

초기기동시 추진력과 제동력 관계에 대한 고찰

Discussion of the relationship between tractive power and braking power in initial time

1)이기식*
Lee, Gi-sik

한성호**
Han, Sung-Ho

정권일**
Jung, Kwon-Il

ABSTRACT

The braking system of train must possess the large braking effort in order to stop the train safely within the limited traveling distance. but, the excessive braking effort has been deteriorated the ride comfort due to high level of deceleration and jerk, and sometimes occurred the skid. because the applied braking force exceeds the allowable adhesive force. this skid causes not only to increase the a stopping distance but also to deteriorate the safety of train and damage the rail surface by wheel flat.

In the present paper, braking force for disk brake of Tilting Train eXpress(TTX) was measured though on convention line test and the traction force was estimated by using the analytic model in skid condition. also, we have discussed the relationship between the brake force and traction force in starting condition.

철도 차량의 제동 장치는 정상 적인 운행에서 승객이 불편 하지 않도록 열차를 원하는 위치에 정지 시키거나 요구하는 속도로 감속 시킬 뿐만 아니라, 돌발 적인 사태발생에 대해 최단 거리 이내에서 열차가 신속히 정지 될 수 있도록 큰 제동력을 확보하고 있어야 한다. 그러나 철도차량이 보다 짧은 거리에서 정차 하기 위하여 너무 큰 제동력을 보상 받게 되면 활주현상이 발생 되고 또한 초기 기동시 저크로 인한 승차감 저하에 영향을 미치고 레일 손상에도 원인이 된다.

본 논문은 한국형 틸팅열차의 디스크 제동 장치의 제동력과 전장품의 추진력을 측정하여 초기 기동시 보상되는 제동력과 추진력에 대한 상관관계를 고찰 하였다.

1. 서 론

국내에서 처음 연구 되는 한국형 틸팅열차의 신뢰성 평가에 있어서 주요한 논점은 주행속도 향상 및 열차의 곡선부 주행시 원심력에 의한 차량 탈선방지와 승차감 향상에 그 목적이 있다. 본 논문은 틸팅기술을 적용하는 최고운행속도 180km/h의 틸팅 전기차량(TTX : Tilting Train Express)의 개발에 관한 것이다.

한국형 틸팅열차의 개발은 2006년 12월 6량 전체 조립을 완료하였으며, 한국형 틸팅열차는 궤도의 부담력을 최소화 할 수 있도록 차체의 경량화를 이루었으며, 차체하부의 전장품 및 기기의 배치를 최적화 하였다. 또한 일반차량과 다르게 대차에 틸팅 메카니즘과 틸팅판토그래프 메카니즘, 틸팅전기장치등이 추가로 구성되었다. 이에 따라 틸팅기술은 차량내에서도 대차, 차체, 전기장치, 판토그래프 등의 긴밀한

* 책임저자 : 정희원, 한국철도기술연구원, 신소재틸팅열차시스템연구단, 연구원
E-mail : lbhcha20@krri.re.kr
TEL : (031)460-5666 FAX : (031)460-5699

** 정희원, 한국철도기술연구원, 신소재틸팅열차시스템연구단, 책임연구원
** 정희원, (주)우진산전, 전장개발팀, 선임연구원

인터페이스가 이루어져야 열차의 최적화된 성능을 발휘 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 열차의 성능 중 초기기동 시 추진장치와 제동장치 간의 상관관계에 의하여 발생하는 기동저크의 발생 원인 및 기동저크의 저감 방안을 도출하여 열차의 성능을 향상 시킬 수 있는 방안에 대하여 논 하였다. 여기서 저크는 가속도의 변화율을 의미한다.

2. 본 문

한국형 킬팅열차는 국내에서 개발된 동력분산형 전동 열차로서 6량 1편성으로 Mcp-Car 2량, M-Car 2량, T-Car 2량으로 구성되어 있다. 본 논문에서 기술될 추진력과 제동력의 상관관계를 알아보기 위한 방법으로 Mcp2-Car C/I 2군에서 추진력 및 제동력에 관련된 데이터 측정하여 분석하였다.

한국형 킬팅열차는 열차가 정차 후 출발할 때 마스크신호가 제동신호에서 중립을 거쳐 추진신호로 바뀔 때, 마스크신호가 중립에 있을 시에 열차가 움직이지 못하도록 정차제동이 동작하고 있다. 이같은 관계에 의해 추진신호에 의한 동력전달이 이루어져 기동이 이루어져야 하지만, 정차제동의 완해 시점과 추진력의 전달시점의 시간적인 차이로 인하여 기동저크가 발생하여 순간적으로 승차감을 저하 시키는 영향을 미칠 수 있는 요인으로 분석되었다.

이에 따라 이러한 순간적인 가속도 변화율의 변화를 없애고 승차감을 향상 시킬 수 있는 방법에 대하여 본 논문에서 논 하였다.

2.1 초기 추진력과 제동력의 관계

한국형 킬팅열차 시험차의 초기 추진력과 제동력의 관계는 마스크신호가 중립에 있을 시 정차제동이 체결되어 있고, 마스크신호가 추진신호로 바뀌고 나면 C/I의 전류량을 측정하여 전류량이 20A 이상이 되었을 시 정차제동을 완해 하도록 종합제어장치에 프로그램이 되어 있었다. 또한 이러한 종합제어장치(TMS)에서 신호를 제동장치 BOU에 전달 된 후에도 제동장치 BOU에서도 정차제동의 완해 시간을 조절할 수 있도록 구성이 되어 있어, 0~2초까지 변화를 줄 수 있도록 되어 있다. 이에 초기에는 종합제어장치(TMS)에서 추진력의 신호가 전달되어 전류량이 20A 이상이 되면 정차제동이 완해 되도록 신호를 BOU로 보내고 여기서 BOU의 정차제동 완해 지연시간이 2초로 세팅이 되어 있었다. 이때 차량이 초기 기동이 이루어질 때 그림 1에서 보는 것과 같이 저크가 발생함을 볼 수 있었다. 여기서 BOU는 Brake Operating Unit 을 의미한다.

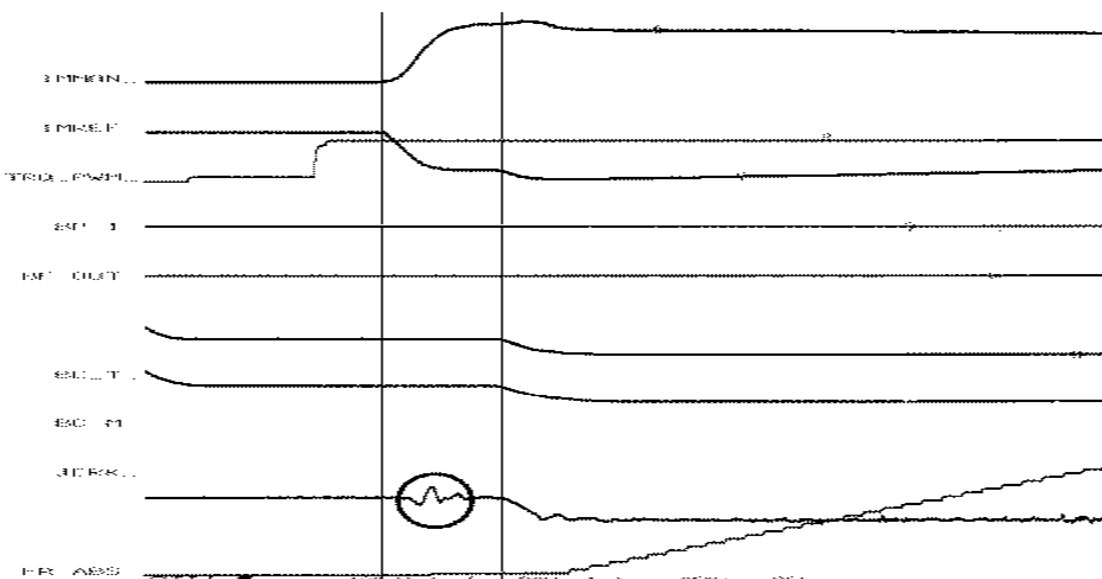


그림 1 BOU 정차제동 완해지연시간 2초 시 C/I 파형

2.2 BOU의 정차제동 완해지연시간 조절 후 추진력과 제동력의 관계

처음 이러한 저크현상이 발견 되었을 때 BOU의 정차제동 완해지연 시간을 조절하여 저크의 값을 줄일 수 있겠다는 생각을 가지고 BOU의 정차제동 완해지연 시간을 순차적으로 조절하여 BOU의 정차제동 완해지연 시간을 0초까지 조절하여 테스트를 하였다. 그러나 BOU의 정차제동 완해지연 시간을 순차적으로 0초까지 조절하여 측정 분석한 결과, 정차제동 완해지연시간 조절로 저크의 변화를 관찰할 수 있었다. 하지만 저크를 완벽하게 제거하는 데는 실패 하였다. 그림 2는 BOU의 정차제동 완해지연 시간을 0초로 조절하여 파형을 찍은 것으로 저크 현상이 없어지지 않고 지속적으로 발생함을 볼 수 있었다.

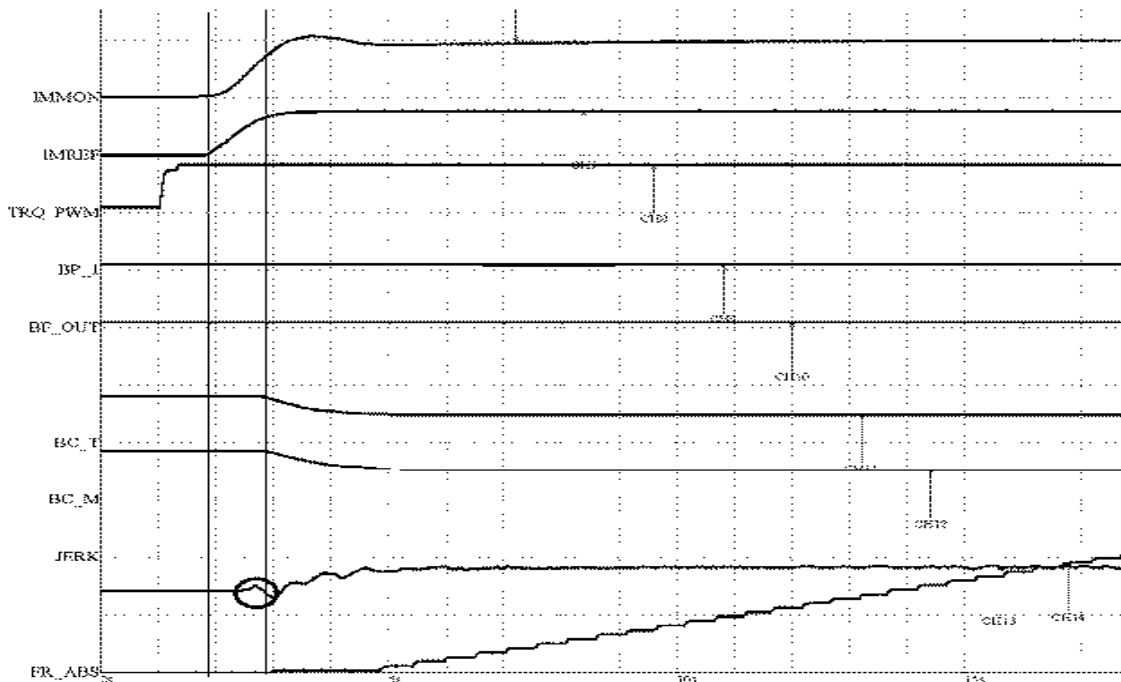


그림 2 BOU 정차제동 완해지연시간 0초 시 C/I 파형

2.3 종합제어장치(TMS) 정차제동 완해시간 변경 후 추진력과 제동력의 관계

BOU의 정차제동 완해지연 시간을 조절하여 저크의 발생을 제거 할 수 없는 것으로 분석되었고 실제로 그러한 현상이 나타남에 따라 종합제어장치(TMS)에서의 정차제동 완해시간을 재 프로그램하여 저크의 발생을 제거하는 방법을 선택하여 시험을 하였다. 이는 초기에 종합제어장치(TMS)에서 C/I의 전류량을 측정하여 전류량이 20A 이상이 되었을 때 정차제동을 완해 하도록 하였으나, 이를 마스콘신호가 추진신호로 변경이 되면 추진신호가 전달되는 즉시 정차제동이 완해 될 수 있도록 종합제어장치(TMS)의 프로그램을 변경하였다. 프로그램 변경에 따라 저크 발생 현상을 확인하기 위하여 차량기지의 평탄한 선로에서 시험을 실시 하였다. 종합제어장치(TMS)의 프로그램 수정 후 시험에서는 BOU의 정차제동 완해지연 시간을 0.5초로 설정하여 시험을 하고 데이터를 분석하였다. 이에 따라 아래의 그림 3과 같이 초기 기동 시에 발생하였던 저크의 발생이 사라진 것을 알 수 있었다.

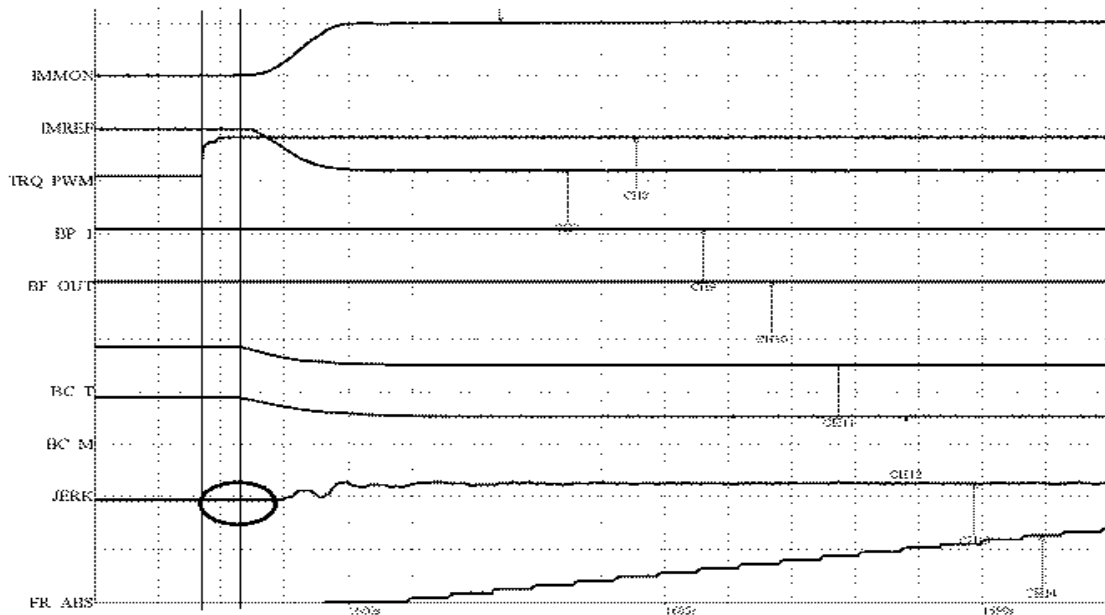


그림 3 TMS 프로그램 변경 후 BOU 정차제동 완해지연시간 0.5초 시 C/I 파형

여기서 한가지 생각해 볼것이 평탄 선로에서 시험한 결과 저크는 제거 되었으나, 실제 영업운행 선로에서 운행 중 구배가 있는 선로에서의 열차가 정차 후 출발을 할 상황이 발생하였을 때 열차의 정차제동의 기능이 정상적으로 동작 되어 열차의 정상적인 운행에 문제가 없어야 한다. 그래서 이러한 점을 해결하기 위하여 톨팅열차가 실제 영업 선로에서 시험운행을 할 때 구배가 12‰ 상 구배에서 이에 대한 시험을 실시하였다. 시험을 실시 한 결과 저크는 발생하지 않았고, 구배기동도 정상적으로 이루어 졌다. 이를 종합해 볼 때 본 논문에서 기술한 저크의 제거 방안이 합리적임을 알 수 있었다.

2.4 정차제동과 저크와의 관계

종합제어장치(TMS)의 프로그램 수정으로 초기기동시의 저크를 제거 할 수 있었다. 하지만 초기 기동이 이루어지고 난 다음에도 저크의 순간적인 변화를 관찰 할 수 있었다. 그림 4에서 보는 것과 같이 저크의 변화가 생겨 이것 또한 제거를 하기 위하여 제동장치 BOU의 정차제동 완해지연시간을 조절하여 시험을 하였으나, 특별한 변화를 찾지 못 하였다.

그래서 정차제동과 저크 변화의 상관관계를 보기 위하여 그림 5에서는 정차제동을 Cutout 시킨 후 저크의 변화를 보았다. 그러나 정차제동을 Cutout 하고나서 테스트를 하여도 저크의 변화가 지속적으로 일어나는 것을 볼 수 있었다.

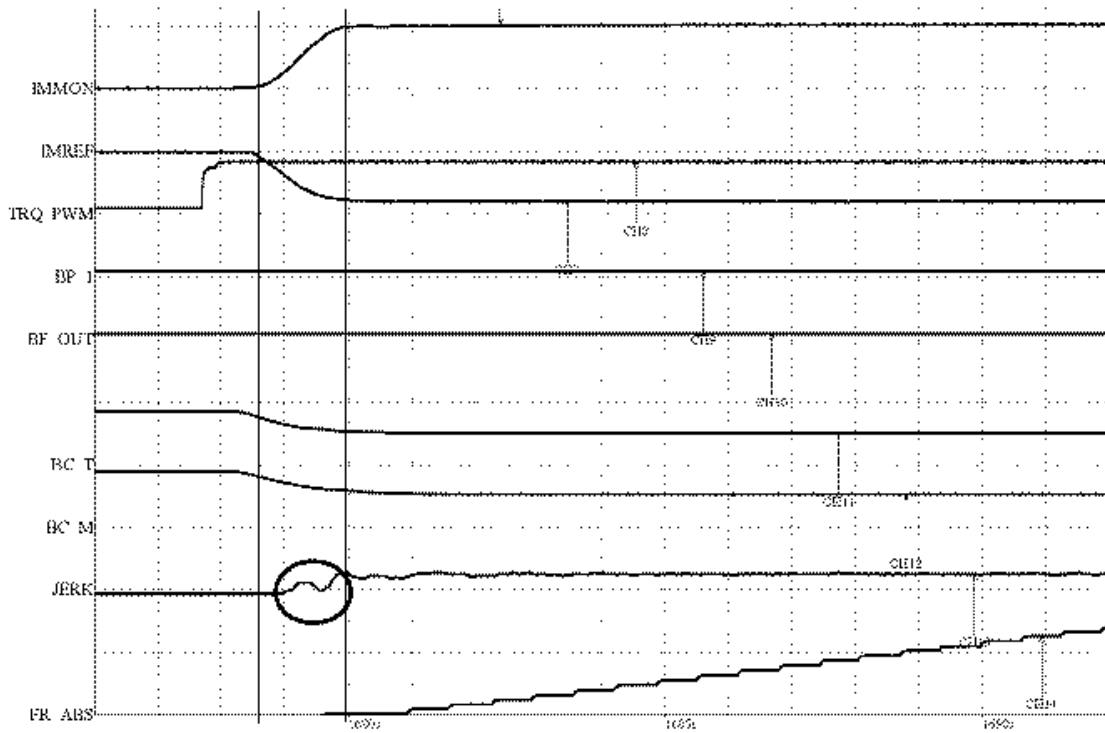


그림 4 기동저크가 제거 된 C/I 파형

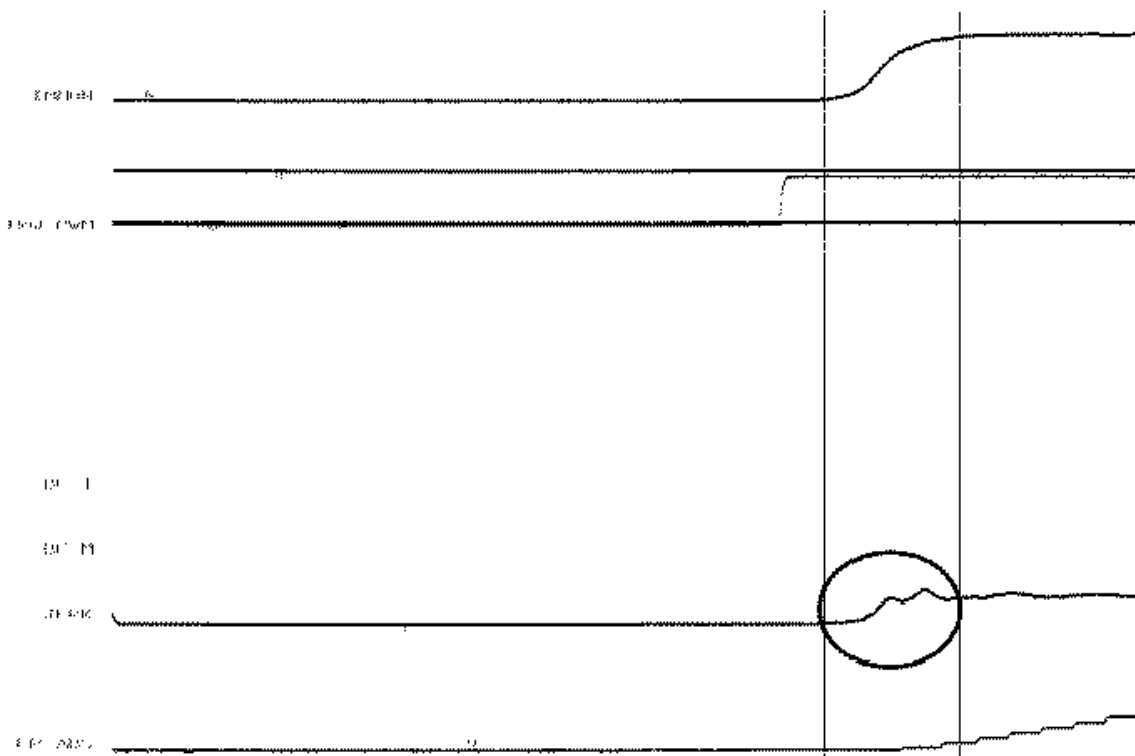


그림 5 정차제동 Cutout 후 C/I 파형

3. 결론

지금까지 본 논문에서 고찰한 것은 한국형 틸팅열차의 초기 기동시의 제동력과 추진력과의 상관관계에서 초기기동저크가 발생하고 이는 열차의 승차감을 저하 시키는 요인이 되므로 이를 제거 하는 방법에 대하여 논 하였다. 그 결과 초기 기동 저크를 제거하기 위해서 종합제어장치(TMS)의 정차제동 완해 시간의 프로그램 수정하였다. 종합제어장치(TMS)의 프로그램 수정으로 인해서 초기 기동 저크는 제거 할 수 있었다.

초기 기동 저크는 제동장치 BOU의 정차제동 완해지연시간과는 무관하다는 것을 알 수 있었다.

종합제어장치(TMS)의 프로그램 수정으로 초기 기동 저크를 제거 하여 열차가 정차 후 출발하는 순간의 승차감 향상에 도움이 되었다고 본다.

또한 본 논문에서 정차제동은 초기기동시의 저크 발생과는 상관관계를 가지고 있으나, 이후 열차에서 나타나는 저크의 변화는 정차제동과는 무관하다는 것도 알 수 있었다.

참고문헌

1. 한성호, 이수길, 서승일(2005), “틸팅열차(TTX)의 전장품 성능평가 연구”, 한국복합재료학회
2. (주)우진산전(2005), “추진제어장치 실용기술개발 연구보고서”, 건설교통부, 한국철도기술연구원
3. (주)우진산전(2005), “열차제어/진단장치 실용기술개발 연구보고서”, 건설교통부, 한국철도기술연구원