

## New Aerotrain 운송시스템

*Karl Decker*

### New aerotrain 운송 시스템은

Wasishington Dulles 국제공항에서 현재 진행되고 있는 여러 개선사항의 중요한 부분이다. 2월에 시작된 이 시스템은 지하 터널 시스템을 경유하여 현재와 앞으로 공항 중앙홀을 연결하게 된다. 그리고 그러한 시스템은 신속하고 효율적인 승객들의 이동을 제공하는 것뿐만 아니라 비상시에 승객들과 첫 번째 응답자의 보호를 극대화시키기 위한 방식으로 설계하는 것이 중요한 부분이었다.

지하에서의 대량수송에 적합한 제연시스템을 설계하는 것은 매우 복잡하고 어려운 일이다.

자동화된 승객운송수단(APM)으로서 알려진 Aero train system의 경우에, 역사의 개방된 건축구조는 미래의 도전과 혁신이 반영되었다. 개방형의 세련된 디자인의 공항을 만들기 위해서 워싱턴 항공 당국은 2개 층 아래에 있는 역 정거장으로부터 중앙홀을 분리하기 위한 담을 만들기로 결정했다. 그러한 물리적인 연결은 중앙홀 층으로의 승객들의 안전한 탈출구를 보장하기 위한 효과적인 제연을 실행시키고 설계하는데 매우 중요한 요소가 되었다.

Syska Hennessy Group 공항 중앙홀 B의 마지막 부분에 위치한 2개의 APM 역사를 위한 공조설비, 전기설비, 화재경보시스템, 스프링클러설비를 설계하기 위해서 HOK, 건축가들과 함께 2001부터 본 프로젝트에 참여하게 되었다. 우리 회사의 기술엔지니어링팀은 설계의 초기 단계에서부터 계속 참여해왔고, 모든 설계에 있어서 화재와 인명 안전에 관련한 고려사항들은 모두 NFPA코드에 기준하여 설계하였다. Syska Hennessy 기술팀은 Dulles 공항 화재당국과 안전위원회와 협동하여 혁신적인 디자인 솔루션의 설정, 미국 내 공항 설계에서는 이전까지 한 번도 이용된 적이 없었던 다양하고 혁신적인 디자인 솔루션을 발전시켰다.

## 필요성과 접근성

1962년에 존 F케네디 대통령의 지시로 Eero Saarinen에 의해 설계된 Washington Dulles 국제공항은 항공교통이 시작된 초기에는 미국의 위대한 기념물 중의 하나였다. 그것은 사람과 비행기를 수용하는 건물들을 독립적으로 설계한 최초의 공항이었다. 승객들은 한 건물에서 비행기를 타기 위해 다른 건물로 이동하여 비행기에 탑승했다. 승객들의 이동을 위한 운송수단이 '모바일 라운지'라고 불리는 경유로 움직이는 차였다. 그러나 50년이 지난 이러한 운송수단은 점진적으로 노후화되고, 승객들에게 불편만주는 운송 수단이 되었다. 비행기가 점점 커지고 교통량도 이전보다 훨씬 늘어남에 따라 Dulles공항은 승객들이 여행하는데 점점 어려움을 겪게 되고 시간을 허비하게 되었다. 공항은 확장되었고, 더 많은 양의 교통량을 수용하기 위한 수단으로 역사 중앙홀이 증축되었다. 모바일 라운지는 새로운 중앙홀로 승객들을 실어 나르기 위해 과도한 크기의 통근용 밴처럼 이용 되었다. 그 후시 시간이 흐른 후 노후된 모바일 라운지는 Dulles공항에 문제가 있음을 보여주는 모든 것들의 상징이 되어버렸다. 1994년의 워싱턴포스트지 머리기사에 Dulles의 모바일 라운지는 죽기 위해서 어디로 가야만 하는가? 라는 기사를 썼고, 그 후 Dulles국제공항은 공항의 형편없는 모바일 라운지들을 처분하기 시작했다.

점점 늘어나는 승객들을 효과적으로 이동시키기 위해서(매년 2300만 이상의 승객), 공항 관계자들은 지상운송(모바일 라운지) 없애고 승객들을 지하로 이동시키는 시스템(현재의 Aero train system)을 구상하기 시작했다. 그리고 이 새로운 시스템이 공항의 기능을 효율화하는데 도움이 될 거라는 생각을 하게 되었다.

이 시스템은 MWAA's Dulles Development program의 한 부분이었다. 또는 2000년도에 개시된 D2라는 프로젝트의 한부분이며, 초기에 3억 4천만 달러의 비용이 소요되었는데 이는 활주로, 관제탑, 주요 터미널, 주차장, 기타 여러 곳을 건설하는데 소요되었다. 또한 새로운 Aero Train(대부분의 모바일라운지 교체)과 그것과 관계된 기초시설에 1억 5천만 달러가 소요되었다. 이는 승객 수송을 위한 설비들을 현대화하는 첫 번째 단계였다.

Aero Train 시스템을 설계하면서 우리는 역사, 기차, 터널과 정거장 등을 포함하여 전체적으로 지하철시스템에 적용되는 Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System이라는 NFPA 130코드를 이용하여 설계하였다. 또한 NFPA92코드를(매장 등의

제연설비) 적용하여 중앙홀 B구역의 APM 역사를 설계하였다. 중앙홀 B구역 각각의 말단에서 두개의 새로운 AERO TRAIN 역사를 통합하기 위한 마지막 설계에서는 15개의 새로운 출구를 만들었고, 기존에 52026M2이던 중앙홀을 74322M2으로 확장시켰다. 서쪽역사는 14, 121M2을 아우르며, 12개의 엘리베이터와 10개의 에스컬레이터, 18개의 계단을 포함한다. 동쪽 역사는 10963M2을 아우르며 4개의 엘리베이터와 8개의 에스컬레이터, 8개의 계단을 포함한다. 기차가 지나가는 터널은 유리벽으로 각 역사의 정거장으로부터 분리된다. 그 두 역사의 설계가 다르지만 두 역사는 상부의 중앙홀 층에서는 서로 개방되어있다.

이러한 중앙홀의 직접적인 연결에 있어서 효율성과 경제성이라는 부분은 설계의 중요한 관심사였다. 전기로 작동되는 기차와 객실좌석 등은 지하철시스템에서 화재에 취약한 부분이다. 그리고 화재 시 열차의 차폐문을 경유하여 역사에서 대피하려는 승객들로 인해 연기가 중앙홀 상부로 확산되게 된다. 그래서 역사의 설계는 화재예방과 제연이라는 부분에서 종래와는 다른 접근 방식을 필요로 하게 되었다. 서측 역사는(중앙홀 B의 동측 말단부분에서 다리와 모바일 라운지 아래에서 교차하고 있는 곳에 위치한) 동측 역사보다 훨씬 더 크고 중앙홀로 더 많이 개방된 연결부를 갖도록 설계되었다. 서측 역사에서는, 지하철역으로부터 발생된 연기가 중앙홀 측으로 도달되는 것을 막기 위한 혁신적인 제연커튼이 적용되었다. 유리섬유, 스테인레스 스틸, 알루미늄 등으로 이루어진 방화포로 만들어진 이런 제연커튼은 바닥으로부터 7 또는 8 feet 이내 아래로 떨어지게 된다. 이것은 물리적인 장벽을 만들고 연기가 화재가 발생한 장소의 거실 상부의 배출철크로 올라가게 한다.

이러한 제연커튼은 역시 중앙홀과 역사 사이의 틈새를 감소시키는 역할을 한다. 그것들이 하강할 때 공기의 속도는 틈새를 통과하면서 상승하게 된다. 그러면서 역사의 연기가 중앙홀 외측으로 이동하게 만든다. Cooper fire에 의해 제조된 이러한 커튼은 미국에선 이전까진 한 번도 사용된 적이 없는 혁신적인 제품이다. 또한 미국에서 한 번도 적용되지 않은 이러한 이유 때문에 설계팀은 이것을 실제로 이용하기 위해서 항공소방당국과 안전위원회의 승인을 받아야만 했다.

동측 역사에서 제연은 제연커튼이 아니라 에스컬레이터에서 외기의 도입을 통해 이루어진다.

두 역사의 설계는 정거장으로부터 탈출하기 위한, 터널로부터 비상탈출구를 제공하기 위한 계단들의 복잡한 네트워크를 요구했다. 이러한 계단들은 지하 건물들의 구조와 유사하기 때문에 가압되어야만 했다. 계단 통로의 비좁은 크기 때문에 또한 설계팀은 가압제어와 다양한 크기의 가동용 팬 블레이드(날)이 구비된 가압용 팬을 설치하기로 결정했다. 그러한 시스템은 얼마나 많은 문이 열리든지 상관없이 계단에서 양압을 만들기 위해서 조정될 수 있다. 그것은 역시 문이 동작될 수 있도록 보장하고, 어떤 문도 열리지 않았을 때는 과압되지 않도록 조정해준다. 연기를 배출하기 위해 이용되는 팬의 크기와 설치를 가장 효율적으로 계산하는 것은 CFD라고 불리는 컴퓨터 유체 역학 모델링을 이용함으로써 이루어진다. 설계를 위한 대수적인 계산접근법과 화재, 연기 기동 분석은 분당 거의 백만 입방피트의 연기 배출 요구사항의 결과이다. CFD모델을 이용함으로써, 그리고 역사에서 전략적으로 배출과 구성지점을 위치시킴으로써 이 시스템의 능력은 460,000 CFM(분당 입방피트)으로 경감되었다. 이러한 모델은 가장 효율적으로 사용할 수 있는 제연커튼의 효과와 다양한 터널 환기모드에서 터널과 역사 사이 연기의 움직임, 연기감지기의 동작시간과 위치 등을 분석하는데 있어서 없어서는 안 되는 중요한 요소였다.

## 통합과 진압

시스카 헤네시사는 화재경보시스템을 발전시키기 위해 HNTB corp과 Aero Train system 공급자, 미츠비시 중공업, 터널 설계팀과 작업했다. 우리 회사는 또한 수동 응답과(열차 기관사에 의한 수동응답 또는 비상 발신기와 같은 수동 응답 장치) 자동응답을(어떤 비상시에도 필수불가결한 제연시스템, 스프링클러시스템과 같은 자동응답 장치) 확인하기 위해서 모든 설계팀과도 함께 작업하였다. 화재는 역사에서 일어날 수 있다. 열차는 터널 안에서 역사 사이에 화재를 일으키거나 화재 없이 역사 사이에서 정지할 수 있다. 비상시와는 상관없이 원격으로 열차를 조종하는 기관사는 반드시 시의 적절하게 응답할 수 있는 버튼 조정 장치에 대한 모든 정보를 알고 있어야 한다. 이것은 모든 시스템들이 통합되고 효과적으로 서로 커뮤니케이션되어야 함을 의미한다. 우리의 비상 시나리오에 의한 결과물은 Firm Hatch Mott MacDonald에 의해 만들어진 CVICS 라고 불리는 혁신적인 강제 환기, 콘트롤 시스템으로 귀결된다. 이러한 통합 시스템은 건물 자동화시스템, 화재경보시스템, 열차의 운송 콘트롤 시스템, 감시실에 기관사로부터 데이터를 받고 상호 활성화시킨다. 그리고 이러한 통합시스템은 터널 환기시스템과 역사 제연시스템의 감시에도 책임이 있다. CVICS는 그러한 정보에 기초하



그림 1. 고압 미분무수 소화설비용 펌프

여 비상사태를 확인하고 발생될 수 있는 문제점들을 기관사들에게 경고한다. 이러한 시스템은 필수적으로 기관사들에게 자신이 알고 있는 것을 시스템으로 통보할 것을 요청한다. 그리고 그러한 통보에 따른 응답의 결과로 어떠한 행동을 취하는 것이 좋은지 프로그램에 의해 최선의 지향점을 기관사에게 통보한다. 기관사는 그러한 조치들을 거부할 수도 있고, 그러한 조치를 받아들일 수도 있다. CVICS는 역시 기관사로부터의 응답 없이도 조치를 취할 수 있다. 그 동안에 화재경보시스템은 첫 번째 응답자에게 경고를 하게 된다.

또 다른 혁신은 열차 화재를 진압하는데 있어서의 어려움을 해결했다는 것이다. 대부분의 열차 화재는 기차의 추진 모터의 견인시스템에서 일어난다. 화재현장에 도달하는 것조차 어려울 수 있었다. 왜냐하면 소방관이 터널인 경우는 기차의 양 끝에서만 접근이 가능하기 때문이다. 그러나 Aero Train station에서의 화재 시에는 고압의 물분무시스템이 화재를 진압하기 위해 수동으로 작동될 수 있다. 이러한 시스템에 의해 생성된 수증기는 아주 좁은 공간을 침투하고, 냉각과 산소결핍, 복사열 흡수로 화재를 진압할 수 있게 된다.



그림 2. 지붕에 설치된 배연 송풍기

보통의 스프링클러시스템은 0.04에서 0.2인치의 물방울을 만든다. 이와는 반대로 Dulles 공항의 하이포그시스템은 0.001인치 이하의 물방울을 생성한다. 이러한 작은 물방울은 많은 수손 피해 없이도 설비들 깊숙이 침투할 수 있다. (작은 양의 물방울이 생성되기 때문에 피해가 없음.)

제한된 물의 이용과 복사열로부터의 보호는 소방관들을 보호할 수 있게 한다. 앞서 말한 물분무시스템에는 NFPA 750이 설계에 이용되었다. 역사와 흡을 통한 화재진압시스템은 모두 NFPA 13,의 스프링클러 시스템이 요구사항에 부합하여 설계되었다.

The Dulles 프로젝트는 다양한 시스템 요소와 디자인팀의 통합을 요구했다. 그리고 우리가 설계과정동안 배웠던 수업도 공항의 설계에 직접적으로 활용되었다. 시스카 헤네시 그룹은 최근에 워싱턴에 있는 서비스관리본부의 개축을 완성했다. 그러한 리노베이션에는 시스템 통합이 프로젝트(지속가능하게 건물시스템의 다양한 설정의 효율적인 통합에 대한 필요를 만드는)의 주요한 부분이었다. 조명제어, 일광수확, 자동화된 블라인드 제어, 태양광 시스템, 자연환기 그리고 복사냉각 등은 하나의 광통신 시스템 위에서 통합된 기술들이다. 그것은 건축물과 기계적, 전기적인 시스템과 제어의 통합이 어떻게 통합되는지를 보여주는 좋은 예이며, 우리의 전 산업을 통틀어 이러한 물리적이고 전기적인 단계에서의 통합은 점점 더 증가하고 있다.

출처 : NFPA JOURNAL 2010년 7/8월호

번역 : 위험사업부문 특수진단팀 대리 박상용