

배전설비의 환경조화방안

이 재 관 김 상 율
한국전력공사 전남지사

A plan to harmonize the equipments of power distribution with its environment

Jae-gwan Lee, Sang-yul Kim
Chonnam branch office, Korea Electric Power Corporation

Abstract -For 21th Century, the assignment of power distribution will be the expansion of equipments to supply electric power and harmony with its environment, in process of approving value consciousness of land, space, and the preservation of surroundings. This paper proposes a plan to match with the requirement about equipments, having ability to supply electric power, being harmonized itself with its surroundings by applying a general concept of 'Amenity' when we choose an established form of power distribution.

1. 서 론

근간에 이르러 토지나 공간에 대한 가치인식이 변화됨에 따라 배전설비의 사유지 이용은 거의 불가능하게 되었고, 도로에 접하여 설치된 전주나 지중설비도 미관저해, 통행불편을 들어 지장설비로서 이설요구가 날로 증가하고 있다.

한편 소비성향과 전기를 이용한 소득증대사업은 확산되고 공장 생산라인의 기계화-자동화가 촉진됨에 따라 전력수요가 매년 10% 이상 성장추세에 있어 이에 대응하는 공급설비의 확충도 심각한 난제이다. 또한 자연환경의 보전에 대한 국민적 의식이 고조되고 있어 각종 시설물에 대하여 환경친화 요구가 갈수록 증대될 전망이다.

이와같이 배전설비에 대한 인식과 주변환경이 변화하고 있고, 입지적 요건이 불리해지고 있는 마당에 기능과 안전도만을 고려한 배전설비를 고집할 수는 없는 것이며, 국민적인 이해와 공익성을 갖는 공공설비로서 공급능력의 확보와 함께 환경과 조화를 이루는 설비로 전환하는 방안을 서둘러야 할 것이다.

2. 배전에 영향을 주는 사회적 배경

2.1 도시의 과밀화와 신도시개발

21C 도시의 형태는 한정된 토지의 이용율을 높이는 방향으로 도시의 과밀화와 유동인구에 대한 대책으로 위성도시나 신시가지 등 대규모 도시계획이 양면적으로 추진될 것임에 따라 전력공급설비도 대응체제를 갖추어야 한다. [표1]은 현재 대비 10년후 우리나라의 전력수요가 2.5배, 공급설비는 1.6배로 늘어날 전망임을 나타낸다.

[표1] 전력수요 와 배전설비 전망

년 도	'97	2001	2007
전력수요(Mw)	35,850	51,540	88,844
설비공장(Km)	326,506	392,353	516,842

2.2 전기에 대한 품질인식 변화

전기냉난방시설의 대중화와 축양 재배, 냉동 저장 등 수익사업의 에너지원으로 사용되면서 전기에 대한 가치인식이 필수적인 요소로 바뀌고, 정보통신의 고도화와 지적재산권의식, 산업기술의 정보화와 생산시설의 자동화가 전기의 품질수준의 향상을 요구한다.

2.3 환경의 쾌적화지향

도시 인구의 밀집화와 더불어 도시산업화가 확산됨에 따라 환경훼손의 심화로 환경보전에 대한 기업들의 책임이 강조되고 국민들의 환경에 대한 관심이 높아지면서 쾌적한 환경조성을 지향하는 추세로서 환경보존 또는 환경과의 조화를 저해하는 시설에 대하여 규제가 강화되고 있다.

3. 배전설비의 과제

3.1 공급능력의 확보

전력수요가 증가하면 공급설비의 확충을 위한 회선증설이 필요하다. 우리나라에서 현재의 배전방식(기준용량:10,000KVA)을 적용한 회선전망은, [표2]와 같이 2007년까지 4,465회선이나 증설해야 하고 1)대용량배전방식을 적용한다 해도 2,977회선이 필요하다.

[표2] 회선증설현황과 전망

년도별	'97	2001	2007
회선수	4,719	6,154	9,184
증가율(%)	7.8	6.9	6.9

3.2 환경조화설비의 구성

3.2.1 설비의 개념변화

전력사업은 공익사업으로서 쾌적한 환경조성을 위한 역할을 선도해 나가야 한다. 배전설비에 대한 개념도 전력공급의 기능과 환경보전 내지 환경조성적 측면을 겸한 [표3]과 같은 설비개념으로 변화하지 않으면 안된다.

[표3] 배전설비의 개념변화

구 분	현 재	장 래
구성 개념	전력공급수단으로서 경 제성과 안전성을 중시	미관과 환경조화를 겸 비한 사회적 공유시설
설비 이미지	미관저해, 불편하고 위험한 시설물	미려하고 친근감있는 시설물
구성 형태	대형, 노출형태, 투박 하고 복잡함	Slim화, 내장화, 부드럽고 단순함

1) 대용량배전방식:회선의 기준용량이 15,000KVA인 배전방식

3.2.2 환경조화 형태

(1) 지중화

전력수요의 밀도가 높은 지역일수록 저압선과 인입선이 복잡하고, 협소한 도로에서 전주의 돌출이 공중의 통행에 장애가 되며, 화재시 소방차량의 통행에 지장을 주고 있어 환경개선방안으로서 지중화가 필요하다.

(2) 단순화 및 공용화

도시 이면도로의 건축물과의 이격미달개소나 공원, 사찰 등 자연보호지역에서 수목접촉에 대한 대책으로 수평장주에서 수직장주로 장주형태를 개선하거나, 전선을 캐이블로 대체하여 단순화하고, 가로등과 각종 안내표지 기타 각개의 지지물을 필요로 하는 도로시설을 공용화 하도록 한다

(3) 환경조화

직선형 전주로는 이격유지가 안될 때 사용하는 상부곡선주, 지하매설물개소에 사용하는 하부곡선주, 무지선주 등 전주의 모양을 다양화하고, 도심지 전주는 도로나 주변건물에 어울리게, 공원이거나 주거지역의 전주는 자연환경에 맞게 칼라화하며, 주상기기는 Slim화, Mild화 동시 동물이나 새 모양으로 채색 도안하여 친근감을 주도록 한다.

4. 환경조화 방안

4.1 설비의 Amenity 적용

[표4]는 부하밀도와 환경등급에 따라 가공과 지중방식으로 대별하고, 가공방식을 표준, 2)ABC배전방식, 환경조화방식으로, 지중방식을 일반, 3)A-URD, 4)UCD, 5)UUD방식으로 구분 적용한다는 개념이다. 부하밀도나 쾌적화등급이 높은 지역일수록 공급능력과 환경미화를 겸비한 지중화와 신뢰성을 갖는 배전방식을 필요로 한다고 보는 것이다.

Amenity grade는 ①시가지도로에 가로등, 화단, 가로수 등 도로미화지역, ②도심지 상가, 빌딩가 같은 토지의 고도이용지역, ③문화유적, 공원, 사찰, 관광명소 등

(표4) Amenity 적용개념

도심권 상가	전력수요 밀도	ABC방식	UCD방식	UUD방식
공업지역	가공 표준방식	가공 미화설비	일반 지중방식	A-URD방식
주택지	Amenity grade			
	도로 미화지역		토지의 고도이용지역	
	경관 보존지구			전원주택지역

환경보존지역, ④전원도시와 같이 쾌적한 주거환경을 조성하는 지역으로 분류하고, 해당지역별로 쾌적화의 요구 정도에 따라 차등적용요자 하는 것이다.

2)ABC(Aerial Bundled Cable):가공케이블

3)A-URD(Advanced-Underground Residential Distribution):주거지 지중배전방식

4)UCD(Underground Commercial Distribution):도심 상가 지중배전방식

5)UUD(Underground Urban Distribution):도심권 지중 배전방식

4.2 가공설비의 미화

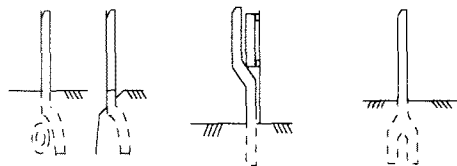
[표5]는 전주나 전선에 칼라와 무늬를 넣고, 저압선을 전주에 내장하고, 보호장치 내장형 변압기를 사용하고, 전주를 타 시설물과 공용함으로써 설비를 미화·단순화 하는 방안을 제시한다.

(표5) 설비의 미화방안

지역구분	전주색 무늬	전선색 종류	기타설비의 모양
도시주거 지역	주황색, 벽돌무늬	하늘색 절연전선	CSP변압기 가로등 공용
도심상가 협소도로	노랑색	가공 케이블	가로등, 안내 표지 공용
전원도시 녹지	고동색, 나무무늬	녹색절연전선	수직장주 동물모양기기
공원, 사찰	"	"	가로등연등공용

(1) 곡선형전주

직선형 콘크리트전주로는 건주장소 지하에 매설물이 있거나 도심지 협소도로에서 건물이나 조영체와의 이격거리를 유지하다 보면 돌출전주가 발생하고, 개울가, 하천변, 제방, 부두도로 등에서는 건주공간 확보가 어렵다. 이 때 아래와 같이 곡선형전주를 사용토록 한다.



매설물,천변 이격미달개소 직선생략개소

(2) 수직장주

수평장주는 가로수나 수목지역에서 부적합하고, 협소도로서는 건물과 이격유지가 어려우며, 편출 시공시 장력에 의해 전주가 경사되어 미관을 심히 저해하므로 [그림1]과 같은 수직장주방식이 좋다.

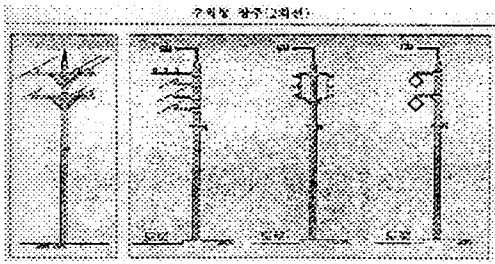
(3) 설비공용 및 장주 단순화
가로등이나 안내시설을 전주와 공용하고, [그림2]와 같이 6)CSP변압기를 설치하여 장주를 간소화하며, D형렉트를 사용 장주를 수직화하고 저압선을 가공케이블로 시공하여 설비를 단순화한다

(4) 공중분기

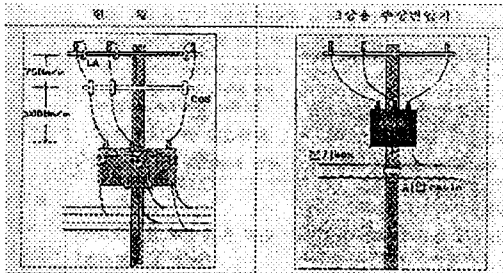
도시 교차로지역 배전선로 분기점 복잡장주개소를 공중분기로서 간소화한다. 공중분기는 수직배열 장주가 간편하며, [그림3]과 같이 교차로 모서리에 분기목적으로 세우는 전주를 생략할 수 있다.

6)CSP(Completely Self Protection)변압기:보호 장치 내장형 변압기

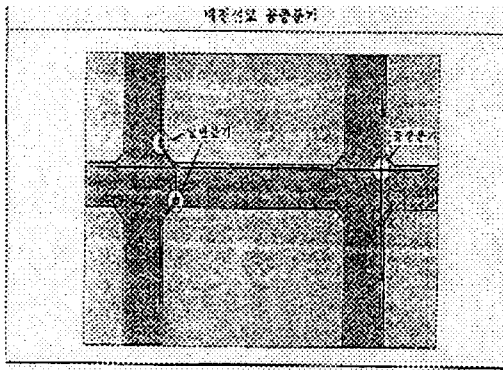
(그림 1) 2회선 수직장주



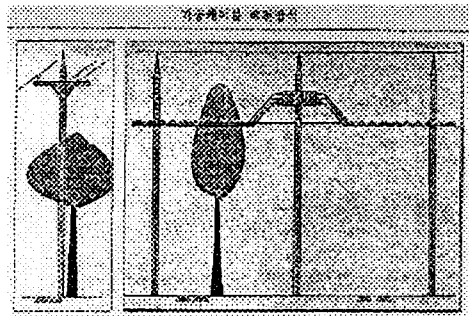
(그림 2) cos완금제거 CSP변압기 장주



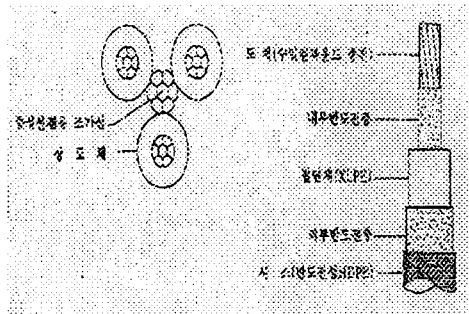
(그림 3) 교차로에서의 공중분기



(그림 4) 가공케이블 배전방식



(그림 5) 케이블구조와 단면



(그림4)는 ABC방식의 모형도이며, (그림5)는 케이블도이다. 현재 개발중인 ABC의 규격은 [표7]과 같다.

(표7) 케이블 규격 (단위:mm)

구 분	선 종			
현재사용 전선	ACSR-OC58	ACSR-OC95	ACSR-OC160	ACSR-OC240
케이블	ABC95	ABC150	ABC300	ABC430
조가선 (중성선)	AWS45	AWS70	AWS125	AWS125

4.3 가공케이블(ABC) 배전방식 적용

[표6]의 가공배전선로 고장원인중 기자재불량, 외물접촉, 염전해 등은 설비를 개선함으로써 고장예방이 가능하다. 고장건수의 67.5%를 점유하는 이 고장원인에 대한 대책으로 ABC배전방식이 좋을 것이다. 이방식은 애자류를 없애고 완전 절연화로 고장요인을 근절할 수가 있어 선로순시, 수목전지 등 유지보수 비용을 대폭 절감할 수 있고, [표8]과 같이 협소도로나 골목길에서 건물과의 이격거리 유지가 용이하며, 설비 단순화와 가로수나 수목에대한 환경보호대책으로유리하다. 적용은 도심지 협소도로, 이격 미달개소에 경제적, 기술적으로 지중화가 어려운 지역, 시가지 가로수나, 공원의 수목보호지역, 중요선로 고장예방을 위한 염전해가 심한 지역, 선로순시나 유지보수가 어려운 지역을 우선으로 한다.

(표6) '96배전고장 원인별 현황(4,377회선)

원인별	자재 불량	외물 접촉	자연 현상	시공 불량	기타	계
건수	1,030	631	303	48	894	2,906
(%)	35.4	21.7	10.4	1.6	30.9	100

(표8) 22.9KV-Y 배전선로의 건조물과 이격거리

구 분	상 방	측 방
절연전선	2.5m	1.0m
가공케이블	1.2m	0.5m

4.4 지중화

도심지 부하 고밀도지역에 대한 공급능력을 확보하고, 통행불편의 해소 및 환경개선을 위한 최선의 방법은 지중화일 것이다.

(표9) 도심권 부하밀도와 최소화선수

(단위:MW/km²)

년 도 별		'92	'97	'01
서울	부하밀도	34.1	53.4	76.5
	최소회선수	4	6	8
부산	부하밀도	28.9	50.6	71.3
	최소회선수	3	6	8

[표9]에서 2001년에는 4km²마다 240MVA 규모의 변전소가 필요하고, 단위km²당 8~9회선의 공급능력이 필요

한 것을 알수 있으며, 이에 대비하여 지중관로를 매설하여야 한다.

4.4.1 지중배전방식

Amenity개념에 의하여 지역별 지중배전방식의 모형을 (표10)에 나타내었다.

현재 시행하고 있는 일반적인 지중배전방식에 비하여 공급능력과 신뢰도 및 환경조화면에서, 쾌적한 환경조성을 중요시한 주거지역에 적용코자 하는 A-URD, 도심지 상업지역 환경조화를 위한 UCD, 고층빌딩가 부하 과밀 도시지역 전력수요와 고도의 공급신뢰도 확보를 위한 UUD방식으로 구분하고 모형화한 것이다

(표10) 지중배전방식 모형

배전 방식	전선 규격 (mm ²)	용량 (MV A)	설비구성	선로운전	계통운영
일반	CNCV 325	10	가공-지중	단독, 3분할 3연계	수동조작
URD	"	"	지중	"	자동화
UCD	"	"	Spot-Net work	3회선 이상 선로망	"
UUD	CNCV 600	15	"	"	"

4.4.2 배전방식의 Amenity적용

(1) 일반 지중방식 : 가공설비 시설이 기술적으로 곤란한 장소, 국가 중요시설, 국제적인 행사장, 경기장, 기타 보안상 필요한 지역에 적용한다.

(2) A-URD : 신도시 전원주택 개발지역, 과학기술 연구단지, 첨단공업단지 배후도시 등 최고의 쾌적한 주거 환경조성지역에 적용한다.

(3) UCD : 전력수요 증가전망이나 부하밀도가 높은 공장지대 또는 도시 중심 변화가로서 공급신뢰도를 요구하는 지역에 적용한다.

(4) UUD : 도심지 부하 과밀도시지역, 고도의 신뢰성을 요구하는 지역에 적용한다.

4.4.3 지중화계획

10~15년을 전망한 도심권의 전력수요 예측과 부하밀도에 의한 소요회선을 산정하고, 변전소의 공급역력과 회선인출공간, 장치 신설되는 변전소의 건설시기와 회선 분담 및 부하용량 방안도 검토하여 변전소별 회선계획을 수립하고, 변전소로부터 부하중심점까지 최적경과지를 찾아 관로계획을 수립한다. 이때 도로의 신설이나 확포장계획을 검토하여 경과지 선정시 참고하고, 도로공사 시기에 맞추어 시행시기를 조정해야 한다.

4.4.4 고려할 사항

지중화는 시설비가 가공설비에 비하여 10~20배가 소요되므로 경제성과 투자효과 검토가 필요하고, 도로굴착과 관련하여 대관 인허가규제가 심화되고 있어 경과지 선정과 공사 시점을 면밀히 검토해야 한다.

도로면 포장(보수)공사 후 3년이 경과되어야 도로굴착이 가능하고, 교통, 행사, 우기, 동절기 등 시기적인 통제로 적기 시공이 어려움.

특히 도심지 지중화는 기존의 지하매설물이 있어 인력 굴착을 해야 하므로 작업능률이 떨어지고, 공사기간이 장기간이 소요되며, 관로 경과지나 맨홀 및 지상기 설치공간 확보가 어려운 문제인 만큼 행정관서와 지하매설물 관련기관 그리고 지역주민의 협조가 절대적으로 필요하다.

4.4.5 지중화의 과제

현재 도심지의 도로는 지하매설물 관리기관이 필요시마다 수시로 도로를 파헤침에 따라 도로훼손, 다른 시설물 손괴, 교통장애 유발, 도로 굴착 및 복구비의 낭비와 더불어 빈번한 인허가관련 유관기관 협의, 심의 등 비능률적인 행정을 근본적으로 개선할 필요성이 있다. 행정관서나 도로관리청에 도로관리 협의기구를 설치하고, 도로의 개설, 확장, 신시가지 조성 등 도로계획에 전기, 통신, 가스, 상하수도 시설들의 장기계획을 반영하여 종합한 도로계획으로 도로를 건설하고, 이들 시설물도 도로의 개념으로 관리토록 하는 제도적 장치가 법제화 되어야 한다.

5. 결론

21C로 가는 환경의 변화는 24시간 활동사회에서 고도의 정보통신 및 자동화 시스템을 운영하는 지적재산권에 대한 인식과, 삶의 질을 찾는 쾌적한 환경에 대한 요구가 강조될 것으로 보고 본 논문에서는 21C 환경변화에 적응할 수 있는 바람직한 배전설비의 형태를 환경조화 측면에서 제시하였다.

예상되는 도시의 과밀화는 배전설비의 과밀화를 초래하게 될 것이고, 선로 경과지에 대한 한정된 입지적 여건에 최적 대응방안은 설비의 지중화이며, 지중화는 공급능력을 갖는 동시에 도시환경 저해요인을 제거함으로써 환경조성에 공헌하는 방안인 것이다. 공익성에 입각한 설비의 공용화와 설비적용 Amenity개념으로 환경과 조화를 이루는 다양한 색상과 부드러운 이미지를 주는 모습으로 환경친화설비로 인식되도록 하는데 주안점을 두었다.

(참고문헌)

- (1) 한국전력공사 배전설비전망, 배전설비 증기경영계획(안) P31,159, '92.10
- (2) 한국전력공사 배전처 전국배전부장회의자료 '96.3
- 장기배전전략, P11
- 배전장주 현대화방안, P163
- 가공케이블 배전방식 추진현황 P187
- (3) 한국전력공사 계통운영처, 배전부장회의자료 '96.3
- '95배전선로 보호계전기동작통계, P116
- (4) 한국전력공사, 현황, 사보 제1142호 P2, '96.4
- (5) " 배전처, 대용량배전방식 시행계획
배전경영정책편람 P10, '97.5
- (6) 한국전력공사 배전처, 배전현황
'98배전부장 회의자료 P29, '98.2
- (7) 광주광역시, 용도별 전력사용량
광주통계연보 제36회 P36, '96.12
- (8) 조중삼, 효율적인 전력수요관리방안 연구
석사논문 P37, '97.9
- (9) 김병숙, 배전신기술 개요, 보수교육교재 P153, '98.1