

EUROSTAG을 이용한 안정도 해석용 제어계 모델 개발
PART II - 안정도 해석

김학만, 오태규, 전영환, 김술기, 송석하
 한국전기연구원, 한국전력거래소

Development of Dynamic Models of EUROSTAG for Stability Study
PART II - Stability Study

H.M. Kim, T.K. Oh, Y.H. Chun, S.K. Kim, S.H. Song
 KERI, KPX

Abstract - Because of the difficulty of acquiring new generation sites and right-of-way, additional units have been added to the existing generation sites and the transmission system has been developed into highly meshed configuration. The reliable operation of power systems has been restricted by this system characteristics. The enhancement of system analysis techniques and establishment of appropriate measures have been required in this situation. In addition the deregulation of electric power industry in Korea would give rise to better tools for power system analysis and control. In this paper, dynamic models were developed and stability studies were implemented using developed dynamic models of EUROSTAG and compared with the simulation results of PSS/E.

1. 서론

최근 전원입지 확보의 어려움으로 인한 대단위 발전소의 건설과 전력수송 밀도의 증대는 특정지역의 사고 영향이 인접계통으로 파급되어 전체 계통의 안정 운용의 제약이 될 가능성이 증대되고 있다. 그리고 이에 공급 신뢰성을 증대시키기 위해서 송전 전압 격상, HVDC, FACTS, PSS 등의 전력전자 응용 제어 시스템의 도입 및 운전의 확대가 예상된다. 이와 같이 전력계통의 대용량화, 다양화 및 복잡화에 따라 계통해석기술의 고도화, 정밀화가 절실히 요구되고 있으며, 전력계통의 제반 현상에 대한 정확한 해석을 통하여 계통 운용상의 문제점 분석과 적절한 대책 수립시행으로 전력계통의 안정적 운용이 도모되어야 한다.

또한 최근 전력산업 구조개편 추진에 따라 지금까지의 독점적인 전력산업 환경에서 한국전력공사가 신뢰도 중심의 계통운용을 유지하여 왔고, 계통해석도 단일 프로 그램에 의존하였으나, 앞으로 신뢰성과 경제성을 동시에 추구하여야 하는 경쟁적 전력시장에서의 계통해석 결과에 따른 비용 발생시의 책임소재에 대한 투명성과 해석 결과에 대한 검증이 필요하게 되어 계통해석 기술의 고도화와 이를 구현하기 위한 도구의 다변화가 절실하게 요구된다.

현재 우리계통의 안정도 해석은 주로 PTI의 PSS/E를 이용하여 검토되고 있으며, PSS/E의 해석을 위한 동적 모델의 파라미터가 구축되어 있다. 본 논문에서는 개발한 EUROSTAG을 이용하여 우리계통 데이터로 안정도 해석을 수행하여 PSS/E와 시간 모의 결과를 비교하였다.

2. 안정도 해석

2.1 검토 대상 계통 및 상정 사고

안정도 해석은 2001년 Peak 계통에 대해서 수행하였다. 본 연구에서는 EUROSTAG을 이용한 상정사고 해석 결과와 PSS/E를 상정사고 해석 결과를 중심으로 검토하였

다. 2001년 Peak 계통에서 검토한 상정사고 리스트는 표 2.1과 같고, 이때 발전기의 회전자 각은 표 2.2의 발전기를 대상으로 비교하였다.

표 2.1 검토 상정 사고

Case	상정 사고 선로
1	의정부 - 울진 345 kV 2회선 차단
2	영서 - 서서울 345 kV 2회선 차단
3	동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단
4	동서울 - 신계천 345 kV 2회선 차단
5	화성 - 서서울 345 kV 2회선 차단
6	울진 - 동해 345 kV 2회선 차단
7	신영주 - 신계천 345 kV 2회선 차단
8	동해 - 신계천 345 kV 2회선 차단
9	신옥천 - 신남원 345 kV 2회선 차단
10	영광 - 신남원 345 kV 2회선 차단
11	영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단
12	월성 - 신포항 345 kV 1회선 차단
13	신포항 - 서대구 345 kV 2회선 차단

표 2.2 회전자 각 관측 발전기

모선	모선명	모선	모선명
21921	일산 GT1 호기	24451	평택 1 호기
25151	울진 원자력 1 호기	25421	청평 1 호기
26101	태안 1 호기	26151	보령 1 호기
27153	영광 원자력 3 호기	27252	여수 2 호기
28152	월성 원자력 2 호기	29251	고리 원자력 3 호기
29331	울산 ST 1호기	29821	영남 1 호기

그리고 검토 시나리오는 다음과 같다.

- a) 0 초 : 해당 모선 인근에 3상 고장
- b) 0.1 초 : 해당 모선 인근의 3상고장 제거 및 해당 선로 개방

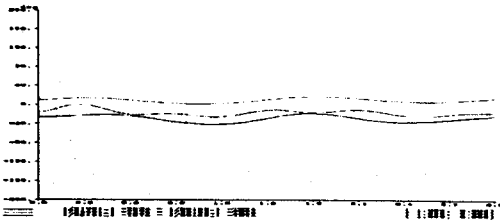
안정도 검토에서 부하 모형은 Constant Impedance 모형을 이용하였다.

2.2 안정도 해석 비교 결과

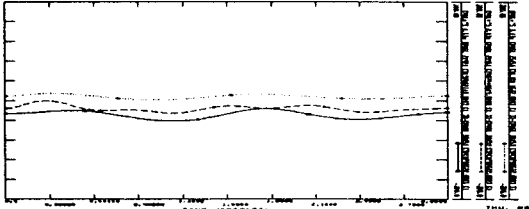
본 논문에서는 표 2.1의 상정사고 리스트 중에서 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정사고와 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정사고의 비교 결과만을 다음과 같이 기술하였다.

2.2.1 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정사고

그림 2.1은 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 일산 GT 1호기, 평택 1호기, 울진 원자력 1호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다.



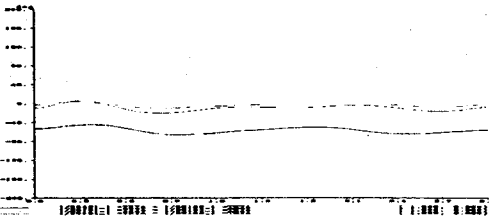
(a) EUROSTAG 시간 모의 결과



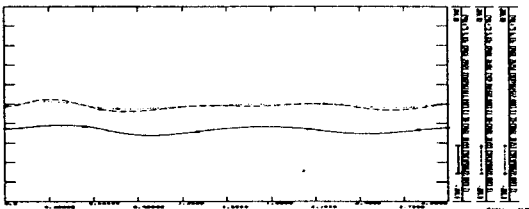
(b) PSS/E 시간 모의 결과

그림 2.1 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 일산 GT 1호기, 평택 1호기, 울진 원자력 1호기의 회전자 각

그림 2.2는 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 청평 1호기, 태안 1호기, 보령 1호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다.



(a) EUROSTAG 시간 모의 결과

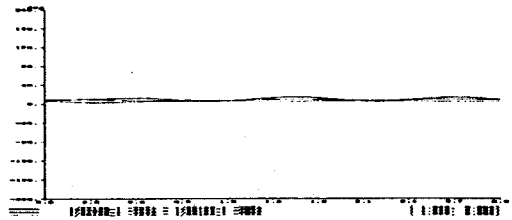


(b) PSS/E 시간 모의 결과

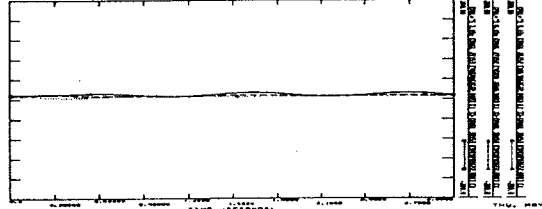
그림 2.2 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 청평 1호기, 태안 1호기, 보령 1호기의 회전자 각

그림 2.3은 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 영광 원자력 3호기, 여수 2호기, 월성 원자력 2호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다.

그림 2.4는 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 고리 원자력 3호기, 울산 ST 1호기, 영남 1호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다.

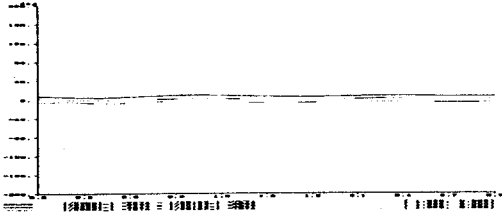


(a) EUROSTAG 시간 모의 결과

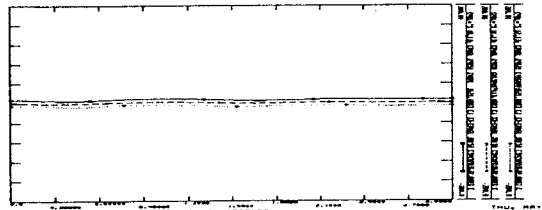


(b) PSS/E 시간 모의 결과

그림 2.3 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 영광 원자력 3호기, 여수 2호기, 월성 원자력 2호기의 회전자 각



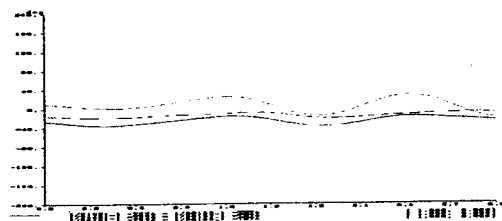
(a) EUROSTAG 시간 모의 결과



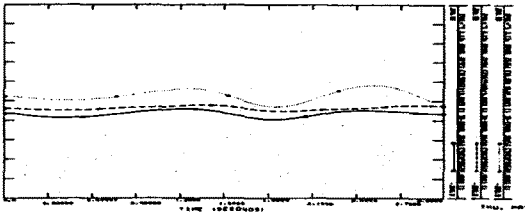
(b) PSS/E 시간 모의 결과

그림 2.4 동서울 - 신용인 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 고리 원자력 3호기, 울산 ST 1호기, 영남 1호기의 회전자 각 (PSS/E)

2.2.2 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정사고
그림 2.5는 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 일산 GT 1호기, 평택 1호기, 울진 원자력 1호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다.



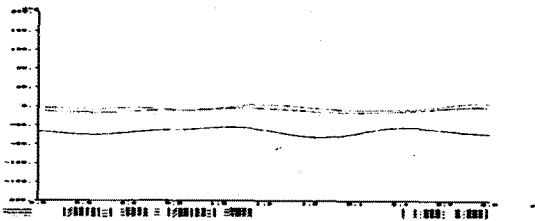
(a) EUROSTAG 시간 모의 결과



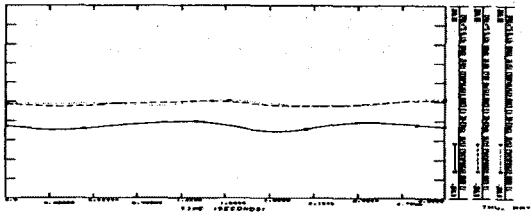
(b) PSS/E 시간 모의 결과

그림 2.5 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 일산 GT 1호기, 평택 1호기, 울진 원자력 1호기의 회전자 각

그림 2.6은 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 청평 1호기, 태안 1호기, 보령 1호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다.



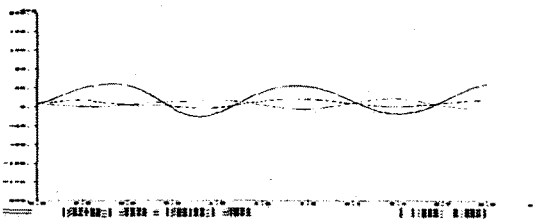
(a) EUROSTAG 시간 모의 결과



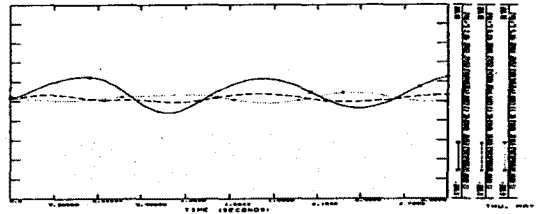
(b) PSS/E 시간 모의 결과

그림 2.6 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 청평 1호기, 태안 1호기, 보령 1호기의 회전자 각

그림 2.7은 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 영광 원자력 3호기, 여수 2호기, 월성 원자력 2호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 영광 원자력 발전기에 동요 지속 모드가 발생하였다. EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다. 그림 2.8은 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정 사고에 대해서 고리 원자력 3호기, 울산 ST 1호기, 영남 1호기의 회전자 각을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 EUROSTAG 및 PSS/E의 해석 결과 그림은 유사한 결과를 보인다.

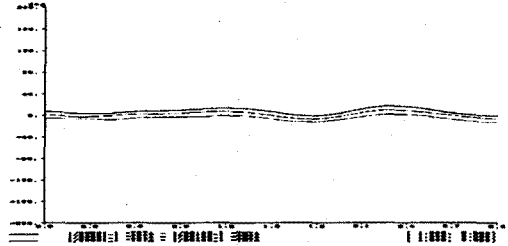


(a) EUROSTAG 시간 모의 결과

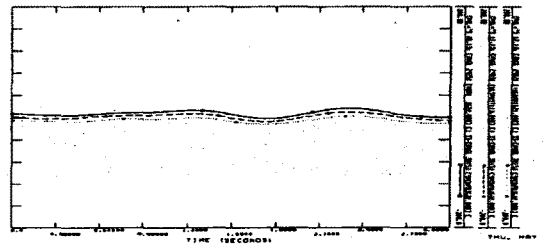


(b) PSS/E 시간 모의 결과

그림 2.7 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 영광 원자력 3호기, 여수 2호기, 월성 원자력 2호기의 회전자 각 (PSS/E)



(a) EUROSTAG 시간 모의 결과



(b) PSS/E 시간 모의 결과

그림 2.8 영광 - 신광주 345 kV 2회선 차단 상정사고 시 고리 원자력 3호기, 울산 ST 1호기, 영남 1호기의 회전자 각 (PSS/E)

3. 결 론

본 논문에서는 개발한 EUROSTAG을 이용하여 우리계통 데이터로 안정도 해석을 수행하여 PSS/E와 시간 모의 결과를 비교하였다.

본 연구를 통해서 EUROSTAG을 이용해서 우리계통을 해석할 수 있는 기반을 구축하였다. 한편, EUROSTAG 프로그램을 이용한 계통해석 결과는 프로그램 내에서 구현된 모형 구조와 수리적 데이터에 민감하므로 수리 모형 수립 및 검토 분석 연구에 상당히 적합할 것으로 판단된다. 따라서 이와 같은 특성을 잘 활용하면 계통해석 기술의 고도화를 달성할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] EUROSTAG User's Manual Release 3.2, TRACTEBEL-EDF, May 1994.
- [2] EUROSTAG Tutorial, TRACTEBEL-EDF, May 1994.
- [3] Power Technologies Inc., PSS/E-24 Power System Simulator Program Operation Manual & Application Guide, Dec. 1995.
- [4] P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill Inc., 1994.