

170kV GIS용 가스VT의 방전내량 확인시험

* 정영환*, 김정배*, 송원표*, 김덕수*, 고희석**
 *(주)효성 중공업연구소 **경남대학교 전기공학과

A Charge Discharging Test of 170kV Gas VT

Y.H.Chung*, J.B.Kim*, W.P.Song*, D.S.Kim**, H.S.Koh**
 *Hyosung Corporation **Kyoungnam University

1. 서 론

가스절연계기용변압기(이하 가스VT)는 고신뢰성 및 가스절연개폐장치(이하 GIS)와의 절연방식의 통일성에 의한 보수의 간편함으로, 최근에는 GIS용 계기용변압기의 주류를 이루고 있다.[1]

가스VT는 유럽지역의 Haefely Trench MWB사와 GEC Alstom사를 중심으로 기술개발을 실시하여 왔고, 일본지역은 Nissin사를 중심으로 꾸준한 기술개발 및 상품품을 생산하고 있다. Haefely Trench MWB사는 800kV급까지 개발, 제작하여 납품하고 있으며, GEC Alstom사는 525kV급까지 개발완료하였고, Nissin사는 단상형에서는 66~500kV, 삼상일괄형에서는 66~187kV까지의 가스VT를 납품하고 있으며, 현재는 800kV급까지 개발하였다. 국내의 경우, 단상 22.9kV급을 중심으로 물딩제품의 VT가 제작되고 있으며, 중전기업체가 154kV급 가스VT를 개발중에 있다.[2]

이러한 가스VT 설계시에 고려해야 할 사항으로는 여러가지가 있지만, 선로측에 가스VT가 설치되는 경우(그림1), 일차권선의 방전내량이 중요한 설계요소가 된다. 방전내량은 계통의 회선절환 및 사고등에 의해 차단기를 개방하는 경우, 선로에는 개방시의 전압 및 대지간 정전용량에 비례한 전하가 남아있게 되고, 이 잔류전하를 가스VT의 일차코일을 통해 방전시 일차권선이 열적, 전기적으로 견디는가 하는 문제이다. 가스VT에 의한 전하방전은, 계통재폐로시에 발생하는 써지전압을 낮추고, 접지장치부입시의 아크방지등에 효과가 있음이 보고되었다.[3]

본 논문에서는 당사에서 실시한 170kV 가스VT의 방전내량시험 결과를 바탕으로, 회로정수 선정 및 회로모의, 시험결과 그리고, 실제계통에서의 방전전류 모의결과와의 비교등을 기술하고자 한다.

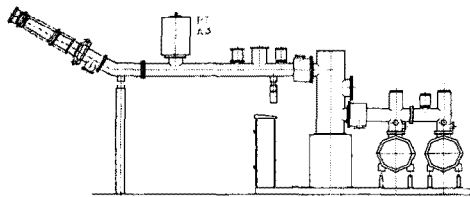


그림 1. 선로측에 VT가 설치된 GIS

2. 본 론

2.1 전하방전현상의 설명

그림 2에 간략화한 계통도를 나타냈다. 그림 2의 선로 양단의 차단기(CB)를 개방한 경우 선로에 남은 전하는 가스절연VT를 통하여 방전하지만, 한쪽의 변전소측이 컨덴서형 계기용 변압기의 경우 1대의 VT에서 모든 전하를 방전하게 된다. 또 선로에 분포리액터가 설치되어 있는 경우에는 리액터의 직렬저항은 VT의 값에 비해 훨씬 작기 때문에, 선로전하는 거의 리액터를 통하여 방전하고, VT의 방전책무는 큰 폭으로 경감된다.

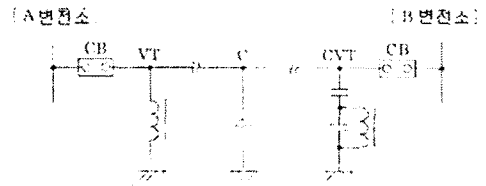


그림 2. 계통도

2.2 시험정수 선정

방전전압 파고치(kV _{peak})	허용방전용량		
	1회	연속 2회	연속 3회
139kV ⁽¹⁾	46μf	23μf	15μf
264kV ⁽²⁾	12μf	6μf	4μf

(1) 139kV = 170/√3 × √2
 (2) 264kV = 170/√3 × √2 × 1.9

표 1. Nissin제 170kV GIS용 가스VT의 허용방전용량

표1은 Nissin제 170kV 가스VT의 허용방전용량이다. 예를 들어, 허용방전용량이 6μf이면, 송전선 24km에 충전된 전하를 방전하는 경우에 상당한다(CV케이플의 단위정전용량 0.25μf/km기준). 154kV급 선로의 최대길이는 20~30km이므로, 표 1의 조건이면 방전능력으로 충분한 것으로 생각되며, 또한, IEC규격상 최대 충전전류 규정도 약 2μf를 기준임을 볼때, 표 1의 정수들로 시험하는 것은 적당한 조건으로 보여진다.

당사 개발품도 Nissin제 정도의 방전능력 검증시험에 이상이 없다면 실제 적용에도 문제가 없을 것으로 판단되어, 표1의 조건을 토대로 표2와 같이 정수를 선정하였다.

	시험조건		
	방전전압 파고치	방전용량	횟수
1	276kV	11 μ F	1회
2	195kV	11 μ F	연속2회
3	159kV	11 μ F	연속3회

표 2

표2의 시험조건은 (1)식에 의해 표 1에서 변경된 값으로, 방전에너지가 동일하도록 구성하였다.

$$C_1 V_1^2 = C_2 V_2^2 \quad (1)$$

2.3 시험회로 및 절차

시험회로는 당사에 구축한 간이합성시험설비[4]의 전압원회로를 이용하여 그림 3과같이 구성하였다. 조작순서는 DS2를 open한 상태에서, DS1을 close하고, 콘덴서를 목표한 값으로 충전한다음, 콘덴서가 목표한 값에 충전이 완료되면, DS1을 open하고 DS2를 close하여 VT1차측으로 방전시켰다. 방전전류는 선트(정격 10A, 50mV)에 나타나는 전압을 오실로스코프를 통하여 측정하였다.

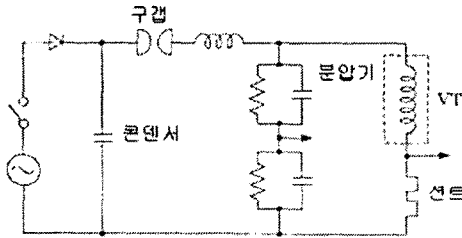


그림 3. 전하방전시험회로

2.4 시험회로 모의

그림 4과 5는 EMTP(Electro-Magnetic Transient Program)를 통해 시험회로(충/방전전압 159kV, 방전용량 11 μ F)를 모의한 결과로서, 그림 4은 VT 1차측 전류파형이며, 그림 5는 VT 1차측 전압파형이다. 그림4에서 전류 피크치는 약 9.78Apeak이며, 반치폭은 약 140ms이다.

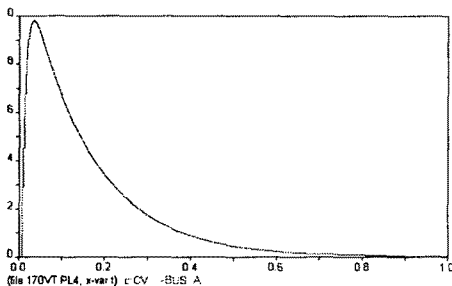


그림 4. VT1차측 전류파형

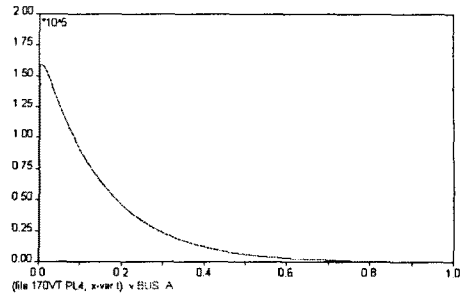


그림 5. VT1차측 전압파형

2.5 시험결과

표 3에 시험결과를 나타내었다.

	시험조건				시험결과 전류
	방전전압 파고치	방전용량	횟수	Interval	
1	276kV	11 μ F	1회	-	9.2A
2	195kV	11 μ F	연속2회	5분	8.5A
3	159kV	11 μ F	연속3회	4분	8.0A

표 3. 시험결과

그림 6는 방전내량시험시(159kV, 11 μ F, 연속3회시) 측정된 방전전류 파형이다. 측정파형은 약 40mV로서 8.0A 정도에 해당하며, 반치폭은 약 150ms이다.

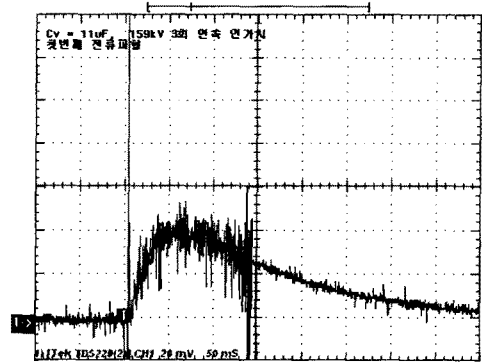


그림 6. 전하방전시험시의 측정전류파형

2.6 실계통 방전전류 모의

그림 7은 실제 한계계통에서 선로측VT를 통해서 방전되는 전류를 EMTP로 모의한 결과이다. 선로는 OF케이블 2000mm²을 대상으로 하였으며, 선로길이는 20km로 모의하였다. 그리고, 1 pu의 전압이 선로에 충전된 조건에서 VT 1차측으로 방전시키는 것으로 모의하였다. 표4에 모의된 OF케이블의 cable constant출력을 나타내었다.

Modal impedance [Ω /m]	1.031804E-04
Characteristic impedance [Ω]	3.91397E+01
Propagation velocity [m/sec]	2.04698E+07

표 4. OF케이블 2000mm²의 cable constants출력

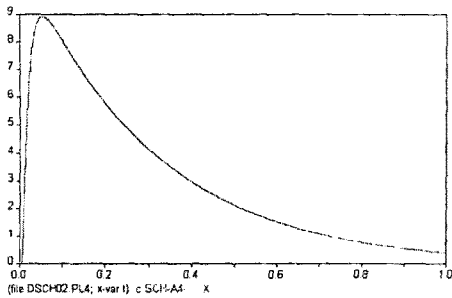


그림 7. VT 1차측 전류파형

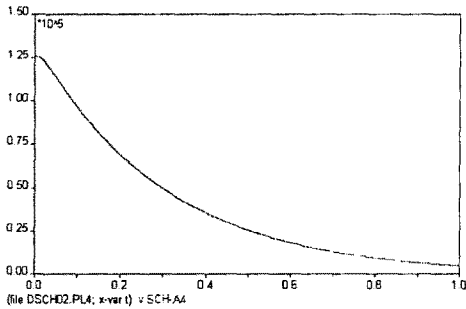


그림 8. VT 1차측 전압파형

모의결과, 전류피크치는 약 8.9Apeak가 방전됨을 알 수 있다.

다음의 그래프(그림 9)는 OF케이블의 길이를 변화시키면서 방전전류의 크기의 변화에 대해 모의한 결과를 나타낸 그래프이다.

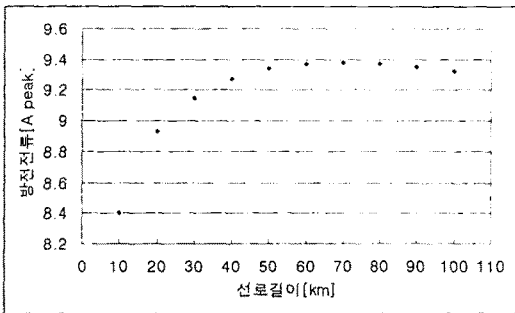


그림 9. 선로길이에 따른 방전전류 모의결과

3. 결 론

선로의 잔류전하가 가스VT를 통하여 방전하는 경우 VT의 방전능력을 초과하여 방전하면 VT를 손상시키게 된다. 이 때문에 제작하는 VT에 대하여 정전용량, 방전전압 및 연속방전횟수 등의 방전사양을 명확히 할 필요가 있다. 더구나 가스VT의 정격에 따라 방전능력이 다르게 되는 경우가 있기 때문에 사전에 방전사양이 가스VT의 방전능력에 대하여 문제없다는 것을 확인할 필요가 있다.

Nissin제의 방전사양을 바탕으로 EMTP로 모의한 결과와 당사의 설비로 시험한 결과,

1) 실제 계통에 대한 해석결과와 비교해볼때, 당사에 구축한 간이합성시험설비로 충분한 확인시험이 가능함을 알 수 있었다.

2) 실제 계통에 대한 모의결과로 시험조건이 실제 조건과 상당히 유사함을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] "高電壓計測の技術標準と認證制度", 電氣學會 技術報告(Ⅱ) 645号
- [2] "362kV GAS VT 철공진특성 및 성능평가 연구" 최종보고서, pp.11-12, 2000
- [3] T.Oyabu and A.Nakahashi, "가스絶緣計器用變壓器の適用と取扱い", 日新電氣技報 Vol. 30, No.4, pp.22-28, 1985
- [4] 정준모 외, "L-C공진회로를 이용한 대용량 간이합성시험설비 구축(Ⅱ)" 전력기기심포지움