

Well-being 평가기법을 이용한 전력시스템의 신뢰도평가 및 송전용량 계산

논 문
59-5-1

Reliability Assessment and Transmission Capability Calculation in Power System using Well-being Method

손 현 일* · 배 인 수** · 김 진 오†
(Hyun-Il Son · In-Su Bae · Jin-O Kim)

Abstract - Reliability in electrical power system refers to normal operation for schedule time in some system that action consists. It means that if there is no contingency of electric power supply decrease or load curtailment, reliability of the system is high. In this paper, a method for evaluation of transmission capability is proposed considering reliability standards. Deterministic and probabilistic methods for evaluation of transmission capability has been studied. These researches considered uncertainty of system components or N-1 contingency only. However, the proposed method can inform customers and system operators more suitable transmission capability. Well-being method using state probabilities of system components proves to be a more effective method in this paper comparing with calculation of LOLE(Loss of Load Expectation). The length of calculation is shorter but it can give more practical information to the exact system operators. Well-being method is applied to IEEE-RTS 24bus system to evaluate reliability in case study. The result is compared with a existing way to evaluate reliability with LOLE and it shows that transmission capability connected with adjacent networks. This paper informs system operators and power suppliers of reliable information for operating power system.

Key Words : Reliability evaluation, ATC, Well-being method.

1. 서 론

전력산업 구조개편에 따른 시장경제논리를 반영한 급전방식의 도입으로, 전력계통 운영자는 효율적인 계통운동을 생각하게 되었다. 이러한 환경변화에 따라 전력계통 운영자는 계통 계획, 계통 구성, 안정적인 전력공급, 전력설비의 효율적인 운영을 평가할 수 있는 기법을 고려하게 되었으며, 이러한 기법 중에 하나로는 신뢰도 평가가 있다.

신뢰도 평가란 전력계통의 각 설비들의 운영 및 계획에 있어서 얼마나 안정적인지 신뢰성이 있는 지를 평가하는 기법이다. 그동안 신뢰도 계산을 위해 전력부족 기대치(LOLE : Loss of Load Expectation)과 전력부족 빈도수(LOLF : Loss of Load Frequency)의 산정이 전력 시스템의 신뢰도 지수로 계산되었다. 이러한 계산방법은 해석적 기법을 이용한 기법과 확률을 이용한 시뮬레이션 방법들을 있으나, 계통의 구성과 확률변수의 선택에 따라 많은 계산 시간이 소요되거나 활용도가 부족한 결과를 얻었다. [1]

본 논문에서는 Well-being 평가기법을 전력시스템에서의 신뢰도산정과 가용송전용량 계산에 적용할 것을 제안한다.

위의 기법은 확률적 접근기법으로, 계통의 상태를 공급전력량과 수요량의 비교를 통해 Healthy, Marginal, Risk의 3상태로 구분하여 제시하며, 안정적으로 전력을 공급할 수 있는 공급전력량을 계산할 수 있는 방안이다.

제안한 기법의 효용성을 입증하기 위한 사례연구로 IEEE-RTS 24bus 계통을 이용하였으며, 제안한 방안인 Well-being 평가기법과 LOLE 계산을 비교함으로써 효용성을 검증토록 하겠으며, Well-being 지수를 만족하는 송전용량을 계산하여 적합한 송전 전력을 제안하도록 하겠다.

2. 본 론

2.1 Well-being 평가방안 (Well-being method)

EPRI의 보고서는 전반적인 전력시스템의 운영 성능을 특정 신뢰도 지수의 위반 여부를 기준으로 구분한 운영상태 평가 체계를 제시하였다. 이러한 시스템 운영상태 구분은 필요이상으로 세분되어 있으므로, Well-being 기법은 그림 1에서처럼 시스템 상태를 Healthy, Marginal, 그리고 Risk의 3가지 상태로 구분하여 평가하는 방법이다. [2-5]

Well-being 기법은 계통에 전력을 공급하는 발전기 혹은 타지역간의 연계선로와 같은 전력공급원의 전력공급량에 따른 시스템 상태를 표현하는 기법으로써, 수요량 혹은 공급량에 따라 시스템이 어떤 상태에 있을 지를 확률로서 표현해 준다. 각 단계의 정의를 정리하면 다음과 같다.

* 정 회 원 : 한양대 전기공학과 박사과정
** 정 회 원 : 강원대 전기공학과 조교수
† 교신저자, 정회원 : 한양대 전기공학과 교수
E-mail : jokim@hanyang.ac.kr
접수일자 : 2009년 12월 8일
최종완료 : 2010년 4월 1일

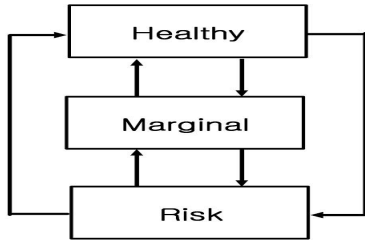


그림 1 Well-Being 평가 체계
Fig. 1 Well-Being evaluation state

Healthy 상태

모든 설비와 운영제한조건이 모두 제한치 안으로 유지되고 있는 상태이다. 이 상태에서 전체 시스템은 어떠한 설비의 과부하도 없이 송전점의 발전소에서 수전점의 부하로 전력을 송전할 수 있다. Healthy 상태에서는 어떠한 단일 설비의 고장이 발생한다 하여도 모든 제약조건이 제한치 안으로 유지될 수 있는 충분한 공급예비력이나 예비 설비가 있어야 한다.

$$P^H = P_i^{N-0}, \text{ when } EC_i^{N-0} > L \text{ and } \text{Min}_k\{EC_{ik}^{N-1}\} > L \quad (1)$$

여기서,

- P^H : Healthy 상태일 확률
- P_i^{N-0} : Case i 의 정상상태(N-0)의 확률
- EC_i^{N-0} : Case i 의 정상상태에서의 공급기대치
- L : 수요량
- $\text{Min}_k\{EC_{ik}^{N-1}\}$: Case i 의 (N-1)상태에서의 공급기대치의 최소값

Marginal 상태

모든 운영제한조건이 제한치 안으로 유지되고 있다는 점은 Healthy 상태와 비슷하다. 하지만 단일 상정사고에 대비할 수 있는 공급예비력이나 예비 설비는 없는 상태로 정의된다. 전력시스템에서 부하의 증가나 설비의 고장이 발생할 경우 Healthy 상태에서 Marginal 상태로 상태 천이가 발생한다. 반대로 부하 감소나 고장 설비의 수리 및 대체가 일어날 경우 Healthy 상태로 복귀하게 된다.

$$P^M = P_i^{N-0}, \text{ when } EC_i^{N-0} > L \text{ and } \text{Max}_k\{EC_{ik}^{N-1}\} < L \quad (2)$$

여기서,

- P^M : Marginal 상태일 확률
- $\text{Max}_k\{EC_{ik}^{N-1}\}$: Case i 의 (N-1)상태에서의 공급기대치의 최대값

Risk 상태

Marginal 상태에서 복구 동작이전에 부하가 추가적으로 증가하거나 다른 설비의 고장이 발생할 경우 시스템은 Risk 상태가 된다. 이때 운영제한조건의 위반이나 부하 차단이 발생할 수 있다.

$$P^R = P_i^{N-0}, \text{ when } EC_i^{N-0} < L \quad (3)$$

여기서,

P^R : Risk 상태일 확률

주어진 부하 수준에 대한 연계된 시스템의 3가지 상태의 발생확률을 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 Healthy state의 상태확률이 시스템 오퍼레이터가 정하는 상태확률이 되거나 작아지는 지점의 전력공급량을 T_{50}^H 이라 하며, Healthy 영역을 결정하는 전력량이 된다. 또한 Risk state의 상태확률이 시스템 오퍼레이터가 정하는 기준 상태확률이 되거나 커지는 지금의 전력공급량을 T_{50}^R 이라 하며, Marginal 및 Risk 영역을 구분하는 전력량이 된다. 즉, 수요가 T_{50}^H 가 될 때까지는 이 시스템을 Healthy 상태로 볼 수 있으며, 수요가 T_{50}^H 에서 T_{50}^R 까지는 Marginal 영역으로, 마지막으로 수요가 T_{50}^R 가 커지면 Risk 영역으로 볼 수 있다.

예로서 그림 2에서처럼 부하에 공급되는 전력량 T_{50}^H 에서 Healthy 상태의 확률이 0.5, Marginal 상태의 확률이 0.3, Risk 상태의 확률이 0.2라 하면, (N-1) 상정사고가 발생하여도 이 계통이 안정적으로 전력을 공급할 수 있는 확률은 50%, 정상상태에서는 전력을 안정적으로 공급하지만, (N-1) 상태가 되면 전력을 공급하지 못할 확률이 30%, 마지막으로 정상상태에서도 전력을 공급하지 못할 확률이 20%라는 의미이다. 만일 시스템 오퍼레이터가 정한 상태확률을 0.5라 하면 수요량이 T_{50}^H 가 될 때까지는 이 시스템이 Healthy state로 볼 수 있으며, 수요량이 T_{50}^H 에서 T_{50}^R 까지는 Marginal state로 T_{50}^R 이상은 Risk state로 볼 수 있다.

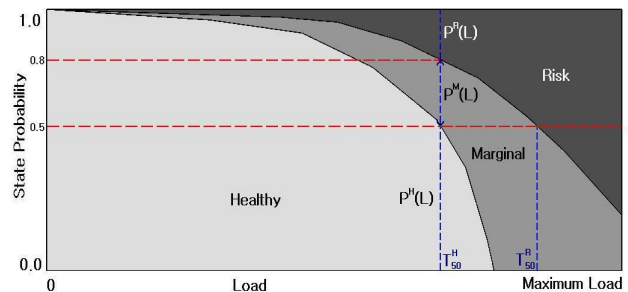


그림 2 Well-Being 상태 diagram

Fig. 2 Well-Being area diagram

2.2 Well-being 평가기법을 이용한 송전용량 계산기법

2장에서 설명한 바와 같이 Healthy 상태는 모든 설비와 운영제한조건이 모두 제한치 안으로 유지되고 있는 상태이며, Marginal 상태는 단일 상정사고에 대비할 수 있는 공급예비력이나 예비 설비는 없는 상태이며, Risk 상태는 정상상태에서도 전력을 부족한 상태를 의미한다.

시스템 각 구성요소들의 상태확률로 이루어지는 각 상태에 대한 상태확률인 Well-being 지수는 그림 3의 표를 이용하여 산정할 수 있다.

그림 3은 well-being 기법을 산정하기 위한 Diagram으로 표 상부의 $E_1, E_2, \dots, E_j, \dots, E_N$ 는 전력계통에 전력을 공급하

X^{N-0}-Matrix : Matrix of Normal operation mode

	E ₁	E ₂	E _j	E _N	Expected capability to supply load	Probability
Case 1	x ₁₁	x ₁₂	x _{1j}	x _{1N}	EC ₁ ^{N-0}	P ₁ ^{N-0}
Case 2	x ₂₁	x ₂₂	x _{2j}	x _{2N}	EC ₂ ^{N-0}	P ₂ ^{N-0}
Case i	x _{i1}	x _{i2}	x _{ij}	x _{iN}	EC _i ^{N-0}	P _i ^{N-0}
Case I	x _{I1}	x _{I2}	x _{Ij}	x _{IN}	EC _I ^{N-0}	P _I ^{N-0}

X^{N-1}-Matrix : Matrix with N-1 contingency

	E ₁	E ₂	E _k	E _N	Expected capability to supply load
Case i1	0	x _{i2}	x _{ik}	x _{iN}	EC _{i1} ^{N-1} = EC _i ^{N-0} - E ₁ * C ₁
Case i2	x _{i1}	0	x _{ik}	x _{iN}	EC _{i2} ^{N-1} = EC _i ^{N-0} - E ₂ * C ₂
Case ik	x _{i1}	x _{i2}	0	x _{iN}	EC _{ik} ^{N-1} = EC _i ^{N-0} - E _k * C _k
Case iN	x _{i1}	x _{i2}	x _{ik}	0	EC _{iN} ^{N-1} = EC _i ^{N-0} - E _N * C _N

그림 3 Well-being method 구성표

Fig. 3 Well-being method Diagram

는 전력공급원으로 발전기와 타 지역과의 연계선로이다. 좌측의 Case는 정상상태에서의 전력공급원의 운전 혹은 정지 상태를 표현한 것으로 $x_{ij} = 1$ 이면 전력공급원이 운전 상태로, $x_{ij} = 0$ 이면 정지 상태를 나타낸 것이다. 이를 이용하여 부하수준에 따른 계통에 공급되는 전력공급원을 조절할 수 있다. 이러한 개념을 이용하여 무부하인 경우인 Case 1은 모든 전력공급원이 정지된 경우이므로, Case 1의 모든 요소(x)의 값은 모두 0이 되며, 전부하인 Case I는 모든 전력공급원이 운전 중인 상태로, 모든 요소(x)의 값은 1이 된다. 이때의 정상상태 Case 별로 Expected Capability는 식 (6)으로, 그리고 State Probability는 식 (7)로 계산된다.

이제 계산할 (N-1) 상정고장시의 expected capability는 앞서 계산한 정상상태에서의 표를 이용하면 쉽게 구할 수 있다. Case i의 운전 중($x_{ik} = 1$)인 전력공급원 중 하나(k)를 0으로 바꿔주면 (N-1) 상정고장이 발생할 것으로 생각할 수 있다. 상정사고시의 Expected capability는 식 (8)로 계산할 수 있으며, 큰 값($Max_k(EC_{ik}^{N-1})$)과 작은 값($Min_k(EC_{ik}^{N-1})$)을 이용하여 marginal 상태를 판별한다.

지금까지 계산한 정상상태에서의 EC_i^{N-0} 와 (N-1) 상태에서의 $Min_k(EC_{ik}^{N-1})$ 와 $Max_k(EC_{ik}^{N-1})$ 를 무부하부터 최대 수요까지 순차적으로 증가시킨 수요와 비교하여 healthy, marginal, risk 상태의 각각의 확률을 계산한다.

이상을 순서에 맞추어 쓰면 다음과 같다.

1) 각 전력계통 구성 요소들의 기초 데이터 (정격용량, 고장데이터)를 수집한다.

2) 각 구성요소(j)별 Availability를 산정한다.

$$A_j = \frac{\sum [\text{UpTime}]}{\sum [\text{UpTime}] + \sum [\text{DownTime}]}$$

3) Case i에서 각 구성요소들의 투입과 분리에 따른 전력량 기대치를 산정한다.

$$EC_i^{N-0} = \sum_{j=1}^N A_j \cdot x_{ij} \cdot C_j \quad (4)$$

여기서,

N : 시스템을 구성하는 모든 Element 수

A_j : j번째 Element의 Availability

x_{ij} : 투입($x_{ij} = 1$)과 분리($x_{ij} = 0$)

C_j : Element의 최대 용량

4) 상태확률을 산정한다.

$$P_i^{N-0} = \prod_{j=1}^N \{A_j \cdot x_{ij} + (1-A_j) \cdot (1-x_{ij})\} \quad (5)$$

5) Case i에 투입된 요소들 중 하나(k)의 상정사고를 일으키고, 그 때의 전력량 기대치를 계산한다.

$$EC_{ik}^{N-1} = EC_i^{N-0} - (A_k \cdot C_k) \quad (6)$$

6) Case i의 투입되어 있는 구성요소들을 하나씩 상정사고를 발생시켜 그 때의 각각의 전력량 기대치를 산정하고, 가장 낮은 전력량 기대치를 Case i의 (N-1) 상정사고 최소 전력량 기대치($Min_k(EC_{ik}^{N-1})$)로, 가장 높은 전력량 기대치를 Case i의 (N-1) 상정사고 최대 전력량 기대치($Max_k(EC_{ik}^{N-1})$)로 결정한다.

7) 모든 Case (Case 1에서부터 Case I 까지)에 대한 전력량 기대치와 그 때의 상태확률 (P_i^{N-0})를 계산한다.

8) 같은 전력량 기대치 (EC_i^{N-0})를 가지는 Case 들의 상태확률을 합산하여 전력량 기대치에 대한 상태확률을 산정한다.

9) 수요를 L이라 하며, L을 0부터 최대 수요량까지 증가시킬 때, EC_i^{N-0} 이 L보다 크며, EC_i^{N-0} 의 (N-1) 상정사고를 발생시켰을 때의 기대치 EC_{ik}^{N-1} 중에서 가장 작은 값 ($Min_k(EC_{ik}^{N-1})$)이 L보다 클 때, 그때의 P_i^{N-0} 을 Healthy 상태일 때의 상태확률로 계산한다.

$$P_{EC_i}^H = P_i^{N-0} \cdot U(EC_i^{N-0} - L) \cdot U(Min_k(EC_{ik}^{N-1}) - L) \quad (7)$$

여기서,

$$U : \text{Unit step function, } U(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x \geq 0 \end{cases}$$

10) EC_i^{N-0} 이 L보다 크지만, case i에서 (N-1) 상정사고를 (발생시켰을 때의 기대치 EC_{ik}^{N-1} 중에서 가장 큰 값

$(Max_k(EC_{ik}^{N-1}))$ 이 L 보다 작을 때, 그때의 확률 P_i^{N-0} 이 Marginal 상태의 확률이 된다.

$$P_{EC_i}^M = P_i^{N-0} \cdot U(EC_i^{N-0} - L) \cdot U(L - Max_k(EC_{ik}^{N-1})) \quad (8)$$

11) Risk 상태의 확률은 EC_i^N 이 L 보다 작을 때이며 식 (10)과 같이 표현할 수 있다.

$$P_{EC_i}^R = P_i^{N-0} \cdot U(L - EC_i^{N-0}) = 1 - P_{EC_i}^H - P_{EC_i}^M \quad (9)$$

이상의 절차는 그림 4의 flow-chart처럼 기술할 수 있다. 공급전력량을 0에서 최대 정격용량까지 증가시키면서 계통에 공급하는 전력공급원을 선택하고, 결정된 전력공급원의 전력량과 가장 가혹한 (N-1) 상정사고를 고려한 전력공급량 및 각각의 상태확률을 산정한다. 그때의 전력량과 수요량을 비교하여 각 계통 상황에 따른 신뢰도 평가를 한다.

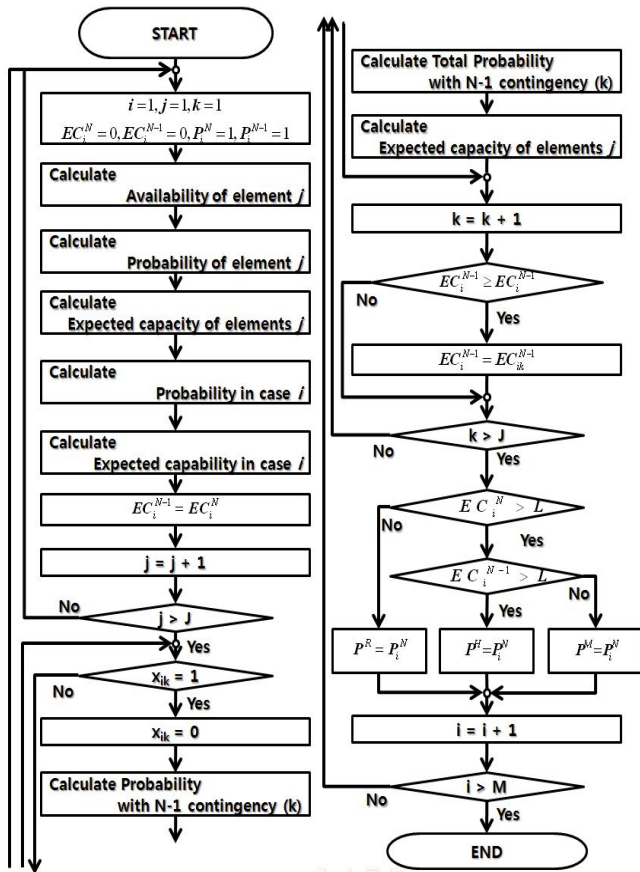


그림 4 Well-being method
Fig. 4 Well-being method

3. 사례 연구

IEEE RTS 24모선 계통을 그림 5에 보였다. 모델 계통은 230[kV]의 고압 계통과 138[kV]의 저압 계통이 5개의 변압기를 통하여 연결된 형태이며 본 사례연구에서는 모델 계통을 지역 1과 지역 2로 구분하여 Well-begin 기법과 LOLE

계산을 통해 신뢰도산정 및 송전용량 계산을 하였다.

3.1 사례연구 계통

24모선 중 10개의 모선에 32기의 발전기가 설치되어 있으며, 14번 모선에는 동기 조상기가 설치되어 무효전력을 조절하게 된다. 표 1에서는 지역별로 속한 모선번호와 각 지역별 총 발전량 및 수요량을 정리하였으며, 지역 1과 지역 2간의 연계선로는 line 11-14, line 12-23, line 13-23, line 24-15이다.

표 1 지역별 모선 및 발전량과 수요량
Table 1 Generation and load by areas

지역	모선	발전용량	수요
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	1,275MW	1,597MW
2	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	2,130MW	1,253MW

3.2 신뢰도 평가

Well-being 평가기법은 시스템의 신뢰도를 고려하여, 시스템을 세 가지 상태(Healthy, Marginal, Risk)로 구분하여, 각각의 확률을 구한 후 수요량에 따른 system의 안정도를 판별하며, 수전량은 Healthy와 Marginal 상태에서 찾게 된다.

3.2.1 전체 시스템 분석

그림 5에서 IEEE-RTS 24bus에서의 전체 시스템 발전량과 그 상태확률을 나타내었다.

Healthy상태의 최소 전력공급량은 Healthy 상태의 외곽선이 50%를 지날 때이며, 이때의 용량은 2450 MW이다. 공급예비력이 없는 Marginal 상태는 Healthy+Marginal 상태 외곽선이 50%가 되는 3055 MW이다. 이는 RTS 시스템의 최대 수요인 2850 MW보다 안정영역은 2450 MW로 400 MW가 부족하다는 것을 의미한다.

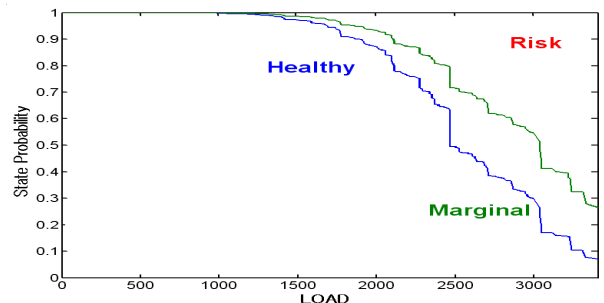


그림 5 IEEE-RTS 24bus의 Well-being 다이어그램
Fig. 5 Well-being diagram for IEEE-RTS 24bus

이는 LOLE를 통해 확인할 수 있다. 그림 6에서처럼 이 시스템의 LOLE는 8.911 hour/year이므로, NERC규정인 2.4 Hour/year를 크게 위배한다.

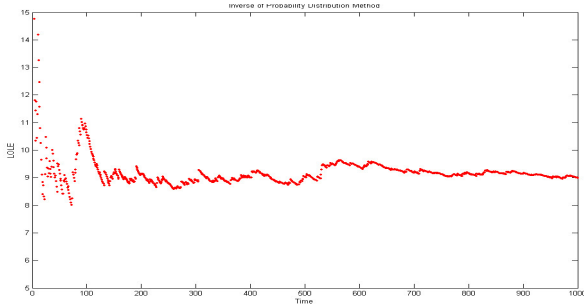


그림 6 IEEE-RTS 24bus의 LOLE
Fig. 6 LOLE diagram for IEEE-RTS 24bus

그러므로, 최소 400 MW이상의 전력이 이 시스템에 추가되어야 한다는 것을 의미한다. 이 용량은 각 지역의 LOLE와 Well-being 평가기법을 조사하면 더 정확한 용량 및 공급위치를 결정할 수 있다.

3.2.2 지역 1의 분석

지역 1의 총발전량은 1275 MW이지만, 최대 수요는 1597 MW이다. 단순 계산만으로도 약 322 MW가 부족하며, 정확한 부족 전력량을 계산하기 위해 Well-being 지수를 구하였다. 그 결과 그림 5에서처럼 공급예비력을 고려한 전력공급량은 895 MW이며, 공급예비력을 고려하지 않은 경우는 971 MW이다. 그림 7에서처럼 Well-being 평가기법의 결과 최소 626 ~ 702 MW의 전력이 지역 1에서는 부족하다는 것을 알 수 있다.

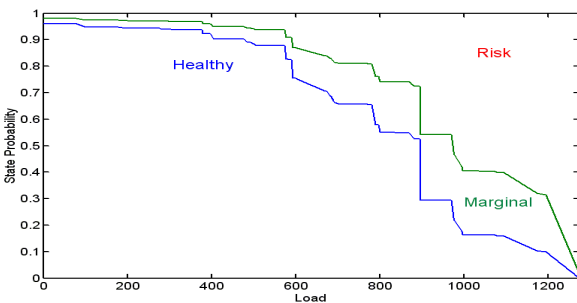


그림 7 지역 1의 Well-being 다이어그램
Fig. 7 Well-being diagram for Area 1

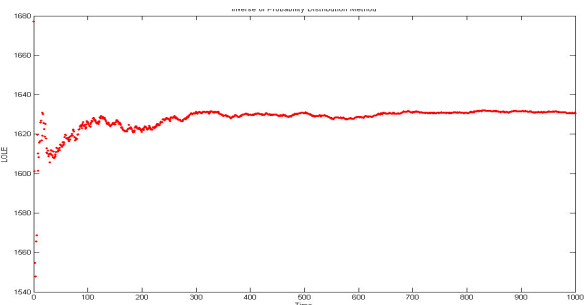


그림 8 지역 1의 LOLE
Fig. 8 LOLE diagram for Area 1

위의 결과를 그림 8에서처럼 LOLE계산을 통해 검증할 수 있는데 지역 1의 LOLE는 1627.387 hour/year로 NERC가 규정한 LOLE규정인 2.4 hour/year의 약 680배에 이른다.

3.2.2 지역 2의 분석

지역 2의 총발전량은 2130 MW이며, 최대 수요는 1253 MW이다. 단순 계산만으로는 약 877 MW가 공급예비력이지만, 그림 9에서 공급예비력을 고려하여 공급할 수 있는 전력량은 1310 MW이며, 공급예비력을 고려하지 않은 경우는 1360 MW이다. 이 결과는 그림 10에서처럼 LOLE계산을 통해 확인할 수 있는데, 지역 2의 LOLE는 2.047 hour/year로 NERC가 규정한 LOLE규정인 2.4 hour/year을 만족한다. 그러므로 지역 2에서는 지역 1으로 57 ~ 107 MW의 전력만을 공급할 수 있으며, 공급예비력을 고려한 전력송전량은 57 MW가 된다.

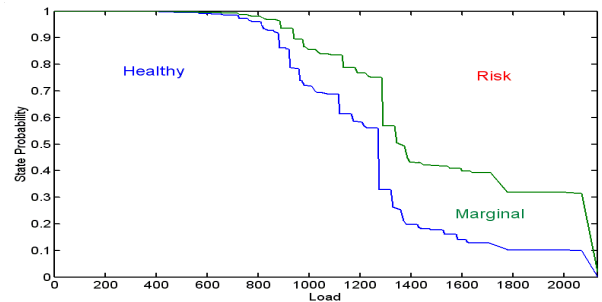


그림 9 지역 2의 Well-being 다이어그램
Fig. 9 Well-being diagram for Area 2

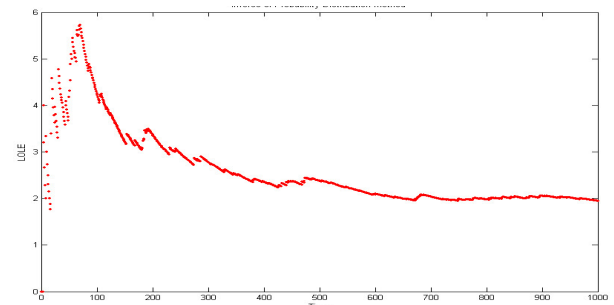


그림 10 지역 2의 LOLE
Fig. 10 LOLE diagram for Area 2

3.3 IEEE-RTS 24bus 시스템에 대한 제안

IEEE-RTS 시스템의 LOLE는 전체시스템에서는 8.911, 지역 1은 1627.387, 그리고 지역2는 2.047이다. 그런데 시스템의 LOLE기준이 2.4 hour/year이므로, 이를 만족하는 것은 지역 2뿐이다. 그러므로 지역 2는 57 ~ 107 MW를 다른 연계지역으로 보낼 수 있다. 그림 11은 57 MW를 지역 1로 보낸 후 지역 2의 LOLE 다이어그램이다.

앞 절에서 지역 2의 Well-being 평가결과 지역 2가 Healthy로 유지하면서 타 지역으로 보낼 수 있는 여유 전력량이 57MW인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 지역 2의

LOLE가 2.047인 것으로 나타나, 지역 2의 여유 전력을 지역으로 공급하여도 괜찮다는 결론을 얻는다. 따라서 지역 2에 57MW까지 공급하여도 지역 2의 신뢰도 지수는 변화가 없으며, 이는 그림 11처럼 LOLE를 재계산한 결과인 2.342 hour/year로 NERC규정인 2.4의 범위안에 존재함을 알 수 있었다. 이는 Well-being 평가기법으로 제안한 송전량이 합당하다는 근거가 된다. 한편, 지역 2에서는 Marginal 상태인 1360 MW까지 발전을 하여도, 지역 1에 보낼 수 있는 전력은 107 MW이며, 이는 지역 1의 전력부족분 702 MW의 15%에 해당한다. 따라서 지역 1은 595 MW의 전력을 다른 연계 시스템에서 수입을 하거나, 추가로 발전유닛을 건설하여야 한다.

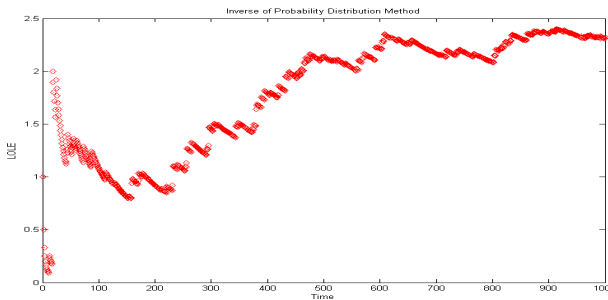


그림 11 전력공급 후 지역 2의 LOLE 다이어그램
Fig. 11 LOLE diagram for Area 2 after power supplied

4. 결 론

본 연구에서는 전력시스템의 구성요소들이 가지고 있는 상태확률을 가지고 Well-bing 평가기법을 통한 신뢰도분석 및 송전용량 계산 기법을 제시하였다. Well-bing 기법은 첫 번째로 계통운영성능에 따라 상태구분을 세분화한 기존의 신뢰도 모델링과 달리 계통 상태구분을 전력공급량에 따라 Healthy, Marginal, Risk의 세 가지로 단순화하여 모델링 구현을 용이하게 할 수 있는 장점이 있으며, 두 번째로 신뢰도 지수의 계산을 통해 단순히 계통 운영상태만을 나타내던 기존의 신뢰도 평가방법을 벗어나 계통 공급전력과 수요량을 비교함으로써 타계통과의 전력연계나 전력계통의 안정운영에 사용할 수 있는 정보를 제공하는 특징이 있다. 제안한 기법의 효용성을 검증하기 위하여 IEEE 24bus RTS를 이용하여, RTS계통의 Well-being 평가기법을 통한 결과와 LOLE를 계산한 결과를 비교, 검증하였으며, 그 결과를 통해 연계지역으로의 전력 송전시 송전용량산정을 계산할 수 있음을 보였다.

위의 결과는 계통 운영자 및 전력공급자가 신뢰도 한계 내에서 송전량을 결정할 수 있는 유용한 정보가 되리라 사료된다.

참 고 문 헌

[1] North American Electrican Reliability Council (NERC), "Available Transfer Capability -Definitions and Determinations", NERC Report, June 1996.

[2] R. Billiton, S. Aboreshaid, M. Fotuhi-Firuzbad, "Well-being Analysis Fot HVDC Transmission System", IEEE Transactions on Power System, Vol. 12, No. 2, May. 1997.
[3] R. Billinton, D.S. Ahluwalia, "Incorporation of a DC link in a composite system adequacy assessment - DC system modelling", IEE Proceedings-C, Vol.139, No. 3, May, 1992.
[4] R.Billiton, M.Fotuhi-Riruzabad, S.Aboreshaid. "An Approach to evaluating system well-being in engineering reliability applications", Reliability Engineering and System 50 (1995) 1-5.
[5] R.Billiton, M.Fotuhi-Riruzabad, "A Basic Framework for Generating system operating health analysis", IEEE Transactions on Power System, Vol.9, No.3, August, 1994.

저 자 소 개



손 현 일 (孫鉉一)

2001년 한양대 전기공학과 졸업(학사).
2005년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 박사과정 재학
Tel : 02-2220-0347
E-mail : hison@hanyang.ac.kr



배 인 수 (裴引洙)

1998년 한양대 전기공학과 졸업(학사).
2003년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 강원대 공학대학 전기제어 공학부 전임강사
Tel : 033-570-6347
E-mail : isbae@kangwon.ac.kr



김 진 오 (金鎭吾)

1980년 서울대 전기공학과 졸업(학사).
1982년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 Texas A&M Univ. 전기공학과 졸업 (공학박). 현재 한양대 전기공학과 정교수
Tel : 02-2220-0347
E-mail : jokim@hanyang.ac.kr