

320022-01

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개() 발간등록번호()

농축산자재산업화기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003634-01

난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발

난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발

2021. 8. 10.

주관연구기관 / 한국섬유개발연구원
협동연구기관 / 펫트하이텍

2021

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

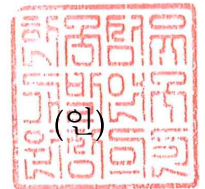
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발”(개발기간 : 2020. 4. 29 ~ 2021. 4. 28)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 8. 10.

주관연구기관명 : 한국섬유개발연구원 (대표자) 강 혁 기 (인)



협동연구기관명 : 펫트하이텍 (대표자) 강 병 하 (인)



주관연구책임자 : 김 진 오

협동연구책임자 : 신 석 문

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	320022-01	해 당 단 계 연구 기 간	2020.4.29. ~ 2021.4.28	단 계 구 분	(1단계)/(1단계)
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농축산자재산업화기술개발사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발			
연구 책임자	김진오	해당단계 참여연구원 수	총 : 11명 내부 : 11명 외부 : 0명	해당단계 연구개발비	정부 : 350,000천원 민간 : 120,000천원 계 : 470,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총 : 11명 내부 : 11명 외부 : 0명	총 연구개발 비	정부 : 350,000천원 민간 : 120,000천원 계 : 470,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국섬유개발연구원 / 시험분석평가센터			참여기업명 : 펫트하이텍	
국제공동연구	상대국명 : 해당없음			상대국 연구기관명 : 해당없음	
위탁연구	연구기관명 : 해당없음			연구책임자 : 해당없음	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반(보안과제의 분류기준에 포함되지 않음)
-------------------------	-------------------------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황 : 해당사항 없음

- 10월에서 1월 동안 각각 다른 온실 냉난방용 스크린을 설치한 온실 내부의 온도를 비교 분석한 결과, 다겹 커튼은 2.7 ℃, 개발 원사를 활용한 부직포는 1.5 ℃, H사 원사를 활용한 부직포는 0.6 ℃, 기존 부직포 제품은 0.4 ℃의 평균 온도 분포를 나타내었다.
- 위 단일 성능 분석 결과, 개발 원사를 활용한 부직포 스크린은 다겹 커튼보다는 약 1.2 ℃ 성능이 낮지만, 기존 부직포 제품보다는 약 1.1 ℃ 높게 나타났다.
- 차열 성능의 비교 분석 결과, 4중 모두 가장 높은 온도를 보였던 11분에서 다겹 커튼이 31.9 ℃, 개발 원사를 활용한 부직포가 33.0 ℃, H사 원사를 활용한 부직포가 34.7 ℃, 기존 부직포가 34.9 ℃를 나타내었다.
- 즉, 다겹 커튼 대비 개발 원사를 활용한 부직포의 경우, 1.1 ℃ 높았고, H사 원사를 활용한 부직포와 기존 부직포는 각각 2.8 ℃, 3.0 ℃ 더 높았다.

보고서 면수
: 95 페이지

〈 요약 문 〉

<p style="text-align: center;">연구의 목적 및 내용</p>	<p>목적 : 인(P)계 난연 소재와 단열 및 차열을 위한 무기소재(Silica, Aluminium)를 함유하는 PET 섬유 제조 기술과 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술을 활용하여, 원단, 부직포, 솜, 알루미늄 등을 복합한 복합스크린의 장점(난연성, 단열/차열, 고강도)을 그대로 가지면서, 단점(내구성, 고중량, 고비용)을 보완한 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포를 개발</p> <p>내용 : 1. 무기소재를 함유하는 PET 섬유 제조 기술 개발 2. 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술 개발 3. 일체형 부직포 스크린의 Field Test 진행 및 성능분석</p>				
<p style="text-align: center;">연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 10월에서 1월 동안 각각 다른 온실 냉난방용 스크린을 설치한 온실 내부의 온도를 비교 분석한 결과, 다겹 커튼은 2.7 °C, 개발 원사를 활용한 부직포는 1.5 °C, H사 원사를 활용한 부직포는 0.6 °C, 기존 부직포 제품은 0.4 °C의 평균 온도 분포를 나타내었다. - 위 단열 성능 분석 결과, 개발 원사를 활용한 부직포 스크린은 다겹 커튼보다는 약 1.2 °C 성능이 낮지만, 기존 부직포 제품보다는 1.1 °C 높게 나타났다. - 차열 성능의 비교 분석 결과, 4중 모두 가장 높은 온도를 보였던 11분에서 다겹 커튼이 31.9 °C, 개발 원사를 활용한 부직포가 33.0 °C, H사 원사를 활용한 부직포가 34.7 °C, 기존 부직포가 34.9 °C를 나타내었다. - 즉, 다겹 커튼 대비 개발 원사를 활용한 부직포의 경우, 1.1 °C 높았고, H사 원사를 활용한 부직포와 기존 부직포는 각각 2.8 °C, 3.0 °C 더 높았다. - 과제 진행 시기의 특성상, 하절기의 차열 성능 Field Test 진행은 불가능하였지만, Lab-scale Test를 통해 개발 원사를 활용한 부직포의 차열 성능을 확인하였다. - 정량적 목표 : 특허 출원 2건, 기술 실시 1건, 제품화 1건, 고용 창출 2건, 학술 발표 1건 				
<p style="text-align: center;">연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기대성과 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초로 난연성과 단열 및 차열 성능을 영구적으로 가지는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발을 통하여 국내 보온커튼, 알루미늄 스크린 등의 피복소재 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대 - 기존 다층 형태의 온실 냉난방용 스크린의 경우, 단열/차열 성능이 우수하지만 긴 공정과정, 고중량, 유해물질 방출 위험, 합포된 층이 분리되는 내구성 문제 등 많은 문제점이 발생하고 있어, 공정 단일화, 경량화, 유해물질 무방출, 일체화 제품의 고내구성까지 모든면에서 우수하고 결정적으로 공정 단일화에 따른 원가 절감은 가격경쟁력을 확보할 수 있어, 온실 냉난방용 스크린 시장 내 큰 파급 효과 기대 ○ 현장 적용 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 개발한 일체형 부직포 스크린과 기존 제품의 온실 현장 비교 분석 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 기존 제품이 우수할 것으로 예상되는 차열 및 단열성능 비교 ▶ 내구성 향상 및 경량화를 통한 설치과정부터 유지관리까지의 편의성 검증 ▶ 그 외 보완점 보완 및 다양한 용도 전개 진행 ▶ 실증 농가를 시작으로 농업협의회를 통한 판로 개척 				
<p style="text-align: center;">국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p style="text-align: center;">기능성 부직포</p>	<p style="text-align: center;">차열 및 단열 소재</p>	<p style="text-align: center;">난연성</p>	<p style="text-align: center;">내구성</p>	<p style="text-align: center;">니들펀칭</p>

< 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요	5
제 1 절 연구개발의 필요성	5
제 2 절 연구개발과제의 목표 및 범위	18
제 2 장. 연구수행 내용 및 결과	20
제 1 절 무기소재를 함유하는 PET 섬유 제조 기술 개발	20
제 2 절 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술 개발	40
제 3 절 일체형 부직포 스크린의 Field Test 진행 및 성능분석	59
제 4 절 연구개발 성과 및 연구 결과	82
제 3 장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	90
제 4 장. 연구결과의 활용 계획 등	94

붙임. 참고 문헌

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

가. 난연성과 단열 및 차열 성능을 갖는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발

- 본 연구개발 과제는 인(P)계 난연 소재와 단열 및 차열을 위한 무기소재(Silica, Aluminium 등)를 함유하는 PET 섬유 제조 기술과 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술을 활용하여 원단, 부직포, 슝, 알루미늄 등을 복합한 복합스크린의 장점(난연성, 단열/차열, 고강도)을 그대로 가지면서, 단점(내구성, 고중량, 고비용)을 보완한 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포를 개발하는 것이 목표이다.

- 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포의 특징은 아래와 같다.

- ① 인(P)계 난연 소재를 섬유 내부에 고르게 분포시켜 자기소화성 확보
- ② 무기소재(Si, Al)를 섬유 내부에 분포시켜 영구적 단열/차열성 확보
- ③ 니들펀칭 부직포 공정을 통한 고밀도 부직포 생산기법으로 고강도/저중량
- ④ 일체형 공정을 통해 내구성을 향상 및 공정 단일화를 통한 비용 절감 효과



Fig. 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포의 특징

나. 기존 온실 냉난방용 스크린과의 차별성 및 독창성

- 기존 온실 냉난방용 스크린은 강도 확보를 위한 직물, 단열/차열을 위한 부직포 또는 솜, 단열의 최대화를 위한 알루미늄 코팅 등 다층 구조를 가지고 있는 것이 특징이며 완성된 스크린 원단에 난연성을 확보하기 위하여 난연 가공제 처리를 진행하게 된다.

⇒ 이에 반해서 본 연구에서 개발하고자 하는 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포는 니들펀칭 공정을 통해 강도를 확보하고, 단열/차열을 위한 무기소재(Si, Al)와 난연성을 위한 인(P)계 난연 소재를 섬유 내부에 분산시켜 제조하는 단층 일체형 구조이다.

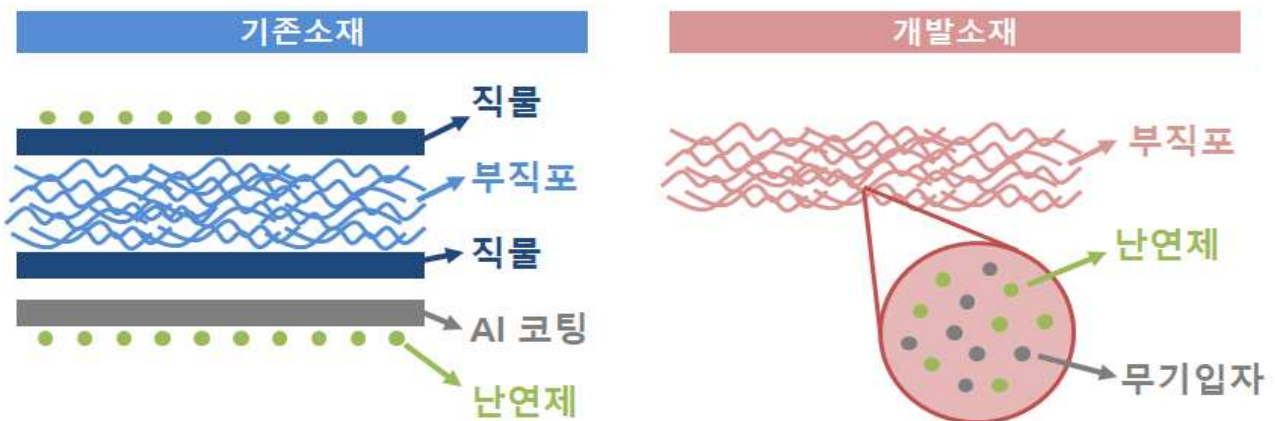


Fig. 기존 제품과 개발 제품의 단면 비교 모식도

- 기존 온실 냉난방용 스크린의 경우, 시판되는 직물과 부직포 제품을 구매하여 제작하더라도 3단계의 공정 과정을 거쳐 제작되며, 직물과 부직포 제작을 포함하면 매우 긴 공정과정이 필요하다.

⇒ 하지만 일체형 부직포 스크린의 경우, 첨가제(난연소재, 무기소재)를 포함한 원사를 제작하고 이를 절단(단섬유화)하여 부직포로 제작하는 1단계 공정만으로 목표하는 물성의 제품 완성할 수 있다.

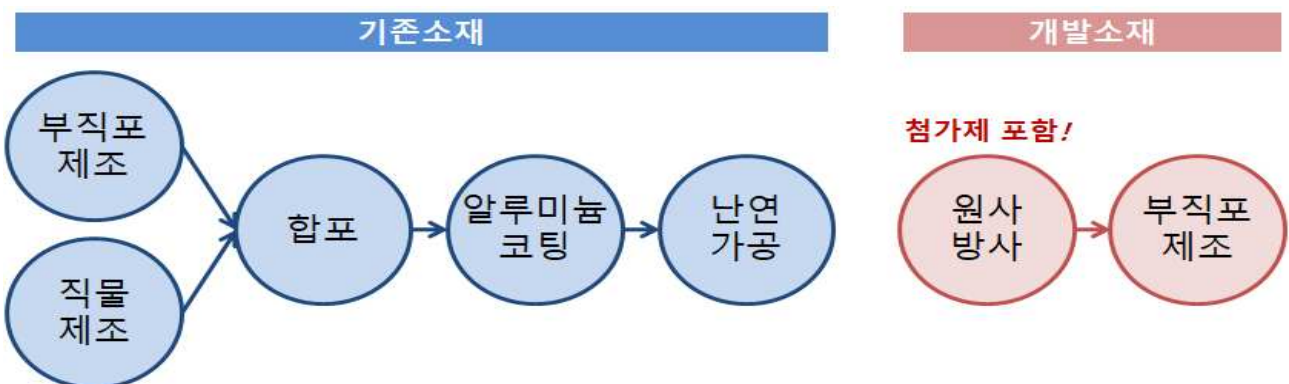



Fig. 기존 제품과 개발 제품의 공정 단계

- 기존 온실 냉난방용 스크린은 고중량으로 인한 시설물의 피해, 난연가공으로 인한 유해물질 방출, 합포된 제품의 특성상 시간이 지나면 분리되는 내구성 문제가 발생하여 긴 시간 사용이 어렵고 작업자의 건강에 해로운 영향을 줄 우려가 있었다.
- ⇒ 하지만 일체형 부직포 스크린의 경우, 단층 부직포이므로 무게가 가볍고, 난연가공을 하지 않아 유해물질이 방출되지 않으며, 일체형 제품의 특성상 내구성이 우수하여 긴 시간 사용이 가능하고, 작업자의 건강에 영향을 미치지 않는다.
- 이렇게 기존 제품 대비, 경량화, 내구성, 공정 간소화, 원가 절감 등의 장점이 있으며, 본 연구개발에 성공하여 제품을 생산한다면 급격한 기후변화로 인한 농가의 농작물 피해 예방 및 동절기 에너지 절감, 대형시설 설치비용 절약, 농민의 유해물질에 대한 노출도 줄일 수 있을 것으로 판단된다.
- 또한 기존 제품을 설치하던 구조물을 그대로 사용하여 설치할 수 있으므로 제품을 개발하는 즉시 바로 농가에 적용 가능할 것으로 판단된다.

	기존 제품	개발 제품	기대효과
소재	<ul style="list-style-type: none"> 부직포(PET), 직물(PET) 코팅(Aluminium), 가공제(난연제) 	<ul style="list-style-type: none"> 수지(PET) 첨가제(인(P)계 난연제, 무기소재(Si, Al)) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 소재 일원화 ✓ 유해물질 방출 ↓
공정	부직포/직물 각각 제조 3 STEP! ↓ (부직포 + 직물) 합포 → 코팅 → 가공	첨가제를 포함한 원사 방사 ↓ 니들펀칭 부직포 제조 1 STEP!	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 공정 단일화 ✓ 원가 절감
기능성	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 고강도, 난연성 ▶ 단열/차열 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 고강도, 난연성 ▶ 경량화 ▶ 단열/차열, ▶ 고내구성 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 고중량 인한 피해 ↓ ✓ 반영구적 사용


UP!

1. 내구성(반영구적 사용)
2. 경량화(고중량으로 인한 피해 감소)
3. 공정 간소화(1 Step 공정)



DOWN!

1. 원가 절감(공정 단일화)
2. 유해물질 방출 감소(작업자 안전성 향상)



“**난연성과 단열/차열 성능을 갖는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발**”

Fig. 기존 제품 대비 기술적 차별성 및 독창성

다. 이상 기온(여름철 폭염)으로 인한 온실 농가의 피해

- 우리나라 해역의 표층수온은 50년간(1968~2018년)간 약 1.1℃가 상승하였는데, 이는 전세계 평균보다 약 2.5배 빠른 속도이며, 폭염일수(일 최고기온이 33℃ 이상인 날의 일수) 역시 꾸준히 증가해 2003년 3일에서 2018년 31.5일로 가파르게 증가하고 있는 추세이다.



Fig. 국내 폭염일수 현황(2018)

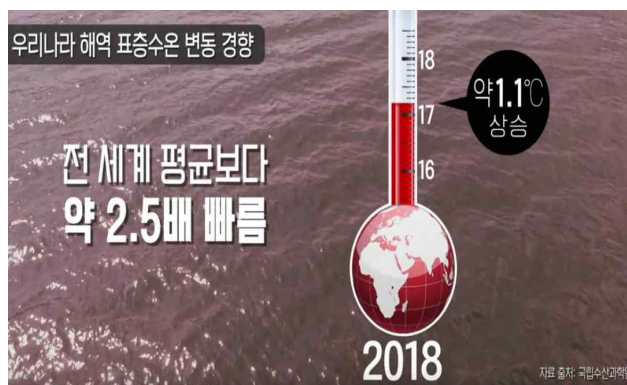


Fig. 국내 해역 표층수온 변동 경향(2018)

- 이러한 급격한 기후 변화로 국내 비닐하우스 농가에서는 농작물의 직접적인 피해(생육부진, 일소현상, 낙과 등)뿐만 아니라, 간접적인 피해(개화/수정 불량, 광합성 저하 등)까지 발생하여 생산량이 감소하고 품질이 저하되는 피해를 보고 있는 상황이다.



Fig. 비닐하우스 농가의 폭염 피해 관련 뉴스 보도

- 최근 국내 농가들 중 일부는 큰 규모의 투자를 통해 쿨네트, 환기팬, 포그 분무시설 등 온도저감기술을 적용한 시설을 설치하고 있지만, 이런 시설물을 설치하기 위해서는 막대한 초기 투자 비용이 발생하여 일반 농가에서는 시도하지 못하고 있으며, 설치를 했다고 하더라도 유지관리 비용 및 설비 작동을 위한 에너지 비용이 발생하여 소규모 농가에서는 엄두도 내지 못하는 실정이다.
- 급격한 기후 변화는 농작물 피해뿐만 아니라 농민의 온열질환(폭염으로 발생하는 질환, 일사·열사병, 열실신, 열경련, 열탈진 등) 문제를 발생시키고 있다.

- 2018년도 온열질환자는 4,526명, 온열질환으로 인한 사망자는 48명이 발생, 이는 온열질환 감시체계를 운영하기 시작한 2011년 이후 최다이며, 전년도인 2017년도에 온열질환자가 1,574명이었고 사망자가 11명이었던 것과 비교하면 2.8배 증가한 수치이다.
- 온열질환 사망자 총 48명 중에서 65세 이상이 34명으로 71%를 차지했으며, 시간대는 낮 시간대로 12~17시에서 46%로 가장 높게 나타나, 노년층 중심으로 낮 시간대에 활동하는 국내 농촌 노동환경에서 향후 지속적인 문제로 연결될 수 있다고 판단된다.



Fig. 폭염관련 119 구급 출동 건수(2018)



Fig. 국내 온열질환자수 현황(2018)

- 이에 대한 대책으로 온도 저감 시설물 구축 비용의 최소화 및 관리가 용이한 단열/차열 스크린을 통해, 농작물의 손실 피해와 농민의 온열질환 피해를 막고, 시판되고 있는 알루미늄 스크린, 부직포 스크린, 식물/부직포/솜/알루미늄 등을 복합한 복합 스크린 등의 단점을 보완한 일체형 온실 냉난방용 스크린을 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

라. 국내 에너지소비량과 농림업 에너지소비량의 변화

- 2016년 우리나라 수요부문 전체 에너지소비량은 215,419,000toe로 2013년 대비 연평균 2.4% 증가율을 보였으며 석유의 에너지소비 비중은 51.6%로 여전히 주종 에너지의 위치를 점하고 있다.
- 수요부문별로는 산업부문이 60.4%로 점유율이 가장 높으며, 2013년 대비 산업 및 수송부문의 소비 비중은 확대된 반면, 가정 및 상업·공공부문의 비중은 축소되었다.

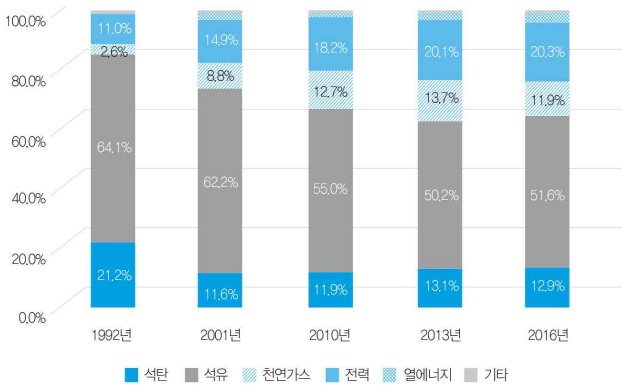


Fig. 에너지원별 소비 비중 추이

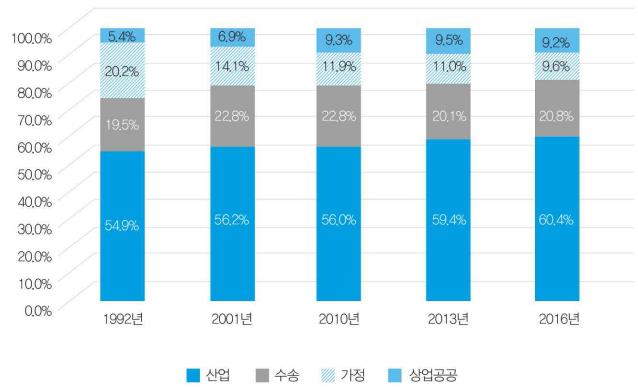


Fig. 부문별 에너지 소비 비중 추이

- 2016년 산업부문 에너지 소비는 2013년 대비 연평균 3.0% 증가한 130,010,000toe로, 수요부문 전체 에너지 소비의 60.4%를 차지하였으며 그 중에서 제조업의 에너지소비량이 산업부문 소비의 대부분(95.8%)을 차지하였고, 제조업을 제외한 나머지 산업의 에너지소비는 농어업 2.6%, 건설업은 1.5%, 광업 0.1%로 집계되었다.

Table. 산업부문 업종별 에너지 소비 추이

	에너지 소비(천toe)					연평균 증가율(%)			
	1992년	2001년	2010년	2013년	2016년	01/92년	10/01년	16/10년	16/13년
농림어업 (%)	2,268 (4.6)	4,487 (5.6)	3,434 (3.3)	3,485 (2.9)	3,320 (2.6)	7.9	-2.9	-0.6	-1.6
광업 (%)	190 (0.4)	141 (0.2)	145 (0.1)	130 (0.1)	154 (0.1)	-3.2	0.3	1.0	5.8
제조업 (%)	45,947 (93.8)	74,875 (93.0)	97,989 (95.1)	113,820 (95.7)	124,600 (95.8)	5.6	3.0	4.1	3.1
건설업 (%)	591 (1.2)	1,018 (1.3)	1,449 (1.4)	1,556 (1.3)	1,935 (1.5)	6.2	4.0	4.9	7.5
합계 (%)	48,997 (100.0)	80,522 (100.0)	103,017 (100.0)	118,991 (100.0)	130,010 (100.0)	5.7	2.8	4.0	3.0

* toe : 모든 에너지원의 발열량에 기초해서 이를 석유의 발열량으로 환산한 것으로 석유환산톤을 의미

- 2016년 농림어업 에너지소비비는 3,320,100toe로 수요부문 전체 에너지소비의 1.5%를 차지하였으며, 2013년 이후 연평균 1.6% 감소하였는데 이는 농림가 수 감소, 농업부문 경제활동 둔화가 원인으로 판단된다.
- 2016년 농림어업 에너지소비량은 농림업이 2,333,100toe(70.3%), 어업 987,200toe (29.7%)를 차지하였으며 농림업은 2013년 대비 에너지소비량이 연평균 2.2% 감소하였지만 어업은 2013년과 큰 차이를 나타내지 않았다.
- 농림어업 석유 소비량은 1,974,000toe(59.5%), 전력 소비량은 1,262,000toe(38.0%)로써 2016년 농림어업 소비량 대부분을 차지하였는데, 농사용 설비의 연료 대체(석유→전기)로 인해 석유소비량은 지속적으로 감소하고 전력 소비량은 지속적으로 증가한 것으로 판단된다. (석유소비는 2013년 대비 연평균 4.0% 감소, 전력은 연평균 7.7% 증가)
- 농림업 용도별 에너지소비는 농기계용이 46.6%, 건물용이 13.3%, 장비 및 설비용이 40.1%를 차지하였으며, 농기계의 보유 대수의 감소로 인해 농기계용 에너지소비는 2013년 대비 연평균 6.0% 감소하였으며, 농기계와 장비·설비에 소비되는 경유 소비량이 급감(2013년 대비 약 41.5%)한 반면 장비 및 설비용 등유 소비량이 급증하였다.

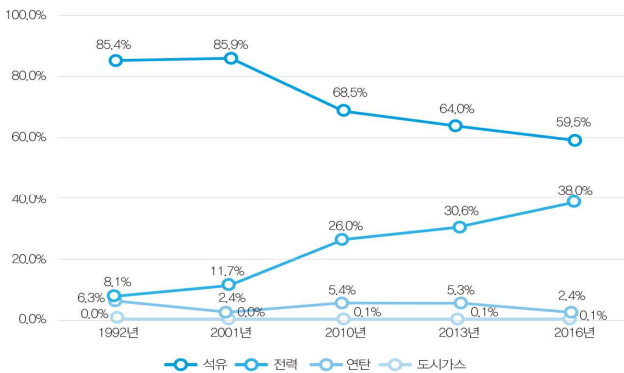


Fig. 에너지원별 소비 비중 추이(농림어업)

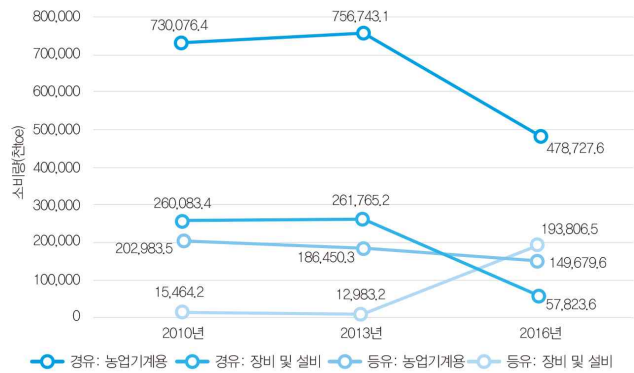


Fig. 경유 및 등유의 용도별 소비량(농림업)

(※ 출처: 에너지경제연구원. 2017년 에너지총조사보고서. 2017)

- 결과적으로 전체 에너지사용량은 계속해서 증가하고 있지만 농림어업의 에너지사용량은 지속적으로 감소하고 있으며 그 이유는 농림가 수 감소, 농업부문 경제활동 둔화에 따른 것으로 판단된다.
- 이처럼 농림업 부분의 에너지 사용량은 감소하지만 아이러니하게도 농기계에 사용되는 경유의 사용량만 큰 폭으로 감소하였고 주로 겨울철 난방용으로 사용되는 등유의 사용량은 오히려 큰 폭으로 증가하였으며, 전력이 석유를 대체해서 소비 비중을 높이고 있는 상황에서 등유의 사용량이 증가한 부분은 겨울철 시설 농가의 난방에 대한 에너지 소비가 많은 부분을 차지하고 있으며, 지속적인 증가 추세라는 것을 의미한다.

2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 국내 온실 냉난방용 스크린 제품의 경우, 직물, 부직포, 알루미늄 코팅 필름 등 단일소재로 이루어진 중저가 제품부터, 직물/부직포 합포지에 알루미늄을 코팅한 고가 제품까지 다양하게 생산되고 있다.
- 이 중에서 강도와 차열 및 단열 성능이 가장 우수한 고가 제품의 경우, 난연성과 차열 및 단열 성능이 우수하고 강도가 높아 고가의 제품으로 판매되고 있다.
- 하지만 시판되는 부직포 및 직물을 구매하여 합포 후, 알루미늄 코팅을 하는 공정으로 진행되며 다층으로 구성된 만큼 무게가 무겁고 마지막 난연가공 공정까지 진행할 경우, 시판 부직포와 원단을 구매하여 사용함에도 불구하고 3단계의 공정 과정이 필요하다.
- 이로 인해 원가가 상승하고, 합포된 제품의 특성상 시간이 지나면 분리되어 내구성에 문제가 발생하며 후가공으로 처리된 난연제로 인해 유해물질이 방출될 우려가 있다.
- 본 연구에서 개발하고자 하는 일체형 부직포 스크린의 경우, 차열 및 단열 성능에서 기존 고가 제품만큼 높지 않지만, 일체형인 만큼 층 분리로 인한 내구성 문제가 없으며, 무게가 가벼워 높은 하중으로 인한 시설물 피해를 줄일 수 있고, 공정이 1단계로 간소화되어 원가 절감으로 이어지며, 난연소재를 원사 속에 분산시킴으로써 유해물질이 방출되지 않으므로 기존 제품의 장점은 소폭 감소되지만, 단점들을 보완할 수 있는 제품이다.

Table. 기존 온실 냉난방용 스크린 제품과 개발 부직포 제품의 성능 비교

성능	기존 제품	개발 제품
난연성	◎	◎
차열 및 단열	◎	○
고강도	◎	○
내구성	△	○
경량화	×	○
공정 간소화	×	○
원가 절감	×	○
유해물질 감소	△	○

○ 시장현황

- 시설농자재는 골조자재, 피복자재, 생육환경조절기자재, 관수시설, 기타부대시설로 분류하며 이중 멀칭 필름은 피복자재, 보온 덮개는 생육환경조절기자재로 분류된다.
- 국내 시설 농자재는 2013년 기준 약 1조 1천억원 규모의 시장을 가지고 있으며, 그 중 필름, 유리, 커텐 등이 포함된 피복자재의 경우, 1995년과 비교하여 약 2.3배 성장하여 3,751억원 규모의 시장을 가지고 있으며 보온덮개, 반사필름 등이 포함된 생육환경조절기자재는 1,015억원 규모의 시장을 가지고 있다.

Table. 국내 시설농자재 부문별 시장규모

단위 : 억 원

연도	시설골조	피복자재	관수자재	시설환경	방제기자재	육묘자재	총 계
1995	883	1,652	178	808	122	607	4,250
2000	2,939	2,513	496	565	139	696	7,149
2003	3,796	3,081	628	629	200	757	9,091
2005	3,757	2,836	664	687	212	802	8,958
2010	3,562	3,519	847	877	281	1,404	10,490
2011	3,565	3,593	889	920	295	1,462	10,724
2012	3,579	3,680	934	966	310	1,500	10,969
2013	3,576	3,751	981	1,015	326	1,518	11,167

(※ 출처: 한국농촌경제연구원. 시설원예 생산자재 산업의 현황과 발전방안. 2015)

- 농림축산식품부의 채소 및 화훼류 시설현황의 연도별 자료를 토대로 부직포와 알루미늄스크린 및 보온덮개 등을 이용한 보온자재 설치 현황을 보면, 보온자재 설치면적은 2000년대 중반 15,000 ha 내외에서 최근 20,000 ha 수준으로 증가하였고, 설치 비중 역시 동 기간 30% 내외에서 35% 내외로 확대되었다.
- 부류별 설치면적을 살펴보면, 채소류 설치면적 비중은 30% 수준에서 최근 40%까지 확대되었으나, 화훼류의 경우 설치면적과 비중이 축소되고 있는 추세이다.

Table. 국내 보온자재 설치 면적 현황

단위 : ha, (%)

구분	2005	2010	2011	2012	2013	2014
채소	14,604 (30.1)	17,457 (35.7)	17,960 (36.3)	16,794 (33.3)	19,210 (37.6)	20,206 (39.0)
화훼	-	2,559 (85.5)	2,411 (84.4)	2,253 (84.2)	2,137 (83.7)	1,886 (72.6)

(※ 출처: 농림축산식품부. 시설채소 온실현황 및 채소류/화훼류 생산실적)

○ 경쟁기관현황

- 현재 한국농기계공업협동조합에 회원으로 가입된 보온자재 생산업체는 59개이며, 상당수의 보온자재 생산업체는 보온커튼 이외의 제품도 생산하고 있는 것으로 판단된다.
- 한국농촌경제연구원에서 발표한 자료에서 보온자재 회사의 연간 평균 매출액을 살펴보면, 전체 평균 매출액은 연간 약 150억 원으로 조사되었으나, 매출규모 상위 10위권 회사의 매출액은 300억 원 이상으로 전체 평균의 두 배 이상이고, 하위 10위권 회사의 매출액은 그 10% 수준인 30억 원 수준인 것으로 나타났다.

Table. 국내 농업용 보온자재 생산업체의 연도별 평균매출액 단위 : 백만원

구분	2010	2011	2012	2013	2014
전체평균	1,661	1,504	1,433	1,489	1,210
상위 10	3,598	4,103	3,881	4,232	2,999
하위 10	516	312	321	361	296

(※ 출처: 한국농촌경제연구원. 보온자재 생산회사 조사. 2015)

- 보온자재 생산업체가 생산하고 있는 제품의 종류는 못자리용, 원예용, 멀칭용, 잡초방제용, 다겹 보온재 등으로 매우 다양하며, 전체 매출은 감소하는 추세지만 최근 수요가 증가하고 있는 다겹 보온커튼 등 다겹 보온재의 생산과 매출 비중이 증가하는 추세이다.
- 채소류 온실의 보온자재 설치면적 비중 증가와 전체적으로 매출이 감소중인 농업용 보온자재 생산업체의 다겹 보온커튼 등 다겹 보온재의 생산과 매출 비중이 증가하는 부분으로 미루어 볼 때, 온실 농가에서 에너지 절감과 기후 변화 대응을 위한 시설 투자에 나서고 있는 것으로 판단된다.
- 아직도 국내는 60% 정도의 온실에 보온자재가 설치되어 있지 않으며, 노후화된 시설을 포함하면 80% 내외 온실이 잠재적 수요처라고 판단되며, 현재 시중에 판매되고 있는 다겹 보온재 시장에 가격 경쟁력 및 내구성, 경량화 등을 바탕으로 진입한다면 충분히 경쟁력이 있다고 판단된다.

○ 지식재산권현황

- 현재 국내 지식재산권 현황을 살펴보면, 알루미늄을 이용한 보온 커튼, 다겹 보온 커튼, 원단과 원단 사이에 부직포 또는 솜 등을 넣어 봉제한 복합 형태의 원단 등 다겹 원단에 대한 특허가 다수 존재하며, 무기소재, 난연소재 등을 포함한 일체형 부직포 스크린에 대한 특허는 전무하다.

Table. 개발대상 기술 관련 지식재산권 현황

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
알루미늄을 이용한 다겹 차광 보온 커튼	(주)부전	한국/10-2009-0029912
차광 보온 커튼	(주)부전	한국/10-2010-0056380
알루미늄 다겹 보온커튼 원단	송준호	한국/10-2013-0025885
알루미늄 다겹 보온 커튼	(주)그린농자자재	한국/10-2015-0069735
다겹 보온커튼 및 그 제조방법	(주)화인지오텍	한국/10-2017-0095816
시설원예용 방수성 및 통기성을 가진 다겹 보온커튼 및 이를 포함하는 커튼 시스템	농촌진흥청장	한국/10-2017-0146899
농업용 보온 비닐커튼	김정한	한국/20-2010-0002597
내외부 설치용 다겹보온커튼	김철훈	한국/20-2014-0005315
알루미늄 다겹 보온커튼	(주)미소텍	한국/20-2016-0003010

○ 표준화현황

- 무기소재, 난연소재 등을 포함한 일체형 부직포 스크린에 대한 국내 표준화 및 규격화 현황은 전무하다.

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- D사에서 판매하고 있는 다용도 농업용 부직포 원단인 T제품은 HDPE(High Density Polyethylene) 소재의 극세사 부직포로써 보온 커튼 뿐만 아니라 차광망, 멀칭, 과수 봉지 등으로 사용되는 다용도 제품이다.
- 국외 제품 중, D사의 T제품이 농업용 부직포 원단으로써 세계적으로 판매되고 있으며, 그 외에도 네덜란드, 독일을 중심으로 다양한 제품이 수입되고 있다.



Fig. D사 T제품의 다양한 농업용 용도

- T제품은 극세사 부직포 원단으로 강도가 강하고, 일체형으로 내구성도 우수하며, 기공을 통한 통기 및 발수 효과를 가지고 있어 개발하고자 하는 제품과 물리적 특성이 유사하지만, 전량 수입품으로 1m² 기준 1,500~2,000원의 고가 제품이며, 멜트블로운 부직포 공정 특성상 두께에 한계가 있어, 차열/단열을 위한 스크린에 단독으로 사용하기에는 성능이 부족하다.
- 하지만 개발 원단은 Air-Laid/니들펀칭 부직포 공정을 통해 생산하므로 원하는 두께로 제작할 수 있으며, 난연소재, 무기소재를 내부에 분산시켜 난연 성능과 단열/차열 성능을 확보한 제품이다.

○ 시장현황

- 국내 업체의 시설농자재 수출은 부직포, 필름 등 피복자재, 여과기, 파이프 등 관수자재 등 다양하며, 대부분 부속자재인 것으로 보아, 수출 주력 품목이 없고, 주로 틈새시장을 겨냥한 소량 다품종 수출 구조를 가지고 있는 것으로 판단된다.

- 수출시장은 일본, 중국, 홍콩, 필리핀, 태국 등 아시아 국가를 비롯하여 이탈리아, 독일, 스페인, 네덜란드, 미국, 캐나다 등 다양한 편이며, 수출시장 역시 주력 시장이 없는 가운데 여러 국가를 대상으로 이루어지고 있다.
- 주요 시설농자재의 수출액은 2009년 기준 20억 4,968만 달러로 2000년 이래 연평균 9.1%의 꾸준한 증가세를 보여 왔으며, 현재도 증가하고 있을 것으로 예상된다.
- 수출액이 가장 많은 피복자재는 12억 1,829만 달러였으며, 피복자재 중, PET(4억 7,241만 달러), 부직포(2억 2,273만 달러), 차광망(2억 달러), 알루미늄 스크린(1억 7,032만 달러) 순으로 수출액이 많았으며, 다겹커튼은 134만 달러를 수출했다.
- 하지만 수입액은 15억 1,183만 달러로 2000년 이후 연평균 15.3%의 증가율을 보여, 수출보다 빠르게 증가하고 있으며, 농산품의 교역구조가 일반 공산품과 다르게 수입이 상대적으로 많은 것으로 확인할 수 있다.
- 이는 국산 농자재가 수입농자재보다 품질이 떨어지거나, 또는 가격경쟁력이 낮기 때문으로 판단되며, 이를 극복하기 위해서 난연성, 단열 및 차열성이 우수하고 경량화, 고강도의 특성을 가지는 일체형 부직포 스크린을 개발하여 다겹 커튼시장에 진입하고, 고품질이면서 공정 단일화로 가정 경쟁력을 가지는 장점을 부각시켜 시장을 확대할 예정이다.

○ 경쟁기관현황

- 국외 많은 국가들이 농업용 부직포 원단, 알루미늄 스크린, 보온 커튼 등을 생산하고 있지만, 무기소재, 난연소재를 포함한 일체형 부직포 스크린을 생산하는 업체는 전무하며 대부분 동일한 효과를 위해 다겹 커튼 형식으로 제조하고 있다.

○ 지식재산권현황

- 국내 지식재산권 현황과 유사하게 대부분 알루미늄을 이용한 보온 커튼, 다겹 보온 커튼, 원단과 원단 사이에 부직포 또는 솜 등을 넣어 봉제한 복합 형태의 원단 등 다겹 원단에 대한 특허가 다수 존재하며, 무기소재, 난연소재 등을 포함한 일체형 부직포 스크린에 대한 특허는 전무하다.

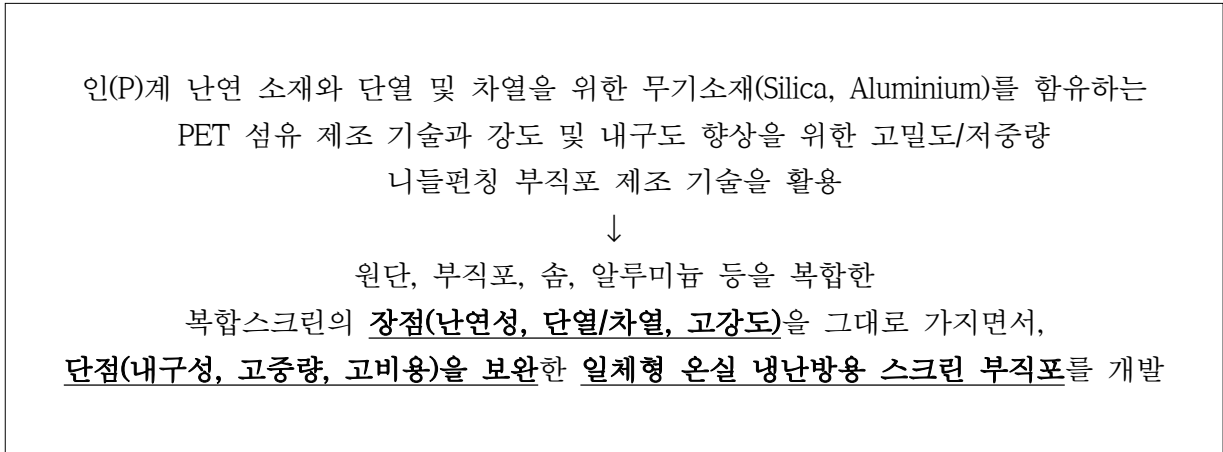
○ 표준화현황

- 무기소재, 난연소재 등을 포함한 일체형 부직포 스크린에 대한 국외 표준화 및 규격화 현황은 전무하다.

제 2 절 연구개발과제의 목표 및 범위

1. 연구개발과제의 목표 및 내용

가. 최종목표



나. 세부목표

- 인(P)계 난연 소재와 단열 및 차열을 위한 무기소재(Silica, Aluminium)를 함유하는 PET 섬유 제조 기술 개발
 - 난연소재 및 무기소재 선정과 Master Batch 내 입자의 균일분산 조건 연구
 - 기능성 소재가 함유된 Master Batch를 적용하여 PET 원사 제조 기술 연구
 - 강도 확보를 위한 최적 섬유장 및 굵기 설정, Cutting 공정 진행
- 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술 개발
 - 원사 조건, 에어공급 조건 등에 따른 블렌딩(Blending) 제어 기술 연구
 - 저중량/고밀도 부직포 정면을 위한 오프닝 / 카딩 공정 조건 연구
 - 최종 펠트의 치수, 구조, 특성을 고려한 웹의 구조와 조성 선정
 - 균질한 두께와 밀도/단위cell 구성 및 고강도 물성을 위한 니들펀칭 기술 연구
- 일체형 부직포 스크린의 Field Test 진행 및 성능분석
 - 개발한 일체형 부직포 스크린과 기존 제품의 온실 현장 비교 분석(동/하절기)
 - 개발 제품의 실험실 성능분석을 통한 정량적 물성 목표 달성 여부 판단

Table. 기술적 성능지표의 정량적 목표

기술적 성능지표		단위	현재 기술수준	정량적 목표	시험방법
무게 편차		g/cm ³	0.04±0.008	0.04±0.006	KS K ISO 9073-1
MD 두께 편차		%	±20% 이내	±15% 이내	KS K ISO 9073-2
CD 두께 편차		%	±20% 이내	±15% 이내	KS K ISO 9073-2
난연성	잔염시간	초	30	30 이하	JIS L 1091
	잔진시간	초	3	3 이하	
	탄화길이	cm	5	5 이하	
	탄화면적	cm ²	20	20 이하	
단열성능		온실 현장 Test를 통해서 기존 제품과 비교 분석			

다. 개발목표 및 내용

○ 연구개발 목표

< 주관연구기관(한국섬유개발연구원) >

: 인(P)계 난연 소재와 단열 및 차열을 위한 무기소재(Silica, Aluminium)를 함유하는 PET 섬유 제조 기술 개발

- 난연소재 및 무기소재 선정과 Master Batch 내 입자의 균일분산 조건 연구
- 기능성 소재가 함유된 Master Batch를 적용하여 PET 원사 제조 기술 연구
- 개발 제품의 실험실 성능분석을 통한 정량적 물성 목표 달성 여부 판단
- 개발한 일체형 부직포 스크린과 기존 제품의 온실 현장 비교 분석

< 협동기관(펫트하이텍) >

: 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술 개발

- 원사 조건, 에어공급 조건 등에 따른 블렌딩(Blending) 제어 기술 연구
- 저중량/고밀도 부직포 정면을 위한 오프닝 / 카딩 공정 조건 연구
- 최종 펠트의 치수, 구조, 특성을 고려한 웹의 구조와 조성 선정
- 균질한 두께와 밀도/단위cell 구성 및 고강도 물성을 위한 니들펀칭 기술 연구

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제 1 절 무기소재를 함유하는 PET 섬유 제조 기술 개발

1. 난연소재 및 무기소재 선정과 Master Batch 내 입자의 균일분산 조건 연구

가. 인(P)계 난연소재 선정

- 인(P)계 난연제는 환경문제에 대응하는 비할로젠계 난연제로 가장 주목받고 있으며, 적용되는 인화합물은 적인, 포스파젠, 인산에스테르계열의 화합물 등이 있으며, 적인은 가공중 유독물질인 포스핀(PH₃)의 발생 가능성이 있으므로 제외하고 포스페이트(phosphate), 포스포네이트(phosphonate), 포스피네이트(phosphinate), 포스핀옥사이드(phosphine oxide), 포스파젠(phosphazene)을 등의 인계 난연제 중, 일반적으로 PET에 적용가능한 6종을 선정하여 난연성능을 분석하였다.

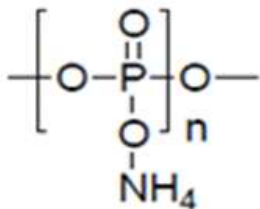


Fig. Ammonium polyphosphate

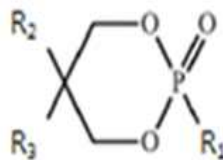


Fig. Cyclic phosphate계

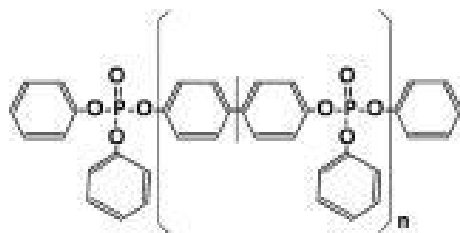
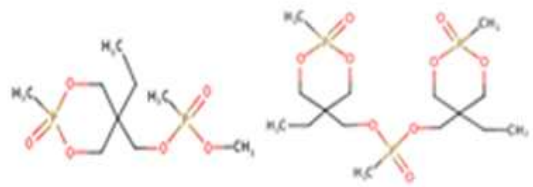


Fig. Diphenyl phosphate계

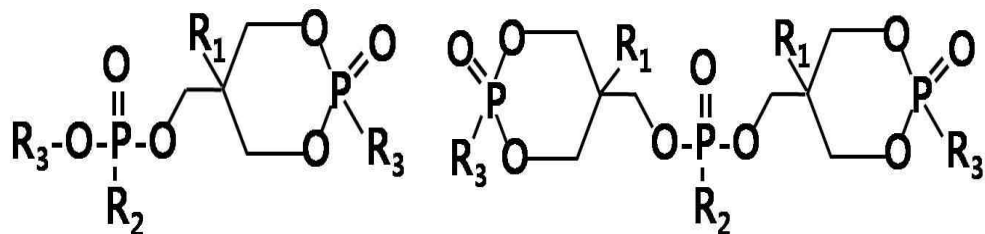
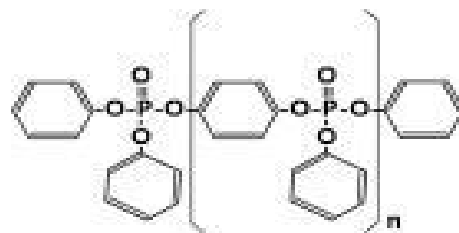








Fig. 올리고머형 축합인산에스테르계

- Ammonium polyphosphate계, Cyclic phosphate계, 올리고머형 축합인산에스테르계, Triethyl phosphate계, Diphenyl phosphate계 2종 이렇게 총 6종의 난연 성능을 분석한 결과는 아래와 같이 나타났다.

Table. 난연제별 난연 성능 비교 분석

번호	난연제	연소거리 (mm/min)	저장 안정성	사진
1	Ammonium polyphosphate계	180	GEL	
2	Cyclic phosphate계	210	양호	
3	올리고머형 축합인산에스테르계	전소	양호	
4	Triethyl phosphate계	전소	양호	
5	Diphenyl phosphate계 1	전소	양호	
6	Diphenyl phosphate계 2	전소	양호	

- Ammonium polyphosphate계, Cyclic phosphate계를 제외하고는 모두 전소하여 후보군에서 제외하였으며, Ammonium polyphosphate계, Cyclic phosphate계 중에서 저장안정성이 상대적으로 우수한 Cyclic phosphate계 난연제를 선정하였다.

나. 단열/차열을 위한 무기소재 선정

- 높은 단열 성능을 가지면서 고분자에 무기입자로서 적용이 용이한 이산화규소(SiO_2)를 적용 무기입자로 선정하고, Master batch 제조를 위한 분석을 진행하였다.

< 입도 분석 >

- 용융방사로 제조된 원사의 직경은 통상적으로 $10\mu\text{m}$ 정도의 크기를 갖는데, 원사 내 혼입하려는 기능성 입자의 size가 $1\mu\text{m}$ 이상이 되면 방사시 사질의 직접적인 원인이 되며 pack 압력 상승을 초래하는 등 원활한 방사가 어려워진다. 또한 broad한 분포도를 가질 경우, 원사의 균제도 저하, 방사성 불량 등의 문제가 발생하게 된다.
- SiO_2 입자의 입도 분석 결과, 약 $1\mu\text{m}$ 정도의 입자 size를 갖는 것으로 확인하였으며, 권장 입자 크기에는 미치지 못하지만, 구매처에서 제공한 입자 size가 400nm 인 것을 고려하였을 때, 입자간 aggregation 발생으로 인한 것으로 사료되어 Master batch 제조시 분산성 개선을 통해 방사성 확보가 충분히 가능할 것으로 판단된다.



Fig. 입도 분석기

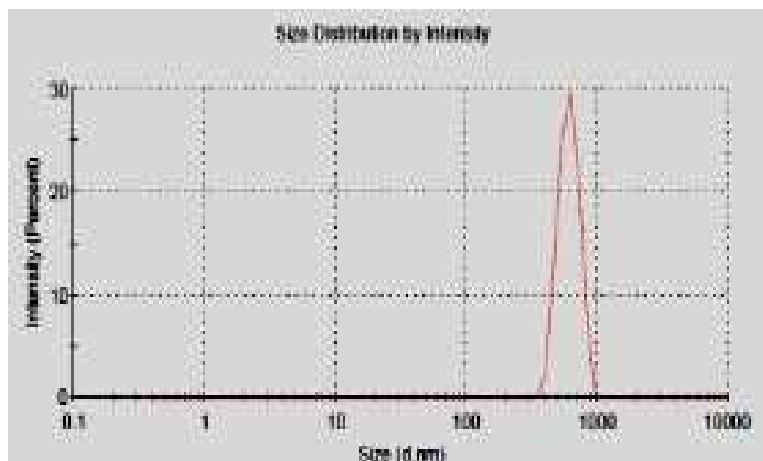


Fig. SiO_2 입자의 입도분포분석 결과

< 열적 특성 >

- 선정된 입자의 압출 및 방사공정 온도 부근($290\sim 250^\circ\text{C}$)에서의 열안정성을 확인하기 위하여 시차주사열량계(DSC, Differential Scanning Calorimetry)를 이용하여 N_2 하에서 온도 범위 $-50\sim 300^\circ\text{C}$ 에서 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 로 승온하며 입자별 열적 특성을 관찰했다.
- SiO_2 입자는 무기물로, 약 $1,700^\circ\text{C}$ 이상의 융점을 가지며 DSC 측정 결과에서도 별다른 Heat flow를 나타내지 않는 것으로 보아 열적 안정성이 우수하다고 판단하고 최적 적용 입자로 선정하였다.

다. Master Batch Chip 제조

< 건조 조건 >

- 입자 가수분해 및 열분해 제어를 위한 최적 건조 조건을 아래와 같이 확립하였다.

Table. 입자 건조 조건 및 결과

구분	SiO ₂
건조조건	열풍 건조기
건조온도	100 °C
건조시간	2 hours
수분율	0 ppm

< 배합 및 압출 공정 조건 확립 >





- 수분율을 최소화한 PET resin과 SiO₂ 입자를 정량·균일 투입하여 아래와 같은 조건으로 압출 테스트를 시행, 작업성은 양호하였으며 Direct pelletizing이 가능하고 수분을 최소화할 수 있는 냉각 길이 및 속도 조건을 확보하였다.

Table. 기능성 Master Batch 제조 공정 조건 - SiO₂ 20wt% M/B

구분	조건	
압출속도	Screw rate	200rpm
	Feed rate	11rpm
	Cut rate	600rpm
필터링	325/80 mesh	
작업온도	Die Temp.	280°C
Load	42%	

- Feeder부 벽면에 입자 쏠림 현상이 일부 발생하였는데 고비중의 무기물 특성에 의한 현상으로 사료되며, 이를 방지하기 위한 Screw segment 설계 기술 도입하였다.
- Master batch 제조 공정에서는 분산제 등의 기타 첨가제를 혼입하지 않고 기능성 유·무기 입자와 Base resin(PET)만을 적용하였으며, 입자 분산성 확보를 위하여 전문 외주업체의 압출기 Screw segment 설계 기술 및 Mesh system 제어 기술을 적용하여 분산성을 확보하였다.

Table. Master Batch Chip 제조 공정

구분	Raw Materials (Compound)	Processing Conditions	Strand Cooling	Functional M/B (Products)
사진				

라. Master Batch Chip의 분산성 및 점탄성 분석

< 분산 지수 평가 >

- 일반적으로 Master batch 제조 업체에서 기능성 입자가 혼입된 Master batch 제품을 평가하는 방법을 아래와 같이 적용하여 제조된 Master batch에 함유된 기능성 입자의 분산성과 이에 따른 방사성을 사전에 예측하고자 하였다.

Table. 분산지수 측정 결과

구분	측정방법	SiO ₂ 20wt% M/B	
		구분	분산지수 (g/10min)
내용	- 2개의 오리피스 사이의 Screen mesh를 통과해서 나오는 Master batch의 무게를 측정 - 수치가 높을수록 분산성이 우수함 → 분산성이 좋으면 mesh를 잘 통과, 나쁘면 미분산 입자가 mesh를 막아 통과하지 못하는 원리	#1	11.2
		#2	11.0
		#3	10.9
		평균	11.0

- 분석 결과, 제조된 Master batch는 280°C 온도 및 2.16kg 하에서 10g/10min 이상의 분산지수를 갖는 것으로 평가되었으며 방사가 가능할 것으로 판단하였다.

< 점탄성 분석 >

- PET 100% resin을 일정 비율 혼합하여 기능성 입자 함량을 3 wt%로 희석한 SiO₂ Master batch에 대하여 280℃에서 Shear rate에 따른 점탄성 거동을 확인하고자 레올러지 분석을 진행하였다.

Table. 점탄성 분석용 시료 제조 조건

구분	제조설비	Base resin	Master batch		최종 입자함량
			종류	투입비율	
1	Lab Scale Compounder	PET chip	SiO ₂ 20wt% 함유 PET chip	15 %	3 wt%

- 회전형 레오메터(Rotational Rheometer, Anton Parr)를 이용하여 방사온도 부근인 280℃에서의 전단속도 변화에 따른 폴리머 점도 및 전단응력 변화를 측정하였다.
- 측정 조건은 아래와 같으며, 일반적인 방사공정에서 폴리머에 부하되는 전단속도 수준(500~1,000s⁻¹)에서의 점도 및 전단응력 값을 비교하였다.

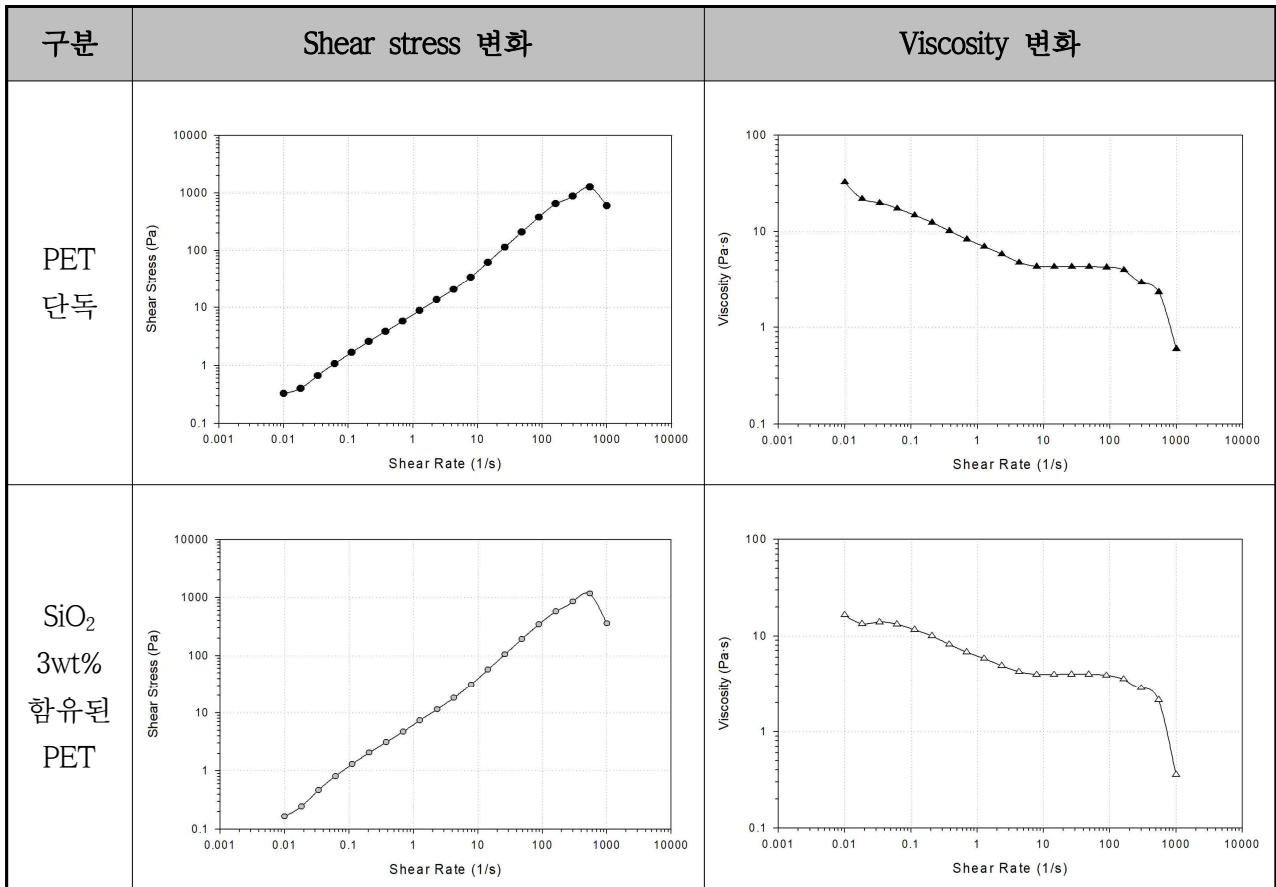
Table. 측정 조건

구분	조건
측정온도	280 ℃
Shear rate 범위	0.1 ~ 1,000 s ⁻¹

Table. 250℃에서의 PET 수지 및 기능성 Master batch 적용 방사성 예측 결과

구분	시료	Shear rate (1/s)				
		0.11	1.27	162	546	1,000
Shear Stress (Pa)	PET 단독	1.6767	8.9057	649.22	1262.1	601.07
	SiO ₂ 3wt%	1.3143	7.4307	577.41	1167.8	358.84
Viscosity (Pa · s)	PET 단독	14.854	6.9889	3.9980	2.3131	0.6077
	SiO ₂ 3wt%	11.643	5.8314	3.5558	2.1400	0.3588

Table. 280°C에서의 PET 수지 및 기능성 Master batch 적용 방사성 예측 결과 그래프



- PET resin 100% 적용시와 대비하여 Master batch를 적용할 경우, 점도값은 낮아지며 전단 응력은 증가하는 것을 확인하였다.
- 이는 방사 조업성에 문제가 발생할 수 있으며, 특히 pack 압력 상승에 문제를 발생시킬 가능성이 크다고 판단되며, 이를 방지하기 위하여 일반적인 PET 원사 방사의 pack 설계에서 압력을 낮출 방법을 찾고, 기능성 입자의 함량을 낮추어 방사 가능한 최대 함량을 찾는 방향으로 연구를 진행하였다.

마. 예비 방사성 평가

- 본 연구에서는 주관기관에서 보유 중인 Lab. Compounder를 이용하여 방사온도 부근인 280°C에서의 기능성 입자 함량에 따른 예비 방사성(폴리머 유동성)을 육안으로 직접적으로 평가하기 위하여 아래와 같이 실험을 진행하였으며, 사용된 설비의 spec. 및 개발품종은 아래에 나타내었다.

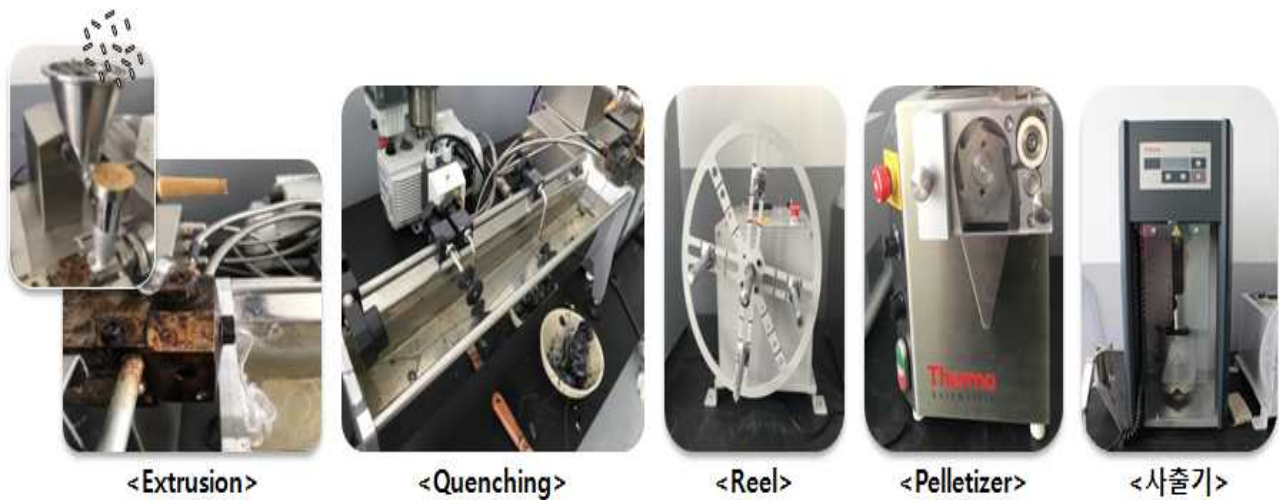


Fig. Lab. Compound Test 설비

Table. 예비 방사성 평가용 설비 Spec.

구분	Spec.
설비명	Lab. Compounder
Extruder	Ø11mm Twin Screw extruder

Table. 예비 방사성 평가용 개발품종 상세

구분	SiO ₂ 20wt% M/B 적용 test
Base resin	PET Chip
Master batch	SiO ₂ 20 wt%
최종 입자 함량	SiO ₂ 3 wt% / 5 wt%

Table. SiO₂ 입자 함량별 예비 방사성 평가

구분	SiO ₂ 3 wt% 함유	SiO ₂ 5 wt% 함유									
사진											
결과	압출성 우수, 폴리머 외관 양호 → 적정 온도, 기능성 입자 농도 확인	주기적인 사절 발생 → 기능성 입자 함량 down 필요									
공정 조건	Heating Zone (°C)									Screw speed	Torque
	구분	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Die		
조건	220	275	280	280	280	280	280	280	280	60rpm	34%

- SiO₂ 입자 3 wt% 적용 시, 압출성이 우수하며 폴리머 외관도 양호한 것을 확인하였다.
- 5 wt%로 입자 함량 증대 시, 유동성은 보통이나, 주기적인 사절이 발생하는 것으로 보아 기능성 입자 함량이 높아 메인 방사 공정 적용시 방사성이 매우 불량할 것으로 예측되어 실제 메인 방사 공정에는 적용하지 않았다.
- 최종적으로 280°C의 방사온도, 입자 함량은 3 wt%로 방사공정을 진행하였다.

2. 기능성 소재가 함유된 Master Batch를 적용하여 PET 원사 제조 기술 연구

가. 방사 설비 및 구금 설계

- 방사 설비는 주관기관에서 보유중인 작업량 100~300 kg/日(75De' 기준), Denier Range 10~225 De' , 방사속도 Max. 6,000 m/min, 추수 1 Spindle x 6 Cop의 Lab Scale 설비를 사용하였다.



Fig. 용융 방사 공정

- 단사 섬도 6d 수준의 원사를 제조하기 위하여, O형 36Hole(L 0.6 D 0.2, L/D 3.0)의 방사 구금을 사용하였다.
- 아래 구금을 사용하여 한번에 36개의 많은 단사를 생산할 수 있으며, 위 방사 설비에서 적용 가능한 최대 섬도 범위이므로 아래 구금 조건을 선택하였다.

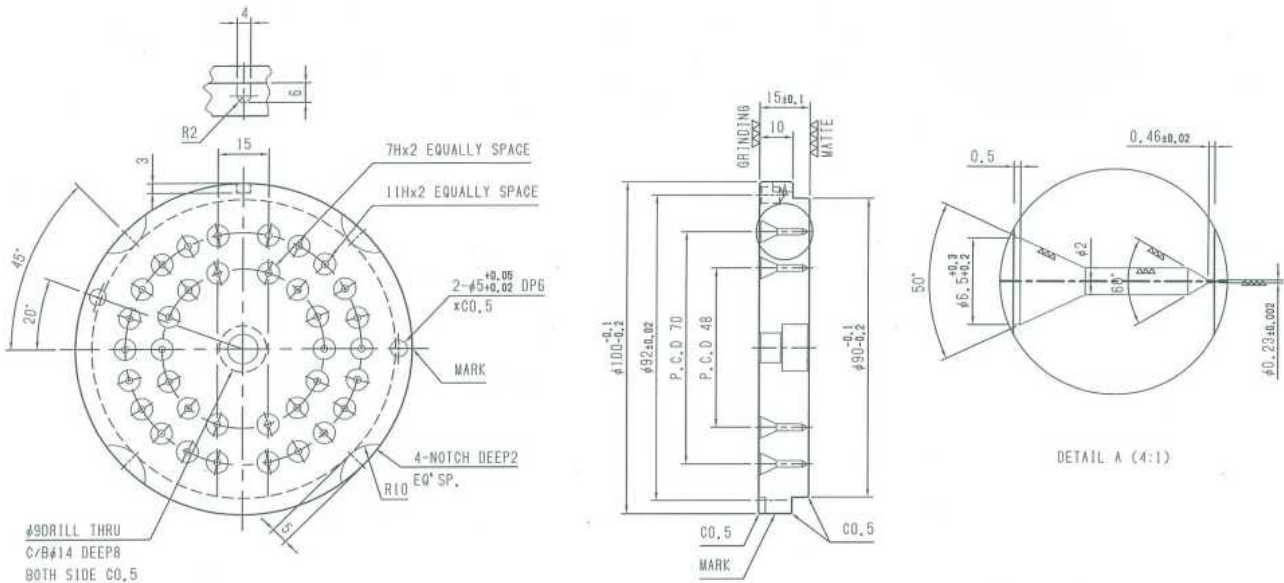


Fig. 구금 도면(216D/36F O형 36Hole(L 0.6, D 0.2, L/D 3.0))

나. 1차 방사 공정

- 1차 공정은 Master Batch를 적용하지 않고, PET 단독으로 방사를 진행하여, 단사 6d 수준의 원사를 제조하였다.
- 방사 조건은 Heater Temp 255 ~ 285 °C, Sand #30, L/D 0.6/0.2 mm, Hole 수 36(원형), GR1 2,500 m/min, GR2 5,100 m/min, Take-Off 5,000 m/min의 조건으로 진행하였으며, 팩 압력은 130 kg/cm² 이하 수준으로 양호하게 유지되었다.
- 방사 결과, 작업성은 양호하였으며, 섬도 216.3 d, 강도 3.5 g/d 신도 24 %로 물성 또한 양호하였다.
- 따라서 위 조건과 방사성 예측 평가에서 확보한 조건을 활용하여 2차 방사를 진행하였다.

Table. 1차 방사 조건 및 물성

구분		단위	PET SDY 216d/36f	
SiO2 함량		wt%	0	
Extruder	Heater Temp #1	℃	255/275	
	Heater Temp #2	℃	280/285	
	Heater Temp #3	℃	285/285	
	Press.	kg/cm ²	130	
Spinneret	Sand	#	30	
	L/D	mm	0.6/0.2	
	Hole	수	36(원형)	
Air Quenching	Type	-	Cross	
	Temp.	℃	20	
	Quantity	m/sec	0.40	
Finish oil	Brand		#931	
	Jet R/O	농도	%	12
		속도	rpm	22
		Convergency	m	1.25
Godet Roll	GR 1	속도	m/min	2,500
		온도	℃	-
	GR 2	속도	m/min	5,100
		온도	℃	-
Take-Off Roll	속도		m/min	5,000
	Angle		∅/°	6.5
	접압		kg/cm ²	12/15
작업성		-	양호	
섬도		denier	216.3	
강도		g/d	3.5	
신도		%	24	

다. 2차 방사 공정

- 방사성 예측 평가에서 확보한 280℃의 방사온도, 입자 함량 3 wt%의 조건과 1차 방사공정을 통해 확보한 PET 단독 방사 조건을 활용하여 2차 방사 공정을 진행하였다.
- 방사 조건은 Heater Temp 255 ~ 285 °C, Sand #30, L/D 0.6/0.2 mm, Hole 수 36(원형), GR1 2,500 m/min, GR2 5,100 m/min, Take-Off 5,000 m/min의 조건으로 1차 방사 공정과 동일하게 진행하였다.
- 방사 결과, 초기 압력은 허용 가능 수준이었으나, 시간이 경과함에 따라 팩 압력이 증가하여 약 1시간 이후부터 허용 압력이 초과(130kg/cm² 이상)하여 방사에 실패하였다.
- 섬도 216.6 d, 강도 2.7 g/d 신도 19 %로 물성 역시 현저하게 저하되는 것을 확인하였다.
- 따라서 3차 방사 공정에서는 팩 압력을 낮추기 위하여 팩 설계를 변경하였다.
- 팩 설계에서 Sand는 압력을 유지하는 점도를 제어하는 역할 뿐만 아니라, 고분자 내부의 불순물을 걸러내고, 내부에 입자들의 분산성 유지에 중요한 역할을 하므로, 무작적 Sand 번호를 낮춘다면 방사가 불가능하며, 방사를 성공한다고 하더라도 인장강도 등 물성 저하가 발생할 수 있다.
(Sand 번호가 높을수록 입자가 곱다.)
- 하지만 본 연구개발의 타겟제품은 부직포 제조만 가능하다면 인장강도 등 물성 저하에 큰 영향을 받지 않는 온실 차광 스크린이므로 3차 공정에서는 번호가 더 낮은 Sand를 사용하여 방사 공정을 진행하였다.

Table. 2차 방사 조건 및 물성

구분		단위	PET SDY 216d/36f	
SiO ₂ 함량		wt%	3	
Extruder	Heater Temp #1	℃	255/275	
	Heater Temp #2	℃	280/285	
	Heater Temp #3	℃	285/285	
	Press.	kg/cm ²	130	
Spinneret	Sand	#	30	
	L/D	mm	0.6/0.2	
	Hole	수	36(원형)	
Air Quenching	Type	-	Cross	
	Temp.	℃	20	
	Quantity	m/sec	0.40	
Finish oil	Brand		#931	
	Jet R/O	농도	%	12
		속도	rpm	22
		Convergency	m	1.25
Godet Roll	GR 1	속도	m/min	2,500
		온도	℃	-
	GR 2	속도	m/min	5,100
		온도	℃	-
Take-Off Roll	속도	m/min	5,000	
	Angle	∅/°	6.5	
	접압	kg/cm ²	12/15	
작업성		-	팩 압력 상승으로 방사 실패 (130kg/cm ² 이상)	
섬도		denier	216.6	
강도		g/d	2.7	
신도		%	19	

라. 3차 방사 공정

- 방사성 예측 평가에서 확보한 280℃의 방사온도, 입자 함량 3 wt%의 조건과 1차 방사공정을 통해 확보한 PET 단독 방사 조건이 팩 압력 상승으로 인해 방사가 불가능 하였으므로 3차 방사 공정에서는 팩 설계를 변경하여 방사 공정을 진행하였다.
- 방사 조건은 Heater Temp 255 ~ 285 °C, Sand #16, L/D 0.6/0.2 mm, Hole 수 36(원형), GR1 2,100 m/min, GR2 4,600 m/min, Take-Off 4,500 m/min의 조건으로 2차 방사 공정에서 Sand를 16번으로 변경하고, GR과 Take-Off의 속도를 소폭 하향 조정하였다.
- 2차 방사 공정에서 사용한 30번 Sand는 직경이 655 μm이며, 16번 Sand는 직경이 1290 μm이다.
(일반적인 PET의 경우, 팩 압력을 유지하기 위해서는 30~36번 수준의 Sand를 사용한다.)
- 방사 결과, 2차 방사 공정과 유사하게 초기 압력은 허용 가능 수준이었으나, 시간이 경과함에 따라 압력이 증가하여 허용 압력이 초과(130kg/cm² 이상)하여 방사에 실패하였다.
- 점도 213.1 d, 강도 2.1 g/d 신도 20 %로 물성은 2차 방사 공정보다 더 저하되는 것을 확인하였다.
- 여기서 더 이상 Sand 번호를 높이는 것은 점도 유지가 어렵다고 판단하고, 입자 함량을 3 wt%에서 2 wt%로 변경하여 4차 방사 공정을 진행하였다.

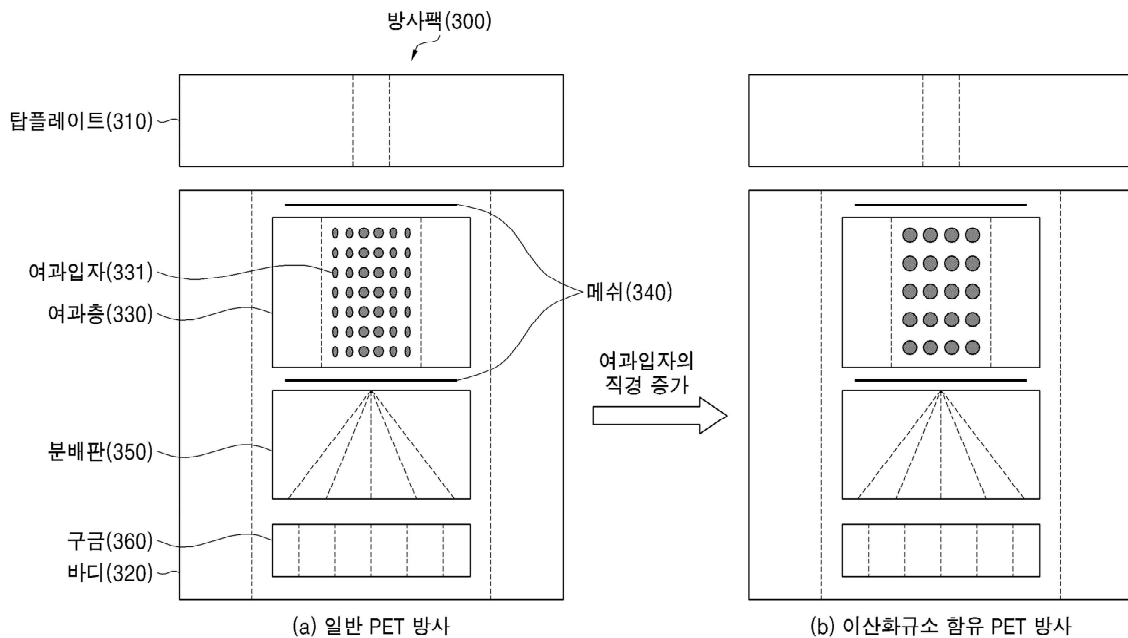


Fig. 팩 설계 단면 (Sand 변경 #30 → #16)

Table. 3차 방사 조건 및 물성

구분		단위	PET SDY 216d/36f	
SiO2 함량		wt%	3	
Extruder	Heater Temp #1	℃	260/278	
	Heater Temp #2	℃	282/287	
	Heater Temp #3	℃	287/287	
	Press.	kg/cm ²	130	
Spinneret	Sand	#	16	
	L/D	mm	0.6/0.2	
	Hole	수	36(원형)	
Air Quenching	Type	-	Cross	
	Temp.	℃	20	
	Quantity	m/sec	0.40	
Finish oil	Brand		#931	
	Jet R/O	농도	%	12
		속도	rpm	22
		Convergency	m	1.25
Godet Roll	GR 1	속도	m/min	2,100
		온도	℃	-
	GR 2	속도	m/min	4,600
		온도	℃	-
Take-Off Roll	속도		m/min	4,500
	Angle		∅/°	6.5
	접압		kg/cm ²	12/15
작업성		-	팩 압력 상승으로 방사 실패 (130kg/cm ² 이상)	
섬도		denier	213.1	
강도		g/d	2.1	
신도		%	20	

마. 4차 방사 공정

- 3차 방사 공정에서 변경한 팩 설계 조건과 입자 함량을 3 wt%에서 2 wt%로 변경한 조건으로 4차 방사 공정을 진행하였다.
- 방사 조건은 Heater Temp 255 ~ 285 °C, Sand #16, L/D 0.6/0.2 mm, Hole 수 36(원형), GR1 2,100 m/min, GR2 4,600 m/min, Take-Off 4,500 m/min의 조건으로 3차 방사 공정과 동일하게 진행하였다.
- 방사 결과, 팩 압력이 허용 범위 안에서 유지되었으며, 방사 작업성도 사절 없이 양호하게 유지되었다.
- 섬도 214.4 d, 강도 3.0 g/d 신도 22 %로 물성 역시 2차, 3차 방사 공정보다 더 보완되는 것을 확인하였으며, 4차 방사 공정 조건을 최적 방사 조건으로 설정하고 방사를 진행하였다.

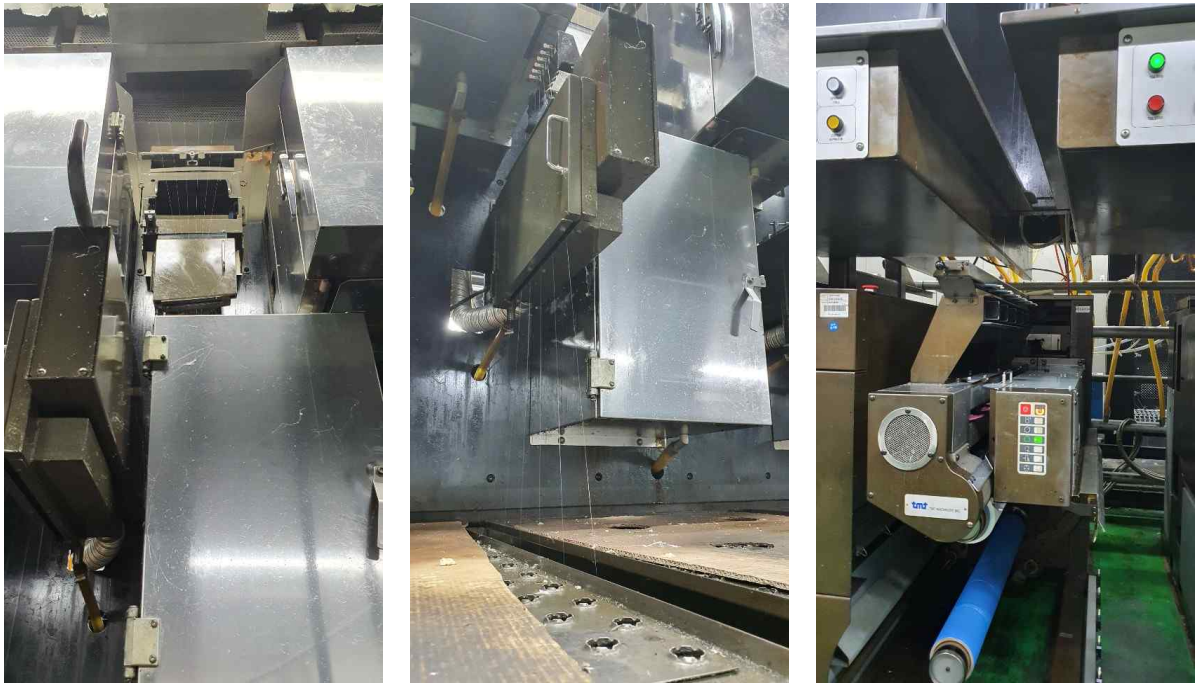


Fig. 최종 설정 방사 조건으로 생산되는 원사

Table. 4차 방사 조건 및 물성

구분		단위	PET SDY 216d/36f	
SiO2 함량		wt%	2	
Extruder	Heater Temp #1	℃	260/278	
	Heater Temp #2	℃	282/287	
	Heater Temp #3	℃	287/287	
	Press.	kg/cm ²	130	
Spinneret	Sand	#	16	
	L/D	mm	0.6/0.2	
	Hole	수	36(원형)	
Air Quenching	Type	-	Cross	
	Temp.	℃	20	
	Quantity	m/sec	0.40	
Finish oil	Brand		#931	
	Jet R/O	농도	%	12
		속도	rpm	22
		Convergency	m	1.25
Godet Roll	GR 1	속도	m/min	2,100
		온도	℃	-
	GR 2	속도	m/min	4,600
		온도	℃	-
Take-Off Roll	속도		m/min	4,500
	Angle		∅/°	6.5
	접압		kg/cm ²	12/15
작업성		-	양호	
섬도		denier	214.4	
강도		g/d	3.0	
신도		%	22	

Table. 최종 방사 조건 및 물성

구분		단위	PET SDY 216d/36f				
SiO2 함량		wt%	0	3	3	2	
Extruder	Heater Temp #1	℃	255/275	255/275	260/278	260/278	
	Heater Temp #2	℃	280/285	280/285	282/287	282/287	
	Heater Temp #3	℃	285/285	285/285	287/287	287/287	
	Press.	kg/cm ²	130	130	130	130	
Spinneret	Sand	#	30	30	16	16	
	L/D	mm	0.6/0.2	0.6/0.2	0.6/0.2	0.6/0.2	
	Hole	수	36(원형)	36(원형)	36(원형)	36(원형)	
Air Quenching	Type	-	Cross	Cross	Cross	Cross	
	Temp.	℃	20	20	20	20	
	Quantity	m/sec	0.40	0.40	0.40	0.40	
Finish oil	Brand		#931	#931	#931	#931	
	Jet R/O	농도	%	12	12	12	12
		속도	rpm	22	22	22	22
		Convergency	m	1.25	1.25	1.25	1.25
Godet Roll	GR 1	속도	m/min	2,500	2,500	2,100	2,100
		온도	℃	-	-	-	-
	GR 2	속도	m/min	5,100	5,100	4,600	4,600
		온도	℃	-	-	-	-
Take-Off Roll	속도		m/min	5,000	5,000	4,500	4,500
	Angle		∅/°	6.5	6.5	6.5	6.5
	접압		kg/cm ²	12/15	12/15	12/15	12/15
작업성		-	양호	팩 압력 상승으로 방사 실패 (130kg/cm ² 이상)	팩 압력 상승으로 방사 실패 (130kg/cm ² 이상)	양호	
섬도		denier	216.3	216.6	213.1	214.4	
강도		g/d	3.5	2.7	2.1	3.0	
신도		%	24	19	20	22	

바. 원사의 크림프 부여 및 단섬유화 공정

- 원사의 크림프 부여 및 단섬유화 공정은 주관기관에서 보유중인 방적사 설비 중, 크림프 커팅 공정 설비를 활용하여 진행하였다.
- 총 30본의 원사를 동시에 작업 가능하며, 크림프 부여 후, 협동기관에서 요청한 64mm 섬유장으로 커팅하여 공급하였다.



Fig. 원사의 크림프 공정



Fig. 크림프가 부여된 원사



Fig. 64mm로 커팅된 원사

제 2 절 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술 개발

1. 원사 조건, 에어공급 조건 등에 따른 블렌딩(Blending) 제어 기술 연구

가. 원사의 함수율, denier(섬유장별) 사양 검토

- 원사의 함수율은 Non Woven Punching Felt 제조 공정상의 밀도, 두께에 큰 영향을 주므로 적절한 원사 선정을 위해 수요처와 협력을 통해 사양을 정립하였다.
- 원사함수율 범위 최적치를 아래와 같이 확보하였다.
: 건조 전 14-15%, 건조 후 12-13% - GAP 1.63%수준
(원사 적정 함수율 : 11% 함수율 설정)

NO	ITEM	함수율 측정 Data			
	원사 LOT	건조 前	건조 後	GAP	함수율
①	70453	19.46	17.28	2.18	11.20
②	70454	15.43	13.71	1.72	11.15
③	70455	16.20	14.41	1.79	11.05
④	70467	13.40	11.90	1.50	11.19
⑤	70468	13.16	11.71	1.45	11.02
⑥	70469	12.52	11.21	1.31	10.46
⑦	70477	15.66	13.90	1.76	11.24
⑧	70482	8.05	7.18	0.87	10.81
⑨	70493	16.12	14.43	1.69	10.48
⑩	70494	14.63	12.91	1.72	11.76
⑪	70501	16.06	14.25	1.81	11.27
⑫	70515	18.79	16.63	2.16	11.50
⑬	70516	11.94	10.71	1.23	10.30
	한일 6D A	19.08	18.64	0.44	2.31
	한일 6D B	16.93	16.40	0.53	3.13
	평균	14.72	13.09	1.63	11.03
	최대	19.46	17.28	2.18	11.76
	최소	8.05	7.18	0.87	10.30
	범위	11.41	10.10	1.31	1.46

Fig. 원사 선정을 위한 함수율 측정 데이터

- Non Woven Felt 제작 시 공정상 온습도 관리 범위 설정이 중요하므로 아래와 같이 가습기 및 SPRAY 장치를 설치 및 가동하였다. (온도 ; 20~28℃, 습도 ; 50% 이하)
 - Water Spray : CARDING 공정 (2군데), WEB Feeder 공정 (2군데)
 - 가습기 설치 : Carding M/C 공정 (1군데)



Fig. Non Woven Felt, 주요공정 온,습도 관리장치 설치현황



JB-1620 표준사양	
가습량	7.5 L/H ~ 8.0 L/H
소비전력	AC220 ~ 240V, 60Hz, 585 W
풍 량	0.6 ~ 0.65 m ³ /min (50/60Hz)
급수방법	배관에 따른 자동 급수 방식
급수압력	0.2 ~ 5.0 kg/cm ²
안전장치	*플로트 센서에 따른 공운전 방지 *1차, 2차 회로 보호 휴즈
주변조건	5℃이상 40℃이하 90% RH이하
진동자교환	5,000시간 (누계 운전 시간)
중 량	19.5 kg

Fig. 적용한 습도 관리기 사양

- 원사 denier 및 섬유장 조건 확보
 - 협의된 규격 사양은 Denior 4~6de, 섬유장 51~64mm이었다.
 - 하지만 denier 2~3de, 섬유장 54mm 조건에서 Cost Up 및 Opening 과정에서 훼손이 많고 중량편차, 두께편차가 과다하게 발생하였다.
 - 따라서 최종 원사 규격 Denier 6de, 섬유장 64mm으로 설정하고 주관기관에 통보하였다.

- 섬유장 수입검사를 위한 검사방안/계측항목을 아래와 같이 설정하였다.
 - 계측기 scope 설정(육안식별 초과) : Microscope (계측장비 R&R)

Table. 수입검사 항목 및 관리기준 설정

업체코드				고객기술 승인/일자(요구시)				고객품질 승인/일자(요구시)				기타승인/일자(요구시)					
공정 번호	공정흐름도			공정명	설비명	관 리 항 목			무 효 성	관 리 기 준				관 리 분 담		이 상 발 생 시 조 치 사 항	비 고
	SUB	MAIN	외주			NO	제 품	공 정		규 격	확 인 방 법	주 기	관 리 방 안	생 산	QA		
1				수입검사 (FIBER)		1	외 관	-	-	검사기준서	육안	매LOT	수입검사 성적서	○	품질팀장/구매팀장에게 보고할것		
					2	색 상				연소법							
					3	재 질				현미경							
					4	굵 기				스틸자							
					5	길 이											
					6	수 량			발주서	카운터	원,부자재 관리대장						구매팀장에게 보고할것

나. 블렌딩(Blending) 제어 기술

- 원사의 함수율 및 denier(섬유장별)를 고려한 원료 투입 방법 및 비율을 검토하였다.
- 원사 마찰에 따른 정전기 억제 및 균질한 혼섬을 위한 임펠라 및 에어 공급량 제어조건을 설정하였다. (Motor HP/RPM 조정)

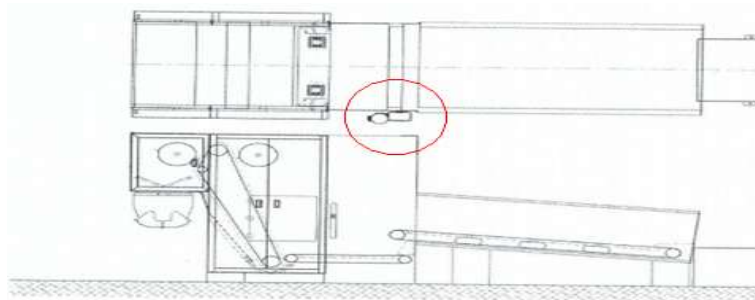


Fig. 임펠라 및 에어 공급량 제어

- 입고 원사의 LOT별 함수율이 상이하어 함수율을 고려하여 원료투입 방법 및 비율 제어를 실시하였다.
 - 원료투입 1 → 3개소 활용
 - Blending별 계량 측정 산포 보정 제어장치 설치 및 모니터링 장치 구축



Fig. 원료투입 1 → 3개소 활용



Fig. Blending별 계량측정산포 보정 제어 장치

2. 저중량/고밀도 부직포 정면을 위한 오프닝 / 카딩 공정 조건 연구

가. 저중량/고밀도 스크린용 부직포 정면을 위한 오프닝 기술

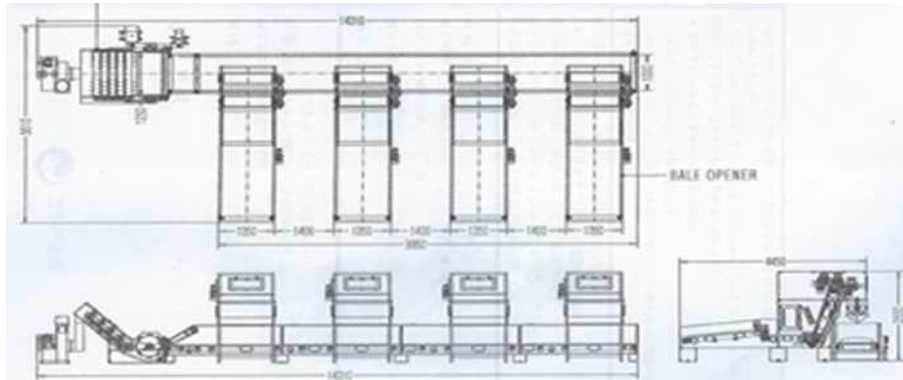


Fig. 블렌딩 머신 구조도

- 원사 덩어리를 부드럽게 풀어주는 공정으로 과도한 오프닝은 원사의 손상을 야기하므로 이를 방지하는 오프닝 제어 기술이다.
- Mixing Tank에서 Opening된 원사를 Fine Opener를 통해 Feed Opener로 이송되는 원사의 파손 및 균질한 양(量)의 이송이 되지 않아서 Fine-Opener 경로를 생략하여 원사를 이송-Opener 시켰다.



Fig. Fine-Opener 경로를 생략하여 원사 이송

- 오프닝 과정을 통해 원면 내에 있는 불순물을 제거하였다.



Fig. 원사의 오프닝 공정

- Magnetic Trap을 통한 원사 마찰 경로 구배를 주어 원사 Shoddy나 이물질이 걸리 질 수 있도록 장치하였다.

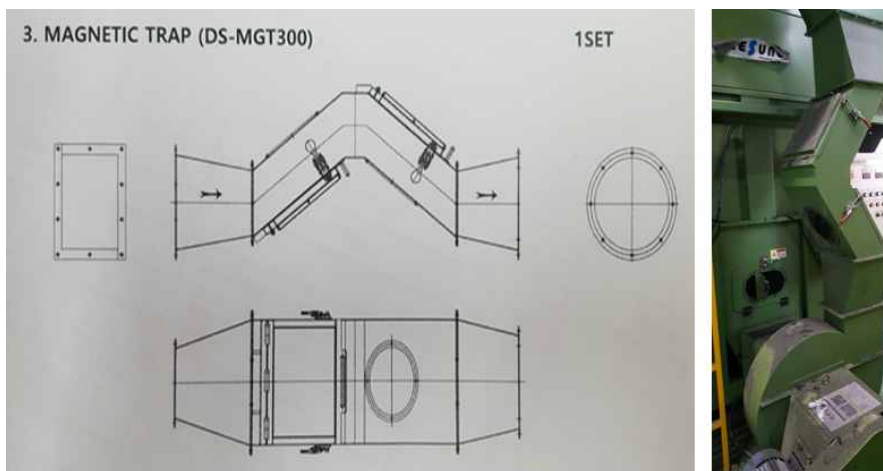


Fig. Magnetic Trap

- Fiber의 carding으로 이송 공정상 vibration facility 장치개조(spike lattice Hopper 적용)
 - 고강도 Fiber Feeder 방식으로의 개조 시, 균일한 중량제어를 위한 vibration plate 적용 및 Vertical TYPE의 원사 Blow시, 부피편차를 수평방향 원사 투입으로 정밀 부피 및 중량 Feeder를 유지하였다.
 - 개조 후 인계 난연사 Fiber의 중간/좌측/우측으로 떨어지는 Fiber 양의 편차가 $\pm 3\%$ 정도로 제어가 가능했다.
 - Carding 투입 전의 Fiber양을 계량 후, 균일한 양을 자동 투입(Feed속도 조절)하는 4개의 Load cell을 적용하였다. (Auto Leveling-Measuring Plate 장치)

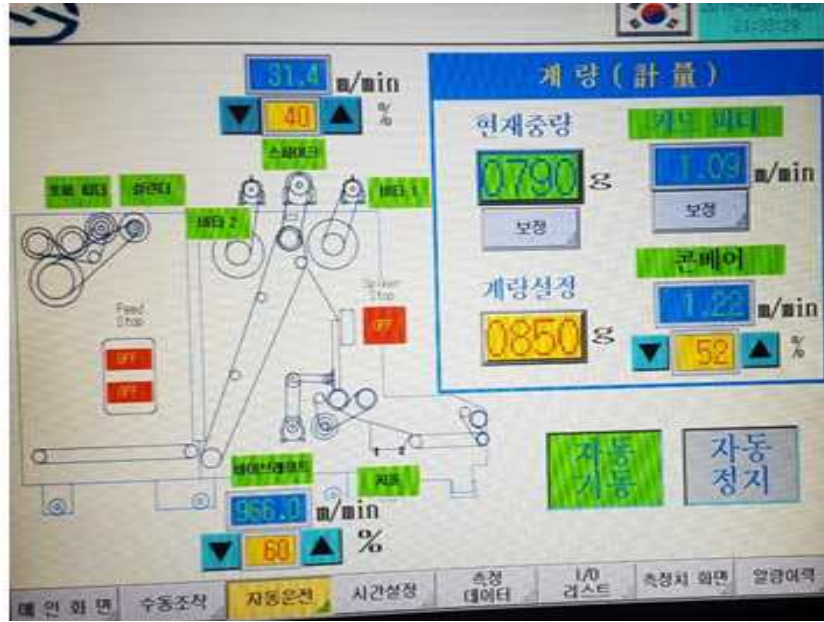


Fig. 원사 Feeder Hopper 제어 구조도

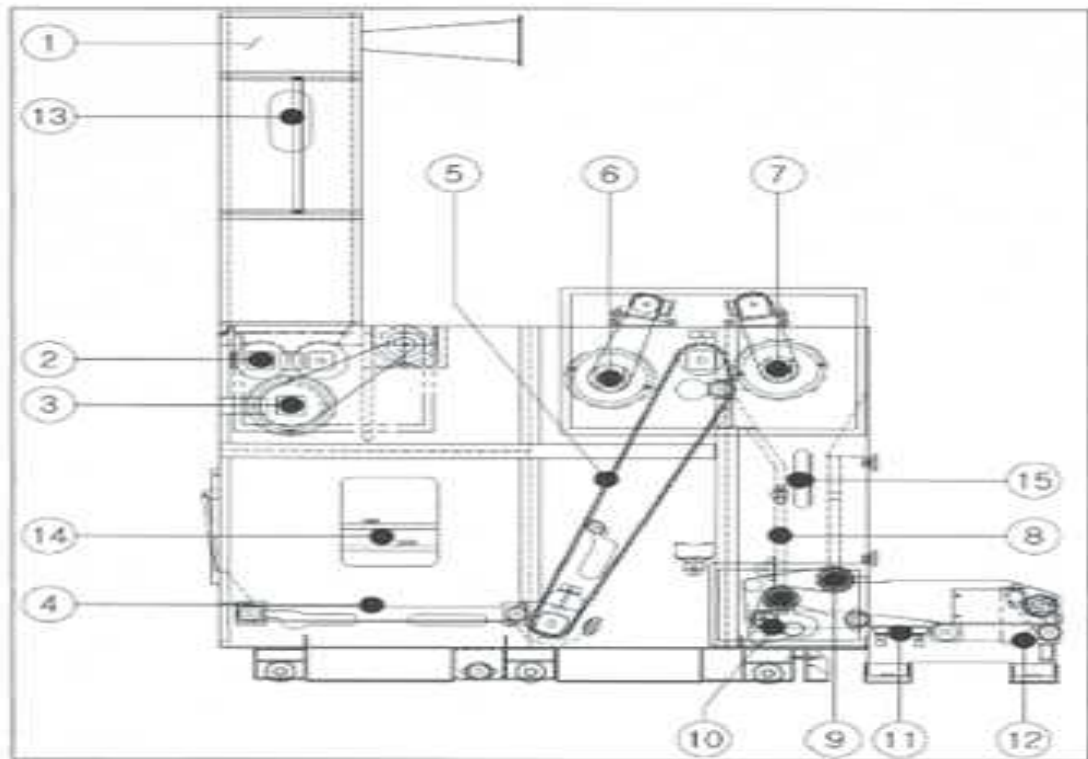


Fig. Hopper Feeder 구조도

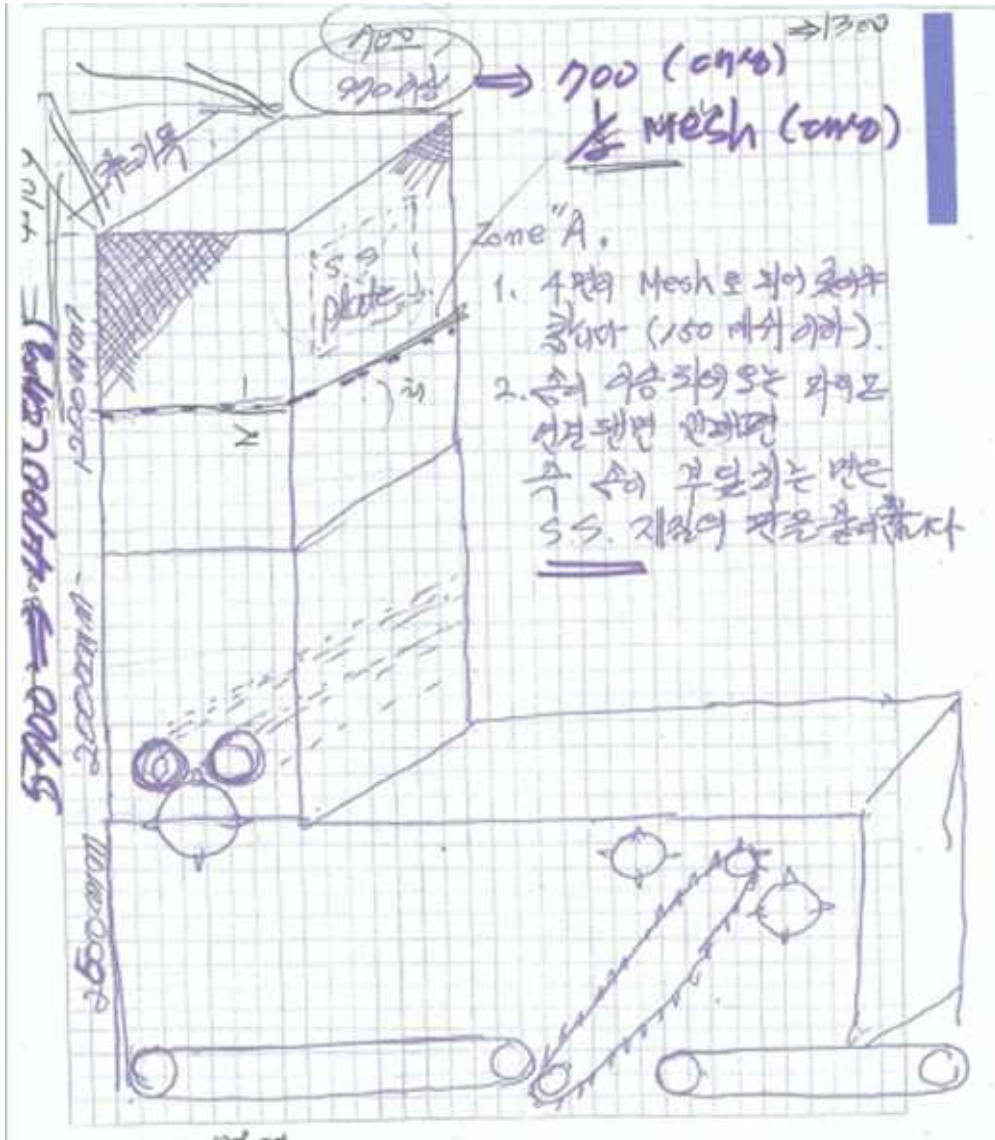


Fig. Hopper Feeder 제작을 위한 스케치

- 개조 후 저중량/고밀도 부직포용 Fiber의 중간/좌측/우측으로 떨어지는 Fiber양의 편차가 $\pm 3\%$ 정도로 제어가 가능했다.

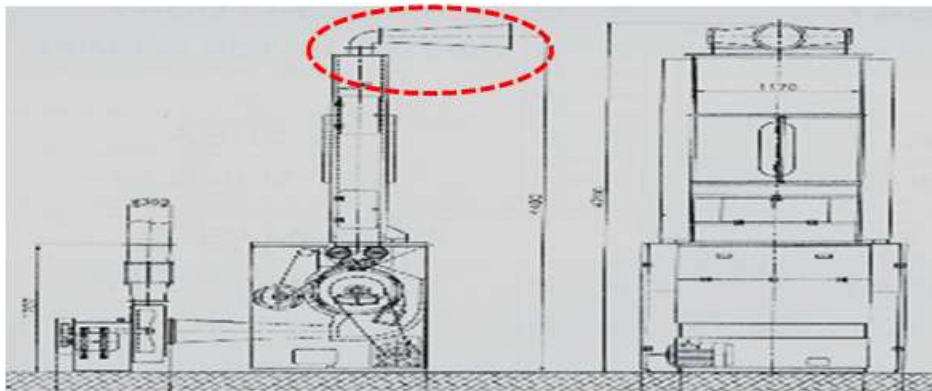


Fig. Fine Opener 투입방향 개선 및 원사 Feeder 제어 모식도

나. 저중량/고밀도 스크린용 부직포 정면을 위한 카딩 기술

- 두께 산포 $\pm 10\%$ 이내의 펠트 개발을 위한 균질한 섬유 배열을 위한 카딩 기술 개발을 위하여 Main cylinder + 브레스토를 추가하여 섬유의 파손 최소화, 균일한 밀도 유지, 고밀도, 저중량을 위하여 카딩기를 2cylinder 공정 구조로 변경하였다.



	
<p>- Fiber의 일정한 양을 공급 → 얇게 빚질하여 섬유의 파손을 최소화하고 균일한 밀도를 유지</p>	<p>- Main cylinder + 브레스토 추가 : 섬유의 파손 최소화, 균일한 밀도 유지, 고밀도, 저중량 fiber의 경우는 카딩기 2cylinder 공정구조로 변경함</p>

Fig. 카딩기 공정 구조 변경

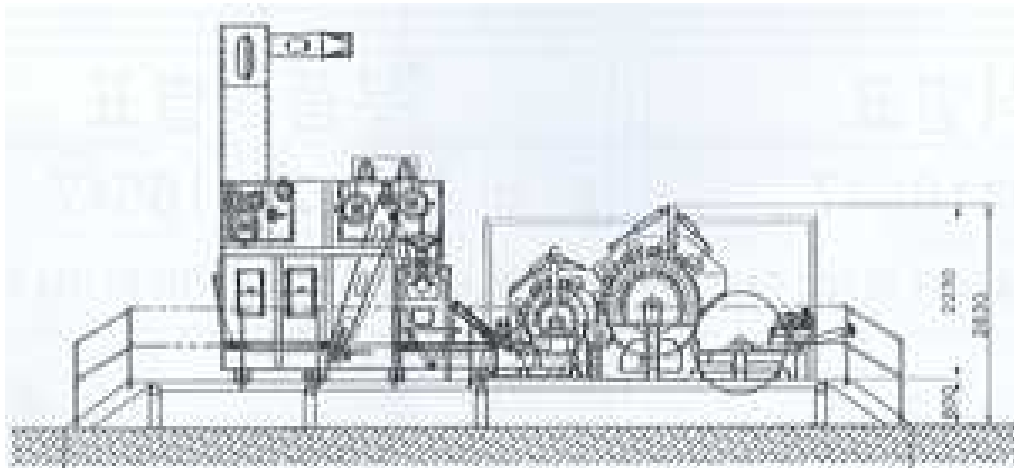


Fig. 카딩 머신 구조도

3. 최종 부직포의 치수, 구조, 특성을 고려한 웹의 구조와 조성 선정

- 최종 펠트의 치수, 구조, 특성을 고려한 웹의 구조와 조성을 선정하였다.

→ 중량별/Wide별 좌, 중, 우 편차 및 Web 적층겹수, 겹수별 단위중량 요소별 공정제어 조건 설정

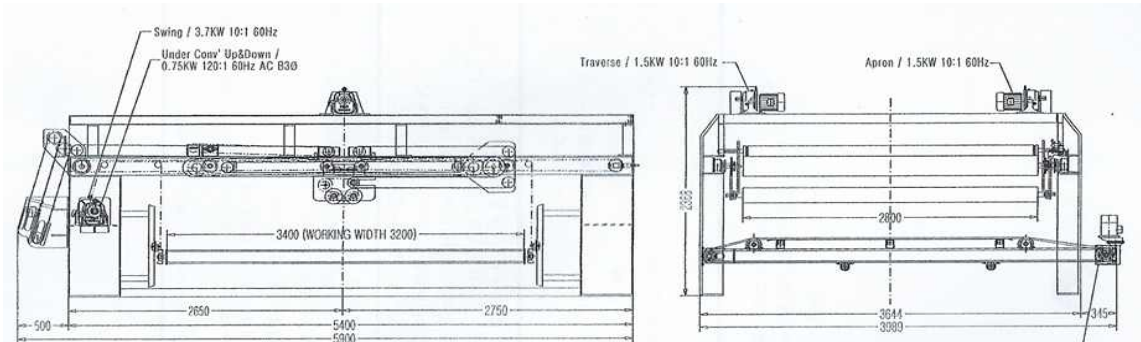


Fig. Crosslapper 머신 구조도

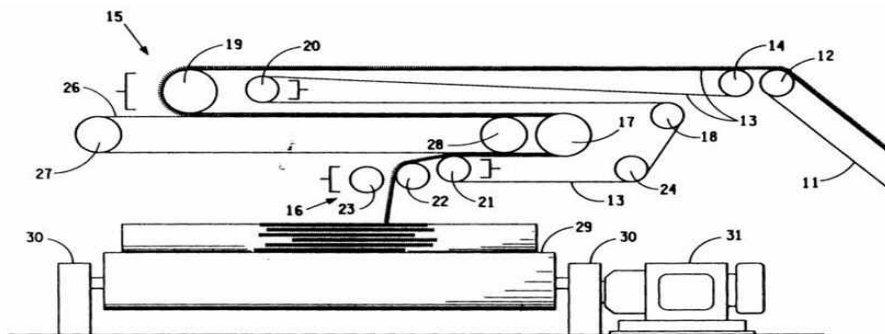


Fig. Crosslapper machine의 좌우 벨트가 이송해서 Web이 적층이 되는 원리구조도

- 웹 형성과정에서 부직포의 무게와 폭에 영향을 미치기 때문에 요구 단중과 폭에 맞는 Closs Lappid의 속도와 Motor RPM 및 Web 적층 이송 경로에 대한 공정 제어 조건치 설정을 진행하였다.

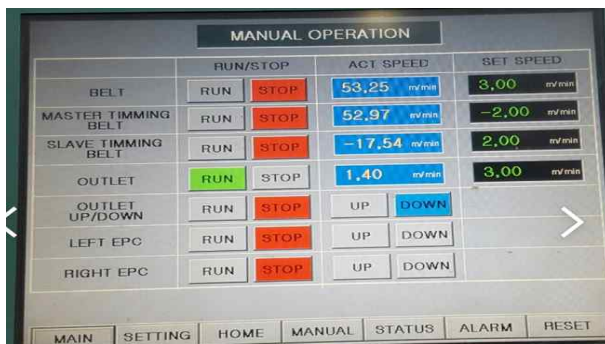


Fig. 웹 형성 작업 표준화

- 웹의 섬유 배향은 부직포의 등방성과 이방성을 좌우하는데, 크로스래퍼의 기능은 방향에 이어서 섬유 웹을 수용하고 그를 방향에 직각으로 이동하는 이송 벨트상에 지그재그 형태로 배열하는 것이다. 크로스래퍼는 래퍼 캐리지를 포함하고, 이는 이의 폭방향에 평행한 이송 벨트 상에서 왕복 운동을 하는데, 웹의 섬유 배향을 위한 최적 각도를 설정하였다.



Fig. 이송 벨트 상에 지그재그 형태로 배열

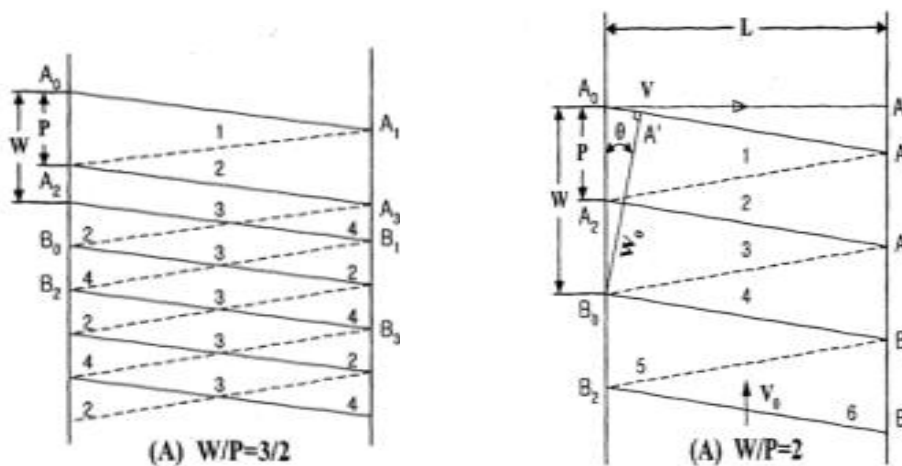


Fig. Cross lapper의 web 적층각도 개선

4. 균질한 두께와 밀도 / 단위 cell 구성 및 고강도 물성을 위한 니들 펀칭 기술 연구

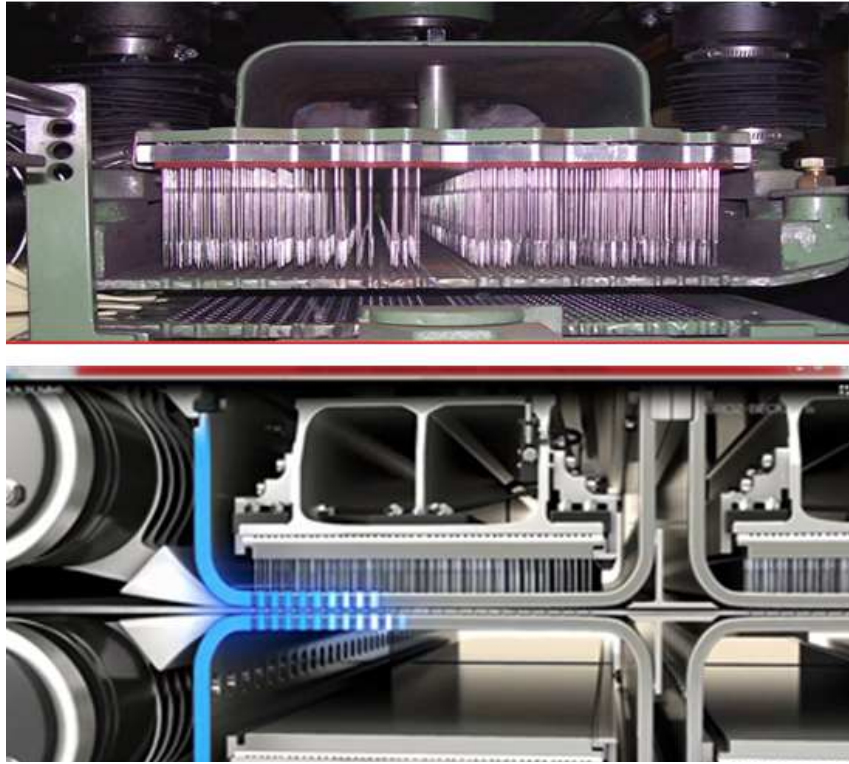


Fig. Needle Punching 구성도

- P(인계) 난연사 섬유 웹 결속을 위한 니들 펀칭 기술 개발을 진행하였다.
 - P(인계) 난연사 니들 펀칭을 위한 공정 Lay-out 검토 및 설계
 - 니들 펀칭기에서 웹의 표면에 대해 수직, 경사방향 또는 양방향으로 니들의 상하 운동 (stroke) 효과에 의해 탄화섬유 웹을 상호 결속
 - 웹 내부로 침이 침투할 때 침바브(needle barb, groove)가 섬유를 파지하고 웹의 두께 방향으로 파지섬유를 끌어냄
 - 수평 방향으로 배열되어 있는 섬유의 일부가 수직 방향으로 배열되면서 요구되는 강도 부여
- Punching Line 구조 설계를 진행하였다.

<p>→ Prepunching+Finish Punching Step 설계</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Prepunch(#1) - Single Board 2) #2-Punch - Double Board 3) #3-Punch - Double Board 4) #4-Punch - Double Board 	<p>→ Punch Depth에 따른 UP-DOWN 방식설계</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Prepunch(#1) - Down 2) #2-Punch - Down 3) #3-Punch - Up 4) #4-Punch - Down
---	--

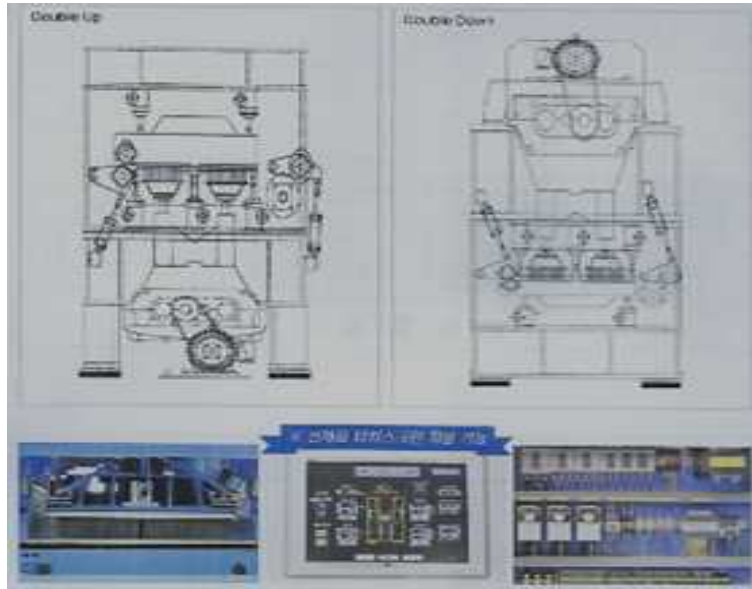


Fig. Punching Line 구조설계

- P(인계) 난연사 니들펀칭용 바늘을 선정하였다.

→ 섬유 종류와 니들 작업 시 발생하는 하중 등을 고려한 바늘 선정

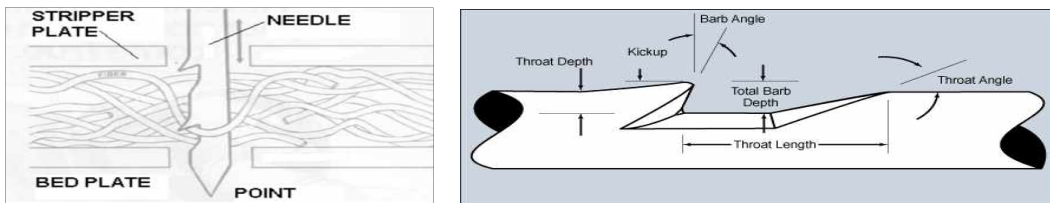


Fig. 니들에 의한 웹 결합 및 니들 설계 인자

→ 섬유의 결속방향 CELL형성을 고려한 바늘 TYPE 및 인자 선정

→ P(인계) 난연사 섬유 Z축 심도와 표면저항/좌중우 두께를 고려한 Punching별 Needle Type 설정 및 표준화

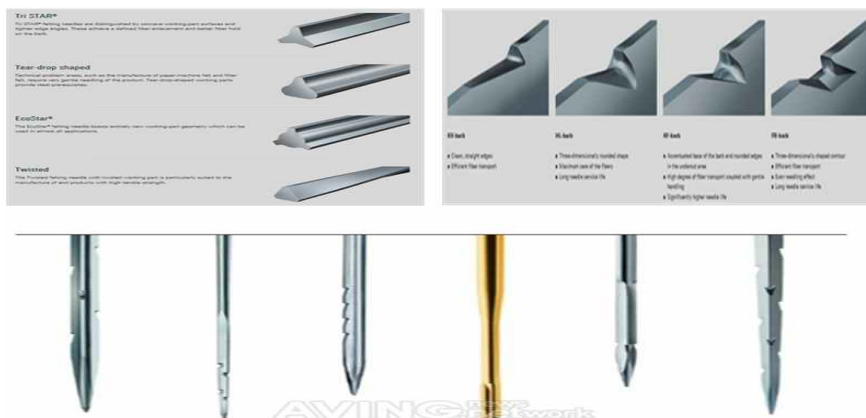


Fig. 니들펀칭용 바늘 TYPE

Table. Punching별 Needle Type 설정 및 표준화

□ Needle Punihg 현황(3차개정)

	Needle Board	Needle Board면적	Needle 본수	Needle방식	Needle Type	비 고
PUNCH'G_1	Single	230*3030	4330	Down	38*3R222G3027	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽2-2)_일반
PUNCH'G_2	Dowble	325*2818	12000	Down	40*3R222G3047ECO	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽2-3)_일반(ECO)
PUNCH'G_3	Dowble	325*2818	12000	Up	40*3R222G3037T	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽2-3)_일반(Twister)
PUNCH'G_4	Dowble	325*2818	15000	Down	40*3R111G2087	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽2-3)_일반(Twister)

□ Needle Punihg 현황(4차개정)

	Needle Board	Needle Board면적	Needle 본수	Needle방식	Needle Type	비 고
PUNCH'G_1	Single	230*3030	4330	Down	38*3 1/2 R222G3027	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽2-2)_일반
PUNCH'G_2	Dowble	325*2818	12000	Down	40*3 R222G3017T 40*3 R222G3047T	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽2-2)_일반(Twister)
PUNCH'G_3	Dowble	325*2818	12000	Up	40*3 R222G3037T	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽2-2)_일반(Twister)
PUNCH'G_4	Dowble	325*2818	15000	Down	42*3R 111G3017E	굵기*길이_바늘귀형태(양쪽1-1)_일반(Eco)

- 섬유의 결속 및 표면을 고려한 Needle 본 수 결정 및 타밀도 Data-Base화를 진행하였다.
- P(인계) 난연사의 균일한 Z축 결속과 표면저항값이 낮은 균일한 두께를 위한 Needle Punching 타밀도 Spec 설정

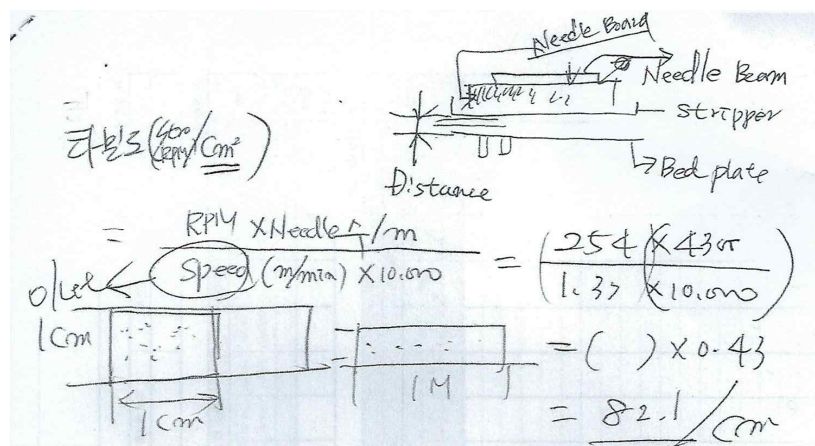


Fig. Needle 타밀도 계산

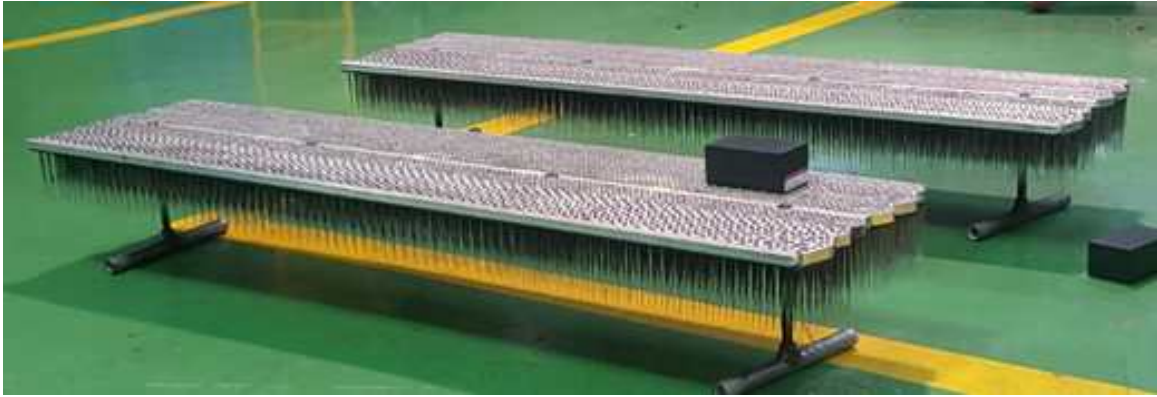


Fig. Needle Board-Needle 교환

5. 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 시제품 평가 및 최종 생산 공정 표준 설정 및 Lay-out 설계

- 시제품 제작 공정제어 조건을 다음과 같이 설정하고 생산하였다.

Table. 시제품 생산 정보

제품명	생산 일자	Weight (g/m ²)	Thickness (T:cm)	Width (mm)	생산량 (m)	Roll	원료 소요량 (kg)
난연사 6De*64mm (520g)	2020.10.6	520±40	3.5±0.4	2100	80	10	1,000

Table. 고정 제어 조건

구분	환경		Edge 폭(mm)		생산접수
	현장온도(℃)	현장습도(%)	좌	우	
Spec	23±5	> 50%	-	-	-
20.10.06	23.4℃	33%	50	50	12겹
Carding #1					
Cylinder meter	콘베아 meter	Doffer meter	Woker meter	Feed meter	인터콘베아 meter
190	32.6	30.6	26.7	1.61	33.7
Carding #2					
Cylinder meter	콘베아 meter	Doffer meter	Woker meter	Feed meter	TAKIN meter
190	40	36.9	34.5	2.07	114

Table. Feeder Hopper 공정 제어 조건

구분	Spike	Vibrator	계량 설정	Card Feed	Conveyor Feed	권취 속도
초기조건	43 m/min 80 %	881 m/min 55 %	400 g (878 g)	2.28	1.07 52 %	2.43 m/min

Table. Punching 공정 조건

구분	In let (m/min)	Stroke (RPM)	Out let (m/min)	Distance (mm)	Needle Depth (mm)
Punch #1	1.14	280.00	1.45	-2.0	13.90
Punch #2	2.00	362.00	1.95	72.50	-55.70
Punch #3	2.18	213.00	2.19	5.90	10.40
Punch #4	2.26	376.00	2.27	14.40	-5.10

Table. H사 난연사의 생산 공정 모니터링

Roll No	#1 (H사 난연사 - 6de 64mm)							
	생산량 (M)	Roll			시편 중량 (g/m ²)		시편 두께 (mm)	
		폭	Kg	중량 (g/m ²)	L1	R2	L1	R2
1	10	2100	11.83	565	-	-	-	-
2	10	2100	11.76	560	-	-	-	-
3	10	2100	11.55	550	-	-	-	-
4	10	2100	11.34	540	-	-	-	-
5	10	2100	10.92	520	529	542	3.64	3.73
6	80	2100	88.20	525	526	529	3.67	3.75
7	80	2100	87.36	520	527	531	3.62	3.68
8	80	2500	105.0	525	526	528	3.63	3.70
9	80	2500	104.0	520	528	530	3.52	3.72
10	80	2500	104.0	523	527	526	3.58	3.65
11	80	2500	105.0	525	526	531	3.62	3.71
평균				533.9	527.0	531.0	3.6	3.7
최대값				565.0	529.0	542.0	3.7	3.8
최소값				520.0	526.0	526.0	3.5	3.7
범위				45.0	3.0	16.0	0.2	0.1

Table. 개발 무기물 함유 난연사의 생산 공정 모니터링

Roll No	#2 (개발 난연사 - 6de 64mm)							
	생산량 (M)	Roll			시편 중량 (g/m ²)		시편 두께 (mm)	
		폭	Kg	중량 (g/m ²)	L1	R2	L1	R2
1	10	2100	11.3	540	545.00	548.00	3.96	4.20
2	10	2100	11.6	550	549.00	551.00	3.85	3.95
3	10	2100	11.2	535	538.00	541.00	3.64	3.72
4	10	2100	11.0	522	529.00	526.00	3.52	3.64
5	10	2100	11.0	526	528.00	531.00	3.55	3.62
6	80	2100	88.7	528	525.00	529.00	3.58	3.71
7	80	2500	106.2	531	526.00	527.00	3.60	3.68
8	80	2500	105.6	528	527.00	528.00	3.56	3.68
9	80	2500	105.8	529	526.00	529.00	3.54	3.65
10	80	2500	106.2	531	526.00	530.00	3.61	3.70
평균				532.0	531.9	534.0	3.6	3.8
최대값				550.0	549.0	551.0	4.0	4.2
최소값				522.0	525.0	526.0	3.5	3.6
범위				28.0	24.0	25.0	0.4	0.6

제 3 절 일체형 부직포 스크린의 Field Test 진행 및 성능분석

1. 부직포 스크린의 Field Test

가. Field Test를 진행할 농가 선정

- 주관기관과 협동기관이 위치한 대구와 성주에서 지리적인 위치가 1시간 이내인 대구, 경북 지역으로 선정이 필요하였다.
: 1달 간격으로 작물의 생장 정도 및 온습도 분석을 위해서 지리적으로 가까운 농가 선정이 필요하며, 대구에서 자가용으로 약 40분, 성주에서 자가용으로 약 30분 정도 소요되는 김천 지역 선정하였다.
- 냉난방용 스크린이 설치되어 있지 않고 그 외 일조량, 설치 위치 등의 조건이 동일한 조건의 온실 4동이 필요하였다.
: 냉난방용 스크린을 설치하여 단열/차열 성능을 비교해야 하므로, 냉난방용 스크린이 설치되어 있지 않아야 하며, 총 4종의 원단(다겹 커튼, 기존 부직포, H사 원사 부직포, 개발 원사 부직포)을 비교 분석할 예정이므로 같은 조건의 온실 4동이 있어야 한다.
- 최종적으로 김천에 위치하고 동일한 조건의 온실 4동을 운영하며, 4동 모두 동일하게 할라피노를 생산하고 있고, 할라피노는 온도가 내려가는 겨울에 수확이 끝난다는 점을 고려하여 ‘달을보는농부’ 농가를 선택하여 계약을 체결하였다.
- 계약서 내, 계약 기간과 공동 활용 내용은 아래와 같다.

(계약 기간) “갑“과 “을“의 계약기간은 2020. 7. 1 부터 2021. 3. 31 까지로 한다.

(공동 활용 내용)

- ① “을“은 보유하고 있는 동일한 조건의 온실 4동을 계약기간 동안 “갑“의 농축산자재 산업화기술개발사업 [난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발]을 통해 개발한 일체형 부직포와 시판 다겹 보온자재의 비교 분석을 위한 공동 활용장으로 사용함을 허가한다.
- ② “을“은 “갑“의 연구활동을 위한 온실 내부 구조물 및 스크린 설치를 허가한다.
- ③ “을“은 계약기간 동안 공동 활용장으로 허가한 온실 4동의 일조량, 설치 위치 등의 외부 환경조건을 동일하게 유지하며 동일한 작물을 재배한다.
- ④ “을“은 “갑“의 연구활동(단열 성능 분석을 위한 온도 측정, 재배 작물의 생산량, 착색 정도, 생장 속도 분석을 위한 사진 촬영 등)을 적극 협조한다.



Fig. 공동 활용 온실 4동의 전경



Fig. 공동 활용 온실 내부

온실 공동 활용 계약서	
계약자	발주자 · 법 인 명 : 한국섬유개발연구원 · 사업자등록번호 : 503-82-03443 · 주 소 : 대구광역시 서구 국제보상로 136 · 대 표 자 : 강 혁 기
	계약 상대자 · 상 호 명 : 달을보는농부 · 사업자등록번호 : 120-62-00146 · 주 소 : 경상북도 김천시 평화장미길 39(평화동) · 대 표 자 : 박 민 혁 · 전 화 번 호 :
계약내용	계약명 난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린의 현장 비교분석을 위한 온실 공동 활용
	계약금액 금구백구십만원(₩9,900,000) ※ 부가세 포함
	계약기간 2020. 7. 1 ~ 2021. 3. 31
	기타사항 기타의 사항은 국가계약법령 및 규칙·예규 등에 따르며 계약의 조건은 공동 활용 계약의 세부조건을 따른다.
<p>한국섬유개발연구원(이하 “갑”이라 한다)과 달을보는농부(이하 “을”이라 한다)는 상호 대등한 입장에서 불임의 계약문서에 의하여 상기 공동 활용에 대한 계약을 체결하고 신의에 따라 성실히 계약상의 의무를 다 할 것을 약속하며, 이 계약의 증거로서 계약서를 작성하여 당사자가 기명날인 한 후 각각 1통씩 보관한다.</p> <p>불 임 서 류 : 온실 공동 활용 세부계약서 1부</p> <p style="text-align: center;">2020. 7. 1</p> <p> 한국섬유개발연구원 원 장 강 혁 기 (인) </p> <p> 계약상대자 달을보는농부 대 표 박 민 혁 </p>	

Fig. 온실 공동 활용 계약서

나. 스크린 구조물 시공

- 온실 냉난방용 스크린을 설치하기 위하여 공동 활용 온실 내부에 구조물 설치를 진행하였다.
- 구조물 설치에 용역으로 진행하였으며, 온라인 공고(www.textile.or.kr)를 통해 견적서 최저가 수의계약을 진행하였다.

Table. 구조물 설치 요구품목 및 예상금액

품명	규격	단위	수량	단가	공급가	세액	비고
서까래	31.8mm *1.5t*12M	본	220	15,600	3,432,000	343,200	1.6M 간격(80M)
가로장	25.4mm *1.5t*10m	본	288	10,500	3,024,000	302,400	7가로대+예인파이프,
개폐파이프	25.4mm *1.5t*10m	본	128	10,500	1,344,000	134,400	예인파이프+지지파이프
개폐파이프	31.8mm *1.5t*11m	본	64	13,000	832,000	83,200	천창개폐파이프
베어링(새들)	25A	개	400	4,000	1,600,000	160,000	베어링
예인끈	3.2mm *1000m	롤	2	100,000	200,000	20,000	
조리개	32*25	개	540	100	54,000	5,400	
조리개	25*32	개	1,300	100	130,000	13,000	
스프링(사철)	2m	개	120	150	18,000	1,800	
패드	0.7T*6M	개	40	4,200	168,000	16,800	
비닐크립	32A*500	박스	3	52,000	156,000	15,600	
비닐크립	25A*600	박스	1	40,000	40,000	4,000	
마구리 부속	마구리 고정구외	식	1	100,000	100,000	10,000	
전기선	1.5mm *2p*100m	롤	4	60,000	240,000	24,000	
비닐모터	DC*24V*4 8W*2.5A	개	8	71,000	568,000	56,800	엠파인
천창모터	DC*24V*1 20W*8A	개	8	200,000	1,600,000	160,000	엠파인
제어박스	16구, 타이머	식	1	650,000	650,000	65,000	
문	1300*2000	개	12	55,000	660,000	66,000	
자재비합계					14,816,000	1,481,600	
인건비	동당	식	4	1,800,000	7,200,000	720,000	
보험료외					373,680	37,368	
합계					22,389,680	2,238,968	24,628,648

- 과업 지시서의 주요 내용은 아래와 같다.

I. 용역 개요

- 용역주관 : 한국섬유개발연구원
- 용역내용 : 온실 냉난방용 스크린의 현장 비교 분석을 위한 구조물 설치
- 용역수행기간 : 계약체결일로부터 3주 이내
- 용역비용 : 24,000,000원 (VAT 포함)
- 용역산출물 : 온실 4동 스크린 구조물

II. 추진배경

- 2020년 농축산자재산업화기술개발사업을 통해 인(P)계 난연 소재와 단열 및 차열을 위한 무기소재(Silica, Aluminium 등)를 함유하는 PET 섬유 제조 기술과 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술을 활용하여 원단, 부직포, 슝, 알루미늄 등을 복합한 복합스크린의 장점(난연성, 단열/차열, 고강도)을 그대로 가지면서, 단점(내구성, 고중량, 고비용)을 보완한 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포를 개발하고자 함

III. 과업의 목적

- 개발한 일체형 부직포 스크린과 기존 제품의 온실 현장 비교 분석을 위하여 총 4동의 온실에 각기 다른 보온 자재를 시공하여 동일한 농작물을 재배하고, 온실별 농작물의 생산량, 착색 정도, 성장 속도 등을 시기별로 측정하여 DB 구축하고자 함

IV 용역 내용 및 범위

- 온실 냉난방용 스크린의 현장 비교 분석을 위한 구조물 설치
 - (온실 사양)
 - 형식 : 단동 비닐하우스 4동
 - 구조 : 철재 파이프 골조
 - 면적 : 폭 8m, 길이 72m, 높이 4m
 - (스크린 구조물 설치)
 - 구조물은 한국산업규격 KSD3760의 비닐하우스 구조용 아연도강판(SPVHS, 인장강도 400N/mm² 이상, 항복강도 295N/mm²)을 사용하며, 그 외 자세한 사양은 시방서 및 도면, 요구품목 목록에 따라 설치
 - 골조공사, 전기공사, 동력공사 등을 포함한 시방서 1부
 - 평면도, 정면도, 측면도를 포함한 도면 3부
 - 요구품목 및 예상금액 1부
 - (그 외 사항)
 - 스크린 구조물 설치 예정인 온실(김천시 농소면 봉곡리 1244)은 현재 할라피노를 재배중이며, 용역 견적 제출 전, 스크린 구조물 설치 예정인 온실에 방문하여 재배중인 할라피노에 피해를 주지 않고 구조물 설치가 가능한지 유무 확인 필수(구조물 설치 중 발생하는 파프리카의 피해에 대한 책임은 과업수행자에게 있음)

- 위와 같은 요구 품목 및 과업 지시서를 토대로 견적서에 의한 최저가를 제출한 ‘성문이엔지’와 계약을 체결하고 온실 내부 스크린 구조물 설치 공사를 진행하였다.

용역표준계약서		
계약자	발주자	<ul style="list-style-type: none"> · 법 인 명 : 한국섬유개발연구원 · 사업자등록번호 : 503-82-03443 · 주 소 : 대구광역시 서구 국제보상로 136 · 대 표 자 : 강 혁 기
	계약 상대자	<ul style="list-style-type: none"> · 법 인 명 : 성문이엔지 · 사업자등록번호 : 562-04-00243 · 주 소 : 충남 논산시 강경읍 계백로 59-8 · 대 표 자 : 김 양 우 · 진 화 빈 호 :
계약내용	용역명	온실 내부 스크린 구조물 설치 공사
	계약금액	금이천삼백구십오만원(₩23,950,000) ※ 부가세 포함
	계약보증금	보증보험증권으로 대체 (총 계약금액의 10%)
	지체상금율	1/1000
	계약기간	2020. 07. 21 ~ 2020. 07. 30
기타사항	기타의 사항은 국가계약법령 및 규칙·예규 등에 따르며 계약의 조건은 일반용역 계약의 일반조건을 준용한다.	
<p>한국섬유개발연구원(이하 “갑”이라 한다)과 성문이엔지(이하 “을”이라 한다)은 상호 대등한 입장에서 불입의 계약문서에 의하여 상기 용역에 대한 계약을 체결하고 신의에 따라 성실히 계약상의 의무를 다 할 것을 약속하며, 이 계약의 증거로서 계약서를 작성하여 당사자가 기명날인 한 후 각각 1통씩 보관한다.</p> <p>불 입 서 류</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 과업지시서 1부 2. 시방서 1부 3. 견적 세부내역 1부 <p style="text-align: right;">2020. 07. 20</p> <p>한국섬유개발연구원 원 장 강 혁 기 (인)</p> <p>계약상대자 성문이엔지 대 표 김 양 우 (인)</p>		

Fig. 온실 내부 스크린 구조물 설치 공사 용역 계약서

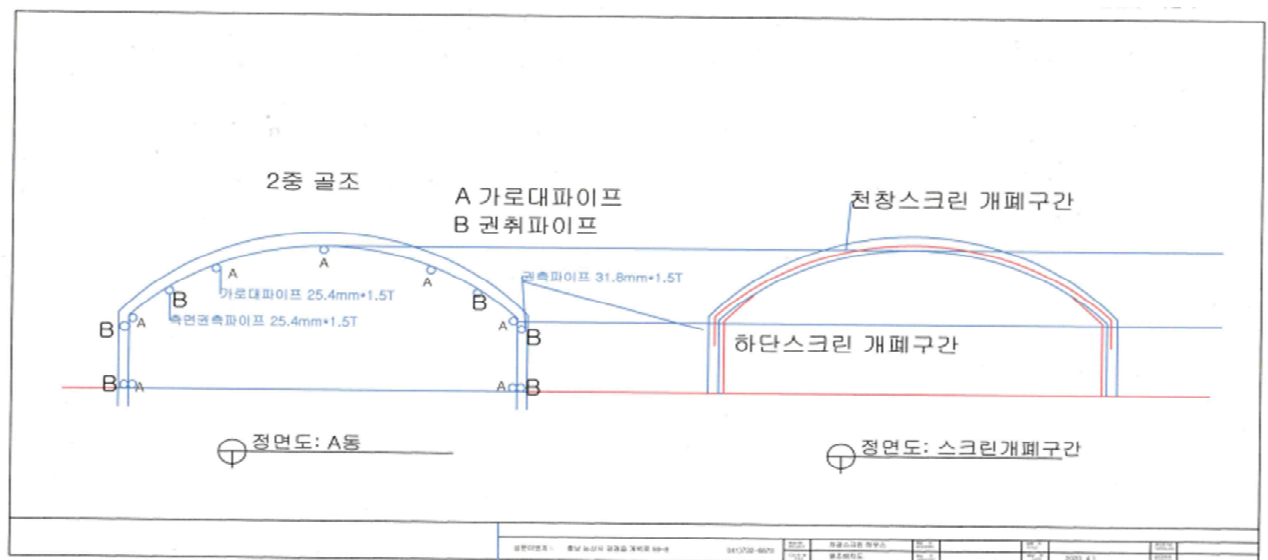
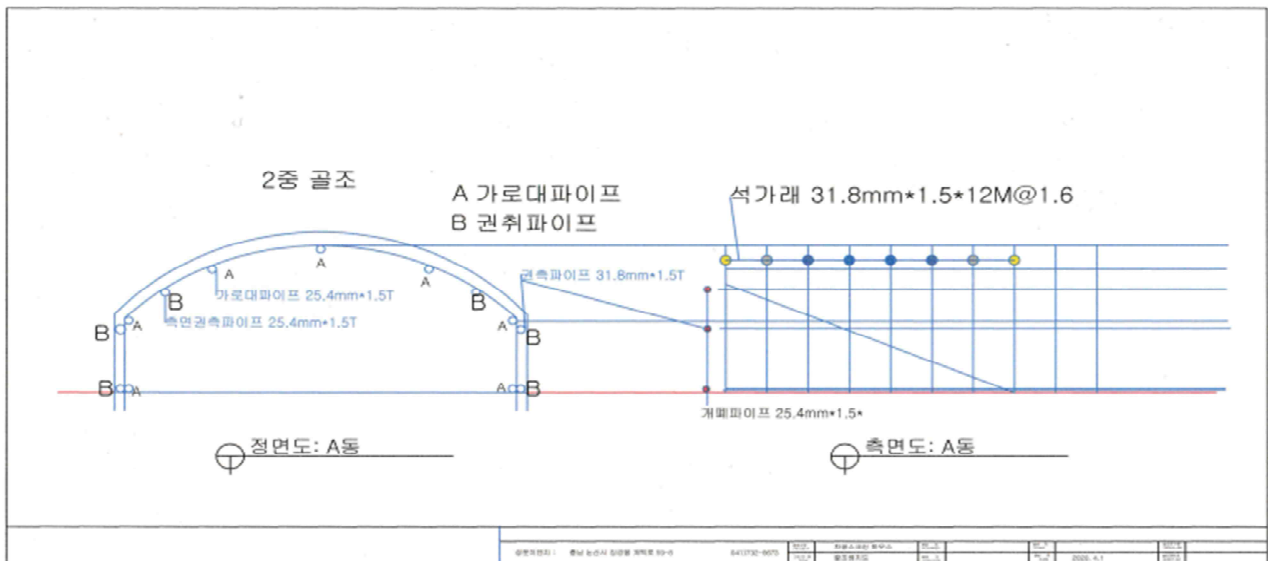
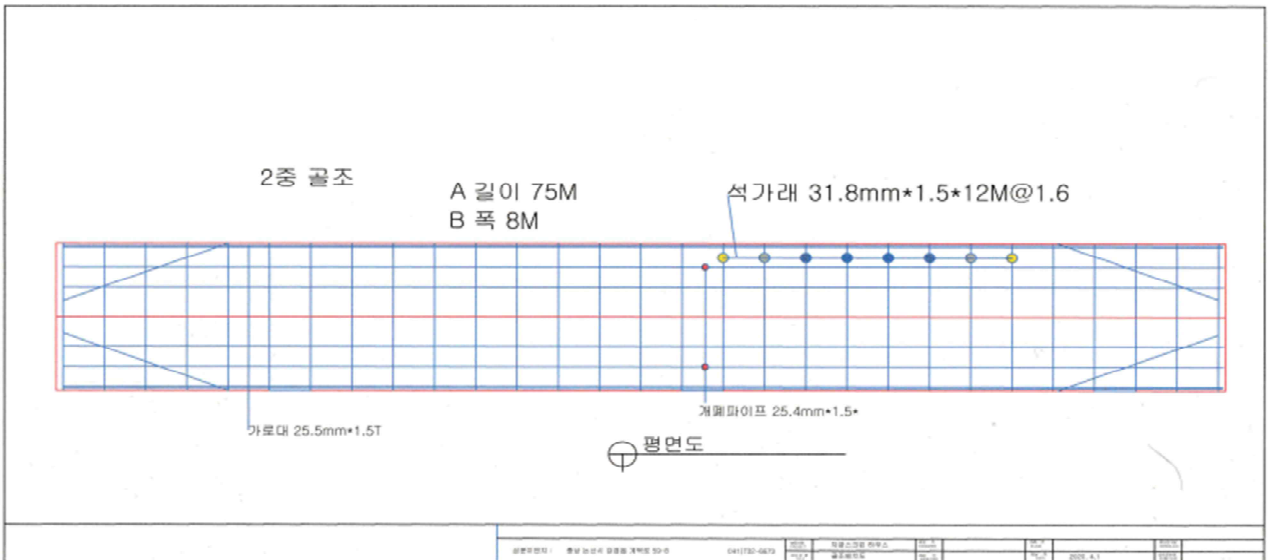


Fig. 온실 내부 스크린 구조물 설치 도면

		
파이프 입고	골조 기초(벤딩)	2층 하우스 조립
		
스크린 피복 기초작업	스크린 피복	모터 결속

Fig. 온실 내부 스크린 구조물 설치 공사 진행 과정





	
1동 (다겹 커튼)	2동 (개발 원사 부직포)
	
3동 (H사 원사 부직포)	4동 (기존 부직포)

Fig. 온실 내부 스크린 구조물 설치 완료

다. 다겹 커튼 및 기존 부직포 원단 구매

- 다겹 커튼의 경우, 현재 시판중인 제품 중에 최고 사양의 제품으로 선택하여 최고 사양의 제품 대비, 개발 제품의 성능 비교 분석을 진행하였다.
→ 직물(PET) + 부직포 30g + 솜 70g + 부직포 30g + 발포지 + 직물(PET)
- 기존 부직포의 경우, 시판중인 제품 중에 개발하고자 하는 부직포 제품과 유사한 규격의 제품을 선택하여 무기입자가 없는 부직포 원단과의 성능 비교 분석을 진행하였다.
→ 부직포 200g

라. 온습도 기록계 설치

- 온습도 기록계는 온도 정확도 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 습도 정확도 $\pm 3\%\text{R.H.}$ 의 testo사 174H 모델을 사용하였으며, 오차를 줄이기 위하여 4동, 각 3개씩, 총 12개를 설치하였으며, 매월 말 방문하여 온습도 Data Back-up을 진행하였다.
- 농약 살포 시, 온습도 기록계는 Packing하여 농약 살포로 인한 데이터 오류를 최소화하였다.

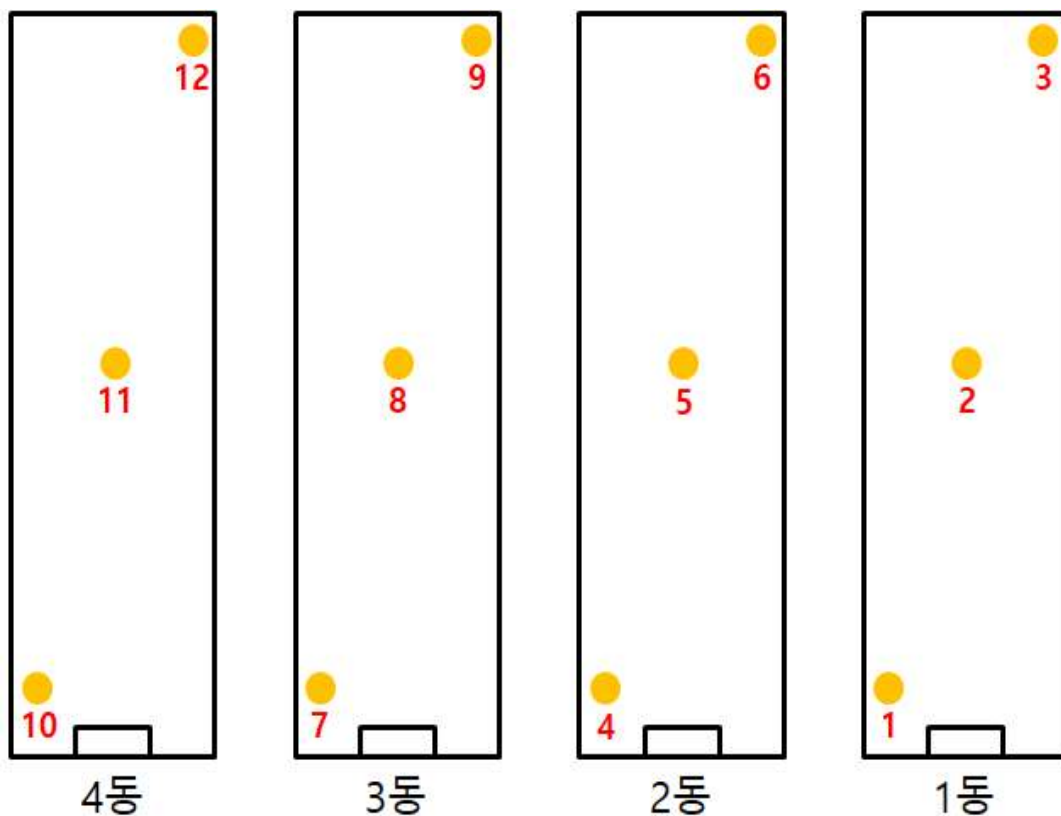


Fig. 온습도 기록계 설치 위치

2. 부직포 스크린의 Field Test를 통한 단열 성능 분석

- 최초의 계획은 각기 다른 냉난방용 스크린을 설치하고, 단열성능과 함께 작물의 성장 정도를 함께 분석하고자 하였다.
- 하지만 과제 진행 시기의 특성상, 하절기 동안 스크린을 개발하였고, 실제 스크린 설치는 9월 하순에 진행되어 10월부터 Field Test가 이루어질 수 있었다.
- 결국 작물이 완전히 성장을 완료하여 작물의 성장 정도는 비교 분석할 수 없었다.
- 단열 성능은 10월부터 1월까지 동절기 4개월간 진행하였으며, 각 온실별로 온습도 기록계의 데이터를 표시하고, 가장 온도가 낮은 오전 7시의 데이터를 비교 분석하여 개발 원사를 활용한 부직포의 단열 성능을 확인하였다.

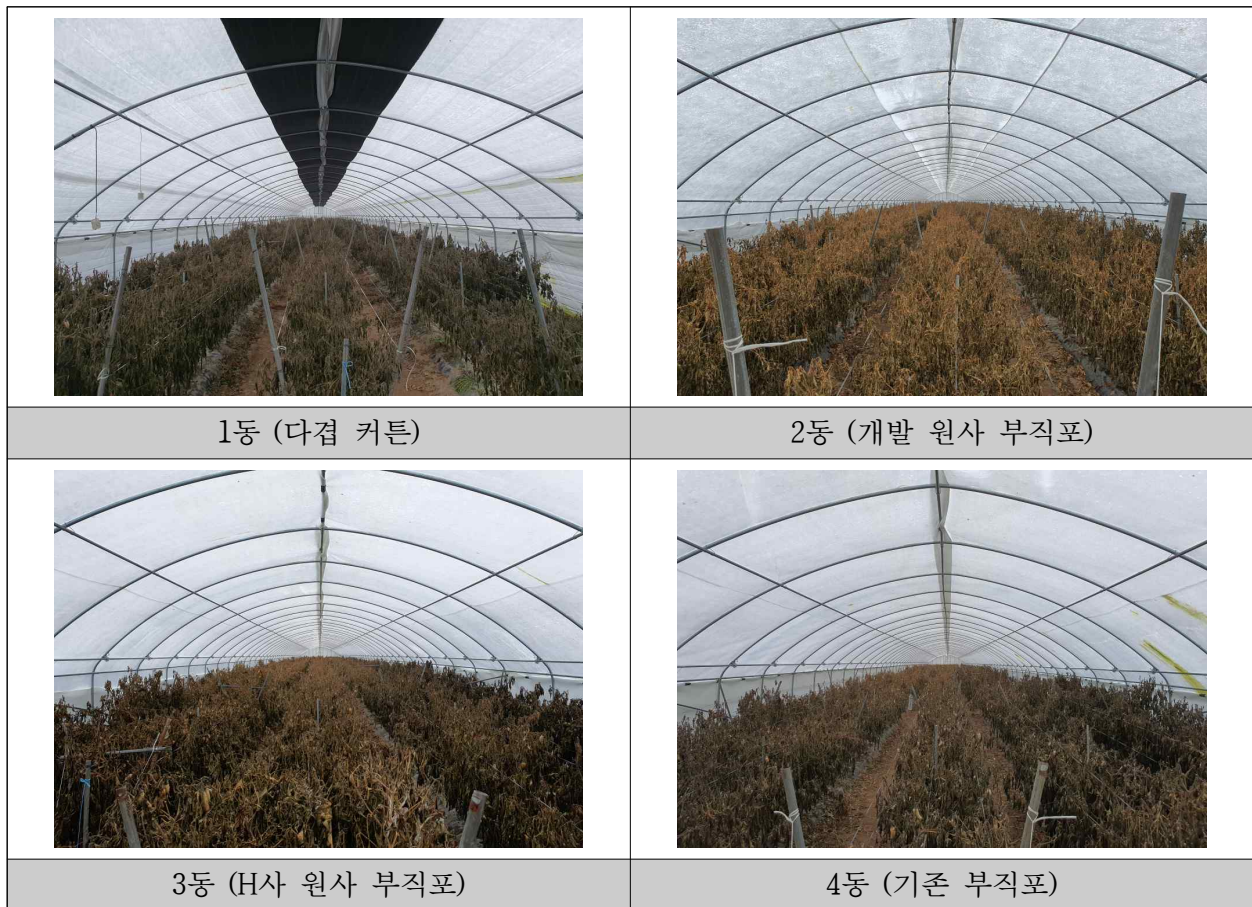


Fig. 온실 냉난방용 스크린이 펼쳐진 내부 모습 (2021.01.26.)

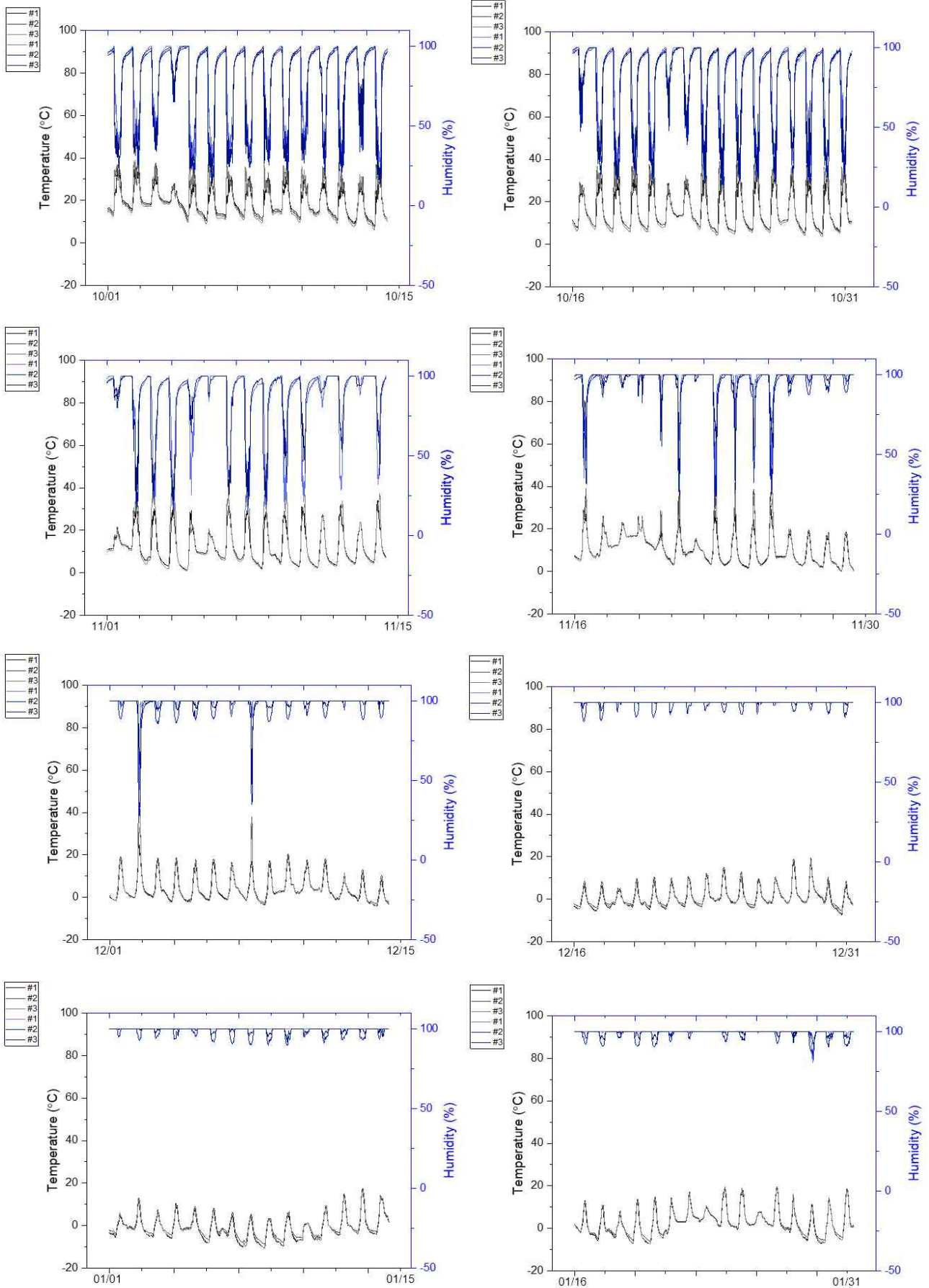


Fig. 다겹 커튼 설치 온실의 온습도 기록 Data

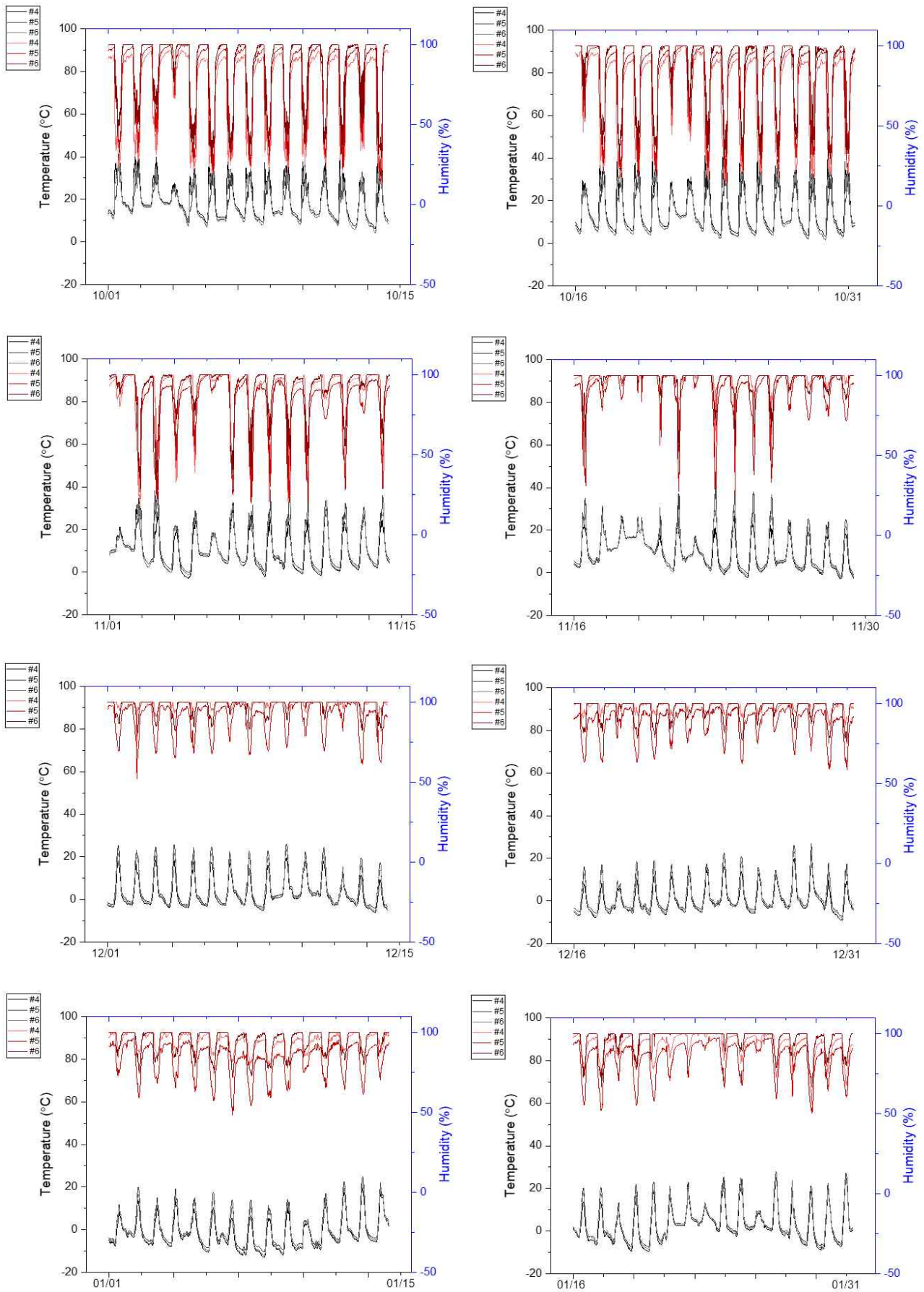


Fig. 개발 원사 부직포 설치 온실의 온습도 기록 Data

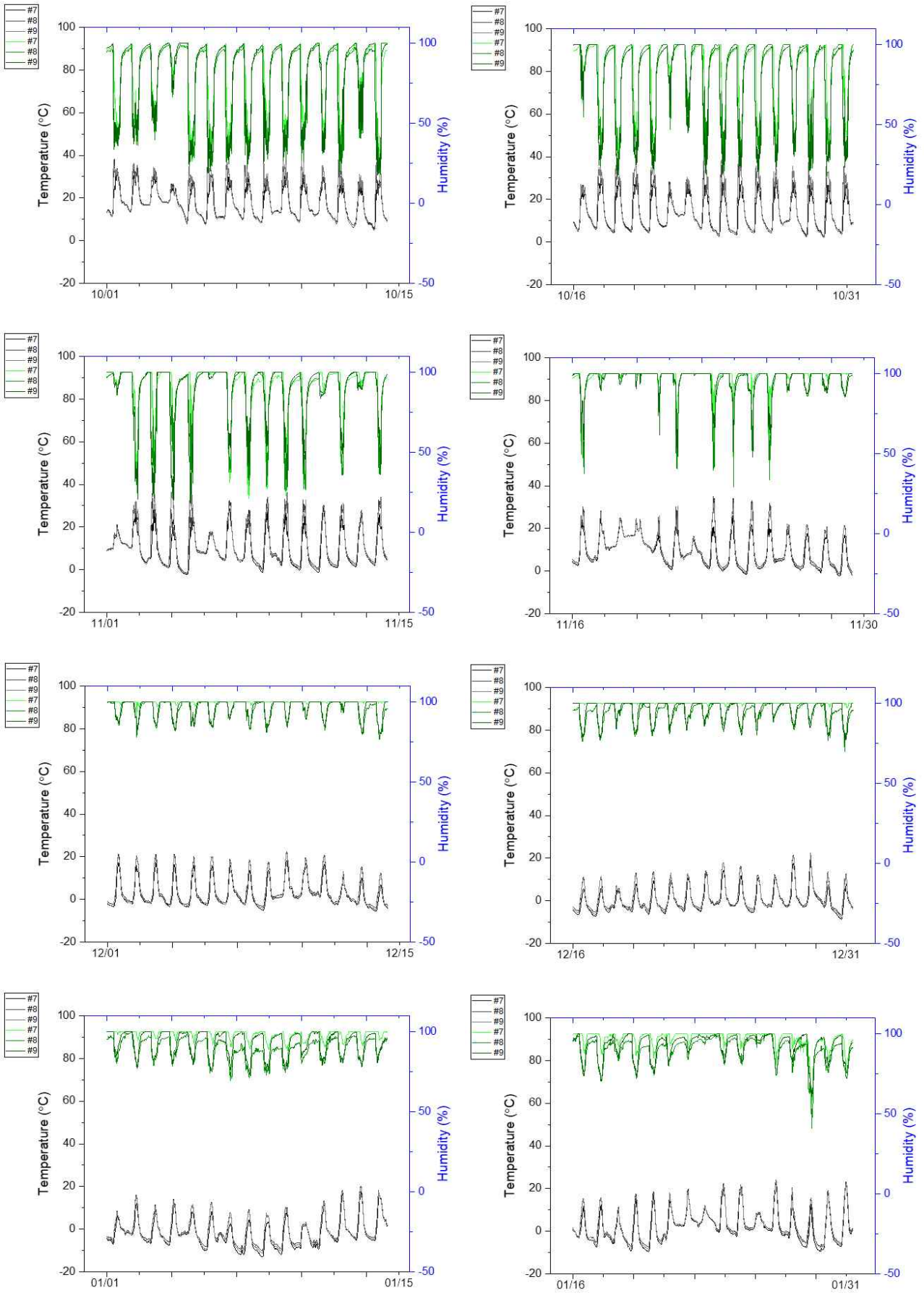


Fig. H사 원사 부직포 설치 온실의 온습도 기록 Data

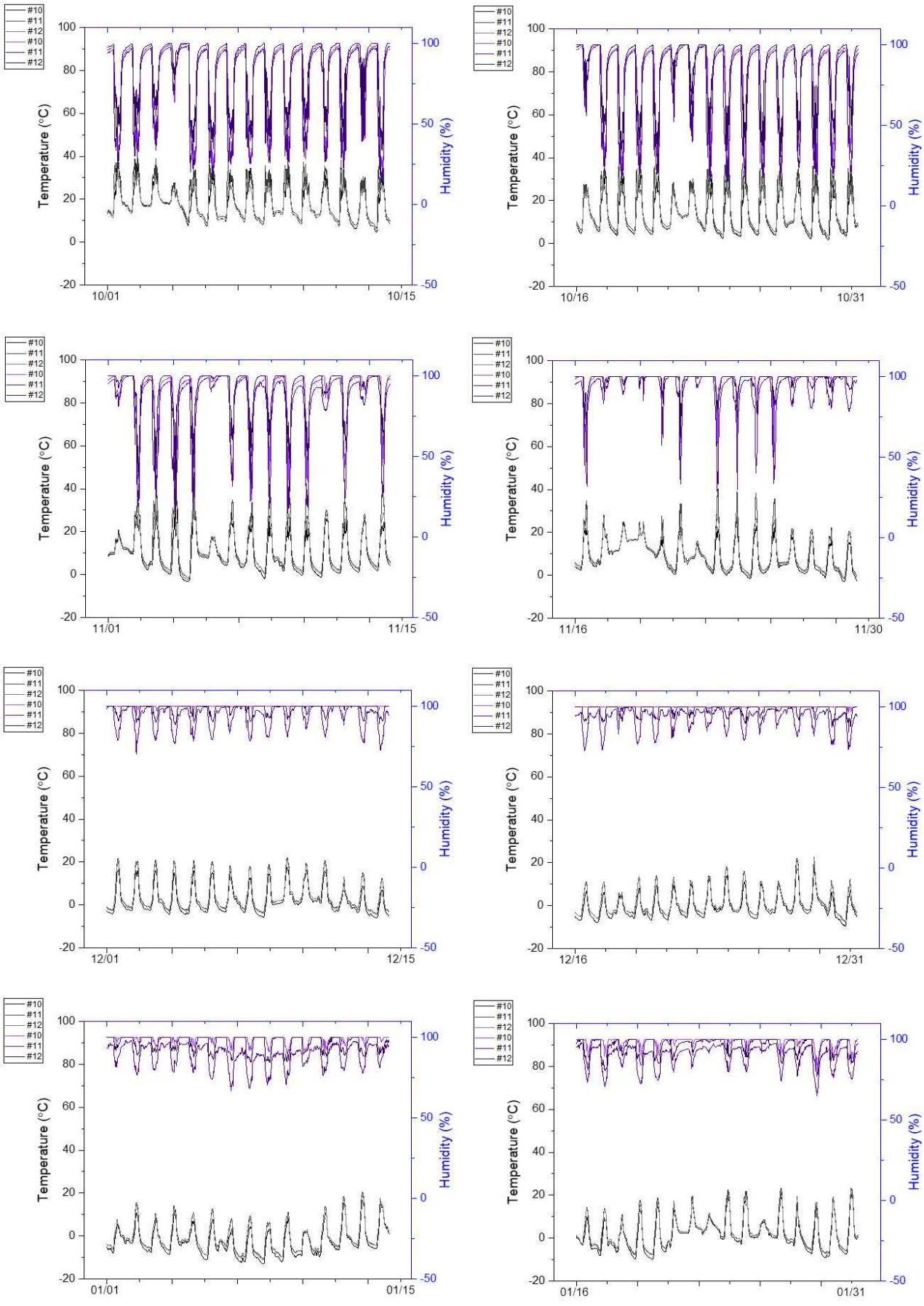


Fig. 기존 부직포 설치 온실의 온습도 기록 Data

Table. 10월 온실 내부 온도 비교(오전 7시)

날짜	내부 온도 (°C)			
	다겹 커튼	개발 원사 부직포	H사 원사 부직포	기존 부직포
1	14.4	12.9	11.8	11.5
2	16.2	15.0	13.9	13.9
3	18.4	17.4	16.9	16.9
4	19.4	18.3	17.9	17.9
5	12.2	9.8	8.6	7.9
6	11.2	9.1	7.9	7.5
7	12.9	11.3	10.2	9.9
8	13.1	11.5	10.6	10.1
9	11.9	10.1	9.2	8.8
10	15.0	13.8	13.1	12.8
11	12.1	9.9	9.1	8.5
12	14.7	13.5	12.8	12.7
13	11.3	9.2	8.4	7.7
14	10.7	8.8	7.8	8.0
15	8.3	6.2	5.2	4.7
16	8.4	6.6	5.6	5.3
17	8.5	7.3	6.2	5.7
18	6.9	5.4	4.4	3.8
19	7.4	5.9	4.9	4.6
20	7.0	5.6	4.6	4.2
21	9.5	8.4	7.6	7.4
22	13.6	13.1	12.6	12.5
23	8.6	7.1	6.6	6.4
24	5.6	3.9	2.8	2.5
25	5.9	4.6	3.3	3.2
26	6.7	5.4	4.2	4.0
27	6.9	5.5	4.3	4.2
28	11.5	10.6	9.9	9.8
29	5.2	3.8	2.9	2.2
30	4.9	3.4	2.6	1.9
31	6.1	5.0	3.9	3.3

Table. 11월 온실 내부 온도 비교(오전 7시)

날짜	내부 온도 (°C)			
	다점 커튼	개발 원사 부직포	H사 원사 부직포	기존 부직포
1	11.3	10.5	9.7	9.6
2	11.4	10.9	10.1	9.8
3	7.4	6.4	5.3	4.7
4	3.3	1.7	1	0.1
5	1.5	0.1	-2	-2.9
6	9.2	8.2	7.5	7.7
7	6.8	5.4	4.4	4.2
8	7.6	6.3	5.1	5.1
9	2.2	-0.1	-1.2	-1.7
10	4.9	3.2	2.2	1.7
11	3.1	1.6	-0.1	-0.3
12	2.7	0.8	-1.2	-1.3
13	3.8	2.3	1	0.7
14	4.6	2.8	1.5	1.2
15	5.1	3.1	2.2	1.8
16	5.7	3.8	2.6	2.4
17	7.4	5.9	5.1	4.8
18	12.3	11.8	11.3	11.3
19	16.7	16.6	16.6	16.5
20	10.4	9.5	8.6	8.1
21	3.7	2	0.8	0.3
22	9.4	8.6	7.8	7.9
23	3.7	2.2	1.3	1.1
24	4.7	3.2	2	2.4
25	1.7	-0.2	-1.6	-1.6
26	5.4	4.1	3.3	3.5
27	7.1	6	5.3	5.4
28	3.7	2.2	1.3	1.3
29	2.2	0.6	-0.5	-0.9
30	0.5	-1	-2.1	-2.8
31	-	-	-	-

Table. 12월 온실 내부 온도 비교(오전 7시)

날짜	내부 온도 (℃)			
	다점 커튼	개발 원사 부직포	H사 원사 부직포	기존 부직포
1	-1.6	-2.7	-3.5	-4.1
2	-0.3	-1.6	-2.4	-2.6
3	0.2	-1.4	-2.3	-2.6
4	-1.9	-2.8	-3.6	-4.3
5	-1.7	-2.9	-3.6	-4.1
6	-1.3	-2.4	-3	-3.5
7	-1	-2.1	-2.8	-3.2
8	-1.3	-2.3	-2.9	-3.4
9	-3.3	-4.3	-5	-5.7
10	2.7	1.9	1.3	1.1
11	3.2	2.2	1.4	1.3
12	3.5	2.6	2	1.9
13	-1	-1.8	-2.5	-2.9
14	-1.3	-2	-2.8	-3.3
15	-3.9	-5	-5.8	-5.9
16	-4.4	-5.6	-6.7	-6.7
17	-5.3	-6.7	-7.4	-7.7
18	-2.2	-2.8	-3.4	-3.5
19	-3	-4.2	-5.1	-5.5
20	-4.7	-5.8	-6.6	-6.7
21	-3.7	-4.6	-5.4	-5.1
22	-3.3	-4.4	-5.1	-5.4
23	-3.5	-4.6	-5.3	-5.6
24	-0.6	-1.2	-1.8	-2.1
25	-1.2	-1.6	-1.9	-2.4
26	-4	-5.1	-5.8	-5.9
27	-1.7	-2.4	-3	-3.2
28	-1.5	-2.3	-2.9	-2.8
29	-1.5	-2.4	-3	-3
30	-1.2	-2.4	-3.4	-3.8
31	-6.7	-7.8	-8.7	-9

Table. 1월 온실 내부 온도 비교(오전 7시)

날짜	내부 온도 (°C)			
	다점 커튼	개발 원사 부직포	H사 원사 부직포	기존 부직포
1	-4.9	-6	-7	-7.3
2	-1.8	-2.6	-3.3	-3.2
3	-4.8	-6	-6.5	-7
4	-5.9	-6.9	-7.8	-8.4
5	-1.5	-2	-2.4	-2.4
6	-8	-9.4	-10.3	-10.8
7	-4.1	-5.1	-5.9	-5.8
8	-9.5	-10.7	-11.6	-11.8
9	-10.3	-11.7	-12.8	-12.9
10	-9.4	-10.6	-11.6	-11.8
11	-6.5	-7.5	-8.2	-8.4
12	-6.9	-7.9	-9	-9.3
13	-4.4	-5.4	-5.9	-6.1
14	-3.5	-4.6	-5.4	-5.5
15	-3.9	-4.9	-5.5	-5.6
16	-1.2	-2.1	-2.7	-2.7
17	-5.4	-6.4	-7.1	-8
18	-4	-5.1	-5.7	-5.9
19	-6.9	-8.3	-9.3	-9.7
20	-7.2	-8.4	-9.4	-9.7
21	-2.6	-3.2	-3.7	-4.1
22	2.9	2.7	2.7	2.4
23	4.2	4	3.9	3.6
24	0.8	0.3	-0.2	-0.3
25	0.1	-0.9	-1.5	-1.9
26	2.1	1.6	1.3	0.9
27	1.2	0.7	0.2	0.1
28	-0.8	-1.5	-1.9	-2.1
29	-5.4	-6.2	-6.8	-7
30	-6.7	-7.5	-8.3	-8.5
31	-5.4	-6.5	-7.2	-7.4

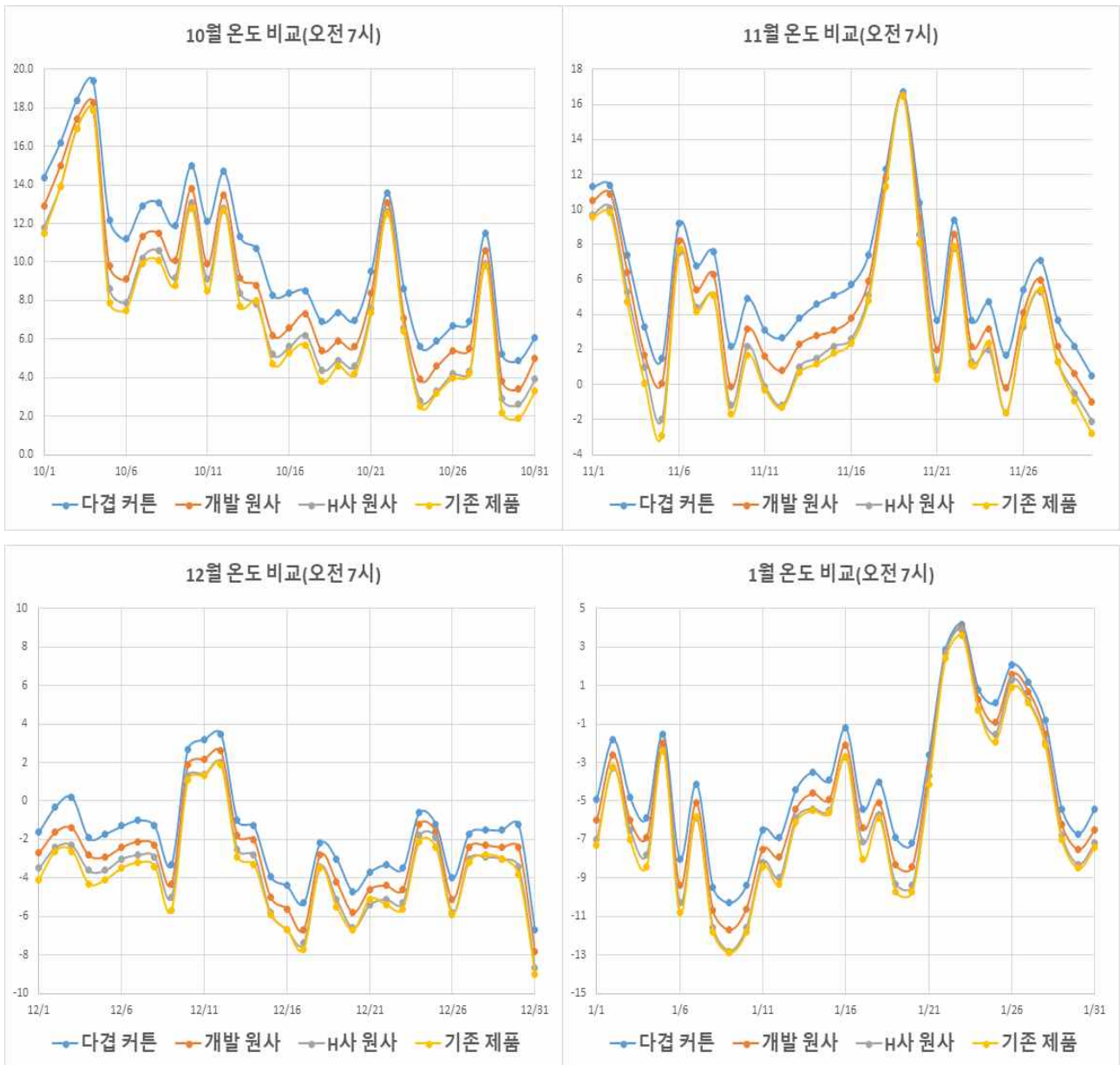


Fig. 10월 ~ 1월 온실 내부 온도 비교(오전 7시)

- 10월에서 1월 동안 각각 다른 온실 냉난방용 스크린을 설치한 온실 내부의 온도를 비교 분석한 결과, 다겹 커튼은 2.7 °C, 개발 원사를 활용한 부직포는 1.5 °C, H사 원사를 활용한 부직포는 0.6 °C, 기존 부직포 제품은 0.4 °C의 평균 온도 분포를 나타내었다.
- 위 단일 성능 분석 결과, 개발 원사를 활용한 부직포 스크린은 다겹 커튼보다는 약 1.2 °C 성능이 낮지만, 기존 부직포 제품보다는 약 1.1 °C 높게 나타났다.

3. 부직포 스크린의 Lab-scale 차열 성능 분석

- 과제 진행 시기의 특성상, 하절기의 차열 성능의 Field Test 진행이 불가능하여, 차열 성능은 실험실에서 Lab-scale로 진행하였다.

Table. 광발열 시험조건

차열 성능 분석 조건	
광원과 시료간의 거리	50 cm
조도	13,000 lux
시험시간	10분 광원조사 후 소등, 소등 후 20분간 유지
광원정보	220V, 500W, 3200K
조건	표면이 광원을 향하게 장착 후 시험

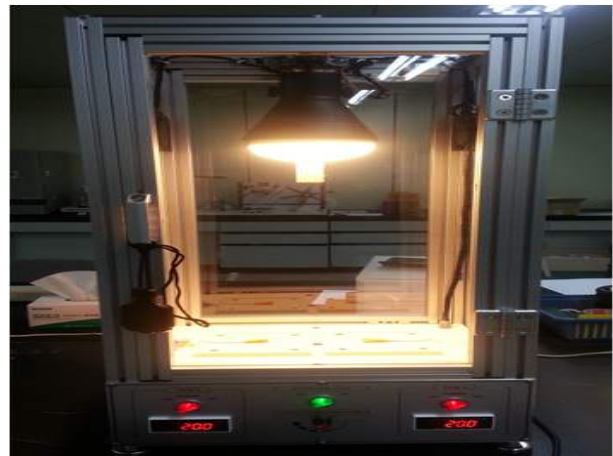


Fig. 차열 성능 분석 장치

Table. 차열 성능 분석 장치 단계별 조도

차열 성능 분석 장치 단계별 조도			
	1차(LUX)	2차(LUX)	3차(LUX)
측정일자	10/30 오전	10/30 오후	11/3 오전
OFF	470	430	400
1단계 끝	470	430	400
2단계 끝	470	430	400
3단계 끝	600	580	550
4단계 시작	750	700	670
4단계 끝	1800	1900	1800
MAX	11,900	12,000	12,000

Table. 흡광발열성 기기 안정화 정도

차열 성능 분석 장치 안정화 정도		
시간(분)	조도(LUX)	온도(°C)
시작	1820	26.2
1분	1857~1882	26.2
3분	1804~1845	26.5
5분	1806~1839	26.9
10분	1866~1931	27.5
15분	1840~1880	28.2
20분	1904~1936	28.2

Table. 차열 성능 분석 결과

시간(분)	차열 성능(°C)			
	다접 커튼	개발 원사 부직포	H사 원사 부직포	기존 부직포
1	26.1	24.4	23.2	24.2
2	28.1	27.5	28.4	28.4
3	29.2	29.2	30.7	30.5
4	29.9	30.1	32.0	31.7
5	30.3	30.9	32.8	32.4
6	30.7	31.5	33.0	32.9
7	30.9	31.8	33.4	33.6
8	31.3	31.9	33.9	33.8
9	31.5	32.2	34.1	34.1
10	31.6	32.8	34.3	34.4
11	31.9	33.0	34.7	34.9
12	27.3	28.2	30.2	29.9
13	24.9	25.8	27.7	27.3
14	23.8	24.6	26.6	26.2
15	23.2	24.0	26.0	25.5
16	22.8	23.6	25.7	25.1
17	22.6	23.3	25.5	24.8
18	22.4	23.1	25.2	24.6
19	22.2	22.9	25.0	24.5
20	22.1	22.8	24.8	24.3
21	22.0	22.7	24.8	24.2
22	21.9	22.6	24.6	24.1
23	21.8	22.5	24.5	24.0
24	21.7	22.4	24.4	23.9
25	21.7	22.3	24.3	23.9
26	21.7	22.3	24.3	23.8
27	21.6	22.3	24.2	23.8
28	21.6	22.2	24.2	23.7
29	21.6	22.2	24.1	23.8
30	21.5	22.1	24.0	23.7

< 차열 성능 비교 분석 >

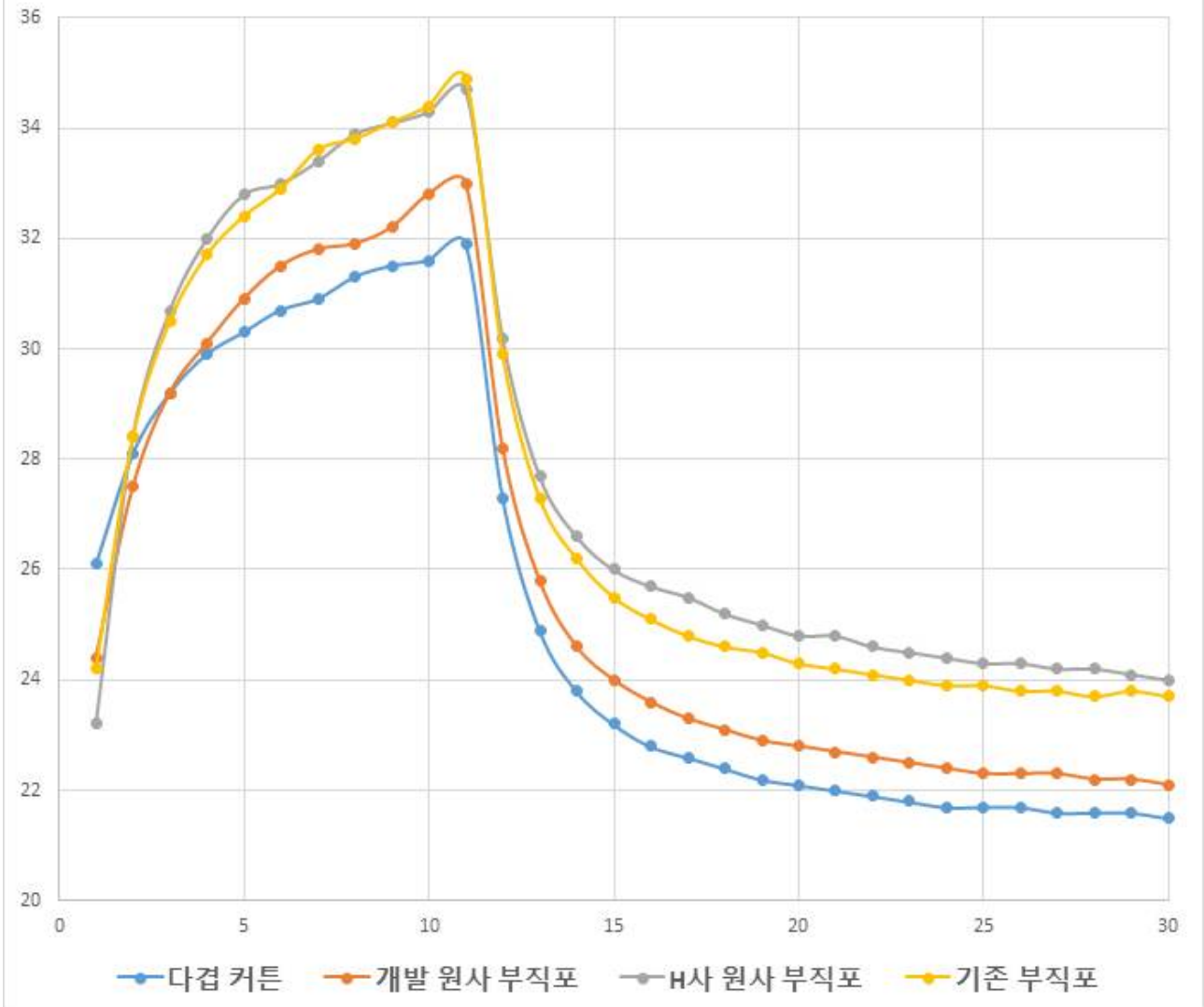


Fig. 개발 원사를 활용한 부직포 외 비교군 3종의 차열 성능 분석

- 차열 성능의 비교 분석 결과, 4종 모두 가장 높은 온도를 보였던 11분에서 다겹 커튼이 31.9 °C, 개발 원사를 활용한 부직포가 33.0 °C, H사 원사를 활용한 부직포가 34.7 °C, 기존 부직포가 34.9 °C를 나타내었다.
- 즉, 다겹 커튼 대비 개발 원사를 활용한 부직포의 경우, 1.1 °C 높았고, H사 원사를 활용한 부직포와 기존 부직포는 각각 2.8 °C, 3.0 °C 더 높았다.
- 과제 진행 시기의 특성상, 하절기의 차열 성능 Field Test 진행은 불가능하였지만, Lab-scale Test를 통해 개발 원사를 활용한 부직포의 차열 성능을 확인하였다.

4. 부직포 스크린의 부식성 비교 평가

- 고온다습한 환경에서의 부식성을 평가하기 위하여, Field Test를 진행하였던 시료와, 실내에서 보관중인 시료의 인장강도를 비교하였다.
- Field Test를 진행 했던 시료의 경우, 고온 다습 환경 처리를 위하여 초고속 수명시험기에서 70℃, 85% R.H.의 조건으로 1주일간 방치하였다.

Table. 인장 강도 비교

시료 구분	인장강도(N)			
	다겹 커튼	개발 원사 부직포	H사 원사 부직포	기존 부직포
실내 보관	11,124	6,736	6,654	4,512
Field Test	10,641	6,421	6,351	3,865
감소율(%)	4.54%	4.91%	4.77%	16.74%

- 분석 결과, 다겹 커튼, 개발 원사 부직포, H사 원사 부직포는 각각 4.54, 4.91, 4.77%로 양호한 인장강도 감소율을 보였다.
- 하지만 기존 부직포의 경우, 16.74%의 인장강도 감소율을 보여 고온 다습한 환경에서의 인장강도 감소 정도가 상대적으로 큰 것을 확인하였다.

제 4 절 연구개발 성과 및 연구 결과

1. 연구개발 성과

가. 특허 출원 2건

- 고밀도 저중량 니들펀칭 부직포 및 그 제조 방법(10-2021-0055818)
- 우수한 내구성을 갖는 온실 냉난방용 일체형 경량 스크린 제조방법(10-2021-0075870)

관인생략

출원번호통지서

출원 일자 2021.04.29
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원 번호 10-2021-0055818 (접수번호 1-1-2021-0503347-54)
 (DAS접근코드00C8)
 출원인 성명 강병하(4-2014-055753-7)
 대리인 성명 특허법인 아이티스(9-2020-100021-4)
 발명자 성명 강병하 신석문
 발명의 명칭 고밀도 저중량 니들펀칭 부직포 및 그 제조 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호: 0131(7리코드) + 접수번호
 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 (특허고객번호 정보변경(강정), 정정신고서를 제출하여야 하며 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
 ※ 심사제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-지식재산제도

관인생략

출원번호통지서

출원 일자 2021.06.11
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원 번호 10-2021-0075870 (접수번호 1-1-2021-0674655-77)
 (DAS접근코드D363)
 출원인 명칭 한국섬유개발연구원(2-2001-036769-3)
 대리인 성명 정일영(9-2012-000907-1)
 발명자 성명 김영수 김진오
 발명의 명칭 우수한 내구성을 갖는 온실 냉난방용 일체형 경량 스크린 제조방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호: 0131(7리코드) + 접수번호
 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 (특허고객번호 정보변경(강정), 정정신고서를 제출하여야 하며 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
 ※ 심사제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-지식재산제도

Fig. 특허 출원번호 통지서

나. 기술 실시 1건

- 난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발 (실시기관 : 펫트하이텍)

기술료 감면 신청서				
(단위 : 원)				
연구개발과제 현황	사업명	농림축산식품부 연구개발사업	연구과제번호	
	연구과제명	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발		
	연구기관명	펫트하이텍	연구책임자	
	연구협약일	2020.04.29.	연구기간	
연구개발비	정부출연금	기입부담금	기타	
	150,000,000 원	10,000,000 원	0 원	
기술실시내용	성과활용명	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발	실시(활용)기간	
	지재권 종류	특허출원	실시권 유형	
	· 지적권이 출원(등록)된 경우	명칭	고밀도 저중량 니들런칭 부피포 및 그 제조 방법	일자
	실시기관	번호	10-2021-0055918	2021.04.29
		기관명	펫트하이텍	기관유형
		주소	경상북도 성주군 월항면 유월리 178	대표자
		사업자번호	805-09-98036	전화번호
	기술연구자	기술연구자(신석훈)	e-mail	pethitech@hanmail.net
	기술료 감면근거	농림축산식품부 특정법 시행령 제 14조 및 농림축산식품 연구개발사업 운영규정 제 55조	기술료 납부예정일	2021-07-01
	감면사유 및 내용	실시기업인 펫트하이텍은 중소기업이며, 본 연구과제의 참여기업에 해당하여 중소대상 기술료에서 80% 감면 및 일시납부에 따른 30% 추가감면을 요청함		
감면금액 산출내역	정부출연금 150,000천원 * 10%(중소기업) * 20%(참여 중소기업 80% 감면) * 70%(일시납부 30% 감면) = 2,100천원			
농림축산식품부 소관 연구개발사업 운영규정 제35조 제9항에 따라 위와 같이 기술료 감면신청서를 제출합니다.				
붙임 1. 연구개발과제 개요 1부. 2. 연구계획서 또는 연구결과보고서 등 1부. 3. 지식재산권을 포함하는 기술실시인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부.				
2021년 6월 22일				
주관연구기관 한국섬유개발연구원의 대표 [직인]				
농림식품기술기획평가원장 귀하				

Fig. 기술료 감면 신청서

실시기업 의견서			
실시기업	펫트하이텍	대표자	장병하
사업자등록번호	505-09-98036	과학기술인 등록번호	1178 2584
기업유형	<input type="checkbox"/> 대기업	<input checked="" type="checkbox"/> 중소기업	업태
	<input type="checkbox"/> 중임원(단체)	<input type="checkbox"/> 기타()	종목
창업일시	2005년 6월	조직원 인원	21명
사업장주소	경상북도 성주군 월항면 유월리 178	담당자	신석훈
		연락처/팩스	054-933-4102 / 054-933-4103
차분금	1,374 백만원	연건대금액	10,500 백만원
주생산제품	고밀도 저중량 니들런칭 부피포		
이전희망기술	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발		
기술료 감면 사유	실시기업인 펫트하이텍은 중소기업이며, 본 연구과제와 참여기업에 해당하여 중소대상 기술료에서 80% 감면 및 일시납부에 따른 30% 추가감면을 요청함		
이전기술 활용 계획	펫트하이텍은 니들런칭 부피포 제조 업체로 제련 시설 및 공정관리 능력, 연구장비 등을 보유하고 있음. 향후에는 아래와 같이 활용할 계획임 1) 기존 다용 형태의 온실 냉난방용 스크린과 비교, 가격 경쟁력 이점을 활용하여 온실 냉난방용 스크린 시장 진입 2) 공정 조건 안정화 및 대량 양산화를 통해 품질 안정성 확보 3) 부가된 탈량에 따른 단열 성능별 다양한 제품군 개발		
귀 기관에서 수행한 파제의 기술에 대해 기술료 감면을 통한 기술이전을 받고자 상기와 같이 의견서를 제출합니다.			
첨부 1. 사업자등록증 사본 1부 2. 중소기업임을 증명할 수 있는 서류 1부. 끝.			
2021년 6월 22일			
실시기업의 대표자 : 장병하			
주관연구기관장 귀하			

Fig. 실시기업 의견서

다. 제품 출시 1건

- 난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 1종 출시(DT-F/C MAT)

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서				
과 제 명	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발			
주관연구기관	한국섬유개발연구원	참여기관	캣트하이텍	
연구책임자	김영수	연구기간	20년 4월 29일 ~ 21년 4월 28일 (총 12개월)	
총 정부출연금	350,000,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	(O)	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
DT-F/C MAT		온실 냉난방용 스크린	21.04.28	100%
<p>* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수</p> <p style="text-align: center;">상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</p>				
<p>2021 년 4 월 28 일</p> <p>연구책임자 : 김 진 오 </p>				

Fig. 제품출시 확인서

라. 고용 창출 2건

- 난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발을 위한 전문 인력 2명 채용(백성철, 김명서)

출력일시 : 2021.06.15 16:36

4대 사회보험 사업장 가입자 명부						
발급번호	20210615279470	발급일시	2021-06-15 16:35	사업장 관리번호	50509980360	
구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험		
사업장등록번호	505-09-98036	505-09-98036	505-09-98036	505-09-98036		
사업장명칭	팻트하이텍	팻트하이텍	팻트하이텍	팻트하이텍		
■ 가입 내역(발급일자 현재기준) 1 / 2						
연번	주민(외국인)등록번호	성명	자격취득일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1	580927-1*****	백성철	2020.04.01	2020.04.01	2020.04.01	2020.04.01
2	630522-1*****	김병하	2006.09.01	2006.09.01		
3	640329-1*****	최종호	2010.04.13	2010.04.13	2010.04.13	2010.04.13
4	641124-1*****	김종우	2021.04.09	2021.04.09	2021.04.09	2021.04.09
5	650406-1*****	김용환	2017.03.06	2017.03.06	2017.03.06	2017.03.06
6	660301-1*****	김교석	2017.07.01	2017.07.01	2017.07.01	2017.07.01
7	670626-1*****	신석문	2018.02.01	2018.02.01	2018.02.01	2018.02.01
8	720326-1*****	황수우	2016.04.01	2016.04.01	2016.04.01	2016.04.01
9	731102-1*****	이상원	2007.12.12	2007.12.12	2007.12.12	2007.12.12
10	750717-1*****	김규용	2012.06.12	2012.06.12	2012.06.12	2012.06.12
11	801010-5*****	목버트		2019.08.20		
12	801010-5*****	무크빅			2019.08.20	
13	811012-5*****	거름			2018.08.17	
14	811012-5*****	엘름	2018.08.17	2018.08.17		
15	840930-5*****	바카운		2017.02.08		
16	840930-5*****	빅스티			2017.02.08	
17	850122-5*****	로산	2017.04.01	2017.03.29	2017.03.29	
18	870307-1*****	최익준	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01
19	870707-1*****	장성던	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01
20	871118-2*****	김명서	2020.04.02	2020.04.02	2020.04.02	

※ 위 사업장 가입자 명부는 4대 사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계받아 제공하는 것이며, 발급사실 여부를 발급일로부터 90일까지 4대 사회보험 포털사이트(www.4insurance.or.kr)의 발급사실 확인 메뉴에서 확인 가능합니다.
 ※ 원할한 정보연계서비스, 4대 사회보험이 함께 합니다.

Fig. 4대 보험 가입자 명부

질서번호	<input checked="" type="checkbox"/> 산재보험 <input type="checkbox"/> 고용보험 사업장 자격취득자 명부(사업장용)				
4020-2021-9013121					
사업장명	팻트하이텍	사업장관리번호	50509980360		
사업주명	김병하	발급용도	관공서제출용		
검색기준 : 2020/06/17 ~ 2021/06/16 취득 근로자 21명 중 3명 선택 발급 요청					
사업장 자격취득자 명부					
연번	성명	생년월일	취득일	상실일	월 평균보수
1	가빈두	95년 11월 06일	2020-12-02	--	2,908,930원
2	김명서	87년 11월 18일	2020-04-02	--	1,766,666원
3	백성철	58년 09월 27일	2020-04-01	--	2,500,000원
※ 이 확인서는 증명용으로 사용할 수 없으며, 개인정보 보호에 관한 법률 제 19조 (개인정보 제공·이용·제공 제한)에 의하여 제공받은 목적 외의 용도로 이용하거나 제3자에게 제공을 금합니다. ※ 월평균보수는 고용보험 및 산재보험보수의 보합률(정수)에 관한 법률 제 16조 3 (월별보험료산정)에 따른 월평균보수이며, 실제지급받는 월보수의 다름을 수 있습니다. ※ 일용직근로자(근로내용확인신고서로 신고된 근로자)는 제외된 근로자입니다.					
위와 같이 사업장 자격취득자 명부를 확인 합니다. 2021년 06월 16일 근로복지공단 대구서부지사장					

Fig. 산재보험 자격취득자 명부

마. 학술 발표 1건

- 온실 냉난방용 스크린 부직포의 단열 성능에 대한 연구(2021년 한국섬유공학회 춘계학술대회, PP-36)

PP - 36

온실 냉난방용 스크린 부직포의 단열 성능에 대한 연구

A study on the heat insulation property of non-woven screens for greenhouse heating and cooling

Jin Oh Kim¹

¹Korea Textile Development Institute

Introduction

우리나라 해외의 표층수온은 50년간(1968~2018년)간 약 1.1°C가 상승하였는데, 이는 전세계 평균보다 약 2.5배 빠른 속도이며, 독일일수(일 최고기온이 33°C 이상인 날의 일수) 역시 꾸준히 증가해 2003년 3일에서 2018년 31.5일로 가파르게 증가하고 있는 추세이다. 이러한 급격한 기후 변화로 국내 비닐하우스 농가에서는 농작물의 직접적인 피해(생육부진, 일소현상, 낙과 등)뿐만 아니라, 간접적인 피해(개화/수정 불량, 광합성 저하 등)까지 발생하여 생산량이 감소하고 품질이 저하되는 피해를 보고 있는 상황이다. 최근 국내 농가들 중 일부는 큰 규모의 투자를 통해 온네트, 한기원, 포그 분무시설 등 온도지감기술을 적용한 시설을 설치하고 있지만, 이런 시설 설치를 설치하기 위해서는 막대한 초기 투자비용이 발생하여 일반 농가에서는 시도하지 못하고 있으며, 설치를 했다고 하더라도 유지관리 비용 및 설비 작동에 위한 에너지 비용이 발생하여 소규모 농가에서는 입수도 내지 못하는 실정이다.

이러한 급격한 기후 변화는 농작물 피해뿐만 아니라 농민의 온열질환(폭염으로 발생하는 질환, 열사, 열사병, 열실신, 열경련, 열탈진 등) 문제를 발생시키고 있는데, 2018년도 온열질환자는 4,526명, 온열질환으로 인한 사망자는 48명이 발생, 이는 온열질환 감시체계를 운영하기 시작한 2011년 이후 최대이며, 전년도인 2017년도에 온열질환자가 1,574명이고 사망자가 11명이었던 것과 비교하면 2.8배 증가한 수치이다.

이에 대한 대책으로 온도 지감 시설을 구축 비용의 최소화 및 관리가 용이한 단열/차열 스크린을 통해, 농작물의 손실 피해와 농민의 온열질환 피해를 막고, 시판되고 있는 알루미늄 스크린, 부직포 스크린, 직물/부직포/송/알루미늄 등을 복합한 복합 스크린 등의 단점을 보완한 일체형 온실 냉난방용 스크린을 개발하고, 기존 제품과의 성능비교를 위하여 온실 현장실증 평가를 실시하고 온실 내부의 온도도 변화를 분석하였다.

Experimental

- 1. 소재**
비닐에서 생산한 PET 난연사(6d*64mm)와 한국섬유개발연구원에서 방사한 단열 소재 함유 PET 난연사(6d*64mm)를 사용하여 부직포 제조 공정을 진행하였다.
- 2. 방사 설비 및 방사 조건**
난연사 방사 설비는 한국섬유개발연구원의 작업량 100~300 kg/일 (75De 기준), Denier Range 10~125 De, 방사속도 Max. 6,000 m/min, 주수 1 Spindle x 6 Cop of Lab Scale 설비를 사용하였으며, 방사 조건은 온도 255~285 °C, Metering pump Speed 27 Hz, GR1.2 2500 rpm, GR3.4 5100 rpm, Winder 5000 rpm에서 방사공정을 진행하였다.
- 3. 부직포 제조 설비 및 제조 조건**
부직포 제조 설비는 핏트하이텍의 Needlepunching 설비를 사용하여 Spike 43 m/min 80%, Vibrator 881 m/min 55%, 권취속도 2.43 m/min, Middle in let 1.14~2.26 m/min 조건에서 제조하였다.



Fig. 1 Melt-spinning Machine



Fig. 2 Needlepunching Machine

* 감사의 글 : 본 연구는 농림축산식품부가 지원하는 농축산자재산업기술개발사업으로 수행된 연구결과입니다.

4. 온실 현장 실증 분석

온실 현장 실증 분석은 김천시 농소면의 할라피노 농장에서 진행하였으며, 동일한 조건의 온실 4동에 각각 기존 다겹 스크린, 기존 부직포 스크린, PET 난연사 부직포 스크린, 한국섬유개발연구원에서 방사한 단열 소재 함유 PET 난연사 부직포 스크린을 시공하고 내부에 온도도 기록계를 설치하여 온도도 변화를 관촬했다.



Fig. 3 Cross section of Multi layer screen & Non-woven screen

Results & Discussion

차광성능의 경우, 개발 부직포 스크린 2종과, 다겹 스크린이 비슷하며, 기존 부직포 스크린 제품은 비교적 낮은 성능을 보인다.

단열성능의 경우, 기존 다겹 스크린, 기존 부직포 스크린, 개발 부직포 스크린 2종 모두 대략적인 온도도 변화 거동은 유사하나, 성능은 다겹 스크린이 가장 우수했다.

기존 부직포는 습도를 조절해주지 못하고 있으며, 온도 역시 야간에 가장 낮게 떨어졌다. 개발 부직포 중 한국섬유개발연구원에서 방사한 단열 소재 함유 PET 난연사 부직포 스크린의 경우, 다겹 스크린 대비 약 1.0~1.5 °C의 단열 성능 차이를 보이고 있으며, PET 난연사 부직포 스크린의 경우, 다겹 스크린 대비 약 2.0~2.5 °C의 단열 성능 차이를 보이고 있다.

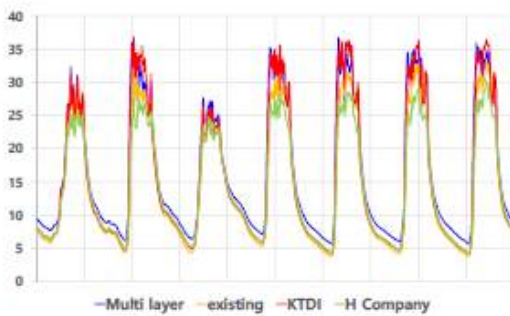


Fig. 4 Heat Insulation Property of Screen

Conclusion

4종의 스크린 모두 비슷한 거동을 하고 있으며, 특히 단열 소재를 함유한 부직포 스크린의 경우, 동결기에도 다겹 커튼 대비 일정 수준 이상의 온도 차이를 보이지 않고 유지하고 있었다.

일체형 부직포 스크린의 경우, 공정 단일화를 통한 원가절감, 유해물질 방출 감소를 통한 작업자의 안전성 향상, 경량화, 내구성 등 많은 장점을 가지고 있다.

또한 단열 소재의 최적 함량을 찾고 공정 조건의 보편을 통해 단열 성능 차이를 최소화한다면 다겹 스크린에 준하는 단열 성능을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.


Fig. 2021년 한국섬유공학회 춘계학술대회 발표 포스터

바. 기술적 성능 지표

- 무게 편차, 두께 편차, 난연 성능을 모두 달성하였으며, 단열/차열 성능은 온실 현장 Test를 통해서 기존 제품과 비교 분석

Table. 기술적 성능지표의 정량적 목표 달성 여부

기술적 성능지표		단위	정량적 목표	실적		달성 유무
무게 편차		g/cm ²	0.04±0.006	0.0454, 0.0431, 0.0430 0.0437, 0.0442		달성
두께 편차		%	±15	2.56, 1.40, 1.10, 0.73, 0.79		달성
난연성	잔염시간	초	30 이하	0, 0, 0 0, 0, 0		달성
	잔진시간	초	3 이하	0, 0, 0 0, 0, 0		달성
	탄화길이	cm	5 이하	4, 4, 3 4, 3, 4		달성
	탄화면적	cm ²	20 이하	7, 7, 7 7, 6, 7		달성
단열성능		온실 현장 Test를 통해서 기존 제품과 비교 분석				



KATRI 산업환경연구센터

대구광역시 달서구 달서대로 859 이연하이노비
3층 301호
T : 053-953-1933 F : 053-953-0900
www.katri.ra.kr

전자문서
전송서비스


시험성적서

신청자 : 롯데하이텍 KATRI NO : DGH21-AU001189
 주소 : 경북 상주시 불함면 유물리 178 접수일자 : 2021.04.28
 제출처 : 발급일자 : 2021.05.04
 시료명 : 부직포 1점 용도 : 제품관리용
 난연사 PET FELT PAGE(S) : 1 / 1


시험항목	시험결과				
	시료1				
밀량 (g/m ²) : KS K 150 9073-1:2010	454	431	430	437	442
두께 (mm) : KS K 150 9073-2:2011, 방법A	3.36	3.23	3.24	3.30	3.25

시험자 : 윤지용 기술책임자 : 권우홍


시험장소 : 부산광역시 금정구 개포로 263, 주식회사 비전테크9층 101호



한국의류시험연구원



비교 1. 이 성적서는 신청자가 제시한 시료 및 시료번호로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않습니다.
 2. 이 성적서는 당 시험연구원의 사인 서명등의 없이 출력, 복사, 전송, 광고 및 소용용도로 사용할 수 없으며, 무단의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 무관함을 알립니다.



(4175회 대구광역시 서구 의류초 498)
Tel : 053-551-2150 Fax : 053-551-2148

TEST REPORT

● ● ●

의뢰자 : 한국섬유개발연구원 접수번호 : T270-21-02120
 주소 : 대구광역시 서구 국제보상로 136 (중리동) 접수일자 : 2021-04-27
 품명 : 부직포 발급일자 : 2021-04-29
 의뢰자제시서명명 : 난연 부직포 용도 : 연구개발용
 쪽번호 : 1/1

의뢰하신 시료에 대한 시험결과는 아래와 같습니다.

■ 시험결과 ■

01. 연소성 (JIS L 1091 : 1999, A-2 법)

	#1						
	2분 가열						
	길이			폭			최대
탄화면적(m ²)	7	7	7	7	6	7	
잔염시간(s)	0	0	0	0	0	0	0
잔진시간(s)	0	0	0	0	0	0	0
탄화길이(cm)	4	4	3	4	3	4	4
가열시간(s)	-	-	-	-	-	-	-
구분	3						


주) CLASSIFICATION CRITERIA :

구분	탄화면적 (m ²)	잔염시간 (s)	잔진시간-잔진시간 (s)	탄화길이 (cm)
1	60 초과	5 초과	20 초과	20 초과
2	60 이하	5 이하	20 이하	20 초과
3	40 이하	5 이하	20 이하	20 이하

** 시험 결과 기록 완료 **

시험자 : 윤지용 기술책임자 : 권우홍

시험장소 : 부산광역시 금정구 개포로 263, 주식회사 비전테크9층 101호



FITI 시험연구원

※ 문서 확인 번호 : 4MNE-TIKI-CSEZ ※
 (홈페이지 접속 후 '성적서확인' 메뉴에서 문서 확인 번호를 통해 위 변조 여부를 확인할 수 있습니다.)

DOCUMENT SERVICE
 이 성적서는 제시된 시료에 대한 시험결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 시료번호 식별자가 제시된 경우입니다.
 이 성적서는 FITI의 사인 등의 없이 출력, 복사, 전송, 광고 및 소용용도로 사용할 수 없으며, 무단의 사용을 금합니다.
 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 무관함을 알립니다.

Fig. 정량적 목표 달성 시험성적서

2. 연구 결과

가. 부직포 스크린의 Field Test를 통한 단일 성능 분석



Fig. 10월 ~ 1월 온실 내부 온도 비교(오전 7시)

- 10월에서 1월 동안 각각 다른 온실 냉난방은 스크린을 설치한 온실 내부의 온도를 비교 분석한 결과, 다겹 커튼은 2.7 °C, 개발 원사를 활용한 부직포는 1.5 °C, H사 원사를 활용한 부직포는 0.6 °C, 기존 부직포 제품은 0.4 °C의 평균 온도 분포를 나타내었다.
- 위 단일 성능 분석 결과, 개발 원사를 활용한 부직포 스크린은 다겹 커튼보다는 약 1.2 °C 성능이 낮지만, 기존 부직포 제품보다는 약 1.1 °C 높게 나타났으며 기존 부직포 대비 월 등한 단일 성능을 확인하였다.

나. 부직포 스크린의 Lab-scale 차열 성능 분석

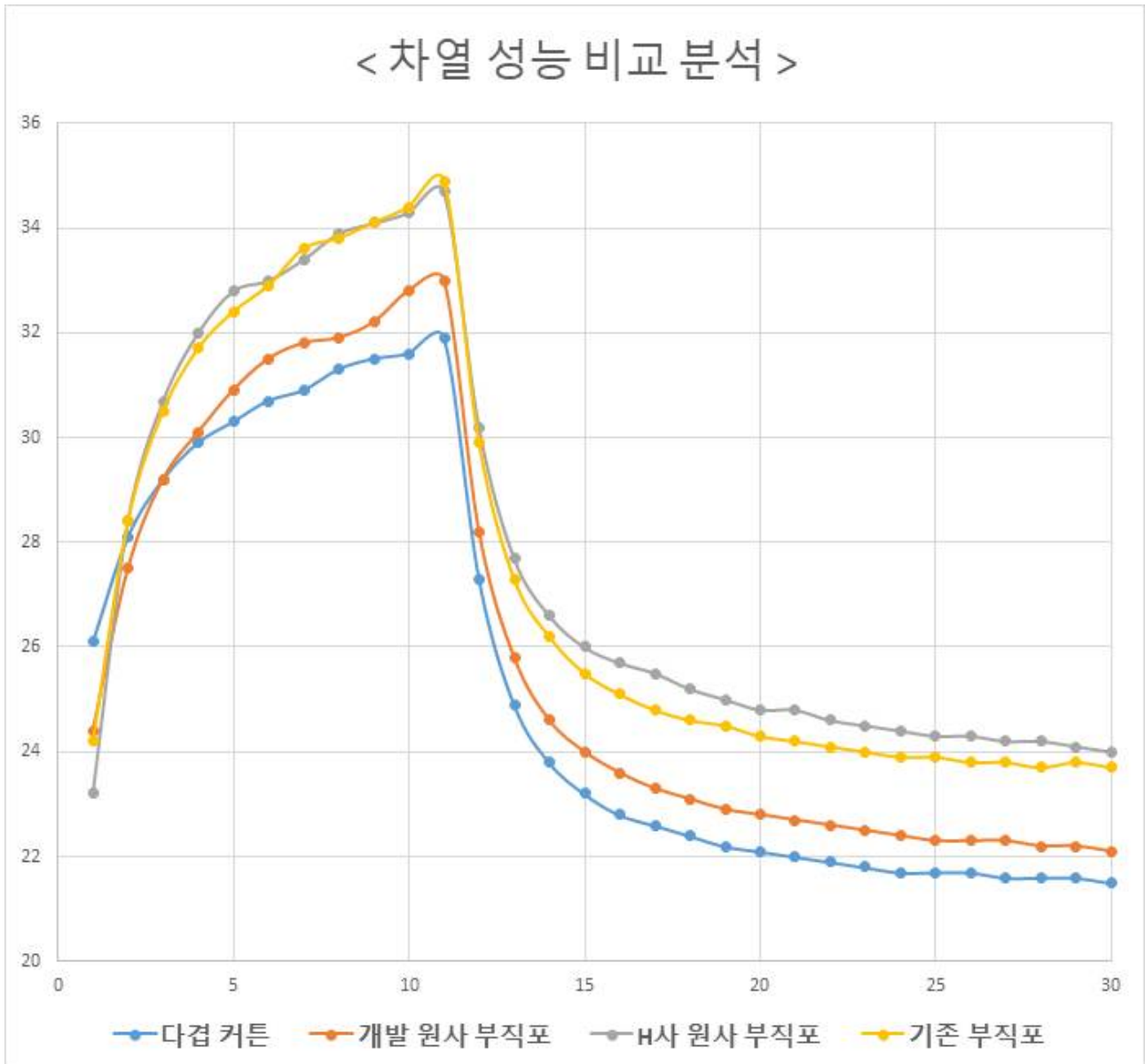


Fig. 개발 원사를 활용한 부직포 외 비교군 3종의 차열 성능 분석

- 차열 성능의 비교 분석 결과, 4종 모두 가장 높은 온도를 보였던 11분에서 다겹 커튼이 31.9 °C, 개발 원사를 활용한 부직포가 33.0 °C, H사 원사를 활용한 부직포가 34.7 °C, 기존 부직포가 34.9 °C를 나타내었다.
- 즉, 다겹 커튼 대비 개발 원사를 활용한 부직포의 경우, 1.1 °C 높았고, H사 원사를 활용한 부직포와 기존 부직포는 각각 2.8 °C, 3.0 °C 더 높았다.
- 과제 진행 시기의 특성상, 하절기의 차열 성능 Field Test 진행은 불가능하였지만, Lab-scale Test를 통해 개발 원사를 활용한 부직포의 차열 성능을 확인하였다.

제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절 목표

Table. 정량적 목표

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	20	-	-	-	-	-	
1차년도	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
목표	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	

Table. 기술적 성능지표의 정량적 목표

기술적 성능지표		단위	정량적 목표	현재 기술수준	달성 유무	
무게 편차		g/cm ²	0.04±0.006	0.04±0.008	KS K ISO 9073-1	
두께 편차		%	±15% 이내	±20% 이내	KS K ISO 9073-2	
난연성	잔염시간	초	30 이하	30	KS K ISO 9073-2 JIS L 1091	
	잔진시간	초	3 이하	3		
	탄화길이	cm	5 이하	5		
	탄화면적	cm ²	20 이하	20		
단열성능		온실 현장 Test를 통해서 기존 제품과 비교 분석				

제 2 절 목표 달성 여부

Table. 정량적 목표 달성 여부

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출	투자 유치		논문		논문 평균 IF	학술 발표			정책 활용	홍보 진시	
												SCI	비 SCI							
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	
1차 년도	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
목표	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
실적	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	

Table. 기술적 성능지표의 정량적 목표 달성 여부

기술적 성능지표		단위	정량적 목표	실적		달성 유무	
무게 편차		g/cm ²	0.04±0.006	0.0454, 0.0431, 0.0430 0.0437, 0.0442		달성	
두께 편차		%	±15	2.56, 1.40, 1.10, 0.73, 0.79		달성	
난연성	잔염시간	초	30 이하	0, 0, 0		0, 0, 0	달성
	잔진시간	초	3 이하	0, 0, 0		0, 0, 0	달성
	탄화길이	cm	5 이하	4, 4, 3		4, 3, 4	달성
	탄화면적	cm ²	20 이하	7, 7, 7		7, 6, 7	달성
단열성능		온실 현장 Test를 통해서 기존 제품과 비교 분석					

○ 목표 미달성 사유

- 모든 정량적 목표 달성 (해당사항 없음)

제 3 절 관련 분야 기여도

○ 기술적 기여도

- 국내 온실 냉난방용 스크린 제품의 경우, 직물, 부직포, 알루미늄 코팅 필름 등 단일소재로 이루어진 중저가 제품부터, 직물/부직포 합포지에 알루미늄을 코팅한 고가 제품까지 다양하게 생산되고 있다.
- 이중에서 강도와 차열 및 단열 성능이 가장 우수한 고가 제품의 경우, 난연성과 차열 및 단열 성능이 우수하고 강도가 높아 고가의 제품으로 판매되고 있다.
- 하지만 시판되는 부직포 및 직물을 구매하여 합포 후, 알루미늄 코팅을 하는 공정으로 진행되며 다층으로 구성된 만큼 무게가 무겁고 마지막 난연가공 공정까지 진행할 경우, 시판 부직포와 원단을 구매하여 사용함에도 불구하고 3단계의 공정 과정이 필요하다.
- 이로 인해 원가가 상승하고, 합포된 제품의 특성상 시간이 지나면 분리되어 내구성에 문제가 발생하며 후가공으로 처리된 난연제로 인해 유해물질이 방출될 우려가 있다.
- 본 연구에서 개발하고자 하는 일체형 부직포 스크린의 경우, 차열 및 단열 성능에서 기존 고가 제품만큼 높지 않지만, 일체형인 만큼 층 분리로 인한 내구성 문제가 없으며, 무게가 가벼워 높은 하중으로 인한 시설물 피해를 줄일 수 있고, 공정이 1단계로 간소화되어 원가 절감으로 이어지며, 난연소재를 원사 속에 분산시킴으로써 유해물질이 방출되지 않으므로 기존 제품의 장점은 소폭 감소되지만, 단점들을 보완할 수 있는 제품이다.

Table. 기존 온실 냉난방용 스크린 제품과 개발 부직포 제품의 성능 비교

성능	기존 제품	개발 제품
난연성	◎	◎
차열 및 단열	◎	○
고강도	◎	○
내구성	△	○
경량화	×	○
공정 간소화	×	○
원가 절감	×	○
유해물질 감소	△	○

○ 경제적 기여도

- 보온자재 생산업체가 생산하고 있는 제품의 종류는 못자리용, 원예용, 멀칭용, 잡초방제용, 다겹 보온재 등으로 매우 다양하며, 전체 매출은 감소하는 추세지만 최근 수요가 증가하고 있는 다겹 보온커튼 등 다겹 보온재의 생산과 매출 비중이 증가하는 추세이다.
- 채소류 온실의 보온자재 설치면적 비중 증가와 전체적으로 매출이 감소중인 농업용 보온자재 생산업체의 다겹 보온커튼 등 다겹 보온재의 생산과 매출 비중이 증가하는 부분으로 미루어 볼 때, 온실 농가에서 에너지 절감과 기후 변화 대응을 위한 시설 투자에 나서고 있는 것으로 판단된다.
- 아직도 국내는 60% 정도의 온실에 보온자재가 설치되어 있지 않으며, 노후화된 시설을 포함하면 80% 내외 온실이 잠재적 수요처라고 판단되며, 현재 시중에 판매되고 있는 다겹 보온재 시장에 가격 경쟁력 및 내구성, 경량화 등을 바탕으로 진입한다면 충분히 경쟁력이 있다고 판단된다.
- 국내 업체의 시설농자재 수출은 부직포, 필름 등 피복자재, 여과기, 파이프 등 관수자재 등 다양하며, 대부분 부속자재인 것으로 보아, 수출 주력 품목이 없고, 주로 틈새시장을 겨냥한 소량 다품종 수출 구조를 가지고 있는 것으로 판단된다.
- 수출시장은 일본, 중국, 홍콩, 필리핀, 태국 등 아시아 국가를 비롯하여 이탈리아, 독일, 스페인, 네덜란드, 미국, 캐나다 등 다양한 편이며, 수출시장 역시 주력 시장이 없는 가운데 여러 국가를 대상으로 이루어지고 있다.
- 주요 시설농자재의 수출액은 2009년 기준 20억 4,968만 달러로 2000년 이래 연평균 9.1%의 꾸준한 증가세를 보여 왔으며, 현재도 증가하고 있을 것으로 예상된다.
- 수출액이 가장 많은 피복자재는 12억 1,829만 달러였으며, 피복자재 중, PET(4억 7,241만 달러), 부직포(2억 2,273만 달러), 차광망(2억 달러), 알루미늄 스크린(1억 7,032만 달러) 순으로 수출액이 많았으며, 다겹커튼은 134만 달러를 수출했다.
- 하지만 수입액은 15억 1,183만 달러로 2000년 이후 연평균 15.3%의 증가율을 보여, 수출보다 빠르게 증가하고 있으며, 농산품의 교역구조가 일반 공산품과 다르게 수입이 상대적으로 많은 것으로 확인할 수 있다.
- 이는 국산 농자재가 수입농자재보다 품질이 떨어지거나, 또는 가격경쟁력이 낮기 때문으로 판단되며, 이를 극복하기 위해서 난연성, 단열 및 차열성이 우수하고 경량화, 고강도의 특성을 가지는 일체형 부직포 스크린을 개발하여 다겹 커튼시장에 진입하고, 고품질이면서 공정 단일화로 가정 경쟁력을 가지는 장점을 부각시켜 시장을 확대할 예정이다.

제 4 장 연구 결과의 활용 계획

1. 활용분야 및 활용방안

○ 기대성과

- 세계 최초로 난연성과 단열 및 차열 성능을 영구적으로 가지는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발을 통하여 국내 보온커튼, 알루미늄 스크린 등의 피복자재 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대
- 기존 다층 형태의 온실 냉난방용 스크린의 경우, 단열/차열 성능이 우수하지만 긴 공정과정, 고중량, 유해물질 방출 위험, 합포된 층이 분리되는 내구성 문제 등 많은 문제점이 발생하고 있어, 공정 단일화, 경량화, 유해물질 무방출, 일체화 제품의 고내구성까지 모든면에서 우수하고 결정적으로 공정 단일화에 따른 원가 절감은 가격경쟁력을 확보할 수 있어, 온실 냉난방용 스크린 시장 내 큰 파급 효과 기대

○ 현장 적용 계획

- 개발한 일체형 부직포 스크린과 기존 제품의 온실 현장 비교 분석
 - ▶ 기존 제품이 우수할 것으로 예상되는 차열 및 단열성능 비교
 - ▶ 내구성 향상 및 경량화를 통한 설치과정부터 유지관리까지의 편의성 검증
 - ▶ 그 외 보완점 보완 및 다양한 용도 전개 진행
 - ▶ 실증 농가를 시작으로 농업협의회를 통한 판로 개척



Fig. 다겹보온커튼이 설치된 온실 내부



Fig. 내구성 저하로 부식된 보온 커튼

2. 추가연구의 필요성

- 다년간 내구성 및 단열/차열 성능의 검증이 필요함
- 제품의 별도 누빔 공정이 필요하여 일체화 공정 도입이 필요함

3. 기술이전 후, 사업화 계획

- 난연성, 단열/차열 성능을 갖는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 제품화
 - ▶ 주관기관인 한국섬유개발연구원에서 확보한 난연소재, 무기소재 입자를 함유한 단섬유 제조 기술을 활용하여 외주 공급처 확보
 - ▶ 외주 공급처에서 생산한 단섬유를 활용하여 참여기관인 팻트하이텍에서 난연성, 단열/차열 성능을 갖는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 생산

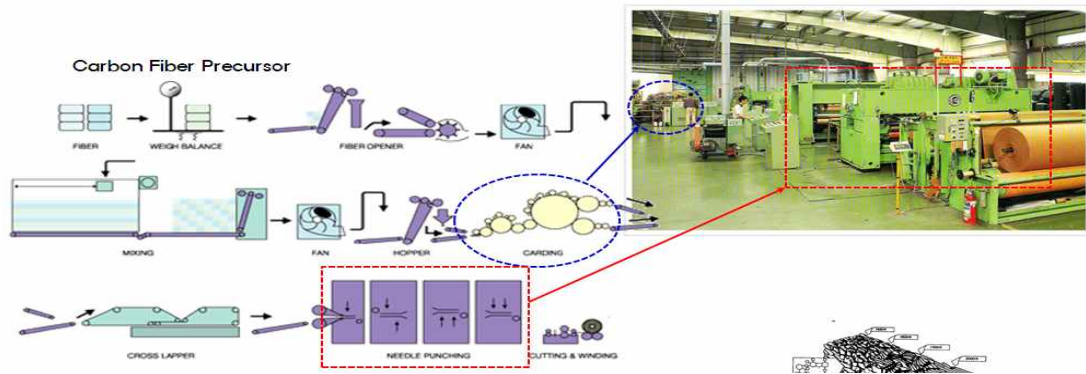


Fig. 니들펀칭 부직포 제조공정 모식도

붙임. 참고문헌

- 해당사항 없음

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발					
	(영문) The development of screens for greenhouse heating and cooling using flame retardant materials					
주관연구기관	한국섬유개발연구원		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 시험분석평가센터		
참 여 기 업	팻트하이텍		총 연 구 기 간	(성명) 김진오		
총연구개발비 (470,000 천원)	계	470,000 천원	총 연 구 원 수	2020.04.29. ~ 2021.04.28(1년)		
	정부출연 연구개발비	350,000 천원		총 인 원	11명	
	기업부담금	120,000 천원		내부인원	11명	
	연구기관부담금	-		외부인원	-	

○ 연구개발 목표 및 성과

- 인(P)계 난연 소재와 단열 및 차열을 위한 무기소재(Silica, Aluminium)를 함유하는 PET 섬유 제조 기술과 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술을 활용하여 원단, 부직포, 슝, 알루미늄 등을 복합한 복합스크린의 장점(난연성, 단열/차열, 고강도)을 그대로 가지면서, 단점(내구성, 고중량, 고비용)을 보완한 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포를 개발
- 특허 출원 2건, 기술 실시 1건, 제품화 1건, 고용 창출 2건, 학술 발표 1건

○ 연구내용 및 결과

- 인(P)계 난연 소재와 단열 및 차열을 위한 무기소재(Silica, Aluminium)를 함유하는 PET 섬유 제조 기술 개발
- 강도 및 내구도 향상을 위한 고밀도/저중량 니들펀칭 부직포 제조 기술 개발
- 일체형 부직포 스크린의 Field Test 진행 및 성능분석

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 세계 최초로 난연성과 단열 및 차열 성능을 영구적으로 가지는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발을 통하여 국내 보온커튼, 알루미늄 스크린 등의 피복소재 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대
- 기존 다층 형태의 온실 냉난방용 스크린의 경우, 단열/차열 성능이 우수하지만 긴 공정과정, 고중량, 유해물질 방출 위험, 합포된 층이 분리되는 내구성 문제 등 많은 문제점이 발생하고 있어, 공정 단일화, 경량화, 유해물질 무방출, 일체화 제품의 고내구성까지 모든면에서 우수하고 결정적으로 공정 단일화에 따른 원가 절감은 가격경쟁력을 확보할 수 있어, 온실 냉난방용 스크린 시장 내 큰 파급 효과 기대

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		320022-01	
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	농자재			과제구분	단위
사업명	농축산자재산업화기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발			과제유형	개발
연구기관	한국섬유개발연구원			연구책임자	김진오
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2020.04.29 - 2021.04.28	350,000	120,000	470,000
	계	2020.04.29 - 2021.04.28	350,000	120,000	470,000
참여기업	팻트하이텍				
상대국	-	상대국연구기관		-	

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.06.22

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
시험분석평가센터	선임연구원	김진오

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	김진오
----	-----

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

- 10월에서 1월 동안 각각 다른 온실 냉난방용 스크린을 설치한 온실 내부의 온도를 비교 분석한 결과, 다겹 커튼은 2.7 °C, 개발 원사를 활용한 부직포는 1.5 °C, H사 원사를 활용한 부직포는 0.6 °C, 기존 부직포 제품은 0.4 °C의 평균 온도 분포를 나타내었음
- 위 단열 성능 분석 결과, 개발 원사를 활용한 부직포 스크린은 다겹 커튼보다는 약 1.2 °C 성능이 낮지만, 기존 부직포 제품보다는 약 1.1 °C 높게 나타났으므로 단열 성능이 우수하다고 판단됨

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

- 기존 다층 형태의 온실 냉난방용 스크린의 경우, 단열/차열 성능이 우수하지만 긴 공정과정, 고중량, 유해물질 방출 위험, 합포된 층이 분리되는 내구성 문제 등 많은 문제점이 발생하고 있어, 공정 단일화, 경량화, 유해물질 무방출, 일체화 제품의 고내구성까지 모든면에서 우수하고 결정적으로 공정 단일화에 따른 원가 절감은 가격경쟁력을 확보할 수 있어, 온실 냉난방용 스크린 시장 내 큰 파급 효과 기대

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

- 세계 최초로 난연성과 단열 및 차열 성능을 영구적으로 가지는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발을 통하여 국내 보온커튼, 알루미늄 스크린 등의 피복소재 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대
- 주관기관인 한국섬유개발연구원에서 확보한 난연소재, 무기소재 입자를 함유한 단섬유 제조 기술을 활용하여 외주 공급처에서 단섬유를 대량 생산, 참여기관인 팻트하이텍에서 난연성, 단열/차열 성능을 갖는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 생산 가능

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

- 1년의 연구기간 동안, 난연소재 및 무기소재 선정과 Master Batch 내 입자의 균일분산 조건을 확립하고, 이를 기능성 PET 원사로 방사하여 크립프 부여 및 단섬유화 공정을 통해 단섬유화 하고, 니들 펀칭 부직포로 제조하여 온실 냉난방용 스크린으로 Field Test 까지 진행하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

- 정량적 목표 : 특허 출원 2건, 기술 실시 1건, 제품화 1건, 고용 창출 2건, 학술 발표 1건 달성
- 기술적 성능 지표 : 물성 목표치를 모두 달성하였으며, 기존 부직포 제품보다는 약 1.1 °C 단열 성능이 우수한 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
특허 출원 2건	20	20	고밀도 저중량 니들펀칭 부직포 및 그 제조 방법과 우수한 내구성을 갖는 온실 냉난방용 일체형 경량 스크린 제조방법에 대한 특허를 각각 1건씩 출원
기술 실시 1건	20	20	협동기관이자 참여기업인 펫트하이텍에서 기술료를 납부하고 기술 실시 진행
제품화 1건	20	20	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 1종 출시(DT-F/C MAT)
고용 창출 2건	20	20	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발을 위한 전문 인력 2명 채용(백성철, 김명서)
학술 발표 1건	20	20	온실 냉난방용 스크린 부직포의 단열 성능에 대한 연구(2021년 한국섬유공학회 춘계학술대회, PP-36)
합계	100점	100점	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 10월에서 1월 동안 각각 다른 온실 냉난방용 스크린을 설치한 온실 내부의 온도를 비교 분석한 결과, 다겹 커튼은 2.7 °C, 개발 원사를 활용한 부직포는 1.5 °C, H사 원사를 활용한 부직포는 0.6 °C, 기존 부직포 제품은 0.4 °C의 평균 온도 분포를 나타내었음
- 위 단열 성능 분석 결과, 개발 원사를 활용한 부직포 스크린은 다겹 커튼보다는 약 1.2 °C 성능이 낮지만, 기존 부직포 제품보다는 약 1.1 °C 높게 나타났으므로 단열 성능이 우수하다고 판단됨
- 차열 성능의 비교 분석 결과, 4종 모두 가장 높은 온도를 보였던 11분에서 다겹 커튼이 31.9 °C, 개발 원사를 활용한 부직포가 33.0 °C, H사 원사를 활용한 부직포가 34.7 °C, 기존 부직포가 34.9 °C를 나타내었음
- 즉, 다겹 커튼 대비 개발 원사를 활용한 부직포의 경우, 1.1 °C 높았고, H사 원사를 활용한 부직포와 기존 부직포는 각각 2.8 °C, 3.0 °C 더 높았으므로 차열 성능 역시 우수하다고 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 1년의 연구기간 동안, 난연소재 및 무기소재 선정과 Master Batch 내 입자의 균일분산 조건을 확립하고, 이를 기능성 PET 원사로 방사하여 크립프 부여 및 단섬유화 공정을 통해 단섬유화 하고, 니들펀칭 부직포로 제조하여 온실 냉난방용 스크린으로 Field Test 까지 진행하였음
- 이는 소재 개발부터 시제품 생산, 현장 실증까지 진행한 결과이며, 연구개발 기간 동안 연구자들의 성실한 연구 활동을 입증하는 결과임

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 세계 최초로 난연성과 단열 및 차열 성능을 영구적으로 가지는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발을 통하여 국내 보온커튼, 알루미늄 스크린 등의 피복소재 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대
- 주관기관인 한국섬유개발연구원에서 확보한 난연소재, 무기소재 입자를 함유한 단섬유 제조 기술을 활용하여 외주 공급처에서 단섬유를 대량 생산, 참여기관인 펫트하이텍에서 난연성, 단열/차열 성능을 갖는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 생산 가능

IV. 보안성 검토

- 해당사항 없음

1. 연구책임자의 의견

- 해당사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

- 해당사항 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농자재	
연구과제명	난연소재를 활용한 온실 냉난방용 스크린 개발			
주관연구기관	한국섬유개발연구원	주관연구책임자	김진오	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	350,000	120,000	-	470,000
연구개발기간	2020.04.29. ~ 2021.04.28			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 특허 출원 2건	① 특허 출원 2건
② 기술 실시 1건	② 기술 실시 1건
③ 제품화 1건	③ 제품화 1건
④ 고용 창출 2건	④ 고용 창출 2건
⑤ 학술 발표 1건	⑤ 학술 발표 1건
<ul style="list-style-type: none"> · 무게 편차 : 0.04±0.006 g/cm² · 두께 편차 : ±15 % 이내 · 잔염시간 : 30 초 이하 · 잔진시간 : 3 초 이하 · 탄화길이 : 5 cm 이하 · 탄화면적 : 20 cm 이하 	<ul style="list-style-type: none"> · 무게 편차 : 0.0454, 0.0431, 0.0430, 0.0437, 0.0442 · 두께 편차 : 2.56, 1.40, 1.10, 0.73, 0.79 · 잔염시간 : 0, 0, 0, 0, 0, 0 · 잔진시간 : 0, 0, 0, 0, 0, 0 · 탄화길이 : 4, 4, 3, 4, 3, 4 · 탄화면적 : 7, 7, 7, 7, 6, 7

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I						
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	20	-	-	-	-	-	
최종목표	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
연7기간내 달성실적	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
달성율(%)	100	-	-	100	-	100	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	고밀도 저중량 니들펀칭 부직포 및 그 제조 방법
②	우수한 내구성을 갖는 온실 냉난방용 일체형 경량 스크린 제조방법

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)					
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복	외국기술 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 결	정책 자료	기타
①의 기술	v						v				
②의 기술	v						v				

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	참여기관인 펫트하이텍에서 난연성, 단열/차열 성능을 갖는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 생산을 통해 사업화 진행
②의 기술	세계 최초로 난연성과 단열 및 차열 성능을 영구적으로 가지는 고강도 일체형 온실 냉난방용 스크린 부직포 개발을 통하여 국내 보온커튼, 알루미늄 스크린 등의 피복소재 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	20	-	-	-	-	-	
최종목표	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
연구기간내 달성실적	2	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
연구종료 후 성과창출 계획		<u>2</u>				<u>10</u>	<u>750</u>	<u>200</u>	<u>5</u>			<u>1</u>	<u>1</u>				<u>1</u>		

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

- 해당사항 없음

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농축산자재산업화기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농축산자재산업화기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.