

여자기 형식에 따른 시간 응답 특성 비교

신만수*, 이주현*, 이기성**, 정태원***
 한전 전력연구원, 한국타이어**, 충남대학교***

Time Response Characteristics by the exciter types

Shin Man-su*, Lee Ju-hyun*, Lee Gi-seong**, Jeong Tai-won***
 KEPRI, HANKOOK TIRES, Chung-nam University

Abstract - 전력계통 및 발전기의 안정 운용을 위해 발전기 제어계의 정밀 제어와 정확한 계통 해석을 위한 발전기 관련 정밀 파라미터 취득 및 관리가 요구되는 상황에서 발전기 현장시험과 발전기 관련 안정도 해석용 데이터 취득이 필요한 실정임.

현장 시험(발전기 제어계 특성시험)을 통해서 취득한 데이터를 가지고 모델링 및 제어정수를 조정하여 전력계통 안정도 해석용 데이터 베이스를 구축하게 되는데, 여자기 형식에 따라서 계단 입력 신호가 주어졌을 때 시간 응답 특성이 약간씩 차이가 나게 됨. 그리고 발전기 제어계 특성시험은 발전기 직접 관련 데이터 및 원동기(터빈) 입력신호(주증기 유량신호, 주증기 제어밸브 개도 등)까지 측정하게 되는데, 본 논문에서는 발전기 여자제어에 관련된 부분만을 살펴 보았음.

1. 서 론

여자시스템은 여자기에 전원을 공급하는 방식에 따라서 직류 여자 방식, 교류 여자 방식, 정지형 여자 방식 등 세가지로 분류되며, 우리나라에서 주로 채용되어 운용중인 대표적인 방식에 대해서 그 장치별 주요 구성과 특징 및 간략화된 전달함수 모델을 나타내고 시간응답특성을 알아 보고자 한다. 그렇지만 현재 국내에서는 직류 여자 시스템이 거의 운전되고 있지 않기 때문에 본 논문에서는 생략하였고 우리나라에 설치 운용중인 대표적 여자 시스템인 교류 여자 방식(회전형)과 정지형 여자 방식에 대해서 살펴 보겠다.

2. 본 론

2.1 계단 입력 방법과 시험

발전기 단자 전압 계단 시험시의 조건은 계통병해된 상태에서 발전기가 정격속도로 운전되고 있어야 하는데, 데이터 취득점은 발전기 단자 전압, 계자 전압, 계자 전류, 설정값(계단 입력) 등이다. 본 시험 대상 1,000[MW] 회전형과 200[MW] 정지형에 대해서 살펴 보았는데, 회전형과 정지형의 적용이 용량 등에 관련이 있지는 않고 제작사에 따라서 다르다. 이 계단 입력 시험은 1[p.u.] 변화로 하는 것이 가장 이상적이나 현장 사정상 0.05[p.u.] 변화에서 실시되었다. 그리고 계측기를 통하여 취득된 아스키 파일(텍스트 파일)을 MATLAB 프로그램 위에서 모의하였다. 모델 모의 및 검증 절차는 다음과 같다. 첫째, 회로도, 블록도, 각종 정정치와 정정 범위 등의 자료를 얻는다. 둘째, 계통병해시 주파수 응답시험과 과도 응답시험 등을 실시한다. 셋째, 계통병해된 상태에서 발전기가 정격속도로 운전되고 있을 때 주파수 응답 시험과 시간 응답 시험 등을 수행한다. 발전기 단자 전압 계단 시험시 시스템 전체의 반응을 알아보기 위해서 여러 곳의 측정점을 측정한다. 측정된 반응들을 비교함으로써 완전한 시스템의 세부 모델을 확인한다. 넷째, 표준적인 제어 이론을 사용해서 여자 시스템의 특정 사양에 적용되는 표준 모델을 유도한다. 측정된 반응에 대해서 유도된 모델의 반응을 확인

한다. 그리고 과도 응답(Transient Response)에서 중요하게 지켜보아야 할 평가 항목은 상승시간, 오버슈트, 정착시간 등이다. 위의 시험에서는 1[p.u.]의 계단 입력 변화를 준 것이 아니고 0.04-0.05[p.u.] 정도의 계단 입력 변화를 주었다. 참고로 각 평가 항목의 기준치로는 오버슈트 0-80(%), 상승시간(정상상태값의 10[%]에서 90[%]까지 도달 시간) 0.1-2.5[초], 정착시간(규정된 오차범위이내까지 도달시간, 여기서는 5[%]이내) 0.2-10[초] 등이다.

2.2 회전형 여자기 제어시스템

교류 여자시스템은 정류기 배치위치, 여자기 출력 제어방법, 여자기 여자전원 공급방식 등에 따라서 여러 가지 형태로 분류된다. 그 중에서 타여자방식은 주 여자기의 계자 전류를 영구자석을 사용한 발전기나 자여자 복권 발전기와 반도체 정류기로 구성되는 부여자기에서 공급하도록 그림1과 같이 되어 있다.

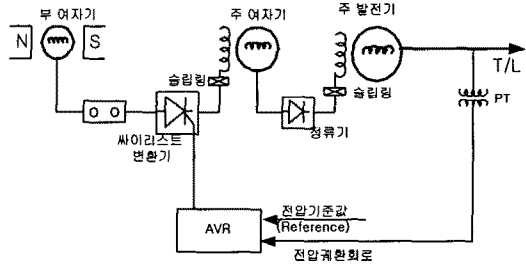


그림 1. Brushless 교류 여자 방식(타여자식)

그림2는 용량 1000MW인 발전기의 단자 전압을 0.04[p.u.] 변화시킨 것인데, 분석 결과 상승시간 0.4[초], 정착시간 1.3[초], 오버슈트 18.4(%), 지연시간 0.1[초] 등이다.

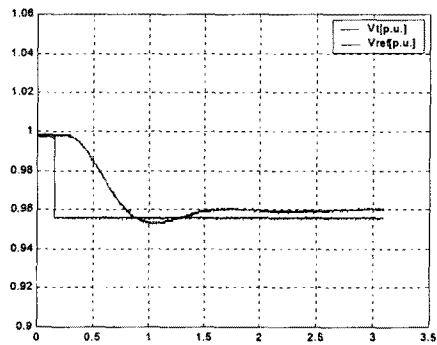


그림 2. 회전형 발전기 단자 전압 계단 하강 응답 시험

그림3과 그림4는 계통병해상태의 발전기 단자 전압 계단 입력에 따른 계자전압과 계자 전류의 변화를 나타낸 것이다.

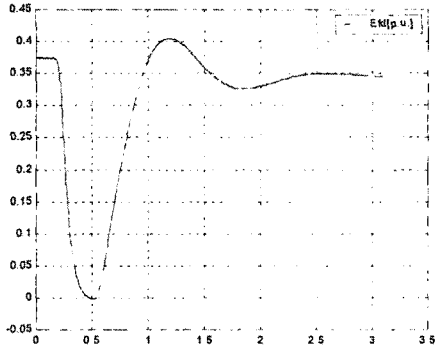


그림 3. 회진형 계단 하강 응답 시험시 계자 전압 변화

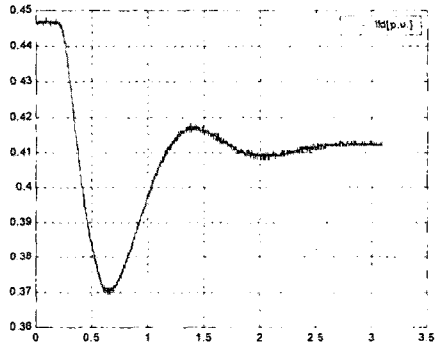


그림 4. 회진형 계단 하강 응답 시험시 계자 전류 변화

2.3 정지형 여자기 제어시스템

정지형 여자기 형식에는 여러 가지가 있지만 그림5와 같은 형식의 여자기 제어시스템에 대한 시간 응답특성을 살펴보고자 한다. 아래 시험 파형은 현장 여건을 고려하여 무부하상태(계통병해상태)에서 0.05(p.u.) 발전기 단자 전압 계단 하강 응답 시험을 통하여 취득한 파형이다.

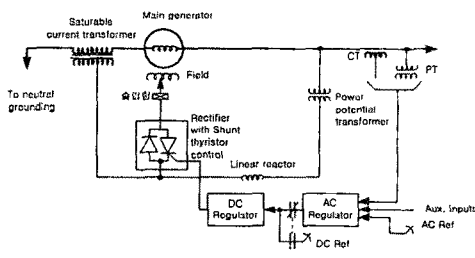


그림 5. Compound-source Controlled Rectifier Excitation System

그림6은 용량 200[MW]인 발전기의 단자 전압을 0.05(p.u.) 변화시킨 것인데, 분석 결과 상승시간 0.3 [초], 정착시간 2.2[초], 오버슈트 16.7(%), 지연시간 0.1[초] 등이다.

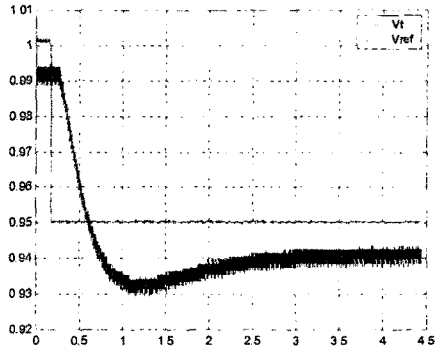


그림 6. 정지형 발전기 단자 전압 계단 하강 응답 시험

다음 그림7과 그림8은 계통병해상태의 발전기 단자 전압 계단 입력에 따른 계자전압과 계자전류의 변화를 나타낸 것이다.

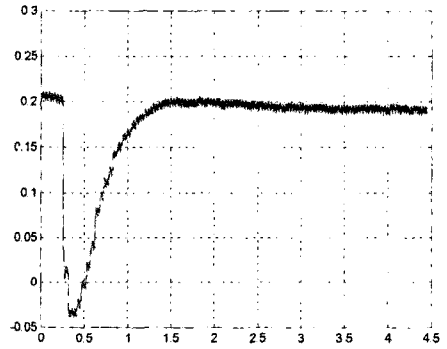


그림 7. 정지형 계단 하강 응답시 계자 전압 변화

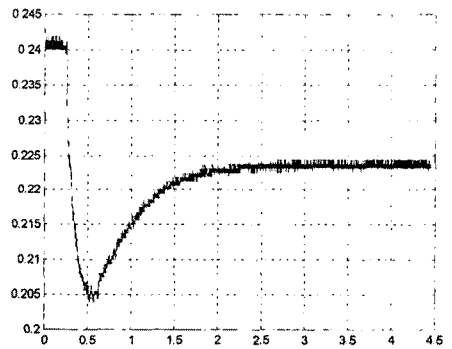


그림 8. 정지형 계단 하강 응답시 계자 전류 변화

그림9, 그림10, 그림11과 그림12는 계통병입 상태의 계단 응답 결과를 살펴본 것이다. 설비 안전상 발전기 단자 전압 변화율 0.01(p.u.) 정도만 주었는데, 발전기 유효 출력은 거의 변화가 없는데 반해 무효 출력은 약간 줄어드는 것으로 나타났다.

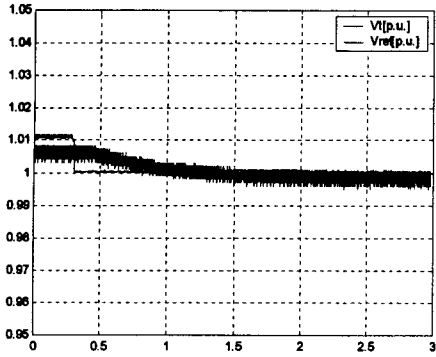


그림 9 . 정지형 On-line 발전기 단자 전압 계단 하강 응답

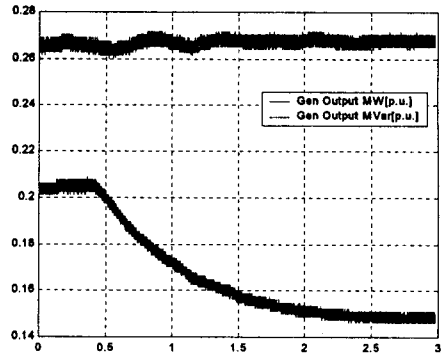


그림 12 . 정지형 On-line 계단 하강 응답시 유무효출력 변화

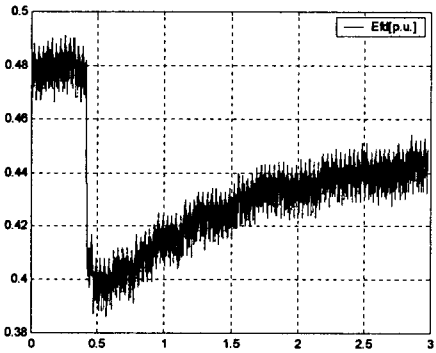


그림 10 . 정지형 On-line 계단 하강 응답시 제자 전압 변화

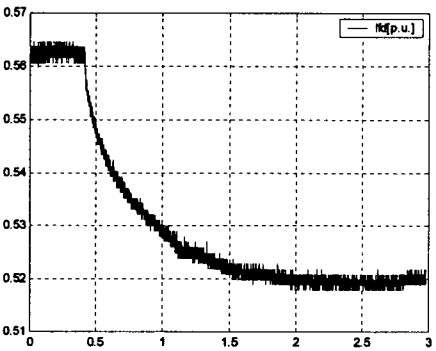


그림 11 . 정지형 On-line 계단 하강 응답시 제자 전류 변화

3. 결 론

본 논문에서는 계단 입력에 대한 시간 응답에서 널리 알려진 대로 정지형이 회전형보다 응답시간이 빨라서 결과적으로 과도 안정도를 향상시킬 수 있었다. 향후 보다 충분한 자료를 가지고 주파수 응답에 대해서도 살펴볼 기회를 마련하겠다.

(참 고 문 헌)

- [1] 임익현, "同期 發電機 디지털 勵磁 시스템 개발에 관한 研究", 박사학위논문, 5, 30-31, 89, 2001
- [2] P.KUNDER, Power System Stability and Control, 318, 372, 1994
- [3] 김용학, "전력계통 안정성 향상을 위한 발전기 제어계의 최적 조정", 270-274, 2002