

감전사고 방지를 위한 물놀이·입욕시설의 조명설비 시설규정 연구

(A Study on the lighting Installation Regulations in Waterpark, Public Bath and Similar Places for the Prevention of Electrical Shock)

김종민*, 김한상, 김기현, 황광수

(Chong-Min Kim · Han-Sang Kim · Gi-Hyun Kim · Kwang-su Hwang)

한국전기안전공사 부설 전기안전연구원

(Electrical Safety Institute attached to Korea Electrical Safety Cooperation)

Abstract

A person's body resistance in the waterpark, public bath and similar places is lower than any other places due to effect of water. So low voltage may create a shock hazard for the human body in case of leakage or fault currents from lighting unit etc. We researched the related regulations these are internal standards, NEC, IEC and investigated the actual conditions for the prevention of electrical shock due to lighting units in the waterpark, public bath and similar places. So we could present actual facilities's problems and solutions

1. 서 론

최근 레저문화의 발달과 국민 여가시간의 증가로 온천·목욕·수영·물놀이가 복합된 형태의 다중이용시설이 증가하고 있는 추세이며 이용자도 해마다 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 이러한 장소는 기존의 전기설비를 포함하여 수중조명등, 옥외가로등 등의 다양한 조명설비가 설치되어 물에 젖은 상태인 이용자에 대한 감전위험성이 높아지고 있다. 또한, 국제전기규격 등에서 규정하고 있는 안전초저전압(SELV)과 유사한 형태의 전기공급시스템이 보급 및 설치되고 있으나 이를 규정하는 국내 전기관계법규의 내용이 미흡할 뿐만 아니라 물기 및 수중상태의 전기사용기준도 IEC(International Electrotechnical Commission), NEC(National Electrical Code) 등 국제적 기준에 비해 구체성이 결여되어 있다.[1,2,3,4]

본 논문에서는 물놀이·입욕시설에서의 감전사고 메커니즘을 분석하고, 국내 물놀이·입욕시설 조명설비에 대한 국내·외 시설규정을 비교·분석 및 현재 시설상태의 문제점을 검토하여 시설기준의 개선방안을 제시함으로써 이용자의 감전예방을 위한 안전도 향상을 도모하고자 하였다.

2. 조명기구에 의한 감전메카니즘

물놀이·입욕시설 등과 같은 물을 사용하는 장

소에서 감전사고 메커니즘은 기본적으로 지상에서의 감전 메커니즘과 유사하다. 그러므로 인체에 전류가 흐를 수 있는 회로의 구성이 필수적이며 전류를 흘릴 수 있는 노출된 전압이 요구된다. 지상에서의 감전사고에서는 인체저항 이외에 보호구나 방호구의 저항을 기대할 수 있으나 수중이나 물 근방에서의 감전사고에서는 인체저항 이외의 다른 저항을 기대할 수 없다. 지상에서의 감전사고와 비교하여 인체의 저항이 매우 낮아 있는 상태이고 심장이나 머리와 같은 인체주요부가 전류 경로상에 놓일 가능성이 훨씬 높아 전격제해의 위험성이 아주 높다. 입욕시설에서는 물이 대지와 직접 닿아 있거나 접지의 효과와 동등한 금속 접지체를 통하여 전기적으로 연결되어 있는 경우가 일반적이므로 전류가 흐를 수 있는 경로상의 여건은 항상 갖추어져 있다고 판단된다. 따라서 사용되는 전기설비에서 아주 작은 전압이라도 노출될 수 있는 가능성을 예측하고 차단하는 것이 물놀이·입욕시설에서의 감전사고를 예방하는 좋은 방법이 된다.

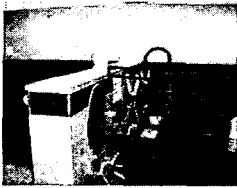
물놀이·입욕시설에서의 감전사고 메커니즘을 이해하기 위해서 가장 널리 시설되어 많은 사람들이 이용하고 있는 목욕탕, 물놀이 시설 등에서 전압이 노출될 수 있는 부분과 인체가 포함되어 전류경로가 구성될 수 있는 가능성을 통해 테브난 등가전압 및 테브난 등가저항을 이용한 등가회로를 구성하여 전격의 메커니즘을 이해하기로 한다. 인체의 저항을 R_b , 테브난 등가전압을 V_{th} , 인체

를 제외한 통전경로상의 저항을 나타내는 테브낭 등가저항을 R_{th} 라 하면 등가회로는 등가전압에 등가저항 및 인체저항이 직렬로 연결된 형태의 회로로 구성할 수 있다. 이 경우 인체에 흐르는 전격전류는 I 는 아래식에서처럼 구할 수 있다.[9]

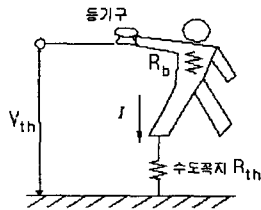
$$I = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_b}$$

2.1 충전된 금속에 인체가 접촉하는 경우

그림 1은 목욕탕에서 누전에 의해 충전된 조명설비에 손이나 신체의 일부가 접촉되어 있고 손이나 기타 인체의 다른 부분이 접지된 금속제(샤워부스, 수도꼭지 등)에 접촉하고 있는 경우에 전격을 유발하는 감전회로가 구성이 된다. 이런 경우 피부가 젖어 있어 인체저항이 낮은 것 이외에는 통전경로 상에 물이 개입되어 있지 않기 때문에 지상에서 전류경로가 오른손 - 왼손 또는 한 손 - 한 발인 경우와 같은 형태의 전격현상이다.



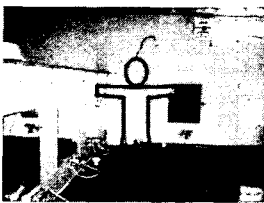
(a) 실제의 샤워부스 및 인체 모의(손-한발)



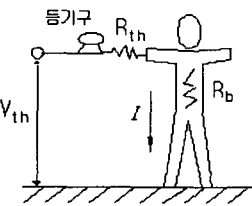
(b) 샤워부스에 의한 감전등가회로(손-한발)

그림 1. 이동형 샤워부스와 접지체에 의한 감전사고
Fig. 1. Electrical shock due to show handle and grounding conductor

그림 2는 목욕탕의 바닥에 물이 젖어 있고 손이나 발이 누전에 의해 충전된 목욕탕내의 조명설비에 접촉되어 있는 경우 및 그 등가회로를 나타낸다.



(a) 실제의 샤워부스 및 인체 모의(손-두발)



(b) 샤워부스에 의한 감전등가회로(손-두발)

그림 2. 이동형 샤워부스와 바닥의 물에 의한 감전사고
Fig. 2. Electrical shock due to show handle and floor's water

물놀이시설은 이용자가 물에 젖은 상태이며 또한 시설내 바닥도 물기장소이다. 따라서, 입욕자의 arm's reach[1] 이내에 누전되는 전기기계기구가 있을 경우 감전사고의 위험이 있다. 그림 3(a)은 물놀이시설 실내에서 손에 쉽게 닿는 위치에 있는 등기구를 나타내며 물기상태의 사용자가 접촉하는 경우 감전사고에 의한 1차재해 및 추락사고라는 2차재해가 발생할 가능성이 있는 부분을 나타낸다. 이 경우의 감전회로는 그림1과 같이 구성할 수 있다. 그림 3(b)은 야외수영장 및 물놀이 시설에 설치되어 있는 가로등 설비로서 가로등내의 누전사고시 가로등 등주가 충전되어 있는 경우에 물에 젖어 있는 사람이 접촉하면 감전사고가 발생된다. 물기 상태의 인체가 전기 충전부에 감전되는 경우의 감전회로는 그림 1이나 그림 2의 등가회로처럼 구성하여 해석할 수 있다.



(a) 실내 욕실통로의 손이 닿는 벽면측부 등기구에 의한 감전사고



(b) 옥외 가로등주에 의한 감전사고

그림 3. 등기구에 의한 의한 감전사고

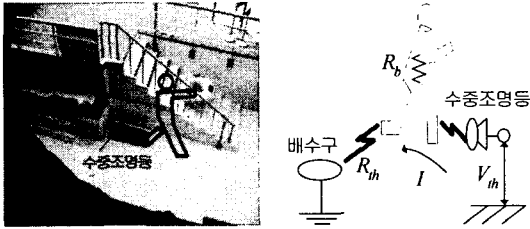
Fig. 3 Examples electrical shock due to lighting unit and street lamp

2.2 수중에 누설된 전류에 의해 발생한 전계중에 인체가 놓여진 경우

욕내풀은 물론이고 욕외풀이라도 야간의 조명을 설치하거나 수중조명을 설치하는 예가 많다. 수중에서 조명기구를 사용할 경우에는 사용자 및 장치 등의 안전을 기하여야 한다. 가장 문제가 되는 것은 수중조명기구의 방수이다. 특히 수중조명기구의 호흡작용(점등하였을 때에 기구내의 온도가 상승함과 동시에 내부기압도 상승한다. 이 경우 패킹등을 밀어 올려 수중에 공기가 나올 가능성이 있다. 또 소등했을 때에는 냉각된 공기가 수축되어 이때에 기구 내에 물이 침입하는 것을 말함)을 충분히 고려하여 방수기구의 설계에 임하여야 한다.

수중조명등의 고장으로 물이 충전되고 수중의 접지체(배수관, 급수관)가 있는 경우 전류가 흐르

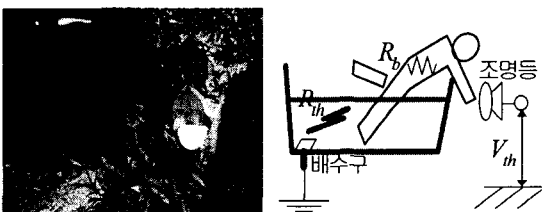
계 되고 전계가 발생하게 되며 물을 통한 회로가 구성되어 감전사고가 발생된다. 이때 인체전류의 크기는 수중에서 발생된 전계의 크기와 인체의 자세 또는 방위와 관계가 있다. 인체전류의 크기에 따라 전격사를 당할 수도 있으며 전류가 미약한 경우에는 익사에 의한 2차 재해에 노출될 우려가 있다. 이 경우의 감전회로는 그림 4와 같이 구성할 수 있다.



(a) 실제의 수중조명등에 의한 감전사고 인체모의 (b) 수중조명등에 의한 감전등가회로

그림 4. 유수풀에서 감전사고
Fig. 4. Electrical shock in the flowing water pool

물놀이 시설에는 다양한 종류의 전기설비들이 복합적으로 시설 내에 설치되어 있다. 그림 5(a)처럼 입욕자의 몸의 일부가 수중인 상태에서 arm's reach 이내에 누전되는 전기기계기구에 접촉할 가능성이 있으며 이런 경우에도 감전사고에 의한 전격재해가 발생한다. 이 경우의 감전회로는 그림 5(b)로 나타낼 수 있다.



(a) 실제의 근접 등기구에 의한 감전사고 인체모의 (b) 근접등기구에 의한 감전등가회로

그림 5. 욕외 욕조와 근접한 등기구에 의한 감전사고
Fig. 5. Electrical shock due to bathtub close lighting unit

3. 조명설비 현장실태 조사

3.1. 물놀이 · 입욕시설이란?

물놀이 · 입욕시설이라 함은 그의 범위가 매우 포괄적이며 광범위한 뜻을 갖는다. 일단 입욕시설은 크게 가정용 입욕시설과 우리들이 쉽게 말하는

대중목욕탕으로 분류할 수 있다. 대중목욕탕은 공중위생관리법 제2조 1항 3호에 “목욕장업”이라 분류하여 “손님이 목욕을 할 수 있도록 시설 및 설비 등의 서비스를 제공하는 영업을 말한다”라고 정의 되어 있다. 그리고 물놀이 시설은 온천 · 목욕 · 수영 · 물놀이가 복합된 형태의 종합시설물을 말하며 전국적으로 11개의 대형업체와 다수의 중소업체가 영업 중에 있으며 그 수는 계속 증가 추세이다.

본 연구에서의 실태조사는 목욕탕, 수영장, 워터파크로 불리는 물놀이시설을 대상으로 한다.

3.2. 국내 현장실태조사

가. 현장실태조사 목적 및 대상

본 연구에서 실시하는 실태조사는 현장에 설치된 전기설비에 대하여 국내기준인 전기설비기술기준과 NEC, IEC의 적용내용과의 차이점과 문제점을 살펴보기 위함이며 또한, 국내기준에 비해 엄격히 규정하고 있는 사항을 토대로 우리나라의 현장실태를 비교함으로써 국내에 적용할 수 있는지를 실질적으로 살펴보는데 그 목적이 있다. 특히, 선진외국의 기준과 국제기준의 국내 현장적용성 여부를 파악하는 것은 현장설치에 관한 국내기준의 수준을 향상할 경우 이것이 물놀이 · 입욕시설의 감전재해예방은 물론 관련전기제품이나 전기기기의 수준향상을 도모할 수 있기 때문에 매우 중요한 것이다.

실태조사는 목욕탕, 수영장, 물놀이시설에 대하여 전국에 있는 48개 수용가를 대상으로 실시하였다.

표 1. 실태조사 호수

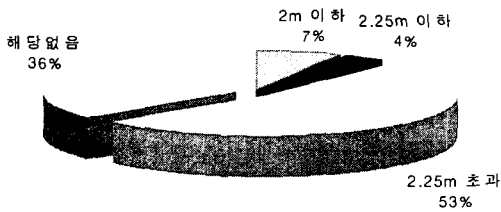
Table 1. Number of investigation actual conditions

시설별	목욕탕	수영장	물놀이시설	계
호수	28	15	5	48

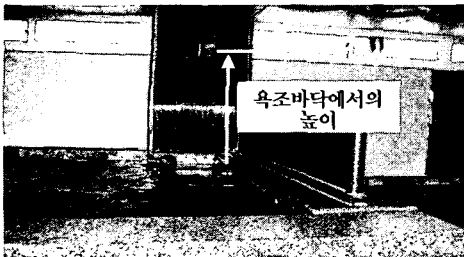
나. 욕조 내벽의 조명기구 설치높이

욕실 내의 조명기구 중 천정등기구는 사람의 손이 닿을 수 없는 위치에 있으므로 욕실의 벽에 시설된 벽부등이 대상이다. 욕조의 내벽에 설치된 등기구가 노출도전부가 있고 또한 입욕자가 우발적이 아니더라도 의도적으로 손을 뻗어 닿을 수 있는 위치에 시설된 경우라면 감전의 위험이 있으므로 조명기구의 설치높이는 중요하다. 강제성을 띠는 전기설비기술기준에서는 설치위치를 규정하는 것이 없으며 다만, 내선규정에서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 경우를 1.8m 이상으로 하고 있는데

1.8m의 높이라 함은 신장이 160cm 정도인 키가 작은 사람도 쉽게 닿을 수 있는 높이이다. 더욱이, 우리나라도 서구화되면서 평균 신장이 커지고 있는 추세이므로 관련기준도 국내 실정에 맞게 보완할 필요가 있다. 이에 반하여 국제기준인 IEC규격에서는 욕실 내에서의 감전보호를 위한 설치높이를 2.25m 이상으로 하고 있으며 수중상태인 욕조의 내벽에서 2.25m 이내를 “Zone 1”[4]로 규정하고 전기설비의 설치조건을 엄격히 규정하고 있다. 욕조의 내벽에 설치된 조명기구를 실태조사한 결과 2.25m 이내인 것이 11%이며 모두 노출도전부를 갖는 조명기구로 파악되었다.



(a) 조명기구별 설치높이



(b) 욕조 위의 조명기구 적용예

그림 6. 욕조내벽 위 조명기구 설치높이
Fig. 6. Height of lighting unit on the wall from bathtub's bottom

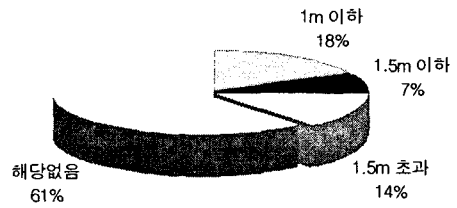
다. 욕실 내 조명기구의 설치높이

욕실 내에서 특히 그림 7과 같이 비고정식샤워기에 인접한 조명기구의 실태조사결과 어린이가 쉽게 접촉할 수 있는 높이인 1.5m 이내에 설치된 경우가 7개소인 25%로 나타났으며, 그중 6개소는 노출도전부를 갖는 조명기구였다. 이러한 형태의 조명기구는 샤워부스 등에 의한 등기구의 파손 및 우발적 또는 고의적 접촉우려가 쉬워 감전사고의 위험이 있다.

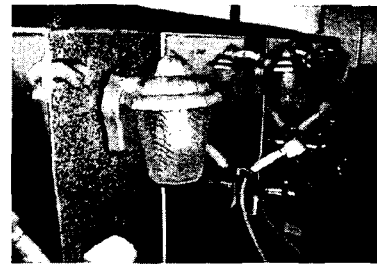
욕실 내에서의 주된 전기사용설비인 조명기구는 수중장소에 근접하거나 물기장소에 설치되므로 이중절연된 조명기구가 아닌 경우에는 조명기구의 외함에 접지단자가 있어 접지선이 연결되어 있어

야 하나 실제로는 그렇지 않은 경우가 많다.

특히, 욕실 내에서의 전기기기도 일반인이 쉽게 접촉하므로 전기용품안전관리법의 적용을 받아 물의 영향에 대한 보호등급인 IP등급이 외함에 표기되어야 함에도 불구하고 현장실태조사 결과 접지 단자가 없을 뿐만 아니라 조명기구의 외함에 아무런 표기도 없어 국내 전기사용장소에서 전기제품 자체의 안전확인 절차상의 문제점이 있는 것으로 파악되었다.



(a) 조명기구별 설치높이

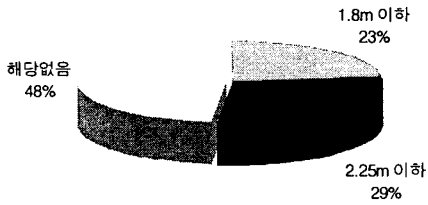


(b) 비고정 샤워기 옆의 조명기구

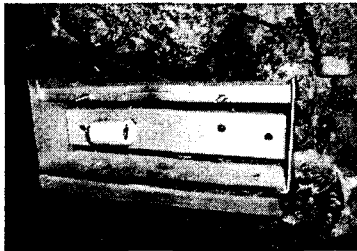
그림 7. 욕실 내 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 조명기구
Fig. 7. Lighting unit is easily contacted to person in the public bath

라. 사우나실 내의 조명기구의 시설

사우나는 건식과 습식으로 나누어지며 목욕탕의 경우 대부분 사우나실이 있으나 없는 경우도 있다. 사우나실은 욕실 내에서 별도의 공간으로 되어 있으며 대부분 욕실보다는 천정의 높이가 낮다. 사우나의 가열방식이 건식이라 하더라도 물기에 젖은 입욕자와 수건 등으로 인해 사우나 내부의 습도는 별 차이가 없는 것이 특징이다. 사우나 실내의 조명기구는 천정조명기구와 벽부등이 있으나 천정등은 대부분 2.25m 이상을 유지하고 있으므로 벽부등에 대한 실태조사를 한 결과 그림 8과 같이 설치된 조명기구 모두 2.25m 이하로 파악되었다. 특히, 조명기구 중 램프의 소켓이 노출된 경우가 많아 입욕자의 직접접촉에 의한 감전의 위험이 많은 것으로 파악되었다.



(a) 조명기구 설치높이



(b) 소켓이 노출된 조명기구

그림 8. 사우나 실내의 조명기구
Fig. 8. Lighting unit in the sauna

4. 국내·외 관련규정 비교분석

본 논문에서는 물놀이·입욕시설의 조명설비에 관한 국내기준, 국제기준 및 선진외국기준을 비교·분석하였으며 이를 위해 국내적으로는 산업자원부 고시인 전기설비기술기준으로 하며, 외국기준으로는 미국전기공사규정인 NEC, 국제전기기준인 IEC 등을 비교·분석하였다.

4.1. 물놀이·입욕시설의 적용범위

물놀이·입욕시설에 관한 국내·외 전기관계법규의 적용내용은 다음과 같다.

먼저 전기설비기술기준 제261조(풀용 수중조명 등 등의 시설)에서 제1항에서는 “풀용 수중조명 등 기타 이에 준하는 조명 등”으로 규정하며, 제2항에서는 “수중 또는 이에 준하는 곳에 조명등”으로 규정하고 있으며 IEC 60364-7-701에서는 “인체저항의 감소, 인체와 대지 전위와의 접촉으로 인한 감전위험이 증가하는 욕조, 샤워욕조 및 이들 주위 구역”으로 적용범위를 규정하고 있고, IEC 60364-7-702에서는 “수영장의 수조, 분수 연못 및 유희용 수영장의 수조 및 주위구역”으로 적용범위를 규정하고 있다. 그리고 NEC 680항에서는 “수영장, 물놀이풀, 분수 및 온천욕조에 인접한 기기와 전기배선의 설치 및 구조 그리고 펌프, 필터 및 이와 유사기구와 같은 금속 보조기구에 적용”한다고 규정하고 있다.

위에서 언급한 것처럼 국내기준에서는 물놀이·입욕시설 중 구체적으로 언급된 장소는 풀이며 적용대상인 전기설비는 수중조명등으로 한정하고 있다. 이에 비하여 국외규정인 IEC, NEC에서는 수영장, 욕조, 물놀이시설, 분수대를 구체적으로 언급하였으며 적용대상인 전기설비도 수중조명등뿐만 아니라 배선기구, 배선, 지락보호장치 등 감전보호를 위한 모든 설치조건을 규정하고 있다. 이와 같이 외국기준은 적용범위가 명확하여 이를 현장에 적용하는데 훨씬 용이할 뿐만 아니라 감전보호를 위한 조건에 있어서도 국내기준에 비하여 엄격하게 규정하고 있음을 알 수가 있다.

표 2. 물놀이입욕시설 관련 국내외 적용규정

Table 2. The related internal and external regulation to the waterpark, public bath and similar places

기준 구분	전기설비기술 기준	IEC	NEC
표현 방법	풀장, 수중 및 기타 준하는 곳	욕조, 수영장, 분수	수영장, 물놀이시설, 분수, 욕조
전기 설비	수중조명등에 한정	모든 전기설비	모든 전기설비

4.2. 습기, 물기장소의 적용범위

국내규정의 경우 전기설비기술기준에서는 물기 및 습기장소에 대하여 해당 장소에 시설하는 전기기구나 전기설비의 시설조건을 규정하였을 뿐 물기·습기장소가 어느 정도의 환경을 의미하는지 언급하고 있지 않다. 하지만 국제전기기준인 IEC 60364-3(건축전기설비-일반특성평가)의 “32. 외적 영향에 따른 등급분류”에 의하면 물이 존재하는 환경조건에 대하여 8단계(무시가능~수물)로 구체적으로 분류하고 있다. 이처럼 국제기준은 국내기준에 비해 습기, 물기와 같은 물의 영향에 대한 환경조건에 대하여 구체적으로 언급하고 있다. 특히, IEC에 의한 분류등급은 외곽의 밀폐보호등급 구분인 IP코드와 일치함에 따라 물에 의한 영향의 정도에 대한 방수, 방습, 방적 등의 보호방법을 적용할 수 있도록 하고 있다.

4.3. 사용전압의 제한

물놀이·입욕시설과 같은 물기나 수중의 장소에서 사람의 피부저항은 현저히 낮은 상태이기 때문에 전기설비의 누전시 낮은 누설전압이라 할지라도 감전에 의한 치명적인 손상을 입을 수 있기 때

문에 국내외 기준에서는 사용전압을 제한하고 있다.

전기설비기술기준 제261조(풀용 수중조명등 등의 시설)에서는 물놀이·입욕시설 내에 설치된 욕조나 풀에 사용하는 수중조명등은 2차측 전로의 사용전압이 150V 이하인 절연변압기로부터 공급을 받도록 규정하였다. 2차측 전로의 사용전압이 30V 이하인 경우에는 별도의 지락차단장치가 필요 없으나 30V를 넘는 경우에는 지락차단장치를 설치하여야 한다고 규정되어 있다. IEC에서는 입욕시설의 욕조의 수중에 전기설비를 설치할 경우에 사용전압은 12V 이하의 안전초저전압(SELV)으로 제한하고 있다. 또한, 수영장과 분수대에서는 각각 풀과 수조의 수중 및 테두리에서 바깥쪽으로 수평 2m 이내, 수직 2.5m 이내의 범위 내에서 수중조명등을 설치할 경우에는 교류 12V 이하, 직류 30V 이하인 안전초저전압(SELV)으로 제한하고 있다. 그리고 NEC 680항에서는 입욕시설이든 분수대이든 간에 수중에 설치된 조명기구는 선간전압 150V 이하로 제한하였다.

국내기준에서는 풀용 수중조명등의 사용전압은 150V 이하로 제한하였으며 지락보호장치를 설치하지 않아도 되는 안전전압은 30V 이하로 규정하고 있다. 이에 비하여 IEC에서는 욕조 등에서의 수중전기설비는 12V 이하로 규정하고 있어 안전전압의 경우 국제기준이 국내기준에 비하여 낮다.

5. 결론

본 논문에서는 물놀이·입욕시설에서의 감전사고 메커니즘을 분석하고, 국내 물놀이·입욕시설의 조명설비에 대한 국내·외 시설규정을 비교·분석 및 현재 시설상태의 문제점을 검토하여 입욕자의 감전 예방을 위한 안전도 향상을 도모하고자 하였다.

(1) 물놀이·입욕시설에서의 조명기구에 의한 감전메커니즘을 해석하기 위하여 충전된 금속에 인체가 접촉하는 경우를 4가지 예를 들어 조명기구의 누전을 가정하여 감전의 경로를 분석하였다. 그리고 수중에서의 감전사고에 대하여도 수중에 누설된 전류에 의해 발생한 전계중에 인체가 놓여진 경우, 수중에서 충전부금속에 인체가 접촉하는 경우로 분류하여 감전사고를 이론적으로 분석하였다.

(2) 실태조사는 전국에 있는 48개의 수영장을 대상으로 실시하였으며 욕조의 내벽에 설치된 조명기구를 실태조사한 결과 2.25m 이내인 것이 11%이며 모두 노출도전부를 갖는 조명기구로 파악되었다. 욕실 내 조명기구의 설치높이의 경우 어

린아이가 쉽게 접촉할 수 있는 높이인 1.5m 이내에 설치된 경우가 7개소인 25%로 나타났으며, 그 중 6개소는 노출도전부를 갖는 조명기구였다. 또한, 욕실 내 사우나 실내의 벽부등에 대한 실태조사를 한 결과 설치된 조명기구 모두 2.25m 이하로 파악되었으며 조명기구 중 램프의 소켓이 노출된 경우가 많아 입욕자의 직접접촉에 의한 감전의 위험이 많았다.

(3) 국내·외 관련규정의 비교분석에서는 물놀이·입욕시설의 전기설비에 관하여 적용범위, 습기·물기장소의 적용범위, 물의 영향에 대한 보호 및 사용전압의 제한에 대하여 국내·외 기준의 적용내용과 장·단점 등을 비교·분석하였다.

이 논문은 전력산업 연구개발 사업비의 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] National Electrical Code, National Fire Protection Association 70E, 2002
- [2] National Electrical Code(R) Handbook, 2002 Edition
- [3] 전기설비 기술기준, 산업자원부 고시 제2003-24호.
- [4] IEC 60364-7-701 욕조 또는 샤워욕조의 전기설비, IEC 60364-7-702 수영장 및 기타 수조, IEC 60364-7-703 사우나 히터의 전기설비, IEC 60529 물기침입에 대한 보호등급(IP Code), IEC 60589-2-18 수영장 및 유사장소를 위한 조명기구
- [5] C.F. Dalziel, "Electric Shock Hazard", IEEE Spectrum, pp. 41~50, 1972.
- [6] ANSI/IEEE Std 80, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, 1986.
- [7] ANSI/IEEE Std 1048, IEEE Guide for Protective Grounding of Power Lines, 1990.
- [7] 한국전기안전공사, 감전·화재사고 취약장소의 전기설비 시설지침, 1999
- [8] 대한전기협회, 내선규정, 2000
- [9] 김두현 외, 전기안전공학(최신), 신광문화사
- [10] 한국전기안전공사 부설 전기안전시험연구원, "배선기구의 감전위험성 연구", 한국전기안전공사, 1999