

# 수중감전예방을 위한 전기설비기술기준의 판단기준 개선방안 연구

김한상<sup>†</sup> · 김종민

한국전기안전공사 부설 전기안전연구원  
(2006. 11. 4. 접수 / 2006. 12. 14. 채택)

## A Study on Improvement Plan on the Standard of Judgment of Electrical Code to Protect Against Electric Shock in the Water

Han-Sang Kim<sup>†</sup> · Chong-Min Kim

Electrical Safety Research Institute attached to Korea Electrical Safety Corporation  
(Received November 4, 2006 / Accepted December 14, 2006)

**Abstract :** Underwater lighting is installed in water tanks, fountains and pools in waterparks, it has direct contact with water and in case of any electrical failure due to faults from electrical equipment, there is a lot of electrical shock risk. In this paper, we proposed an improvement plan of the standard of judgment of electrical code which is MOCIE (Ministry of Commerce, Industry and Energy) notification by fact finding survey and analysis of the domestic and foreign codes.

**Key Words :** electrical shock, underwater lighting, electrical code

### 1. 서 론

우리나라의 인구 백만 명당 감전재해 사망자의 수는 1.83명으로 선진국인 일본의 0.29명, 영국의 0.25명에 비해 6~7배나 높은 것으로 나타났다. 특히 물기장소는 건조한 장소에 비해 감전위험성이 높으며 더욱이 인체의 일부 또는 대부분이 수중에 있는 상태에서는 현저히 낮은 전압에서도 감전될 위험성이 매우 높다. 사고장소별 감전사망율에 관한 통계에 의

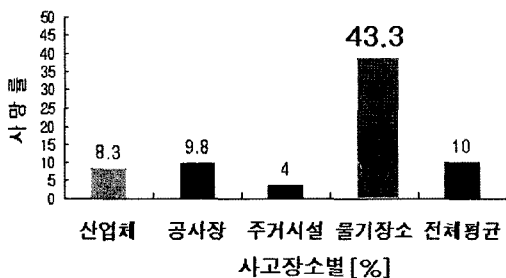


Fig. 1. Electrical shock death rate by accident places.

하면 Fig. 1과 같이 물기장소가 43.3%로 다른 장소에 비해 월등히 높았다<sup>1)</sup>. 또한, 감전의 형태에 있어서 누전은 31%로 충전부에 직접접촉에 의한 감전 형태인 61%에 비해 낮으나 감전에 의한 치사율은 오히려 누전이 32.9%로 충전부에 직접 접촉인 13%에 비해 3배나 더 높게 나타났다(Fig. 2)<sup>2)</sup>.

최근 레저문화의 발달과 국민 여가시간의 증가로 찜질방, 사우나, 목욕탕이 복합된 형태의 물놀이·입욕시설이 증가하고 있으며 이러한 시설 내의 풀에 수중조명등을 시설하는 경우가 많다.

또한, 주로 공원이나 공공시설물에 시설되는 분수

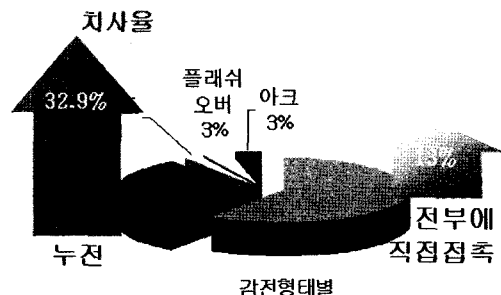


Fig. 2. Lethality by electrical shock forms.

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
onephase@dreamwiz.com

대가 최근에는 새로 짓는 아파트 단지 내, 건물의 옥상이나 지하공간은 물론 개인 주택의 안에까지 설치하는 등 시설장소가 다양화될 뿐만 아니라 설치장소가 날로 증가하고 있는 추세로 공식적인 통계는 없으나 국내에 설치된 분수대는 1000여개가 훨씬 넘는 것으로 추정하고 있다<sup>3)</sup>.

분수대는 물줄기의 연출이나 경관의 목적으로 Fig. 3과 같이 물이 담겨있는 수조의 바닥에 수중조명등이 노출된 상태로 시설된다.

원래 분수대는 사람이 들어갈 목적으로 설치하지 않지만 분수대 안에 의도적으로 출입하는 것까지 막을 수 없으므로 감전사고위험이 높은 장소이다. 최근 국내외적으로 분수대의 감전사고가 언론에 보도된 바가 있으며 Fig 4와 같이 하절기에 분수대 안에서 물놀이를 하는 경우를 흔히 볼 수가 있다.

국내에서는 산업자원부 고시로 전기설비의 설치에 관한 최소한의 강제규정인 전기설비기술기준이 있으며, 2006년 7월에 판단기준으로 개편된 새로운 기준안이 공포된 바가 있다<sup>4)</sup>.

본 논문에서는 인체의 저항이 가장 낮은 상태에서 수중에 설치되는 조명설비로 인하여 발생할 우려가 있는 감전위험성을 예방하기 위하여 수중조명등의 시설을 규정하고 있는 전기설비기술기준의 판단기준 제241조를 개선하기 위한 방안을 제시하였다.

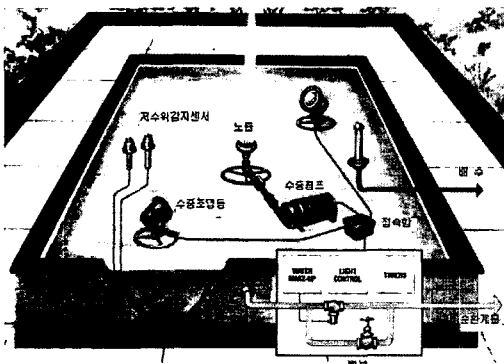


Fig. 3. Fountain electrical facilities.



Fig. 4. Risk of electric shock in the fountains.

Table 1. Status of related codes

구분	관련법규 및 기준
국내	· 전기설비기술기준의 판단기준(이하 판단기준) : 제241조 · 폴용수중조명등 등의 시설 · 한국산업규격 : KSCIEC60364-7-702 수영장 및 기타 수조 · K60598-2-18 수영장용 조명기구
국외	· 국제전기규격 : IEC 60364-7-702 수영장 및 기타 수조 · 미국전기규정 : NEC680 수영장, 분수대 및 이와 유사설비

Table 2. The distribution according to usable years of a fountains

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

## 2. 개선방안의 도출방법

### 2.1. 국내외 전기관련규정의 비교분석

전기설비 설치개선방안을 도출하기 위하여 국내는 최근 개편된 전기설비기술기준의 판단기준, 한국산업규격, 전기용품안전기준을 대상으로 하였으며 국외는 미국전기규정인 NEC 및 국제기준인 IEC를 대상으로 비교분석을 하였으며 다음 Table 1과 같다<sup>5,6)</sup>.

전기설비기술기준의 판단기준과 한국산업규격은 국제규격과의 부합화에 따라 국제전기규격인 IEC와 내용이 동일하다.

### 2.2. 현장실태조사

수중조명등은 물놀이시설과 분수대에 주로 설치되어 있으며 수중조명등의 현장실태조사는 전국의 물놀이시설 5개소, 분수대 12개소를 대상으로 실시하였다. 분수대의 사용기간별 분포는 Table 2와 같으며, 지역별 분포는 서울 58%, 강원 17%, 경북 17%, 경남 8%이었다.

## 3. 항목별 개선방안

### 3.1. 분수대의 명칭삽입

폴용수중조명등이 가장 많이 설치된 전기사용장소는 분수대임에도 불구하고 현행의 판단기준에서는 “풀”만을 표기함으로써 미흡한 기준적용으로 인한 감전사고의 위험이 높은 실정이다. Table 3과 같이 국제기준 및 선진국기준에서는 감전위험이 높은 분수대를 풀장과 동일하게 간주하여 적용범위에 표기하고 있다.

현장실태조사결과 분수대의 수중조명등은 판단기준 제241조 ①항2호, ②항2호에 의해 사람의 출

Table 3. Comparative of domestic and foreign codes on the scope

국내 판단기준	국 외	
	IEC364-7-702	NEC
제241조 ①풀용수중조명등 기타 이에 준하는 조명 등은 다음 각호에 . . . . . ②수중 또는 이에 준하는 곳에 조명등을 다음 각호에 의하여 시설하는 경우에 그곳에 사람이 출입할 우려가 없을 때에 . .	702.1 적용범위 수영장의 수조, 분수 연못 및 유희용수영장의 수조에 적용한다. 702.2.21 분수형 수조 사람이 들어갈 목적인 분수형수조는 풀장설치기준에 따를 것	680항 수영장, 분수대 및 이와 유사한 범위 V. 분수대 이 장에서는 건물 내 또는 땅 위에 영구적으로 설치된 장식용분수에 적용한다. 이 설비는 미적가치를 위한 것이며 수영이나 물놀이를 위한 것이 아니다.

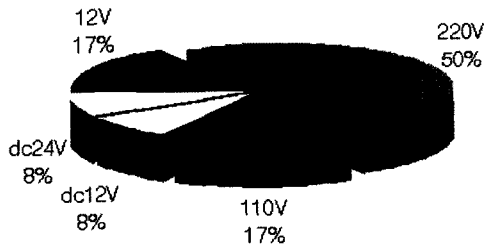


Fig. 5. Distribution according to voltage of underwater lighting.

Table 4. The advanced scheme of the scope

현행	개선방안
① 풀용 수중조명등 기타 이에 준하는 조명등은 다음 각호에 의하여 시설하여야 한다.	① 풀, 분수대 등과 같이 사람이 출입할 우려가 있는 장소에 설치되는 수중조명등 기타 이에 준하는 조명 등은 다음 각호에 의하여 시설하여야 한다.

입여부와 관계없이 대지전압은 150V 이하여야 하나, 220V를 사용하는 경우가 Fig. 5와 같이 50%를 차지하였으며 또한, 조사대상인 분수대 12개소 모두 사람의 출입우려가 있는 장소인데도 불구하고 절연변압기를 사용하지 않은 경우도 50%로 나타났다.

따라서, 풀만을 언급한 현행 규정을 Table 4의 개선방안과 같이 분수대를 삽입함으로써 기준의 현장 적용을 명확히 할 필요가 있다.

### 3.2. 수중조명등의 절연내력 시험

판단기준에서는 수중조명등의 절연조건에 대하여 완성품은 도전부분과 도전부분 이외의 부분사이에 2,000V의 교류전압을 연속하여 1분간 가하여 절연내력은 시험하였을 때에 이에 견디는 것일 것을 규정하고 있다.

이러한 시험조건은 현장의 시험조건이라기 보다는 수중조명등의 제조단계에서 적용되어야 할 제품의 인증기준의 성격을 갖는다. 특히, 판단기준의 내

Table 5. The advanced scheme for dielectric strength of the underwater lighting

현행	개선방안
①항 1호 완성품은 도전부분과 도전부분 이외의 부분사이에 2,000V의 교류전압을 연속하여 1분간 가하여 절연내력은 시험하였을 때에 이에 견디는 것일 것	완성품은 KSCIEC60598-1(등기구 제1부 일반요구사항 및 시험)에 의한 적합한 절연내력시험으로 시험하였을 때 견디는 것이어야 하며, 시험방법은 도전부분과 도전부분 이외의 부분 사이에 동작전압이 50V 이하인 경우는 500V의 교류전압을 인가하고, 동작전압이 50V를 넘는 경우는 제2종의 등기구(동작전압×4)+1000V, 그 이외의 등기구는(동작전압×2)+1000V의 교류전압을 인가하였을 때 섬락이나 절연파괴가 없는 것일 것

용은 조명등의 절연내력을 규정하고 있는 한국산업규격인 KSCIEC 60598-1(등기구 제1부 일반요구사항 및 시험)의 “10.2.2 시험-전기적강도”와 상이하다.

따라서, Table 5의 개선방안과 같이 수중조명등의 관련규격과 관련시험내용을 삽입함으로써 현장 적용이 용이하도록 할 필요가 있다.

### 3.3. 수중조명등의 방수시험

국내에 사용되는 풀용수중조명등은 항상 물에 잠겨있는 상태이므로 이에 합당한 방수조건을 적용하여야 한다. 현행 판단기준에서는 상시침수가 아닌 일시적인 침수상태에 의한 방수시험조건을 규정하고 있다. 풀 및 분수대 등에서 사용하는 수중조명등에 관한 규격인 KSCIEC60598-2-18에서도 방수조건은 항상 물에 잠겨있을 때의 조건인 IPX8을 요구하고 있다.

따라서, 현 실정에 맞지 않는 풀용수중조명등의 방수시험조건에 대한 현행의 판단기준을 Table 6과 같이 조명기구의 방수시험조건을 규정한 KSCIEC 60598-1의 9.2.7과 일치하도록 개정할 필요가 있다<sup>7)</sup>.

Table 6. The advanced scheme for waterproof requirement of the underwater lighting

현행	개선안
①항 1호의 마 완성품은 최대 적용 전등의 와트수의 전등을 달고 또한 정격 최대수심이 15cm를 초과하는 것은 그 정격최대수심 이상, 정격 최대수심이 15cm 이하인 것은 15cm 이상의 깊이로 물속에 넣고 그 전등의 정격전압에 상당하는 전압으로 30분간 전기를 공급하고 다음에 30분간 전기를 공급을 중지하는 조작을 6회 반복하였을 때에 용기 안에 물이 침입하는 등의 이상이 없는 것일 것	①항 1호의 마 완성품은 KSCIEC 60529에 의한 압력방수(IPX8)가 되어야 하며, 시험방법은 KSCIEC60598-1에 의하여 렌프를 켜거나 다른 적당한 방법으로 가열하여 등기구의 외곽의 온도가 시험 탱크 안의 물의 온도보다 5℃와 10℃ 사이의 온도만큼 높게 한 다음에 등기구의 스위치를 끄고 30분의 시간동안 정격 최대 잠수 깊이 이하에 부합하는 수압의 1.3배에 해당하는 수압에 놓았을 때 용기 안의 어떠한 부분에도 미량의 물이라도 침입한 흔적이 없는 것일 것

### 3.4. 수중조명등의 전압제한

수중의 상태에서는 기타 건조상태에 비하여 인체가 감전될 위험성이 높으므로 판단기준에서는 수중조명등에 대한 공급전압을 30V로 제한하는 시설조건을 추가로 규정하고 있다. 30V는 회로에 누전차단기를 설치하지 않아도 되는 안전전압을 의미하는 것이며 현재 국제기준과 부합화된 IEC60364에서는 안전전압을 교류 12V 또는 직류 30V 이하로 규정하고 있어 안전전압의 조건에 차이가 있다.

따라서, 판단기준 ①항 3호에서의 30V 이하는 풍용수중조명등의 설치와 관련된 국제규격인 IEC60364-7-702(수영장 및 기타 수조)에 따라 Table 7과 같이 직류 12V 이하 또는 교류 30V 이하로 개정할 필요가 있다.

30V 이하로 사용하는 수중조명등의 종류는 LED 수중조명등으로서 직류 12V 이하인 경우가 대부분이며 따라서, 기준이 개정되는 경우에도 현장적용에 문제가 없는 것으로 파악되었다.

### 3.5. 안전절연변압기

30V 이하인 안전초저전압(Safety Extra Low Voltage)의 수중조명등에 전기를 공급하는 전원의 조건에는 1차권선과 2차권선 사이에 금속체의 혼촉방지판이 설치된 절연변압기를 설치할 것을 규정하고 있으며, 이러한 변압기는 안전절연변압기를 지칭하는 것이다. Fig. 6은 현장에 설치된 저전압의 수중조명등용 절연변압기로서 대부분 1, 2차권선의 사이에 혼촉방지판이 없는 것을 사용하고 있었다.

Table 7. The advanced scheme for safety voltage of the underwater lighting

현행	개선안
나. 절연 변압기는 그 2차측 전로의 사용전압이 30V 이하인 경우에는 1차 권선과 2차권선 사이에 금속체의 혼촉방지판을 설치하여야 하며 또한 이를 제1종 접지공사를 할 것.	나. 절연 변압기는 그 2차측 전로의 사용전압이 교류 12V 또는 직류 30V 이하인 경우에는 K60742(전력변압기 및 안전절연변압기에 대한 요구사항)에 따른 안전절연변압기를 설치하여야 하며 또한 안전절연변압기의 외함에는 제1종 접지공사를 할 것.

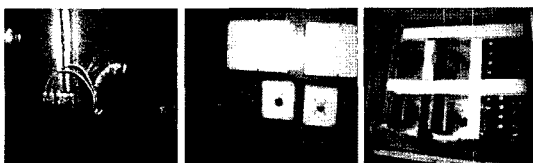


Fig. 6. The installation example of a safety transformer.

혼촉방지판이 없는 절연변압기의 사용은 고저혼촉이 발생하여 2차측의 전기회로에 220V가 유기될 경우 수중상태에 놓여있는 인체가 감전될 위험이 매우 높다.

안전절연변압기의 혼촉방지판은 현장사용시 설치할 수 있는 것이 아니며, 전기용품안전관리법에 의하여 인증된 전기제품을 현장에서 사용하는 것이므로 판단기준을 다음 Table 7과 같이 안전절연변압기 관련규격인 K60742(안전절연변압기)로 표기할 필요가 있다<sup>8)</sup>.

국제기준에서는 수영장이나 분수대 등에서 사용되는 수중조명등의 공급전원은 SELV에 의하여야 하며, SELV를 위한 공급전원은 안전절연변압기일 것을 규정하고 있다.

### 3.6. 분수대의 노출이동전선의 감전예방

분수대 내에서 수중조명등은 Fig. 7과 같이 수조 내에 노출된 전선에 의해 전기를 공급하고 있으며 고정배선이 아닌 이동전선이므로 수조의 가장자리에 가깝게 설치될 수 있다. 수조의 가장자리는 인체의 일부가 수중에 놓이게 되므로 이동전선의 누전시 감전위험이 매우 높다.

국제기준 및 선진 외국기준에서는 노출된 수중상태의 이동전선으로 인한 감전예방을 위하여 Fig 8과 같이 시설조건과 전선의 길이를 제한하고 있다.

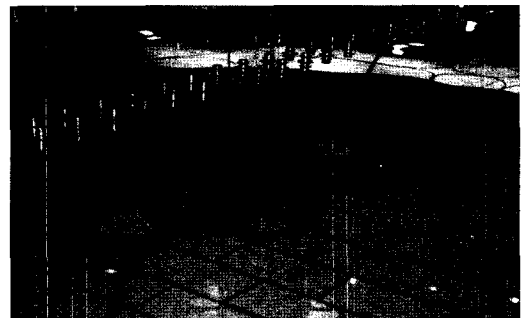


Fig. 7. The installation example of a exposed movable wire.

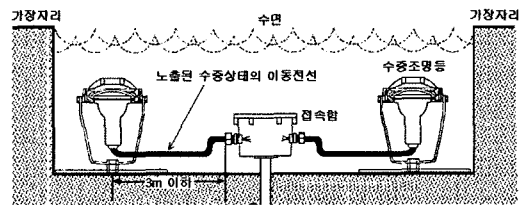


Fig. 8. Length limit of exposed movable wire.

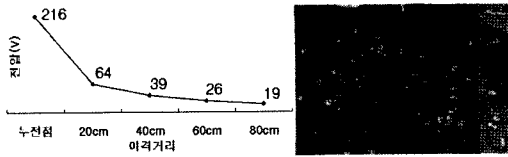


Fig. 9. The voltage distribution according to distance.

Table 8. The advanced plan for exposed movable wire

현행	개정(안)
13호(없음)	13. 분수의 수조 내에서 사용하는 이동전선은 수조의 가장자리로부터 가능한 한 떨어져 설치하고 노출된 이동전선의 길이는 3m 이하일 것

분수대를 가정한 수조 내에서 216V로 누전을 모의하여 이격거리별 누전전압분포를 측정된 결과는 Fig. 9와 같다.

모의실험에 의하여 알 수 있듯이 가장자리에서 가까운 위치의 이동전선이 누전될 경우에는 감전의 위험이 있음을 확인할 수 있었다.

따라서 판단기준에서도 국제기준 및 선진국수준과 동등한 시설조건을 규정함으로써 수중상태의 전선에 의한 감전사고를 예방하기 위하여 Table 8과 같이 개선할 필요가 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 수중조명등이 설치된 장소에서 사람이 출입할 우려가 있는 경우 수중상태에서의 감전위험성을 예방하기 위하여 관련전기설비를 현장에 설치하는 것에 관련된 전기설비기술기준의 판단기준을 개선하기 위한 방안을 제시하였다.

##### 1) 분수대의 명칭 삽입

풀용수중조명등이 가장 많이 설치된 장소인 분수대라는 명칭을 적용범위에 표기토록 하였다.

##### 2) 수중조명등의 절연내력 시험

수중조명등의 절연내력시험기준은 제품의 제작시 적용되어야 할 사항이므로 관련규격을 명시하고 또한 해당내용을 판단기준에 삽입하였다.

##### 3) 수중조명등의 방수시험

현행 판단기준에서의 수중조명등에 대한 방수조건은 일시적인 침수에 해당하는 요구사항이므로 상시침수에 적합한 방수시험조건으로 판단기준을 개선

하고 또한 이를 규정하고 있는 관련규격을 명시하였다.

##### 4) 수중조명등의 전압 제한

수중조명등의 안전전압인 30V 이하를 현행 국제기준과 부합화시키도록 직류 12V, 교류 30V 이하로 개선하는 방안을 제시하였다.

##### 5) 안전절연변압기

현행 판단기준에서 요구하는 절연변압기에 대한 1, 2차 혼촉방지판의 설치의 제품의 제조시 적용되어야 할 사항이므로 안전절연변압기 관련규격인 K60742로 표기하는 방안을 제시하였다.

##### 6) 분수대의 노출이동전선의 감전예방

수중조명등의 전원용 노출이동전선에 의한 감전예방을 위하여 수조의 가장자리로부터 이격할 것을 규정하는 실질적인 설치조건을 신설하는 방안을 제시하였다.

본 연구를 통하여 도출된 판단기준의 개선방안은 현장에 적용되어 실질적인 감전예방이 될 수 있도록 하기 위하여 관련기관에 제시를 하였다.

감사의 글 : 이 논문은 2006년도 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- 1) 김종민, 김한상, 김기현, 이건호, “감전사고 방지를 위한 물놀이·입욕시설의 조명설비 시설기준 개선방안 연구”, 한국안전학회지, Vol. 20, No. 4, 2006.
- 2) 전기안전공사 재해통계집, 2004.
- 3) 김한상, 김종민, 배석명, 이건호, “분수대의 전기설비에 관한 국내의 규정 비교분석”, 한국안전학회 추계학술발표회 논문집, pp. 72, 2005.
- 4) 전기설비기술기준의 판단기준, 산업자원부 고시 2006-213호.
- 5) KSCIEC 60364-7-702 수영장 및 기타 수조, K60598-2-18 수영장용 조명기구.
- 6) National Electrical Code, National Fire Protection Association 70E, 2005.
- 7) KSCIEC60598-1 등기구 제1부 일반요구사항 및 시험.
- 8) 전기용품안전기준 K60742 안전절연변압기.