

폴리프로필렌 절연 케이블의 온도에 따른 열화특성

정연하*, 이병성*, 정종만*, 서광석**, 정규진**
 한국전력 전력연구원*, 고려대학교**

Degradation according to Temperature on the Polypropylene-insulated Cables

Yeon-Ha Jung*, Byung-Sung Lee*, Jong-Man Jeong*, Kwang-Suk Seo**, Gyu-Jin Jung**
 KEPCO Research Institute*, Korea University**

Abstract - 전력수요의 증가 및 친환경 규제 강화에 대응할 수 있는 고내열, 비가교 특성을 가진 폴리프로필렌 절연 케이블을 개발하여 열화 특성을 파악하기 위해 열열화 시험을 수행하고 물성적, 전기적 특성을 분석하였다. 온도별로 열화된 폴리프로필렌과 가교폴리에틸렌 절연체를 비교평가하였으며 이 결과는 향후 폴리프로필렌 절연 케이블의 표준규격 및 운전기준을 수립하는데 활용될 것으로 기대된다.

1. 서 론

전력수요 증가에 따른 지중배전케이블 관로 공사를 위한 경과지 확보가 어려워짐에 따라 용량증대가 가능한 절연체의 개발이 필요하였다. 또한 국제적으로 친환경 규제가 강화되면서 현재 가교폴리에틸렌이 재활용이 불가능하고 가교부산물인 잔류가스로서 인해 접속재 고장까지 발생함으로써 비가교 특성을 가진 절연체의 개발이 요구되었다. 이러한 조건을 충족시킬 수 있는 절연체로 폴리프로필렌이 적합하며 이탈리아에서는 폴리프로필렌 절연 케이블이 이미 개발되어 상용화된 상태이다. 우리회사도 MV급 폴리프로필렌 절연 케이블을 개발하였으며 열화특성을 파악하기 위해 열열화시험을 수행하였다. 본 논문은 가교폴리에틸렌과 폴리프로필렌 절연체의 열열화, 즉, 온도에 따른 열화상태별 물성적, 전기적 특성을 분석한 결과이다.

2. 본 론

2.1 열열화 시험

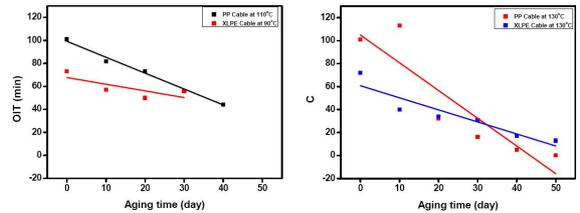
열열화 시험은 일정 온도로 설정된 오븐에 케이블 상태의 절연체를 넣고 10일 간격으로 60일까지 진행되었다. 온도설정은 상시운전온도를 기준으로 가교폴리에틸렌(XLPE)은 90, 110, 130℃이고 폴리프로필렌(PP)은 110℃로부터 150℃까지 구성하였고 기간별로 발취된 시료는 리본형으로 가공되어 산화유도시간(OIT), 화학구조분석(FT-IR), 기계적 물성, 절연과피전압으로 열화상태를 평가하였다.

<표 1> 열열화시험 온도 조건

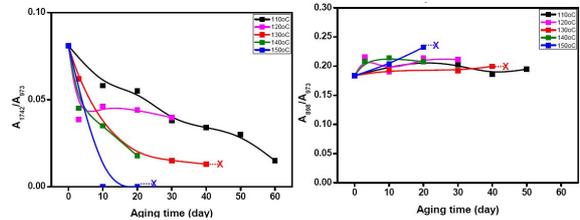
구분	절연체 종류		비고
	XLPE	PP	
열화온도 [°C]	90	110	상시운전온도
	110	120	-
	130	130	비상시운전온도
	-	140	-
	-	150	-

2.2 시험결과

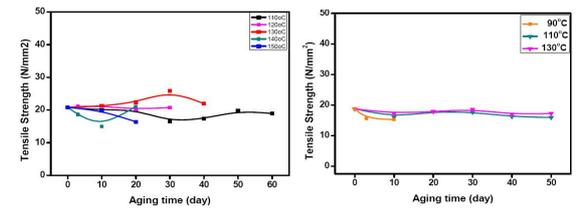
열화조건별 절연체의 산화유도시간 측정결과, 상시운전온도에서 기간별로 두 절연체가 유사한 특성을 나타냈으나 130℃에서 폴리프로필렌이 30일 경과후 가교폴리에틸렌보다 떨어지는 것을 확인하였다 (그림 1). 폴리프로필렌의 화학구조분석결과 Carbonyl 피크의 감소는 산화방지제의 소모에 따라 감소된 것으로 추정되며 Terminal Vinyl 피크는 크게 변화가 없었다 (그림 2). 가교폴리에틸렌의 화학구조분석은 진행중에 있다. 기계적인 특성을 평가하기 위한 인장강도와 신장을 측정에서는 두 절연체 모두 변화가 없이 일정한 값을 나타냈다 (그림 3). 마지막으로 전기적 특성 평가를 위한 Mekeon 전극을 이용한 절연체의 절연과피시험에서 폴리프로필렌의 130℃에서의 절연과피전압의 평균값이 한전 기준치 160kV보다 높은 값을 나타내며 안정적인 특성을 나타냈다 (그림 4).



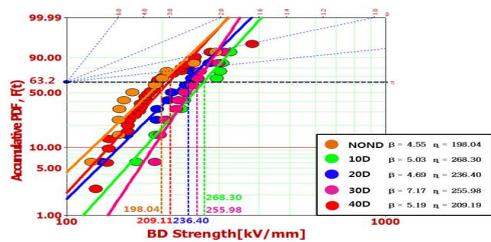
<그림 1> 산화유도시간 (좌;상시운전온도, 우;비상시운전온도)



<그림 2> PP의 화학구조분석 (좌;Carbonyl, 우;Terminal Vinyl)



<그림 3> 인장강도 (좌;PP, 우;XLPE)



<그림 4> PP의 130℃에서 절연과피전압

3. 결 론

절연체의 열열화 시험결과, 폴리프로필렌이 가교폴리에틸렌의 열화특성과 유사하고 한전규격 기준값을 만족하였다. 향후 이 결과는 가속수명 시험 및 현장적용성 평가 결과까지 종합적으로 분석하여 폴리프로필렌 절연 케이블의 규격 및 운전기준을 수립할 때 활용될 예정이다.

[참 고 문 헌]

[1] 한전 표준규격 ES 6145-0025 "22.9kV 슈트리억체 충실 전력케이블"
 [2] Jos van Rossum 외 7인, "Introducing High-performance Polypropylene Thermoplastic Elastomer(HPTE) Insulation for MV Cables in the Netherlands", CIRED 2011