인천국제공항 2단계 공사 방재시스템 적용사례

The case of Fire Protection System for Incheon International Airport Second- Phase facilities.

김 상 일

한방유비스(주)

(ryusu119@empal.com)

1. 서 론

1.1 연구의 목적

인천국제공항의 방재시스템은 국내 방재관련 법규를 기본으로, 법규나 기술기준의 적용으로 결코 해결할 수 없는 방호공간에 대한 화재안전 대책을 수립하기 위해 성능위주의 설계를 적용하여 화재영향평가를 수행하고 화재위험을 평가하여 이에 대한 기술적 해결방안을 도출하는 방법을 사용하여 방재시스템을 적용하였다. 본 연구는 인천국제공항 2단계 건설사업의 일부인 탑승동의 방재시스템을 성능위주의 설계를 통해 사전에 공학적으로 분석, 검토함으로써 잠재적 위험성을 평가하고, 그 개선안을 도출하여 안전성을 높이는 한편 신뢰성을 극대화하는 기술적 대응방안을 제시하여 성공적으로 방재시스템을 구축한 인천국제공항의 적용 사례를 통해 건축물에 적용하는 성능위주 방재시스템의 적용방안에 대해 검토해 보고자 한다.

1.2 연구의 범위

본 연구는 설계 및 시공 완료된 인천국제공항 2단계 탑승동 방재시스템 중 성능위주의 설계를 적용하여 화재영향평가가 부분적으로 수행된 세 부분 즉, 화재로 인한 건축물 붕괴방지를 위한 내화구조, 거주자 피난을 위한 피난시설, 인접구역으로의 연소확대방지를 위한 방화구획의 적용 사례에 대해 검토하고자 한다.

2. 방재시스템의 적용

2.1 건축물의 개요

인천국제공항 2단계 탑승동은 최대높이 34.2 m, 최대폭 70 m, 길이 918 m 공간으로 기존 여객터미널의 기능을 분담 및 확산하는 기능을 하며 출발, 환승 및 도착의 과정을 합리적으로 수용하기 위하여 가로로 긴 형태를 가졌고, 여객터미널과의 호흡을 위하여 중앙 집중적 동선형태를 띠고 있다. 5만평의 부지 위에 건설된 탑승동은 A380기종의 대형항공기 4대등 항공기 30대가 동시에 주기할 수 있으며, 건축물 개요는 표 1과 같다.

2.2 건축물의 내화구조

탑승동 L5 대공간의 개방된 공간에 위치한 철골조 기둥의 내화시간 적용은 관련법령과 달리 화재시

표 1. 탑승동 건축물 개요

구분	내용
건축물규모	지하2층+지상5층
건축면적	57,805.59 m^2
연면적	166,958.13 m^2
구조	철근 및 철골조

그림 1. 탑승동 전경사진

표 2. 내화구조의 성능기준
(4~12층이하, 건물높이 20~50 m이하인경우)

구분	판매 및 영업시설
보, 기둥	2 hr
바닥	2 hr
지붕	1/2 hr

뮬레이션 등을 활용하여 성능위주로 요구 내화시간을 결정하였다.

2.2.1 관련법규에 따른 내화 구조 기준

탑승동에 설치되는 주요구조부(main structure)는 내화구조의 인정 및 관리기준에 의거 표 2와 같은 내화성능을 갖도록 하여야 한다.

2.2.2 화재시나리오 설정 및 설계화재

L5 대공간 중앙홀 우측에 위치한 기둥에 면하여 그림 3과 같은 열방출율을 갖는 7MW화원을 설정하였다. 화재가 발생하면 화원에 면한 기둥에 열적 충격을 주게 되며 이에 따른 영향을 판단하기 위해 철골 기둥에 일정간격으로 온도 측정점을 설치하여 온도를 측정하였다. 그림 3과 같이 측정결과 6.5 m 이하에서 측정된 온도값 들만 350도를 넘었으며, 400도가 넘는 부분은 4 m 위의 점에서 측정되지 않았다. 강재들의 화재 노출 시 임계온도기준은 표 3과 같으며 이를 기준으로 내화성능을 완화할 수 있는 제한온도를 350도로하여 표-4와 같이 7 m를 초과하는 부분은 면제, 4~7 m 부분은 법적 기준의 1/2인 1시간으로 적용할 수 있었다.

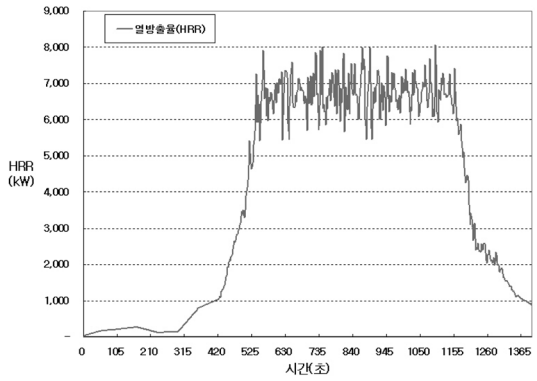

그림 2. Heat Release Rate Curve

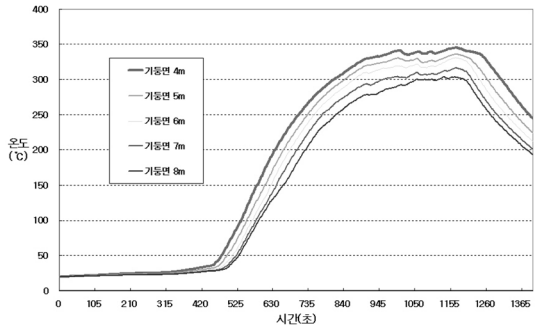

그림 3. 시간에 따른 기둥높이별 온도 변화

표 3. Criticial Temperature for various Types of Steel

Steel	Standard/Refreence	Temperature
Structural steel	ASTM	538도
Light-guage steel	EC 350	350

표 4. 기둥 높이에 따른 내화성능 적용

0~4 m	2 hr
4~7 m	1 hr
7 m초과	완화

2.3 건축물의 피난시설

탑승동A L2 IAT 승강장 부분은 승객과 같은 불특정 다수인이 유동하는 곳이며, 건물 내 가장 큰 화재하중을 가지는 IAT차량이 출입하는 곳이다. 이는 IAT차량의 화재시 가장 많은 인명피해를 입을 수 있고, 지하층에서부터 건물 천장까지 관통된 수직 개구부가 있어 연기유동에 의한 건물 전체의 인

표 5. 피난층이 아닌층에서의 보행거리

구분	보행거리
주요구조부(main structure)가 내화구조로(fire regisistance-rated construction)된 건축물	50 m이하
기타 구조 건축물	30 m이하

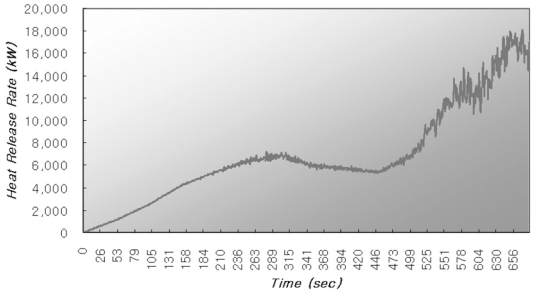

그림 4. IAT차량 열방출율

명피해를 가져올 수 있는 구조이다. IAT승강장의 거주자 피난을 위한 피난계단등의 적용은 관련법령과 달리 화재시뮬레이션 및 피난시뮬레이션 등을 활용하여 성능위주로 피난계단의 개수 및 위치를 결정하였다.

2.3.1 관련법규에 따른 피난계단 기준

피난층이 아닌 층에서 거실 각 부분으로부터 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단에 이르는 보행거리는 표 5의 기준을 만족하여야 한다.

2.3.2 화재시나리오 설정 및 설계화재

대구지하철 화재사고와 유사한 방화에 의한 화재발생시 IAT차량 1량이 전소된다고 가정하였으며, IAT차량 1량 2.5 m×12 m의 연소면적에 650 kw/m^{2}의 면적상 열방출율로 설정하였다.

2.2.3 허용피난시간 설정

화재시뮬레이션에 의한 허용피난시간 설정결과는 그림 5 각 계단부분에서 다음과 같다

허용피난시간 산정에 고려되는 인자 중 가시도에 의한 기준이 가장 짧게 나타났으며, 계단 8에서의 170초가 허용피난시간으로 결정되었다.

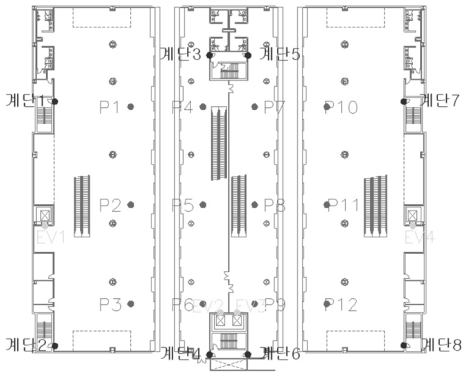

그림 5. Level 2 측정 Point

[CO에 의한 허용피난시간 산정: 40 ppm기준]

Point	ASET	Point	ASET
계단1	N	계단5	272
계단2	N	계단6	233
계단3	N	계단7	270
계단4	435	계단8	211

[가시도에 의한 허용피난시간 산정: 가시거리 5 m기준]

Point	ASET	Point	ASET
계단1	N	계단5	248
계단2	N	계단6	215
계단3	N	계단7	171
계단4	404	계단8	170

2.2.4 요구안전피난시간 설정

IAT차량 및 승강장부분의 인원산정은 다음과 같다

[IAT승강장 인원 산정]

구분	수용인원		비고
IAT차량	도착	516명	1회 최대운송인원
	출발	516명	
IAT승강장		186명	
합계		1,218명	

피난시뮬레이션에 의한 요구안전피난시간은 다음과 같다.

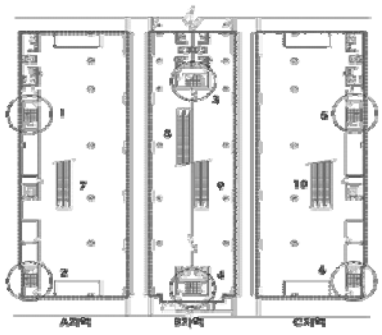

그림 6. 대상공간 및 피난로의 선정

피난출구	사용피난자 수	피난종료시간	비고
1	206	80	
2	139	75	
3	368	238.6	층피난완료
4	241	140.0	
5	158	80.0	
6	106	70.0	
전체피난인원	1,218명		

허용안전피난시간과 요구안전피난시간의 비교 결과 허용안전피난시간(170초)이 피난완료시간(238.6초)보다 더 작아 거주자가 안전하게 피난할 수 없을 것으로 판단하였다. 따라서 피난계단을 1개소 추가하고 4번 계단으로 통하는 양쪽 출입구의 위치를 변경한 후 피난 시뮬레이션을 재 실시 하였으며, 요구안전피난시간은 다음과 같다.

피난출구	사용피난자 수	피난종료시간	비고
1	225	95	
2	118	60	
3	260	150.3	
4	259	140	
5	181	110	
6	88	65	
7	87	50	계단신설
전체피난인원	1,218명		

2.3 건축물의 방화구획

발화 후 flashover를 거쳐 최성기에 도달한 화재를 한정된 공간에 국한하는 것을 연소확대방지라 하며, 연소확대 방지의 기본은 건축물을 몇 개의 방화구획으로 분할하고 그것을 구성하는 구획 재료나 방화문에 충분한 방화성능을 부여하는 것이다. 방화구획의 종류로는 층별구획, 수직관통부 구획, 면적별 구획, 그리고 용도별 구획의 4가지가 있으며 탑승동은 피난동선에 장해가 되지 않게 하고, 피난활동이나 연기제어를 적극적으로 지원하도록 방화구획을 성능기준으로 적용하였다.

2.3.1 관련법규에 따른 방화구획의 기준

표 6. 방화구획의 설치 기준

3층 이상의 층 지하층	각 층마다 구획
10층 이하의 층	바닥면적 1,000 m^2(3,000 m^2) 이내마다구획

*( )내의 숫자는 스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우의 기준면적임

2.3.2 방화구획의 적용

가. 면적별 방화구획 : 건축관계법령에 따라 바닥면적 3,000 m^2 이내마다 구획하도록 되어 있으나 공항 탑승동의 기능과 편리성, 피난동선을 고려하여 화재연소확대방지의 목적에 충실하며 피난에 문제가 없도록 성능위주의 방화구획으로 용도별 위험을 분석하여 방화구획

나. BHS 지역 : BHS 지역은 물품의 제조, 가공, 보관 및 운반등에 필요한 대형기기 설비의 설치 운영을 위하여 불가피한 부분으로 특정전문인들에 의하여 관리되어야 하는 물류 시스템이며, 화재위험성이 적은 편이다. 그리고 BHS자체공간을 면적별 방화구획 할 수 없으므로 BHS터널 및 컨베이어 설치공간등에 자동소화설비(습식)을 설치하고 BHS부분과 BHS 용도외 지역은 방화구획

다. 탑승교 출입구 방화구획 : 탑승교 Gate는 여객기와 탑승동을 연결하는 부분이므로 비행기 사고 시 탑승동을 보호하여야 하므로, 탑승교 Gate 탑승동과는 별도 방화구획

라. 층간 방화구획의 완화 : L2 IAT승강장 내부의 E/S가 설치되는 개방된 부분에 대하여 방화셔터등을 이용한 별도의 방화구획시 오히려 피난에 지장을 줄 우려가 있고 L5 대공간에서의 방화구획이 어려우므로 L2상부 오프닝 부분에 제연경계커튼 과 수막설비를 병행 적용하여 상층부로의 연소확대를 방지토록 적용.

3. 결 론

인천국제공항2단계 방재시스템은 공항 내에서 예측되는 화재발생 모델을 기준을 화재 시 거주자에게 미치는 영향을 공학적으로 분석하고 평가하여 기술적 대안을 제시하는 성능위주의 설계를 부분적으로 적용하였다. 성능위주의 설계를 적용한 결과 내화구조, 방화구획 분야는 보다 더 합리적이고 효율적인 방재시스템으로 구축되었으며, 피난시설은 법규위주의 규정으로는 안전성을 보장할 수 없어 피난계단을 추가하는 기술적 해결책을 제시하였다.

위 사례를 통해 법규정을 완벽하게 준수하였다고 해서 안전이 전적으로 보장되지 않음을 확인할 수 있었으며, 따라서 일정규모 이상의 화재하중, 거주밀도를 갖는 건축물은 실질적인 성능위주 설계가 진행되어야 할 것이다.

References

1. 인천국제공항 2단계 방재계획서
2. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering
3. 건축법 시행령