

PB9) 집진열차 및 살수차운영에 의한 지하철역 미세먼지 농도 저감효과 분석

Evaluation on the Removal Effect of PM₁₀ and PM_{2.5} by Operating the Dust Collection Train and the Washing Train

김민영 · 김동일 · 조기찬 · 이연수 · 하광태
서울특별시 보건환경연구원 대기부

1. 서 론

서울지하철은 총연장 286.9km에 1일 4226회의 운행회수 그리고 대중교통수단 중 총 34.1%의 최다 수송분담율을 담당하고 있다.

서울시의 도심교통문제 해결 방안으로 시민들에게 대중교통 이용을 적극적으로 권장하고 있으나, 지하철 역사의 환경문제는 답보 상태를 유지하고 있는 것이 현실이다.

지하철내의 먼지문제는 이미 심각한 사회문제로 대두된 지 오래이며 이를 개선하기 위하여 지하철공사와 도시철도공사에서는 환기시스템의 개선, 환기 및 공기정화시설의 설치 그리고 잦은 물청소실시 등을 시행하여 오고 있어 그간 상당한 효과를 이룬 것도 사실이다. 그러나 일단계 저감대책이후에는 더 이상의 뚜렷한 효과 없이 한계에 이른 상태에 있다고 할 수 있다. 이를 타개하기 위해 새벽의 열차운행이 정지되었을 때 70억원 상당의 프랑스제품의 집진열차를 도입 선로 터널에 대한 크리닝작업과 살수차에 의한 세척작업을 계속 실시하고 있다. 이러한 장비와 장치를 이용한 터널청소작업이 과연 얼마만큼의 개선효과가 있는 지를 평가하는 것은 매우 의미 있는 일이라고 생각된다.

2. 연구 방법

양 지하철공사에서는 집진열차와 살수차운행스케줄이 확정되어 있어 저감효과 분석을 위한 별도의 운행병행이 사실상 매우 어렵게 되어 있다. 따라서 양공사의 운행스케줄에 맞추어 효과분석을 위한 측정일정을 조정하여 실시하였다. 집진열차는 1기 지하철공사에만 있으므로 3호선의 압구정역~잠원~강남터미널구간과 매봉~도곡~대치역 구간에 대하여 각각 실시하였다. 살수차운영은 2기 지하철의 도시철도공사에서 실시하고 있으므로 5호선의 광화문~서대문~충정로역 구간과 천호~강동구청~몽촌토성역 구간에 대하여 각각 실시하였다. 해당 지하철역 승강장 내에서 출구측과 중간부분에 각각 1대씩의 PM₁₀을 설치하여 측정하였다. 조사기간은 2003년 7월22일~8월17일까지 약 25일간이며, 열차운행정지시간동안 운영되는 집진 및 살수열차는 통상 1일에 4~5개 역사를 운행하게 되는 바 1일 작업구간중 시작역과 종료역을 제외한 중앙의 3개역사에서 동시에 운영시작 3~4일전부터 측정을 시작하여 운영종료 2~6일 까지 계속 관측하였다.

3. 결과 및 고찰

집진열차가 운행된 3호선의 매봉역, 도곡, 대치역을 대상으로 저감효과 분석을 위하여 측정한 결과는 표1과 같다. 매봉역과 대치역의 PM₁₀ 농도가 유사한 농도수준을 나타내고 도곡역은 상대적으로 낮게 나타났다. 이를 근거로 분산분석을 실시하였는 바 그 결과는 표2와 같다. 측정지점 사이에 뚜렷한 유의차를 나타내는 것은 당연한 결과로 보이며 집진열차의 운영전, 운영당일 그리고 운영후 등의 측정시점 간에도 1%유의수준에서 차이가 있음을 확인하였다. 따라서 집진열차의 운영으로 미세먼지 PM₁₀ 농도는 운영당일에는 분명한 저감효과가 있었으나 그 다음날에는 저감효과가 나타나지 않았다. 지하철 5호선의 광화문, 서대문, 충정로역 구간의 살수차 운영에 따른 측정결과는 표3과 같으며 이를 분산처리한 결과는 표4와 같다. 측정일정상 살수차운영전이 2일, 운영후가 5일로 측정회수에 다소 치우친 면이 없지 않으나 역간 농도차는 크지 않았다.

분산분석결과 측정지점에 따른 유의차는 5% 유의수준에서 확인할 수 있었던 반면에 측정시점의 차이에 따른 유의차는 전혀 나타나지 않았다. 이 결과로 보아 집진열차운영과 달리 살수차의 운영은 당일에도 미세먼지의 저감효과는 없는 것으로 밝혀졌다.

표5는 천호, 강동구청, 몽촌토성역에 대한 살수차 운영효과를 평가하기 위하여 실시한 분산처리 결과를 나타낸 것이다.

앞서의 결과와 매우 유사한 패턴을 나타내어 살수차의 운영에 의한 먼지저감효과는 통계적으로 확인되지 않았다.

참 고 문 헌

- 김민영 · 이민환 · 조석주(2004) 지하철역사내의 미세먼지의 변동특성과 동태에 관한 연구, 한국대기환경학회 춘계학술대회 발표예정.
- 김동술 · 김신도 · 김윤신 · 신용배 · 이태정(1994) 서울시 지하철역내 분진 오염원의 정량적 기여도의 결정, 대한환경공학회지, 제16권 3호, 309~319.
- 이명화 · 김종호 · 김신도(1998) 지하철역사내에서 열차의 유출입에 의한 환기특성과악에 관한 연구, 한국대기환경 학회 추계학술대회 발표논문집, 169~170.

Table 1. Evaluation of removal effect by the dust collection train (unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

classification		before operation (7/29 ~ 8/1) n=4	during operation (8/2) n=1	after operation (8/3 ~ 8/4) n=2
Maebong	center	106.1 ± 23.5	95.8	104.2 ± 19.7
	exit	118.6 ± 4.74	119.4	115.1 ± 24.0
Dogok	center	69.3 ± 10.9	49.3	69.0 ± 1.2
	exit	90.9 ± 12.2	67.8	83.2 ± 6.2
Daechi	center	100.4 ± 10.8	92.4	114.8 ± 18.2
	exit	99.3 ± 12.7	87.3	107.1 ± 3.54

Table 2. Evaluation of removal effect by the sprinkler train(the first) (unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

line 5		before operation	during operation	after operation
Gwanghwamun	date	8/5 ~ 8/6 (n=2)	8/7 (n=1)	8/8 ~ 8/12 (n=5)
	center	97 ± 1.84	151.5	143.6 ± 7.2
	exit	98 ± 10.7	144.0	143.7 ± 5.2
Seodaemun	date	8/5 ~ 8/7 (n=3)	8/8 (n=1)	8/9 ~ 8/12 (n=4)
	center	109.1 ± 16.3	117.1	117.4 ± 10.0
	exit	98.0 ± 12.2	101.6	116.9 ± 14.8
Chungjeongno	date	8/5 ~ 8/8 (n=4)	8/9 (n=1)	8/10 ~ 8/12 (n=3)
	center	93.7 ± 11.5	100.7	103.6 ± 3.0
	exit	104.1 ± 11.8	107.5	114.3 ± 3.0

Table 3. Evaluation of removal effect by the sprinkler train(the second)

(unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

line 8		before operation	during operation	after operation
Cheonho	date	8/13 ~ 8/15 (n=3)	8/16 (n=1)	8/17 ~ 8/22 (n=6)
	center	121.5 ± 9.3	—	80.5 ± 4.1
	exit	94.2 ± 5.6	85.2	76.5 ± 4.3
Gangdong-gu office	date	8/13 ~ 8/16 (n=4)	8/17 (n=1)	8/18 ~ 8/22 (n=5)
	center	52.2 ± 10.3	44.8	58.3 ± 8.1
	exit	47.4 ± 16.5	40.7	52.6 ± 7.2
Mongchon -toseong	date	8/13 ~ 8/17 (n=5)	8/18 (n=1)	8/19 ~ 8/22 (n=4)
	center	60.0 ± 14.6	70.7	91.4 ± 20.0
	exit	63.2 ± 16.3	76.7	90.9 ± 21.3

Table 4. Analysis of variance about operating the dust collection train

(unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

factor	d.f	SS	MS	F value
total	17	6299.84		
variety	5	5200.54	1040.108	41.298**
point of time	2	547.45	423.725	16.824**
error	10	251.85	25.185	

** : $p < 0.01$

Table 5. Analysis of variance about operating the sprinkler train(Gwanghwamun~Chungjeongno)

factor	d.f	SS	MS	F value
total	17	5874.54		
variety	5	2461.16	492.232	5.0*
point of time	2	1870.33	935.165	1.99
error	10	1543.01	154.301	

* : $p < 0.05$

Table 6. Analysis of variance about operating the sprinkler train(Cheonho~Mongchontoseong)

factor	d.f	SS	MS	F value
total	14	2255.73		
variety	4	3381.06	845.265	-4.571*
point of time	2	353.734	176.867	-0.956
error	8	-1479.068	-184.883	

* : $p < 0.05$