

수전설비 접지기준 개선방안

김광덕<대한전기협회 기술기준처 연구원> · 김한수<대한전기협회 기술기준처 처장>

1 개요

WTO/TBT 협정에서 회원국은 국제표준에 부합한 기술규정을 만들도록 의무화하고 있으며, 이에 따라 기술표준원에서는 한국산업규격(KS)의 국제표준 부합화를 추진하여 전기사업법의 기술기준에서도 IEC 규격이 단계적으로 도입되고 있다. 전기설비기술기준에서 국제화 대상이 되는 IEC 규격중 전기설비의 설계 및 시공에 관련한 규격은 ① 교류 1,000[V] 이하, 직류 1,500[V] 이하의 전기설비에 관련되는 IEC 60364와 ② 교류 1,000[V]를 초과하는 전기설비에 관련되는 IEC 61936-1이 있으며 이들 중 IEC 60364는 KS에 도입되어 「전기설비기술기준의 판단 기준」에도 도입되었고 IEC 61936-1도 KS화가 진행 중이다.

한편 우리나라 22.9[kV]-Y 계통의 수전설비 접지 방식을 살펴보면, 변전소의 주변압기 중성점에서 직접접지하여 인출된 배전선로는 매 전주마다 다중접지하며, 이 선로에서 공급되는 수용가의 수전변압기는 전력회사의 주상변압기와 마찬가지로 변압기 1차측의 22.9[kV]-Y 중성선, 변압기외함 및 2차측 중성점 접지를 모두 접속하는 공통접지방식으로 운영되고 있다. 그러나 이들 설비의 시설·운영에 대한 안전규정인 전기설비기술기준에서 접지관련 규정은 IEC 60364 규격이 도입되기 전까지 접지저항에 기초한

개별접지방식으로 규정하여 왔다.

따라서 국제표준의 수전설비접지기준을 우리나라 전력계통상황에 맞도록 검토, 적용함으로써 지락고장시의 안전성 확보 및 관련 기술개발 촉진에 기여하고자 한다.

2. 22.9[kV] 수전설비의 접지방식 선정

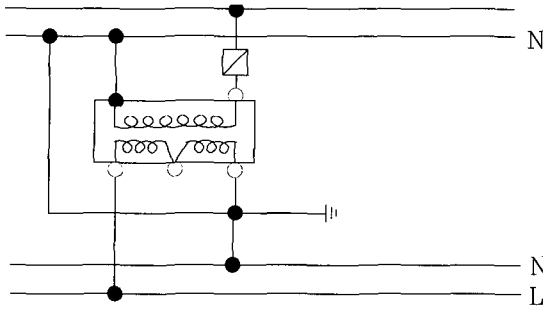
2.1 국내의 운영현황

2.1.1 국 내

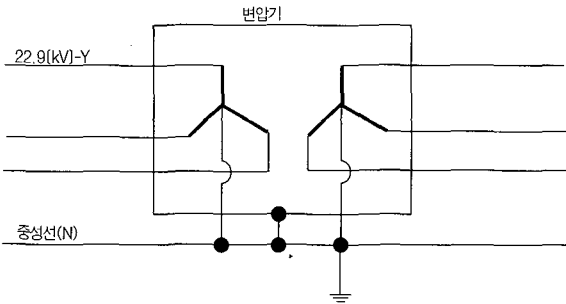
22.9[kV] 계통에서 공급되는 저압수용가의 주상변압기 접지방법은 고압측 및 저압측 중성선과 변압기외함접지가 해당전주에서 동일 접지극을 통하여 공통접지되며 접지저항은 지상에 시설하는 변압기의 경우 10[Ω] 이하, 전주상에 시설하는 변압기는 25[Ω] 이하로 규정하고 있다.

22.9[kV]-Y계통 특고압수용가의 접지방법과 관련하여 삼상용의 변압기결선을 살펴보면 원칙적으로 각각의 결선방식에 장단점이 있으므로 득실을 검토하여 결정할 문제로서 Δ -Y, Δ - Δ , Y- Δ , Y-Y 등 여러 가지 방식이 사용되고 있으며 변압기의 접지방법은 저압수용가와 마찬가지로 고압측 및 저압측 중성선을 공통으로 접속하여 접지한다. 또한 변전시설을 갖는 수용가구내 변전소의 접지저항은 10[Ω] 이하로

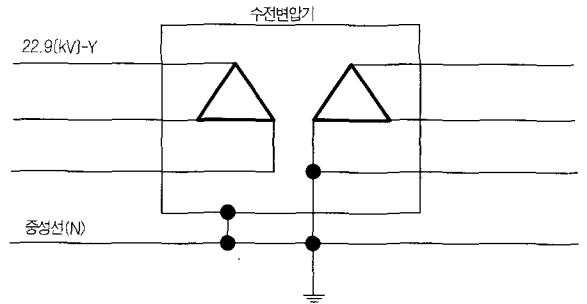
특집 : 수변전설비 및 조명설비의 기준 개선사례



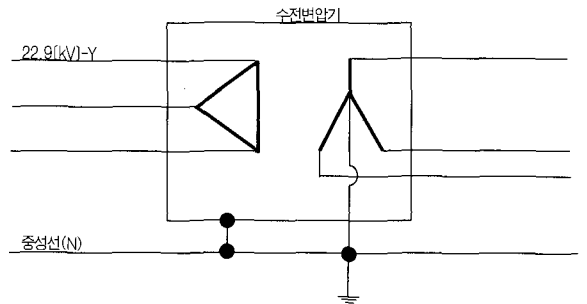
(a) 단상2선식 220[V] 결선



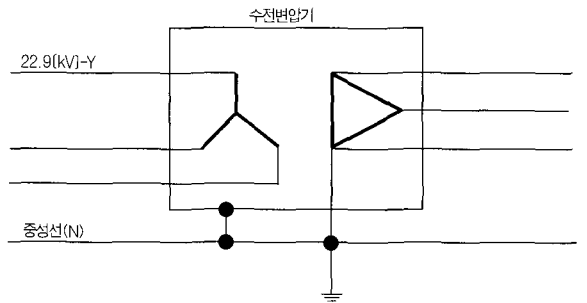
(b) 3상4선식 220[V]/380[V](Y결선)



(a) Δ-Δ 결선



(b) Δ-Y 결선



(c) Y-Δ 결선

그림 1. 저압수용가의 단상 및 3상변압기 결선 및 접지 접속방법

규정하고 있으나 실제로는 이보다 훨씬 낮다. 22.9 [kV] 수전설비가 22.9[kV]-Y/6.6[kV]-Δ 변전시설인 경우라도 22.9[kV]-Y 중성선을 반드시 수용가 구내까지 연장하여 구내 접지점(변압기 외함 또는 철구 접지점)과 접속하도록 하고 있다.

2.1.2 국 외

유럽의 전력회사 중압계통(MV : Medium Voltage)에서 특수한 경우를 제외하고 중성선이 없으며 변압기와 변압기 사이 또는 MV부하와 변압기사이에 보호도체(PE)도 없다. 이 경우 상/대지간 지락고장은 접속된 저항 또는 한류임피던스가 있을 경우(계통접지 변압기 등) 이에 의해서 제한되는 단상지락전류와 같은 결과가 된다.

그림 2. 특고압수용가의 3상결선 및 접지 접속방법

IEC 60364-4-44, 442(표44A)에서는 MV/LV 변압기의 고압측 지락시 LV설비에서의 접지전위 상승이 다음 값이 되지 않도록 하는 것을 규정하고 있다.

$$\text{고장차단시간 5초 초과} \leq U_0 + 250[V]$$

$$\text{고장차단시간 5초 이하} \leq U_0 + 1200[V]$$

이것은 LV계통에 접속된 여러 기기장치들이 이 스

트레스 전압에 견디어야 함을 의미한다.

또한 공통접지시 인체안전을 위해서는 규정된 시간내에 제거되어야 함을 규정하고 있다(IEC 60364-4-44, 442 “그림 44A의 F곡선”).

예를 들면 100[V]에 대해서는 800[ms] 이내
500[V]에 대해서는 400[ms] 이내

만일 이 조건을 만족시키지 않을 경우 고압측 접지와 저압측 접지는 LV계통의 접지시스템에 관계없이 분리하도록 하고 있다. 물론 이 규정은 모든 나라의 기준과 부합되는 것은 아니다.

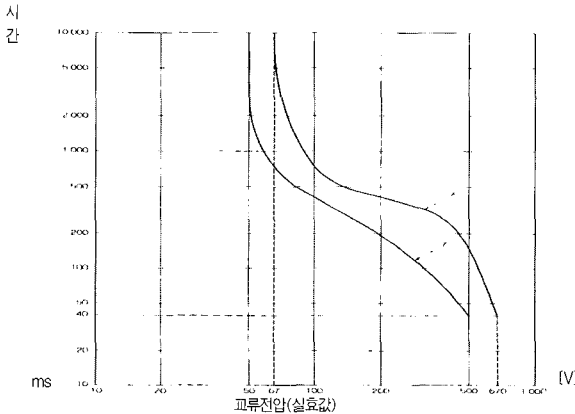


그림 3. 고압계통 지락고장시 고장전압(F)과 접촉전압(T)의 최대지속시간 (IEC 60364-4-44, 442 “그림 44A”)

미국의 23[kV] 공급계통은 변전소의 주변압기(HV/MV 변압기)중성점에서 인출된 3상4선식 계통의 다중접지 중성선, 수용가 공급 MV/LV 변압기의 외함 및 LV측 중성선이 모두 접속된 공통중성선 다중접지계통으로서 우리나라의 22.9[kV] 계통과 같다.

표 1은 외국 전력회사의 배전계통 접지저항 및 결선 예를 나타낸다. 미국을 제외한 많은 국가에서, 만일 변압기 외함과 중성선의 공통접지저항(R_T)이 1 [Ω]을 초과할 경우, 변압기 외함과 중성선의 접지

(R_N)를 분리시키고 있으나, 미국의 경우 HV/MV /LV 접지시스템을 모두 공통 접속시키고 있음을 보여준다.

표 1. 외국 전력회사의 MV계통 접지시스템 운용현황

국가	고압측 접지시스템	고압측 접지와 변압기 외함접지의 연결여부	비고
독일 10 and 20(kV)	비접지 또는 한류접지 $I_m \leq 60(A)$	아래 조건인 경우 연결 $I_m \times RT \leq 250(V)$	RP (2[Ω] or 5[Ω])
프랑스 20(kV)	저항접지	아래조건이외의 경우 분리	
	가공선로 $I_m \leq 300(A)$	RT(3[Ω])	RP(30[Ω])
	지중선로 $I_m \leq 1,000(A)$	RT(1[Ω])	RP(1[Ω])
영국 11(kV)	직접접지 또는 저항접지 $I_m < 1,000(A)$	아래 조건이외의 경우 분리 RT(1[Ω])	RP(25[Ω])
일본 6.6(kV)	비접지 $I_m \leq 20(A)$	아래조건이면 연결 RT(65[Ω])	
미국 4 to 25(kV)	직접접지 또는 저저항접지 $I_m = 수(kA)$	연결	MV/LV 변전소의 전원접지와 저압 중성선을 연결

MV/LV변압기는 일반적으로 Dy11(Δ/Y)로 결선하여 사용된다. 그러나 미국, 일본 등의 전력회사 배전계통에서는 [3상Y/단상 중앙점접지] 변압기도 많이 사용한다. IEC 60364의 TN, TT, IT접지시스템 및 보호조건은 전력회사 및 수용가 배전선로 모두에 적용된다.

대부분의 국가에서 공통적으로 사용하는 접지방식은 병원 등 특수한 곳을 제외하고는 TT 및 TN이다. 표 2는 외국 전력회사 배전계통(저압수용가 공급)의 LV계통접지방식에 대한 현황이다. 이 표에서도 미국은 저압수용가의 모든 접지가 공급변압기의 중성선 접지와 접속되는 공통접지시스템으로 운용하고 있음을 보여준다.

표 2. 외국 전력회사의 LV계통 접지시스템 운용현황

국 가	저압접지시스템	비 고
독 일 230/400(V)	TT, TN-C 및 TN-S	TN 계통이 일반적이며, RT(2[Ω])인 경우 변압기 접지와 수용가의 전기설비까지 외함접지가 연결됨.
프랑스 230/400(V)	TT * TN계통으로 이행 중	$R_A(50[Ω], (100[Ω] \text{인 경우도 있음}))$ 레셋터클형 30(mA) RCD
영 국 240/415V	TT, TN-C 및 TN-S	- 도시지역 : TN-S 및 TN-C - 농어촌지역: TT
일 본 100/200(V)	TT	$R_A(100[Ω], \text{누전차단기}(30\text{mA})$ RCD) 사용
미 국 120/240(V)	TN-C 및 TN-S	모든 접지시스템(HV/MV/LV)이 전원계통접지와 연결

2.2 접지방식 선정 및 과전압 대책

2.2.1 공통접지방식의 채택

22.9[kV] 계통에서 변압기의 접지방식은 22.9[kV]-Y 선로의 중성선-변압기 외함접지-변압기 저압측 중성선접지를 공통접속하고 있으며, 수용가측 접지설비가 현재 TT방식에서 TN방식으로 변경되면 미국처럼 HV/MV/LV/수용가구내의 저압기기외함 접지설비를 모두 공통접속하는 TN-a 계통이 된다. 또한 최근의 빌딩구조에서 접지선을 빌딩의 철골·철근에 접속하는 경우가 많고, 이러한 경우 저압측은 대부분 TN 계통에 유사한 계통이 된다.

수용가 구내에서 사용되고 있는 접지종류는 다양하며, 한 건물의 전기설비에서 서로 간섭이 없는 개별접지극의 설치는 거의 불가능하다. 따라서 국제표준을 만족시키기 위해서는 모든 접지를 통합하는 일관성 있는 공통접지시스템 구축이 필요하다. 고압측과 저압측 접지시스템을 상호접속 한 공통접지시스템을 구축하기 위해서는 사람 또는 기기에 발생할 수 있는 위험한 전위차를 제한하기위해 등전위접속이 필수적이며 등전위접속의 중요성은 IEC 및 NEC 등 모든 국제규정에서 강조하고 있다. 즉 공통접지시스템은 등전위접속을 전제로 한다고 할 수 있다. 특히 우리나라의 22.9[kV]-Y 계통은

고압측의 지락고장전류가 크며 또한 TN-a 계통에서는 접지측 전선이 모두 공통접속되므로 중성점의 전위상승 및 지락점의 전위가 수용가 설비기기 및 외함에 인가될 수 있어 반드시 등전위접속하여야 할 것이다.

기타 건축물의 피뢰설비에서 인하도선은 건축물의 도전부와 여러 점에서 접속되어야 하며, 특히 자연적 인하도선설계의 경우 건축물의 도전부(철 구조체 등)가 인하도선으로 사용된다(KSC IEC 61024-1/3.2.2 및 3.2.3 참조). 또한 낙뢰 등의 발생시 다른 계통설비의 접지설비사이에서 발생할 수 있는 전위차를 방지하기 위하여 반드시 상호접속하도록 규정하고 있다(NFPA 780/4.14 참조).

2.2.2 과전압 대책

IEC60364-4-44의 442절 「고압측 계통 지락고장에 대한 저압설비의 보호」는 상용주파 과전압에 대한 규정이므로 낙뢰 등과 같은 임펄스 과전압보호와 관련하여 배선용기기 자체가 기본적으로 가져야 할 정격임펄스 내전압에 대해서는 IEC 60364-4-443.4의 표 44B 규정을 참조하며 건물설비에서 과전압보호장치(SPD)의 선정과 시공에 대해서는 IEC 60364-5-53, 534 규정을 참조한다.

「고압측 계통의 지락고장시 저압측 설비 및 인체 보호」와 관련한 과전압대책으로서는 공통접지(22.9[kV]-Y 중성선, 변압기 외함, 저압측 중성선 및 구내 전기기기 외함)와 수용가구내의 모든 노출도전성 부분을 다중접지하고, 저저항의 도체로 등전위화 시키는 방법으로 전위차해소 및 과전압을 저감하는 것이며, 그 주요내용을 요약하면 다음과 같다.

- ① HV 지락고장전류크기의 제한
 - ② 변압기 접지저항값을 가능한 한 낮추는 방법
 - ③ 변압기접지와 수용가 구내의 모든 접지극 계통을 저저항의 도체로 등전위화 시키는 방법
- 단, ① 및 ②는 주로 전력회사 소관사항이다.

공통접지방식에서 저압중성선의 전위상승은 배전용 변압기의 접지저항과 밀접한 관계가 있으나 IEC, NESC 등 국제표준에서는 특정 접지저항 값을 규정하지 않고 다만 충분한 전류용량을 가진 저저항의 임피던스로 대지에 접속할 것을 규정하고 있다. 또 배전선로의 변압기 접지저항에 관한 안전성평가는 최악의 지락고장시를 상정한 접촉전압이 안전한 수준이하로 되도록 접지저항이 정하여 지나 지락차단장치가 있는 경우 안전전압/시간의 기준에 따라 지락보호장치가 동작하도록 하는지 확인하는 것이다.

3. 수전설비 접지시스템 설계

3.1 접지시스템의 안전기준

접지시스템의 안전기준은 접지시스템의 설계·시공 및 시험·검사에 있어서 안전성 판단의 요건이 되며 이에 기초하여 감전보호대책을 수립하게 된다. 현재까지 우리나라에서는 접지시스템의 안전기준을 접지저항에 근거하여 기술규제해왔다. 그러나 국제표준에서의 접지설계 사고방식은 감전보호지표로서 소용접지저항을 주체로 고려하는 것이 아니라 보폭전압, 접촉전압을 주체로 하고 있다. 이제 우리나라에서도 전기사업법의 기술기준에 IEC규격이 도입됨에 따라 설계에 적용할 접지시스템의 안전기준에 대한 구체적인 제시가 필요하게 되었다.

3.1.1 허용접촉전압 한계곡선

접지시스템의 감전보호지표로서 감전전류의 안전한계를 전압의 안전한계, 즉 일반적으로 인체가 접촉하여도 심실세동을 일으키지 않는 허용접촉전압값으로 표시한다. IEC61936-1의 부속서 B에는 접지시스템설계시 이용되는 대표적인 접촉전압한계곡선으로서 각종조건이 다른 Z₁부터 Z₄곡선의 4가지 곡선을 보여주고 있다. 이 4가지 곡선은 확률 및

통계적 관점에서 현재 여러 나라에서 사용하고 있는 Z₂ 곡선이 접지설계요소로서의 최저조건으로 되어 있다(그림 4 참조).

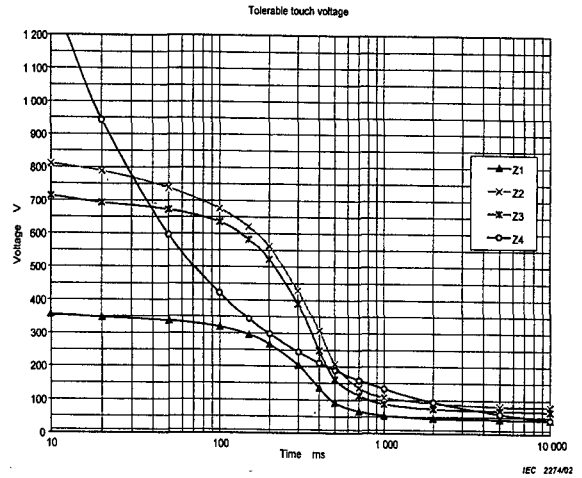


그림 4. 접촉전압의 안전한계곡선
(IEC 61936-1 부속서 B. 그림 B.2)

Z₁곡선 : 인체임피던스 Z₅(인구의 95[%]가 초과하는 값) 및 C₁곡선(심실세동확률 5[%] 미만)에 대응하는 허용전류를 상정한 것. IEC 60479-1.

Z₂곡선 : 인체임피던스 Z₅₀(인구 50[%]가 초과하는 값) 및 C₂곡선(심실세동확률 5[%] 이하)에 대응하는 허용전류를 상정한 것. IEC 60479-1.

Z₃곡선 : Z₁과 동일조건에서 맨발로부터 접지경로간의 저항(700[Ω])을 상정한 것

Z₄곡선 : 인체임피던스를 1000[Ω]으로 하고 IEEE 80-2000(체중 50[kg], 대지저항률 100[Ω] · [m])의 허용전류에 의한 것.

비고 : Z₃곡선은 C₂곡선 및 접지경로 저항 없이 인체임피던스를 Z₅₀ 으로 가정

* IEC 61936-1의 허용접촉전압한계곡선에서 인용토록 규정한 IEC 60479는 인체에 대한 전류

의 영향과 인체임피던스를 규정하며, 감전보호의 기초로서 적용되고 있는 국제표준이다.

3.1.2 접지시스템의 안전기준 적용(안)

IEC 61936-1에서 허용접촉전압한계치의 계산방법은 허용인체전류와 인체임피던스의 특성으로부터 한계전압치를 결정하는 방법을 취하고 있다. 이 경우에 허용인체전류는 IEC 60479-1의 C₁ 또는 C₂곡선 채택을 권장하고 있다. 그러나 채택할 전류경로, 인체 임피던스를 설계시 마다 개별로 검토하는 것은 바람직하지 않기 때문에 이 규격을 적용할 경우의 허용접촉전압한계치 기준을 아래와 같이 제시한다.

- 울타리 등으로 구획되어 외부인의 출입이 통제되는 「출입제한운전구역 내」에서는 유럽에서 적용되고 있는 CENELEC HD 637 S1의 허용 접촉전압곡선(U_{TP})과 부합된 IEC 61936-1 부속서 B의 Z₂ 곡선을 적용한다.
- 변전소 울타리 등 대중에 노출된 「출입제한 운전구역 외」에서는 대중에 대한 감전보호가 목적이므로 IEC 61936-1 부속서 B의 Z₁ 곡선을 적용한다.

3.2 접지시스템 설계

IEC 61936-1의 설계절차는 10.3(접지시스템의 설계) 및 부속서 C에 제시되어 있으나 허용 접촉전압의 결정방법 등에 있어서 구체적 내용이 없으므로 이를 국내에서 적용하는 데는 구체적 내용을 보완할 필요가 있다.

3.2.1 설계흐름도

접지설계의 기본요소를 바탕으로 하여 접지설계절차를 정리하면 아래와 같다.

- 1단계 : 지락고장전류 및 지속시간에 근거하여

기능적 요구사항을 만족하는 최소의 접지시스템을 결정한다.

- 2단계 : 대상구역을 결정한다. 접지설계대상구역이 통합접지시스템이 아닐 경우, 토양의 파라메타로서 계절변화를 고려하여 대상구역의 토양특성을 결정한다.
- 3단계 : 토양특성과 접지설비부지(installation site)의 접지시스템을 통해 대지로 흐르는 고장전류에 근거해서 최대접지전위상승(EPR)을 결정한다.
- 4단계 : EPR가 허용보폭전압·접촉전압보다도 낮으면 설계는 완료된다. IEC 61936-1, 표 5의 요건을 만족시킬 경우에도 설계는 완료된다.
- 5단계 : EPR제한치를 만족시키지 못할 경우, 접지시스템의 내부 및 근방의 보폭 및 접촉전압이 허용한계보다도 낮은지 아닌지를 판단한다.
- 6단계 : 전도전위(傳導電位 transferred potentials)가 전력설비의 외부 또는 내부에서 위험을 유발하는지의 여부를 판단한다. 만일 위험하다고 판단되면 노출개소의 전위경도를 완화하는 조치를 취한다.
- 7단계 : 저압기기가 과도한 스트레스전압에 노출될 것으로 판단되면 완화하는 조치를 취한다. 이 완화조치에는 고압과 저압접지의 분리도 포함된다.
- 8단계 : 변압기 중성점으로 귀환하는 전류가 접지시스템 부분 간에 과도한 전위차를 유발할 것으로 판단되면 완화조치를 취한다.
- 9단계 : 상기 기준을 만족시키는 것으로 판단되면 필요에 따라 상기 단계를 반복하여 설계를 개선할 수 있다. 모든 노출도전부의 접지를 보증하기 위하여 상세설계가 필요하다. 또한 현장여건이 허용하는 한 계통외도전부는 접지하여야 한다.

3.2.2 구체적 접지설계방법

IEC 61936-1에 의한 접지설계방법을 검토한 결과는 아래와 같으며, 이때 IEC 61936-1에 구체적인 방법이 제시되어 있지 않은 것에 대하여는 유사규격인 CENELEC HD 637 S1, IEEE 80-2000의 내용으로 보충하여 접지설계 할 수 있다.

- 지락전류, 고장지속시간의 결정 : IEC 61936-110.3.2
- 추가 저항(신발 등) : CENELEC HD 637 S1 부속서 C.2의 계산방법 사용
- 접지전위 상승치의 결정방법 : CENELEC HD 637S1 9.2.4.2·부속서 N3
- 접촉전압의 결정방법
 - 허용치 : IEC 61936-110.2.1
 - 접촉전압의 계산방법 : IEEE 80-2000의 부속서 D
 - 접촉전압의 측정을 위한 인체의 모의방법 : CENELEC HD 637 S1 부속서G
- 접지시스템에 대한 안전대책
 - 전도전위(傳導電位)대책 : CENELEC HD 637 S1 9.3.3
 - 울타리 등의 안전대책 : CENELEC HD 637 S1 Annex D
 - 특별한 장소의 대책 : CENELEC HD 637 S1 9.3.4

2000의 내용으로 보충하여 접지설계 할 수 있는 방안을 제시하였다.

이상과 같은 검토결과에 따라 현재 수전설비의 설계 및 시공의 실무지침서로 활용되고 있는 내선규정 개정(안)을 작성하였으며 그 주된 내용은 국제표준에 의거하여 공통접지시스템 도입 및 수전설비 접지시설 규정보완, 결선기호의 국제표준 도입 등이며 이 개정(안)에 수록된 수전설비 참고결선도 중 하나를 아래에 도시한다.

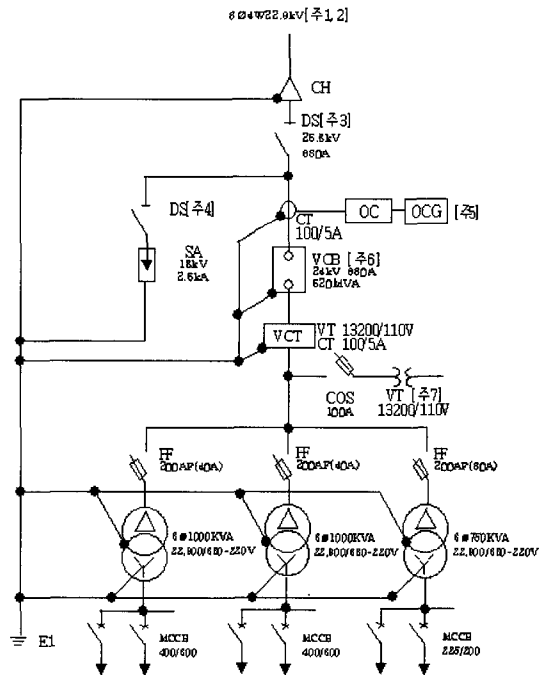


그림 5. 22.9[kV]-Y 특별고압수전설비 결선도(내선규정 개정안 그림 3220-5)

- (주1) 고장발생시 정전피해가 예상되는 수용가의 인입선은 예비선을 포함해서 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다.
- (주2) 지중인입선의 경우, CNCV-W(수밀형) 또는 TR CNCV-W(트리억제형) 케이블을 사용하여야 한다. 다만 전력구, 공동구, 덕트, 건물구내 등 화재의 우려가 있는 장소에서는 FR CNCO-W(난연) 케이블을 사용하는 것이 바람직하다.
- (주3) DS를 대신하여 LBS, ASS, Sectionalizer, ASCB를 사용할 수 있다.

4. 수전설비 시설기준 개선

수전설비 접지기준 개선방안과 관련하여 지금까지 22.9[kV] 계통에서 공급되는 수전설비의 접지시스템 선정 및 접지시스템의 안전기준 적용방안과 IEC 규격에 기초한 접지시스템 설계절차 및 동 규격에서 규정하고 있지 않은 구체적 접지설계방법에 대해 유사규격인 CENELEC HD 637 S1 및 IEEE 80-

특집 : 수변전설비 및 조명설비의 기준 개선사례

- ASCB를 설치시에는 CB와 그 부속장치(CT, VT 등)를 생략할 수 있다.
- [주4] SA용 DS는 생략할 수 있으며 LA는 disconnector(또는 Isolator) 붙임형을 사용하여야 한다.
- [주5] 단락보호 및 지락보호 계전기에는 순시요소부 과전류 계전기 및 지락과전류계전기를 사용해야 한다.
- [주6] • 차단기의 트립전원은 직류 또는 콘덴서차단장치(CTD)가 바람직하다.
• 차단기에 진공차단기(VCB)를 사용하고, VCB 2차측에 몰드변압기 및 고압전동기를 운전하는 경우에는 개폐서지 보호용 서지흡수장치를 설치하는 것이 바람직하다.
- [주7] VT의 2차부하는 계기 또는 계전기용으로 한정되어야 하며, COS의 퓨즈링크는 1(A)를 설치한다.

참고문헌

- [1] IEC60364 "Electrical installations of buildings" 2001. 8.
- [2] IEC61936-1 "Power installations exceeding 1(kV) a.c. - Part : Common rules" 2002. 10.
- [3] CENELEC HD637 S1 "Power installations exceeding 1(kV) a.c."
- [4] IEEE 80-2000 "Guide for Safety in AC Substation Grounding".
- [5] 고압수전설비규정(JEAC 8011-2002), 일본 전기협회, 2002.
- [6] Electrical Installation Guide, Scheider Electric, 2005.
- [7] Electrical Installations Handbook, 2nd Ed. SIEMENS, 1987.

◇ 저 자 소 개 ◇



김광덕(金光德)

1945년 6월 14일. 1969년 한양대학교 전기과 졸업. 1978년 한국전력공사 과장대리. 1998년 한국전력기술(주) 전기기술처장. 2002년~현재 대한전기협회 기술기준처 연구원.

E-mail : kdkim@electricity.or.kr



김한수(金漢洙)

1964년 1월 20일. 1993년 경성대학교 산업공학과 졸업(석사). 1997년 한국전력공사 과장대리. 1997년~현재 대한전기협회 기술기준처 처장.