

분수대의 전기설비에 관한 국내외 규정 비교분석

김한상 · 김종민 · 배석명 · 이건호
한국전기안전공사 부설 전기안전연구원

1. 서론

1.1 연구의 배경과 필요성

분수대라 함은 정원이나 공원 또는 광장 등에 물받이를 만들고 물을 뿜어 올려 그 동적 미와 시원한 느낌을 주는 장치물로서 우리나라는 20세기에 들어와서 분수대가 곳곳에 만들어졌으나 서양의 것만큼 전통이 있거나 활발하지 않았으며 주로 공원이나 공공시설물에 설치되었으나 최근에는 새로 짓는 아파트 단지내, 건물의 옥상이나 지하공간은 물론 개인 주택의 안에까지 설치하는 등 시설장소가 다양화될 뿐만 아니라 기술의 발달로 인하여 동력모터를 이용하여 분수구를 회전시켜 다이나믹한 물줄기를 연출한다거나 음악과 연동하여 환상적인 효과를 내기도 하며 광섬유에 의한 조명, 다양한 색연출이 가능한 LED조명등의 시설이 확대되는 추세이다.

한편으로는 분수대는 수조의 물속에 수중조명기구, 접속함, 배선, 수중펌프용전동기 등이 노출되어 사용되는 경우가 많기 때문에 이들 설비로 인한 누전이 발생시 감전사고의 위험이 매우 높은 감전에 취약한 시설물 중의 하나이다. 분수대는 원래 사람이 들어갈 목적으로 설치한 조형물이 아니지만 의도적으로 들어가는 것까지는 막을 수 없으므로 준입욕시설로 간주할 수 있다. 특히, 하절기에는 그림1과 같이 어린이들이 분수대 안에 손을 넣거나 들어가서 물장난을 하기도 하며 실제로 최근에는 국내외적으로 분수대에서의 감전사고가 언론에 보도된 사례도 있었다.

본 논문에서는 분수대의 전기설비에 관련된 국내 및 외국기준에 대하여 적용범위, 지락차단장치, 전기설비의 설치기준 등을 비교분석하여 재해예방을 위한 자료로 활용하고자 한다.

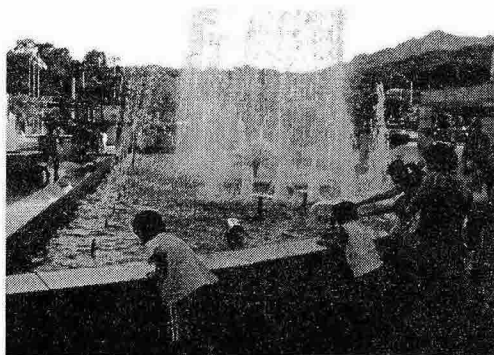


그림 1 일반분수

1.2 분수대의 종류와 구분

현재 분수대는 시설의 소유(점유) 및 관리주체측면에서는 지자체, 시설관리공단 등의 공공기관에서 관리하는 경우와 백화점, 빌딩, 지하상가 등의 개인이 관리하는 경우로 나누어지나 사적시설물인 분수대가 훨씬 많은 것으로 나타나 있으며 이 때문에 공식적인 통계는 있지 아니하고 대략 국내에 1,000여개가 넘는 것으로 추정하고 있을 뿐이다.

분수대가 갖는 본래의 미관상의 목적으로 분류하면 표1과 같으나 본 논문에서는 사람이 들어갈 우려에 의한 안전위험측면에서 본다면 일반분수, 조형분수가 그 적용범위에 해당하는 것으로 볼 수 있다.

표 1 분수대의 종류

종 류	적용 예	정 의
고사분수		고사분수는 도심의 상징이며 분수연출의 꽃이라 할 수 있다
음악분수		음악의 특성에 맞추어 자유롭게 연출이 되며 근린공원이나 주변 아파트 공간에 설치하여 독립된 놀이공간 및 휴식공간을 조성할 수 있다.
조형분수		주변 조형물과의 조화와 상징적 의미를 지향하는 분수이다
일반 분수		분수는 사람들이 직접 물을 만지면서 느낄 수 있는 시원함과 재미를 동시에 느끼게 해준다.
폭포·계류 분수		자연과 인공이 오묘하게 조화되어 속세를 벗어난 신선의 경지를 방불케 하는 분위기를 딱딱한 도심 공간에도 조성할 수 있게 되었다. 벽에 붙인 수구(水口) 또는 조각물의 입 등에서 물이 나오도록 만든 분수

2. 본 론

2.1 관련기준의 적용범위

분수대의 전기설비에 관하여 국내의 경우 최소한의 강제법규로서 전기사업법 제67조 및 전기사업법 시행령 제43조의 규정에 의하여 제정된 산업자원부 고시인 전기설비기술기준이 있으며 제261조인 폴용 수중조명등 등의 시설에서 규정하였다.

외국의 경우에는 국제전기규격인 IEC(International Electrotechnical Commission)의 건축전기설비인 60364-7-702인 수영장 및 이와 유사한 욕조에서 규정하고 있으며, 미국전기규정인 NEC(National Electrical Code)의 680항에서 규정하였으며 기준별로 정의하고 있는 내용은 다음 표2와 같다.

표 2 기준별 분수대의 정의

	전기설비기술기준	IEC	NEC
정 의	(1항)폴용수중조명등 기타 이에 준하는 조명 등은 다음 각호에 (2항)수중 또는 이에 준하는 곳에 조명등을 다음 각호에 의하여 시설하는 경우에 그곳에 사람이 출입할 우려가 없을 때에	사람이 들어갈 목적이 아닌 분수형수조에 적용한다	건물 내 또는 땅 위에 영구적으로 설치된 장식용분수에 적용한다. 이 설비는 미적가치를 위한 것이며 수영이나 물놀이를 위한 것이 아니다.

표2에서와 같이 국내기준은 1항에서는 사람이 들어갈 목적으로 시설된 장소에 대한 적용기준이며, 2항에서는 본래 사람이 출입할 목적이 아니며 “수중 또는 이에 준하는 곳”으로만 언급하고 있으므로 현장기술자의 자의적인 판단에 의할 수 있으며 그 표현이 애매모호하여 심지어 분수대의 전기설비 관리자의 경우에도 정확히 적용하기 곤란하다. 이에 비하여 외국기준에서는 적용범위에서 분수대(fountain)를 명확히 언급하고 있다.

2.2 사용전압의 제한

분수대의 전기설비는 수조 안에는 수중조명등, 수중펌프, 전선 등이 있으며 국내의 기준에서는 그 사용전압을 다음 표3과 같이 제한하고 있다.

표 3 기준별 사용전압의 제한

	전기설비기술기준	IEC	NEC
수중조명등	대지전압 150V 이하	수중 및 분수대의 테두리에서 수평 2m 이내, 수직 2.5m 이내에서	선간전압 150V 이하
수중펌프	없음 (다만, 옥내는 대지전압 300V 이하, 옥외는 대지전압 400V 이하)	-수중조명등은 교류 12V 이하, 직류 30V 이하인 SELV -수중펌프는 교류 50V 이하, 직류 120V 이하인 SELV	선간전압 300V 이하

상기 표3에서 알 수 있듯이 수중조명등에 대해서 기술기준 및 NEC는 150V 이하로 유사하게 규정하고 있으나 실제로 국내의 분수대 설치장소에서는 전원공급의 회로방식이 대부분 380/220V임에 따라 수중펌프의 사용전압이 380V이며, 수중조명등은 220V를 사용하는 경우가 많았다. 이에 비하여 IEC에서는 안전초저전압인 SELV(Safety Extra Low Voltage)를 적용토록 함으로써 훨씬 더 근원적인 보호방법을 규정하고 있음을 알 수가 있다.

수중펌프의 사용전압에 대해서 국내기준에서는 261조에서 규정하고 있지 아니하며 다른 조항에서 옥내와 옥외를 각각 대지전압 300V 이하, 대지전압 400V 이하로 규정하고 있으나 NEC에서는 선간전압 300V 이하로 규정하고 있다. 결론적으로 국내의 기술기준과 미국의 NEC는 전압의 제한을 대지전압과 선간전압으로 구분하는 차이가 있으며 선간단락사고의 위험에 대한 보호를 위해서는 NEC가 국내보다 더 엄격히 규정하고 있음을 알 수가 있다.

2.3 지락차단장치의 시설

전기설비의 접지나 이중절연 등의 감전보호가 되어있더라도 영구적인 신뢰성을 보장하지 않으므로 사용 중의 절연열화나 피복손상 등으로 인한 지락사고나 감전재해를 대비하여 전로의 1차측에 지락차단장치를 설치하여야 한다. 국내외기준별로 지락차단장치의 설치의무를 다음 표 4에 나타내었다.

표 4 지락차단장치의 적용

전기설비기술기준	IEC	NEC
사용전압이 60V를 넘는 저압의 기계기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설할 것	수중 및 분수대의 테두리에서 수평 2m 이내, 수직 2.5m 이내에 있는 전기설비는 1차측에 정격감도전류가 30mA 이하인 누전차단기를 설치할 것	<ul style="list-style-type: none"> • 누전차단기는 분수기에 공급하는 분기회로에 설치할 것 • 수중조명등이 침수되지 않은 경우에는 저수위차단기 등에 의해 보호할 것

국내기준에서는 분수대 관련조항인 262조에서는 규정하고 있지 않으므로 전기설비기술기준의 제45조에 의하면 표 5와 같이 “사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳”에는 지락차단장치를 설치할 것을 의무화하고 있으나 전술한 바와 같이 기준을 적용하는 사람의 관점에 따라 그 적용여부에 차이가 있을 수 있다. 이에 비하여 IEC나 NEC에서는 분수대 및 주변구역에 있는 전기설비에는 무조건 누전차단기를 시설토록 하고 있어 국내기준에 비해 적용하기가 용이하다. 또한, 수중조명등의 특성상 대기에 노출되면 과열에 의해 열화촉진, 손상의 우려가 있으므로 NEC에서는 저수위차단기를 시설토록 규정하고 있다.

2.4 접지

접지는 인체를 감전으로부터 보호하기 위하여 대지에 전기적인 단자를 시설하는 것이

며, 더욱이 분수대는 전기설비가 수중에 설치된 상태이므로 다른 장소보다 접지기준을 더욱 엄격히 적용하여야 한다. 분수대에 관련된 국내외 기준의 내용은 다음 표 5와 같다.

표 5 접지 및 등전위본딩

	전기설비기술기준	IEC	NEC
접지	조명등의 용기의 금속제부분에는 특별 제3종 접지공사를 할 것	<ul style="list-style-type: none"> • TT방식 : $R_A \times I_a \leq 50$ [V] R_A : 접지극 합성저항치 I_a : 누전차단기 동작전류 값 • IT방식 : $R_A \times I_d \leq 50$ [V] R_A : 접지극 저항 I_d : 고장전류 값 	분수 안에 있거나 분수의 내벽에서 1.5m 이내에 있는 모든 전기기기, 수중펌프 및 접속함에는 접지할 것
등전위본딩	없음	수중 및 분수대의 테두리에서 수평 2m 이내, 수직 2.5m 이내에 있는 노출 도전성부분은 모두 등전위본딩도체로 접속하고 또한 이 구역에 있는 전기기기의 외함에 접속할 것	분수와 관련된 모든 금속배관 설비는 기기접지용전선에 본딩되어야 한다.

표5에서처럼 국내기준에서는 분수대의 조명등의외함은 특별제3종공사에 의해 접지저항은 10Ω 이하이어야 한다. 이에 비하여 IEC에서는 접지저항치를 규정하고 있지 않지만 전로의 접지방식에 따른 최대고장전압 또는 인체의 접촉전압과 고장 차단시간과의 관계에 따라 기기 또는 인체가 보호될 수 있는 접지저항치로 규정하고 있다. NEC에서는 별도의 단일전극의 저항값이 25Ω 이상이 되면 전극을 증가시키고 각 전극은 1.8m 이상 이격할 것을 규정하고 있다.

특히, IEC와 NEC에서는 분수대의 안은 물론 분수대로부터 일정거리 내에 있는 전기설비와 노출도전성 부분에도 접지선을 연결하여 등전위본딩할 것을 규정하고 있다. 이는 분수대 및 주변에서의 인체는 감전에 매우 취약한 것을 고려하여 접지뿐만 아니라 등전위본딩에 대해서도 규정하고 있음을 알 수가 있다.

2.5 물의 영향에 대한 보호

분수대 안의 수중상태에 있는 전기기계기구의 내부에 물이 침입할 경우 기기의 수명단축과도 관련이 있지만 그 보다는 절연열화를 촉진하게 됨으로써 누전에 의한 감전사고의 우려 때문에 설치장소에 적합한 구조의 방수등급 이상의 것을 사용하여야 안전성을 확보할 수 있다. 물의 침입에 대한 보호에 관하여 국내외 관련기준의 내용은 다음 표 6과 같다.

표 6 물의 침입에 대한 보호

전기설비기술기준	IEC	NEC
조명등은 별표60에 의한 용기에 넣어 시설할 것 ※별표60의4 : 완성품은 최대 적용 전등의 와트수의 전등을 달고 또한 . . . 조작을 6회 반복하였을 때에 용기 내에 물이 침입하는 등의 이상이 없는 것일 것	<ul style="list-style-type: none"> • 분수대의 안 : IPX8 • 수중 및 분수대의 테두리에서 수평 2m 이내, 수직 2.5m 이내는 IPX5 	수중외함은 습기의 침입을 막기 위해 승인된 컴파운드로 채울 것

IEC규정에서는 분수대 내부와 주변구역에 대해서 각각 상시침수와 분사되는 물에 대한 영향에 해당하는 보호등급을 적용토록 규정하고 있다. 방수등급은 전기기기의 외함에 표시되지 않는 경우에는 설치자나 유지관리자가 쉽게 알 수가 없기 때문에 각국은 이에 합당한 안전규격으로 국내의 경우 전기용품기술기준, 미국은 UL, NEMA 등에 의해 인증된 전기제품을 사용토록 하고 있다. 그러나, 국내의 경우에는 전기용품안전관리법이 주로 일반인이 쉽게 취급하고 사용하는 가정용전기제품을 대상으로 하고 있어, 분수대의 수중조명등은 제외가 된다.

3. 결 론

본 논문에서는 분수대의 전기설비 관련 국내외기준을 비교분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1) 분수대의 적용범위에 관하여 외국기준은 명확하고 구체적으로 언급하고 있어 현장 적용이 용이하다.

2) 수중펌프의 전압에 있어서 국내는 대지전압인데 비해 NEC는 선간전압으로 규정함으로써 단락사고의 보호등급에 대해서도 국내기준보다 엄격히 적용함을 알 수 있다.

3) 감전보호수단인 지락차단장치와 접지의 경우 외국기준은 분수대에 관련된 전기설비에 모두 누전차단기를 적용토록 하였으며, 접지뿐만 아니라 분수대의 주변구역 내의 노출도전성부분까지도 등전위본딩을 시설토록 하여 감전보호기준이 더 엄격하다.

4) 방수, 방습 등에 관하여 외국의 기준은 분수대의 장소에 따라 물의 영향에 대한 보호등급의 정도를 구체적으로 규정하였다.

기준은 현장에서 설계, 점검, 검사, 유지관리 등에 활용되며 실질적인 전기안전을 확보하는 법적수단이므로 본 연구결과를 토대로 현장실태조사를 실시한 후 관련법규개정에 활용하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 전기설비기술기준, 대한전기협회
- [2] IEC60364, Electrical Installations of Building, 2004
- [3] NFPA, National Electrical Code, 2002 Edition.
- [4] NFPA, National Electrical Code Handbook, 2002 Edition.
- [6] 한국전기안전공사, 전기설비와 외국기준 비교 조사·연구, 1996. 12
- [7] 한국전기안전공사, 감전화재취약장소의 전기설비 시설지침(ESG-1007), 1999. 3