우리나라 전력계통 확충계획

부장 황종영, 과장 허 연*
한국전력공사 계통계획실 계통계획팀

Expansion Plan of Power Grid in Korea

HWANG, JONG YOUNG, HUH YOUN *
Transmission System Planning Team Power Grid Planning Office , KEPCO

1. 서 론

본격적인 전력사업 확장을 시작한 1961년 이후 고도 성장을 지속해 오던 우리나라 전력수요가 1998년 IMF 환란에 의한 경기침체로 초유의 마이너스 성장률을 기록하였으나, 장기적으로 볼때 포화시기의 전력수요는 현재보다 2배 정도 증가될 것으로 전망된다.

이와 같이 전력수요 성장 잠재력은 선진국에 비하여 월등하여 지속적으로 설비를 확충해야 함에도 불구하고 전력설비에 대한 환경단체 및 지역주민의 부정적인 시각 팽배, 경과지 확보난 등 전력설비 건설여건은 이미 한계수요에 도달한 선진국 수준과 같아 설비확충에 많은 어려움이 예상된다.

더욱이 금년에 전력산업 구조가 개편되어 전력시장 경쟁체계로 전환됨에 따라 발전소 건설계획 불확실성 증가로 미래의 전력계통 구성계획 수립이 용이하지 않으며, 전력계통의 기술적 특성도 대형화, 복잡화됨에 따라 점증적으로 악화될 전망이다.

따라서, 전력계통 분야에 관계하는 학계, 산업계의 여러 전문가들 간의 이해증진과 상호협력을 통한 국내 전력산업의 원활한 발전을 위하여 우리나라 전력계통의 장기전망과 문제점 및 향후 나아갈 방향 등에 대하여 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 과거실적 및 현황

전력계통은 생활수준의 향상과 산업의 고도화에 따른 고객의 요구에 부응하여 양과 질적인 면에 비약적인 확충과 개선이 이루어졌다.

즉, 1970연대 중반까지만 하여도 154kV 계통에 의지하여 오던 지역간 전력융통은 1976년 345kV 초고압송전선이 국내최초로 운전개시된 이래, 2000년 말까지 총 7,281 C-km의 345kV 송전선이 전국 및 수도권 환상망을 이루게 됨으로써 공급신뢰도 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 운전 개시하였다. 또한 1997년에는 제주지역의 발전원가 절감에 의한 경영수지 적자 해소를 위하여 제주-육지간 HVDC 전력 계통연계 사업이 준공되었다.

(표-1) 송배전 설비의 변천 추이

구 분		'61	'70	'75	'80	'85	'90	'95	2000
송전설비 (C-km)	765kV								595
	345kV				2,044	3,669	4,935	5,952	7,281
	154kV	606	1,590	2,050	6,062	8,072	10,609	13,530	16,747
	66kV	1,778	2,913	3,498	4,484	4,498	3,877	3,192	1,727
	22kV	2,854	2,812	1,057	95	24	11	-	232
	계	5,237	7,316	6,605	12,686	16,263	17,101	22,674	26,582
변전설비 (MVA)	345kV				6,333	13,503	21,171	36,507	53,116
	154kV	373	1,803	4,013	9,789	16,451	27,632	47,059	70,820
	66kV	519	1,084	1,852	2,213	2,373	2,251	1,939	1,441
	22kV	317	537	889	773	586	631	456	257
	계	1,209	3,424	6,754	19,108	32,913	51,685	85,961	125,634
배전설비	배전선 (km)	9,171	21,002	67,365	122,919	168,043	231,263	298,000	336,694
	변압기 (MVA)	694	1,347	3,165	6,774	10,731	18,223	33,677	41,550

주) 1. 2000년 송전설비의 22kV 수치는 제주-육지간 HVDC 180kV임
2. 1997년부터 변전설비는 Bank 단위 기준이며 예비용 주 변압기는 통계에서 제외

과거 30여년간 송배전설비의 변천추이를 보면 (표-1)에서 알 수 있듯이 지난 30 여년간 345kV 및 154kV 송변전설비와 22.9kV 배전설비는 꾸준히 증가되어 온 반면 66kV 및 22kV 송전설비와 6.6kV 및 3.3kV 배전설비는 그 확장이 억제되어져 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 큰 기여를 하였다.

2.2 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 97년말부터 시작된 IMF 체제 및 하계 저온현상의 영향으로 98년에는 최대전력 8%, 전력판매량 약 3.7% 정도의 마이너스 성장을 나타냈다. 이는 본격적인 전력사업이 시작된 1961년 이후 처음있는 일이다.

그럼에도 불구하고 우리나라의 전력수요 성장 잠재력은 어느 선진국보다 높아 2000. 1월 수립한 제5차 장기 전력수급계획 의한 우리나라 최대전력 수요는 (표-2)에서 알 수 있는 바와 같이 2000년 에 41,007MW를 기록하였고, 2010년에 60,718 MW로 늘어날 것으로 전망되며 2020 ~ 2030년에는 약 80,000MW 정도로 늘어나 현 선진국의 1인당 전기사용량을 초과하는 수준에서 포화될 것으로 전망된다.

이와같은 전력수요 성장추세에 발맞추어 발전소 시설용량도 매년 크게 늘어나 2010년의 총 발전설비가 74,611MW로 현 수준의 1.5배에 정도로 늘어날 것으로 전망된다.

2.3 향후 계통특성 전망

2.3.1 계통규모의 대형화

우리나라 전력계통 규모는 345kV계통 운전초기인 1976년에 발전설비가 480만kW에 불과하였으나 2000년에 약 5,000만kW로서 불과 25년만에 10배 이상으로 성장하였으며 앞으로 30년 후의 발전설비는 90,000MW을 수준으로 대형화될 것으로 전망된다.

이와같은 전체 계통규모의 대형화에 따라 1969년 250MW에 불과하던 발전소 최대단위기 용량이 현재에는 기력인 경우 560MW, 원자력은 1,000MW 규모로 커졌으며, 4년후에는 800MW 규모의 석탄화력이 계통에 병입되고 2010년에는 1,400MW 규모의 차세대 원전이 계통에 병입될 계획이다

또한, 동일 발전소에 건설되는 발전기 대수도 크게 늘어나 80년대초 1,000MW 수준이던 발전소 설비용량 규모가 현재 3,000MW 이상인 발전소도 고리, 영광, 울진, 삼천포, 보령, 서인천, 울산 등 7개소나 되고, 향후에는 10,000MW 규모의 대단위 발전단지도

(표-2) 장기 전력수급 전망 단위:MW

년 도	최대수요	발전 설비용량				
		수력	원자력	석탄	Oil및LNG	합계
1997	35,851	3,115	10,316	10,200	17,411	41,042
1998	32,996	3,131	12,016	11,331	16,928	43,406
1999	37,293	3,148	13,716	13,031	17,084	46,978
2000	41,007	3,148	13,716	14,031	18,155	49,050
2005	51,658	4,404	17,716	18,165	21,330	61,614
2010	60,718	6,324	22,529	20,565	25,193	74,611

주) '97~2000년은 실적이며 모든 발전설비용량은 년말 기준 용량임

(표 3) 고장전류 전망 단위:kA

구 분	2000년		2005년		2010년	
	평 균	초과모선수	평 균	초과모선수	평 균	초과모선수
345kV 모선	30	-	33	33 (35%)	37	54 (47%)
154kV 모선	23	8 (2%)	30	149 (22%)	36	275 (34%)

주) 1. ( )내는 고장전류 초과모선(345kV는 40kA, 154kV는 50kA이상) 점유율(%)
2. 위 통계는 2000년 이후 고장전류 저감대책을 미 반영할 때의 계산결과임

생겨날 것으로 전망되며 계통 전압도 2002년부터는 765kV 초 초고압 운전대로 접어들게 된다.

또한 송전선로의 선종도 복도체화 및 내열전선화로 단위 선로당 융통전력 능력을 극대화하고 있다.

이와 같이 계통규모의 증대 및 복잡화는 필연적으로 전력계통의 안전성에 장애요인으로 작용하여 대형사고 가능성을 내포할 것으로 예상된다.

2.3.2 계통 고장전류 증대

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

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

즉, 2010년에는 전체 변전소중 345kV변전소는 35%, 154kV변전소는 22%가 각각 40kA 및 50kA를 초과하고 있으며 2010년이후에는 345kV 모선의 평균 고장전류가 차단기규격치인 40kA에 육박할것으로 전망된다. 지역적으로 살펴보면 경인 및 영남지역

의 변전소 모선 고장전류가 차단기 정격를 초과하는 개소가 집중되고 있다.

고장전류 억제대책으로는 발전소의 Step-Up 변압기의 임피던스를 최대 18%까지 올리도록 하였으며, 향후 신설되는 345kV 변압기에 대해서도 고임피던스 변압기의 설치여부를 검토 중에 있다.

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

초장기적으로는 선로용량은 충분하나 계통조류가 적은 개소에 AC-DC-AC의 Back-to-Back 변환설비 설치 또는 공급신뢰도상 계통분리가 곤란한 개소에의 한류리액터 설치 등도 검토 할 계획에 있다.

2.3.3 계통전압 유지여건 악화

최근 정밀기기의 보급확대로 규정전압 유지등 고품질 전력공급에 대한 국민욕구가 날이 갈수록 증대하고 있음에도 불구하고 중부하시에는 저역률 냉방설비등 악성부하 증가에 따라 대도시 계통의 전압강하 현상이 나타나고 있는 반면, 경부하시에는 지중케이블 및 초고압 송전선의 지속적인 증가에 따른 계통전압의 과도한 상승이 우려되고 있다.

특히, 96년 양주-당인리간 345kV 지중Cable 이 국내 최초로 운전되면서 2010년 까지 총 254C-㎞의 345kV 지중케이블이 운전될 계획이고 765kV 송전선로도 2002년 신서산-신안성T/L 운전을 시작으로 2010년까지 총 1,193C-㎞가 운전됨에 따른 선로 충전용량의 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 적기 건설은 물론, 계통전압 유지를 위한 제반대책이 적극적으로 강구되어야 한다.

저전압 대책으로 지속적인 SC 설치와 아울러 신규발전소가 가급적 저전압 지역에 건설되도록 유도하며 응동특성이 탁월한 SVC 설치를 검토하고 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 분로리액타를 설치할 계획이다.

2.3.4 계통부하율 저하

(표-4)에서 알수있듯이 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.

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 하계 심야부하의 창출과 양수전원의 지속적 개발 등이 요구된다.

장기 전력수급계획상에는 수요관리 등 부하율저하 억제정책의 적극적 추진으로 2015년까지도 년 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 떨어진다는 전제하에 전력계통 측면에서의 여러가지 대책이 강구되어야 할 것이다.

2.3.5 발전소 계통연결 전압의 고전압화

발전소 단위기 용량 증대 및 설치대수의 지속적인 증가로 345kV 이상의 초고압 계통에 연결되는 발전설비

용량규모가 매년 늘어나 1999년말 현재에는 총 발전설비 44,427MW 의 73%인 32,686MW 가 345kV 계통에 연결되어 있으나, 2002년에 당진화력이 국내 최초로 765kV 계통에 직접 연결되는 등 345kV 이상 초고압계통에 연결되는 발전설비가 지속적으로 늘어나 2010년에는 총 발전설비의 78% 인 약 55,500MW 정도가 초고압계통에 연결될 계획이고, 이후에도 이러한 추세가 지속될 전망이다.

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

2.3.6 송변전 입지난 가중

국토이용의 한계성 및 자연훼손 등에 대한 주민 반발과 지방자치 단체의 부정적 시각 등으로 송전
선로 경과지 및 변전소 부지확보는 날이 갈수록 어려워지고 있어 송변전사업을 추진하는데 소요되는 기간도 점차 길어지고 있다. 또한 기저성 부
하 및 중간부하용인 원자력 발전소와 석탄 발전소는 여러가지 제약으로 수요지역과 멀리 떨어진 곳에 건설될 수밖에 없으며 입지규모도 대형화 추세에 있어 장거리 송전선로로의 대전력 수송이 불가피한 실정이다.

이와같은 송전선로 경과지 확보난 대책으로 지속적인 지중선로 건설확대 및 환경조화 철탑 건설과 경과지 소요를 최소화하기 위한 4회선 Tower 건설 및 송전선로의 전선 선종을 가급적 복도체함과 아울러 기존선로 선종의 내열전선 교체를 추진하고 있다. 또한 765kV 격상선로를 건설하여 송전능력을 획기적으로 향상시킴과 아울러 초 장기적으로는 전력조류 제어설비 도입 등에 의한 기존선로의 송전능력을 대폭 향상 시켜야 할 것으로 여겨진다.

2.4 송변전 설비계획 수립방향

2.4.1 공급신뢰도 향상과 경제성의 조화

앞에서도 언급한 바와 같이 산업의 고도정밀화 및 생활수준 향상에 따른 전기품질에 대한 국민의 욕구는 갈수록 증대되고 있어 우리나라 전기품질도 선진국 수준으로 향상시킬 계획이나 설비의 적기준공 지연, 막대한 투자비부담을 고려할 때 전기품질 즉 공급신뢰도를 무한정 향상시키는 데에는 한계가 있다.

특히 향후 전력수요는 현재수요의 2배를 약간 상회하는 수준에서 포화될 것으로 전망되는 바, 종래 10년 사이에 5-10배씩의 고도성장은 기대하기 어려운 입장으로서 과거와 같이 신규설비는 가급적 대용량으로 하여야 한다는 개념은 재고되어야 할 것이다.

또한, 2001년부터 전력산업 구조개편에 따른 시장경제 체제로 전환됨으로서 경제논리가 더욱 강조될 전망이다.

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 종합 고려한 명실상부한 전력계통의 최적화 기법 개발을 목표로 하고 있다.

2.4.2 송전 전압별 역할분담

2002년부터 국내 최초로 운전에 들어갈 765kV 계통은 4,000MW 이상 대단위 신규전원의 발전출력을 부하지역까지 장거리 수송하는 역할과 수도권 배후 대전력 공급원 역할을 담당토록 하며, 765kV 격상계통의 도입에 따라 지역간 대전력 융통을 담당하였던 345kV 계통은 지역간 간선계통 연계 및 수도권등 대도시 환상망 구성과 도심지 345kV 변전소 공급선로 역할 및 LNG 복합화력등 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 Loop 구성에 의한 지역내 공급신뢰도 향상 및 154kV 배전용 변전소에 대한 공급선로 역할을 담당토록 할 계획이다. 또한 66kV 및 22kV 계통은 점증적으로 승압 및 배전선로로 전환하여 향후 전압계층을 765kV-345kV-154kV-22.9kV 체계로 구축할 계획이다.

2.4.3 단위 설비당 적정 융통능력 확보

민원을 최소화하기 위한 방안으로 단위 설비당 융통능력을 증대시켜 설비물량을 최소화할 계획이다. 단위 설비당 융통능력을 증대시키기 위하여 765kV 송전선에는 ACSR 480㎟ 6복도체를, 345kV 송전선에는 ACSR 480㎟ 4복도체 사용을 원칙으로 154kV 송전

(표-4) 국내외 부하율 비교

한 국			일 본	대 만	미 국	영 국
97년	98년	99년	98년	98년	97년	97년
72%	74%	73%	58%	68%	61%	65%

선은 ACSR 410㎟ 2복도체 사용을 원칙으로, 하되 융통전력이 적은 경우에는 ACSR 330㎟ 또는 410㎟ 단도체를 사용토록 하며 지중송전선인 경우는 초기 회선수에 상관없이 관로는 2,000㎟ 3~4회선 이상 규모로 확보토록 하고 있다.

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

2.4.4 지중선로 확대

막대한 설비투자비에도 불구하고 도심지 공급능력 확보 및 전력공급의 신뢰도 향상과 도시환경의 미화를 위해 (표-5)와 같이 송전선로 지중화를 앞으로도 꾸준히 추진할 계획이다.

대상지역은 행정중심 간선도로변, 가공선의 설비 유지보수가 곤란한 대도시 중심부로써 기존설비 철거에 의한 지중화와 공급력 증대를 위한 신설구간 등으로 구별하여 추진토록 할 것이다.

한편, 154kV 지중 케이블에만 의존하던 수도권 및 대도시 전력공급 용량이 한계에 달함에 따라 도심 내부에 345kV 변전소를 건설하고 지중 송전선로로 연결하는 방식이 확대할 전망이며 345kV 양주-중부변전소 구간 및 345kV 미금-성동 구간을 국내 최초로 '97년 5월 345kV 지중케이블로 연결한데 이어 현재 345kV 북부산-남부산 구간도 '98년 8월 준공하여 운전 중에 있다.

2.4.5 향후 불확실성 대비

단위 송변전사업을 추진하는데 소요기간이 점차 길어짐에 따라 충분한 공기확보를 위해 154kV 송변전 설비의 계획기간을 5년에서 10년으로 연장하였고 345kV 이상의 초고압설비는 2010년 이후 까지의 일부 사업도 반영하며, 상대적으로 건설여건이 어려운 서울, 부산, 인천, 수원, 대전, 광주, 대구등 대도시지역 송변전 건설사업의 원활한 추진을 위하여 이들 지역의 한계 수요시 송변전 설비계획(대도시 MasterPlan)을 수립하여 지하철공사, 도로공사 및 토지개발공사등 유관기관과 협조하여 전력구 및 변전소부지를 사전에 확보할 수 있는 기반을 마련할 계획이다.

또한, 변전소는 최종 4Bank 규모로 부지를 확보하되 장기계획 측면에서는 3Bank 까지만 설치를 고려하고 1Bank 는 계획사업 지연, 수요급증 등에 대비한 긴급공급설비용으로 활용할 계획이다.

2.5 송변전 설비계획 개요

2.5.1 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. 또한 융통전력이 적은 수도권 765kV 변전소간 연계송전선로는 경제적인 측면을 고려하여 1회선 Tower로 건설할 계획이다.

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. 154kV 송전선로는 345kV 송전선 신증설 기준과 유사하게 적용하되 345kV 변전소간 부하절체를 고려한 여유를 갖도록 보강하고 있으며 변전소는 변압기 1Bank 고장시 건전 Bank의 융통전력이 변압기 정격용량의 100%~120%를 초과할 때 변전소를 신설하거나 변압기를 증설토록 하고 있으며 변전소 최종규모는 4Bank로 하고 있다.

또한 중량물 수송의 어려움 완화와 공급신뢰도 향상을 위하여 신설변전소에 대해서는 초기부터 2Bank 동시 설치를 고려토록 하고 있다. 154kV 변전소는 기설 배전선로 말단 전압강하가 심한 지역 및 신도시, 신규공단 개발지역에 대해서도 변전소 신설을 고려하고 있다.

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

또한, 신규 송전선로 건설이 불가능한 곳에 대한 계통보강 방안으로 기존전선을 STACIR 또는 TACSR 전선으로 교체를 추진토록하며 100% 지중구간에 대해서는 1개 Switch 에 2회선씩 연결하는 복도체 연결방식에서 탈피하여 1개 Switch 에 1회선만을 연결하고 회선수를 늘리는 단도체 방식을 선택적으로 채용하

(표-5) 154kV 지중 T/L 확충계획

구 분	1997년	2000년	2005년	2010년
T/L 긍장(C-km)	943	1,299	2,207	2,599
지중화율(%)	6.2	7.8	10.8	11.6

여 경제성 및 송전용량 증대효과를 제고하도록 하였다

한편, 전력산업 구조개편이후 적용할 송변전설비 확충 기준은 전력설비 고장시 발생되는 공급지장비용과 투자비 부담에 대한 사회적 공감대를 바탕으로 한 새로운 기준으로 재정립되어야 할 것이다.

2.5.2 계획개요

송변전계통의 공급신뢰도 향상과 사업추진 여건 및 투자재원 확보여건 등을 고려하여 제5차 장기 전력수급계획을 근간으로 수립된 2010년까지의 장기 송변전설비 확충 전망을 살펴보면 다음과 같다.

즉, 지역간 융통전력증대, 신규전원의 대 단지화 및 송전선로 경과지 확보난에 원활히 대처하기 위한 345kV이상의 초고압설비의 확충개요는 (표-6)에서 알 수 있듯이 2010년까지 총 1,193 C-km의 765kV 송전선과 28,000 MVA의 765kV 변전설비가 건설될 전망이며 345kV 송변전설비도 지속적으로 확충하여 345kV 송전선은 2010년 총 8,944 C-km 로 확충되어 2000년말 기설 송전선 7,281 C-km의 1.2배 정도로 늘어나며 345kV 변전설비도 2010년에 총 80,510 MVA 로서 97년말 기설설비의 1.5배 정도로 대폭 늘어난다.

또한, 도심지 대전력 공급을 위해 345kV 지중 케이블에 의한 345kV 도심지 변전소도 지속적으로 확충하여 2010년 까지 총 6개소의 도심지 345kV 변전소가 건설될 전망이다.

한편, 2000년말 현재 16,747 C-㎞ 송전선과 70,820MVA의 변전설비가 운전되고 있는 154kV 송변전설비는 향후 전력수요 증가에 맞추어(표-7)와 같이 2005년까지 송전선은 20,475 C-㎞로 확충되고, 변전설비는 531 개소 91,713 MVA로 확충되며, 특히 서울 등 대도시지역에 총 2,599 C-㎞의 지중케이블이 확보되어 현재 7.8%인 지중선 점유율이 11.6% 수준까지 확대될 전망이다.

이와 같이 지속적인 설비확충과 지중송전선 건설 확대로 송변전설비 신규투자비도 대폭 증가하여 순수 신규건설에 소요되는 투자비가 2005년까지는 7.5조원, 2010년까지는 약 12조원 규모가 필요할 것으로 전망된다. 또한, 설비 보강, 증설에 소요되는 투자비는 연간 4~5천억원 정도가 예상되며, 설비건설 및 운영에 따른 선하지보상 등 부대비용의 대폭적인 증가가 예상

(표-6) 초고압 송변전설비 확충전망

년 도			2000 (기설)		2001~2005		2006~2010	
			765 kV	345 kV	765 kV	345 kV	765 kV	345 kV
송전	긍장 〔C-Km〕	가공선로 (누계)	595	7,188 (7,188)	179 (774)	950 (8,138)	419 (1,193)	552 (8,690)
		지중선로 (누계)	-	93 (93)	-	138 (231)	-	23 (254)
		계 (누계)	595	7,281 (7,281)	179 (774)	1,088 (8,369)	419 (1,193)	575 (8,944)
변전	변전소수 (누계)		-	44 (44)	4 (4)	10 (54)	2 (6)	4 (58)
	설비용량 〔MVA〕 (누계)		-	55,010 (55,010)	20,000 (20,000)	18,000 (73,010)	8,000 (28,000)	7,500 (80,510)

(표-7) 154kV 송변전설비 확충전망

년 도			2000(기설)	2001~2005	2006~2010
송전	긍 장 〔C-Km〕	가공선로 (누계))	15,448 (15,448)	2,820 (18,268)	1,586 (19,854)
		지중선로 (누계)	1,299 (1,299)	908 (2,207)	392 (2,599)
		계 (누계)	16,747 (16,747)	3,728 (20,475)	1,978 (22,453)
변전	변전소수 (누계)		399 (399)	132 (531)	89 (620)
	설비용량〔MVA〕 (누계)		70,820 (70,820)	20,893 (91,713)	14,800 (106,513)

되는 등 송변전사업에 많은 투자가 요구될 전망이다.

2.5.3 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 대전력수송 문제를 필연적으로 발생시키게 된다.

2010년 수도권 부족전력은 12,000 MW를 초과하게 될 전망이며, 이러한 대규모 부족전력을 345kV 수송체계로 융통한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 반면 765kV 격상선로를 도입한다면 2030년대 전력수요가 포화된 수준을 고려해도 765kV 송전선 3루트의 건설만으로 상기전력의 융통이 가능하여 송전선로 수를 대폭 줄일 수 있다. 따라서, 투자비 절감 및 국토의 효율적 이용을 위해 765kV 송전전압의 도입을 추진하게 된 것이다.

765kV 송전선로 1단계 사업인 중부지역 석탄화력단지(당진화력)에서 신서산변전소를 거쳐 신안성변전소간 총 긍장 180㎞ 및 동해안의 울진 3,4호기 준공에 따라 울진-의정부간 총 260㎞ 구간중 신태백-신가평간 160㎞을 765kV 선로로, 나머지 100㎞ 구간을 345kV 선로로 2000년에 준공하였으며, 이 송전선로는 765kV 선로로 건설하지만, 초기에는 융통전력이 소규모임을 고려하여 345kV로 운전하다가 당진화력-신서산-신안성 송전선로는 2002년에, 신태백-신가평 송전선로는 2004년에 각각 765kV로 운전하여 변전 투자비의 투자시기를 늦추도록 하였다.

또한 고리 인근에 1400MW급 차세대 원전을 비롯한 7,000MW 정도의 신규원전이 추가될 전망임에 따라 고리와 수도권간에 765kV 송전선로도 발전소 준공시기에 맞추어 건설토록 할 계획이다.

2.5.4 계통특성 개선설비 설치

제주도계통의 공급신뢰도 향상과 발전원가 절감을 위하여 추진된 제주-육지간 직류송전선 (180kV X 101km x 2회선)이 1997년에 국내 전력계통에 최초로 병입되어 운전중에 있으며, 전원지역으로부터 비교적 원거리에 위치하여 있는 대구지역 무효전력 수급불균형 문제를 해소하기 위하여 345kV 서대구변전소 345kV모선에 전압응동 특성이 우수한 100MVA 규모의 SVC가 역시 국내 전력계통에 최초로 99년부터 운전 중에 있다.

또한, "FACTS 계통운용 기술개발 연구" 일환으로 전남 강진지역 154kV 계통에 80MVA 규모의 Pilot Plant 설비를 2002년에 최초로 설치, 운용할 계획이고, 지속적인 고장전류 증가에 대해서는 차단기 규격을 상향조정하거나 모선분리 및 발전소 Step-Up 변압기의 고 임피이던스 채택 방안이외에 향후 신설되는 345kV 변전소에 현재의 10% 보다 높은 고 임피던스 변압기 적용여부와 발변전소 모선간에 직렬리액터 설치를 검토 중에 있다.

3. 결 론

지금까지 살펴본 바와 같이 우리나라 전력계통은 지속적인 설비확충이 필요하나, 설비구조의 복잡, 대형화에 따른 고장전류의 급증 등 기술적 특성 악화이외에도 전력설비에 대한 지역주민의 부정적 시각과 이용가능한 경과지 축소에 따른 송변전 설비건설의 한계도달, 정전사고 피해보상 및 송변전설비 건설·운영에 따른 선하지 보상비 등의 급증으로 막대한 투자비용 증가가 예상되며, 전력산업이 과거 독점, 계획경제 체제에서 개편되어 많은 전기사업자가 전력시장에 참여하는 자유 경쟁체제로 전환됨에 따라 발전소 건설입지 불확실성, 송변전설비 투자재원의 적기 확보 불확실성 증가로 장기적인 측면에서의 우리나라 전력계통 비전을 제시해야할 계통계획 수립여건은 매우 어려워질 전망이다.

이와같이 어려운 여건에 효율적으로 대처하기 위해서는 향후20~30년 이후까지를 충분히 감안한 송변전설비계획을 제시하고, 설비확충의 필요성에 대한 국민적 공감대 형성에 많은 노력을 해야하며, 적절한 송전망 이용요금 등을 통한 송변전설비 투자재원의 적기 확보로 전력계통이 원활히 확충될 수 있도록 하여야 하겠으며, 향후 전력계통 특성변화에 대한 많은 연구와 더불어 기술 수준을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방안이 모색되어야 하겠다. 따라서 전력계통 분야에 종사하는 산·학·연간의 긴밀한 협조와 역할이 그 어느 때보다 절실히 요청된다고 볼 수 있다.