2004년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2004.7.14-16

신재생에너지 발전전원에 대한 Net Metering 시스템 적용방안

조인승, 이창호, 이근대
한국전기연구원

Application the net metering system into self generation using renewable energies

In Seung Jo, Chang Ho Rhee, Kuen Dae Lee
Korea Electrotechnology Institute

Abstract - The main objective of this study is to applicate net metering system in residential sector. The net metering system can be considered as a kind of tariff system suitable for self generation using renewable energies in our country

1. 서 론

대체에너지를 이용한 발전량은 2002년 현재 297,781MWh로 국내 전체발전량의 0.08% 수준에 불과한 형편이다. 그러나 최근 정부의 신재생에너지에 대한 보급확대정책을 계기로 재생에너지를 이용한 발전설비의 보급속도가 빨라지고 있다. 특히 발전차액제도의 도입으로 신재생에너지를 이용한 발전전력을 정부가 고시한 전원별 기준가격으로 구매하게됨에 따라서 태양광, 풍력, 소수력, 바이오가스 등을 이용한 발전전원의 보급이 활발해지고 있다.
본 연구에서는 우리나라에서는 아직 적용되지는 않고 있지만 재새에너지를 이용한 미국, 일본 등에서 적용되고 있는 net metering 시스템의 시산분석을 통하여 적용가능성을 분석하였다.

2. Net Metering System

2.1 개념

이 요금제도는 수용가의 자가소비용으로 설치된 일정규모 이하의 소규모 대체전원설비에 대하여 양방향(bi-directional)으로 작동하는 단수계량기나, 또는 전력사용량과 발전량을 별도로 측정하는 복수의 계량기를 설치하여 일정기간동안 순사용량에 대해서만 해당 종별 전기요금을 적용하는 방식이다.
이 구매요금제도는 전력을 생산하는 수용가의 입장에서는 전력회사의 계통시스템을 일종의 은행과 같이 활용함으로써 전력사용시간대와 발전시간대간의 차이에서 발생하는 전력의 낭비를 줄일 수 있는 요금제도이다. 즉, 수용가의 전력사용량이 많을 경우에는 전력회사에 저축한 전기를 사용하고, 발전량이 전력사용량을 초과하여 남는 전기는 전력회사에 저축하여, 요금 적용기간(통상적으로 매월)동안 총 사용전력량과 총 발전량과의 차액에 대해서만 해당 종별 전기요금을 적용하는 방식이다.

2.2 해외동향

이제도는 이미 미국 등에서 1980년대부터 화석연료의 사용을 줄임으로써 환경오염물질 배출을 감축시키고자 하는 목적에서 일반 수용가들에게 태양광이나, 소형풍력발전 등의 신·재생에너지전원을 통하여 발전된 전력으로 사용전력을 대신하도록 하기 위한 경제적인 유인제도의 하나로서 사용되어 왔다. 요금상계제도는 2003년 말 현재 39개주에서 시행 중에 있다. 그러나 주별로 제도의 시행내용면에서 많은 차이가 있다. 주별로 내용면에서 차이가 나는 점으로는 다음 세 가지 측면에서 차이가 나고 있다.
① 대상 전원 : 태양광, 풍력을 가장 선호하지만, 소수력이나 목재폐기물, 기타 신·재생에너지원도 적용하기도 하며, 특히 메인, 뉴멕시코, 펜실바니아, 로드아일랜드는 연료전지도 적용가능 전원으로 포함시키고 있음
② 적용한도 : 대부분의 주에서 수용가가 적용할 수 있는 단위 발전기의 최대용량과 주 전체의 도입가능 발전량에 한도를 두고 있음
③ 순잉여전력의 처리 : 대체적으로 전력회사의 회피비용 (Avoided cost)로 구매하지만, 일부 주에서는 보상을 하지 않는 주도 있음

2.3 계량방식

2.3.1 시간대별 구분계량 (Net Purchase and Sale) 방식

이 계량방식은 해당 전원설비설치 수용가가 발전전력을 전력소비량에서 차감하여 발생하는 순 사용량을 시간대별로 계량하여 발전량보다 전력소비량이 많을 경우에 초과 전력에 대해서는 전력회사에 소매가격(Retail Price)을 전기요금으로 지불하고, 전력소비량보다 발전량이 많은 경우에는 구매요금에 따라서 전력회사에 잉여전력을 판매하는 방식이다. 이 계량방식은 복수계량기, 또는 순소비량과 순발전량을 동시에 계량하는 단방향계량기(Uni-directional meter)가 필요하다.

2.3.2 순계량 (Net Metering) 방식

이 계량방식은 전력의 소비 및 발전시점에 관계없이 전체 요금적용기간(billing period, 예 : 1달, 1년 등) 동안 누적된 발전량과 소비량간의 순 차액분을 계량하는 방식이다. 이 계량방식은 하나의 양방향계량기(a single bi-directional meter)를 사용하여 양방향으로 흐르는 전력조류를 기록한다.

2.4 잉여전력에 대한 요금적용방식

잉여전력을 처리하는 방식은 잉여전력을 다음 요금기간의 발전량으로 산입하거나, 당해 요금적용기간동안 비용을 지불하고 있는 방법등이 있다.

구분	처리방식	요금산정
이월불인정	해당 기간중 구매	- 요금적용기간(월 단위)동안의 누적 잉여전력은 별도의 요금기준을 적용하여 구매
	이월전기 무상양도	- 잉여전력 불인정
이월인정	월간이월	- 차기 요금적용기간 발전량으로 이월/정산
	단계적 이월 (이월횟수 제한)	- 일정기간 동안(예 : 6개월, 1년 단위) 단계적으로 잉여전력의 이월을 인정(차기의 발전량으로 간주)하고, 최종 결산시점에서 발생된 잉여전력에 대해서는 구매요금에 의해 정산

여기서 적용하고자 하는 판매요금단가 방식은 순수 재생에너지원의 보급을 촉진한다는 차원에서 비교적 다른 요금체계에 비하여 우대하는 요금을 적용하고 있으나, 다만 자가소비분에 대해서 적용범위를 한정하고 있으며 잉여전력분에 대해서는 고가의 구입을 인정하지 않는 방향으로 적용하고 있다. 즉, 이 요금제도는 잉여전력의 공급보다는 자가소비용 설비의 보급에 요금제도의 초점이 맞춰져 있기 때문에 높은 수준의 구매요금을 사업목적으로 이용하는 것을 방지하고, 나아가 전력회사의 손실을 방지하고자 하는데 있다.

3. 요금 적용방안

3.1 자가소비분

요금적용 기간동안 전력사용량이 발전량보다 많은 경우에는 실제 사용량에서 발전량을 뺀 순 사용량 부문에 대해서만 전기요금을 적용하기 때문에 단수의 양방향계량기(single bi-directional meter)로는 실제 발전전력량 및 발전부문에 대한 구입요금액을 파악하기 곤란하지만, 이론적으로는 아래의 표에서와 같은 산정방식에 의하여 구입요금액, 즉 판매요금수입 감소분을 산정할 수 있다.

한편, 잉여전력이 발생하지 않은 기간동안에는 수용가는 자신이 사용한 전기요금에서 동기간동안 발전한 전력량에 해당하는 판매수입을 상계한 부문만큼 요금으로 지불하게 되므로 실질적인 판매대금의 수수는 발생하지 않는다.

구분	전기요금체계	구매요금지불액 산정방식 (Net Metering 방식)
주택용	누진요금제	$구매요금 = R_k \times 구간단가_k + \sum_{i=k+1}^{u-1}(구간전력량_i \times 구간단가_i) + R_u \times 구간단가_u$
일반용	(갑)계절별 차등요금제	$구매요금_{s,m} = \sum_{d=1}^{30}(발전전력_{s,m,d} \times 구매요금단가_s)$
	(을)계시별 차등요금제	$구매요금_{s,m} = \sum_{d=1}^{30}(\sum_{t=1}^{3} 발전전력_{s,m,d,t} \times 구매요금단가_{s,t})$

<범례> s : 계절 (s= 봄/가을, 하계, 동계)
m : 월 (m= 1, ..., 12)
d : 일 (d= 1, ..., 30)
t : 시간대 (t =기저부하,중간부하,최대부하)
i : 주택용 전기요금누진단계 (i=1,...., 7)
k : (사용량-발전량)에 해당하는 요금단계
u : 사용량에 해당하는 요금단계

$R_k = \sum_{i=1}^{k}(구간전력량)_i - (사용량 - 발전량)$
= 최초 요금단계발전량분

$R_u = 사용량 - \sum_{i=1}^{u-1}(구간전력량)_i$
= 마지막 요금단계발전량분

3.2 잉여분

잉여분에 대한 구매요금계산은 잉여전력의 처리방법에 따라 달라지지만 적용요금 대안별로는 다음과 같이 계산된다.

요금대안	구매요금지불액 산정방식
수용가 대표요금	구매요금 = 잉여전력량 × 수용가 대표요금
대표전원의 회피에너지비용	구매요금 = 잉여전력량 × 회피에너지비용

4. 시산분석

4.1 전제.

요금상계제도(Net Metering System)을 적용하기에 앞서 다음과 같은 항목들에 대한 기본적인 가정이 필요하다.

항목	전제조건
요금적용기간	- 현행 수용가요금의 적용기간을 따름 - 수용가요금 변경시 구매요금체계도 연동화하여 변경
기본지표적용	- 이 요금체계에서는 물가지수 등의 경제지표 변동에 대한 보상체계의 정립은 불필요함

4.2 대안별 요금체계 시산

판매단가방식에 의한 구매요금체계는 적용대상 전력이 자가소비전력인가, 잉여전력인가에 따라서 달라지게 되며, 구체적으로 각 요금대안별 요금체계(안)을 나타내면 아래의 <표 1>과 같다.

<표 1> 판매단가방식에 의한 구매요금체계 대안

구분			구매요금단가 (원/kWh) 자가소비분 대안1	자가소비분 대안2	잉여 공급분	비고
주택용	1단	~100kWh	54.6	162.9	162.9	<대안1>전기요금표상의 주택용 해당요금 적용 <대안2>전기요금표 중 대표 블록 (예 : 201~300kWh) 요금단가 적용
	2단	101~200kWh	112.8			
	3단	201~300kWh	162.9			
	4단	301~400kWh	235.2			
	5단	401~500kWh	345.9			
	6단	500kWh초과	606.8			
일반용	여름철		전기요금표 적용	91.6	91.6	<대안1>전기요금표상의 일반용 해당요금 적용 <대안2>일반용(갑) 저압전력
	봄/가을철			61.0	61.0	
	겨울철			64.9	64.9	

이요금체계는 순수 재생에너지를 이용하여 발전하는 전원설비를 갖춘 수용가에 대하여 전력회사의 경영 및 계통시스템에 영향을 거의 미치지 않는 범위내에서 재생에너지의 이용을 촉진하고자 하는 정책적 목표를 달성하기 위하여 적용하는 구매요금제도이다. 따라서, 이 요금체계가 상업적인 영리를 목적으로 하는 수용가에게 이용되는 것을 방지하기 위하여 적용 전원설비의 규모 및 구매규모에 제한을 두는 것이 일반적이며, 아울러 잉여전력에 대해서도 구매 및 요금수준에 있어서도 제한을 두는 것이 일반적인 추세이다.

4.2.1 자가소비분

자가소비분에 대한 구매요금은 <표 1>에서 볼 수 있는 바와 같이 두 개의 대안으로 구분 가능하며, 그 가운데서 대안1은 현행 수용가별 요금체계를 그대로 적용하는 것이고, 대안 2는 각 수용종별로 대표요금을 설정하여 적용하는 방식이다.

현행 전기요금체계는 정부가 부하관리 및 에너지사용억제 등의 정책목표를 달성하기 위한 관리형 요금체계방식으로 수용가별로 수용특성 및 요금민감도 등을 고려하여 결정되고 있기 때문에 여기서 제시하고자 하는 구매요금체계 또한 다양해질 수밖에 없다.

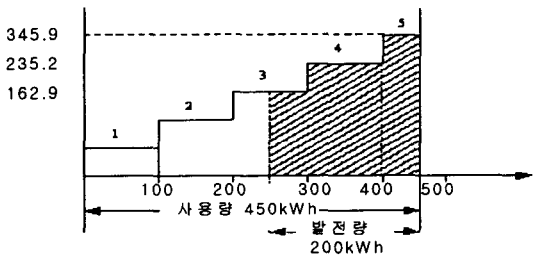
주택용의 경우 현행의 6단계 누진요금체계를 수용가의 전력사용 범위내에서 단계별로 역순으로 적용하며, 차선대안으로 전기요금표중의 대표블럭 요금단가(예 : 201~300kWh)나 요금적용분포를 고려한 평균요금단가 등을 적용할 수 있을 것이다.

일반용은 수용가별로 전기이용특성에 따라 요금체계를

선택할 수 있는 선택요금제도를 적용하고 있으며, 이중 계약용량 5,000kW미만의 일반용(갑) 수용가에 대해서는 계절별 차등요금을, 계약용량 5,000kW이상의 일반용(을) 수용가에 대해서는 계절/시간대별 차등요금제도를 적용하고 있다. 따라서, 대체에너지이용 전원설비를 보유하고 있는 수용가에 대해서는 수용가가 기존의 계약종별 요금체계에 따라 발전량에 해당하는 요금을 산정하고 요금적용기간동안 총 사용전력요금에서 상계하면 된다.

현행 요금체계로 볼 때 비교적 판매단가가 높은 주택용, 일반용을 제외한 수용가는 적용요금단가가 비교적 낮기 때문에 이 요금체계를 적용 받기 위한 대체전원설비의 설치는 현실적으로 불가능할 것으로 보인다.

주택용 수용가의 경우 요금적용기간동안 전력사용량이 발전량보다 많을 경우에 실제로 수용가가 상계 받는 요금수준을 살펴보면 <그림 1> 및 <표 2>와 같이 누진요금체계의 역순으로 요금을 적용 받기 때문에 주택용 수용가가 감면 받는 요금은 상당히 높은 수준이다.



<그림1> 주택용수용가 적용사례 (사용량 > 발전량)

<표 2> 요금상계제도에 의한 단가비교(주택용)

구분		전력사용/발전량 (kWh/월)	전기요금/구매요금 (원)	평균단가 (원/kWh)
총 사용량		450	73,845	164.1
발전량	대안1	200	48,960	244.8
	대안2	200	32,580	162.9
순사용량		250	24,885	99.5

<그림 1>및 <표 2>에서 볼 수 있듯이 주택용의 경우 월평균 450 kWh를 사용하는 수용가는 평균 164.1원/kWh의 전기요금을 지불하게 되지만, 자가소비용 소규모 발전시스템을 설치하여 월평균 200kWh를 발전하여 자체 전력사용분으로 충당할 경우 순전력 사용량은 250kWh이며, 이 경우의 전기요금 평균단가는 99.5원/kWh으로 낮아진다. 결국 수용가는 발전량을 전력회사에 대안1 및 대안2의 요금체계를 적용할 경우에 kWh당 각각 244.8원, 162.9원으로 판매하게 되는 셈으로 수용가의 입장에서는 그만큼 유리하게 된다.

이와 같이 이 요금체계를 적용하여 전력회사가 구매하는 요금수준이 비교적 높기 때문에 이 요금제도는 전력회사의 경영에 영향을 미치는 않는 범위 내에서 적용범위가 결정되도록 하는 것이 일반적인 추세이다.

4.2.2 잉여전력발생시

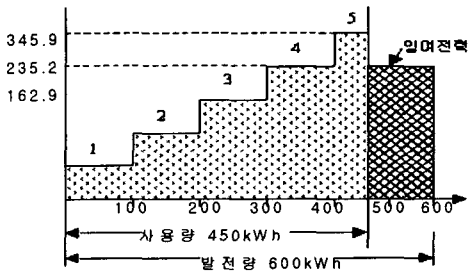
대체에너지이용 전원설비를 설치한 수용가가 사용전력량을 초과하여 발전한 경우 자가소비분을 제외한 잉여전력에 대해서 적용하는 요금체계는 이미 앞에서 기술한 바와 같이 해당 수용가의 대표요금을 적용하는 방식과 전력회사의 회피에너지비용 요금체계를 적용하는 방법으로 구분된다.

각 수용요금 종별 대표요금의 설정하여 적용하는 경우에는 각 수용가의 요금체계에 따라서 다양한 적용방식이 가능하다. 주택용의 경우에는 6단계 요금단계가운데 중간단계의 요금단가를 대표요금으로 적용할 수 있으며, 또는 전년도의 주택용 평균요금단가의 적용이 가능하다.

대표요금적용방식은 현재의 수용가별 요금체계 및 계량방식과 밀접한 관련이 있으므로 각 수용가별 요금수준의 형평성 및 계량방식 등을 감안하여 결정되어야 한다. 그러나 이 경우에는 시간대별로 잉여전력의 측정이 가능한 계량방식이어야 하므로, 단수계량기에 의한 순계량(Net Metering)방식보다는 복수 계량기를 사용하여 전력사용량과 발전량을 별도 측정하는 시간대별 구분계량(Net Purchase and Sale)방식에 의한 계량방식이 적합하다. 그러나 시간대별 한계발전설비를 사전적으로 설정하고 각각에 대한 연료비원가를 시간대별비중을 고려한 평균단가로 환산하여 적용하여도 무방하다.

한편, 계시별 선택요금체계를 적용하고 있는 일반용 수용가와 같이 각 시간대별 전력의 흐름을 측정할 수 있는 경우에는 회피원가방식 II-B를 적용하거나 대표요금을 설정하여 적용가능할 것이다.

기타 수용가별 요금체계 또한 앞에서 언급한 계량방식, 수용가 상호간의 적용요금의 형평성 등을 감안하여 회피에너지비용이나 수용가별 대표요금을 적용하는 방식 모두 적용가능하다고 볼 수 있다.



<그림2> 주택용수용가의 적용사례 (사용량 < 발전량)

5. 결 론

이상에서 검토한 Net metering system은 어디까지나 국민들에 대하여 재생에너지보급을 홍보하고 확산시키기 위하여 적용하는 우대 요금방식으로 전력회사의 경영이나 계통시스템에 많은 영향을 미치지 않는 제한된 범위 내에서 시행되어야 할 것이다.

향후 이 요금제도를 시행함에 있어서 실무적으로 추가하여 검토하거나 면밀한 분석이 뒤따라야 할 부분으로는 다음과 같은 점이 있다.

① 대상설비규모의 제한 : 주택의 규모 및 수용가의 전력사용량과 이에 따른 잉여전력의 발생이 최소화되도록 대상 설비규모에 대한 추가적인 검토가 필요

② 요금체계의 개정에 따른 구매요금단가의 수정 : 향후, 전기요금 개정시 수용가별 요금체계 및 수준이 달라질 수 있으며, 따라서 수용종별 대표요금도 적절한 기준에 의하여 재설정 필요

③ 잉여전력 구입 및 적용단가의 변동 : 보급목적을 초과하는 상시 잉여전력의 발생시, 이에 대한 처리방안과 적용요금에 대해서도 제시된 대안을 중심으로 검토 필요

[참 고 문 헌]

[1] 한국전기연구소, "대체에너지를 이용한 발전전력의 의무구매방안", 2000.2

[2] 한국전기연구원, "대체에너지를 이용한 발전사업 활성화를 위한 전기사업법 개선방안, 2004.2