

지하철 화재시 대피를 돕는 디자인 제안

김 종 건 · 정 주 현*
홍익대학교 산업디자인학과

Design proposal to help evacuate in case of subway fire

Jonggun Kim · Joohyun Chung*

Department of Industrial Design, Hongik University, Seoul 04066, Korea

[요 약]

지하철은 대도시의 교통난 해소를 목표로 운행되어져 경제성장과 더불어 지하철의 이용객은 점점 늘어나 대중교통의 큰 역할을 하고 있다. 하지만 구조적인 취약점으로 인해 재난 시 많은 인명피해와 재산피해를 일으키고 있다. 지하철 화재시 지하 공간이라는 특수성으로 인해 대구지하철 화재참사와 같은 대형 사고로 이어지기 쉽다. 따라서 본 연구에서는 지하철 화재 발생 시 피난자 행동과 재해심리학에 대한 탐구를 거쳐 화재 대응 설비와 승객구호장비함의 문제점을 고찰하고 위험 요소를 도출하여 디자인 방향과 그에 따른 새로운 천장 매립형 구조의 디자인을 제안 하였다. 첫 번째, 승강장 천장 위 공간에 모듈식으로 설치하여 신속한 대피를 유도한다. 두 번째, LED유도등으로 출구로의 대피 유도를 향상 시켰다. 세 번째, 자동화 설비인 스프링클러와 통합하여 화재 시 초기진압을 도와준다.

[Abstract]

Subways are operated with the aim of eliminating traffic problems in large cities, and the number of subway users is increasing with economic growth, and it plays a big role in public transportation. However, due to structural weaknesses, many people are injured and property damage in the event of a disaster. In the case of a subway fire, it is easy to lead to a large-scale accident such as a Daegu subway fire disaster due to the speciality of underground space. Therefore, this study examined the problems of fire response equipment and passenger relief equipment box through the inquiry of the evacuation behavior and disaster psychology in the event of a subway fire, and suggested the design direction and the new ceiling embedded structure accordingly by deriving the risk factors. First, it is installed in a modular space above the ceiling of the platform to induce rapid evacuation; second, it is improved to induce evacuation to the exit by LED guide lamp. Third, it integrates with sprinkler, which is an automation facility, to help initial suppression in case of fire.

색인어 : 재난, 지하철 화재, 지하 공간, 대피, 승객구호장비함

Key word : Disaster, Subway fire, Underground space, Evacuation, Passenger rescue equipment box

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.9.1727>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 25 July 2019; Revised 20 August 2019

Accepted 15 September 2019

*Corresponding Author; Joohyun Chung

Tel: [REDACTED]

E-mail: jonggun1991@gmail.com

1. 서론

산업의 발달과 인구의 증가로 인해 도시 기능은 점차 확장되고 있다. 이를 수용할 수 있는 도시의 가용면적은 한정되어 있어 그 대안으로 도시기능 일부를 지하공간에 흡수하고자 하는 노력과 적극적인 개발이 이루어지고 있다. 지하공간의 활용은 도시에서의 한정된 토지를 대신해 효율적으로 이용할 수 있는 공간이고 기후의 영향을 덜 받으며, 교통문제 및 에너지 자원의 한계성을 극복할 수 있는 공간자원이다[1].

20세기에 첨단기술의 발달로 지하공간개발이 용이해지고 개발비용도 점차 현실화되면서 그 특성과 잠재적 활용가치가 21세기의 한정된 지상 공간 부족현상에 대처할 새로운 공간으로 부각되고 있다.

그와 함께 교통의 편의성과 신속함을 주는 지하철은 현대인들과 도시의 핵심 인프라로 자리하고 있다. 현대도시의 광역화는 필연적으로 교통문제를 야기 시켰으며 이런 문제를 해결하기 위한 교통 시스템으로 도시상부구조에서의 교통을 흡수하여 도시의 하부 네트워크를 조성한 지하철 역사의 개발은 주변의 지하공간과의 연계를 불러 왔고, 이에 따라 다양한 지하공간의 개발이 촉진되어 도시공간을 확대시키는 요인으로 작용하였다[2].

지하철은 많은 인원이 이용하여 예상하지 못한 재난이 발생하면 큰 사고로 이어질 수 있다. 특히 지하공간은 지상과는 달리 지상으로 나가는 출구가 한정되어 있으며, 인위적으로 유지되는 공기순환, 정보 사인시스템에 의지할 수밖에 없는 척박한 환경, 그리고 전력을 사용하여 인위적인 밝은 환경으로 유지되는 공간이라는 특이한 제약사항을 가지고 있다. 이러한 지하공간의 제약사항 때문에 화재시 한정된 출구로 탈출하려는 인파의 집중과 전력의 단절로 인한 방향인지의 혼란, 공기순환 불능으로 대구 지하철 화재 참사와 같은 엄청난 인명피해가 예상된다. 2003년 2월 18일 발생한 대구 지하철화재 같은 경우 화재가 발생한지 10여분 만에 전역으로 확산되었다. 이로 피해는 사망자 192명, 부상자 148명으로 총 340명 이었는데 그 대부분은 연기와 유독가스에 의한 질식사였다. 화재시 연기는 대피에 방해가 될 뿐 아니라 화재사고의 80%가 연기에 의해 숨진다고 한다.

2016년 서울시 자료에 따르면 지하철 5~8호선 전체 145개역 중 비상시 대피시간이 4분을 넘는 곳은 51%(74곳)에 달했다. 국토교통부는 지하철 화재시 4분 이내로 승강장을 빠져나가고, 6분 이내 역사 바깥으로 대피하는 것을 규칙으로 정하였다. 서울시도 시정운영방향과 주요업무계획에서 지하철 화재 '골든타임'을 3분으로 규정한다. 그러나 출근 시간 등 혼잡한 시간에는 탈출이 오래 걸렸고, 심도가 깊은 역일수록 '골든타임'에 맞춰 탈출하는 것이 어려운 것으로 조사됐으며 비상시를 대비해 역사에 비치된 구호 장비들도 부족한 것으로 드러났다.

지하철역 승강장 당 평균 2개씩 비치된 구호용품 보관함에

는 손수건 100장, 2ℓ 생수 2병, 화재용 마스크 25~50개 등이 들어있는데, 이용 승객 규모를 고려했을 때 불충분한 상황이다. 지하철 한량의 정원은 160명이고, 8량 편성의 경우 총 정원이 1,280명인데, 출퇴근 시간과 같은 피크 타임에 승객이 몰리면 혼잡도가 200% 가까이 올라가 2,560명까지 탑승하는 경우가 많아 이 같은 규모를 감당하기엔 크게 부족하다는 지적이다.

또한 승객구호장비함의 설치환경과 설치 현황을 조사한 결과 인지성과 접근성이 미흡하였으며 장비함의 한정적인 획득면적과 어린이나 휠체어 탑승자가 닿기 어려운 높이, 유리를 깨서 획득해야 하는 등의 디자인적 문제점들이 도출되었다. 보관함에 보관되어진 장비들의 문제점은 지하철 이용자 대비 개수가 적었으며 착용법이 어려우며 번거롭고 인지성이 낮은 문제점을 보였다.

이에 본 연구에서는 이런 심각한 상황을 인지하고 현재 우리가 이용하고 있는 지하철 승강장의 종류와 구조를 살펴보고 그곳에 적용된 화재시설과 장비들의 현황을 조사한다. 또한 승객구호장비함의 설치환경과 디자인을 분석하여 문제점을 도출해 이를 보완 할 수 있는 화재 대응 시스템 디자인을 제안하고자 한다. 이렇게 만들어진 하나의 디자인적 방향성을 통해 장비보관함을 디자인하기 위한 하나의 가이드라인으로 활용되어 다양한 화재 디자인 연구 및 발전에 기여하고 인명 및 재산의 효과적인 보호에 그 목적을 두고자 한다.

II. 이론적 배경

2-1 재난의 개념 정의

재난의 개념은 매우 다양하게 정의되고 있다. 재난은 “하늘에서 비롯된 것으로 인간의 통제가 불가능한 해로운 영향”으로 인식했지만 시대와 사회 환경의 변화에 따라 재난의 정의도 점차적으로 확대·적용하게 되었다. 미국의 연방위기관리청(FEMA)은 “재난은 통상 사망과 상해, 재산피해를 가져오고 또한 일상적인 절차나 정부의 차원으로 관리할 수 없는 심각하고 규모가 큰 사건, 돌발적으로 일어나기 때문에 정부와 민간조직이 복구를 신속하게 하고자 할 때 즉각적이고, 효과적으로 대처해야 하는 사건”을 말한다.

유엔개발계획(UNDP)은 “재난을 사회의 기본조직 및 정상 기능을 와해시키는 갑작스러운 사건이나 큰 재난으로서 재난의 영향을 받는 사회가 외부의 도움없이 극복할 수 없고, 정상적인 능력으로 처리할 수 있는 범위를 벗어나는 재산, 간접사회시설, 생활수단의 피해를 일으키는 단일 또는 일련의 사건”으로 정의하고 있다.

우리나라의 재난 및 안전관리 기본법에서 재난이란 “국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것”으로 정의하고, 자연재난과 사회재난으로 유형을 구분하여 규정하고 있다.

자연재난이란 태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 한파, 낙뢰, 가뭄, 폭염, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, 소행성·유성체 등 자연우주물체의 추락·충돌, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해를 말한다.

사회재난이란 화재·붕괴·폭발·교통사고(항공사고 및 해상사고를 포함한다)·화생방 사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체제의 미비, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산 등으로 인한 피해를 말한다.

아네스(Br. J. Anesth)는 자연재난의 분류를 기후성 재난과 지진성 재난으로 하였다. 인적 재난은 고의성 유·무에 따라 교통사고, 산업에 의한 사고, 기계시설물사고, 폭발로 인한 사고, 생물학적 사고, 화재사고, 화학적인 사고, 방사능 사고, 환경오염 등의 사고에 의한 재난과 테러·폭동·전쟁을 계획적 재난으로 나누고 있다.

2-2 지하공간의 정의

지하공간은 원시시대부터 인간이 열악한 기후조건이나 사나운 맹수로부터 보호받기 위하여 천연동굴을 거주공간으로 이용한 이래 여러 의도로 개발, 활용되어 왔다. 현대에 들어서는 지속적인 도시의 개발로 인한 도시과밀화현상으로 인해 지상 공간이 부족해지고 있어 편리성과 쾌적성 확보와 환경 및 경관 보존 등의 이유로 주목받았다.

기존에 이루어진 지하공간에 대한 정의는 다음과 같다. 법제에서 시론적인 논의는 지하공간을 “지적법에서 정하는 필지의 토지에 있어서 지표면을 경계로 하여 그 아래 부분”을 말하고 있다. 또한 미국지하공간협회(AUA)에서는 사람에 의한 활용 가치의 의미를 부여하면서 지하시설을 정의 하였다. “경제적 이용이 가능한 범위 내에서 지표면의 하부에 자연적으로 형성되었거나 또는 인위적으로 조성된 일정 규모의 공간자원”으로 규정하고 있으며 이 공간물자 내에 일정 목적의 시설이 가미된 경우 이를 ‘지하시설’ 또는 ‘지하시설 공간’으로 정의하고 있다.

전략적인 개념에 입각하여 지하공간은 도시문제의 경감요구 및 대응, 환경보전, 경관보존, 역사적인 장소의 보존 등 개발 억제지역에서의 합리적인 토지이용, 부도심 등에서 도시구조의 다변화 필요성에 대한 대응, 지하공간 환경특성의 활용 요구에 대한 대응 등을 위해 지표면 하부에 조성된 공간자원이라고 정의할 수 있다[3].

2-3 지하철 화재의 특성

다수의 인원이 이용하는 지하철에서 화재가 일어난다면 지하공간이라는 특수한 환경이 갖는 특이성으로 인해 지상에서의 화재보다 그 피해규모가 더 클 것이다.

표 1. 3년간 수도권 대중교통 이용현황(단위:천명)

Table 1. Public transportation in the Seoul metropolitan area for three years (Unit: 1,000)

Sortation	2015	2016	2017
sum of the metropolitan	23,273	23,169	23,095
Bus	11,405	11,158	10,956
Subway	11,869	12,011	12,140

먼저 지하철의 화재의 대부분 원인은 차량 및 터널 내 누전, 환기구 내 고압전선 등 전기적 원인에 의한 화재 사고이다. 케이블 등 전기계통의 화재는 다량의 자극성 연기를 발생한다. 지하철 역 구조상 화재로 인한 연기는 지상으로 향하는 계단으로 이동하기 때문에 소방대의 진입이 어려워져 소화 및 구조 활동이 장기화될 수 있다. 또한 터널 내에서는 연기와 반대 방향으로 피난하는 것을 원칙으로 하지만 열차풍과 외기풍의 영향으로 피난 방향으로 연기가 확산될 우려가 있다.

어두워진 지하공간에서 폐쇄감과 자신의 현재 위치, 방향감을 상실하여 피난에 어려움은 물론 실내의 공기를 창밖의 공기와 교환하는 환기의 조건이 지상보다 열악하기 때문에 다양한 연소가스, 분진 등의 부유층을 발생함으로써 불안한 심리적 반응인 패닉(panic)현상을 유발하게 된다[4].

이와 관련한 선행연구 ‘비상시 지하공간의 초기 피난 및 구조 활동 분석에 관한 연구’에서 물리적 측면에 있어서 지하공간이 갖고 있는 특성 중 위험성을 증대시킨다고 판단되는 특성 및 예상되는 문제점을 다음 [표 2]과 같이 정리했다[5].

표 2. 지하공간의 특징 및 문제점

Table 2. Characteristics and Problems of Underground Space

Characteristics	an expected problem
There is no natural light.	<ul style="list-style-type: none"> • Difficult to secure light during power failure • Psychological disorders (closure)
The surface is higher than the surface.	<ul style="list-style-type: none"> • Evacuation direction is the same as the expansion direction of the smoke • Evacuation to the ground through stairs
There is no open entrance to the outside.	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulty in rescue from outside • Smoke is easy to stay on space • Strong closure makes it easy to cause fear • Difficulty in ventilation to the outside through window • It's easy to lose sense of direction • A large amount of smoke is generated by incomplete

	combustion • Firefighting is difficult
It is a complex internal structure.	• Difficult to choose evacuation direction due to strong labyrinth
It is an unfamiliar space.	• It is easy to cause fear in an emergency • Difficulty in anticipating evacuation directions
Closed image is high.	• Easy to induce psychological anxiety during blackouts • Evacuation direction difficult to predict and evacuation not easy
Fire load is high.	• Almost all stores have a lot of shops selling fire loads.
There are many unspecified users.	• It is difficult to evacuate because the awareness of space is very low.

위와 같은 지하공간의 환경적, 물리적 특성으로 화재 시 피해규모가 지상에 비해 훨씬 크다. 더구나 지하철역은 기존의 지하시설 중에서도 크기가 크고 유동인구도 많은 공간이기 때문에 지상으로 신속하고 안전한 탈출이 매우 힘들다. 또한 일반인 뿐만 아니라 피난이 어려운 어린이나 노약자 같은 재해약자의 희생이 클 것으로 예상되므로 모두가 쉽게 이용할 수 있고 미로와 같은 지하공간 안에서 신속하게 한정된 출구로 안내해주는 시스템 디자인 개발이 이루어져야 한다.

III. 피난자 행동 유형 분석

3-1 비상시 인간의 본능 특성 연구

지금까지 지하철 화재 시 피난에 있어서 공간적 관점과 화재 사례 분석을 통한 문제점에 대해 살펴보았다. 그러나 화재에 직면했을 때 신속한 대피는 피난자의 심리적 상태와 행동에 따라 달라진다. 이에 화재시의 재실자의 피난에 많은 영향을 미치는 재해심리학 관점을 살펴볼 필요가 있다. 따라서 본 장에서는 화재시 재실자의 심리적 현상을 고찰하여 피난 상 장애요인을 도출하고자 한다.

피난의 행동은 인간의 심리적, 생리적 스트레스 상황에서 시간과 정보가 제약되어 이루어지는 이동이다. 화재 시에는 정보가 매우 적고, 예측할 수 없는 변수가 많아 모든 인간이 동일한 행동을 하지 않는다. 이러한 상황에서는 인간은 본능적으로 생존을 위한 행동을 한다[6].

연구방법상의 어려움으로 화재시의 인간의 행동에 관한 정보는 거의 없다. 피난자의 행동이 항상 일관적으로 나타나지 않고 비체계적이어서 시뮬레이션 등의 예측이 어려우며 발생 환경이 다양하게 나타나므로 이를 일반화하기 어렵기 때문이

다. 이러한 문제점과 더불어 화재를 대하는 인간의 능력 또한 다양한 것으로 조사되었다. 개개인의 교육과 훈련 정도나 삶의 경험 혹은 나이와 성별, 신체적 능력에 따른 차이와 개성이 각각 다르므로 화재를 직면했을 때 반응의 결과가 같지 않다. 이처럼 화재시 인간의 행동은 예측할 수 없는 요인들이 많이 있지만 화재안전의 관점에서 살펴보면 일련의 행동패턴을 발견할 수 있다.

화재시에는 실내 재실자의 피난을 위한 보행속도가 정상시의 경우 비해 보행자의 능력이나 보행자의 밀도, 보행경로의 길이, 보행경로의 환경 등에 따라 달라진다. 동일한 사람이라 하더라도 화재공간의 내부 상황을 잘 알고 있는 경우와 잘 알지 못하는 경우의 사람이라면 보행속도가 다르게 나타난다.

또한 정상상태인 경우의 건물 내 보행속도와 화재시 연기가 발생한 상태에서의 보행속도, 연기농도에 따른 시계의 확보 정도, 정상인과 장애인 등에 따라서 각자의 보행속도가 모두 달라진다. 따라서 지하철 승강장의 설계 단계에서의 피난동선관계에 있어서는 피난통로의 조명, 폭, 계단의 너비와 높이, 소방 설비의 설치 등이 종합적으로 고려되어야 한다.

인간은 화재와 같은 재해를 맞닥뜨리면 방향감각 상실로 인한 고립감, 초조감 등으로 인해 패닉현상으로 인해 동물적인 본능에 지배된다. 화재발생시 인간의 반응은 개개인의 역할, 경험, 교육, 성격, 화재에 대한 위협과 신체적 특성, 건물 내 피난 가능 여부, 타인의 행동 등에 따라 나타난다.

피난행동이란 위협에서 물리적으로 멀어진다는 뜻이다. 이것은 재해를 피하기 위해 아주 먼 옛날부터 있어온 소박하지만 무척 유효한 방재행동이다. 도망쳐야 할 때 도망치고, 피해야 할 때 피하는 것이 자신의 안전을 확실히 할 수 있는 최상의 방책이다[7].

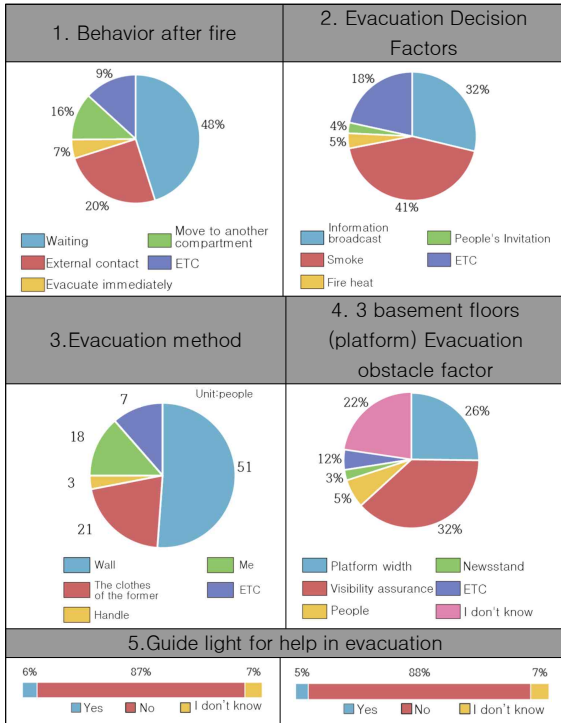
인간은 화재 시 생명과 직결되는 상황에 맞닥뜨릴 경우, 불안함과 공포에 질려 이성적으로 판단을 못하게 되고 본능과 감정에 이끌려 위험 상황에서 벗어나려는 돌발적 행동을 하게 된다. 이러한 상황에 처하게 되면 사람들은 자신의 개성을 상실하고 불안정하여 공포심이 가득차서 예상 밖의 돌발행동을 취하게 된다.

3-2 대구지하철 화재 생존자 행동패턴

2003년 2월 18일 대구지하철 중앙로역사에서 방화로 인한 화재로 342명의 사상자와 수천억의 재산 피해가 있었다. 지하공간이라는 특수한 공간은 이렇게 예기치 못한 상식 밖의 피해를 가져온다.

본 내용은 선행연구인 '대구지하철 화재 조사 분석(3) 피난행동패턴에 대한 고찰과 피난로 설계시 적용방법'에서 대구 지하철화재 생존자 146명을 대상으로 한 설문조사 내용을 논문 요지에 맞도록 일부 발췌하였다.

표 3. 대구지하철 화재 생존자 행동패턴
Table 3. Daegu Subway Fire Survivor Behavior Patterns



먼저 화재 인지 후에는 바로 대피하지 않고 기다리거나 연락을 하는 행동을 보였다. 피난자들은 벽을 짚으면서 이동하였으며 연기와 방송으로 피난 결정을 내렸다. 피난시 비상유도등은 제 역할을 하지 못했다. 지하 3층 승강장에서의 가장 큰 피난 장애요인은 시야확보와 화재발생에 따른 피난자들의 집중으로 인한 승강장의 폭으로 나타났다. 또한 기둥과 광고판이 피난자의 이동에 장애를 준 것으로 조사되었다[8]. 따라서 대구지하철 화재사고 생존자들의 설문조사를 통해 도출한 인사이트는 다음 [Fig.1]과 같다.

표 4. 대구지하철 화재 생존자 인사이트
Table 4. Daegu Subway Fire Survivors Insight

Behavior after fire	• Must be directed to evacuate immediately.
Evacuation method	• There should be no obstruction in the wall
Evacuation Decision Factors	• Smoke is the greatest danger to the evacuees.
Is the evacuation indicator checked?	• Cognitive and guiding of emergency guidance lamps should be enhanced
Is it helpful to induce evacuation?	
platform Evacuation Obstacles	• Installation must be removed to prevent narrowness

IV. 지하철 소방시설 분석

4-1 복정역 분당선 소방시설 조사

현재 지하철의 소방시설을 알아보기 위해 복정역을 선정하였다. 복정역은 환승을 위해 지어진 역인 만큼 개념 환승인 역으로 평가되며 복정역 분당선은 지하3층에 위치하고 있기 때문에 조사 대상으로 적합하여 선정하였다. 복정역 분당선 승강장에 있는 소방시설 조사를 실시하였다. 승강장 내 소방시설의 위치와 개수를 파악한 후 소방시설 간 간격 설치환경 현황에 대해 조사하였다. 복정역 분당선의 주요 소방시설 현황을 분석한 결과 휴대용조명등의 수가 가장 많은 것으로 나타났다. 다음으로 유도등이 많았는데 천장과 벽 아래쪽에 설치되어 화살표로 방향을 알려주고 있었다. 소화기는 투척용 소화기와 일반 소화기를 합쳐 19개가 설치되어 있었으며 옥내소화전과 함께 함안에 들어있는 방식이 주를 이뤘다. 휴대용 조명등의 간격은 멀면 50m, 가까운 경우 2m로 균등하게 분포되지 않았다. 유도등은 상대적으로 고르게 분포되어 있지만 거의 16m, 18m로 다소 간격이 넓었다. 소화기, 옥내소화전, 비상전화기 각각의 간격은 전체 길이 대비 고르게 분포되어 있지만 비대칭 적으로 설치되어 설치가 안 된 사각지대가 있었다. 피난계단은 승강장 양끝쪽에 위치하고 있으며 승객구호장비함의 경우 승강장 2곳에 설치되어 있는데 간격이 110m로 상당히 멀었다.

표 5. 복정역 분당선 소방시설 간격-1
Table 5. Interval of fire facilities on Bundang Line at Bokjeong Station-1

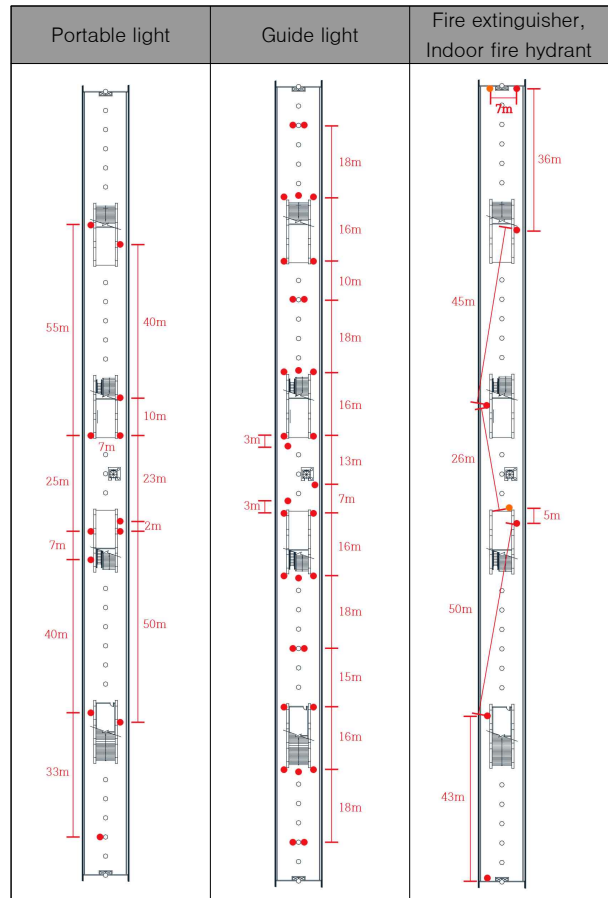


표 6. 북정역 분당선 소방시설 간격-2

Table 6. Interval of fire facilities on Bundang Line at Bokjeong Station-2

emergency phone	evacuation stairs	Fire mask storage

4-2 승객구호장비함 현황 분석

지하철 화재대피마스크의 최초 보급을 시작으로 대구지하철 화재 참사 이후 방독면보관함이라는 이름으로 서울시 지하철역 다용도방독면 보급계획에 의해 2006년 4월 역당 승객용 200개가 비치되어 보관용으로 설치가 되었다. 이후 승객구호장비함으로 바뀌어 공기호흡기 1대, 화재대피마스크 25~50개, 긴급대피손수건 100매와 2ℓ생수 2개가 장비함 안에 비치되어 있으며 승강장(상,하, 내,외) 각 1개, 대합실 층별 1개씩 설치가 되어 해당 역 구조와 상황에 따라 4~10대씩 설치가 되었다.

승객구호장비함의 설치 현황을 조사하기 위하여 2018년 통계결과를 바탕으로 승하차인원(승차인원+하차인원)이 가장 많은 역을 5개를 선정하였다. 서울교통공사는 담당 275개 역사에서 게이트를 통과해 승차한 인원을 ‘승차인원’, 공사 구간 및 수도권권 도시철도 운영기관에서 승차해 공사 관할 역에서 내린 인원을 ‘하차인원’으로 집계한다. 승하차인원이 가장 많았던 역 1위는 강남역(20만5600명)이며 이어 잠실역(17만3715명), 홍대입구역(16만5381명), 신림역(13만9516명), 구로디지털단지역(12만5126명) 순이다. 구로디지털단지역에는 승객구호장비함

의 설치가 안 되어 있어 다음 순위 역인 신도림역(11만9696명)까지 선정하였으며 모두 2호선이라는 공통점이 있다.

각 역들의 승객구호장비함 설치 위치를 평면도로 나타내었다. 출구 위치와 계단 및 승강기의 위치와 승객구호장비함의 설치 위치와 개수를 파악할 수 있다. 설치 지점에 현장 사진을 함께 첨부하여 환경 현황을 살펴보고 평가한다.

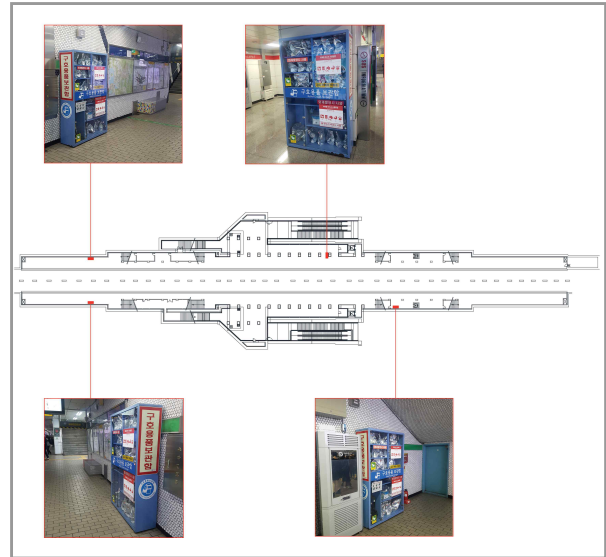


그림 1. 강남역(2호선) 승객구호장비함 설치 현황
Fig. 1. Status of installation of passenger rescue equipment boxes at Gangnam Station (Line 2)

기둥 옆이나 계단 뒤쪽 설치된 승객구호장비함은 재실자가 대피할 때 쉽게 찾을 수 없다. 특히 계단 뒤쪽 승객구호장비함은 공기청정장비 옆에 붙어있어 측면에서 글씨를 인지하기 더욱 어려웠다.

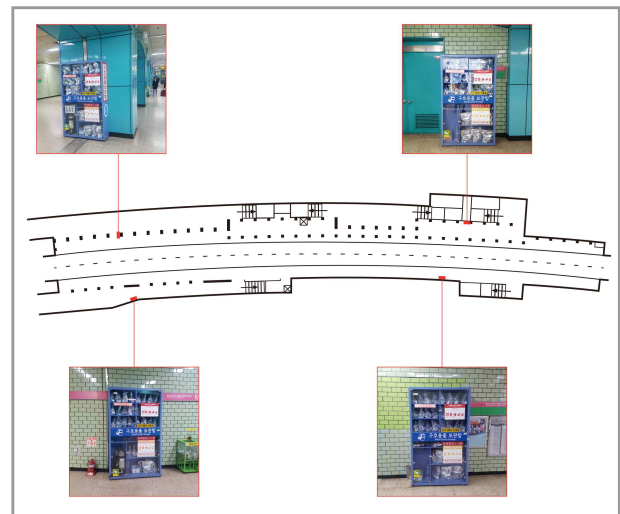


그림 2. 잠실역(2호선) 승객구호장비함 설치 현황
Fig. 2. Status of installation of passenger rescue equipment boxes at Jamsil Station (Line 2)

기둥 옆면에 설치된 승객구호장비함을 제외하고 모두 벽면에 설치되어있었다.

1자 형태의 긴 승강장에서 기둥 옆면의 승객구호장비함은 숨어있는 것과 같기 때문에 찾기 어려웠다. 환승통로 쪽 승객구호장비함은 쓰레기통과 소화기 동선을 방해해 걸려 넘어질 위험이 있다.

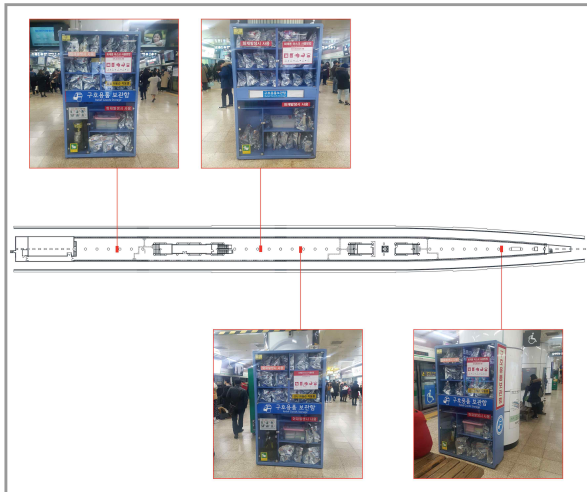


그림 3. 홍대입구역(2호선) 승객구호장비함 설치 현황
Fig. 3. Status of installation of passenger rescue equipment boxes at Hongik University Station (Line 2)

홍대입구역은 섬식 승강장으로 4곳의 승객구호장비함 모두 기둥 앞과 뒤에 있어 승객구호장비함 뒤편에서 있는 경우 찾기 어렵다. 승강장 폭이 좁은 끝 쪽 승객구호장비함은 벤치와 가깝게 있어 접근성이 떨어져 다수의 사람이 몰릴 경우 화재대피마스크 획득에 제한이 있다.

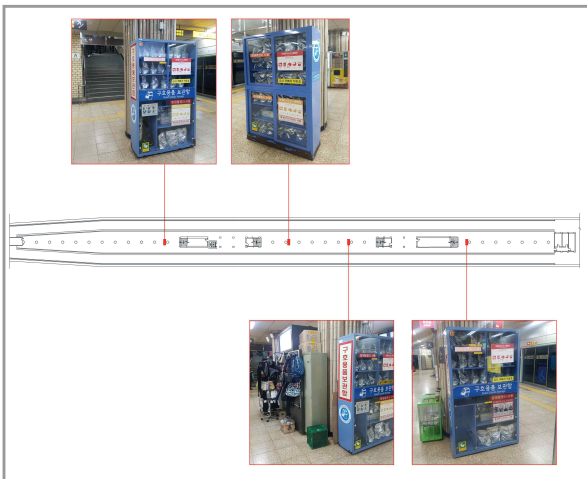


그림 4. 신림역(2호선) 승객구호장비함 설치 현황
Fig. 4. Status of installation of passenger rescue boxes at Shillim Station

한 곳의 구호용품보관함을 제외하고 모두 동일한 사양을 갖

고 있었다. 모두 기둥에 밀착되어 설치되어 있었으며 기둥 주변 매점의 잡화나 쓰레기통 같은 돌출요소 때문에 대피 동선에 방해주고 승객구호장비함의 접근성이 떨어진다.

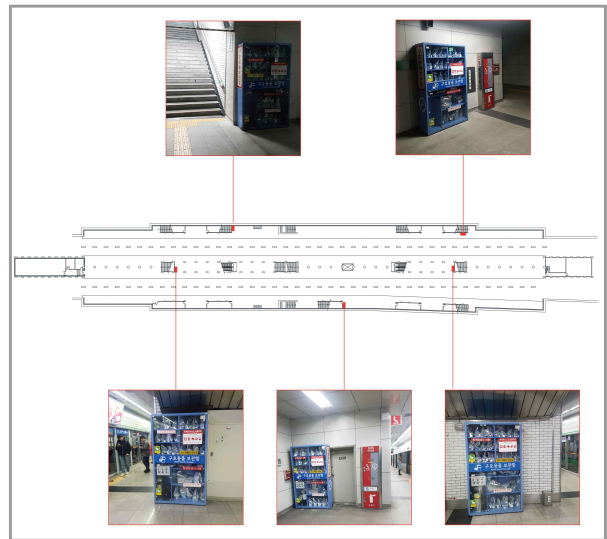


그림 5. 신도림역(2호선) 승객구호장비함 설치 현황
Fig. 5. Status of installation of Sindorim Station (Line 2) Passenger Relief Equipment Box

신도림역은 3면 4선의 쌍상대식 승강장인 만큼 총 5개의 승객구호장비함이 설치되어 있다. 승객구호장비함이 거의 계단 뒤나 안쪽에 들어가 있고 안내 표지가 없어 어디에 있는지 찾기 힘들다.

위와 같이 현황을 파악해보자면 지하철의 소방시설들은 넓은 승강장 내에 흩어져 있고 간격들도 제각각 달라 화재시 재실자는 어떻게 행동해야 하는지 몰라 혼동을 불러일으킬 수 있다.

승객구호장비함은 설치 환경적 문제와 디자인 문제로 나누어 볼 수 있다. 먼저 설치 환경적 문제점은 다음과 같다.



1. Be hidden by a pillar
2. Installed at the back or inside of the stairs
3. Close to bench or trash can, etc.

↓
Lacking in cognition and accessibility

그림 6. 승객구호장비함 설치 현황 문제점 도출
Fig. 6. A Study on the Status of Occupant Relief Equipment Box Installation

따라서 이러한 문제점들을 종합하여 정리하였다.

첫째, 멀리서도 쉽게 인지할 수 있는 요소가 미흡하다. 계단 뒤편 안쪽 공간에 설치 등의 사각지대에 대한 안내 시스템의 부재로 인지하기 어렵다.

둘째, 지하철 내 장애물로 인한 대피 동선의 방해 더불어 탈출구로의 유도가 미흡하다. 자판기, 벤치 등 산재되어 있는 장애물에 걸려 넘어질 위험이 높다.

셋째, 보관함의 물품 획득이 힘들다. 한 다수의 사람이 몰리면 획득에 시간을 지체하게 되며 개수 부족해 모두 사용하지 못한다. 평소에는 관리 및 도난방지로 문이 잠겨있으며 유리를 깨뜨릴시 파편에 다칠 위험이 있다.

넷째, 승객구호장비함의 접근성이 미흡하다. 육면체의 형태는 장비의 획득이 가능한 면은 한 면 밖에 없다. 또한 B type을 제외한 나머지 승객구호장비함의 최상단에 놓여진 물품은 어린이나 휠체어탑승자의 손이 닿기 힘들다.

다섯째, 보관함 물품사용이 복잡하다. 화재대피마스크와 공기호흡기는 사용법이 어려워 처음 착용자는 쉽게 사용하기 힘들며 긴급대피순수건은 번거로워 누구나 쉽게 착용할 수 있는 디자인이 필요한 상황이다.

V. 디자인 제안

5-1 디자인 컨셉

도출된 디자인 방향을 바탕으로 세 가지 컨셉을 정했다.

첫 번째, 승강장 천장 윗 공간에 모듈식으로 설치하여 LED 유도등으로 출구로 신속한 대피를 유도한다. 기존 승객구호용품보관함에서 대피마스크의 획득 시 사람들이 몰려 사고위험이 있었고 그로인한 시간지체의 문제가 지적되었다. 화재대피마스크의 보관과 더불어 화재시 천장에서 투척해주는 방식을 채택함으로써 탈출과 동시에 획득하여 골든타임내 안전한 탈출이 가능하도록 돕는다. 또한 천장매립형의 구조의 또 다른 이점은 승강장내 공간의 활용을 높여 피난 동선을 확보가 가능하다.

두 번째, LED유도등으로 출구로의 대피 유도를 향상시킨다.

세 번째, 자동화 설비인 스프링클러와 통합하여 화재 시 초기진압을 도와준다.

5-2 화재대피마스크 디자인 제안

화재시 급박한 상황 속에서 착용법이 어려운 기존의 화재대피마스크를 착용하기란 쉽지 않다. 누구나 쉽게 착용할 수 있는 기본 마스크 형태를 제안한다.

천연 성분 용액이 적셔진 습식 마스크 방식이며 유해가스의 흡입을 최소화 한다. 마스크 패키지는 6곳의 절취선이 있어 위급한 상황에서 쉽게 개봉할 수 있으며 암흑에서도 쉽게 찾을 수

있도록 야광처리 되어있다.



그림 7. 화재대피마스크 디자인 제안
Fig. 7. Design Proposal for Fire-to-Fibre Mask

5-3 천장매립형 화재 대응 시스템 디자인 제안

천장 매립형 화재 대응 시스템 디자인은 역사 승강장 천장에 설치된다. 천장면의 콘크리트에 앙카를 심고 높이에 따라 전산볼트로 길이를 조정한 후에 보관함을 고정한다. 천장 마감재 사이에 알맞은 크기의 보관함이 맞추어 들어가게 되고 최종적으로 프레임을 덮어 마무리 짓는다.

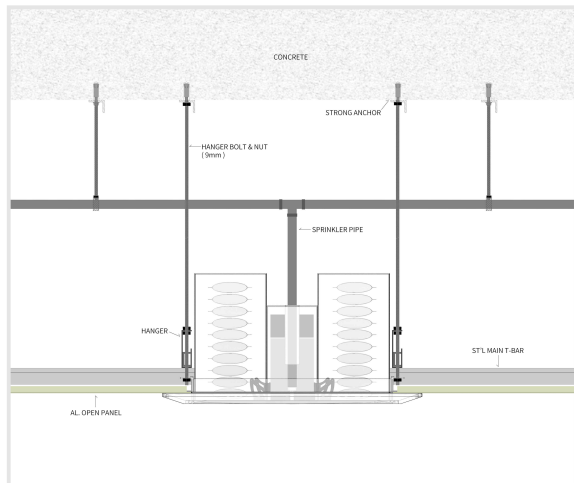


그림 8. 천장 매립형 화재 대응 시스템 디자인
Fig. 8. Design of Ceiling Embedded Fire Response System

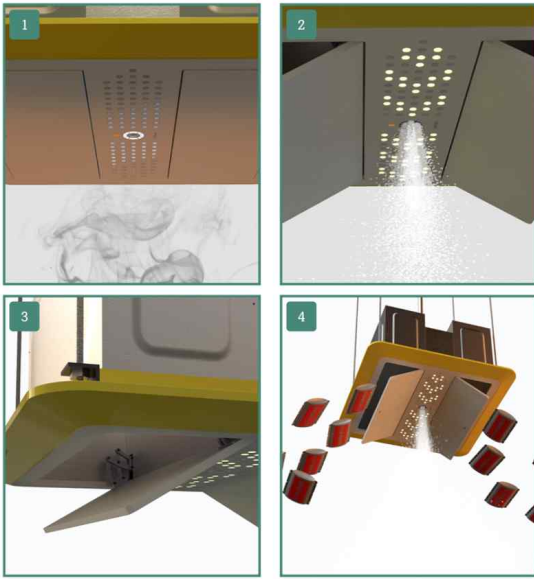


그림 9. 천장 매립형 화재 대응 시스템 디자인 작동 방식
Fig. 9. Design Method of Ceiling Embedded Fire Response System

승강장의 평균 길이는 약 200m 이다. 기존 승강장 한 면에 설치된 승객구호장비함의 개수는 1~2개 정도였다. 개수도 적을뿐더러 설치 위치가 안쪽이나 계단 뒤에 가려져 있으면 찾기 어려웠다. 개선된 천장 매립형 화재 대응 시스템 디자인은 40m 간격으로 한 승강장 당 평균 5개의 설치를 권장한다. 5개를 설치하게 되면 보관함 한 개당 대피마스크의 개수는 40개 이므로 총 200개의 대피마스크가 확보된다. 다만 역사의 승하차인원이나 승강장 구조와 상황을 고려하여 보관함 개수를 유동적으로 설치하면 된다. 화재감지기를 통해 화재가 감지되면 LED유도등과 스프링클러가 작동하고 동시에 2개의 문이 30도 각도로 천천히 열리면서 적재된 화재대피마스크를 아래로 투척한다. 화재대피마스크의 적재뿐 아니라 획득 방법의 개선도 도모하였다.

VI. 결 론

지하철의 사인시스템에 관련한 디자인 개발 연구는 활발하나 지하공간이나 지하철이라는 공간적 특성에 맞춘 제품디자인 개발에 대한 연구는 적어 이에 대한 연구가 필요하여 본 연구를 시작하였다.

예전 대구지하철사고 이후 지하철에서의 신속한 대피를 안내하기 위한 다양한 설비와 디자인은 개선되었지만 아직도 화재에 대비하고 효율적인 피난을 돕는 획기적인 디자인은 아직도 미흡하다. 서울시 지하철공간별 사고 상황을 보더라도 지하철 역에서의 화재 위험성은 언제 터질지 모르는 시한폭탄이라고 할 수 있다.

화재 발생 후 5분 뒤에는 유독가스의 농도가 높아지고 산소

가 저하되어 사망 확률이 높아지므로 5분 내에 신속히 탈출하는 것이 중요하다. 일반적으로 화재인지 후 초기 4분 이내에 연기로 인한 호흡장애와 패닉 현상이 발생한다.

연기에 의한 사망이 다수인 화재사고에서 화재대피마스크의 필요성은 높았지만 승객구호장비함의 디자인은 미흡하고 접근성이 낮았다. 따라서 4가지 디자인 개선 방향을 제시하였다.

첫째, 효율적인 공간 활용이 필요하다. 자판기나 벤치 매점의 판매용 잡화들은 좁은 승강장내에서 대피에 방해요소로 작용한다.

둘째, 효율적인 동선 유도가 되어야 한다. 탈출 과정에서 탈출구가 아닌 반대 방향에 승객구호장비함이 있을 경우 동선이 꼬이게 된다.

셋째, 승객구호장비함과 장비의 인지성이 향상되어야 한다. 유독가스와 연기로 피난자를 지켜줄 화재대피마스크와 장비함을 못 찾는다면 인명피해로 이어지기 때문에 시각을 이끄는 요소가 필요하다.

넷째, 사용하기 쉬워야 한다. 장비가 있어도 사용방법이 어렵고 복잡하여 긴박한 대피상황에서 신속하게 사용하기에 제약이 있어 쉬운 사용성이 요구된다.

본 연구는 지하철 화재 발생 시 피난자 행동과 재해심리학에 대한 탐구와 화재에 대한 대응 설비와 승객구호장비함의 문제점을 고찰하고 위험 요소를 도출하여 디자인 방향과 그에 따른 천장매립형 구조의 화재 대응 시스템 디자인을 제시했다. 지하철 역사 내 적용이 된다면 화재 현장에서 사람의 소중한 생명을 구하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Lee Jung-hee, "Study on the Satisfaction of Underground Space Environment", Ewha Women's University's Master's thesis, p.5, 2011.
- [2] Ju Minji, "A Study on the Color Design for the Environment Improvement of Public Underground Space", Ewha Women's University's Master's thesis, p.13, 2001
- [3] Lee Kang-joo, Shim Woo-gap, and Kim Chang-soo, "Study on the Use of Underground Space," Journal of the Korean Institute of Architecture, vol. 11 no.5, p.4, 1995.
- [4] Ministry of Construction and Transportation, "Study Report on Intelligent Fire Detection and Fire Protection System Development in Underground Life-Line Installation Space," Korea Institute of Construction and Transportation Technology Evaluation, " p.27, 2004.
- [5] Hong Won-hwa, Kim Tae-hyun and Jeon Kyu-yup "A Study of Analyzing Exiting Patterns of Survivors and Rescuers' Activities in case Emergency in Underground Space", Architecture Society's Journal, vol.22, no.3, p.264, 2006.

[6] Lim Yoo-ri, Ahn Yong-han, "Comparison Analysis of Evacuation Results According to the Effects of Pre-Information in Train Fire in Subway History," Journal of the Korea Anti-Disaster Association, p.224, 2018.

[7] Park Sung-shin, Lee Ho-suk, "gas mask storage at subway station. A Study on Design Issues", the Journal of Design Knowledge, vol.20, pp.128-129, 2011.

[8] Jeon Kyu-yup, Hong Won-hwa, "Analysis of Daegu Subway Fire Investigation (3) - Application Method for the Design of Evacuation Behavior Patterns and Evacuation Paths," Journal of Architectural Institute of Korea, vol.23, no.2, pp.887-888, 2003

[9] Choi Uyeong "Study on the working conditions in the large underground space", Yonsei University Master's thesis, p.11, 2006

[10] Kim Yeongsam, Kim Gwangil "ActionPicto Design: A Proposition for High Visibility in the Sign System for Evacuation", The Korean Society of Illustration, vol. 52, p.68, 2017.

[11] Kim Myeonggyu, Han Seongho, Kim Hakryeon "A study on the confrontation plan of accident through the subway fire instance analysis", International Journal of. Railway, p.49, 2005.

[12] Lim Youri, Ahn Yonghan, "A Study on Comparative Analysis about Evacuation Results According to Advance Information in Underground Subway Fire", Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, vol.18, no.2, p.224, 2018

[13] Park, Sungshin, Lee, hosoong, "A Study of Problems with the Design of Gasmask Storage Cabinets in Subway Stations", Journal of Korea Design Knowledge, vol.20, pp.128-129, 2011



정주현 (Joohyun Chung)

1980년: 홍익대학교
(디자인학사-산업디자인)
1988년: 홍익대학교 대학원
(디자인석사-산업디자인)
1990년: 영국왕립예술대학교
(디자인석사-운송디자인)

1980년~1984년: 현대자동차 디자이너
1986년~1987년: 미국 General Motors 연수, Detroit
1984년~1993년: 대우자동차 디자인실장
1993년~현재: 홍익대학교 미술대학 산업디자인학과 교수
※관심분야: 자율주행 자동차, 자동차 익스테리어



김종건 (Jonggun Kim)

2017년: 건국대학교
(미술학사-산업디자인)
2019년: 홍익대학교 대학원
(디자인석사-산업디자인)

※관심분야: 인간중심디자인, 인터랙션 디자인