

CNCV케이블 지중배전선로 비일괄공동접지기술

취재 | 제도연구실 손영선

- 인증번호 : 전력신기술 제48호
- 신기술명칭 : CNCV케이블 지중배전선로 비일괄공동접지기술
- 유효기간 : 2015. 12. 21
- 개발자 : 전명수(협회중신회원, 45)



1. 전력신기술 내용

1.1 개발배경

최근 전세계적으로 심각한 에너지 위기에 직면하고 있으며, 특히 우리나라는 에너지 자원의 90%이상을 수입에 의존하고 있는 현실이다. 우리나라의 배전계통은 22.9kV-y 다중접지 방식으로 도시외곽 또는 농어촌 지역의 경우 가공선 형태로 대도시 중심부 등 사람의 왕래가 빈번한 곳이나 신도시 지역 등에서는 공급 신뢰도와 도시 미관을 고려하여 지중케이블로 전력을 공급하고 있으며, 선로 운영상 배전선로의 중성선을 일정구간 마다 접지하는 다중접지방식을 채택하고 있다. 이러한 다중접지방식은 중성선을 대지에 직접 접지하기 때문에 지락 사고시 전전상의 전압 상승이 적어 전력 설비의 절연 및 지락 전류의 검출이 용이하고 보호계전기 등이 신속하게 동작한다. 또한 계통 사고 등으로 인하여 동심 중성선의 전위가 상승되어 발생하는 파급장애를 방지하고자 케이블접속 구간마다 동심 중성선을 일괄 접지하는 방식으로 운영하고 있다. 이는 평상시에는 불평형 부하전류를 흘려주고, 지락 사고시에는 동심 중성선의 대지 전위 상승을 일정값 이하로 제한하여 배전 계통을 안전하게 유지하여 준다.

우리나라의 지중 배전선로에 사용하는 CNCV 케이블은 시스템 선을 중성선으로 겸용하므로 별도의 중성선 포설이 필요 없으므로 시공이 간편하고 시설비가 절감되는 좋은 방식이나 전력 계통은 각상(A,B,C상)의 부하가 항상 평형일수 없음은 물론 평형일 경우에도 부하전류의 42.96%의 순환전류가 동심중성선에

에 발생되고 있기 때문에 케이블 심선에 55%정도의 불필요한 동심중성선 손실전력이 추가로 발생된다. 이러한 손실전력으로 케이블의 내부온도가 상승되고 케이블의 전류용량이 감소하며, 케이블 외피에서 흑온메타로 측정하는 부하전류가 적게 측정되어 설비 관리에도 어려움이 있었다. 그러므로 과거에도 이 같은 문제점을 제기하는 수편의 논문이 발표 되었으나 현실적으로 적용할 수 있는 방법을 제안하지 못하였으며, 손실전력 절감은 물론 에너지 절약 등의 사유로 이같은 문제의 해결이 절실히 요구 되어왔으며, 본 신기술은 현재 사용중인 배전계통이나 공급 신뢰도는 물론 사용중인 케이블 변경없이 최소의 경비로 동심중성선 순환전류를 해결하기 위한 기술이다.

1.2 신기술내용

본 신기술은 2009. 12. 22 전력신기술 제48호로 지정(지경부) 받아 한국전력공사의 고창 실증시험장에서 실증시험을 통하여 신뢰성을 검증하였고 6개 사업장의 효과 검증 등 3년여의 현장 적용시험 사용을 통하여 각종 시험검증을 완료하고, 현재 한국전력공사 전국사업소에 기설선로의 설비 개선 및 신설선로에 적용중 있는 신기술로 중성선 다중접지계통 특성 및 신뢰성을 유지하며, 케이블 시스템의 양단접지와 편단접지의 단점은 배제하고, 장점만 선택하여 사용할 수 있는 기술이며, 그 내용은 다음과 같이 요약된다.

구분	중전	개선(신기술)
접지 방식	• 특고압 케이블 동심 중성선의 접속개소 및 단말개소 마다 3상을 일괄 하여 접지	• 특고압 케이블 동심중성선의 접속개소 마다 중성선 2상은 분리하고 나머지 한상만 연결하여 접지
주요 내용	• 순환전류 생성 전력손실 발생 및 케이블 온도 상승 • 동심중성선 3선연결이 필요함	• 순환전류 차단 전력손실 감소 및 케이블 온도 상승 억제효과 • 동심중성선 1선만 연결하므로 시공편리
개요도		

1.3 기대효과 및 활용실적

가. 기대 효과

동심중성선 3선중 편단접지로 사용하는 2선의순환전류는 완전히 제거되며 중성선으로 사용하기 위하여 다중 접지하는 나머지 1선은 순환전류 일부가 잔존하나, 그 잔존량 크기가 적고 결정 변수가 다양하여 손실전력 감소량의 계산이 복잡·다양하여 난해하므로 2선에 대한 손실전력 경감효과만(한국전력공사 2005년 설비현황을 참고)을 반영하였다

- **년간손실전력절감량 : 117,741,390kwh/년**
- 케이블 1상의 중성선 순환전류에 의한 손실저감 전력량 = I^2Rt
 = (순환전류)² × (중성선 저항) × (순환전류가 있는 케이블 공장) × (전력공급시간)
 = (평균부하전류)² × (순환 손실전력 평균비율) × (순환 전류가 있는 케이블 공장) × (전력공급시간)
- 전력손실 절감액 = 2상의 손실절감전력량 × 전력구입단가
- 한국전력공사 NDIS 시스템에서 추출한 지중배전 케이블 공장
 - ※ 배전선로 평균 지중공장이 250m 이하 제외 : 26,341-(14+83) = 26,244 c-km에서 직매구간, 교량구간등 제외하면 : 25,900 c-km
 - ▶ 배전선로 평균부하전류 : SOMAS 의 배전선로 평균부하(5,850kW)로 산출
 $I = 5850 / (\sqrt{3} \times 22.9) = 147A$
 - ▶ 순환손실전력 평균비율 : 「IEEE Std. 525 및 JEAC 7001-1999」규정에 전력구는 삼각 배열,관로는 수평배열 산식을 적용하여 산출
 - ▶ 전력구입단가 : 58.73 원/kWh ('07년기준)

■ 절감전력 산출내용

- 계산조건
 - 전용구간(평균전류 100% 적용) : 3,421 c-km (전력구 구간)
 - 부하구간(부하분산계수1/3 적용) : 22,479 c-km (관로구간)
- 계산내용 : $147^2 \times ((0.02042 \times 3,421) + 0.03237 \times (22,479/3)) \times 365 \times 24 = 58,870,695kwh/년$
 ⇒ 3상중 2상의 순환전류가 제거 되므로 = $58,870,695 \times 2상 = 117,741,390kwh/년$

나. 적용실적 (한국전력공사)

- 2009.6 ~ 2009.12 : 1,225 c-km
- 2010.1 ~ 2010.6 : 1,500 c-km(부품매출량으로 추정)
- 합 계 : 2,700 c-km (25,900 c-km 중 10.4%)

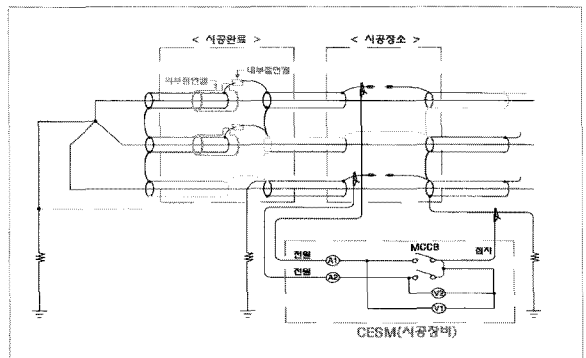
1.4 시공상 유의사항 및 오 시공에 따른 장애 사례

가. 시스유기전압 한계

한전설계기준 1650(송전) 시스의 상시 최대유기전압 크기 100V 이하로 하고 있으며, 22.9kV 계통은 별도로 정하고 있는 것이 없으나 154kV 접속재의 반도체층은 접속재의 외부반도체층의 양단이 절연되어 있고, 22.9kV 접속재는 외부 반도체층이 연속되어 있으므로 IEEE std 525-1992에 High-voltage의 일단접지 쉴드 개방단의 연속한계전압 25V를 초과하지않는 것이 바람직하다.

나. 비일괄공동접지의 바른시공과 사고예방

동심중성선 3선중 2선은 1단만 3선을 일괄로하여 접지하고, 상대단은 개방하는 것을 기본으로 하므로 중성선 양단이 모두 개방되어 후로딩 될 경우 접속재 양단의 전위가 상승하여 접속재가 손상되거나 안전사고의 우려가 있으므로 어떠한 경우에도 중성선의1단은 접지되어야 하며 운전중인 활선케이블의 순환전류가 흐르는(수십~수백 암페어) 동심중성선을 절단 하여야 하므로 반드시 정해진 시공장비와 시공 부품에 의한 안전한 시공이 필요하며 상세한 시공방법과 추가로 필요한 사항은 우리회사 홈페이지(www.elec-consulting.co.kr)에서 구하시기 바랍니다.



2. 신기술 경쟁력 및 향후전망

본기술은 최초 북미지역에서 일괄공동다중접지방식을 수입하여 사용하다 최초로 개량하여 사용하는 기술이며 우리나라와 유사계통 사용국가로 수출할 계획이다. 현재 사용실적은 한국전력공사 전체 케이블의 10% (2700c-km) 내외로 높지 않으나 사용이 지연되므로 연간 117,741,390kwh에 해당하는 전력이 낭비되고 있으므로 적극 사용하여 손실절감량에 해당하는 하계 부하부담에 사용함은 물론 탄소 발생없는 발전에 해당하는 효과를 거양할 수 있기를 기대합니다. ❖