345kV 변압기 3차 모선결선을 통한 보호용 변류기 결선의 이해

윤중덕, 김재열*
한국전력공사*

Understanding CT Connection through 3rd Bus Connection of the 345kV Auto Transformer

Jung-duck Yoon*
Korea Elecitric Power Corperation*

Abstract - 한전의 전력계통망에 사용중인 345kV 변압기는 1차와 2차권선의 일부회로를 공통으로 사용하는 단상 단권변압기를 사용하고 있다. 단상변압기로 인한 3차결선은 변압기 외부에서 알루미늄 부스바를 이용하여 모선을 구성한다. 한편, △결선의 특징은 3차측 붓싱의 극성과 관련하여 결선방식에따라 3차측 위상이 1차측 위상보다 30°진상 또는 지상의 위상특성을 가지고 있어 비율차동계전기 결선방식에 있어 주의를 요한다. 변압기는 YNautod1결선 또는 YNautod11으로 결선할 수 있다. 한편 비율차동기용 결선은 1차측과 2차측은 △결선으로 3차측은 Y결선으로 비율차동계전기에 입력이 되어야 한다. 이때 3차측의 위상을 고려하여 1차측과 2차측의 CT △결선은 변압기 결선방식과 동일한 결선으로 시행하여 한다.

1. 서 론

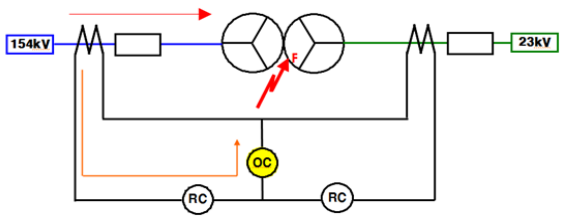
한전의 전력계통망에 사용중인 345kV 변압기는 1차와 2차권선의 일부회로를 공통으로 사용하는 단상 단권변압기를 사용하고 있다. 변압기 3차권선은 델타결선을 시행하고, 3차측 결선을 통해 소내전원 및 조상설비를 연결하여 사용하고 있다. 한편 3차결선에 적용되는 델타결선 방식은 1차측을 기준으로 30도 진상 또는 지상위상이 출력되는 특징을 가지고 있어 비율차동계전기용 1차와 2차측 CT입력시 주의를 요한다. 만일 3차측 위상을 고려하지 않을 경우 3차측 고장시 오동작이 발생할 수 있다.

2.보호개요 및 문제점

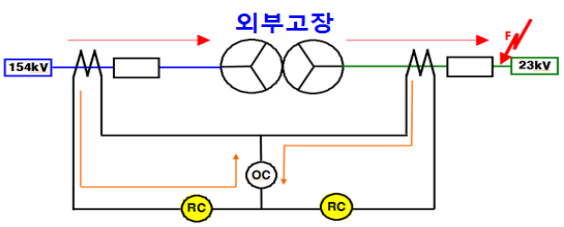
2.1 비율차동계전기 동작원리

비율차동계전기의 동작원리는 아래 그림과 같이 내부고장시 1차측에 고장전류가 CT를 통해 유기된 전류가 인식되고, 2차측은 고장전류를 공급하지 않거나, 변압기 병렬운전시 변압기 내부로 고장전류를 공급함으로써 동작코일(OC)에 전류를 공급하게 됨으로 보호계전기가 동작하게 되지만, 변압기 외부고장시는 1차측과 2차측 전류의 방향이 동일하게 되어 동작코일에 전류가 상쇄됨으로써 동작하지 않게 된다. 보다 자세한 예시를 보면 다음과 같다.

- 내부고장시 : 1차측 전류만 입력되어 Oprating Coil 동작



- 외부고장시 : 1,2차측 전류가 내부 순환되어 Operating Coil 부동작



2.1 345kV 변압기 보호특징

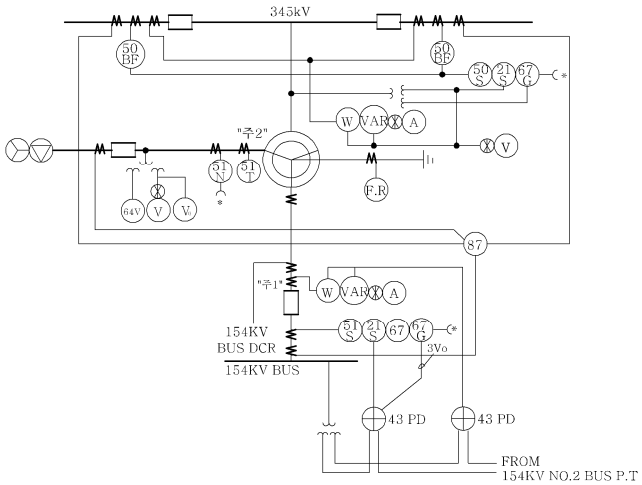
○ 345kV 변압기 보호의 특징은 주보호로 사용되는 비율차동계전기에 입력되는 CT요소는 1차측에서 2개소, 2차측에서 1개소, 3차측 차단기의 1개 CT를 이용하여 총4개 CT가 입력되는 4권선용 계전기를 사용된다.

○ 한편, 변압기 비율차동계전기 CT의 결선방식은 변압기 결선방식과 일반적으로 변압기 Y결선시 CT결선은 △결선으로, 변압기 결선이 △결선일 경우 Y결선으로 시행하여야 한다.

○ 345kV 주변압기 보호방식

주보호	후비보호			
	구분	1차	2차	3차
전류비율차동방식	단락	2단계 한시 거리계전방식	2단계 한시 거리계전방식	과전류 계전방식
	지락	방향성 과전류 계전방식	방향성 과전류 계전방식	과전압 계전방식

○ 345kV 주변압기 AC Sequence 단선도

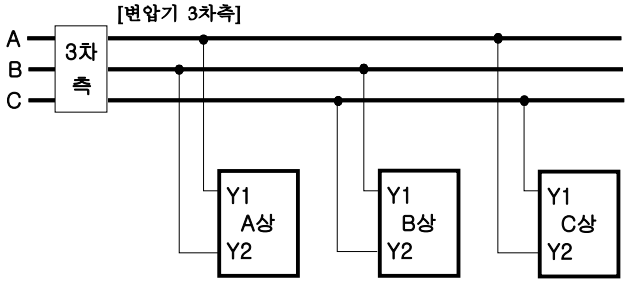


2.2 문제점

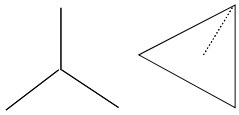
○ 345kV 변압기는 단상변압기로 3차측 결선방식이 외부로 결선됨에 따라 △결선 방식이 아래와 같이 2가지 방법으로 결선할 수 있다.

○ YNautod1 결선 : 1,2차권선 전압위상이 3차측보다 30° 빠른 경우

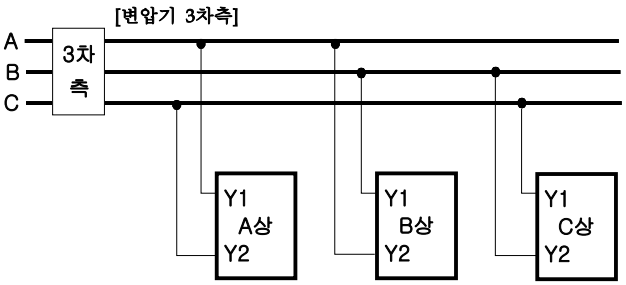
- 결선도

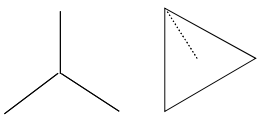


- 위상특성

결선방식	각변위 개요도	비 고
YNautod1	 저압측이 고압측보다 30° 지상	

○ YNautod11 결선 : 1,2차권선 전압위상이 3차측보다 30° 느린 경우
- 결선도



결선방식	각변위 개요도	비 고
YNautod11	 저압측이 고압측보다 30° 진상	

3. 해결방안

3.1 원리

△결선의 원리를 살펴보면 Va-Vc, Vb-Va, Vc-Vb 선간전압을 이용하는 YNautod1결선과 Va-Vb, Vb-Vc, Vc-Va 선간전압을 이용하는 변압기 결선이 YNautod11결선으로 구분되어진다. 3차측 위상이 지상30° 또는 진상30° 구분되어지기 때문에 1차측과 2차측의 CT 위상을 지상 30° 또는 진상 30°로 위상을 변화시켜야 한다.

따라서, 변압기 결선과 동일한 결선을 적용하여 한다. YNautod1 결선의 변압기는 1차측 전류의 입력 중앙차단기 및 모선측 차단기의 CT 결선을 Ia-Ic, Ib-Ic, Ic-Ib 선간전류를 입력하여 비율차동계전기에 입력하여 하고, 2차측 CT는 Ic-Ia, Ic-Ib, Ib-Ic 전류입력이 되어야 한다. 한편 3차측 CT는 Y결선을 통하여 변압기측을 일괄접속하여 각상별로 -Ia, -Ib, -Ic 되도록 결선하여야 한다.

한편 YNautod11결선의 경우 1차측 결선을 변압기 권선과 동일한 Ia-Ib, Ib-Ic, Ic-Ia결선으로 보호계전기에 입력하고 2차측 CT는 Ib-Ia, Ic-Ic, Ia-Ic결선으로 시행하여 CT입력이 되어야 한다. 마찬가지로 3차측 CT는 Y결선을 통하여 변압기측 일괄 접소가여 각상별로 -Ia, -Ib, -Ic 되도록 결선하여야 한다. 즉 3차측의 위상을 고려하여 1차측 CT와 2차측 CT의 위상을 고려해야지만 3차측에 단락고장 등이 발생하였을 경우 오동작을 방지할 수 있다.

3.2 적용

디지털시대의 도래로 인하여 디지털 형식의 보호계전기가 개발되고 출시되고 있다. 디지털 비율차동기의 계전기와 과거 EM Type의 계전기와의 비교에서 가장 큰 변화는 CT의 결선을 계전기내부에서 정정으로 위상을 보정하는 기능을 디지털형식의 계전기에 적용하고 있다는 점이다.

따라서, 계전기에 입력되는 CT는 변압기측을 일괄하여 접속하여 Y결선하여 정정으로 변압기 결선의 위상을 보정하여야 한다.

디지털Type과 EM Type의 가장 큰 차이점은 계전기 내부 정정요소로 위상을 보정하는 점과 계전기 외부인 CT에서 위상을 보정해 주어야 하는 특징을 가지고 있다. 국내에서 적용중인 디지털Type의 비율차동기의 제작사별로 정정과 EM Type의 특징은 아래와 같다.

MTP-H4S ; Mit's, T60 : GE, GRT100 : Toshiba

구분	계전기 형식	결선방식별 정정값		비 고
		YNautod1	YNautod11	
디지털	MTP-H4S	TR-CON : 1	TR-CON : 0 (Ia-Ib형태로 CT결선)	외부 Delta 결선 필요
	T60	WINDING 4 : Angle Wrt Winding 1 : -30.0	WINDING 4 : Angle Wrt Winding 1 : -330.0	
	GRT100	d1, d2, d3 : 1 d4 : 0	d1, d2, d3 : 11 d4 : 0	
그 외	12BDD17B	외부 Delta결선 확인 (Ia-Ic형태로 CT결선)	외부 Delta결선 확인 (Ia-Ib형태로 CT결선)	GIS CT결선 확인 필요
	TBT10D			

3.3 응용

345kV 변전소 소내변압기는 2Bank로 구성되기 때문에, 소내 전원구성시 주의가 필요하다. 대부분 변전소의 소내전원용 변압기의 결선은 345kV 변압기 3차측 모선을 이용하여 1차측이 △ 2차측이 Y로 결선된다. 이때 3차측의 위상을 고려하여 소내 변압기 1차결선을 하여야 한다. 대부분의 345kV 변압기의 결선은 YNautod1결선으로 되어 있기 때문에 소내변압기 1차측 △결선이 동일하면 2차측 위상이 동일하게 출력되지만, 경우에 따라 YNautod1과 YNautod11결선이 소내변압기 1차측에 입력될 경우, 2차측 출력전압이 위상차가 최대 60°까지 발생할 수 있기 때문에 소내변압기 결선을 주의하여야 한다. 주변압기 YNautod1결선일 경우 소내변압기는 Dy11으로, YNautod11 결선일 경우 소내변압기 결선은 Dy1결선으로 시행하여 두 대의 소내변압기 2차측 위상을 동일하게 출력되도록 하여야 한다.

4. 결 론

지금까지 살펴본 △결선은 결선방식에 따라 2차측의 위상변화가 생성되기 되기 때문에 비율차동계전기 CT결선에 주의가 필요하다. 변압기의 권선 결선방식과 동일한 결선방식으로 △결선을 시행하여야 한다. 만일 잘 못된 결선을 시행할 경우 비율차동계전기는 부하전류 등에 오동작할 수 있다. 또한 345kV 변압기 결선방식에 따라 소내변압기의 결선방식을 고려하여야 소내 변압기 2차측의 위상이 동일하게 출력되어 비상시 병렬운전이 가능하다. 이와같이 △결선의 이해를 통해 위상변화를 예측한다면, 비율차동계전기의 오동작을 사전에 미리 예방할 수 있다.

[참 고 문 헌]

[1] 한전 345kV 변압기 결선관련 유사고장 재발방지 대책
[2] 한전 설계기준 DS-2401 변전소의 계측 및 보호계전방식
[3] 한전 설계기준 DS-2402 변전소 변류기회로의 표준결선방식
[4] 한전 설계기준 DS-2403 변전소 계기용 변압기회로의 표준결선방식
[5] 한전 설계기준 DS-2405 변전소의 계측 및 보호단선도