

전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고 순위 매김

(Contingency Ranking for Determining Total Transfer Capability
from Voltage Stability Point of View)

이병하* · 백정명

(Byung-Ha Lee · Jung-Myoung Baek)

요 약

송전용량산정은 최근에 많은 전력회사에서 중요한 문제로 부각되어 왔다. 한전 시스템의 경우 전체송전용량은 주로 전압 안정도에 의해 제한을 받고 있으며, 전체송전용량 산정을 위하여서는 수많은 상정사고들에 대해서 분석하여야 한다. 따라서 전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고를 효과적으로 선정하는 기법이 절실히 요청되고 있으며, 본 논문에서는 전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고를 효과적으로 선정하는 새로운 상정사고 선정지수를 제시한다. 그리고 이 전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고 선정지수의 효율성을 검증하기 위해 이 지수를 한전의 실제통에 적용하고 PSS/E 패키지와 개발한 IPLAN 프로그램을 사용하여 이 지수의 상정사고 선정에 대한 효용성이 분석된다.

Abstract

The power transfer capability has been recently highlighted as a key issue in many utilities. The total transfer capability in the KEPCO power system is determined mainly by the voltage stability limit and an enormous number of contingencies should be analyzed to determine the total transfer capability. In this paper, a new ranking index for determining the total transfer capability from voltage stability point of view is presented. This index is applied to the practical system of KEPCO and the effects of ranking the contingencies are analyzed by use of PSS/E package and a developed IPLAN program.

Key Words : Contingency, Ranking, Total Transfer Capability, Voltage Stability

1. 서 론

우리나라의 전력산업은 시대적 요청에 따라 경쟁 체제를 도입하여 여러 개의 발전회사와 송변배전 설비의 한전과 전력운용의 전력거래소 등의 기능별 회사들로 분리되어 있다. 경쟁체제 도입은 전력시장을

* 주저자 : 인천대학교 전기공학과 교수
Tel : 032-770-8437, Fax : 032-765-8118
E-mail : bhlee@incheon.ac.kr
접수일자 : 2007년 12월 28일
1차심사 : 2008년 1월 7일
심사완료 : 2008년 1월 23일

형성하기 때문에 각각의 전력회사들은 더 나은 경영 실적을 올리기 위하여 노력하게 된다. 그러나 전력 시장에서 형성된 전력거래가 아무리 경제적이라 할 지라도 전력을 수송하기 위해서는 물리적인 제약이 수반되므로 허용 범위를 초과 또는 위반하게 되면 전력거래를 중단할 수밖에 없는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 이러한 상황이 발생하지 않도록 합리적으로 결정된 기준 내에서 전력수송이 가능해야 된다. 우리나라의 전력계통은 지역적 특성상 서해안지역, 호남지역, 영남지역 등의 원거리 발전군과 대규모 부하밀집지역인 수도권지역으로 나눌 수 있고, 이들 간의 원활한 전력수급을 위하여 원거리 발전군으로부터 수도권으로 대규모의 북상조류가 흐르고 있다. 상당한 규모의 북상조류가 흐르는 345[kV] 이상 송전선로는 이미 중부화되고 있는 실정이어서 유통전력의 한계가 중요한 문제로 부각되고 있다.

앞으로도 계속 커질 것으로 예상되는 전력유통에 대한 대책으로는 우선 선로 증설을 생각할 수 있지만 선로 증설이 어려울뿐만 아니라 이것만으로 충분하지도 않다. 선로 용량을 아무리 증가시킨다고 해도 계통의 불안정 현상으로 말미암아 실제 전체송전용량의 크기는 어떤 값으로 제한된다. 이 전체송전용량의 평가는 열 안정도, 과도안정도, 전압안정도, 미소신호 안정도 평가를 함으로써 결정되며 [1-2], 전체송전용량은 가장 심각한 상정사고에 대하여 안정도 조건들을 만족하면서 공급할 수 있는 최대 송전 전력을 말한다. 상정사고의 경우의 수는 수많은 케이스들이 있으므로, 이들 모두의 상정사고에 대해 분석하는 것은 너무나 많은 시간과 노력이 소요되며, 상정사고 해석을 위한 검토 대상의 수를 적정 수 이내로 줄이기 위하여 상정사고를 선정하기 위한 심사(Screening)와 순위 매김(Ranking)이 필요하다. 전력 계통 안정도를 정확히 계산하기보다는 안정도에 심각한 영향을 미치는 상대적인 순위를 비교적 맞게 정하고, 빠르게 상정사고 순위를 결정하는 것이 요구된다[3-7]. [8]에서 Amjady 등은 선형 민감도와 고유값 분석을 결합한 방식의 전압안정도에 대한 상정사고의 순위매김 기법을 제안하였으나, 이 기법은 대규모 전력시스템의 좌, 우 고유벡터를 구해야하는 등의 실계통에 적용하기가 쉽지 않은 점

이 있고, 전압 안정도 해석을 위한 상정사고 선정기법이며, 주어진 평가선로의 최대송전전력의 한계인 전체송전용량의 결정을 위한 상정사고의 선정기법은 아니다.

현재 한전 시스템의 경우 전체송전용량은 주로 전압 안정도에 의해 제한을 받고 있고, 전체송전용량 결정을 위한 상정사고의 선정은 제대로 연구되어 있지 않다. 따라서 전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고를 효과적으로 선정하는 기법이 절실히 요청되고 있으며, 본 논문에서는 이를 위한 전압안정도 측면에서의 새로운 상정사고 선정지수를 제시한다. 그리고 이의 효용성을 한전의 실계통에 적용하여 보여준다.

2. 전체송전용량 한계치 결정

본 논문에서 전체송전용량은 반복조류계산기법을 적용하여 구한다. 반복 조류 계산 기법은 통상적인 조류계산 프로그램을 사용하여 발전력이나 부하를 변화시키면서 조류계산이 발산되어 더 이상 해를 구할 수 없을 때까지 반복하여 조류계산을 수행함으로써 P-V나 f-V 곡선을 구하는 방법이다. 이 방법으로는 정확한 전압 붕괴점인 노우즈(nose)의 임계점을 계산할 수는 없으나, 실용적인 관점에서 충분한 정도의 근사적인 전압 붕괴점을 구할 수 있다. 널리 공인된 조류계산 프로그램을 사용함으로써 프로그램 시뮬레이션 결과에 대한 신뢰성이 보장된다는 장점이 있고, 전체송전용량의 산정을 위한 시나리오에서 이론적인 관점보다 실 계통의 운용조건을 그대로 반영시킬 수 있다는 장점이 있다. 반복조류계산 기법을 효율적으로 구현하기 위하여 세계적으로 널리 이용되고 있는 PSS/E 패키지와 IPLAN 프로그램을 이용하여 소프트웨어 툴을 개발하고 이를 활용한다.

반복 조류계산 기법으로 정적인 전압 안정도를 고려한 접속선로의 전체송전용량의 한계를 구하기 위해 접속선로를 기준으로 전력을 유출하는 지역과 전력을 유입하는 지역으로 분할하고, 가장 심각한 상정사고에 대해 계통의 부하수준은 일정하게 두고 전력을 유출하는 지역의 발전력은 증가시키고 전력을 유입하는 지역의 발전량은 감소시키면서 두 지역 간

전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고 순위 매김

의 송전용량을 점차적으로 증가시켜 나간다. 조류계산이 발산되어 더 이상 해를 구할 수 없을 때까지, 즉 전압붕괴점인 임계점 직전까지 반복하여 조류계산을 수행함으로써 f-V곡선을 구하여 최대 송전용량 한계인 전체송전용량을 구하게 된다. 가장 심각한 상정사고에서의 최대송전용량 한계인 전체송전용량의 결정과정은 그림 1에 개략적으로 보여져 있고, 이를 단계별로 정리하여 보면 아래와 같다.

단계 1. 상정사고 지수를 사용하여 심각한 상정사고들을 선정하고 각각에 대하여 f-V 곡선을 그린다.

단계 2. 선정된 각각의 상정사고 중에서 최소의 접속선로 조류의 한계를 갖는 사고를 가장 심각한 상정사고로 결정한다.

단계 3. 가장 심각한 상정사고 발생 시의 계통의 f-V 곡선에서 근사 임계점(Pf1)에서의 접속선로 조류의 한계점 값을 구해 이점에서의 각 발전기들의 유효전력 발전량을 구한다.

단계 4. 정상계통에서의 f-V곡선에서 단계 3에서 구한 접속선로 조류의 한계점 값에 일치하는 각 발전기들의 유효전력 발전량을 발전 시의 연계 선로 조류(Pf1s)의 값(정상상태로 변환한 전체송전용량)을 구한다.

IPLAN 프로그램을 이용하여 반복조류계산 기법에 의하여 전체송전용량을 계산하는 개발된 프로그램의 개략적인 플로우차트는 그림 2와 같다.

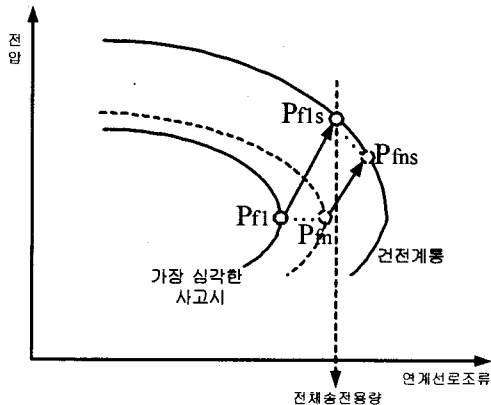


그림 1. 전체송전용량
Fig. 1. Total transfer capability limit

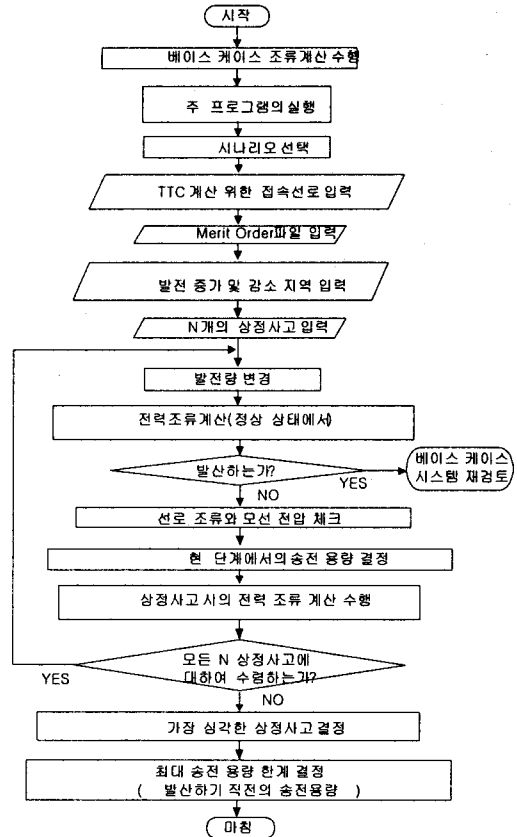


그림 2. 전체송전용량 결정의 플로우차트
Fig. 2. The flow chart of determining the total transfer capability limit

3. 전체송전용량 결정을 위한 새로운 상정사고 선정지수

전압 안정도 해석을 위한 상정사고 선정기법들이 많이 제시되어 있는데 크게 나누어 보면, 다근해 기법, 연속 조류 계산 기법, 감도분석기법, 허용무효전력 지수 기법, 최소 특이치 기법, 전압강하 성능지수 기법 등으로 나누어 볼 수 있다.

그러나 지금까지의 연구는 대부분 전압 안정도 해석을 위한 상정사고 선정 지수를 제안하였으며, 전압 안정도 해석을 위한 상정사고 선정기법이 아닌 전체송전용량을 결정하기 위한 상정사고 선정지수는 제시된 연구가 거의 없다. 현재 한전 시스템의 경우 전체송전용량은 주로 전압 안정도의 한계에 의해 결정되고 있으므로, 전체송전용량 결정을 위한 전압

안정도 측면에서의 상정사고를 효과적으로 선정하는 기법이 절실히 요청되고 있다.

전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고의 케이스들은 수많은 케이스들이 있으므로 상정사고 검토대상의 수를 적정 수 이내로 줄여야 한다. 전체 송전용량계산 시에 가장 심각한 상정사고에 의하여 전체송전용량이 결정되므로 상정사고를 심사(screening)하여 선정된 케이스들 중에 항상 가장 심각한 상정사고의 케이스가 포함되어 있으면 된다. 수많은 케이스들 중에서 선별해 내는 작업이므로 그 순위가 아주 정확하기는 어려우며, 가능한 선정된 케이스들의 수가 적어도 되도록 최대송전용량에 심각한 영향을 미치는 상대적인 순위를 비교적 맞게 정하고 빠르게 상정사고의 심각도 순위를 결정하는 것이 요구된다.

전체송전용량을 결정하기 위한 전압안정도 측면에서의 심각한 송전선로의 상정사고들과 관련하여 일반적으로 아래와 같은 특성이 있다.

- 전체송전용량의 증가 방향으로 발전력을 조정할 때 발전력의 미분변화에 대한 선로의 전압강하의 미분변화가 큰 선로일수록 탈락 시 영향이 크다.
- 송전선로에 흐르고 있는 전력량이 클수록 선로의 탈락시 영향이 크다.
- 전체송전용량의 증가 방향으로 발전력을 조정하여 갈 때 선로의 전압이 낮은 선로일수록 전압안정도 관점에서 그 영향이 크다.
- 송전선로의 열적 송전 용량이 큰 선로일수록 선로의 탈락시 영향이 크다.
- 전체송전용량의 평가선로인 지역 간의 접속선로의 탈락시 영향이 더 크다.

이러한 점들을 고려하여 전체송전용량을 결정하기 위한 전압안정도 측면에서의 새로운 상정사고 선정지수를 제시한다.

$$PI_{ij} = W_{inter\ ij} \frac{dV_{ij}}{d\lambda} \frac{P_{ij}}{V_j} P_{iMAX} \quad (1)$$

여기서 $W_{inter\ ij}$: ij 송전선로의 가중치(지역 간의 접속선로인 경우와 그렇지

않은 경우의 가중치)

- dV_{ij} : ij 송전선로 수전측 j 모선의 전압강하의 미분 변화
- $d\lambda$: 발전력 파라미터 미분 변화
- P_{ij} : ij 송전선로의 유효전력 조류
- V_j : j 모선의 전압
- P_{iMAX} : ij 송전선로의 열적 최대 송전 용량

전체송전용량의 평가선로인 지역 간의 접속선로의 탈락시 영향이 더 크므로, 이를 고려하기 위하여 송전선로의 가중치($W_{inter\ ij}$)를 주며, 시뮬레이션의 결과를 참조하여 적절한 값을 적용하면 된다. 여기에서는 지역 간의 접속선로인 경우 2.0, 그렇지 않으면 1.0으로 선정한다. 발전력 파라미터 미분 변화 $d\lambda$ 는 전체송전용량 결정을 위한 시나리오대로 발전력을 변경시켜 갈 때의 발전력의 미분 변화를 의미하고, 모든 검토 대상 선로들에 대하여 동일한 값을 가진다.

기존의 기법들은 다근해 기법이나 연속조류계산 등을 사용하거나 선형 민감도와 고유값 분석을 결합한 방식의 전압안정도에 대한 상정사고의 순위매김 기법을 제안하였으나 다근해 계산 기법과 연속조류계산 기법 등이 널리 활용되고 있는 실제통의 상용 프로그램으로 구현은 되지 않고 있고 실제통의 고유벡터 등의 계산을 구하는 것도 계산이 복잡하고 어려우며, 거기에다 주어진 접속선로의 최대송전전력의 한계인 전체송전용량의 결정을 위한 상정사고의 선정기법은 아니다. 위의 식 (1)은 전체송전용량의 결정을 위하여 제안되는 상정사고의 선정 지수이며, 식 (1)의 선정지수에 포함되어 있는 항들의 값은 모두 쉽게 구할 수 있는 값들이고, 한꺼번에 전 모선과 선로에 대하여 구할 수 있는 값이므로 계산속도가 아주 빠르며 송전용량의 영향을 미치는 특성들이 잘 반영되어 있어서 실제 각 상정사고에 일치하는 주어진 접속선로의 최대송전용량의 값에 잘 부합하는 결과를 보여준다. 전압안정도의 특성을 더 잘 반영시키기 위하여 전체송전용량 결정을 위한 시나리오대로 발전력을 변경시켜 가면서 f-V곡선의 임계점이 가까운 상태에서의 값을 적용하여 이 상정사고 선정 지수의 값을 구한다.

4. 시뮬레이션 결과 및 검토

본 논문의 적용 전력 시스템은 2005년 하계 피이크시의 한전 실계통이다. 계통 구성은 1,044 모선과 251대의 발전기, 1,680개의 송전선로로 이루어져 있고, 최대 부하는 53,100[MW]이다.

복상조류가 가장 문제가 되는 전체송전용량임으로 이를 고려하며, 복상조류 한계를 결정하기 위한 전체송전용량의 접속선로는 아래 표 1에 주어져 있다. 비수도권 지역의 발전력은 증가시키고 수도권 지역의 발전량은 감소시키면서 가장 심각한 상정사고 하에서의 전체송전용량을 계산하게 된다.

본 논문에서 제시한 상정사고 선정지수를 사용하여, N-1 route (N-2 circuits) 선로 상정사고의 순위 (ranking)를 결정한다. 2회선 선로사고 시를 고려하여 여기에서 제시하는 상정사고의 선정지수에 의한 20위까지의 순위가 표 2에 제시되어 있다. 이 상정사고들은 2회선 선로의 상정사고들에 대하여 검토한 결과이다. 그리고 이 대상 전력시스템에 대하여 각 상정사고에 대한 최대송전용량 한계치를 정확히 계산하여 최대송전용량 한계치가 작은 순서대로 상위 10위까지 정리한 상정사고 선로들이 표 3에 제시되어 있다.

표 1. 접속 선로
Table 1. Inter-area transmission lines

NO	선로명	2005년 복상선로(모선번호)	
		FROM BUS	TO BUS
1	아산 - 화성	6951	4400
2		6950	4401
3	신서산 - 신안성	6030	4010
4	신태백 - 신가평	5010	1020
5	청양 - 서서울	6800	4601
6		6801	4600
7	신제천 - 동서울	5700	2500
8		5700	2501
9	신진천 - 신용인	4800	4700

최대송전용량 한계치가 제일 작은 상정사고가 가장 심각한 상정사고이며, 이때의 최대송전용량이 구하는 전체송전용량이 된다. 상정사고의 선정은 이 가장 심각한 상정사고를 찾아내는데 있으며, 적절한 수의 상정사고들을 간추려낼 때에 가장 심각한 상정사고가 포함되어 있으면 된다.

본 논문에서 제시한 상정사고지수에서 높은 순위의 상정사고들이 실제 최대송전용량을 정확히 계산하였을 때에도 대부분 순위가 높게 나타나고 있음을 보여준다. 표 3을 보면, 정확한 최대송전용량의 계산치로 1 순위인 상정사고가 제시된 상정사고 지수의 순위에서 2위이고, 정확한 최대송전용량의 계산치로 2 순위인 상정사고가 제시된 상정사고 지수의 순위에서 1위이며, 상정사고 선정지수의 4위 이내의 상정사고들이 최대송전용량의 계산치 순위로 5위내에 속하는 것을 보면, 본 논문에서 제시하는 상정사고 선정지수가 아주 효과적임을 나타내어 준다.

표 2. 상정사고 선정지수의 순위
Table 2. The ranking of contingency indices

순위	상정사고선로 (모선번호와 Circuit)			성능지수의 값
	From bus	To bus	Circuit	
1	5010	1020	1	2167445.0
	5010	1020	2	
2	6030	4010	1	2051805.0
	6030	4010	2	
3	6951	4400	1	345302.9
	6950	4401	2	
4	6800	4601	1	268220.2
	6801	4600	1	
5	5700	2500	1	136623.0
	5700	2501	2	
6	6600	4900	1	108063.5
	6600	4900	2	
7	1200	1700	1	95044.3
	1200	1701	2	
8	3250	3600	1	93893.2
	3250	3600	2	

순위	상정사고선로 (모선번호와 Circuit)			성능지수의 값
	From bus	To bus	Circuit	
9	4100	4500	1	92160.2
	4100	4501	2	
10	5500	5700	1	90496.1
	5500	5700	2	
11	7100	6600	1	90484.1
	7101	6600	1	
12	4100	4700	1	89884.4
	4100	4700	2	
13	5700	4750	1	74375.8
	5700	4750	2	
14	1200	1500	1	72778.8
	1200	1500	2	
15	6300	6950	1	71147.2
	6300	6951	2	
16	5600	5700	1	65972.3
	5600	5700	2	
17	6450	6500	1	63551.0
	6450	6500	2	
18	6100	6300	1	62274.0
	6100	6300	2	
19	6550	6801	1	54676.5
20	10300	8800	1	54435.0
	10300	8800	2	

순위	상정사고선로 (모선번호와 Circuit)			정상상태로 변환한 최대 송전 용량[MW]	상정사고 선정지수 순위
	From bus	To bus	Circuit		
3	6951	4400	1	11826.6	3
	6950	4401	2		
4	6800	4601	1	11991.5	4
	6801	4600	1		
5	6600	4900	1	12044.5	6
	6600	4900	2		
6	5500	5700	1	12176.5	10
	5500	5700	2		
7	5600	5700	1	12318.7	16
	5600	5700	2		
8	10300	8800	1	12334.6	20
	10300	8800	2		
9	5700	4750	1	12335.9	13
	5700	4750	2		
10	5700	2500	1	12382.8	5
	5700	2501	2		

5. 결 론

현재 한전 시스템의 전체송전용량은 주로 전압 안정도에 의해 제한을 받고 있고, 전압 안정도의 상정사고 선정이 아닌 전체송전용량결정을 위한 상정사고의 선정은 아직 충분한 연구가 되어 있지 않다. 전체송전용량결정을 위한 상정사고의 경우의 수는 수많은 케이스들이 있으므로, 상정사고 검토 대상의 수를 적정 수 이내로 줄이기 위하여 심각도에 따라 상정사고들을 선정하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 한전 시스템의 복상조류와 관련한 전체송전용량에 가장 큰 제약으로 작용하고 있는 것이 전압안정도이므로, 전체송전용량을 효율적으로 계산하기 위한 전압안정도 측면에서의 새로운 상정사고의 선정지수를 제시한다. 이 상정사고의 선정지수는 아주 쉽고 빠르게 구할 수 있고, 송전용량의 영향을 미치는 특성들이 잘 반영되어 있어서 실제 각

표 3. 최대송전용량에 의한 상정사고의 순위
Table 3. The ranking of contingencies by power transfer capability

순위	상정사고선로 (모선번호와 Circuit)			정상상태로 변환한 최대 송전 용량[MW]	상정사고 선정지수 순위
	From bus	To bus	Circuit		
1	6030	4010	1	11380.4	2
	6030	4010	2		
2	5010	1020	1	11446.0	1
	5010	1020	2		

전체송전용량 결정을 위한 전압안정도 측면에서의 상정사고 순위 매김

상정사고에 일치하는 최대송전용량의 값에 잘 부합하는 결과를 보여준다.

이 전압안정도 측면에서의 상정사고 선정지수의 효율성을 검증하기 위해 한전의 2005년도 하계 피크시의 실제통에 적용하여 실제 전체송전용량을 계산하여 순위를 매겼다. 상정사고는 N-1 route (N-2 circuits) 선로의 상정사고를 고려한다. 실제 전체송전용량의 순위와 제시된 상정사고 선정지수의 순위를 비교하였으며, 이 시뮬레이션 결과의 분석을 통하여 본 논문에서 제시한 선정지수를 사용한 상정사고의 순위 매김이 아주 효과적으로 수행되어짐을 보여준다.

감사의 글

이 논문은 부분적으로 인천대학교 2006년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

References

- [1] P.W. Sauer, K.D. Demaree and M.A. Pai, "Stability limited load supply and interchange capability", IEEE Transactions on PAS, Vol. PAS-102, No. 11, pp. 3637-3643, Nov., 1983.
- [2] James D. McCally, John F. Dorsey, Zhihua Qu, "A new methodology for determining transmission capacity margin in electric power systems", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 6, No. 3, pp. 944-951, Aug., 1991.
- [3] Z. Jia and B. Jeyasurya, "Contingency ranking for on-line voltage stability assessment", IEEE Trans. Power Systems,

Vol. 15, No.3, pp.1093-1097, 2000.

- [4] R. H. Chen, J. Gao, O. P. Malik, G. S. Hope, Shi-ying Wang, Nian-de Xiang, "Multi-Contingency Preprocessing For Security Assessment Using Physical Concepts and COR with Classifications", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 8, No. 3, pp. 840-848, Aug., 1993.
- [5] Brian L. Silverstein and Dennis M. Porter, "Contingency Ranking for Bulk System Reliability Criteria", Transactions on Power Systems, Vol. 7, No. 3, pp. 956-964, Aug., 1992.
- [6] Hiroyuki Mori, Hideya Tanaka and Junya Kanno, "A Preconditioned Fast Decoupled Power Flow Method for Contingency Screening", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, No. 1, pp. 357-363, Feb., 1996.
- [7] L. Wehenkel, "Contingency severity assessment for voltage security using non-parametric regression techniques", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, No. 1, pp. 101-111, Feb., 1996.
- [8] Nima Amjadi, Masoud Esmaili, "Application of a new sensitivity analysis framework for voltage contingency ranking", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 20, No. 2, pp. 973-983, May 2005.

◆ 저자소개 ◆

이병하 (李丙河)

1954년 7월 12일생. 1978년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1980년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 The Pennsylvania State Univ. 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1979~1994년 한국전력공사 기술연구원 선임연구원. 1994년~현재 인천대학교 전기공학과 교수.

백정명 (白正明)

1980년 5월 5일생. 2007년 인천대학교 전기공학과 졸업. 현재 동대학원 석사과정.