

포항가속기연구소의 전력사용량에 대한 분석

손 창호, 손 윤규
포항 방사광 가속기연구소

Analysis of used electric power for pohang accelerator laboratory

C. H. Son, Y. G. Son
Pohang Accelerator Laboratory

Abstract - Pohang accelerator Laboratory is from 1994 analyzed electric power amount used for about 10 years. It is one of equipment that consume electric power of greate electric power to single test equipment. Accelerator Laboratory institute investigates the consumption rate of energy that is spent to each building could divide by linear accelerator and save ring and analyzed about the equipment utilization rate and average electric power. Countermeasure that this treatise can forecast power loss of electric power by equipment through analysis of electric power amount used and heighten the utilization rate of equipment wishes to do comparative analysis.

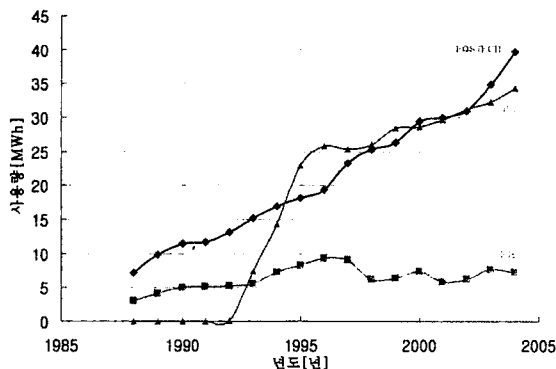
1. 서 론

단일 실험설비는 국내 최대 규모인 포항방사광 가속기연구소는 1994년 개소 이래 154 kV의 변전설비의 운영과 관리를 통하여 효율적으로 전력수급과 부하의 배분을 관리하고 있다. 가속기연구소는 전자를 발생시켜 가속하는 선형가속기와 생성된 전자를 원형궤도 내에 저장하는 저장링으로 구분된다. 전자의 생성과 가속하기 위한 마이크로파의 증폭과 전송을 담당하는 펄스 모듈레이터(200 MW)와 집속용 전자석 전원장치가 선형가속기의 주요부하에 해당된다. 저장링의 경우는 전자의 집속과 원형궤도내의 원운동에 필요한 집속 대형 전자석에 전원을 공급하는 전원장치와 마이크로 증폭용 전원이 부하에 해당된다. 메인 변전소는 154 kV의 전원을 북 포항 변전소로부터 철담 27기를 거쳐 공급받고 있으며 수전전력은 포항공과대학교(POSTECH)와 포항산업과학기술연구원(RIST), 포항방사광가속기연구소(PAL) 3개 기관이 함께 사용하고 있다. 본 논문에서는 포항 방사광 가속기연구소의 전력사용량을 사용 장치 별로 분석하고자 한다.

2. 본 론

2.1 부하의 분산운영

실험설비와 장치의 운전에 필요한 동력전원은 메인변전소로부터 22.9 kV와 6.6 kV로 변성한 후 건물별로 별도의 변전소로 공급된다. 그림 1은 메인 변전소에서 각 기관에 공급되는 전력사용량을 1988년부터 2004년까지를 추이별로 나타낸 것이다. 초기에는 포항공과대학교와 포항 산업과학기술원이 주요 전력사용기관이었으나 포항방사광가속기의 건설과 시운전을 시작으로 1994년 준공을 거쳐 1996년에는 일정부분 전력을 사용하게 되고, 꾸준한 증가세를 보이고 있다. 가속기의 준공과 더불어 초기에는 설비의 양이 많지 않아서 전력사용량은 점차로 증가추세를 나타내었으나 1996년을 기점으로 안정화 되었으며 매년 5-10%의 전력사용량이 상승하는 것으로 조사되었다.



<그림 1> 기관별 전력사용량

초기에 방사광을 이용하여 실험하는 유지들에게 빔을 제공하는 시간은 대

략 4,000(시간/년) 이상이다. 전력사용량의 증가는 운전시간의 증가를 의미하는 것은 아니며, 빔 라인의 증설에 따라 장치가 숫자적으로 증가했음을 의미한다. 부하의 증설을 예측하고 현재 가동 중인 변전소의 변압기의 이용률을 고려하면 꾸준한 증가가 되고 있다. 표 1은 변전설비의 용량이며 장치에 따라 부하를 구분하고 가속기연구소의 월별로 전력사용량을 살펴보고 컴퓨터전력과 부하율, 수용률을 알아보고자 한다.

<표 1> 변전소 설비용량

| | 용량[MVA] | 전압 [kV] | 비 고 |
|----------|---------|-----------------------|-------------------|
| 154 Main | 50 | 154/22 | PAL,POSTECH,Rist |
| | 25 | 22/6.6 | PAL(운전용, Utility) |
| Linac | 8.25 | 6.6/0.48,0.38,0.208 | |
| SR | 7.3 | 6.6/0.48, 0.38, 0.208 | |
| MPS | 3.6 | 6.6/0.522,0.343,0.208 | |
| Utility | 3.3 | 6.6/0.38, 0.208 | |

2.2 월별 부하사용량

154 kV 메인변전소에서 분기된 독립된 2개의 변전소를 운영하고 있다. 각각의 건물별로 변전소가 운영되며 고전압을 사용전압을 변성하여 사용하고 있다. 사용하는 부하의 특성이 달라서 각각의 독립된 변전소로 운영되며 부하의 증설과 설비의 수용률에 대한 대응의 가능하도록 되어있다. 그림 2는 가속기연구소의 154 kV 메인변전소의 전경사진이다. (사진 좌측하단 부분은 GIS 시스템) 부하는 건물별로 분산하여 1994년 가속기연구소 준공으로 본격적인 빔 운전이 개시되었고, 지금은 매년 5500시간을 운전을 하고 있다.

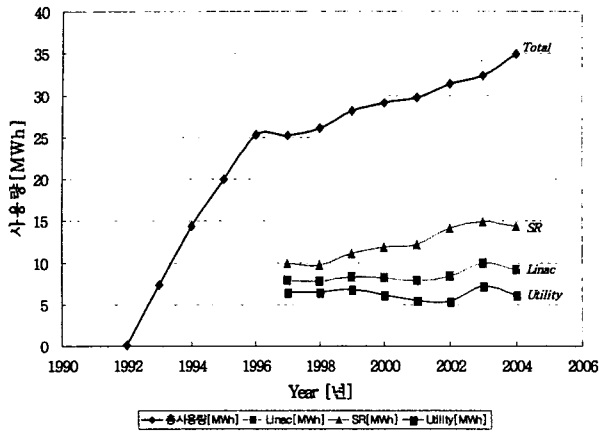


<그림 2> 154 kV GIS 변전소 전경

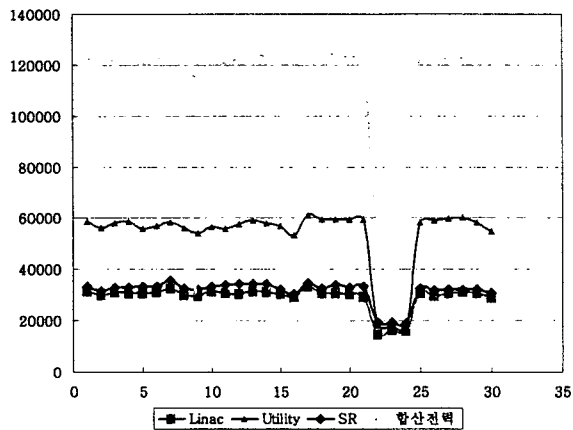
메인 변전소는 지난 93년부터 2005년까지 총 43건의 사고가 있었고 그 중에 37 건은 외부기관의 사고여파로 인한 정전사고였으며 자체 정전은 3회가 발생되었다. 그림 3은 가속기 연구소의 건물별 전력사용량을 지난 1994년부터 2005년까지 표시한 것이다. 선형가속기와 동력동의 전력사용량의 증가는 없었으며 저장링의 경우는 전력사용량이 증가되고 있는 것을 알 수가 있다. 이는 저장링의 외곽에 있는 실험설비인 빔 라인의 증설로 인한 전력수요가 있음을 알 수 있다.

그림 4는 금년도 4월 한 달 동안 월별 부하에 대한 일별 부하량을 나타내고 있다. 월의 후반부에 전력사용량이 급격히 줄어드는 부분이 있는데 이는 가속장치의 튜닝과 설비개선을 위한 자체 운전시간으로서 실제 전력사용량은 증가하지는 않는다. 그림 6은 1998년도 운전패턴으로서 일 년 내내 운전하였고 컴퓨터부하가 있는 여름에도 운전을 하여 전반적으로 운전패턴이 고르게 분포하는 것을 할 수 있다. 그림 7의 경우는 가속기의 운전패턴의 변화가 있었으며 보통의 경우는 선형가속기에서 입사를 하면 오전과 오후로 나뉘어서 입사가 되고 나머지 시간은 선형가속기만 이용하여 빔 조사 실험을 한다. 한편 2003

년도에는 입사 중이라도 일정레벨의 저장이 내려가면 계속적으로 그리고 지속적으로 빔 전압을 채우는 모드인 top up-mode 운전으로 부하의 변동이 있는 것으로 조사되었다. 저장링의 경우는 빌라인의 증설로 실부하량이 증가한 것이며 선형가속기의 경우는 약간의 설비증설이 있었다. 최대 첨두전력이 대두되는 7월과 8월을 제외하고 운전되었으며 대략 8개월 운전하는 것으로 확인되었다.[2]



〈그림 3〉 가속기연구소 건물별 전력사용량



〈그림 4〉 월 부하곡선(2006년 4월)

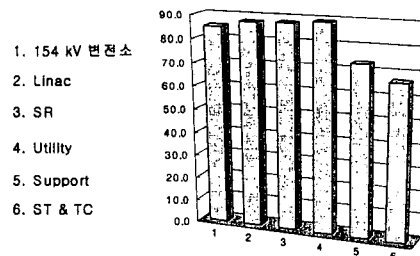
2.2 부하율

부하 변동의 정도를 나타내는 지수로서 부하율이 있다. 이것은 일정기간중의 최대전력에 대한 기간평균전력의 비율(%)로서 기간에 따라서 일부하율, 월부하율, 년부하율 등이 있다. 부하율은 그의 값이 적을수록 최대값의 피크 정도가 심하다는 것을 나타내며 바람직하지 않은 상태이다.[1]

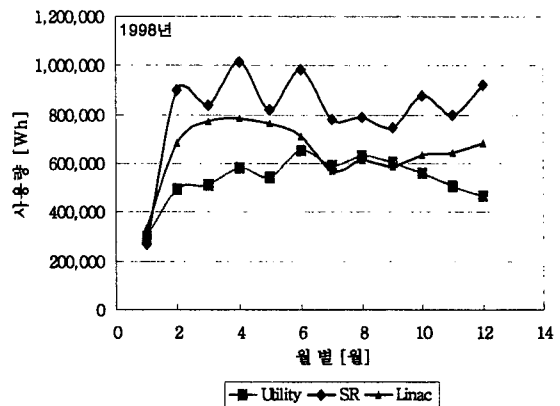
$$\text{부하율} = \frac{\text{평균전력}}{\text{최대전력}} \times 100[\%] \quad \text{식(1)}$$

$$\text{월부하율} = \frac{1\text{개월간의 소비전력량}(kWh)}{\text{최대전력} \times 24 \times 30} \quad \text{식(2)}$$

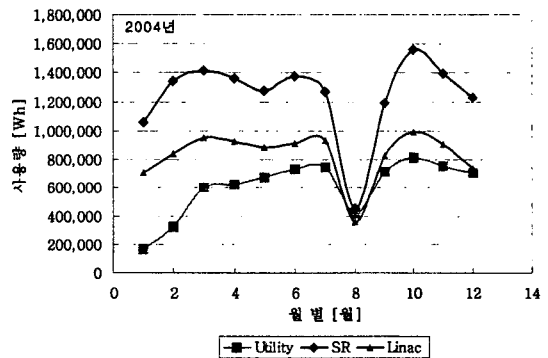
식(1)과 식(2)을 사용하여 그림 4의 월부하 곡선으로부터 평균전력은 기간 중의 총 전력량을 그 시간으로 나눈 값으로 하고 최대전력은 1개월 치를 적용하여 월 부하율을 계산해 본 결과 0.037%였다. 부하율은 각각의 전력사용량을 건물별로 구분하여 계산하였고 그 결과는 그림 5와 같다. 전력을 경제적 합리적으로 사용하려는 전력사용 합리화는 발전(發電)으로부터 말단 부하까지 포함하여 전력의 효율적인 사용이나 낭비와 손실을 적게 하려는데 있다. 우리나라 에너지의 해외 의존도가 약 97%에 달하고 발전 전력량의 대부분이 에너지인 석유, 석탄, LNG 및 핵연료 등도 해외에서 수입되고 있으므로 전력절약은 바로 해외로부터의 에너지 수입의 절감과 직결된다.



〈그림 5〉 건물별 부하율



〈그림 6〉 년 부하곡선(1998년)



〈그림 7〉 년 부하곡선(2004년)

3. 결 론

포항방사광 가속기는 단일과학 실험설비로는 국내에서 큰 규모이며, 1994년에 개소하여 현재까지 저장링의 실험자를 위한 실험설비의 증설과 전력장치의 증설을 계속적으로 해오고 있다. 또한 3개의 독립된 기관에서 전력을 한곳에서 집중하여 공급받고 있으며 각 기관의 전력설비 증설에 따라 현재 메인변압의 여유분과 설비이용률에 대한 사용과 분석을 통하여 합리적이고 효율적으로 전력사용을 도모하는데 있다. 전력관리는 실험설비나 업무에 필요한 전력을 수전하여 소내의 부하에 원활하고 안전하게 공급하는 종합관리이지만 합리적이고 경제적인 전력사용을 기하기 위해서는 우선 전력사용의 상황을 정확히 파악하는 것이다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] 송길영, "신뢰송배전공학", 동일출판사, 1995년
- [2] 가속기연구소 "전력사용일지"