

한국화학산업전문가협회(KCISA) '폼 재료의 특성과 응용' 주제로 제47회 석유화학강좌 개최

한국화학산업전문가협회(KCISA, 회장 도춘호)는 지난 7월 5일부터 6일까지 2일간 전북대학교 공대8호관에서 제47회 석유화학강좌를 개최했다.

'폼(foam) 재료의 특성과 응용' 이라는 주제로 진행된 이번 강좌에는 학계와 산업계에서 116명의 수강인원이 참석한 가운데 성황을 이루었다.

지난 1995년부터 매해 2회씩 석유화

학강좌(Lectures on Petrochemicals)를 진행해 오고 있는 한국화학산업전문가협회는 그동안 폴리올레핀, 폴리우레탄, 스티렌, 유화중합, 열경화성 고분자, 첨가제 등 석유 기반의 플라스틱 원료를 중심으로 다양한 주제별 세미나를 통해 화학산업 전반의 이슈에 대한 관심을 환기시키고 산학연의 커뮤니케이션을 통해 정보교류의 장을 마련

해오고 있다.

1박 2일 일정으로 마련된 이번 강좌에서 첫날인 5일에는 KCISA 회장인 도춘호 박사의 '폼 재료' 일반에 대한 기초 강좌를 시작으로, 금호석유화학 이진희 책임연구원의 'PS 폼의 제조기술 및 연구동향', 강남화성 김연수 부장의 '페놀 폼', 경상대 허보영 명예교수의 '발포 금속의 제조 및 활용', 한양대 임승순 명예교수의 '생분해성 폼', 그리고 세라믹기술원 임형미 박사의 '다공성 세라믹 폼'에 관한 강좌가 이어졌다.

둘째 날인 6일에는 미래피엔티 김상규 연구소장의 '폴리올리핀 폼'에 관한 주제강좌를 시작으로 한국바스프 기술연구소 전형원 연구소장의 '폴리우레탄 폼의 생성원리 및 적용제품 소개', 스톤비랩(Ston B. lab) 지원영 대표의 '실리콘 폼 재료의 특성과 응용', 동성화학연구소 서판석 팀장의 '멜라민 폼' 주제강연, 한국신발피혁연구원



김영민 실장의 'EVA 및 고무 폼 제조 및 성형공정 기술', 그리고 마지막 강좌로 전북대 이대수 교수의 '복합소재 폼'에 관한 강좌가 이어졌다.

폼 재료의 소개

도춘호 박사는 일상생활에서 만나게 되는 폼(foam) 재료 일반에 대해 소개했다. 도 박사는 폼의 기본 구조와 성질, 폼 제조 방법, 그리고 폼 재료가 우리 일상에서 어떻게 다양하게 응용되는지, 그리고 폼 사용의 문제점과 해결 방안, 새로운 분야 개발 등에 대해 설명했다.

여기에는 최근 화제가 되고 있는 금속유기구조체(Metal-Organic Framework)를 비롯해 메모리 폼, 초경량물질이면서 방열 효과가 뛰어난 에어로겔(Aerogel), 우주여행에 사용되는 다층복합절연재 등을 소개하고, 세포와 벌집, 목재 등 자연에 존재하는 폼 형태(cellular materials)에 대해서도 설명했다.

그리고 폼의 기본 구조인 연속기포(open-cell)와 독립기포(closed-cell)

구조, 유기 고분자·세라믹·금속 등 폼 재료의 기본 특성, 다공성·가교 결합도·기공 크기·에너지 흡수·단열 등 폼의 일반 성질과 함께 폼을 형성하는 기포제의 종류, 그리고 폼 압출·폼 사출을 비롯한 다양한 폼 제조방법 등을 소개했다.

도 교수는 이번 강좌의 목적을 폼의 과학과 기술 전파에 도움을 주고 폼 사용의 문제점들을 해결하기 위한 기회를 제공하며, 또한 새로운 분야의 개발을 위한 것이라고 밝혔다.

PS 폼

금호석유화학의 이진희 책임연구원은 스티로폴 내지 스티로폼으로 불리는 EPS(Expandable Polystyrene)와 압출 스티로폼 XPS의 제조기술 및 연구 동향에 대해 발표했다. 발포 스티로폼인 EPS는 폴리스티렌 입자에 발포제를 주입하여 발포할 수 있도록 한 재료로 경제적이면서 제품의 가공이 손쉽



도춘호 박사(KCISA)



이진희 책임연구원(금호석유화학)

다는 장점 때문에 건축용 단열재 및 상자, 가전제품 포장재, 식품 용기로 널리 사용되어 일상생활에서 쉽게 만나 볼 수 있는 소재이다. 압출 스티로폼인 XPS는 폴리스티렌 수지와 발포제, 난연제 등을 압출기에서 혼합 가열하여 발포·성형한 제품이다.

발포 성능에서는 기본 특성을 유지하면서 100배 이상 발포되는 소재로는 EPS가 거의 유일하다고 볼 수 있다. 가전제품 포장재와 농수산물 박스, 샌드위치 패널 등에 주로 사용되는 EPS는 경량성과 가격경쟁력, 시공성 등이 장점이며, 단열재와 냉동탑차, 냉동창고 등에 사용되는 XPS는 초기 단열성과 흡수성, 강도가 EPS에 비해 우수하다. XPS는 압출가공 과정에서 환경을 파괴하는 가스를 많이 사용해야 하는데 이것은 XPS가 EPS 보다 비싼 이유이기도 하다.

근래 들어 XPS의 경우 공급업체 증가로 경쟁이 치열해지면서 가격 인하 요인이 되고 있고, EPS는 PS 폼에 흑연을 혼합한 Black EPS의 성장세가 두드러지고 있다. Black EPS의 경우 단열 성능이 기존 대비 20%가량 향상된 것으로 나타난다.

이밖에도 나노 셀 폼(Nano-





김연수 부장(강남화성)

허보영 교수(경상대학교)

임승순 교수(한양대학교)

cellular Foam), 불연 EPS, 그리고 XPS 친환경 발포제 개발 등이 활발히 진행되고 있다.

페놀 폼

강남화성(주) 기술연구소 신사업개발팀의 김연수 부장은 ‘페놀 폼’을 소개했다. 페놀 폼(Phenol Foam)은 페놀 수지에 발포제, 경화제, 첨가제 등을 혼합하여 발포 경화시킨 것으로 주로 친수성(hydrophilic property) 타입의 꽃꽂이 폼과 소수성(hydrophobic property) 타입의 단열재 폼에 적용되고 있다.

최근 빈번히 발생되는 대형 화재사고로 인해 건축시장에서는 화재 성능과 단열 성능이 뛰어난 소재의 요구가 커지고 있는 가운데 연소 가스 발생이 적으며 단열 효과가 뛰어난 페놀 폼이 각광을 받고 있다.

1910년 독일의 Bakelite GmbH에서 최초로 공업적 생산을 시작한 페놀 폼은 자동차, 전기·전자, 우주항공 소재를 비롯해 모든 기초 산업의 결합체로 사용해 왔고, 국내에서는 강남화성(주)이 일본 DIC(주)와 합작해 1971년 처음으로 생산했다.

우수한 내열성과 탁월한 내염성, 내

발연성에 높은 성형 강도와 장시간의 열적·기계적 안정성, 그리고 양호한 절연성과 단열성을 지니고 있다.

친수성 페놀 폼의 경우 23cm×11cm×H8cm 크기의 브릭 하나가 물 2ℓ를 흡수한다. 꽃꽂이 폼이나 파프리카 등 작물 재배 배지용 폼 등으로 사용이 늘고 있고 유흡착 폼으로도 생산되고 있다. 소수성 페놀 폼은 뛰어난 단열성으로 최근 건축재로 각광받고 있는데, 다른 경쟁 소재에 비해 가격이 조금 비싼 편이다. 다만 2016년 4월 건축법 개정으로 건축물 내부 마감재의 불연 기준이 강화되면서 페놀 폼 사용이 점차 늘어가고 있다.

발포 금속

경상대학교 허보영 명예교수는 ‘발포 금속의 제조 및 활용’에 대해 발표했다. 발포 금속(Foams Metal)은 1948년 소즈닉(Sosnik)에 의해 알루미늄에 수은을 증발시키는 방법으로 발포 알루미늄을 제조한 이래 1951년 엘리엇(Elliott)에 의해 진보된 방식인 발포매개체를 용탕에 혼입하는 방법으로 발포 금속을 제조하기 시작했다.

발포 금속은 현재 선진국에서는 균질 기공의 조절, 연속 주조방식, 원가

절감, 제조기술의 진보를 통하여 다양한 분야에 적용되고 있고 건축 마감재로는 국내에서 오히려 선진국 수준을 능가해 활발하게 적용되고 있다.

예를 들어 삼성 타원팰리스 스포츠센터 방음벽, 서울지하철 공기 배기구, 당산 철교 방음터널, 성내 전철역 방음벽, 서울 아셈빌딩 엘리베이터의 3면도 흡음성 발포금속이 적용돼 있다.

발포 금속은 건축 마감재로서뿐만 아니라 자동차 범퍼, 대시보드, 자동차 새시, 자동차 핸들을 포함한 여러 자동차 부품에 적용돼 안전도를 65% 향상시키고 있으며, 이밖에도 고속전철 보드, 단열보드, 컴퓨터, 항공기 도어, 집진판, 임플란트, 인공 뼈, 골프 퍼터 등 산업 전 분야에서 활용성이 증가하고 있다.

생분해성 폼

한양대학교 임승순 명예교수는 생분해성 폼(Biodegradable Foam)에 대해 소개했다. 고분자 발포체는 포장재로서 온도의 변화 및 운송 취급 시의 충격으로부터 제품을 보호하기 위해 자동차 내장재, 전기·전자 부품, 일용잡화에 이르기까지 널리 활용되고 현재 고분자 발포체로 사용되는 재료는 거의 화석 재료로부터 얻어진 것으로 사용 후 폐기되면 자연환경에 그대로 남게 돼 심각한 환경문제를 일으킨다.

이에 따라 분해되거나 퇴비화 가능한 재생자원으로부터 환경친화적인 고분자 발포체를 얻고자 하는 노력을 하면서 일부 상업화되기 시작했다. 임 교수는 환경문제 해결방안 중 하나로 생활 편익에 도움이 되는 생분해성 플라

스틱의 필요성과 함께 대표적인 바이오 플라스틱인 PLA 소재의 일반 특성과 PLA 품 제조를 위한 기본 지식을 소개했다.

바이오 플라스틱은 석유, 바이오매스 기반 생분해성 고분자를 통칭해 일컫는 용어로 사용 후 폐기했을 때 일정 조건에서 미생물 등의 작용으로 물과 이산화탄소로 분해되는 고분자를 의미한다. PLA는 옥수수과 사탕수수 기반의 생분해성 수지로 현재 세계적으로 생분해성 고분자 화합물 중 가장 많이 생산되고 있다.

가수분해 산물이 젖산이라 생체에 독성은 없으며 기계적 강도는 아주 좋은 편은 아니지만 인체에 무해하고 바이오매스에서 생산할 수 있으며 가공성이 우수하다는 장점 때문에 재건 수술 시 인체에 삽입하는 부품을 만들 때 널리 사용되기도 하며, 3D 프린터에 사용되는 재료로도 각광받고 있다.

PLA는 기존의 석유 기반 고분자와 유사한 특성을 지니고 있지만 잘 부서지고, 내열성과 용융 강도가 약하고 안정성이 떨어지는 단점이 있으며, PLA의 가공성을 향상시키기 위한 Turbo-Screws® 기술 같은 저전단 스크류 기술이 제안돼 미국과 유럽에서 사용되기도 한다.

다공성 세라믹스

한국세라믹기술원의 임형미 박사는 '다공성 세라믹스(Porous Ceramics)'의 특성과 제조법, 응용에 대해 소개했다. 다공성 세라믹스는 기공을 가지는 비금속 무기물질로, 기공으로 인해 밀도가 감소하고 표면적은 증가하여 필터

소재나 열과 소리를 차단하는 단열 및 흡음 소재에 적용되며, 고온 내식성과 내열 특성으로 극한 구조재로도 적용 가능하다.

기공의 크기에 따라 마이크로, 메조, 매크로 기공 소재로 분류되며, 마이크로 혹은 메조 기공을 가지는 소재는 주로 분말 형태로 제조되어 그래놀, 비드, 코팅, 성형체로 가공돼 다양한 분야에 적용된다. 치밀한 입자를 원료로 하는 성형과정에서 매크로 기공을 형성하여 다공성 세라믹스를 제조할 수 있다.

다공성 세라믹스는 템플레이트법, 발포법, 레플리카 등으로 제조가능한데, 일반적으로 기공의 발달과 함께 강도 저하, 기공 크기 제어, 연속생산 등의 문제를 가지고 있다. 임 박사는 건축, 환경, 에너지 분야에 적용되는 다공성 세라믹 소재의 다양한 개발현황에 대해서도 설명했다. 여기에는 경량 콘크리트(ALC), 발포 유리(폼 글래스), 세라믹섬유상 단열재, 유무기 하이브리드 발포 복합재 등이 포함되는데, 특히 불연소재인 세라믹 필라이트는 단열재로서 절대 강점을 가지고 있다.

경량 콘크리트는 일반 콘크리트보다 4~5배 가벼워 구조비용 절감이 가능하며, 내진 설계와 고층건물 적용 시에도 유리하다. 경량무기발포 세라믹보드는 정부의 커튼월 내화구조 및 방화구조 관리강화 방침에 따라 수요가 확대될 것으로 보인다.

세라믹은 섬유화되면 매우 유연해지



임형미 센터장(세라믹기술원)

김상규 연구소장(미래피엔티)

는데, 현재 국내 한 기업에 의해 미세알 울과 글래스 울 같은 세라믹 섬유개발이 진행 중으로 단열보드, 파이프, 선박·해양 플랜트 등에 적용될 것으로 보인다. 또한 다공성 세라믹은 대기개선 및 수질개선용 세라믹 필터로도 이용가능한데, 정화용 필터로 경쟁력이 높지 않지만, 저개발 국가들에서는 흡을 이용해 저가형 필터를 만들어 사용할 수 있는 강점이 있다.

폴리올레핀 폼

미래피엔티(주) 연구소의 김상규 연구소장은 폴리올레핀 폼(Polyolefin foam) 소재를 주제로 발표했다. 폴리올레핀 수지를 3차원으로 팽창시켜 다공질 발포체의 독특한 특성을 갖는 폴리올레핀 폼은 1980년 국내 최초로 일본의 후루카와덴코(古河電工)사로부터 가교 발포 폴리에틸렌 폼이 도입된 이후 국내 가교발포 폼 시장은 비약적으로 발전하게 된다.

건축 단열재, 자동차 내장재, 모바일 윈도우 테이프, 포장재 등 여러 산업 분야에서 다양한 형태로 사용되고 있고, 현재 세계시장은 8조3000억 원 규모로 대부분 일본기업이 독점하고 있다.

폴리올레핀 폼은 반경질 폼으로 분류되지만 유연한 폴리우레탄 폼에 비해서는 경질에 가깝다. 폴리올레핀 폼은 대부분 독립기포(closed-cell) 구조로 되어 있으며, 필요한 경우 부력이나 탄성 부여도 가능하다.

폴리올레핀 폼은 고밀도와 저밀도로 나뉘는데, 고밀도 폼은 구조용 발포체(structural foam)로 불리며 주로 전선이나 케이블 등에 사용되고, 저밀도 폼은 주로 완충 포장재로 사용된다.

발포 공정은 용융된 수지 내에 분산된 가스상의 팽창으로 일어나는데, 가스상은 화학반응에 의한 가스의 방출 혹은 휘발성 액체의 기화 등 용해된 가스의 분리에 의해 생성될 수 있다.

이번 강좌에서는 휘발성 유기발포제(VOBA)를 이용한 무가교 압출 폼과 화학발포제(CBA)에 사용하는 가교 폼 등 상업화에 성공한 PEF를 비롯해 포밍 가교와 발포 밸런스, 폼 밀도 조절, 폼 사이즈 조절 등 공정의 기술 노하우, BASF공법·Kanefafuchi공법·JSP공법·Sekisui공법 등 회사마다 다른 제조공법으로 불리는 폴리올레핀 비드 폼 제조공정, 그리고 가교 폴리올레핀 폼 시트 공법에서 화학 가교와 전사적 가교 공정의 비교 등이 다루어졌다.

폴리우레탄 폼

한국바스프 기술연구소의 전형원 연구소장은 폴리우레탄 폼의 생성원리 및 적용제품을 소개했다. 폴리우레탄(Polyurethane, PU)은 1937년 오토 바이에르(Otto Bayer) 박사팀이 상업적 용도로 개발한 이후 2차 세계대전 기간 섬유, 도료, 발포체용 우레탄의 개발이 활

성화되었고 이후로 독일의 기술이 알려지면서 미국, 영국, 독일을 중심으로 광범위한 연구개발이 시작되었다.

특히 고분자 화학의 새로운 기술을 응용하여 생산하는 합성수지인 폴리우레탄 폼은 폴리올과 폴리이소시아네이트를 주성분으로 발포제, 정포제, 촉매, 가교제, 착색제 등을 혼합해 수지화시키면서 발포시킨 것으로 다공성 연속기포로 우수한 물리적 특성이 있어 전기·전자, 자동차, 의류, 가구, 스포츠, 건축 등 다양한 산업 분야에서 여러 용도로 활용되고 있다.

폴리우레탄이 일반 플라스틱과 다른 점은 액상의 물질을 혼합해 쉽게 필요한 형태를 만들 수 있어 대량생산이 용이하고 생산설비에 대한 투자비용을 줄일 수 있다는 점과 경질제품에서 연질제품까지, 발포제품에서 무발포 제품까지 고객의 요구에 부응하는 다양한 제품생산이 가능하다는 점이다. 가격이 비싼 것이 단점이었으나 최근 가격저하에 따라 범용화가 돼가고 있는 소재이다.

연질 폴리우레탄 폼은 가볍고 탄성력이 좋으며 open-cell 구조로 공기 투과율이 좋아 의류, 침구, 매트리스, 자동차 시트, 쿠션재로 사용되고 있고, 반경질 폴리우레탄 폼 역시 open-cell 구조로 다른 물질 표면과의 접착성이 뛰어나고 충격흡수성과 방음효과가 좋아 주로 자동차 내외장재와 흡차음재, 완구류, 신발 등에 사용된다.

경질 폴리우레탄 폼은 벌집 모양의 셀 구조와 함께 셀 내부에 존재하는 열



전형원 연구소장(한국바스프) 지원영 사장(스톤비랩)

전도도가 낮은 가스 때문에 우수한 단열성을 지니며 건축물 지붕 및 벽, 파이프 라인 단열, 냉장고 단열재, 냉동콘테이너 등에 사용하며 뛰어난 난연성으로 자동차 엔진룸에도 적용된다.

실리콘 폼

스톤비랩(Ston B. lab)의 지원영 대표는 실리콘 폼 재료의 특성과 응용에 대해 발표했다. 실리콘 폼은 내열성, 내한성, 내후성, 전기절연성, 무독성 등의 특징을 가진 우수한 친환경 소재이며, 넓은 온도 범위에서 사용할 수 있는 본연의 특성을 활용해 다양한 산업 분야에서 유용하게 사용되고 있다.

특히 실리콘 소재가 가지고 있는 난연성은 타 소재에 비해 우수하며, 이러한 특성은 건축용 방화재 분야에서 실리콘 폼 제품의 활용가치를 높이고 있다. 최근 고층 건물에서의 화재 시 화염과 유독가스 전파에 대한 대비책이 강조되고 있어 실리콘 폼 방화 제품의 중요도가 더욱 강조되고 있다. 또한 아파트 베란다 연통이나 대형 건물 전선 배관 등에 실리콘 폼을 사용하도록 법규가 강화된 것도 실리콘 폼 사용 증가의 요인이 된다.

하지만 실리콘의 장점이 가장 드러나는 곳은 상온이 아니라 고온과 저온 등

극한 환경이다. 200℃까지 견디는 내열성과 -90℃에서 탄성을 유지하는 내한성은 다른 소재와 비교했을 때 빼어난 경쟁력을 안겨준다. 실제 고리원전 1호기를 제외한 국내 모든 원전 시설에 실리콘 폼이 들어가 있다.

이번 강연에서는 실리콘 폼의 특성과 제조법, 그리고 방화제용 실리콘 고무의 구체적인 응용사례 등을 살펴봤다. 실리콘 폼은 발포제 종류에 따라 Free Blowing, Press Blowing, RTV Blowing 등으로 나뉜다. 실리콘 제조에서 중요한 것은 열처리인데, 휘발성 부산물을 제거하고 압축영구줄임율을 증대시키기 위함이다. 압력 밥술의 실리콘 리테이닝의 불량 발생 이유 또한 제대로 열처리가 되지 않는 경우가 대부분이다.

멜라민 폼

동성화학 VIXUM 사업팀의 서판석 팀장은 멜라민 폼(Melamine Foam)에 관해 발표했다. 독일 BASF에 의해 1979년 최초로 상업적 생산에 성공한 멜라민 폼은 40년의 짧은 역사를 가진 새로운 열경화성 고분자 발포체이다.

멜라민 폼은 열경화성 수지인 멜라민 수지로 이루어져 있으며, 마이크로파 에너지를 이용해 발포성형해 독특한 3차

원 망상구조와 연속 기포(open-cell) 구조를 나타내고 있다.

이러한 고유의 특징으로 인해 내열성, 내한성, 흡음성, 단열성, 경량성 등을 보이며 건축, 전기·전자, 자동차, 조선, 우주항공 부품 등 많은 산업 분야로의 적용 확대를 위한 연구들이 활발하게 이어지고 있다.

이번 강연에서는 멜라민 폼의 합성, 제조공정, 특성, 응용분야 등을 소개했다. 멜라민은 밀도가 매우 낮아 화재 시 가스 발생량이 적고 자기소화성을 지녔지만 다른 폼 소재에 비해 단열 소재로서의 매력은 크지 않은 편이다.

멜라민은 원재료비가 저렴한 편이지만 부피가 커서 수출 시 물류 비용이 너무 큰 단점이 있다. 현재는 설비 비용과 물류 비용을 낮추는 방향으로 연구를 진행하고 있다. 대부분의 흡음재의 경우, 청소 문제로 실내에 장착되고 있고 표면의 외부노출을 최소화해야 하는 단점도 있다. 이밖에도 잘 찢어지고 방수성이 떨어지는 단점이 있어 부직포와 결합해 단점을 보완하는 연구도 진행 중이다.

멜라민 폼은 질소 함량이 높고 별도



서판석 팀장(동성화학)

김영민 실장(한국신발피혁연구원)

의 첨가제 없이도 난연성이 좋은 편이다. 100배에 이르는 발포함량으로 뛰어난 흡음성과 경량화를 실현한다. 더불어 벌집 구조인 멜라민 폼은 탁월한 세척력이 있어 청소용 폼(매직 블록)으로도 많이 소비된다.

동성화학에서는 내열성이 우수한 흡음재 또는 방음재로 시장 목표를 정하고 연구를 진행하고 있다. 일본은 2020년 올림픽을 겨냥해 400km/h에 이르는 고속철도를 개발 중인데, 여기에 들어갈 방음소재를 동성화학에서 현재 테스트 중에 있다.

EVA 및 고무 폼

한국신발피혁연구원의 김영민 실장은 EVA 및 고무 폼의 제조와 성형공정기술에 대해 발표했다. 에틸렌-비닐아세테이트 공중합체(Ethylene-vinylacetate, EVA) 폼은 반발탄성이 우수해 충격흡수를 위한 바닥재, 신발 중창, 스포츠용품뿐만 아니라 케이블 컴파운드, 농업용 필름, 핫멜트 접착제, 태양광 봉지재 등 여러 재료에서 응용되고 있으며, 이 밖에도 흡차음 소재, 단열 소재 등으로 사용된다.

EVA의 물리적 성질은 중합방법과 VA(vinylacetate) 함량에 따라 달라지



고 VA 함량이 낮은 EVA는 LDPE와 비슷한 성질을 나타내지만 VA 함량이 높은 EVA는 고무와 같은 성질을 나타낸다. 이와 같은 EVA의 VA 함량은 폼의 물리적 성질을 제어하는 중요한 요인으로 작용한다.

고무 폼은 클로로프렌고무 폼(CR foam), 스티렌 부타디엔 고무 폼(SBR foam), 에틸렌 프로필렌디엔 단량체 고무(EPDM foam) 등 다양한 천연 및 합성고무를 이용한 산업용 폼으로 가스켓 재료, 보온 단열재, 특수전자 부품, 내충격 재료, 산업설비의 완충기, 자동차 및 보트의 가스켓 및 밀봉 패키징재 등에 사용되고 있다.

이번 강연에서는 EVA와 고무 폼의 가공 및 발포 메커니즘, 배합기술, 성형 및 제조공정기술 등을 다뤘다. EVA는 단독으로도 사용가능하지만 단점을 보완하고 최근 트렌드를 보면 성능 향상을 위해 대부분 다른 소재와 혼용해 사용한다.

복합소재 폼

제47회 석유화학강좌의 마지막 강연으로 전북대 화학공학부 이대수 교수가 복합소재 폼(Composite foam)에 대해 주제 발표했다. 유기 고분자 재료에 기초한 폼 소재들의 경우, 보강재 또는 충전제를 이용한 복합소재화



이대수 교수(전북대학교)

가 가능하다. 이러한 복합소재는 일반적으로 기계적 강도의 향상



은 물론 난연성 향상, 전자파 차폐 특성부여, 내수성 향상 등의 장점들을 가진다. 이번 강연에서 이 교수는 다양한 폼에서 유기 점토, 흑연, 그래핀, 탄소나노튜브 등을 첨가한 복합소재화를 통한 기능화와 보강 등에 대한 연구결과들을 소개했다.

복합소재는 매트릭스 소재의 성능을 향상시키기 위해 이종(異種) 소재를 첨가하는 것으로 대개 기계적 강도, 치수 안정성, 경제성, 열전도, 전기전도, 난연성, 단열성 향상을 그 목적으로 하는 경우가 일반적이다.

최근에는 복합소재에 첨가하는 매트릭스와 다른 소재들의 크기를 나노미터 수준으로 제조하고 분산하는 기술에 대한 관심이 커지고 있다. 마이크론 수준에서 나노 수준으로 작아지면서 소량 첨가로도 효과를 볼 수 있기 때문이다.

여기에는 유기 점토, 카본나노튜브(CNT), 그래핀, 나노셀룰로스, 은나노 미립자 등이 있으며, 이러한 나노미터 수준의 첨가제를 포함한 복합재료의 폼들은 전자파 차폐와 난연성 향상에 매우 효과적일 것으로 기대를 모으고 있다.

에폭시 수지에 팽창성 마이크론 크기의 구를 첨가해 복합소재 폼을 제

조하는 방법에서는 각각 탄소나노튜브(CNT), 환원된 산화흑연(rGO), 니켈코팅탄소섬유(NiCF)가 첨가된 복합소재를 실험한 결과, 전자파 차폐는 니켈코팅 탄소섬유 첨가 복합소재가 가장 우수한 것으로 나타났다.

또 CNT와 NiCF를 혼합 사용하는 경우 EMI 차폐 성능이 향상되는 효과가 나타났다. 또 폴리우레탄 폼에 CNT와 그래핀을 첨가한 경우, 전자파 차폐 및 전기 전도도에서 CNT 첨가가 그래핀 첨가보다 오히려 우수한 효과를 보이는 실험 결과가 나왔다. 그래핀의 상업적 이용가능성에 대한 좀 더 다양한 테스트가 필요해 보이는 결과이기도 하다.

난연성 개선 복합소재 폼에서는 폴리우레탄 폼에 카본블랙을 코팅해 물성을 평가한 테스트, 나노셀룰로스 첨가 폴리우레탄 폼 실험, 그래핀 첨가 폴리이미드 폼 실험 등을 소개했다.

이 교수는 일련의 실험 데이터를 해석하면서 “난연성을 개선하기 위해 경질을 반드시 가교해야 한다고 주장하지만, 개인적으로는 나노 수준의 open-cell이라면 난연성 또한 괜찮지 않을까 생각한다”고 말했다. **PK**

한국화학산업전문가협회

www.kcirg.org / T. 063-251-0944