

본 자료는 2003년 10월 말레이시아에서 개최된 초고층건축 관련 CIB-CTBUH Conference 에서 발표된 논문을 번역하여 정리한 것입니다.

연속적인 정보의 흐름 - 거주자를 안전구역으로 인도하는 축광피난로유도시스템과 신호

The Continuous Information Stream-Leading Occupants To Safety With Photoluminescent
Safety Way Guidance Systems And Signage

요 약

현재까지 법규와 기준은 비상등, 피난로유도시스템, 출구표시, 그리고 다른 신호들이 서로 연관성이 없는 것처럼 다루어 왔다. 다른 구성요소가 올바르게 설계되어 있다면, 하나의 구성요소가 잘못되더라도 전체적으로 또는 부분적으로 보완할 수 있다. 예를 들면, 비상등이나 피난구 표시가 작동하지 않거나 화재의 연기에 의해서 보이지 않을 때, 피난로유도시스템은 피난구로 향하는 통로를 인지하는데 도움을 줄 수 있다.

1993년 폭발사고 이후, 세계무역센터의 계단에는 배터리 충전식 비상등과 피난경로 표시를 위해 축광유도시스템이 적용되었다. 이러한 두 구성요소가 연속된 정보의 흐름을 제공하여 9월 11일 사고 시 피난자에게 많은 도움이 되었다.

건물에서 피난 정보시스템은 전체에 대해 그 구성요소 중 하나가 잘못되더라도 유지되어야 한다. 화재의 확산을 막기 위한 스프링클러설비에 대한 2차적 대안으로 내화 경계벽이 있는 것처럼 출구 시스템 구성 요소 중 제4번째 요소에 문제가 발생하더라도 다른 3가지 구성요소가 거주자의 안전에 영향을 최소화시킬 수 있어야 한다. 이 논문에서는 피난로유도시스템, 출구 표시, 그리고 다른 신호들에서 사용되는 축광 도료에 대해서 논의하며, 축광의 원리를 설명한다.

이 논문에서는 피난로가 연속하여 인지되도록 하는 주요 요소와 요소간의 관계를 이해하는 방향으로 이루어진 최신 법 개정, 하나의 구성요소가 잘못된 경우 이를 보완할 수 있는 유용한 기술 요소를 사용하는 방법에 대해 알아보고, 피난을 강화할 수 있는 개념적인 기준을 제안하고자 한다.

1. 서론

John J. Fruin의 '보행 계획과 설계(Pedestrian Planning and Design)'가 1971년 처음 출판되었다. Fruin은 도시 환경에서 사람의 행동을 말할 때, 환경을 경로(paths), 노드(nodes), 표식(landmarks), 경계(edges), 그리고 구역(districts)의 다섯 가지 구성요소로 나

누었다. 환경의 구성요소를 분류함으로써, Fruin은 사람들의 행동에 비효율적인 결과를 초래하는 환경의 특정한 결점을 알아낼 수 있었다. 예를 들면, 현재는 없지만 거리 표지와 같은 경계 표식은 사람들을 잘못된 방향으로 유도하거나, 방향을 알아보기 위해서 걸음을 멈추거나, 단순하게는 목적지를 찾아가는 시간을 지연시킬 확률이 높아질 수 있다. 유사하게, 만약 거리의 패턴이 많은 도시의 구시가지와 같이 복잡한 곳이라면, 보행자와 운전자의 이동시간이 길어지고 혼란이 가중될 것이다.

Fruin이 개발한 분류시스템은 작은 규모의 건물에 쉽게 적용될 수 있다.

- 경로(paths) - 거주자가 출구로 움직이는데 유용한 실제 경로(피난로)
- 노드(nodes) - 일반적으로 문을 통하여 방, 복도 또는 다른 장소로 가는 계단 등 전환점
- 표식(landmarks) - 통로를 따라 보이는 신호(출구 표지, 안내 표지, 설명 표지)
- 경계(edges) - 방, 복도 또는 계단의 벽
- 구역(districts) - 건물

Fruin의 방식에 의하면, 건물 설계 시 이동 및 최종피난 시간을 지연시키는 문제점을 확인할 수 있다. 익숙하지 않은 경로를 통하여 출구로 이동하게 되는 경우 적절한 표지가 없으면 방문자와 비상시 모든 거주자에게 혼란을 초래할 수 있다. 공항에서 길을 찾는데 어려움을 경험해 본 사람이라면 이러한 상황을 이해할 수 있다. 제대로 계획되지 않은 건물에서는 일상적인 환경에서 장기간 거주한 사람과 방문자는 피난을 포기할 수도 있고, 모든 사람들이 동시에 피난 출구를 찾게 되는 비상시에는 병목 지점에서 문제가 발생하게 된다.

일반적인 조건하에서 거주자는 친숙한 경로를 이용한다는 것도 고려해야 할 점이다. 사실상 대다수의 거주자들은 건물 주출입구와 로비, 자신의 사무실이 위치한 층까지 이동하는 엘리베이터와 같이 그들이 자주 이용하는 장소에만 익숙하다. 사람들은 건물에 오랜 기간 있었더라도 모든 출구와 계단을 이용하지는 않는다. 사람들이 겪는 시간상의 제약으로 그들의 사무실과 그 밖의 장소에서 가장 효율적인 통로가 무엇인지를 생각한다는 것이 일반적인 이유 중 하나이다. 특히 계단은 평상시에 사용되지 않는다는 것이 또 다른 이유가 될 수 있다. 계단의 출입문은 안전상의 이유로 경고문이 부착되어있어서 거주자가 계단의 위치와 배열에 친숙해지는 것을 방해할 수 있다. 이와 같이, 비상시에 거주자들은 비록 훨씬 짧은 피난로가 있더라도 그들이 아는 경로를 사용하려 한다.

2. 피난 경로

응급상황이 발생하여 거주자들이 대규모로 대피할 때, 건물 설계 또는 표지 설계상의 결함과 거주자의 공간에 대한 인지 부족은 피난을 크게 지연시킬 수 있다. 1993년, 세계 무역센터가 폭탄테러를 당했을 때, 뒤이어 발생한 피난상의 문제는 널리 알려져 있다. 이러한 문제는 계단에서 조명의 부족으로 계단에 익숙하지 않은 거주자에게 발생하였다. 수직 위치가 상이한 몇몇 계단에서는 수평적인 통로인 복도를 통하여 이동하게 된다. 조명의 부족은, 이러한 이동용 복도에서 피난을 지연시키고 혼란스럽게 할 수 있다. 더 중요한 것은, 조명 부족은 Fruin의 정의에서 사용되는 각 계단의 가장자리 또는 경계를 거주

자가 인식하는데 방해가 되었다는 것이다. 계단의 시작과 끝, 각 계단의 가장자리, 손잡이 위치, 각 층에서의 출입문들은 불분명하게 인지되어, 거주자들은 잘못된 걸음과 낙상을 피하기 위해서 천천히 움직이므로 아래로의 이동이 느려지게 되었다.

1993년에 도출된 문제에 대한 개선을 위하여 여러 조치가 취해졌다. 모든 계단참에는 비상등이 설치되었다. 이러한 장치들은 소량의 전력을 가진 충전된 배터리가 내장되어 있다. 전력 소모가 체크되어야 하는 이 장치들은 적어도 90분간 유효한 빛을 발산하는 배터리로 설계되어 있었다.



[그림1] 일반조명상태와 암흑상태에서의 피난로유도시스템

추가적으로, 뉴욕과 뉴저지의 항만청(the Port Authority of New York and New Jersey)에서는 축광유도표지시스템 또는 피난로유도시스템(safety way guidance system, SWGS)을 설치하였다. SWGS는 정전과 비상조명의 고장, 연기에 의한 상부 조명의 장애에 대하여 어두운 상황에서 빛을 발산하여 손잡이, 계단 디딤판과 철판(수직면), 출구, 각 계단의 시작과 끝부분을 알아볼 수 있게 한다.(Fig.1) 이러한 빛의 유지 기간은 사용된 축광 물질의 질과 비상상태가 시작되기 전의 일반조명 시간, 유형, 그리고 강도에 따라 다르다.

이러한 두 가지 보완조치는 9월 11일 세계무역센터 타워에서의 피난에 큰 역할을 하였다. 초기 충돌이후 일부 층에서 정전이 있었으며, 남쪽 타워의 붕괴 직후 북쪽 타워의 대부분이 정전이였다. 추가적으로, 한 생존자의 증언에 따르면 남쪽 타워에서 비행기가 충돌된 층의 위쪽에서는 연기에 의해서 천장 상부의 등이 보이지 않았다고 한다. 이러한 상황은 붕괴에 앞서서, 북쪽 타워에서도 90분 이상 지속되었으며, 대부분의 비상등은 10분 만에 정전되거나 어두워지기 시작했다.

9월 11일의 테러 상황에서, 피난이 요구되었던 펜타곤의 생존자는 전기전원을 사용하는 천장에 설치된 피난구 표시등이 연기 때문에 보이지 않았다고 증언하였다. 또한 완전히 어두워진 복잡한 실에서 피난하기 전에 비상등 전원은 끊어졌다. 이러한 테러 이후, 9월 11일 피난 시 발생한 문제의 재발을 막기 위해서 축광 피난로유도시스템과 하부 축광 피난 표시의 설치가 결정되었다. 실제로, 피난로유도시스템과 피난구 표시의 설치는 반드시 필요한 것으로 인식되었으며, 이러한 시스템은 펜타곤 전체에 설치되었다.

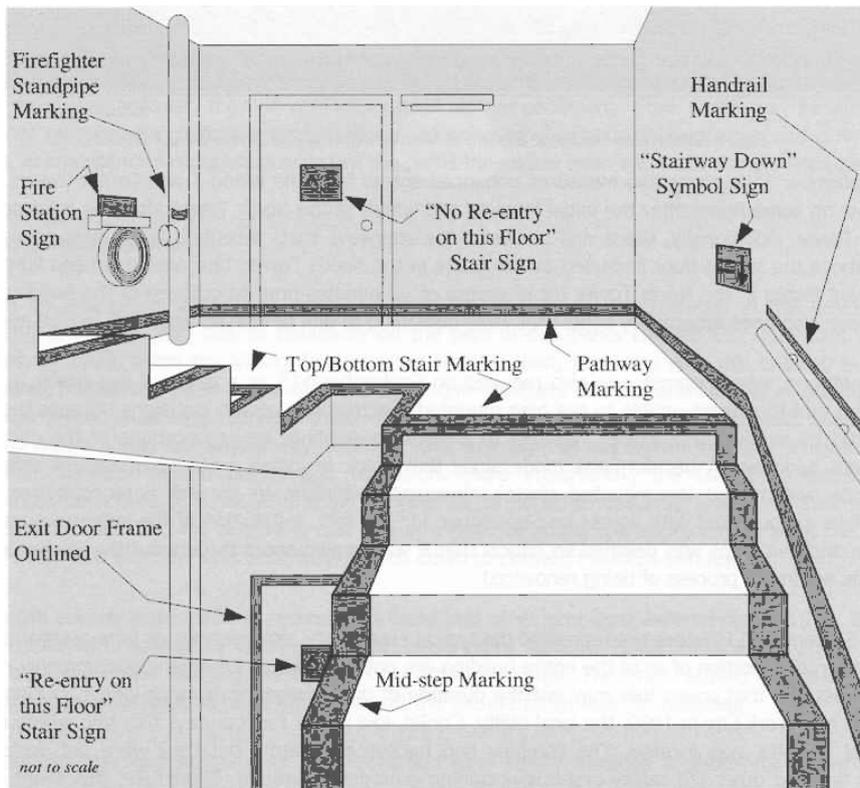
9월 11일 사건이 일반적인 비상상황은 아니었지만, 건물 전체 또는 일부분에서 피난하도록 비상상황이 발생하거나 오보에 의하여 경보가 울리게 되는 것은 보기 드문 상황은 아니다. 일반적으로 긴급상황은 정전을 일으키고, 정전은 응급상황의 기간을 지속시키거나 훨씬 더 길게 할 수 있다. 1999년 뉴욕 시에서는 장기간의 폭염이 지속되는 동안, 지역의 전기 기반시설인 'ConEd'는 주요 의료 단지가 이용하는 송전계통에 4일 동안 전기 공급을 하지 못하였다. 의료단지는 발전기를 예비전원으로 확보하고 있었지만, 화재와 비상등을 포함하는 다른 생명 안전 시스템의 전원으로서는 고려되어 있지 않았다. 이 정전 사건 시 계단은 완전히 암흑에 쌓여있었고, 다행히도 모든 거주자가 즉각적인 피난이 필요하지는 않았다. 정전 4일 동안, 거주자들이 층을 이동해야 하는 경우 자주 사용되는 계단의 조명이 없는 것은 건물 내부를 이동하는데 심각한 장애요소가 되었다. 병원관리를 통하여 피난이 요구되는 곳에서 비상사태 동안의 정전은 거주자에게 난제가 될 수 있다는 것을 알게 되었다. 그에 따라, 관리운영 측면에서 계단에 배터리에 의해 전원이 공급되는 비상등 또는 축광 안전통로시스템 등의 설치가 검토되었다. 결국, 배터리 전원 비상등 (battery-powered emergency lights)이 설치되었다.

3. 피난로유도시스템

피난 정보 시스템 설계의 문제점을 입증시킨 사건사고의 결과로써 피난로유도시스템 또는 비상등이 설치된 3가지 사례가 있다. 이러한 정보 시스템은 거주자가 거주공간인 건물 설계와 친숙하지 않거나 또는 건물 설계의 결과로써 일어날 수 있는 출구에서의 느려짐을 막기 위해서 거주자에게 연속적인 흐름으로 정보를 제공하여야 한다. ASTM(American Society for Testing and Materials)의 "축광 유도 표시의 적용 지침 (Guide for recommended Uses of Photoluminescent Safety Markings)"(ASTM E2030-99)에 있는 아래 도식에서 보여지는 것과 같이 피난로유도시스템은 복도와 계단에서 출구 통로의 경계면 또는 가장자리를 확인시켜주며, 긴급상황에 대한 반응으로써 거주자 또는 응급환자를 돕기 위한 정보 신호를 형성하는 표지(landmark)를 제공한다. 출구는 높은 곳에 설치된 피난구 표시를 보완하는 낮게 설치된 출구 표지에 의해서 확인될 수 있다. 비록 연기 또는 정전으로 높은 곳에 설치된 피난구 표시를 시각적 또는 쉽게 알아볼 수 없게 되더라도 낮게 설치된 출구 표시는 시각적으로 확인할 수 있다. 계단 발판, 계단 참, 그리고 손잡이들은 쉽게 이동할 수 있도록 표시되어있다. 바닥과 계단의 확인 표시는 피난자와 구조요원들이 그들이 있는 곳이 어디인지 알려준다. 계단을 올라가거나 내려가는 동안 층의 수를 잊기 쉽고, 구조 요원들은 구조를 위하여 그들의 현재위치를 무선연락으로 알리기 위하여 그들이 위치한 계단이 어느 것인지 확인하기 위하여 필요하다. 화재 진압 장치

들은 구조요원들이 사용할 수 있도록 눈에 띄어야 된다.

피난로유도시스템은 일상 조명등 또는 비상조명등의 갑작스런 고장이나 연기에 의한 조명이 가려지는 것을 보완할 수 있다. 이것은 현재 통합된 정보를 전달하기에 부족한 출구 정보 시스템을 어떻게 인지할 수 있을 것인가에서 중요한 부분이다. 건물과 화재 관련 기준은 응급상황을 가정하여 쓰여진 것으로 시스템과 구성요소가 작동하지 않을 경우 큰 문제가 발생하지 않도록 대체 방안을 기준의 많은 부분에서 통합하여 다루고 있다. 예를 들면, 스프링클러설비가 항상 정상적으로 작동되도록 하기 위하여 많은 노력을 하게 되지만, 비상 상황에서 고장이 발생할 수 있다. 고층 건물에 대해서 다루고 있는 대부분의 건물 기준에는 대체 방안으로서 심각한 상황이 발생하기 이전의 특정 기간동안 화재에 견디어낼 수 있는 피난 복도와 피난계단과 같은 복수의 피난 구성요소를 언급하고 있다. 이러한 접근방법은 스프링클러설비가 작동하지 않을 수도 있는 상황에서 피난자가 갑작스러운 영향을 받지 않도록 한다. 그러나 출구정보시스템 설계에 대한 접근법에서 유사한 대체방안으로 근래에 폭넓게 인지되어지는 해결방법이 피난로유도시스템이다.



[그림2] ASTM E2030-99의 피난로유도시스템 설명

비상사태가 일어났을 때, 비상등과 출구 표시가 계획된 것처럼 동작하고 건물에 적합한 표시가 설치되었다면, 거주자들은 평상시와 같은 속도로 건물 밖으로 나갈 수 있을 것이다. 그러나 정전이나 연기에 의한 시각적인 장애로 인하여 피난구 표시 또는 비상등이 제대로 역할을 하지 못 한다면, 그렇지 않은 상황과 동일한 속도로 외부로 피난하려는 거주자의 피난능력은 문제에 봉착하게 될 것이다. 더불어 계단을 통하여 피난하려는 거주자에

게 방향을 알려주는 계단 표지 또는 승강기 표지와 같은 신호들은 이러한 어두운 환경에서는 판독하기 어려울 것이다. 출구정보시스템에 대한 연속된 대체방안이 없다면, 위의 구성요소 중 하나의 손실로도 이 시스템의 완전성은 무용지물이 될 것이다. 시각적으로 어떠한 출구 표지도 볼 수 없다면, 거주자들이 어떻게 출구를 찾을 수 있을까? 계단의 경계면 또는 가장자리를 밝게 비추는 비상등이 없다면, 거주자들은 어떻게 계단을 걸어갈 수 있을까?

피난로유도시스템은 CNRC(the National Research Council of Canada)의 1999년 연구에서 대체방안으로서의 적용 수준이 고려되었다. 이 연구에서 피난로유도시스템을 이용한 피난 속도는 일상 조명과 비상등 조건일 때의 이동속도와 비교가능하다는 것을 보여주었다. 그러나 피난로유도시스템의 경우 어떠한 문제가 발생할 수 있는지 면밀히 조사해 봐야 할 것이다.

4. 축광(Photoluminescence)

앞서 언급된 피난로유도시스템은 사실상 축광에 의해서 인식되어진다. 1859년 프랑스 연구자 A. Becquerel은 축광물질(photoluminescent material)이 자외선을 흡수하여 가시광선을 방출한다고 처음으로 기술하였다. 기록에 따르면 1차 세계대전 동안 독일 잠수정의 함장들은 정전 시 문서를 읽기 위해서 그들의 손에 황화아연(zinc sulfide)화합물을 발랐다고 한다.

1900년대 초와 1980년대 초 사이에 구리가 첨가된 황화아연(ZnS:Cu)은 새로운 제품들(장난감)을 포함하는 축광 물품의 재료로 사용되었다. 재료는 플라스틱, 세라믹, 그리고 페인트에 완벽하게 혼합된다. 1980년대 초의 연이은 비극적 사건들로 피난로유도시스템에 대한 필요성이 인식되었다. 여기에는 상업적인 비행기, 순항함, 기차 그리고 건물에서의 화재나 다른 사고 등이 포함된다. 위에서 기술된 것과 같이, 주로 일부 또는 몇 개의 피난 시스템의 구성요소가 잘못된 경우, 정전이나 천장 조명과 출구 표지가 시각적으로 잘 안보이게 되는 것은 치명적인 상황을 만드는 것으로 언급되고 있다. 예를 들면, 순항함 Scandinavian Star의 생존자에 따르면, 맹렬한 화재로 인하여 발생한 연기가 너무 자욱해서 천장조명에 전원이 들어오는 상황에서도 통로는 철흑같이 어두웠다고 한다. 어둠 속에서 수많은 선실문 중에서 출구를 구별해 내거나 안전지역으로 대피하기 위한 통로를 찾는 것은 불가능했으며, 결국 158명의 승객과 승무원들이 희생되었다. 이에 따른 결과로써, IMO (International Maritime Organization)는 여러 다른 필요사항들 중에서 피난로유도 시스템인 하부(low-location) 조명을 순항함의 새로운 요구사항으로 채택하였다.

IMO 요구사항과 받아들여진 다른 내용은 전기적인 전원 또는 축광을 사용하는 시스템 설치였다. 몇 년 전, IMO는 화재관련 시설의 표지를 축광으로 하도록 요구사항으로 채택하였다. 비록, 전기적 전원으로 동작하는 표지만큼 밝지는 않지만, 축광 표지는 비상시에 작동하지 않는 경우가 없다는 것이 주요하게 인식되었다. 황화아연 안료에 좌우되는 발광 수준이 낮더라도 축광의 채택은 축광물질 성능과 사용의 변혁을 위한 준비과정이 되었다.

축광이 되었다는 것은 주위의 빛이 축광 결정체의 분자에 부딪히면서 이루어지는 것으로

로 주위 빛, 광자(빛에너지) 또는 빛의 파장이 존재한다는 것이다. 광자에서 나오는 에너지는 이온들이 빛으로써 저장된 에너지를 방출하기 전에 일정 시간동안 머물게 되는 결정체(crystal)의 이온에 전달된다. 이온에 에너지가 머무르는 시간은 분자의 성질에 따라 달라진다. 형광 정착물(fluorescent light fixture) 또는 형광 잉크와 염료가 발광하는 시간은 10억 분의 1초 정도이다. 다행히, 인광성 제품(phosphorescent product)이 가지는 에너지는 수 초, 수 시간 또는 수 일까지도 유지될 수 있다. 형광과 인광은 두 가지 모두 축광 원리이며, 둘 사이의 유일한 차이는 에너지가 유지되는 시간이다.

축광 이외에도 다양한 유형의 발광이 있지만 인광물질(phosphor)을 충전하는 방법에 차이가 있다. 방사선 발광은 최외각으로 전자를 방출시키는 것과 유사하게 방사성 입자가 인광 색소에 충돌함으로써 발생한다. 스스로 빛을 발하는 것으로 알려진 트리튬(Tritium) 피난구 표지는 방사선 발광을 사용한다. 화학 발광은 에너지를 발광 분자에 전달시킨 다음 즉각적으로 빛을 방출시키는 화학반응의 결과이다. 일부 구멍재킷의 발광표시체로 사용되는 것과 같이 몇몇 안전 장비를 대상으로 하는 상업적 화학발광 백열구(glow-sticks)가 많이 있다. 전장발광은 다층 필름 안의 인광물질 층에 전류를 흘려보내어 만들어진다.

1990년대 중반에, 새로운 축광 안료인 알루미늄 산염 스트론튬(strontium aluminate SrAl₂O₄:Eu,Dy)이 발명되었다. 알루미늄 산염 스트론튬으로 제작한 피난구 표지와 같은 제품의 성능이 황화아연보다 빛의 밝기와 지속기간이 2500% 더 크며, 이러한 이유로 전례 없이 사용되고 있다. 이러한 고성능이 실제적으로 안전등급으로 고려될 수 있는 피난로유도시스템과 표지에 적용되었다. 미국의 연방 항공청(FAA, Federal Aviation Administration)은 현재 알루미늄 산염 스트론튬 안료가 사용된 축광제품을 상업용 비행기의 복도 통로 표지 시스템에 사용하는 것을 허가하였다. 또한 현재 미국의 많은 주에서는 전기를 전원으로 하는 피난구 표지의 밝기에 상당하는 축광 피난구 표지의 적용을 받아들이고 있다. 미국 대중교통 위원회(APTA, American Public Transportation Association)는 철도 객실의 통행로에 전장 발광 또는 축광 표시 적용을 조건으로 하는 기준을 만들었다. 이러한 실제 적용상에서 규제조건을 만족할 수 있는 발광수준은 알루미늄 산염 스트론튬 안료를 사용하는 제품에서만 가능하다.

5. 전기 전원 시스템의 한계(Limitations of Electrically-Powered Systems)

여러 상황에서 전원을 이용하는 피난로유도시스템의 문제점이 발견됨으로 인하여 축광을 중요시 하게 되었다. 선박과 항공기의 구조는 동체의 움직임과 온도의 변화에 따라 구부러지게 되고, 이러한 것은 전선(electrical connection)의 연결부분에 변형이 일어나게 할 수 있다. 선박에서는 이러한 시스템에 사용되는 표지와 선의 길이가 수 킬로미터에 달하게 되므로 순항함과 비행기에서 전기전원시스템의 유지관리가 어렵다는 것을 알게 되었다. 또한 층의 바닥이나 벽의 하단에 설치된 피난로유도시스템은 사람들의 보행과 손수레 이동에 의한 눌림, 물(수계)청소, 진공청소기 등에 노출되어 손상되기 쉽다. 피난로유도시스템의 전기적 단절은 비상상황에서 피난실패의 가능성을 증가시키게 된다. 시험 시의 정전은 승객들에게 불편을 끼칠 수 있는 항공기의 이륙 또는 순항함의 향해 지연상황을 초래할 수도 있다. 축광시스템은 최소한의 주위 조명으로 유지되어 작동되므로 기능이 중단

될 가능성은 없다. 선박, 항공기, 그리고 열차에서는 상부 조명을 높은 강도로 유지하도록 하므로 유지관리의 부차적인 결과로 축광시스템의 요구조건을 만족시킬 수 있다.

비록 유지관리가 잘 되더라도, 전기 전원 시스템은 비상상황에서 정전될 가능성이 다분히 있다. 예를 들면, 1999년 순항함 Ecstasy의 하부 조명시스템의 절연체에 화재가 발생하여 선교(ship's bridge)에서 잘못된 경보가 울렸다. 수신반은 경보가 계속 울리도록 설계되어 있었고, 화재 상황을 제어하려는 운항승무원에게 많은 혼란을 일으킬 수 있기 때문에, 일등 전기담당자에게 경보를 정지하도록 지시가 내려졌다. 특별한 대안이 없는 상황에서 전기담당자는 전체 시스템을 정지시켜야 했다. 이러한 조치의 결과로써 비록 두 명의 승무원이 농도 짙은 연기에 의해서 야기된 완전한 어둠 속에서 출구를 찾는데 30분 정도 발이 묶이기는 하였지만, 다행히 희생자는 발생하지 않았다.

이와 같이, 피난로유도시스템은 시스템의 오작동이 있을 수 있기 때문에 비상상황에서 상부에 설치된 조명등과 피난구 표지에 대하여 원하는 대체방안을 제공하는데 전기에만 의존하지는 않는다. 전기를 전원으로 하는 시스템은 항상 정전의 가능성이 있으므로 사용되어서는 안 된다.

6. 고찰(Discussion)

6.1 최근의 기준 개정(Resent Code Developments)

미국방화협회(NFPA, National Fire Protection Association)의 2002년 판 건축물과 안전 기준 "Building Construction and Safety Code"(NFPA 5000)에서는 피난과정에서 사용되는 비상 시 알아보기 쉬운 특별한 신호의 조명에 대한 새로운 요구사항을 게재하였다. 이전에도 "대피 구역(Area of Refuge)"과 "출구 없음(No Exit)"과 같은 표지 부착이 필요사항이었지만, 비상상황에서 피난구 표지가 쉽게 인지되어야 한다는 언급은 되어있지 않았다. 그에 따라 NFPA는 인명안전기준(Life Safety Code, NFPA 101)과 다른 기준에도 비슷한 개선안을 제시하기로 결정하였다. 그러나 불행하게도, 새로운 요구사항에는 전원의 발생원(전기 또는 축광)과 조명의 강도에 대해서는 어떠한 언급도 없었다. 그렇지만, 이러한 신호들은 피난 정보 시스템의 4가지 구성요소 중의 하나이며, 이러한 신호의 필요성이 인식되어지고 있다는 것이 중요하다.

뉴욕 시에서는, 신축하거나 현존하는 고층건물의 모든 계단에 축광 피난로유도시스템을 적용하도록 하는 내용을 뉴욕시 건축 기준에 포함시켰다. 이러한 계획은 여전히 논의 중에 있으며, 만약 채택된다면, 적어도 계단에 관해서는 위에서 제시된 대체방안을 적용할 수 있다. 또한 제시된 변경사항에는 축광 물질들을 언급하고 있다. 이러한 시스템의 발광 수준은 아직 언급되지는 않았지만, 축광 피난구 표지의 발광 수준은 피난구를 최대한 강화시키는 방향으로 언급될 것이다. 추가적으로, 단지 고층 건물에서만 아니라 복도와 구조의 다른 양식에서도 피난로유도시스템의 필요 여부가 고려되어야 한다.

6.2 기술적 성장에 대한 요구(Demand for Technology Growing)

뉴욕시에서는 개별적으로 건물 소유주의 요구에 의해 몇 가지 피난로유도시스템을 설치하였다. 이러한 사례 대상에는 몇몇 업무용 고층건물의 계단과 국제연합본부(United Nations complex) 건물 내 거의 모든 계단과 복도가 포함되어 있다. 건물소유주와 거주자들은 9월 11일 사고당시 피난하는 동안의 조건이 최적상황이 아니었고, 건물 또는 시설에서 완벽한 피난이 필요할 수도 있다는 것이 강조됨으로써 출구로의 접근성에 대한 관심이 증가되었다. 피난로유도시스템에 대한 건물 소유주/거주자들의 반응은 긍정적이었다. 그들이 작동중인 시스템의 천장등과 비상등이 꺼지는 것을 일단 보게 되면, 거주자들은 안전한 축광 물질의 특성에 대해서 높이 평가하고 그들의 안전에 대한 걱정이 많이 감소되었다고 보고하였다. 또한 피난로유도시스템을 접해본 거주자들은 비상상황에서 이 시스템을 사용하게 될 가능성이 늘어나게 된다.

전기 시스템의 설치와 유지보수의 관점에서 대체방안의 필요로 스타디움, 극장, 그리고 강당과 같은 대규모 집회 공간에서의 계단 표시를 위하여 축광 기술이 적용된다. 호주에서는 2000년 시드니 올림픽을 위해 5,000석의 슈퍼돔 경기장(Superdome arena)이 건설되었다. 스타디움의 콘크리트 계단에 전기 조명 설치하는 것과 규정시간 외에 전기를 공급하고 유지하는데 많은 비용이 들기 때문에 계단 조명에 대한 요구사항들을 만족시키기가 어려웠다. 그러나 설계자들이 대안을 찾지 못함에 따라, 전기 조명이 설치되었다. 소문에 의하면, 올림픽이 개최될 때까지 경기장 건축 초기에 설치된 대부분의 조명들은 작동되지 않거나, 운용되지 않았다고 한다. 적절한 조명 해결책을 모색하는 과정에서 경기장 현장의 상급 책임자가 계단의 끝에 축광 조각들이 붙여진 계단을 생산하는 회사를 알게 되었고, 이것을 바로 적용하였다.

올림픽 경기장으로 건설된 미국, 호주 그리고 뉴질랜드의 건물 시설들은 행사이후 스타디움, 극장, 강당 등에서 사용되어왔다. 시설을 사용하는 동안 계단을 밝게 하는 조명이 필요하지 않아 조명을 갖추지 않았던 지역에서, 조명 설치 후 미끄러짐과 낙상 등의 사례가 크게 감소되었다. 이러한 시설들은 고객들의 상해의 주요 원인인 미끄러짐과 낙상의 문제와 건물주에 대한 소송의 잦은 원인으로써 건물주와 임차인에 의해서 주로 제기된다. 축광 시스템을 설치하는 주요 이유가 설치와 유지보수의 용이성에도 있지만, 건물주들은 종종 시스템의 성능에 대한 거주자들의 긍정적인 반응에도 있다고 이야기한다.

6.3 법규와 기준의 수정(Modifying Standards and Codes)

미국의 비상조명에 대한 요구사항을 충족시키기 위해서 축광 계단 표시의 제조업체들은 ICBO(International Conference of Building Official)에 축광 출구시스템이 전기 전원 시스템과 동등한 시설로서 간주될 수 있도록 기준을 개정하도록 호소하였다. 기존의 시설과 동등하다는 것을 입증하기 위하여 시스템으로부터 발산되는 빛의 강도와 기간을 설명하고, 외부 설치물에 의한 손상여부에 대한 시스템의 테스트 방법들이 개발되었다. 이러한 방법은 전원에 의한 피난구 표시에 대한 것과 동등한 것으로 NFPA에 의해서 채택되고, UL(Underwriters Laboratories, UL)의 실험실에서 테스트된 축광 피난구 표시에 대한 측정은 아주 유사한 진행 방식을 거쳤다. 이러한 노력의 결과로써, 요즘 축광 피난구 표시에 대한 수요가 증가되고 있다.

7. 결론(Conclusions)

피난로유도시스템은 현재 거주자들에게 제공되는 피난구 정보 시스템의 부족한 부분에 대한 대체방안의 필요를 만족시킬 것이다. 정전, 부분 정전 또는 복도나 계단의 연기는 천장/비상 조명, 피난구 표지 그리고 정보를 가진 신호가 제 역할을 하지 못하게 한다. 게다가, 전기 전원 시스템이 비상상황에서 배터리의 방전, 전기 시설물 또는 시스템을 손상시킬 수 있는 일부 사람들의 행위에 의하여 오작동의 우려가 있으므로 피난로유도시스템으로 축광 제품이 가장 적합하다. 축광 신호와 피난구 연결 표지는 동작에 오류가 일어날 수 없으며, 응급 상황에서 빛을 발하게 되므로 매우 유용할 수 있다.

현재 고층 건물의 계단에서 피난로유도시스템을 적용하도록 뉴욕시 건축기준을 바꾸기 위한 제안서가 제출되어 있다. 이러한 제안서는 올바른 방향으로 나아가는 하나의 절차이지만, 고층 건물의 복도와 건물의 다른 형태에서 피난로유도의 필요성에서 추가적인 이익을 깨닫게 될 것이다. 비록 빌딩에 대한 기준의 변화가 없더라도, 피난로유도시스템은 임차인과 거주자에 의한 수요와 선박, 항공기 그리고 열차에서의 사용이 증가될 것이다.

저자 : JAMES D. AMY, JR.

Rolf Jensen & Associates, Inc. Chicago, IL 60661 USA

번역 및 편집 : 연구컨설팅부 사원 김은