

전력계통 확충계획

황 종 영

한국전력공사 전원계획처 계통계획팀 부장

1. 머리말

본격적인 전력사업 확장을 시작한 1961년 이후 고도 성장을 지속하여 오던 우리나라 전력수요 규모가 1998년에는 IMF 체제하에 경기침체 및 하계 저온현상으로 마이너스 성장률(판매전력량 약 -3.7%, 최대수요 약 -8.0%)을 기록하였으나, 장기적으로 볼 때 우리나라 전력수요는 현재보다 크게 늘어날 것으로 전망된다.

이와 같이 전력수요의 성장 잠재력은 선진국에 비하여 월등함에도 불구하고 전력설비에 대한 환경단체 및 지역 주민의 부정적 시각 등 전력사업 추진여건은 이미 한계 수요에 이른 선진국 수준에 도달해 있어 향후 전력설비 확충에 어려움이 가중될 것으로 보인다.

더욱이 민자발전 확대 및 전력사업 구조개편 등에 따른 전력사업의 향후 불확실성이 그 어느 때보다 높을 전망이다. 따라서, 전력계통 분야에 관계하는 학계, 산업계 등 여러 전문가들 간의 이해증진과 상호협력을 통한 국내전력산업의 원활한 발전을 위하여 우리나라 전력계통의 장기전망과 문제점 및 향후 나아갈 방향 등에 대하여 기술하고자 한다.

2. 과거실적 및 현황

전력계통은 생활수준의 향상과 산업의 고도화에 따른

고객의 요구에 부응하여 양과 질에 있어서 비약적인 확충과 개선이 이루어졌다.

즉, 1970년대 중반까지만 하여도 154kV 계통에 의지하여 오던 지역간 전력유통은 1976년 345kV 초고압 송전선이 국내 최초로 운전개시된 이래, 1998년 말까지 총 6,491C-km의 345kV 송전선이 전국 및 수도권 환상망을 이루게 됨으로써 공급 신뢰도 향상과 전력손실 감소에 획기적으로 기여하여 왔다. 또한 수도권 전력수요 증가에 따른 송전선로 루트 확보의 어려움을 해결하고자 최고 송전전압을 765kV로 격상하는 계획을 확정하여 추진중이며, 1998년에 765kV 당진화력-신당진간 송전선로를 최초로 준공하여 345kV 전압으로 운전개시하였다. 또한 1997년에는 제주지역의 발전원가 절감에 의한 경영수지 적자 해소를 위하여 제주-육지간 HVDC 전력 계통연계 사업이 준공되었다.

과거 30여년간 송배전설비의 변천추이를 보면 표 1과 같으며, 표에서 알 수 있듯이 지난 30여년간 345kV 및 154kV 송변전설비와 22.9kV 배전설비는 꾸준히 증가되어 온 반면 66kV 및 22kV 송전설비와 6.6kV 및 3.3kV 배전설비는 그 확장이 억제되어 왔다.

그 결과 계통전체의 전압계층은 종래 154kV-66kV-22kV-6.6kV(3.3kV)에서 345kV-154kV-22.9kV으로 고전압화, 단순화됨으로써 전력계통의 신뢰도 향상과 송전손실 감소에 크게 기여하였다.

〈표 1〉 송배전 설비의 변천 추이

구 분		'61	'66	'71	'76	'81	'86	'91	'98
송 전 설 비 (C-km)	765kV								54
	345kV				391	2,097	4,203	4,941	6,491
	154kV	1,045	1,363	2,896	4,211	6,381	8,497	11,189	15,821
	66kV	2,199	3,010	3,463	4,124	4,483	4,389	3,721	2,319
	22kV	2,927	2,874	2,708	686	98	12	-	232
	계	6,171	7,247	9,067	9,412	13,059	17,101	19,851	24,917
변 전 설 비 (MVA)	345kV				1,167	7,333	15,336	24,172	47,510
	154kV	373	668	2,540	4,671	10,976	18,259	29,767	63,446
	66kV	519	902	1,266	2,075	2,209	2,539	2,235	1,760
	22kV	317	367	603	882	755	526	589	274
		계	1,209	1,937	4,409	8,795	21,273	36,660	56,763
배 전 설 비	배전선 (km)	9,171	13,182	13,688	82,881	129,201	178,293	243,701	336,694
	변압기 (MVA)	694	791	1,753	3,562	7,509	11,919	21,523	41,550

주) 1. 1998년 송전설비의 22kV 수치는 제주-육지간 HVDC 180kV임
 2. 1997년부터 변전설비는 Bank 단위 기준이며 예비용 주 변압기는 통계에서 제외

3. 전력수급전망

'80년대 초중반 비교적 낮은 성장추세를 유지하던 우리나라 최대전력수요는 '86년 아시안 게임과 '88년 올림픽을 치르면서 다시 고도성장으로 돌아섰으며, 특히 '94년부터는 냉방부하 급증 등으로 성장추세가 더욱 가속되어 '94년 20%, '95년 12%의 경이적인 수요증가율을 기록하는 등, '90년대에 들어와서도 매년 10%대의 성장을 지속하여 왔다.

그러나 '97년 말부터 몰아친 IMF 체제 및 하계 저온 현상의 영향으로 '98년 전력판매량은 '97년보다 약 3.7% 정도의 마이너스 성장을 나타내고 있다.

그럼에도 불구하고 우리나라의 전력수요 성장 잠재력은 어느 선진국보다 높아서 '98년 8월 수립한 제4차 장기 전력수급계획에 따르면 우리나라 최대전력 수요는 2000년에 39,498MW, 2015년에 69,572MW로 늘어날 것으로 전망되며 2020~30년대에는 약 80,000 MW 정도로 늘어나 현 선진국의 1인당 전기사용량을 초과하는 수준에서 포화될 것으로 전망된다(표 2 참조).

이와 같은 전력수요 성장추세에 발맞추어 발전소 시설 용량도 매년 크게 늘어나 2015년의 총발전설비가 '97년 말 총설비용량 41,042MW의 2배 정도로 늘어날 것으로 전망된다.

〈표 2〉 장기 전력수급 전망

연 도	최대수요	발전 설비용량					합 계	설비에비율 (%)
		수 력	원자력	석 탄	Oil 및 LNG			
1997	35,851	3,115	10,316	10,200	17,411	41,042	13.1	
1998	32,996	3,131	12,016	11,331	16,928	43,406	31.5	
2000	39,498	3,870	13,720	14,100	18,180	49,870	21.7	
2005	52,479	4,900	17,720	19,020	21,500	66,140	17.8	
2010	62,191	6,930	23,430	21,300	22,880	74,540	17.3	
2015	69,572	6,930	27,650	21,720	24,530	80,830	16.2	

4. 향후 계통특성 전망

가. 계통규모의 대형화

우리나라 전력계통 규모는 345kV 계통 운전초기인 1976년에는 발전설비가 4,800MW에 불과하였으나 1997년에는 41,042MW로 불과 20년만에 8.5배나 성장하였으며 앞으로 30년후의 발전설비는 90,000MW 정도로 대형화될 것으로 전망된다.

이와 같은 전체 계통규모의 대형화에 따라 1969년 250MW에 불과하던 발전소 최대단위기 용량이 현재는 기력은 560MW, 원자력은 1,000MW 규모로 커졌으며 5년후에는 800MW 규모의 석탄화력이 계통에 병입되고 2010년에는 1,300MW 규모의 차세대 원전이 계통에 병입될 전망이다.

이와 같은 단위기 용량 증대와 함께 동일 발전소에 건설되는 발전기 대수도 크게 늘어나 80년대초 1,000MW 수준이던 발전소 설비용량 규모는 현재 3,000MW 이상인 발전소만도 서인천, 고리, 삼천포, 보령 등 4개소가 되며 2000년대에 들어서면 10,000MW 규모의 대단위 발전단지도 생겨날 것으로 전망되며 계통전압도 2001년부터는 765kV 초초고압 운전시대로 접어들게 된다.

또한 송전선로의 선종도 복도체화 및 내열전선화로 단위선로당 용통전력 능력을 극대화하고 있다. 이와 같이 계통규모의 증대 및 복잡화는 필연적으로 전력계통에 대형사고 가능성을 내포할 것으로 전망된다.

나. 계통 고장전류 증대

계통규모 증대에 따른 발전설비의 급증과 지중케이블의 확대 및 계통의 다중연계에 따라 계통고장전류는 별도대책이 없는 한 꾸준히 늘어날 것으로 전망된다.

향후 고장전류 증가정도를 살펴보면 표 3과 같이 매년 크게 늘어나고 있음을 알 수 있다.

즉, 2010년에는 전체 변전소 중 345kV 변전소는 35%, 154kV 변전소는 22%가 각각 40kA 및 50kA를

(표 3) 고장전류 전망

단위:kA

구분	1998년		2005년		2015년	
	평균	초과모선수	평균	초과모선수	평균	초과모선수
345kV 모선	28	2 (3%)	33	33 (35%)	37	54 (47%)
154kV 모선	20	13 (3%)	30	149 (22%)	36	275 (34%)

* ()내는 고장전류 초과모선(345kV는 40kA, 154kV는 50kA 이상) 점유율(%)

초과하고 있으며 2010년 이후에는 345kV 모선의 평균 고장전류가 차단기규격치인 40kA에 육박할 것으로 전망된다. 지역적으로 살펴보면 경인 및 영남지역의 변전소 모선 고장전류가 차단기 정격을 초과하는 개소가 집중되고 있다.

고장전류 억제대책으로는 발전소의 Step-up 변압기의 임피던스를 최대 18%까지 올리도록 하며 향후 신설되는 345kV 변압기에 대해서도 15% 정도의 고임피던스 변압기의 설치를 검토중에 있다.

또한 양계통으로 연결되어 있는 대단위 발전단지의 345kV 모선을 공급력 확보에 지장이 없는 한 분리운전토록 하며 154kV 계통도 가급적 345kV 변전소 단위로 분리토록 하는 등 모선분리를 지속적으로 추진함과 아울러 고장전류가 기기정격을 초과하는 개소에 대해서는 345kV는 63kA 차단기로 154kV는 50kA 또는 63kA 차단기로 교체할 계획이다.

초장기적으로는 선로용량은 충분하나 계통조류가 적은 개소에 AC-DC-AC의 Back-to-Back 변환소 설치와 공급신뢰도상 계통분리가 곤란한 개소에 한류리액터 설치 등도 적극 고려하고 있다.

다. 계통전압 유지여건 악화

최근 정밀기기의 보급확대로 규정전압 유지 등 고품질 전력공급에 대한 국민욕구가 날이 갈수록 증대하고 있음에도 불구하고 중부하시에는 저역률 냉방설비 등 악성부하 증가에 따라 대도시 계통의 전압강하 현상이 나타나고 있는 반면 경부하시에는 지중케이블 및 초고압 송전

선의 지속적인 증가에 따른 계통전압의 과도한 상승이 우려되고 있다.

특히, '96년 양주-당인리간 345kV 지중 Cable이 국내 최초로 운전되면서 2010년까지 총 307C-km의 345kV 지중케이블이 운전될 계획이고 765kV 격상송전선도 2001년 신서산-신안성 T/L 운전을 시작으로 2010년까지 총 1,666C-km가 운전됨에 따른 선로 총전용량의 급속한 증가로 경부하시 과도한 전압상승이 예상되고 있다.

이러한 설비계층의 다양화 및 악성부하의 증가에 따른 계통전압의 급강하 또는 급상승은 설비수명을 단축함은 물론 전압 불안정에 의한 계통붕괴 가능성도 배제할 수 없으며 고객에 대한 양질의 전력공급에 차질이 우려되고 있는 실정이다.

따라서 적정공급력 확보를 위한 송전선로 및 변전소 건설도 중요하지만 계통전압을 원활히 유지하기 위한 제반대책이 좀더 적극적으로 강구되어야 한다.

저전압 대책으로 지속적인 SC 설치와 아울러 신규발전소가 가급적 저전압 지역에 건설되도록 유도하며 응동특성이 탁월한 SVC 설치를 추진하고 있다. 또한 초고압 지중케이블 및 765kV 격상선로에 의한 경부하시의 계통전압 상승억제를 위하여 345kV 지중케이블로 연결된 도심지 345kV 변전소에는 200~600MVA 규모의 분로리액터를 선로측에 직접 연결함과 아울러 모선측에도 100~500MVA 규모의 분로리액터를 설치할 계획이다.

라. 계통부하율 저하

표4에서 알 수 있듯이 우리나라는 선진국에 비해 70% 이상의 비교적 높은 부하율 수준을 유지하고 있다. 그러나 매년 크게 늘어나는 냉방부하 및 주택용부하의 구성비 증가 등을 감안하면 우리나라 부하율은 점차 낮아질 것으로 예상됨에도 불구하고 계속 70% 수준을 유지하고 있는 것은 강력한 심야부하의 창출 및 피크부하 억제대책 때문으로 판단된다.

〈표 4〉 국내의 부하율 비교

한 국			일본	대 만	미 국
'93년	'95년	'97년	'96년	'96년	'95년
75%	71%	72%	57%	65%	60%

부하율의 저하는 결국 설비이용률이 낮아짐을 의미하며 일정한 계통전압이나 계통조류 유지가 어려워져 경제적인 측면에서는 물론 계통신뢰도 유지측면에서도 부하율이 낮아지는 것을 최대한 방지하기 위한 피크부하 억제 및 심야부하의 창출과 양수전원의 지속적 개발 등이 요구된다.

장기전력 수급계획상에는 수요관리 등 부하율저하 억제정책의 적극적인 추진으로 2015년대까지도 연 부하율을 70% 이상으로 유지하도록 하고 있으나 현재 20% 수준인 냉방부하의 지속적인 증가와 국민생활수준 향상에 따른 심야시간대 노동기피 및 전기요금에 상관없이 필요할 때 필요한 만큼 사용하겠다는 국민의식의 변화로 결국은 선진국 부하율 수준인 65% 이하로 떨어진다라는 전제하에 전력계통 측면에서의 여러 가지 대책이 강구되어야 할 것이다.

마. 발전소 계통연결 전압의 고전압화

발전소 단위기 용량 증대 및 설치대수의 지속적인 증가로 345kV 이상의 초고압 계통에 연결되는 발전설비 용량규모가 매년 늘어나 1997년말 현재로 총 발전설비 40,534MW의 70%인 28,186MW가 345kV 계통에 연결되어 있으나, 2001년에 당진화력이 국내 최초로 765kV 계통에 직접 연결되는 등 345kV 이상 초고압계통에 연결되는 발전설비가 지속적으로 늘어나 2010년에는 총 발전설비의 80%인 약 60,000MW 정도가 초고압계통에 연결될 전망이다.

이와 같은 계통연결 전압의 격상화 추세는 필연적으로 345kV 이상 초고압 변전소의 수요를 크게 늘릴 뿐만 아니라 초고압계통의 고장전류를 증대시키는 요인이 될 것이다.

바. 송변전 입지안 가중

국토이용의 한계성 및 자연훼손 등에 대한 주민 반발과 지방자치 단체의 부정적 시각 등으로 송전선로 경과지 및 변전소 부지확보는 날이 갈수록 어려워지고 있어 송변전사업을 추진하는데 소요되는 기간도 점차 길어지고 있다. 또한 기저성 부하 및 중간부하용인 원자력 발전소와 석탄 발전소는 여러 가지 제약으로 수요지역과 멀리 떨어진 곳에 건설될 수밖에 없으며 입지규모도 대형화 추세에 있어 장거리 송전선로로의 대전력 수송을 불가피하게 하고 있다.

이와 같은 송전선로 경과지 확보난 대책으로 지속적인 지중선로 건설확대와 경과지 소요를 최소화 하기 위한 4회선 Tower 건설 및 송전선로의 전선 선종을 가급적 복도체함과 아울러 기존선로 선종의 내열전선 교체 등을 추진하고 있다. 또한 765kV 격상선로를 건설하여 송전능력을 획기적으로 향상시킴과 아울러 초 장기적으로는 FACTS 도입 등에 의한 기존선로의 송전능력을 대폭 향상시켜야 할 것으로 전망된다.

4. 송변전 설비계획 수립방향

가. 공급신뢰도 향상과 경제성의 조화

앞에서도 언급한 바와 같이 산업의 고도정밀화 및 생활수준 향상에 따른 전기품질에 대한 국민의 욕구는 갈수록 증대되고 있어 우리나라 전기품질도 표 5와 같이 선진국 수준으로 향상시킬 계획이나 설비의 적기준공 지원, 막대한 투자비부담 및 경제급전과의 상충성 등을 고

려할 때 전기품질 즉 공급신뢰도를 무한정 향상시키는 데에는 한계가 있다.

특히 향후 전력수요가 아무리 증가하더라도 현재수요의 2배 정도 내외에서 포화될 것으로 전망되는 바, 지난 10년 동안에서와 같은 5~10배씩의 고도성장은 기대하기 어려우므로 과거와 같이 신규설비는 가급적 대응량으로 하여야 한다는 개념은 재고되어야 할 것이다.

따라서 앞으로는 설비투자 효과와 이에 요구되는 투자비용을 조화한, 즉 한계비용 개념에 의한 투자를 고려하여야 할 것이며 이를 위해 계통계획 수립시에도 현재의 결정론적인 설비계획 기준 차원을 벗어나 전력계통의 공급신뢰도의 적정성을 계량적으로 평가하는 기법의 개발에 이어 최종적으로는 운전확률 및 공급지장비를 종합고려한 명실상부한 전력계통의 최적화 기법 개발을 목표로 하고 있다.

나. 송전 전압별 역할분담

2001년부터 국내 최초로 운전에 들어갈 765kV 계통은 4,000MW 이상 대단위 신규전원의 발전출력을 부하 지역까지 장거리 수송하는 역할과 지역간 대규모 전력유통 역할을 담당토록 하며, 765kV 격상계통의 도입에 따라 지역간 대전력 유통을 담당하였던 345kV 계통은 수도권 등 대도시 환상망 구성과 도심지 345kV 변전소 공급선로 역할 및 LNG 복합화력 등 최종규모가 1,000~3,000MW 정도의 신규전원에 대한 계통연결 역할을 하도록 할 계획이다.

154kV 계통은 345kV 계통의 지속적 확충에 따라 그 역할이 점차 축소되어 345kV 변전소 단위의 자체

〈표 5〉 전기품질 실적 및 목표

구 분	1994년	1996년	1998년	2000년	2005년
주파수유지율: $60 \pm 0.1\text{Hz}(\%)$	98.56	99.10	99.10	99.30	*
전압유지율(%)	99.24	99.75	99.90	99.90	99.90
정전시간(분/년·호)	116	31	24	12	7

* 2001년 이후부터는 주파수 유지율 운영에 대한 연구개발 결과 적용

Loop 구성에 의한 지역내 공급신뢰도 향상 및 154kV 배전용 변전소에 대한 공급선로 역할을 담당토록 할 계획이다.

다. 단위 설비당 용통능력 증대

민원을 최소화하기 위한 방안으로 단위 설비당 용통능력을 증대시켜 설비물량을 최소화할 계획이다. 단위설비당 용통능력을 증대시키기 위하여 765kV 송전선에는 ACSR 480mm² 6복도체를, 345kV 송전선에는 ACSR 480mm² 4복도체 사용을 원칙으로 하고 154kV 송전선은 ACSR 410mm² 2복도체 사용을 원칙으로 하되 용통전력이 극히 적은 경우에는 ACSR 330mm² 2복도체 또는 410mm² 단도체를 사용토록 하며 지중송전선인 경우는 초기 회선수에 상관없이 관로는 2,000mm² 3~4회선 이상 규모로 확보하도록 하고 있다.

주변압기의 단위기용량은 765kV 2,000MVA, 345kV 500MVA, 154kV 60MVA로 하고 단위 변전소당 변압기 최종 Bank 수는 종래의 3 Bank에서 4 Bank까지 고려하여 변전소 소요숫자를 최소화하도록 할 계획이다.

라. 지중선로 확대

막대한 설비투자비에도 불구하고 도심지 공급능력 확보 및 전력공급의 신뢰도 향상과 도시환경의 미화 등을 위해 표 6과 같이 설비지중화를 앞으로도 꾸준히 추진할 계획이다.

(표 6) 154kV 지중 T/L 확충계획

구 분	1997년	2000년	2005년	2007년
T/L 공장(C-km)	943	1,397	2,198	2,436
지중화율(%)	6.2	7.9	10.1	10.1

대상지역은 행정중심 간선도로변, 가공선의 설비 유지보수가 곤란한 대도시 중심부이며 기존설비 철거에 의한 지중화와 공급력 증대를 위한 신설구간 등으로 구별하여

추진토록 할 것이다.

한편, 154kV 지중케이블에만 의존하던 수도권 및 대도시 전력공급 용량이 한계에 달함에 따라 앞으로는 도심지 345kV 변전소 연결용 송전선로의 지중화가 확대될 전망이다. 345kV 양주-중부변전소 구간 및 345kV 미금-성동 구간이 국내 최초로 '97년 5월 345kV 지중케이블로 준공된데 이어 345kV 북부산-남부산 구간도 '98년 8월 준공되었다.

마. 향후 불확실성 대비

단위 송변전사업을 추진하는데 소요기간이 점차 길어짐에 따라 충분한 공기확보를 위해 154kV 송변전 설비의 계획기간을 5년에서 10년으로 연장하였고 345kV 이상의 초고압설비 계획기간은 2015년까지 향후 15년 이상을 대상으로 하였으며, 상대적으로 건설여건이 어려운 서울, 부산, 인천, 수원, 대전, 광주, 대구 등 대도시지역 송변전 건설사업의 원활한 추진을 위하여 이들 지역의 한계수요시 송변전 설비계획(대도시 Master Plan)을 수립하여 지하철공사, 도로공사 및 토지개발공사 등 유관기관과 협조하여 전력구 및 변전소부지 사전확보의 기반을 마련할 계획이다.

또한, 변전소는 최종 4 Bank 규모로 부지를 확보하되 장기계획 측면에서는 3 Bank까지만 설치를 고려하고 1 Bank 부지는 인근 사업지연 등에 대비한 긴급사업 추진용으로 활용할 계획이다.

바. 남북한 및 동북아 전력계통 연계 추진

최근 입수한 자료 등에 의한 남북한 전력계통을 비교하면 표 7과 같으며 이 표에서 알 수 있듯이 북한이 현재 설비노후화 및 연료부족에 의한 심각한 전력난에 허덕이고 있어 신포 원자력사업 추진 등 남북한간의 전력분야 협력에 대한 국민 관심이 고조되고 있다.

남북한간의 전력계통연계는 많은 기술적 문제점이 해소되고 정책적인 판단이 선행되어야 하겠지만 북한에 대

〈표 7〉 남·북한 전력계통 비교

구분	남한	북한
총발전설비	'97년 4,100MW	630MW
총발전량	'96년 2054억KWH	213억KWH
	'97년 2244억KWH	145억KWH
송전전압	345/154/66kV	220/110/66kV
배전전압	1차 22.9(22)/6.6kV	20/11/6.6/3.3kV
	2차 220/110V	220/110V

한 전력지원 가능성에 대비하여 휴전선 인근의 154kV 송전계통을 보강중에 있으며 장기적으로는 345kV 송전선에 의한 대규모 전력의 남북한간 전력교류 가능성에도 대비하고 있다.

기타 대북 전력지원 방안으로는 발전용 연료 공급지원이나 노후설비 개선지원 등을 생각할 수 있으며 휴전선 인근 북한지역내에 신규발전소를 공동 건설하는 방안도 고려될 수 있다.

또한, 동북아시아 경제협력의 일환으로 석탄과 Gas가 풍부한 중국이나 러시아 등에 대단위 전원단지를 공동으로 개발하여 765kV 선로 또는 HVDC 송전선으로 우리나라에 전력을 공급하는 방안도 고려해볼 필요가 있을 것이다.

5. 송변전 설비계획 개요

가. 설비확충 기준

765kV 송전선은 이상의 대단위 발전소의 계통연결과 지역간 융통전력규모 및 송전선로 경과지 확보난 등을 종합적으로 고려하여 확충하되 765kV 송전선의 Route 고장은 고려치 않고 있다.

345kV 송전선의 신증설은 Loop 계통에서는 1루트, Radial 계통에서는 1회선 고장시 선로조류가 허용전류를 초과하는 경우나 과도안정도상에 문제가 있는 경우 및 장기적인 측면에서 154kV 송전선보다 345kV 송전선 건설이 유리한 경우 등에 확충토록 하고 있다.

변전소는 변압기 1 Bank 고장시 건전 Bank의 융통

전력이 변압기 정격용량의 100%~120%를 초과할 때 변전소를 신설하거나 변압기를 증설토록 하고 있으며 변전소 최종규모는 4 Bank로 하고 있다.

또한 중량물수송의 어려움 완화와 공급신뢰도 향상을 위하여 신설변전소에 대해서는 초기부터 2 Bank 동시 설치를 고려토록 하고 있다. 154kV 송전선로도 345kV 송전선 신증설기준을 동일하게 적용하되 변전소 부하절체를 고려한 여유를 갖도록 보장하고 있으며 기설 배전선로 말단 전압강하가 심각한 지역에 대해서도 변전소 신설을 고려하고 있다.

또한, 신규 송전선로 건설이 불가능한 곳에 대한 계통보강 방안으로 기존 선로를 STACIR 또는 TACSR 선선으로 교체를 추진토록 하며 100% 지중구간에 대해서는 1개 Switch에 2회선씩 연결하는 복도체 연결방식에서 탈피하여 1개 Switch에 1회선만을 연결하고 회선수를 늘리는 단도체 방식을 선택적으로 채용하여 경제성 및 송전용량 증대효과를 제고하도록 하였다

한편, 신규전원 연결선로는 1루트(2회선)에 의한 계통연결을 원칙으로 하고 최종규모까지의 발전전력을 융통시키는데 지장이 없도록 송전전압 및 도체규모를 정하고 있지만 동일발전소의 전 발전기가 계통에서 탈락시에 계통주파수가 발전기 Trip 기준치 이하로 떨어져 계통불안정이 발생할 경우에는 2루트 이상으로 연결토록 하고 있다.

나. 계획개요

송변전계통의 공급신뢰도 향상과 사업추진 여건 및 투자자원 확보여건 등을 고려하여 제4차 장기 전력수급계획에 따른 2015년까지의 장기 송변전설비 확충 전망을 살펴보면 다음과 같다.

즉, 지역간 융통전력증대, 신규전원의 대단지화 및 송전선로 경과지 확보난에 원활히 대처하기 위한 345kV 이상의 초고압설비의 확충개요는 표 8과 같으며 이 표에서 알 수 있듯이 1998년부터 2010년까지 총 1,666C-km의

〈표 8〉 초고압 송변전설비 확충전망

연 도			1997 (기설)		1998~2000		2001~2005		2006~2010	
			765kV	345kV	765kV	345kV	765kV	345kV	765kV	345kV
송 전	공 장 (C-Km)	가공선로 (누계)	-	6,393 (6,393)	664 (664)	968 (7,361)	280 (944)	1,335 (8,716)	722 (1,666)	334 (9,050)
		지중선로 (누계)	-	49 (49)	-	60 (109)	-	69 (178)	-	129 (307)
		계 (누계)	-	6,442 (6,442)	664 (664)	1,028 (7,470)	520 (1,196)	1,404 (8,894)	722 (1,666)	463 (9,357)
변 전	변전소수 (누계)		-	36 (36)	-	7 (43)	4 (4)	16 (59)	3 (7)	10 (69)
	설비용량 (MVA) (누계)		-	46,009 (46,009)	-	9,000 (55,009)	22,000 (22,000)	15,500 (70,509)	6,000 (28,000)	17,000 (87,509)

765kV 송전선과 28,000 MVA의 765kV 변전설비가 건설될 전망이며 345kV 송변전설비도 지속적으로 확충하여 345kV 송전선은 2010년 총 9,357C-km로 확충되어 1997년말 기설 송전선 6,442 C-km의 1.5배 정도로 늘어나며 345kV 변전설비도 2010년에 총 87,509MVA로서 '97년말 기설설비의 1.9배 정도로 대폭 늘어난다.

또한, 도심지 대전력 공급을 위해 345kV 지중케이블에 의한 345kV 도심지 변전소도 지속적으로 확충하여 2010년까지 총 6개소의 도심지 345kV 변전소가 건설될 전망이다.

한편, '97년말 현재 15,097C-km 송전선과 58,706

MVA의 변전설비가 운전되고 있는 154kV 송변전설비는 향후 전력수요 증가에 맞추어 표 9와 같이 2005년까지 송전선은 21,565C-km로 확충되며, 변전설비는 564개소 91,537MVA로 확충되어 변압기 Loading률이 '97년의 59% 수준에서 55% 수준으로 낮아지며, 특히 서울 등 대도시지역에 총 2,832C-km의 지중케이블을 추가로 건설하여 현재 6.4%인 지중선 점유율이 11% 수준까지 확대될 전망이다.

이와 같이 지속적인 설비확충과 지중송전선 건설 확대로 송변전설비 신규투자비도 대폭 증가하여 총투자비가 2000년까지는 6조원, 2010년까지는 약 23조원 규모가 필요할 것으로 전망된다.

〈표 9〉 154kV 송변전설비 확충전망

연 도			1997(기설)	1998~2000	2001~2005	2006~2010
송 전	공 장 (C-Km)	가공선로 (누계)	14,154 (14,154)	2,167 (16,321)	3,046 (19,367)	2,665 (22,276)
		지중선로 (누계)	943 (943)	454 (1,397)	801 (2,198)	538 (2,736)
		계 (누계)	15,097 (15,097)	2,621 (17,718)	3,847 (21,565)	2,832 (24,397)
변 전	변전소수 (누계)		335 (335)	82 (417)	147 (564)	102 (666)
	설비용량(MVA) (누계)		58,706 (58,706)	12,868 (71,574)	19,963 (91,537)	14,631 (106,168)

다. 765kV 초고압 격상설비 확충

장기전력수급 전망에서 살펴본 바와 같이 발전설비의 60% 이상이 원자력 또는 석탄화력 발전소로 건설될 것이고 이러한 기저성 발전소는 대규모 수요단지인 수도권에 건설하기 어려운 실정이므로 지역별 수급불균형으로 인한 지역간 대전력 융통문제를 필연적으로 발생시키게 된다.

2015년 수도권 부족전력은 약 13,000MW를 초과하게 될 전망이며, 이러한 대규모 부족전력을 345kV 수송체계로 융통한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 반면 765kV 격상선로를 도입한다면 2030년대 전력수요가 포화된 수준을 고려해도 765kV 송전선 3루트의 추가만으로 상기전력의 융통이 가능하여 송전선로 수를 대폭 줄일 수 있다. 따라서, 투자비 절감 및 국토의 효율적 이용을 위해 765kV 송전전압의 도입을 추진하게 된 것이다.

현재 추진중인 765kV 송전선로는 중부지역 석탄화력단지인 당진화력에서 신서산변전소를 거쳐 신안성변전소간 총 구간 180km를 1999년까지 준공하고 동해안의 울진 3.4호기 준공에 따라 울진-의정부간 총 260km 구간중 신태백-신가평간 160km를 765kV 선로로, 나머지 100km 구간을 345kV 선로로 1999년까지 준공할 계획이다.

상기 두 구간은 765kV 선로로 건설하지만 초기에는 융통전력이 소규모임을 고려하여 345kV로 운전하다가 당진-신서산-신안성 T/L은 2001년에, 신태백-신가평 T/L은 2003년에 각각 765kV로 운전하여 변전투자비의 투자시기를 늦추도록 하였다.

또한 고리 인근에 1300MW급 차세대 원전을 비롯한 5,000MW 정도의 신규원전이 추가될 전망임에 따라 고리와 수도권간에 765kV T/L도 발전소 준공시기에 맞추어 건설토록 할 계획이다.

라. 계통특성 개선설비 설치

제주도계통의 공급신뢰도 향상과 발전원가 절감을 위하여 추진된 제주-육지간 직류송전선(180kV×101km

×2회선)이 1997년말, 국내 전력계통에 최초로 병입되어 운전중에 있으며 전원지역으로부터 비교적 원거리에 위치하여 전압붕괴 가능성 문제까지를 안고 있는 대구지역 저전압문제를 해소하기 위하여 345kV 서대구변전소 345kV모선에 전압응동 특성이 우수한 100MVA 규모의 SVC가 역시 국내 전력계통에 최초로 '99년부터 운전될 예정이다.

또한 지속적인 고장전류 증가에 대하여, 차단기 규격을 상향조정하거나 모선분리 및 발전소 Step-up 변압기의 임피던스를 올리는 방안 등으로 대처하고 있으나 이와 아울러 신설되는 345kV 변전소도 현재의 10%보다 높은 고임피던스 변압기 사용이나 발변전소 모션간에 직렬리액터 설치도 검토중에 있다.

장기적으로 보면 전력수요 성장률의 둔화 및 송전선로 경과지 확보난에 대비하여 FACTS에 의한 계통특성 개선과 공급능력 증대에 심혈을 기울여야 할 것으로 본다.

6. 맺음말

지금까지 살펴본 바와 같이 우리나라 전력계통은 급격한 성장에 따른 고장전류의 급증 및 설비구조의 취약 외에도 최근에는 투자재원 부족문제까지 겹쳐 많은 문제점을 내포하고 있다. 또한 전력설비에 대한 지역주민의 부정적 시각과 정전사고 피해보상 요구 등 전기품질에 대한 국민욕구 증대 및 막대한 투자비 부담은 향후 전력사업의 원활한 발전을 더욱 어렵게 하고 있다.

이와 같이 어려운 여건에 효율적으로 대처하기 위해서는 향후 20~30년 이후까지를 충분히 감안한 송변전설비계획이 수립되어야 하겠으며, 계획대로 적기에 사업이 추진될 수 있도록 소요투자비의 적기확보 및 공기준수가 되어야 하며 전력계통 기술 수준의 획기적 향상이 요구되고 있다. 따라서 전력계통 분야에 종사하는 산학연간의 긴밀한 협조와 역할이 그 어느때보다 절실히 요청된다고 볼 수 있다.