

한전의 전력계통 시뮬레이터 개발 및 해석센터 구축

윤용범* 추진부**

(*한전전력연구원 전력계통연구실 선임연구원, **수석연구원)

1. 개요

전력수요의 증가와 함께 전력계통은 대규모화되고 있을 뿐만 아니라 전력계통 운용의 경제성과 신뢰성 확보측면에서 FACTS(Flexible AC Transmission System)등과 같은 새로운 기능의 제어·보호기기들이 계속적으로 설치, 운전되고 있어 이의 효율적 운용기술은 새로운 과제로 부각되고 있다. 또한 전력에너지 운용에서의 경쟁시장 도입으로 인하여 기존의 계통운용 체제에 많은 변화가 예상되고 있어 이에 대한 기술확립이 시급한 실정이다.

위와 같은 전력수급 및 운용에 관한 환경변화로 인하여 전력설비의 운전점이 점차 한계용량에 근접하는 등 전력계통 운용계약은 더욱 심화되고 경제적·안정적 전력공급에 대한 사회적 관심은 더욱 높아질 전망이다. 이에 대한 기술적 대책으로는 정확한 전력수요 예측을 바탕으로 한 적기의 전원설비 확보, 그리고 이의 효율적 운용을 통한 고품질의 전력공급으로 대별할 수 있는데 그 기본이 되는 기술이 전력계통 해석기술이다.

발전설비, 송변전설비, 그리고 배전설비로 구성되는 전력계통은 특성상 전국에 분산, 노출되어 있어 사고의 가능성을 배제할 수 없을 뿐만 아니라 일단 사고가 발생한 경우 전력계통에 나타나는 현상은 고장조건이라든지 주변의 전력제어·보호기기 특성에 따라 그 특성이 시간에 따라 다양하게 나타나게 된다.

이와 같은 전력계통 현상을 효과적으로 해석하기 위하여 각 전력설비를 대상시간 및 주파수 등으로 구분하여 수식적으로 모델링하고 이를 수치해석적으로 컴퓨터에 의하여 계산함으로써 계통해석을 수행하게 된다.

또한, 새로운 성능의 제어·보호기기를 개발 또는 도입하여 전력계통에 설치, 운전코자 할 때, 실제 전력계통을 대상으로 시험을 하는 경우 대규모 정전이나 기존 운전설비의 트립(Trip)과 같은 위험이 있으므로 이에 대한 대체수단으로

전력계통 시뮬레이터라는 설비가 세계 주요전력회사 및 관련연구소, 전력기기 제작사에서 사용되고 있다[1,2].

국내에서도 학계 및 연구소, 산업체를 중심으로 전력계통 해석프로그램과 시뮬레이터를 자체개발 또는 도입하여 소규모 전력계통 해석이나 보호기기 실험에 활용하고 있는 실정이다.

이와 관련하여 한전전력연구원에서는 한전계통의 HVDC, SVC 운전 및 FACTS개발을 시점으로 하여 고도의 전력계통 해석기술 확보를 통한 전력환경변화에의 능동적 대처, 그리고 계통운전원의 교육·훈련, 국내 전력계통 기반기술 축적으로 위하여 "전력계통 해석용 시뮬레이터 개발 및 설치" 연구를 지난 '98.3에 기착수하였으며 '01.10에 완료할 예정으로 추진 중에 있다[3]. 이에 본 논문에서는 상기 연구내용을 소개하고 전력계통 시뮬레이터를 중심으로 한 전력계통 해석센터의 산·학·연 공동활용 방안을 모색하였다.

2. 전력계통 실시간 시뮬레이터 개발 및 기능개선, DB구축

1970년대에 개발된 EMTP로 디지털컴퓨터를 이용한 전력계통 과도현상 해석이 보편화되었으나 EMTP를 포함하는 여러 비실시간 시뮬레이션 프로그램들은 1초동안의 현상을 모의하는데 수분 내지 수시간을 요구하게 되어 실제 제어·보기기의 페루우프 시험을 불가능하게 한다.

따라서 전력계통에서 발생하는 현상을 실시간으로 모의할 수 있는 실시간 시뮬레이터의 필요성이 대두되었고 TNA와 같은 축소된 전력계통 모형을 이용한 아날로그형 시뮬레이터가 전력계통의 전자기 과도현상을 실시간으로 해석하는데 사용되어 왔다. 이어서 아날로그와 디지털화된 부분을 동시에 채용한 하이브리드형 시뮬레이터를 거쳐 디지털형 시뮬레이터가 개발되었는데 이는 실시간으로 전자기 과도현상을 모의해석하기 위하여 특별히 고안된 일종의 컴퓨터

2.2.6 교육훈련용 프로그램 개발

전력계통 공학의 웹기반 설계 및 이를 기반으로 한 프로그램 개발이 주요내용으로서 전력계통 초보자의 교육훈련에 활용될 예정이다. 현장감있는 사진과 풍부한 그림을 위해 자바스크립트를 사용하여 학습자가 기대한 학습목표를 달성하도록 흥미와 호기심을 동시에 유발하게 구성하고 있다. 이것은 효과적인 학습동기 유발과 학습-교수과정동안 학습에 대한 주의를 유지시켜 학습효율을 극대화시키는데 그 목적이 있다.

2.3 전력계통 해석 데이터베이스 개발

2.3.1 데이터베이스 설계 및 구축

전력계통내에서 발생하는 각종 현상을 해석하고 분석하는 실시간 시뮬레이터 및 관련 프로그램에 필요한 2010년 기준 한전 전력계통의 데이터베이스를 설계하는 것이 주목표이다.

2.3.2 발전기 특성시험 및 DSM운동에 의한 자료취득

보다 현장감 있는 계통해석 데이터 확보를 위하여 발전기 및 제주-해남 HVDC, 교류계통을 대상으로 특성시험뿐만 아니라 동요현상을 실측(DSM : Digital System Monitor 이용)하고 이를 지속적으로 분석하고 있다.

표 2. 연도별 발전기 특성시험 현황 및 계획

연도	특성시험 대상발전기	비 고
1999	삼천포화력#6, 한림복합ST, 영광원자력#3, 서천화력#2, 태안화력#1, 서인천복합#1	6기완료
2000	울산복합ST, 일산복합GT, 하동화력#1, 평택복합ST, 인천화력#2, 보령화력#6	6기예정
2001	영동화력, 부천복합	2기예정

표 3. DSM에 의한 계통동요 실측현황 및 계획

번호	'99.10	'99.11	00.10
#1	제주변환소	계속	계속
#2	해남변환소	계속	창원삼정변전소
#3	신제주변전소	한림T/L(154kV)	인천제철 수전모선
#4	한림복합화력	계속	영등포변전소
#5	안덕변전소	남제#1T/L(66kV)	서대구 변전소

3. 전력계통 해석센터 구축방안

상기와 같이 하여 개발된 전력계통시뮬레이터 및 관련 프로그램, 그리고 데이터베이스를 종합적으로 연계하여 전

력계통 해석센터를 구축, 운용할 예정이며 주요임무를 포함한 향후 운용방안은 다음과 같다.

3.1 기본임무

본 계통해석센터는 전력계통 계획 및 운용의 합리화, 효율화를 도모하기 위한 중추적 기술개발조직으로 다음과 같은 업무를 담당할 예정이다.

- 사내외 전력계통해석 업무지원
- 신규개발 제어기 포함 관련 개발기술 검증시험
- 전력계통 기술인력의 교육 및 훈련
- 전력계통 기술역할에 홍보

3.2 주요 수행 업무

다음업무에 시뮬레이터가 이용될 예정이며 전체적 활용개념도는 그림2와 같다

- 전력계통 계획 및 안정운용 방안 검토 지원
- 지역계통의 운전방안 및 정전계통의 복구방안 수립 지원
- HVDC, SVC, FACTS 등 고성능 제어장치의 개발 및 검증 지원
- 보호계전기, 초전도 안정화장치, 연료전지 등 효과 및 문제점 분석지원
- 전력계통 종합 데이터베이스 유지·보수
- 전력계통 기술습득, 운용기술 향상 및 훈련 지원

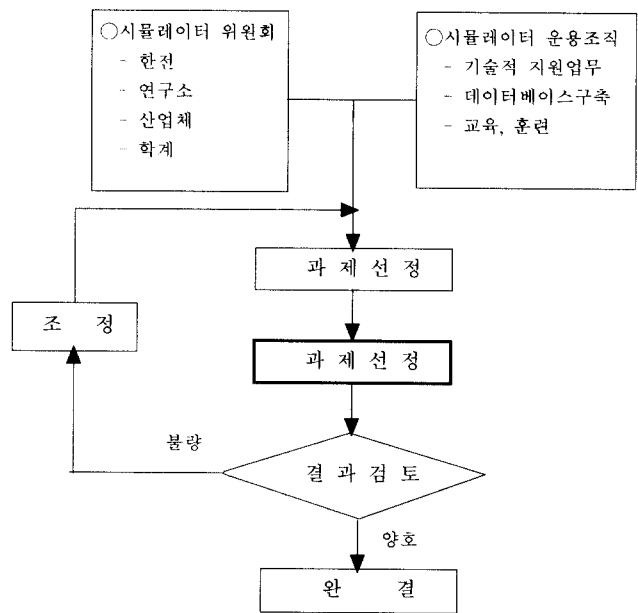


그림 2. 전력계통 시뮬레이터 활용개념도

3.3 인력구성 및 임무

전력계통 해석센터의 임무별 인력구성은 그림 3과 같다.

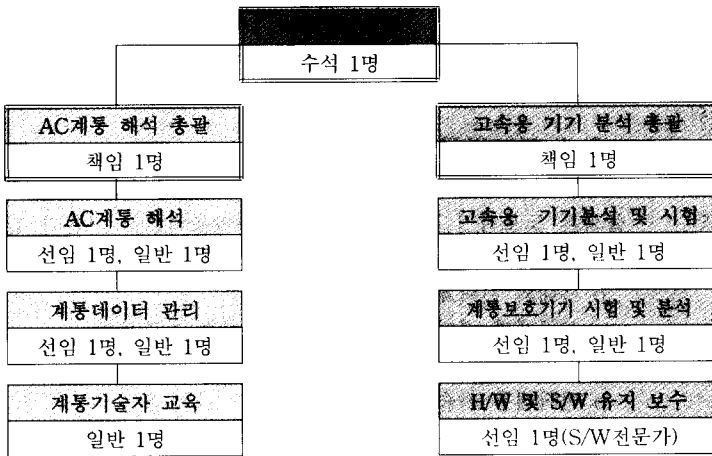


그림 3. 전력계통 해석센터의 임무별 인력구성

3.4. 기능별 분류 및 용도

분류	용도	설치장비
계통해석부	○ 시뮬레이터본체 및 부속설비를 배치하는 공간	○ 시뮬레이터 본체(18Rack) ○ W/S+책상+의자 2조 ○ PC+프린터+책상+의자 2조
계전기 시험부/ HVDC 시험부	○ 피시험기기 및 부속설비를 이용한 시뮬레이션 수행	○ 시뮬레이터 본체(4Rack) ○ 전력증폭기 6조 ○ 피시험기기 1식 ○ W/S+책상+의자 1조 ○ PC+프린터+책상+의자 1조
FACTS 시험부/ SVCS시험부	○ 피시험기기 및 부속설비를 이용한 시뮬레이션 수행	○ 시뮬레이터 본체(4Rack) ○ 전력증폭기 6조 ○ 피시험기기 1식 ○ W/S+책상+의자 1조
엔지니어링실	○ 연간 시뮬레이터 운용계획 ○ 모의결과 분석 및 세미나 ○ 자료분석, 가공, 저장, 검색 ○ S/W개발 ○ 전력계통 종합DB 유지보수	○ Data-Server 1식 ○ W/S+책상+의자 1조 ○ PC+프린터+책상+의자 2조 ○ Scanner 및 CD-ROM Writer 1식 ○ 사각 작업대, 서가 각 1조
교육실	○ 시뮬레이터 운용실습 ○ 엔지니어 교육훈련, 계통 운용 및 해석실습	○ 영사기 1식 ○ 2인용 책상+의자 10조 ○ PC-Projector 1식 ○ Screen-Slider 1식 ○ W/S+책상+의자 2조 ○ PC+프린터+책상+의자 1식 ○ X-Terminal 20대

4. 결 론

- 향후 우리나라의 전력계통은 점차 대규모화하고 그 구성의 복잡성과 특성변화의 다양화가 심화될 것이며 이에 따라 전력계통의 안정운전과 공급신뢰도 확보를 위한 새로운 송전기술과 FACTS와 같은 전력제어장치들이 설치, 운전될 전망이다.
- 전력계통의 공급여건 다변화에 대비한 전력계통의 안

정운전과 공급신뢰도 향상은 신기술 개발, 새로운 시각의 운전전략 수립 및 전문기술 요원의 확보가 뒷받침되어야 한다. 이러한 면에서 다음과 같은 기능을 가지는 전력계통 시뮬레이터는 기술개발과 계통운용 관련 요원 훈련을 위한 효율적 수단을 활용될 예정이다.

- 신기술이나 첨단장치를 실제계에 적용할 때 야기될 수 있는 예기치 못한 위험부담을 사전에 확인할 수 있는 실증시험 대체기능
- 전력계통붕괴 등 실제계에서 직접적인 실험이나 실제상황으로부터의 경험이 불가능한 수많은 기술상황을 모의 또는 재현함으로써 제반 불확실성에 대한 통계적 검증기능
- 실증시험 및 실제상황 재현을 통한 전문기술 요원의 교육, 훈련기능
- 계통운용의 관련자료 수집, 정제, 한전 및 산·학·연 기술지원, 기술축적 및 승계매체

참고문헌

- [1] 전력계통 시뮬레이터 설치를 위한 기본계획 수립연구, KRC-91S-J03, 1993.9, 한전기술연구원
- [2] Site Visits illustrate advanced GRID DESIGNIEEE SPECTRUM, Dec. 1999, VOL 36, NO 12
- [3] 전력계통 해석용 시뮬레이터 개발 및 설치, '99전력연-단706, 1999.11, 한전전력연구원

저 자 소개



윤용범(尹用範)

1958년 9월 28일생. 1984년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1986년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 한전전력연구원 전력계통연구실 차세대전송그룹 선임연구원.



추진부(秋鎭夫)

1950년 1월 7일생. 1977년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1994년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 한전전력연구원 전력계통연구실 수석연구원.