

전력수요관리사업의 비용효과분석

박종진*, 이창호*, 김진오*
*한국전기연구원, *한양대학교

The Cost-Effectiveness Analysis of DSM Programs

Jong-Jin Park*, Chang-Ho Rhee*, Jin-O Kim*
*Korea Electrotechnology Research Institute, *Hanyang University

Abstract - This paper presents the cost-effectiveness evaluation of DSM programs. The purpose of this paper is to analyze the energy consumptions and peak reductions of DSM programs, evaluate the cost effectiveness for each DSM program, and identify the benefits and the costs for each California Test. The proposed approach is applicable to DSM programs post-conducting in Korea.

1. 서 론

전력산업구조개편 이후 전력수요관리사업의 주체가 전력회사에서 정부로 전환함에 따라 수요관리사업의 계획, 시행, 평가를 동시에 수행하던 과거의 사업수행방식이 기능별로 분담하는 방식으로 사업체계가 바뀌게 되었다. 따라서 이러한 여건에 맞추어 수요관리사업을 효과적으로 수행하기 위해서는 수요관리 사업별로 비용효과분석 및 성과검증 절차 등의 재정립이 필요하게 되었다. 현재 시행중인 수요관리사업은 크게 효율향상사업, 부하관리사업 및 부하관리요금지원제도로 구분할 수 있으며, 이들 사업의 재원은 전력산업기반기금에서 조달되고 있다. 한편, 수요관리사업의 평가에 있어서는 프로그램별 사전·사후 평가, 사업체의 및 시행을 위한 평가, 사업수행 중간 평가 등 수요관리사업의 효율적 수행을 위한 제반 평가기능이 포함되는데, 특히, 매년 투자규모가 늘어나고 있는 수요관리사업의 효율성과 투명성을 확보하여, 비용효과적인 프로그램중심의 적정투자를 유인하는 것이 시급한 문제로 대두되고 있다.

지금까지 수요관리사업의 성과나 비용효과를 분석하기 위한 시도가 많이 있어 왔으며, 새로운 수요관리 프로그램을 개발하거나 평가하기 위해 외국의 DSManager나 COMPASS와 같은 소프트웨어를 사용하기도 하였다. 하지만 이러한 소프트웨어는 외국환경에 기반을 둔 평가모형으로서 필요한 데이터를 수집하는데 어려움이 많으며, 사용자가 쉽게 이용하기 어려운 단점으로 인해 거의 활용하지 못하고, 단순한 계산식에 의존하여 성과계량이나 비용효과를 분석하여 왔다.

따라서, 본 논문에서는 전력산업 구조개편과 함께 국가차원의 수요관리사업의 투명성고 효율성 제고를 위해 수요관리사업의 성과와 비용효과를 쉽게 분석하고 평가할 수 있는 파일럿 평가모형을 개발하였고, 이를 토대로, 수요관리사업의 투자비용 및 편익에 따른 비용효과와 성과계량을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 평가지표

수요관리 프로그램의 평가지표는 크게 편익지표와 비용지표로 구분된다. 편익지표로는 회피비용이 주로 사용되며, 비용지표에는 프로그램비용, 지원금, 기기비용 등이 있다. 여기서는 각 지표별 산정내용 및 방법을 기술한다.

2.1.1 회피비용

회피비용 산정에 사용된 자료는 제1차 전력수급기본계획과 2001년 실적치를 주로 사용했으며, 다양한 회피비용 산정방식 가운데 회피설비용은 발전설비의 경우 대체설비기준(CUB)방식, 송배전설비는 평균중분비용(AIC)방식에 따라서 산정하였다. 본 논문에서 적용한 전원별 회피비용단가는 2002년 적용치로서 표 1과 같다.

표 1. 주요 입력지표

항목	과거적용치 (LNG 복합)	2002년 적용치		
		LNG복합	LNG가스터빈	
회피 설비	발전설비(원/kW)	115,221	106,346	61,912
	송배전설비(원/kW)	77,810	52,912	52,912
	배전설비(원/kW)	14,110	-	-
	소계(원/kW)	207,141	159,258	114,824
회피에너지(원/kWh)	44.2	67.40	-	

표 1에서 회피비용 산정을 위한 기본입력자료로는 설비, 운전유지비, 재무, 세금, 운전자본, 발전 관련자료로 구분되며, 해당 입력데이터는 제1차 전력수급기본계획과 2001년 실적치를 기준으로 하였다. 그리고 LNG 복합은 효율향상사업 및 부하관리사업에 적용하였으며, LNG 가스터빈은 부하관리 요금지원사업의 편익지표로 적용하였다.

한편, 회피에너지비용의 경우, 에너지절약프로그램은 전원별 복합평균단가(32.09원/kWh), 부하관리프로그램은 LNG 복합단가, 부하이전프로그램은 시간대별 가중평균(62.77원/kWh)과 유연탄 발전단가(15.41원/kWh)를 적용하였다.

2.1.2 프로그램 비용

프로그램비용은 크게 인건비, 관리비 및 홍보비로 구성된다. 본 논문에서는 인건비의 경우 시행자 사업수행 인력을 별도 추정하였으며, 관리비는 2002년 한전 실적자료를 사용하였고, 홍보비는 2002년 한전 실적자료를 토대로 프로그램별로 배분하였다.

인건비를 산정하기 위해, 사업수행인력을 먼저 추정한 결과 한전 지사 및 지점과 본사에서 총 수요관리사업인력이 204명으로 추정되었다. 여기에 2001년 한전평균인건비를 곱하면 총인건비는 85.4억으로 산정되었다. 여기서 일반관리비를 34%를 적용하면 일반관리비는 29.0억 원이 된다.

따라서 프로그램별로 인건비는 프로그램별 업무난이도 및 인력투입사례를 고려하여 배분하면 표 2와 같다. 표 3 및 4는 인건비를 제외할 경우와 인건비를 고려할 경우에 대한 프로그램비용을 나타낸 것이다. 여기서, 인건비를 고려했을 때 총 프로그램비용은 13,179 백만원으로서, 인건비를 제외했을 때 발생한 프로그램비용인 1,732백만원의 7.6배인 11,447백만원의 비용증가가 발생했다.

표 2. 프로그램별 인건비 및 비율

프로그램	가중치	인건비(백만원)	일반관리비(백만원)
축냉식	30%	2,563	871
휴가보수	30%	2,563	871
자율절전	10%	854	290
DLC	10%	854	290
원격제어A/C	5%	427	145
조명기기	5%	427	145
인버터	5%	427	145
자판기	5%	427	145
계	100%	8,543	2,905

표 3. 프로그램 비용 : 인건비 제외

(단위 : 백만원)

프로그램	인건비	사업관리비	홍보비	계
축냉식	-	236	721	957
원격제어A/C	-	31	60	91
DLC	-	53	32	85
자율절전	-	0	59	59
휴가보수	-	124	59	183
조명기기	-	45	81	126
인버터	-	27	152	179
자판기	-	17	32	50
계	-	533	1,198	1,732

표 4. 프로그램 비용 : 인건비 고려

(단위 : 백만원)

프로그램	인건비	사업관리비	홍보비	계
축냉식	2,563	1,107	721	4,391
원격제어A/C	427	176	60	664
DLC	854	344	32	1,230
자율절전	854	290	59	1,204
휴가보수	2,563	995	59	3,617
조명기기	427	190	81	699
인버터	427	173	152	752
자판기	427	163	32	622
계	8,543	3,438	1,198	13,179

2.1.3 기타지표

평가지표가운데는 회피비용과 프로그램비용 외에 기기비용, 전기요금 및 지원금이 포함된다. 먼저 기기비용은 전력회사측 기기비용과 수용가측 기기비용이 있는데, 현 프로그램에서는 하계휴가보수프로그램의 부하관리시스템 구축비용만 전력회사측 기기비용에 포함되며, 나머지 부하관리요금지원 프로그램을 제외한 프로그램의 경우 수용가 기기비용이 발생한다.

전기요금의 경우 주거용, 업무용 및 산업용 용도별 평균전기요금을 사용하였으며, 축냉식 냉방설비는 심야전력요금(갑,을)을 사용하였다.

지원금은 프로그램별 2002년 기준을 적용하였다. 표 5는 2002년 지원금 지급기준을 나타낸 것이다.

표 5. 프로그램별 지원금 및 지급기준

프로그램	지원금	지급기준
조명기기	전자식 안정기	180,000원/kW
	전구형 형광등	60,000원/kW
고효율 자판기	160,000원/대	설치대수
인버터	198,000원/kW	절감전력
고효율 전동기	167,000원/kW	절감전력
원격제어 A/C	200,000원/kW	소비전력
축냉식 냉방설비	480,000원/kW	감소전력 (200kW까지)

2.2 사업실적분석

본 논문에서는 앞서 기술한 평가지표와 프로그램별 주

요데이터를 토대로 비용효과분석을 수행하였다. 여기서는 효율개선사업인 고효율 조명기기와 인버터의 비용효과분석만을 제시한다.

먼저, 본 논문에서 사용한 고효율 조명기기 프로그램의 성과계량 및 비용효과분석 흐름도를 도식적으로 나타내면 그림 1과 같다.

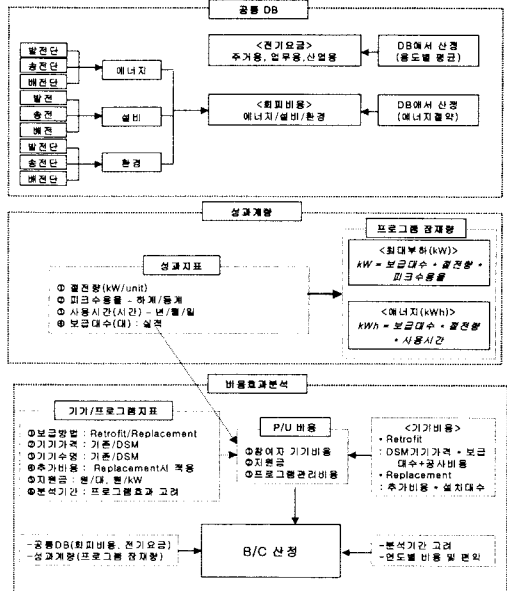


그림 1. 고효율 조명기기 프로그램의 평가흐름도

고효율 조명기기와 인버터의 주요 입력데이터는 표 6 및 표 7에 제시하였다. 여기서 사용된 데이터는 한전의 실적자료와 시장조사데이터 및 자체개발 데이터로 구성되어 있다.

고효율 조명기기 프로그램의 대상 수용가는 주거용, 업무용 및 산업용이며, 전자식 안정기의 경우 용도별 보급대수 비중은 주거용이 15%, 업무용이 70%, 산업용이 15%로 나타났다. 세부기술은 전자식안정기(1등용, 2등용), 자기식안정기(1등용) 및 전구형형광등의 4개 기술로 구분된다.

표 6. 고효율 조명기기프로그램의 주요입력데이터

데이터	내용
보급대수	- 수용가별, 기기별 한전 보급실적 사용
조명기기 퍼크수용율	<안정기> 주거용 : 0.02, 업무용 : 0.66, 산업용 : 0.71 <전구형> 주거용 : 0.01, 업무용 : 0.60, 산업용 : 0.65
연평균 점등시간 (시간)	<안정기> 주거용 : 2,341, 업무용 : 3,368, 산업용 : 4,107 <전구형> 주거용 : 1,074, 업무용 : 2,782, 산업용 : 3,392
조명기기수명	- 전자식안정기 : 7년, 자기식안정기 : 10년 - 전구형 : 8,000시간, 백열등 : 1,000시간
조명기기가격	- 전자식안정기(1등용) : 9,200원 - 전자식안정기(2등용) : 12,800원 - 전구형형광등 : 7,500원 - 고효율 자기식안정기 : 8,500원 - 일반 자기식안정기 : 3,000원
공사비용	- 안정기(2등용) : 9,000원/set - 안정기(1등용) : 7,000원/set - 전구형형광등 : 3,000원/set

표 7. 인버터프로그램의 주요입력데이터

데이터	내용
보급대수	- 한전 보급실적 사용 (주파수별) - 50Hz : 722대(67%) / 55Hz : 358대(33%)
피크수용율	- 0.66
연평균 운전시간(시간)	- 3,212시간
절감율	- 최대 50Hz 주파수 인버터 : 37% - 최대 55Hz 주파수 인버터 : 20%
인버터 설치가격	* 27.7kW 인버터 평균가격 - 50Hz : 5,862,925원 - 55Hz : 4,921,228원

용도별 세부프로그램은 전자식 1등용과 2등용은 주거용, 업무용 산업용을 적용하고, 자기식과 전구형 형광등은 업무용을 적용하므로써 8가지 세부프로그램이 분석대상 프로그램이 되며, 이를 모두 분석한 후 종합하면 고효율 조명기기에 대한 최종적인 분석결과를 얻을 수 있다.

한편, 피크부하절감은 보급대수와 절전량 그리고 피크수용율의 곱으로 산정되며, 에너지절감은 보급대수와 절전량 그리고 사용시간의 곱으로 산정되므로 2002년도 성과를 추정하면, 피크부하절감은 40.1MW, 에너지절감은 228,398MWh로 산정되었다.

따라서 고효율 조명기기의 비용효과를 종합적으로 분석하면 표 8과 같다. 표 8에서 인건비를 포함한 경우와 제외한 경우 TRC 및 RIM의 결과는 거의 차이가 나지 않는데, 이는 인건비를 포함한 프로그램비용의 증분에 비해 편익 증 회피비용이 매우 크기 때문이다.

구조개편 후에는 에너지절약 프로그램의 비용효과분석 지표로 TRC를 사용하는데, 고효율 조명기기의 TRC의 B/C는 약 1.4로서 2002년도 사업의 경우 비용효과적임을 알 수 있다. 표 9와 표 10은 세부프로그램별 B/C를 인건비를 제외한 경우와 고려한 경우로 구분하여 그 분석결과를 제시한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 주거용 전자식 안정기 프로그램의 TRC는 모두 1을 넘지 못하므로 주거용의 조명프로그램은 경제성이 없음을 알 수 있다.

표 8. 고효율 조명기기의 비용효과분석 결과

구분	분석대안 1 (인건비 제외)		분석대안 2 (인건비 포함)	
	TRC	RIM	TRC	RIM
편익(백만원)	68,621	68,621	68,621	68,621
비용(백만원)	48,927	84,808	49,500	85,380
순편익(백만원)	19,694	-16,186	19,121	-16,759
B/C	1.40	0.81	1.39	0.80

표 9. 세부프로그램별 B/C분석 : 인건비 제외시

구분	전자식안정기 (1등용)		전자식안정기 (2등용)		자기식안정기 (1등용)		전구형형광등	
	TRC	RIM	TRC	RIM	TRC	RIM	TRC	RIM
주거용	0.45	0.51	0.67	0.51	-	-	-	-
업무용	1.23	0.80	1.83	0.80	1.63	0.82	2.02	0.85
산업용	1.41	1.05	2.09	1.05	-	-	-	-

표 10. 세부프로그램별 B/C분석 : 인건비 고려시

구분	전자식안정기 (1등용)		전자식안정기 (2등용)		자기식안정기 (1등용)		전구형형광등	
	TRC	RIM	TRC	RIM	TRC	RIM	TRC	RIM
주거용	0.44	0.50	0.65	0.50	-	-	-	-
업무용	1.23	0.80	1.82	0.80	1.51	0.78	1.93	0.84
산업용	1.39	1.04	2.05	1.04	-	-	-	-

한편, 인버터 프로그램에 참여한 수용가는 90% 이상이 산업용이기 때문에 산업용 단일용도에 대해서만 분석하였다. 그리고, 인버터는 최대주파수에 따라 55Hz용 인버터, 50Hz용 인버터로 구분되므로, 주파수별 보급대수, 보급용량 실적치와 주파수별 대상 전동기 평균용량을 산정하여 분석하였다.

따라서 인버터 프로그램의 비용효과분석은 주파수별 2가지 세부 프로그램을 먼저 분석하고, 2가지 프로그램을 종합하므로써 최종적으로 인버터프로그램에 대한 종합분석이 이루어진다.

2002년도 인버터 프로그램의 성과를 추정하면, 피크부하절감은 6.84MW, 에너지절감은 24,623MWh로 산정되었다. 따라서 인버터 프로그램의 비용효과를 분석하면 표 11과 같다. 인버터 프로그램의 TRC는 인건비를 포함한 경우와 제외한 경우 각각 2.27, 2.47로 2002년도 사업의 경우 경제성이 매우 높음을 알 수 있다.

표 11. 인버터 프로그램의 비용효과분석 결과

구분	분석대안 1 (인건비 제외)		분석대안 2 (인건비 포함)	
	TRC	RIM	TRC	RIM
편익(백만원)	16,083	16,083	16,083	16,083
비용(백만원)	6,511	12,347	7,084	12,919
순편익(백만원)	9,572	3,736	8,999	3,164
B/C	2.47	1.30	2.27	1.24

3. 결 론

본 논문에서는 수요관리사업의 실적을 분석하기 위한 산정절차와 주요 데이터를 제시하였으며, 자체 개발한 전산모형을 통해 2002년 수요관리사업중 고효율 조명기기와 인버터 프로그램의 비용효과를 분석하였다.

수요관리사업의 비용효과를 분석하기 위해서 용도별, 기기별 혹은 기기특성별 세부분석을 통해 특정 용도의 특정기기의 보급시 성과나 비용효과를 더욱 세밀하게 분석할 수 있었으며, 이를 종합하여 각 프로그램에 대한 종합적 비용효과분석이 가능하게 하였다.

특히, 본 논문에서 제시한 수요관리 사업의 실적 평가를 통해 수요관리 사업별 정책적 지원의 우선순위에 지속 여부를 판단할 수 있을 것이며, 공익자금으로 투자되는 수요관리예산의 합리적인 편성에 도움이 될 것으로 생각된다.

앞으로 사업 시행 후의 정책적 판단 및 수요관리사업에 대한 합리적 평가기준을 세우기 위해서는 데이터의 체계적 조사 및 정확한 데이터의 입수를 위한 기반이 마련되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 산업자원부에서 시행한 수요관리평가사업으로 수행된 논문입니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, 2002년도 전력수요관리사업 수행결과 보고서, 2003
- [2] 한국전력공사, 수요관리 직무교육, 2002
- [3] 에너지관리공단, 2002년도 전력수요관리사업 결과(평가) 보고서, 2003
- [4] 한국전기연구원, DSM 잠재량 평가와 모니터링을 위한 방법개발, 1998
- [5] 한국전기연구원, DSM 성과계량 및 비용효과분석모델 개발, 1996
- [6] 박종진, 이창호, 김진오, "수요관리사업 실적 평가용 전산모형 개발", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 A, pp618-620, 2003