전력설비 시험시 인적실수 방지를 위한 345kV 모선보호 배전반 회로개선

김인섭, 이종석, 정시환, 강대언, 승재현*
한국전력공사 서울전력관리처

Circuit Improvement of 345kV Bus bar protection panel for Human Error Prevention in the event of Field Test

In-Sup Kim, Jong-seok Lee, Si-hwan Jung, Dae-eon Kang, Jae-hyeun Seung*
Korea Electric Power Company

Abstract -This Paper presents circuit improvement of 345kV Bus bar protection panel by using VDD (Voltage disturbance detection) relay with distinctive ability between human error in the field test and real facility faults. Therefore, We expect that this improvement of circuit helps decrease of blackout coming from human error.

In order to guarantee electric power system reliability, consistent study of human error prevention in the event of field test is necessarily required

1. 서 론

최근 전력계통은 점점 복잡화·거대화되고 있으며, 전력품질에 대한 고객의 요구도 점점 까다로워짐에 따라, 전력설비에 대한 신뢰성 확보가 절실히 요구된다. 이를 위해서는 모든 전력설비에 대한 정기시험 등 각종 설비에 대한 사전 점검이 필요하다. 하지만, 오히려 점검작업 시 작업자의 인적실수로 인한 전력공급 차단을 가져오는 경우가 발생하기도 한다.

특히 전력설비 중 운전 중인 변전소의 345kV 전력설비 시험 및 점검의 경우는 계통운영 여건상 모선 휴전상태 보다는 가압상태에서 시험 및 점검을 해야 하는 경우가 대부분이다. 따라서, 시험 및 점검시 인적실수는 모선전체 또는 부분 정전을 수반하여 광역정전을 일으키므로, 이에 대한 방지대책이 절실하게 필요하다.

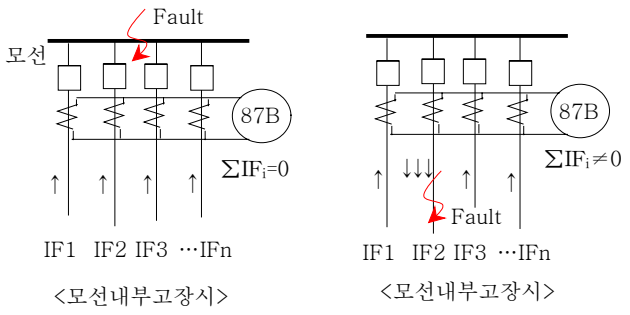
본 논문에서는 345kV 전력설비 시험시 인적실수로 인한 345kV 모선 차단기 동작방지 대책으로 345kV 모선보호반의 차단실패 보호회로 개선 방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 345kV 모선보호방식 동작원리 및 차단실패 보호기능

2.1.1 345kV 모선보호방식 동작원리

현재 345kV 모선보호에 적용되고 있는 전압차동방식은 아래 그림 1과 같이 모선에 접속되는 다수회선의 전류를 병렬 결선된 변류기를 이용하여 고임피던스의 저항이 연결된 전압계전기에 입력한다. 모선 외부 고장시 모선에서 $\sum IF_i=0$으로 부동작하며, 내부고장시 $\sum IF_i\neq 0$으로 차전압이 발생하여 계전기를 동작시킨다.

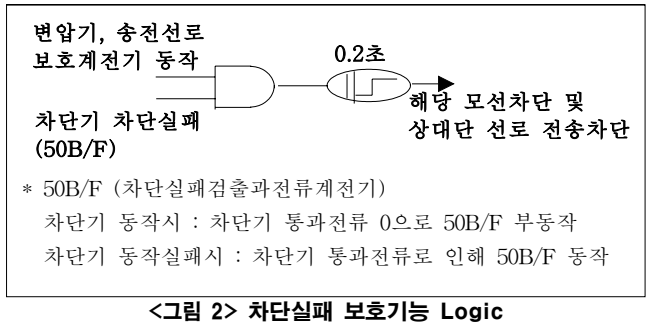


87B : 모선보호계전기

<그림 1> 모선보호방식 동작원리 Logic

2.1.2 345kV 차단실패 보호기능

변압기 또는 송전선로 보호계전기가 동작하여, 해당 차단기에 차단지령을 주었음에도 차단기 자체결함으로 차단되지 않을 경우 결국 다른 변전소의 계전기가 동작하여 정전구간이 넓어진다. 따라서, 차단실패 보호기능은 이러한 차단기 결함에 의한 고장확대를 방지하고 빠른 시간에 고장구간의 차단기를 차단하기 위해 적용된다.



* 50B/F (차단실패검출과전류계전기)
차단기 동작시 : 차단기 통과전류 0으로 50B/F 부동작
차단기 동작실패시 : 차단기 통과전류로 인해 50B/F 동작

<그림 2> 차단실패 보호기능 Logic

345kV 모선보호반의 차단실패기능은 전력설비의 주보호계전기 동작과 함께 차단기 차단불량을 과전류요소(50BF)로 검출하여, 전력설비 고장시 차단기가 부동작 할 경우 일정시간(0.2초) 지연 후 해당 모선 및 상대단 선로를 전송 차단시키는 방식을 적용하고 있다.

2.2 345kV 모선보호반 오동작 사례 검토

2.2.1 동작통계

<표1> 모선보호반 동작사항 [2002~2007년 전국집계]

구분	정동작	오동작	오동작율(%)
모선보호반	34건 (5건)	5건 (4건)	12.8%

():345kV 차단기 차단실패시 모선보호반 동작사례

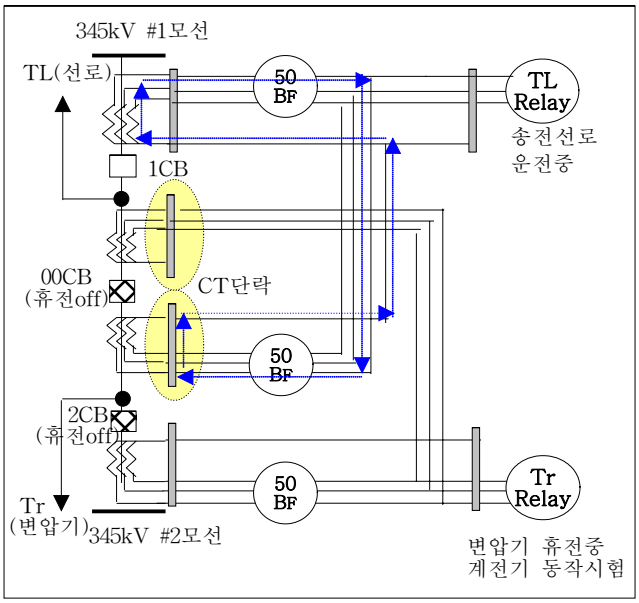
345kV이상 5년간 모선보호계전기의 전체 오동작율은 12.8% 나타났으나, 그 중 모선보호반의 차단기 차단실패 보호기능의 오동작율은 80%로 상대적으로 높게 분포되고 있어 오동작방지 대책이 필요하다.

2.2.2 오동작 내용

모선보호반의 차단기 차단실패 보호기능의 5년간 오동작 통계 분석결과 4건 모두 인적실수에 의한 오동작으로 나타났다.

<표2> 사례별 오동작원인

사례	오동작 원인	비고
1	345kV 송전선로 보호반 대체 시험중 B/F계전기 차단접점을 선로계전기 차단접점으로 오결선	인적실수
2	345kV 차단기 증설 중 B/F 계전기 차단접점 단락	인적실수
3	50B/F 정기시험중 50B/F 차단회로 결선이 미분리된 상태에서 50B/F 계전기의 과전류요소 동작 시험	인적실수
4	50B/F 계전기 차단접점이 미분리된 상태에서 모선구분차단기 접촉저항측정과 변압기 보호계전기의 차단기 동작시험을 병행 실시	인적실수



<그림 3> 사례4 설명

① 00CB접촉저항을 측정을 위해 양측CT 단락
② 송전선로의 부하전류가 CT단락으로 인해 50B/F계전기로 순환, 50B/F 계전기의 과전류요소 동작
(CT단락을 하지 않는 경우 CT내부저항으로 인해 00CB측 50B/F계전기로 전류가 유입되지 않아 부동작함)
③ 50B/F 동작상태에서 Tr계전기 동작시험 병행
④ 00CB B/F동작 (00CB 50B/F+변압기 계전기동작)
→345kV #2모선보호반 동작

2.2.3 문제점 분석

가. 345kV 모선에 연결된 전력설비 점검 및 시험은 계통운영 여건상 휴전상태에서 작업이 곤란하여 모선이 가압된 상태에서 작업을 시행, 작업 실수가 모선전체 또는 일부 모선을 차단시킴.

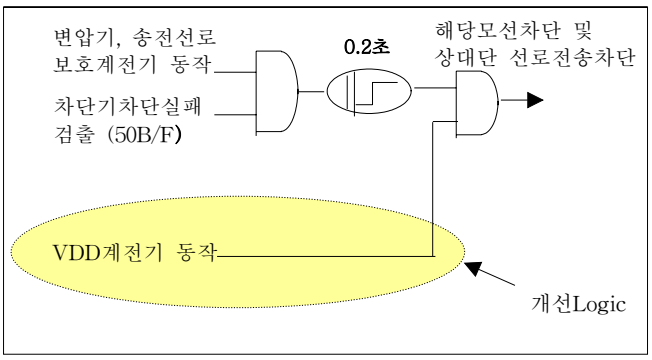
나. B/F 계전기 차단접점의 분리 방법이 제작사별로 상이 하여 작업시 인적실수가 발생하기 쉬움.

다. 특히, 구형보호반의 경우 B/F 계전기 차단회로 분리 장치가 별도로 설치되지 않아 단자대의 차단회로 결선 분리시 혼촉 또는 오결선으로 오동작하기 쉬움.

2.3 인적실수 방지 대책

2.3.1 345kV 모선보호반 회로개선

가. 회로개선사항 : 기존 차단실패 보호기능에 실제 고장임을 검출할 수 있는 전압변동 검출요소(VDD)를 추가하여, 작업자의 인적실수로 인한 오동작을 방지 할 수 있다.



<그림 4> 차단실패 보호기능 Logic개선

나. VDD 계전기(Voltage disturbance detection relay)
VDD 계전기는 시간에 관계없이 전압크기의 절대치를 비교하여 저전압을 감지하는 저전압계전기와 달리 시간에 따른 전압변동율(ΔV/Δt)을 계산하여 동작하므로 적은 전압변화에도 신뢰성 있게 동작한다.

2.3.2 VDD계전기 적용시 계전기 동작검토

345kV 모선보호반 차단실패기능의 보완요소로 VDD 계전기 접점을 추가 사용시 인적실수가 아닌 실제 차단기 차단실패 조건에서 모선 보호계전기의 부동작 우려에 대한 검토결과 아래와 같이 실고장시에 전압강하에 확실히 동작하여 실 계통 적용에 문제가 없음을 알 수 있다.

가. 계통 최악고장조건에서의 전압강하 검토
1) 최장 송전선로 상대단(신제천S/S) 모선고장
(곤지암~신제천S/S 345kV송전선로 : 104km)

<표3> 곤지암~신제천T/L PSS/E 모의결과

	곤지암S/S 모선 전압	비고
1Φ지락	0.8593 PU	1PU=345kV (PT2차 110V)
2Φ단락	0.8569 PU	
3Φ단락	0.7229 PU	

2) 345/154kV 변압기 2차측 모선고장시
: 강전원단(의정부S/S) 고장시 전압강하미소지역

<표4> 의정부S/S 변압기 2차 고장 PSS/E 모의결과

	의정부S/S 모선전압	비고
1Φ지락	0.4683 PU	1PU=345kV (PT2차 110V)
2Φ단락	0.7376 PU	
3Φ단락	0.5318 PU	

나. VDD계전기 정정
1) 동작 전압정정 : 345kV 모선에 연결된 전력설비의 운전조건중 위에서 검토한 최악의 상정 고장조건에서 확실한 동작을 위해 3V로 정정한다.
최장송전선로 지락 고장시 전압강하(V)
= (100-85.9%)× 110V = 15.5V
∴ 계전기 동작전압 Tap = 3V (계전기 최소 정정치)
2) 복귀지연시간정정 : 345kV 송전선로용 후비보호 거리계전기(Zone-3)동작시간과 차단실패보호반의 동작시간을 고려하여 정정하면 아래와 같다.
△t = Zone-3동작시간+345kV B/F동작시간+ Margin
= 1.667 초+0.2초+0.1333초 = 2초
(Zone-3 : 인근 변전소 최장선로의 125% 구간이내 고장시 동작되는 거리계전기의 한시동작요소)

3. 결 론

본 논문에서는 실 고장시 차단 실패에 의한 모선보호반 동작과 작업자 인적실수에 의한 모선 보호반의 오동작을 판별하기 위하여 전압변동 검출요소(VDD)를 추가한 모선 보호용 차단실패기능의 회로 개선 방안을 제시하였다. 이로 인해 관련 설비에 대한 점검시 작업자의 인적실수에 의한 불필요한 정전을 줄일 수 있어 전력공급 신뢰도 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.
최근 전력품질에 대한 관심이 날로 증가하고 있어, 불필요한 정전을 줄이기 위한 노력이 절실히 요구된다. 특히 345kV 전력설비는 대규모 부하를 공급하는 중요설비로 전력설비 시험 시 인적실수로 인한 정전을 줄이기 위한 회로개선 및 시험방법에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 하겠다.

[참 고 문 헌]

[1] 한국전력공사, 보호계전기 동작상태 분석보고서, 2002~06
[2] 한국전력공사, VDD계전기 구매규격서, 2005.12.5