

폴리머 애자 신뢰성평가 기준 제정 방향 및 평가설비 구축

김익수, 김민규, 김익균, 강동필, 박효열, 한동희, 신영준
한국전기연구원

The criterion of reliability evaluation and the evaluation facility for composite insulator

I. S. Kim, M. K. Kim, I. K. Kim, D. P. Kang, H. Y. Park, D. H. Han, Y. J. Shin
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - The construction of reliability evaluation according to their fields was promoted under the supervision of Agency for Technology and Standards for establishing the relevant institution & infrastructure that can fundamentally solve the reliability problems, the biggest obstruction when the developed electric components & materials come into the market. This paper describes the criterion of reliability evaluation and the evaluation facilities for the purpose of heightening the reliability of composite insulator estimated as the new material among the electric components & materials. We will understand the criterion of reliability evaluation with two parts as the performance evaluation based on various kinds of standards (especially IEC) and as the long-term reliability evaluation utilizing the accelerated aging & flashover test methods. Therefore we aim for constructing the criterion of reliability evaluation as the foundation for evaluation so as to support the industrial group based on KERI facilities.

1. 서 론

전기에너지는 수송, 변환, 제어등이 편리한 이점을 가지고 있으므로 산업발달과 경제향상에 따라 수요가 급격히 증가하고 있으며, 최근 고도정보화 사회로의 발전을 위하여 고품질의 전력을 안정적으로 공급하는 것이 강하게 요구되고 있다. 이를 위한 전기기기 및 부품은 전기에너지의 생산, 수송, 공급에 소요되는 제반 제품은 물론, 산업체 및 가정에서 전기를 안전하게 사용할 수 있기까지의 제반 제품을 총칭하는 것으로, 국민의 생명과 재산 보호에 직접적 연관이 있기 때문에 성능 및 신뢰성에 대한 평가가 필수사항으로 요구되고 있다. 신뢰성기술은 모든 기술분야의 지식을 필요로하는 종합적인 기술로서 제품 설계기술 확보를 위한 필수요소가 된다. 그러므로, 개발된 부품·소재의 시장 진입시 최대 결림돌인 신뢰성 문제를 원천적으로 해소할 수 있도록 신뢰성평가 기준제정 및 평가설비 구축이 시급하다. 폴리머 애자는 기존의 자기재 애자(porcelain insulator)를 대체하기 위하여, 관련기술의 비약적인 발달과 함께 유럽 선진국, 미국 등을 중심으로 사용이 확대되고 있으나, 국내의 경우 신뢰성 평가기술을 아직 정립하지 못한 실정이다.

본 고에서는 제조물 책임법(PL법)의 2002년 7월 시행으로 제품의 안전성 확보 및 제조업체의 위험분산 확보대책으로 신뢰성평가 인증사업을 운영하여⁽¹⁾, 폴리머 애자 제조업체의 설계기술, 제조기술에 일익을 담당하기 위하여 당 전기연구원이 중심으로 국내 폴리머 애자에 대한 기반기술을 보유하고 있는 대학, 연구계, 제조업체의 전문가로 구성된 전문위원회(Working Group)를 통

한 신뢰성 평가 기준안을 제정하며, 기존 보유하고 있는 설비에 신뢰성 평가 설비를 보강함으로써 폴리머 애자의 신뢰성 평가를 행하고자 한다.

2. 본 론

2.1 신뢰성평가 기준

신뢰성평가 기준은 폴리머 애자가 실사용 상태에서 받게 되는 각종 스트레스에 대하여 수명동안 견딜 수 있음을 보이도록, 현존의 IEC⁽²⁾ 등의 규격을 근거로 작성한 성능평가 부분과 장기간의 전기적, 기계적, 환경적 특성을 파악할 수 있는 가속열화 부분인 신뢰성평가 부분으로 구성된다.

2.1.1 성능평가 부분

가. CIGRE, IEC 등 국제 규격 현황

일반적으로 CIGRE에서 기술사항을 검토하고, IEC(국제전기기술위원회 : International Electrotechnical Commission)에서는 규격화를 검토하고 있다. 폴리머 애자와 관련하여 TC(Technical Committee)36 「애자전문위원회」 산하의 Working Group이 활동하고 있으며, 규격의 내용은 규격 검토 참가국의 투표에 의해 결정되기 때문에, 국가적 레벨의 최저 보정치적인 성질을 가진다고 여겨진다.

나. 국내규격 현황

국내규격으로는 2000년도에 “자본재 표준화” 위탁 사업으로 “배전선로용 폴리머 현수애자 표준개발에 관한 보고서”를 발표 하였으며, 이것은 IEC규격 및 미국의 ANSI 규격, 캐나다의 CSA 규격을 참고로 작성되었^(2, 3, 4)다.

따라서 본 신뢰성평가를 위한 성능평가 부분은 현존의 국제규격인 IEC 및 국가규격을 참고로 한 다음의 사항을 중심으로 작성되며,

- ① 단말금구의 기계강도 성능
- ② 단말 금구계면의 접촉 성능
- ③ 외피재의 전기특성
- ④ 외피재의 내후 성능
- ⑤ FRP의 기계강도 및 brittle fracture 특성⁽⁵⁾
- ⑥ 외피재료의 열화 특성

폴리머 애자에 대한 전문가로 구성된 Working Group의 인준을 얻어 시행할 예정이다.

2.1.2 신뢰성평가 부분

폴리머 애자는 재료 특성상 시간의 경과에 따라 성능이 저하되는 즉, 열화가 진행되므로 경년 특성 및 장기 신뢰성 평가를 위한 적절한 가속열화 시험법⁽⁶⁾을 활용한 신뢰성평가가 필요하다. 옥외에서 운전되는 폴리머 애자

는 환경적 스트레스를 비롯한 전기적, 기계적, 열적 스트레스를 복합적으로 받게 되어 열화된다. 현재 폴리머 애자에 대한 장기신뢰성을 평가할 수 있는 국제적인 시험방법이 규격화 되어 있지 않기 때문에 세계 각국에서는 자국의 환경에 적합한 방법을 선정하여 시험하고 있다.^[7,8,9] 따라서 본 고에서는 단독의 스트레스만을 받는 것으로 평가하는 시험방법뿐만 아니라, 복합적인 스트레스를 모의하는 것으로 하였으며, 주기시험의 열화시험으로 시험하고자 한다. 주기시험을 위한 열화 인자는 아래의 사항이 고려된다.

- ① 자외선 및 오존 가속 열화인자
- ② 온도 및 습도 가속 열화인자
- ③ 주수 가속 열화인자
- ④ 오존 가속 열화인자
- ⑤ 기계적 하중 가속 열화인자
- ⑥ 전기적 가속 열화인자

따라서, 신뢰성평가를 시행하기 위한 신뢰성 기준안은 국가적 레벨의 최종 보정치적인 성능평가를 신속히 실시하여 1차적으로 검증한 후, 수명평가를 위한 가속열화의 신뢰성평가를 시행토록 하고자 한다.

2.2 신뢰성평가 설비

2.1항의 폴리머 애자 신뢰성평가 기준에 대한 평가를 위한 신뢰성평가설비에 있어서는 당 전기연구원이 보유하고 있는 기존의 설비를 활용하며 신뢰성평가에 있어서는 아래의 설비를 구축하여 시행하고자 한다.

가. Tracking wheel tester

폴리머 애자의 사고원인 중 하우징 재료에 기인하여 발생한 사고가 대부분을 차지하고 있으므로^[10], 이에 대한 특성 평가는 중요한 의미를 가진다. 이 요소는 폴리머 애자의 발수성과 내트래킹성이다(트래킹과 침식은 누설전류에 의해 발생된다.). 따라서 본 장비를 구축하여 복합 가속 열화시험 전에 집중적인 평가를 시행하여, 누설 전류 측정 등을 통해 단기간 열화능력의 신뢰성평가를 행하게 된다. 이는 완제품 또는 축소한 제품에 대하여 시험하는 것으로 설비의 구성은 다음과 같다

- 전원장치
- 염수용액 투입 설비
- 누설전류 측정시스템

위 설비를 구성하여 침수, 건조, 가압, 냉각의 4조건을 1 cycle로 하는 운전주기로 반복 시행하여 특성을 평가한다.

나. 복합가속 열화시험설비 구축

본 가속 열화시험 설비는 필요한 시료를 설치하여 모의하고자 하는 환경을 프로그램하여 시료의 장기 신뢰성을 평가할 수 있는 설비로서 폴리머 애자의 장기 신뢰성평가를 위한 경년 특성 및 내구성 평가 모의를 위하여, 모의 가능한 스트레스, 즉, 전기적 스트레스, 기계적 스트레스, 환경적 스트레스를 복합적으로 인가할 수 있으며 절연상태를 파악할 수 있는 시험 장비를 구축하고자 한다.

3. 결 론

세계각국에 있어서 폴리머 애자의 사용은 기존의 자기재 애자에 비하여 경량성, 오손특성의 우수성, 경제적인 면에서 높은 평가를 얻어 1990년대에 들어서 가속화되고 있는 실정이다. 그러나, 현장에서의 장기 신뢰성이

확인되어있지 않은 점과 수명평가나 불량애자의 검출이 어려운 점 등이 단점으로 되어있다. 따라서, 폴리머 애자에 대한 제조 회사의 설계기술 확보에 필수적인 신뢰성 기술의 확립을 위하여 2001년부터 시행될 신뢰성평가 기준 제정 및 평가설비의 구축을 통해서 국내의 폴리머 애자 신뢰성 평가기술이 정립될 수 있으리라 사료된다.

i) 신뢰성평가 기준은 현존의 각종 규격에서 규정하는 성능평가 뿐만 아니라 전기적, 기계적, 환경적 스트레스에 대한 장기 특성도 파악할 수 있는 신뢰성평가 부분으로 이루어져야 한다.

ii) 신뢰성평가 설비는 20년 이상 중전기 부분의 시험을 행하여 온 당 전기연구원의 설비를 기본으로 새로이 신뢰성평가를 위하여 필요한 설비만을 구축하여 시행하므로써 설비 투자의 효율성을 제고할 수 있다. 향후 본 설비 및 기준을 적용한 폴리머 애자의 신뢰성평가 기술 향상에 따라 제품의 성능 향상은 물론, 전기의 안정적 공급에 크게 이바지 하리라 사료된다.

(참 고 문 헌)

- [1] "부품·소재 신뢰성 제고 대책 추진 현황 및 향후 계획" 산업자원부, (2000. 6)
- [2] "Composite insulators for AC overhead lines with a nominal voltage greater than 1000V - Definitions, Test methods and acceptance criteria", IEC 61109, pp61-65, (1995)
- [3] "American National Standard for composite suspension insulators for overhead transmission lines-test", ANSI C29-11, (1989)
- [4] "Composite Suspension Insulators for Transmission Applications", CSA-C441.4, (1998)
- [5] "Guide for the identification of brittle fracture of composite insulator FRP rod", CIGRE WG22.03, Electra No.143, (1992)
- [6] H.M. Schneider et. al "Accelerated aging and flashover tests on 138kV nonceramic insulators" IEEE Trans. on Power Delivery Vol. 8 pp.325-336, (1993)
- [7] G.P. Fini, G. Marrone, L. Sartore, E.A. Sena, "Qualification tests performed on composite insulators for 132-150kV overhead lines", 12th International conference on electricity distribution, Birmingham, England, May (1993)
- [8] H.M. Schneider, W.W. Guidi, J.T. Burnham, R.S. Gorur, J.G. Hall, "Accelerated ageing and flashover tests on 138kV nonceramic insulators", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 6-PWRD, January, pp. 325-336, (1993)
- [9] H.M. Schneider, W.W. Guidi, J.P. Slocik, J.F. Hall, R.L. Brown, J.T. Burnham, D. Chaply, J. Ellsworth, R.E. Robarge, L. Wakefield, "Accelerated ageing facility for full scale 500kV nonceramic insulators", 47.07, 8th International Symposium on High Voltage Engineering, Yokohama, Japan, August 23-27, (1993)
- [10] C. Tourrel "Some in service diagnostic test techniques for composite insulators, what they presently can and cannot do", ISI, (1997)