

표준전압의 국제규격 부합화 연구

김한수, 강제희*, 김광덕, 이주철, 이기식**
대한전기협회, 단국대학교**

A Study on the Harmonization of Standard Voltages of Republic of Korea with IEC Standards

Kim Han-soo, Kang Gye-Hee*, Kim Kwang-Deok, Lee Ju-Cheol, Lee Ki-Sik**
Korea Electric Association, Dankook University**

Abstract - System voltages of Republic of Korea have been diversified since 1970s due to the accelerated industrialization of the republic.

Although the national standards on system voltages (i. e Korean Industrial Standards KSC 0501) were established in 1974, the standards were not adequately maintained in time.

Consequently, national standards on system voltages has some discrepancy not only with the existing voltages of electrical systems of this country but also with the IEC standard voltages in terms of scope and technical requirement of standards.

This study is to seek harmonization of national standard voltages with the IEC standards considering existing system voltages, relevant technical regulations and codes etc.

1. 서 론

전기 에너지는 그 생산에서부터 소비에 이르는 과정에서 여러 가지 기기나 설비가 모여서 일정한 형태의 전기시스템을 구성하게 되는데 그 종류와 규모는 다양하다. 전국을 한 개의 전력망으로 묶는 송배전 시스템도 있고 선박이나 항공기내에서 전기를 사용하기 위한 독립된 전기시스템도 있으며 송배전 시스템으로부터 전기를 수전하여 건물이나 공장 내부의 각종 전기기기나 설비에 공급하기 위한 구내 전기시스템도 있다.

이러한 전기시스템과 그 시스템에 접속되는 전기기기 및 설비의 운영은 일반적으로 어떤 일정한 전압을 유지하도록 되어 있다.

한편, WTO/TBT 협정은 회원국이 국가표준을 정할 때 국제규격이 있는 경우에는 국제규격을 채택하도록 의무화하고 있으며, 이에 따라 산업자원부 기술표준원에서는 한 국산업규격(Korean Industrial Standards : 약칭 KS)을 ISO/IEC Guide 21(KS GD A21 : 국제규격의 지역 또는 국가표준 채택)에 따라 조기에 국제규격과 부합화 시키도록 노력하고 있으며 전기·전자 기술 분야는 국제전기기술 위원회(IEC) 표준에 따르도록 추진하고 있다.

한편, 우리나라의 국가표준전압(KS규격)은 1974년도에 제정된 후 적절한 개정이 이루어지지 않아서 그 적용범위와 내용 등이 IEC 표준과 상당한 차이가 있을 뿐 아니라 우리나라의 현재 전기계통 및 설비와도 일치하지 않는 부분들이 있어 국제규격과 부합화 되는 방향으로의 개정이 필요하다.

따라서 표준전압에 대한 IEC 표준과 KS, 기타 국내의 관련 기술기준 및 규정과 관련 설비의 사용 실태 등을 고려하여 비교 검토하였으며, 검토 방법은 관련 IEC 표준문서에서 언급한 적용범위, 용어의 정의, 표준값 등의 항목별로 국내의 관련 표준, 기준 및 설비 사용현황 등과 비교하고 그 차이점을 분석하여 부합화의 타당성 여부 및 방법을

제시하였다.

2. 표준전압의 적용범위

IEC 표준전압의 적용범위는 아래와 같이 명시되어 있다.

적용범위

본 간행물은 다음에 적용된다 :

- 표준주파수 50Hz 및 60Hz이고 공칭전압이 100V를 초과하는 교류 송·배전계통과 사용설비계통(Utilization System) 및 이러한 계통에서 사용되는 설비
- 교류 및 직류 전철 시스템 (Traction System) ;
- 교류 120 V 또는 직류 750 V 미만의 공칭전압을 갖는 교류 및 직류 설비, 여기에서 교류 전압은 50 Hz 와 60 Hz에 적용되는 것을 주로 의도하였다. 이와 같은 설비는 전지 (일차 또는 이차 전지 등), 기타 전원 공급장치 (교류 또는 직류), 전기설비(산업용과 통신용을 포함하는)와 각종 전기제품(Appliances)을 포함한다.

본 간행물은 신호를 나타내는 전압이나 신호를 송출하는 전압 또는 피 측정값에는 적용되지 않는다.

본 간행물은 전기 기구 또는 설비의 구성요소와 부품의 표준전압에는 적용되지 않는다.

한편, KS에 의한 표준전압의 적용범위는 “교류전력 계통의 전선로 전압에 대하여 규정한다.”라고 되어 있어서 IEC 규격과 비교하면 아래와 같은 문제점이 있다.

- ① KS에는 “전선로 전압”이라고 되어 있어서 교류계통의 전압과 거기에 접속되는 설비의 전압이라는 의미가 명확하게 표현되어 있지 않고
 - ② 일반 송배전전압과는 다른 전철계통의 표준전압이 포함되어 있지 않으며
 - ③ 교류 120V 또는 직류 750V미만의 직류 및 교류 설비에 대한 표준전압도 규정되어 있지 않음
- 따라서 IEC 표준전압에 따라 적용범위를 확장하는 것이 타당하다고 판단된다.

3. 용어의 정의

“공칭전압”의 정의에 대하여 IEC에서는 “어느 한 시스템이 지칭되는(Designated) 전압”, KS에서는 “그 전선로를 대표하는 전압”으로 표현되어 있어 의미상 큰 차이는 없으며 IEC 용어정의를 그대로 따르는 데에 문제가 없다고 생각된다. 기타 용어에 대하여는 IEC 용어정의 그대로 따르는 것이 타당하다.(KS에서의 용어의 정의는 “공칭전압”뿐만)

4. 교류 송·배전 및 사용설비계통과 관련설비
(표준주파수는 50Hz 및 60Hz, 공칭전압 100V초과)

4-1. 공칭전압이 100V~1000V 범위의 교류시스템과 그 관련 설비.

이 전압범위에 대한 IEC 표준전압은 아래와 같다.

[표-1] 100V와 1000V 사이의 공칭전압을 갖는 교류시스템과 관련 설비

다음의 표에서 3상 4선 시스템과 단상 3선 시스템은 이러한 시스템에 연결된 단상 회로 (확장, 시설 등)를 포함한다.

첫째 열과 둘째 열에서 작은 값은 상 전압이며 큰 값은 각 상간(Between Phases)의 전압이다. 단지 하나의 값만이 있는 경우, 그것은 3선 시스템을 말하며 각 상간의 전압을 나타낸다. 셋째 열에서 작은 값은 상과 중성선 간의 전압이며 큰 값은 선간의 전압이다.

230/400 V를 초과하는 전압은 오로지 중공업 설비와 대규모 상업용 건물에만 적용된다.

정상 공급 조건하에서 전원 단자에서의 전압 변동범위는 그 시스템의 공칭 전압 보다 ±10 %를 초과해서는 안 된다. 사용 전압범위에 대해서는, 전원단자에서의 전압 변동뿐만 아니라 소비자의 설비 내에서도 전압 강하를 발생할 수 있다. 저압설비의 경우, 이 전압 강하는 4% 내로 제한되므로 이용 전압 범위는 +10 %, -14 %¹⁾이다. 이러한 사용 범위는 제품위원회에서 고려될 것이다.

3상 4선 또는 3선 시스템		단상 3선 시스템
공칭 전압 V		공칭 전압 V
50 Hz	60 Hz	60 Hz
-	120/208	120/240
-	240	-
230/400 ¹⁾	277/480	-
400/690 ¹⁾	480	-
-	347/600	-
1000	600	-

1) 기존의 220/380V와 240/415V 시스템의 공칭 전압은 230/400V의 권장 전압으로 전환되어야 한다. 가능한 짧은 기간 동안 전환되어야 하며 2003년을 초과하지 않도록 해야 한다. 이 전환기간 동안 처음 단계로서 220/380V 시스템을 갖는 국가의 전력공급 사업체는 230/400V+6%, -10% 한도 내의 전압으로 전환해야 하며, 240/415V 계통을 갖는 국가에서는 230/400V +10%, -6%로 전환해야 한다. 이러한 전환 기간이 끝나는 시점에서 230/400V ±10 %의 허용오차를 달성해야 한다; 그 이후에 이러한 한도를 좁히는 것이 검토될 것이다. 이상의 모든 고려사항들은 현재의 전압 380/660V에 대하여도 권장전압 400/690V로 적용된다.

이러한 전압범위의 IEC 표준전압은 공칭전압으로 표시되어 있으며, 이에 해당하는 KS 표준전압은 110V, 220V, 220/380V(3상4선식 계통에서의 전압), 440V로 되어 있고, 전기설비 기술기준에는 110V, 220V 및 380V로 규정되어 있으며, 한전의 배전설계기준에서는 110V(단상), 220V(단상 및 3상), 380V(3상), 440V(단상)으로 규정하고 있다.

전기사업자가 현재 공급하고 있는 이 범위의 배전전압은, 110V(단상), 220V (단상 및 3상)과 220/380V(3상 4선식 : 220V 단상과 380V 3상 사용가능)가 있고, 단상

440V는 220V 승압초기에 일부 계통에 있었으나 현재는 사용되지 않고 있다. 그 중에서 110V 단상 및 220V 3상은 저압송압이 완료되면 폐지 될 예정이므로 2차 배전 전압(저압)은 220V(단상)과 380V(3상4선식)로 단상화 될 것으로 전망되는데 이를 전압이 현재 IEC 표준전압으로 규정 되어 있지 않아서 IEC 표준전압 부합화가 필요하다.

그런데 IEC 표준전압의 표1에서 3상4선 시스템은 000/000V라는 방법으로 각 상간전압(선간전압)과 상과 중성선간의 전압(상 전압)을 모두 표시하고 있으며, 3상 4선 시스템은 여기에 연결된 단상회로를 포함한다고 되어 있어서 우리나라의 경우 "3상4선 시스템"만을 IEC 표준에 포함시키면 문제가 없을 것으로 판단된다.(현재의 IEC 표준에도 단상 3선식을 제외한 단상전압에 대하여는 별도로 표시하지 않았음)

한편, 표1에 언급되어 있는 바와 같이, 기존의 220/380V와 240/415V 시스템을 2003년 까지 230/400V 계통으로 단일화를 추진했던 것은 50Hz 계통의 전압에 관한 사항으로 계통 주파수가 60Hz인 우리나라 표준전압에는 해당되지 않는 것으로 생각된다.

일반적인 업무용 건물내부의 전기계통의 경우는 현재 1000V이하의 전압범위에서는 거의 모든 설비가 380/220V를 사용하고 있는 것으로 파악되었으며, 공장, 지역난방설비, 배수장, 하수처리장 등 각종 Plant의 경우에는 1970년대 이후 우리나라의 급속한 산업화 과정에서 미국, 일본, 유럽 여러 나라의 설비가 Turn-Key Base로 도입되면서 전압이 다양화 되었다.

대구, 경북지역의 대용량 고객(154kV 수전 수용가 및 이들 수용가로부터 22.9kV로 수전하는 수용가) 45개 사업장의 사용설비계통전압에 관한 표본조사결과를 아래와 같다. 표에서 사업장 수의 합계가 120개로 나타난 것은 한 개의 사업장에 다수의 계통전압이 존재하기 때문이며 그 내용을 보면 220V와 380V가 가장 널리 사용되고 있으나, 그 밖에 110V, 440V 및 460V 계통 등도 상당수가 있는 것으로 나타났다.

[표 4-1] 사용설비계통 전압현황(저압)

사용설비계통 전압 (V)	사업장 수 ()안은 백분율	사용설비계통 전압 (V)	사업장 수 ()안은 백분율
110	16(13.3)	440	22(18.3)
208	3(2.5)	460	8(6.7)
220	40(33.3)	480	1(0.1)
230	1(0.1)	575	2(1.7)
380	27(22.5)	합 계	120(100)

그러나 사용설비계통은 송배전계통과는 달리 계속 확장되지 않고 대체로 개별적인 시스템이 한정된 장소에서만 운영되며, 점차 국제적으로 IEC 표준전압이 널리 사용될 것을 고려하면 우리나라에서는 380/220V(3상4선 시스템)이외의 전압을 IEC 표준에 추가 하도록 추진할 필요는 없다고 판단된다.

4-2. 공칭전압이 1kV초과 35kV미만인 범위의 교류 3상 시스템과 그 관련 설비

이 전압 범위에 대한 IEC 표준전압은 다음과 같다.

[표-3] 1kV초과, 35kV이하의 공칭전압을 갖는 교류 3상 시스템과 관련 설비

설비에 대한 최고 전압의 두 가지 계열이 아래에 주어졌는데, 그 하나는 50Hz와 60Hz 시스템(계열 I)에 관한

것이고 다른 하나는 60Hz 시스템(계열Ⅱ-복미 방식)에 관한 것이다. 어느 한 국가에서는 이를 계열중의 하나만을 사용할 것을 권장한다.
또한, 어느 한 국가에서는 계열Ⅰ에서 주어진 2가지 계열의 공칭전압의 하나만을 사용할 것을 권장한다.

계열Ⅰ			계열Ⅱ	
설비에 대한 최고 전압 kV	공칭 시스템 전압 kV		설비에 대한 최고 전압 kV	공칭 시스템 전압 kV
3.6 ¹⁾	3.3 ¹⁾	3 ¹⁾	4.40 ¹⁾	4.16 ¹⁾
7.2 ²⁾	6.6 ¹⁾	6 ¹⁾	-	-
12	11	10	-	-
-	-	-	13.2 ²⁾	12.47 ²⁾
-	-	-	13.97 ²⁾	13.2 ²⁾
-	-	-	14.52 ¹⁾	13.8 ¹⁾
(17.5)	-	(15)	-	-
24	22	20	-	-
-	-	-	26.4 ²⁾	24.94 ²⁾
36 ³⁾	33 ³⁾	-	-	-
-	-	-	36.5 ²⁾	34.5 ²⁾
40.5 ³⁾	-	35 ³⁾	-	-

* 다른 언급이 없다면, 이 시스템들은 일반적으로 3선 시스템을 말한다. 표시된 값들은 위상간의 전압이다.
괄호안의 값은 우선적으로 권장하지 않는 값이다. 이러한 값들은 앞으로 구축되는 새로운 시스템에는 사용하지 않을 것을 권장한다.

주1) 어느 한 국가에서 인접한 2개의 공칭 전압 사이의 비는 2이상 이 되도록 할 것을 권장한다.
주2) 계열Ⅰ의 정상적인 시스템에서, 최고 전압과 최저 전압은 시스템의 공칭 전압으로부터 대략 ± 10% 이상 차이 나지 않는다. 계열Ⅱ의 정상적인 시스템에서는, 최고 전압과 최저 전압은 시스템의 공칭 전압으로부터 각각 + 5%, - 10% 이상 차이 나지 않는다.

¹⁾ 이 값들은 공공 배전 시스템에 대해서 사용해서는 안 된다.
²⁾ 일반적으로 이 시스템들은 4선 시스템이다.
³⁾ 이 값들의 단일화가 고려 중에 있다.

이러한 전압범위에 대응하는 KS의 표준전압으로는 3300V, 3300/5700V, 6600V, 6600/11400V, 13200V, 13200/22900V, 22000kV가 규정되어 있으며 한전의 배전 설계기준에는 6600V와 22900V, 변전설계 기준에는 3.3kV, 6.6kV, 22kV, 22.9 (√3X13.2)kV의 표준전압이 있다.

KS의 표준전압 중 구 설비인 3300V 계통이나 기존 배전선을 이용한 배전 용량 증대를 위해 추진했던 3300/5700V, 6600/11400V 3상4선식 계통은 현재는 배전 계통에는 사용되지 않고 있다. 또한, 22000V 송전선로도 일부가 22.9kV 배전선으로 전환되었고 중성점 비접지방식의 22000V 계통은 현재 사용되지 않는다.

한편, 서울의 강북중심부와 제주지역에 극히 일부 남아 있는 6.6kV 배전계통은 22.9kV 계통으로 승압을 추진하고 있어서 장차 이러한 전압범위에서의 국내의 송배전전압은 13200V(단상)와 13200/22900V(3상4선식)로 단순화 될 것으로 전망되며 이 전압이 현재의 IEC 표준전압과 일치하지 않으므로 IEC 표준전압과의 부합화가 요망된다.

그런데 이러한 전압범위에 대한 IEC 표준전압은 교류 3상 시스템과 관련설비에 적용된다고 명시되어 있어서 13.2kV 단상 계통을 별도 시스템으로 분류할 수가 없으며 따라서 공칭전압 22.9kV, 설비에 대한 최고전압

은 25.8kV인 3상4선식 계통으로 IEC 표준에 반영토록 하고 여기에 추가 하여 3상4선 계통에 연결된 단상회로(상 전압 13.2kV)를 포함하도록 반영하는 것이 필요하다(이와 같은 표시 방법은 앞서 100~1000V 범위의 표준전압(공칭전압으로 표시)에서는 적용한 사례가 있음)

우리나라의 1kV 이상 35kV미만의 범위 내에서의 사용설비계통전압 현황에 대하여는 앞에서와 같이 대구, 경북 지역의 45개 대용량 고객을 대상으로 표본 조사한 결과 아래와 같이 나타났다.

[표 4-2] 사용설비 계통전압 현황(고압, 특고압)

사용설비 계통전압 (V)	사업장의 수 ()안은 백분율	사용설비계통 전압 (kV)	사업장의 수 ()안은 백분율
3.3	33(41.3)	11	1(1.3)
6.6	12(15.0)	22	4(5.0)
6.9	2(2.5)	22.9	28(35.0)
합 계			80(100)

위의 표에 의하면 대용량 수용가에서 가장 널리 사용되는 전압은 3.3kV이고 그 다음은 22.9kV, 6.6kV, 22kV, 6.9kV, 11kV의 순으로 나타났으며, 이 중에서 IEC 표준전압에 포함시키도록 개정요청 예정인 22.9kV(3상4선식)과 6.9kV를 제외한 모든 공칭전압은 IEC 표준에 적합한 전압이다(공칭전압 3.3kV 및 6.6kV는 공공배전시스템에서는 사용치 않도록 IEC 표준에서 요구하고 있으나 조사된 계통이 사용설비계통이므로 IEC 표준에 부합될) 따라서 우리나라의 사용설비계통에서 사용되는 기존 전압을 고려한 IEC 표준전압의 개정은 불필요 한 것으로 사료된다.

4-3. 공칭전압이 35kV초과 230kV이하인 범위의 교류 3상 시스템과 그 관련설비

이 전압범위에 대한 IEC 표준전압은 아래와 같다.

[표-4] 35kV초과, 230kV이하의 공칭전압을 갖는 교류 3상 시스템과 관련 설비*

공칭시스템 전압의 두 가지 계열이 아래에 주어져 있다. 어느 한 국가에서는 이들 계열 중의 하나만을 사용할 것을 권장한다.

어느 한 국가에서는 다음의 그룹 중에서 한 값을 설비에 대한 최고 전압으로 사용할 것을 권장한다.

123 kV - 145 kV

245 kV - 300kV (표 5 참조) - 362 kV (표 5 참조)

설비에 대한 최고 전압 kV	공칭 시스템 전압 kV
(52)	(45)
72.5	66
123	110
145	132
(170)	(150)
245	220

* 괄호안의 값은 우선적으로 권장하지 않는 것이다. 이러한 값들은 앞으로 구축되는 새로운 시스템에는 사용하지 않을 것을 권장한다. 전압 값은 위상간의 전압을 나타낸다.

이러한 전압범위에 대하여 KS에 규정되어 있는 표준 전압은 22000/ 38000V, 66000V, 154000V, 220000V가 있

으며, 한전의 변전설계 기준에는 66000V와 154000V가 표준전압으로 정해져 있다.

이들 전압중 220000V는 1945년 해방당시 북한 지방에 있었던 것으로 알려져 있으며 현재 국내의 이 범위 내의 송전 전압은 66kV와 154kV가 있으며 66kV 계통은 신증설을 억제하고 있다.

IEC 표준전압과 비교하면 공칭전압 66kV 계통(계통 최대전압은 72.5kV)은 IEC 표준과 일치하지만 공칭전압 154kV 계통은 IEC 표준과 상이하여 부합화가 요망된다.

IEC 표준에서 공칭전압 150kV 계통의 설비에 대한 최고 전압은 170kV로서 우리나라 154kV 계통의 계통최고전압과 동일하지만 이 전압은 Non- Preferred 값으로서 장차 새로 건설되는 계통에는 사용치 말 것을 권장하고 있는 반면, 우리나라에서는 154kV 계통이 지역내 간선 역할과 대규모 수용가 공급 등의 중요한 역할을 담당하고 있으며, 앞으로 계속해서 건설되는 추세에 있으므로 이 전압계통(공칭전압 : 154kV, 설비에 대한 최고전압 : 170kV)이 IEC 표준의 Preferred Value에 포함되도록 할 필요가 있다.

4-4. 설비의 최고전압이 245kV를 초과하는 교류 3상 계통

이와 같은 전압범위를 갖는 IEC 표준전압은 다음과 같으며 다른 전압부류와 특이한점은 공칭전압이 아닌 그 계통에 접속되는 설비의 최고전압으로 규정하고 있는 점이며 따라서 국내기준도 같은 개념의 전압과 비교하는 것이 필요하다.

【표-5】 설비의 최고전압이 245kV를 초과하는 교류 3상 시스템¹⁾

지리적으로 한 지역(in any one geographical area)에서는 아래의 그룹 중에서 한 개의 값만을 설비에 대한 최고 전압으로 사용할 것을 권장한다.
245 kV (표 4 참조) - 300 kV - 362 kV
362 kV - 420 kV
420 kV - 525 kV

설비에 대한 최대 전압 kV	
	(300)
	362
	420
	550 ²⁾
	800 ³⁾ , ⁵⁾
	1050 ⁴⁾
	1200 ⁵⁾

1) 팔호 안의 값은 우선적으로 권장하지 않는 값이다. 이러한 값들은 앞으로 구축되는 새로운 시스템에는 사용하지 않을 것을 권장한다. 전압 값은 위상간의 전압을 나타낸다.
2) 525 kV 또한 사용된다.
3) 765 kV 또한 사용된다. 설비에 대한 시험 값이 765 kV에 대해 IEC에 의해 정의된 것과 같아야 한다.
4) 1100 kV 또한 사용된다.
5) 1050 kV가 채택된 어느 하나의 지리적 지역은 800 kV 또는 1200 kV를 사용해서는 안 된다.

주) 현재의 표에서 “지리적 지역(Geographical Area)”이라는 용어는 하나의 국가, 동일한 전압수준을 채택키로 합의한 국가들의 그룹 또는 영토가 매우 큰 국가의 일부 지역을 나타낸다.

우선 이들 전압범위에 대하여 규정한 국내기준으로 KS 표준전압인 공칭전압 345kV와 한전의 변전설계기준의 공칭전압 345kV(계통최대전압 : 362kV)와 공칭전압

765kV(계통최대전압 : 800kV)가 이에 해당된다.

여기서 IEC 표준전압의 “용어의 정의”에 의하면 설비에 대한 최고전압(Highest Voltage for Equipment)은 “계통최고전압(Highest System Voltage)”의 최대치로 되어 있으며, 한전 변전설계기준의 최대 계통전압은 이 값을 정상운전상태에서 그 계통에 인가될 수 있는 최대 전압으로 보아 각종 설비 시험에 적용하고 있으므로 IEC의 “설비에 대한 최고전압”으로 해석할 수 있다.

따라서 우리나라의 공칭전압 345kV 계통과 765kV 계통은 IEC 표준전압과 일치하는 것으로 판단된다.

5. 교류 및 직류전철계통(Traction system)의 표준전압

이 분야에 관한 IEC 표준전압은 아래와 같다.

【표-2】 직류 및 교류 전기철도(Traction) 계통

	전압			교류 시스템의 정격 주파수 Hz
	최저 V	공칭 V	최고 V	
직류 시스템	(400) 500 1000 2000	(600) 750 1500 3000	(720) 900 1800 3600 * *	
교류 단상 시스템	(4750) 12000 19000	(6250) 15000 25000	(6900) 17250 27500	50 또는 60 16 2/3 50 또는 60

* 팔호안의 값은 우선적으로 권장하지 않는 값이다. 이러한 값들은 앞으로 구축되는 새로운 시스템에는 사용하지 않을 것을 권장한다. 특히 교류 단상 시스템에 대해서, 공칭전압 6250V는 지역적 조건으로 인해 공칭 전압 25000V를 채택할 수 없는 경우에만 사용된다. 위 표에 나타낸 값들은 전기 철도 설비에 관한 International Mixed Committee(C.M.T.)와 IEC의 전기 철도설비 기술위원회 No.9에 의해서 합의된 사항이다.

** 일부 유럽 국가에서는 이 전압이 4000V에 달할 경우도 있다. 이러한 국가에서 국가간에 운행되는 차량의 전기설비는 5분까지의 짧은 시간 동안 이 최대 전압의 절대값을 견딜 수 있어야 한다.

우선 교류식 전기철도의 전압에 관하여 언급된 국내 기술기준으로는 전기사업법상의 전기설비기술기준 제290조(전차선로의 시설제한)에서 “교류 단상식 전기철도로서 사용전압이 단상교류 25,000V 이하인 것(이하 이절에서 “교류식 전기철도”라 한다.)의 전차선로는 철도의 전용부지 내에 시설하고 또한 전차선은 가공방식에 의하여 시설하여야 한다.”라고 되어 있어 IEC 표준전압 중 공칭전압 25,000V 시스템과 동일한 시스템으로 사료되며, 국내에서 실제로 운영되는 교류식 전기 철도의 표준 공급전압이 25,000V로서 IEC 표준과 부합된다.

다만, IEC의 공칭전압 25,000V 계통의 경우 최고전압은 27,500V, 최저전압은 19,000V로 되어 있으나 국내 전기철도의 경우 표준전압 25000V 최고전압은 27,500V이고 최저전압은 전기기관차는 19,000V, 전동차는 20,000V로 이원화 되어 있다. 따라서 최저전압 19,000V에서는 전동차의 주변변장장치 기동 등에 문제가 있을 수 있으므로 기존 전동차의 운영시스템 내에서 20,000V 이상을 유지하도록 하되 표준전압은 IEC 표준을 그대로 채택하여 장차 도입되는 설비는 IEC 표준에 적합하도록 하는 것이 좋겠다.

직류식 전기철도에 대하여는 전기설비기술기준 제270

조(전차선로의 사용전압의 제한)에서 "전차선로의 사용 전압은 이 장 제3절(교류식 전기철도) 또는 제4절(강철도)의 규정에 의하여 시설하는 경우 이외에는 직류저압 또는 직류고압으로 하여야 한다."라고만 되어 있어 구체적인 표준전압을 제시하지 않았으며, 국내에서 운영되는 직류식 전기철도의 공급전압은 1,500V로서 관련 IEC 표준 중에서 공칭전압 1,500V 시스템과 부합되는 것으로 볼 수 있다.

다만, IEC의 공칭전압 1,500V 계통의 경우 최고전압은 1,800V 최저전압은 1,000V로 규정되어 있으나 국내 직류식 전기철도(전동차)의 경우, 최고전압은 1,800V로 IEC 표준과 같지만 최저전압은 900V로서 IEC 표준의 1,000V 보다 100V가 낮다. 이 경우에 대해서도 앞의 교류 철도 식에서와 같이 IEC 표준전압을 수정 없이 채택하고 기존 설비에 대하여는 가능한 범위 내에서 IEC 표준에 맞도록 운영하고 장차 도입될 설비에 대해서는 IEC 표준에 맞는 설비가 도입되도록 하는 등의 조치가 필요하다.

6. 교류 및 직류설비
(교류 50Hz 또는 60Hz, 120V미만,
직류 750V 미만)

[표-6] 교류 120V 미만 또는 직류 750V 미만의 공칭 전압을 갖는 설비

직류		교류	
공칭 값		공칭 값	
우선 값 (preferred) V	보조 값 (supplementary) V	우선 값 (preferred) V	보조 값 (supplementary) V
6	2.4	6	5
	3		
	4		
	4.5		
	5		
12	7.5	12	15
	9		
24	15	24	36
	30		
36	40	48	60
	48		
60	80	110	100
96	125	220	250
220	250	440	600

주1) 1차 전지의 2차 전지의 전압은 2.4V미만이며, 다방면에 적용되는 전지의 유형 선택은 전압 이외의 다른 특성에 바탕을 두고 있기 때문에, 이러한 값들은 표에 포함되지 않는다. 관련 IEC 기술위원회는 전지의 유형과 특정 용도를 위한 관련 전압을 지정할 수 있다.

주2) 기술적, 경제적 이유로 어떠한 특정 분야에서의 적용을 위한 추가적인 전압들이 필요할 수 있다는 것이 인정된다.

IEC 표준전압의 적용범위에 따르면, 이러한 종류의 설비에는 배터리(1차 전지 또는 2차 전지), 기타 교류 및 직류 전원장치(Power Supply Devices), 산업용과 통신용 전기설비와 가전제품(Appliances)이 포함되며 이에 대한 IEC 표준전압은 상기의 표와 같다.

이와 같은 전압범위의 설비(Equipment)에 대응하는 국가규격(KS)은 없으며, IEC 표준전압이 규정한 전압범위 내에서 충분한 수의 표준전압 값을 제시하고 있고(직류 : 750V 이하 전압범위에서 Preferred 공칭전압 값 11개와 Supplementary 공칭전압 14개, 교류 : 120V 이하 전압범위에서 Preferred 공칭전압 값 5개와 Supplementary 공칭전압 값 5개) 직류전원장치 등에 널리 사용되는 6V, 12V, 24V, 48V 등이 표준 값으로 지정되어 있다. 한편, 이러한 전압범위의 국내 전기설비나 제품을 개별적으로 조사해서 IEC 표준전압과 비교 검토하는 것은 사실상 어렵고, 필요성 또한 크지 않다고 생각된다.

또한, 표6의 주1과 주2에서 1차 전지 및 2차 전지 1개의 전압이 표준전압의 최소치인 2.4V 보다 낮은 등의 이유로 특수한 경우에는 표준전압 이외의 전압사용가능성을 포괄적으로 인정하고 있으므로 이 분야의 IEC 표준전압을 채택하여 우리의 표준으로 삼고, 관련 전기설비나 제품의 규격을 정할 경우에 IEC 60038의 표준전압에 따르도록 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.(기존 KS 등 제품규격과 부합 여부도 검토하여 조치 요망됨)

7. 표준전압 검토결과

KS 등 국내의 관련 표준 또는 기준이 되는 전압과 현재 사용 중인 계통전압 및 향후 예상되는 계통전압 등을 고려한 우리나라 표준전압의 국제규격(IEC) 부합화 검토 결과를 요약하면 아래와 같다.

7-1. 교류 송·배전 및 사용설비계통과 관련설비

- a. 60Hz 계통에서 공칭전압 220/380V(3상4선 시스템)이 IEC 표준전압에 포함 시키도록 요청.
- b. 60Hz 계통에서의 공칭전압 13200/22900V(3상4선 시스템) 설비최고전압 25.8kV 계통을 IEC 표준전압에 포함시키고 이 시스템에 연결되는 단상회로(상과 중성선 전압은 13.2kV)를 포함하도록 조치 요망.
- c. 공칭계통전압 154kV(설비의 최고전압 170kV)가 IEC 표준전압의 Preferred Value에 포함되도록 요청.

* 이와 같이 추진할 경우 2002. 11. 25. 기술표준원에서 IEC(TC 8)로 표준전압의 개정요청내용(60Hz 계통에서 110/220V 단상 3선 시스템과 220/380V 3상4선 시스템을 IEC 표준전압에 포함되도록 개정 요청) 중 110/220V 단상 3선 시스템이 제외되는 결과가 되지만 이 시스템은 우리나라의 단상 110V를 단상 220V로 승압하는 과정에서 과도적인 방법으로 채택했던 방식이며 현재는 단상 220V로의 승압이 거의 완료된 상태이므로 앞으로 110/220V 단상 3선식 계통을 우리나라의 표준전압으로 유지할 필요는 없다고 사료된다.

* IEC 표준전압에서는 245kV 이상의 전압에 대하여는 공칭계통전압(Nominal System Voltage)이라는 용어를 사용하지 않고 설비최고전압(Highest Voltage for Equipment)이라는 용어만을 사용하고 있다. 따라서 우리나라의 345kV 계통과 765kV 계통에 대하여는 현재 사용 중인 "공칭전압"과 "계통최대전압"의 용어를 재검토하여 IEC 표준의 용어와 부합화되면서 우리가 필요로 하는 개념의 전압을 지칭하는 용어를 채택하는 것이 요망된다.

7-2. 교류 및 직류 전기철도 시스템

국내 교류 및 직류 전기철도의 공급 표준전압이 각각 25000V와 1500V로서 IEC 표준과 일치하므로 우선 IEC 표준전압을 국가규격(KS)으로 채택하고 기존 전동차의 공급 최저전압이 IEC 표준의 최저전압과 다소 상이한 부분은 해당설비의 공급전압 허용범위를 적정한 기준에 따라 운영함으로써 장차 도입되는 설비는 조기에 국제규격과 부합화 된 국가표준에 적합토록 추진하는 것이 바람직하다.

7-3. 교류 및 직류설비 (AC<120V 50 또는 60Hz, DC<750V)

앞에서 검토한 바와 같이 이와 같은 설비에 대응하는 국가규격(KS)이 현재 없으며 위에 제시한 전압범위 내에서 비교적 많은 수의 표준전압이 규정되어 있으므로 IEC 규격을 신속하게 국가규격(KS)으로 채택하여 국제규격에 맞는 전기설비나 제품이 생산되도록 유도함으로써 국내외 시장에서의 경쟁력을 높이도록 하는 것이 바람직하다.

8. 결 론

전기산업전반에 관련되는 기술 인프라(Technical Infrastructure)에 해당하는 전기계통 및 전기 설비의 표준 전압에 대한 국가규격(KS)의 미비점을 보완하고 국제규격과의 부합화를 이루기 위하여 본 연구를 수행하였다.

이들 표준의 개선은 관련 산업의 발전과 국가 경쟁력 향상에 기여할 뿐 아니라 WTO/TBT 협정에 의한 국제규격 채택의 의무 이행을 위하여도 필요한 사항이다. 특히, 국제전기기술위원회(IEC) 규격이 국제시장 연계(Global Relevance) 방안에서, IEC가 세계 각국의 전압, 전류정격, 주파수 등의 본질적인 차이를 절차에 따라 수용키로 한 결정(2002년 11월 북경 IEC 총회)이 관련 표준의 국제 부합화를 검토하게 된 직접적인 계기가 되었다.

표준전압에 대하여 IEC 표준을 기준으로 세부항목별로 KS, 기타 관련된 기술기준 및 우리나라의 실제 적용되는 기술을 비교, 검토하여 IEC 표준과의 부합화 방안을 검토한 결과는 다음과 같이 요약된다.

우리나라의 공칭전압 154kV이하의 주요 송배전 계통전압(154kV, 22.9/13.2kV 및 380/220V 계통)이 현행 IEC 표준과 상이하여 관련 IEC 표준의 개정이 요구되므로, IEC 표준의 국제시장 연계 수행원칙(문서 명칭 : Implementation of Essential Differences in Requirements in IEC Standards)에 따라 IEC 표준전압의 개정의 정당성을 포함하는 개정 제안서를 관련 IEC 기술위원회(TC 8)에 송부하고 처리과정을 관찰하며 필요시는 관련 국가들과 협조하여 우리의 개정제안이 IEC 표준에 반영되도록 지속적인 노력을 기울여야 하겠다.

한편 이와 같은 IEC 표준전압의 개정은 우리나라에 국한된 문제가 아니며 또한 관련된 IEC 국가위원회들로부터 승인을 받아야 하기 때문에 상당한 시일이 소요될 뿐 아니라 개정결과를 현재로는 예측하기 어려우므로 우리나라 표준전압의 국제규격 부합화를 조속히 실현하기 위하여, 현행 IEC 표준과 상이한 우리나라의 154kV이하 송·배전 계통전압을 현행 IEC 표준전압에 우선 추가시키고 현재의 IEC 표준전압 중에서 바로 채택이 가능하며 KS의 표준전압에서 다루고 있지 않은 “전기철도”분야와 “교류 120V미만 또는 직류 750V미만의 공칭전압을 갖는 설비”분야의 표준전압과 함께 표준전압 전체를 KS로 채택하여 국내 산업계에 적용토록 함으로서 관련 설비의 표준화를 앞당기고 국내외 시장에서의 경쟁력 확보에 도움이 되도록 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

그리고 향후 과제로는 표준전압을 전기산업계에 충분히 홍보하여 전기기기 제조 등에 적용토록 하여야 하며 국내외의 KS등의 전기기기별 기존 규격 중 이들 표준과 불일치

하는 점이 있는지를 검토하여 부합화 조치를 하는 것이 필요하다.

또한, IEC 규격을 국가규격(KS)으로 채택할 경우 정확한 의미 전달이 가능하도록 번역작업이 필요할 것으로 보이며 특히 IEC의 용어에 대응하는 한글용어를 지정하고 IEC 용어의 정의와 같게 정의해 주는 작업이 병행되어야 할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] 기술표준 백서(기술표준원, 2001년)
- [2] 한국전기사업변천사(대한전기협회 2000. 3)
- [3] 한국산업규격 KSC 0501 표준전압 (제정 : 1974-3-30, 확인 1995)
- [4] 한국전력공사 변전설계기준(설계기준2003) 및 배전설계기준(설계기준3001)
- [5] IEC 60038(Edition 6.2 2002-07) Standard Voltages
- [6] IEC 북경총회(2002. 11. 1) 회의록
- [7] 기술표준원 해외과연관 보고서 (제목 : IEC표준의 시장연계 계획, 2003. 5)
- [8] IEC Multilingual dictionary(CD-ROM, 제5판, 2002. 10)