

154kV 콤팩트 변전소 표준모델 개발 및 실증

민병욱*, 신명식*, 김태용*, 황윤곤*, 김영달**
한국전력공사*, 한밭대학교**

Development and Construction of 154kV Compact Substation Standard Model

Byeong-Wook Min*, Myoung-Sik Shin*, Tae-Yong Kim*, Yoon-Gone Hwang*, Young-Dal Kim**
KEPCO*, Hanbat National University**

Abstract - Before 1970s, 154kV substations in Korea were built in outdoor steel structure types only. In early 1970s, Germany developed GIS and the first indoor GIS type substation was built in Korea in 1980. In 1998, 154kV indoor type substations were standardized into regular type and urban type which applied steel frames to structures. In 2002, this was re-standardized into five different types in detail. In 2009, 154kV compact substation design was developed and standardized and saved about 20% of the construction cost with new technology and methods. Compact substations were classified into three types ; urban type, multi-function type, and regular type. The first urban type compact substation, Jang-ki substation, was built in Kimpo in June, 2010. This paper would present the standard model of 154kV compact substation and the way of improving facilities for the first compact substation.

1. 서 론

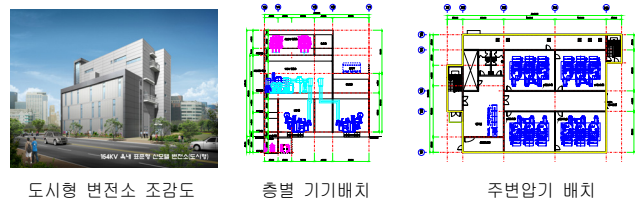
우리나라의 154kV 변전소는 1970년대 이전에는 옥외철구형으로 건설되었으며 1970년대 초 독일에서 가스절연개폐장치(GIS : Gas Insulated Switchgear)가 개발되면서 1980년 국내 최초로 옥내GIS 변전소를 건설하였다. 1998년 옥내GIS 변전소에 철골조를 도입하여 도시형과 일반형으로 구분하여 건설하였으며 2002년에 옥내GIS 변전소를 5개 타입으로 구분하여 변전소 형태를 표준화하였다. 그리고 2009년에 154kV 옥내GIS 변전소에 신기술, 신공법을 적용하여 공사비를 약 20% 절감한 154kV 콤팩트변전소의 모델을 개발하고 표준화하였다. 콤팩트변전소는 도시형, 다기능형, 일반형의 3개 형태로 표준화하였으며 2010년 6월 최초로 김포신도시에 장기변전소를 도시형 콤팩트 변전소로 건설하였다. 본 논문에서는 154kV 콤팩트 변전소의 표준모델 개발과 최초로 건설된 콤팩트 변전소의 설비 개선방안을 제시하였다.

2. 154kV 콤팩트 변전소 표준모델 개발

기존의 표준 옥내GIS 변전소를 도시지역과 산업단지, 농어촌지역으로 구분하여 도시형, 다기능형, 일반형으로 구분하여 개발하였다. 콤팩트 변전소는 기존 옥내GIS 변전소의 주변압기 냉각방식을 송유풍냉식에서 공냉수냉식으로 개선하여 풍도를 제거하였으며 기기 반입로를 공용화하였고 케이블실을 재배치하여 지하 공간을 57% 축소하였다. 기존 옥외노출형 조상설비(Sh.C)를 옥내밀폐형으로 개선하여 설치면적을 70% 축소하였으며 주변압기 1, 2차 접속방식을 oil-to air and wall bushing에서 GIB(Gas Insulated Bus)로 변경하여 충고를 33% 축소하는 등 기기 배치를 최적화하여 불용공간을 제거함으로써 부지면적이 25~59% 축소되고 건축면적도 16~47% 감소하여 건설비가 약 19% 절감되었으며 콤팩트 변전소를 표준화하기 위하여 변전, 건축, 소방, 기계, 내선분야의 설계도면 총 2,035매를 표준화하였다.[1]

2.1 도시형 콤팩트 변전소

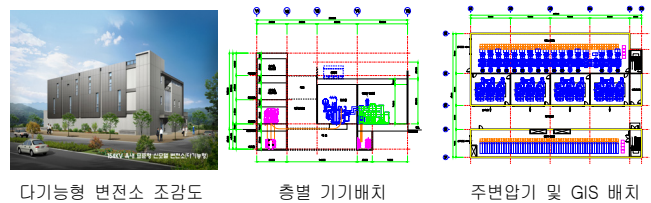
도시형 콤팩트변전소는 가공송전선로 인출이 불가능한 도시중심지역, 집단주거지역, 상업중심지역으로 지가가 높고 부지가 협소한 지역에 적용하는 지하 1층, 지상 5층 규모로 지중송전선로는 최대 6회선까지 설치 가능하며 기존 옥내GIS 변전소에 비해 부지면적은 59%, 건축면적은 47%, 건물연면적은 34% 축소하였다. 지가가 높은 지역에 건설함에 따라 소요부지면적을 최소화하기 위하여 건축면적은 최대한 축소하고 충고를 높여 5층으로 개발하였다. 정방형 부지 또는 협소한 부지에 설치가 가능하도록 지하 1층에는 케이블처리실을 배치하고 지상 1, 2층에 주변압기를 마루보도록 배치하여 소음을 차폐하였으며 지상 3, 4층에는 154kV GIS실과 Sh.C를, 지상 5층에는 23kV GIS실과 소내변압기를 배치하였다. 도시형 콤팩트변전소의 층별 기기배치와 주변압기의 배치형태는 그림1과 같다.



<그림 1> 도시형 콤팩트 변전소

2.2 다기능형 콤팩트 변전소

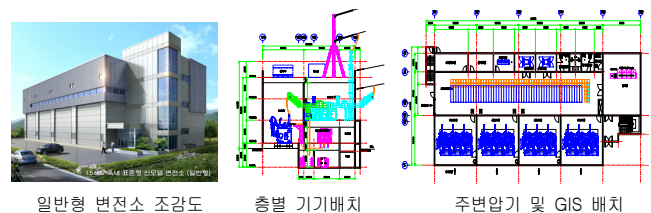
다기능형 콤팩트변전소는 건설 초기에는 가공으로 송전선로의 인출이 가능하나 향후 지중 송전선로로 인출이 예상되는 도시지역, 집단주거지역, 도시 및 산업개발 예정지역에 적용하는 지하 1층, 지상 3층 규모로 기존 옥내GIS 변전소에 비해 부지면적은 26%, 건축면적은 16%, 건물연면적은 36% 축소하였다. 송전선로는 총 12회선을 수용할 수 있으며 가공 4회선, 지중 8회선 또는 최대 지중 12회선으로 인출이 가능하다. 건물을 H형으로 배치하여 기기 반입로를 중앙에 배치하고 건물 전·후면을 밀폐하여 소음을 차폐하고 미관을 개선하였다. 기기는 지상 1층에 23kV GIS실, 1, 2층에 주변압기실과 154kV GIS실을 수평으로 배치하였고 2층에 계전기실과 감시실, 3층에 Sh.C와 소내변압기를 배치하였으며 층별 기기배치와 주변압기의 배치형태는 그림2와 같다.



<그림 2> 다기능형 콤팩트 변전소

2.3 일반형 콤팩트 변전소

일반형 콤팩트변전소는 건설 이후에도 가공송전선로의 인출이 용이한 도시외곽지역, 집단주거지 인근지역, 공단지역, 농어촌지역 등에 적용하는 지하 1층, 지상 3층 규모로 기존 표준형 옥내GIS 변전소에 신기술을 적용한 기기배치 형태로서 지상 1층에 23kV GIS실, 1, 2층에 주변압기실, 2, 3층에 154kV GIS실, 옥상에 Sh.C를 배치하여 기존 옥내GIS 변전소에 비해 부지면적은 25%, 건축면적은 34%, 건물연면적은 42% 축소하였다. 송전선로는 총 12회선의 수용이 가능하며 가공 4회선, 지중 8회선 또는 가공 8회선, 지중 4회선을 설치할 수 있으며 최대 지중선로는 8회선까지 인출이 가능하다. 일반형 콤팩트변전소의 층별 기기배치와 주변압기의 배치형태는 그림3과 같다.



<그림 3> 일반형 콤팩트 변전소

3. 154kV 콤팩트 변전소의 건축·설비 규모

기존 옥내GIS 변전소와 콤팩트변전소로 개발된 표준모델의 건축규모와 설비규모는 표1 및 표2와 같다.[1]

〈표 1〉 154kV 콤팩트 변전소 건축규모

형태 구분	기 준 표준형	Compact 변전소		
		도시형	다기능형	일반형
부지면적	3,360㎡ (70m×48m)	1,363㎡ (47m×29m)	2,408㎡ (56m×43m)	2,356㎡ (62m×38m)
건축연면적	3,533㎡	2,265㎡	2,261㎡	2,035㎡
건축면적	1,378㎡ (53m×26m)	710㎡ (31m×23m)	1,152㎡ (43m×26m)	911㎡ (49m×18m)
건물높이	17m 지상3층, 지하1층	23m 지상5층, 지하1층	15m 지상3층, 지하1층	14m 지상3층, 지하1층

〈표 2〉 154kV 콤팩트 변전소 설비규모

형태 구분	기 준 표준형	Compact 변전소		
		도시형	다기능형	일반형
변압기 냉각방식	4Bank 유입공냉식	4Bank 공냉형수냉식	4Bank 공냉형수냉식	4Bank 공냉형수냉식
변압기 연결방식	1차 나모선 2차 케이블	1차 GIB 2차 케이블	1차 GIB 2차 케이블	1차 나모선 2차 케이블
23kV ShC	8 Bank (옥상층)	8 Bank (3층, 밀폐형)	8 Bank (3층, 밀폐형)	8 Bank (옥상, 밀폐형)
주기기 반입	Shutter	Shutter	Shutter	Removal Wall

4. 154kV 콤팩트 변전소의 형태 결정

4.1 송전선로 설치규모에 의한 형태 결정기준

도시형 콤팩트변전소는 가공송전선로 설치 가능한 지역으로 초기에 지중송전선로를 4회선 이하로 설치하는 경우에 적용하며 지중송전선로를 최대 6회선까지 설치 가능하다. 다기능형 콤팩트변전소는 건설 초기에 가공송전선로의 인출이 가능하나 향후 지중 인출이 예상되는 개소에 총 12회선의 송전선로 수용이 가능하며 가공 4회선, 지중 8회선 또는 최대 지중 12회선으로 인출이 가능하다. 일반형 콤팩트변전소는 총 12회선의 송전선로 수용이 가능하며 가공 4회선, 지중 8회선 또는 가공 8회선, 지중 4회선을 설치할 수 있으며 최대 지중선로는 8회선까지 인출이 가능하다.[2]

4.2 지역특성에 의한 형태 결정기준

도시형 콤팩트변전소는 도시중심지역, 집단주거지역, 상업중심지역으로 지가가 높고 부지가 협소한 지역에 적용하며 다기능형 콤팩트변전소는 건설 초기에는 가공송전선로의 인출이 가능하나 향후 지중송전선로 인출이 예상되는 도시지역, 집단주거지역, 도시 및 산업개발 예정지역 등에 적용한다. 일반형 콤팩트변전소는 건설 이후에도 가공송전선로의 인출이 용이한 도시외곽지역, 집단주거지 인근지역, 공단지역 등에 적용한다.[2]

5. 콤팩트 변전소 건설 및 실증

5.1 콤팩트 변전소 건설

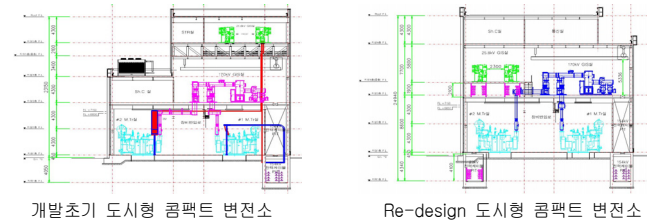
2010년 6월 최초로 김포 신도시의 장기변전소를 도시형 콤팩트 변전소로 건설하였으며 2011년 4월 수원시의 이의변전소를 다기능형 변전소로 준공하였다. 2011년 말 15개 콤팩트 변전소가 추가로 준공될 예정이며 2012년부터 2016년까지 다기능형 변전소 10개소, 일반형 변전소가 46개소 건설될 예정이다. 콤팩트 변전소를 개발하여 건설된 도시형, 다기능형, 일반형 콤팩트 변전소의 형태 및 외관은 그림4와 같다.



〈그림 4〉 콤팩트 변전소 형태 및 외관

5.2 도시형 콤팩트 변전소 Re-design

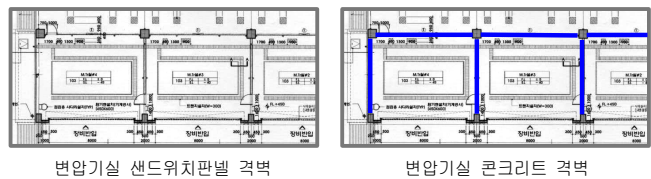
도시형 콤팩트변전소의 최초 모델로 건설된 김포 신도시의 장기변전소에 대하여 건설과정에서 발생한 문제점을 도출하고 개선하여 재설계하였다. 23kV GIS실이 가장 높은 5층에 배치되어 전력케이블의 물량이 과다하게 소요되어 23kV GIS실을 154kV GIS실이 있는 3층으로 변경하였으며 23kV GIS실 직하에 배치한 23kV 케이블처리실도 truss 구조로 인해 포설작업이 곤란함에 따라 3층 상부로 변경하였다. 또한 3층에 23kV GIS실을 배치함에 따라 3층에 있던 Sh.C실을 5층으로 변경하여 배치하였으며, 수냉각설비의 배관 파이프 물량을 감소시키기 위하여 4층에 있던 냉각기를 펌프가 있는 5층으로 변경하여 동일 층에 배치하였다. 주변압기의 고장으로 반출이 필요한 경우 수냉각파이프와의 간섭을 제거하기 위하여 주변압기의 방향을 180° 회전시켜 열교환기 및 수냉각파이프를 주변압기 후면에 배치하는 등 12개 항목의 문제점을 개선하였다. 도시형 콤팩트 변전소를 재설계한 변전기기 배치는 그림 5와 같다.[3]



〈그림 5〉 도시형 콤팩트 변전소 Re-design

5.3 다기능형 콤팩트 변전소 Re-design

다기능형 콤팩트변전소로 건설 중인 천안 풍세변전소는 변전공사가 시공되지 않아 토건분야에 대하여 문제점을 도출하고 개선하여 재설계하였다. 변압기실의 방화성능을 확보하기 위하여 125mm 샌드위치패널(내하중 6kgf/cm², 1시간 내화구조) 및 유리단열체로 설치한 격벽을 250mm 콘크리트(내하중 210kgf/cm², 2시간 내화구조) 벽체로 변경하여 화재가 발생하였을 경우 샌드위치패널의 철물 열화로 인한 붕괴 가능성을 제거하였다. 변압기실의 방화 격벽 개선내용은 그림 6과 같다.[4]



〈그림 6〉 다기능형 콤팩트 변전소 Re-design

또한 지하 1층의 케이블처리실에 설치한 피난 탈출 사다리는 건축물의 피난·방화 등의 기준에 관한 규칙 제25조에 의거 대피계단이 설치되어 있어 제거하였으며 축전지실 1개소와 소화가스실 2개소에 설치된 창문도 직사광선 및 유독성 가스에 대비해 제거하였다.[4]

6. 결 론

지가 및 원자재 가격이 상승함에 따라 변전소 건설비가 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 기존 옥내GIS 변전소의 기기를 재배치하고 불용 공간을 제거하여 콤팩트한 변전소를 개발하였다. 변압기 냉각장치, 밀폐형 조상설비 등 신기술을 적용하여 기기설치 면적을 최소화 하였으며 기기 반입로를 공용화하고 건물을 최적으로 배치하여 부지면적을 25~59% 정도 축소하였고 건축공사비도 37~49% 감소하였다. 기존 1개 형태의 옥내GIS 변전소를 도시형, 다기능형, 일반형의 3개 표준모델 콤팩트 변전소를 개발하여 주변환경, 부지형태, 선로인출 및 경제성 등을 종합적으로 고려하여 변전소 형태 결정기준을 제정하였다. 2010년 6월 최초로 김포 신도시의 장기변전소를 도시형 콤팩트변전소로 건설하고 건설과정에서 발생한 문제점을 도출하여 12개 항목을 개선하여 re-design하였으며 천안 풍세변전소의 다기능형 콤팩트변전소의 경우에는 건설 증으로 토건설비를 우선 개선하였다. 따라서 향후 다기능형과 일반형의 경우에도 최초 건설된 변전소를 토대로 re-design을 시행할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 154kV 콤팩트 변전소 신모델 개발, 한국전력, pp1~6, 2009
- [2] 154kV 콤팩트 변전소 적용기준, 한국전력, pp1~3, 2009
- [3] 도시형 콤팩트변전소 기기배치 개선, 한국전력, pp1~22, 2010
- [4] 다기능형 콤팩트변전소 기기배치 개선, 한국전력, pp1~11, 2010