

## 인천지역 발전설비 집중 현상과 순동무효전력설비(SVC) 설치효과 분석

김호표\* 이종순\* 한경남\* 김재훈\*  
\* 한전 계통계획실

### A Study on the Concentration of Generation in In-Chun area and the Effect of SVC Installation

H.P.Kim\* J.S.Lee\* K.N.Han\* J.H.Kim\*  
\* KEPCO

**Abstract** - 투자에 비해 자본회수 기간이 길고 설비건설에 많은 자본과 장기간이 소요되는 전력산업은 미래의 전력수요 성장에 대한 정확한 예측과 합리적인 설비계획 수립을 통한 설비확충이 매우 중요하다. 우리나라는 지리적 특수성으로 인하여 독립된 형태의 전력계통으로 구성되어 있어 타 국가와 전력용동이 불가능해 자급자족을 위한 충분한 전력공급능력 확보가 필요하다. 전력수요는 서울·인천·경기도의 수도권에 43%(2005년 최대수요기준)가 집중되어 있고 발전소는 중·남부에 편재되어 있어 지역간 전력수급불균형의 문제가 크다. 특히, 비수도권에서 유입되는 복상조류가 수도권 전력수요의 약 50%(2005년 최대수요기준)를 담당하고 있다. 또한 현재 수도권의 경우, 인천지역에 발전설비가 집중되어 있으며 이러한 인천지역 집중 현상은 수도권 발전설비 유인 정책에 따라 미래에 보다 더 가속화 될 것으로 예상되어, 또 다른 어려움을 야기 시키고 있다. 따라서 이러한 문제점에 대한 분석 및 대책을 검토하였다.

#### 1. 서 론

현재 수도권지역의 전력계통 특성을 다음과 같이 표현할 수 있다.  
 ○ 수요대비 발전설비의 절대 부족 (특히 수도권 내부 및 북부)  
 ○ 인천서해 지역에 발전설비 과다 집중 및 현상 지속 예상  
 ○ 신규 송전선로 건설 여건 매우 어려움  
 ○ 초고압계통 다중 환상망 구성 및 지중선로 집중에 따른 고장전류 한계치 초과로 계통운용의 곤란  
 따라서, 수도권의 발전설비 부족 문제점을 해소하기 위하여 수도권으로의 발전소 건설을 적극적으로 유도하려는 다양한 노력이 이루어지고 있다. 그러나 이러한 노력은 신규 발전설비가 인천지역에 또 다시 집중되는 현상을 야기 시키고 있어, 정확한 현상 파악과 적절한 대책이 시급한 편이다.  
 본 논문에서는 수도권 특정지역으로의 발전설비 집중에 따른 문제점을 상세 분석하고, 이에 대한 대책의 일환으로 순동무효전력보상설비(SVC : Static VarCompensator)의 설치 및 계통에 미치는 영향을 검토하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 인천지역 전력수급 전망

###### 2.1.1 발전설비 현황 및 전망

발전소	발전설비 용량			비고	
	2006년	2010년	2015년		
발전설비 (G)	서인천복합	180만 kW	180만 kW	180만 kW	
	신인천복합	180만 kW	180만 kW	180만 kW	
	인천복합	45만 kW	95만 kW	165만 kW	*의향조사
	인천화력	115만 kW	50만 kW	-	
	한화복합	180만 kW	180만 kW	180만 kW	
	신규(A)	-	100만 kW	200만 kW	
	신규(B)	-	-	300만 kW	*의향조사
	영종화력(C)	160만 kW	320만 kW	580만 kW	
합계	860만 kW	1,105만kW	1,785만kW		

☆(의향조사) : 제3차 전력수급기본계획 수립 관련 발전설비 건설의향조사 결과(현재 미확정), 신규 또는 증가 예상 발전설비

###### 2.1.2 전력수요 전망

구분	최대수요		
	2006년	2010년	2015년
수요(D)	530만 kW	570만 kW	665만 kW
*용통전력량(G-D)	330만 kW	535만 kW	1,120만 kW

☆(용통전력량) : 송전선로를 통하여 인천지역에서 타 지역(수도권 내부)으로 용통되는 송전전력을 의미

##### 2.1.3 수급 분석

○ 인천지역 발전력 과잉으로 지역간 용통선로 신규 건설 필요

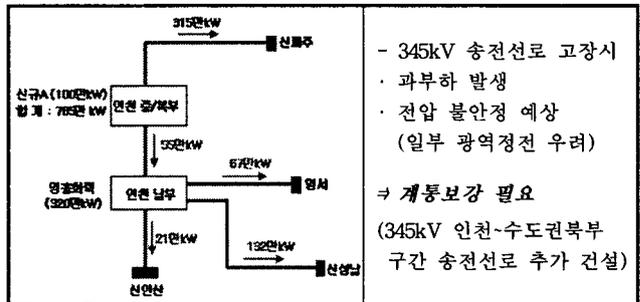
연도	용통전력	계통 여건	투자비용
2006년	330만kW	큰 문제점 없음	-
2010년	535만kW	345kV 인천-수도권북부 T/L 건설 필요	3,400억
		수도권지역 고장전류 초과, 대책수립 곤란	
2015년	1,120만kW	345kV 인천-수도권남부 T/L 건설 필요	3,100억
		수도권지역 고장전류 초과, 대책수립 곤란	

○ 인천남부지역으로의 송전선로는 영종화력 및 복상조류의 영향으로 인천 북부지역으로 전력조류 편중

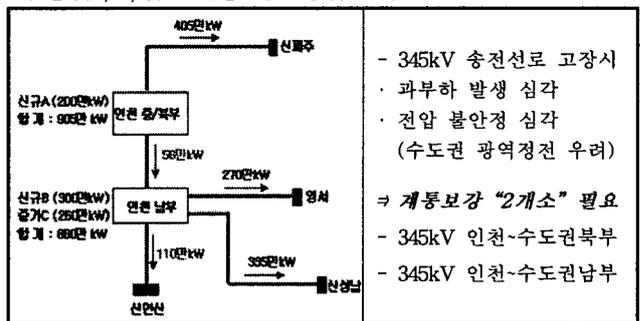
##### 2.2 인천지역 발전설비 집중 문제점 분석

###### 2.2.1 전력조류 분석

1) 신규(A) 발전설비 건설시(2010년)



2) 신규(A, B, 및 C) 발전설비 건설시(2015년)



###### 3) 중요 고려사항

- 345kV 송전선로 건설 기간 장기간 소요 : 최소 10년 이상
- 투자비용 과다 : 약 6,500억원(개략산출, 2개 송전선로)
- 계통보강에 따른 고장전류 급증에 대한 별도 대책 수립 필요

###### 2.2.2 고장전류 분석

1) 고장전류 초과 개소

발전설비 지역	용량	초과 모선 (개소)	
		345kV	154kV
인천북부	100만kW	· 50kA 초과 : 6 · 40kA 초과 : 3	· 50kA 초과 : 5
	200만kW	· 63kA 초과 : 2 · 50kA 초과 : 4 · 40kA 초과 : 4	· 50kA 초과 : 5

2) 중요 고려사항

- 345kV 63kA, 154kV 50kA 초과 개소 대책 수립 곤란
  - 기기(차단기) 미 개발
- 차단기 교체 비용 과다 : 최소 2,000억 이상
- 모선분리 곤란 : 분리 개소 과다, 계통신뢰도 저하 우려

2.3 향후 대책(안) 검토

2.3.1 중·장기적 대책

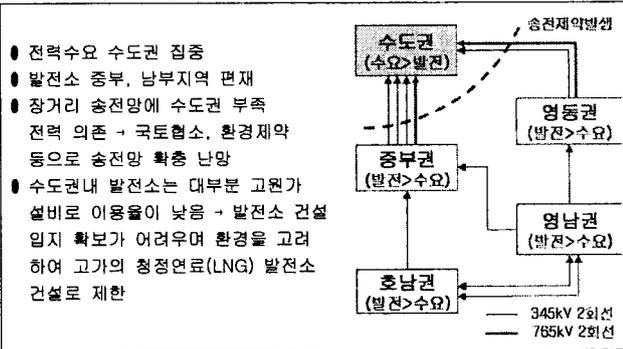
- 수도권 북부지역으로 발전소 건설 적극 유도
- 수도권 초고압계통 재구성(2중 분리 환상망 등)
- 상위 정격 차단기 개발(345kV 80kA, 154kV 60kA 등)

2.3.2 단·중기적 대책

- 고 임피던스 변압기 적용 및 적정 계통분리 운전 등 고려
- 순동무효전력보상장치(SVC : Static Var Compensator) 설치
  - 인천지역 용통전력 증가 (수도권 북부지역 SVC 설치)
  - 송전계약 일부 해소에 따른 혼잡비용 절감

2.4 순동무효전력설비(SVC)설치 및 효과 분석

2.4.1 송전계약 발생 배경



2.4.2 선로별 혼잡비용 검토 조건

1) 검토대상

345kV 신파주, 양주, 신인천변전소 각각의 모선을 시뮬레이션 대상으로 선정하였으며 연도별('08,'10,'13,'17년도) 및 부하대별(Peak대비 100, 90, 80, 70, 60%) 계통Case를 기준으로 검토하였다. 또한 상정고장으로는 6개의 주요 혼잡비용 유발선로의 루트고장을 고려하였다.

2) 전제조건

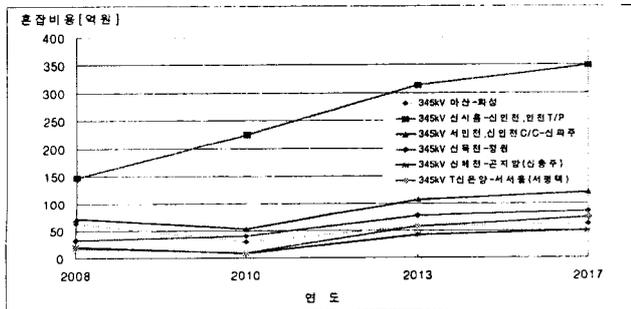
발전연료비 산정은 기설분의 경우 2005년도 1~7월 평균단가를 적용하였고 계획분은 발전원별 유사용량의 가장 저렴한 발전연료비를 근거로 하였다. 상정고장시 전압하한치는 0.925PU 이상을 기준으로 검토하였다.

3) 주요 송전선로별 혼잡비용 발생

상정고장 (송전선로)	혼잡비용(억원)			
	2008	2010	2013	2017
345kV 아산-화성 T/L 2회선	63	29	57	62
345kV 신시흥-신인천 T/L 2회선	147	225	313	349
345kV 서인천C/C-신파주 T/L 1회선	72	53	107	121
345kV 신인천C/C-신파주 T/L 1회선				
345kV 신옥천-청원 T/L 2회선	32	40	77	86
345kV 신재천-곤지암(신충주) 2회선	19	8	42	50
345kV 신은양-서서울(서평택) 2회선	18	9	57	74

○ 연도별 혼잡비용 변동추이

- 인천지역 용통선로 2회선 상정고장시 혼잡비용 최대발생
- 2010년 이후 기저발전력(원자력) 증가로 인해 혼잡비용 증가
- ☞ 제2차 전력수급기본계획에 따른 발전설비 계획 기준참고



2.4.3 SVC 설치 후보지 선정 및 설비규모

1) 후보지역 SVC설치효과 분석(후보지 선정)

설치 장소		혼잡비용(억)			투자경비(억)		이득 비용(억)
		현재회	보강시	절감액	'08년 현재	'08년 현재 (12.8%)	
신파주 S/S	'08년	189	137	52	52	19.2	32.8
	'10년	237	110	127	111	19.2	94.2
	'13년	332	133	199	142	19.2	128.3
	'17년	379	217	162	88	19.2	77.6
양주 S/S	'08년	189	139	50	50	19.2	30.8
	'10년	237	112	125	109	19.2	92.2
	'13년	332	139	193	138	19.2	124.3
	'17년	379	220	159	86	19.2	75.6
신인천 S/S	'08년	189	158	31	31	19.2	11.8
	'10년	237	138	99	86	19.2	69.2
	'13년	332	145	187	133	19.2	119.3
	'17년	379	256	123	67	19.2	56.6

☞ SVC 200Mvar×1 설치기준, SVC 투자비용(150억/200Mvar)

2) 345kV 신파주변전소 SVC 설치규모에 따른 경제적 효과검토

SVC용량(Mvar)	SVC용량(Mvar)					
	100	150	200	250	300	
혼잡비용 절감액 (억원)	2008	30 (19)	39 (24)	52 (33)	60 (37)	63 (36)
	2010	85 (64)	105 (79)	127 (94)	133 (96)	138 (98)
	2013	120 (78)	157 (101)	199 (128)	216 (137)	224 (140)
	2017	112 (55)	136 (66)	162 (78)	170 (80)	179 (82)

☞ ( ): 혼잡비용 절감액과 투자경비 차이, 고정비(12.8%), '08년 현재 기준

2.4.4 검토 결과 분석

- 345kV 신파주변전소에 SVC를 설치하는 것이 가장 유리함
- 설치 용량은 200Mvar 정도가 가장 효과적임

2.4.5 신파주변전소 SVC 설치에 따른 인천지역 용통전력 검토

- 인천지역에서 수도권 북부지역으로 약 600MW 정도의 용통전력 증가 가능
- SVC 설치용량 증가에 따라 용통전력 증가량이 다소 늘어나지만 증가 효과는 크지는 않음
- 따라서 대용량 신규 발전소 건설시, 345kV 송전선로 보강이 필수적임

3. 결 론

수도권지역 전력계통 특성 및 인천지역 발전설비 과다 집중 현상에 따른 예상되는 문제점을 분석하고, 적절한 대책 수립 필요성을 검토하였으며 단기 대책의 일환으로 순동무효전력보상장치(SVC)의 설치효과에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

- ① 인천지역 발전설비 지속 집중시, 345kV 송전선로 신규건설 및 고장전류 초과 대책 등으로 약 8,500억 이상의 투자비용 필요
- ② 수도권 북부지역으로 발전소 건설을 적극 유도하여, 상기 문제점 해소
- ③ 수도권 초고압계통의 재구성 방안 등 장기적 대책 수립 필요
- ④ 인천지역 용통전력 증가 및 계통 혼잡비용 절감을 위한 SVC 설치 위치로서 345kV 신파주변전소가 가장 효과가 큰 것으로 나타남
- ⑤ 345kV 신파주변전소 SVC 설비 규모는 200Mvar가 적절함

수요대비 수도권의 발전설비 절대 부족에 따른 수도권으로의 발전소 건설 유인 노력은 절실하고, 발전소 건설 입지로서 인천지역은 매우 유리하다. 다만, 그에 따른 문제점을 면밀히 분석하고 합리적인 대책 수립이 또한 중요하다고 할 수 있으며 앞으로도 지속적인 관심이 필요하다.

또한, 정전력 부하의 증가 및 발전소의 지역편재(중·남부)로 인해 무효전력수급 불균형이 심화될 것으로 예상되어 계통의 안정도를 위협하고 있다. 순동무효전력설비는 기존 조상설비의 계단식 제어가 아닌 고속 스위칭을 이용한 연속적 제어를 통해 최적의 계통운영을 도모할 수 있고 더불어 계통운영 비용의 최소화에 기여할 것이다. 향후 남북전력공급, 지역수요 증가 등의 계통여건을 감안하여 수도권내 순동무효전력설비의 추가설치를 고려할 예정이다.

[참고 문헌]

- [1] 산업자원부, 제2차 전력수급기본계획, 2004
- [2] 한전 전력연구원, "서대구 SVC", 교육보고서, 1999