

지하철 환기구 개선 방안에 관한 연구

A Study on Subway ventilation improve a program

최 성 호†
Sung-ho Choi

최 순 기*
Soon-gi Choi

손영진**
Young-Jin Son

ABSTRACT

This paper is how to improve contaminated air by the pollutant from vehicles through ventilators and entrance at the underground station. We are looking for the environment management to take care of customers. There is two ventilation systems. One is natural ventilation system, the other is forced ventilation system. Usually, subway ventilators were installed low on the sidewalk. There are lots of craps on the ventilators, so these things interrupt influx of outside air. But the gas from the vehicles comes into the station through entrance. There is lots of noise while ventilations run. So we install the supply air vents away from the road for the customers. If it's difficult, we cover around the ventilator with clear plastic plates more than 2M heights.

We also install silencer on the ventilators. We install the air curtains on the entrances to prevent dust from outside. Seoul Metropolitan has a plan to make 60M deep underground road. To improve underground road air quality, ventilators should be installed that consider the above information.

1. 서론

지하철 환기구는 외부의 신선한 공기를 유입, 역사 내부로 공급하거나, 터널 및 역사내 오염된 공기를 외부로 내보내는 역할을 하고 있으며, 환기방식은 열차 주행시 열차 전후의 압력차에 의해 발생하는 피스톤(Piston) 효과에 의한 기류를 이용하는 자연환기 방식과 기계 송풍기를 이용한 강제 환기 방식으로 구성되어 있다. 이러한 환기구중 일부는 인도에 낮게 설치(1m 20 이하가 56.9%)되어 있다.

외부 도로변 자동차 배기가스 등에서 배출되는 이산화질소가 지하역사 환기구 등을 통하여 유입되어 다소 높게(0.075ppm) 나타나고 있으며, 외부 도로변 강제 환기구중 환기 송풍기 가동으로 인한 소음 발생으로 인근 주민들에게 민원이 유발되고 있는 점으로 파악되었다.

또한, 일부 역사중 급기 환기구 옆 가까이 심어져 있는 가로수 중 잎이 넓은 플라타너스 나무(약 길이 15m, 폭 10m, 잎 직경 150mm)에서 낙엽이 많이 떨어져 환기구 그레이팅부를 막아 환기가 원활하지 못한점과, 일부 역사중 외부 도로변 자동차 배기가스 등에서 배출되는 이산화질소가 지하역사 환기구 등을 통하여 유입되 것으로 나타난점,

† 최성호, 서울산업대학교, 철도차량공학과 학생
E-mail : a9351089@hanmail.net
TEL : (02)6110-5436 FAX : (02)6110-5699

* 최순기 서울메트로 환경팀

** 정희원 손영진 서울산업대학교 자동차공학과 교수

이처럼 지상의 공기질이 좋지 않은 경우 환기구의 구조, 위치, 주변의 여건에 따라서 지하역사의 공기질도 악화 될 우려가 있는 것으로 사료되어, 지상 환기구가 지하역사의 공기질에 미치는 영향을 조사하고 파악하여 지하공간 공기질의 실질적인 개선방안을 찾는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 2003이후 지하역사 환기방식을 연구한 논문을 분석하여 지상의 공기질이 지하공간에 미치는 환기구 높이와 거리, 지상의 도로 교통량, 주변여건 등의 다양한 인자에 대한 오염 기여도를 분석하고, 오염된 지상 공기에 의한 지하역사의 공기질 오염을 방지하기 위한 다양한 개선사례 등을 분석하여 지하역사의 공기질을 실질적으로 개선할 수 있는 대안을 제시하고자 하였다.

2. 연구 방법 및 개요

2-1 개요

2003.7 월부터 2009. 12월까지 지하철 운행구간의 환기구 및 환기방식을 연구한 논문을 토대로 분석하였으며, 해당 논문별 분석방법은 아래와 같다

2-1-1 도로(지상)와 지하역사의 공기중 미세먼지 상관관계 분석 및 대응방안 연구 (한국철도기술연구원, 2009. 12)

2-1-1-1 연구내용

수도권에 위치한 지하역사를 대상으로 미세먼지 농도(PM-10) 측정은 광산란방식의 휴대용 미세먼지 측정기(Sibata, LD-3B)를 사용하였으며, 광산란 방식 측정장비의 신뢰성 확보를 위하여 25역을 대상으로 중량법으로 측정된 측정치를 보정하기 위하여 mini volume air sampler를 동시에 활용하였다. 선정된 역사에 대하여 급기구 높이를 1m, 2m, 3m로 변경 시키면서 외기, 승강장, 대합실의 미세먼지 농도를 LD-3B를 이용하여 2009.11 ~ 12월 까지 연속하여 측정하였다.

2-1-2 2007년도 서울시 산학연 협력사업 기술기반 구축사업 1단계 사업 최종 보고서, 2차년도(건국대학교 김조천, 2009. 10)

2-1-2-1 연구내용

지하역사 및 터널을 대상으로 미세먼지 발생원 및 위해성 관리방안을 연구 하였으며, 미세먼지 농도(PM-10) 측정은 mini volume air sampler, Cyclone, B-ray를 이용하여 약 20시간 동안 연속으로 측정하였다. 선정역사는 2호선 A역사로 A역사는 역사 출입구의 인도측이 모두 주변 건물에 의해서 둘러싸여 있고, 급기 배기를 위한 환기구 위치는 도로의 중앙에 위치하고 있어 자동차에 의해서 발생하는 미세먼지에 많은 영향을 받고 있으며, 외기 미세먼지 농도는 역사 내 미세먼지 농도에도 많은 영향을 끼치는 것으로 판단되었다.

2-1-3 지하공기오염 저감방안에 관한 연구<서울시정개발연구원, 2003. 7>

2-1-3-1 연구내용

지하역사 및 외부 터널구간에서 미세먼지 오염 수준을 측정 평가 하였으며 미세먼지 농도(PM-10) 측정은 미국 Aimetric mini volume portable sampler를 이용하여 24시간 연속 측정 하였다 환기탑의 적정높이 및 설치방법으로는 J실역과 S역을 대상으로 환기구 높이 조정을 가정하고 환기구 유입 가능 미세먼지 오염 수준을 측정하였다.

3. 고찰

3-1 지하철 환기구 현황 및 구조

지하철 환기구는 30cm 미만 132개소(13.8%), 30cm~120cm 478개소(50.1%), 120cm 이상 345개소(36.1%) 등의 다양한 높이 수준을 보이고 있으며, 환경개선을 위하여 환기구 인상 등을 하고 있으나 주변 상인의 반발로 실행에 어려움이 있다.

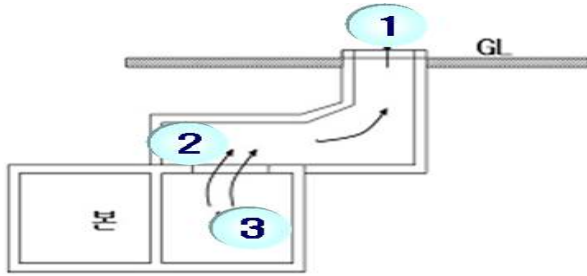


그림 1 자연환기구 단면도

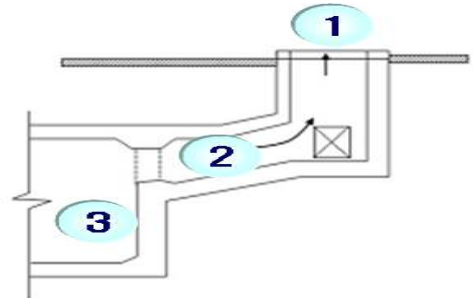
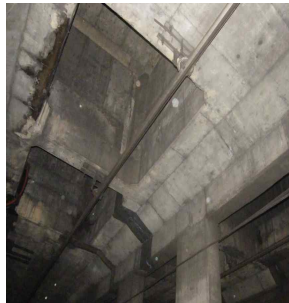


그림 2 강제환기구 단면도



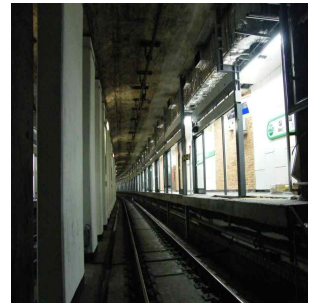
① 지상 환기구 모습



② 강제 환기구 모습



② 자연 환기구 모습



③ 터널 및 역사 구조

3-2 지상 환기구 및 역사출입구로 유입되는 오염원 분석

3-2-1 역사 위치별 오염물 발생원

구 분	토양 관련	외부 복합	철(Fe) 관련
대합실	20.2%	55.6%	24.2%
승강장	14.4%	29.9%	55.7%
터 널	16.0%	18.6%	65.4%

3-2-2 오염물에 기여하는 주요 요인

외부 유입	자체 발생	오염물질의 확산
<ul style="list-style-type: none"> - 지하철 이용승객 - 지하보도 유동인구 - 자연환기(외부출입구) 	<ul style="list-style-type: none"> - 열차바퀴 - 레일 마모 - 브레이크 마모 - 전력공급선 마모 	<ul style="list-style-type: none"> - 열차풍 - 환기시스템

지하공기 오염 저감방안에 관한 연구(2003.7 서울시정개발연구원)

3-3 논문별 연구 결과

3-3-1 도로(지상)와 지하역사의 공기중 미세먼지 상관관계 분석 및 대응방안 연구(한국철도기술연구원, 2009. 12)


급기구의 높이와 지하역사 미세먼지 농도의 상관관계를 분석한 결과 대합실과 승강장의 경우 급기구의 높이가 1m씩 높아질수록 미세먼지 농도가 약 $5.36\mu\text{g}/\text{m}^3$ 씩 감소하고 승강장의 경우 약 $4.69\mu\text{g}/\text{m}^3$ 씩 감소한 것으로 나타났으며, 급기구가 3m 가량 인상하면 미세먼지 농도는 11% 가량 낮아져 급기구의 높이가 높아질수록 깨끗한 공기가 역사내부로 유입되는 것으로 나타났으며,

3-3-2 2007년도 서울시 산학연 협력사업 기술기반 구축사업 1단계 사업 최종보고서, 2차년도(건국대학교 김조천, 2009. 10)

환기구 높이에 따른 미세먼지의 농도 변화를 파악하기 위하여 환기구로부터 1차 0m, 1m, 2m 높이로 미세먼지 측정기를 설치하여 실험을 수행 하였으며, 그 결과 PM-10이 2m 높이에서 약 5%의 개선을 보였음, 또한 1차 3m, 5m, 7m 높이로 미세먼지 측정기를 설치하여 실험을 수행 하였음 그 결과 PM-10이 3m 에서 2%, 5m에서 7%, 7m에서 23% 정도가 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

3-3-3 지하공기오염 저감방안에 관한 연구(서울시정개발연구원, 2003. 7)

환기탑의 적정높이 및 설치방법으로는 D역과 E역을 대상으로 환기구 높이 조정을 가정하고, 환기구 유입 가능 미세먼지의 오염 수준을 환기구 0.5m, 1m, 2m 높이로 측정 한 결과 PM-10이 잠실역인 경우 0.5m를 1m에서 3.4%, 2m에서 6.5% 정도 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

	0~3m	PM-10	PM-2.5	PM-1
	Average removal efficiency(%)	2.11	8.27	5.36
	0~5m			
	Average removal efficiency(%)	6.61	11.87	8.21
	0~7m			
	Average removal efficiency(%)	23.99	13.82	10.02

4. 결론

본 논문에서는 지하철 환기구의 구조적인 문제점을 이해하고 초과 원인과 결과를 분석하여 개선하려고 하였다. 특히, 외기의 영향으로 인한 지하역사의 공기질 기준치(미세먼지, 이산화질소)가 초과 되었을 때 원인조사를 토대로 분석한 결과 급기구 중 인도에 낮게(1.2M이하) 설치된 환기구는 주변상가 등의 민원을 감안하여 투명 유리벽을 2M이상 설치, 환기구를 높여 자동차 배기가스 등에서 배출되는 가스상 물질 등의 유입을 최소화 하는 것과, 급기 환기구 주변 가로수 중 잎이 넓은 나무는 환기구 그레이팅부를

막아 환기가 원활하지 못하여 지하역사 공기질에 영향을 끼치므로 환기구 청소 강화와 침엽수 등과 같은 낙엽이 적은 식재로 수목 변경하도록 개선하고자 하였다. 또한 도로교통량이 많은 역사 등은 대합실에 에어커튼 등을 설치 하여 공조기를 통하지 않은 외기의 유입을 최소화해야 될 것으로 사료된다.

5. 제언

환기구내 송풍기 가동으로 인하여 주변상가, 아파트 등에 소음민원이 발생되어 소음도 저감하고, 나오는 바람도 인도쪽이 아닌 차도측으로 할 수 있는 풍향셀(소음방지)을 설치하면 민원 등을 예방 할 것으로 사료되며, 이에 대하여 완전한 소음저감과 환기정상 가동 방안에 대한 연구 개발이 지속적으로 필요하다. 향후, 서울시가 검토중인 지하 60m 밑에다가 지하도로를 만들 계획일 경우에는 지하도로의 공기질 개선을 위하여 지상부의 환기구는 위 대안 사항을 고려하여 설치해야 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 건국대학교 김조천(2009. 10) 『2007년도 서울시 산학연 협력사업 기술기반 구축사업 1단계 사업 최종보고서』
2. 한국철도기술연구원 연구(2009. 12) 『도로(지상)와 지하역사의 공기중 미세먼지 상관 관계 분석 및 대응방안 연구』
3. 서울시정개발연구원(2003. 7) 『지하공기오염 저감방안에 관한 연구』
4. 소음·진동관련법(2009.7) 『시행규칙 제 20조의 3 별표 8』