

송전선로에서 스페이서지그(Spacer Jig)를 이용한 스페이서댐퍼 유지보수공법

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

Spacer Damper Maintenance Method
by Using the Spacer Jig in Overhead Transmission Lines

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

Abstract - 다도체 송전선로에서 전선 간격 유지 및 진동을 완화시켜주는 역할을 하는 스페이서댐퍼가 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, 스페이서댐퍼의 위치 변동 및 무리한 작업으로 인한 작업안전성 저하 등의 문제점이 있다.

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

1. 서 론

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 스페이서댐퍼가 손상을 입게 되는 사고가 발생한다[1-4]. 이로 인해 전선 단선사고, 스페이서댐퍼의 클램프 조임볼트 풀림 사고 등이 발생한다. 특히 345kV 4도체 송전선로는 진동에 가장 취약한 구조를 갖고 있어 가장 빈번히 진동사고가 발생하고 있으며, 765kV 6도체 송전선로에서도 스페이서댐퍼에 대한 유지보수 사항이 발생하고 있다[5].

그러나 송전선로는 매우 큰 장력이 가해져 있는 상태이기 때문에 새로운 스페이서댐퍼를 기존 스페이서댐퍼에 인접하여 설치하는 것이 매우 어렵다. 장시간의 작업으로 작업자는 많은 피로를 느끼고, 이로 인해 작업의 안전성이 크게 저하되는 현상이 일어나고 있다. 또한 765kV 6도체 송전선로의 경우 스페이서댐퍼를 기존 스페이서댐퍼의 위치에 새로운 스페이서댐퍼를 설치하여야 하나, 이로 인해 기존위치에 설치하지 못하고, 약 1~2m 이상 떨어진 위치에 새로운 스페이서댐퍼를 설치하여 당초 진동저감 성능을 저하시키는 문제점도 있으며, 6도체의 경우에는 작업자 1인 작업이 불가능하여 2인 이상이 작업해야 한다. [6-7].

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

2. 본 론

2.1 기존기술의 문제점

기존 스페이서댐퍼 유지보수 및 교체공법은 작업자가

새로운 스페이서댐퍼를 갖고 전선 위의 작업위치로 이동하여 작업을 하는데, 다음과 같은 문제점이 있다.

2.1.1 765kV 6도체

765kV 6도체의 경우에는 기존 스페이서댐퍼 위치에 새로운 스페이서댐퍼를 설치할 수 없기 때문에 약 2.5-3m 정도 떨어진 위치에 가조립 상태로 설치한 후, 그림 1과 같이 강제로 밀어서 최대한 기존 스페이서댐퍼 1~2m 위치에 근접시켜 고정하여 설치한다. 그러나 가조립하는 작업과 가조립 후, 스페이서댐퍼를 밀고 나아가는 작업이 매우 어렵고 작업시간이 많이 소요되며, 작업자 2인이상이 필요하다.

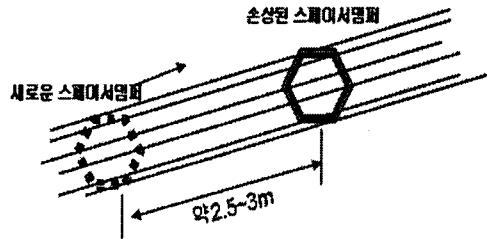


그림 1. 765kV 6도체에서 스페이서댐퍼 교체 개념도

2.1.2 345kV 4도체

345kV 4도체의 경우 장력이 크게 걸리지 않는 짧은 구간에서는 일반적인 작업용 로프로 전선이 벌어지지 않게 묶은 후, 교체하거나 유지보수 할 수 있지만, 장력이 크게 걸리는 장경간 개소의 경우에는 기존 스페이서댐퍼 위치에 새로운 스페이서댐퍼를 인접시켜 설치할 수 없기 때문에 약 1-1.5m 정도 떨어진 위치에 가조립 상태로 설치한 후, 최대한 밀고 들어가서 인접한 위치에 고정하여 설치한다.

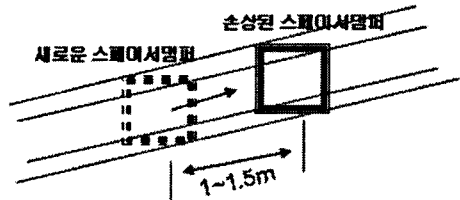


그림 2. 345kV 4도체에서 스페이서댐퍼 교체 개념도

상기와 같이 새로운 스페이서댐퍼를 가조립 상태로 설치한 후, 기존 스페이서댐퍼 위치로 밀고 들어갈 때, 원활한 이동이 되지 않아 무리한 힘을 가하게 되고, 이로 인해 그림 3과 같이 전선 표면이 크게 손상되는 문제점

이 발생한다. 특히 전선은 알루미늄계질로서 쉽게 기계적 손상을 받는다. 그림 3과 같이 전선표면이 손상 받게 되면 코로나가 발생하여 전력손실 발생, 가시코로나 및 가청소음 발생 등의 원인이 되어 선로 운영에 좋지 않은 현상을 초래할 수 있다. 또한 교체하고자 하는 스페이서댐퍼를 설치할 때 또는 유지보수를 한 후 스페이서댐퍼를 재설치할 때 작업자가 전선 위에 앉았기 때문에 작업자의 무게로 인해 전선 위치를 조정하기가 매우 어려워 작업시간이 많이 소요되며, 스페이서댐퍼의 수직, 수평이 정확히 맞도록 설치하기가 어려운 문제점이 있다.

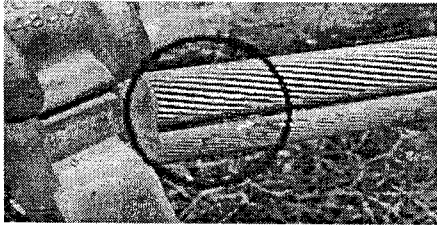


그림 3. 스페이서댐퍼 이동에 의한 전선표면 손상

2.2 관련 공구 및 공법의 개발

2.2.1 스페이서 지그 설계 및 개발

345kV 4도체 송전선로와 765kV 6도체 송전선로에서 스페이서댐퍼를 유지보수하거나 교체할 때, 상기와 같은 문제점이 나타나는 것은 전선의 장력으로 인해 작업자가 전선의 위치를 쉽게 조정할 수 없기 때문이다. 즉, 손상된 전선이나 스페이서댐퍼를 유지보수 하기 위해서 기존 스페이서댐퍼를 해체하여야 하는데, 이를 해체하기 위해서는 먼저 스페이서댐퍼가 해체된 후 전선이 벌어지지 않도록 조치해야 한다. 이러한 조치를 하기 위해서는 새로운 스페이서댐퍼를 가지고 가서 기존 스페이서댐퍼에 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 4와 같다. 그림 4에서 보는 바와 같이 전선을 파지하는 클램프가 클램프암의 끝단부에 있는 회전부나 6각머리 볼트를 돌리면 쉽게 방사방향으로 이동을 할 수 있는 구조여서, 작업자가 전선을 쉽게 벌리고 좁힐 수가 있다.

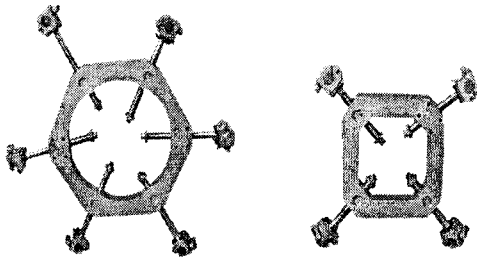


그림 4. 6도체 및 4도체용 스페이서 지그

개발된 스페이서지그는 제품의 경량화를 위해 가급적 모든 재질은 알루미늄계질을 사용하여 설계하였다. 크게 힘을 받는 부분은 일부 철을 사용하였으나, 나머지 모든 부분은 알루미늄계질로 설계를 하였다. 철을 사용하는 경우에도 경량화를 위해 불필요한 부분은 파내거나 빈공간이 형성되도록 설계하였다. 또한 스페이서지그는 일종의 공구로 볼 수 있기 때문에 설치 및 해체가 매우 용이하여야 한다. 따라서 전선을 잡는 부분인 클램프의 설

계가 중요하다. 이런 점을 착안하여 클램프를 볼트조임 방식이 아닌 윈터치식 잠금장치 구조로 설계를 하였다.

설계된 형태는 그림 5와 같다.

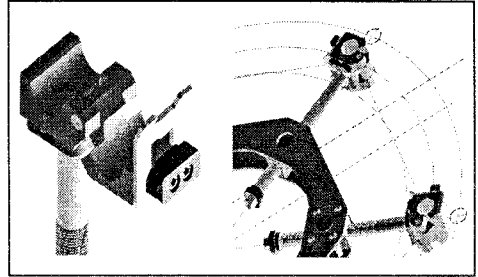


그림 5. 클램프암 윈터치 잠금구조인 클램프암

스페이서댐퍼의 교체를 편리하게 하기 위해서는 다도체 전선을 쉽게 벌리고 좁힐 수 있어야 한다. 이러한 조작 기능을 편리하게 하기 위한 구조로서 그림 6과 같은 스크류방식 구조로 설계를 하였다. 그림에서 보는 바와 같이 사각너트를 몸체에 고정시킨 후, 나사부가 있는 클램프암을 사각너트 내부에 삽입하여 핸들부 또는 6각머리 볼트를 돌리면 쉽게 클램프암이 길이방향으로 변위를 가질 수 있다.

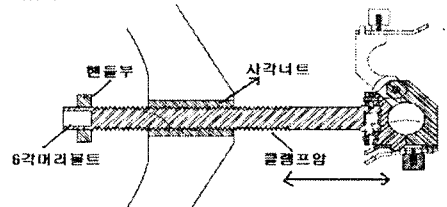


그림 6. 클램프암의 길이방향 이동(스크류 방식) 구조

또한 스페이서지그 클램프암의 변위폭은 스페이서댐퍼를 쉽게 탈착하는데 있어 중요한 치수이다. 즉 전선의 간격을 얼마큼 벌리고 좁히는가에 따라 작업의 편리성이 결정되기 때문이다. 따라서 적절한 변위폭을 설계하기 위해 그림 7과 같이 직접 실험을 하였으며, 실험으로부터 다음과 같은 변위폭을 얻었다.

- 6도체용 스페이서지그 클램프암의 변위폭 : $\pm 50\text{mm}$
- 4도체용 스페이서지그 클램프암의 변위폭 : $\pm 40\text{mm}$

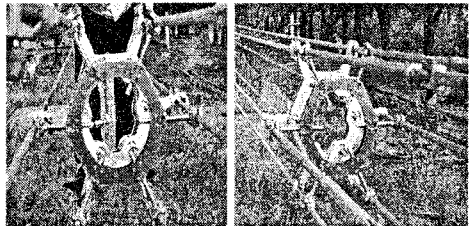


그림 7. 스페이서지그의 클램프암 변위폭 설계 실험

이는 1차 실험에 의해 얻어진 사항으로서 전선 장력이 불균등하거나 작업자가 전선위에 있게 되면 6도체나 4도체가 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 아래의 그림 8과 같이 6도체용 2개, 4도체용 1개의 클램프암이 회전할 수 있도록 설계하였다.

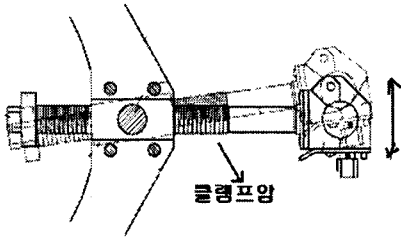


그림 8. 클램프압의 좌우 회전 구조 설계형상

2.2.2 스페이서 지그를 이용한 스페이서댐퍼 유지보수공법

작업자 1인이 스페이서지그를 갖고 스페이서댐퍼 유지보수 또는 교체 위치로 접근한 후, 스페이서지그를 유지보수 할 스페이서댐퍼에 접근시켜 설치한 후, 전선간격을 벌리거나 좁히면서 작업을 쉽게 진행할 수 있는 공법을 개발하였다. 765kV 6도체 가공선로를 모델로 스페이서지그를 이용한 스페이서댐퍼 유지보수 및 교체공법 흐름도는 그림 9와 같다.

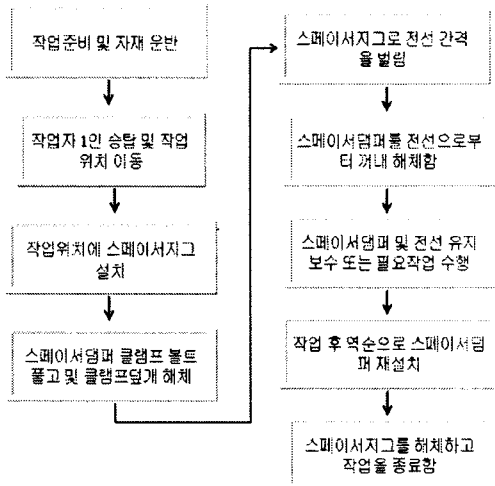


그림 9. 스페이서댐퍼 유지보수 및 교체공법 흐름도

상기 공법 흐름도를 토대로 스페이서지그를 이용한 스페이서댐퍼 유지보수공법을 적용하면 다음과 같다.

먼저 그림 10(a) 위치에 있는 6도체용 스페이서댐퍼를 교체할 경우, 기존 작업방법과는 달리 작업자 1인이 스페이서지그를 갖고 작업 위치까지 접근한다. 교체할 스페이서댐퍼 위치까지 접근 후, 그림 10(b)와 같이 스페이서댐퍼 바로 옆에 스페이서지그를 설치한다. 이때 작업자 1인은 혼자서 스페이서지그의 클램프 간격 조절을 통해 쉽게 설치할 수 있다. 스페이서지그를 설치한 후, 전선이 클램프에서 이탈하지 않도록 클램프를 원터치방식 잠금장치로 닫는다.

스페이서지그 설치 후, 작업자는 그림 10(c)와 같이 기존 스페이서댐퍼의 클램프 볼트를 풀고, 스페이서지그의 클램프압을 회전시켜 전선의 간격을 벌린다. 전선의 간격이 어느 정도 벌어지면, 스페이서댐퍼를 전선으로부터 해체하여 분리한다.

스페이서댐퍼를 신설로 교체작업을 할 경우에는 스페이서 지그를 역순으로 전선으로부터 분리하면 된다.

이상과 같이 6도체에 대한 스페이서댐퍼 유지보수 및 교체공법은 4도체에 대해서도 같은 공법이 적용된다. 스페이서지그를 이용하게 되면 스페이서댐퍼의 유지보수 또는 교체방법이 매우 편리하게 된다.

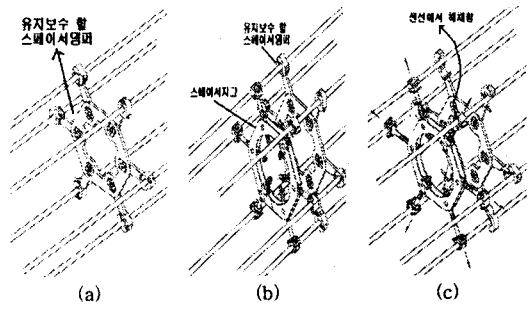


그림 10. 스페이서댐퍼 유지보수 공법 개념도

3. 결 론

345kV 및 765kV 가공선로와 같이 4개 또는 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, 스페이서댐퍼의 클램프 덮개 이탈사고, 스페이서댐퍼 몸체 손상, 전선의 클램프 이탈 사고 등이 대부분이다. 이처럼 진동에 의한 스페이서댐퍼 관련 유지보수 건수가 가공송전선로의 유지보수 건수의 대부분을 차지하는 만큼 활용될 전망이 매우 크다고 할 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] 김영달, "6도체 무볼트형 Spacer Damper의 진동현상에 관한 연구", 한국조명·전기설비학회 논문지, 제17권 3호, 2003.05
- [2] 김영달, "6도체 무볼트형 스페이서 댐퍼의 중량변화에 따른 진동현상", 한국소음진동공학회 논문집, 제13권 제9호, pp.671~678, 2003.08
- [3] "345kV 4도체 가공선로 진동대책 연구", 한국전기연구원 연구보고서, 2006.09
- [4] "배전선로 감전사고방지방 활선작업법 및 신공법 기술개발", 한국전기연구원 연구보고서, 2006.09
- [5] 한국전력공사, "345kV영동송전선로용 스페이서댐퍼 개발", 2004.12
- [6] "765kV 초고압 송전선로 활선공법 및 관련장비 개발을 위한 조사연구", 한국전기공사협회 보고서, 2002.12
- [7] "765kV 초고압 송전선로 활선공법 및 관련장비 개발", 한국전기공사협회 최종보고서, 2004.11