

A Study on the Optimal Operation of 2010 Summer Peak in Korea Power System

이 성 무* · 조 종 만** · 김 규 호†
(Sung-Moo Lee · Jong-Man Cho · Kyu-Ho Kim)

Abstract - KPX(Korea Power Exchange) predicts that summer peak load will be 70,700MW and system overload will be 150% from contingency analysis. This paper presents a method to operate power system at 2010 summer peak. about equipment variation, power system variation, analysis results of voltage stability, and the method to relief overload by comparing 2009 and 2010. Especially, transmission constraints to prevent global contingency in Korea power system and the role of SPS(Special Protection System) to prevent voltage collapse when fault occurs are introduced.

Key Words : Peak operation, Power system operation, SPS, Voltage stability, Voltage collapse

1. 서 론

우리나라는 냉방부하로 인해 여름철에 연중 전력소모량이 가장 많다. 이때에는 전력설비의 여유가 매우 낮아지기 때문에 전체적인 전력계통의 취약성은 가장 높아진다. 취약해지는 전력계통을 보완하기 위하여 전기사업자는 송변전설비 신·증설계획이나 발전설비 준공 시기를 본격적인 무더위가 시작되기 전에 완료하기 위하여 노력한다. 전력거래소는 여름철을 기준으로 새로이 건설하는 송변전설비 및 발전설비 혹은 오랜 운영 끝에 폐지될 설비 등을 고려하여 전력계통의 안정운영 방안을 수립 한다. 이때 수립된 운영방안과 전력계통의 구성은 향후 1년 동안 우리나라 전력계통의 기본틀이 된다[1-3].

본 논문에서는 2010년 여름철 최대부하에 대비하여 수립한 전력계통 안정운영 방안을 설명하고, 현재 전력계통의 특징과 당면한 문제점 등을 기술하였다. 전년도와 비교하여 올해의 설비 변동내용 및 계통변화 내용, 상정고장 발생에 대한 전압안정도 분석결과, 그리고 과부하를 완화시키기 위한 방안에 대하여 설명하였다. 특히, 전력계통에서 광역고장을 예방하기 위하여 적용되고 있는 송전제약 사항을 소개함으로써 우리나라 전력계통의 문제점이나 특징을 이해하는데 많은 도움이 될 것이다.

2. 2010년 계통현황

2.1 전력수급 전망

2010년 최대전력은 7,070만kW, 공급능력은 7,530만kW로 예상되고, 이때의 예비율은 6.5%가 될 것으로 보인다. 전년 같은 기간과 비교하여 6월말 기준 발전기의 주요변경내용은 송도열병합(187.3MW), 군산복합(718.4MW), 영월복합(853MW), 신고리 #1 시운전(250MW), 포스코복합 #13,14GT 시운전(50MW)이 예정되어 있으며, 올해 수급전망은 표 1과 같다[1].

표 1 2010년 전력수급 전망

Table 1 The prospect of Supply and Demand in 2010

구 분	2009년 실적(a) [만kW]	2010년 전망(b) [만kW]	증감(b-a) [만kW]
설비용량	7,337	7,441	104
공급능력	7,263	7,530	267
최대전력 (증가율)	6,321 (0.7)	7,070 (11.8)	749
예비전력 (예비율)	942 (14.9)	460 (6.5)	-482

2.2 주요 송변전설비 변경

올해 6월 말 기준 주요 송전선로의 추가 준공은, 765kV 신안성-신가평T/L, 345kV 신안성-서안성#1,2T/L, 345kV 신안성-신수원#1,2T/L, 345kV 서안성-신진천#1,2T/L이다. 주변압기는 345kV 서안성#1,2,3, 청양#2, 당진화력#2가 증설된다[5].

† 교신저자, 시니어회원 : 한경대 전기공학부 조교수 · 공박, IT융합연구소

E-mail : kyuh0@hknu.ac.kr

* 정 회 원 : 한국전력거래소 차장

** 시니어회원 : 한국전력거래소 부장 · 공박

접수일자 : 2010년 8월 11일

최종완료 : 2010년 8월 21일

3. 검토조건, 기준 및 항목

3.1 전력수요, 역률, 발전기 운전조건

전력수요는 올해 최대예측 수요인 7,070만kW, 수도권 수요는 2,842만kW로 전체 수요대비 40.2%를 적용하였다. 검토에 적용한 역률은 전국역률 92.3%로 수도권 역률 92.0%, 비수도권 92.5%를 각각 적용하였다. 이 수치는 2009년 7, 8월 계통운전실적을 분석한 결과이다.

표 2 계통조건

Table 2 The Condition of Power System

전력수요[만kW]		역률[%]		
전국	수도권	전국	수도권	비수도권
7,070	2,842	92.3	92.0	92.5

검토에 적용된 발전기 운전조건은 수력, 양수, 기력 및 복합발전기는 95%, 원자력 발전기는 실제 공급 가능한 출력수준을 적용하였다. 복합발전기의 공급가능용량은 여름철 고온 감소 효과를 반영한 값이다. 원자력 발전기를 제외한 다른 발전기의 출력을 95%로 제한하는 것은 이 발전기들이 조속기 자동응답(G.F)과 자동발전제어(AGC) 운전 등 실시간 주파수 조정에 참여하기 위하여 5%의 운전 여유를 가져야 하기 때문이다.

표 3 발전기 운전조건

Table 3 The Operation Condition of Generator

구분	수력,양수	기력	원자력	복합
기준	발전기별 공급가능용량			
출력수준	95%	95%	실제출력	95%

수력, 양수발전기의 경우는 수량에 제한이 있으므로 최대 부하 시점을 기준으로 전체 가용 발전기 중에서 50%가 운영되는 것으로 반영했다.

3.2 검토항목 및 순서

본 검토에서는 지식경제부가 고시한 전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준(고시 제2009-280호)에 의거하여 정상 및 상정고장 시의 설비 과부하율, 전압, 고장전류 등의 적정성 및 해소대책을 수립하였다. 계통 모의를 위해서 PSS/E, SSAT 및 TSAT를 사용하였다.

여름철 전력계통 구성방안을 결정하고 운영방안을 수립하기 위해서 가장 선행되는 검토내용은, 설비에 고장이 발생했을 때의 고장전류가 차단기의 차단능력을 초과하는지를 확인하는 작업에서부터 시작된다. 이는 설비 과부하나 전압 문제는 일정부분 사후에 조치를 취할 수 있는 여유가 있는 반면 고장용량이 차단기의 차단용량을 초과하는 경우에는 사후 조치가 불가능하기 때문에 반드시 사전에 계통구성 변경 등을 통해 해소방안을 수립하여야 한다. 이어서 정상 및 상정고장 발생에 대한 설비의 부하율과 전압 위반을 발생시키는 개소를 찾아 사전, 사후 대책을 수립한다. 정상상태의 부

하율이 설비정격의 100%를 초과하거나 상정고장이 발생했을 때의 과부하율이 150%를 초과하는 개소에 대해서는 사전대책을 수립하여 정상 및 고장이 발생하더라도 위와 같은 부하율이 발생하지 않도록 조치한다[5]. 전압검토 역시 상정고장이 발생하여 전압불안정이 발생할 우려가 있는 개소 혹은 전압불안정을 유발하지는 않더라도 고장 발생 후의 전압을 고시에서 정한 수준으로 회복시킬 수 없다고 판단이 되는 경우에는 사전에 대책을 수립한다. 추가적으로 수도권 용통선로 제약 등 송전제약이 발생하는 개소에 대한 분석이 진행된다.

- 고장용량 : 전압계급별 차단기 정격용량
 - 765kV 변전소 차단기 정격 : 50kA
 - 345kV 변전소 차단기 정격 : 40, 50, 63kA
 - 154kV 변전소 차단기 정격 : 31.5, 50kA
- 과 부 하 : 정상시 정격용량의 100%, 상정고장 시는 150% 이내 유지 (120% 이상 과부하 발생개소 대책방안 수립)
- 계통전압 : 고시에서 정하는 전압별 수준
- 수도권 용통선로 1루트 고장시 안정 유지

4. 검토결과

4.1 계통분리 개소

고장전류 저감 및 과부하 해소를 위해서 변전소 모선을 분리하거나 선로를 개방하여 운전해야 된다.

표 4 연도별 계통분리 개소

Table 4 The Number of System Split by Each Year

연 도	2005	2006	2007	2008	2009	2010
분리개소	102	110	105	105	105	106

2010년 여름철 기준으로 345kV 계통분리 개소는 22개소로 전년대비 2개소가 증가하였으며 그 현황은 다음과 같다.

- 수도권(10) : 전년대비 2개소 증가(신파주S/S, 포스코-인천II#IT/L)
 - 변전소(7) : 신파주, 동서울, 영서, 신인천, 신용인, 신성남, 화성
 - 발전소(2) : 서·신인천C/C, 인천T/P
 - 송전선로(1) : 포스코-인천TP#IT/L
- 비수도권(12) : 전년대비 1개소 감소(울주S/S), 1개소 증가(월성NP)
 - 변전소(6) : 신옥천, 신포항, 신울산, 신양산, 청양, 북부산
 - 발전소(6) : 보령, 대안, 하동, 영광, 울진, 월성

표 5 한전 본부별 분리개소 현황

Table 5 The Number of System Split by Each Headquarter

지 역	345kV		154kV		종합	
	모선 분리	선로 분리	모선 분리	선로 분리	모선	선로
서울, 남서울, 인천, 경기, 경기북부	9	1	30	24	39	25
강원	-	-	1	1	1	1
충남, 충북	4	-	5	3	9	3
전북, 전남	1	-	3	-	4	-
대구경북, 부산, 경남	7	-	8	9	15	9
총 합	21	1	47	37	68	38

4.2 전압안정도 확보를 위한 송전계약 운영방안

우리나라에는 상정고장으로 발생하는 전압불안정 문제를 해소하기 위하여 여러 지역에 송전계약과 고장파급방지장치(SPS : Special Protection System)를 적용하고 있다. 이들 설비의 주요한 목적은 특정 고장이 발생했을 때 일어날 수 있는 파급고장과 대규모 정전을 사전에 예방하기 위함이다. 물론, 파급고장이나 대규모 정전을 예방하기 위하여 우선적으로는 계통을 변경하거나 평상시 가용한 자원을 최대한 활용하여야 하지만 적용하고도 문제점을 해소할 수 없을 때에 부득이 송전계약을 적용하거나 고장파급방지장치에 의한 부하차단 방식을 적용하고 있다.

4.2.1 수도권 율통선로 조류계약

우리나라는 수도권 내부의 자체 전력수요를 충족시키기에 는 표 6에 나타난 것처럼 발전력이 부족할 뿐만 아니라 수도권에 위치한 발전소들은 비수도권 지역 발전기와 비교하여 상대적으로 발전 연료비가 비싼 편이어서 비수도권 지역에 비하여 운전율이 낮다. 따라서 비수도권의 발전력이 그림 1의 주요 연계선로(이하 율통선로)를 통해 수도권 지역의 부하에 전력을 공급하고 있다. 이때, 특정 율통선로에 고장이 발생하면 평소에 이들 선로가 감당하는 높은 전력량이 인근의 선로로 우회하게 되는데, 이 과정에서 수도권에 심각한 전압문제가 발생되고 있다. 이와 같은 이유로 율통선로에 허용용량 만큼의 전력을 보내지 못하고 일정 수준이하로의 한계값이 결정된다. 이것을 수도권 율통선로 조류계약이라 한다[4].

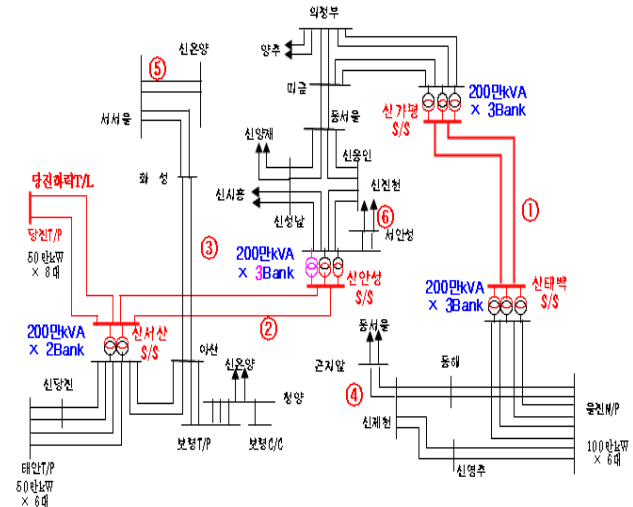
표 6 수도권 및 비수도권 발전설비 및 부하점유율

Table 6 The Generation Equipment and Load Possession Rate of Area

지 역	발전설비용량		부하점유율 [%]
	설비용량[만kW]	비율[%]	
수도권	1,700	22.8	40.2
비수도권	5,741	77.2	59.8
합 계	7,441	100	100

2010년 여름철 최대부하 기간을 기준으로 수도권 율통선로 조류 계약량은 1,405만kW로 검토되었다. 765kV 신안성-신가평T/L 가압 및 345kV 성동, 의정부 모선통합으로 수도권 북부의 전압안정도가 향상되었다. 현재 765kV 신태백 #1,2T/L 고장 발생 시에 울진원자력 2대 및 신태백, 신가평 Shunt Reactor 전체 차단, 부하 40만kW가 차단되는 SPS가 설치되어 있으며, 2009년 여름철기준 율통조류한계는 1,350만kW 이었다. 만일, 올 여름에 율통조류한계를 작년과 같이 1,350만kW 수준으로 유지할 경우, 기존 SPS는 정지할 수 있었다. 하지만, 수도권 예비율 확보 및 율통한계 선로를 345kV 율통선로로 옮기기 위하여, 현재의 부하차단량을 유지하는 SPS를 운전시키면서, 율통조류 한계를 1,405만kW로 증가시켰다. 또한, 고장전류 저감을 위한 345kV 동서울변전소 모선분리로 신용인변전소에서 올라오는 조류가 미약하여,

기존 SPS에 동서울모선 Bus-Tie CB 자동투입 요소를 추가하였다.



① 765kV 신태백-신가평T/L, ② 765kV 신서산-신안성T/L
 ③ 345kV 아산-화성T/L, ④ 345kV 신계천-곤지암T/L
 ⑤ 345kV 서서울-신운양T/L, ⑥ 345kV 서안성-신진천T/L

그림 1 율통선로 현황

Fig. 1 The Status of Interconnected Tie-Line

표 7 수도권 율통선로 조류계약 현황

Table 7 The Power Flow Status of Interconnected Tie-Line

구분	부하 미 차단시	SPS 변경적용시	비고
율통조류[만kW]	1,349	1,405	+56
부하차단량[만kW]	-	40	현행 동일
동서울 345kV 모선자동연계	미적용	적용	부하차단량 24만kW 경감
한계선로	765kV 신태백T/L	345kV 아산T/L	

4.2.2 서울북부 율통선로 조류계약

서울북부지역이란 신파주, 신덕은, 양주, 중부변전소 계통을 말한다. 동 지역은 내부의 부하량이 올 여름철을 기준으로 약 400만kW로 예상되는 반면 지역 내의 발전설비인 일산복합1,2블록과 서울화학4,5호기의 가용 발전량은 약 128만 kW 수준이다. 따라서 동 지역은 인근의 345kV 신인천C/C-신파주, 서인천C/C-신파주T/L과 의정부-양주#1,2T/L로부터 상시에 전력을 공급받아야 한다. 이와 같은 조건에서 345kV 신인천C/C-신파주, 서인천C/C-신파주T/L 2회선에 동시고장이 발생하면, 서울북부지역은 전압불안정 현상이 발생할 수 있다. 이를 해소하기 위하여 345kV 신인천C/C-신파주, 서인천C/C-신파주T/L과 의정부-양주#1,2T/L의 조류량을 일정수준 이하로 제약 운영하고 있었다. 올해에는 765kV 신안성-신가평T/L의 가압으로 수도권 북부계통이 좋아지면서, 270만kW이하의 조류에서는 기존 부하차단 SPS를 정지시킬 수

4.3.2 345kV 신온양-신탄정#1,2T/L 고장 발생시 전압안정도 향상

2010년 여름철 운영방안 검토시 345kV 신온양-신탄정 #1,2T/L 고장 시 154kV 탕정, 장재 등의 모선전압이 137kV 이하로 신뢰도기준을 만족하지 못했다. 이는, 345kV 신온양-신탄정 T/L이 건설되면서 계통이 Loop가 되었으나, 154kV 서천안변전소 차단기 용량이 31.5kA로 고장용량 초과되어, 154kV 한샘변전소 모선을 분리한데에 그 이유가 있다. 이를 해소하기 위하여, 345kV 신온양-신탄정#1,2T/L 고장발생시 SPS를 동작시켜 154kV 한샘변전소 모선을 자동 통합하는 SPS를 구축하였다. SPS 동작 전·후 관련 345kV 모선전압은 표 9과 같다.

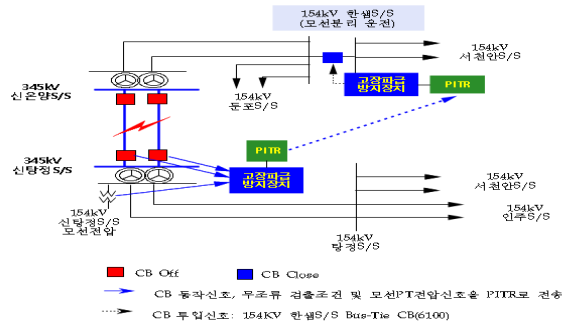


그림 5 345kV 신온양-신탄정#1,2T/L 관련 SPS
Fig. 5 SPS of 345kV Sinonyang-Sintangjeong #1,2T/L

표 9 345kV 신온양-신탄정 고장 시 전압
Table 9 Voltage in Sinonyang-Sintangjeong T/L Fault

모선명	SPS 동작 전[kV]	SPS 동작 후[kV]
154kV 탕정	137	149
154kV 장재	138	150
154kV 불당	138	150
154kV 서천안	137	150

4.3.3 154kV 상주변전소 모선통합 SPS

2010년 여름철 운영방안 검토 시 154kV 신옥천-옥천 #1,2T/L 고장시 154kV 보은, 영동 등의 모선전압이 137kV 이하로 신뢰도 기준을 만족하지 못했다. 이는, 양양양수, 안동수력, 임하수력 최대 출력 운전 조건 시에 영월C/C GT(183MW×3), ST(302MW)가 계통병입할 경우 정상상태 과부하 선로가 발생하여 154kV 상주변전소를 모선 분리했기 때문이다. 정상시 과부하선로는 154kV 점촌-단양T/L 95%, 154kV 상주-점촌#1,2T/L 100%이고, 154kV 상주-점촌 T/L 1회선 고장 시에는 잔여 회선이 150%과부하가 발생한다. 또한, 154kV 청리변전소 직거래 고객 부하가 올 연말까지 총 24만kW증가 예정이며, 이때에는, 154kV 신옥천 #1,2T/L 고장 발생시 조류계산이 발산(전압 붕괴)된다. 이를 예방하기 위하여, 154kV 신옥천-옥천#1,2T/L 고장시 154kV 상주변전소 모선을 자동 통합하는 SPS를 신설하였다.

표 10 154kV 상주변전소 모선분리
Table 10 The Bus Split of 154kV Sangju Substation

구분	모선구성
#1Bus	상주-풍산, 상주-점촌#1,2T/L, #1,3M.Tr, S.C(20Mvar)
#2Bus	상주-보은, 상주-영동, 청리-상주#1,2T/L, #2M.Tr, S.C(10Mvar)

표 11 154kV 상주변전소 모선분리 후 부하율(%)
Table 11 The Load Rate after The Bus Split of 154kV Sangju Substation

선로명	과부하율
154kV 점촌-단양T/L	67
154kV 상주-점촌#1,2T/L	20

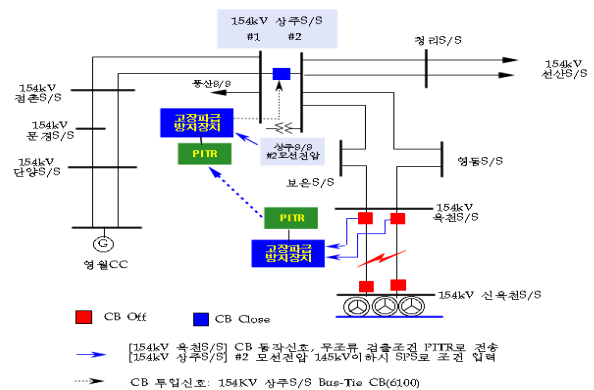


그림 6 154kV 상주모선 통합 SPS
Fig. 6 SPS of 154kV Sangju Bus

4.4 수도권지역 전력계통 안정운영 방안

4.4.1 수도권 북부 계통 안정운영 방안

그림 7은 수도권 지역의 계통도를 나타내었다. 2010년 여름철 운영방안 검토 시 345kV 포스코복합 및 345kV 서인천 CC-신부평#4T/L 가압으로 표 12에 나타내었듯이 인근계통 고장전류가 초과되었다.

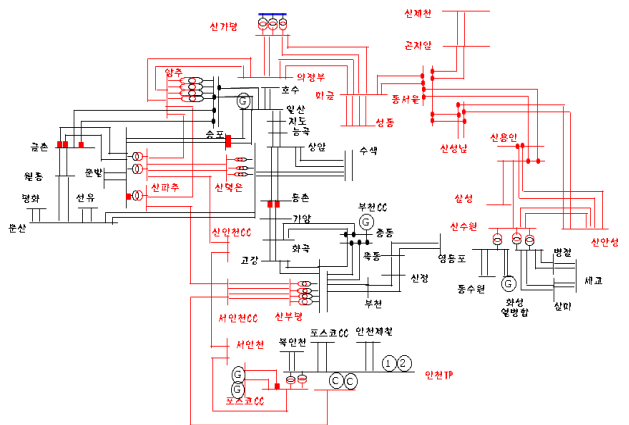


그림 7 수도권지역 계통도
Fig. 7 One-Line Diagram of The Capital Area

여름철에 포스코복합 G/T 2대가 시운전 예정이며, 현행 345kV 의정부 모선분리 운전 중이나, 345kV 신가평-미금 #1,2T/L 고장발생시 의정부 345kV #3,4M.Tr 153% 과부하가 발생되어 사전조치가 필요한 것으로 나타났다. 고장전류 및 과부하 해소방안으로, 345kV 의정부, 345kV 성동 모선을 통합하고, 345kV 동서울 모선을 분리, 154kV 동서울 모선을 통합하였다. 345kV 동서울 모선구성은 표 13과 같다. 345kV 동서울 SVC 위치를 정하기 위하여 정상상태 및 고장 발생시 전압을 모의하여, 곤지암측인 #1Bus에 설치하도록 하였으며, 검토결과 표 14와 표 15에 나타내었다.

표 12 포스코복합 시운전시 고장전류(kA)

Table 12 The Fault Current in Test Operation of POSCO Power Plant

모선명	정격용량	고장전류[kA]
345kV 서인천	40	40.29
345kV 서인천C/C	40	40.36
345kV 신인천C/C	40	40.34
345kV 인천T/P	40	40.28
154kV 신부평	50	50.21

표 13 345kV 동서울 모선구성

Table 13 The Configuration of 345kV Dongseoul Bus

구분	모선구성
#1Bus	신성남-동서울#1,2, 곤지암-동서울#1,2, #1,2MTr, SVC
#2Bus	동서울-미금#1,2, 신용인-동서울#1,2, #3,4MTr

표 14 정상상태시-100Mvar 운전 시 동서울 모선전압

Table 14 Dongseoul Bus Voltage in 100Mvar Operation

구분	#1Bus 설치시[kV]	#2Bus 설치시[kV]
동서울 #1Bus	355	356
동서울 #2Bus	356	355
345kV 미금	356	355
345kV 신용인	355	354
345kV 신성남	355	355
345kV 곤지암	355	356

표 15 율동한계에서 765kV 신태백-신가평T/L 고장발생시 모선전압

Table 15 The Bus Voltage in Fault of 765kV Sintaebaek-Singapyeong T/L

구분	#1Bus 설치시[kV]	#2Bus 설치시[kV]
동서울 #1Bus	328	325
동서울 #2Bus	344	346
345kV 미금	347	349
345kV 신용인	337	338
345kV 신성남	334	333
345kV 곤지암	321	319
345kV 신제천	322	320

표 15에서 SVC를 345kV 동서울 #1모선에 설치하면, 765kV 신태백-신가평T/L 고장발생시 전압문제가 되는 곤지

암, 신제천변전소 모선전압을 향상시키는 것으로 나타났다. 수도권 북부 계통운영방안 변경 후 고장전류는 표 16과 같다.

표 16 계통구성 변경 후 고장전류(kA)

Table 16 The Fault Current after System Configuration Variation

모선명	정격용량	고장전류[kA]
345kV 서인천	40	39.8
345kV 서인천C/C	40	39.9
345kV 신인천C/C	40	39.9
345kV 성동	40	36.3
154kV 동서울	50	49.6

4.4.2 수도권 서부 및 남부 계통 안정운영방안

수도권 서부 및 남부도 북부와 같은 원인으로, 인천TP 모선을 다음과 같이 변경시켰다.

표 17 345kV 인천T/P 모선 재구성

Table 17 The Reconfiguration of 345kV Incheon T/P Bus

구분	모선구성
#1Bus	#1,2Tie-Tr., 서인천-인천IP, 인천T/P-신인천, 인천T/P-포스코C/C#1,2
#2Bus	인천복합, 서인천CC-인천CC, 인천CC-신인천

또한, 345kV 서인천, 서인천CC, 신인천CC 고장전류 초과를 해소하기 위해, 부천CC 고장전류를 영등포계로 절체하기 위하여 계통구성을 다음과 같이 변경시켰다,

- ① 154kV 중동 및 신부평 모선 분리

표 18 154kV 중동 및 신부평 모선 분리

Table 18 The Split of 154kV Jungdong and Sinbupyeong Bus

구분	모선구성	
154kV 중동	#1Bus	신부평-중동#1, 중동S/S 부하, 중동-화곡#1,2
	#2Bus	신부평-중동#2,3, 부천CC
154kV 신부평	#1Bus	신부평-중동#1, 신부평-고강#1,2, 신부평부하, 신부평-부흥#1,2, 신부평-임학#1,2, 신부평-부평#1,2, 신부평-청천#1,2, #1,2,3,4MTr
	#2Bus	신부평-중동#2,3, 신부평-부천#1,2

- ② 154kV 부천-신정#1,2T/L 투입
- ③ 154kV 양평-양천#1,2T/L 개방(양천S/S CB개방)
 - 154kV 영등포-양평#1,2T/L 과부하 방지(100%→ 33%)
- ④ 154kV 상암-등촌#1,2T/L 투입, 가양-등촌#1,2T/L 개방
 - 154kV 중동-신부평#1T/L 부하율 저감(91%→ 79%)

4.4.3 수도권 동부 계통 안정운영방안

345kV 서안성S/S 준공으로 인근계통 고장전류가 초과되

는 것으로 나타났으며, 표 19에 나타내었다. 고장전류 초과 개소를 해소하기 위하여 인근 계통구성을 표 20과 같이 변경하였다.

표 19 고장전류 초과개소

Table 19 The Sites of Fault Current Overflow

모선명	정격용량	고장전류[kA]
154kV 서안성	50	55
154kV 안성	31.5	38.8
345kV 신수원	40	40.5

표 20 345kV 신용인 및 154kV 서안성 모선 분리

Table 20 The Split of 345kV Sinyongin and 154kV Seoanseong Bus

구분	모선구성	
345kV 신용인	#1Bus	#3MTr, 신안성-신용인#1,2
	#2Bus	#1,2MTr, 신용인-동서울#1,2, 신용인-신수원, 신용인-삼성
154kV 신용인	#1Bus	#1,2MTr, 신용인-기흥#1,2, 부하, SC
	#2Bus	#3MTr, 신용인-동백#1,2, 신용인-용인#1,2
154kV 서안성	#1Bus	#1,2MTr, 서안성-남사#1,2
	#2Bus	#3MTr, 서안성-안성#1,2

4.5 과도안정도 검토결과

4.5.1 울진원자력

울진원자력은 영월복합의 준공으로 조류가 작년대비 달라지게 되어, 고장과급방지장치도 달라졌다. 영월복합 계통병입 전·후 조류현황을 그림 8과 그림 9에 나타내었다.

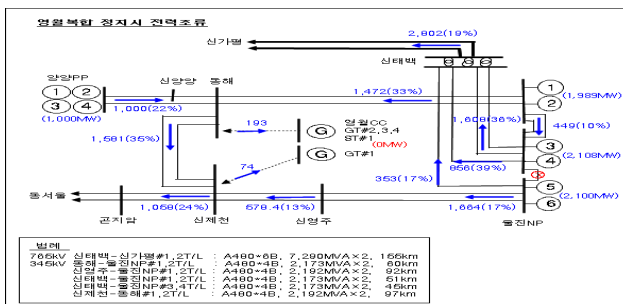


그림 8 영월복합 계통병입 전
Fig. 8 Pre On-Line in Yeongwol Power Plant

그림 8과 9에서 알 수 있듯이 영월복합은 622MW의 발전력을 345kV 동해 및 신체천전전소로 추가 공급하고 있다. 고장전류의 소스는 발전기이므로, 영월복합의 계통병입은 고장전류를 증가시키고, 조류증가로 인한 과도안정도 악화를 가져왔다. 따라서 345kV 울진연락#3T/L 연결조건도 울진원자력 4대 운전조건에서 3대 운전조건으로 변경되었으며, 발전기 차단대수도 증가하게 되었다. 이 결과를 표 21에 나타내었다.

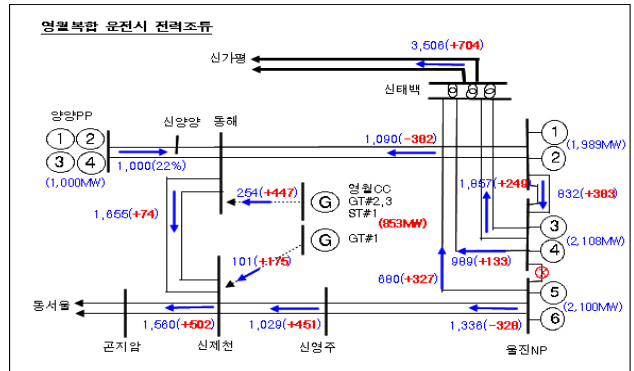


그림 9 영월복합 계통병입 후
Fig. 9 Post On-Line in Yeongwol Power Plant

4.5.2 당진, 태안화력

당진TP의 경우 345kV M.Tr 150%이상 과부하발생시 차단되는 SPS가 설치되어 있다. 하지만, 당진화력 발전기가 계속 증설될 예정이고, 2015년 말까지 600만kW가 될 예정인 상황에서 765kV 신서산-당진화력#1,2T/L 고장 발생시 345kV M.Tr를 차단하게 되면 600만kW의 발전력을 잃게 된다. 올 6월 345kV M.Tr 1대가 증설될 예정이어서, 765kV 신서산-당진화력#1,2T/L 고장 발생시, 765kV M.Tr를 차단하는 SPS로 변경하여, 고장이 발생하더라도 당진TP #1,2호기는 정지하지 않게 변경하였다.

표 21 변경 후 울진원자력 고장과급방지장치 현황

Table 21 SPS of Uljin Nuclear Power Plant after Variation

운전조건 및 고장정지선로	'09	'10	증감
<input type="checkbox"/> 울진6대 및 양양4대 발전 <input type="checkbox"/> 신태백-신가평#1,2T/L <input type="checkbox"/> 동 해-울진NP1#1,2T/L <input type="checkbox"/> 신영주-울진NP3#1,2T/L <input type="checkbox"/> 신태백-울진NP2#1,2 T/L <input type="checkbox"/> 신태백-울진NP3, 신태백-울진NP2#3T/L	2대 1대 1대 1대 0대	울진4대+양양4대 1대 1대 1대 1대	양양+1 - - - 울진+1
<input type="checkbox"/> 울진6대 및 양양3대 이하 발전 <input type="checkbox"/> 신태백-신가평#1,2T/L <input type="checkbox"/> 동 해-울진NP1#1,2T/L <input type="checkbox"/> 신영주-울진NP3#1,2T/L <input type="checkbox"/> 신태백-울진NP2#1,2 T/L <input type="checkbox"/> 신태백-울진NP3, 신태백-울진NP2#3T/L	2대 1대 1대 1대 0대	2대 1대 1대 1대 1대	- - - - 울진+1
<input type="checkbox"/> 울진5대(#1~4 중 1대 정지, 양양운전대수 무관) <input type="checkbox"/> 신태백-신가평#1,2T/L <input type="checkbox"/> 신영주-울진NP3#1,2T/L	1대 1대 1대	2대 1대 1대	울진+1 - -
<input type="checkbox"/> 울진5대(#5~6 중 1대 정지, 양양운전대수 무관) <input type="checkbox"/> 신태백-신가평#1,2T/L <input type="checkbox"/> 동 해-울진NP1#1,2T/L <input type="checkbox"/> 신태백-울진NP2#1,2 T/L	1대 1대 0대	2대 1대 1대	울진+1 - 울진+1

※ 3대 이하 운전시 345kV 울진연락#3T/L 연결 (4대→3대 이하)

5. 결 론

본 논문에서는 2010년 여름철 최대부하 기간에 대비한 전력계통 안정운영 방안에 대하여 기술하였다.

주요 현황으로 765kV 신안성-신가평T/L 1회선이 가압되면서, 765kV 신태백-신가평T/L 고장대비 전압안정도가 향

상되어, 수도권 용통조류한계가 작년대비 56만kW가 증가하였다. 또한, 수도권 북부제약이 345kV 신가평 분로리액터 전량차단 SPS설치 조건으로 해제되었다. 765kV 신안성-신가평T/L의 준공은 수도권 북부의 신뢰도 향상에 큰 기여를 한 선로라고 판단된다.

2010년에는 상정고장 발생에 의한 전압안정도 문제를 해소하기 위하여 4개소에 추가적으로 고장과급방지장치를 신설 운영기로 하였다. 계통운영자 입장에서 고장과급방지장치의 설치에 계통구성변경, 제약적용 등과 같은 다른 해소방안이 없을 때 운영측면에서 마지막으로 취하는 한시적인 방안이다. 고장과급방지장치는 오동작일 경우에는 부하 및 발전기 등의 일부 차단만 일어나지만, 부동작일 경우에는 광역정전을 발생시키게 되어 계통의 신뢰도 향상에 대한 대응책이 될 수 없다.

따라서 향후 계통보강은 최첨단 전력전자 기술을 이용해서 현재계통을 최대한 효율적으로 운영 또는 Smart Grid형태로 추진해가는 것이 최선의 방법이라고 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 박채수, “2010년 여름철 최대전력 예측결과(10.06.04)”, 전력거래소 수요예측팀, 2010
- [2] Kundur, “Power System Stability and Control”, McGraw-Hill, 1993
- [3] M. A. Pai, Energy Function Analysis for Power System Stability, Kluwer Academic Publishers, 1989.
- [4] A. A. Fouad and Vijay Vittal, Power System Transient Stability Analysis Using The Transient Energy Function Methods, Prentice Hall, 1992, p.138.
- [5] 한진, “장기 송변전 설비계획”, 송변전계획처, 2009

저 자 소 개



이 성 무 (李 成 戊)

1971년 9월 4일생. 1998년 고려대학교 전기공학과 졸업. 1998년 한국전력공사 입사. 2001년 한국전력거래소 전직. 2007년 미국 RPI 전기공학과 석사. 현재 한국전력거래소 계통운영처 계통기술팀 차장.



조 종 만 (趙 鍾 萬)

1959년 7월 27일생. 1986년 한국전력공사 입사. 1999년 경상대학교 전기공학과 석사. 2001년 한국전력거래소 전직. 2006년 한양대 전기공학과 박사(공학). 현재 한국전력거래소 계통운영처 계통기술팀 팀장



김 규 호 (金 圭 浩)

1966년 3월 8일생. 1988년 한양대 전기공학과 졸업. 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1996년 안산공과대학 전기과 부교수, 2009년 - 현재 국립한경대학교 전기공학과 조교수