

碩士學位論文

# HTTR 원자로공동냉각계통(RCCS)에 대한 MARS Code 적용성 평가



濟州大學校 大學院

에너지 工學科

康斗赫

2005年 12月

# HTTR 원자로공동냉각계통(RCCS)에 대한 MARS Code 적용성 평가

指導教授 鄭 鈺 津

康 斗 赫

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함



康斗赫의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 李 憲 周 印

委 員 朴 在 雨 印

委 員 鄭 鈺 津 印

濟州大學校 大學院

2005年 12月


# MARS Code Applicability Assessments for the Cooling Capability of HTTR RCCS

Doo-Hyuk Kang

(Supervised by professor Bum-Jin Chung)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement  
for the degree of Master of Science

2005. 12.

 제주대학교 중앙도서관  
This thesis has been examined and approved.

.....  
Thesis director, Bum-Jin Chung, Prof. of Nuclear and Energy Engineering

.....  
.....  
.....

.....  
Date

Department of Nuclear & Energy Engineering  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 목 차

LIST OF FIGURES .....	iii
LIST OF TABLES .....	iv
SUMMARY .....	v
I. 서 론 .....	1
II. HTTR .....	3
1. HTTR 개요 .....	3
1) 원자로압력용기 .....	5
2) 원자로냉각계통 .....	6
3) 공학적안전계통 .....	7
2. HTTR RCCS 모의실험 .....	7
III. Benchmark problems .....	12
1. 문제 개요 .....	12
2. HTTR Benchmark problems .....	13
IV. MARS 전산코드 .....	15
1. MARS-GCR 전산코드 .....	15
2. 복사열전달 모델 .....	20
3. 접촉열전달 모델 .....	23

V. 계통모델링 .....	24
1. 열수력계통 입력 모델링 .....	24
2. 복사열전달 입력 모델링 .....	26
VI. 결과 및 토의 .....	28
1. Benchmark problem I .....	28
2. Benchmark problem II .....	30
3. Benchmark problem III .....	32
4. Benchmark problem IV .....	34
VII. 결 론 .....	37
참 고 문 헌 .....	39
부 록 .....	41
감사의 글 .....	63



## LIST OF FIGURES

Fig. 1. HTTR Reactor building .....	4
Fig. 2. Cooling system of the HTTR .....	6
Fig. 3. Schematic diagram test apparatus .....	8
Fig. 4. Schematic of HTTR RCCS mock-up facility .....	9
Fig. 5. Validation of single-phase, supercritical fluid and steady-state .....	16
Fig. 6. Validation of transients .....	16
Fig. 7. Heat transfer regime map in single-phase fluid vertical channel .....	17
Fig. 8. Turbulence and forced-convection heat transfer model .....	19
Fig. 9. Radiation heat transfer concept for surface of materials .....	21
Fig. 10. Conceptual drawing of View factor calculation .....	22
Fig. 11. Nodalization for HTTR Mock-up facility .....	25
Fig. 12. View factor calculation between CV and RPV .....	27
Fig. 13. View factor calculation between RPV and WCP .....	27
Fig. 14. Temperature field distribution for benchmark problem I .....	28
Fig. 15. Velocity vector for benchmark problem I .....	29
Fig. 16. Temperature field distribution for benchmark problem II .....	30
Fig. 17. Velocity vector for benchmark problem II .....	31

Fig. 18. Temperature field distribution for benchmark problem III .....	32
Fig. 19. Velocity vector for benchmark problem III .....	33
Fig. 20. Temperature field distribution for benchmark problem IV-a .....	34
Fig. 21. Temperature field distribution for benchmark problem IV-b .....	35

## LIST OF TABLES

Table 1. Specification of HTTR .....	5
Table 2. Main specifications of the apparatus .....	10
Table 3. Conductivities of materials .....	12
Table 4. Detailed condition of the experiments .....	14
Table 5. Gas heat transfer package .....	18
Table 6. Surface power distribution of heater segments .....	26
Table 7. Ratios of heat transfer .....	36

# SUMMARY

MARS code has been developed for multi-dimensional multi-purpose best estimate analysis of commercial LWRs and advanced reactors. In this code, the RELAP5/MOD3 and COBRA-TF codes have been merged as the 1-D and vessel thermal-hydraulics modules, respectively. Recently, many features for HTGR (High Temperature Gas-cooled Reactor) model, such as direct contact heat transfer, radiation heat transfer and convective heat transfer, have been installed in MARS code.

Since the assessment works have been focused to the commercial LWR during the past many years, there are assessment needs for the HTGR application. In this study, as a part of work for the MARS code applicability assessments, calculates the cooling capability of RCCS (Reactor Cavity Cooling System) - an IAEA Benchmark Problem for HTTR (High Temperature engineering Test Reactor).

The calculated results were compared with those of THANPACST2 code and available experimental results performed by the JAERI (Japan Atomic Energy Research Institute). The calculated results showed generally good agreements with those obtained by the THANPACST2 code and experimental results. Deviations were analyzed to be originated from the simplification of the geometry and from the complex HTGR component modeling. Especially, it was found that the radiation heat transfer is dominant in the reactor cavity for the decay heat removal phase by the RCCS. Thus, it is concluded that MARS code can be successfully applied to the calculation of the RCCS cooling capability of HTGR with minor modifications proposed in this study.



# I. 서 론

수소에너지는 지구환경 오염문제와 화석에너지 자원의 고갈 문제를 동시에 해결할 수 있는 유일한 대안으로 인식되고 있으며 수소에너지에 대한 기술력 확보가 21세기의 국가 경제력을 결정하는 중요한 요소가 될 것으로 전망되고 있다. 수소는 현재 전 세계적으로 연간 5000억 m<sup>3</sup>가 생산되고 있으며, 주로 암모니아 비료 제조, 석유화학산업의 원료, 화학 산업의 공정열 생산을 위하여 소비되고 있다. 향후 20~30년 사이에 수소 소비가 크게 증가할 것으로 전망된다. 현재 수소의 생산은 대부분 천연가스의 증기 개질에 의하여 제조하고 있다. 이 방법은 현재 가장 저렴하게 수소를 생산할 수 있는 방법이다. 향후 수소연료의 대량보급을 위해서는 이산화탄소의 배출을 최소화하면서 타 에너지원에 비하여 경제적 경쟁력을 갖춘 방안을 실용화하여야 한다. 이러한 방안으로 기존 대형 발전소에 비해 경제적이고 안전한 차세대원자로인 고온가스로의 고온을 이용한 수소제조 방법은 수소의 대량생산을 가능하게 하고 가격 경제력을 갖출 수 있을 것으로 전망된다 [장종화 등 2003].

현 단계에서 원자력을 이용한 수소생산시스템 개발 즉, 고온가스로 개발은 기존에 개발해온 경수로 열수력 안전해석 코드(MARS, RELAP5)가 고온가스로를 얼마나 잘 모사하는지 그 적용성을 검토하고 있는 단계이다. 현재 고온가스로 관련 각종 Benchmark problem에 기존의 경수로용 해석코드를 적용하여 보고 모사가 부족한 부분에 대한 코드의 개량, 새로운 열수력 상관식의 도입 등이 필요한 상황이다. 최근 이에 따라 MARS (Multi-dimensional Analysis of Reactor Safety) 코드개발팀에서는 고온가스로의 원자로공동냉각계통(RCCS: Reactor Cavity Cooling System) 평가를 위하여 요구되는 직접접촉열전달 모델, 복사 열전달 모델, 대류열전달 모델 등의 보강이 이루어졌다. [이원재 등 2004].

본 연구는 MARS 코드의 고온가스로 적용연구의 일환으로 IAEA TECDOC-1163 에 제시된 고온공학실험연구로 (HTTR: High Temperature engineering Test Reactor) 에 대한 Benchmark problem인 원자로공동냉각계통 냉각능력 및 원자로압력용기의 온도장에 대하여 평가계산을 수행하는 것이다.



## II. HTTR

### 1. HTTR의 개요

일본원자력연구소에서는 고온가스로에 대한 기술기초를 수립하고 향상시킬 목적으로 고온공학실험로(HTTR: High Temperature engineering Test Reactor)를 설계, 건설하였다. 이와 함께 고온의 열이용 기술도 개발하고 있다. 이 원자로는 일본 오아라이 연구소에서 운영 중인 30 MW<sub>th</sub>급 고온가스냉각 실험로이며 피복핵연료입자(Coated fuel particles)를 사용하며 흑연(Graphite) 감속재와 헬륨 냉각재로 구성되어 있고 저출력밀도 노심이어서 고도의 고유안전성을 달성할 수 있다. 원자로 사고 및 정지시 발생하는 여열(Afterheat)의 제거를 위하여 피동형 원자로 공동냉각계를 두어 고유안전성을 높인 원자로이다. 특히, 원자로 출구에서 850 °C 이상의 온도를 갖는 냉각재는 증기 및 가스터빈 고효율발전뿐만 아니라 수소 제조 및 합성연료제조공정에 이용할 수 있다.

Fig. 1에서 보듯이 HTTR의 주요 계통으로는 원자로격납용기 내에 원자로 압력용기(Reactor Pressure Vessel)와 1차측 헬륨냉각재와 2차측 헬륨냉각재를 연결시키는 중간열교환기(Intermediate heat exchanger) 그리고 헬륨 순환기(Helium circulator)가 있으며, 원자로냉각계통(Reactor cooling system)은 주냉각계통(Primary cooling system), 보조냉각계통(Auxiliary cooling system), 압력용기 냉각계통(Vessel cooling system)으로 구성되어 있다. 정상운전 시 열출력은 30 MW<sub>th</sub>이고 운전압력은 4 MPa로서 헬륨을 냉각재로 사용하고 있으며 입구 온도는 395 °C이다. 출구의 온도는 운전모드에 따라 달라지며 정격운전인 경우 850 °C이고 고온 실험운전인 경우 950 °C이다. HTTR의 주요한 설계사양은 Table 1에 나타내었다.

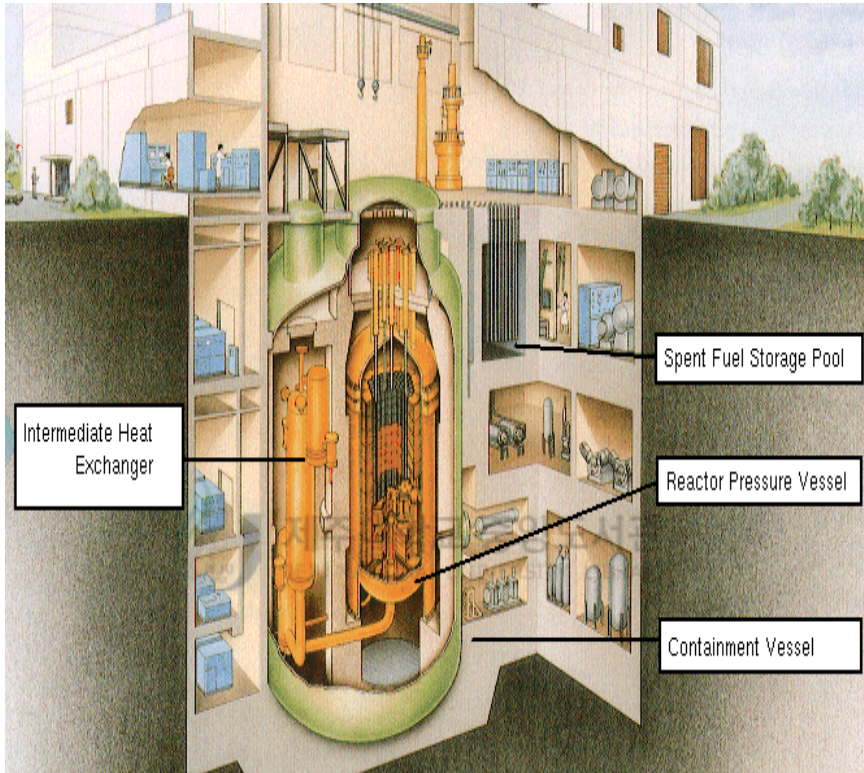


Fig. 1. HTTR reactor building.

Table 1. Specification of HTTR.

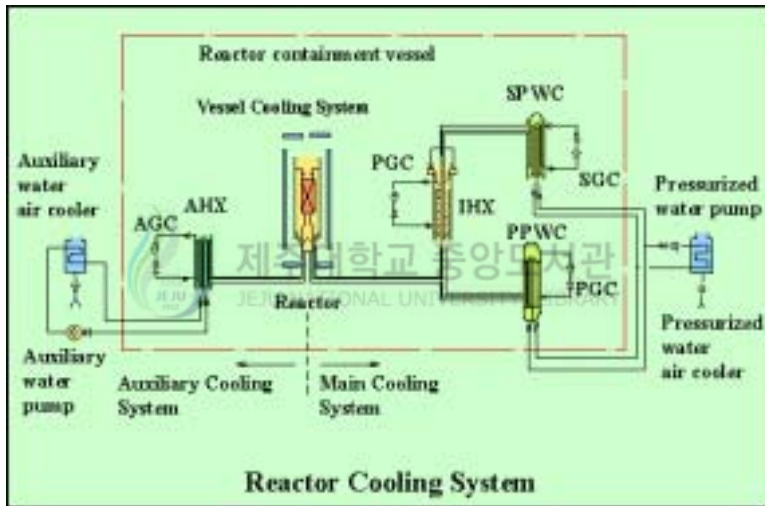
Parameter	Value
Reactor Thermal Power	30 MW
Reactor Coolant	Helium Gas
Reactor Inlet Coolant Temperature	395 °C
Reactor Outlet Coolant Temperature	850 °C/950 °C
Primary Coolant Pressure	4 MPa
Core Material	Graphite
Core Height	2.9 m
Core Diameter	2.3 m
Reactor Pressure Vessel Height	13.2 m
Reactor Pressure Vessel Diameter	5.5 m
Average Power Density	2.5 MW/m <sup>3</sup>
Fuel	Low Enriched UO <sub>2</sub>
Fuel Assembly Type	Prismatic Block
Uranium Enrichment	3 ~ 10% (Average : 6%)
Reactor Pressure Vessel	Steel(21/4Cr-Mo)
Number of Main Cooling Loop	1

1) 원자로압력용기

원자로압력용기는  $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 로 구성된 강철구조로써 이는 경수로 원자로 압력용기로 널리 사용되는 Mn-Mo 강철보다 고온에서 크리프 (Creep) 세기가 좋으며 높이는 13.2 m, 직경은 5.5 m 이다. 원자로압력용기의 상부헤드는 원형의 플랜지에 결석되어 있고 제어봉 (Control rod) 과 조사봉 (Irradiation stand-pipes) 을 포함한 31개의 제어봉구동장치 (Standpipe) 는 상부헤드에 용접되어 있다. 각각의 제어봉구동장치 상부에는 제어봉구동장치 클로저 (Closure) 가 설치되어 있고 연료 재장전시 제거된다.

2) 원자로냉각계통

Fig. 2에서 보듯이 HTTR의 주냉각계통은 1차 냉각계통 (Primary cooling system), 2차 헬륨냉각계통 (Secondary helium cooling system), 그리고 압력수냉각계통 (Pressurized water cooling system)으로 구성되어 있다. 1차 냉각계통은 가스순환기 (PGC)와 2개의 열교환기 (IHX, PPWC)로 구성되어 있으며, 원자로 노심에서 2차 헬륨냉각계통 및 압력수냉각계통으로 전달되는 열을 제거하고 있다. 1차 헬륨가스는 1차 냉각재입출구관 (Primary concentric hot gas duct)을 통해 노심에서 중간열교환기 (IHX)와 1차 압력수냉각기 (PPWC)로 전달된다.



- IHX : Intermediate heat exchanger
- PPWC : Primary pressurized water cooler
- PGC : Primary gas circulator
- SPWC : Secondary pressurized water cooler
- SGC : Secondary gas circulator
- AHX : Auxiliary heat exchanger
- AGC : Auxiliary gas circulator

Fig. 2. Cooling system of the HTTR.

2차 헬륨냉각계통은 2차 압력수냉각기 (SPWC)와 가스순환기 (SGC)로 구성되어 있으며 중간열교환기를 통해 1차 헬륨가스의 열을 제거한다. 압력수냉각계통은

공기 냉각기 (Air cooler) 와 냉각수펌프 (Water pump) 로 구성되어 있으며 공기 냉각기는 1차 압력수냉각기와 2차 압력수냉각기의 압력수를 냉각하고 원자로노심의 열을 마지막으로 대기에 전달한다.

### 3) 공학적 안전계통

#### (1) 보조냉각계통

보조냉각계통은 보조열교환기, 보조가스순환기, 그리고 공기 냉각기로 구성되어 있다. 보조냉각계통은 열전달용량이 3.5 MW 정도이며 원자로가 정지되거나 주냉각계통이 사고로 정지하였을 경우 자동적으로 가동된다. 강제순환에 의한 노심냉각은 보조냉각계통으로 가능하며 비상전력공급으로 작동되는 가스순환기, 냉각수 펌프 그리고 밸브는 다중적인 동적부품으로 구성되어 있다.

#### (2) 압력용기냉각계통

압력용기냉각계통 (Vessel cooling system) 은 원자로압력용기 주위를 둘러싸고 있는 상부, 하부, 측면 냉각패널로 구성되어 있으며 냉각재입출구관 파단으로 인해 1차 냉각계통에서의 강제순환이 유지될 수 없을 때 잔열제거계통으로 사용되고 있다. 또한 비상전력공급으로 작동되며 2개의 독립된 계통으로 구성되어 있는 공학적 안전설비이다 [TECDOC-1236 등 2001].

## 2. HTR ROCSS 모의실험

고온가스로는 기존의 원자로에 비해 고유안전성을 향상시키고자 원자로 공동냉각계통을 채택하여 개발 중인 차세대원자로이다. 고온가스로의 원자로 공동냉각계통은 과열로부터 원자로압력용기를 충분히 방어하기 위해 열전도, 자연대류, 복사열전달의 방식으로 붕괴열을 제거하고 사고 시 핵분열생성물의 누출을 예방하기 위해서 핵연료 온도를 제한하고 있다. 원자로공동냉각계통은

수냉형 원자로공동냉각계통(Water RCCS) 과 공냉형 원자로공동냉각계통 (Air RCCS) 이 고안되어 있으며 HTTR RCCS 실험모의에서는 두 가지의 원자로 공동냉각계통을 채택하여 평가비교 하였다.

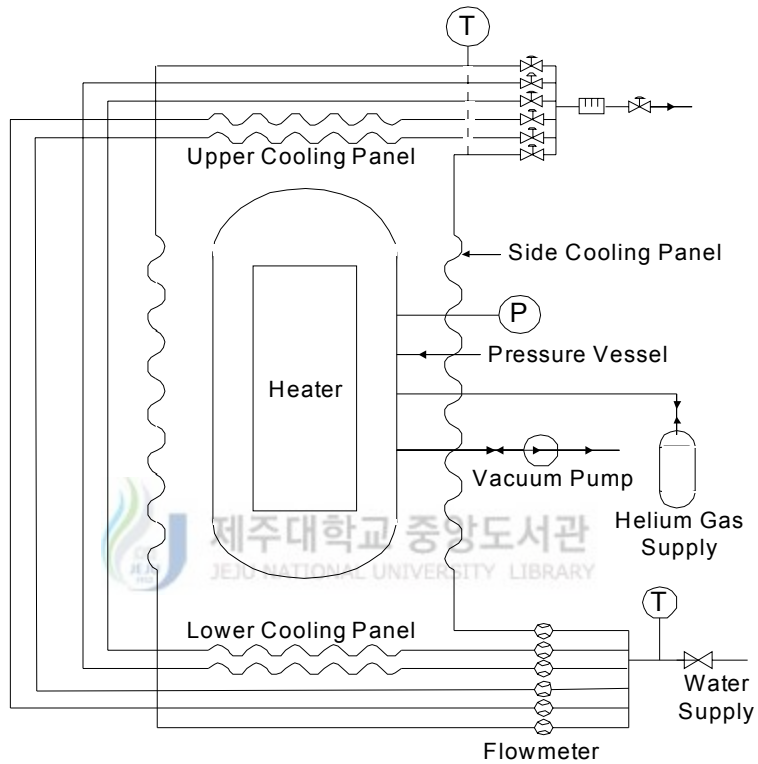


Fig. 3. Schematic diagram test apparatus.

Fig. 3, 4 는 HTTR 원자로공동냉각계통의 냉각능력을 평가하기 위하여 일본에서 수행한 실험장치의 개요도이다. 실험장치는 원자로압력용기 (Pressure vessel), 가스공급기(Gas supply), 진공펌프계통(Vacuum pump systems), 냉각수 공급기(Water supply) 그리고 원자로압력용기를 둘러싸고 있는 냉각패널 (Water cooling panel) 로 이루어져 있다.



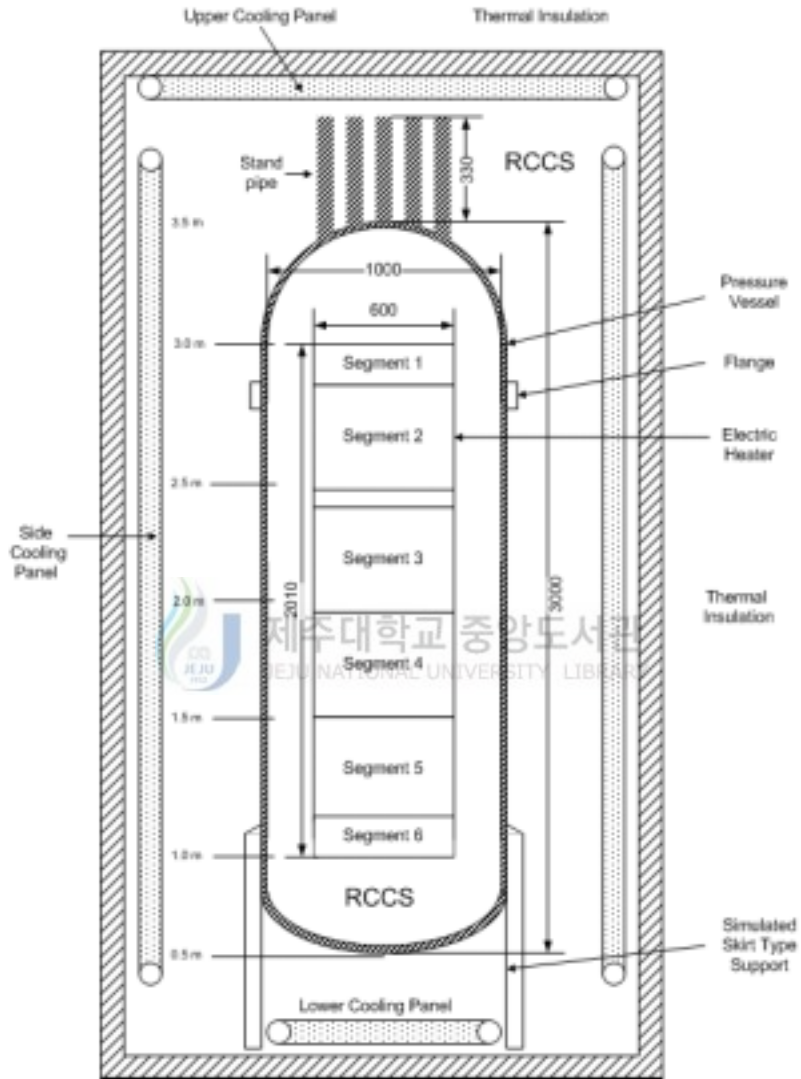


Fig. 4. Schematic of HTTR RCCS mock-up facility.

원자로압력용기는 상부헤드 (Upper head), 측면용기 (Side shell), 하부용기 (Lower shell), 4 개의 지지대 (Legs) 로 구성되어 있다. 19 개의 제어봉구동장치 (Standpipe) 는 상부헤드위에 고정되어 있고 개요도 (Fig. 4) 에 나타내었다.

Table 2. Main specifications of the apparatus.

	Parameter	Value
Pressure Vessel	Height of the pressure vessel	3000 mm
	Inner diameter of the shell	1000 mm
	Thickness of the vessel	12 mm
	Radius of the upper shell	500 mm
	Lower head configuration	2:1 half ellipsoid
	Longer radius	500 mm
	Shorter radius	250 mm
Pressure	Working fluid	He, N
	Pressure	1.3 Pa ~ 1.1 MPa
Electric Heater	Height	2000 mm
	Diameter	600 mm
	Maximum temperature	600 °C
	Maximum heat input	100 kW
	Maximum heat input of the segments	
	No.1 heater segment	7 kW
	No.2 ~ No.5 heater segments	21 kW
	No.6 heater segment	7 kW
	Heat transfer area of the segments	
	No.1 heater segment	0.282 m <sup>2</sup>
No.2 ~ No.5 heater segments	0.848 m <sup>2</sup>	
No.6 heater segment	0.135 m <sup>2</sup>	
Cooling Panel	Outer diameter of cooling tube	31.8 mm
	Pitch of the cooling tubes	60 mm
	Maximum flow rate of water	10 T/h

냉각패널은 상부, 하부, 측면의 세 부분으로 나누어져 있으며 각각의 냉각패널은 22, 12, 88개의 냉각관(Cooling tube)으로 이루어져 있다. 냉각수(Cooling water)는 두 개의 냉각수공급펌프(Water supply pump)에서 공급된다. 그리고 물과 공기는 냉각패널에서 순환된다. Table 2에는 실험장치의 주요 제원을 나타내었다.

냉각관과 원자로압력용기의 표면은 열방출율(Thermal emissivity)을 일정하게 하기 위해 검정색으로 도색 되었고, 냉각패널은 KAOWOOL 절연체로 둘러싸여 있다. 실험장치에서 노심을 모의하기 위해 나선형 니크롬 코일로 구성된 6개의 히터(Heater segment)는 환형의 세라믹 판에 감싸져 있다. 세라믹 판 중심에는 차단체가 있어서 자연대류가 일어날 가능성을 배제하였다. 실험에서는 열전달 특성에 관한 가스압력의 효과를 알아보기 위해 진공상태에서부터 1.0 MPa 까지 다양한 압력을 주었다. Table 3에는 실험장치의 물성치를 나타내었다 [TECDOC-1163 등 2000].



Table 3. Conductivities of materials.

Material	Thermal Property
Ceramics (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Heater block)	36.0 [W/m · K]
Stainless Steel (SUS304)	16.7 [W/m · K]
Carbon Steel (C-Mn-Si)	42.2 [W/m · K]
Carbon Steel (Plain Carbon)	56.8 [W/m · K]

### III. Benchmark problems

국제원자력기구 (IAEA : International Atomic Energy Agency) 는 IWGGCR (International Working Group on Gas Cooled Reactors)에서 수행된 “사고조건하에서 가스냉각로에 대한 열전달과 여열제거”(Heat Transport and Afterheat Removal for Gas Cooled Reactors Under Accident Condition)라는 공동연구를 통하여 기존 가스냉각로에 대한 연구결과를 종합하여 TECDOC-1163을 발간하였다. TECDOC-1163에는 원자로공동냉각계통에 의한 여열제거와 관련하여 다양한 Benchmark problem을 제시하고 있다 [IAEA 등 2000].

#### 1. 문제 개요

일본의 HTTR RCCS 모의실험에 관한 Benchmark problem은 1993년 1월에 시작한 공동연구프로그램에서 제안되었다. 문제의 요점은 사고시 노심지역에서 붕괴열이 발생되었을 때 원자로노심, 원자로계통은 반드시 냉각되어야 하며 원자로는 안전하게 정지시켜야 한다는 것이다. 사고시 효과적으로 작동 가능하며 가장 중요한 냉각계통은 원자로공동냉각계통이며 이는 원자로압력용기를 둘러싸고 있으며 붕괴열을 제거하는 역할을 담당하고 있다. 이러한 원자로공동냉각계통의 효과적인 설계를 위해서 원자로 계통의 온도변화를 정확하게 예측하는 전산코드를 개발하고 원자로공동냉각계통의 작동특성을 얻는 것이 중요하다고 판단되어 원자로공동냉각계통 냉각능력 모의실험에 대한 6가지 Benchmark problem이 제시되었다.

## 2. HTTR Benchmark problems

본 연구에서는 4 가지 Benchmark problems를 선정하여 평가계산 하였다. 위 4 가지 문제의 조건 (Table 4) 과 비교 대상으로 선정된 주요 열수력 변수는 다음과 같다.

### ○ Benchmark problems

- ( I ) 노심을 모의하기 위한 6개의 히터는 On 상태에 있고, 원자로 압력용기 안은 진공(Vacuum)상태이다.
- ( II ) 노심을 모의하기 위한 6개의 히터는 On 상태에 있고, 원자로 압력용기 안은 헬륨(He)가스가 채워져 있는 상태이다.
- ( III ) 노심을 모의하기 위한 6개의 히터는 On 상태에 있고, 원자로 압력용기 안은 질소(N<sub>2</sub>)가스가 채워져 있는 상태이다.
- ( IV ) 노심을 시뮬레이션하기 위한 No.6 Heater는 On 상태이고 No.1~No.5 Heater는 Off 상태에 있고, 원자로 압력용기 안에는 헬륨(He)가스가 채워져 있는 상태이다.

### ○ 열수력 변수

- 원자로압력용기, 냉각패널의 온도장.
- 원자로공동냉각계통에서의 열전달률.

본 문제는 노심용기 표면의 열출력을 경계조건으로 사용하여 노심에서 생성된 붕괴열이 원자로공동냉각계통에 의해 충분히 제거될 수 있는지를 평가하고 그 결과를 비교하는 것이다.

Table 4. Detailed condition of the experiments.

Benchmark Problem	( I )	( II )	( III )	( VI )-a	( VI )-b
Gas in Pressure Vessel	Vacuum	He	N <sub>2</sub>	He	He
Gas in RCCS	Ambient Air	Ambient Air	Ambient Air	Ambient Air	Ambient Air
Pressure(MPa)	1.3e-6	0.73	1.1	0.96	0.98
Heat input					
Total input(kW)	13.14	28.79	93.93	2.58	7.99
Heater segment					
No.1(kW)	1.01	1.16	5.90	0	0
No.2	2.31	3.11	16.05	0	0
No.3	2.64	3.52	19.88	0	0
No.4	2.46	5.10	22.24	0	0
No.5	3.76	10.42	22.13	0	0
No.6	0.96	5.49	7.72	2.58	7.99
Cooling panel	Water	Water	Water	Air	Air
Stand pipes	No	No	No	Yes	Yes

## IV. MARS 전산코드

### 1. MARS-GCR 전산코드

기존의 MARS 코드는 고온가스로 적용을 위하여 현재 MARS-GCR 버전으로 개선되어 개발이 이루어져 있다. MARS 코드를 고온가스로에 적용하기 위하여 요구되는 열수력 모델 중 우선순위가 높은 헬륨(He) 및 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 가스 특성과 가스 열전달 모델이 보강되어 졌으며 개선된 코드의 해석능력은 미국 Idaho 연구소의 ATHENA 코드, NIST 프로그램 및 미국 MIT의 LOCA-COLA 계산결과와 비교를 통하여 검증된 바 있다.

#### 1) 가스특성 해석모델

MARS 코드는 고온가스로의 냉각재인 He 및 초임계 CO<sub>2</sub>를 코드의 주 계통 유체로 사용할 수 있도록 하였고, 주 유체의 열역학 특성을 외부에서 생산된 열역학 특성 Table로부터 읽어 코드의 열역학 특성 Memory에 저장한 후, 코드의 기본방정식으로부터 산출된 압력, 각 상의 내부에너지 및 비용축기체의 건도를 변수로 하여 Table을 내삽 함으로써, 유체의 열역학 특성을 산출한다. 열역학 특성 Table의 온도 및 압력 영역은 사용자가 입력으로 조정할 수 있으므로, 필요시 새로운 온도 및 압력 영역을 사용하여 Table을 재생산할 수 있다.

MARS-GCR 코드의 건전성은 다양한 열수력 조건에서의 정상상태, 과도상태에 대한 해석결과를 ATHENA, NIST 및 LOCA-COLA 해석결과와 비교함으로써 검증되었다. 아래의 Fig. 5와 6에서 보듯이 MARS-GCR 코드는 정상상태 및 과도상태에서 가스특성을 정확히 예측함을 알 수 있다.



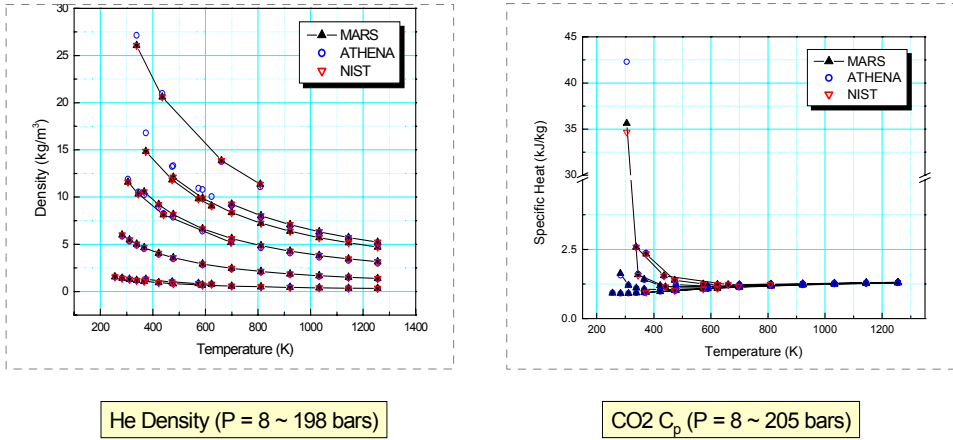


Fig. 5. Validation of single-phase, supercritical fluid and steady-state.

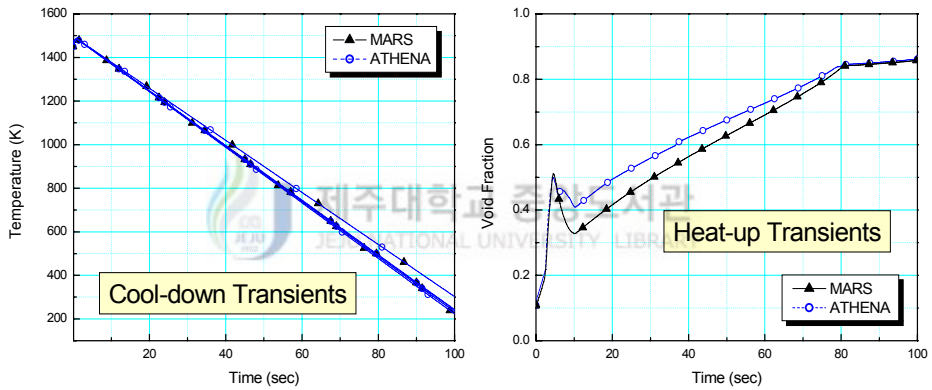


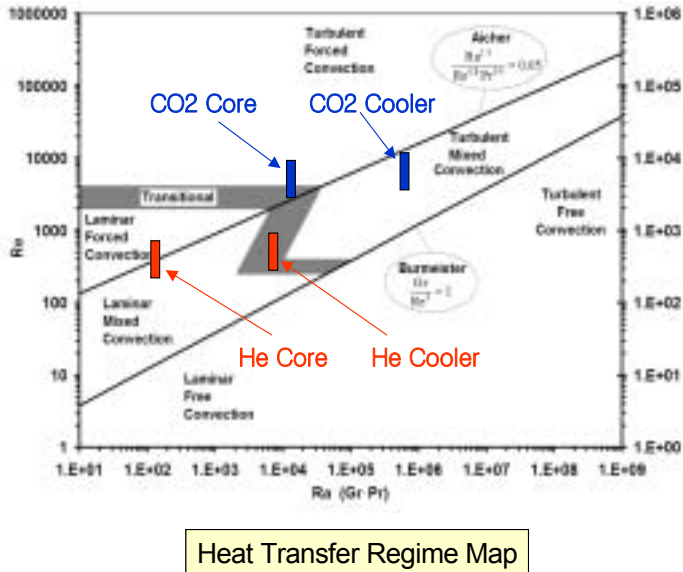
Fig. 6. Validation of transients.

## 2) 가스 열전달모델

기존 경수 또는 중수로의 경우와 달리 과도상태에서 고온가스로의 열전달 영역은 강제대류, 혼합대류 및 자연대류 영역에 혼재한다. 단상 강제대류 영역에서도 가스 열전달은 액상 열전달에 비하여 벽면효과 및 유로의 기하학적 형태에 큰 영향을 받으며, 특히, 낮은 Reynolds 수에서의 혼합 및 자연대류 열전달은 압력강하에 의한 강제대류 및 벽면온도 효과에 따른 자연대류 등 외부적 인자와 중력효과 및 부력 등 다양한 내부적 인자에 의하여 지배를 받는다. 따라서



MARS 코드는 고온가스로의 안전해석에 적합한 모델을 선정하여 개선된 코드이다.



Heat Transfer Regime Map

Fig. 7. Heat transfer regime map in single-phase fluid vertical channel.

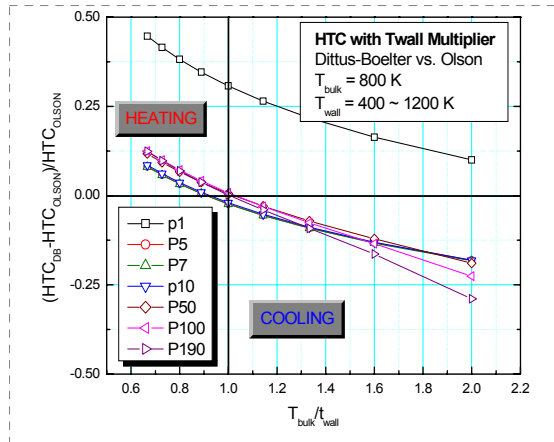
수직 채널 단상유동 조건에서 선정된 열전달 형태를 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 7에서 보듯이, 열전달 형태를 강제대류, 혼합대류 및 자연대류로 구분되어 있으며, 각 열전달 형태를 층류, 난류, 과도 열전달 모드로 세분되었다. 열전달 형태의 천이기준으로 강제대류에서 혼합대류로의 천이는 Aicher 모델을, 혼합대류에서 자연대류로의 천이는 Burmeister 모델로 선정되었다. 각 열전달 형태에서 층류 및 난류 열전달 모드로의 천이기준은 정량적인 세부 모델의 부재로 공학적 기준을 적용 각 열전달 모드의 천이기준을 설정했다. 또한, Fig. 6에서는 He 또는 CO<sub>2</sub>를 냉각재로 사용하는 고속가스로의 Post-LOCA 잔열제거계통 운전 조건에서, 노심 및 냉각기에서의 열전달 조건이 강제대류, 혼합대류 영역에 존재함을 나타낸 것이다.

다양한 가스 열전달모델에 대한 MARS-GCR 모델로 선정된 열전달 Package를 Table 5에 나타내었다. Fig. 8은 강제대류 난류 열전달모델로 벽면 및 계통압력 효과의 모델능력을 보유한 Olson 모델, 혼합 및 자연대류 열전달모델, 그리고 유동

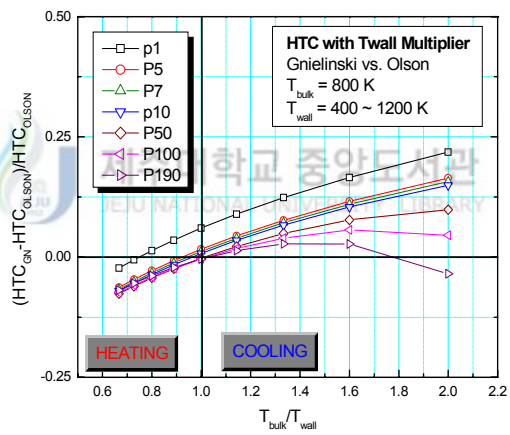
영역 및 형태간의 과도기준을 나타낸 것이다 [정법동 등 2004].

Table 5. Gas heat transfer package.

Regime	Laminar	Transition	Turbulent
Forced	Nu = 4.364 (heating) Nu = 3.657 (cooling)	Interpolation between $h_{lam}$ and $h_{tur}$ ( $2300 < Re < 5000$ )	Olson
Transition Criterion	Aicher		
Mixed	Churchill	Minimum ( $h_{lam}$ , $h_{tur}$ )	Churchill
Transition Criterion	Burmeister		
Free	Churchill-Chu		



Modified Dittus-Boelter vs. Olson



Gnielinski vs. Olson

Fig. 8. Turbulence and forced-convection heat transfer model.

## 2. 복사열전달 모델

고온가스로에서 복사열전달은 원자로공동 냉각계통 및 원자로 압력용기의 중요한 열전달 방법으로, 이에 관한 정확한 해석 능력은 고온가스로의 성능 및 안전성 평가에 필수적으로 요구된다.

구조물 표면 사이에서 발생하는 복사 열전달 현상을 모델하기 위해 다음과 같은 가정을 하였다.

- 구조물 표면 주변의 유체는 복사에너지를 방출하거나 흡수하지 않는다.
- 구조물 표면의 반사특성은 입사각이나 방사선 수(Radiation frequency)와 무관하다.
- 개별 구조물의 표면에서 온도, 반사특성 및 라디오시티(Radiosity)는 균일하다.

라디오시티는 하나의 표면에서 방출되는 복사에너지의 합(방출에너지+반사 에너지)을 말한다. 이는 다음과 같은 수식으로 나타낸다. (Fig. 9. 참조)

$$R_i = \epsilon_i \sigma T_i^4 + \rho_i \sum_{j=1}^n R_j F_{ij} \quad (1)$$

여기에서

R : 라디오시티 ( $W/m^2$ )

$\epsilon$  : 방사율

s : 스테판볼츠만 상수 [ $5.669 \times 10^{-8} W/m^2K^4$ ]

T : 온도

$\rho$  : 반사율 (즉,  $1 - \epsilon$ )

$F_{ij}$  : "i"표면에서 "j"표면까지의 관측계수

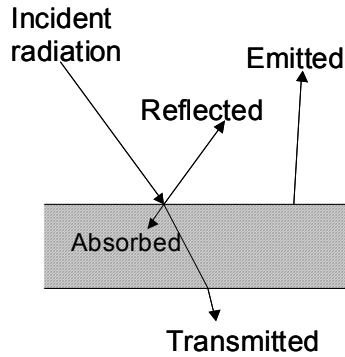


Fig. 9. Radiation heat transfer concept for surface of materials.

식 (1)은 다음과 같이 행렬식 형태로 나타낼 수 있다.

$$(\delta_{ij} - \rho_i F_{ij}) R_i = \epsilon_i \sigma T_i^4 \quad (2)$$

혹은

$$R_i = (\delta_{ij} - \rho_i F_{ij})^{-1} \epsilon_i \sigma T_i^4 \quad (3)$$

위 식에서  $\delta_{ij}$ 는 Kronecker delta이다. 구조물  $i$ 가 표면을 통해 방출하는 복사 열유속(Heat flux)은 다음과 같다.

$$Q_i = R_i - \sum_{j=1}^n R_j F_{ij} \quad (4)$$

모든 구조물의 표면 온도를 구하면, 식 (3)을 통해 각 표면의 라디오시티를 구할 수 있고, 다시 식 (4)에서 복사열유속을 구한다. MARS 코드에서는 식 (4)의 복사열유속을 열전도체 모델의 경계조건(Explicit treatment)으로 부여하고 열전도 방정식을 푼다.

그런데, 식 (1)의 관측계수는 다음과 같이 정의된다. (Fig. 10. 참조)

$$F_{ij} = \frac{\text{Radiant energy leaving surface } i \text{ that strikes surface } j \text{ direction}}{\text{Radiant energy leaving surface } i \text{ in all directions}}$$

$$= \frac{1}{A_i} \iint \frac{\cos \phi_i \cos \phi_j}{\pi r^2} dA_j dA_i \quad (5)$$

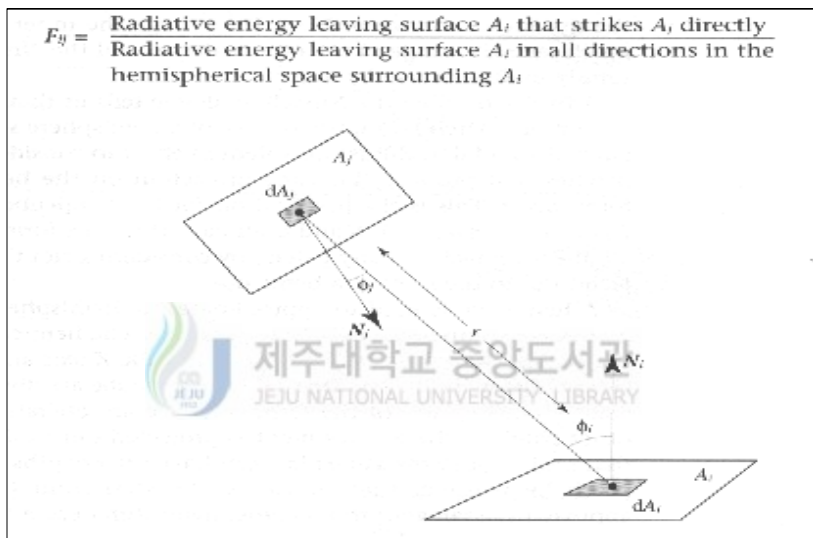


Fig. 10. Conceptual drawing of View factor calculation.

관측계수는 방사선 형상인자(Radiation shape factor), 관점인자(Angle factor), 혹은 형상인자(Configuration factor) 등으로 불리기도 하는데, 다음 두 조건을 만족하여야 한다.

$$\sum_{j=1}^N F_{ij} = 1.0 \quad (6)$$

$$A_i F_{ij} = A_j F_{ji} \quad (7)$$

식 (7)은 상호교환법칙(Reciprocity rule)으로 알려져 있다. MARS 코드에서는 위 두 조건의 만족여부를 입력처리 과정에서 확인 한다 [정법동 등 2004].

### 3. 접촉열전달 모델

임의의 열전도체 표면이 다른 열전도체의 표면과 접촉하는 경우의 열전달을 접촉열전달(Contact heat transfer)이라고 한다. 즉, 열전도체 “i”의 표면(Left boundary 혹은 Right boundary)이 다른 열전도체 “j”의 표면(Left boundary 혹은 Right boundary)과 접촉하는 경우, 접촉에 의한 열전달을 다음과 같이 나타낸다.

$$Q_{con} = AH_{con}(T_i - T_j) \quad (8)$$

여기에서

$A$  : 열전도체  $i$  &  $j$ 의 표면적중 작은 값,  $\text{Min}(A_i, A_j)$

$H_{con}$ : 유효 열전달 계수,  $H_{con} = (A_{con} / A)k / \delta x$

$A_{con}$ : 실제 접촉면적

$k$  : 열전도 계수,  $\delta x$  : 열전도체간 거리

위 식의 유효 열전달 계수( $H_{con}$ )는 MARS 코드 사용자가 입력하게 된다 [정법동 등 2004].

## V. 계통모델링

### 1. 열수력계통 입력 모델링

사고조건에서는 여열을 제거하는 원자로공동냉각계통과 원자로용기 냉각계통 (Water cooling system)의 2가지 원자로냉각계통만이 작동한다. 따라서 HTTR RCCS Mockup을 모의하기 위하여 Fig. 11과 같이 노심용기에서부터 원자로공동 냉각계통까지 일차원적으로 모델링 하였다. Fig. 11에서 보듯이 계통은 원자로, 원자로공동, 냉각패널 등 3개의 열수력 계통으로 구성하였다. 각 열수력 계통간의 열전달은 Heat structure에 의해 유체의 흐름 없이 전도와 복사에 의한 방식으로 이루어진다. 입력 모델은 전체 111개의 수력학적 체적 및 148개의 수력학적 Junction으로 구성되어 있고 89개의 Heat structure를 통해 노심용기, 원자로압력용기, 냉각 패널의 열적 특성을 모사하였다.

노심을 모의하기 위해서 Heater segment를 축 방향으로 15개의 Volume으로 나누었다. 노심과 원자로압력용기 사이의 열수력 계통은 4개의 Single volume , 9개의 Single junction , 그리고 대류를 모사하기 위하여 원자로 반경 방향으로 2개의 Annulus로 모델링 하였고 각각의 Annulus는 Multiple junction으로 연결하여 반경방향으로의 유동이 존재할 수 있도록 구성하였다.

원자로압력용기와 냉각패널 사이의 열수력 계통은 대류를 모사하기 위하여 반경 방향으로 2개의 Annulus와 Multiple junction으로 모델링 하였다. 특히, 원자로 압력용기 하부헤드 아랫부분에 위치한 Single Volume은 열전달이 이루어지도록 원자로공동 부분 Annulus에 Single junction으로 연결하였다.

냉각패널의 열수력 계통은 냉각관으로 유입되는 물을 계속적으로 제공하기 위해서 Water supply를 Time dependent volume과 Time dependent junction으로 모사하였고 냉각관은 상부 2개, 하부 1개, 측면 17개 Volume을 가진 Pipe로



모델링 하였다.

또한 노심에서 발생하는 붕괴열을 모사하기 위해서 Table 6에 제시된 열출력을 노심용기 Heat structure의 경계조건으로 고정시켰으며 냉각관으로 유입되는 유체의 온도를 298.15 °F 로 유지시켰다.

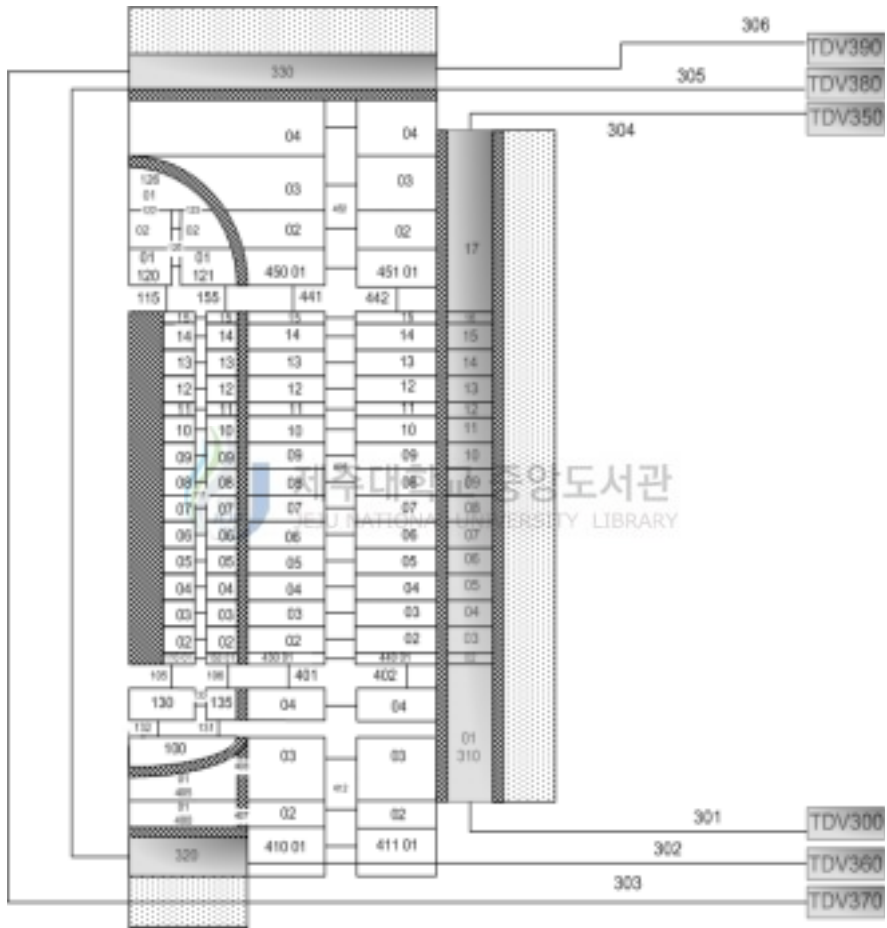


Fig. 11. Nodalization for HTTR Mock-up facility.

Table 6. Surface power distribution of heater segments.

		I	II	III	IV-a	IV-b
Node	Height (m)	Power (kW)	Power (kW)	Power (kW)	Power (kW)	Power (kW)
1	0.065	0.96	5.49	7.72	2.58	7.99
2	0.15	3.76	10.42	22.13	0.0	0.0
3	0.15	3.76	10.42	22.13	0.0	0.0
4	0.15	3.76	10.42	22.13	0.0	0.0
5	0.15	2.46	5.10	22.24	0.0	0.0
6	0.15	2.46	5.10	22.24	0.0	0.0
7	0.15	2.46	5.10	22.24	0.0	0.0
8	0.15	2.64	3.52	19.88	0.0	0.0
9	0.15	2.64	3.52	19.88	0.0	0.0
10	0.15	2.64	3.52	19.88	0.0	0.0
11	0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.15	2.31	3.11	16.05	0.0	0.0
13	0.15	2.31	3.11	16.05	0.0	0.0
14	0.15	2.31	3.11	16.05	0.0	0.0
15	0.065	1.01	1.16	5.90	0.0	0.0

## 2. 복사열전달 입력 모델링

복사열전달을 모의하기 위하여 Enclosure 개념을 적용하였다. 본 연구에서는 2개의 Enclosure를 사용하였다 즉; ①노심용기 외부표면과 원자로용기 내부표면으로 구성된 Enclosure, ②원자로용기 외부표면과 냉각패널 외부표면으로 구성된 Enclosure.

표면 방사율( $\epsilon$ )은 히터와 압력용기 내부에서 0.93, 0.79이고 압력용기 외부와 냉각패널에서는 0.95이다. 관측계수(View Factor)는 NEVADA 코드로부터 얻은 데이터를 이용하여 모델링 하였다 [TAC technology 1997]. Fig. 12와 13에서는

NEVADA 코드를 이용한 예제 화면을 나타내었다.

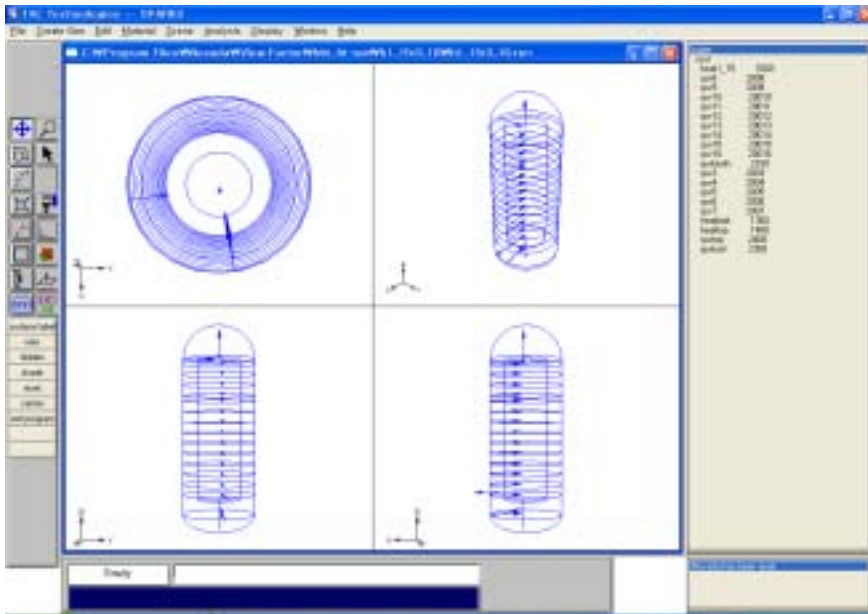


Fig. 12. View factor calculation between CV and RPV.

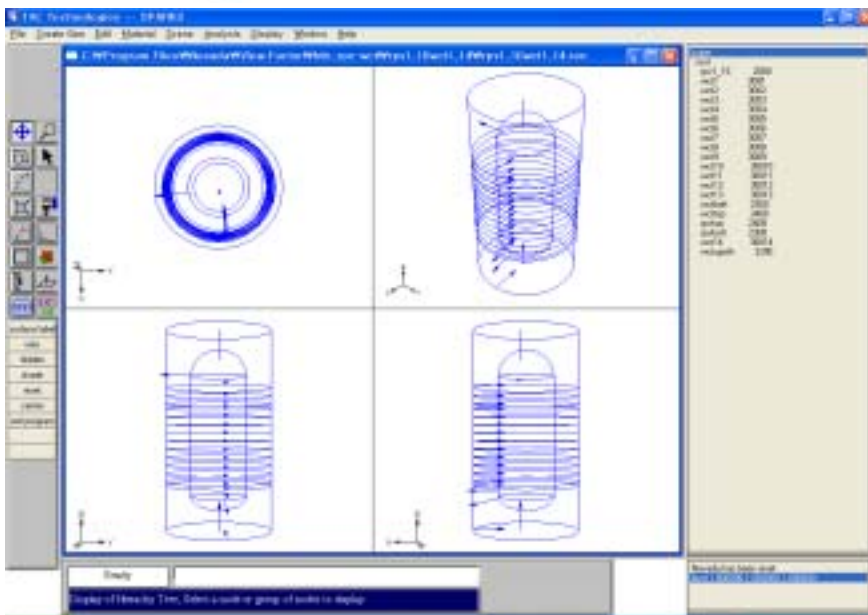


Fig. 13. View factor calculation between RPV and WCP.

## VI. 결과 및 토의

Table 6의 열출력을 노심용기 표면의 경계조건으로 고정시키고 압력용기냉각 패널의 냉각관(Water cooling tube)으로 들어가는 질량유량을 2.778 kg/s로 일정하게 유지 시켜주는 조건하에서 원자로압력용기 온도장 및 원자로공동냉각 계통에서의 냉각 능력을 MARS 코드를 이용하여 평가계산 하였다. 계산결과는 실험 데이터 및 THANPACST2 코드와 비교하였다.

### 1. Benchmark problem I

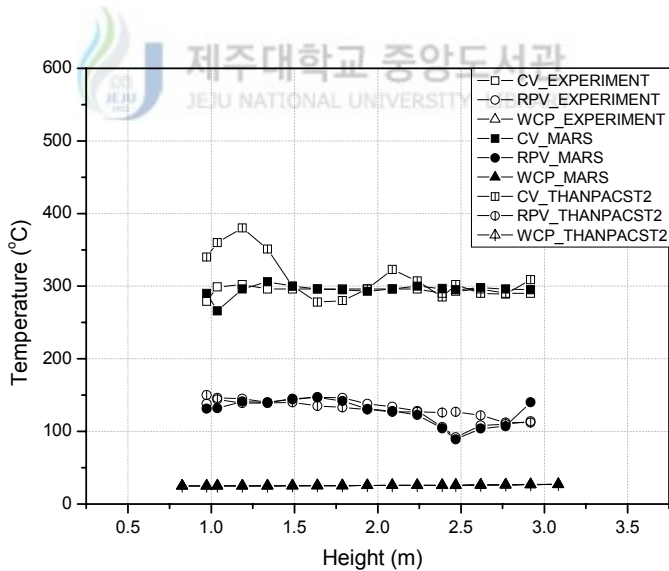


Fig. 14. Temperature field distribution benchmark problem I.

Fig. 14는 benchmark problem I (Vacuum in a pressure vessel at 1.3Pa without standpipe)에 대한 노심용기, 원자로압력용기, 냉각패널(Water cooling panel)의

축 방향 온도장에 대한 MARS 코드와 실험데이터, 그리고 THANPACST2 코드의 계산결과를 비교한 것이다. 열린 기호는 실험데이터의 계산결과이고 닫힌 기호는 MARS 코드의 계산결과이며 체크 기호는 THANPACST2 코드의 계산결과이다.

Fig. 14 에서 보듯이 MARS 코드의 계산결과는 실험데이터와 대체적으로 일치하고 있다. 그러나 원자로 압력용기 2.8m 높이의 플랜지(Flange)부분에서 MARS 코드 온도분포가 실험데이터 보다 높게 나타났다. 실제로, 실험장치 플랜지에서는 열손실이 일어나는데 반하여 MARS 코드 모델링과정에서는 플랜지 노드(Flange node)를 모사하지 않았기 때문에 열손실이 일어나지 않았다. 원자로 압력용기에서, MARS 코드와 실험데이터의 오차는 플랜지부분에서 최대 22.8%로 나타났고 측면 용기에서는 최소 0.1% 나타났다. 냉각관의 입구 및 출구 온도는 각각 25 °C와 27 °C이고 총 열전달률은 13.14kW 로 계산되었다.

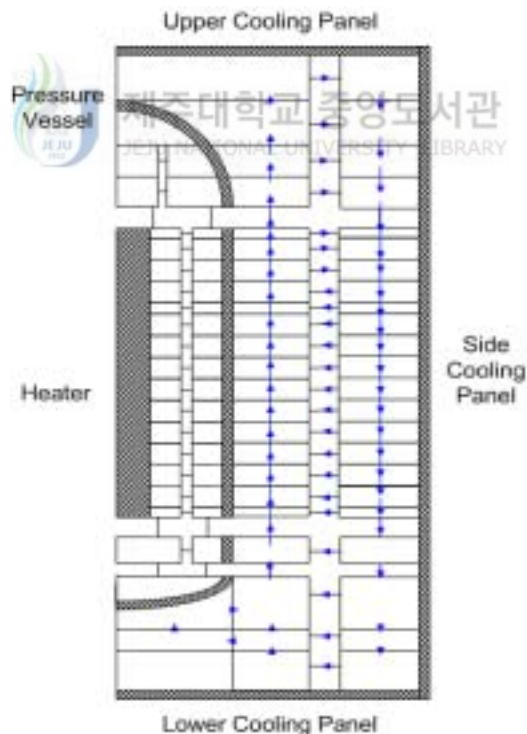


Fig. 15. Velocity vector for benchmark problem I .

Fig. 15는 원자로공동냉각계통에서 모든 Volume 컴퍼넌트에 연결된 접합체 (Junction)의 속도장(Junction velocity)을 벡터로 나타낸 것을 보여주고 있다. 공기의 유동은 원자로압력용기의 바깥쪽 벽을 따라 위로 올라가고 냉각패널을 따라 아래로 내려오는 것을 확인할 수 있었다. 원자로압력용기 내부는 진공상태이므로 공기 흐름이 제약되어 자연대류는 일어나지 않았고 복사열전달만 일어났다.

## 2. Benchmark problem II

Fig. 16은 benchmark problem II (Helium in a pressure vessel at 0.73 MPa without standpipe)에 대한 노심용기, 원자로압력용기, 냉각패널의 축방향 온도장에 대한 MARS 코드와 실험데이터 및 THANPACST2 코드의 계산결과를 비교한 것이다. 열린 기호는 실험데이터의 계산결과이고 닫힌 기호는 MARS 코드의 계산결과이며 체크 기호는 THANPACST2 코드의 계산결과이다.

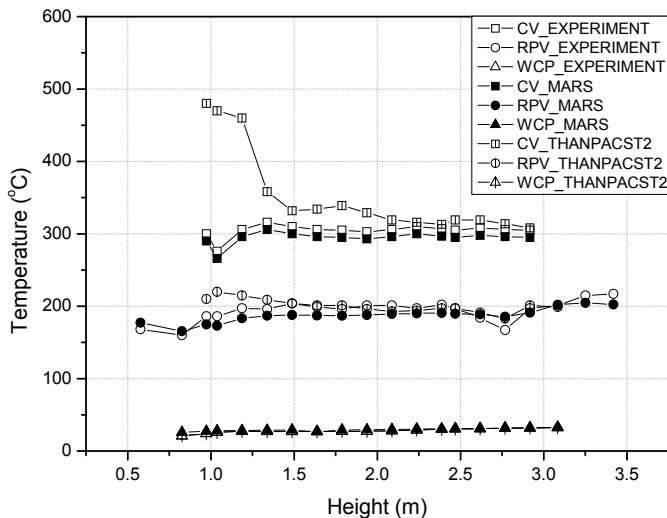


Fig. 16. Temperature field distribution benchmark problem II.

MARS 코드로 계산된 온도장이 전반적으로 실험데이터의 결과를 따르고 있지만 오차가 발생한 부분도 나타났다. Fig. 16에서 원자로압력용기 온도장을 살펴보면, MARS 코드의 계산결과와 실험데이터의 오차는 최대 11 %와 최소 0.5%로 나타났다. 이는 오차범위가 크지 않아 계산결과는 비교적 일치하다고 볼 수 있다. 원자로압력용기 상단부분에서 온도의 차이가 나타나는 것을 볼 수 있는데 이는 원자로압력용기의 플랜지부분을 모사하지 않은 것에 따른 핀 효과(Fin effect) 때문인 것으로 생각된다. MARS 코드에서 계산된 원자로압력용기 하부헤드(Lower head) 부분의 온도와 원자로지지대(Support legs) 부분에서의 온도가 조금 높는데 이는 MARS 코드가 3차원 형상을 원형적인 형상으로 모사를 하여 열전달 효과를 고려하지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 냉각패널의 온도는 26 °C ~ 33 °C로 냉각수의 온도와 거의 일정하였다. 총 열전달률은 28.79 kW 로 계산되었다.

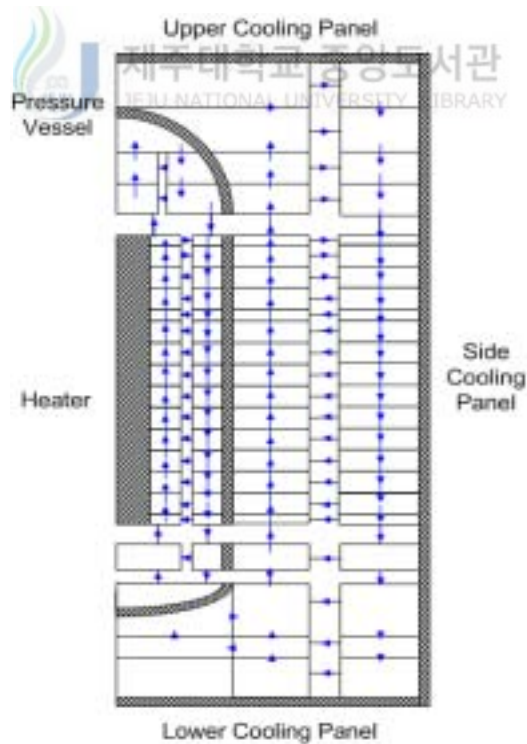


Fig. 17. Velocity vector for benchmark problem II.

Fig. 17은 원자로압력용기 내부와 원자로공동냉각계통의 속도장을 보여주고 있다. 원자로압력용기 내부는 헬륨가스로 채워져 있으며 유동은 노심 벽을 따라 상승하고 원자로압력용기 내부 벽을 따라 하강하는 양상을 보였다. 원자로공동 냉각계통에서 공기의 유동은 Benchmark problem I에서처럼 원자로압력용기의 바깥쪽 벽을 따라 상승하고 냉각패널을 따라 하강하는 양상을 보였다.

### 3. Benchmark problem III

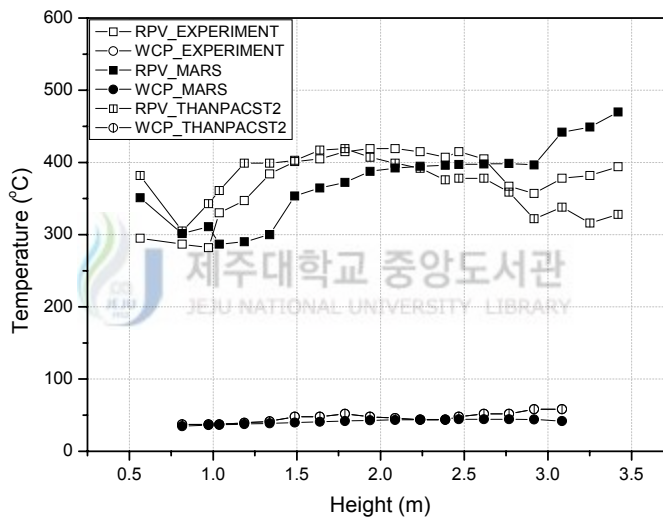


Fig. 18. Temperature field distribution benchmark problem III.

Fig. 18은 benchmark problem III(Nitrogen in a pressure vessel at 1.1 MPa without standpipe)에 대한 원자로압력용기, 냉각패널의 축방향 온도장에 대한 MARS 코드와 실험데이터 및 THANPACST2 코드의 계산결과를 비교한 것이다. 열린 기호는 실험데이터의 계산결과이고 닫힌 기호는 MARS 코드의 계산결과이며 체크 기호는 THANPACST2 코드의 계산결과이다.

Fig. 18은 MARS 코드로 계산된 온도장이 원자로압력용기 상부헤드 및



하부헤드 부분에서 실험데이터보다 높게 나타난다는 것을 보여준다. 이는 노심 용기 열출력이 상당히 높은 경우로써 플랜지, 압력용기 지지대 등과 같은 3차원 형상을 모사하지 않았기 때문에 MARS 코드에서 열전달 효과가 떨어진 것으로 판단된다. 원자로압력용기에서의 오차는 최대 21.8%와 최소 1.7%로 나타났다. 냉각관의 입구 및 출구 온도는 각각 35 °C, 42 °C로 총 열전달률은 93.93 kW 로 계산되었다.

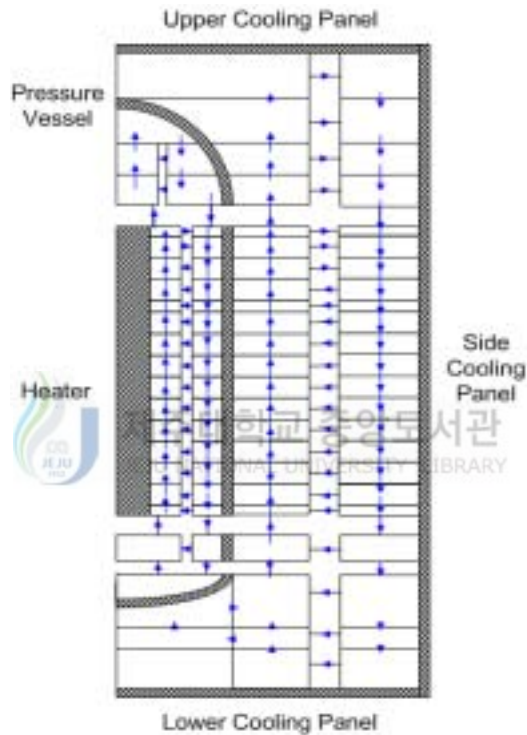


Fig. 19. Velocity vector for benchmark problem III.

Fig. 19 에는 원자로압력용기 내부와 원자로공동냉각계통의 속도장을 나타내었다. Benchmark problem II와 비교하여 불 때 유체의 흐름은 비슷한 양상을 보였으나 노심에서 열출력이 상승한 원인 때문에 속도장이 빨라졌음을 알 수 있었다. 또한 원자로압력용기 내부의 작동유체는 질소가스이며 헬륨가스와 비교하여 불 때 매우 낮은 열전도도와 높은 밀도 때문에 원자로압력용기 안에서 자연대류의 효과가 증진됨을 알 수 있었다.

#### 4. Benchmark problem IV

Fig. 20 은 benchmark problem IV-a(Helium in a pressure vessel at 0.96 MPa with standpipe)에 대한 원자로압력용기와 냉각패널의 축방향 온도장에 대하여 MARS 코드의 계산결과와 실험데이터를 비교한 것이다. 열린 기호는 실험데이터의 계산결과이고 닫힌 기호는 MARS 코드의 계산결과이다.

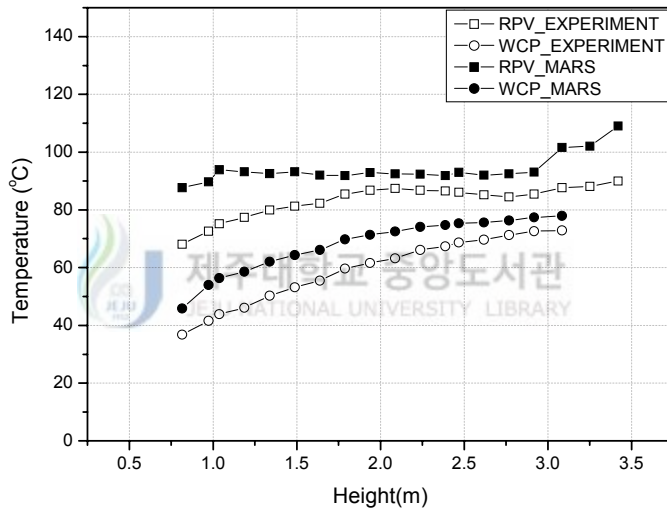


Fig. 20. Temperature field distribution benchmark problem IV-a.

원자로압력용기의 온도장을 보면, MARS 코드로 계산된 결과는 전반적으로 실험데이터 보다 높게 계산되었으며 오차의 크기는 원자로압력용기 측면부분 보다 상부헤드와 하부헤드로 접근할수록 더 커짐을 알 수 있었다. 이러한 오차의 원인은 원자로압력용기 상부헤드에 접촉된 19개의 제어봉구동장치를 일차원적으로 모델링하기위해 하나의 제어봉 구동장치로 모사하면서 대류열전달 계수가 감소하였기 때문이다. 하부헤드의 경우, 원자로 하부에 접촉된 지지물의

모사를 생략하면서 열전달 면적이 줄어들었기 때문에 하부헤드의 총 열전달량이 줄어들었다. 이에 대한 오차는 최대 20%와 최소 0.3%로 나타났다. 그러나 온도차이가 작아서 실험데이터와 비슷한 양상을 나타내기 때문에 계산결과는 일치한다고 볼 수 있다. 또한 냉각관의 온도가 Benchmark problem I ~ III과 비교하여 볼 때 높게 나타나고 있다. 이는 냉각관을 순환하는 유체가 물이 아닌 공기이므로 두 유체간의 열용량 차이 때문에 나타나는 것으로 판단된다. 그리고 원자로공동냉각계통 안에서 과열된 공기는 정체되어 있기 때문에 자연대류에 의한 열제거가 현저히 떨어졌다. 냉각관의 입구 및 출구 온도는 각각 46°C, 78°C이고 총 열전달률은 2.58kW로 계산되었다.

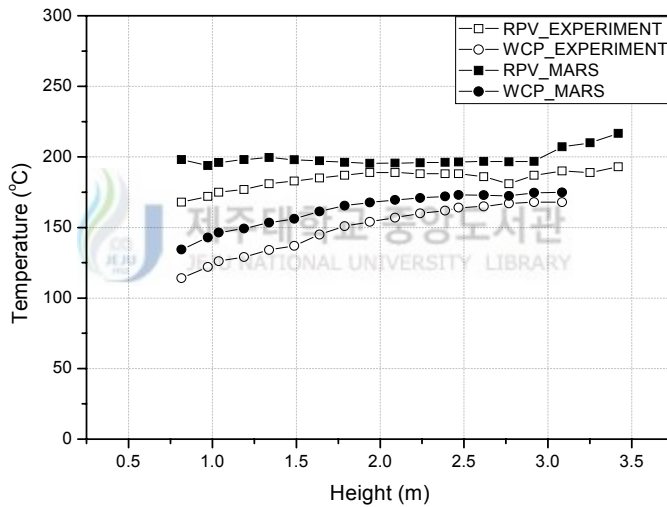


Fig. 21. Temperature field distribution benchmark problem IV-b.

Fig. 21은 benchmark problem IV-b(Helium in a pressure vessel at 0.98 MPa with standpipe)에 대한 원자로압력용기, 냉각패널의 축방향 온도장에 대한 MARS 코드와 실험데이터의 계산결과를 비교한 것이다. 열린 기호는 실험데이터의 계산결과이고 닫힌 기호는 MARS 코드의 계산결과이다.

Benchmark problem IV-a와 IV-b의 차이점은 노심용기의 열출력을 다르게 하여 비교한 것이다. MARS 코드의 계산결과는 IV-a와 비슷하게 나타나고 있다.

IV-b에서의 변화는 열출력 상승에 따른 원자로압력용기와 냉각패널의 온도장이 상승한 것이다. 특히 냉각관의 온도가 상당히 높아짐을 볼 수 있었다. 냉각관의 입구 및 출구의 온도는 각각 134 °C, 174 °C로 총 열전달률은 7.99 kW로 계산되었다.

MARS 코드와 THANPACST2 코드의 자연대류 및 복사에 의한 열전달 비율은 표 7에 나타내었다. 비교 결과는 두 코드 모두 복사에 의한 열전달 비율이 지배적인 것으로 나타났다. 또한 온도와 압력이 높을수록 복사에 의한 열전달이 높게 나타났다.

Table 7. Ratios of heat transfer.

Benchmark Problem		( I )	( II )	( III )	( IV )
MARS Code	Natural convection	19 %	25 %	18 %	17 %
	Radiation	81 %	75 %	82 %	83 %
THANPACST2 Code	Natural convection	29 %	26 %	15 %	19 %
	Radiation	71 %	74 %	85 %	81 %

## VII. 결 론

본 연구는 고온가스로 안전해석에 MARS 코드가 적용이 가능한지 평가하기 위해 일본에서 수행한 HTTR RCCS Mock-up Test의 Benchmark problems를 선택하여 평가계산을 수행하였다. 평가계산의 주요 대상은 원자로공동냉각계통의 냉각능력과 원자로압력용기의 온도장을 비교·평가하는 것이다.

원자로압력용기의 온도장 계산결과를 살펴보면, 원자로압력용기의 측면은 대체적으로 실험데이터와 일치하였으나 원자로 상부헤드, 하부헤드 및 플랜지 등에서 차이가 있었다. 특히, 플랜지부분에서 계산된 결과는 일반적으로 실험값보다 다소 높게 나타났다. 실제로, 실험장치 플랜지에서는 열손실이 일어나는데 반하여 MARS 코드 모델링과정에서는 플랜지 노드(Flange node)를 모사하지 않았기 때문에 열손실이 일어나지 않았다. 상부헤드와 하부헤드에서의 차이점은 자연대류의 영향 때문이었다. 지지대 부분에서 자연대류가 형성되는데 MARS 코드에서는 이를 모사하지 않았다. 원자로압력용기의 온도장 계산결과는 오차가 있으나 일반적으로 실험 데이터와 일치함을 알 수 있었다. 오차는 플랜지(Flange)와 지지대(Support legs)등 MARS 코드의 모델링 단순화, 그리고 각각의 코드 내에 존재하는 대류 및 복사 열전달 해석능력의 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

원자로공동냉각계통에서의 냉각능력을 살펴보면, 원자로압력용기 내부가 진공상태 조건인 Benchmark problem I에서만 전도와 자연대류가 일어나지 않았으며 작동유체가 헬륨과 질소일 때에는 전도, 자연대류 그리고 복사 열전달의 방식으로 붕괴열을 제거하는 것으로 나타났다. 특히, 작동유체가 질소일 때에는 원자로압력용기 내부의 속도장이 빠르게 형성되었다. 또한, 원자로압력용기 상부헤드 위에 제어봉구동장치가 있을 경우에는 가스가 열을 받아 상부헤드 쪽으로 상승하고 가스가 과열상태가 되어 가스유동의 흐름이 정체되어 자연대류 발생이 제한되기도 하였다. 그리고 공냉형 원자로공동 냉각계통인 경우 원자로압력용기 및 냉각패널의 온도장이 수냉형 원자로공동

냉각계통보다 높게 나타났다.

본 논문에서 일차원적으로 해석한 결과의 오차를 최소화하기 위해 향후 연구에서는 다차원 열전달모델을 이용한 결과와 분석·비교함으로써 MARS 코드의 적용범위와 해석능력을 평가하는 것이 필요할 것 같다. 결론적으로 종합하여 보면, 본 연구에서 사용된 MARS 코드가 HTTR RCCS Mock-up test의 Benchmark problem에 대한 고온가스로 원자로공동냉각계통의 냉각능력을 대체적으로 잘 모사하고 있다. 이는 경수로 중심으로 개발된 최적통합 열수력 안전해석 코드인 MARS 코드가 고온가스로 개발의 분석 도구로써 유용하게 쓰일 것으로 판단된다.



## 참 고 문 헌

Bub-Dong Chung, et al. 2004, Development and Assessment of Best estimate Integrated Safety Analysis Code, KAERI/RR-2520, Korea.

IAEA (International Atomic Energy Agency), 2000, Heat Transport and Afterheat Removal for Gas Cooled Reactors Under Accident Conditions, TECDOC-1163, Vienna, pp. 64-103.

IAEA (International Atomic Energy Agency), 2001, Design and Evaluation of Heat Utilization Systems for the High Temperature Engineering Test Reactor, TECDOC-1236, Vienna.

Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Fourth Edition, Chapter 13, Radiation Exchange Between Surfaces.

Jong-Hwa Jang, et al. 2003, Basic Study on High Temperature Gas Cooled Reactor Technology for Hydrogen Production, KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute)/RR-2435, Korea.

Shoji Takada. Kunihiko Suzuki. Yoshiyuki Inagaki. Yukio Sudo, 1997, Design and Evaluation Methods for a Water Cooling Panel System for Decay Heat Removal from a High-Temperature Gas-Cooled Reactor, Heat Transfer-Japanese Research, 26 (3).

TAC Technology, 1997, Net Energy Verification And Determination Analyzer, NEVADA Software Package User's Manual.

Won-Jae Lee, et al. 2002, Development of Realistic Thermal-Hydraulic System Analysis Code, KAERI/RR-2235, Korea.

Won-Jae Lee, et al. 2004, Progress of Accident Analysis Codes Development for Gas-Cooled Reactors, BE-2004, ANS 2004 Embedded Meeting.





# 부 록. HTTR Benchmark Problem에 대한 MARS Code Input Deck

```

=Assessment of HTTR RCCS Mock-up benchmark
*problem 2 Using MARS3.0a
*prepared by Doo-Hyuk KANG
*Experimental condition of benchmark problem 2
*pressure vessel without standpipes cooled by
*water circulated in the cooling panel
*helium condition inside the pressure vessel
*6heater segments are on
*=====
* Miscellaneous control cards
*=====
100 new transnt
101 run
102 si si
110 air
115 1.0
* Hydrodynamic system control
120 110010000 0.0 he reactor 0
121 300100000 0.0 h2o cavity 0
122 310010000 0.0 h2o wcooler 0
123 320010000 0.0 h2o bwcooler 0
124 330010000 0.0 h2o twcooler 0
*=====
* Time step cards
*=====
201 10000.0 1.0e-7 0.5 3 100 1000 20000
*=====
* Minor edit variables
*=====
* Flow rate
301 mflowj 301000000 1.0 3.0 4 1
*
* Crossflow Junction Flow
302 mflowj 111010100 -1.0 1.0 6 1
303 mflowj 111010200 -1.0 1.0 6 2
304 mflowj 111011100 -1.0 1.0 6 3
305 mflowj 111011200 -1.0 1.0 6 4
306 mflowj 111011500 -1.0 1.0 6 5
*
307 mflowj 435010100 -1.0 1.0 6 6
308 mflowj 435010200 -1.0 1.0 6 7
309 mflowj 435011100 -1.0 1.0 6 8
310 mflowj 435011200 -1.0 1.0 6 9
311 mflowj 435011500 -1.0 1.0 6 10
*
* RCCS Flow
312 mflowj 430010000 -1.0 1.0 7 1
313 mflowj 430020000 -1.0 1.0 7 2
314 mflowj 430110000 -1.0 1.0 7 3
315 mflowj 430120000 -1.0 1.0 7 4
316 mflowj 430140000 -1.0 1.0 7 5
*
317 mflowj 440010000 -1.0 1.0 7 6
318 mflowj 440020000 -1.0 1.0 7 7
319 mflowj 440110000 -1.0 1.0 7 8
320 mflowj 440120000 -1.0 1.0 7 9
321 mflowj 440140000 -1.0 1.0 7 10
*
* Inner Pressure Vessel flow
322 mflowj 110010000 -1.0 1.0 2 1
323 mflowj 110020000 -1.0 1.0 2 2
324 mflowj 110110000 -1.0 1.0 2 3
325 mflowj 110120000 -1.0 1.0 2 4
326 mflowj 110140000 -1.0 1.0 2 5
327 mflowj 150010000 -1.0 1.0 2 6
328 mflowj 150020000 -1.0 1.0 2 7
329 mflowj 150110000 -1.0 1.0 2 8
330 mflowj 150120000 -1.0 1.0 2 9
331 mflowj 150140000 -1.0 1.0 2 10
*
* RCCS Tube Temperature
332 htemp 310100101 290.0 310.0 1 1
333 htemp 310100301 290.0 310.0 1 2
334 htemp 310100501 290.0 310.0 1 3
335 htemp 310100701 290.0 310.0 1 4
336 htemp 310100901 290.0 310.0 1 5
337 htemp 310101101 290.0 310.0 1 6
338 htemp 310101301 290.0 310.0 1 7
339 htemp 310101501 290.0 310.0 1 8
340 htemp 310101701 290.0 310.0 1 9
*
* RPV Wall Temperature
351 htemp 110000103 470.0 700.0 3 1
352 htemp 110000303 470.0 700.0 3 2
353 htemp 110000503 470.0 700.0 3 3
354 htemp 110000703 470.0 700.0 3 4
355 htemp 110000903 470.0 700.0 3 5
356 htemp 110001103 470.0 700.0 3 6
357 htemp 110001303 470.0 700.0 3 7
358 htemp 110001403 470.0 700.0 3 8
*
* RCCS Temperature
371 tempg 430010000 300. 500. 8 1
372 tempg 430020000 300. 500. 8 2
373 tempg 430110000 300. 500. 8 3
374 tempg 430120000 300. 500. 8 4
375 tempg 430150000 300. 500. 8 5
*
376 tempg 440010000 300. 500. 8 6
377 tempg 440020000 300. 500. 8 7
378 tempg 440110000 300. 500. 8 8
379 tempg 440120000 300. 500. 8 9
380 tempg 440150000 300. 500. 8 10
*
*=====
* Hydrodynamic Components
*=====
*Pressure Vessel Inner System Components are
*numbered between 100-199.
* Between Heater and Pressure Vessel
1100000 hepvivol annulus
1100001 15
1100101 0.2199 15
1100201 0.2199 14
1100301 0.065 1
1100302 0.15 2
1100303 0.08 11
1100304 0.15 12
1100305 0.065 15
1100401 0.0 15
1100501 0.0 15
1100601 90.0 15
1100701 0.065 1
1100702 0.15 2
1100703 0.08 11
1100704 0.15 12
1100705 0.065 15
1100801 0.0 0.2 15
1100901 0.0 0.0 14
1101001 0000000 15
1101101 00000000 14
1101201 3 0.73e+6 563.15 0.0 0.0 0.0 1
1101202 3 0.73e+6 539.15 0.0 0.0 0.0 2
1101203 3 0.73e+6 569.15 0.0 0.0 0.0 3
1101204 3 0.73e+6 579.15 0.0 0.0 0.0 4
1101205 3 0.73e+6 573.15 0.0 0.0 0.0 5

```

```

1101206 3 0.73e+6 569.15 0.0 0.0 0.0 6
1101207 3 0.73e+6 568.15 0.0 0.0 0.0 7
1101208 3 0.73e+6 566.15 0.0 0.0 0.0 8
1101209 3 0.73e+6 569.15 0.0 0.0 0.0 9
1101210 3 0.73e+6 573.15 0.0 0.0 0.0 10
1101211 3 0.73e+6 570.15 0.0 0.0 0.0 11
1101212 3 0.73e+6 568.15 0.0 0.0 0.0 12
1101213 3 0.73e+6 571.15 0.0 0.0 0.0 13
1101214 3 0.73e+6 569.15 0.0 0.0 0.0 14
1101215 3 0.73e+6 568.15 0.0 0.0 0.0 15
1101300 0
1101301 0.0 0.0 0.0 14
*
1110000 hepvmjt mtpjlun
1110001 15 0
1110011 110010004 150010003 0.1634 0.0 0.0 00000000
1110012 1.0 0.14 0.0 0 0 0 1
1110021 110020004 150020003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110022 1.0 0.14 0.0 0 0 0 2
1110031 110030004 150030003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110032 1.0 0.14 0.0 0 0 0 3
1110041 110040004 150040003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110042 1.0 0.14 0.0 0 0 0 4
1110051 110050004 150050003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110052 1.0 0.14 0.0 0 0 0 5
1110061 110060004 150060003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110062 1.0 0.14 0.0 0 0 0 6
1110071 110070004 150070003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110072 1.0 0.14 0.0 0 0 0 7
1110081 110080004 150080003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110082 1.0 0.14 0.0 0 0 0 8
110091 110090004 150090003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110092 1.0 0.14 0.0 0 0 0 9
1110101 110100004 150100003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110102 1.0 0.14 0.0 0 0 0 10
1110111 110110004 150110003 0.2011 0.0 0.0 00000000
1110112 1.0 0.14 0.0 0 0 0 11
1110121 110120004 150120003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110122 1.0 0.14 0.0 0 0 0 12
110131 110130004 150130003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110132 1.0 0.14 0.0 0 0 0 13
1110141 110140004 150140003 0.377 0.0 0.0 00000000
1110142 1.0 0.14 0.0 0 0 0 14
1110151 110150004 150150003 0.16336 0.0 0.0 00000000
1110152 1.0 0.14 0.0 0 0 0 15
1110111 0.0 0.0 15
*
1500000 hepvol annulus
1500001 15
1500101 0.2827 15
1500201 0.2827 14
1500301 0.065 1
1500302 0.15 2
1500303 0.08 11
1500304 0.15 12
1500305 0.065 15
1500401 0.0 15
1500501 0.0 15
1500601 90.0 15
1500701 0.065 1
1500702 0.15 2
1500703 0.08 11
1500704 0.15 12
1500705 0.065 15
1500801 0.0 0.2 15
1500901 0.0 0.0 14
1501001 0000000 15
1501101 00000000 14
1501201 3 0.73e+6 543.15 0.0 0.0 0.0 1
1501202 3 0.73e+6 519.15 0.0 0.0 0.0 2
1501203 3 0.73e+6 549.15 0.0 0.0 0.0 3
1501204 3 0.73e+6 559.15 0.0 0.0 0.0 4
1501205 3 0.73e+6 553.15 0.0 0.0 0.0 5
1501206 3 0.73e+6 549.15 0.0 0.0 0.0 6
1501207 3 0.73e+6 548.15 0.0 0.0 0.0 7
1501208 3 0.73e+6 546.15 0.0 0.0 0.0 8
1501209 3 0.73e+6 549.15 0.0 0.0 0.0 9
1501210 3 0.73e+6 553.15 0.0 0.0 0.0 10
1501211 3 0.73e+6 550.15 0.0 0.0 0.0 11
1501212 3 0.73e+6 548.15 0.0 0.0 0.0 12
1501213 3 0.73e+6 551.15 0.0 0.0 0.0 13
1501214 3 0.73e+6 549.15 0.0 0.0 0.0 14
1501215 3 0.73e+6 548.15 0.0 0.0 0.0 15
1501300 0

```

```

1501301 0.0 0.0 0.0 14
*
1150000 pvluhjun sngljun
1150101 110150002 120010001 0.0 0.0 0.0 0100
1150201 0 0.0 0.0 0
*
1550000 pvrhjun sngljun
1550101 150150002 121010001 0.2827 0.0 0.0 0100
1550201 0 0.0 0.0 0
*
* pressure vessel inner upper shell
1200000 pvluhis annulus
1200001 2
1200101 0.0 2
1200201 0.1963 1
1200301 0.1667 2
1200401 0.0327 1
1200402 0.0327 2
1200501 0.0 2
1200601 90.0 2
1200701 0.1667 2
1200801 0.0 0.0 2
1200901 0.0 0.0 1
1201001 0000000 2
1201101 00000000 1
1201201 3 0.73e+6 553.15 0.0 0.0 0.0 1
1201202 3 0.73e+6 543.15 0.0 0.0 0.0 2
1201300 0
1201301 0.0 0.0 0.0
*
* pressure vessel upper shell multiple-junction
1250000 rpvmjt mtpjlun
1250001 2 0
1250011 120010004 121010003 0.2618 0.0 0.0 00000000
1250012 1.0 0.14 0.0 10000 10000 0 2
1251011 0.0 0.0 2
*
* pressure vessel outer upper shell
1210000 pvrh pipe
1210001 2
1210101 0.0 2
1210201 0.4976 1
1210301 0.1667 2
1210401 0.0933 1
1210402 0.0642 2
1210501 0.0 2
1210601 90.0 2
1210701 0.1667 2
1210801 0.0 0.0 2
1210901 0.0 0.0 1
1211001 0000000 2
1211101 00000000 1
1211201 3 0.73e+6 548.15 0.0 0.0 0.0 1
1211202 3 0.73e+6 538.15 0.0 0.0 0.0 2
1211300 0
1211301 0.0 0.0 0.0 1
*
* from ccc 12002 to ccc 12601
1220000 pvuhsjun sngljun
1220101 120020002 126010001 0.0 0.0 0.0 0100
1220201 0 0.0 0.0 0
*
* from ccc 12102 to ccc 12601
1230000 pvusjun sngljun
1230101 121020002 126010001 0.0 0.0 0.0 0100
1230201 0 0.0 0.0 0
*
* pressure vessel upper head on standpipe
1260000 pvuhstp snglvol
1260101 0.0 0.1667 0.0388 0.0 90.0
1260102 0.1667 0.0 0.0 00000000
1260200 3 0.73e+6 523.15 0.0
*
1050000 pvlhjun sngljun
1050101 130010002 110010001 0.0 0.0 0.0 0100
1050201 0 0.0 0.0 0
*
1060000 pvrhjun sngljun
1060101 135010002 150010001 0.0 0.0 0.0 0000
1060201 0 0.0 0.0 0

```

```

*
* pressure vessel inner lower shell
1300000 pvlhlv snglvol
1300101 0.0 0.146 0.0734 0.0 90.0
1300102 0.146 0.0 0.0 0000000
1300200 3 0.73e+6 558.15 0.0
*
* single junction between component 130 and 135
1330000 pvlhrv sngljun
1330101 130010004 135010003 0.3669 0.0 0.0 0000
1330201 0 0.0 0.0 0.0
*
* pressure vessel outer lower shell
1350000 pvlhrv snglvol
1350101 0.0 0.146 0.0413 0.0 90.0
1350102 0.146 0.0 0.0 0000000
1350200 3 0.73e+6 538.15 0.0
*
* sngljun between lower head and inner lower shell
1310000 pvlsrjun sngljun
1310101 100010002 135010001 0.0 0.0 0.0 0100
1310201 0 0.0 0.0 0.0
*
* sngljun between lower head and outer lower shell
1320000 pvlsljun sngljun
1320101 100010002 130010001 0.0 0.0
0.0 0100
1320201 0 0.0 0.0 0.0
*
* pressure vessel lower head
1000000 rlowipln snglvol
1000101 0.0 0.25 0.06545 0.0 90.0
1000102 0.25 0.0 0.0 0000000
1000200 3 0.73e+6 528.15 0.0
*
=====
* Reactor Cavity Cooling System *
* Reactor Cavity components are numbered between 400-499
=====
* Lower head bottom cavity 1
4000000 lctucvt snglvol
4000101 0.0 0.2 0.1647 0.0 90.0
4000102 0.2 0.0 0.0 0000000
4000200 4 1.013e+5 421.15 0.0
*
* Lower head bottom cavity 2
4050000 lhbvct snglvol
4050101 0.0 0.462 0.3069 0.0 90.0
4050102 0.462 0.0 0.0 0000000
4050200 4 1.013e+5 441.15 0.0
*
* single junction between component 400-01 and
410-02
4070000 rkden1 sngljun
4070101 400010004 410020003 0.6434 0.0 0.0 0000
4070201 0 0.0 0.0 0.0
*
* single junction between component 405-01 and
410-03
4080000 rkden2 sngljun
4080101 405010004 410030003 1.4862 0.0 0.0 0000
4080201 0 0.0 0.0 0.0
*
* Junction between component 400-01 and 405-01
4090000 lhctmtj sngljun
4090101 405010001 400010002 0.8235 0.0 0.0 0000
4090201 0 0.0 0.0 0.0
*
* RCCS bottom inner space
4100000 rcbispac pipe
4100001 4
4100101 0.8369 4
4100201 0.8369 3
4100301 0.065 1
4100302 0.2 2
4100303 0.462 3
4100304 0.146 4
4100401 0.0 4
4100501 0.0 4
4100601 90.0 4
4100701 0.065 1
4100702 0.15 2
4100703 0.08 11
4100704 0.146 4
4100801 0.0 0.0 4
4100901 0.0 0.0 3
4101001 0000000 4
4101101 00000000 3
4101201 4 1.013e+5 431.15 0.0 0.0 0.0 1
4101202 4 1.013e+5 411.15 0.0 0.0 0.0 2
4101203 4 1.013e+5 431.15 0.0 0.0 0.0 3
4101204 4 1.013e+5 423.15 0.0 0.0 0.0 4
4101300 0
4101301 0.0 0.0 0.0 3
*
* RCCS bottom outer space
4110000 rcbospac annulus
4110001 4
4110101 1.1273 4
4110201 1.1273 3
4110301 0.065 1
4110302 0.2 2
4110303 0.462 3
4110304 0.146 4
4110401 0.0 4
4110501 0.0 4
4110601 90.0 4
4110701 0.065 1
4110702 0.2 2
4110703 0.462 3
4110704 0.146 4
4110801 0.0 0.0 4
4110901 0.0 0.0 3
4111001 0000000 4
4111101 00000000 3
4111201 4 1.013e+5 411.15 0.0 0.0 0.0 1
4111202 4 1.013e+5 391.15 0.0 0.0 0.0 2
4111203 4 1.013e+5 411.15 0.0 0.0 0.0 3
4111204 4 1.013e+5 403.15 0.0 0.0 0.0 4
4111300 0
4111301 0.0 0.0 0.0 3
*
4120000 rcbmjnc mtpljun
4120001 4
4120011 410010004 411010003 0.2969 0.0 0.0 0000000
4120012 1.0 0.14 0.0 0 0 0 1
4120021 410020004 411020003 0.9136 0.0 0.0 0000000
4120022 1.0 0.14 0.0 0 0 0 2
4120031 410030004 411030003 2.11035 0.0 0.0 0000000
4120032 1.0 0.14 0.0 0 0 0 3
4120041 410040004 411040003 0.6669 0.0 0.0 0000000
4120042 1.0 0.14 0.0 0 0 0 4
4121011 0.0 0.0 4
*
* junction between component 410-04 and 430-01
4010000 idcvjun sngljun
4010101 410040002 430010001 0.8369 0.0 0.0 0000
4010201 0 0.0 0.0 0.0
*
* junction between component 411-04 and 440-01
4020000 odcvjun sngljun
4020101 411040002 440010001 1.1273 0.0 0.0 0000
4020201 0 0.0 0.0 0.0
*
* RCCS side inner space
4300000 inrxvct annulus
4300001 15
4300101 0.8369 15
4300201 0.8369 14
4300301 0.065 1
4300302 0.15 2
4300303 0.08 11
4300304 0.15 12
4300305 0.065 15
4300401 0.0 15
4300501 0.0 15
4300601 90.0 15
4300701 0.065 1
4300702 0.15 2
4300703 0.08 11

```

```

4300704 0.15 12
4300705 0.065 15
4300801 0.0 0.43 15
4300901 0.0 0.0 14
4301001 0000000 15
4301101 00000000 14
4301201 4 1.013e+5 449.15 0.0 0.0 0.0 1
4301202 4 1.013e+5 449.15 0.0 0.0 0.0 2
4301203 4 1.013e+5 460.15 0.0 0.0 0.0 3
4301204 4 1.013e+5 459.15 0.0 0.0 0.0 4
4301205 4 1.013e+5 467.15 0.0 0.0 0.0 5
4301206 4 1.013e+5 462.15 0.0 0.0 0.0 6
4301207 4 1.013e+5 459.15 0.0 0.0 0.0 7
4301208 4 1.013e+5 464.15 0.0 0.0 0.0 8
4301209 4 1.013e+5 464.15 0.0 0.0 0.0 9
4301210 4 1.013e+5 460.1 0.0 0.0 0.0 10
4301211 4 1.013e+5 465.1 0.0 0.0 0.0 11
4301212 4 1.013e+5 460.15 0.0 0.0 0.0 12
4301213 4 1.013e+5 447.15 0.0 0.0 0.0 13
4301214 4 1.013e+5 430.15 0.0 0.0 0.0 14
4301215 4 1.013e+5 460.15 0.0 0.0 0.0 15
4301300 0
4301301 0.0 0.0 0.0 14
*
4350000 rvtmjnc mtlpljun
4350001 15
4350011 430010004 440010003 0.2969 0.0 0.0 00000000
4350012 1.0 0.14 0.0 0 0 0 1
4350021 430020004 440020003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350022 1.0 0.14 0.0 0 0 0 2
4350031 430030004 440030003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350032 1.0 0.14 0.0 0 0 0 3
4350041 430040004 440040003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350042 1.0 0.14 0.0 0 0 0 4
4350051 430050004 440050003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350052 1.0 0.14 0.0 0 0 0 5
4350061 430060004 440060003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350062 1.0 0.14 0.0 0 0 0 6
4350071 430070004 440070003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350072 1.0 0.14 0.0 0 0 0 7
4350081 430080004 440080003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350082 1.0 0.14 0.0 0 0 0 8
4350091 430090004 440090003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350092 1.0 0.14 0.0 0 0 0 9
4350101 430100004 440100003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350102 1.0 0.14 0.0 0 0 0 10
4350111 430110004 440110003 0.3654 0.0 0.0 00000000
4350112 1.0 0.14 0.0 0 0 0 11
4350121 430120004 440120003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350122 1.0 0.14 0.0 0 0 0 12
4350131 430130004 440130003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350132 1.0 0.14 0.0 0 0 0 13
4350141 430140004 440140003 0.6852 0.0 0.0 00000000
4350142 1.0 0.14 0.0 0 0 0 14
4350151 430150004 440150003 0.2969 0.0 0.0 00000000
4350152 1.0 0.14 0.0 0 0 0 15
4351011 0.0 0.0 15
*
* RCCS side outer space
4400000 inrcvvt annulus
4400001 15
4400101 1.1273 15
4400201 1.1273 14
4400301 0.065 1
4400302 0.15 2
4400303 0.08 11
4400304 0.15 12
4400305 0.065 15
4400401 0.0 15
4400501 0.0 15
4400601 90.0 15
4400701 0.065 1
4400702 0.15 2
4400703 0.08 11
4400704 0.15 12
4400705 0.065 15
4400801 0.0 0.43 15
4400901 0.0 0.0 14
4401001 0000000 15

```

```

4401101 00000000 14
4401201 4 1.013e+5 429.15 0.0 0.0 0.0 1
4401202 4 1.013e+5 429.15 0.0 0.0 0.0 2
4401203 4 1.013e+5 440.15 0.0 0.0 0.0 3
4401204 4 1.013e+5 439.15 0.0 0.0 0.0 4
4401205 4 1.013e+5 447.15 0.0 0.0 0.0 5
4401206 4 1.013e+5 442.15 0.0 0.0 0.0 6
4401207 4 1.013e+5 439.15 0.0 0.0 0.0 7
4401208 4 1.013e+5 444.15 0.0 0.0 0.0 8
4401209 4 1.013e+5 444.15 0.0 0.0 0.0 9
4401210 4 1.013e+5 440.15 0.0 0.0 0.0 10
4401211 4 1.013e+5 445.15 0.0 0.0 0.0 11
4401212 4 1.013e+5 440.15 0.0 0.0 0.0 12
4401213 4 1.013e+5 427.15 0.0 0.0 0.0 13
4401214 4 1.013e+5 410.15 0.0 0.0 0.0 14
4401215 4 1.013e+5 440.15 0.0 0.0 0.0 15
4401300 0
4401301 0.0 0.0 0.0 14
*
4410000 iucvjun sngljun
4410101 430150002 450010001 0.8369 0.0 0.0 0000
4410201 0 0.0 0.0 0.0
*
4420000 oucvjun sngljun
4420101 440150002 451010001 1.1273 0.0 0.0 0000
4420201 0 0.0 0.0 0.0
*
* RCCS top inner space
4500000 rccstis pipe
4500001 4
4500101 0.0 4
4500201 0.9306 1
4500202 1.2139 2
4500203 1.6604 3
4500301 0.1667 2
4500302 0.1786 3
4500303 0.405 4
4500401 0.1444 1
4500402 0.1734 2
4500403 0.2513 3
4500404 0.6471 4
4500501 0.0 4
4500601 90.0 4
4500701 0.1667 2
4500702 0.1786 3
4500703 0.405 4
4500801 0.0 1.0502 1
4500802 0.0 1.1508 2
4500803 0.0 1.3383 3
4500804 0.0 1.4263 4
4500901 0.0 0.0 3
4501001 0000000 4
4501101 00000000 3
4501201 4 1.013e+5 474.15 0.0 0.0 0.0 1
4501202 4 1.013e+5 488.15 0.0 0.0 0.0 2
4501203 4 1.013e+5 490.15 0.0 0.0 0.0 3
4501204 4 1.013e+5 480.15 0.0 0.0 0.0 4
4501300 0
4501301 0.0 0.0 0.0 3
*
* RCCS top outer space
4510000 rctospac annulus
4510001 4
4510101 0.0 4
4510201 1.1273 3
4510301 0.1667 2
4510302 0.1786 3
4510303 0.405 4
4510401 0.1879 2
4510402 0.2013 3
4510403 0.4481 4
4510501 0.0 4
4510601 90.0 4
4510701 0.1667 2
4510702 0.1786 3
4510703 0.405 4
4510801 0.0 1.1981 3
4510802 0.0 1.1869 4
4510901 0.0 0.0 3

```



3301203	1	299.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	03	11100504	0	0	2004	1	0.15	4		
3301204	1	299.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	04	11100505	0	0	2005	1	0.15	5		
3301205	1	300.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	05	11100506	0	0	2006	1	0.15	6		
3301201	1	301.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	06	11100507	0	0	2007	1	0.15	7		
3301202	1	302.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	07	11100508	0	0	2008	1	0.15	8		
3301203	1	303.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	08	11100509	0	0	2009	1	0.15	9		
3301204	1	304.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	09	11100510	0	0	2010	1	0.15	10		
3301205	1	305.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10	11100511	0	0	2011	1	0.08	11		
3301300	1								11100512	0	0	2012	1	0.15	12		
3301301	2.778	0.0	0.0	9					11100513	0	0	2013	1	0.15	13		
*									11100514	0	0	2014	1	0.15	14		
*									11100515	0	0	2015	1	0.065	15		
3040000	swctjtn	sngljtn							11100601	110010000	0	143	1	0.065	1		
3040101	31017002	350010001	0.0496	0.0	0.0	0.0	0000		11100602	110020000	0	143	1	0.15	2		
3040201	1	2.778	0.0	0.0					11100603	110030000	0	143	1	0.15	3		
*									11100604	110040000	0	143	1	0.15	4		
3050000	lwctjtn	sngljtn							11100605	110050000	0	143	1	0.15	5		
3050101	32001002	380010001	6.7693e-3	0.0	0.0	0.0	0000		11100606	110060000	0	143	1	0.15	6		
3050201	1	2.778	0.0	0.0					11100607	110070000	0	143	1	0.15	7		
*									11100608	110080000	0	143	1	0.15	8		
3060000	uwctjtn	sngljtn							11100609	110090000	0	143	1	0.15	9		
3060101	33001002	390010001	1.241e-2	0.0	0.0	0.0	0000		11100610	110100000	0	143	1	0.15	10		
3060201	1	2.778	0.0	0.0					11100611	110110000	0	143	1	0.08	11		
*									11100612	110120000	0	143	1	0.15	12		
* top water demand 1									11100613	110130000	0	143	1	0.15	13		
3500000	topws	tmdpvol							11100614	110140000	0	143	1	0.15	14		
3500101	0.0496	0.467	0.0	0.0	0.0				11100615	110150000	0	143	1	0.065	15		
3500102	0.0	0.0	0.0	0					11100701	0	0.0	0.0	0.0	15			
3500200	1								11100801	0.0	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15
3500201	-0.1	298.15	0.0						11100901	0.0	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15
3500202	0.0	298.15	0.0						*								
3500203	1.0e+10	305.15	0.0						*=====*								
*									* pressure vessel								
*									*=====*								
* top water demand 2									11500000	15	3	2	0.5				
3800000	topws	tmdpvol							11500100	0	1						
3800101	6.7693e-3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0			11500101	2	0.512						
3800102	0.0	0.0	0.0	0					11500201	2	2						
3800200	1								11500301	0.0	2						
3800201	-0.1	298.15	0.0						11500400	-1							
3800202	0.0	298.15	0.0						11500401	459.15	459.15	459.15					
3800203	1.0e+10	305.15	0.0						11500402	459.15	459.15	459.15					
*									11500403	470.15	470.15	470.15					
* top water demand 3									11500404	469.15	469.15	469.15					
3900000	topws	tmdpvol							11500405	477.15	477.15	477.15					
3900101	2.5441e-3	0.205	0.0	0.0	0.0	0.0			11500406	472.15	472.15	472.15					
3900102	0.0	0.0	0.0	0					11500407	469.15	469.15	469.15					
3900200	1								11500408	474.15	474.15	474.15					
3900201	-0.1	298.15	0.0						11500409	474.15	474.15	474.15					
3900202	0.0	298.15	0.0						11500410	470.15	470.15	470.15					
3900203	1.0e+10	305.15	0.0						11500411	475.15	475.15	475.15					
*=====*									11500412	470.15	470.15	470.15					
* heat structure									11500413	457.15	457.15	457.15					
*=====*									11500414	440.15	440.15	440.15					
* core vessel (Heater segment)									11500415	480.00	480.00	480.00					
11100000	15	3	2	1	0.0				11500501	150010000	0	143	1	0.065	1		
11100100	0	1							11500502	150020000	0	143	1	0.15	2		
11100101	2	0.3							11500503	150030000	0	143	1	0.15	3		
11100201	1	2							11500504	150040000	0	143	1	0.15	4		
11100301	0.0	2							11500505	150050000	0	143	1	0.15	5		
11100400	-1								11500506	150060000	0	143	1	0.15	6		
11100401	573.15	573.15	573.15						11500507	150070000	0	143	1	0.15	7		
11100402	549.15	549.15	549.15						11500508	150080000	0	143	1	0.15	8		
11100403	579.15	579.15	579.15						11500509	150090000	0	143	1	0.15	9		
11100404	589.15	589.15	589.15						11500510	150100000	0	143	1	0.15	10		
11100405	583.15	583.15	583.15						11500511	150110000	0	143	1	0.08	11		
11100406	579.15	579.15	579.15						11500512	150120000	0	143	1	0.15	12		
11100407	578.15	578.15	578.15						11500513	150130000	0	143	1	0.15	13		
11100408	576.15	576.15	576.15						11500514	150140000	0	143	1	0.15	14		
11100409	579.15	579.15	579.15						11500515	150150000	0	143	1	0.065	15		
11100410	583.15	583.15	583.15						*								
11100411	580.15	580.15	580.15						11500601	430010000	0	144	1	0.065	1		
11100412	578.15	578.15	578.15						11500602	430020000	0	144	1	0.15	2		
11100413	581.15	581.15	581.15						11500603	430030000	0	144	1	0.15	3		
11100414	579.15	579.15	579.15						11500604	430040000	0	144	1	0.15	4		
11100415	578.15	578.15	578.15						11500605	430050000	0	144	1	0.15	5		
11100501	0	0	2001	1	0.065	1			11500606	430060000	0	144	1	0.15	6		
11100502	0	0	2002	1	0.15	2			11500607	430070000	0	144	1	0.15	7		
11100503	0	0	2003	1	0.15	3			11500608	430080000	0	144	1	0.15	8		



```

13201000 1 3 2 1 0.0134
13201100 0 1
13201101 2 0.0159
13201201 3 2
13201301 0.0 2
13201400 -1
13201401 298.15 298.15 298.15
13201501 320010000 0 100 1 11.4 1
13201601 400010000 0 144 1 11.4 1
13201701 0 0.0 0.0 0.0 1
13201801 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1
13201901 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1
*
*****
** reactor cavity wall ( thermal insulation ) *
*****
*15001000 17 3 2 1 1.0
*15001100 0 1
*15001101 2 1.1
*15001201 1 2
*15001301 0.0 2
*15001401 320.15 3
*15001501 310010000 0 100 1 0.895 1
*15001502 310020000 0 100 1 0.065 2
*15001503 310030000 0 100 1 0.15 3
*15001504 310040000 0 100 1 0.15 4
*15001505 310050000 0 100 1 0.15 5
*15001506 310060000 0 100 1 0.15 6
*15001507 310070000 0 100 1 0.15 7
*15001508 310080000 0 100 1 0.15 8
*15001509 310090000 0 100 1 0.15 9
*15001510 310100000 0 100 1 0.15 10
*15001511 310110000 0 100 1 0.15 11
*15001512 310120000 0 100 1 0.08 12
*15001513 310130000 0 100 1 0.15 13
*15001514 310140000 0 100 1 0.15 14
*15001515 310150000 0 100 1 0.15 15
*15001516 310160000 0 100 1 0.065 16
*15001517 310170000 0 100 1 0.895 17
*
*15001601 0 0 0 1 0.895 1
*15001602 0 0 0 1 0.065 2
*15001603 0 0 0 1 0.15 3
*15001604 0 0 0 1 0.15 4
*15001605 0 0 0 1 0.15 5
*15001606 0 0 0 1 0.15 6
*15001607 0 0 0 1 0.15 7
*15001608 0 0 0 1 0.15 8
*15001609 0 0 0 1 0.15 9
*15001610 0 0 0 1 0.15 10
*15001611 0 0 0 1 0.15 11
*15001612 0 0 0 1 0.08 12
*15001613 0 0 0 1 0.15 13
*15001614 0 0 0 1 0.15 14
*15001615 0 0 0 1 0.15 15
*15001616 0 0 0 1 0.065 16
*15001617 0 0 0 1 0.895 17
*
*15001701 0 0.0 0.0 0.0 17
*15001801 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 17
*15001901 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 17
*
*****
* reactor pressure vessel upper head closure *
*****
11201000 3 3 3 1 0.5
11201100 0 1
11201101 2 0.512
11201201 2 2
11201301 0.0 2
11201400 -1
11201401 474.15 474.15 474.15
11201402 488.15 488.15 488.15
11201403 490.15 490.15 490.15
11201501 121010000 0 143 1 0.1647 1
11201502 121020000 0 143 1 0.1647 2
11201503 126010000 0 143 1 0.1765 3
11201601 450010000 0 144 1 0.1647 1

```

```

11201602 450020000 0 144 1 0.1647 2
11201603 450030000 0 144 1 0.1765 3
11201701 0 0.0 0.0 0.0 3
11201801 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 3
11201901 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 3
*
*****
* reactor pressure vessel lower shell *
*****
11301000 1 3 2 1 0.5
11301100 0 1
11301101 2 0.512
11301201 2 2
11301301 0.0 2
11301400 -1
11301401 433.15 433.15 433.15
11301501 135010000 0 143 1 0.146 1
11301601 410040000 0 144 1 0.146 1
11301701 0 0.0 0.0 0.0 1
11301801 0.6 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1
11301901 1.0322 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1
*
*****
* reactor pressure vessel bottom closure *
*****
11001000 1 3 3 1 0.5
11001100 0 1
11001101 2 0.512
11001201 2 2
11001301 0.0 2
11001400 -1
11001401 441.15 441.15 441.15
11001501 100010000 0 143 1 0.25295 1
11001601 405010000 0 144 1 0.25295 1
11001701 0 0.0 0.0 0.0 1
11001801 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1
11001901 0.0 20.0 20.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1
*
*****
* heat structure thermal properties *
*****
* composition type and data format
20100100 tbl/fctn 1 1 *Ceramics(Al2O3 Heater block)
20100200 tbl/fctn 1 1 *Stainless Steel (SUS304)
20100300 tbl/fctn 1 1 *Carbon Steel (C-Mn-Si)
20100400 tbl/fctn 1 1 *Carbon steel (Plain Carbon)
*
*****
* thermal conductivity data (W/m/k) *
* volumetric heat capacity data (j/m**3-k) *
* versus temperature *
*****
20100101 36.0
20100151 2.94e+6
*
20100201 16.7
20100251 4.29e+6
*
20100301 42.2
20100351 3.68e+6
*
20100401 56.8
20100451 3.68e+6
*
*****
* general table data *
*****
20200100 htrnrate
20200101 -1.0 0.0
20200102 0.0 4.067e+04
20200103 1.0e+10 4.067e+04
20200200 htrnrate
20200201 -1.0 0.0
20200202 0.0 1.229e+04
20200203 1.0e+10 1.229e+04
20200300 htrnrate
20200301 -1.0 0.0
20200302 0.0 1.229e+04
20200303 1.0e+10 1.229e+04
20200400 htrnrate
20200401 -1.0 0.0
20200402 0.0 1.229e+04
20200403 1.0e+10 1.229e+04

```



20200500	htrnrate	
20200501	-1.0	0.0
20200502	0.0	6.014e+03
20200503	1.0e+10	6.014e+03
20200600	htrnrate	
20200601	-1.0	0.0
20200602	0.0	6.014e+03
20200603	1.0e+10	6.014e+03
20200700	htrnrate	
20200701	-1.0	0.0
20200702	0.0	6.014e+03
20200703	1.0e+10	6.014e+03
20200800	htrnrate	
20200801	-1.0	0.0
20200802	0.0	4.151e+03
20200803	1.0e+10	4.151e+03
20200900	htrnrate	
20200901	-1.0	0.0
20200902	0.0	4.151e+03
20200903	1.0e+10	4.151e+03
20201000	htrnrate	
20201001	-1.0	0.0
20201002	0.0	4.151e+03
20201003	1.0e+10	4.151e+03

20201100	htrnrate	
20201101	-1.0	0.0
20201102	0.0	0.0
20201103	1.0e+10	0.0
20201200	htrnrate	
20201201	-1.0	0.0
20201202	0.0	3.667e+03
20201203	1.0e+10	3.667e+03
20201300	htrnrate	
20201301	-1.0	0.0
20201302	0.0	3.667e+03
20201303	1.0e+10	3.667e+03
20201400	htrnrate	
20201401	-1.0	0.0
20201402	0.0	3.667e+03
20201403	1.0e+10	3.667e+03
20201500	htrnrate	
20201501	-1.0	0.0
20201502	0.0	4.099e+03
20201503	1.0e+10	4.099e+03
*		

\*\*\*\*\*  
 \* Radiation Heat Transfer \*  
 \*\*\*\*\*

70000000	2		
*Heater to Pressure Vessel			
70100000	31	300.0	0.5
70101001	1100001	1	0.93
70102001	1100002	1	0.93
70103001	1100003	1	0.93
70104001	1100004	1	0.93
70105001	1100005	1	0.93
70106001	1100006	1	0.93
70107001	1100007	1	0.93
70108001	1100008	1	0.93
70109001	1100009	1	0.93
70110001	1100010	1	0.93
70111001	1100011	1	0.93
70112001	1100012	1	0.93
70113001	1100013	1	0.93
70114001	1100014	1	0.93
70115001	1100015	1	0.93
*			
70116001	1301001	0	0.79
70117001	1500001	0	0.79
70118001	1500002	0	0.79
70119001	1500003	0	0.79
70120001	1500004	0	0.79
70121001	1500005	0	0.79
70122001	1500006	0	0.79
70123001	1500007	0	0.79
70124001	1500008	0	0.79
70125001	1500009	0	0.79
70126001	1500010	0	0.79
70127001	1500011	0	0.79
70128001	1500012	0	0.79
70129001	1500013	0	0.79
70130001	1500014	0	0.79
70131001	1500015	0	0.79
*			
70101101	0.0	15	
70101102	0.33121	16	
70101103	0.25733	17	
70101104	0.27784	18	
70101105	0.0876	19	
70101106	0.02674	20	
70101107	0.00968	21	
70101108	0.00454	22	
70101109	0.00214	23	
70101110	0.00114	24	
70101111	0.00072	25	
70101112	0.0004	26	
70101113	0.00014	27	
70101114	0.00024	28	
70101115	0.00011	29	

70101116	0.00013	30	
70101117	0.00004	31	
*			
70102101	0.0	15	
70102102	0.15368	16	
70102103	0.12201	17	
70102104	0.40971	18	
70102105	0.21303	19	
70102106	0.0653	20	
70102107	0.02021	21	
70102108	0.00804	22	
70102109	0.00361	23	
70102110	0.00198	24	
70102111	0.00093	25	
70102112	0.00067	26	
70102113	0.00015	27	
70102114	0.00032	28	
70102115	0.00019	29	
70102116	0.00011	30	
70102117	0.00006	31	
*			
70103101	0.0	15	
70103102	0.04559	16	
70103103	0.03843	17	
70103104	0.21512	18	
70103105	0.38637	19	
70103106	0.21303	20	
70103107	0.06529	21	
70103108	0.02021	22	
70103109	0.00805	23	
70103110	0.00361	24	
70103111	0.00198	25	
70103112	0.00093	26	
70103113	0.0004	27	
70103114	0.00042	28	
70103115	0.00032	29	
70103116	0.00019	30	
70103117	0.00006	31	
*			
70104101	0.0	15	
70104102	0.01571	16	
70104103	0.01123	17	
70104104	0.06542	18	
70104105	0.21512	19	
70104106	0.37816	20	
70104107	0.21303	21	
70104108	0.06529	22	
70104109	0.02021	23	
70104110	0.00805	24	
70104111	0.00361	25	
70104112	0.00198	26	
70104113	0.00052	27	
70104114	0.00081	28	
70104115	0.00042	29	

70104116	0.00032	30	
70104117	0.00012	31	
*			
70105101	0.0	15	
70105102	0.00655	16	
70105103	0.00388	17	
70105104	0.02017	18	
70105105	0.06542	19	
70105106	0.21512	20	
70105107	0.37476	21	
70105108	0.21303	22	
70105109	0.06529	23	
70105110	0.02021	24	
70105111	0.00805	25	
70105112	0.00361	26	
70105113	0.00121	27	
70105114	0.00129	28	
70105115	0.00081	29	
70105116	0.00042	30	
70105117	0.00018	31	
*			
70106101	0.0	15	
70106102	0.0031	16	
70106103	0.00167	17	
70106104	0.00755	18	
70106105	0.02017	19	
70106106	0.06542	20	
70106107	0.21512	21	
70106108	0.37321	22	
70106109	0.21303	23	
70106110	0.06529	24	
70106111	0.02021	25	
70106112	0.00805	26	
70106113	0.00239	27	
70106114	0.00243	28	
70106115	0.00129	29	
70106116	0.00081	30	
70106117	0.00026	31	
*			
70107101	0.0	15	
70107102	0.00196	16	
70107103	0.00081	17	
70107104	0.00317	18	
70107105	0.00755	19	
70107106	0.02017	20	
70107107	0.06542	21	
70107108	0.21512	22	
70107109	0.37273	23	
70107110	0.21303	24	
70107111	0.06529	25	
70107112	0.02021	26	
70107113	0.00499	27	
70107114	0.00545	28	
70107115	0.00243	29	

70107116 0.00129 30  
 70107117 0.00038 31  
 \*  
 70108101 0.0 15  
 70108102 0.00117 16  
 70108103 0.00056 17  
 70108104 0.00175 18  
 70108105 0.00317 19  
 70108106 0.00755 20  
 70108107 0.02017 21  
 70108108 0.06542 22  
 70108109 0.21512 23  
 70108110 0.37297 24  
 70108111 0.21303 25  
 70108112 0.06529 26  
 70108113 0.01329 27  
 70108114 0.01191 28  
 70108115 0.00545 29  
 70108116 0.00243 30  
 70108117 0.00072 31  
 \*  
 70109101 0.0 15  
 70109102 0.00056 16  
 70109103 0.00038 17  
 70109104 0.00112 18  
 70109105 0.00175 19  
 70109106 0.00317 20  
 70109107 0.00755 21  
 70109108 0.02017 22  
 70109109 0.06542 23  
 70109110 0.21512 24  
 70109111 0.37462 25  
 70109112 0.21303 26  
 70109113 0.04425 27  
 70109114 0.03433 28  
 70109115 0.01191 29  
 70109116 0.00545 30  
 70109117 0.00117 31  
 \*  
 70110101 0.0 15  
 70110102 0.00046 16  
 70110103 0.00015 17  
 70110104 0.00063 18  
 70110105 0.00112 19  
 70110106 0.00175 20  
 70110107 0.00317 21  
 70110108 0.00755 22  
 70110109 0.02017 23  
 70110110 0.06542 24  
 70110111 0.21512 25  
 70110112 0.37806 26  
 70110113 0.14083 27  
 70110114 0.11645 28  
 70110115 0.03433 29  
 70110116 0.01191 30  
 70110117 0.00288 31  
 \*  
 70111101 0.0 15  
 70111102 0.0003 16  
 70111103 0.00016 17  
 70111104 0.0003 18  
 70111105 0.00076 19  
 70111106 0.00119 20  
 70111107 0.00193 21  
 70111108 0.00396 22  
 70111109 0.00885 23  
 70111110 0.02551 24  
 70111111 0.08362 25  
 70111112 0.26548 26  
 70111113 0.22883 27  
 70111114 0.26609 28  
 70111115 0.08278 29  
 70111116 0.02544 30  
 70111117 0.0048 31  
 \*  
 70112101 0.0 15  
 70112102 0.00016 16  
 70112103 0.00008 17  
 70112104 0.00035 18

70112105 0.00035 19  
 70112106 0.00093 20  
 70112107 0.00139 21  
 70112108 0.0022 22  
 70112109 0.0049 23  
 70112110 0.01152 24  
 70112111 0.03413 25  
 70112112 0.11681 26  
 70112113 0.1429 27  
 70112114 0.39456 28  
 70112115 0.21303 29  
 70112116 0.06529 30  
 70112117 0.0114 31  
 \*  
 70113101 0.0 15  
 70113102 0.00017 16  
 70113103 0.00003 17  
 70113104 0.00015 18  
 70113105 0.00035 19  
 70113106 0.00035 20  
 70113107 0.00093 21  
 70113108 0.00139 22  
 70113109 0.0022 23  
 70113110 0.0049 24  
 70113111 0.01153 25  
 70113112 0.03413 26  
 70113113 0.04458 27  
 70113114 0.21512 28  
 70113115 0.43295 29  
 70113116 0.21303 30  
 70113117 0.03819 31  
 \*  
 70114101 0.0 15  
 70114102 0.00011 16  
 70114103 0.00005 17  
 70114104 0.00012 18  
 70114105 0.00026 19  
 70114106 0.00028 20  
 70114107 0.00046 21  
 70114108 0.00074 22  
 70114109 0.00125 23  
 70114110 0.00238 24  
 70114111 0.00516 25  
 70114112 0.01141 26  
 70114113 0.01317 27  
 70114114 0.06589 28  
 70114115 0.21346 29  
 70114116 0.56464 30  
 70114117 0.12062 31  
 \*  
 70115101 0.0 15  
 70115102 0.0001 16  
 70115103 0.00006 17  
 70115104 0.00012 18  
 70115105 0.00015 19  
 70115106 0.00028 20  
 70115107 0.00037 21  
 70115108 0.00057 22  
 70115109 0.00103 23  
 70115110 0.00158 24  
 70115111 0.00251 25  
 70115112 0.00609 26  
 70115113 0.00609 27  
 70115114 0.02738 28  
 70115115 0.08785 29  
 70115116 0.27702 30  
 70115117 0.5888 31  
 \*  
 70116101 0.088474 1  
 70116102 0.094734 2  
 70116103 0.028103 3  
 70116104 0.009684 4  
 70116105 0.004038 5  
 70116106 0.001911 6  
 70116107 0.001208 7  
 70116108 0.000721 8  
 70116109 0.000345 9  
 70116110 0.000284 10  
 70116111 0.000099 11

70116112 0.0001 12  
 70116113 0.000105 13  
 70116114 0.000068 14  
 70116115 0.000027 15  
 70116116 0.60967 16  
 70116117 0.03916 17  
 70116118 0.04599 18  
 70116119 0.02857 19  
 70116120 0.01733 20  
 70116121 0.00988 21  
 70116122 0.00643 22  
 70116123 0.00425 23  
 70116124 0.00296 24  
 70116125 0.00181 25  
 70116126 0.00147 26  
 70116127 0.00053 27  
 70116128 0.00077 28  
 70116129 0.00072 29  
 70116130 0.00043 30  
 70116131 0.00013 31  
 \*  
 70117101 0.154397 1  
 70117102 0.168936 2  
 70117103 0.05275 3  
 70117104 0.01552 4  
 70117105 0.005372 5  
 70117106 0.002312 6  
 70117107 0.001122 7  
 70117108 0.000775 8  
 70117109 0.000526 9  
 70117110 0.000208 10  
 70117111 0.000118 11  
 70117112 0.000111 12  
 70117113 0.000042 13  
 70117114 0.000069 14  
 70117115 0.000036 15  
 70117116 0.087959 16  
 70117117 0.3292 17  
 70117118 0.06656 18  
 70117119 0.043 19  
 70117120 0.02643 20  
 70117121 0.01673 21  
 70117122 0.00937 22  
 70117123 0.00598 23  
 70117124 0.00429 24  
 70117125 0.00289 25  
 70117126 0.00181 26  
 70117127 0.00076 27  
 70117128 0.0011 28  
 70117129 0.00074 29  
 70117130 0.00067 30  
 70117131 0.00022 31  
 \*  
 70118101 0.0719 1  
 70118102 0.245826 2  
 70118103 0.12688 3  
 70118104 0.03853 4  
 70118105 0.01193 5  
 70118106 0.004530 6  
 70118107 0.001902 7  
 70118108 0.001050 8  
 70118109 0.000672 9  
 70118110 0.000378 10  
 70118111 0.000096 11  
 70118112 0.00021 12  
 70118113 0.000090 13  
 70118114 0.000072 14  
 70118115 0.000031 15  
 70118116 0.044764 16  
 70118117 0.0284 17  
 70118118 0.26287 18  
 70118119 0.05969 19  
 70118120 0.03783 20  
 70118121 0.02381 21  
 70118122 0.01425 22  
 70118123 0.00809 23  
 70118124 0.00543 24  
 70118125 0.00385 25  
 70118126 0.00252 26



Jeonju National University LIBRARY

70118127	0.00091	27	70121110	0.001902	10	70123125	0.03783	25
70118128	0.00144	28	70121111	0.000618	11	70123126	0.02381	26
70118129	0.00106	29	70121112	0.000834	12	70123127	0.00866	27
70118130	0.0007	30	70121113	0.000558	13	70123128	0.01032	28
70118131	0.00029	31	70121114	0.00028	14	70123129	0.00654	29
*			70121115	0.000096	15	70123130	0.00449	30
70119101	0.02295	1	70121116	0.009617	16	70123131	0.00154	31
70119102	0.12853	2	70121117	0.007250	17	*		
70119103	0.231822	3	70121118	0.02351	18	70124101	0.000296	1
70119104	0.12688	4	70121119	0.037830	19	70124102	0.001188	2
70119105	0.03853	5	70121120	0.059690	20	70124103	0.002166	3
70119106	0.01193	6	70121121	0.11444	21	70124104	0.004830	4
70119107	0.004530	7	70121122	0.05969	22	70124105	0.012126	5
70119108	0.001902	8	70121123	0.03783	23	70124106	0.03989	6
70119109	0.001050	9	70121124	0.02381	24	70124107	0.12853	7
70119110	0.000672	10	70121125	0.01425	25	70124108	0.22137	8
70119111	0.000243	11	70121126	0.00809	26	70124109	0.12688	9
70119112	0.000210	12	70121127	0.00318	27	70124110	0.03853	10
70119113	0.00021	13	70121128	0.00449	28	70124111	0.008163	11
70119114	0.000156	14	70121129	0.00313	29	70124112	0.006912	12
70119115	0.000039	15	70121130	0.00191	30	70124113	0.002940	13
70119116	0.027808	16	70121131	0.00069	31	70124114	0.001428	14
70119117	0.01843	17	*			70124115	0.000411	15
70119118	0.059690	18	70122101	0.001180	1	70124116	0.002881	16
70119119	0.16523	19	70122102	0.004824	2	70124117	0.001859	17
70119120	0.05969	20	70122103	0.012126	3	70124118	0.005430	18
70119121	0.03783	21	70122104	0.03989	4	70124119	0.008090	19
70119122	0.02381	22	70122105	0.12853	5	70124120	0.01404	20
70119123	0.01425	23	70122106	0.22137	6	70124121	0.02351	21
70119124	0.00809	24	70122107	0.12688	7	70124122	0.037830	22
70119125	0.00543	25	70122108	0.03853	8	70124123	0.059690	23
70119126	0.00385	26	70122109	0.01193	9	70124124	0.10179	24
70119127	0.00152	27	70122110	0.004530	10	70124125	0.05969	25
70119128	0.00191	28	70122111	0.001267	11	70124126	0.03783	26
70119129	0.00144	29	70122112	0.001320	12	70124127	0.01415	27
70119130	0.00106	30	70122113	0.000834	13	70124128	0.01832	28
70119131	0.00031	31	70122114	0.00044	14	70124129	0.01032	29
*			70122115	0.000148	15	70124130	0.00654	30
70120101	0.00687	1	70122116	0.006259	16	70124131	0.00204	31
70120102	0.03989	2	70122117	0.004060	17	*		
70120103	0.12853	3	70122118	0.01404	18	70125101	0.000187	1
70120104	0.226896	4	70122119	0.02351	19	70125102	0.00056	2
70120105	0.12688	5	70122120	0.037830	20	70125103	0.001188	3
70120106	0.03853	6	70122121	0.059690	21	70125104	0.002166	4
70120107	0.01193	7	70122122	0.10542	22	70125105	0.004830	5
70120108	0.004530	8	70122123	0.05969	23	70125106	0.012126	6
70120109	0.001902	9	70122124	0.03783	24	70125107	0.03989	7
70120110	0.001050	10	70122125	0.02381	25	70125108	0.12853	8
70120111	0.000381	11	70122126	0.01425	26	70125109	0.22137	9
70120112	0.000558	12	70122127	0.00473	27	70125110	0.12688	10
70120113	0.000210	13	70122128	0.00654	28	70125111	0.026758	11
70120114	0.000168	14	70122129	0.00449	29	70125112	0.02057	12
70120115	0.000073	15	70122130	0.00313	30	70125113	0.006918	13
70120116	0.016868	16	70122131	0.00092	31	70125114	0.003096	14
70120117	0.01164	17	*			70125115	0.000653	15
70120118	0.037830	18	70123101	0.000556	1	70125116	0.001762	16
70120119	0.059690	19	70123102	0.002166	2	70125117	0.001252	17
70120120	0.12629	20	70123103	0.004830	3	70125118	0.003850	18
70120121	0.05969	21	70123104	0.012126	4	70125119	0.005430	19
70120122	0.03783	22	70123105	0.03989	5	70125120	0.008090	20
70120123	0.02381	23	70123106	0.12853	6	70125121	0.01404	21
70120124	0.01425	24	70123107	0.22137	7	70125122	0.02351	22
70120125	0.00809	25	70123108	0.12688	8	70125123	0.037830	23
70120126	0.00543	26	70123109	0.03853	9	70125124	0.059690	24
70120127	0.00224	27	70123110	0.01193	10	70125125	0.1059	25
70120128	0.00313	28	70123111	0.002832	11	70125126	0.05969	26
70120129	0.00191	29	70123112	0.002940	12	70125127	0.02231	27
70120130	0.00144	30	70123113	0.001320	13	70125128	0.02967	28
70120131	0.00052	31	70123114	0.000750	14	70125129	0.01832	29
*			70123115	0.000268	15	70125130	0.01032	30
70121101	0.002517	1	70123116	0.004137	16	70125131	0.00316	31
70121102	0.012126	2	70123117	0.002591	17	*		
70121103	0.03989	3	70123118	0.008090	18	70126101	0.000104	1
70121104	0.12853	4	70123119	0.01404	19	70126102	0.000402	2
70121105	0.22137	5	70123120	0.02351	20	70126103	0.00056	3
70121106	0.12688	6	70123121	0.037830	21	70126104	0.001188	4
70121107	0.03853	7	70123122	0.059690	22	70126105	0.002166	5
70121108	0.01193	8	70123123	0.10231	23	70126106	0.004830	6
70121109	0.004530	9	70123124	0.05969	24	70126107	0.012126	7

70126108	0.03989	8	70128123	0.010320	23	70131106	0.000360	6	
70126109	0.12853	9	70128124	0.018320	24	70131107	0.000526	7	
70126110	0.226836	10	70128125	0.029670	25	70131108	0.00101	8	
70126111	0.08394	11	70128126	0.04633	26	70131109	0.001620	9	
70126112	0.06878	12	70128127	0.035003	27	70131110	0.003988	10	
70126113	0.02057	13	70128128	0.13253	28	70131111	0.003545	11	
70126114	0.006846	14	70128129	0.05969	29	70131112	0.0159	12	
70126115	0.001583	15	70128130	0.03783	30	70131113	0.05193	13	
70126116	0.001431	16	70128131	0.01169	31	70131114	0.16825	14	
70126117	0.000784	17	*			70131115	0.353279	15	
70126118	0.00253	18	70129101	0.000029	1	70131116	0.000292	16	
70126119	0.003850	19	70129102	0.000114	2	70131117	0.000220	17	
70126120	0.005430	20	70129103	0.000192	3	70131118	0.000669	18	
70126121	0.008090	21	70129104	0.000252	4	70131119	0.000715	19	
70126122	0.01404	22	70129105	0.000486	5	70131120	0.001200	20	
70126123	0.02351	23	70129106	0.000774	6	70131121	0.001592	21	
70126124	0.037830	24	70129107	0.001458	7	70131122	0.002123	22	
70126125	0.059690	25	70129108	0.003270	8	70131123	0.00353	23	
70126126	0.10916	26	70129109	0.00713	9	70131124	0.004708	24	
70126127	0.03499	27	70129110	0.020598	10	70131125	0.007292	25	
70126128	0.04701	28	70129111	0.02686	11	70131126	0.01236	26	
70126129	0.02967	29	70129112	0.12853	12	70131127	0.010191	27	
70126130	0.01832	30	70129113	0.259770	13	70131128	0.026977	28	
70126131	0.00531	31	70129114	0.12688	14	70131129	0.043200	29	
*			70129115	0.022841	15	70131130	0.067800	30	
70127101	0.000068	1	70129116	0.000701	16	70131131	0.21612	31	
70127102	0.000169	2	70129117	0.000321	17	*			
70127103	0.000450	3	70129118	0.001060	18	*Between RPV and WCP			
70127104	0.000585	4	70129119	0.001440	19	70200000	50	300.0	0.5
70127105	0.00135	5	70129120	0.001910	20	70201001	1301001	1	0.95
70127106	0.002689	6	70129121	0.003130	21	70202001	1500001	1	0.95
70127107	0.005614	7	70129122	0.004490	22	70203001	1500002	1	0.95
70127108	0.01522	8	70129123	0.006540	23	70204001	1500003	1	0.95
70127109	0.049781	9	70129124	0.010320	24	70205001	1500004	1	0.95
70127110	0.15901	10	70129125	0.018320	25	70206001	1500005	1	0.95
70127111	0.137298	11	70129126	0.029670	26	70207001	1500006	1	0.95
70127112	0.160763	12	70129127	0.0223	27	70208001	1500007	1	0.95
70127113	0.04991	13	70129128	0.059690	28	70209001	1500008	1	0.95
70127114	0.01476	14	70129129	0.16251	29	70210001	1500009	1	0.95
70127115	0.002969	15	70129130	0.05969	30	70211001	1500010	1	0.95
70127116	0.000967	16	70129131	0.01872	31	70212001	1500011	1	0.95
70127117	0.000618	17	*			70213001	1500012	1	0.95
70127118	0.001706	18	70130101	0.000034	1	70214001	1500013	1	0.95
70127119	0.002850	19	70130102	0.000066	2	70215001	1500014	1	0.95
70127120	0.004200	20	70130103	0.000114	3	70216001	1500015	1	0.95
70127121	0.005963	21	70130104	0.000192	4	*			
70127122	0.008869	22	70130105	0.000252	5	70217001	3101001	1	0.95
70127123	0.016238	23	70130106	0.000486	6	70218001	3101002	1	0.95
70127124	0.026531	24	70130107	0.000774	7	70219001	3101003	1	0.95
70127125	0.04107	25	70130108	0.001458	8	70220001	3101004	1	0.95
70127126	0.065606	26	70130109	0.003270	9	70221001	3101005	1	0.95
70127127	0.08285	27	70130110	0.00713	10	70222001	3101006	1	0.95
70127128	0.06563	28	70130111	0.00813	11	70223001	3101007	1	0.95
70127129	0.04203	29	70130112	0.03989	12	70224001	3101008	1	0.95
70127130	0.02596	30	70130113	0.12853	13	70225001	3101009	1	0.95
70127131	0.00828	31	70130114	0.338784	14	70226001	3101010	1	0.95
*			70130115	0.07092	15	70227001	3101011	1	0.95
70128101	0.000062	1	70130116	0.000419	16	70228001	3101012	1	0.95
70128102	0.000192	2	70130117	0.00029	17	70229001	3101013	1	0.95
70128103	0.000252	3	70130118	0.000700	18	70230001	3101014	1	0.95
70128104	0.000486	4	70130119	0.001060	19	70231001	3101015	1	0.95
70128105	0.000774	5	70130120	0.001440	20	70232001	3101016	1	0.95
70128106	0.001458	6	70130121	0.001910	21	70233001	3101017	1	0.95
70128107	0.003270	7	70130122	0.003130	22	*			
70128108	0.00713	8	70130123	0.004490	23	70234001	3102001	0	0.95
70128109	0.020598	9	70130124	0.006540	24	70235001	3102002	0	0.95
70128110	0.07045	10	70130125	0.010320	25	70236001	3102003	0	0.95
70128111	0.08494	11	70130126	0.018320	26	70237001	3102004	0	0.95
70128112	0.236736	12	70130127	0.01403	27	70238001	3102005	0	0.95
70128113	0.12688	13	70130128	0.037830	28	70239001	3102006	0	0.95
70128114	0.039534	14	70130129	0.059690	29	70240001	3102007	0	0.95
70128115	0.007119	15	70130130	0.21042	30	70241001	3102008	0	0.95
70128116	0.000749	16	70130131	0.02938	31	70242001	3102009	0	0.95
70128117	0.000477	17	*			70243001	3102010	0	0.95
70128118	0.001440	18	70131101	0.000024	1	70244001	3102011	0	0.95
70128119	0.001910	19	70131102	0.000083	2	70245001	3102012	0	0.95
70128120	0.003130	20	70131103	0.000083	3	70246001	3102013	0	0.95
70128121	0.004490	21	70131104	0.000166	4	70247001	3102014	0	0.95
70128122	0.006540	22	70131105	0.00025	5	70248001	3102015	0	0.95

70249001	3102016	0	0.95	70203105	0.0839838	20	70205112	0.0059413	27
70250001	3102017	0	0.95	70203106	0.0549716	21	70205113	0.0021783	28
*				70203107	0.031376	22	70205114	0.0027719	29
70201101	0.0	16		70203108	0.0179034	23	70205115	0.0019345	30
70201102	0.3340643	17		70203109	0.009752	24	70205116	0.001431	31
70201103	0.0365647	18		70203110	0.0059413	25	70205117	0.0004293	32
70201104	0.0648773	19		70203111	0.0036093	26	70205118	0.0035086	33
70201105	0.0391352	20		70203112	0.0022737	27	70205119	0.0545294	34
70201106	0.0217671	21		70203113	0.0010017	28	70205120	0.0139543	35
70201107	0.0123755	22		70203114	0.001431	29	70205121	0.0482361	36
70201108	0.007102	23		70203115	0.0009222	30	70205122	0.0740015	37
70201109	0.0043566	24		70203116	0.0006413	31	70205123	0.0875704	38
70201110	0.0026659	25		70203117	0.0002438	32	70205124	0.0744762	39
70201111	0.0019345	26		70203118	0.0021306	33	70205125	0.0487484	40
70201112	0.0013621	27		70203119	0.1559225	34	70205126	0.027824	41
70201113	0.0004823	28		70203120	0.0347988	35	70205127	0.0158766	42
70201114	0.0007526	29		70203121	0.0875704	36	70205128	0.008648	43
70201115	0.0005406	30		70203122	0.0744762	37	70205129	0.0052687	44
70201116	0.0003975	31		70203123	0.0487484	38	70205130	0.0019317	45
70201117	0.0001272	32		70203124	0.027824	39	70205131	0.0024581	46
70201118	0.0014946	33		70203125	0.0158766	40	70205132	0.0017155	47
70201119	0.2962457	34		70203126	0.008648	41	70205133	0.001269	48
70201120	0.0324253	35		70203127	0.0052687	42	70205134	0.0003807	49
70201121	0.0575327	36		70203128	0.0032007	43	70205135	0.0031114	50
70201122	0.0347048	37		70203129	0.0020163	44			
70201123	0.0193029	38		70203130	0.0008883	45	*		
70201124	0.0109745	39		70203131	0.001269	46	70206101	0.0	16
70201125	0.006298	40		70203132	0.0008178	47	70206102	0.0368032	17
70201126	0.0038634	41		70203133	0.0005687	48	70206103	0.0092697	18
70201127	0.0023641	42		70203134	0.0002162	49	70206104	0.0311534	19
70201128	0.0017155	43		70203135	0.0018894	50	70206105	0.0543939	20
70201129	0.0012079	44		*			70206106	0.0834485	21
70201130	0.0004277	45		70204101	0.0	16	70206107	0.0987496	22
70201131	0.0006674	46		70204102	0.1046379	17	70206108	0.0839838	23
70201132	0.0004794	47		70204103	0.0269823	18	70206109	0.0549716	24
70201133	0.0003525	48		70204104	0.0834485	19	70206110	0.031376	25
70201134	0.0001128	49		70204105	0.0987496	20	70206111	0.0179034	26
70201135	0.0013254	50		70204106	0.0839838	21	70206112	0.009752	27
*				70204107	0.0549716	22	70206113	0.0035563	28
70202101	0.0	16		70204108	0.031376	23	70206114	0.0045633	29
70202102	0.2430527	17		70204109	0.0179034	24	70206115	0.0027719	30
70202103	0.0436826	18		70204110	0.009752	25	70206116	0.0019345	31
70202104	0.0911759	19		70204111	0.0059413	26	70206117	0.0006837	32
70202105	0.062805	20		70204112	0.0036093	27	70206118	0.0046852	33
70202106	0.036782	21		70204113	0.0013409	28	70206119	0.0326368	34
70202107	0.0207972	22		70204114	0.0019345	29	70206120	0.0082203	35
70202108	0.0113579	23		70204115	0.001431	30	70206121	0.0276266	36
70202109	0.0067416	24		70204116	0.0009222	31	70206122	0.0482361	37
70202110	0.0042135	25		70204117	0.0002915	32	70206123	0.0740015	38
70202111	0.0025493	26		70204118	0.0027242	33	70206124	0.0875704	39
70202112	0.001802	27		70204119	0.0927921	34	70206125	0.0744762	40
70202113	0.0008268	28		70204120	0.0239277	35	70206126	0.0487484	41
70202114	0.0009593	29		70204121	0.0740015	36	70206127	0.027824	42
70202115	0.0006943	30		70204122	0.0875704	37	70206128	0.0158766	43
70202116	0.0005512	31		70204123	0.0744762	38	70206129	0.008648	44
70202117	0.0001908	32		70204124	0.0487484	39	70206130	0.0031537	45
70202118	0.0018179	33		70204125	0.027824	40	70206131	0.0040467	46
70202119	0.2155373	34		70204126	0.0158766	41	70206132	0.0024581	47
70202120	0.0387374	35		70204127	0.008648	42	70206133	0.0017155	48
70202121	0.0808541	36		70204128	0.0052687	43	70206134	0.0006063	49
70202122	0.055695	37		70204129	0.0032007	44	70206135	0.0041548	50
70202123	0.032618	38		70204130	0.0011891	45	*		
70202124	0.0184428	39		70204131	0.0017155	46	70207101	0.0	16
70202125	0.0100721	40		70204132	0.001269	47	70207102	0.0236168	17
70202126	0.0059784	41		70204133	0.0008178	48	70207103	0.0048177	18
70202127	0.0037365	42		70204134	0.0002585	49	70207104	0.0176384	19
70202128	0.0022607	43		70204135	0.0024158	50	70207105	0.0311534	20
70202129	0.001598	44		*			70207106	0.0543939	21
70202130	0.0007332	45		70205101	0.0	16	70207107	0.0834485	22
70202131	0.0008507	46		70205102	0.0614906	17	70207108	0.0987496	23
70202132	0.0006157	47		70205103	0.0157357	18	70207109	0.0839838	24
70202133	0.0004888	48		70205104	0.0543939	19	70207110	0.0549716	25
70202134	0.0001692	49		70205105	0.0834485	20	70207111	0.031376	26
70202135	0.0016121	50		70205106	0.0987496	21	70207112	0.0179034	27
*				70205107	0.0839838	22	70207113	0.0057293	28
70203101	0.0	16		70205108	0.0549716	23	70207114	0.007579	29
70203102	0.1758275	17		70205109	0.031376	24	70207115	0.0045633	30
70203103	0.0392412	18		70205110	0.0179034	25	70207116	0.0027719	31
70203104	0.0987496	19		70205111	0.009752	26	70207117	0.0008851	32

70207118	0.0064183	33	70209125	0.0482361	40	70211132	0.037036	47
70207119	0.0209432	34	70209126	0.0740015	41	70211133	0.0201724	48
70207120	0.0042723	35	70209127	0.0875704	42	70211134	0.0060677	49
70207121	0.0156416	36	70209128	0.0744762	43	70211135	0.0251732	50
70207122	0.0276266	37	70209129	0.0487484	44	*		
70207123	0.0482361	38	70209130	0.0170704	45	70212101	0.0	16
70207124	0.0740015	39	70209131	0.0201724	46	70212102	0.0044997	17
70207125	0.0875704	40	70209132	0.0115385	47	70212103	0.0005883	18
70207126	0.0744762	41	70209133	0.006721	48	70212104	0.0018338	19
70207127	0.0487484	42	70209134	0.001974	49	70212105	0.0026394	20
70207128	0.027824	43	70209135	0.0110074	50	70212106	0.0041976	21
70207129	0.0158766	44	*		70212107	0.0065508	22	
70207130	0.0050807	45	70210101	0.0	16	70212108	0.0110982	23
70207131	0.006721	46	70210102	0.0077592	17	70212109	0.0199969	24
70207132	0.0040467	47	70210103	0.0011766	18	70212110	0.0351443	25
70207133	0.0024581	48	70210104	0.0035881	19	70212111	0.0613157	26
70207134	0.0007849	49	70210105	0.0059307	20	70212112	0.0900894	27
70207135	0.0056917	50	70210106	0.0099799	21	70212113	0.0536148	28
*			70210107	0.0176384	22	70212114	0.0900152	29
70208101	0.0	16	70210108	0.0311534	23	70212115	0.0614853	30
70208102	0.0155184	17	70210109	0.0543939	24	70212116	0.0357644	31
70208103	0.0029362	18	70210110	0.0834485	25	70212117	0.009805	32
70208104	0.0099799	19	70210111	0.0987496	26	70212118	0.0413612	33
70208105	0.0176384	20	70210112	0.0839838	27	70212119	0.0039903	34
70208106	0.0311534	21	70210113	0.0324572	28	70212120	0.0005217	35
70208107	0.0543939	22	70210114	0.041764	29	70212121	0.0016262	36
70208108	0.0834485	23	70210115	0.0227476	30	70212122	0.0023406	37
70208109	0.0987496	24	70210116	0.0130115	31	70212123	0.0037224	38
70208110	0.0839838	25	70210117	0.0037683	32	70212124	0.0058092	39
70208111	0.0549716	26	70210118	0.0184493	33	70212125	0.0098418	40
70208112	0.031376	27	70210119	0.0068808	34	70212126	0.0177331	41
70208113	0.0106212	28	70210120	0.0010434	35	70212127	0.0311657	42
70208114	0.0130115	29	70210121	0.0031819	36	70212128	0.0543743	43
70208115	0.007579	30	70210122	0.0052593	37	70212129	0.0798906	44
70208116	0.0045633	31	70210123	0.0088501	38	70212130	0.0475452	45
70208117	0.0013462	32	70210124	0.0156416	39	70212131	0.0798248	46
70208118	0.0087291	33	70210125	0.0276266	40	70212132	0.0545247	47
70208119	0.0137616	34	70210126	0.0482361	41	70212133	0.0317156	48
70208120	0.0026038	35	70210127	0.0740015	42	70212134	0.008695	49
70208121	0.0088501	36	70210128	0.0875704	43	70212135	0.0366788	50
70208122	0.0156416	37	70210129	0.0744762	44	*		
70208123	0.0276266	38	70210130	0.0287828	45	70213101	0.0	16
70208124	0.0482361	39	70210131	0.037036	46	70213102	0.0036411	17
70208125	0.0740015	40	70210132	0.0201724	47	70213103	0.0004346	18
70208126	0.0875704	41	70210133	0.0115385	48	70213104	0.0013727	19
70208127	0.0744762	42	70210134	0.0033417	49	70213105	0.0020458	20
70208128	0.0487484	43	70210135	0.0163607	50	70213106	0.002862	21
70208129	0.027824	44	*		70213107	0.0045633	22	
70208130	0.0094188	45	70211101	0.0	16	70213108	0.0076744	23
70208131	0.0115385	46	70211102	0.0056127	17	70213109	0.0126617	24
70208132	0.006721	47	70211103	0.000848	18	70213110	0.0230868	25
70208133	0.0040467	48	70211104	0.0024751	19	70213111	0.0408789	26
70208134	0.0011938	49	70211105	0.0035881	20	70213112	0.0687304	27
70208135	0.0077409	50	70211106	0.005936	21	70213113	0.047117	28
*			70211107	0.0099799	22	70213114	0.0987496	29
70209101	0.0	16	70211108	0.0176384	23	70213115	0.0839838	30
70209102	0.0107484	17	70211109	0.0311534	24	70213116	0.0549716	31
70209103	0.0017755	18	70211110	0.0543939	25	70213117	0.0161597	32
70209104	0.0059307	19	70211111	0.0834485	26	70213118	0.0610666	33
70209105	0.0099799	20	70211112	0.0987496	27	70213119	0.0032289	34
70209106	0.0176384	21	70211113	0.0487229	28	70213120	0.0003854	35
70209107	0.0311534	22	70211114	0.0677128	29	70213121	0.0012173	36
70209108	0.0543939	23	70211115	0.041764	30	70213122	0.0018142	37
70209109	0.0834485	24	70211116	0.0227476	31	70213123	0.002538	38
70209110	0.0987496	25	70211117	0.0068423	32	70213124	0.0040467	39
70209111	0.0839838	26	70211118	0.0283868	33	70213125	0.0068056	40
70209112	0.0549716	27	70211119	0.0049773	34	70213126	0.0112283	41
70209113	0.0192496	28	70211120	0.000752	35	70213127	0.0204732	42
70209114	0.0227476	29	70211121	0.0021949	36	70213128	0.0362511	43
70209115	0.0130115	30	70211122	0.0031819	37	70213129	0.0609496	44
70209116	0.007579	31	70211123	0.005264	38	70213130	0.041783	45
70209117	0.002226	32	70211124	0.0088501	39	70213131	0.0875704	46
70209118	0.0124126	33	70211125	0.0156416	40	70213132	0.0744762	47
70209119	0.0095316	34	70211126	0.0276266	41	70213133	0.0487484	48
70209120	0.0015745	35	70211127	0.0482361	42	70213134	0.0143303	49
70209121	0.0052593	36	70211128	0.0740015	43	70213135	0.0541534	50
70209122	0.0088501	37	70211129	0.0875704	44	*		
70209123	0.0156416	38	70211130	0.0432071	45	70214101	0.0	16
70209124	0.0276266	39	70211131	0.0600472	46	70214102	0.0028832	17

70214103	0.0003021	18	70216110	0.0052417	25	70218102	0.015984	2
70214104	0.0008904	19	70216111	0.0087344	26	70218103	0.033137	3
70214105	0.0013727	20	70216112	0.0148771	27	70218104	0.022785	4
70214106	0.0020458	21	70216113	0.0124603	28	70218105	0.013288	5
70214107	0.002862	22	70216114	0.0361354	29	70218106	0.007828	6
70214108	0.0045633	23	70216115	0.0627149	30	70218107	0.004068	7
70214109	0.0076744	24	70216116	0.091531	31	70218108	0.002479	8
70214110	0.0126617	25	70216117	0.0436826	32	70218109	0.001499	9
70214111	0.0230868	26	70216118	0.2432647	33	70218110	0.000994	10
70214112	0.0408789	27	70216119	0.0017813	34	70218111	0.000716	11
70214113	0.0323989	28	70216120	0.0001222	35	70218112	0.000265	12
70214114	0.0834485	29	70216121	0.0005076	36	70218113	0.000367	13
70214115	0.0987496	30	70216122	0.000611	37	70218114	0.000255	14
70214116	0.0839838	31	70216123	0.0009118	38	70218115	0.000246	15
70214117	0.0267438	32	70216124	0.0013301	39	70218116	0.000050	16
70214118	0.1054541	33	70216125	0.0020821	40	70218117	0.087554	17
70214119	0.0025568	34	70216126	0.002726	41	70218118	0.2308207	18
70214120	0.0002679	35	70216127	0.0046483	42	70218119	0.023373	19
70214121	0.0007896	36	70216128	0.0077456	43	70218120	0.0195305	20
70214122	0.0012173	37	70216129	0.0131929	44	70218121	0.0156191	21
70214123	0.0018142	38	70216130	0.0110497	45	70218122	0.0122112	22
70214124	0.002538	39	70216131	0.0320446	46	70218123	0.0099958	23
70214125	0.0040467	40	70216132	0.0556151	47	70218124	0.007791	24
70214126	0.0068056	41	70216133	0.081169	48	70218125	0.0061056	25
70214127	0.0112283	42	70216134	0.0387374	49	70218126	0.0045474	26
70214128	0.0204732	43	70216135	0.2157253	50	70218127	0.0035192	27
70214129	0.0362511	44	*			70218128	0.0015741	28
70214130	0.0287311	45	70217101	0.021059	1	70218129	0.0025758	29
70214131	0.0740015	46	70217102	0.006821	2	70218130	0.0018921	30
70214132	0.0875704	47	70217103	0.011387	3	70218131	0.0016748	31
70214133	0.0744762	48	70217104	0.006777	4	70218132	0.0006254	32
70214134	0.0237162	49	70217105	0.003982	5	70218133	0.0090948	33
70214135	0.0935159	50	70217106	0.002384	6	70218134	0.149977	34
*			70217107	0.001530	7	70218135	0.1709743	35
70215101	0.0	16	70217108	0.001005	8	70218136	0.020727	36
70215102	0.002279	17	70217109	0.000696	9	70218137	0.0173195	37
70215103	0.0002915	18	70217110	0.000503	10	70218138	0.0138509	38
70215104	0.0006148	19	70217111	0.000364	11	70218139	0.0108288	39
70215105	0.0008904	20	70217112	0.000155	12	70218140	0.0088642	40
70215106	0.0013727	21	70217113	0.000236	13	70218141	0.006909	41
70215107	0.0020458	22	70217114	0.000187	14	70218142	0.0054144	42
70215108	0.002862	23	70217115	0.000148	15	70218143	0.0040326	43
70215109	0.0045633	24	70217116	0.000056	16	70218144	0.0031208	44
70215110	0.0076744	25	70217117	0.4341235	17	70218145	0.0013959	45
70215111	0.0126617	26	70217118	0.0067151	18	70218146	0.0022842	46
70215112	0.0230868	27	70217119	0.0131758	19	70218147	0.0016779	47
70215113	0.0188839	28	70217120	0.0100806	20	70218148	0.0014852	48
70215114	0.0543939	29	70217121	0.0086284	21	70218149	0.0005546	49
70215115	0.0834485	30	70217122	0.0065084	22	70218150	0.0080652	50
70215116	0.0987496	31	70217123	0.0049025	23	*		
70215117	0.0403913	32	70217124	0.0037736	24	70219101	0.023107	1
70215118	0.1757904	33	70217125	0.0029521	25	70219102	0.014457	2
70215119	0.002021	34	70217126	0.0023532	26	70219103	0.036135	3
70215120	0.0002585	35	70217127	0.0020723	27	70219104	0.030536	4
70215121	0.0005452	36	70217128	0.0008215	28	70219105	0.019904	5
70215122	0.0007896	37	70217129	0.0014681	29	70219106	0.011400	6
70215123	0.0012173	38	70217130	0.0011872	30	70219107	0.006454	7
70215124	0.0018142	39	70217131	0.0008215	31	70219108	0.003652	8
70215125	0.002538	40	70217132	0.0003657	32	70219109	0.002170	9
70215126	0.0040467	41	70217133	0.0058989	33	70219110	0.001313	10
70215127	0.0068056	42	70217134	0.3732565	34	70219111	0.000906	11
70215128	0.0112283	43	70217135	0.0059549	35	70219112	0.000358	12
70215129	0.0204732	44	70217136	0.0116842	36	70219113	0.000502	13
70215130	0.0167461	45	70217137	0.0089394	37	70219114	0.000326	14
70215131	0.0482361	46	70217138	0.0076516	38	70219115	0.000225	15
70215132	0.0740015	47	70217139	0.0057716	39	70219116	0.000091	16
70215133	0.0875704	48	70217140	0.0043475	40	70219117	0.074443	17
70215134	0.0358187	49	70217141	0.0033464	41	70219118	0.010128	18
70215135	0.1558896	50	70217142	0.0026179	42	70219119	0.2439828	19
*			70217143	0.0020868	43	70219120	0.0224243	20
70216101	0.0	16	70217144	0.0018377	44	70219121	0.0180677	21
70216102	0.0020087	17	70217145	0.0007285	45	70219122	0.0148771	22
70216103	0.0001378	18	70217146	0.0013019	46	70219123	0.0114851	23
70216104	0.0005724	19	70217147	0.0010528	47	70219124	0.0095029	24
70216105	0.000689	20	70217148	0.0007285	48	70219125	0.0073034	25
70216106	0.0010282	21	70217149	0.0003243	49	70219126	0.0055968	26
70216107	0.0014999	22	70217150	0.0052311	50	70219127	0.0041658	27
70216108	0.0023479	23	*			70219128	0.0017649	28
70216109	0.003074	24	70218101	0.030053	1	70219129	0.0029998	29

70219130	0.0023426	30	70221107	0.019904	7	70222135	0.0048269	35
70219131	0.0017596	31	70221108	0.011400	8	70222136	0.0128028	36
70219132	0.0007897	32	70221109	0.006454	9	70222137	0.016074	37
70219133	0.010335	33	70221110	0.003652	10	70222138	0.0192935	38
70219134	0.122388	34	70221111	0.002172	11	70222139	0.1566427	39
70219135	0.0086245	35	70221112	0.000819	12	70222140	0.0198857	40
70219136	0.1749077	36	70221113	0.001047	13	70222141	0.0160223	41
70219137	0.0198857	37	70221114	0.000749	14	70222142	0.0131929	42
70219138	0.0160223	38	70221115	0.000502	15	70222143	0.0101849	43
70219139	0.0131929	39	70221116	0.000163	16	70222144	0.0084271	44
70219140	0.0101849	40	70221117	0.048750	17	70222145	0.0034874	45
70219141	0.0084271	41	70221118	0.0067416	18	70222146	0.0057058	46
70219142	0.0064766	42	70221119	0.018126	19	70222147	0.0043428	47
70219143	0.0049632	43	70221120	0.022424	20	70222148	0.0031631	48
70219144	0.0036942	44	70221121	0.2398707	21	70222149	0.0012314	49
70219145	0.0015651	45	70221122	0.0224243	22	70222150	0.0160787	50
70219146	0.0026602	46	70221123	0.0180677	23	*		
70219147	0.0020774	47	70221124	0.0148771	24	70223101	0.002529	1
70219148	0.0015604	48	70221125	0.0114851	25	70223102	0.001801	2
70219149	0.0007003	49	70221126	0.0095029	26	70223103	0.006551	3
70219150	0.009165	50	70221127	0.0073034	27	70223104	0.011481	4
*			70221128	0.0030634	28	70223105	0.020115	5
70220101	0.013939	1	70221129	0.0048972	29	70223106	0.030732	6
70220102	0.009959	2	70221130	0.0035669	30	70223107	0.036135	7
70220103	0.030732	3	70221131	0.0029998	31	70223108	0.030536	8
70220104	0.036135	4	70221132	0.0011766	32	70223109	0.019904	9
70220105	0.030536	5	70221133	0.01484	33	70223110	0.011400	10
70220106	0.019904	6	70221134	0.0700441	34	70223111	0.006454	11
70220107	0.011400	7	70221135	0.0059784	35	70223112	0.002166	12
70220108	0.006454	8	70221136	0.016074	36	70223113	0.002808	13
70220109	0.003652	9	70221137	0.0192935	37	70223114	0.001670	14
70220110	0.002170	10	70221138	0.1592527	38	70223115	0.001047	15
70220111	0.001313	11	70221139	0.0198857	39	70223116	0.000372	16
70220112	0.000515	12	70221140	0.0160223	40	70223117	0.027699	17
70220113	0.000749	13	70221141	0.0131929	41	70223118	0.004332	18
70220114	0.000502	14	70221142	0.0101849	42	70223119	0.0113632	19
70220115	0.000326	15	70221143	0.0084271	43	70223120	0.014877	20
70220116	0.000109	16	70221144	0.0064766	44	70223121	0.018126	21
70220117	0.056955	17	70221145	0.0027166	45	70223122	0.022424	22
70220118	0.0085224	18	70221146	0.0043428	46	70223123	0.2387076	23
70220119	0.022424	19	70221147	0.0031631	47	70223124	0.0224243	24
70220120	0.2433893	20	70221148	0.0026602	48	70223125	0.0180677	25
70220121	0.0224243	21	70221149	0.0010434	49	70223126	0.0148771	26
70220122	0.0180677	22	70221150	0.01316	50	70223127	0.0114851	27
70220123	0.0148771	23	*			70223128	0.005194	28
70220124	0.0114851	24	70222101	0.004408	1	70223129	0.0082415	29
70220125	0.0095029	25	70222102	0.003298	2	70223130	0.0064342	30
70220126	0.0073034	26	70222103	0.011481	3	70223131	0.0048972	31
70220127	0.0055968	27	70222104	0.020115	4	70223132	0.0016907	32
70220128	0.0023638	28	70222105	0.030732	5	70223133	0.0221434	33
70220129	0.0035669	29	70222106	0.036135	6	70223134	0.0422483	34
70220130	0.0029998	30	70222107	0.030536	7	70223135	0.0037271	35
70220131	0.0023426	31	70222108	0.019904	8	70223136	0.0100768	36
70220132	0.0008162	32	70222109	0.011400	9	70223137	0.0128028	37
70220133	0.0123702	33	70222110	0.006454	10	70223138	0.016074	38
70220134	0.0919555	34	70222111	0.003652	11	70223139	0.0192935	39
70220135	0.0075576	35	70222112	0.001278	12	70223140	0.1547077	40
70220136	0.0192935	36	70222113	0.001670	13	70223141	0.0198857	41
70220137	0.1669477	37	70222114	0.001047	14	70223142	0.0160223	42
70220138	0.0198857	38	70222115	0.000749	15	70223143	0.0131929	43
70220139	0.0160223	39	70222116	0.000238	16	70223144	0.0101849	44
70220140	0.0131929	40	70222117	0.036772	17	70223145	0.004606	45
70220141	0.0101849	41	70222118	0.005292	18	70223146	0.0073085	46
70220142	0.0084271	42	70222119	0.014877	19	70223147	0.0057058	47
70220143	0.0064766	43	70222120	0.018126	20	70223148	0.0043428	48
70220144	0.0049632	44	70222121	0.022424	21	70223149	0.0014993	49
70220145	0.0020962	45	70222122	0.2394989	22	70223150	0.0196366	50
70220146	0.0031631	46	70222123	0.0224243	23	*		
70220147	0.0026602	47	70222124	0.0180677	24	70224101	0.001552	1
70220148	0.0020774	48	70222125	0.0148771	25	70224102	0.001069	2
70220149	0.0007238	49	70222126	0.0114851	26	70224103	0.003569	3
70220150	0.0109698	50	70222127	0.0095029	27	70224104	0.006551	4
*			70222128	0.0039326	28	70224105	0.011481	5
70221101	0.007753	1	70222129	0.0064342	29	70224106	0.020115	6
70221102	0.005832	2	70222130	0.0048972	30	70224107	0.030732	7
70221103	0.020115	3	70222131	0.0035669	31	70224108	0.036135	8
70221104	0.030732	4	70222132	0.0013886	32	70224109	0.030536	9
70221105	0.036135	5	70222133	0.0181313	33	70224110	0.019904	10
70221106	0.030536	6	70222134	0.0538432	34	70224111	0.011400	11



70224112	0.003903	12	70225140	0.016074	40	70227117	0.011708	17
70224113	0.004633	13	70225141	0.0192935	41	70227118	0.0015529	18
70224114	0.002808	14	70225142	0.1512677	42	70227119	0.004166	19
70224115	0.001670	15	70225143	0.0198857	43	70227120	0.005597	20
70224116	0.000487	16	70225144	0.0160223	44	70227121	0.007303	21
70224117	0.021321	17	70225145	0.0074683	45	70227122	0.0093386	22
70224118	0.003376	18	70225146	0.0114069	46	70227123	0.0113632	23
70224119	0.0093386	19	70225147	0.0091086	47	70227124	0.014877	24
70224120	0.0113632	20	70225148	0.0073085	48	70227125	0.018126	25
70224121	0.014877	21	70225149	0.00282	49	70227126	0.022424	26
70224122	0.018126	22	70225150	0.0305688	50	70227127	0.2303141	27
70224123	0.022424	23	*			70227128	0.0125557	28
70224124	0.2373372	24	70226101	0.000689	1	70227129	0.0200764	29
70224125	0.0224243	25	70226102	0.000404	2	70227130	0.0162816	30
70224126	0.0180677	26	70226103	0.001321	3	70227131	0.0128631	31
70224127	0.0148771	27	70226104	0.002174	4	70227132	0.0047435	32
70224128	0.0064077	28	70226105	0.003569	5	70227133	0.0570015	33
70224129	0.0102714	29	70226106	0.006551	6	70227134	0.0173759	34
70224130	0.0082415	30	70226107	0.011481	7	70227135	0.0013771	35
70224131	0.0064342	31	70226108	0.020115	8	70227136	0.0037741	36
70224132	0.0023373	32	70226109	0.030732	9	70227137	0.0048316	37
70224133	0.0274169	33	70226110	0.036135	10	70227138	0.0062463	38
70224134	0.0332196	34	70226111	0.030536	11	70227139	0.0082814	39
70224135	0.0028012	35	70226112	0.011966	12	70227140	0.0100768	40
70224136	0.0082814	36	70226113	0.014959	13	70227141	0.0128028	41
70224137	0.0100768	37	70226114	0.008448	14	70227142	0.016074	42
70224138	0.0128028	38	70226115	0.004633	15	70227143	0.0192935	43
70224139	0.016074	39	70226116	0.001385	16	70227144	0.1478577	44
70224140	0.0192935	40	70226117	0.013296	17	70227145	0.0111343	45
70224141	0.1529727	41	70226118	0.001971	18	70227146	0.0178036	46
70224142	0.0198857	42	70226119	0.005597	19	70227147	0.0144384	47
70224143	0.0160223	43	70226120	0.007303	20	70227148	0.0114069	48
70224144	0.0131929	44	70226121	0.0093386	21	70227149	0.0042065	49
70224145	0.0056823	45	70226122	0.0113632	22	70227150	0.0505485	50
70224146	0.0091086	46	70226123	0.014877	23	*		
70224147	0.0073085	47	70226124	0.018126	24	70228101	0.000322	1
70224148	0.0057058	48	70226125	0.022424	25	70228102	0.000246	2
70224149	0.0020727	49	70226126	0.2334157	26	70228103	0.000687	3
70224150	0.0243131	50	70226127	0.0224243	27	70228104	0.000920	4
*			70226128	0.0102078	28	70228105	0.001495	5
70225101	0.000950	1	70226129	0.0162816	29	70228106	0.002440	6
70225102	0.000668	2	70226130	0.0128631	30	70228107	0.003931	7
70225103	0.002174	3	70226131	0.0102714	31	70228108	0.007287	8
70225104	0.003569	4	70226132	0.0040757	32	70228109	0.013207	9
70225105	0.006551	5	70226133	0.0440907	33	70228110	0.022269	10
70225106	0.011481	6	70226134	0.0212581	34	70228111	0.033429	11
70225107	0.020115	7	70226135	0.0018283	35	70228112	0.019619	12
70225108	0.030732	8	70226136	0.0048316	36	70228113	0.032327	13
70225109	0.036135	9	70226137	0.0062463	37	70228114	0.022229	14
70225110	0.030536	10	70226138	0.0082814	38	70228115	0.012956	15
70225111	0.019904	11	70226139	0.0100768	39	70228116	0.003705	16
70225112	0.006859	12	70226140	0.0128028	40	70228117	0.008703	17
70225113	0.008448	13	70226141	0.016074	41	70228118	0.0012826	18
70225114	0.004633	14	70226142	0.0192935	42	70228119	0.003309	19
70225115	0.002808	15	70226143	0.1496777	43	70228120	0.004432	20
70225116	0.000831	16	70226144	0.0198857	44	70228121	0.0058353	21
70225117	0.016679	17	70226145	0.0090522	45	70228122	0.0073564	22
70225118	0.0026341	18	70226146	0.0144384	46	70228123	0.0098156	23
70225119	0.007303	19	70226147	0.0114069	47	70228124	0.0119303	24
70225120	0.0093386	20	70226148	0.0091086	48	70228125	0.015791	25
70225121	0.0113632	21	70226149	0.0036143	49	70228126	0.018921	26
70225122	0.014877	22	70226150	0.0390993	50	70228127	0.023542	27
70225123	0.018126	23	*			70228128	0.2177081	28
70225124	0.022424	24	70227101	0.000485	1	70228129	0.0231716	29
70225125	0.2355622	25	70227102	0.000286	2	70228130	0.0191754	30
70225126	0.0224243	26	70227103	0.000832	3	70228131	0.0155343	31
70225127	0.0180677	27	70227104	0.001321	4	70228132	0.0057081	32
70225128	0.0084217	28	70227105	0.002174	5	70228133	0.0692445	33
70225129	0.0128631	29	70227106	0.003569	6	70228134	0.0150024	34
70225130	0.0102714	30	70227107	0.006551	7	70228135	0.0011374	35
70225131	0.0082415	31	70227108	0.011481	8	70228136	0.0031443	36
70225132	0.00318	32	70227109	0.020115	9	70228137	0.0040561	37
70225133	0.0344712	33	70227110	0.030732	10	70228138	0.0051747	38
70225134	0.0263905	34	70227111	0.036135	11	70228139	0.0065236	39
70225135	0.0023359	35	70227112	0.017582	12	70228140	0.0087044	40
70225136	0.0062463	36	70227113	0.025150	13	70228141	0.0105797	41
70225137	0.0082814	37	70227114	0.014959	14	70228142	0.0136112	42
70225138	0.0100768	38	70227115	0.008448	15	70228143	0.016779	43
70225139	0.0128028	39	70227116	0.002359	16	70228144	0.0202147	44

70228145	0.1387472	45	70230122	0.004897	22	70231150	0.1315436	50
70228146	0.0205484	46	70230123	0.006434	23	*		
70228147	0.0170046	47	70230124	0.008242	24	70232101	0.000105	1
70228148	0.0137757	48	70230125	0.010271	25	70232102	0.000070	2
70228149	0.0050619	49	70230126	0.0127412	26	70232103	0.000206	3
70228150	0.0614055	50	70230127	0.0160431	27	70232104	0.000246	4
*			70230128	0.0102714	28	70232105	0.000363	5
70229101	0.000268	1	70230129	0.022424	29	70232106	0.000577	6
70229102	0.000152	2	70230130	0.218907	30	70232107	0.000747	7
70229103	0.000524	3	70230131	0.0224243	31	70232108	0.001137	8
70229104	0.000708	4	70230132	0.0084588	32	70232109	0.001880	9
70229105	0.001014	5	70230133	0.1125296	33	70232110	0.003182	10
70229106	0.001670	6	70230134	0.0105515	34	70232111	0.005778	11
70229107	0.002773	7	70230135	0.0008507	35	70232112	0.004416	12
70229108	0.004761	8	70230136	0.00235	36	70232113	0.013646	13
70229109	0.008324	9	70230137	0.0026226	37	70232114	0.022584	14
70229110	0.015282	10	70230138	0.0032759	38	70232115	0.034108	15
70229111	0.024778	11	70230139	0.0042347	39	70232116	0.015984	16
70229112	0.017567	12	70230140	0.0055413	40	70232117	0.004768	17
70229113	0.036135	13	70230141	0.0071581	41	70232118	0.000625	18
70229114	0.030536	14	70230142	0.0089206	42	70232119	0.001822	19
70229115	0.019904	15	70230143	0.0112988	43	70232120	0.001884	20
70229116	0.005730	16	70230144	0.0142269	44	70232121	0.0026712	21
70229117	0.008295	17	70230145	0.0091086	45	70232122	0.0031694	22
70229118	0.001116	18	70230146	0.0192935	46	70232123	0.003902	23
70229119	0.0029574	19	70230147	0.1483077	47	70232124	0.005394	24
70229120	0.003567	20	70230148	0.0198857	48	70232125	0.007338	25
70229121	0.004897	21	70230149	0.0075012	49	70232126	0.009405	26
70229122	0.006434	22	70230150	0.0997904	50	70232127	0.0107537	27
70229123	0.008242	23	*			70232128	0.007025	28
70229124	0.010271	24	70231101	0.000142	1	70232129	0.015802	29
70229125	0.0127412	25	70231102	0.000087	2	70232130	0.019520	30
70229126	0.0160431	26	70231103	0.000235	3	70232131	0.023972	31
70229127	0.0199704	27	70231104	0.000337	4	70232132	0.1897835	32
70229128	0.012358	28	70231105	0.000524	5	70232133	0.1797389	33
70229129	0.2247371	29	70231106	0.000708	6	70232134	0.0078349	34
70229130	0.0224243	30	70231107	0.001014	7	70232135	0.0005781	35
70229131	0.0180677	31	70231108	0.001670	8	70232136	0.0013254	36
70229132	0.0068476	32	70231109	0.002773	9	70232137	0.0019975	37
70229133	0.0856957	33	70231110	0.004761	10	70232138	0.0023688	38
70229134	0.012972	34	70231111	0.008324	11	70232139	0.0028106	39
70229135	0.0010481	35	70231112	0.006980	12	70232140	0.0035438	40
70229136	0.0026226	36	70231113	0.020115	13	70232141	0.0045402	41
70229137	0.0032759	37	70231114	0.030732	14	70232142	0.0059831	42
70229138	0.0042347	38	70231115	0.036135	15	70232143	0.0076657	43
70229139	0.0055413	39	70231116	0.014514	16	70232144	0.0095363	44
70229140	0.0071581	40	70231117	0.004641	17	70232145	0.0060442	45
70229141	0.0089206	41	70231118	0.000726	18	70232146	0.0137052	46
70229142	0.0112988	42	70231119	0.001760	19	70232147	0.0169435	47
70229143	0.0142269	43	70231120	0.002343	20	70232148	0.0205296	48
70229144	0.0177096	44	70231121	0.0029574	21	70232149	0.1425993	49
70229145	0.0106925	45	70231122	0.003567	22	70232150	0.1593911	50
70229146	0.1475337	46	70231123	0.004897	23	*		
70229147	0.0198857	47	70231124	0.006434	24	70233101	0.000094	1
70229148	0.0160223	48	70231125	0.008242	25	70233102	0.000051	2
70229149	0.0060724	49	70231126	0.010271	26	70233103	0.000138	3
70229150	0.0759943	50	70231127	0.0127412	27	70233104	0.000176	4
*			70231128	0.0081885	28	70233105	0.000227	5
70230101	0.000193	1	70231129	0.018126	29	70233106	0.000303	6
70230102	0.000110	2	70231130	0.022424	30	70233107	0.000416	7
70230103	0.000337	3	70231131	0.2120865	31	70233108	0.000565	8
70230104	0.000524	4	70231132	0.010388	32	70233109	0.000804	9
70230105	0.000708	5	70231133	0.1483364	33	70233110	0.001195	10
70230106	0.001014	6	70231134	0.0087984	34	70233111	0.001838	11
70230107	0.001670	7	70231135	0.0005875	35	70233112	0.001429	12
70230108	0.002773	8	70231136	0.0018048	36	70233113	0.003955	13
70230109	0.004761	9	70231137	0.00235	37	70233114	0.006830	14
70230110	0.008324	10	70231138	0.0026226	38	70233115	0.011385	15
70230111	0.015282	11	70231139	0.0032759	39	70233116	0.006827	16
70230112	0.011999	12	70231140	0.0042347	40	70233117	0.005899	17
70230113	0.030732	13	70231141	0.0055413	41	70233118	0.000698	18
70230114	0.036135	14	70231142	0.0071581	42	70233119	0.001829	19
70230115	0.030536	15	70231143	0.0089206	43	70233120	0.002189	20
70230116	0.009945	16	70231144	0.0112988	44	70233121	0.002627	21
70230117	0.006708	17	70231145	0.0072615	45	70233122	0.003209	22
70230118	0.000820	18	70231146	0.016074	46	70233123	0.003919	23
70230119	0.002343	19	70231147	0.0192935	47	70233124	0.004853	24
70230120	0.0029574	20	70231148	0.1528427	48	70233125	0.006101	25
70230121	0.003567	21	70231149	0.009212	49	70233126	0.007804	26

70233127	0.010089	27	70235104	0.023975	4	70236132	0.000681	32
70233128	0.006536	28	70235105	0.013982	5	70236133	0.005325	33
70233129	0.015167	29	70235106	0.008237	6	70236134	0.066016	34
70233130	0.019917	30	70235107	0.004281	7	70236135	0.008982	35
70233131	0.026254	31	70235108	0.002609	8	70236136	0.2558437	36
70233132	0.013785	32	70235109	0.001578	9	70236137	0.0198857	37
70233133	0.4106357	33	70235110	0.001045	10	70236138	0.0160223	38
70233134	0.0050243	34	70235111	0.000753	11	70236139	0.0131929	39
70233135	0.000329	35	70235112	0.000279	12	70236140	0.0101849	40
70233136	0.0007943	36	70235113	0.000386	13	70236141	0.0084271	41
70233137	0.0010434	37	70235114	0.000268	14	70236142	0.0064766	42
70233138	0.0012126	38	70235115	0.000259	15	70236143	0.0049632	43
70233139	0.0017061	39	70235116	0.000053	16	70236144	0.0036942	44
70233140	0.0020633	40	70235117	0.092128	17	70236145	0.0015651	45
70233141	0.0024111	41	70235118	0.202872	18	70236146	0.0026602	46
70233142	0.0029375	42	70235119	0.023616	19	70236147	0.0020774	47
70233143	0.0037083	43	70235120	0.020694	20	70236148	0.0015604	48
70233144	0.0049491	44	70235121	0.016370	21	70236149	0.0007003	49
70233145	0.0032336	45	70235122	0.013217	22	70236150	0.009165	50
70233146	0.0072662	46	70235123	0.010206	23	*		
70233147	0.0092402	47	70235124	0.007670	24	70237101	0.014667	1
70233148	0.0116842	48	70235125	0.006396	25	70237102	0.010479	2
70233149	0.0062181	49	70235126	0.005006	26	70237103	0.032337	3
70233150	0.358434	50	70235127	0.003771	27	70237104	0.038022	4
*			70235128	0.001661	28	70237105	0.032131	5
70234101	0.022159	1	70235129	0.002870	29	70237106	0.020944	6
70234102	0.007178	2	70235130	0.002329	30	70237107	0.011995	7
70234103	0.011982	3	70235131	0.001609	31	70237108	0.006791	8
70234104	0.007131	4	70235132	0.000686	32	70237109	0.003843	9
70234105	0.004190	5	70235133	0.005090	33	70237110	0.002284	10
70234106	0.002508	6	70235134	0.077643	34	70237111	0.001382	11
70234107	0.001609	7	70235135	0.2586208	35	70237112	0.000542	12
70234108	0.001058	8	70235136	0.020727	36	70237113	0.000788	13
70234109	0.000732	9	70235137	0.0173195	37	70237114	0.000529	14
70234110	0.000529	10	70235138	0.0138509	38	70237115	0.000343	15
70234111	0.000382	11	70235139	0.0108288	39	70237116	0.000115	16
70234112	0.000164	12	70235140	0.0088642	40	70237117	0.059931	17
70234113	0.000248	13	70235141	0.006909	41	70237118	0.008905	18
70234114	0.000196	14	70235142	0.0054144	42	70237119	0.023596	19
70234115	0.000155	15	70235143	0.0040326	43	70237120	0.198094	20
70234116	0.000059	16	70235144	0.0031208	44	70237121	0.022893	21
70234117	0.442893	17	70235145	0.0013959	45	70237122	0.019073	22
70234118	0.013649	18	70235146	0.0022842	46	70237123	0.015191	23
70234119	0.025703	19	70235147	0.0016779	47	70237124	0.011957	24
70234120	0.019312	20	70235148	0.0014852	48	70237125	0.009826	25
70234121	0.014710	21	70235149	0.0005546	49	70237126	0.007412	26
70234122	0.011308	22	70235150	0.0080652	50	70237127	0.005733	27
70234123	0.008873	23	*			70237128	0.002567	28
70234124	0.006976	24	70236101	0.024314	1	70237129	0.003887	29
70234125	0.005542	25	70236102	0.015213	2	70237130	0.003112	30
70234126	0.004464	26	70236103	0.038022	3	70237131	0.002788	31
70234127	0.003649	27	70236104	0.032131	4	70237132	0.001027	32
70234128	0.001680	28	70236105	0.020944	5	70237133	0.006995	33
70234129	0.002724	29	70236106	0.011995	6	70237134	0.050508	34
70234130	0.002216	30	70236107	0.006791	7	70237135	0.0075576	35
70234131	0.001848	31	70236108	0.003843	8	70237136	0.019886	36
70234132	0.000713	32	70236109	0.002284	9	70237137	0.2410262	37
70234133	0.005962	33	70236110	0.001382	10	70237138	0.0198857	38
70234134	0.3038929	34	70236111	0.000953	11	70237139	0.0160223	39
70234135	0.0059549	35	70236112	0.000377	12	70237140	0.0131929	40
70234136	0.0116842	36	70236113	0.000529	13	70237141	0.0101849	41
70234137	0.0089394	37	70236114	0.000343	14	70237142	0.0084271	42
70234138	0.0076516	38	70236115	0.000237	15	70237143	0.0064766	43
70234139	0.0057716	39	70236116	0.000096	16	70237144	0.0049632	44
70234140	0.0043475	40	70236117	0.078332	17	70237145	0.0020962	45
70234141	0.0033464	41	70236118	0.010657	18	70237146	0.0031631	46
70234142	0.0026179	42	70236119	0.207539	19	70237147	0.0026602	47
70234143	0.0020868	43	70236120	0.022893	20	70237148	0.0020774	48
70234144	0.0018377	44	70236121	0.019073	21	70237149	0.0007238	49
70234145	0.0007285	45	70236122	0.015191	22	70237150	0.0109698	50
70234146	0.0013019	46	70236123	0.011957	23	*		
70234147	0.0010528	47	70236124	0.009826	24	70238101	0.008158	1
70234148	0.0007285	48	70236125	0.007412	25	70238102	0.006137	2
70234149	0.0003243	49	70236126	0.005733	26	70238103	0.021166	3
70234150	0.0052311	50	70236127	0.004478	27	70238104	0.032337	4
*			70236128	0.001990	28	70238105	0.038022	5
70235101	0.031623	1	70236129	0.003112	29	70238106	0.032131	6
70235102	0.016819	2	70236130	0.002788	30	70238107	0.020944	7
70235103	0.034868	3	70236131	0.002142	31	70238108	0.011995	8

70238109	0.006791	9	70239137	0.016074	37	70241114	0.002955	14
70238110	0.003843	10	70239138	0.019886	38	70241115	0.001757	15
70238111	0.002286	11	70239139	0.2193359	39	70241116	0.000513	16
70238112	0.000862	12	70239140	0.0198857	40	70241117	0.022435	17
70238113	0.001102	13	70239141	0.0160223	41	70241118	0.003552	18
70238114	0.000788	14	70239142	0.0131929	42	70241119	0.009999	19
70238115	0.000529	15	70239143	0.0101849	43	70241120	0.012085	20
70238116	0.000172	16	70239144	0.0084271	44	70241121	0.015654	21
70238117	0.051297	17	70239145	0.0034874	45	70241122	0.019011	22
70238118	0.007122	18	70239146	0.0057058	46	70241123	0.023596	23
70238119	0.019011	19	70239147	0.0043428	47	70241124	0.181512	24
70238120	0.023596	20	70239148	0.0031631	48	70241125	0.022893	25
70238121	0.188964	21	70239149	0.0012314	49	70241126	0.019073	26
70238122	0.022893	22	70239150	0.0160787	50	70241127	0.015191	27
70238123	0.019073	23	*			70241128	0.006695	28
70238124	0.015191	24	70240101	0.002662	1	70241129	0.010585	29
70238125	0.011957	25	70240102	0.001895	2	70241130	0.008494	30
70238126	0.009826	26	70240103	0.006894	3	70241131	0.006575	31
70238127	0.007412	27	70240104	0.012081	4	70241132	0.002334	32
70238128	0.003275	28	70240105	0.021166	5	70241133	0.016164	33
70238129	0.005025	29	70240106	0.032337	6	70241134	0.018907	34
70238130	0.003887	30	70240107	0.038022	7	70241135	0.002994	35
70238131	0.003112	31	70240108	0.032131	8	70241136	0.0082814	36
70238132	0.001218	32	70240109	0.020944	9	70241137	0.0100768	37
70238133	0.008129	33	70240110	0.011995	10	70241138	0.013193	38
70238134	0.043232	34	70240111	0.006791	11	70241139	0.016074	39
70238135	0.0059784	35	70240112	0.002279	12	70241140	0.019886	40
70238136	0.016074	36	70240113	0.002955	13	70241141	0.2151589	41
70238137	0.019886	37	70240114	0.001757	14	70241142	0.0198857	42
70238138	0.225303	38	70240115	0.001102	15	70241143	0.0160223	43
70238139	0.0198857	39	70240116	0.000392	16	70241144	0.0131929	44
70238140	0.0160223	40	70240117	0.029146	17	70241145	0.0056823	45
70238141	0.0131929	41	70240118	0.004558	18	70241146	0.0091086	46
70238142	0.0101849	42	70240119	0.012085	19	70241147	0.0073085	47
70238143	0.0084271	43	70240120	0.015654	20	70241148	0.0057058	48
70238144	0.0064766	44	70240121	0.019011	21	70241149	0.0020727	49
70238145	0.0027166	45	70240122	0.023596	22	70241150	0.0243131	50
70238146	0.0043428	46	70240123	0.183571	23	*		
70238147	0.0031631	47	70240124	0.022893	24	70242101	0.000999	1
70238148	0.0026602	48	70240125	0.019073	25	70242102	0.000703	2
70238149	0.0010434	49	70240126	0.015191	26	70242103	0.002288	3
70238150	0.01316	50	70240127	0.011957	27	70242104	0.003755	4
*			70240128	0.005508	28	70242105	0.006894	5
70239101	0.004638	1	70240129	0.008494	29	70242106	0.012081	6
70239102	0.003470	2	70240130	0.006575	30	70242107	0.021166	7
70239103	0.012081	3	70240131	0.005025	31	70242108	0.032337	8
70239104	0.021166	4	70240132	0.001822	32	70242109	0.038022	9
70239105	0.032337	5	70240133	0.013833	33	70242110	0.032131	10
70239106	0.038022	6	70240134	0.024563	34	70242111	0.020944	11
70239107	0.032131	7	70240135	0.003841	35	70242112	0.007217	12
70239108	0.020944	8	70240136	0.0100768	36	70242113	0.008889	13
70239109	0.011995	9	70240137	0.013193	37	70242114	0.004875	14
70239110	0.006791	10	70240138	0.016074	38	70242115	0.002955	15
70239111	0.003843	11	70240139	0.019886	39	70242116	0.000875	16
70239112	0.001345	12	70240140	0.2165864	40	70242117	0.017551	17
70239113	0.001757	13	70240141	0.0198857	41	70242118	0.002784	18
70239114	0.001102	14	70240142	0.0160223	42	70242119	0.007685	19
70239115	0.000788	15	70240143	0.0131929	43	70242120	0.009999	20
70239116	0.000250	16	70240144	0.0101849	44	70242121	0.012085	21
70239117	0.038693	17	70240145	0.004606	45	70242122	0.015654	22
70239118	0.005568	18	70240146	0.0073085	46	70242123	0.019011	23
70239119	0.015654	19	70240147	0.0057058	47	70242124	0.023596	24
70239120	0.019011	20	70240148	0.0043428	48	70242125	0.179489	25
70239121	0.023596	21	70240149	0.0014993	49	70242126	0.022893	26
70239122	0.185867	22	70240150	0.0196366	50	70242127	0.019073	27
70239123	0.022893	23	*			70242128	0.008614	28
70239124	0.019073	24	70241101	0.001633	1	70242129	0.013407	29
70239125	0.015191	25	70241102	0.001125	2	70242130	0.010585	30
70239126	0.011957	26	70241103	0.003755	3	70242131	0.008494	31
70239127	0.009826	27	70241104	0.006894	4	70242132	0.003076	32
70239128	0.004128	28	70241105	0.012081	5	70242133	0.019693	33
70239129	0.006575	29	70241106	0.021166	6	70242134	0.014791	34
70239130	0.005025	30	70241107	0.032337	7	70242135	0.0023359	35
70239131	0.003887	31	70241108	0.038022	8	70242136	0.006477	36
70239132	0.001445	32	70241109	0.032131	9	70242137	0.0082814	37
70239133	0.011438	33	70241110	0.020944	10	70242138	0.0100768	38
70239134	0.032610	34	70241111	0.011995	11	70242139	0.013193	39
70239135	0.004632	35	70241112	0.004106	12	70242140	0.016074	40
70239136	0.013193	36	70241113	0.004875	13	70242141	0.019886	41

70242142	0.2144758	42	70244118	0.001605	18	70245146	0.0205484	46
70242143	0.0198857	43	70244119	0.004383	19	70245147	0.0170046	47
70242144	0.0160223	44	70244120	0.005889	20	70245148	0.0137757	48
70242145	0.0074683	45	70244121	0.007685	21	70245149	0.0050619	49
70242146	0.0114069	46	70244122	0.009999	22	70245150	0.0614055	50
70242147	0.0091086	47	70244123	0.012085	23	*		
70242148	0.0073085	48	70244124	0.015654	24	70246101	0.000282	1
70242149	0.00282	49	70244125	0.019011	25	70246102	0.000160	2
70242150	0.0305688	50	70244126	0.023596	26	70246103	0.000551	3
*			70244127	0.175443	27	70246104	0.000745	4
70243101	0.000725	1	70244128	0.012793	28	70246105	0.001067	5
70243102	0.000425	2	70244129	0.021014	29	70246106	0.001757	6
70243103	0.001390	3	70244130	0.016881	30	70246107	0.002918	7
70243104	0.002288	4	70244131	0.013407	31	70246108	0.005010	8
70243105	0.003755	5	70244132	0.004903	32	70246109	0.008759	9
70243106	0.006894	6	70244133	0.033179	33	70246110	0.016081	10
70243107	0.012081	7	70244134	0.010383	34	70246111	0.026072	11
70243108	0.021166	8	70244135	0.0013771	35	70246112	0.018485	12
70243109	0.032337	9	70244136	0.003694	36	70246113	0.038022	13
70243110	0.038022	10	70244137	0.004963	37	70246114	0.032131	14
70243111	0.032131	11	70244138	0.006477	38	70246115	0.020944	15
70243112	0.012591	12	70244139	0.0082814	39	70246116	0.006029	16
70243113	0.015740	13	70244140	0.0100768	40	70246117	0.008728	17
70243114	0.008889	14	70244141	0.013193	41	70246118	0.001174	18
70243115	0.004875	15	70244142	0.016074	42	70246119	0.003156	19
70243116	0.001457	16	70244143	0.019886	43	70246120	0.003753	20
70243117	0.013990	17	70244144	0.2145155	44	70246121	0.005153	21
70243118	0.002073	18	70244145	0.011343	45	70246122	0.006770	22
70243119	0.005889	19	70244146	0.0178036	46	70246123	0.008672	23
70243120	0.007685	20	70244147	0.0144384	47	70246124	0.01808	24
70243121	0.009999	21	70244148	0.0114069	48	70246125	0.013535	25
70243122	0.012085	22	70244149	0.0042065	49	70246126	0.017132	26
70243123	0.015654	23	70244150	0.0505485	50	70246127	0.021125	27
70243124	0.019011	24	*			70246128	0.013004	28
70243125	0.023596	25	70245101	0.000339	1	70246129	0.175058	29
70243126	0.177602	26	70245102	0.000259	2	70246130	0.022893	30
70243127	0.022893	27	70245103	0.000723	3	70246131	0.019073	31
70243128	0.010618	28	70245104	0.000968	4	70246132	0.007047	32
70243129	0.016881	29	70245105	0.001573	5	70246133	0.048713	33
70243130	0.013407	30	70245106	0.002597	6	70246134	0.007356	34
70243131	0.010585	31	70245107	0.004136	7	70246135	0.000990	35
70243132	0.003942	32	70245108	0.007668	8	70246136	0.0026226	36
70243133	0.024861	33	70245109	0.013897	9	70246137	0.003163	37
70243134	0.011790	34	70245110	0.023432	10	70246138	0.004343	38
70243135	0.001747	35	70245111	0.035175	11	70246139	0.005706	39
70243136	0.004963	36	70245112	0.020644	12	70246140	0.007309	40
70243137	0.006477	37	70245113	0.034016	13	70246141	0.009109	41
70243138	0.0082814	38	70245114	0.023390	14	70246142	0.0112988	42
70243139	0.0100768	39	70245115	0.013633	15	70246143	0.0142269	43
70243140	0.013193	40	70245116	0.003898	16	70246144	0.0177096	44
70243141	0.016074	41	70245117	0.009157	17	70246145	0.019059	45
70243142	0.019886	42	70245118	0.001346	18	70246146	0.2224254	46
70243143	0.2153694	43	70245119	0.003482	19	70246147	0.0198857	47
70243144	0.0198857	44	70245120	0.004664	20	70246148	0.0160223	48
70243145	0.0090522	45	70245121	0.006044	21	70246149	0.0060724	49
70243146	0.0144384	46	70245122	0.007759	22	70246150	0.0759943	50
70243147	0.0114069	47	70245123	0.010247	23	*		
70243148	0.0091086	48	70245124	0.012642	24	70247101	0.000203	1
70243149	0.0036143	49	70245125	0.016615	25	70247102	0.000116	2
70243150	0.0390993	50	70245126	0.020139	26	70247103	0.000355	3
*			70245127	0.024772	27	70247104	0.000551	4
*			70245128	0.164633	28	70247105	0.000745	5
70244101	0.000510	1	70245129	0.023789	29	70247106	0.001067	6
70244102	0.000301	2	70245130	0.020265	30	70247107	0.001757	7
70244103	0.000875	3	70245131	0.016155	31	70247108	0.002918	8
70244104	0.001390	4	70245132	0.005827	32	70247109	0.005010	9
70244105	0.002288	5	70245133	0.040647	33	70247110	0.008759	10
70244106	0.003755	6	70245134	0.007718	34	70247111	0.016081	11
70244107	0.006894	7	70245135	0.0011374	35	70247112	0.012626	12
70244108	0.012081	8	70245136	0.002935	36	70247113	0.032337	13
70244109	0.021166	9	70245137	0.003930	37	70247114	0.038022	14
70244110	0.032337	10	70245138	0.0051747	38	70247115	0.032131	15
70244111	0.038022	11	70245139	0.0065236	39	70247116	0.010464	16
70244112	0.018500	12	70245140	0.0087044	40	70247117	0.007058	17
70244113	0.026464	13	70245141	0.0105797	41	70247118	0.000863	18
70244114	0.015740	14	70245142	0.014003	42	70247119	0.002465	19
70244115	0.008889	15	70245143	0.016779	43	70247120	0.003156	20
70244116	0.002482	16	70245144	0.020877	44	70247121	0.003753	21
70244117	0.012320	17	70245145	0.2093411	45	70247122	0.005153	22

70247123	0.006770	23	*			70250128	0.006878	28
70247124	0.008672	24	70249101	0.000110	1	70250129	0.015960	29
70247125	0.010808	25	70249102	0.000073	2	70250130	0.020957	30
70247126	0.013535	26	70249103	0.000217	3	70250131	0.027626	31
70247127	0.017132	27	70249104	0.000259	4	70250132	0.014505	32
70247128	0.010761	28	70249105	0.000381	5	70250133	0.425306	33
70247129	0.023596	29	70249106	0.000608	6	70250134	0.005231	34
70247130	0.175977	30	70249107	0.000786	7	70250135	0.000619	35
70247131	0.022893	31	70249108	0.001196	8	70250136	0.001622	36
70247132	0.008712	32	70249109	0.001978	9	70250137	0.001942	37
70247133	0.061947	33	70249110	0.003348	10	70250138	0.002329	38
70247134	0.005948	34	70249111	0.006080	11	70250139	0.002846	39
70247135	0.000727	35	70249112	0.004647	12	70250140	0.003476	40
70247136	0.002077	36	70249113	0.014359	13	70250141	0.004303	41
70247137	0.0026226	37	70249114	0.023763	14	70250142	0.005410	42
70247138	0.003163	38	70249115	0.035890	15	70250143	0.006920	43
70247139	0.004343	39	70249116	0.016819	16	70250144	0.008947	44
70247140	0.005706	40	70249117	0.005017	17	70250145	0.005796	45
70247141	0.007309	41	70249118	0.000658	18	70250146	0.013450	46
70247142	0.009109	42	70249119	0.001918	19	70250147	0.017662	47
70247143	0.0112988	43	70249120	0.001982	20	70250148	0.023282	48
70247144	0.0142269	44	70249121	0.002857	21	70250149	0.012225	49
70247145	0.0091086	45	70249122	0.003372	22	70250150	0.282792	50
70247146	0.019886	46	70249123	0.004105	23			
70247147	0.2309048	47	70249124	0.005676	24			
70247148	0.0198857	48	70249125	0.007722	25			
70247149	0.0075012	49	70249126	0.009897	26			
70247150	0.0997904	50	70249127	0.011518	27			
*			70249128	0.007392	28			
70248101	0.000149	1	70249129	0.016628	29			
70248102	0.000092	2	70249130	0.020540	30			
70248103	0.000247	3	70249131	0.025224	31			
70248104	0.000355	4	70249132	0.169203	32			
70248105	0.000551	5	70249133	0.096200	33			
70248106	0.000745	6	70249134	0.004228	34			
70248107	0.001067	7	70249135	0.000555	35			
70248108	0.001757	8	70249136	0.001616	36			
70248109	0.002918	9	70249137	0.001670	37			
70248110	0.005010	10	70249138	0.0023688	38			
70248111	0.008759	11	70249139	0.0028106	39			
70248112	0.007344	12	70249140	0.003460	40			
70248113	0.021166	13	70249141	0.004783	41			
70248114	0.032337	14	70249142	0.006508	42			
70248115	0.038022	15	70249143	0.008341	43			
70248116	0.015272	16	70249144	0.0095363	44			
70248117	0.004884	17	70249145	0.006230	45			
70248118	0.000764	18	70249146	0.014013	46			
70248119	0.001852	19	70249147	0.017310	47			
70248120	0.002465	20	70249148	0.021258	48			
70248121	0.003156	21	70249149	0.2354982	49			
70248122	0.003753	22	70249150	0.1593911	50			
70248123	0.005153	23	*					
70248124	0.006770	24	70250101	0.000099	1			
70248125	0.008672	25	70250102	0.000054	2			
70248126	0.010808	26	70250103	0.000145	3			
70248127	0.013535	27	70250104	0.000186	4			
70248128	0.008718	28	70250105	0.000239	5			
70248129	0.019011	29	70250106	0.000319	6			
70248130	0.023596	30	70250107	0.000437	7			
70248131	0.181358	31	70250108	0.000595	8			
70248132	0.010556	32	70250109	0.000846	9			
70248133	0.078332	33	70250110	0.001257	10			
70248134	0.004116	34	70250111	0.001935	11			
70248135	0.000644	35	70250112	0.001503	12			
70248136	0.001560	36	70250113	0.004162	13			
70248137	0.002077	37	70250114	0.007187	14			
70248138	0.0026226	38	70250115	0.011980	15			
70248139	0.003163	39	70250116	0.007184	16			
70248140	0.004343	40	70250117	0.006207	17			
70248141	0.005706	41	70250118	0.000734	18			
70248142	0.007309	42	70250119	0.001925	19			
70248143	0.009109	43	70250120	0.002304	20			
70248144	0.0112988	44	70250121	0.002764	21			
70248145	0.0072615	45	70250122	0.003377	22			
70248146	0.016074	46	70250123	0.004124	23			
70248147	0.019886	47	70250124	0.005106	24			
70248148	0.2449005	48	70250125	0.006420	25			
70248149	0.009212	49	70250126	0.008211	26			
70248150	0.1315436	50	70250127	0.010616	27			

\* End of Input Deck

## 감사의 글

졸업을 앞두고 대학원 생활을 뒤돌아보니 입학 초기에 생각했었던 학문적 깊이를 성취하지 못한 것 같아 아쉬움만 남는 것 같습니다. 여기서 대학원 생활은 마무리 하지만 결코 짧지 않았던 석사과정동안 소중한 것들을 배울 수 있었던 시기라고 생각되어 집니다.

저를 비롯한 연구실원들에게 삶의 대한 태도를 강조하시며 사회에서 필요한 인재를 육성하고자함이 열정적이셨고 선생님의 모든 면을 보여주고자 했던 정범진 지도교수님께 감사의 마음을 전합니다. 인생에서 두 번 다시 찾아오지 못할 것 같은 행복한 시간이었습니다. 그리고 논문 심사를 맡아 세심하게 지도해 주신 이헌주 교수님과 박재우 교수님께도 감사의 말씀을 드립니다. 또한 연구를 수행하는 동안 많은 도움을 주신 한국원자력연구소 이원재 박사님, 정범동 박사님, 이승욱 선배님께 감사의 말씀을 전합니다.

본 논문을 쓰기까지 밤낮을 같이 하며 많은 추억을 남긴 형석이형, 상혁이, 덕원이에게 고맙다는 말을 전합니다. 아울러 대학교 생활 6년동안 많은 관심을 가지며 격려를 보내준 영주누나를 비롯한 에너지공학과 선배님들과 저의 의견을 항상 따라주었던 후배님들에게도 감사의 뜻을 전합니다.

항상 말로는 표현 못했지만 한결같은 마음으로 언제나 큰 힘이 되어주신 아버지, 따뜻한 마음으로 언제나 저를 걱정하시는 어머니에게 머리 숙여 감사하다는 말을 지면을 통해 전해드립니다. 그리고 언제나 나를 아껴준 두원이형과 사랑스런 동생 두영이와 항상 내 곁에서 든든한 버팀목이 되어준 정은이에게 감사와 사랑의 마음을 전하고 싶습니다.

마지막으로 제게 사랑을 베풀어준 모든 분들께 감사를 전하며 이 논문을 드립니다.