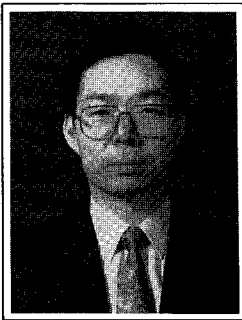


원전의 지진감시 시스템 · 지진과분석 시스템

-개발 경위와 이용 전망-

이 종 립

한전 전력연구원 토건그룹 그룹장



요

자력발전소는 지진 발생시 또는 지진 발생 이후에도 내진 안전성을 확보·유지하여야 한다.

원전의 설계 요건에는 부지에서 발생 가능한 최대 지진을 설계 지진으로 결정하고, 이러한 설계 지진에 대하여 내진 안전성을 확보하도록 엄격하게 규제하고 있다.

이에 부합하기 위하여는 엄밀하고 복잡한 해석 과정을 통하여 신뢰성을 확보하여야 한다.

원전은 설계 과정뿐만 아니라 운전

중에도 적절한 지진 계측 설비를 설치하여 지진 발생시 즉각 지진 기록을 회수, 내진 설계 지진과 비교·평가함으로써, 원전 운전 정지 여부의 결정이 가능하도록 하여야 한다.

특히 운전 정지시에 수행되는 후속 정밀 평가 및 재가동 여부 결정에 필요한 충분한 지진 기록 정보를 확보할 수 있어야 한다.

본 연구는 지진 발생시 원전의 내진 안전성을 검증하기 위하여 설치되어 있는 지진 감시 시스템의 노후화에 따른 새로운 장비의 교체 운용시 이에 상응하는 운용 프로그램을 개발함으로써 지진 발생에 즉각 대응하여 내진 안전성을 향상시킬 수 있도록 추진되었다.

또한 원전마다 상이한 지진 감시 시스템이 설치되어 있어서 지진 감시 시스템의 기능 상실시 즉각 대응할 수 있는 적절한 대체 수단이 필요할 뿐만 아니라, 지진 전문가가 아닌 발전소 운전원의 지진 분석을 지원할 전문가 시스템 도입의 일환으로, 지

진 발생시 기록된 지진파를 실시간으로 분석할 수 있는 지진파 분석 시스템의 개발 필요성이 대두됨에 따라 수행된 것이다.

OBE 초과 여부 판단 기준

원자력발전소는 운전 기준 지진(Operating Basis Earthquake : OBE) 수준의 지진 발생시 안전에 대한 위해없이 발전소의 계속 운전이 보장되고 응력 및 변위가 허용치 이내에 들도록 설계되어 있으며, OBE 초과시에는 발전소 운전을 정지하도록 되어 있다.

그러나 OBE 초과 여부에 대한 판단 기준이 명확하지 않아 침투 지반 가속도 및 응답 스펙트럼 가속도와 같은 파라미터들이 지진에 의한 잠재적 손상 가능성을 정량화하는 데 사용되어 왔다.

미국의 경우 원전에 OBE를 초과하는 지진이 최근 20년 동안 5차례 발생한 바 있는데, 86년 1월, Perry

원전에 영향을 준 지진은 규모 5.0으로서 10Hz 이상에서 OBE 응답 스펙트럼을 초과하고 15Hz 이상에서 SSE(Safe Shutdown Earthquake) 응답 스펙트럼을 초과하여 장기간 정지 상태를 유지하면서 지진 피해를 조사하였으나 피해가 전무한 것으로 나타났으며, 규모 3.0 이하 지진이 발생한 Virgil C. Summer 원전에서도 이와 유사한 결과가 나타났다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 OBE 초과 개념 정립 및 기준 제정의 필요성이 대두되어 지진 손상도를 측정하기 위한 여러 파라미터와 임계 지진 손상도와의 상관 관계 분석에 관한 연구가 미국 전력연구소(EPRI)에 의해 수행된 바 있다.

연구 결과, 침두 지반 가속도는 구조물 손상도와의 상관 관계가 가장 작은 것으로 나타났으며, 누적 절대 속도(Cumulative Absolute Velocity : CAV)라는 새로운 파라미터가 상관 관계가 가장 큰 것으로 나타났다.

이 연구 결과를 반영하여 97년 3월에 지진 감시 시스템의 설치 및 운용, 지진 발생시 조치 사항에 대한 관련 규정이 개정되어 고진동수 영역에 주로 영향을 주는 작은 규모의 지진에 의한 불필요한 원자로 정지를 줄일 수 있도록 하였다.

CAV는 다음의 식에 의해 정의되는 값으로서 절대 가속도로 표현된

시간-이력 곡선의 면적을 의미한다.

$$CAV = \int_0^{t_{max}} |a(t)| dt$$

a(t) = 가속도 시간 이력
t_{max} = 기록 지속 시간

OBE 초과 여부를 결정하기 위한 평가(그림 1)에는 자유장 지반 운동의 3방향 성분(2개 수평 방향, 1개 수직 방향)으로부터 얻어진 데이터를 사용하여 응답 스펙트럼 점검, CAV 점검 및 계측 장치의 정상 동작 여부의 점검이 포함되며, 지진 발생 후 4시간 이내에 평가가 이루어져야 한다.

이와 같은 OBE 초과 여부 판정 기준의 세부적인 내용은 다음과 같다.

1. 응답 스펙트럼 점검

자유장 지반 운동을 사용하여 생성된 5% 임계 감쇠 응답 스펙트럼의 3방향 성분(2개 수평 방향, 1개 수직 방향) 중 어느 하나라도 아래에 기술된 값보다 크면 OBE 응답 스펙트럼을 초과한 것이다.

① 2~10Hz의 주파수 구간에서 상응하는 설계 응답 스펙트럼 가속도(설계에 OBE 스펙트럼을 사용한 경우에는 OBE 스펙트럼 가속도 값, 그 밖의 경우에는 안전 정지 지진(SSE) 스펙트럼 가속도의 1/3값)또는 0.2g 중 큰 값

② 1~2Hz의 주파수 구간에서 상응하는 설계 응답 스펙트럼 속도(설

계에 OBE 스펙트럼이 사용된 경우에는 OBE 스펙트럼 속도 값, 그 밖의 경우에는 SSE 스펙트럼 속도의 1/3 값) 또는 6inch/sec(15.24 cm/sec)의 스펙트럼 속도 값 중 큰 값

2. CAV 점검

자유장 지반 운동의 각 성분에 대해 CAV는 다음과 같이 계산한다.

① 절대 가속도(g단위) 시간 이력을 1초 간격으로 분할한다.

② 0.025g를 초과하는 부분이 하나라도 있는 각각의 1초 구간을 시간대에 대해 적분한다.

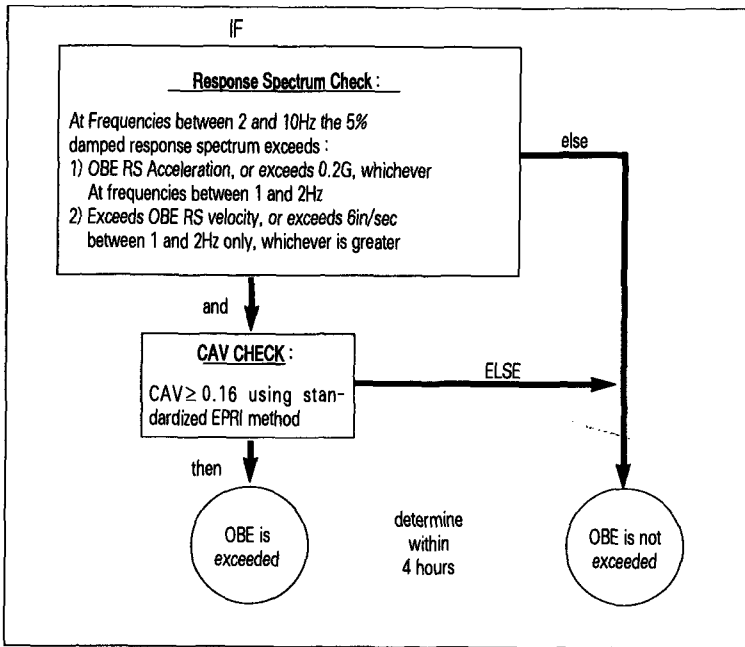
③ 적분된 모든 값들을 누적된 CAV값이 0.16g-sec보다 크면 CAV를 초과한 것이다.

지진 감시 시스템 H/W 개발

본 연구를 통하여 개발된 지진 감시 시스템의 하드웨어는 기계 시스템과 전기 시스템으로 구성되어 있다(그림 2).

기계 시스템은 4개의 침두 가속도 기록계, 5개의 응답 스펙트럼 기록계, 1개의 응답 스펙트럼 경보기로 구성되어 있으며, 전기 시스템은 Visualization & Junction Rack, 전원 공급기, 컴퓨터, Analog Input Card, 무정전 전원 공급 장치(UPS)로 구성되어 있다.

이 시스템은 울진 1·2호기 지진 감시 시스템의 기존 기능 구현 및 기



(그림 1) OBE 초과 여부 판정 기준

능 추가의 개념으로 시스템 설계를 하였으며 주요 개선 사항은 <표 1>과 같다.

기존 시스템의 아날로그 데이터 처리 카드를 업그레이드시킨 Digital Signal Process(DSP) 보드를 PC에 내장시켜 지진 기록의 Fast Fourier Transform(FFT) 계산 및 각종 중요 연산 처리를 DSP 보드 레벨에서 INTEL C40 계열 Processor로 처리하도록 하였다.

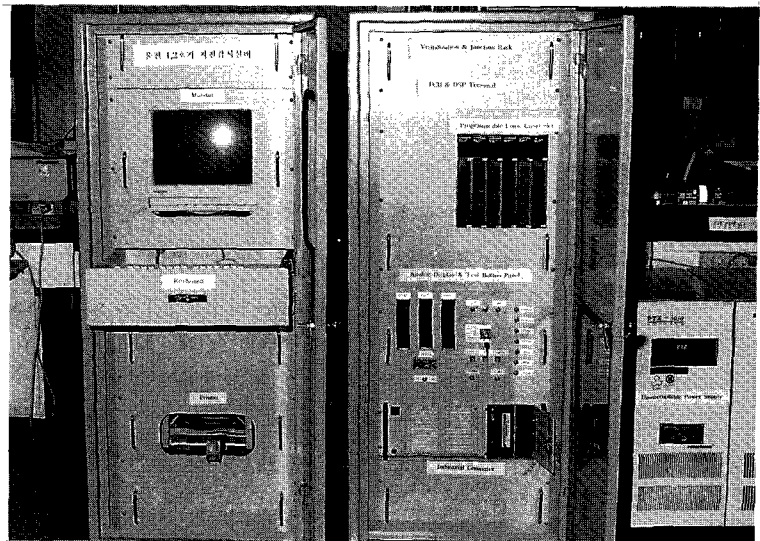
연산 처리 결과는 PC의 CPU로 전달되어 저장되고, 프린터 및 모니터에 표시하여 지진 발생시 발전소 운전원이 신속·정확하게 관련 데이터를 분석·판단할 수 있도록 하였

다.

Visualization & Junction Rack의 단자대(Terminal Block)에서는 가속도계와 지진 트리거, 70%·100% OBE 경보 입력을 연결하여 DSP 보드 External Terminal, Programmable Logic Controller(PLC) Input Module에 연결시키며 외부 경보 및 PLC Output Module 등에 연결하여 신호를 전송해 준다.

DSP 보드에서는 가속도계 및 지진 트리거에서 입력된 신호를 분석하여 0.02g보다 높을 경우 주 제어실에 경보 신호를 발생시킨다.

만일 지진 트리거가 작동된 경우 PLC 및 DSP 보드에 신호가 입력되고 PLC로부터 주 제어실에 경보 신호



지진 감시 시스템

〈표 1〉 울진 1·2호기 지진 감시 시스템 H/W 개선 현황

설비명	기존 시스템 기능	새 시스템 기능	비고
Visualization & Junction Rack	<ul style="list-style-type: none"> Memorizing 모듈을 사용하여 격납 건물 기초 슬래브에 위치한 가속도계 최대값을 LED 그래프로 표시 단자대 사용없이 현장 센서와 컴퓨터를 커넥터로 연결 	<ul style="list-style-type: none"> PLC 내부 프로그램에 의해 격납 건물 기초 슬래브에 위치한 가속도계 최대값을 LED 그래프로 표시 단자대를 사용하여 현장 센서, PLC, DSP 보드 연결 Key 스위치로 센서 수동 테스트 및 자동 테스트 트리거 스위치 및 컴퓨터 소프트웨어 Alarm LED 부착 Event Alarm, Event Indicator 표시 배터리 점검 	<ul style="list-style-type: none"> PLC 내부 프로그램에 의한 경보 LED 표시, 센서 테스트, 가속도계 최대값 표시 컴퓨터 이상시에도 필수 정보 제공 단자대 사용으로 센서 입력 신호값의 이상 유무 확인 가능 자동 테스트 기능 추가 경보 발생 센서 동작 상태 파악 가능 센서 테스트시 각종 LED 표시로 센서 이상 유무 확인 용이
Analog Input Card	<ul style="list-style-type: none"> Analog to Digital Converter Card (DT-3382) 사용 CPU : 프로세서 없음 Input Range : 0~10V, ±10V까지 Resolution : 12bit A/D Conversion Throughput : 50kHz Sampling Time : 100회/초 이상(채널당) 소프트웨어 Trigger : 0.03g 	<ul style="list-style-type: none"> DSP 보드(DT-3801G) 사용 CPU : TI TMS320C40 32bit Floating Point 40MHz processor, 275MOP(million operations per second), 40MFLOPS(million floating point operations per second) 내장형 Anti-Aliasing Filter(4-pole Low-pass) Resolution : 12bit A/D Conversion Throughput : 250kHz Input range : ±1.25, ±2.5, ±5, ±10V Sampling Time : 200회/초 이상(채널당) 소프트웨어 Trigger : 0.02g 가속도계 및 트리거 전원 공급 AC 220V를 DC ±12V로 변환 배터리를 사용하여 AC-to-DC 전원 공급기 고장시에도 가속도계 및 트리거에 전원 공급 	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터로 DSP 보드 설정 항목 수정 가능 고속의 32bit floating point 처리 프로세서 사용으로 처리 속도 증가 자체 CPU로 각종 연산 루틴 처리 가능 필터 내장으로 인한 노이즈 저감
컴퓨터	<ul style="list-style-type: none"> PDP-11(DIGITAL사), Q-Bus CPU : M8186(16bit processor) Main Memory : 4MB Tape Catridge로 Data Back-up 운영 체제 : RT-11 	<ul style="list-style-type: none"> 8513P-250/586(PCI, ISA Bus) : Texas Micro System CPU : Intel 586 133MHz(32bit processor) Main Memory : 32MB HDD : 1.2GB A Drive : 120MB 운영 체제 : Windows 95 최대값, 푸리에 스펙트럼 계산, 응답 스펙트럼, 파워 스펙트럼, CAV값 계산 	<ul style="list-style-type: none"> H/W, S/W 교체 및 업그레이드가 용이 주변 기기와의 호환성 증대 CPU 처리 속도 증가 S/W 사용의 편리성 증대 CPU, Memory, Data Back-up 용량 증대 지진 분석 데이터를 PC 모니터에 표시 Data Back-up 용이성 증대
전원 공급기	<ul style="list-style-type: none"> Key 스위치에 의한 센서 테스트 Event Alarm, Event Indicator 표시 가속도계 및 트리거 전원 공급 AC 220V를 DC ±12V로 변환 	<ul style="list-style-type: none"> 가속도계 및 트리거 전원 공급 AC 220V를 DC ±12V로 변환 배터리를 사용하여 AC-to-DC 전원 공급기 고장시에도 가속도계 및 트리거에 전원 공급 	<ul style="list-style-type: none"> Key 스위치에 의한 센서 테스트 기능, Event Alarm, Event Indicator 표시 기능, 배터리 점검 기능은 Visualization & Junction Rack에서 수행

〈표 1〉 계속

설비명	기존 시스템 기능	새 시스템 기능	비고
전원 공급기	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리를 사용하여 AC-to-DC 전원 공급기 고장시에도 가속도계 및 트리거에 전원 공급 • 배터리 점검 		
무정전 전원 공급 장치	<ul style="list-style-type: none"> • 입력 : 220VAC, 60Hz, 단상 • 출력 : 220VAC, 50Hz, 1kVA /800W, 30분 백업 	<ul style="list-style-type: none"> • 입력 : 220VAC, 60Hz, 단상 • 출력 : 220VAC, 60Hz, 3kVA/2,400W, 30분 백업 	• 모니터, PLC 등의 사용으로 인한 전원 공급 용량 증대

〈표 2〉 울진 1·2호기 지진 감시 시스템 S/W 개선 현황

S/W	기존 시스템 기능	새 시스템 기능
데이터 취득 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 초기화 기능 • Pre-trigger 기능(2초로 고정) • Channel Gain/Offset 설정 기능 • 데이터 측정 기능(100회/1초 Scan) • 최대값 계산 기능 • 트리거 발생 감시 기능(0.03g) 	<ul style="list-style-type: none"> • DSP 초기화 기능 • Pre-trigger Time 설정 기능(변경 가능) • Channel Gain/Offset 설정 기능 • 데이터 측정 기능(200회/1초 Scan) • Trigger 발생 감시 기능(0.02g) • 데이터 저장 기능 • 데이터 저장 중지 기능 • 최대값 계산 기능 • 데이터 전송 기능 • 온라인 모니터링 기능
데이터 처리 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 취득 프로그램과의 연계 기능 • 데이터 저장 기능 • 데이터 저장 중지 기능 • 최대값 프린트 기능 • 데이터 Demux. 기능 • Demux. 데이터의 블록화 기능 • 퓨리에 스펙트럼 계산 	<ul style="list-style-type: none"> • 지진 트리거 / 프로그램 트리거 동작 표시 기능 • Event Log 저장 기능 • DSP 저장 시간 이력 데이터 재생 기능 • 디스크 공간 점검 기능 • 데이터 변환 기능 • Setup 기능 <ul style="list-style-type: none"> - 트리거 레벨 변경 기능 - 데이터 저장 중지 레벨 변경 기능 - Pre-trigger Time 변경 기능 - Analog Input Card Channel 변경 기능 • 데이터 분석 기능 <ul style="list-style-type: none"> - 가속도 시간 이력 - 퓨리에 스펙트럼 계산 - 응답 스펙트럼 계산 - 파워 스펙트럼 계산 - CAV값 계산

를 발생시키며, DSP 보드에 입력되는 작동 신호에 의해 지진 발생 전 2초간의 데이터와 지진 발생 종료까지의 데이터를 기록·저장한다.

UPS는 기존의 1kVA/800W 220V/50Hz 용량의 것을 3kVA/2400W 220V/60Hz 30분 Back-up Time으로 용량을 증대시켜, PC·모니터·프린터·PLC·DC Power Supply에 전원을 공급하도록 구성하였다.

DC 전원 공급기는 UPS로부터 전원 220V/60Hz를 받아 이중으로 DC 전원을 공급하도록 하여, 하나가 고장난 경우에도 센서 및 PLC Input/Output Module에 전원이 공급되도록 하였다.

PLC는 기존의 Visualization & Junction Rack 및 전원 공급기(SMA-3)의 기능을 구현하도록 설계, 원자로 격납 건물 기초 슬래브에 설치된 가속도계(1KIS003MZ)의 세방향 지진 가속도 신호를 입력받아 항상 최대 가속도값을 지시하도록 하였고 가속도계 점검 및 지진 트리거

점검 기능을 구현하도록 프로그래밍 하였다.

지진감시시스템 운용프로그램 개발

지진 감시 시스템 운용 프로그램은 데이터 취득 프로그램(그림 3)과 데이터 분석 프로그램(그림 4)로 구성되며, 주요 개선 사항은 <표 2>와 같다.

데이터 취득 프로그램은 지진 발생 시 가속도계로부터 입력받은 아날로

그 신호를 디지털화하여 지진 기록 파일을 작성해 주며, 데이터 분석 프로그램은 데이터 취득 프로그램에서 작성된 지진 기록 파일을 이용하여 OBE 초과 여부 판단을 할 수 있도록 분석하는 프로그램이다.

1. 데이터 취득 프로그램

본 연구에서 개발된 데이터 취득 프로그램에서는 최대값 계산 및 트리거 동작 감시, Gain 변경 기능 및 추가된 온라인 모니터링기능 등을 DSP

Board Level에서 수행하게 된다.

데이터 취득 프로그램에 의한 지진 계측 자료는 파일로 작성되어 데이터 분석 프로그램에 전달된다.

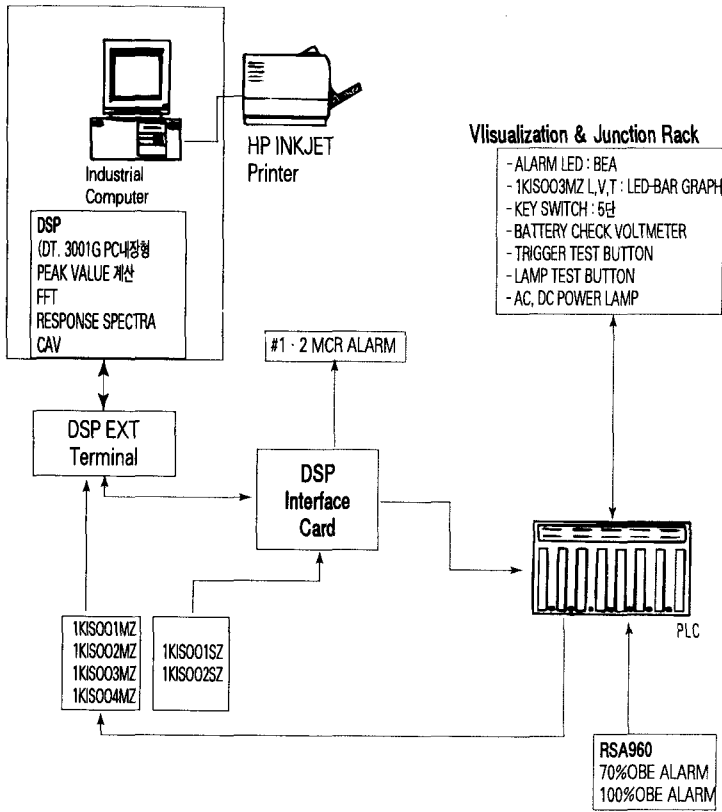
데이터 취득 프로그램의 주요 기능은 ① DSP 초기화 ② Gain 설정 ③ Pre-Trigger Time 설정 ④ 데이터 측정 기능 ⑤ 트리거 발생 감시 ⑥ 데이터 저장 ⑦ 최대값 계산 ⑧ 데이터 전송 ⑨ 온라인 모니터링 등이다.

2. 데이터 분석 프로그램

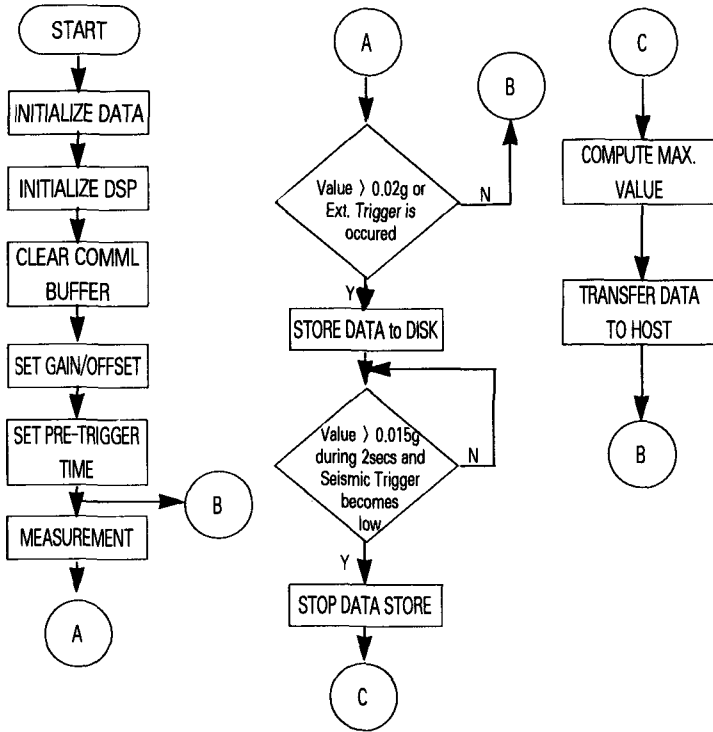
데이터 분석 프로그램은 DSP Board에서 작성된 데이터 파일을 사용하여 그래픽 화면의 포맷에 맞추어 데이터를 가공하며, 발생 지진의 OBE 초과 여부를 판단하여 발전소 가동 정지 여부를 결정할 수 있는 정보를 운전원에게 제공한다.

데이터 분석 프로그램의 주요 기능은 ① 지진 트리거 또는 Program Trigger 동작 표시 ② Event Log 저장 ③ DSP 계측 데이터 재생 ④ Disk 공간 점검 ⑤ 데이터 변환 ⑥ 데이터 취득 및 분석 프로그램 변수 설정 ⑦ 데이터 분석 등이다.

본 데이터 분석 프로그램의 주요 기능으로는 ① 데이터 취득 프로그램에서 취득한 시간 이력을 표시하여 지진의 지속 시간, 최대 가속도값, 시간 이력 확인 ② 시간 이력을 주파수 이력으로 변환하여 발생 지진파의 특성을 파악하기 위한 푸리에 스펙트럼



(그림 2) 올진 1·2호기 지진 감시 시스템 하드웨어 구성



〈그림 3〉 데이터 취득 프로그램 flow chart

계산 ③ 시간 이력으로부터 응답 스펙트럼을 계산하여 OBE 설계 응답 가속도 스펙트럼과 비교 ④ FFT 결과를 변환시킨 파워 스펙트럼을 계산하여 지진파 특성 상세 분석 ⑤ 새로 개정된 규제 기준에서 요구된 OBE 초과 여부를 결정 하는 중요한 변수인 CAV값 계산 등이다.

본 운용프로그램의 특징은 취득 데이터 및 OBE 초과 여부 판단을 위한 처리 과정을 PC 화면상에서 확인함으로써 발전소 운전원에 의한 신속·정확한 분석이 가능하도록 Man-

Machine Interface(MMI) 개념을 도입한 점이다.

즉 시간 이력, 응답 스펙트럼, CAV값 등이 PC 화면상에 나타남으로써 지진 전문가가 아닌 발전소 운전원이 OBE 초과 여부 판단을 위한 처리 과정을 확인할 수 있다.

지진파 분석시스템 개발

원자력발전소는 지진 발생 후 4시간 이내에 발생 지진의 시간 이력을 분석하여 설계 지진의 초과 여부를

판단하고, 지진 발생 후 8시간 이내에 지진 피해 조사를 하여 운전 정지 여부를 결정하게 된다.

그러나 현재 각 원전의 지진 감시 설비가 상이하여 특정 발전소의 지진 감시 설비 기능 상실시 즉각 대체할 적절한 수단이 필요할 뿐만 아니라 지진 전문가가 아닌 운전원의 지진 분석을 지원할 전문가 시스템의 도입 필요성이 대두되었다.

본 지진파 분석 시스템은 어떠한 원전에서도 지진 발생 후 내진 안전성 평가를 할 수 있도록 하기 위한 시스템으로서, 개발된 지진 감시 시스템 기능의 대부분을 휴대형 장비 내에 수용할 수 있도록 고안하였다.

본 시스템은 고속의 Central Processing Unit(CPU)를 사용하고 지진파 신호를 즉각 분석할 수 있도록 실시간 처리 프로그램을 CPU의 운영 프로그램 영역에 내장하여 계속된 데이터를 실시간으로 분석하는 장비이다.

본 시스템은 자체에 Analog to Digital Converter(ADC)를 내장하여 휴대형으로나 또는 발전소에 고정 설치시에도 실시간으로 지진파를 기록·저장 및 분석이 가능하도록 고안하였다.

또한 방대한 메모리를 내장하여 많은 양의 데이터를 저장할 수 있으며 각종 사건(Event) 등을 기록하여 놓을 수 있다.

외부나 타장비로부터 제어 신호를

주고 받을 수 있는 디지털 입출력 포트(Input/Output Port)도 내장하였다.

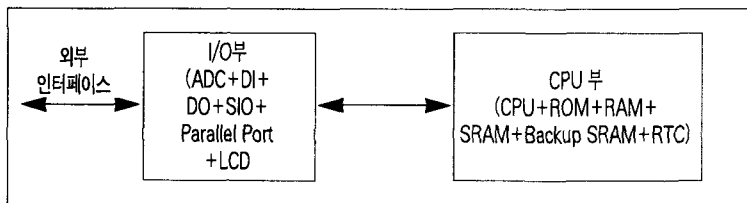
또한 방대한 양의 데이터를 고속으로 전송하기 위해 병렬 포트(Parallel Port)를 내장하였으며, 현장에서 시스템을 점검할 수 있도록 Liquid Crystal Display(LCD) 및 PC와 연결이 가능한 직렬 포트(RS-232C)도 내장하였다.

본 시스템은 전체 시스템을 총괄하는 CPU부와 각종 입출력을 전담하는 주변 장치부인 입출력부로 크게 나눌 수 있다.

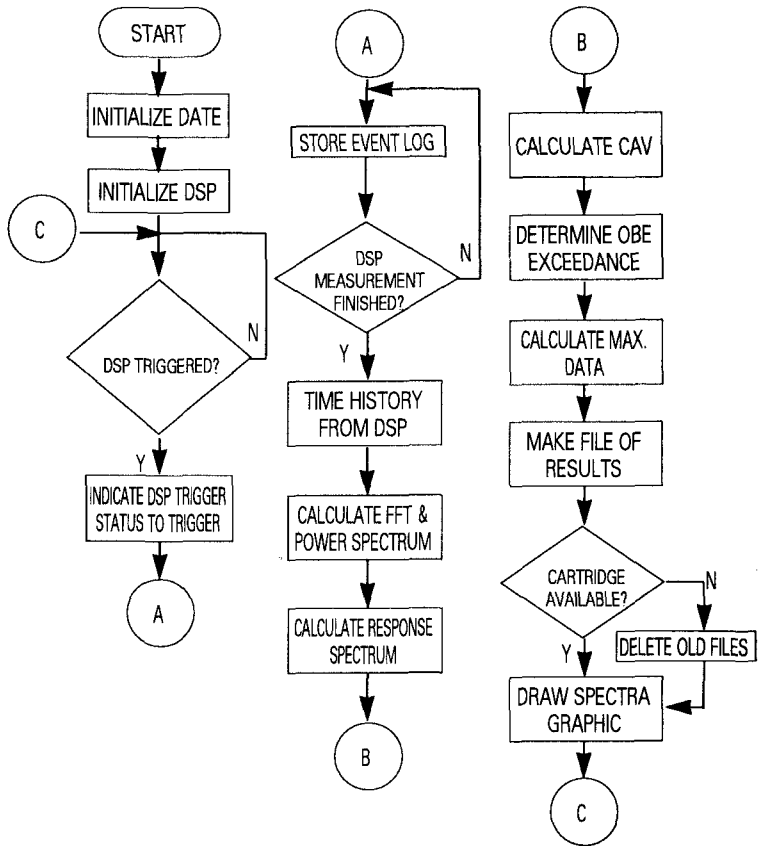
본 시스템의 구성도와 외형도는 <그림 5>와 <그림 6>에 각각 나타내었다.

이 지진파 분석 시스템은 지진파 분석 프로그램을 내장함으로써 발생 지진에 의한 주요 구조물 및 기기의 지진 피해 정도를 파악할 수 있는 지표인 응답 스펙트럼과 CAV 등을 자동으로 계산할 수 있다.

또한 이 시스템을 PC와 연결하면 계산 결과를 그래픽으로 나타낼 수 있으며, 발생된 지진이 원자력발전소의 OBE 초과 여부를 즉시 판단할 수 있게 된다.



<그림 5> 지진파 분석 시스템 구성도



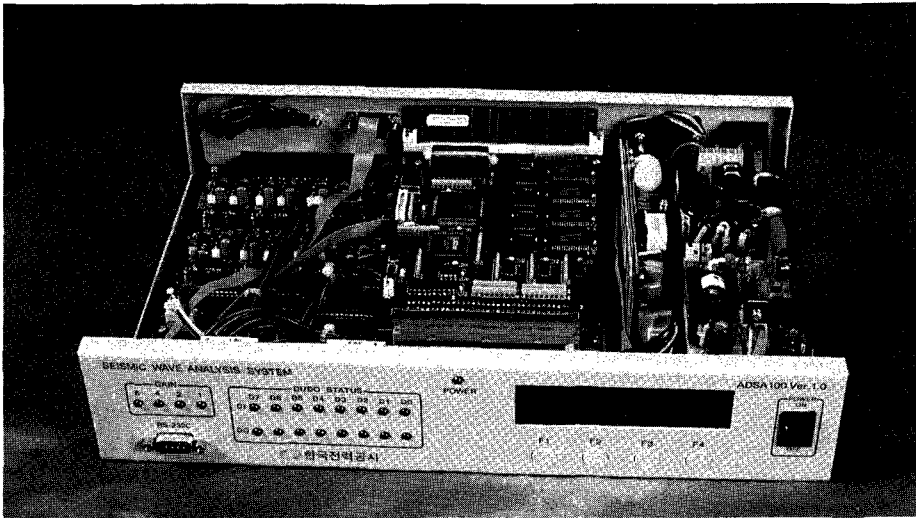
<그림 4> 데이터 취득 프로그램 flow chart

앞으로의 전망

본 연구에서는 최근 변경된 지진 감시 시스템 규제 기준에 부응할 수

있도록 OBE 초과 여부 판단 기준을 반영하고 원전 구조물 및 기기 계통에 손상 가능성이 없는 지진 발생시 불필요한 운전 정지 가능성을 배제할 수 있도록 운용 프로그램을 개발하였다.

하드웨어는 기존 설비의 기능 구현 및 개선을 위하여 최신의 설비로 업그레이드하였으며 소프트웨어는 취득 데이터 및 OBE 초과 여부 판단을 위한 처리 과정을 PC 화면상에서 확



지진파 분석 시스템

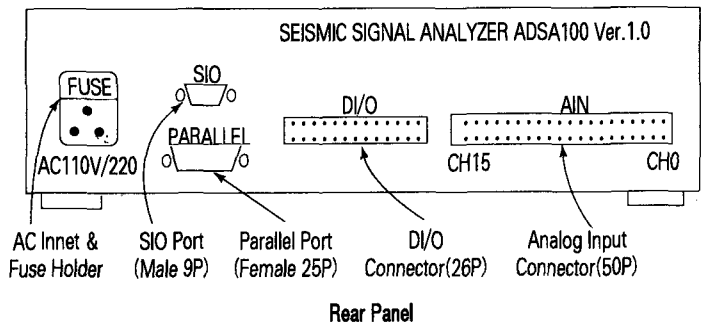
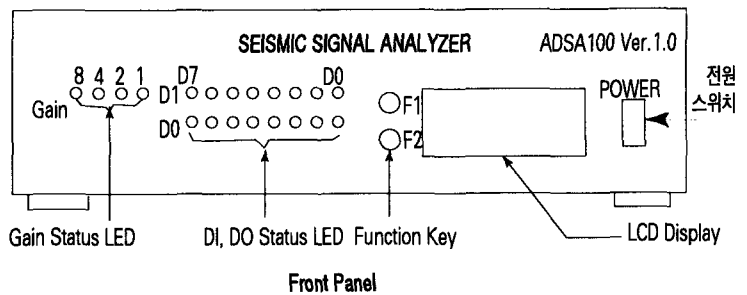
시스템의 운용 개선과 내진 안전성 향상을 이룩할 수 있을 것이며, 향후 원전 후속기 지진 감시 시스템의 국산화 뿐만 아니라 고속 철도를 비롯한 주요 설비의 내진 안전성 확보에도 크게 활용될 수 있을 것으로 판단된다. ☉

인함으로써 발전소 운전원에 의한 신속·정확한 분석이 가능하도록 Man-Machine Interface 개념을 도입하였다.

이와 같은 원자력발전소 지진 감시 시스템 및 실시간 지진파 분석 시스템의 개발로 지진 발생시 지진 특성 분석 및 원전의 내진 안전성 평가에 소요되는 시간을 대폭 단축시킬 수 있게 되었다.

그리고 불필요한 운전 정지 가능성을 배제할 수 있게 되었으며, 발전소 운전원에 의한 인적 실수 가능성을 원천적으로 배제함에 따라 원전의 내진 안전성 확보에 크게 기여할 것으로 기대된다.

또한 현재 국내에서 운용되고 있는 다양한 지진 감시 시스템을 표준화함으로써 기존 원자력발전소 지진 감시



〈그림 6〉 지진파 분석 시스템 외형도