

원자력발전소의 내진설계

Seismic Design of Nuclear Power Plants



조 양 희*

1. 序 論

原子力發電所는 그 내부에 포함된 방사능물질로 인하여 사고시 인근주민과 환경에 심각한 피해를 유발할 수도 있는 主要施設物로서 여타 産業施設에 비하여 그 安全性에 대한 중요도가 현저히 크다는 것은 周知의 사실이다. 원자력발전소(이하 "원전") 설계시 地震荷重은 가장 중요한 설계요소 중의 하나일 뿐만 아니라 그 해석 및 설계과정이 상대적으로 어렵고 복잡하다. 특히, 최근 외국에서 대형지진과 이에 따른 被害事例가 빈번해짐에 따라 국내에서 가동 혹은 건설중인 원전의 내진안전성에 대한 관심이 고조되고 있다. 뿐만 아니라, 대부분의 원전구조물은 방사능 차폐를 목적으로 두꺼운 콘크리트 전단벽 구조형태를 갖는 관계로 그 동적특성이 지진의 주진동수구간과 일치하게 되며, 이러한 사실은 원전구조물의 내진설계에 중요성을 더욱 증대시키게 된다. 본고에서는 이와같은 원전의 耐震設計過程을 개략적으로 소개하고자 한다.

1950년대 말부터 이미 상업용원전이 설계, 운전

되기 시작했던 미국에서 草創期에는 일반산업시설의 내진설계와 큰 차이가 없는 간단한 동적해석을 통한 單純耐震設計方法을 원전의 내진설계에 적용했었다. 그러나 1971년 발생한 San Fernando 지진에 자극을 받아 1975년에서야 비로소 원전의 안전관련시설물 설계를 위한 보다 엄격한 別途의 耐震設計節次를 설정하게 되었다. 이 절차는 그간 몇번의 부분적 개정을 거쳐 오늘에 이르고 있다. 우리나라의 경우는 원자력법 시행령 제51조(지질 및 지진)와 제61조(내진성)에서 원전의 내진설계를 概念的으로 要求하고 있긴 하지만, 그 具體的인 設計節次가 없이 기존 美國의 節次를 援用하고 있는 실정이다. 따라서 본고에서는 최근 미국의 원전내진 설계 절차를 중심으로 기술하고자 한다.

2. 원전의 耐震性 確保 過程

원전의 내진설계는 대상시설물에 구조물뿐만 아니라 各種器機를 포함하고 있으므로 엄격한 의미에서 "내진설계"라기 보다는 "耐震性確保"라는 표현이 더 적절하다. 즉, 구조물의 경우는 미리 정해진 설계지진력에 견딜 수 있도록 단면을 결정하는 "내진설계(aseismic design)"과정을 거치는

* 정회원, 인천대학교 토목공학과 교수, 공박

반면, 대부분의 기기는 既成製品이 특정 원전의 設計地震에 대하여 안전한지의 여부를 확인하는 “耐震檢證(seismic qualification)”과정을 거치기 때문이다. 또, 원전은 그 안전에 대한 중요도가 서로 다른 수백만개의 구조물 및 기기로 구성되어 있기 때문에 이들 시설 모두를 엄격한 원전 耐震設計基準에 따라 설계할 필요는 없다. 따라서, 원전시설물은 크게 耐震安全等級(seismic category I)과 비내진안전등급(non-seismic category I)으로 분류하여 서로 다른 내진설계기준을 적용하고 있다. 또 設計入力地震도 그 크기가 다른 두가지 입력지진을 정하여 시설물의 종류 및 여타하중과의 조합 등을 고려하여 각각 서로 다른 지진을 설계입력으로 사용하고 있다. 두가지의 입력지진이란 安全停止地震(safe shutdown earthquake : SSE)과 運轉基準地震(operating basis earthquake : OBE)이 그것으로서 일반적으로 SSE는 OBE의 2배정도의 크기를 갖는다.

원전의 내진성확보과정은 크게 다음과 같은 다

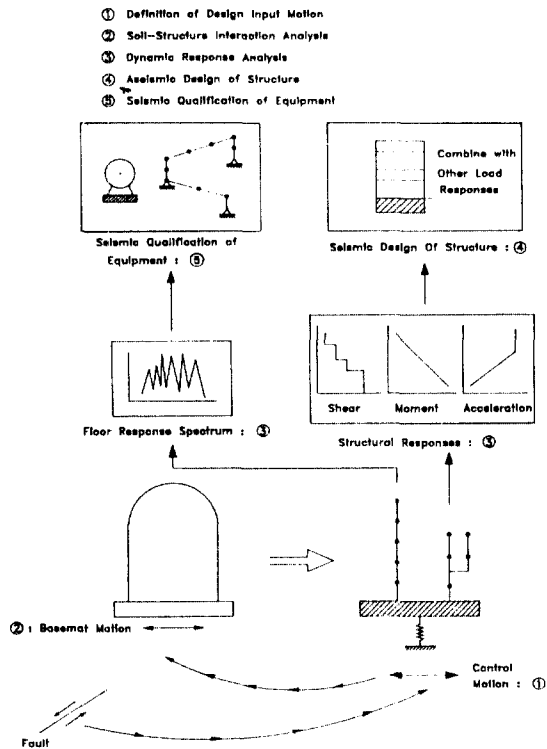


그림 1 원전의 내진설계과정

섯단계로 구분할 수 있다.(그림 1참조)

- 설계입력지진의 결정(Definition of Design Input Motion)
- 지반-구조물 상호작용해석(Soil-Structure Interaction Analysis)
- 동적지진응답해석(Dynamic Response Analysis)
- 구조물의 내진설계(Aseismic Design of Structure)
- 기기의 내진검증(Seismic Qualification of Equipment)

이상과 같은 과정을 거쳐 설계된 원전에 대해서는 준공 후 발전소 건물, 주요기기, 지표면 등에 각종 地震計測機(Time History Accelerograph, Peak Accelerograph, Response Spectrum recorder, Seismic Switch, Response Spectrum Switch등)를 설치하여 실제 地震記錄을 감지·기록하여 설계지진레벨이상의 지진발생시에는 발전소의 운전정지 및 安全性評價를 수행하도록 요구하고 있다. 또, 이상 다섯단계와는 별도로 최근에는 安全關聯施設物을 대상으로 지진에 대한 確率論的安全性分析(seismic probabilistic safety assessment)의 수행을 추가의부사항으로 규정하고 있다.

3. 設計入力地震의 결정

원전의 설계를 위한 입력지진에는 전술한 바와 같이 두가지의 서로 다른 크기의 지진 즉, 안전정지지진(SSE)과 운전기준지진(OBE)이 있다. SSE는 방사능안전관련시설물의 설계에만 사용되는 지진으로서 발생 가능한 최대크기의 지진이며, 연간 발생확률이 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 정도로서 그 발생확률이 지극히 낮은 지진이다. 이에 비하여 OBE는 원전의 모든 시설물 설계에 전반적으로 사용되는 설계지진으로서 발전소 수명기간 중 1~2회 정도 발생 가능성이 있는 상대적으로 작은 크기의 지진이다. 우리나라 원전에서는 수평가속도값이 각각 0.2g와 0.1g인 SSE와 OBE를 사용하고 있으며, 수직방향설계지진의 크기는 수평방향지진의 2/3를 사용하고 있다. 이러한 원전설계용 입력지진은

여타 시설물에서와는 달리 정해진 절차에 의하여 각 대상부지별로 그 고유한 지질 및 지진특성을 고려한 별도의 설계입력지진을 결정하여 사용하도록 하고 있다.

이러한 설계입력지진은 그림 1에서 보듯이 지진의 發生地인 震源(epicenter)에서 생긴 지진운동이 전파되면서 감쇄(attenuation)되어 발전소 근처의 자연상태의 지점(free field)에 설치된 統制點(control point)에 도달 하였을 때의 운동 즉, 통제점의 운동(control motion)을 말한다. 일반적으로 입력지진은 실제로 발생하는 지진운동을 알 수 없으므로 여타 설계하중과는 달리 결정적인(deterministic) 어떤 값을 정할 수가 없다. 따라서 지금까지의 지진기록과 地盤이 가지고 있는 지진 및 지질의 특성에 관련된 자료를 統計的으로 분석하고 설계대상시설물의 중요도를 고려하여 발생확률(혹은 재래주기)을 정하고 실제로 생길 수 있는 지진과 가장 유사하다고 생각되는 地震運動을 입력지진으로 결정하게 된다.

입력지진을 결정하기 위해서는 실제로 생길 수 있는 地震運動의 여러가지 특성을 가능한 정확히 나타낼 수 있어야 한다. 여기서 地震運動의 특성이란, 해석응답 및 설계에 중요한 영향을 미치게 되는 공학적 특성을 말하는 것으로서, 우리가 흔히 g 값이라고 이야기하는 最大加速度값(peak acceleration), 地震持續時間(duration), 振動數特性(frequency characteristics) 및 位相差(phase relation) 등이 있다.

입력지진운동의 형태를 나타내는 방법으로는 최대가속도값만을 표시하는 가장 단순한 형태인 g -값(최대가속도값)과 진동수특성을 나타내는 응답스펙트럼(response spectrum)이나 PSDF(power spectrum density function), 시간의 변화에 따라서 생기는 모든 값을 나타낼 수 있는 시간이력(time history) 등이 있으며, 설계대상구조물의 重要度나 解析方法 등을 고려하여 적합한 방법을 사용하게 된다. 원전의 경우 이와같은 여러가지 형태의 입력운동을 모두 사용하게 되며, 대상 시설물의 종류에 따라서 서로 다른 입력운동형태 및 해석방법을 선택하여 적용하고 있다. 즉, 비내진안전등급 구조물에는 최대가속도값을 입력으

로 하는 등가정적을 사용하며, 내진안전등급 구조물에는 응답스펙트럼을 입력으로 하는 응답스펙트럼해석과 시간이력을 입력으로 하는 시간이력해석방법을 혼용하고 있다.

입력 운동의 결정은 우선 대상부지를 중심으로 한 반경 320km(200마일)내의 지반에 대한 모든 지질 및 지진특성과 역사적인 지진기록 등을 통하여 최대지반가속도값, 부지의 설계응답스펙트럼 및 PSDF를 결정하게 된다. 그러나 부지에서의 地震記錄 및 資料가 충분하지 못한 경우에는 미국의 원자력규제위원회(nuclear regulatory guide)에서 제시한 표준응답스펙트럼 및 PSDF(그림 2, 3 참조)를 부지의 고유한 값 대신에 사용할 수 있도록 허용하고 있다. 여기서 결정된 최대지반가속도값 및 설계응답스펙트럼은 각각 등가정적해석 및 응답스펙트럼해석에 직접 사용되나, PSDF의 경우 보다 정밀한 해석방법인 시간이력해석(time history analysis)을 위한 인공입력시간이력(artificial design input time history)의 작성을 위하여 사용되며, 直接設計用으로는 사용되지 않는다.

특히 설계입력용 인공시간이력은 이미 설계응답스펙트럼 및 설계 PSDF에 동시에 부합(compatible) 되도록 하는 까다로운 조건을 만족시킬 수 있도록 작성되어야 한다. 만약 PSDF의 符合조

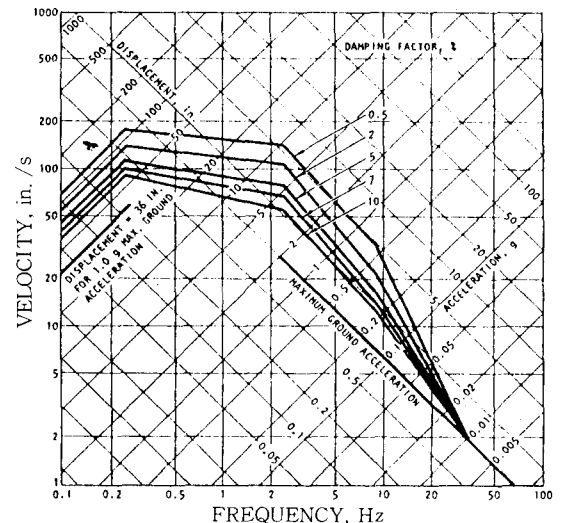


그림 2 미국원자력규제위원회의 표준설계응답스펙트럼

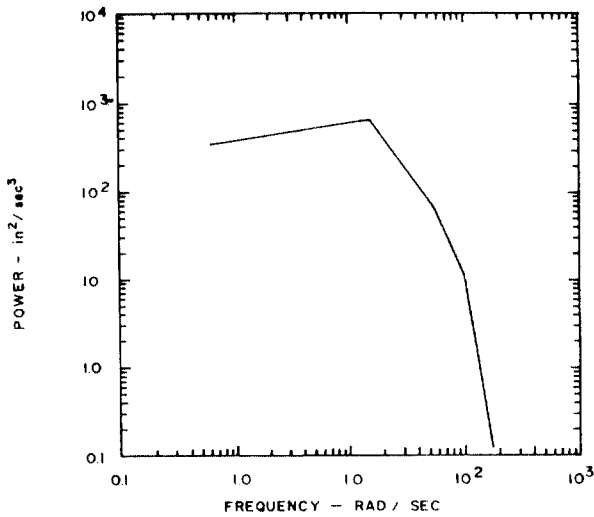


그림 3 미국원자력규제위원회의 설계 PSDF

건을 만족시키지 못하는 경우는 최소 4개이상의 다수시간이력에 대한 反復解析을 수행한 후 그 결과를 포락(envelop)하여 설계에 사용하도록 규정하고 있다.

4. 地盤-構造物の 相互作用解析

구조물의 영향권 밖에 위치하는 統制點에 도달한 통제운동 즉, 지진입력운동은 대상구조물까지 傳達되는 과정에서 에너지의 소산(scattering), 지진파의 굴절(refraction) 및 반사(reflection), 지반 및 구조물과의 共振(resonance) 등에 의하여 그 형태 및 크기가 달라지게 된다. 이러한 현상을 지반-구조물 상호작용이라고 한다. 즉, 통제점의 입력운동으로부터 설계대상이 되는 구조물 아래 부분에서의 운동을 구하는 과정을 地盤-構造物 相互作用解析이라고 한다.

지반-구조물 상호작용해석은 입력운동 뿐만 아니라 시스템을 구성하는 지반의 공학적(재료 및 기하학적) 성질이 특성상 많은 不確實性을 내포하고 있기 때문에 解析結果를 豫測하기가 어렵다. 따라서 이 분야는 타분야에 비하여 가장 많은 연구가 이루어져 왔음에도 불구하고 현재까지도 논란이 끊이지 않고 있는 실정이다.

지반-구조물 상호작용 해석방법의 종류는 여

러가지 측면에서의 분류가 가능하지만, 원전의 지반-구조물해석은 크게 直接法(direct solution technique or finite boundary modeling technique)과 部分構造法(substructure solution technique or half space technique)으로 구분하여 취급하고 있다. 직접법이란 대상 지반과 구조물을 모두 포함하는 소위 지반-구조물 시스템(soil-structure interaction system) 전체를 수학적 모델(mathematical model)로 이상화하여 동시에 一括的인 해석을 수행하는 방법이며(그림 4 참조), 부분구조법이란 전체 해석과정을 크게 3단계(입력운동정의, 지반의 임피던스(impedence) 함수결정, 시스템해석)로 구분하여 해석하는 방법이다(그림 5 참조).

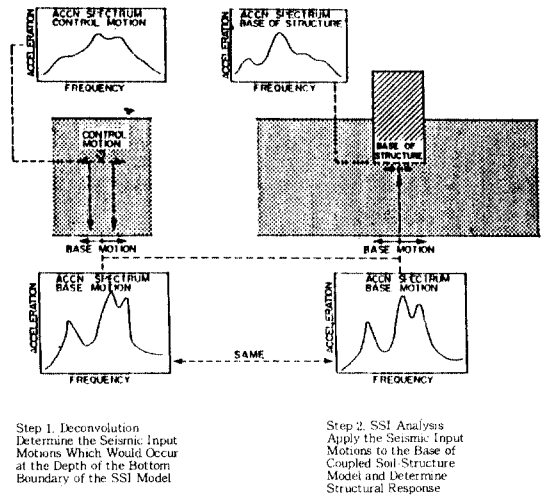


그림 4 직접법에 의한 지반-구조물 상호작용해석

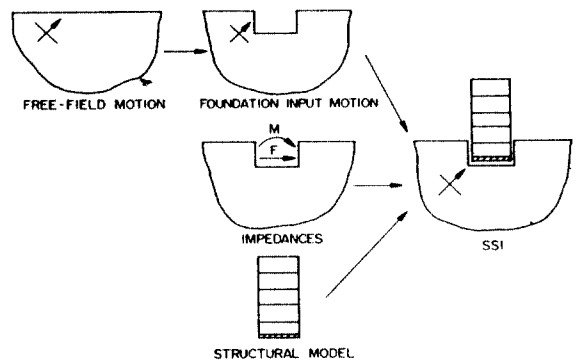


그림 5 부분구조법에 의한 지반-구조물 상호작용해석

표 1 지반-구조물 상호작용 해석시 평가되어야 하는 불확실성

- Transmission of the input motion to the site
- The random nature of the soil and rock configuration and material characteristics
- Uncertainty in soil constitutive modeling
- Nonlinear soil behavior
- Coupling between the structure and the soil
- Lack of symmetry in the soil deposits, which is usually assumed to be symmetrical
- The effect of pore water on structural responses, including the effects of variability of ground-water level with time
- Effects of partial separation or contact between the structure and the soil during the earthquake

특히 지반-구조물 상호작용 해석시에는 표1과 같은 각종 불확실성이 해석결과에 미치는 영향을 필히檢討하도록 규정하고 있다.

이러한 지반-구조물 상호작용 해석은 지반의 동적특성을 나타내는 전단파속도가 1050m/sec (3500ft/sec)이상의 견고한 지반에서는 생략될 수 있으나, 이 경우에도 지반을 고려한 경우와 固定地盤의 경우에 대한 고유치해석결과의 비교를 통하여 지반의 유연성에 의한 영향이 무시될 수 있다는 사실이 입증되어야 한다. 또, 해석시에는 지반특성의 不均質性を 고려하기 위해서 3가지의 서로 다른 지반특성(평균값, 평균값의 2배, 평균값의 1/2배)에 대하여 각각 獨立인 해석을 수행하고 그 결과를 포괄하도록 하고 있다.

5. 動的地震應答解析

동적지진응답해석은 전단계에서 얻어진 대상구조물 혹은 기기의 아래부분에서 정의된 입력운동을 대상시설물에 작용시켜 대상시설물의 각 위치에서 필요한 형태의 지진응답을 계산하는 과정을 말한다. 현행 요건상 그 妥當성이 입증되는 경우에 한해서 等價靜的解析(equivalent static analysis)을 사용할 수도 있다고 규정하고 있으며, 지진활동이 적은 지역에서 많이 사용하고 있다. 모든 원전내진설계에 거의 예외없이 이용되는 動的解析方法은 크게 응답스펙트럼해석법(response

spectrum analysis)과 시간이력해석법(time history analysis)으로 구분되는데, 전자는 주로 구조물 설계를 위한 구조물의 地震斷面力을, 후자는 기기의 내진검증이나 副系統(subsystem)의 내진설계에 사용되는 층응답스펙트럼(floor response spectrum)을 각각 얻기 위해 사용되고 있다.

동적해석은 대상물을 수학적인 해석이 가능한 형태로 이상화시키는 과정인 모델링 과정과 動的運動方程式의 해를 구하는 해석과정으로 나누어질 수 있다. 모델링과정에서는 主系統(main system)과 副系統(subsystem)의 분리방법, 질량집중(mass lumping)방법, 지반의 모델링방법, 경계조건의 결정방법 등에 대하여, 또 해석과정에서는 감쇠값의 적용방법, 모드해석결과의 중첩방법, 3방향지진성분 해석결과의 조합방법, 층응답스펙트럼의 작성방법 등에 관하여 각각 그 구체적인 방법을 규정하고 있다. 특히, 원전의 本體建物과 분리되어 있는 지상탱크 및 地下埋立管에 대해서는 별도의 내진설계규정을 두고 있다.

6. 構造物的耐震設計

구조물의 내진설계에서는 3~5절에서와 같은 방법으로 얻어진 설계지진력을 여타하중과 조합하고 이와같은 조합하중에 대하여 견딜 수 있는 단면을 결정하게 된다. 원전의 경우는 일반 산업시설과는 달리 原子爐事故에 의한 높은 온도 및 압력하중이 주요설계하중으로 작용하게 된다. 따라서 원전구조물은 이들 사고하중과 지진하중의 조합방법, 각 하중조합별 許容應力 등을 명시한 별도의 시방서의 요구사항에 따라 설계된다. 표2

표 2 원전설계에 적용되는 시방서의 종류

구조물의 종류	건물의 종류	적용시방서
콘크리트 구조물	격납용기	ASME & PV Code, Sect. III, Div. 2
	기타내진범주 I급 구조물	ACI349
	비내진범주 I급 구조물	ACI 318
강재 구조물	격납용기	ASME B & PV CODE, Sect. III, Div.2
	기타내진범주 I급 구조물	ANSI N690
	비내진범주 I급 구조물	AISC

는 원전의 콘크리트구조물 및 철골구조물의 설계에 적용되는 시방서를 나타낸 것이다.

특히 원자력발전소의 구조물은 다음 몇가지 사항을 신중히 고려하여 설계하여야 한다.

- 비내진범주 I급 구조물의 파괴로 인하여 내진범주 I급 구조물이 構造的 被害를 입지 않도록 설계한다.
- 지진시 인접한 두 건물의 獨立的인 舉動이 가능하도록 充分한 거리를 두어 설계한다.
- 건물이 지진시 가능한한 單純하고 規則的인 舉動을 하여 그 거동을 해석하기 용이하도록 설계한다.

7. 機器의 耐震檢證

원전에서는 구조물 뿐만 아니라 구조물 내외부에 설치되는 2차시스템 즉, 각종 배관 및 기기 등에 대해서도 설계지진에 대한 安全性이 확보되어야 한다. 이러한 기기의 내진안전성확보는 여타 산업설비에서는 보기 드문 원전만의 고유한 安全性確保過程이라고 할 수 있다. 이러한 과정은 거의 대부분이 새로운 기기를 설계하는 것이 아니고 대상발전소의 설계지진에 대한 기존기기의 내진안전성을 확인하는 과정을 택하기 때문에 “내진검증(Seismic Qualification)”이라고 칭한다. 5절에서 기술한 해석방법중 시간이력해석은 바로 건물의 각 층에 설치되는 주요기기의 내진검증작업의 입력으로 사용될 소위 響應답스펙트럼을 계산하기 위한 것이다. 기기의 내진검증작업은 이와 같은 響應답스펙트럼을 입력으로 한 “해석방법”을 통하여 이루어진다.

“解析方法”은 기기의 형태가 비교적 單純한 機械的機器(mechanical Equipment)에 대하여 주로 채택되는 방법으로서 대상기기의 수학적모델을 작성하고 이에 대한 동적해석을 통하여 이루어지며, 解析方法은 5절에 기술한 내용과 대동소이하다. 이에 비하여 “試驗方法”은 전기나 계측기기 같이 그 형태가 복잡하여 수학적모델링이 곤란한 경우에 채택되는 방법으로서 기기 자체를 진동대(Shaking Table)에 놓고 模擬運動(simulated motion)을 가하여 기기의 安全性與否를 판단하는

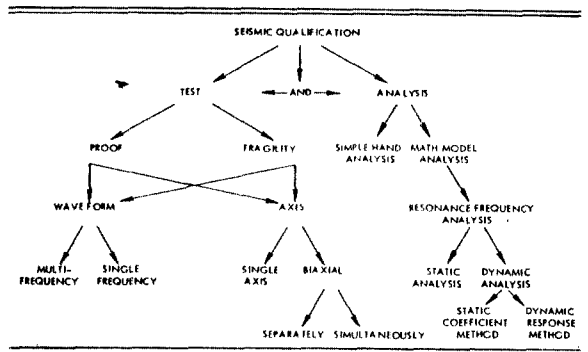


그림 6 원전기기의 내진검증과정

방법이다. 경우에 따라서는 두가지 방법을 혼용하기도 한다. 한편, 최근에는 기존 발전소에 설치된 기기의 실제지진거동에 대한 자료가 축적됨에 따라 이러한 자료(Experience Data Base)를 이용한 간접적인 耐震檢證方法을 많이 이용하고 있다. 그림 6은 기기의 내진검증방법의 흐름을 요약한 것이다.

8. 지진에 대한 確率論的 安全性 分析

지금까지 기술한 원전의 내진설계의 전 과정은 決定論的 接近方法(deterministic approach)이다. 이에 비하여 지진입력이나 원전을 나타내는 지반-구조물시스템등이 너무나 많은 불확실성을 내포하고 있다. 이러한 점을 보완할 목적으로 최근 미국의 원자력규제위원회에서는 전술한 내진성확보과정과는 별도로 建設中 혹은 運轉中인 모

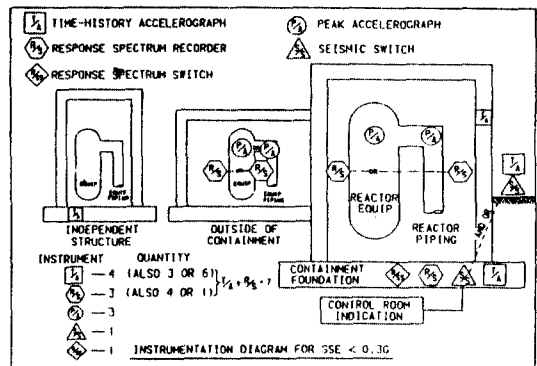


그림 7 지진에 대한 확률론적 안전성분석과정

든 원전에 대하여 지진에 대한 확률론적안전성분석(seismic probabilistic safety assessment : SPSA)을 수행하도록 의무화시켰다. SPSA는 크게 대상부지의 발생지진레벨과 빈도의 확률적 相關關係를 계산하는 地震災害度分析過程(seismic hazard analysis), 지진레벨과 對象設備의 破壞可能性의 확률적 상관관계를 계산하는 脆弱度分析過程(fragility analysis), 또 발전소 전체의 과과 순서를 나타낸 事象 및 故障樹木(event & fault tree)을 이용하여 발전소의 최종 지진손상확률(probability of seismic damage)을 계산하는 과정으로 구분된다(그림 7참조).

9. 지진계측장치 및 지진발행 후 조치

진술한 바와 같은 엄격한 절차에 의하여 신뢰성 있는 내진설계가 이루어졌다고 하더라도 실제 지진 발생시 원전시설물의 기동이 설계시의 가정 혹은 예상한 것과 다를 수 있다. 이러한 사실을 중시하여 원전에서는 실제 원전설비와 충분한 지진계

측장치를 설치하여, 가동기간중 발생할 수 있는 모든 지진을 정확히 계측하고, 그 영향을 신속히 분석한 다음 필요한 후속조치를 취하도록 요구하고 있다. 특히, 원전가동중에 설계지진 즉 OBE를 초과하는 지진이 발생할 경우에는 일단 원전의 운전을 정지시킨 후, 발생된 지진의 영향평가를 통해서 원전의 재운전여부를 판단하도록 하고 있다. 이러한 지진안전성 평가는 지진계측장치에서 얻어진 실제 지진기록과 원 설계시의 내진설계자료와의 비교·분석을 통하여 이루어진다. 이 경우, 만일 실제지진에 의한 응답이 설계시 예상한 응답을 초과할 경우에는 계측기에서 얻은 실제지진기록을 입력으로 하는 재지진해석을 수행하는 등의 후속조치가 취해지게 된다. 이러한 절차는 원전의 계속적인 안전성 유지를 위하여 필수적이며, 이를 위해서는 엄격한 지진계측설비의 설치 및 운용을 의무화하고 있다.

현재 원전에 설치 및 운용을 요구하고 있는 계측기기의 종류는 시간이력가속도계, 최대가속도계, 응답스펙트럼기록기, 지진스위치, 응답스펙트

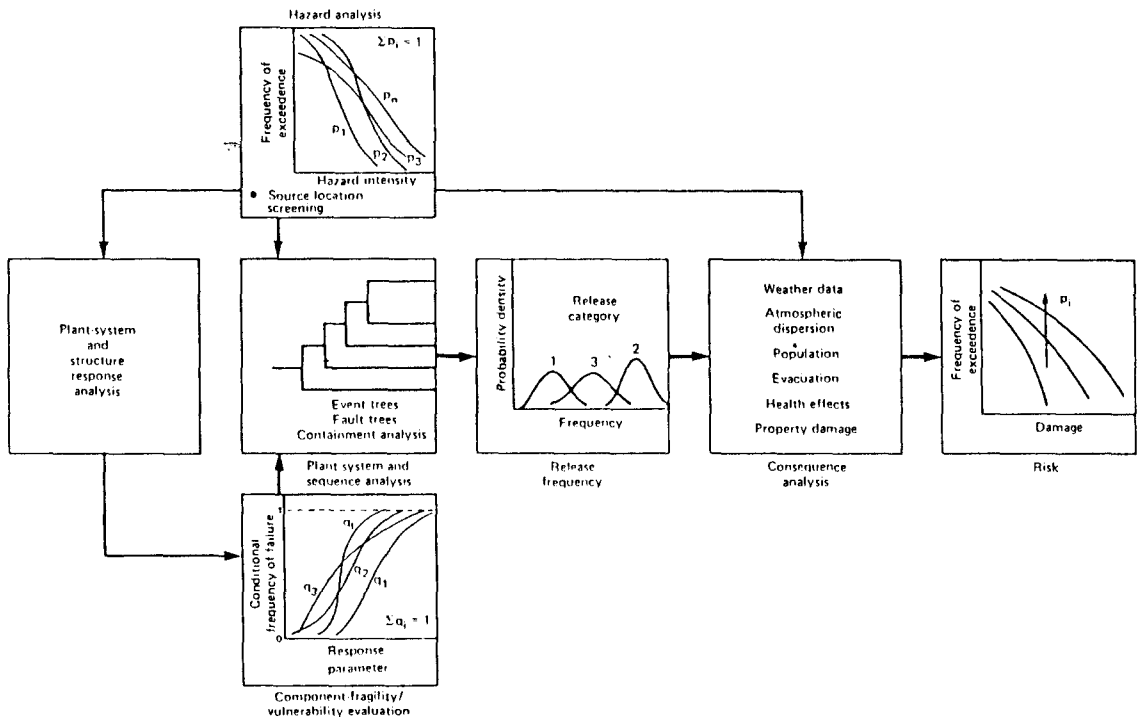


그림 8 원전지진계측장치의 종류 및 설치위치

럼스위치 등이며, 이러한 기기들은 설계시 사용된 입력지진과 주요구조물 및 기기의 응답을 충분히 확인할 수 있는 위치에 설치되어야 한다. 그림 8은 미국의 ANSI / ANS 기준에 의하여 요구되는 원전계측기기의 종류 및 설치위치를 나타낸 것이다.

10. 結 論

원자력발전소는 여타 산업설비에 비하여 그 안전성에 대한 중요성이 상대적으로 크다. 따라서 원전은 지진하중에 대해서도 여타 구조물이나 산업설비에 비하여 보다 높은 레벨의 설계지진에 대하여 보다 정밀한 細部設計過程을 요구하고 있다. 특히, 차폐목적을 위하여 두꺼운 콘크리트 전단벽 형태로 건설되는 대부분의 원전 구조물의 동적특성 즉, 고유진동수가 지진의 주진동수 구간과 일치하는 관계로, 원전 내진설계의 의미는 더욱 크다고 할 수 있다. 한편, 일반적인 설계과정 이외에 발전소운전중의 지진계측시스템의 설치·운용과

지진발생시의 후속조치 및 確率論的 地震安全性 分析 등을 추가로 요구하고 있는 것이 특징이라 하겠다. 선진외국의 경우, 원전의 엄격한 耐震設計規定으로 인하여 관련분야 細部技術項目에 대한 다양한 연구가 수행되고 그 결과 기존의 규정 및 지방서의 내용이 수정·개선되는 과정을 밟았고, 이러한 결과는 여타 산업시설의 耐震設計分野에도 많은 파급효과를 주어왔다.

현재 우리나라에서는 15기 이상의 원전이 운전 혹은 건설 중에 있지만, 초창기 대부분의 원전의 耐震設計는 주로 外國設計社에 의하여 主導되어 오다가 최근에 이르러서야 비로소 그 기술이 國產化된 상황이다. 더욱이, 국내의 관련세부규정 및 절차가 진부하여 줄곧 외국 특히, 미국의 규정을 원용하고 있는 실정이다. 따라서, 향후 국내에서도 원전을 비롯한 主要産業施設의 내진설계에 대한 보다 활발한 연구가 수행되고 그 결과 우리실정에 맞는 관련규정 및 절차의 早速한 정립이 실현되어야 할 것으로 판단된다. □

국제워크숍 개최 안내

주제 : Superplasticizer를 이용한 고강도 콘크리트의 제조 특성 및 활용
 Production and Application of High Strength Concrete Using Superplasticizer

최근들어 고층건물, 장대교량, 원자력발전소 등 초대형구조 및 특수구조의 건설이 급격히 증가함에 따라 고강도 콘크리트의 용용이 활발히 요구되고 있습니다. 해외에서는 물론 국내에서도 그 제조 및 활용이 크게 기대됨에 따라 본 학회에서는 국내산업발전을 위하여 국내외 전문가를 초청하여 국제워크숍을 개최하게 되었습니다. 특히, 이 분야 연구에 심혈을 기울이고 있는 캐나다의 Aitcin교수와 일본의 Tanikawa 교수등이 함께 참여하여 국내 콘크리트관련 전문 엔지니어에게 많은 정보와 자료를 제공하게 될것입니다. 회원 및 관계제위의 적극적인 참여와 협력으로 이번 기회를 효율적으로 활용할 것을 기대합니다.

- (1) 개최일시 : 1993. 10.21(목) 9시~18시
- (2) 개최장소 : 건설회관 회의실(잠정)
- (3) 강의 교재 및 증식 제공예정이며 참가비 등 자세한 사항은 후추 알려드리겠습니다.
- (4) 문의사항 연락처 : 학회 사무국(543-1916, 545-0199)

오병환 교수(서울대 토목공학과 880-7350)