

분수대 전기설비의 국내 적용실태분석

김한상*, 김중민, 황광수, 김선규
한국전기안전공사 부설 전기안전연구원

An investigation on the actual condition of electrical facilities in domestic fountains.

H.S. Kim, C.M. Kim, K.S. Hwang, S.K. Kim

Electrical Safety Research Institute belonging to Korea Electrical Safety Corporation

Abstract - An Electrical facilities of fountain is one of the vulnerable facilities because it is exposed to water.

Especially, some children enter the fountain and play in the water in the hot season. For example, death from electrical shock in fountain was reported in domestic and foreign papers.

In this paper, we analyzed the riskiness of electrical shock on the basis of a fact-finding survey and comparing the domestic and international standard of electrical facilities in fountains.

드물다.

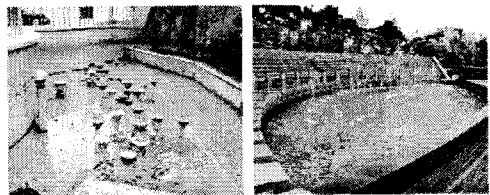


그림 2 국내에 설치된 분수대의 설치 예

감전보호측면에서 살펴보면 국제기준인 IEC에서는 충전부에 직접 접촉하는 것을 막기 위한 보호수단 중에 장애물(예:울타리)에 의한 보호방법을 규정하고 있다. 장애물에 의한 보호방법은 충전부에 우발적인 접촉을 예방하기 위한 것이며 고의로 장애물을 우회하여 접촉하는 경우까지는 보호할 수 없기 때문에 장애물에 의한 보호를 적용할 때에는 관계자 이외에는 무단으로 출입할 수 없도록 잠금장치 등을 해 놓을 것을 규정하고 있다. 이러한 이유로 인해 감전에 취약한 장소 중의 하나인 분수대의 전기설비에 관련된 IEC60364-7-702에서는 "장애물에 의한 보호방법은 적용할 수 없다"라고 규정하고 있다[3].

국내기준에서는 제261조2항에서 분수대의 수중조명등에 관해 규정하고 있으나 "사람이 출입할 우려가 없는 경우"라는 전제조건이 있으나 그 표현이 애매모호하여 울타리를 높게 설치하면 되는 것인지 어떻게 하라는 것인지 불분명하다[2][6]. 다만, 분수대의 가장자리에 설치된 턱의 높이는 사람이 쉽게 들어갈 우려가 있는지를 판단하는 참고가 될 수는 있으며 실태조사결과 그림 3과 같이 40cm 이하인 경우가 약 2/3을 차지하였다.

1. 서 론

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. 특히, 하절기에는 어린아이들이 분수대 안에 손을 넣거나 들어가서 물장난을 하기도 하며 실제로 최근에는 국내외적으로 분수대에서의 감전사고가 언론에 보도된 사례도 있었다[1].

본 논문에서는 국내에 시설된 분수대의 전기설비 현장 실태조사결과를 토대로 이를 국내외 관련규정과 비교함으로써 분수대의 전기설비 감전위험성을 분석하였다.

2. 현장적용실태분석

2.1 현장실태조사의 개요

실태조사는 총12개소로서 사람이 들어갈 우려가 있는 형태의 분수대를 대상으로 하였으며 지역별분포와 설치년도별 분포는 각각 그림 1, 표 1과 같다

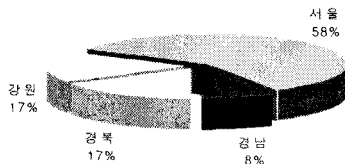


그림 1 조사지역별 분포

표 1 설치년도별 분포

설치년도	5년 이내	10년 이내	15년 이상
점유율	58%	17%	25%

2.2 분수대의 가장자리 설치높이

분수대는 본래 입욕의 목적으로 설치된 것이 아니며 또한 비관상 분수대의 외곽에 울타리를 설치하는 경우는

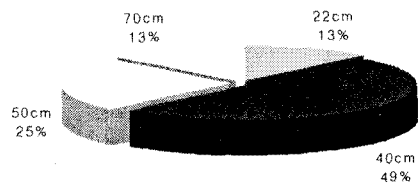


그림 3 분수대 가장자리의 턱의 높이

2.3 수조 내의 물의 깊이

분수대 내 수조의 물의 깊이는 인체가 잠긴 정도와 관련이 되며 감전메커니즘 해석시의 중요한 인자가 된다. 실태조사결과 그림 4와 같이 40cm 이하가 75%이며, 60cm 이상인 경우는 26%로서 이는 목욕탕의 욕조 내의 물의 깊이와 유사하다.

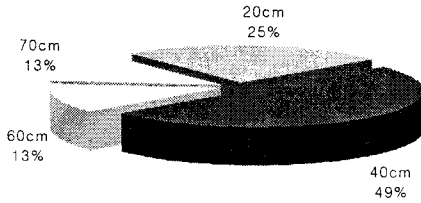
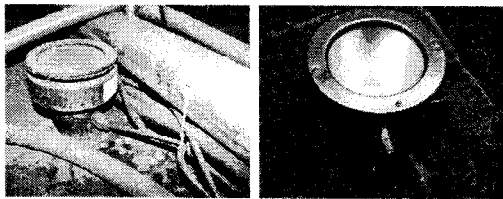


그림 4 분수대 수조의 물깊이

2.4 수중조명등의 사용전압 분포

분수대의 수중조명기구는 상용전압인 220V급에서 저전압인 12V에 이르기까지 다양한 전압에 의한 조명기구가 사용된다. 다음 그림 5는 수중조명기구의 설치 예로서 외관상으로는 사용전압을 알기가 쉽지가 않다.



(a) 220V 수중조명등 (b) 12V 수중조명등
그림 5 분수대 내 수중조명등의 설치 예

실태조사를 한 수중조명등의 사용전압에 대한 분포를 보면 그림 6과 같이 교류 220V 및 110V가 약 2/3을 차지하였으며, 약 1/3이 24V 이하의 저전압을 사용하고 있었다.

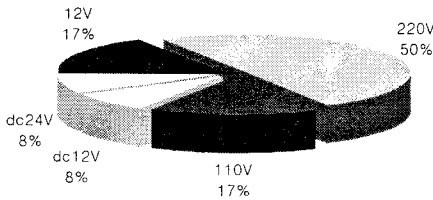


그림 6 수중조명등의 사용전압 분포

특히, 220V에 의한 회로가 많은 것은 분수대는 수중펌프인 동력과 수중조명등인 전등회로가 동시에 설치되므로 전원공급의 편리성으로 3상4선식의 공급방식을 채용하고 있기 때문이며, 110V에 의한 회로는 분수대를 전문적으로 시공하는 일부 업체의 경우 다음 그림 7과 같이 절연변압기를 사용하고 있었다.



그림 7 수중조명등용 절연변압기

결론적으로, 국내기준은 대지전압을 150V 이하, NEC680항에서는 선간전압 150V 이하로 규정하고 있으므로 조사대상인 분수대의 절반은 현행 기준에 적합하지 않게 사용되고 있음을 알 수 있다[4].

2.5 과전류 및 지락차단장치의 시설

2.5.1 수중조명등의 보호장치

수중조명등의 1차측 개폐기구의 종류는 대부분 누전차단기를 사용하였으나 저전압의 수중조명기구는 과전류보호장치만을 설치하였다. 현행 국내기준에서는 절연변압기의 2차측 전압이 30V 이하인 경우에는 지락차단장치를 설치하지 않아도 되는데 이는 절연변압기의 1·2차측 사이에 혼촉방지판을 설치하고 혼촉방지판은 제1접지공사를 하였을 경우이다. 즉, 안전절연변압기의 설치를 규정한 것으로 그림 8은 수중조명등의 1차측에 설치된 절연변압기의 설치 예로서 혼촉방지판 및 접지시설이 되어 있지 않음을 알 수가 있다.

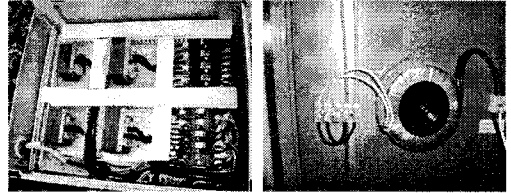


그림 8 저전압 조명기구용 절연변압기

2.5.2 수중펌프의 보호장치

수중펌프는 그림 9와 같이 별도의 기계실, 수조의 바닥 또는 수조 내의 맨홀에 설치된다. 실태조사결과 수조에 설치된 수중펌프는 50%로서 1차측에는 지락차단장치를 모두 설치하고 있으나 인체감전보호용의 누전차단기는 없으며 감도전류는 30mA, 200mA, 500mA로 다양하게 설정되어 있으며 동작시간은 모두 0.1초이다. 기계실에 설치된 수중펌프는 모두가 배선용차단기를 설치하고 있다. 즉, 이것은 전기설비의 설치장소를 기준으로 누전차단기를 적용하고 있음을 알 수 있으며 국내기준에 의해서는 적합하게 시설되어 있었다.

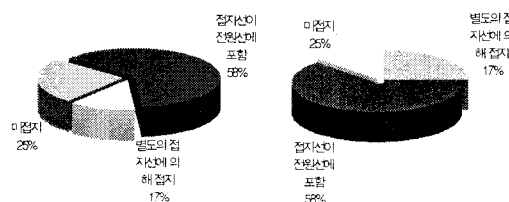


(a) 기계실 (b) 수조노출 (c) 수조의 맨홀
그림 9 분수용펌프의 설치장소

이에 반하여 외국기준을 살펴보면 IEC에서는 분수 내의 전기설비가 저전압이 아닌 경우에는 모든 회로에 인체감전보호용 누전차단기를 설치할 것을 규정하고 있고, NEC에서도 분수의 모든 전기기기는 누전차단기를 시설토록 규정하고 있어, 결론적으로 외국기준이 국내기준에 비하여 더 엄격하게 적용하고 있음을 나타낸다.

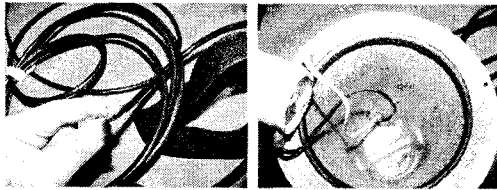
2.6 수중 전기설비의 접지

분수대 내의 수중조명등과 수중펌프의 외함접지에 대한 실태조사결과 그림 10과 같이 대부분 접지선은 전원선에 포함되어 있으며, 미접지는 25%로 나타났다.



(a) 수중조명등 (b) 수중펌프
그림 10 수중전기설비 외함접지

수중조명등의 경우 그림 11과 같이 외함의 접지단자도 없고 전원선도 접지선이 포함되지 않은 경우가 있다.



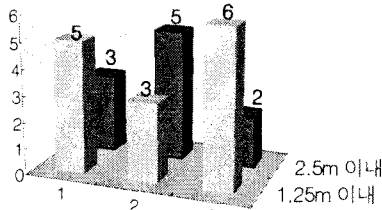
(a) 접지단자 없는 외함 (b) 접지선이 없는 배선
그림 11 수중조명등의 외함접지

국내기준에서는 전기기계기구의 외함에만 접지를 규정하고 있으나 외국기준에서는 전기설비뿐만 아니라 분수대의 수조내 모든 노출도전부도 함께 접지하기 위한 등전위분당을 할 것을 규정하고 있다. 또한, 분수대의 가장자리에서 1.5m 이내에 있는 전기설비와 노출도전부도 본딩할 것을 규정함으로써 국내기준에 비하여 엄격한 감전보호수단을 적용함을 알 수 있다.

2.7 분수대 가장자리에서 노출도전부 및 전기설비의 이격거리

분수대의 수조 내에 있는 전기설비, 노출도전부는 배치형태에 따라 누전전압의 발생에 의한 전위분포에 영향을 주는 인자이다. 저전압의 수중조명기구를 제외한 8개소의 분수대에 대하여 가장자리에서 수중조명등, 접속함, 노출도전부까지의 이격거리를 실태조사한 결과는 그림 12와 같다. 그림에서의 기준이 되는 값인 1.25m는 IEC에서의 직접접촉에 대한 보호방범 높 하나인 중전부의 이격에 의한 보호로서 1.25m 이내이면 무의식적으로 접촉할 수 있는 것으로 간주한다. 또한, 분수대에 관련된 IEC60364-7-702에서도 전선은 수조의 가장자리로부터 가능한 한 멀리 떨어져 설치할 것을 규정하고 있으며 미국전기규정(NEC)에서도 이격거리 값에 차이는 있으나 분수대 안의 전광판은 내벽으로부터 1.5m 이내에 설치하지 않도록 규정하고 있다[5].

결론적으로 외국기준에서는 분수대의 전기설비는 가장자리로부터 가능한 한 멀리 떨어져 설치할 것을 규정함으로써 수조 내의 누전시 가장자리에 있는 인체가 전위분포에 영향을 받지 않도록 하고 있음을 알 수가 있다.



- 1: 분수대 가장자리에서 수중조명등까지의 이격거리
- 2: 분수대 가장자리에서 접속함까지의 이격거리
- 3: 분수대 가장자리에서 노출도전부까지의 이격거리

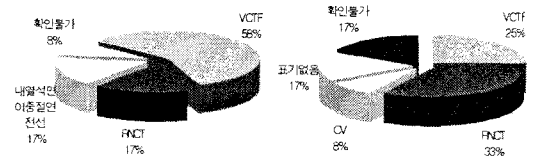
그림 12 분수대의 가장자리로부터의 이격거리

2.8 수조 내 이동용전선의 시설

분수대의 수조 내에는 수중조명등 및 수중펌프용 이동용전선이 설치된다. 국내기준에서는 클로로포렌 캠타이어케이블 또는 클로로설편화 캠타이어케이블만을 사용토록 규정하고 있다.

현장실태조사결과 그림 13과 같이 수중조명등용 이동전선의 58%, 수중펌프용 이동전선의 25%가 VCTF로서 기준에 맞지 않은 종류의 전선을 사용하는 것으로 파악되었다. VCT는 내습성과 유연성이 우수한 장점은 있으나 옥외에 설치되는 분수대의 특성상 영하 15℃ 이하에서

는 사용상 문제가 될 수 있다.



(a) 수중조명등용 이동전선 (b) 수중펌프용 이동용 전선
그림 12 수조 내 이동전선의 종류

3. 결 론

국내에 실시된 분수대의 실태조사결과 및 외국기준에 비해 비효율 감전보호조건을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 분수대의 적용범위에 관하여 외국기준은 명확하고 구체적으로 언급하고 있어 현장적용이 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 외국 기준은 분수대에 관련된 전기설비에 모두 누전차단기를 적용토록 하였으며, 접지뿐만 아니라 분수대의 주변구역 내의 노출도전성부분까지도 등전위분당을 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 연구결과는 분수대관련 전기관계법규를 개정하는 자료로 활용될 수 있다.

-감사의 글-

이 논문은 2005년도 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김현상 외, 분수대의 전기설비에 관한 국내의 규정 비교분석, 한국안전학회 추계학술발표회논문집, 2005년
- [2] 전기설비기술기준, 대한전기협회
- [3] IEC60364, Electrical Installations of Building, 2004
- [4] NFPA, National Electrical Code, 2002 Edition.
- [5] NFPA, National Electrical Code Handbook, 2002 Edition.
- [6] 한국전기안전공사, 전기설비와 외국기준 비교 조사·연구, 1996. 12