

경쟁시장에서 발전업자의 발전설비계획에 관한 연구

김태영*, 김강원**, 한석만*, 강동주***, 김발호*
 홍익대학교*, 에너지관리공단**, 한국전기연구원***

A Study on the generator Planning of GENCO in the competitive power markets

Tae-Young Kim*, Kang-Won Kim**, Seok-Man Han*, Dong-Joo Kang***, Balho H. Kim*
 Hongik University*, KEMCO**, KERI***

Abstract - The GENCO of competition in the market for profit maximization of business development for the study of how to build a facility plan. The total revenue for this thesis may be deducted from the total cost calculations and the cumulative profit, the result of cumulative profit through the profit and loss, and up to the turn-off to find a generator of canonicalization. Fortran, using a model to formally implement the program, and a graph that displays the results to build any power plants is the most efficient visibility of the eye can see.

1. 서 론

전력사업은 대규모의 전력설비를 건설하고 운영해야 하는 대표적인 설비산업이다. 전력산업의 운영을 위해서는 수많은 발전소와 변전소, 그리고 전국 각지를 연결하는 송배전선로 등 방대한 규모의 설비가 필요하다. 이러한 전력설비, 특히 발전설비 부문은 설비의 규모가 대단히 클 뿐만 아니라, 고도의 정밀성, 내구성, 신뢰성이 요구되는 대단히 고가의 설비로서 막대한 투자비를 필요로 한다. 또한, 건설에 있어서는 설비 종류에 따라 차이는 있지만, 보통 수년 또는 10년 이상의 장기간이 소요된다. 투자비의 회수 측면에서는 이들 설비들의 내용연수와 설비투자비의 회수기간이 매우 길다. 따라서 전력산업은 이를 영속적으로 운영하기 위해서 장기적이며 막대한 규모의 설비투자가 요구되는 설비산업 또는 장치산업이라고 말할 수 있다. 이와 같은 전력산업의 특징에 따라 전기요금 원가 가운데 고정비의 비중이 매우 높게 된다.

전기요금 또는 발전원가 가운데 고정비의 비중이 높다는 것은 그만큼 고정비의 영향을 줄일 수 있도록 합리적인 투자가 이루어져야 함을 의미한다. 따라서 전력을 저렴하고 안정적으로 제공한다는 전력회사의 기본목표를 달성하기 위해서는 무엇보다도 설비투자가 적정하고 합리적인 방법으로 이루어져야 한다. 특히, 미래의 수요장에 적절히 대처할 수 있도록 적정한 전력수급계획이 수립되어야 한다. 전력수급계획의 중요성은 전력회사의 가장 중요한 경영계획이라는 측면 이외에도, 이의 합리적 수립의 필요성은 다음과 같은 국가 경제적 측면에서 살펴보아도 그 중요성을 깊이 인식할 수 있다.

우리나라의 1차 에너지 가운데 전력부문에 소요된 에너지는 전체의 약 30%에 달한다. 최종에너지의 소비에 있어서도 전력은 약 11%를 차지한다. 또한 이러한 전력의 비중 및 전력수요는 갈수록 높아지고 있는 추세이다. 따라서 전력이 산업생산의 중요한 투입요소로서 직접 작용할 뿐 아니라, 전력부문의 투자액이 다른 어느 부문보다도 높다. 그런데 전력수급계획은 발전설비의 종류 및 투입시기뿐 아니라 결과적으로 이에 사용되는 에너지원(연

료)까지 결정하기 때문에, 전력수급계획의 수립 및 이의 추진이 국가 경제 및 에너지사업에 미치는 파급효과가 지대하다. 따라서 전력사업의 효율적 운영, 특히 합리적인 전력수급계획의 추진이 매우 중요한 요소가 되는 것이다.

이상에서 기술한 바와 같이 전력사업의 운영 대상이 되는 전력설비가 대규모이며 건설기간 및 수명기간이 장기라는 특성이 있고, 이와 관련하여 고정비용이 비용 가운데 중요한 요소로 작용한다. 따라서 이러한 전력사업을 효율적으로 운영하여 저렴하고 안정적인 전력을 공급하기 위해서는 발전부문의 투자를 위한 이른 정립이 매우 중요하다. 본 논문에서는 총수익에서 총비용을 차감하여 그 결과를 가지고 손익분기점의 시점과 누적이익의 양을 계산하여 보고 그 결과를 통해 발전사업자들의 목적에 맞는 설비계획의 방법론에 대해서 알아보려고 한다.

2 발전사업자들의 설비계획 방법론

수학적 측면에서의 발전업자들의 이익 극대화를 위한 설비계획은 어떠한 발전소를 세웠을 경우 이익이 극대화 되는지를 결정하는 문제이다. 이러한 설비계획을 수학적으로 정식화하기 위해서는 총수입과 총지출을 계산하여 그 차이가 가장 큰 발전소를 알아내는 수학적 모델링이 필요하다. 또한 총수입과 총지출을 구하기 위해서는 시장가격 및 건설비, 운전비, 설비용량, 이용률, 경제수명, 물가상승률 등과 같은 자료와 누적발전량=누적부하량과 같은 제약조건을 알아야 한다.

본 논문에서는 이러한 조건들 중에서 가장 핵심이 되는 조건들과 정보만을 사용하여 수학적으로 정식화 하였다. 또한 계산의 편의상 할인율과 물가상승률 등 여러 가지 복잡한 제약조건들을 배제하고 정식화 하였다.

3. 발전사업자의 설비계획 모형

$$\text{Maximize } TR - TC = \sum_{i=1}^n TR_i - TC_i \quad (식1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^n PG_{i,t} = \sum_{i=1}^n Load_{i,t} \quad \forall i, t \quad (식2)$$

$$\sum_{i=1}^n PG_{i,t} = \sum_{i=1}^n Q \cdot cf_i \quad (식3)$$

$$0 \leq PG_{i,t} \quad \forall i, t \quad (식4)$$

$$0 \leq cf \leq 1 \quad (식5)$$

$$0 \leq P, Q, GOC, GCC, CC \quad (식6)$$

여기서,

TR : 총 수입

$$= \sum_{i=1}^n Q \cdot cf_i \cdot P_i \cdot t$$

TC : 총 비용

$$= Q \cdot GCC + \sum_{i=1}^n (Q \cdot cf_i \cdot GOC_i \cdot t + CC)$$

GOC : 발전설비 운전비용

GCC : 발전설비 건설비용

CC : 보수정비비

n : 발전기 경제수명

P : 시장가격

Q : 발전기 설비용량

cf : 발전기 이용률

t : 연중 발전 시간

i : 발전년수

PG : 발전량

(식1)의 목적함수는 크게 총 수입과 총 비용으로 구성되어 있다. 총 수입은 발전기의 설비용량에 이용률, 연중 발전시간과 시장 가격을 곱하여 계산하여 매년의 수입을 누적하여 계산하였다. 총 비용은 크게 고정비인 발전설비 건설비용과 변동비인 발전설비 운전비용 및 보수정비비로 구성되어 있다. (식2)에서는 총발전량과 그 발전기에 걸리는 부하의 양이 같다고 하였다. (식3)에서는 계산을 간략화 하기 위하여 총발전량은 발전기의 설비용량과 발전기 이용률의 곱으로 나타내었다.

위 식을 통하여 알 수 있는 것은 고정비가 크고 운전비가 낮은 발전기는 발전 연수가 낮을수록 적자의 폭이 크지만 시간이 흐를수록 적자의 폭이 줄어들고 발전 연수가 올라 갈수록 흑자의 폭이 커짐을 알 수 있다. 반대로 고정비가 낮고 운전비가 큰 발전기는 발전 연수가 낮을수록 적자의 폭은 크지 않지만 발전 연수가 올라 갈수록 흑자의 증가율은 낮아 질 것을 알 수가 있다. 또한 발전업자는 위 식의 계산을 통하여 몇 년도에 총 수익이 적자에서 흑자로 돌아서는지 확인 할 수가 있고, 어떤 발전기가 발전수명을 다할 때까지 가장 많은 이익을 취하는지 알 수가 있다. 그래서 발전업자의 성향에 따라서 손익분기점이 가장 빠른 발전기를 원하는 발전업자나, 발전수명을 다할 때까지 최대의 수익을 원하는 발전업자들은 자신의 목적함수에 최적화된 발전기가 어떤 것인지 확인할 수가 있다.

4. 사례연구

4.1 가정

본 논문에서는 문제의 간략화를 위해 다음과 같이 가정하였다.

- 각 년도의 시장가격은 연평균가격을 적용한다.
- 매년 보수정비비는 일정하다.
- 각 년도의 연료 가격은 동일하며, 연료비용은 운전비용에 포함되어 있다.

- 발전설비 주요정보

	설비용량 (MW)	life time (년)	보수정비비 (만원)	건설비 (백만원/MW)
A	1,000	10	6000	1000
B	3,500	8	7500	500
C	500	5	8000	300

- 발전설비 운전비(백원/MW)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	10	10	11	11	12	12	13	15	17	17
B	30	35	35	40	47	50	55	60	66	70
C	50	55	60	65	70	80	88	94	100	110

- 발전설비 이용률

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5	0.3	0.7	0.6	0.7	0.8
B	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.4
C	0.5	0.4	0.5	0.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.8	0.4

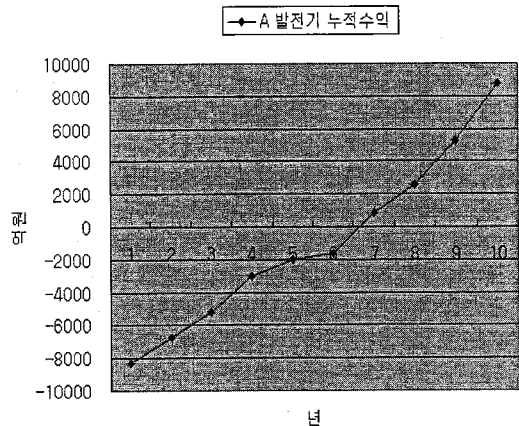
- 시장가격(백원/MW)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	5	6	6	6	6	6	7	7	8	8

- 연중발전시간(시간)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	6132	5256	5256	6132	4380	2628	6132	5256	6132	7008
B	5256	6132	7008	7008	6132	5256	6132	7008	6132	3504
C	4380	3504	4380	6132	5256	6132	4380	5256	7008	3504

A 발전기 누적수익



5. 결 론

본 논문에서는 경쟁시장에서의 발전업자들의 목적에 맞는 수급계획의 결과를 제시하였다. 위와 같은 경우에 발전업자의 목적이 최단기 손익분기점이면 B 발전기를 세워야 하고 발전업자의 목적이 최대의 이익이라면 A 발전기를 세우는 것이 최적의 답이다. 또한 C 발전기는 적자만 나오기 때문에 건설하지 않는게 올바른 결정임을 확인 할 수 있다.

하지만 본 논문에서는 할인율 및 발전업자의 수급계획에 따른 발전량의 변화 등 여러 가지 제약조건들을 무시하였다. 위에 조건만이 아니라 수급계획을 세울시 여러 가지의 제약조건들을 더 넣게 되면 경쟁시장에서 발전업자들의 최적화된 수급계획을 세우는데 활용될 수 있으리라 판단한다.

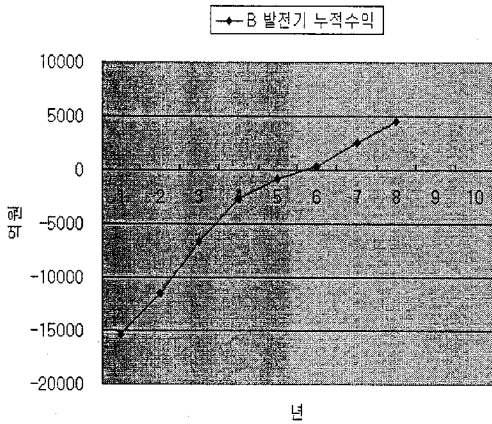
감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 한국전력공사 경영연구소 (과제번호 : R-200702-210, 과제명 : 전력시장모의시스템 구축) 주관으로 수행된 과제임.

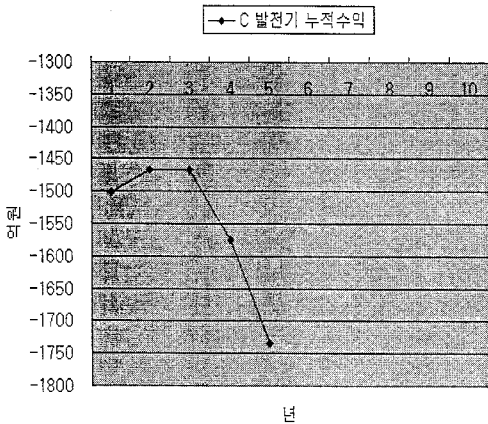
[참 고 문 헌]

- [1] 김영창, 발전설비 투자이론, IECC 에너지시리즈-3, 2006
- [2] 전력경제(전력설비 투자이론), 한국전력공사 전력경제 연구실, 1966
- [3] 장기전력수급계획 수립 절차 및 방법, 한국전력공사 전원계획처, 1999
- [5] Fundamentals of Power System Economics, Daniel Kirschen & Goran Strbac, John Wiley & Sons, Ltd, 2004

B 발전기 누적수익



C 발전기 누적수익



발전기 누적수익

