

철도차량용 냉방기의 차종별 운용현황고찰과 효율적인 유지보수방안 연구

(A study on the present operation status and the efficient maintenance program of the air-conditioners in each train model)

○ 황 명 언*, 신 명 호**

*서울산업대학교 전기공학과 (TEL: 02-2639-3207, E-mail: hmy8888@hanmail.net)

** 서울산업대학교 전기공학과 (TEL: 02-970-6408, E-mail: mhshin@snut.ac.kr)

요 약

철도차량용 냉방기는 각 차종별로 기능은 대동소이하나 용량과 부품이 상이하고 제작년도별로 부품 제작사 등이 서로 달라 호환성이 적어 유지보수에 애로가 많고 검수시간의 과다소요 등 비용이 과다 지출되고 있는 실정이다. 이에 고장처치를 위해 냉방기를 차종별로 일목요연하게 정리하고 형식 규격 용량 등을 파악, 그 현황을 도시하여 가동현황과 검수공정 등을 고찰하며 체계적이고 효율적인 유지보수 방안을 도출하고 응급복구에 대응할 수 있는 고장 처치 요령을 제시함으로써 검수 질 향상을 통해 냉방기의 수명을 연장시키고 궁극적으로 여객수입증대를 기함과 동시에 고객서비스를 향상시키고자 한다.

Abstract

Though the air-conditioners in each train model have almost identical function, there is incompatibility between them because of their different electric capacity and parts, even spares manufactures are different in the manufactured year. It cause over cost in the maintenance and repair of the each air-conditioner. In this paper, all the air-conditioners in each train model have been classified by their capacity and features so that grasp the operation status and the repair process of the air-conditioners, and draft systematically cost-effective solutions. By finding a way to deal with the emergency repair and extending the air-conditioner life though improvement of checking up progress, increase of passenger revenue can be reached considerably.

1. 서 론

109년 유구한 역사의 철도산업은 꾸준한 성장과 발전을 거듭하여 왔다. 노량진-제물포간 33 Km를 1899년에 개통한 이후로 육상교통의 중심으로 여객과 화물수송을 담당하였고 철도산업의 금자탑인 KTX의 탄생으로하여 철도후진국에서 선진국으로 도약하는 계기를 만들었다. 그러나 차량에 사용되는 냉방기는 초기 비틀기호에 DC용 선풍기가 선보였다가 냉난방 통일호가 출현하면서 드디어 현대식 유닛쿨러(차량용 냉방기)가 장착되기에 이르렀다. 이후로 꾸준한 기술개발이 이루어지고 첨단기술들이 집약되어 신형무공화 도입 전까지 상부(지붕)탑재형으로 공기조화장치를 사용하다 신형무공화 출현(1989년) 이후에는 하부탑재형이 사용되고 있으며 KTX역시 하부탑재형이 사용되고 있다. 그러나 전동차에는 지금까지 상부(지붕)탑재형을 사용하고 있다. 본 연구는 이와같은 제작년도

별, 제작사별로 상이한 제어방식과 상이한 부품들의 유지보수방법을 고찰하여 체계적이고 표준화된 유지보수방안을 기술하고 응급복구에 신속히 대응할 수 있는 고장 처치요령을 도출하여 일목요연하게 제시함으로써 유지보수업무에 신속성을 기하고 취약한 외부 환경에도 오동작의 발생을 최소화할수있는 성능을유지시켜 장애경감과 민원의 즉시해소로 여객서비스 증대에 기여하고 비용절감에도 도움을 주고자 한다.

2. 냉방의 원리

우리가 여름에 더위를 식히기위해서 콘크리트 바닥에 물을 끼얹으면 주위가 시원하게 되며 또한 한여름에 휘발유를 손등에 묻혀보면 증발할시에 손등에 시원함을 느낄 것이다. 이와같이 어떤물질이 증발할때는 주위의 열을 빼앗아 가게되며 주위는 시원하게 돼서 주변공기를 냉각시키는 간단한 원리로부터 공기조화장치개발이 시작되었다.

(1) 냉동사이클의 정의 및 작용

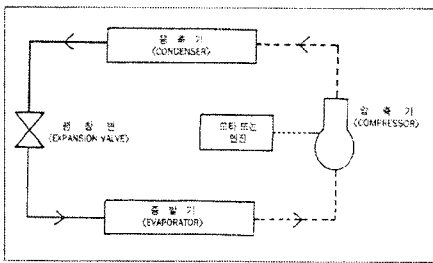
① 같은 냉매가 액체→기체→액체로 순환되어 한 곳에서 열을 흡수하여 다른 곳으로 버리는 체계를 냉동사이클이라 한다.

② 냉동사이클 각 요소의 작용

- 증발기(Evaporator) : 열흡수작용(증발)
- 압축기(Compressor) : 압력증대작용(압축)18~19kg/cm²
- 응축기(Condenser) : 열방출작용(응축)
- 팽창변(Expansion Valve) : 압력감소작용(팽창)5.5~6kg/cm²

(2) 냉동사이클의 구성과 냉매상태

① 냉동사이클의 구성



② 각부의 냉매(Refrigerant) 상태

주요기능부품명	입구 상태	출구 상태
응축기	고온고압의 기체	고온고압의 액체
팽창변	고온고압의 액체	저온저압의 액체
증발기	저온저압의 액체	저온저압의 기체
압축기	저온저압의 기체	고온고압의 기체

3. 코레일에서의 냉방기 운용현황

열차 냉방장치를 가동하여 객실내의 더운공기를 외부로 배출하고 신선한 외부공기를 여과,제습냉각시켜 객실내로 공급 차내공기를 항상 쾌적한 상태로 유지하여 여객서비스 향상에 기여하므로써 하절기 여객서비스의 꽃이라 불리우게 된다.

취급규정에 보면(객화차검수 시행규칙) 냉방기 사용기간은 5월11~9월30일로 되어있으며 기온의 고저에 의하여 관계지사장이 기간을 단축 또는 연장할 수 있다.

냉방자동온도조절기(센서포함) 설정온도 : 24℃~28℃
 냉방토출구와 흡입구 온도차는 객실냉방기를 운전하여 약 10분후에 차내측에서 흡입구와 토출구의 온도차를 측정하여 외기온도가 30℃ 이상일때 : 6℃
 외기온도 30℃ 미만일때 : 7℃차 이상이어야 한다.
 그럼 현재 코레일에서 사용중인 냉방기를 차종별로 사양을 살펴보면 다음과 같다.

차종별로 장착 냉방기의 수량과 용량 규격등은 도

표와 같으며 실내에 송풍되는 공기의 흐름을 살펴보면

1) 기존 통일호는 10500kcal/H용 3대가 장착되었는데 지붕위에 카바로서 보호되며 실내천정에 흡입그릴과 토출그릴이 설치되어 지붕위 장치에서 냉각된 공기가 실내로 토출되서 분산되고 실내공기와 지붕위 신선공기가 혼합되어 순환되도록 설계되어있으며

2) 무궁화열차는 5500kcal/H을 6대 지붕위에 설치되어 위와 같은 실내그릴 6개를 통하여 순환되는 시스템으로 설계된 97년이전 제작차인 구형 무궁화가 있고 그 이후 제작된 신형무궁화는 34,400kcal/H인 냉방기 1대를 차량하부에 장착하여 냉난방 겸용으로 사용되는 것으로 이차량은 객실 유리창 하부에 그릴이 설치되어 이곳으로 냉각된 공기가 분산 토출되며 흡입구는 의자 및 창측에 설치된 흡입구로부터 실내공기가 흡입되도록 되어있어 하부에 설치된 냉방기가 공기순환을 시키고 있다. 제어는 온도센서에 의한 PLC제어임

3) 새마을호열차는 구형새마을 80년이전차는 4500kcal/H 6대가 지붕에 장착되어 운행했으나 현재운행되는 새마을객차는 15,000kcal/H 인 냉방기 2대를 지붕 1,2 위 측에 장착하여 객실내 세로로 설치된 덕트를 이용하여 냉각된 공기가 분산 송출되도록 되어있으며 흡입구는 객실 1,2위 천정에 설치된 흡입그릴로 실내공기가 흡입되도록 되어있어 지붕에 설치된 냉방기에서 공기순환을 시키고 있으며

4) KTX열차는 신형무궁화에 설치된 34,400kcal/H와 같은 용량을 객차 하부에 2셋트분리 장착하여 객실내 창문하부에 설치된 토출그릴과 복도측벽하부의 토출그릴로 냉각된 공기가 분산토출되도록 설계되어 있고 흡입그릴역시 의자 및 창측에 분산설치된 흡입구로부터 실내공기가 흡입되어 객차 하부에 설치된 냉방기에서 공기순환을 시키고 있고

5) 끝으로 전동차에 대하여 알아보면 역시 97년이전에 제작 출시된 저항제어차(구형)는 10,500kcal/H용인 통일호와 같은 기종을 객차지붕에 3대를 설치했으며 실내천정에 토출그릴과 토출덕트를 세로로 설치하여 분산토출시키고 아울러 라인플로어를 출입구측천정에 장착하여 냉각 공기 토출을 돕고있다. 흡입구 역시 객실 천정에 분산설치된 흡입그릴을 통하여 흡입되도록 되어있어 지붕에 설치된 냉방기에서 역시 공기순환을 시키며 인바타 제어차(신형)는 객차지붕에 20,000kcal/H용 2대를 장착하였고 운용현황은 저항제어차와 동일하다.

그럼 현재 코레일에서 사용중인 냉방기를 차종별로 사양을 살펴보면 다음과 같다.

※차종별 냉방기 사양 비교

구분	새마을	무궁화(구)	무궁화(신)	통일호	전동차	KTX	
일반사항	형식	HTC-1500 TRU-155S	HTC-0500 TRU-155S	REUNAI	HTC-2035 TRU-155H	HTC-2035 merak U2-041	
	탑재대수	2대	6대	1대	3대	2대	2대
	냉방능력	30,000kcal/H	33,000kcal/H	34,400kcal/H	31,500kcal/H	40,000kcal/H	34,400kcal/H
	냉방사이클	2cycle	1cycle	4cycle	2cycle	2cycle	2cycle
	냉매	후레온22	후레온22	후레온22	후레온22	후레온22	후레온134
	주전원	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz
	제어전원	110V/3Hz	220VAC 110V/3Hz	100VDC 24VDC	110V/3Hz	24VDC	110VDC 24VDC
	냉매제어	capillary tube	capillary tube	TX-valve	capillary tube	capillary tube	TX-valve
압축기	총중량	약 360kg	약 152kg	약 1000kg	약 300kg	약 460kg	약 1000kg
	형식	소형평동식	소형평동식	소형평동식	소형평동식	소형평동식	소형평동식
	전원	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz	3Φ400V/3Hz
	출력	2.7kW	2.25kW	3.5kW	2.25kW	4.08kW	3.5kW
	전류	4.6A	3.5A	16.5A	3.5A	6.3A	16.5A
	유속	축류팬	축류팬	축류팬	축류팬	축류팬	축류팬
기판	종량	168m/min	50m/min	123m/min	50m/min	50m/min	123m/min

※냉방기 종별 현황

종별	용량	플러설치차종	광당설치대수	플러제작사	제어방법
1종	4500kcal/H	무궁화구형	6	대난대우,현대	동일 상차참파 일반객차 호환성無
		통일호침대	4	대우	
		병원차	4	대우	
		정통부우편차	1		
		무궁화침대	6		
2종	28,000kcal/H	EEC	1	대우	-
3종	10,500kcal/H	통일호	3		동일
		전기동차	3	대우,현대	
4종	15,000kcal/H	장대새마을	2	대우	상이
		P-P 새마을	2	대우,현대	
		적하 무궁화(구새)	2	대우,현대	
		신형 전기동차	2	대우,현대	
5종	5,500kcal/H	적하통일호(구무)	6	대우,현대	동일
		무궁화	6	남지공조	
		무궁우편차	4		
		장대형발전차	1	현대	
-	2,250kcal/H	개발통일 발전차	1	대우	-
-	1,800kcal/H	개조 발전차	1	대우	-
6종	34,400kcal/H	신형 무궁화	1	리미트사	냉난방겸용
		ktx	1	merak	

4. 냉방기가동을 위한 전원설비 현황

4.1 차종별 냉방기 구분

대별하여 전차선을 전원으로 하는 차종과 디젤기관차의 엔진발전기에서 수전하는 차량으로 구분되며

1) 일반적인 디젤차량은 발전차에 설치된 2대의 교류(AC 440V, 3Φ 60Hz 250kVA) 디젤발전기에서 객차에 공급하는 방식이다.

객차의 부하를 2계통으로 나누어 각각 발전기로서 각 차량의 3심 전기연결기(Jumper cable)를 통해 전원을 공급하여 준다.

2계통중 No1 회로는 객차의 일반회로와 냉난방회로의 반분의 부하를 분담하고 No2 회로는 객차의 냉난방회로의 반분의 부하를 분담한다.

객차에는 전기연결기(Jumper cable + Junction Box)에 연결 분기하여 각 회로에 공급하여 준다. 기타 콘트를 회로용 Jumper cable은 각각 다른 용도에 사용하게 되며 회로전압 및 주요부하는 다음과 같다.

가) AC 440V 회로 : 냉난방장치, 난방장치, 배기팬

나) AC 220V 회로 : 조명장치, 오물처리장치, 보온장치(자기조정히타), 상용등, 방송장치, 에어컨

다) AC 100V 회로 : 각종제어회로 전원용

라) DC 24V 회로 : 승강대 자동문 활주방지장치, 호령장치, 승무원전용 인터폰장치, 측등

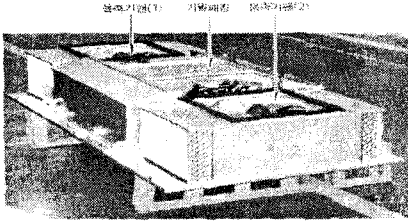
2) 전차선 25KV로부터 수전하여 주행하는 전동차와 고속열차는 전차선 가선으로부터 전원을 수전받아 변압기(약 1,800KVA)를 거쳐 주변환장치(C/T)를 경유 보조전원장치라고 하는 SIV(정지형인버터)를 거쳐 필요한 AC 440V 3Φ과 DC 100V등을 다운받아 냉방기를 가동하게 되며 지하철구간에서는 전차선으로부터 DC 1,500V를 수전받아 역시 SIV(정지형인버터)를 거쳐 필요한 AC 440V 3Φ과 DC 100V등을 수전하여 냉방기를 가동한다.

신형 전동차의 경우에는 SIV에 AC로 수전하여 다운된 전압을 전원으로 사용하게 된다. 440V가 수전되어 각각 냉방기에 가압되고 그에 따른 제어방식대로 자동 혹은 수동으로 작동하여 객실내 공기를 쾌적하게 조화시켜 여객서비스에 대응한다.

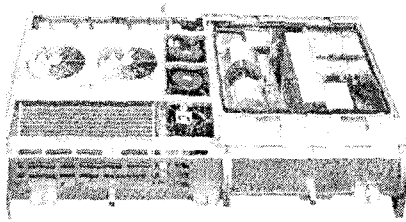
수도권 전동차의 냉방장치의 경우를 살펴보면 각 차량의 지붕에 독립적으로 작동되는 천정장착형 전동차 냉방기 유니트로 저항차는 10,500kcal/H用이 3대씩 설치되어 있으며 인버터차량은 20,000kcal/H用이 2대씩 설치되어 있고 제어는 전동차 객실통로측 상단부에 설치된 2개의 실내온도검출기와 Tc차 상하에 설치된 1개의 외기온도 검출기 및 냉난방제어기에 의해 전동차 냉방기유니트가 자동적으로 제어 운전된다.

KTX의 경우는 전차선 25KVA로부터 수전하여 주변압기에서 AC 1,100V로 다운되어서 보조정류기 DC570V 객차인버터를 거쳐 3Φ 440V를 얻어서 냉방장치를 가동하는 전원으로 사용하게 되며 객차변압기에서는 AC 220V등을 얻어 전기면도기 손건조기 부속실난방기등을 사용하며 주변압기는 동력차에 1대씩 모두 2대가 있으며 견인전동기는 동력차 4개씩 동력객차당 2개 모두 12개의 TM으로 운행하게 된다.

냉방기의 형태

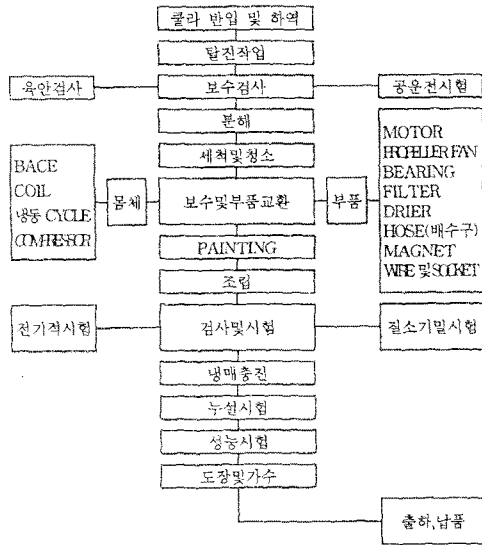


10,500kcal/H用

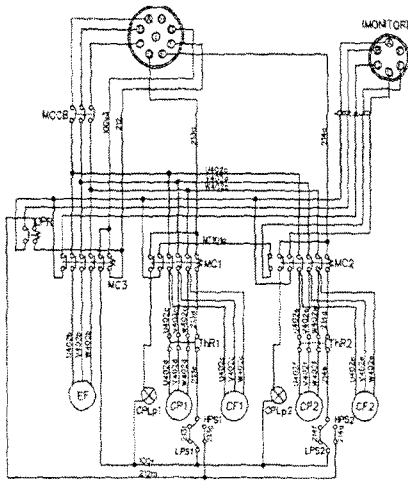


20,000kcal/H用

5. 유니트쿨라 분해조립 공정



4-2. 냉방기 전기회로도



MCB	MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER	CF	CONDENSER FAN
MC	MAGNETIC CONTACTOR	EF	EVAPORATOR FAN
THR	THERMAL RELAY	HPS	HIGH PRESSURE SWITCH
DPR	PRESSURE SWITCH RELAY	LPS	LOW PRESSURE SWITCH
CP	COMPRESSOR	CPLE	COMPRESSOR PILOT LAMP

6. 차량용 냉방기의 고장유형과 응급처치 요령

증상	원인	처치
전체 냉방기가 전혀 동작하지 않는다	전원이 공급되지 않는다	배전반 No1,2 표시등점등 추진권 440V확인 제어전원 제어개폐기(NFB)점등 스위치 선택위치 확인
	냉난방절환 개폐기불량	각 선택위치에서 동작상태 점검
	객실 온도조절기 불량	온도조절기 수동위치로 하여 동작여부확인 온도조절기 설정값을 조정하여 본다
냉방만이 전혀 동작하지 않는다	No1 전원이 공급되지 않는다	배전반 No1 표시등 확인 표시등 비점등시 No1 추진개폐기 제어전원개폐를 확인한다
	No1 전원개폐기 동작 불량이다	No1 전원개폐기 트립을 확인하고 스위치를 ON, OFF 반복시행하여 불량여부확인후 조치
	No1,2 시한계전기 동작 불량이다	1. 냉난방절환개폐기 냉방반위치에서 No1,2 시한계전기의 동작여부를 확인한다. 2. 동작치않으면 제어전원확인하고 3,4번 시한계전기와 교체하여본다
냉방공기가 실내그릴로 토출되지 않는다	냉난방절환개폐기가 off 위치이다	냉난방절환개폐기 위치확인
	실내송풍개폐기트립 및 집속기 코일 소손	개폐기트립을 확인하고 스위치를 ON, OFF 반복해본다. 실내송풍위치에서 송풍집속기의 동작상태를 확인한다.
	송풍기용 전동기의 단선 및 소손	전선 단선 테스트링(저항치) 및 배선연결 나서유

		의 조임상태 점검 소손시 기지입고후 교체
	고저압 스위치 작동에 의한 전기회로의 단선	증발기, 응축기 팬의 작동 유무를 점검 공기여과기, 응축기, 증발기 코일면의 먼지 제거 배관 이음부 파손에 의한 냉매 누설여부 확인 및 누설시 입고수리
토출되는 냉각공기량이 적음	공기여과기 및 증발기 코일면이 먼지나 기타 이물질로 오염됨	공기여과기 및 증발기 코일면의 먼지나 기타 이물질을 제거, 세정할 것
	증발기 코일면이 설상의 발생으로 열교환 능력이 저하됨	송풍위치로 증발기용 전동기반을 가동시켜 설상을 제거한다
	증발기용 전동기가 반대로 회전함	증발기용 전동기의 회전 방향을 점검하여 이상이 있을때 회로도에 따라 배선을 재결선한다
토출되는 냉각공기가 차갑지 않음	압축기가 가동되지 않음	전기회로의 단락유무 확인, 권선저항치의 이상 유무 확인 후 고장수리 및 교환
	전자접속기의 작동 불량	조작코일의 단선 및 접점의 접촉상태 점검과 전자접속기의 교환
	배관 이음부의 파손으로 소량의 냉매가 누설됨	압축기의 소비전력, 전류치의 이상 유무 확인 및 냉매배관 이음부의 냉매 누설여부를 점검 확인 후 기지수리하며, 냉매는 권장된 양으로 재충전한다
	응축기 모터가 반대로 회전한다	응축기로 공기가 토출되지 않으면 모터회로 재결선
	모세관, 냉매건조기의 내부가 수분이나 기타 이물질에 의해 병결, 막힘현상	막힘 부분은 배관 외부에 설상이 발생하며, 이때에는 기지입고 수리한 다
	공기여과기 및 응축기, 증발기 코일면이 먼지나 기타 이물질 등으로 오염되어 열 교환 능력이 저하됨	공기여과기 및 응축기, 증발기 코일면의 먼지나 기타 오염은 지정한 방법으로 제거 및 세정할 것
	먼지나 기타 이물질에 의해 배수구가 막혀 배수가 되지 않거나 장기간 사용에 따른 배수구의 파손으로 누수됨	압축공기를 사용하여 먼지나 이물질을 제거하고 배수구가 파손에 의한 불량인 경우는 수리함
실내로 물이 떨어짐	증발기용 코일면에 발생된 설상이 녹으면서 객실로 떨어짐	송풍모드로 증발기용 팬만을 가동시켜 코일면의 설상, 먼지 등을 제거한다
	냉방기 골조(Frame)의 실링 처리부가 손상되어 틈이 생긴	틈이 생긴 손상부위에 재 실링 작업
	냉방기 장치의 장착상태 불량	냉방장치의 장착상태를 고침
	실내측 덕트 및 그릴에 이슬이 맺혀 물방울이 되어 떨어짐	객실 실내측 커버나 덕트 그릴의 단열상태에 따라 장마철에 실내가 이상 고습현상이 발생하여 응결이 생길수도 있음, 물방울 부위 청소
진동, 소음이 큼	압축기의 고정용 체결요소 이상	체결요소와 고무패킹점검 이상시 기지수리

	증발기, 응축기 등의 고정용 체결요소 부품의 조임부 풀림	풀림부 확인 후 확실히 조임
	증발기, 응축기용 팬이 케이싱이나 하우징에 닿음	장착위치 수정 및 체결용 나사의 조임상태 점검 후 재조임
	응축기 및 증발기용 전동기의 이상	전동기의 기지분해수리 및 배어링의 교환
	전자접속기의 접촉 불량	전자접속기의 공명 가동편과 체결 사이의 먼지 제거 및 교환
	기타 체결요소 부품의 조임부 풀림	풀림부를 확인하여 확실히 조임
배선용 차단기의 트립(Trip)	전기회로의 단락	절연저항치를 측정한 후 불량부위의 수리
	고저압 스위치 동작에 의한 전기 회로 폐쇄	공기여과기, 응축기, 증발기용 코일면의 먼지나 이물질 제거, 각모터의 이상 확인 및 배관 이음부의 냉매 누설 여부 점검 후 누설시 기지수리
	절연저항치의 저하	증발기, 응축기용 전동기가 불량인 경우와 압축기가 불량인 경우는 기지입고 수리

7. 결론

본 연구는 철도차량에 고객센터를 위해 사용되는 차량용냉방기의 유지보수에 관하여 기술하고 검수능력배양을 통한 검수질 향상으로 궁극적으로 냉방기의 수명연장과 질 좋은 서비스를 통하여 여객수업증대와 고객센터 향상에 도움을 주고자 냉방기의 고장을 신속히 조치하고 응급복구를 하기위해 냉방원리를 터득하고 차종별로 규격과 용량 등 여타 제원을 파악하여 유지보수능력을 배양시키고자 연구하였으며 고장 처치요령을 제시하여 차량관리에 만전을 기하도록 하였다. 모든 차량관리원 들에게 본 연구가 많은 도움이 되었으면 한다.

참고문헌

- [1] 철도청, “고속철도차량 일반”, 1999년 12월
- [2] 한국철도, 무궁화객차, 전동차, 새마을객차, 취급 및 정비지침서
- [3] 철도공사, “전동차 명칭도감”, 2006년
- [4] 청량리차량사무소, “일반차량 고장증상별 노하우” 2006년
- [5] KSR 1053, “자동차용 냉난방기 시험방법”
- [6] 철도청, 철도용품 표준규격(철도 2242-2331 다) 차량용 냉방기