

# 자기부상열차용 분기장치 개발현황

이종민 | 한국기계연구원

## 1. 서론

자기부상열차용 분기장치는 열차의 진행방향에 맞추어 궤도를 이동하고 설정시키는 역할을 수행하는 장치로서 차량의 출발지나 도착지에서 열차의 전개가 필요한 경우와 열차의 운행 중 정해진 경로에 따라 진행방향의 변경이 필요한 경우, 열차의 운행 중 고장이 발생했을 때 전체 시스템의 정상운행을 위한 긴급대피가 필요한 경우, 차량 조차장이나 유지보수동 진입이 필요한 경우 등에 적용되어지는 시스템이다.

자기부상열차용 분기장치는 일반 철차륜방식의 분기장치와 달리 열차의 대차(bogie)가 궤도를 완전히 감싸고 주행하는 외형상 특징과 분기구간 통과시 인접한 궤도구조물과 열차의 대차 사이에 간섭이 발생하지 않아야 하는 요구조건때문에 시스템의 규모가 커지고 구조가 복잡해지며 실용화시에 적용할 수준의 안전성과 신뢰성을 갖춘 시스템을 개발하는데 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 이에 한국기계연구원에서는 자기부상열차용 분기장치 개발의 필요성을 인식하고 1996년도에 1.1km 도시형 자기부상열차 시험선로를 대덕연구단지 내에 위치한 한국기계연구원에 건설할 때 분기장치 형태 중 가장 단순한 형태인 평행이동식 분기장치를 개발하여 현재까지 운용해오고 있으나 자중이 너무 무겁기 때문에 동작시간이 100초나 소요되어 실용화시에 요구하는 배차간격을 만족시키는데에는 적합지 않은 시스템으로 판명되었으므로 실용화시에 적용가능한 모델을 개발하고자 축소모형을 중심으로 여러개의 관절을 굴절시켜 분기동작을 수행함으로써 실차형 모델에 대하여 분기동작이 15초 정도에 완료될 수 있는 굴절형 분기장치의 개발을 지속적으로 추진해오고 있다.

본 고에서는 분기장치와 관련된 해외의 개발동향과 운용현황에 대해서 현재 국내에서 개발되고 있는 중저속 자기부상열차 UTM의 부상방식인 상전도흡인식을 채택하고 있는 독일의 초고속 자기부상열차 Transrapid 시스템과 일본의 중저속 자기부상열차 CHSST 시스템에 대하여 서술할 것이며 국내에 대해서는 평행이동식 분기장치와 함께 현재 개발과정 중에 있는 굴절형 분기장치에 대하여 논의할 것이다.

## 2. 해외의 개발동향 및 운용현황

### 2.1 독일 Transrapid 시스템의 강제급힘식 분기장치

독일의 초고속 자기부상열차 Transrapid 시스템은 1987년에 독일 엠슬란트에 그림 1에 보여지는 것과 같은

31.5km에 달하는 폐쇄형(closed-loop) 시험선로를 완공하였다. 이 시험선로에는 열차가 원하는 목적지로 가기 위해 필요한 분기장치가 설치되어 있으며 분기장치의 형태는 초고속 상전도흡인식 자기부상열차의 구조에 가장 적합한 형태인 강제급흡식을 취하고 있다.

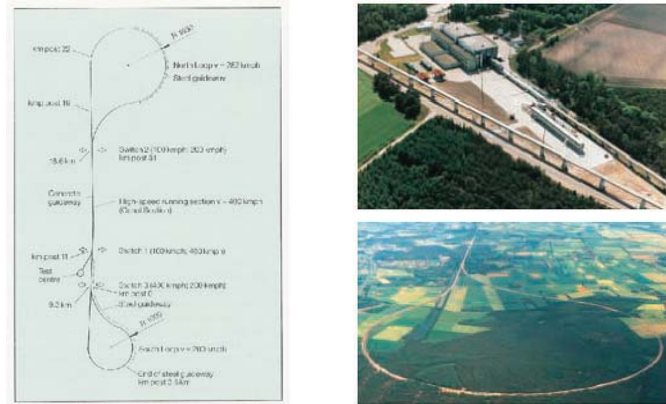


그림 1. Transrapid 시스템의 엠슬란트 시험선로 평면도와 유지보수설비 전경

엠슬란트의 시험선로에는 3개의 분기장치가 설치되어 있으며 각각의 분기장치들에는 크기가 작은 강제 상자형 거더가 적용되었고 여러 개의 기초에 의하여 지지되는 연속된 용접구조물 형태를 지니고 있다. 그림 2는 엠슬란트 시험선로에 적용된 분기장치들의 기본개념을 설명한 것으로 일체형으로 제작된 거더들이 전기기계적인 구동장치나 유압구동장치에 의하여 탄성역 내에서 강제로 굽힘을 받아 직선궤도나 곡선궤도에 맞추어 설정되도록 되어있다. Transrapid 시스템의 경우 초고속형이므로 곡선형상으로 설정될때에도 생성곡률반경이 커지므로 분기구간의 길이가 작은 곡률반경을 요구하는 중저속형에 비하여 상대적으로 길어지게 된다.

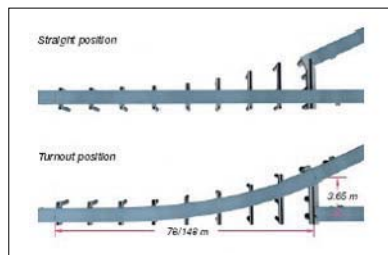


그림 2. 엠슬란트 시험선로에 적용된 Transrapid 시스템의 분기장치 개념

첫 번째 분기장치는 본선에서 유지보수설비동으로 진입시 사용되어지는 구간으로 설치길이가 67.1m이고 생성 곡률반경이 500m이며 간격이 13m인 6개의 콘크리트 교각으로 지지되어있다. 궤도에 설치된 부상과 안내, 추진에 관련된 레일요소들은 1m 단위로 제작되어 침목으로 고정되었고 굽힘시에 어떠한 간섭도 발생치 않도록 하였으며 궤도요소의 한 쪽 끝을 침목에 완전 고정시키고 다른 쪽 끝은 축방향 베어링을 적용함으로써 굽힘시에 내외측의 길이가 변형되어 호의 생성이 원활하게 수행되도록 하였다. 구동장치로는 각각의 지지점에 부착된 전기기계

적인 구동장치를 사용하여 굽힘이 발생되도록 하였다.

두 번째 분기장치는 북쪽루프의 진출입구간에 설치되어 있고 고속주행에 적합하도록 곡률반경이 1,815m로 생성되어 200km/hr로 주행이 가능토록 하였다. 강재 상자형 거더는 횡경막과 좌궤방지판등이 용접된 구조로 전체 설치길이는 132.1m이고 간격이 18.5m인 8개의 콘크리트 교각 위에 설치되어졌다. 상부궤도요소들을 취부하기 위하여 침목이 사용되어졌고 구동장치로는 전기기계적인 구동장치를 적용하였으며 끝단부에서 이동궤도를 고정하기 위하여 기계적으로 고정시키는 구조를 채택하였다.

세 번째 분기장치는 남쪽루프 진출입구간에 설치되어 있으며 높이가 1.697m이고 폭이 0.976m인 8개의 상자형 거더가 연속적으로 용접된 구조물로 전체길이가 149.64m이고 직선으로 설정시에는 400km/hr의 속도로 주행이 가능하고 곡선으로 설정되어 있을 경우에는 200km/hr로 주행이 가능토록 되어 있다. 허용가능 횡방향가속도는  $1.5\text{m/sec}^2$ 이며 허용저크량은  $5\text{m/sec}^3$ 이 되도록 하였다. 자중에 대한 수직과 수평하중 및 차량통과하중, 풍력 등을 고려하여 교각의 간격은 18.5m로 하였으며 구동장치로는 유압장치를 사용하였다.



그림 3. 남쪽루프에 설치된 분기구간과 북쪽루프에 설치된 전기기계적인 구동장치

상하이와 푸둥공항간에 적용된 Transrapid 시스템에는 2방향 분기장치와 3방향 분기장치가 이론적인 검증을 완료하고 인증절차를 거친 후 제작을 수행함으로써 개발되고 적용되어졌다. 상하이와 푸둥공항간의 Transrapid 시스템에 적용된 분기장치는 엠슬란트 시험선로에 설치된 분기장치에 기초를 둔 것으로 경제적인 효율성과 동작의 유용성을 강화시킨 시스템으로서 처음으로 직선선형에 대하여 우측방향과 좌측방향에 대한 분기 가능토록 한 3방향 동작형 분기장치가 도입되어 곡선선형으로 설정시에는 100km/hr로 저속주행토록 하였고, 직선으로 설정되었을 때에는 500km/hr의 고속주행이 가능토록 하였다. 3방향 저속형 분기장치의 설치길이는 약 78m이고 생성되는 최소 곡률반경은 658m이며 6개의 교각에 의하여 지지되어 있다. 3방향 저속형 분기장치의 굽힘을 받는 보의 개념도와 설치된 상태를 그림 4에 나타내었다.

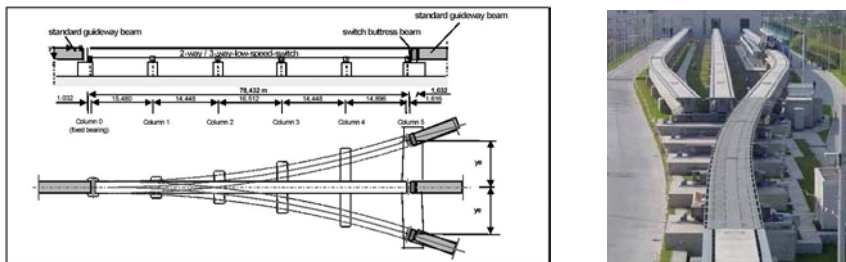


그림 4. 상하이와 푸둥공항 노선에 적용된 3방향 동작 분기장치 개념도와 설치상태

상하이에는 강제급행식 분기장치가 8개소 설치되어 있으며 설치위치를 그림 5에 나타내었다. 분기장치 1~7은 2방향 동작형이며, 분기장치 8은 3방향 동작형이다. 상하이에 적용된 분기장치들은 구조물의 안전성과 피로강도에 대한 입증, 작동성에 대한 검증, 내구성과 강인성, 제어의 안전성, 환경에 대한 영향 등이 평가된 후 적용되어졌다.

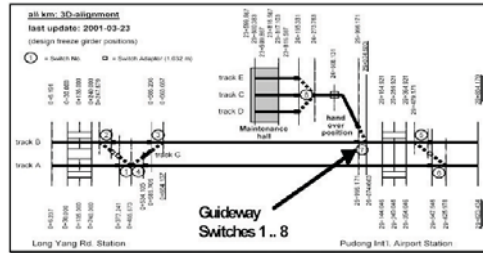


그림 5. 상하이와 푸둥공항 노선에 적용된 분기장치의 위치

## 2.2 일본 CHSST 시스템의 다관절 형태와 교차형 Scissors 형태 분기장치

일본의 CHSST에 의하여 개발된 분기장치는 나고야의 오에 시험선로에 적용되었던 다관절형 분기장치와 2005년도에 개최된 에이치 국제박람회장의 운송수단으로 건설된 동부구릉선에 적용된 교차형 Scissors 형태의 분기장치가 있다. 나고야의 시험선로에 있던 분기장치와 동부구릉선에 적용된 분기장치는 기본적으로 동일한 설계개념을 지니고 있으며 동부구릉선의 교차형 Scissors 형태의 분기장치는 나고야에 있던 다관절형 분기장치 4개를 확장시켜 종차역에서 열차의 진행방향을 변경하기 위하여 사용되고 있다.

나고야에 있던 다관절형 분기장치는 전기적 구동장치에 의해 직선궤도형태에서 곡선궤도형태로 회전이동이 허용되는 3개의 서로 다른 길이의 직선구간으로 구성되어 있다. 다관절형 분기장치는 일본의 모노레일시스템 분기장치에 가장 일반적으로 사용되는 형태로 그림 6에 CHSST 시스템의 나고야 시험선로에 설치되었던 다관절 분기장치의 개략적인 평면도와 정면도를 나타내었다.

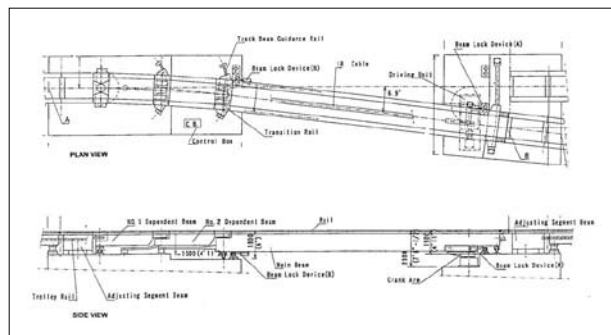


그림 6. 오에 시험선로에 있던 CHSST 시스템의 다관절형 분기장치

오에에 설치되어 있던 CHSST 다관절 분기장치는 7.5kW 용량의 전동기에 의하여 구동되도록 되어있고 6.9°의 각이 형성되어 회전이동하도록 제작된 강재거더 3개가 연속적으로 연결되어 있다. 분기장치의 전체중량은 약 50ton 정도이며 강화된 콘크리트인 하부구조물에 의하여 지지되고 있으며, 지지용 콘크리트 구조물을 제외한 분

기장치의 전체 치수는 대략 길이가 30m, 폭이 4.9m, 높이가 1.8m이다. 분기장치가 1cycle을 통하여 동작을 완료하는데에 소요되는 시간은 15초 정도이며 1cycle이 완료되면 분기장치용 거더는 6kW 용량의 전동기에 의하여 록킹(locking)장치가 정해진 위치에서 동작되어진다. 거더에 설치된 록킹장치와 레일에 설치된 록킹장치는 궤도의 설치공차를 만족시키도록 선로에서 두 부분의 선형과 설치높이를 유지시키는데 사용되어진다.

전기적인 고장이 발생했을 때 분기장치는 인접한 제어반에서 수동으로 동작이 가능하며 분기장치를 수동으로 동작시키기 위해서는 cycle당 20분 정도의 시간이 소요된다.

정상적인 동작조건 하에서 CHSST 시스템의 분기장치는 신호시스템을 통한 명령에 의하여 원격자동 조작되어지고 있으며 분기장치의 동작순서는 아래와 같다.

- 1) 분기명령 : 분기장치의 동작과정은 제어센터로부터의 분기명령에 의하여 시작되어진다.
- 2) 주동보에 설치된 록킹장치 A와 B의 해제 : 그림 6에 설치위치가 표시된 주동보의 록킹장치 A와 B는 분기명령이 지시됨과 동시에 해제되어진다. 주동보의 록킹 장치는 각 주동보의 록킹장치에 설치된 전기적인 주동보 록킹 구동장치에 의하여 구동되어지며 주동보의 록킹 위치에 설치된 리미트스위치(limit switch)에 의하여 정지되어진다.
- 3) 주동보의 이동 : 주동보는 주동보 록킹장치 A와 B의 위치검지 리미트스위치로부터 받는 록킹장치의 해제신호와 상하방향 회전레일 위치검지 리미트스위치로부터 받는 개방신호를 수신 후 크랭크 아암으로 구동되는 주동보의 회전에 의하여 원하는 위치로 이동되어진다. 주동보 구동장치는 주동보 구동용 전동기에 의하여 구동되어 출력축 축의 회전과 동조되어 원하는 위치에서 위치검지 리미트스위치에 의하여 정지된다.
- 4) 주동보 록킹장치 A와 B의 체결 : 주동보 록킹장치 A와 B는 주동보의 위치검지 리미트스위치로부터 받는 위치신호에 의하여 정지되어지고 체결위치신호에 의하여 체결되어진다.
- 5) 분기장치 동작의 완료 : 주동보의 동작이 정지되고 록킹장치 A와 B 및 상하방향 회전레일이 체결 되고나면 완료 신호가 제어센터에 전달되어진다.

분기장치의 동작을 완료하기 위한 분기명령들은 단계 1에서 5까지가 동작시마다 반복되어지며 동작시간은 대략 15초 정도가 소요된다.

CHSST 시스템의 교차형 Scissors 형태 분기장치는 차량이 복선구간의 한 쪽 궤도에서 다른 쪽 궤도로의 운행을 허용하는 다관절 분기장치로서 동부구통선의 각 종착역에 2개소 설치되어 있고 유지보수설비와 제어센터 같은 다른 구간에는 다방향 다관절형 분기장치가 설치되어 있다. 교차형 Scissors 형태 분기장치는 4개의 다관절형 분기장치가 상하좌우 대칭형태로 배치되어 있고 통과하는 차량과의 간섭을 고려하여 중앙에 회전이 가능한 직선궤도를 설치해 놓은 시스템으로 관절로 연결된 곡선형상을 형성하는데 서로 다른 길이를 갖는 3개의 직선 레일을 사용하는 다관절형 분기장치의 원리와 동일한 설계개념을 공유하고 있으며 이에 대한 설치형태를 그림 7에 제시하였다.

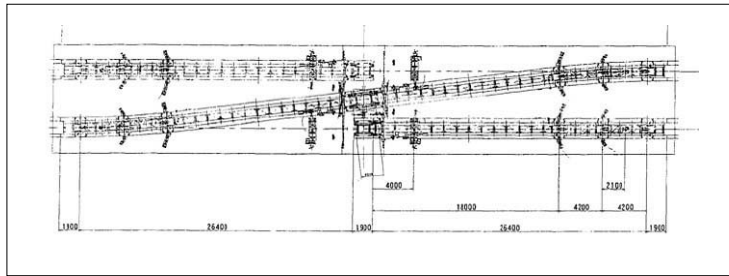


그림 7. CHSST 시스템의 교차형 Scissors 형태 분기장치

동부구릉선의 본선에 적용된 분기장치들의 배치도를 그림 8에 제시하였으며 동부구릉선은 2개의 교차형 Scissors 형태 분기장치가 시스템의 양쪽 끝 역사의 뒷부분에 각각 존재하고, 5개의 2방향 분기장치와 1개의 3방향 분기장치가 유지보수설비와 제어센터가 위치한 박람회장 역사에 인접하여 설치되어 있다.

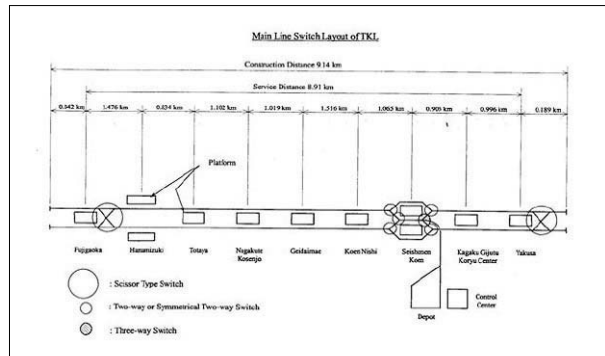


그림 8. 동부구릉선의 본선에 적용된 CHSST 시스템의 분기장치 배치도

### 3. 국내의 분기장치 개발현황

자기부상열차를 실용화할 때 레도시스템에서 반드시 필요로 한 것이 열차의 조차시스템이나 본 선로에서 유지 보수설비나 제어센터로 진출입할 때, 선로시스템의 양쪽 끝에 있는 역사에서 도착위치와 출발위치를 변경할 필요가 있을 때 등에 사용되는 분기장치이며 다수의 개소에 다수의 분기장치 설치가 필요로 되어진다. 이러한 필요성을 충족시키기 위하여 현재까지 국내에서 개발되어오고 있는 분기장치에는 평행이동식 분기장치와 다관절형 굴절식 분기장치 등이 있다.

#### 3.1 평행이동식 분기장치

평행이동식 분기장치는 직선구간과 곡선구간 거터를 따로 제작하여 2개의 거터를 일체화시킨 후 직선과 곡선이 교대로 설정되도록 평행하게 직선운동을 수행하는 방식을 사용하고 있다. 이때 구동장치로는 랙과 피니언을 조합한 기어드 모터를 사용하고 있으며 각종 고정장치와 간섭방지장치에는 유압을 사용하고 있다. 평행이동식 분기장치에 대한 주된 구성품과 기능은 다음과 같다.

- 하부구조물 : 콘크리트 구조물인 주요각 2개와 보조각 4개로 구성되어 있으며 분기장치 구조물에 대한 하

중을 지지하고 상부에 윤활성이 좋은 재질의 sliding 판이 설치되어 이동용 롤러의 작동면으로 사용된다.

- 궤도구조물 : 거더와 guide rail, reaction rail, cross arm 등 열차의 주행에 필요한 궤도 구조물로 구성되어 있다.
- 구동장치 : 1/60의 감속비를 갖는 22.5kW 용량의 기어드모터 2대가 양 끝에 설치되어 있으며 모터의 회전 시 모터의 축에 결합된 피니언과 거더 하부에 설치된 랙 사이의 상대운동에 의하여 거더 하부를 지지하는 이송용 대차에 설치된 롤러가 직선운동을 수행하도록 되어있다. 이송용 대차는 8조가 설치되어 있으며 롤러는 대차당 2조가 설치되어 있다.
- 고정장치 : 고정장치는 궤도구조물의 이동동작이 완료되어 정해진 위치에 정지했을 때 열차의 주행시 발생할 수 있는 진동을 방지하기 위하여 거더의 하부와 측면을 고정시키는 장치로서 클램핑장치와 록킹장치가 있다. 클램핑장치는 거더 하부에 각각의 선정된 선형에 따라 4조씩이 동작하여 하부구조물에 설치된 브라켓에 체결되도록 되어있고 록킹장치는 거더의 양쪽 끝부분에 2조씩이 설치되어 인접한 PC(Prestressed Concrete) 거더에 설치된 브라켓에 체결되도록 되어있다. 구동장치로는 유압을 사용하고 있다.
- 간섭방지장치 : 간섭방지장치로는 강제 집전선 절체장치가 있으며 거더의 양쪽 끝부분에 2조씩 설치되어 이 동시 강제집전선이 후진되어짐으로써 궤도구조물과의 간섭을 방지하는 역할을 수행하고 있다.
- 제어반 : 분기장치의 동작을 제어하기 위한 제어용 PLC 및 인버터 등을 구비하고 있다.

평행이동식 분기장치의 전체구성에 대한 개념도를 그림 9에 나타내었다. 거더는 자중을 감소시키기 위하여 강재거더를 사용하였으나 전체 자중이 110ton에 달하며 곡선구간용 강재거더의 곡률반경은 격납고에서 나오는 구간의 곡률반경과 마찬가지로 60mR로 되어있고 강재거더의 길이는 직선구간은 25m, 곡선구간은 26m로 제작되어 있다.

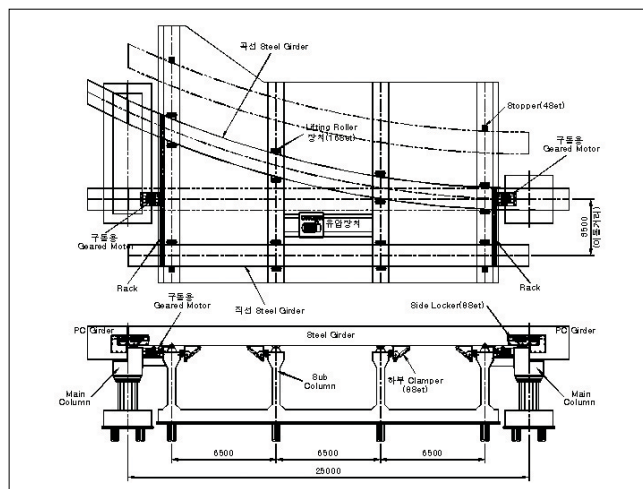


그림 9. 국내의 평행이동식 분기장치 구성도

평행이동식 분기장치의 동작순서는 아래와 같다.

- 1) 제어반으로부터 분기명령을 받으면 고정장치와 간섭방지장치가 해제되어지며 제어반은 각각의 장치에 부착된 리미트스위치로부터 해제가 완료되었다는 신호를 전달받는다.
- 2) 유압에 의하여 롤러가 리프팅되며 기어드모터의 회전으로 인한 랙과 피니언의 운동에 의하여 이동동작을 수행한다. 정지위치에 리미트스위치가 설치되어 정지위치에 도착하게 되면 리미트스위치로부터 정지신호를 전달받아 기어드모터의 전원을 차단한다.
- 3) 이동이 완료된 후 제어반으로부터 고정장치와 간섭방지장치의 체결명령을 받아 체결과정을 수행한다. 이역시 리미트스위치로부터 완료신호를 받아 제어반에 전달된다.
- 4) 체결작업이 완료된 후 리프팅되어있는 롤러에 가해진 유압이 제거되어 이송용 대차의 바닥면과 하부구조물의 sliding 판이 면접촉되게 한 후 분기장치의 동작이 완료된다.

평행이동식 분기장치의 동작을 완료하기 위한 분기명령들은 단계 1에서 4까지가 동작시마다 반복되어지며 동작시간은 대략 100초 정도가 소요된다.

### 3.2 다관절형 굴절식 분기장치

앞에서 설명한 평행이동식 분기장치는 1cycle을 완료하는데 100초가 소요되어 실용화시에 필요한 배차시간을 만족시키는 것이 불가능하며 단선구간에는 유용하지만 복선구간이나 조차시스템으로의 확장성에는 한계가 존재한다. 지난 몇 년간 실용화시에 적용가능한 분기장치의 개발을 수행한 결과 독일의 분기장치는 초고속형에 적합한 시스템으로 중저속형에 적용하기에는 기술과 비용 등에서 불합리한 면이 많으며 반발식 자기부상열차인 일본의 MLX 시스템의 분기장치는 시스템의 형태가 상전도흡인식에는 적용할 수 없는 구조이다. 따라서 단순 분기시스템에는 일본의 다관절형 분기장치와 같은 시스템이, 양쪽 종착역의 끝부분에는 짧은 시간내에 열차의 진행경로를 변경시킬 수 있는 교차형 Scissors 형태의 분기장치와 같은 시스템이 가장 적합하다는 결론에 도달할 수 있었다.

현재 국내에서 개발하고 있는 분기장치는 그림 10의 다관절형 굴절식 분기장치로 축소모형으로 제작되어 있으며 일본의 다관절형 분기장치와 유사한 형상을 지니고 있다.

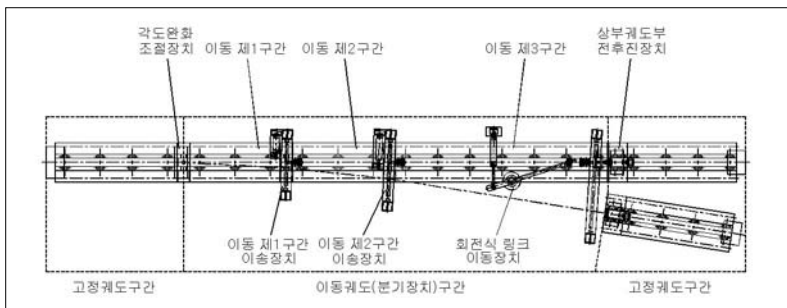


그림 10. 국내의 다관절형 굴절식 분기장치 개념도

다관절형 굴절식 분기장치는 3개 부분으로 제작된 거더가 구동장치에 의하여 이동이 되어 직선과 곡선선형을 교대로 생성하는 시스템으로 평행이동식 분기장치와 마찬가지로 각종 고정장치와 간섭방지장치 등이 적용되어



있고 굴절각을 크게 하기 위하여 거더와 거더가 만나는 구간의 상부궤도부마다 각도 완화조절장치를 적용하였다. 다관절형 굴절식 분기장치에 대한 주된 구성품과 기능은 다음과 같다.

- 하부구조물 : 완전한 직사각형 형태의 콘크리트 구조물로 분기장치 구조물에 대한 하중을 지지하도록 하였고 상부에는 이송용 레일이 최종 이동지점과 일치되도록 각도를 주어 설치하였으며 이송용 레일의 끝단에는 스톱퍼(stopper)를 설치하여 정위치에서의 정지가 가능토록 하였다.
- 궤도구조물 : 거더와 guide rail, reaction rail, cross arm 등 열차의 주행에 필요한 궤도 구조물로 구성되어 있으며, guide rail 사이의 간격은 차량 주행시 gap sensor의 검지가능범위와 굴절시 구조물 사이의 간섭을 고려하여 결정되어졌다.
- 구동장치 : 구동장치는 크게 두가지 방법을 적용하여 이동거리가 짧은 거더 1번과 2번에는 이송용 대차에 유압실린더를 직접 연결하여 사용하였고 이동거리가 긴 거더 3번에는 회전식 링크메카니즘을 적용하였다. 구동에 사용된 동력원은 유압을 사용하였으며 이송용 대차에 부착된 엔코더에서 감지한 이동속도를 가지고 스텝핑모터에서 유량을 조절하여 각 유압실린더의 속도조절이 가능토록 하였다. 거더 1번과 2번에 사용된 유압실린더는 직선으로만 밀고 당기는 역할을 담당토록 하였으며 이때 발생하는 회전은 이송용 대차와 거더사이에 LM 베어링을 적용하여 거더의 길이방향으로의 변위가 가능토록 되어있다.
- 고정장치 : 고정장치는 궤도구조물의 이동동작이 완료되어 정해진 위치에 정지했을 때 열차의 주행시 발생할 수 있는 진동을 방지하기 위하여 거더의 하부와 측면을 고정시키는 장치로서 클램핑장치와 록킹장치가 있다. 클램핑장치는 각각의 거더 하부에 설치되어 정해진 위치에 도달했을 때 주행레일에 고정되도록 하였으며 이동거더 3번의 끝부분에 설치된 록킹장치는 고정궤도의 브라켓에 체결되어 선형과 상부궤도 사이의 높이를 유지하도록 하였다.
- 간섭방지장치 : 간섭방지장치로는 강제 집전선 절체장치와 고정단 끝단 상부궤도부 전후진장치가 있다. 강제 집전선 절체장치는 이동거더 3번의 끝부분에 2조가 설치되어 이동시 강제 집전선이 후진되어짐으로써 궤도구조물과의 간섭을 방지하는 역할을 수행하고 있고 고정단 끝단 상부궤도부 전후진장치는 이동시에 이동단의 궤도구조물과 고정단 궤도구조물 사이의 간섭을 방지하기 위하여 고정단의 상부궤도부 끝단을 미리 후진시켜 놓는 역할을 수행하고 있다.
- 제어반 : 분기장치의 동작을 제어하기 위한 제어용 PLC 및 분기상황을 확인하기 위한 모니터링시스템 등을 구비하고 있다.

다관절형 굴절식 분기장치의 동작순서는 아래와 같다.

- 1) 제어반으로부터 분기명령을 받으면 클램핑장치와 록킹장치 등의 고정장치와 강제 집전선 절체장치와 상부 궤도부 전후진장치 등의 간섭방지장치가 해제되어지고 제어반은 각각의 장치에 부착된 근접센서로부터 해제가 완료되었다는 신호를 전달받는다.
- 2) 제어반으로부터의 이동명령에 의하여 이송용 대차에 부착된 고정형 유압실린더가 동작하게 되고 이에 의해

이송용 대차에 설치된 롤러가 회전운동을 수행하며 정지위치에 도달시 정지위치에 설치된 근접센서로부터 정지신호를 전달받아 유압실린더의 동작을 제어한다.

- 3) 이동이 완료된 후 제어반으로부터 클램핑장치와 록킹장치 등의 고정장치와 강제 집전선 절체장치와 상부케 도부 전후진장치 등의 간섭방지장치에 대한 체결명령을 받아 체결과정을 수행하고 근접센서에 의하여 완료 신호를 받아 제어반에 전달되어 분기동작이 완료된다.

평행이동식 분기장치의 동작을 완료하기 위한 분기명령들은 단계 1에서 3까지가 동작시마다 반복되어지며 동작시간은 축소모형에 대하여 대략 6초 정도가 소요된다.

다관절형 굴절식 분기장치를 실차형으로 개발하여 교차형 Scissors 형태 분기장치로 확장했을 때의 개념도를 그림 11에 제시하였다. 교차형 Scissors 형태의 분기장치는 자중 감소를 위하여 강제거더를 사용할 것이며 시스템 전체의 1/4 구간에 해당하는 다관절형 굴절식 분기장치의 자중은 50ton 정도로 계획하고 있다. 곡선구간에 설치 강제거더의 곡률반경은 원활한 곡선구간 주행을 위하여 약 100mR이 될 것이고 교차형 Scissors 형태 분기장치로 확장시 전체 설치길이는 약 60m 정도가 될 것이며 전체 동작시간은 15초 정도가 될 것이다.

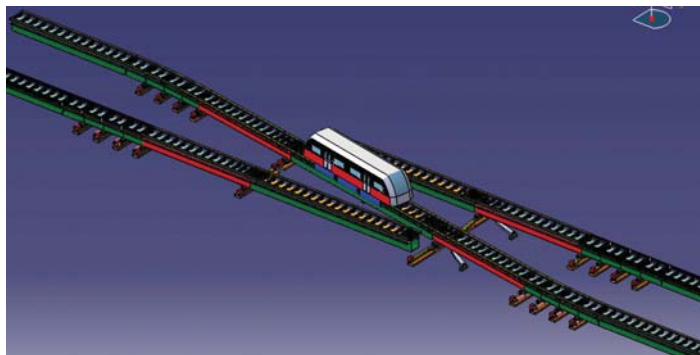


그림 11 교차형 Scissors 형태 분기장치로 확장했을 때의 개념도

## 4. 결 론

국내에 자기부상열차를 실용화할때 궤도시스템에 있어서 분기장치의 개발은 필수적이며 현재 개발되어 있는 시스템 중 가장 적합한 시스템은 일본의 다관절형 분기장치와 이를 확장한 교차형 Scissors 형태 분기장치로 판단되어지고 국내에서도 이와 유사한 시스템의 개발이 조속한 시일내에 이루어져야 한다. 앞에서 설명한 국내의 다관절형 굴절식 분기장치의 경우 일본의 시스템과 동일한 동작성을 갖고는 있지만 구동장치나 이동방법 등에 있어서는 상이한 시스템으로서 현재는 축소모형으로만 개발되어 동작과 제어의 가능성을 확인하는 수준에 머물고 있다. 향후 계획은 현재 추진중에 있는 자기부상열차 시범사업에서 실차형을 개발하여 차량주행 및 운영의 안전성과 신뢰성을 확보하고자 한다.

## ❖ 참고 문헌

- [1] G. Schwindt and P.J. Gaede, "The Bending Switch for Transrapid MagLev System", HESTRA-VERLAG Darmstadt, pp.32~35, 1989
- [2] 正田 英介, 藤江 恂治, 加藤 純郎, "磁氣浮上鐵道の技術", オーム社, pp.157~159, 1992
- [3] K. Fichtner and F. Pichlmeier, "The Transrapid Guideway Switch-Test and Verification", International MagLev Conference 2004, pp.624~631
- [4] Y. Yasuda, M. Fujino, M. Tanaka and S. Ishimoto, "The First HSST MagLev Commercial Train in Japan", International MagLev Conference 2004, pp.76~85



이 종 민

· 한국기계연구원 기계시스템신뢰성연구센터 선임연구원  
 · 관심분야 : 자기부상열차시스템의 차량과 궤도 분야  
 · E-mail : lee\_jm@kimm.re.kr