

5장

차량 일반

5.1 전기동차 현황

학습목표

- 핵심 용어를 이해하고 설명할 수 있다.
- 국내 전기동차 운행 현황을 파악하고 설명할 수 있다.
- 광역 철도 · 도시철도에서 전기동차를 사용하는 이유를 이해하고 설명할 수 있다.

[핵심 용어]

- 도시철도, 광역 철도, 동력 분산, 일괄 제어, 표정속도, 고정 열차 편성, 반복 운전

5.1.1 용어의 정의

- (1) '간선형 전기동차'란 도시와 도시 간의 운행을 목적으로 위생 설비 등의 편의 설비를 갖추고, 시 속 150킬로미터 이하로 주행하는 전기동차를 말한다.
- (2) '광역 철도'란 둘 이상의 시 · 도에 걸쳐 운행되는 도시철도 또는 철도로서, 대통령령으로 정하는 요건에 해당하는 도시철도 또는 철도를 말한다.
- (3) '경정비'란 차량의 주요 장치 및 각 부의 기능 상태 점검, 주요 구성 부품 및 소모품의 교체 등 차량 주요 장치의 성능 확보를 위해 시행하는 유지 보수를 말한다.
- (4) '도시철도'란 도시교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통 권역에서 건설 · 운영하는 철도, 모노 레일, 노면전차, 선형 유도전동기, 자기부상열차 등 궤도(軌道)에 의한 교통 시설 및 교통수단을 말한다.
- (5) '롤백(Roll Back)'이란 경사진 선로에 정차한 열차가 제동력을 상실했을 때, 중력에 의해 진행 방향과 반대되는 방향으로 움직이는 것을 말한다.
- (6) '무인운전'이란 사람이 열차 안에서 직접 운전하지 아니하고, 관제실에서의 원격조종에 따라

- 열차가 자동으로 운행되는 방식을 말한다.
- (7) ‘본선’이라 함은 열차의 운전에 상용하는 선로를 말한다.
- (8) ‘역기전력(逆起電力)’이란 전기회로에서 공급 전원과 반대 방향으로 발생하는 기전력을 말한다.
- (9) ‘열차’란 본선을 운행할 목적으로 철도 운영자가 편성하여 열차번호를 부여한 철도차량을 말한다.
- (10) ‘열차 제어 시스템’이란 열차 운행을 직접 또는 간접적으로 제어하기 위하여 신호장치 및 열차 자동제어장치 등이 유기적으로 결합하여 하나의 시스템을 구성하는 것을 말한다.
- (11) ‘운전 보안장치’란 열차 또는 차량의 안전 운행을 지원하는 신호장치, 제어장치 등을 말한다.
- (12) ‘유지 보수’란 차량의 정상적인 기능을 확보하고 이를 보전하기 위해 시행하는 업무의 총칭을 말한다.
- (13) ‘응하중 제어’란 승객의 많고 적음을 대차(臺車)에 설치된 공기스프링의 압력 변화 등으로 검출하여 제동력 또는 견인력에 반영하는 제어 방법을 말한다.
- (14) ‘일괄 교차 제어’란 제동 시 구동차와 부수차를 단위별로 묶어 전기제동을 최대한 사용하고 부족분을 공기제동으로 보충하거나 전기제동 고장 시 공기제동으로 전환되도록 하는 제어 방식을 말한다.
- (15) ‘일괄 제어(총괄 제어)’란 둘 이상의 동력차를 사용하는 경우에 1개소에서 조정하거나, 또는 제어차로서 조정하는 방법을 말한다.
- (16) ‘일반형 전기동차’란 도시 통근형 전기동차로, 제어 방식에 따라 저항제어 전기동차, 인버터 제어 전기동차로 구분한다.
- (17) ‘입창’이란 전동차가 중정비 또는 비정기 검사를 받기 위하여 주공장으로 들어가는 것을 말한다.
- (18) ‘입환’이란 입환 신호 및 전호에 의하여 차량을 이동하거나 연결 또는 분리하는 작업을 말한다.
- (19) ‘전자밸브’란 밸브에 설치된 전자석에 전기를 공급하여 발생된 전자력에 의해 공기 통로를 개방하거나 또는 차단하는 밸브를 말한다.
- (20) ‘전차선로’라 함은 전차선 및 이를 지지하는 공작물을 말한다.
- (21) ‘정거장’이라 함은 여객의 승강(여객 이용 시설 및 편의 시설을 포함한다.), 화물의 적하(積下), 열차의 조성(조성, 철도차량을 연결하거나 분리하는 작업을 말한다.), 열차의 교행(交行) 또는 대피를 목적으로 사용되는 장소를 말한다.
- (22) ‘정비’란 차량의 각 장치별 기기와 부품의 마모, 손상 및 변형 상태 등을 확인, 점검, 조정, 수리, 교환 및 시험 등을 하는 업무를 말한다.
- (23) ‘제3레일(궤조)’이란 전차선의 한 종류로서 레일 또는 주행면과 평행하게 부설하여 차량의 옆면/밑면에서 차량에 전기를 공급하는 시설을 말한다.

- (24) ‘준(準)고속형 전기동차’란 위생 설비 등의 편의 설비를 갖추고 시속 151킬로미터 이상 200킬로미터 미만으로 주행하는 전기동차를 말한다.
- (25) ‘중정비’란 차량 전반에 대한 분해, 부품 교체, 시험 검사 및 측정, 시험 운전 등 종합적인 성능을 확보하기 위해 시행하는 유지 보수를 말한다.
- (26) ‘차량’이라 함은 열차의 구성단위가 되는 1량의 철도차량을 말한다.
- (27) ‘철도’라 함은 여객 또는 화물을 운송하는 데 필요한 철도 시설과 철도차량 및 이와 관련된 운영 · 지원 체계가 유기적으로 구성된 운송 체계를 말한다.
- (28) ‘철도차량’이라 함은 선로를 운행할 목적으로 제작된 동력차 · 객차 · 화차 및 특수차를 말한다.
- (29) ‘축중’이란 수평 상태에서 1개 차축에 연결된 차륜에 가해지는 중량의 합을 말한다.
- (30) ‘회생제동’이란 전기제동 체결로 견인전동기에서 발생한 전기를 가선으로 되돌리거나, 또는 자체적으로 사용하는 제동 방식을 말한다.

5.1.2 전기동차 개요

전기동차란, 전기를 동력원으로 하며 객실을 갖추고 전차선을 통해 집전되는 공급전원에 의해 구동하는 구동차, 객실을 갖추고 동력이 없는 부수차, 부수차에 운전실을 갖춘 제어차로 구성된 동력분산 방식의 전기 차량을 말한다.

대도시권 광역 · 도시철도 구간은 혼잡한 주거 밀집 지역이거나 상업 지구가 많은 지상 또는 지하 구간이므로 저소음, 저공해, 저비용, 고감속 · 고가속, 대량 수송이 가능한 철도차량이 필요하며, 이러한 주행 특성에 적합한 차량이 동력 분산 방식의 전기동차이다.

서울을 포함한 수도권 1호선부터 9호선까지의 도시철도 노선과 경인선, 경의 · 중앙선, 경춘선, 경원선, 공항철도, 신분당선, 수인선, 분당선과 같은 광역 철도 노선에서는 대량 수송 수요를 감안하여 대형 전동차를 운용하고 있으며, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전광역시에는 대형 전동차보다 크기가 다소 작은 중형 전동차가 투입되어 도시철도 승객을 수송하고 있다. 또한, 부산 · 김해경전철, 인천2호선, 우이신설선, 의정부경전철, 용인경전철 등에서는 무인 자동 운전이 가능한 소형 경량의 경전철 형식의 전기동차를 운영하고 있다.

이 밖에도 중장거리 중 · 고속 여객 수송을 목적으로 간선형 전기동차(누리로, ITX-새마을)가 경부선, 호남선, 전라선 등에서 여객을 수송하고 있으며, 경춘선에서는 국내 최초 2층 열차인 준고속 전기동차(ITX-청춘)가 운행되고 있다.

이처럼 전기동차는 그 사용 목적과 용도에 따라 다양한 속도와 출력을 발휘할 수 있도록 설계 ·

제작되어 대도시권과 주요 철도 간선의 전철화 구간에서 활약하고 있다. 특히 고속화 추세에 맞게 주요 간선의 고속 주행용으로 EMU-250 등이 개발 완료되었으며, 향후 대도시권 광역 급행 철도(GTX)에 투입될 차량 역시 동력 분산식의 전기동차 형식으로 제작 중인 것을 감안하면, 전기동차야 말로 철도 르네상스 시대를 대표하는 철도차량이라고 해도 손색이 없을 것이다.

5.1.3 전기동차 특징

전기동차는 도시철도 및 광역 철도 구간을 운행하는 대표적인 대중교통수단으로서 단시간에 많은 승객을 신속하게 수송하기 위하여 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

(1) 동력 분산 방식 설계

전기동차는 구동차, 부수차, 제어차 등 서로 다른 기능을 가진 차량을 한 개 열차 편성으로 연결·운행하며, 특히 동력을 발생시키는 구동차(M차: Motor Car)를 차량 사이에 분산·연결하여 객실 공간의 확보가 용이하고 축당 중량 분배가 가능하여 경량화가 수월하다. 또한 동력을 집중하지 않고 분산할 경우, 운행 중 일부 구동차에 고장이 발생하더라도 정상인 구동차의 동력만으로 자력 운행이 가능하다는 장점이 있다.

(2) 일괄 제어 가능

전기동차는 각각의 차량을 4칸, 6칸, 8칸, 10칸 등으로 조합하여 1개 열차 편성으로 운용할 수 있으며, 각각의 차량을 전·후부에 설치된 운전실에서 전체적으로(일괄적으로) 제어할 수 있는 일괄 제어 기능을 구비하고 있다.

(3) 고가속, 고감속 운전 가능

전기동차는 동력이 분산되어 동륜의 점착 성능이 양호하고 견인과 제동 성능이 뛰어나 고가속 및 고감속이 가능하다. 따라서 역 간의 거리가 짧고 정차 회수가 많은 도시철도 구간에서 높은 표정속도를 유지할 수 있으며, 고밀도 운전을 가능하게 해 준다.

(4) 안전성과 신뢰성 확보

전기동차의 주요 장치는 고장 시 안전 측으로 작동한다는 폐일세이프(Fail Safe) 개념을 적용하여 안전성이 높으며, 주요 장치는 이중구조(이중계)로 설계되어 1개 장치에 고장이 발생하더라도 나머

지 장치로 운행이 가능하기 때문에 신뢰성이 높은 안전 운행이 가능하다.

(5) 높은 운영 효율

열차 편성 양단에 운전실이 설치된 고정 열차 편성형으로 구성되어 있기 때문에 차량 조성에 필요한 입환 작업이 불필요하며, 종착역에서 운전실만 교환한 후 운행 방향만 바꿔 운전하는 반복 운전이 가능하므로 차량의 운영 효율이 높다.

(6) 친환경성

전기 동력을 사용하기 때문에 내연기관에서 발생하는 유해 먼지나 매연이 없으므로 대기오염 영향이 없다. 뿐만 아니라 견인전동기의 구동으로 동력이 발생하는 만큼 저소음, 저진동 운행이 가능한 친환경적인 교통수단이다.

(7) 승하차 용이

전기동차는 차량마다 2~4개(편측 기준)의 공기식 또는 전기식 출입문이 설치되어 있어 단시간 내 많은 승객들의 동시 승하차가 가능하다. 따라서 단축된 정차시분으로 표정속도 향상이 가능하기 때문에 도시철도 시스템에 적합한 차량이다.

핵심정리

>>>

1. 전기동차의 구조 및 특성상 () 대중교통에 적합한 차량이며, 최근 철도 교통의 고속화 추세에 맞춰 주요 ()에도 널리 활용되고 있다.
2. 전기동차는 ()으로 설계되어 일괄 제어와 고가속·고감속 운전이 가능하고 ()·신뢰성·()이 우수한 친환경 교통수단이다.

5.2 전기동차 일반

학습목표

- 전기동차를 구분하는 기준에 대해 이해하고 설명할 수 있다.
- 전력 공급 방식에 따라 전기동차를 구분하고, 동력 전달 과정을 설명할 수 있다.
- 견인전동기 종류를 구분하고, 견인전동기별 속도 제어 원리와 특징을 설명할 수 있다.
- 수송 용량(크기)에 따라 전기동차를 구분하고, 각각의 특징을 설명할 수 있다.
- 경량 전철의 종류와 시스템별 세부 특징을 이해하고, 차이점을 설명할 수 있다.
- 전기동차 각 부분의 위치 칭호 원리를 이해하고, 이를 실무에 활용할 수 있다.

[핵심 용어]

- 직류 전기동차, 교류 전기동차, 교직류 전기동차, 직류 직권전동기, 교류 유도전동기, 저항제어, 츄퍼 제어, VVVF 인버터 제어, 일반형 전기동차, 간선형/준고속형 전기동차, 모노레일, 노면전차(트램), 철제 차륜 AGT, 고무 차륜 AGT, 선형 유도전동기, 자기부상열차

5.2.1 전기동차 종류

전기동차는 차량 지붕에 설치된 팬터그래프를 통해 전차선 전원을 수전(受電)하고, 수전 전원을 차량 하부에 설치된 견인전동기에 공급하면, 견인전동기에서 발생한 회전력을 동력전달장치인 기어(치차)가 차륜에 전달하여 차량을 움직이는 구조로 구성된다.

일반적으로 팬터그래프에서 견인전동기까지의 회로를 주회로라 하며, 수전한 AC 25kV 또는 DC 1,500V 등의 특고압 전력을 견인전동기 특성에 맞게 변환 공급하여 동력 운전이 이루어진다. 이러한 동력 운전 신호는 수동 운전 시에는 기관사의 주간 제어기 취급에 따라, 자동 운전 시에는 열차 종합 제어장치(TCMS)의 제어 신호에 따라 전달된다. 결국, 전력 공급 방식에 따라 직류 1,500V의 지하 구간을 운행하는 i) 직류 전기동차, 교류 25kV의 지상 구간을 운행하는 ii) 교류 전기동차, 교류와 직류 구간을 혼용할 수 있도록 교직절환장치가 설치된 iii) 교직류 전기동차로 구분할 수 있다.

이 밖에도 견인전동기에 공급되는 전력의 제어 방법에 따라 견인전동기 회로에 저항을 삽입하여 속도를 제어하는 i) 저항제어 전기동차, 저항제어 방식의 단점인 전력의 낭비, 열 발생, 승차감 저하 등을 개선한 ii) 츄퍼제어 전기동차, 교류전력을 사용하는 유도전동기가 장착되어 전압과 주파수

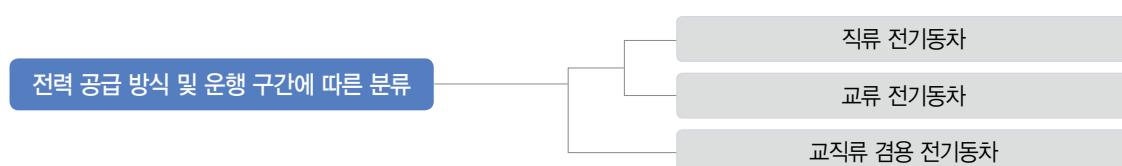
등을 적절히 변화시켜 속도 제어를 하는 iii) VVVF 인버터 제어 전기동차로 구분할 수도 있다.

도시철도 시스템은 건설 단계에서 예상 수송 수요와 건설비 등의 투자비를 고려하여 전기동차 크기를 선택하기 때문에 수송 용량에 따라 다양한 크기의 전동차가 운행되고 있다. 따라서 수송 용량(크기)에 따라 i) 중량(重輛) 전철, ii) 중량(中輛) 전철, iii) 경량(輕輛) 전철로 구분할 수 있다.

결국, 전기동차는 크게 i) 전력 공급 방식의 종류 및 ii) 견인전동기와 속도 제어 방식, iii) 수송 용량(크기)에 따라 분류된다.

(1) 전력 공급 방식 및 운행 구간에 따른 분류

전기동차의 종류를 사용하는 전원 및 운행 구간에 따라 분류하면 다음과 같다.



1) 직류 전기동차

서울을 포함한 수도권과 지방 광역시의 도시철도에서 운행하는 대부분의 전기동차는 DC1,500V 구간만 운행하는 직류 전용 전기동차이다. 이 밖에도, 제3궤조(궤조) 방식의 DC1,500V/750V 구



[그림 5-1] 직류 전기동차 전원 공급 방법(커티너리 방식)

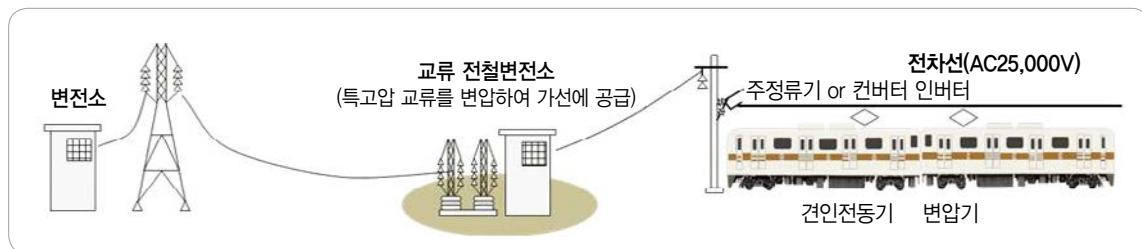


[그림 5-2] 직류 전기동차 전원 공급(제3궤조 방식)

간을 운행하는 경량 전철도 직류 전용 전기동차이다.

2) 교류 전기동차

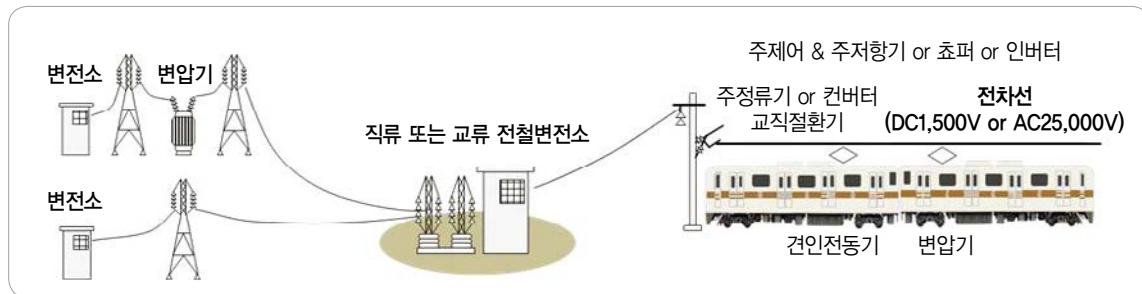
경의중앙선, 경춘선, 분당선, 수인선 등 한국철도공사 구간의 일반형 전기동차 및 간선형 전기동차((누리로, ITX-새마을), 준고속 전기동차(ITX-청춘) 등은 AC 25kV 전원 구간만 운행이 가능한 교류 전용 전기동차이다.



[그림 5-3] 교류 전기동차 전원 공급

3) 교직류 전기동차

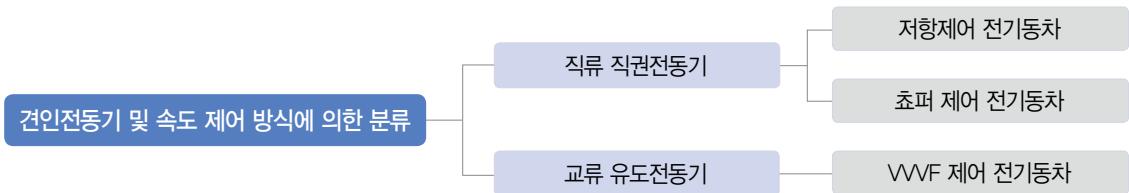
서울 지하철 1호선과 4호선(과천선, 안산선 포함) 직결 구간을 운행하는 전기동차로 한국철도공사 구간의 AC25kV와 서울교통공사 구간인 DC1,500V 모두 운행할 수 있도록 AC25kV를 DC1,500V로 변환하기 위한 특고압 기기와 정류기 등을 장착하고 있다.



[그림 5-4] 교직류 전기동차 전원 공급

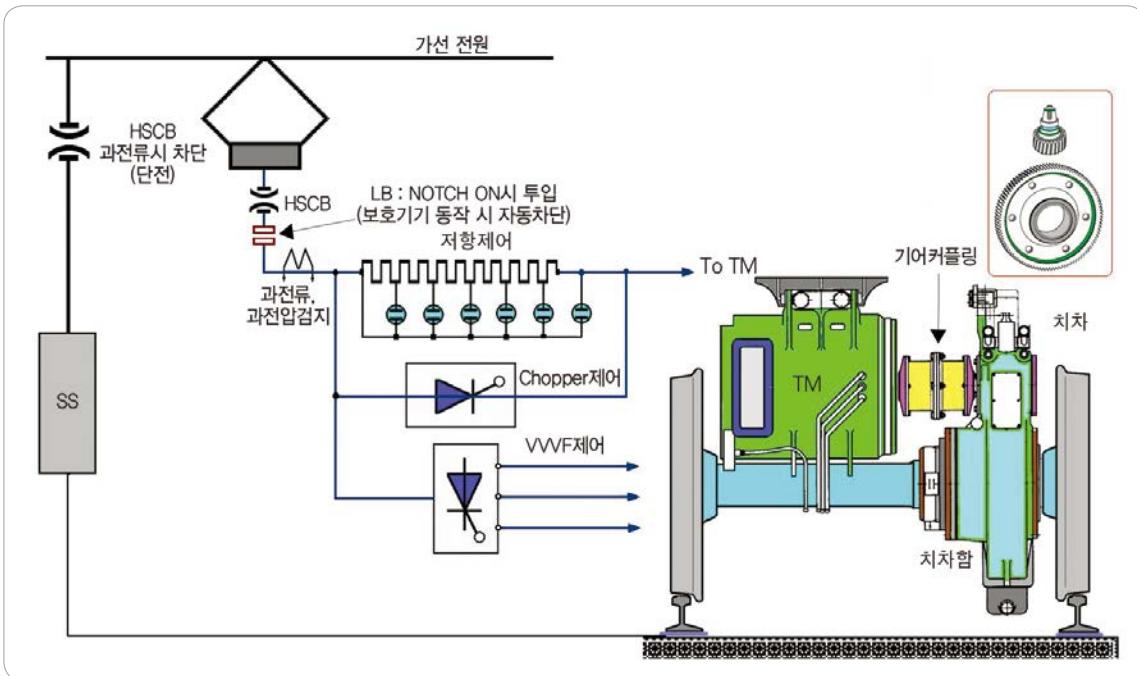
(2) 견인전동기 및 속도 제어 방식에 의한 분류

전기동차의 견인전동기의 종류 및 견인전동기에 공급되는 전력을 제어하는 방법에 따라 분류하면 다음과 같다.



1) 견인전동기 전원 공급 경로

변전소에서 공급하는 가선 전원이 견인전동기까지 공급되는 일반적인 경로는 다음과 같으며, 견인전동기의 속도 제어 방식에 따라 저항제어, 초퍼(Chopper) 제어, VVVF 제어로 구분된다.



[그림 5-5] 견인전동기 전원 공급 경로

2) 견인전동기 종류별 속도 제어

① 직류 직권전동기 개요

직류를 전원으로 하는 전기동차를 구동하는 데에 적합한 토크(torque) 특성을 가진 전동기로, 직류 전원을 회전자에서 정류하기 때문에 브러시를 장착하고 있어 기능 · 성능상, 유지 보수상의 약점이 된다.

직류 직권전동기의 회전수는 단자전압에 비례하고 자속 수에 반비례한다. 일반적으로 전동기

의 자속이 포화점에 도달할 때까지 자속 수는 공급 전류에 비례하므로, 직류 직권전동기의 회전 수는 단자전압에 비례하고 전류에 반비례하는 특성이 있다. 그리고 직류 직권전동기는 내부 저항과 회전에 의해 기전력이 발생하는데, 이 기전력은 공급 전류의 방향과 반대이므로 역기전력(逆起電力)이라고 한다.

이러한 직류 직권전동기를 사용하는 대표적인 전기동차로는 저항제어 전기동차와, 초퍼(Chopper) 제어 전기동차가 있다.

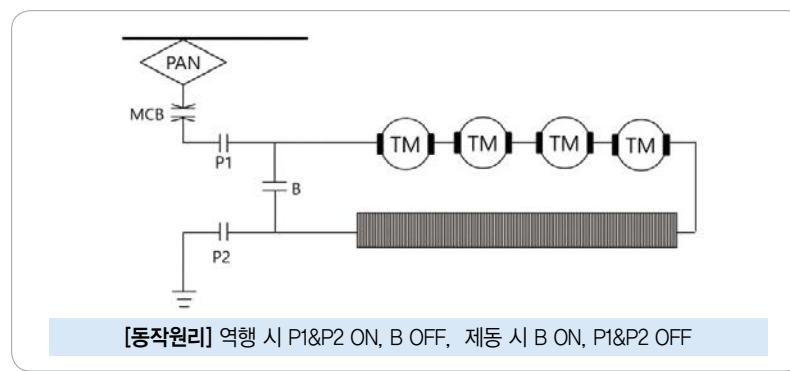
• 저항제어 전기동차

저항제어는 견인전동기 회로에 저항기를 설치하고 순차적 또는 조합적 방식으로 전체 저항값을 변화시켜 견인전동기에 흐르는 전원을 제어하는 방식이다.

기동 시에는 모든 저항을 직렬로 연결하여 견인전동기에 저전압을 공급함으로써 서서히 출발하도록 하고, 열차 속도를 상승시킬 때는 순차적으로 저항을 단락시켜 전동기에 공급되는 전압을 증가시키는 방법으로 속도를 제어한다. 이 밖에도 견인전동기 결선 방법을 직렬, 직병렬, 병렬로 변경·접속하여 견인전동기에 공급되는 단자전압을 변화시키는 단자전압 제어법(직병렬 제어법)과, 계자 전류를 약화시켜 속도 제어를 하는 약계자 제어법을 병용하여 속도를 제어한다.

직류 직권전동기를 사용하는 차량의 제동 방식 중 하나인 발전제동은 차량의 직류 직권전동기를 직류 직권발전기로 전환시켜 열차가 가지고 있는 운동에너지를 전기에너지로 변환하고, 그 발전 전력을 주 저항기에서 열로 소모하고 이러한 발전 과정에서 발생하는 역회전력을 이용하여 열차 속도를 감속하는 방법이다.

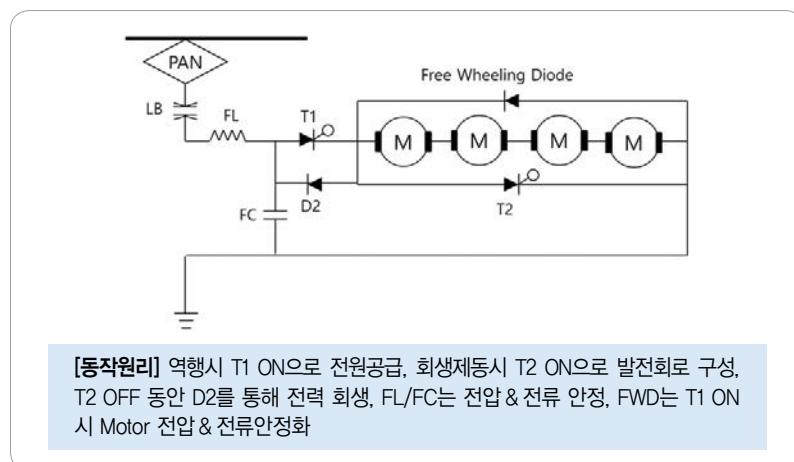
저항제어 전기동차는 서울 지하철 1호선 등에서 운행되다가 노후화와 내구연한 도래 등으로 신조 VVVF 인버터 제어 차량으로 대체되고 있다.



[그림 5-6] 저항제어의 구조

- 쵈퍼(Chopper) 제어 전기동차

촘퍼 제어차는 직류 직권전동기를 사용하지만 저항제어 방식의 최대 단점인 전력의 낭비, 열 발생, 승차감 저하 등을 개선하여 기술적으로 한 단계 진보된 전기동차이다. 저항제어 전기동차의 주 저항기 대신 빠른 속도로 ON, OFF 동작을 할 수 있는 싸이리스터라는 스위칭소자를 설치하여 견인전동기에 공급되는 전력을 제어한다.



[그림 5-7] 쵈퍼 제어의 구조

또한 제동 시 견인전동기는 차축과 기어(치차)에 직결되어 관성에 의해 회전하고 있는 상태이므로, 여기에 부하를 연결하면 전기동차가 가지고 있는 운동에너지가 전기에너지로 변환된다. 이때 발전된 기전력을 가선 전압보다 높게 승압시킨 다음, 가선으로 회생시켜 동력 운전 중인 다른 전기동차에 공급하는 회생제동을 채택하면 전력 에너지의 소비를 절감시킬 수 있는 장점이 있다.

촘퍼 제어 전기동차는 서울 지하철 2,3호선과 부산 지하철 1호선에서 운행 중이나, 노후화에 따라 신조 VVVF 인버터 제어 차량으로 대체되고 있다.

② 교류 유도전동기 개요

유도전동기의 경우 단상과 3상이 있으나, 최근 제작되는 전기동차의 대부분은 3상 농형유도전동기를 사용하고 있다. 가변 전압 가변 주파수(VVVF) 인버터의 개발에 따라 3상 농형유도전동기의 속도 토크 특성을 직류 직권전동기와 같도록 할 수 있어 기존 저항제어, 쵈퍼(Chopper) 제어 전기동차를 대체할 수 있으며, 직류 직권전동기의 정류자나 브러시가 필요 없기 때문에 구조

가 단순하여 유지 보수가 용이하고 소형 경량화가 가능하다는 장점이 있다.

교류 유도전동기의 속도 제어는 상용 교류 전원을 컨버터를 통해 직류 전원으로 변환시킨 후, 인버터를 사용하여 임의의 주파수와 교류 전력으로 변환시켜 교류 유도전동기의 전력을 공급하여 회전속도를 제어하게 된다.

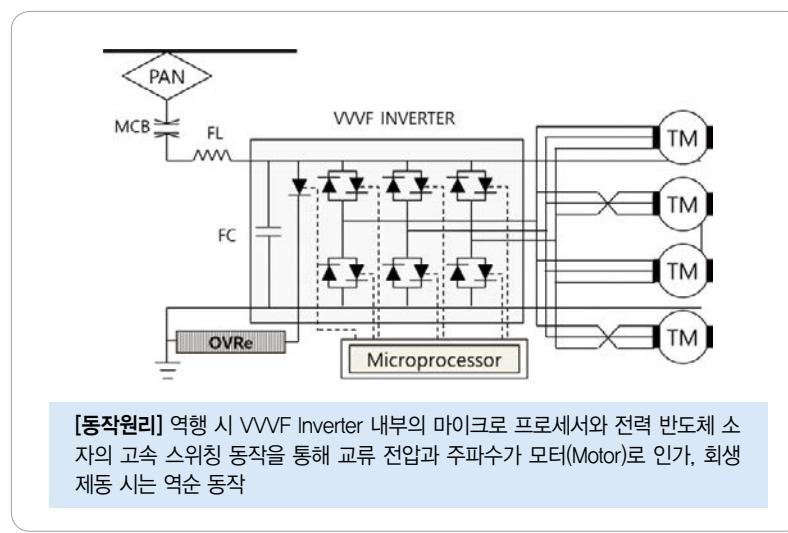
교류 유도전동기의 자속 밀도를 일정하게 유지시키고 효율 변화를 막기 위해 주파수와 함께 전압도 동시 변화시키는 기술이 가변 전압 가변 주파수(VVVF) 인버터 방식이며, 이러한 교류 유도전동기를 사용하는 전기동차로는 VVVF 전기동차가 대표적이다.

• VVVF 제어 전기동차

VVVF 제어(Variable Voltage Variable Frequency) 전기동차는 기존 철도차량에 설치된 직류 전력을 사용하는 직류 직권전동기와 달리 교류 전력을 사용하는 유도전동기가 장착되어, 주회로 및 속도 제어 부분에서 직류전동기 차량과 많은 차이점이 있다.

교류 유도전동기를 장착한 VVVF 제어 전기동차는 견인전동기에 공급하는 교류 3상 전원의 전압과 주파수 등을 적절히 변화시켜 속도 제어를 하므로, 전압을 변화(Variabie Voltage)하고 주파수를 변화(Variabie Frequency)하여 속도를 제어한다는 의미에서 ‘가변 전압 가변 주파수 제어 전기동차’라 한다.

보통 대용량 고속 스위칭이 가능한 전력 반도체 소자(GTO, IGBT, IPM)와 ON, OFF 스위칭 명령을 제어하는 컴퓨터 마이크로 프로세스 장치가 조합되어 VVVF 인버터를 제어한다.



[그림 5-8] VVVF 제어의 구조

3) 전기동차 종류별 일반 제원

저항제어, 초퍼 제어, VVVF 인버터 제어 전기동차는 운행 구간과 최고 속도에 따라 도시철도 구간을 운행하는 일반형 전기동차와 주요 간선을 중·고속으로 운행하는 간선형/준고속형 전기동차로 구분되며, 각 전기동차의 제원은 다음과 같다.

① 일반형 전기동차

구분	저항 제어차	초퍼 제어차	VVVF 인버터 제어차	
궤간	1,435mm			
전기방식	교류 25kV, 60Hz 직류 1,500V	직류 1,500V	교류 25kV, 60Hz 직류 1,500V ※ 직류 전용 차량도 존재	
전차선 방식	지상 : 커티너리, 지하 : 강체 가선			
성능	연속정격(2M) 가속도 감속도 상용제동 비상제동 최고 속도	960kW 2.5km/h/sec	1,200kW 3.0km/h/sec	1,600kW 3.0km/h/sec
		3.0km/h/sec	3.5km/h/sec	3.5km/h/sec
		4.0km/h/sec	4.5km/h/sec	4.5km/h/sec
		110km/h	100km/h	110km/h
	연결기 면 간 길이 차체 길이 차체 최대 폭 지붕의 높이 상면(床面) 높이	20,000mm 19,500mm 3,180mm 3,800mm 1,200mm	20,000mm 19,500mm 3,180mm 3,750mm 1,150mm	20,000mm 19,500mm 3,160mm 3,750mm 1,150mm
	자중	제어차(TC) 34.2 제1구동차(M) 43.0 제2구동차(M') 47.6 부수차(T) 33.0	운전실부 구동차(MC) 41.5 구동차(M) 41.5 부수차(T) 32.0	제어차(TC) 33.1 구동차 41.2 제1부수차(T1) 26.5 제2부수차(T2) 32.0
객실 좌석	M, M', T차 TC 54석 48석	M, T차 MC차 54석 48석	M, T, T차 TC차 54석 48석	
견인전동기(정격)	직류 직권(120kW)	직류 직권(150kW)	교류 유도(200kW) 이상	
속도 제어 방식	저항, 직병렬, 계자 제어	초퍼 제어	가변 전압 가변 주파수 제어	
동력 전달 방식	중공축 평행 카르단식	기어형 평행 카르단식	기어형 평행 카르단식	
치차비	15:87 = 1:5.80	15:98 = 1:6.533	14:99 = 1:7.07	

구분		저항 제어차	쵸퍼 제어차	VVF 인버터 제어차
대차/ 구동 장치	대차 형식 고정축 간 거리 차륜 직경	스윙 볼스터식 2축보기 2,100mm 860mm	2축보기 공기스프링 2,100mm 860mm	공기스프링 볼스터레스 2,100mm 860mm
기초 제동장치	구동 대차 부수 대차	답면 제동 디스크 제동	답면 제동 디스크 제동	답면 제동 디스크 제동
제동 방식		SELD형 발전제동 병용 전자 직통제동(회생제동 없음)	전기 지령 전공 병용 제동 (회생제동 있음)	HRDA형, 디지털 전기 지령, 전기 연산식 (회생제동 있음)
제어 전압		직류 100V 교류 200V, 60Hz	직류 100V 교류 200V, 60Hz	직류 100V 교류 200V, 60Hz
운전 보안장치		속도 조사부 ATS 다변주형, 점제어, 연속 속도 조사	속도 조사부 ATS 다변주형, 점제어, 연속 속도 조사	ATS/ATC, 기관사 안전장치(DSD)



[그림 5-9] 일반형 전동차 종류

② 간선형/준고속형 전기동차

구분	간선형		준고속형(ΠX-청춘)	
	누리로	ΠX-새마을		
궤간			1,435mm	
전기방식	교류 25kV, 60Hz			
전차선 방식	지상 : 커티너리			
성능	가속도 상용제동 비상제동 최고 속도	2.5km/h/sec 3.0km/h/sec 4.0km/h/sec 150km/h	2.5km/h/sec 3.0km/h/sec 4.0km/h/sec 150km/h	2.0km/h/sec 3.0km/h/sec 4.0km/h/sec 180km/h

구분		간선형		준고속형(ITX-청춘)
		누리로	ITX-새마을	
차체	연결기 면 간 길이	23,500mm	24,505mm(TC) 23,500mm(M,T)	21,005mm(TC) 20,000mm(M,T)
	차체 길이	23,080mm(MC) 23,000mm(T1,T2)	24,610mm(TC) 23,000mm(M,T)	20,405mm(TC) 19,500mm(M,T)
	차체 최대 폭	3,180mm	3,150mm	3,120mm
	지붕의 높이 상면(床面) 높이	3,750mm 1,200mm	3,750mm 1,200mm	3,750~4,410mm 1,170mm
자중		Mc : 45.4 T1 : 42.1 T2 : 36.9	TC : 44.8	TC : 43.87
			M'1: 48.6	M1 : 46.44
			M'2: 48.7	M2 : 46.55
			M : 46.6	M' : 48.25
		T : 37.0	T : 42.98	T : 42.98
지지(현수) 장치		1차 : 링크암 탑입 코일 스프링 + 수직 댐퍼, 2차 : 공기스프링		
견인전동기(정격)		교류 유도(250kW)	교류 유도(250kW)	교류 유도(250kW)
속도 제어 방식		가변 전압 가변 주파수 제어	가변 전압 가변 주파수 제어	가변 전압 가변 주파수 제어
동력 전달 방식		평행 카르단 1단 감속	기어형 평행 카르단식	기어형 평행 카르단식
치차비		19:94 = 1:4.947	19:94 = 1:4.947	22:91 = 1:4.136
대차 및 구동 장치	대차 형식 고정축 간 거리 차륜 직경	공기스프링 볼스터레스 2,500mm 860mm	공기스프링 볼스터레스 2,500mm 860mm	공기스프링 볼스터레스 2,500mm 860mm
기초 제동장치	구동 대차 부수 대차	차륜 디스크 제동 차축 디스크 제동	차륜 디스크 제동 차륜 디스크 제동	차륜 디스크 제동 차륜 디스크 제동
제동 방식		회생제동 병용 전기 지령식 공기제동(응하중 장치부)		
제어 전압		직류 100V	직류 100V	직류 100V
조작 공기압력		5kg/cm ²	5kg/cm ²	5kg/cm ²
운전 보안장치		ERTMS적용, ATP/STM장치	ERTMS적용, ATP/STM장치	ERTMS적용, ATP/STM장치



간선형 전기동차(누리로)



간선형 전기동차(ITX-새마을)

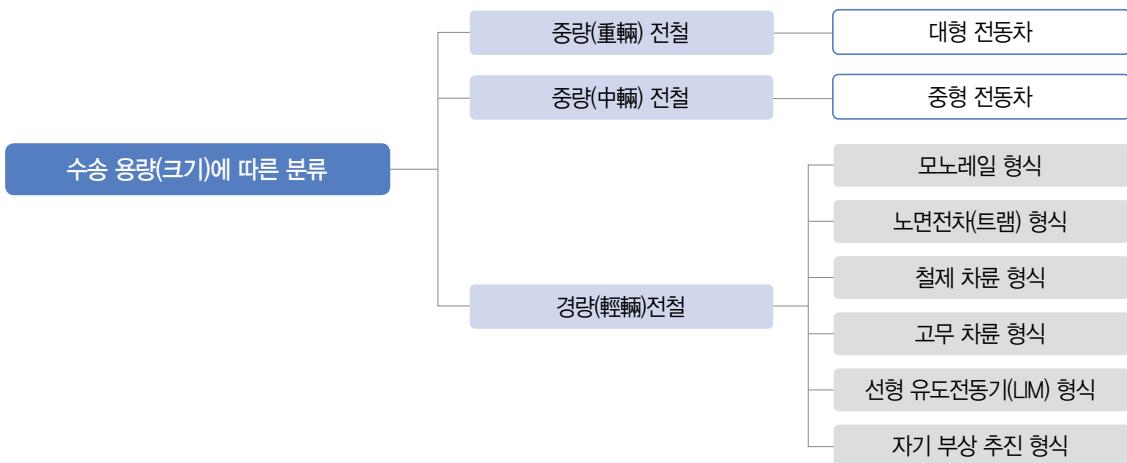


준고속형 전기동차(ITX-청춘)

[그림 5-10] 간선형/준고속형 전기동차 종류

(3) 수송 용량(크기)에 따른 분류

전기동차의 종류를 수송 용량(크기)에 따라 분류하면 다음과 같다.



1) 중량(重輛) 전철

한국철도공사, 서울교통공사, 서울시메트로9호선(주), 공항철도(주), 신분당선(주) 등에서 운영하고 있는 대형 전동차(차체 길이 19,500mm 이상, 차체 폭 3,120mm 이상, 레일 상면 기준 지붕 높이 3,600mm 이상, 승객 정원 140~160명/칸)를 말하며, 중량(重輛) 전철로 표기하기도 한다. 대부분의 중량(重輛) 전철은 지하철 개통 초기부터 도입된 1세대 모델로 유인 수동 운전을 기반으로 하나, 최근에 개통된 신분당선 등은 자동 무인운전 시스템으로 운영 중이다.

2) 중량(中輛) 전철

수송 용량이 중량 전철(重輛)과 경량 전철(輕輛)의 중간 정도 크기이며, 주로 부산, 인천, 대전, 대구, 광주 도시철도공사 등에서 운행 중인 중형 전동차(차체 길이 17,500~19,500mm, 차체 폭 2,750~3,120mm, 레일 상면 기준 지붕 높이 3,600mm 이하, 승객 정원 110~130명/칸)를 말하며, 대부분 자동 운전 기능을 탑재하였으나 안전상 유인 운전으로 전환하여 운영하고 있다.

3) 경량(輕輛) 전철

도시철도건설규칙에서 ‘경량(輕輛) 전철’은 모노레일 형식, 노면전차 형식, 철제 차륜 형식, 고무 차륜 형식, 선형 유도전동기 형식, 자기 부상 추진 형식 등으로 구분된다. 차량 최대 설계 축중 13.5톤 이하(분포하중의 경우, 단위 미터당 2.8톤 이하를 말한다)의 전기철도를 말하며, 줄여서

경(輕)전철이라고 표기하기도 한다.

경량 전철은 지하철과 버스의 중간 정도의 수송 능력을 갖고 있으며, 독립 또는 공유된 전용노선을 따라 운행되며, 차량의 운행 간격이 짧고 경제적인 건설비로 인해 기존 철도의 지선이나 중소 도시의 간선 등을 연결하는 기능을 담당한다. 노면전차(트램)을 제외한 대부분 경량 전철의 열차 제어 시스템은 자동 무인운전을 기반으로 설계 · 운영 중이다.

① 경량 전철 특징

고가속 · 고감속이 가능한 경량 차량으로서 2분 내외의 운행 간격 단축이 가능하며, 차량과 구조물의 크기가 작고, 급구배(경사 또는 기울기), 급곡선 주행성이 우수하여 중량 전철 대비 공사 비를 절감할 수 있다. 그 밖에도 대부분이 완전 자동 무인운전이 가능한 시스템이므로 운영비가 저렴하고, 관제실에서 열차 운행을 원격으로 제어하기 때문에 승객 수송 수요 변화에 신속한 대응이 가능하다는 장점이 있다.

② 경량 전철 개요

항목	모노레일	노면전차(트램)	철제 차륜 AGT	고무 차륜 AGT	선형 유도전동기	자기부상열차
1. 시스템 운영						
1) 운전 방식	무인운전	유인 운전	무인운전	무인운전	무인운전	무인운전
2) 정거장 출입 설비	스크린도어 설치	미설치	스크린도어 설치	스크린도어 설치	스크린도어 설치	스크린도어 설치
3) 자동 출개찰	AFC 설치	RF 요금 징수	AFC 설치	AFC 설치	AFC 설치	AFC 설치
2. 이용자 측면						
1) 정시성	우수 또는 보통	떨어짐	우수	우수	우수	우수
2) 최소 운전 시격	(150초)	3~5분	(90초)	(90초)	(90초)	(90초)
3) 편의성	• 짧은 운전 시격 • 유/무인 운전 시스템	• 저상 승하차 용이	• 짧은 운전 시격 • 자동 운전 시스템	• 짧은 운전 시격 • 자동 운전 시스템	• 짧은 운전 시격 • 자동 운전 시스템	• 짧은 운전 시격 • 자동 운전 시스템
3. 환경 측면						
1) 대기오염	• 고무 차륜(분진) • 전기모터 구동 친환경 시스템	• 철제 차륜 • 전기모터 구동 친환경 시스템	• 철제 차륜 • 전기모터 구동 친환경 시스템	• 고무 차륜(분진) • 전기모터 구동 친환경 시스템	• 철제 차륜 • 전기모터 구동 친환경 시스템	• 자기 부상 • 전기모터 구동 친환경 시스템
2) 도시 미관 및 조화	보통	우수	떨어짐	떨어짐	떨어짐	떨어짐

※ 출처 : 경전철 차량 시스템 선정 가이드라인 안내서(국토교통부 / 2014. 08.)

③ 경량 전철 일반 제원

항목	모노레일	노면전차(트램)	철제 차륜 AGT	고무 차륜 AGT	선형 유도전동기	자기부상열차
차량 사진						
운영 노선	대구3호선	오륙도선 (설계 중)	부산김해경전철	부산4호선	용인경전철	인천공항
열차 편성당 칸수	3칸 1열차 편성	5칸 1열차 편성	2칸 1열차 편성	6칸 1열차 편성	1칸 1열차 편성	2칸 1열차 편성
궤간	850mm	1,435mm	1,435mm	1,700mm	1,435mm	1,850mm
공차 중량	94.12ton	49ton	46.5ton	72ton	24ton	38ton
칸당 정원	84명	56명	92명	502명	133명	93명
출입문 수	2개	2개	2개	2개	2개	2개
차체 재질	알루미늄합금	알루미늄합금	알루미늄합금	알루미늄합금	알루미늄합금	알루미늄합금
전기방식	DC1,500V	DC750V	DC750V	DC750V	DC750V	DC1,500V
운전 방식	무인/유인	유인운전	무인/유인	무인/유인	무인운전	무인/유인
신호방식	ATP/ATO	DATP	ATP/ATO	ATP/ATO	ATP/ATO	RF-CBTC
속도 제어	VVF 제어	VVF 제어	VVF 제어	VVF 제어	VVF 제어	-
최고 속도	70km/h	60km/h	70km/h	60km/h	80km/h	80km/h
가속도	3.0km/h/s	4.3km/h	4.0km/h/s	3.5km/h/s	3.6km/h/s	4.0km/h/s
상용 감속도	4.0km/h/s	4.3km/h	4.0km/h/s	3.5km/h/s	3.6km/h/s	4.0km/h/s
비상 감속도	4.5km/h/s	9.7km/h	4.5km/h/s	4.5km/h/s	4.68km/h/s	4.5km/h/s
견인전동기	3상 유도전동기	3상 영구자석 동기전동기	3상 유도전동기	3상 유도전동기	선형 유도전동기	선형 유도전동기
차 체	길이	15,100mm	35,000mm	27,000mm	9,640mm	17,602mm
	폭	2,980mm	2,650mm	2,650mm	2,400mm	3,200mm
	높이	5,280mm	3,500mm	3,400mm	3,500mm	3,939mm
대 차	대차 형식	공기스프링식 볼스타레스	독립 차륜식 볼스타레스	공기스프링식 볼스타레스	공기스프링식 볼스타레스	공기스프링식 강제 조향 대차
	고정 축거	1,500mm	-	2,310mm	-	12,000mm
	차륜 직경	1,006mm	600mm	600~660mm	-	660mm

※ 출처 : 경전철 차량 시스템 선정 가이드라인 안내서(국토교통부/2014.08.), 운영 기관별 홈페이지

5.2.2 전기동차 위치 칭호

전기동차에 있어 각 부분의 위치 칭호를 사전에 정하여 두면, 직원 상호 간에 의사소통을 원활히 하여 운용 및 검수 작업 시 편리하고, 혼선을 방지할 수 있다.

(1) 전기동차의 고정편성과 차량번호

- 1) 전기동차가 열차로서 기능을 갖도록 4칸(량), 6칸, 8칸, 10칸 편성으로 구성할수 있으며 각 차량마다 고유의 차량번호와 편성번호를 갖는다.
 - ① 차량번호는 TC+M+M'로 편성된 방향을 고정편성의 앞쪽으로 하고 0호차+1호차+2호차 순으로 한다.
 - ② 편성번호는 편성된 순서로 01편성, 02편성 ~ 순으로 한다.

(2) 차량의 앞쪽과 좌, 우측

- 1) 각 차량은 0호차 방향을 앞쪽으로 하여 앞쪽과 뒤쪽으로 구분하고 운전실이 있는 차량은 운전 실 방향이 앞쪽이다.
- 2) 각 차량의 객실통로문 위에 앞쪽은 ①, 뒤쪽은 ②로 표기 한다.
- 3) 각 차량은 앞쪽을 기준으로 오른쪽과 왼쪽으로 한다.

(3) 차량 각 부의 위치 칭호

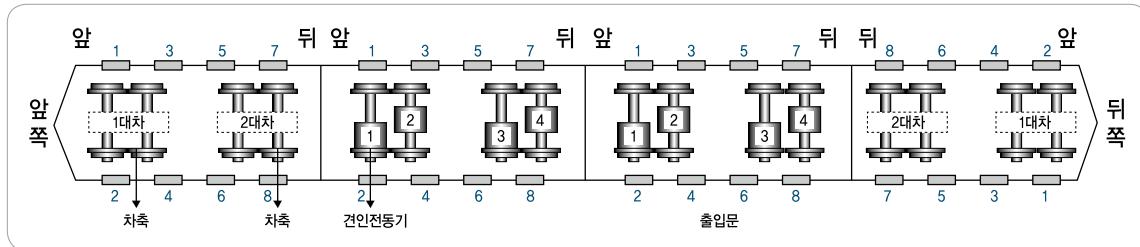
각 차량의 앞쪽을 기준으로 오른쪽의 기기는 홀수번호를 왼쪽에 설치된 기기는 짹수번호를 부여한다.

- 1) 왼쪽 : 앞쪽부터 차례대로 ‘2위, 4위, ……’라 한다.
 - 2) 오른쪽 : 앞쪽부터 차례대로 ‘1위, 3위, ……’라 한다.
- (예) 객실등과 같이 수량이 많은 기기는 앞쪽부터 차례대로 왼쪽은 ‘L1, L2’ 순, 오른쪽은 ‘R1, R2’ 순이다.

(4) 견인전동기, 대차 및 차륜, 출입문의 호칭

- 1) 견인전동기 : 각 M(M')차 앞쪽부터 1, 2, 3, 4로 한다.
- 2) 대차 : 각 차량별 앞쪽부터 1대차(전대차), 2대차(후대차)로 한다.
- 3) 차륜 : 각 차량별 앞쪽을 보고 각 대차별로 오른쪽은 1차륜, 3차륜으로 왼쪽은 2차륜, 4차륜으로 한다.

- 4) 출입문 : 각 차량별 앞쪽부터 오른쪽은 홀수번호 순서, 왼쪽은 짝수번호 순서로 하고 운전실이 설치된 차량은 운전실쪽이 앞쪽이다.



[그림 5-11] 전기동차 주요 기기의 위치 칭호

핵심정리

>>>

- 전기동차는 크게 i) 전력 방식 및 운행 구간에 따라 ①(), ②(), ③() 전기동차 3종류가 있으며, ii) 견인전동기 및 속도 제어 방식에 따라 ① 직류 직권전동기를 사용하는 저항제어와 촉퍼 제어, ② 교류 유도전동기를 사용하는 VVVF 인버터 제어로 구분되고, iii) 수송 용량(크기)에 따라 ①(), ②(), ③()로 분류할 수 있다.
- 전기동차는 운행 구간과 최고 속도에 따라 도시철도 구간을 중저속으로 운행하는 ①() (, ,)와 주요 간선을 중·고속으로 운행하는 ②() / () 가 있다.
- 경량 전철은 차량 최대 설계 축중 ()(분포하중의 경우, 단위 미터당 2.8톤 이하를 말한다)의 전기철도를 말하며, 우리나라에는 ① 모노레일 형식, ②(), ③ 철제 차륜 형식, ④ 고무 차륜 형식, ⑤(), ⑥ 자기 부상 추진 형식 등이 운행되고 있다.
- 전기동차는 0호차 쪽을 앞쪽, 9호차 쪽을 뒤팸으로 하며, 차량의 ()에서 ()으로 바라보고 좌측을 “왼쪽”, 우측을 “오른쪽”으로 칭하며, 차량 각 부의 위치 칭호는 차량의 ()부터 차례로 ‘1, 2, ………’라 하고, 좌·우 상대로 위치하고 있는 것은 앞쪽부터 왼쪽은 (), 오른쪽은 () 순으로 한다.

5.3 전기동차 구성

학습목표

- 전기동차를 구성하는 기본 단위를 이해하고 차종별 기기 배치 상태를 확인할 수 있다.
- 전기동차 열차 편성의 기본이 되는 차종별(TC, M, T) 역할을 이해하고 설명할 수 있다.
- 전기동차를 구성하는 주요 기기의 종류와 기능에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.
- 전기동차 특고압 기기의 종류와 역할을 이해할 수 있다.
- 전기동차 주요 장치 구성 및 기능에 대해 이해하고 설명할 수 있다.

[핵심 용어]

- 유닛(UNIT), 열차 편성 단위, 팬터그래프, 주 차단기, 교직 절환기, 주 퓨즈, 비상 접지 스위치, 계기용 변압기, 교류 피뢰기, 직류 피뢰기, 교류 과전류 계전기, 주 변압기, 접지 브러시, 필터 리액터, 변류기, 주 변환기, SIV, 공기압축기, 열차 종합 정보 장치, 열차 종합 제어장치, 제동장치

5.3.1 전기동차 구성

전기동차는 견인 및 승차 효율을 극대화하기 위하여 동력을 분산하였으며, 각 차량을 기능별, 용도별로 크게 3가지 ① 제어차(TC), ② 구동차(M, M'), ③ 부수차(T)로 구분한다.

이러한 각각의 차량을 운전실에서 전체 일괄 제어가 가능하도록 기계적, 전기적으로 연결한 상태를 ‘열차 편성’이라고 한다. 열차 편성은 전기동차의 운행 신뢰성을 확보하는 수준, 즉 최소 유닛의 2배수로 열차 편성하는 것이 기본 열차 편성의 최소 단위이나, 수송량을 고려하고 운행 노선의 중요도를 감안하여 1유닛 열차 편성을 최소 운행 편성으로 하는 경우도 있다.

(1) 유닛(UNIT)

열차 기능을 가진 최소 구성단위를 ‘UNIT’라 하며, 운전 제어가 가능한 차량과 동력을 제공하는 차량으로 이루어진 열차 편성을 말한다.

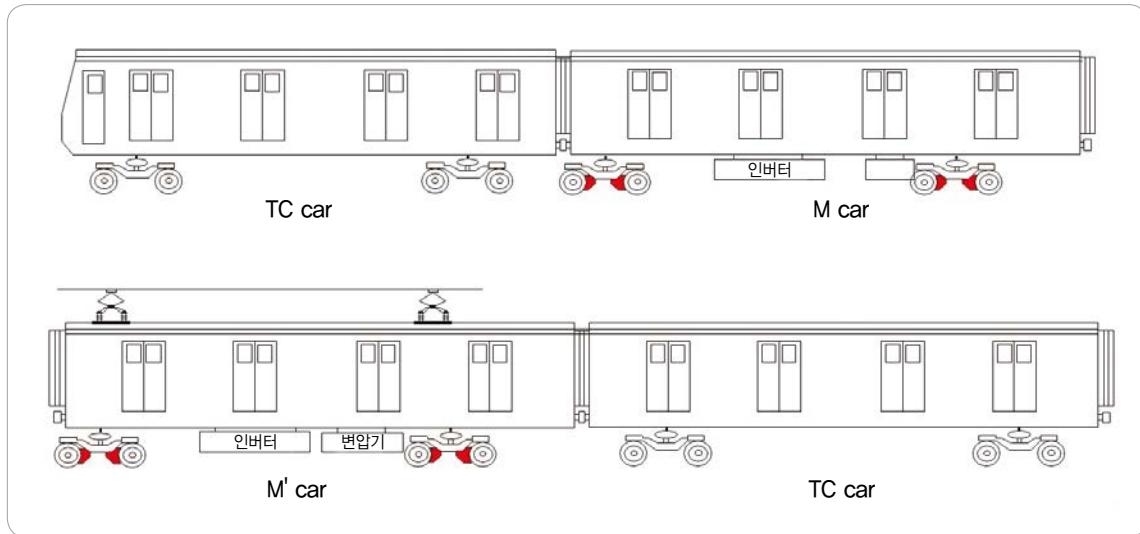
[UNIT 기본 구성]

- 1) 최초 기동에 필요한 에너지원 축전지(Batt)
- 2) 최초 기동에 필요한 압축공기 보조 공기압축기(ACM), 주 공기압축기(CM)
- 3) 객실등, 냉난방등 승객 서비스 전원 보조 전원 장치(SIV)
- 4) 열차 운행에 필요한 전원 수전 장치 집전장치(Pantograph), 주 변압기(MT)
- 5) 동력을 발생 제반 기기 주 차단기(MCB), 주 변환 장치(C/I) 또는
인버터(Inv), 견인전동기(Motor), 제어 기기

(2) 전기동차의 차종

전기동차 차종은 i) 운전실이 있는 제어 차량 TC(Train Control), ii) 견인전동기가 장착되어 구동을 담당하는 차량 M(Motor Car), iii) 운전실과 견인전동기가 장착되지 않은 부수 차량 T(Trailer Car)로 구분된다.

기기 배치에 따른 차종은 다음과 같으며, 운영 기관별로 다르게 표기하기도 한다.



[그림 5-12] 기기 배치에 따른 전기동차 종류

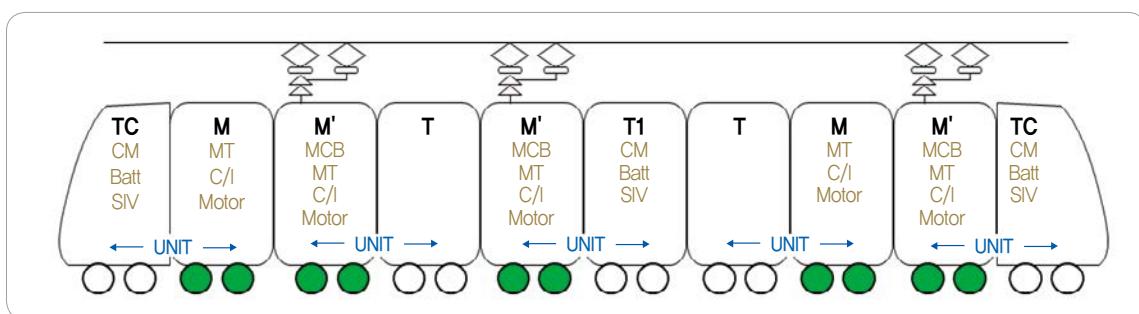
차종	호칭 및 약호	구조 및 기능
일반형 전기동차	제어차(TC)	운전실이 설치된 차량
	제1구동차(M')	팬터그래프가 설치된 구동 차량
	제2구동차(M)	팬터그래프가 설치되지 않은 구동 차량
	제1부수차(T)	동력이 없는 차량
	제2부수차(T1)	보조 전원 장치가 설치된 차량
간선형 전기동차	구동 제어차(MC)	운전실이 설치되고 동력이 있는 차량
	제1부수차(T1)	팬터그래프가 설치되고 주 변압기가 설치된 차량
	제2부수차(T2)	팬터그래프가 설치된 차량
준고속형 전기동차	제어차(TC)	운전실이 설치된 차량
	제1구동차(M')	팬터그래프가 설치된 구동 차량
	제2구동차(M)	팬터그래프가 설치되지 않은 구동 차량
	부수차(T)	동력이 없는 2층 객차 차량

(3) 전기동차의 열차 편성 단위

열차의 편성은 열차 기능을 가진 최소한의 기본 편성이 4칸이고, 필요에 따라 6칸, 8칸, 10칸 열차 편성으로 운행하고 있으며, 열차 편성의 예는 다음과 같다.

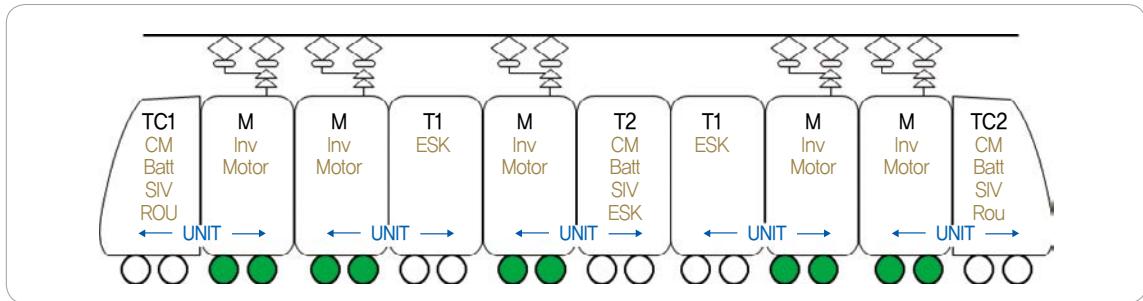
1) 일반형 전기동차(VVVF 제어)

- ① 4칸 열차 편성(2M2T) : TC-M-M'-TC (광명 셔틀: TC-M'-M'-TC)
- ② 6칸 열차 편성(3M3T) : TC-M-M'-T-M'-TC
- ③ 8칸 열차 편성(4M4T) : TC-M-M'-T-T'-M-M'-TC
- ④ 10칸 열차 편성(5M5T) : TC-M-M'-T-M'-T1-T-M-M'-TC



[그림 5-13] 한국철도공사 과천선(VVVF 제어 교직류 전기동차)

⑤ (서울교통공사) 10칸 열차 편성(5M5T) : TC-M-M-T1-M-T2-T1-M-M-TC



[그림 5-14] 서울교통공사 4호선(VVVF 제어 직류 전기동차)

2) 간선형(준고속형) 전기동차

- ① 간선형 전기동차(누리로) : MC-T1-T2-MC
- ② 간선형 전기동차(ITX-새마을) : TC-M'-M-T-M'-TC
- ③ 준고속형 전기동차(ITX-청춘) : TC-M'-M-T-T-M-M'-TC

(4) 주요 성능 및 사양 한계

일반형 전기동차와 간선형 전기동차는 차량의 사용 목적과 운행 환경에 따라 주요 성능은 상이하나, 일반적인 사양 한계는 다음과 같다.

1) 주요 성능

- ① 일반형 전기동차
 - 최고 속도 : 100km/h(일부 차량 110km/h)
 - 최고 운행 속도 : 80km/h(일부 구간 90km/h)
 - 가속도 : 3.0km/h/s(저항제어차 : 2.5km/h/s)
 - 감속도 : 상용 3.5km/h/s, 비상 4.5km/h/s(저항차 : 상용 3.0km/h/s, 비상 4.0km/h/s)

② 간선형 전기동차

- 최고 설계 속도 : 150km/h(일부 차량 180km/h)
- 가속도 : 2.5km/h/s(일부 차량 2.0km/h/s)
- 감속도 : 상용 3.0km/h/s, 비상 4.0km/h/s

2) 사양 한계

- ① 견인 장치는 열차의 표정속도 50km/h 이상을 확보하고, 운행 최고 속도는 110km/h이다. 또한, 공차 및 20ton 하중 시 35km/h까지의 가속도는 3.0km/h/s 이상이며, 110km/h/s부터 상용 최대 감속도는 3.5km/h/s 이상이다. 이때 최대 저크 (Jerk)의 한계는 0.8m/s³ 이하이며 비상제동 시의 감속도는 4.5km/h/s 이상이다.
- ② 견인 장치는 3M3T, 4M4T 및 5M5T 열차 편성에서도 견인 및 회생제동 특성은 동일하다.
- ③ 각 차의 상용제동 제어는
 - 구동차의 회생제동에 의한 열차 제동
 - 구동차의 회생제동력이 부족할 때 부수차의 공기제동
 - 구동차의 회생제동력 및 부수차의 공기제동력이 부족할 때 구동차의 공기제동과 같은 우선 순서에 따라 제어되도록 설계되어 있다.
- ④ 6칸 열차 편성 시 구동차 1칸, 8칸 또는 10칸 열차 편성 시 전동차 1유닛이 고장난 경우에도 최대 승객 하중 조건에서 고장 난 유닛을 개방한 상태로 35% 구배에서 기동이 가능하다.
- ⑤ 전동차가 고장 난 경우, 고장이 발생한 차량을 전기적으로 용이하게 분리 (VCOS)할 수 있으며, 1조의 견인 장치(컨버터+VVVF 인버터)를 분리하고도 안전하게 운행할 수 있는 용량을 가지고 있다.

5.3.2 전기동차 주요 기기

전기동차 차량은 역할에 따라 고전압을 집전하고 공급하는 고전압 장치, 열차를 기동하는 전기장치, 각 장치를 구성하는 기계장치, 전동차 동력 외 조명 및 냉난방 장치에 전원을 공급하는 보조 전원 장치, 차량을 종합적으로 관리하는 종합 제어장치, 신호 보안을 담당하는 차상 신호장치, 속도 감속 등 제동 기능을 수행하는 제동장치, 공기제동력과 충격을 흡수하는 현수 장치 등에 공기를 공급하는 공압 장치, 차량의 기본 골격을 유지하는 차체 장치, 차륜 및 대차 등의 주행 장치, 그리고 기타 부속 장치로 구성되어 있다.

전동차 기기는 차량 성능 보증과 운행 안전 확보 및 점검 · 정비 업무의 편의를 고려하여 배치하였으며, 주행 시 차량 변위를 고려한 차량 한계를 준수하고 중량의 적절한 균형을 이루도록 주요 기기를 배치하였다.

(1) 운전실 기기 배치

TC차의 한쪽 끝에 운전 제어대 및 각종 차상 신호장치 등 운전에 필요한 각종 기기가 설치된 운전실이 있으며, 운전실과 객실은 벽체로 구분되는데 운전실에서 객실로 이동하기 위한 출입문이 설치되어 있다. TC차 정면 외부에는 전조등이 배치되어 있고, 운전실 전면 유리창 상단에는 행선 표시기와 열차번호 표시기를 설치한다.

운전실에는 주간 제어기, 열차 종합 정보 장치 및 각종 운전 조작 스위치가 내장된 계기판과 좌우로 방송 장치, 열차 무선 장치, 와이파이 작동 스위치, 시각 표시등이 설치되어 있다.

(2) 옥상 기기 배치

각 차량 옥상의 중앙부에는 냉방장치와 객실 배기 팬이 설치되어 있다. TC차에는 열차 무선전화기용 안테나가 설치되어 있고, M'차에는 팬터그래프, 주 회로 퓨즈, 피뢰기 등의 고압 기기가 설치되어 있다. 옥상 기기의 안전한 정비 점검을 위하여 종(縱)방향의 발판이 설치되어 있고, 각 차량 끝머리에는 지붕 위로 올라갈 수 있는 손잡이가 설치되어 있다.

(3) 실내 기기 배치

차량 실내는 소음 차단 성능이 우수한 불연 재질의 바닥 구조로 되어 있으며, 차량 간 이동을 위한 갭웨이에는 출입문이 설치되어 있으나 최근에는 갭웨이를 광폭으로 설계하여 출입문을 생략하고 통행의 불편을 최소화하는 추세이다. TC차 또는 T차에는 훨체어 및 유모차 이용이 가능한 별도 공간을 확보해 두었으며, 차량별 각 출입문을 실내에서 개방할 수 있는 개별 개방 스위치와 전체 출입문을 동시에 개방할 수 있는 전체 개방 스위치 한 개가 실내에 설치되어 있다. 그 밖에도 차량 실내 끝머리에는 각종 배전반과 소화기 등이 내장되어 있다.

5.3.3 특고압 기기 구성 및 기능

교류와 직류 구간을 모두 운행할 수 있는 교·직류 전기동차는 직류 전용 전기동차에 비하여 보다 많은 기기 설비가 필요하고, 또한 교류와 직류 구간에 따른 회로의 결선이 다르게 설계되어 있다. 즉 직류 구간에서는 DC1,500V인 전차선 전원을 팬터그래프에서 그대로 수전하여 견인전동기나 고압 보조 기기에 공급하면 되나, 교류 구간에서는 전차선의 AC25kV의 전원을 수전하여 주 변압기에서 소정의 전압으로 강압시켜 주 변환 장치를 거쳐 견인전동기와 고압 보조 기기에 전원을 공급하게 된다.

따라서 교직류 전기동차에는 별도의 교류와 직류를 전환하는 데 필요한 교직 절환기가 M'차 지붕 위에 설치되어 있다. 또, 전차선과 전동차 간의 회로를 개폐해 주는 주 회로 차단기가 M'차 지붕 위에 설치되어 있어 평상시에는 회로를 개폐해 주는 일종의 스위치 역할을 하지만, 교류 구간을 운행하는 중에 전동차 회로에 중대한 고장이 야기되었을 경우에는 신속히 회로를 개방하여 기기를 보호하는 차단기 역할을 수행한다. 교직류 전기동차의 주요 특고압 기기는 다음과 같다.

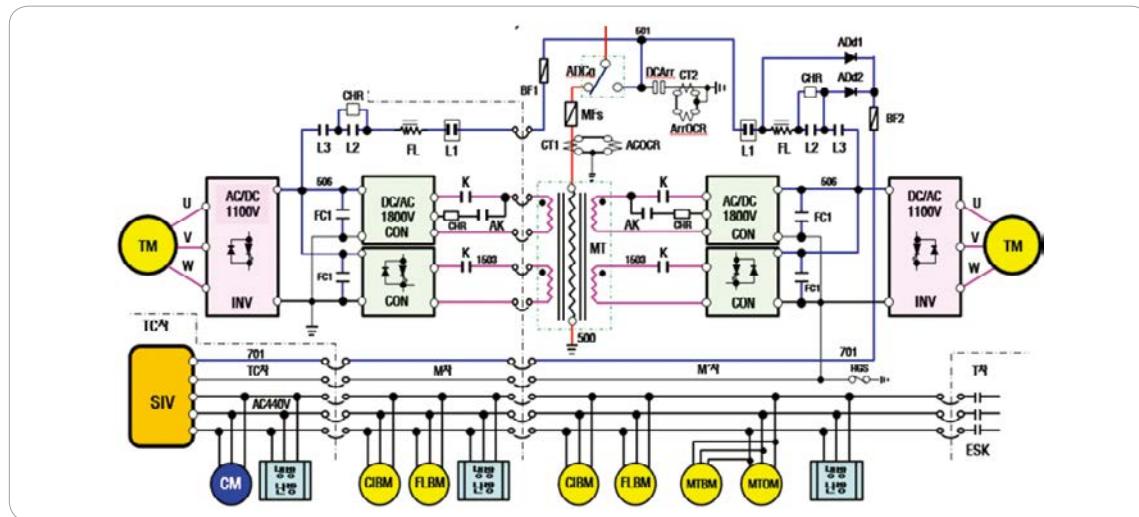
특고압 기기	구조 및 기능
팬터그래프	전차선의 전원을 전기동차로 수전하는 집전장치(集電裝置)이다.
주 차단기	교 · 직류 전기동차에서 제일 중요한 기기이며, 교류 구간 운전 중 MT(주 변압기) 1, 2차 측 회로에 고장 발생 시 과전류를 신속하고 안전하게 확실히 차단할 목적으로 설치된 기기로서, 교류 구간에서는 차단기 와 개폐기를 겸하고 직류 구간에서는 개폐 역할만 하는 기기이다.
교직 절환기	전차선 전원에 따라 전동차의 회로를 교류 또는 직류로 절환하는 기기이다.
주 퓨즈	주변압기를 보호할 목적으로 설치한 기기로 주변압기 1차 측 회로에 이상 전류가 들어올 경우 용순되어 주 변압기를 보호한다.
비상 접지 스위치	비상의 경우에 팬터그래프 회로를 직접 접지시켜 전차선을 단락하고 전원 측(변전소)의 차단기를 개로시킨다.
계기용 변압기	교류 구간에서는 교류 25kV를 AC100V로 강압하고 이를 정류하여 DC24V로 교류전압 계전기(ACVR)를 작동시키며, 직류 구간에서는 1차 측을 통한 전류에 의하여 직류전압 계전기를 작동시킨다.
교류 피뢰기	교류 구간 운전 중 낙뢰 또는 썬지(surge) 전압이 훌러 들어왔을 경우, 전차선 전원을 개로한다.
직류 피뢰기	직류 피뢰기는 직류 구간을 운행하는 중 외부로부터 차량에 유입되는 썬지를 흡수하여 차량을 보호하고, 교류 구간 모진(冒進) 시에는 절연이 파괴되어 변류기를 통해 방전전류를 검지하고 주 차단기를 차단하여 주 회로를 보호하는 기기이다.
교류 과전류 계전기	주 변압기 1차 측에 과전류 발생 시, 주 차단기를 차단하고 주 변압기를 보호한다.
주 변압기	교류 구간에서 전차선에 공급된 교류 25kV를 840V×2로 조정하여 주 변환기 컨버터에 공급한다
접지 브러시	접지 브러시는 귀환 전류의 통로로서, 베어링의 전기적 부식을 방지하기 위하여 설치한다.
필터 리액터	주 회로의 고조파 성분을 흡수하고 전차선의 이상 충격 전압 등을 흡수하여 주 변환기의 링크부에 이상 전압이 인가되는 것을 방지한다.
변류기	과전류 보호용 변류기는 주 변압기 1차 측에 과전류 발생 시 과전류 계전기를 작동시켜 주 차단기를 개방하고, 모진 보호용 변류기는 직류 구간 운행 중 전차선에 교류 25kV가 접촉해 섞이거나 교류 모진 시에 작동하여 피뢰기 과전류 계전기를 작동시킨다.
주 변환기(C/I)	컨버터와 인버터를 합친 것으로 교류 구간에서는 컨버터와 인버터 모두 구동되고, 직류 구간에서는 교직 절환기에 의해 인버터만 작동된다. 이 기기는 M, M'차에 설치되며 각각 4대의 견인전동기를 병렬 제어한다.

5.3.4 주요 장치 구성 및 기능

(1) SIV 장치

정지형 인버터(SIV)는 전기동차의 보조 전원 공급 장치로서, 전동 차량의 냉방장치, 난방장치, 조명 장치, 제어회로 및 기타 장치에 전원을 공급하는 역할을 한다.

정지형 인버터는 고압 보조 회로의 직류 전원을 받아서 인버터 회로를 통하여 3상 440V 60Hz 전원으로 변환하여 공급하는 역할을 한다.



[그림 5-15] SIV 장치 회로

(2) 공기압축기

전동차에는 제동장치, 출입문 장치, 팬터그래프 상승, 제어장치, 기적 등에 압축공기가 필요하므로 이를 확보하기 위하여 대용량의 전동 공기압축기를 설치한다.

- 1) 전동기 : DC1500V의 전원을 받아 회전하는 직류 직권전동기를 설치하여 30분 정격으로 되어 있는 차종이 있고, AC380V(과천선 AC440V)의 전원을 받는 3상 농형유도전동기가 설치된 차종이 있다.
- 2) 압축기 : 전동기의 회전력이 직접 기어(치차)를 거쳐 크랭크축을 회전하여 저압 실린더 및 고압 실린더에 의해 공기를 2단 압축하는 방식과, 압축할 때 소음을 줄이기 위해 오일과 공기를 혼합하여 압축하는 스크류 방식으로 구별된다.
- 3) 동기 구동 : 2개 이상의 공기압축기를 동시 작동, 동시 정지하여 부하 편중을 방지한다.

- 4) 공기 건조기 : 마이크로 오일 필터로 되어 있으며, 이곳을 통과하면 오일과 수분이 제거된다.
- 5) 안전밸브 : CM-G(공기압력을 제어하는 압력조절기) 또는 제어회로의 이상으로 압축공기가 설정치 이상 되면 밸브가 열려서 압력을 분출함으로 기기를 보호하는 장치이다.

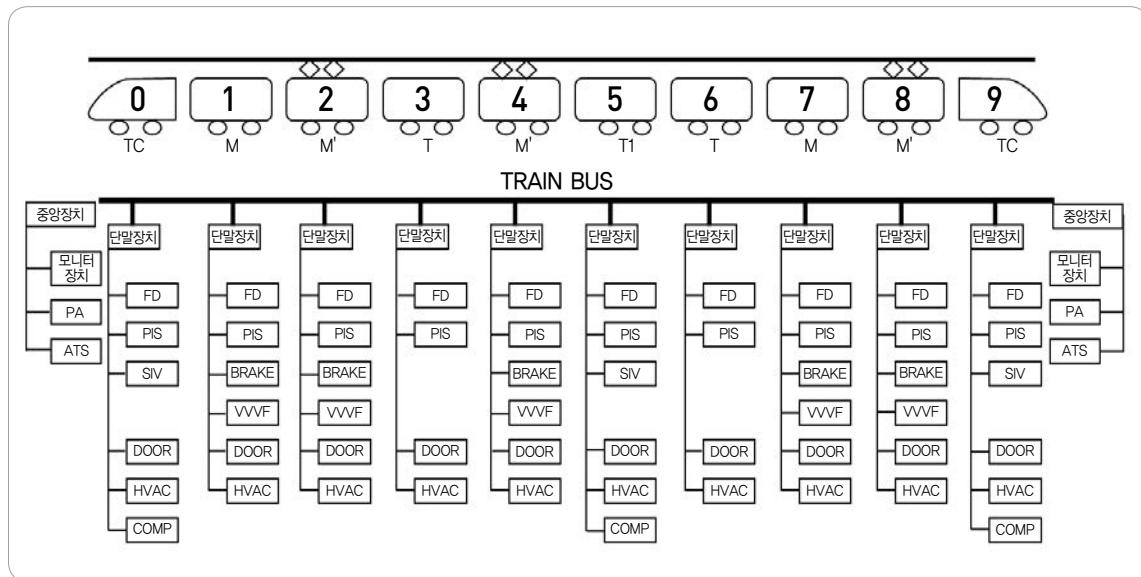
(3) 열차 종합 정보 장치(TGIS)

열차 종합 정보 장치(TGIS : Train General Information System)는 각종 기기의 동작 정보를 수집하여 기록하며, 표시장치를 통해 기관사에게 표시 정보를 제공하며, 열차 운행 중 방송 및 객실 안내 표시 등의 기기를 제어하여 승객에게 역 정보 및 안내 방송을 제공한다. 또한 기관사의 운전 취급 상황을 실시간으로 저장한다.

최근 도입된 전기동차는 정보 처리 기술 발달 추세에 따라 진보된 기술의 열차 종합 제어장치 (TCMS : Train Control & Monitoring System)를 갖춤으로써 차내 장비를 제어하고 모니터링한다. 제어장치는 차량 제어 기능과 운전 지원 및 차량 검사 기능을 포함한다. 열차 제어 시스템상 자동 운전이 가능한 전기동차의 경우에는 차량을 직접 제어하기도 한다.

1) 구성

TGIS는 하드웨어 간에 전송선(통신선)으로 연결되어 차량 제어를 위한 정보를 교환할 수 있는 구조로 되어 있다.



[그림 5-16] TGIS 구성도



[그림 5-17] TGIS 구성

TGIS는 TC차에 설치되어 단말장치와의 통신을 통해 열차 편성 전체를 제어하고 차량의 상태를 파악하는 기능을 담당하는 ① 중앙장치, 각 차량에 설치되어 차량에 설치된 기기의 상태를 감시하고 제어하는 ② 단말장치, TC차 운전실에 설치되어 차량의 상태를 현시하는 ③ 표시장치로 구성된다.

2) 모드(Mode)와 기능

① 기관사 지원 기능

- 출고 확인 기능, 운전자 상태 표시
- 고장 표시 및 처치 표시
- 냉난방 자동 온도 제어, 화재 경보 기능

② 서비스 기기 제어 기능

- 열차번호, 행선 표시기 표시 지령
- 차내 안내 표시기 표시 지령, 자동 방송 장치의 지점 정보 지원

③ 검수 지원 기능

- 고장 시 기기 작동 및 차량 상태 기록, 대상 기기의 동작 데이터 수집, 운전 데이터 기록
- 시험(제동장치, 보조 전원 장치, 주 변환 장치, 출입문 닫힘 시간 측정, 차내 안내 표시기)

(4) 제동장치

전기동차에 장착된 제동장치는 저항 제어차의 경우 SELD형 제동장치이고, VVVF 인버터 제어차의 경우 HRDA형 및 KNORR 제동장치이다.

SELD형 제동장치는 전자직통제동과 발전제동을 병용 체결하는 제동장치이다. HRDA형과 KNORR 제동장치는 디지털 전기 지령에 의한 공기제동과 전기 회생제동을 일괄 교차 제어(Cross Blending)하는 방식으로 VVVF 전기동차에 장착된 최첨단 제동장치이다.

1) 제동장치 종류

① SELD형 제동장치

SELD(Straight Electronics Load Dynamics)형 제동장치에는 전자직통제동과 자동제동이 있으며, 구동차는 발전제동을 주로 사용하고, 부수차는 공기제동을 사용한다. 기관사의 제동변취급에 의하여, 모든 차량에 연결된 전기선에 의하여 모든 차량에서 동시에 직통 공기(SAP)가 생성되어 제동 작용을 하며, 전자직통제동장치가 고장 났을 때 콕크를 취급하여 순직통 제동으로 응급 운전을 할 수 있다.

자동제동은 제동관 감압에 의하여 이루어지며, SELD형 제동장치에서는 비상제동 작동 시에 사용된다.

② HRDA형 제동장치

VVVF 전동차의 제동 방식은 디지털의 전기 지령에 의해 작동되며, 전자회로에 의하여 연산되어, 회생제동과 공기제동을 병용하는 일괄 교차 연산식의 HRDA(High Response Digital Analog) 전기 공기제동 방식을 채택하고 있다.

비상제동 회로 상시 여자(勵磁, excitation) 방식으로 제동 제어기 취급, ATC/ATS 작동, 주 공기압력 부족(MRPS), 비상 스위치(EBS) 취급, 열차 분리 상황 등의 조건에 의한 높은 감속도를 유지하기 위하여 공기제동만 작동하도록 하였다.

또한 제동력 부족과 제동 불(不)완해 검지 및 원격제어 기능을 가지고 있으며, 활주 방지(Anti Skid)의 기능이 가능하고, 제동통 압력이 너무 낮거나 제동 시스템에 고장이 있을 때 경보 기능 및 종합제어장치에 정보 전송이 가능하다.

제동 작용은 구동차와 인접 부수차를 합쳐서 1개의 제동 유닛으로 이루어진다. 구동차에는 제동 단수에 상응하는 회생제동력이 발생하고, 그 후 속도가 점차 떨어지고 회생제동력이 낮아지면 공기제동력이 상승하게 된다. TC차 및 T차, T1차에는 디스크 제동에 의한 공기제동 장치가, M차와 M'차에는 회생제동 장치와 제륜자 제동 방식에 의한 공기제동 장치가 장착된다.

2) 제동 방식의 종류

① 상용제동 : 전기동차가 운행하는 동안 정지할 때 기본적으로 사용되는 제동이다.

② 비상제동 : 비상시 열차를 신속히 정차시키기 위한 제동으로, 안전 루프 회로를 개방시켜서 각 제동장치함의 비상 전자밸브가 소자(무여자) 되면 비상제동이 작용한다. 차종별 차이는 있으나 일반적으로 다음과 같은 경우에 비상제동이 체결된다.

- 제동핸들 비상제동 위치 시
 - ATS(자동열차정지장치) 또는 ATC(자동열차제어장치)의 비상제동 지령 시
 - 운전실의 비상제동 스위치 작동 시
 - 주 공기압력이 낮을 경우
 - 열차 분리 시
- ※ 비상제동 작동 시 다음과 같은 경우를 제외하고 해제되지 않는다.
- 비상제동 스위치에 의한 비상제동은 스위치 완해 작동으로 해제된다.
 - 주 공기압력 부족에 의한 비상제동은 주 공기압력 설정치 이상으로 상승해야 완해가 된다.

③ 보안제동

상용제동과 비상제동 고장 시에 사용하며, 전·후부 운전실 어디에서도 취급이 가능하며, 보안제동 취급 시 양쪽 운전실에 보안제동등을 점등시킨다.

④ 주차제동

차내에 압축공기가 없을 때 필요한 제동이므로, 공기 완해 스프링 제동 방식이다. 주차제동 체결 상태에서 열차가 운행하는 사고를 방지하기 위하여 역행 회로와 연동되어 있다. 운전실 내 주차제동 스위치를 작동시키면 전부 TC차의 주차제동 지령이 후부 TC차의 주차제동 전자밸브와 인통되어 체결된다.

⑤ 정차제동

경사진 선로에서 정차 후 출발할 때, 경사 선로에 의한 전동(진진 또는 후진) 방지를 위해 공기제동을 사용하여, 추진 회로와 연동되어 있다. (과천선 전동차 제외)

3) 제동 체결 방식

- ① 상용제동 : 회생제동 병용 공기제동 방식, 응하중 제어 방식
- ② 비상제동 : 지령선 무가압으로 전자밸브 무여자에 의한 순수 공기제동
- ③ 보안제동 : 지령선 가압으로 전자밸브 여자에 의한 순수 공기제동
- ④ 주차제동 : MR 압력 배기에 의한 스프링 작용 방식 제동
- ⑤ 정차제동 : 속도 검지에 의한 자동제동(과천선 전동차 제외)

핵심정리

>>>

1. 열차 기능을 가진 최소 구성단위를 '()'라 하며, 운전 제어가 가능한 차량과 동력을 제공하는 차량으로 이루어진 열차 편성을 말한다.
2. 전기동차를 구성하는 차종은 i)운전실이 있는 제어 차량(), ii)견인전동기가 장착되어 구동을 담당하는 차량(), iii)운전실과 견인전동기가 장착되지 않은 부수 차량()로 구분된다.
3. VVF 인버터 제어 방식의 일반형 전기동차(5M5T, 과천선)의 기본 열차 편성은 ()이고, (5M5T, 4호선)의 기본 열차 편성은 ()이다.
4. 전기동차 특고압 기기는 팬터그래프, 주 차단기, 교직 절환기, (), 비상 접지 스위치, 계기용 변압기, 교류 피뢰기, (), 교류 과전류 계전기, (), 접지 브러시, (), 변류기, () 등이 있다.
5. ()는 전기동차의 냉난방 장치 및 조명 장치 등에 전원을 공급하는 역할을 담당하며, 열차()는 각종 기기들의 정보를 수집하여 차량의 상태를 기관사에게 제공하는 역할을 수행한다.
6. 전기동차 제동은 크게 공기압력과 마찰력을 이용하는 ()과 발전제동 및 회생제동 같은 ()으로 구분하며, 제동 사용 시기와 기능에 따라 (), (), (), ()으로 구분한다.

5.4 전기동차 유지 관리

학습목표

- 전기동차 유지 관리의 필요성을 이해하고 전기동차 고장의 특징을 설명할 수 있다..
- 전기동차 검사의 종류(정기 검사, 비정기 검사)에 대해 설명할 수 있다.

[핵심 용어]

- 경정비, 종정비, 일상 검사, 월상 검사, 중간 검사, 전반 검사, 임시 검사, 특별 검사, 차륜 교환 검사, 인수 검사

5.4.1 유지 관리 개요

전기동차의 정상적인 기능을 확보하고 이를 보전하기 위해 시행하는 업무의 총칭을 ‘유지 관리’라 하며, 이를 위하여 시행하는 검사 및 점검 업무를 포함한다.

(1) 전기동차 구조상 특징

전기동차는 대부분 전기장치로 구성되어 동력 장치 및 주행 장치를 제외하면 기계적인 마모가 적은 편이며, 주요 장치가 개별 단위의 부품보다는 유닛화되어 있고, 외부로부터 오염을 막기 위해 주요 부품이 밀봉 상태를 유지하고 있다. 또한 각 차량에는 TGIS 또는 TCMS와 연결된 차량 컴퓨터가 설치되어 있어 차량의 상태를 실시간으로 감시하고 TGIS 또는 TCMS 명령에 따라 차량을 제어·통제하는 기능을 수행한다.

(2) 전기동차 고장의 특징

기계적 마모 부분이 적기 때문에 마모고장보다는 우발적인 고장이 많이 발생하는 편이며, 다양하고 복잡한 정밀 부품을 사용하기 때문에 고장 원인이 복잡하여 원인을 규명하기가 곤란하다. 따라서 최신 전기동차는 이상 발생 시 고장 난 부품이나 기기를 수리하기보다는 장치 단위 유닛별로 유지보수를 시행하는 경향이 있다.

5.4.2 전기동차 검사

전기동차의 상태를 최적으로 유지하기 위해서는 전동차 각 장치별 기기와 부품의 마모, 손상 및 변화 상태를 확인하여 정비, 교환 및 시험하는 검사가 필수적이다. 또한 고장 발생에 대비하여 전동차의 각 장치, 기기에 대한 장착 상태, 외관의 이상 유무 확인 및 작동 시험을 시행하는 점검 행위도 수반된다. 운영 기관별로 전기동차 검사 주기나 방법에 차이가 있기 때문에, 본 장에서는 서울교통공사 전동차 관리 규정을 중심으로 알아보기로 한다.

전동차 정기 검사는 대표적으로 경(輕)정비와 중(重)정비로 구분된다.

경정비는 전동차의 단위 기기에 대한 상태 · 기능 점검, 소모 부품 교환 · 조정 및 청소 시행 등의 경미한 검사를 하는 것이다. 전동차의 상태를 정상적으로 유지하기 위해 시행하는 검사로서, 출고 점검, 입고 점검(도착 점검), 3일 검사, 7일 검사, 2월 검사, 3월 검사, 4월 검사 등의 검사를 말한다.

중정비는 전동차의 각 장치별 부품을 분해하여 정비 · 조정 · 청소 · 부품 교환 및 시험 등을 시행하는 것이다. 전동차의 기능을 최적의 상태로 복원시키기 위해 시행하는 검사로, 주공장에 입창하여 시행하는 2년 검사, 3년 검사, 4년 검사, 6년 검사 등의 검사를 말한다.

(1) 전기동차 검사의 종류

전기동차 검사는 검사를 시행하는 기간, 또는 주행거리 기준의 검사 주기를 바탕으로 하는 정기 검사와, 고장 또는 이상 발생 시에 시행하는 비정기 검사로 구분한다.

1) 정기 검사

- ① 일상 검사 : 정하여진 검사 주기에 이르렀을 때 전동차 해당 장치의 외관 상태 및 동작 상태를 확인하는 검사를 말한다(약호 : D).
- ② 월상 검사 : 정하여진 검사 주기에 이르렀을 때 전동차 해당 장치의 외관 상태 및 동작 상태를 확인하고, 기기 청소와 주요 소모품을 보충, 교환하고, 주요 장치의 기능을 확인하는 검사를 말한다(약호 : 2M, 3M, 4M).
- ③ 중간 검사 : 소정의 검사 주기가 도래하였을 때 주요 부품을 분해검사 · 정비 및 시험하여 전동차 기능을 최적의 상태로 유지시키는 검사를 말한다(약호 : 2Y, 3Y).
- ④ 전반 검사 : 소정의 검사 주기가 도래하였을 때 영구 결합 부분을 제외하고 해체가 필요한 부품을 분해검사 · 정비 및 시험하여 전동차 성능을 최적의 상태로 유지시키는 검사를 말한다(약호 : 4Y, 6Y).

2) 비정기 검사

- ① 임시 검사 : 전동차의 이상 상태 발생 시, 또는 이상 징후가 감지될 때 이상 부위의 원상회복을 위하여 시행하는 검사를 말한다(약호 : T).
- ② 특별 검사 : 전동차 개조 또는 정비 등을 목적으로 특별히 계획에 의해 시행하는 검사를 말한다(약호 : S).
- ③ 차륜 교환 검사 : 차륜 바깥지름이 교환 한도에 도달하거나, 또는 차륜의 균열 · 파손 등으로 차륜을 교환하기 위하여 시행하는 검사를 말한다(약호 : NWC).
- ④ 인수 검사 : 신규 제작하거나 주요 부위를 개조하여 도입된 전동차의 상태 · 기능 등을 확인하는 검사를 말한다(약호 : A).

(2) 전기동차 검사 주기

전기동차 정기 검사의 주기는 검사 종별로, 차종별로 다양한데, 주행거리 또는 기간에 따른 검사 주기는 다음과 같다.

1) 서울교통공사 전기동차 예시(전동차 관리 규정)

종류		일상 검사(D)	월상 검사(M)	중간 검사(2Y, 3Y)	전반 검사(4Y, 6Y)
주행 거리 (km)	1, 2, 3, 4호선	–	30,000km (VVVF 차량 50,000km)	300,000km (VVVF 차량 500,000km)	600,000km (VVVF 차량 1,000,000km)
	5, 6, 7, 8호선	–	40,000km	–	400,000km
기간	1, 2, 3, 4호선	3일 또는 72시간	2개월 (VVVF 차량 3개월)	2년 (VVVF 차량 3년)	4년 (VVVF 차량 6년)
	5, 6, 7, 8호선	7일	4개월	–	4년

2) 한국철도공사 인버터 제어차 및 준고속형 전기동차 예시(철도차량 유지 보수 세칙)

정비 종류	주기 및 회기		비고
	주행거리(km)	회기 한도	
기본 정비	1,500	5일	2008년도 이전 도입 차량
	2,500		2009년도 도입 차량
	3,500	7일	2010년도부터 도입한 차량

정비 종류	주기 및 회기		비고
	주행거리(km)	회기 한도	
경정비	45,000	4개월	2008년도 이전 도입 차량
	60,000		2009년도부터 도입한 차량
중정비	540,000	4년	2008년도 이전 도입 차량
	720,000		2009년도부터 도입한 차량
	1,080,000	8년	2008년도 이전 도입 차량
	1,440,000		2009년도부터 도입한 차량
차륜 교환	차륜 삭정(WC)		
최초 정비		신규 제작 또는 구입하여 1,600km 운행 시	
임시 정비			사업소(경정비) T1, 사업소(중정비) T2
특종 정비			사업소(경정비) R1, 사업소(중정비) R2

핵심정리

>>>

1. 전기동차 검사는 정기적으로 시행하는 () (일상 검사, 월상 검사, 중간 검사, 전반 검사) 와, 고장 시 원상회복이나 전동차 개조 등을 위한 () (임시 검사, 특별 검사, 차륜 교환 검사, 인수 검사)로 구분한다.
2. ()는 전기동차의 상태를 정상적으로 유지하기 위하여 단위 기기의 상태 · 기능을 점검하는 등의 경미한 검사를 말한다.
3. ()는 주공장 등에 입장하여 전동차 장치별 부품을 분해 · 조립하는 검사를 말한다.
4. 전기동차 ()는 차종별로 주행거리 또는 기간에 따라 다양하다.