

## 지하철의 환기시스템 현황 및 연구과제

### Ventilation systems in Seoul subway line 5-8 and research subjects for domestic subway ventilation

조 율 연  
Y. Y. Cho

서울도시철도공사 전기설비처



- 1947년생
- 광산, 제약, 지하철 등에서 관련산업기계의 설계, 시공, 관리 등의 업무를 수행하고 현재는 지하철의 공조환기에 대하여 관심을 가지고 있다.

#### 1. 머리말

##### 1.1 국내지하철 현황

1974년 서울지하철 1호선 9개역을 시발로 2,3,4호선이 차례로 개통되어 134.8km, 116개역의 1기 지하철이 운영되고 있다.

서울의 제2기 지하철인 5~8호선 145km 148개역중 '96년 12월 30일 1단계 공사가 완공되어 5.7.8호선 84.2km 82개역이 운영 중에 있으며 '99년까지는 전 구간이 완전 개통될 예정이다.

서울 제3기 지하철 4개노선 120km는 현재 설계중에 있다. 한편 부산은 1호선 32km가 운영 중에 있고 나머지 5개노선이 공사중이거나 계획중에 있어 모두 179.5km의 지하철망을 갖게 된다. 대구에는 6개노선 152.1km중 1호선 일부구간이 '97년중에 개통되어 지하철시대를 열게 되고, 곧이어 인천도 3개노선 94.3km중 일부가 개통될 것이다. 광주, 대전도 각각 102.5km, 102.3km의 지하철건설을 위하여 착공 또는 설계가 진행 중에 있다.

국철에서는 수도권 전철망중 과천, 분당, 일산선을 지하철로 건설하여 운영 중에 있고, 건설중인 분당선 시내 구간이 완성되면 총 65.5km에

이르게 된다. 이외에도 울산 등 일부도시에서 지하철 또는 경전철을 추진하고 있다.

##### 1.2 지하철과 환기

이제 국내에서도 지하철은 가장 확실하고 안전하며 신속한 대중교통수단이 되고 있다.

승객이 남녀노소를 막론한 대다수의 시민으로 일반화되고, 이용빈도와 이용시간이 점증하여 지하철내에서 체류하는 시간이 길어지고, 전반적인 생활수준의 향상으로 지하철내의 환경과 쾌적함에 대한 요구가 나날이 늘어나고 있다.

특히, 부유분진을 위시한 공기오염, 하절기의 고온고습, 환기부족으로 인한 불쾌감 등은 지하철 환기분야에서 시급히 해결해야할 문제들이다.

세계의 여러도시에 많은 지하철이 있고 현재도 건설중에 있으나, 각 지하철마다 차량조건(차량의 크기, 편성대수 등), 운행조건(운행속도, 시격, 혼잡률 등), 기후조건, 터널형상, 시대와 문화 등이 다르므로 환기방식 또한 다양하다.

선진 외국에서는 많은 연구와 실험이 실시되어 나뉘대로의 이론과 체계를 정립하고 있는 것으로 안다.

지금까지는 건설연장만을 늘리기 위하여 노력

해 온 우리나라도 쾌적한 지하철을 위한 환기연구에 보다 많은 학계 및 산업계의 관심과 지원이 필요한 때라고 생각한다.

이에 지하철 환기시스템의 일반 현황과 가장 최근의 지하철인 서울 5~8호선에 적용한 환기 방식 등을 설명하고, 예상되는 문제점을 중심으로 시급히 연구가 필요한 당면과제를 기술함으로써 이 분야에 관심있는 선배 동료 여러분의 이해와 참여를 돕고자 한다.

## 2. 지하철의 환기개요

### 2.1 개 요

지하철은 정거장 구간과 터널 구간으로 구분할 수 있고, 정거장은 승객의 출입, 승하차에 이용되고 터널은 열차통과기능을 한다.

지하철의 환기시스템 선정시에는 정거장구간과 터널구간을 한 개의 구역으로 설정하는 방식과 별개의 구역으로 설정하는 방식이 있다.

환기방식은 자연환기방식, 기계환기방식 및 자연환기와 기계환기의 혼용방식이 있다.

초기의 오래된 지하철에서는 자연환기방식에 의존하였으나, 근래의 지하철은 자연환기방식과 기계환기방식을 병행 적용하고 있다. 많은 지하철 정거장에서는 냉방시설을 건설시부터 시설하거나 운영중에 시설을 하여 냉방을 하고 있다.

정거장의 냉방이나 비상시 배연 등 근래의 지하철 추세에 부응하려면, 정거장과 터널을 별개의 구역으로 설정하고, 터널 및 정거장에 각각 기계환기방식을 적용하여 대응하는 것이 합당할 것이다.

### 2.2 자연환기와 기계환기

#### (1) 자연환기(natural ventilation)

자연환기는 열차운행시 피스톤효과(piston effect)에 의하여 열차운행방향으로 발생하는 기류에 의존한다(그림 1).

열차의 전면에는 정압(正壓)이 발생하여 터널내의 공기를 외부로 배출하고, 후면에는 부압(負壓)이 발생하여 외기를 터널내로 유입하는 작용을 하게 된다.

열차의 진입시 터널공기의 정거장 유입방지와 출발시 정거장 공조공기의 유출방지를 위하여, 정거장 양단 인근에 각각 환기구를 설치하는 것이며, 정거장간 중간에도 일정간격으로 환기구를 설치한다.

자연환기는 복선(터널내에 복수선로)보다는 단선(터널내에 단일 선로)터널에서 피스톤 효과가 크므로 환기 측면에서는 단선터널이 유리하다.

따라서 복선의 경우에는 중앙에 격벽을 시공하여 단선화하는 방법이 적용되기도 한다. 단선터널의 작업용 횡갱은 완공후 밀폐되어야 한다.

환기구의 형상은 공기저항이 최소로 되는 구조로 하며, 단면적은 공사비 측면의 경제성을 고려하여 단선터널 단면적에 해당하는 크기로 한다.

만약, 정거장 인근 터널부에 환기구가 없다면 열차가 정거장에 도착할 때 터널내의 고온 고속의 기류(열차풍이라 함)가 정거장에 침입하여 정거장의 냉방환경을 훼손하고 부하증가 요인이 된다. 또한 먼지와 이물질들이 비산하고 승객들의 머리카락, 모자, 스커트 등이 휘날리는 불유쾌한 현상이 일어나게 된다. 한편, 열차가 정거장을 출발할 때도 정거장의 냉방공기를 유인해가

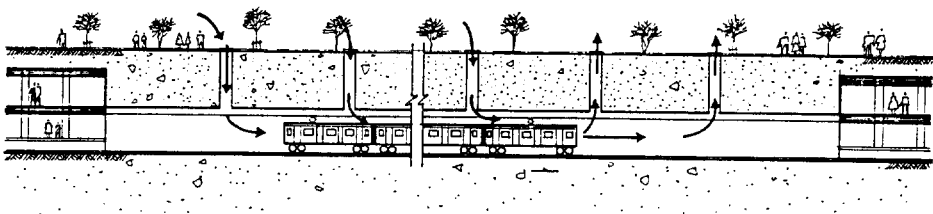


그림 1 자연 환기 방식(피스톤 효과 이용)

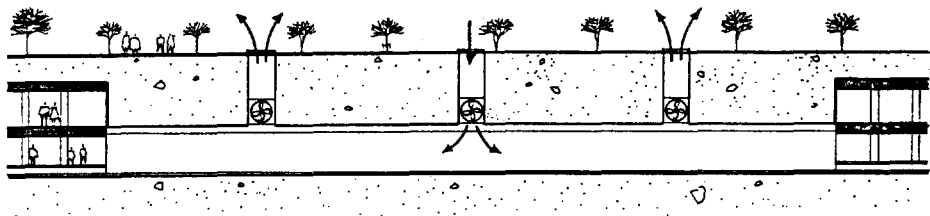


그림 2 기계환기방식(강제환기방식)

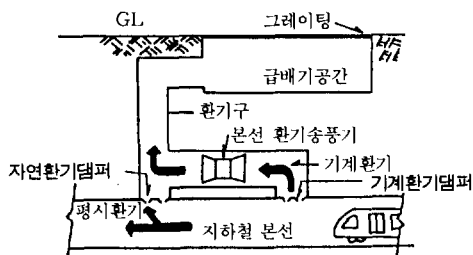


그림 3 터널환기실 개념도(자연환기풍도 부착)

고 고속의 기류발생으로 정온 상태가 파괴된다.

(2) 기계 환기(mechanical ventilation)

터널에 송풍기를 설치하여 터널내의 환기를 강제로 하는 것으로서 강제환기(forced ventilation)라고도 한다(그림2).

기계환기의 역할을 크게 나누면,

- ① 피스톤효과에 의존하는 자연환기를 보충하여 내부의 고온공기를 외부로 배출하고, 외부의 신선한 공기를 유입하며,
- ② 열차가 운행하지 않는 야간이나 외기온도가 낮은 계절에 가동하여 터널 벽체 및 인접한 지중의 열 축적을 방지하고, 축열된 열을 배제하여 흡열기능(heat sink)을 보유토록 하여 하절기에 대비하고,
- ③ 정거장내의 열차풍을 제어하며,
- ④ 터널내에서 열차가 정차시 승객들에게 충분한 신선 외기를 공급하고,
- ⑤ 터널내 화재시 승객대피와 소방활동이 가능하게 하는 등의 기능이 있다.

기계환기실에는 덤퍼를 구비한 자연환기용 풍도를 병설하여(그림3), 기계환기시에는 풍도측

덤퍼를 닫고 송풍기를 가동하며, 자연환기시에는 송풍기를 정지하고 풍도측 덤퍼를 열어 놓는다.

인접한 일정구간내의 수개의 환기실을 조합 운전하므로써 구간내의 필요한 환기 또는 배연 목적을 달성할 수 있다.

송풍기는 축류형을 사용하여, 평상시에는 회전 방향을 고정하여 급기 또는 배기전용으로 사용하고, 비상시에는 역운전이 가능하도록 설계한다.

여기서 유의할 사항은 지하철이 개통 초기에는 지중온도가 외기보다 훨씬 낮고, 열차의 운행빈도 및 편성수가 작아 환기의 필요성이 상대적으로 적으나, 지중의 축열현상은 한번 발생하면 원상 복구하기가 거의 불가능하다는 사실이다. 따라서 개통 초기부터 계획적인 환기가동으로 축열현상을 방지하여야 할 것이다.

2.3 지하철 환기관련 제요소

- ① 온습도 관련 설계요소에는 외기조건(지역별, 연도별, 시간대별)과 실내 온습도, 공기오염도, 소음 등의 실내 조건이 있다.
- ② 선로 관련 제요소에는 선로 종별(단선, 복선), 구조물 공법(개착식, 굴착식), 구배, 폐색용(열차와 터널의 단면적비)이 있다.
- ③ 차량 및 운전관련 제요소는 차량 종류(대형, 중형, 소형), 제어방식, 전원(직류, 교류), 열차 편성수(열차당 차량수), 운전시격, 운행속도(운전속도, 가속도, 감속도), 냉방기 및 부수설비 여부 등 이다.
- ④ 기타에는 시간대별 승하차 인원수, 혼잡율 등 승객 관련 요소와 조명, 각종기기 설치현황 등이 있다.

### 3. 각종 지하철 환기 방식

#### 3.1 정거장과 터널을 1개 구역으로 설정하는 방식의 예

그림 4, 5, 6, 7에 나타났다. 이외에 일부 변형된 조합도 가능하나 정거장의 냉방, 배연 등에 유연하게 대처하기 곤란하며, 짧은 운전시격과 대편성 대용량의 열부하에 대처하기에는 미흡한 방식이다. 국내 지하철에서는 적용되지 않고 있다.

#### 3.2 정거장과 터널을 각각의 구역으로 설정하는 환기방식

(1) 정거장환기방식은 일반적으로 대합실과 승강장으로 구역을 나눈다.

##### 1) 대합실

지하철에서는 비교적 정온상태의 구역이므로 실내공기 재순환의 중앙냉방방식으로 한다.

##### 2) 승강장

① 천정 냉방급기 + 승강장하부배기 방식(그림 8); 일본 동경 영단 지하철, 서울 2호선 대부분

② 국부냉방급기 + 승강장하부배기 + 천정자연배기방식(그림 9); 미국 워싱턴 지하철

③ 천정냉방급기 + 승강장하부배기 + 공기유막방식(그림 10); 서울 2호선 일부, 3, 4, 5, 7, 8호선에 적용

※ 공기유막(air curtain)의 형식은 급기방향에 따라 수직급기방식, 수직·수평급기방식으로 구분하고, 급기종류에 따라 외기방식, 냉각급기방식 등으로 시스템조합이 가능하다.

※ 서울지하철은 외기 및 수직, 수평급기방식을 채용하고 있다.

④ 천정냉방급기 + 승강장 상, 하부배기 방식(재순환 가능)(그림 11); 홍콩 지하철에 적용

##### (2) 터널환기방식

1) 자연환기방식(그림 12): 서울지하철 1호

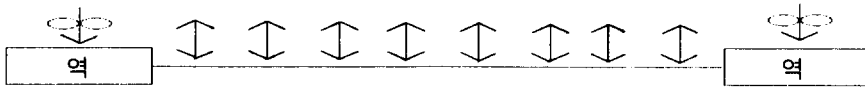


그림 4 역에서 기계급기하고 터널은 자연환기하는 방식



그림 5 터널중간에서 기계배기하고 역은 자연환기하는 방식

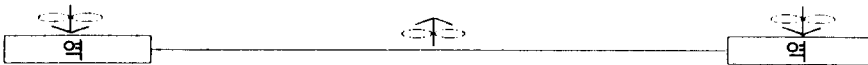


그림 6 역에서 기계급기하고 터널중앙에서 기계배기하는 방식



그림 7 역에서 기계급기하고 역 양단에 환기탑 설치, 터널중앙에서 기계배기하는 방식

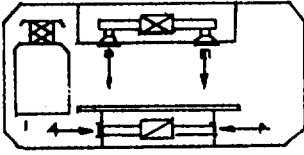


그림 8 천정 냉방급기, 승강장하부배기방식

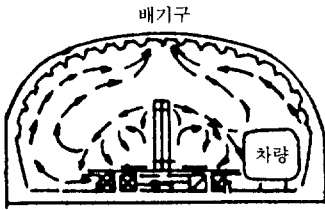


그림 9 국부냉방급기, 승강장하부배기, 천정 자연배기방식

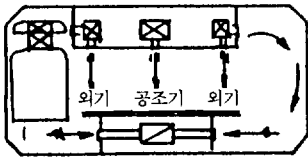


그림 10 천정냉방급기, 승강장하부배기, 공기 유막방식

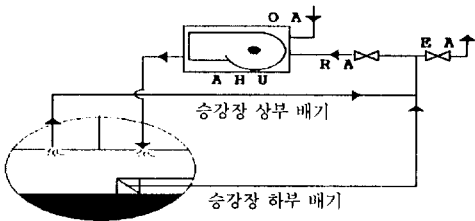


그림 11 천정냉방급기, 승강장 상, 하부배기 방식(재순환 가능)

선에 적용

- 2) 자연환기와 기계환기의 혼용방식(중앙기계 배기, 양단자연환기)(그림 13) : 서울 2, 3, 4호선 일부, 부산·국철 등 국내 지하철 일부에 적용
  - 3) 2)의 방식의 양단자연환기구에 비상용 Fan 을 설치하는 변형; 미국 애틀랜타 지하철(그림 14)에 적용, 평시(중앙배기, 양단자연)와 비상시(중앙Fan과 양단비상 Fan의 조합에 의한 배연)로 구분운전
  - 4) 기계환기방식(복선구간)(그림 15) : Push Pull방식(중앙급기, 양단배기), 서울 3, 4호선 일부, 서울 5 ~ 8호선에 적용
  - 5) 기계환기방식(단선구간)(그림 16) : 종류 환기 방식, 서울 2, 3, 4호선에 적용
- ※ 이상의 터널 기계환기실에는 대부분 별도의 자연환기용 풍도를 부착하여 송풍기 정지시에는 자연환기가 가능하도록 설계하였다.

#### 4. 최근 지하철 환기방식의 추세

##### 4.1 터널환기

(1) 자연환기풍도가 부착된 기계환기실로 시공한다(그림 3)

- 1) 송풍기에 의하여 강제환기를 하다가 송풍기 운전정지 시에는 부착된 자연환기 풍도로 바이패스시켜 자연환기로 전환한다.
  - 2) 송풍기 운전과 송풍기댐퍼 및 자연환기풍도 댐퍼를 연동회로로 구성한다.
- (2) 화재등 비상시 운전을 고려한다.



그림 12 자연환기방식



그림 13 자연환기와 기계환기의 혼용방식

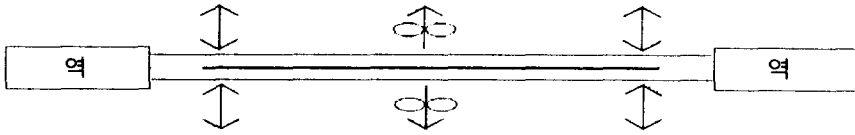


그림 14 양단자연환기구에 비상용 Fan 을 설치하는 변형



그림 15 기계환기방식(복선구간)

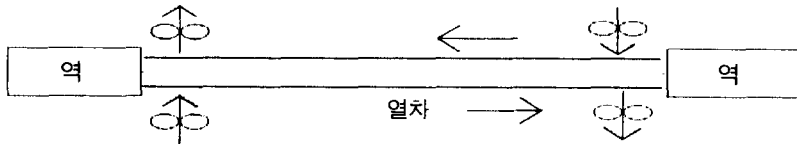


그림 16 기계환기방식(단선구간)

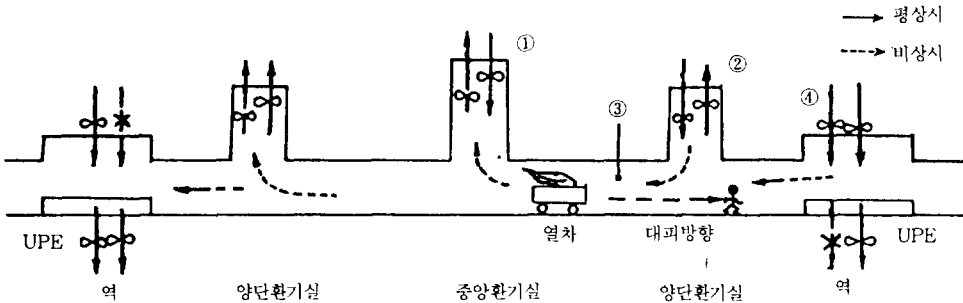


그림 17 배연운전시의 공기흐름

- 1) 정상시에는 일반환기용으로 운전하고 터널 내 화재시에는 배연용으로 운전하도록 시스템 구성 및 시설장비를 선정한다.
- 2) 기류제어를 위하여 송풍기는 역회전기능을 갖도록 하고 전동기의 절연계급을 H종으로 하며 150℃에서 1시간이상 운전이 가능하도록 설계한다.
- 3) 화재위치에 따라 인접한 수개의 터널환기실 및 정거장 환기실의 환기 장비를 연동 운전하므로써 배연 풍량 및 기능을 확보하도록 자동제어 시스템을 구성한다.(그림 17)

#### 4.2 정거장 환기

(1) 냉방을 고려한다.

- 1) 개통 초년도부터 대합실 및 승강장에 냉방이 가능하도록 냉방시설을 반영한다.
  - 2) 정거장 냉방구역(zone)을 대합실 및 승강장구역과 직원 근무실 구역의 2개구역으로 설정한다.
  - 3) 하절기 이외에는 외기에 의한 냉방을 한다.
- (2) 승강장 상, 하부배기를 고려한다.
- 1) 정거장 열부하의 상당부분인 전동차의 정

거장 정차 시간중의 발열이 가능한 한 승강장 승객 체류구역에 영향을 미치지 않고 외부로 배출되도록 한다.

2) 전동기·압축기 등의 열차하부기기 발열 배출을 위한 하부배기와 상부에 탑재한 냉방기 발열배출을 위한 상부배기 적용을 고려한다.

3) 배기량에 상응한 급기가 필수적이다. 그렇지 않으면 터널내의 더운 공기가 유인되어 냉방부하가 증가한다.

(3) 배연 기능을 확보한다.

1) 공조환기설비와 덕트 절환에 의하여 제연 기능을 확보한다.

2) 부족풍량 확보를 위하여 필요시 배연팬을 추가로 설치한다.

### 5. 환기 시설 장비(5~8호선)

#### 5.1 정거장 공조환기 설비

(1) 환기실

1) 위치 및 개소 : 정거장 양단 각 1개소

2) 면적 : 1000㎡

(냉동기 설치 환기실 600㎡, 기타 400㎡)

3) 층고 : 4.5m이상(보재외 유효 높이)

(2) 환기구

1) 풍속(외형 속도)

① 그레이팅(지면) : 3.5 m/s 이하

② 환기탑 : 7 m/s 이하

③ 수평풍도 : 5 m/s 이하

2) 높이

① 급기용 : 1.5m이상, 단 특수한 경우 1.2m 이상 허용한다.

② 배기용 : 여건에 따라 환기탑 또는 그레이팅으로 시공한다.

(3) 공조 환기 장비

1) 냉동기 : 터보형, 수냉식, 약300RT, 2대

2) 냉각탑 : 지하설치형, 압입통풍식, 2대

3) 공기조화기 : 냉각코일취부, 수평형

4) 공기여과기 : 자동세정형 프리휠터

(진공펌프 이용)

5) 송풍기 : 원심형(다익형 또는 에어호일형)

6) 직원용 공기조화기 : 직팽식, 실외기 분리형(공냉식)

#### 5.2 터널 환기 설비

(1) 환기실

1) 위치 및 개소

#### 개착복선상부 A2형

좌측배기환기실 중앙급기환기실 우측배기환기실

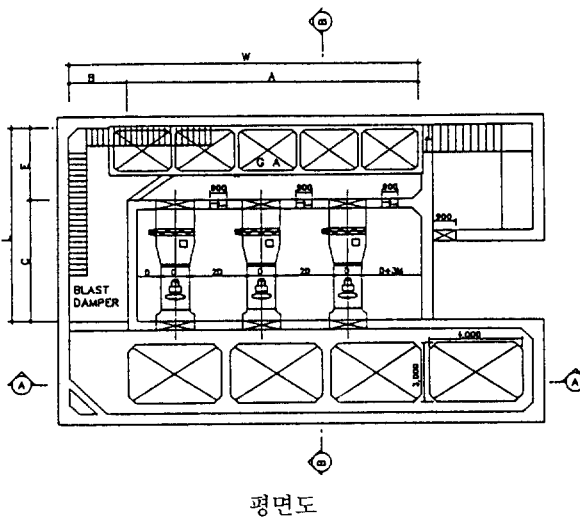
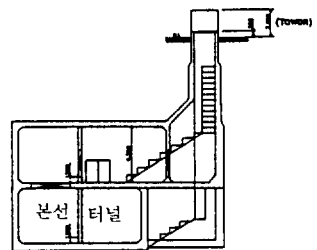


그림 18 터널송풍기 설치도(수평형)

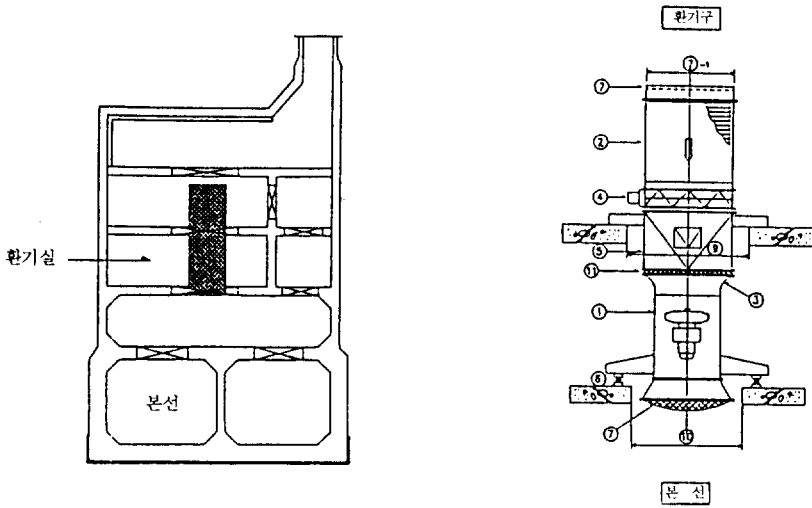


그림 19 터널송풍기 설치도(수직형)

- ① 단선구간 : 역간 2개소(터널양단, 각각 급기 및 배기기계실 보유)
- ② 복선구간 : 역간 3개소(터널 중앙 및 양단)
  - 2) 면적 : 240㎡/개소  
(수평설치형 3대 기준시)
  - 3) 높이 : 4.2m 이상(수평설치형)
    - (2) 환기구
- ① 정거장 환기구와 동일 기준
  - (3) 터널송풍기
    - 1) 형 식 : 축류형(전동기 가역 방식)
    - 2) 설치대수 : 2-3대/개소
    - 3) 용 량 : 1000~4000CMM
    - 4) 크 기 :  $\phi 2000$ 이하
    - 5) 설치방식 : 수평설치형(그림 18)  
수직설치형(그림 19)

소음이 승강장에 전달되어 소음 공해를 유발하여 민원이 야기되었다.

### 6.2 냉각탑

- (1) 지하설치형 냉각탑 중 상당수가 수두차가 작아 냉각수 순환이 원활하지 못하여 냉방효율이 저하되었다.
- (2) 백연 방지장치를 부착하였으나 일부 개소에서 백연현상 발생으로 민원이 야기되었다.

### 6.3 공기여과기

- (1) 유지관리 인력절감과 지속적인 성능 유지를 위하여 자동재생형 공기여과기를 설치하였다.
- (2) 일부 제조 업체의 기술력 부족 등으로 구동장치, 여과재(filter element) 및 진공흡인장치 등의 재질, 기능 성능면에서 신뢰성이 결여되었다.

### 6.4 공기오염 및 고온화

- (1) 기존 지하철의 공기오염도 측정결과 다른 물질은 기준치 이하이나 총 부유분진(TSP)이 종종 권고기준치를 초과하는 문

## 6. 개선보완이 필요한 사항

### 6.1 터널환기소음

- (1) 현재까지는 지상환기구 주변에서의 소음이 규제치 이하가 되도록 송풍기 외부에 스플릿터형 소음기를 설치하였고 터널 내부로 전달되는 소음은 고려하지 않았다.
- (2) 정거장에 인접한 일부 환기실의 송풍기



제가 발생하고 있다.

- (2) 개통후 매년 열 축적이 증가되어 고온화 되고 하절기 냉방효과가 충분하지 못하다.

### 6.5 환기설비 운전계획

- (1) 터널환기 및 정거장 환기설비의 상시 가동으로 상당한 동력비가 소요된다.
- (2) 적절한 환기 효과를 얻을 수 있는 최적의 운전계획이 필요하나 이론적 또는 실험적인 근거가 미흡하다.

## 7. 국내지하철 환기 분야 당면 연구 과제

### 7.1 터널환기분야

- (1) 최적환기 장비용량 설계 기준 연구
  - 1) 배열, 환기, 배연 등의 제기능을 감안한 최적의 장비용량을 선정하기 위한 설계기준이 필요하다.
- (2) 정거장 양단환기구의 최적위치 기준 연구
  - 1) 현재는 정거장에서 100m 이내 등으로 막연하게 적용하고 있다.
  - 2) 환기구위치에 따른 정거장 공조 열차풍, 특히 냉방시 영향등을 연구하여 최적의 위치 선정근거를 제시할 필요가 있다.
- (3) push pull 방식의 효과 검토
  - 1) 중앙급기, 양단배기방식(3.2-(2)-4) 방식)과 중앙배기, 양단자연(또는 비상fan) 방식 (3.2-(2)-2) 또는 3) 방식)의 장 단점을 비교 분석한다.
- (4) 환기구의 적정 높이 등에 관한 연구
  - 1) 환기 효과, 토목공사비, 주민민원, 교통장애 등을 고려한 적정한 기준을 설정한다.
- (5) 터널송풍기 소음감소에 대한 연구
  - 1) 지상 환기구에서의 소음 저감 대책과 동시에 승강장에서의 소음 저감대책이 필요하다.

### 7.2 정거장 환기 분야

- (1) 승강장 공조 방식 연구
  - 1) 공기유막의 효과에 대한 연구
  - ① 급기방식(수직, 수직+수평), 급기종별

(외기, 냉각공기), 급기풍량( $m^3/hr \cdot m$ )에 대한 조사연구가 필요하다.

### 2) 승강장 배기 방식 연구 검토

- ① 하부배기, 상부배기, 상,하부배기에 대한 장단점, 시공성, 효율 등을 비교 분석한다.
- (2) 지하철 실내의 공기질에 대한 연구
  - 1) 지하철내 분진 발생량, 제거량, 잔류량 등 분진정산(Dust balance)에 대하여 연구한다.
  - 2) 지하철 공기 여과 방식에 대하여 연구한다.
  - 3) 부유분진, 소음 등의 기준에 관하여 연구한다.
- (3) 지하철 열차풍에 대한 연구
  - 열차풍의 해석과 열차풍의 감소 방안 등을 연구한다.

### 7.3 기 타

- (1) 지하철 제연방식에 대한 연구
  - 1) 정거장 제연
    - ① 정거장 제연 구역 설정 및 제연 풍량 확보에 대하여 연구한다.
    - ② 적정 배연 방식에 대하여 연구한다.
      - 기계배기+자연급기방식, 기계배기+기계급기방식 등을 비교검토한다.
  - 2) 터널제연
    - ① 터널제연 구역 설정 및 제연풍량 확보에 대하여 연구한다.
    - ② 제연 방식 및 제연에 필요한 적정기류속도를 연구한다.
- (2) 환기 가동스케줄에 대한 연구
  - ① 환기 효과를 극대화하는 계절별, 시간대별, 비상시 등의 최적 스케줄을 연구한다.
  - ② 에너지 절약, 장비수명, 유지관리비용 등 경제성을 검토한다.
- (3) 관련자료 연구
  - ① Subway Environmental Design Handbook 내용의 국내 지하철 적용성을 연구한다.
  - ② 각국 지하철 환기관련 연구자료를 수집하여 설계기준 및 적용환기시스템에 대한 체계적 정리가 필요하다.

## 8. 맺음말(유침)

국내 지하철 건설이 여러 도시에서 경쟁적으로 진행되고 운영지하철도 크게 늘어나고 있다. 또한, 20여년이라는 짧지 않은 운영 경험으로 많은 부문에서 풍부한 경험과 지식을 보유하게 되었다. 그러나 어느 부문에서는 미흡한 면도 없지 않다.

공조환기분야는 개통초기부터 모든 정거장에 냉방을 하고, 터널에 강제 환기를 하는 등 외형적으로는 선진 어느 지하철에 비교하여도 손색이 없다. 그러나 질적인 면에서는 연구하고 검토하여야 할 많은 당면 과제가 가로 놓여 있는 것도 사실이다. 건설은 기다리지 않고 자꾸만 진행되고 있다. 공조환기시스템은 기본설계 초기부터 반영하지 않으면 안된다. 여기에 지하철 환기분야 연구가 조속히 시작되어야 할 소이가 있는 것이다.

그러면 누가 무엇을 어떻게 연구하여야 하는가?

우선 현직 지하철 건설 및 운영 주체들인 발주청, 설계사, 시공제작사, 그리고 운영 종사자들이 솔선하여야 한다. 그러나 이들은 나름대로 고심하고 노력은 하고 있으나 곧 한계를 드러내고 만다. 연구가 조직적이지 못하여 지속성이 없고 이론적 뒷받침이 부족하기 때문이다.

아직까지 국내에는 지하철환기에 대한 기관이나 개인의 전문 연구인력이 없는 실정이라고 해도

과언이 아닐 것이다. 따라서 전문 연구기관이 조속히 추진되어 조직적으로 연구가 수행되고, 학계와 산업계의 전문가들이 지하철 환기에 대한 연구실적을 쌓아가기를 고대한다.

우선 외국 선진지하철의 설계기준, 운영실태 등의 자료를 종합적으로 수집 분석하고, 국내 지하철의 공조환기 실태를 정확히 조사 측정하는 것이 급선무라고 생각한다. 그래서, 적용한 시스템이 효율적인지, 설계기준과 얼마나 부합되는지를 파악할 필요가 있다.

준비하고 시작하면 이러한 과제들은 그렇게 힘들거나 달성 요원한 일만은 아닐 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 서울시지하철건설본부, 1990. 8. 서울지하철 5호선 기본설계보고서.
2. United States Department of Transportation, 1976. Subway Environmental Design Handbook Vol.1 Principles and Application, 2nd Edition.
3. ASHRAE Journal, April, 1984. Fire Life Safety in the Subway.
4. ASHRAE HVAC Handbook, 1987. chapter 29. Enclosed Vehicular Facilities.
5. Hong Kong Mass Transit Railway Corporation, 1988. 4. General Information Fact Sheets.