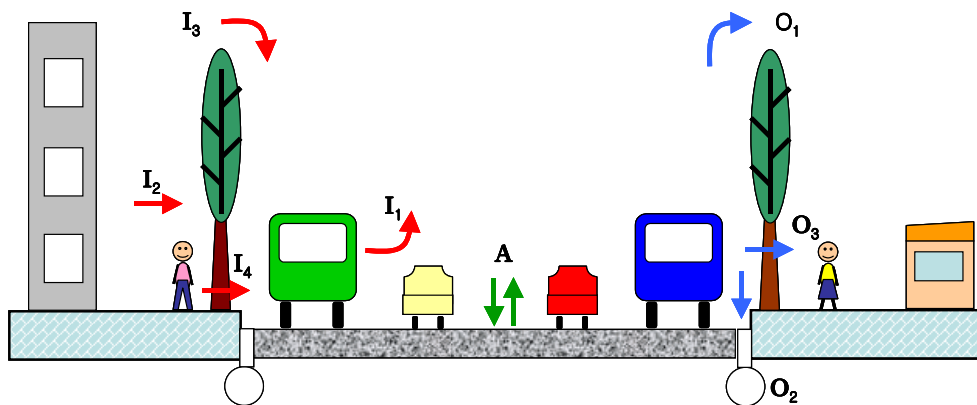


서울시 도로청소 강화 방안

- 1. 도로청소 기능
- 2. 도로청소 실태
- 3. 도로청소 효과
- 4. 도로청소 제약요건
- 5. 서울에 적합한 도로청소 방법

1. 도로청소 기능

- 도로청소는 도시의 청결과 위생을 보장하기 위해 도로 위의 쓰레기와 먼지를 제거하는 것을 말함. 이 과정에서 미세먼지와 같은 건강에 해를 주는 물질도 함께 제거됨.
- 도로 위의 쓰레기와 먼지는 차량, 건물 심지어 공기를 통해 발생하며 도로청소를 하지 않으면 빗물이나 바람에 씻겨 유출되거나 가로수나 사람에게 흡수되는 형태로 제거됨.
- 진공청소 차량과 같은 장비를 이용하는 도로청소는 기계력에 의해 쓰레기만이 아니고 미세한 입자의 먼지도 함께 제거하며, 특히 근래에 강화되고 있는 물청소는 미세먼지의 제거효과가 큼.



- I1: 차량에서 배출
- I2: 건물에서 배출
- I3: 외부에서 공기를 통해 유입
- I4: 외부에서 빗물을 통해 유입
- O1: 공기로 유출
- O2: 빗물에 씻겨 유출
- O3: 나무나 인간이 흡수
- A: 침강, 부상을 반복하면서 도로에 남아있는 먼지(잔류량) = I1~4 - O1~3

[그림 1] 도로에서 쓰레기와 먼지의 이동 모식도

2. 도로청소 실태

- 서울시 각 자치구는 관내 12m 이상의 폭을 가진 도로들을 대상으로 자체적인 도로청소체계를 갖추고 있으며, 일반적으로 진공청소 차량과 물청소 차량을 이용하여 청소를 실시함.
 - 2005년 도로청소의 대상이 되는 폭 12m 이상의 도로는 길이 1,793km, 면적 45.3km²에 달함. 따라서 서울시 면적 중 도로청소 구역은 7.5% 정도임.
 - 강남구, 성동구 등의 자치구에서는 12m 이하의 도로에 대해서도 쓰레기청소 또는 물청소를 실시하는 등 도로청소구역이 점차 확대되는 추세임.



진공청소 차량



물청소 차량

[그림 2] 대표적인 도로청소장비

- 하루 두 번 청소를 하는 자치구가 있는 반면에 하루에 한번도 못하는 자치구가 있는 등 장비, 인력, 청소용수의 확보 여건에 따라 도로청소 서비스가 차등적으로 제공되는 문제가 있음.
 - 진공청소의 경우 대부분의 자치구가 양쪽 측구와 중앙선을 매일 청소하고 있으나 일부 자치구는 양쪽 측구도 제대로 청소하지 못하는 경우도 있음. 매일 도로전면을 1회 이상 청소하는 자치구는 없음.
 - 물청소의 경우도 양쪽 측구에 물을 매일 뿌려주는 자치구는 16개소이며, 중앙선 양측까지 매일 뿌려주는 자치구는 4개소에 불과함. 매일 청소구역은 대상면적의 약 40% 수준임.
 - 물청소를 할 때 살수량은 1km²당 100~400톤으로서 자치구별로 큰 차이를 보임. 1km²당 120톤을 기본살수량이라 할 경우 2배 이상의 물을 뿌리는 자치구는 9개소에 불과함.
 - 외국의 경우에도 도시마다 다른 도로청소방법을 채택하고 있으나 하나의 도시 내에서는 동일한 기준과 효과를 달성할 수 있도록 청소방법을 표준화하고 있음.

3. 도로청소 효과

- 진공청소는 미세먼지에서 쓰레기에 이르기까지 다양한 크기의 이물질 제거하며 물청소과정에서 주로 200 μm 이하의 입자들이 물과 함께 빗물받이로 유출되므로 미세먼지도 함께 제거됨.
 - 물을 뿌리면서 쓰레기와 먼지를 빨아들이는 진공청소방식에서 제거된 토사의 0.5% 정도는 미세먼지 크기인 직경 10 μm 이하에 해당되며, 2005년에 진공청소로 제거된 미세먼지의 양은 약 66톤임. 이들에 한번 전면청소를 할 경우 130톤의 미세먼지가 제거될 것으로 추정하고 있음.
 - 물청소로 제거되는 입자 중 1~2%는 직경 10 μm 이하의 크기들이며 2005년에 물청소로 제거된 미세먼지의 양은 약 40톤이나 1일 전면 2회로 청소구역을 늘리고 살수량도 늘리면 406톤 정도를 제거할 수 있을 것으로 보임.
 - 자동차의 연료연소과정에서 3,850톤, 타이어 마모에 의해 3,304톤 등 자동차에 기인하여 연간 7,154톤의 미세먼지가 발생하는데, 도로청소에 의해 제거되는 양은 2005년의 경우 1.9% 정도이나, 청소를 강화하면 8% 정도 제거할 수 있을 것으로 보임.
 - 특히 우리나라는 연간 100일 정도 비가 내리고 50일 정도는 강도 10mm 이상의 많은 비가 내린다는 점과 도로청소는 비가 오지 않는 날에 시행되는 점을 감안하면 도로청소의 체감효과는 실제로 더 크다고 할 수 있음.
- 해빙기나 갈수기에 도로나 하수관로에 쌓인 이물질이 갑자기 하천으로 유입하거나, 하천바닥에 쌓인 이물질이 뒤집히면 아가미 폐색, 산소고갈 등에 의해 물고기의 떼죽음 사건이 종종 발생하는데 도로청소는 이를 예방하는 기능이 있음.
 - 진공청소에서 제거된 이물질은 4.4%가 유기물이고 1kg당 8.9~9.2mg의 총질소, 0.301~0.379mg의 총인 등 영양염류를 포함하고 있으며 기타 납, 아연 등의 중금속도 많이 함유하고 있음.
 - 물청소에 의해 빗물받이로 씻겨가는 물속에도 COD가 50ppm 이상, 총질소가 4ppm 이상 포함되는 등 수질오염물질을 함유하고 있음.
 - 2005년의 청소실적을 기준으로 분석해 보면 도로청소에 의해 제거된 COD량은 중랑하수처리장 유기초과유입수 COD량의 49%에 해당하며 도로청소를 강화하면 153%로 증가할 전망이다.
 - 결국 도로청소는 매일 도로에 쌓이는 오염물질의 일부를 하수도로 유출시킴으로써 강우시에 급속한 하천부하나 하수처리장에 대한 부하를 균등화하는 역할을 수행한다고 봄.

4. 도로청소의 제약요건과 해결방안

- 진공청소와 물청소는 서로의 기능이 달라서 어느 하나만으로는 도로청소업무를 성공적으로 완수하기 어려움.
 - 진공청소는 모든 이물질의 제거효과가 있으나 특히 쓰레기, 토사, 낙엽 등의 제거에 효율적인 청소임. 따라서 진공청소장비는 쓰레기와 토사가 자연스럽게 물리는 차도의 중앙과 측구 측의 청소를 주로 담당하게 함.
 - 물청소 차량은 주로 직경 60 μ m이하의 작은 입자의 제거에 효과적이므로 도로전면의 청소를 담당하게 함.

- 교통체증에 의해 주간 청소가 방해받고 낮시간에는 바람이 많이 불어 미세입자의 제거에 불리한 여건이 형성되므로 주간 청소를 피하는 방향으로 청소시간의 설정이 필요함.
 - 교통소통은 자정부터 다음날 아침 7시 사이에 원활하고 풍속은 21시부터 다음날 아침 7시 정도가 낮으므로 이 시간이 청소에 적합함.
 - 지역의 중심지역 또는 중심도로의 측구는 낮시간에도 추가청소 또는 보완청소가 필요함. 결국 1일 2회의 청소가 실시되어야 함.

- 모든 도로면을 대상으로 충분한 양의 물을 뿌리기 위해서는 필요한 용수를 도로 곳곳에서 확보할 수 있어야 하며 그래야만 청소효과를 높이고, 청소소요되는 인력과 장비를 줄일 수 있음.
 - 지하철 용출수, 개발지하수, 하수처리장 고도처리수 등을 도로청소용수로 활용하고 있으나 그 수가 47개소에 불과하고 수질이 좋지 못한 곳도 많으며 청소시간보다 물의 운반시간이 더 많이 소요됨.
 - 장기적으로 하수처리장 고도처리수, 중수도 처리수 등을 활용할 수 있겠으나 당장은 소화전을 이용하여 상수를 청소용수로 활용하는 것이 가장 손쉬운 방법임. 약 900개소의 급수전을 고르게 활용하면 반경 1km이내에서 용수확보가 가능함.

- 겨울철의 결빙에 의한 사고 발생, 물분사 장치의 결빙에 따른 작동 불능 등을 막기 위해서는 겨울철에 적합한 청소방법의 선택과 장비의 활용이 필요함.
 - 영상 5 $^{\circ}$ C이상의 기온에서만 도로물청소를 실시하고 그 조건에서도 응달 등 결빙이 가능한 구간의 물살포에 유의해야 함.

- 진공청소의 경우도 결빙에 유의하되 진공청소는 쓰레기와 토사 등의 제거가 주목적이므로 살수를 최소화는 조건에서 영상 5℃미만의 기상에서도 청소를 수행하도록 노력함.
- 물튀김에 의한 주민들의 불만, 불법 주정차에 의한 청소 방해 등의 문제를 해결하기 위해 구청장과 주민의 책무, 청소기준, 불법주정차 대응방안 등을 조례로 정함.
- 청소구역이 늘어나거나 청소가 강화되면 필요한 장비, 인력, 용수량 등이 늘어나 자치구의 재정에 큰 부담으로 작용할 수 있으므로 서울시와 자치구의 적절한 역할분담이 필요함.

5. 서울에 적합한 도로청소 방법

- 공통기준
 - 12m 이상의 차량도로와 그에 부속된 인도는 기계장비와 인력을 이용하여 쓰레기와 입자 상물질을 청소함.
 - 물을 살포할 수 있는 장비나 차량을 이용하여 미세먼지와 작은 입자 등을 제거함으로써 시민의 건강도 배려함.
 - 인력은 사고잔재물이나 불법투기물의 수거와 같은 경우에만 차도진입을 허용하고 주로 인도, 화단 등의 청소에 투입하여 안전사고를 미연에 방지함.
 - 진공청소와 물청소는 1일 2회 실시하며 구체적인 청소지침을 준수하도록 함.
 - 장마철과 같이 장기간 많은 강우가 있는 시기에는 브러시 장착장비를 가동하여 노면의 찌든 때를 제거함.
 - 고정식 살수장치는 먼저 시범시설을 설치·운영하여 효용성을 검토해보고 효과가 확인되면 확대 설치하도록 함.
 - 장기적으로 인도와 부속 시설물 그리고 이면도로에 대해서도 적절한 수준의 물청소를 도입함.
- 진공청소 기준
 - 1회 청소는 차량통행이 원활하고 기상이 안정된 시간인 전일 23:00~당일 6:00시에 중앙선측과 측구측만을 대상으로 실시함.
 - 2회 청소는 상가 및 오피스 밀집지역, 전철역사 주위 등 중심지역과 1회 청소에서 불법 주정차 차량에 의해 청소하지 못한 도로면을 대상으로 당일 09:00~13:00시에 주로 측구측을 대상으로 실시함.

- 물청소와 공조작업을 할 때는 진공청소차량이 선행하고 물청소차량이 뒤따르는 대형을 유지하여 각 장비의 성능이 충분히 발휘되도록 함.
- 적절한 양의 물을 분무하여 청소과정에서 먼지의 비산을 최소화함.
- 많은 비가 내린 다음날, 영상 5°C미만의 기온, 도로의 결빙이나 제설시, 일요일 및 법정 공휴일에는 청소를 생략하거나 청소방법을 변경함.

○ 물청소 기준

- 1회 청소는 차량통행이 원활하고 기상이 안정된 전일 23:00~당일 6:00시에 모든 도로면을 대상으로 실시하며, 측면분사장치의 적극 활용으로 청소누락구간을 최소화함.
- 2회 청소는 상가 및 오피스 밀집지역, 전철역사 주위 등 중심지역과 1회 청소에서 불법 주정차 차량에 의한 청소누락면을 대상으로 당일 09:00~13:00시에 측구만 청소함.
- 미세먼지 제거를 위해 단순살수방식에서는 1km²당 480m³(또는 3.5m의 차폭으로 살수하는 경우 용수 1톤당 600m의 도로 길이에 해당) 이상을 살수함. 살수회수차량에서는 이보다 적은 양의 살수도 가능함.
- 여러 대의 차량으로 공동청소할 때는 중앙선 측의 차량이 선두, 측구 측 차량이 후미 대형을 유지하여 도로구배를 따라 물이 잘 흐르도록 하고, 차량 간에 충분한 공간을 두어 교통흐름의 방해를 최소화함.
- 청소용수는 하천수질환경기준 상의 상수원수 2급에 해당하는 물 등 깨끗한 물을 사용하고 특히 부유물을 배제하여 노즐의 폐쇄와 같은 부작용을 억제함.
- 많은 비가 내린 다음날, 5°C미만의 기온, 도로의 결빙이나 제설시, 일요일 및 법정 공휴일에는 물청소를 생략하거나 청소방법을 변경함.

○ 필수 청소 요소

- 용수량: 1일 27,775톤, 연간 833만톤 필요
- 급수시설: 소화전 등을 활용하여 약 900개소의 급수점을 확보하면 반경 1km이내에서 용수 확보 가능
- 청소차량: 진공청소차량은 부족하지 않고 물청소 차량은 100여대(16톤 기준이며 소형일 때는 그만큼 대수 증가) 추가 확보 필요
- 조례 보완: 도로청소에 대한 구청장의 책무, 청소구역·청소회수·청소시간 등의 지역별 구체적 청소방법, 주차금지·공동청소 등의 주민의 협조사항, 주차 빈발지역에 주차금지 표지판 부착 등

○ 서울시와 자치구의 역할분담

- 차량구매에 180억원, 인건비 연간 41억원, 차량유지비 연간 60억원, 기타 용수비 등 막대한 비용이 소요됨.
- 장비 확보 및 유지비, 용수확보비용은 서울시가 지원하고 인건비 등 나머지 비용은 자치구가 담당하는 등 서울시와 자치구의 역할분담이 필요함.

<표 1> 서울시와 자치구의 도로청소 역할 분담

서울시	자치구
<ul style="list-style-type: none"> - 물청소 차량 구입비 - 진공청소차량의 메인브러쉬 교체비 - 물청소차량의 브러쉬 부착 및 교체비 - 지하수 개발, 지하철 지하수 양수시설 설치비 - 소화용수를 사용하는 자치구의 사용료 (전기료, 모터, 개발비 등 제외) - 장비 및 청소방법 개발 - 조례준칙 마련 	<ul style="list-style-type: none"> - 도로청소 수행 - 장비 형식 선택 - 운전원 인건비 - 여타 차량 유지비 - 지하수 이용시의 전기료 및 유지관리비 - 조례 정비 - 주차금지 표지판 설치 - 주차 및 주민 계도

○ 기존 청소방법과 차이점

구분	기존체계(2005년)	제안 방법
청소구역	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 길이 : 1,793km ◦ 면적 : 45.3km² 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 길이 : 1,793km ◦ 면적 : 45.3km²
1일 청소 면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 진공청소 : 11.6km² ◦ 물청소 : 21.3km² 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 진공청소 : 16.5km² ◦ 물청소 : 57.9km²
1일 청소 회수 및 시간	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1회(주간) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2회(야간, 주간)
살수량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 94톤/m² 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 480톤/m²
청소차량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 진공청소 : 133대 ◦ 물청소 : 126대 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 진공청소 : 102대 ◦ 물청소 : 137대
오염물 제거효과	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세먼지 : 1.5%(자동차유래분의) ◦ COD: 49%(중량하수시설 초과분의) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세먼지 : 5.2%(자동차유래분의) ◦ COD :118%(중량하수시설 초과분의)
급수전	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 47개소 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 897개소
청소용수원	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지하철역사 지하수, 지하수 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지하철역사 지하수, 지하수 ◦ 필요하면 하수고도처리수, 상수
비오는날 청소	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 청소중단 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 브러쉬를 이용한 묵은 때 청소

유기영 | 서울시정개발연구원 연구위원
02-2149-1157
keeyy@sdi.re.kr