

## 200MW 난방용원자로붕괴통과열사고해석

김성지, 옥창선

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《…우리 나라의 실정에 맞는 수력발전소, 화력발전소, 원자력발전소를 건설하는데서 나서는 과학기술적문제를 풀도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 제11권 증보판 135페이지)

난방용원자로사고류형에는 가압경수로나 비등로들에서 일어나고있는 랭매루실, 원자로조종, 부하변동과 관련한 거의 모든 사고들이 다 포함된다.[1, 2] 침수식난방용원자로인 경우 구조가 단순하여 원자로동체안에서 랭매루실은 외부에 영향을 주지 않는것으로 보고 고찰하지 않고있다.

이로부터 우리는 200MW 침수식난방용원자로의 붕괴통에 파열구가 생기는 경우 원자로에서의 열수력학적특성들을 고찰하였다.

### 1. 사고해석모형

200MW 난방용원자로붕괴통은 로심을 통해 흐르는 물의 방사능을 감소시켜 열교환기로 보내려는데 기본목적을 두고있다. 이 통로에서 파열구가 생기면 동체안의 물이 붕괴통으로 들어가 로심에서 가열된 물과 혼합되어 열교환기로 들어가고 그 결과 로심을 통과하는 랭매흐름속도에서 변화가 생기므로 로심온도가 변화되게 된다.

200MW 난방용원자로의 설계특성은 표와 같다.

표. 200MW 난방용원자로의 설계특성

특성량	값	특성량	값
출력	200MW	로심 등가직경	1.9m
수조내경	8m	산화우라늄장입량	12.77t
수조깊이	21m	평형교환농축도	3%
연료집합체수	249	1차회로 물압력	상압
연료봉외경	10mm	로심입출구온도	70/100(°C)
로심활성단높이	1.5m	1차회로 흐름량	5 710t/h

주어진 원자로는 대칭인 6개의 강제순환식랭각회로를 가지고있다. 그러므로 랭각수는 로심을 통과한 후 6개 방향으로 갈라져 흐른다.

원자로의 사고해석을 위한 1/6분할도는 그림 1과 같다.

로심단은 4개의 열전도체와 4개 조종체로 나누었으며 상부수실과 하부수실은 각각 하나의 조종체로 보았다. 붕괴통은 5개의 조종체로 나누고 원자로동체수조는 내리흐름통로 11개 조종체와 상승흐름통로 4개 조종체로, 열교환기는 10개의 열전도체와 20개의 조종체로 나누어서 고찰하였다.

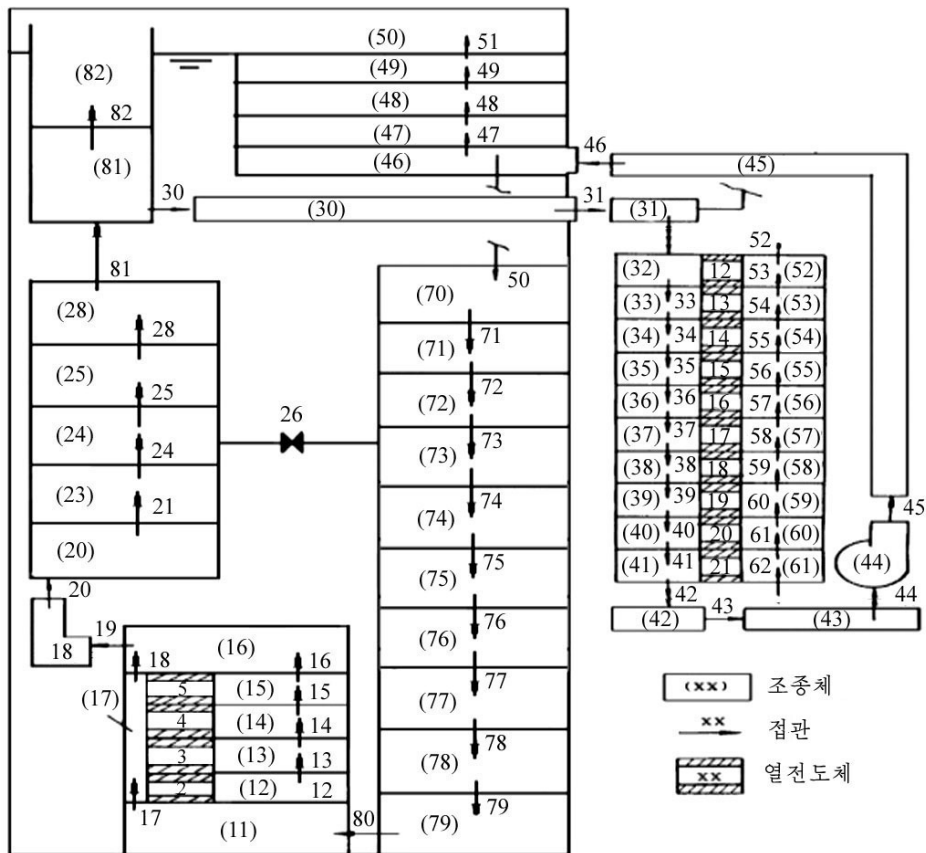


그림 1. 원자로사고해석분할도

총체적으로 원자로는 57개의 조종체와 60개의 접관, 1개의 순환펌프와 1개의 발브를 가진 모형으로 보고 고찰하였다. 이때 사고는 붕괴통의 24번 조종체에서 파열구가 생겨 원자로동체안의 물과 혼합되는것으로 가정하였는데 파열구의 높이는 동체바닥으로부터 10m높이(원자로수조 중간부분)에 위치하고있다. 사고때 비상정지체제는 동작하지 않는다고 보았다.

## 2. 사고해석결과

사고해석은 원자로과도과정해석코드 RETRAN-02로 진행하였다.

사고는 발브를 통하여 물이 흐르는것으로 묘사하였으며 파열구 윗부분에서의 흐름량과 로심입구로 들어가는 흐름량을 비교하고 로심중심부에서의 온도변화특성을 고찰하였다.

계산결과 붕괴통에서 파열구가 생기면 그림 1에서의 접관 26을 통하여 74번 조종체로부터 24번 조종체(파열구)에로 랭매흐름이 진행되여 첫 순간에는 25번 조종체(파열구윗부분)에서 흐름량이 급격히 증가하였다가 다시 초기흐름량상태로 돌아간다. 그러나 로심입구에서는 74번 조종체를 통하여 빠져나가는 량만큼 류량이 줄어든다. 결과 로심에서 온도는 상승하여 새로운 평형상태에 도달하게 된다.

로심중심에서의 온도변화는 그림 2, 로심입구에 들어오는 흐름량과 파열구 옷부분에서의 흐름량변화는 3과 같다.

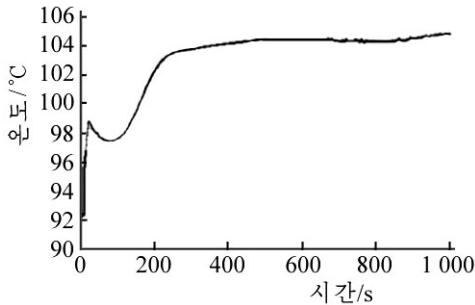


그림 2. 로심중심에서 온도변화

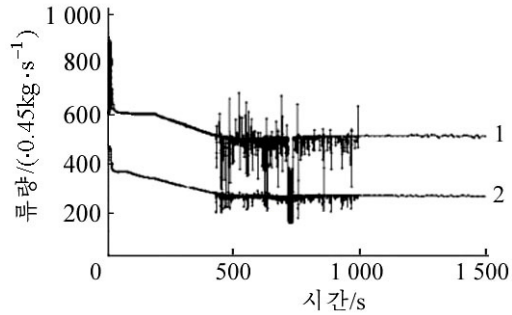


그림 3. 로심입구에 들어오는 흐름량(2)과 파열구옷부분(1)에서의 흐름량변화

그림 2에서 보는바와 같이 로심온도는 초기에 급격히 증가하지만 200s근방에서부터는 평형에 도달된다는것을 알수 있다.

한편 그림 3에서 보는바와 같이 파열구 옷부분에서는 초기에 로동체의 물이 붕괴통으로 흘러들어 흐름량이 순간적으로 증가하였다가 감소하여 500s근방에서부터 평형에 도달한다는것을 알수 있다.

## 맺 는 말

침수식원자로인 경우 랭매흐름량에서의 변화는 반응대에서 새로운 온도평형을 이루며 수조안의 랭매통로에서 이상현상이 생겨도 원자로의 로심녹음과 같은 현상은 나타나지 않는다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 57, 1, 67, 주체100(2011).
- [2] M. Varvayanni et al.; Annals of Nuclear Energy, 35, 8, 1414, 2008.

주체103(2014)년 6월 5일 원고접수

## Analysis of Model for Activity Decay Box Accident in 200MW Deep Pool Heating Reactor(DPHR)

Kim Song Ji, Ok Chang Son

We have considered the thermal hydrodynamics of 200MW DPHR when activity decay box was broken.

The result shows that flow change of cooling water reaches new equilibrium temperature in core and if activity decay box is broken down, the core melting doesn't appear in the reactor(DPR).

Key words: deep pool heating reactor(DPHR), activity decay box