진 점감률 기준 95%	자체 테스트
2차 년도	다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 개발	차량탑재 가능한 다이나믹 멀티벤츄리 본체개선	설계도면	설계도면 작성
		성능평가	구조해석을 통한 시스템전체의 신뢰성 및 안정성 확보 성능평가 89.7%	수처리 설비 설치후 효율 도달 (95%)
		다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 조립	벤츄리 프로토타입과 공동연구기관의 오염세정수 처리장치의 결합	다이나믹 멀티 벤츄리 설계 및 제작 및 오염세정수 결합 조립 (본체, Separator, 세정수 공급장치, 전원공급장치 포함)
3차 년도	다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 현장적용시험, 실용화 방안수립	현장적용시험	차량탑재 후 현장적용시험	성능효율 95% 이상 공인시험인증서
		개선대책	개선방안 작성	
		실용화방안	실용화 방안 작성	

○ [한국산업기술시험원(공동연구기관)]

구분	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과	비고
1차 년도	30LPM 오염세정수의 처리시스템 제작	시작품 제작	30LPM 규모의 마이크로 버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작 완료	30 LPM 마이크로버블 미세기포 발생장치, 미세기포 노즐, 200L 규모 부상분리 반응조, 1kg 급 filter press 포함
		실내실험	마이크로버블 미세기포 발생장치 30LPM 이상 토출유량 성능평가 완료	토출유량 공인성적서 발급완료
		실내실험	오염세정수의 입자 부상분리 및 90% 이상 제거 성능평가 완료	제거성능 공인성적서 발급완료
2차 년도	30 LPM 오염세정수의 처리시스템 최적화	주관기관 장치와 결합 및 장치 보수	설계 변경을 통한 장치 최적화 주관기관 장치와 결합 완료	
		장치성능 (오염물질 제거율)	오염세정수의 입자 부상분리 및 95% 이상 제거 성능평가 완료	제거성능 공인성적서 발급완료
3차 년도	60LPM 차량 탑재용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발	시스템 설계	60LPM 규모의 마이크로 버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작 완료	60 LPM 마이크로버블 미세기포 발생장치, 미세기포 노즐, 500L 규모 부상분리 반응조, 3kg 급 filter press 포함
		시스템 제작	마이크로버블 미세기포 발생장치 60LPM 이상 토출유량 성능평가 완료	토출유량 공인성적서 발급완료
		성능평가	오염세정수의 입자 부상분리 및 98% 이상 제거 성능평가 완료	제거성능 공인성적서 발급완료

(2) 정량적 연구개발성과

정량적 연구개발성과						
		정량적 연구 목표				달성 성과 건수
구분		1차년도	2차년도	3차년도	목표 합계	달성 합계
국외논문 게재	SCIE				KTL 1건	KTL 1건
	비SCI					
국내논문 게재	SCI					
	비SCI	KTL 1건			KTL 1건	KTL 1건
특허출원	국내	에너지 1건 KTL 1건		KTL 1건	에너지 1건 KTL 2건	에너지 1건 KTL 2건
	국외					
특허등록	국내		KTL 1건	에너지 1건	에너지 1건 KTL 1건	에너지 1건 KTL 1건
	국외					
학술발표	국내					KTL 7건
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문	에너지 1건	에너지 1건	에너지 1건	에너지 3건	에너지 3건
기타	시제품		에너지 1건		에너지 1건	에너지 1건
	저작권					KTL 4건
	일자리 창출	1명		1명	2명	3명

[(주)에너지(주관연구기관)]

- 특허
 - 국내 출원 1건
 - 국내 등록 1건
- 시제품 제작
 - DMV 1건
- 보고서 원문
 - 연구개발 계획서/연차보고서/최종보고서 총 3건

[한국산업기술시험원(공동연구기관)]

- 논문
 - 비SCIE 1건
 - SCIE 1건
- 학술발표
 - 국내 7건, 목표대비 추가달성
- 특허
 - 국내 출원 2건
 - 국내 등록 1건
- 저작권
 - 국내 등록 4건, 목표대비 추가달성

개발시스템의 기존기술대비 우수성 검증 데이터 결과

연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	연구개발 결과	기존기술
1,500Nm ³ /hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 본체 개발	차량탑재 가능한 다이나믹 멀티 벤츄리	다이나믹 멀티 벤츄리	소형전기집진기
	용량	1,500 Nm ³ /hr급	1,000 Nm ³ /hr급
	성능검증 결과	충분진 저감률 98% 이상	충분진 저감률 95% 이상
60LPM 차량 탑재용 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발	장치제작	60LPM	불가
	장치 용량 (토출유량)	60L/min	불가
	장치성능 (오염물질 제거율)	>98%	불가
경제성비교	제작단가	대	대
	운용비용	소	대

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

☐ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여 율
1	Performance evaluation of nitrate removal in high TDS wet scrubber wastewater by ion exchange resin with dissolved air flotation (DAF) process	Membrane and Water Treatment (MWT)	김봉철	-	대한민국	Techno-Press	SCIE	2022.01 (예정)	2092-7037	
2	마이크로 부상 분리 시스템을 이용한 미세먼지 오염수 처리 성능 평가	수처리학회지	김봉철	28	대한민국	한국 수처리 학회지	비SCI	2020.02.29	2289-0076	

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표 내용	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2021 대한환경공학학회	건설 및 공사장의 미세먼지 저감을 위한 다이나믹 멀티 벤츄리 폐세정수 처리용 용존공기부상 시스템 성능평가	김봉철, 여인설, 박찬규	21.11.04	제주	대한민국
2	2021 한국공업화학회 춘계 학술대회	건물 및 공사장의 미세먼지 저감 및 오염수 처리를 위한 용존공기부상 공정 성능 평가	김봉철, 박찬규	21.05.13	부산	대한민국
3	2020 한국물환경학회 -대한상하수도학회 공동학술발표	미세먼지 오염수 처리를 위한 용존공기부상 공정 성능 평가	김봉철, 박찬규	20.11.05	온라인	대한민국
4	2020 한국공업화학회 추계 학술대회	용존공기부상 공정을 통한 미세먼지 오염수처리 성능 평가	김봉철, 박찬규	20.10.30	광주	대한민국
5	2020 대한토목학회	용존공기부상 공정 적용을 통한 미세먼지 오염수 무방류 시스템 성능 평가	김봉철, 박찬규	20.10.22	제주	대한민국
6	한국공업화학회 2019 추계 학술대회	미세먼지 저감장치 세척수 처리에 관한 연구	박찬규	19.10.31	제주	대한민국
7	환경분석/환경독성보건 학회 2019 추계학회	마이크로 부상 분리 시스템을 이용한 미세먼지 오염수 처리 성능 평가	김봉철, 박찬규	19.10.31	제주	대한민국

□ 기술 요약 정보

번호	연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용 여부	허용방식

□ 보고서 원문

번호	연도	보고서 명	발간일	등록 번호
1	2019	연구개발계획서	2019.04	
2	2020	연차(단계)실적/계획서	2020.11	
3	2022	최종보고서	2022.01	

□ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	구분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율	활용 여부
				출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호		
1	특허	차량 탑재 방식의 미세먼지 제거장치 및 이를 탑재한 차량	대한민국	(주)에너스	2019.12.30	10-2019- 0178308	(주)에너스	2021.10.20	10-2317736		
2	특허	미세먼지 오염수 처리장치	대한민국	김봉철, 박찬규	2019.10.21	10-2019- 0130700	김봉철, 박찬규	2020.02.18	10-2080681		
3	특허	미세먼지 오염수 처리시스템	대한민국	김봉철, 박찬규	2020.09.24	10-2020- 0123744	김봉철, 박찬규				

○ 지식재산권 활용 유형

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	활용 예정	기타

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율
1	공사장 미세먼지 오염수 제거용 버블 발생장치 사용설명서	19.12.02	한국산업기술 시험원	21.06.17	C-2021-024460	한국산업기술 시험원	
2	공사장 미세먼지 폐세정수 처리시스템 사용설명서	21.06.09	한국산업기술 시험원	21.06.17	C-2021-024459	한국산업기술 시험원	
3	공사장 미세먼지 오염수 제거용 버블 발생장치 설계도면	19.12.02	한국산업기술 시험원	21.06.17	C-2021-024345	한국산업기술 시험원	
4	공사장 미세먼지 폐세정수 처리시스템 설계도면	21.06.09	한국산업기술 시험원	21.06.17	C-2021-024344	한국산업기술 시험원	

□ 신기술 지정

번호	명칭	고시일	보호기간	지정번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증번호		

□ 표준화

○ 국내표준

번호	인증구분	인증여부	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류	제안/인증일자

○ 국제표준

번호	표준화단계 구분	표준명	표준기구명	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식	제안자	표준화 번호	제안일자

[경제적 성과]

☐ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)

☐ 현장적용

번호	적용기술명	적용일	발주기관명	적용 연구개발기관명	적용현장명(장소)

☐ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료	
					발생 연도	발생액(천원)

☐ 사업화 투자실적

번호	연도	투자 자금 성격*	추가 연구개발 투자(천원)	설비 투자(천원)	기타 투자(천원)	합계(천원)

☐ 사업화 현황

번호	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

☐ 매출 실적(누적)

번호	사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
			국내(천원)	국외(달러)		
합계						

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
		국외			
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수 출				

□ 고용 창출

번호	사업화명	사업화 업체명	고용창출 인원(명)			합계(명)
			2019년	2020년	2021년	
1	DMV	㈜에너지스	최정현 대리 박지은 과장	손승우 사원	-	3명
합계			2명	1명		3명

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	2명
		생산인력	
	개발 후	연구인력	3명
		생산인력	

□ 비용 절감(누적)

번호	사업화명	발생 연도	산정방법	비용 절감액(천원)
합계				

☐ 경제적 파급 효과

(단위 : 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수, 명)	기타
해당 연도							
기대 목표							

☐ 산업 지원(기술지도)

번호	내용	기간	참석 대상	장소	인원(명)

☐ 기술 무역

(단위 : 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	총 계약액	기 징수액	해당 연도	징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

☐ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

☐ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

☐ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

☐ 신진연구자 채용

번호	채용 연구개발기관명	채용일	근로기간	채용인원(명)	채용인원 중 청년인력(명)

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	연도	현황(명)										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타

□ 산업 기술 인력 양성

번호	연도	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	연도	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비(천원)

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

번호	구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)
1	(주)에너스	먼지측정기	EPAM-500	×	×		21.06.14	10,500	사무실
2	(주)에너스	분진발생기	ENM-DS100	×	×		21.10.22	11,000	ENM공장

[그 밖의 성과](해당 시 작성)

○

-

○

-

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성)

[(주)에너스(주관연구기관)]

○ 현장 성능 실증테스트 1건

[한국산업기술시험원(공동연구기관)]

○ 저작권 4건

○ 학술발표 7건

연구성과의 활용성제고 방안- LCC를 고려한 경제성 분석 결과

<정지시 및 이동시 모두 활용 가능한 차량 탑재식 미세먼지 제거장치 비교>

항목	차량 탑재 이동식 다이내믹 멀티 벤츄리시스템 (제안기술)	차량탑재 터널 공사장 이동식 습식전기장치 (일본)
미세먼지 포집원리	미세먼지 + 다단 벤츄리 + 물 분사	미세먼지 + 물 분사 + 전기이온
공사장 포집	정지시/이동시 모두 가능	정지시 가능
총미세먼지 집진효율	95% 이상	95% 이상
특징	- 인버터 풍량제어 - 기존 벤츄리 스크러버 성능대비 4~20 배 정도 미세포집이 가능 - 세정탱크에 포집된 미세먼지의 미세기 포에 의한 부상분리 회수 및 제거	- 인버터 풍량제어 - 높은 처리풍량 대비 높은 처리효율
세척빈도/일	1회/월	2회/일 이상
세척수 재사용빈도	부족분만 보충	1회/주
용도	터널, 지하철, 철도, 아파트 등 공사현장	터널, 지하철, 철도 공사
제품사진		
대표기업	에너지스	(주)아쿠티오 엔지니어링 (일본)
건설(제작)비용	중간	높다
물리적 LCC	10년	10년
기능적 LCC	10년	5년
사회적 LCC	10년	10년
경제적 LCC	10년	5년
법적 LCC	10년	5년
경제성 분석결과	높음	낮음

*** 본 개발품은 연구성과의 활용성 제고를 위하여 다양한 건설 현장에서 여러 경험을 바탕으로 좀 더 상세한 경제성 분석 결과에 LCC를 반영할 예정입니다.

2) 목표 달성 수준

연구 개발 목표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 건물 및 공사장의 미세먼지 95% 이상 저감을 위한 차량탐재용 이동식 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발 - 다이나믹 멀티 벤츄리 프로토타입 현장 적용시험, 실용화 방안 수립	○ 차량탐재용 이동식 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 개발 완료 - 차량 탐재용 장치 결합설계 (본체, Seperator, 세정수 공급장치, 전원공급장치 포함) - 시스템 전체 구조해석 완료 및 신뢰성/안정성 확보 - 1,500Nm³/hr급 프로토타입 DMV 조립완료 - 구조해석과 전체 시스템 성능평가 (수처리 설비 없이 실내테스트를 진행하여 목표한(95%)효율에 도달하지 못하였으나 이후 DAF시스템과 체결하여 실시한 현장테스트 결과 99.8%이상의 효율 달성) - 현장 적용 테스트를 통한 신뢰성 점검 (개발 목표치95%효율을 넘어선 현장테스트 집진효율 99.8% 달성) - 현장적용 설치기준 건물 및 공사장 차량진입 가능공간 중량 10톤 이하, 전폭 2.5 m 이하, 전고 4.0 m 이하 - 측정기준 오염물질 발생원으로부터 포집후드의 설치 및 위치가 중요하다. 포집후드는 발생원 상부 캐노피 타입 후드 사용도 가능하나 후드를 바닥에 설치할 경우 공기 유인량은 30% 정도 증가하는 효과가 있다. 오염발생원으로부터 포집후드는 30cm 이내로 위치시키는 것이 중요하며 바람이 불어 포집하여 가스가 비산되지 않도록 바람막이를 설치하여 오염물질을 확산시키지 않고 처리하는 것이 중요하다. - 실용화단계(TRL 7)를 위한 방안 수립	100
○ 다이나믹 멀티 벤츄리의 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거 시스템 - 차량 탐재용 60LPM 이상급 다이나믹 멀티 벤츄리 스크러버 오염세정수의 입자부상분리 및 제거 시스템	○ 다이나믹 멀티 벤츄리의 오염세정수의 입자 부상분리 및 제거기술 개발 완료 - 마이크로버블 미세기포 발생장치 설계 및 제작 - 미세기포 발생용 소용돌이 Vortex 다단 노즐 설계 및 제작 - 세정수 미세분진(오염물질) 마이크로버블 부상분리 반응조설계 및 제작 - Filter press 방식의 분리된 입자 고액분리 장치 설계 및 제작 - 차량 탐재 가능한 오염세정수 입자 부상분리 시스템 성능개선 및 제작 - 오염세정수 입자의 부상분리 속도, 입자제거효율 평가 (입자제거효율 목표 달성 99)	100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

○

-

○

-

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○

-

○

-

6. 연구개발성과 관리 및 활용 계획

후속연구

- 본 연구개발은 프로토타입을 개발하여 유사환경에서의 시제품을 평가하는 [TRL 6] 단계까지이며 따라서, 본 과제 이후에 실제 환경에서 시제품을 데모하는 시제품 신뢰성 평가 [TRL 7] 단계, 상용제품을 시험평가 및 신뢰성 검증하여 시제품 인증 [TRL 8] 단계, 본격적인 양산 및 사업화를 위한 사업 [TRL 9] 단계까지 연구개발을 진행하여 실질적으로 개선하고 실용화를 위한 체계적인 연구가 필요함.

제품화 및 사업화 계획

○ 제품화 계획

- [1단계] 개발품의 문제점을 보완
- [2단계] 개발품의 완성도를 확인
- [3단계] Pilot 제품을 준비하여 신뢰성 시험을 시행
- [4단계] 수요처와 협력하여 완성된 제품을 평가
- [5단계] 건물과 공사장의 미세먼지 저감을 위한 트럭 탑재 이동식 다이나믹 멀티 벤츄리 상품화
- [6단계] 다이나믹 멀티 벤츄리 개발 → 각 적용 분야별 성능 개발 → 모듈화 개발 → 제품성능평가 → 모듈화 생산기술 개발 → 사업모델 확보

○ 사업화 계획

- [1단계] 주관기업이 환경 장비 제작 전문 업체이므로 주관기업에서 생산
- [2단계] 이후 개발완료 후 1차연도에 10억원, 2차연도에 20억원, 3차연도에 30억원을 투자하여 생산 설비를 준비
- [3단계] 이후 개발 완료 후 1차 연도에 30대, 개발 완료 후 2차 연도에 50대, 3차연도에 100대를 생산

○ 활용 분야

- 국내·외의 이동식이 필요한 산업 분야, 빌딩주변, 산업시설, 지하 공간 등에 적용 가능하므로 이들 분야에 판매
- 대기오염이 심각하고 생활환경이 점차 개선되고 있는 해외시장으로 중국, 인도에 공동연구기관과 전략적 제휴 관계의 업체들을 활용하여 판매를 확대

○ 개발 시스템의 처리대상 물질, 사용공정, 공간범위

- 처리대상물질은 분진, 미스트, 흙 및 가스등을 대상으로한다. DMV는 벤츄리의 기본원리를 이용하여 분진 및 가스처리 기능을 극대화 한 개발품으로서 분진, 미스트, 흙 및 가스 발생 공정에 폭 넓게 사용이 가능하다.
- 사용공정은 보일러 배기가스 처리공정, 공사장 분진 배출 현장, 아스팔트 흙 발생 공정, 도금공정의 가스발생 공정, 지하공간의 공사구간의 국소배기가 안되는 현장에서 사용
- 공간범위는 지하공간등의 경우 전고가 4m의 공간에 사용이 가능하다. 이동형이 가능한 경우 전폭이 2.5 m 이내이고 중량이 10톤까지 가능한 공간에는 이동식 설비로 사용이 가능하다.

○ 마케팅 방안

- 코트라를 통하여 시장분석, 유사 제품/서비스 분석 및 제품을 소개
- 마케팅 전문가를 영입하여 국내와 해외시장 분석과 시장 수요 및 판매 전략을 수립하는 마케팅 활동을 시행
- 건물 및 공사장과 대기오염관리 관련 산업의 장비 홍보 간행물을 통하여 광고
- 중소벤처기업부 중소기업 수출지원센터의 수출지원사업을 통하여 수출역량을 강화하여 수출을 증대
- 국토교통부 관련 사업개발 - 도로포장 아스콘 작업등에서 발생하는 유증기 처리를 수행가능
- 지자체에서 관내 공사현장에 미세먼지 저감방안의 하나로 이동형 미세먼지 저감장치 사용을 권고

○ 기술적 측면

- 아직 규제나 관리가 되지 않는 국내 건물 및 공사장 분야에서 중소, 중견기업의 적은 투자를 통해 효율적으로 미세먼지를 제거할 수 있는 기술적 해결방안 제시가 가능
- 개발대상 제품은 건물 및 공사장 이외에 산업설비, 빌딩주변, 주거지 주변, 지하 공간 등 다양한 시장수요에 대응가능
- 이동식 및 최적화를 통하여 고효율 및 고성능 다이나믹 멀티 벤츄리로 미세먼지 제거 효과가 탁월

○ 경제·산업적 측면

- 현재 미세먼지 제거를 위해 건물 및 공사장 분야에 적용될 경우 미세분진 제거용 고효율 이동식 다이나믹 멀티 벤츄리로 국내 대기관리 시장에는 68,756억원 (2018년), 세계 대기오염방지 설비에는 74,570백만원(2018년)시장에 진출할 수 있음
- 중국, 동남아 등 산업발전 비중이 높은 국가에 강화된 대기 환경 기준을 충족시킬 수 있는 수출전용 제품개발이 가능
- 최근 가장 큰 환경문제로 대두되는 미세먼지에 대해 적극적으로 대응함으로써 국민적 불안감을 해소할 수 있음
- 친환경 국가로서의 이미지 제고를 통해 관광 산업 활성화 등 파급효과를 극대화할 수 있음
- 미세먼지 제거기술에 대한 표준화를 통해 관련 법규 체계 구축이 가능
- 특히 미세먼지 배출량이 높은 반면 대규모 시설투자가 어려운 중소 중견 기업을 중심으로 적용성이 높아 관련 산업 분야에 대한 정부의 대기오염 방지정책 목표 달성에 기여할 수 있음

○ 전문 인력 양성

- 이후 개발 완료 후 수요량 증가에 대비하여 확대 생산을 위해서 개발종료 전년에 2명, 개발종료 해당년도에 1명, 개발 완료 후 1차 연도에 2명, 2차 연도에 3명을 신규 채용
- 신기술의 사업화는 기업의 세계화로 연결되며 인재가 주축이 되어야 함
- 청년이 취업하고 싶고 청년이 근무하고 싶은 기업 복리후생을 우선 과제로 하여 전문 인력이 마음놓고 능력을 발휘

○ 예상 수요처

- 국내·외의 건물 및 공사장 이외에 산업설비, 빌딩주변, 주거지 주변, 지하 공간 등에서 미세먼지 제거를 위해 필요
- 산업발전 비중이 높은 중국, 인도, 동남아 등 국가에 강화된 대기 환경 기준을 충족시킬 수 있어서 향후 수출이 가능
- 도로포장 아스콘 현장
- 지자체 관내 공사현장

○ 판로확보계획

- 관련 있는 수요처에 제품을 우선하여 납품하여 공동으로 시장의 적용성을 향상
- 마케팅 전문가를 영입하여 국내 시장 분석과 시장 수요 및 판매 전략을 수립하는 마케팅 활동을 실시
- 국내 학회 발표와 전시회에 출품
- 대기오염관리 관련 산업 장비 홍보 간행물을 통하여 광고를 실시

○ 해외시장 진출 방안

- 향후 제품을 필요로 하는 태국과 중국의 업체와 협력하여 요구사항을 반영하고 우선하여 수출
- 대기오염의 심각성을 인지하고 있는 해외시장을 타겟으로 중국과 인도에 전략적 제휴관계를 맺어 해외진출 확대추진

< 별첨 >

별첨 자료

1. 참고문헌

2. 총 연구개발기간 성과점검기준표 및 증빙자료

3. 세부 정량적 연구개발성과 증빙자료(총 연구개발기간 성과점검기준표 실적 증빙자료에 기 포함되어 있는 증빙 자료 제외)

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업 ‘**건물 및 공사장의 미세먼지 95%이상 저감을 위한 차량탑재용 이동식 1,500Nm³/hr급 다이나믹 멀티 벤츄리 시스템 기술 개발**’ 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.