

불완전한 수요반응 정보를 고려한 실시간가격제의 수익보정 방법에 대한 연구

A Study on the Revenue Reconciliation Algorithm of Real-time Pricing Considering Imperfect Information on Customer Response

권 중 환* · 김 발 호†
(Jong-Hwan Kwon · Balho H. Kim)

Abstract - The Real-Time-Pricing (RTP) brings greatest values in terms of economic incentives and efficiency among the dynamic pricing schemes. The electric power industry in Korea is mainly operated by publicly owned utilities and strongly regulated by the government; therefore, revenue reconciliation of RTP is inevitably required to prevent revenue deficits. In this paper, a revenue reconciliation of real-time pricing considering imperfect information on customer response is proposed to prevent revenue deficit and distortion of the spot price. A case study is present to verify the applicability of the proposed method.

Key Words : Real time pricing, Revenue reconciliation

1. 서 론

전기가 소비되는 시점의 가치를 충분히 반영하지 못하는 고정요금제는 에너지 소비효율의 저하를 유발하였고, 그 결과 수요·공급 조건을 효율적으로 반영하면서도 소비자의 부담을 최소화할 수 있는 시변동요금제에 대한 연구가 많이 진행되었다. 그 중 경제적 유인과 효율성 관점에서 실시간 가격제(RTP)는 가장 큰 가치를 창출할 수 있다고 알려져 있다[1].

실시간가격제에서 실시간가격(Spot Price)은 각 시점의 수요·공급 조건에 의해 결정된 한계비용을 바탕으로 결정된다. 경제학적 관점에서 이러한 한계비용에 근거하여 가격을 설정할 경우 자원의 최적 활용을 유도한다는 측면에서 '정확한 신호'를 소비자에게 제공하게 된다. 한편 규모의 경제가 존재하고, 요금의 설정에 있어서 정부의 규제를 받는 우리나라의 경우, 실시간가격을 한계비용으로만 결정하게 되면 전력 회사가 비용회수 및 자본이익률을 달성하기 어려울 수 있다. 그러므로 과도한 이익 또는 재정적자를 방지하기 위한 수익보정 절차가 필요하다[2].

실시간가격제 및 수익보정방법에 대해서는 1980년대부터 많은 선행연구가 수행되어 왔다[3, 4]. 하지만 실시간가격의 산정과정에서 불완전한 수요반응정보가 미치는 영향에 대해서는 아직 연구된 바가 없다. 본 논문에서는 불완전한 수요 반응 정보와 실시간가격의 상관관계를 분석하였으며, 이를 고려한 실시간가격제의 수익보정 방법을 제안하였다. 또한 실시간가격제의 시스템을 이용한 사례연구를 통해 기존의

수익보정 방법과 제안 방법을 비교·분석해 보았다.

2. 실시간가격제 및 수익보정 이론

2.1 실시간가격제

실시간가격제에서 실시간가격은 각 시점의 수요·공급 조건에 따라 크게 2단계로 결정된다. 첫 단계는 변동비만을 고려하여 모선별(소비자별) 한계비용을 계산하는 것이다. 그 다음 단계로 투자비 회수를 위한 수익보정을 거치게 된다. 수익보정 전의 실시간가격은 한계연료비, 수선유지비, 발전 제한부과금, 송전제한부과금 등으로 구성된다[5-7].

2.2 수익보정

전력산업에 규모의 경제가 존재하고, 요금의 설정에 있어서 정부의 규제를 받는 우리나라의 경우 전력회사가 과도한 이익을 내거나 또는 재정적자를 보지 않기 위한 수익보정 절차가 필요하다. 수익보정 단계를 거쳐 실제 소비자에게 제시되는 실시간가격은 한계비용에 일정부과금을 가산한 가격이 된다. 실시간가격제의 수익보정 방법으로는 한계비용 조정법이 실제 적용상에 있어서 많이 사용되고 있으며, 참고 문헌[2]에서는 가산법(Fixed adder), 승수법(Fixed multiplier), 램지법(Ramsey method)¹⁾, LOLP법(LOLP method)²⁾을 제안하였다.

실시간가격제 및 수익보정에 대한 선행연구에서는 동일한 조건에서 각 한계비용 조정법을 비교하기 위해 참여자별 하

* Dept. of Electrical and Control Eng., Hongik University, Korea.

† Corresponding Author : Dept. of Electrical and Electronic Eng., Hongik University, Korea.

E-mail : bhkim@wow.hongik.ac.kr

Received : April 12, 2012; Accepted : October 22, 2012

1) 소비자의 가격탄력성을 이용하여 한계비용을 수정하는 방법.

2) 계통의 공급신뢰도에 따라 한계비용을 수정하는 방법.

나의 가격탄력성을 연중 적용하여 각 시점의 계통한계비용 및 실시간가격을 산출하였다. 이 경우 예측된 가격탄력성은 불완전한 수요반응 정보로 볼 수 있는데, 실제 수요량과 오차가 발생할 수 있기 때문이다. 이러한 오차는 실시간가격에 영향을 주고, 결과적으로 수익과도 직접적인 연관이 있다.

하지만 실시간가격제에서 한계비용의 조정으로 인한 사회효용의 손실을 감내하면서 적용하는 수익보정은 규제환경에서 운영되는 전력회사의 과다이익 또는 재정적자를 방지하기 위해 수행하는 것이다. 이러한 관점에서 허용범위를 넘는 수익 오차가 발생하는 것은 바람직하지 않다. 또한 이러한 수익오차를 다시 보정하는 절차가 반복될 경우 소비자가 직면하는 실시간가격에 왜곡이 발생할 수 있다.

실시간가격제는 해당시점의 공급조건을 반영하는 합리적인 가격이 책정될 때 경제적 유인 및 효율성 관점에서 가치를 가진다고 볼 수 있다. 하지만 수요예측의 오차로 발생하는 왜곡된 실시간가격은 해당 시점의 재화의 가치를 합리적으로 반영하지 못한다고 볼 수 있다. 또한 현실적으로도 이러한 가격의 적용에는 문제의 소지가 있다.

3. 불완전한 수요반응 정보를 고려한 실시간가격제의 수익보정 방법

실시간가격제의 주기적 수익보정 과정에서 수요예측 오차가 존재할 경우 수익보정구간별로 수익오차가 발생한다. 이러한 수익오차의 누적정도는 직접적으로 실시간가격에 영향을 줄 수 있다. 즉 수익오차의 누적을 방지하면서 주기적 수익보정을 수행한다면, 수요예측 오차로 인해 발생하는 비용회수의 불확실성을 줄임과 동시에 실시간가격의 왜곡 가능성도 줄일 수 있을 것이다.

특정 수익보정시점에서 수익오차의 누적정도는 (식 1)을 통해 측정할 수 있다. (식 1)의 λ 는 특정 시점까지의 수익오차가 반영되어 갱신된 구간요구수익과 기준 구간요구수익과의 비를 나타내는 인자이다. 여기서 기준요구수익은 첫 번째 가격결정시점에서 결정된 8760시간에 대한 각 가격결정구간의 요구수익이다.

$$\lambda = \frac{Rev_r^{t+1} + (Reverror_r^t \times \frac{Rev_r^{t+1}}{TotalRev_r})}{Indexrev_r^{t+1}} \quad (1)$$

여기서,

r : 소비자군

Rev_r^t : 소비자군 r 의 구간 t 의 요구수익

$Reverror_r^t$: 소비자군 r 의 구간 t 의 수익 오차

$Indexrev_r^t$: 소비자군 r 의 구간 t 의 기준 요구수익

$TotalRev_r = \sum_{k=t+1}^n Rev_r^k$: 소비자군 r 의 전체 구간의 요구수익

λ 의 의미를 살펴보면, 1보다 큰 값은 실제 수요가 예측치보다 작아서 특정 수익보정시점까지 회수한 수익이 부족할 때 나타난다. 이 경우 다음 주기에 회수해야할 요구수익은

증가하게 되며, 결과적으로 실시간가격은 상승하게 된다. 반대로 λ 값이 1보다 작을 경우는 결과적으로 실시간가격이 하락하게 된다. λ 의 절대치는 수익오차가 누적된 정도를 의미하며, λ 가 지속적으로 증가 한다는 것은 수요예측 오차가 지속적으로 발생하여 수익오차분이 충분히 회수되지 않고 누적되고 있다는 것을 의미한다. 또한 λ 의 증가속도는 수익오차 중 회수되지 않고 누적되는 양의 정도를 나타낸다.

즉, 적절한 수익보정을 통해 λ 를 최대한 1로 유도하며 주기별 구간요구수익 갱신을 수행한다면, 연간 구간요구수익의 오차를 줄이면서 동시에 실시간가격의 왜곡을 방지할 수 있다. 이를 고려한 수익보정 방법으로 본 논문에서는 구간요구수익을 갱신할 때 수익오차의 누적정도를 나타내는 인자인 λ 를 반영하여 합리적인 수요반응을 유도할 수 있는 구간수익보정계수 적용법을 제안한다.

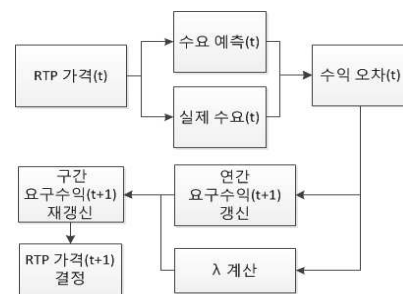


그림 1 구간수익보정계수 적용법의 실시간가격 산정 절차
Fig. 1 The process of periodic price determine in the sectional revenue reconciliation method

구간수익보정계수 적용법은 그림 1과 같은 절차로 실시간가격을 산정한다. 즉 기존의 수익보정 방법과 동일하게 연간 구간요구수익을 주기별로 갱신 한 후, 각 가격결정 시점에서 산출한 (식 1)의 λ 를 반영하여 해당 수익보정시점의 구간요구수익만 다시 갱신하는 것이다. 구간요구수익은 해당 시점에서 산출된 λ 를 (식 2)와 같이 반영하여 재갱신 된다.

$$NewRev_r^{t+1} = Rev_r^{t+1} \times (\lambda_r^t)^k \quad (2)$$

여기서,

r : 소비자군

$NewRev_r^t$: 소비자군 r 의 재갱신된 구간 t 의 요구수익

Rev_r^t : 소비자군 r 의 재갱신 되기 전 구간 t 의 요구수익

λ_r^t : 소비자군 r 의 구간 t 에서 측정된 λ

k : 계수

즉, λ 가 1보다 큰 경우에는 해당구간의 요구수익을 증가시켜 예상되는 실시간가격의 왜곡(상승)을 방지하고, λ 가 1보다 작은 경우에는 해당구간의 요구수익을 감소시켜 예상되는 실시간가격의 왜곡(하락)을 방지한다. 여기서 k 는 λ 의 영향을 가중시키는 역할을 하는데 주기적으로 실시간가격을 결정하는 과정에서 경험적으로 선택되어질 수 있을 것이다. 상세한 구간요구수익 재갱신 절차는 그림 2와 같다.

제안한 방법은 실시간가격을 직접적으로 조정하는 것이 아니고 수익보정에 필요한 요구수익을 조정하는 방법이다.

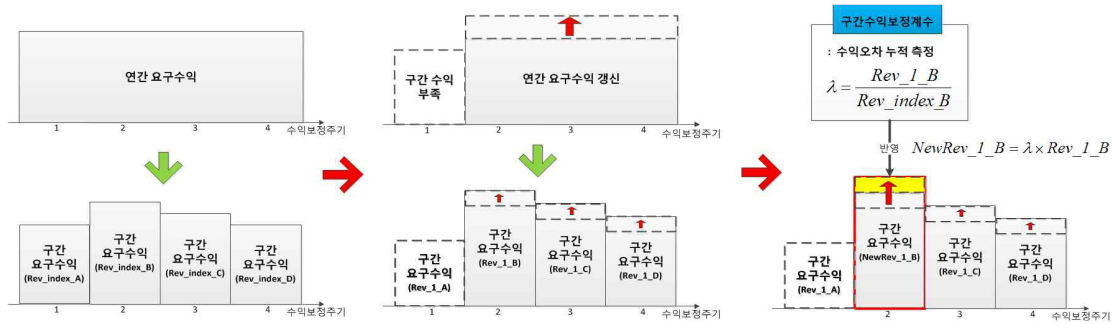


그림 2 구간수익보정계수 적용법의 요구수익 갱신 절차
 Fig. 2 The process of required return updating in the sectional revenue reconciliation method

그러므로 수익보정에 있어서 기존의 한계비용 조정법과 결합하여 사용하게 된다.³⁾ 즉 불완전한 수요반응 정보로 인한 영향을 감소시키기 위해, 기존의 한계비용 조정법을 이용한 수익보정 과정에서 수익 오차의 발생정도에 따라 요구수익을 조정하게 된다.

4. 불완전한 수요반응 정보를 고려한 실시간가격 모의 시스템 및 사례연구

개발모형은 기존의 수익보정 방법과 구간수익보정계수 적용법 모두를 적용하여 각각의 실시간가격을 모의하고 그 결과를 비교할 수 있도록 설계되었으며 Fortran 언어를 이용하여 개발되었다. 모형은 그림 3의 순서도와 같이 초기값 지정 모듈을 기준으로 왼쪽 프로세스는 기존의 수익보정 방법을 이용하여 실시간가격을 결정하며, 반대쪽은 구간수익보정계수 적용법을 이용한다. 각각의 프로세스는 독립적으로 실행된다. 모형은 초기에 필요한 모든 정보를 읽어 들이며 이들 바탕으로 기준요구수익을 결정한다. 이 정보들은 다음과 같다.

- 1) 소비자 군의 부하 및 수요 탄력성
- 2) 연간 요구수익 및 수익보정 주기
- 3) 발전기 정보(용량, 고장정지율, 예방정비계획 등)

기타 수요함수, 한계비용함수, 실시간가격 조정, 사회효용 계산의 방법은 참고문헌[2]와 동일한 개념을 적용하였다.⁴⁾

4.1 기본 입력자료

사례연구에서는 수요예측의 오차를 -5%~5%의 범위로 설정하고, 수익보정주기를 1개월(연 12회), 2주일(연 26회), 1주일(연 52회)로 나누어 표 1과 같은 15개의 시나리오를 구성하였다. 본 사례연구에서는 참고문헌[2]에서 사용한 정보를 동일하게 사용하여 결과의 비교가 용이하도록 하였다. 모든 입력 정보를 열거하기에는 그 양이 너무 방대하므로, 본 절에서는 특정 입력 정보만 포함하였다. 또한 모든 시나리오에 대한 결과를 열거하기에는 자료의 양이 방대하여, 수요예측의 오차가 -5~0%, 0%, 0~5%의 범위에서 발생하였고, 수익보정주기가 1개월 및 1주일로 설정되었을 경우의 주

3) 본 논문에서는 참고문헌[2]에서 제안한 4가지 방법을 사용한다.
 4) 각 방법에 대한 상세한 내용은 참고문헌[2]에 수록되어 있다.

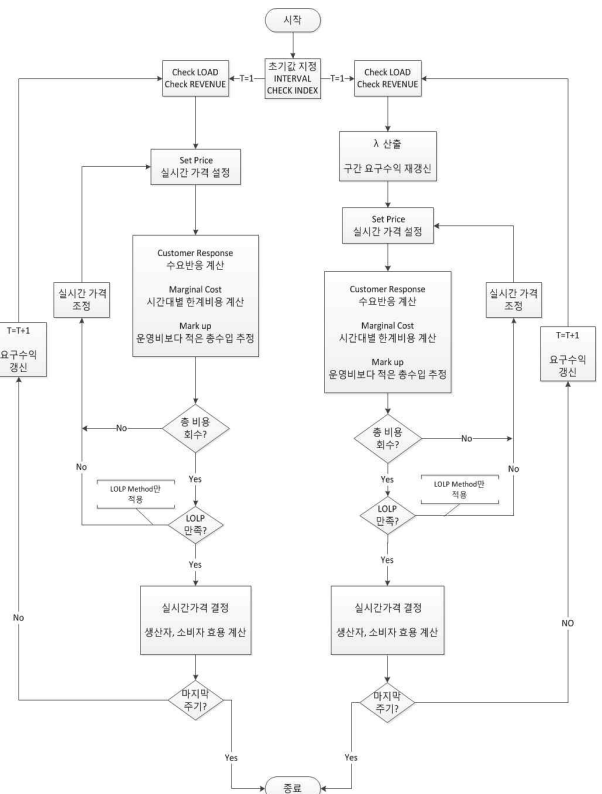


그림 3 실시간가격 모의 시스템 순서도
 Fig. 3 The flow chart of real time price simulation model

표 1 사례연구 시나리오

Table 1 The scenario of case study

번호	수요예측 오차	수익보정 주기	번호	수요예측 오차	수익보정 주기
1	-5%	1개월	9	0%	1주일
2	-5%	2주일	10	2.5%	1개월
3	-5%	1주일	11	2.5%	2주일
4	-2.5%	1개월	12	2.5%	1주일
5	-2.5%	2주일	13	5%	1개월
6	-2.5%	1주일	14	5%	2주일
7	0%	1개월	15	5%	1주일
8	0%	2주일			

택용 소비자군에 대한 결과만 제시하고 기존의 수익보정 방법 및 구간수익보정계수 적용법을 비교·분석 하였다.

표 2 사례연구 기본 정보

Table 2 The element data of case study

평균가격 (Cent/kWh)	수익보정 할당금액 (백만 \$)	가격탄력성		
		Low	Mid	High
9.81	1,306	0.10	0.25	0.50

4.2 실시간가격 변화

그림 4~6에서 실시간가격의 변화를 살펴본다. 그림은 실시간가격의 수익보정주기별 평균값을 나타낸 것이다⁵⁾. 수요예측오차가 발생하지 않을 경우 기존의 수익보정 방법과 구간수익보정계수 적용법은 큰 차이를 보이지 않는다. 이것은 구간수익보정계수 적용법이 수요예측의 오차 외에 다른 요소의 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다. 수요예측 오차가 발생할 경우에는 기존의 수익보정 방법과 구간수익보정계수 적용법 모두에서 실시간가격은 점점 증가 또는 감소하는 경향을 보이고 있다. 또한 실시간가격의 변화 정도는 수익보정주기와 비례관계에 있고, 구간수익보정계수법은 실시간가격의 급격한 변화 정도를 경감할 수 있음을 확인할 수 있다.

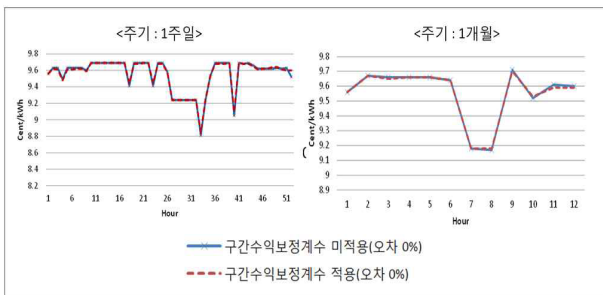


그림 4 주기 평균가격 변화 (Ramsey 법, 오차 0%)

Fig. 4 The variation of periodic average price (Ramsey method, error:0%)

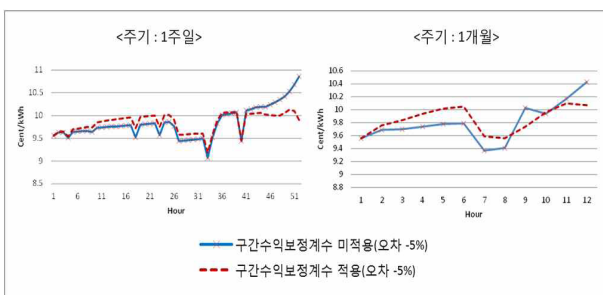


그림 5 주기 평균가격 변화 (Ramsey 법, 오차 -5%)

Fig. 5 The variation of periodic average price (Ramsey method, error: -5%)

5) 4가지 한계비용 조정법 중 Ramsey법만 제시하였다.

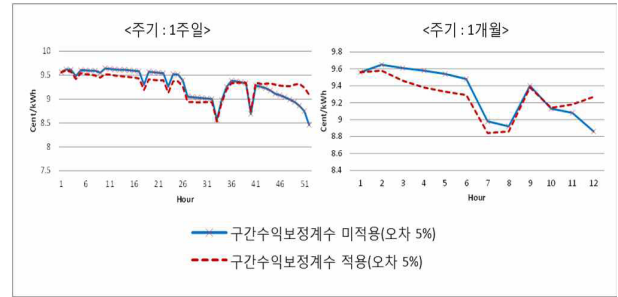


그림 6 주기 평균가격 변화 (Ramsey 법, 오차 5%)

Fig. 6 The variation of periodic average price (Ramsey method, error: 5%)

4.3 에너지 판매량

표 3은 에너지 판매량을 나타내고 있다. 수요예측 오차가 발생하지 않을 경우 두 방법은 거의 비슷한 수준의 에너지 판매량을 보이지만, 수요예측 오차가 -5~0% 범위에서 발생할 경우 에너지 판매량에 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 특히 구간수익보정계수법을 적용할 경우 총 에너지 판매량이 감소한 것을 볼 수 있다. 그 이유는 구간수익보정계수 적용법의 경우 실시간가격이 급격히 상승할 것으로 예상되면 이를 반영하여 사전에 전 구간에 걸쳐서 조금씩 실시간가격이 상승하게 되며, 결과적으로 수익보정주기 후반부의 에너지판매량 증가분 보다 전반부의 에너지 판매량 감소분이 더 큰 것으로 분석할 수 있다. 오차범위가 0~5% 범위인 경우는 반대의 개념에서 생각해 볼 수 있다.

표 3 수익보정 방법에 따른 총 에너지 판매량(단위: GWh)

Table 3 Total sales of energy according to the revenue reconciliation method(GWh)

한계비용 조정법	오차 0%		오차 -5~0%		오차 0~5%	
	기존 방법	제안 방법	기존 방법	제안 방법	기존 방법	제안 방법
Adder	99,927	99,921	94,695	94,523	105,242	105,288
Multi	100,101	100,099	94,834	94,710	105,386	105,486
Ramsey	100,100	100,097	94,880	94,672	105,432	105,463
LOLP	100,177	100,173	94,864	94,743	105,493	105,591

4.4 사회 효용

표 4~6을 통해 사회 효용을 비교한다. 수요예측 오차가 발생하지 않을 경우 사회효용의 차이는 크게 나타나지 않는다. 하지만, 구간수익보정계수 적용법은 수요예측 오차가 -5~0% 범위에 있을 경우 더 높은 사회효용을 보이며, 반대로 0~5% 범위에서 수요예측 오차가 발생하는 경우에는 더 낮은 사회효용을 보이는 것을 볼 수 있다.

표 4 수익보정 방법에 따른 사회효용
(단위 : M\$, 오차: 0%)

Table 4 Social welfare according to the revenue reconciliation method(M\$, error:0%)

주기	한계비용 조정법	기존 수익보정 방법			구간수익보정계수 적용법		
		생산자	소비자	사회효용	생산자	소비자	사회효용
1주일	Adder	21,155	601,812	622,967	21,157	601,822	622,979
	Multi	21,124	601,712	622,837	21,125	601,718	622,843
	Ramsey	21,124	601,716	622,840	21,126	601,745	622,871
	LOLP	21,117	601,746	622,863	21,117	601,743	622,860
1개월	Adder	19,798	563,212	583,010	19,797	563,202	582,999
	Multi	19,767	563,096	582,863	19,765	563,077	582,842
	Ramsey	19,767	563,097	582,864	19,765	563,072	582,837
	LOLP	19,760	563,118	582,878	19,760	563,112	582,872

표 5 수익보정 방법에 따른 사회효용
(단위 : M\$, 오차: -5%)

Table 5 Social welfare according to the revenue reconciliation method(M\$, error: -5%)

주기	한계비용 조정법	기존 수익보정 방법			구간수익보정계수 적용법		
		생산자	소비자	사회효용	생산자	소비자	사회효용
1주일	Adder	21,871	609,358	631,229	21,919	609,780	631,699
	Multi	21,845	609,289	631,134	21,886	609,677	631,563
	Ramsey	21,840	609,255	631,095	21,934	609,676	631,611
	LOLP	21,843	609,323	631,166	21,883	609,710	631,593
1개월	Adder	20,452	570,102	590,554	20,576	571,360	591,936
	Multi	20,421	569,939	590,359	20,600	571,810	592,410
	Ramsey	20,417	569,931	590,348	20,524	571,832	592,356
	LOLP	20,419	569,992	590,411	20,600	571,824	592,423

표 6 수익보정 방법에 따른 사회효용
(단위 : M\$, 오차: 5%)

Table 6 Social welfare according to the revenue reconciliation method(M\$, error: 5%)

주기	한계비용 조정법	기존 수익보정 방법			구간수익보정계수 적용법		
		생산자	소비자	사회효용	생산자	소비자	사회효용
1주일	Adder	20,498	594,967	615,465	20,472	594,646	615,118
	Multi	20,470	594,887	615,357	20,437	594,527	614,964
	Ramsey	20,465	594,857	615,322	20,437	594,506	614,944
	LOLP	20,459	594,951	615,411	20,427	594,602	615,028
1개월	Adder	19,185	556,821	576,006	19,091	555,837	574,928
	Multi	19,153	556,658	575,811	19,015	555,315	574,330
	Ramsey	19,150	556,649	575,799	19,019	555,301	574,319
	LOLP	19,144	556,745	575,888	19,002	555,307	574,309

4.5 사례연구 결과 검토

기존의 수익보정 방법과 구간수익보정계수 적용법에 대해 사례연구를 실시하여 비교하여 보았다. 기존의 수익보정 방법에 비해 구간수익보정계수 적용법은 실시간가격의 왜곡을 방지하면서 동시에 요구수익을 만족할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

수익보정주기의 세분화는 수요예측 오차로 인한 비용회수의 불확실성과 직접적인 관계를 가지고 있었다. 즉, 가격결정구간이 세분화 될수록 비용회수의 불확실성은 작아지게 된다. 또한 구간수익보정계수 적용법에서는 가격결정구간이 세분화 될수록 사회효용이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 사회효용의 경우 수요예측 오차의 정도에 따라 각 수익보정 방법이 다른 양상을 보였다. 결론적으로 사회효용에 있어서 특정 방법이 더 우수하다고 규정할 수는 없다고 판단된다.

사례연구에 사용된 한계비용 조정법을 비교해보면, 기존의 수익보정 방법과 구간수익보정계수 적용법 모두에서 승수법과 램지법은 비슷한 결과를 보였다. 이것은 두 방법 모두 한계비용에 특정 상수를 곱하는 방법으로 수익보정이 이루어지기 때문이라고 판단된다.

5. 결 론

전력시스템은 고유한 실시간 수급계약조건으로 인해 시점에 따라 한계비용이 크게 변할 수 있는 구조를 가지고 있다. 하지만 규제된 환경에서 고정된 요금만을 적용하는 소매가격은 해당 시점의 가치를 반영하지 못하며 에너지 소비효율이 저하되는 결과를 가져왔다. 이에 따라 시변동요금제에 대한 많은 연구가 수행되었다.

본 논문에서는 시변동요금제 중 경제적 유인과 효율성 관점에서 가장 큰 가치를 창출할 수 있다고 알려진 실시간가격제에 대해서 알아보고, 불완전한 수요반응 정보를 고려한 실시간가격제의 수익보정 방법(구간수익보정계수 적용법)을 제안하였다. 또한 실시간가격 모의 시스템을 개발하여 사례연구를 실시하고, 기존 방법과 제안방법을 비교해 보았다.

제안된 구간수익보정계수 적용법은 수익오차의 누적정도를 반영하여 실시간가격을 결정하는 방법으로, 기존의 수익보정방법에 비해 실시간가격의 왜곡을 완화하면서 동시에 요구수익을 만족할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

그러나 사회효용의 관점에 있어서는 특정 방법이 타 방법에 비해 더 우수하다고 규정할 수는 없다. 하지만 두 방법 모두에서 수익보정으로 인해 이미 일부 사회효용의 손실을 감내하고 있고, 제안된 방법이 실시간가격의 왜곡을 방지할 수 있다면 가격결정에 있어서 제안된 방법이 보다 효과적이라 판단된다.

본 논문에서는 일차방정식으로 근사된 1개의 한계비용 함수를 사용하였다. 실시간가격의 산정에 있어서 보다 정밀한 한계비용 함수를 사용하고 2개 이상의 한계비용 함수를 사용한다면, 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 본 논문에서는 과거의 정보를 일부 가공하여 사례연구를 실시하였다. 실제의 정확한 정보를 이용하여 사례연구를 실시

한다면 보다 신빙성 있는 분석결과를 얻을 수 있을 것이다. 마지막으로 본 논문에서는 지속적으로 수요예측오차가 일어날 경우에 대해서 분석을 실시했다. 하지만 현실에서의 수요예측 오차는 확률적으로 발생할 것이다. 이러한 점을 고려한다면 보다 효과적인 분석을 할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국서부발전(정책과제 : 2010-2013) 및 홍익대학교의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계 부처에 감사드립니다.

References

- [1] Ahmad Faruqui, "The Ethics of Dynamic Pricing", The brattle group, March 2010
- [2] Balho H. Kim, "The Economic Efficiency Impacts of Alternatives for Revenue Reconciliation", IEEE Transaction on Power System, Vol.12, No.3, p1129-p1135, August 1997
- [3] Kim Taeyoung, "A Study on the simulation system for Real-Time Pricing Considering the limitations of carbon emissions", Hongik University, 2010. 12
- [4] Park Seongwan, "A Study on the impact of Demand Response on the Generation fuel mix under Real-Time Pricing", Hongik University, 2011.2
- [5] Fred C. Schweppe et al. "Spot Pricing of Electricity", Kluwer Academic publishers, 1998
- [6] Balho H. Kim, "Fundamental of real-time pricing", 1998. 7
- [7] Balho H. Kim, "Rate calculation by the marginal cost", 1998. 7.
- [8] Hunt Allcott, "Real Time Pricing and Electricity Markets", Harvard University, 2009

저 자 소 개



권 종 환 (權 種 煥)

1984년 3월 28일생, 2009년 홍익대 전자전기공학부 졸업. 2012년 동 대학원 전기정보제어공학과 석사 졸업. 현재 동 대학원 박사과정

Tel : 02-333-9513

E-mail : jhkwon0328@gmail.com



김 발 호 (金 發 鎬)

1962년 7월 11일생. 1984년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1984~1990년 한국전력공사 근무. 1992년 Univ. of Texas at Austin 전기공학 석사(공업경제). 1996년 동 대학원 전기공학 박사(전력경제). 1997년~현재 홍익대학교 전기정보제어공학과 교수

Tel : 02-320-1462

E-mail : bhkim@wow.hongik.ac.kr