

4-PARA 합성시험을 위한 설비 개조

The Modification of Synthetic Test Equipment for 4-Para Synthetic Test

| | | | | |
|---|---|---|---------|-------|
| 신 | 대 | 송 | 한국전기연구소 | 책임연구원 |
| 박 | 동 | 욱 | 한국전기연구소 | 선임연구원 |
| 박 | 경 | 업 | 한국전기연구소 | 연구원 |
| 류 | 형 | 기 | 한국전기연구소 | 연구원 |

예정이다.

1. 서론

IEC(International Electrotechnical Commission) Publication 56에 따르면 계통고장 제거시에 발생하는 재기전압을 2-Parameter(이하 2P)와 4-Parameter(이하 4P)로 규정하고 있다. 특히 100KV급 이상에 대해서는 원칙적으로 4P를, 대안으로 2P를 제시하고 있다. 그런데 당 연구소의 기존 합성시험 설비는 2P 설비로 구성되어 있으며 국내 유일의 설비로서 좀더 규격에 충실한 시험의 필요성이 높아져 362KV 40KA Half-pole 합성시험까지 가능한 4P 합성설비를 검토 하였다.

2. 규정 재기전압

1981년에 발표된 IEC 56-2 및 56-4에 의하면 100KV급 이하의 계통이나 100KV급 이상의 계통중에서도 단락전류가 그점에서의 최대 단락전류에 비해 상대적으로 작으면서 변압기를 통해 공급될 경우는 재기전압(Transient Recovery Voltage : 이하 TRV) 파형이 단일주파수 진동형태로 나타나고 이는 그림 1과 같은 2P로 표현가능하다. 또한 100KV급 이상의 계통중에서 단락전류가 그점에서의 최대 단락전류에 비해 상대적으로 큰 경우의 TRV 파형은 복주파수 진동형태로 나타나며 이는 그림 2와 같은 4P 형태로 표현된다. 위와 같은 근거에 따라 각 차단기의 단락시험 책무 및 100KV급 이하의 모든 차단기에 대해서는 2P범위의 한 차단시험을 실시하고 위의 경우를 제외한 모든 차단시험은 4P범위에 의해 시험하도록 규정되어 있고 대안으로 2P범위의 한 시험도 허용하고 있다. 그러나 그림 2의 출진 부분이 4P보다 피스폼에 가혹한 조건이 되기 때문에 이부분에서 절연파괴가 일어났을 경우에는 4P 시험을 실시해야 하고 국내에서는 시험이 이때까지는 불가능 했다. 따라서 현재 당 연구소에서 보유중인 2P 합성시험 설비를 부분 개조하여 4P 합성시험을 일부실시하였고 추가 설비를 구입 보완할

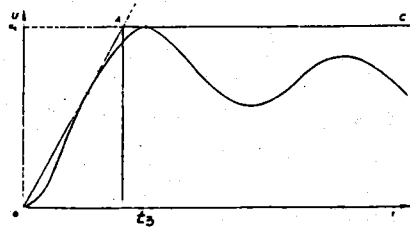


그림 1 2P TRV

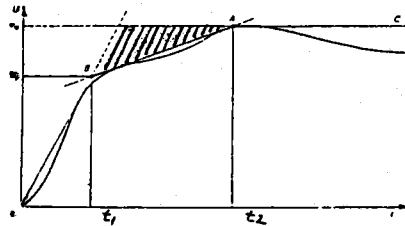


그림 2 4P 및 2P TRV 비교

3. 4P 시험 회로와 특성

아직 IEC에 의해 공인된 시험 회로는 없으나 각 연구소 또는 시험소에서 여러가지 회로를 제안하고 있는데 대표적으로 i) Weil 회로 ii) SLF 모의선로를 이용한 회로 iii) Zajie를 적용한 회로 iv) 주파수 변경회로 v) 3전원법 vi) w/H 제안회로 등이 있으며 회로 및 그 특성은 별첨 표 1과 같다.

4. 회로 선정

표 1에서 볼 수 있듯이 현재의 당 연구소 합성 설비설의 개조없이 362KV 1/2점절까지 시험할 수 있는 유일한 회로는 Weil 회로 뿐이다. 그러나 해외 및 국내 중전기 업체가 계획하고 있는 765KV 1/2점절 362KV 1점절 차단기에 대한 4P 합성시험을 위해서는 전체적인 설비의 개조 및 보완이 필요할 것이며 이에 따른 연구가 진행중에 있으나 금번 연구는 765KV 1/2 점절 시험설비 설치까지의 과도적인

회로에 대한 연구로서 Weil 회로를 선정하였고 이 회로에 대한 특성을 정밀하게 분석하였다.

| 순번 회로명 | 항목 | 상기용임 | 회로정수 계산 | 여여 | 상기계로 난이도 | 3625V 1/225V 이원정수 여부 | 기타 |
|--------|-----------------|------|---------|----|----------|----------------------|----|
| 1 | Weil 회로 | x | o | o | o | o | o |
| 2 | S-B 회로 | x | x | o | x | x | x |
| 3 | TRV 회로 | x | x | o | x | x | x |
| 4 | 오차 회로 | x | x | o | x | x | o |
| 5 | Deall-Atatom 회로 | x | x | o | x | x | o |
| 6 | 비타이 - 1 회로 | o | x | o | x | x | x |
| 7 | CEMI 회로 | o | o | o | x | x | o |
| 8 | 유리수 변환 회로 | x | o | x | x | x | o |
| 9 | AC-3인간명 | o | o | x | x | o | o |
| 10 | 2451e-3변환합 | o | o | x | x | o | o |
| 11 | 비타이 회로 | o | o | x | x | o | o |
| 12 | 비타이 - 2 회로 | o | o | x | x | o | o |

표 1. ** 판공 기준 **

- 상기 용임 : TRV 주위수에 의한 상기용임의 크기변화로 판공여부 여부
- 회로정수 계산 : Computer로 계산가능 여부
- 여여 : 선입회로에서 Gap이나 차단기가 없거나 2개 이상이면 "x" 판공
- 상기계로 난이도 : 본회의 당초의 예정이었던 선입회로 용수일때 3625V 1/225V 이원정수
- 3625V 1/225V 이원정수 여부 : 실시된 실적 기준 판공
- 기타 : 선입회로에 있 TRV 이원회로 이원정수 여부

5. Weil 회로 해석

그림 3과 같은 Weil 회로에 대해서 규격에서 규정하는 제반 규정치를 만족하는 회로 정수를 계산 하였다.

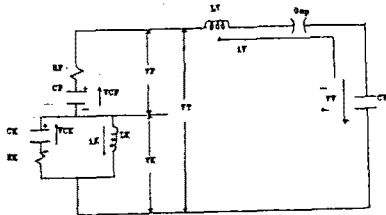


그림 3 Weil 회로

이때 규격치를 만족하는 단일 해를 구할 수는 없기 때문에 다음과 같은 계산방법을 적용하였다.

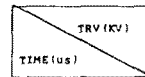
- RK, CK, LK에 초기치 부여
 - 근사 2P 파형을 발생하는 VV, CV, LV, RF, CF 계산
 - i-ii 계산 결과에 의한 VT 파형을 RUNGE-KUTTA 법으로 해석
 - 파형이 상기 규격치를 만족시키지 못할 때는 각 회로 정수변화에 따른 VT 파형 변화에 관한 예비 Data를 활용하여 관련 회로 정수치 변경
 - 규격치를 만족하고 기존 설비를 고려하여 최적이라고 판단되는 회로 정수 및 파형을 출력
- 이상의 계산은 Personal Computer를 이용하여 언어는 BASIC을 사용하였다

6. 실측 비교

IEC에 규정된 100KV급 이상 각종 차단기에 대한 회로

정수치를 계산하였고 그 결과를 기존 합성시험 설비를 사용한 실측치와 비교하였다. 그런데 여러가지 경우중에서 TRV의 초기 상승률이 클수록 선로정수 변화에 따른 파형 변화가 예민하기 때문에 누설 capacitance 및 결선용 선로의 inductance에 따른 오차 발생 가능성이 높으므로 170KV 31.5KA 60% BTF에 근사한 회로 정수치에서 시험을 실시하였다. 이때 실측치와 계산치를 비교하면 다음 표 2과 같은데 실제 회로 정수치와 계산치의 오차 및 기타 여건을 고려할 때 만족할 만하다.

| POINT | A | B | C | D | E | F | G | I |
|--------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| 계산치 | 194 | 249 | 251 | 100 | 180 | 124 | 13 | -48 |
| 실측치 | 69 | 218 | 357 | 135 | 287 | 64 | 210 | 150 |
| 오차 (%) | -1.4 | 0 | -0.8 | -2.2 | -0.1 | +1.8 | 0 | 0 |



$$\text{오차} = \frac{\text{실측치} - \text{계산치}}{\text{계산치}} \times 100 (\%)$$

표 2 계산치와 실측치의 비교

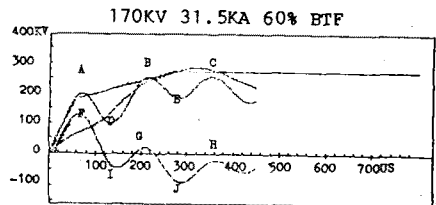
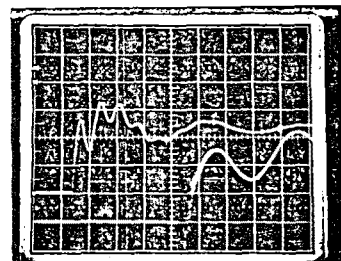


그림 4 계산 파형



TRV(VT), EV=25KV, 1V/DIV, SOUS/DIV, 200US/DIV, DIFFERENTIAL

그림 5 실측 파형

7. 결론

지금까지는 국내 계통 최고 전압인 362KV급 차단기까지의 개발시험에 대해 검토 하였으나 제작업체의 개발 계획과 보조를 맞추기 위해 현재는 762KV 1/2 점철 차단기에 대한 4P 합성 설비를 검토중에 있다. 곧 Weil 회로는 그때까

지 과도적으로 사용할 예정이며 연구 결과에 따라 적절한 시험 회로를 선택하여 다시 합성 설비를 개조 또는 보강할 예정이다.