

부하밀집지역 전력공급을 위한 허브(Hub)변전소 개발

변해완*, 백승도, 구본우, 허용호, 신복현
한국전력공사

The Development of Hub Substation for electric service to massed demand Area

H.W. Byun*, S.D. Baik, B.W. Koo, Y.H. Hur, B.H. Shin
Korea Electric Power Corporation

Abstract - 현재 국내 154kV 표준형태 옥내변전소의 전력공급능력은 대부분 주변압기 4뱅크 규모로 계획 및 운영되고 있다. 대도시 도심, 신규개발 산업단지, 신도시 등에는 재개발 및 지속적인 확장으로 인해 전력수요가 꾸준히 증가하고 있어 안정적인 전력공급능력 확보를 위해서는 최초 변전소 준공이후 해당지역내 변전소 추가건설이 불가피한 상황이다.

그러나 전력공급설비는 국민들에게 혐오, 위해설비로 잘못 인식되어 전력공급설비 건설반대 등 집단민원이 지속적으로 증가하는 추세이다. 또한 지방자치단체는 주민들의 지가하락 등을 우려한 민원을 의식하여 전력설비 건설에 필요한 각종 인허가를 지연 또는 거부하는 등 변전소 부지확보를 더욱 어렵게 하고 있다. 이로 인한 변전소 건설지연에 따른 전력공급 차질이 우려되고 있다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 전력공급능력은 기존변전소의 2배로 증대되지만, 부지면적은 1.4배 정도 밖에 소요되지 않아 안정적인 전력공급과 국토의 효율적인 이용이 가능한 허브(Hub)변전소를 개발하게 되었다.

전력공급의 유연성이 부족하다.

따라서 부하밀집지역 전력공급에 적합한 변전소 형태를 개발하게 되었다.

본 논문에서는 부하밀집지역 전력공급을 위한 허브변전소에 대해서 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 허브(Hub)변전소의 규모

허브(Hub)변전소는 주변압기를 4뱅크(240MVA)에서 8뱅크(480MVA)로 늘려 전력공급능력을 증대시킨 옥내변전소를 말한다. 설비규모는 <표 3>과 같으며, 기존 154kV 변전소가 호당 5kW 기준으로 아파트 3만2400호에 전력을 공급할 수 있었다면 허브(Hub)변전소는 전력공급능력이 7만5600호로 약 2.3배정도 늘어날 것으로 예측된다.

그리고 전력공급능력 집중에 따라 허브(Hub)변전소는 해당지역 전력공급의 중추적인 역할수행이 기대되며 허브(Herb)식물과 같은 환경친화적인 변전소를 건설하고자 한다.

<표 3> 허브변전소 설비규모

구분	규모 및 정격	구분	규모 및 정격	
주변압기	8 Bank (60MVA×8=480MVA)	조상설비	40 MVar (5MVar× 8Bank)	
차단용량	50kA	인출방식	지중전력구 양방향 인출	
인출 규모	송전 지중 8회선 배전 지중 48회선	모선	용량	4000A
			구분	2중모선 4 BusTie
			보호	2계열화

1. 서 론

제2차 전력수급기본계획에 의하면 1997년 최대부하는 3,585만 킬로와트였으나, 2017년 최대부하는 약1.9배 증가한 6,873만 킬로와트로 전망되고 있다. 또한 <표 1>과 같이 최대부하 대비 154kV 변전용량은 1997년 1.64배였으나, 2017년 약1.97배로 증가가 전망되어 154kV 변전소는 향후 10년동안 연평균 약20개소의 지속적인 건설이 필요한 실정이다.

<표 1> 최대부하 및 변전설비 증가추이

연도	'97	'00	'03	'05	'06	'08	'12	'17
최대부하 (MW)	35,851	41,007	47,385	54,631	54,618	57,847	60,643	68,737
154kV 용량 (MVA)	58,706	70,885	89,228	102,168	106,108	115,596	128,696	135,356
변전소 수	765kV	-	-	3	5	5	7	8
	345kV	36	44	71	77	82	86	94
	154kV	335	399	500	537	566	618	693
	계	371	443	574	619	653	709	794

특히 산업단지 및 신도시 같은 부하밀집지역은 공장증설, 택지개발 확대에 의해 전력수요가 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 안정적인 전력공급을 위해서는 해당지역내 변전소 추가건설이 필요한 실정이다.

예를 들면 반월 및 시화산업단지의 경우 최초 산업단지 조성시 전력공급계획에 의하여 154kV 2개 변전소를 반영하였으나, 1985년 반월변전소 준공 이후 평균 2.6년마다 변전소를 건설하여 현재 6개 변전소가 운전중이며, 향후 3개변전소 건설계획이 수립되어 있다.

그러나, 변전소, 철탑 등의 전력공급설비는 국민들에게 혐오, 위해설비로 잘못 인식되어 <표 2>와 같이 전력설비 건설관련 집단민원이 해마다 증가하는 추세이다.

또한 지방자치단체는 주민들을 의식하여 공공시설 및 기반시설에 대한 각종 인허가 신청을 반려 및 협의를 거부하고 있다.

<표 2> 전력설비 건설반대 민원발생 통계

구분	2001	2002	2003	2004	2005
건/변전소	1.25	1.45	2.12	3.19	3.9
건/c-km	0.27	0.3	0.37	0.34	0.35

이와같은 변전소 건설여건으로 인하여 변전소 부지확보 및 건설이 어려워 건설지연에 따른 전력공급 차질이 우려되고 있다.

154kV 표준형태 옥내변전소 규모는 4뱅크(240MVA) 규모가 원칙이며 초기 2뱅크, 최종 3뱅크를 계획하고 #4 변압기는 부하급증 등 향후 불확실성에 대비하고 있으나, 변전소 건설지연에 따른 전력공급대책으로 필요시 변전소 옥외에 임시변압기를 설치하고 있어 지속적인 전력수요 증가에 대한

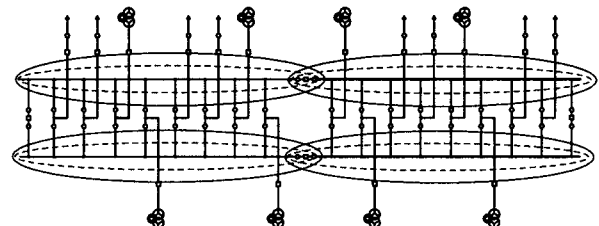
2.2 허브변전소의 특징

2.2.1 154kV 모선구성

기존 154kV 4뱅크 변전소의 모선은 2중모선 1 BusTie 방식을 적용하였으나, BusTie 차단기 차단실패시는 변전소 전체가 정전되는 단점이 있다. 허브변전소는 전력공급능력 증대에 따른 중요성을 고려하여 154kV 모선을 2중모선 4 BusTie 방식으로 적용하였다.

2중모선 4 BusTie 방식은 <그림 1>과 같이 흡사 2개의 2중모선 1 BusTie 방식 변전소를 Section 차단기로 결합시킨 방식과 같으며, 모선 사고시에도 그 영향은 모선의 1/4 범위로 정전을 국한시킬 수 있어 계통에 영향을 작게 할 수 있다.

이 방식은 선로차단기 점검시 해당선로 정전이 불가피하지만 선로차단기 차단실패시는 4개 Feeder 및 모선의 1/4이 정전된다. 또한 BusTie 차단기 차단실패시는 모선의 1/2 및 8개 Feeder가 정전되며 Tie차단기 고장시 다른 Tie차단기 차단실패의 경우 모선의 3/4 및 12개 Feeder가 정전된다. 더불어 Section 차단기를 기준으로 송전선로 인출을 교차배치할 경우 루트고장으로 인한 계통분리를 방지할 수 있다.



<그림 1> 2중모선 4 BusTie 방식 및 모선보호 2계열화

154kV 모선보호계전기 부동작시 변전소 전체정전 및 설비피해 파급 등이 우려되어 보호계전기 신뢰도 증가를 위해 <그림 1>과 같이 154kV 모선 보호계전기방식에 2계열화를 적용하였다. 모선보호계전기방식 2계열화는 설비 투자비는 다소 증가하나, 고장파급 방지를 위한 계통보호 신뢰도가 우수하다.

그리고 변류기 및 차단기 트립코일 2계열화 등을 반영하여 보호계전기 동작의 신뢰도를 더욱 높였다.

따라서 설비고장 및 차단실패 등에 의한 변전소 전체가 정전될 확률은 극히 작다고 할 수 있다.

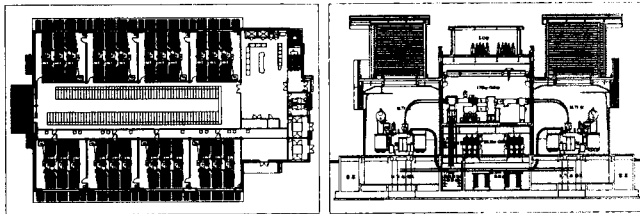
2.2.2 허브변전소 건물구조

허브변전소는 <그림 2>와 같이 변압기실을 건물 양측면에 배치하여 변압기 설치공간을 확보하였고 향후 무인변전소 순회점검탑 상주 또는 급전분소 설치를 대비하여 별도의 사무실을 반영하였다. 허브변전소 각실 배치는 <표 4>와 같다. 또한 송배전선로 인출이 용이도록 인출전력구를 양방향 배치하였고 허브변전소 건설 후 모습은 <그림 3>과 같다.

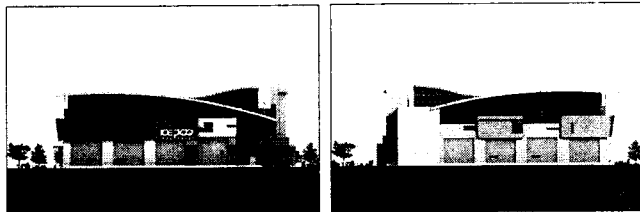
그리고 변압기와 개폐장치의 접속에 전력케이블을 이용한 Plug-in 방식을 적용하여 변압기실의 높이를 약2미터 낮추었고 또한 충전부 노출개소를 최소화하였다. 충전부 노출이 최소화되어 작업원의 안전성 확보 및 고양이 등의 소동물에 의한 고장발생 개연성을 제거하였다.

<표 4> 허브변전소 각실 배치

구분	용도
지하	변압기 풍도실, 25.8kV 케이블포설실, 170kV 케이블포설실 계단실 등
1층	변압기실, 25.8kV GIS실, 감시실, 소화가스실, 소내변압기실 축전지실, 순회점검탑 사무실 화장실, 계단실 등
2층	170kV GIS실, 계전기실, 계단실
3층	통신실, 계단실
옥상	S.C실(옥내), 계단실
건축면적	1,839.9m ²
연면적	4,870.5m ²



<그림 2> 평면도 및 단면도

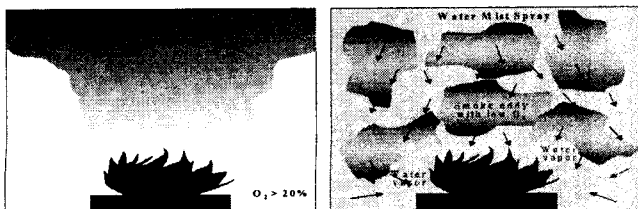


<그림 3> 정면도 및 배면도

2.2.3 방재대책

변전소의 방재대책은 운전원과 전력설비를 화재로부터 보호하며 변전소 내부에서 화재가 발생하더라도 적절한 방화 및 소화설비에 의하여 화재를 초기진화 또는 발생지역으로 국한함으로써 인접한 타 설비의 화재 확산과 변전소 외부로의 재해파급을 방지함과 아울러 인명안전의 확보가 가능하도록 설계되어야 한다. 허브변전소는 변압기실에 청정소화약제를 사용한 고정식 가스소화설비 외에 물안개소화설비(Water-Mist)를 설치하여 방재대책을 보강하였다.

물안개소화설비는 <그림 4>와 같이 변압기 화재진압 후 잠열체(내부철심)에 의한 2차화재 발생을 예방하고 고압분사방식으로 분사압력이 상승할수록 분사된 물안개 입자의 입경이 가늘게 되어 산소희박에 의한 소화를 촉진한다.



<그림 4> 소화시 물안개(Water-Mist)의 효과

2.3 허브변전소 계획기준

허브변전소는 주택 및 산업단지, 통합변전소 등 지속적인 전력수요가 예상되는 부하밀집지역을 대상으로 건설계획을 검토한다.

전력수요 예측이 가능한 개발지역의 경우 최종 전력수요가 200MW 초과가 예상되는 지역에는 허브변전소로 선정한다.

그러나 부하산정이 곤란한 개발지역의 경우 6.5만 세대 또는 1,300만평 이상의 주택단지, 150만평 이상의 산업단지 등은 허브변전소로 선정한다.

그리고 도시지역내 옥외철구 변전소의 옥내변전소화 계획시 기존 변전소 부지에 변전소 신설이 필요한 지역에는 허브변전소로 선정한다.

또한 도심지, 행정복합, 혁신, 기업도시 등 부하밀집지역은 최종 전력수요에 따라 허브변전소를 선정할 수 있다.

2.4 허브변전소 개발에 따른 기대효과

2.4.1 전력공급축면

허브변전소 개발로 부하밀집지역의 지속적인 전력수요 증가에 대한 유연성을 확보하였고 미래 전력수요증가 대비로 전력수요의 급성장에 대하여 안정적인 전력공급의 토대를 마련하였다. 또한 허브변전소의 건설기간은 기존 4뱅크 규모 2개변전소 건설시보다 약6개월 단축이 가능하여 고객의 필요시점에 전력공급이 가능하다.

2.4.2 국토이용축면

허브변전소의 부지면적은 기존 4뱅크 변전소의 1.4배로서 부지면적 40% 추가로 2개변전소 건설효과를 달성하여 국토의 효율적 이용을 가능케 하였다. 또한 변전소 건설계획 축소로 변전소 건설관련 민원발생을 줄일 수 있게 되었다.

2.4.3 경제적 축면

허브변전소 건설시 기존 4뱅크 2개변전소 건설, 즉 동일공급능력 대비하여 투자예산 약143억원 절감의 경제적 효과가 예상된다.

허브변전소 부지면적은 2개변전소 건설시보다 약60%의 면적이 절감되고 변전설비의 경우 변압기 설치수량은 2배로 증가하였으나, 1차측 개폐장치 수량은 기존변전소와 유사하여 경제적 절감효과가 크게 되었다.

3. 결 론

허브변전소의 공급능력은 기존변전소의 2배로 늘어나지만, 부지면적은 1.4배 정도 밖에 소요되지 않아 안정적인 전력공급과 국토의 효율적인 이용 측면에서 효과적이다.

허브변전소는 2007년 의왕시에 위치하고 있는 동안양변전소의 옥외철구형 변전설비를 옥내변전소로 변경하면서 처음으로 적용할 계획이다. 연차적으로 건설을 늘려 2008년 송도신도시에 들어서는 송도 제2변전소와 2009년 건설예정인 시화 제7변전소를 허브변전소로 건설할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 정용기, "신 전기설비 기술계산 핸드북", 1998년
- [2] 산업자원부, "제2차 전력수급기본계획", 2004년
- [3] 한국전력공사, "765kV 변전소 모선방식 및 형식선정검토서", 1995년
- [4] 한국전력공사, "154kV 옥내변전소 철골조표준형 건물개선 용역설계 기술검토보고서", 2002년