피난안내도 화면과 점멸하는 화살표에 의한 피난유도실험

1. 서 론

최근 지하가로 대변되는 지하공간은 화재사고 및 침수사고 등에 따른 대재해 발생의 위험성이 크며, 이러한 재해를 대비한 피난유도시스템의 정비가 시급하다.

지하가는 화재 등의 재해발생 시 용이한 피난을 위해 가장 가까운 비상구의 방향을 나타내는 화살표 중심의 통로유도등이 설치되고 있다. 그러나 가장 가까운 비상구에 근접해서 화재가 발생한 경우에는 화살표의 방향과는 반대로 피난할 수 밖에 없지만, 현재 통로유도등의 화살표 방향은 화재 발생장소에 따라 바뀌지 않는다.

따라서, 화재 발생장소에 따라 피난방향이 변하는 피난유도시스템을 시범적으로 제작하고 피험자를 대상으로 피난실험을 했다. [사진 1]은 지하가 통로벽면에 설치한 액정표시화면 및 고휘도축광식 유도표지를 탑재한 패널(이하「단말기」라 한다.)이다. 고휘도축광식 유도표지의 화살표가 지시하는 방향에서 화재가 발생한 것으로 가정하고, 액정표시화면에 현재 장소 주위의 피난안내도를 표시하고 점멸하는 화살표 및 인형그림(고휘도축광식 유도표지의 피난유도방향과 반대)으로 최적의 피난유도경로를 표시했다.

이 단말기를 피험자에게 보여주고 좌우 어느 방향으로 피난할 지를 조사했다. 또한 실험 후에 설문지를 통해 피난방향을 선택한 이유 등을 조사했다. 더욱이 액정표시화면에 진입금지를 의미하는 “X” 표시를 추가함으로써 한 방향으로의 강한 군집흐름을 바꿀 수 있는 지에 대한 실험도 실시했다.

본 시스템은 평상 시에는 단말기 중간에 설치한 고휘도축광식 유도표지에 의해 가장 가까운 비상구방향을 나타냄과 동시에 액정표시화면에는 기업광고 등을 디스플레이 함으로써 간접적으로 고휘도축광식 유도표지임을 쉽게 인식할 수 있다. 결과적으로 본 실험은 지하가의 안전성을 확보하기 위한 차세대 피난유도시스템 개발을 목표로 한다.

2. 실험에 사용된 피난유도시스템

지하가 통로 약 70m 구간의 양측(통로폭 7m)에 7.5m 간격으로 20대의 단말기와 4개의 화재감지기를 설치하여 실험을 실시했다. 실험 시 시스템의 작동 및 액정화면 표시는 다음과 같이 설정했다.

① 모의화점 위치는 실험구역 내에 가설한 자동화재감지기로 검지한다.

② 각 단말기의 액정지도화면은 각각 현재 위치를 중심으로 주위의 시설을 표시했다. 즉, 각 단말기의 액정표시화면은 설치 장소에 따라 다르며, 각 화면의 피난경로는 화점의 위치에 따라 자동으로 변하도록 했다.

③ 유도방향을 나타내는 화살표는 피난방향을 즉시 판단할 수 있도록 단말기 정면에서 시설안내도를 볼 때, 현재 위치를 중심으로 화살표시가 피난방향을 향하도록 나타냈다.

④ 액정화면상의 화점은 [사진 2]에 표시한 것처럼 적색의 불꽃모양으로 나타냈다. 또한, 화점이 지도상에 들어가지 않을 때는 화점위치 방향을 지도 끝부분에 표시했다.

⑤ 피난자는 화점으로부터 먼 방향에서 가장 가까운 지상출구로 피난유도하고 다른 건물 내로 피난유도하지 않도록 설정했다.

⑥ 화살표와 인형그림의 점멸주기는 2Hz로 했다.

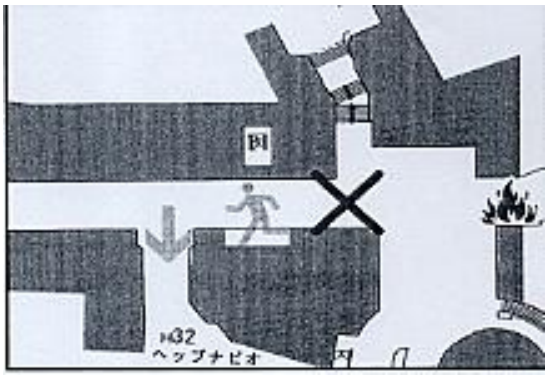
⑦ 통근시간대 등 한 방향으로의 강한 군집흐름이 있는 시간대에는 [사진 2]에 표시한 것처럼 화점에 접근하지 않도록 불꽃모양과 화살표 및 인형그림 사이에 “X” 표시(적색 점멸)를 했다.

⑧ 액정표시화면은 비상 시 절환되었을 때에는 [사진 3]에 표시한 것처럼 단말기 양측면에 장착된 청색LED를 점멸(주기 2Hz)시킴으로써, 단말기를 멀리에서도 인지할 수 있도록 했다.

⑨ 단말기는 정전 시에도 내장배터리에 의해 약 4시간 작동하며, 액정표시화면은 다리 아래를 비추는 조명역할을 할 수 있을 정도의 밝기였다.

본고에서는 지면관계로 상기 시스템의 일부 기능을 이용하여 실험한 결과를 소개한다.

[사진 1] 비상 시의 액정표시화면과 고휘도축광식 유도표지



[사진 2] 액정표시화면 상의 불꽃모양과 진입금지를 나타내는 X표시

3. 실 험

○ 일　시 : 2010년 2월 26일 (토) 13:00 ~ 16:00
○ 장　소 : Whity Umeda (오사카 지하가 주식회사)
○ 피험자 : 실험내용을 전혀 알지 못하는 사람을 대상으로 하기 위해 인력파견회사를 통해 모집했으며, 심야실험을 고려하여 교정시력 0.7 이상의 남성을 피험자로 했다.
○ 인　원 : 30명 (연령 20대, 30대, 40대, 50대 60대 각 6명)
○ 그　룹 : 각 연령별 2명씩 나누어서 A그룹, B그룹, C그룹의 3개 그룹화

실험 시의 조명은 연기가 도달하기 전 상태로, 화재 초기의 피난유도를 가정하여 평상 상태로 했다.

3.1 초기피난행동실험

피험자에게 비상 시의 단말기[사진 1]를 보여주고 좌우 어느 방향으로 피난할지를 확인하는 실험으로 액정표시화면의 화살표와 인형그림의 점멸주기 유무 및 진입금지 “X” 표시의 추가 유무에 따라 다음 3종류의 실험을 실시했다.

(1) 액정표시화면의 화살표와 인형그림을 점멸하지 않은 상태에서의 유도효과실험

실험은 A그룹 10명을 대상으로 1명씩 실시했다. 단말기 내에는 [사진 1]에 표시한 것처럼 상단에는 액정표시화면, 하단에는 고휘도축광식 유도표지를 설치했으며 양자의 피난유도방향은 서로 반대방향이다. 액정표시화면의 화살

표는 대부분 왼쪽방향이고, 고휘도축광식 유도표지의 화살표시는 오른쪽 방향을 나타낸다.

[사진 4]에 표시한 바와 같이 회전덮개로 숨겨진 상태의 단말기 정면에서 2m 떨어진 위치의 매트스위치 앞으로 피험자를 유도하고, 이 단계에서 실험스태프는 피험자에게 실험내용을 설명했다. 실험시작 신호로 피험자에게 매트스위치를 밟도록 했다. 매트스위치를 밟으면 [사진 5]에 표시한 것처럼 단말기 표면을 숨기는 용도의 덮개가 자동으로 열리면서, 피험자는 단말기 내 액정표시화면의 왼쪽방향 화살표와 고휘도축광식 유도표지의 오른쪽방향 화살표를 볼 수 있게 된다. 피험자는 [사진 6]에 표시한 것처럼 양방향 화살표를 보고 스스로 판단해서 왼쪽 또는 오른쪽 방향으로 피난을 개시했다.

피난개시 신호로부터 피험자는 매트스위치에서 떨어져서 보행을 개시하기까지의 시간측정과 영상촬영을 실시했다. 피험자는 1m 걸은 시점에서 실험을 종료했다.

실험종료 직후 그 장소에서 피난방향을 선택한 이유를 파악하기 위해 앙케이트 조사를 했다. 실험에 쓰인 앙케이트 용지의 예는 <표 1>과 같다.

<표 1> 왼쪽 방향으로 피난한 피험자용 앙케이트 용지

피험자번호 _____

초기 피난행동실험 앙케이트 조사 (왼쪽 방향 피난자용)

■ 왼쪽으로 피난을 선택한 이유에 대해 답 하시오.
아래 항목의 해당하는 번호에 ○ 하시오.
(2개 이상의 번호를 선택해도 괜찮음)

1. 화면 가운데 화살표가 밝아서 선택
2. 화면 가운데 화살표와 불꽃모양 있어서 선택
3. 상단의 화살표 방향을 선택
4. 특별한 이유 없이 선택
5. 기타 (자유롭게 쓰시오)

■ 선택한 피난유도방향이 옳다고 생각합니까?
아래 항목의 해당하는 번호에 ○ 하시오.
(1개만 선택하시오)

1. 자신 있음
2. 어느 정도 자신 있음
3. 그다지 자신 없음
4. 자신 없음

[사진 3] 단말기 양측면에 장착된 LED(점멸)

[사진 4] 단말기 앞에서 설명을 듣고 있는 피험자와 회전덮개로 숨겨진 단말기 표면

[사진 5] 회전덮개가 개방된 상태의 단말기와 피험자

[사진 6] 피난을 개시한 피험자와 단말기 덮개 개폐용 매트스위치

(2) 액정표시화면 화살표와 인형그림을 점멸시킨 상태에서의 유도효과 실험

실험은 B그룹 10명의 피험자에 대해 1명씩 실시했으며, 단말기 내의 액정표시화면 화살표와 인형그림을 점멸시켰다. 기타 실험방법은 위의 실험(1)과 동일조건이었다. 다만, 앙케이트 용지의 내용은 <표 1>을 일부 변경했다.

(3) 액정표시화면 내에 점멸하는 “X” 표시를 추가한 상태에서의 유도효과 실험

실험은 C그룹 10명의 피험자에 대해 1명씩 실시했다. 액정화면에 진입금지를 나타내는 “X” 표시를 추가하고 단말기 내 액정표시화면의 화살표, 인형그림과 “X” 표시를 점멸시켰다. 기타 실험방법은 앙케이트 용지의 내용 일부를 변경한 것 이외에는 위의 실험(2)와 동일조건으로 했다.

3.2 군집흐름을 고려한 그룹의 피난행동 실험

아침 출근시간대 러시아워의 강한 한 방향 군집흐름 중, 전방에서 화재가 발생한 것을 가정하고 군집흐름을 역방향으로 바꿀 수 있는지 확인하는 실험이다.

전체 피험자 30명을 1개 그룹으로 하고, 지하가 통로에 전원을 대기시켰다. 이 단계에서 스태프는 피험자에게 실험내용을 설명했다. 실험개시 신호로 [사진 7]에 표시한 것처럼 30명을 일제히 피난시켰다. 그룹 선두가 약 15 m 걸어갔을 때 무선으로 화재경보기의 벨을 울렸다.

화재경보기 벨이 울림과 동시에 20대의 전 단말기는 광고화면에서 비상시 화면으로 자동절환되었다. 각 단말기의 액정표시화면은 서로 다르지만, 한 가지 예를 [사진 8]에 나타냈다.

[사진 7] 그룹피난개시 시점에서의 피험자

[사진 8] 화재감지기 작동 시의 단말기 예

4. 실험결과

4.1 초기 피난행동 실험결과

(1) 액정표시화면 내의 화살표와 인형그림을 점멸하지 않은 상태에서의 유도효과 실험결과

피험자 10명 중 8명이 액정화면에 표시된 화살표 방향인 왼쪽으로 피난행동을 개시했다.

○ 피난행동 개시시간

- 즉시 행동개시	1~3초	4명
- 기분을 고려한 후 행동개시	4~6초	3명

- 오랫동안 깊이 생각한 후 또는 뒤늦게 행동개시 7초 이상 1명
- 행동을 개시하지 않음 2명
(시간초과 시 실험중지)

○ 피난방향 선택이유에는 복수응답으로

- 화면의 밝기 3명
- 화살표와 불꽃모양과의 조합 3명
- 상단의 화살표 3명

(2) 액정표시화면 내의 화살표와 인형그림을 점멸시킨 상태에서의 유도효과 실험결과

피험자 10명과 함께 액정화면에 표시된 점멸하는 화살표 방향인 왼쪽으로 피난행동을 개시했다.

○ 피난행동 개시시간

- 즉시 행동개시 1~3초 5명
- 기분을 고려한 후 행동개시 4~6초 2명
- 오랫동안 깊이 생각한 후 또는 뒤늦게 행동개시 7초 이상 3명

○ 피난방향 선택이유에는 복수응답으로

- 화면의 밝기 8명
- 화면의 그림방향 1명
- 이유없음 1명

(3) 액정표시화면 내에 점멸하는 “X” 표시를 추가한 상태에서의 유도효과 실험결과

피험자 10명 중 8명이 액정화면에 표시된 점멸하는 화살표 방향인 왼쪽으로, 2명이 고휘도축광식 유도표지의 화살표 방향인 오른쪽으로 피난행동을 개시했다.

○ 피난행동 개시시간

- 즉시 행동개시 1~3초 8명
(오른쪽 방향으로의 1명 포함)
- 기분을 고려한 후 행동개시 4~6초 1명
- 오랫동안 깊이 생각한 후 또는 뒤늦게 행동개시 7초 이상 1명
(오른쪽 방향으로)

○ 피난방향 선택이유에는 복수응답으로

- “X” 표시 반대방향 5명

- 화살표와 불꽃모양과의 조합 3명
- 화면의 밝기 2명

4.2 군집흐름을 고려한 그룹의 피난행동 실험결과

화재경보기 벨이 울림과 동시에 광고화면이 비상 시 화면(진입금지)으로 바뀌면 [사진 9]에 나타낸 것처럼 전체 피험자가 가까운 단말기 내의 액정표시화면을 보면서 되돌아갔다. 다만, 선두의 3인 만이 7.5m 앞의 단말기 액정표시화면을 보고나서 되돌아갔다.

[사진 9] 진입금지 액정표시화면을 보고 되돌아가는 피험자

5. 실험결과 고찰

5.1 초기 피난행동 실험고찰

다음 실험결과에서 보듯이 즉시(1~3초) 행동개시한 사람의 수는 증가했지만,

실험결과 4.1 (1) (A그룹) 4명
실험결과 4.1 (2) (B그룹) 5명
실험결과 4.1 (3) (C그룹) 8명
(오른쪽 방향으로의 1명 포함)

이것은 실험결과 4.1 (2)에서의 화살표와 인형그림의 점멸효과, 더욱이 실험결과 4.1 (3)에서는 화살표와 인형그림 표시에 점멸한 “X” 표시를 추가로 표시한 효과에 따른 것으로 생각된다.

실험결과 4.1 (1)에서 피험자 10명 중 8명이 고휘도축광식 유도표지의 화살표와 비교하여 1/3정도 크기인 액정표시화면의 화살표 방향을 선택했고, 6명이 그 이유로서 「화면밝기」와「화살표와 불꽃모양의 조합」이라는 응답을

했지만, 이것은 액정표시화면 전체를 쉽게 인식할 수 있는 것에 크게 영향을 받고 있음으로 생각된다.

일반적으로 유도등의 인식성은「표시면의 휘도」와「표시면의 면적」과의 곱으로써 정량화할 수 있다. 이번 실험에서 사용한 액정표시화면의 휘도는 약 250cd/㎡ 이며, 고휘도축광식 유도표지는 천정에서의 조명광 반사를 포함해서 약 80cd/㎡였다. 또한, 표시면의 면적은 액정화면은 약 18㎝×25㎝ 인데 비해 고휘도축광식 유도표지는 10㎝×30㎝였다. 따라서 액정표시화면과 고휘도축광식 유도표지의 인식성을 비교하면 액정표시화면이 고휘도축광식 유도표지보다 약 5배 크다. 이러한 인식성의 차이로 인해 피험자는 액정표시화면의 화살표 방향에 따라 되돌아 간 것으로 생각된다.

또한, 실험결과 4.1 (2)의 피험자 10명 중 8명이「액정화면의 밝기」를 선택한 것은 점멸효과의 영향에 기인한 것으로 사료된다.

5.2 군집흐름을 고려한 그룹의 피난행동 실험결과 고찰

단말기 액정표시화면은 가까이 접근하지 않으면 표시내용을 확인할 수 없기 때문에 일부 피험자가 지나쳐 갔지만, 화재경보기의 벨이 울림과 동시에 단말기 양측면에 장착된 청색LED가 점멸됨으로써 [사진 3]과 같이 수십 미터 떨어진 거리에서도 인지할 수 있었기 때문에 대다수의 피험자들이 단말기 액정표시화면을 주시할 수 있었다.

6. 결 론

본 실험에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 고휘도축광식 유도표지의 화살표가 반대방향을 표시하여도 액정표시화면의 피난안내도에 표시된 화살표와 인형그림에 따른 유도 효과가 있었다.
(2) 피난방향을 선택하는 데 있어 단순히 화살표의 크기뿐만 아니라 화살표를 포함한 액정표시화면의 휘도와 면적이 보다 큰 영향을 미쳤다.
(3) 액정표시화면 중의 화살표와 인형그림을 점멸시킴으로써 피난유도 효과가 더욱 높아졌다.
(4) 지하가 등에서 아침과 저녁의 러시아워처럼 강한 한 방향 군집흐름이 있는 경우에도 액정표시화면 중의 화살표와 인형그림의 점멸뿐만 아니라 진입금지를 나타내고 점멸되는 “X” 표시를 추가함으로써 강한 군집 흐

름의 방향을 변하게 하는데 유효했다.

(5) 화재경보기 벨이 울림과 동시에 단말기 측면에 장착한 청색LED를 점멸시키면 수십 미터 떨어진 거리에서도 단말기의 존재를 인지할 수 있으므로 단말기의 액정표시화면을 주시하는데 효과가 있었다.

7. 후 기

소방법에서는 유도등 또는 유도표지 가까이에 혼동하기 쉬운 광고물 등을 설치하는 것을 금지하고 있다. 과거에 우리들이 수행했던 연구에서 고휘도축광식 유도표지와 동일 사이즈의 적색 또는 녹색 화살표가 붙은 광고를 제외하면 고휘도축광식 유도표지와 오인할 가능성은 거의 없는 것으로 파악된 바 있다.

또한, 이번 실험을 통해서 고휘도축광식 유도표지를 단독으로 설치하는 것보다 광고입간판과 함께 설치함으로써 고휘도축광식 유도표지를 쉽게 인식할 수 있는 것으로 파악되었다.

향후 본 시스템과 같은 피난유도시스템이 출현하겠지만, 어느 경우에도 자동화재탐지설비의 수신기에서는 발보된 화재감지기의 장소를 인식할 수 있도록 화재신호를 수신 받는 것이 필요하다. 또한 보다 세밀한 피난유도를 하기 위해서는 법규정 이상의 화재감지기 설치가 요구된다.

본 실험은 2010년 경제산업성 경제산업국의 신규산업창조 기술개발보조금에 의해 「지하공간에서의 비용이 수반되지 않는 피난유도 디지털신호 시스템 개발」연구의 일환으로 수행한「디지털신호체계에 의한 피난유도연구에서의 피험자를 이용한 실증실험」으로서 오사카시 소방국의 조언을 받아 실시된 것임을 알려둔다.

출처 : 火災(316호)
번역 : 인사회계팀 여한승 대리