

전력 시뮬레이터의 시장동향 및 대책

김 봉 화*

(*현대엔지니어링(주) 기전사업본부 부장)

1. 서 론

1978년 전까지는 시뮬레이터라 하면 목적하는 프로세스를 수치적인 방법이나 축소시킨 모델을 사용하여 복잡한 현상해석에 사용하는 연구용뿐이었다. 1965년과 1977년, 뉴욕에서는 두차례에 걸쳐서 대정전이 일어났다. 이때 입은 피해는 상상을 초월한 것이었다. 그 원인을 규명해 본 결과 전력계통 조작자의 대응 미숙이라는 것이 밝혀졌고, 이듬해 1978년 조작자의 훈련을 위한 최초의 훈련용 시뮬레이터가 뉴욕의 전력회사 Con Edison 사에 의하여 개발되었다. 2년후 1980년에는 일본 큐슈전력회사에 두번째의 훈련용 시뮬레이터가 설치되고 이후 대부분의 전력회사에서 본격적으로 도입되고 있다. 훈련용 시뮬레이터의 도입은 비단 전력계통뿐 아니라

라 대형의 플랜트에서도 그 필요성이 점점 증대되고 있다. 훈련용 시뮬레이터는 여러가지 미지 현상이나 사고분석과 대책효과 검증등에 사용되는 연구용 시뮬레이터의 기술을 그 기본으로 하고 있으나 사용되는 컴퓨터가 고성능화되고 저렴해지면서 연구용과 훈련용의 경계가 모호해지고 있다. 다음 표1은 훈련용과 연구용의 특징을 나타내고 있다.

연구용 시뮬레이터의 시장규모를 예측하거나 분석하는 것은 어려운 일이다. 전력 시뮬레이터의 경우만 하더라도 일반적으로 하나의 전력회사에서 한대의 시뮬레이터가 설치되며 개발 또한 자체적인 연구와 일정으로 개발되기 때문에 시장이 형성되어 있다고는 볼 수 없다. 그러나 훈련용 시뮬레이터는 플랜트가 대규모화되고 복잡해질수록 그 필요성이 증대되고 있는 실정이므로 시장규모가 점차 커지고

표 1. 훈련용과 연구개발용 시뮬레이터의 비교

운전 훈련용 시뮬레이터	연구 개발용 시뮬레이터
개발 완료 또는 운용중의 시스템	미개발 또는 개발 도상의 시스템
특정기종을 대상	여러 종류의 기종을 대상
다수의 비전문가가 사용	소수의 전문가가 사용
미리 준비된 사용 방법으로 이용	새로 고안된 방법으로 이용
피훈련자의 데이터를 수집	시스템의 데이터를 수집
실제기기의 동등성이 필요	목적에 맞는 성능이 필요
경제성 높은 가동률이 필요	
사용의 편리성이 불가결	

있다.

2. 전력 시뮬레이터의 수요증가

2.1 사회적 배경

(1) 제어의 최적화 필요성 증가

전 세계적으로 환경에 대한 관심과 규제가 높아지면서 화석 연료등의 발전소 건설이 어려워지고 있다. 전력회사는 될 수 있는 한 전력이용의 극대화를 위하여 발전소나 전력계통의 제어를 최적화하는 방향으로 나아가고 있다. 이를 위해서는 최적화하고자하는 시스템에 대한 정확한 이해와 분석이 더욱더 필요한 상황이라 할 수 있다.

(2) 전력 시스템의 대형화

최근 수요 예측의 어긋남이나 전원입지등의 여러 가지 사회적인 불확정 요인 많아지고 있어서 전력회사간이나 국가간의 광역적인 전기의 연계성이 중시되어 새로운 전력계통운전에 대한 연구가 불가피해지고 있다. 이미 지중해연안의 국가간에 계통연계가 추진중에 있으며 동남아시아에서도 계통연계의 사전 연구가 시작되었다. 우리나라를 포함하는 동북아시아 국가간의 연계 가능성 또한 커지고 있다. 이러한 새로운 형태의 계통연구는 국가나 전력회사의 시뮬레이터를 이용하여 이루어져야 할것이다.

2.2 기술적 배경

발전소의 제어분야에 있어서 현재까지는 전체 시스템의 효율과는 상관없이 각 기기별로 루프 제어를 적용하고 있다. 그러나 분산 제어 시스템(DCS: Distributed Control System)의 발전과 제어기법의 발달에 힘입어 전 플랜트의 최적화를 위한 방법이 활발히 연구되고 적용되려 하고 있다. 그런데 개발단계의 제어 기법을 실제의 시스템에 직접 적용하는 것이 불가능한 일이다. 전력계통의 경우에 있어서도 새로운 기기의 개발을 위하여 실계통 모의 적용실험을 위한 사고 형태를 실계통에 임의로 발생시킬 수는 없는 일이다. 새로운 제어기법이나 기기를 위한 실험조건을 용이하게 얻기 위하여서는 발전소나 전력계통을 정확하게 모의하는 시뮬레이터를 사용하게 된다.

2.3 인간적 배경

(1) DCS 적용의 일반화

각종 플랜트에서 DCS가 일반적으로 적용되고 있어서 한곳에 전 시스템의 제어가 집중되므로 조작이 복잡해지고 생선이 다양해지므로 운전을 하기 위해서는 많은 지식이 필요하게 되어 조작자에 대한 훈련이 어려워지고 있다.

(2) 운전방법의 복잡성

운전과 관리의 고효율이 요구되고 환경 영향 규제에 따라 신중한 운전이 요구되므로 운전자의 일이 복잡해지는 추세이다.

(3) 운전기술의 계승

대형 플랜트에 있어서 OJT(On the Job Training)에 의한 교육 효과가 높지만 시스템이 점차적으로 안정화되기 때문에 긴급상황 발생이나 기동, 정지의 기회가 1년에 1~2회 정도이므로 이러한 상황을 훈련하기 위한 OJT기회가 없다.

시뮬레이터가 아닌 다른 기구에 의해서도 부분적인 훈련이 이루어지고 있으나 다음 표2에서 볼 수 있듯이 시뮬레이터가 가장 효율적인 기구임을 알 수 있다.

3. 연구 개발용 전력 시뮬레이터의 현황

국내에서는 과거 30년간의 발전과정에서 계통의 규모가 30만KW 에서 2100만 KW로 70배나 성장 하였으나 시뮬레이터가 없이도 지낼 수 있었다. 이러한 이유는 기초전력공동공학연구소의 "전력계통 시뮬레이터 설치를 위한 기본계획수립 연구"에서 밝힌 바와 같이 기술자재를 외국으로 부터의 수입에 의존해 왔기 때문이다. 그러나 현 시점에서 시뮬레이터의 도입은 전력기술의 외국 의존을 탈피하고 자체 기술에 의한 전력 시스템 현상해석의 정밀성 제고, 효율성 제고 및 그에 따른 전력 시스템 운영 및 관리의 인적, 재정적, 기술적 자원 극대화와 전기에너지의 품질 향상을 위하여 불가피하다고 할 수 있다. 또한 연구용 시뮬레이터의 개발에 필요한 기초 기술이 훈련용 시뮬레이터 개발기술의 기본이 되므로 그에 대한 연구가 시급하다 할 수 있다. 외국의 연구용 전력계통 시뮬레이터 현황은 다음과 같다.

① 일본

일본은 이 분야에서 세계적으로 가장 활발히 연

표 2. 조작자 훈련을 위한 각종 TOOL의 비교

교육내용 TOOL 종류	플랜트의 이해						운전조작훈련					
	프로세스의 기능이해			플랜트내 의 변수의 상관관계	동특성의 이해		제어계 검토	정상 운전	기동 정지	긴급 정지	DCS 조작	현장 조작
	단위 조작	각센선	플랜트 전체		실플랜 트의 변 동주정	실플랜트 의 실시간 경향 파악						
정상상태용 프로세스 시뮬레이터	△	⊙	⊙	○								
범용 다이내믹 시뮬레이터				△	○		○					
제어계 설계 프로그램				○	○		⊙					
통계·해석 프로그램				⊙								
훈련용 시뮬레이터	○	○	○	△	△	⊙	△	○	⊙	⊙	○	△
단위기기 훈련장치	⊙					△						○
조작훈련용 DCS											⊙	
훈련용 플랜트	○					△		△	△	△	△	⊙
OJT	○	○	○	△	△	△	△	⊙	⊙		⊙	⊙
강의	○	○	○					○	○	○	○	○

⊙ 최적 ○ 적 △ 사용가능

구를 진행하고 있다. 1959년에 발전소 2기 규모의 축소형 시뮬레이터가 전력중앙연구소에 설치되었고, 1966년에 교류계산반(발전기 18기)과 모의 송전설비(발전기 3기)의 종합운전이 시도되었으며 1981년에 교류/직류 전력계통 시뮬레이터(발전기 7기)가 설치되었다. 1988년에는 관서전력에 발전기 30기 규모의 전력계통시뮬레이터가 설치되었다.

② 중국

60년대에 전력연구소에 당시 일본에 설치된 시뮬레이터의 성능을 능가하는 것이 설치되어 연구용으로 활용되고 있으며 현재에는 AC/DC 시뮬레이터가 설치되어 활용되고 있다.

이외에 스웨덴, 독일, 캐나다, 미국등의 선진국에서는 각 전력 연구소에 자체적으로 개발한 시뮬레이터를 설치 운영하고 있다.

4. 훈련용 전력 시뮬레이터의 현황

위에서 살펴본 바와 같이 발전소나 전력계통이 대형화 복잡화됨에 따라 조작원의 운영 기술 훈련이 어려운 문제로 대두되고 있어 시뮬레이터가 조

작원의 훈련용으로 많이 활용되고 있다. 우리나라의 경우에는 현재 각 발전소에 설치된 시뮬레이터가 외국의 기술에 전적으로 의존한 것이며 가동초기 단계에 있다. 그러나 한전에서 훈련용 시뮬레이터의 국산화에 대한 필요성을 인식하고 국내 업체들과 함께 국내 발전소 3기에 대한 훈련용 시뮬레이터 개발을 추진하고 있다.

운전의 미숙이 치명적인 사고로 이어지는 원자력 발전소에서는 안전성 분석과 운전 훈련에 관련된 것이 커다란 비중을 차지하며 국내외를 막론하고 시뮬레이터의 도입이 일반화되어있다. 다음은 특히 원자력 발전소의 훈련용 시뮬레이터에 대한 미국, 프랑스의 운영 현황이다.

(1) 미국 원자력 발전소 운전원의 훈련과 시뮬레이터

미국의 원자력 발전소의 운용을 위한 훈련 시설에 소요된 면적은 1990년과 1992년에 걸쳐서 12%가 증가되었다. 현재 건설중에 있는 훈련시설의 면적은 1990년에 비하여 감소되었는데 이는 훈련에 필요한 시설이 거의 충족되었다는 것을 나타낸다. 또한 대부분의 시설은 발전소와 1마일 이내에 위치

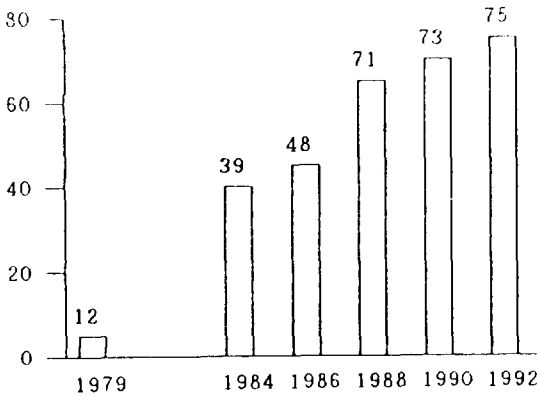


그림 1. 원자력 발전소 훈련용 시뮬레이터의 설치 추이

하고 있다.

실제로 모든 훈련 시설에는 컴퓨터 계산방식의 시뮬레이터가 설치되어 있다. 이것을 사용하여 훈련자에게 시스템의 정상상태, 비상상태, 긴급상태의 조작기술을 습득시키고 있다. 뿐만 아니라 관리자, 엔지니어에게 플랜트의 조작이나 시스템의 특성을 이해시키는 일에도 사용되고 있다. 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 1976년 미국내에 12대의 원자력 발전소 훈련용 시뮬레이터에서 현재 76대의 시뮬레이터가 동작중에 있고 4 대가 건설중에 있다.

(2) 프랑스의 SSA 와 시뮬레이터

1979 미국의 Three Mile Island 원자로 사고에 영향을 받은 프랑스는 Shift Safety Advisor (SSA) 를 발족하였다. 모든 원자로의 안전에 대한 점검과 지원을 위한 기술자들로 구성되어 있으며 모든 프랑스내의 원자로의 안전사항을 감시한다. 이러한 운전 기술 지원을 수행하기 위해서는 프로세스에 대한 자세한 이해와 여러가지 상황에 대한 경험을 가져야 한다. 이들의 훈련을 위하여 SIPA-1 (Post Accident Simulator)로 알려져 있는 고성능 시뮬레이터를 사용한다. 이 시뮬레이터는 프랑스 전력청 (EDF)에서 운용되고 있으며 계속하여 성능을 향상시키고 있다. 특이할 점은 훈련용이외에 자국내의 원자력 발전소의 안전성 분석에도 사용되고 있다는 것이다. 계속하여 1992년 2월에 SIPA-2가 파리 근교의 IPSN (Institute de Protection et de S ret Nucleaire)에 설치되었다. 이외에도 프랑스에는 8개의 full scope replica 타입

시뮬레이터 8기가 동작중에 있다. 이들 8기의 시뮬레이터는 프랑스내의 모든 원자력 발전소의 시뮬레이터로 재구성이 가능하다고 한다.

5. 미래 동향과 과제

발전소와 전력계통의 대형화 복잡화 추세에 따른 분석과 운전자 훈련의 어려움에 의하여 각종 시뮬레이터의 수요는 계속 증가 추세에 있다.

연구 개발용 시뮬레이터의 경우에는 일반적으로 국가 전력 연구소에서 자체적으로 개발하여 운영하고 있고 성능 향상에 힘을 쓰고 있다. 또한 고도의 대응능력을 훈련하기 위한 시뮬레이터가 모든 발전소에서 필수 장치가 되었다. 앞으로 건설되는 모든 발전소는 물론 각종 대형 플랜트에는 필수적인 장비가 되리라는 것은 자명한 사실이다.

이제 우리나라도 국내외 발전소 및 송변전 설비를 턴키 베이스로 수주하여 설계, 기자재 구매, 제작 및 공사, 시운전에 이르기 까지 모든 분야를 자체 기술로 수행할 수 있는 기술 수준에 이르고 있으나 시뮬레이터등 몇가지 고기술 분야는 아직도 외국의 기술에 전적으로 의존하고 있는 실정이다.

국내를 비롯하여 동남아, 중동 아프리카 지역의 개발도상국가에 전력수요가 급증함에 따라 발전소 및 송변전 설비의 투자가 많아지고 있고, 각 국가의 전력계통이 점차 복잡해지고 있어 단위 발전소의 시뮬레이터는 이미 발전소 발주시 거의 동시에 발주 제작하고 있으며, 국가간 연계 계통의 전력계통 연구 및 교육 훈련을 위하여 전력계통 시뮬레이터도 그 시장잠재성이 크다 할 수 있다.

이에 국내에서 한전의 전력계통 시뮬레이터를 국내 기술진에 의해 자체 개발해봄으로서, 관련 전력계통 모의기법기술과 컴퓨터 하드웨어 소프트웨어 및 제어부품 제작 기술의 향상을 기할수 있고, 수입 대체효과에도 이바지하며, 나아가 여기에서 축적된 기술과 노하우를 개발도상국가에 수출할 수 있는 기반을 마련하여야 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] William T. Subalusky, "1992 Survey of Nuclear Training Activity", Nuclear News,

pp. 44-48, Apr. 1993.

- [2] 鈴木 剛, 岡 文一, et. al., “最近の訓練用シミュレ-タの背景と動向”, 計裝, pp. 6-10, Aug. 1991.
- [3] “전력계통 시뮬레이터 설치를 위한 기본계획수립연구”, 기초전력공학 공동연구소, 1차년도 1/4분기 보고서, 1992.
- [4] “UTILITY MANAGEMENT”, 9th conference on electric power supply industry, Vol. 1, Dec. 1992.



김봉희(金奉熙)

1953년 3월 26일생. 1975년 서울공대 전기공학과 졸업. 1987년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 동대학원 박사과정 수료. 1986년 전기기술사(발송배전) 취득. 현재 현대엔지니어링(주) 기전사업본부 부장.