

배전선로 무정전 변압기 교체를 위한 새로운 위상변환 장치

신동열*, 김속철*, 윤기갑*, 차한주**
한전 전력연구원*, 충남대학교**

A New Phase Converter Uninterruptible Power Bypass Device for the Replacement of Distribution Transformers

Dongyeol Shin*, Cukcheol Kim*, Gigab Yoon*, Hanju Cha**
Korea Electric Power Research Institute*, CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY**

Abstract - 배전선로의 주상변압기 교체 공법은 시공방법에 따라 전력품질이 좌우된다고 할 수 있으나, 지금도 개선되지 않은 방법으로 작업을 하고 있어 부실시공에 의한 고장정전과 안전사고가 근절되지 않고 있으며, 공사비가 과다발생 하는 문제점이 있는 등 전력신기술에 의한 시공품질 관리가 절실히 요구되는 분야이다.

따라서, 본 논문에서는 새로운 위상변환장치를 이용한 무정전 공법을 제안한다. 제안한 공법은 현행 공법의 문제점을 획기적으로 개선함으로써 안정적인 전력공급과 동시에 배전원가 절감에 따른 저렴한 전기요금으로 국민생활에 편리함을 더하고 국가경제 발전에 기여하게 될 것으로 기대된다.

1. 서 론

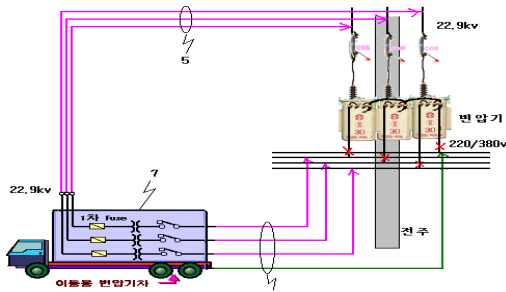
전력소비패턴의 다양화 및 고품질의 전력공급에 따른 국민생활에 장애와 불편을 최대한 줄이기 위해서는 배전공사시 간단하고, 저렴한 공사비로 모든 변압기 대상으로 무정전 작업을 확대하여 정전이 없는 고부가가치 전기사용이 요구되고 있고, 전기는 쾌적함과 편리한 생활을 바라는 소비자의 욕구로 전기에 대한 의존도는 매년 증대되면서 양질의 전력공급이 절실히 요구된다.

따라서, 본 논문에서는 현행 무정전공법에서 변압기 교체작업시 공사비 과다발생으로 계약전력 50KW이상만 제한적으로 시행하고 있는 현행 무정전 변압기 교체방법을 개선하기 위해서 새로운 무정전 변압기 교체방법을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 현행 무정전 변압기 교체방법

종래의 무정전 변압기 작업방법은 <그림1>과 같이 무정전 변압기차(7)를 이용하여 변압기 교체시 1차 고압 바이패스 케이블(5)을 주상변압기 1차 22.9KV에 연결하고, 2차 저압 바이패스 케이블(6)을 변압기 2차측 선로에 연결후 무정전 상태에서 변압기를 교체하고 있다.



<그림 1> 현행 무정전 변압기 교체방법

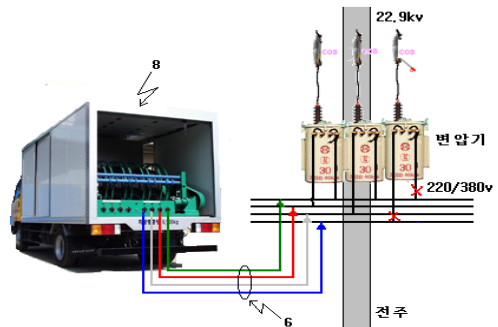
2.1.1 현행 무정전 작업시 문제점

현행 무정전 변압기공법으로 변압기 교체작업시 1차 특고압을 무정전 변압기차에 바이패스 연결 하기 위해서는 활선차와 활선전공이 반드시 필요하고, 바이패스 케이블을 연결하기 위해 특고압 전선 피복을 활선상태에서 벗기고 작업함으로 22.9kV 전력선에 피복 손상을 주는 문제점 있다. 또한 1차 특고압 바이패스 연결로 인한 임시가설 및 철거에 따른 활선작업으로 공사가 장시간

소요 될 뿐만 아니라, 3상 바이패스에 따른 상별 위상검사 방법과 작업절차가 복잡하고, 무정전 공사비가 많이 발생되어 전기요금 인상이 가중되고, 복잡한 활선작업으로 인한 작업자의 안전사고 위험이 항상 노출되고 있다.

2.2 본 논문에서 제시한 새로운 무정전 변압기 교체방법.

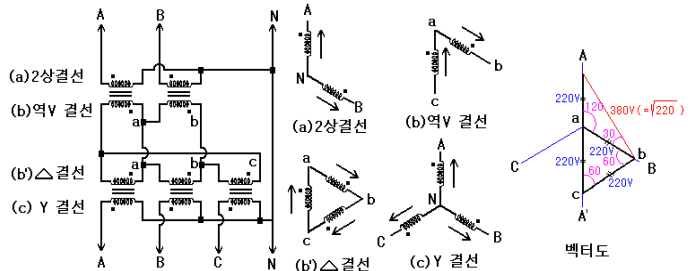
본 논문은 <그림 2>와 같이 c상 변압기 교체시 위상변환장치에서 a,b상 변압기의 전원을 입력받아 출력전압으로 c상 전원을 만들어 공급함으로 고압작업 없이 저압 바이패스 케이블(6)만 연결하여 변압기를 교체하는 새로운 무정전 방법이다.



<그림 2> 새로운 무정전 변압기 교체방법

2.2.1 위상변환 원리

3상 변대에서 c상 변압기를 교체하기 위해 나머지 2대의 변압기에서 A,B,N(2상3선) 전원을 이용하여 위상변환장치에서 3상4선으로 변환하여 교체하고자 하는 변압기 2차 배전선로에 공급한다. 위상변환 원리는 <그림 3> 과 같이 단상변압기 5대를 이용하여 입력 2상3선(A상,B상,N상) 단상변압기 2대에서 1차측(a) A,B,N상을 연결하고 2차측(b)을 역V결선하면 3상3선 전원으로 변환된다. 이것을 다시 단상변압기 3대를 이용하여 Δ-Y결선하면 3상4선(a상,b상,c상,n상) 전원이 출력(c)된다. 특히 백터도와 같이, 2상결선 상태에서 2차를 역 V결선하면 A상 변압기 2차결선을 반대로 결선하면 A'는 180 위상이 된다. 따라서 A'와 B상의 위상각은 60°(=180-120)로 정상각형 형태의 역V결선이 되어 A, B, C상 전압을 얻을 수 있다.

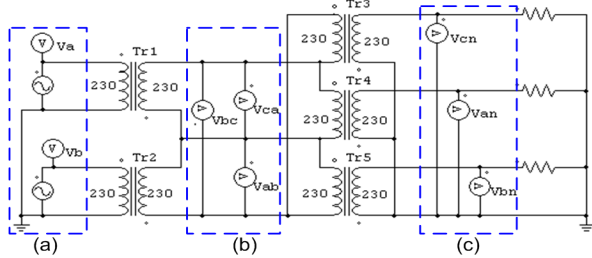


<그림 3> 위상변환 원리

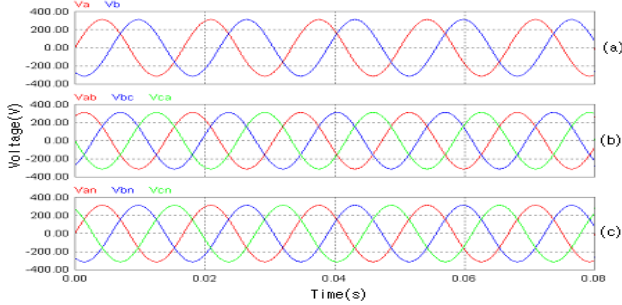
2.2.2 Psim을 이용한 시뮬레이션

위의 위상변환 부분을 Psim을 이용하여 시뮬레이션하여 보면 <그림 4>와 같이 2상전압 부분 (a) Va,Vb 전압파형, 역V결선 부분(b) Vab, Vbc, Vca 전압파형,, 출력부분(c) Van,Vbn,Vcn 전압파형을 측정하였다.

측정결과 <그림5>과 같이 정상적으로 위상변환이 되어 C상전압이 출력되었다.



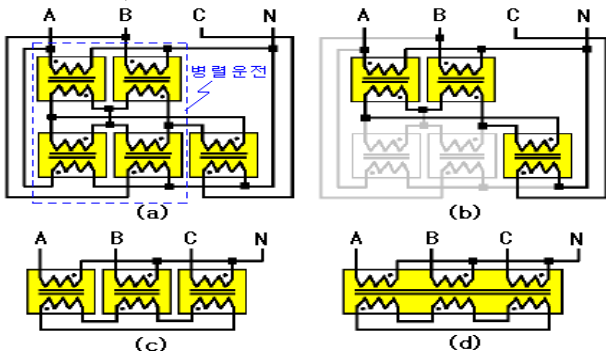
<그림 4> Pism을 이용한 시뮬레이션



<그림 5> Psim을 이용한 시뮬레이션 파형

2.2.3 위상변환 구조 단순화

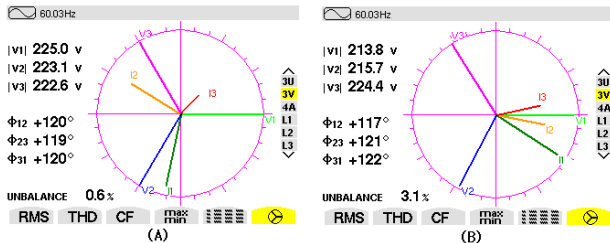
<그림6> (a)과 같이 단상 변압기 5대중 병렬 운전되는 부분을 단순화하면 그림(b)와 같이 되고, 이것을 단순화하면 그림(c)와 같이 단상변압기 3대로 되며, 3상변압기 형태로 단순화 하면 그림(d)와 같이 된다.



<그림 6> 위상변환 변압기 구조 단순화

2.2.4 위상변환 장치를 이용한 측정 데이터

변압기 2차 부하전류가 A상 112[A], B상 80[A] C상 100[A]가 걸린 상태에서 B상 변압기를 무정전 상태에서 교체하였고, <그림7>은 위상변환장치 케이블 연결 부분에서 (a) 변압기 교체 전에 측정한 값이고 (b)는 변압기를 교체하기 위해 COS를 OFF후에 측정한 데이터 값이다.



<그림 7> 위상 변환시 측정 데이터

2.2.5 개선효과

현재 시행하는 무정전변압기공법은 '93년부터 도입하여 지금까지 사용해 오고 있으며, 무정전 작업시 주상변압기 1차-2차 모두 바이패스 하여 변압기를 교체하는 방식으로 1차 특고압 바이패스 작업을 위해 활선작업이 필요하고, 활선작업으로 인한 작업자 위험부담과 작업시간이 많이 소요되고 있다.

따라서 위상변환 바이패스 장치를 이용한 배전선로 무정전 공

법은 변압기 교체시 저압으로 시행하므로 작업시간은 기존에 비해 작업시간을 최대 30~50%단축할 수 있고, 공사비는 30~50% 절감할 수 있는 장점이 있다

현행방법	새로운 방법
<ul style="list-style-type: none"> 이전 무정전 위상변환 바이패스 장치에 결점점연결 위압발 접속 특고압 단상변압기 5대 병렬 운전 공사용 계전기 투입 실조점 이상 검사 정상 저압 차단기 투입 COS 개발 변압기 교체 공사시행 	<ul style="list-style-type: none"> 저압무정전 위상변환 바이패스 장치에 결점점연결 22.3kv 바이패스 시행 저압케이블 연결 변압기 부상방호 정원개발기특고압 위상변환장치 COS 개발 저압무정전 위상변환 바이패스 장치 변압기 교체 공사시행

<그림 8> 현행방법과 새로운 무정전 작업방법 현장비교사진

2.2.6 활용방안

소비자는 전기품질의 요구 수준이 날로 높아지고, 전기사용 불편을 줄이기 위해 무정전 상태에서 배전설비를 관리하는 선진 국형 전력공급 방법이 요구되고 있다.

그러나 종래의 무정전공법에 의한 변압기교체 방법은 작업시간 과다, 작업복잡, 위험하고, 특히 공사비가 많이 발생되어 배전사업소 공사원가의 과투자로 경제성이 매우 낮은 실정이다. 종래의 고압 무정전 변압기공법에 비해 위상변환 바이패스공법은 배전시공의 안전성 확보차원에서 획기적인 효과를 가져올 것으로 기대되며, 특히 저압 무정전 작업으로 작업공정 단순화 및 공사비절감, 작업시간단축 등 시공능력 확보에 좋은 효과가 있어 향후 한전 단가 공사업체에서 활용될 전망이다

3. 결 론

최근 전력 소비패턴의 다양화 및 고품질의 전력공급에 따른 국민생활에 장애와 불편을 최대한 줄이기 위해서는 정전이 없는 고품질의 전력공급 문제와 2002년7월1일 부터 제조물 책임법(PL법) 본격 시행으로 잠깐의 정전이라도 커다란 고객측 피해발생을 줄이기 위해서는 작업정전(0)이 요구되고 있는 실정이다.

이와 같이 작업정전을 최대한 줄이기 위해서는 저렴한 공사비용으로 향후 변압기 및 저압인입선 교체시 까지도 무정전 작업을 확대 시행해야 할 것이다.

따라서 본 논문에서 제시한 위상변환장치를 이용한 새로운 변압기공법은 국내 전기공사업체의 시공능력 향상과 작업공정 단순화로 안전성 확보에 획기적인 효과를 가져 올 것으로 판단 된다.

특히, 기존 무정전 공법에서는 변압기 1- 2차를 동시에 바이패스하여 고압 무정전으로 변압기를 교체 하던 방식을 위상변환 바이패스 장치를 이용하여 저압 무정전 공법으로 획기적으로 개선함으로 안정적인 전력공급과 동시에 배전원가 절감에 따른 저렴한 전기요금으로 국민생활에 편리함을 더하고, 발주자와 시공자 모두가 경영개선에 도움이 되고 국가경제 발전에 기여하게 될 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박중신외2, "배전실무 Ⅲ", 한전 중앙교육원, 327~343페이지, 1997년
- [2] 문수덕외3, "무정전공법(기초과정)", 한전 중앙교육원, 2001년
- [3] 한전 중앙교육원장, "무정전공법 Ⅱ", 한전 중앙교육원, 2001년