

무효전력 여유변화를 이용한 전압안정성 취약지역 선정

조운현\* 서상수\* 이병준\* 김태균\*\* 추진부\*  
 \*고려대학교 전력시스템기술연구센터 \*\*한전 전력연구원

A Method of Vulnerable Area Selection for Voltage Stability  
 Using the Variation Rate of Reactive Power Margin

Yoonhyun Cho\* Sangsoo Seo\* Byongjun Lee\* Tae-Kyun Kim\*\* Jin Boo Choo\*\*  
 \*School of Electrical Engineering, Korea University \*APSRC \*\*KEPRI

**Abstract** - A voltage stability assessment consists of the contingency screening, voltage stability analysis, and counter measures. A widely used index for the voltage stability assessment of power system is the reactive power margin. It shows some factors of voluntariness as following the status of power system and load levels for the target analyzing area. Therefore, it has a demerit that the absolute amounts of reactive power margin is not to be applied by the quantized margin criterion. This paper selects a vulnerable area by assigning the voltage instability for the particular contingency for the selection of vulnerable area in the respect of the investigation of reactive power margin or VQVI as an index of V-Q margin sensitivity in order to overcome the demerit. This will be able to grasp the V-Q margin sensitivity for the target analyzing area by presenting the ratio of power margin between the margin before and after contingency as following the calculation of reactive power margin. The presented method is applied to the voltage stability assessment for the Metropolitan area of 2003 KEPCO summer peak system.

1. 서 론

최근의 전력계통은 송전전력의 증대, 송전 거리의 장거리화 등의 이유로 계통의 운전조건이 점차 운영 한계에 접근하고 있다. 이는 전기에너지를 수송하는 전력계통 송전망을 복잡화시키며, 송전망에서 중대 사고가 초래될 개연성이 과거보다 높아짐을 의미한다. 이렇게 전력계통의 규모가 커지고 복잡할수록 전압안정도(voltage stability)에 의한 계통붕괴(system collapse) 및 국지적인 전압안정성이 더 큰 문제로 등장하게 되었다. 계통의 전압안정도를 평가하고 안정성을 향상 시킬 수 있는 방안을 마련하는 것은 계통의 안전한 운영을 위해 매우 중요한 일이라고 할 수 있다.

계통의 전압안정도를 평가하기 위하여 널리 사용되어지는 지수(Index)로는 유효전력 여유(Active power margin)와 무효전력 여유(Reactive power margin)가 있다. 이 중 무효전력 여유는 해석대상 지역의 국지적인 무효전력을 검토하여 전압안정도 관점에서의 취약지역을 선정할 수 있지만 계통의 상해나 해석지역의 부하수준에 의하여 변동하는 등의 임의성이 심한 요소를 가지고 있다. 따라서 무효전력 여유의 절대량만으로는 정량화된 여유기준(margin criterion)을 적용할 수 없다는 단점이 있다.

본 논문에서는 위와 같은 단점을 극복하기 위한 방안으로 무효전력 여유 검토에 의한 전압안정도 측면에서의 취약지역 선정시, 특정 사고에 대한 전압불안정성(voltage instability) 혹은 V-Q margin sensitivity를 나타내는 지표로서 VQVI(V-Q margin Vulnerability Index)를 제시하여 취약지역을 선정한다. 이는 상정사고 전과 상정사고 후의 무효전력 여유를 계산한 다음 사고 전의 여유에 대한 사고후의 여유를 비율로 나타냄으로써 사고에 대한 특정 지역의 V-Q margin sensitivity를 파악할 수 있다. 즉, 사고전 무효전력 전체량에 대한 사고후 변화량의 크기를 살펴봄으로써 취약지역을 선정하는 방안이다.

본 논문에서는 VQVI에 의한 취약지역 선정 방법을 전압안정도 평가에 적용시킨 결과를 제시하였고, 제시된 방법을 사용하여 실제 계통의 전압안정성을 평가하였다. 또

한, 무효전력 여유 절대량의 기준에 의한 취약지역 선정 방식과의 비교, 검토를 통한 사례연구를 수행하여 VQVI를 사용한 방식의 유용성을 확인하였다. 사례연구에 적용되는 모델계통은 한전 테스트 계통으로써, 이는 전압안정도 측면에서 보다 심각한(severe) 상황을 모의하기 위하여, 2003년 한전 하계 운영 계통의 전체부하를 5% 증가시킨 것이다.

2. VQVI(V-Q margin Vulnerability Index)

사고후 각 모선에 대한 무효전력 여유를 검토하여 특정 절대량 이하의 여유를 갖는 모선을 취약모선으로 선정하는 방식은 국부적으로 무효전력의 불균형을 갖는 모선의 존재 여부를 확인할 수 있다. 하지만 이러한 방식은 개별 지역의 부하수준의 차이를 고려하지 않고 단순히 무효전력 여유의 절대량만 가지고 판단하기 때문에, 특정 여유량 보다 적으면 취약지역으로 선정되고 특정 여유량 보다 많으면 취약지역 선정시 제외되는 단편적인 방식이며, 사고전(pre-contingency)과 사고후(post-contingency)의 여유량의 차이가 반영되지 않으므로 정량화된 취약지역 선정의 방식으로 사용되기에는 문제점이 있다. 절대량의 기준에 의한 취약성 판단과 사고전/후 여유변화를 고려한 취약성 판단의 차이점을 확인해 보면 다음 그림과 같다.

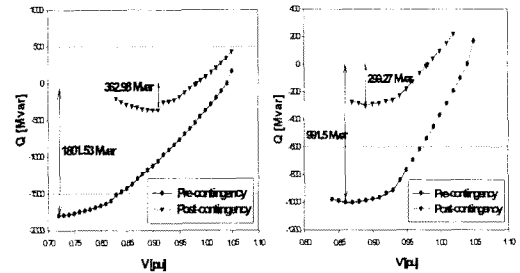


그림 1. A모선의 V-Q곡선

그림 2. B모선의 V-Q곡선

그림 1과 2는 A모선과 B모선 각각에 대한 상정사고 전/후의 V-Q곡선을 나타내고 있다. A모선의 경우 사고전 무효전력 여유가 1801.53Mvar이고 사고후의 무효전력 여유는 362.98Mvar이다. 상정사고 전과 후의 여유량의 차이는 1438.55Mvar이며, 사고전/후의 변화를 비율로 나타내면 사고전을 Base로 하여 362.98Mvar/1801.53Mvar=0.2로 계산된다. 사고전에 비해서 사고후의 여유량이 80% 감소되는 비율로 나타나고 있다. 다음으로 B모선을 살펴보면 사고전의 여유량이 991.5Mvar이고 사고후의 여유량은 299.27Mvar이므로 차이는 692.23Mvar이며 사고전을 Base로 한 비율은 299.27Mvar/991.5Mvar=0.3으로 계산되어 사고전에 비해서 70% 감소되었음을 확인할 수 있다. 모선A와 모선B의 사고전에 대한 사고후의 비율은 각각 0.2, 0.3으로써 상정사고시 모선 A의 무효전력 여유가 모선B에 비하여 현저하게 줄어들었음을 알 수 있다. 그림에 제시된 두경우만 놓고 보았을 때 사고후 여유의

절대량을 비교하여 취약성(Vulnerability)을 판별한다면 B모선의 여유가 A모선의 여유보다 작으므로 B모선이 취약한 모선이 된다. 하지만 사고전/후의 여유변화율을 고려한다면 A모선의 무효전력 여유 변화가 크므로 A모선이 B모선에 비해서 사고에 대한 취약성을 나타내는 모선이다. 사고후 여유의 절대량만으로는 사고에 대한 sensitivity를 파악할 수 없기 때문에, 사고전/후의 차이를 반영한 취약성을 나타내는 방법이 더 Accuracy한 방법이 된다. 위에서 설명한 바와같이 상정사고 전/후의 무효전력 여유량의 변화를 비율로 나타내어 사고에 대한 심각성을 판별하는데 적용될 수 있는 지표로써 VQVI (V-Q margin Vulnerability Index)를 정의화 하면 다음과 같다.

$$VQVI = \frac{\text{post-contingency reactive power margin}}{\text{pre-contingency reactive power margin}}$$

### 3. VQVI에 의한 전압안정성 검토

본 장에서는 몇가지 간단한 데이터를 제시하여 VQVI에 의한 전압 안정성을 검토한다. 2003년 하계 peak 계통의 유효전력 해석결과 5% 여유기준을 만족하지 않는 심각한 상정사고로 결정된 양주 - 서인천, 신인천 - 신시흥 선로루트사고와 5%이상의 충분한 여유기준을 나타내어 심각한 사고로 결정되지 않은 신시흥 - 신성남, 서서울 - 청양 사고시의 VQVI계산 결과를 표 1에 나타내었다. 심각한 상정사고로 결정된 양주 - 서인천, 신인천 - 신시흥 사고시의 VQVI값을 Ranking 10위 까지 검토해보면 표에 제시된 바와같이 0.039~0.207 정도로 매우 낮게 나타나고 있다. 반면에 표 1에서 확인할 수 있는 바와같이 사고후 유효전력 여유기준 5%의 충분한 여유를 가지고 있는 사고들의 VQVI 수치는 0.414~0.853 정도로 심각한 사고들에 비해서 매우 높게 나타나는 것을 볼수있다. 이는 사고의 심각성이 큰 만큼 사고후의 무효전력 여유량의 감소가 뚜렷하다는 것을 말해준다. 표 1의 데이터를 보면 2003년 하계 peak 계통의 선로 상정사고들 중에서 유효전력 여유기준 5%를 만족하지 않는 사고들에서만 0.2이하의 VQVI값이 다수의 모선에서 나타나게 되는데 이러한 정보를 바탕으로 심각한 사고를 결정하는 VQVI의 기준을 0.2로 설정할 수 있다.

표 1. 4가지 상정사고시의 VQVI

양주 - 서인천	신인천 - 신시흥	신시흥 - 신성남	서서울 - 청양
순위 VQVI	순위 VQVI	순위 VQVI	순위 VQVI
1 0.125	1 0.039	1 0.697	1 0.414
2 0.140	2 0.073	2 0.807	2 0.633
3 0.163	3 0.106	3 0.820	3 0.654
4 0.199	4 0.120	4 0.835	4 0.662
5 0.200	5 0.129	5 0.839	5 0.668
6 0.201	6 0.157	6 0.843	6 0.668
7 0.201	7 0.158	7 0.844	7 0.676
8 0.203	8 0.165	8 0.852	8 0.681
9 0.206	9 0.175	9 0.853	9 0.697
10 0.207	10 0.180	10 0.853	10 0.703

표 2에서는 양주 - 서인천, 신안성 - 신서산 선로사고시의 VQVI Ranking 상위 100개 모선의 지역별 분포를 보여주고 있다. 양주 - 서인천 사고의 경우 Area 1에 취약한 모선이 집중적으로 나타나고 있으며, 신안성 - 신서산 사고의 경우 5개 Area에 걸쳐 고르게 분포되어 있음을 알수 있다. 양주 - 서인천 사고와 같이 1 ~ 2개 지역에 집중적으로 영향을 미치는 사고를 Area-wide affecting contingency 이라고하고, 신안성 - 신서산 사고와 같이 여러 지역에 고루 영향을 미치는 사고를 System-wide affecting contingency라 한다. VQVI 순위 상위에 Rank된 모선들의 지역별 분포를 파악함으로써 해당 상정사고가 계통 내에서 얼마나 넓게 영향을 미치는지의 척도로 사용될 수 있다.

표 2. VQVI Ranking 상위 100개 모선의 지역별 분포

상정사고 Area	양주 - 서인천	신안성 - 신서산
1	79	11
2	16	42
3	4	20
4	1	14
5	0	13
합계	100	100

### 4. VQVI를 적용한 전압안정도 평가 절차

VQVI를 적용한 전압안정도 평가 절차는 그림 3과 같다. 전압안정도 평가기준이 마련되면 모의 대상이 되는 상정사고 SET을 선정하여 P-V곡선을 통한 유효전력 여유계산을 하게된다. 다음으로 여유기준을 만족시키지 않는 심각한 상정사고를 결정한다. 여기까지의 절차가 전압안정도 평가 절차의 첫번째 단계인 상정사고 스크리닝의 과정이다. 이후 본 논문에서 제시한 VQVI를 적용한 절차를 수행하게 되는데, 이 단계에서는 상정사고전의 무효전력 여유(Reactive power margin)와 상정사고후의 무효전력 여유를 계산하여 VQVI를 구하고 전압안정도 측면에서의 취약지역을 결정하게 된다. 마지막으로 취약한 지역을 대상으로 Switched shunt 투입에 의해 무효전력을 보상함으로써 대책방안을 수립하여 절차를 마무리 한다.

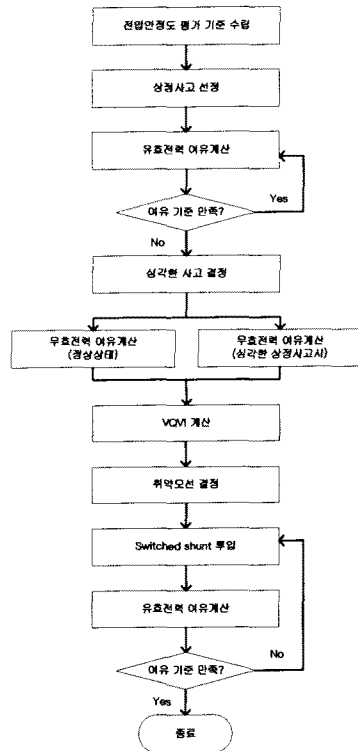


그림 3. VQVI를 적용한 전압안정도 평가 절차

### 5. 사례연구

본 사례연구에서는 부하를 5% 증가시킨 2003년 한전 하계 peak 계통을 대상으로 그림 3에 나타난 절차에 의해서 전압안정도를 평가함으로써 VQVI를 적용한 평가절차의 신뢰성을 보인다. 또한, 무효전력 여유 절대량의 기준에 의한 취약지역 선정 방식과 비교, 검토하여 VQVI를 적용한 방식의 유용성을 확인한다.

### 5.1 상정사고 스크리닝(Contingency screening)

본 사례연구에서 고려된 상정사고는 2003년 한전 계통의 수도권 지역 중요 고전선에 연결된 선로의 전체 탈락으로 수도권 지역 환상망 루프와 복상 용통신로 등을 포함한 345kV, 765kV 선로 상정사고로써 총 35개의 선로 루트 사고가 고려되었다. 위 사고에 대하여 수도권지역 부하증가, 비수도권지역 발전증가 시나리오로 P-V해석을 수행하여 WSCC에 의해서 제시된 5%여유기준을 만족하지 않는 사고를 심각한 상정사고로 결정하였다.

사례 계통의 초기 수도권 부하는 20686.4MW이며, 이의 5%는 1034.32MW에 해당한다. 유효전력 여유해석 결과 총 19개의 상정사고가 수도권 지역 부하증가, 비수도권지역 발전증가 시나리오에서 여유기준을 만족하지 않는 심각한 상정사고로 결정되었다. 이 중에서 양주 - 의정부 선로 루트사고를 대상으로 취약지역을 선정하여 전압안정도를 평가 하였다. 양주 - 의정부 사고의 유효전력 여유는 450MW로써 %여유는 2.18%이다.

### 5.2 취약지역 선정

먼저 사고전 정상상태의 각 모선별 무효전력 여유를 구하고, 심각한 사고로 결정된 상정사고시의 무효전력 여유를 구한후, 사고전과 사고후의 무효전력 여유의 변화를 나타내는 VQVI (V-Q margin Vulnerability Index)를 계산하여 VQVI의 값이 낮은 값을 나타내는 모선의 순서대로 Ranking을 정해 취약모선을 결정하였다. 양주 - 의정부 사고에 대한 VQVI를 적용한 취약모선 순위와 무효전력 여유의 절대량에 의한 취약모선을 표 3에 나타내었다. 여기서 선정된 40개의 취약모선은 5%의 전압안정도 여유를 만족하지 않는 심각한 사고에 대한 대책방안으로서 무효전력 보상 제어를 수행하게 되는 지역이다.

표 3. 양주 - 의정부 사고시의 취약모선

VQVI에 의한 순위					절대량에 의한 순위				
순위	Name	시2전 여유	사고후 여유	VQI	순위	Name	사고후 여유		
1	춘천154	470.5	116.08	0.247	1	양양154	111.74		
2	의정부345	1443.67	505.83	0.35	2	춘천154	116.08		
3	금오154	1138.56	445.47	0.391	3	이천154	185.92		
4	의정부154	1169.82	478.61	0.409	4	횡계154	231.07		
5	미금345	1321.61	544.2	0.412	5	원주154	231.77		
6	송주154	1057.25	449.19	0.421	6	용문154	239.19		
7	도봉D154	1051.44	445.56	0.424	7	강릉154	241.78		
8	상동345	1281.09	546.32	0.426	8	가평154	269.32		
9	상동154	1071.4	467.27	0.436	9	남원주154	270.67		
10	취정154	1056.01	464.61	0.44	10	문막154	271.93		
11	상계154	911.87	403.84	0.443	11	억동154	274.43		
12	신양154	1048.35	468.48	0.447	12	인제154	283.4		
13	노원154	1041.9	466.23	0.447	13	간성154	289.2		
14	홍암154	1042.26	466.53	0.448	14	철원154	307.5		
15	중계154	1025.96	461.15	0.449	15	전곡154	309.75		
16	군자154	1054.13	474.48	0.45	16	속초154	315.78		
17	신내154	1063.44	478.8	0.45	17	상남154	316.61		
18	안암154	1073.1	483.64	0.451	18	남춘천154	325.43		
19	미금D154	1051.48	474.8	0.452	19	문천154	334.35		
20	미금154	1051.48	474.8	0.452	20	여주154	343.96		
21	환남D154	1037.84	469.69	0.453	21	운남154	363.15		
22	마장154	1054.79	478.03	0.453	22	동두천154	371.73		
23	한남154	1002.9	455.59	0.454	23	홍농154	375.92		
24	홍인154	1032.34	470.03	0.455	24	보천154	380.28		
25	동서울154	1143.13	524.7	0.456	25	평강154	385.31		
26	덕소154	960.71	442.42	0.461	26	수서154	389.93		
27	순배154	984.2	454.18	0.461	27	안인154	395.56		
28	한저154	1002.47	466.17	0.465	28	영동154	396.4		
29	창동154	886.19	412.47	0.465	29	남경154	398.64		
30	동서울D345	1399.92	652.17	0.466	30	강곡154	399.15		
31	동서울345	1400.29	652.63	0.466	31	상계154	403.84		
32	강릉154	1077.04	503.06	0.467	32	경동154	412.47		
33	취정154	1003.23	468.97	0.467	33	평당154	414.63		
34	백암D154	1003.23	468.97	0.467	34	악동154	417.52		
35	중양154	975.7	456.41	0.468	35	전점154	423.67		
36	구리154	1037.72	485.86	0.468	36	홍천154	424.22		
37	평창D154	957.88	458.19	0.479	37	평해154	431.18		
38	송남154	1040.04	505.99	0.487	38	조월154	441.72		
39	상선154	1079.32	528.21	0.489	39	덕소154	442.42		
40	신동154	1062.38	521.42	0.491	40	성남D154	442.56		

### 5.3 조상설비(Switched shunt) 투입에 의한 대책방안

WSCC 기준에 해당하는 5% 유효전력 여유를 갖도록 하는 대책방안을 수립한다. 대책방안으로는 Switched shunt에 의한 무효전력 투입 계획을 고려하였으며 이를 통하여 여유 기준을 만족하도록 수립되었다. 무효전력 투입을 위한 모선의 위치는 표 3에서 제시된 VQVI를 통하여 결정된 취약 모선의 정보로부터 얻을 수 있다. 이들 취약 모선 중에서 기존의 Switched shunt capacitor가 투입되어 있는 모선을 먼저 선택하여 무효전력을 투입한다. 또한 조상설비 투입에 있어 중요한 점은 투입 대상이 되는 모선이 P-V 곡선의 꼭지점에서 낮은 전압을 가지고 있어야 하며 투입을 해 나가면서 꼭지점에서 낮은 전압을 나타내고 있는 지를 확인하여 100Mvar씩 순차적으로 투입을 한다. 무효전력투입 후 유효전력 여유가 5% 이상의 값을 갖게 되면 투입을 중지한다. 무효전력 투입 과정에서 한 모선에 대한 투입량은 100Mvar를 넘지 않도록 한다.

#### (1) VQVI에 의해 선정된 취약모선에 투입한 경우

수도권 부하증가, 비수도권 발전증가 시나리오에서 양주 - 의정부 사고의 유효전력 여유는 2.18%의 여유를 나타낸다. 양주 - 의정부 사고에 대한 무효전력 투입은 VQVI에 의해 선정된 40개의 투입 대상모선 중에서 표 4에 나타난 바와 같이-상계, 금오, 의정부-3개의 모선에 총 300 Mvar가 투입이 된 후 5.22%의 유효전력 여유를 갖게 된다. 이때의 유효전력 여유는 1080.01MW이다. 그림 4에서 양주 - 의정부 사고시 300 Mvar 투입 후 P-V곡선을 나타내고 있다. P-V곡선은 동서울345 모선에서 작성된 곡선이다. P-V곡선의 21300MW 부근에서 전압이 급격히 증가하는 이유는 인근 모선인 화양, 수서, 덕소, 야탑 등의 모선에서 Switched shunt capacitor가 다량 투입되기 때문이다.

표 4. VQVI에 의해 선정된 취약모선별 무효전력 투입량(300Mvar)

Bus Name	무효전력 투입량
상계 154	100Mvar
금오 154	100Mvar
의정부 154	100Mvar
총 투입량	300Mvar
P-V 마진	1080.01MW
% 마진	5.22%

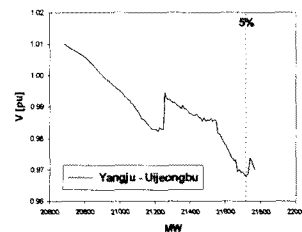


그림 4. VQVI에 의해 선정된 취약모선별 무효전력 투입후 P-V곡선(300Mvar)

#### (2) 무효전력 여유의 절대량에 의해 선정된 취약모선에 투입한 경우

무효전력 여유의 절대량의 판단 기준에 의해 선정된 40개의 취약모선중 -가평, 동두천, 포천-3개의 모선에 300Mvar를 투입한 경우 P-V마진은 710MW 로써 3.43%의 여유를 나타내었다. 이는 여유기준을 만족하지 않는 수치이다. 투입량을 늘려 표 6과 같이 총5개의 모선에 500Mvar를 투입한 경우 P-V마진은 1069.99MW가 되어 WSCC기준을 만족하는 5.17%의 여유를 나타내게 된다. 표 5와 그림 5는 300Mvar를 투입했을 때의 지역별 투입량과 P-V곡선을 나타낸다.

표 5. 무효전력여유 절대량 기준에 의해 선정된 취약모선별 무효전력 투입량(300Mvar)

Bus Name	무효전력 투입량
가평 154	100Mvar
동두천 154	100Mvar
포천 154	100Mvar
총 투입량	300Mvar
P-V마진	710MW
%마진	3.43%

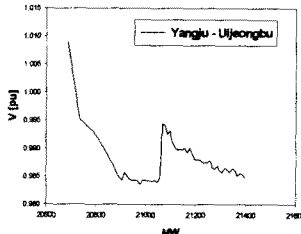


그림 5. 무효전력여유 절대량 기준에 의해 선정된 취약모선별 무효전력 투입후 P-V곡선(300Mvar)

표 6. 무효전력여유 절대량 기준에 의해 선정된 취약모선별 무효전력 투입량(500Mvar)

Bus Name	무효전력 투입량
가평 154	100Mvar
동두천 154	100Mvar
포천 154	100Mvar
상계 154	100Mvar
덕소 154	100Mvar
총 투입량	500Mvar
P-V마진	1069.99MW
%마진	5.17%

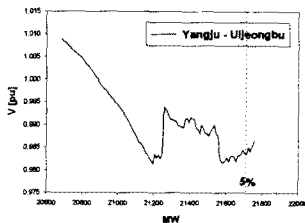


그림 6. 무효전력여유 절대량 기준에 의해 선정된 취약모선별 무효전력 투입후 P-V곡선(500Mvar)

심각한 상정사고시 유효전력 여유기준을 만족시키기 위한 무효전력 투입 계획에 있어 VQVI에 의해 선정된 취약지역에 300Mvar 투입으로 기준을 만족시킨 반면 절대량에 의한 취약지역에는 500Mvar를 투입하여 여유기준 5%를 만족시킬 수 있었다. 이는 상정사고에 대해서 무효전력 측면에서 취약한 지역에 효율적으로 무효전력이 투입되기 때문이며, 적은 투입량으로도 여유기준을 만족할 수 있는 VQVI를 사용한 방법의 유용성을 확인할 수 있다.

표 7은 VQVI에 의해서 선정된 취약모선에 300Mvar의 무효전력을 투입할 경우 40개의 대상모선중 6곳에 50Mvar씩 순차적으로 투입했을때의 여유를 나타내고 있다. 표 4와 비교했을때 같은 투입 총량이지만 여유가 적은 것을 확인할 수 있다. 이는 취약성이 심각한 소수의 모선에 다량의 무효전력을 투입하는 것이 더 효과적임을 말해준다.

표 7. VQVI에 의해 선정된 취약모선중 6개의 모선에 50Mvar씩 투입한 경우

Bus Name	무효전력 투입량
상계 154	50Mvar
금오 154	50Mvar
의정부 154	50Mvar
순화 154	50Mvar
화양154	50Mvar
미금154	50Mvar
총 투입량	300Mvar
P-V 마진	1069MW
% 마진	5.16%

## 6. 결 론

본 연구의 목적은 상정사고 전/후의 무효전력 여유 변화량을 나타내는 VQVI(V-Q margin Vulnerability Index)에 의해서 취약지역을 선정하는 것이며, VQVI에 의한 취약모선 선정 과정을 전압안정도 평가(VSA)절차에 적용시켜 실제 계통의 전압안정도 평가를 수행하기 위한 것이다. 무효전력 여유 절대량만으로는 정량화된 여유기준을 적용할 수 없는 단점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 무효전력 여유 검토에 의한 전압안정도 측면에서의 취약지역 선정시, 특정 사고에 대한 전압불안정성을 나타내는 지표로서 VQVI를 제시하여 취약지역을 선정하였다. 또한, VQVI의 검토에 의한 취약지역 선정지역에 Switched shunt capacitor를 투입하여 심각한 상정사고의 유효전력 여유를 만족 시킴으로써 전압안정도 평가가 성공적으로 수행되었다. 기존의 절대량의 기준에 의한 취약지역 선정 방식과 비교해 보았을 때 적은 무효전력 투입량으로도 여유기준을 만족할수 있어 제시된 방안의 신뢰성을 확인하였다. 우리나라 계통은 수도권 지역에 전 부하의 40% 이상의 부하가 집중되어 있고 대규모 발전 플랜트는 수도권 이외의 지역에 위치하고 있어, 밀집된 수도권 부하를 위하여 많은 양의 유효전력이 수도권으로부터 멀리 떨어진 발전소로부터 공급되고 있다. 이와 같은 장거리 송전에 의하여 송전계통에서 많은 무효전력 손실이 발생되어 무효전력 수급과 밀접한 관련을 갖는 전압안정도 문제에 영향을 미치고 있다. 따라서 계통 운영 시 전압안정도 유지를 고려한 수도권 지역의 계통 운영이 요구된다. 무효전력 수급과 밀접한 관련을 갖는 전압안정도 측면에서 송전계통의 고장으로 인한 파급 효과와 관련된 충분한 연구가 필요하다.

## 감사의 글

본 연구는 전력산업기반기금의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

## [참 고 문 헌]

- [1] P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994.
- [2] IEEE/PES Power System Stability Subcommittee, "Voltage stability assessment, procedures and guides," IEEE Report Final Draft, 2000.
- [3] "Voltage stability criteria, undervoltage load shedding strategy, and reactive power reserve monitoring methodology," WSCC Final Report, May 1998.
- [4] T. Van Cutsem, "A method to compute reactive power margins with respect to voltage collapse," IEEE Trans. Power Systems, vol. 6, no. 1, Feb. 1991, pp. 145-156.
- [5] B. Gao, G. K. Morison and P. Kundur, "Towards the development of a systematic approach for voltage stability assessment of large-scale power systems," IEEE Trans. Power Systems, vol. 11, no. 3, Aug. 1996, pp. 1314-1324.
- [6] B. Lee, H. Song, S. Kim, S.-H. Kwon, G. Jang and V. Ajarapu, "A study on determination of interface flow limits in the KEPCO system using the modified continuation power flow(MCPF)," IEEE Trans. Power Systems, vol. 17, no. 3, Aug. 2002, pp. 557-564.
- [7] 우리나라 전력계통에서의 여러가지 사고현상별 취약개소 도출 및 해소 방안 연구, 최종보고서, 한국전력거래소, 2002. 12.