단일 요금제도에서 시장지배력 행사 검증을 위한 용량철회 기준결정

이동진 신영균 한석만 김강원 김발호
홍익대학교 한국전력 홍익대학교 홍익대학교 홍익대학교

Calculation of the Market power exer자sing point in Uniform Pricing.

D.J Lee Y.G Shin S.M Han K.W Kim B.H Kim
Hongik. Univ. Kepco Hongik. Univ. Hongik. Univ. Hongik. Univ.

Abstract – Transmission congestion is one of the Key factors to local market power in competitive electricity markets. Withholding is a one of the methods exercise the market power. This paper presents an alternative methodology in market power under transmission congestion and withholding. The proposed methodology was demonstrated with the Optimal Power Flow(OPF). Case study is fulfilled by GAMS simulation.

Keywords : 시장지배력, Withholding(용량철회),시장분리, 용량철회, OPF, Locationa Maginal Price(LMP), 혼잡, Uniform Price(단일요금제)

1. 서 론

우리나라의 전력시장은 수직통합체계에서 경쟁적 전력시장으로 넘어가는 과도기 상태에 있다. 경쟁의 도입은 시장효율성 증대와 가격인하 등의 장점을 지니고 있지만 공정한 경쟁이 이루어지지 않을 경우 시장의 효율성이 낮아지고 시장왜곡과 함께 참여자의 불만이 표출되는 문제가 생길 수 있다. 전력산업이 궁극적으로 도달해야 하는 경쟁적 전력시장에서 어떻게 효율적이면서 공정한 시장을 만드는가는 가장 중요한 주제 중의 하나이다. 시장지배력의 감시, 완화는 모든 시장 참여자에게 공정한 시장을 만들기 위해 고려할 중요한 사항이 된다.

경쟁적 전력시장에서의 시장지배력은 일반 재화시장에서의 시장 지배력과 다른 특성을 가진다. 일반 재화시장에서는 시장전체를 하나의 단위로 생각하여 충분한 공급용량의 여유가 만족된다면 시장지배력이 생기지 않는다고 얘기할 수 있지만, 전력시장은 전체적으로 충분한 공급용량을 가지고 있다고 하더라도 그 시장에 시장지배력이 존재하지 않는다고 확신할 수 없기 때문이다. 즉, 경쟁적 전력 시장에서는 혼잡에 의한 지역적 시장지배력이 존재할 수 있는 가능성이 존재한다. 발전사업자가 전력시장에서 시장지배력을 행사하는 방법에는 일반적으로 용량철회를 이용한 방법이 예상되고 있다.

본 논문에서는 혼잡에 의한 시장지배력이 생겨날 가능성을 알아보고, 각 발전기가 용량철회를 통해 시장지배력을 행사하는 것을 검증할 수 있는 기준을 제시하였다. 논문을 위한 사례연구는 GAMS 프로그램을 이용하여 모의하였다.

2. 본 론

2.1 시장지배력

시장지배력은 일반적으로 재화의 시장가격을 자신에게 이익이 되도록 일정기간동안 경쟁시장가격에서 벗어나게 변화 또는 유지시킬 수 있는 능력을 말한다. 이러한 시장지배력은 시장감시의 측면에서는 공정한 시장경쟁을 저해하는 요소로 볼 수 있지만 시장참여자(특히 시장지배력 소유자)에게는 자신의 이익이 최대가 되게 하기 위한 전략적 행동이다. 일방적으로 불법적인 행위라고 단정 지을 수 없으며 모든 회사는 일반적으로 가격을 변화시킬 수 있는 능력을 일정정도 소유하고 있기 때문에 이러한 가격의 변화를 시장지배력으로 보아서 규제의 대상으로 할 것인가는 또 다른 문제이다. 또 하나의 어려운 점으로는 시장지배력 소유와 시장지배력 행사는 다르다는 점이다. 시장지배력을 소유하였다고 하여서 무조건적인 시장지배력 행사와 연결시킬 수 없기 때문에 두 가지는 구별되어야 한다.

기존의 시장지배력 검증 메커니즘에는 약간의 문제가 존재한다. (1) 실제계통의 운영과 상관없는 경제적인 지수라는 점 (2) 시장지배력의 행사기준 결정이 까다로운 점이 있다. 이러한 문제는 혼잡을 고려한 실제적인 시장지배력 검증기준을 결정함으로서 해결할 수 있는 문제이다.

2.1.1 혼잡에 의한 시장지배력

전력시장의 시장지배력 행사를 예상할 때에 따른 재화와 구별되는 특징이 두 가지 존재한다. 하나는 혼잡에 의한 시장지배력의 생성이다. 혼잡은 하나의 계통을 분리하여 지역적인 시장의 분할을 초래하는 결과를 가져온다. 간단한 그림으로 설명하면 다음과 같다.

<그림 1> 혼잡에 의한 시장분리

다음과 같은 시장계통에서 부하 집중지역에 공급될 수 있는 외부로부터의 전력은 300MW 뿐이기 때문에 지역 A와 B는 300MW를 공유할 수 있는 서로 다른 시장으로 보아도 무방하다.

또 하나의 특성은 혼잡을 이용한 발전회사의 전략, 또는 발전회사 상호간에 담합이 이루어질 가능성이 존재한다는 것이다. 점유율이나 독점을 통한 기업담합이 아닌 혼잡발생을 이용한 의도적인 입찰 및 시장지배력의 행사를 어떻게 구별해 낼 것인가는 전력시장만이 가지고 있는 고유의 특성이자 복잡한 문제점이다.

2.2 시장지배력의 행사

앞에서도 말한 바와 같이 시장지배력을 소유하는 것과 시장지배력을 행사하는 것은 다른 의미를 가진다. 엄밀한 의미의 시장지배력 행사는 자신에게 이익이 되는 것을 기준으로 한다. 발전사업자는 자신의 용량이 불가피한 여러 가지 이유를 들어 또는 비용의 문제를 들어 입

찰 발전용량을 줄여 가격을 높이려는 시도를 할 수 있다. 문제는 그러한 용량의 감축이 시장지배력의 행사인지 아니면 실제로 불가피한 상황에 따른 입찰용량의 감축인지 구별하는 기준이 필요하다는 점이다. 이러한 기준은 발전회사의 이익을 계산함으로서 구별해 낼 수 있다. Cost Based Pool(CBP) 시장을 예로 들면 발전회사의 수익기준을 계산하는 식은 다음과 같다.

$$R_{after} - R_{before} + (Cost_{before} - Cost_{after}) \geq 0$$

R_{after} = 시장지배력 행사 이후 수입
R_{before} = 시장지배력 행사 이전 수입
$Cost_{before}$= 시장지배력 행사 이전 연료비용
$Cost_{after}$ = 시장지배력 행사 이후 연료비용

입찰용량을 변화시킨 발전회사에 대한 위 계산식 결과가 0보다 큰 값이 나온다면 입찰용량의 변화에 의해 수익을 보고 있는 회사라는 의미이므로 시장지배력을 행사하였다고 의심할 수 있다. 반대로 입찰용량의 변화 후 위의 계산식이 0보다 작다면 그 발전기의 발전용량 변화는 발전회사에게 손해를 입힌 것이다. 따라서 시장지배력 행사의 의심을 가질 필요가 없다.

2.2.1 용량철회에 의한 시장지배력

용량철회는 물리적인 용량철회와 경제적인 용량철회로 나뉘는데 물리적인 용량철회는 발전용량 자체를 불가피한 이유를 들어 입찰참여에서 제외시키는 방법이고 경제적인 용량철회는 입찰용량을 입찰에서 물리적으로 제외시키지는 않지만 입찰이 되지 않도록 무리하게 높은 가격으로 입찰을 하여 역시 입찰에서 제외되는 방법이다. 두 방법 모두 시장에서 자신의 입찰용량을 철회할 수 있는 방법이다. 이밖에도 다수 발전기에 의한 전략적 입찰가격 인하가 있다. 이는 특정발전기를 정상 입찰가격보다 낮춰서 입찰하여 발전량을 늘임에 따라 타 발전기들의 수익성을 높이는 전략이다. 그러나 이러한 전략은 본 연구에서 말하고자 하는 용량철회에 의한 시장지배력의 행사와는 거리가 있으므로 제외하기로 한다.
용량철회는 시장지배력을 행사할 수 있는 가장 일반적인 방법이다. 그러나 간과할 수 없는 사실은 혼잡의 발생을 정확히 파악하지 못하고서는 용량을 철회하는 것이 자신에게 이익이 될 수 있는지를 정확히 알 수 없다는 점이다. 이러한 이익의 계산은 발전회사들의 반복적인 입찰의 참가와 계통의 분석을 통해 학습할 수 있을 것이다. 용량철회가 발전기에게 이익이 되는 철회용량, 최대의 이익을 가져올 수 있는 철회용량 등을 계산하여 시장지배력을 행사 또는 규제하는 방법으로 사용가능하다.

2.2.2 사례연구

사례연구 계통은 Uniform Price(단일요금제) 체제를 가정하였고, Cost Based Pool(CBP)을 기반으로 구성되었다. 실제 계통과의 유사성을 확보하기 위한 방안으로 발전기 9대를 4부류로 나누어 기저발전기, 화력발전기, 중유발전기, 가스발전기로 구분하였다. 그리고 부하집중지역과 발전집중지역을 설정하여 어느 정도의 예상되는 혼잡발생을 유도하였다. 총 사용가능 발전용량은 6150MW, 총 부하량은 4100MW로 전체 사례계통의 여유용량은 충분히 확보하도록 하였으며 Constrained-On 발전기에 대한 보상은 실시하고 Constrained-Off 발전기에 대한 보상은 제외하였다. Con-off 발전기에 대한 기회비용의 보상은 왜곡된 시장결과를 가져온다는 것에 대해서는 다른 논문을 통해 연구된 바 있다. 사례계통은 아래 그림과 같은 IEEE 30 모선을 사용하였다.

(표 1) 발전기 특성

	MAX	COST	PRICE (Cost)
G1	1100	기저발전기	低
G2	400		低
G3	800	화력발전기	低~中
G4	550		低~中
G5	1000	중유 발전기	中
G6	700		中
G7	900		中
G8	400	가스 발전기	高
G9	300		高

※ 발전비용 함수는 2차함수로 표현하였다.

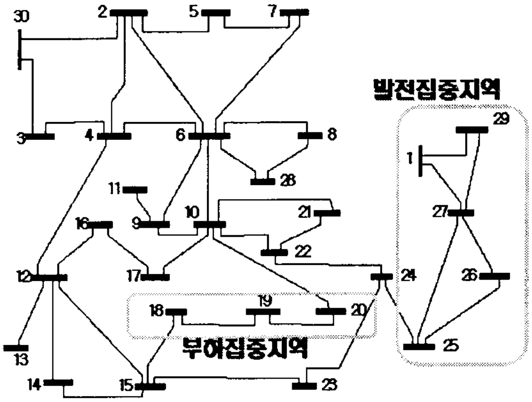

그림 2 사례계통

사례계통에서 모선 13(발전기4),14(발전기5)와 19(발전기9)번에 위치한 발전기가 지역적인 이점에 의해 발전량이 증가함을 알 수 있다.

(표 2) 사례연구 결과 - 1

	ED 발전량	OPF 발전량	MCP	Con-On Price	Con-On Capacity	Con-On Payment	시장지배력 행사전 수입	시장지배력 행사후 수입
G1	814900.00	697700.00	17.7				14424545	12349987.700
G2	400000.00	390800.00	17.7				7080400	6917550.800
G3	396300.00	296100.00	17.7				7014906	5241266.100
G4	399800.00	550000.00	17.7	19.298	150200	239869.4	7076859	9975419.400
G5	420700.00	729300.00	17.7	20.290	308600	798965.4	7446810	13708304.700
G6	422000.00	282300.00	17.7				7469822	4996992.300
G7	900000.00	731500.00	17.7				15930900	12948281.500
G8	230200.00	122300.00	17.7				4074770	2164832.300
G9	116000.00	300000.00	17.7	32.696	184000	2759080	2053316	8069380.000

표 2를 보면 9번 발전기가 혼잡에 의해 자신의 최대 용량을 발전, 급격히 수입이 증가하였으며 일견 가장 큰 시장지배력을 가지는 것으로 보인다. 하지만 이는 혼잡에 의한 급격한 발전용량의 증가를 가져오는 것을 확인할 수 있으며 발전비용과 발전용량을 고려하지 않은 시장지배력 행사 전 혼잡수입의 증가일 뿐이다. 밑의 표 3을 보면 예상과는 다른 결과를 확인할 수 있다.

(표 3) 사례연구 결과 - 2

	용량 철회							
	1% 용량철회		5% 용량철회		20% 용량철회		35% 용량철회	
	증분가격	증분수입	증분가격	증분수입	증분가격	증분수입	증분가격	증분수입
G4			19.416	209573				
G5	29.206	3466456	114.600	26482496				
G9	32.708	2671246	35.476	3003975	43.816	3238260	52.156	2721945

표 4는 발전용량을 1-30%까지 철회하면서 각 발전회사의 수입을 살펴본 것이다. 발전기 4는 용량을 철회할수록 수입의 감소를 가져오게 된다. 이는 용량철회전보다 수입의 양이 감소하는 것이지 발전을 위한 비용보다 수입이 적은 절대적 '-'를 뜻하는 것은 아니다. 발전기 5는 용량을 철회함에 따라 급격한 발전비용의 상승으로 인해 막대한 이익을 가져오게 된다. 이는 절대적 시장지배력을 행사할 수 있는 발전기에 가깝다고 분석된다. 발전기 9는 아주 작은 용량을 철회하였을 경우, 즉 1%의 용량철회 시에는 수입이 증가하지 않다가 5-25%까지는 수입의 증가를 보인다. 다시 30% 발전용량을 철회할 때에는 수입이 최초 최적조류급전 수입보다 감소하는 것을 볼 수 있다. 따라서 30%가 넘는 발전용량의 철회는 발전기 9에게는 수입의 증가로 이어지지 않는 셈이다.

14번 모선의 발전기 5가 시장지배력 행사에 더 유리한 것은 혼잡을 고려한 최적조류급전에서 발전량이 충분하다는 것이다. 발전용량이 700MW가 넘는 발전기는 300MW인 발전기보다 입찰용량 철회에 따른 시장지배력 행사에서 더 큰 영향력을 미치게 되는 것이 자명하다. 절대적 시장지배력 행사가 예상되는 발전기는 Must-Run 계약 등을 통해 계통과 전력가격의 안정화를 도모하는 것이 하나의 대안이 될 수 있다. 이러한 분석 자료를 발전회사가 가지고 있다면 이익이 최대가 되는 발전용량 철회지점을 알 수 있으므로 시장지배력 행사에 유용한 자료가 될 수 있다. 반대로 계통운영자가 각 발전회사의 이익이 되는 철회용량을 알고 있다면 이러한 기준에 부합되는 발전기만을 선별하여 감시, 규제대상으로 삼아 전력시장의 감시를 좀더 용이하게 할 수 있다.

2.2.3 발전기 담합의 가능성

위의 사례연구 결과에서 도출해 낼 수 있는 분석내용에는 한계점이 있다. 다수 발전기 소유회사의 전략, 발전회사들 상호간의 전략적 담합과 같은 부분은 현실적으로 다루기가 쉽지 않기 때문이다. 하나의 예로 살펴볼 수 있는 부분은 입찰용량 철회에 있어서 하나의 발전기만을 관찰대상으로 할 것이 아니라 전체 발전기를 대상으로 살펴보는 것이 필요하다. 예로 하나의 발전기가 자신에게 이익이 되지 않는 입찰을 하거나 용량철회를 하는 것은 발전회사 상호간 전략적인 담합을 한번쯤 의심해 보아야 한다. 또한 자신에게 이익이 되는 용량철회를 실시하여 규제대상이 되더라도 타 발전기와의 합의를 통해 이익을 분배하는 방식의 전략을 행사할 가능성은 충분히 존재한다.

3. 결 론

시장지배력 행사는 혼잡에 의한 비선형적 계통의 결과로 인해 예상과 규제가 어렵다. 또한 단일요금제도에 의한 Con-On Payment에 의한 결과를 고려해야 하기 때문에 발전용량에 의한 부분도 고려해야 한다. 바꾸어 말하면 똑같이 혼잡에 의해 출력이 증가하더라도 발전전력의 양이 많은 쪽이 전략을 이용, 많은 돈을 벌 수 있는 기회가 생긴다. 실험적인 계통검증을 통한 사례분석으로 규제하는 것 이외에는 사전규제의 뚜렷한 방법이 아직 연구되지 않았다. 본 연구의 목적은 각 발전기의 시장지배력 행사 예상 및 규제기준을 결정하여 사전에 발전기의 입찰철회가 시장지배력의 행사인지 아닌지를 결정하는 것이다. 최종적으로 발전기 입찰 사전규제를 통해 시장지배력 행사의 삭감을 유도하려 한다.

향후연구로는 발전회사 상호간 담합을 이용하여 시장지배력 행사를 하는 것에 대해 연구하는 방안과 실제적인 발전기 계단식 입찰을 이용, 계통을 운영하는 것이 하나의 과제가 될 수 있을 것이다. 학문적으로는 Nodal Pricing 체제에서의 시장지배력 검증 기준 결정에도 적용하는 것이 가능할 것이다.

이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프라 구축지원사업(과제번호:I-2002-0-042-5-00)으로 수행된 논문입니다.

[참 고 문 헌]

[1] Leeprechanon, N., David, A.K., Moorthy, S.S., Brooks, R.D.& Nealand, J.H, "Market Power in Developing Country", International Conference. IEEE, Vol 3, pp. 1805-1813, 2002

[2] Allen J. Wood & Bruce F. Wollenberg, "POWER GENERATION, OPERATION, AND CONTROL", JOHN WILEY & SONS, INC., pp 369, 1996

[3] Gan, D.& Bourcier, D.V., "A Simple Method for Locational Market Power Screening", Power Engineering Society Winter Meeting. IEEE, Vol 1, pp 434-439, 2002