



변전소 형태 및 설비규모의 결정



방 선 응

한국전력공사 송변전건설처 변전건설팀 차장

1. 개요

우리나라에서 적용하고 있는 변전소의 형태는 옥외철구형, 옥외GIS형, 옥내GIS형, 지하GIS형, 복합GIS형으로 구분되며 매년 20~30개의 변전소가 새로 건설되고

있다. 1970년대 중반까지는 흔히 변전소 하면 떠오르는 재래식 옥외철구형 변전소로 건설하였으나 그 이후로는 지가 상승, 변전소 건설 반대 등으로 다양한 형태의 변전소 건설이 요구되었다. 1970년대초 독일에서 개발된 GIS(Gas Insulated Switchgear, 가스절연개폐장치)를

적용하면서 1980년 국내 최초로 154kV 부산변전소를 비롯하여 5개 변전소를 옥내GIS형으로 건설하였다.

이후 1983년에는 345kV 변전소에도 GIS를 적용하여 345kV 의정부, 청양, 신양산 등 3개 변전소를 옥외GIS형으로 건설하였으며, 1985년에는 154kV 지하GIS형 변전소를 처음으로 건설하였다.

1998년 옥내GIS형 변전소 건축물에 철골조를 도입하여 도시형과 일반형으로 표준화하였으며, 2002년에 옥내GIS형 변전소를 다시 5개 타입으로 세분하여 적용할 수 있는 변전소로 형태를 다양화하였다. 그리고 2007년에는 대용량 변전소인 허브 변전소를 산업단지나 신도시 등 부하밀집 지역에 건설하였고, 2009년부터는 옥내GIS형을 콤팩트화한 154kV 콤팩트 변전소의 모델을 개발,

표준화하여 건설 중에 있다. 이처럼 다양해진 변전소의 형태와 전력공급 규모의 차이에 따라 주변여건, 민원, 경제성 등을 고려한 최적의 변전소를 선정할 필요가 있어 변전소 형태 및 설비규모 결정기준을 수립하였고, 이에 의해 각기 건설 환경에 적합한 변전소 형태와 규모를 결정하고 있다.

2. 현황

가. 변전소의 형태

변전소의 형태는 일반적으로 변전소 내 대표적인 전력설비인 변압기의 설치장소에 따라 옥외형, 옥내형, 지하형, 복합형(변전소와 다른 용도로 이용되는 복합용도의



[그림 1] 변전소의 형태

건물내)으로 분류하며, 모선, 단로기, 차단기 등의 구성 방법에 따라 철구형, GIS형으로 분류하여 이의 조합에 의해 옥외철구형, 옥외GIS형, 옥내GIS형, 지하GIS형, 복합GIS형으로 구분한다. 변전소 형태의 결정은 용지비, 건물 및 변전설비의 공사비 등 경제성과 주변 환경과의 조화, 민원 등을 종합적으로 고려하여 결정해야 한다.

옥외철구형은 변압기, 차단기, 단로기 등 전력설비를 옥외에 설치하고 철구조물에 애자를 취부한 후 모선을 구성하여 설비를 노출된 전선으로 연결하는 형태를 말하며 현재는 건설하지 않고 있다. 옥외GIS형은 Full GIS형과 Hybrid GIS형으로 나눌 수 있다. 옥외 Full GIS형은 변압기, 모선, 개폐장치 등 전력설비를 옥외에 설치하고, 모선 및 개폐장치는 가스로 절연된 금속제 외함내에 장치한 GIS를 사용한 변전소로 변압기와 개폐장치 및 송전선로를 가스절연모선으로 연결하여, 송전선로 인·출입용 연결부를 제외하고는 변전소구내에 노출된 충전부가 없는 형태이다. 옥외 Hybrid GIS형은 전력설비 설치장소와 GIS 사용이 옥외 Full GIS형과 동일하나 변압기와 개폐장치 및 송전선로를 노출된 전선으로 연결하여 충전부가 일부 노출되어 있는 형태이다.

옥내 GIS형 변전소는 변압기, 모선, 개폐장치 등의 전력설비 전체를 전용의 지상 건물 내에 설치하고 모선 및

개폐장치는 GIS를 사용한 형태이다. 지하 GIS형은 옥내 GIS형과 유사한 형태지만 변압기, 모선, 개폐장치 등의 변전설비 전체를 전용의 지하 건물 내에 설치하는 형태이며 복합 GIS형 변전소는 사무실, 오피스텔, 상가, 아파트 등 복합용도의 건물 내에 전력설비를 설치하는 형태이다. 변전소의 형태는 그림 1과 같다.

나. 154kV 변전소의 형태 개발

■ 154kV 콤팩트 변전소

도시지역과 산업단지, 농어촌 지역에 적용할 수 있는 도시형, 다기능형, 일반형으로 구분하여 개발한 콤팩트 변전소는 기존 옥내GIS 변전소의 변전기기 배치를 최적화하여 불용공간을 제거함으로써 부지면적이 약 25~59% 축소되었다. 또한 건축면적도 약 16~47% 감소하여 건설비가 약 18.8% 절감되었다. 콤팩트 변전소를 표준화하기 위하여 변전, 건축, 소방, 기계, 내선분야의 설계도면 총 2,035매를 표준화하여 2010년 6월 김포 신도시의 장기 변전소를 도시형 콤팩트 변전소로 최초로 건설하였다. 3개 종류로 표준화하여 개발한 콤팩트 변전소의 형태는 그림 2와 같다.

■ 154kV 반옥내형 GIS 변전소

154kV 변전소는 지역 환경과 민원여부에 따라 옥내



도시형 변전소

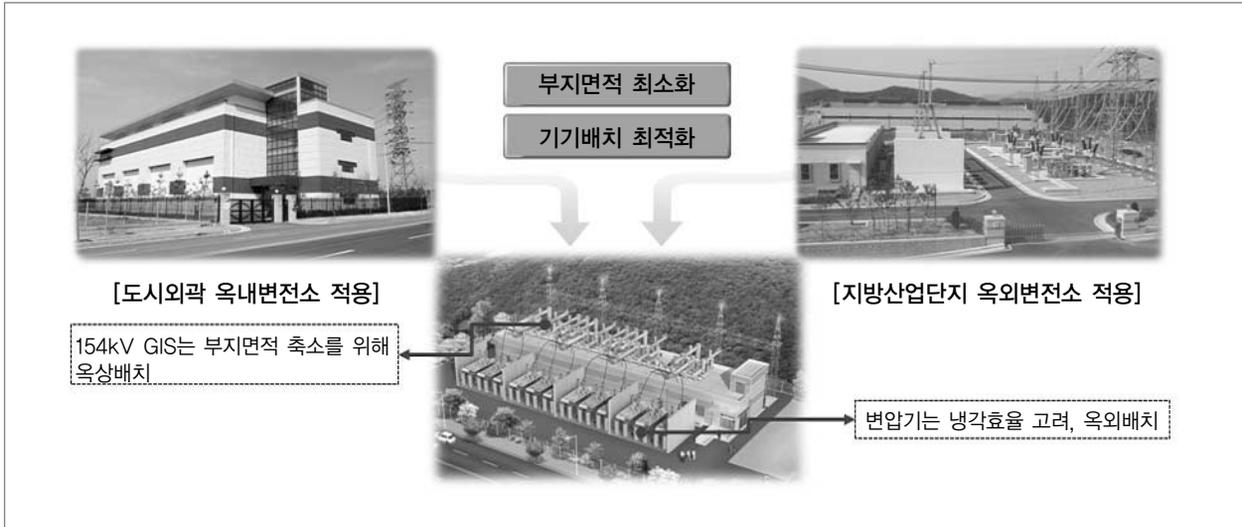


다기능형 변전소



일반형 변전소

[그림 2] 154kV 콤팩트 변전소



[그림 3] 반옥내형 GIS 변전소

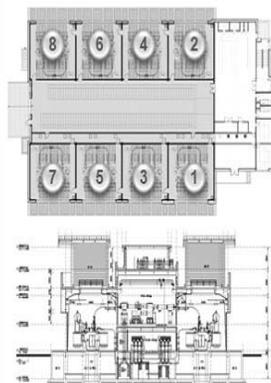
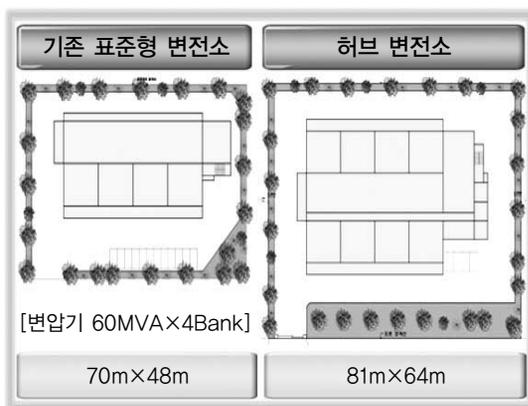
GIS형 또는 옥외GIS형으로 건설하도록 하였으나 대부분 옥내GIS형으로 건설하여 건설비가 증가하고 있어 옥외GIS형과 옥내GIS형의 장점을 조합한 반옥내형 GIS 변전소를 개발, 경제성을 확보하였다. 반옥내형 GIS 변전소는 민원해결 및 대관 인허가가 원활한 도심 외곽 지역과 산업단지에 계획된 옥내 또는 옥외변전소 중 부지 축소가 가능한 경우에 적용토록 하였다.

옥외변전소의 부지는 대부분 154kV GIS가 약 1/3을 차지하고 있으므로 반옥내형 GIS 변전소는 그림 3과

같이 지상에 설치된 154kV GIS를 단층 건물 옥상에 설치하고 주변압기는 냉각을 위하여 옥외에 배치하여 설치비 및 유지비가 경제적인 풍냉식을 적용토록 하였다.

■ 154kV 허브(Hub) 변전소

급증하는 전력수요에 따라 변전소의 추가 건설이 필요하나 민원발생 및 부지 확보가 어려운 대규모 주택단지, 산업단지, 신도시 등 부하밀집지역에 전력공급능력을 확충하기 위한 새로운 방안이 필요하게 되었다.



[그림 4] 허브(Hub) 변전소

이와 같은 배경으로 기존 변전소의 부지면적에 약 30% 정도 추가만으로 2개 변전소에 해당되는 전력공급 능력을 갖춘 대용량 변전소인 허브 변전소를 개발하여 건설비를 약 33% 절감할 수 있었다.

변압기는 기존 변전소의 두 배인 8뱅크를 최대규모 기준으로 하여 건물 양측 면에 배치하고 모선은 2계열화 하여 광역정전에 대비, 설비운전 신뢰도를 향상시켰다. 기존의 의왕변전소를 확대하여 2007년에 최초로 허브 변전소를 건설하였다.(그림 4 참조)

■ 주거용 복합건물 변전소

송전선로와 변전소는 지역주민의 대표적인 기피시설로 전자계 민원이 제기되고 있으나 전자계에 대한 불신으로 어려움을 겪고 있다.

따라서 변전소 건물을 주거용 복합건물로 건설하여 전력설비의 설치·운영에 종사하는 직원이 직접 거주함으로써 전기환경 문제에 대한 홍보 효과를 증진할 목적으로 주거용 복합건물 변전소를 건설하게 되었다. 이에 따라 주택과 주택외의 시설을 복합하여 건축하는 경우 지하층에 변전소를 설치할 수 있도록 주택건설기준 등에 관한 규정 제11조(지하층의 활용)를 개정하였다. 주거용 복합건물 변전소는 지하 1층에서 지상 2층까지는 변전소를 배치하고 지상 3층 이상에 국민주택 규모의 아파트를 배치하였으며 형태는 그림 5와 같다.

다. 변전소 형태의 결정

■ 765kV 및 345kV 변전소의 형태 결정 기준

765kV 변전소는 대전력 수송체계의 핵심으로 높은 신뢰도가 요구되므로 안정성과 함께 환경조화 및 경제성 등을 종합적으로 고려하여 옥외 Full GIS형으로 건설하고 있다. 765kV 변전소를 미국, 캐나다와 같이 옥외 철구형으로 건설할 경우 약 660,000m²(약 20만평) 부지가 소요되는 문제점으로 인해 우리나라에서는 정지면적이 88,000m²(약27,000평) 정도 소요되는 옥외 Full GIS형으로 선정하였다.

345kV 변전소의 경우 건설 초기에는 변전소 부지 확보에 어려움이 없었으며, 또한 미관 등을 포함한 환경과의 조화를 고려하지 않아도 되었기에 옥외철구형을 적용하였다. 그러나 점차 변전소 부지확보가 어려워지고 환경중시의 정책이 강화됨에 따라 설비의 콤팩트화가 필요하여 옥외GIS형을 적용하고 있다. 또한 관련법규 및 장치 주변의 개발전망, 민원발생 요인, 환경영향, 장애계통구성, 경제성 등을 종합적으로 검토하여 필요한 경우에는 옥내 GIS형으로 선정할 수 있도록 하였다.

■ 154kV 변전소의 형태 결정 기준

154kV 변전소의 경우 현재 한전 설계기준에 옥외 GIS, 옥내GIS, 지하GIS, 복합GIS의 4개 형태로 결정



화양변전소(서울,2006)



둔지변전소(대전,2006)



연산변전소(부산,2007)

[그림 5] 주거용 복합건물 변전소

[표 1] 154kV 변전소 형태 결정기준(안)

형 태		결 정 기 준
옥외 GIS		가공송전선로 인출이 8회선 초과 개소 및 산업단지
옥내 GIS (콤팩트)	일 반 형	옥내형 변전소는 일반형을 우선적으로 적용
	다기능형	집단 주거지 등 소음관련 민원발생이 예상되는 지역
	도 시 형	부지가 협소하여 일반형 적용 불가지역
반 옥 내 GIS		가공송전선로 인출이 가능한 도심외곽, 산업단지
허 브 GIS		민원발생 및 부지확보가 어려운 부하밀집지역
주거복합 GIS		전기환경 홍보를 위한 직원 주거용 변전소
지 하 GIS		옥내 GIS형 변전소 추진이 불가능한 경우
복 합 GIS		옥내GIS형, 지하GIS형 변전소 추진이 불가능한 경우

토록 규정되어 있으며, 설비규모와 주위환경을 고려한 20개 항목의 '변전소 형태결정기준 영향계수'로 평가한 결과에 따라 평균 영향계수가 65이상인 경우에는 옥내 GIS형으로, 65미만인 경우에는 옥외GIS형으로 형태를 결정하도록 되어 있다.

그러나 변전소 건설에 따른 민원과 부지확보의 어려움, 원자재 가격의 급등에 따른 건설비 증가 등을 고려하여 건설 환경의 변화에 적합하고 다양한 형태의 변전소 표준 모델을 개발함에 따라 변전소 형태 결정기준의 개정이 필요하였다.

따라서 변전소 형태 결정기준의 개정(안)으로 옥내 GIS 변전소는 도시형, 다기능형, 일반형으로 세분하였고 반옥내형, 허브형, 주거용 복합건물 변전소를 추가하였으며 154kV 변전소 형태 결정기준은 표 1과 같다.

라. 변전소 설비규모의 결정

변전소의 설비규모는 초기규모, 최종규모, 최대규모로 구분하고 있다. 전력수요 예측을 근거로 수립된 장기

송배전 설비계획에 따라 변전소의 건설위치, 변압기뱅크의 수, 인·출입 송전선로 및 배전선로의 회선수를 고려하여야 하며, 특히 전력공급지역의 전력수요 및 향후 증설계획에 따라 변전소의 설비규모를 결정하여야 한다.

■ 변전소 초기규모

변전소의 초기규모는 변전소를 최초로 건설하는 시점의 설비규모로서 전력계통 조류의 융통성, 계통운영의 안정성, 초기 전력수요 및 장래의 부하증가율 등을 고려하여 결정하고 있다.

■ 변전소 최종규모

변전소 건설 초기부터 최종규모로 건설하는 것은 비경제적이므로 변전소 최종규모는 장기적 관점에서의 전력수요, 전원입지, 계통연계능력 및 운영측면 등을 복합적으로 고려한 규모로서 변전소 최대규모 이내로 선정한다. 기존 변전소를 옥내화 할 경우에는 주변 변전소와의 부하절체 등 전력공급 여건에 따라 별도로 검토하여 결정하고 있다.

[표 2] 변전소 설비의 최대 규모

전 압	154kV	345kV	765kV
변압기용량	60MVA×4뱅크	500MVA×4뱅크	2,000MVA×5뱅크
송전선로 수	154kV 12회선	345kV 10회선	765kV 8회선
배전선로 수 (송전선로 수)	22.9kV 28회선	(154kV 18회선)	(345kV 12회선)

- 154kV 복합변전소 : 60MVA×4Bank, 지중송전 8회선, 배전 28회선
- 154kV 허브변전소 : 60MVA×8Bank, 지중송전 8회선, 배전 48회선

■ 변전소 최대규모

변전소 변압기 용량 및 뱅크의 최대규모는 계통운영의 안정성 및 경제성, 유지보수 측면을 고려하여 결정하며 송전선로 회선의 최대규모는 계통운영측면과 송전선로 인·출입 구성의 어려움, 지형여건, 부지 확보의 어려움 및 현재 설치되고 있는 변압기의 설치면적에 따른 기기 배치를 고려하여 결정하였으며, 전압별 변전소 설비의 최대규모는 표 2와 같다.

3. 전 망

1970년대 중반 이전의 변전소는 전부 옥외철구형으로 건설되었으나 그 이후로 옥외GIS형, 옥내GIS형, 지하 GIS형, 복합GIS형 등 다양한 형태의 변전소가 건설되었다. 2000년대 들어 민원발생과 지가 상승으로 변전소 건설이 어려워지고 원자재 가격의 폭등으로 건설비가 대폭

증가함에 따라 콤팩트 변전소, 반옥내형 변전소, 허브 변전소, 주거용 복합건물 변전소 등 건물의 형태와 외장을 대폭 개선하여 주위 환경과 조화되고 건설비를 대폭 절감한 다양한 형태의 변전소를 개발하였다.

이에 따라 변전소의 형태와 규모를 결정할 경우 민원과 경제성을 고려하여 건설 환경에 적합한 형태를 선정하고 있으며, 특히 도시지역에 변전소를 건설할 경우에는 송전선로와 배전선로의 설비규모를 일률적으로 최대 규모로 적용하기 보다는 향후 증설여건을 감안하여 최종 규모를 결정하고 있다.

최근 들어서는 전력설비의 콤팩트화, 디지털화, 자동화를 반영한 154kV 디지털변전소를 디자인하여 현장 적용을 목전에 두고 있다. 이처럼 변전소는 계속 진화하고 있다.

전기자동차, 분산형 전원, 스마트그리드 등 향후 전개 될 전력 환경의 변화를 생각한다면 어쩌면 당연한 결과 인 듯하다. 미래에 예견되는 전력분야 기술 진보에 맞춰 계속적으로 변화해 나가야 할 시점이다. KEA