

가스절연 개폐장치의 벨로우즈 위치선정을 위한 제언

황경민, 장정범
한국전력공사

A Suggestion to Choose Location of Bellows for Gas Insulated Switchgear

Hwang Kyeong-Min, Jang Jung-Bum
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 최근 옥외 변전소 형식으로 많이 채택되고 있는 Gas Insulated Switchgear(GIS) 변전설비는 라인 구조물 형태로서, 온도응력에 대한 길이방향의 변형을 수용토록 하기 위하여 GIS 곳곳에 벨로우즈가 설치되어 있다. 특히, GIS는 강제 지지대로 높은 위치에 설치되어 지진 시 지반보다 높은 가속도를 받기 때문에 벨로우즈의 설치 위치가 GIS에 영향을 줄 가능성이 크다. 따라서 본 연구에서는 다양한 경우의 민감도 해석을 통하여 벨로우즈의 위치가 GIS의 내진성능에 미치는 영향을 분석하였으며, 그 결과 최적의 벨로우즈 위치조건을 도출하였다.

1. 서 론

최근, 산업의 발달로 전력소비가 증가함에 따라 대도시 등 특정의 좁은 지역에 대용량의 전력이 요구되고 있다. 따라서, 변전설비를 설치할 공간을 줄이기 위해 옥외 철구형 대신 GIS 형태를 채택하여 운영하고 있다.

이 GIS 설비는 많은 설비들을 포함하는 파이프형 단면으로서 세장한 라인 구조물 형태이며, 온도응력에 의한 변형을 수용하기 위해 곳곳에 벨로우즈를 설치하도록 하고 있다. 이 GIS는 주로 강제 프레임 지지대로 지지되어 지반으로부터 높은 곳에 설치되어, 지진 시 지반보다 증폭된 가속도를 받게 되며, 특히 GIS에 설치된 벨로우즈가 GIS의 지진응답에 영향을 미칠 가능성이 있다.

따라서, 본 연구에서는 GIS에 설치된 벨로우즈가 GIS의 내진성능에 미치는 영향을 다양한 경우의 민감도 해석을 통하여 분석하였으며, 이를 통해 GIS의 내진성능을 고려한 벨로우즈의 최적 위치를 도출하고자 한다.

2. 본 론

2.1 대상 설비

본 연구에서는 옥외 변전소에 설치되는 GIS 1 bay를 평가대상으로 하였으며 GIS에 벨로우즈가 3개 설치되는 것으로 가정하였다. <그림 1> 및 <그림 2는> 각각 일반적인 GIS 설비와 GIS에 설치되는 벨로우즈를 보여주고 있다.



<그림 1> 옥외 스위치야드의 GIS 설비



<그림 2> GIS에 설치된 벨로우즈

2.2 벨로우즈의 설치 현황

본 연구에서 대상으로 하는 GIS의 벨로우즈 현장설치 현황을 분석하기 위해 현장확인조사를 수행하였다. 그 결과, 같은 형태의 옥외 GIS형 변전소라도 벨로우즈가 변전소마다 다른 위치에 설치되어 있었다. 또한, <그림 3>과 같이 동일한 변전소의 GIS 내에서도 GIB를 지지하는 강제 프레임 지지대를 기준으로 내부 또는 외부 등 다양한 위치에 설치되어 있는 것으로 나타나, 이들 벨로우즈의 다양한 위치를 반영하여 상세 민감도 해석을 위한 모델을 구축할 필요가 있는 것으로 나타났다.



<그림 3> 다양한 위치에 설치된 벨로우즈

2.3 지반응답스펙트럼

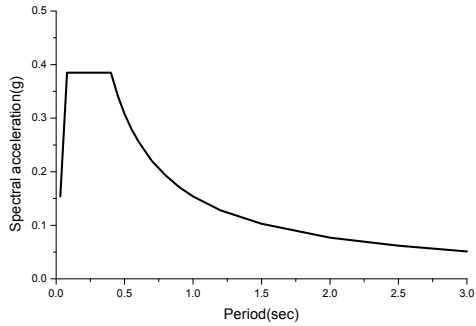
GIS에 설치된 벨로우즈의 최적 위치를 결정하기 위하여, 지진하중으로서 한국전력공사가 2003년에 수립한 '송변전설비 내진설계 실무지침서'에서 제시하고 있는 표준설계 응답스펙트럼을 적용하였으며, 이는 <그림 4>에 도시하였다.

지반응답스펙트럼 작성 시, 내진 1등급 붕괴방지구준으로 가정하였으며, S_B 지반등급 및 지진 1구역으로 설정하였다. 이 조건에 5% damping을 적용하여 도출된 지반가속도 값은 0.154g이다.

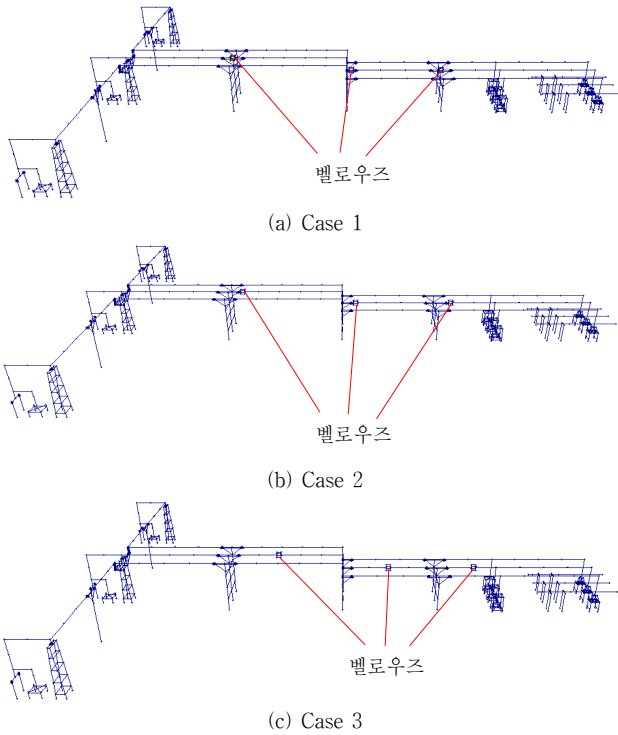
2.4 민감도 해석

2.4.1 대형형 GIS

민감도 해석을 통하여, 벨로우즈의 위치가 GIS의 내진성능에 미치는 영향을 분석하기 위해 <그림 5>와 같이 각각 벨로우즈의 위치를 달리 한 3가지 해석 Case를 선정하였다.

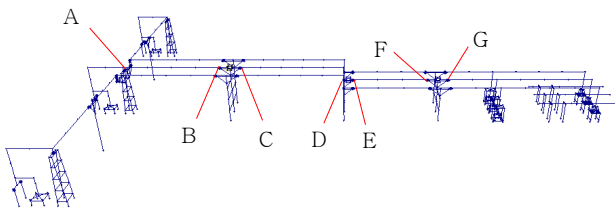


〈그림 4〉 표준설계 응답스펙트럼



〈그림 5〉 대형형 GIS

세 가지 Case의 모델에 대한 응답스펙트럼 해석 결과 GIB를 지지하는 앵커볼트의 휨 파손이 지배적인 파손모드로 나타나, 〈그림 6〉에서 나타내는 7개의 앵커볼트에 대한 안전율을 평가기준으로 하였다. 이 안전율은 2.3절의 평가기준 지진 하에서 GIS의 내진안전성을 나타내는 것으로, 지진요구력에 대한 내진성능의 비를 의미한다.



〈그림 6〉 평가대상 앵커볼트의 위치

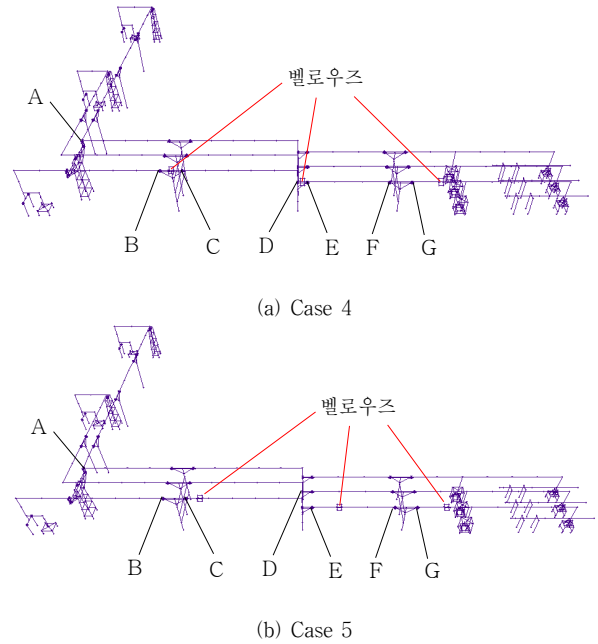
〈표 1〉 평가대상 앵커볼트의 안전율

	A	B	C	D	E	F	G
case 1	0.69	0.61	0.51	0.40	0.60	0.49	0.64
case 2	0.76	1.85	1.37	0.83	1.47	1.18	1.28
case 3	0.81	2.02	0.90	0.54	1.01	1.01	1.20

〈표 1〉은 벨로우즈의 위치에 따라 GIS의 내진 안전성이 크게 변화하는 것을 보여주고 있다. 해석결과, Case 1 및 3에서와 달리 Case 2에서 5개소의 앵커볼트가 내진 안전성을 확보하는 가장 좋은 결과가 나타났다. 즉, 벨로우즈가 강제 프레임 지지대에 인접한 외부에 설치될 때 가장 높은 내진 안전성을 확보하고 있다. 이는 벨로우즈의 위치에 따라 벨로우즈 좌우에 설치되어 있는 GIB 고정용 앵커볼트들이 분담해야 하는 하중이 바뀌기 때문인 것으로 판단된다.

2.4.2 비대칭형 GIS

GIS의 또 다른 모델인, 〈그림 7〉과 같은 비대칭형 GIS 모델을 선정하여 같은 방법으로 안전율을 산출하여 〈표 2〉에 나타내었다. 〈표 2〉에서 알 수 있듯이, 이 두 모델에서도 벨로우즈가 강제 프레임 지지대 내에 설치된 경우(case 4)보다 지지대에 인접한 외부에 설치된 경우(case 5)가 높은 내진 안전성을 확보하는 것으로 나타났다.



〈그림 7〉 비대칭형 GIS

〈표 2〉 평가대상 앵커볼트의 안전율

	A	B	C	D	E	F	G
case 4	0.59	0.54	0.44	0.46	0.79	0.93	1.28
case 5	0.54	1.69	1.23	0.72	1.18	1.05	1.14

3. 결 론

최근에 소요부지를 줄이기 위해 많이 건설되는 GIS형 옥외 발전소의 가스절연 개폐장치를 대상으로 지진하중 하에서 최적의 벨로우즈의 위치를 선정하기 위하여 민감도 해석을 수행하였다. 이를 위해 벨로우즈의 위치가 다른 다양한 모델을 선정하여 GIS의 내진성능평가를 수행하였으며, 그 결과 벨로우즈의 위치가 GIS의 내진성능에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. GIS의 주파손모드는 GIB를 강제 프레임 지지대에 고정하는 앵커볼트의 파손으로 나타났으며, 벨로우즈가 강제 프레임 지지대에 인접한 외부에 설치되는 경우에 GIS의 내진 안전성이 가장 우수하였다. 따라서, GIS의 설계 시 GIS의 내진성능 향상을 위해서 벨로우즈의 위치 선정을 적절히 고려해야 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사 전력연구원, 송변전설비 내진설계기준 설정 연구, 2001
- [2] EPRI, A Methodology for Assessment of Nuclear Power Plant Seismic Margin, 1991.