

변전소 인입 강관주 선간거리 개선사례 분석

(Study on the reform case of safe distance between overhead transmission conductor of front steel pole in substation)

이재욱* · 황광수 · 전재감 · 최종수

(Jai-Wook Lee* · Kwang-Su Hwang · Jae-Kwam Juhn Jong-soo Choi
한국전기인전공사(KESCO))

요 약

이번 사례는 154kV 변전소 OO송전선로(T/L)인 ·출입철탑(철주 포함) 설계 시 설치장소의 협소한 문제점을 해결하기 위한 대책을 수립하고 이에 대하여 시공과정에서 발생한 문제점 과 이를 개선한 사례를 분석하였다.

표준형 철탑으로 설계 시 인 ·출입에 따른 전로의 전기적인 이격거리를 확보하기가 어려우며, 이를 개선하기 위해 특수형상의 철탑 및 기초형식의 인입방안 설계에 대한 개선대책과 현장 개선 사례 분석을 통하여 향후 인입 전선로 설계검토에 참고자료가 될 것으로 사료된다.

Abstract

This case analyze the point of trouble and reform processing construction on input design to resolve the problem for setting tower in front of narrow base at the 154kV OO Transmission Line substaion . Hereafter the input design are presented for the basic reference data which the case a point of trouble and reform contents , input design of special shape tower and the foundation on substation input design cannot be setted by standard type of tower because of narrow base and cannot keep clerance overhead transmission conductor input to the substion.

1. 서 론

사회전반의 첨단 정보화 추세와 더불어 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 소비전력량은 한 나라의 산업 및 생활수준을 나타내는 지표로까지 활용되고 있다.

특히, 정보화 사회가 진전되고 자동화가 심화될수록 그 기반이 되는 전기의 안정적인 공급

은 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.

이러한 전력계통의 안정과 세계 최고수준의 전기품질을 확보하여 국민의 삶의 질을 향상시키기 위해서는 전기설비에 대한 사고를 미연에 예방하는 것이 무엇보다 중요하다 할 수 있다.

따라서 전기공급의 안전성 확보는 궁극적으로 국가산업발전에 이바지하는 중요한 역할을 수행하고 국민생활에 불편을 없애는 매우 중요한 책무이며 전기기술자들의 사명인 것이다.

이러한 목적을 달성하기 위해서는 발전소에서 생산된 전기를 변전소에서 각각의 국가산업체 및 가정에 안정되게 필요한 만큼 공급할 수 있도록 하는 역할 수행이 매우 중요하다.

그러나 변전소에 전기를 공급하는 전력계통 연계선로의 건설에 많은 애로가 있는 것이 현실이다. 특히 도시 인근지역의 기설변전소에 전기 공급 설비가 부족해서 전력계통 연계를 하는 송전선로 건설공사는 변전소 인입 부분의 첩탑부지가 협소해서 특수첩탑을 사용해서 인입하는 방법으로 설계·시공하고 있다. 하지만 일부시공 현장에서는 첩탑부지가 매우 협소해서 변전소 인입 선간거리가 미달되는 사례가 발생하고 있으며, 이는 송전선로의 안전성을 확보하는데 지장을 초래하고 있다.

본 논문은 이러한 문제점을 개선한 사례를 소개하고 향후 현장에서 유사한 사례에 의한 문제점을 해결하는 인입 설계방법을 제시하고자 한다.

2. 직접접지방식 송전설비의 절연협조

2.1 직접접지방식의 송전설비 절연협조
계통에서 발생하는 내부 이상전압에 대해서 섬락이 일어나지 않도록 설계해야 하며 특히, 뇌격 등 외부이상전압에 적절한 신뢰성을 유지해야 한다. 그러므로 계통의 각 기기는 자체의 기능에서 요구되는 절연강도뿐만 아니라 만일 사고가 발생하

더라도 그 범위를 최소한으로 억제해서 계통전체의 신뢰도를 높이고 또한 경제적이고 합리적인 절연강도가 되게끔 기기 상호간에 절연의 협조를 잘도모한 절연강도를 지니게 함으로서 계통설계를 합리적, 체계적으로 할 수 있게 한 것이 절연협조이다

2.1.1 기본조건

전력계통설계에 있어 운전 최고전압은 154kV 계통은 170kV, 345kV 계통은 362kV전압이며 애자련 형태는 현수형, 내장형 및 점퍼선 지지용으로 하고 첩탑은 수직배열을 기본으로 하며, 345kV의 전력선은 4도체를 기본으로 한다

아래 표1, 표2 초고압 송전계통에서의 절연협조 비교한 표이다

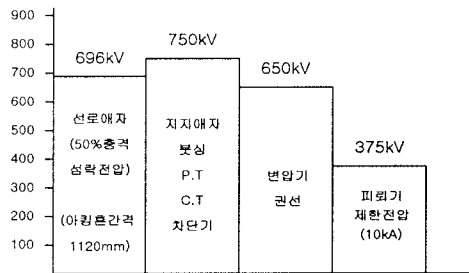


표 1. 154kV 계통 절연협조표

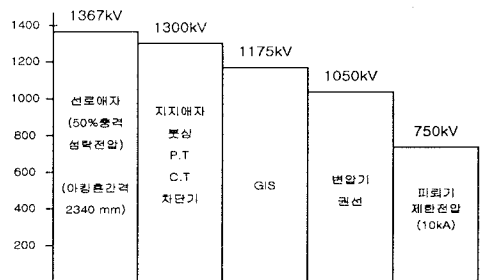


표2. 345kV 계통 절연협조표

2.1.2 상간 절연간격

상간 절연간격은 과전압에 대하여 상간에 유지해야 하는 간격으로 도체-도체의 내전압 특성으로부터 산출하며, 점퍼, 선로수평각, 카테나리각 등의 기계적 사항을 고려 한다

2.2 변전소 인입 철탑의 상간절연간격

2.2.1 애자련의 공기 절연간격

표준절연간격은 154kV 애자련의 경우 현수애자는 1,300mm, 내장애자는 1,300mm이며 345kV 애자련은 현수애자 2,700mm, 내장애자 2,700mm이다.

우리나라에서 적용하고 있는 애자련의 공기 절연간격은 표 3과 같다.

전압별	구 분		절연간격(mm)
154KV	표준절연간격	현수	1,300
		내장	1,300
	최소절연간격	현수	1,150
		내장	1,150
345KV	표준절연간격	현수	2,700
		내장	2,700
	최소절연간격	현수	2,200
		내장	2,200

표 3. 애자련의 공기 절연간격

2.2.2 변전소 인입전선로 절연간격

변전소 인입전선로의 표준 공기절연간격은 154kV 상-대지간은 1,500mm, 상간은 1,900mm이며 345kV 상-대지간은 3,300mm, 상간은 5,000mm이다.

우리나라에서 적용하고 있는 변전소 인입부 절연간격은 표 4와 같다.

전압별	구 분	공기절연간격(mm)	
		상-대지 간	상 간
154KV	최소절연간격	1,500	1,900
	표준절연간격	1,900	3,000
345KV	최소절연간격	2,900	3,600
	표준절연간격	3,300	5,000

표 4. 변전소 인입부 절연간격

3. 변전소 인입 선간거리 개선 사례연구

본 논문은 154kV ○○송전선로 건설공사의 변전소 인입 선간거리를 개선해서 이격거리를 확보하여 송전선로의 안전성을 확보한 사례이다.

3.1 원인 분석

154kV OOT/L 건설공사 사용 전 검사 시

154kV ○○변전소 인입 강관철탑 NO.128 (D2o-20m, 암부분 9.8m)에서 ○○변전소로 연결하는 #2T/L중 전력선 B상과 C상간의 선간 이격거리 기준치인1.9m 이나 기준치 확보가 되지 않아 낙뢰, 전선풍압, 외력 등에 의한 상간단락 송전선로에 사고 발생이 우려 되었다.

기설 ○○변전소의 전력공급에 대한 안정성을 추가 확보하게 위한 타 계통선로인 154kV OOT/L 인입을 위하여 철탑부지가 협소로 인한 표준화 공법에 의한 시공은 불가능하여 특수형상의 철탑 및 기초보강 Type의 인입전로 대안, 설계를 하였으며 특히 강관주로 선정하여 기초부지 공간 협소문제는 Narrow Base 기초설계 보강으로 현장시공에 적절한 건설공법이 강조되어 시공에 따른 문제가 없었으나, 변전소 인입전로에 대한 검토 시 좌표 기준에 의한 방식과 3차원 공간 확보(3D)방식의 검토방식으로 강관주 높이 및 암거리 선정에 따른 점퍼선과 강관주와 이격거리, 상간이격거리의 검토 설계치를 현장 시공 후 비교한 결과 점퍼선과 강관주, 점퍼선과 암과의 이격거리는 문제점이었으나 상간 이격거리는 기준치에 미달 되었다

현행 변전소 인입철탑 공사는 인입 철탑과 변전소간 25m이상의 공간이 확보되어야 표준화 철탑 시공으로 문제점이 없으며 협소한 장소의 인입철탑은 대부분 강관주로 설계하고 있으며 인입전로 타당성검토가 우선되고 있는 것이 현실이다.

변전소 인입 전설로 설계 검토시 상간이격거리 확보는 가공송전선로 전력선 구성이 Bundle 경우에도 좌표기준에 의한 방법이나 3차원공간 사전설계검토(3D) 검토방식은 현행 단선으로 검토할 수 밖에 없으며 복도체일 경우 복도체 간격 400(mm)의 1/2을 가산하여 검토하였으나 현장시공 시 전력선 소선 불평형 등으로 인한 적정 이격거리 확보가 불가능한 경우도 발생된다.

3.2 조치내용 및 개선사항

154kV OO#2T/L NO.128 B상 전력선과 연

결하기 위한 변전소 인입 지지점 연결 B상 기설 점퍼선(점퍼소켓+전선+점퍼소켓)을 AI 점퍼 단자 (150×80×19mm)로 제작, 취부하여 OO변전소로 인입하는 #2T/L NO.128 B, C상의 전력선 선간거리를 1.98m이상으로 기준치 이상 확보하였다.

변전소 인입 가공 전력선의 상간 이격거리 검토는 현행대로 좌표, 3D 검토방식이 시공 전 그 적정성을 확인해보는 것이 필요하며 Bundle 경우 복도체 간격[400(mm)]의 1/2을 가산을 해주는 것은 물론 특히 전력선이 취부되는 강관주 압의 Attachment 부분의 형상이 복도체 전력선의 소도체 불 평형이 없도록 하는 것이 그 대안이 될 것며[고정편 제작(150×80×19mm)과 압구성/Deadend] 향후 특수형태의 인입전선로 최적설계를 위한 사례로서 향후 변전소 인입전로 검토방안에 추가될 요인으로 판단된다.

3.3 효 과

154kV OO변전소에 인입되는 154kV OO #2T/L NO.128의 전력선 B, C상의 선간거리를 기준치 이상으로 확보하여(1.9m 이상) 송전선로의 안정적 전력공급 확보하였다.

인입방안 검토 시 전력선 취부 철탑 압의 Attachment 부분의 형상 검토를 추가하여 협소한 인입 장소에 대한 인입설계와 현장 시공 시 문제점이 없도록 하는 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

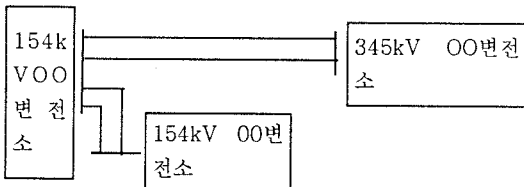


그림 1. OO변전소 관계계통도

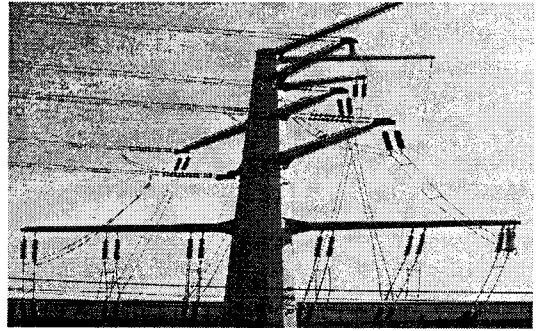


그림 2. 154kV OO변전소 인입 강관주 전경

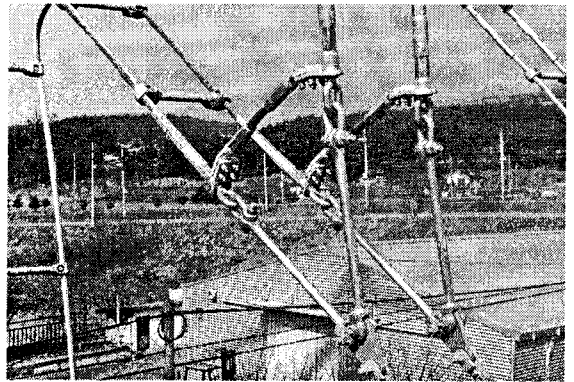


그림 3. 상간 이격거리 미달/1.78m(개선전)

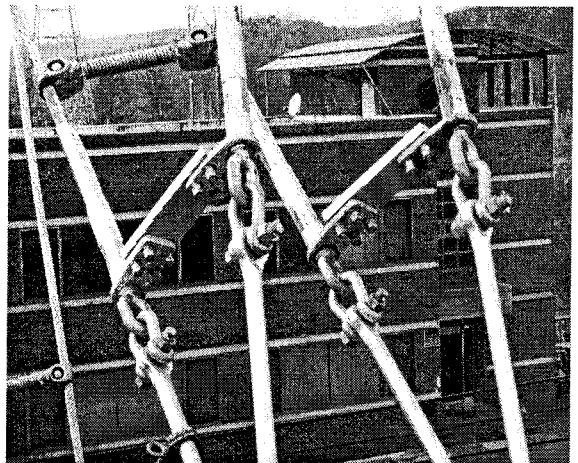


그림 4. 상간이격거리 미달확보/ 1.98m(+20cm)(개선후)

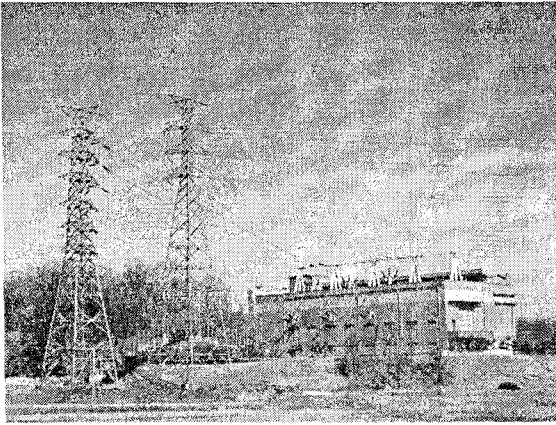


그림 5. 변전소 인입 표준철탑(154kV 표준 인입 ○○변전소)

4. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 검사 개선사례 등을 통하여 향후 이와 유사한 사례가 발생하지 않도록 부적합 설비 개선노력에 집중하도록 하고, 전기재해의 발생 등을 근원적으로 방지하기 위해서는 최초 설계검토가 무엇보다 중요하므로 시공·감리자는 설계서 및 인입방안검토서 등을 충분히 검토하고 전기설비기술기준 및 판단기준 등 각종 기술기준에 적합한지의 여부를 확인하면서 설계대로 전기설비의 완벽한 시공 및 감리가 이루어질 수 있도록 하여야 할 것이다.

또한, 설비주체는 향후 추가로 발생될 변전소 인입부지 협소에 대한 인입방안 검토에 이번 사례 등을 감안하여 표준화 추진 등 변전소 인입설비에 대한 안전성 제고와 변전소 주변입지에 대한 효율적 사용으로 건설계획 단계부터 철저한 사전검토를 통하여 전기설비 설계기준에 부합되도록 하고, 공사계획신고의 기술시방서 및 설계도서 등의 내용과 일치여부를 확인하여야 한다.

이는 전기사업자의 역할과 책무를 다함이며, 전력공급에 한 치의 오차가 없도록 전력산업 종사자 모두가 합심 노력하여야 할 것이고,

아울러, 우리 현장근무 종사자 모두는 객관

성과 투명성을 제고하여 완벽한 안전 확보를 위해 최선의 노력을 기울여야 함은 물론, 전기재해를 사전 예방함으로써 안정적인 전력 공급에 모든 전기관계자의 노력이 필요할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전기공사협회, “345kV 가공송전선로공사 표준 시공요령”
- [2] 한국전력공사 송변전처 송전운영부 “송전선로 고장분석 대책”
- [3] 한국전력공사 「송전분야 설계기준」 송전편-1031 p1~15
- [4] 전기설비기술기준 및 판단기준
- [5] 사업용전기설비 처리지침
- [6] 전기사업법[2007]
- [7] 공사계획인가(신고) 기술시방서 및 설계도서 등
- [8] 최신송배전공학 통일출판사[송길영저] - p389-393
- [9] 일본전력중앙연구소, “가공지선 3조화 및 하부 차폐선의 설치에 의한 역점락의 억제”, 1990년
- [10] EPRI, “Transmission Line Reference Book, 345kV and Above/Second Edition”, 1982년, pp 560~566
- [11] 일본전기학회, “がいし”, 1983년, pp 70~73
- [12] 일본전기학회기술보고 II부 제 220호, “가공송전선로의 절연설계요강”, 1986년, pp 27~30
- [13] A. R. Hileman, “Insulation Coordination”, The Pennsylvania State University, 1997
- [14] IEC(International Electrotechnical Commission) Standards No. IEC 99-4, 1991-11
- [15] 전력연구원, “송전선로의 여자편 보호대책에 관한 연구(2)”, [최종보고서], 1998, pp 46~55