

전차선로 행거의 길이조절방식 개선방안

A Suggestion for Improvement of Hanger length adjusting method in Trolley Wire Line

김균식 박한철 박한용 차광석
Kim, Gyun-Sig Park, Han-Cheol Park, Han-Yong Cha, Kwang-Seok

ABSTRACT

In this thesis, As electric railway vehicle's speed becomes faster and faster and functional, the conditions of operation (or running condition) of the vehicle also become complicated and diverse. As the number of electric vehicle increases by enhancement of the running condition, problems are also raised in circulation current, vibration and unstable contact caused by equipment(sporting part for making horizontal between Trolley wire and Messenger wire) and troubles in Ark by unsecure contact. This articles shows a method to prevent or to have least problem of vibration, and unstable contact by having constant height of Trolley wire through adjusting the length of Hanger.

1. 서론

최근 전기철도 차량의 고속화 및 기능화에 따라 차량의 주행조건은 보다 광범위해지고 있다. 전기차량도 주행조건이 향상됨에 따라 많이 증가하고 있으며, 전차선로에 부착된 각종 금구류에 의한 순환전류, 진동, 불안전 접촉에 의한 아크의 문제점이 크게 대두되고 있다. 특히 행거는 지상부 전차선로에 구간에만 사용되어 지는 제품으로 전차선을 지지하기 위해 지지물간 거리에 의해 행거의 길이를 적정하게 제작하여 사용하고 있다. 제작된 행거의 길이가 적정하지 않을시 불안전 접촉 개소에서 전기차 또는 바람등에 의한 가선진동으로 전차선의 마모 및 불평형이 증대하여 아직 사용수명이 남아있음에도 이를 방지하기 위해 행거를 신제품으로 교체하게 된다. 본 논문에서는 이선, 진동 및 불안전접촉을 방지하고자 행거 길이를 조절하여 전차선의 높이를 일정하게 유지시켜 이선을 최소화 하는 방안을 기술한다.

2. 본론

2.1 행거의 이해

일반적으로 가공 전차선로에서 전차선을 조가선(Messenger wire)에 조가하는데 사용하는 행거(이하 “행거이어”라 한다)는 지지물간의 거리를 계산하여 행거이어의 길이를 적정하게 제작하여 사용하고 있다.

김균식 : 서울지하철공사 선임, 광운대학교 공학석사, 비회원
박한철 : 서울지하철공사 주임, 건국대학교 공학사, 비회원
박한용 : 서울지하철공사 전철팀장, 종신회원
차광석 : 서울지하철공사 전기처장, 종신회원

행가 간격은 표준 5m로 행가길이는 경간에 따라 다르고 행가의 최소 길이를 150[mm]로 하고 있다, 지지점 에서 조가선과 트로리선과의 간격을 가고라 하며. 표준가고는 960, 710, 730[mm] 등이 시설되며 특수경간(터널, 교각)에서는 조건에 맞게 시설하고 있다. 표 1은 현재 지하철에 시설되어진 가고 960[mm]을 기준 표준경간 30~60[m]를 나타낸다.

표 1. 서울지하철에 시설된 행가의 길이 및 수량

HANGER NO	SPAN (m)						
	60	55	50	45	40	35	30
1	835	845	855	865	880	890	900
2	615	645	680	710	745	775	810
3	440	490	550	600	660	710	765
4	310	380	465	535	615	690	765
5	225	310	420	510	615	710	810
6	180	290	420	535	660	775	900
7	180	310	465	600	745	890	
8	225	380	550	710	880		
9	310	490	680	865			
10	440	645	855				
11	615	845					
12	835						

2.2 행가의 제작조건 및 성능

전차선은 어느 정도 가요성을 갖게 되는 것이 불가결하기 때문에 경점이 발생된다. 전차선 진행시 팬더그래프가 도약현상을 일으켜 이선현상이 나타나며, 전차선의 미소 부분에 용손이 발생된다. 이를 방지하기 위해 행가에 요구되는 시험기준치[표1]는 다음과 같아야 하며 이 조건이 만족되지 않을시 전차선로의 장애를 발생하는 원인이 된다.

- 가. 기계적 강도가 클 것(진동으로 인한 늘어짐 없는 것)
- 나. 가벼울 것
- 다. 내식성이 좋을 것
- 라. 점검등이 용의할 것(특히 전차선을 교체할 때 단시간에 설치가 가능할 것)

표 1. 행거의 시험기준치

시험항목	행거이어 성능	
인장 내하중치	300 kg.f	3분동안 견딜 것
횡미끄럼 내하중치	100kg.f	3분동안 견딜 것
행거인장 내하중	150kg.f	3분동안 형태변형이 없을것
비틀림 내하중치	250kg.f	3분동안 견딜 것
행거 내굴곡 횡수	7회	견딜것
내진동 시험주기 (행거설치시)	2*10 ⁶	이상
내진동 시험진폭 (행거설치시)	± 0-20mm	-
내진동 시험주파수 (행거설치시)	3~5 Hz	-

이러한 조건이 만족된 행가라 하더라도 시설이 노후화된 전차선을 교체하거나 신설시 기존의 행가는 매우 정교하게 제작되어지지 못하는 실정이다. 그 일례로서 심야 또는 열차운행이 종료된 시간에 전차선을 점검하는 현장에서는 장기사용으로 부적정 하게 된 행가를 신품으로 제작하여 교체하는데 이미 시설된 행가는 1 Span 의 지지점 거리를 계산하여 제작되었기 때문에 교체대상 행가는 실측을 통해 제작되어야 되며, 이에 따른 인적, 시간적 면에서 비능률적이고 사용수명이 남아있음에도 행가를 교체하게 된다. 또한 행가제작기를 사용하여 정교하게 제작한다 하나 정확한 길이로 제작하기에는 사실상 어렵다. 그렇다고 해서 행가를 신품으로 제작하여 교체하지 않고 비정상적인 방법으로 조절시에는 전차선과 궤도와의 불평형이 형성되어 전차선로의 장애요인이 발생될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 개선된 행가를 제작하였고 기존의 행가와 개선된 행가의 성능 및 효율성을 비교하고자 한다.

2.3 행가 방식의 비교

2.3.1 행가의 개선

그림 2의 좌측도면은 서울지하철 및 철도구간에 설치된 행가이며 이를 개선하고자 그림 2(우) 도면처럼 제작하였다. 그림 3은 개선된 행가의 조립도 및 상세도를 나타내고 있으며 표 2는 그림 2,3에 대한 명칭 및 부호이다.

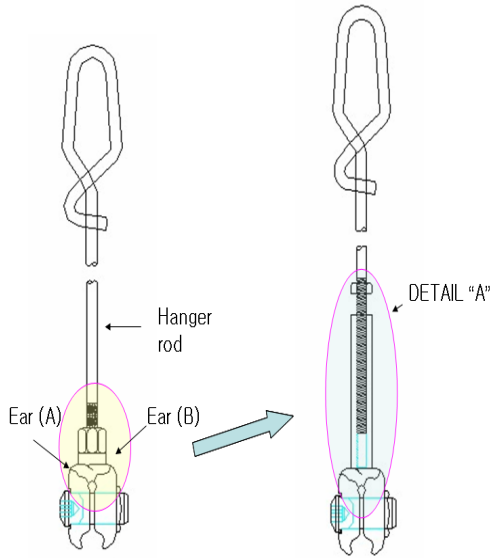


그림 2. 개선전(좌), 개선후(우)

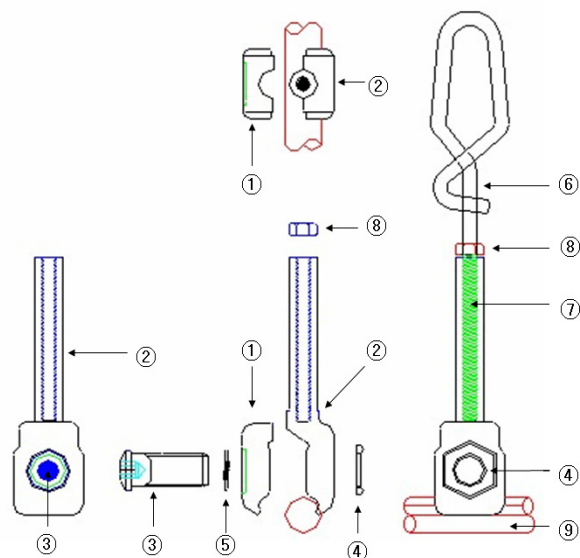


그림 3. 개선된 행가의 상세도

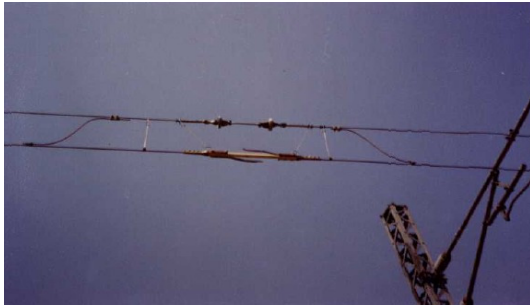
표 2. 개선된 행가의 명칭에 대한 부호의 설명

NO	Name of parts	Specification	Mark	Remark
①	Ear(A) (bronze)	KSD 6015	ALBC 2	
②	Ear a screw(B) (bronze)	KSD 6015	ALBC 2	
③	Cap bolt (Stainless steel)	KSD 3706	STS 304	For M12
④	Nut(thin type) (Stainless steel)	KSD 3698	STS 304	For M12
⑤	T. T. spring washer (Stainless steel)	KSD 3535	STS 304	
⑥	Hanger rod (Stainless steel)	KSD 3697	STS 304	5 Ø
⑦	Hanger rod a screw (Stainless steel)			
⑧	Nut (Stainless steel)			5 mm
⑨	Trolley wire (copper)			110~135mm ²

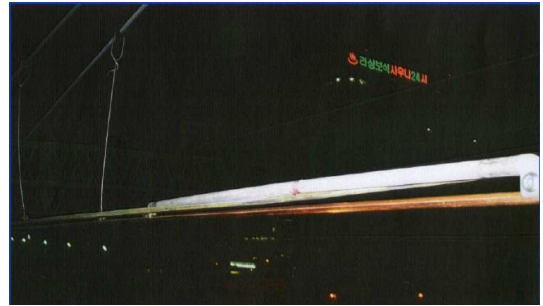
그림 2,3에서 나타낸 도면은 지하철 및 전철구간에서 사용하고 있는 행거를 길이조정이 가능할 수 있게 개선한 도면이다. 제작과정으로는 그림 2의 행거이어부분①②를 주물을 이용하여 길이를 조절할 수 있는 거리만큼 형상을 만들었으며, ⑥의 재질은 Stainless Steel Rod 이며 ②의 형상 내부와 결합할 수 있는 나사산(Screw)으로 제작하였다. 개량행거의 조립 순서로서는 다음과 같다. 첫째 ⑦의 Stainless Steel Rod를 이용하여 ③⑤①②④의 순서대로 그림 2(우) DATAIL "A" 처럼 조립하고 ⑥은 전차선과 조가선의 높이를 최종적으로 조정하면서 결합한다. 표 2에서 처럼 개선된 행거의 부호명칭 및 재질은 기존행거와 같은 기능 및 성능도 가지고 있음을 알 수 있으며 동일성능으로써 길이조절 기능을 가진 개량행거가 길이조절이 가능하여 전차선 유지보수에 탁월한 효과가 기대된다.

2.3.2 개선된 행거의 설치

그림 4는 개선된 행거의 시설개소의 주요부분을 나타내었고, 교차금구나 미세조정을 요하는 장소에 적합하며, 특히 곡선구간, 더블카테나리구간 또는 전차선의 편마모 현상이 발생하는 구간에 개선행거를 시설하면 효율적이라 보여 진다.



(a) FRP 설치개소



(b) 교차금구 설치개소



(c) 더블카테나리 개소



(d) 더블카테나리(최소길이 구간)

그림 4. 개선행거의 설치가 필요한 개소



(a) 개선전, 후 비교



(b) 개선행거 확대도



(c) 개선행거의 설치

그림 5. 개선된 행거의 확대도 및 설치

3. 결과 및 고찰

기존행거와 개선행거의 기능성과 효율성 비교를 표 3에, 성능시험 결과를 비교를 표 4에 나타내었다. 표 4 에서와 같이 개선된 행거의 재질 및 규격도 기존행거와 비슷하며 개선된 행거는 길이 조절방식기능이 추가되었지만 중량의 차이(12g)가 조금 있지만 기존행거와 교체 신설하여도 시설 당시의 1 Span 에 대한 설계치에 영향이 없음을 알 수 있다.

표 3. 개선행거의 기능성 및 성능 비교

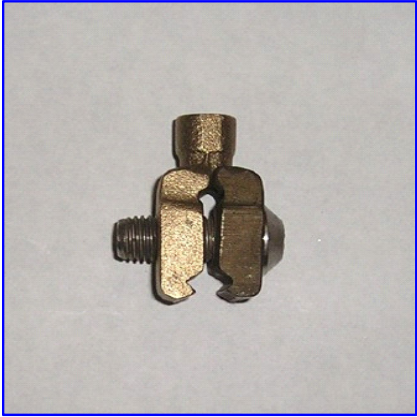

구분	행거(개선전)	행거(개선후)
행거이러 형 태		
재 원	형 태 : 고정방식 중 량 : 116g 재 질 : 알루미늄청강	형 태 : 길이조절방식(나사산이용) 중 량 : 128g 재 질 : 알루미늄청강
경제성	선로여건 변화에 의한 행거교체 시 사용 수명이 남아있음에도 신품으로 교체 (자재낭비)	온도변화 또는 전차선 교체공사 시 재사용 가능 (자재절감)
장 점	유동의 우려가 없음 (단, 유격 발생시 유동 발생될 수 있음)	행거가설 후 점검 및 보수시 신품으로 제작하지 않아도 되며, 재사용이 가능 (점검보수 시간 절약)
단 점	점검 및 보수시 신품으로 제작해야함. (신품 제작시 허용오차 존재(1~ 2mm))	나사산이 정교하게 제작되지 않을시 유동의 우려가 있음(보완사항)

표 4. 개선된 행거의 시험기준치

시험항목	개선행거의 요구성능		시험결과
인장 내하중치	300 kg.f	3분동안 견딜 것	이상없음
횡미끄럼 내하중치	100kg.f	3분동안 견딜 것	이상없음
행거인장 내하중	150kg.f	3분동안 변형이 없을것	이상없음
비틀림 내하중치	250kg.f	3분동안 견딜 것	이상없음
행거 내굴곡 횡수	7회	견딜것	이상없음
내진동 시험주기	2*10 ⁶ 이상	행거설치시	기준에적합
내진동 시험진폭	± 0-20mm	행거설치시	기준에적합
내진동 시험주파수	3~5 Hz	행거설치시	기준에적합

4. 결 론

지상부 전기철도 구간에 사용되는 행거방식은 미세조정이 불가하여 미세조정을 원할시 행거를 신형으로 제작 후 교체 하여야 한다. 이를 개선하고자 행가를 자체 길이조절이 가능하도록 개선 함으로써 지상부전차선 행가교체 비용을 최소화 할 수 있으며 미세조정이 용이하여 보수및 점검 시간이 절약 된다. 또한 길이조절방식임으로 전차선 가고(조간선과 전차선의 간격)를 조정이 필요 시 정확한 조정이 가능함은 물론, 전차선시설물의 사계절 온도 변화에 의한 평균가고의 변화폭을 특성에 맞게 정확히 조정할 수 있어 전기차의 판타습동이 안정되어 전차선의 효율적 관리가 이루어 질 수 있을 것이다. 이상의 연구 결과로써 전차선로에 가설된 금구류에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 전철시설물의 안전과 유지보수에 최선을 다해야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. 김양순, 유해출(1999년), “전기철도공학”, 동일출판사
2. 이종득(1997년), “철도공학”, 노해출판사
3. 서울지하철공사(2004년), “전기관련규정”
4. 서울지하철공사(1992년), “전차선로 자재사양 제작서”
5. 철도청(1998), “철도전기시설관리규정”
6. 日本鐵道電氣技術協會發行(1994), “電車線澇”, 地下鐵公社 教育阮
7. 한국전기철도기술협의회(2005년), “전기철도”, 논문집, 제9호, pp.45-91
8. 윤용한,임금광,양병남(2005년), “드롭퍼의 개선방안”, 한국철도학회 논문집