

KPX의 한국 전력 계통에서 EMS 계통해석기능 활용실태 소개

강형구 한희천

한국전력거래소

KPX's EMS Network Analysis Operation Status in Korea Power System

Kang, Hyung Koo Han, Hee Cheon

Korea Power Exchange

Abstract - Due to old Toshiba EMS's database size limit and hardware old aging, KPX(Korea Power Exchange) had introduced New EMS from AREVA(old ALSTOM) in July 2002. After then KPX had committed many man power and time to normalize EMS NA(Network Analysis) functions for using real power system. At initial stage, to normalize State Estimator which is the backbone of all other NA functions and DTS(Dispatcher Training Simulator), KPX had corrected numerous topology errors, network model errors, non-scanned and wrongly scanned SCADA measured errors. After SE function study, running test and tuning, State Estimator could finally have been run properly and stably from June 2003. Based on SE running, KPX had normalized real time Contingency Analysis, and study mode Power Flow, STNET and DTS. From early 2004, dispatchers have been trained to use NA and DTS for the purpose of stable SE running, NA operation & results reading and urgent equipment outage reviewing. EMS NA have been greatly contributed to operate real time power system stably. Above NA normal operation by KPX own efforts under the no experience of NA running, KPX made a good precedent. This paper is intended to introduce EMS NA normalization process, operation status, and etc in Korea power system operation.

1. 서 론

한국전력거래소(KPX)는 매 5분마다 주기적으로 EMS 계통해석(NA)기능을 자동 실행하여 실시간 계통운용에 활용하고 있다. 실시간 실행 프로그램은 상태추정(SE), 상정고장해석(CA), 안전제약금전(CD)이고, 검토모드에서는 조류계산(PF), STNET등이 실계통 데이터를 상태추정으로부터 입수하여 필요시 급전원 긴급휴전 검토에 활용되고 있다. 이는 예전에 검토부서에서 모델 데이터를 활용하여 PSS/E로 검토하는 차원과는 확연히 다른 방식으로 실계통 데이터를 그대로 활용하여 상정고장 까지 일괄 검토한다는 점에서 신속성과 정확성에서 팔목한 개선을 이루는 성과를 거두었다. 그러나 상정고장계획(CP/PA), 최적조류계산(OPF), 전압계획(VVD), 고장진류계산(SCA)등은 프로그램 자체의 불완전성으로 정상 활용 되지 못하고 시험단계에 머무른 점은 향후 개선의 여지가 있다고 여겨진다.

2. 본 론

본고에서는 한국전력계통에서 EMS 계통해석기능을 정상화하기 위한 지난과정과 모델오류 개선내용, 우리현

설에 맞게 운영여건 조성 과정, 운영실태, 향후계획에 대하여 소개하고자 한다. 또한 K-EMS 측적화 기능등 EMS 계통해석 기능의 완벽한 실용화를 위해선 향후에도 제작사와 학계의 많은 노력이 필요하다는 점을 지적하고 싶다. 먼저 KPX가 보유하고 있는 EMS 계통해석 기능을 간략히 설명하면 다음과 같다. 상태추정(SE)은 실계통 취득오류를 보정하여 모선전압, 위상각, 발전력, 부하, 조류, 랙워치등 계통 상태를 계산하여 다른 계통해석기능에 유효한 기본해를 제공하며 매 5분마다 실계통 조건을 반영한 송전손실민감도를 계산하여 경제급전(ED)에 전송하고 있다. 상정고장해석(CA)은 전력설비(주로 송전선)의 고장을 상정하고 전력계통 상태를 해석하여 어떠한 상정고장이 계통운용 한계를 위반하는지 정보를 제공한다. 안전도개선(SENH)은 사전 정의된 목적함수와 비용곡선, 제어대상을 바탕으로 발전 충분비 최소화를 고려하여 현재 운전계통에서의 과부하 해소방안을 제공하는 안전제약금전(CD)기능과 상정고장 발생 후 과부하 및 저전압 해소방안을 제공하는 상정고장계획(CP/PA)기능이 있다. 조류계산(PF)은 특정시간에 주어진 조건에 대한 전력계통 상태 해를 도출하여 한계값 위반 정보를 제공하며 DTS 운전을 위한 기본해 역할을 하고 있다. STNET은 ED, PF, CA, OPF를 공통 네트워크 DB를 활용하여 상호연계 일괄 계통검토가 가능하게 하는 툴이다. 고장전류계산(SCA)은 지락이나 단락고장 발생시 고장전류를 계산하는 기능이다. 최적조류계산(OPF)은 사전정의된 목적함수와 비용곡선, 제어대상을 바탕으로 발전비용 혹은 선로손실을 최소화하는 기능이며 전압계획(VVD) 모선전압 안전한계 초과시 이의 해소를 위한 무효전력 제어 정보를 제공하며 유효전력 손실 최소화등의 정보를 제공하는 기능이다.

2.1 系統解析(NA) 正常화 추진과정

2.1.1 1차 토폴로지 및 아날로그 오류수정

2002. 8월부터 11월까지 약 4개월간 제작사 초기 모델 미완성분 수정, 토폴로지 및 아날로그 오류 점검을 위해 5명의 인원과 EMS SCADA, 네트워크 모델변경을 위한 직원 5명등 연 인원 800명을 투입하여 580여 전발·변전소를 대상으로 제로베이스에서 수천건의 토폴로지 및 아날로그 오류를 점검하고 수정을 하였다. 그러나 상태추정은 수령 상태가 불안전하고 결과는 여전히 신뢰할 수가 없었다.(아날로그 정보 : 13,760, 상태정보 : 26,096 point)

2.1.2 2차 系統解析 正常화를 위한 T/F팀 운영

이에 따라 상태추정 정상화를 주목적으로 2002. 12월부터 2003년 6월 까지 5명으로 구성된 전담 T/F팀을 구성, 운영하여 6개월간 계통 모델 오류 개선과 미 취득데이터 취득조치, 취득 데이터 오류수정, 감시 리미트 제설정, SE 튜닝과 별도의 DB 입력부서 5인등 연인원 1,200이 투입되어

상태추정 안정 실행과 결과해의 유효성을 확보할 수가 있었다. 주요 모델 개선사례 내용은 다음과 같다.

(1) 발전기 소내부하 모델링 변경

울진N/P의 22기에 연결된 소내부하에 대하여 발전기와 step up TR 사이에 개폐장치가 있는 경우 소내부하 접속위치 오류로 NLTC 텁이 변압기 1차 기준전압으로 무단 변경현상을 해소코자 발전기와 개폐기 사이 소내부하를 개폐기와 step up TR 사이로 모델 변경, 기타 발전기 단자전압의 이상현상을 해소하기 위하여 잘못 입력된 변압기 텁 간격치(step size)의 모델값을 수정하였다.

(2) 발전기 무효전력 한계값, 용량곡선 입력

290기 발전기에 대하여 SE 해 도출시 한계값 이내에서 수렴 및 취득 불완전시 모델데이터를 활용 추정값이 도출되도록 변경하였다.

(3) 154kV 변압기, 부하, SC 모델기준 수립 및 정비1,336개 소 배전변압기에 대하여 154kV 변압기 2차측 취득부하와 별도로 2차측 조상설비가 모델되어 있어 2중으로 무효전력이 반영되어 상태추정 해의 오류를 유발하였다. 이런 모순을 해결하기 위해 부하의 무효분을 조상설비 연결 CB on/off 상태를 반영하여 계산토록 하였고 SC자체 무효분은 CB 상태 취득 정보로 반영 계산토록 모델 변경하였다.

(4) 345kV Auto TR 조류 모델링 변경

145 뱅크에 대하여 변압기 임피던스에 의한 추정해의 왜곡 해소를 위해 설계통에서 Auto TR 조류의 취득점이 1차측에서 2차측으로 변경분을 반영하여 2차측으로 취득값 맵핑하였다.

(5) 345kV 리액터 연결 TL개소 모델 변경

16개소의 345kV 리액터 연결 TL개소의 취득 무효전력이 SE계산 포인트와 불일치로 계산오류를 유발하여 TL 인출측 무효분을 리액터 취득분을 반영한 계산 포인트로 모델하여 무효전력 추정 왜곡을 방지하였다.

(6) HVDC 모델 변경

HVDC가 단일회선으로 모델이 되어 설계통 조류상황 반영이 부정확하여 이를 2회선 모델로 변경하였다.

(7) 부하에 의한 전압 조정 스케줄 모델 변경

3,198개소 발전기, 변압기, 조상설비의 전압, 무효전력이 통신장애로 취득 불가시 가상의 모델값을 이용 추정하기 위하여 전체 부하대별 설비별 모션 전압 목표값 설정하였다.

(8) 전력설비 3종 limit 및 상태 감시 파라미터 정비

2,874 개소의 전압, 변압기, 선로, 인터페이스에 대하여 상태추정이나 기타 계통해석 결과 저전압, 과부하등의 계통 운영한계 초과사항을 급전원에게 제공하기 위하여 일제 정비를 하였다.

(9) 345kV TR 2차측 정격전압 모델오류 수정

모델 원천 데이터 오류에 의한 154개소의 345kV 변압기 저전압 지속 발생현상을 해소하기 위해 현장 변압기 사양에 의한 1, 2차 전압 데이터를 반영하여 154kV에서 161kV로 수정 입력하였다.

(10) 취득값 가중치 및 Base 조정

약 1,000 포인트의 765/345kV 모션전압 및 선로/발전기 MW 가중치를 상향조정하여, 중요개소 취득 정확도를 반영한 불확실성 모델(Accuracy Class)을 개선하였다.

(11) 미 취득 이산 데이터 취득조치

154kV 변전소의 모션분리개소 및 휴전시 토폴로지 변경을 상태추정이 반영하지 못해 상태해가 왜곡되는 현상을 근본적으로 해결코자 약 12,000 point의 154kV 당시 미취득중인 모션 DS등 선로개폐기 및 23kV 조상설비 연결 차단기의 상태정보를 추가 취득하여 상태추정 실행과 결과해의 정확성에 팔목할 성과를 이루었다.

(12) 기타 1,000여건의 토폴로지 및 취득오류 수정

2.1.3 3차 전담부서 구성

EMS 系統解釈기능 정상화 및 급전원 교육을 목적으

로 2003.6월 전담부서(급전훈련팀)가 신설된 이래 안정된 상태추정을 바탕으로 상정고장해석, 조류계산, 조류계산과 상정고장해석을 동시 수행하는 STNET의 운용, 급전원훈련시뮬레이터(DTS) 활용을 통한 급전원 훈련등 지속적인 성과를 거두었다. EMS NA 기능 활용도 확대를 위한 NA 운용 기준 수립, 모델값 개선, 상정고장, 쇠적화 기능, 고장계산등 DB 재구축, 시험 및 NA기능 급전원 활용교육과 DTS 활용연구, 시나리오 개발, DTS기반 급전원 훈련등에 주력해왔다.

2.2 EMS 각종 리미트 설정 기준

SCADA Reasonability Limit 미적용으로 Quality Code 누락에 의한 취득값(특히, 주입전력)이 크게 불량할 경우 SE가 발산되는 현상이 계통 신증설에 따른 모델 변경에 간헐적으로 발생하였다. 또한 선로용량 운영한계치 표시단위는 SCADA는 전류(A) 계통해석(NA)은 (MVA)로 상이하게 적용되어 급전운영과 감시의 효율성이 저해되었다. 따라서 기존 운영상의 문제점을 개선하고자 약 15,000포인트의 모든 아날로그 취득요소에 대하여 Reasonability Limit 적용하였고 SCADA와 NA간 선로 한계치 표시단위를 "MVA"로 통일 적용하여 감시 단계별로 상이한 한계치에 일관성 부여하여 계통운영과 감시 효율성을 제고하였다.

(1) Reasonability Limit은 전압(kV), 유효전력(MW), 무효전력(MVar)등 취득요소별 유효성 한계를 설정운용하고 있으며 다음과 같다.

① 모션 전압 : 해당모션 연결 변압기 텁 전압범위, TD 오차 고려 적용(하/상한)

○ 765kV 모션 : 765/345kV TR 기준 -3kV/정격전압의 107% 적용

○ 345kV 모션 : 345/154kV TR 기준 -3kV/정격전압의 110% 적용

○ 154kV 모션 : 154/23kV TR 기준 -2kV/정격전압의 112% 적용

○ 발전기모션 : -0.5kV/발전기 공칭전압의 105% 적용

② Branch 조류 : 상정고장고려 적용(하/상한)

○ 154kV 이상 계통선로 : W는 -200%/200%, R은 정격-100%/100% 적용

○ 345kV 이상 M.Tr : W는 -100%/200%, R은 정격-50%/100% 적용

③ 주입전력 : 설비정격, TD 오차 고려 적용(하/상한)

○ 발전기 W : 정격용량 -2%/110%, 단 양수 G는 -130/110% 적용

○ 발전기 R : 발전기 PQ곡선 상·하한치 적용(NA Unit MVAr Min/Max)

○ 154kV TR 부하 W, R : 변압기 정격(MVA) -2%/120%, -48%/48% 적용

○ 조상설비 : SC는 정격(MVar) -110%/5%, Shr는 정격 -5%/110% 적용

(2) SCADA 및 계통해석(NA) 단계별 경보 Limit 적용 기준은 모션(kV), 선로(MVA), M.Tr(MVA)의 감시요소별 주의(WARN), 긴급(URGN), 비상(EMER)의 3종정의에 의하여 단계별로 급전원에게 경보를 제공한다.

① 모션 전압 : 전압별 기준유지전압 SCADA 3단계, NA 2단계로 신뢰도고시, 시장운용규칙 유지범위 적용

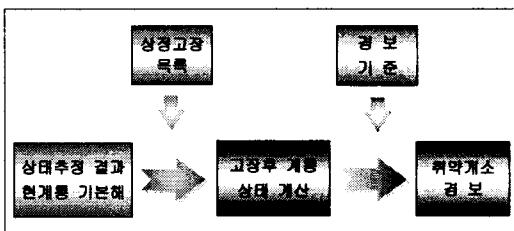
② Branch 조류 : SCADA 3단계(80%, 100%, 120%) MVA단위 차동 적용, NA 2단계(상태추정 100%, 상정고장해석 120%) 차동 적용

③ 주입전력 : 발전기, 부하, 조상설비의 SCADA 유효성 한계는 설비 자체의 제약으로 적용하지 않고 부하에 대해서만 NA에서 추정값 정도개선을 위해 limit 설정

2.3 상정고장해석(CA) 운영 기준

EMS CA는 “전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준(고시)”을 근거로 고장 가능성 있는 모든 상정고장 설정 적

용하였으며 “상정고장 목록”을 실계통 운영 조건을 반영, 급전원의 활용 편의를 위해 세부 10개 그룹화로 그룹 선택권을 부여하여 SPS등 대책이 수립되어 있는 고장은 실시간 비운용, study시 운용토록 하였고 운전원의 효율적 감시를 위해 불필요한 정보를 최대한 억제토록 740여개의 상정고장을 설정 운영하고 있으며 이를 바탕으로 실시간 운영계통 초파시 급전원이 EMS의 조류계산이나 STNET을 이용하여 대책을 수립 운영토록 하였다.

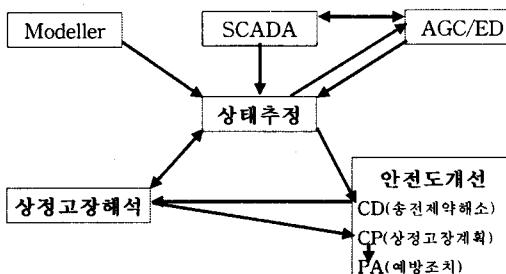


상정고장 목록 작성기준은 154kV 이상 전체선로에 대하여 2회선 고장 적용, 지중 및 수지상 선로 경우 1회선 고장 적용, 345kV 이상 전변압기 및 154kV 일부발전기는 단일고장 적용을 원칙으로 하고 환상계통 선로에는 병행 2회선 동시 고장(지중선 제외) 적용, 조류가 평시 정격의 50%이상 선로는 1회선 고장(지중선 포함)을 적용하였고, 수지상(Radial)계통 선로에는 조류가 평시 정격의 50% 이상 선로에 대해 1회선 고장을 적용하였다. 345kV 이상 변압기에 대해서는 단일고장, 발전기에 대해선 정지시 계통에 과부하, 저전압 운전 발생 예상 발전기에 대하여 단일고장을 적용하였고 고장파급방지장치(SPS) 또는 선로, 모선 분리, 통합등 사전대책이 수립되어 있는 경우 별도 그룹 관리에 의한 필요시 검토 운영토록 하였다. CA 경보 기준은 선로/변압기 조류에 대해선 설비별 열적용량의 120 % 또는 유통 선로의 경우 전압안정 한계값을 적용하였고 계통전압에 대해선 아래 표와 같이 적용 하였다. 전압강하 설정 목적은 목표 유지전압 765, 353, 160~156kV를 기준으로 하한 경보 전압 보다 2~5kV 높게 설정하여 취약 개소에 대한 사전 정보 제공과 동시에 상정고장 전후 경미한 전압강하로 인한 불필요한 정보를 최대한 억제하는데 목적이 있다.

구 분	하한 전압	상한 전압	전압 강하
765kV 계통	726 kV	800 kV	35 kV
345kV 계통	328 kV	360 kV	15 kV
154kV 계통	139 kV	169 kV	15 kV

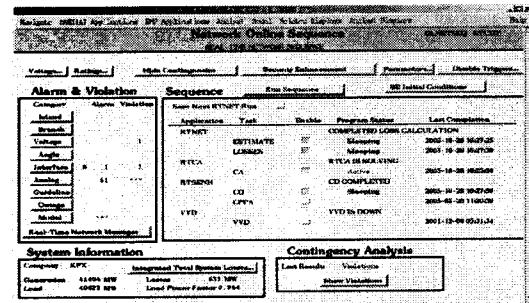
2.4 EMS NA 운용 실태

실시간 수행되는 상태추정(SE), 상정고장해석(CA), 안전도개선(SENH)의 동작 시퀀스는 아래와 같다.



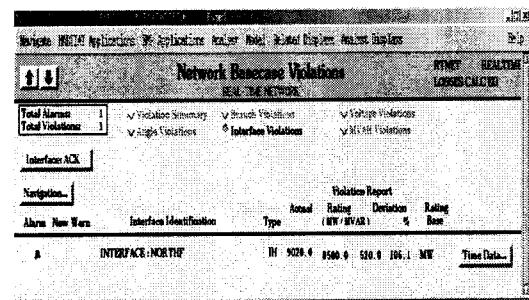
2.4.1 실시간 NA 운용 관리 화면

아래는 상태추정, 상정고장해석, 안전도개선, 전압계획 등 EMS 실시간 계통해석운용을 위한 종합화면이다. 이화면에서 각 NA 프로그램의 기동, 정지, 수행, 실행상태 감시, 운용한계 초과 화면, 파라미터 튜닝 화면, 상정고장해석, 안전도개선 결과 화면에 접속 가능하다.

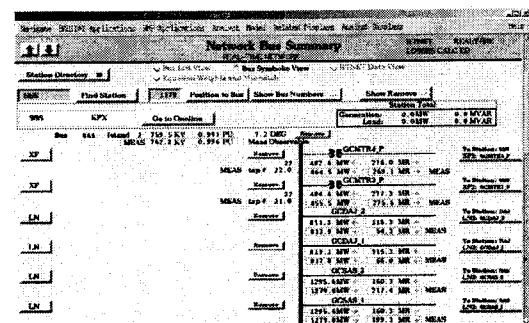


2.4.2 상태추정(SE)

상태추정(SE)은 수율률 99.9% 이상으로 안정운전하고 있으며 취득값 대비 추정값 오차율은 전압이 0.4%, 발전기 MW 1%, 부하 0.1%, 조류 2% 이내의 정확도로 매 5분(실행주기 조정가능) 계산되어 송전손실민감도 계수를 경제급전(ED)에 전송 운전중에 있다. 상태추정은 이벤트 발생, 주기적, 수동 실행등 다양한 방법으로 실행 가능하다. 상태추정(SE)은 전국의 발·변전소에서 EMS SCADA를 통하여 취득해온 약 15,000 포인트의 애날로그 데이터와 약 30,000 포인트의 이산 데이터를 기반으로 실행되며 때문에 취득오류나 통신 장애가 발생할 경우에는 추정 값 왜곡이 간혹 발생한다. SE 운용한계 초과화면은 아래와 같다.



상태추정 결과에 모선 접속도 화면은 아래와 같다. 음영 부분은 취득값이고 그 윗 부분은 추정값이다.



2.4.3 상정고장해석(CA)

상정고장해석(CA)은 현재 740여개의 상정고장을 10개 그룹으로 지정 운용하여 SPS 설치개소동 평시대책이 수립된 개소의 불필요한 운용을 지양하고 검토 필요시 그룹 활성화에 의한 실시간, 스터디 검토가 가능도록 운용하고 있다. 아래는 상정고장해석 결과 화면이다. 음영부분은 상정고장 개소이고 아래 부분이 운용한계 초과개소로서 상정고장 전·후 값과 위반한계 값 등을 알 수 있다.

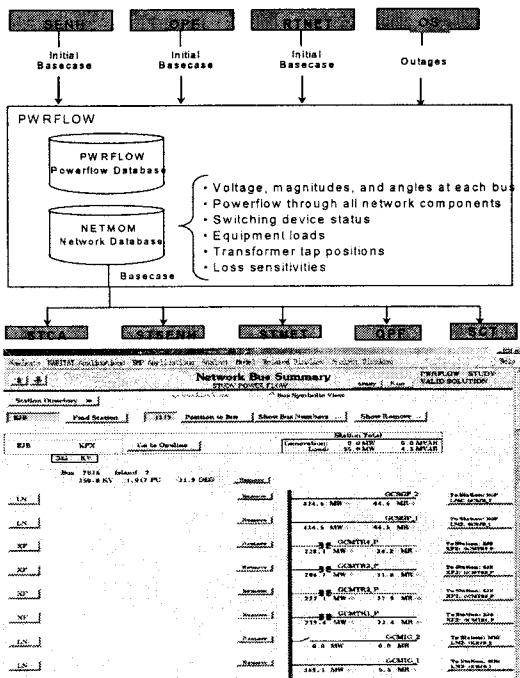
2.4.4 악전제약급전(CD)

부상용통조류 제약치 초과시 발전기 출력조정에 의한
제약소를 목적으로 시험 중에 있으며 이는 원자력파
수력을 제외한 전발전기를 대상으로 해가 도출토록 제어
설비를 설정하였다. 유사시 급전원이 발전중분비용을 반
영한 발전기 출력을 조정토록 권고 목적으로 활용예정이
다. 아래는 안전제약금전 결과 화면이다. 상태추정에 의
한 감시대상 현재 값과 제약 설정값 및 제약 초과분을
해소하기 위한 발전기 MW 출력 조정 권고치가 나타난
다.

2.4.5 조류계산

조류계산은 통상 실시간 상태추정 결과를 가져와 설계통 데이터를 이용 급전원에 의한 긴급휴전검토에 사용하고 있다. 다만 PWRFLOW만 이용할 경우 상정고장 까지 분석하기 위해선 다시한번 PWRFLOW 결과를 기본해로하여 검토모드 STCA에서 상정고장 검토를 해야 하는 번거로움이 있다. 조류계산 결과를 이용하여 급전원훈련시뮬레이터를 구동하는 입력요소로 활용하고 DTS 상정고장 시나리오를 기반으로 전력계통 안정영향을 위한 급전계는 아래와 같다.

조률계산 결과 모선 환면은 아래와 같다.



2.4.6 STNET

조류계산(PF)과 상정고장해석 기능을 공통 네트워크에
이터를 기반으로 일괄 수행하는 STNET은 off line 모드
로 상태추정 결과를 이용하여 휴전검토등 계통현상을 정
확히 분석하고 대책을 수립하는 등 유용하게 활용하고 있다.
STNET 초기화면([STNET](#) 완료 상태)은 아래와 같다.
결과화면은 조류계산, 상정고장해석 화면과 같다.

Name: MHTAT Application DD Action Date: Allow: Next Selected Machine: Radiant Machines		INET STUDY									
Network Study STUDY SETTINGS											
Process Status:	COMPLETE	Next Process:									
Time of Study:	1995-02-28 14:02:00	Keep After Next Run:									
<u>Data Received:</u>											
Selection Status: STUDY TASK COMPLETED <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Task</td> <td style="width: 33%;">Status</td> <td style="width: 33%;">Enable To Run</td> </tr> <tr> <td>PURFLW</td> <td>Sleeping</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>STCA</td> <td>Sleeping</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Task	Status	Enable To Run	PURFLW	Sleeping	<input checked="" type="checkbox"/>	STCA	Sleeping	<input type="checkbox"/>
Task	Status	Enable To Run									
PURFLW	Sleeping	<input checked="" type="checkbox"/>									
STCA	Sleeping	<input type="checkbox"/>									
<u>Input Settings:</u>		Options: <input type="button" value="..."/>									
<u>Study Results:</u>		Export User Functions: <input type="button" value="..."/>									
<u>Conversion Settings:</u>											

2.4.7 고장전류계산(SCA)

SCA는 사용자 지정 고장개소의 지역 및 3상단락 고장을 분석하여 휴전 검토시 차단기 고장용량을 실시간 데이터를 이용 분석하는 프로그램으로서 현재 전 발·변전소의 모선에 대하여 분리 모선까지 고려하여 지역별로 그룹화에 의한 3상 단락률을 정의하여 시험운전중이다. 그러나 765, 345kV 변전소 2차측 모선 고장시 변압기 고장 전류 이상 과다 발생으로 활용하지 못하고 제작사에 균본적인 문제해결을 요청해놓은 상태이다. 대신 상태추정 결과를 PSS/E 포맷으로 변환한 후 설계통 데이터를 이용하여 PSS/E로 고장검토에 활용하고 있다. 고장계산 결과에 종합화면은 아래와 같다.

Facility Initial Network Short Circuit Analysis Summary						
Short Circuit Analysis Summary						
SINGLE LINE DRAWINGS						
Facility ID	Substation Node	Voltage	Type	Fault	Resistance	Fault Current
		(kV)		(Ohms)	(kOhm)	(kA)
2527401	BTW-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	23.5
2541401	OPA-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	24.8
2523401	OPC-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	23.5
2527401	STN-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	23.5
수기1481	SNL-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	24.8
수기1481	SCB-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	27.3
수기1482	SCB-1482-158V	Three Phase		0.0	0.0	27.3
수기1481	SOT-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	21.1
수기1481	SUJ-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	29.7
수기1481	SUJ-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	21.8
수기1481	SUJ-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	24.9
수기1481	SCL-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	21.4
수기1481	SEN-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	23.5
수기1481	SEN-1481-158V	Three Phase		0.0	0.0	27.3
수기1482	SEN-1482-158V	Three Phase		0.0	0.0	23.1

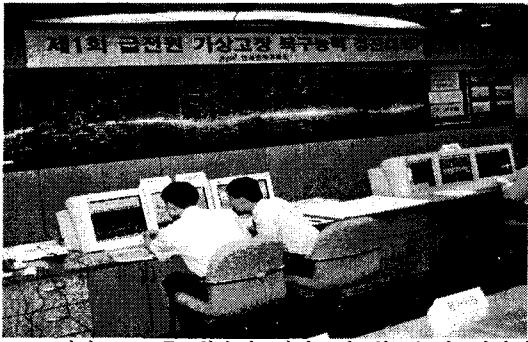
2.4.8 상정고장계획, 최적조류계산, 전압계획

이들 최적화관련 프로그램은 특히 조상설비, 변압기 템 등 이산 제어요소를 control하여 전압 제약해소, 손실최소화 실행하는데 있어서 원활하게 작동하지 못하고 있으며 제작사에 근본적인 문제를 제기하고 있는 실정이다. 설계통에 활용하기에는 계산 알고리즘부터 설계 재구축이 필요하며 향후 학계와 제작사의 많은 연구가 필요한 분야라고 판단하고 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 전력거래소(KPX)가 EMS 계통해석 기능의 정상 활용 과정과 실태를 소개하였다. 생소한 응용프로그램을 이해하고 운영하기 까지는 KPX를 포함 각 사업자들의 많은 숨은 노력이 있어서 가능하였다. KPX(구 KEPCO)는 여러 가지 사유로 88년 도입한 도시바 EMS(구 EMS)의 NA기능을 활용하지 못하고 2003년에서야 신규 도입한 AREVA(구 ALSTOM) EMS의 상태추정동 기본 NA 기능을 활용할 수가 있었다. 현재 실시간 계통해석(NA) 운용으로 설계통 취약성을 실시간 파악하고 대책수립이 가능하게 되었으며, 설계통 스냅샷 계통자료에 의한 DTS를 활용하여 일정기간 모든 급전원에게 다양한 상정고장 시나리오를 바탕으로 고장대응 능력 제고를 위한 훈련을 실시하여 커다란 효과를 거두었다. 이는 이전에 경험하지 못한 신선하고 생동감 있는 계통운용과 훈련경험이라 할 수 있다. 이를 위해 KPX는 많은 인력과 시간을 투입하여 NA와 DTS 운용 정상화에 최선을 다해왔다. 호주의 NEMMCO, ElectraNet SA, 뉴질랜드 Transpower, 미국 ISO_NE, 캐나다 Hydro One등 주요 전력회사 EMS NA 활용 실태를 점검한 바 대부분의 해외전력사가 전력거래소(KPX)가 사용하는 수준의 상태추정, 상정고장해석, 조류계산, STNET등을 사용하고 있으며 NEMMCO의 경우 고장전류계산(SCA) 프로그램 버그의 자체 수정 후 활용하고 있었다. 또한 대부분의 전력회사가 최적화 관련기능(SENH, OPF, VVD)은 도입 자체를 않거나, 프로그램 불완전, 투명 어려움 등의 사유로 사용하지 않고 있었다. 특히 할 점은 유럽과 미국의 일부 전력회사가 EMS와 연계에 의한 on line DSA 운용을 위해 기능 시험 중에 있다는 점이다. KPX도 향후 대 전력 광역계통의 취약성 신속파악과 대책수립을 목표로 PSS/E, VSAT등과 EMS SE결과를 연결하여 과도안정도와 전압안정도를 분석하기 위한 SE변환프로그램을 개발하고자 한다. 또한 모든 EMS NA 연계 프로그램이 신뢰할 수 있는 최상의 결과 해를 도출하기 위해선 현장 취득 값과 네트워크 모델 및 선로정수등 각종 계통 정수의 정확성, 프로그램 자체 파라미터의 적절한 투입으로 상태추정(SE) 결과가 왜곡 없이 정밀해야 가능하다. 특히 분리모션, 발전기, 송전선로등에 연결된 CB등 이산데이터의 정확한 on/off 상태 취득은 SE 전단계인 토클로지 처리에 매우 중요하다. 무효전력 취득 값 정도개선과 무효전력 자연 공급원인 대지간 충전서 셀턴스(B) 데이터에 내재한 기본 오류를 발견하고 분

석하기 위하여 자체적으로 상태추정과 취득데이터간의 동일 포인트 값 비교에 의한 이상개소를 종합 분석할 수 있는 프로그램을 개발하여 운영할 계획이다. 하지만 무효전력등을 포함한 취득값 정도개선은 취득 값 설비 운영부서인 한전, 6개 발전회사, 민간 발전회사등을 포함한 각 사업자의 전방위 노력과 의지, 협조가 없으면 요원한 일이 될 것이다. 광역계통 안정운용에 가장 중요한 요소가 전압안정성인 점을 고려할 때 이와 관련된 무효전력 취득정확성 개선을 위해 노력해야 하며 송전선로등 전력설비 감시를 "MVA"로 한다는 점에서 MVar 취득 정확성도 중요하다. 특히 무효전력, 변압기 템 관련 취득 요소의 정도를 높이기 위해 사업자의 신뢰성 있는 시험장비에 의한 투닝 혹은 경년열화로 노후화된 변환기(TD)의 과감한 교체와 교정이 필요하다. 더불어 KPX는 NA 모델오류와 입력데이터 오류에 대한 지속적인 발굴과 개선으로 상태추정을 비록 기타 NA기능의 정확도 제고와 활용성 확장에 더욱 노력할 것이다.



<NA기반 DTS를 활용한 가상고장 복구능력 경진대회>

[참 고 문 헌]

International Meeting of Very Large System Operators Working Group #3 Final Report