

IPLAN을 이용한 전력설비의 계통접속 기술검토 프로그램 개발

유헌수, 배주천

전력거래소 전력계획처 계통계획팀

An IPLAN-based Program for Technical Assessment of New-connected Facilities

Heon-Su Ryu, Joo-Cheon Bae

Power System Planning Team, Korea Power Exchange

Abstract - When a large-scale load or a new generator is connected to power systems, KPX assesses the effect of the connection on power systems to keep security and reliability standards. As the number of connection requests has been increased, KPX is spending much time for technical assessments of the requests. This paper developed an automatic assessment program to reduce analysis time and enhance simulation accuracy. The program is based on IPLAN and can be applied to both load and generator network connection requests.

1. 서 론

우리나라의 전력소비가 해마다 증가됨에 따라 전력계통도 이에 맞추어 지속적으로 확충되고 있다. 대규모 부하단지 형성에 따른 계통보강이나 발전기 건설 등은 필수불가결하다. 특히 최근에는 신재생에너지 등의 개발을 정책적으로 지원하여 발전원별 세분화와 발전기 규모의 다양화가 촉진됨에 따라 다수의 소규모 발전사업자가 전력계통에 접속될 것으로 예상된다. 뿐만 아니라 공장부하와 같은 대규모 전기사용자의 공급방안 요청이 꾸준히 접수되고 있다. 그러므로 전력계통에 접속되는 신·증설 전력설비가 전력계통의 안전도 및 신뢰도를 저하시키지 않도록 계통운영상 적정성을 검토해야 한다.[1,2,3]

계통운영자인 전력거래소는 대규모 부하가 154kV에 직접 연결되거나, 수십MW 이상의 발전기가 접속될 때 계통운영상 문제점 유무를 파악하고 있다. 그러나 신청건수가 해마다 수십건에 이르러 업무처리에 상당히 많은 시간이 소요되고 있다. 미국 PJM의 경우 발전접속 신청누적건수가 250건에 달하는 등 각 ISO의 계통계획 담당자는 신규 계통접속 업무 처리에 많은 시간을 보내는 것으로 보고되고 있다[4]. 우리나라도 차차 전력시장이 활성화되면 신청 건수가 더욱 증가하여 업무처리에 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다. 본 논문에서는 전력설비의 계통접속 기술검토 자동프로그램을 개발하여 업무처리시간을 단축시키고 검토정확도를 향상시킨 사례에 대하여 소개하고자 한다.

2. 전력설비 계통접속 기술검토

전력계통에 접속되는 전력설비의 종류에 따라 계통접속 기술검토 업무는 크게 두 가지로 나뉜다. 첫째는 대용량 전기사용자의 전기사용 신청에 따른 전력공급방안 검토와 둘째는 발전사업 인·허가와 관련하여 발전기 접속방안의 계통영향을 검토하는 것이다.

2.1 전력공급방안

전력공급방안이란 154kV 이상 전력계통에 연결되는 신·증설 전기사용자 중 송·변전설비의 신설 또는 변경이

수반되는 경우나, 신설 또는 증설분 계약전력이 100MW를 초과하는 전기사용 신청에 대하여 원활한 전력공급과 안정적 전력계통 운영이 가능한지 여부를 검토하는 것을 말한다. 전기사업자는 위에서 말한 전기사용자의 신청이 있을 경우 전력거래소에 공급방안 검토를 의뢰하며 이때 제출하는 자료는 다음과 같다.[1]

- 고객기본사항
- 전기사업자 공급방안(안)
- 전기사용 해당 년도 전력계통도
- 전기사용시 플리커, 고조파 발생여부 등

위 사항을 접수한 전력거래소는 기술적으로 적합한 공급방안을 검토하여 전기사업자에게 그 의견을 제시한다. 이때 전력공급방안 검토시 수행하는 기술검토는 다음과 같다.[1]

- 과부하 및 계통전압 검토
- 필요시 차단용량 검토
- 사용프로그램 : PSS/E
- 기술검토를 수행할 PSS/E DB파일은 전력계통 증장기 계획시 적용하는 자료

전력공급방안 업무흐름은 그림 1과 같다

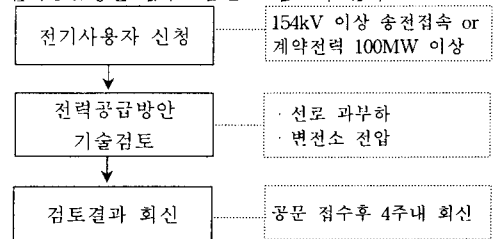


그림 1 전력공급방안 업무흐름

2.2 발전설비 접속방안

발전사업 또는 구역전기사업 등 전기사업을 희망하는 자는 전기사업을 적정하게 수행하는데 필요한 재무능력 및 기술능력을 갖추어야 한다. 특히 발전소가 특정지역에 편중되어 전력계통의 운영에 지장을 초래하여서는 아니 되며 발전연료가 어느 하나에 편중되어 전력수급에 지장을 초래하여서는 아니 된다고 전기사업법 시행령 제4조 2항에 명시되어 있다.

이에 따라 정부 전기위원회에서는 전기사업자의 전기사업 신청이 있으면 사업의 타당성을 전력거래소에 검토의뢰하고, 전력거래소는 전력수급 및 계통운영측면의 허가기준상 문제점을 검토한다. 본 논문은 이 허가검토 절차 중 계통운영 측면에서 기술적 문제점을 검토하는 절차에 대해 자동화 프로그램을 개발하였다.

발전설비 접속방안의 기술검토 사항은 다음과 같다.

- 과부하 및 계통전압 검토
- 차단용량 검토

- 과도 안정도 검토
- 사용프로그램 : PSS/E
- 기술검토를 수행할 PSS/E DB파일은 전력계통 중장기 계획시 적용하는 자료

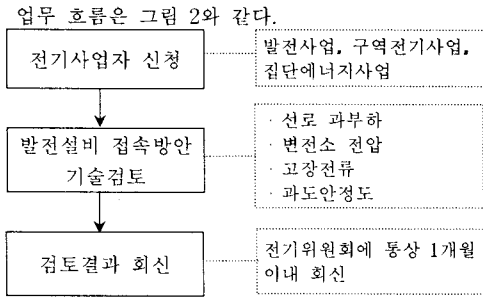


그림 2 발전설비 접속방안 업무흐름

2.3 기술검토 현황 및 문제점

전력설비 계통접속 기술검토는 정형화된 절차에 의한 반복적 업무로서 신청 방안의 대부분은 높은 기술적 숙련도를 필요로 하지 않는 반면, 검토 시간이 다소 소요되는 특징을 갖고 있다. 대부분 신청용량이 수십~수백 MW로써 우리나라 전체 계통규모에 비하면 용량이 작기 때문에 주로 접속지점의 지역적 문제점에 대하여 검토한다. 따라서 검토항목에 큰 변동없이 일정 절차에 의해 검토를 하게 된다. 여기서 각 방안별 기술검토의 정형화된 절차는 다음과 같다.

- 전력공급방안의 경우
조류계산→선로과부하/변전소 저전압 검출→보고서 작성
- 발전설비 접속방안의 경우
고장전류계산 → 조류계산 → 선로과부하/변전소 저전압 검출 → 과도안정도 검토 → 보고서 작성

지난 3년간 신청방안을 살펴보면 2003년 영흥3,4호기 발전허가(1,600MW), 2005년 INI스틸(주) 공급방안(1,000MW) 등 몇 건을 제외하고는 대부분 100MW이하 정도의 용량을 나타내었다. 연도별 신청건수는 표1과 같다.

표 1. 전력설비 계통접속 신청현황

연도	신청건수	비고
2003	42	공급방안+발전접속
2004	31	,
2005	30	,

표 1에서 보는 바와 같이 신청건수가 해마다 수십건에 이르러 업무처리에 상당히 많은 시간이 소요되고 있다. 외국 사례를 보면 미국 PJM의 경우 발전접속 신청 누적건수가 250건에 달하는 등 각 ISO의 계통계획 담당자는 신규 계통접속 업무 처리에 많은 시간을 보내는 것으로 보고되고 있다[4]. 우리나라도 차차 전력시장이 활성화되면 신청 건수가 더욱 증가하여 업무처리에 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다.

3. 전력설비 계통접속 기술검토 프로그램 개발

신증설 전력설비가 전력계통에 접속될 때 미치는 영향을 검토하기 위하여 전력거래소는 현재 PSS/E 프로그램을 사용하고 있다. PSS/E 프로그램은 Activity라는 단위 기능으로 구성되어 있고, 사용자는 일련의 activity를 순차적으로 임의이 실행하여 계통모의를 한다. 예를 들어 전력공급방안 검토의 경우 FNSL(조류계산), RATE(선로과부하), VCIK(전압범위검사), GOUT(결과화면출력)

과 같은 activity를 이용한다.

그러나 PSS/E에는 activity를 자동으로 실행시키거나 PSS/E 자체를 제어할 수 있는 내부 프로그래밍 언어인 IPLAN을 함께 제공하고 있다. 본 논문에서는 앞 장에서 살펴본 것처럼 정형화된 절차로 구성된 계통검토 방안에 대하여 자동 기술검토할 수 있는 프로그램을 IPLAN을 이용하여 개발하였다.

3.1 기술검토 흐름도

전력설비의 계통접속 관련 기술검토는 그림 3과 같은 과정으로 이루어져 있다. 정상계통에 대하여 조류계산을 실행한 후 과부하나 저전압 개소가 발생하는지 파악하고, 다음 단계로 검토 지역에 단일고장이나 이중고장을 발생시킨 후 고장계통에 대하여 조류계산을 실행하여 마찬가지로 문제점을 검출한다. 그리고 최종 보고서를 작성한다. 그림 3에서 짙은 색 바탕으로 표시한 부분은 고장전류와 과도안정도 루틴으로서 발전설비 접속방안에 대해 추가검토 사항이다.

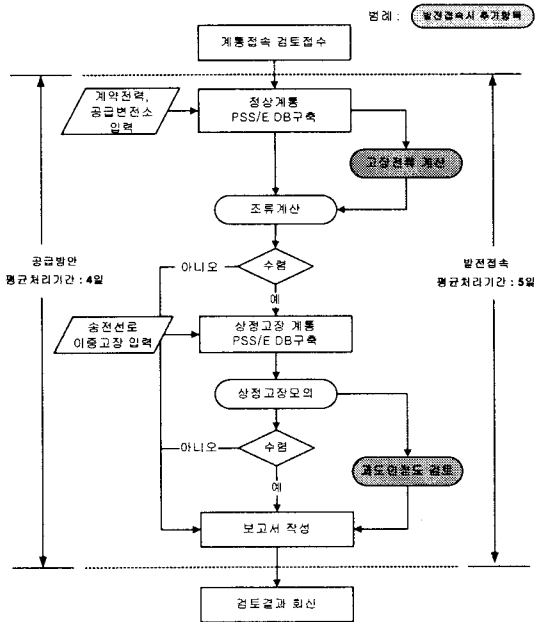


그림 3 전력설비 계통접속 기술검토 흐름도

3.2 자동화 프로그램 개발

자동화 프로그램은 그림 4와 같이 크게 3가지 부분으로 구성되어 있다. 첫째는 GUI환경 응용프로그램, 둘째는 검토 단위별 IPLAN 실행모듈, 셋째는 실행모듈이 실제로 구동되는 호스트프로그램(PSS/E)이다. GUI환경 응용프로그램은 단위 IPLAN 실행모듈이 하나의 프로그램 내에서 동작하도록 통합하고, 사용자와 입출력 데이터를 처리한다. IPLAN 모듈에서는 사용자 입력자료를 이용하여 그림 3과 같은 기술 검토과정을 자동으로 생성하여 호스트프로그램에 실행을 명령한다.

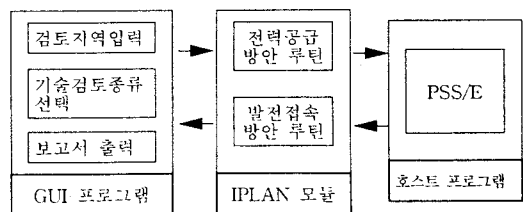


그림 4 프로그램 구성도

모든 과정이 종료되면 IPLAN은 PSS/E로부터 실행 결과를 입력받아 보고서 형태로 가공 후 사용자에게 출력한다. 각 부분별 주요 기능은 다음과 같다.

3.2.1 단위 기능별 IPLAN 실행모듈

다음은 단위 모듈별 기능 설명이다

- Step 1 - 검토지역 모션입력
: 검토대상 지역내 모션번호를 입력한다.
- Step 2 - 검토계통 선로구성상태 자동파악
: 입력된 모션번호를 기초로 하여 변전소간 상호연결상태를 자동으로 검색한 후 검토대상 선로를 결정한다.

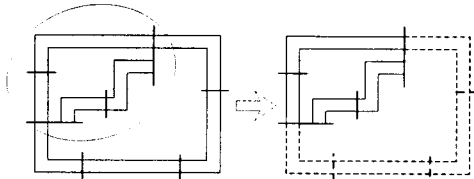


그림 5 선로구성상태 자동 파악에

- Step 3 - 과부하 선로 및 저전압 변전소 자동검출
: 선로(변압기포함)의 과부하 상태를 체크하고 변전소의 전압 범위를 체크하여 문제개소를 검출한다.
- Step 4 - 고장전류 정격용량 초과 개소 자동검출
: 3상 단락고장에 대하여 변전소 고장전류를 계산하고 차단기 용량 초과개소를 검출한다.
- Step 5 - 과도안정도 검토
: 상정고장시 과도안정도를 계산하고 위상각차를 보여준다.
- Step 6 - 검토결과 보고서 자동생성
: Step1~5의 결과를 종합하여 자동으로 보고서를 생성한다.

3.2.2 단위 모듈 구성도

IPLAN 단위 모듈의 구성도는 그림 6과 같다.

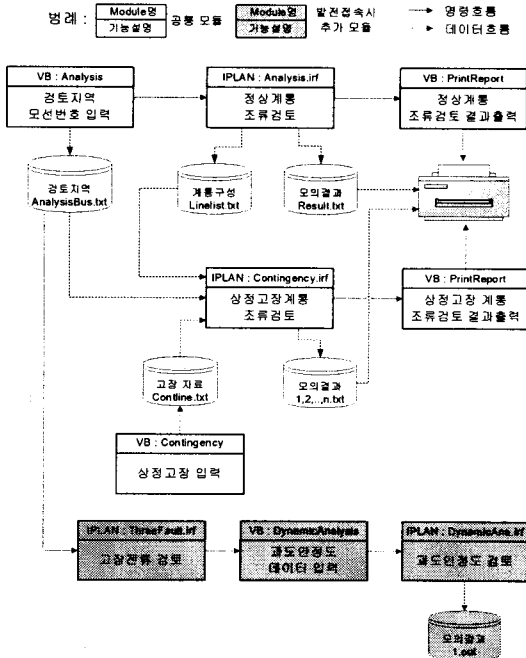


그림 6 단위 모듈 구성도

3.2.3 GUI 응용 프로그램

검토자는 GUI환경 응용프로그램에서 검토지역을 모션 번호 형태로 입력하고, 원하는 기술검토 종류를 선택한다. 즉 고장전류계산, 정상/상정고장 계통검토, 과도안정도 검토를 각각 실행할 수 있고, 실행완료시 해당지역내 검토결과를 화면으로 출력한다. 프로그램을 그래픽 유저 인터페이스 방식으로 설계하였다. 그림 7은 실행 메인화면이다.

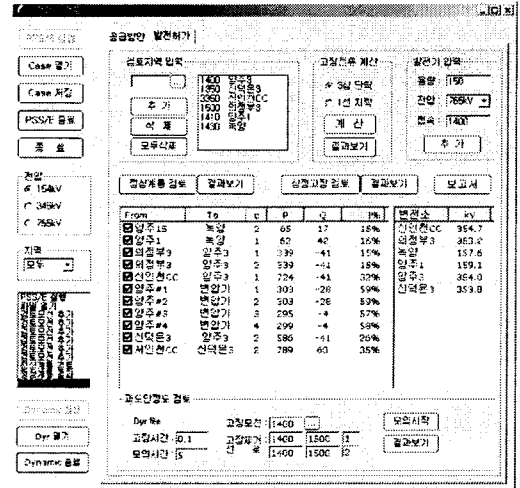


그림 7 응용프로그램 메인화면

3.3 현장업무 적용사례

전력거래소는 전력공급방안 검토 프로그램은 2004년에 개발 완료하였고, 발전접속방안 검토 프로그램은 2005년에 개발 완료하여 현장업무에 적용하고 있다. 자동화 프로그램 활용 이후 기술검토 처리시간이 대폭 단축되었고, 전산프로그램에 의한 검토로 정확한 검토를 수행하게 되었다. 표 2에 연도별 신청건수와 처리 평균시간을 나타내었다. 여기서 평균처리 시간은 공문 접수후 공문 발송까지의 기간으로 산정하였으므로 행정처리 시간이 포함되었다. 표 2를 보면 소요시간이 기존 5일에서 2~3일 정도로 단축되었음을 알 수 있다.

표 2. 전력설비 계통접속 처리결과

연도	신청건수	처리 평균시간	비고
2003	42	5일	수동 검토
2004	31	3일	자동화 적용
2005	30	2일	자동화 적용

4. 결 론

본 논문에서는 신중실 전력설비가 계통에 접속되었을 때 계통에 미치는 영향을 파악하기 위하여 수행하는 기술적 검토 방안에 대하여 알아보고 이를 자동화하는 프로그램을 개발하였다. PSS/E의 IPLAN을 이용하여 전력공급방안과 발전설비 계통접속방안 관련 기술검토 절차를 자동화하였다. 자동화 프로그램을 실제 업무에 적용한 결과 업무처리시간을 단축할 수 있었고, 전산프로그램의 이용으로 결과의 정확성을 향상시켰다. 향후 신청건수가 증가됨에 따라 본 프로그램의 활용도 및 효과가 증대될 것으로 예상된다.

[참 고 문 헌]

- 1] 한국전력거래소, "전력시장운영규칙", 2005.01
- 2] 법률 제6283호, "전기사업법"
- 3] 대통령령 제17137호, "전기사업법 시행령"
- 4] U.S. DOE, "National Transmission Grid Study", May, 2002. pp.D-11 ~ D-12