

전기철도 부하특성 분석 및 데이터베이스 구축

A study on the electric railway load pattern analysis and building database program

전용주* 김치태** 이기천*** 이성욱****
Jeon, Yong Joo Kim Chi Tae Lee, Gi chun Lee, Sung Uk

ABSTRACT

At present, In Korea one of big characteristics in electricity power market is unique seller but in the near future competitions are expected in the market. Another big trend is development of IT technology. Through IT, remote inspection for power usage are possible. So huge power consumer like KORAIL it is necessary to investigate power consumption pattern.

This paper presents load consumption pattern for representative substation and billing system database program.

Base on the substation annual power usage data, the characteristic of the substation power consumption are investigated and effective electrical billing system are compared each other.

The database program was properly designed to examine the billings.

1. 서론

국내 단일 공급자 중심의 전력시장은 가까운 미래에 다수의 경쟁이 도입되는 산업으로 변화가 예상되고 있으며, 최근 IT의 급속한 발전으로 힘입어 전력수용가에 대한 원격검침 시스템의 도입을 통한 부하패턴 분석이 활발하게 진행되고 있다. 따라서 연간 전기요금(05년 기준)을 초과하는 당사와 같은 대규모 전력수용가는 전력요금의 최적화 및 전력설비의 효율화 등 경제적인 운영을 위한 부하패턴 분석이 시급히 필요하다. 특히 국내 전력사업자의 요금체계가 일반수용가를 대상으로 구분되고 적용됨을 가만할 때 노선별 특별한 부하패턴을 가지는 당사의 경우 검토의 필요성이 충분하다.

전철용변전소의 경우 일반수용가와 다른 부하곡선을 나타내나 계절별, 시간대별로 유사한 부하특성을 가지고 있다. 수도권 급전 변전소의 경우 전동열차를 운행하므로 Rush Hour에, 산업선의 경우 심야시간에, 고속선의 경우 운행시간동안 상대적으로 일정하다. 또한 냉, 난방기의 영향으로 하절기, 동절기의 전력소모가 상대적으로 크게 발생한다.

본 논문에서는 당사가 운영하는 각 급전변전소에 대한 사용패턴을 노선별, 특징별로 분석하고 전력 사용량 데이터를 바탕으로 데이터베이스를 구축하였다. 사용자 편의위주의 MMI를 통해 요금체계별 경제성을 비교분석 시도하였다.

2. 본문

2.1 전기요금 체계

당사는 국내 전력사용량의 0.57%(2005년기준)에 해당하는 대규모 수용가이며 전기철도사업자로서 대

* 전용주, 회원, 한국철도공사 연구개발센터
E-mail : elecbank@korail.com
TEL : (042)609-3886 FAX : (042)609-3720
** 김치태, 회원, 한국철도공사 연구개발센터
*** 이기천, 회원, 한국철도공사 연구개발센터
**** 이성욱, 회원, 한국철도공사 연구개발센터

략 7종의 전기요금체계의 선택이 가능하며 수용가의 특성에 알맞도록 사용량과 사용시간 등을 확인하여 가장 유리한 방법으로 선정한다. 그러나 한국전력공사에서 유지하는 요금체계는 일반부하를 기준으로 책정된 값으로 노선별 뚜렷한 사용량 특성이 있는 철도부하에 적용시 신중한 검토가 요구된다. 당사의 선택가능한 전기요금은 산업용(갑)고압 I, II, 산업용(을)고압 I, II, 산업용(병)고압 I, II, III으로 이중 변전소별로 대략 2~3종 비교가 필요하다. 특히 전국적으로 철도노선이 설치된 당사의 경우 노선별로 특별한 부하특성이 있어 실측데이터를 바탕으로한 분석은 반드시 필요하다.

2.2 국내 전력소비패턴 특성분석현황 및 자체적인 데이터 운영 필요성

최근 IT기술의 급속한 발전과 인건비용의 상승으로 인하여 원격검침개소가 보편적으로 확산되었다. 특히 고압수용가의 원격검침시스템 구축으로 전력회사는 전력사업에 있어서 부가서비스를 제공할수 있는 환경을 구성하였다. 현재 요금체계분석을 비롯하여 직접 부하를 제어할 수 있는 다양한 방안이 고객에게 제공되고 있으며 또한 설비용량을 감소시킬수 있는 다양한 기술들이 개발되어 적용되고 있다. 향후 전력산업 구조개편이 수행되고 복수의 전력산업자가 활동할 경우 더욱더 다양한 서비스가 제공될 것으로 판단되고 특히 에너지 사용비용이 큰 당사의 경우 다양한 서비스에 의해 전력소비패턴이 분석되고 경제적 운영방안이 제공될 경우 효율적인 운영이 가능할 것이다. 그러나 변화의 방향은 상당히 유동적이며 부가서비스는 추가적인 비용이 발생될뿐만 아니라 데이터를 원하는 형태로 가공하여 분석하기 곤란하다. 따라서 자체적인 분석틀은 적시적소에서 실제 검증을 통한 활용을 가능하게 할것이며, 데이터를 유관연구분야로 확대적용 할 경우 다양한 결과의 산출 또한 가능할 것이다.

2.3 급전용변전소의 부하패턴 분석

부하특성 패턴을 파악하기 위해 특징있는 변전소를 각각 선정하여 2년간('04년~'05년)의 데이터를 대상으로 조사를 해보았다. 전력요금산정에 사용량 요금과 기본요금 중 기본요금을 확인하기 위해 피크전력사용량을 파악하였다.

첫번째 데이터는 운행구간이 대부분 지상으로 구성된 의정부 변전소의 15분 피크 전력 데이터이다. 연간 전력피크치와 일별 피크 발생시간을 조사하한 결과 계절의 특성이 뚜렷하게 반영되어 있음을 확인할 수 있었으며 상대적으로 하절기 보다는 동절기에 전력피크치가 크게 발생되었고 출, 퇴근시간대에 피크력사용이 발생되었으며 최대, 최소치의 비는 대략 1.33배의 차이가 발생하였다.

<표 1> 수도권 변전소(의정부) 연간 및 일 피크전력(2005년) 데이터

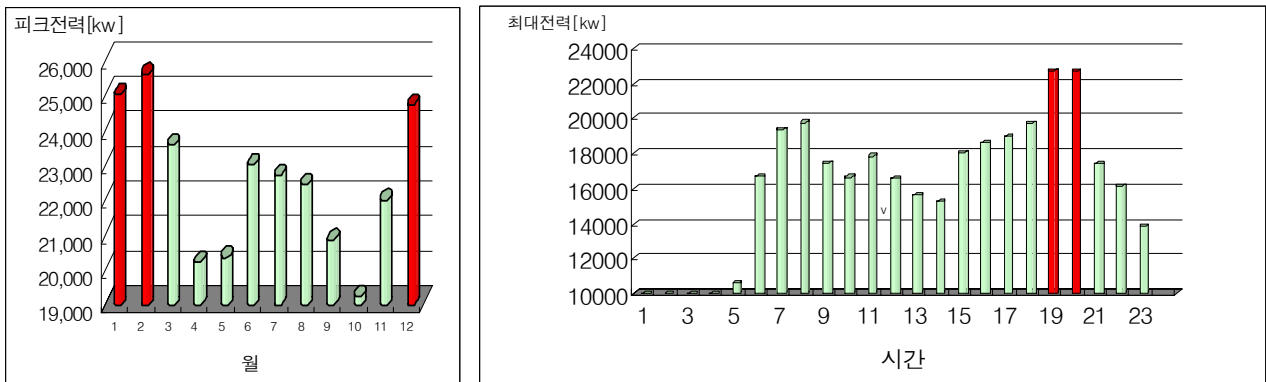


표 2는 전체가 지하구간으로 구성된 분당선 변전소의 15분 피크 전력 데이터이다. 역시계절별 특징이 뚜렷하며 출퇴근 시간중 하절기에 전력사용량이 집중되었다. 최대최소의 비는 대략 1.34배 발생하였다.

고속철도 급전변전소의 경우 배차간격이 수도권의 전동차에 비하여 길고 차량 한편성당(13,600kw) 전력사용량이 크므로 계절별, 시간대별 특징보다는 운행 다이어그램에 의해 좌우되는 것으로 분석되었고 지속적인 데이터 분석이 요구된다.

<표 2> 수도권 변전소(모란) 연간 및 일 피크전력(2005년) 데이터

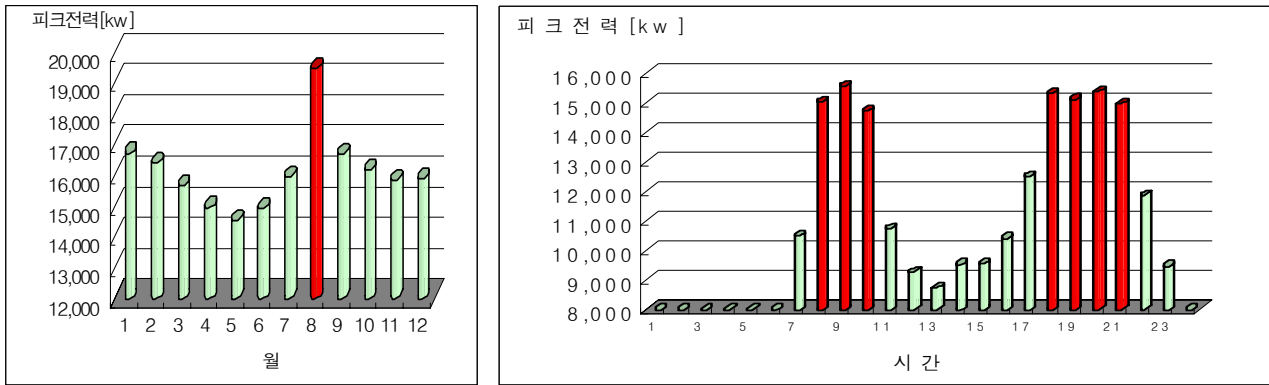
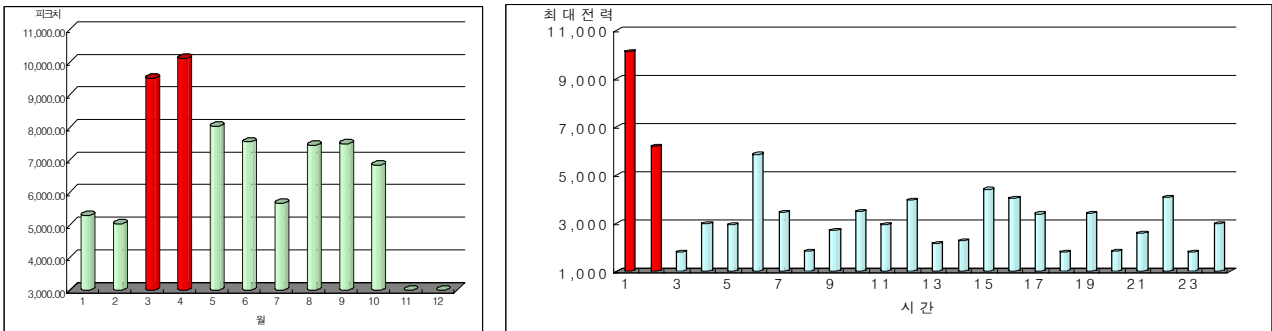


표 3은 승객보다는 화물수송이 많은 영동선 구간으로 수도권 전동차에 비해 주로 새벽시간대에 전력 피크치가 발생됨을 알수 있었다.

<표 3> 영동선(백산) 연간 피크전력(2006년) 데이터



2.4 해석용 프로그램 작성

철도공사의 원격검침이 수행되는 급전변전소 38개소에 대하여 전력사용량 원시 데이터를 확보하고 이를 통해 전력요금 분석을 위한 데이터 베이스를 구축하고 유저의 사용이 편리하도록 작성하였다. 그림 1은 GUI 메인화면이고 각각의 서브기능을 그림 2에 포함하였다.



그림 1 GUI 메인화면



그림 2 서브메뉴기능

확보된 데이터를 이용하여 변전소별 선택이후 요금체계의 분석이 가능하도록 구성하였다 특히 원본데이터의 통신이상 또는 오류로 인하여 정제된 데이터가 기록되지 않을시 과거 데이터와 주변사용량 데이터를 바탕으로 유추하여 기재할 수 있도록 기능을 구현하였으며 실시간 업데이트 서버 구축이전 원활한 데이터베이스 업로드를 위하여 통합파일을 기록할 수 있는 환경은 물론 각 개인별로 해당 데이터 베이스에 독립적으로 액세스하여 DB를 발전시키고 추후에 통합하여 관리할 수 있는 환경을 구성하였다. 표4는 프로그램에서 수행되는 기본기능 목록이다.

분석된 데이터는 사용자가 쉽게 확인이 가능하도록 그림 5, 6과 같이 구성하여 비율과 사용량등을 확인할수 있도록 제작중이다.

<표 4> 기본기능 목록

구분	기능항목	내용	구분	기능항목	내용
파일	변전소 선택	-변전소별 데이터베이스 파일을 연다. -데이터 조회, 관리, 분석, 시뮬레이션은 변전소 별로 이루어진다.	데이터 분석	최대수요	-시간별, 일별, 월별 최대수요전력을 조회하고 그래프로 표시한다.
	데이터 가져오기	-데이터 추가시 외부 Excel(또는 CSV) 파일로 부터 데이터를 가져온다.		사용량	-시간별, 일별, 월별 사용 전력량을 조회하고 그래프로 표시한다.
	환경설정	-데이터베이스 파일 위치, 기타 설정항목을 변경 관리한다.		유효/무효전력량	-시간별, 일별, 월별 유효전력량, 무효전력량을 조회하고 그래프로 표시한다.
	종료	-프로그램을 종료한다.		역률	-시간별, 일별, 월별 역률을 조회하고 그래프로 표시한다.
기본정보	일반정보	-변전소에 대한 일반정보를 조회한다.	요금 시뮬레이션	현재요금정보	-현재 요금제의 월별 요금정보를 조회한다.
	계기정보	-계기정보를 조회한다.		시나리오 관리	-시뮬레이션을 위한 요금제 선정 등을 관리한다.
	데이터 요약	-데이터의 시작날짜, 레코드 수 등에 대한 정보를 표시한다.		시뮬레이션	
도움말	요금표	-적용되고 있는 전기요금 요금제 정보를 표시한다.			
	프로그램 정보	-본 프로그램에 대한 버전 정보를 표시한다.			

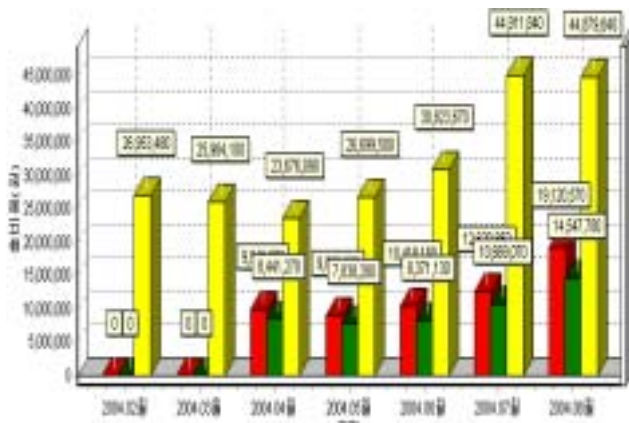


그림 3 요금비교차트



그림 4 월 요금정보 테이블 데이터 이미지

2.5 향후계획

확보된 급전변전소의 데이터를 바탕으로 사용요금 계산을 위한 DB를 제작중이다. 데이터는 원격검침이 시작된 이후부터 확보되어 길게는 2년 짧게는 6개월정도 데이터를 확보되었다. 변전소의 요금체계에 따라 저장된 데이터의 양에 차이가 있어 원시데이터의 보정이 일부 필요할것으로 판단된다. 실제 요금납부 정보 데이터와의 비교작업이 수행되었으며 11월말이면 자체적인 해석프로그램의 완성이 가능할 것이다.

2.6 결론

고속철의 개통과 더불어 당사의 전기요금은 급속히 증가추세이고 에너지 절감에 대한 요구가 절실히 요구된다. 특히 최근 IT 기술의 발전으로부터 시작된 원격검침은 각 수용가들에게 부하분석을 가능하게 하였다. 본 연구를 통하여 당사에서 활용하는 전력부하데이터를 이용하여 시간대별 전력 사용량에 대한 분석기초를 마련하였으며 추후 전력사용량을 효율적으로 관리할 수 있는 방안의 마련이 가능할 것이며 확보된 데이터를 이용한 추가적인 연구가 활발히 진행될것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전용주 외, 전기철도의 부하특성별 패턴분석을 통한 에너지 절감방안 연구”, 한국전기학회 하계학술대회, 2006.07
- [2] 이기승, “전기철도에서의 에너지 절감 방안에 관한 연구”, 서울산업대학교 대학원 논문지, 2004
- [3] Albert Chui, “Traction Energy Management in KCR”, IEE 2nd international conference on Advances in power system control, Operation and Management, 202-208,199312