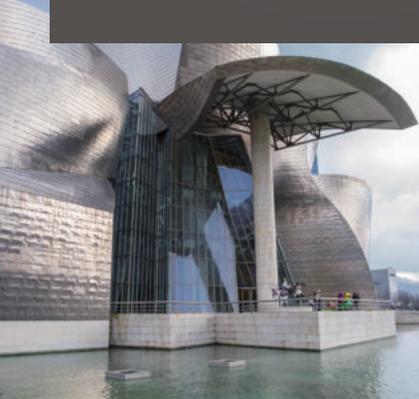


이달의 신기술

M A G A Z I N E



해의 기업동향
글로벌 타이타늄산업 현황
기술의 발자국
타이타늄의 활용사



이슈테크 +
자율주행자동차 &
포스트 철강 경량 소재



꿈의 신소재에서 일상생활 소재로
미래 첨단산업의 필수 소재
'타이타늄'

FUTURE
AR '포켓몬 고' 신드롬
능가할 VR

이달의 산업기술상 신기술
국내 신발산업 재도약 발판을 마련하다
한국신발피혁연구원 12

이달의 산업기술상 사업화
국내 항공부품산업 발전에 날개를 달다
한국로스트웍스㈜ 18

산업기술 경제동향
타이타늄, 꿈의 신소재를 넘어
대체 불가능한 소재로 58

09
9 772288 490002
ISSN 2288-4904
09 6,000

CONTENTS



9월호

미래 첨단산업의 필수 소재 '타이타늄'

2016년 9월호
통권 36호

이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2016년 8월 31일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현

발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원, 한국산업기술진흥원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원

후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 김정한 국장, 김홍주 과장, 최정식 서기관, 이종렬 사무관, 허희정 사무관,

김덕기 사무관, 서성민 사무관, 장민재 사무관, 이맹섭 주무관, 이안영 주무관

한국산업기술평가관리원 최재홍 본부장, 신성운 단장, 하석호 팀장, 장동현 수석, 마형렬 책임

한국에너지기술평가원 방대규 본부장, 한국산업기술진흥원 장필호 본부장

한국산업기술미디어재단 정경영 상임이사, 한국공학한림원 남상욱 실장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4855)

인쇄 (주)매일파인아이 (053-716-1215)

구독신청 02-360-4855 / keok2000@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)

잡지등록 대구, 라0773

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,
발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

THEME

COLUMN 02

타이타늄 신기술과 향후 전망

징검다리 프로젝트 07

대원열판(주) 용접접합기술을 적용한

내압성능 25Bar급 타이타늄 판형 열교환기 개발

① 이달의 산업기술상 신기술_ 한국신발피혁연구원 12

국내 신발산업 재도약 발판을 마련하다

② 이달의 산업기술상 사업화_ 한국로스트웍스(주)

국내 항공부품산업 발전에 날개를 달다

이달의 새로 나온 기술 23

이달의 사업화 성공 기술 29



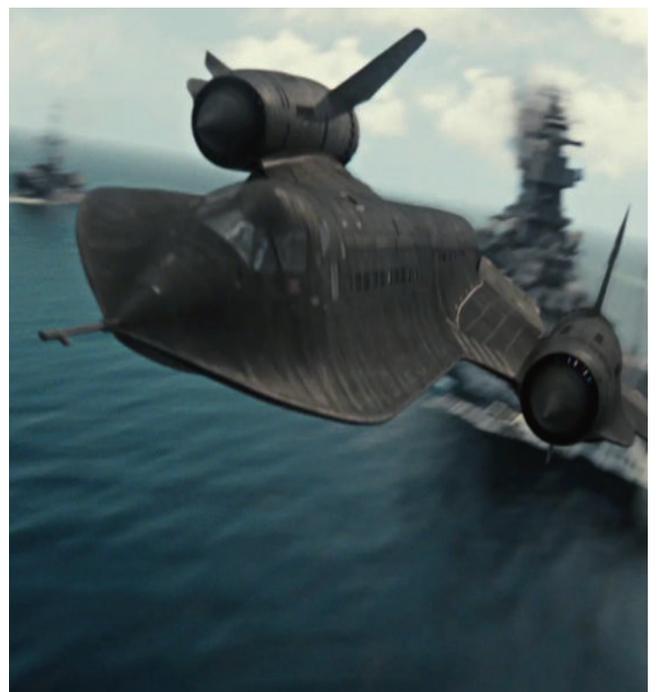
PASSION

SUCCESS 人	36
엔지니어링 플라스틱 전문기업 코오롱플라스틱(주)	
R&D기업	39
나노소재 및 응용제품 개발 · 양산 전문기업 (주)나노신소재	
해외 산업기술	42
유럽의 원료물질 분석 및 정보 구축	
해외 기업동향	48
글로벌 타이타늄산업 현황	
카드 뉴스	55
아스트(주) 항공기 후방동체 기술력 '세계 No. 1'	
산업기술 경제동향	58
타이타늄, 꿈의 신소재를 넘어 대체 불가능한 소재로	
이슈 테크	62
지울주행자동차 & 포스트 철강 경량 소재	
PEOPLE	66
국가전략 프로젝트 관련 정책 고객 인터뷰	
세계는 지금	68
'기술 유출' 글로벌 전쟁	
FUTURE	72
AR '포켓몬 고' 신드롬 능가할 VR	
TECH STORY_ 유망기술	76
Ti 종합소재화용 티클4 원천 소재 개발	
이달의 신제품	78
직토 워크(ZIKTO Walk)	



CULTURE

기술의 발자국	80
타이타늄의 활용사	
기술과 문화	84
'엑스맨 퍼스트 클래스' 1960년대의 타이타늄 항공기 SR-71	
리쿠르팅	86
R&D CALENDER	87
News	88

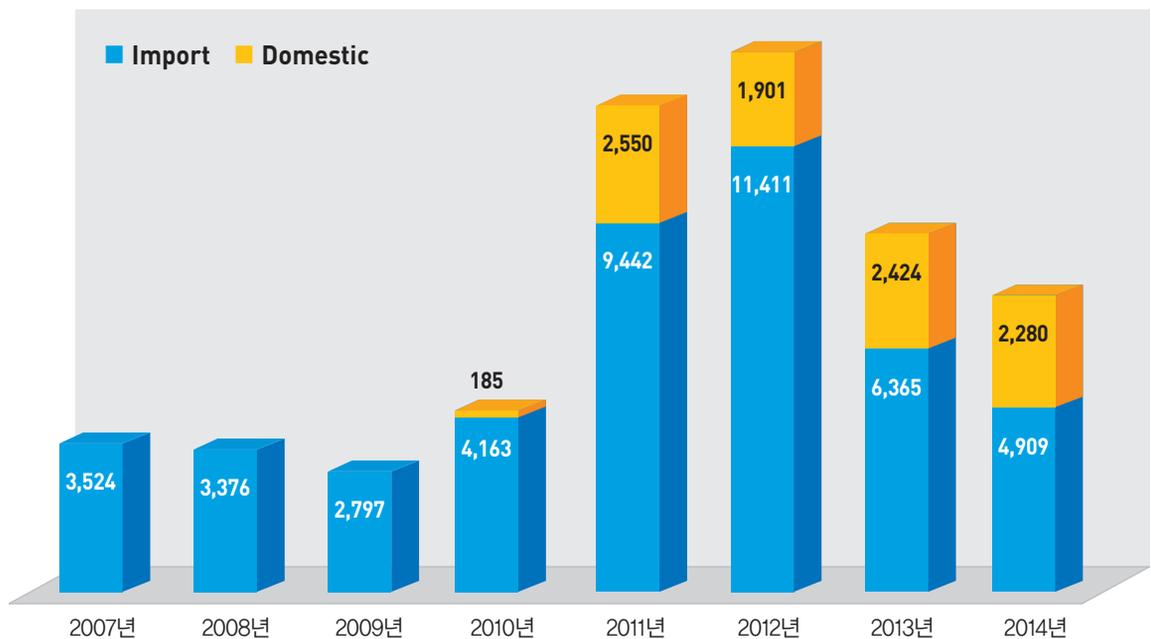


첨단산업용 비철금속 소재 타이타늄 타이타늄 신기술과 향후 전망

타이타늄에 관한 신기술 연구개발(R&D)은 초기의 환원과 제련, 용해주조, 가공 등 생산에 관련된 공정개발 연구에서 신합금 개발, 성형 공정과 같은 금속학적 변형기구와 동적 물성 향상을 위한 기초연구를 거쳐 지금은 일반산업에 보다 광범위하게 활용하기 위한 경제성 향상 R&D로 진화해 왔다. 최근에는 부가가치가 높은 의료, 스포츠, 건축 등 신산업 분야의 생활 소재로 활용하기 위한 신기술 R&D가 적극적으로 이뤄지고 있다.



이용태
[경남대 나노신소재공학과 교수]



〈그림 1〉 국내 타이타늄 압연재 수급 현황(단위: 톤)

타이타늄 신기술 연구개발 동향

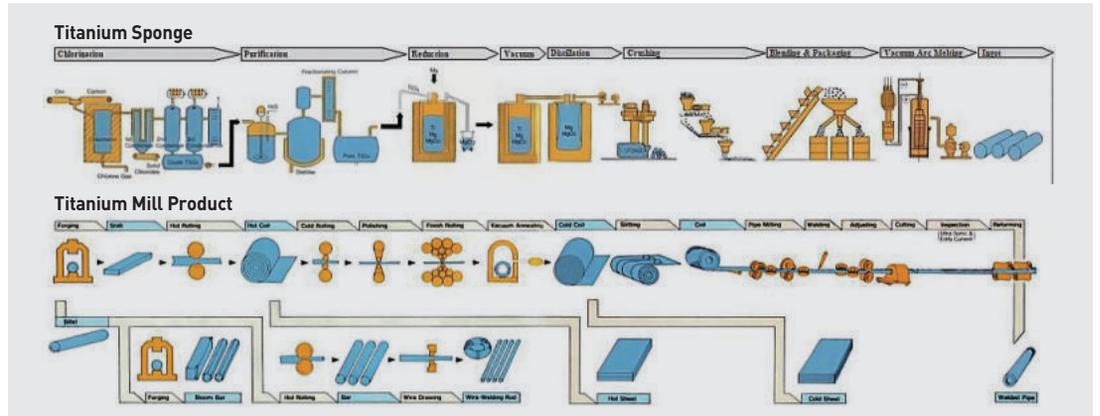
타이타늄이 경쟁 소재에 비해 고가인 주요 요인은 Ti와 O의 강한 결합력으로 환원 공정에 많은 에너지가 소요되고, 다단계의 불연속 공정에 의한 낮은 생산성과 고온에서 공기와의 높은 반응성 그리고 고강도 및 집합조직 등에 의한 가공 시 높은 에너지 소모 등에 따라 공정상 제약을 많이 받기 때문이다. 또 주로 항공기나 우주선과 같은 안전성이 중요시되는 시스템에 사용할 목적으로 개발돼 왔기 때문에 원 소재에 함유되는 불순물의 한계 관리와 가공 시 공정 관리가 엄격하게 규제돼 생산되기 때문이다. 최근에

는 인체 내에서 화학적 안정성과 생체 적합성이 우수한 물성을 이용해 임플란트처럼 인체의 뼈를 대체하는 생체의료용 소재로 다양하게 사용되고 있다. 이러한 목적으로 사용하기 위해서는 소재와 부품의 시험평가와 인증이 중요한 요소가 된다. 이 같은 요인 때문에 타이타늄의 생산단가가 높아지고, 따라서 한정적인 특수 목적에 사용되기 때문에 규모의 경제 면에서 높은 가격이 유지되고 있다. 최근에는 민수 분야에서 그 활용도가 높아짐에 따라 저순도, 저가 타이타늄을 생산하기 위한 R&D가 활발히 이뤄지고 있다.



국방 소재에서 꿈의 소재 거쳐 생활 소재로 용도 변화

타이타늄은 가볍고 강도가 높을 뿐만 아니라 내식성이 탁월하고 가공성이 우수해 첨단 산업용 비철금속 소재로 다양하게 활용되고 있다. 하지만 타이타늄은 실생활에 이용된 지 채 50년도 되지 않은 젊은 비철금속 소재이다. 타이타늄은 국가 주도의 '국방 소재'에서 특수 분야에 활용되는 '꿈의 소재'로, 그리고 지금은 모든 사람이 활용하는 '생활 소재'로 용도가 변화해 왔다.



〈그림 2〉 타이타늄 생산 공정도



〈그림 3〉 항공기 엔진 모식도

구조용 신합금 타이타늄이 다양한 산업에 이용되면서 새로운 물성을 갖는 신합금의 개발에 관한 연구가 선진국 위주로 진행되고 있다. 최근의 연구 동향은 ① 고온 합금(700도) ② 고강도·고인성 합금(1300MPa) ③ 고내식(해수 내부식) ④ 대형 소재(두께, 직경 450mm 이상) 등으로 대별할 수 있다. 이 합금들은 우주왕복선, 전투기 엔진, 심해 잠수정, 병기 등 특수 목적에 활용하기 위한 소재로, 지금까지 개발된 합금의 사용 한계를 능가하는 신합금 R&D가 국가 주도로 이뤄지고 있다는 특징이 있다.

생체의료용 신합금 타이타늄 합금은 기계적 성질이 우수할 뿐만 아니라 내식성과 생체 친화성이 높아 생체의료용 소재와 부품으로 다양하게 사용되고 있다. 타이타늄과 그 합금이 생체의료용 재료로 사용됐던 초기에는 1세대인 순타이타늄과 Ti-6Al-4V ELI 합금이 주를 이뤘지만, 합금원소 중 Si가 인간에게 치매를 유발할 수 있다는 점과 V의 세포 독성이 알려짐에 따라 새로운 신합금이 개발돼 왔다. Ti-6Al-7Nb와 Ti-5Al-2.5Fe가 생체용 신합금 2세대의 대표적인 합금이다. 금속원소의 독성 제거를 목적으로 이루어진 2세대 합금과는 달리 생체역학적(Biomechanics)인 면에서 연구가 진행돼 3세대 합금이 개발됐다. 1990년대 이후 새롭게 보고된 문제점은 10~20GPa(기가파스칼)의 낮은 탄성계수를 갖는 뼈와 100~230GPa의 높은 탄성계수를 갖는 임플란트의 탄성계수 차이에서 오는 응력차폐(Stress Shielding) 효과를 극복해야 한다는 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 저탄성계수의 타이타늄 합금이 개발됐는데 바로 Ti-12Mo-6Zr-2Fe, Ti-35Nb-5Ta-7Zr, Ti-16Nb-13Ta-4Mo, Ti-13Nb-13Zr, Ti-29Nb-13Ta-xM 등이다. 이에 더해 뼈의 증식을 유도하는 물질(BMP)과 타이타늄의 친화성 증대를 도모하는 4세대 합금 개발이 이루어지고 있다. 최근의 생체의료용 재료 개발은 일본과 미국에서 연구를 주도하고 있다. 주요 R&D 방향은 생체친화성이 우수한 Zr, Hf, Nb, Ta 등의 원소를 합



〈그림 4〉 생체 재료 소재 개발

금화해 타이타늄 합금의 탄성계수에 미치는 영향을 알아내는 데 있다. 즉, 각 합금원소의 저탄성계수화 능력을 평가하고, 이론적인 계산식에 의해 탄성계수를 낮추는 주요한 상관관계를 찾으려는 연구가 진행 중이다. 또한 단순한 시행착오에 의한 합금 개발이 아니라 전자상태계산 등의 이론과 전산모사 등의 기법을 도입한 합금 설계 방법론으로 저탄성계수 합금을 설계하고 특성평가를 수행하며, 동물실험을 통해 인체에 적용하고자 하는 연구가 이뤄지고 있다.

저가 합금 생산 신기술 이 같은 타이타늄의 장점에도 불구하고 산업적으로 활성화되지 못하는 가장 큰 이유는 경쟁 소재보다 가격이 높다는 데 있다. 최근 들어 민수용, 레저스포츠용으로 보다 다양하게 활용되고 있는 타이타늄을 경제적·안정적으로 공급하기 위해서는 가격을 낮추어야 한다. 이를 위해 그간 선진국의 주요 연구 방향이었던 고가의 합금원소 사용에 의한 신합금 개발과 엄격한 규격과 품질관리에 의해 생산되는 고가의 군수용 소재 개발에서 탈피해 가격 경쟁력을 높이는 연속적 환원 공정 연구와 저가의 합금원소와 소량의 합금을 사용하면서도 물성이 우수한 민수용 신합금 개발, 저에너지 고효율 공정 연구, 신산업 분야에 필요로 하는 특정한 물성을 갖는 금속간화합물 신합금 개발 등에 관한 연구가 진행되고 있다. 이에 따라 새로운 제련 공정의 도입에 의한 연속 조업으로 스펀지 제조 가격을 낮추거나, 경제성과 성능이 향상된 전자장비와 컴퓨터를 활용한 신제조 공정을 도입하는 한편 스크랩 등을 보다 많이 재활용해 환경 친화적이며 더 나아가 에너지를 절감해 소재 가격을 낮추는 공정 연구가 활발히 추진되고 있다. 아울러 대량생산 체계를 갖춰 규모의 경제를 실현함으로써 가격을 낮추기 위한 신기술 공정 연구가 이어지고 있다. 또한 그간 항공우주용으로 사용되던 소재를 민수용으로 사용하기 위해 보다 완화된 규격을 적용해 저가의 합금을 개발하거나, 새로운 용도의 생체의료용 소재 개발 및 특성 평가 등에 관한 연구가 활성화되고 있다.



〈그림 5〉 대형 스펀지 제조 공정

스펀지 제조원가 절감 신기술 타이타늄 원광석(TiO_2)에서 스펀지 Ti를 제조하는 환원 공정은 1952년 개발된 TiO_2-TiCl_4 로 반응시킨 다음 Mg를 이용해 환원한 뒤 Ti를 얻는 크롤(Kroll) 프로세스가 전 세계적으로 이용되고 있다. 이 공정은 반응시간이 15일 정도로 오래 걸리고, 연속 공정이 아닌 단위 공정(Batch Process)으로 이루어지며, 고온에서의 반응을 지속하기 위한 전기 소모량이 많은 데다 Mg, Cl 등을 이용하기 때문에 환경보호가 심각한 사회문제로 대두돼 이를 해결하기 위한 추가 비용이 드는 등 몇 가지 단점이 있다. 크롤 환원 공정은 이와 같이 불완전한 제련법임에도 아직까지도 이보다 더 우수한 신공정이 산업화되지 못함에 따라 대부분 나라에서 광범위하게 사용되고 있는 실정이다. 이러한 단점을 해결해 생산원가를 절감하기 위한 다양한 신환원 공정 연구가 전 세계적으로 진행되고 있다. 주요 연구 방향으로는 TiO_2 에서 Ti로 직접 환원하는 공정과 TiO_2-TiCl_2-Ti 로 간접 환원하는 공정, 전기화학적 반응에 의한 환원 공정으로 대별돼 연구가 진행되고 있다. 그러나 이처럼 많은 연구에도 불구하고 현재까지 진행된 다양한 공정은 실험실 수준에 머무르고 있는 실정이다. 제조원가를 절감하는 R&D 방향은 크게 두 가지로 나뉜다. 하나는 신공정 환원 반응에 대한 연구이고, 다른 하나는 기존의 공정을 개선함으로써 에너지를 절감하는 공정기술 개선이 그것인데, 미국, 영국, 일본, 호주, 러시아 등에서 활발한 연구가 이루어지고 있다.

국내 타이타늄 수요 증가

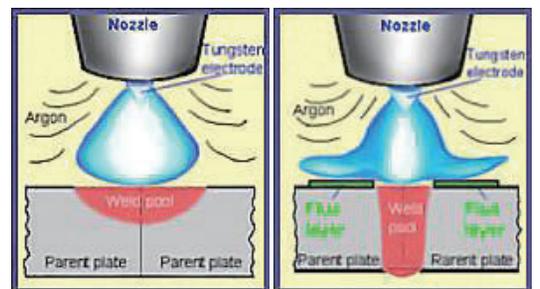
우리나라에서는 타이타늄이 아직도 일부 산업 분야에만 한정적으로 사용되고 있다('이달의 신기술' 2015년 10월호 8~12p 참조). 하지만 국내 산업이 활성화되면서 타이타늄의 소요량이 점차 늘게 돼 포스코 등을 중심으로 국내 생산이 일부 이뤄지고 있다. 그러나 대부분은 수입에 의존하면서 세계 7위의 다소비 국가로 성장했다. 이에 국내에서도 다양한 타이타늄 생산기술과 국가 성장동력산업을 지원하는 소재 개발과 응용에 관한 신기술 연구개발이 적극적으로 진행되고 있다.

용해 신기술 타이타늄은 다른 금속 소재에 비해 용융 상태에서 반응성이 커 모합금 제조가 어렵고 주조성, 성형성 등이 나쁘기 때문에 아직도 일부 기술 선진국에서 한정적으로 생산되고 있다. 국내 타이타늄 관련 산업이 발전하려면 기반기술인 타이타늄 합금의 용해 및 주조기술을 바탕으로 한 성형 및 가공기술이 필연적으로 해결되어야 한다. 플라즈마 아크 용해(Plasma Arc Melting), 진공 유도 용해(Vacuum Induction Melting), 진공 아크 재용해(Vacuum Arc Remelting) 등과 같이 도가니와의 반응이 최소화할 수 있는 Cold Crucible Technology가 사용되고 있다. 이 중에서 경제성과 불순물 제어 효과가 유리한 VAR 공정이 가장 널리 이용되고 있다. 하지만 타이타늄은 일반적으로 고상·액상 공존 구역이 좁아 순식간에 용해 및 응고가 일어나기 때문에 적절한 용해와 주조를 위해서는 각 공정 변수의 최적화가 무엇보다 필요하다. 이에 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 활용해 응고해석과 용탕의 유동 해석을 병행함으로써 편석 결함, 미세조직, 응고수축 결함, 수축 방향 등에 대해 예측하고 제어할 수 있도록 공정 변수를 최적화하려는 연구가 진행되고 있다.

주조 신기술 타이타늄 주조품의 기계적 특성은 주조 시 냉각속도, 온도구배, 응고속도 등 공정 변수에 따른 응고계면에서 형성되는 조직의 특성에 따라 큰 영향을 받는다. 즉, 미세기공, 수축 결함, 결정립 제어 등 미세 조직과 함께 기계적 성질을 좌우하는 고용점, 고비중 합금의 편석, 경량합금 원소의 증발에 의한 성분편석, 표면에 생성되는 알파케이스(Alpha Case)와 같은 결정립 조대화, 산소의 유입에 의한 결함의 형성 등에 따라 기계적 특성이 좌우되므로 이 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 초기 상태의 미세 조직이 최종 상태의 기계적 성질에 많은 영향을 미치기 때문에 응고 공정 변수의 제어를 통한 주조기술 개발이 필연적으로 고려되어야 하며, 주조품의 기계적 성질 향상을 위한 다양한 후처리기술의 도입이 필수적으로 요구된다. 또한 보론(B) 등과 같은 결정립 미세화 원소를 소량 첨가하거나, 실리콘(Si) 등과 반응성이

높은 첨가원소를 합금화함으로써 결정립 미세화와 더불어 석출물 강화에 의한 기계적 물성 향상을 도모하는 주조용 신합금 제조 연구가 진행되고 있다.

접합 신기술 산업현장에서는 고가의 타이타늄 소재를 효율적으로 사용하기 위한 접합기술의 중요성이 더욱 증대되고 있으며, 접합 부위의 물리적·화학적·기계적 특성, 안정성, 동적 특성, 내피로, 내식성 등에 대한 요구 조건이 점차 강화되고 있는 실정이다. 타이타늄은 다른 금속에 비해 활성이 매우 크기 때문에 산소, 수소, 질소, 탄소 등과 강한 친화력을 가지고 결합하고자 하는 특성을 있다. 이로 인해 타이타늄의 접합은 일반적으로 고체 상태에서 하거나(Brazing, FWS) 대기와 차단된 진공 또는 불활성 상태에서 이루어져야 하며, 접합 시 치구설계와 실딩(Shielding), 접합 표면 상태와 형상 등이 중요한 공정 인자로 간주되고 있다. 전자빔(EBW), 플라즈마(PAW), 레이저(LBW) 등을 열원으로 하는 접합 기술을 현장에 적용하려는 연구가 지속적으로 진행돼 왔고, 최근에는 철강 분야에 적용하고 있는 A-TIG 접합 기술과 비슷한 메커니즘을 타이타늄에 적용하는 연구가 진행되고 있다. TIG 용접법의 장점과 EBW, PAW 등의 장점을 동시에 얻을 수 있는 TIG-F 접합기술이 그것으로, 플럭스를 접합 표면에 도포함으로써 대기와 실딩 효과와 고열원의 집적 효과를 동시에 얻을 수 있을 뿐만 아니라 용접 결함을 최소화할 수 있는 장점이 있다. 이를 활용한 TIG-FW 접합기술도 R&D 중이며, 에너지 효율이나 장치설계, 용이한 접근성·자동화 등 효율, 고성능, 고경제성 등을 확보할 수 있어 이를 활용한 연구가 진행되고 있다.



〈그림 6〉 TIG-F 접합 공정과 아크 용접

구형 미세분말 제조 신기술 3D Additive(3-D Printing) 기술이 미래 산업의 신공정으로 부각되면서 보다 견고한 구조물을 만들기 위한 타이타늄 분말 소재의 필요성이 증대되고 있다. 전통적으로 타이타늄 분말을 제조하는 4가지 방법(Banded Elemental, Hydride Dehydride, REP, PREP)에 더해 새롭게 분말을 제조하는 다양한 공법과 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다양한 합금 조성과 크린 분말 그리고 입도가 미세한(평균 입도 30 μ m) 구형 분말을 제조하기 위한 EIGA 장비가 개발·시판되고 있다. 하지만 여러 장점에도 불구하고 생산성과 가격이라는 문제가 있어서 입도가 불분일한 저가의 분말(Sponge Fine)을 고온의 플라즈마 환경에 통과시켜 순간적으로 구형으로 제조하는 새로운 방법이 개발되고 있다. 또한 직접합원 공법을 통해 저가의 분말을 생산하고자 하는 다양한 연구도 진행 중이다.

스크랩 재활용 신기술 국내에서 양산 압연, 관재 등의 생산 스크랩과 다양한 부품으로 가공하는 과정에서 스크랩 및 가공 칩 등이 연간 500톤 이상 발생한다. 하지만 이들 스크랩은 재활용하지 못하고 저가로 전량 수출되거나, 제강 과정에서의 탈산제로 사용된다. 보다 경제적인 방법으로 수입된 소재를 재활용하기 위해 ① 고순도의 소재로 재활용하기 위한 고온에서 Ca 환원 처리에 의한 신기술 연구 ② 저가의 스크랩 등을 페로티탄 등으로 재생해 철강 제조에 첨가재로 재활용하는 신기술 연구가 진행되고 있다.

향후 전망과 미래 기술

타이타늄에 관한 R&D는 고가의 소재를 저가로 공급함으로써 다양한 산업 분야에 활용할 수 있는 경제적인 생산 공정이 주로 이루어질 것으로 기대된다. 이에 더해 기존의 항공우주에 사용되던 합금을 민수용

으로 사용하기 위해 규격을 완화하거나, 표준화를 통한 공급을 확대하는 연구가 진행될 것이다. 타이타늄 소재를 보다 저가에 생산

하기 위한 환원 공정 연구는 앞으로 10년 후쯤 기존 공정에 비해 경제성이 우수한 신 스펀지 분말 제조 공정이 실용화될 때 가능할 것으로 예측된다. 현재의 연구 추이로 볼 때 전해 방법에 의한 환원 공정보다는 두 단계를 거치는 환원 공정이 먼저 실용화될 것으로 전망된다.

한편 특수 분야에 사용하기 위한 고가의 맞춤형 신합금 개발과 신공정 연구가 미래 연구 분야로 부각될 것으로 기대된다. 기존의 임플란트 재료가 대부분 타이타늄 신합금으로 대체돼 사용되듯이 인체에 무해한 다양한 생체의료용 합금을 개발하는 연구가 진행될 것이다. 생체의료용 재료로서의 타이타늄 합금 개발 연구는 다양한 결과로 재료 분야의 특성평가와 함께 생체 안전성에 대한 검증에 따라 이미 각 국가에서 인증이 완료돼 활용되고 있다. 향후에는 사용 부위별로 생체친화적이면서 맞춤형 물성을 갖는 재료의 개발을 통해 활용 범위가 더욱 넓어질 것으로 보인다. 환경친화적 에너지를 생산하고, 저장하고, 변환하는 데 쓰이는 소재로서의 타이타늄 관련 연구도 기대된다.

그간 타이타늄 금속기지 복합재료나 금속간화합물 등과 같은 신합금 개발에 관한 연구가 활발히 진행돼 왔으나, 활용성과 경제성이 기존 소재에 비해 낮아 산업화가 이뤄지지 못했다. 하지만 근래 이러한 단점을 보완하는 연구가 진행되면서 이미 개발된 신합금을 항공우주나 해양, 스포츠 등에 활용하기 위한 연구가 추가적으로 이뤄질 것이다. 또한 군수용 및 항공우주용 부품으로 활용하기 위한 다양한 합금과 특성평가, 인증에 관한 R&D도 지속적으로 진행될 것이며, 타이타늄의 기능을 이용해 초전도, 연료전지, 수소저장, 태양에너지, 건축, 토목 등 새로운 산업 분야에 대한 연구도 활발히 진행될 것으로 예상된다.

참고 문헌

- 1) 타이타늄, 이용태, 철강신문사편, 2016년 개정판(653p)
- 2) 타이타늄 가공기술, 이용태, 이종형, 철강신문사편(484p)



대원열판(주)이 수행하고 있는 징검다리 프로젝트 용접접합기술을 적용한 내압성능 25Bar급 타이타늄 판형 열교환기 개발

열교환기는 하나의 유체에서 다른 유체로의 접촉을 통해 열을 전달하는 장치이다. 사용 목적에 따라 광범위하게 적용되며, 발전소 · 조선소 · 화학산업 등 사용 범위가 매우 넓은 장치이다. 이러한 열교환기는 여러 형태가 있지만 크게 관형 열교환기와 판형 열교환기로 나눌 수 있는데, 본 프로젝트는 판형 열교환기에 관한 것이다. 이를 통해 타이타늄 판형 열교환기의 성형 · 용접 제조공정기술을 확보하고 최적 설계로 내열, 내압, 내진 성능을 향상시킨 제품을 개발한다. 이러한 성과를 바탕으로 암모니아, CFC 등 냉매를 이용한 조선, 해양플랜트의 Air Cooler 등 공기 냉각 시스템과 Oil Cooler 등 액체 냉각 시스템의 증발기, 콘덴서 등에 적용하고 심해 온도 차를 이용한 발전 등 산업용에도 두루 적용시킨다는 전략을 세웠다.

고온 · 고압에서 사용할 수 있는 판형 열교환기 추진

관형 열교환기는 국내 업체들이 선진국에 근접한 기술 수준과 가격 경쟁력 우위를 보이며 내수 시장의 대부분을 점유하고 있으며, 해외 시장에서도 꾸준히 세계 4위권의 경쟁력을 유지하고 있다. 하지만 판형 열교환기는 수입 제품 대비 기술 수준이 낮고 특히 대용량의 용접식 판형 열교환기 기술이 선진국 대비 격차가 크다 보니 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이

다. 판형 열교환기는 관형 열교환기에 비해 월등한 전열 성능과 설치 면적의 이점이 있지만, 고온 · 고압에서는 적용이 불가하고 유체와 가스켓이 화학반응을 일으킬 경우 사용할 수 없다는 문제점이 있다. 따라서 본 프로젝트를 통해 이 같은 근본적인 문제점을 해결해 고온 · 고압 환경에서도 사용할 수 있는 판형 열교환기 기술 개발을 추진 중이다.

판형 열교환기는 이동 프레임과 고정 프레임 사이에 유체의 누출을 막기 위한 가스켓이 부착된 얇고 주





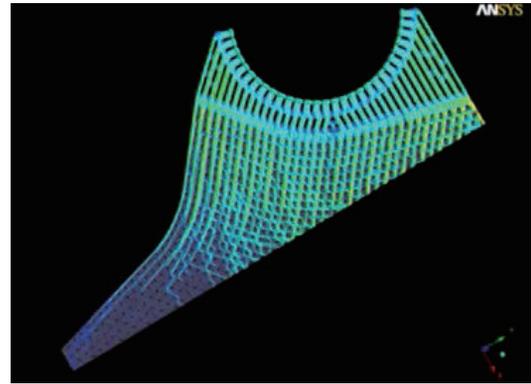
국내 열교환기산업 현황

현재 국내 열교환기산업은 크게 관형 열교환기와 판형 열교환기 시장으로 구분되며, 관형 열교환기가 전체 시장의 80% 정도를 차지한다. 관형 열교환기는 국내 업체들이 기술·가격 경쟁력으로 세계 4위권을 형성하고 있어 수입 비중이 미미한 수준이며, 국내로 수입되는 열교환기의 대부분은 중소기업에서 주로 생산하는 판형 열교환기 및 그 부품이다.

름진 여러 장의 전열판을 겹쳐 놓은 후, 조임 볼트로 압축·조립해 전열판 사이로 유체가 교대로 흐르게 해 열 교환을 수행하는 장치이다. 판형 열교환기는 관형 열교환기에 비해 설치 면적이 작고, 무게와 외부표면적이 줄어 설치 및 운영 경비를 절감하는 효과를 얻을 수 있다.

본 징검다리 프로젝트는 총 3년 동안 진행된다. 1차 연도에는 타이타늄 소재 적용을 위한 선행 기술 확보를 목표로, Semi-Welded 타입 판형 열교환기 사양 검토 및 초기 개념을 설계한다. 타이타늄 소재의 성형 특성 검토 및 원소재 솔루션 기술 확보와 정밀 성형 금형 설계, 제작 및 T/O를 통한 전열판 소형 모듈 제작을 평가한다. 또한 타이타늄 소재의 레이저 용접 공정 적용을 위한 기반기술과 품질 신뢰성 확보를 위한 강인 지그 시스템의 제작 및 공정을 개발하고 타이타늄 판형 열교환기 관련 국내외 표준기술 동향을 조사 분석한다. 더불어 타이타늄 소재 전열판 최적 설계를 위한 열 전달 효율 및 압력 손실과 난성형성 해소를 위한 전열판 성형 특성, 전열판 내압 변형 및 구조강도를 해석한다. 이외에도 타이타늄 소재의 레이저 용접 공정 변수에 따른 물성 평가 및 용접부 기계금속학적 특성을 DB화할 계획이다.

2차연도에는 소형 열교환기 시제품 제작 및 인증



기관 평가검증을 목표로, Semi-Welded 타입 판형 열교환기 설계 수정 및 효율을 검증하고, 성형 특성 실험 및 FEM 결과를 반영한 금형을 수정 및 평가한다. 또한 전열판 레이저 용접 Proto 시스템과 제품 단위 용접성 평가 및 WPS & PQR 확보를 위한 DB와 전열판 시제품 물성 검증을 위한 DB를 구축하고 타이타늄 레이저 용접 표준(안)의 초안을 도출한다. 더불어 압력변수 변화에 따른 용접 품질 영향과 용접 형상 인자에 따른 품질 영향도를 분석하고, 전열판의 용접 변형 및 잔류응력을 최소화하기 위한 용접 변형을 해석한다.

3차연도에는 대형 열교환기 시제품 제작 및 한국산업규정 제정안 도출을 목표로, Semi-Welded 타입 판형 열교환기 최적 설계기술을 확립하고 0.7m² 이상급 소재의 정밀 성형 및 금형 제조기술을 확보한다. 또한 타이타늄 소재의 레이저 용접 공정 적용을 위한 기반기술 개발과 타이타늄 열교환기의 구조적 안정성을 확보하기 위한 구조해석과 유동해석을 실시한다. 이외에도 대형 전열판 시제품 용접 시 용접부 품질 인증과 용접 시스템을 종합적으로 진단하고 열교환기 시제품 제작 및 인증기관 신뢰성 평가를 통해 최종 검증할 계획이다.

타이타늄 활용해 부식에 대한 저항성 향상

대원열판이 추진하는 용접접합기술을 적용한 내압성능 25Bar급 타이타늄 판형 열교환기 개발의 핵심내용을 요약하면, 우선 타이타늄은 상온에서 안정





Since 1978, 열교환기 분야 세계 일류기업

조선산업과 해양플랜트산업, 발전산업 및 화학플랜트산업의 열교환기 전문 제조업체인 대원열판(주)은 30년간 축적된 기술력으로 설계, Plate 성형, 용접, 도장, 조립 등 전체 제작 과정을 일관 라인에서 직접 수행하고 있다. 세계 최대 규모인 3만 톤, 2만 톤 유압프레스 및 첨단설비와 함께 전 공정 일품 생산 시스템을 도입해 열교환기 분야의 세계 일류기업으로 성장한 대원열판은 최근 발전소 온배수 특성 분석을 통한 수열원 이용기술 개발 사업에 참여해 콤팩트한 열교환기의 내구성 및 성능 모니터링기술 개발을 추진하고 있다. 기존 온배수 회수용 열교환기는 해수를 사용해 쉽게 부식되고 일반 해수 온도보다 약 7도 이상 높아 해양생물로 인한 오염에 취약했다. 이에 해수 사용에 따른 열교환기의 부식방지기술과 내구성을 향상시키고, 바이오 파울링에 의한 성능 저하 감지를 위해 중장기 모니터링을 통한 성능 유지기술을 개발하고 있다.

된 산화피막을 생성해 부식을 방지하고 산화성에서 피막이 파손돼도 즉시 재생되므로 매우 우수한 내식성을 보유하고 있다. 반면에 용점이 매우 높고 고온에서는 급격히 산화돼 본래의 기계적 성질이 급격히 저하되기 때문에 열간가공 및 용접이 어렵고, 본래의 높은 항복응력으로 인해 냉간가공 역시 어렵다. 따라서 열교환기의 타이타늄 소재는 주로 코일 시트를 프레스 가공해 사용한다. 가공경화된 원자재의 프레스 가공 시 타이타늄의 높은 내력으로 인한 스프링 백 때문에 최종적으로 만족스러운 치수를 구하기가 어려우므로, 이를 고려한 금형 설계 및 성형조건 선정과 합금별 고유 특성에 중점을 둔 성형 방법 선정이 매우 중요하다.

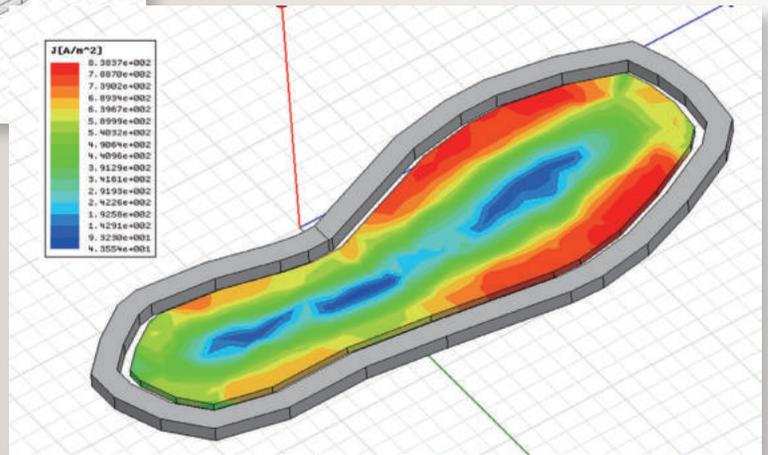
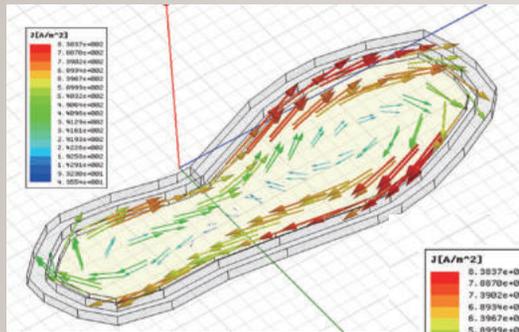
또한 타이타늄은 고온에서 내식성이 저하되고 용착금속 내부에 기공 등의 결함 발생률이 커져 기계적인 성질이 저하되기 때문에 용접 난도가 가장 어려운 금속이다. 타이타늄 소재는 용접 시 산화발생을 방지하기 위한 불활성 가스의 퍼징(Purging)기술과 용착금속과 모재 경계면에서 발생하는 기공을 최소화하는 용접기술이 가장 중요하다. 이를 위해 제품 형상에 따른 Argon Purging 지그 개발 및 조건 선정, 용접 전 산세처리 조건, 용접 후 응력 제거 열처리 기술 개발 등이 뒷받침돼야 한다.

특히 판형 열교환기 제작에 가장 적합한 용접 공정은 초박판 용접 시 정밀 제어가 가능한 레이저 공법이다. 이에 따라 본 프로젝트에서는 박판 타이타늄 소재에서 레이저 용접 후 발생하는 타이타늄 고유의 스프링 백으로 인한 변형을 최소화할 수 있는 특수 지그 설계와 용접 순서 및 최적의 조건 선정이 핵심이며, 이를 수치 해석과 병행해 진행할 계획이다.

한편, 대원열판은 본 프로젝트와 관련해 이미 국내외 대형 조선사 및 엔지니어링사에 Plate & Gasket, Disk Type, Plate Coil, Spiral Type 열교환기를 납품하고 있다. 이러한 국내외 지사 및 영업망을 활용한 홍보 및 마케팅을 비롯해 개발 제품의 기술 세미나 및 시연회 등을 개최해 적극적으로 고객 유치를 할 계획이다. 특히 열교환기 시장은 관세 철폐에 따라 가격 경쟁력 면에서 우위에 설 수 있기 때문에 선진 수준의 기술을 갖출 경우 수출에 매우 유리하고, 개발 제품의 경우 100% 외국 제품을 수입해 사용하므로 국산 제품으로 수입을 대체하는 효과가 있을 것으로 보인다. 더불어 세계 열교환기 시장이 매년 10%씩 성장하고 있기 때문에, 개발 제품의 경우 Full-Welded 타입을 일부 대체할 것으로 예상됨에 따라 대원열판의 수출액이 10% 이상 증가할 것으로 전망된다.



이달의 산업기술상



신기술 부문 산업통상자원부 장관상

국내 신발산업 재도약 발판을 마련하다
한국신발피혁연구원

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 한국신발피혁연구원이 'Primer 처리, 산/알칼리 Cleaning, UV 처리 공정을 생략할 수 있는 신발용 접착제, Out-sole, Mid-sole, Upper 개발' 연구과제를 통해 유도가열 공법으로 신발 제조라인 공정을 단순화하는 기술을 개발했다. 이를 통해 기존 신발 제조라인의 복잡한 전처리 공정을 생략할 수 있는 고성능 신발 부품(겔창, 중창, 갑피), 신규 접착제 및 접착 시스템 개발이 전망됨에 따라 영예의 장관상을 수상했다.



한국신발피혁연구원 [오상택 선임연구단장]

국내 신발산업 재도약 발판을 마련하다

유도가열 이용한 신규 접착 시스템 제조공정 개발

대한민국 제2의 도시이자 수출입 물류의 핵심 관문인 부산은 과거 우리나라 수출 주요 품목 중 하나였던 신발산업의 메카였다. 1970~1980년대 국내 신발산업은 세계 최고의 생산기지 역할은 물론 독자적인 생산 시스템 구축으로 그 명성이 빛났지만 1980년대 후반부터 침체에 접어들게 되었고, 다시금 신발산업의 부활과 세계 최고라는 명성을 되찾기 위한 30여년의 연구개발 노력이 이제야 빛을 발하게 돼 관심을 끌고 있다.

취재 조범진 사진 서범세

접착공정 혁신 · 생산구조 고도화 달성 기대

해발 641.3m인 백양산 끝자락에 위치한 한국신발 피혁연구원은 1987년 4월 27일 신발 · 피혁에 관련한 소재 및 부품 분야의 연구개발을 수행하고 그 성과를 보급함으로써 해당 분야의 기술 향상과 국제 경쟁력 제고를 통한 수출 증대에 기여하기 위해 산업통상자원부 산하의 전문생산기술연구소로 설립됐다.

그리고 설립 초기 연구소 앞 모퉁 심기에서부터 연구원 내 곳곳에 땀과 열정의 흔적을 아로 새긴 오상택 선임연구단장과 연구팀은 이제는 울창하게 자란 모퉁처럼 값진 연구 성과를 이뤄냈고, 그 성과를 통해 다시금 우리나라 신발산업의 재도약이라는 희망이 싹틀 수 있을 것으로 기대하고 있다.

이번에 오 선임연구단장과 연구팀이 개발한 'Primer 처리, 산/알칼리 Cleaning, UV 처리 공정을 생략할 수 있는 신발용 접착제, Out-sole, Mid-sole, Upper 개발' 과제는 이르바 나이키, 아디다스 등 세계 메이저 신발기업에서조차 아직까지 미완의 과제로 남아 있는 접착 공정의 혁신적인 변화를 통해 생산구조의 고도화 달성(Low-VOCs 실현 및 인건비 절감, 자동화 시스템 구축을 통한 공정 단축)이라는 신발산업의 숙원을 이루는 데 있어 세계 최초로 진행된다는 점에서 높이 평가할 수 있다.

이와 관련해 오 선임연구단장은 “국내 신발산업은 부품 및 소재 분야의 기술적 우위와 신발제조기술을 바탕으로 세계 시장에서 경쟁력을 유지해 왔으나 제

조기술의 격차가 점점 좁혀지고, 범용 부품 · 소재의 경우 이미 기술이 평준화되면서 새로운 성장동력 발굴이 절실히 요구되는 시점에 놓여 있다”면서 “이런 가운데 이번 기술 개발은 1990년대 이후 높은 인건비와 생산시설 해외 이전에 따른 사업 기반 약화 및 열악한 작업 환경 등의 요인으로 어려움에 처한 국내 신발산업이 다시금 도약할 수 있는 토대를 마련했다는 점과 해외로 이전된 신발 공장이 국내로 유턴할 수 있는 계기를 만들 수 있을 것이라는 측면에서 큰 의의가 있다”고 말했다.

유도가열 이용한 새로운 접착 시스템 개발

오 선임연구단장과 연구팀이 개발한 ‘유도가열을 이용한 신규 접착 시스템’ 기술은 기존 산업 분야에서 금속부품에만 적용됐던 유도가열 기술을 고분자소재인 접착제에 사용해 원하는 때, 원하는 특정 부위만을 가열, 용융시킬 수 있어 열 손상이 심한 소재로 구성된 신발부품의 접착에 매우 적합하다.

이에 따라 신발 제조 과정에서 가장 많은 노동력과 시간이 요구되는 접착 공정의 기존 접착 시스템에서 탈피하는 데 새로운 전기가 마련됨과 동시에 부품에 접착제를 처리한 상태로 적재가 가능해져 생산 및 물류 시스템을 획기적으로 개선시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다.

또한 다른 부품에 영향을 주지 않고 접착제만을 짧은 시간에 가열함으로써 에너지 절감 효과를 얻을 수

How To

연구원 설립 이후 30여년간 쌓아온 각종 연구개발(R&D) 성과와 기술, 타 산업 분야의 핵심 기술 접목과 응용을 통해 R&D 시너지 효과를 창출하고, 여기에 신발부품별로 산학연의 협업 체계를 구축함으로써 공정 개발 및 부품 · 소재 개발이라는 두 마리 토끼를 잡을 수 있게 됐다.

사업명 산업기술혁신사업(산업핵심기술개발사업)

연구과제명 Primer 처리, 산/알칼리 Cleaning, UV 처리공정을 생략할 수 있는 신발용 접착제, Out-sole, Mid-sole, Upper 개발

제품명 Mesh형 스포츠 슈즈

개발기간 2014. 6 ~ 2016. 5 (24개월)

총사업비 9,867백만 원

개발기관 한국신발피혁연구원 / 부산광역시 부산진구 당감서로 152
051-897-9701 / www.kiflt.re.kr

참여연구진 오상택, 김구니, 천제환, 전호균, 박현주, 정부영, 천정미, 심재학, 서은선, 배중우, 엄기용, 김정수, 전준하, 최명찬, 윤유미, 백인규, 박재형, 김은지





유도가열

전자기유도 원리를 이용해 전기에너지를 열에너지로 변환시켜 가열하는 방법. 산업 전 분야에 걸쳐 열처리, 경납땜, 용해, 용접, 가열 등의 목적으로 다양하게 응용.

있으며, 열악했던 작업환경을 깨끗하고 안전하게 바꾸는 것이 가능해져 인력과 에너지 투입이 많은 신발 조립 공정의 도시화에도 매우 적합한 기술로 평가받고 있다.

이에 대해 천재환 연구실장은 “나이키, 아디다스 등 메이저 신발기업에서도 복잡한 신발 제조 공정을 단축시킬 수 있는 연구가 다각도로 이루어지고 있으며, 일부 상용화에는 성공했으나 아직까지 가시적인 성과는 도출하지 못하고 있다”며 “본 기술은 전처리 및 준비 공정이 생략 가능한 부품·소재 및 단시간에 원하는 부위만 접착할 수 있는 새로운 접착 시스템에 관한 것으로, 노동집약형 산업인 신발산업의 공정을 단축함으로써 신발 조립의 패러다임을 획기적으로 바꿀 수 있어 본 연구를 통한 소재부품의 제조기술이 확보된다면 세계 최초의 원천기술로 명실상부한 세계 1위로 등극할 것으로 판단된다”고 밝혔다.

그러나 무엇보다도 이번 기술 개발의 가장 큰 의의는 바로 ‘새로운 한국형 기술 개발의 세계화’라는 데 방점을 찍을 수 있다. 이러한 측면에서 이번 기술 개발은 단순히 공정 개선의 새로운 계기를 마련했다는 점을 뛰어넘어 전 세계 신발기업이 안고 있는 한계를 극복했다는 점에서 주목할 필요가 있다.

축적된 경험과 기술·타분야 기술 접목, 성공 이끌어

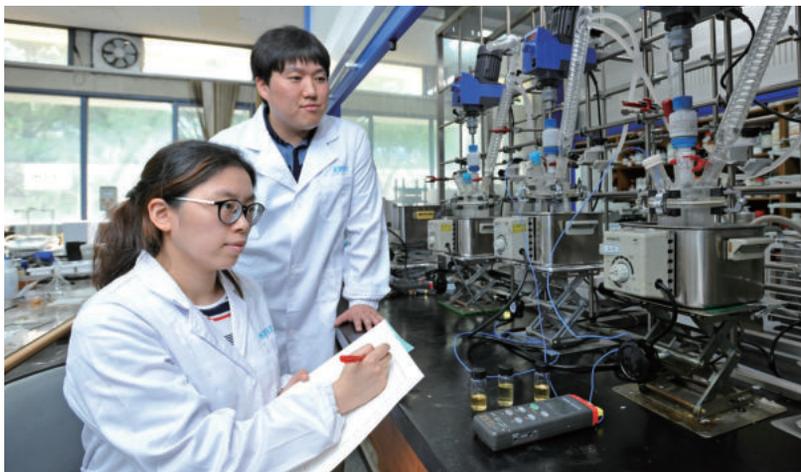
기술 개발 성공의 요인을 묻는 질문에 오 선임연구단장은 “본 연구는 기존 신발 제조 공정의 50%를 간



오상택 한국신발피혁연구원 선임연구단장

소화시킬 수 있는 새로운 기술로 난도가 매우 높으며, 전 세계 어디에서도 시도한 적이 없는 새로운 기술이기 때문에 연구기획 단계에서부터 신발업계 관계자들을 설득하는 데 많은 애로사항이 있었다”면서 “하지만 우리 연구진의 끊임없는 노력과 관련 업계 종사자들에 대한 지속적인 설득 끝에 생각을 같이하는 공동 연구진을 구축할 수 있었고, 이들과의 협업을 통해 연구를 진행해 이 같은 결과를 얻었다”고 말했다.

더불어 “1987년 설립 이후 약 30년간 연구원이 쌓아온 많은 경험과 기술, 타 산업 분야의 기술에 대한 열린 사고와 접근 및 응용이 이번 기술 개발 성공의 또 다른 원동력이자 성공 요인이라 할 수 있다”면서 “향후 환경친화적이고 특정 부위에만 접착 성능을 발현하는 새로운 형태의 접착제 및 준비 공정이 줄어드는 새로운 부품·소재의 개발을 통해 제품 생산 단가를 낮춰 수출 경쟁력을 확보함으로써 신발용 소재 및 접착제 분야의 글로벌 시장 판도를 변화시키고자 노력할 것이다. 이를 위해 각 기관과 협력해 새로운 부품·소재 및 접착제를 지속적으로 개발하고, 국내외 신발업체를 통해 홍보 및 마케팅 활동을 함으로써 국내외 시장을 선점하고자 한다”고 밝혔다.



우중범 한국산업기술평가관리원 기능성선유 PD

전문가 코멘트

“한국신발피혁연구원은 아웃솔, 미드솔 및 갑피의 접착과 관련해 매우 복잡한 신발 제조 공정을 대폭 간소화할 수 있는 유도가열을 이용한 접착기술 개발에 성공했다. 본 기술은 상업화 과정을 거쳐 우리나라 신발산업의 국제 경쟁력을 크게 높일 것으로 기대된다.”

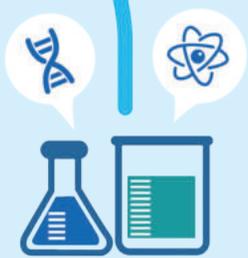


우리창조기업 파트너론

기술창업 기업사랑 대출



우리창조 기술우수기업 대출



우리 R&D 기업사랑 대출

Switch on!



우리상생파트너론

우리은행은 앞으로도 우수한 기술력을 가진
기업을 적극 지원하는 기술금융으로
대한민국 창조경제의 힘이 되겠습니다



수출기업 마스터론

우리나라  우리은행

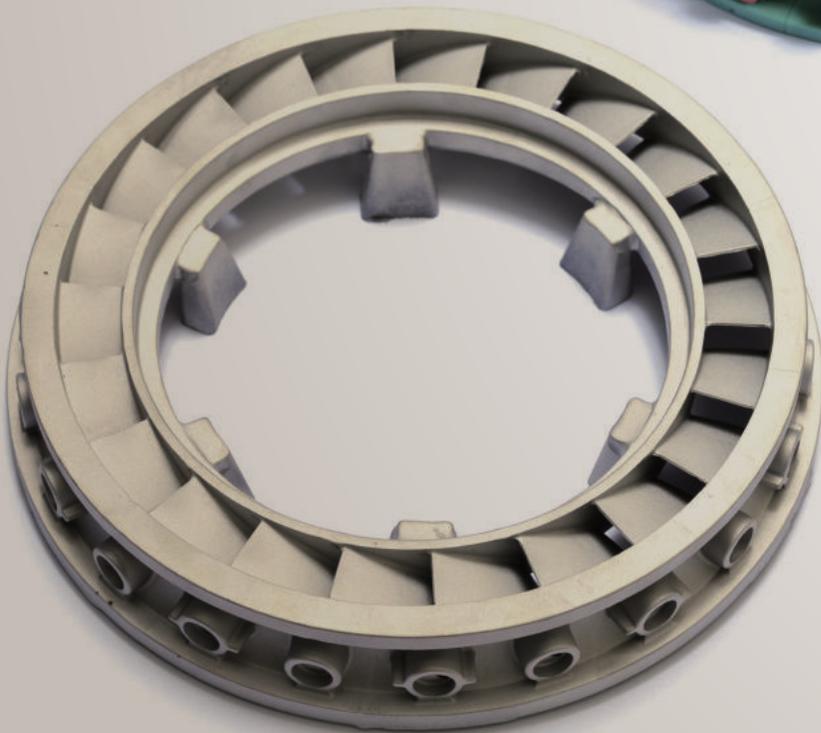
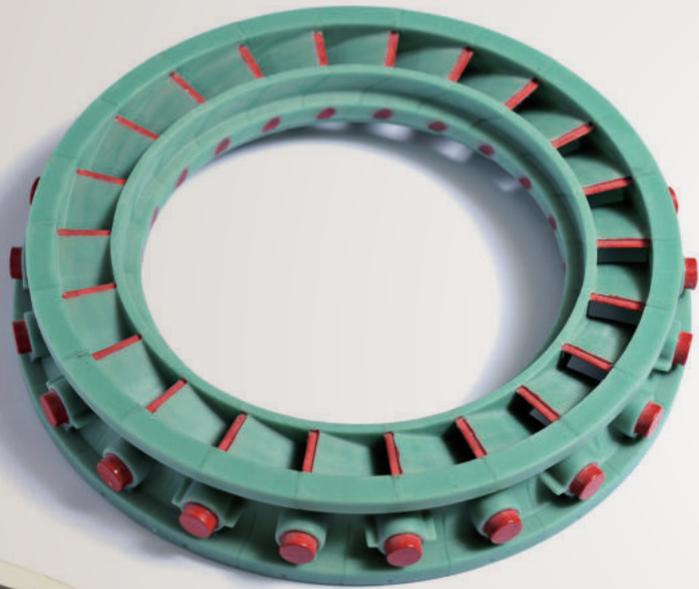


동반성장위드림대출



우리산업단지론

이달의 산업기술상



사업화 기술 부문 산업통상자원부 장관상

국내 항공부품산업 발전에 날개를 달다
한국로스트웍스(주)

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술에 대해 시상한다. 한국로스트웍스가 '중대형 항공기(A330) 보조동력장치용 가스터빈 엔진 일체형 중공 터빈노즐 제조기술 개발' 연구과제를 통해 '일체형 터빈노즐' 제조기술을 국산화하는 데 성공했다. 이를 통해 미국, 유럽, 일본 업체 대비 제조원가 약 10% 절감과 20~30% 가격 경쟁력을 확보하며 해외 수출을 실현함에 따라 영예의 장관상에 선정됐다.



한국로스트웍스(주) [장세풍 대표이사]

국내 항공부품산업 발전에 날개를 달다

중대형 항공기 APU용 가스터빈 엔진 일체형 중공 터빈노즐 제조기술 개발

항공기의 부품 수는 자동차 부품 수의 10배 이상인 20만 개 정도다. 그리고 이 20만 개의 부품 중 어느 하나라도 이상이 발생하면 항공기는 심각한 위험에 처하게 되고 귀중한 생명을 앗아가는 끔찍한 결과를 초래한다. 그러므로 항공산업은 몇몇 국가에서만 주도하는 핵심산업이자 미래 성장동력으로 평가받고 있다. 이에 우리나라도 항공우주산업에 대한 정부의 적극적인 지원이 이뤄지고 있으며, 그러한 지원의 결실이 하나둘씩 나타나고 있는 상황에서 한국로스트웍스(주)의 항공기 엔진 일체형 터빈노즐 제조기술 국산화 성공은 첨단 항공 및 방위산업 장비 부품의 국산화 및 부품소재산업의 국제 경쟁력 향상에 촉매 역할을 할 것으로 기대된다.

취재 조범진 사진 서범세

국내 항공부품산업 국제적 신뢰도 향상 기여

지난달 휴가 절정기에 국내 항공사의 항공기 한 대가 출발 지연 사태를 빚으며 뒤따르는 항공기들의 출발까지 늦어지는 상황이 발생했다. 이후 지연 원인은 항공기의 보이지 않는 엔진으로 불리는 APU(Auxiliary Power Unit, 보조동력장치)의 고장 때문이었던 것으로 밝혀졌다.

APU는 제3의 엔진으로 불릴 만큼 항공기의 핵심장치 중 하나다. APU는 항공기 엔진과 마찬가지로 각각의 계통에는 핵심기술이 적용된다. 이에 따라 기술 선진국에서는 APU에 높은 기술 장벽을 국가 차원에서 쌓아 보호하고 있다.

이런 가운데 한국로스트왁스가 중대형 항공기 APU 엔진용 일체형 냉각 터빈노즐의 제조기술 개발에 성공한 것은 시사하는 바가 매우 크다.

우선, 중대형 항공기 APU 일체형 냉각 터빈노즐은 다수의 베인이 일체형으로 돼 있으면서 제품의 두께가 얇고 초박판의 세라믹 코어를 사용한 것으로 일부 선진국에서만 제조기술을 보유하고 있다. 그러므로 선진국이 기술 이전을 철저히 피하고 있는 상황에서 가스터빈 엔진의 핵심부품 제조기술의 국산화에 성공했다는 것은 첨단 항공 및 방위산업 장비부품의 국산화 및 부품소재산업의 국제 경쟁력 향상에 견인차 역할을 하고 있음을 의미한다.

또 미국과 유럽, 일본 등 몇몇 선진국이 세계 시장을 장악하고 있는 가운데 이번 기술 개발로 우리나라가 가스터빈 부품의 안정적인 공급국가로 성장할 수 있는 발판을 마련했다는 점에서 의의가 크다.

이에 대해 장세풍 대표는 “이번 기술 개발을 통해 시장 영역을 확대하고 고부가가치 부품인 냉각터빈 부품의 해외 판로를 개척해 나감으로써, 국내 항공부품산업의 국제적인 신뢰도 향상을 이끌어 갈 수 있는 계기를 마련했다는 점에서 큰 의미가 있다”라고 말했다.

항공기 엔진 일체형 냉각 터빈노즐 제작기술 국산화

한국로스트왁스가 개발에 성공한 것은 중대형 민항 여객기에 장착되는 APU용 가스터빈 엔진의 핵심 고온 부품인 냉각 터빈노즐의 제작기술 국산화 개발 과제에 맞춘 A330 항공기용 APU 엔진 1단 냉각 터빈노즐 제작기술이다.

앞서 언급한 대로 중대형 항공기의 APU는 주로 항공기 동체의 꼬리 부분에 위치하는 소형 가스터빈 엔진으로, 항공기가 지상에 주기돼 있을 때 항공기 주엔진 시동에 필요한 압축공기를 공급하며, 주엔진 시동 전 전력을 공급하는 역할을 수행한다. 또한 비행 중 주엔진 이상 등 비상 상황에서 항공기에 필요한 전력 및 산소를 공급해 항공기 비상 운항이 가능하도록 하

How To

미국 FAA 인증 및 유럽의 제조 인증을 보유한 업체의 도면과 스펙을 사용해 별도의 설계기술이나 해석기술 대신 박판의 세라믹 코어 제조 및 응용기술과 안정된 품질의 진공정밀주조기술 등 제조기술 국산화에 주력할 수 있었다.

사업명 항공우주부품기술개발사업

연구과제명 중대형 항공기(A330) 보조동력장치용 가스터빈 엔진 일체형 중공 터빈노즐 제조기술 개발

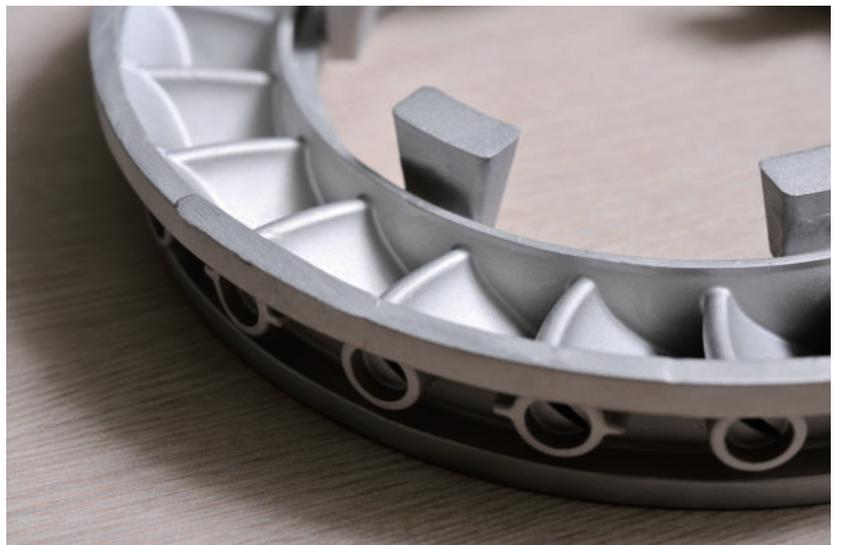
제품명 Investment Casting Nozzle Segment

개발기간 2012. 10 ~ 2015. 9 (36개월)

총사업비 990백만 원

개발기관 한국로스트왁스(주) / 경기도 안산시 단원구 시화로 220
031-319-4680 / www.lostwax.co.kr

참여연구진 장병문, 윤병관, 권석환, 오인수, 김동용, 박창연, 민중기, 박진순, 김대호





APU

보조동력장치(Auxiliary Power Unit)의 약자. 항공기에 설치되는 자체 전동기 발전기로 주엔진을 시동시키거나 항공기가 지상에 있을 때 동력을 공급해 주기 위한 장치

는 항공기 핵심 구성품 중 하나다.

특히 이 가운데 한국로스트왁스는 22개의 중공형 베인을 일체형으로 연결해 제작하는 A330 항공기 APU의 1단 냉각 터빈노즐을 만든다. 0.4mm의 Neck을 갖는 소형 박판의 세라믹 코어 제작·응용기술, 일체형 조립기술, 진공정밀주조 기술 및 관련 시험 검사기술을 적용해 개발한 후 미국 FAA에 등재된 항공기 부품 MRO 업체의 승인(FAI)을 획득해 국산화 기술의 신뢰성을 확보하는 것을 최종 목표로 개발에 나섰다.

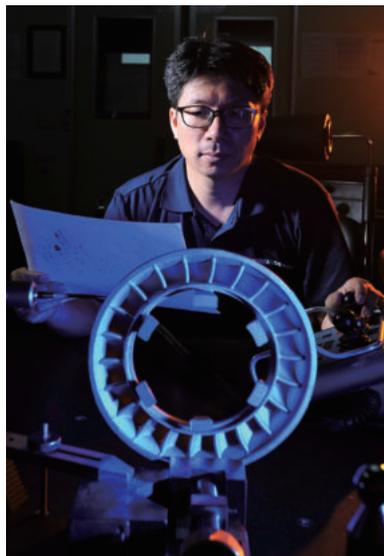
그 결과 한국로스트왁스는 '일체형 조립 기술, 박판 Ceramic Core 제작 및 응용기술 개발'과 '세라믹 코어 & Pattern의 수축률을 반영한 금형 설계 및 제작' '박판 세라믹 코어 제조 및 응용 Parameter 정

립' '일체형 냉각 터빈노즐 진공 정밀주조 Parameter 정립' '일체형 중공형 터빈노즐 제조작업 및 검사공정 표준화' '세라믹 코어 및 주조 Parameter 정립을 통한 최종 시제품 제작' '최종 시제품 시험 검사 평가를 통한 FAI 승인 획득 및 수출' 등의 기술 개발 및 공정을 확립했다.

고온 냉각 터빈 분야 진출 등 핵심기술 국산화 개발 박차

사업화 전망 역시 매우 밝다. 장 대표는 "당사의 경우 AS9100, NADCAP 인증 등을 포함한 품질 시스템 인증을 통해 세계적인 항공기 엔진 메이커인 GE와 Pratt & Whitney로부터 가스터빈 핵심 부품인 터빈 블레이드를 포함한 초내열 합금부품의 제조 승인 획득 및 관련 부품의 양산라인이 구축돼 있어 해당 부품업체의 승인 획득과 동시에 사업화했다"라며 "개발 과정의 성공으로 사업화 진행 시 첫해 약 2억5000만 원의 매출을 올릴 것으로 예측되며, 수요처인 미국

AMT와 추가 개발을 진행한 유사 부품(A330 APU 2단 노즐 및 타 기종의 APU1, 2단 터빈노즐)의 개발 성공으로 예상되는 매출은 연간 약 10억 원 정도다. 개발 완료 후 현재까지 1억2000만 원의 수주를 받아 '양산 공급 중'이라고 밝혔다.



윤병관 한국로스트왁스(주) 연구개발팀 부장

앞으로의 계획과 관련해서는 "세계 시장 진출에 따른 신뢰성 확보로 향후 롤스로이스에서 제안한 항공용 터보팬 엔진 개발 조인트 벤처 설립 시 후속 엔진 개발에서 핵심 모듈인 고온 냉각 터빈 분야 참여가 예상되며, 현재 국내 개발된 6000lbf급 터보팬 엔진용 압축기 설계기술과 연계해 향후 개발이 예상되는 중 소형 터보팬 엔진의 독자 개발 시 활용이 가능할 것으로 전망된다"고 말했다.

또한 "차세대 전투기 사업 및 중형 항공기 등 항공기 개발 국책사업 엔진 개발의 터빈 냉각 분야에 참여하고, 항공기용뿐만 아니라 관련 요소기술을 활용해 산업용 대형 가스터빈의 고온 핵심 부품 국산화 개발 및 몇몇 기술 선진국에서 독점하고 있는 최신 고차원의 일방향 응고 및 단결정 블레이드의 국산화 개발 등을 진행할 계획"이라고 밝혔다.

또한 "차세대 전투기 사업 및



윤근수 한국폴리텍항공대학 교수

전문가 코멘트

"한국로스트왁스는 초정밀 세라믹 합금기술을 바탕으로 종래 A330에 장착된 가스터빈 엔진의 일체형 노즐에 대한 국산화 개발뿐만 아니라 해외 수출에 성공했다. 본 기술은 향후 중대형 항공기의 가스터빈 엔진 노즐에 대한 원천기술 확보와 국외 시장 확대에 기여할 것으로 기대된다."

희망 강국

당신의 희망이
또 다른 희망을 만들고
그 희망들이 모여
더 행복한 대한민국을 만들어 갑니다.

희망을 키우는
평생은행
IBK기업은행



2016년 『이달의 산업기술상』 시상계획 공고

산업부 R&D지원을 통해 개발된
우수 기술(신기술 부문) 및 사업화 성공 기술
(사업화기술 부문)에 대해 다음과 같이
2016년 『이달의 산업기술상』 시상계획을
공고하오니 많은 신청 바랍니다.

■ 시상개요

산업부 R&D로 지원한 과제의 기술개발 성과 및
사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해
이달의 산업기술상 수상자 선정

구분	시상대상
신기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 최초·최고 수준의 우수 기술 개발에 직접적 공로가 인정되는 연구자 ※ 신청일 기준 6개월 이내 최종평가에서 '혁신성과', '보통', '조기중료(혁신성과, 보통)', 판정을 받은 기술 또는 과제 진행 중이라도 탁월한 성과를 도출한 기술
사업화 기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 개발된 기술의 사업화에 우수 성과를 창출한 중소·중견기업 대표 ※ 신청일 기준 5년 이내 종료된 과제 중 최종평가에서 '혁신성과(우수)', '보통' 판정을 받은 기술(중간평가시 '조기중료(혁신성과, 보통)' 판정을 받은 기술 포함)

매월 신기술 부문 1명, 사업화 기술 부문 1명에 대해
산업부 장관상 수여

※ 수상자에게 상패 및 포상금(각 500만 원) 지급

■ 장관상 수상자 중 별도 심의를 통하여 연말
『대한민국 기술대상』 수상자(대통령상, 국무총리상) 선정

신청자격 등 자세한 사항은
KEIT 홈페이지
(<http://www.keit.re.kr>)
참조

■ 신청(추천)서 교부 및 접수

관련양식: KEIT 홈페이지 참조

신청(추천)서 접수처: techaward@keit.re.kr (한국산업기술평가관리원 성과확산팀
'이달의 산업기술상' 담당자)

■ 제출서류

구분	공통서류	추가서류
신기술 부문	<ul style="list-style-type: none"> ■ 신청(추천)서 ■ 사업자등록증 ■ 기타 실적에 따른 증빙서류 ■ 유공자 이력서 ■ 장관 포상에 대한 동의서 	-
사업화기술 부문		최근 3년간 대차대조표 및 손익계산서 (사업화기술 부문 신청의 경우 제출)

■ 2016년도 접수일정(상시 접수)

※ 신청서 접수는 신청 접수 기준일(주말 또는 공휴일인 경우 그 다음날) 17시에 마감(E-mail 수신기준)하며,
마감 이후에 접수한 신청서는 다음 심사일 심사대상

구분	24차	25차	26차
	1~4월 분	5~8월 분	9~12월 분
신청접수	~2016. 2. 1(월)	~2016. 5. 20(금)	~2016. 9. 16(금)
선정평가	2월 중	6월 중	10월 중
발표 및 시상	2016. 3	2016. 7	2016. 11

※ 상기 일정은 접수 현황에 따라 변경될 수 있음

■ 문의처

한국산업기술평가관리원 T 042-712-9230
(35262) 대전시 서구 문정로 48번길 48 계룡간설빌딩 3층, 성과확산팀

한국에너지기술평가원 T 02-3469-8354
(06175) 서울시 강남구 테헤란로 114길 14, 성과확산실

한국산업기술진흥원 T 02-6009-3247
(06152) 서울시 강남구 테헤란로 305, 한국기술센터 사업성과총괄실

한국공학한림원 T 02-6009-4011
(06152) 서울시 강남구 테헤란로 305, 한국기술센터 15층

이달의 재로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중 최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.
기계·소재 1개, 화학 1개, 바이오·지식서비스 1개, 정보통신 1개로 총 4개의 신기술이 나왔다.

September

기계·소재

- 고온 내구 특성을 갖는 에너지산업 플랜트용 고압(Class2500) 사중편심 버터플라이 밸브

화학

- 자기감응형 항시 체온 조절 섬유 제품기술

지식서비스

- 충격제어용 Lock-up device 시험평가장비

정보통신

- 다축 간 커플링 네트워크를 이용한 삼중 TE01 σ 모드 필터 제조기술



향후 엔지니어링 밸브 개발을 위한 제반기술을 확보하고, 세계 일류 우수제조기술연구센터의 기반을 확립함.

고온 내구 특성을 갖는 에너지 산업 플랜트용 고압(Class2500) 사중편심 버터플라이 밸브

이달의 새로 나온 기술 기계·소재 부문
 (주)시퍼스파이프라인 우수기술연구센터(ATC)사업

기술내용 》 현재 버터플라이 밸브 (Butterfly Valve)는 주로 ANSI B 16.34 Class 150~300 내외의 저압용으로 제작돼 사용되고 있음. 이는 디스크의 변형, 시이트의 탈착 등 구조적인 문제점으로 인해 고압·고온과 같이 넓은 범위에서의 사용은 미미한 실정임. 현재 고압·고온용으로 주로 사용되는 Ball·Gate 밸브의 낮은 유지 보수성과 높은 단가 등 많은 문제점이 제기되면서 고압·고온용 버터플라이 밸브 개발에 대한 요구가 점점 증가하고 있는 상황임. 따라서 기술 개발을 위한 연구인력의 능력 제고와 개인의 기술적 능력 향상을 통해 Ball·Gate 밸브를 대체할 수 있는 고압·고온 및 양방향 사용이 가능한 버터플라이 밸브를 개발했음. 연구 과정을 요약하면 고온용 밸브와 고압·고온용 밸브 두 단계의 기술 개발 계획을 수립해 관련 핵심기술을 개발했음. 1단계는 석유·화학 플랜트 등과 같이 상대적으로 온도가 낮고 압력이 높은 Class 900~2500 버터플라이 밸브를 개발했음. 이 단계에서 고압에 적용하기 위한 다양한 형태의 몸통, 디스크 형상, 샤프트와 디스크의 체결 방법, Pressure Seal 형상 등을 개발했음. 이와

더불어 2단계에서는 1단계의 고압과 관련된 축적기술을 바탕으로 최종 개발 목표인 고온 내구 특성을 갖는 에너지 산업 플랜트용 고압(Class 2500) 사중편심 버터플라이 밸브를 개발했음. 이 단계에서는 고온에 적용하기 위한 다양한 소재 검토와 고온 특성을 분석하고 이를 바탕으로 고온 시험, 고온 작동 시험 등을 수행해 개발 제품의 신뢰성을 확보했음.

적용분야 》 고온·고압 버터플라이 밸브는 원자력 및 화력발전, 석유 화학 플랜트, 조선 및 여러 산업에 걸친 배관 라인에 적용됨. 특히 스팀과 같은 고온·고압 유체 조절에 사용됨. 고압용 밸브는 현재 Gate 밸브가 주류를 이루고 있으며 일부 품목에서는 Ball 밸브를 적용하기도 함. 향후에는 버터플라이 밸브의 장점(경량, 가격 등)으로 점차 Gate 밸브를 대체할 것으로 전망됨.

향후계획 》 개발이 완료된 고온·고압 (Class 2500) 버터플라이 밸브의 주력 시장인 중동 지역 외에 동남아·중남미 등 시장 다변화를 통해 석유·화학 플랜트 시장 진입 및 엔지

니어링 밸브 제작 기반을 바탕으로 월드 클래스 밸브 제조기업으로 도약하고자 함.

연구 개발기관 》 (주)시퍼스파이프라인 / 051-290-3090 / www.cephasvalve.com

참여 연구진 》 (주)시퍼스파이프라인 조영득, 설창호, 이춘규, 한국산업기술시험원 김상열, 이동명, 배윤경 외

평가위원 》 지맥(주) 이동수, (주)지앤아이솔루션 이민호, 동아대 이준호, (주)연지틀랜드 김유진, (재)울산테크노파크자동차부품혁신센터 윤지현, 포항대 손철민, 한국전자통신연구원 정재호





자기감응형 항시 발열 섬유는 공기 순환에 의한 신속한 땀 건조로 체온 상승을 방지함.

자기감응형 항시 체온 조절 섬유 제품기술

이달의 새로 나온 기술 화학부문

벤처스(주) 우수기술연구센터(ATC)사업

기술내용 》 겨울철 소재로는 체온 등 열 에너지의 확산을 방지하는 단열 보온 제품과 태양광을 흡수해 열에너지로 변환하는 축열 제품이 주류를 이루다가 유니클로의 'Heat Tech' 이 판매 호조를 보이면서 체내에서 발산하는 땀을 흡수해 열로 변환시키는 흡습발열 제품이 주목받고 있음. 여름철 소재로는 흡한속건에 의한 의복 내 습도 상승 억제, 태양열 차단, 접촉냉감, 당알코올 가공에 의한 청량감 부여 기술 등이 시장에 소개되고 있으나 단편적 기능으로 인해 수시로 변화하는 외부 환경과 발한량에 능동적으로 대응할 수 있는 항시 체온 조절 기능은 부족한 실정임. 이에 본 연구과제를 통해 개발하는 자기감응형 항시 체온 조절 섬유는 장소, 시간, 운동량의 경계를 넘어 높거나 낮은 온도에서 몸을 스스로 보호하고

자연환경과 의복환경의 변화에 대응할 수 있는 지능성 소재임. 확보한 핵심기술은 수분환경에 따라 팽윤·이완이 가능한 섬유 소재 사가공기술과 원사를 이용한 섬유 구조체 설계임. 또한 흡수발냉, 태양열 차단 물질 복합화 전처리, 염색, 가공기술을 비롯해 적외선 방출, 흡습발열, 태양열 증폭 물질 복합화 전처리, 염색, 가공기술을 확보함. 이외에도 외부환경 인지 감응 섬유 구조체 적용기술, 섬유 소수화 후가공 기술도 본 연구과제를 통해 확보함.

적용분야 》 스포츠웨어용 및 아웃도어용 섬유 등

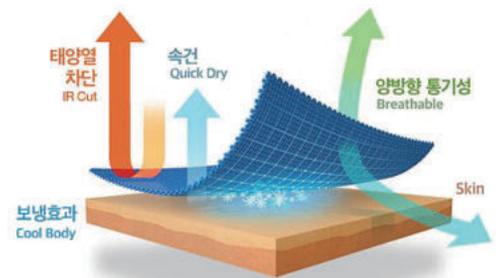
향후계획 》 수분환경에 따라 팽윤·이완이 가능한 사가공기술과 원사를 이용한 섬유구조체를

다양하게 응용해 지속 확대 중이며 연구과제를 통해 확보된 지능성 후가공기술을 접목시켜 최근 증가하고 있는 수요에 맞춰 신규 제품 개발을 지속할 예정임.

연구개발기관 》 벤텍스(주) / 02-424-3262 / www.ventexkorea.com

참여연구진 》 벤텍스(주) 양광웅, 노용환, 박은호, 한국섬유소재연구원 정구, 이인열, 김은경 외

평가위원 》 한국화학연구원 이미혜, 신안산대 오성훈, 한화케미칼(주) 고우석, (주)바이오넷 송광석, (재)FIT시험연구원 전영민, (주)마кро켄텍 이상진, (주)서원테크 민기훈





플랜트산업의 활발한 해외 진출에 부합하는 제품 성능 검증을 위한 기반을 구축하고, 국내 건설산업 정책에 기여할 것으로 예상됨.

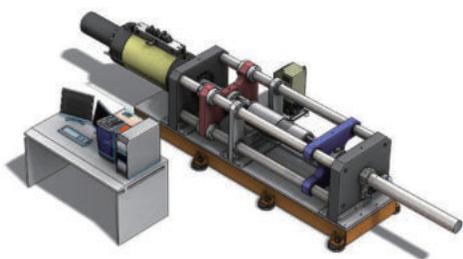
충격제어용 Lock-up device 시험평가장비

이달의 새로 나온 기술 지식서비스 부문
 (재)한국건설생활환경시험연구원 국제상호인정시험 평가능력기반구축사업

기술내용 본 과제에서는 중량이나 외력 이외의 진동 충격 등이 발생할 때 배관계의 변형을 제한하는 방진기(Snubber) 및 교량구조물의 내진 성능 향상을 위해 설치되는 충격분산장치(Shock Transmission Unit : STU)에 대한 성능 검증을 위한 시험기를 개발함. 국내에는 충격제어용 완충장치의 성능 검증을 위한 시험장비를 보유한 기관이 없으며, 생산업체에서 보유한 시험기를 운용해 시험 성능을 검증하고 있는 실정임. 이번에 개발된 시험평가장비는 본체인 메인 프레임에 포함해 유압동력원인 HPU (Hydraulic Power Unit), 액추에이터에 유압공급을 제어하는 HSM(Hydraulic Service Manifold), 본 장비의 구동을 제어하는 컨트롤러로 구성돼 있음. 장비의 전체 구성은 4주식 프레임과 유압 액추에이터, Snubber 또는 STU를 연결하기 위한 지그로 구성돼 있으며, 액추에이터를 구동하기 위한 유압 시스템이 연결돼 있음. 시험에서 취득해야 하는 데이터는 시험하중과 액추에이터 로드와 변위이며, 각 데이터는 로드셀과 변위계에 의해 측정됨. 장비 개발 단계에서 유지보수, 운용, 개조 등을 위해 3D 기반 정보모델을 제작했으며

각 부품품 및 센서류의 상세 제원을 정보 모델과 통합해 데이터베이스를 구축했음. 특히 본 시험평가장비의 개발을 통해 국가 건설 관련 분야 시험인증산업에 해외 시험기관 선제 대응이 가능하며, 장비 국산화로 시험인증산업에서의 국제표준 선점, 해외 장비 구입으로 인한 국부 유출 방지, 더 나아가 국내 시험인증장비 수출을 통해 국가산업 발전에 기여할 것으로 전망됨.

적용분야 본 사업으로 개발된 충격제어용 Lock-up device 시험평가장비의 활용 관련 제품군으로 교량 내진 관련 부속장치, 플랜트 배관용 지지장치, 건축용 제진 및 내진장치 등이 있으므로 관련 중소·중견기업이 활용할 것으로 예상됨. 상기 제조업체군의 원천기술 평가지원 체계를 통한 기술 경쟁력 확보가 가능하며, 해외 기술 의존도가 높은 플



랜트 배관용 지지장치 분야의 기술 선점을 통한 제품의 국산화 및 건설산업의 해외 경쟁력 강화가 가능할 것으로 예상됨.

향후계획 관련 제조기업을 대상으로 개발 장비의 활용 지원을 통해 제품 인증, 지식재산권 확보 및 개발 기술의 사업화를 지속적으로 지원할 계획임. 또한, 산학연 애로기술을 해결하기 위한 단기·중기 컨설팅 연구용역 및 국가R&D의 공동 수행을 추진할 예정임.

연구개발기관 (재)한국건설생활환경시험연구원 / 043-210-8956 / www.kcl.re.kr

참여연구진 (재)한국건설생활환경시험연구원 조재우, 김태상, 박진영, 이종석, 신홍철, 김영삼, 이정윤, 고상웅 외

평가위원 (주)파이버프로 이봉완, 서강대 김재경, 비코닉스 조인수, (재)대구경북과학기술원 김동환, 한국철도기술연구원 박원희, 환경품질경영연구소 정연돈





세계 최초로 상용화한 기술을 통해 이종의 시스템 간 혹은 다른 사업자 간 Co-siting 시 Guard Band를 최소화해 주파수 자원을 최대한 활용할 수 있음.

다축 간 커플링 네트워크를 이용한 삼중 TE_{01δ} 모드 필터 제조기술

이달의 새로 나온 기술 정보통신 부문

(주)케이엠더블유 우수기술연구센터(ATC)사업

기술내용 무선 이동통신기술 1세대인 AMPS부터 4세대인 LTE에 이르기까지 모든 통신장비에 필수적인 것이 송수신용 무선 주파수 필터(RF Filter)임. 최근까지 가장 많이 사용돼 온 RF 필터는 티이엠 모드(TEM Mode)를 이용한 Cavity 필터와 티이공일델타 모드(TE_{01δ} Mode)를 이용한 유전체 필터(Dielectric Filter)임. Cavity 필터는 가격이 싸고 작게 만들 수 있는 대신 통과 손실이 많고, 유전체 필터는 크고 비싸지만 특성이 매우 좋다는 것이 가장 큰 차이점임. 최근 제한된 주파수 자원으로 인해 국가별로 통신사업자 간 사용 주파수의 잦은 간섭 현상이 발생하고 있으며, 통신 서비스 업그레이드 시 기존 통신 서비스에는 영향을 주지 않아야 하

는 필요성이 대두되고 있음. 또한 이동통신 기지국이 소형·경량화돼 옥외에 설치되고 있어 소형·경량의 RF 필터 개발이 업계의 화두임. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 핵심기술인 1개의 공진기로 3개의 TE_{01δ} 공진 모드를 발생시켜 직벽(直壁)에 가까운 감쇄 특성을 가진 RF 필터를 구현하는 기술을 확보함. 더불어 RF 필터로서의 기능을 구현하기 위해 각 공진 모드를 전자계적으로 연결(Coupling)시켜 특정한 성능을 구현하는 기술을 확보함. 이외에도 소형·경량화 및 RF 필터 구현의 다양성을 확보해 싱글 모드 유전체 필터에 비해 크기 및 무게는 50~60% 감소되고 특성은 15~20% 향상됨.

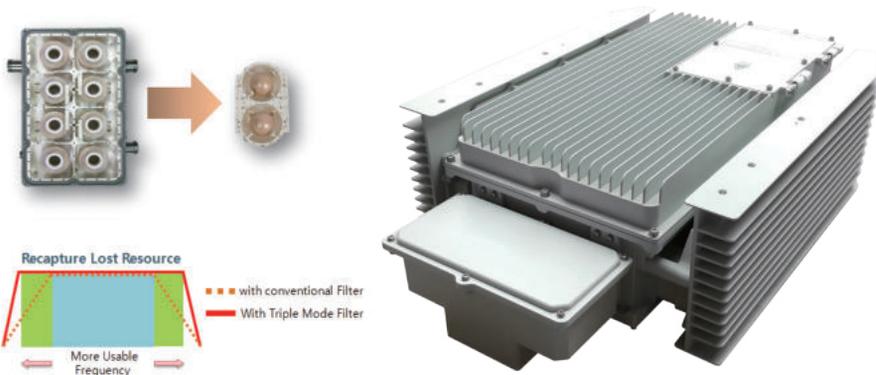
적용분야 이동통신용 송·수신 대역 통과 필터 및 대역 제거 필터, 방송용 송신 대역 통과 필터 및 대역 제거 필터 등

향후계획 본 기술이 좀더 글로벌하게 적용돼 시장 규모가 커질 수 있도록 하기 위해 해외의 관련 업체에 기술을 라이선싱하는 것을 검토 중이며, 자체적으로도 새로운 응용기술을 확보하기 위해 추가적인 기술을 개발하고 있음.

연구개발기관 (주)케이엠더블유 / 031-370-8601 / www.kmw.co.kr

참여 연구진 (주)케이엠더블유 박남신, 정대수, 이돈용, 김병철, 김재홍, 문형욱 외

평가위원 (주)에스팩솔루션 이원오, 정보통신산업진흥원 강성권, 전자부품연구원 김종규, 동의대 김동일, (재)대구기계부품연구원 김태우, 이타기술 안기옥





상시 성과입력 시스템 오픈

Search

한국산업기술평가관리원에서는
국가 R&D 조사·분석·평가를 위해
매년 1회 실시하던 조사입력을
수행기관에서 상시로 입력할 수 있도록
상시 성과입력 시스템을 오픈하였습니다.

총괄책임자 또는 성과입력담당자는 I-Tech
(KEIT 산업기술지원사이트, <http://itech.keit.re.kr>)에서
성과 발생 시마다 수시로 입력하시면 됩니다.

자세한 이용안내는 산업기술지원사이트
(<http://itech.keit.re.kr>)를 참고하여 주시기 바랍니다.

상시 성과입력

1. 로그인

<http://itech.keit.re.kr>
: 총괄책임자 ID 로그인

2. 온라인 사업관리

성과조사

3. 성과정보 등록

과제정보, 성과홍보,
논문, 지식재산권,
기술로, 사업화,
인력양성, 해외연수,
표준화 성과 입력

※ 총괄책임자 ID로 로그인하여 성과담당자(주관기관 및 참여기관)를 추가할 수 있습니다.



아래사항은 참여제한 대상이 될 수 있습니다.

1. 개인명의 출원 및 등록(개인사업자 대표자 명의로 인정)
2. 특허 연구 성과 허위·이중 제출

이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해 종료한 후 5년 이내 사업화에 성공한 기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은 개발된 기술을 향상시켜 제품의 개발·생산 및 판매, 기술 이전 등으로 매출을 발생시키거나 비용을 절감해 경제적 성과를 창출한 기술을 말한다.

기계·소재 2개, 화학 3개, 전기·전자 1개로 총 6개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

September

기계·소재

- 차세대 모바일 디스플레이용 협피치(0.25mm) 커넥터기술
- 차량용 터보차저의 구동계 모듈

화학

- 형태안정성이 우수한 고감성 파일류 섬유 제품
- 고역가 생산 공정 개발을 통한 고순도 반코마이신 생산
- 정련 공정이 없는 환경친화형 기모유연제 및 에너지 절감 공정 개발에 관한 기술

전기·전자

- 차세대 다기능화 임베디드 SoP-L 원천기술



PCB 제약성을 극복한 협피치(0.25mm) 커넥터에 대한 고신뢰성 및 표면 처리기술을 확보하고, 공정 최적화 및 제품 신뢰도 향상을 위한 조립 자동화기술을 확립함.

차세대 모바일 디스플레이용 협피치(0.25mm) 커넥터기술

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

(주)우주일렉트로닉스 투자자연계형기술개발사업

기술내용 FPC 커넥터는 인쇄회로(PCB)에서 발생하는 신호를 FPC 필름을 통해 LCD 패널이나 기타 장치 등에 전달하는 기능을 하는 전자 부품임. 모바일 기기 및 소형 전자 제품은 점차 슬림해지고 다양한 기능을 중시하는 방향으로 급속히 발전하고 있음. 이에 따라 많은 전자 부품의 실장이 요구되고 밀도의 부품 실장 및 고집적도가 진행되고 있으며, 전자 부품의 초박형화 및 실장 면적의 축소 등 경박단소화가 요구되고 있음. 0.25mm Pitch Front-Flip FPC 커넥터와 0.25mm Pitch Back-Flip FPC 커넥터는 Pitch가 협소하기 때문에 고정밀도가 요구됨. 따라서 본 과제에서는 Contact Terminal의 위치, 구조 등 협피치와 관련된 Contact 보정 설계기술을 고도화해 Contact 변형 및 접점 불량 요인을 해결하고, 제품의 안정성 확보에 주력했음. 협피치 구현을 위해 필름이 2열 접점으로 구성돼 있고 이러한 구조에서 액추에이터의 기능상 두 접점에 고르게 압력을 주기 위한 액추에이터 Cam을 설치, 작용하는 힘을 아래로 향하게 해 일정한 압력을 유지하게 하며 안정된 접촉을 할 수 있도록 했음. 박형 프레

스몰의 가공기술 및 H0.6 저배형 제품의 Insert 사출(이러한 초소형 부품의 자동 조립·검사설비, 제작기술)은 모바일용 ID칩 및 메모리 커넥터에 적용될 수 있으며 저배형 안테나, Micro Tact Switch, 저배형 LED Lead Frame 등에도 활용할 수 있음. 특히 시뮬레이션 기술에 의한 제작 전 성능검사기술은 Electro Forming 등으로 더욱 소형화될 것으로 예상되는 전기전자 부품의 신규 개발 프로세스에 필수적인 부분으로 향후 적극 활용 가능함.

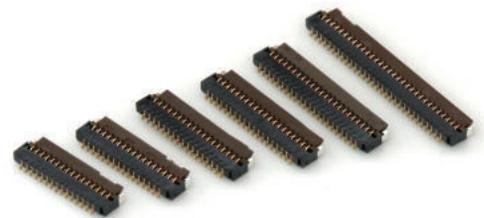
사업화 내용 전방산업의 변화와 제반산업의 기술 혁신 흐름을 파악해 중장기 로드맵에 따른 제품을 개발하고, 애플리케이션의 변화에 맞춰 우수한 제품을 공급함. FPC 관련 기술 흐름 방향은 Narrow Type으로의 전환이며, 모바일의 경우에도 Low Profile 제품의 선행 개발에 힘쓰고 있음. 모바일 FPC Conn 국내 점유율은 약 52%, Memory Socket은 약 37%임. 특히 스마트폰 증가에 힘입어 빠른 속도로 늘고 있는 FPC Connector 제품에도 대응할 수 있는 국내 협력사로 인정받고 있음.

사업화시 문제및해결 제품을 소형화하기 위해 초정밀 커넥터 금속단자사이의 간격이 좁아지고, 고사양화하기 위해 핀의 개수가 증가되고 있음. 이로 인해 제품의 형상 구현이 어려워지고 비틀림, 편심, 휨 등의 문제점이 야기돼 이에 대한 대책이 필요함. 금속단자의 전단면 형상이 왜곡되면 조립, 접촉 불량 등의 품질 문제를 일으키므로 전단면 품질 향상의 필요성이 대두됨. 따라서 실제 제품의 3D 형상을 전산모사해 공정에 영향을 미치는 변수를 분석하고, 금형의 스프링 레이아웃을 최적화해 제품 및 금형 설계에 적용했음. 이를 위해 정도 높은 해석과 실험계획법을 바탕으로 한 최적 설계 기법을 도입했음.

연구 개발기관 (주)우주일렉트로닉스 / 031-371-3700 / www.uju.com

참여 연구진 (주)우주일렉트로닉스 조상연, 이상도, 김도준, 최석진, 고영훈, 김용선, 김정기 외

평가위원 한세대 이왕헌, (주)위드웨이브 김성진, 한국전기연구원 이정호, 전자부품연구원 이준호, 서울과학기술대 김선경, 영테크 손창수, 국립한경대 유동상





터보차저 설계기술: 터빈로터(터빈 휠 및 샤프트), 가변노즐, 로터 시스템 등. 시험평가기술: 단품 성능 및 내구신뢰성 평가기술 등. 터보차저 제조기술: 부품 가공기술, 터보차저 조립기술, 고속회전 밸런스기술 등

차량용 터보차저의 구동계 모듈

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문
 (주)계양정밀 투자자연계형기술개발사업



기술내용 》 자동차용 터보차저는 공기와 급기의 일종으로, 엔진에서 배출되는 배기가스의 유동 에너지를 이용해 터빈과 동축에 연결된 컴프레서를 회전시켜 외부 공기를 압축해 엔진에 공급하는 장치임. 최근 배기가스 관련 규제가 강화되고, 저연비 향상 기술이 증대돼 터보차저를 이용한 엔진 다운사이징 기술이 필수적으로 요구되고 있는 상황임. 자동차용 터보차저는 설계기술 및 생산기술을 보유한 일부 해외 선진업체에서 전 세계 시장의 90% 이상을 장악하고 있으며, 독점적 구조가 더욱 심화되고 있는 상황임. 이에 따라 터보차저의 주요 구동계 부품인 터빈로터 및 베어링 어셈블리, 가변노즐을 개발하고 성능평가 방법과 시험평가 설비를 구축해 원천 설계기술을 확보하고자 함. 2리터급 디젤엔진을 대상으로 터보차저 성능에 매우 중요하고 고온의 배기가스 환경에 적용 가능한 터빈 휠, 가변노즐에 대한 유동해석 및 구조해석기술과 터빈 휠 및 샤프트의 접합기술을 확보하고, 고속 회전에 대한 신뢰성을 갖는 베어링(저널베어링, 스러스트베어링) 적용 로터 시스템을 개발했음. 또한 터보차저의 성능시험 평가를 위한 가스벤치 시험장치

를 구축했으며, 평가기술을 확보했음. 국내 최초로 터보차저 설계기술 국산화에 성공했으며, 터보차저 독자 설계가 가능한 기반기술을 확보했음.

사업화 내용 》 자동차용 터보차저는 완성차 메이커와 엔진 개발 초기 단계부터 공동 연구개발이 진행되는 부품으로 엔진 사양에 따라 터보차저의 성능과 구조도 다양하게 변경하며 개발이 진행되고 있음. 또한 디젤엔진 및 가솔린엔진, 배기량에 따른 터보차저의 다양한 기본 모델 확보가 선행돼야만 원활한 사업화가 가능함. 따라서 독자설계 기반기술을 바탕으로 2리터급 이하의 다양한 터보차저 사양 개발을 진행하고 있음. 이에 대한 결실로 최근 중국 완성차 메이커인 동풍SOKON의 가솔린엔진용 1.5리터급 독자개발 터보차저 사업화에 성공해 4월부터 양산하고 있음. 현재 해외 시장 OEM 공략을 위해 GM글로벌의 터보차저 수출을 위한 기술적 입찰자격(TASL)을 획득(선진 터보차저 4개사 + 당사)하고 추가 수출을 위한 제품 개발 노력을 하고 있음. 디젤엔진용 모델의 경우 인도 등에 제품 입찰 등을 수행하고 있음. 또한 해외 모터쇼에

관련 제품을 전시, 홍보해 지속적으로 사업화에 노력하고 있음.

사업화시 문제 및 해결 》 터보차저 단품으로의 성능은 경쟁사와 동등 이상의 평가 결과를 확보했으나, 고객사에 제공 후 엔진에 장착해 성능 평가 등을 수행할 경우 예상치 못한 문제점이 많이 발생되고 있음. 이는 개발 엔진의 경우 사전에 확보가 불가하고, 해당 시험 결과에 대한 데이터 등도 고객사에서 극히 일부만 제공하고 있어 종합적인 평가를 통한 문제점 분석과 개선 방향 설정이 매우 어려웠음. 이러한 부분은 당사의 기술진이 직접 해당 시험평가에 참여해 시험방법과 결과 등을 모두 확인하고 관련 기술진과 협의를 통해 해결할 수 있었음.

연구 개발기관 》 (주)계양정밀 / 054-433-5578 / www.keyyang.co.kr

참여 연구진 》 (주)계양정밀 권성, 박호일, 노태현, KIST 이용복 외

평가위원 》 (주)화신 이영춘, 서광공업(주) 김윤철, 공주대 박대호, 한국기계연구원부설재료연구소 두민수, 경원대 하태웅, 창원문성대 배명호, (주)E.G 강경훈



중공 이형단면 파일사를 이용한 벨벳류 제품 개발로 기존 제품 대비 형태 안정성 및 보온성, 경량성 향상의 장점을 가짐.

형태안정성이 우수한 고감성 파일류 섬유 제품

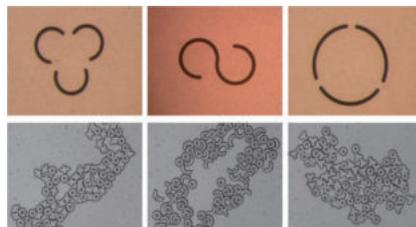
이달의 사업화 성공 기술 화학부문

(주)영도벨벳 섬유생활스트림간협력기술개발사업

기술내용 벨벳류 제품은 지조직과 파일층으로 구성된 섬유 제품으로 경편기를 이용해 제편하는 방식과 벨벳 직기를 이용해 제직하는 방식 그리고 지조직에 파일사를 플로킹 기법으로 심어주는 방법 등 다양한 제조 방식이 있음. 본 개발은 3차원 구조를 갖는 파일 제품 제조(경편, 제직)에 있어 파일사로 1.0de 이하 하이멀티 중공사 및 이형복합 단면 중공사를 이용해 우수한 고감성 파일류 섬유 제품을 개발하고 의상용, 생활용 및 산업용 분야로의 용도 전개를 목표로 함. 하이멀티 중공사 벨벳류 제품의 제조 과정에서 최종 제품까지 중공사의 중공 형태가 유지되도록 제조기술, 염가공기술 개발이 필요로 했음. 중공사, 이형단면의 파일류 제품은 단면 모양으로 인한 파일의 형태 안정성, 중공에 의해 성형된 공기층으로 인한 높은 보온 효과 그리고 중공에 의한 무게 감소로 원단 중량의 경량화 효과를 가져왔음. 또한 벨벳류 제품의 봉제 어려움을 해결하기 위해 국문, 영문, 중문으로 번역된 ‘벨벳 제품 봉제 매뉴얼’을 제작해 파일류 제품의 봉제기술을 표준화하고, 봉제성 향상기술을 개발해 제품 판매·수출 시 원단과 함께 패키지로 공급

함으로써 차별화된 제품 판매가 가능함. 개발된 제품은 경량 스판 벨벳의 스포츠 원단, 경량 벨벳 제품, 여름용 벨벳 제품, 화장품용 분첩 등으로 상품화됨.

사업화 내용 개발된 중공사 원사, 경량 경편 제품, 경량 스판 경편 제품, 경량 벨벳 제품, 보온성 향상 제품 등의 사업화가 진행됐고 일본과 미주, 유럽 시장에 연간 75만 야드를 수출하고 있음. 개발 제품은 기존 제품에 비해 무게가 가볍고 보온성이 향상돼 일부 기존 제품 시장을 대체했고, 특히 여름용 벨벳류 소재 부분에서는 경량 제품의 장점이 크게 부각돼 판매량을 늘릴 수 있었음. 경쟁사인 일본의 A사 제품 대비 20% 이상 향상된 형태 안정성으로 구김이나 눌림 면에서 개선된 물성과 물세탁 가능성으로 벨벳류 제품에 대한 소비자의 접근성이 높아져 판매량이 증가했음.



원사 노출 및 단면 사진

사업화시 문제및해결 기존 벨벳류 제품의 판매 시장을 그대로 활용해 개발 제품의 마케팅을 진행함. 기존 제품에 비해 향상된 물성에 대한 수치화된 자료 공급 및 공동 평가를 통해 개발 제품을 홍보함. 여름용 제품에 맞는 조직 설계 및 파일 밀도 선정으로 적합 제품을 개발·판매함.

연구 개발기관 (주)영도벨벳 / 054-472-1771 / www.youngdovelvet.co.kr

참여 연구진 코오롱FM 이동은, (주)영도벨벳 안중수, 외텍 이근영, 오섬 섬유공업(주) 박종찬, (주)하이퍼플렉스 노재규, (주)해공 도향호 외

평가위원 (주)대경나노텍 이기풍, 한국신발피혁연구원 이재연, (주)황성 이광석, 금오공대 장진호, 이승한, (주)성호텍스콤 홍상진, 경북대 김한도, (재)대구경북과학기술원 이세근





고역가 생산 공정 개발을 위해 유전체 기반 바이오기술을 적용, 항생제 내성 감염병의 치료용 반코마이신을 고품질의 무균 제품 의약품으로 생산함.

고역가 생산 공정 개발을 통한 고순도 반코마이신 생산

이달의 사업화 성공 기술 화학부문
(주)제노텍_투지자연계형기술개발사업

기술내용 반코마이신은 항생제 내성균(MRSA)에 의한 감염 환자의 치료에 사용되는 프리미엄 항생제로, 통상 최후 처방약으로 사용되며 미생물을 배양한 후 발효 공정을 통해 생산되는 주요 항생제임. 반코마이신 원료의 약품에 혼입되는 불순물은 신독성과 같은 부작용을 동반할 수 있으므로 각국의 의약품 규제 기관에서 그 품질의 요구 수준을 지속적으로 강화하고 있어 제품의 수요 기관인 글로벌 제약회사에서 자체 제품 기준을 매우 엄격히 관리하고 있음. 이에 따라 원재 생산 기업에서 수요처의 품질 요구도에 부합하는 생산기술 확보가 매우 중요한 과제로 대두됨. 전통적인 방법의 균주 개량 및 공정기술로는 제품의 순도, 불순물, 색도와 잔류 용매 등의 엄격한 요구조건을 만족하는 제품 생산에 한계가 있어 보다 발전된 기술인 유전체 정보 기반 바이오 균주 개량 및 공정기술 등을 개발해 국제

적으로 경쟁력이 있는 수준의 제품 생산기술을 완성하고 고부가가치의 반코마이신 무균 의약품 원제를 생산함.

사업화 내용 개발 기술을 통해 원가 및 품질 경쟁력을 높였으며, 무균 제품 생산을 통한 고가 제품의 생산이 가능하게 됨. 최대 순도 94~96%, 색도 0.05~0.03으로 최고의 품질 생산 기반을 확보했으며, 연간 4톤 규모의 대량 생산 공정 설비를 확보함. 신공정 및 무균 생산 공정을 식품의약품안전처로부터 허가 받아 2013년 이후 연 매출 30억 원 이상의 규모로 국내외로 판매하고 있음. 현재 국내 최대의 반코마이신 원재 공급자 역할을 하고 있음. 브라질, 인도, 러시아 등 10여 개 국가에 판매 및 등록을 진행 중이며, 향후 유럽 및 미국 등 선진 규제 시장에 진출하고자 함.

사업화시 문제 및 해결 시제품 생산 및 허가에 상당한 시간이 소요되므로 이 기간 단축이 조기 사업화에 매우 중요함. 이에 따라 각 부서의 유기적인 협조 및 각국 진입을 위한 파트너사와의 협력을 통해 최대한 시간을 단축해 허가를 받음. 또한 매출처의 다변화는 안정적인 시장 형성과 매출 규모 확장에 매우 중요하다고 판단, 판매 파트너사와 긴밀한 협조를 통해 남미, 인도 등 조기 판매가 가능한 시장에 우선 진출했고 국제 시장 개척 등 시장을 다변화해 변동성을 크게 줄임. 중국 저가 제품 시장의 위험성은 고품질화 정책으로 이를 극복하고 시장을 확보함.

연구 개발기관 (주)제노텍 / 042-862-8404 / www.genotech.co.kr

참여 연구진 (주)제노텍 임시규, 김동환, 이금순, 차선호, 이미옥, 유정현, 이보미 외

평가위원 리더스텍 나차수, 신안산대 오성훈, 광운대 나재식, (주)지에스메디칼 박창규, (주)바이오앤진 김상용, 경상대 남상용, 인하대 진형준





친수성 폴리에스테르 선기모 유연제를 제조 후 선기모 공정에 처리해 기존 정련 공정을 하지 않고도 염색 시 발생하던 영킴 현상을 해결함으로써 에너지 및 원가를 절감함.

정련 공정이 없는 환경친화형 기모유연제 및 에너지 절감 공정 개발에 관한 기술



이달의 사업화 성공 기술 화학부문

㈜한송인더스트리_청정생산기반전문기술개발사업

기술내용 폴리에스테르(PET) 섬유의 기모유연제는 경편 기모 원단(Velboa, Nyllex Aloboa, EF Velboa 등)과 환편 기모 원단(Polar Fleece, Micro fiber CK, Boa 등)의 기모가공에 많이 응용해 제품의 특성에 따라 선기모 유연처리 또는 후기모 유연처리 공정을 하고 있음. 경편 원단에서는 선기모 유연처리 공정이 80% 이상으로 기모 제품의 대부분을 차지하며, 환편에서는 고가의 품질을 요하는 원단에서 선기모 유연처리를 수행하고 있음. 선기모 유연처리 제품은 Presetting → 선기모 · 사링 → 정련 → 염색 → 가공을 하는 공정 중 Presetting 시 유연제는 주로 변성아미노실리콘, 자기유화형실리콘, 디메틸실리콘, 지방산유연제, PE Wax 등을 활용하고 있음. 공정 중 정련을 하지 않고 염색을 하게 되면 남아 있는 기모유연제 물질 때문에 염색 시 사용하는 제품과의 영킴 현상에 의한 불량, 기모유연제로 남아 있는 실리콘이 깨지면서 생기는 Oil Spot 등 많은 불량이 발생함. 때문에 선기모 유연처리를 하면 반드시 염색 전에 전처리 공정인 정련을 해야 하므로 복잡한 공정 및 원가 상승의 원인이 있음. 선기모 처리 후 정련 공정을 하지 않고 염색을 바

로 할 수 있다면 정련 시 일반적으로 사용하는 재부착방지제, 정련탈유연제 및 다기능조제 등 90% 이상 절감, 에너지 처리 비용, 약품 절감 및 용수 등의 원가 절감을 할 수 있으며, 공정 단축으로 생산성 효율과 전체적인 비용 절감으로 인한 경쟁력을 높일 수 있음. 따라서 본 과제는 선기모 유연처리를 한 후 전처리 공정인 정련 공정을 하지 않고 염색을 바로 진행해도 영킴 현상이 없으며, 고온 안정성과 내구성이 있는 기모유연제 개발을 목적으로 추진함.

사업화 내용 환경친화형 제품으로 유연성, 고온안정성, 내구성 및 부착력 대전 방지 성능 등을 고려한 기모유연제의 기반기술을 확보함으로써 기존 기모 제품을 전문적으로 사용하고 있는 업체들이 약식 정련 공정 후 발생하는 20~30% 재염색 등의 불량 문제를 해결하게 됨. 기존 실리콘 타입의 기모유연제 사용 시 발생되던 BOD, COD가 50% 이상 감소해 폐수 부하량이 줄어들. 또한 정련 공정 생략, 에너지 사용 저감 및 환경친화적인 기모유연제와 공정기술 확립에 따라 국내 300~400개 기모 관련 업체들의 재산성 향상은 물론 제품 경쟁력 확보로 저가 중국 상

품에 대한 대책이 될 것으로 기대됨.

사업화시 문제및해결 사업 초기 현장에서 선기모 공정의 정련 불량률에 대한 정확한 데이터와 이를 해결하기 위한 기술적 접근이 없었지만, 협업했던 기모업체 및 연구기관의 도움으로 해결 방안을 찾았으며 현장 적용 및 시장 확대에 크게 도움이 됨.

연구 개발기관 (주)한송인더스트리 / 031-499-5145 / www.texchem.co.kr

참여 연구진 (주)한송인더스트리 남정환, 김인태, 이기정, 김도근, 최대식, 송나영, (주)신창무역 황영구, 양명대, 박재홍, 한국생산기술연구원 박윤철, 박순영, 조항성, 한국섬유소재연구원 김중훈, 조성훈, 신유식, 김문정, 박홍원, 오동기, 손송이 외

평가위원 유니코통상 조수복, 목원대 이동탁, 전북대 송경근, 신진화학공업(주) 김두원, 숙명여대 김주덕, 대봉엘에스(주) 정상욱



IC를 Substrate 기판에 내장하고 수동소자를 PCB 기판에 내장한 SoP 타입의 T-DMB/GPS 통합 모듈을 구현했고, 이에 적용되는 10/10um 수준의 미세회로 공정기술 개발.

차세대 다기능화 임베디드 SoP-L 원천기술

이달의 사업화 성공 기술 전기·전자부문

코리아씨키트(주) 전자정보디바이스산업원천기술개발사업(반도체)

기술내용 SoP(System on Package)는 하나의 패키지 내 다양한 Chip 을 배치해 각 기능을 구현하는 것으로, 전자 부품 시장의 고기능 소형화 요구에 대응할 수 있는 제품군임. 현재까지의 시스템 통합은 다수의 부품이 단일 반도체로 집약된 SoC 기술 위주로 진행돼 왔으나 기존 SoC 설계 방법은 고밀도 배선, IC 수직 적층 구현의 기술적 어려움과 낮은 수율, 높은 개발 비용 등 실용화에 문제가 있음. 고 집적화 및 소형화 목표를 달성하기 위해 IC 를 Substrate 기판에 내장하고 수동소자를 PCB 기판에 내장한 SoP 타입의 T-DMB/GPS 통합 모듈을 구현했고, 이에 적용되는 10/10um 수준의 미세회로 공정기술 개발, 100um 수준의 Solder on pad pitch, Discrete chip 및 IC 임베딩 기술, 신뢰성을 동시에 확보했음. 또한 임베딩 기술을 적용함으로써 SMD 비용의 감소로 인한 원가 절감, 실장 시간 축소를 통한 생산성 향상, 부품 Joint 시 발생하는 Switching Noise 및 납 사용량 감소를 이끌어낼 수 있었음.

사업화 내용 2009년 7월부터 2011년 6월 까지 본 제품에 적용된 미세 회로 형성 및 Solder on pad

요소기술을 이용해 양산 출하량 기준 4627.58m²를 생산했고 약 7890백만 원의 매출을 달성했음. 최근 메모리 모듈 고속화, 고기능화와 휴대기기용 스마트폰과 태블릿PC의 고성능화로 다수의 패키지, 모듈 부품에 임베디드 기판이 채용되고 있음. 2015년은 비교적 핀 수가 적고 간단한 IC의 내장을 시작으로 PMIC, RFIC의 Embedding Die Substrate, 수동소자 내장형 모듈로 수요가 점차 확대되고 있어 임베디드형 제품에 대한 지속적인 매출 증가가 예상되며 기존 FCBGA 시장 일부와 PoP 시장의 수요를 대체할 수 있을 것임. 이 같은 추세에 힘입어 현재 Passive chip을 내장한 모듈 제품을 글로벌 업체와 양산 준비 중이며, Active 내장 기판 역시 잇단 국내외 고객의 요청으로 활발하게 개발을 진행 중임.

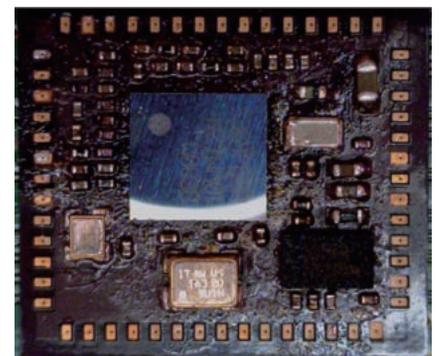
사업화 시 문제 및 해결 본 기술은 소형화를 위한 패키징 기술로 일반적으로 휴대 단말기에 적용되며, 휴대 부품 특성상 수요 업체에서는 제품의 고온·고습 환경의 장기 신뢰성 시험에 대한 검증을 필수로 요구함. 납품을 위해 상용화된 기존 실장형 제품의 SMT형 제품

과 같이 칩 내장형 기판도 신뢰성 검증 조건을 만족해야 했을 뿐만 아니라, 내장 칩과 기판의 Via를 통한 연결성과 칩과 기판 계면의 밀착력을 추가적으로 검증해야 했음. 이를 위해 JEDEC 규격을 적용해 Thermal Cycle Test 및 Highly Accelerated Stress Test의 Level 2a 신뢰성 검증 조건을 만족하고자 했음. 또 리플로, 드롭 충격시험을 실시함으로써 비아 및 비아 계면 반응, 저항 변화를 검증해 개발품에 대한 품질을 보완, 검증 완료했음.

연구 개발기관 (주)코리아씨키트 / 031-436-5453 / www.kcg.co.kr

참여 연구진 (주)코리아씨키트 임철홍, 박정기, 권종상, 정원준 외

평가위원 순천향대 김창교, (주)엠제이 테크놀로지 박철호, 서울과 학기술대 김성권, 마루엘에스아이(주) 최석, (주)아미노로직스 정성현, 한국전자통신연구원 노태문

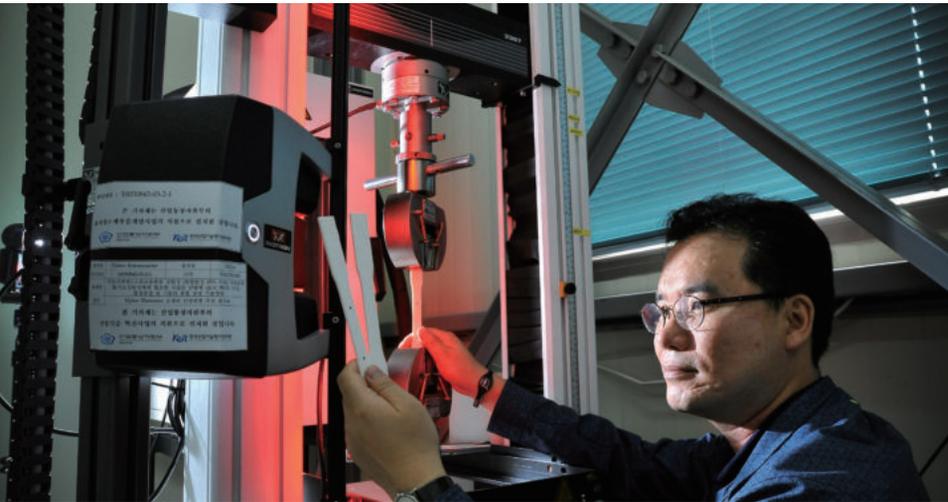




24시간 플라스틱과 함께하는 세상을 디자인하다 엔지니어링 플라스틱 전문기업 코오롱플라스틱(주)

해외 시장 진출은 대기업에도 마냥 쉬운 것만은 아니다. 특히 소재 분야는 우리나라의 경쟁력이 미국이나 일본, 독일 등과 비교해 낮은 상황이라서 해당 분야 대기업의 해외 시장 진출은 중소기업이 겪는 어려움과 크게 다를 바 없다. 낮은 인지도, 높은 기술장벽, 틈새조차 보이지 않는 레드오션 시장에서 그 틈을 비집고 들어가 해외 시장에 진입하는 것은 그야말로 각고의 노력이 수반될 수밖에 없다. 이런 점에서 코오롱그룹 계열사인 코오롱플라스틱의 해외 시장 진출 전략은 성공법이지만 누구나 쉽게 할 수 없는 것이기에 눈길을 끈다.

취재 조범진 사진 서범세



박성근 책임연구원이 산업기술혁신사업 지원으로 설치된 장비에서 과제를 수행하고 있다.

국내 최고이자 유일한 엔지니어링 플라스틱 대표기업

올해로 스무 살의 청년이 된 코오롱플라스틱은 코오롱그룹 계열사 가운데 젊은 편이다. 하지만 다루고 있는 분야는 19세기 중후반, 20세기 초반까지 거슬러 올라가는 역사를 지닌 플라스틱 중 제2차 세계대전 이후 등장한 엔지니어링 플라스틱(EP)이어서 사실상 치열한 경쟁이 펼쳐지는, 이미 3대 메이저 기업에 의해 장악되다시피 한 시장을 개척해야 하는 많은 어려움을 안고 있다.

하지만 면면을 살펴보면 결코 만만치 않은 기업이 바로 코오롱플라스틱이다. 자동차 경량화 및 전기, 전자의 핵심 소재로 각광받고 있는 EP 전문 기업답게 코오롱플라스틱은 세계 최고 수준의 품질을 갖춘 POM(폴리아세탈), PA(폴리아미드), PBT(폴리부틸렌테레프탈레이트)부터 슈퍼 엔지니어링 플라스틱인 PPS(폴리페닐렌설파이드)에 이르기까지 국내에서 가장 다양한 제품 포트폴리오를 구축하고 있다.

여기에 EP 베이스 제품에서 특정 기능을 강화한 컴파운드 제품까지 생산 전 공정을 보유하고 있으며, 이를 바탕으로 전 세계 90여 개국에 EP 소재를 공급하는 글로벌 소재 전문 기업으로 자리매김해 나가고 있다.

이에 대해 박은하 이사는 “코오롱플라스틱은 새로운 생각과 빠른 실행으로 살아 숨 쉬는 회사이며, 이러한 자세를 바탕으로 EP 시장에서의 글로벌 메이저 플레이

어가 되는 것이 중기 목표”라면서 “이를 위해 지속적인 신소재 연구개발과 해외 사업 확장을 적극 추진함과 동시에 궁극적으로는 ‘Total Solution Provider’로서 고객과 함께 성장하는 믿음직한 파트너가 되기 위해 노력하고 있다”라고 말했다.

친환경적이고 우수한 성능의 TPEE 개발 성공

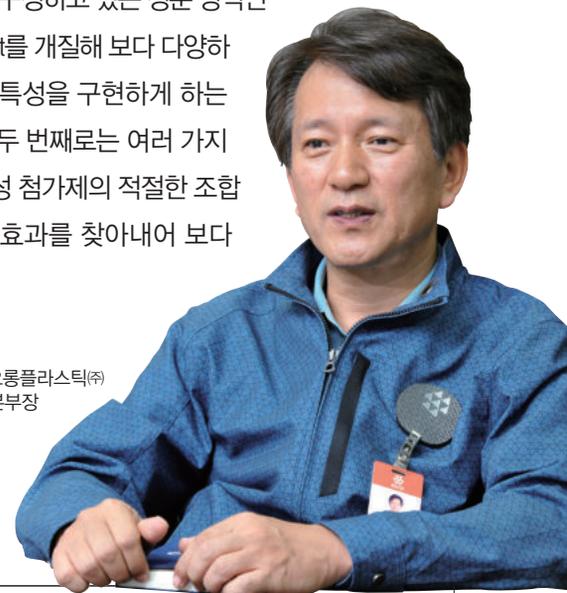
무엇보다도 코오롱플라스틱이 국내 최고의 EP 전문 기업이자 첨단 소재산업 분야에서 글로벌 메이저 플레이어로서의 입지 구축에 가능성과 기대를 더하게 된 것은 바로 TPEE(열가소성 폴리에스테르 엘라스토머)를 국내 최초로 자체 기술로 개발, 상업화한 점을 손꼽을 수 있다.

TPEE는 친환경적이고 엔지니어링 특성이 매우 우수한 고품위 탄성체이다. 그러므로 TPEE는 전 세계적으로 특정 기업들이 시장을 점유하고 있는 등 진입장벽이 탄탄해 국내 생산자들의 시장 확대가 쉽지 않을뿐더러, 그동안 상당 부분 수입 의존도가 높을 수밖에 없었다.

이런 가운데 코오롱플라스틱은 ‘Segment 개질 및 기능성 Additives를 첨가한 친환경 고성능 TPEE’ 과제를 통해 새롭게 기술을 확보하고 선진 기업들과의 기술 격차 해소 및 수입 의존도를 크게 낮추는 데 큰 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

이와 관련해 박상봉 R&D본부장은 “Segment 개질 및 기능성 Additives를 첨가한 친환경 고성능 TPEE 과제는 크게 두 부분의 기술로 나뉜다”면서 “첫 번째로는 TPEE를 구성하고 있는 성분 영역인

segment를 개질해 보다 다양하고 높은 특성을 구현하게 하는 것이고, 두 번째로는 여러 가지의 기능성 첨가제의 적절한 조합과 상승 효과를 찾아내어 보다



박상봉 코오롱플라스틱(주) R&D본부 본부장

높은 온도나 열악한 환경에서도 소재 본연의 특성을 구현할 수 있게끔 하는 것”이라고 밝혔다.

더불어 박성근 책임연구원은 “구체적으로 첫 번째 기술의 경우 TPEE는 쉽게 말해 딱딱한 폴리에스테르 부위와 부드러운 폴리올 부위로 구성돼 있는데, 각각의 부위(Segment)를 용도에 맞게 바꾸어 새롭고 우수한 성능을 구현하게 하는 기술이라 할 수 있다. 두 번째 기술의 경우 TPEE는 소재 자체가 가진 특성도 우수하지만 적절한 기능성 첨가제 시스템을 적용할 경우 그 성능의 범위가 보다 넓어질 수 있다”면서 “예를 들면 자동차의 엔진룸 근처 뜨거운 부분에서 사용되는 용도의 경우 장기 내열성을 보완하기 위해 소정의 내열제 시스템을 적용할 수 있고, 내장재의 실내 공기질 문제를 해결하기 위해 VOC(휘발성유기화합물)를 제거할 수 있는 특수한 조제를 적용할 수도 있다”고 설명했다.

끝으로 박상봉 본부장은 “이러한 두 가지 갈래의 기술을 통해 친환경적이면서도 우수한 성능의 TPEE를 통해 이 소재가 적용되는 자동차 부품을 비롯한 다양한 분야에서의 제품 경쟁력을 높이는 것이 바로 이 과제가 지향하는 바이자, 코오롱플라스틱이 역점을 두고 있는 분야”라고 강조했다.

또한 박 본부장은 “TPEE 소재에 있어서는 현재 자동차 분야뿐만 아니라 중공업, IT 및 스포츠 레저용품에 적용되는 소재기술 개발에 주력하고 있다. 최근에는 'Inkrayon'이라는 브랜드로 3D 프린팅 시장에도 진출했고, 여기에도 TPEE 소재가 적용이 돼 있다”라며 “이와 함께 TPEE 소재 이외에도 고객의 다양한 요구를 충족시키기 위한 대안을 마련하고, 이를 통한 새로운 열가소성 탄성체 포트폴리오 구축을 위한 연구개발 활동을 진행하고 있다”고 말했다.

소재 분야 글로벌 메이저 플레이어 입지 다진다...장희구 코오롱플라스틱 대표이사

남들과 다르게, 당장 실행, 될 때까지 도전



EP 및 슈퍼 EP는 어려운 기술인 만큼 선진 기업들이 높은 시장 진입장벽과 기술장벽을 치고 있어 해외 시장 진출에 있어 어려움이 클 수밖에 없다. 그러나 도저히 뛰어넘을 수 없을 것으로만 여겨졌던 이 장벽을 코오롱플라스틱은 뛰어넘었고, 이제는 뛰어난 기술력과 이를 바탕으로 한 우수한 품질의 제품으로 세계 무대에서 메이저 기업들과 어깨를 나란히 할 수 있을 날이 머지않았다. 또 이제는 선진 기업이 코오롱플라스틱을 찾아 동반자적 관계 구축에 나설 정도로 큰 성장을 이뤄가고 있다.

이에 대해 코오롱플라스틱 장희구 대표이사는 “낮은 인지도와 선진 기업들이 장기간 구축해 놓은 지식재산권 및 각종 스펙과 기술 자료 등의 진입장벽을 뛰어넘기 위해 세 가지 방향에서 해외 시장 진출 전략을 모색하고 이를 실행에 옮겼다”며 정석이자 남다른 코오롱플라스틱만의 해외 시장 진출 전략을 밝혔다.

첫 번째는 ‘고객 접점 강화’다. 해외 메이저 회사들이 규모가 크지 않은 고객에게는 관심을 두지 않는 점을 간파하고, 이런 고객에게 직접 찾아가 현장의 목소리를 듣고 보다 빠르고

친근하게, 그러면서도 무엇보다도 ‘남들과 다르게’ 고객에게 접근하려고 애썼다. 두 번째는 ‘고객 입장에서 기술자료 강화’다. 이는 여러 군데 흩어져 있고 정리돼 있지 않던 기술자료를 카테고리화하고, 고객이 같음을 느끼는 선진사들의 기술자료 가운데 우리가 ‘당장 실행’할 수 있는 것을 중심으로 자료를 재구성하고 이를 토대로 고객에게 빠르게 대응함은 물론 부족한 부분은 고객과의 소통을 통해 보완해 나갈 수 있어서 일신우일신(日新又日新)할 수 있었다.

그리고 세 번째는 ‘될 때까지 도전’하는 마음가짐이다. 기업이 항상 탄탄대로를 달리는 것은 아니며, 위기가 올 때 그것을 어떻게 극복하느냐에 따라 성장의 폭이 달라진다고 임직원들에게 늘 강조한다. 코오롱플라스틱은 과거 위기 극복의 DNA를 가진 기업이니만큼 실패를 두려워하거나 중간에 포기하지 않고 될 때까지 도전한 결과 고객에게도 믿음을 주고 지속적인 관계를 형성하는 밑바탕을 이루었다. 그 결과 코오롱플라스틱은 미주 및 유럽, 아시아는 물론 아프리카와 중동에 이르기까지 90여 개 국가에 EP 소재를 공급하고 있다. 또한 중국에 이어 미국과 유럽에도 법인을 세워 해외 마케팅에 더욱 주력해 명실상부한 글로벌 소재기업으로 우뚝 설 것이라고 강조했다.



치열한 나노기술 전쟁 R&D로 승리한다

나노소재 및 응용제품 개발 · 양산 전문기업 (주)나노신소재

‘나노기술, 위대한 시작’을 주제로 올해 개최된 ‘나노코리아 2016’ 전시회의 강렬한 느낌은 바로 본격적인 나노 전쟁과 나노기술 상용화를 통한 시장 쟁탈전이 본격화되었다는 점이다. 그러므로 치열한 나노기술 전쟁에서 살아남기 위해서는 그 어느 때보다도 연구개발(R&D) 투자 확대 및 전폭적인 지원이 절실히 요구되고 있다. R&D는 미래 성장동력 확보를 위한 초석을 마련하고 새로운 동력원을 통한 기업과 국가의 도약에 있어 꼭 필요한 에너지원이 되고 있다. 이런 가운데 나노소재 및 응용제품 개발업체인 (주)나노신소재의 R&D 행보는 치열한 기술 전쟁에서 승리하고 국내는 물론 세계적인 기업으로 나아가기 위한 우리나라 중소기업들의 전략 마련에 있어 꼭 한 번 눈여겨봐야 할 사례라 할 수 있다.

취재 조범진 사진 서범세



나노소재 및 응용 제품 개발 · 양산에 있어 (주)나노신소재는 탁월한 기술력을 보유하고 있다.

나노소재산업 글로벌 기업 목표

2000년 3월 설립된 나노신소재는 나노기술(NT)을 활용하여 나노소재 및 응용제품을 개발 · 양산하는 업체다. 금속산화물의 나노 미립자 및 콜로이드화 기술을 독자 개발해 태양전지와 반도체, 디스플레이, 특수필름 등에 적용, 나노소재의 국산화와 수출에 박차를 가하고 있는 손꼽히는 미래 성장기업 중 한 곳이다.

또한 원재료인 금속으로부터 나노분말을 합성하고 이를 응용해 제품화하는 핵심기술을 가지고 있는 나노신소재는 선진 경쟁사 대비 탁월한 기술경쟁력을 확보하고 있다. 창업 이래 세계 최고의 기술력 확보를 위한 적극적인 R&D 투자로 초우량 글로벌 고객사들과의 협력을 지속해 세계 시장 기술을 선도하고 지속적인 성장을 유지해 오고 있다.

세계 나노소재산업을 선도하는 글로벌 기업으로 도약하겠다는 크나 큰 포부를 하나둘씩 실현해 나가고 있는 나노신소재는 최근 큰 성장이 기대되는 디스플레이용 금속배선소재와 디스플레이의 대면적 고성능화 및



산화물 반도체 소재로 구성된 IGZO 원통형 타겟

유연화에 필수적인 산화물 반도체소재 등 세계 최고 제품의 신성장동력을 상업화하는 데 성공, 글로벌 기업 목표에 바짝 다가서고 있다.

이와 관련해 김상희 연구본부 연구이사는 “당사는 주력 제품인 나노기술을 활용한 초미립 분말과 디스플레이 투명전극용으로 사용되는 스퍼터링 TCO Target, 인쇄전자산업에 적용하는 Silver ink/paste, 반도체 화학적 물리적 평탄화 공정에 적용하는 CMP slurry(Ceria slurry) 등의 다양한 제품을 제조해 애플, 삼성전자, LGD, JDI, BOE, SolarCity 등에 공급하고 있다”면서 “세계를 지향하는 글로벌 기업으로서의 면모를 갖추어 나가고 있다”고 말했다.

세계에서 가장 긴 1000mm 원통형 타겟 개발

특히 나노신소재가 보유한 많은 독자개발 기술 가운데 눈길을 끄는 것은 ‘디스플레이용 산화물 반도체 조성 및 고밀도 산화물 반도체 타겟 개발’이다.

이 개발 소재는 초고속 대형 TFT-LCD 및 대형 AMOLED 구동소자의 반도체 재료로 쓰이게 될 산화물 반도체와 고밀도 스퍼터링 타겟이다. 산화물 반도체는 산화물 타겟으로부터 스퍼터링 공정을 통해 손쉬운 성막이 가능하며, LTPS(저온폴리실리콘) 공정 등 별도의 결정화 공정 없이도 높은 이동도와 투명성을 나타내 기존 실리콘 기반 반도체 소재를 대체하는 차세대 소재로 각광받고 있다.

이에 대해 김 연구이사는 “삼성디스플레이, LG디스플레이와 같은 세계적인 LCD 메이커를 가진 우리나라 산업구조상 차세대 초고속 대형 TFT-LCD 구동소자의 핵심 산화물 반도체 소재와 고밀도 스퍼터링 타겟의 국산화 및 원천기술 확보가 필연적으로 요구된다. 동시에 최근 대형 디스플레이 업체에서 과감한 투자를 하고 있는 AMOLED 구동소자로서 산화물 반도체는 적극적으로 적용될 수 있는 소재”라면서 “산화물 반도체가 기존의 실리콘 반도체를 뛰어넘어 차세대 고속, 고해상도 디스플레이의 핵심 반도체 소재로 사용될 수 있는 이유는 높은 이동도와 전기적 신뢰도 때문”이라고 설명했다.

또한 “IGZO(이그조, 인듐·갈륨·아연·산소로 구성된 어모퍼스 반도체) 스퍼터링 타겟 소재의 경우 일본 도쿄공대 호서노 교수의 특허에서 자유로운 닛코메트리얼, 미쓰이, ULMAT 등 선진 일본 소재와 경쟁해 연간 2000억 규모 시장의 국산화 및 수출 증대를 이룰 수 있는 주요 소재로 고효율·고밀도 대형 타겟 제조기술의 확보가 절실히 요구된다”며 “이런 가운데 본 과제를 통해 당사에서는 8세대 이상의 LCD 공정 및 AMOLED 공정에 적용될 수 있는 대형 고밀도 IGZO 스퍼터링 타겟 제조기술을 확보했다”고 밝혔다.

실제로 나노신소재는 최근 Applied Materials, ULVAC, AVACO 등 글로벌 장비 업체들이 원통형 타겟을 이용한 박막형성 장비를 개발해 사용효율 증대에 따른 원가 절감 효과와 따른 박막의 고품질화를 이유로 국내외 많은 디스플레이 업체들이 원통형 시스템을 도입하고 있는 것에 발맞춰 단일 타겟 길이 1000mm로 세계에서 가장 긴 원통형 타겟 개발을 완료했다.



김상희 ㈜나노신소재 연구본부 연구이사

더불어 나노신소재는 원통형 스퍼터링 시스템 제작 업체인 Applied Materials의 본딩 인증을 통과해 GEN10 까지 제작할 수 있는 기술을 확보했고, 현재 대형 디스플레이 업체들과 협력해 차세대 디스플레이 개발을 진행 중이다.

한편 앞으로의 계획과 관련해 김상희 연구이사는 “당사의 주력 제품은 디스플레이 관련 제품으로 국내외 굴지의 기업과 경쟁해 성장했다. 시장의 변화와 수요의 다양성, 추세에 따라 신규 제품에 대한 끊임없는 연구 활동을 해왔으며, 나노기술을 응용한 신제품 출시 및 신규 시장 진입을 목표로 향후 디스플레이 및 태양광, 인쇄전자, 반도체 분야의 다양한 애플리케이션이 가능한 소재를 개발해 매출 확대를 해 나갈 계획”이라고 말했다.

이와 함께 “본 과제를 통해 축적한 기술로 산화물 반도체 및 투명전극소재 등 대형 디스플레이에서 요구되는 고효율 대형 원통형 타겟 개발을 올해 완료해 제품 국산화 및 원천기술을 확보하고, 2017년 고객사 평가를 완료해 차세대 디스플레이 산업의 국제 경쟁력을 강화 시킬 예정”이라고 밝혔다.



과감하고 지속적인 지원과 사람 귀함이 이룬 결실

매출액 대비 30% 투자, 장학금 기탁 등 남다른 인력 양성 펼쳐

‘고객의 가치를 최우선으로 하는 기업’ ‘지속적인 6시그마 활동·완벽한 품질의 제품 제공’ ‘끊임없는 도전, 창조적 기술, 신뢰와 화합, 성실과 노력을 핵심가치로 실현’ ‘세계를 지향하는 글로벌 기업’ ‘적극적인 R&D 활동·세계 최초와 세계 최고의 제품 개발 및 생산’ 등 5대 미션을 비전으로 삼고 있는 나노신소재는 이 가운데 적극적인 R&D 활동에 큰 비중을 두고 있다.

이는 박장우 대표이사가 창업한 이래 지금까지 적극적인 R&D 투자를 통해 세계 최고의 기술력 확보는 물론 세계 나노소재산업을 선도하는 글로벌 기업으로의 도약을 강조하고 있는 것과 무관치 않다. 이에 따라 나노신소재는 임직원 180명 중 38명이 연구 인력이며, 2001년 7월 기술연구소를 설립해 나노 관련 원천기술 확보를 위한 기초연구와 제품 개발 및 사업화를 위한 응용 연구, 공정 효율성 증대를 위한 신공정 개발 연구 등을 진행하고 있다.

그 결과 나노 소재 분야에서 40여 개, 응용 분야에서 40여 개 등 총 80여 개의 특허 및 지식재산권을 보유하고 있다. 그리고 이 같은 R&D 노력이 나노신소재의 지속 가능한 발전의 원동력으로 작용할 수 있도록 매출액 대비 약 30%를 R&D에 투자하고 있다.

전문 인력 수급 역시 남다르다. 현재 대학교수로 강단에 서고 있는 박장우 대표이사는 우수한 인력의 영입만큼 전문 인력 양성에도 많은 노력을 기울이고 있다. 특히 박 대표는 자신이 가르치고 있는 제자들을 위해 장학금을 기탁, 학업과 연구에 매진할 수 있도록 도움을 주는 등 남다른 인력 양성을 실천하고 있다. 이 같은 노력이 나노신소재의 인재풀 경쟁력 및 세계 최초이자 최고의 제품 개발·생산의 원동력으로 작용하고 있다고 해도 과언이 아니다.



유럽의 원료물질 분석 및 정보 구축

최근 금속 및 미네랄의 안정적 공급 및 사용과 관련해 공공적 관심이 매우 높아짐에 따라 유럽위원회 지원 아래 유럽 주요물질 목록 규명화 작업이 진행됐다. 유럽위원회 협력을 바탕으로 수행된 희귀물질 목록 분석 목적은 유럽 내 주요 원료물질 분석 개발에 필요한 비에너지 관련 28개 물질에 대한 시스템분석 정보를 제공하는 것이다. 물질시스템분석은 물질 전 과정에 대한 물질 흐름과 축적, 향후 공급 및 수요, 중요 특성에 관한 연구를 통해 이뤄졌다. 연구 수행을 통해 최종적으로 각 물질에 관한 흐름 및 축적을 보여주는 Sankey 다이어그램과 양적 및 질적 변수 리스트를 정리한 결과물을 제시하고 있다.

심기태 [한국산업기술진흥원 유럽사무소 소장]

원료물질 접근성 향상 및 확보

최근 일반 제품뿐만 아니라 첨단기술(High-tech) 제품 및 혁신기술 부분에서 비에너지 원료물질에 대한 수요가 높아지고 있다. 이에 따라 경제적 생산을 위해 필요한 금속 및 비철금속에 대한 정책적·경제적 주체의 관심이 증가하고 있다. 이러

한 주요 물질 공급의 문제점은 유럽 내 생산량은 적고 대부분 지극히 제한적인 제3국(중국 등)에 의존하고 있다는 것이다.

유럽위원회는 2008년 지속 가능하고 포괄적인 성장을 목표로 유럽원료물질협의체(European Raw Materials Initiative)를 출범시킨 후 세 가지 주요 내용을 바탕으로

2011년 원료물질 접근성 향상 및 확보를 위한 목표 설정 전략보고서를 작성했다. 세 가지 주요 내용은 첫째로 세계 시장에서의 공정하고 지속 가능한 원료물질 공급, 둘째로 유럽 내 지속 가능한 공급 조성, 셋째로 물질 재활용 향상과 자원 효율성 증대이다.

유럽연합(EU)의 이러한 글로벌 전략 수립은 최근 이슈가 되고 있는 에코디자인, 원료 대체, 자원 효율성뿐만 아니라 자원 채취, 프로세싱, 재활용 단계 등 공급 과정 전반에 걸친 효과적 혁신 정책 수립이 중요하다. 성공적인 정책 수립을 위해 '유럽 경제의 중요한 요소인 원료물질 규명화' 및 '해당 물질에 대한 유럽 내 세부 흐름 파악'이 무엇보다 중요하다. 이러한 분석 결과는 혁신 적용이 요구되는 분야, 분석 결과가 중요한 영향을 미치는 분야, 추가 지원이 요구되는 분야 등을 명확히 규명하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

이 같은 배경에 따라 2010년 유럽위원회에서는 공급 위험성 및 경제 중요성에 근거해 유럽 내 주요 비에너지 원료물질을 규명하기 위한 '유럽 수준의 주요 원료물질에 관한 연구(Study on Critical Raw Materials at the EU Level)'를 수행했다. 2010년의 첫 번째 연구는 14개의 원료물질에 중점을 두고 진행됐으며, 2014년에는 안티모니(Antimony), 베릴륨(Beryllium), 형석(Fluorspar), 인듐(Indium), 희토류(Rare Earths) 등을 포함해 유럽에서 중요하게 여기고 있는 물질에 관한 분석 결과를 제시했다. 최근에는 유럽위원회의 지원을 받아 유럽 원료물질 시스템분석에 관한 연구 프로젝트가 진행됐다. 여기서는 그 연구 결과에 대해 살펴보고자 한다.

비에너지 물질에 대한 물질 흐름 정보 제공

유럽의 주요 원료물질에 관한 물질시스템분석(Material System Analysis)을 위한 유럽위원회의 협력을 이끌어내고, 비에너지 물질에 대한 물질 흐름 정보를 제공하는

것이 주요 연구 목적이다. 각 원료물질에 관한 물질시스템분석은 EU 경제 전반(채취, 수입, 생산, 소비 및 수출, 스톡 및 최종 처분)에 걸친 원료물질, 기초물질, 부품 및 제품의 부분물질에 대한 물질 흐름 도식화와 공급 안정성 및 관련된 추가 정보(기업 집중도, 국가 집중도, 대체물질, 물질들의 향후 공급 및 수요 변화등)로 이뤄진다.

물질시스템분석은 채취부터 프로세싱, 제조, 사용 및 최종 처분, 회수 전 과정을 포함하고 있다. 분석 대상 원료물질은 <표 1>과 같다. <표 1>에는 유럽에서 중요하게 여기고 있는 원료물질(*표시)과 현재는 중요 원료물질은 아니지만 그 경계에 있는 리튬(lithium)과 골재가 포함돼 있다. 골재는 유럽 내에서 대부분 공급 가능하고 건설 및 건축산업 분야에서 대량 사용되고 있으며, 많은 중소기업이 이와 관련돼 있어 중요하게 여기고 있는 물질이다.

골재(Aggregates)	리튬(Lithium)
안티모니(Antimony)*	마그네사이트(Magnesite)*
베릴륨(Beryllium)*	마그네슘(Magnesium)
붕산(Borate)*	천연 흑연(Natural Graphite)
크롬(Chromium)*	니오븀(Niobium)
코발트(Cobalt)*	점결탄(Coking coal)*
형석(Fluorspar)*	인광석(Phosphate rock)*
백금속 원소* : 팔라듐, 플래티늄, 로듐 (Selection of 3 Platinum Group Metals : Palladium, Platinum and Rhodium)	희유원소 (Rare Earth Elements)* : 유로퓸, 테르븀, 네오디움, 디스프로슘, 에르븀, 이트륨(Europium, Terbium, Neodymium, Dysprosium, Erbium and Yttrium)
갈륨(Gallium)*	실리콘 금속(Silicon Metal)*
게르마늄(Germanium)*	텅스텐(Tungsten)*
인듐(Indium)*	

<표 1> 28개의 원료물질 리스트
*유럽에서 중요하게 여기고 있는 항목은 *표

다음으로 세부 목표는 제품 거래에 기초한 유로스타트(EUROSTAT) 자료의 세부적 검토를 토대로 적용 가능한 여러 자료를 활용해 전체적인 정보를 완성하는 것이다. 여기에는 유럽 물질시스템분석을 위한 세부적 방법론 개발 및 적용을 비롯해 워크숍 조직 및 전문가 자문 등 의견 수렴, 세부 자료, 가정 및 산정을 바탕으로 28개 원료물질에 관한 물질시스템분석이 포함된다.

이를 통한 연구 결과는 유럽위원회에서 개발된 데이터베이스를 통해 활용 가능하며, 이는 유럽 비에너지 자원의 지속적 공급에 대한 주요 기회를 규명하는 데 크게 기여할 것이다.

물질시스템분석이란?

경제협력개발기구(OECD)에 따르면 물질시스템분석은 다음과 같이 정의돼 있다.

'물질시스템분석은 세부적인 물질 흐름 계정에 근거하며, 이것은 선택된 원료물질 또는 여러 형태의 반제품(시멘트, 종이, 철강, 구리, 플라스틱, 목재, 용수 등) 전 과정의 투입 및 배출물을 고려하는 데 중점을 두고 있다. 물질 사용의 지속 가능성 등 특별한 이슈가 있는 물질에 적용하며 안정적인 공급, 생산 및 소비에 관한 환경적 영향에 따라 적용된다.'

이러한 유럽의 주요 원료물질에 관한 물질시스템분석 개발은 원료물질, 기초물질, 부품 및 제품에 관한 유럽 경제(EU 28개국) 전반에 걸친 물질 흐름의 도식화(추출, 수입, 생산, 소비, 수출, 추가되는 스톡, 최종 처분 등 경제활동 흐름에 관한 도식화)와 향후 물질 공급 및 수요, 대체물질, 안정적 공급과 관련된 추가 정보로 이뤄진다.

또한 물질시스템분석은 물질 채취 및 추출, 프로세싱, 제조, 사용 및 최종 폐기 단

계 및 회수에 이르는 전 과정을 포함하고 있다. 이러한 분석 과정을 거쳐 제공되는 물질시스템분석 자료 및 결과는 제한된 주요 물질의 확보 및 접근, 유럽의 취약점 극복을 위한 정책 결정에 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

다음으로 물질시스템분석 범위와 관련한 수행 과정은 다음과 같이 변수(Parameter) 항목 정의, 세부적이면서도 간략한 Sankey 다이어그램으로 보여주는 물질 흐름도 수립, 참고 단위(Reference Unit) 설정으로 세분화된다.

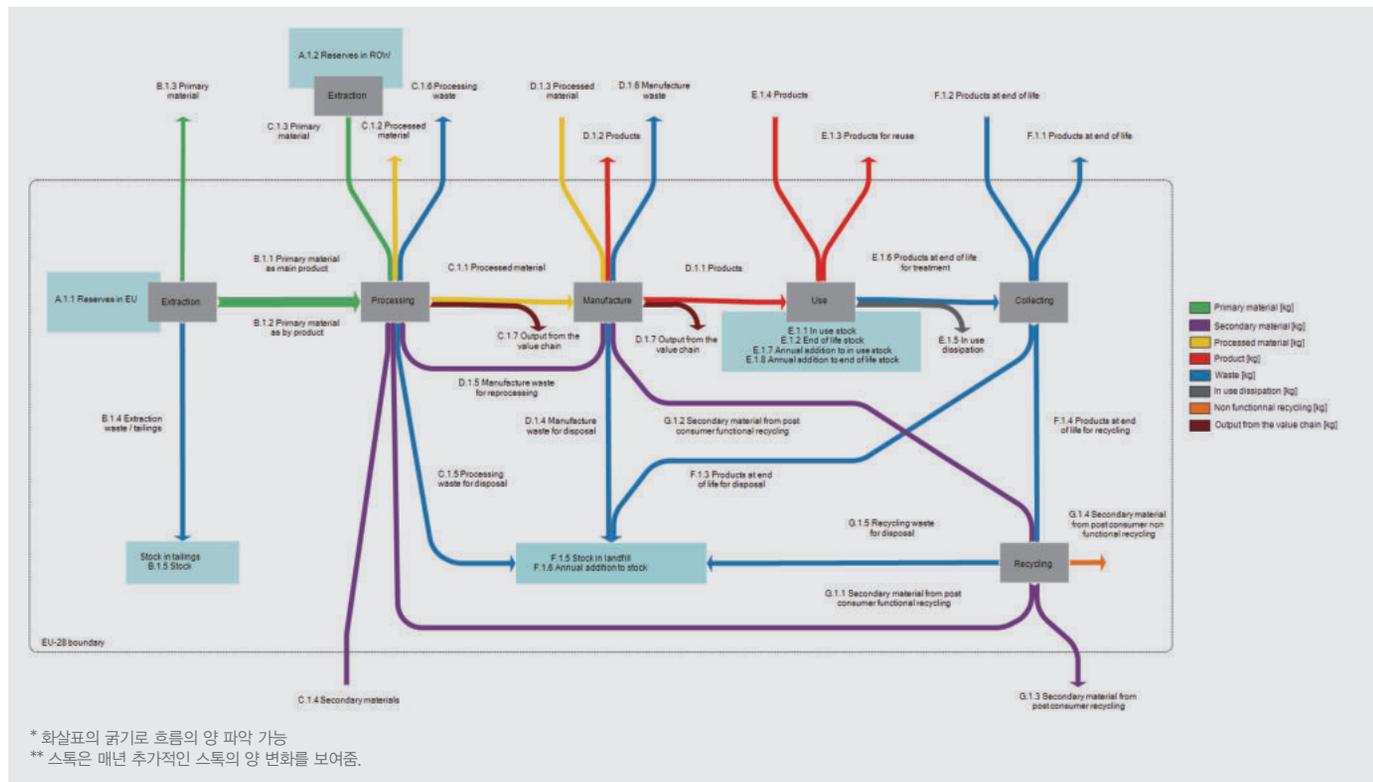
[변수 항목] 물질의 향후 공급 및 수요 예측, 물질의 중요성 및 특성, 물질 전 과정의 물적 흐름 및 스톡을 설명하기 위한 변수로서, 본 연구에서는 변수 정의를 위해 '물질 흐름 분석에 필요한 자료 연구(Study on

Data Needs for a Full Raw Materials Flow Analysis, 2012, European Commission)'에서 사용된 변수를 각각의 평가를 위해 사용했다. 이와 함께 물질시스템분석에 포함돼야 할 중요 요소와 관련된 새로운 변수를 정의하기 위해 좀 더 세부적인 조사가 수행됐다. 이 과정에서 물질시스템분석 및 관련 전문가 협의를 거쳐 방법론, 변수 및 개선 방안 등이 제안됐다.

[물질시스템분석 흐름도 및 Sankey 다이어그램] 물질시스템분석 흐름도는 물질 흐름 및 스톡 변수에 대해 시각적 표현을 적용한 것으로 <그림 1>에서 그 흐름도를 살펴볼 수 있다. 이 같은 일반 흐름도를 바탕으로 세부적이고 간략한 Sankey 다이어그램을 작성할 수 있으며, 이를 통해 흐름 변수의 결과* 및 스톡 변수 결과**를 보

여줄 수 있다. 연구 결과 공개 보고서에서는 간단한 Sankey 다이어그램만을 보여 주고 있으며, 모든 단계의 흐름 및 스톡 관련 세분화된 Sankey 다이어그램은 대외 비이다.

[물질시스템분석의 참고 단위] 화학물질로 정의되는 물질(안티모니, 베릴륨, 게르마늄 등)과 관련된 흐름 및 스톡 변수에 대한 참고 단위는 일반적으로 1kg(예를 들면 1kg 안티모니, 1kg 베릴륨 등)이다. 그 외 다른 물질(형석, 붕산, 마그네사이트, 그라파이트, 인광석, 골재 등) 관련 참고 단위는 각각의 물질시스템분석마다 다르게 적용된다(예를 들면 형석 물질시스템분석을 위한 참고 단위는 플루오르 1kg이며, 골재 물질시스템분석의 참고 단위는 1kg 이하로 수행될 수 있음).



<그림 1> 물질 흐름 및 스톡 변수를 나타내고 있는 물질시스템분석 흐름도
출처 : BIO by Deloitte(2015)

물질시스템분석 방법과 관련해 물질 흐름 전 과정에 대해 활용 가능한 자료를 바탕으로 분석을 진행할 때, 상향식 접근법(Bottom-up)과 하향식 접근법(Top-down)을 활용해 산정할 수 있다. 다만, 두 가지 방법은 불확실성 수준 예측이 어렵기 때문에 결과 선정에 보다 주의를 기울여야 할 필요가 있다.

[상향식 방법] 제품 기준 자료를 바탕으로 물질 흐름 및 스톡 변수를 산정하는 방법으로, 제품에 대한 자료가 자세하거나 용이할 때 사용된다. 이 방법은 대부분 원료 물질 채취 및 프로세싱 단계에 적용된다. 이 방법은 주요물질로 적용이 제한되며, 유로스타트와 같은 통계자료 이용이 가능하고 잘 구축된 세부 물질 정보 흐름 자료가 있는 상황에서 생산 및 프로세싱되는 물질에 제한된다.

[하향식 방법] 유럽 기준 자료를 바탕으로 물질 흐름과 스톡 변수를 산정하는 방법이다. 연구대상 물질에 대한 유럽 전체 생산 및 소비 자료가 전 과정에 걸쳐 사용 가능하며 산업 분야에서의 물질 사용량이 잘 정리돼 있는 경우 사용된다. 이 같은 자료를 바탕으로 산업별 대상 물질의 세부 단계 투입, 배출 및 축적이 산정될 수 있다. 하향식 방법이 사용되는 경우는 대부분의 연구대상 물질 가치사슬이 복잡하게 연결돼 있거나, 세부 제품 형태에서의 물질 흐름에 관한 자료 부족 또는 제품에 포함된 물질에 대한 정보가 미흡한 경우이다.

하향식 방법에서도 제품 기준 자료가 사용되며, 산업 분야별 대상 물질의 수입 및 수출에 관한 자료도 요구된다. 이를 위해 유로스타트 자료, 무역협회 및 통계를 활용

해 연구를 수행하며, 자료 처리에서 활용되는 여러 가정(Hypothesis)은 그 사용 비율로 정해지고 전체 산업 분야에서의 특별한 제품으로 표현된다. 사용 및 폐기 단계에서는 제품 수명 주기, 소비 증가율 등과 같이 제품 및 산업별 추가 자료가 요구되기 때문에 이로 인한 자료의 불확실성이 발생할 수 있다.

물질시스템분석을 위한 일반 단계는 주요 자료 출처에 근거한 문헌 연구(Desk Study)와 전문가 자문으로 나누어 진행된다.

[물질 채취 단계] 유럽 및 세계 자원 저장량에 관한 자료는 일반적으로 미국지질조사국(USGS) 미네랄 연감 또는 BGS 미네랄 요약에 잘 나타나 있다. 유럽 생산에 관한 정보는 BGS 유럽 미네랄 통계, 유로스타트 또는 관련 산업협회를 통해 제공받을 수 있다. 나라별 원료물질 생산에 관한 자료는 USGS 미네랄 광물자원요약 또는 산업협회 웹사이트에서 찾을 수 있다. 유럽의 원료 생산, 수입 및 수출에 관한 자료는 PRODCOM, 유로스타트의 ComExt 데이터베이스에서 일반적으로 제공된다. 채취 단계에서 발생하는 폐기물에 관한 자료는 많지 않기 때문에 자료의 격차를 줄이기 위해 원료 채취 단계에서 발생하는 폐기물과 축적량에 대한 예측 및 계산을 통해 사용했다. 주요 원료물질의 향후 공급 예측 관련 자료는 ‘Report on Critical Raw Materials for the EU – Report of the Ad hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials (2014, European Commission)’¹⁾에 잘 나타나 있다.

1) https://www.google.be/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj_rPwDh-7NAhVLHZQKHye9AFMQFggBMAA&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2FdocsRoom%2Fdocuments%2F10010%2Fattachments%2F1%2Ftranslations%2Fen%2Frenditions%2Fnative&usq=AFQjCNEF6SKHHERPeB2gXS_dxBBFtiw_7A&sig2=ystrfneeKITIFmYcj66DGg&bvm=bv.126130881,d.dGo

물질시스템분석 수행 시 출처가 다른 여러 자료 및 방법론 사용으로 인해 결과에 대한 불확실성 문제가 발생할 수 있기 때문에 자료의 품질에 대한 평가(표 2)를 수행해 최종 결과와 함께 제시해야 한다.

출처	범주	자료의 품질 점수
전문가로부터 얻은 자료 또는 출간된 자료(정부 또는 업체)	자료 출처로부터 나온 자료의 직접 사용	4
	자료 출처로부터 나온 기초자료를 활용	3
예측 및 가정	알려진 정보를 기초로 자료를 예측	2
	가정	1

범주	산정된 변수의 품질 점수
자료 출처로부터 나온 자료만을 사용해 계산된 변수	4
자료 출처로부터 나온 자료를 적어도 한 가지 기본적으로 추정해 계산된 변수	3
알려진 사실에 근거해 예측 계산된 변수	2
가정에 의해 계산된 변수	1

〈표 2〉 산정 및 활용되는 변수 및 자료의 품질 점수

[프로세싱 단계] 채취 단계와 마찬가지로, 프로세싱된 물질의 유럽 생산 자료는 일반적으로 BGS European Mineral Statistics 또는 유로스타트의 PRODCOM 자료 통계를 이용할 수 있다. 프로세싱된 물질에 대한 유럽 수출 및 수입 관련 자료는 유로스타트의 ComExt 자료와 산업협회 자료를 활용할 수 있다. 프로세싱된 원료 성분 함량은 산업협회에 의한 예측이 일반적으로 사용되고, 프로세싱 단계의 변수 산정은 상향식 방법에 근거한다. USGS 미네랄 연감은 미국 경제에서 사용된 2차 물질의 양과

관련된 자료를 제공하고 있다. 여기에서 제공되는 주요 투입물질과 2차 투입물질 사이의 비율은 유럽 내 적용 및 사용이 가능하다. 각 국가에서 생산되는 프로세싱 물질 관련 자료는 프랑스 지질조사국 BRGM에서 발간된 'Market Element Overview' 보고서 또는 관련 산업 웹사이트에서 찾을 수 있다.

[제조 단계] 관련 원료물질을 포함한 주요 최종 제품 및 사용 부문은 무역협회 및 참고 문헌(USGS 자료, CRM 보고서, BRGM 보고서)을 활용해 수행한다. 유럽 생산(유럽 내 총 생산 및 판매)에서 중간재 제품, 최종 제품의 수입 및 수출은 PRODCOM, ComExt, 무역협회를 통해 자료가 제공되지만, 자료 간 차이 등 어려운 문제가 존재한다. 또한 중간재 및 최종 제품 흐름에서는 제품별 제조 단계로 분할이 요구되고 생산, 수출 및 수입과 관련된 많은 양의 중간재 제품도 고려해야 한다. 이러한 문제를 해소하기 위해서는 중간재 제품 및 최종 제품에 중점을 둔 간략화된 접근 방법을 사용해야 하며, 또한 자료 간 차이와 불확실성을 줄이기 위해서 자료의 변환 및 활용을 잘 고려해야 한다. 제조 단계에서는 상향식 방법보다는 하향식 방법이 주로 사용된다. 이때 하향식 방법을 사용하기 위해서는 최종 제품 관련 물질의 유럽 내 총 소비 및 총 생산 자료, 주요 산업 분야의 물질 사용량(%)에 관한 자료가 필요하다.

[사용 단계] 유럽에서의 제품 수명 주기, 최종 사용 후 사용자가 제품을 소유하고 있는 비율(%), 사용자가 사용 후 최종 폐기 제품을 소유하고 있는 시간, 제품 손실률, 제품 소비 증가율, 재사용을 위해 수출

되는 제품량(%) 등에 관한 자료가 필요하다. 제품 사용 추적에 대한 양적 평가는 유럽 내 제품 수명 주기, 소비 증가율, 사용 시 손실량 등의 자료에 기초해 산정된다.

[회수 및 재활용 단계] 일반적으로 유로스타트의 폐기물 자료는 최종 제품(예를 들면 전기전자 폐기물)의 재활용, 수출, 소각 및 매립에 대한 산정 시 사용된다. 유해 폐기물 및 무해 폐기물의 수출 및 수입은 EFA 보고서에서 유럽 내외 폐기물의 이동을 보여주지만 불법적으로 발생하는 흐름을 정확히 파악하기는 어렵다. 일부 유로스타트 자료를 통해 배터리, 자동차, 철 스크랩 재활용 등에 관한 자료를 활용할 수 있다.

마지막으로 물질시스템분석 결과와 관련해 유럽위원회 지원 아래 유럽 수준에서 중요한 원료물질에 관한 연구가 진행됐으며, 이를 통해 28개 원료물질(표 1)에 대한 단계별 분석을 바탕으로 물질시스템분석 연구가 이루어졌다. 물질별 분석 결과에 대한 상세한 내용은 '원료물질 시스템분석에 관한 EU 보고서'²⁾ 또는 'Study on Data for a Raw Material System Analysis (2015)'³⁾에서 볼 수 있다.

유럽 물질시스템분석 향상을 위한 조건

EU를 위한 단기적 제언 우선 정보 공개와 관련해 언급하면 다음과 같다. 물질 흐름에 대한 포괄적인 물질시스템분석은 유럽 산업에 있어서 천연자원 물질 관련 의사 결정 및 산업 결정을 위한 기초자료로

서 중요한 역할을 수행할 것이다. 유럽 순환경제 전 과정에 걸친 원료물질의 균형적·안정적·지속 가능한 공급에 관한 정책 결정을 위해서는 물질시스템분석을 통해 중요 물질뿐만 아니라 비교적 중요도가 떨어지는 물질 흐름에 대한 이해와 지식 강화도 요구된다. 따라서 분석 결과 자료에 대한 정보 공개 및 접근 용이성을 제공하는 것이 무엇보다 중요하다.

다음으로 물질시스템분석 업그레이드와 관련해 언급하면 다음과 같다. 현재 물질시스템분석은 2012년 유럽 경제 상황에 근거해 수행됐다(세부 자료 중 일부는 다른 연도 또는 제한된 일부 자료만 활용). 이처럼 유럽 내 물질 수요 및 공급 동향에 관한 정보는 매우 제한적이고 물질시스템분석의 장기간 활용이 쉽지 않기 때문에 3~5년 주기로 자료를 업데이트하는 것이 필요하다. 물질시스템분석 자료는 산업에서 제공하는 자료, 과학연구 결과 및 외부 출처 자료 등에 의존하고 있다. 과학연구 자료의 경우 관련 주제 연구 결과 발표 빈도가 낮기에 3년 이하의 주기로 자료를 수집하는 것이 적절하며, 산업 및 채광 관련 자료는 매년 수집되어야 한다. 물질 흐름 분석의 전략적 목적은 전 과정에 걸쳐 단계마다 물질 회수를 위한 최적화 과정을 구축하는 것으로, 최적화 평가는 각 프로세스에 투입되는 주요 물질과 폐기량을 비교함으로써 측정이 가능하다.

EU를 위한 중·장기적 제언 유럽 내 총 물질시스템분석을 위한 상호 보완 작업이 필요하다. 이를 위해 전문가들이 제안한

2) http://www.gtonline.or.kr/kor/data/issue/dataView.do?cPage=1&sch_national_cd=&sch_report_gbn_cd=&sch_tech_1st_gbn_cd=&sch_tech_2nd_gbn_cd=&searchField=&keyword=&data_sid=221341
3) https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/msa/sites/default/files/deliverables/MSA_Final_Report.pdf

방법은 제품에 포함된 중요 물질의 양에 대한 제품 중심 접근 방법을 활용하는 것인데, 이는 통계적 자료에 의해 상향식 방법을 바탕으로 산정할 수 있다. 이 방법은 많은 개별연구 범위를 줄일 수 있도록 할 것이다. 또한 각각의 통계 자료보다는 각 모델을 바탕으로 하나의 물질을 동시에 연구하는 데 적용될 수 있으며, 물질 연구에 세부적으로 사용되는 많은 제품, 기술, 산업 분야를 살펴볼 수 있도록 한다. 이를 통해 유럽 총 물질시스템분석은 주요 자료 출처의 하나로서 물질의 중요성 분석에 활용될 수 있을 것이며, 다른 물질에 해당 물질시스템분석을 확장하는 데 유용하게 사용될 것이다.

더불어 물질시스템분석에 요구되는 유럽의 각종 자료의 질적 향상이 필요하다. 왜냐하면 ComExt, PRODCOM 폐기물 자료와 같은 유로스타트 자료는 물질시스템 분석을 위해 중요하지만, 다음과 같은 제한점이 있기 때문이다.

① **자료의 부정확성**: 유럽 각국에서 제공된 자료에 부정확한 부분이 존재한다. 가령, 리튬 Niobate Wafer의 수입 및 수출에 관한 COMEXT code 38249075 자료는 부정확한 스페인 자료로 인해 유럽 수출량이 실제보다 더 많은 것으로 나타나 있다. 이에 대한 해결 방안으로는 수시로 내부 검토를 함으로써 자료의 질을 높이기 위해서 노력해야 한다.

② **단위의 불일치**: 같은 제품에 다른 단위가 사용된 경우가 있으며(pieces, kg, square meters 등) 이렇게 불일치하는 단위는 상호 변환이 불가능하다. 이에 대한 해결 방안으로 물질별 단위 통일이 필요하다.

③ **코드 이름의 명확도 및 업데이트의 문제**: 자료가 존재하지 않거나 상이한 이름이 사용돼 부정확한 산정 결과가 발생할 수 있다. 이에 대한 해결 방안으로 새로운 제품에 대한 코드 설정이 필요하며 적절한 매칭이 이루어질 수 있도록 해야 한다.

④ **원석, 프로세스된 물질, 스크랩, 폐기물 및 분진에 포함된 물질 함량의 문제**: 원석, 프로세스된 물질, 스크랩, 폐기물 및 분진에 포함된 물질 함량은 잘 알려져 있지 않으며, 제시된 자료도 상이한 경우가 많다. 이에 대한 해결 방안으로 코드와 함께 평균물질함량(Average Material Contents)을 제시할 필요가 있다.



⑤ **유로스타트 폐기물 자료의 세부 내용 문제**: 유로스타트 폐기물 통계는 전기 및 전자 폐기물, 폐자동차, 배터리, 도시 폐기물, 유해 폐기물 등에 대한 정보를 제공하고 있지만, 여러 가지 제한점이 있다. 가령, 배터리에 대한 최종 단계에 관한 정보가 제한적이다. 또한 각 국가에서 제공하고 있는 전기전자 제품에 대한 자료는 수거, 처리, 재사용, 회수에 대한 세부 내용이, 폐자동차의 경우 일부 국가의 자료가 누락돼 있다. 이에 대한 해결 방안으로 물질 함량을 포함해 좀 더 세부적인 정보가 추가돼야 한다.

원료 확보 위한 분석 및 정보 구축 중요

EU는 유럽 내 28개 주요 물질(비철금속 및 희토류, 중요 금속 등)에 대한 물질시스템분석 연구를 수행했다. 연구 수행 과정에서 유럽은 물질목록분석을 위한 체계적인 방법을 개발했으며, 이는 향후 유럽위원회에 의해 더욱 향상되고 완성될 것으로 기대하고 있다. 더 나아가 유럽위원회는 유럽 외 국가, 산업, 학교, 정책 수립자, 도시 관계자 간 국제 수준 협력을 통한 총 물질시스템분석에 관한 통합자료를 구축하고자 한다. 이는 유럽 내 주요 물질에 관한 의사 결정에 있어서 중요한 자료로서 정책 수립자와 산업에 크게 기여할 것으로 보인다.

우리나라도 국내 경제, 산업, 생활 분야와 밀접하게 연결돼 있는 주요 물질의 흐름도 분석을 통해 물질의 흐름, 축적, 향후 공급 및 수요를 파악하는 것이 필요하다. 또한 유럽 물질목록분석을 위한 자료 수집 및 활용, 시스템 향상 및 개선 방안을 살펴보고 이를 국내 물질목록분석에 활용해야 할 것이다.

지금은 첨단 산업 및 경제 발전을 위한 제품 개발의 근간이 되는 원료 확보가 그 어느 때보다도 중요하고 경쟁이 치열한 상황이 되었다. 관련 물질 공급에 관한 국내 흐름을 정확히 분석하고 정보를 구축·관리하는 것이 매우 중요하다. 이러한 정보가 체계적으로 구축되었을 때, 원료 확보 및 회수를 위한 적절한 정책 및 대응 방안이 수립돼 시행이 가능할 것으로 보인다.

글로벌 타이타늄산업 현황

에너지 효율성을 바탕으로 한 내구성 향상과 경량화 추세가 한창이다. 비철금속 중 강철보다 가볍지만 단단하고 부식에 강한 타이타늄이 여러 산업의 기반 소재로 각광받고 있다. 특히 미래 첨단산업인 항공우주산업에서 핵심 소재로 인식되고 있는 금속 타이타늄과 각종 생활제품의 백색안료용으로 사용되고 있는 이산화타이타늄 등 타이타늄의 산업 가치는 지속적으로 성장할 것으로 보인다. 이에 미국을 중심으로 한 글로벌 타이타늄산업 현황을 토대로 국내 타이타늄산업의 발전을 위해 고려할 사항을 다루고자 한다.

최홍열 [한국산업기술진흥원 미국사무소 소장]



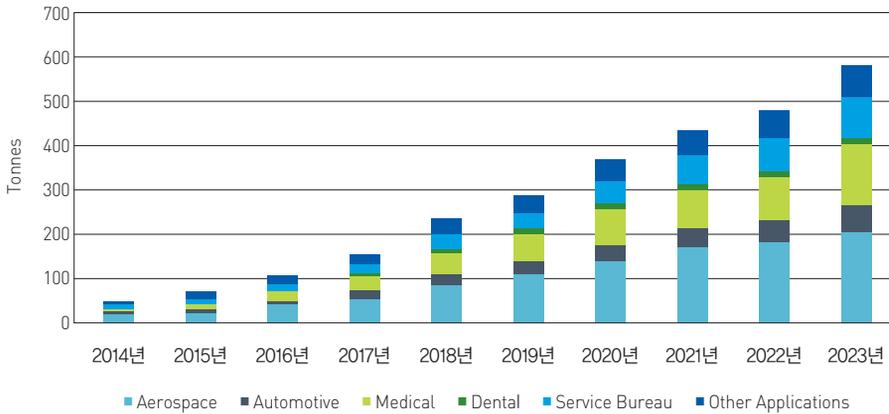
타이타늄 산업의 응용 분야

금속 타이타늄은 마그네슘을 사용해 다른 금속에 비해 소량으로 비싸게 생산된다. 가공 역시 어려워 상업적 사용에 제한을 받아왔다. 미소 냉전 시기에 원자탄을 실어 나르기 위한 대륙간 탄도미사일, 초음속 전투기, 인공위성 등 국가 주도로 기술이 개발되면서 많이 쓰였으며 1950년대 가스 터빈 엔진 제작에 처음 사용되며 민간사업에 이용되기 시작했다. 현재는 항공, 국방, 자동차, 의료와 해양 플랜트, 스포츠레저산업에 이르기까지 여러 최종 제품 시장의 소재로 활용되고 있다.

특히 항공우주산업(민간, 국방)은 타이타늄 시장의 가장 크고 주요한 수요 산업 군이다. 열과 부식에 강한 타이타늄의 특성상 항공기 내 부품으로 적합해 많이 사용된다. 알루미늄 대체품으로 안전벨트, 동체, 랜딩기어 등의 부품을 만드는 데 사용되며 높은 열을 견뎌야 하는 엔진에도 적합하다. 1980년대 4% 미만에 불과했던 보잉 여객기의 타이타늄 중량 비율은 현재 18%까지 증가했다. 세계 항공우주산업은 미래 첨단산업으로 연구개발이 한창이며

	사용 분야	구체적 사용 부위
항공·우주	제트기 엔진 부품 및 기체	Compressor, Fan Blade, Fan Disk, Wing Frame, Wing Skin, Engine nacelle, Casing, Shaft, Landing Gear Beam, Bulk Head, Supr etc.
	로켓, 인공위성, 미사일 등	연료탱크, Rocket Chamber, Rocket Booster etc.
화학·석유화학	요소, 초산, 아세트, 아세트알데히드, 질산, IPA, PTA, 아크릴로니트릴 외	열교환기, 정제탑, 반응기, 압축기, 믹서, 송풍기, 배관
	소다, 염소	전극기판, 전해조
	표면처리	도금장비, 전극
	비철금속, 제철 공해 관련	동박용 드럼, 전해정련용 전극, EGL, 도금용 전극 Scrubber
전력, 조수	원자력발전, 화력발전, 지열발전, 해수담수화 플랜트	복수기, 터빈, 터빈 블레이드, 전열관, 폐기물 저장탱크, 해수펌프
해양, 에너지	석유, 가스	라이저 파이프, 검출기기
	석유정제, LNG	열교환기, 콘덴서, 배관류
	수산물 양식	어망
	핵연료 폐기물 처리·농축	원심분리기 자석가스
건축, 토목	건물	지붕, 외벽, 장식, 장식기둥, 외관, 기념물, 표식, 표찰, 배관
	항만설비, 교각, 해저터널	방식피복, 공구류
수송기기	자동차 부품	엔진 밸브, connecting rod, valve retainer, valve lifter, suspension spring, 볼트·너트, 연료탱크, drive shaft, 각종 피팅류, 모터바이크
	선박용 부품	열교환기, 제트기 포일, 터빈, 소토크, 호일
	철도	pantograph, 초전도모터, 철도궤도
민생품	통신, 광학기기, 음향기기	카메라, 노광장치, 현상장치, 전지, 해저중계기, 진동판
	의료, 건강, 후생	인공관절, 인공뼈, 임플란트, 수술용구, 고정나사 치료 재료, 페이스메이커, 의자, 스틱, 알칼리 이온정수기
	자전거	프레임, 림, 스포크, 페달
	장식품	시계, 안경테, 액세서리, 가위, 라이터
	스포츠, 레저용품	골프 클럽 샤프트·헤드, 테니스 라켓, 등산용구, 스키판, 봅슬레이, 보트, 요트 부품, 다이버 나이프

<표 1> 타이타늄 제품 사용 분야 출처: TSM Tech 보고서



〈그림 1〉 산업별 타이타늄 파우더 수요 전망

출처 : Alex Kingsbury—CSIRO Manufacturing—3D Printing with Titanium, Smartech Markets Publishing

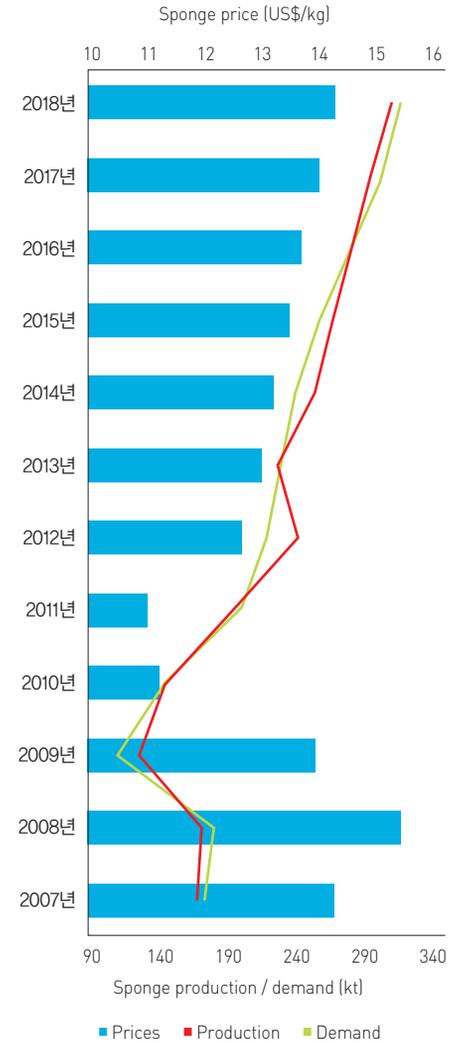
산업 소재로서 타이타늄 시장 역시 연평균 3.3%의 성장률을 보이며 꾸준한 성장세를 이어갈 것으로 전망된다.

타이타늄은 바닷물에도 부식되지 않기 때문에 선박의 추진축 등 선박 부품, 해수 담수화 장치의 열교환기, 해양 감시 장치 부품, 잠수함 등에 사용된다. 또한 화학약품에도 잘 부식되지 않아 반응기, 화학물질 이동 파이프와 용기 같은 화학공업, 제지공업에 쓰이는 장치 및 설비를 만드는 데 사용되며, 산이나 염소를 사용하는 산업에서 많이 쓰인다. 해양, 석유화학 등의 플랜트 산업 내 발전용 열교환기 소재로 부식에 강한 타이타늄 합금이 주로 이용되고 있다. 특히 향후 세계 플랜트 시장이 연평균 4.8% 성장하며 산업 플랜트용 타이타늄 수요는 2013년 49억 달러, 2020년 110억 달러 까지 규모가 커질 것으로 전망된다.

타이타늄은 체내 조직이나 혈액과 반응하지 않는 생체 적합성 역시 탁월해 의료기기 분야에서도 많이 사용되고 있다. 최근 의료기술 발달에 따른 고령화로 임플란트 시장 규모가 연 8.9%씩 초고속 성장하고 있으며 현재 의료 분야의 타이타늄 수요 규모는 연간 3억 달러에 달하고 있다. 인공관절, 임플란트, 인공심장박동조절기 등 다양한 의료 분야에서의 적용이 확대됨에 따라 타이타늄 소재 시장 역시 전망이 밝다. 이외에도 타이타늄은 주방용품, 보석, 운동용품 등 소비재에도 사용되고 있다.

산업통산자원부 자료에 따르면 타이타늄 최종 제품 수요산업의 세계 시장 규모는 2014년 150조 원에서 2025년 600조 원으로 늘어날 것으로 예측되므로 타이타늄 소재 시장은 각 산업의 발전과 함께 크게 성장할 것으로 전망된다. 시장조사업체

Roskill은 세계 타이타늄 시장 규모가 2015년 7조2000억 원에서 2025년 13조 원을 기록하며 연평균 성장률이 6%대로 커질 것으로 전망하고 있다.



〈그림 2〉 세계 타이타늄 스펀지(Sponge) 수요와 공급 전망 및 미국 시장 내 평균 가격과 비교

출처 : South Africa's Science&Technology department, Roskill Estimates

세계 시장 규모		2012년	2015년	2018년	2021년	2025년	연평균 성장률
빌렛, 봉재, 튜브재 및 판재	금액	2조9380억 원	3조5579억 원	3조9986억 원	4조8383억 원	6조3420억 원	6.26%
	성장률	5%	5%	5%	7%	7%	
Ti 스펀지, 잉곳	금액	1조7500억 원	2조1438억 원	2조6262억 원	3조2173억 원	4조2172억 원	6.26%
	성장률	5%	5%	5%	7%	7%	
그 외	금액	1조2592억 원	1조5249억 원	1조7139억 원	2조737억 원	2조7182억 원	6.26%
	성장률	5%	5%	5%	7%	7%	
금액 합계		5조9472억 원	7조2266억 원	8조3386억 원	10조1293억 원	13조2774억 원	6.26%

〈표 2〉 세계 타이타늄 시장 규모 예상 출처 : Roskill Information Services, PD Issue Report KEIT



<그림 3> 타이타늄 생산 Value Chain 및 국내외 주요 생산기업

출처 : '중국 타이타늄 금속재료 시장 동향' 산업연구원, '타이타늄 산업생태계 구축, 신산업 창출' 신소재경제

국내외 생산단계별 타이타늄산업 현황

국내 타이타늄산업 경쟁력은 세계 15위권에 머무르고 있으며 매년 1조 원 규모의 타이타늄 원천 소재를 전량 수입하고 있다. 경기 연천과 경남 하동에 소규모 타이타늄 광산이 있지만 금속 제조기술은 전 세계 6개국만 보유하고 있어 해외 수입에 의존하고 있다. 타이타늄 스펀지의 해외 의존도는 91%이나 산업 내 기술 수준과 산업 발전도가 낮아 협상력이 약한 것으로 보고된다.

제련 부문은 국내 생산이 전무하지만 타이타늄 스펀지, 이산화타이타늄, 타이타늄 분말 등 주조 및 가공 분야에는 몇몇 국내 기업이 있다. 2013년 7월부터 약 230억 원을 투자한 코스모화학은 2014년부터 전량 수입에 의존하던 고부가 루타일형 이산화타이타늄(TiO₂) 양산에 돌입했다. 황

산법을 통해 아나타제형 이산화타이타늄을 생산하고 있던 코스모화학이 루타일형의 시장성을 파악하고 생산에 뛰어들었다. 세계 이산화타이타늄 시장은 루타일형이 전체의 90%를 차지하고 있으며 아나타제형 점유율은 약 10%다. 또한 아나타제형과 루타일형의 이산화타이타늄 전환 생산이 가능해짐으로써 향후 시장 상황에 따라 적절하게 대처할 수 있고 고부가가치 제품 생산에 따른 수익성 개선에도 큰 도움이 될 것이라고 코스모화학 관계자는 설명했다.

Ti 분말을 생산하는 MTIG는 10년간의 연구 끝에 세계 최초로 '분말사출성형' 기술 개발에 성공하며 타이타늄 국산화와 대중화에 성공한 기업이다. 기존 타이타늄 부품 대비 40%까지 가격을 낮춰 제품의 생산성과 가격 경쟁력을 높였다. 최근 MTIG는 경북 포항시와 블루밸리 국가산업단지

투자양해각서(MOU)를 체결했다. 2017년 말 준공 예정인 블루밸리 산단 1만9830㎡ 부지에 2018년 말까지 총 150억 원을 투자하고 45명을 신규 고용해 서울 본사와 인천, 화성 공장을 단계적으로 이전할 계획이라고 발표했다.

국내 타이타늄 성형재 분야에서 1위를 차지하고 있는 KPCM 역시 경북도와 협력하고 있다. KPCM은 타이타늄을 연산 500톤(생산금액 125억 원) 생산해 175억 원의 수입 대체 효과를 거두고 있으며 지난해 10월 '2015 한국산업대전'에서 발전소용 타이타늄 터빈 블레이드 단조품의 국산화 공적을 인정받기도 했다. KPCM은 탄소산업과의 연계를 통한 이른바 '탄타늄시대(탄소+타이타늄)'를 열어가기 위한 전략에 투자하며 국내 타이타늄산업 발전에 희망을 주고 있다.

미국 기업 사례

미국은 타이타늄 금속 제조기술을 보유한 국가로 자국 내에서 타이타늄 금속을 생산하기도 하지만 그만큼 많은 양을 수입하기도 한다. 2015년 미국 타이타늄 스펀지의 Import for Consumption은 2억2600만 톤으로 수입 의존도가 68%이며 주요 수입국은 일본, 카자흐스탄, 중국 등이다. 타이타늄 금속의 77%는 항공우주산업 소재로 쓰였으며 나머지는 군용철갑, 화학처리 공정, 해양 장치, 의료 임플란트, 발전기기, 스포츠용품산업 등에 사용됐다.

금속 타이타늄은 주로 항공우주산업에 이용된다. 세계 최대 타이타늄 제조업체이자 세계 최대 항공우주소재 기업인 러시아의 VSMPO가 미국의 거대 항공사 보잉과 에어버스의 주요 공급처이며 미국 항공우주산업 공급 시장에서 약 30%의 점유율을 보이고 있다. 하지만 러시아와 우크라이나 간 분쟁 여파로 러시아 내 생산 공정에서 소재 공급라인이 불안정해진 사건이 있었고, 또한 정치적 상황 등 다양한 변수가 러시아와 미국 항공우주산업의 타이타늄 금속산업에 영향을 미치고 있다. 실제로 우크라이나 정부가 자국 타이타늄 생산업체인 ZTMC를 중심으로 VSMPO를 대체해 우크라이나로 공급라인을 돌리는 것을 제안하기도 했으나, 이를 바꾸는 데에만 110만 달러 이상의 투자가 필요하며 정치적으로 연결되는 신중한 사안이기에 큰 변화는 없었다. 러시아의 뒤를 따르는 미국 내 기업으로는 TIMET, ATI, RTI와 Alcoa가 있다. 최근 Alcoa가 RTI를 인수했다. TIMET은 전 공정을 아우르며 미국 내 가장 큰 타이타늄 제조업체였지만 2012년 판금 제작 대기업인 PCC에 인수됐고 이후 2016년 1월 PCC는 다

국적 복합 지주회사 버크셔 해서웨이의 자회사로 편입됐다.

[TIMET] 미국 텍사스 주 댈러스에 본사를 두고 있는 TIMET은 세계적인 타이타늄 제조업체이다. 특히 TIMET은 금속 타이타늄 스펀지를 자체 생산할 수 있는 기업이다. 또한 타이타늄 제련, 주조, 가공, 공정 등을 모두 아우르고 있는 업체로 수직계열화가 이루어져 원자재의 안정적인 공급, 유통 물류비 절감 등을 통해 경쟁력을 확보하고 있다. PCC가 버크셔 해서웨이에 인수되는 과정에서 해당 회사들의 기존 사업(항공우주부품산업)과 연결돼 최종 제품 시장으로의 공급라인이 더욱 탄탄해졌다. TIMET은 미국 외에 프랑스와 영국 등 해외에도 생산시설을 갖추고 있다. 해외 생산시설은 유럽과 유럽 근방 시장에 제품을 유통시킬 수 있는 글로벌 경쟁력을 제공하고 있으며 타이타늄 전문 과학자들을 고용해 테크니컬 실험실을 유지하는 등 지속적인 기술과 공정 개발에 힘쓰고 있다. 타이타늄 연구기관, 타이타늄 학회, 대학 등과 협력해 연구개발(R&D)에 투자하고 있다. 2011년 PCC에 인수되기 전까지 TIMET 판매량의 75%는 항공우주

산업과 방위산업에서 이루어졌다. 2009년 TIMET은 보잉과 타이타늄 공급 협정을 맺었으며 2011년 이 협정을 2018년 12월까지 연장했다. 공급 협정에서 두 기업은 공동 기술 개발, 구매 공급 협정, 글로벌 타이타늄 Scrap(잉여물) 재활용 등을 약속했다. TIMET은 PCC의 Special Metal Corp.와 협력해 만든 HTL을 통해 특별 화학소재를 공급할 뿐만 아니라 중소기업을 겨냥한 소규모(100g부터) 단위의 거래도 서비스하고 있다.

[ATI] ATI는 타이타늄을 포함한 다양한 금속을 생산하는 업체다. 미국 필라델피아 주 피츠버그에 본사를 두고 있으며 9200명의 직원이 근무하고 있다. 시가총액이 15억 8000만 달러에 이른다. ATI 역시 타이타늄 금속을 포함한 고성능 재료 및 제품군(High Performance Materials & Components segment)의 약 70%를 항공우주산업과 방위산업에 공급하고 있다. ATI는 타이타늄 금속 제조기술을 보유하고 있는 기업으로 크롤 공법을 사용해 타이타늄 스펀지를 생산하고 있으며 가치사슬의 수직계열화를 통해 타이타늄 원료의 안정적인 공급을 이루어 경쟁력을 확보하고 있다. ATI는 현재 유일하게 제트 엔진의 회전 부분 타이타늄

(in millions)	2015	2014	2013
Company-Funded:			
High Performance Materials & Components	\$ 10.0	\$ 12.9	\$ 11.7
Flat Rolled Products	4.0	4.3	4.3
Corporate	0.2	0.2	0.1
	\$ 14.2	\$ 17.4	\$ 16.1
Customer-Funded:			
High Performance Materials & Components	\$ 1.5	\$ 2.7	\$ 2.7
Total Research and Development	\$ 15.7	\$ 20.1	\$ 18.8

〈표 3〉ATI 2013~2015년도 R&D 투자비용 출처: ATI Annual Report 2015

합금을 Plasma Arc법으로 용해해 제공한다. 또한 2009년부터 시작한 자사의 타이타늄 스펀지를 사용하는 프리미엄 퀄리티 (PQ) 공정법을 최근 완성했다. PQ 공정법을 통해 모든 응용 분야에서 PQ 타이타늄 스펀지를 공급할 수 있게 됐다. ATI는 R&D에 지속적으로 투자하며 가격 인하, 공정 개선, 시스템 개발, 새로운 공정법 개발, 기존 제품의 개선, 신제품 개발 등 기술 개발을 위해 끊임없이 노력하고 있다.

[Alcoa & RTI] Alcoa는 경량금속과 뛰어난 제조기술로 잘 알려진 미국 금속 제조업체로 세계에서 가장 큰 알루미늄 공급업체다. 전 세계 30개국에서 알루미늄 외에 자동차산업과 항공산업에 타이타늄, 니켈 제품을 제조, 판매하고 있다. RTI는 에어버스와 보잉에 랜딩기어, 엔진, 기체에 쓰이는 타이타늄 부품 공급을 핵심 사업으로 하고 있었다. 최근 Alcoa가 세계적인 규모의 타이타늄 제조업체 중 하나인 RTI를 15억 달러에 인수했다. 연간 약 8억 달러의 매출을 올렸던 RTI는 인수합병을 통해 Alcoa 사업부문의 빈자리를 채웠다. 두 기업 간 중첩되는 사업부문이 없었기에 인수를 통해 Alcoa는 금속 제조 포트폴리오에 타이타늄을 추가함으로써 타이타늄 사업 범위를 확장시켰고 선진 기술을 얻게 됐다고 관계자는 밝혔다. 인수 후 Alcoa는 타이타늄 공장에 800만 달러를 투자할 예정이다. 단조, 분쇄, 주조 공장 신설을 통해 RTI, 에어버스와의 공급 계약을 이어간다고 밝혔다. 또한 록히드마틴에 연간 200만 파운드의 타이타늄을 공급해 오던 RTI 내 기존 사업도 유지하게 되면서 Alcoa는 F-35 전투기에 타이타늄 제품을 공급하게 됐다. RTI 인수를 통해 타이타늄산업에 집중해 최근

에는 타이타늄을 포함한 특별 금속 소재의 3D 프린팅 기술을 개발했고 현재 에어버스에 3D 프린팅 금속 부품을 공급하고 있다.

국내 타이타늄 관련 산업 발전을 위한 고려사항

미국 기업들은 수직계열화, 대형 항공업체와의 공급 협정을 통한 안정적인 수요 창출, R&D 투자, 인수합병 등 다양한 방법으로 타이타늄 시장에서 경쟁력을 확보하며 시장을 이끌고 있다. 국내 기업들이 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 선두기업들의 전략을 따라가는 것, 그리고 현재 국내 산업 상황에 맞춘 전략이 필요하다.

전주기 산업생태계 구성

국내 타이타늄 기업들은 글로벌 시장 상황과 비교하면 규모 및 투자 여력에서 소기업 수준에 머물러 있다. 주요 타이타늄 산업국인 중국, 러시아, 미국, 일본 등은 자국 내에서 원천 재료부터 최종 제품까지 전 공정을 아우르는 산업생태계가 구축돼 있다. 국내 타이타늄산업은 전주기 공급사슬의 구축 없이 응용제품 개발만 진행돼 전반적인 경쟁력 확보가 미미하다는 분석이 주를 이룬다. 국내 기업들은 타이타늄 원천 소재, 가공 제품 등을 수입해 제품을 만들어 이익을 창출한다. 중간재를 손질해 2차 가공하는 산업생태계를 보여주고 있으며 광석의 정련, 중간재 제조(성형재), 폐기 등 부가가치율이 높은 단계에서 산업기반이 없거나 약해 타이타늄산업 발전과 부가가치 창출에 어려움을 겪고 있다. 또한 원천 소재를 수입에 의존하고 있어 생산국의 전략물자 통제로 인해

차질을 빚는 경우도 발생하고 있다. 중국이 과점 시장을 형성하고 있는 원료 시장의 공급 불안은 국내 기업들의 경쟁력에 악영향을 줄 수 있다. 전략소재의 기술 종속이 심화되면 기존 주력산업에서의 경쟁력 약화와 더불어 항공, 의료 등 미래 첨단 산업 진입 실패로 이어질 가능성이 높아진다는 분석이 나온다.

이와 같은 국내 타이타늄산업의 문제점을 해결하고자 정부와 기업이 함께 노력하고 있다. 주된 목표로는 산업 전주기의 안정적인 산업생태계를 구축하자는 것이다. 특히 타이타늄 소재 분야인 제련과 공정법은 개발 기간이 오래 걸리고 투자 리스크가 크며, 다품종 소량생산을 특징으로 하다 보니 민간 기업 역량만으로는 대처가 어렵기 때문에 관련 인프라에 대한 지원이 필수적이다. 최근 정부는 타이타늄의 중요성을 인식해 13대 산업엔진 프로젝트 중 하나로 선정했으며, 타이타늄 원천 소재기술 개발에 45억 원, 대형 판재 가공기술에 18억 원, 의료 금속소재 개발에 14억 원, 시험인증 기반 구축에 10억 원 등 총 87억 원의 예산을 투입했다. 항공, 의료, 플랜트 기업 등 타이타늄 수요 기업과 소재 공급 기업이 함께 참여해 정책과 제 발굴, 협력 강화 등을 추진하고 있다. 또한 최근 경북도가 첨단 타이타늄을 소재산업으로 선정함에 따라 포항을 중심으로 한 경북도 지역에서 타이타늄산업의 발전 계획이 추진되고 있다. 경북도는 타이타늄산업 발전 계획을 구체화하기 위해 지역 산학 및 시군이 참여하는 '경북 타이타늄발전협의회'를 구성하고, 정기적인 포럼을 개최하는 등 타이타늄산업 발전에 집중하고 있다. 산업 육성을 위해 전용단지 조성, 원천소재기술개발센터, 시험인

증센터, 타이타늄산업연구원 등 산업육성 인프라도 구축한다고 밝혔다. 여러 타이타늄 제품 생산 기업과도 협력을 진행하고 있다. 중장기적으로는 민간이 자율적으로 발전하는 방향으로 나아갈 것이라고 밝혔다.

기술 개발 측면에서 선진국은 대체 소재에 비해 가격이 높은 타이타늄의 단점을 개선하고 수요를 늘리고자 저가 생산을 위한 신공정 개발에 집중하고 있으나, 우리나라는 선진국 기술을 추격하기보다는 저가 원료를 활용한 원천 소재 제조기술 개발 방법을 익혀야 승산이 있다고 전문가들은 말한다. 고순도광인 금홍석 가격의 4분의 1에 불과하지만 매장량은 20배에 달하는 저순도 광 타이타늄철석을 활용해 저비용, 고품질의 원천 소재 제조기술을 개발하고 생산비용을 절감하면 가격 경쟁력을 확보할 수 있을 것이라는 견해를 보이고 있다.

고부가가치산업 육성

최종 소비재 시장 중 신산업에 대응한 전략이 필요하다. 타이타늄 제품은 소재 시장으로서 최종 제품 시장의 수요가 산업의 가치를 결정한다. 기존 타이타늄 최종 제품 시장으로 항공우주, 해양, 발전, 의료산업의 전망을 살펴보았다. 이러한 최종 제품 시장은 대규모 산업으로 이미 생산시설이 완벽하게 갖춰져 있는 글로벌 기업들과 경쟁하기 위해서는 설비투자 및 기술 개발 등 준비 기간이 필요하다. 장기적인 관점에서 전주기적 타이타늄 원천기술을 확보하는 것을 목표로 하는 동시에 새로운 최종 제품 시장의 출현도 눈여겨보아야 한다.

[사례1] 3D 프린팅 소재, 타이타늄 파우더

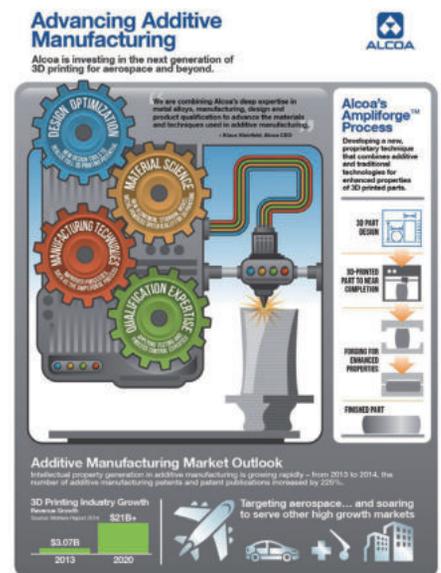
그중 한 분야가 3D 프린팅이다. 미국

Alcoa는 이 신사업의 가치를 재빨리 파악하고 최근 약 6000만 달러(약 680억 원)를 투자해 3D 프린팅용 타이타늄 파우더, 3D 프린팅 부품 생산시설을 피츠버그에 설립했으며 3D 프린팅 기술로 만든 기체 부품을 에어버스에, 엔진 파일런(Pylon) 부품을 상업용 항공업체에 납품하고 있다. 타이타늄 파우더의 생산 과정은 잉곳 생산 단계까지 기본 타이타늄 제조 공정을 따르지만 3D 프린팅에는 보다 최적화된 기술과 공정법이 필요하다. 이에 Alcoa는 다양한 첨가기술 개발에 집중했고, 최근 자체 기술 Ampliforge process를 공개했다. Ampliforge process는 첨가기술과 기존 제조기술을 통합한 하이브리드 기술이다. 이 공정법은 기본 첨가기술로만 만들어진 부품보다 강도를 높여 3D 부품의 속성을 강화시키며 재료 투입까지 줄일 수 있다. 하지만 항공우주 부품에 사용되는 만큼 내구성이 높고 고품질인 3D 프린팅용 금속 파우더는 아직까지 생산량이 제한적이다. 앞으로 Alcoa는 3D 프린팅 사업을 확장하고, 고성능 3D 프린트 부품에 필요한 특별한 속성을 가진 소재를 개발하기 위해 투자할 것이며 원가를 낮추는 방안도 함께 연구할 것이라고 덧붙였다. Alcoa 관계자는 이를 부가가치를 창출하는 투자라고 생각하며, 항공우주 시장의 변화에 빠르게 반응해 새로운 기회를 잡을 것이라고 밝혔다.

항공우주산업뿐만 아니라 최근 국내 의료진이 3D 프린팅 기술로 만든 타이타늄 두개골, 인공턱의 이식 수술에 성공하면서 의료 분야도 조금씩 움직이고 있다. 특히 타이타늄 두개골 제품은 기존 타이타늄 합금에 비해 강도가 60% 수준에 머무르던 순수 타이타늄 소재를 빠른 속도로 녹이고

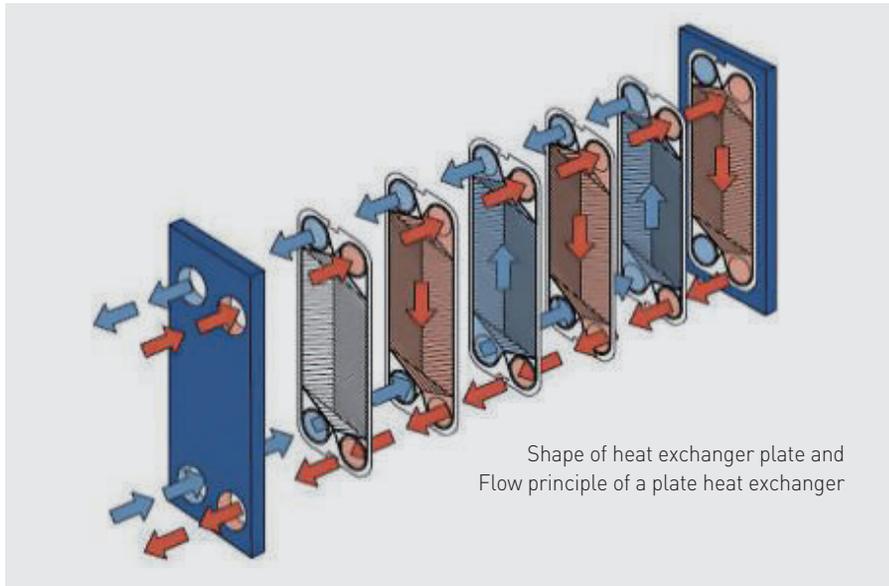
굳히는 과정을 반복하는 특수 3D 프린팅 기술을 적용해 강도를 합금 대비 95% 수준까지 끌어올렸다. 의료진은 순수 타이타늄 소재의 3D 프린팅 두개골은 개인의 두개골 특징에 맞게 제작돼 높은 정밀도와 강도를 갖추고, 두개골 내부 빈 공간까지도 채울 수 있어 감염 및 합병증 부작용을 최소화했다고 말했다.

이처럼 성장하고 있는 3D 프린팅산업에서는 소재 개발이 매우 중요하다. 인쇄물의 특성을 결정하고 완성도를 높이는 것이 소재의 역할이며, 소재의 종류와 특성이 다양해질수록 프린팅의 활용 범위가 늘어난다. 소재가 발달할수록 최종 제품 시장의 활용 범위가 넓어지고 수요가 창출된다. 현재 금속 소재가 플라스틱 소재에 비해 견고하고 더 정밀한 물체를 인쇄할 수 있어 각광받고 있다. 타이타늄 파우더 역시 많이 사용되고 있지만 3D 프린팅에 보다 적합하고, 더 정밀한 타이타늄 파우더 소재 개발이 필요하다. 타이타늄 전주기



〈그림 4〉 Alcoa's Ampliforge Process

출처 : Forging Magazine, Alcoa



〈그림 5〉 Shape of titanium plate heat exchanger showing various pattern shape
출처 : '순 티타늄 판재의 프레스 성형성 평가', 경북대학교 기계공학부

공정에서 추출 방법, 합금 방법 등의 개발을 통해 더 뛰어난 파우더를 생산한다면 새롭게 커지고 있는 시장에서 기회를 잡을 수 있을 것이다.

[사례2] 열교환기 소재 시장

최근 성장하고 있는 열교환기 시장도 눈여겨보아야 한다. 세계 열에너지 저장장치 시장은 2020년 기준 3조600억 원, 국내 시장 규모는 2800억 원 규모로 지속적인 성장이 예상된다. 산업연구원에 따르면 세계 플랜트 발주 규모는 연평균 약 7%의 성장세를 기록하고 있으며, 유가 상승기에는 중동의 플랜트 발주 규모가 지속적으로 확대될 것으로 예상했다. 열교환기는 에너지 효율을 높일 수 있는 플랜트의 핵심 기자재이다. 에너지 효율 관련 이슈 증가와 플랜트 시장의 성장 추세 속 열교환기 시장의 성장이 기대된다.

오랜 수명이 필요한 플랜트 장비, 특히 열교환기는 내식성, 내마모성이 요구된다. 이에 부식성이 강한 타이타늄 소재를 사용

하면 보수비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 열교환기에 타이타늄 판을 사용하면 유해한 금속이온이 발생하지 않으며 보온성이 우수해져 열 손실을 줄일 수 있다. 현재 플랜트 분야에 타이타늄 부품은 최종 가격 기준으로 약 5%를 차지한다. 세계 플랜트 시장이 지속적으로 성장하면서 산업 플랜트용 타이타늄 수요가 2020년 110억 달러까지 커질 것으로 전망한다. 이에 산업통상자원부는 앞서 언급한 '타이타늄 산업발전협의회'를 통해 플랜트, 발전, 의료

용 소재 등 타이타늄 부품 국산화에 40억 원을 투자하기로 했으며 국내 수요를 바탕으로 해수담수화설비 열교환기 부품에도 개발 지원하기로 했다.

타이타늄은 Hot Rolled 및 Cold Rolled 코일, 후판, 판형 열교환기용 판재와 같은 형태로 열교환기 소재로 사용된다. 이 중 판형 열교환기(PHE) 소재로 널리 이용되고 있는 순타이타늄 판재를 살펴보면 비강도, 내식성, 고온강도가 우수하고 독성이 없는 Grade 1(낮은 탄소와 철 성분으로 높은 연성과 낮은 강도를 가짐)의 공업용 순 타이타늄 판재가 일부 사용되고 있다. 최근에는 열 교환 효율의 향상을 위해 고강도를 갖는 Grade 2, 3의 타이타늄(높은 탄소와 철 성분으로 높은 강도와 낮은 성형성을 가짐) 판재를 사용하고 있다. 하지만 철강재와 비교하면 타이타늄 판재는 프레스 가공이 어려운 소재이다. 성형성과 가공기술의 개선을 위한 노력이 필요하다. 열교환기 소재에 적합한 높은 성형성을 가지면서도 강도를 유지하는 타이타늄 판재 개발을 위해 타이타늄 전주기 공정에 연구투자한다면 글로벌 열교환기 시장에서 경쟁력을 가질 수 있을 것이다.

“ 미래첨단 산업의 필수 소재인 타이타늄산업에 대해 살펴보았다. 미국의 경우 원천 소재부터 최종 제품까지 전주기 산업생태계가 구축돼 있어 경쟁력을 가지고 있다. 원천 소재를 전량 수입하고 있는 국내 타이타늄산업은 자체 제조기술 개발을 통해 수직계열화를 이루어야 하며, 각 공정 부문의 기업들 간 연계와 협력을 통해 산업생태계를 구축해야 한다. 또한 기존 공정 부문에서도 규모와 품질 면에서 최고 품질의 제품으로 글로벌 기업들과 경쟁하기 위한 노력이 필요하다. 특히 최근 성장하고 있는 고부가가치 산업군(3D 프린팅, 열교환기 시장)에 맞춘 제품 및 공정법을 육성해야 타이타늄산업 가치사슬 내의 전체적인 발전도 기대해 볼 수 있을 것이다. ”

R&D CARD NEWS



아스트(주) 항공기 후방동체 기술력 '세계 No. 1'



R&D CARD NEWS

ktech 2015.9.01

이 보잉사의 효자 모델 '737'기의 든든한 '백'이 된 한국 기업이 있는데요.



NEXT ▶

ktech 2015.9.01

그 주인공은 항공기 부품 전문 기업 '아스트(주)'!



아스트사는
한국항공우주산업(KAI)에서 독립한 항공기 부품 회사로, 해외 수출 비중(약 7백2십억원)이 전체 매출(약 8백억원)*의 약 80%에 달하는 수출 주도형 기업입니다. *2015년 기준

NEXT ▼

ktech 2015.9.01

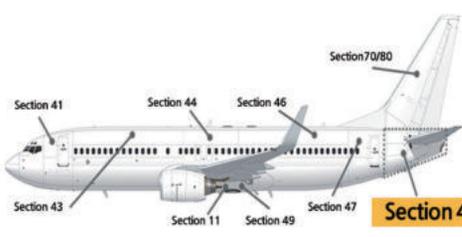
아스트를 보잉 737의 든든한 '백(back)'이라 부르는 이유는



항공기의 안전과 직결된 '후방동체'를 생산·공급하는 대표 업체이기 때문입니다.

NEXT ▶

ktech 2015.9.01



항공기의 구성 부분 중 'Section 48'으로 불리는 후방동체는 길이 3.5m x 직경 2.4m로 항공기의 12분의 1을 차지합니다.

NEXT ▶

아스트(주) 기술 개발 히스토리

대형 화물기 Main Deck Cargo Door 개발
2007.3 ~ 2010.2

비즈니스 제트 항공기 꼬리날개 부품 설계 및 제작
2009.6 ~ 2012.5

200인승 여객기급 후방동체 및 내부 부분구조물의 설계·제작·조립기술 개발
2014.9 ~ 2017.8

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	대형 항공기 동체 조립 자동화 기술개발 2004.11 ~ 2006.8			고장력 알루미늄 합금의 복합 곡면체 성형 가공기술 및 정밀 절삭 가공기술 개발 2008.06 ~ 2011.05						대형 항공기 AFT BODY MODULE 개발 2013.06 ~ 2014.05			
				B737 항공기 동체 테일콘 생산기술 개발 및 대량 생산기반 구축을 통한 수출 확대 2008.08 ~ 2013.07									

수직·수평 꼬리 날개가 달린 부분으로, 날개 다음으로 조립하기 까다롭고 항공기의 고도와 방향을 좌우하는 중요한 역할을 하는데요.

안전과 직결되는 핵심 부품인 만큼 정밀화된 고도의 기술이 필요합니다.

NEXT ▶

아스트는 보잉 737 생산을 위한 기술과 기반 구축에 성공하여, 2011년 중소기업 최초로 보잉 737기 후방동체 단독 계약 체결에 성공했고

'15년에는 보잉 737기 꼬리동체 추가 수주까지 확보하는 쾌거를 이루어 냈습니다.

NEXT ▼

"한 치의 오차도 용납할 수 없는 게 항공기 부품"
-김희원 아스트(주) 대표

그동안 잘 몰랐지만 우리를 안전하게 지켜주는 **대한민국 아스트(주)의 기술**

NEXT ▶

보잉 737기 뿐만 아니라, 대한민국을 든든하게 받쳐주는 **믿음직한 '백' 아닐까요?**

END ■

타이타늄, 꿈의 신소재를 넘어 대체 불가능한 소재로

타이타늄이란 금속 원소는 1790년대 초반 영국과 독일 등에서 처음 발견됐다. 1795년 그리스신화에 등장하는 하늘의 신 우라노스(Uranos)와 땅의 신 가이아(Gaia)의 자손인 '티탄족'의 이름을 따서 'Titan'으로 명명됐다. 현재 각 나라의 원소 명명법에 따라 영국에서는 'Titanium'으로, 독일에서는 'Titan'으로 불리고 있다. 하지만 1790년대 발견된 타이타늄은 금속이 아닌 금속산화물의 일종인 'Titania'(일종의 세라믹)의 발견이라고 하는 것이 더 정확한 표현이다. 타이타늄은 산소, 철 등과의 친화력이 매우 높아 자연 상태에서는 항상 이들과 결합된 광석으로 존재해 당시 기술 수준으로는 금속 상태로 환원이 불가능했기 때문이다.

이종민 [포스코경영연구원 수석연구원]

특허를 계기로 본격적으로 산업화

타이타늄이 금속 원소로 취급된 것은 첫 발견 이후 100년 이상의 시간이 지난 1910년 대로, 본격적으로 다양한 기술 개발이 완성 되면서 가능했다. 미국 RPI(Rensselaer Polytechnic Institute)에서 연구활동을 하던 헌터 박사가 1910년 TiO₂ 산소보다 결합력 이 센 HCl를 이용해 액체 상태인 TiCl₄로 환 원한 다음, 강철 용기 안에 Sodium(Na)과 함 께 이를 장입한 후 고온에서 상호 간의 환원 반응에 의해 금속 타이타늄을 추출하는 환 원 제조 기술인 헌터 공법(Hunter Process) 을 개발했다. 이후 룩셈부르크에서 비철금 속의 제련 연구를 하던 크롤 박사가 제2차 세계대전 발발과 함께 미국으로 이주하면 서 기존의 공법 대비 산소, 질소, 철분 등의 불순물 함량이 낮은 스펀지(Sponge) 타이

타늄을 제조해 공업화할 수 있는 크롤 공법 (Kroll Process)을 개발해 1940년 미국 특허 로 등록했다. 이를 계기로 본격적으로 산업 화가 이루어지는 토대가 마련됐다.

미국은 광산국(Bureau of Mines) 주도로 크롤 공법의 공업화를 추진했고, 1944년 스펀지 시험 제조에 성공했다. 이 성과를 바탕으로 1948년 듀폰에서 처음으로 연간 10톤의 타이타늄을 생산할 수 있었으며, 이후 크롤 공법으로 스펀지 타이타늄을 생 산하는 티멧이 1951년 설립돼 실질적으로

인류의 타이타늄 사용이 시작되었다.

비강도와 내식성이 탁월한 꿈의 신소재

타이타늄은 전형적인 금속 원소로, 금속 이 갖는 대부분의 특징을 지니고 있다. 타이타늄은 주기율표상 제4주기, IV B 그룹 에 위치한 원자번호 22번의 천이 금속으 로, 천이 금속이 갖는 전지적·자기적 특 성을 지닌다. <표 1>은 화학적으로 순수한 타이타늄의 물리적 성질이다.

Structure Type	Mg	Density	4.51g/cm ³
Space Group	hP2	Superconductivity	0.37 to 0.56K
Atomic Weight	47.9	Specific Heat Capacity	523 J/kgK
Melting Temperature	1688도	Thermal Conductivity	14.99 W/mK
Boiling Temperature	3260도	Poisson's Ratio	0.33

<표 1> 타이타늄의 물리적 성질(25도) 출처: C. Leyens & M. Peters, Titanium and Titanium alloys, Tab.1.1, p2

타이타늄은 대표적 경금속인 알루미늄(2.71g/cm³)보다는 1.6배 무겁고, 철(7.87g/cm³)에 비해서는 60% 가벼운 소재이다. 하지만 타이타늄 합금은 저온에서 중온(600도)까지 강도가 높아 이 온도 영역에서 비중 대비 재료의 강도를 나타내는 비강도와 내식성이 타 소재의 추종을 불허할 정도로 우수하기 때문에 꿈의 신소재라 불리며 다양한 용도로 사용되고 있다. 또한 타이타늄의 용점(Melting Point)은 1688도로 철(1536도)보다 높은 반면 열팽창계수와 열전도도는 철보다 낮은 특성을 갖고 있다. 열팽창계수가 상대적으로 낮기 때문에 열간 공정에서 사용되는 구조용 부품의 치수 안정성을 고려한 제품의 설계에 매우 유리한 소재이다.

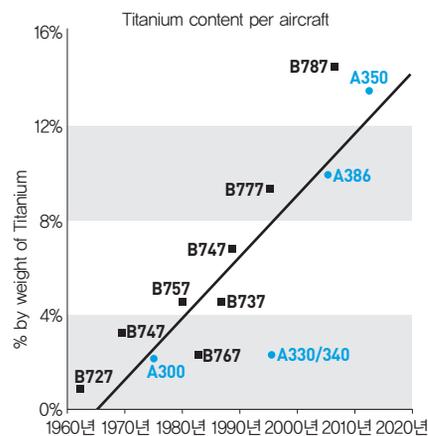
타이타늄은 다른 금속과 마찬가지로 변태온도(Transformation Temperature) 이상에서 원자의 배열이 변하는 동소변태(Allotropic Transformation)가 발생한다. 타이타늄의 동소변태 온도는 첨가되는 합금원소, 즉 조성에 의해 높아지거나 낮아지는데 합금원소의 종류와 합금량에 따라 최소장력, 항복강도 및 탄성계수 등 물리적 성질이 변화한다. 한편, 타이타늄 제품은 크게 합금원소가 첨가되지 않은 순타이타늄(Commercial Pure)과 합금원소가 첨가된 타이타늄 합금으로 구분된다. 순타이타늄은 Grade 1부터 4까지 등급을 매기며, Grade 5부터는 합금 제품을 분류하고 있다.

항공우주산업용으로 개발

타이타늄 제품의 개발 목적은 상용화 초기인 1950년대부터 항공우주산업용으로 사용하기 위해서였다. 경쟁 금속 소재 대비 탁월한 비강도, 내식성 등의 장점으로

타이타늄은 상업생산 초기부터 항공기의 기체와 엔진, 우주용 로켓의 부품 등에 사용돼 왔다. 1953년 DC-7기의 엔진 너셀 및 방화벽에 사용된 것을 시작으로, 이후 Ti-8Mn이나 Ti-6Al-4V 합금이 개발되면서 항공기용 재료로 정착됐다. 1980년대 이전의 항공기까지 4% 미만이던 타이타늄 중량 비중은 최근 개발된 보잉 B787과 에어버스 A350 기종에는 15% 수준까지 증가했다.

전투기의 경우 1970년대 초반까지는 10%로 거의 일정하다가 F-14, F-15기에서는 그 사용량이 30% 이상으로 급격히 증가했다. 로스킬의 시장조사 자료에 따르면 타이타늄의 전 세계 수요는 2012년 기준 연간 16만7000톤 규모로 추정되며 이 중 35~40%가 항공용으로 사용되고 있다. 향후 20년간 항공 수요량은 연평균 4.6% 이상 증가할 것으로 전망되는데, 항공기 추가 수요만 4조9000만 달러(약 5830조 원) 규모이다. 에어버스와 같은 항공기 제조업체는 현재 수주량이 6400대로, 향후 9~10년의 수주 물량을 확보한 상태이다. 향후 타이타늄 수요는 항공 분야가 견인할 것으로 판단된다.



〈그림 1〉 항공기별 타이타늄 채용 비중 변화
출처 : '국내 타이타늄산업 생태계 현황 및 발전 전략', 한국산업기술평가관리원(2014년)

화학, 발전산업용 수요 증가

또 다른 타이타늄의 주요 수요처는 원자력, 조선 및 각종 산업 설비용 시장이다. 이 시장은 타이타늄의 주요 특성인 내식성을 적극 활용한 분야이다. 항공, 군수용 타이타늄 요구 특성이 주로 구조용으로 높은 비강도를 요구하는 것과는 달리 화학, 발전산업용 수요는 높은 내식 특성을 요구한다. 타이타늄은 고온에서 활성이 아주 큰 금속 소재지만 상온에서의 내식성은 극단적으로 안정적인 특성을 지니고 있다. 이러한 타이타늄의 특성은 공기 중에 존재하는 수분과 산소와의 높은 친화력으로 인해 순간적으로 얇고 치밀한 구조의 부동태 산화 피막(TiO₂)을 형성하기 때문이다.

발전산업용으로 사용되는 타이타늄의 주 용도 제품은 열교환기(Heat Exchanger)이다. 여기에 사용되는 타이타늄 부품은 일반적으로 0.5mm 두께의 순타이타늄 판(Sheet)을 말아서 관을 만들어 사용한다. 〈그림 2〉는 타이타늄 관형 열교환기이다. 관형 열교환기의 경우 관 바깥쪽에 물 및 해수 등의 냉각용 액체가 흐르게 하고 관 안쪽으로는 고온의 액체가 흘러가면서 냉매와 고온의 액체가 서로 섞이지 않으면서 열을 교환하게 된다. 다수의 관을 다발로 만들어 냉매와 고온의 액체와의 접촉 면적을 극대화했다. 보통 바닷물을 냉매로 활용하는데 일반적인 금속의 경우 바닷물의 염분에 의해 쉽게 부식되기 때문에 이를 방지하기 위해 타이타늄을 사용한다. 2000년대 중반 이후 국내 타이타늄 수요 중 열교환기 비중이 급격하게 증가했는데 이는 국내 원자력발전 기술 및 중공업 기술 수준이 높아지면서 국내 타이타늄 열교환기용 조관 생산업체들의 세계 경쟁력이 향상되었기 때문이다.



〈그림 2〉 타이타늄 관형 열교환기

타이타늄의 내식성을 적극 활용한 또 다른 분야는 화학, 화공산업이다. 1960년대부터 산화성이 강한 화학 환경에서 사용되는 반응기에 이용한 것이며 현재는 화학 공장의 컨테이너, 교반기, 펌프, 열교환기, 연결 파이프 등에 널리 사용되고 있다.

한편, 국가별 타이타늄 수요 구조는 자국의 주력 산업에 따라 차이가 발생한다. 예를 들어 항공우주산업이 발전한 북미, 러

시아, 유럽연합(EU) 등의 항공우주산업용 타이타늄 수요 비중은 52%를 상회한다. 특히 미국에서는 타이타늄 수요의 70% 이상이 항공우주 분야에 사용되는 것으로 추정되는 반면, 항공우주산업이 상대적으로 발전하지 못한 중국, 한국 등 아시아 국가들은 화학, 발전 분야 수요 비중이 높다. 중국의 경우 전체 타이타늄 수요의 55%가 화학산업용으로 소비되고 있다.

햇빛 받으면 색이 변하는 '메탈 플라워'

타이타늄이 건축용 재료로 사용된 것은 1970년대 일본에서부터다. 일본은 타이타늄을 향후 신소재로 생각하고 많은 기업이 생산에 참여하기 시작했다. 미국, 유럽 지역과 달리 항공우주산업이 크게 발달되지 않아서 일본의 타이타늄 생산업체들은 새로운 수요 창출을 위해 많은 노력을 기울였다. 타이타늄이 건축용 재료로 사용될 수 있는 것은 상대적으로 가벼운 금속 소재이며 해수 환경에서도 반영구적으로 녹이 슬지 않고, 표면 처리를 하면 다양한 발색이 가능하기 때문이다. 특히 일반적인 건축재가 사용되는 환경에서는 전혀 부식되지 않기 때문에 시간이 지나도 보수 유지 비용이 거의 들지 않는다.

특히 타이타늄이 사용된 건축물 중 세계적으로 가장 유명한 것은 1997년 스페인 빌바오에 건립된 구겐하임 미술관(그림 3)이다. 구겐하임 미술관은 소장된 작품보다 타이타늄 외관으로 더 유명하다. '메탈

〈그림 3〉 스페인 빌바오의 구겐하임 미술관 출처: wikimedia.org



플라워(Metal Flower)로 불리며 20세기 최고의 건축물로 찬사를 받는 이 미술관은 프랭크 게리가 설계한 것으로 어느 방향에서 어떤 시간에 보느냐에 따라 전혀 다른 색상과 모습을 나타낸다. 이를 가능하게 한 것은 건물 표면을 덮은 타이타늄 덕분으로, 햇빛을 받으면 미술관은 카멜레온처럼 색이 변한다. 구겐하임 미술관의 외벽은 타이타늄을 0.5mm 두께로 잘라 3만 3000여 개를 붙였다. 밖에서 주위를 돌며 바라보면 위치에 따라 바다를 향해하는 배처럼 보이기도 하고, 마치 물 밖으로 튀어 오르는 물고기처럼 보이기도 한다.

자동차에서 임플란트까지 활용 범위 확대

자동차에도 역시 타이타늄이 사용되고 있다. 타이타늄이 자동차에 처음 적용된 것은 1956년 제너럴모터스(GM)에서 시험용 자동차로 제작된 'Titanium Fire Bird II' 부터이다. GM은 이 차량의 외판을 전체 타이타늄으로 제작했지만 양산으로 이어지지 못했고 획기적인 콘셉트 차로만 기록됐다. 일본의 경우 타이타늄 생산업체와 자동차사가 협력해 2000년대 다양한 부품을 개발했는데, 1990년대 중반까지는 부품 사용이 전무했으나 2006년에는 연간 1600톤까지 증가했다. 하지만 타이타늄 가격 불안정 등으로 2007년에는 1400톤, 급기야 2012년에는 225톤까지 감소했다. 자동차 분야의 타이타늄 부품 적용은 원가 및 가공상의 어려움으로 사용량이 매우 제한적이며 일부 고급 차종 및 경주용 차량 등에만 사용되고 있다.

스포츠, 레저 분야에서도 타이타늄이 많이 활용되고 있다. 타이타늄으로 만든 골프 클럽은 1990년 처음 상품화됐는데

거의 대부분의 드라이버 헤드와 퍼터의 일부가 타이타늄 합금으로 생산되고 있다. 골프 공을 보다 멀리, 정확하게 날려 보내려면 드라이버 헤드의 반발력이 우수해야 하는데 이를 위해서는 타구면이 얇으면서 고강도 소재로 제조돼야 한다. 1990년대 이전까지 통상적으로 상용되던 소재는 감나무였으나 경량 고강도 타이타늄이 헤드 소재로 사용된 이후에는 완전히 대체됐다.

안경테도 타이타늄이 사용되는 대표적인 예이다. 타이타늄으로 만든 안경테는 고강도와 저탄성에 의한 변형량이 많아서 착용감이 좋고 가벼우며, 피부에 알레르기를 일으키지 않는다는 장점이 있다. 현재 고급 안경테에는 타이타늄 합금이 사용되고 있다.

최근에는 타이타늄의 우수한 강도와 내식성 및 피로 저항성 등의 물리적 성질을 이용해 정형외과 및 치과 보철물, 심장혈관계통 의리기 등의 핵심 소재로 꾸준히 개발되고 있다. 특히 인공 뼈로 사용이 크게 증가하고 있는데 어떠한 생체용 금속 소재보다 생체 섬유조직의 형성이 거의 없기 때문에 몸 안에서 생체친화성이 우수한 것으로 알려졌다. 특히 최근에 개발된 Ti-Zr-Nb-Ta 합금계는 탄성계수가 60PGa 정도

로 뼈의 그것과 아주 근접한 특성을 지니고 있다. 우리나라에서도 타이타늄으로 제작된 임플란트 사용이 확대되고 있다. 세계 생체 재료 시장 규모는 약 32조 원 수준으로 추정된다.

국내 타이타늄산업, 2차 가공 중심으로 형성

다양한 분야에서 수요가 확대되고 있으나 국내 타이타늄산업은 중간재를 수입해 2차 가공하는 형태로 산업 생태계가 형성돼 있다. 타이타늄의 가치사슬은 타이타늄 광석을 정련해 잉곳 등 소재를 만들고 이를 중간재인 판재와 봉형강 등으로 만든 후 부품으로 가공해 완제품으로 최종 소비된다.

국내 타이타늄산업은 주로 잉곳 및 판재 형태로 수입해 가공하는 것부터 이루어진다. 타이타늄은 원료로 수입하느냐 잉곳으로 수입하느냐에 따라 완제품에 대한 부가가치가 크게 변화된다. <표 2>는 타이타늄산업의 공정에 따른 부가가치 증가율을 철강, 알루미늄산업과 비교해 나타낸 것이다. 국내 타이타늄산업 발전을 위해 고부가가치 제품 개발 및 가치사슬상의 부가가치를 극대화하는 노력이 요구되고 있다.

	Steel (\$/ ton)	Aluminum		Titanium		
		(\$/ ton)	Factor to steel	(\$/ ton)	Factor To steel	Factor To Al
Ore Extraction	9,07	45,36	5	136,08	15	3
Metal Refining	45,36	308,44	7	907,18	20	5
Ingot Formation	68,04	317,51	5	2041,51	30	6
Sheet Formation	204,1	1,360	7	14,741	72	11

<표 2> 타이타늄산업의 공정에 따른 부가가치 증가율

출처 : '국내 타이타늄산업 생태계 현황 및 발전 전략', 한국산업기술평가관리원(2014)

자율주행자동차 & 포스트 철강 경량 소재

8월 10일 열린 제2차 과학기술전략회의에서 국가 차원의 집중적인 투자와 민관의 협업을 통해 새로운 성장동력을 확보하고 국민의 삶의 질을 제고하기 위한 9대 국가전략 프로젝트를 선정·발표했다. 이 중 산업통상자원부가 주관 부처로서 수행하는 자율주행자동차, 포스트 철강 경량 소재 프로젝트를 살펴본다.

국가전략 프로젝트

국가전략 프로젝트는 기술혁신 기반의 성장동력 확충, 삶의 질(국민행복) 향상을 위해 국가가 전략적으로 추진하는 과학기술 프로젝트를 의미한다. 과학기술계, 부처 등의 의견수렴을 통해 성장동력 5개, 삶의 질 4개 등 총 9개 사업을 국가전략 프로젝트로 선정했다.

9대 국가전략 프로젝트

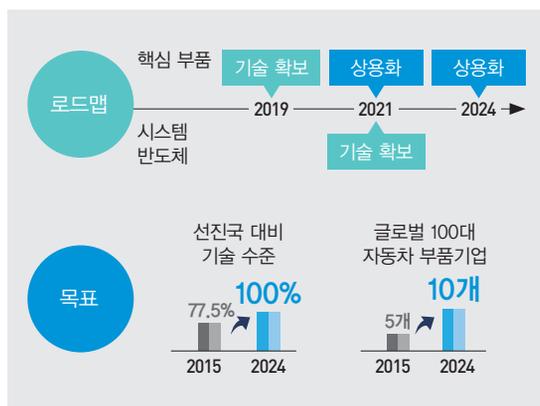
- 1 자율주행자동차
- 2 포스트 철강 경량 소재
- 3 스마트시티
- 4 인공지능
- 5 가상·증강현실
- 6 정밀의료
- 7 탄소자원화
- 8 (초)미세먼지
- 9 바이오의약



ICT, 반도체기술 활용한 자율주행자동차

자동차산업의 패러다임이 내연기관자동차에서 자율주행 전기차로 전환하고 있는 상황에서 자율주행자동차는 미래 자동차 시장 선점을 위해 범국가적 역량 결집이 필요한 분야이다. 2035년 자동차 신차 시장의 75%를 차지할 전망이며, 반도체와 정보통신기술(ICT) 등 연관 산업에까지 큰 파급효과를 미칠 것으로 예상되고 있다. 이러한 변화의 흐름에 뒤처지지 않고, 우리의 강점인 자동차와 ICT, 반도체기술을 활용해 글로벌 선도국으로 도약하기 위해 산업부는 국토부, 미래부 등과 범부처 협업을 통해 자율주행자동차를 국가전략 프로젝트로 추진해 나갈 계획이다.

이를 위해 우선 자율주행차에 필수적이거나 현재 해외에 의존하고 있는 센서 등 핵심 부품과 시스템반도체 국산화를 집중 지원해 부가가치를 내재화한다는 방침이다. 이와 관련해 자율주행에 필수적인 8대 핵심 부품(주변 상황 인식 고해상도 카메라, 레이더·라이다, 차량-외부 통신모듈, 3D 디지털 맵, 통합제어기, 자율주행기록장치, 측위, 운전자 모니터링 등)을 2019년까지 개발한다. 더불어 국내 우수한 반도체기술을 기반으로 고성장이 예상되는 차량용 시스템반도체(영상처리, 통신, 보안, HMI 시스템반도체)기술을 2021년까지 확보한다.

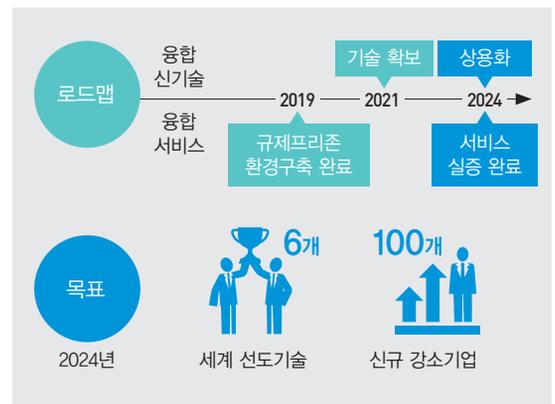


신시장 창출 위한 다양한 서비스 모델 발굴

세계적 수준의 국내 ICT 기술을 활용해 6대 융합 신기술(인공지능 기반 인식을 제고, 가상·증강현실 활용 시험 시스템, 전기차 기반 자율주행 플랫폼, 교통 흐름 최적화기술, 통신보안, 클라우드 연동 맵기술)도 선점할 수

있도록 지원한다. 이와 관련해 국가전략 프로젝트 연구개발(R&D)을 매개로 현재 협업이 부족한 국내 자동차와 ICT 등 이종 업계 간 융합 얼라이언스를 확대해 나가는 한편, 규격화된 인터페이스로 설계한 자율주행차 공통 플랫폼을 2021년까지 개발해 ICT 기업 누구나 사용할 수 있도록 할 계획이다.

또한 산업부는 무인 셔틀, 교통관제 등 자율주행차로 인해 파생될 수 있는 신시장 창출을 위해 다양한 서비스 모델을 발굴하고, 규제 프리존 등에서 실증 후 사업화할 수 있도록 지원해 나갈 계획이다. 이를 위해 규제 프리존 등을 활용해 글로벌 수준의 전문 테스트베드를 구축하고, 해외 법·제도 비교분석을 통해 선진국 대비 과도한 규제를 관계부처 합동으로 일괄 개선해 나간다는 방침이다.



이 프로젝트는 2017년부터 8년간 진행될 예정으로, 민간 공동으로 총 5700억 원이 소요될 전망이다. 이 계획이 차질 없이 진행될 경우 자율주행차 기술 선도국으로 도약, 완성차 세계 시장점유율 10% 이상 달성, 신규 강소기업 100개 육성 등의 효과가 기대된다. 아울러 안전성이 확보된 구간에서는 운전대에서 손을 놓고 편안히 휴식을 취할 수 있고, 졸린 경우 자율주행 모드로 전환해 교통사고 확률도 경제협력개발기구(OECD) 수준으로 낮출 수 있을 것으로 기대되고 있다.

강하면서도 가벼운 포스트 철강 경량 소재

자동차, 항공기, 로봇 등 미래 주력산업의 경쟁력은 에너지 효율을 높이기 위해 강하면서도 가벼운 경량 소

재에 좌우될 전망이다. 이에 따라 경량 소재 시장은 전기차, 항공기 등의 차체와 부품 수요 증가로 2015년 175조 원에서 2023년 475조 원으로 급성장할 것으로 예상된다. 이와 관련해 그간 선진국이 독점해 온 시장이 글로벌 수요기업의 소재 공급처 다변화 등의 요인으로 개방될 것으로 전망되는 상황에서 미국, 일본 등 소재 선진국은 기존의 경쟁력을 유지하고 미래 시장도 선점하기 위해 정부 차원에서 지원 중이다.

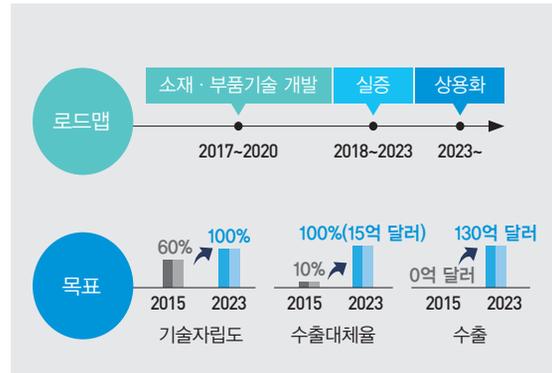
산업부는 경량 소재 분야의 현재 우리 기술이 선진국 대비 약 70% 수준에 불과하지만 출연연, 대학 등이 일부 원천기술을 확보하고 있고 철강과 화학산업에서 세계적 제조기술과 설비운영 노하우를 보유해 충분한 잠재력을 가지고 있다고 진단했다. 이에 따라 경량 소재 세계 시장 확대 추세에 대응하기 위해 타이타늄, 마그네슘, 알루미늄, 탄소섬유를 4대 경량 소재 국가전략 프로젝트로 선정해 향후 7년간 집중적인 R&D 지원을 해 나갈 계획이다.

특히 투자 리스크가 크고 기술 개발에 많은 시간이 소요되는 소재산업의 특성상 시행착오를 줄이고 성공 가능성을 높이기 위해 기술 개발 초기부터 수요기업과 소재기업, 대학, 연구소가 참여하는 융합 얼라이언스를 구축해 핵심기술 개발을 추진한다. 더불어 개발된 제품이 신뢰성을 쌓을 수 있도록 시험·인증·테스트 베드 등 인프라를 구축하고, 소재 핵심기술 개발에 따

른 세제·금융 지원도 병행할 예정이다.

소재별 추진 방안 ① 타이타늄

타이타늄은 항공용 구조체를 목표로 개발해 2023년 미국, 일본, 러시아에 이어 세계 4번째 수출국으로 진입할 계획이다. 이를 위해 선진국이 보호하고 있는 기술은 자체 개발하고, 이전받을 수 있는 기술은 국제협력 방식으로 2020년까지 소재 원천기술 확보를 추진한다. 또한 높은 신뢰도를 요구하는 항공용 부품이 상용화될 수 있도록 출연연 등의 공용설비를 활용한 파일럿 플랜트를 구축·운영한다. 더불어 국내 방산산업과의 연계를 통해 트랙 레코드 확보를 지원하고 우리 기업들이 보잉, 에어버스 등 글로벌 기업과의 공동 기술 개발로 해외 시장에 진출할 수 있도록 지원할 예정이다. 이를 통해 2023년까지 수출 130억 달러를 달성한다는 방침이다.



에너지 효율
무게 ↓

안전성
강도 ↑

경제성
부존량 多

4대 경량 소재

- 타이타늄
- 알루미늄
- 마그네슘
- 탄소섬유



미래차



항공기



로봇



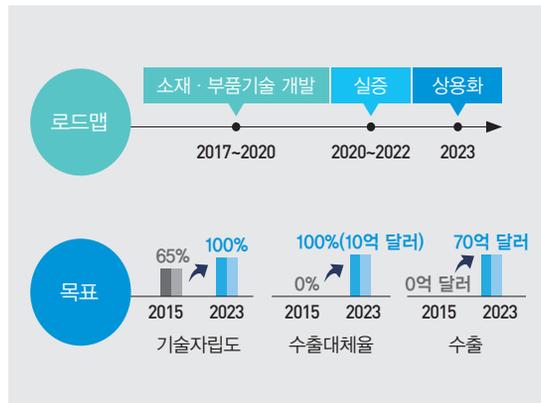
드론



철도

소재별 추진방안 ② 마그네슘, 알루미늄

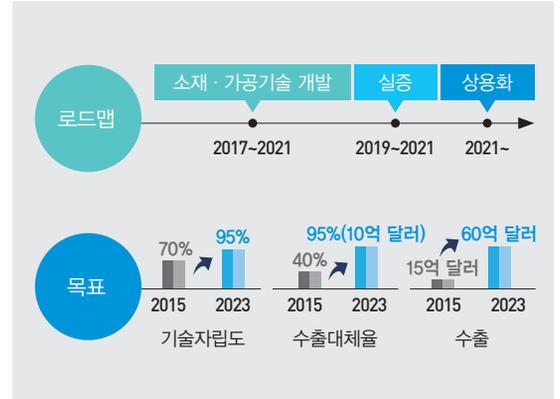
수요가 급증할 것으로 예상되는 자율주행·전기차용 마그네슘과 알루미늄 합금을 2022년까지 개발할 계획이다. 이를 위해 원천기술을 보유한 출연연 등과 소재 기업이 공동으로 전기차 차체용 합금 소재기술을 개발할 수 있도록 지원한다. 개발된 합금 소재는 종합실증을 지원함과 동시에 국내 자율주행·전기차에 우선 공급할 수 있도록 하고 이를 기반으로 글로벌 시장으로 진출할 수 있도록 할 계획이다.



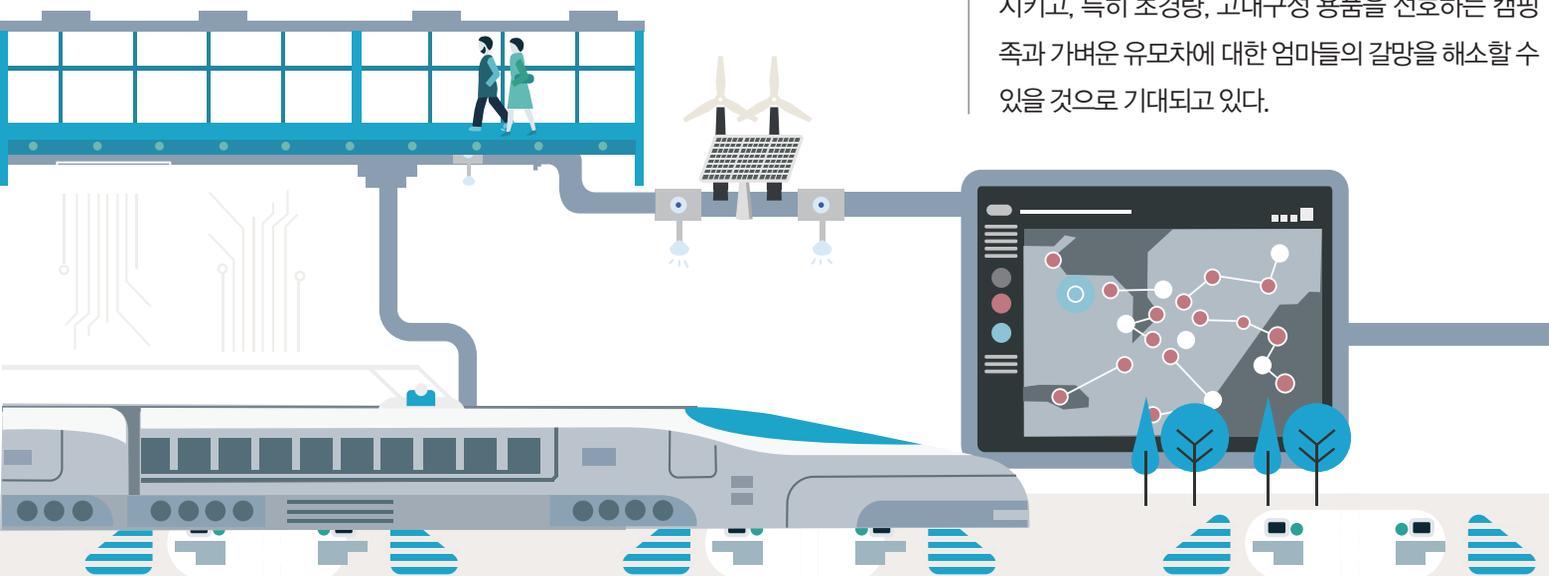
소재별 추진방안 ③ 탄소섬유

탄소섬유는 자동차, 항공기용을 중심으로 원가 경쟁력을 갖춘 소재와 가공기술 개발에 주력할 계획이다. 이를 위해 전문 연구기관 주도로 원천기술과 원가절감 기술을 개발하고 이를 소재기업에 이전해 2023년까지

상용화를 추진한다. 더불어 창조경제혁신센터를 활용해 신뢰성 확보를 지원하고 보잉 등 글로벌 수요기업과의 공동 기술 개발 프로그램을 마련해 국내외 시장 진출을 지원할 예정이다.



한편, 4대 경량 소재 개발에 향후 7년간 민간 공동으로 약 4800억 원의 비용이 소요될 것으로 예상된다. 이 계획이 차질없이 진행될 경우 우리 철강·화학 소재산업이 프리미엄 소재산업으로 탈바꿈하고 경량 소재를 활용하는 주력산업의 경쟁력도 향상될 뿐만 아니라 수출 규모가 2015년 15억 달러에서 2023년 260억 달러 수준까지 확대될 것으로 기대된다. 이외에도 초경량 자동차, 항공기뿐만 아니라 다양한 경량 고급 소비재 용품이 상품화될 것으로 예상된다. 더욱 가볍고 저렴한 레저스포츠 용품의 등장으로 등산, 낚시, 사이클링 등 야외 활동을 즐기려는 현대인들의 다양한 욕구를 만족시키고, 특히 초경량, 고내구성 용품을 선호하는 캠핑족과 가벼운 유모차에 대한 엄마들의 갈망을 해소할 수 있을 것으로 기대되고 있다.



국가전략 프로젝트 관련 정책 고객 인터뷰

제2차 과학기술전략회의에서 9대 국가전략 프로젝트를 선정했는데, 이와 관련해 산업부는 '자율주행차'와 '경량 소재' 두 분야에 집중적으로 지원할 예정이다. 이에 자율주행차와 경량 소재 프로젝트에 참여하는 전문가들에게 기대 성과 및 파급 효과에 대해 들어보았다.

Interview

Customer

윤용철
LG전자 CTO 부문
자동차부품기술센터장
(전무)



자율주행차의 구현은 지구온난화를 줄이는 데 기여한다

“자율주행차를 구현하기 위해서는 센서 시스템, 판단 알고리즘, 제어 시스템 등의 개발과 전체적인 시스템으로 작동하기 위한 고도의 기술 집약이 필요합니다. 이러한 시스템을 개발하는 데는 첨단기술과 전문적 지식을 가진 엔지니어들이 필요합니다. 즉, 고용 창출의 기회를 제공하고 무인발레주차, 자동차 셰어링 등 자율주행을 통한 새로운 서비스의 창출 효과를 기대할 수 있습니다. 또한 자율주행차를 통해 충돌 사고를 줄일 수 있을 것으로 예상되며, 이로 인한 인명과 재산 피해도 줄일 수 있습니다. 더불어 자율주행을 하기 위해 Connected Vehicles를 구현한다면 Platooning 등을 통해 더욱 많은 차량을 움직일 수 있도록 해 교통체증을 완화하고, 그로 인한 이산화탄소 등 대기가스를 줄임으로써 지구온난화를 방지하는 데 기여할 것으로 여겨집니다.”

구남훈
현대제철
선행연구팀 팀장



자동차뿐 아니라 연관 산업으로 가치 창출이 확산된다

“저성장 뉴노멀 시대에 직면한 시점에서 새로운 성장동력 발굴은 국가경제의 미래를 위해 반드시 수행해야 할 정책입니다. 9대 국가전략 프로젝트 중 자율주행차는 2035년 전체 신차 시장의 75%를 차지할 것으로 예상되는 미래의 주요 사업이지만, 센서 등 대부분의 핵심기술은 해외에 의존하고 있습니다. 또한 친환경, 고효율 자율주행차 구현에 있어 경량 소재 사용이 필수적이지만 한국의 경량 소재 분야 기술은 선진국의 70% 수준으로 해당 기술의 연구개발 및 기술의 상용화가 시급한 현실입니다. 9대 국가전략 프로젝트를 통해 공공 연구기관(기술혁신)과 정부(규제프리존) 그리고 민간기업(상용화) 간 협업을 핵심기술의 국산화를 이루고, 자율주행차의 발 빠른 대응으로 미래 자동차 시장을 선점할 것으로 생각합니다. 더불어 자율주행차 시장 선점은 자동차뿐 아니라 전자, 기계, 금속 등 많은 연관 산업으로 가치 창출이 확산될 것으로 예상됩니다.”

국가전략 프로젝트가 성공적으로 추진되려면...

- 1 자율주행차와 경량 소재 프로젝트의 성공을 위한 성급한 성과 도출이 아닌, 꾸준한 연구와 지원을 통해 선진 기술을 내재화하고 상용화해야 한다.
- 2 자율주행을 추진하기 위해 자율주행기술을 구현하는 것도 중요하지만, 인프라적인 면과 관련 법규 등 광범위한 연구도 진행되어야 한다.
- 3 기존의 프로젝트와 차별화되고 성공적으로 추진되기 위해서는 정부 주도의 강력한 컨소시엄이 필요하다.
- 4 능력 있는 기관과 전문가가 참여해 과감한 선택 및 집중으로 성과를 올릴 수 있도록 중장기적인 정책 지원이 뒷받침되어야 한다.



권오덕
포스코 상무보

소재기술 및 첨단 융합기술 활성화 통한 경제적 파급 효과 크다

“국가전략 프로젝트에서 경량 소재가 선정된 것은 철강 이외의 경량 소재에 대해 국가 차원에서 강력한 경쟁력을 확보하겠다는 의지입니다. 그동안 철강 소재에 비해 Ti, Al, Mg 등 경량 소재는 산업, 생산 관점에서 선진국에 비해 앞서 있지 못했는데, 이번 프로젝트를 통해 경량 소재의 응용기술 및 산업화 기술 개발을 통한 비철금속 4대 강국 진입이 기대됩니다. 원료에서부터 일관 생산하는 통합 기술 상용화, 경량 소재기술 개발을 통한 해당 산업의 R&D 및 과학기술 역량이 제고될 것이라 생각합니다. 또한 경량 소재기술 혁신을 통한 소재기술 및 첨단 융합기술이 활성화될 것입니다. 국내 비철금속 경량합금산업 활성화로 창조경제를 뒷받침하고, 국민소득 4만 달러 시대 조기 달성을 위한 경량 소재산업 기반이 구축될 것으로 기대됩니다. 경제적인 파급 효과로서 생산유발 효과는 약 6400억 원, 고용은 1800여 명 수준이 될 것으로 생각합니다. 최근 글로벌 환경규제가 점차 강화되고 있는데, 친환경 및 높은 에너지 효율 요구에 대해 더욱 적극적으로 대응할 수 있는 미래형 수송 시스템 소재부품산업 활성화에 기여할 것이라고 확신합니다.”



전영표
한국화학연구원
C-산업육성연구센터
선임연구원

전후방산업에 대한 파급 효과가 지대하다

“국가전략 프로젝트 중 국가전략 소재는 전후방산업에 대한 파급 효과가 지대해 국가 경쟁력 제고 차원에서 꼭 확보해야 할 전략 소재입니다. 경량 전략 소재인 탄소 소재(탄소섬유, 인조흑연)와 경량 금속 소재(Ti, Al, Mg)는 현재 기술적·경제적 파급력이 막대하지만, 그보다 향후 급격한 시장 확대, 기술 보유국의 기술 규제 등이 예상됩니다. 특히 탄소 소재의 경우 소재 자체의 시장 규모도 크지만, 타 소재·산업과 융복합된, 융복합 탄소 소재·부품 시장 규모는 2015년 123조 원에서 2025년 725조 원으로 성장이 예상됩니다(2016년 기준 국내 탄소섬유 수요 90% 이상, 인조흑연 수요 100% 수입 의존 중). 향후 연비 규제에 따른 수송기기 부품으로의 적용 확대는 현 시장을 10년 이내 10배까지 증가시키는 경제적 효과를, 또한 원천 소재기술 확보는 우주·항공·원자력 분야에 있어 한국의 국가 경쟁력을 제고하는 기술적·정책적 가치가 있습니다.”



‘기술 유출’ 글로벌 전쟁

산업기술 유출은 한국만의 고민이 아니다. 미국의 핵발전소기술이 중국에 유출되고 일본의 전자기술이 인력과 함께 중국으로 유출되고 있다. 비단 국가 간 기술 유출만이 아니라 국경 안의 글로벌 기업 간에도 기술 유출 논란이 일어나듯, 기술 유출 전쟁은 세계 곳곳에서 벌어지고 있다.

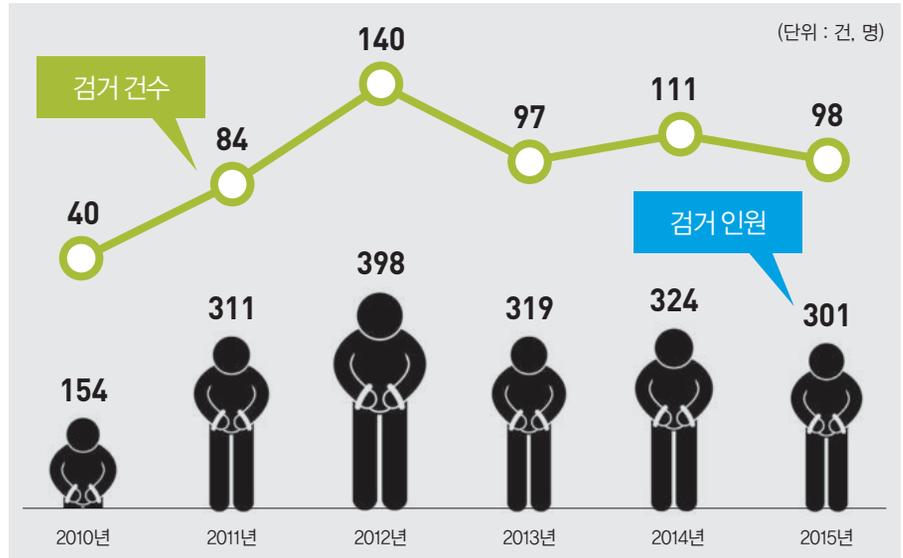
미국과 일본의 사례

글로벌 기업들은 기술 유출을 막기 위해 고심 중이다. 미국 전기자동차업체 테슬라 최고경영자(CEO)인 일론 머스크는 지난해 10월 “우리가 해고한 기술자들이 애플로 넘어간다”라고 말했다. 애플이 전기차 개발을 위해 테슬라 기술자들을 거액의 연봉을 주고 데려가면서 인재·기술 유출 논란이 일자 머스크가 직접 나서 애플을 공개 비난한 것이라는 분석이다. 일본은 산요·샤프·도시바 등 정보기술(IT) 업체가 도산해 중국 기업에 인수되는 과정에서 핵심 인재와 기술이 유출되는 문제로 골머리를 앓고 있다. 샤오미는 3월 산요 출신들이 IT를 접목해 개발한 전기밥솥을 내놓기도 했다.

특히 미국과 중국은 산업기술 유출을 둘러싸고 각을 세우고 있다. 미국 보안업체 맨디언트가 2013년 2월 “중국 인민해방군이 미국 산업기술을 빼내기 위한 사이버 부대인 61398부대를 운영하고 있다”라는 보고서를 내놓으면서 양국 간 대립이 본격화했다. 2014년 미국 검찰은 웨스팅하우스 일렉트릭과 유나이티드스틸, 솔라월드 등 5개사에서 핵발전소 설계기술 등 기밀을 빼낸 혐의로 중국군 장교 5명을 기소했다. 지난해 5월엔 미국 첨단기술 기업에서 일하다 중국 대학으로 자리를 옮기는 과정에서 기술을 유출한 혐의로 중국인 교수 등 6명이 기소됐다.

한국의 사례

현대중공업이 1100억 원을 들여 독자 개발한 선박·발전설비용 ‘힘센엔진’은 국내 조선업 경쟁력을 지탱하는 핵심기술이 집약된 제품으로 꼽힌다. 2001년 1호기가 생산된 이후 고효율 엔진 부문에서 세계 시장



〈그림 1〉 산업기술 유출 범죄 검거 건수 출처: 경찰청

점유율 1위를 놓치지 않고 있다. 현대중공업에는 누적 매출 5조 원의 성과로 보답했다. 정부는 힘센엔진을 조선 분야 7대 국가 핵심기술로 지정·관리하고 있다. 하지만 얼마 전 이 엔진 핵심부품인 실린더헤드 도면이 유출됐다. 선박부품 수출업자와 하도급업체가 공모해 이 도면을 빼돌린 뒤 복제품을 생산했다. 이들은 수출까지 준비하다가 부산지방경찰청에 덜미가 잡혔다. 부산경찰청은 ‘힘센엔진이 불법 제작되고 있다’는 현대중공업의 의뢰를 받아 1년 가까이 수사를 벌여 일당 10여 명을 검거했다.

경찰청에 따르면 매년 100여 곳의 기업이 기술 유출 범죄의 타깃이 되고 있다. 경찰청은 2010년 이후 지난달 말까지 617건의 산업기술 유출 사건을 조사해 피의자 1938명을 검거했다. 기술 유출은 은밀하게 이뤄지는 만큼 인지되지 않은 사건까지 합하면 피해 기업은 경찰 적발 건수를 크게 웃돌 것이란 분석이다. 기술 유출은 오랜 시간에 걸쳐 어렵게 쌓아올린 기술력과 산업 경쟁력을 한순간에 약화시키는 요인으로 작용한다. 해외로 기술이 유출된 사

건은 전체 617건 중 109건(17.6%)에 이른다. 한국 주력 산업인 조선, 철강, 반도체, 자동차 등의 분야에서 핵심기술을 빼가려는 시도는 갈수록 늘고 있다. 주요 산업에서 한국을 빠르게 추격하고 있는 중국(62건)으로 기술이 유출되는 사례가 많다.

‘기술 유출 수법’ 갈수록 지능화

글로벌 산업기술 유출범들의 수법도 점점 진화하고 있다. 지난해 10월 경남지방경찰청에 붙잡힌 인도 국적 엔지니어는 국내 조선회사 세 곳의 특수선박 설계도면을 빼돌리다 덜미가 잡혔다. 그는 2006년 1월부터 1~2년씩 국내 조선업체 ‘빅3’ 회사를 옮겨다니며 석유시추선 전장제어 설계도면 등을 확보했다. 국내 조선사 설계팀 연구원(차장)으로 근무하던 그는 고액 연봉을 받고 해외 조선사로 이직하기 위해 인도로 귀국할 날짜를 잡아둔 상태에서 구속됐다. 경찰 관계자는 “해외 경쟁사들은 연봉의 2배, 많게는 5배를 주겠다고 기술 유출을 제의한다”라며 “유혹을 이기지 못하고 산업기술이나 영업비밀을 빼돌리면 관



련 법에 따라 중형에 처해진다”라고 말했다. ‘산업기술의 유출 방지 및 보호에 관한 법률’에 따르면 산업기술을 유출하면 7년 이하 징역 또는 7억 원 이하 벌금형을 받는다. 해외 유출 땀 가중 처벌돼 15년 이하 징역 또는 15억 원 이하 벌금에 처해진다. 기술 유출 사건은 주로 첩보를 바탕으로 은밀하게 수사가 이뤄진다. 수사 사실이 알려지면 피의자가 이메일이나 정보 저장 장치에 남아 있는 증거를 은폐하거나 해외로

도주할 가능성이 높아서다. 기업 자체적으로 기술 유출 사건을 조사하기도 한다. 한 흥신소 관계자는 “기업에서 산업 스파이로 의심되는 직원을 조사해 달라고 의뢰하는 경우가 적지 않다”라며 “기업들은 확증이 없는 상태에서 경찰 수사가 이뤄지는 것을 부담스럽게 여긴다”라고 전했다. 최근에는 산업계에도 산업기술 유출 피해를 선제적으로 막는 게 중요하다는 인식이 퍼지고 있다. 한 대기업 관계자는 “비밀유지

계약서를 작성하는 등의 노력을 하고 있지만 담당자들의 모럴해저드(도덕적 해이)를 자체적으로 막기는 어렵다”라며 “산업기술이 유출되면 피해가 워낙 크기 때문에 경찰 신고는 물론 민사소송도 적극적으로 한다”라고 말했다. 한편, 산업기술 유출 범죄의 상당수는 중소기업을 노리고 있다. 전체 617건의 피해 사건 중 85%(526건)가 중소기업의 핵심기술을 노린 범죄였다. 뛰어난 기술력으로 글로벌 경쟁력을 갖춘 중소기업들이 산업기술과 영업비밀 관리를 소홀히 하는 점을 노린 것이다. 경찰 관계자는 “대기업과 달리 중소기업은 영업비밀 등을 관리하는 데 큰 관심이 없는 경우가 많다”라며 “문서의 등급을 나눠 보관하고 내부 보안규정을 두는 등의 간단한 방법만으로도 회사의 영업비밀을 어느 정도 지킬 수 있다”라고 말했다.

시기	사건
2013년 3월	‘스마트폰 LCD’ 공정 설비라인 등 영업비밀을 무단 촬영해 해외 경쟁 업체로 유출하려 한 중국 국적 피의자 등 4명 검거
2014년 10월	중국 현지법인에서 ‘자동차 부품 설계도면’ 등 핵심기술 자료를 해외 경쟁 업체로 유출한 피의자 1명 구속
2015년 7월	자동차 설계도면 등 핵심기술 자료를 해외로 유출한 뒤 ‘신차 개발 프로젝트’에 부정 사용한 피의자 22명 검거, 2명 구속
2015년 10월	국내 조선업체의 ‘석유시추선’ 등 특수선박 제작 관련 국가 핵심기술 자료를 유출한 인도 국적의 전 설계연구원 1명 검거

〈표 1〉 산업기술 유출 주요 사건 출처: 경찰청

기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

산업통상자원부 해외기술협력거점



해외기술 협력거점 역할

- 국제 공동 R&D 수요 발굴 및 지원
- 선진 R&D기관과의 협력체계 구축
- 해외 산업기술 정책 및 시장 현황 조사 등

국제 기술 협력의 기본기능 수행

KEIT 미국(실리콘밸리)거점
 담당자 조용범
 E-mail dragon@keit.re.kr
 Tel (Office) +1-408-232-5403

KIAT 미국(워싱턴)거점
 담당자 최홍열
 E-mail felix3254@kiat.or.kr
 Tel : (Office) +1-703-337-0950

KETEP 미국(워싱턴)거점
 담당자 박재형
 E-mail jaehyung@ketep.re.kr
 Tel (Office) +1-703-337-0952

KEIT 독일(베를린)거점
 담당자 이강우
 E-mail lkwspe@keit.re.kr
 Tel (Office) +49-30-8891-7390,7391

KIAT 벨기에(브뤼셀)거점
 담당자 심기태
 E-mail gtshim@kiat.or.kr
 Tel (Office) +32-2-431-0591

KORIL 이스라엘 거점
 담당자 황유리
 E-mail gtkorea.barashi@gmail.com
 Tel (Office) +972-54-345-1013



AR '포켓몬 고' 신드롬

능가할 VR

모바일 게임 '포켓몬 고'가 전 세계를 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 열풍에 빠뜨렸다. 이들 기술을 활용하면 집 안에 앉아 우주여행을 할 수 있고, 경기장에 가지 않고도 실감나는 스포츠 경기를 즐길 수 있다. VR은 인공지능, 빅데이터 등과 함께 미래를 바꿀 새로운 기술로 주목받고 있다.

VR은 말 그대로 정보기술(IT)을 활용해 현실과 비슷한 '가짜'를 만들어 내는 기술이다. 이미 많은 사람이 4D 영화와 놀이기구 등을 통해 이를 경험한 바 있다.

플랫폼을 선점하라

삼성전자·구글·페이스북·마이크로소프트 등 대부분의 글로벌 IT 기업이 미래 핵심 성장동력원 중 하나로 VR을 꼽는다. 하지만 글로벌 기업이 VR에 주목하는 진짜 이유는 기술적 측면보다 확장 가능성과 플랫폼 선점 때문이다. 이미 VR은 여러 산업과 연계해 시너지 효과를 낼 수 있다는 점이 확인됐다. 또 IT산업에서 플랫폼 선점은 그 분야의 성패를 결정하는 척도가 된 지 오래다.

이에 따라 구글·페이스북·삼성전자 등 글로벌 IT 기업도 VR 생태계 구축과 플랫폼 선점에 나섰다. VR산업은 핵심 하드웨어인 헤드마운트디스플레이(HMD)와 360도 카메라, 콘텐츠로 이뤄진다. 미국 골드만삭스에 따르면 VR과 AR 시장 규모는 2016년 22억 달러에서 2025년 800억 달러로 성장할 것으로 예상된다. 마크 저커버그 페이스북 최고경영자(CEO)는 "VR이 차세대 플랫폼이 될 수 있으며 우리의 생활·작업·소통방식 모두를 바꿀 수 있다"라고 말했다.

모든 산업 분야에 적용된다

VR은 거의 모든 산업 분야에 적용할 수 있다. 특히 군사와 의료 목적은 물론 문화·관광·영화·게임 등 여가 생활과 관련된 거의 모든 분야에 기술이 접목된다. 이미 미국 유니버설스튜디오와 디즈니랜드 등은 VR 테마파크 구축에 나섰다. 에버랜드 역시 롤러코스터를 즐길 수 있는 '기어VR 어드벤처'를 선보였다. 또 오쿨러스 리프트를 시작으로 게임에 특화된 VR 기기도 속속 등장하고 있다. 게임과 VR을 연계하면 더욱 실감나고 재미있는 게임 환경을 조성할 수 있기 때문이다. 제로 레이턴시는 2015년 8월 오쿨러스 기반의 VR 게임방을 세계 최초로 호주 멜버른에 개장하기도 했다. 이렇듯 'VR방'이 중국·대만·호주 등에 등장하면서 '제2의 PC방' 열풍이 불 것이라는 기대감이 높아지고 있다. VR방은 이미 중국과 대만에서 PC방을 대체할 사업 모델로 주목받고 있는 가운데, 한국VR 산업협회와 VR플러스는 7월 강남에 'VR쇼룸'이라는 국내 최초의 VR방을 열었다. VR쇼룸은 기존 PC방과 카페, VR 체험존을 접목한 VR 기반 복합 문화공간이다. 이에 앞서 예쉬컴퍼니도 팝업스토어(임시 매장) 형식의 VR방을 운영하고 있다. 이미 지난 6월 서울 코엑스와 건국대 인근에 VR 팝업스토어를 열었고, 부산과 대구 등에 추가로 매장을 오픈하고 있다.

또 전시 등에도 VR은 빠르게 도입되고 있다. 파리 웹 박물관, 영국 소호 박물관, 미국 햄슨 가상 박물관 등에서도 VR을 기반으로 박물관을 운영한다. 국내에서는 SK텔레콤과 KT가 VR 체험관을 열었고 제주 항공우주박물관도 VR을 전시에 활용하고 있다. 의료와 관련해서도 삼성전자는 독일·러시아 등에서 VR을 활용해 심리치료를 진행 중이며, 분당 서울대병원은 VR 치료실을 운영하고 있다. 이 밖에 아우디·람보르기니 등은 신차 모델의 홍보 수단으로 VR을 활용하고 있고 현대차도 랠리 영상을 기반으로 한 4D 시뮬레이터와 자율주행차 체험 등 VR 활용을 확대하고 있다. 또 관타스항공은 1등석 이용자를 위해 A380 기내에 기어VR을 제공한다.

오감을 자극하라

현재까지 나온 VR 기기는 시각적 요소만을 반영한 것이 대부분이다. 하지만 더 진짜 같은 VR을 누리기 위해서는 오감을 자극하는 기기가 필요하다. 예를 들면 영화관에서 바람이 나온다거나 의자가 움직이고 화면에 따라 방향이 달라지는 방식이다. 이런 기술 개발은 여전히 계속되고 있다. 영국 테슬라 스튜디오가 선보인 VR 슈트인 '테슬라슈트'는 VR 게임을 위해 개발됐다. 전신에 52개의 촉



KT가 360도 VR 전용 카메라로 촬영한 광고 영상. 유튜브에 유통되고 있는 VR 영상. 현대차가 VR 기기를 통해 증정한 부산 국제 모터쇼. 게임을 응용한 VR 운동 프로그램 시연 장면. 환타가 선보인 카드보드용 VR 광고.

AUGMENTED REALITY

VIRTUAL REALITY



서울 강남에 위치한 VR 기반의 복합 문화공간 'VR 플러스 쇼룸'.

감 전달 장치를 달아 전기 자극을 주고 보다 현실적인 VR 게임을 할 수 있도록 돕는다. 또 독일 포츠담대 연구팀도 암밴드 타입의 '임팩토'를 개발하기도 했다. 팔에 붙이면 VR 콘텐츠와 연동돼 암밴드로 전기 자극을 줘 적에게 타격 당하는 느낌을 받을 수 있다. 4D 영화관처럼 바람·진동·분무 등 오감을 자극하는 제품도 있다. '필리얼 VR' 마스크는 얼굴 안면부에 착용하면 바람·진동·분무·향기 등의 효과를 준다. 카트리지 종류는 고무 타는 냄새와 꽃·바다·불꽃·화약 냄새 등이다. 이 밖에 피트니스와 VR의 결합도 주목받는다. 게임용 헬스 자전거 버썸은 오쿨러스 리프트와 HTC 바이브를 지원한다. VR 헤드셋에 이를 연결하면 실제 자전거를 타는 느낌을 받을 수 있다. 또 센서 4개를 내장해 몸의 움직임을 감지하고 페달 속도를 더해 운동 효과를 측정하기도 한다. 이카로스라는 운동기구는 가상현실 헤드셋을 쓴 채 사람이 올라타면 비행하듯이 엮드려 가상현실과 운동을 접목해 즐길 수 있고, 우주여행을 하는 듯한 느낌을 가질 수 있다.

성공은 콘텐츠가 결정한다

VR과 관련된 하드웨어는 꾸준히 등장하고 있지만 VR의 핵심인 콘텐츠는 여전히 답보 상태이다. 이미 콘텐츠의 중요성은 3D TV의 실패와 아이폰의 앱스토어 성공 사례에서도 잘 나타난다. 특히 VR의 초기 시장은 게임산업이 이끌고 있는데, 게임은 대중이 VR 콘텐츠를 쉽고 거부감 없이 즐길 수 있는 분야이기도 하다. VR 게임 콘텐츠를 얼마나 확보했느냐가 향후 VR 디바이스 시장에서 패권을

결정짓게 될 것이라는 전망도 나온다.

미국 로스앤젤레스에서 6월 열린 세계 최대 게임쇼 'E3'의 화두 또한 VR이었다. 게임쇼 개막에 맞춰 소니인터랙티브엔터테인먼트(SIE)는 VR 전용 게임 콘텐츠를 선보였다. 소니는 VR 게임 시장을 선점하기 위해 10월 플레이스테이션(PS) 전용 VR 헤드셋인 '플레이스테이션(PS) VR'을 출시할 예정이다. 소니는 'PS VR'의 흥행을 위해 협력사들과 함께 VR 게임 콘텐츠 개발에 주력하고 있다. PS VR을 출시할 때쯤이면 50종 이상의 콘텐츠 확보가 가능할 것으로 보고 있다.

하지만 국내 VR 관련 시장은 아직 초기 단계이다. 하드웨어인 기기가 가격이 여전히 비싸고 이용할 만한 킬러 콘텐츠가 부족하기 때문에 이용자 확대도 속도를 내지 못하고 있다. 실제 국내에서 VR로 즐길 수 있는 콘텐츠는 아직 부족하다. 이 때문에 기존에 나왔던 롤러코스터나 우주여행, 방 찾기 게임 등 기초적인 수준의 영상과 게임이 지금까지 출시된 게임형 VR 콘텐츠의 전부라 할 수 있다. 뒤늦게나마 국내 게임 업체들도 VR용 게임 개발에 뛰어들고 있다. '스타크래프트'를 배급했던 한빛소프트는 지난해부터 VR 연구개발을 시작해 2017년 하반기 출시 예정인 '헬게이트 VR'을 포함해 총 5종의 VR 게임을 개발 중이다. 이에 앞서 2002년 설립된 스코빅엔터테인먼트는 새로운 성장동력을 발굴하기 위해 2012년부터 VR 연구개발을 시작했다. 스코빅엔터테인먼트는 지난해 삼성전자가 기어VR을 출시하는 데 맞춰 야심적인 '모탈 블리츠 VR'이라는 VR용 슈팅 아케이드 게임을 선보였다. VR 콘텐츠의 가능성은 게임에

AUGMENTED REALITY

VIRTUAL REALITY



삼성전자는 미국 로스앤젤레스에서 개막된 세계 최대 게임 전시회 'E3 2016'에 참가해 스마트폰 '갤럭시 S7'과 가상현실(VR) 기기 '기어VR'을 소개했다.



스코빅엔터테인먼트의 VR용 게임 '모탈 블리츠(Mortal Blitz)'를 즐기는 모습.

만 국한되지 않는다. 광고기획사인 이노션월드와이드는 이미 2014년부터 자동차 시승 간접 체험 등 VR을 활용한 마케팅 활동을 진행해 왔다. 또 국내 최초로 VR 콘텐츠에 4D 기술을 접목한 신규 플랫폼을 구축하기도 했다. 이렇듯 다수의 기업은 마케팅 혹은 광고용으로 VR 콘텐츠를 적극 활용하고 있다. 항공업계에서는 아시아나항공이 로마 취항 1주년을 기념해 5월 '오즈(OZ) 로마를 보여줘'라는 캠페인을 전개했다. 로마의 여행 명소 한 곳과 관련한 개인 에피소드를 접수하면 채택된 사연을 VR 영상으로 제작해 주는 프로젝트다. 자동차업계에서도 VR 콘텐츠를 마케팅에 적극 활용하고 있다. 현대차는 지난 1월 '아이오닉'의 신규 론칭에 맞춰 차량 카탈로그를 VR 콘텐츠로 제공했다. 또 6월 개최된 '2016 부산 국제 모터쇼'를 서울 강남구 코엑스에 있는 '현대모터스튜디오 디지털'에서 VR 기기로 생중계했다. 여기에 부동산 중개 시장, 유통업계의 점포 운영 방식에도 활용되고 있다. 이미 글로벌 경매회사 소더비는 지난해 말부터 VR 영상으로 고급 주택 매물을 볼 수 있도록 하고 있다. 또한 미국 유통업체인 로스는 지난해 11월부터 19개 점포에서 '홀로룸(Holoroom)' 서비스를 시작했다. 집 안 리모델링을 원하는 고객들은 이 서비스를 통해 VR 공간에서 벽지·바닥재·가구 등을 바꿔 가며 인테리어의 변화를 체험할 수 있다. 언론·예술 분야에서도 VR 콘텐츠가 주목받고 있다. 최근에는 VR 콘텐츠를 통해 보다 '생생한 현장'을 전달할 수 있도록 한 'VR 저널리즘'이 떠오르고 있다. 미국의 '뉴욕타임스'는 지난해 11월 자체 VR 앱을 론칭하고 VR 콘텐츠를 제공하고 있다. 국내 언론사 역시 VR 콘텐츠 제



서울 코엑스에 마련된 예쉬컴퍼니 'VR존'에서 이용자들이 VR 콘텐츠를 즐기고 있다.

작에 뛰어 들고 있다. VR은 새로운 영화 장르도 만들어 내고 있다. 2월 미국 선댄스 영화제에선 31편의 VR 영화가 소개돼 VR 영화가 이미 하나의 장르로 구축됐음을 증명했다. 5월 칸 국제 영화제에도 VR 부스가 마련됐다. 7월 21일 개막된 부천 국제 판타스틱 영화제(이하 BIFAN)에서도 VR 섹션이 마련됐다. 이번 BIFAN에서는 세계 최초로 영화제 예고편이 VR 콘텐츠로 제작됐다. 또 영화제를 통해 총 10편의 VR 작품이 선보였다. 의료 분야에도 VR 기술이 도입돼 VR 콘텐츠가 다양한 공포증 환자를 치료하는 데 활용되고 있다. 정신과 전문의나 심리치료사들은 '노출 치료'를 위해 VR이 적합한 치료 기기가 될 것으로 보고 있다. 노출 치료는 공포증 환자를 두려움을 느끼는 대상에 조금씩 노출시켜 공포를 극복해 나가는 것을 뜻한다. 미국의 '월스트리트저널'은 기획 기사로 VR을 이용해 심리치료가 가능하다고 밝힌 바 있고, 실제로 독일 레겐스부르크대 연구팀은 거미 공포증 환자를 대상으로 VR 헤드셋 실험을 진행한 결과 참여 환자 절반 이상에서 공포증 완화에 도움이 됐다는 연구 결과를 내놓기도 했다. 한국에서도 삼성전자가 VR을 활용해 사회공포증(고소공포증·대인기피증)을 치료한 사례가 있다. 삼성전자는 지난해 독일·러시아·아랍에미리트연합(UAE) 등 유럽과 중동 7개국에서 사회공포증을 겪는 이들을 대상으로 '공포를 줄이자'는 이름의 실험을 진행했다. 삼성전자는 참가자들에게 삼성전자 기어VR을 지급하고 사회공포증 유발 상황을 담은 영상을 보게 해 공포 환경을 경험하도록 했다. 이 실험은 VR 기술이 엔터테인먼트뿐만 아니라 교육·산업·의료 등 다양한 분야에서 응용될 수 있다는 가능성을 보여줬다는 점에서 의의가 있다.



티클4 (Titanium Tetrachloride, 타이타늄 테트라클로라이드, 사염화 타이타늄)

Ti 종합소재화용 티클4 원천 소재 개발

최근 소재 시장에서 중국 철강산업이 약진함에 따라 Post 철강산업에 대한 니즈가 높아지고 있다. 따라서 매년 1조 원 규모로 소재 상태로 수입되고 있는 타이타늄 소재에 대한 국산화 니즈를 해결하기 위한 핵심 기술로 Ti 상공정 연구가 필수적이다.

개발이 필요한 이유

세계 티클4(사염화 타이타늄, $TiCl_4$) 활용 소재 시장은 소득 수준에 비례해 인당 사용량이 증가할 뿐만 아니라 세계 소재 시장 규모도 28조6000억 원에 이르고 있다. 특히 중국, 인도 등 신흥국 시장에서 응용 제품 성장률이 연평균 약 10% 이상 증가하고 있다. 티클4를 이용해 제조되는 금속 소재는 경량성, 고강도, 내식성이 우수해 항공, 국방, 자동차뿐만 아니라 인공관절, 임플란트 등 인체에도 적용 가능해 다른 금속에 비해 고부가가치를 이끌어낼 수 있어 국가 전략 소재로 중요성이 매년 높아지고 있다.

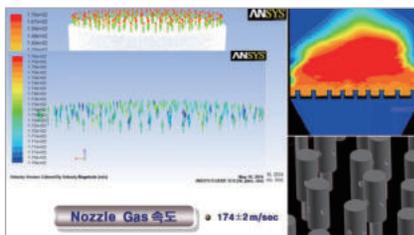
루타일 TiO_2 는 페인트(코팅), 건축, 자동차 부품, 산업용 장비, 소비용품 포장 등 산업 전반에 광범위하게 사용되는 필수 소재이며, 세계 시장 규모는 약 24조 원이다. 따라서 고급 안료를 생산할 수 있는 $TiCl_4$ 의 산화에 의한 루타일 TiO_2 생산 공정을 구축해 수입대체 및 국가 경쟁력을 강화할 필요가 있다.

핵심기술 및 주요 연구내용

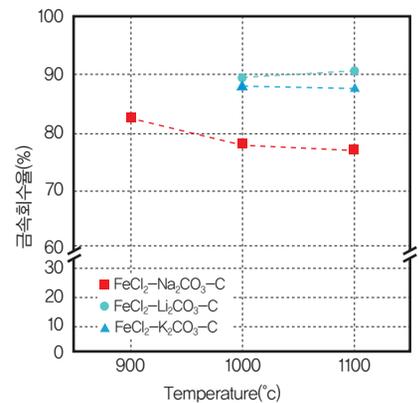
우선 55~60% TiO_2 저순도광 활용 유동 염화로 반응 공정 및 설계기술 개발과 관련해 55~60% TiO_2 저순도광 활용 유동 염화로 장치 제작 및 운영기술을 개발한다. 또한 철염화물 사이클론 분리 공정 및 설계기술을 개발하고, 고농도 반응 염화물 응축 공정 및 설계기술을 개발한다. 이외에도 철계 부산물 제품화기술 개발(1건 이상)을 추진한다.



〈그림 1〉 유동염화로 제작



〈그림 2〉 유동염화로 환경 전산모사 결과



〈그림 3〉 공정 조건에 따른 부산물 금속화율

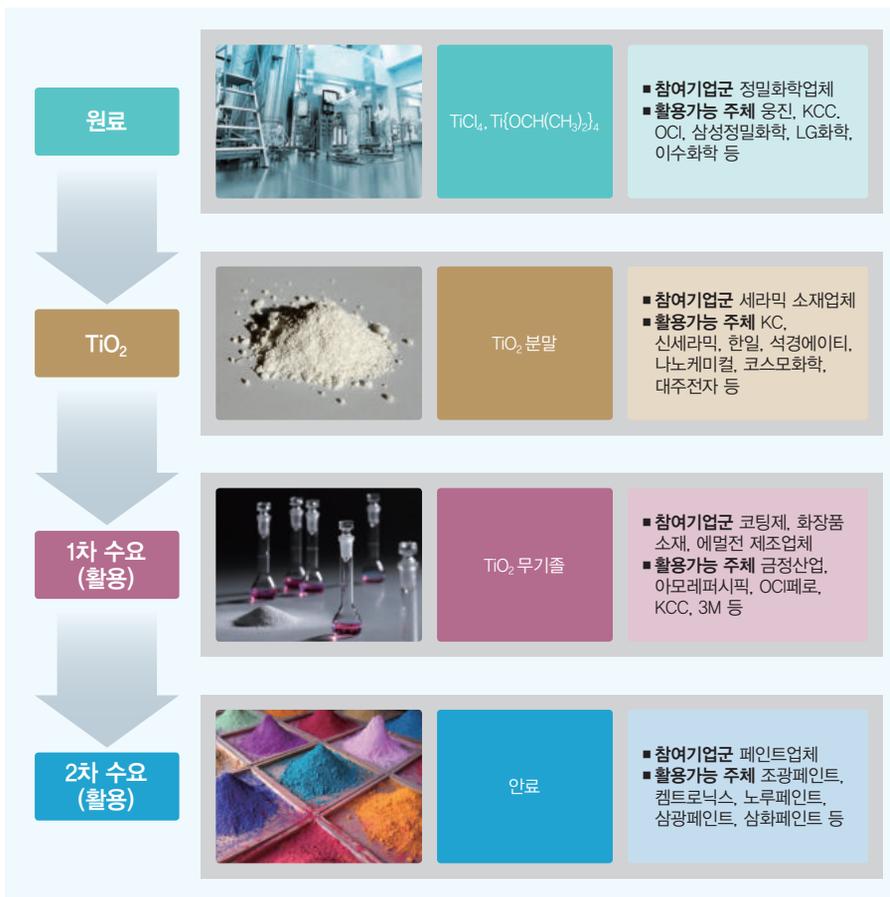
다음으로 92~95% TiO_2 활용 연산 1500톤 규모의 티클4 제조 플랜트 건설 및 운영기술 개발과 관련한 핵심기술 및 주요 내용을 간략히 정리하면 다음과 같다. 92~95% TiO_2 활용 유동염화로 장치 제작 및 운영기술 개발을 비롯해 사이클론 분리장치 제작 및 운영기술 개발, 5% 철계 부산물 처리장치 제작 및 운영기술 개발을 추진한다. 또한 반응염화물 응축장치 제작 및 운영기술을 개발하고, AI/V 분리장치 제작 및 운영기술을 개발한다. 더불어 고순도 티클4 증류탑 장치 제작 및 운영기술을 개발하고, 티클4 시제품 수율 평가 및 제품화기술 개발(1건 이상)을 추진한다. 이외에도 염소가스 운영 및 환경 관련 작업표준서 개발을 구현한다.



〈그림 4〉 티클4 제조기술 및 활용 모식도

마지막으로 $TiCl_4$ 의 산화에 의한 루타일 TiO_2 분말 제조기술 개발과 관련해 $TiCl_4$ 의 산화 공정을 개발한다. 더불어 입자 직경 100~400nm, 루타일 상순도 90% 이상의 고품질 안료용 TiO_2 제조기술을 개발한다.

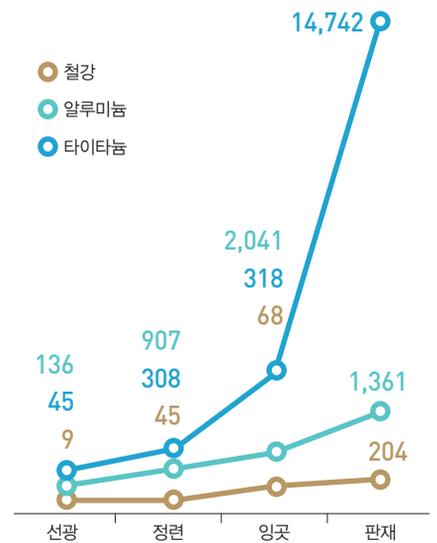
이외에도 $TiCl_4$ 로부터 고부가가치 타이타늄 전구체 개발(Ti-alkoxide류), 연산 50톤 규모의 TiO_2 파일럿 플랜트 공정기술 개발을 추진한다.



〈그림 5〉 TiO_2 안료용 소재의 산업생태계

기대 및 파급 효과

타이타늄계 원료 소재는 해마다 높은 성장을 보이고 있으며, 타이타늄 종합 소재의 경우 2000년 이후부터는 연간 약 1조 원 수준이 수입되고 있다. 이를 전량 대체함으로써 하공정 중소·중견기업의 신제품 발굴 및 제품 매출 달성에 크게 기여할 것으로 전망된다. 특히 금속 소재의 경우 담수설비나 발전설비에 사용되는 용접관을 주로 생산하고 있으나, 고품질 티클4의 국내 수입이 이뤄진다면 항공용 원료 금속 소재가 공급돼 2025년에는 약 14조 원에 이르는 항공용 부품 수출을 달성할 것으로 예상된다.



〈그림 6〉 소재별·공정단계별 부가가치(달러:톤)

※공정단계별 부가가치 증가율이 철강의 42배, 알루미늄의 11배에 육박

또한 타이타늄의 세계 시장 규모는 2025년 종합 소재로 약 60조 원이 예상되며, 글로벌 시장의 30% 이상을 차지하는 고품질의 항공기용 원천 소재 및 부품 시장을 리드할 수 있는 글로벌 소재 거점이 될 수 있다. 타이타늄 소재·부품 매출 확대에 관련 고용 창출은 2025년 기준 3만9000명으로 예상된다.

Balanced Body, Balanced Life 직토 워크(ZIKTO Walk)

직토 워크의 대표적 기능은 걸음걸이 및 자세 교정 코치이다. 따로 시간을 내 운동할 여유가 없는 현대인들에게 가장 큰 관심사는 단연 ‘건강한 삶’이며, 이에 따라 ‘하루 1만보 걷기’ ‘사무실에서 할 수 있는 운동’ 등 건강하고 균형 잡힌 삶을 살기 위한 니즈가 점점 늘어나고 있다. 직토 워크는 이러한 현대인들에게 균형 잡힌 체형과 삶을 가져다 줄 동반자로서, 걸음걸이 교정을 통해 고객들이 바른 자세로 걷도록 도와준다.

ZIKTO Walk

색상 그레이·블랙(ZIKTO Walk 본체),
블랙(실리콘 스트랩)
사이즈 Small : 120~165mm
Large : 150~210mm
기기 사이즈 : 13.58×47.33×
11.05mm(W×L×H)
디스플레이 팬텀 LED 디스플레이
충전 50mAh 리튬 폴리머,
2시간 소요(Micro USB)
배터리 수명 약 3~5일(개인의 일일
사용량에 따라 상이함)
생활방수 생활방수(샤워 및 수영은 금지)
운영체제 iOS8 이상, Android 4.3 이상
블루투스 블루투스 4.0(BLE)
제조국 대한민국

걸음걸이 및 자세 교정 코치

직토 워크는 걸음걸이 및 자세 교정을 코치해 ‘Balanced Body, Balanced Life(균형 잡힌 몸과 생활)’를 실현해준다. 바른 자세로 걷는 것이 중요한 이유는 몸의 균형이 깨지면 멋진 보디 라인을 만들 수 없을 뿐 아니라 거북목, 허리디스크 등 질병의 원인이 되기 때문이다.

우선 직토 워크는 착용자의 손목에서 나오는 스윙 속도, 각도, 회전량을 분석해 핸드폰을 보고 걸거나 구부정하게 걷는 등 잘못된 걸음걸이가 인지되면 진동 알람을 통해 바른 걸음걸이를 갖도록 도와준다. 더불어

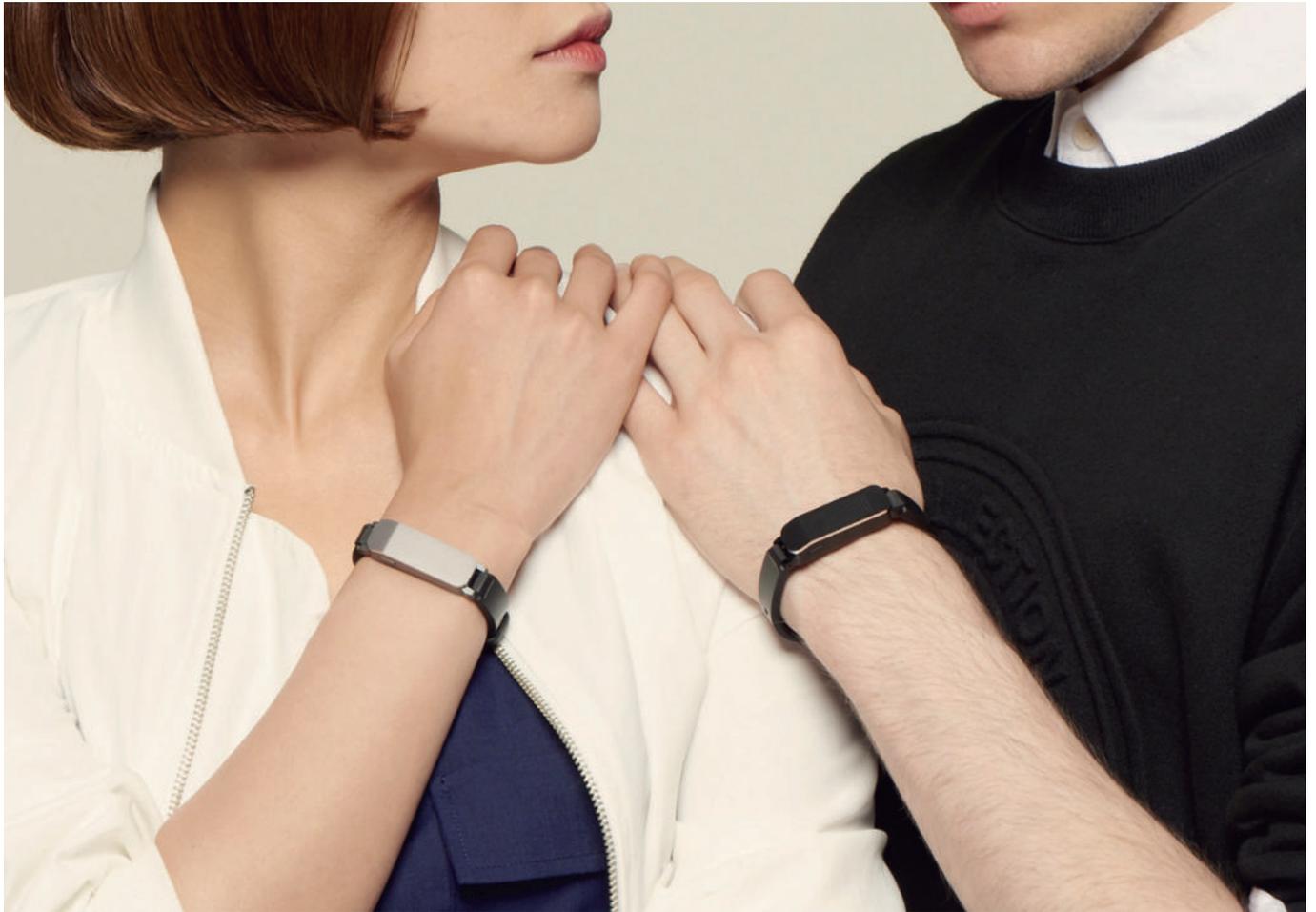


직토 워크는 11번가, 네이버 스토어팜 (storefarm.naver.com/zikto), 공식 홈페이지(www.zikto.com) 등 온라인과 현대백화점, 에이샵 등 오프라인에서 구입이 가능하다

직토 워크는 모바일 앱을 통해서도 비대칭 체형을 교정하기 위한 다양한 운동 방법도 알려주기 때문에 점차 균형 잡힌 보디 라인을 만들 수 있다. 구체적으로 체형 비대칭 분석, 실시간 활동량 측정으로 만들어지는 고객 맞춤형 데이터는 더 객관적이고 과학적으로 균형 잡힌 몸을 만들어가는 데 훌륭한 참고가 된다.

건강하고 균형 잡힌 삶은 물론 하루 만에 완성되지 않는다. 이에 직토 워크는 사용자의 걸음 수, 칼로리 소모량, 수면 패턴을 매순간 기록한다. 주간, 월간별로 사용자의 기록을 확인하고, 사용자는 목표량을 늘려 나갈 수 있다.

이외에도 직토 워크는 일상생활의 편의를 고려해 전화&문자 알림 등 스마트기기로서의 기능도 갖추고 있다. 시끄러운 환경에서 중요한 전화를 놓칠까봐 걱정할 필요가 없다. 더불어 수시로 핸드폰을 쳐다보지 않아도 손목에 느껴지는 부드러운 진동을 통해 전화나 문자 알림을 받을 수 있다.



ZIKTO walk

패션리더가 선택한 '직토 워크'

직토 워크는 걸음을 걸을 때 생기는 손목의 스윙 스피드, 각도, 회전량을 분석한다. 사용자의 손목 움직임을 통해 신체 균형을 측정하는 기술에는 특별한 장점이 있다. 손목에 착용하는 것만으로 측정이 가능하기에 시계와 팔찌와 같은 패션 아이템에 이미 익숙한 사용자에게 사랑받고 있다. 이렇듯 직토 워크는 유용한 스마트기기이면서도 자신만의 개성을 살릴 수 있는 패션아이템이다.

직토 워크는 본체의 색상에 따라 그레이, 블랙으로 나뉘며 스트랩 사이즈에 따라 라지, 스몰로 구분된다. 직토 공식 판매처 (www.zikto.com) 기준으로 17만9000원에 판매하고 있다. 특히 고객들의 다양한 니즈를 충족시키기 위해 한정판 스트랩을 포함해 가죽, 핸드메이드 등 11종의 개성 있는 스트랩을 판매 중이다. 이를 통해 직토 워크는 투박한 웨어러블 밴드에서 벗어나 패션리더의 아이템으로 자리 잡고 있다.





코 가공하기 쉬운 금속은 아니다. 다만 430도 이상에서는 강도가 약해지기 시작한다. 아울러 비자성 금속이고, 열과 전기의 전도율이 낮다.

타이타늄의 화학적 특성도 흥미롭다. 상온에서는 표면에 부동태 산화 피막을 형성해 더 이상의 산화를 막는 특징이 있다. 이

피막의 두께는 처음에는 1~2nm(나노미터) 정도지만 4년 후에는 25nm로 늘어난다. 바로 이 때문에 타이타늄은 귀금속인 백금에 맞먹는 내식성을 갖추고 있다. 또한

항산 및 염산, 염화물, 기타 대부분의 유기산도 희석된 상태라면 견딜 수 있다. 그러나 농축된 산 및 염화물에는 부식이 일어난다. 인체에 대해 알레르기나 중독 등 부작용을 일으키지도 않는다.

타이타늄은 열역학적 반응성도 뛰어나기 때문에 일반적인 공기 속에서는 녹는 점 이하의 온도에서도 연소가 일어난다. 따라서 용해는 불활성 기체나 진공 속에서만 이루어진다. 또한 순수한 질소가스 내에서도 800도에서 연소돼 질화 타이타늄을 형성한다.

이러한 뛰어난 특성을 가진 타이타늄은 어떻게 얻는 것일까? 우선 타이타늄은 의외로 흔하다. 타이타늄은 지각을 이루는 각

타이타늄의 결정 바. 특유의 은백색 색감도 아름답지만, 여러 산업적 성능도 매우 뛰어나다.



타이타늄의 활용사 제련기술의 발전으로 얻어낸 또 하나의 귀금속

티타늄이라고도 많이 불리던 타이타늄(Titanium), 이래저래 이름을 많이 들어 본 금속이기는 하지만 과연 어떤 성능을 지니고 있고, 어디에 어떻게 쓰여 왔는지는 잘 모르는 분들이 많다. 이번 기사 하나면 당신도 타이타늄 마스터!

이경원 [과학칼럼니스트]

일반인들이 타이타늄에 대해 갖고 있는 인식은 막연한 경우가 많다. 단순히 철보다는 비싸고 가벼우면서도 튼튼한 금속 정도로만 여기는 것이다. 물론 틀린 얘기는 절대 아니다. 하지만 본지의 독자라면 그 정도 수준을 넘어선 지식을 원할 것이다. 우리에게 아직 생소한 타이타늄, 과연 어떤 금속이고 어떻게 쓰여 왔을까? 찬찬히 알아보기로 하자.

타이타늄의 특성과 생산

타이타늄은 원소 기호 Ti, 원자번호 22번인 4족 금속성 원소로, 색상은 백색이다. 타이타늄이 산업용 소재로 각광받는 이유는 특유의 물리적 특성 때문이다. 타이타늄은 무엇보다도 강도가 매우 높다. 앞서

언급한 '튼튼한 금속'이라는 이미지가 굳혀진 이유 중 하나다. 그러면서도 철보다 훨씬 가볍다. 순철의 비중이 7.86인 데 비해 타이타늄의 비중은 4.5에 불과하다. 그러나 상용 타이타늄(순도 99.2%)의 최대 인장강도는 일반적인 저품질 철 합금에 맞먹는 434MPa(메가파스칼)이나 된다. 일반적인 알루미늄 합금인 6061-T6과 비교해 봐도 비중은 60% 높을 뿐이지만 강도는 두 배 이상이다. 일부 타이타늄 합금은 최대 인장강도를 무려 1400MPa로 끌어올린 것도 있다. 이렇듯 강하기에 타이타늄 가공 시에는 경도 높은 공구와 우수한 냉각 장치 등 특수설비가 사용돼야 하며, 그렇지 못할 경우 제대로 가공이 되지 않는다. 또한 녹는 점도 1650도로 매우 높아서 결

중 원소 중 9번째로 많다(지각 질량의 0.63% 차지). 금속 원소 중에도 7번째로 많은 원소다. 화성암에도 산화물 형태로 들어 있고, 심지어는 물속에도, 생명체 속에도 들어 있다. 하지만 앞서 말했듯이 타이타늄은 비싸다. 이렇게 흔한데 왜 비싼 것일까?

그 이유는 우선 타이타늄의 함량이 높아 경제성이 뛰어난 원석인 금홍석과 티탄철석이 원채 드물고, 지역적인 편재 또한 심하기 때문이다. 금홍석과 티탄철석이 많이 매장돼 있는 나라는 오스트레일리아, 캐나다, 중국, 인도, 모잠비크, 뉴질랜드, 노르웨이, 우크라이나, 남아프리카공화국 등 몇 되지 않는다. 이들 나라에서 캐낸 원석으로 타이타늄을 생산하는 곳은 중국, 일본, 러시아, 미국, 카자흐스탄 등이다.

타이타늄 제품의 생산은 크게 4단계를 거쳐 이뤄진다. 우선 이산화타이타늄이 포함된 원석을 제련해 순수 타이타늄으로 이뤄진 다공성의 스펀지 형태로 만든 다음, 이를 단독 또는 모합금과 함께 용해해 주괴를 만든다. 그리고 이 주괴를 밀링 가공해 판재, 봉재, 관재 등을 만든다. 마지막으로 이를 2차 가공해 최종적으로 원하는 형태를 만드는 것이다.

문제는 타이타늄 원석을 제련해 고순도 타이타늄을 얻는 데는 헌터 공법, 크롤 공법, FFC 케임브리지 공법 등 값 비싸고 힘든 특수 공법을 사용해야 한다는 것이다. 그리고 앞서 말했듯이 타이타늄은 공기 중에서 가열하면 용해되지 않고 타버리는 성질이 있기 때문에 진공 상태 등 특수한 조건에서 가열해야 용해할 수 있다. 또한 타이타늄은 워낙 강도가 강하기 때문에 원하는 형태로 가공하기도 힘들다. 이러한 생산 과정의 난제가 타이타늄의 가격을 높이는 또다른 이유다. 타이타늄의 가격은 같은 무게의 스테인리스강의 6배에 달한다.

타이타늄 생산방법의 발전 역사

타이타늄이 발견된 것은 1791년으로, 영국 콘월에 살던 목사 겸 아마추어 지질학자 윌리엄 그레고가 그 주인공이다. 그는 이웃한 마나칸 교구의 시냇물에서 자석에 들러붙는 검은 모래를 발견했다. 그는 이 검은 모래를 분석해 그 속에서 두 가지 금속산화물을 발견했다. 첫 번째는 산화철이었다. 산화철 때문에 그 모래가 자석에 들러붙은 것이었다. 그리고 그는 이 모래 속에 자신이 알지 못하던 흰색의 금속산화물

도 45.25% 섞여 있는 것을 알게 됐다. 이 금속산화물은 기존의 어떤 원소와도 닮지 않았다. 그래서 그레고는 이것을 새로운 원소라고 생각하고, 발견지인 마나칸 교구의 이름을 따서 '마나카나이트'라는 이름을 붙였다. 아울러 이 내용을 콘월 왕립지질학회 및 독일 지질학회지인 '크렐 연보'를 통해 알렸다.

비슷한 시기, 과학자 프란츠 요제프 뮐러 폰 라이헨슈타인도 비슷한 물질을 발견했지만, 그것이 무엇인지 알아채지는 못했다. 1795년 프로이센의 화학자인 마르틴 하인리히 클라프로트는 이 물질을 오늘날의 슬로바키아에 위치한 보이니크 마을에서 발굴한 금홍석에서 또 발견한다. 클라프로트는 이 물질이 새로운 원소로 이루어져 있다는 것을 알고, 이 원소를 그리스신화에 나오는 거인족의 신인 티탄의 이름을 따서 '티탄'이라고 부른다. 나중에 그레고의 마나카나이트 발견 내용을 접한 클라프로트는 마나카나이트의 표본을 구해 시험한 결과 이것이 티탄과 동일한 물질임을 알게 되었다. 이때 붙은 이름 티탄이 변해 오늘날의 타이타늄이 된 것이다.

앞서도 잠시 말했지만, 원석에서 타이타늄을 추출하기 위해 사용하는 여러 공법은 노동과 비용이 매우 많이 들어간다. 무엇보다도 철을 제련할 때처럼 탄소와 함께 타이타늄 원석을 가열하는 방법은 쓸 수 없다. 타이타늄이 탄소와 결합해 탄화타이타늄이 돼 버리기 때문이다. 이런 문제점을 극복하고 순도 99.9%의 고순도 타이타늄 금속을 처음 얻어낸 것은 타이타늄이 발견된 지 약 120년이나 지난 1910년의 일이었다. 미국 랜셀러 폴리테크닉대학의 매튜 A 헌터가 자신의 이름을 따 명명한 이른바 '헌터 공법'으로 타이타늄의 정제에 성공한 것

보기 좋게(?) 완성된 타이타늄 부속들. 산업적 성능이 좋은 대신 제련 및 가공에 너무 많은 힘이 들어가 그만큼 비싸다는 것이 타이타늄의 약점이다.



이다. 헌터 공법은 자연 상태의 이산화타이타늄(TiO_2)에 코크스와 염소를 첨가한 후 가열해 산소를 분리시키고 사염화타이타늄($TiCl_4$)을 만들어낸다. 이 사염화타이타늄에 환원제인 나트륨을 더해 700~800도로 가열하면 순수한 타이타늄과 염화나트륨으로 분리, 제련되는 것이다.

헌터 공법은 분명 순수한 타이타늄 금속을 처음 얻어낸 방식이었지만, 대량생산이 어렵다는 문제점이 있었다. 실제로 헌터 공법으로 만들어낸 타이타늄은 대부분 산업현장이 아닌 연구실에서 소비되었다. 그러던 중 룩셈부르크 출신의 야금학자 윌리엄 J 크롤이 새로운 제련법에 도전했다.

크롤은 1920년대 네덜란드의 화학자 안톤 에두아르드 판 아르켈이 선보인 '결정바 법(Crystal Bar Process)'을 접했다. 결정바 법에서는 사염화타이타늄에 수소를 첨가해 가열하고 이때 나온 수소화물을 열처리해 고순도의 타이타늄을 얻어냈다. 그러나 결정바 법은 생산량이 너무 적다는 단점이 있었다. 이 방법에 영감을 받은 크롤은 새로운 환원제와 도구를 사용해 사염화타이타늄의 환원 및 제련에 도전했다.

1932년 그는 칼슘을 환원제로 사용해 비교적 양호한 결과를 얻어냈지만, 사염화타이타늄은 미량의 물과 금속산화물에 반응성이 매우 높았기에 상당한 산화물이 불순물로 섞여 있었다. 그래서 그는 8년 후인 1940년 환원제로

유리 가가린의 동상 (높이 40m). 타이타늄으로 이루어진 거대한 미술품이다.



1 타이타늄은 항공우주 분야에 활발하게 쓰이고 있다. 자중이 150톤 안팎이지만 타이타늄이 59톤이나 사용되는 미국 보잉 777 여객기. 2 구 소련의 알파급 잠수함(3200톤급). 선체 전체에 타이타늄을 사용했다.

칼슘 대신 마그네슘을 사용하고, 몰리브덴 클래드 반응기에서 1000도의 온도로 가열해 불순물이 더 적은 타이타늄을 만들어내는데 성공했다. 그는 이 사례를 오타와 전기화학학회에 보고했다. 이것이 바로 그의 이름을 딴 제련 방식인 크롤 공법이었다. 크롤 공법으로 만들어낸 타이타늄은 순도가 높아 연성이 우수했을 뿐 아니라 생산 효율도 높았다. 따라서 크롤 공법은 헌터 공법을 몰아내고 오늘날까지 타이타늄 생산의 주력 방식이 되었다. 또한 전 세계에서 생산한 마그네슘의 상당 부분이 크롤 공법을 통한 타이타늄 생산에 사용되고 있다.

크롤 공법의 등장 이후에도 타이타늄 생산 방법은 진화를 거듭했다. 여러 가지 공법이나왔지만, 특히 1997년 개발된 'FFC 케임 브리지 공법'이 유망하다. 이 공법은 일종의 고온 용융염 전해환원법으로, 그 이름은 개발자인 케임 브리지대학의 데렉 프레이(Fray), 톰 파팅(Farthing), 조지 천(Chen)의 성 앞글자를 따서 붙여졌다.

우선 염화칼슘($CaCl_2$) 속에 탄소 소재로 된 양극과 이산화타이타늄이 매달린 산화물 환원용 음극을 담는다. 이를 900~1100도로 가열하고 두 극 사이에 전압을 걸어

준다. 그러면 이산화타이타늄에 있던 산소 원자들이 이온화돼 염화칼슘을 타고 양극으로 이동한 뒤, 이 반응의 유일한 부산물인 산소로 방전된다. 이렇게 되면 음극에는 순수한 타이타늄만 남는 것이다.

이 공정은 크롤 공법에 비해 더 간단하고, 생산 단계의 간소화 및 빠른 공정 단계로 높은 생산성과 에너지 및 비용 절약이 가능하다. 용융염 전해를 이용해 금속산화물로부터 금속 또는 합금을 만드는 방법이 기 때문에 염화물을 환원하는 크롤 공법에 비해 염소 기체가 덜 발생돼 환경친화적이다. 이산화타이타늄으로부터 직접 환원해 타이타늄 금속을 제조하기 때문에 공정이 1단계로 간소화된다.

인간의 생활 곳곳에 사용되고 있는 타이타늄

제련기술의 발전에 따라 보급이 늘어가면서 타이타늄은 다양한 곳에 사용되고 있다. 우선 우리 생활 속에서 제일 많이 볼 수 있는 부분은 다름 아닌 색소다. 타이타늄으로 제련되기 전인 이산화타이타늄은 페인트, 종이, 치약, 플라스틱 등에 백색을 내고자 할 때 쓰이는 훌륭한 백색 색소다. 이산화타이타늄은 화학적으로 불활성이며 태양빛에 의한 변색에 잘 버티고, 불투명



2

도도 매우 높다. 이러한 특성 때문에 선크림에도 이산화타이타늄이 사용되고 있다. 또한 흑연 복합재로 이루어진 낚싯대나 골프 클럽의 강화제로도 첨가되고 있다.

타이타늄은 항공 및 해양 분야에도 활발하게 쓰이고 있다. 타이타늄 생산량 중 약 3분의 2는 항공기 엔진과 기체에 사용될 정도다. 밀도에 비해 인장강도가 매우 높고 내식성, 내피로성, 내균열성이 뛰어나며 고온에서도 성능이 쉽게 약화되지 않는다는 점 때문에 높은 강도가 요구되는 항공기, 선박, 우주선, 미사일, 방탄장비 등의 소재로 쓰이고 있다. 이런 용도로 쓰이는

타이타늄은 알루미늄, 지르코늄, 니켈, 바나듐 등과 합금을 이뤄 항공기의 주요 구조물, 방화벽, 착륙장치, 배기관, 유압체계 등에 사용되고 있다. 우리가 여행을 다닐 때 타고 다니는 여객기에도 알고 보면 많은 양의 타이타늄이 사용되고 있다. 보잉 777 기종의 경우 총 59톤의 타이타늄이 사용될 정도다.

또한 소금물에 대해 내식성이 뛰어나기 때문에 선박의 스크루 프로펠러 축, 삭구, 해수 담수화시설의 열 교환기, 수족관의 수온 조절기, 어구, 잠수용 칼 등 바닷물과 많이 접촉해야 하는 장비에도 쓰이고 있다. 특히 구 소련은 타이타늄 생산대국답게 선체 전체가 타이타늄으로 이루어진 알파급 잠수함을 건조하기도 했다.

타이타늄은 우리가 늘 타고 다니는 자동차에도 쓰이고 있다. 특히 철보다 가벼우면서도 철과 동일한 강도가 요구되는 경주용 차량에 많이 쓰인다. 물론 가격이 너무 비싸기 때문에 차체까지 다 타이타늄으로 만든 상용차는 드물지만, 고온에서도 높은 강도가 요구되는 엔진의 배기구나 흡기구

를 타이타늄으로 만든 차량이 슬슬 나타나고 있다.

인간의 몸에 직접 닿는 물건 중에도 타이타늄이 사용되는 것이 많다. 대표적인 것이 스포츠용품이다. 타이타늄은 등산장비에서도 각광을 받고 있는데, 짐을 1kg 줄이면 1km를 더 걸어갈 수 있는 하이킹 특성상 당연하다 하겠다. 또한 안경테에도 많이 쓰인다. 타이타늄은 내구성이 뛰어나고 가벼우면서도 인체에 알레르기 반응을 일으키지 않기 때문이다.

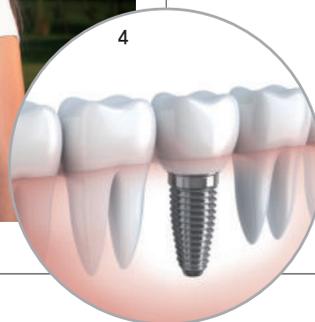
타이타늄의 특이한 사용처로 미술품과 장신구도 있다. 러시아에는 높이 40m짜리 유리 가가린(인류 최초의 우주비행사) 동상과 모스크바 우주비행사박물관의 높이 110m짜리 우주 정복 기념비가 있는데, 둘 다 타이타늄으로 돼 있다. 아마 모르긴 몰라도 타이타늄으로 된 옥외 미술품 중 가장 거대한 것이 아닐까 싶다. 또한 충격과 부식에 강하고 인체에 악영향이 없다는 장점을 십분 살려 반지나 귀고리 등의 장신구 소재로도 애용되고 있다. 전통적인 귀금속인 금에도 타이타늄을 합금해 내구성과 강도를 높이고 있다. 인체에 해가 없기 때문에 임플란트 등 의료용 소재로도 애용되고 있다.

그 외에도 금속 제련기술의 발전에 힘입어 타이타늄은 우리 생활 속에서 다양한 용도로 쓰이고 있다. 강철의 단단함과 알루미늄의 가벼움, 귀금속의 내식성을 모두 겸비한 타이타늄. 알면 알수록 참으로 매력적인 금속인 것 같다.

3 골프에 조예가 없는 분이더라도 타이타늄 골프채가 있다는 것은 알 것이다. 타이타늄은 스포츠용품 등 일상에서도 활발히 사용되고 있다. 4 타이타늄은 인간의 몸속도 점령했다. 인체에 독성이 없고 쉽게 부식되지 않는다는 특징 때문에 임플란트 등의 소재로 애용되고 있다.



3



4



‘엑스맨 퍼스트 클래스’ 1960년대의 타이타늄 항공기 SR-71

돌연변이 인류들의 싸움을 다룬 ‘엑스맨 퍼스트 클래스’.
그 영화의 포스터에는 ‘비행기 좀 안다’ 하는 사람들이라면 결코 모를 리 없는,
항공계의 돌연변이가 딱하니 박혀 있었으니….

이동훈 [과학칼럼니스트]

2011년 개봉한 ‘엑스맨 퍼스트 클래스’(원제 X-Men: First Class). 일반인보다 훨씬 뛰어난 능력을 가진 돌연변이 인류들이 주 인공으로 나오는 ‘엑스맨’ 시리즈의 프리퀄 격인 작품이다. ‘엑스맨 퍼스트 클래스’는 전작에 비해 훨씬 우수한 드라마성으로도 호평을 받았다. 그리고 돌연변이들의 갈등의 기원을 인류의 비극인 제2차 세계대전으로 잡은 것, 일부 돌연변이들이 핵전쟁을 통해 기존 인류를 말살시키고 새로운 세계를 건설하고자 쿠바 미사일 위기를 배후 조종한다는 참신한 스토리 설정이 돋보였다. 쿠바에 배치된 소련군 핵미사일 기지를 두고 미소 양측이 군사적 대치를 벌이면서 발생한 1962년의 쿠바 미사일 위기는 실제로 역사학자 사이에서 인류 멸망에 가장 가까이가 다가갔던 사건으로 여겨지고 있다.

그런데 ‘비행기 좀 안다’ 하는 분은 이 영화의 포스터에서 뭔가 익숙한 것을 보았을 것이다. 그렇다. 냉전이 낳은 괴조, 실용기 중에서 제일 빠른 항공기인(마하 3.3) 미 공군의 전략정찰기 SR-71이 디자인만 약간 바뀌었을 뿐 딱하니 붙어 있는 것이다.

이 항공기는 영화 속에서 ‘엑스제트’(X-Jet)라는 이름으로 불린다. 돌연변이 중의 한 명인 비스트(니콜라스 홀트 분)가 직접 설계 제작하고 조종까지 한다. 이 항공기는 영화 속에서 돌연변이들을 미사일 위기의 현장인 쿠바로 실어 나른다. 원래 SR-71에는 없는 수직 이착륙 및 제자리 비행 기능까지 있던 이 항공기. 유감스럽게도 인류 멸망을 노리는 돌연변이인 세바스찬 쇼(케빈 베이컨 분)가 이끄는 돌연변이들에 의해 격추 당해 박살나고 만다.

그런데 영화 속 ‘엑스제트’의 모티브가 된 실제 항공기 SR-71은 실용기 중에서 제일 빠른 항공기(마하 3.3)라는 점 말고도 흥미로운 타이틀이 또 있다. 바로 대량의 타이타늄을 사용한 항공기라는 것이다. 그 이유를 알기 위해서는 SR-71의 개발 배경부터 살펴볼 필요가 있다.

극도의 고공, 고속 성능을 통해 높은 생존성 추구

시대는 냉전 초기인 1950년대, 미국은 전략정찰기 U-2를 이용해 소련 등 공산국가 영공을 넘어 정찰 활동을 벌이고 있었다. ‘엔진 달린 글라이더’에 가까웠던 U-2는 적국의 전투기나 지대공 미사일이 날아오기 힘든 고공(고도 21km 이상)으로 비행했다. 그러나 U-2의 속도는 여전히 음속을 못 넘는 아음속대였다. 당시 미소를 막론하고 항공우주기술이 엄청나게 빠른 속도로 발전하던 점을 감안해 보면 U-2를 격추할 수 있는 전투기나 지대공 미사일을 소련에서 개발하는 것은 시간 문제였다. 실제로 1960년 U-2는 소련 상공에서 결국 격추 당하고 만다.

때문에 1957년 미국 중앙정보국(CIA)은 U-2의 제작사인 록히드에 더욱 생존성이 높은 신형 전략정찰기를 발주하게 된다.

CIA가 요구한 것은 적의 레이더에 잘 탐지되지 않는 스텔스 성능과 적의 추격이나 미사일 공격을 따돌릴 수 있는 고공 및 고속 순항 성능(고도 24km 이상에서 마하3 이상) 등이었다. 문제는 이만한 고속을 내게 되면 공기가 희박한 고공에서조차도 엄청난 공기 마찰열이 발생한다는 점이었다. 항공기의 전통적 소재인 알루미늄은 온도가 150도만 넘어도 강도가 약화되기 시작



한다. 그러나 마하 3으로 비행하는 항공기의 공기흡입구에서는 무려 650도에 달하는 마찰열이 발생한다. 따라서 알루미늄은 사용할 수 없다. 이만한 온도에 대한 내구성 그리고 경제성까지 따져 보면 스테인리스강이 제일 좋기는 했지만, 스테인리스강에는 치명적인 문제가 있었다. 철인 만큼 알루미늄보다 훨씬 무거웠던 것이다. 알루미늄의 비중이 2.7인 데 반해 스테인리스강은 7.89나 된다. 중량이 무거워지면 내부 지지 구조와 연료가 더 필요해지며, 그만큼 항속거리와 고도가 내려가게 된다.

때문에 이 신형 정찰기 설계를 맡은 록히드 설계팀 '스컹크 워스'에서는 항공기의 재료로 타이타늄을 사용하기로 결정한다. 타이타늄은 비중이 4.5로 철보다 가볍다.

그러면서도 내열성과 내식성, 인장강도가 알루미늄보다 우수하므로 이런 항공기에 적격이라고 할 수 있다. 하지만 당시 미국 내에서는 CIA가 발주한 수의 항공기를 만들 만큼 많은 타이타늄을 구할 수 없었다. 충분한 물량을 획득하기 위해 미국은 다양한 경로로 타이타늄을 구했는데, 심지어는 위장회사를 차려 소련에서 수입해 오기도 했다고 한다. 당시 소련은 타이타늄의 최대 생산국이었다.

이렇게 만들어진 마하 3급 전략정찰기에는 A-12라는 이름이 붙게 되고(15대 생산), 이 A-12의 후속 모델이 바로 우리가 잘 아는 SR-71이다(32대 생산). A-12와 SR-71은 기체 구조물의 85%가량이 타이타늄으로 만들어졌다. 항공기 기골, 외판은 물론 이것들의 결합에 사용되는 볼트나 너트, 리벳 같은 것도 모두 타이타늄이었다. 이렇게 타이타늄을 대폭적으로 사용한 탓에 다른 항공기 제작에서 볼 수 없는 진풍경도 연출되었다. 타이타늄의 강도가 기존 알루미늄에 비해 너무 우수했기 때문에 알루미늄용 가공 공구는 얼마 쓰지도 못하고 수명이 다해 버려야 했다. 결국 공구도 타이타늄을 가공할 수 있는 특수한 것이 사용되었다.

고비용으로 냉전 종식과 함께 퇴역

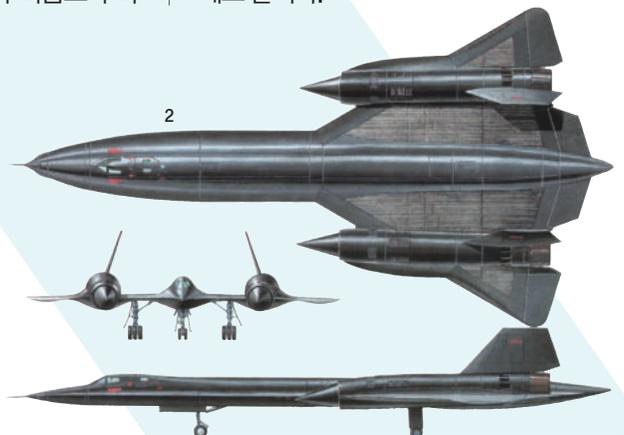
타이타늄에는 장점뿐 아니라 약점도 있었다. 무엇보다도 철이나 알루미늄보다 비

쌌다. 그리고 염소, 불소, 카드뮴 등의 물질에 접촉하면 강도와 내식성이 떨어졌다. 때문에 제작 과정에서는 이런 물질을 일절 사용하지 않았다. 또 타이타늄은 일단 산화하면 잘 깨지기 때문에 용접 가공은 산화하지 않도록 질소가스가 들어찬 작업실에서 실시했다.

SR-71에는 타이타늄만 사용되지 않았다. 유압파이프에는 스테인리스강, 이젝터 플랩에는 하스텔로이 X, 컨트롤 케이블에는 엘질로이, 배관에는 금도금 등의 고급 자재가 들어갔다. 페인트도 철페라이트와 석면이 혼합된 레이더 반사단면 저감용 특수 페인트가 사용되었다. 타이타늄 때문만은 아니었지만, SR-71의 개발비 및 가격은 하늘 높은 줄 모르고 치솟았다. SR-71 한 대 가격은 요즘 우리 돈으로 약 3300억 원, 비행 시간당 운용비는 1억7000만 원 정도라고 하니 이게 얼마나 비싼 물건인가 말이다. 결국 돈 많은 미국조차도 냉전 종식이 코앞에 다가온 1989년 SR-71을 퇴역시키고 만다. SR-71이 1966년 취역한 지 23년 만이었다.

그러나 이만한 공을 들여 만든 A-12와 SR-71은 운용 중단 한 대도 적군의 손에 격추되지 않은 군용기라는 또 하나의 진기록을 남긴다. 그야말로 밥 먹듯이 소련, 중국, 북한 등 공산국가 영공을 넘나들었음에도 말이다.

1 영화 속 '엑스제트'.
척 보기만 해도 디자인 모티브가 뭘지는 뻔하다.
2 '엑스제트'의 디자인 모티브가 된 실존 전략정찰기 SR-71.
극한의 고공, 고속 성능을 얻기 위해 타이타늄을 주재료로 사용한 이 기체는 가장 빠른 실용기일 뿐 아니라, 단 한 대도 격추 당하지 않은 군용기이기도 하다.



R&D 관련 구인 및 구직

연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다. R&D 관련 직종(연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직 관련 자료(구인공고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.

보낼 곳 eco_news@naver.com

문의 042-712-9647, '이달의 신기술' 담당 김은아 기자

구인공고



(주)엠에스프린텍 (www.mscolor.co.kr)

기술영업 및 개발 지원 인재 모집

- 담당업무 : 개발실 개발 지원 및 기술영업
- 응모자격 : 전문대 이상, 신입
- 근무지 : 경기도 군포시
- 모집기간 : 상시 채용
- 문의전화 : 031-455-5599



데브구루 (devguru.co.kr)

기술 지원자 모집

- 담당업무 : 기술 지원, 고객사 지원, 제품 교육
- 응모자격 및 우대사항 : C, C++, JAVA, Object-C 코드 리딩이 가능한 자
메모리 덤프 분석, 스펙 이해, 로그 분석이 가능한 자
Windows, Mac, iOS, Android 중 2개 이상 경험자
영어 능통자
- 근무지 : 서울(금천구)
- 모집기간 : ~ 2016년 9월 30일
- 이메일 : master@devguru.co.kr



(주)시스템알앤디 (systemrd.com)

자동화 설비 제조기술 경력사원 모집

- 담당업무 : 자동화 장비 제작 및 SET-UP
- 응모자격 및 우대사항 : 동종 업계 3년 이상
병역필 또는 면제자
해외여행에 결격 사유가 없는 자
CDA · CAM 능숙자
컴퓨터 활용 능력 우수자
- 근무지 : 경기 화성(동탄산업단지)
- 모집기간 : 상시 채용
- 문의전화 : 070-4897-4736



코리아엑스퍼트(주) (koreaexpert.com)

Java 개발자, 인증솔루션(보안) 기술 지원 개발자 모집

- 담당업무 : 프로젝트 수행 개발자(Java · JSP),
인증솔루션 개발 · 프로젝트 수행 개발자
(C, C++, JAVA, JSP)
- 응모자격 및 우대사항 : 대졸 이상(신입, 경력), 경력 3년 이상
Rule Engine, Rule 기반 프로젝트 유경험자
프로젝트 실무 경력 보유자
서버프로그램 및 웹보안, 네트워크보안 유경험자
솔루션PM 유경험자, 인증보안 솔루션 기술 지원 유경험자
- 근무지 : 서울(영등포구)
- 모집기간 : 상시 채용
- 문의전화 : 02-782-5200

QUIZ.

어느 방향에서 어떤 시간에 보느냐에 따라 전혀 다른 색상과 모습을 나타낸다. 건물 표면을 덮은 타이타늄이 햇빛을 받으면 카멜레온처럼 색이 변한다. 외벽은 타이타늄을 0.5mm 두께로 잘라 3만3000여 개를 붙였고, 밖에서 주위를 돌며 바라보면 위치에 따라 바다를 향해하는 배처럼 보이기도 하고, 마치 물 밖으로 튀어 오르는 물고기처럼 보이기도 한다. 이러한 이유로 '메탈 플라워(Metal Flower)'로 불리며 20세기 최고의 건축물로 찬사받는 스페인 빌바오에 1997년 건립된 이 미술관은 무엇일까요?

※ eco_news@naver.com으로 정답과 함께 선물을 받을 도로명주소와 이름, 연락처를 보내주세요. 선착순 5명에게 상품을 보내드립니다. 이번 호 정답은 다음 호에 실립니다.

35호 정답 및 당첨자

엔지니어링 플라스틱(EP)

안형수, 엄성민, 김영덕, 김원근, 최성준



무드알람 큐브변색 탁상시계



USB 플라스틱 미니 선풍기

※ 독자선물은 교환, 환불이 불가능합니다. 주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

2016 산업기술 R&D 하반기 교육 안내



산업통상자원부와 한국산업기술평가관리원(KEIT)에서는 산업기술 R&D 사업 수행자들의 효율적 사업 수행 및 연구 성과 향상을 도모하기 위해 산업기술 혁신 사업 관리 전반에 대한 교육을 아래와 같이 실시합니다. 교육 과정별 신청은 추후 공지할 예정이며, 교육 참가를 희망하는 분들은 참고하시기 바랍니다.

구분	기본과정	실무과정
교육대상	산업기술 R&D 초급자 및 참여 희망자	산업기술 R&D 사업 수행자
교육기간	4일 24시간	2일 14시간
수료(이수)기준	출석률 80% 이상, 수료시험 70점 이상(교육수료증 발급)	출석률 100%(교육이수증 발급)
과목구성	산업기술 R&D 프로세스 10개 과목	산업기술 R&D 프로세스 6개 과목

※연구지원전문가 수료시험은 교육시간에 포함되지 않음

■ 10월 과정

교육과정	교육일정	정원	지역	교육장소
기본과정	10.25(화) ~ 10.28(금)	50	서울	한국기술센터 11층 교육장
실무과정	10.24(월) ~ 10.25(화)	30	대구	KEIT 본원 2층 교육장
	10.27(목) ~ 10.28(금)	30	대구	KEIT 본원 2층 교육장

■ 11월 과정

교육과정	교육일정	정원	지역	교육장소
기본과정	11.1(화) ~ 11.4(금)	50	서울	한국기술센터 11층 교육장
	11. 8(화) ~ 11.11(금)	30	대전	KEIT 대전본원 4층 교육장
	11.15(화) ~ 11.18(금)	50	서울	한국기술센터 11층 교육장
	11.22(화) ~ 11.25(금)	30	광주	광주테크노파크 본부동 2층 4회의장
실무과정	11.10(목) ~ 11.11(금)	30	대구	KEIT 본원 2층 교육장
	11.21(월) ~ 11.22(화)	30	서울	한국기술센터 11층 교육장
	11.28(월) ~ 11.29(화)	30	대구	KEIT 본원 2층 교육장

■ 12월 과정

교육과정	교육일정	정원	지역	교육장소
기본과정	12.6(화) ~ 12.9(금)	50	서울	한국기술센터 11층 교육장
	12.12(월) ~ 12.15(목)	30	대구	KEIT 본원 2층 교육장
실무과정	12.1(목) ~ 12.2(금)	30	대구	KEIT 본원 2층 교육장
	12.15(목) ~ 12.16(금)	30	서울	한국기술센터 11층 교육장



산업기술 R&D 교육이란?

산업기술 R&D 수행에 필요한 과제 관리 역량 강화 교육으로, 연구 수행 및 지원 인력 등 R&D 참여자는 R&D 정책, 기획, 평가, 관리에 이르는 산업기술 R&D 전주기 프로세스에 대한 학습을 통해 산업기술 R&D 사업에 대한 전반적인 이해도 및 실무력을 향상시킬 수 있습니다. 특히 중소기업의 경우 교육을 통해 R&D 수행 역량을 강화함으로써 R&D 연구관리 및 지원 부문의 전문성을 향상시킬 수 있습니다. 이러한 연구지원 전문인력의 효과적 양성과 확산을 위해 KEIT는 '연구지원전문가제도'를 도입해 보다 실질적인 교육 인프라를 제공합니다.

연구지원전문가란 중소기업에서 연구비 관리·정산, 지식재산권 관리, 보고서 작성, 물품·기자재 구매 및 관리, 데이터 관리 등을 담당하는 R&D 지원 인력으로, KEIT가 실시하는 소정의 교육을 완료해야 합니다. 산업기술 R&D 사업에 참여하는 중소기업의 기존 직원 또는 신규 인력이 이 교육 과정을 수료한 후 과제에 참여할 경우 인건비 일부에 대해 현금 지원을 인정받을 수 있습니다.

산업기술 뉴스

'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많은 참여 바랍니다. 042-712-9230 dhjang12@keit.re.kr

한·중 전기전자제품 상호인정 인증서 발급

국내 인증기관이 발급한 시험성적서를 중국이 인정하는 CCC 인증서가 8월 18일 최초로 발급됐다. 산업통상자원부 국가기술표준원은 한·중 양국이 공동으로 추진하고 있는 전기전자제품 상호인정 시범사업에서 한국산업기술시험원(KTL)이 발급한 국내산 TV에 대한 국제공인시험성적서(IECEE CB)를 중국 인증기관인 CQC(품질인증센터)가 인정해 CCC 인증서를 발급했다고 밝혔다.

전기전자제품 상호인정을 위해 지난해 9월 국가기술표준원과 중국국가인증인가감독위원회(CNCA) 간 2개의 약정을 체결한 바 있다. 3월 18일 베이징에서 개최된 제1차 한·중 품질감독검사검역 장관회의에서 '한·중 전기전자제품 인증기관 간 세부협력 약정'을 체결하고 시범사업을 실시하고 있다. 이번 시범사업은 한·중 양국 간 국내 KC 인증과 중국 CCC 인증의 상호인정을 통해 중복 시험인증 부담을 해소하기 위한 취지에서 실시되고 있다. 이에 양국의 해당 인증기관은 TV뿐만 아니라 블렌더, 주서기, 등기구, 어댑터 등에 대한 시범사업을 올해 안에 완료하고, 연내 상호 인정 품목을 대폭 확대하는 것을 추진하고 있다.

문의처 산업통상자원부 국가기술표준원 무역기술장벽협상과(043-870-5543)



우수 재외한인공학인, 글로벌 산업기술 기획에 동참

한국산업기술평가관리원(이하 KEIT)은 8월 8일부터 12일까지 캐나다와 미국에서 우수 재외한인공학인들이 참석한 가운데 산업기술 분야의 미래 유망기술 및 글로벌 R&D에 관해 토론하는 '글로벌 기술전략포럼'을 개최했다. 이번 북미 지역 포럼에서는 KEIT의 PD(Program Director)와 우수 재외한인공학인 80여 명이 8개 기술 분야(바이오헬스, 임베디드 SW, 지능형 로봇, 미래형 자동차, 나노융합, 산업융합, 스마트전자, 메디컬 디바이스 등)로 나누어 글로벌 R&D 및 시장 동향, 향후 유망기술 분야 및 해외 기술수요 제언서 등에 관해 집중 토론했다. 이번 글로벌 기술전략포럼을 통해 수렴된 의견은 글로벌 시장을 목표로 도전적·창의적 과제 기획 방향 설정 및 기획 과제의 트렌드 점검에 반영할 예정이다.

문의처 한국산업기술평가관리원 전략기획팀(042-712-9110)

Ktech In the story 온라인 채널 오픈!

대한민국 산업기술 R&D의 성과를 알리는 「ktech 인더스토리」 마이크로사이트와 페이스북 페이지를 오픈합니다. 「Ktech 인더스토리」는 영상과 카드뉴스, 인포그래픽 등 국민이 체험할 수 있는 재미와 감동의 콘텐츠가 있는 곳, 관련 분야 종사자 및 모든 국민이 소통할 수 있는 열린 채널입니다. 많은 관심과 참여 부탁드립니다.

당신의 몸 제대로 알고 계신가요?

영상

Ktech 영상 제 1탄!
당신의 몸 제대로 알고 계신가요?

보잉 737의 든든한 '백(back)'이 된 한국기업

카드뉴스

Ktech 카드뉴스 제 1탄!
보잉 737의 든든한 백이 된 기업은?

채널 오픈 이벤트

간단한 퀴즈 풀고 달콤 시원한 솜사탕 블라스트 받자!

Q. 산업기술 R&D 성과를 알리는 '온라인 채널의 공식 명칭'은?

마이크로 사이트와 페이스북을 방문하여 퀴즈의 정답을 맞춰주시는 분들께 달콤 시원한 솜사탕 블라스트와 아이스 아메리카노를 선물합니다.

채널 주소 안내

관련 내용이 집약된 마이크로사이트와 페이스북 페이지를 방문해보세요^^

마이크로 사이트 ▶ <http://ktech.keit.re.kr>

페이스북 페이지 ▶ www.facebook.com/ktechstory



정기구독 EVENT

추첨을 통해
 '무드알람 큐브변색 탁상시계',
 'USB 플라스틱 미니 선풍기'를
 선물로 드립니다.

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

『이달의 신기술』은 산업기술R&D의 성과확산을 위하여 산업통상자원부 산하 R&D전담기관들(한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원) 및 한국공학한림원이 함께 만든 전 기술분야를 망라한 종합R&D성과 정보지입니다.

이 잡지는 R&D 및 혁신과정에 대한 다양한 정보는 물론 기술정보와 사업화 정보가 모두 수록되어 각 기업들의 다양한 기술 및 경영전략을 엿볼 수 있으므로 R&D를 수행하고자 하는 기업들로 하여금 생생한 체험과 교훈을 제공해 드릴 것입니다.

주요내용

- 산업기술상 수상기업 심층인터뷰
- 산업기술R&D성공기술 (이달의 새로 나온 기술, 사업화 성공 기술)
- 산업기술부문별 특집
- 전문가칼럼 및 산업기술담론
- 저명인사 인터뷰
- R&D사업소개, R&D제도 및 Q&A 등

총괄 편집 및 감수기관

- 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 한국산업기술미디어재단

편집 및 제작 (판매)기관

- 한국경제매거진
- 판매가격 : 6,000원(각 서점 구매)



정기구독
문의

계좌번호 : 038-132084-01-016 기업은행

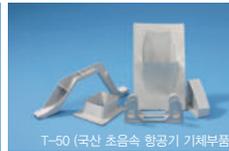
1005-102-350334 우리은행

전화 : 02-360-4855 이메일 접수 : keok2000@hankyung.com

구독료 : 50,000원 (연간)



한국로스트왁스를 알게되는 순간,
대한민국 부품소재산업의 미래를 만나시게 됩니다.



대표이사: 장세풍

〈관계사〉

풍림금속
정밀주조품 가공
(대표이사 고요현)

한국소리마치
금용 S/W 개발
(대표이사 장세풍)

자동차 부품에서 항공기 부품에 이르기까지 부품소재 산업의 선두에는 한국로스트왁스가 있습니다. 1979년 이래, 34년간 정밀주조 연구, 개발 및 생산으로 세계와 겨루고 있는 한국로스트왁스! 첨단기술이 세계를 지배하는 무한 경쟁시대에 한국로스트왁스는 부품소재 산업을 이끌어 갈 것입니다. 대한민국 부품소재 산업의 미래, 한국로스트왁스에서 만들어 나갑니다.



뿌리기술 전문기업 지정 (2013)



이노비즈 인증 (2012)