

# 기존 지하철 기계설비 리모델링 공사

이 석 중

서울지하철공사 설비공사과장 (sjlml@hanmail.net)

## 머리말

국내지하철은 최근 많은 개통으로 세계 대도시 지하철 노선 길이 4위에 이르는 긴노선(약 405.2km)으로 시민의 대중교통수단으로 그 역할을 다하고 있다.

처음 건설된 서울지하철 1호선(1974년 개통)은 벌써 30년전 일로 93년에 냉방시설을 설치하면서 시설 개선을 하여 이용시민에게 어느정도 쾌적한 지하 환경을 마련해 주고 있다. 이처럼 국내지하철의 건설이 지속되어 오면서 차츰 시설물을 갱신할 시기가 도래하여 서울 지하철 1~4호선에서도 총95개역 중 43개역을 계획에 따라 현대화된 설비로 리모델링 하였으며 나머지 지하역도 단계적으로 리모델링할 예정이다. 이러한 전반적인 추세에 따라 기존 지하철 기계설비시설물을 리모델링 할 때에 어떤 개념을 가지고 접

근하며 설계 시에 착안 사항이 무엇인가를 기술하여 관계자들로 하여금 보다 나은 시설로 리모델링하기 위한 참고가 되었으면 한다.

## 국내 지하철 리모델링 현황

국내 최초의 지하철은 서울 지하철 1호선으로 서울역~청량리 구간의 7.8km로 1974년 8월15일 개통한 것으로 세계의 최초보다 약 110년이 지난 후에 개통되었으나 뒤늦은 지하철 건설에도 불구하고 교통수단으로 역할을 다하고 있으며, 표 1에서 국내 지하철 개통현황과 표 2에서 서울 지하철의 리모델링 현황을 나타내었다.

## 지하철 리모델링을 하기 위한 개념

초창기 지하철 건설은 그 당시 교통수단으로서의 역할을 다하기 위해 지하 환경이나 향후에 대한 환경의 변화 등 불확실한 점을 염두에 두고 건설되다 보니 많은 문제가 나타나게 되었다.

국내 지하철 경우도 초창기 개통 당시 지하역의 냉방이 고려되지 않았으며 터널도 자연환기방식으로 열차 이동에 따라 터널내 공기를 배출하고 외부 공기를 유입 하도록 건설되었다. 최근에 새로 건설된 지하철

<표 1> 국내 지하철의 개통 현황

호선별	정거장 수(개소)	개통 시기	비고
서울 1호선	9	1974. 8 (7.8km) 개통	
서울 2호선	49	1984. 5 (60.2km) 개통	
서울 3호선	31	1985. 10 (35.2km) 개통	
서울 4호선	26	1985. 10 (31.7km) 개통	
서울 5호선	51	1996. 12(52.3km) 개통	
서울 6호선	38	1901. 3 (35.1km)개통	
서울 7호선	42	1996, 2000. 8 (46.9km) 개통	
서울 8호선	17	1999. 7 (17.7km) 개통	
부산 1호선	34	1985, 1994 (32.5km)개통	
부산 2호선	39	1999, 2002(38km)	
인천 1호선	22	1999. 12 (21.9km)개통	
대구 1호선	30	1997, 2002 (25.9km)개통	

<표 2> 서울 지하철 리모델링 현황

호선별	리모델링한 역(개소)	공사중인 역(개소)	추진 계획 역(개소)	계	비고
1호선	9	-	-	9	
2호선	14	삼성역(1), 을지로4(1)	20	36	
3호선	9	신사역(1)	19	29	
4호선	8	-	13	21	
계	40	3	52	95	

<표 3> 지하역에서 리모델링하기 위한 개념

기본착안사항	비고
1. 지하철 이용승객의 증가로 냉방부하 증대	
2. 노후되어 성능이 저하된 냉방화 시설 개량	
3. 지하철 시설물의 노후화로 설비교체 시기 도래	설비자재 및 장비 교체
4. 지하역으로 승객 접근이 용이하도록 편의시설 증설	지하심도가 깊은 환승역
5. 승객안전을 고려한 소방시설 강화	정거장 제연시설 보완
6. 승객증가에 맞춰 화장실 시설교체	
7. 주변 건물 통로 연결	
8. 승객증가에 따른 동선 개선	
9. 여객 취급시설 및 직원사용공간 개선	

## 기존 지하철 기계설비 리모델링

은 지하철 냉방과 터널내의 환기도 기계 환기를 할 수 있도록 개선하여 건설되었으며 초창기 개통된 지하철은 개보수 할 시기가 도래하여 현재 리모델링하는 실정이다. 표 3은 지하철에서 리모델링하기 위한 개념이다.

지하역의 리모델링하기 위한 개념을 몇가지 항목을 언급해 보면

- 지하철 이용승객 증가  
지하철 이용승객은 서울 지하철 1~4호선의 경우 지하철교통량 조사에 의하면 이용승객이 대체적으로 증가 추세이며 시민의 욕구충족 및 쾌적한 환경을 조성하기 위해 서울지하철공사에서는 해마다 4~5개역씩 지하철 리모델링을 하고 있다.
- 지하역사의 냉방화 시설 개량  
기존 지하철의 냉방화는 유동 인구가 많고, 시설이 노후된 지하철역에 냉방효과가 극대화하여 환경을 개선함으로 이용승객에게 보다 쾌적한 환경을 마련하기 위한 시설 개량으로 기존 시설의 부족한 용량 등 문제점을 개선하고 있다.

- 승객안전을 고려한 소방시설 강화  
지하역은 반밀폐된 공간으로 다중인원이 이용하는 시설로 비상시에 안전 문제가 점차 강화되어야 한다. 지하철의 구조상 소방법규 적용이 용이하지 않으며, 초기 지하철의 경우는 개통 당시에 제연시설이 고려되지 않아 리모델링시에는 공조설비와 겸용으로 제연시설을 설치하여 화재발생시 대비하고 있다.
- 지하철 시설물의 노후화로 설비교체 시기 도래  
내구 연수를 다한 장비와 설비 자재가 장기간 운용으로 수명이 다해 최적의 기능을 확보하기 위해선 설비교체가 필요하다. 특히 안전과 관련된 지하철 시설은 일반건물의 시설물보다 예방사후보정기간에 따라 엄격히 교체가 이루어져야 한다.

### 지하철 기계설비 리모델링시 반영할 사항

지하철 기계설비 리모델링시 반영할 사항을 중점적으로 나열해보면 아래와 같다.

- 사전 진단을 통해 리모델링할 항목을 선정하는

것이 가장 먼저 선행되어야 한다.

운영 경험이 많은 현업에서 그 동안에 문제시되었던 것을 토대로 전문 진단업체의 진단과 측정을 통해 에너지 분석 및 추진 방향을 설정하여야 한다.

- 설계자가 진단을 통해 조사된 내용을 바탕으로 재차 현장조사가 철저히 수행되어 기계설비방식 결정과 설치 가능성을 고려하여야 하며 아울러 공사여건이 열차를 정상운행하며 공사가 되어야 하기에 시공측면도 반영하여야 한다.
- 시설물 도서 수집 및 검토를 통해 정거장 현황을 면밀히 분석하고, 현행 적용법규 조사를 통해 제한된 구조물 조건내에서 법규 적용 여부를 검토하여야 한다.
- 기존 지하철 특성상 제약된 조건 (층고 협소, 기능실 면적확보, 시설물의 이원화관리로 타 관리

〈표 4〉 설비 관련 자재 및 장비 내구연수

구분	법정 내구 연수 (일본)	건설업협회 (예방사후보정) (일본)	ASHRAE Handbook 1980(Median)	ASHRAE Journal 1978(Median)	VDI2067	비고
냉동기(원핵동식)	13~15	15.0(6.5)	20	20	20	
(원심식)	13~15	21.1(5.7)	23	23	15	
패키지 에어컨	13~15	13.4(5.6)	15	15	15	
룸에어콘 (창문형)	13(22kw)		10	10	10	
(분리형)			15	15		
공기조화기	15	17.5(5.8)			15	
에어와셔			17	17	15	
팬코일유닛	15	15.8(6.4)	20	20	15~20	
방열기	15(주철)	(주철)	25	25	20~25(강판)	
			20	20		
코일(냉방식증기, 물)					20	
냉각탑	15	14.4(5.3)	20(철판) 34(세라믹)	20(철판) 34(세라믹)	10~15	
증발기			20	20	15	
송풍기		18.6(6.2) (다익형)	25(원심) 20(축류) 15(프로펠러)	25(원심) 34(축류) 15(프로펠러)	20(고압) 15(고압) 20(일반)	
펌프	15 (급수, 오수)	-	17.0(냉온수) 17.0(배수) 12.9(배수) 12.9(수중)	20(양수) 10(온수) 10(우물용) 15(응축수)	10(라인) 10(응축수)	
밸브류	15	-	15(수력식) 20(공기식) 10(자력식)	15(수력식) 20(공기식) 10(자력식) 14(전기식)	15~20	
제어기기	15	-	20(공기식) 16(전기식) 15(전자식)	20(공기식) 16(전기식) 15(전자식)	10~12	
전동기	15	-	18	18	15	

업체 업무협조 등)을 고려하여 기능면을 중요시 하여 시민 편의와 유지관리가 용이하도록 반영하여야 한다.

- 기존 지하역은 신설하는 지하역보다 축적된 열량이 다소 예상되므로 부하량 산출시에 명확한 자료로 부하량 예측이 되어야 한다.
- 장비와 자재부품 등은 내구연수를 고려하여 선정하고 신기술 검토 및 반영을 통해 설비기능이 향상되도록 한다.

참고적으로 리모델링도 표 5와 같이그 대상 범위에 따라 분류하자면 전면 리모델링(신설)과 부분 리모델링(개량)으로 구분 할 수 있다. 전면 리모델링은 전체 기계설비를 신설하는 것으로 본다면 부분 리모델링은 그 중 한부분만을 개량하는 것으로 볼 수 있다.

### 지하철 환기설비 리모델링 설계사례

1984~5년경에 개통되어 시설 노후화와 효율적인

<표 5> 설비 관련 리모델링 범위

리모델링 범위	설비 내용	비 고	
전면 리모델링	열원/환기공조/위생/소방/자동제어설비	승강설비포함	
부분 리모델링	열원설비	냉동기, 냉각탑, 펌프, 배관 등	승강설비포함
	환기/공조설비	공조기, 송풍기, 덕트, 배관 등	
	위생설비	저수조, 저탕조, 펌프, 배관, 위생도기 등	
	소방설비	펌프, 배관, 약제용기 등	
	자동제어설비	중앙감시반, 제어반 등	

<표 6> 건축 개요

정거장명	건축면적 (m <sup>2</sup> )	건축층수 (용도)	환기실개소 및 면적 (m <sup>2</sup> )	비 고
4호선 S역	약 12,071	지하3층/섬식	환기실4개소/2,168m <sup>2</sup>	환승역
2호선 D역	약 8,040	지하2층/상대식	환기실2개소/963m <sup>2</sup>	환승역
2호선 O역	약 6622	지하2층/상대식	환기실2개소/886m <sup>2</sup>	

<표 7> 냉방 용량

정거장명	리모델링 전 용량	리모델링 후 용량	비 고
2호선 S역	-	880 USRT	
2호선 D역	495USRT	670 USRT	
2호선 O역	418USRT	660 USRT	

<표 8> 외기 온습도 조건

구분	시 간 대	건구온도(℃ DB)	상대습도(%RH)	비 고
냉방 설계 기준	08:00	28.5	76.0	출근시간대
	평 시	32.5	66.0	
	19:00	28.9	77.0	

냉방화 추진을 위해 건설되었거나 건설 중인 서울 지하철 지하역 3개역에 관한 리모델링 설계사례를 간단히 조사하여 소개하면 표 5~9와 같다.

### 설계 요약

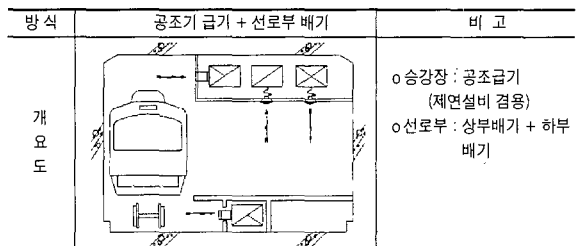
- 열원설비
  - 대합실, 승강장, 직원근무시설은 쾌적한 환경 유지를 위하여 여름철 냉방설비의 열원으로 표 10과 같이 적용한다.
- 공기조화 및 환기설비
  - 승강장
    - 터널내 열차운전에 따른 열차풍의 영향으로 발생된 분진과 열차제동 발열 등으로 승강장내에 고온의 공기가 유입되고 승객 및 전기발열 등으로 발생열에 의해 승객에게 불쾌감을 유발한다. 이를 완화하고 쾌적한 환경으로 유도하기 위해 승강부는 공조급기, 선로부는상, 하부 배기 방식으로 적용한다(그림 1).
  - 대합실 / 직원근무지역
    - 하절기에는 공조기를 가동하여 냉방운전을 실시

<표 9> 냉방시 실내 온습도 기준

구 분	건구온도(℃ DB)	상대습도(%RH)	비 고
승 강 장	28	65	
대 합 실	28	60	상기 포함
직원근무지역	26	50	난방 20℃
통신/신호기계실	26	50±5	
변전실/전기실	35	-	냉방 및 환기
기타 기계실	40 이하	-	

<표 10> 열원설비

구 분	냉열원	온열원	비 고
승 강 장	터어보냉동기		
대 합 실	터어보냉동기		
직원근무지역	터어보냉동기+팩케이지에어콘		
신호/통신기계실	터어보냉동기+팩케이지에어콘		



[그림 1] 승강장 환기설비 개요도

## 기존 지하철 기계설비 리모델링

하고 공조 급기된 공기의 일부는 공조기로 재순환시켜 냉방부하를 절감하도록 하고 중간기에는 외기를 유입하여 외기냉방을 하여 에너지 절감을 한다(그림 2).

- 기타지역(표 11)

- 제연설비

공조와 환기 시스템은 기본으로 하고, 화재시 절환댐퍼에 의해 제연설비로 절환운전을 할 수 있도록 한다(그림 3).

⑤ 냉동기 고압반 공기기관 시험실시(구조 및 외관등 종합검사실시)

- 안전성 확보

⑥ 냉각탑 관련

- 설계도 관련기관 확인

· 정확한 용량 확인 가능

- 지상부냉각탑 외부조형화(그림도안)

· 미관을 향상시킴

- 백연방지장치 설치

⑦ FCU(팬코일유닛)

- 내부 흡음판 아티론 재질로 처리

· 청결상대 유지

- FCU고정 양카볼트를 안쪽에서 고정

· 미관 고려함

⑧ 송풍기 및 공기조화기

- 냉각코일은 동파방지용 적용

- 캔버스 이중설치 및 내부 보온으로 결로방지

## 주요시설 개선반영사항

① 생활 하수 전용 집수정 설치

- 물 재활용

② 배연창후레임 → 원형스텐파이프로 설치

- 승객의 안전과 미관을 고려하여

③ 편흡입 단단 보류트펌프 → 인라인펌프로 설치

- 유지보수간편, 시공비 절감, 작은 설치공간

④ 11kW 이상 인버터방식 채용

- 에너지 절약

### <표 11> 기타지역

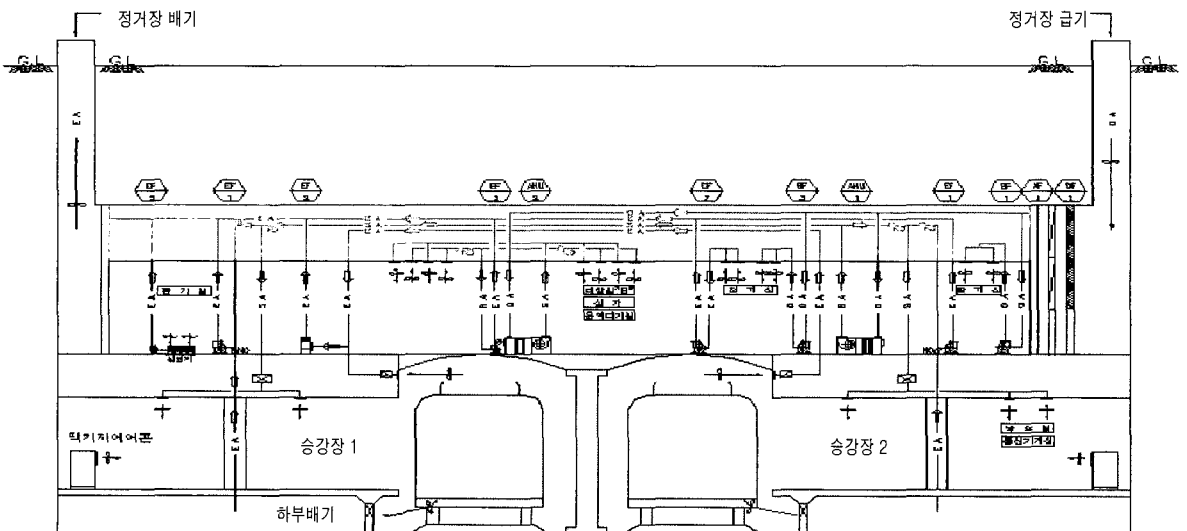
구분	적용설비	비고
신호 / 통신 기계실	패키지 에어컨(고양정형)	승강장 공조급기와 겸용
기계실 / 부속실	급배기팬	1종 환기

※전기실은 냉수코일 유닛트를 설치해 기능이 원활하도록 한다.

방식	공조기 급기 + 선로부 배기	비고
개요도		0 중앙공조급기 + 환기 (제연설비 겸용)

※직원 근무지역은 별도의 패키지 에어컨(고양정형)을 추가 설치한다.

[그림 2] 대합실 / 직원근무지역 환기설비 개요도



[그림 3] 서울지하철 D정거장 환기설비 시스템

- 송풍기 폴리축 베어링교체용 판넬 설치
- 송풍기 설치부분은 내부 점검문 양쪽으로 설치
- 모타 및 송풍기 폴리는 아답타 폴리 설치로 탈, 부착이 용이토록 함
- 승강장용 및 대합실용 색상구분으로 구별용이
- 벨트커바 노란색 도장으로 안전도 향상
- 점검창 및 내부조명설치

⑨ 자동제어반

- 제어판넬 그래픽처리
- BACnet인증 제품사용
- 케이스를 화재수신반과 모양을 동일하게하여 미관 고려

⑩ 공기여과기

- 환기구내
  - 1차필터 - 데미스타 : 여과효율 80%
  - 2차필터 - 여재정전식 : 여과효율 90%
- 공기조화기 내부
  - 3차필터 - 판넬형 부직포 : 여과효율80%
  - 4차필터 - 여재정전식 : 여과효율 95%
- ※ 현장여건상 공간 부족시는 3차필터 제외
- 양면 자동세정형으로하여 세척효율높임
- 세정장치는 스크류 구동장치 : 고장발생을 감소
- 노즐파이프 : AUTO DROP밸브설치
- 스크류 먼지유입방지장치 설치 : 브러쉬

⑪ 기 타

- 고효율모타 사용
- 난연자재 이상사용
- 동력제어반에 자동식소화기설치
- 환기실내 고속덕트설치 및 공조기소형화등도 적용여부를 검토하였으나 현장여건과 송풍기 동력

증가등으로 반영치 아니함.

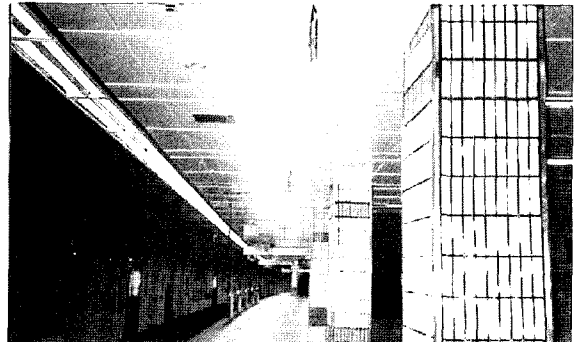
리모델링 공사시 환경관리사항

지하철역사의 리모델링 공사는 어느 공사현장보다 어렵다. 그것은 공사중에도 열차를 정상적으로 운행하여야하고 열차를 이용하는 승객들이 자유로이 공사현장(역사)을 왕래하며 이용하기 때문이다. 이로인해 특히나 승객의 안전과 더불어 환경관리에 전력을 기울이지 않으면 안되며, 지하역사 공사시 환경관련 실천사항은 아래와 같다.

- 월 1회 공사현장 공기질 측정 모니터링
- 환경분야 명예감독관 운영
- 청소 전담반 편성 운영
- 공사장 환경 점검반 운영
- 공기청정기 설치(대합실, 승강장)
- 용접가스 제거기 및 분진흡입기 설치
- 임시 분진 배기시설 설치
- 배기능력 강화 및 역사 내 공기 여과 후 외부로 배출
  - 공조기(대합실, 승강장)덕트를 배기 송풍기에 연결하여 공조기 토출덕트를 흡입 덕트로 사용
- 환기 장비 철거일정 조정
  - 대합실 및 승강장 배기 송풍기를 최대한 늦게 철거되도록 일정 조정
- 천장 및 덕트 철거작업 개선
  - 일일 40~50m씩 구획 후 작업
  - 비산 먼지 차단용 천막설치(바닥에는 젖은 부직포 설치)
  - 진공청소기이용 천장내부 사전 먼지제거



[그림 4] 리모델링전 승강장 덕트기구 배열사진



[그림 5] 리모델링후 승강장 덕트기구 배열사진



[그림 6] 대합실 배연 경계벽 설치 사진



[그림 7] 승강장 패키지 에어컨 설치 사진

- 천장내부 및 덕트 연결부 물 분사 : 습식작업
- 철거완료후 진공청소 및 물청소 시행
- 당일 철거부위 천장 상부 밀폐
- 환기덕트 철거방법 개선
  - 프라즈마 절단기를 이용 석면패킹이 설치되어 있는 연결부분을 건드리지 않고, 덕트중간부분을 절단 철거하므로써 석면비산 원천차단.
- 인근 본선송풍기 24시간 가동
- 현장환경관리 미흡 시 부실벌점부과제도 시행
- 공사 관계자 특수건강진단 실시
- 역 상주직원용 외부 대체침실 확보운영
- 시공업체와 안전보건 협의체 구성 및 운영
- 석면지도 작성 활용
- 구조물 철거, 신설 작업시 사전 경량칸막이 등으로 구획 후 작업시행
- 분진흡입용 콘크리트드릴 사용
- 비 석면 자재 사용 등

## 맺 음 말

기존 지하철 환기설비 리모델링에 대해 열거하였으나 가장 주요한 것은 해당 지하철의 특성 파악과 예상 부하량 측정이라고 볼 수 있다.

건설 당시와는 제반여건이 매우 다르므로 충분한 현장조사와 검토를 거듭하여 양호한 설계도서가 작성되어야 한다.

이런 점에서 설계시에 도움이 되도록 기술하여야 하나 다소 부족한 면이 있다.

그러나 처음 지하철 기계설비의 리모델링에 대한 내용인 만큼 많은 해당기술자가 내용을 보완하여 지하철 기계설비 리모델링에 대한 기준이 설정되어, 앞으로 주어진 리모델링에선 보다 한 차원 높은 내용으로 작성되기 바란다.

또한 기계설비분야는 하루가 멀다하고 새로운 설비가 개발되고있고 장비도 새로운 제품들이 계속해서 소개되고 있기 때문에 기계분야에 종사하는 사람들은 부단히 정보를 수집하고 검토하여 계속해서 시설의 발전을 피하여야 할 것이다.

이렇게 기술보완 및 발전이 거듭되어 이용승객들에게 보다 쾌적한 환경과 시설을 제공 할 수 있다면 그 몫은 분명 기술자로서 책임을 다했다고 본다. (8)