

# 지하철 집진 시스템의 현황에 관한 고찰

조            율            연  
 서울도시철도공사  
 설비부 / 부장

## 1. 서론

'96년말 5호선 52.1km 51개역이 완전개통 되므로써 이제 서울지하철은 74년 1호선 9개역 개통이후 1~5호선이 완전 개통되고 7, 8호선이 부분개통되어 모두 219.1km 199개역의 지하철망을 갖추게 되었다. 국철 과천, 분당, 일산선의 52km 28개역이 지하철과 연계 운행되고 있다.

하루 지하철 이용객은 480만명으로 수송분담율이 34%대로 향상되었다. '98년까지 완공예정인 6,7,8호선 잔여구간 66km와 설계중인 9~12호선 120km가 개통되는 2010년에는 수송분담율이 70%대로 향상되어 서울의 중추적인 대중교통수단의 기능을 하게 된다.

부산은 운영중인 1호선 32km와 건설 또는 계획중인 것을 포함 179.5km의 노선망을 이루게 되고, 대구 152.1km, 인천 94.3km, 광주 102.5km, 및 대전 102.3km의 지하철망중 각각 일부를 건설하고 있어 머지않아 6개 도시 모두가 지하철 시대를 맞게 되어, 날로 심각해지는 지상교통의 해결책으로써 역할이 기대되고 있다.

지하철의 이용률이 급증함에 따라 시민들이 지하철내의 환경에 대한 관심이 높아지고 공기 오염 및 건강상 미치는 영향에 대하여 민감한 반응을 보이고 있다.

운행중인 지하철의 공기오염도에 대하여 조사한 바에 따르면 지하철 역사 내에서 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO 등의 가스상 물질과 부유분진, 포름알데히드, 라돈, 석면등이 검출되고 있으나 부유분진을 제외한 다른성분들은 권고기준치 이하의 미량으로 보고되어 큰 문제가 없을 것이다. 다만 부유분진은 권고기준치를 상회하는 경우가 많아 지하철공기 오염의 대명사로 거론되고 있다.

따라서 이 글에서는 부유분진을 제어하는 여러요인중에서 주요기능을 담당하고있는 지하철 집진장치의 설치현황, 문제점 및 향후 거론되고 있는 또다른 집진 방식 등에 대하여 논하고자 한다.

## 2. 지하철내의 환기 현황

### 2.1 환기일반

지하철의 밀폐된 공간은 자연환기(Natural Ventilation)와 강제환기(Forced Ventilation) 방식에 의하여 환기가 이루어 진다.

터널내에서는 열차운행시의 피스톤효과(Piston Effect)에 의하여 열차운행방향으로 발생하는 기류에 의한 자연환기가 이루어 진다. 즉 열차의 전면에는 정압이 발생하여 터널내의 공기를 외부로 배출하고 후면에는 부압이 발생하여 외기를 터널내로 유입하게 된다. 이러한 배출 또는 유입공기의 통로를 환기구라 하며 환기구에 송풍기를 설치하여 터널내의 공기 유입, 배출을 강제로 하는 것을 강제환기 또는 기계환기라고 한다.

정거장에서는 자연환기가 출입구를 통하여 이루어지며 강제환기는 정거장 환기구를 통하여 이루어 진다. 따라서 정거장내의 환기는 열차운전시 터널 및 출입구를 통하여 실내의 공기가 유출입되는 자연환기와 송풍기에 의하여 외기유입 및 실내공기가 배출되는 강제환기가 복합적으로 이루어진다.

일반적으로 대합실은 실내공기 재순환 방식의 공조방식을 적용하고 승강장은 전외기 방식을 적용한다. 그림 1은 터널환기방식을, 그림2는 터널환기실의 개념도를, 그림 3은 정거장 공조환기설비 계통도를 나타낸 것이다.

## 2.2 지하철환기기준과 현황

공기오염물질의 관리기준은 대기환경보전법, 산업안전보건법, 공중위생법, 건축법 등에서 각각 대기, 작업장, 공중시설, 건물실내 등에 대하여 그 기준을 규정하고 있다. 지하공간의 경우는 최근까지 법으로 정하여지지 않고 환경부에서 국내실정과 여타기준 등을 감안하여 지하공간 환경기준 권고치(표 1)를 설정하여 시행하여 오던중, '96.12.30일자로 지하역사 및 지하도상가를 대상으로하는 지하생활공간 공기질관리법을 제정 공포하게 되었다. 부칙 조항으로 법 공포후 1년이 경과한 날로 부터 시행하도록 하였으며 현재 시행령을 입안중으로 지하공기질기준은 환경부령으로 정하도록 되어 있다. 법안 제정 이유와 골자는 표 2와 같다.

사실 지하철 역사내의 공기질 기준을 법령으로 규제하는 것은 대단히 어려운 일이라고 생각한다. 앞에서 거론한 바와 같이 지하철의 환기가 외부공기에 절대적인 영향을 받고 있어 대기 상태가 지하역 환경에 지대한 요인이 되고 있으며 각 국의 각 지하철은 지하철 시스템과 승객혼잡도 등이 다양하므로 어느 한 나라의 것이 전형이 될 수도 없다.

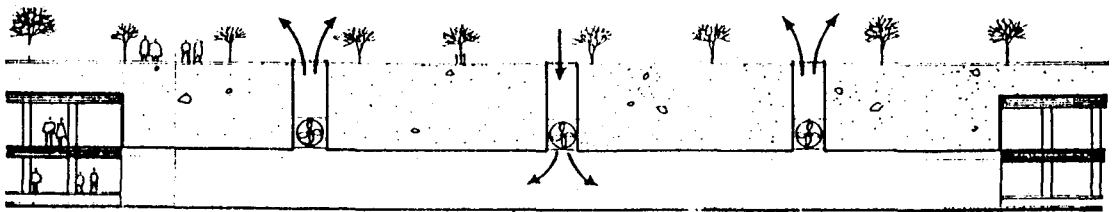


그림 1 터널환기방식

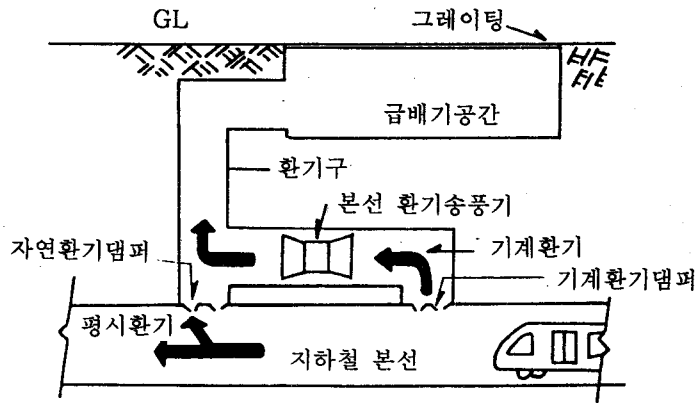


그림 2 터널환기실 개념도(자연환기풍도 부착)

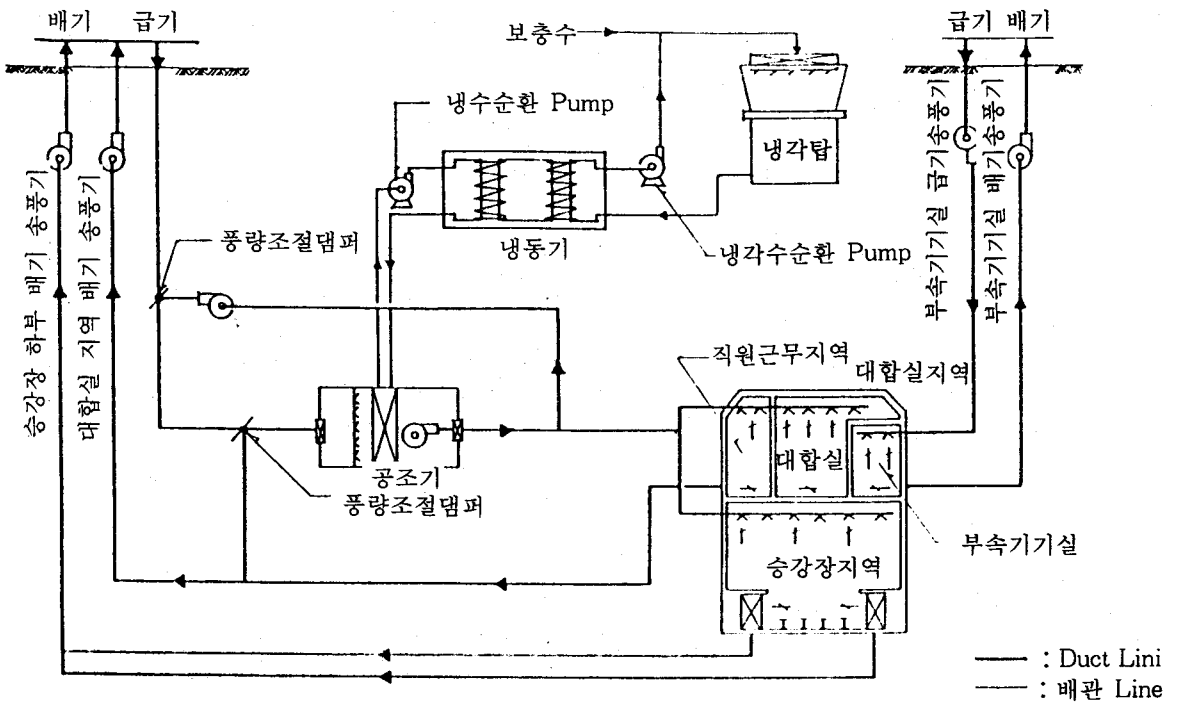


그림 3 정거장 환기 및 공기조화 설비계통도

실제로 필자가 수년전에 각 국 지하철의 공기오염기준 및 실태를 알아보기 위하여 미

국, 일본 등의 우수 지하철에 공문으로 문의한 결과 대부분이 회답을 기피하거나 애매한

내용의 회신뿐이었다.

논자에 따라 지하철이 남녀노소가 이용하는 다중 이용시설이라는 점을 주장하는 측면에서는 지하철 환경기준을 일반건물실내기준(150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 정도를 거론하고 있고, 지하철

이 시속 100km의 고속운행과 도심의 도로하부에 위치하고 있으며, 지하철내 승객체류시간이 평균 1시간 이내인 점등 현실적 여건을 고려하는 측면에서는 현재 권고기준치(300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )도 무리라는 견해를 밝히고 있다.

표 1. 지하공간 환경기준 권고치

구분	항목	환경기준권고치	설정원리	측정방법	현규제법(대상공간)
가 스 및 입 자	SO <sub>2</sub>	지하공간 : 0.15PPM/일 터널 : 0.5PPM/15분	지하공간 : 대기환경기준 고려 터널 : 폭로시간 고려 기준치 완화	환경부 대기오염 공정시험법	대기환경보전법(대기중) 산업안전보건법(사업장내)
	NO <sub>2</sub>	지하공간 : 0.15PPM/시간 터널 : 0.5PPM/15분	지하공간 : 대기환경기준(단기) 터널 : 폭로시간 고려	환경부 대기오염 공정시험법	대기환경보전법(대기중) 산업안전보건법(사업장내)
	CO	지하공간 : 20PPM/8시간	지하공간 : 대기환경기준(단기) 터널 : 일본의 터널설계 기준치 지하주차장 : 노동부 작업장 기준	환경부 대기오염 공정시험법	대기환경보전법(대기중) 공중위생법, 건축법(실내) 산업안전보건법(사업장내)
상 품 질	CO <sub>2</sub>	지하공간 : 1000PPM/8시간 터널 : 2500PPM/15분	지하공간 : 일본실내환경기준 터널 : 미국 ASHRAE의 실내권고치	미국립 산업안전 보건연구소 공정시험법	공중위생법, 건축법(실내) 산업안전보건법(사업장내)
	HCHO	지하공간 : 0.1PPM/일	미국등의 실내환경기준	환경부 환경 대기공정시험법	산업안전보건법(사업장내)
	TSP	지하공간 : 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /일 터널 : 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /일	지하공간 : 대기환경기준(단기) 터널 : 폭로시간 및 현재 오염수준고려	환경부 환경오염 공정시험법	대기환경보전법(대기중) 공중위생법, 건축법(실내) 산업안전보건법(사업장내)

표 2. 지하생활공간 공기질관리법 주요골자

<p>生活空間空氣質管理法 制定理由</p> <p>地下驛舍· 地下道商街등 多數人이 이용하는 地下生活空間에서의 空氣汚染이 環境問題로 擡頭되고 있어, 地下生活空間에서의 空氣質을 體系的· 效率的으로 管理하기 위한 制度的 裝置를 마련하려는 것임.</p> <p>◇ 主要 骨子</p> <p>가. 環境部長官은 地下生活空間의 空氣汚染 物質 測定의 正確과 統一을 기하기 위하여 地下空氣質公定試驗方法을 정하여 告示하도록 함 (法 第4條)</p> <p>나. 地下生活空間의 快適한 環境을 造成하기 위하여 空氣質維持基準을 環境部令으로 定하도록 하고, 각 시·도는 地域 環境의 特殊性을 考慮하여 必要하다고 인정하는 때에는 條例로 보다  엄격한 基準을 정할 수 있도록 함 (法 第5條)</p> <p>다. 地下施設을 設置하는 者는 地下生活空間의 空氣質維持基準을 超過하지 아니하도록 換氣設備 및 空氣淨化設備를 設置하도록 하고, 地下施設을 管理하는 者는 空氣質維持基準을 준수하도록 함 (法 第6條)</p> <p>라. 環境部長官은 地下生活空間의 空氣汚染度가 空氣質維持基準을 超過 하는 때에는 地下施設의 設置者에 對하여  당해 施設 등의  개선·代替 등을 명할 수 있도록 함(法 第7條)</p> <p style="text-align: right;">&lt;법제처 제공&gt;</p>
---

'92년도에 시행한 서울시 지하철내 환경기준설정 및 환경관리방안에 대한 연구(한양대

학교 산업과학 연구소주관, 서울지하철공사 시행)에 따르면 지하 역사내의 실내공기의 부유분진 농도를  $460 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ( $\text{PM}_{10}=300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )으로 할 것을 권고하고 있다. 참고로 지하철역 공기오염도 측정결과는 표 3과 같다.

### 3. 지하철 집진 시스템 현황

#### 3.1 집진장치(Air filter) 일반

실내의 먼지는 외기의 도입이나 침입외기에 실려 들어오게 되는 대기중의 먼지와 실내에서 발생하는 먼지가 있다. 대기중의 먼지는 일반적으로 매우 미세한 입자로 된 경우가 많고 실내에서 발생하는 먼지중 의복등에서 발생하는 섬유질의 것은 입자가 크며 지하철 주요 오염 분진 발생원은 다음과 같은 것이 있다.

##### (1) 구내 발생 오염 물질

- ① 전동차의 왕래시 발생 : 철분, 동분등
- ② 승객으로부터 발생 : 섬유부스러기, 호흡시의  $\text{CO}_2$

##### (2) 외기유입 오염물질

- ① 역출입구 자연유입외기 : 분진,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  등
- ② 송풍기계통의 유입외기 : 분진,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  등

지하철 공조용 집진기는 수 마이크론 정도 이상의 비교적 큰 먼지 입자만 제거할 수 있는 것이면 된다.

집진장치의 성능은 일반적으로 포집효율

(집진효율)로 표시되나 이외에 공기저항이나 분진보지능력으로도 나타낸다. 먼지의 포집효율의 측정법에는 중량법, 비색법(변색도법) 및 계수법의 세가지 종류가 쓰이고 있다.

중량법에서는 큰 입자가 성능을 지배하므로 작은 입자가 포집되지 않아도 효율이 높게 나타나므로 비교적 큰 입자를 대상으로 할 때 사용한다.

비색법(변색도법)은 필터 전후에서 흡입한 공기를 각각 여과지에 통과시켜 그 오염도를 광전관으로 측정하는 것이며 비교적 작은 입자를 대상으로 하는 경우에 쓰인다.

계수법(DOP법, 광산란법)은 고성능 필터의 측정 등에 쓰이며 일정한 크기의 시험입자를 사용하여 먼지의 수를 계측한다.

### 3.2 집진장치의 종류

집진장치는 수십종류에 이르고 있으며 이것들을 집진방식에 의하여 분류하면 다음과 같다.

- ① 정전식 : 먼지의 입자에 정전기를 대전시켜 집진하는 전기집진 방식
- ② 여과식 : 여과 매체에 의해 분진을 여과 제거
- ③ 점착충돌식 : 점착제를 칠한 비교적 성

긴 여과매체에 분진을 충돌시켜서 점착 제거 집진부의 분진제거방식에 따라 다음과 같이 구분할 수 있다.

① 여재 또는 유니트 교환식 : 사용된 여재만을 또는 유니트 자체를 1회 사용후 신제품으로 교체

② 자동재생식 : 여재 또는 집진전극부를 진공흡입 또는 물 기타의 세정제를 사용하여 원상태로 재생하여 연속사용

③ 여재 자동 교체식 : 포집능력이 소진된 여재를 감거나 기타 방식으로 새로운 여재면으로 교체하는 방식으로 여재길이 만큼 연속 사용

④ 정기세정 : 여재 또는 집진전극부를 일정기간 사용후 정지 상태에서 정기적으로 세정

일반적으로 공기조화용으로 사용하고 있는 집진장치의 종류와 성능은 표 4와 같다.

그림 4의 건식 유닛형(평판형)필터는 유리섬유 또는 부직포 등의 여재에 공기를 통과시켜서 먼지를 여과하는 것이며, 일정규격의 유닛을 소요풍량에 따라 다수 조립하여 사용하며 일반적으로 평판형의 것은 비교적 입경이 큰 먼지를 제거하는데 사용한다. 또한 여재를 접어넣기식으로 하여 통과풍속은 적고

표 3. 지하철역 공기오염도 측정결과(측정일시 : '93.9.6 ~ 10.9)

항목 구분	SO <sub>2</sub> PPM/일	TSP μg/m <sup>3</sup>	CO PPM/8시간	NO <sub>2</sub> PPM/시간	Cd μg/m <sup>3</sup>	Cu μg/m <sup>3</sup>	Pb μg/m <sup>3</sup>	Cr μg/m <sup>3</sup>
1호선	0.027	391	3.1	0.061	0.001	1.304	0.412	0.141
2호선	0.028	442	2.8	0.062	0.004	1.555	0.463	0.247
3호선	0.029	347	2.8	0.049	0.003	1.498	0.403	0.162
4호선	0.027	334	3.0	0.070	0.003	1.357	0.432	0.218

효율을 좋게 한 것은 실내의 정화용으로 사용한다. 고성능 필터는 특히 미세한 유리섬유로 이루어지는 두께 약 1mm의 필터소자를 여러겹으로 접은 구조로서 미세한 먼지를 제거하는 것이며, HEPA(High Efficiency Particulate Air) 필터는 0.3 $\mu$ m의 단일 분산입자에 대하여 입자 제거율 99.97% 이상을 보증하여 반도체 등 정밀공장이나 연구소의 클린 룸(ICR), 병원 등의 무균실(Bio Clean, BCR) 및 방사성 물질을 취급하는 시설 등에서 사용한다.

그림 5는 주머니형(자루형)유니트필터이다.

그림 6의 건식롤형(자동권취형) 필터는 유리섬유 또는 부직포의 여재를 조금씩 감아 올려서 장시간 사용하는 것으로, 일반적인 것은 미세한 먼지를 제거하지 못하지만 보수관리가 용이하여 공조용으로 널리 사용되고 있다.

그림 7은 진공흡입식자동재생형의 구조이다. 전기집진기는 먼지의 입자에 정전기를 대

전시켜서 전기적으로 먼지를 포집하는 것이며 그림 8과 같은 종류가 있다.

표 4 공조용 집진장치의 종류

종 류	입자경	먼지농도	포집효율[%] ( )안은 측정법
건식유닛형 필터			
평 판 형 (패널형)	대	중	{ 60~80(중량법) 10~30(비색법)
주머니형	대	소~중	30~95(비색법)
고성능형 (HEPA필터)	소	소	99.97이상(DOP)
건식 롤형 필터	중~대	중~대	{ 50~80(중량법) 10~30(비색법)
점착식 회전형 필터	대	중~대	
전기집진기			
2단하전식	소	소	85~90(비색법)
여재유전식	소	소	70(비색법)

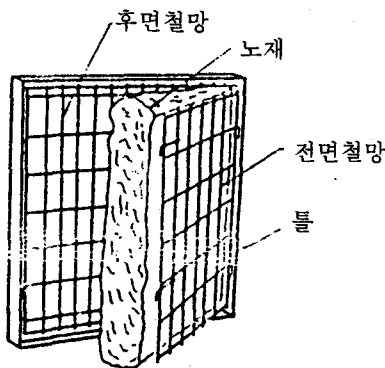


그림 4 여과식 평판형(패널형)의 구조

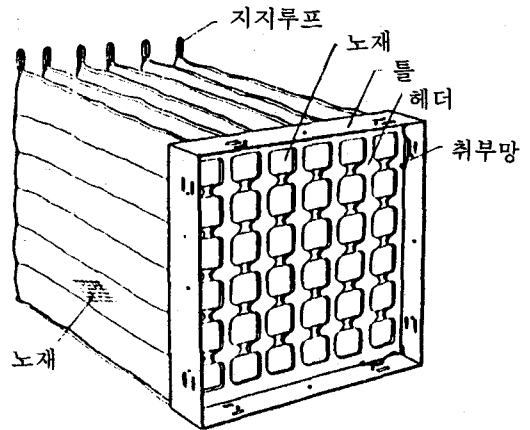


그림 5 여과식 주머니형 유니트필터

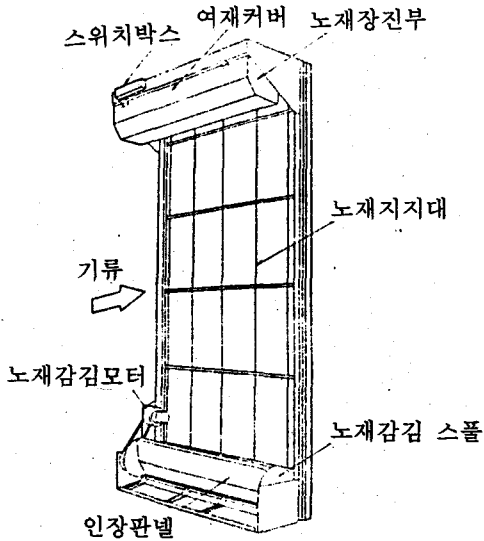


그림 6 여과식 자동권취형의 구조

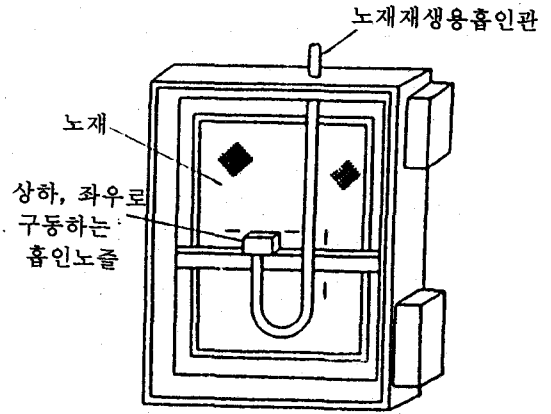


그림 7 여과식 자동재생형의 구조

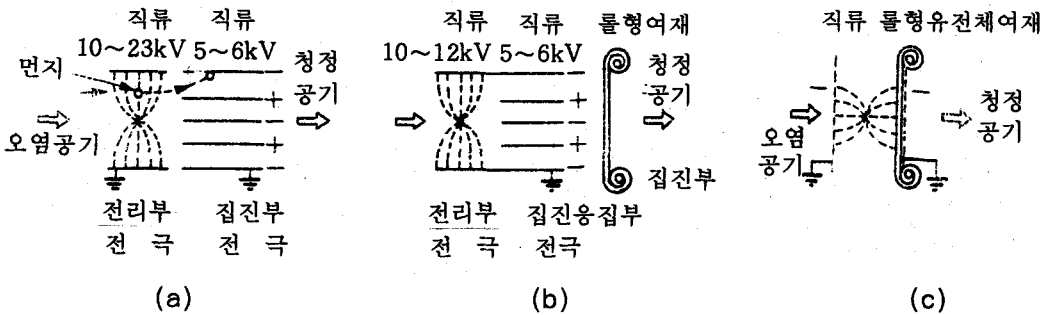


그림 8 전기 집진기

그림 (a)는 전리부(대전부)와 집진부에 2단의 전극이 있는 것으로 전리부에서 먼지에 정전기를 대전시키고 집진부에 부착시켜서 포집한 다음 운전을 정지하고 세정하여 제거한다.

그림 (b)는 집진부에 포집한 먼지가 쌓이게 되면 기류에 의하여 비산하므로 이것을 롤형의 여재에서 포집하여 제거하는 것으로

연속운전이 가능하다. 그림 (c)는 전리부에서 대전된 입자를 전압을 가한 롤형의 유전체 여재에서 포집한다. 전기집진기는 미세한 먼지나 세균을 제거할 수 있고 효율이 높아서 고급건물이나 백화점 등에서 사용한다.

### 3.3 지하철의 집진시스템



현재 국내 지하철에서 사용하고 있는 집진 장치의 종류는 여과식이 대부분으로 패널형, 자동권취형, 진공식 자동재생형등이 있으며 이들 열거순서는 지하철 개통연대별로 채택된 순서와 대체로 일치한다.

### 3.3.1 서울 1기지하철

70년대인 서울 지하철 1,2호선에서는 패널형을 설치하였고, 80년대인 3,4호선에서는 자동권취형을, 90년대인 5~8호선에서는 자동재생형을 채택하고 있다.

74년에 개통된 1호선은 환기시설개량 및 역사냉방공사시에 패널형 집진장치를 전량 자동재생형으로 교체 완료하였다. 94년 이후에 개통된 3호선 7개역과 2호선 3개역에는 자동재생형을 설치하였다.

93년도에 2호선 신촌역에 대전미립자방식의 집진장치가 최초로 시도되었다. 그후 기존 장치들은 대전미립자장치 또는 자동재생형으로 연차 계획에 의거 개량하고 있다. 본 대전미립자장치의 유입측에는 프리필터를 설치하고 있다.

1~4호선의 집진장치 설치현황은 표 5와

표 5. 1~4호선 집진장치 현황

종 별	계	1호선	2호선	3호선	4호선	비 고
계	95역	9	36	29	21	
패널형	20	-	20	-	-	
자동권취형	40	-	-	21	19	
자동재생형	25	9	8	7	1	진공흡입재생
대전미립자형	10	-	8	1	1	

같다.

이상의 1~4호선의 집진장치는 1, 2호선의 것은 대합실용 및 승강장용의 공조기내에만 설치되었고, 3, 4호선의 경우에는 공조기외에 승강장 유막급기용 송풍기에도 설치되었다.

패널형 및 자동권취형의 여재의 교체시기는 도심역사와 외곽역사간에 차이가 있다. 패널형은 2개월, 자동권취형은 6개월 사용후 교체한다. 교체된 여재는 1,2회 정도 세척하여 다시 사용하고 있다.

지하철공사의 주요 시방내용은 다음과 같다.

#### (1) 자동권취형(또는 패널형) 여재

- 품명 및 재질 : 에어필터용 부직포, 합성섬유, 난연성
- 두께 및 직모길이 :  $13 \pm 2\text{mm}$ , 틀인 경우 20m 이상
- 성능 : 말기 압력손실 15mmAq에서 집진효율은 80% 이상, 초기 압력손실은 2.5m/s에서 7.5mmAq 이하
- 시험기준 : ASHRAE Standard 52에 의한 중량법

#### (2) 자동재생형 여재

- 품명 및 재질 : 오토에어필터용 여재, 유모직포, 난연성
- 두께 및 직모길이 :  $10 \pm 2\text{mm}$ , 10mm 이하
- 성능 : 압력손실 15mmAq 이하(2.5m/s시), 집진효율은 80% 이상
- 시험기준
  - 성능 : ASHRAE STANDARD 52에 의한 중량법
  - 인장강도 : KS-K-0520(C.R.E GRAB

법)

- : 길이방향 85Kg, 폭방향 62Kg 이상
- 마모강도 : KS-K-0815(TABER마모)
- 에 의거 마모자 (CS-10)로 마모횟수 1000회 이상 실시하여 60mg 이하

### 3.3.2 서울 제2기 지하철

최근 건설되고 있는 5~8호선에서는 전역사에 진공식 자동재생형 집진장치를 설치하였다. 이 방식을 선정하게 된 것은 여재의 연속 재생사용으로 인한 경제성, 직원 기피업무

대체 및 인력절감, 성능의 연속성에 의한 실내 공기질 개선 등에서 유리한 것으로 판단하였기 때문이다.

설치위치를 그림 9와 같이 급기환기구의 입구에 설치하므로서 역사에 도입되는 전외기를 여과하도록 하여 1기 지하철에서 전기실, 환기실, 물탱크실이나 창고 등에 외기가 여과없이 직접 공급되는 결함을 보완하고 집진장치를 집중 설치하므로서 보수관리를 용이하게 하였다. 실내 공기 재순환방식인 대합실용 공조기에도 자동재생형 집진장치가 설치되었으며 직원근무실용 공조기에는 정압손

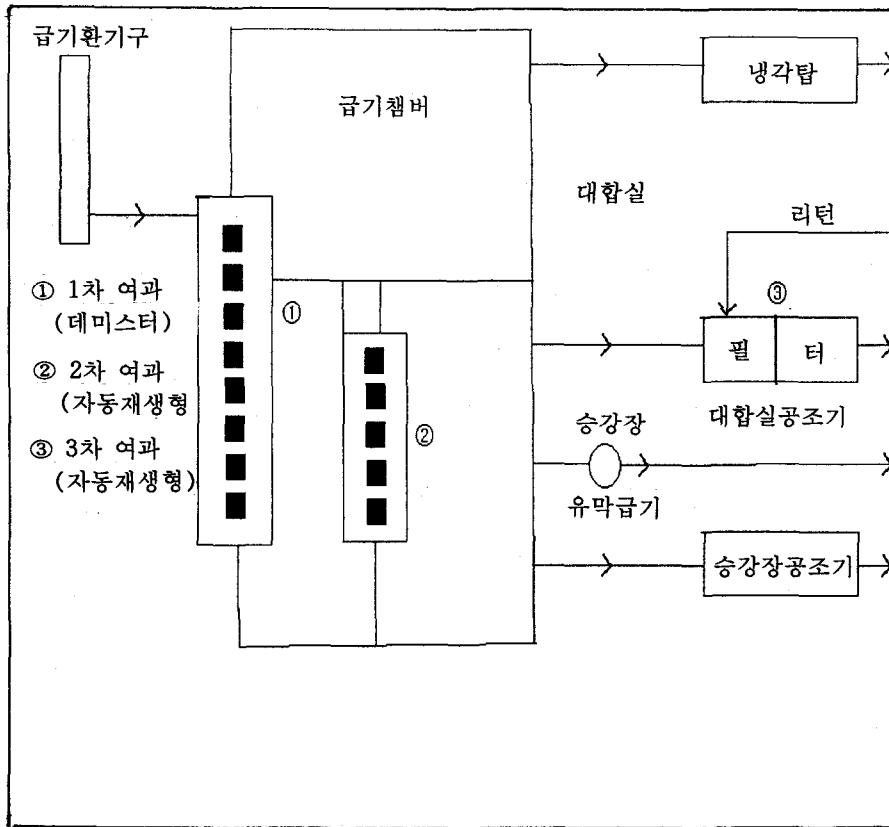


그림 9 2기 지하철 집진장치 설치개념도

실을 고려하여 패널형을 설치하였다. 환기구에 설치한 자동재생형 집진장치의 공기유입부에는 데미스터 또는 조밀한 와이어메쉬를 설치하여 낙엽, 휴지 또는 이물질을 제거하도록 하였다. 진공흡인용 블로워는 각 환기실마다 2대(1대 예비)를 설치하여 배관으로 각 집진장치에 연결하고 타이머에 의해 순차적으로 연동하여 작동하도록 하였다. 흡인된 분진은 싸이클론 및 백필터에 의해 포집되고 주기적으로 압축공기나 자동 또는 수동의 진동장치에 의거 분진통에 수거하게 된다. 2기 지하철 자동재생형 집진장치의 주요사양은 다음과 같다.

(1) 구조

- 공조기내장형 : 대합실용 공조기

- 자립형 : 외기도입 풍도
- 필터 면적 : 풍속 2.5m/s 확보

(2) 여재

- 난연성으로 인장강도가 강하고 반복재생이 가능하며 장기사용에 견딜 수 있는 유도직포
- 통과 풍속 2.5m/s에서 초기 12mmAq, 말기 24mmAq 이하 압력 손실
- 포집 효율은 중량법 50% 이상

(3) 진공장치

- 형식 : 링형 또는 터보형(저속) 블로워
- 대수 및 용량 : 환기실당 5.5~7.5Kw×2대, 5m<sup>3</sup>/min×2500mmAq 이상

표 5. 부산지하철 집진장치 현황

호 선	역사수	지상역	지하역(필터설치역)		필터설치 현황	비 고	
1	34	7	27	9	1차, 판넬형격자필터+2차, 롤필터	-1차, 2차 : 공조기 내부 - 자동재생형필터로 개량중	
				18	자동재생형 필터	공조기 내부	
2	2-1단계	21	2	19	19	자동재생형 필터	"
	2-2단계	18	-	18	8	1차, 자동재생형필터+2차, 자동재생형 필터	-1차 : 환기구 -2차 : 공조기내부
					10	1차, 데미스터+2차, 자동재생형 필터	"
3	기본설계중으로 역사수가 선정되지 않았으며 필터방식도 결정되지 않은 상태임						
특기사항	※ 1역당 공조기 수량 7대 - 역무실 공조기 : 1대 - 대합실 공조기 : 2대 - 승강장 공조기 : 4대						

### 3.3.3 부산등 기타도시

#### (1) 부산 지하철

부산교통공단의 집진장치 설치현황 및 계획은 표 5와 같다.

#### (2) 대구 지하철

환기구에 데미스터 및 자동재생형 필터를 설치한다. 대합실용 공조기에는 프리필터와 미디엄필터를 내장하고 승강장 공조기에는 프리필터만을 설치한다. 프리필터는 STS여재로서 중량법 80% 이상 압력손실 3mmAq 이하의 것으로 하고 미디엄필터는 비색법 85% 이상 압력손실 15mmAq 이하로 사양을 정했다.

#### (3) 인천지하철

급기환기구 입구에 데미스터와 자동재생형을 설치하였다. 대합실용 공조기에는 패널형 필터와 대전 미립자 장치를 설치하고 승강장용 공조기에도 동일하게 설치하였다. 패널형 필터는 PE제품의 무전원 정전식으로 장착된 상태에서 세정이 가능하여 반복 사용할 수 있는 것으로 사양을 정하였다.

#### (4) 대전,광주지하철

서울 2기와 동일한 개념으로 설계하였으나 발주 시공과정에서 일부 변경될 가능성도 있다.

## 4. 최근 지하철 적용 집진장치의 고찰

최근 적용되고 있거나 논의가 되고 있는 집진장치 유형을 기술하고자 한다. 혹 기술내

용이 부적절한 부분이 있다면 양해가 있기를 바란다.

## 4.1 자동재생형

유모직포로 된 특수여재를 이용 포집된 분진을 주기적으로 진공블로워로 흡인 제진하여 재생 시킴으로서 최소 2년 이상의 장기간 여재교체없이 사용하고자 하는 방식이다. 따라서 재생성능을 위하여 여재효율을 낮출 수밖에 없어 높은 청정상태를 기대할 수는 없으나 장기간 일정 수준의 집진성능을 유지할 수 있는 장점이 있다.

해당 지하철의 분진특성을 면밀히 조사한 후 이에 적합한 여재를 선정 적용하여야 할 것이다. 진공흡인 장치도 진공능력이 우수하고 보수유지가 용이한 것을 선정하여야 하고 석선부의 이송장치도 높은 정밀도와 적절한 재질로 설계, 제작, 시공되어야 한다. 장치 전체를 공장제작 조립 시험한 후에 현장에 설치하고 설치한 후에도 장시간 시험 및 조정을 거쳐야 한다. 최근에는 제거된 분진을 건식수거방식 대신에 물에 침전 배출시키는 방식도 가능하다고 한다

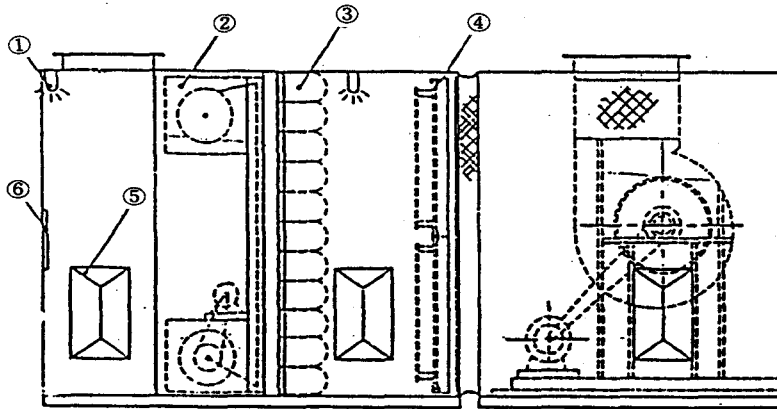
## 4.2 대전 미립자형

DC 고압의 정전하와 AC의 고주파 전하를 분진에 대전시켜 실내기류 이송중 분진간에 충돌, 흡착으로 분진을 뭉치게 하여 송풍기에 의한 외부배출이 용이하게 하고 리턴시에는 공조기 필터에서 쉽게 여과 되도록 하는 대전장치이다. 따라서 이 자체가 집진장치라고 할 수는 없고 단독으로 이용하기 보다는 패

널식 및 자동권취식의 프리필터를 동시에 조합 사용하거나 이중 하나만을 조합하여 사용한다. 초기 투자비의 고가, 안전성, 유지보수 문제와 사용효과에 대하여 계속 검토 되어야 하고 그림 10은 공조기 내장형 구조의 예를 나타낸다.

### 4.3 여재 자동세정형

지금까지 국내 지하철에 적용한 바는 없으나 일부 설계중인 지하철의 관련자들이 검토하고 있는 것으로 알고 소개하고자 한다.



- 범례 -
- ② 롤형 필터
  - ③ Pre Filter
  - ④ 대전미립자 집진장치

그림 10 대전미립자 장치부착 공기조화기

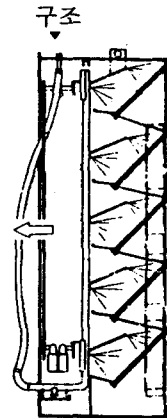
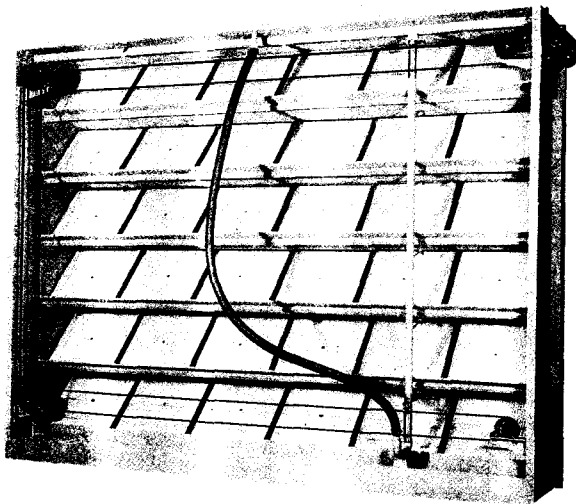


그림 11 여재자동세정형 집진장치

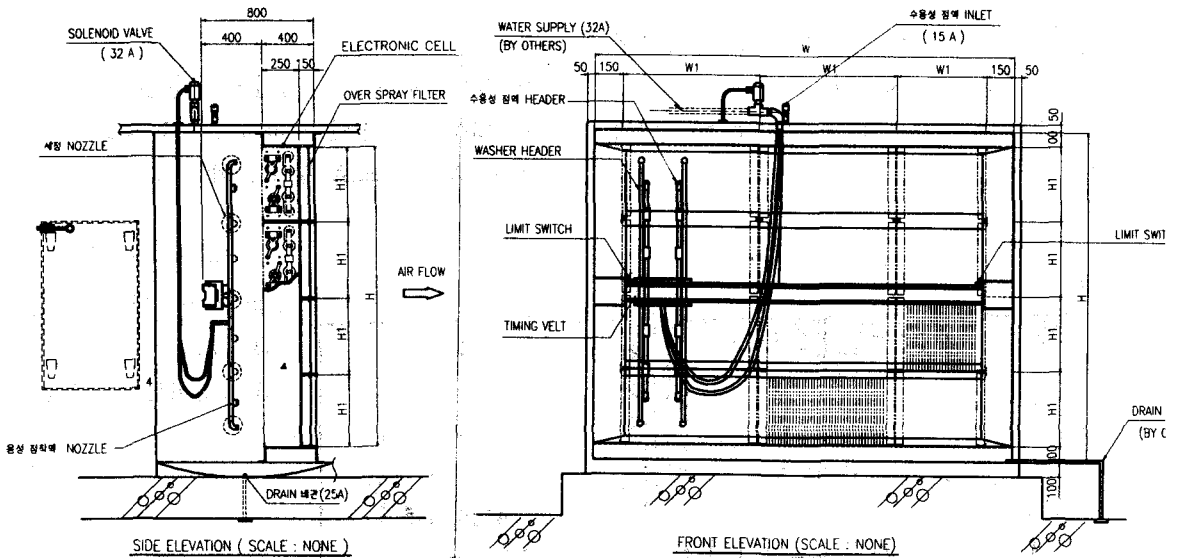


그림 12 자동세정식 전기 집진기

패널형의 무전원정전식 폴리에틸렌 여재 유닛을 경사지게 설치한 구조로서 일정시간 분진을 포집한 후 주기적으로 수개의 노즐이 상하로 달린 분무관을 좌우로 이동시켜 여재를 물로 세정한 후 연속 사용하고자 하는 형식이다.

우선 생각할 수 있는 것은 여재가 특수한 재질 및 성질을 보유하여 분진포집율이 높고 연속 재생이 가능하나 하는 것이 선결과제일 것이다. 또 분무노즐의 기능도 적정하여야 할 것이며 세정후 건조기능도 확보하여야 하리라 생각된다. 제작공장에서는 물론 지하철 현장에 시험설치하여 상당기간 적정성을 검증하는 과정이 필요하다고 본다.

그림 11은 자동세정형 집진장치를 나타낸다.

#### 4.4 자동 세정식 전기집진기

그림 12는 자동세정시스템이 부착된 전기 집진기이다. 공기중의 분진, 박테리아 등의 미세입자가 대전부에서 (+)전하를 받아 점착액이 도포된 (-)집진판위에 부착되며 일정시간 경과후 자동세정시스템의 물분사에 의해 수용성 점착액과 분진이 함께 세정된다. 세정후 일정시간 집진판을 건조한 다음 점착액 도포용 시스템을 작동하여 점착액을 도포한 후 다시 집진을 반복한다. 셀의 전방에는 정류판을 설치하여 기류를 고르게하고 후방에는 알미늄메시제의 필터를 부착하여 세정시 물이 비산되지 않도록 하였다.

세정 및 건조에 소요되는 시간은 최대 4시

간으로 이 시간중에는 집진장치가 가동하지 않도록 연동회로를 구성한다.

경제성, 안정성 그리고 집진성능 등에 대하여 면밀한 검증작업이 필요하다고 생각된다.

### 5. 맺음말

이상 거론한 바와 같이 국내 지하철에는 다양한 집진장치를 적용하고 있다. 집진장치의 방식도 다양하지만 설치위치, 조합방식 등도 조금씩 다르며 외국의 예까지 들면 더욱 혼란스러워진다. 따라서 어느방식을 어떻게 적용할 것인가 하는 것은 쉬운 일이 아니다.

이것이다 하고 명료하게 얘기할 수 없지만 집진장치 설정시 고려하여야 할 몇가지 요소를 열거하는 것으로 맺음말로 가름하고자 한다.

첫째, 역사내의 분진정산(Dust Balance)을 하여야 한다.

지하공간공기질관리법상의 환경기준이 조만간 설정되면 이는 강제로 준수하여야 하는 법정사항이다. 이 기준을 달성하려면 적절한 환기설비와 운전, 역사청소, 터널 및 환기구 청소, 덕트 청소, 건축물 보수시의 방진 등 다양한 부문에서 종합적이고 유기적인 대책이 수립 시행되어야 할 것이다. 분진정산은 다음과 같은 식으로 간단하게 나타낼 수 있을 것이다.

그러나 각 지하철은 지역, 기후, 차량형식 및 운행조건, 혼잡도, 외기의 청정도 등이 제각각이므로 계산에 필요한 제요소를 결정하는 것은 쉬운 일이 아닐 것이다.

둘째, 요구되는 성능에 맞는 집진장치를 선

정한다.

$$\text{총잔류 분진량} = \text{외기도입분진량} + \text{내부발생 분진량} - \text{배기·청소등으로 제거된 분진량} - \text{집진장치 제거총 분진량}$$

$$\text{환경기준 분진농도} > \text{역사분진농도} = \frac{\text{총잔류분진량}}{\text{역사유효체적}}$$

$$\text{집진장치성능 (\%)} = \frac{\text{집진장치제거 총분진량}}{\text{집진기유입 총분진량}} \times 100$$

요구되는 성능확보가 가능한 집진방식, 설치위치 및 장치의 조합 등에 대한 몇 개의 안을 작성하여 면밀히 검토후 선정한다.

이때 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

① 경제성이 있어야 한다.

초기투자비, 유지관리비, 감가상각비 등을 적정하게 반영하여 비교검토하여야 한다.

② 보수관리가 용이하여야 한다.

지하철은 장비가 집중관리되지 않고 역별로 산재한 특성을 감안하여 가급적 보수가 용이하여야 한다.

③ 적용장비는 지하철 특성에 대하여 충분히 검증되어야 한다.

다른건물 또는 외국에서 적용한다고 해서 다량의 장비를 검증없이 동시에 적용하는 것은 큰 모험이라고 할 수 있다.

④ 안전하고 신뢰성이 있어야 한다.

화재, 감전 등에 충분히 안전하고 고정설비로써 큰 보수없이 장기간 사용할 수 있어야 한다.

셋째, 관련분야와 긴밀히 협조하여야 한다.

토목, 건축, 전기등과 긴밀히 협조하여 요

구되는 구조, 면적, 전기공급등이 가능하도록 해당분야 설계에 구체적으로 반영하여야 한다.

넷째, 정밀하게 설계, 제작, 시공하여야 한다.

선정된 형식의 집진장치는 재료, 가공 및 조립정밀도, 현장설치여건 등을 충분히 반영하여 설계 제작한 후 공장에서 조립 시험을 완료한 것을 현장에 설치하고 상당한 시험기간을 통하여 보완하여야 한다.

다섯째, 적절한 유지관리가 이루어져야 한다.

주기적인 점검과 정비로 최선의 기능을 유지하도록 정비지침, 보수자교육 등이 철저하게 이루어져야 한다.

끝으로 지하철의 환경기준은 지하철특성을 고려하여 적정수준으로 설정되어야 할 것이며, 설정된 기준의 준수를 위하여 필요한 성능의 장비를 설치하여야 하고 적절한 보수관

리가 뒤 따라야 할 것이다.

#### - 참고 자료 -

1. 공기조화·냉동·위생공학편람, (사)공기조화냉동공학회, 1991.
2. 서울시지하철내 환경기준설정 및 환경관리 방안에 관한 연구, 서울지하철공사/한양대학교 산업과학연구소, 1992.
3. 월간설비기술, 도서출판 한미, 1995.5, 1992.9.
4. 신편건축설비, 김영호, 보문당, 1994.
5. 신판 공기조화핸드북, 위용호역, 세진사, 1984.
6. 표준공기조화, 김교두, 금탑, 1983.
7. 서울,부산,대구,인천,광주지하철 설계서 및 관련자료.

## 중소 재정지원 2조3천억

97년에는 중소기업에 대한 재정지원규모가 2조3천억원규모로 확대되고 공제사업기금의 대출금리가 0.5~1%포인트 인하된다. 또 중소기업의 구조개선사업에 2조원이 투입되며 연쇄도산을 방지하기 위한 어음보험제도가 시행된다. 중소기업청은 제5차 중소기업 금융지원 협의회를 열고 이같은 내용의 97년 중소기업지원대책을 협의, 확정했다.

중소기업의 구조개선사업은 97년에 유통업체 및 제조업관련 서비스업으로까지 지원대상을 확대해 운영되며 대출금리는 7.0%로 업체당 최고 40억원까지 지원받을 수 있게 된다.

중소기업청은 97년2월부터는 총 3백억원을 조성, 받을 어음의 부도, 거래선 변경등으로 부도에 직면한 업체중 성장유망업체를 선정해 특례지원자금을 투입키로 했다. 연리는 11.5%이다. 중소기업청은 이밖에 어음보험제도의 시행을 위해 의원입법중에 있는 「소규모기업 지원을 위한 특별조치법」에 법적근거를 마련하고 1백억원의 예산을 확보했으며, 97년 1·4분기중 세부시행방안이 마련, 시행키로 했다.