

GIS기술을 이용한 배전설비관리 및 운영의 효율적인 추진방안

권오형, 문수덕, 김정구
한국전력공사

Implementation scheme for the efficient building of Distribution Facilities Information Management and Operation using GIS

Kwon, O-hyung
KEPCO

Moon, Soo-deog
KEPCO

Kim, Jeong-gu
KEPCO

Abstract - Distribution facilities are installed dispersedly nationwide and in view of huge amounts, it makes it difficult to manage and update distribution facilities information manually. Consequently, much efforts have been exerted on computerization of distribution facilities information. KEPCO has been building distribution facilities information system using GIS technology(DGIS) to manage distribution facilities. In order to implement DGIS, digitizing the existing cartographical and land registration map is essential. In this regard, the Government is pursuing the NGIS project. In parallel with it, DGIS project will be accelerated in the future. This paper suggests the efficient development plans to computerize distribution facilities using GIS technology.

2. 본 론

2.1 배전설비정보관리 변천과정

한국전력에서의 배전설비정보관리는 설비이력관리카드를 이용한 변압기, 개폐기등의 주요배전설비에 대하여 수작성 개념으로 그 정보관리를 인력에 거의 의존해 오다가 1970년대에 IBM사의 IMS 및 SNA를 이용한 Host Computer System에 의한 온라인 업무처리를 하게 되었다. 이러한 온라인 전산망을 활용하여 배전설비와 관련한 여러 가지 응용업무를 개발하여 지금까지 실업무에 적용해 오고 있는데 그 중요한 사항들을 소개하면 다음과 같다.

2.1.1. 배전선로의 회선정보관리

구간별 배전용 변압기 및 수전설비 수용가의 계약전력의 합계를 임의 배전선로의 구간번호를 관리하여 구간별 부하설비 정보를 관리하여 1차 배전선로의 주변압기(M.Tr)의 공급여력 검토를 포함하여 배전선로별 공급능력 및 전압강하의 적정성 여부를 검토하기 위한 기술자료로 활용되고 있다.

2.1.2. 배전설비 통계자료 관리

사업장별로 통계자료를 관리하고 있으며, 회선수, 전선공장, 지지물, 가공개폐기, 주상변압기, 지중케이블, 지중개폐기, 지중변압기 등의 배전설비 현황이 관리되고 있다.

2.1.3. 저압부하관리

전기사업법시행규칙 제25조에서 수급지점에서 일반전기사업자가 유지해야 할 표준전압을 220V는 220±13V, 380V의 경우는 380±38V 이내로 유지할 것을 요구하고 있다. 이러한 적정전압 유지범위를 만족시키기 위하여 배전계통에서의 전압강하 한도를 관리할 필요성이 있으며, 배전용변압기 자체에서의 전압강하를 2%, 저압계통의 간선에서 발생하는 전압강하를 6%, 인입선에서 약 2%정도가 발생하는 것으로 해서 종합적으로 저압배전계통에서 무부하정격전압의 10%이내가 되도록 배전설비를 운영하고 있다. 이와 관련하여 저압전선에서의 전압강하를 전산기로 자동처리하기 위하여 저압전선의 종류 및 규격, 저압선의 공장에 관한 설비정보를 전산으로 관리하고 있다.

이러한 저압전선에서의 전압강하는 각 전선구간에서의 부하전류를 추정해야 하는 어려움이 있다. 한편에서는 이러한 부하전류 추정을 부하의 특성에 따라 달리 적용하고 있다. 전동부하의 경우에는 수용가의 월간사용전력량을 이용하여 부하전류를 추정하고 동력부하의 경우에는 수용가의 계약전력과 수용율을 적용하여 부하전류를 추정하는 방법을 채택하고 있으므로 저압전선에서의 전압강하계산을 위해서는 수용가의 사용전력량, 계약종별, 공급방식 및 계약종별에 관한 정보와 연계처리되어야만 하는 어려움이 있다.

저압전선에서의 전압강하계산을 위해서 산출된 부하전류를 전원측으로 누계하여 배전용변압기의 이용율을 자

1. 서 론

급증하는 전력수요에 대처하기 위한 송배전설비의 확충으로 최근 배전설비는 <표.1>에서 나타나 있는 바와 같이 그 규모가 방대하고 배전설비의 종류 또한 다양해서 그 관리의 어려움이 가중되고 있는 현실이다.

배전설비 운영과 관련하여 순간의 정전도 민원대상이 되는 시대로 급변하고 정전발생시 집단행동과 보상신청 및 소송사례 증가로, 선진국 수준을 능가하는 고품질 전력공급을 요구하고 있고 대관허가조건 강화 및 배전설비 설치허가 기피 및 Nimby현상의 팽배, 도심지 복잡화로 배전설비 설치공간 확보 곤란 등의 배전설비 건설여건은 점점 더 악화되고 있는 실정이나 교통체증 심화로 고장 복구 소요시간은 점차 증가되고 있는 등 대외적인 배전환경은 더욱 어려워질 전망이다

<표.1> 배전설비 통계현황 (98.5.27일 기준)

설비구분	설비규모
회선수	4,719 회선
전선공장(가공)	310,751 kM
전선공장(지중)	29,073 kM
지지물	5,827 천기
변압기(가공)	1,045 천대
변압기(지중)	18 천대
개폐기(가공)	64,168 대 (COS제외)
개폐기(지중)	14,442 대

이와 관련하여 배전설비 건설은 건설 초기단계에 정확하고 체계적이며 장애 부하변화를 고려한 효율적인 배전설비 계획 및 운영이 뒤따라야 할 것으로 사료되는바 본고에서는 한국전력에서 지금까지 추진해 온 전산시스템 개발 및 운영결과를 토대로 방대한 규모의 배전설비 정보를 체계적이고 효과적으로 관리할 수 있는 바람직한 배전설비관리 전산시스템의 구축방안을 모색해 보고자 한다.

동적으로 계산하여 신규부하 공급시 변압기의 교체유무를 판단하고 보수계획에 의거 과부하 예상변압기를 적기에 교체하므로써 변압기의 과부하 소손으로 인한 사고정전을 예방하고 있다

2.2. 지리정보시스템과 배전설비관리

2.2.1. 국가GIS의 개요

지난 1995년 5월, 재경부와 관련부처가 참여한 「국가지리정보체계(NGIS)구축 기본계획」이 발표되어 그동안 정부 각부처, 지자체, 공공기관 및 민간에서 추진되어 왔던 GIS구축 관련사업들이 체계적으로 추진되고 있다. 이 사업은 국가기본도와 주제도 및 지하시설물도 등 기초공간정보를 공급재원으로 수치지도화하고 각종 통계정보를 정비하여 두 자료를 통합한 정보기반 즉, 공간정보데이터베이스를 구축하고 활용하기 위한 계획으로 정보의 표준화사업, GIS기술개발사업, 공공GIS활용체계개발 사업 등을 추진하고 있다.

2.2.2. 국가 GIS 구축사업 추진

정부는 국가차원의 GIS기반 조성을 위한 1단계사업을 효율적으로 추진하기 위하여 관련부처가 참여하는 국가GIS추진위원회를 설치·운영하고 있는데 이 위원회의 기능은 국가GIS구축 기본계획을 수립하고, 추진실적을 평가하며, 법령정비 및 제도개선을 통하여 GIS사업이 원활하게 추진되도록 지원하고 있다. 국가GIS추진위원회 산하에 지리정보, 기술개발, 표준화, 토지정보, 총괄 등 5개분과가 설치·운영되고 있고 기본계획 작성 및 사업수행과정 평가등을 위하여 국토개발연구원이 총괄분과간사기관 역할을 담당하고 있다.

2.2.3. 진행사업 현황

공간정보의 생성·구축·활용용 관련 10대사업을 중심으로 추진되고 있으며, 현재 진행되고 있는 주요사업을 소개하면 다음과 같다.

국가GIS사업의 일환으로 1997년 4월에 과천시를 대상으로 지하에 설치된 7개 시설물(상수도, 하수도, 가스, 전력, 통신, 송유관, 난방열관)에 대한 설치현황 및 각종 속성정보(관경, 재질, 시공일자등)를 전산화하여 통합관리할 수 있는 시범시스템을 구축하고 이를 토대로 올해부터 2001년까지 전국 주요 6대도시에 대해 지하 시설물관리 전산시스템을 구축할 계획이다. 지형도 전산화작업이 현재 70%정도 진척되어 있으며 총사업비 704억원을 투입하여 '98년까지 완료할 예정이다

아울러 지적도 및 주제도 전산화작업과 관련하여 내년 부터 2000년까지 지적도 전산화 작업을 마칠 예정이며 도시계획도, 국토이용계획도, 도로망도, 토지이용현황도, 행정구역도, 지형·지번도 등 이용도가 높은 각종 주제도를 '98년부터 2000년까지 전산화 완료와 병행하여 토지관리정보시스템, 토양자원정보 전산시스템, 산림지리정보시스템, 지하수정보관리시스템, 지질정보관리시스템등 공공GIS응용시스템을 구축할 예정이다.

2.3. 한국전력의 DGIS추진현황 및 문제점

2.3.1 DGIS추진현황

배전설비의 경우 그 시공 및 운영과정에서 타기관의 시설물과의 정보공유가 무엇보다도 중요함은 최근 지하 굴착공사시 타 지하매설물을 건드려 발생된 대형사고들이 이를 잘 입증하고 있다.

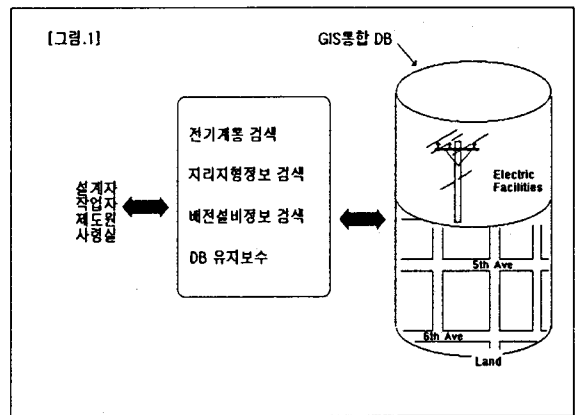
이와 관련하여 한편에서는 배전설비관리에 지리정보시스템 적용의 타당성 조사 및 개발의 필요성을 검토하여 1987년 12월에 GIS를 이용한 배전설비관리의 Pilot System 개발을 완료하였고, 1991년 9월에는 재경의 강동지점을 지리정보시스템을 이용한 배전설비관리 시범운영의 표본사업으로 선정하게 되었다. 이어 지중도면을

포함한 800매 이상의 배전설비지적도면의 전산입력을 완료하였고 IBM사의 RS/6000을 하드웨어로, geoGPG/6000을 GIS용 Tool로 이용하여 GIS용 DB 작업을 완료하였고 공간정보와 연계된 배전설비정보 데이터베이스를 기초로 배전업무에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 배전설계 및 저압부하관리 업무를 대상으로 실증테스트를 거친고 문제점 보완을 통해 현재 실업무에 적용되고 있다.

2.3.2. 문제점

〈그림.1〉에서 알 수 있는 바와 같이 GIS를 이용한 배전설비 정보관리를 위해서는 공간정보의 기초가 되는 지리지형정보의 수치지도화가 전제되어야 한다. 그러나 우리나라 지리정보 자체의 수치지도화가 이루어지지 않은 상황에서 DGIS가 추진되어 이러한 지형지리정보의 GIS 데이터베이스화작업에 한계가 있었고 한편이 자체 보유한 지적정보를 이용하는 과정에서 그 정확도에 대한 신뢰도 저하와 함께 활용가능한 지리지형정보의 다양성이 결여될 수밖에 없었다. 또한 한국통신 및 지방자치단체에서 추진중이었던 GIS사업의 Tool이 서로 달랐기 때문에 각 시설물간의 연계에 필요한 유연성을 갖지 못하였다. 기존 관리운영중인 배전설비지적도면의 설비정보에 대한 정확도를 높이기 위하여 일부 설비에 대해서는 현장조사를 통한 설비정보 파악을 수반하게 되었고 그러한 업무에 소요되는 예산 및 인력의 투자가 적지 않았다.

저압부하관리업무의 경우 수용가의 고객정보와 긴밀히



연계되어야 함에도 이러한 연계처리에 서로 다른 시스템 환경 때문에 많은 제약이 따라야 했다. 그리고 설비통계의 경우 시범적용중인 강동지점과 기타 사업소간의 시스템 상이로 인한 회사 전체적인 정보관리의 일관성이 결여되었고 배전업무 담당자의 이동으로 인한 업무혼선이 야기되기도 하였다.

2.4. 효율적인 DGIS추진방안

GIS를 이용한 배전설비관리를 위해서는 막대한 예산이 수반되어야 하고, GIS통합 DB구축을 위해서 많은 인력을 필요로 하고, 타기관의 설비정보와의 연계 및 기존 전산시스템과의 공유문제등 체계적이고도 효율적인 대처방안이 없이는 성공을 거두기 어려운 사업임을 시범 운영 결과를 통하여 확인할 수 있었다. 이하 이를 위한 효과적인 DGIS추진방안을 제시해 보고자 한다.

첫째, 현행 배전설비정보관리와 관련되는 배전업무에 대한 BPR작업이 선행되어야 한다. 기존의 Mainframe 체계하에서는 배전업무와 관련한 모든 데이터 및 프로그램은 전산센터에 있는 Host가 가지고 있고 여기에 접속된 중간전산기 및 PC(단말기 기능 겸비)들은 데이터의 입출력 기능만을 담당하지만 GIS운영체제 하에서는 그 사업장의 배전정보의 저장 및 운영을 그 지점에서 직접

수행하는 분산형 처리형태를 가지게 된다. 따라서 BPR 작업 또한 그러한 관점에서 현행 업무를 분산형 체제에서 최고의 효율성을 발휘할 수 있도록 개선해 나가야 할 것이다.

둘째, 분산형 업무체제로 운영되기 위해서는 GIS시스템 또한 사용자에게 유지보수의 범위를 확대하는 방향으로 개발되어야 할 것으로 본다. 특히 배전설비의 경우 새로운 기자재 및 새로운 공법의 출현과 함께 빈번한 설비변경 및 이동으로 그 정보관리방법의 유연성이 전제되지 않고는 제대로 정착되기 어려울 것으로 본다.

셋째, 타기관의 지하매설물과의 정보공유는 물론 지리 정보와 연계되는 고부가가치의 배전설비정보를 제공하기 위해서는 지리정보와 긴밀하고 용이하게 연계되어야 한다. 그러한 측면에서 현재 정부에서 추진중인 전국도의 수치지도화 사업에 사용되는 GIS Tool과의 국가 지리정보를 공유하기 용이한 GIS Tool을 선정해서 DGIS사업을 추진해야 할 것이다. 전국 확대시 사용될 Tool 선정시에는 이러한 사항을 필수적으로 반영해야 할 것으로 본다.

넷째, 기존시스템과의 정보공유 및 자료변환(Data Conversion)이 용이하게 처리되어야 한다. 배전설비정보의 활용도를 극대화하고 기초자료 입력시의 시간 및 소요인력을 절감하기 위해서는 기존 전산시스템 환경과의 연계처리가 자유롭게 되어야 할 것이다. 특히 변압기의 이용을 관리 및 저압계통에서의 전압강하 계산처리를 위해서는 고객의 영업정보를 충분히 활용해야 하고 이를 위해서는 영업정보DB와의 연계가 용이한 환경을 구축해야 할 것이다.

이하 단위업무별로 GIS통합DB 활용방안을 제시해 보고자 한다.

2.4.1. 배전설계

배전설계시 배전선로의 경과지가 가지는 지역특성(염해지역, 공단지역, 조류사고 다발지역 또는 태풍피해 상습지역등)을 충분히 고려해야 한다. 이를 위해서는 GIS가 가지는 Polygon기능을 최대한 활용하여 그 지역의 특성을 몇 개의 지역특성 Polygon으로 정의하여 지지물 설계시 지지물의 건주지점을 포인팅하게 되면 자동적으로 지역특성 정보와의 연계를 통하여 적정 설계가 이루어지도록 해야 할 것이다.

신규배전설비 건설과 배전계획공사 및 보수계획 사업과의 중복을 막기 위해서는 계획된 배전공사의 정보를 설계자가 용이하게 조회할 수 있는 기능 또한 필수적으로 보유해야 한다.

2.4.2. 부하관리

<고압선로> 투자계획 수립과 관련한 각종 기술정보의 제공이 가능해야 한다. 이를 위해서는 변전소의 최대부하설정정보와의 연계처리가 가능해야 하고 배전선로의 구간별 주상변압기 및 수전설비 고객들의 계약전력정보가 쉽게 추출되는 기능을 가져야 한다.

<저압선로> 한전 설계기준에 의하면 신설 배전용변압기의 용량선정시 $\sum Pr$ 을 부하설비의 합계(kW), r을 예상 연평균 부하증가율, n을 과부하한도 도달상정연수, D를 부하설비의 수용율, Pt를 변압기 정격용량(kVA)이라고 하면 $\sum P_r(1+r)^n \times D \leq 1.3P_t$ 을 기준으로 적용하도록 되어 있으나, 현실적으로 그 지역의 연평균 부하증가율을 추정하는 것이 어려우므로 실적용시에는 문제가 많은 것이 현실이다. 이하 GIS기능을 활용한 대응 방안을 살펴보고자 한다. 첫째, 부하전류 추정시 전등부하는 고객의 사용전력량을 가지고 추정하고 동력부하는 고객의 계약전력과 동력수용가의 수용호수에 따른 수용율을 적용하여 부하전력을 예상함에 따라 전등부하($I_1 = AX + B$) 계산시에는 <표.2>와 같이 지역특성(변화가, 주택가, 농어촌)에 따른 상관계수를 사용전력

량(X)에 적용해야 하나 현행 텍스트 처리위주의 계층형 데이터베이스 체제로는 정확한 관리가 사실상 곤란하므로 GIS의 Polygon기능을 이용하여 부하전류 추정을 위한 지역특성정보를 관리하여 배전용변압기의 이용율계산시 자동 추출하여 이용가능한 환경이 되어야 한다.

<표.2> 전등부하전류계산 상관계수

구분	지역별	사용량	A	B
동계	변화가	2,000kWH이하	0.0554	0
		2,000kWH초과	0.0384	34.0
	주택가	1,000kWH이하	0.0913	0
		1,000kWH초과	0.0323	59.0
	농어촌	500kWH이하	0.1210	0
		500kWH초과	0.0533	34.0
하계	변화가	2,000kWH이하	0.0680	0
		2,001kWH ~10,000kWH	0.0438	48.0
		10,000kWH초과	0.0197	287.0
	주택가	1,000kWH이하	0.1010	0
		1,001kWH ~7,500kWH	0.0422	59.0
		7,500kWH초과	0.0166	260.0
	농어촌	500kWH이하	0.1199	0
		500kWH초과	0.0339	43.0

둘째, 연평균 부하증가율은 해당 뱅크에서 공급되고 있는 수용가의 사용전력량 중에서 단위 kW당의 사용전력량의 변화추세를 기초로 자연부하증가율을 추정하고 기타 신규부하증가는 일정 지역단위로 연평균 부하증가율을 관리하여 변압기이용을 계산에 활용하는 것이 바람직한 것으로 본다.

셋째, 저압계통에서의 전압강하 검토와 관련하여 신규 부하 공급 및 부하분리시의 전압강하 계산을 수행해 볼 수 있는 시뮬레이션 기능이 필수적으로 따라야 한다.

3. 결 론

지금까지 한국전력의 배전설비정보관리의 변천과정을 살펴보고 특히 GIS를 이용한 배전설비정보관리의 추진 현황 및 그 과정에서 발생한 여러 가지 문제점을 살펴본 것이다. 또한 향후 DGIS구축사업을 효과적으로 추진하기 위한 대처방안도 제시해 보았다.

DGIS사업 자체가 많은 예산과 함께 그 기초가 되는 GIS DB구축에 많은 시간과 인력이 소요되는 대형사업인 만큼 구축후의 활용도를 제고하기 위해서는 기존 배전업무와 관련하여 종래의 계층구조의 텍스트처리 위주의 전산환경에서는 불가능했던 새로운 고부가가치 업무를 지속적으로 창출하는 연구와 노력이 배전설비 분야에 뒤따라야 할 것으로 본다.

아울러, 지리정보와 연계한 배전설비관리의 새로운 접근방법에 대한 분석이 있어야 하고 다른 시설물에 대한 정보와의 유연한 구조체제를 이러한 DGIS를 기반으로 구축해야 할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 한국전력공사 기술연구원, "주상변압기 부하계산 상관계수 산정에 관한 연구", KRC-87D-J03, 1989
- [2] 한국전력공사 배전처, "배전설비교육교재", 1997
- [3] 김재철외, "배전시스템의 수용가 특성별 부하관리 방안"에 관한 연구", 춘계학술대회논문집, p207-210, 1997
- [4] 한국전력공사, "설계기준, 설계기준-3400, 1996