

WIMS-SN-CITATION에 의한 1 000MW_e 가압경수원자로의 로심계산

최영민, 박기철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구기관들과 과학자, 기술자들은 우리 나라의 실정에 맞고 나라의 경제발전에 이바지할수 있는 과학기술적문제를 더 많이 풀어야 하겠습니다.》(《김정일선집》 증보판 제13권 173페이지)

우리는 원자로물리계산프로그램들인 WIMS, SN, CITATION을 리용하여 경수원자로로심의 물리계산체계를 구성하고 1 000MW_e 가압경수원자로의 로심계산을 하였다.

1. WIMS-SN-CITATION에 의한 계산체계구성

일반적으로 원자로로심의 물리계산체계는 세포, 집합체, 반응대계산체계들로 구성되어 있다. 현재 원자로물리계산에 리용되고있는 집합체계산프로그램에는 WIMS, CASMO, PHOENIX, 전체반응대계산프로그램에는 CITATION, PDQ, SMART 등이 있으며 이 프로그램들을 하나로 결합하여 단일화된 원자로물리계산프로그램을 작성하여 리용하는것이 추세로 되고있다.[1] WIMS, SN, CITATION프로그램들은 세계적으로 널리 리용되고있는 원자로물리계산용프로그램들이지만 이 프로그램들을 결합하여 리용하려면 결합조종프로그램을 작성하고 입출력자료호환문제를 해결하여야 한다.

우리는 연료 및 비연료세포의 기하 및 물질자료가 주어지면 일정한 규칙에 따라 WIMS입력화일을 생성하고 그 계산결과들이 SN의 자료입력규칙에 따라 자동적으로 SN입력화일에 입력되도록 조종프로그램을 작성하였다.

사용자가 집합체기하자료를 입력하면 SN입력화일이 자동생성된다.

CITATION에서도 사용자가 입력한 기하자료에 토대하여 입력화일이 자동생성되며 계산된 출력값은 MATLAB로 처리하여 그래프로 연시한다.

WIMS-SN-CITATION결합프로그램구성도는 그림 1과 같다.

계산때 비연료봉세포계산은 WIMS-69군상수를 직접 리용하여 WIMS의 클라스터모형으로 계산하며 경계집합체와 반사체계산은 SN-2D를 리용하여 진행한다.

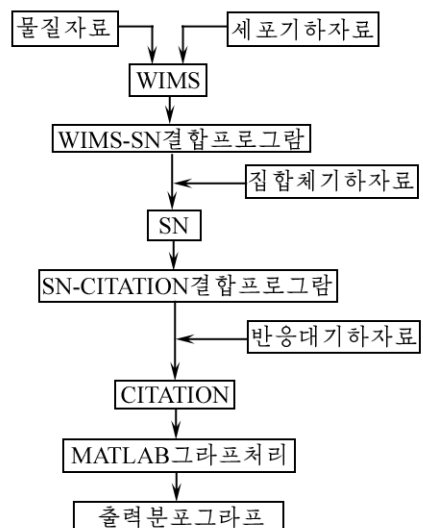


그림 1. WIMS-SN-CITATION
결합프로그램구성도

사용자는 대면부를 통하여 전체 반응대의 집합체구조를 변경시킬수 있으며 조종봉삽입, 인출과 같은 조작을 진행할수 있다.

2. 1 000MW_e 가압경수원자로의 로심계산

WIMS-SN-CITATION결합체계의 계산정확성을 검증하기 위하여 1 000MW_e 가압경수로로심의 물리계산을 진행하고 선행연구결과[2]와 비교하였다.

1 000MW_e 가압경수로로심의 기하학적구조는 그림 2와 같다.

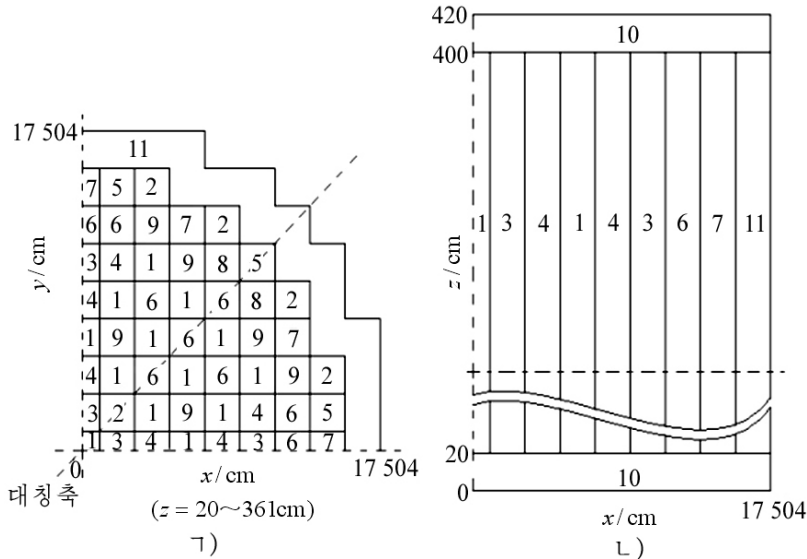


그림 2. 1 000MW_e 가압경수로로심(1/4)의 기하학적구조

ㄱ) 가로자름면, ㄴ) 세로자름면

로심은 9가지 종류, 177개의 연료봉집합체로 구성되었으며 측면 및 아래우는 반사체로 둘러싸여있다. 연료집합체들의 구조와 주요정수들은 그림 3, 표 1, 2와 같다.

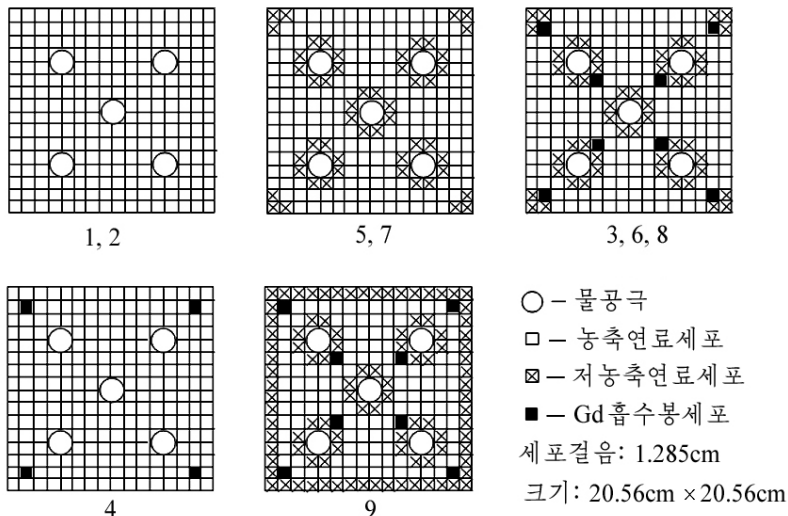


그림 3. 1 000MW_e 가압경수로연료집합체의 구조

표 1. 집합체들에 대한 자료

종류	집합체수/개	연료농축도/%	연료봉수/개	가연성흡수봉수/개
1	45	1.28	236	
2	20	2.34	236	
3	8	2.34/1.28	176/52	8
4	16	2.34	232	4
5	12	2.84/2.34	184/52	
6	32	2.84/2.34	176/52	8
7	12	3.34/2.84	184/52	
8	8	3.34/2.84	176/52	8
9	24	3.34/2.84	128/100	8

표 2. 각종 봉에 대한 자료

재료명	연료봉	조종봉	가연성흡수봉
석심재료	UO ₂	B ₄ C	4% Gd ₂ O ₃ -UO ₂
밀도/(g·cm ⁻³)	10.114	1.84	7.41/10.96
직경/mm	8.26	18.72/16.86	8.26
외피재료	Zr-4	인코넬-625	Zr-4
밀도/(g·cm ⁻³)	6.55	6	6.55
두께/mm	0.64	8.442	0.64
외경/mm	9.7	0.89/20.73	9.73

계산은 조종봉들을 삽입하지 않은 경우 20℃ 랭상태에서 진행하였다.

계산결과 $k=1.200\ 293$ 으로서 선행연구결과(1.202[2])와 상대오차 0.14% 범위에서 잘 일치하였다.

맺 는 말

WIMS, SN, CITATION을 결합하여 경수로로심물리계산체계를 구성하고 1 000MW_e 가압경수로로심의 유효증식계수를 계산한 결과 선행연구결과와 상대오차 0.14% 범위에서 일치하였다.

참 고 문 헌

- [1] 허일문 등; 원자로연료관리계산, 김일성종합대학출판사, 5~14, 49~112, 주체96(2007).
- [2] W. M. Stacey; Nucler Reaction Physics, Wiley, 357~364, 2000.

주체105(2016)년 2월 5일 원고접수

Calculation of the 1 000MW_e PWR Core using WIMS-SN-CITATION

Choe Yong Min, Pak Ki Chol

We configured a calculation system combining with WIMS, SN, CITATION and verified its accuracy through the calculation of 1 000MW_e PWR core.

The calculating result of effective multiplication coefficient was coincident with the preceding research data within relative error of 0.14%.

Key words: WIMS, SN, CITATION