

동적전압붕괴에 대한 외란의 영향평가 및 제어기기 적용 효과 분석

論 文

49A-1-2

The Analysis and Evaluation of the Disturbances and Controller Effects to Power System Dynamic Voltage Stability Design and Control

李 根 準*

(Keun-Joon Lee)

Abstract - This paper presents various processes of dynamic voltage collapse which is initiated by various power system disturbances, and the impacts of dynamic voltage controllers. According to the analysis results, the composition of induction motors with short time constants affects the voltage collapse strongly. Also, it is proved that the addition of fast acting reactive compensation devices, such as SVC, at high reactive loss sensitivity($\partial Q_{loss}/\partial P_L$) buses could be one of the best countermeasure to escape the voltage collapse.

Key Words : Voltage collapse, Dynamic voltage stability, Controller effects, reactive loss sensitivity

1. 서 론

전압붕괴에 의한 전력계통의 대규모 정전은 오늘의 전력 계통계획 및 운용에 있어 최대의 관심사항이 되고 있다 [1,2,3]. 우리 나라와 같이 송전계통이 다중 환상 루프화 되어있는 계통은 전력의 용통이 자유로운 대신 국부지역의 사고가 대규모로 파급될 수 있는 가능성이 있으며, 빠른 속도로 진전되는 위상각 안정도 문제보다는 비교적 느린 속도로 확산되는 전압불안정에 대한 우려가 크다.

전압안정도 문제는 발전기, 송전시스템, 부하의 무효전력 수급 불균형에 의해 발생함은 잘 알려진 사실이지만[2], 이들의 동적 특성은 계통의 특성과 각 제어기의 복잡한 상호 작용에 의해 결정되므로 모의 및 그 분석이 용이하지 않으며, 따라서 전압붕괴에 대한 대책 수립도 많은 어려움이 있었다.

본 논문에서는 전력계통에 발생하는 각종 외란(단순부하 증가, 선로탈락, 조상설비정지, 발전기 정지)들에 의한 전압 붕괴 발생 메커니즘을 모의함으로써 외란에 의한 계통의 무효전력 수급상황의 변화와 전압붕괴의 진전과정을 밝혔으며, 전압붕괴를 제어하기 위해 투입되는 각종 제어기기(SVC, OLTC) 효과를 분석하였다. 그 결과 전압붕괴 방지를 위한 대책으로 최대무효전력손실감도지표($\partial Q_{loss}/\partial P_L$)를 갖는 모선에 응답 속도가 높은 SVC를 투입하면 신속한 SVC의 제어에 의해 계통이 전압붕괴로 진전되는 것을 방지할 수 있음을 보였다.

2. 전압안전성 해석기법

본 논문에서 제시하고자 하는 전압안정도 모의기법은 준 동적 전압안정도 해석기법[4]에 의하였다. 해석방법은 기본적으로 부하가 증가하는 상황에서 계통요소의 탈락이 미치는 영향을 고려하도록 하였다. 계통의 전압불안정 상태를 정량적으로 평가하기 위하여 무효전력손실감도지표를 전압 안전성 평가지표로 활용하였다. 또한 모델계통에서 어떤 기간동안 부하증가가 지속되는 경우 이를 추적하면서 전압안정도를 평가, 제어할 수 있도록 알고리즘과 프로그램을 개발하여 사용하였다.

2.1 전압안전성 평가지표[4]

전압붕괴현상이 계통손실의 급격한 증가에 기인한다는 데 착안하여 유효 및 무효전력 손실감도를 전압안전성 평가지표로 상용하였다.

주어진 전력계통에서 무효전력 손실 최소화 모형은

$$\text{최소화 : } Q_{LOSS}(P_L, Q_L, V, \theta)$$

$$\text{제 약 : } P(V, \theta) = P^{SPEC} \quad (1)$$

$$Q(V, \theta) = Q^{SPEC}$$

라그랑제 함수 L은

$$L = Q_{LOSS}(V, \theta) + \lambda_P \{P(V, \theta) - P^{SPEC}\} + \lambda_Q \{Q(V, \theta) - Q^{SPEC}\} \quad (2)$$

로 표현되며, 이를 만족하는 라그랑제 승수 $[\lambda_P, \lambda_Q]^T$ 는 식(3)으로 주어진다.

* 正 會 員 : 沃川大學 電氣科 教授 · 工博

接受日字 : 1999年 4月 6日

最終完了 : 1999年 12月 1日

$$\begin{bmatrix} \lambda_P \\ \lambda_Q \end{bmatrix} = -J^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_{LOSS}}{\partial \theta} \\ \frac{\partial Q_{LOSS}}{\partial V} \end{bmatrix} \quad (3)$$

단 J 는 자코비안 행렬로 다음과 같다.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \theta} & \frac{\partial P}{\partial V} \\ \frac{\partial Q}{\partial \theta} & \frac{\partial Q}{\partial V} \end{bmatrix} \quad (4)$$

이 라그랑제 승수 λ_P, λ_Q 는 최적화 문제에서는 유효, 무효전력의 편차에 대한 무효손실의 증분을 나타내는 co-state 벡터로서 무효전력 손실감도계수와 일치하며, 이것의 최대값을 취하면 미소부하변동에서 가장 큰 무효전력손실이 발생하는 모선을 찾아낼 수 있으므로 전압붕괴 근접도 지표 (VCPI : Voltage Collapse Proximity Indicator)로 정의하고 전압안정성 평가지표로 활용한다.

2.2 전압안정도 해석 알고리즘

전압안정도 해석 알고리즘은 그림 1과 같다. 이 중 ①~⑥은 계통의 조류계산과 VCPI를 계산하는 부분으로 정상상태 계통이 전압붕괴에 근접해 있는 정도를 나타내는 정적 해석 모듈이다. ⑧, ⑨는 시스템의 동적 특성 추적과 안정성 여부를

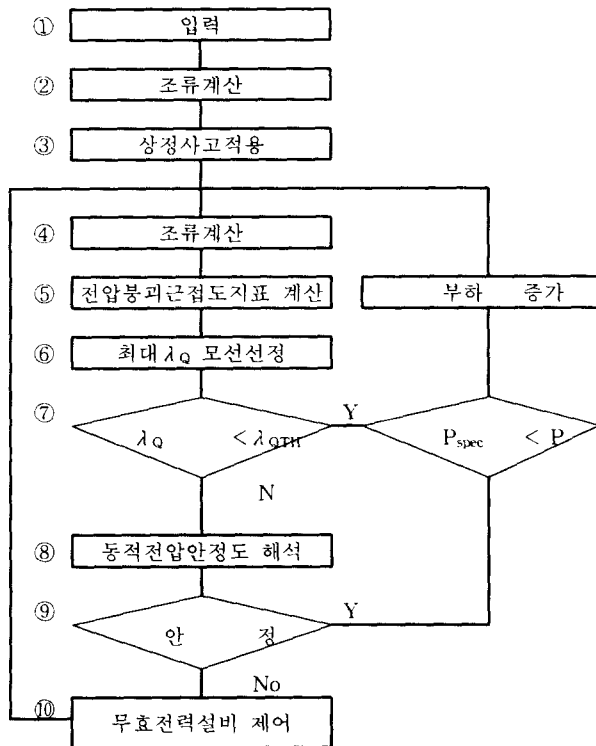


그림 1 전압안정도 해석알고리즘
Fig. 1 Algorithm for voltage stability analysis

를 판단하는 동적 해석 모듈이다. 해석결과 동적 전압 불안정이 발생한 경우 ⑩에서는 부하차단, 커패시터의 투입, SVC의 운전등 무효전력설비 제어를 통하여 전압붕괴를 방지하기 위한 일정 수준의 계통 안전성 제어를 하는데 이 부분을 제어모듈이라 한다.

3. 모형계통 해석

계통외란이 전압붕괴에 주는 영향을 검토하기 위하여 IEEE 14모선 모형계통(그림 2)을 활용하였다.

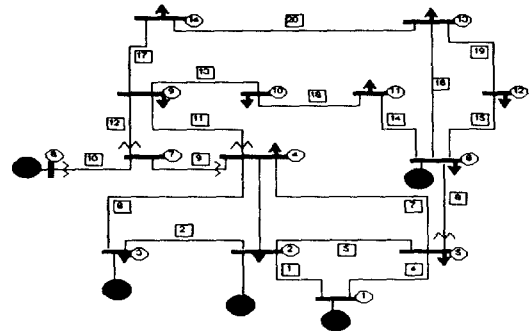


그림 2 IEEE 14 모선 모형계통
Fig. 2 IEEE-14 bus system

3.1 입력 데이터

3.1.1 조류계산 입력 데이터

표 1 (a) 14모선 모의계통 모션데이터
Table 1 (a) Bus data or sample system

모선	ID	V[p.u]	θ	P_g [MW]	Q_g [MVar]	P_D [MW]	Q_D [MVar]	C_p [MVar]
1	1	1.0500	0.000	96.6	3.8	0.00	0.0	0.00
2	2	1.0400	-1.800	60.0	34.1	21.7	12.7	0.00
3	2	1.0100	-5.000	70.0	35.0	94.2	19.0	0.00
4	3	1.0020	-4.800	0.0	0.0	47.8	25.0	0.00
5	3	1.0120	-4.400	0.0	0.0	27.6	11.6	0.00
6	2	1.0400	-6.400	80.0	54.7	11.2	7.5	0.00
7	3	1.0180	-5.200	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
8	2	1.0400	0.500	60.0	16.1	0.00	0.0	0.00
9	3	1.0040	-9.100	0.0	0.0	40.0	25.0	19.0
10	3	0.9870	-10.50	0.0	0.0	40.0	15.0	10.0
11	3	0.9890	-9.400	0.0	0.0	23.5	11.8	0.00
12	3	0.9890	-8.500	0.0	0.0	26.1	11.6	0.00
13	3	1.0060	-8.000	0.0	0.0	13.5	5.8	0.00
14	3	0.9930	-9.900	0.0	0.0	14.9	5.0	0.00

표 1 (b) 발전력 상하한치

Table 1 (b) Generation upper and lower limits

모선	P_{Gmax} [MW]	P_{Gmin} [MW]	Q_{Gmax} [MVar]	Q_{Gmin} [MVar]
1	90.0	0.0000	100.0	-20.0
2	80.0	0.0000	60.0	-10.0
3	90.0	0.0000	70.0	-10.0
6	100.0	0.0000	80.0	-10.0
8	80.0	0.0000	40.0	-10.0

표 1 (c) 선로데이터

Table 1 (c) Line data

선로	From	To	R [p.u.]	X[p.u.]	Tap	Yc[p.u.]
1	1	2	0.0194	0.0592	0000	0.0528
2	2	3	0.0470	0.1980	0000	0.0438
3	2	4	0.0581	0.1763	0000	0.0374
4	1	5	0.0540	0.2230	0000	0.0492
5	2	5	0.0570	0.1739	0000	0.0340
6	3	4	0.0670	0.1710	0000	0.0346
7	4	5	0.0134	0.0421	0000	0.0128
8	5	6	0.0000	0.2520	1.0000	0.0000
9	4	7	0.0000	0.2091	0.9750	0.0000
10	7	8	0.0000	0.1762	1.0000	0.0000
11	4	9	0.0000	0.5562	0.9625	0.0000
12	7	9	0.0000	0.1100	1.0000	0.0000
13	9	10	0.0319	0.0845	0000	0.0000
14	6	11	0.0950	0.1989	0000	0.0000
15	6	12	0.1229	0.2558	0000	0.0000
16	6	13	0.0662	0.1303	0000	0.0000
17	9	14	0.1271	0.2704	0000	0.0000
18	10	11	0.0820	0.1921	0000	0.0000
19	12	13	0.2209	0.1999	0000	0.0000
20	13	14	0.1709	0.3480	0000	0.0000

표 1 (d) 유도전동기 데이터

Table 1 (d) Induction motor data

모선번호	유도기 [%]	슬립	시정수 [sec]	역률	모선번호	유도기 [%]	슬립	시정수 [sec]	역률
2	70	0.02	1.0	0.90	10	70	0.02	1.0	0.95
3	90	0.05	0.5	0.90	11	70	0.02	1.0	0.95
4	70	0.05	1.0	0.95	12	70	0.02	1.0	0.95
5	70	0.02	1.0	0.90	13	70	0.02	1.0	0.90
6	70	0.02	1.0	0.90	14	80	0.04	1.0	0.90
+9	80	0.02	0.5	0.90					

표 1 (e) OLTC 데이터

Table 1 (e) OLTC data

모선번호	시정수 [sec]	상한값[pu]	하한값 [pu]	기준전압
4	0.10	1.1	0.9	1.0
10	0.10	1.1	0.9	1.0
11	0.10	1.1	0.9	1.0

표 1 (f) SVC 데이터

Table 1 (f) SVC data

모선번호	시정수 [sec]	상한값[pu]	하한값 [pu]	기준전압
4	0.05	1.0	0.0	1.0
9	0.05	0.5	0.0	1.0
10	0.05	0.5	0.0	1.0

3.2 해석결과

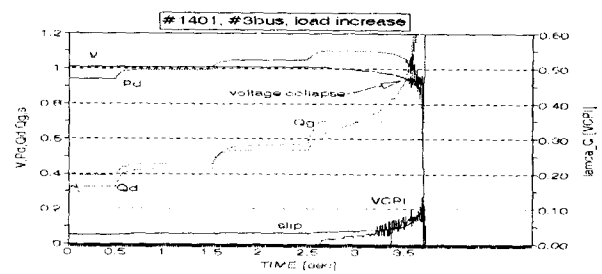
본 사례 연구에서는 외란 및 제어계의 동작에 따른 동적 전압 안정성을 모의하였다. 전압불안정이 초래될 경우 SVC, OLTC 등을 투입하여 전압불안정을 제어할 수 있는지를 검토하였다. 모의조건으로는 기본 외란으로서 계통 각 모선의 부하가 매 단계당 5[%]씩 균등히 증가하는 것으로 하였다. 관측 모선으로는 ③, ⑨, ⑩모선을 선택하였다.

3.2.1 단순 모선부하 증가시

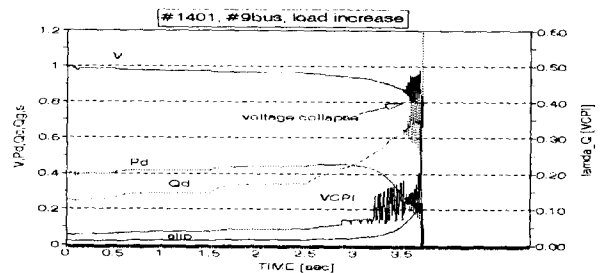
표 2 모선부하 증가시 전압붕괴특성 요약

Table 2 Voltage collapse behaviours of load increasing case

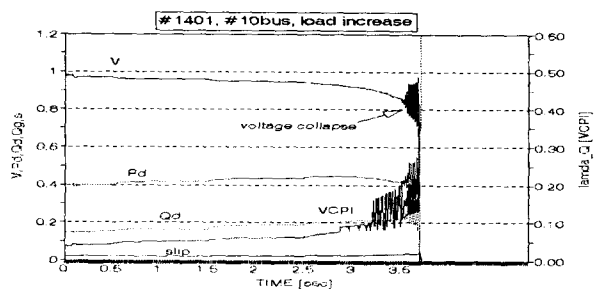
외란종류	전압붕괴 진전과정			최대VC PI 및 최저전압	주붕괴원인
	붕괴부하수준	발전기 무효한계 도달순서	붕괴현상 및 진전속도		
부하증가 5%/step	1.20배	②③⑥⑧	⑧ 발전기 한계 도달 시 발산	#10모선 (0.25/0.86)	⑧모선 유도기 무효전력 급증 (유도기점유율 90%, 시정수 0.5sec)



(a) ③ 모선
(a) ③ bus



(b) ⑨ 모선
(b) ⑨ bus



(c) ⑩ 모선
(c) ⑩ bus

그림 3 모선부하 증가시 전압붕괴특성

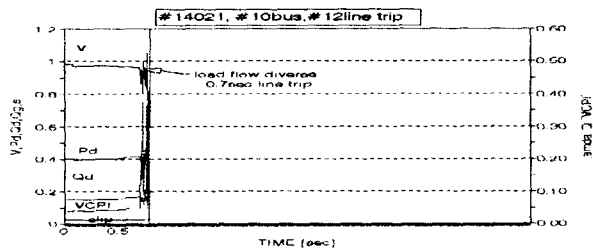
Fig. 3 Voltage collapse behaviour of load increasing case

3.2.2 부하증가시 선로가 탈락한 경우

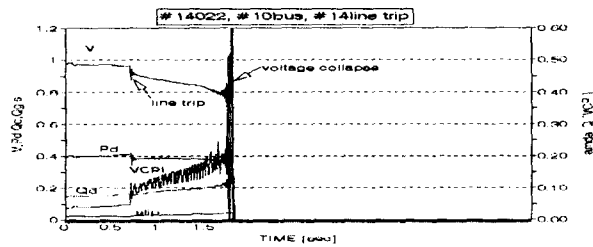
표 3 선로탈락시 전압붕괴 특성분석

Table 3 Voltage collapse behaviours of line tripped case

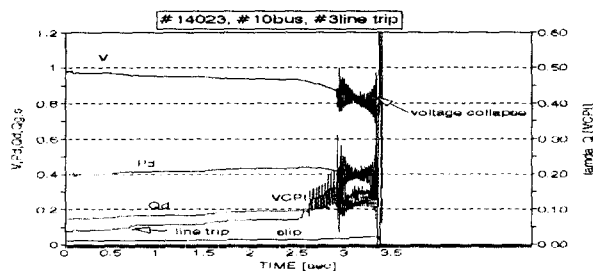
선로탈락 부하증가 (5%/step)	전압붕괴 진전과정			최대VCPI 및 최저전압	주붕괴원인
	붕괴 부하 수준	발전기 무효한계도달 순서	붕괴현상 및 진전속도		
#12 open (63+j14)	1.05배	⑥	⑥발전기 한계도달 선전속도 (0.2초)	#10모선 (0.25/0.91)	부하지역 공급 양계통전원중 1축선로 차단, 선로손실 비율 증가
#14 open (33+j12)	1.10배	②⑧	⑧한계도달, 모선 전압저하 (1.1초)	#10모선 (0.18/0.79)	1. ⑨모선 유도기 슬립(무효전력) 증가, 사정수 0.5초, 유도기 비율 80% 2. #3 선로탈락시 전기적 거리증가가 #14보다 적음.
#3 open (35+j9)	1.15배	③⑥⑧②	②한계도달, 점진적 전압저하 (0.8초)	#10모선 (0.22/0.83)	



(a) #12 선로 탈락시 (⑩ 모선)
(a) #12 line trip case (⑩ bus)



(b) #14선로 탈락시 (⑩ 모선)
(b) #14 line trip case (⑩ busf)



(c) #3 선로 탈락시 (⑩ 모선)
(c) #3 line trip case (⑩ bus)

그림 4 선로탈락시 전압붕괴특성

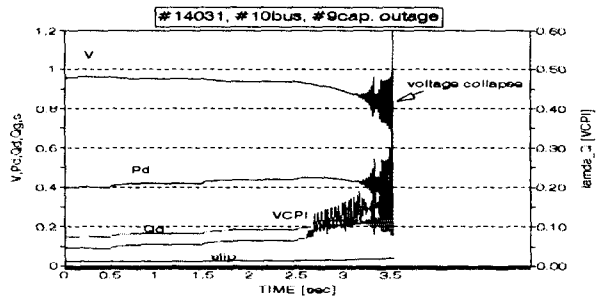
Fig. 4 Voltage collapse behaviours of line tripped case

3.2.3 조상설비 정지

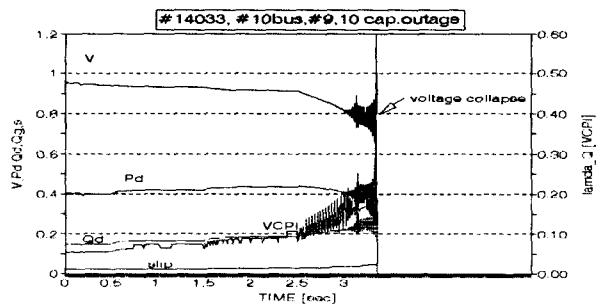
표 4 조상설비 정지시 전압응동특성

Table 4 Voltage behaviours in case of reactive compensation failure

조상설비 정지 부하증가 (5%/step)	전압붕괴 진전과정			최대VCPI 및 최저전압	주붕괴원인
	붕괴 부하 수준	발전기 무효한계도달 순서	붕괴현상 및 진전속도		
⑨콘덴서 운휴 (j19)	1.15 배	⑥⑧③	③발전기 한계도달, 점진적발산 (0.7초)	#10모선 (0.21/0.86)	③⑨모선의 저사정수 유도기 stalling, 발전기 무효출력한계도달
⑨⑩ 콘덴서 운휴 (j29)	1.15 배	③⑥③	⑧한계도달, 빠른전압 저하(0.5초)	#10모선 (0.3/0.82)	⑨커패시터 탈락 및 ⑧발전기 예비력 부족(j0.1)으로 지역무효전력 수급 불안정



(a) ⑨ 모선 커패시터 정지시
(a) capacitor stopped in #⑨ bus



(b) ⑨, ⑩ 모선 커패시터 정지시
(b) ⑨, ⑩ bus capacitor stopped

그림 5 조상설비 정지시 전압붕괴특성

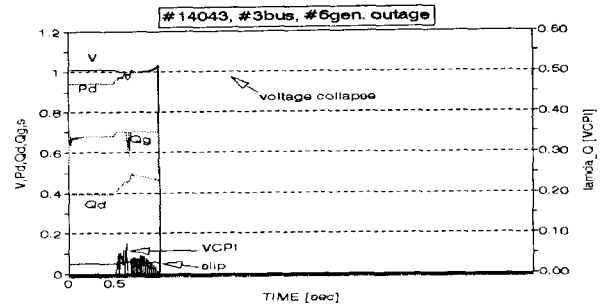
Fig. 5 Voltage collapse behaviour in case of reactive compensation failure

3.2.4 발전기 탈락

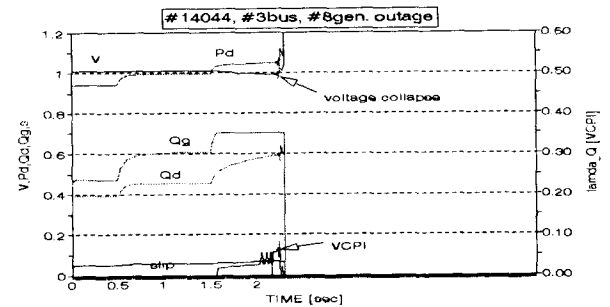
표 5 발전기 탈락시 전압응동특성

Table 5 Voltage behaviours in case of generator trip

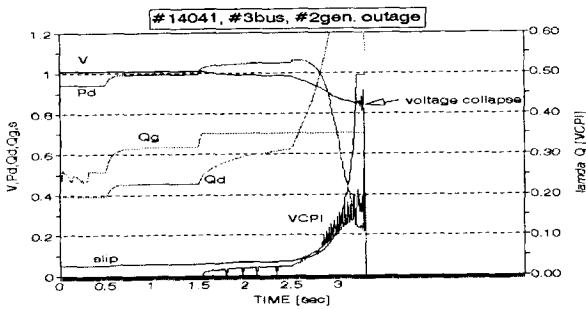
발전기 탈락 부하증가 [5%/step]	전압붕괴 진전과정			최대VCPI 및 최저전압	주붕괴원인
	붕괴 부하 수준	발전기무효한계도 달성서	붕괴현상 및 진전속도		
②발전기 운휴 (60+j34)	1.15배	③⑥⑧	③VCPI급증, 모터 stall	#10모선 (0.18/0.89) ③모선 (0.16/0.86)	②발전기 운휴, 무효예비력부족 ③발전기무효한계 도달과 빠른 시정수의 모터부하로 인한 무효전력수요 급증
③발전기 운휴(70+j35)	1.05배	②⑧⑥	⑥빠른 무효한계도달, ③모터stall (1초)	#10모선 (0.17/0.90)	③발전기 운휴, 무효예비력 부족 빠른시정수의 모터부하로 인한 무효전력 급증
⑥발전기 운휴(80+j54)	1.05배	②③⑧ 초기에 거의무효한계도달	계통전반적 일시 붕괴 (0.5초)	#10모선 (0.19/0.87)	부하지역전원 탈락으로 초기 전압 저하(V/VCPI : 0.9/0.09) 무효예비력 부족
⑧발전기 운휴(60+j16)	1.10배	②③⑥ ②는 초기부터 한계치	수정계어 가능한 전압에서 일시붕괴	#10모선 (0.22/0.92)	부하지역전원탈락 ⑥발전기 무효예비력이 상대적으로 큼(j0.27), 붕괴지연



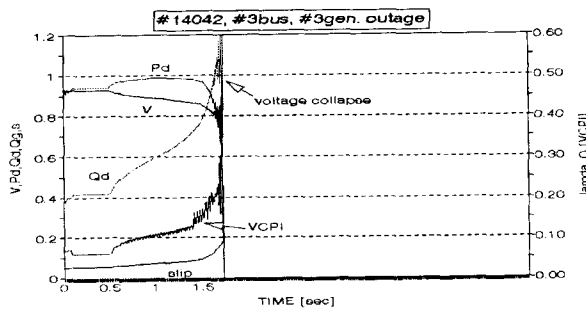
(c) #6발전기 탈락시 ③모선 전압특성
(c) ③ bus voltage behaviour in case of #6 generator trip



(d) #8발전기 탈락시 ③모선 전압특성
(d) ③ bus voltage behaviour in case of #8 generator trip



(a) #2 발전기 탈락시 ③ 모선 전압특성
(a) ③ bus voltage behaviour in case of #2 generator trip



(b) #3발전기 탈락시 ③모선 전압특성
(b) ③ bus voltage behaviour in case of #3 generator trip

그림 6 운전중인 발전기 탈락시 전압붕괴특성
Fig. 6 Voltage collapse behaviours in case of generator trip

3.2.5 SVC 보상시

SVC의 보상이 전압안정도 개선에 미치는 효과를 모의하고자 VCPI가 크고 부하중심지인 ⑩, ⑨, ④모선에 각각 50, 50, 100[MVA]를 투입하고 효과를 측정하였다. 결과는 표 6과 같다.

표 6 SVC 보상에 의한 전압안정도 개선효과
Table 6 Effect of SVC compensation to increase voltage stability

외란종류	전압붕괴 진전과정		최대VCPI 및 최저전압	개선효과
	붕괴 부하 수준	붕괴 현상 및 진전속도		
자연부하 증가 SVC 보상후 (j200) 효과	1.15/ 1.20 배	모터슬립 증가에 의한 점진적 붕괴	1.15배부하 #10모선 (0.25/0.86) ↓ (0.05/1.02)	1. ③모터 stall 방지 (1.15배 부하시) 2. ③⑨모선모터 stall 3. 일시적stall무효전력을 SVC에서 공급, 전체과급 방지및 건급 제어 시간확보

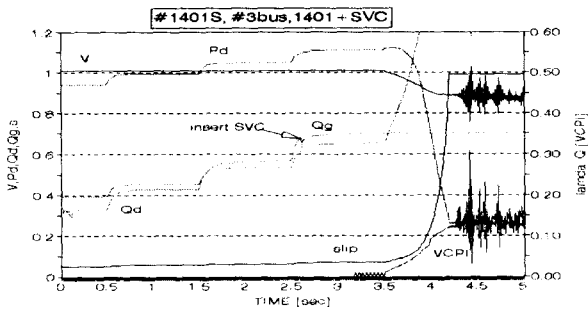


그림 7 부하 증가시 SVC에 의한 전압보상효과 (③모선)
 Fig. 7 SVC compensation effects in case of load increase (③ bus)

3.2.6 OLTC 운전효과

OLTC 운전이 동적 전압안정도에 주는 영향을 모의하였다. 모의조건은 BASE CASE의 1.15배 부하에서 ④, ⑩, ⑪ 모선에 투입하는 것으로 하였다.

⑩모선에서 관측한 결과 OLTC의 투입에 의하여 모선부하전력은 증가하고 이에 따른 전압붕괴는 가속화됨을 볼 수 있었다

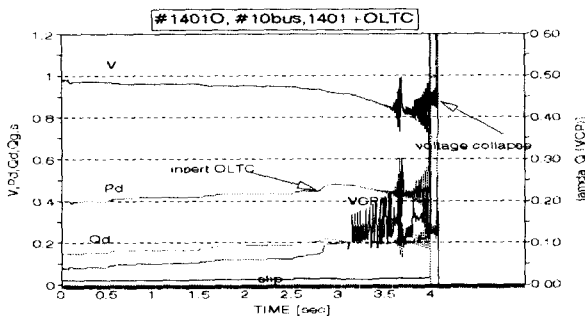


그림 8 OLTC 운전이 전압안정도에 주는 영향
 Fig. 8 OLTC operation effect to voltage stability

3.2.7 발전기 탈락시 SVC보상에 의한 전압안정화

본 CASE는 발전기 탈락시 전압이 붕괴되는 경우 SVC에 의해 전압붕괴의 제어가 가능함을 보여준다. 앞의 CASE #14041(그림 6(a))에서는 1.15배의 부하전력에서 전압붕괴가 발생하였지만, 본 사례에서는 응답시정수가 0.05초인 SVC를 VCPI가 큰 순서대로 ⑩(0.12), ⑨(0.10), ④(0.06)모선에 각각 50[MVar], 50[MVar], 100[MVar]를 투입, 운전한 결과 부하전력이 1.15배로 증가한 경우 전압붕괴가 발생하지 않음을 확인할 수 있었다. 각 모선의 전압도 0.9[pu]이상을 유지하였으며, VCPI도 안정화됨을 볼 수 있다. 부하전력이 1.2배로 되면, 유도전동기가 stall하면서 전압붕괴가 발생하는데 이는 SVC의 무효전력 공급한계를 초과하였기 때문으로 분석된다. 따라서 적정 용량의 SVC와 stalling 전동기에 대한 부하차단을 병용한 전압붕괴방지대책이 필요하며, SVC는 경제적, 환경적인 문제 때문에 발전력의 기동정지가 심한 지역에서 전압붕괴 방지를 위한 긴급제어에 필요한 여유시간을 주는데 유효하게 적용될 수 있다.

표 7 SVC에 의한 전압안정화 효과

Table 7 Voltage stabilizing effect by SVC

외란종류	전압붕괴 진전과정		최대VCPI 및 최저전압	개선효과
	붕괴부하수준	붕괴현상 및 진전속도		
②발전기 탈락시 SVC 보상 후 (j200) 개선 효과	1.15/1.20배	1. ③모터 stall하나 ⑨모터는 stall안함 2. 국부적 붕괴가 전체 붕괴로 진전되는 시간 지연	1.15배부하 #10모선 (0.25/0.86) ↓ (0.05/1.02)	1. ③모터 stall 방지(1.15배 부하시) - 보상전 ③⑥⑧발전기 무효한계도달(1.15배) - 보상후 모터stall에도 계통전압 안전유지 2. 일시적 stall 무효전력을 SVC에서 공급, 전압회복 방지 및 긴급제어를 위한 시간확보

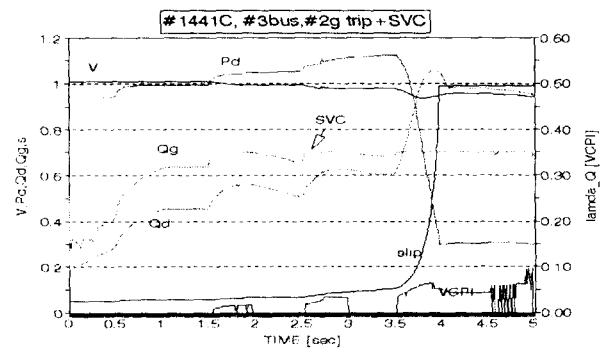


그림 9 중요 발전기 탈락시 SVC에 의한 전압붕괴 저지 효과 (③모선)

Fig. 9 Voltage stabilizing effect by SVC in case of voltage collapse due to key generator trip

4. 결론

전력계통상 발생하는 선로차단, 발전기 탈락, 부하 증가 등의 다양한 외란에 대한 전압붕괴 매커니즘을 해석하기 위하여 동적 전압안정도 해석프로그램과 모형계통을 사용하여 여러 가지 상정사고를 적용, 전압 붕괴의 진전과정을 해석해 보았다. 또한, 부하 및 전압제어장치의 동특성이 동적 전압안정도에 주는 영향을 분석해 보았다. 그 결과 다음의 결론을 얻었다.

- 1) 관성정수가 낮은 유도전동기 부하의 비율이 높을수록 외란에 의한 무효전력 수급불안정성이 높아 전압붕괴로 이어질 가능성이 크므로 속응성 있는 무효예비력이 필요하다.
- 2) 전압붕괴를 저지하기 위한 순동 무효예비력은 부하의 전압-무효전력특성, 예상되는 최악의 상정사고, 기존의 지역적 무효예비력 특성 및 모의에 따른 각종 오차들을 고려하여 최소한의 수준을 유지하여야 한다.
- 3) 빠른 응답특성과 과도용량이 큰 SVC 또는 동기조상기를 사용하면 전압붕괴를 방지 또는 지연시키는데 유효하다는 것을 동적 모의를 통해 입증하였다.
- 4) 계통의 전압붕괴 근접도지표로서 무효전력손실감도($\partial Q_{loss}/\partial PL$)를 사용한 결과 전압불안정 근접상태를 예측할 수 있으며, 이를 통한 무효전력 보상장치를 제어함으로써 전압붕괴 방지를 위한 안전성 제어가 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] K.Takahashi and Y.Nomura, "The Power System Failure on July 23, 1987 in Tokyo", Report to CIGRE Study Committee 37, Montreal, September 22-25, 1987.
- [2] W.R.Sachs and D.Sutanto, "Different Types of Voltage Instability", IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 9, No. 2, pp.1126-1134, May 1994.
- [3] P.Ndwick, A.F.Mistr, Jr., and E.B.Croasdale, "Reactive Management: A key to Survival in the 1990's", IEEE Transaction on Power Systems, Vol.10, No.2, pp.1036-1043, May 1995.
- [4] 이근준, 김용배, 김건중 "계통안전성 제어를 고려한 동적전압안정도에 관한 연구", 대한전기학회 논문집 44-9-3, pp.1133-1140, 1995. 9
- [5] Carson W.Taylor, "Criteria and Countermeasures for Voltage Collapse", CIGRE Task Force 38.02.12, International Conference on Large High Voltage Electric Systems, Preprint, June 1995
- [6] Carson W. Taylor, "Power System Voltage Stability", EPRI, McGraw-Hill, 1994

저 자 소 개



이 근 준 (李 根 準)

1957년 9월 4일생 1981년 울산대 전기공학과 졸업. 1985년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 울산대 전기공학과 졸업(공학박사). 1976-1998 한전전력연구원 선임연구원, 1988-89 미국 텍사스대학 에너지시스템 연구소 연구원, 현재 옥천대학 전기과

교수, 주요관심분야는 전력계통안정도, FACTS

Tel : 0475-730-6320

E-mail : gjlee@red.occ.ac.kr