대심도 지하철 승강장의 종류별 연기전파특성 비교고찰

김 학 범,[*1] 장 용 준,[1] 이 덕 희,[2] 정 우 성,[2] 황 현 배[3]

THE COMPARISON ON THE CHARACTERISTIC OF THE FIRE DRIVEN SMOKE-FLOW FOR THE PLATFORM TYPES IN THE DEEPLY UNDERGROUND SUBWAY STATION

H.B. Kim,[*1] Y.J. Jang,[1] D.H. Lee,[2] W.S. Jung[2] and H.B. Whang[3]

본 논문에서는 대심도 지하철역사의 승강장 종류에 따라 화재시 연기의 전파특성을 비교하였다. 본 연구에서 비교 대상역사로서 상대식 승강장은 서울 숭실대입구역사(47m)로, 섬식은 부산 만덕지하역사(65m)를 선정하여 각 역사에 대하여 화재전산모사를 수행하였다. 해석을 통하여 화재의 연기전파특성을 파악하였으며, 그 결과를 이용하여 각 승강장 종류별로 대심도 지하역사의 방재대책을 세우고자 한다.

In this paper, the comparison on the fire driven smoke flow for platform types was conducted in the Deeply Underground Subway Station. Soongsil-University station (47m depth) as a bank type platform and Mandeok Station as a island type platform were selected for fire numerical simulation. The characteristics of fire driven smoke-flows were analyzed from the simulation results. The proper plan of evacuation against fire for each type was considered through the results.

Key Words : 대심도 지하역사(DUSS : Deeply Underground Subway Station), 연기거동(Fire driven smoke-flow), 승강장 종류(Platform type)

1. 서 론

최근의 도시철도는 친환경 및 대량수송 수단의 교통으로 점점 비중이 커지고 있다. 증설되어 운영되는 지하역사중에는 각 호선이 겹치는 환승역과 산과 언덕의 지형으로 심도가 20m를 넘는 곳이 생기고 있으며, 향후 심도 40m이하에서만 운영되는 대심도 지하철이 계획되기도 하였다. 따라서 심도가 깊은 역사에 대한 안전 역시 관심이 커지고 있는데 특히 이러한 역사에서의 화재는 심도 깊은 지하공간이라는 점 때문에 안전관리가 철저히 요구된다. 이에 본 연구에서는 심도가 깊은 역사중에 상대식 승강장인 숭실대역사와 섬식 승강장인 부산 만덕역사를 선택하여 연기전파 특성을 비교 고찰하고자 한다. 각 역사별 형상은 Table 1에 정리하였다.

1 정회원, 한국철도기술연구원, 철도환경연구실
2 한국철도기술연구원, 철도환경연구실
3 교통안전관리공단
* Corresponding author, E-mail: kimhb31@krri.re.kr

2. 본 론

2.1 화재시나리오 및 해석조건

본 연구에는 미국 NIST에서 개발한 FDS code(v5.24)를 사용하여 분석하였다. 모델링 시 격자의 크기는 화원의 거동이 표현될 수 있는 적절한 크기이어야 한다. 본 연구에서는

Table 1 Geometry features of each DUSS

Station	Soongsil Univ.	Mandeok
Platform Type	Bank Type	Island Type
Depth	47m	61m - 73m
Length	165m	149m
Width	23.5m	40m
Train set	8 car	4 car
Screen Door	None	Installed

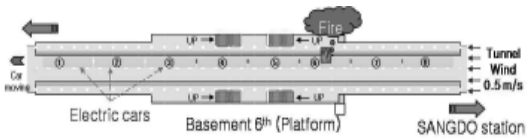

Fig. 1 (a) Fire location of Soongsil Univ. Station

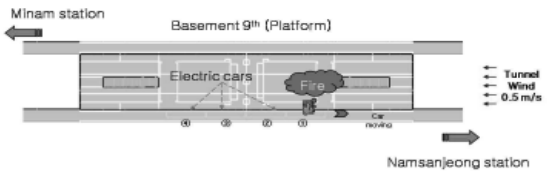

Fig. 1 (b) Fire location of Mandeok Station

Eq.(1)의 화재특성길이 D*[9]에 비하여 격자크기를 1/10배 이하로 설정하였다. Table.2는 Eq.(1)에 해당하는 입력변수 값이다.

$$D^* = \left(\frac{\dot{Q}}{\rho_0 T_0 C_{p0} \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}} \quad (1)$$

대기의 조건은 대기압의 10℃로 정의하였다. 이는 대구 지하철 화재가 발생한 시기(2003. 2.18)를 근거로 하여 설정하였다. 최대 화원의 규모는 철도시설 안전세부기준(건설교통부고시 제2006 -395호) 2장 제7조 2항[7]에 의하면 철도터널에서의 화재시나리오는 10MW이상으로 규정하였으며, 본 연구에서도 동일하게 적용하였다. 화재 성장은 Ultrafast-mode로 하였다. Fig. 1은 각 지하역사의 화재위치를 표시한 것이다.

2.2 해석 CASE

해석의 CASE는 Table.3에 나타낸 봐와 같이 총 4 CASE이다. 우선 제연시스템이 가동 안 되었을 때의 화재로 인한 연기거동을 살펴보기 위한 것(CASE 1, CASE3)과 각 역사의 제연시스템이 가동되었을 때의 연기거동특성을 파악하기 위한 CASE(2, 4)로 해석을 진행하였다. 여기서 눈 여겨 보아야 할 것은 부산 만덕역사는 Table. 1에서 보는 바와 같이 승강장

Table 2 The input Properties of D*

	Unit	Value
Temp.	K	283.15K
Density	kg/m³	1.1934
Specific heat	kJ/kg·K	1.007
Gravity	m/s²	9.81
Heat Release Rate	kW	10,000

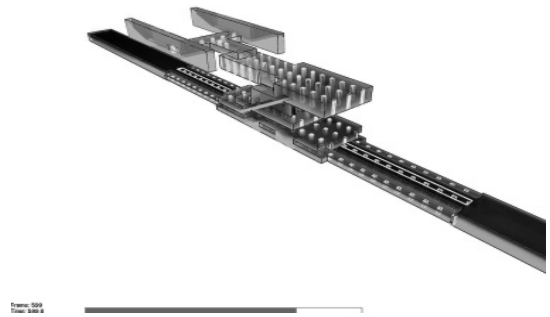

Fig. 2 The Smoke distribution of CASE 1 (600 Sec.)

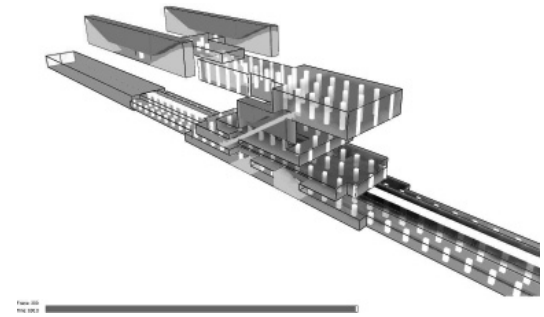

Fig. 3 The Smoke distribution of CASE 2 (600 Sec.)

스크린 도어가 설치되어 있으며, 숭실대 역사는 설치되어 있지 않고 있다. 이러한 역사의 특징으로 제연시스템이 가동이 상이하게 운영되고 있어 본 연구에서는 제연시스템 가동될 때 이러한 상황을 반영하였다.

3. 해석결과

Fig. 2~ Fig. 5는 각 CASE에 대하여 화재발생후 600초에서의 연기전파를 나타낸 것이다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 숭실대 역사의 경우 화재에 의한 연기확산이 승강장 및 선로부로 고루 확산되며 특히 선로부로 많이 전파되는 특징을 보이고 있다. 이에 반해 Fig. 4는 화재 발생후 굴뚝효과에 의하여 상층부의 대합실로 연기가 빠르게 상승되어 다시 반대쪽 계

Table 3 Simulation CASE STUDY

Station	Soongsil Univ		Mandeok	
CASE	1	2	3	4
Smoke Exhaust System	OFF	O N	OFF	ON 방화셔터 가동
Tunnel Wind	0.5m/s	Tunnel FAN OFF	0.5m/s	Tunnel Fan ON

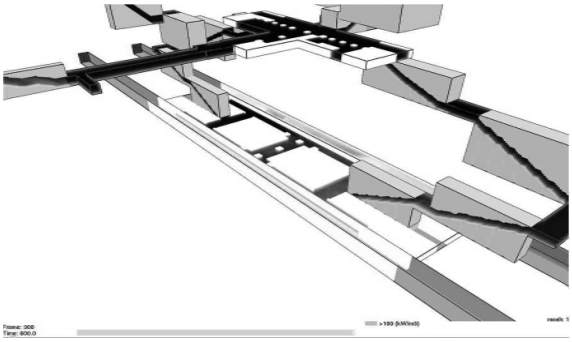

Fig. 4 The Smoke distribution of CASE 3 (600 Sec.)

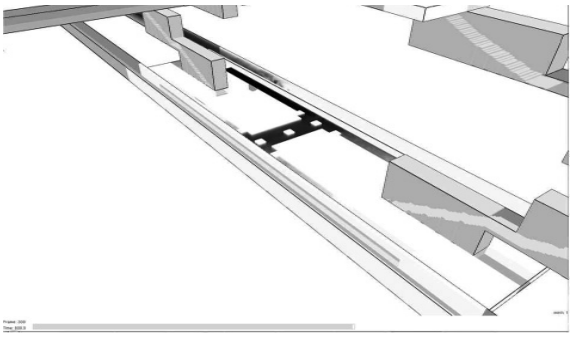

Fig. 5 The Smoke distribution of CASE 4 (600 Sec.)

단으로 하강하였으나 선로부로는 확산이 상대적으로 작았다.

Fig.3과 Fig.5는 제연시스템이 가동되었을 경우인데 숭실대 역사는 제연시스템 가동으로 인해 대합실로의 연기확산이 희석되었으나, 화재가 발생한 승강장에 여전히 연기가 전파되었음을 알 수 있다. 이에 비해 만덕역사의 경우 화재가 발생한 쪽의 승강장 계단에 방화셔터가 작동하여 연기가 차단되었음을 알 수 있으며, 연기전파도 대합실내로 전파된 것이 차단되었음을 알 수 있다.

4. 결 론

상대식 승강장인 숭실대 역사와 섬식 승강장인 만덕지하역사에 대한 화재시뮬레이션을 수행하여 연기전파 경로를 비교평가하였다. 비교 해석결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫 번째 섬식인 만덕지하역사의 구조에서는 굴뚝효과에 의한 대합실로의 연기전파가 매우 컸다. 이에 비해 숭실대 역사는 대합실 및 선로부로의 연기전파가 전방향으로 진행되었다.

두 번째 숭실대와 만덕역사 모두 제연시스템에 의해 연기가 유입이 적었으나, 부산 만덕j역사의 경우 방화셔터 의한 차단효과가 크게 나타났다.

세 번째 두 개 모두 제연시스템이 가동하여도 좀 더 효율적인 제연을 위해 본 연구결과를 토대로 각 역사별로 피난경로에 따른 강화된 제연방식이 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 한국철도기술연구원의 철도종합 안전기술개발사업 중 “철도화재 안전성능 평가 및 사고방지 기술개발”과제의 지원에 의하여 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

[1] 2008, 장용준, 김학범, 이창현, 정우성, “대심도 지하역사에서의 화재현상 연구,” *한국철도학회춘계학술대회*, pp.302.

[2] 2008, 장용준, 김학범, 이창현, 정우성, “대심도 지하역사에서의 화재시 플랫폼스크린도어에 의한 열, 연기거동 영향분석,” *대한기계학회 추계학술대회*, pp.1984-1989.

[3] 2008, 장용준, 김학범, 이창현, 정우성, “대심도 지하역사에서의 화재시 급/배기 동작 유무에 따른 열, 연기거동분석”, 한국철도학회, 추계학술대회 pp.66-72.

[4] 2009, 김학범, 장용준, 이창현, 정우성, “대심도 지하역사에서 화원 위치에 따른 연기거동 특성 연구”, *한국전산유체공학회 춘계학술대회*, pp.202-207.

[5] 2004, *도시철도규칙*, 건설교통부령412호2, 12월개정.

[6] 2005, *철도시설안전기준에관한규칙*, 건설교통부령 제476호, 10월27일.

[7] 2006, *철도시설안전세부기준*, 건설교통부고시 제2006-395호9.

[8] McGrattan, K., Klein, B. Hostikka, S. and Floyd, J., *Fire Dynamics Simulator User's Guide*, NIST.

[9] 1989, Drysdale, D., *An Introduction to Fire Dynamics*, 2nd edition, John Wiley & Sons.