

과도안정도 측면에서의 발전 재배분을 이용한 예방제어

論 文
51A-6-2

Preventive Control Using Generation Rescheduling for Transient Stability

李 種 碩* · 李 炳 峻** · 權 世 燮*** · 崔 璇 奎[§] · 南 海 鯤^{§§} · 秋 鎮 夫^{§§§} · 田 東 勳[#]
(Jongseock Lee · Byongjun Lee · Sae-Hyuk Kwon · Sun-Kyu Choi · Hae-Kon Nam · Jin-Boo Choo · Dong-Hoon Jeon)

Abstract - Preventive control has to solve two important problems. The first is fast and accurate severity assessment of instability originated from the occurrence of a dangerous contingency. The second is to choose an action able to stabilize it. In this paper we assess contingencies in power systems using PASF(Power Angle Shape Filtering) and control power systems by a generation rescheduling.

The control action stabilize the whole set of harmful contingencies simultaneously. Note that conventional time-domain transient stability methods can hardly tackle preventive control. So, we study the preventive control using off-line method. The proposed method is applied to prevent and to correct loss of synchronism of all the generators in a operating systems data.

Key Words : Transient Stability Assessment, Contingency Screening, SIME(Single Machine Equivalent), PASF(Power-Angle Shape Filtering), Preventive Control, Generation Rescheduling

1. 서 론

우리나라의 경우 전력계통은 지역적, 경제적인 이유로 발전단지가 대규모화되어 있기 때문에 대규모 발전단지를 포함하는 지역계통에서 발전 단지의 인근 계통 사고가 전체 계통에 미치는 파급효과는 가중될 것으로 전망되며, 대규모 발전 단지가 있는 지역계통의 안정화에 대한 중요성의 인식이 증대되고 있다[1].

계통의 안정화를 위해서는 변동하는 계통 조건 하에서 다양한 상정사고들에 대한 계통의 안전도를 평가할 수 있는 동적 안전도 평가(Dynamic Security Assessment)가 수행되어야 한다[2]. 본 논문에서는 과도 안정도(Transient Stability) 측면에서 외란 발생 시 예방 제어를 통해 전력 계통이 동기(Synchronism)를 유지하며 운영될 수 있는 안정화 방안을 제시한다.

예방 제어는 다음과 같이 크게 두 단계의 과정으로 구성된다. 첫 번째 단계는 상정사고 평가로서, 최근 부각되고 있

는 SIME(Single Machine Equivalent)법에 기반을 둔 상정사고 분석 방법인 PASF(Power Angle Shape Filtering)법을 이용하여 계통에 위험한 영향을 줄 수 있는 상정사고를 상세하게 분류하는 단계이다[3]. 또한, 이 단계에서 상정사고 평가 시 발전기 회전자 위상각을 고려한 위상각 변화 지수(Angle Variation Index)에 의해 운용중인 발전기들을 위험 발전기 군과 안정한 발전기 군으로 구별함으로써 제어 대상을 명확히 할 수 있다. 두 번째 단계는 발전 재배분(Generation rescheduling)량 산출이다. 상정사고에 대한 시간모의를 통해 불안정한 경우의 전력-상차각 곡선을 이용하여 불안정이득을 구하고, 외삽법(Extrapolation)을 사용하여 재배분(제어)량을 산출하는 방법을 제안한다.

위에서 제안된 방법을 사용하여 계산된 제어량에 의한 재배분을 통해 운전 조건을 조정하여 실 계통에 예방 모드(Preventive Mode)로 불안정한 상정사고(계통의 동기 탈조 원인이 되는 상정사고)에 대해 적용함으로써, 불안정한 상정사고에 대해 계통이 안정도를 유지할 수 있음을 검증한다.

2. 과도 안정도 평가 절차

본 논문에서는 과도안정도 평가를 위해 SIME법을 기본 알고리즘으로 사용하였다. 이는 60년대 초에 발표된 확장등면적법을 개선시킨 방법으로 시간영역 모의를 초기에 종료하고 모의 결과에 의해 계통을 등가 1기 무한대 계통으로 변환한 후 등면적법을 이용, CCT를 계산하여 안정도를 판정한다. SIME법은 다음과 같은 step으로 이루어진다.

* 正 會 員 : 高麗大 工大 電氣工學科 博士課程
** 正 會 員 : 高麗大 工大 電氣工學科 副教授 · 工博
*** 正 會 員 : 高麗大 工大 電氣工學科 教授 · 工博
[§] 準 會 員 : 高麗大 工大 電氣工學科 碩士課程
^{§§} 正 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 教授 · 工博
^{§§§} 正 會 員 : 韓電電力研究所 首席研究員 · 工博
[#] 正 會 員 : 韓電電力研究所 先任研究員
接受日字 : 2001年 10月 16日
最終完了 : 2002年 4月 10日

Step 1.

미리 선정해 놓은 상정사고에 대해 사고제거시간(CT) 설정 후 관찰시각까지 시간 모의(PSS/E)를 실시한다. 적절한 발전기 그룹핑 방법에 의해 위험 발전기군과 나머지 발전기군으로 나눈다.

Step 2.

그룹핑된 발전기들에 대해 시간 모의 결과(Pm, Pe, ω , δ)를 사용하여 등가 OMIB(One Machine Infinite Bus)를 구성한다. 구성된 OMIB의 전력상차각 곡선 조건에 의해 안정도 판별을 실시한다. 각 경우에 대해 마진을 계산한다.

Step 3.

사고제거시간을 적절히 조절하여 Step 1, Step 2를 반복하여 2개의 마진과 2개의 사고제거시간에 의해 외삽법으로 CCT를 계산한다.

Step 1에서 위험발전기 군과 나머지 발전기 군으로 나누기 위해 기존의 방법인 발전기 위상각의 gap criterion을 사용할 경우 모의 시간이 오래 걸리므로 빠른 시간내에 정확한 발전기 그룹핑이 이루어지도록 개발한 AVI(Angle Variation Index)를 사용하였다[3].

그림1은 SIME법을 기본으로 하여 개발한 과도안정도 평가 알고리즘이다. 첫 시간모의시 CT는 200ms로 사고를 과도하게 줌으로써 확실하게 안정한 상정사고의 스크리닝과 불안정한 상정사고의 경우 마진을 구하도록 하였다. 두 번째 시간 모의에서는 CT를 150ms로 하여 첫 시간 모의에서 불안정한 상정사고에 대해 안정, 불안정 여부를 평가하며, 안정한 경우 전력 상차각 곡선의 기울기를 평가하여 안정하지만 잠재적으로 불안정해질 수 있는 상정사고와 기울기가 양으로서 나타나는 비교적 안정한 상정사고를 분류하였다. 불안정한 상정사고와 잠재적으로 불안정한 상정사고의 경우 불안정 마진과 안정 마진을 계산하여 CCT를 계산하였다.

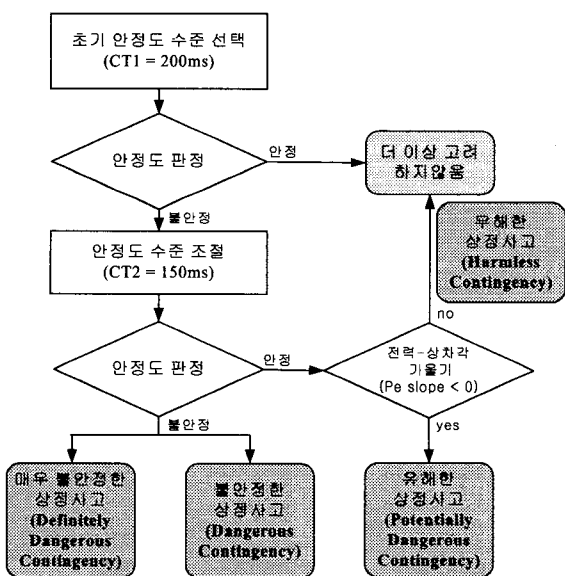


그림 1 과도 안정도 평가 알고리즘
Fig. 1 Algorithm of Transient Stability Assessment

그림1과 같이 각 상정사고는 매우 불안정한 경우(Definitely Dangerous), 불안정한 경우(Dangerous), 잠재적으로 불안정한 경우(Potentially Dangerous), 그리고 안정한 경우(Harmless, FSS(First Swing Stable))의 경우로 나누었으며 약자로 DD, D, PD, H, 그리고 FSS로 나타내었다. D, PD의 경우는 마진에 의한 CCT 계산을 함께 수행하여 결과값에 의해 순위를 결정한다[3].

3. 발전 재배분(제어)량 계산

위상각 변화 지수에 의해 발전기 군을 위험 발전기 군과 안정한 발전기 군으로 분류하고, PASF법에 의해 각 상정사고의 안정도 평가를 실시하여 위험 상정사고 순위로 결과를 계산한다. 상위 순위에 있는 불안정한 상정사고에 대해 발전 재배분량을 계산한다. 재배분량 계산의 전체적인 수행도는 그림2에 나타내었다.

3.1절에서는 초기 제어량 선택에 관련된 개념과 수식을 설명한다. 3.2절에서는 3.1절에서 계산된 초기 제어량을 이용하여 계산한 두 번째 불안정 이득과 최초 상정사고 모의 시의 불안정 이득을 외삽법(Extrapolation)을 이용하여 안정 이득을 구하기 위한 안정 제어량을 계산한다. 일반적으로 위험한 상정사고에 의해 계산되는 초기 제어량은 실제 계통에 적용되어야 할 발전 재배분(제어)량보다 작게 계산된다. 그 이유는 계통 선로에서의 손실 및 조류의 변화에 따른 발전 변화량 등을 고려하지 않은 값이기 때문이다. 이러한 이유로 두 개의 불안정 이득을 근사 선형화하여 계산하는 방법을 이용하였다. 3.3절에서는 초기 제어량과 안정 제어량을 내삽법(Interpolation)을 이용하여 최종 제어(재배분)량을 계산한다.

3.1 초기 제어량 계산 및 불안정 이득과의 외삽법

정상 운전 상태에서 계통에 사고가 발생하면, 발전기들의

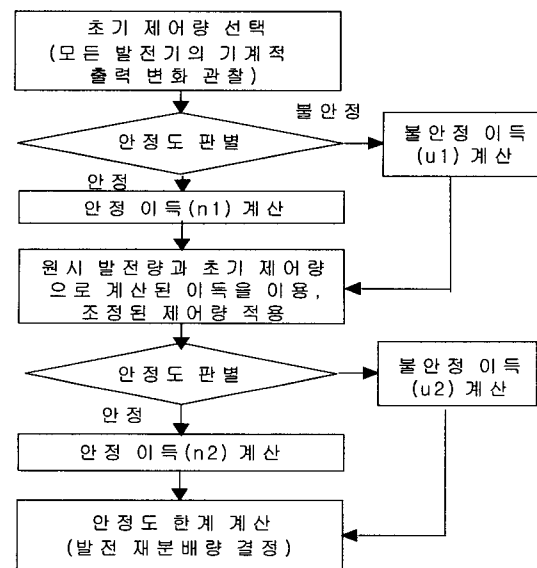


그림 2 재배분(제어)량 계산 순서도
Fig. 2 Flow Chart of the Calculation of the Generation Rescheduling Quantity

기계적 출력은 변화된다. 특히 위험한 발전기 군의 기계적 출력은 제어기들의 동작으로 감소될 것이며, 안정한 발전기 군의 경우는 약간 증가될 것이다. 이러한 이유에서 상정사고 판정 결과 불안정한 경우(그림3, 불안정 상차각(δ_u) 존재)에, 사고 발생 시점에서 사고 제거 시점까지의 위험 발전기 군과 안정한 발전기 군에 대한 기계적 출력 변화를 식(1)에 의해 계산하고, 그 값으로 전력-상차각 곡선의 기계적 출력 곡선의 변화량을 보상하여 두 번째 불안정 이득(η_1)을 계산한다.

$$-\Delta P_m = -\frac{M_N}{M_N+M_C} \Delta P_C + \frac{M_C}{M_N+M_C} \Delta P_N \quad (1)$$

- ΔP_m : 초기 조질량(기계적 출력 변화의 총합)
- ΔP_C : 위험 발전기군의 기계적 출력변화의 합
- ΔP_N : 안정한 발전기군의 기계적 출력변화의 합
- M_C : 위험 발전기군의 관성 정수의 합
- M_N : 안정한 발전기군의 관성 정수의 합

위 과정을 통해서 계산된 두 개의 불안정 이득(η_0, η_1)을 이용하여 불안정한 상정사고가 안정한 사고로 변할 수 있는 제어량을 외삽법으로 근사하여 계산한다(그림4).

그림4의 P_{m1} 은 초기 제어량이고, P_{m2} 는 계통이 안정할 수 있는 제어량이다. 또한, 식(2)는 P_{m2} 를 구하는 계산식이다. 일차함수 $F(P_{m2})$ 를 구하고, 함수값이 $F(P_{m2})=0$ 이 되는 값이 안정한 경우의 제어량 P_{m2} 가 되며 식(3)과 같다.

$$F(P_{m2}) = \frac{\eta_0 - \eta_1}{P_{m0} - P_{m1}} P_{m2} + \eta_0 \quad (2)$$

$$F(P_{m2}) = 0, \quad P_{m2} = -\eta_0 \left(\frac{P_{m0} - P_{m1}}{\eta_0 - \eta_1} \right) \quad (3)$$

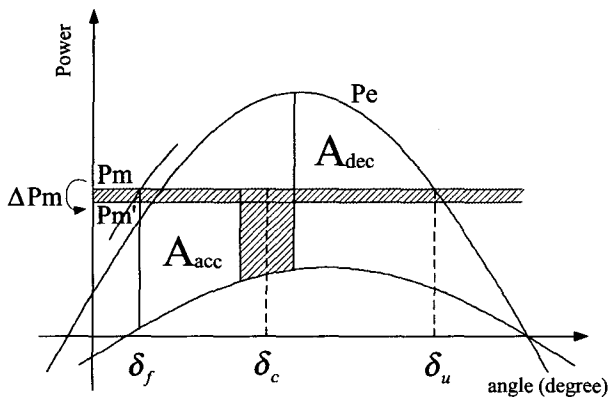


그림 3 불안정한 상정사고의 전력-상차각 곡선
Fig. 3 Power-angle Curve of Unstable Contingency

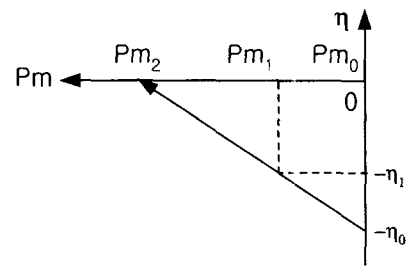


그림 4 두 개의 불안정 이득을 이용한 외삽법
Fig. 4 Extrapolation Using the Two Unstable Margin

3.2 안정 이득 계산

3.1절의 제어량(P_{m2})으로 불안정한 상정사고가 안정화되어, 그림5와 같은 전력-상차각 곡선을 얻을 수 있다. 그림5와 같이 안정한 경우, 빗금친 부분에 해당하는 면적이 안정 이득으로서, P_e 곡선을 2차 함수로 근사화 하여 계산한다.

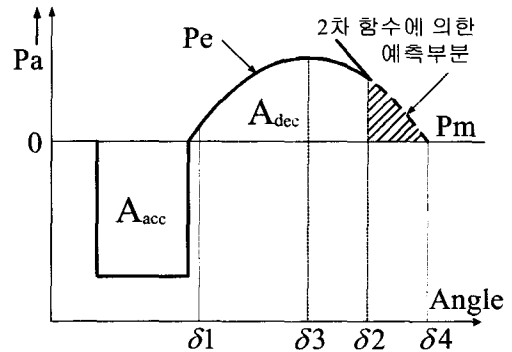


그림 5 회귀각(δ_2) 이후의 곡선 근사화
Fig. 5 Approximation of the Returning Angle Curve

안정 이득은 식(4)와 같이 가속화력 P_a 의 적분에 의해 계산된다. 식(4)에서 적분구간 δ_2 는 안정한 상정사고 경우에 존재하는 회귀각이며, δ_4 는 P_e (전기적 출력)곡선과 P_m (기계적 출력)곡선이 교차하는 상차각이다. 즉, 현재의 안정한 계통이 사고 지속 시간에 대해 더 안정할 수 있는 여유 상차각이다.

식(4)의 δ_4 는 식(5)로 표현되는 P_e 곡선의 2차 함수에서 P_a 를 기준 축으로 하고, $P_e = 0$ 일 때 두 개의 해 중에서 최대 값이다.

$$\eta_{st} = \int_{\delta_2}^{\delta_4} P_a d\delta = \int_{\delta_2}^{\delta_4} (P_m - P_e) d\delta \quad (4)$$

$$P_e(\delta) = a\delta^2 + b\delta + c \quad (5)$$

식(5)에서 $P_e(\delta)$ 와 δ 는 시간 모의 결과로 얻어지는 기지의 값이므로, 임의의 연속되는 세 점 $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 에서의 $P_e(\delta_1), P_e(\delta_2), P_e(\delta_3)$ 값을 함수에 대입해서 계수 a, b, c를 구할 수 있다. 이와 같은 방법으로 안정 이득을 구한다.

3.3 내삽법을 이용한 재배분(제어)량 결정(계산)

식(4)에 의해 계산된 안정 이득과 초기 제어량에 의한 불안정 이득을 내삽법을 이용하여 최종 재배분(제어)량을 예측한다. 그림6은 초기 제어량(P_{m1})과 안정 제어량(P_{m2})을 사용하여 계산된 (불)안정 이득 η_1, η_2 에 의해 실제 재배분(제어)량 P_{mC} 를 구하는 방법을 설명하고 있다.

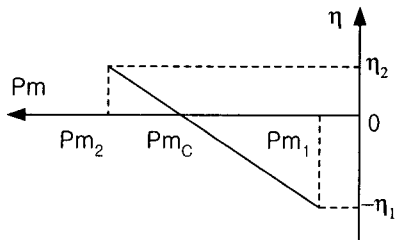


그림 6 내삽법에 의한 최종 재배분(제어)량 예측
 Fig. 6 Prediction of the Final Generation Rescheduling Quantity Using the Interpolation

4. 사례 연구

2.1절에서 소개한 상정사고 평가 기법인 PASF법 사용하여, 다음과 같은 조건에서의 상정사고들을 평가한다.

■ 한전 계통 데이터

총 발전기: 212기, 투입 발전기: 174기, 모선: 787모선
 총 발전량: 40,229 MW (최대 발전량 : 42,199.3 MW)

■ 시간 모의

상정사고: 345 kV, 3상 2회선 선로 (40개)
 사고 시나리오: 345 kV, 3상 2회선 동시 지락사고 및 재페로 실패조건을 적용
 (0초에서 사고 발생, 0.2초간 사고 지속 후 사고 제거, 0.5초 시점(관찰시점)까지의 결과를 위상각 변화 지수로서 위험 발전기 군과 안정한 발전기 군으로 분류)
 모의 프로그램 : PSS/E 26

4.1 상정사고 평가결과

표1의 결과와 같이 40개의 상정사고에 대한 스크리닝 결과 12개의 상정사고가 위험한 사고로 평가되었으며, 상정사고 중 매우 위험한(DD) 상정사고(제어량이 매우 커서 계통 운용 관점에서 비현실적인 경우)는 제외하고, 위험한(D), 유해한(PD) 상정사고들을 제어 대상 사고로 선정하였다. 사고의 구별을 위해서 345kV 3상 1회선 Trip 선로의 명칭을 사용하였다.

4.2 발전 재배분에 의한 과도안정도 향상

4.1절에서 선정된 상정사고들(D: 5개, PD: 2개)에 대한 재배분(제어)량 계산 및 시간모의 결과를 제시한다(표2). 이 절의 결과는 다음의 가정 하에서 계통을 시간 모의하여 얻어진 결과이다.

표 1 PASF법을 이용한 평가 결과

(DD : Definitely Dangerous, D : Dangerous PD : Potentially Dangerous, H : Harmless FSS : First Swing Stable)

Table 1 Assessment Result Using PASF

순위	사고 선로		판정 결과	CCT (ms)	Actual CCT (ms)
	모선(From)	모선(To)			
1	울진#1,2	동해345	DD	-	-
1	울진#3,4	신영주3	DD	-	-
1	태안T/P3	신당진3	DD	-	-
1	당진TP3	신당진3	DD	-	-
1	월성#1	월성#2,3	DD	-	-
6	신영주3	신포항3	D	111.8	108.3~116.7
7	울진#3,4	울진#1,2	D	119.8	116.6~125.0
8	동해345	신제천3	D	125.7	116.6~125.0
9	신당진3	아산345	D	128.2	116.6~125.0
10	신고성3	신마산3	D	141.8	141.6~150.0
11	신고성3	신김해3	PD	156.1	150.0~158.3
12	하동T/P3	의령3	PD	167.0	158.3~166.7
13	영광#1,2	신광주3	H		
13	영광#3,4	신김제3	H		
13	영광#3,4	신남원3	H		

- 모든 상정사고에 대한 위험 발전기 군의 과도안정도(제1과 동요 안정도)를 고려.
- 위험 발전기 군의 재배분에 의한 발전량 감발에 따른 전력 수급 조절은 안정한 발전기 군을 증발. (단, 위험(D) 사고중 제어량이 큰 경우에는 발전 한계 값까지만 감발)
- 위험 발전기군 발전기들의 감발(제어)량을 균등하게 배분.
- 총 모의 시간 : 5.0 초.

위 가정 중 안정한 발전기 군의 증발로 인해 안정했던 발전기가 탈조하는 경우, 증발 대상 발전기에서 제외된 후 다시 증발한다(표1의 13, 14, 15의 사고(H, 무해한 상정사고)를 예로 설명한다). 또한, 발전기의 증발에 대해서는 현재 운전 중인 발전기의 증발만을 고려하고, 새로운 발전기의 투입에 의한 증발은 고려하지 않는다.

안정한 발전기들의 안정 정도는 각 발전기의 증발에 따른 위상각의 발산 정도를 의미하며, 본 논문에서는 모든 발전기의 안정 정도를 고려하지 않고 발전 재배분 이후의 모의 결과를 토대로 다시 발전량을 조절하는 방법을 사용하였다.

표2는 각각의 상정사고에 대한 재배분(제어)량을 계산한 결과이다. 계산된 결과를 이용하여 하나의 상정사고에 대해 발전량을 재배분한다. 또한, 조류계산을 통해 재배분 결과가 계통 운전 조건에 수렴함을 확인하고 시간모의를 위한 초기값을 다시 설정하게 된다. 위와 같은 과정을 표2에 제시된 위험 상정사고들에 대해 적용하고, 시간모의를 통해 계통이 상정사고가 발생하더라도 동기를 유지하며 운영됨을 확인한다.

표2에서 6, 7, 8번 사고는 제어량이 매우 커서 발전 재배분이 불가능하므로 위 사고에 해당하는 위험 발전기 군의 발전 하한 값까지만 감발하였다. 12번 사고의 경우 이득 2의 값이 음의 값을 갖는 경우이므로 계산 과정을 추가로 시행한다.

표 2 재배분량 계산 (안정한 발전기들의 안정정도 고려 안함)

Table 2 Calculation of the Generation Rescheduling Quantity (except stable generators)

순위	불안정			안정 (외삽법)		제어량 (내삽법) PmC(MW)	위험발전기
	이득_0	Pm_1	이득_1	Pm_2	이득_2		
6	-	-	-	-	-	140.0(하한값)	울진
7	-	-	-	-	-	140.0(하한값)	"
8	-	-	-	-	-	445.0(하한값)	울진, 영동, 동해, 강릉
9	-2702.8	352.9	-1034.4	575.0	55.8	550.0	태안, 당진
10	-3770.6	301.4	-1973.9	540.0	148.8	540.0	삼천포
11	-3447.9	320.0	-1289.2	496.0	109.7	496.0	삼천포
12	-1637.1	195.4	-401.2	258.3	-23.1	286.0	하동

각각의 상정사고에 대한 재배분량을 모두 합하여, 고려된 모든 상정사고의 재배분량을 결정한다. 표2에서 순위 8번의 경우, 울진지역 발전기들의 감발 하한값이 140.0 MW이므로 울진지역 발전기들을 제외한 영동, 동해, 강릉지역 발전기들에서 305.0 MW를 균등하게 감발한다. 순위 10, 11번 사고의 경우는 10번 순위 상정사고에 대한 감발량 540.0 MW를 11번 사고의 감발량으로 적용한다. 이와 같은 방법으로 계산한 고려된 모든 상정사고에 대한 총 재배분량은 1821.0 MW이다. 총 재배분량(감발량)을 위험 발전기 군을 제외한 안정한 발전기 군에서 증발한다. 총 증발량은 4장 첫 부분에 제시된 현재 운영 계통의 발전량에 대한 최대 발전량의 여유값에 존재하므로 증발이 가능하다.

표3은 표2의 결과를 토대로 계산한 총 재배분(제어)량을 실 계통에 적용하여, 시간 모의로 확인한 결과이다. 제어 대상 사고들이 모두 안정도의 향상을 나타내고 있다. 하지만, 본 절의 첫 부분에 언급했듯이 안정한 발전기 군의 안정정도를 고려하지 않은 결과 13, 14, 15번 사고의 결과가 악화되었음을 보여주고 있다.

표 3 재배분 모의결과 (안정한 발전기들의 안정정도 고려 안함)

Table 3 Time Simulation Result of the Generation Rescheduling (except stable generators)

순위	발전 재배분 이전		발전 재배분 이후		비고
	판정 결과	CCT(ms)	판정 결과	CCT(ms)	
6	D	111.8	H		
7	D	119.8	D	133.9	+0.9 cycle
8	D	125.7	H		향상
9	D	128.2	H		"
10	D	141.8	FSS		"
11	PD	156.1	FSS		"
12	PD	167.0	H		"
13	H		D	139.3	불안정
14	H		D	141.7	불안정
15	H		D	142.4	불안정

4.3 안정한 발전기들의 안정정도를 고려한 발전 재배분

이 절에서는 4.2절에서 안정한 발전기들의 안정정도를 고려하지 않고 적용하였던 발전 재배분을 안정한 발전기들의 안정정도를 고려하여 재배분량을 다시 조정하여 모의한 결과를 제시한다.

재배분량의 조절은 안정한 발전기 군의 증발 시 13, 14, 15번 사고의 모의 결과 위험한 발전기 군으로 판정된 발전기들을 제외시키는 방법을 이용하였다. 물론, 제어 대상 사고들에 대한 감발량을 감소하여 제외된 발전기들의 증발여유를 보상한다(표4). 표4의 결과에 대해 다시 고려된 모든 상정사고에 대한 총 재배분량을 계산하면 1660.0 MW가 된다. 이 값은 4.2절에서 계산한 총 재배분량보다 작게 되어 안정한 발전기 군에서 증발하는 양 또한 감소하게 된다. 본 논문에서는 반복적인 시간모의의 결과에 의해 총 재배분량을 결정하였다. 표4에서 비고란의 값이 안정한 발전기들의 안정정도를 고려하기 전과 후의 재배분량의 차를 나타낸다.

표4의 결과와 시간모의에 의한 확인 결과로 계산된 총 재배분량을 다시 실 계통에 적용하여 모든 상정사고에 대해 적용한 결과를 표5에 제시한다.

표5의 결과로 확인할 수 있듯이, 발전 재배분에 의한 예방 제어를 적용할 때는 반드시 안정한 발전기 군의 안정정도를 고려해야 함을 확인할 수 있다.

표 4 재배분량 조정 (안정한 발전기들의 안정 정도 고려)

Table 4 Adjustment of the Generation Rescheduling Quantity

순위	안정 정도 고려 전 제어량(MW)	안정 정도 고려 후 제어량(MW)	위험 발전기 군	비고 (MW)
6	140.0	100.0	울진	-40.0
7	140.0	100.0	울진	-40.0
8	445.0	400.0	울진, 영동, 동해, 강릉	-45.0
9	550.0	500.0	태안, 당진	-50.0
10	540.0	490.0	삼천포	-50.0
11	496.0	490.0	삼천포	
12	286.0	270.0	하동	-16.0

표 5 재배분 모의 결과(안정한 발전기들의 안정 정도 고려)

Table 5 Time Simulation Result of the Generation Rescheduling

순위	안정 정도 고려 전		안정 정도 고려 후		비고
	판정 결과	CCT(ms)	판정 결과	CCT(ms)	
6	H		H		
7	D	133.9	D	130.7	-0.1 cycle
8	H		H		
9	H		H		
10	FSS		H		
11	FSS		FSS		
12	H		H		
13	D	139.3	H		재배분 전의 결과와 같음
14	D	141.7	H		
15	D	142.4	H		

5. 결 론

본 논문에서는 전력 계통을 과도안정도 측면에서 상정 사고에 대한 계통의 제1과 동요 안정을 위해서, 상정사고 발생 시의 계통의 특성을 분석하여 계통이 동기를 유지하여 안정하게 운영될 수 있는 발전 재배분(제어)량을 계산하고 결정된 재배분량에 의해 계통의 운영 조건을 재조정하여 선정된 상정사고에 대한 시간 모의를 통해 상정사고가 발생하더라도 계통이 동기를 유지하며 운영됨을 검증하였다.

본 논문의 4.2절과 4.3절은 각각의 상정사고에 대한 단일 상정사고를 고려하여 재배분량을 결정한 후 고려한 단일 상정사고에 대해 계통이 안정하게 운영됨을 확인하고, 선정된 모든 상정사고에 대해 계통이 동기를 유지하며 운영될 수 있는 재배분량을 선정하였다. 결과적으로, 단일 상정사고를 안정화시키는 재배분량의 최소값을 취함으로써 계통이 안정화됨을 검증하였다.

현재의 계통 운영 사항을 고려할 때 다음과 같은 향후 연구가 필요하다.

- 계통에 실제 사고 발생 시, 수정제어와 응급제어(Corrective & Emergency Control)에 의한 안정화 방안 에 대한 연구.
- 발전 탈락을 고려한 응급제어 수행 시, 발전 탈락(Generation Shedding)량 결정 및 감도 계산에 의한 탈락 대상 발전기 선정에 대한 연구.
- 과도 안정도 측면에서의 OPF를 통한 경제적인 제어 방법에 대한 연구.

참 고 문 헌

- [1] Taekyoo Oh, Hakman Kim, Changmoo Kim, Hyeunkeun Rju, "Stabilizing scheme application for improving power system security in Korea", Power Engineering Society Winter Meeting, IEEE, Page(s): 90 -93 vol.1, 2000
- [2] CIGRE Task Force 38-02-13, 'New Trend and Requirement for Dynamic Security Assessment', 1997
- [3] 이종석, 양정대, 이병준, 권세혁, 남해곤, 추진부, 윤상현, 박병철, "온라인 과도안정도 판정을 위한 고속 스크리닝 알고리즘 개발", 대한전기학회, 2001년 5월호
- [4] D. Ernst, D. Ruiz-Vega, M. Pavella, P. Hirsch, D. Sobajic, "A Unified Approach to Transient Stability Contingency Filtering, Ranking and Assessment", Power Systems, IEEE Transactions on, Page(s): 435 -443, Volume: 16 Issue: 3 , Aug. 2001
- [5] M. Pavella, "Transient Stability of Power Systems", Kluwer Academic Publishers, 2000[1] A. Ghosh, S. Devadas, K. Keutzer and J. White, "Estimation of Average Switching Activity in Combinational and Sequential Circuits," ACM/IEE Design Automation Conf., pp. 253-259, 1992.

저 자 소 개

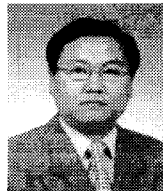


이 증 석 (李 種 碩)

1969년 5월 29일생. 1995년 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기·전자·전파공학부 석사과정졸업(석사). 1997년~현재 동 대학원 전기·전자·전파공학부 박사과정.

Tel : (02) 3290-3675

E-mail : windwing@elec.korea.ac.kr



이 병 준 (李 炳 駿)

1961년 7월 16일생. 1987년 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 미국 Iowa State Univ. 전기공학과 졸업(석사), 1994년 동 대학원 졸업(공박). 1994년~1995년 Iowa State Univ. Post Doc. 1995년~1996년 일본 미쯔비시 전기 근무. 현재 고려대학교 전기·전자·전파공학부 부교수.

Tel : (02) 3290-3242,

Fax : (02) 921-1325/0544

E-mail : leeb@elec.korea.ac.kr



권 세 혁 (權 世 赫)

1949년 5월 14일생. 1974년 서울대 공대 공업교육과(전기전공) 졸업. 1976년 서울대 교육대학원 공업교육과 졸업(석사). 1980년 미국 Iowa State Univ. 졸업(석사). 1984년 미국 Iowa State Univ. 졸업(공박). 현재 고려대학교 전기·전자·전파공학부 교수.

Tel : (02) 3290-3220,

Fax : (02) 921-1325/0544

E-mail : shkwon@elec.korea.ac.kr



최 선 규 (崔 璇 奎)

1973년 9월 26일생. 2000년 고려대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 동 대학원 전기·전자·전파공학부 석사과정졸업(석사). 2002년~현재 한국수력원자력(주) 근무.

Tel : (02) 3290-3675

E-mail : skchoi@elec.korea.ac.kr



남 해 곤 (南海鯤)

1950년 10월 16일생. 1975년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1980년 Univ. of Houston 졸업(석사). 1986년 Univ. of Texas at Austin 졸업(공학). 1975년~1978년 한국 원자력 건설부 근무. 1986년~1988년 한국전기연구소 근무. 현재 전남대 공대 전기공학과 교수

Tel : (062) 530-1745, Fax : (062) 530-1749

E-mail : hknam@chonnam.chonnam.ac.kr



추 진 부 (秋鎭夫)

1950년 1월 7일생. 1977년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1994년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 한전 전력연구원 전력계통 안정화 그룹 수석 연구원

Tel : 042-865-5833,

Fax : 042-865-5844



전 등 훈 (田東勳)

1966년 12월 11일생. 1991년 홍익대 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 충남대 전기공학과 박사과정 수료. 1994년~현재 한전 전력연구원 선임연구원

Tel : 042-865-5833, Fax : 042-865-5844

E-Mail : dhjeon@kepri.re.kr