

인도 하이데라바드 전동차의 판토 주습판 길이 적합성에 대한 고찰

A Study on Conductive Length of Pan-Head for Hyderabad EMU

윤기석*, 김철용*, 김대훈*

Kil-Dong Hong*, Choonja Kim*†, K.W. Smith*, Jin Gam Park**

Abstract The conductive length of pantograph head for India Hyderabad EMU has enough capability to collect current considering the pantograph sway calculation, which considers the sway of vehicle, the stagger of catenary and the wind speed on the lateral direction of vehicle.

Keywords : Pantograph, Strip, Sway

초 록 본 연구는 인도 하이데라바드 전동차에 적용된 판토 주습판의 길이 적합성을 차량의 Sway 계산 결과, 가선의 stagger 값, 차량 측면 바람의 속도 고려시 발생하는 변위 범위를 만족시키는지 보여 차량 적용한 판토 집전 성능에 문제 없음을 보이고자 한다.

주요어 : 판토그래프, 주습판, Sway

1. 서 론

본 연구는 인도 하이데라바드 도시에 납품된 3량 1편성 메트로 전동차에 적용된 판토그래프(Pantograph) 주습판(Strip) 길이 적합성에 대한 것이다.

판토그래프는 전동차의 고압전원을 공급하기 위한 장치로써 가선으로부터 인가되는 고압전원을 차량측으로 이송시켜주는 장치이다. 차량의 옥상에 설치되어 차량이 주행 중에 갖는 거동과 같은 동적 거동을 하며 고압의 가선전압을 차량측에 지속공급하기 위하여 가선 추종을 가져야 한다.

안정적인 가선전압을 차량측에 전달하기 위하여 가선의 변동범위가 판토그래프 주습판이라고 부르는 집전영역(Conductive length)에 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 인도 하이데라바드 전동차(Hyderabad EMU)의 동적거동, 차량 제작사양서(ERTS, Employer Requirement Technical Specification)[2]에 정의된 가선의 변위 및 바람의 영향을 고려한 판토그래프의 주습판의 길이가 가선 변동변위를 수용할 수 있는지를 보이고자 한다.

* 현대로템 기술연구소 제동개발팀

2. 본 론

2.1 판토품라프 Sway[1] 계산 목적

판토품라프는 차량의 옥상에 설치되어 지상 설비인 가선으로부터 고압의 전류를 차량측에 전달해 주는 역할을 한다. 차량 옥상에 설치되는 장치의 하나로써 차량 옥상에 제한되는 차량 한계 안에서 판토품라프가 존재해야 운행 중 건축한계에 침범으로 인한 건축구조물과 간섭 및 차량측 옥상기기의 손상이 발생하지 않는다.

차량의 동적거동은 수요처 차량제작 사양서(ERTS)에 정의된 레일의 조건, 차량운행 속도, 캔트 변화량, 차량 공기스프링 거동특성 등의 차량 동적 특성에 의한 거동과 운영 환경 속성인 가선의 수평방향의 변화량, 바람에 의한 영향 등의 외부적인 환경요인에 의한 차량의 수동적인 거동을 고려해야 한다.

또한 판토품라프 형상 및 폭 방향 크기는 차량의 동적 거동을 고려하여 결정해야 하며 판토품라프의 집전영역은 가선의 지그재그 설치로 인하여 발생하는 stagger 값을 수용하도록 선정해야 한다.

따라서 판토품라프 Sway 계산의 목적은 차량 옥상에 설치된 옥상기기의 한 종류로써 판토품라프가 차량의 동적거동을 고려한 집전기능을 수행할 수 있는지 확인하기 위한 것이다.

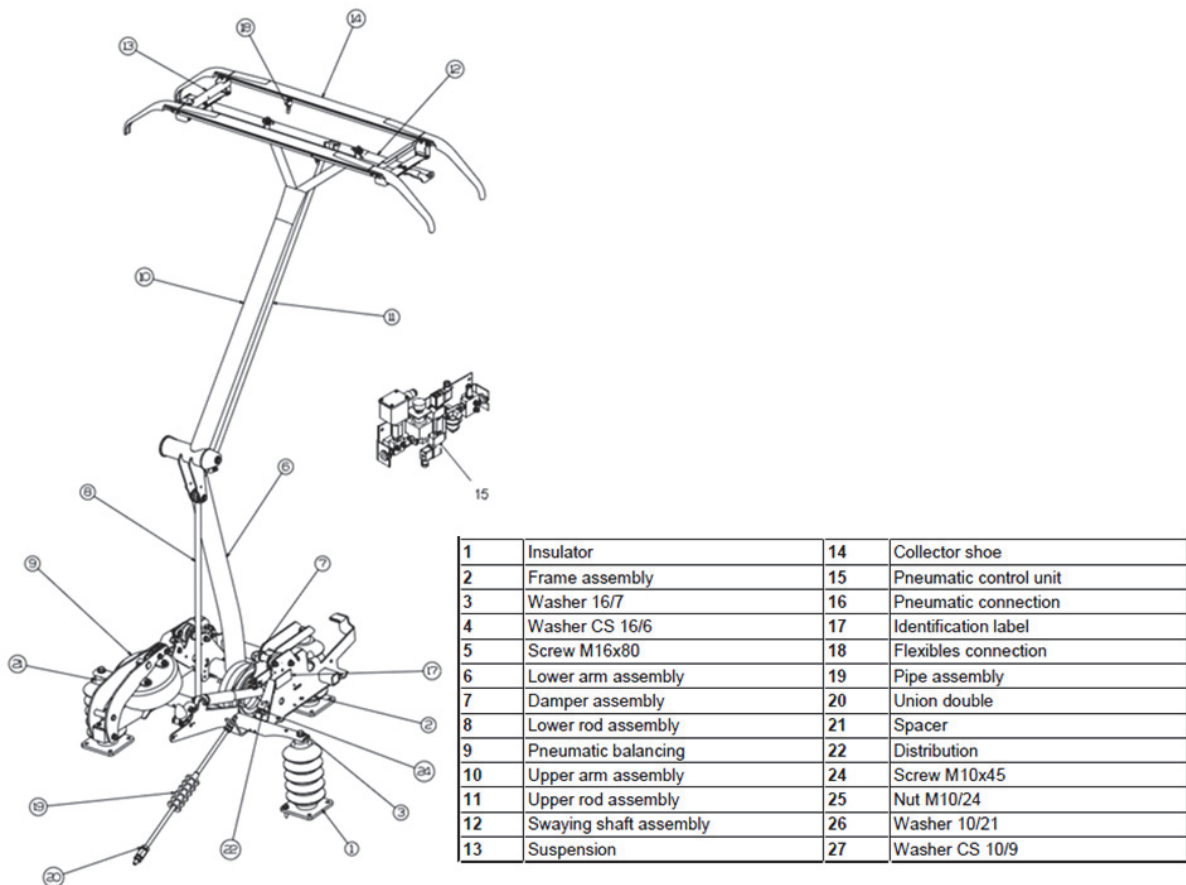


Fig. 1 판토품라프 구조 및 명칭

2.2 판토품라프 Sway 계산 방법

판토품라프 폭(Width)과 형상(Shape)은 수요처 제작사양(ERTS)에 정의된 차량한계 게이지 (Kinematic envelope)내에 들어야 한다. 판토품라프 Sway 계산을 통하여 판토품라프와 가선 (Contact wire) 상호작용을 검증하며 실제 집전이 발생하는 판토품라프 주습판의 폭과 판토품라프 헤드의 폭을 결정하는데 본 계산이 사용된다.

차량이 곡선선로를 통과시 발생하는 편기량을 최소화하기 위하여 통상 판토품라프는 차량의 대차 센터와 일치시켜 상기 편기량이 없도록 배치한다.

인도 하이데라바드 전동차의 판토품라프 설치위치는 Fig. 2와 같이 2개의 판토품라프가 차량의 대차 센터에 위치하며 적용된 판토품라프 헤드 형상 및 집전이 발생하는 주습판의 길이는 Fig. 3과 같다. 또한 주습판 길이 외 판토품라프 헤드의 집전 가능 영역인 집전가용 길이는 Fig. 4와 같다.

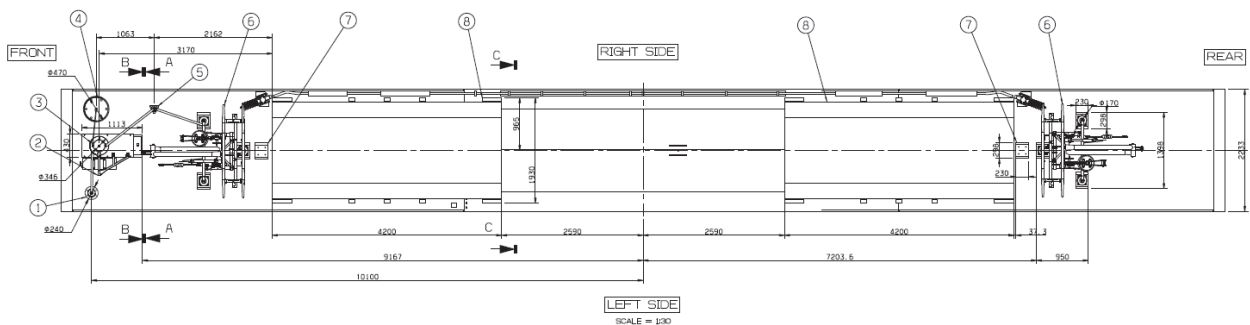


Fig. 2 판토품라프의 차량 설치위치

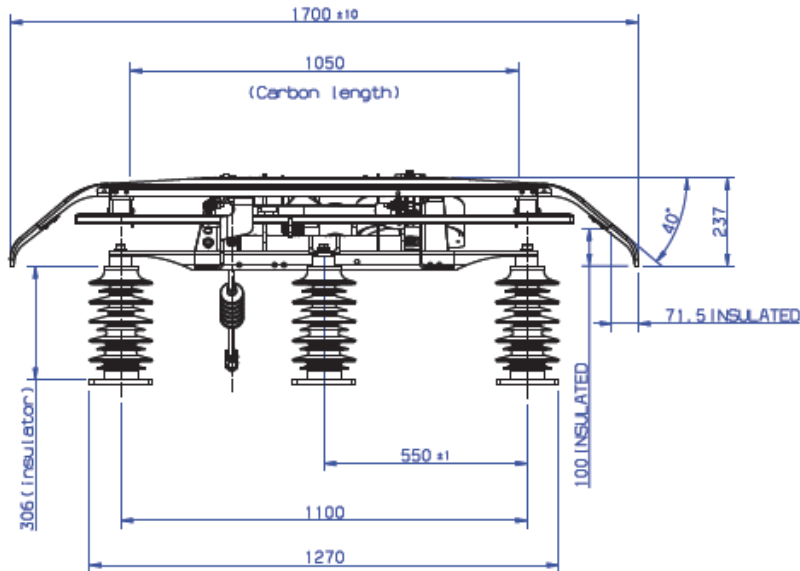


Fig. 3 판토 헤드 형상 및 주습판 길이

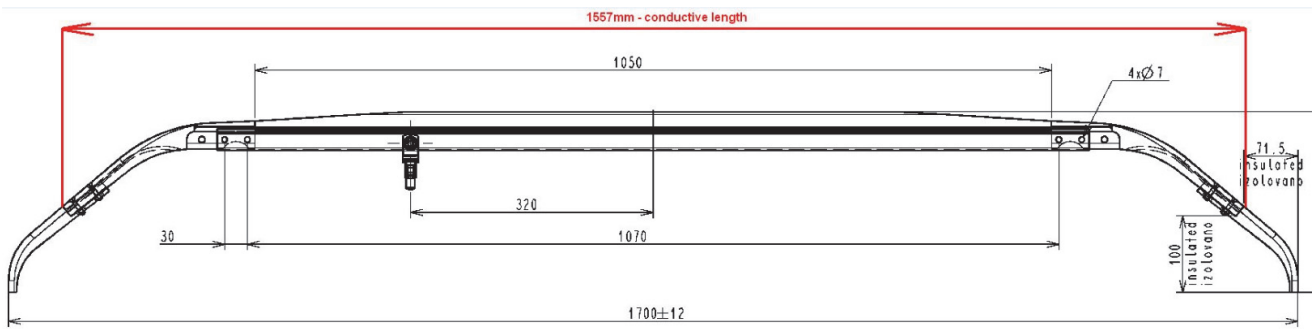


Fig. 4 판토그래프 집전 가능 영역 길이

판토그래프 주습판의 길이는 수요처의 제작사양서(ERTS)에 정의된 판토그래프 작동 높이 규정 값, 외부적인 환경요인에 의한 차량의 수동적인 거동 값, 가선의 stagger 값을 고려하여 결정한다.

- 판토그래프 작동 높이 규정 값(Fig. 5 참조) : 안착높이(레일상면 기준) 4200mm ~ 가선설치 최대 높이(레일상면 기준) 5500mm
- 외부적인 환경요인에 의한 차량의 수동적인 거동 값 :
 (Normal Conditions defined in clause 3.23.3 of ERTS)만차 하중조건하에서 차량운행 속도 90km/h, 외부 바람의 풍속 60km/h, 캔트 부족량(cant deficiency) 100mm
 (Abnormal Conditions defined in clause 3.23.3 of ERTS)만차 하중조건하에서 차량운행 속도 90km/h, 외부 바람의 풍속 145km/h, 캔트 부족량(cant deficiency) 100mm
- 가선의 stagger 값[3] : 직선선로에서 200mm, 곡선선로에서 300mm

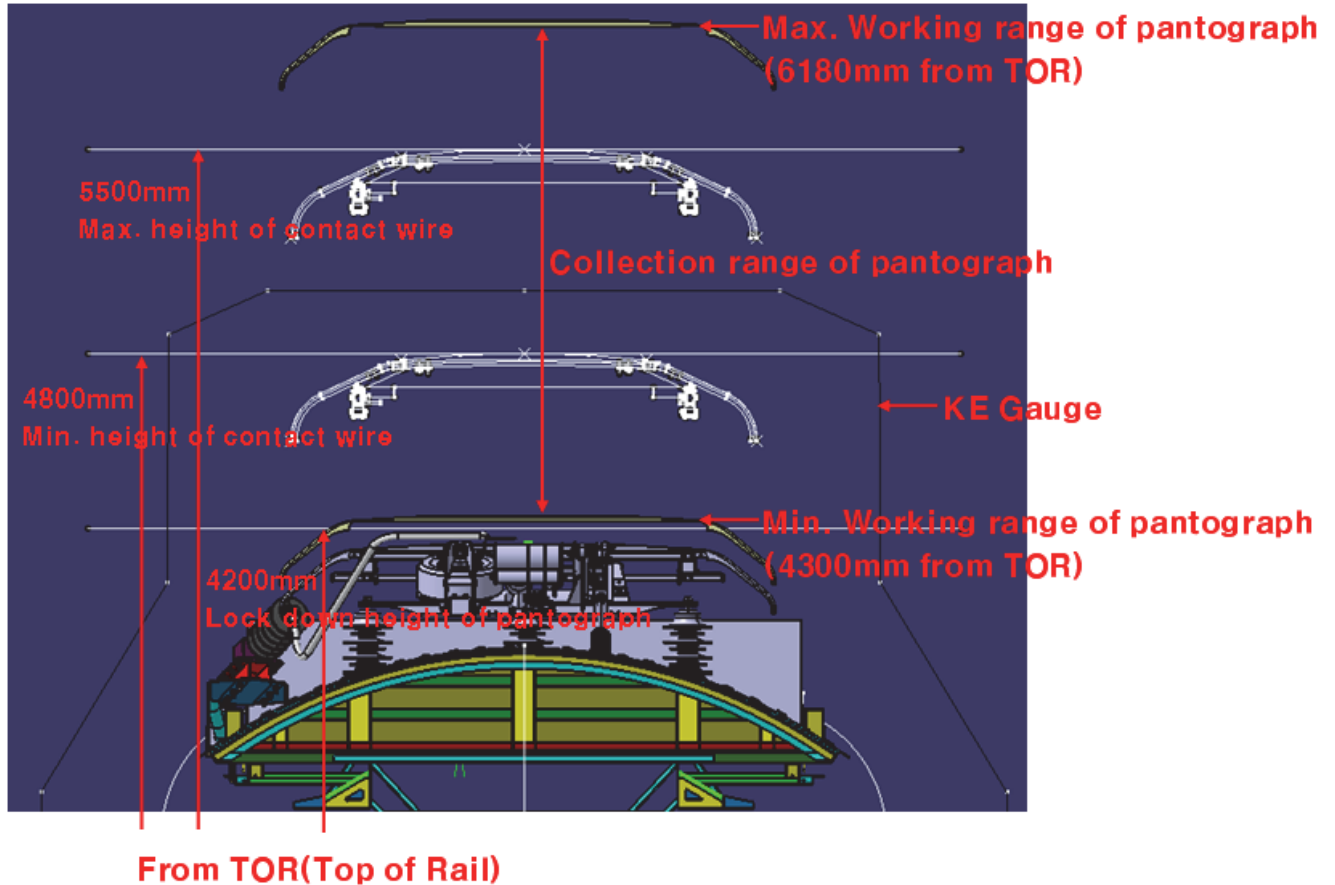


Fig. 5 판토그래프 작동 높이

2.3 판토그래프 Sway 계산 결과

판토그래프 Sway 계산결과의 요약은 Table 1과 같다. 정상조건(Normal Conditions defined in clause 3.23.3 of ERTS)하에는 차량 동적 편기량(Carbody Rolled Bias)은 154.7mm이며 판토그래프 주습판의 길이(1050mm) 기준으로 차량이 한쪽으로 편기되고 가선 변위량이 차량 편기된 반대방향으로 이동한 최악조건에서도 주습판의 길이는 370.5mm가 남아 가선이 주습판 영역안에 존재하며 판토그래프의 집전성능에 문제 없다.

또한 비정상조건(Abnormal Conditions defined in clause 3.23.3 of ERTS)하에는 차량 동적 편기량(Carbody Rolled Bias)은 275mm이며 판토그래프 주습판의 길이(1050mm) 기준으로 차량이 한쪽으로 편기되고 가선 변위량이 차량 편기된 반대방향으로 이동한 최악조건에서도 주습판의 길이는 370.5mm가 남아 가선이 주습판 영역안에 존재하며 판토그래프의 집전성능에 문제 없다.

Table 1 판토품라프 Sway 계산결과 값

Items	Normal Conditions defined in clause 3.23.3 of ERTS	Abnormal Conditions defined in clause 3.23.3 of ERTS	Remarks
Load Condition	AW4	AW4	
Running Speed	90KPH	90KPH	
Wind Speed	60KPH	145KPH	
Cant Deficiency	100mm	100mm	
Height of Contact Wire	5200mm	5200mm	
Max. Stagger On Curves	300mm	300mm	
Half of Carbon Strip	525mm	525mm	A
Half of Conductive Length(Pan-Head)	778.5mm	778.5mm	B
Carbody Rolled Bias	154.7mm	275mm	C
Remaining Width of Carbon Strip(opposite direction of carbody rolled bias)	370.3mm	250mm	A - C
Remaining Width of Conductive Length in Pan-Head(opposite direction of carbody rolled bias)	623.8mm	503.5mm	B - C
Current Collect	OK	OK	

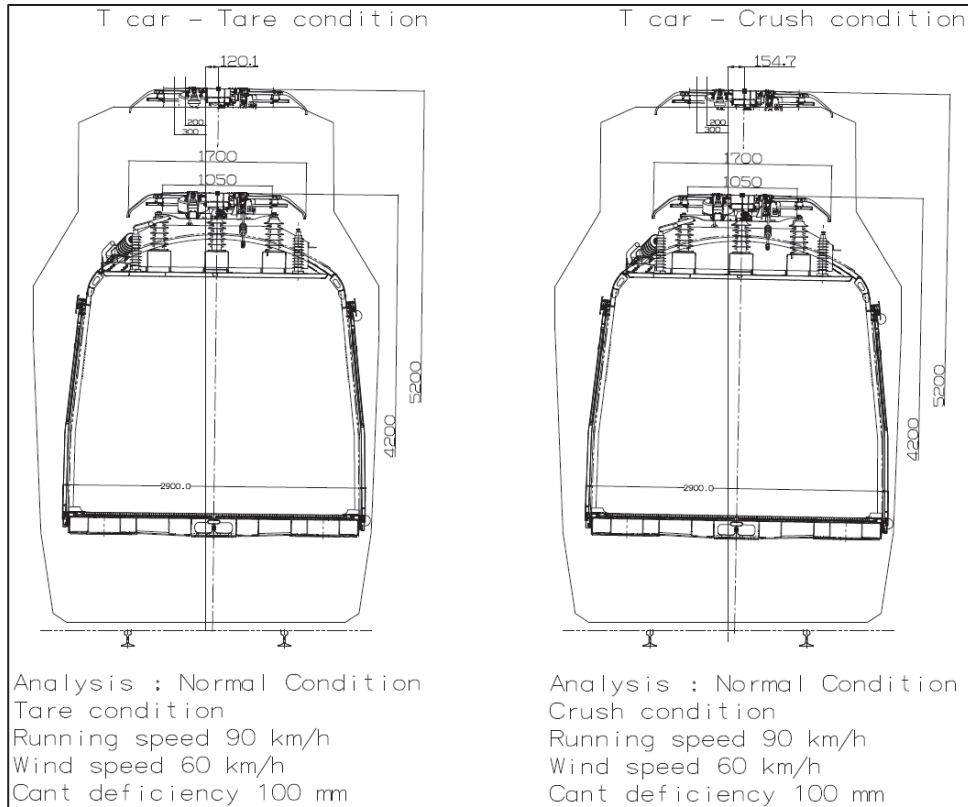


Fig. 6 정상조건하 판토품 Sway 작도 결과(작동 높이 5200mm)

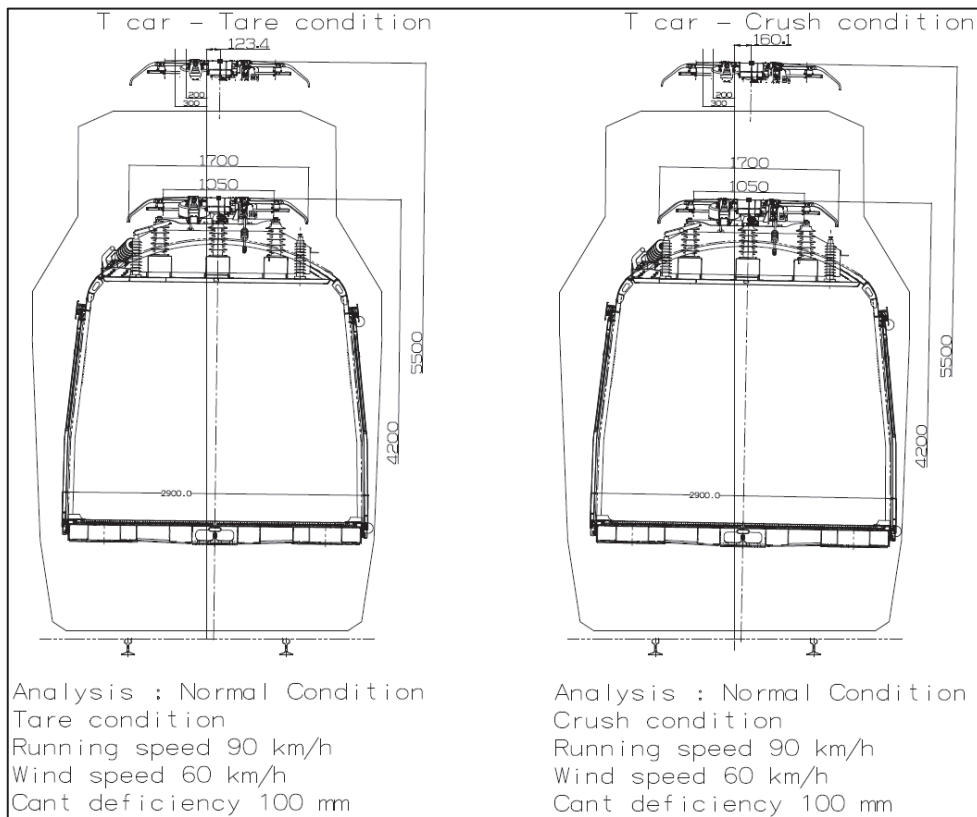


Fig. 7 정상조건하 판토품 Sway 작도 결과(작동 높이 5500mm)

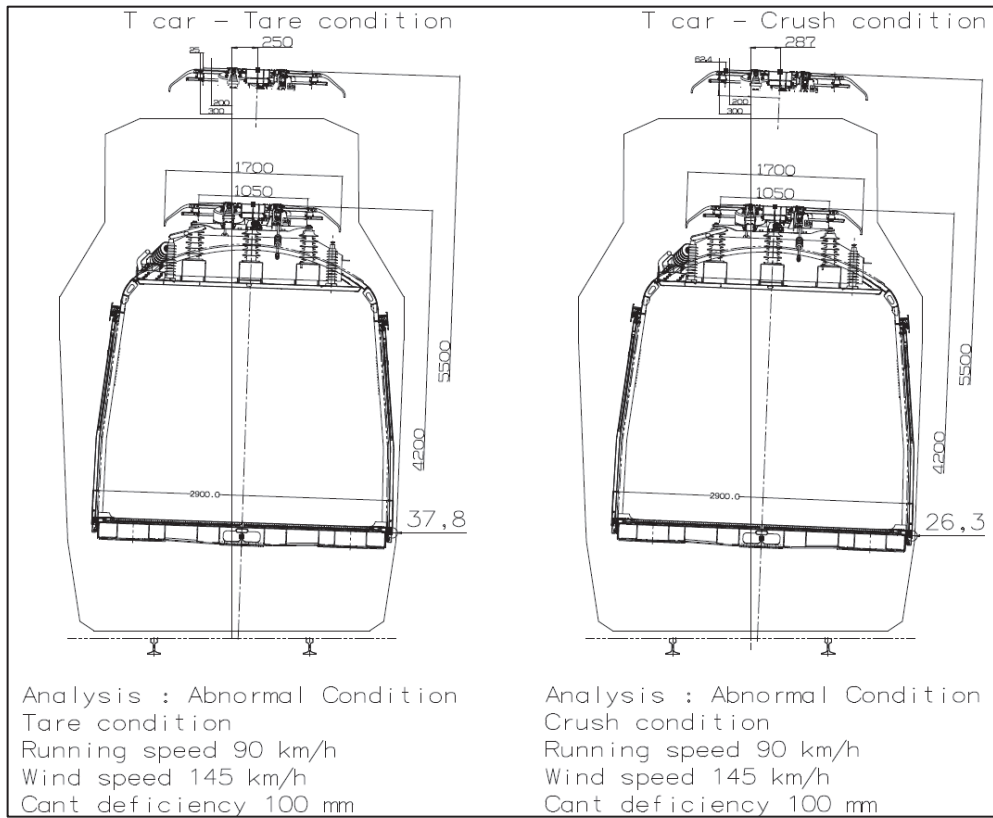


Fig. 8 비상조건하 판토품 Sway 작도 결과(작동 높이 5200mm)

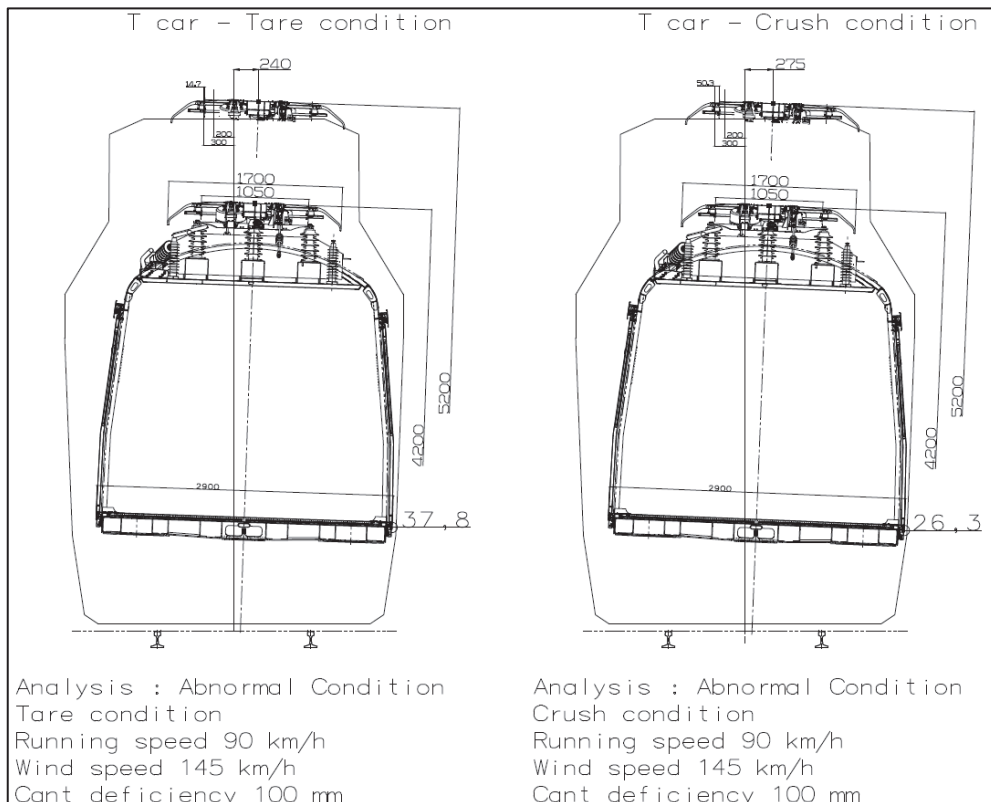


Fig. 9 비상조건하 판토품 Sway 작도 결과(작동 높이 5500mm)

3. 결 론

인도 하이데라바드 전동차용 판토품라프 Sway 계산을 통하여 주습판의 길이가 수요처 차량 제작사양(ERTS)에 정의된 차량 동적 특성에 의한 거동과 외부적인 환경요인에 의한 차량의 수동적인 거동을 고려한 경우에도 만족한다는 것을 확인했다. 또한 가선의 변동범위가 판토품라프 집전영역에 있어 안정적인 가선전압을 차량측에 전달한다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 차량의 동적거동 계산에 사용되는 Sway 계산방법을 사용하여 판토품라프의 형상 및 폭 방향 크기를 결정해야 한다는 것과 가선전압이 차량측에 안전적으로 공급되는 여부를 판단하는 가선 추종을 Sway 계산방법으로 확인할 수 있다는 것에 의의를 둘 수 있다.

참고문헌

- [1] 철도차량의 Sway 특성에 관한 연구(2006년), 철도학회, pp. 1-2.
- [2] HM-AC-PRWIDE-D0101-SPC-TS-ROL-00-001, pp. 37.
- [3] SOD_HM-AC-PRWIDE-OLPRO-DOC-GD-ALS-00-006_Rev.C, pp. 20-21.