



친환경 전선 개발 동향

▮ 남진호, 박도현, 신은미, 임화준, 이건주 / LS전선 중앙연구소

서론

지구 환경 문제에 대한 관심과 의식이 높아짐에 따라 지구 온난화, 오존층 파괴, 산성비, 환경 호르몬 문제, 토지, 수질 및 해양 오염 등에 대한 환경 보전 활동이 활발히 진행되고 있다 [1]. 할로겐 원소와 중금속을 포함하는 전선은 폐기시에 환경 오염의 원인이 되는데 그 예로 할로젠을 포함하는 재료의 대명사이고 전선에서 절연과 자켓 재료로서 광범위하게 사용되는 폴리염화비닐 (polyvinyl chloride: PVC)은 부적절한 조건에서 소각할 때 다이옥신 발생을 초래하며 연소 시 염화수소 등의 독성 가스가 발생한다. 또한 PVC의 안정제로 사용되는 납 성분은 지하수나 토양을 오염시키는 등의 문제를 초래할 수 있다. 이러한 가운데 2003년 유럽의회는 전기, 전자기기 폐기물의 안전한 처리와 재활용률을 높이려는 노력의 일환으로 제조자의 폐기물 무료 수거 의무 부여와 함께 제품 내에 유해 중금속과 일부 브롬계 난연제의 사용을 제한하는 법령인 “전기, 전자기기의 폐기물 처리지침 (WEEE)과 “전기, 전자기기의 특정유해물질 사용제한지침 (RoHS)을 승인함으로써 국가 차원의 환경 규제 확대가 예측되고 있다 [2,3]. 뿐만 아니라 IEC나 기타 전선관련 규격에서도 친환경 제품을 추구하는 방향으로 추가 규격을 제정하고 있으며 일본의 경우에도 1998년 일본전선공업협회에 의해 EM(eco-material) 케이블 관련 규격(JCS)이 제정된 이후 전선 제조업체들이 경쟁적으로 소위 “에코 (eco) 전선” 신제품을 출시하고 있으며, 각종 용도의

전선 피복재료가 에코재료로 대체되고 있다 [4-6]. 국내에서는 환경 마크 인증, 친환경 관련 KS 규격 제정 등에 대한 정부 활동이 진행 중이며 가전업체, 자동차 업체 등을 통한 전자 기기용 전선과 자동차용 전선을 중심으로 친환경 재료가 적용되고 있으며 빌딩용 및 플랜트용 전선에 대한 친환경성에 대한 요구도 증가되고 있다.

한편, 화재 안전성 향상은 1980년대 포클랜드 전쟁, 런던 지하철 화재, 일본 세타가야 (世田谷) 전화국 화재 등의 재해를 경험하면서 할로겐 프리 (halogen free: HF) 난연 재료 연구 및 케이블 개발을 통하여 지속적으로 발전되어 왔다. 이는 전선 절연 및 자켓 재료로 주로 사용되고 있는 폴리염화비닐 (polyvinyl chloride: PVC) 수지와 할로젠계 난연제가 함유된 재료의 경우 연소시킬 때 염산 가스 등의 독성 가스와 연기를 다량 발생시키기 때문에 화재 시 인명피해를 증대시킬 수 있다는 우려에 기인한 것이다 [7]. 이러한 HF 난연 재료를 사용한 전선은 이미 거의 모든 종류의 전선 사양으로 규격화 되어 있으며, 사용량도 증대되고 있다.

친환경 전선 기술은 인체에 유해한 일부 중금속과 할로겐 난연제 등을 사용하지 않는 전선용 컴파운드 재료 기술에 근간을 두고 있다. 규제의 대상이 되고 있는 재료들 중 폴리염화비닐의 열 안정성 향상을 위하여 사용되는 납계 안정제 대체 연구는 가격과 성능 면에서 많은 개발이 진행되어 왔으나 브롬계 난연제의 대체는 납계 안정제와 비교할 때 미흡한 점이 있다. 브롬계 난연제의 대체는 이미 할로겐 프리 (halogen free:

2006년 제55권 제1호
 2006년 제55권 제1호
 2006년 제55권 제1호

표 1 유럽 연합 (EU)의 환경 관련 규제사항

WEEE	Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment - Aim to promote re-use, recycling and other forms of recovery of such wastes	Targets have to be meet by 31 Dec. 2006. : Recovery 70~80%
RoHS	Restriction Directive on the Use of Certain Hazardous Substances - Pb, Hg, Cd, Cr ⁶⁺ , PBB and PBDE	Apply from 1 July 2006
ELV	Directive on End-of-Life Vehicles - Aims to promote re-use, recycling and other forms of recovery of such wastes	Targets have to be meet by 1 Jan. 2006. : 80% Recycling, 85% Recovery
	- Hazardous material banned : Pb, Hg, Cd, Cr ⁶⁺	Applied from 1 July 2003
EuP	Eco-design requirement for Energy-Using products	Apply from 1 July 2006
REACH	Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals	Undecided

HF 난연 재료 개발을 통하여 많은 기술적 진전이 이루어지고 있지만 가격이 비싸고 가공성이 떨어지는 문제가 있어서 지금도 우수한 재료 개발에 대한 노력이 이어지고 있다. 본 논문에서는 친환경 전선 개발과 관련된 국내의 기술 동향을 정리하였으며, 이와 함께 친환경 전선 기술 개발을 위한 자사의 연구 활동과 주요 개발 제품을 소개하였다.

친환경 전선

전선 분야에서 친환경성의 중요한 평가 척도는 유해 물질의 함유여부, 즉 전선 재료 내 납 등의 유해 중금속과 환경 호르몬 추정 물질의 함유 여부와 재활용의 용이성이다. 친환경 전선을 위한 기술적 내용을 그림 1에 나타내었다.

표 1에는 유럽 연합(EU)에서 규제하는 친환경 관련 규제 들에 대해 열거 하였다. 예를 들면 유럽 RoHS 법령에서 사용 제한이 예정되어 있는 유해 물질은 납, 수은, 카드뮴, 6가 크롬 등의 4대 중금속과 PBB (poly-brominated biphenyls), PBDE (poly-brominated diphenylethers) 등이다 [3]. PBB, PBDE 등은 난연제로 사용되는 첨가제로서 이들이 함유된 재료를 소각 폐기 시 환경호르몬 추정물질 중 하나인 다이옥신(dioxin)을 발생시킨다고 알려져 있다. 그림 2에 다이옥신의 화학구조를 나타내었다. 한편, 전선의 절연 및 자켓 재료로서 가장 널리 사용되는 PVC컴파운드는 수지 분자 내의 할로젠 원소 함유 및 납계 안정제와 환경호르몬으로 의심되는 프탈산 에스터 가소제 함유 등 대표적인 환경 유해성 재료로서 HF 재료로의 대체가 강하게 요구되고 있다. 여기에서 친환경 전선 개발을 위한 중요한 과제는 HF 난연 기술임을 알 수 있다.

재활용은 환경오염의 원인이 되고 있는 폐기물을 줄이고 자원을 절약하는 원천적인 환경 보존 활동이다.

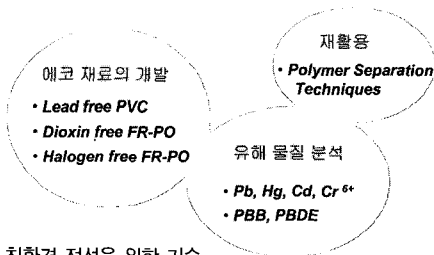


그림 1 친환경 전선을 위한 기술

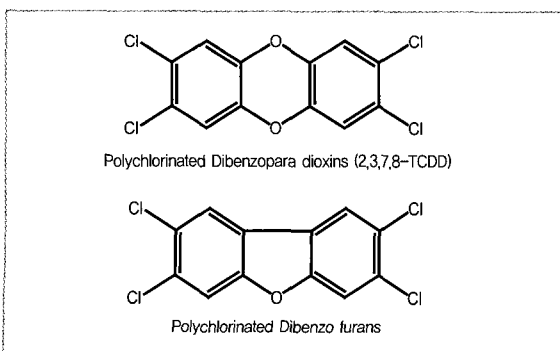


그림 2 다이옥신의 화학 구조

일반적으로 사용이 끝난 전선의 고분자 재료는 전선 및 타 용도로 활용 혹은 연료로서 재활용 되거나, 매립 및 소각에 의해 폐기된다. 전선의 재활용율을 높이기 위한 연구로는 폐기 전선으로부터 구성 재료들의 분류하는 기술의 개발, 분류를 용이하게 하기 위한 구성재료의 단순화 등이 있다 [8].

친환경 전선 재료 기술

① 무납 (Pb Free) 열 안정제

PVC는 고온 가공 시에는 그림 3과 같이 탈 염소 및 분자쇄 절단 반응에 의해 열화되어 기계적 특성 저하와 함께 색상이 변화되는 문제점을 갖고 있기 때문에

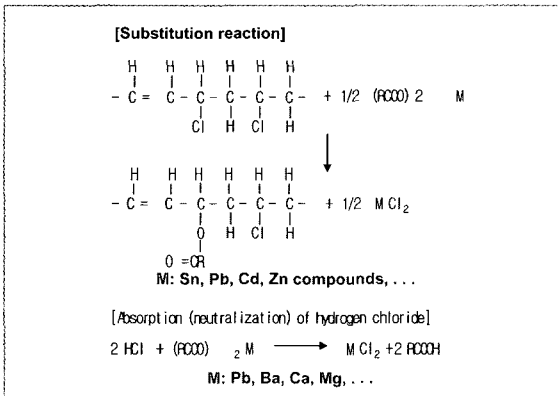


그림 4 PVC의 열안정화 반응

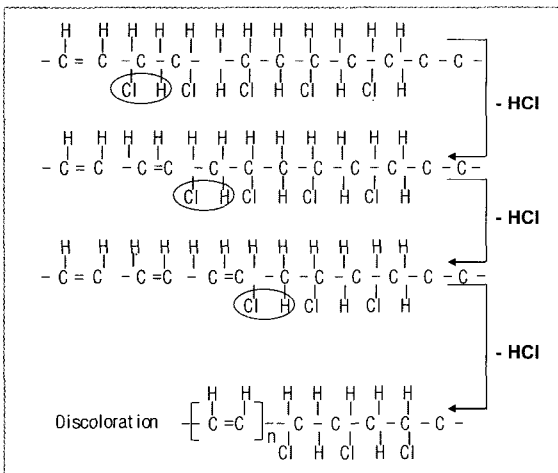


그림 3 PVC의 열화반응

열 안정제를 필수적으로 첨가하여야 한다. 그림 3에서와 같이 PVC의 열화반응은 일단 시작되면 분자 내에서 연쇄적으로 발생하여 열화에 이르게 하는데, 열 안정제를 첨가할 경우 그림 4와 같은 분자 내 염소 치환반응과 활성이 높은 HCl의 중화반응을 통하여 열화반응을 중단시킬 수 있다 [9]. 그러나 PVC 열 안정제 중 가장 성능이 우수하고 널리 사용되는 안정제는 TLS(tribasic lead sulfate)로서 화합물내의 납 성분이 환경 규제 대상 물질이다. 대체 첨가제로서 Hydrotalcite ($\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), Ca/Zn계 지방산 등이 사용되고 있으나 가격이 비싸기 때문에 제한적으로 사용하고 있으며 가격과 성능의 향상을 위한 연구가 지속되고 있다.

② 다이옥신 Free 난연제

다이옥신은 독성이 강하고, 환경호르몬으로 추정되는 물질이다. 환경 호르몬이란, 내분비 교란물질이라고도 불리며, 생체 내분비계의 정상적인 작용을 방해하는 외인성 물질로서 환경 중에 배출된 화학물질이나 오염물질 등이 체내에 유입되어 마치 호르몬과 같은 작용을 한다. 환경 호르몬은 생태계 및 인간의 생식기능 저하, 기형, 성장장애, 암 등 호르몬 분비 기능에 변화를 일으키는 물질로 추정되고 있어 세계적으로 생물종에 위협이 될 수 있다는 우려를 낳고 있다 [1]. 전선 재료의 난연제로 가장 많이 사용되는 첨가제는 바로 연소 시 다이옥신 발생이 발생된다고 의심되고

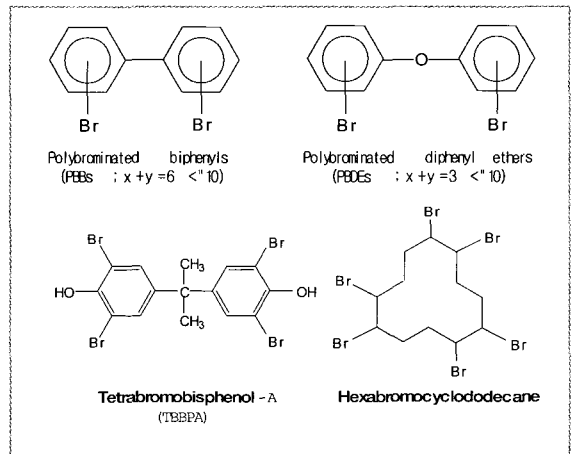


그림 5 다이옥신 발생 추정 브롬 난연제

있는 브롬계 난연제이다. 브롬계 난연제 중 특히 다이옥신 발생 의심물질은 PBDE, PBB, TBBPA (tetrabromobisphenol A), HBCDD (hexabromo cyclo dodecane) 등이다 [10]. (그림 5)

③ Halogen Free 난연 컴파운드

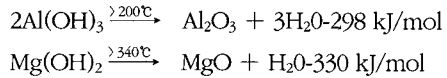
HF난연 기술은 환경 유해물질인 할로젠을 함유하지 않는 친환경 재료 기술인 동시에 화재 시 인명 피해의 원인이 되고 있는 독성 가스와 연기 발생을 억제 함으로써 전선의 안전성을 향상시킬 수 있는 중요한 기술이다. HF 난연 재료는 케이블 용도 및 요구 특성에 따라 표 2와 같이 열가소성과 열경화성으로 구분된다.

표 2 Halogen free 난연 컴파운드 구분

구분		용도
열가소성 컴파운드		전력, 통신용 케이블 자켓
		선박, 해양용 케이블 자켓
		LAN 케이블 절연/ 자켓
열경화성 컴파운드	화학가교	선박, 해양용 케이블 절연/자켓
	조사가교	전자 기기용 전선 절연 자동차용 전선 절연

할로젠계 난연제는 브롬과 염소가 주로 사용된다. 반응 메커니즘은 연소 반응시 불연 기체 또는 무거운 기체를 생성하여 산소 전달을 방해하고 고 에너지의 H와 OH 라디칼과 반응하여 활성을 떨어뜨리는 등 주로 기상 반응에 의해 난연 효과가 발휘된다. 그러나 이와 같은 난연제들은 난연 성능이 우수한 반면 일단 고분자의 연소가 동반되기 때문에 연기 발생과 함께 HCl, HBr 등의 독성 가스가 발생하는 문제점을 갖는다. 할로젠 난연제 대체를 위하여 가장 많이 사용되고 있는 할로젠 프리 난연제는 수산화 알루미늄 (ATH, aluminum tri-hydroxide)과 수산화 마그네슘 (MDH, magnesium di-hydroxide) 이다. 이들 난연제의 난연 메커니즘은 3가지로 설명된다. 우선 ATH의 경우 약 200℃ 부근에서 분해하여 물과 산화알루미늄을 생성하는데, 물은 가스상에서 가연성 기체를 희석 시키고, 산화알루미늄은 고분자 표면에서 고상층(char)을 형성하여 산소와의 반응을 차단한다. 또한 이 반응은 흡열 반응으로서 고분자 재료의 온도를 냉각시키는 효과

를 갖는다. MDH는 ATH보다 높은 340℃ 부근에서 분해하며 나머지는 같은 메커니즘으로 난연 효과가 발휘된다 [11].



이들 할로젠 프리 난연제는 반응식에서 볼 수 있는 것처럼 할로젠 난연제와는 달리 주로 고상에서 반응함으로 인하여 연소 및 분해 과정에서 독성가스를 발생시키지 않음은 물론 연기를 발생시키지 않는 장점을 갖지만, 할로젠 난연제에 비하여 난연 효과가 떨어지기 때문에 고분자수지 100중량에 대해 난연제 120~180 phr 정도를 사용해야만 한다. 이는 할로젠 난연제의 2~3배 이상이며, 이로 인하여 기계적 특성의 저하와 점도 상승에 의한 압출 가공성 저하의 문제점이 나타난다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 고분자 개질, 난연제 표면 처리 및 난연조제 연구 등이 활발히 진행되고 있다 [12,13].

HF 난연 컴파운드에 있어서 수지와 난연제 사이의 계면 특성 개선은 재료의 기계적 특성과 가공성 향상에 필수적이다. 가장 많이 사용되는 방법으로는 친수성을 갖는 난연제 표면을 지방산으로 처리하여 소수성 표면으로 개질하는 방법으로서 난연제의 분산성 향상에 의해 기계적 특성과 가공성이 함께 개선 된다. 실란 커플링제 (silane coupling agent) 의 표면 처리는 특히 컴파운드의 경우 효과적이며 그림 6에서와 같이 난연제와 수지를 화학적으로 결합 시킴으로써 기계적 강도를 향상시키는 역할을 한다. 무수말레인산이 그래프트된 고분자(maleic anhydride grafted polymer)와 같은 고분자 커플링제도 사용이 증대되고 있다 [14,15]. 그림 7은 고분자 커플링제를 사용한 난연 컴파운드와 고분자 커플링제를 사용하지 않은 난연 컴파운드를 재료를 50% 변형하였을 때 단면의 전자현미경 사진이다. 고분자 커플링제를 사용한 경우에 난연제와 고분자가 떨어지지 않고 결합해 있음을 알 수 있다.

최근 HF 난연 관련 새로운 시도는 나노 실리케이트를 난연 조제로 적용하려는 연구이다. 나노 실리케이트가 분산된 고분자 복합재료는 그림 8에서와 같이 층상 구조의 실리케이트가 컴파운딩 과정에서 단순 분산

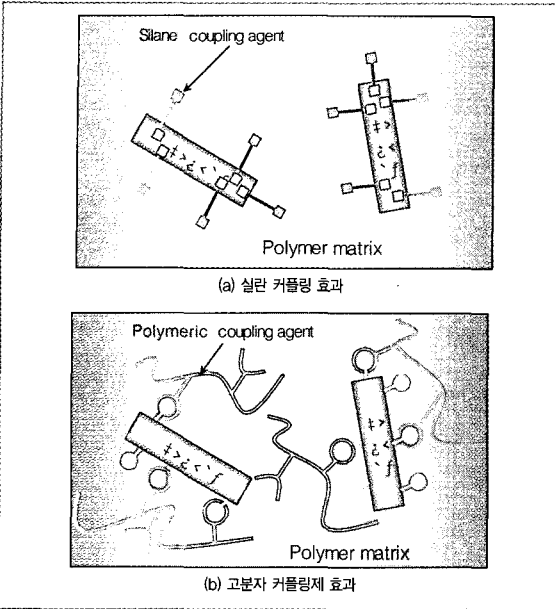


그림 6 컴파운드에서의 커플링 효과

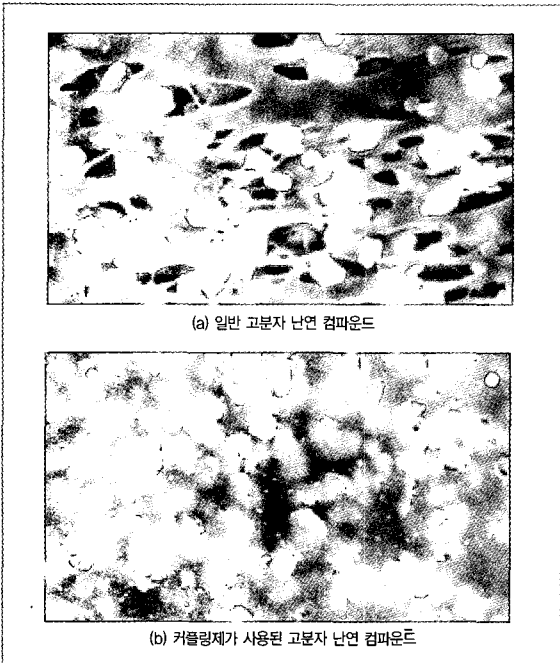


그림 7 컴파운드에서의 실란 커플링 효과의 SEM 이미지[14]

(phase separated)이 아닌 삽입(intercalated) 또는 박리(exfoliated)형 구조로 분산 된 재료를 말한다. 나노 복합재료는 단순분산 복합재료에 비하여 기계적 강도, 열 안정성, 내약품성 등과 함께 난연성이 향상된다고

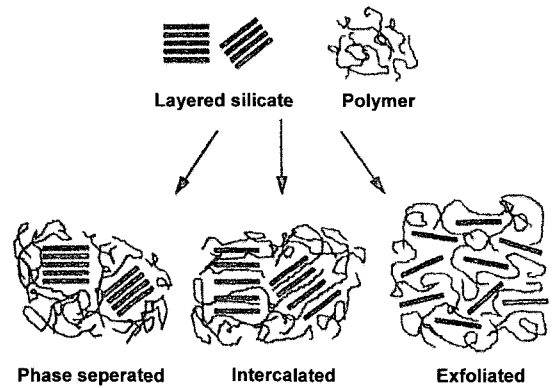


그림 8 나노 실리케이트 분산 고분자 복합재료 (Nano-composite)

보고되어 있다 [16].

④ 난연성 시험 방법

일반적으로 알려진 케이블 난연성 측정 규격 명칭이 표 3에 정리되어 있다. 케이블 난연 평가는 케이블 포설 환경에 따라 다양한 시험 방법이 적용되고 있다. 국가 및 지역별로도 각기 다른 방법으로 평가되는데 유럽지역에서는 IEC 규격, 미주지역은 UL 규격이 주로 적용된다. IEC 규격에서의 주요 시험 방법은 IEC 332-1(single wire), IEC 332-3(bunched cable) 이며, UL 규격에서는 UL1581 (CMX, CM), UL1666 (CMR), UL 910 (CMP)등이다 [17]. 연기 시험은 재료상 시험으로서 ASTM E662 (NBS Smoke Chamber) 방법이 널리 사용되고 있으며, 케이블 평가는 그림 9의 IEC 61034 가 적용된다. 부식성 시험은 측정하고자 하는 시료의 연소가스를 증류수에 포집 후 분석하는 방법이 이용되는데 IEC 60754-1에서는 HCl 함량을, IEC 60754-2 방법에서는 pH 및 전도도를 측정한다. 독성가스는 NES 713의 독성지수(toxicity Index)로 평가한다.

친환경 전선 개발 사례

① 전자 기기 및 자동차용 전선

전자 기기 및 자동차용 전선 절연재료로 가장 많이 사용되고 있는 재료는 PVC, 조사가교 PVC (cross-linked polyvinyl chloride: XL-PVC), 조사 나연 가교 폴리에틸렌 (cross-linked flame retardant polyolefin: FR

표 3 난연성 측정과 관련된 규격

Fire Propagation	Acid Gas
IEC 60332 Part 3 (INT.) IEEE 383 (USA) UL1681, UL16666, UL910(USA) BS 4066 Part 3(UK) VDE 804C(GERMAN) NF C 32-070 cat. C1(FRANCE) CEI 20-22(ITALY) AS 1660.5.1(AUSTRALIA)	IEC 60754 Part 1(INT.) IEC 60754 Part 2(INT.) MIL C24632(USA) VDE 0472 Part 813(GERMAN) NF C 20-453(FRANCE) AS 1660.5.4(AUSTRALIA)
Smoke	Toxicity
IEC 61034(INT.) ASTM E662(USA) UITP E4(INT.) BS 7622(UK) UTE C 20-452(FRANCE) CEI 20-37 Part 3(ITALY) AS 1660.5.2(AUSTRALIA)	NES 713(UK) AIRBUS INDUSTRY SPECIFICATION 10000.1001(INT.) NEW YORK STATES PITTSBURG PROTOCOL TEST(USA) CEL 20-37 Part 2(ITALY) NF C 20-454(FRANCE)

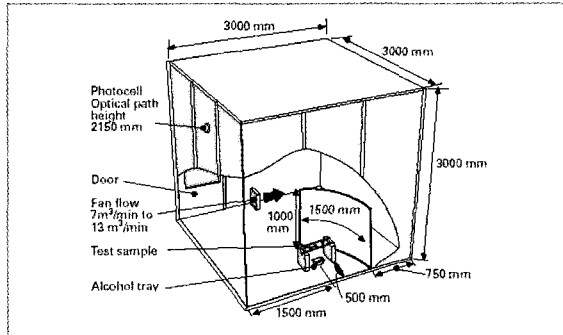


그림 9 케이블 연기 시험 설비 (IEC 61034)

XL-PO)이다. PVC와 조사 XL-PVC는 염소와 납, 조사 XL-PO는 브롬 등 WEEE/RoHS 및 유럽폐차 재활용 지침(end of life vehicles: ELV)에서 사용을 규제하는 환경유해물질을 함유하고 있어 대체가 필요한 재료들이다.

PVC와 조사 XL-PVC의 경우 이미 hydrotalcite와 Ca/Zn를 함유하는 복합 lead free 안정제를 개발하여 80℃와 105℃ 리드 와이어 등 자사가 생산하는 제품에 적용하고 있다. Lead free PVC는 궁극적으로 HF 난연 컴파운드로의 대체가 예상된다. 전자 기기용 전선의 경우 UL1581 VW-1의 난연시험에 합격해야 하는데

halogen free 난연 컴파운드의 경우 PVC컴파운드보다 산소지수가 높은 재료를 사용해야만 이 시험에 합격할 수 있다. 자동차용 HF 컴파운드는 장기 내열시험(3000시간)을 고려하여 재료가 개발되어야 하며, 자동차 엔진 룸의 compact 설계 경향에 따라 시험온도는 점차 높아지고 있다. 이에 따라 자동차용 전선 HF절연에 사용되는 수지는 폴리올레핀에서 엔지니어링 플라스틱으로 확대되고 있다.

② 선박 및 해양 케이블

선박, 해양 석유 시추 구조물에서는 특히 안전이 중시되기 때문에 일찍이 HF난연 케이블이 적용된 분야이다. 주요 HF 난연 케이블 규격으로는 IEC 60092, NEK 606, BS 6883, IEEE 45, MIL C 24643 등이 있으며, 주요 규격의 HF 시스 재료의 특성(최소값)을 표 4에 정리하였다.

표 4 Halogen free 선박/해양용 케이블 규격 (최소값)

특성	열가소성		열경화성		
	IEC	IEEE	IEC	IEEE	NEK
인장강도(kgf/mm ²)	0.92	1.02	0.92	0.92	1.02
신장율(%)	125	100	125	160	300
Aging ¹⁾					
인장잔율(%)	70	65	70	60	70
신장잔율(%)	70	60	70	60	70
내유 ²⁾					
인장잔율(%)	-	-	60	60	50
신장잔율(%)	-	-	60	60	50
내 Mud(70℃/56일)					
인장잔율(%)	-	-	-	-	75
신장잔율(%)	-	-	-	-	75
인열강도(lb/in)	-	-	-	35	-
내한온도(℃)	-15	-25	-15	-40	-15
할로겐 함량(%)	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
산성 가스(%)	-	2	-	2	-
Toxicity Index	-	5	-	5	-
Smoke					
IEC 61034	○	-	○	-	○
NES 713	-	○	-	○	-

1) Aging : 열가소성 → 100℃/7일, 열경화성 → 121℃/7일

2) 내유 : IEC, NEK → 100℃/24hrs, IEEE → 121℃/18hrs

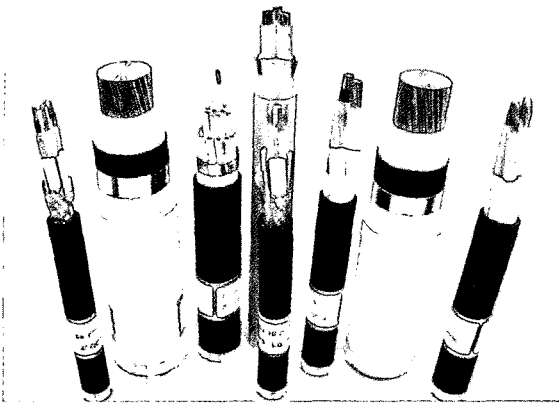


그림 10 당사 친환경마크 인증용 케이블

해양용 HF 난연 케이블의 시스 재료는 특히 내유 및 내 Mud 특성을 요구한다. Mud 는 석유 시추를 위한 drilling 작업 시 윤활작용과 시추 작업에서 발생하는 암석 부스러기를 운반하고 시추 공 내의 지하수 역류 방지를 목적으로 사용되는 용액으로 clay를 주성분으로 하고 있다. Mud는 water based, oil based 와 synthetic (ester) based mud 등이 있는데 최근 ester based mud 사용의 증가로 인하여 halogen free 재료 역시 ester based mud 에 잘 견딜 수 있는 재료가 요구된다. HF 난연 케이블은 cruise ship, ferry ship 등의 대형 여객선, drilling rigs, FPSO, FSO 등의 석유 시추선에 주로 사용되며, 당사는 이들 선박 건조 시 케이블 공급 자격을 인증하는 ABS (미국), GL (독일), LLOYD (영국), DNV (노르웨이), BV (프랑스) 등 HF 난연 케이블 관련 각종 선급을 획득한 바 있다.

③ 전력 및 피복용 케이블

피복용 전선은 도심의 빌딩이나 공항 등 사람들이 밀집한 지역에 전력을 공급하기 위해 설치하는 전선으로서 화재 발생 등의 경우에 안전성을 증진하기 위해 지속적으로 개발되어 왔고 개발 진행 중이다. 이미 일본에서는 EM(eco-material) 케이블이라는 이름으로 많은 개발이 진행되어 사용 중에 있으며 국내에서도 최근 할로겐 프리 난연제를 사용하는 전선에 관한 신규 KS 규격 제정 등에 대한 활동이 이루어지고 있다. 당사는 국내 전선 업계로는 처음으로 환경 친화적이고 인

체 무해한 일반 옥내용 (사무실이나 아파트 등) 무연 (Lead Free)케이블 제품을 개발하였으며 저독성 난연 케이블도 개발, 친환경 제품의 특성을 강하게 호소하는 방향으로 적극적인 마케팅 활동에 나설 계획이며 'ZeLos (zero halogen Low Smoke & Safety)' 라는 자체 브랜드를 가지고 있다. 친환경관련 지속적인 연구 개발을 통해 당사에서는 지난 2005년 8월에 난연성과 저독성 분야에서 6~10kV 이하 5개 제품이 환경부로부터 친환경 마크를 획득하였다. (그림 10)

전력용 전선에 관한 환경규제 활동은 한전에서 시행한 22.9kV급 동심중성선 전력케이블에 난연성과 무독성을 동시에 만족하는 규격을 적용한 것이 국내에서는 처음이며 특히 IEC-60754 규격의 연소가스 부식성과 무독성 (HCl 함량 규제)을 따랐으며 그리고 ASTM E662규격의 연기밀도 값을 만족하는 것을 특징으로 한다. 또한 최근에는 66kV 이상의 초고압 케이블에서 IEC 60840의 SI7급의 물성과 IEC 60754의 연소가스 부식성과 무독성을, 그리고 IEC 60332-1의 케이블 난연성을 만족하는 할로겐 프리 친환경 초고압 케이블에 대한 수요도 있다.

LS전선의 환경유해물질 분석기술

당사는 친환경 전선 및 재료의 개발과 더불어 RoHS 규제물질인 카드뮴, 납, 수은, 6가 크롬 그리고 PBB/PBDE의 함유여부의 판별과 그 함유량을 측정할 수 있는 기술을 일찍이 개발 하였다. 환경유해물질 분석기술의 보유는 전선 분야에서 친환경성의 중요한 평가 척도를 보유하고 있다는 사실 이외에도 기술적 경제적 의미에서 매우 중요하다. 환경유해물질 분석기술을 보유 함으로써 친환경 재료 및 제품의 개발 후 이들의 친환경성을 확인하는 한 방편으로써 분석기술을 사용할 수 있다는 점에서 그 기술적 의미가 있다. 또한 대부분의 전기/전자제품 회사가 RoHS 규제로 인하여 공인 분석 성적서를 요구하고 이에 따른 분석료의 지출이 적지 않기 때문에 환경유해물질 분석기술의 보유 여부는 경제적으로도 중요한 의미를 가진다. 당사는 기 보유하고 있던 환경유해물질 분석기술을 바탕으로

2005년 9월 전선업계 세계 최초로 자체 시험으로 공인 성적서를 발행할 수 있는 자격인 'UL인증 시험대행기관' 자격을 획득 하였다(그림 11). UL인증 시험기관 자격획득으로 당사의 친환경 이미지를 더욱 높일 수 있게 되었고, 앞으로의 재료/제품개발에 있어서 친환경성 검증의 마지막 단계로써 많은 활용을 할 수 있게 되었다. 또한 검증된 분석기술의 보유로써 당사의 제품이 세계로 나아가는 데에 큰 역할을 할 수 있게 되었다.

결 론

환경 문제는 이미 세계적인 관심사로 부각되어 있으며, 친환경 전선 기술의 개발은 세계시장에서의 경쟁력 확보에 필수적이다. 친환경 전선 기술은 PVC 컴파운드에 있어서의 lead free 열 안정제 기술, 폴리올레핀 난연 컴파운드에 있어서의 다이옥신 free 난연제 기술과 HF 난연 컴파운드 기술로 구분할 수 있으며, 이들 기술이 단계적으로 적용되고 있다. Lead free 열안정제는 Ca/Zn계의 대체 첨가제가 개발되어 사용되고 있고, Dioxin free 브롬계 난연제는 Ethane- 1,2- bis(penta bromophenyl)가 개발되어 주로 전자제품용 전선에 적용하고 있으며, 이들 모두 가격 저하를 위한 연구가 지속되고 있다. HF 난연 컴파운드의 단점인 기계적 특성 및 가공성 저하를 개선하기 위한 기술로는 말레인산 그래프트 수지 등 고분자 커플링제를 이용한 고분자 matrix와 난연제 사이의 화학적 결합 형성, 연

소 시 재료 표면에 단단한 고상층을 형성시키는 난연 조제 개발 등이 활발하게 연구되고 있다. WEEE 와 RoHS 법령에 의한 전기, 전자기기의 폐기물에 대한 환경 유해물질 규제 결정은 친환경 전선의 사용을 가속시킬 것으로 예상되며, 이미 선박/해양 석유 시추선용, 자동차용 등 광범위 하게 사용되고 있는 할로젠 프리 난연 전선 역시 그 용도가 전 산업분야로 확대될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 환경교재연구회, "환경과 인간", 녹문당, 2003.
- [2] European Union, "Directive on Waste Electric and Electronic Equipment", Official Journal of the European Union, L37/24, 2003.
- [3] European Union, "Directive on Restriction of the use of certain hazard in Electric and Electronic Equipment", Official journal of the European Union, L37/19, 2003.
- [4] H. Kimura, et al., Hitachi Cable Review, Vol. 20, No. 79, 2001.
- [5] K. Moriuchi, et al., SEI Technical Review, Vol. 54, No. 81, 2002.
- [6] T. Tomoyuki Suzuki, et al., Funukawa Review, Vol. 19, No. 85, 2000.
- [7] K. Watanabe, Journal of Society of Rubber Industry, Japan, Vol. 72, 461, 1999.
- [8] B. Helmesjo, JICABLE '03, 421, 2003.
- [9] H. Zweifel, "Plastic Additives Handbook", 426, 2000.
- [10] H. Hakk and R. J. Letcher, Environmental International, Vol. 29, 801, 2003.
- [11] J. Troitzsch, "Plastics Flammability Handbook", Hanser Publishers, New York, 45, 1983.
- [12] M. S. Cross, et al., Polymer Degradation and Stability, Vol. 79, pp.309, 2003.
- [13] R. Sauerwein, Plastic Additives & Compounding, Dec., 2002.
- [14] A. Nakayama et. al., Hitachi Cable Review No.18, pp. 67 1999.
- [15] K. Hausmann, Polymer & Polymer Composites, Vol. 5, pp.113, 1997.
- [16] M. Kawasum, et al., Macromolecules, Vol. 30, pp.6333, 1997.
- [17] J. T. Chapin, et al., International Wire and Cable Symposium (IWCS), pp.775, 1997.



그림 11 LS 전선의 UL 분석기관 인증서