UHV IVG의 성능평가 및 고찰

이정기, 최익순, 문인욱, 강영식, 신영준
한국전기연구원

Performance Evaluation and Consideration of the UHV IVG

J.G. Lee, I.S. Choi, I.W. Moon, Y.S. Kang, Y.J. Shin
KERI

Abstract - This paper, as a preliminary study, presents the important consideration in laboratory planning and designing 4.2MV impulse voltage generator(IVG), which enable to test and evaluate the UHV dielectric performance of power electric apparatus up to 765kV-class. To fix and confirm the kinds of loads and their capacities to be tested by KERI hereafter, wide investigation and an analysis of test objects, especially heavy electric apparatus of Korea, according to their ratings and test voltages have been conducted. With the special consideration concerning other matters in designing of 4.2MV IVG have been described with the practical examples and references.

1. 서 론

전기에너지의 발생과 수송 및 안전한 사용을 가능하게 하는 GIS, Tr, 케이블, 애자금구장치 등 각종 전력기기는 안전성과 신뢰성에 대한 성능검증이 국내외 규격 및 규정에 의해 필수적으로 요구되고 있다. 뇌격에 의한 전력계통에서의 뇌서어지나 회로개폐시 발생하는 개폐서어지에 대한 전력기기의 절연성능을 평가하기 위해서는 이러한 과도 서어지를 인공적으로 모의할 수 있는 충격전압발생장치가 필요하다.

한국전기연구원에서는 초고압 전력기기에 대한 절연성능평가를 위해 '중전기기 기반 구축사업'의 일환으로 4.2MV 충격전압발생장치(Impulse voltage gene- rator)를 새로이 구축하였다. 본 논문에서는 구축된 IVG의 기본적 특성과 함께 실부하에 대한 성능평가 결과를 검토하고, 본 IVG의 활용계획 및 향후 기대효과 등을 기술하였다.

2. 본 론

2.1 IVG 정격 및 주요 사양

관련 규격에 부합하도록 초고압 충격전압시험을 수행하기 위해 IVG 설계시의 주요 고려사항에 대해 다각적으로 검토한 결과, 최대 출력전압, 에너지, 단수 및 외형크기 등 본 충격전압발생장치의 특성을 다음의 표 1과 같이 제안, 확정하였다.

2.2 시스템 구성

초고압 절연성능 평가를 위한 충격전압발생장치의 전체적인 구성을 그림 1에 나타내었다. 충격전압 시험설비의 주 구성요소로서 충격전압발생장치(1)를 비롯한 충격전압 발생부(1, 7), 충격전압발생장치의 전원공급과 충전을 담당하는 전원부(2, 3), 발생된 충격전압의 출력파형 및 전압 등의 데이터 수신, 송신 및 저장분석하는

표 1. IVG의 정격 및 주요 사양

구 분	정격 및 주요 사양
total charging voltage	4.2MV
max. output voltages (with loads)	≥ 3800kV(LI for insulator) ≥ 2200kV(SI) ≥ 2500kV/㎲(SFI)
total energy	420kJ
full charging time	40sec 이하
dimension	4.5m(W)×4.5m(L)×16.5m(H)

측정기록부(5, 6, 9), 그리고 시스템을 구성하는 각 부분을 전체적으로 제어하는 기능의 제어부(4)로 구성된다. 시스템의 원활한 운영과 유지보수 및 측정의 신뢰성 확보를 위한 사항(8, 10, 11, 12)도 고려하였다. 구축된 시스템중 IVG(1) 및 분압기(5)의 실물사진을 그림 2에 나타내었다.

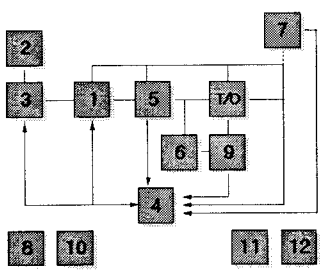


그림 1. 충격전압시험설비의 구성

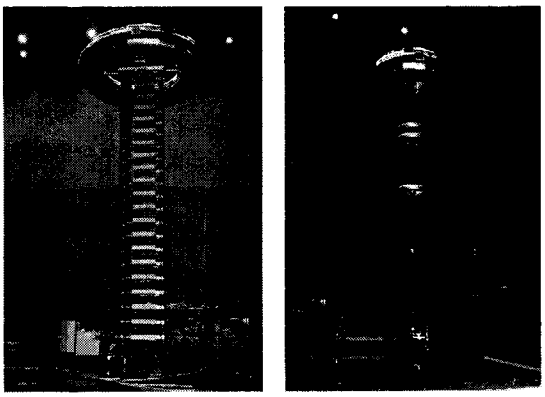
여기서,
1 : 충격전압발생장치 2 : 절연변압기
3 : 충전장치 4 : 제어장치
5 : 분압기 6 : 기록 및 분석장치
7 : 급준파 충격전압 발생회로
8 : 이동장치 9 : 분류기
10 : 예비부품 11 : 측정·분석장치 교정설비
12 : 기타 제어 및 측정에 필요한 부속장치
T/O : Test Object

특히, 본 설비에는 압축된 공기를 하부로 분사하여 그 반작용으로 약 17 t에 달하는 IVG를 지표면위로 안정하게 부양시킨후 다른 동력설비없이 인력으로 이동시킬 수 있는 Air cushion이 포함되어 있으므로 설치위치에 따른 공간적인 제약을 최소화할 수 있다.

2.3 성능평가 결과

제안된 IVG의 정격, 주요 사양 및 구성방안에 따라

본 충격전압시험설비가 제작되었으며, 경남 창원에 위치한 한국전기연구원 초고압시험동에 2003년 9월에 설치 완료됨에 따라 본 설비의 전기적, 기계적 안정성 등 기본특성과 부하별 시험전압 출력파형의 만족도 등 구축된 IVG의 성능을 면밀히 검사·평가하였고, 본 논문에서는 IVG의 출력을 주대상으로 성능평가 결과를 검토하였다.

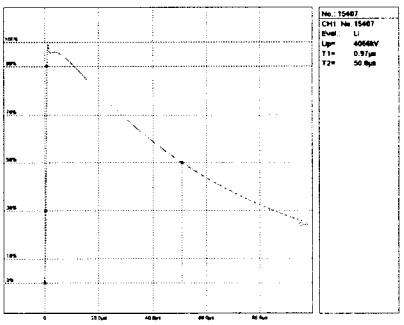


(a) IVG (b) 분압기

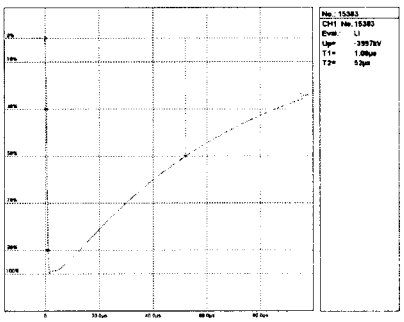
그림 2. 구축된 충격전압시험설비의 사진

2.3.1 무부하시험

본 IVG로부터 발생되는 순수 충격전압의 크기와 파형의 만족도를 파악하기 위해 IVG와 분압기, 측정제어장치 등으로만 무부하 시험회로를 구성하여 IVG의 출력을 측정한 결과, 뇌임펄스충격전압(LI)의 경우는 정극성 및 부극성 공히 4100kV이상이 발생되었으며, 개폐충격전압(SI)의 경우는 정극성 및 부극성 모두에서 2400kV 이상이 관련규격에 적합한 파형으로 발생되었다. 그림 3과 4에 무부하시의 LI 및 SI 정극성 및 부극성 출력파형의 예를 각각 나타내었다.

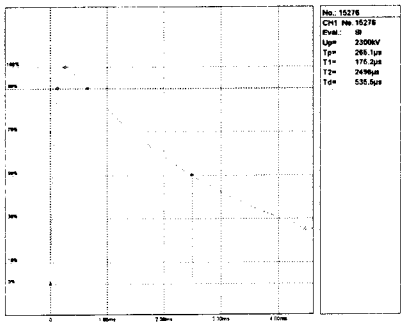


(a) 정극성

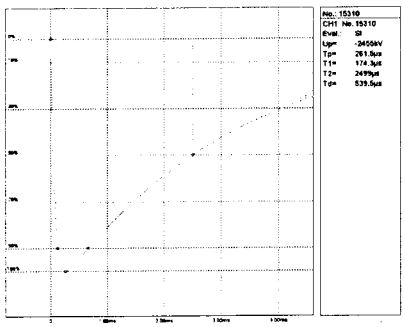


(b) 부극성

그림 3. 뇌충격전압 출력파형(무부하)



(a) 정극성

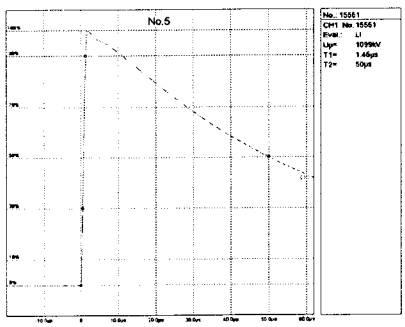


(b) 부극성

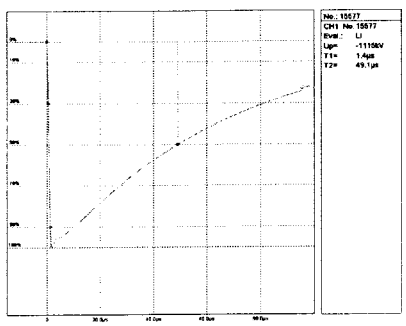
그림 4. 개폐충격전압 출력파형(무부하)

2.3.2 부하시험

피시험품(부하)의 종류 및 범위를 고려한 IVG의 성능평가를 위해 본 충격전압시험설비에 다양한 실부하를 삽입하여 부하별 시험전압과 부하의 크기에 따른 IVG의 직병렬 회로구성방안 및 출력특성 등을 조사하였다. 그림 5와 그림 6에 154kV급 폴리머애자에 대한 LI 및 SI의 정극성, 부극성 출력파형의 예를 각각 나타내었다.

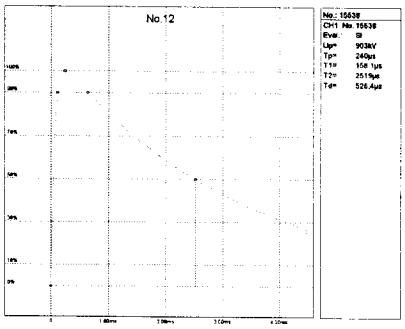


(a) 정극성

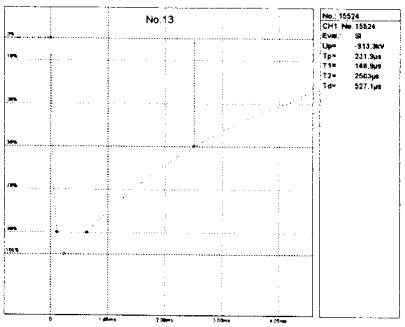


(b) 부극성

그림5. 뇌충격전압 출력파형(송전용 애자)



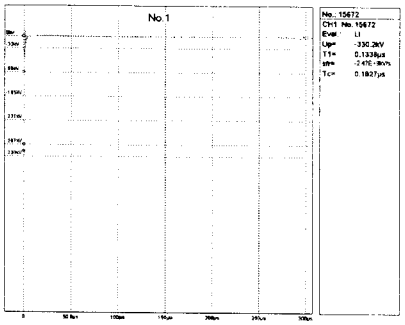
(a) 정극성



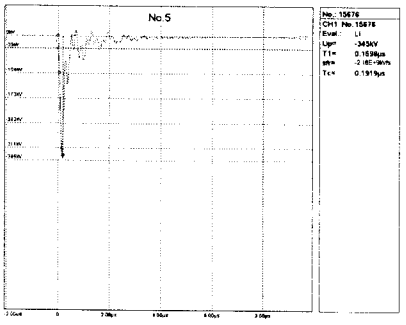
(b) 부극성

그림 6. 개폐충격전압 출력파형(송전용 애자)

그림 7에 배전급 현수애자에 대한 급준파 충격전압시험 결과의 예를 나타내었다. 급준파시험에 사용한 준도는 2500kV/㎲ 및 1000kV/㎲로써 시험결과는 각각의 준도에 대해 관련규격을 만족하고 있고, 구갭을 사용하지 않는 시험회로 구성방법은 기존의 방법보다 용이한 것으로 판단되며 준도조절을 위한 운전조작의 자동화 특성은 매우 양호하였다.



(a) 기본파형(50㎲/div)



(b) 확대파형(2㎲/div)

그림 7. 급준파충격전압 출력파형(2500kV/㎲)

2.4 평가결과 고찰

지금까지 새로이 구축된 IVG의 대표적인 성능평가 결과에 대하여 기술하였다. 무부하시나 여러 가지 실제 부하에 대한 결과에서 나타나듯이 본 IVG는 기본적인 특성과 IEC 등 관련규격에서 정한 시험파형의 만족도 및 설계요구사항으로써의 최대출력전압 등의 주요 정격사항을 만족하고 있다. 한국전기연구원은 공인시험기관으로서 앞으로 보다 다양한 종류 및 부하범위를 갖는 전력기기 성능평가시험의 수행이 예상되므로, 향후의 다양한 부하에 대한 시험능력의 확보와 관련분야 연구개발에 본 설비를 효과적으로 활용하기 위해서 시스템 구성요소의 개선과 시험기술의 개발을 통해 이러한 요구에 대처해야 할 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 초고압 절연시험설비의 성능개선작업의 일환으로 추진된 UHV IVG의 구축과 그 성능평가 결과에 대하여 기술하였다. 제안된 정격 및 요구사양에 따라 IVG가 구축되었으며, 전기적 기계적 안정성 등 기본특성에 대한 평가결과는 양호하였다. 또한, 관련규격에서 정한 시험전압별 파형의 만족도 및 최대출력전압 등 IVG에 대한 주요 성능평가 결과 역시 관련규격과 제안된 설계사양을 만족하고 있으나, 지속적인 시스템 구성요소의 개선노력과 시험기술의 개발을 통해 본 IVG를 이용한 초고압 절연시험능력을 극대화할 계획이며, 이를 통해 향후 국내외의 관련분야 연구시험활동에 더욱 기여하고자 한다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC 60060-1(1989) : High Voltage Test Techniques, Part 1 : General definitions and Test Requirement
[2] Nils H.C, High voltage laboratory planning, Haefely, 1986
[3] J. Wolf, A new solution for the extension of the load range of impulse generator, 10th ISH, 1997
[4] W. schufft, W. schurader, A new marx generator for the simulation of lightning impulse voltages and currents, 8th ISH, 1993
[5] IEC 60076-3(2000) : Power transformers, Part 3 : Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air
[6] ANSI/IEEE C.57.12.90(1996) : Standard test code for liquid-immersed distribution, power, and regulating transformers
[7] Haefely AG website, www.haefely.com
[8] Highvolt Pruftechnik Dresden GmbH website, www.highvolt.de
[9] Passoni & Villa website, www.passoni-villa.com