

原電입지방식 개발현황

지진이 많이 발생하는 일본에서는 현재 원자력발전소시설 같은 중요구조물은 암반위에 설치해야 하는 것으로 규제되었다. 그러나 장래의 에너지원으로 원자력발전을 고려할 때 현행의 암반상의 입지만이 아니라 폭넓은 입지조건에 적용할 수 있는 새로운 입지기술개발로 입지점을 확대할 필요가 있다.

일본의 전력중앙연구소에서는 이같은 배경하에 1975년중반부터 地下입지, 第4紀地盤입지, 海上입지의 3가지 新입지방식에 대해 그 타당성평가와 입지기술개발을 해왔다. 원자력발전소의 입지안이 계속되는 가운데 이들 新입지방식에 큰 관심이 모아지고 있다. 新입지방식의 기술개발현황과 앞으로의 과제 등에 대해 정리해보기로 한다.

第4紀地盤입지

원자력안전위원회가 1981년에 책정한 「발전용 원자로시설에 관한 耐震설계심사지침」에 의하면 「중요한 구조물, 건축물은 암반으로 지지해야 한다」고 되어 있고 원자로건물과 터빈건물은 지질년대로 보아 제3기 이전의 암반위에 세우는 것으로 규정하고 있다.

제4기지반입지기술은 이들의 입지조건을 규정하고 있는 제3기암반 이후의 비교적 연약한 지반에의 입지를 가능케 하려는 입지기술이다. 제4기지반입지의 이점으로는 입지점이 그다지

한정되지 않기 때문에 전력수요지에 근접해 입지를 선정할 수 있다는 것과 건설비와 공기도 재래식과 거의 같은 수준으로 억제할 수 있다는 것을 들 수 있다.

제4기지반은 제3기 이후 170만~180만년전부터 현재까지 생성된 결합이 약하고 아직 암반까지 이르지 못한 지층이다. 지진이 많은 일본에서는 1965년초에 상업용 원자로가 처음 도입되었을 때 당시의 지반 및 耐震공학의 기술수준에 비추어 원자력발전소입지는 이 제4기지반을 피하도록 돼있었다. 그러나 그후의 지진발생시의 지반안정성평가기술의 발전으로 암반보다 軟質인 제4기지반에의 원자력발전소입지가 가능하다는 것을 알게 되었다.

한편 유럽과 미국에서는 제4기지반에의 입지가 일반화되었다. 이에 비해 큰 설계지진력을 감안해 암반에의 입지를 원칙으로 해왔던 일본에서는 제4기지반입지를 도입하는데는 기초지반이 되는 제4기 중에서도 비교적 硬質인 洪積層의 지진안정성을 확보하는 것과 지반지력면에서의 건물의 안전성실증이 전제조건으로 돼있다.

또한 제4기지반 위의 건물의 설계地震動에 의한 진동반응이 설계치 내에 든다는 것을 확인할 필요가 있었다. 이 때문에 전력중앙연구소에서는 1981년부터 지진의 내진성평가를 가장 중요한 과제로 삼고 지반조사, 실내시험, 데이터분석 등을 통해 이에 대한 검토를 해왔다.

원자력발전소지반의 내진성평가항목은 지질 조사, 지반조사시험, 설계지진동평가, 기초지반의 안정성평가로 구분되었다. 이들 각 항목에 대해 현재까지 필요한 기술개발을 거의 끝내 평가기술을 체계화하고 있다. 이러한 평가기술 중에서 특히 전력중앙연구소에서 독자적으로 개발한 것으로는 지반조사시험 때의 試料채취 방법으로 凍結채취방법을 개발한 것을 들 수 있다.

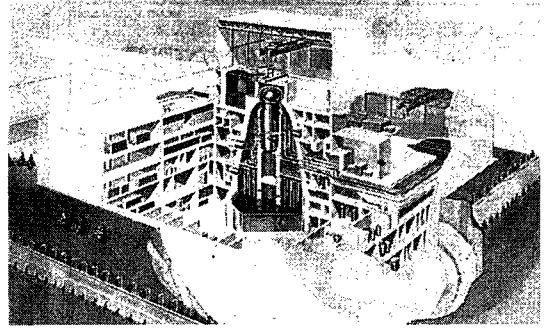
제4기지층입지에서는 채취된 시료에 의한 지반상태평가가 암반입지 때보다 훨씬 중요하지만 암반에 비해 지층의 결합상태가 연약하기 때문에 보링굴삭에 의한 정확한 지반상태평가가 어려웠다. 이 문제를 해결하기 위해 보링구멍에 찬공기를 보내 흙을 동결시킨 다음에 시료를 채취하는 동결채취법을 개발했다. 이로써 거의 지하에 있는 상태 그대로의 지반시료채취가 가능해졌다. 이들 신기술의 개발로 제4기지층의 입지평가기술이 체계화되고 데이터분석을 통해 원자력발전소입지에 충분히 전달 수 있다는 것이 확인되었다.

전력중앙연구소에서는 현재 이들 연구결과를 실증하기 위해 지진다발지대인 臺灣의 花蓮市에서 실제로 원자로건물모델을 건설해서 내진성평가작업을 하고 있다. 이 작업은 1995년도까지 계속될 예정으로 제4기지층입지기술의 확립을 목표로하고 있다.

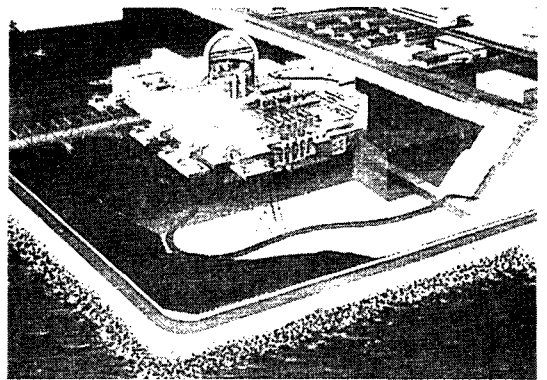
海上立地

해상입지방식은 크게 둘로 나눌 수 있는데 하나는 해저암반에 着床해서 건설하는 人工섬(島)방식과 또 하나는 방파제로 둘러싸인 수역에 원자력발전소를 띄우는 浮揚式이다. 부양식의 특징으로는 다음 4가지를 들 수 있다.

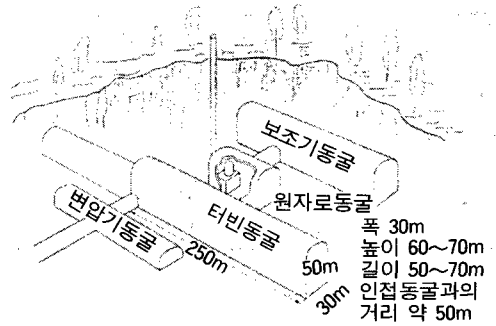
1. 수평지진동에 대해 충분한 내진성을 갖는다.
2. 방파제로 둘러싸여 외부조건이 표준화됨으로 발전소의 표준설계가 가능하다.
3. 표준설계발전소를 공장에서 제작할 수 있어 건설을 합리적으로 할 수 있다.



第4紀地盤立地의 機器配置計劃圖



海上立地(浮揚式)發電所의 概念圖

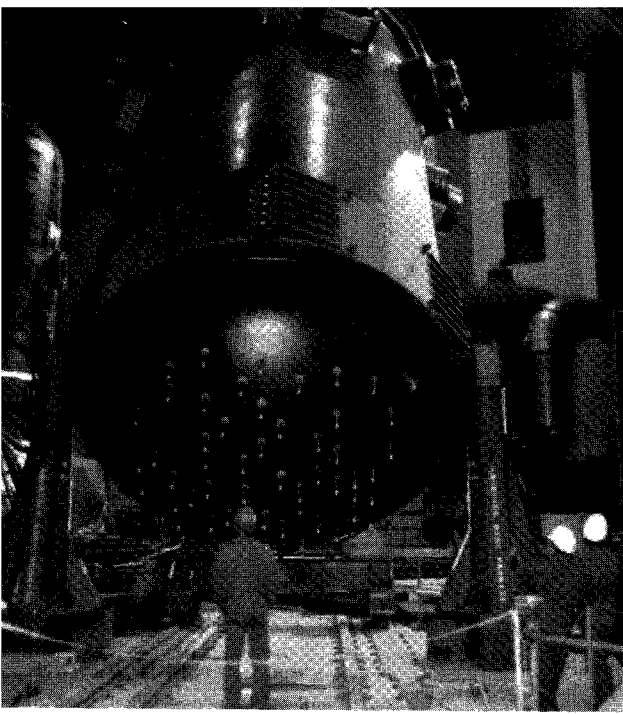


全地下式 發電所의 概念圖

4. 설계표준화로 허가절차가 간소화된다.

한편 人工섬식은 부양식과 비교해 다음과 같은 특징이 있다.

1. 해저암반에 설치하므로 지진시의 안전성은 재래식과 같다.



2. 재래식 육상발전소건설도 가능하다.
3. 현행기술의 연장으로 대처할 수 있다.
4. 현장조립중심이지만 공장제작으로 제작이 합리화된다.

전력중앙연구소에서는 부양식에 대한 타당성 평가를 이미 끝내 금년내에 입지평가기술개발을 끝낼 예정이다. 또 인공섬에 대해서는 금년부터 94년까지 설계기술을 개발할 예정이다.

부양식의 앞으로의 과제는 해일영향에 관한 평가법을 개발하는 것이다. 한편 인공섬방식은 해상입지방식 중에서도 기술적으로 가장 실현성이 있는 것으로 평가되고 있어 구체적인 설계방법을 확립해야 할 단계에 이르렀다. 또 앞으로는 입지지역의 발전과 조화를 이룬 입지방안도 검토할 예정이다.

地下立地

지하식 발전소란 발전시설의 일부 또는 전부를 지하에 파놓은 동굴속에 설치한 발전소를 말한다. 지하에 수용하는 방법으로는 다음의 3가지가 있다.

1. 시설의 일부를 수용하는 半지하식
 2. 원자로실만을 지하에 수용하는 부분지하식
 3. 모든 시설을 지하에 수용하는 全지하식
- 지하입지의 장점은 다음과 같다.

1. 환경, 경관을 보호하는데 유리하다.
2. 지진발생시의 진동이 경감된다.
3. 지하에 동굴을 뚫으로써 耐震설계를 합리화시킬 수 있다.

국토가 좁고 산악지대가 전국토의 약 70%를 차지하는 일본에서는 합리적인 입지방면으로 생각된다. 또 평야의 토지이용은 성숙단계에 달해 있기 때문에 원자력발전소용지에 필요한 입지조건에 맞는 광대한 토지의 취득은 앞으로 더욱 어려워질 것으로 보여 지하입지의 실현도 현실적인 문제로 대두될 것이다.

지하입지에서 필요로 하는 지하동굴의 건설기술은 지난 20년간 揚水式 지하발전소건설을 위한 대규모 지하동굴건설공사로 기본적인 기술축적이 이루어지고 있다. 프랑스의 Chooz에서도 원자력지하발전소가 1967년 운전을 개시해 현재 30만kW로 운전을 계속하고 있다.

전력중앙연구소에서는 이러한 배경을 바탕으로 지하입지의 평가기술을 체계화하는 작업을 88년까지 끝내고 현재 국가적인 기술지침안을 마련하는 과정에서 이를 반영하고 있다.

앞서 말한대로 지하입지의 가장 큰 이점은 내진성이 뛰어나다는 것이다. 지하식 원자력발전소건설에 관해 전력중앙연구소에서는 地中지진의 특성, 지진발생시의 지하동굴의 안정성, 건물과 기기 및 배관계통의 내진안전성 등에 관한 검토를 하고 실증시험도 했다. 가나가와현(神奈川縣)의 시로야마(城山)발전소에 地中地震動計를 설치해 실험해본 결과 지하동굴지진동의 가속도가 지상지진동가속도의 평균 2분의 1이 되는 것으로 밝혀졌다.

또 지하입지는 지상입지에 비해 지진동을 경감시킬 수 있어 건물에서의 지진동증폭을 억제할 수 있는 등 내진성에서 유리한 것으로 판명되었다. 지하입지의 한가지 문제점은 재래식에 비해 비용이 많이 든다는 것인데 지형조건을 감안해 입지하기 쉬운 곳에 입지점을 선정함으로써 비용을 줄이는 한편 환경과 경관보호면도 고려한다면 충분히 타당성이 있을 것으로 보인다(日本電氣新聞 1月29日).