

2006년도 하절기 전력계통 운영방안

주준영 배주천 김병식
한국전력거래소

KPX Operating Study Summer 2006

Joo, Joon-Young Bae, Joo-Cheon Kim, Byoung-Sik
KPX (Korea Power Exchange)

Abstract - This paper presents a study for the Korea power system at yearly peak load time in 2006 summer period. The power system become more complex due to the gradual increment of power demand. We analyze the problems in power system operation, by the use of PSS/E(power flow, fault and transient stability study) and VSAT for voltage stability. The results of establishment of power system operating plan and countermeasure are described.

'06년 하절기 최대부하시 전력계통을 대상으로 고장계산, 조류분석 및 안정도 해석을 통한 계통운영상의 문제점을 분석하고 이에 대한 대책을 수립·시행함으로써 계통의 안정운영을 도모하고, 대학이나 연구소 등의 계통 해석 업무에 도움을 주고자 한다.

1. 서 론

우리나라 전력계통은 전원의 원격지 편재화(충청 서해안, 호남, 영남), 대용량화와 부하의 수도권 집중(전체 수요의 41% 수준)에 따라 조류방향이 남해안, 서해안에서 수도권으로 흐르고 있으며, 수도권 전력유입 담당 6개 루트의 조류합계를 수도권 용통전력이라 하고 수도권 계통전압 유지를 위해 특별 관리하고 있다. 계통규모가 확대되면서 고장용량의 차단기 정격초과와 상정고장시 일부 취약선로의 과도한 과부하 발생개소 발생이 예상됨에 따라 고장용량 및 과부하 억제를 위해 계통분리 운전개소가 증가하게 되는 실정이다. 전력거래소는 매년 상반기에 당해연도 하절기 최대부하 발생시 전력계통 상황을 사전에 모의·분석하여 문제점을 도출하고 이에 대한 대책을 수립, 시행함으로써 안정적인 계통운영을 도모하고 있어 이에 대해 기술하고자 한다.

2. 본 문

2.1 '06년도 계통현황

2.1.1 전력수급전망

〈표 1〉 전력수급 실적 및 전망 [단위: 만kW, %]

구분	'05년 실적	'06년 전망	증감
설비용량	6,174	6,452	374
공급능력	6,082	6,456	345
최대수요	5,463	5,808	29
예비전력 (공급예비율)	619 (11.3)	648 (11.2)	29 (-0.1p)

2.1.2 주요 전력설비 신증설

- 발전설비
 - 양양양수(100만kW), 광양복합(99만kW), 당진화력 #6 (50만kW)
- 송변전설비
 - 송전선로
 - 345kV 청송분기T/L, 북대구분기T/L
 - 변전소: 345kV 북대구S/S
 - 345kV 주변압기 증설: 4개소
 - S.C 총 설치량: 1,727만kVAr ('06년도 121만kVAr 증설)

〈표 2〉 지역별 조상설비 현황 [단위: 만kVAr]

구분	수도권	영동	중부,호남	영남	합계
'05년말	647.5	217.5	364.0	377.0	1,606
'06년하계	668.5	227.5	403.0	428.0	1,727
증감	+21	+10	+39	+51	+121

2.2 검토기준

2.2.1 전력수급

- 검토조건
 - 계통수요(전체/수도권/제주): 5,808/2,384/53만kW
 - 역율: 수도권 91.5%, 기타지역 92.5%
 - 계통구성 기준 및 발전기 출력배분
 - 발전설비: 제2차 전력수급 기본계획 (2004~2017년)
 - 발전원별 출력배분

〈표 3〉 발전원별 출력배분 기준

구분	수력,양수	기력	원자력	복합
기준	설비용량	기력	전년도 하계피크 실적	
출력수준	50%	95%	실제출력	입찰량의 95%

- 검토기준 및 항목
 - 근거: 산업자원부 고시 (제 2003-36호; '03.4.2) 전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준
 - 고장용량: 변전소별 정격 차단용량

〈표 4〉 차단기 정격

전압	154kV	345kV	765kV
정격차단전류	31.5, 50kA	40, 50, 63kA	50kA

- 과부하: 정상시 정격용량의 100%,想定고장시는 150% 이내 유지 (120% 이상 과부하 발생개소 대책방안 수립)
 - 계통전압: 시장운영규칙 전압별 기준전압
 - 과도안정도: 송전선로 고장시 발전기의 同期유지
 - 수도권 용통선로 1루트 고장시 안정 유지
- 계통해석 Program: PSS/E(ver.30), VSAT

2.3 검토결과

2.3.1 계통분리운전

- 목적: 고장전류 저감 및 과도한 과부하 해소
- 345kV 발·변전소 모선분리 운전개소: 22개소
 - 사유: 고장전류 저감
- 154kV 변전소 모선 또는 선로 분리운전: 88개소
 - 사유: 고장전류 저감(73개소)과 과도한 과부하 방지 등(15개소)

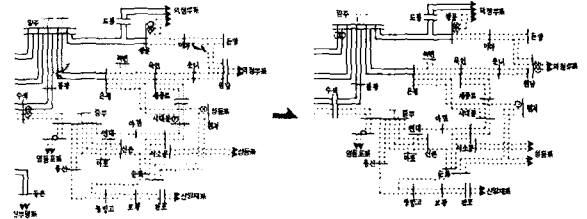
〈표 5〉 지역별 분리개소 현황 [단위: 개소]

지역	구분	345kV 계통		154kV 계통		합계
		모선분리	선로분리	모선분리	선로분리	
경인		10 (-)	38 (+5)	20 (+2)	68 (+7)	
영동,중부,호남		5 (-)	7 (+2)	3 (-2)	15 (-)	
영남		7 (+1)	13 (-1)	7 (-)	27 (-)	
계 (증감)		22 (+1)	58 (+6)	30 (-)	110 (+7)	

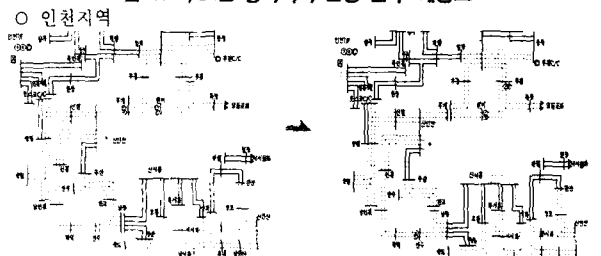
(증감기준은 '05년 6월말 대비)

2.3.2 계통구성 변경

- 목적: 상정고장시 계통안정을 위한 계통구성 변경
- 대상: 18건 (고장용량 초과방지 4건, 과도한 과부하 방지 14건)
 - 수도권 강북지역

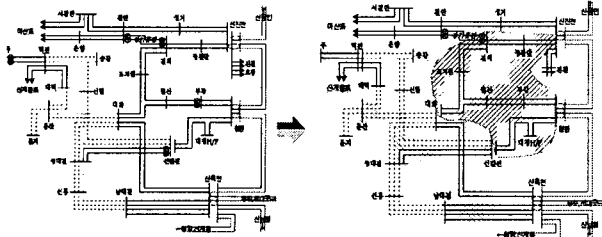


〈그림 1〉 수도권 강북지역 변경 전후 계통도



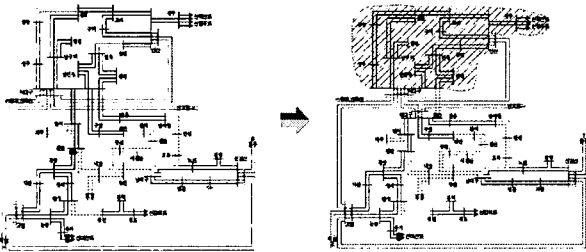
〈그림 2〉 인천지역 변경 전후 계통도

○ 대전·충청 동부지역



<그림 3> 대전지역의 변경 전후 계통도

○ 대구지역

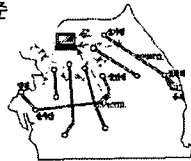


<그림 4> 대구지역의 변경 전후 계통도

2.3.3 전압불안정 개소 안정대책

1. 수도권 용동선로 송전선로 조류제한 현행수준 유지

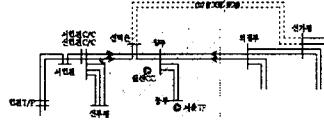
- 용동전력 한계 : 1,240만kW
- 중부→수도권 : 770만kW
- 동부→수도권 : 470만kW
- 765kV T/L SPS Load Shedding 운전 최적화 : 65~80만kW



<그림 5> 수도권 용동선로 및 SPS

2. 수도권 북부지역 송전선로 조류제한 : SPS 신설 및 조류 제약운전 한계 재설정

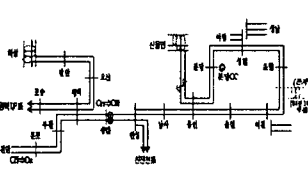
- 서인천,신인천C/C~신덕은,양주S/S간 345kV 송전선로 2회선 정지 시 관련계통 전압불안정 발생
- 조류제한운전 및 부하 차단장치 운영



<그림 6> 북부지역 제약 계통도

3. 분당지역 송전선로 제약운전 한계 재설정

- 신용인~용인간 154kV 송전선로 2회선 정지 시 분당지역 계통 전압불안정 발생
- 사유 : 아산지역 안정운전을 위한 송전선로 개방점 조정
- 해당 송전선로 조류제한운전 : 분당C/C의 적절한 운전



<그림 7> 분당지역 제약 계통도

4. 제주 HVDC 연계선로 조류제한 재설정 : 남제주T/P 3회 정지시 제주 지역 안정을 위한 무효전력 여유도 개선

2.3.4 상정고장 대비 복구방안

1. 계통구성 변경 없이 고장에 따른 과부하 발생시 과부하 발생개소 및 복구방안 수립

2. 송변전설비 과부하 기준

- 정상시 : 정격용량(MVA)의 100% 이상
- 고장시 : 정격용량(MVA)의 120% 이상

3. 대상 : 신가평#1T/L 정지 시 신성동#1T/L 과부하 등 36건

<표 6> 고장발생시 단계별 조치방안 (예)

상정고장	과부하설비	과부하율	안정대책 (대책후 부하)
가미#1T/L 정지	신성동#1T/L	150%	가미#2T/L을 신성동T/L 2회선 연결된 Bus로 운전 (18%)

3. '05년 대비 변동사항

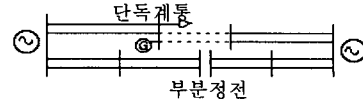
- 상승 : '05년~'06년 과부하발생 지속개소 (345kV 가미#1T/L 등 16개소)
- 신규 : '06년 새로 발생된 개소 (154kV 지도#1,2T/L 등 15개소)
- 해소 : '05년 과부하 발생되었으나 '06년에는 해소 (345kV 화성M.Tr 등 23개소)

2.3.5 Open Loop 구성 현황

1. 내용 : 전력설비는 환상망으로 구성되어 있으나 모선 또는 선로를 분리 운전함으로써 방사상계통이 되어 전원측 고장시 변전소 부하를 절제하는 시간 동안 부분정전 발생하는 개소
2. 단독계통 운전 : 송전선로 2회선(동일철탑) 고장으로 발전기와 부하가

혼재된 단독계통 발생 (345kV 신부평변전소 공급지역 등 5개소)

3. 부분정전 발생 : 154kV 상계변전소(전원단:의정부S/S) 공급지역 등 28개소



<그림 8> Open Loop 개요도

2.3.6 발전소 과도안정도 불안정 개소 안정대책

1. 과도안정도 불안정 발생개소 안정대책

- 현행방안과 동일(4개소) : 영광N/P, 평택T/P, 태안T/P, 하동T/P

- 발전기 차단대수 증가(3개소) : 울진N/P·양양P/P, 당진T/P, 보령T/P·C/C

2. 과도안정도 검토기준

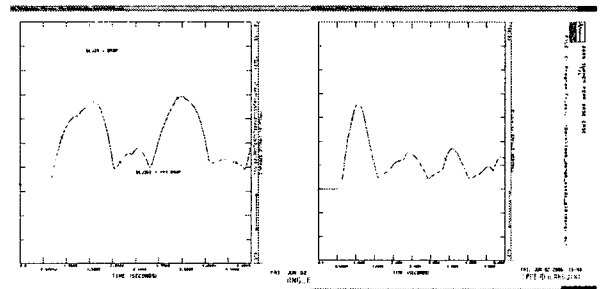
<표 7> ZIP모델 부하특성 [Peak/Offpeak]

구분	P	I	Z
유효전력	50.8/52.8	14.1/12.8	35.1/34.4
무효전력	26.3/25.0	29.3/32.1	44.4/42.9

3. 검토결과

<표 8> 발전소별 과도안정도 개선대책 (전발전기 운전조건)

발전소	정지선로	과도안정도 개선대책
영광N/P	영광#2	발전기 1대 차단 (6호기)
	영원#2	발전기 1대 차단 (5호기)
	영광#1,2	발전기 2대 차단 (#3,4중 1기 및 6호기)
	영원#1,2	발전기 2대 차단 (#3,4중 1기 및 5호기)
울진N/P	영신#1,2	발전기 1대 차단 (#3,4중 1기)
	신대백#1,2	울진1대 양양3대 차단
	기타선로	울진 1대 차단
당진T/P	신서산#1,2	발전기 2대 차단
태안T/P	신아산#1,2	발전기 1대 차단
평택T/P	평택#1,2	발전기 2대 차단
보령TP,CC	평택#1,2	T/P 1대, C/C 1Block 차단



<그림 9> 울진N/P 및 당진T/P 위상각 동요

3. 결 론

안정적이고 원활한 전력계통 운영을 위해서는 계획단계에서부터 적절한 전원 및 송변전설비 계획과 적기준공이 요구되나 전력수요의 불확실성과 전력설비 확충을 위한 환경의 문제로 많은 문제점들이 상존하고 있다. 본문에서는 설비의 계획측면을 제외하고 설비 운영측면에서의 문제점과 이에 대한 대책 사례들을 논하였다. 매년 하계 단기적인 관점에서 계통의 안정적인 운영을 위해서는 일시적으로 계통분리와 고장파급방지시스템 운전 등이 있다. 부하나 발전기 차단이 계통의 고장파급 저지에 효과적인 수단으로 이용되고 있으나 좀 더 나아가 적절한 전력설비가 최적의 시기 및 위치에 건설되어 전력계통 자체적으로도 적정 신뢰도를 확보할 수 있는 것이 최선의 방안임을 인식하여야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] P.Kundur, "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, Inc., 1994
- [2] PTI, "PSSE Program Operational Manual", Vol. I, II, 2005
- [3] PTI, "PSSE Program Application Manual", Vol. I, II, 2005
- [4] 전력연구원, 전력계통 안정도 정밀해석을 위한 적정 부하모델에 관한 연구(최종보고서), 2001
- [5] 한전 송변전본부, 장기 송변전 설비계획, 2005
- [6] 산업자원부, 제2차 전력수급 기본계획, 2004
- [7] 한전, "계통특성 관련 765kV 설비제원 검토", 1995
- [8] GE, "Power System Engineering Course", 2004~2005
- [9] Song & Johns, "Flexible AC Transmission Systems", IEE, 1999
- [10] 한국전력거래소, "증장기 전력계통 운영계획", 2005