

배전설비의 환경조화 방안

이 재 관

한국전력공사 전남지사 부지사장

김 상 료

한국전력공사 전남지사 특수설비과장

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 국민생활의 소비성향과 전기를 이용한 소득증대사업이 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.

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

2. 배전에 영향을 주는 사회적 배경

가. 도시의 과밀화와 전력수요

21세기의 도시 형태는 한정된 토지의 이용률을 높이는 방향으로 전개될 것이며 도시의 과밀화와 유동인구에 대한 대책으로 위성도시나 신시가지 조성 등 대규모 도시계획이 양면적으로 추진될 것으로 보임에 따라, 전력공급설비도 도시의 형태에 맞고 전력수요에 대응할 수 있는 시설의 확충방안을 마련하여야 한다.

표 1은 현재대비 10년 후의 우리나라 전력수요가 2.5배에 달하고, 공급설비는 1.6배로 늘어날 전망임을 나타내고 있다.

〈표 1〉 전력수요와 배전설비 전망

연 도	'97	2001	2007
전력수요(MW)	35,850	51,540	88,844
설비공장(km)	326,506	392,353	516,842

나. 전기에 대한 품질인식 변화

전기 냉난방시설의 대중화와 축양, 재배, 냉동저장 등 여러 형태의 수익사업 에너지원으로 사용되면서 전기에 대한 가치인식이 생활편의수단에서 필수적인 요소로 바뀌었으며, 정보통신의 고도화와 지적 재산권의식, 산업기술의 정보화와 생산시설의 자동화가 전기의 품질수준의 향상을 요구하고 있다. 전기품질은 일반적으로 규정 전압과 주파수 유지율 그리고 고객 호당 정전시간으로 측정하며, 우리나라의 전기품질 수준은 표 2에서 보는 바와 같이 일본에 비하여 다소 낮은 편으로 전력공급계통의 안정과 공급신뢰도 향상을 위한 노력이 필요하다.

〈표 2〉 전기품질 수준

구 분	단위	한국('97)	일본('96)	프랑스('96)
전압유지율	(%)	99.9	99.9	
주파수유지율	(%)	99.1	99.9	
호당정전시간	분/년	23	14	81

다. 환경의 쾌적화 지향

도시 인구의 밀집화와 더불어 도시산업화가 확산됨에 따라 환경훼손의 심화로 환경보전에 대한 기업들의 책임이 강조되고 국민들의 환경에 대한 관심도가 높아지면서 쾌적한 환경조성을 지향하는 추세와 함께 환경보존 또는 환경과의 조화를 저해하는 시설에 대하여 규제가 강화되고 있다. 우리나라에서 환경에 관한 배전설비의 과제는

환경보존을 위해 배전선로를 지중화하는 방안과, 환경과의 조화방안으로 설비의 자연조화, 컬러화, Slim화 등이 요망되고 있다.

3. 배전설비의 과제

가. 전력공급능력의 확보

도심권 과밀화로 전력수요가 증가하면 공급설비의 확충을 위한 회선 증설이 필요하다. 현재의 배전방식(22.9kV 3상 4선식, 기준용량 10,000kVA)을 적용한 회선전망은 표 3과 같이 2007년까지 4,465회선이나 증설해야 하고 대용량 배전방식¹⁾을 적용한다 해도 2,977회선이 필요하다.

〈표 3〉 회선증설 현황과 전망

연 도 별	'97	2001	2007
회 선 수	4,719	6,154	9,184
증가율(%)	7.8	6.9	6.9

도로변 전주에 시설하고 있는 가공 배전선로는 선로운영 및 裝柱 형태상 도로 양측에 각각 2회선까지 시설할 수 있으므로, 도심지의 전기사용 과밀지역에서 전력수요가 4회선 이상 공급능력을 요구하는 경우에는 도로를 따라 지중으로 전선관(8孔 이하) 또는 전력구(9~30孔)를 시설하여야 한다.

나. 설비의 구성개념

전력사업은 공익사업으로서 쾌적한 환경조성을 위한 역할을 선도해 나가는 것이 바람직하다 할 것이다. 따라서 배전설비에 대한 개념도 전력공급의 기능에서 표 4와 같이 환경보존 내지 환경조성적 측면을 겸한 설비개념으로

1) 대용량 배전방식 : 22.9kV-y회선의 기준용량이 15,000kVA인 배전방식

〈표 4〉 배전설비의 개념 변화

구분	현재	장래
구성개념	전력공급수단	미관과 환경조화를 겸비한 사회적 공유시설
구성형태	안전성 강조: 투박하고 대형임 경제성 고려: 노출형태	Mild화, Slim화, 내장화
설비 이미지	미관저해 및 불편하고 위험한 시설물	미려하고 친근감있는 시설물

로 변화하지 않으면 안된다.

다. 환경보존 및 조화형태

(1) 환경조화

도심지 전주는 도로나 주변건물에 어울리게, 공원이나 주거지역의 전주는 자연환경에 맞게 컬러화하며 주상기기는 Slim화, Mild화하는 동시에 동물이나 새 모양으로 채색 도안하여 친근감을 주도록 변모시켜야 한다.

(2) 전주의 多様化

직선형 전주로는 건축물이나 조영재 등과 전력설비간에 이격유지가 안될 때, 전주 설치장소의 지하매설물 감소에 매설물을 피하여 건주할 때, 耐張개소에 지선을 설치하기가 곤란할 때 등 입지적 여건별로 필요한 전주의 모양을 다양화한다.

(3) 裝柱의 개선

도시 이면도로의 건축물과의 이격 미달개소나 공원, 사찰 등 자연보호지역에서 수목접촉에 대한 대책으로 장주형태를 개선하거나 전선을 가공케이블로 대체하여 설비를 단순화해야 한다.

(4) 공용화

각개의 지지물을 필요로 하는 가로등과 각종 안내표지 기타 도로시설물을 전주에 설치함으로써 전주를 사회적 공유시설로 만들어 도로에 난립한 지지물들을 정비하는 것도 환경조성의 한 방법으로 볼 수 있을 것이다.

(5) 지중화

전력수요의 밀도가 높은 지역일수록 저압선과 인입선이 복잡하고 협소한 도로에서 전주의 돌출이 공중의 통행에 장애가 되며 화재시 소방차량의 통행에 지장을 주고 있어 환경보존 또는 개선방안으로서 지중화가 필요하다. 지중화는 동일조건에서의 가공설비에 비하여 시설비가 많이 소요되지만 공급설비확충이나 환경보존을 위해서는 장기적 측면에서의 계획성 있는 지중화방안을 모색해야만 한다.

4. 추진방향

가. 설비의 Amenity 적용

표 5는 부하밀도와 환경등급에 따라 배전방식을 가공과 지중으로 나누고 가공배전방식을 일반가공방식과 ABC²⁾방식, 환경조화형으로, 지중배전방식을 SUD³⁾, A-URD⁴⁾, UCD⁵⁾, UUD⁶⁾방식으로 구분 적용한다는 개념이다.

부하밀도나 쾌적화 등급이 높은 지역일수록 공급능력과 환경미화를 겸비한 지중화와 신뢰성을 갖는 배전방식을 필요로 한다고 보는 것이다. Amenity Grade는 ① 시가지도로에서 가로등, 화단, 가로수 등 도로 미화지역, ②도심지 상가, 빌딩가 같은 토지의 고도이용지역, ③문화유적, 공원, 사찰, 관광명소 등 환경보존지역, ④전원도시와 같이 쾌적한 주거환경을 조성하는 지역으로 분류하고, 해당지역별로 쾌적화의 요구정도에 따라 차등 적용코자 하는 것이다.

2) ABC(Aerial Bundled Cable) : 가공케이블

3) SUD (Sectional Underground Distribution) : 특정지역 지중배전방식

4) A-URD(Advanced-Underground Residential Distribution) : 주거지역 지중배전방식

5) UCD(Underground Commercial Distribution) : 상업지역 지중배전방식

6) UUD(Underground Urban Distribution) : 도심권 지중배전방식

〈표 5〉 Amenity 적용개념

도심권 상가	진력수요밀도	ABC방식	UCD방식	UUD방식
공업지역		환경조화 설비	SUD방식	A-URD방식
주택지		일반 가공방식		
Amenity Grade	도로 미화지역			
	토지의 고도이용지역			
	경관 보존지구			
	전원주택지역			

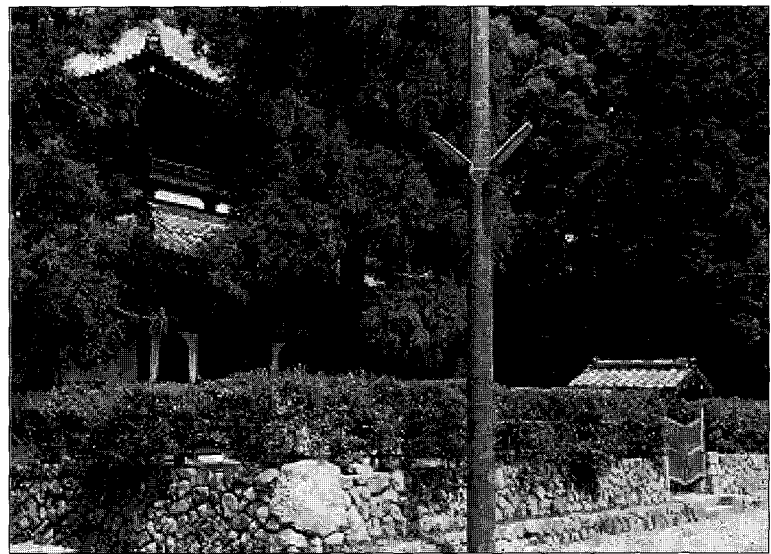
나. 가공설비의 미화와 형태 개선

표 6은 전주나 전선에 컬러와 무늬를 넣고 저압선을 전주에 내장하고 전주를 다른 시설물과 공용함으로써 설비를 미화·단순화하는 방안을 제시한다. 사진 1은 공원지역 자연환경과의 조화를 위한 나무모양전주이다.

(1) 곡선형전주

직선형 콘크리트전주로는 건주장소 지하에 매설물이 있거나 도심지 협소도로에서 건물이나 조영재와의 이격거리를 유지하다 보면 돌출전주가 발생하고 개울가, 하천변, 제방, 부두도로 등에서는 건주공간 확보가 어렵다. 이때 그림 1과 같이 곡선형 전주를 사용토록 한다.

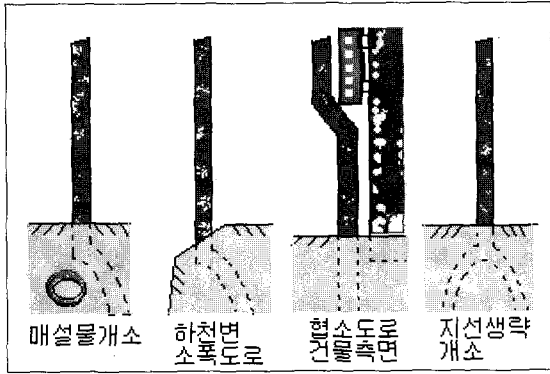
사진 2는 도심지 이면도로에서 통행인의 지장 및 造營材와의 근접 장애를 해소하고 있는 상부곡선형 강관주이며, 사진 3은 하천변 협소도로에서 도로구조물 측부를 이용하여 건주된 하부곡선형 전주의 실례이다.



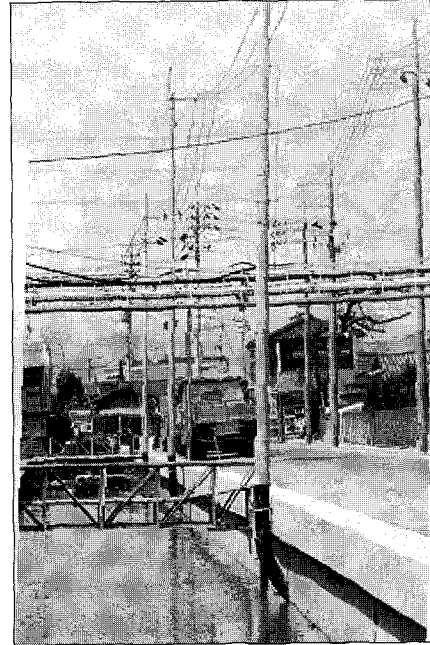
〈사진 1〉 공원지역 자연환경조화 전주

〈표 6〉 설비의 미화방안

지역구분	전주색상·모양	전선색상·종류	기타설비의 모양
도시 주거지역	주황색, 벽돌무늬	하늘색 절연전선	가로등, 안내표지공용
도심상가 협소도로	노랑색	하늘색 가공케이블	곡선형 전주
전원도시, 녹지공원, 사찰지역	고동색, 흑갈색 나무모양	녹색 절연전선	수직장주, 새, 동물모양 기기, 가로등, 연등 공용



〈그림 1〉 전주의 모양과 용도



〈사진 3〉 하부곡선주(하천변)



〈사진 2〉 상부곡선주 (협소도로)

(2) 설비공용

사진 4와 같이 가로등이나 도로표지, 안전시설을 전주와 공용한다. 각각의 지지물을 설치한 경우에 비하여 3개의 Post를 생략할 수가 있어 도로정비와 함께 경비절감효과도 얻을 수 있다.



〈사진 4〉 시설 공용전주

(3) 장주 간소화

그림 2와 같이 CSP변압기¹⁾를 설치할 경우 변압기보호용 COS²⁾완금을 생략할 수 있고 투박하게 설치된 변압기 3대를 1대로 Slim화함으로써 장주를 간소화한다.

(4) 공중분기

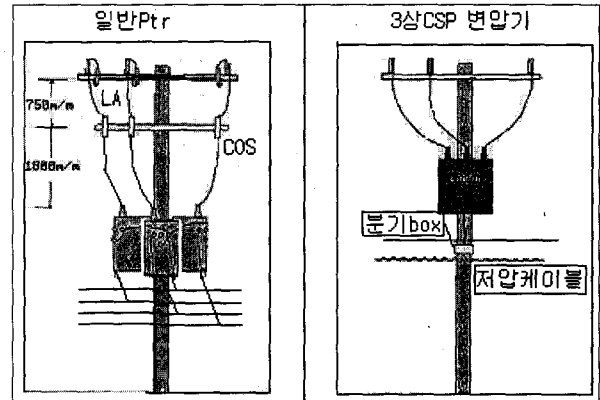
도시 교차로지역 배전선로 분기점 복잡장주개소를 공중분기로 간소화한다.

공중분기는 수직배열 장주가 간편하며 그림 3과 같이 교차로 모서리에 분기목적으로 세우는 전주를 생략할 수 있다.

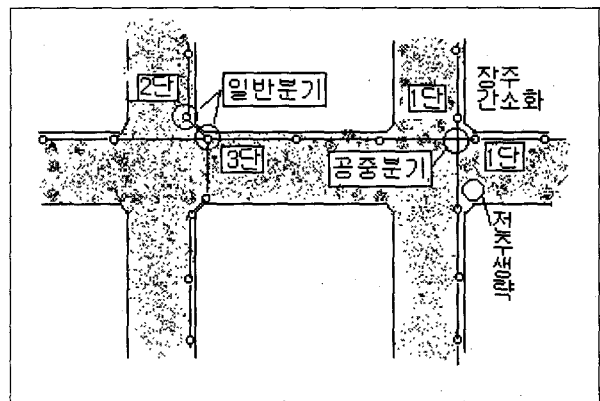
(5) 수직장주

수평장주는 가로수나 수목지역에서 부적합하고 협소도로에서는 건물과 이격유지가 어려우며 편출 시공시 장력에 의해 전주가 경사되거나 미관을 저해하므로 그림 4와 같은 수직장주방식이 좋다.

사진 5는 가로수 보호지역 도로에서 가로등공용 전주의 수직장주 형태이다.



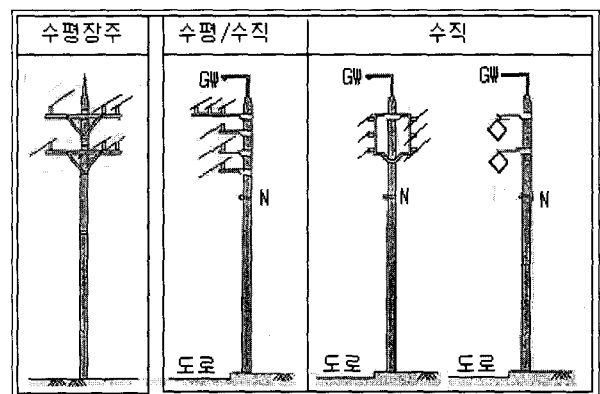
〈그림 2〉 일반 변압기와 3상 CSP변압기



〈그림 3〉 교차로의 배전선로 분기방법



〈사진 5〉 가로수보호 수직장주



〈그림 4〉 2회선 수평/수직장주

- 1) CSP(Completely Self Protection)변압기 : 보호장치 내장형 변압기
- 2) COS(Cut Out Switch) : 퓨즈 용단시 개방되는 보호장치

다. 가공케이블(ABC) 배전방식

표 7에서 가공배전선로의 고장원인 중 기자재 불량, 외물 접촉, 염진해 등은 설비를 개선함으로써 고장예방이 가능하므로, 연간 고장건수의 67.5%를 점유하는 이 고장원인에 대한 대책으로는 ABC배전방식이 좋을 것이다.

〈표 7〉 '96 배전설비 고장원인별 현황(총 4,377회선)

원인별	기자재 불량	외물 접촉	자연현상	시공불량	기타	계
건 수	1,030	631	303	48	894	2,906
점유율(%)	35.4	21.7	10.4	1.6	30.9	100

ABC(Aerial Bundled Cable)방식은 애자류를 없애고 완전 절연화로 고장요인을 근절할 수가 있어 선로순시, 수목전지 등 유지보수 비용도 대폭 절감할 수 있고 표 8과 같이 협소도로나 골목길에서 건물과의 이격거리 유지에도 용이하며, 설비 단순화와 가로수나 수목에 대한 환경보호대책으로도 유리하다.

〈표 8〉 22.9kV-Y 배전선로의 건조물과 이격거리

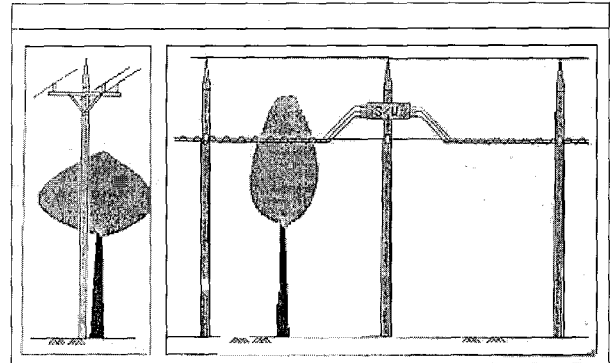
구 분	상 방	측 방
절 연 전 선	2.5m	1.0m
가공케이블	1.2m	0.5m

도심지 협소도로, 이격 미달개소에 경제적, 기술적으로 지중화가 어려운 지역, 시가지 가로수나 공원의 수목보호 지역, 주요선로 고장예방을 위한 염진해가 심한 지역, 선로순시나 유지보수가 어려운 지역에 적용한다. 그림 5는 ABC방식의 모형도, 그림 6은 케이블 구조도, 표 9는 ABC의 규격이다.

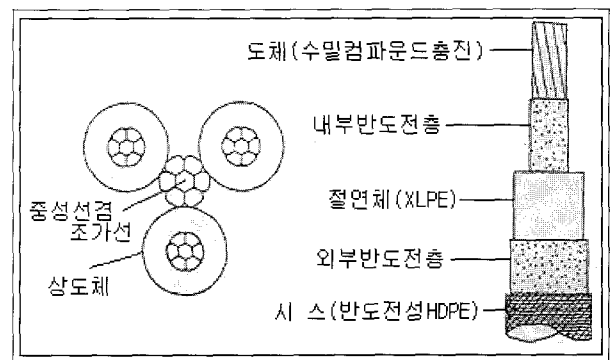
라. 지중화

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

표 10에 의하면 2001년에는 4km²마다 240MVA 규



〈그림 5〉 가공케이블 배전방식의 모형



〈그림 6〉 가공케이블의 구조와 단면

〈표 9〉 가공케이블 규격 (단위:mm²)

선 종	
각상전선	조가선(중성선)
ABC 95	AWS 45
ABC150	AWS 70
ABC300	AWS125
ABC430	AWS125

모의 변전소가 필요하고 단위 km²당 8~9회선의 공급 능력이 필요한 것을 알 수 있으며, 도로계획과 관련하여 기회 있을 때마다 관로를 매설해 두는 것이 바람직하다. 사진 6은 주거지역 환경조화를 위한 지중화설비의 모양이다.

〈표 10〉 도심권 부하밀도(단위:MW/km²)

연 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

〈표 11〉 지중배전방식 모형

배전방식	전선규격(mm ²)	기준용량(kVA)	설비구성	선로운전	계통운영
SUD	CNCV325	10,000	가공-지중	단독,3분할 3연계	고장구간차단
A-URD	"	"	지중	"	자동화
UCD	"	"	Spot-Network	3회선 이상 선로망	"
UUD	CNCV600	15,000	"	"	"



〈사진 6〉 환경조화형 지상기기

(1) 배전방식 모형

Amenity 개념에 의한 지역별 지중배전방식의 모형을 표 11에 나타내었다. 현재 시행하고 있는 일반적인 지중 배전방식(SUD)에 비하여 공급능력과 신뢰도 및 환경조화에 대하여 쾌적한 환경조성을 요구하는 주거지역에 적용코자 하는 A-URD, 도심지 상업지역 환경조화를 위한 UCD, 고층빌딩가 부하 과밀도지역 전력수요와 고도의 공급신뢰도 확보를 위한 UUD방식으로 구분하고 모형화한 것이다.

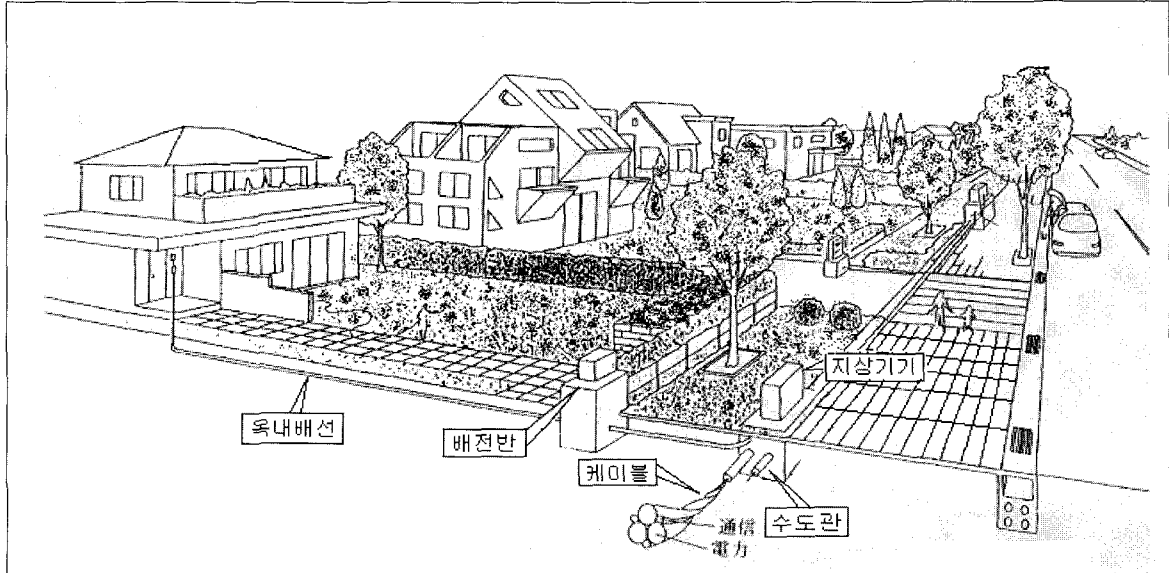
(2) 배전방식 적용지역

- (가) SUD : 가공설비 시설이 기술적으로 곤란한 장소, 국가 주요시설, 국제적인 행사장, 경기장, 기타 보안상 필요한 지역에 적용한다.
- (나) A-URD : 신도시 전원주택 개발지역, 과학기술 연구단지, 첨단공업단지 배후도시 등 최고의 쾌적한 주거환경 조성지역에 적용한다(그림 7 참조).
- (다) UCD : 전력수요 증가가 예상되거나 부하밀도가 높은 공장지대 또는 도시 중심 변화가로서 공급 신뢰도를 요구하는 지역에 적용한다.
- (라) UUD : 도심지 부하 고밀도지역, 고도의 신뢰성을 요구하는 지역에 적용한다.

(3) 지중화 계획

10~15년을 전망한 도심권의 전력수요 예측과 부하밀도에 의한 소요회선을 산정하고 변전소의 공급역력과 회선인출 공간, 장치 신설되는 변전소의 건설 시기와 회선 분담 및 부하용통 방안도 검토하여 변전소별 회선계획을 수립하고 변전소로부터 부하중심점까지 최적 경과지를 찾아 관로계획을 수립하여야 한다. 이 때 도로의 신설이나 확포장 계획을 검토하여 경과지 선정시 참고하고 도로공사 시기에 맞추어 시행시기를 조정해야 한다.

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



〈그림 7〉 A-URD의 모형

- 도로면 포장(보수)공사 후 3년이 경과되어야 도로 굴착이 가능하고
- 교통문제와 주요행사기간, 우기, 동절기 등 시기적인 제약으로 적기 시공이 어려움

특히 도심지 지중화는 기존의 지하매설물이 있어 인력굴착을 해야 하므로 작업능률이 떨어지고 공사기간이 장기간이 소요되며 관로 경과지나 맨홀 및 지상기기 설치공간 확보가 어려운 문제인 만큼 행정관서와 지하매설물 관련 기관 그리고 지역주민의 협조가 절대적으로 필요하다.

5. 결론

21세기로 가는 환경변화는 24시간 활동사회에서 고도의 정보통신 및 자동화 시스템을 운영하는 지적재산권에 대한 인식과 삶의 질을 찾는 쾌적한 환경에 대한 요구가 강조될 것으로 보고 본고에서는 배전설비의 21세기 환경변화에 적응할 수 있는 바람직한 형태를 환경조화 측면에서 제시하였다. 예상되는 도시의 과밀화는 배전설비

의 과밀화를 초래하게 될 것이고 선로 경과지에 대한 한정된 입지적 여건에서의 최적 대응방안은 설비의 지중화이며 지중화는 공급능력을 갖는 동시에 도시환경 저해요인을 제거함으로써 환경조성에 공헌하는 방안인 것이다. 따라서 행정관서나 도로관리청에 도로관리 협의기구를 설치하여 도로의 개설, 확장, 신시가지 조성 등 도로계획에 전기, 통신, 가스, 상하수도 시설들의 장기계획을 포함한 종합계획을 수립하여 도로를 건설하고 이들 지중시설물도 도로의 개념으로 관리하는 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

가공설비도 공익성에 입각한 설비의 공용화와 환경과 조화를 이루는 다양한 색상과 부드러운 이미지를 주는 모습으로 즉 환경친화설비로 그 형태가 변화하여야 하며, 전기설비 뿐만 아니라 가로등, 교통, 통신설비도 Amenity개념을 적용하여 환경과의 조화를 이루고 보다 쾌적한 생활환경을 조성해 나가는 데에 모두가 함께 하는 인식과 사고를 갖고 적극적인 관심과 참여가 필요할 때라고 할 것이다. ■