

교량 첨가 전력 케이블 신축균등흡수장치 개발

오종욱* 노경진* 허희덕* 이수현* 김원배* 김철민* 이태중* 김홍식 백주홍
 LG전선(주) 전력시스템팀* 생산기술센터* 전력연구실

**Development of Link Mechanism
 for a 154kV Cross Linked Polyethylene Cable on Bridge**

J.O.Oh, K.J.Ro, H.D.Heo, S.H.Lee, W.B.Kim, C.M.Kim, T.J.Lee, C.S.Kim, J.h.Baek
 LG Cable Ltd.

Abstract - 서강대교와 같은 장경간 교량에 초고압 전력케이블을 설치하는 경우에는 교량의 큰 신축을 흡수하기 위하여 케이블을 장대읍셋으로 설치하는 것이 불가피하게 되고, 장대읍셋 케이블이 균등하게 변형할 수 있도록 신축균등흡수장치를 실증시험을 통하여 국내에서 최초로 개발하고 154kV 중여T/L 구간중 서강대교에 총 12기를 설치 완료하였다. 본 고에서는 그 개요를 소개하고자 한다.

1. 서 론

교량이 긴 경우 온도변화 및 차량행동의 활하중에 의해 교량 연결부에서는 큰 신축이 발생하고, 154,000V 급 XLPE 전력케이블을 교량 연결부에 설치하는 경우에는 일반적인 맨홀보다 폭과 길이가 큰 장대읍셋 형태로 설치하여야 하지만 강성이 작은 케이블을 별도 장치 없이 설치하면 국부적인 응력이 집중하여 절연 파괴한다. 이에 대한 대책으로서 판타그라프 원리를 응용한 신축균등흡수장치를 개발하였으며, 이를 실제 크기로 제작한 후 교량의 신축 조건을 상정하여 실증시험을 수행하여 이상이 없음을 확인하고 서강대교에 총 12기를 1999년 12월에 설치 완료하였다.

본 고에서는 국내 최초로 개발된 신축균등흡수장치의 개요에 대해 간략하게 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 서강대교 개요

154kV 중부변전소와 여의#2변전소간을 연결하는 지중 T/L(Transmission Line)은 총 구간 3.4km중 1.6km가 서강대교 구간이며, 154kV 1Cx2000mm² Al피 CV 케이블을 설치하였다. 서강대교 개요를 표1에 나타낸다.

표 1. 서강대교 개요

| | | | |
|---------|------------|--------|---------|
| 종류 및 길이 | PC Box교 | 1.04km | 총 1.6km |
| | NS Arch교 | 0.15km | |
| | ST Box교 | 0.41km | |
| 신 축 개 소 | 총 8개소 | | |
| 신 축 량 | Max. 340mm | | |

2.2 교량의 신축 조건

교량 신축의 크기는 교량의 형식, 스팬에 따라 다르므로 교량 연결부 마다 서로 다른 값을 나타내지만 최대 신축은 PC Box교 단부에서 발생하였으며 340mm이다. 표2에 서강대교 신축 조건을 나타낸다.

2.3 신축흡수대책

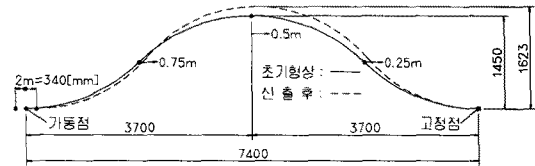
2.3.1 장대읍셋 형상, 치수

표2의 신축조건을 만족시키기 위해 교량이 최대 늘었을 때의 케이블 곡률반경을 15Ds(Ds는 금속시스(Al 피) 평균 외경) 이상으로 있을 것, 30년간의 반복적인 신축에 대해서 금속시스의 이상 변형이 없도록 마이너벌칙의 누적피해계수 $\Sigma(m/N_i)$ 이 1미만으로 있을 것 등을 기준으로 장대읍셋 크기를 설계하였다. 또한 케이블이 신축시 원활하게 동작할 수 있도록 케이블 상간을 이격하였으며, 서강대교에 신축균등흡수장치를 설치할 공간적 여유가 작은 점을 고려하여 최소한의 설치 공간을 점유키 위해 동심형 읍셋으로 하였으며, 상기 조건들을 만족시키기 위하여 최종적으로 길이 7.4m, 폭 1.45m인 1산형 장대읍셋이 설계되었다. 그림1에 설계된 장대읍셋 형상과 신축에 따른 각 부의 동작특성을 나타낸다.

표 2. 서강대교 신축조건

| 원인 | 신축량[mm] | 30년간 발생회수[회] |
|----------|---------|----------------------|
| 도로하중 | 상시 | 16 x 10 ⁶ |
| | 최대 | 22 x 10 ⁶ |
| 일간 온도 변화 | 135 | 11 x 10 ³ |
| 년간 온도 변화 | 340 | 30 |

그림 1. 장대읍셋 형상 및 동작특성



2.3.2 신축균등흡수장치

상기와 같이 설계된 장대읍셋 케이블을 단순하게 물러 위에 포설한 상태에서는 읍셋 케이블 각부가 균등하게 변형하지 않기 때문에 판타그라프 원리를 응용한 신축균등흡수장치를 설계하였다. 금피 당사에서 개발한 신축균등흡수장치 구조상 특징은 현장 설치 가능 높이 1m라는 공간상의 제약을 극복하기 위하여 간략형으로 설계하고, 그 안에 케이블 2회선(6조)를 포설할 수 있도록 하였으며, 신축균등흡수장치와 바닥과의 마찰을 감소시키기 위해 무급유베어링을 사용했다는 점 등이다.

2.4 실규모 실증시험

상기와 같이 설계된 신축균등흡수장치의 성능 평가를 위하여 실규모로 실험장치를 제작하고 교량 신축조건을 인위적으로 가하는 실증시험을 국내 최초로 실시하였다. 신축균등흡수장치에 케이블 6조를 포설하고 스트레인 게이지를 케이블 만곡점과 변곡점에 등간격으로 설치하

고 신축에 따른 금속시스의 스트레인파, 케이블 곡률반경을 측정하였으며, 신축균등흡수장치의 기계적인 동작 특성에 이상이 없음을 확인하였다. 케이블 단부에는 로드셀을 부착하고 올셋부 케이블의 반향력을 측정하였다. 또한 기계적인 구동시험이 완료된 시료 케이블에 대하여 AC내전압시험 및 Impulse파괴시험을 실시하여 전기적으로도 이상이 없음을 확인하였다. 실증시험 전경을 그림2에, 설계치와 실측치간 케이블 금속시스의 누적피해계수 산출 결과 비교를 표3에, 전기적시험 결과를 표4에 각각 나타낸다.

그림 2. 실증시험 전경

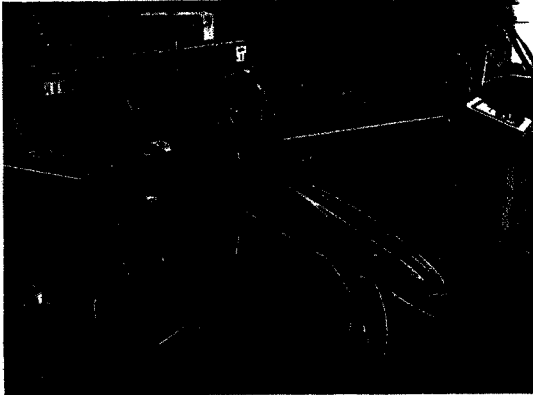


표 3. 누적피해계수 산출 결과 비교

| 항목 | | 설계치 | 실측치 | 비고 |
|-------------------|-----------------------|--------|--------|--------|
| 일간 변화 | 스트레인[$\mu\epsilon$] | 2,929 | 2,845 | |
| | 신축회수 n[회] | 11,000 | 11,000 | |
| | 파단회수 N[회] | 11,582 | 12,898 | |
| | $\Sigma(n_1/N_1)$ | 0.9497 | 0.8629 | |
| 년간 변화 | 스트레인[$\mu\epsilon$] | 8050 | 5,591 | |
| | 신축회수 n[회] | 30 | 30 | |
| | 파단회수 N[회] | 652 | 1,569 | |
| | $\Sigma(n_2/N_2)$ | 0.0460 | 0.0191 | |
| $\Sigma(n_i/N_i)$ | | 0.9957 | 0.8720 | <1, 만족 |

표 4. 전기적시험 결과

| 시험종류 | 인가전압 / 시간 | 판정 |
|-------------|----------------------------|------|
| AC내전압시험 | 218kV / 15분 | 이상없음 |
| | 400kV / 3시간 | 이상없음 |
| Impulse파괴시험 | $\pm 1135kV / 3회$ | 이상없음 |
| | -50kV씩 승압 후 -1670kV에서 B.D. | |

3. 결 론

국내에서 처음으로 신축균등장치를 개발하여 서강대교에 12기를 설치 완료함으로써 우리나라의 교량 첩가 기술을 진일보시키는 좋은 계기가 되었으며, 향후 이러한 교량 첩가 케이블 공사를 수행할 수 있다는 자신감을 갖게 되었다. 이번 신축균등흡수장치의 개발 및 설치에 있어서 가장 어려웠던 점은 당초 서강대교에 전력케이블

첩가 계획이 없었다는 것이다. 좀 더 원활하고 안정적인 개발 및 설치를 위해서는 교량 설계시부터 케이블 메이커의 참여를 고려하여야 할 것으로 생각된다.

(참 고 문 헌)

- [1] 埴野一郎외, “電力ケーブル技術ハンドブック”, 1969년
- [2] 水谷禎男(日立電線㈱)외, “500kV CSZVケーブル用長大オフセットの開発”, 平成2年電氣學會全國大會, p12-95
- [3] 金澤克吉(東京電力)외, “ケーブルアルミ被のS-N”, 昭和62年電氣學會全國大會, p1865-1866
- [4] 吉田博通(日立電線㈱), “オフセット部接續箱移動量新しい計算式”, 昭和43年電氣學會東京支部大會, p323