

지역성을 반영한 전력수급계획 방법론에 관한 연구

한석만, 정구형, 김발호
홍익대학교

A study on the method of locational power development planning

Seok-Man Han, Koo-Hyung Chung, Balho H. Kim
Hongik University

Abstract - This paper presents new power development planning method. This method uses modified-OPF (Optimal Power Flow) includes attribution constraints. After solved the OPF, shadow prices of constraints are used making the weighting factors. These factors are used ordering new generators.

는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 현재 운영되고 있는 운전형태에 따라 모선별, 설비특성별 가치를 다르게 나타내고자 하였다. 이는 수정된 최적조류계산을 통해 도출된다. 도출된 모선별, 설비특성별 가치를 종합한 후 역수를 취하여 가중치로 만들고 이를 이용하여 최종적인 대안순위에 반영하는 절차로 이루어져 있다. 이러한 절차는 <그림1>과 같다.

1. 서론

전력수급계획은 설비용량을 적기에 확보하여 전력을 안정적으로 공급하는데 그 목적이 있다. 그러나 전력산업 구조개편으로 인해 전력수급의 기능과 의미가 과거와는 달리 개별성과 자율성을 강조하는 형태로 변화하였다. 하지만 전력시장의 개입을 최소화 하던 미국은 2001, 2003년의 대정전사태를 경험했으며 이후 수급계획 및 설비계획에 많은 관심을 기울이고 있다. 특히 미국의 PJM시장은 설비용량 확보에 관한 많은 실험과 연구를 진행하였으며 현재는 RPM (Reliability Pricing Model) 이라는 새로운 용량확보 메커니즘을 제안하고 있다.

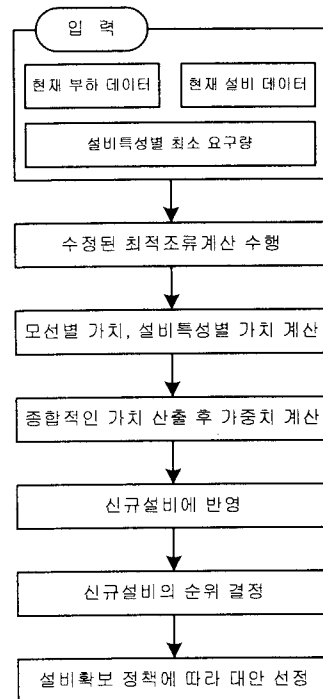
구조개편을 진행하고 있는 우리나라도 전력수급계획의 새로운 기능 및 의미 정립, 신규 설비투자 감소 대책에 관한 많은 연구를 진행하고 있으며 특히 수도권 지역의 부하 밀집으로 발생하는 지역수급 불균형을 해결하는데 역점을 두고 있다. 하지만 기존의 전력수급 방법론 및 모형에서는 발전설비의 지역적 특성을 반영하지 못한다는 단점을 가지고 있다.

따라서, 본 논문에서는 전력수급계획의 발전설비 가치 평가시에 지역성을 반영하는 방법론을 제안하고자 한다. 특히 발전설비의 위치별, 운전특성별 가치를 수정된 최적조류계산을 통해 도출하였다.

2. 본론

2.1 전력수급계획 방법론

전력수급계획에서 가장 중요한 부분이 여러 발전설비 대안 중 몇 가지의 대안을 선정하는 것이다. 많은 전산 모형에서는 비용(건설비와 운전비)의 단순비교를 통해 대안의 우위를 판단하였다. 하지만 앞서 언급한 대로 이러한 비용의 단순비교는 설비의 지역성을 반영하지 못하



<그림1> 전력수급계획 절차

본 논문에서는 미래의 부하증가 패턴이 현재 모선별 부하량에 비례한다는 전제를 가지고 있다. 이는 미래에도 부하의 모선별 분포가 현재와 동일하다는 의미이다. 따라서, 미래의 모선별 가치는 현재의 모선별 가치와 동일하다는 결과를 낸다.

2.2 수정된 최적조류계산

본 논문에서 사용하는 최적조류계산은 일반적인 비용 최소화 최적조류계산 모형에 다음과 같은 설비특성별 최소 요구량 제약조건이 추가된 형태를 가진다.

$$\sum_i P_{i,a} \geq LC_a \quad \forall a$$

- i : 발전설비 index
- a : 설비특성 index
- $P_{i,a}$: 발전량(변수)
- LC_a : 설비특성별 최소 요구량

상기의 제약조건은 첨두, 중간, 기저부하를 담당하는 발전설비의 특성을 의미한다. 가령 첨두부하는 부하중이 유리한 LNG복합화력 발전기를 의미하고, 기저부하는 석탄화력 발전기를 의미한다.

수정된 최적조류계산을 통해 모선별 전력수급 제약조건인 잠재가격인 모선별 가격과 설비특성 제약조건인 잠재가격인 설비특성별 가격이 도출된다. 이들을 종합하면 모선별, 설비특성별 발전기의 가치를 도출할 수 있다,

2.3 가중치로의 전환

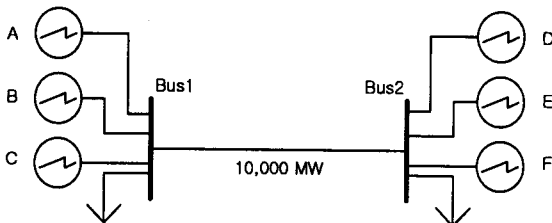
도출된 모선별, 설비특성별 발전기의 가치는 클수록 더욱 더 좋은 설비라는 것을 의미하지만, 설비대안의 순위결정시에는 일반적으로 비용을 사용한다. 따라서, 앞서 구한 가치의 역수를 가중치로 전환하여 최종적인 비용과 가중치와의 곱으로 최종 대안순위를 결정한다.

$$wf_{b,a} = \frac{1}{\lambda_{b,a}}$$

- b : 모선 index
- $wf_{b,a}$: 모선별, 설비특성별 가중치
- $\lambda_{b,a}$: 모선별, 설비특성별 가치

3. 사례연구

본 논문에서는 편의상 다음과 같은 2모선 계통을 이용하였다.



<그림2> 사례계통

<표1> 모선별 발전기 데이터

모선	발전기	용량(MW)	가격 (원/MW)	특성	부하(MW)
Bus1	A	20,000	20	기저	35,000
	B	33,000	25	중간	
	C	3,000	30	첨두	
Bus2	D	20,000	35	기저	40,000
	E	10,000	40	중간	
	F	4,000	50	첨두	

<표2> 설비특성별 최소 요구량

설비특성	최소요구량(MW)
중간부하용	35,000
첨두부하용	4,000

이상의 데이터를 가지고 수정된 최적조류계산을 실행하면 그 결과는 다음과 같다.

<표3> 각 발전기별 출력

모선	발전기	용량(MW)	가격 (원/MW)	특성	발전량 (MW)
Bus1	A	20,000	20	기저	16,000
	B	33,000	25	중간	26,000
	C	3,000	30	첨두	3,000
Bus2	D	20,000	35	기저	20,000
	E	10,000	40	중간	9,000
	F	4,000	50	첨두	1,000

<표4> 각 제약조건인 잠재가격

구분	잠재가격
Bus1	20
Bus2	35
중간부하용	5
첨두부하용	15

상기의 잠재가격을 가지고 모선별, 설비특성별 가중치를 구하면 다음과 같다.

<표5> 모선별, 설비특성별 가중치

모선	발전 특성	모선 가치	기저 가치	중간 가치	첨두 가치	합계	가중치
Bus1	기저	20	0			20	0.050
	중간	20		5		25	0.040
	첨두	20			15	35	0.028
Bus2	기저	35	0			35	0.028
	중간	35		5		40	0.025
	첨두	35			15	50	0.020

최종적인 가중치를 분석하면,

1. 동일한 종류의 발전설비가 서로 다른 모선에 계획되어 있다면 Bus2에 계획된 발전설비가 더욱 유리하다. 이는 부하 집중지로 설비를 유도할 수 있다는 의미이다.
2. 동일한 모선이라도 설비의 특성에 따라 가중치가 달리 적용된다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 전력수급계획의 신규 발전설비의 가치 평가시에 활용할수 있는 가중치를 도출하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법으로 도출된 가중치는 모선별, 설비 특성별로 차등적으로 적용된다. 따라서, 더욱 상세한 분류가 가능하다는 장점이 있다.

하지만, 제안한 방법은 현재의 계통 특성이 미래에도 계속 지속된다는 가정을 전제하고 있어 미래의 계통이 현재와 많이 달라진다면 적용이 불가능하다. 예측된 부하와 변화된 계통 특성에 적합한 수급계획 수립 방법론에 관한 연구가 계속되어야 한다.

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는
2단계 BK21 사업의 지원비를 받았음.

[참 고 문 헌]

- [1] 전력경제(전력설비 투자이론), 한국전력공사 전력경제연구실, 1996
- [2] 발전계통 공급신뢰도, 한국전력공사 전력경제 연구실, 1989
- [3] 장기전력수급계획 수립 절차 및 방법, 한국전력공사 전원계획처, 1999
- [4] Mordern Power System Planning, X.Wang & J.R.McDonald, Mc GRAW-HILL BOOK COMPANY, 1994
- [5] Fundamentals of Power System Economics, Daniel Kirschen & Goran Strbac, John Wiley & Sons, Ltd, 2004
- [6] Least-Cost Electric Utility Planning, Harry G.Stoll, John Wiley & Sons,Ltd, 1989
- [7] Optimization in Operations Research, Ronald L.Rardin, Prentice-Hall International, Inc., 1998
- [8] Global Transmission Expansion: Recipes for Success, Woolf F, Pennwell,Tulsa, 2003