

## 전력시장에서 연료비 평가 및 입찰제도 개선 연구

**백선희\***  
전력거래소

### The proposal for improvement of fuel cost development process in CBP

Sun-Hee Baek  
Korea Power exchange

**Abstract** - 변동비반영시장을 운영하는 우리나라 전력시장에서 발전기의 연료비는 변동비의 핵심요소이다. 현행시장은 이미 발전기가 지출한 연료비에 대해 증빙자료를 제출하고 이에 근거한 사후평가체계이다. 따라서 실제 사용하는 연료비와 시장가격간 2개월 시차는 불가피한 실정이다. 본 논문은 회사별 연료구입실적에 근거하지 않고 국제유가 등 객관적 지수에 따라 적용시차를 단축하는 비용평가 개선안을 제시하고 있다. 변동비 구성요소를 재검토하고 각 평가방법을 서술하며 발전회사에 제한적인 연료비 입찰권을 부여하여 스스로 연료사용량을 조절할 수 있는 입찰제 도입을 제시하려 한다. 본 논문은 비용평가체계의 개선방안을 제시하고 그 세부적 방안을 설명하고, 제도도입시 유효성을 설명하고 있다.

상하탄비와 약품비, 용수비는 변동비로 볼 수 있으며, 환경설비용역비, 석회석비 등은 변동비로 보기엔 좀 더 분석이 필요하다.

**<표 2> VOM 변동성 분석**

(단위:GWh,백만원)

구 분	5년발전량	발전경상1)	발전계획2)	발전위탁3)	발전장비자체	
V	남동발전	224,729	21,713	260,381	234,664	54,249
O	상관계수	-	0.17	<b>0.72</b>	<b>0.66</b>	0.15
M	P값	-	0.54	<b>0.002</b>	<b>0.001</b>	0.59

표2에서는 같은 방법으로 VOM(Variable O&M)과 발전량을 분석한 것이다. 상관계수측면에서 발전계획과 발전위탁은 변동비로 볼 수 있다.

### 1. 서 론

현행 전력시장은 변동비반영시장(CBP)으로 개별발전기의 열소비율(효율)과 1차 연료비를 곱하여 변동비를 산정하고 있다. 이러한 변동비 평가체계는 2001년 시장개설이후 변화하지 않았으며 이렇게 산정된 개별 발전기의 변동비로 전력시장가격이 산정되어 운영되고 있다. 2004년 배전부분 분할이 중단되고 그 이후 전력산업구조에 대한 명확한 정책방향 없이 과도기적 상황이 지속됨에 따라 2010년 7월 정부는 KDI주관으로 “발전부분의 경쟁은 더욱 확대하고 판매부분도 경쟁도입이 필요”하다는 연구결과를 발표하였다. 전력거래소는 이와 방향을 같이하여 KDI주관으로 “CBP전력시장 경쟁강화를 위한 시장제도 선진화” 연구용역을 수행하였다. 이 연구에서는 CBP의 가장 기본인 비용평가와 가격결정방식의 개선방안을 제시하였다[1]. 본 논문은 연구보고서에 제시된 비용평가개선방안에 대해 구체적인 실무적인 방법론을 제시하고 그 방법론의 세부데이터와 근거를 제시하고, 사례 분석을 통해 제안한 방법론의 타당성을 입증하고자 한다.

### 2. 전력시장에서 연료비 평가체계 개선방향

#### 2.1 변동비의 재정의

변동비평가방법을 개선하기 위해서는 무엇보다 변동비의 정의를 재고할 필요가 있다. 일반적으로 변동비는 생산원가 중 조업도의 변화에 비례하여 변동하는 비용으로 정의된다. 즉 전력시장에서는 발전기의 원가중 발전량에 비례하는 비용이라 정의할 수 있다. 대표적 변동비는 발전기에 투입되는 연료비이다. 그러나 발전소내부를 들여다보면 발전량이 증가할수록 증가되는 비용은 연료비 이외에 다양하다. 즉 발전할수록 탈황탈질설비를 가동하게 되므로 첨가제인 암모니아나 석회석비용도 있으며, 연료가 발전소에 입고되고 소비되는 과정에서 필요한 저탄관리 및 운반비용등도 있다. 또한 발전량이 증가되면 일정주기로 발전설비를 정비하게 되므로 정비비용인 변동수선유지비(VOM)도 변동비로 볼 수 있다

#### 2.1.1 변동비 검증절차

변동비로 제시되는 비용에 대해서는 변동비 검증절차가 필요하다[2]. 발전량과 소요비용간에 상관계수를 산정하여 0.6이상을 유의하다고 본다. 투입되는 재료비의 경우 동일기간 발전량의 상관성을 분석하지만 수선유지비의 경우 정비사이클을 고려하여 5개년발전량과 유의성을 살펴야한다. 표1과 표2는 한국남동발전의 자료로 분석한 것이다. 물론 시장에 적용할 항목선정시에는 모든 발전기 자료를 바탕으로 분석할 필요가 있다.

**<표 1> 부대연료비 변동성 분석**

(단위:GWh,백만원)

구 분	발전량	상하탄비	환경설비용역비	석회석비	약품비	용수비	
부대 연료비	삼천포	25,105	7,648	11,437	2,160	2,349	
	영흥	25,017	13,098	101	-	4,538	
	영동	2,241	2,701	2,778	654	143	
	여수	1,438	-	3,225	748	102	
	분당	4,311	-	37	-	72	
	상관계수	-	<b>0.91</b>	0.42	0.35	<b>0.92</b>	<b>0.70</b>
	유의확률	-	<b>0.03</b>	0.48	0.56	<b>0.03</b>	<b>0.20</b>

표1은 2010년 실적이며, 부대연료비의 상관분석결과 상관계수가 0.6이상인

#### 2.2 연료비 시장적용 시차의 단축

전력시장 적용연료비는 지출한 연료비를 근거하여 산정하며 M월 적용 연료비에 대해 사전에 M-1월 비용평가위원회에서 결정하는 체계이다. 이에 의해 2개월 시차가 발생한다. 이러한 시차로 인한 단기적 비효율성은 연료비 변동이 심할 경우 M월 시점에 저렴한 발전기가 제대로 가동되지 않고 비싼 발전기가 가동됨으로써 국가에너지 전체적인 자원낭비를 초래한다. 따라서 연료비 평가체계 개선은 시차단축이 고려되어야만 한다. 특히 시장가격결정에서 제외되는 첨두발전기의 연료비는 전체발전기에 영향을 미치므로 더욱 시차단축이 중요하다.

#### 2.3 입찰권한 부여

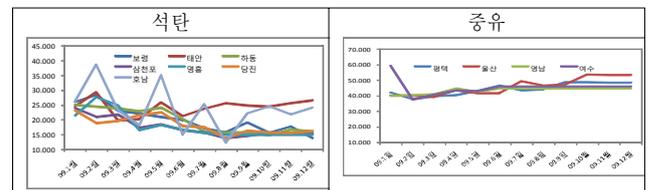
현행 CBP에서는 PJM처럼 가격입찰방식이 아니고 사전에 평가된 비용으로 급전우선순위가 결정된다. 발전기는 D-1에 공급가능용량만 입찰할 수 있다. 그러나 A발전기가 연료비를 비싸게 구입하여 발전지시를 받지 못하여 연료를 소모하고 싶을 경우 현재 가능한 방법은 제약입찰밖에 없다. 제약입찰시 현행 정산규칙에 의해 정산받게 되지만 발전기의 자유의사는 시장가격결정에서 제외된다. 그러나 비용을 입찰하도록 권한부여시 사업자의사가 시장가격에 반영되어 좀 더 합리적 가격결정이 가능할 것이다.

### 3. 새로운 비용평가 방법론 제시

#### 3.1 연료비(Fuel)

##### 3.1.1 개선 전원 결정

연료비 적용 시차의 단축을 고려할 때는 실현가능성과 효과를 동시에 고려하여야 한다. 먼저 석탄발전기는 발전사별 변동성이 큰 반면 월별 이용률변화가 크지않고 가격결정의 경우가 적어서 시차단축의 실효성이 적다.



**<그림 1> 석탄발전기와 중유발전기 열량단가 추이( '09)**

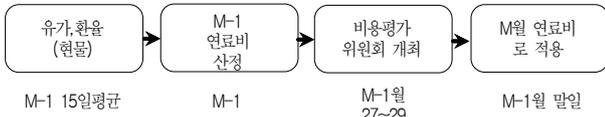
그림1에서 석탄발전기는 발전사별 입고실적에 따라 연료비의 변동성이 커서 연료비에추이가 어려운 반면 유류발전기는 국제지수에 의하기 때문에 일관성이 있다. 즉 시차단축 필요성이 큰 전원은 국제지수에 의하는 유류발전기이다. 지수로 연료비를 산정하면 입고실적을 제출하는 행정소요기간이 줄어들기 때문이다. 유류와 함께 시장가격을 형성하는 전원인 LNG의 경우 한국가스공사LNG에 대해 2009년 9월 정부승인단가로 시차단축을 완료하였다. 따라서 본 논문에서는 유류발전기에 한정하기로 한다.

- 1) 발전경상기타와 발전경상위탁으로 나뉘며 설비 성능유지 및 경상적 설비보수에 소요되는 비용
- 2) 발전계획기타로 발전소 정비중 소요되는 비용
- 3) 발전계획위탁으로 계획보수공사중 외주위탁비용

### 3.1.2 유류발전기 연료비 평가개선

#### 3.1.2.1 유류연료비 평가

우리나라에 도입되는 유가는 싱가포르 중개시장에서 거래하는 아시아지역 석유제품 현물가격(MOPS : Means of Platt's Singapore)를 기준으로 책정된다. Platts지수는 HSFO180(3.5%황성분)과 HSF0380, jet kero, Gas-oil이 매일 발행된다. 증유는 HSFO180(\$/MT)을 기준으로 계약하고, 경증유는 Kero와 Gas oil 평균값으로 계약한다. 따라서 Platts지수를 활용하되 계산 시 산정기간은 시차단축을 위해 그림2와 같이 M-1월 1일~M-1월 15일의 평균 유가지수와 동일기간 환율을 반영하여 M월에 적용한다.



<그림 2> 유류발전기 연료비 평가체계 개선

#### 3.1.2.2 도입부대비 평가

유류계약시 연료비는 Platts지수에 환율변수를 반영하고, 제세금·유동비 등 도입부대비가 반영된다. 따라서 연료비 시차단축을 위해서는 국제유가에 도입부대비를 적정비를 더하는 구조로 변경할 수 있다. 도입부대비는 계약구조가 유사한 카테고리별로 구분 적용한다. 도입부대비는 관세, 개별소비세, 교통세 등 최근 세금구조를 반영하기 위해 3년 도입실적을 바탕으로 비율을 산정한다.

<표 3> 유류발전기 연료비 평가(유가+도입부대비)

유종	유가 :MOPS현물지수	도입부대비	비고
중유	HSFO180 CST	운인, 정제비용, 수송비, 보관료, 취급료, 제세금, 석유수입부가금	개별소비세+교육세 :19.55원/ℓ
등유	(Gas Oil + Kero)/2		2011년 7월1일부 정액적으로 사용금지
경유	(Gas Oil + Kero)/2		교통세+교육세+수행세 519.88원/ℓ

#### 3.1.2.3 발열량 평가

전력시장에서 적용하는 발전소의 연료비는 열량단가 형식으로 평가된다. 따라서 발열량 평가방법도 제시되어야 한다.(열량단가=연료비÷단위발열량) 다행히 유류는 다전원에 비해 발열량변동이 적다. 석탄발전기의 발열량 변동계수는 4.66%인 반면 중유발전기의 발열량 변동계수는 1.66%이다. 따라서 유류발전기의 발열량 평가방법은 가장 최근 1년 평균치를 이용할 수 있다.

<표 4> 유류발전기 vs 석탄발전기 발열량추이

(단위:kcal/kℓ)

년 도	중 유			석 탄		
	평균	표준편차	변동계수	평균	표준편차	변동계수
2009	9,932	163	1.64%	5,727	270	4.72%
2010	9,962	168	1.68%	5,544	220	3.98%
2009~2010	9,947	166	1.66%	5,635	263	4.66%

### 3.2 부대연료비(Aux. Fuel)

남동발전에서 부대연료비로 제시한 5개 항목중에 발전량과 유의성이 검증된 부대연료비항목은 상하탄비, 약품비, 용수비 등이다. 이를 변동비로 평가하기 위해서는 항목의 정의와 평가기준 및 발열량기준이 명확해야 한다. 첫째 항목선정은 변동비입증으로 발전량과 유의성이다. 예를 들면 발전회사에서 제시하는 환경설비 약품비의 경우 발전량이 증가할수록 NOx, SOx 배출물이 많아지기 때문에 탈황탈질설비를 운전하게 되고 그에 따라 첨가제 비용이 증가하기 때문에 환경설비약품비는 발전량과 상관 계수가 높다. 이 경우 변동비로 반영한다. 두번째는 비용평가 기준이다. 항목별 세밀한 평가와 전체적 총합평가로 나눌 수 있다. 먼저 항목별 세밀한 평가는 발전회사가 정확하게 항목별로 비용을 제출하고 이를 평가할 수 있는 틀이 거래소에 존재하여야 한다. 발전기가 부대연료비 사용실적을 제출하여야 하기 때문에 연료비처럼 M-2기준으로 평가할 수 밖에 없다. 따라서 항목별 세밀한 평가는 연료비 시차단축 측면에서 바람직하지 않다. 또한 현실적으로는 거래소의 비용평가 담당인원이 증빙되어야 가능하다. 따라서 매일 발전기별 항목별 부대연료비 반영보다는 전체비용을 연간단위로 평가하는 것이 바람직하다. 부대연료비를 주로 차지하는 상하탄비의 경우 1년 단위 용역계약을 체결하고 약품비나 용수비도 주연료처럼 매월 입고하지 않기 때문에 전체 발전기의 3년 실적부대연료비를 기준으로 발전기별 변동비에 전월별 +a개념으로 반영한다. 평가방식은 열량단가형식인 원/Gcal형식보다는 +a%형식이 바람직하다. 부대연료비는 발열량이 없어 열량당 단가추정이 모호하며, 발전량에 비례소모되기 때문에 적정비율을 변동비에 더하는 것이 합리적이다. 전월별 평균 적용시 평균이하로 비용이 소모되는 발전기는 인센티브가 발생한다.

### 3.3 변동운전유지비(VOM: Variable O&M cost)

변동수선유지비는 발전소 정비시 소요되는 공사비와 발전설비의 성능유지를 위한 유지보수비용이다. 발전기별 예방정비공사 사이클에 따라 다르지만 A급 정비가 보통 5년 단위로 시행됨에 따라 5년 누적발전량과 상당한 유의성을 보이는 항목이다. 변동수선유지비 역시 발전량과 유의성을 보이는 항목만을 추출하여 동일전원별 5년 비용실적을 기준으로 평가하며, 부대연료비처럼 +a%형식이 타당하다. %를 정할 때는 전월별 평균을 적용하거나, 동일전원발전기의 정비항목이 회사예산항목에 따라 차이가 난다면 전월별 표준발전기를 정해서 조사하는 방법이 있다. 전월별 변동수선유지비는 5년 단위로 비용평가하여 반영한다.

### 3.4 제한적 가격입찰

현재 중앙급전발전기는 D-1에 D-day의 시간대별 공급가능용량을 입찰한다. 모든 연료비등 비용요소는 사전에 비용평가위원회에서 평가한다. 공급예비율이 부족해 가격입찰을 허용하면 가격이 턱없이 오를 수 있기 때문이다. 그러나 입찰을 허용하는 장점을 취하되 CAP을 적용한다면 적절한 효과를 볼 수 있다. 전월별 CAP을 연료비+전원별 부대연료비+전원별 변동수선유지비로 하여 0원부터 입찰하도록 허용하는 것이다. 즉 용량별 비용을 입찰하되 상한선까지만 비용을 쓸 수 있는 구조를 제안한다. 이 경우 발전기는 자기계약 처리시 행해처럼 별도로 입찰하는 방식에서 스스로 연료비를 조절하여 처리할 수 있다. 이럴 경우 제약이 시장가격에 반영되어 시장가격이 현실화되는 효과를 볼 수 있다. 시스템적으로는 입찰시스템에 열량단가를 입찰하도록 항목을 추가하는 변경이 필요하다.

### 4. 효과분석 : 인센티브

이러한 연료비평가및 입찰제도 개선은 다음과 같은 효과가 있다. 첫째, 시장참여자에게 연료비 절감인센티브를 제공한다. 현재의 변동비반영시장에서는 연료를 비싸게 하여도 그 비용이 다 변동비에 반영되기 때문에 굳이 연료비절감인센티브가 없다. 그러나 유류발전기의 연료비를 입고 실적이 아닌 객관적 국제지수를 반영할 경우 자기비용이 예측가능하기 때문에 그 비용 밑으로 계약할 경우 이익이 발생한다. 유가는 국제지수에 의해 계약하므로 절감의 여지가 없으나 도입부대비에서는 계약을 잘 할수록 이익이 시장참여자에게 돌아간다. 마찬가지로 부대연료비와 변동수선유지비에서도 전월별 평균을 반영하게 되면 평균이상으로 비용이 소요되는 발전기는 손해를, 평균이하발전기는 이익이 발생하게 되어 사업자에게 비용절감인센티브를 제공하게 된다.

둘째, 변동비의 정당한 보상으로 발생하는 인센티브이다. 그동안 변동비로 인정받지 못한 부대연료비와 변동수선유지비를 변동비로 평가시 발전기 변동비가 정확히 반영된다. 발전사업자는 변동비를 제대로 인정받지 못할 경우 발전을 하는 것 보다는 CP수준의 용량요금을 받고 발전을 하지 않는 것을 선호하게 된다. 이 경우 의도적으로 발전사업자는 연료를 비싸게 구입해 급전순위를 높임으로서 발전을 회피가능하다. 이러한 전략적 행동을 억제함으로써 자원낭비를 제거할 수 있다.

셋째, 정확한 시장가격 결정이다. 제한적이지만 시장참여자에게 자율적 가격입찰권을 부여함으로써 발생하는 효과이다. 본 논문에서 제시한대로 발전기가 연료비를 입찰할 수 있다면 가격결정시 계통한계가격에 발전기의 제약상황이 반영된다. 초기 CBP도입당시에는 개별 발전기의 제약상황이 시장가격에 영향을 끼치는 것은 바람직하지 않아 시장가격결정에는 개별 제약사항이 반영되지 않았다. 그러나 발전기를 must-run으로 돌려야하는 상황에서 해당발전기의 변동비는 의미가 없다. 그 발전기는 0원이라도 돌려야 할 상황이 때문이다[3].

네번째는 제한적 입찰제공으로 발전기가 연료소비량을 조절할 수 있다. 현재 중앙급전발전기는 연료도입실적에 따라 merit order가 결정되고 이에 따라 급전된다. 그러나 연료비를 입찰하게 되면 연료소비량을 제한적이지만 조절가능하다. 이에 따라 연료수급도 예측가능하여 발전소가 보다 합리적으로 연료구입계획을 수립할 수 있다.

### 5. 결 론

본 논문은 전력거래소가 추진하고 있는 시장전진화의 한 분야인 제한적 가격입찰제도의 세부내역을 설명하고, 도입효과를 제시하였다. 그러나 새로운 제도도입은 그동안의 전력시장의 패러다임을 바꾸기 때문에 항상 신중하여야한다. 제한적 가격입찰제도는 기존의 변동비에서 추가로 부대연료비와 VOM을 반영하기 때문에 시장가격을 상승시키는 효과가 있으므로 다른 제도와 병행해서 시행하여야 시장참여자간 협의가 원만할 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] KDI "CBP전력시장 경쟁강화를 위한 시장제도 선진화" 2010년 11월
- [2] 전력산업연구회 "변동비반영시장에서의 변동비 산정에 관한 연구" 2005년 12월
- [3] KDI "변동비반영시장 평가진단 및 개선연구" 2005년 11월
- [4] PJM "Cost development guidelines", 2009년 12월
- [5] 한국전력거래소, "시장운영규칙", 2006년 1월.