

154kV 주변압기용 가스차단기(GCB) 소손에 따른 원인규명과 항구대책 분석

전규남, 장문성, 옥광석, 남궁혁, 안주훈, 정재원
한국수자원공사

A Study on the cause and permanent measures on trouble of the GCB for the Main Tr. of Voltage, 154kV

Kyu-Nam Jeon, Moon-Soung Chang, Gwang-Seok Ock, Hyuk-Namgoong, Joo-Hoon Ahn, Jae-Won Jeong
Korea Water Resources Corporation

Abstract - The Gas Circuit Breaker for the Main Transformer of voltage, 154kV at the 1st Hapcheon hydraulic power station, break down by the falling of a thunderbolt. From now, let's improve the efficiency on the maintenance of generating equipment by studying about the cause and the method for this problem.

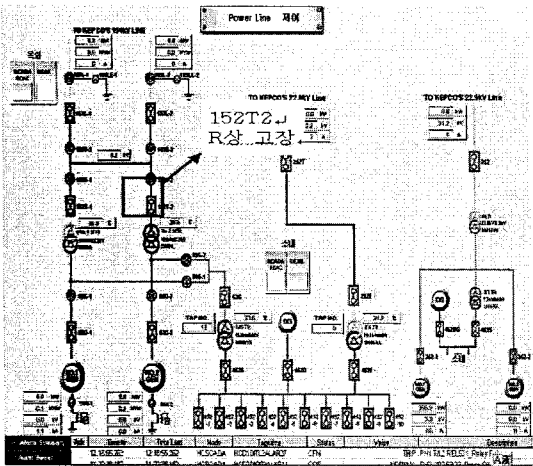
1. 서론

1989년 준공되어 154kV계통과 연계 운전중인 합천 제1수력 발전소의 No.2 주변압기용 가스차단기가 뇌Surge 유입으로 인하여 소손됨에 따라 이에 대한 항구대책 마련이 절실히 필요하게 되어 근본적인 원인규명과 대책을 분석하여 발전설비 운영관리 신뢰도를 증진시키고자 한다.

2. 본론

2.1 개요

1) 2008.07.25 10:38경 합천 제1수력 154kV 옥외변전소 내 낙뢰발생으로 인한 뇌Surge유입으로 No.2 주변압기용 가스차단기(GCB) R상 내부에 절연파괴로 인한 소손 사고가 발생함. 당시 차단기는 개방된 상태였으며 변압기 보호용 비올차동계전기(87T)가 동작하였고, 한전 합천 변전소측 송전선보호계전기 거리계전기 ZONE2(지락)이 동작함.

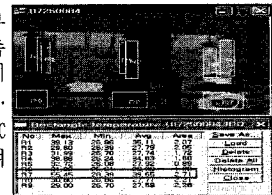


(그림1) 합천 제1수력 154kV 단선도

2) 조치사항

▶ 열화상 측정

각 상 붓싱 및 접촉자부 열화상 측정결과 R상 접촉자부가 타상(S,T상)들에 비해 약 25℃이상 높게 측정됨.
⇒ 3상 비교법에 의해 10℃ 이상 차이가 발생하여 고장발생으로 판단함.



(그림2) 열화상 측정표

▶ 절연저항 측정

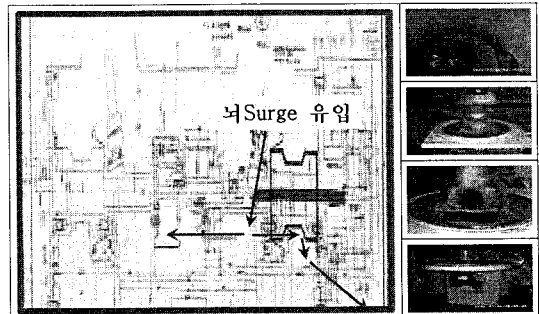
구분	R상	S상	T상
측정치	0.01M	∞	∞

▶ SF6 GAS내 SO2(이산화황) 농도 측정

- SO2(이산화황) 농도 측정치 : 5ppm이상(기준치 2ppm)

2.2 검토사항

2.2.1 : 원인분석



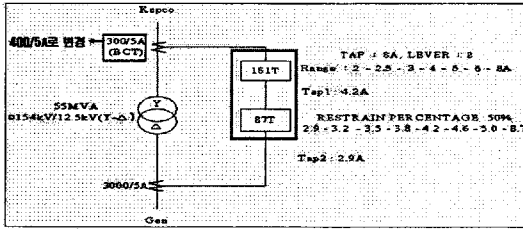
(그림3) 차단기 도면 및 지락으로 인한 내부탄흔발생 모습
사고 발생 당시 차단기의 과도한 개폐회수 및 장기간 사용으로 인한 절연조작봉의 절연약화가 진행된 상태에서 낙뢰로 인한 유도뢰에 의해 서지가 절연조작봉을 통하여 지락을 발생시켜 고장이 발생함.

2.2.2 : 한전보유 예비 차단기교 교체

구분	고장차단기	한전차단기
정격전압,전류	170kV, 2000A	170kV, 2,000A
차단전류	31.5kA	50kA
조작방식	공기조작	공기조작
BCT	300/5A	400/5A

2.2.3 : 차단기 교체 후 특기사항

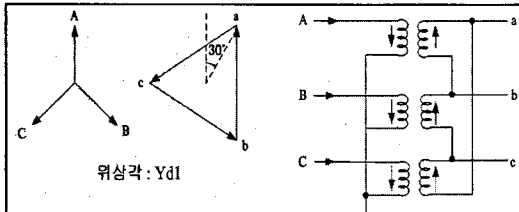
- 1) 한전보유 차단기 교체에 따른 보호계전기 탭정정
 - ▶ 고장차단기 BCT RATIO(300/5A)
 - ▶ 대체차단기 BCT RATIO(400/5A)



(그림4) 주변압기용 보호계전기결선 단선도

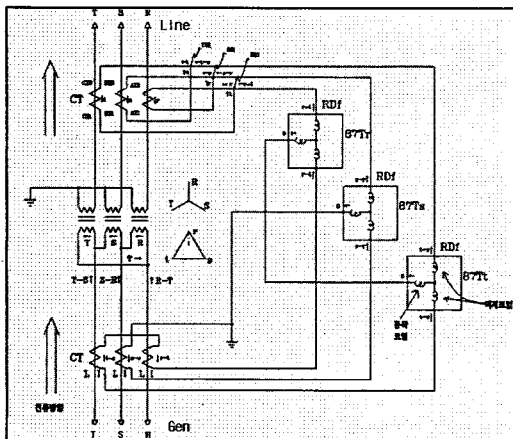
구분	타포	변경	
	(BCT 300/5)	(BCT 400/5)	
비율차동계전기 (87T)	고압측 TAP	4.2[A]	5.0[A]
	저압측 TAP	2.9[A]	4.6[A]
과전류계전기 (151T)	TAP	8[A]	6[A]
	LEVER	2.0	2.0

- 2) 비율차동계전기 정상동작을 위한 차단기 BCT 결선특성 검토
 - ▶ 주변압기 결선 Y-Δ 결선방법에 따라 1,2차 위상각 차이가 30도 전상 또는 지상이 발생하며, 이에 따라 CT 2차 결선방법에 의해 1,2차간 위상각이 최대 180도 차이가 나므로 주의.



(그림5) 주변압기 결선도예시(Yd1)

- ▶ 일반적으로 변압기 결선은 Y-Δ 이며, 위상각 보정을 위하여 CT접속은 Δ-Y로 결선하여 비율차동계전기에 흐르는 전류를 동위상으로 한다. 현재 합천 제1수력 주변압기 내부결선은 각 변위가 고압측이 저압측보다 30도 뒤진 Y-Delta결선(Yd1)으로 구성되어 있으며, 비율차동계전기의 정상동작을 위하여 주변압기 고압측 BCT결선은 변압기 저압측 내부결선과 동일하게 결선한다.



(그림6) 올바른 접속

2.2.4 : 합천수력 제1수력 옥외변전소 접지시스템 분석

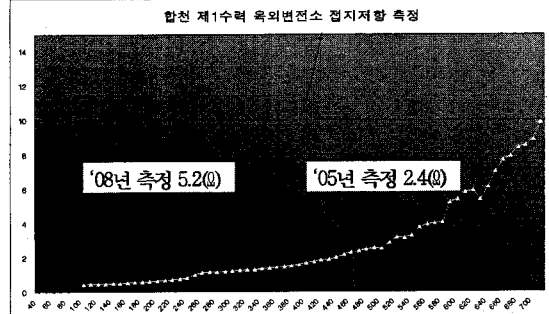
- 1) 목표 접지저항값 계산 : 0.71[Ω]
- (2005 수자원연구원 합천댐 접지보고서 참조)

접지계에 고장전류가 유입할 경우 대지전위가 상승하여 인축 또는 기기의 저압회로에 피해를 초래할 우려가 있으므로 대지전위상승을 제한 할 필요가 있으므로 대지전위 상승을 제한할 필요가 있으며, 1선 지락전류가 최대 고장전류로 주어지며, 일반적으로 송전선로의 가공지선과 발전소 접지망이 접속되어 있을 경우에는 접지고장전류의 (40~60%)가 접지망으로부터 가공선로로 분류된다.

- 2) 접지저항 측정결과

합천댐 제1발전소의 접지저항 측정값(2005.12.13, 2008.10.03측정)을 목표 접지저항 값 0.71[Ω]과 비교해 볼 때 모두 목표값보다 높게 측정됨은 물론 2005년 측정값과 비교하여 2008년 측정값이 더 높게 측정되어 지속적인 관찰과 더불어 변전소내 접지보강이 필요하다고 판단됨.
(측정법 - 전위강하법, 측정선길이의 61.8%지점 측정)

구분	목표접지 저항값	측정값 ('05.12.13)	측정값 ('08.10.13)
접지저항(Ω)	0.71	2.4	5.2



(그림7) 옥외변전소 접지저항 측정결과

3. 결 론

앞에서 살펴본 바와 같이 합천 제1수력 발전소의 154kV No.2주변압기용 가스차단기 소손사고는 낙뢰로 인한 뇌Surge 유입으로 인하여 결과파괴로 인한 지락발생이 원인이며,

이에 따라 합천댐 옥외변전소 낙뢰대책연구를 위하여 2005년 과 2008년 2차례에 걸쳐 접지시스템을 분석한 결과 목표 접지저항값 0.71[Ω]과 비교해 볼 때 매우 높게 측정되며, 증가 추세에 있음에 따라 지락사고 또는 뇌Surge 유입시 다음 표와 같이 대지전위 상승이 접촉전압 및 저압기기 내전압을 크게 상회함으로 지락사고 또는 썬지 유입시 발전설비 및 통신기기를 포함한 기타 전기설비에 심각한 손상을 유발 할 수 있다. 즉, 접지설비에 대한 보강이 필요하다고 볼 수 있다.

구분	설계시 안전전압	대지전위 상승값('05)	대지전위 상승값('08)
	(접지저항:0.71Ω)	(접지저항:2.4Ω)	(접지저항:5.2Ω)
접촉전압	545(V)	1,882(V)	3,988(V)
보폭전압	1,694(V)	5,724(V)	12,402(V)
저압기기 내전압	2,000(V)	6,778(V)	14,685(V)

- 참고문헌 -

- [1] L.V. Vewley : Traveling waves on Transmission System. Dover. Publicatins Inc, New York
- [2]강인권 지음 : 최신 피뢰 시스템과 접지기술, 교우사