

전산 시스템을 이용한 배전계획 연구

— CADPAD 를 이용한 배전계획 —

*황 수천, 문 병화, 홍 순학, 장 정태
한국전력공사 기술연구원 전력연구실

A Study on the Distribution Planning using Computer Systems

S.Ch.Hwang, B.H.Moon, S.H.Hong, J.T.Jang
Electric Power & System Dept. KEPCO Research Center

ABSTRACT - Distribution planning requires comprehensive knowledge about not only distribution but also transmission/subtransmission system expansion plan. At the same time, distribution planning is very time consuming and a series of routine job which involves a lot of experience and efforts of planning engineers. Since the quality of distribution planning depends upon the ability of planning engineers, the economy of investment should be taken into consideration.

The object of this study is to establish a computerized distribution planning system which helps distribution engineers finding a new system expansion plan. It provides the engineers with an optimal system expansion plan which satisfies the condition of both reliability and economy.

II. CADPAD 의 소개

그림1과 같이 5개의 Submodel로 나누어 진다.

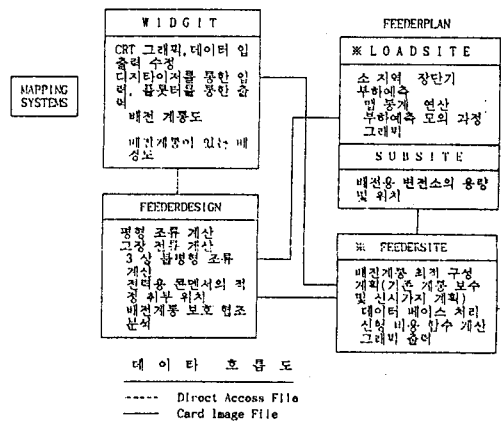


그림 1 CADPAD 의 구성도

I. 서론

배전계획 전산화는 이미 1950년대 부터 미국의 대학과 전력 회사들 사이에서 태동하기 시작하여 이의 전산 프로그램 개발을 위한 연구가 진행되어 왔으며, 1975년도 말 웨스팅하우스(W/H)사와 PSE & G가 공동으로 배전계통 계획용 프로그램 DSP를 개발하였으며, 1975 년 부터 1979 년까지 EPRI에서 W/H의 용역을 받아 UDPM을 개발하였다[4]. 이때 처음 배전계획을 위한 토지용도 Data 를 사용한 장단기 지역적 부하예측이 적용되었으며 최근까지 이들을 모체로 계속 개선하여 상업용으로 제작된 것이 CADPAD(Computer Aided Distbution Planning & Design)이다.

본 고에서는 CADPAD를 활용하여 장기 배전계획 대상중 토지용도 기법을 통한 부하예측으로 년차적으로 증가하여 가는 부하를 실제 계통과 대비하여 연간 선로 운영및 투자계획을 수립하고, 정부의 신도시 개발 마스터 플랜에 따른 배전용 변전소 및 선로 투자계획을 경제성을 고려하면서 발표하고자 한다.

III. 장기 배전 계획

가. 장기 배전계획을 위한 부하예측

장단기 배전계획을 수립하기 위해 먼저 당해년도 부하예측, 즉 전력공급 구역내의 향후 부하위치 및 부하량을 총체적인 부하 증가량보다는 정밀한 지역적 부하 예측을 필요로 한다. 이러한 부하예측법을 Spatial 또는 소지역 부하예측이라 한다.

먼저, 소지역별 토지이용 상황을 고려하여 장치 어느 위치에 얼마만큼의 새로운 부하가 발생하겠는가를 예측한다. 이는 대상 지역을 최대 14,000 (12 x 12) 개 까지의 작은 사각형으로 구분하여 각각의 소지역에 대한 부하예측을 행함으로써 가능하다. 또한 부하예측 과정에서 지리적 제한 사항, 도로망, 대규모 공간 지역등 부하증가에 영향을 미치는 주요 인자를 고려할 수 있다. 그림 2는 토지이용 정보(지적)로 부터 환산한 부하밀도를 우측과 같이 나타낸 것이다. 우측의 그림의 Map를 48개 사용하여 각종 토지용도, 지리적 여건, 부하분포 등을 각각 Image Data로서 보관한다.

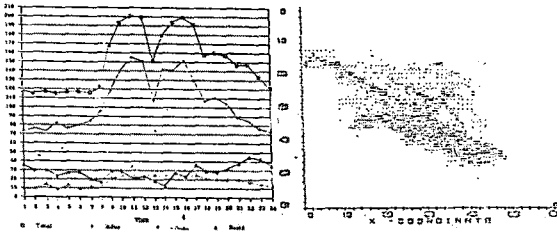


그림 2 대상지역 일부하 곡선 및 부하밀도

소지역의 크기는 보통 한변을 250 ~ 500m 인 정사각형으로 정한다. 각 소지역별로 미래의 부하를 예측하기 때문에 지역 위치에 따른 부하의 분포를 파악할 수 있어서 그로부터 변전소 및 피더 계획을 합리적으로 수립할 수 있다.

본 예측기법에 포함된 매우 중요한 특징중의 하나는 도시가 시간에 따라 변화하는 과정을 지리적 제한이나 교통수단에 의한 영향등 여러가지 인자를 고려해서 모의(simulation) 한다는 점이다. 예를들면 서로 다른 공장들이 있고, 간선도로, Green Belt, 철도, 강 등의 교통수단에 가까운 곳이 유망하다는 등의 경향이 고려된다. 여기에 사용하는 부하예측 방법을 SLF(Simulation-based Load Forecasting)라 한다.

표1 은 SLF에서 사용되는map과 그 의미를 나타낸 것으로 전산기에 각각 Image정보로서 저장하며 각 map간 4칙 연산 및 지수, 로그함수등 수학적인 조작을 하여 특정부분의 부하 증가량등의 정보를 시각적, 통계적으로 나타내게 된다.

[표 1] SLF에서 사용되는 MAP과 의미

1. LOAD BASE YEAR	2. LOAD FORECAST YR1	3. LOAD FORECAST YR
4. LOAD FORECAST YR3	5. LOAD FORECAST YR4	6. LOAD FORECAST YR
7. VOLT USABLE	11. LGT COM	12. MED COM
13. HVY COM	14. LGT INDU	15. MED INDU
16. HVY INDU	17. ZONING/PREF-LGT RE	18. ZONING/PREF-MED R
19. ZONING/PREF-HVY RE	20. ZONING/PREF-LGT CO	21. ZONING/PREF-MED C
22. ZONING/PREF-HVY CO	23. ZONING/PREF-LGT IN	24. ZONING/PREF-MED I
25. ZONING/PREF-HVY IN	26. RAILROADS	27. HIGHWAY
28. BIGWAY INTERSECTION	29. WATER	30. URBAN POLE RESIDE
31. URBAN POLES-COM	32. URBAN POLES-INDUS	33. VERY CLOSE TO HIWA
34. JUST CLOSE TO HIWAY	35. CLOSE TO RAILRD	36. CLOSE TO HIWA
37. WATER	38. TOTAL RES CLOSE-BY	39. TOTAL RES IN GEN ARE
40. TOTAL IND IN AREA	41. TOTAL COM IN AREA	42. TOTAL HVY COM CLS NEAR
43. VOLT RESTRICT	44. --- WORK SPACE ---	45. --- WORK SPACE ---
46. BUS ID/ASSN. (N-SIM)	47. FOR COST- NODESIM	48. --- WORK SPACE ---

장단기 배전운용 및 최적계획을 위해 그림 3 과 같이 실 배전계통의 각 부하점에 예측된 부하량의 증가분을 할당하게 된다. (NODE - SIM)

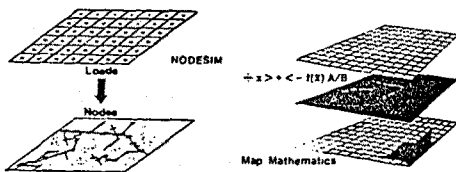
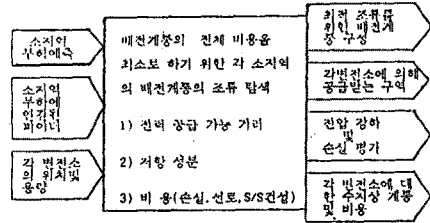


그림 3 NODE - SIM의 개념

나. 배전운용 및 변전소 신증설 계획
NODE-SIM 으로부터 증가된 부하는

- 기존 계통이 장래의 예측된 부하에 대하여 공급 가능 여부
- 신설 변전소의 위치 및 용량
- 기존 변전소의 용량 증설
- 선로 보강, 회선 증설 계획등을 경제성에 입각한 가운 데 수립하는 데 활용된다.

[표 2] 피더 네트워크 최적화 모델



① 선형 비용(LINEAR COST) 계산

선형 비용을 계산하기 앞서 선로보강(Reinforce conduct)을 위한 선종 사이클을 정해야 하며 신도시의 경우는 회선 사이클을 정해야 한다. 그림 4는 선형 비용 계산의 목적을 잘 나타내 주고 있다.

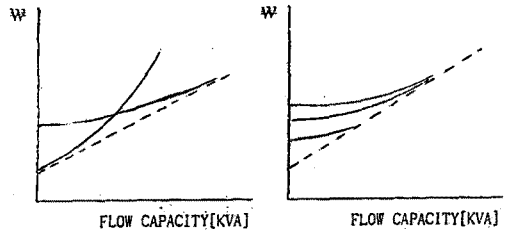
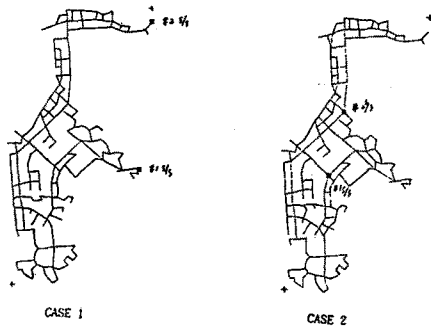


그림 4 선형 비용 함수 그래프

② ○○ 지구 신도시 계획 사례

같은 부하 조건, 배전용 변전소 건설비용을 동일 하다고 가정하고 아래 그림과 같이 횡단 가능한 모든 구간을 연결한 경우 변전소의 위치(3 CASE)에 따라 [표 3]과 같은 결과를 얻었다. 그림 5의 4 번째 그림은 CASE 3 의 결과도 이다.



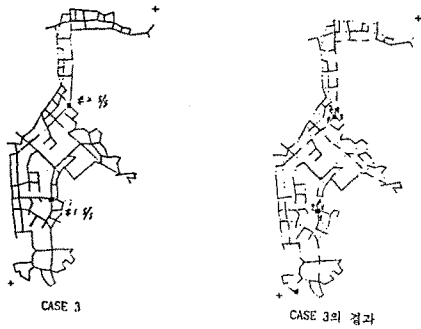


그림 5 ○○ 지구 계통도(입력 및 출력)

한도에 달하면 이용율이 다른 설비가 추가됨에 따라 다시 저하한다. 이와같은 과정을 되풀이 하면서 계통전반이 확충되어 가는 것이다.

배전계획 실무자의 경험에 의한 계획안이 어느 정도는 최적으로 근접할 수도 있지만 계획 수립까지는 상당한 시간과 노력을 필요로 한다. 지금까지는 경험과 확실히 기준에 의해 한 전에서는 매년 배전 계획공사를 수립하여 왔으며, 업무의 특성상 동시 다발적으로 이루어져 왔다는 면에서 신속, 정확한 계획 수립의 도구가 필요하게 된 것이며 앞으로 최선의 전력 공급 능력을 배가할 수 있게 되었다.

[표 3] 배전용 변전소 후보지별 경제성 검토(안)

구분	검사항목	검사개	비고	
U A S E I	D/L 수	제 1 S/S	30 개	
		제 2 S/S	15 개	
	최대 전압 강하	제 1 S/S	1.7 %	
		제 2 S/S	1.3 %	
	변전소 용량부담 부하용량/SHR용량 (MVA)	제 1 S/S	204 / 240	85 %
		제 2 S/S	77.7 / 240	32.4 %
	년간 손실 비용		485,100천원	
	선로 투자비		2,105,600천원	
	S/S 건설비		696,000천원	
	C A S E 2	D/L 수	제 1 S/S	28 개
제 2 S/S			15 개	
최대 전압 강하		제 1 S/S	1.0 %	
		제 2 S/S	0.9 %	
변전소 용량부담 부하용량/SHR용량 (MVA)		제 1 S/S	188.7 / 240	79 %
		제 2 S/S	92.9 / 240	39 %
년간 손실 비용			226,100천원	
선로 투자비			1,297,100천원	
S/S 건설비			696,000천원	
C A S E 3		D/L 수	제 1 S/S	24 개
	제 2 S/S		23 개	
	최대 전압 강하	제 1 S/S	0.7 %	
		제 2 S/S	0.9 %	
	변전소 용량부담 부하용량/SHR용량 (MVA)	제 1 S/S	144.5 / 240	60 %
		제 2 S/S	137.1 / 240	57 %
	년간 손실 비용		204,400천원	
	선로 투자비		1,236,900천원	
	S/S 건설비		696,000천원	

참 고 문 헌

1. H.LEE Willis : "Spatial Load Forecasting : A Tutorial Review", PROC., IEEE vol.71, No.2, Feb 1983.
2. H.LEE Willis : "Some Aspects of Sampling Load Curve Data on Distribution System", PAS Nov 1985.
3. Ibrahim Moghram, Saifur Rahman: "Analysis And Evaluation of Five Short-Term Load Forecasting Techniques", IEEE Vol.4, No.4, Oct 1989.
4. "Research Into Load Forecasting and Distribution Planning", EPRI Report EL-1198, Electric Power Research Institute, Paloalto, CA, 1979.
5. H.L.Willis, J.E.D. Northcote-Green "Comparison Tests of Fourteen Distribution Load Forecasting Methods", IEEE Trans. PAS-103 pp. 1190-1197, June, 1984.
6. D.L.Wall, G.L.Thompson, J.E.D.Birtgcite-Green : "An Optimization Model for Planning Radial Distribution Networks", IEEE Trans., PAS-98(3), pp. 1061-1068, 1979
7. "Research Into Load Forecasting and Distribution Planning", EPRI Report EL-1198, Electric Power Research Institute, Paloalto, CA, 1979
8. C.L.Brooks, C.J.Merrel, J.Morris, "Comparison of A Traditional and Computer Method for Distribution Planning, Modeling and Simualtion", Vol. 17, pp. 425-431, 1986.
9. 정 태호, 황 수천, "배전계획 전산화 연구", 전력연구 PP.149 -163. 1991.5

IV. 결 론

배전계통 계획에 있어서 가장 문제로 대두되는 것은 최대전력이다. 배전계통은 연간 발생하는 최대전력에 대하여 필요하고도 충분한 용량을 갖는 것이 아니면 안된다. 그런데 배전부하는 매년 증가하여 간다고 보면, 설비의 쪽은 설치 철거에 요하는 공사비의 절약을 위하여 몇년간 고정 시켜두는 것이 좋다. 시설한 당초는 작지만 부하 증가와 함께 크게 되어 일정