

765kV 6도체용 스페이서댐퍼 교체를 위한 스페이서지그 개발

김점식*, 김도영, 문성원, 조성문, 권세원, 박용범
 대원전기(주)

A Development of the Spacer Jig for Spacer Damper Replacement of 6 Bundle conductor 765kV Transmission Line

J.S Kim*, D.Y Kim, S.W Mun, S.M Cho, S.W Kwon, Y.B Park
 Daewon Electric Corporation

Abstract - 다도체 송전선로에서 전선 간격 유지 및 진동을 완화시켜주는 역할을 하는 스페이서 댐퍼가 손상 받게 되면 즉시 유지보수 및 교체 작업을 하여야 한다. 그러나 이러한 작업은 송전선로 위에서 이루어지므로 전선의 장력과 작업자의 하중으로 인해 유지보수 및 교체작업이 매우 어렵고, 작업시간이 많이 소요되며, 전선표면 손상, 스페이서 댐퍼의 위치 변동 및 무리한 작업으로 인한 작업안전성 저하 등의 문제점이 있다.

따라서, 상기한 문제점을 해소하고 작업 효율의 상생을 위하여 작업시 각 전선의 간격을 쉽게 벌리고 좁힐 수 있는 작업용 도구인 스페이서지그(Spacer Jig)와 이를 이용한 송전선로의 스페이서 댐퍼 유지보수 및 교체공법을 개발하여 교체작업시간 단축 및 작업안전성을 향상시킨 우수한 기술을 개발하였다.

1. 서 론

일반적으로 가공송전선로에는 풍속, 풍향, 지형, 기후조건 등에 따라 다양한 진동현상이 나타나며, 이러한 진동현상은 전선의 마모 또는 단선사고를 일으켜 전기적 사고를 유발할 수 있으며 전선을 보호하기 위해 가공송전선로에는 댐퍼나 스페이서 댐퍼 등이 설치되어 있다. 이중 스페이서 댐퍼는 다도체방식 가공송전선로에 설치되는 방진장치로서 각 소도체간의 간격을 유지시키고, 진동발생을 저감시키는 역할을 하는 매우 중요한 송전설비 중의 하나이다.[1-3]

다도체방식 가공송전선로는 일반적으로 정다각형 구조로 도체가 배열되는 관계로 바람이 불면 바람이 부는 방향에 있는 도체의 공기역학적인 작용에 의해 전선이 진동을 하며, 이러한 진동으로 인해 전선이 마모 또는 단선되거나 스페이서 댐퍼가 손상을 입게 되는 사고가 발생한다[4-5]. 이로 인해 전선 단선사고, 스페이서 댐퍼의 클램프 조임볼트 풀림 사고 등이 발생한다. 765kV 6도체 송전선로에서도 스페이서 댐퍼에 대한 유지보수 사항이 발생하고 있다[6].

그러나 송전선로는 매우 큰 장력이 가해져 있는 상태이기 때문에 새로운 스페이서 댐퍼를 기존 스페이서 댐퍼에 인접하여 설치하는 것이 매우 어렵다. 또한 765kV 6도체 송전선로의 경우 스페이서 댐퍼를 기존 스페이서 댐퍼의 위치에 새로운 스페이서 댐퍼를 설치하여야 하나, 이로 인해 기존위치에 설치하지 못하고, 약 1~2m 이상 떨어진 위치에 새로운 스페이서 댐퍼를 설치하여 당초 진동저감 성능을 저하시키는 문제점도 있으며, 6도체의 경우에는 작업자 1인 작업이 불가능하여 2인 이상이 작업해야 한다. [7-8].

상기와 같은 문제점을 해결하고자 작업자 1인이 스페이서 댐퍼를 쉽고 빠르게 탈착할 수 있고, 정확한 교체위치에 설치할 수 있는 스페이서지그(Spacer jig)와 이를 이용한 스페이서 댐퍼 유지보수 및 교체공법을 개발하고자 한다.

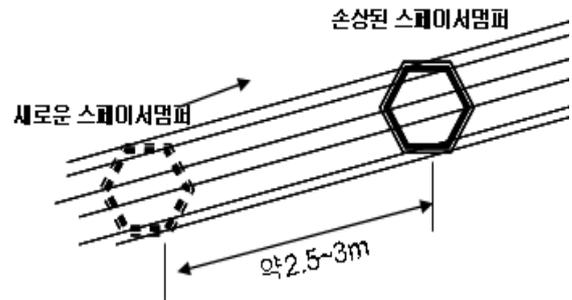
2. 본 론

2.1 개발배경

기존 스페이서 댐퍼 유지보수 및 교체공법은 작업자가 새로운 스페이서 댐퍼를 갖고 전선 위의 작업위치로 이동을 하여 작업을 하는데, 765kV 6도체의 경우에는 기존 스페이서 댐퍼 위치에 새로운 스페이서 댐퍼를 설치할 수 없기 때문에 약 2.5~3m 정도 떨어진 위치에 가조립 상태로 설치한 후, <그림 2>와 같이 강제로 밀어서 최대한 기존 스페이서 댐퍼 1~2m 위치에 근접시켜 고정하여 설치한다. 그러나 가조립하는 작업과 가조립 후, 스페이서 댐퍼를 밀고 나아가는 작업이 매우 어렵고 작업시간이 많이 소요되며, 작업자 2인 이상이 필요하다.



<그림 1> 765kV 6도체용 스페이서 댐퍼



<그림 2> 기존 765kV 6도체 스페이서 댐퍼 교체 개념도

상기와 같이 새로운 스페이서 댐퍼를 가조립 상태로 설치한 후, 기존 스페이서 댐퍼 위치로 밀고 들어갈 때, 원활한 이동이 되지 않아 무리한 힘을 가하게 되고, 전선 표면이 크게 손상되는 문제점이 발생한다. 특히 전선은 알루미늄계질로서 쉽게 기계적 손상을 받으며 전선표면이 손상 받게 되면 코로나가 발생하여 전력 손실 발생, 가시코로나 및 가청소음 발생 등의 원인이 되어 선로 운영에 좋지 않은 현상을 초래할 수 있다.

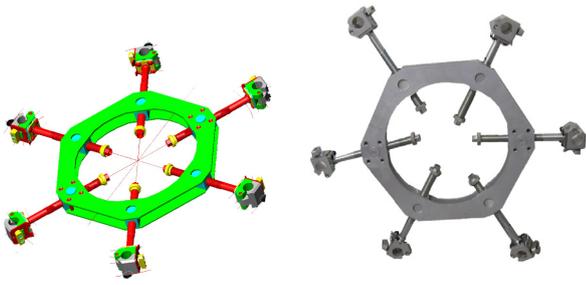
또한 교체하고자 하는 스페이서 댐퍼를 설치할 때 작업자가 전선 위에 있기 때문에 작업자의 무게로 인해 전선 위치를 조정하기가 매우 어려워 작업시간이 많이 소요되며, 스페이서 댐퍼의 수직, 수평이 정확히 맞도록 설치하기가 어려운 문제점이 있다.

2.2 6도체용 스페이서 지그 개발

765kV 6도체 송전선로에서 스페이서 댐퍼를 유지보수하거나 교체할 때, 기존 스페이서 댐퍼를 해제하여야 하는데, 이를 해제하기 위해서는 먼저 스페이서 댐퍼가 해제된 후 전선이 벌어지지 않도록 조치해야 한다. 이러한 조치를 하기 위해서는 새로운 스페이서 댐퍼를 가지고 가서 기존 스페이서 댐퍼에 근접하여 설치하여야 하나, 실제 설치하고자 하는 위치에 설치가 어려워 문제가 발생한다.

따라서 이러한 문제점을 해결하고자 장력이 걸려있는 각 전선의 간격을 쉽게 벌리고 좁힐 수 있는 스페이서지그를 개발하였다.

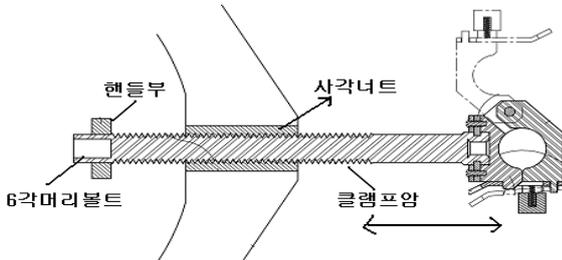
개발한 스페이서지그는 <그림 3>과 같다. <그림 3>에서 보는 바와 같이 클램프암의 끝단부에 있는 회전부나 6각머리 볼트를 돌리면 쉽게 방사방향으로 이동을 할 수 있는 구조여서, 작업자가 전선을 쉽게 벌리고 좁힐 수가 있다.



〈그림 3〉 765kV 6도체 스페이서 지그

개발된 스페이서지그는 제품의 경량화를 위해 가급적 모든 재질은 알루미늄재질을 사용하여 설계하였다. 크게 힘을 받는 부분은 일부 철을 사용하였으나, 나머지 모든 부분은 알루미늄재질로 설계를 하였다. 철을 사용하는 경우에도 경량화를 위해 불필요한 부분은 파내거나 빈 공간이 형성되도록 설계하였다.

또한 스페이서 댐퍼의 교체를 편리하게 하기 위해서는 다도체 전선을 쉽게 벌리고 좁힐 수 있어야 한다. 이러한 조작기능을 편리하게 하기 위한 구조로서 〈그림 4〉와 같은 스크류방식 구조로 설계를 하였다. 그림에서 보는 바와 같이 사각너트를 몸체에 고정시킨 후, 나사부가 있는 클램프암을 사각너트 내부에 삽입하여 핸들부 또는 6각머리볼트를 돌리면 쉽게 클램프암이 길이방향으로 변위를 가질 수 있다.



〈그림 4〉 클램프암의 길이방향 이동(스크류 방식) 구조

또한 스페이서지그 클램프암의 변위폭은 스페이서 댐퍼를 쉽게 탈착하는데 있어 중요한 치수이다. 즉 전선의 간격을 얼마큼 벌리고 좁히는가에 따라 작업의 편리성이 결정되기 때문이다. 따라서 적절한 변위폭을 설계하기 위해 〈그림 5〉와 같이 직접 실험을 하였으며, 실험으로부터 다음과 같은 변위폭을 얻었다.

- 6도체용 스페이서지그 클램프암의 변위폭 : ±50mm



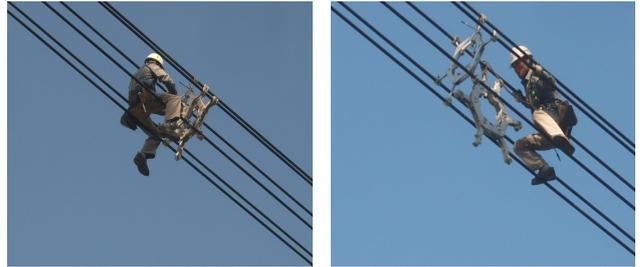
〈그림 5〉 스페이서지그의 클램프암 변위폭 설계 실험

이는 1차 실험에 의해 얻어진 사항으로서 전선 장력이 불균등하거나 작업자가 전선위에 있게 되면 6도체가 정확하게 정다각형 구조를 갖지 못하게 되고, 스페이서지그 클램프를 전선에 고정시킬 때 위치가 잘 맞지 않는 경우가 있다. 이러한 설치조건을 흡수하기 위해 클램프가 좌우로도 이동할 수 있는 구조를 가져야 한다. 이러한 기능을 갖도록 하기 위해 6도체용 2개, 클램프암이 회전할 수 있도록 설계하였다.

2.3 현장적용 실험

스페이서 댐퍼의 교체공법 적용성을 실험하기 위하여 6도체용 스페이서지그를 이용하여 실제 송전선로에서 현장적용성을 실험하였다. 실험장소는 765kV 신서산 T/L 682m 경간이며 장력이 가장 크게 걸리는 철주에서 첫 번째 위치한 스페이서 댐퍼를 교체하였으며 작업시간과 작업자의 안전성 및 작업 피로도를 측정

하고 스페이서 댐퍼 재설치 위치의 정확성을 살피는데 목적이 있다.



〈그림 6〉 765kV 실선로 스페이서 댐퍼 교체 실험

실험 결과 작업 위치 접근 후 스페이서 댐퍼를 교체할 때 교체작업 기준 약 25분이 소요되어 1~1.5시간이 소요된 기존에 비해 작업시간이 크게 단축이 가능함을 확인할 수 있었으며, 작업시간이 짧고 1인이 작업함으로써 작업자가 작업 피로도를 거의 느끼지 못하였다. 또한 스페이서 댐퍼의 재설치 위치를 정확하게 함으로써 시공품질을 향상시킬 수 있었다.

3. 결 론

765kV 가공선로와 같이 6개의 전선이 한 상을 구성을 하는 다도체방식 가공선로는 항시 자연환경에 그대로 노출되어 있기 때문에, 바람이 불면 전선의 공기역학적인 작용에 의해 다양한 진동현상이 나타나게 된다. 이러한 환경조건 때문에 가공송전선로에서 유지보수 사항이 발생하면 전선 손상, 스페이서 댐퍼의 클램프 탈개 이탈 사고, 스페이서 댐퍼 몸체 손상, 전선의 클램프 이탈 사고 등이 대부분이다. 이처럼 진동에 의한 스페이서 댐퍼 관련 유지보수 건수가 가공송전선로의 유지보수 건수의 대부분을 차지하는 만큼 활용될 전망이 매우 크다고 할 수 있다.

따라서 본 개발 기술을 활용하여 시공품질을 향상시키고 유지보수 시간을 단축시켜 765kV 송전신뢰도 향상에 기여할 수 있으며, 정확한 위치에 설치함으로써 전선의 손상방지 및 스페이서 댐퍼 진동저감 유지 등으로 송전설비를 보호할 수 있다. 아울러 작업자 1인 단축으로 송전선로 유지보수 기술력 향상에 크게 기여할 수 있다.

특히 765kV 6도체 송전선로 활선작업시 활선작업 안전성은 작업시간에 비례하여 떨어지는 만큼, 활선작업시간 단축은 활선작업 안전성을 증대시키는데 매우 중요한 요소이다. 따라서 향후 765kV 송전선로 활선작업에 활용될 가치가 매우 크다.

[참 고 문 헌]

- [1] Q. Zhang 외 2, "Galloping of Bundle Conductor", Journal of Sound and Vibration Volume 234, Issue 1, 29, pp. 115-134, 2000.06
- [2] NOJIMA T. 외 5, "Development of galloping endurance design for extra large 6-conductor bundle spacers by the experience of the full scale 500kV test line", IEEE transactions on power delivery ISSN 0885-8977, vol. 12, no4, pp. 1824-1829, 1997
- [3] H. Javadi, "Precise Calculation of Electric Field Around Conductor of Extra-high-voltage Transmission Lines", International Journal of Power and Energy Systems, vol. 27, 2007
- [4] 김영달, "6도체 무볼트형 Spacer Damper의 진동현상에 관한 연구", 한국조명·전기설비학회 논문지, 제17권 3호, 2003.05
- [5] 김영달, "6도체 무볼트형 스페이서 댐퍼의 중량변화에 따른 진동현상", 한국소음진동공학회 논문집, 제13권 제9호, pp.671~678, 2003.08
- [6] "배전선로 감전사고방지용 활선작업암 및 신공법 기술개발", 한국전기연구원 연구보고서, 2006.09
- [7] "765kV 초고압 송전선로 활선공법 및 관련장비 개발을 위한 조사연구", 한국전기공사협회 보고서, 2002.12
- [8] "765kV 초고압 송전선로 활선공법 및 관련장비 개발", 한국전기공사협회 최종보고서, 2004.11