

보호계전기 동작실태 분석

장 성 의
한국전력공사 중앙교육원

Analysis on operating trends of Protective relay

Sung-ik Jang
Central Education Institute. KEPCO

Abstract -Protective Relays are vital components of power systems. The role of the protective relaying device is more important than ever. Therefore, We have investigated the operating trends of protective relay from 1991 to 1999.

we anticipate that reliability in the power systems increases by improving design, manufacture, construction technology and maintenance method of the protective relay.

1. 서 론

한전 송변전설비의 보호계전기 현황과 동작사항 및 고장에 따른 보호계전기의 오·부동작 원인을 분석하여 이에 대처하므로 전력시스템의 운용 신뢰도를 높이고 보호계전기의 설계, 제작, 시공, 운영, 유지보수 등에서 고려 되어야할 사항들을 제시하여 보호배전반 품질 향상을 꾀하므로 계통운용에 만전을 기하고자 한다.

2. 본 론

2.1 현황 및 동작사항

가. 국내 보호계전기 설비 현황 (99.12 면수)

제작사	기종	면수	제작사	기종	면수
Toshiba	Digital	678	Mit's	Digital	862
	E/M	412		E/M	109
G. E	Digital	92	ABB (WHH)	Digital	130
	E/M	291		E/M	111
G E C	기타	6	기타	기타	208

한전 전력계통의 66kV이상 송전 선로를 중심으로 한 보호계전기 99년말 현황으로 95년부터 본격 도입된 Digital 보호계전기의 점유율이 97년 말 50.2% (1322/22631면), 99년 말에는 60.8% (1762 /2899면)로 증가되었고 향후 더욱 높아질 전망이다.

나. 보호계전기 동작 현황 (건)

구분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
정동작	671	649	868	741	836	705	796	790	436
총동작	741	710	931	793	898	757	845	834	457

계통설비가 증가함에 따라 보호계전기의 동작 횟수는 대체로 증가하였으나 정동작율('99년95.4%)

은 향상되었고, '99년도 송변전 설비의 고장건수 153건 중 보호계전기동작 횟수가 154kV선로 관련 315건, 345kV선로 관련 126건으로 전체 송변전 설비 동작건수의 68.9, 27.6%를 각각 차지하고, 345kV선로의 단위 공장에 대한 고장율은 낮지만 보호반수에 대한 연간동작 건수는(345 kV :0.224건, 154kV:0.145건)상대적으로 높았다.

다. 고장 종류별 현황

1) 단, 지락별 고장 (%)

구분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
단락	21.1	14.3	21.24	16.7	17.1	10.6	11.8	11.8	
지락	64.9	74.2	59.5	64	73.0	74.2	60.9	60.2	58.6
단지락	14.0	11.5	19.5	12	10.2	8.7	28.5	28.0	29.6

한전의 계통 고장은 '99년도 150건 단,지락 고장 중 지락고장이 단지락을 포함하여 134건(88.2%)으로 단락고장에 비하여 훨씬 높음을 알 수 있다.

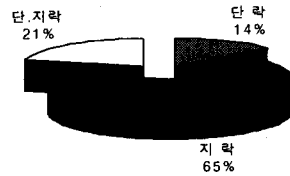


그림1. 단,지락별 고장 점유율('95-'99)

2) 회선별 고장 (%)

구분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
1회선	76.4	75.1	71.4	83.3	87.9	78.5	71.8	70.1	72.0
2회선 이상	23.6	24.9	28.6	16.7	12.1	21.5	28.2	29.9	28.0

* 2회선이상 동시 고장은 23.9%('95-'99)로 대부분 1회선 고장임을 알 수 있다.

2-2 보호계전기 동작 분석

가. 송전선로 재폐로계전기 동작(부동/실패/성공)

구분	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
154 kV	28/37 179	61/122 185	26/70 228	15/49 138	10/61 210	4/42 111	2/16 88	14/13 206
345 kV	5/4 57	29/23 71	6/10 33	32/128 210	7/17 41	34/100 330	12/51 341	1/7 41

송전선로 재폐로계전기의 부동 및 실패율이 '95년 64.4, '96년 37.8, '97년 40.8, '98년 18.9, '99년 14.2%로 동작상태가 향상되고 있으나 아직 많은 개선의 여지가 있다.

나. 송전선로 보호계전기 순시 및 지연특성 (건)

구분	'92	'94	'95	'96	'97	'98	'99	비고
154kV	94/14/7	110/24/10	164/16/9	129/6/14	556/10/6	500/12/6	299/-/3	Z1/Z2/Z3
345kV	32/1/-	21/9/1	70/13/4	33/-/1	192/1/-	231/-/-	122/-/-	..

송전선로 주보호 및 후비보호 Zone-1 동작차단율이 '95년 84.8, '96년 88.5, '97년 98.9, '98년 97.9, '99년 99.3%로 고장 구역 외의 후방차단으로 고장 제거된 Zone-2, 3의 동작건수에 비해 많은 향상이 있었음을 알 수 있다.

다. 제작사별 계전기 동작 (건)

구분	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	비고
TSB	115/121/379	96/104/127	153/164/453	249/271/722	159/180/1008	250/266/975	341/359/1060	137/148/1087	정동작 총동작 면수
Mit's	107/130/331	111/127/269	105/118/355	174/185/611	156/168/1021	212/229/767	258/275/880	151/152/928	"
G. E	122/132/330	149/161/322	90/104/406	139/150/406	92/100/524	141/146/384	75/75/379	55/58/372	"
ABB/WH	51/55/142	110/120/166	63/69/154	30/33/208	72/76/226	100/105/224	59/61/212	71/72/241	"
GEC	71/77/123	96/104/127	92/95/105	63/64/80	21/23/99	13/14/27	2/3/11	2/2/6	"
기타	28/28/148	29/26/122	18/18/101	40/43/101	18/21/116	52/54/98	16/17/61	8/9/100	"

최근 3년동안 제작사별 오·부동작용은 TSB: 5.8, Mit's: 5.3, G.E: 2.9, ABB: 3.4%이고 GEC제품이 10.5%로 가장 높은 오·부동작용을 나타내고 있다.

2-3 고장 분석

가. 보호계전기 동작 주 원인별 고장 (건)

구분	원인	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
송변전설비	자연재해	132	123	149	145	198	130	189	185	100
	이물접촉	78	44	59	68	77	76	50	41	25
	기기불량	53	38	39	28	68	69	38	23	16
	주위조건	32	17	45	50	42	29	25	7	
	선로불량	53	78		29	24				
	원인불명	50	48	59	92					
	기타	14	24	50	13	42	58	39	23	12

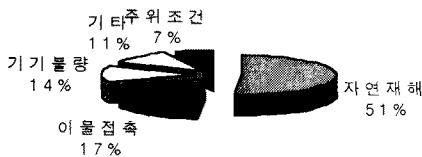


그림2. 계전기 동작 주 원인별 분포('95-'99)

보호계전기가 동작하는 주요원인으로는 자연재해, 이물접촉, 기기불량, 기타의 주요 4개 항목으로 분류되었고 '99년도 최다 동작원인인 자연재해가 전체고장 153건중 100건으로 65.3%의 높은 점유율을 보인다.

나. 일기별 고장분포 (건)

구분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
맑음	132	112	164	196	157	178	105	61	40
흐림	71	94	40	29	27	36	21	21	9
비	61	55	117	123	17	16	29	8	12
눈	34	11	34	28	11	6	2	21	
낙뢰	108	135	64	43	214	126	142	166	92
강풍	3	15	10	6	25		42		

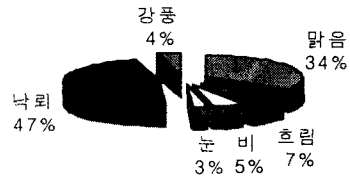


그림3. 일기별 고장분포('95-'99)

설비고장 발생시 일기를 맑음, 흐림, 비, 눈, 낙뢰, 강풍의 6개항으로 분류시 최근 5년동안 낙뢰(47%), 맑음(34%), 흐림(7%), 비(5%), 강풍(4%), 눈(3%)순으로 낙뢰가 송전선로에 많은 고장을 발생시키고 있음을 나타낸다.

다. 월별 고장 분포 (건)

구분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
1월	12	19	45	8	20	10	51	26	4
2월	24	24	27	47	23	11	26	8	6
3월	35	20	30	15	33	19	28	22	11
4월	30	46	72	20	36	37	12	16	14
5월	25	33	27	14	9	53	41	11	10
6월	24	35	38	47	19	32	37	10	6
7월	97	84	57	81	94	77	43	22	20
8월	41	26	63	90	120	29	41	35	33
9월	27	11	19	35	27	35	25	8	10
10월	17	36	18	16	15	21	27	6	35
11월	32	2	17	28	31	20	6	5	6
12월	45	16	16	24	24	18	4	8	3

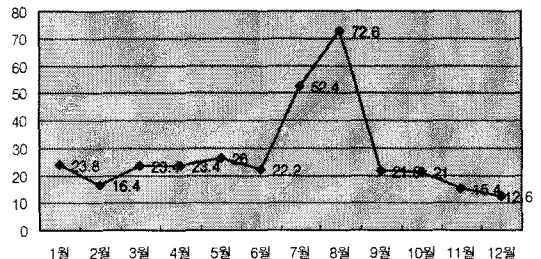


그림4. 월별 고장분포('95-'99)

송변전 설비는 낙뢰가 '95-'99년 평균 148건으로

로 47%를 차지하고 고장 월별 분포에서도 낙뢰가 많은 7, 8월에 고장이 많음을 알 수 있다.

라. 보호계전기 오·부동작 원인별 분석 (건)

구 분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
계전기불량	11	4	19	14	22	12	7	14	1
통신 불량	16	19	14	25	11	12	16	4	2
회로 불량	15	6	16	3	62	12	3	4	9
접촉 불량	18	18	5	7	2	2	10	4	3
기 타	20	16	6	10	18	15	13	18	6

'97년까지 C/R오동작 14건(PCM오동작 2건) 등으로 통신불량이 주를 이루었으나 Digital 계전기의 도입으로 '98년부터는 C/R오동작 4건 등으로 많은 감소가 있었다. 대신 초기 Digital 계전기 도입으로 계전기 자체의 오동작이 '98년 14건 등으로 다소 많은 양을 차지한다. '99년에는 보호계전기 경년변화에 의한 특성불량으로 인한 2건, C/R통신 불량 1건, PT, CT오결선 3, 43PDA단선, P/W 제어케이블 고저압 근접에 의한 4건, B/F Timer직결 등 회로불량이 12건으로 가장 많고 접촉불량 4건, 2상단지락 고장시 오버리치 2건, C/R오동작, 디지털계전기 최대허용전류 초과 2, 원인불명 1건 등으로 되어있다.

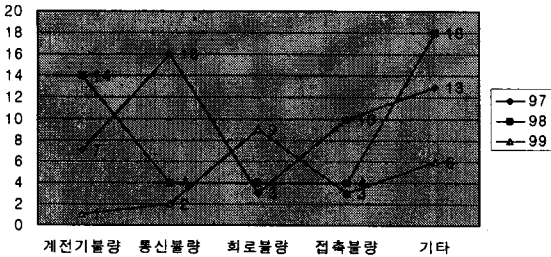


그림5. 오·부동작 원인별 분포('97-'99)

3. 결 론

한전 계통의 보호계전기의 현황과 동작사항 및 고장의 종류를 조사하고 고장의 원인을 조사하여 보호계전기의 오·부동작 원인과 경향에 대해 알아보았다.

디지털계전기 도입으로 정동작율은 높아지고 있으나 보호계전기의 신뢰도를 향상시키기 위하여 다음의 대책에 만전을 기하여야 하겠다.

1. 성능이 저하된 보호배전반은 대체하고 타구간 고장시 단락계전기의 오동작 사항과 디지털계전기의 최대 허용전류치 초과에 따른 오·부동작 사항등을 개선하여 보호계전기의 성능을 향상시킴으로 배전반의 품질을 향상시키고

2. C/R 및 디지털 PCM계전기 관련 통신설비의 완벽을 기하여 오·부동작 요인을 제거하며

3. 계통설비 신·증설시 정확한 정정과 준공시험을 철저히 하고 정기 및 임시시험시 계전기 특성변화, 불량사항(접점, 회로결선, 접지)을 검출하여 완벽하게 조치하며,

4. 고장 Data 확보와 철저한 분석으로 원인규명을 확실히 하여 유사사고의 재발요인을 제거하고 보호계전기 성능이 향상되도록 한다.

그러나 여러 Type의 디지털계전기 도입에 따른 특성을 이해하고 운용에 만전을 기해 보호배전반의 계획, 설계, 제작, 유지보수시 고려해야될 것을 충실히 수행하여 완벽한 전력계통 신뢰도가 확보될 수 있도록 기대해 본다.

(참 고 문 헌)

- (1) 한국전력공사 중앙급전사령실 "보호계전기 동작상태 분석보고서" 1991~ 1999.
- (2) 대한전기학회 "기술조사보고서" 제14호 전력계통 보호계전 시스템 기술의 현황과 전망, 1999.