

# CATIA V5를 이용한 선로위의 철도 차량 끝단 부의 복합적인 움직임을 가시화하는 시뮬레이션 방법 연구

## A study on simulation technic of a complex movement of the end of cars on a rail track using CATIA V5

신인수†

In-Su Shin

윤기석\*

Gi-Seok Yun

이하희\*\*

Ha-Hee Lee

유현규\*\*\*

Hyeon-Gyu Ryu

---

### ABSTRACT

In case a set of railway vehicles moves on a rail track, the end of each car in which a coupler is installed produces a complex movement depending on the displacement of a rail track, bogie and a coupler. Especially, the movement of an end of cars is hugely affected by a radius of gyration and gradient of a rail track, vertical and lateral movement of bogie, and compression of coupler. In this thesis, I present a simulation technic for easy input and change of displacement of a rail track, bogie and a coupler as well as visualization of movement of the end of cars on a rail track using CATIA V5, CAD software.

---

### 국문요약

선로에서 철도 차량이 편성운전을 할 경우 연결기가 장착 되는 각 차량 끝단 부는 선로, 대차, 연결기 등의 변위에 따라 복합적인 움직임을 갖는다. 특히, 선로의 회전 반경과 경사도, 대차의 수직과 수평방향 움직임 그리고 연결기의 압축은 차량 끝단 부의 움직임에 많은 영향을 주고 있다. 이 논문에서는 CAD 프로그램인 CATIA V5를 이용하여 선로, 대차, 연결기 변위를 손쉽게 입력 및 변경하고 선로 위의 차량 끝단 부의 움직임을 가시화 할 수 있는 시뮬레이션 기술을 제시하고 있다.

---

† 책임저자: 현대로템(주) 기술연구소 연구원, 비회원  
E-mail : isshin@hyundai-rottem.co.kr

TEL : (031)596-9484 FAX : (031)596-9756

\* 비회원, 현대로템(주) 기술연구소 선임연구원

\*\* 비회원, 현대로템(주) 기술연구소 책임연구원

\*\*\* 비회원, 현대로템(주) 기술연구소 수석연구원

## 1. 서론

철도 차량이 선로를 운행 할 경우, 연결기가 장착 되는 각 차량의 끝단 부는 매우 복잡한 움직임을 갖는다. 특히 선로의 수평 방향에서 최소 회전 반경 부분과 수직 방향에서의 최대 경사 부분에서 연결기의 움직임이 크고 차량 간을 연결해 주는 장치와 Cable 등의 움직임에 많은 영향을 미친다. 하지만 차량 끝단부의 움직임을 관찰하기 위해서는 선로, 대차, 연결기 등의 많은 변위를 고려하여만 가장 심각한 상황을 설계에 반영할 수 있다. 만약 이 모든 경우가 고려되지 않을 경우 열차 운행에 심각한 문제가 발생할 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 복잡한 연결기 끝단의 움직임을 간단한 치수 조작을 통해 다양한 선로, 대차와 연결기 변위 등이 차량 연결에 미치는 영향을 CATIA V5의 Generative Shape Design과 KNOWLEDGE 기능을 이용하여 가시화할 수 있도록 시뮬레이션 제작법을 제시하고자 한다.

## 2. CATIA V5를 이용한 시뮬레이션 제작법

CATIA V5의 SKETCH 기능은 손쉽게 변위 조작이 가능하고 간단히 시뮬레이션 기능이 수행되도록 제작되어 있다. 이 기능들을 이용하여 단순화하여 설계 및 구성된 차량을 통해 차량 끝단 부를 관찰 할 수 있다.

### 2.1 수평 방향 2D 설계

Plane(1)에 SKETCH 를 생성하여 그림 1과 같이 원하는 선로를 구속 조건을 주어 제도한 후 Generative Shape Design에서 Extract 기능을 이용하여 선로의 라인을 선택, 그림 2처럼 Tangent continuity로 LINE을 추출한다.

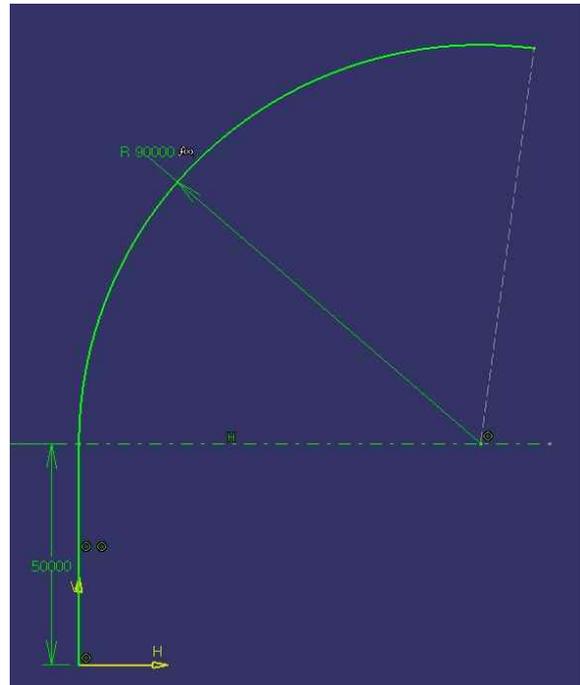


그림 1. 수평 방향 선로 SKETCH

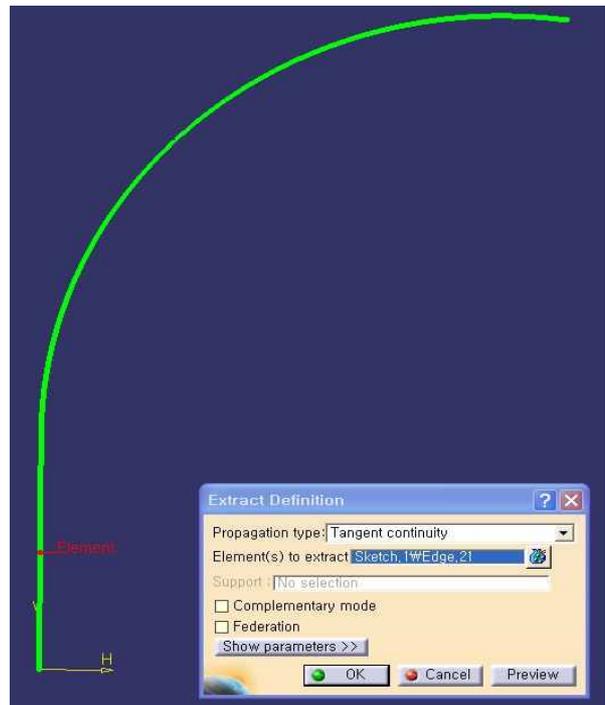


그림 2. 수평 방향 선로 EXTRACT

다음은 같은 Plane(1)에 SKETCH를 생성하여 그림 3과 같이 단순화 시킨 차량 2대를 대차 Pivot Center, 차량 외곽 치수, 연결기의 위치, 회전 Point, 압축량 등의

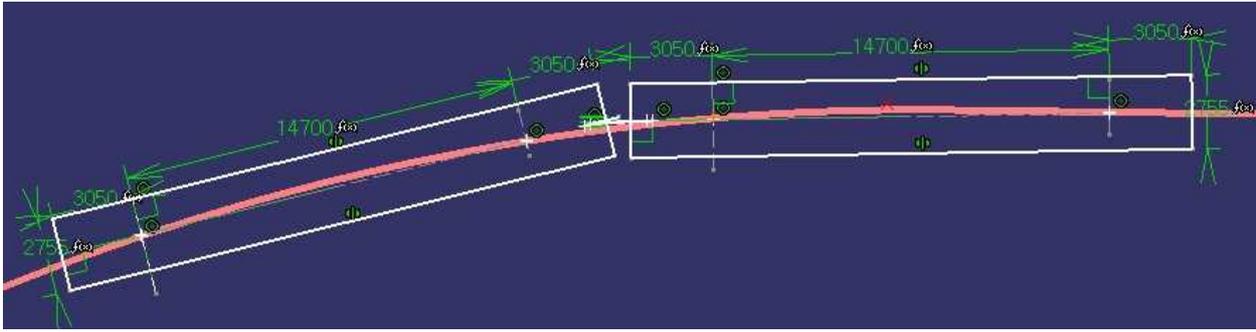


그림 3. 수평 방향 차량 배치 및 설계

치수를 고려하여 간략히 설계한다. 설계 시에 SKETCH의 xy 축 즉, Horizontal 과 Vertical Constraint 구속 받지 않고 각각의 차량에 종속 될 수 있도록 각 차량의 외곽 라인을 PARALLELISM, PERPENDICULAR 등의 구속 조건을 부여하여 설계한다. 그리고 대차 Pivot Center를 그림2 에서 Extract(1) 선로와 Coincidence 조건을 부여하여 차량이 선로라인을 따라 자유롭게 움직일 수 있도록 구속한다. 또한 대차 측면 방향 움직임을 고려 시에는 Extract(1) 선로 라인과 대차 Pivot Center 사이에 치수를 삽입하여 간격을 유지 할 수 있도록 구속한다.

연결기가 장착되는 끝 단부는 연결기의

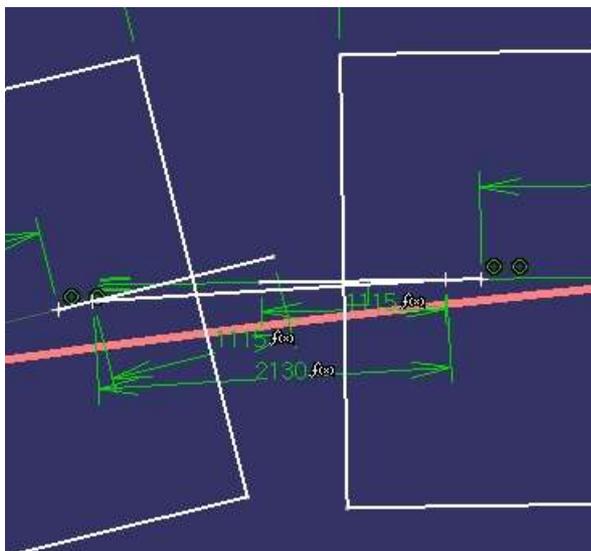


그림 4. 차량 끝단 연결기 부분

압축량과 회전 중심부를 정확한 치수와 구속조건으로 그림 4와 같은 방법으로 설계하도록 한다. 이 수평 설계한 SKETCH를 통해 차량 간의 간격과 연결기 변위량을 직접 확인 할 수 있다.

## 2.2 수직 방향 2D 설계

수직 방향도 수평 방향과 유사하게 설계한다. 수직 방향 선로의 경우는 그림 5와 같이 수평 방향 Plane(1) 에 수직인 Plane(2)에 경사도와 선로 최소 수직 반경을 고려하여 설계한 후 Extract(2) 하도록 한다.

차량은 수평 방향 차량과 유사한 방식으로 단순화 설계하며 선로와 대차의 수직 변위, 연결기 위치, 휠 마모 등을 고려하여 그림 6과 같이 설계한다. 이 SKETCH에서 역시 차량 간격과 연결기 변위량을 확인 할

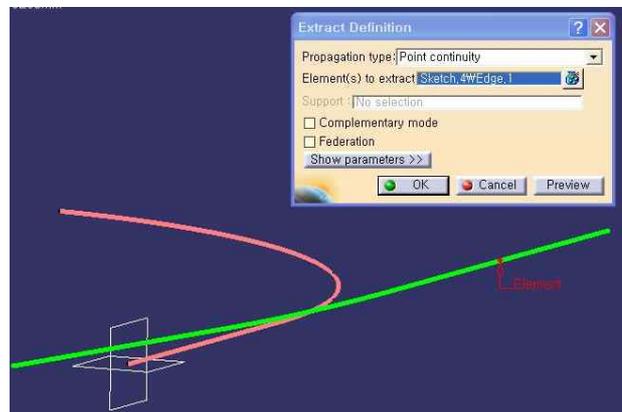


그림 5. 수직 방향 선로

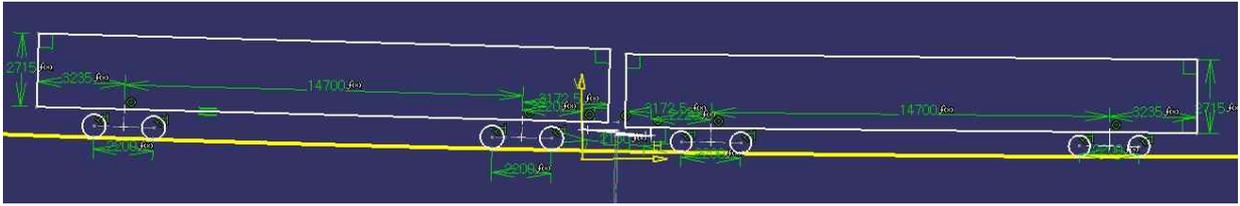


그림 6. 수직 방향 차량 배치 및 설계

수 있다.

### 2.3 3D 형상 구현

수평 방향과 수직 방향의 두 SKETCH를 이용하여 대략적인 3D 형상을 구현 할 수 있다.

그림 7과 같이 수평 방향과 수직 방향 SKETCH를 동일한 지점에 위치할 수 있도록 배치한 한다. 수평과 수직 방향 선로는 COMBINE 기능을 이용하여 3D 상에 복합적인 하나의 선로를 표현할 수 있고, 수평, 수직 차량 SKETCH를 이용하여 3D 상에 그림 8처럼 간략한 차량 SOLID 형상을 나타낼 수 있다. 이 가시화된 3D 형상을 이용해 차량 연결부를 쉽게 검토 할 수 있다.

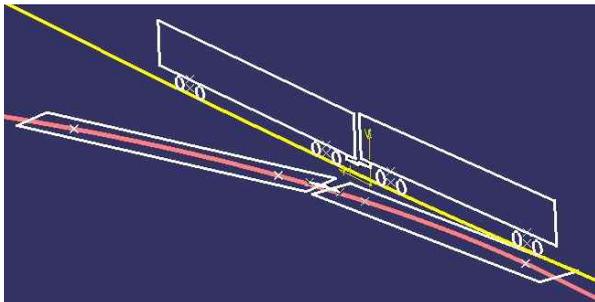


그림 7. 수평, 수직 SKETCH 배치(3D상)

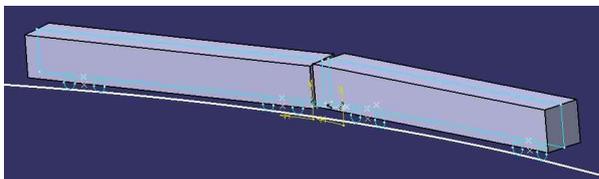


그림 8. 3D 모델

## 3. 응용 분야

### 3.1 Formula를 이용한 최적 설계 도출

차량 설계 시 복합적인 움직임을 갖는 연결기 부분은 많은 변위들을 변경하며 검토가 이루어진다. KNOWLEDGE의 Formula기능은 공통으로 사용되는 치수들을 하나의 Parameter로 관리하여 손쉽게 치수 변경을 가능하게 한다. 이 기능을 이용하면 수평, 수직 평면에 존재하는 많은 치수들을 쉽게 변경 할 수 있다. 또한 Design Table 기능을 이용하여 Excel과 연동시켜 다양한 치수 조합을 손쉽게 변경 가능하게 할 수 있다. 이를 통해 다양한 치수를 삽입하여 차량의 최적 설계를 이끌어 낼 수 있다.

### 3.2 Animate Constraint를 이용한 연결기 최대 변위 측정

선로 위에서 차량이 움직일 때 가장 심각한 경우를 찾기 위해서는 Animate Constraint기능을 사용하면 손쉽게 찾을 수 있다. 각각의 수평, 수직 차량 SKETCH에서 Animate Constraint를 이용하여 평면상에서 실제 움직이는 Animation을 통해 수치를 관찰 할 수 있다. 이 기능을 그림 9와 같이 이용하면 평면상에서 차량이 선로를 따라 움직이며 차량 끝단부의 움직임과 연결기의 최대 변위 등을 직접 관찰 할 수 있다.

### 3.3 차량 간의 Cable 길이 측정

차량 간을 이어주는 Cable 길이를 결정하는 것은 2D에서는 상당히 까다로운 작업이다. 하지만 그림 10 과 같은 방식으로 최적

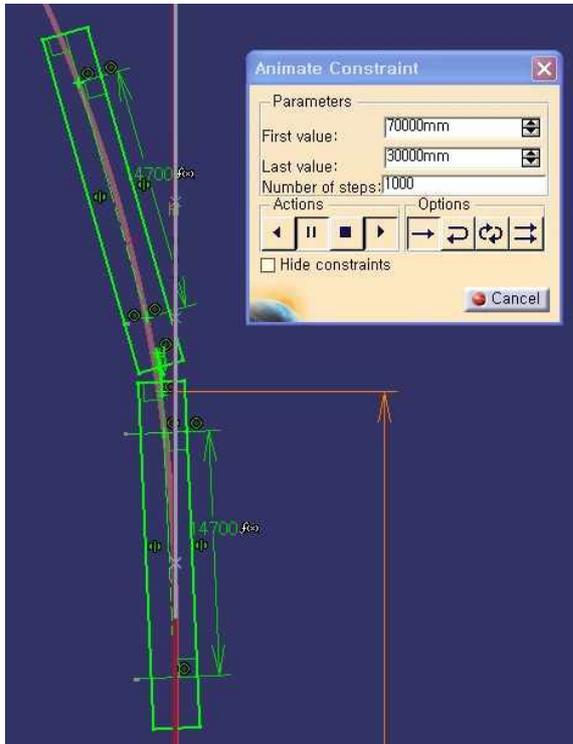


그림 9. Animate Constraint

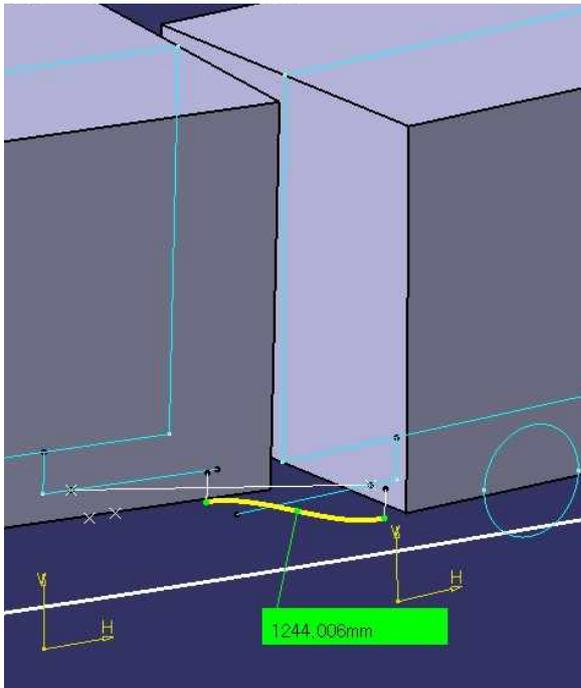


그림 10. Cable 길이 측정

의 길이를 찾는다면 손쉽게 최적 길이를 찾을 수 있다. 각각의 3D 차량 모델 상에서 Cable 고정 Point를 생성하고 Spine으로 두 Point를 Tangent 조건을 선택하여 연결한

다. 두 차량이 선로를 따라 움직일 때 Cable 거리가 가장 긴 경우의 치수를 측정하여 Cable의 적절한 길이를 결정할 수 있다.

#### 4. 결론

정확한 3D 모델을 이용하여 복잡하고 정밀한 시뮬레이션 한다면 이보다 더 정확한 결과를 얻을 수도 있을 것이다. 하지만 본 연구의 목적은 CATIA V5를 사용하는 많은 설계자들이 적은 시간을 투자하고 단순화한 설계를 통해 복잡한 기구학적인 부분을 쉽게 가시화하는데 있다.

또한 3D CAD SOFTWARE 의 발달로 인해 점차적으로 설계 시간 단축과 고품질 3D 모델을 요구되고 있다. 설계 시간 단축을 위해 설계 검토 시, 많은 시간이 소요되는 군더더기는 버리고 필요한 정보만을 이용해 원하는 결과를 찾는 것이 또한 이 연구의 목적이다.

앞으로 철도 차량을 연구하는 분들이 차량의 복잡한 기구학적인 부분이나 설계가 요구되는 부분을 단순지만 정확하고 빠르게 설계 및 검토 할 수 있도록 설계 프로그램 연구에 많은 투자를 해야 할 것이다.

#### 참고문헌

1. William Walter, "Railroad Engineering", Second Edition, pp. 140~155, pp. 655~674
2. 김동주, CATIA V5 R17 Knowledge Advisor