

전력수요 분석과 예측을 통한 수력발전 전력거래가격 전망 전략

김기태*, 이경배*, 최인석*, 김종겸**
한국수자원공사*, 강릉원주대학교**

Forecasting Strategy for Hydropower Power Market Price by Power Demand Analysis and Forecast

Gie-Tae Kim*, Gyeong-Bae Lee*, In-Seok Choi*, Jong-Gyeum Kim**
Korea Water Resource Corporation*, Gangneung-Wonju National University**

Abstract - 산업사회의 급속한 발전과 생활수준 향상에 따라 전력수요 및 공급전망에 대한 인식이 점차 강조되고 있다. 에너지 자원이 부족한 우리나라는 전체 에너지의 약 97%를 수입에 의존하고 있으므로 전력공급의 정확한 수요예측을 통해서 안정적, 경제적으로 전력을 공급해야 한다. 2001년 전력산업구조개편에 따라 전력시장은 발전부문만 시장에 참여하여 경쟁하는 발전경쟁체제로 발전사업자의 입찰량과 전력거래소의 전력수요 예측 결과를 이용하여 시간대별 전력시장가격을 결정하는 가격결정발전계획을 수립하고 있다.

본 논문에서는 청정 녹색에너지로 피크시간대에 발전하여 주파수 조절을 담당함으로써 전력계통에 크게 기여하고 있는 수력발전기의 최적 입찰 전략 및 수력발전 사업계획에 활용할 수 있는 전력거래가격 전망 전략을 제시하여 수력발전사업자의 수익 증대와 전력시장 가격 안정화에 기여하고자 한다.

1. 서 론

2001년 전력산업구조개편 이전 민간발전사는 한국전력공사와 전력수급계약(PPA, Power Purchase Agreement)을 통해 전력거래를 하였다. 전력산업구조개편 이후 발전부문의 경쟁입찰체제 도입으로 현재는 변동비 반영시장(CBP, Cost Based Pool)을 통해서 전력거래를 하고 있으며, 한국전력공사는 전력시장에서 전력을 구매하여 소비자에게 판매하는 방식으로 바뀌었다. 신재생에너지인 수력발전은 피크시간대에 발전하여 주파수 조절을 담당함으로써 전력계통에 크게 기여하고 있으며, 공익목적의 방류에 따라 생산된 전력은 전력시장을 통하여 우선적으로 구매하도록 되어 있다. 또한, 변동비가 0원으로 발전입찰에 참여할 경우 가격결정발전계획에 무조건 반영되어 수력이 입찰한 시간대의 입찰량 만큼 변동비가 비싼 LNG 발전기와 중유 발전기가 가격결정계획에 포함되지 않기 때문에 시장가격이 수력의 입찰량 만큼 하락하는 현상이 발생한다. 수력발전기의 입찰시간과 입찰량은 전력시장가격과 발전사업자의 수익에 영향을 미치므로 최적 입찰 및 사업계획을 위한 장·단기 전력거래가격 전망 전략이 더욱 중요시 되고 있다. 따라서 본 논문에서는 전력수요와 공급, 에너지가격 등을 분석하고 기온, 국내총생산(GDP), 발전운영패턴 등을 고려한 수력발전 전력거래가격 전망 전략에 대해 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1. 국내·외 전력시장 현황

최근 화석연료의 가격 급상승으로 세계 각국의 전기요금은 전적으로 상승 추세이고 화석연료 의존도가 높을수록 연료가격이 전기요금에 미치는 영향이 매우 높은 편이다. 현재 전력거래 시장 자유화는 유가상승에 따른 비용변동에 대한 전기요금의 탄력성을 증대시켜 전기요금을 높이고 있다. <표 1>은 국내·외 전력산업 현황을 나타낸 것으로서 최근 10년 평균 국내의 전력시장은 전력수요와 연료가격이 꾸준히 상승하여 전력시장을 통한 정산단가는 5%, 전력 거래량은 6%의 상승을 기록하고 있다[1].

2001년 전력시장 개설 이후 전원의 구성이나 예비력 수준에 따라 전력가격과 전력시장 운영환경이 변화하고 있어 전력수요 예측의 중요성이 점차 커지고 있다. 또한, 온실가스 감축과 관련한 정부의 저탄소 녹색성장 정책과 스마트그리드, 국내산업 구성의 변화, 소비자 전력소비패턴 변화 등 실시간으로 변화하는 전력수요에 지속적이고 안정적으로 전력공급이 이루어질 수 있도록 정확한 전력시장 운용이 필요하다.

에너지 절약 및 환경보존과 밀접한 관련이 있는 전력공급은 불확실한 미래의 전력수요에 대해 정확한 수요예측이 이루어져야만 안정적인 공급이 가능할 것으로 판단된다.

<표 1> 국내외 전력산업 현황

구분	한국	미국	영국	독일	이태리	
설비용량 (한국대비)	73GW	986GW (13.5배)	87GW (1.2배)	140GW (1.9배)	89GW (1.2배)	
판매량	406TWh	3,670TWh	328TWh	559TWh	208TWh	
발전량 구성	석탄	46%	49%	38%	42%	14%
	가스/유류	17%	20%	36%	11%	77%
	원자력	35%	19%	19%	26%	-
	기타	2%	12%	7%	21%	9%
시장구조	발전	경쟁	주별상이	경쟁(6社과점)	경쟁(4社과점)	경쟁
	송배전	전국독점	지역독점	송전:전국독점 배전:지역독점	지역별독점	송전:전국독점 배전:지역독점
	판매	전국독점	주별상이	경쟁(배전 판매분리)	경쟁(4사 수직통합)	경쟁(배전 판매분리)

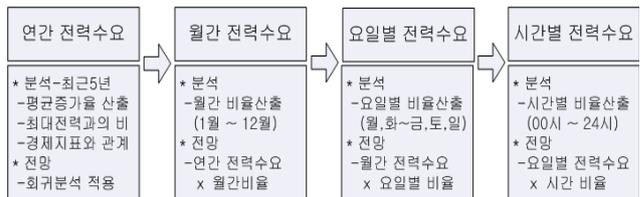
2.2. 수력발전기의 전력거래가격 전망

수력발전기의 장·단기 전력거래가격을 전망하기 위해서는 우선 전력수요와 전력공급, 에너지가격의 변화 그리고 기온의 변화도 우선적으로 고려되어야 한다. 가격 전망에 필요한 데이터 수집 및 분석은 시계열 모형을 고려한 연별, 월별, 요일별, 시간별로 분류하여 회귀분석을 통해 이루어진다. 일일 수력발전 입찰을 위해서는 단기 수요예측을 이용하는데 이는 일일 발전사용수량의 시간별 적정 배분과 최근 3일의 전력수요 실적과 5대 광역시 기온 등을 고려하여 입찰시간 우선순위를 결정하게 된다. 또한, 중·장기 전력거래가격을 전망하기 위해서는 연간 발전사용수량의 월별 적정배분, 연간 전력수요와 전력공급의 관계분석 그리고 공인기관의 유가와 환율 전망과 수력발전기만의 발전운영패턴 등을 근거로 전력거래가격을 전망하게 된다.

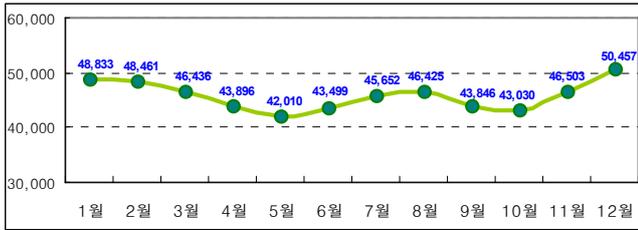
2.2.1. 전력수요 추이분석 및 전망 절차

전력수요의 변동 특성을 파악하는 것은 현재의 수요예측 방법을 도출해 내기 위한 기본적인 과정으로서 <표 2>와 같이 기온과 전력수요의 관계, 경제성장을, 전력설비의 가동실태, 공휴일의 수요패턴 등의 경향을 회귀분석을 통해 도출한 데이터를 이용하여 단기 및 중·장기 전력수요 예측을 실시한다.

<표 2> 전력수요 추이분석 및 전망 절차



전력수요 예측은 무엇보다도 계절별 수요가 어떻게 변하는지를 분석하고 반영하는 것이 매우 중요하다. 기상상태에 따라 하절기와 동절기의 수요가 크게 변동하는 특성이 있으므로 정확한 수요예측을 위해서는 온도 민감도 등의 분석을 실시하여 반영할 필요가 있다. <그림 1>은 최근 5년의 월별 평균 전력수요를 나타낸 것으로서 여름철과 겨울철 냉·난방부하로 인하여 12월~1월, 7월~8월에 전력수요가 급증하고 있으며 12월에 월평균 최고 전력수요를 나타내고 있다.



구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균	48,833	48,461	46,436	43,896	42,010	43,499	45,652	46,425	43,846	43,030	46,503	50,457
비율	8.89%	8.83%	8.46%	8.00%	7.65%	7.92%	8.31%	8.46%	7.99%	7.84%	8.47%	9.19%

〈그림 1〉 월별 전력수요 분석

또한, 요일별 전력수요는 주말 및 휴일에 산업용 전력소비가 감소함에 따라 일요일(공휴일)에 최저점을 이루고 월요일부터 서서히 증가하다가 다시 주말에 감소하여 일요일(공휴일)에 최저점을 이루는 주간 전력수요 패턴을 보이고 있다. 전력수요 추이분석은 년 단위(경제적요인), 월 단위(계절적요인), 주 단위(요일특성), 일 단위(시간특성) 등으로 나누어 분석을 실시하고, Data Base화하여 전망하고자 하는 기간의 조건에 적용한다.

〈표 3〉은 최근 5년 평균 요일별 전력수요 분포에 대한 비율을 나타낸 것으로서 평일 전력수요의 비중이 큰 것을 보여주며 시간별 전력수요 비율 계산 시 적용한다.

〈표 3〉 요일별 전력수요 비율

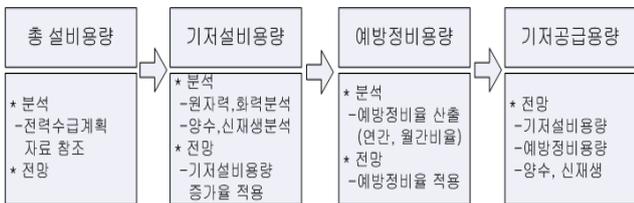
구분	월요일	화~금요일	토요일	일요일, 휴일	비고
1월	26.5%	27.0%	24.9%	21.6%	
2월	26.5%	26.7%	25.0%	21.9%	
3월	26.1%	26.2%	24.8%	22.9%	
4월	25.9%	26.4%	24.9%	22.8%	
5월	25.9%	26.4%	24.9%	22.8%	
6월	25.8%	26.8%	24.9%	22.5%	
7월	25.8%	26.7%	24.9%	22.5%	
8월	26.0%	26.4%	24.5%	23.0%	
9월	26.5%	26.8%	25.0%	21.7%	
10월	25.8%	26.8%	25.1%	22.4%	
11월	25.8%	27.1%	24.8%	22.3%	
12월	25.7%	26.9%	24.7%	22.6%	

2.2.2. 전력공급 추이분석 및 전망 절차

〈표 4〉는 전력공급 추이분석으로서 과거 실적지 분석과 전력수급기본계획의 데이터를 기준하였으며, 기저설비와 양수, 신·재생에너지 등의 설비용량 증가율과 전력시장 공급가능용량의 증가에 영향을 주고 있는 예방 정비 비율 등을 추가 분석하여 전력공급량을 전망할 수 있다.

일반적으로 예방정비는 전력계통 운영상의 특성상 공급가능용량을 최대한 확보해야 하는 여름철과 겨울철 기간에 가장 적으며 공급가능 확보 용량이 비교적 적은 봄·가을철에 예방 정비비율이 증가하는 패턴을 보이고 있다.

〈표 4〉 전력공급 추이분석 및 전망 절차



전력공급 추이분석 결과 '10년 국내 발전설비 용량은 76,080MW이며, 최근 5년 평균 약 4.1%의 증가추세(기저용량 3.6%, 일반용량 4.8%)에 있으며, 기저설비용량대비 약 6.5%의 예방 정비 비율을 보이고 있다[2].

2.2.3. 전력시장가격(SMP) 및 에너지가격 분석

전력시장가격 분석을 위해서는 일별 시장가격 분석과 요일별, 월별로 나누어 실시한다. '10년 요일별 시장가격을 살펴보면 주중 화요일이 가장 높고 공휴일(특수일)이 낮은 것으로 분석되며 월별 시장가격은 12월~1월이 높고, 7월~8월이 낮은 것으로 분석된다. 또한 시장가격과 전력수요와의 관계는 대체로 비례관계에 있으며, 요일별 시장가격과 전력수요는 목요일에 가장 높은 것으로 분석되고 있다. 월별 시장가격 분포 중 하절기인 5월~10

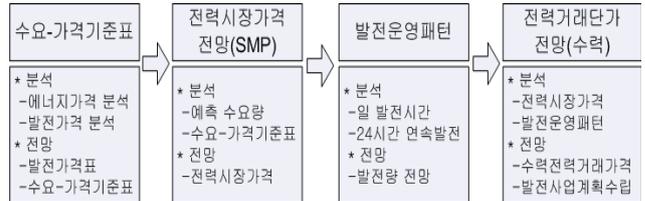
월 전력수요가 증가함에도 시장가격이 떨어지는 이유는 발전단가가 낮은 기저부하의 공급량이 증가하면서 전력시장가격이 상대적으로 감소한 것으로 분석할 수 있다.

일반적으로 전력시장가격은 전력수요와 공급에 의해 결정되지만, 가격결정 이전에 입찰에 참여하는 발전단가의 발전단가를 결정하는 중요한 요소인 연료비는 유가나 LNG 가격의 영향을 받고 있다. 전력시장가격과 유가 변동이 약 6개월의 기간을 두고 같은 패턴을 나타내는 것은 유가가 전력시장가격에 5개월 지연 반영되어 영향을 주고 있기 때문이다. 따라서 전력시장가격 전망 시에는 가격변동이 많은 유가에 대해서 공인기관의 전망을 인용한 분기 또는 반기 감증을 통한 전력거래가격 전망을 분석하는 것이 전망 오차율을 줄일 수 있는 방법이 될 수 있다.

2.2.4. 수력발전 전력거래가격 전망 절차

전력거래가격을 전망하기 위해서는 <표 5>와 같이 앞에서 분석하고 예측한 전력수요와 공급, 경제지표, 기온분포 등의 분석 데이터를 이용하여 발전가격표를 도출하고 여기에 예측 수요량을 적용한 수요-가격 기준표를 구성하여 전력시장가격을 산출한다.

〈표 5〉 전력시장가격 및 수력발전 전력거래가격 전망 절차



또한, 다목적댐에 설치되어 있는 2만kW 이상 수력발전기는 <표 6>과 같이 약 4~5시간 피크발전을 할 수 있도록 설계되어 있으나 실제 수력발전기의 가동시간은 대략 8~10시간 정도이며, 여름철 강우가 집중되는 국내 기상여건의 특성상 하절기에 홍수조절을 위해 24시간 연속발전을 하고 있다[3].

〈표 6〉 다목적댐 수력발전소의 피크 발전시간

발전소명	소양강	충주	안동	임하	합천	대청	주암
발전시간	5	2.6	5	4	4	5	4

수력발전기는 보통 피크발전으로 고단가 입찰전략을 취하지만, 홍수기의 수력발전기는 24시간 연속발전으로 비 홍수기보다 낮은 전력단가가 형성되므로 발전운영패턴 미적용 시 가격전망이 실제보다 높게 전망되는 오류가 발생하므로 1차에 전망된 전력시장가격(SMP, 계통한계가격)에 수력발전기의 발전운영패턴을 추가 적용하여 수력발전기만의 전력거래가격을 전망한다. '10년 전력시장가격 평균은 117.77원/kWh로 K-water 전력거래 가격보다는 다소 낮은 수준으로 형성되었다. 이는 K-water의 전력거래 가격 전망에 따른 고단가 입찰전략과 발전사용수량 탄력운영 등 자체 발전수익향상 노력에 의한 것으로 분석할 수 있다.

3. 결 론

본 논문은 수력발전기의 전력거래가격 전망 전략에 대해 분석하였다. 전력산업구조개편 이후 발전경제체에서 전력수요를 정확히 예측하는 것은 계통의 안정적인 전력수급에 도움을 줄 뿐만 아니라 전력시장에 참여하는 발전사업자에게도 중요한 자료로 이용된다. 특히, 발전사업자는 전력수요의 정확한 예측을 통해 전력거래가격을 전망하여 발전입찰과 사업계획을 수립할 수 있기 때문에 그 중요성은 더욱 부각되고 있다. 수력발전기의 경우 홍수기의 연속발전과 평·갈수기 피크발전 입찰량에 따라 전력시장가격이 변화하므로 계통의 시장가격 안정과 발전사업자의 수익 향상을 위해서는 정확한 수요예측을 통한 입찰전략이 필요하다. 또한, 정확한 수요 예측을 위해서는 수요관리를 통한 저감량과 에너지 상대가격에 따른 수요변화량, 미래 전력소비 형태변화, 기후변화에 따른 전력소비 패턴변화 등에 대한 검토와 연구가 필요할 것으로 판단된다. K-water는 '11년 발전중합정보시스템을 구축하여 다변화된 전력수요 예측을 통한 전력거래가격 전망 방법을 지속적으로 발전시키고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국수자원공사, "전력시장 가격결정요소 연구보고서", 2009.09
- [2] 한국수자원공사, "2010 발전사업 통계", 2011.01
- [3] 정우진, "전력시장에서 수력의 최적 입찰 전략", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.489-490, 2010.07