

실시간 PSS/E 데이터 처리장치 구축

박내호 문봉수 권태원
한국전력공사

The Establishment of Realtime Data Processing Device for PSS/E

Naeho Park Bongsoo Moon Taewon Kwon
KEPCO

Abstract - 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 전력계통 해석프로그램 PSS/E의 데이터 파일을 전력계통 감시장치 송전망 감시 중앙시스템에서 제공하는 실시간 정보를 이용, PSS/E 데이터 구조로 변환하는 실시간 PSS/E 데이터 파일 작성 프로그램을 개발하여 실제계통 검증결과 매우 정확함을 확인하였다.

1. 서 론

전력산업의 구조개편으로 인한 경쟁적 전력환경 하에서는 계통해석의 신뢰성과 객관성이 중요시되고 있으며, 전력계통의 구성이 복잡 다양화됨에 따라 계통의 온라인 안정도 해석이 절실히 요구되고 있다. 또한 최근의 국제동향은 특정사고에 대한 동기 발전기의 전기-기계적 특성을 파악하는 안정도 해석뿐만 아니라, 발생 가능한 사고시의 계통상태를 정확히 예측하여 불안정 상태인 경우 신속한 안정화 제어를 위한 온라인 예측기법으로 확장되고 있다. 계통의 안정도는 계통구조, 외란 그리고 운전조건과 상호 관련성이 있고, 특히 선로 조류는 이러한 요인들과 더욱 밀접한 관계에 있다.

국내에서 가장 많이 사용되고 있는 전력계통 해석프로그램 PSS/E 데이터 파일의 주입력 요소인 계통운전 상태, 부하모선의 유·무효전력, 무효전력 보상장치 S.C, Sh.R의 투입량, 각 발전기의 출력 등 계통운영 실적 파악이 어려우며, 수작업에 의한 데이터 파일 작성에 상당한 노력이 요구된다. 또한 조류계산 결과를 실제계통과 동일하게 구현되도록 노력하였으나 오차가 발생하였다.

본 논문에서는 전력계통 감시장치 송전망 감시 중앙시스템 구성에 대해 기술하였으며, 실시간 PSS/E 조류계산 데이터 파일 작성 프로그램을 개발하고 이를 이용하여 작성된 PSS/E 조류계산 결과를 실제계통과 비교하여 정확성을 검증하였다.

2. 본 론

2.1 송전망 감시 중앙시스템

전력거래소 분리에 따른 송전회사 전력계통 감시체계 필요 및 송변전설비 시설계획 수립 자료제공을 위하여 한전 자체 송전망 감시 중앙시스템을 구축하였다. 시스템 구축으로 전국에 산재한 각 발·변전소의 실시간 계통 운전상태 감시 및 선로조류, 변압기별 부하 파악이 가능하게 되었다. 또한 전국 계통조류도 출력 프로그램 구비로 상시 중부하 운전개소를 파악하여 계통운영 문제점을 분석하고 대책을 수립하는 등 전력계통 안정운영에 만전을 기하고 있으며, 전력계통의 문제점을 송변전설비 계획에 반영하는 Feedback System을 구축하였다.

송전망 감시 중앙시스템은 대구를 제외한 전 지역급전소 SCADA와 TCP/IP 데이터링크를 통하여 전력설비 운전정보를 실시간으로 취득·가공하여 제공하고 있으며, 대구전력은 SCADA 설비 교체후 2003년 1월부터 송전망 감시 중앙시스템에 수용할 예정이다.

2.1.1 송전망 감시 중앙시스템의 데이터 취득 종류

구 분	감시(Status)	계측(Analog)
345kV 변전소	○ 차단기, 단로기	○ MW, MVAR - 345, 154kV T/L - 345kV M.Tr ○ S.C, Sh.R MVAR ○ 전압 : 345, 154kV BUS
154kV 변전소	○ 차단기, 단로기 ○ 계전기(급전소 수용분)	○ MW, MVAR - 154kV T/L, M.Tr ○ S.C, Sh.R MVAR ○ 전압 : 154, 23kV BUS
발전소 S.W Yard	○ 발전기 출력단 이후 차단기 및 단로기	○ MW, MVAR - 발전기 출력단 선로
데이터 취득주기	○ 상태변화 : 2~4초 ○ 전체 상태정보 : 5분	○ 30초

2.1.2 설비 구성

구 분	수량	비 고
주 컴퓨터장치	2대	주·예비 이중화로 구성
사령원 콘솔장치	2대	2좌석(2CRT/좌석), LCD Project 1대
전력운전데이터 장치	1대	보고서 출력 및 데이터 처리
기록장치	4대	Event, System, Data Logger
Network 장치	1식	HUB, Router, CSU
표준시각수신장치	1대	GPS 시각정보 수신
주파수메이터 표시장치	1대	상용전원 주파수 측정
전원장치	1대	UPS 설비

2.2 실시간 PSS/E 데이터 파일 작성 프로그램

실시간 PSS/E 데이터 파일 작성 프로그램은 수작업에 의하여 작성하던 부하모선의 P, Q, Switched Shunt, 발전기 출력 등 계통운영 실적을 송전망 감시 중앙시스템에서 제공하는 실시간 정보를 이용하여 PSS/E 데이터 구조로 변환하도록 Microsoft Excel에서 프로그래밍 되었다. 전국의 각 발·변전소에서 수행된 계통운영 실적을 PSS/E 데이터구조로 변환, Excel 프로그램에서 Power Flow raw 데이터파일(○○.raw) 형태로 출력하여

PSS/E 프로그램에서 별도의 조작없이 바로 사용할 수 있도록 하였다.

2.2.1 계통운전 상태 입력

계통운전상태는 프로그램화가 곤란하여 전국의 각 발·변전소 계통운영 상태를 감시하고 있는 한전 송전계통운영센터에서 모선분리 개소, 선로분리 개소 등 계통운영상태 변경 및 송변전설비 신·증설 등으로 계통변경이 발생하면 원본 PSS/E 데이터 파일을 수정, 항상 실계통과 동일조건으로 구성하여 실시간 PSS/E 데이터 파일 작성 프로그램의 계통운전상태 입력 데이터로 사용하였다.

2.2.2 발전기 출력 입력

각 발전기의 출력은 전력거래소에서 제공하는 발전실적관리시스템에서 추출하여 5분 단위로 저장·관리하고 있으며, 각 발전기의 발전량을 PSS/E 데이터 구조로 변환하여 데이터 파일에 입력하도록 하였다.

2.2.3 Switched shunt 입력

각 발·변전소의 S.C 및 Sh.R의 차단기 On/Off 상태를 입력으로 받아 모선별 Switched shunt량을 PSS/E 데이터 파일에 출력되도록 하였으며, 23kV 모선에 투입된 Switched shunt량을 모선별로 별도 출력하여 부하모선의 실부하 Q값을 환산하도록 하였다.

2.2.4 부하모선 P값 입력

전력운전데이터 장치의 발·변전소별 선로조류 및 변압기 유효전력을 입력으로 받아 부하모선별로 154kV 수전고객의 유효전력 및 154/66kV, 154/23kV 유효전력을 합산하여 PSS/E 데이터 파일에 출력되도록 하였다.

2.2.5 부하모선 Q값 입력

각 발·변전소별 154/66kV, 154/23kV 변압기의 무효전력은 변압기 2차에서 계속되므로 1차로 환산한 후 154kV 수전고객의 무효전력을 부하모선별로 합산하고 Switched shunt 입력에서 추출된 23kV 모선에 투입된 Switched shunt량을 입력으로 받아 부하모선별 154kV에서 실제 Q값을 계산하여 PSS/E 데이터 파일에 출력되도록 하였다.

○ 주변압기 2차 무효전력 1차 환산식

$$Q_1 = Q_2 + Q_i$$

$$Q_i = \frac{-(2 \times X_i \times Q_2 - V_1^2) - \sqrt{(2 \times X_i \times Q_2 - V_1^2)^2 - 4 \times X_i^2 (P_1^2 + Q_2^2)}}{2 \times X_i}$$

Q_i : 변압기에서 소모되는 무효전력(MVar)

Q_1 : 변압기1차 환산 무효전력(MVar)

Q_2 : 변압기2차 취득 무효전력(MVar)

V_1 : 변압기1차 취득 전압(kV)

P_1 : 변압기1차 취득 유효전력(MW)

P_n : 주변압기 고유기준용량(MVA)

%Z : 주변압기 고유%임피던스

X_i : % $X_i \times E / I \times 100$

% X_i : 변압기고유 %임피던스

I : $P_n(\text{VA}) / \sqrt{3} \times 154000(\text{V})$

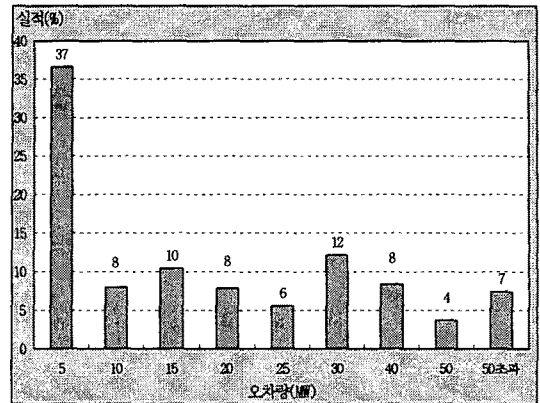
E : $154000 / \sqrt{3}$

2.3.1 선로조류 비교 결과

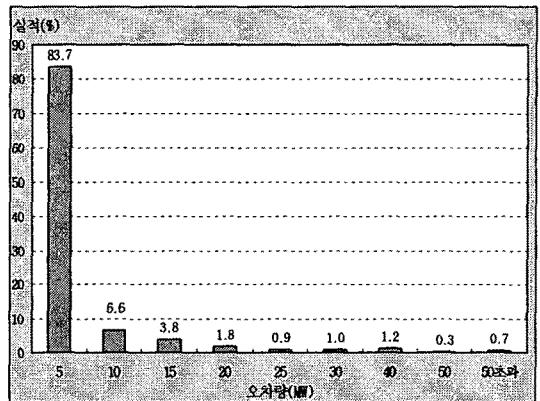
실계통을 기준으로 PSS/E의 선로조류 오차는 345kV 이상 송전선로에서 오차량 기준서 20MW 이내가 61.8%

로 나타났으며, 154kV 송전선로에서는 5MW 이내가 83.7%로 나타났다.

○ 345kV 이상 송전선로 오차량 기준 선로조류 실적



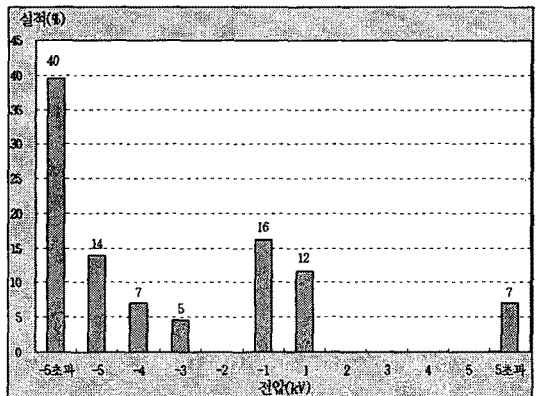
○ 154kV 송전선로 오차량 기준 선로조류 실적



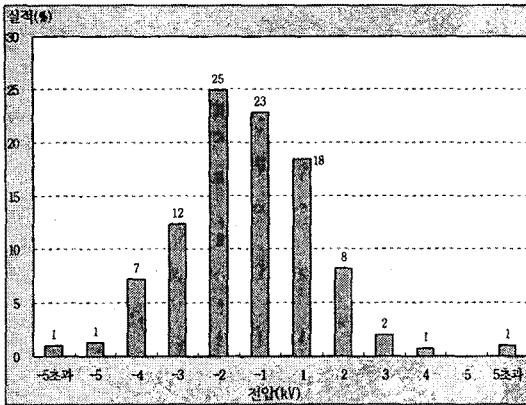
2.3.2 모선전압 비교 결과

실계통을 기준으로 PSS/E의 부하모선 전압실적은 345kV에서는 실계통보다 높은 개소는 18.6%, 낮은 개소는 81.4%로 나타났으며, 154kV에서는 실계통보다 높은 개소는 30.5%, 낮은 개소는 69.5%로 나타났다

○ 345kV 모선전압 실적



○ 154kV 모선전압 실적



3. 결 론

수작업에 의하여 작성하던 부하모선의 P, Q, Switched Shunt, 발전기 출력 등 계통운영 실적을 전력계통 감시 장치 송전망 감시 중앙시스템에서 제공하는 실시간 정보를 이용, PSS/E 데이터 구조로 변환하는 실시간 PSS/E 데이터 파일 작성 프로그램을 개발하고 이를 이용하여 작성된 PSS/E 조류계산 결과를 실계통과 비교결과 매우 정확함을 확인하였다.

양방향 시장에서는 계통해석 결과에 따라 시장참여자에 게 손실과 이익 발생요인이 많으므로 공정한 기관에서 산·학·연 동일한 실계통 PSS/E 데이터 파일을 배포하여 계통해석의 신뢰성과 객관성이 확보되어야 할 것이며, PSS/E의 조류계산 결과가 실계통과 동일하게 구현 되도록 지속적인 노력이 필요할 것으로 사료된다.