

한국 고속철도용 전차선의 크리프에 대한 연구 A Research on creep of high-speed railway trolley wire in Korea

*Li Haochuang¹, #석창성², 김용석¹, 구재민²,
이기원³, 권삼영³, 정흥채³

*H. C. Li¹, #C. S. Seok(seok@skku.edu)², Y. S. Kim¹, J. M. Koo², K. W. Lee³, S. Y. Kwon³, H. C. Chung³
¹성균관대학교 기계공학과 대학원, ²성균관대학교 기계공학부, ³Korea Railroad Research Institute

Key words : trolley wire, high-speed railway, creep

1. 서론

전차선은 가설 후 장력이 가해지기 때문에 전선에 크리프현상이 발생하게 되어 영구 연신이 발생하게 되는데, 이로 인해 금구의 설치위치가 변경되고, 전선을 잘라 내야 하는 등의 유지보수업무가 과중하게 된다. 따라서 이를 해결하기 위하여 건설 단계에서 전차선 및 조가선에 영구신장(pre-stretch)을 가하면 전차선로 설비 상태를 건전하게 유지관리할 수 있을 뿐 만 아니라, 유지보수업무를 줄일 수 있다. 일반적으로 크리프 연신률의 영향을 작게하는 방법으로 표준장력보다 큰 장력을 일정시간 가하여 미리 초기의 크리프 연신을 발생시키는 영구신장조성 공법이 채용되어 사용되어 왔다. 전차선의 크리프(creep) 신장은 장시간 지속되는 과정으로써 주로 장력과 시간에 의하여 영향을 받는데, 동일 크리프 신장량에서 장력과 시간은 역비 관계가 있기 때문에, 장력이 증가할수록 시간이 감소한다. 영구신장조성 시간을 줄이기 위하여 장력을 높이는 방법은 과장력법이라고 하는데, 과장력 방법과 과장력의 크기 및 인가시간들이 다양하지만 영구신장조성 기준에 대한 기술적인 검증 데이터나 검토자료가 없다. [1] 이와 같은 과장력법에는 독일의 설계 규정 장력 하에서 일정 시간동안 하중을 가하는 규정 장력식 과장력법과 프랑스의 72시간동안 평소 1.25배의 과장력을 가하는 장력추 추가 과장력법, 규정장력의 2배의 과장력을 30분 동안 적용하는 일본의 예비 과장력법이 있는데, 한국에서는 프랑스의 장력추 추가 과장력법을 사용하며 현장 시공 요구에 따라 새 전차선에 규정 장력의 1.5배의 과장력을 72시간 동안 적용하고 있다.[2, 3]

본 연구에서 한국 고속철도용 경동 전차선의 과장력 현장 시공 조건을 모사한 크리프시험을

수행하여 전차선의 크리프 특성을 규명하고자 한다.

2. 재료 및 시험편

본 연구에서 사용한 재료는 한국 고속철도에 사용되는 300km/h급 경동 전차선의 형상 및 단면 형상은 Fig. 1과 같다. Table 1에 전차선에 대한 물성을 나타내었다. ASTM E139[4]에 따라서 크리프 시험을 수행하였으며, 시험편은 ASTM E8[5]에 제시된 표준 인장 시험편을 사용하였다. 제작된 시험편의 형상은 Fig. 2와 같다.

Table 1 Given characteristics of the trolley wire

ConductorParticular	Trolley Wire
Material	Cu-ETP
Nominal Cross Section Area	150(mm ²)
Nominal Height Wire	13.6(mm)
Nominal Wire Diameter	15.1(mm)
Make Up	GROOVED WIRE

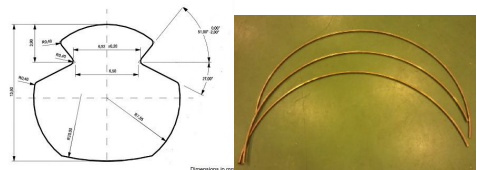


Fig. 1 The shape of trolley wire

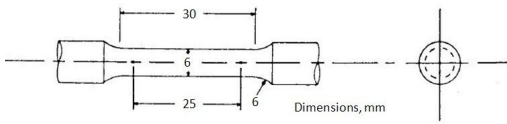


Fig. 2 Standard specimen of trolley wire for creep test

3. 시험 장치 및 방법

300km/h 급 전차선의 설계 규정 장력이 20kN이기 때문에 시공 조건을 모사하여 1.5배 장력인 30kN 과장력을 72시간 적용한 다음, 설계 규정 장력 20kN으로 크리프 시험을 수행하였다. 시험 온도는 현장 운행 최고온도와 같이 80도로 하였으며, LVDT를 이용하여 크리프를 측정하였다. Fig. 3은 본 연구에서 사용한 시험기 형상이다.

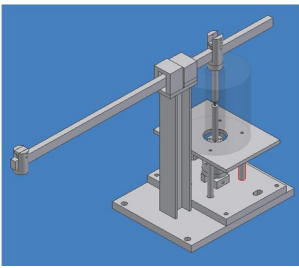


Fig. 3 Tester for creep

4. 시험 결과

Fig. 4는 72시간 30kN 가한 후 20kN를 가한 경우의 변형률과 시간과의 관계를 나타낸 결과이다. 72시간동안 총 0.0018275 정도의 strain이 발생하였는데, 20시간 후의 크리프 변형률은 시간당 2×10^{-7} 으로서 안정된 크리프 현상을 확인할 수 있었다. 72시간 후 180시간동안 20kN의 장력을 가하였는데, 측정에 사용된 LVDT의 측정 분해능 이하의 미세한 변형량만이 관측되었다. 따라서 설계 규정 장력의 1.5배로 과장력 작업을 한다면 규정 장력이 작용하는 경우에도 초기 크리프 신장을 제거 할 수 있으며, 또한 규정 장력 하에서의 크리프의 속도가 10^{-10} /h 이하임을 알 수 있었다.

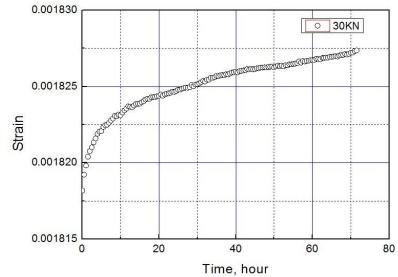
5. 결론

(1)72시간동안 총 0.0018275 정도의 strain이 발생하

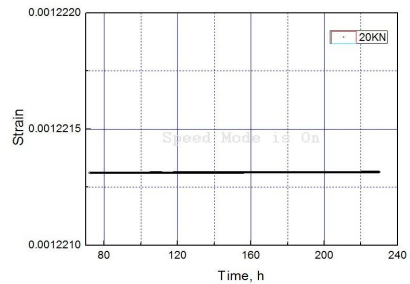
였는데, 20시간 후의 크리프 속도는 2×10^{-7} /h로서 안정된 크리프 현상을 확인할 수 있었다.

(2)72시간 후 180시간동안 20kN의 장력을 가하였는데, 측정에 사용된 LVDT의 측정 분해능 이하의 미세한 변형량만이 관측되었다.

(3) 설계 규정 장력의 1.5배로 과장력 작업을 한다면 규정 장력이 작용하는 경우에도 초기 크리프 신장을 제거 할 수 있다.



(a) Creep for 30kN in 72 hours



(b) Creep for 20kN after 72 hours

Fig. 4 Results of creep for trolley wire

후기

이 논문은 국토해양부에서 지원한 "400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발" 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 철도연구소, "가공전차선로 전차선 과장력 인가 방안 연구"
2. Zhang Xing, Applied Technology
3. Tian Guanghui, Technological Development of Enterprise", 1006-8937(2009)14-0129-03.
4. ASTM E139-06
5. ASTM E8-08