

DANESS 코드를 이용한 직접처분 핵연료 주기 해석

정창준, 고원일

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045

cijeong@kaeri.re.kr

1. 서론

동적 핵연료주기 분석코드인 DANESS [1] 코드의 응용 가능성을 보기 위하여 국내 직접처분 핵연료 주기에 대한 해석을 수행하였다. DANESS 코드는 미국 ANL에서 개발한 핵연료 주기 동적 해석 코드로서 기존의 DYMOND [2] 코드를 크게 개선하여 핵연료 주기 변수 계산, 경제성 및 환경 영향 평가 등을 수행할 수 있도록 구성되었다.

본 연구에서 장기 원자력 발전량은 제3차 전력수급 기본 계획(2006 - 2020)을[3] 근거로 예측하였다. 이 계획에 의하면 2006 - 2020년 기간에 전력소비 증가율은 2010년에 2.54%, 2012년 이후에는 1%대, 그리고 2020년에 0.84%의 증가율을 보이는 것으로 전망된다. 이 기본 계획을 바탕으로 원자력 발전량을 예측하였다. 이를 위하여 2020년부터 2050년까지 평균 전력 소비증가율은 0.84%/yr로 유지되나, 그 이후는 점차 감소하여 2100년도에 증가율이 0%로 수렴하도록 가정하였다. 원자력 점유율은 2020년의 43.4%가 2100년까지 계속 유지되는 것으로 가정하였다.

예측한 원자력발전량에 실제 도입되는 원자로의 용량과 수명을 감안하여 적절하게 배치하였으며, 이를 이용하여 2100년까지의 실제 원자력발전량과 직접처분 주기에서 발생하는 사용후핵연료를 DANESS 코드를 이용하여 계산하였다. 핵연료 주기 계산은 2가지 경우에 대하여 수행하였다. 즉, 원전의 설계 수명을 유지하는 경우 (직접처분주기-1), 기존 원전의 수명을 각각 20년 연장 (직접처분주기-2)하는 경우이다. 기존 경수로로는 건설 계획이 있을 때 까지만 건설하고, 2016년 이후에는 APR-1400 원전만 건설되는 것으로 가정하였다.

2. 비순환 주기 해석 결과

그림 1은 원자력 에너지 요구량 및 직접처분주기-1, -2에 대한 실제 발전량을 비교하여 나타내고 있다. 원자력 에너지 요구량은 2020년까지 실제 건설되는 원전의 용량을 모두 고려하고 있고, 2020년 이후 서서히 증가하여 2100년도에는 약 350 TWh/yr로서 이용률을 80%로 가정하면 원전 설비 용량은 약 51 GWe에 해당된다. 가동되는 원전의 발전량은 원자력 에너지 요구량을 비교적 잘 반영한 것으로 나타났다.

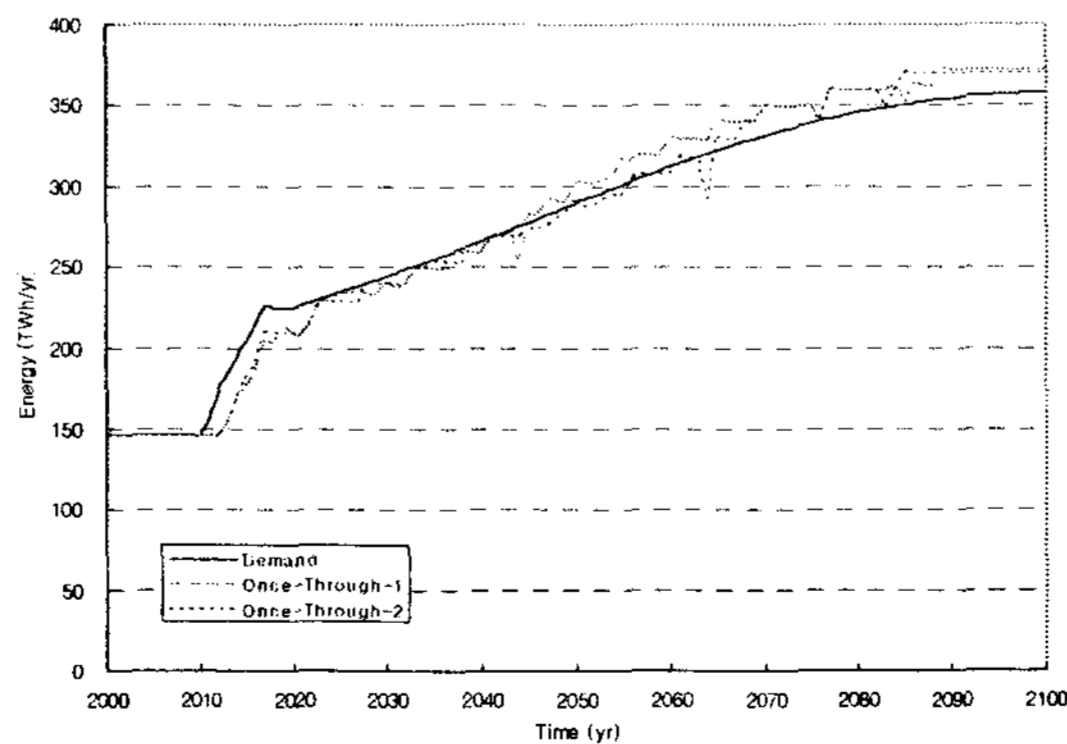


Fig. 1 Nuclear Energy Demand and Produced Energy

직접처분주기-1에 대한 원전별 운전 용량 변화는 그림 2에 나타내었다. CANDU 원자로 및 기존 경수로로는 수명이 다한 후 용량이 0으로 되고 약 2045년 이후에는 APR-1400 원자로만 가동 되는 것을 알 수 있다. 원전의 수명이 연장되는 경우에는 기존 원전의 용량이 약간 크게 유지되는 것으로 나타났다.

그림 3은 2가지 직접처분 주기에 대하여 사용후 핵연료 발생량을 비교하여 나타낸 것이다. 수명 연장을 하는 경우 총 사용후 핵연료 발생량이 92,000 ton으로 직접처분 주기-1의 87,000 ton에 비해 약간 증가한다. 이는 CANDU 원자로의 사용후 핵연료 발생량이 크게 증가한 것에 기인되는 것으로 판단된다. 이 때 사용후 핵연료 내 TRU 양은 각각 1,100 및 1,170 ton이 될 것으로 예측된다.

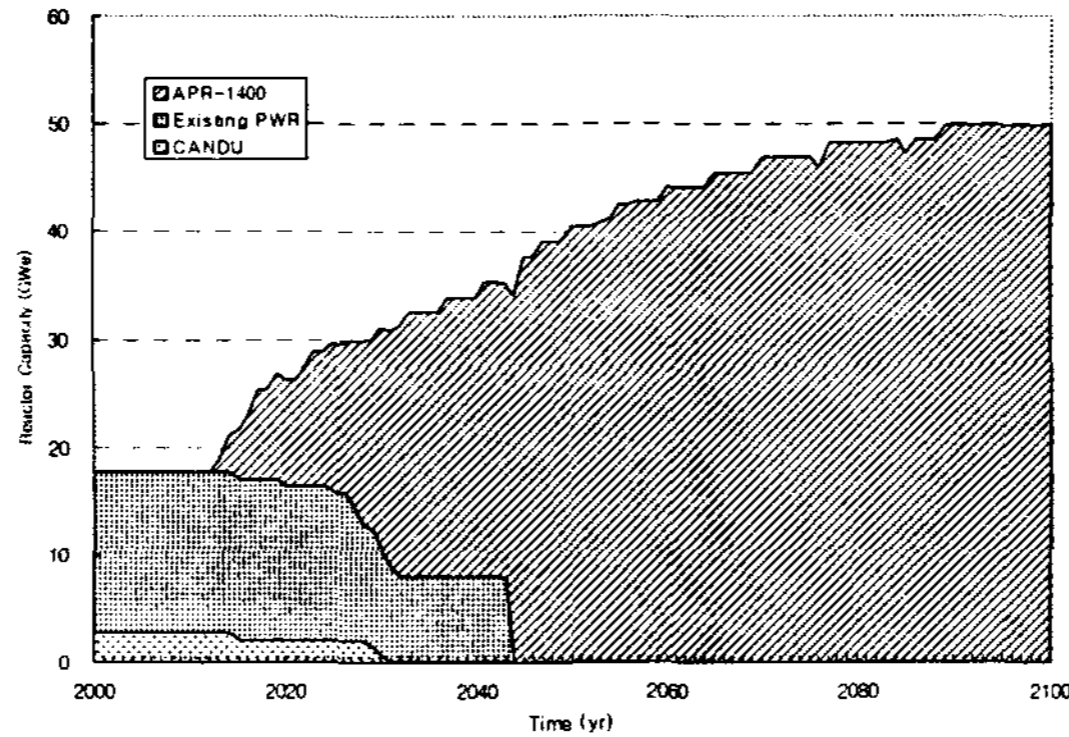


Fig.2 Reactor Capacity for Once-Through-1 Scenario

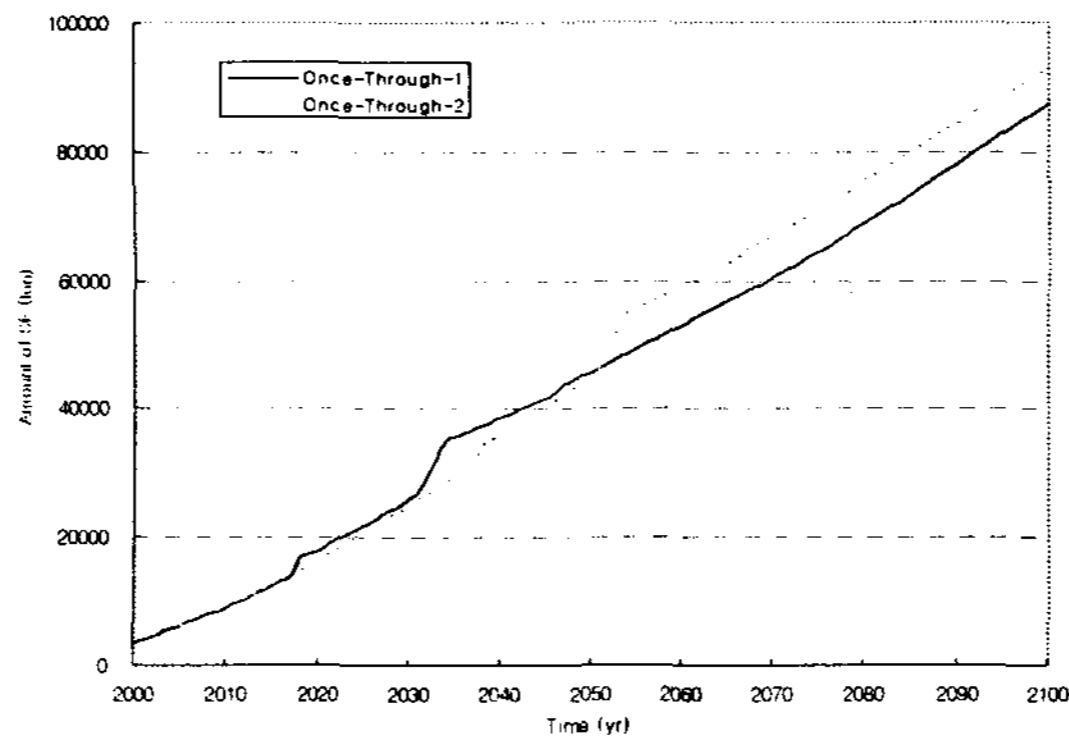


Fig.3 Comparison of Amount of Spent Fuel Accumulation

3. 결론

DANESS 코드를 사용하여 국내 직접처분 핵연료 주기를 모형화 하고, 원전 수명을 연장하지 않는 경우와 연장하는 경우에 대하여 비교 계산을 수행하였다. 계산 결과, DANESS 코드는 국내 핵연료 주기 모델링에 적용 가능한 것으로 나타났다. 또한, 직접처분 주기의 경우 수명연장을 하지 않는 경우와 수명연장 하는 경우 사용후 핵연료 발생량은 각각 87,000 및 92,000 ton이 될 것으로 예측되었다.

참고문헌

- [1] L. Van Den Duerpel, A. Yacout, D. Wade and H. Khalil, "DANESS-Dynamic Analysis of Nuclear Energy System Strategies", GLOBAL 2003, New Orleans, Nov. 16-20, 2003.
- [2] "Generation 4 Roadmap Fuel Cycle Crosscut Group Executive Summary," U.S. Department of Energy Nuclear Energy Research Advisory Committee and the Generation IV International Forum (2001).
- [3] "The Third Basic Plan of Electricity Demand and Supply in Korea", Ministry of Commerce, Industry and Energy, Dec. 2004.