

고 안정성을 가진 방서케이블의 개발

양우영*, 강태오, 김관성, 전찬오

대한전선(주) 기술연구소

Development of Rodent Repellent Cable With High Stability

W. Y. Yang, T. O. Kang, K. S. Kim, C. O. Chun

ABSTRACT

In order to protect cable from rat's biting, a development of rodent repellent is described. This cable has double coated sheath such as construction of skin layer over the conventional cable sheath. Stabilized rodent repellent agent which has good compatibility with PVC is employed in a skin layer. Rodent repellent layer has highly residual properties of agent through the manufacturing process, and meets the general requirements of cable sheath. Also, rat repellent effect is excellent.

1. 서론

이전부터 소동물에 의해 파급되는 전기사고는 빈번히 있어왔다. 그 중 특히 쥐에 의한 사고는 가장 많은 비중을 차지하고 있다. ¹⁾쥐는 이를 마모시키고, 통로개척등을 위해 다치는 데로 값싼 습성을 지니고 있어 전선·케이블류도 예외가 될 수 없으며 식해에 의한 피해가 주로 보고되고 있다. 대표적인 예로는 단선, 심선 노출에 의한 누전, 지락사고 및 오동작등을 들 수 있다.

이에 대한 방지대책으로는 전선의 외장에 금속을 사용하는 방법과 피복 위에 방서재를 도포하거나 피복 재료에 방서제를 첨가하는 방법을 채용하고 있는 가운데 최근에는 경제성과 용이성으로 인해 후자의 방법이 주류를 이룬다.

방서제는 살서제와 기피제로 대분되는데 전선·케이블용으로는 기피제가 이용된다. 기피제로는 멜캅탄계 화합물, 크레오소트계 화합물등이 알려져 있으나 그 효력, 안정성과 작업성에 있어서 Cycloheximide(이하 CHI)가 통상적으로 사용된다. 그러나 수지첨가용 방서제들은 내구성 및 안정성면에 있어서 취약하므로 재료 가공시와 압출 가공시 열분해에 의한 손실량을 예측해서 사전에 과잉량을 첨가하는 것이 실정이다. 이러한 단점을 보완한 방서제로 Micro Capsulized CHI(이하 MC-CHI)가 소개되고 있고 근래에 들어 각 국에서는 이의 적용이 증가 추세에 있다.

본 고에서는 기존의 케이블 쉬스위에 MC-CHI를 첨가한 얇은 피막의 PVC를 한겹 덧 씌운 방서 케이블을 제조하고, 이에 대한 CHI잔존성, 방서효과 및 쉬스로서의 재특성을 조사함으로써 전선·케이블에의 적용을 검토하고자 한다.

2. Microcapsulized Cycloheximide (MC-CHI)

CHI(C₆H₁₁N₂O₄)는 백색 침상결정의 약제로서 이것이 함유된 대상물을 쥐가 물었을 때 허뿌리 근처에서 매우 쓴맛을 느끼게 되며 이 맛으로 인해 CHI의 냄새를 맡으면 반사적으로 대상물을 기피하게 되어 대상물을 쥐로부터 보호할 수 있게 된다.

그러나 CHI는 내열, 내수, 내알칼리에 미흡한 특성을 가질 뿐만 아니라, 특히 염소계 물질 중에서 불안정한 특성을 갖는다. 케이블 피복재료의 대다수는 폴리염화비닐 계열이며 재료 가공시와 압출가공시에 PVC의 열분해로 인하여 생성되는 유리염산에 의해 CHI가 현저히 분해되므로 이들 환경하에서의 안정성이 매우 중요시된다. 일례로 CHI를 160° C 10분간 혼련시킨 조성물에 대해 160° C 10분간 PRESS후의 CHI잔존율은 초기 첨가량에 비해 15% 이하로 크게 저하한다.²⁾

염소계 물질중에서 CHI의 안정성이 떨어지는 것을 개선하기 위해 개발된 것이 MC-CHI이다. 이는 CHI를 계면 중합법에 의해 Microcapsulized 한 것으로서 멜라민 수지를 벽체로 하여 균질의 구형 미립자로 되어 있다. 이로 인해 CHI의 경시 안정성, 내열성, 내수성 및 안정성의 향상을 기대할 수 있다. 또한 CHI가 외부로 배어나오는 것을 극소화하고 외부 환경으로부터 보호하는 역할을 한다.

3. 방서 PVC 조성

3.1 시료

중합도 1000인 PVC 베이스 레진에 가스제로서 DINP와 기타 첨가제를 배합시킨 일반 쉬스용 배합에 Tanabe Seiyaku 社에서 제조한 MC-CHI(NM·MC-D80)을 첨가시킨 조성물을 Roll Mill에서

160°C로 약 15분간 혼련시키고 Mold Press에서 160-170°C로 10분간 성형하여 두께 1mm Sheet를 제작하였다.

이때 MC-CHI의 배합비는 2.5wt%로 하였다. 이는 유효한 방서 효과를 지니기 위해서는 CHI 잔존량이 최저 0.05wt% 정도²⁾는 되어야 하고, 일반 전선용 PVC 킴파운드 처방에 NM, MC-D80을 혼련하여 통상의 제조조건에서 만든 판상 시편은 실온하에서 1년 경과시 초기치의 92% 잔존특성을 갖는다는 보고¹⁾에 근거하였다. 따라서 방서성의 목표수명을 10년으로 보았을때 케이블 쉬스의 CHI 잔존량은 여유분을 고려해서 0.12-0.15wt%(MC-CHI 1.5-1.88wt%) 정도가 되어야 하며, 여기에 PVC수지가공 및 압출시 MC-CHI의 손실을 충분히 고려하여 MC-CHI의 배합비를 선정하였다.

3.2 CHI 정량분석

CHI 정량 분석을 위하여 시료용액, Reference용액과 표준용액이 필요하다. 시료용액은 약 1.2g의 시료를 20ml에 테트라 하이드로 프렌(THF)에 70°C의 온도에서 용해시키고 20ml의 Methyl Cellosolve를 넣어서 약 1시간동안 가열한 후 냉각시켜 일정량을 Marking하여 제조한다. CHI 수용액에 Methyl Cellosolve를 가한 것을 Reference용액으로 하고, Ethyl-4-hydroxybenzoate에 Acetonitrile를 가한 것을 표준용액으로 한다.

CHI의 정량은 다음식에서 구할 수 있다.

$$\text{CHI의 양} = \text{CHI}_{\text{ref}} \text{의 양} \times \frac{Q_r}{Q_s} \times \frac{1}{10}$$

Q_r : 시료분석시 크로마토그램에서의 CHI와 P-EHB의 Peak 비율

Q_s : 기준용액 크로마토그램에서의 CHI와 P-EHB의 Peak 비율

분석에 사용한 기기는 HPLC (Waters 150C) 이며 그 조건은 표 1과 같다.

표 1 분석 조건

No.	구 분	내 용
1	Column	Novapak-C18 Column
2	Mobile Phase	Water : ACN (3:1)
3	Detector	UV 214nm

표 2 Sheet 시료의 CHI잔존량 및 일반 특성

시 험 항 목	일반 PVC	방서 PVC
° MC-CHI (wt%)	-	2.5
° CHI Content (wt%)	-	0.2
° CHI 잔존량 (wt%)	-	0.123 - 0.14

방서 PVC조성 Sheet에 대한 CHI 정량결과를 표 2에 나타내었다. CHI의 잔존률은 초기 배합량의 약 60-70%로써 3.1 항의 목표 잔존량인 0.12-0.15wt%의 범위를 만족하였다.

4. 방서 케이블

4.1 방서 케이블 제조

케이블 방서화를 시도하기 위한 케이블 대상으로는 600V 가교 폴리에틸렌 절연 비닐 외장 케이블(CVV) 3.5mm² × 3C 와 600V CVV 2mm² × 16C의 두 종류를 선정하였다. 방서 케이블 구조는 이들 완제품 케이블 위에 경제성을 고려해서 Double Coated Type의 쉬스 즉, 0.3mm 두께의 MC-CHI를 함유한 Skin층을 형성시켰다. 이때의 케이블의 외경은 각기 12.1mm와 19.1mm 정도이다.

Skin층의 재료는 3.1.1의 방서 PVC 조성 배합비로 170°C 이내에서 Compounding한 방서 Compound를 이용하였고 압출온도 또한 170°C 이하로 유지시켰다.

4.2 CHI 잔존성 및 방서성

방서 Compound와 방서 케이블의 Skin층을 채취하여 3.2항에 따라 CHI 잔존량을 측정할 결과 잔존률이 각각 67%와 60% 정도인 것으로 나타났다.

한편, 방서성에 관한 조사는 직접 쥐 식해시험을 실시하였다. 시험 방법은 한개의 우리에 두마리의 실험실용 쥐를 가두고 1일간 풀만 공급한 후, 시료를 투입하였다. 실험실용 쥐를 사용한 이유는 실험실용 쥐가 야생의 시궁쥐 및 새앙쥐보다 조심성이 덜하므로 실험실용 쥐를 사용함으로써 최대한의 식해 피해를 유도 할 수 있기 때문이다. 시험 결과 아래의 표 3에서처럼 일반 케이블은 심한 식해를 입은 반면에 방서케이블은 약간의 치흔만이 관찰된 것으로 보아 충분한 방서효과를 지님을 알 수 있다. 그 대표적인 식해시험 상태는 그림 1과 같다.

표 3 CHI 잔존성 및 방서성

구 분	방서 Compound	3.5mm ² × 3C		2mm ² × 16C		
		방서 케이블	일반 케이블	방서 케이블	일반 케이블	
CHI잔존량 (wt%)	0.133 (67%)	0.122 (61%)		0.120 (60%)		
식 해 시험	Cage		+/-	+ 3	+/-	+ 3
			+/-	+ 3	+/-	+ 3
			+/-	+ 3	+/-	+ 3
			+/-	+ 3	+/-	+ 3
			+/-	+ 3	+/- ^a	+ 3
비 고	- : 치흔 없음					
	+/- : 치흔 있음					
+ 1 : Slight Damage						
+ 2 : Damage						
+ 3 : Severe Damage						
a : Skin층만으로 시험						

주) ()는 초기 배합비에 대한 잔존률

표 4 방서 케이블의 전기 및 물리적 특성

시험 항목	조건	사양치	특 성 치			
			3.5mm ² × 3C		2mm ² × 16 C	
			내부 쉬스	방서층	내부 쉬스	방서층
인장강도 (Kgf/mm ²)	상 온	1.0↑	1.9	1.91	1.79	1.82
신 율 (%)	상 온	120↑	273	243	282	217
인장잔율 (%)	가 열 100°C×48H	85↑	94	112	99	113
신율잔율 (%)	가 열 100°C×48H	80↑	100	86	99	83
인장잔율 (%)	내 유 70°C×4H	80↑	92	104	96	105
신율잔율 (%)	내 유 70°C×4H	60↑	100	82	103	83
AC 내 전 압	2KV/1Min	견딜것	Pass		Pass	
절연저항 (M-Ohm-Km)	20°C	50↑	184↑		525↑	

4.3 방서 Skin층의 일반 특성

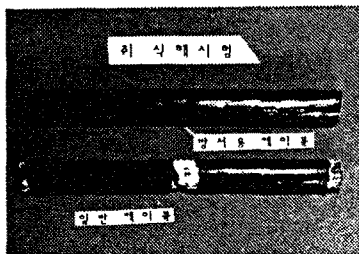
전기 및 물리적 특성평가는 KSC 3330 사양에 따라 실시하였으며 그 결과는 표 4와 같다.

방서 케이블의 시험에서 MC-CHI를 채용한 Skin층은 일반 PVC로 된 내부 쉬스층과 비교할 때 물리적 특성 뿐만 아니라 전기적 특성면에 있어서 일부 항목에서 약간의 특성 저하가 인지되나 모두 사양치를 충분히 만족하고 있으므로 쉬스 재료로 사용하는 데는 문제가 없다고 생각된다.

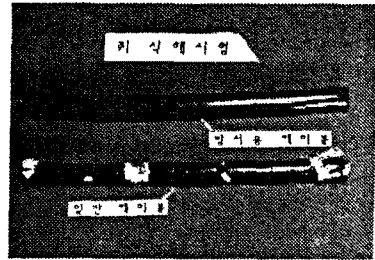
5. 결론

MC-CHI를 이용하여 방서화를 시도한 케이블은 방서성 및, 쉬스의 계층성을 모두 만족함으로써 실용화가 가능하게 되었다. 특히 0.3mm의 얇은 Skin층(Double Coated Type)에 의한 구성에서도 방서효과가 확인되었고 60% 이상의 CHI 잔존률로서 높은 가공안정성을 보였다.

따라서 타 전선 케이블에의 적용이 용이할 뿐만 아니라 경제성면에서도 유리하며 장기간 유효한 방서성을 지닐 수 있을 것으로 기대된다



(a) 600V CVV 3.5mm² × 3C



(b) 600V CVV 2mm² × 16C

그림 1 식해시험 결과

참 고 문 헌

- 1) 上田 修, 藤原英樹, “ねすみのトラブルを放ぐ新しい 徹エシステム, 電氣と管理 2月号 別刷, 1988
- 2) K. Kanemitsuya, S. Tsurutani, H. Kato, “Development of Novel Rodent-Proof Cable”
- 3) 藤原英樹, 上田 修, “電線・ケーブル類をわずみから守るために”, 電氣と工事 3月号 別刷, 1988