

친환경 건축자재로의 적용을 위한
제주도 현무암 산업부산물
자원화 기술개발

2017. 12

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 제주특별자치도개발공사
(제주권 국토교통기술 지역거점센터)

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “국토교통기술지역특성화사업” 과제의 기획연구
보고서로 제출합니다.

2017. 12

주관연구기관명 : 제주특별자치도개발공사
(제주권 지역거점센터)

주관연구책임자 : 고 기 원

협동연구기관명 :

협동연구책임자 :

보고서 요약서

과제고유번호		해 당 단 계 연 구 기 간		단 계 구 분	
연구 사업 명	국토교통기술지역특성화사업				
연구 과제 명	친환경 건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술개발				
연구 책임 자		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 30명	총연구비	국비 : 9억
연구기관명 및 소속 부서 명	제주권 국토교통기술 지역거점센터				
국제공동연구	해당사항 없음				
위 탁 연 구	해당사항 없음				
요약				보고서 면수	
<p>○ 본 연구는 제주지역의 석재가공 공장에서 발생하는 석분슬러지의 불연단열재료 써의 활용방안을 검토하여 인명피해 감소에 기여할 수 있는 기술개발 및 산업 부산물의 처리문제를 해결하여 환경부하를 감소시킬 수 있는 방안을 제시하기 위한 연구과제 기획임</p> <p>○ 본 기획연구에서는 다음과 같은 중점 연구내용을 설정함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제주도 현무암 석분 슬러지 활용 산업폐기물 배합비에 따른 용융물 구조 및 현무암섬유 제조 가능성 평가 - 석분슬러지 배합조건에 따른 미네랄을 물성 제어 평가 - 최적 배합조건 기반 미네랄을 제조가능성 검토 및 시운전에 따른 제조공정 조건 확립 - 제주도 현무암 섬유의 건축자재로의 성능 평가 및 공정별 피드백 					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	제주도 현무암, 슬러지, 자원화, 건축자재, 현무암 섬유			
	영 어	Jeju basalt, sludge, Resource, construction material, basalt fiber			

요약문

I. 과제명

친환경 건축자재료의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

□ 기술의 정의

- “친환경 건축자재료의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술”은 제주도 내에서 발생하는 현무암의 석분슬러지를 활용하여 불연단열재인 미네랄을 제조기술 개발에 관한 것으로 건축자재료의 적용기술을 확립하고 건축자재료의 시험성능 평가를 통해 도내 지역의 업무환경 및 주거환경을 개선하고자 함

□ 연구개발의 목적

- 제주도 현무암 산업부산물 섬유제조기술 및 제주도 현무암 섬유의 성능 시험평가
 - 제주지역내 단열재를 원활하게 공급하고 나아가 국내 불연단열재 공급을 확장하여 건축 분야의 유기단열재 대체 환경을 조성하여 by-product를 product화 하여 자원화 검토방안을 평가
 - 제주도 현무암 산업부산물(석분슬러지)의 섬유화를 위한 성분 분석 및 조성 설계
 - 성능평가를 위한 장비 사양 설계 및 개발
 - 현무암 섬유 성능 평가 시스템 확립
- 제주도 현무암 산업부산물의 건축자재 제조기술 개발 및 제주도 현무암의 건축자재 관련 시험평가
 - 건축자재(내부마감재 등)으로의 제주도 현무암 섬유 적용을 위한 제조기술 및 최적 설계
 - 건축자재의 복합소재 성능평가(난연/ 유해물질 등)
 - 현무암 섬유 적용 건축자재 성능 평가 시스템 확립

□ 연구의 필요성

- 제주지역의 대표적인 암석인 현무암(basalt)은 회색~흑색의 분출 화산암으로, 이산화규소의 함량(45~52%)이 상대적으로 낮고, 지표에서 용암이 급속히 냉각되기 때문에 보통 세

립질이거나 은미정질임

- 제주지역에 많이 분포하고 있는 현무암을 이용한 제품의 제작 기술이 필요함

Ⅲ. 시장동향 및 기술수준

- 초고층화 건축물들의 증가로 건축 구조 뿐만 아니라 고기능성(경량, 내진강화, 고내열 등) 건축자재들의 시장이 증가하고 있으며, 그 중에서도 거주자의 안전과 직결되는 내외 부 마감재의 개발 및 수요가 확대되고 있음
- 무기질 단열재는 선진국형 성장재로 볼 수 있으며 국내 단열재 시장은 연간 4%씩 10년간 성장할 것임
 - 유기질 단열재가 76% 정도, 무기질 단열재는 26% 시장점유율을 차지할 것이며, 특히 국내 무기질 단열재 시장은 건축 착공시 불연 단열소재 의무화로 인해 7~8% 성장도 가능할 것임
- 독일은 기상 이변에 대한 사회적 관심 증가와 유가 급등으로 인한 에너지 사용 비용에 대한 부담 가중으로 친환경, 에너지 절감 제품인 진공단열재(Vacuum Insulation Panel : VIP)에 대한 관심이 증가하고 있음
- 미네랄울은 식물섬유, 합성섬유와 같이 사용되는 섬유의 일종으로, 주로 보온·방음재로 사용되어 왔으나, 최근에는 건축용 패널 및 단열재를 위한 섬유 관련 용도로 사용되고 있으며, 제조방법에 대한 다수의 특허가 존재함

Ⅳ. 연구개발의 내용 및 범위

□ 내용적 범위

- 현무암섬유 제조용 분사장치 확립
 - 현무암 석분슬러지 활용을 위한 분사공정 방안 제시
 - 분사장치 노즐 설계
 - 공정온도 및 분사압 제어에 따른 섬유제조
 - 공정조건에 따른 섬유형상 및 shot 발생량 원인 파악
- 섬유제조를 위한 물성제어
 - 용융물 구조적 접근에 따른 최적 배합조건 도출
 - 석분슬러지 및 산업부산물 배합 연구
 - 용융물 조성의 염기도별 점도제어 및 내열성 확보기술 도출

- FastSage 7.0TM simulation 평가를 통한 물성제어 DB구축
- 단열수축온도 650℃ 이상의 내화섬유 제조 연구
- 시제품 제작을 통한 도내 적용계획 및 사업성 검토 평가
- 건축자재로의 성능평가 및 공정별 피드백
 - 건축자재로의 적용 관련 성능평가
 - 건축자재로의 난연성능 시험 평가

V. 연구개발의 성과

- 현무암 석분슬러지 활용을 위한 분사공정 방안 제시
- FastSage 7.0TM simulation 평가의 물성제어 DB
- 현무암 석분슬러지와 배합부산물을 활용한 섬유개발 및 시제품 제작
- 현무암 석분슬러지 활용 사업화방안 제시
- 현무암 석분슬러지 활용 제품의 성능평가 및 공정별 피드백
- 전기자전거 리튬이온배터리 팩, 산업용 보호복 등 화재 위험성이 있는 제품으로의 응용

VI. 연구개발의 활용계획

- 제주도 현무암 가공업체들의 경우 모두 석제가공을 하는 업체로 제주도 현무암을 활용하여 고내열 건축자재로의 활용방안은 없었던 것으로 확인되며 본 기술개발을 통해 새로운 시장창출이 가능할 것으로 사료됨
- 제주도 현무암 및 석분 슬러지를 활용한 고내열 건축자재 개발을 통해 관련 분야의 전문기술을 가진 연구소, 시험기관, 협회, 업체와 함께 산·학·연 협력으로 추진할 필요가 있음
- 기존 무기질 단열재 시장을 장악하고 있는 대기업 및 제주도 현무암 관련 업체에 본 기술개발의 기술이전/사업화를 가능하게 하도록 함
 - 또한 개발 결과를 관련 업체에 기술이전하여 상용화를 도모하며 개발된 기술에 대한 인증방안 및 수출방안을 모색하여 국내 뿐 아니라 전 세계적인 시장으로 발돋움할 수 있도록 산·학·연 컨소시엄에서 적극 지원할 필요가 있음

목 차

제 1 장 기술의 정의 및 필요성	1
제 1 절 기술정의 및 분류체계	1
1. “친환경 건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술개발” 기술 정의	1
2. “친환경 건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술” 설명	1
제 2 절 기술개발의 필요성	3
1. 기획의 배경	3
2. 기획의 목적	3
3. 기획의 필요성	4
제 2 장 국내외 동향 및 환경분석	5
제 1 절 국내외 정책동향	5
제 2 절 국내외 시장현황 및 전망	8
1. 국내외 고내열 건축자재 시장현황 및 전망	8
2. 국내외 기업 현황 및 경쟁력 분석	12
제 3 절 기술동향	21
1. 특허동향 분석	21
제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략	25
제 1 절 비전 및 목표	25
1. 연구개발의 목표	25
2. 개발 세부 내용	26
3. 과제개발 로드맵	27
제 2 절 추진전략 체계	29
제 3 절 자원 투입계획	30
1. 소요예산 산정	30
2. 연차별 인력투입 계획	30

제 4 장 실용화 전략	31
제 1 절 현황 분석	31
제 2 절 거점 내 수요처 분석	32
제 3 절 시장진출전략	33
제 4 절 기대효과	33
제 5 장 과제 제안요구서(RFP)	34
참고문헌	36

표 목 차

<표 2-1> 단열재별 물리적 특성	8
<표 2-2> 일본 알루미늄 단열 제품	11
<표 2-3> 독일시장 내 진공단열재 생산업체	11
<표 2-4> KCC社 무기섬유 제조현황	12
<표 2-5> 국내외 미네랄울 단열재 현황 및 특징	14
<표 2-6> 제조사 및 원료에 따른 조성정보	18
<표 2-7> 미네랄울 관련 국내외 특허 동향	23
<표 3-1> 연차별 소요예산 산정표	30
<표 3-2> 연차별 인력투입 계획표	30

그림 목 차

[그림 1-1] 단열재 시장현황 비교	2
[그림 1-2] 무기-유기단열재 특성 비교	2
[그림 1-3] 현무암 석재활용 건축물(a)과 석재가공시 발생하는 석분슬러지(b)	3
[그림 1-4] 자원순환법의 주요내용	4
[그림 2-1] 국내외 고내열 건축자재 관련 정책동향	6
[그림 2-2] 총량제 시행에 따른 적용 건물 면적(a)과 비중 및 에너지 총량제 시행에 따른 단열재와 창호시장(b)	7
[그림 2-3] 국내외 단열재 시장규모(한국화학경제연구원, '12년 기준)	9
[그림 2-4] 국내외 단열재 수요전망(2012-2021)	9
[그림 2-5] 일본 단열재 시장규모 추이 및 전망	10
[그림 2-5] LG 하우스스에서 제조된 PF보드와 타단열재의 성능비교	13
[그림 2-6] 기술별 출원현황 및 주요출원인 현황	21
[그림 2-7] 국가별 주요 출원인 현황	22
[그림 2-8] 국가별 주요 출원인 현황	24
[그림 3-1] 기술개발 로드맵	27
[그림 3-2] 기술개발 로드맵	28
[그림 4-1] 현무암섬유의 응용제품	32

제 1 장 기술의 정의 및 필요성

제 1 절 기술정의 및 분류체계

1. “친환경 건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술개발” 기술 정의

- “친환경 건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술”은 제주도내에서 발생하는 현무암의 석분슬러지를 활용하여 불연단열재인 미네랄을 제조 기술 개발에 관한 것으로 건축자재로의 적용기술을 확립하고 건축자재로의 시험성능 평가로 구성됨
- 산업부산물(석분 슬러지)를 활용한 현무암 섬유 제조기술은 제주도 현무암 산업부산물(석분 슬러지)의 조성에 따른 섬유상 제어 및 최적 용융 온도 설정, 섬유화를 위한 촉매제 설정 및 방사 최적화, 현무암 섬유의 건축자재(내부마감재 등)으로의 적용 기술로 정의함
- 제주도 현무암 섬유의 건축자재로의 성능 평가는 건축자재(친환경 내부마감재 등)으로의 적용 관련 성능평가, 실내환경의 공기환경, 유해물질 함유 등 친환경 자재로의 시험 성능 평가, 제주도 현무암 섬유가 적용된 건축자재의 난연성능 시험 평가 정의함

2. “친환경 건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술” 설명

- ‘15년 2월 6층 이상 건축물 대상으로 외단열 공법의 단열재는 준불연이상 자재사용을 의무화 하여 ’ 15년 10월 국내 건축물 내화법규 강화가 고시되었음(국토교통부령 제 238호의 규칙 제 24조). 이는 단열재별 물리적 특성을 비교하여 내화염성에 견디는 무해성 불연단열재를 활용하기 위함임



[그림 1-1] 단열재 시장현황 비교

- 건축물 마감재료의 난연성 시험방법·성능기준 등에 관한 사항은 「산업표준화법」 제 4조의 규정에 따라 제정한 한국산업규격(이하 “한국산업규격”이라 한다) KS F ISO 1182(건축 재료의 불연성 시험 방법)에 따른 시험결과, 가열시험 개시 후 20분간 가열로 내의 최고온도가 최종평형온도를 20K 초과 상승하지 않아야 하며(단, 20분 동안 평형에 도달하지 않으면 최종 1분간 평균온도를 최종평형온도로 한다), 가열종료 후 시험체의 질량 감소율이 30% 이하여야 함
- 생산제품인 보드(board)또는 루스울(loose wool)의 제품을 목적으로 섬유 굵기 및 길이를 제어하고 shot 함량을 최소화하여 단열성능을 최적화

무기-유기단열재 특성 비교

무기단열재	유기단열재
그라스울, 미네랄울	종류 스티로폼, 경질우레탄 등
불에 잘 타지 않음	불연성 불에 탐
규사, 안산암 등(탄소 미함유)	원료 폴리스티렌 등(탄소 함유)
불에 잘 타지 않고 유독가스도 없음	장점 단열성능이 뛰어나고 가격 저렴
가격 약 10% 비싸고 시공시 실내면적 다소 줄어듦	단점 불에 잘 타고 유해가스 다량 발생

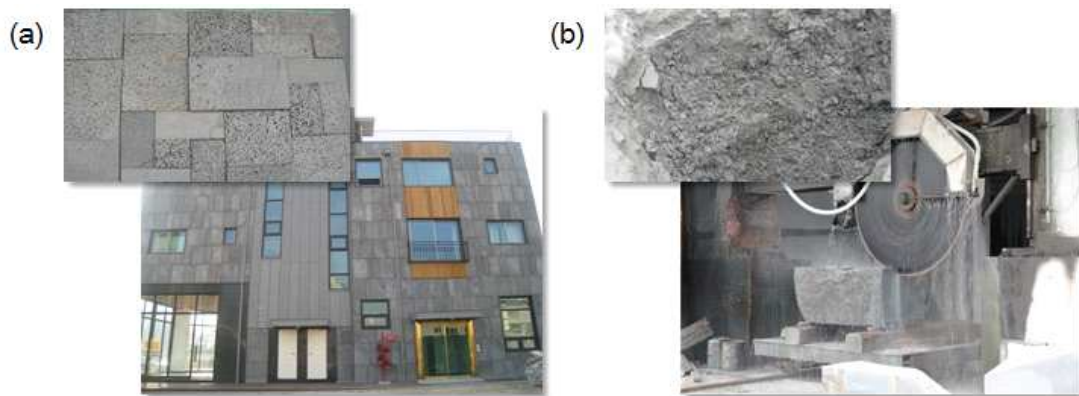
KCC 그라스울 '네이처'

[그림 1-2] 무기-유기단열재 특성 비교

제 2 절 기술개발의 필요성

1. 기획의 배경

- 제주도내의 대표암석인 현무암은 원석의 약 60%인 16,000톤/년의 폐석이나 석분슬러지로 발생되고 있으며, 제주 지역 산업특성상 석분슬러지는 100% 폐기물로 처리되어 있어 지역적 처리문제에 어려움을 겪고 있는 실정임
- 대부분의 석분슬러지는 분말형태로 물에 혼입되는데 이러한 석분슬러지가 방류되거나 살포되면 지표나 지중의 공극이 메워져 지표수의 지중침투, 지하수의 흐름, 공기의 소통이 원활하게 이루어지지 않아 생태계에 악영향을 미치게 됨
- 석분슬러지는 폐기물관리법에서 산업폐기물로 분류되어 있으므로 채석장 개발이후 석분슬러지를 현장 주변의 원지반토와 혼합하여 복구토로 주로 활용되거나 폐석의 일부만이 도로포장용 쇄석골재로만 활용되는데 그침



[그림 1-3] 현무암 석재 활용 건축물(a)과 석재가공시 발생하는 석분슬러지(b)

2. 기획의 목적

- ‘14년 기준 국내 건축용 단열재 시장규모는 1조 6천억원, 세계 시장규모는 110조원으로 단열재 시장이 확장되어 지는 가운데 국내외 내화법규 강화 및 건축 개조 공시에 따른 무기단열재 사용 의무화로 인한 미네랄울 수요가 증가되고 있음

- 석분슬러지의 고부가화의 일환으로 현무암섬유 제조기술 및 공정조건을 확립하고 건축자재로서의 성능평가를 통해 제주지역내 단열재를 원활하게 공급하고 나아가 국내 불연단열재 공급을 확장하여 건축분야의 유기단열재 대체 환경을 조성하여 by-product를 product화 하여 자원화 검토방안을 평가하고자 함

3. 기획의 필요성

- 각종 대형화재 및 지진 등으로 인한 인명/재산 피해 대비책에 대한 사회적 요구 상승에 따라 내화성능이 우수하고 화재시 유독가스가 미발생되는 불연 단열재인 미네랄을 제조에 관한 연구가 활발히 진행되고 있음. 이에 따라 제주지역의 석재가공 공장에서 발생하는 석분슬러지의 불연단열재로써의 활용방안을 검토하여 지역부산물의 고부가화를 통해 인명피해 감소에 기여하고 산업부산물의 처리방안을 해결하여 폐기물관리법 및 자원순환법에 대응하는 환경부하를 감소하고자 함



[그림 1-4] 자원순환법의 주요내용

- 기존 단열재의 원료인 천연광석 및 유리와 달리, 도내의 석분슬러지 활용시 원료에 대한 부담감 해소뿐만 아니라 폐기물관리법에 준하는 폐기물 처리비용 또한 비용저감 효과가 있음. 기존 공정과 고정비가 동일하다고 가정하였을 때, 변동비중 원료비저감, 원료운반비(기존 사업 >50km 이동, 도내 사업 < 50km 이동) 부담 해소 등 가격경쟁력이 우수하다고 판단됨

제 2 장 국내외 동향 및 환경분석

제 1 절 국내외 정책동향

- 2010년 부산 해운대 우신골든스위트 주상복합, 2013년 케냐 나이로비 조모 케냐타 국제공항, 2015년 의정부 대봉그린아파트 화재 및 2017년 두바이 토치타워, 런던 그렌펠 타워 등 전세계적으로 잇따른 초고층 건물의 대형화재로 인해 고내열 건축자재에 관한 관심이 증대되고 있음



- (부산 우신골든스위트) 외벽 마감재로 사용한 알루미늄 패널과 유리섬유 단열재는 PVC접착제로 고정되었으며 4층서 발화되어 10여분만에 가연성 외벽타고 37층 옥상까지 큰 화재로 번짐
 - (런던 그렌펠타워) 외벽 마감재로 알루미늄 패널 사이에 가연성 폴리에틸렌이 들어있는 클래딩을 사용하여 불길의 동시다발적으로 각 층의 외벽으로 번지며 최소 80명 추정 사망자를 낸
- 화재에 대한 대비책으로 미국, 일본, EU를 비롯한 여러 나라들이 화재와 관련한 건축법, 소방법 등을 강화하고 있는 추세이며, 선진국에서는 사람이 많이 모이는 극장, 호텔, 열차, 선박, 항공기 등 대형 건축물과 운송차량에 난연제 사용을 의무화 하고 있음



[그림 2-1] 국내외 고내열 건축자재 관련 정책동향

- 고층건축물은 현행 건축·소방법령에 따라 불연성 외장재 사용이 의무화 되었고 스프링클러를 설치하도록 하는 등 강화된 화재안전기준이 적용되고 있음
- (외장재) 30층 이상 고층건축물 가연성 외장재 사용금지('12. 3월) → 6층 이상으로 규정 강화(' 15. 10월)

【국토교통부령 제443호, 시행 2017.7.26】

◎ 건축물의 화재안전기준

건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙

제8조의2(피난안전구역의 설치기준)

1. 피난안전구역의 바로 아래층 및 윗층은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제21조제1항제1호에 적합한 단열재를 설치할 것. 이 경우 아래층은 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕 기준을 준용하고, 윗층은 최하층에 있는 거실의 바닥 기준을 준용할 것
2. 피난안전구역의 내부마감재료는 불연재료로 설치할 것

제24조(건축물의 마감재료)

①법 제52조제1항에 따라 영 제61조제1항 각 호의 건축물에 대하여는 그 거실의 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분(반자돌림대·창대 기타 이와 유사한 것을 제외한다. 이하 이 조에서 같다)의 마감은 불연재료·준불연재료 또는 난연재료로 하여야 하며, 그 거실에서 지상으로 통하는 주된 복도·계단 기타 통로의 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감은 불연재료 또는 준불연재료로

하여야 한다.

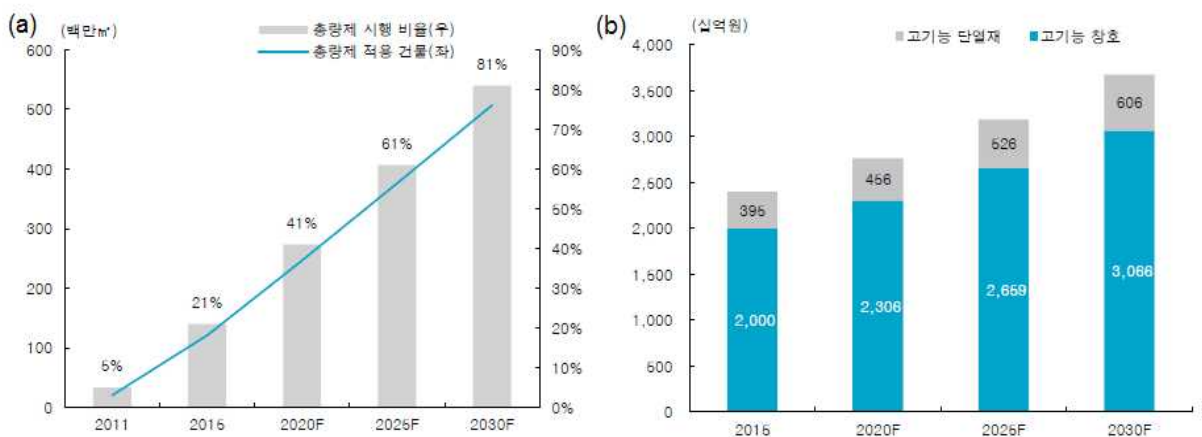
⑤영 제61조제2항에 해당하는 건축물의 외벽[필로티 구조의 외기(外氣)에 면하는 천장 및 벽체를 포함한다]에는 법 제52조제2항 후단에 따라 불연재료 또는 준불연재료를 마감재료(단열재, 도장 등 코팅재료 및 그 밖에 마감재료를 구성하는 모든 재료를 포함한다. 이하 이 항 및 제6항에서 같다)로 사용하여야 한다. 다만, 외벽 마감재료를 구성하는 재료 전체를 하나로 보아 불연재료 또는 준불연재료에 해당하는 경우 마감재료 중 단열재는 난연재료로 사용할 수 있다. <개정 2015.10.7.>

제24조의2(소규모 공장용도 건축물의 마감재료)

③영 제61조제1항제4호다목에서 “국토교통부령으로 정하는 성능을 구비한 복합자재”란 자재의 철판과 심재(心材)가 「산업표준화법」에 따른 한국산업규격이 정하는 바에 따라 다음 각 호의 품질기준을 갖춘 경우를 말한다. <개정 2006.6.29., 2008.3.14., 2010.12.30., 2013.3.23.>

1. 철판 : 도장용융아연도금강판중 일반용으로서 전면도장의 횡수는 2회 이상이고 두께는 0.5밀리미터 이상인 것
 2. 심재
- 다. 그 밖의 심재는 불연재료·준불연재료 또는 난연재료인 것

□ 에너지 소비총량제 관련하여 제도가 적용될 시장 규모를 추정하면 2015년 국내 건축물 총 면적은 5.8억㎡이며 총량제 적용 대상건물은 1.2억㎡, 총량제 시행비율은 21% 정도임을 감안하여 2025년 총량제 적용건물은 3.7억㎡으로 시행비율은 61%로, 2030년은 81%로 상승이 예상됨. 이를 통해 에너지 절감량은 2015년 126만toe에서 2030년 5배 늘어난 656만toe에 도달할 것이며, 에너지 절감을 위한 핵심 건자재인 단열재 시장은 2020년까지 연평균 15.3%의 성장이 예상됨



[그림 2-2] 총량제 시행에 따른 적용 건물 면적(a)과 비중 및 에너지 총량제 시행에 따른 단열재와 방화시장(b) (출처 : 국토교통부)

제 2 절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내외 고내열 건축자재 시장현황 및 전망

- 전세계적으로 대도시가 경제활동의 주체가 되면서 소득수준이 높아지자 대도시의 인구밀도 증가로 고층건물들이 급속하게 증가하고 있음
- 초고층화 건축물들의 증가로 건축 구조 뿐만 아니라 고기능성(경량, 내진강화, 고내열 등) 건축자재들의 시장이 증가하고 있으며, 그 중에서도 거주자의 안전과 직결되는 내외부 마감재의 개발 및 수요가 확대되고 있음
- 일반적으로 사용되고 있는 건축 내장재로는 석고보드, 석면, 암면, 스티로폼, 우레탄을 사용하고 있으나 중량이 무겁고 내수성이 약하며 특히 내열성이 취약하여 대형 화재 발생의 가능성이 높음

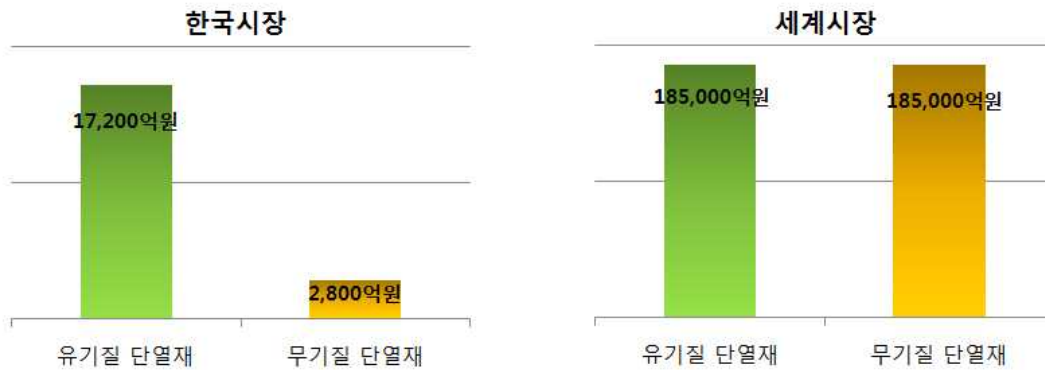
<표 2-1> 단열재별 물리적 특성

	비중(gr/cm ²)	열전도율(kcal/(m.hr.°C))	흡수성	내화염성	유해성
폴리우레탄	0.016-0.030	0.020-0.021	경미	연소	연소시 CO가스 발생
폴리스티렌(스티로폼)	0.013-0.032	0.029-0.032	4%(volume)	연소	연소시 CO가스 발생
셀룰로스	0.035-0.048	0.025-0.038	5-20%(volume)	연소	연소시 CO가스 발생
미네랄울	0.024-0.04	0.033-0.038	2%(volume)	비연소	-
유리섬유	0.01-0.016	0.028-0.043	경미	비연소	-
Perlite	0.03-0.64	0.06-0.021	경미	비연소	-
질석	0.03-0.10	0.020-0.021	없음	비연소	-

- 국토교통부는 국가 온실가스 감축목표 달성 및 주거비 부담 완화를 위하여 2017년 12월부터 신축 공동주택(30세대 이상)의 에너지 의무절감률을 50~60%로 상향 시행하도록 함
- 개정안을 통해 에너지 설계기준이 강화되어 주택에너지성능 평가 시 칩기울, 냉방 설비 평가, LED 고효율 조명 유도를 위한 조명밀도, 외단열, 신재생 설비 등을 선택 적용할 수 있게 하며 이에 대해 건설비용은 소폭 상승하나 국민 주거비 절감 및 국가 온실가스 감축 목표 달성에 이바지 할 수 있을 것임

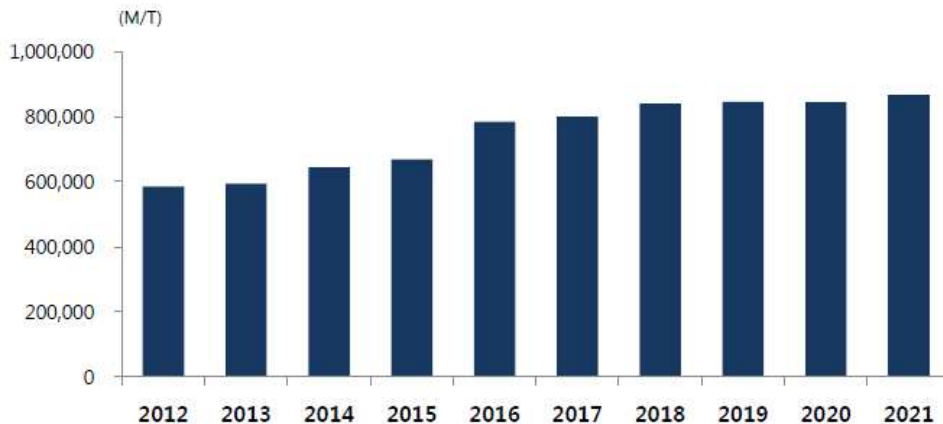
- 국내 건축용 단열재 수요는 2016년 78만3700톤으로 전년대비 17% 증가했으며 수요 증가의 가장 큰 원인은 전방산업인 건축경기의 활성화가 주된 원인으로 판단됨
 - 국내 건설경기는 2013년을 기점으로 건축 착공 및 허가 면적이 증가하기 시작하여 2015년 전년대비 36% 증가한 수치를 기록하였고 단열재 및 인테리어 제품은 착공 이후 실제 사용될 때 까지 1~2년간의 시차가 있어, 최소 2018년까지 전자재 시장은 호황을 유지할 것으로 전망됨

- 무기질 단열재는 선진국형 성장재로 볼 수 있으며 국내 단열재 시장은 연간 4%씩 10년간 성장할 것임
 - 유기질 단열재가 76% 정도, 무기질 단열재는 26% 시장점유율을 차지할 것이며, 특히 국내 무기질 단열재 시장은 건축 착공시 불연 단열소재 의무화로 인해 7~8% 성장도 가능할 것임



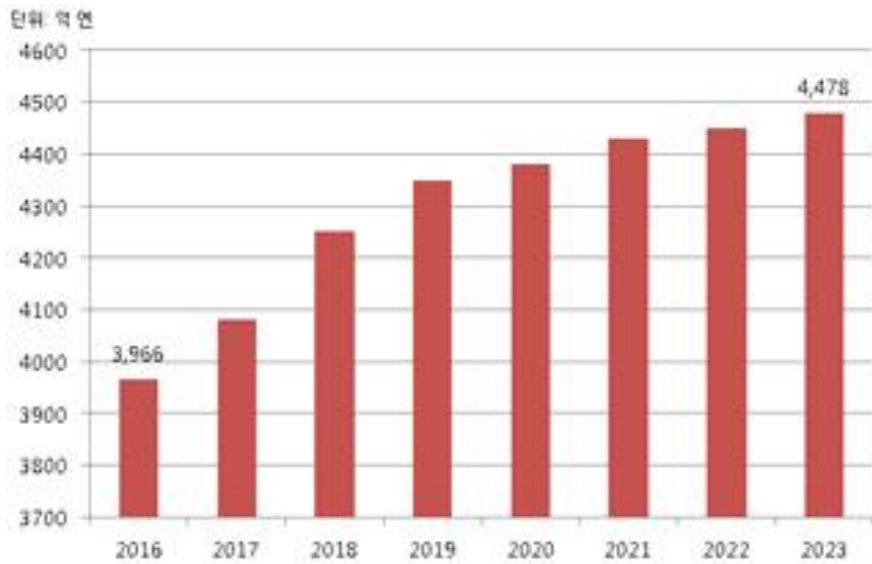
[그림 2-3] 국내외 단열재 시장규모(한국화학경제연구원, '12년 기준)

- 건축용 뿐만 아니라 산업용, 특히 열에 민감한 LNG선의 보수나 교체가 지속적으로 발생하여 조선 산업에 있어 단열재의 수요가 증가하고 있음



[그림 2-4] 국내외 단열재 수요전망(2012-2021)

- (일본) “건축물의 에너지소비율 향상에 관한 법률” 제정으로 건축물의 에너지 절약 성능 기준 준수 의무화에 따라 단열재의 수요 확대가 예상되며, 실제 법률 고시 직후 일본 전자재 관련 상사로부터 한국 기업 및 제품에 대한 문의 건수가 급증
- 2016년 기준 일본 단열재 시장규모는 3,966억 엔(약 4조 2,500억원)으로 2023년에는 4,478억 엔(약 4조 8,000억원)규모로 성장할 전망(후지경제)



[그림 2-5] 일본 단열재 시장규모 추이 및 전망

- 일본 세관 통계에 따르면 일본의 한국으로부터 수입량이 2016년대비 31.1% 증가하였으며, 제4위 대일 수출국으로 2016년 기준 254만 달러를 기록
- 주로 수입하는 단열재 재질은 알루미늄 재질, 탄소섬유 제품, 규산염 나노입자 (Fumed Silica)제품, 진공단열재 등 첨단소재 제품이 높은 성장률을 보임
- 건축물법에 의거, 2017년 4월부터 총면적 2,000㎡ 이상의 신축 건축물에 대해 에너지 소비 성능기준 준수가 의무화되었으며, 2020년 4월부터는 규제 대상이 확대되어 모든 신축 주택에 대해서도 에너지 절감 기준이 적용될 예정
- 건축물법외에도 ZEH Builder 인증제도, 리폼 권장 정책, 2020년 개최 예정인 도쿄 올림픽 등 제도 및 정책적 뒷받침 등이 일본에서의 단열재 수요 시장을 견인하여 향후 지속적으로 증가할 것으로 보임
- 주택용 외에도 병원, 호텔, 복지시설 등에서도 수요확대가 기대되며, 건축용 외 자동차의 전장화 및 에너지 효율성에 대한 요구수준 고도화, 탑승자의 쾌적감 향상 도모 등을 이유로 한 단열성에 대한 수요처 확대 예상

<표 2-2> 일본 알루미늄 단열 제품

No	판매기업명/ 제품명	제품사진	생산지	도매가	규격 (폭, 길이, 두께)
1	Prairie homes/ ASTRO-E		말레이시아	18,500엔	1.22m×38m×4mm
2	Fubuki/ 차단에어테크		일본	26,300엔	1m×40m×0.9mm
3	KIKUCHI-SHEET/ 이즈나이2		일본	13,000엔	1m×10m×3mm
4	유한회사 I.P.P/ TAP201NR-6		대만	50,000엔	1.22m×60m×0.12mm
5	니혼샤네츠/ THB-FX		일본	50,000엔	1m×50m×0.2mm
6	Neetec/ 리프랙티크스		미국	35,000엔	1.22m×38m×7.93mm

□ (독일) 기상 이변에 대한 사회적 관심 증가와 유가 급등으로 인한 에너지 사용 비용에 대한 부담 가중으로 친환경, 에너지 절감 제품인 진공단열재(Vacuum Insulation Panel : VIP)에 대한 관심이 증가하고 있음

○ 독일 건축자재협회 건축자재 총 생산규모 중 단열재료가 약 6%를 차지하며 그 중 70%가 지붕, 벽 등의 건설분야, 나머지 30%는 운송수송분야 및 가전제품 분야에 사용됨

<표 2-3> 독일시장 내 진공단열재 생산업체

No	판매기업명/제품명	홈페이지	설립연도
1	Vaku-Isotherm GmbH	www.vaku-isotherm.de	2005년
2	VACU-ISOTEC KG	www.vaku-isotherm.de	2004년
3	HASIT Trockenmörtel GmbH	www.hasit.de	1967년
4	Porextherm Dämmstoffe GmbH/Vacutherm Vacupor NT-B2	www.porextherm.de	1989년
5	Variotec Sandwichelemente GmbH & Co. KG	http://www.variotec.de	1986년

- (러시아) 건축 자재와 건강의 상관관계를 인식하면서 질 좋은 단열재 및 친환경 자재의 수요가 눈에 띄게 증가 추세
 - 소비자들은 제품 구매 시 제품 인증 현황 및 환경마크의 유무를 확인하기 시작 (단열재 생태학적 규격 STO VL 1.05.5760-11-1.0)
 - 2012년 8월 러시아 연방기술표준청(Rosstandart)과 대형 제조회사 전문가의 의견을 수렴한 생태연합이 러시아 단열재 생태학적 규격을 제정
 - 러시아 법률 및 기후 조건도 고려한 것으로 생태학적으로 안전한 건축자재의 통합 인증 규범으로 확립

2. 국내의 기업 현황 및 경쟁력 분석

가. 국내의 기업 현황

- 국내 단열재 시장은 1.3조원으로 이 중 1조원 이 건축용임. 국내 단열재 생산기업은 KCC, 벽산, LG하우시스, SH에너지화학 등 대기업을 중심으로 기술 개발, 생산 및 판매가 이루어지고 있으며 최근 공격적인 설비 투자 및 해외 마케팅으로 수출 시장이 급팽창하고 있음. 그러나 불연소재의 무기단열재를 제조하는 생산업체는 KCC 및 벽산의 독과점 생산체제로 주를 이루고 있음
 - (KCC) 국내 최대 규모의 고성능 무기단열재 공장을 경상북도 김천에 준공하고 17년 7월 본격적인 상업생산에 돌입하여 국내 생산의 65% 차지 및 유럽 등 세계시장으로 진출하게 됨
 - 주요생산 단열제품은 일반 세라크울과 생체분해성 Bio 세라크울 등 내화 단열재로 ‘친환경성’ 과 ‘고품질 고성능’ 으로 무기단열재 시장을 선도
 - 내화성능이 우수한 무기단열재는 낮은 열전도율로 열손실을 방지하며 내화벽돌 대비 1/5정도 가볍고 유연성이 우수하여 시공성이 높으며 단열효과로 에너지 비용 소모 절감이 가능

<표 2-4> KCC社 무기섬유 제조현황

종류	주용도	안전 사용 온도	주요 응용 분야	생산량(톤)
그라스울	보온자재	300°C	건축, 산업용	71,000
미네랄울		600°C	선박, 산업용	33,000
세라크울		1000°C	선박, 산업용	10,000


- (벽산) 2017년 글라스울 단열재를 취급하는 익산 공장 증설계획 발표 및 미네랄을 공장 320억 투자로 추가 증설을 통해 현재 연간 550억원의 매출에서 150억원 이상의 추가 매출 기대가 가능
- 규산칼슘계의 광석을 고온으로 용융시켜 만드는 벽산 미네랄울은 균일하고 미세한 섬유로 이루어져 밀도가 높고 공기를 촘촘히 포함하고 있어 저주파음에서도 흡음효과가 우수함
- 또한 섬유질 재료로 잘 파손되지 않으며 가공성이 우수하여 각종 내화구조 공법 재료로 적용이 가능함
- (LG하우시스) 에너지 절감 규제가 강화되며 향후 가장 위협받을 제품은 시장의 57%를 차지하는 EPS(스티로폼류)라고 평가되면서 2013년 국내 최초로 유기질 단열재 단점인 유해성, 가연성 등을 보완한 페놀폼 단열재 양산을 시작하였으며 2016년 준불연 성능과 단열 성능을 개선한 외단열재 ‘PF보드’를 최초로 출시하였음
- 충북 옥산공장에 540억원 투자로 PF단열재 제2공장을 600만㎡ 생산규모로 건설중이며 PF단열재는 우수한 화재안전성으로 현재 약 1조 2천억원 규모의 국내 건축용 단열재 시장을 선도해 나갈 것으로 각광받고 있음





구분	단열재 재료 비교				
	EPS(비드법)	XPS(압출법)	PIR(경질우레탄)	PF(페놀폼 단열재)	글라스울
제품 이미지					
재질	비드(스티로폼)	비드(스티로폼 압출)	우레탄	페놀릭 수지	유리면
규격	900mm * 1,800mm	900mm * 1,800mm	1,000mm * 2,000mm	1,200mm * 2,000mm	900mm * 1,800mm
열전도율	0.034W/mK	0.027W/mK	0.023W/mK	0.019W/mK	0.032~0.038W/mK
밀도	28K	32K	35K	35K	32K
내구성	성능저하 (수분에 의한 저하)	경시변화 심함 (40% 이상 저하)	경시변화 있음 (25% 이상 저하)	경시변화 거의 없음 (4% 저하)	성능저하 (수분에 의한 저하)
압축강도	8~18	20	8	12~18 N/m ²	-
굴곡강도	18	25	15	50 N/m ²	-
시공성	콘크리트 타설 용이	콘크리트 타설 어려움	콘크리트 타설 어려움	콘크리트 타설 용이	
투습계수	250 이하	145 이하	40 이하	25 ng/m ² Spa이하	습기에 매우 약함
불연성	x	x	x	준 불연	불연
유독가스발생	x	x	연소시 유독가스 발생 (HCN)	x	x







[그림 2-5] LG 하우시스에서 제조된 PF보드와 타단열재의 성능비교


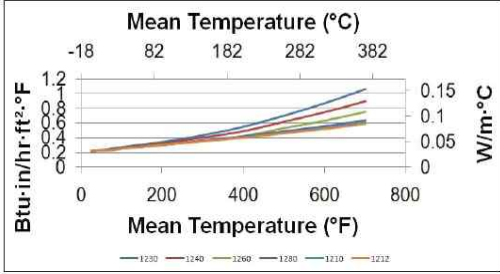
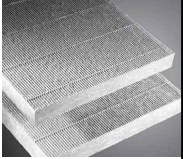




- 건축 단열재는 무기계와 유기계로 나뉘지만 국내시장은 유기단열재가 70%를 점유하고 있으며, 무기단열재는 최근 화재시 내화성을 필요로 하는 산업체에 많이 사용되며 사용빈도가 증가하고 있는 추세임
- 유럽은 섬유상태 무기단열재 시장이 크며 독일시장은 비드법 단열판을 포함한 무기 단열재와 압출법 단열판 사용비율이 9대 1규모를 가지고 있음. 무기단열재 시장 점유율을 보면 안면과 글라스 울이 절반이고 비드법 단열판이 40%를 차지하고 있음
- 해외 기업으로는 글로벌 화학기업인 바스프(BASF)사, 유리섬유 단열재 기업인 미국의 오웬스코닝(Owens-Corning Fiberglas Corp))사, 덴마크의 락울(Rock wool)등을 중심으로 미주 및 유럽의 단열재 시장을 점유하고 있음
- (바스프) 특수 흑연 입자를 넣어 단열 성능 20% 증대 및 두께 20% 절감을 통해 기존 보다 경량이면서도 우수한 단열재인 네오폴(Neopor) 제품은 잔류성유기오염물질로 지정된 난연재인 HBCD (Hexabromocyclododecane)를 친환경 고분자 난연재로 대체하였으며 85% 이상의 재활용율을 가짐
- 에너지 소모량 절감을 위한 정부 규제 강화로 바스프의 고성능 단열재 시장은 매년 35% 성장해 15만 톤 규모로 건축 단열재, 복합 단열보드, 층간소음재, 각종 포장재 등에 다양하게 활용되며 독일과 한국에서만 생산됨
- (오웬스코닝) 주거용 및 상업용 건축자재, 유리섬유 강화재 및 복합소재 시장의 글로벌 선두 기업으로 유리섬유 단열재에 있어 약 70여년 시장을 가지고 있음
- 최근 시공시 발생하는 분진 발생을 최소화하면서도 유연하고 단열성이 우수한 식물성 바인더 적용 에코터치 단열재 개발로 친환경 유리섬유 단열재가 생산 판매 중임

<표 2-5> 국내외 미네랄울 단열재 현황 및 특징

회사/국가	제품명	특징	비고																																			
KCC/ 한국	보온판	- 제품규격																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종류</th> <th rowspan="2">밀도</th> <th colspan="3">표준규격</th> <th rowspan="2">열간수축 온도</th> <th colspan="2">열전도율</th> </tr> <tr> <th>두께</th> <th>폭</th> <th>길이</th> <th>20°C</th> <th>70°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>펠트</td> <td>60</td> <td rowspan="4">50</td> <td rowspan="4">0.5</td> <td rowspan="4">1</td> <td rowspan="4">400이상</td> <td>0.037</td> <td>0.044</td> </tr> <tr> <td>1호</td> <td>80, 100</td> <td>0.035</td> <td>0.042</td> </tr> <tr> <td>2호</td> <td>120, 140</td> <td>75</td> <td>0.035</td> <td>0.042</td> </tr> <tr> <td>3호</td> <td>180</td> <td>100</td> <td>0.036</td> <td>0.042</td> </tr> </tbody> </table>		종류	밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율		두께	폭	길이	20°C	70°C	펠트	60	50	0.5	1	400이상	0.037	0.044	1호	80, 100	0.035	0.042	2호	120, 140	75	0.035	0.042	3호	180	100	0.036	0.042
		종류				밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율																											
				두께	폭		길이	20°C	70°C																													
		펠트		60	50	0.5	1	400이상	0.037	0.044																												
		1호		80, 100					0.035	0.042																												
		2호		120, 140					75	0.035	0.042																											
		3호		180					100	0.036	0.042																											
		- 용도																																				
		• 방음벽 및 방 내화구조심재																																				

회사/ 국가	제품명	특징	비고																																					
		<ul style="list-style-type: none"> • 건축물 결로방지 및 보온단열 • 기계실 등의 소음설비 흡음 • 건축물의 외부단열 																																						
	블랭킷	<p>- 제품규격</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종류</th> <th rowspan="2">밀도</th> <th colspan="3">표준규격</th> <th rowspan="2">열간수축 온도</th> <th colspan="2">열전도율</th> </tr> <tr> <th>두께</th> <th>폭</th> <th>길이</th> <th>20°C</th> <th>70°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1호</td> <td>A</td> <td>60</td> <td>50, 75</td> <td rowspan="2">1</td> <td rowspan="2">5,3</td> <td rowspan="2">600이상</td> <td>0.035</td> <td>0.043</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>80, 100</td> <td>25, 50</td> <td>10,5</td> <td>0.035</td> <td>0.042</td> </tr> <tr> <td>2호</td> <td>120</td> <td>75</td> <td></td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td>0.035</td> <td>0.041</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 용도</p> <ul style="list-style-type: none"> • 주택천정, 공조다트, 급수탱크 및 설비 등의 보온단열 	종류	밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율		두께	폭	길이	20°C	70°C	1호	A	60	50, 75	1	5,3	600이상	0.035	0.043	B	80, 100	25, 50	10,5	0.035	0.042	2호	120	75		3			0.035	0.041	
종류	밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율																																		
		두께	폭	길이		20°C	70°C																																	
1호	A	60	50, 75	1	5,3	600이상	0.035	0.043																																
	B	80, 100	25, 50				10,5	0.035	0.042																															
2호	120	75		3			0.035	0.041																																
	루즈울	<p>- 제품규격</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>포장단위</th> <th>밀도</th> <th>열전도율</th> <th>열간수축온도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>40-150</td> <td>0.044 이하</td> <td>650 이상</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 용도</p> <ul style="list-style-type: none"> • 산소탱크 등 보냉설비 충전단열 • 칸막이벽 내부 충전단열 • 형상이 불규칙한 열설비 충전단열 	포장단위	밀도	열전도율	열간수축온도	20	40-150	0.044 이하	650 이상																														
포장단위	밀도	열전도율	열간수축온도																																					
20	40-150	0.044 이하	650 이상																																					
	하이울	<p>- 제품규격</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">밀도</th> <th colspan="3">표준규격</th> <th rowspan="2">열간수축 온도</th> <th colspan="2">열전도율</th> </tr> <tr> <th>두께</th> <th>폭</th> <th>길이</th> <th>20°C</th> <th>70°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110, 120</td> <td>25,50,7 5,100</td> <td>0.5,1</td> <td>1</td> <td>600이상</td> <td>0.036</td> <td>0.043</td> </tr> </tbody> </table>	밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율		두께	폭	길이	20°C	70°C	110, 120	25,50,7 5,100	0.5,1	1	600이상	0.036	0.043																			
밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율																																			
	두께	폭	길이		20°C	70°C																																		
110, 120	25,50,7 5,100	0.5,1	1	600이상	0.036	0.043																																		
벽산/ 한국	펠트	<p>- 제품규격</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">밀도</th> <th colspan="3">표준규격</th> <th rowspan="2">열간수축 온도</th> <th colspan="2">열전도율</th> </tr> <tr> <th>두께</th> <th>폭</th> <th>길이</th> <th>20°C</th> <th>70°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50,60</td> <td>50</td> <td>0.5</td> <td>1</td> <td>400이상</td> <td>0.039</td> <td>0.049</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 용도</p> <ul style="list-style-type: none"> • 아파트, 일반주택의 단열·결로방지 • 학교, 일반주택의 방음 • 공조다트의 단열·기계실·전기실등의 흡음 • 벽·칸막이의 단열·흡음 	밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율		두께	폭	길이	20°C	70°C	50,60	50	0.5	1	400이상	0.039	0.049																			
밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율																																			
	두께	폭	길이		20°C	70°C																																		
50,60	50	0.5	1	400이상	0.039	0.049																																		

회사/ 국가	제품명	특징	비고																																	
	보온판	<p>- 제품규격</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종류</th> <th rowspan="2">밀도</th> <th colspan="3">표준규격</th> <th rowspan="2">열간수축 온도</th> <th colspan="2">열전도율</th> </tr> <tr> <th>두께</th> <th>폭</th> <th>길이</th> <th>20°C</th> <th>70°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1호</td> <td>80, 100</td> <td rowspan="2">50</td> <td rowspan="2">0.5</td> <td rowspan="2">1</td> <td rowspan="3">600이상</td> <td>0.037</td> <td>0.044</td> </tr> <tr> <td>2호</td> <td>120, 140</td> <td>75</td> <td>1</td> <td>0.036</td> <td>0.043</td> </tr> <tr> <td>3호</td> <td>200</td> <td>100</td> <td></td> <td>0.038</td> <td>0.044</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 용도</p> <ul style="list-style-type: none"> 발전보일러 등 산업설비의 단열·보온 선박의 단열재 커튼월 단열·흡음재 방화를 목적으로 하는 칸막이 벽, 도어의 코아재 	종류	밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율		두께	폭	길이	20°C	70°C	1호	80, 100	50	0.5	1	600이상	0.037	0.044	2호	120, 140	75	1	0.036	0.043	3호	200	100		0.038	0.044	 
종류	밀도	표준규격			열간수축 온도	열전도율																														
		두께	폭	길이		20°C	70°C																													
1호	80, 100	50	0.5	1	600이상	0.037	0.044																													
2호	120, 140					75	1	0.036	0.043																											
3호	200	100		0.038		0.044																														
	패널코아 용 미네랄울	<p>- 제품규격</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">밀도</th> <th colspan="3">표준규격</th> <th rowspan="2">열간수축온도</th> <th>열전도율</th> </tr> <tr> <th>두께</th> <th>폭</th> <th>길이</th> <th>70°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">90 이상</td> <td>72</td> <td rowspan="3">1</td> <td rowspan="3">2</td> <td rowspan="3">600이상</td> <td>0.044</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0.043</td> </tr> <tr> <td>84</td> <td>0.044</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 내화성능이 요구되는 샌드위치 패널의 코아재 	밀도	표준규격			열간수축온도	열전도율	두께	폭	길이	70°C	90 이상	72	1	2	600이상	0.044	80	0.043	84	0.044														
밀도	표준규격			열간수축온도	열전도율																															
	두께	폭	길이		70°C																															
90 이상	72	1	2	600이상	0.044																															
	80				0.043																															
	84				0.044																															
	루스울	<p>- 제품규격</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>밀도</th> <th>열간수축온도</th> <th>열전도율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40-150</td> <td>650이상</td> <td>0.044이하</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 원료배합비율</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>용도</th> <th>루즈울</th> <th>시멘트</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>단열용</td> <td>1</td> <td>0.28</td> </tr> <tr> <td>흡음, 결로방지용</td> <td>1</td> <td>0.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 미네랄울 흡음 천장재의 원료 주택천장·벽 등의 반습식 분사공법용 단열재 기타 매트나 보드로는 시공하기 어려운 부분의 충전용 	밀도	열간수축온도	열전도율	40-150	650이상	0.044이하	용도	루즈울	시멘트	단열용	1	0.28	흡음, 결로방지용	1	0.3	 																		
밀도	열간수축온도	열전도율																																		
40-150	650이상	0.044이하																																		
용도	루즈울	시멘트																																		
단열용	1	0.28																																		
흡음, 결로방지용	1	0.3																																		
BASF/ 독일	네포폴	<p>- 재료 : 흑연 폴리스틸렌</p> <p>- 특징</p> <ul style="list-style-type: none"> 고효율 단열재로 주택의 열손실을 최소화 하기 위해 개발됨 단열성능이 뛰어남 EPS보다 재료 사용량을 최대 50 %까지 낮춰줌 친환경성 																																		

회사/ 국가	제품명	특징	비고
		<ul style="list-style-type: none"> 지붕, 마루의 단열용 단열보드와 성형부품으로 가공됨 	
ROCK WOOL /덴마크	DELTA® Mineral Board	<ul style="list-style-type: none"> - 크기 : 61cm×122cm - 두께 : 51mm - -29℃~454℃의 산업분야에 권장되는 효율적인 절연체 - 빌딩 엔벨로프, 집진기, 저장탱크 및 장비에 사용 - 칼로 쉽게 자르는 것이 가능하며, 가벼운 무게로 다루기가 쉬움 	
Industrial Insulation Group, LCC/USA	MinWool -1200 Industrial Board	<ul style="list-style-type: none"> - 재료 : 열경화성 수지를 사용한 현무암 섬유 - 표준크기 : (610x1219)mm, (914x1219)mm - 두께 : (25~102)mm - 열간수축율 : 0%(at 566℃), <2%(at 650℃) <p style="text-align: center;">THERMAL CONDUCTIVITY</p> 	 
ISOVER	Mineral wool panel ISOVER SKL-M	<ul style="list-style-type: none"> - 흑색유리섬유로 덮여있음 - 외벽을 단열하고 바람막이 벽으로 사용하기 적합 - 크기 : (50×1200×1600)mm - 밀도 : 60kg/m³ - Fire class : A2-s1, d0 	
ROXUL /Canada	ROXUL SAFE	<ul style="list-style-type: none"> - 재료 : 현무암 슬래그 - Melting point : 약 1177℃ - 크기 : 610 x 1219mm - 두께 : 2~4inch - 특징 <ul style="list-style-type: none"> • 시공성 우수 • 불연성 • 뛰어난 흡음력 • 낮은 수분 흡착 및 방수 • CFC 및 HCFC 프리 공정 및 제품 • 천연 & 재활용소재 	
OWEN S CORNING/	Thermafiber FireSpan	<ul style="list-style-type: none"> - 제품규격 	

회사/ 국가	제품명	특징	비고																															
USA		Technical Data <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Tested to ASTM C 518</th> <th colspan="4">Tested to ASTM E 84</th> </tr> <tr> <th>Nominal Density</th> <th>"k" @ 75° [24°C] BTU.in/hr .sq. ft. °F</th> <th>"R" value per inch of thickness****</th> <th>Flame Spread</th> <th>Smoke Developed</th> <th>Flame Spread</th> <th>Smoke Developed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FireSpan® 40</td> <td>4.0 pcf</td> <td>0.23</td> <td>4.3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>FireSpan® 90</td> <td>8.0 pcf</td> <td>0.23</td> <td>4.3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		Tested to ASTM C 518			Tested to ASTM E 84				Nominal Density	"k" @ 75° [24°C] BTU.in/hr .sq. ft. °F	"R" value per inch of thickness****	Flame Spread	Smoke Developed	Flame Spread	Smoke Developed	FireSpan® 40	4.0 pcf	0.23	4.3	0	0	25	0	FireSpan® 90	8.0 pcf	0.23	4.3	0	0	25	0	
				Tested to ASTM C 518			Tested to ASTM E 84																											
Nominal Density	"k" @ 75° [24°C] BTU.in/hr .sq. ft. °F		"R" value per inch of thickness****	Flame Spread	Smoke Developed	Flame Spread	Smoke Developed																											
FireSpan® 40	4.0 pcf	0.23	4.3	0	0	25	0																											
FireSpan® 90	8.0 pcf	0.23	4.3	0	0	25	0																											
		- 특징 <ul style="list-style-type: none"> • 화재방지용으로 적합 • 1093℃ 이상의 온도에서 내화성 • 온실가스 배출감소 • 70% 정도의 재활용 재료를 사용 																																

□ 종합적으로, 국내의 단열재 제조를 위한 광석 및 재활용의 배합기술에 따른 공정조건 제어는 매우 중요하며, 각 제조사의 공정조건 및 용도에 따른 조성은 다음과 같음

<표 2-6> 제조사 및 원료에 따른 조성정보

Percent composition	E-Glass	S-Glass	AR-Glass	Glass wool	Rock wool from basalt melted in a furnace	Rock wool from basalt and other material melted in a cupola	Slag wool melted in a cupola	RCF kaolin	RCF zirconia	Special purpose glass fiber 475 formulation ^f
SiO ₂	52-56	65	60.7	55-70	45-48	41-53	38-52	49.5-53.5	47.5-50	57-58
Al ₂ O ₃	12-16	25		0-7	12-13.5	6-14	5-15	43.5-47	35-36	5-6
B ₂ O ₃	5-10			3-12						10-11
K ₂ O	0-2		2	0-2.5	0.8-2	0.5-2	0.3-2	<0.01	<0.01	2-3
Na ₂ O	0-2			13-18	2.5-3.3	1.1-3.5	0-1	0.5	<0.3	10-11
MgO	0-5	10		0-5	8-10	6-16	4-14	<0.1	0.01	0-0.5
CaO	16-25			5-13	10-12	10-25	20-43	<0.1	<0.05	2-3
TiO ₂	0-1.5			0-0.5	2.5-3	0.9-3.5	0.3-1	2	0.04	0-0.1
Fe ₂ O ₃	0-0.8			0.1-0.5				1	<0.05	0-0.1
FeO					11-12	3-8	0-2			
Li ₂ O			1.3	0-0.5						
SO ₃				0-0.5						
S					0-0.2	0-0.2	0-2			
F ₂	0-1			0-1.5						
BaO				0-3						5
ZrO ₂			21.5					0.1	15-17	
P ₂ O ₅							0-0.5			
Cr ₂ O ₃								<0.03	<0.01	
ZnO										4

^aNavy Environmental Health Center 1997; TIMA 1993

^bAs is standard practice, the chemical composition of the elements are reported as oxides, even though no such individual crystals exist in the fibers.

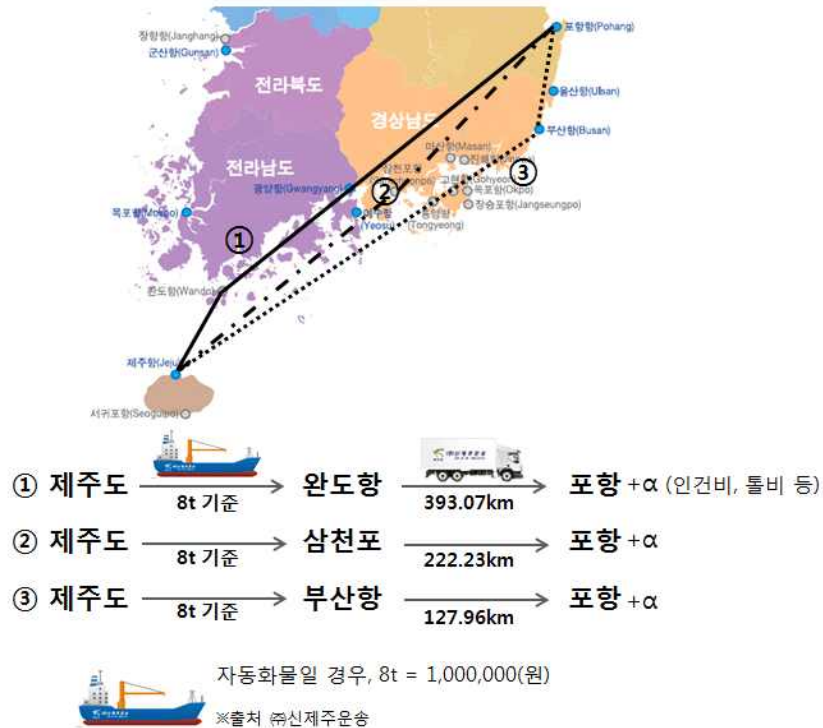
^cThere are several formulations applicable to this category and formulation 475 is generally representative.

AR-glass = alkali resistant glass; E-glass = electrical glass (so called because the low alkali oxide content makes it useful for electrical applications); RCF = refractory ceramic fiber; S-glass = high tensile strength glass (stronger than E-glass)

나. 경쟁력 분석

- 현무암 섬유는 국내 자원을 이용함으로 운송료 등의 최소한 비용만 요구되어 생산화에 있어 비용저감의 효과가 있음

제주도 현무암 최단 거리별 운송로



- 유류비 변동 등으로 운송비 절감을 위해 최근 국내 내륙 운하 경인 아라뱃길에 화물선 운항 시작으로 제주도 생수, 농산물, 중고차, 철강 등을 실어 나르고 있으며 부산에서 수도권까지 운송비가 트럭보다 저비용 및 시간 절감 효과가 있음
 - 2030년 매년 컨테이너 93만 TEU, 모래 1000만톤, 자동차 6만대, 철강재 57만톤 등 수도권 지역으로의 물류 거점이 가능할 것으로 예상(한국수자원공사)
- 우리나라 현무암섬유 대량생산 기술은 선진국 대비 70% 수준으로 현무암 원재료의 접근성이 우수한 제주도에 현무암 섬유 R&BD 및 생산을 위한 현무암 섬유 집적화가 필요함
- 현무암 섬유의 경우 우리나라 산업용 섬유시장의 기존 유리섬유, 탄소섬유를 대체하는 방향으로 로드맵이 요구되며 각종 산업재에 있어 최적화된 소재시장으로의 기반

개발이 필요함

- 유리섬유의 인체 유해성 문제, 연속사용온도 및 사용시간에 대한 성능 개선이 요구되면서 현무암 섬유는 새로운 대체 소재로 산업 활성화가 가능할 것이며, 소재의 수출 및 소재산업 자주화 역량에 크게 기여할 수 있을 것으로 사료됨

제 3 절 기술동향

1. 특허동향 분석

□ 특허맵 검토

검색일	2016.07.05	검색DB	WIPS-ON
-----	------------	------	---------

◆WIPS는 한국에서 제공하는 검색 DB로서, 한국, 미국, 일본, 유럽, PCT 검색됨

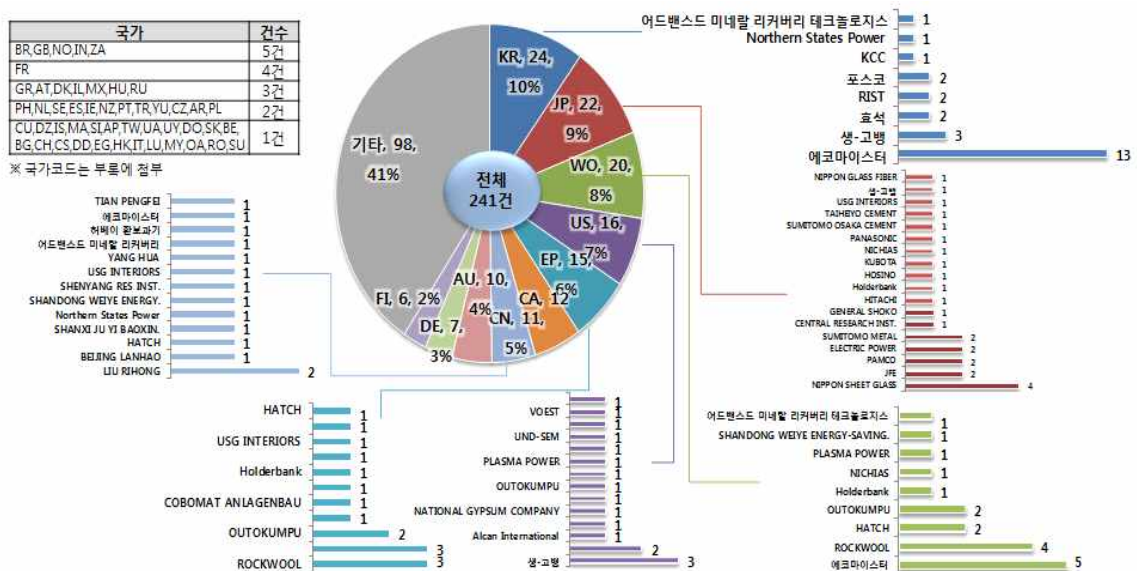
구분		검색국가	검색범위	검색 가능한 기간
검색 DB	WIPS-ON	KR(한국)	한국공개	1983.03.25 ~ 2016.06.30
			등록특허	1979.07.12 ~ 2016.06.26
		US(미국)	미국공개특허	2001.03.15 ~ 2016.06.30
			미국등록특허	1976.01.06 ~ 2016.06.28
		EP(유럽)	EP-A(공개)	1978.12.20 ~ 2016.06.29
			EP-B(등록)	1980.01.09 ~ 2016.06.29
		PCT	PCT(WO)	1978.10.19 ~ 2016.06.23
		JP(일본)	일본공개/공표	1993.01.08 ~ 2016.06.30
			일본재공표	1992.12.23 ~ 2014.01.23
			일본등록	1996.05.29 ~ 2016.06.03
		CN(중국)	특허공개	1985.09.10 ~ 2016.06.22
			특허등록	1985.09.10 ~ 2016.06.22

[그림 2-6] 기술별 출원현황 및 주요출원인 현황

- 미네랄울은 식물섬유, 합성섬유와 같이 사용되는 섬유의 일종으로, 주로 보온·방음재로 사용되어 왔음. 특허검색 결과 주용도 별로는 건축용 패널 및 단열재를 위한 섬유 관련 용도로 사용되고 있는 것으로 조사되었으며, 제조방법에 대한 특허가 다수 검색되었음
- 종래 고가재료로부터 얻어지는 미네랄울의 문제점을 개선하기 위한 폐자원을 재활용하여 제조하는 방법에 대한 특허도 발견되었음
- 국내 미네랄울 생산업체 메이커인 주식회사 케이씨씨를 중심으로 벽산, 엘지하우시스 등 기업에서 제조방법 및 생산품에 대한 특허를 출원하였음. 또한, 국외 업체로는 Saint-Gobain Isover 중심으로 다수의 특허가 출원 되어있음
- 국내외 미네랄울 제조기술의 특허출원 동향의 파악목적과 보유기술 적용기반의 미

네랄을 제조 가능성 검토를 통한 특허분석을 실시함. 국내 미네랄을 생산업체 메이커인 주식회사 케이씨씨를 중심으로 벽산, 엘지하우시스 등 기업에서 제조방법 및 생산품에 대한 특허를 출원하였음. 또한, 국외 업체로는 Saint-Gobain Isover 중심으로 다수의 특허가 출원 되어있음

- 미네랄을 관련 기술 1,540건중 응용제품 기술이 659건이며, 원료준비공정/용융공정/후처리공정에 해당되는 기술이 209건, 섬유화 공정 기술이 226건임
 - 섬유화 공정 기술 중 슬래그를 원료로 하는 섬유제조 또는 가스아토마이징 기술이 19건이며, 가스 아토마이징 방식의 섬유화 기술이 79건, 스피닝등 기타공정으로 섬유화하는 기술이 128건임
 - 이 중 67건에 대하여 정량 및 정성 분석을 진행함.(슬래그원료 19건, 분무공정법 45건, 스피닝 공정기술 중 3건)
- 분석대상기술 67건은 59개국에 241건 출원되었고, 한국, 일본, PCT, 미국, 유럽, 캐나다, 중국 순으로 출원수가 높게 나타남
 - 분석대상기술 67건의 선정기준이 가스 아토마이징 공정으로 섬유화 하는지 여부인 점을 감안하면, 세계 주요 미네랄을 생산 업체들(생-고방, ROCKWOOL등)은 가스아토마이징 방식의 섬유 제조 기술에 대한 출원 비율이 높지 않는 것으로 보임
 - 한국의 에코마이스터 업체는 한국 13건, PCT출원 5건을 출원하고 있음

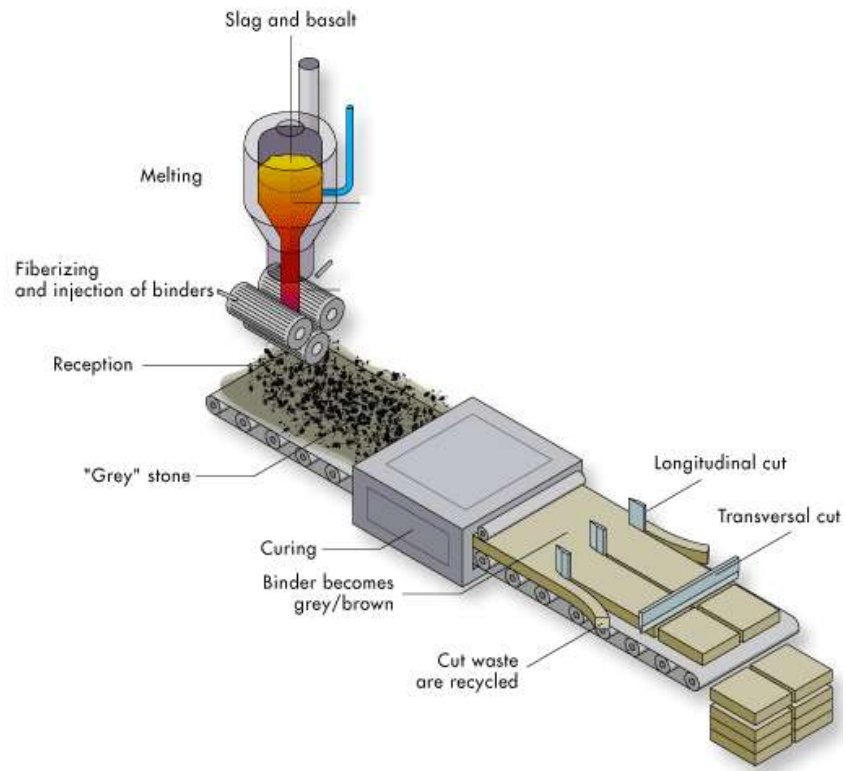


[그림 2-7] 국가별 주요 출원인 현황

<표 2-7> 미네랄을 관련 국내외 특허 동향

지식재산권명	출원인	특허등록번호
화력발전소 저회를 미네랄 섬유로 재생하는 제조방법 및 제조장치	주식회사 이앤이	1017305500000
벽체 부재의 시공 방법 및 이를 이용한 구조체	주식회사 케이씨씨	1017330740000
석탄폐자원 및 제철슬래그를 재활용한 미네랄을 제조용 원료조성물, 그로부터 제조된 미네랄을 및 그를 이용한 제품(공개)	주식회사 다현자원	1020170010603
저분진 미네랄을 섬유 제조용 조성물 및 그로부터 제조된 미네랄을 섬유	주식회사 케이씨씨	1017324070000
백색도가 향상된 염용해성 미네랄을 섬유 제조용 조성물 및 그로부터 제조된 미네랄을 섬유	주식회사 케이씨씨	1017484860000
흡음 천장재	주식회사 케이씨씨	1016778470000
순환자원형 무기섬유를 이용한 섬유 판넬 및 그 제조방법	주식회사 케이씨씨	1020160017298
광물 울을 기재로 하는 단열제품 및 그 제품의 제조방법	쌍-고벵 이조베르	1020157021272
수직형 미네랄을 결합체 및 수평형 미네랄을 적층체를 이용한 건축용 패널	(주)벽산인슈로	2004740150000
단열성 및 차음성, 방염성이 동시에 강화된 건축용 패널 및 그의 제조방법	(주)동성화인텍	1014915840000
미네랄울의 제조방법	쌍-고벵 이조베르	1020147020700
불연성 목모 건축 판넬 및 이의 제조방법	(주)벽산인슈로	1013946580000
건축용 복합패널	주식회사 벽산	1020120103286
미네랄을 파이프 커버 보온재 및 이의 제조방법	(주)벽산인슈로	1013833590000
시공성이 우수한 불연성 투습방수성 열반사 단열재	주식회사 원코	1013727970000
염용해성이 향상된 미네랄을 섬유 조성물 및 이로부터 얻어진 미네랄을 섬유를 함유하는 건축자재	주식회사 케이씨씨	1015169810000
석탄 폐자원을 이용한 미네랄펄프 제조방법	(유)그린원	1010800470000
미네랄 섬유 적층체를 포함하는 진공 단열재용 심재 및 이를 포함하는 진공 단열재	(주)엘지하우시스	1014186300000
생용해성 미네랄을 섬유 조성물 및 미네랄을 섬유	주식회사 케이씨씨	1014777330000

- 특허회피전략 - 기술개발 상의 미네랄 울의 주 원재료인 제주도 현무암섬유의 고내열성의 특성을 부여·강조함으로써 기존 특허와의 차별화가 가능, 고유기술의 특허출원이 가능할 것으로 보임



[그림 2-8] 국가별 주요 출원인 현황

제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제 1 절 비전 및 목표

1. 연구개발의 목표

- 본 연구는 제주도내 지역의 현무암을 활용하여 가공 생산하는 석재품의 부산물인 석분슬러지의 고부가화를 위한 연구인 ‘건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술개발’로 산업폐기물의 고부가가치처리를 통해 환경규제에 대응하고 제주 지역 내 무기단열재 중 내장재의 원활한 공급을 활성화하여 도내 건축물의 질을 높일 수 있는 환경을 자체적으로 조성하고자 함

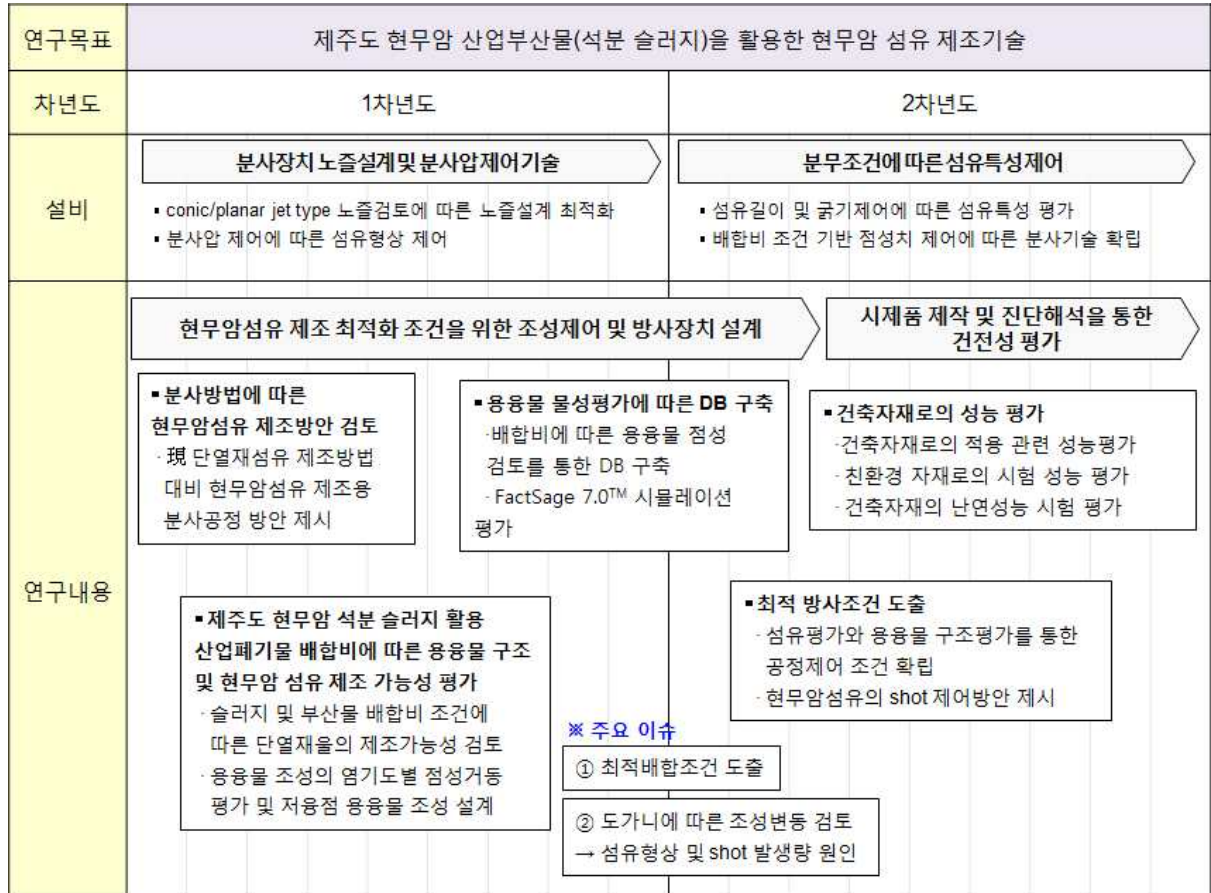
연구목표	건축자재로의 적용을 위한 제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술개발
세부목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제주도 현무암 산업부산물(석분 슬러지)을 활용한 현무암 섬유 제조기술 ○ 제주도 현무암 섬유의 건축자재로의 성능 평가 및 공정별 피드백
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제주도 현무암 석분 슬러지 활용 산업폐기물 배합비에 따른 용융물 구조 및 현무암섬유 제조 가능성 평가 ※ 현무암 슬러지와 산업폐기물의 비율에 따른 최적 공정온도 및 공정조건 도출 필요 (현무암 슬러지 60%이상 포함) ○ 석분슬러지 배합조건에 따른 미네랄을 물성 제어 평가 ○ 최적 배합조건 기반 미네랄을 제조가능성 검토 및 시운전에 따른 제조 공정조건 확립 ○ 제주도 현무암 섬유의 건축자재로의 성능 평가 및 공정별 피드백
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제주도 현무암 석분 슬러지의 현무암 섬유 기술 개발로 인한 제주도 소재 산업의 자주화 실현 및 기술 선점 ○ 제주도 현무암 석분 슬러지 자원화를 통한 산업부산물 해소 ○ 제주도 자체 재료 확보로 자재운송료 절감을 통한 폐기물관리법 및 자원순환법에 대응하는 환경부하 감소

2. 개발 세부 내용

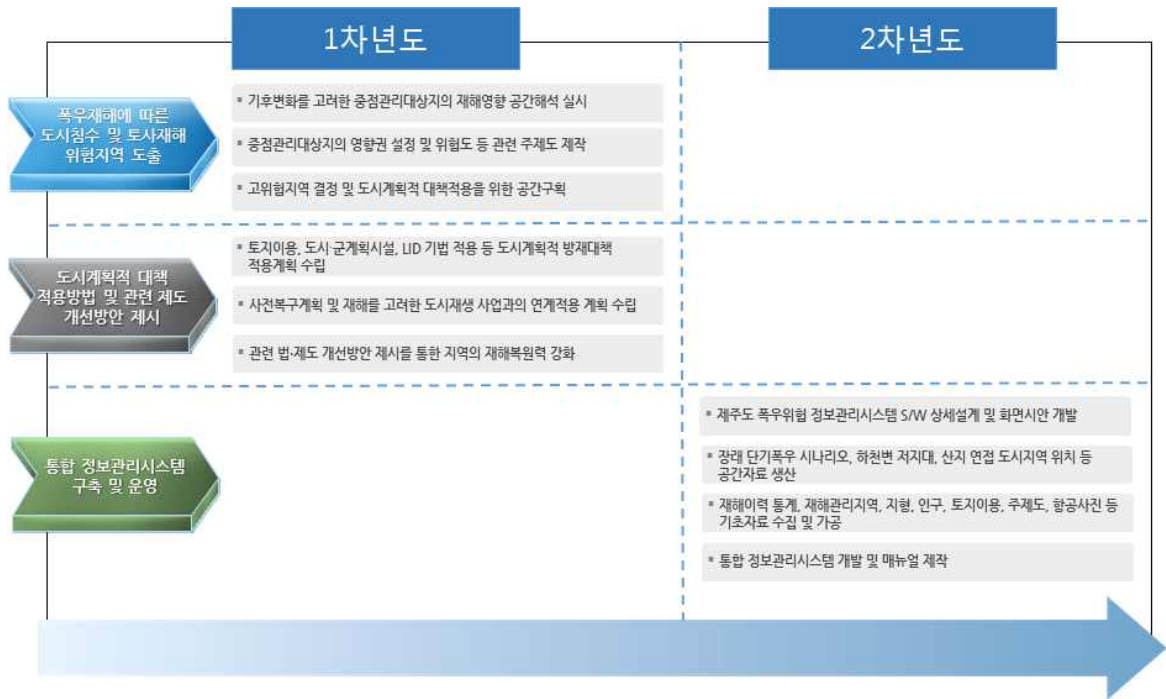
세부목표	연구내용	세부항목
<p>제주도 현무암 산업부산물(석분 슬러지)을 활용한 현무암 섬유 제조기술</p>	<p>제주도 현무암 석분 슬러지 활용 산업폐기물 배합비에 따른 용융물 구조 및 현무암섬유 제조 가능성 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 제주도 현무암 석분 슬러지 및 추가 부산물 배합조건에 따른 가스분무 공정 기반 미세알을 조성 설계 - 부산물의 조성에 따른 공정온도에서의 용융물 구조 평가
	<p>석분슬러지 배합조건에 따른 미세알을 물성 제어 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> - FactSage 7.0TM 시뮬레이션(범용 소프트웨어) 활용 염기도 및 산화물종에 따른 점성 평가를 통한 미세알을 제조검토 - 배합비에 따른 용융물 점성 고찰을 통한 DB 구축 - 상용율과의 점성 및 물성 특성 평가를 통한 미세알을 활용가능성 평가 - 제주도 현무암 섬유의 건축자재 및 농경자재로의 적용 기술개발 검토
	<p>최적 배합조건 기반 미세알을 제조가능성 검토 및 시운전에 따른 제조 공정조건 확립</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 현 미세알을 제조공정 및 분사 제조공정 비교에 따른 최적공정 타당성 검토 - 석분슬러지의 섬유화를 위한 최적 분사 제조 공정 노즐설계 및 분사압에 따른 제조공정 기술 확립 - 분사조건 제어기반 섬유길이, 굵기 제어 및 최적 용융 온도 설정
<p>제주도 현무암 섬유의 건축자재로의 성능 평가 및 공정별 피드백</p>	<p>건축자재로의 난연성능 등 시험평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> - KS L 9106:2015-미네랄 울 판상 단열재 규격에 의거 건축자재(내장재 등)으로의 적용 관련 성능평가 - 실내환경의 공기환경, 유해물질 함유 등 건축자재로의 시험 성능 평가 - KS F 2271-건축물 마감재료의 가스유해성 시험방법에 의거하여 제주도 현무암 섬유가 적용된 건축자재의 난연성능 시험 평가

3. 과제개발 로드맵

□ 과제 기술개발 로드맵은 다음과 같음



[그림 3-1] 기술개발 로드맵



[그림 3-2] 기술개발 로드맵

제 2 절 추진전략 체계

- 사업성 평가, 공정연구, 평가연구 등 각 기관의 역량에 부합하는 연구수행을 통하여 현무암 석분 슬러지의 자원극대화 및 폐기물 처리방안에 관한 문제를 해소하고자 함. 연구규모 및 연구단계의 특성상 대학의 기초연구는 배제하며 수요기업은 향후 MOU 협약등을 통해 과제에는 참여하지 않더라도 도내 사업화를 위한 과제의 원활한 수행을 위한 적극적인 지원을 할 예정임



제 3 절 자원 투입계획

1. 소요예산 산정

<표 3-1> 연차별 소요예산 산정표

구분	연차별 예산(억원)		
	1차년	2차년	합계
사업성 평가	0.5	0.5	1.0
현무암섬유 제조용 분사장치 확립	1.0	1.0	2.0
섬유제조를 위한 물성제어	1.5	1.5	3.0
건축자재로의 성능 평가 및 공정별 피드백	1.5	1.5	3.0
합계	4.5	4.5	9

2. 연차별 인력투입 계획

<표 3-2> 연차별 인력투입 계획표

구분	연차별 투입 인원(명)		
	1차년	2차년	합계
사업성 평가	3	3	6
현무암섬유 제조용 분사장치 확립	4	4	8
섬유제조를 위한 물성제어	5	5	10
건축자재로의 성능 평가 및 공정별 피드백	4	4	8
합계	15	15	30

제 4 장 실용화 전략

제 1 절 현황 분석

- 전세계적으로 건물 화재로 인명피해가 늘어나고 건물 에너지 효율에 대한 관심이 높아지면서 국토교통부령 제443호(2017.7.2) 건축물의 화재안전기준 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 및 건축물의 에너지 절약 설계 기준 등 관련 법령이 개정·시행되고 있음
- 기존 범용적으로 사용되는 EPS단열재의 경우 화재에 취약하고 화재시 방출되는 유독가스로 그 피해를 더욱 커지게 하나 단가적인 측면에서 유리한 점으로 시장을 선점하고 있었음
- 최근 거주자의 안전에 대한 경각심이 높아지고 법령이 개정·강화되는 등 유기질 단열재에서 무기질 단열재로 시장이 변화하고 있음. 무기질 단열재의 경우 열에 강한 장점이 있으나 시공 중 작업자들에게 피부 따가움, 진폐증 등 작업 환경의 문제가 발생하는 실정임
- 무기질 단열재로 주로 사용되는 암면, 유리섬유의 경우 발암물질로 정해진 석면에 비해서는 안전하다고 하나 국제암연구소(IARC, INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER) 등급 분류기준에 따르면 그라스울, 미네랄울도 발암성 평가 그룹에 포함되는 등 그 유해성 잠재력이 있음

등급분류	발암성 평가	해당 물질
Group 1	The agent is carcinogenic to humans.	석면, 담배, 알코올 음료, 카드뮴 등 87종
Group 2A	The agent is probably carcinogenic to humans.	자외선, 디젤 배기가스 등 63종
Group 2B	The agent is probably carcinogenic to humans.	커피, 우레탄, <u>스티렌</u> , 가솔린 등 235종
Group 3	The agent is not classifiable as to its carcinogenic to humans.	<u>그라스울</u> , <u>미네랄울</u> , 폴리에틸렌, 나일론, 차 483종
Group 4	The agent is probably carcinogenic to humans.	<u>카프로락탐</u> 1종

- 그에 따라 석면 및 유리섬유의 대체물질로 유리섬유보다 내열에 우수한 성능을 가지는 현무암 섬유가 주목받고 있으며 세계 산업섬유 수요 200만톤 중 20만톤을 차지하는 등 그 비중이 증가 추세에 있음

- 불연성, 우수한 인장강도, 내화학성, 항균성, 탈취 및 흡음성 등 단열재로 요구되는 기능성들을 보유하고 있어 그 적용범위가 넓으며, Chop, yarn, mat, fabric 등 다양한 형태로 완제품화가 가능하여 그 활용범위가 무궁무진함



[그림 4-1] 현무암섬유의 응용제품

제 2 절 거점 내 수요처 분석

- 제주도 현무암 거점인 제주지역의 경우 (주)아라개발, 신암석재 등 제주도 현무암을 이용한 건축 내외장재 생산공장을 보유한 기업이 있음
- (주)아라개발(대표 김의범, <http://chejuara.co.kr/>)은 현무암 페슬러지를 85%이상을 첨가하는 친환경 건축자재 개발을 진행하였으며 제주산 현무암을 직접생산하며 조달 가능한 전문 업체임

제주산현무암 직접생산업체

- 조남(관급)납품 전문업체

- 단체표준 인증업체
 인증번호: 제15-54-2호 (경계석·직선, 곡선, 경사형)
 인증번호: 제15-54-4호 (토목, 건축용 판석, 포장용 판석)

- 한국석재공업협동조합 가입업체

※ 새로운 자재로 부상한 제주 현무암을 직접 생산하는 1등 업체

특 허 증
 CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-0962225 호 **홍성호, 김의범** 제 2009-003068 호
 (PATENT NUMBER) **홍성호, 김의범** 2009년 04월 30일
홍성호, 김의범 2009년 04월 30일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)
 현무암 페슬러지를 이용한 인공 다포체의 제조방법 및 그 제조 방법으로서 제조된 인공다포체

특허권자 (PATENTEE)
 등록사찰안에 기재

발명자 (INVENTOR)
 이원희 (321315-1*)
 서울특별시 송파구 가락동 192 국민아파트 3-205

위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
 (THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2010년 04월 02일

[별지 제3호서식]
 제 2009-31538 호

직접생산확인증명서

○ 경쟁제품명 : 석재
 ○ 생산업체명 : (주)아라개발
 ○ 사업자번호 : 616-81-16188
 ○ 대표자성명 : 김의범
 ○ 소재지(본사) : 제주 제주시 조천읍 한덕리 70-2 (공정빌) : 제주 제주시 조천읍 한덕리 70-2

○ 유효기간 : ※ 불입의 세부품명별 유효기간 참조
 「중소기업제품 구매촉진 및 판권지원에 관한 법률」 제 9조제4항 본문 및 같은 법 시행규칙 제5조제3항에 따라 위와 같이 직접생산을 증명합니다.

2010년 07월 09일

중소기업중앙회



- 신암석재(新岩石材, 대표 오남규)는 제주도 북제주군에 부지 1만7천7백평으로 현무암을 가공하여 하루 500㎡의 건축용 내외장재 생산가능한 업체로 건축석재 가공방법에 대한 특허 확보 및 생산품의 80%를 일본 등에 수출하는 업체임

제 3 절 시장진출전략

- 제주도 현무암 가공업체들의 경우 모두 석재가공을 하는 업체로 제주도 현무암을 활용하여 고내열 건축자재로의 활용방안은 없었던 것으로 확인되며 본 기술개발을 통해 새로운 시장창출이 가능할 것으로 사료됨
- 제주도 현무암 및 석분 슬러지를 활용한 고내열 건축자재 개발을 통해 관련 분야의 전문기술을 가진 연구소, 시험기관, 협회, 업체와 함께 산·학·연 협력으로 추진할 필요가 있음
- 기존 무기질 단열재 시장을 장악하고 있는 대기업 및 제주도 현무암 관련 업체에 본 기술개발의 기술이전/사업화를 가능하게 하도록 함. 또한 개발 결과를 관련 업체에 기술이전하여 상용화를 도모하며 개발된 기술에 대한 인증방안 및 수출방안을 모색하여 국내 뿐 아니라 전 세계적인 시장으로 발돋움할 수 있도록 산·학·연 컨소시엄에서 적극 지원할 필요가 있음

제 4 절 기대효과

- 제주도 현무암을 활용한 건축자재 개발을 통해 기존 석면, 암면 등의 고내열 단열재를 대체함으로써 국민들에게 안전한 주거 환경 제공이 가능함
- 제주도 현무암의 경우 100% 국내 조달이 가능하여 일부 재료를 수입에 의존하는 기존 제품 대비 수입 대체 효과 발생
- 경량 및 시공성 편이로 작업비용 등을 절감시킬 수 있으며, 내화도가 높아 초고층 건물 등 화재 위험시 화재 확대 시간을 줄이는 등 인명·재산 피해를 줄일 수 있음
- 제주도 현무암 개발을 통해 제주도 내 일자리 창출 및 새로운 시장 개척이 가능하며 현무암 석분 슬러지 등의 처리로 환경문제 해결 등이 가능함

제 5 장 과제 제안요구서(RFP)

과제 제안요구서(RFP)

과제명	제주도 현무암 산업부산물 자원화 기술개발
1. 연구개발 목표	<input type="checkbox"/> 제주지역의 현무암 산업부산물인 석분슬러지를 활용하여 고부가화 가치를 실현하고 자체 재료 확보로 자재운송료 절감을 통한 환경부하 감소를 위한 섬유제조기술 개발
2. 기술개발 필요성 및 산업/시장동향	<input type="checkbox"/> 기술개발의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 제주지역의 대표적인 암석인 현무암(basalt)은 회색~흑색의 분출 화산암입 ○ 이산화규소의 함량(45~52%)이 상대적으로 낮고, 지표에서 용암이 급속히 냉각되기 때문에 보통 세립질이거나 은미정질임 ○ 세립질의 석기에 큰 결정을 포함하고 있는 반상질이거나, 기공질, 혹은 거품이 많은 스킨리아(scoria)으로 나타남 ○ 제주지역에 많이 분포하고 있는 현무암을 이용한 제품의 제작 기술이 필요함
<input type="checkbox"/> 기술동향	<input type="checkbox"/> ○
3. 연구개발 내용	<input type="checkbox"/> 현무암섬유 제조용 분사장치 확립 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현무암 석분슬러지 활용을 위한 분사공정 방안 제시 ○ 분사장치 노즐 설계 ○ 공정온도 및 분사압 제어에 따른 섬유제조 ○ 공정조건에 따른 섬유형상 및 shot 발생량 원인 파악 <input type="checkbox"/> 섬유제조를 위한 물성제어 <ul style="list-style-type: none"> ○ 용융물 구조적 접근에 따른 최적 배합조건 도출 ○ 석분슬러지 및 산업부산물 배합 연구 ○ 용융물 조성의 염기도별 점도제어 및 내열성 확보기술 도출 ○ FastSage 7.0TM simulation 평가를 통한 물성제어 DB구축 ○ 단열수축온도 650℃이상의 내화섬유 제조 연구 ○ 시제품 제작을 통한 도내 적용계획 및 사업성 검토 평가 <input type="checkbox"/> 건축자재로의 성능평가 및 공정별 피드백 <ul style="list-style-type: none"> ○ 건축자재로의 적용 관련 성능평가 ○ 건축자재로의 난연성능 시험 평가
4. 최종성과물	<input type="checkbox"/> 현무암 석분슬러지 활용을 위한 분사공정 방안 제시 <input type="checkbox"/> FastSage 7.0TM simulation 평가의 물성제어 DB <input type="checkbox"/> 현무암 석분슬러지와 배합부산물을 활용한 섬유개발 및 시제품 제작 <input type="checkbox"/> 현무암 석분슬러지 활용 사업화방안 제시 <input type="checkbox"/> 현무암 석분슬러지 활용 제품의 성능평가 및 공정별 피드백 <input type="checkbox"/> 전기자전거 리튬이온배터리 팩, 산업용 보호복 등 화재 위험성이 있는 제품으로의 응용
5. 연구기간 및 지원 예산	

- 총연구기간 : 1년 8개월
- 연구비 : 총 10억

구분	연차별 예산(억원)		
	1차 년	2차 년	합계
사업성 평가	0.5	0.5	1.0
현무암섬유 제조용 분사장치 확립	1.0	1.0	2.0
섬유제조를 위한 물성제어	1.5	1.5	3.0
건축자재로의 성능 평가 및 공정별 피드백	1.5	1.5	3.0
합계	4.5	4.5	9

6. 기대효과 및 파급
효과

- 기술적 기대효과
 - 현무암 부산물의 방사기술 적용을 통한 자원화 기술 확보
 - 단열재 제조기술 확립을 통한 배합기술 DB 구축
- 경제·사회적 기대효과
 - 폐기물관리법, 자원순환법 규제에 대응 가능한 철강부산물의 활용 및 산업부산물의 고부가화를 통한 원가절감 및 자원순환 가능
 - 제주도 부산물의 고부가화를 통한 도내 적용이 가능한 지역 활성화 및 신사업 창출 가능
 - 사업화를 통한 일자리 창출효과 및 지역기술 선점

참고문헌

1. 한상운, 김광임, 이희선, 조지혜, 최다혜, 자원순환형 사회를 위한 법체계 정비 방안 연구, 연구보고서, 2014
2. 김기영, 이강일, 윤중만, 송영석, 김태형, 현무암 석분슬러지 혼합토의 투수특성, J. Korean Geosynthetics Society Vol. 14 No.2, 2015, pp. 89 - 94
3. Ministry of Commerce, Industry and Energy (2000) A study on the development of stone dust recycling technology, pp.13-14
4. 장명훈, 최희복, 시멘트계 바탕 바름재용 현무암 석분슬러지 모르타르의 경화 특성, J. Korea Inst. Build. Const., Vol. 15, No. 5, pp. 451 - 456
5. M. K. Kumaran, IEA Annex 24 Final Report, Vol. 3, Task 3 Material Properties. (IEA, Acco Leuven, Leuven 1996)
6. 박종문, 김동환, 서동진, 친환경 건축물 단열재 최근 연구 동향, Clean Technology, Vol. 18, No. 1, 2012, pp. 14-21
7. R. Baetens, “Vacuum Insulation Panels for Building Application: A Review and Beyond,” Energy and Buildings, 42, 2010, pp. 147-172
8. ‘사업장폐기물 관리정책 개선방안 마련연구’ 보고문, 환경부, 2012
9. 오재은, 정연웅, 석분슬러지와 고로슬래그를 이용한 토목 건축용 경화체 제조 방법, 출원번호 KR1020140030643
10. A Study on Technology Development for the Stone Powder Sludge Utilization, Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources, 2013
11. Y.S. LEE, J.R. KIM*, S.H. YI, D.J. MIN, Viscous behaviour of CaO-SiO₂-Al₂O₃-MgO-FeO slag, VII International Conference on Molten Slags Fluxes and Salts, The South African Institute of Mining and Metallurgy, 2004
12. 고층건축물 화재안전대책 2017.8 국토교통부 소방청
13. KOTRA 해외시장 뉴스, 일본 단열재 시장동향 2017-10-13
14. KOTRA 해외시장 뉴스, 독일 고성능 진공단열재 시장을 두드려라 2012-07-08
15. (주) YJC <http://www.yj-c.co.kr/>
16. 국제암연구소(IARC, INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER) <https://www.iarc.fr/>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.