

테헤란 지하철 시설 견학

다양한 국가의 많은 지하철 중에서 테헤란은 기후와 문화경제 조건이 국내와는 대단히 상이하고 유럽 스타일의 설계를 적용하고있어 차후 국내 지하철의 시설개량이나 2기 지하철에 이은 3기 지하철의 계획에 비교 검토 자료중의 하나로서 테헤란 지하철은 우리와는 사뭇 다른 설비와 구조를 가지고 있어 여기에 소개 하고자 한다.

김 상 곤

(주)설화엔지니어링 이사 (sulwha@chol.net)

머리말

대림산업, 대우건설 및 국내 지하철 관련 여러 회사들이 공동으로 추진하고 있는 T Project 시찰단에 참여할 수 있는 기회가 있어 연초에 이란을 방문 현재 운영중인 테헤란 지하철 1, 2호선과 건설 계획중인 3, 4호선의 현지 시찰과 관계자 미팅 및 현지 지하철 관련자료를 확보 할 수 있었다.

테헤란의 지하철 설비나 수준은 차량, 자동설비, 건축 마감, 위생설비, 차량기지 검수설비 등에 있어서는 국내에 비하여는 상당히 뒤진 것으로 판단되나 역사의 구조나 전반적인 설비의 개념(시스템) 자체가 국내와는 상이하여 단순 비교는 문제가 있다 할 수 있다.

이란의 역사 및 환경

이란은 BC 559 페르시아 제국(achaemenia조)건



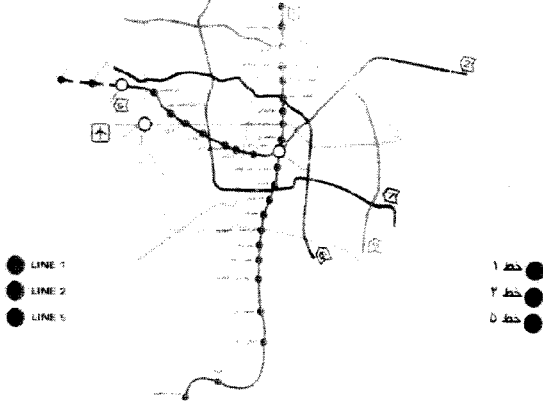
[그림 1] 이란지도

국 이래 16C초 Safavid왕조 창립이후 시아파 이슬람을 국교화 하고 페르시아 문명을 재건하여 수도 이스파한은 "세계의 절반"으로 찬양될 정도로 한때 번영을 이루었다. 지정학적으로 유럽, 아프리카, 아시아 중간지대에 위치하여 동서문명(silk road)의 가교역할을 했다.

- 면 적 : 165만 평방킬로미터 (한반도의 7.5배)
- 인 구 : 6,500만명
- 수 도 : 테헤란 (Tehran, 1,200만명)
- 주요 도시 : 마샤드, 이스파한, 타브리즈, 쉬라즈
- 주요 자원 : 석유, 천연가스
- 기 후 : 대륙성 기후(4계절), 카스피해 연안은 지중해성 기후, 페르시아만 연안은 아열대성 기후

지하철 운영 및 건설 현황

도시를 남북으로 관통하는 1호선은 전체 26개의 역



[그림 2] 테헤란 지하철 노선도

사 중 중앙부분을 중심으로 50%정도의 역사가 개통되어 운행중이다. 2호선은 동서선으로 20여 개의 역사 중 중심 부분 일부가 개통되어 있고 1호선과 마찬가지로 연차개통을 위한 공사가 진행 중이다.

3호선은 37km길이의 제2 남북선으로 지상10 지하 22개 역사 플랫폼 길이 158m 폭4m, 4호선은 20km길이의 제2 동서선으로 21개의 지하역사와 1개의 지상역사로 계획되고 있다.

테헤란 지하철의 설비별 특징

공조 냉방시스템

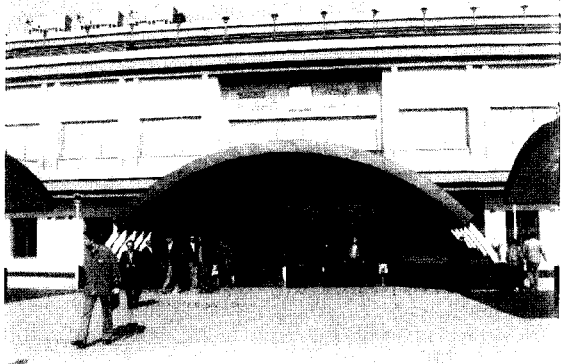
- 테헤란의 외기조건은 표 1과 같이 여름은 고온 건조하고 겨울은 국내 겨울 삼한사온 중 온화한 날씨만 계속 되는 듯 온화하고 건조하였다. 지하철의 준별 실내 조건은 표 2와 같다.

<표 1> 외기조건

구 분	외 기 조 건
해발고도	1,110 ~ 1,417m
대 기 압	881.2mbs
여름 외기온도	Mean 36.4°C (Max. 45°C)
여름 상대습도	25%
겨울 외기온도	Mean -1.5°C (Max. -15°C)

<표 2> 실내조건

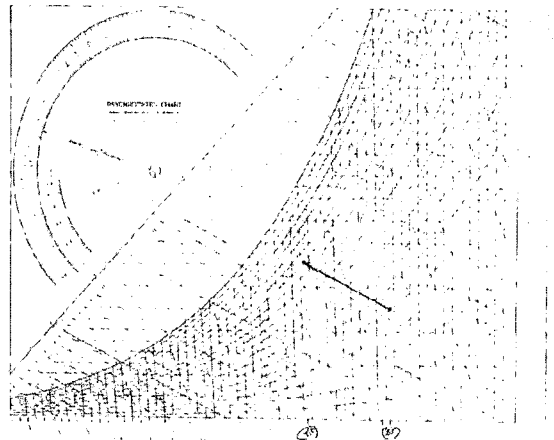
구 분	실 내 조 건	
승 강 장	여름 건구온도	실외온-5°C
	상대습도	65%
터 널	여름 건구온도	실외온-5°C
	상대습도	65%
역 무 실	여름 건구온도	30°C
	겨울 건구온도	24°C
신호통신실	여름 25°C 이하	
전 기 실	40°C 이하	



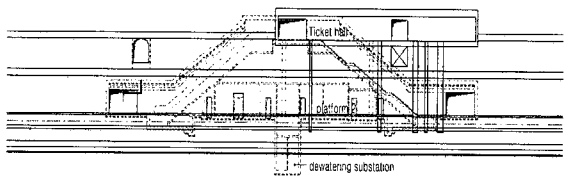
[그림 3] 지하철 역사 전경

- 공조의 관점은 국내 지하철과 마찬가지로 여름 냉방과 환기가 전부이며 여름철 고온 건조한 외기를 이용 가습 냉방장치인 Air Washer를 이용한 냉방 공조를 하는 시스템으로 그림 4 선도에서처럼 등엔탈피(실제 공기만 보면 냉수 현열 만큼의 엔탈피 저하) 상태 하에서 공기의 현열 온도가 줄어들며 동시에 적정 가습과 Filter에서 여과되지 아니한 미세 먼지의 제거 효과도 있으리라 판단된다. 이러한 공조 시스템은 테헤란의 풍부하지 못한 수원과 저렴한 전력비를 고려할 때 운영비를 생각만큼 Cost Down 하지 못하는 것은 아이러니라 하겠다.

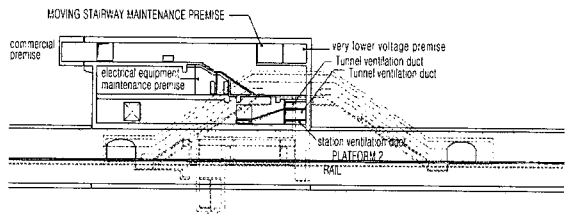
- 역사의 구조는 그림 5, 6의 주된 역사 형태에서



[그림 4] 습공기 선도



[그림 5] 지하철 역사1



[그림 6] 지하철 역사2

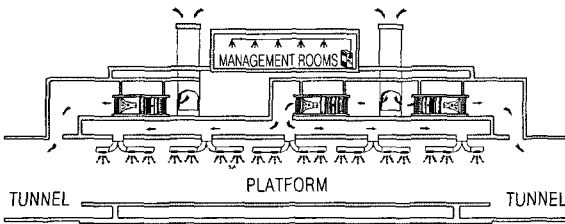
보는 것과 같이 단순한 형태로 역사의 대부분을 환기실이 차지하고 있었으며 공조 장비 구성이나 시스템 또한 단순의 극치를 이루었다. 물론 이곳의 기후가 유럽형 기후 형태(여름 햇볕이 강하나 습도가 낮아 그늘만 가면 시원함을 느낄 수 있는 낮은 외기 엔탈피, 겨울도 혹한이 없이 온화)로서 우리나라나 일본과는 다르게 외기를 이용한 공기의 순환에 중점을 둔 유럽 스타일의 역사형태라고는 생각하였지만 환기설비에 중점을 둔 환기실 규모와 환기구의 배치가 인상적이었다. 아래 현지 역사 단면도 1, 2는 지하 3층과 지하 4층의 표준 역사형태이며 이를 공조 계통도 형식인 그림 7, 8로 정리하여 보았다. 역사용 에어워셔(air

washer)는 1대이며 나머지 2대는 터널용 에어워셔로서 터널 환기 항목에서 다시 설명하고자 한다.

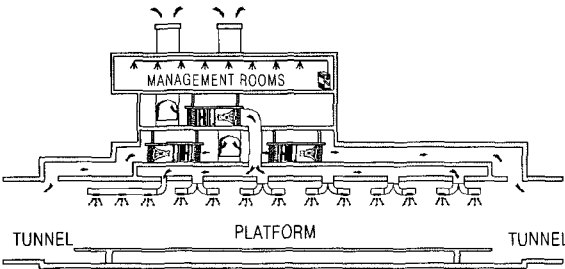
- 역무실은 독립된 공조 시스템으로 소형 에어워셔 혹은 전기 팩키지에어콘에 의한 공조, 전기실 변전실은 1중환기로서 냉방과 환기 등 실내 온도 조건을 유지하도록 만들고 있다.

터널 환기 및 냉방

터널환기 시스템은 터널 중앙 배기 및 터널 양단(역사 양단) 급기로서 역사 환기실에서 2대의 터널용 에어워셔를 이용 냉방을 겸한 터널 환기를 하고 있다. 국내와 마찬가지로 비상시(화재시) 역회전에 의한 배연 기능을 겸하고 있다. 국내 터널 환기 시스템의 주류를 이루고 있는 “중앙급기 양단배기” 방식과는 반대의 시스템으로 우리보다는 역사 환기 시스템과의 연계성이 강하여 승강장 상하부 배기나 유막 장치, 역사 공조 보호 목적의 스크린도어(platform screen door)기능이 필요 없는 일부 장점들을 가지고 있어 앞으로 국내 시스템과의 장단점을 비교할 필요가 있는 시스템이라 판단된다. 그림 9는 계통도는 현지 터널환기 시스템을 계통도화 한 것이다. 현지 시찰중 인상적이었던 것 중의 하나가 환기실의 규모와 함께 외부에 노출된 환기구의 규모이다. 외부로 노출된 많은 환기구가 도로 측면의 별도 부지를 확보하고 5m 내외의 높은 환기탑을 설치 보행 높이 이상에서 측면 그릴 환기를 하고 있었다.



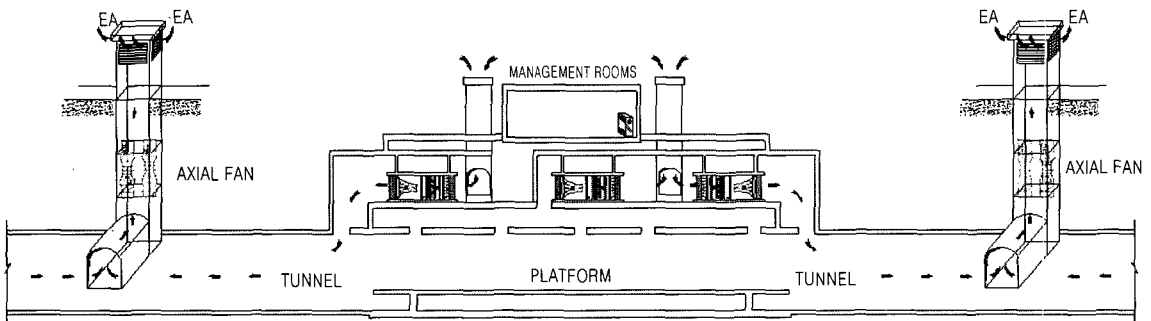
[그림 7] 공조계통도 - 1



[그림 8] 공조계통도 - 2

급배수 시스템

화장실 위생설비는 회교 문화의 특성상 별도의 여자 화장실이 있지 아니하였으며 소변기가 없는 충분하지



[그림 9] 본선 환기 시스템 계통도

못한 숫자의 동양변기 설비와 기타 위생 서비스 설비는 생활 수준 향상과 사회 문화의 개방으로 인하여 머지않아 문제점이 예견되었다. 수원역은 시수망 라인에 연결되어 있고, 별도의 저수조나 펌프설비는 없으며 역사의 양단에 청소용 호스밸브를 두고 있다. 수량 산정은 역무원당 30-50리터의 수량과 공조용수량을 고려하였다.

급수배관 재질은 옥내 후강관(DIN 2440/2441), 옥외 닥타일주철관(DIP)으로서 내구성 재질을 사용하고 있었다. 국내 지하철 광관 사용 개소에서 토목 구조물 수명 대비 배관재 수명에 대한 설계적용 타당성 검토가 필요하리라 판단되었다. 배수 및 배수펌핑 배관재는 닥타일주철관(DIP) 등을 사용하고 있으며 지하역사 배수관은 물론 지상역사의 지붕 우수 드레인 까지 주철관을 사용 기계설비 분야의 시공 범위로 내구성 위주 설계가 되어 있었다.

소화시스템

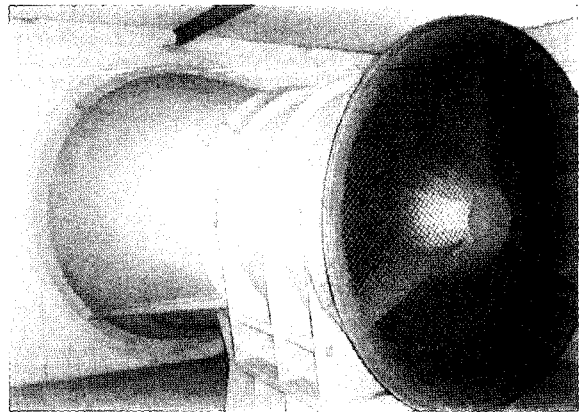
- 역사의 기본 소화 설비는 옥내소화전으로 Water Supply System이라는 몇 개의 자동 수동 밸브를 통하여 시수에 직접 연결되어있고 별도의 소화수 저수조나 옥내소화전펌프는 없다. 비상주 전기실(L.P.S. : lighting and power substation) 변전실은 CO₂가스, 상주 기술실과 신호 통신 기계실 등에는 청정 소화가스 소화설비(FM200)가 갖추어져 있어 국내와 소화 개념 자체는 같은 것으로 판단된다. 소화설비와 함께 피난 설비로서 제연설비에 많은 노력을 기울여 역사의 에어워셔(air washer)용 축류웬은 화재시 역회전에 의한 제연

기능을 하고 WSS(water supply system), FAS(fire alarm system), FES(fire extinguishing system)을 자동제어 BAS(building automation system)에 인터록 하여 설비의 종합 감시와 소화 기능에 대응하도록 하였다.

- 터널은 건식인 옥내소화전 설비가 역사 옥내소화전과 연결되어 있고 터널 중앙 배기탑 외부에 연결 송수구를 설치 외부 송수가 가능하도록 하였다. 제연설비는 역사 제연설비와 같이 화재지역 공기 압력 감소, 인접지역 공기압력 증가 시스템이다.

승강설비

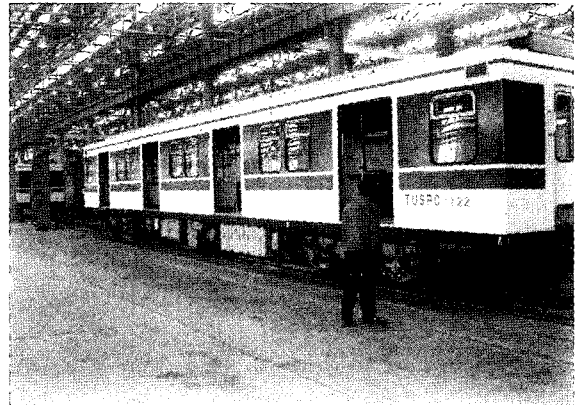
승강설비는 지하철 도입 초기부터 장애인 이동설비로서 엘리베이터와 일반인 승강 편의 시설로서 에스



[그림 11] 본선 팬



[그림 10] 승강장



[그림 12] 차량기지

엘레베이터가 잘 계획되어 있고 계획 중인 3, 4호선은 기본적으로 역사별로 엘리베이터 4대 에스컬레이터 6대 이상 배치되어 있어 유럽의 장애인을 우선 배려하는 사회 인식과 에너지 낭비를 걱정하지 않는 자연 환경과 무관하지 않은 듯하였다. 참고로 장비의 제작 조건은 무척이나 까다로웠으며 테헤란 지하철공사 (Tehran Urban & Suburban Railway Co.)의 기계 분야 최고 책임자의 명함에는 공조와 승강설비 책임자라고 되어 있듯이 승강기 관련 비중이 기계설비에서 차지하는 비중이 상당히 큰 듯 하였다.

자동제어

자동제어는 전기와 기계 및 장비의 조종 시스템으로

- 역사, 터널환기
- 정류실(rectifier room) 환기
- 엘리베이터
- 에스컬레이터
- 오배수 설비
- 급수공급설비(소화급수, 일반급수)
- 조명
- 자탐(FAS) & 소방(FES) 연결 등이며 역사관제(station control system)와 중앙관제시스템(central control system)이 있다.

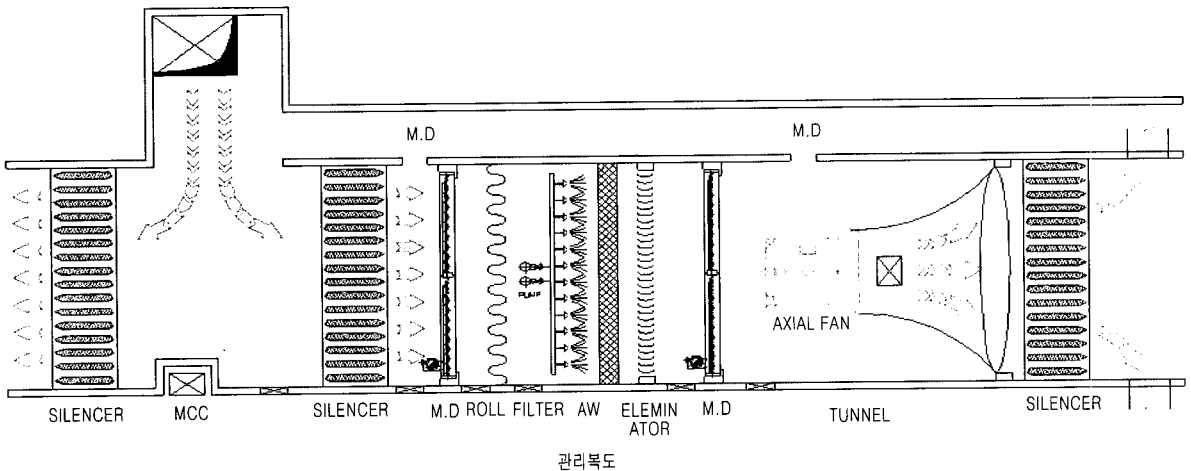
기타 설비관련 시설의 특징

기타 설비관련 이곳 테헤란 지하철 시설의 특징은 다음과 같다.

- 3궤조 급전방식
- 직류 전원 열차로 역사마다 정류실 있음
- 열차 최고속 80km/h, 평균속도 33km/h
- 열차 가속도 1m/s², 감속도 1m/s², 비상감속도 1.3m/s²
- 객차 길이 19.52m, 폭 2.6m
- 열차 구성 8량, 냉방장치 없음
- 승강장 길이 158m
- 콘코스, 승강장 천정고 3m (환기실 4.2m)이상
- 승강장 폭 4m (출구폭 2.5m)이상

국내시스템과의 주요 특징 비교

국내의 지하철 구조가 일본과 같이 많은 기능실과 환승으로 섬세하고 약간은 미로와 같이 복잡한 반면 이곳의 지하철은 이상하다 할 정도로 단순한 역사 구조로 되어 있어 기계설비 시설 또한 에어워셔 1대(본선 포함 3대)가 설비의 전부인 듯하다. 에어워셔 장비 또한 그림 13과 같이 콘크리트 역사 구조물에 부품들을 조립 1개 층 환기실 자체가 하나의 거대한 장비인 셈이다. 일부 역사의 경우 원형 터널에서 선로 노반 하부를 터널 급기용 공기 덕트로 활용한 경우도 있었다. 제연설비, 승강설비, 자동제어의 경우 국내와 어느 정도 유사하다 할 수 있으며 급수와 소화설비에 저수시설과 펌프시설이 없어서 배수 설비의 경우 지하수와 강우가 거의 없는 관계로 배관 위주의 설비로서 단순하였다.



[그림 13] 에어워셔 개략도

테헤란 지하철 시설 견학

결론

테헤란의 지하철은 국내와 비교하여 기술적인 우열을 떠나 역사의 구조 자체가 설비시스템을 위한 형태로 디자인된 단순구조로서 환기실은 대합실의 거의 전부를 차지하였으며 외부 환기구는 외부 출입구 이상의 거대 규모로 계획하는 등 설비 중심의 역사 계획이 지하공간 공기질과 제연성능에 문제가 되고있는 현재 국내설비에 시사하는바가 컸다.

소방설비에 있어서는 소화수 수원이 시수를 직접연결 활용하는 점이 정전시에도 소화 기능을 유지하는데 도움이 될 것으로 판단되었다.

배관재의 내구성 자재(스케줄 강관, 다이캐스팅주철관) 사용, 주덕트의 콘크리트 구조물화, 본선 냉방 실시 등은 국내 지하철과 상이한 여건에도 불구하고 차후 국내에서도 심도있게 검토하여 설비 기능의 안전성 확보와 내구성 증진에 반영토록 노력하여야할 사항이었다. (중략)