

신뢰도측면에서의 지역별 특성을 고려한 발전설비평가방안에 관한 연구

이 승 현 정 구 형 한 석 만 김 발 호
홍익대학교

A study on the locational generator assessment in the reliable aspect

Seung-hyun Lee, Koo-hyung Chung, Seok-man Han, Balho Kim
Hongik University

Abstract - 전세계적으로 전력수급기본계획 수립시 지역별 수급계획이 현안사항으로 부각되고 있으며, 우리나라 또한 지역간 수급 불균형 문제가 대두되고 있다. 또한 기존의 전력수급기본계획에서는 발전사업자들이 제출한 건설의향평가서를 평가시 지역별 특성을 반영하지 못하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 신뢰도측면(LOLP)측면에서 지역별 특성을 고려한 발전설비평가방안에 관하여 논하고자 한다. 그리고 사례연구를 통하여 타당성을 검증하고자 한다.

1. 서 론

전력산업 구조개편에 따라 자원의 효율적 배분을 담보하기 어려운 시장 여건을 고려하여, 전력수급기본계획은 적정 발전 설비규모와 전원 Mix를 도모하기 위한 정부의 정책적 '계획' 기능을 강화하고 있다. 또한 구조개편 이후 사업자의 향에 따른 형태의 기본계획을 수립하여 설비과잉등의 문제가 제기되고 있다. 따라서, 적정 설비계획을 수립함에 있어서, 전산모형을 통해 도출된 설비규모 이내로, 발전소 건설의향을 평가(경제성등)하여 선별적으로 반영하고자 한다. 과거에는 전국 단일 계통을 기준으로 수급계획을 수립하였으나, 수도권 등 송전망 제약이 고려되지 않으며, 공급신뢰도 분석, 적정 설비규모 및 구성비 도출시 송전망 제약이 고려하지 못하는 단점이 있다. 따라서 향후 전력수급기본계획에서는 지역별 수급계획이라는 개념을 도입한다. 지역별 수급계획은 전력의 생산지와 소비지간의 송전여건을 고려하여 효율적인 계획을 수립하는 것이다. 전력이 생산지에서 소비지까지 송전망을 통해 공급되는 과정에서 송전제약에 따라, 지역별로 공급신뢰도가 달라질 수 있으므로 이를 고려하기 위해 지역별 수급계획이 필요하게 되었다. 또한 수급안정을 위해 건설의향을 평가하는데 과다한 건설의향시 모두 수급계획에 반영하는 것이 시장원리상 바람직하나, 근본적으로 시장에서 적절한 투자신호가 제공되도록 하는 제도 정비가 중요하다. 이에 시장에서 적절한 투자신호가 제공되도록 하는 용량시장 메커니즘인 PJM에서 개발한 RPM을 분석한다.

최근 PJM은 지역별·설비기여도별·연료별 차등요금제(RPM Reliability Pricing Model)를 도입하여 설비의 가치를 달리하여 정산해 주는 시장청산규칙으로써 지역적 가치를 반영하고 계통운영신뢰도 향상 및 시장효율성을 보장함과 동시에 전력수급의 가장 효과적인 대안으로 평가받고 있는 RPM을 연구·분석한다. 달리 말하면, RPM은 비용 효과적인 측면에서 지역별 특성을 고려한 발전설비평가방안이다.

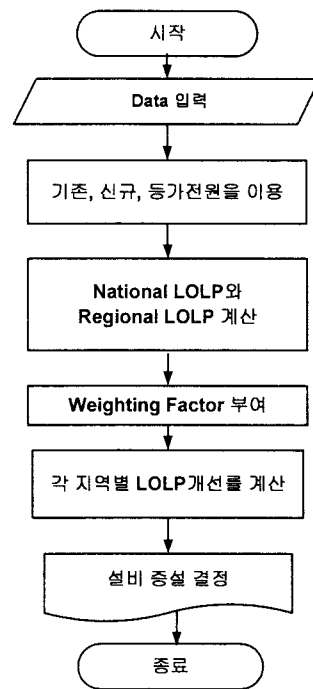
본 논문에서는 발전설비평가방안의 대안으로 비용을 고려하지 않고 신뢰도측면(LOLP)에서 지역별 특성을 고려한 발전설비 평가방안에 관하여 논하고자 한다.

2. 본 론

2.1 연구방법

공급지장확률(LOLP)은 사용 가능한 전원설비가 어떤 연도의 수요에 전력공급을 하지 못할 확률로 표시되는 신뢰도 지수이다. 본 장에서는 연계계통에서의 신뢰도 지수를 평가하는 기법인 등가전원법 (Equivalent assisting unit approach)을 이용한다. 등가전원법은 특정 지역의 예비력을 연계선로용량만큼 별도의 발전기로 취급하는 기법으로써 얼마의 용량, 고장정지율(FOR)을 가진 가상전원으로 취급하여 LOLP를 구하는 기법이다. 이를 바탕으로 신뢰도측면에서 발전설비를 평가하는 방법에 대해 기술한다.

2.1.1 발전설비평가방안 알고리즘



[그림 1] 발전설비평가방안 알고리즘

각 발전설비별로 설비용량과 고장정지율 및 부하를 이용하여 기존설비와 신규 설비 그리고 타지역으로부터 투입되는 송전선로용량을 고려한 등가전원으로 구성된다. 이를 바탕으로 시스템 전체의 LOLP와 지역의 LOLP를 계산하게 되며, 국가정책에 따라 시스템 전체와 지역에 가중치(Weighting Factor)를 부여한다.

$$LOLP \text{ 개선율} = \frac{LOLP_{before} - LOLP_{after}}{LOLP_{before}} \quad (식1)$$

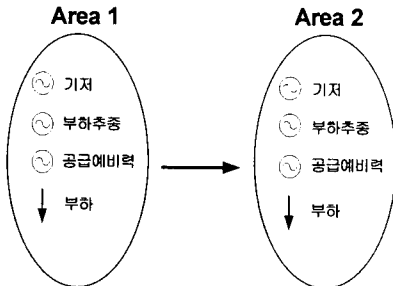
LOLP 개선율은 다음과 같은 (식1)을 이용한다. 각 발전설비별로 LOLP 개선율을 계산함으로써 계통에 투입될 신규설비를 결정하게 된다.

2.2 사례연구

본 논문에서는 문제의 간략화를 위해 다음과 같이 가정하였다.

- 목표년도의 부하를 현재 설비로는 감당할 수 없어 발전설비의 증설이 필요하다.
- 발전설비의 입지는 이미 결정되어 있다.
- 지역별 수급계획을 반영하기 위해 가중치를 부여한다.
- 신규 발전설비는 지역별, 년도별로 한가지 종류의 발전설비를 건설할 수 있다.
- 신규 발전설비 투입으로 적정 신뢰도를 유지한다.

다음에 보는 2지역 계통을 바탕으로 세 가지 사례로 분류하여 수행한다.



[그림 2] 사례연구 계통

[표 1] 지역별 발전기 및 연계선로 데이터

계통	발전기	MW	FOR	특성	Load (MW)
Area 1	A	20,000	0.02	기저	35,000
	C	33,000	0.02	부하추종	
	D	3,000	0.02	공급예비력	
Area 2	B	20,000	0.02	기저	40,000
	E	10,000	0.02	부하추종	
	F	40,000	0.02	공급예비력	
연계선로 계통	연계계통		연계선로의 수	연계선로용량 (MW)	FOR
Area 1	Area 2		1	10,000	0.00

[표2] 신규 발전설비 데이터 및 투입시기

발전기	MW	FOR	특성
G	13,000	0.04	부하추종
H	12,000	0.03	부하추종

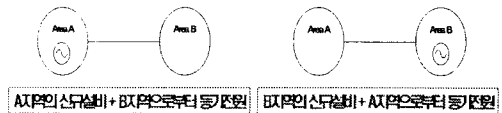
	1 Year	2 Year	3 Year
G	○		○
H	○	○	

[표3] 가중치 데이터

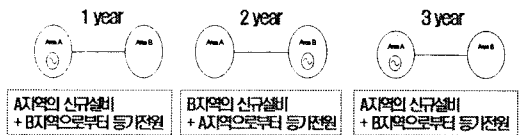
	National LOLP	Regional LOLP
Weighting Factor	0.3	0.7

[표 4] Case별 사례연구

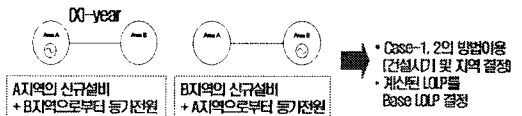
Case 1	동일 년도에 상이한 발전기들이 건설의향평가서 제출
Case 2	상이 년도에 동일한 발전기들이 건설의향평가서 제출 (신규설비증설의 영향 미반영)
Case 3	상이 년도에 동일한 발전기들이 건설의향평가서 제출 (신규설비증설의 영향 반영)



[그림 3] Case 1의 사례계통



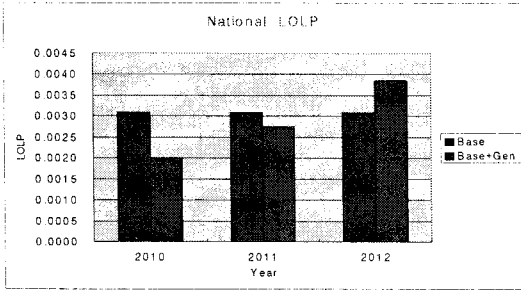
[그림 4] Case 2의 사례계통



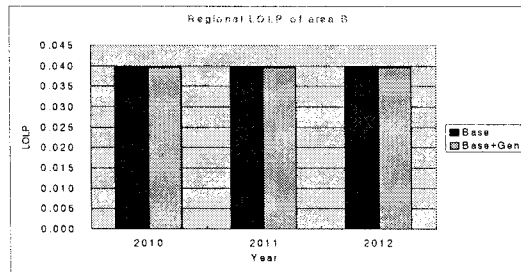
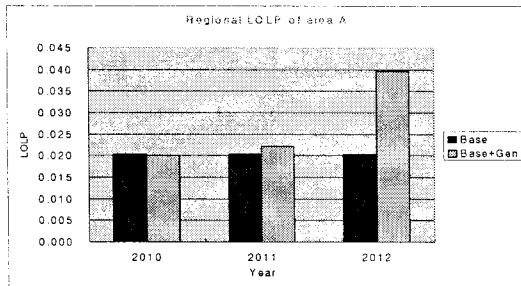
[그림 5] Case 3의 사례계통

[그림 2]는 두 지역으로 분류하며, 지역을 연결하는 연계선로로 구성되어 있다. 각 지역별로 기저, 부하추종, 공급예비력 발전기 총 3대로 구성되어 있다. [표 1]은 지역별 발전설비 및 연계선로 데이터를 보여주며, [표 2]는 신규 발전설비 데이터 및 투입시기를 보여준다. [표 3]은 전체 LOLP와 지역 LOLP에 가중치를 부여함으로써 지역별 수급계획을 반영한다. [표 4]에서 Case-1은 동일 년도에 상이한 발전설비를 평가하는 것이며, Case-2는 상이 년도에 동일한 발전설비를 평가하는 것이며, Case-3은 상이 년도에 상이한 발전설비를 평가하는 것으로 Case-1, 2를 모두 반영한다. [그림 3, 4, 5]는 [표 4]의 내용을 그림으로써 간략화 하였다.

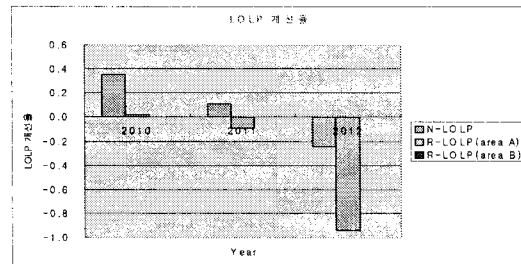
2.2.1 사례연구 결과



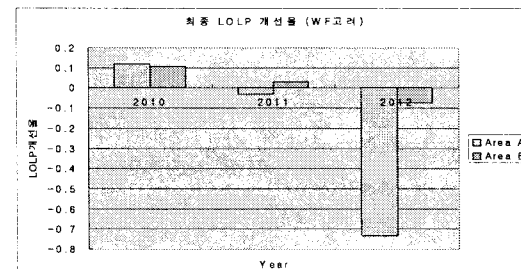
[그림 6] 연도별 National-LOLP 비교



[그림 7] 연도별 Regional-LOLP 비교



[그림 8] 연도별 LOLP 개선을 비교



[그림 9] 연도별 최종 LOLP 개선을 비교

[그림 6]은 기존설비로 구한 시스템 전체 LOLP와 신규 설비 투입후 시스템 전체 LOLP를 연도별로 비교하였으며, 2010년에 신규설비가 투입되는 것이 신뢰도를 가장 크게 개선시켰다. [그림 7]은 지역별 LOLP를 계산하였다. 계통의 상태로 인해 Area B는 LOLP가 크게 개선되지 않음을 볼 수 있다. [그림 8]은 [그림 6, 7]을 통해 얻은 데이터를 이용하여 LOLP 개선율을 구한 값을 비교하였으며, [그림 9]는 최종적으로 시스템 전체 LOLP와 지역 LOLP에 가중치를 부여하여 구한 최종 LOLP 개선율이다. LOLP 개선율을 가장 크게 향상시키는 신규설비의 투입시기는 2010년이며, 건설지역은 Area A이다. 또한 2011년의 경우 Area A에서 오히려 LOLP 개선율이 감소함을 볼 수 있는데, 이는 설비가 부족함을 의미한다. 따라서, 신규설비의 투입시기는 2010년 A 지역에 건설하는 것이 바람직하다. 결국, 이 지역에 건설의향을 제출한 사업자에게 가산점을 부여함으로써 각 발전설비를 평가할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 신뢰도 측면에서 발전설비를 평가하는 방안을 제안하였다. 시스템 전체 LOLP와 지역별 LOLP를 이용함으로써 지역별 수급계획 반영하였으며, 각 발전설비별 LOLP 개선율을 계산하는 과정을 통하여 발전설비의 가치를 달라짐을 알 수 있었다. 이를 발전사업자의 건설의향시 평가요소로 적용 가능하리라 판단된다.

하지만, 본 논문에서는 발전설비의 고장정지율에 의한 영향만을 반영하였으며, 연계선로의 고장정지율을 무시하였다. 이를 고려해야만 전력수급계획에 보다 효율적으로 활용될 수 있으리라 판단된다.

감사의 글

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 "2단계 BK21 사업"의 지원비를 받았다.

[참고 문헌]

- [1] Roy Billinton, Ronald N Allan, Reliability Evaluation of Power Systems, PLENUM PRESS, New York and London, 1984
- [2] 기초전력공학공동연구소, "송전계통망의 신뢰도 평가 프로그램 개발에 관한 기술개발" 산업자원부, 2002
- [3] 최재석, 강성록, TrungTinh Tran, 김호용, 김슬기, "계통계획 수립용 공급지장비의 추정방법 및 이의 응용에 관한 연구" 대한전기학회 논문지A 53권, 03호, 2004
- [4] 김발호, "최적조류계산의 이론과 응용", 홍익대학교, 2001
- [5] Daniel Kirschen, Goran Strbac, Fundamentals of power system economics, John Wiley & Sons, Ltd, 2004
- [6] Ronald L.Rardin, Optimization in operations research, Prentice-Hall International, Inc, 1998
- [7] Roy Billinton, Wenyan Li, Reliability assessment of electric power systems using monte carlo methods, PLENUM PRESS · New York and London, 1994