

## 곡선경사선로이동을 고려한 자동차-권양기 혼합운반용대차설계

김 주 석

론문에서는 자광산에서 종전의 스키프-권양기운반공정을 자동차와 권양기에 의한 박토처리공정으로 개조하기 위한 문제를 고찰하였다.

심부형중소규모로천광산들에서 보통 리용되는 운반방식은 스키프방식이다.[1, 2]

최근 여러 나라들에서 운반비용을 낮추기 위하여 자동차-권양기혼합운반법을 받아들이고있는데 주로 1대의 권양기에 2개의 대차를 설치하여 직선경사선로를 따라 올라가는 자동차와 내려가는 자동차를 동시에 견인하는 방식을 리용하고있다.[3]

여기서는 1대의 권양기에 4개의 대차를 설치하여 견인하는 방식을 적용하는데서 곡선경사선로이동을 고려하는 대차구조설계에 대하여 고찰하였다.

### 1. 대차의 기본구조와 문제설정

1대의 권양기에 4개의 대차를 설치하여 견인하는 방식에서는 올라가는 2대의 자동차와 내려가는 2대의 자동차를 동시에 견인하는 조건에서 서로 련결된 대차우로 자동차들이 오르내리는 문제로 하여 채굴장바닥(하단)과 지표수준(상단)의 접수장에 수평선로를 만들어야 한다. 이로부터 상단과 하단에 각각 수평선로와 종전의 직선경사선로를 련결하는 곡선경사선로가 반드시 필요하게 된다. 그러므로 대차의 안정성을 보장하자면 곡선경사선로를 원활하게 극복할수 있도록 구조를 변경하여야 한다.

4축철도무개화차구조 형태로 설계된 자동차-권양기혼합운반용대차의 기본구조는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 대차는 대차틀과 2개의 차륜쌍으로 무어진 2조의 차바퀴조립부로 이루어져있으며 대차틀은 중앙보밀의 랑

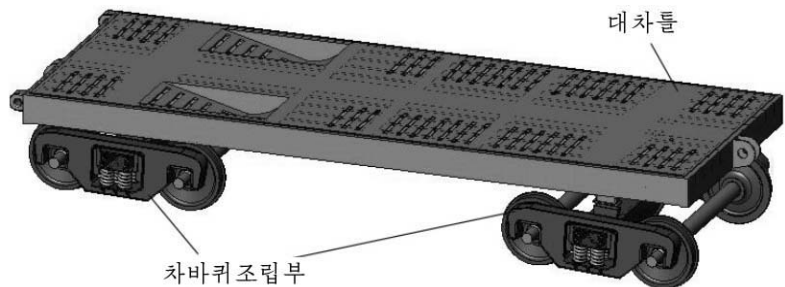


그림 1. 대차의 기본구조

쪽에 있는 2개의 웃중심판과 차바퀴조립부의 받침보숫면중앙에 있는 아래중심판과 조립된다.

대차틀의 지지 및 차바퀴조립부와 련결기능을 수행하는 웃중심판과 아래중심판은 철도화차들에서 보통 원 또는 구면접촉되며 웃중심판과 아래중심판을 관통하는 중심핀에 의하여 상대적이동의 제한을 받는다. 구면접촉은 원접촉에 비하여 대차틀에 대한 보다 큰 접촉지지면적을 가지지만 다같이 중심핀주위로의 회전자유도만을 가지므로 곡률반경이 작은

로반을 달리는 경우 차바퀴가 레루우로 들리어 탈선될수 있다.

상단곡선경사선로구간에서 차바퀴의 들림관계는 그림 2와 같다.

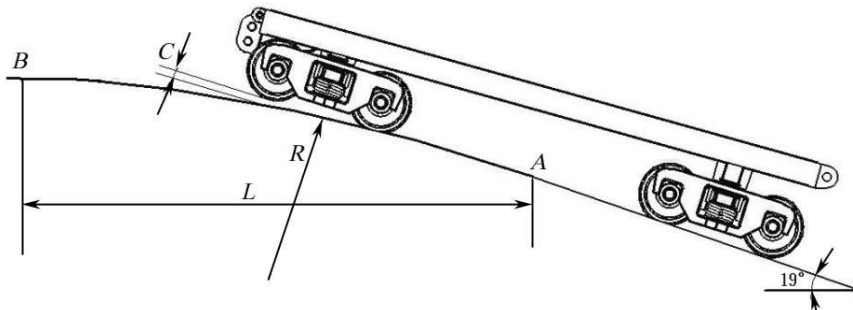


그림 2. 상단곡선경사선로구간에서 차바퀴의 들림상태

A: 곡선구간 시작위치, B: 곡선구간 마감위치, R: 곡률반경,

C: 차바퀴의 들림높이, L: 곡선구간의 수평거리

표. 선로의 곡률반경에 따르는  
대차바퀴의 들림높이

R/m	C/mm	L/m
50	84	14.5
60	70	17.4
70	60	20.3
80	53	23.3
90	47	26.2
100	42	29.1

곡률반경이 증가할수록 차바퀴들림높이는 상대적으로 작아지지만 곡선구간의 수평거리가 증가되므로 접수장길이가 커지게 된다.(표)

현지 지형조건으로부터 대차우로 오르내리기 위한 자동차들의 이동구역과 상단접수장의 길이를 고려하여 선로곡률반경을 54m로 정하고 곡선구간에서 차바퀴가 들리지 않도록 하기 위한 대차구조의 설계문제를 아래에서 고찰한다.

## 2. 곡선경사선로이동을 고려한 대차구조

아래에 옷중심판의 중심핀설치구멍을 변경시킨 한가지 구조를 보여준다.(그림 3, 4)

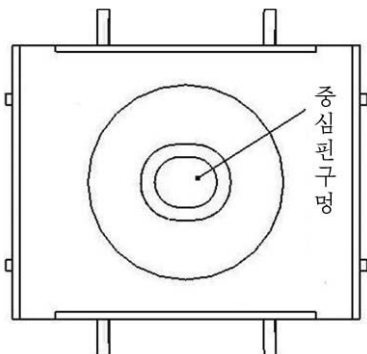


그림 3. 옷중심판의 밑면도

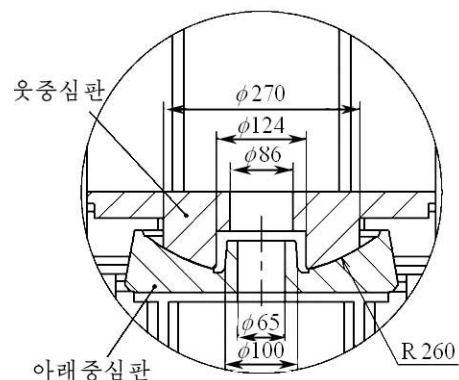


그림 4. 옷, 아래중심판의 자름면도

곡선경사선로구간의 곡률반경과 대차길이, 차바퀴조립부의 기하학적관계 등을 고려하여 옷중심판의 중심핀설치구멍을 긴원모양으로 확장시켜 아래중심판의 중심핀설치부( $\phi 100$  부분)의 이동간격을 24mm로 조성하면 아래중심판은 옷중심판에 대하여 R260원둘레중심축 주위로 좌우  $1.5^\circ$ 까지 회전할수 있으며 이로부터 대차틀에 대한 차바퀴조립부의 상대적회

전자유도가 하나 더 늘어나게 된다.

곡선경사선로구간에서 새로 설계된 대차들의 운동모의결과는 그림 5와 같다.

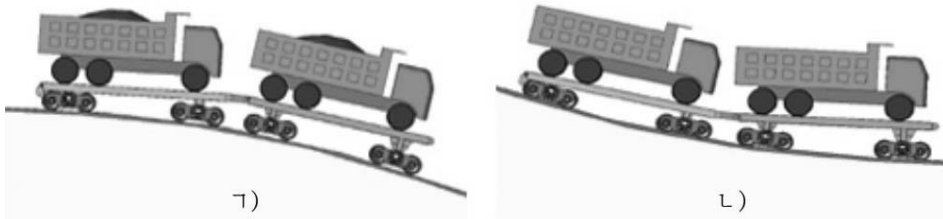


그림 5. 곡선경사선로구간에서 대차들의 이동상태  
1) 상단곡선구간, 2) 하단곡선구간

그림 5에서 보는바와 같이 상단과 하단곡선구간에서 차바퀴조립부들의 상대적회전은 서로 반대로 이루어지며 차축이 들리는 현상은 전혀 나타나지 않는다.

### 3. 차바퀴조립부의 세기평가

유한요소해석프로그램 COSMOS/Works를 리용하여 곡선구간에서 차바퀴조립들의 정적응력상태를 고찰하자.

차바퀴조립들의 3차원모형과 유한요소해석모형은 그림 6, 7과 같다.

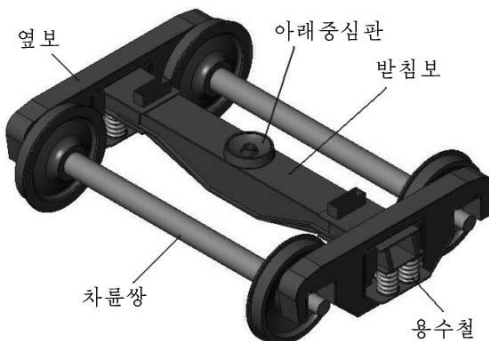


그림 6. 차바퀴조립들의 3차원모형

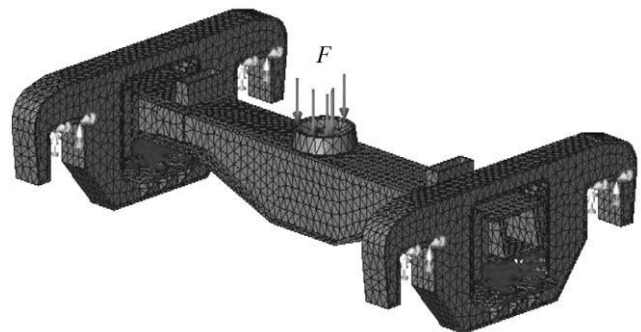


그림 7. 차바퀴조립들의 해석모형

그림 6에서 보는것처럼 기본힘받이부분인 받침보는 2개의 옆보중앙하단에 수직으로 설치된 10개의 용수철에 의하여 지지되어있고 옆보들은 차축들의 량단에 있는 볼베어링의환에 지지되어있다.

그림 7의 해석모형에서 받침보와 옆보사이용수철들은 역세기가  $k = 9.8 \times 10^6 \text{ N/m}$  인 용수련결기로서 모형화한다.

집과 경계조건은 받침보중앙에 있는 아래중심판의 구면에 수직인 힘  $F$ 가 작용하고 2개의 차축량단에 있는 베어링지지부를 고정지지로 한다. 여기서  $F$ 는 박토를 만재한 자동차와 대차들의 질량의 합의 절반으로서  $F = 330200 \text{ N}$  이다.

정적해석결과로부터 아래중심판과 받침보의 련결부위에서 응력값이 155MPa로서 상대적으로 크다는것을 알수 있다.

그러므로 제작때 주강품인 아래중심판과 받침보우철판과의 용접세기를 충분히 보장하여야 한다.

## 맺는말

1) 1대의 권양기에 4개의 대차를 설치하여 견인하는 새로운 방식을 제안하고 4축철도 무개화차구조를 변경시켜 그것을 실현하는 한가지 방법을 제기하였다.

2) 구면으로 된 대차틀웃중심판의 중심핀구멍을 앞뒤로 확장하여 차바퀴조립부의 상대적회전자유도를 증가시킴으로써 곡선경사선로이동때 대차의 탈선위험을 막을수 있도록 하였다.

3) 최대집상상태에서 곡선구간을 통과하는 차바퀴조립부구조를 해석하고 용접세기보장조건을 결정하였다.

## 참고문헌

[1] 리하섭 등; 갱운반기계, 고등교육도서출판사, 3~249, 주체97(2008).

[2] 리하섭 등; 갱운반설비, 김책공업종합대학출판사, 34~330, 주체97(2008).

[3] 최동혁; 새기술통보(채취, 금속부문), 9, 6, 주체101(2012).

주체103(2014)년 5월 5일 원고접수

## **A Flatcar Design for Truck-Winch Mixed Transport considering Moving on the Curved Slope Railway**

*Kim Ju Sok*

This paper shows a structural design of the truck transport flatcar moving on the straight and curved slope railway.

A new structure is designed here that ensures the stability of the flatcar moving on curved slope railway, while applying a new pulling method by a winch with four flatcars. COSMOS/Works, the finite element analysis program, is used to appropriate the strength of the assembly frame of the wheels and to determine the applying condition of melting strength.

Key words: winch, mixed transport, flatcar, curved slope railway