

M.Tr 87Ry 2nd CT 회로 오결선 등 개선사례 분석

(Study on the reform case about a bad connection of M.Tr 87Ry 2nd CT circuit etc.)

박경서, 박준성, 최종수

kang-seo Park, jun-sung Park, Jong-soo Choi

한국전기안전공사 송배전검사팀

Transmission & Distribution Inspection Team, Korea Electrical Safety Corporation

요 약

사업용전기설비에 대한 사용전검사 수행 중 전기설비기술기준 및 판단기준에 부합되지 않거나 공사계획신고의 기술시방서 및 설계도서 등의 내용과 일치 않는 부분에 대한 시정 조치한 개선사례를 분석하고 이를 전파하여 전기재해 예방에 도움을 주고자 하며, 향후에도 중요 개선사례들을 지속적으로 발굴하여 현장 전력기술 능력 향상을 위하여 노력해 나아가고자 한다.

Abstract

The analysis about cases which does not correspond in electric equipment technical standard and judgement standard while doing pre inspection, it improves the technical specifications and the draft of construction plan. The analysis of the reform cases prevents the electric disaster and propagates the electrical safety. Hereafter the reform cases will improve the electric technical ability and help the electrical safety of the yard.

1. 서 론

사회전반의 첨단 정보화 추세와 국민생활 수준의 향상으로 전력수요가 지속적으로 증가하고 있다. 이제 전기는 물과 공기와 같이 삶을 영위하는데 없어서는 안 될 필수적인 요소이자, 국가 산업 활동의 주요한 원동력이며, 그 소비전력량이 한 나라의 산업 및 생활수준을 나타내는 지표로까지 인식되고 있다.

특히 정보화 사회가 진전되고 자동화가 심화될수록 그 기반이 되는 전기의 안정적인 공급은 더욱 중요해지고 있으며 국민들도 전력산업에 대한 기대가 날로 높아져가고 있다.

이와 같이 전력에너지의 안정적 공급과 고품질화를 위해서 전기를 생산, 수송하여 소비하는 각종 설비를 유기적으로 결합해서 하나의 시스템으로 구성한 것을 전력계통(Power System)이라 한다. 이것은 전력을 생산하는 발전설비, 생산된 전력을 수송하고 배분하기 위한 송전선, 변전소, 배전선 등의 수송설비와 수송 배분된 전력을 공장, 빌딩, 일반 가정에서 소비하기 위한 수용설비 등으로 구성되어 있다.

따라서, 사용전검사 시행의 근본 취지가 설비의 결합을 사용

전에 최종적으로 확인하기 위함이며, 이 같은 취지에 부응하여 매년 사업용전기설비에 대한 사용전검사 수행 중 전기설비기술기준 및 판단기준에 부합되지 않거나 공사계획신고의 기술시방서 및 설계도서 등의 내용과 일치하지 않아 시정조치 및 개선한 사례를 요약정리하여 오고 있다. 시정 조치한 주요 개선사례로서 시공 및 감리업무를 수행하고 있는 현장 엔지니어링 업무에 도움을 주고자 선정한 M.Tr 87Ry 2차측 CT회로 오결선 사례와 변압기 3차측 안정권선 Flexible Conductor 시공 미흡 개선사례에 대해 분석하고 이를 전파하여 전기관계자간 원활한 정보를 공유토록 함으로써 전기재해 예방에 도움을 주고자 한다

2. 본 론

2.1. 설비의 현황

가. 송전선로 설치현황

[’07.12.31 기준]

구분	항 목	765kV	345kV	154kV	66kV	HVDC 180kV	합 계
회선 공정	가공T/L (C-km)	755	8,063	17,656	335	30	26,839
	지중T/L (C-km)	0	221	2,261	3	9	2,494
	물밑T/L (C-km)	0	0	0	0	193	193
	합 계 (C-km)	755	8,284	19,917	338	232	29,526

나. 변전소 및 변압기 현황 [’07.12.31 기준]

구 분	변전소					변압기	
	유인	무인	소계	스위치 야드	합 계	변압기 대수 [Bank]	변압기 용량 [MVA]
765kV	4	0	4	1	5	12	23,114
345kV	56	0	56	25	81	190	95,278
154kV	97	455	552	19	571	1,848	109,268
66kV	2	4	6	0	6	26	454
22.9kV	0	4	4	2	6	12	134
합 계	159	463	622	47	669	2,088	228,248

2.2. 연도별 시정현황

가. 변전설비 시정현황

구 분	2005년		2006년		2007년		최근 3년간 합계	
	지적 건수	점유 율	지적 건수	점유 율	지적 건수	점유 율	지적 건수	점유 율
차단기	59	26.2	40	18.8	65	23.0	164	22.7
변압기	66	29.3	49	23	50	17.7	165	22.9
접지	49	21.8	67	31.4	59	20.8	175	24.2
피뢰기	5	2.2	16	7.4	12	4.2	33	4.6
분로리액터	0	0	0	0	0	0	0	0
변성기	9	4	10	4.7	29	10.2	48	6.6
소대변압기	2	0.9	1	0.3	8	2.8	11	1.5
보호장치	0	0	0	0	3	1.1	3	0.4
부대설비	28	12.4	30	14	50	17.7	108	15.0
시험성적서	0	0	0	0	2	0.7	2	0.3
케이블	7	3.2	1	0.2	5	1.8	13	1.8
합계	225	100	214	100	283	100	722	100

2.3. 사례분석

2.3.2. M.Tr 87Ry 2차측 CT회로 오결선 개선사례

1) 원인 분석

M.Tr 보호용 87Ry 2차측 CT는 25.8kV GIS Main반에 위치하고 있으며, 87Ry 결선 개략도는 아래 그림1과 같다

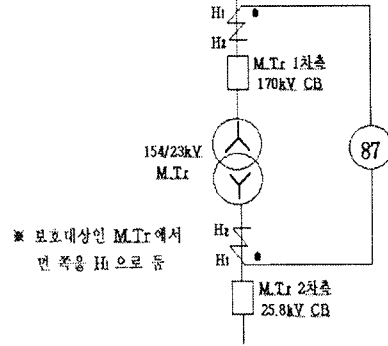


그림 1. 87 Ry 결선 개략도

현장에 설치된 M.Tr 보호용 디지털 비올차동계전기(GDI3-ER01, 경보제)는 M.Tr 각변위에 따른 CT 결선법에 상관없이 계전기 자체적으로 위상각 보정이 이루어지므로, M.Tr 2차측에서의 CT 결선을 Y결선으로 해서 87Ry 로 입력한 상태였다.

2) 문제점

검사시 발견된 첫번째 문제점으로는 CT 극성이 표기된 명판이 그림2 와 같이 CT 본체에는 부착되어 있었으나, 25.8kV GIS(일진전기) 제작 사양서에는 CT 명판 도면이 누락되었다는 것이다.

두번째로는 25.8kV GIS(일진전기) 제작 사양서상의 CT결선 도면 오류인데, 그림3

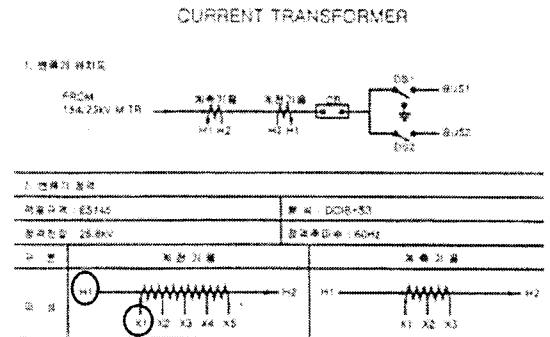


그림2. CT 명판 예시(25.8kV GIS Main Bay측)

과 같이 CT 1, 2차가 반대로 대응되도록 잘못 표기한 상태로, CT 극성은 그림2의 명판처럼 1차: H₁, H₂ 일 때 2차: X₁ ~ X₅ 로 Matching되어야 하나, 그림3의 도면에서는 1차: H₁, H₂ 일 때 2차: X₅ ~ X₁ 으로 반대로 Matching되게끔 표시되어 있었다

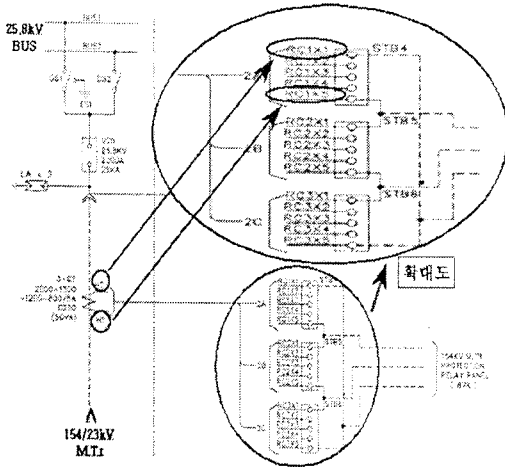


그림3. 25.8kV GIS(일진전기) CT 결선 도면의 오류

세 번째 문제점은 현장결선과 도면과의 불일치로서 기존 #1, 2 M.Tr의 87Ry는 아날로그 Type인 관계로 M.Tr 2차측 CT 결선을 Δ 로 해서 계전기에 입력되고 있는 상태였지만, #3M.Tr 보호용 87Ry는 디지털 Type이기 때문에 M.Tr 1,2차 각변위와 상관없이 CT 2차측 결선을 Y로 해서 계전기에 입력하고 있었으나, 25.8kV GIS 도면에서는 CT 2차측 결선을 기존의 Δ 결선으로 표기하고 있었다. 아래표에는 25.8kV GIS 제작사별 Main Bay CT의 결선 현황을 나타내고 있는데, 87Ry 2차측 CT결선이 제작사간 다르게 표기되고 있음을 알 수 있다.

제작사	CT 1,2차 방향		도면상 결선 표기
	M.Tr 측	25.8kV GIS 측	
일진전기	H ₁	H ₂	Δ 결선
LS산전	H ₁	H ₂	Δ 결선
광명전기	H ₁	H ₂	Δ 결선
현대중공업	K	L	Δ 결선
효성	L(H ₂)	K(H ₁)	Δ 결선
일성이엔지	H ₂	H ₁	Δ 결선
진광 E&C	H ₂	H ₁	Y 결선

표1. 25.8kV GIS 제작사별 Main Bay CT 결선 현황
 마지막으로 설명, CT 명판 도면 누락 및 CT 1, 2차 표기 등의 잘못이 있었다 하더라도, 현장 및 작업자의 세심한 확인 과정이 있었다면 도면상의 오류를 수정하고 M.Tr 2차측 CT 결선을 정결선하여 87Ry가 오동작하는 일이 없었을 것이라는 점이다.

디지털 Type의 87Ry를 사용할 경우 CT 2차측 결선은 Δ , Y 모두 적용 가능하지만 현장에서의 오결선 예방을 위해 다음과

같은 차이점에 유의하여야 한다.

1. Δ 결선일 경우에는 CT 극성 H₁-H₂의 위치가 M.Tr 또는 25.8kV CB쪽에 관계가 없으며, Y결선일 경우에는 CT 극성 H₁-H₂ 경방향을 고려하여 보호대상인 M.Tr에서 먼 쪽을 H₁, 가까운 쪽은 H₂로 두어야 한다.(그림1 참조)
2. 만약 25.8kV Main측 CT 설치가 보호대상(M.Tr)에서 가까운 쪽이 H₁, 먼 쪽을 H₂로 하여 반대로 설치된 경우에는 25.8kV Main 반내 CT 단자대에서 결선을 반대로 하여 1, 2차를 바꿔 주어야 할 것이다.

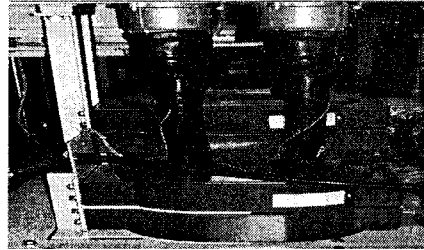


그림4. 현장의 25.8kV GIS Main반 CT 설치 모습

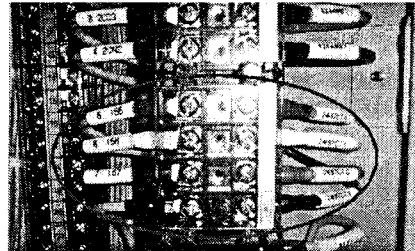


그림5. 25.8kV GIS Main반 87Ry용 CT 단자대 모습

3) 개선내용

CT 2차측 결선을 도면에 잘못 표기된 극성대로 결선하여 87Ry가 오동작한 상황으로서, 25.8kV GIS Main Bay측 CT 단자대의 X1, X5 Line을 서로 바꾸어 결선, 극성을 바꾸어 줌으로써 87Ry의 오동작 요소를 제거하였다.

4) 효과

계전기 오동작 요소의 제거를 통한 전력계통의 안정적인 전력 공급과 디지털 비유차동계전기의 M.Tr 2차측 CT 결선 사항의 Review를 통해 도면 및 결선 방법에 대한 표준화에 기여하였다.

2.3.1. 변압기 3차측 안정권선 Flexible Conductor 시공 개선사례

1) 원인분석

변전소는 옥내에 위치한 장소로서 타 변전소에 비해 건축면적(1층 바닥면적)이 좁은 데 비하여 변압기는 3Bank가 설치되어 변전소 면적이 여유롭지 않은 환경이며, OO업체에서 설계된 154kV 옥내용 변압기는 기존 변압기보다 Compact하게 설계하는 관계로 공장 설계자뿐만 아니라 현장 설치를 담당하는 Supervisor 역시 Flexible Conductor의 기

능이 제대로 발휘될 수 없도록 시공한 사례이며, 또한 상 분리형 변압기 3차 안정권선 상간 접속용 Flexible Conductor가 상간 진동 차이를 흡수할 수 있도록 설치되더라도 Bus Bar의 길이가 길어지는 구간에서는 BUS 지지용 애자를 설치하는데, 이때 애자는 Bus Bar가 아래로 처지지 않도록 지지하되, 좌우 일정부분의 여유를 가지고 움직일 수 있도록 Sliding형 애자를 사용하여야 한다.

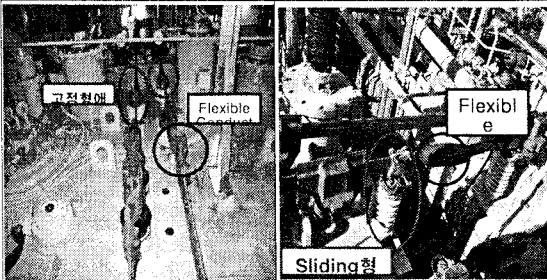


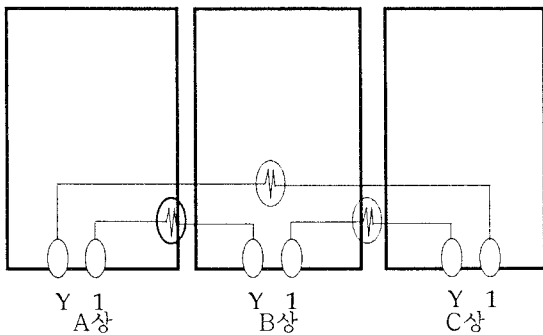
그림 1 고정형애자가 설치된 변압기

그림 2 Sliding애자가 설치된 변압기

변압기 각상의 진동차를 흡수해야 하는 Flexible Conductor의 사이에 고정형 애자가 설치되어 변압기 진동발생시 진동의 흡수가 이루어지지 못함

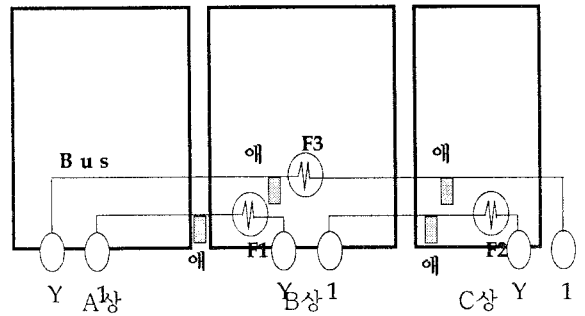
Flexible Conductor의 사이에 Sliding 애자가 설치되어 Bus Bar가 일정부분 여유를 가지고 움직일 수 있어 상간 진동차를 흡수할 수 있음

3) Flexible Conductor의 시공 개념도



⇒ Y1, Y2 : 안정권선용(3차) 분선

⇒ 표시 : Flexible Conductor를 나타냄(상 분리형 변압기에서 상간 진동차를 흡수)



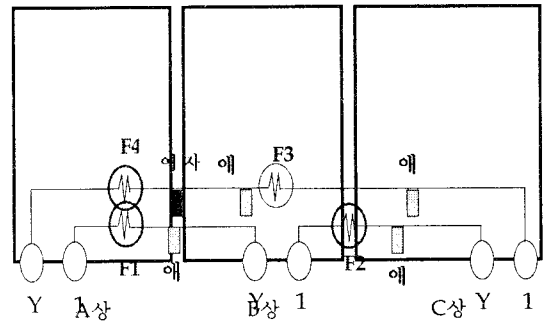
⇒ : 지지애자(고정형) F : Flexible Conductor

※ 문제점 : 애자는 모두 고정형으로 설치되어 있음

- ① 애자1 : A상 Y2와 B상 애자1이 기계적으로 직결되어 진동흡수가 안됨(F1의 위치 부적절)
- ② 애자2 : B상 Y2와 B상 애자2가 기계적으로 직결되어 진동흡수가 안됨(F2의 위치 부적절)
- ③ 애자3 : A상 Y1과 B상 애자3이 기계적으로 직결되어 진동흡수가 안됨(Flexible설치 누락)
- ④ 애자4 : 정상적 설치

5) 개선내용

아래 그림과 같이 지지 애자를 추가하는 한편 Flexible Conductor 위치의 이동과 추가를 통하여 진동흡수가 양호하도록 하였다.



F1 : 위치 이동 설치 F2 : 위치 이동 설치
F3 : 변동없음 F4 : 신설

: 애자신설(A상 Y1에서 애자3 까지의 길이가 길어 Bus Bar 처짐 우려)

6) 효과

위 개선사례 내용과 같이 Flexible Conductor의 위치를 변경하여 변압기 각상에 별도로 설치함으로써 상 분리형 변압기의 상간 진동차에 의한 3차측 안정권선용 모선 및 애자의 파손을 방지할 수 있어 전력계통의 정전사고 예방이 가능하였다.

3. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 전기설비를 사용하기 전에 사용 점검사를 통해서 전기설비기술기준 및 판단기준 등 각종 규정에 부합하게 시공되었는지를 확인하며 부적절한 시공에 대해서는 개선 조치함으로써 전기재해를 미연에 예방하고자 하는 것이다.

따라서, 전기재해 등을 근원적으로 예방하기 위해서는 최초 설치공사가 무엇보다 중요하므로 시공·감리자는 전기설비기술기준 및 판단기준 등 각종 규정을 숙지하여 전기설비의 완벽한 시공 및 감리가 이루어지도록 하여 최고의 시공품질을 확보하여야 하며, 설비관리를 주관하는 전기안전관리자는 설비의 건설계획 단계에서부터 철저한 사전점검을 통하여 전기설비기술기준 및 판단기준에 부합되도록 시공하고, 공사계획신고의 기술시방서 및 설계도서 등의 내용과 일치하는지 여부를 확인하여야 한다.

끝으로, 전기설비의 안전 확보 및 전력의 안정적 공급과 품질향상을 위해서는 설계자, 시공자, 감리자, 전기안전관리자 등 전기관계자 모두의 상호협력과 노력이 우선되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전기안전공사 송배전점검사팀 「'07년도 송배전설비 검사사례집」
- [2] 한국전력공사 「변전분야 설계기준」
- [3] 전기설비기술기준 및 판단기준
- [4] 사업용전기설비 처리지침
- [5] 전기사업법[2008]
- [6] 공사계획인가(신고) 기술시방서 및 설계도서
- [7] 한국전력거래소 「2007년도 통계자료집」
- [8] 「신편 전력계통공학」, 송길영 저, 동일출판사
- [9] 「전력시스템 공학」, 문영현, 김홍래, 남해곤, 박준호, 백영식 공역, Sci Tech/사이텍미디어