

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-26

격납건물 장비출입구 개방시 O6_mod 채널유동차단 사고에 따른
여러 누출경로를 통한 격납건물로부터의 방사능 누출량 (TBq)

총누출량 (0~4.7 시간)

핵 종	굴 쪽	환기입구	누 설	구 명
H-3	1.1509E-02	1.3246E-03	1.7731E+02	1.4072E+00
I-131	2.3216E-02	2.7179E-03	1.8047E-03	2.6573E-01
I-132	3.5862E-02	4.1983E-03	2.7871E-03	4.1005E-01
I-133	5.6022E-02	6.5583E-03	4.3488E-03	6.3484E-01
I-134	8.6352E-02	1.0080E-02	6.1041E-03	7.8762E-01
I-135	5.2024E-02	6.0880E-03	3.9918E-03	5.6825E-01
Kr-87	1.8111E+01	2.0960E+00	1.3889E+00	1.8271E+02
Kr-88	2.6513E+01	3.0730E+00	2.1023E+00	2.8923E+02
Kr-89	8.2174E+00	8.8563E-01	3.8704E-01	2.1265E+01
Xe-133m	1.4857E+00	1.7242E-01	1.2118E-01	1.7864E+01
Xe-133	4.8339E+01	5.6096E-00	3.9426E+00	5.8132E+02
Xe-135m	8.3508E+00	9.6861E-01	6.7309E-01	9.5853E+01
Xe-135	6.0231E+00	7.0085E-01	5.2170E-01	8.7881E+01
Xe-137	1.4998E+01	1.6393E+00	6.9706E-01	4.7372E+01
Xe-138	3.4182E+01	3.9075E+00	2.0985E+00	2.4580E+02
MIXTURE-I ¹	9.7056E-06	1.0696E-06	4.4387E-06	3.8310E-04
MIXTU-N.G ²	9.2054E-03	1.0139E-03	4.2386E-03	3.6615E-01

1. 냉각재계통 냉각재로부터의 I-131 (다른 요오드 동위원소와의 혼합물로 가정).
2. 냉각재계통 냉각재로부터의 불활성기체 (Bq · J)

15.2.1.4.B-37

95/04/10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-27

격납건물 장비출입구 개방시 O6_mod 채널유동차단 사고에 따른
임계연령군의 개인에 대한 선량

누출기간	가정된 열합량 (W)*	대기안정도 범주	풍속 (m/s)	개인선량	
				전신 (mSv)	갑상선 (mSv)
격납건물로부터 : 0~29.4 분 29.4 분 ~ 1 시간 1~4.7 시간	8.08×10^3	G	5.0	2.32	7.40
	0.0	G	5.0	0.03	0.13
	0.0	C	6.5	0.02	0.06
기존 증기발생기 세관누설에 의한 : 0~1 시간 1~24 시간	0.0	G	5.0	0.12	0.35
	0.0	C	6.5	0.10	0.63
합 계				2.6	8.6

* 열합량은 기상조건을 결정하는데 사용.

15.2.1.4.B-38

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-28

격납건물 장비출입구 개방시 O6_mod 채널유동차단 사고에 따른
주민에 대한 선량

누출기간	가정된 열합량 (W)*	대기안정도 범주	풍속 (m/s)	주민선량	
				전신 (person-Sv)	갑상선 (person-Sv)
격납건물로부터 :					
0~29.4 분	8.08×10^3	G	5.0	1.98	3.85
29.4 분 ~ 1 시간	0.0	G	5.0	0.02	0.05
1~4.7 시간	0.0	C	6.5	0.14	0.43
기존 증기발생기 세관누설에 의한 :					
0~1 시간	0.0	G	5.0	0.08	0.20
1~24 시간	0.0	C	6.5	0.51	4.80
합 계				2.7	9.3

* 열합량은 기상조건을 결정하는데 사용.

15.2.1.4.B-39

95/04/10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-29

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍 발생시

O6_mod 채널유동차단 사고에 대한 격납건물 사건 전개

칼란드리아 방출도관을 통한 증기발생기실로의 파단방출 및 핵분열 생성물 누출	0 초
고방사능에 의한 격납건물 격리 발생	581 초
첨두압력	8.16 kPa(g)
첨두압력 발생시간	1604 초
계기공기주입 종료	16840 초
증기발생기실 압력이 대기압에 도달하며 누출종료	163480 초

9b282267-750811081416

15.2.1.4.B-40

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-30

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍 발생시 O6_mod 채널유동차단 사고에 따른

여러 누출경로를 통한 격납건물로부터의 방사능 누출량 (TBq)

총누출량 (0~1.9일)

핵 종	굴 뚫	환기입구	누 설	구 멍
H-3	1.2522E-02	8.7993E-13	3.0793E+02	5.3762E+02
I-131	2.5347E-02	1.2870E-11	1.3400E-01	2.8841E-01
I-132	3.9154E-02	1.9885E-11	1.9223E-01	4.1240E-01
I-133	6.1165E-02	3.1072E-11	2.1214E-01	4.4982E-01
I-134	9.4329E-02	5.2237E-11	2.5965E-02	4.8833E-02
I-135	5.6803E-02	2.9177E-11	9.4938E-02	1.9760E-01
Kr-87	1.9640E+01	2.7536E-10	8.0851E+00	1.5728E+01
Kr-88	2.8752E+01	3.8922E-10	2.4555E+01	5.0009E+01
Kr-89	8.8870E+00	5.0079E-10	3.8834E-01	2.9942E-01
Xe-133m	1.6113E+00	2.1195E-11	8.8094E+00	1.8894E+01
Xe-133	5.2424E+01	6.8956E-10	2.9746E+02	6.3934E+02
Xe-135m	9.0564E+00	1.2053E-10	1.6020E+01	3.3328E+01
Xe-135	6.5326E+00	8.0397E-11	8.1217E+00	1.7272E+02
Xe-137	1.6230E+01	6.8376E-10	7.2087E-01	6.3179E-01
Xe-138	3.7054E+01	6.8553E-10	3.6590E+00	5.4886E+00
MIXTURE-I ¹	1.0279E-05	9.3882E-18	6.4753E-04	1.4134E-03
MIXTU-N.G ²	9.7464E-03	2.1333E-16	6.4215E-01	1.4031E+00

1. 냉각재계통 냉각재로부터의 I-131 (다른 요오드 동위원소와의 혼합물로 가정).

2. 냉각재계통 냉각재로부터의 불활성기체 (Bq · J)

15.2.1.4.B-41

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-31

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍 발생시 O6_mod
채널유동차단 사고에 따른 임계연령군의 개인에 대한 선량

누 출 기 간	열합량 (W)*	대기안정도 범주	풍속 (m/s)	개인선량	
				전신(mSv)	갑상선(mSv)
격납건물로부터 : 0~10 분 10 분~1 시간 1~24 시간 1 일 이후	8.05×10^1	G	5.0	0.32	1.16
	8.77×10^1	G	5.0	0.13	0.46
	4.91×10^1	C	6.5	0.09	0.39
	1.39×10^1	평균기후조건		0.01	0.03
기존 증기발생기 세관누설 에 의한: 0~1 시간 1~24 시간	0.0	G	5.0	0.12	0.35
	0.0	C	6.5	0.10	0.63
합 계				0.8	3.0
선량한도				250	2500

* 열합량은 기상조건을 결정하는데 사용한다.

15.2.1.4.B-42

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-32

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍 발생시

O6_mod 채널유동차단 사고에 따른 주민에 대한 선량

누 출 기 간	열함량 (W)*	대기안정도 범주	풍속 (m/s)	주민선량	
				전신 (person-Sv)	갑상선 (person-Sv)
격납건물로부터 :					
0~10 분	8.05×10^1	G	5.0	0.20	0.39
10 분~1 시간	8.77×10^1	G	5.0	0.10	0.21
1~24 시간	4.91×10^1	C	6.5	0.71	2.87
1 일 이후	1.39×10^1	평균기후조건		0.15	0.39
기존 증기발생기 세관누설 에 의한:					
0~1 시간	0.0	G	5.0	0.08	0.20
1~24 시간	0.0	C	6.5	0.51	4.80
합 계				1.7	8.9

* 열함량은 기상조건을 결정하는데 사용한다.

15.2.1.4.B-43

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-33

국부공기냉각기 완전상 실시 O6_mod 채널유동차단 사고에 대한

격납건물 사건 전개

칼란드리아 방출도관을 통한 증기발생기실로의 파단방출 및 핵분열 생성물 누출	0 초
고방사능에 의한 격납건물 격리 발생	581 초
기저실과 핵연료교환기 보수실간의 파열벽 파열	1131 초
살수시작	1243 초
침투압력	9.21 kPa(g)
침투압력 발생시간	1251 초
살수정지	1269 초
계기공기주입 종료	16840 초
증기발생기실 압력이 대기압에 도달하며 누출종료	570000 초

9b282267-750811081416

15.2.1.4.B-44

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-34

국부공기냉각기 완전상실시 O6_mod 채널유동차단 사고에 따른 여러 누출경로를 통한
격납건물로 부터의 방사능 누출량 (TBq)

총누출량 (0~6.6 일)

핵 종	굴 뚝	환기입구	누 설
H-3	7.4454E-03	8.5625E-13	5.4855E+02
I-131	1.7220E-02	1.2525E-11	5.8043E-01
I-132	2.6600E-02	1.9353E-11	6.9898E-01
I-133	4.1559E-02	3.0240E-11	4.8588E-01
I-134	6.5200E-02	5.0839E-11	3.3067E-02
I-135	3.8679E-02	2.8396E-11	1.5407E-01
Kr-87	1.3468E+01	2.6799E-10	1.0751E+01
Kr-88	1.9579E+01	3.7879E-10	3.5430E+01
Kr-89	7.8728E+00	4.8775E-10	4.2050E-01
Xe-133m	1.0909E+00	2.0627E-11	3.1803E+01
Xe-133	3.5493E+01	6.7109E-10	1.2555E+03
Xe-135m	6.1461E+00	1.1730E-10	2.6161E+01
Xe-135	4.3664E+00	7.8240E-11	1.7287E+02
Xe-137	1.3803E+01	6.6565E-10	7.7989E-01
Xe-138	2.6833E+01	6.6728E-10	4.0300E+00
MIXTURE-I ¹	6.5503E-06	9.1356E-18	2.8079E-03
MIXTU-N.G ²	6.2158E-03	2.0768E-16	3.1401E+00

1. 냉각제계통 냉각제로부터의 I-131 (다른 요오드 동위원소와의 혼합물로 가정).
2. 냉각제계통 냉각제로부터의 불활성기체 (Bq · J)

15.2.1.4.B-45

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-35

국부공기냉각기 완전상실시 O6_mod 채널유동차단 사고에 따른
임계연령군의 개인에 대한 선량

누 출 기 간	열합량 (W)*	대기안정도 범주	풍속 (m/s)	개인선량	
				전신(mSv)	갑상선(mSv)
격납건물로부터 :					
0~10 분	0.0	G	5.0	0.22	0.78
10 분~1 시간	0.0	G	5.0	0.05	0.18
1~24 시간	0.0	C	6.5	0.05	0.22
1 일 이후	0.0	평균기후조건		0.01	0.08
기존 증기발생기 세관누설 에 의한:					
0~1 시간	0.0	G	5.0	0.12	0.35
1~24 시간	0.0	C	6.5	0.10	0.63
합 계 b282267-750811081416				0.6	2.2
선량한도				250	2500

* 건물누설에 대해서는 열합량을 영 (0) 으로 가정한다.

15.2.1.4.B-46

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.B-36

국부공기냉각기 완전상실시 O6_mod 채널유동차단 사고에 따른

주민에 대한 선량

누 출 기 간	열함량 (W)*	대기안정도 범주	풍속 (m/s)	주민선량	
				전신 (person-Sv)	갑상선 (person-Sv)
격납건물로부터 :					
0~10 분	0.0	G	5.0	0.13	0.26
10 분~1 시간	0.0	G	5.0	0.04	0.08
1~24 시간	0.0	C	6.5	0.39	1.61
1 일 이후	0.0	평균기후조건		0.19	0.95
기존 증기발생기 세관누설 에 의한:					
0~1 시간	0.0	G	5.0	0.08	0.20
1~24 시간	0.0	C	6.5	0.51	4.80
합 계				1.3	7.9
선량한도				10000	10000

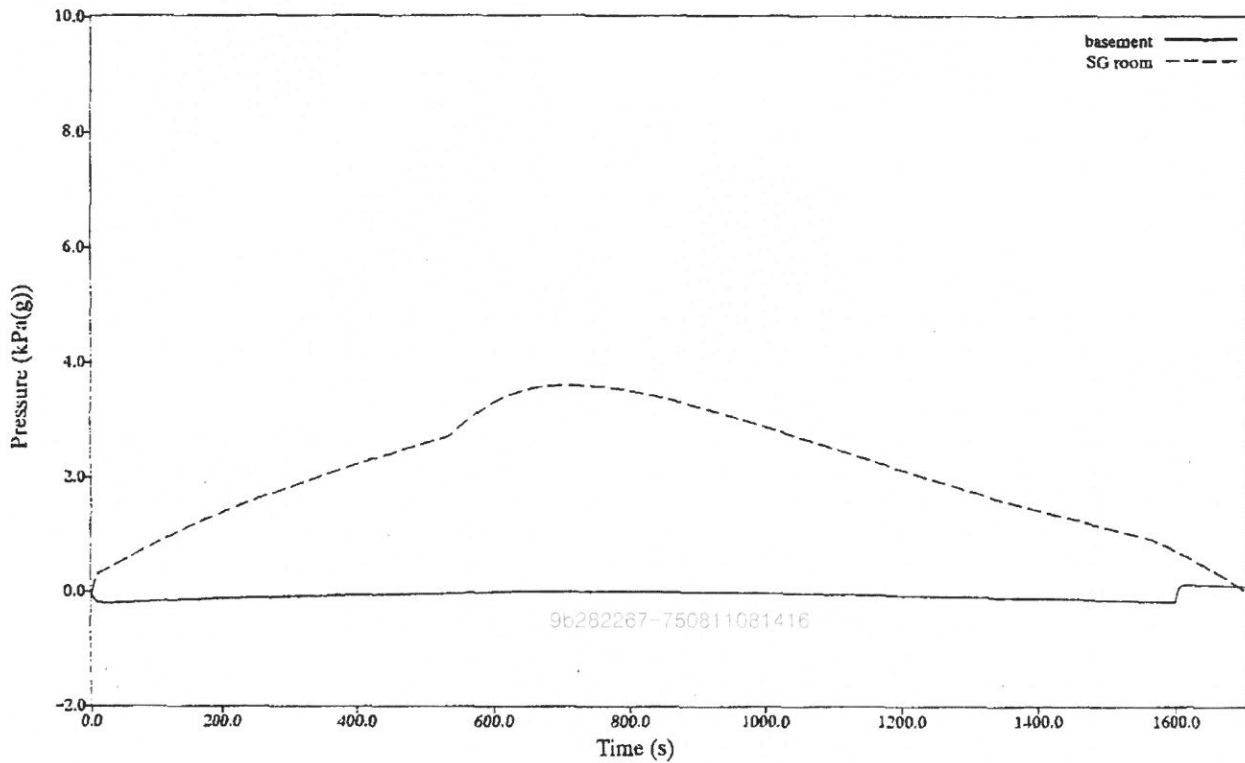
* 건물누설에 대해서는 열함량을 영 (0) 으로 가정한다.

15.2.1.4.B-47

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

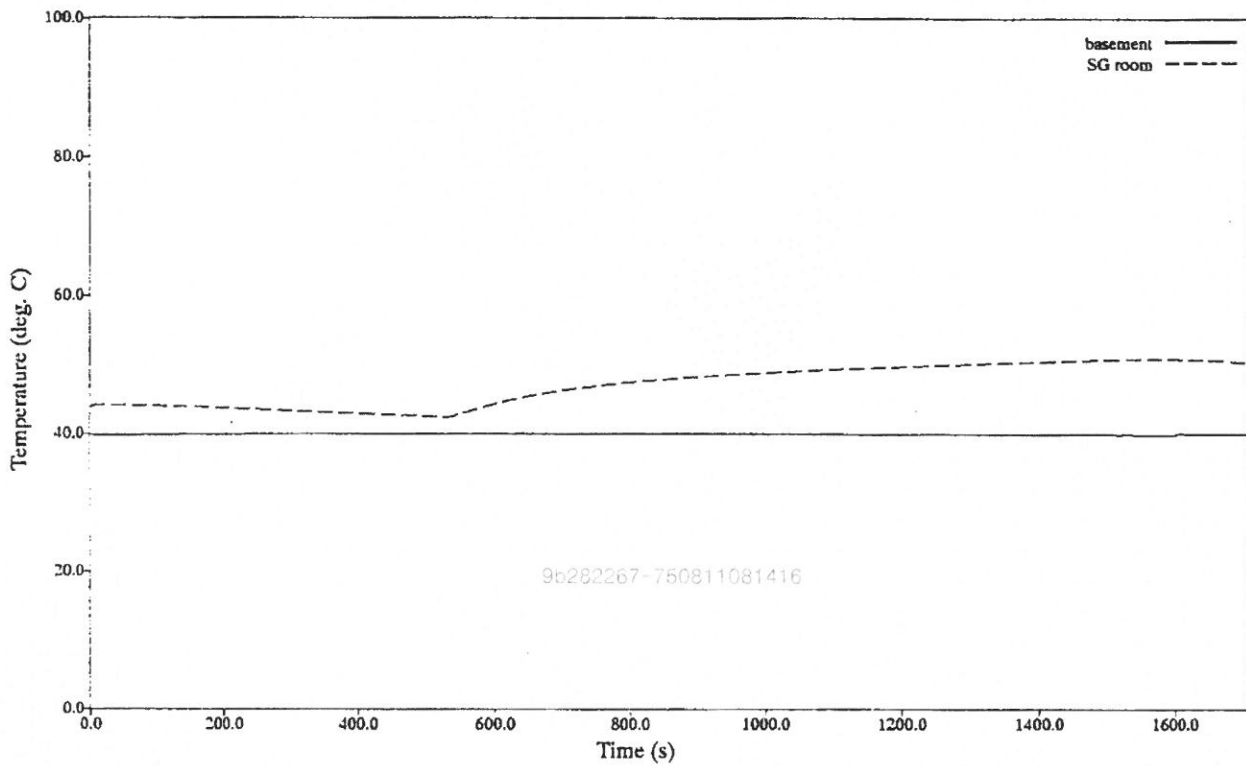


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격리계통 완전상실시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 격납건물내
압력과도상태
그림 15.2.1.4.B-1



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

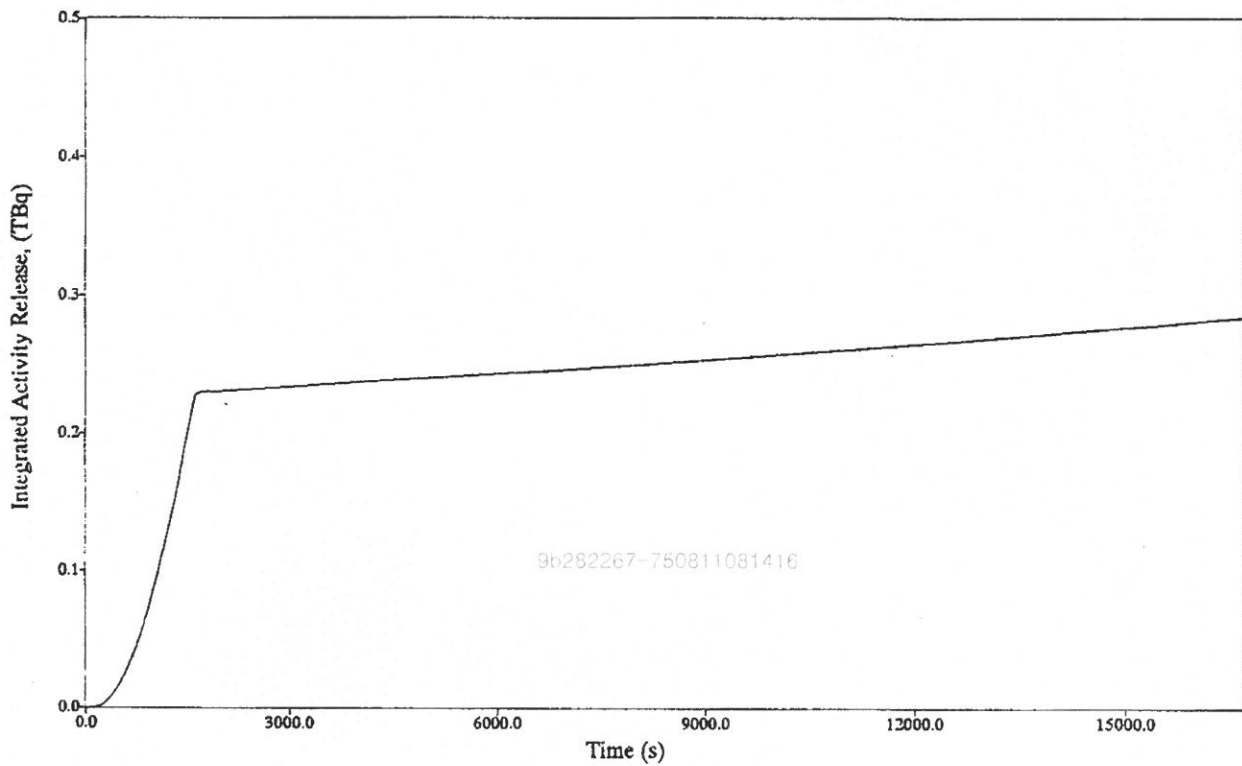


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격리계통 완전상실시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 격납건물내
온도과도상태
그림 15.2.1.4.B-2



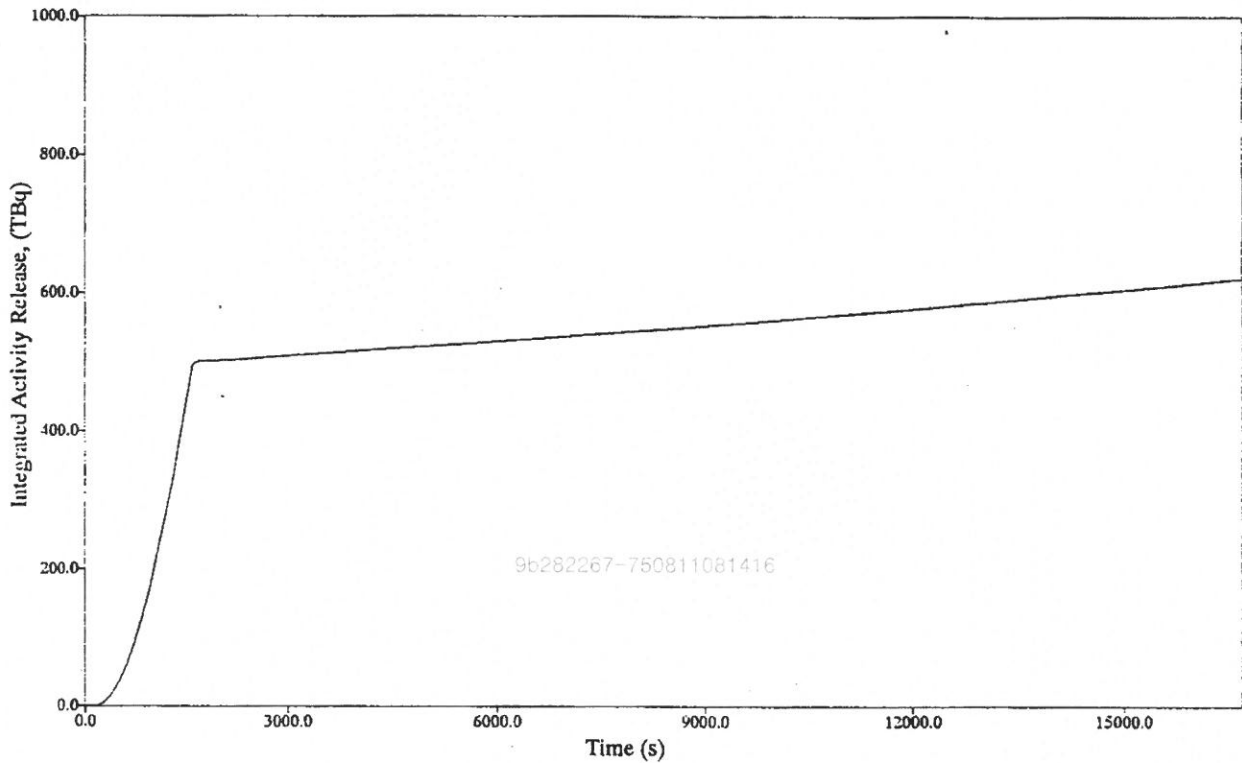
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력 원자력
월성 원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격리계통 완전상실시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 환기출구관을 통한
격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-3

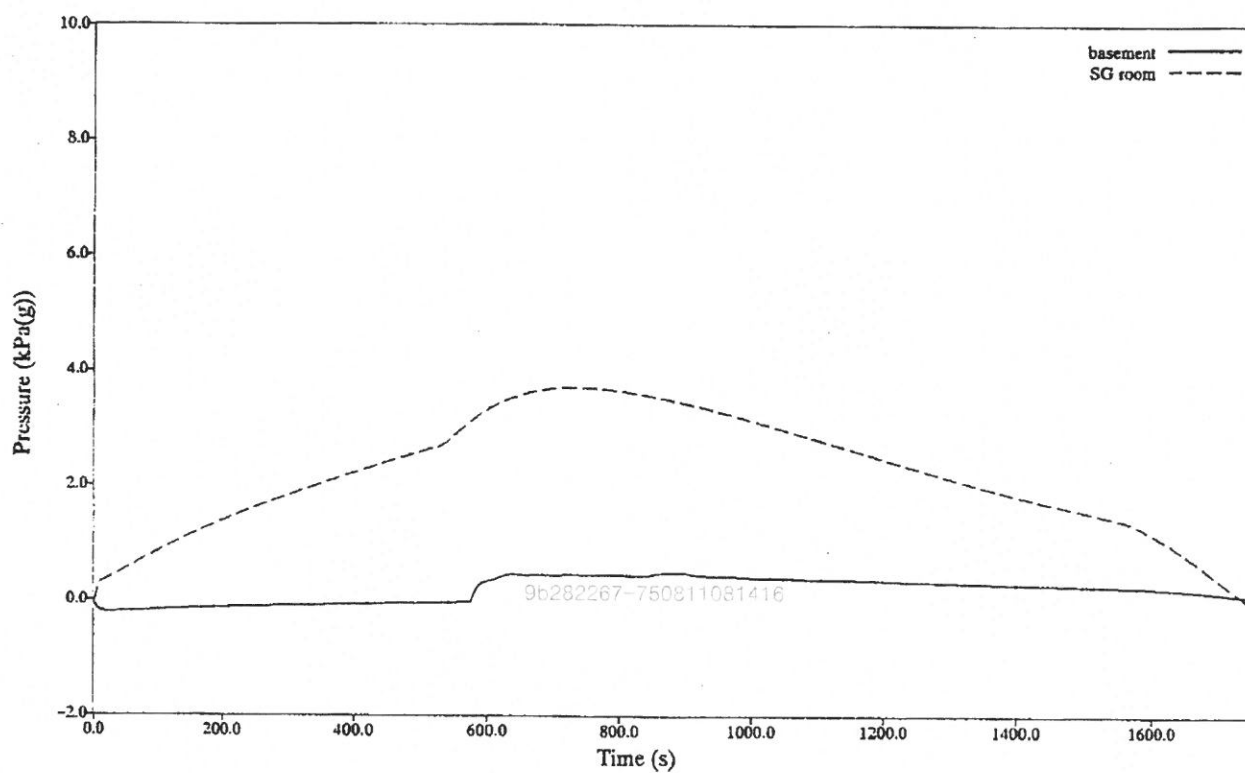
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격리계통 완전상실시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 따른 환기출구관을 통한
격납건물 외부로의 Xe-133 누출량
그림 15.2.1.4.B-4

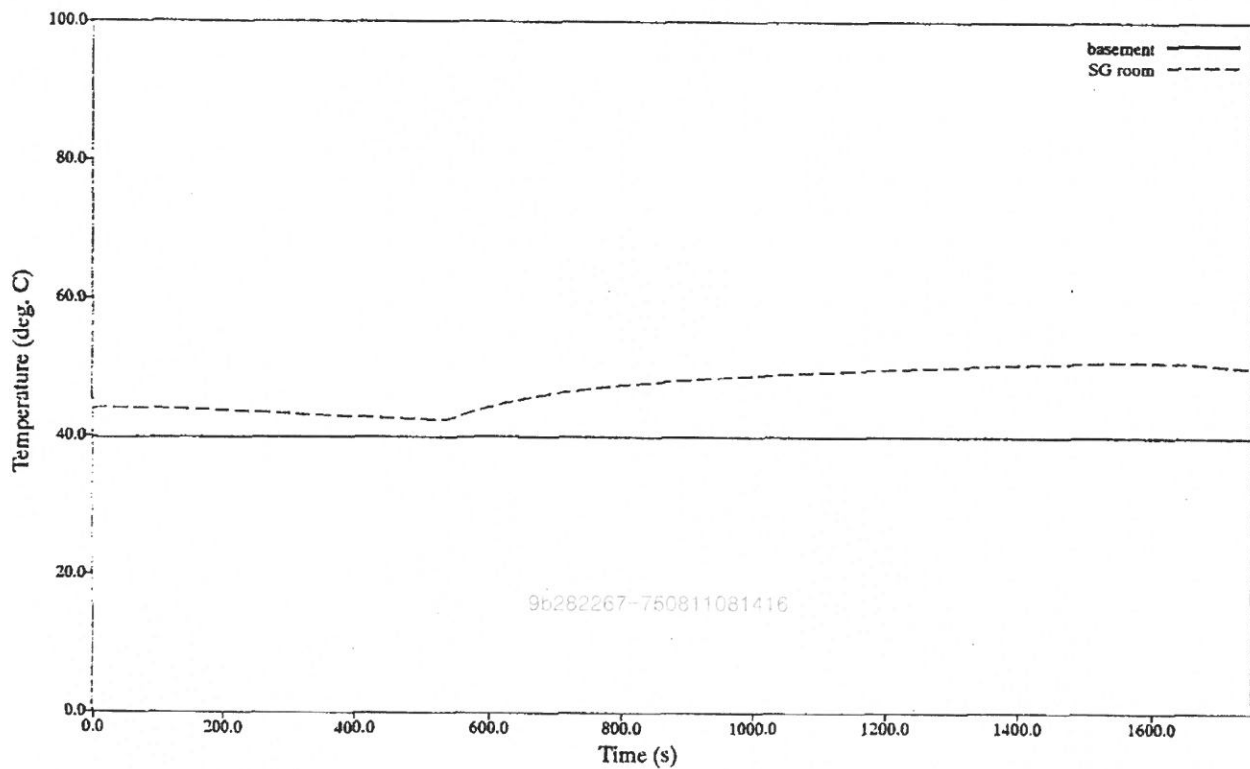
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기입구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 격납건물내
압력과도상태
그림 15.2.1.4.B-5

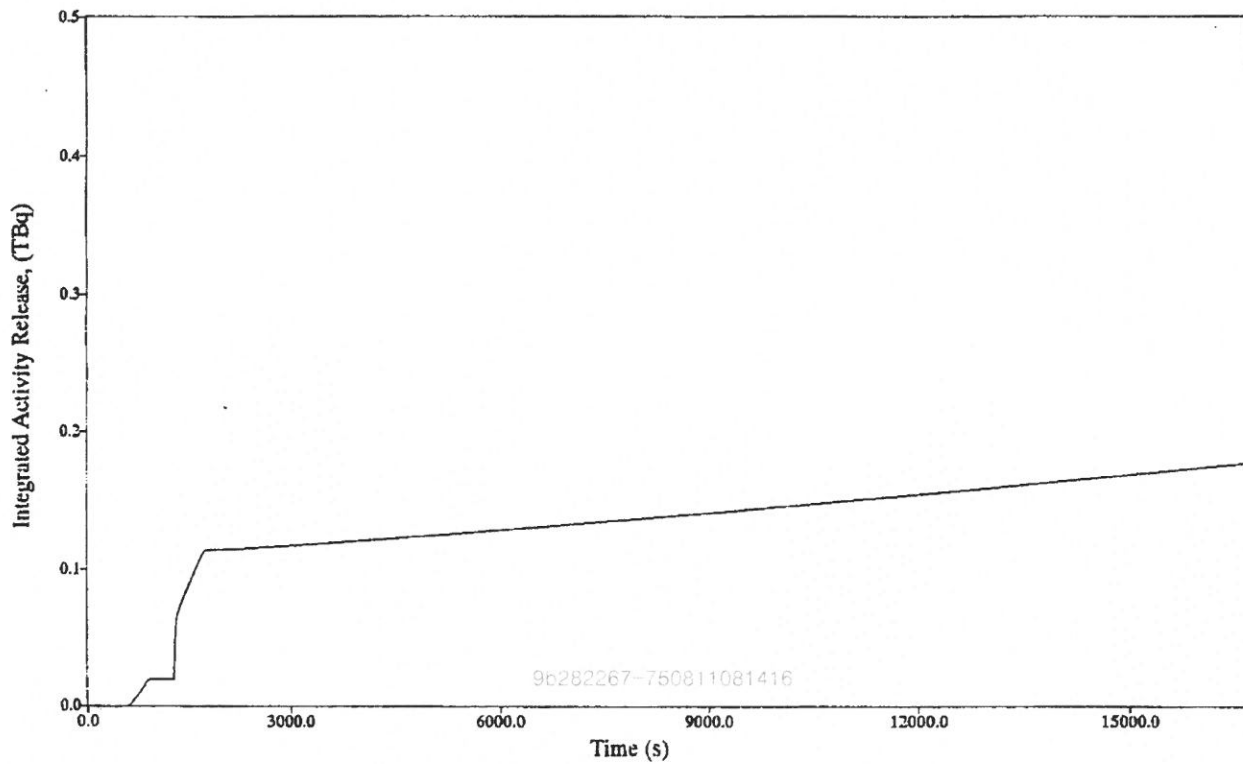
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기입구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 격납건물내
온도과도상태
그림 15.2.1.4.B-6

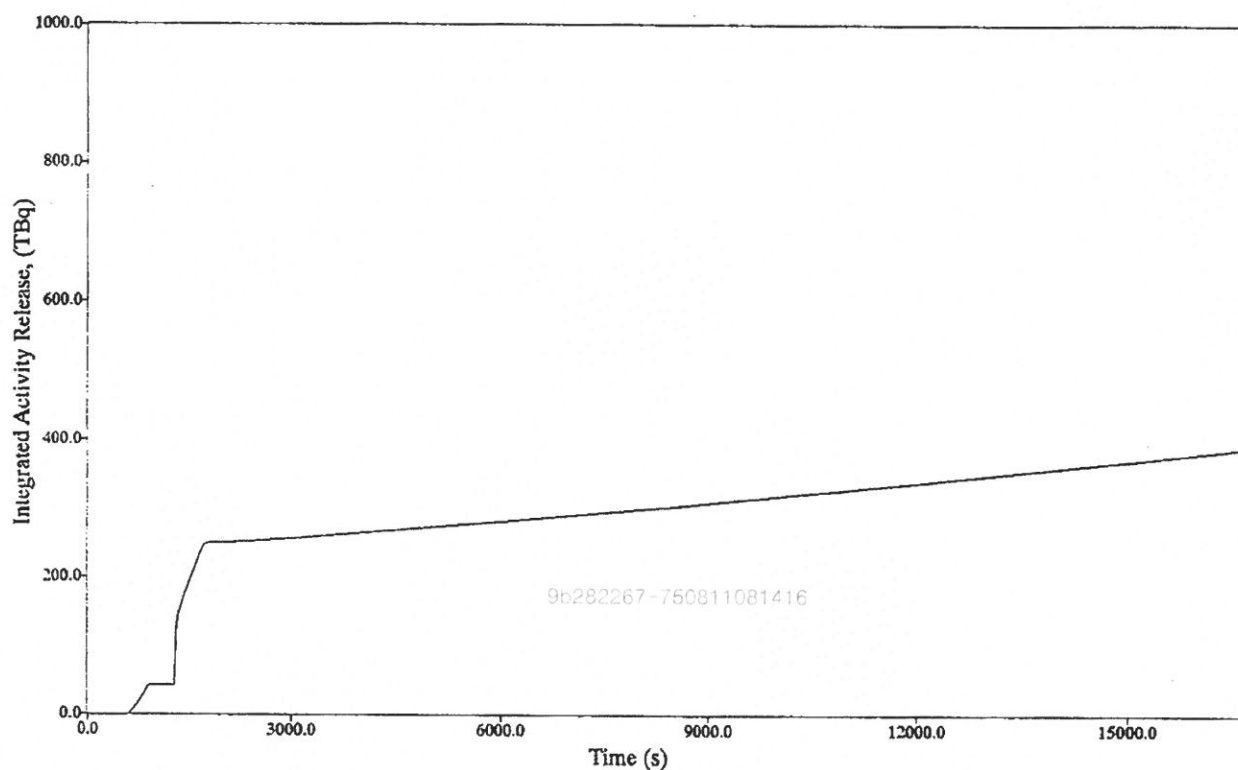
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기입구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 환기입구관을 통한
격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-7

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

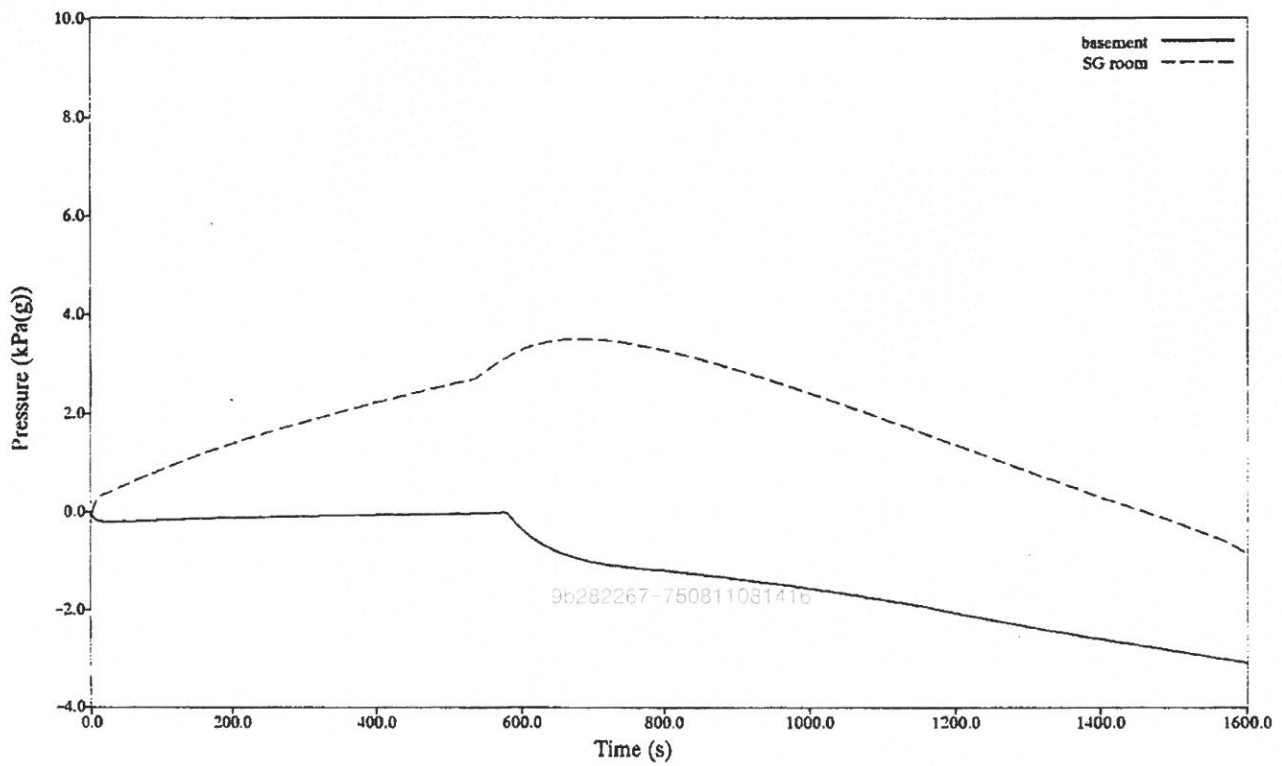


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기입구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 환기입구관을 통한
격납건물 외부로의 Xe-133 누출량
그림 15.2.1.4.B-8



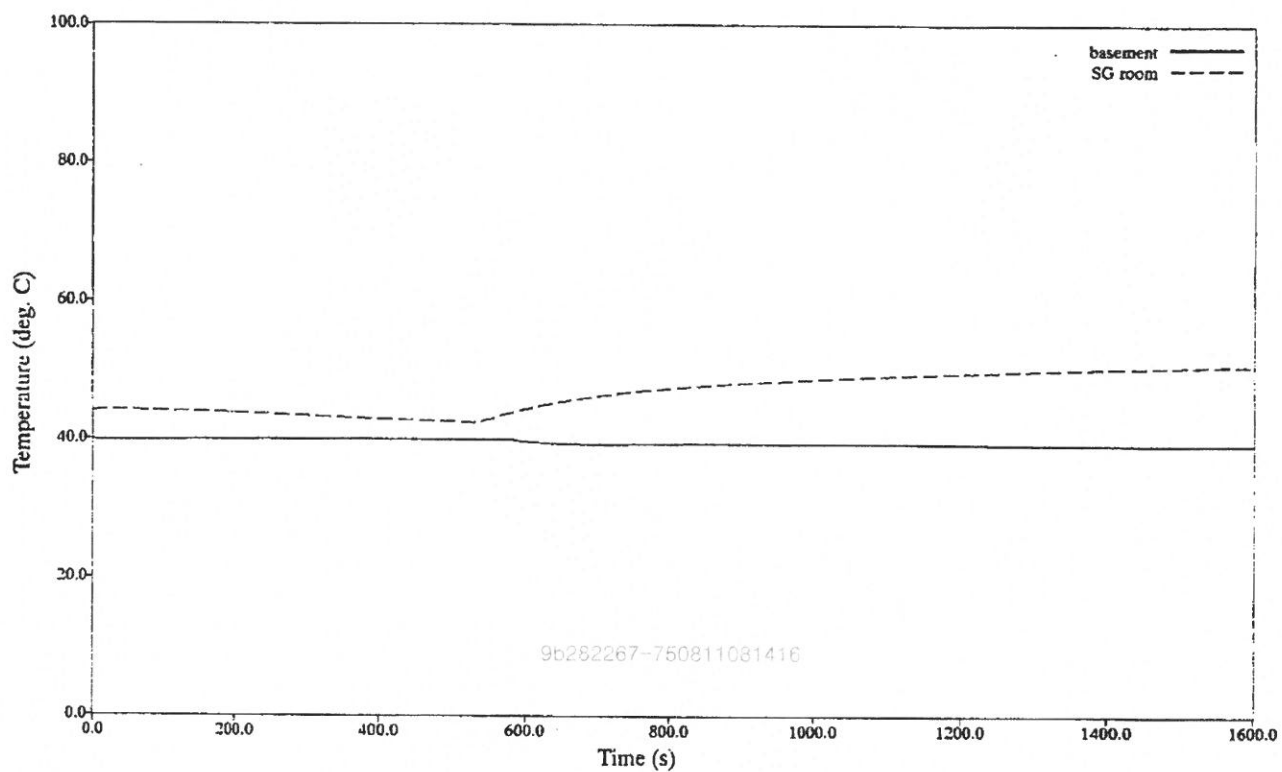
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기출구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 격납건물내
압력과도상태
그림 15.2.1.4.B-9

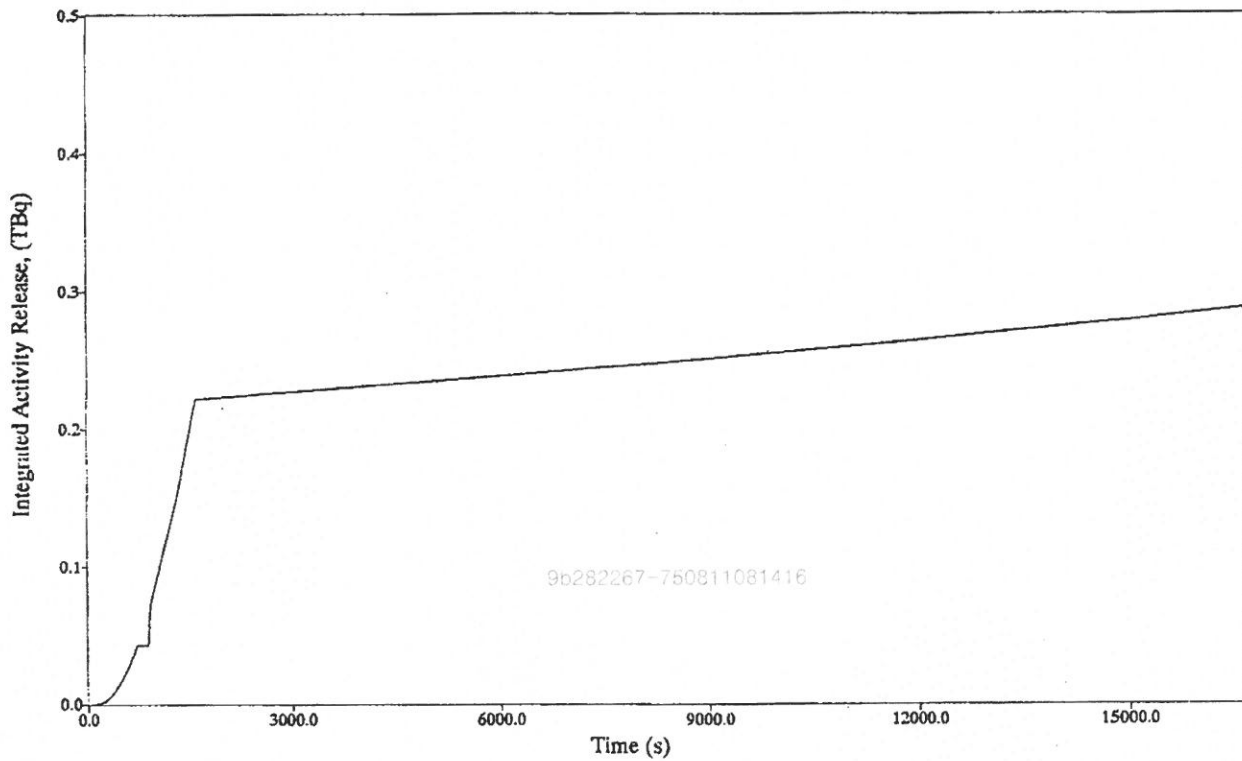
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기출구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 격납건물내
온도과도상태
그림 15.2.1.4.B-10

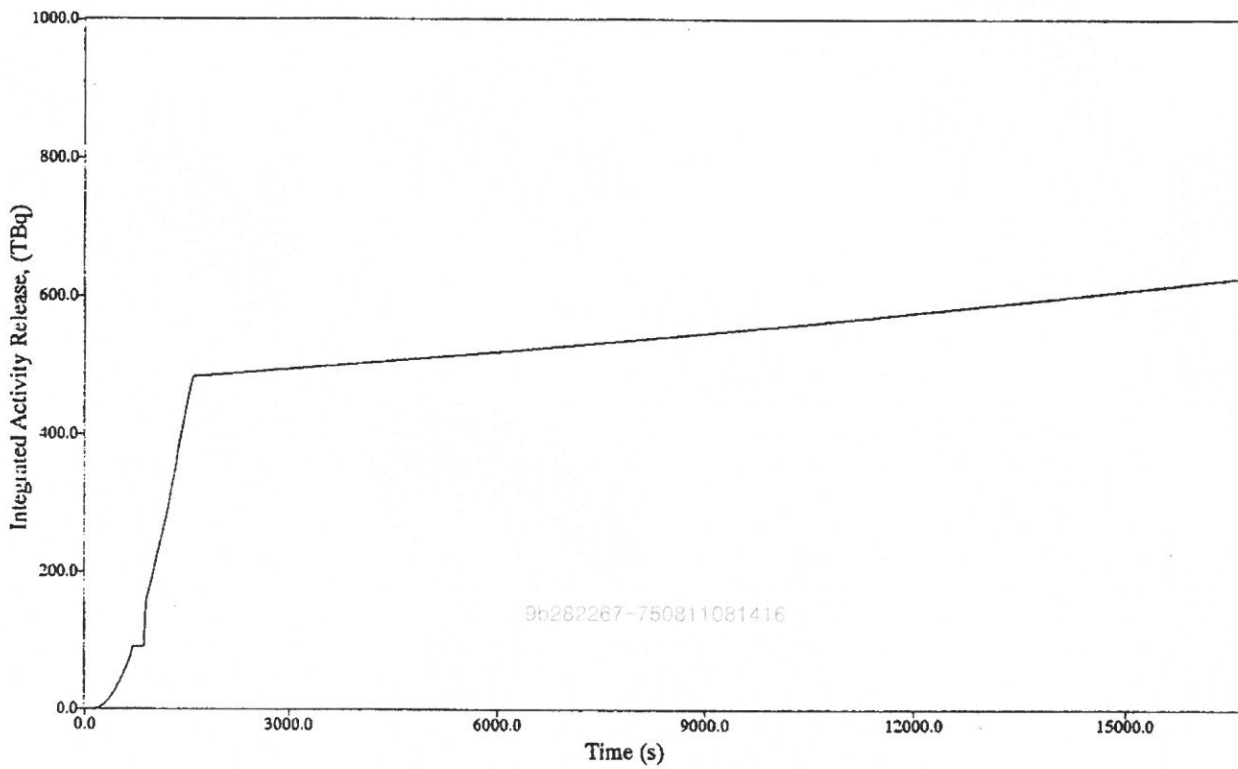
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기출구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 환기출구관을 통한
격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-11

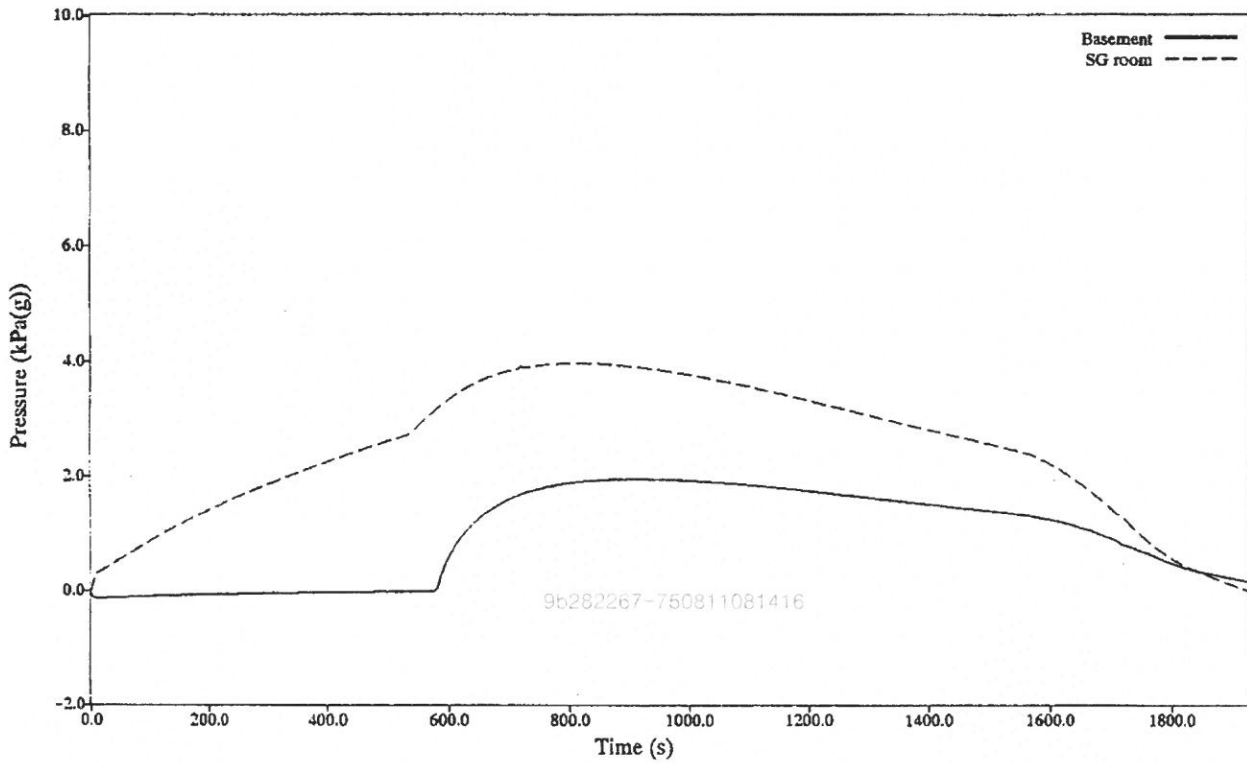
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

환기출구관 개방시 O6_mod 채널유동
완전차단사고에 대한 환기출구관을 통한
격납건물 외부로의 Xe-133 누출량
그림 15.2.1.4.B-12

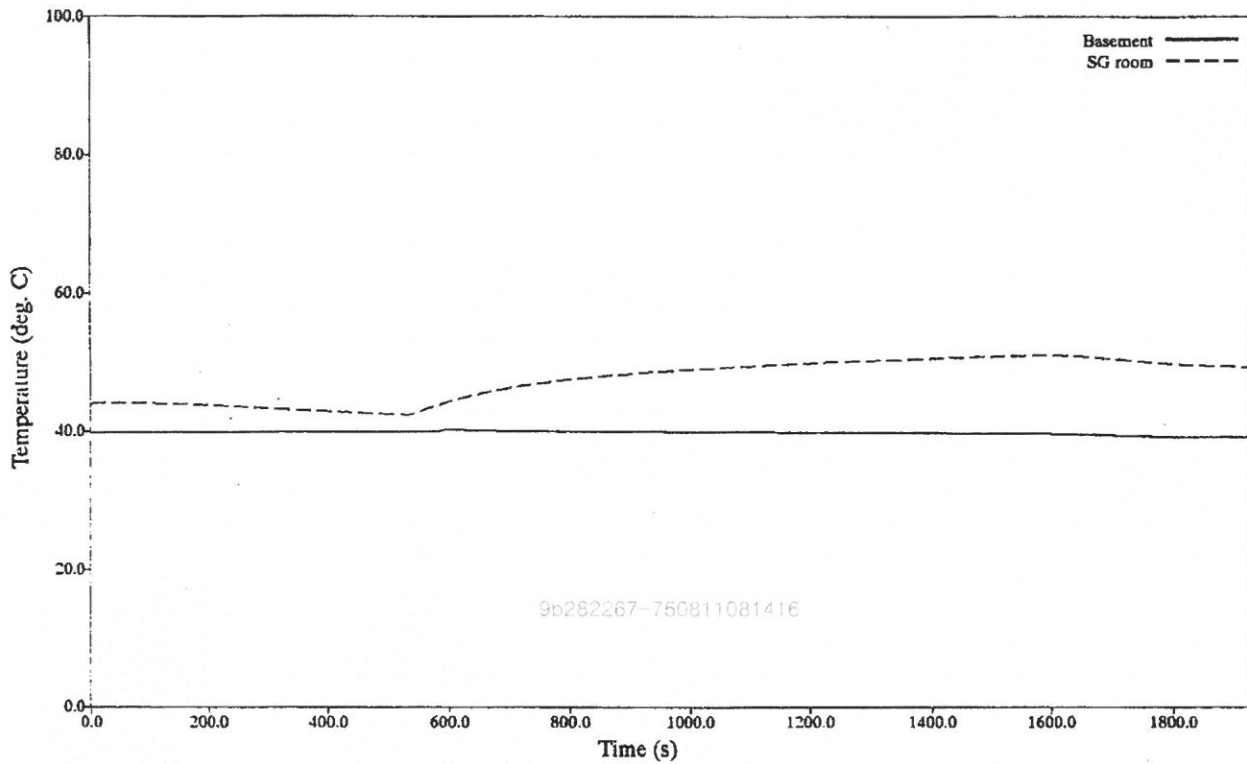
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 비상출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
압력과도상태
그림 15.2.1.4.B-13

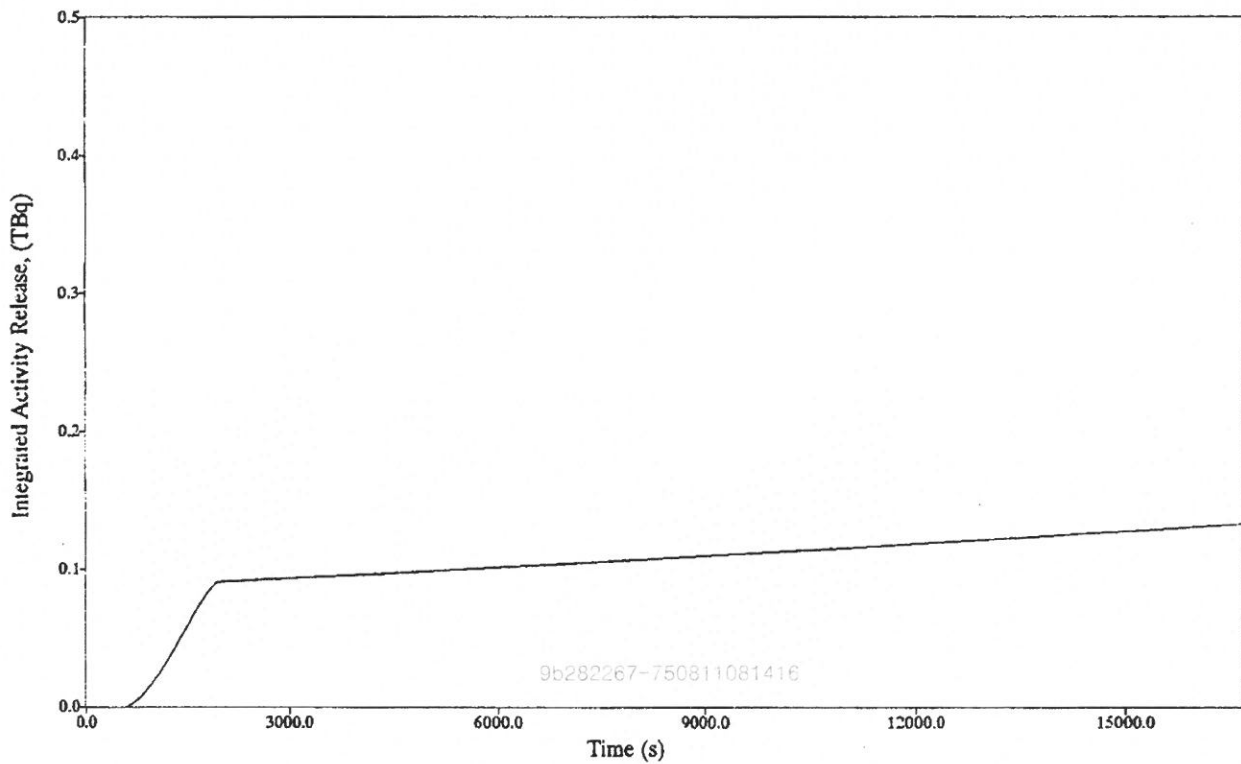
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 비상출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
온도과도상태
그림 15.2.1.4.B-14

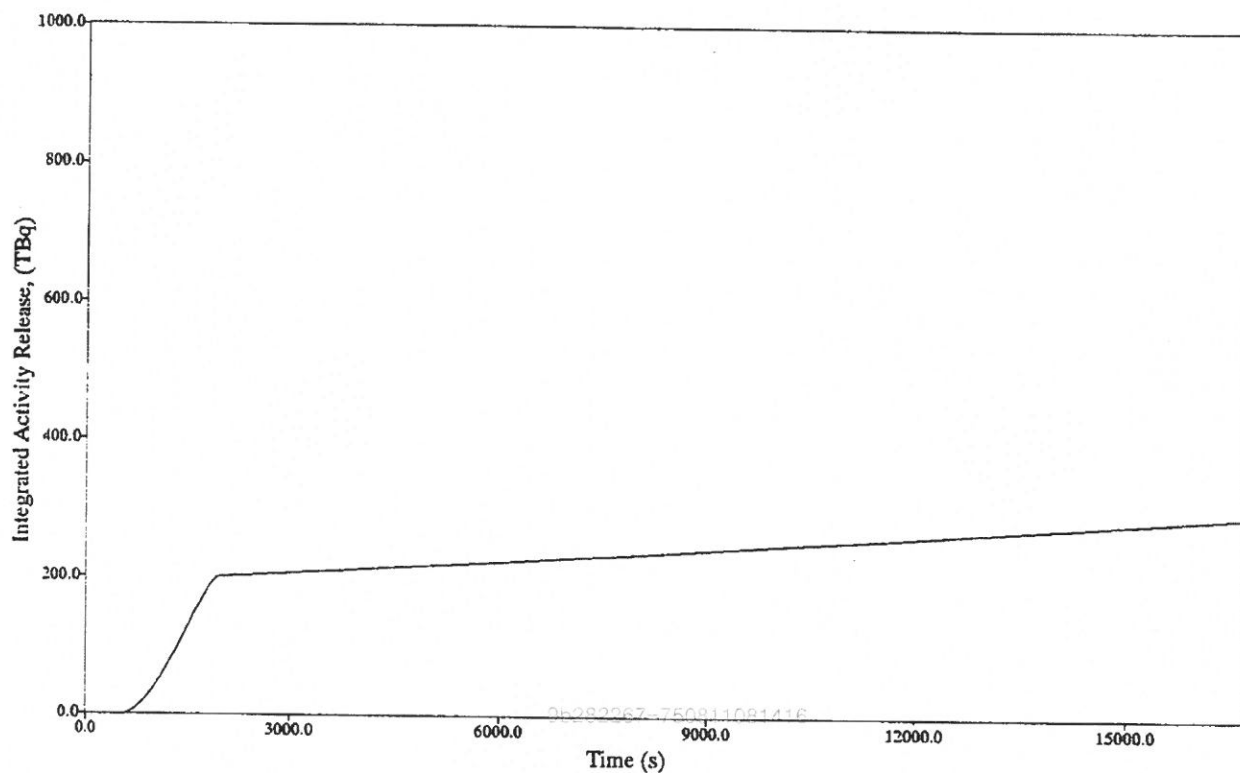
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 비상출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-15

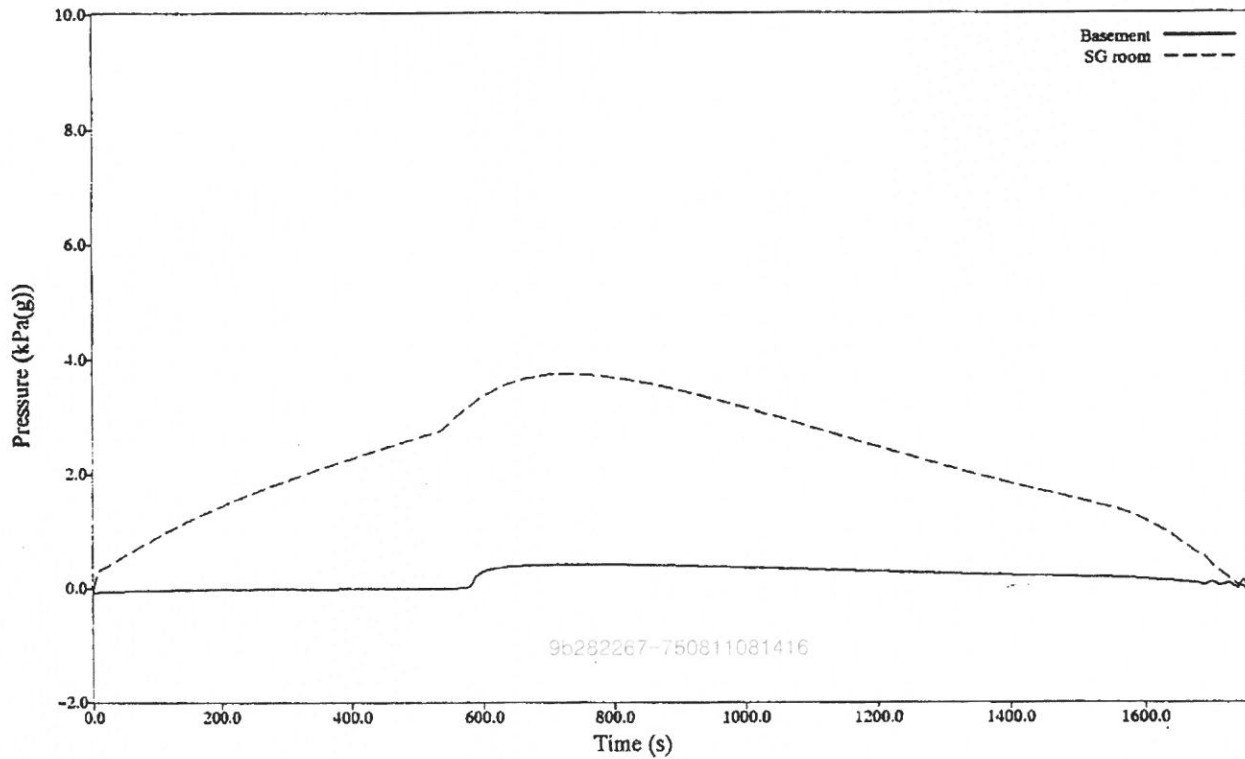
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 비상출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 Xe-133 누출량
그림 15.2.1.4.B-16

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

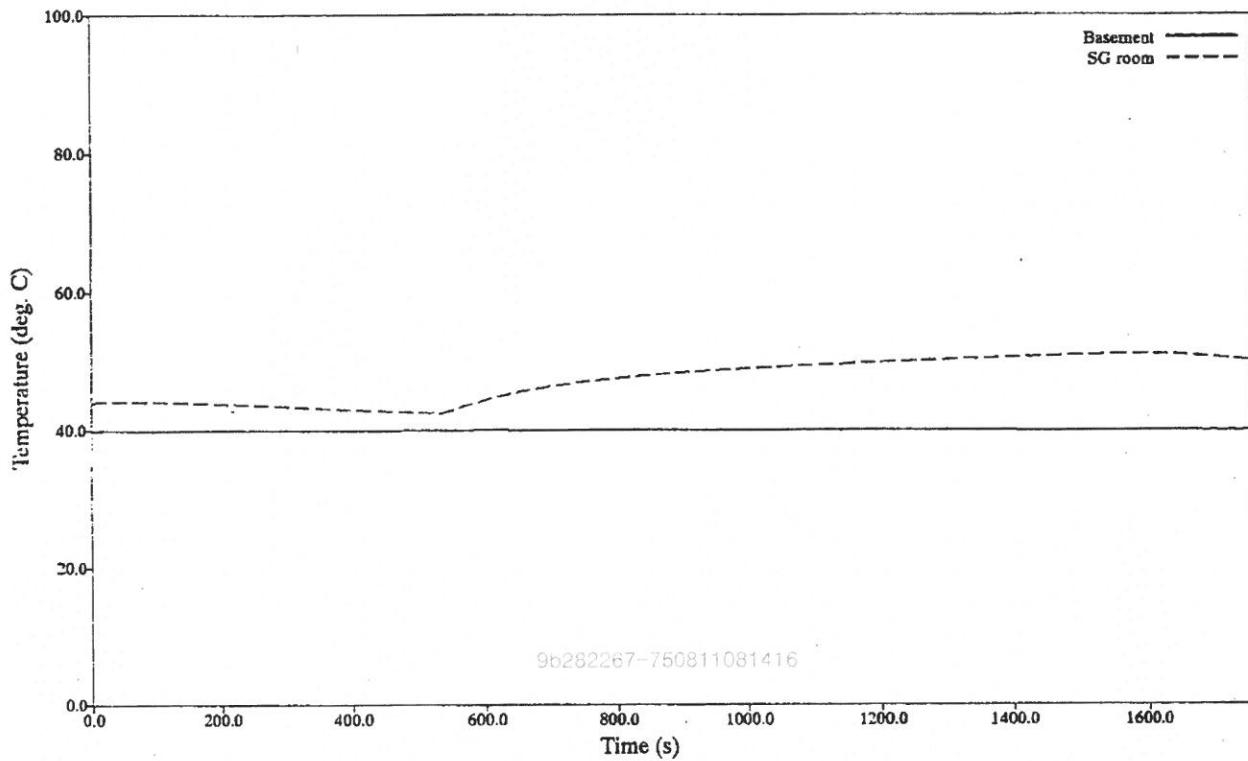


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 장비출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
압력파도상태
그림 15.2.1.4.B-17



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

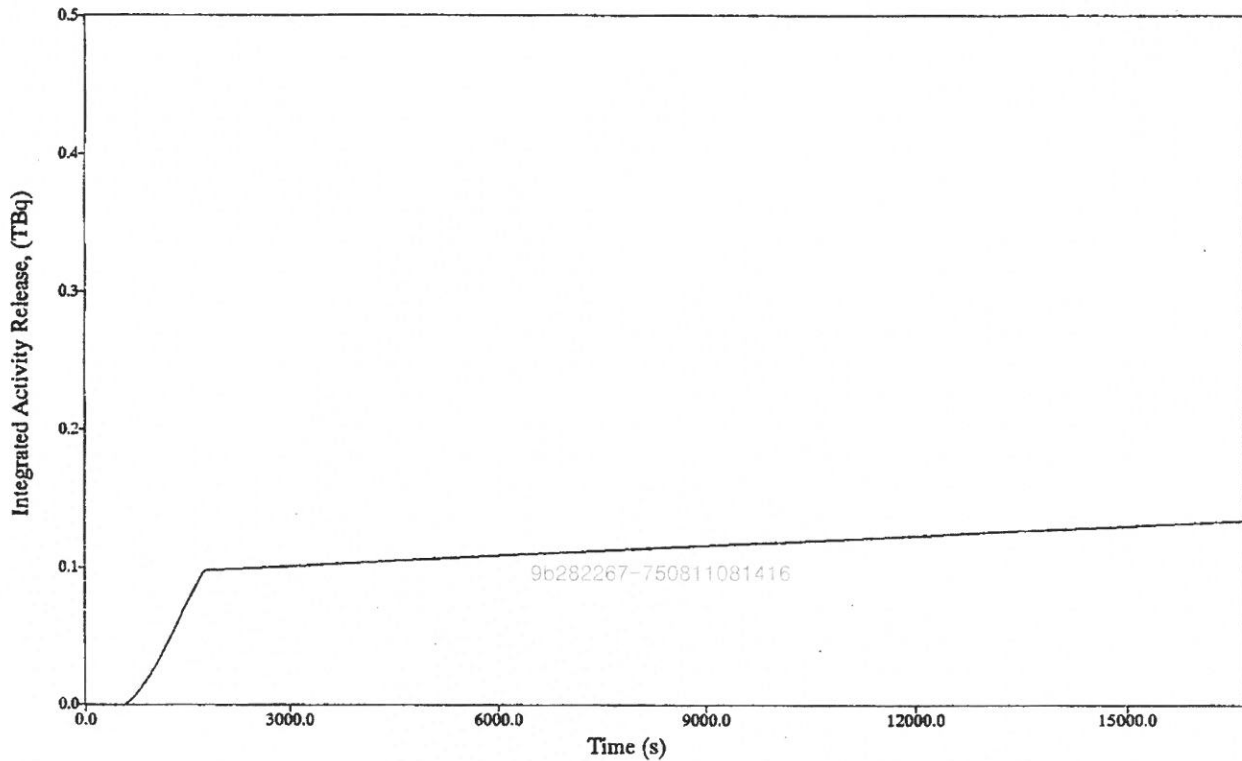


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 장비출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
온도과도상태
그림 15.2.1.4.B-18



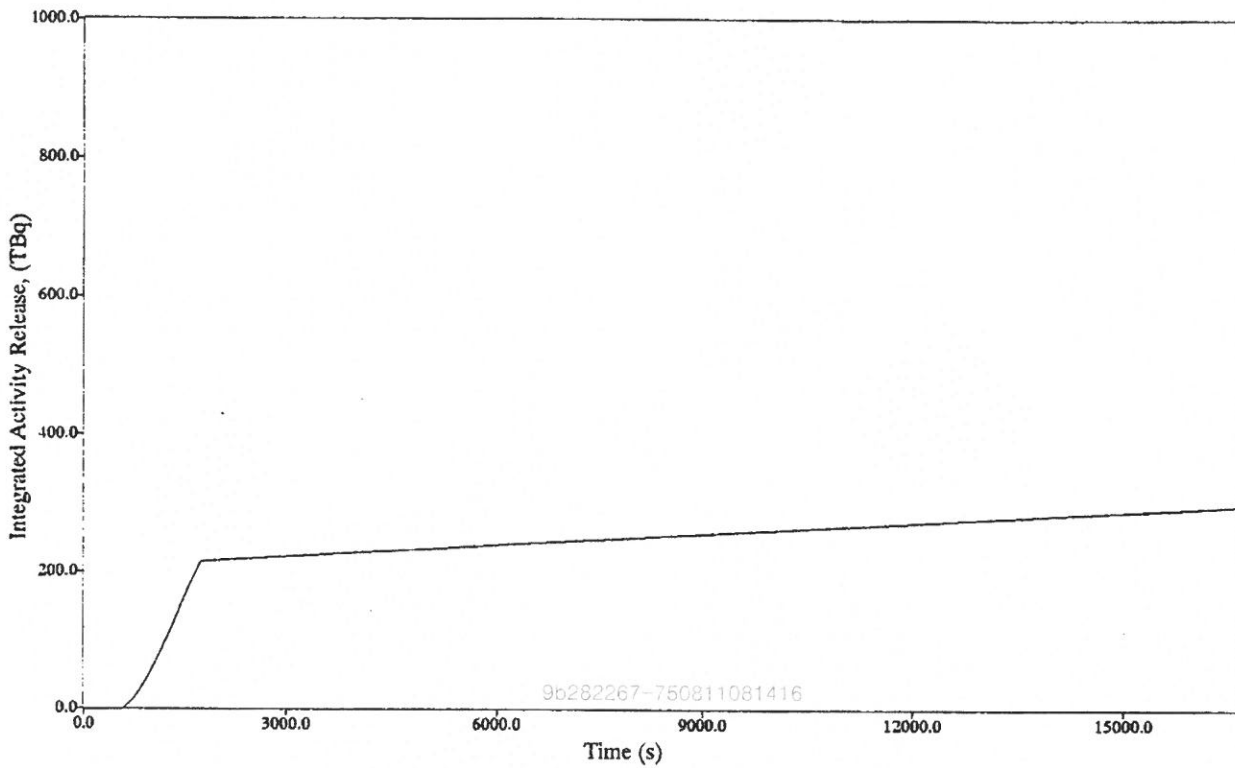
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 장비출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-19

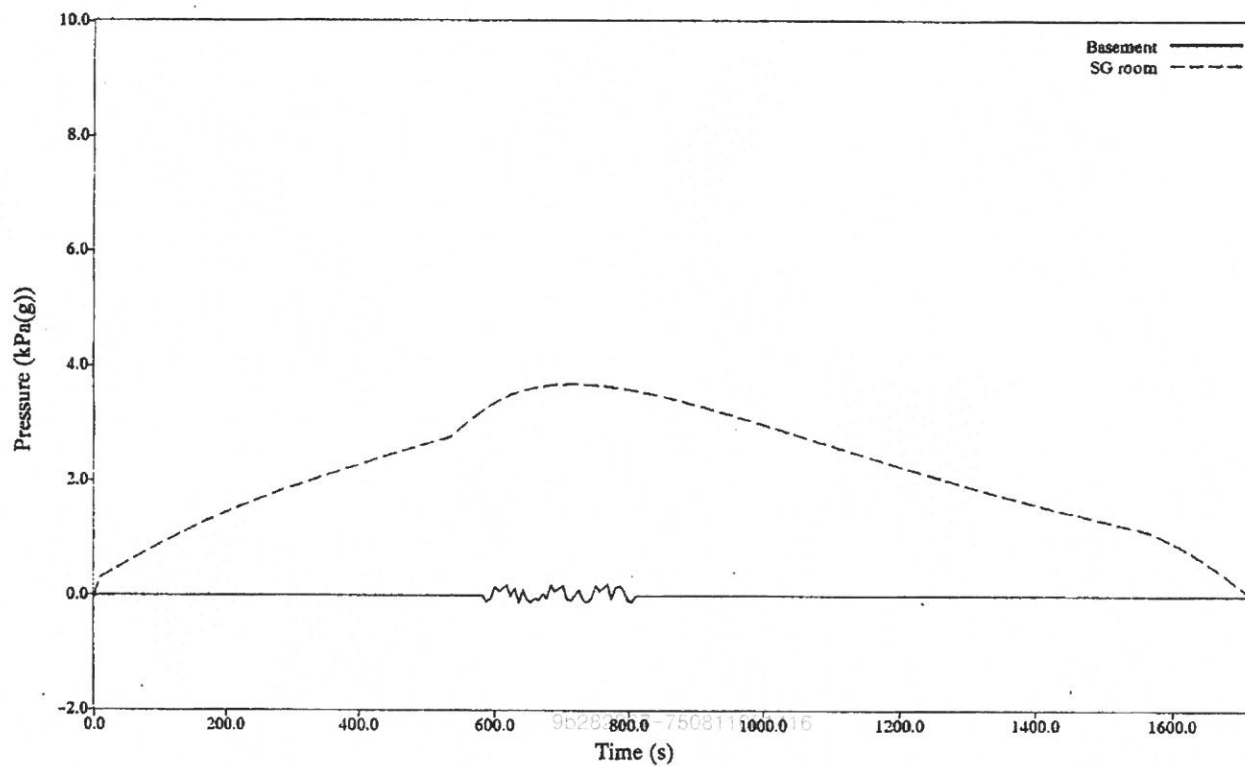
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 장비출입구 밀봉파손시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 Xe-133 누출량
그림 15.2.1.4.B-20

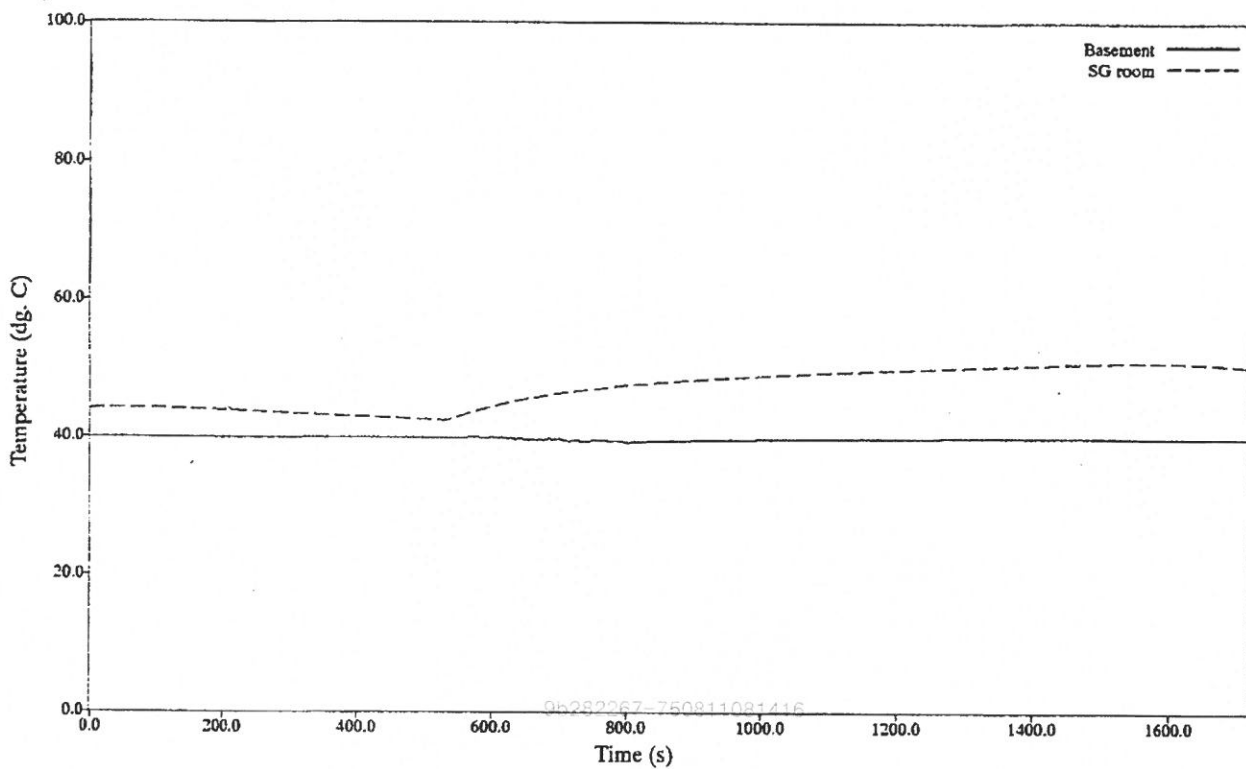
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

적납건물 비상출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 적납건물내
압력과도상태
그림 15.2.1.4.B-21

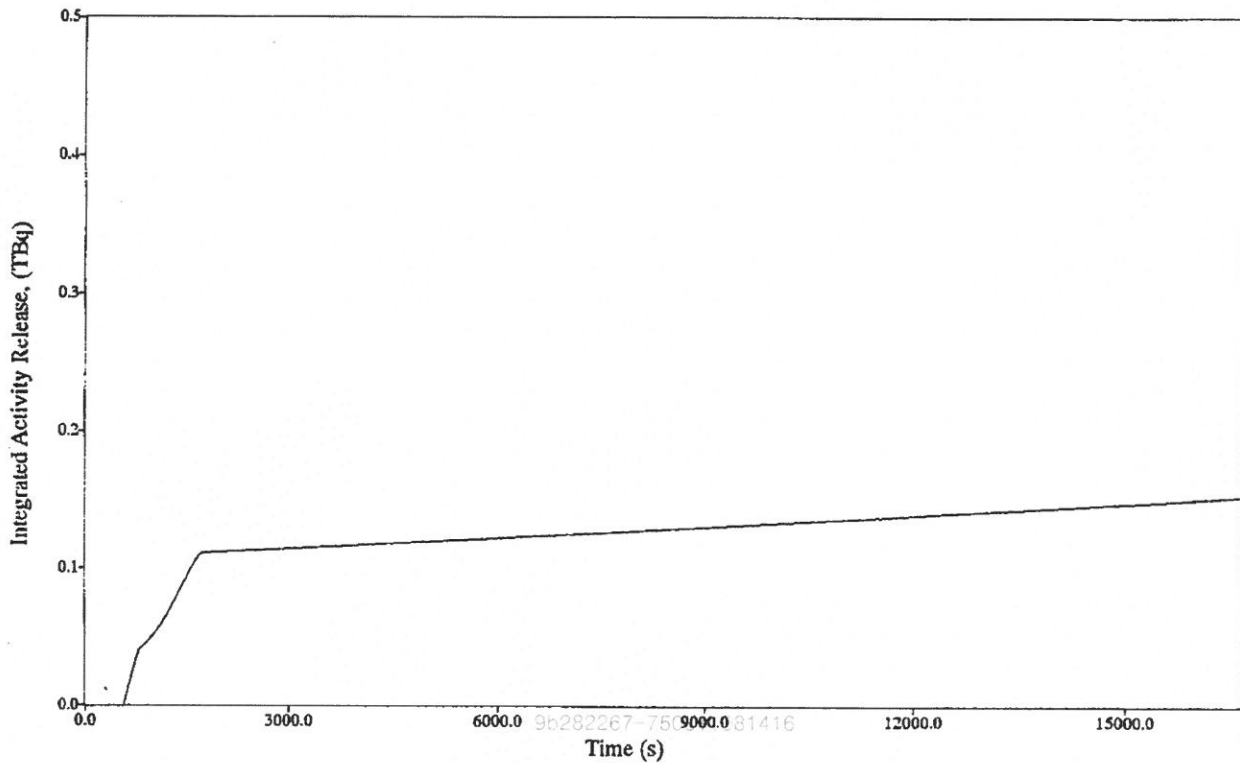
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 비상출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
온도과도상태
그림 15.2.1.4.B-22

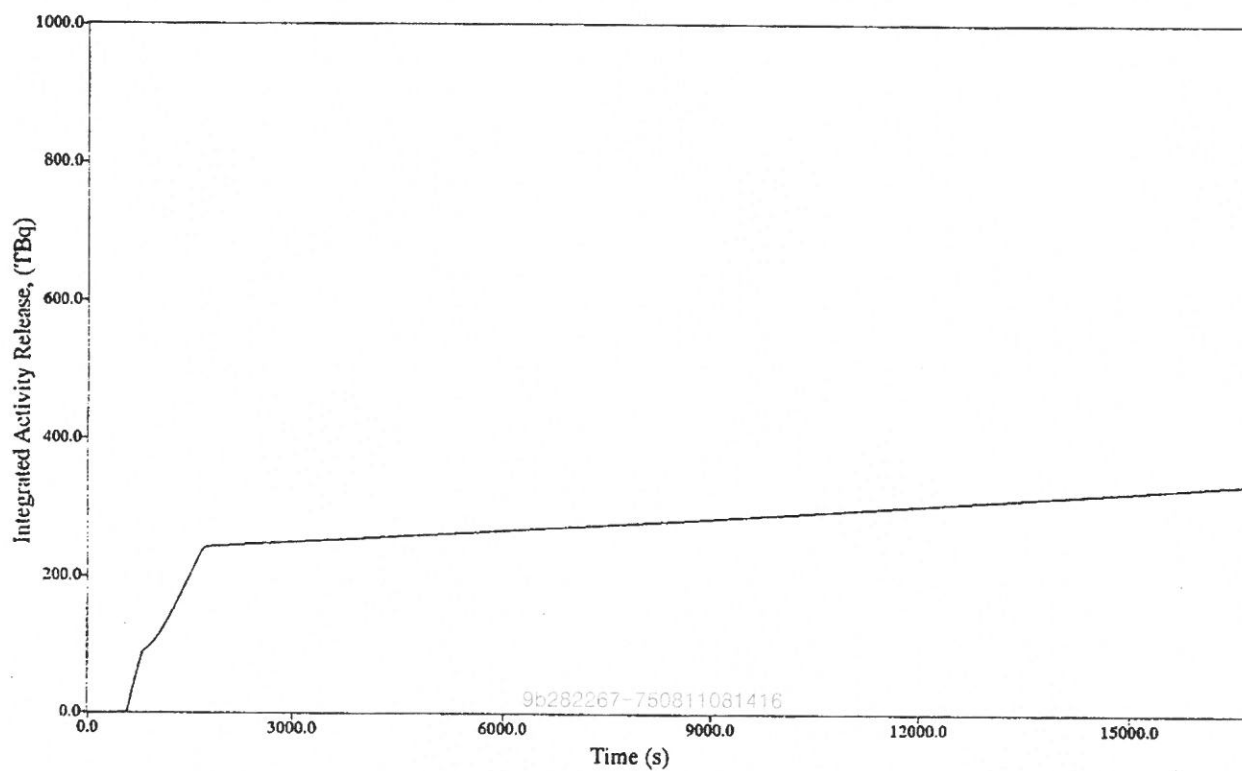
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 비상출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-23

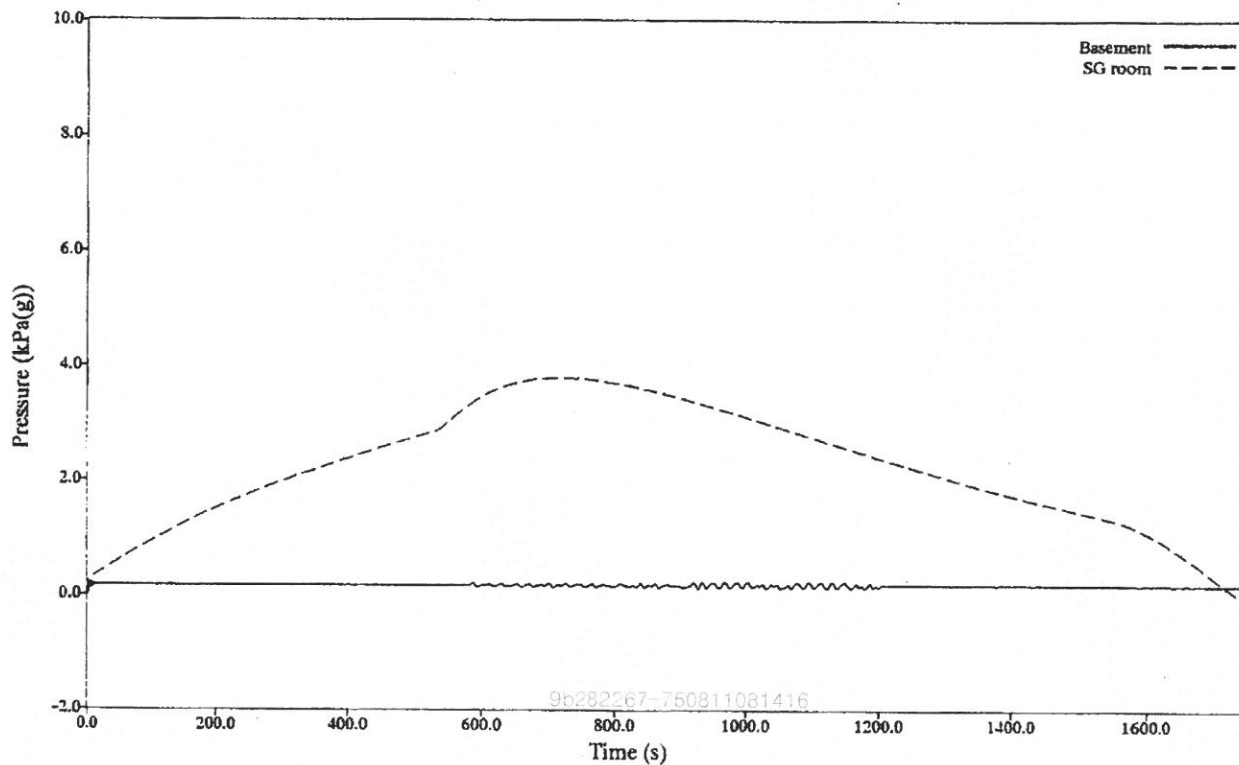
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 비상출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 Xe-133 누출량
그림 15.2.1.4.B-24

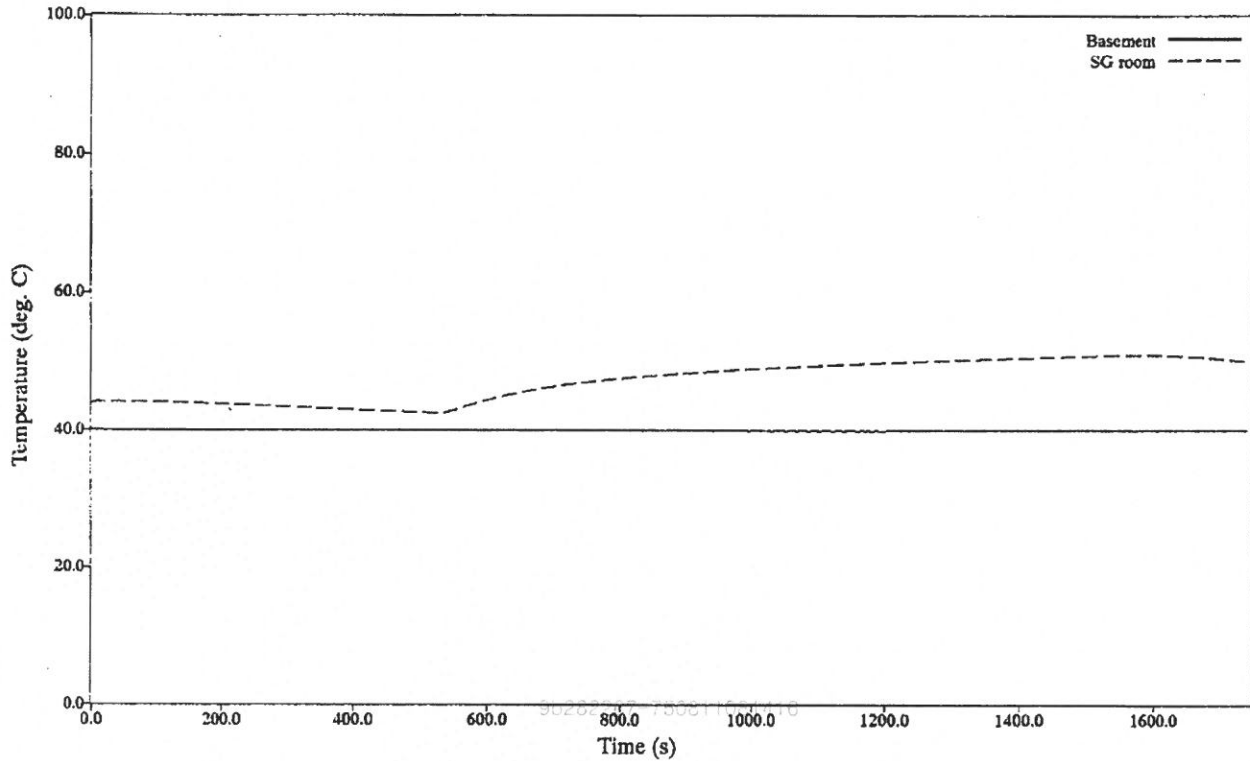
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 장비출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
압력과도상태
그림 15.2.1.4.B-25

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

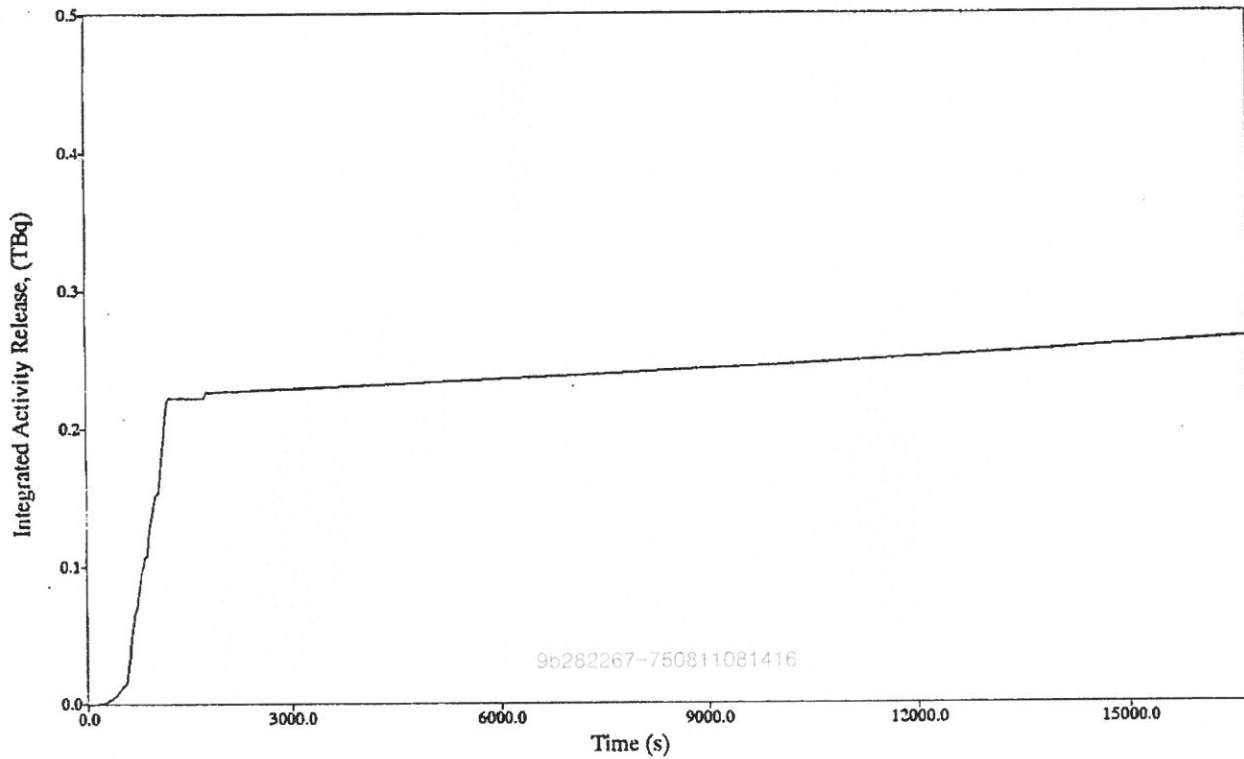


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

적납건물 장비출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 적납건물내
온도과도상태
그림 15.2.1.4.B-26



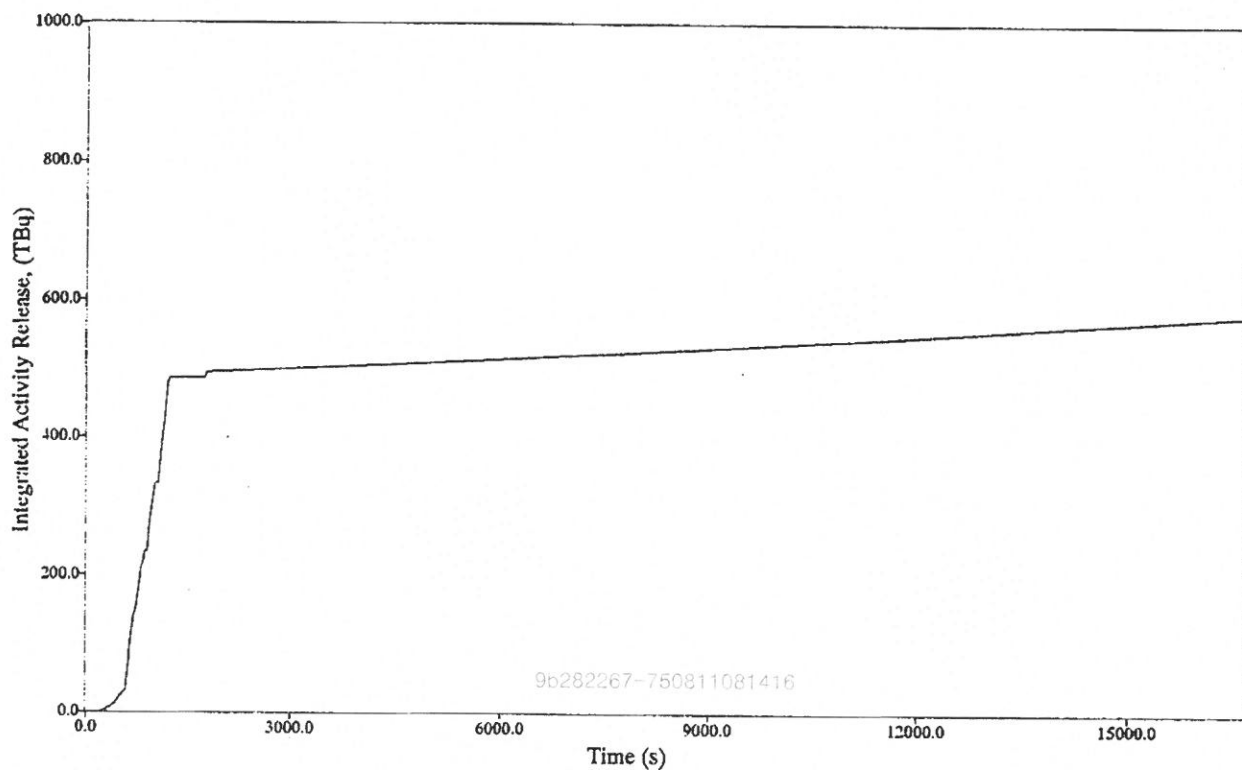
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 장비출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-27

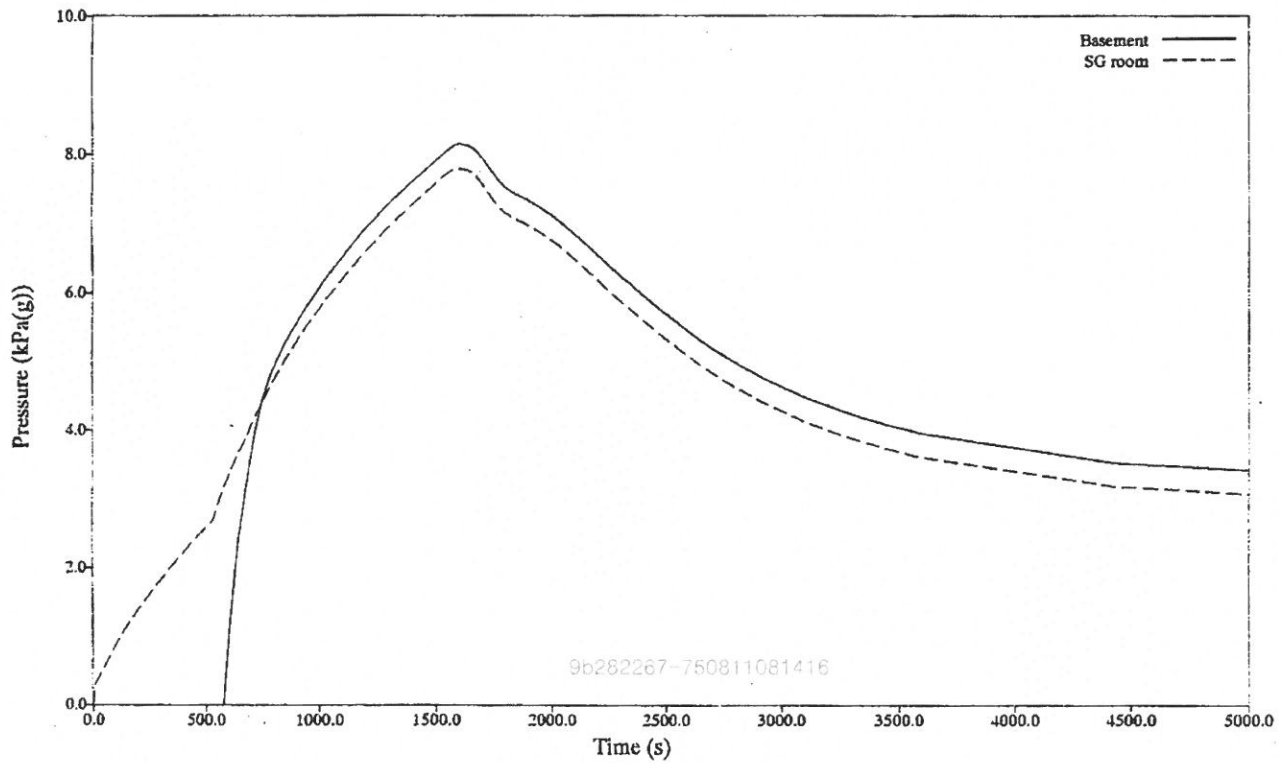
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물 장비출입구 개방시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 구멍을
통한 격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-28

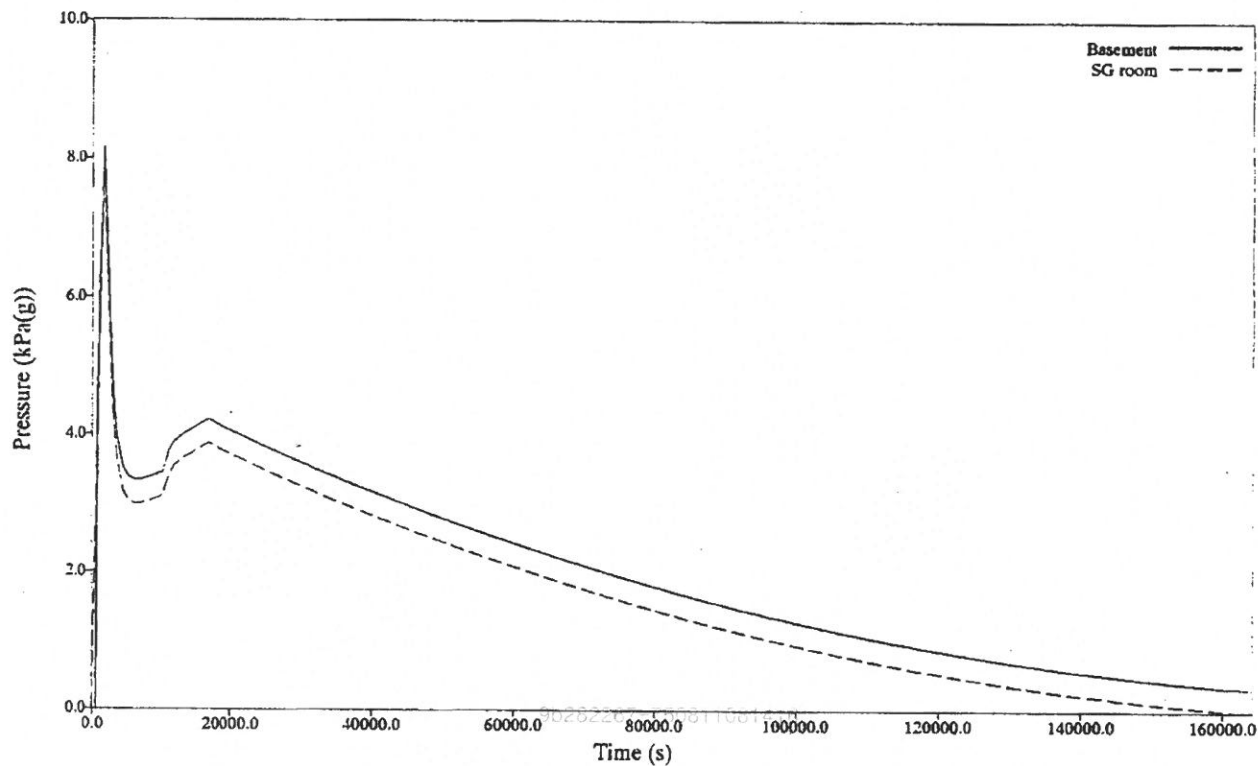
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍시
O6_mod 채널유동 완전차단 사고에 대한
격납건물내 단기 압력 과도상태
그림 15.2.1.4.B-29

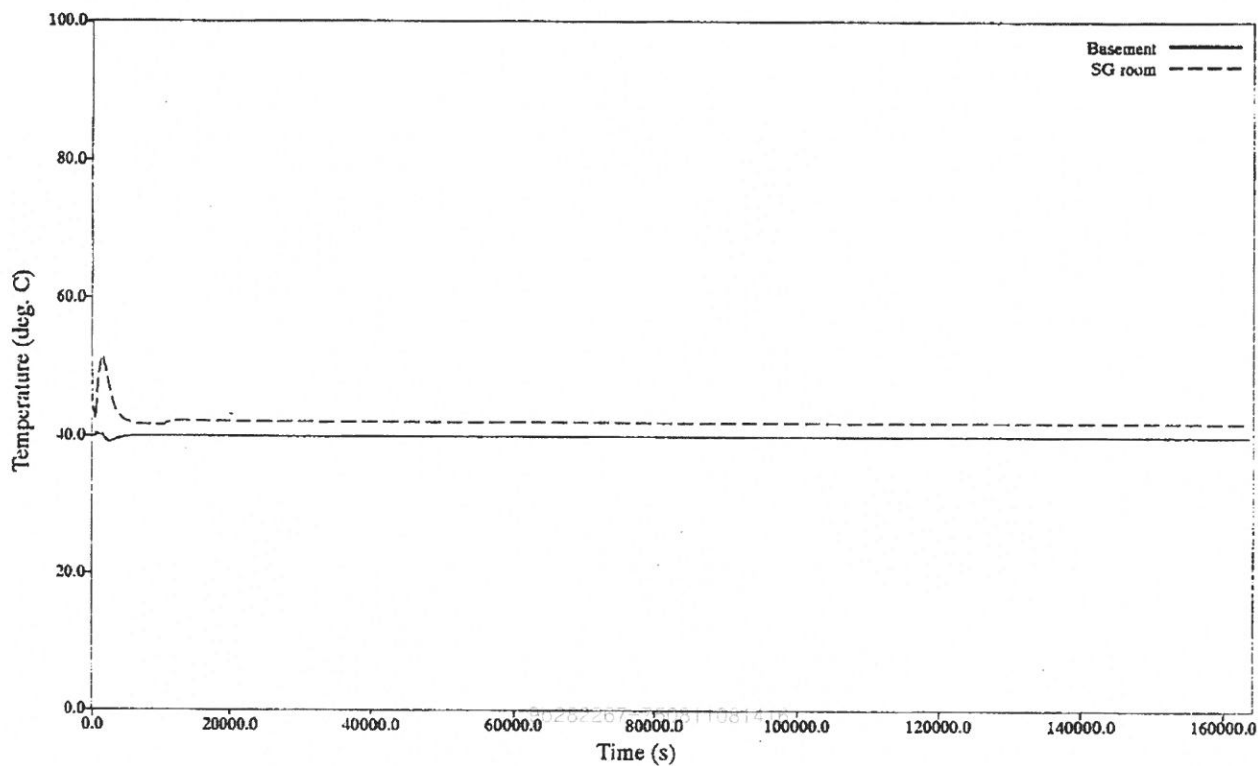
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍시
O6_mod 채널유동 완전차단 사고에 대한
격납건물내 장기 압력 과도상태
그림 15.2.1.4.B-30

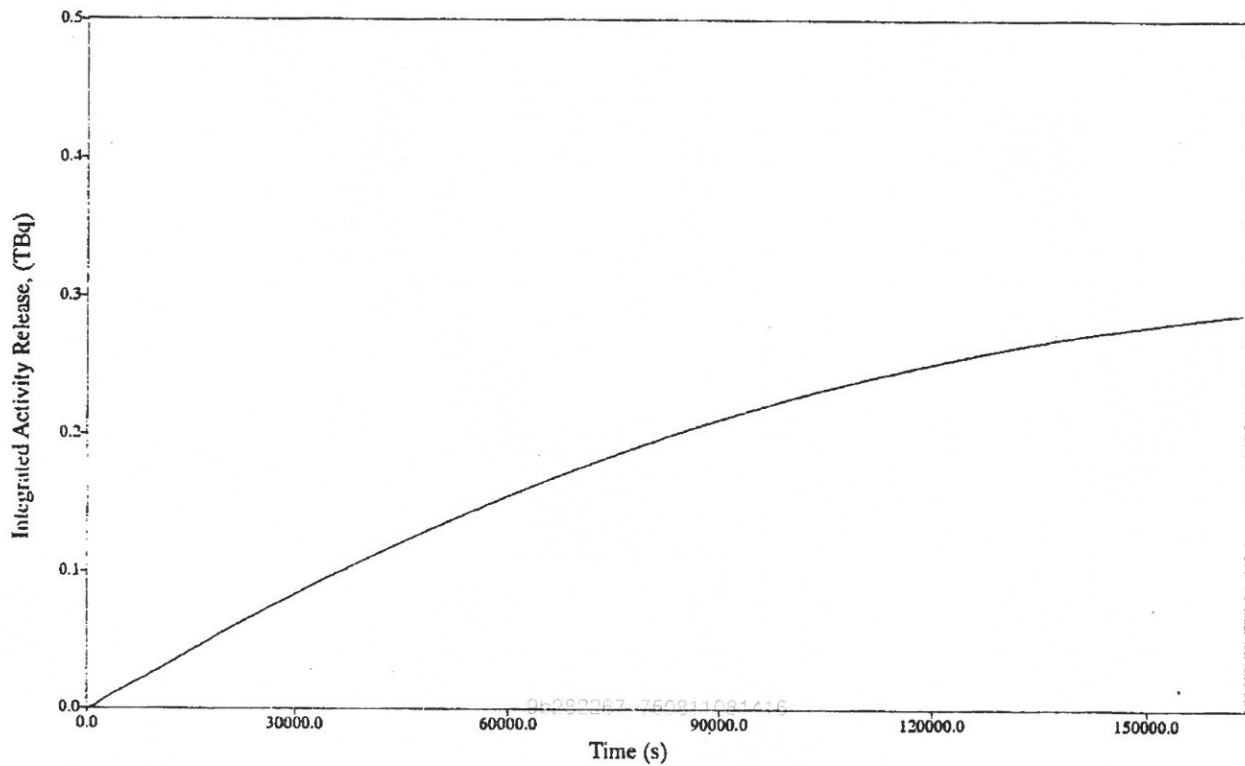
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력 원자력
월성 원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍시
O6_mod 채널유동 완전차단 사고에 대한
격납건물내 장기 온도 과도상태
그림 15.2.1.4.B-31

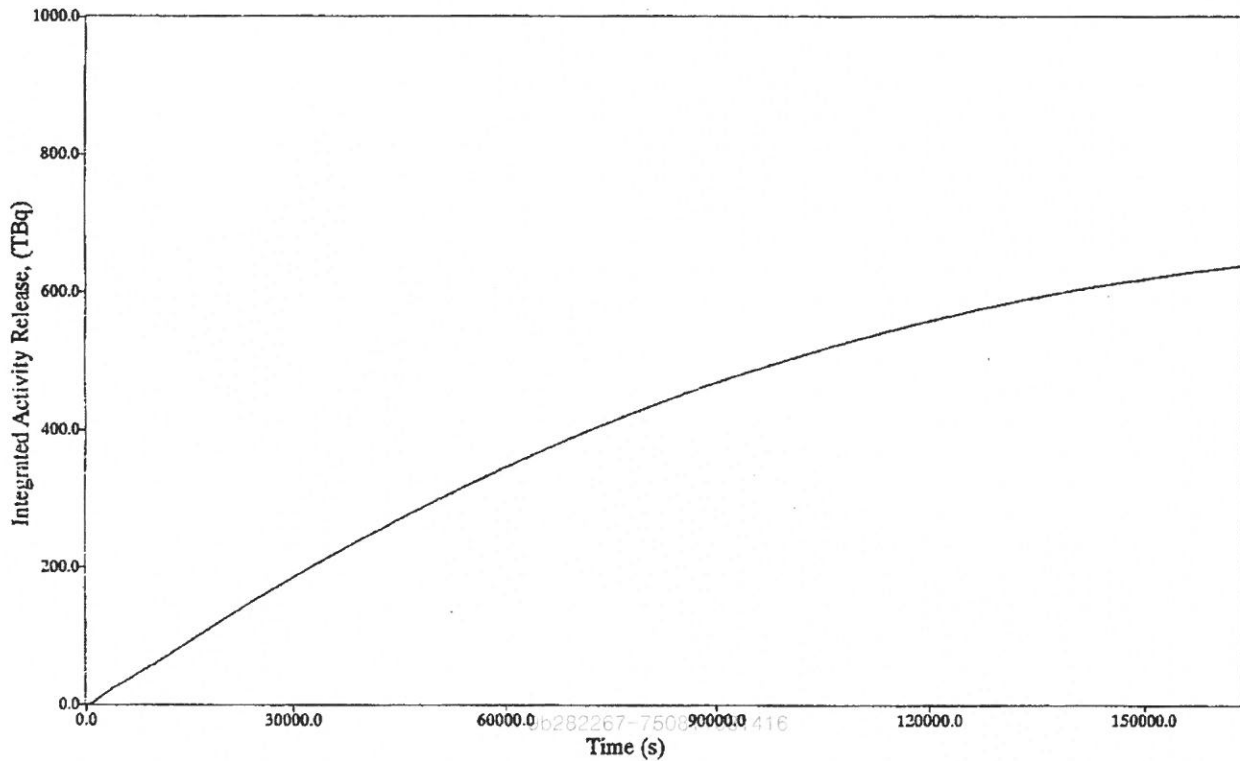
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍시
O6_mod 채널유동 완전차단 사고에 대한
구멍을 통한 격납건물 외부로의 I-131
누출량
그림 15.2.1.4.B-32

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

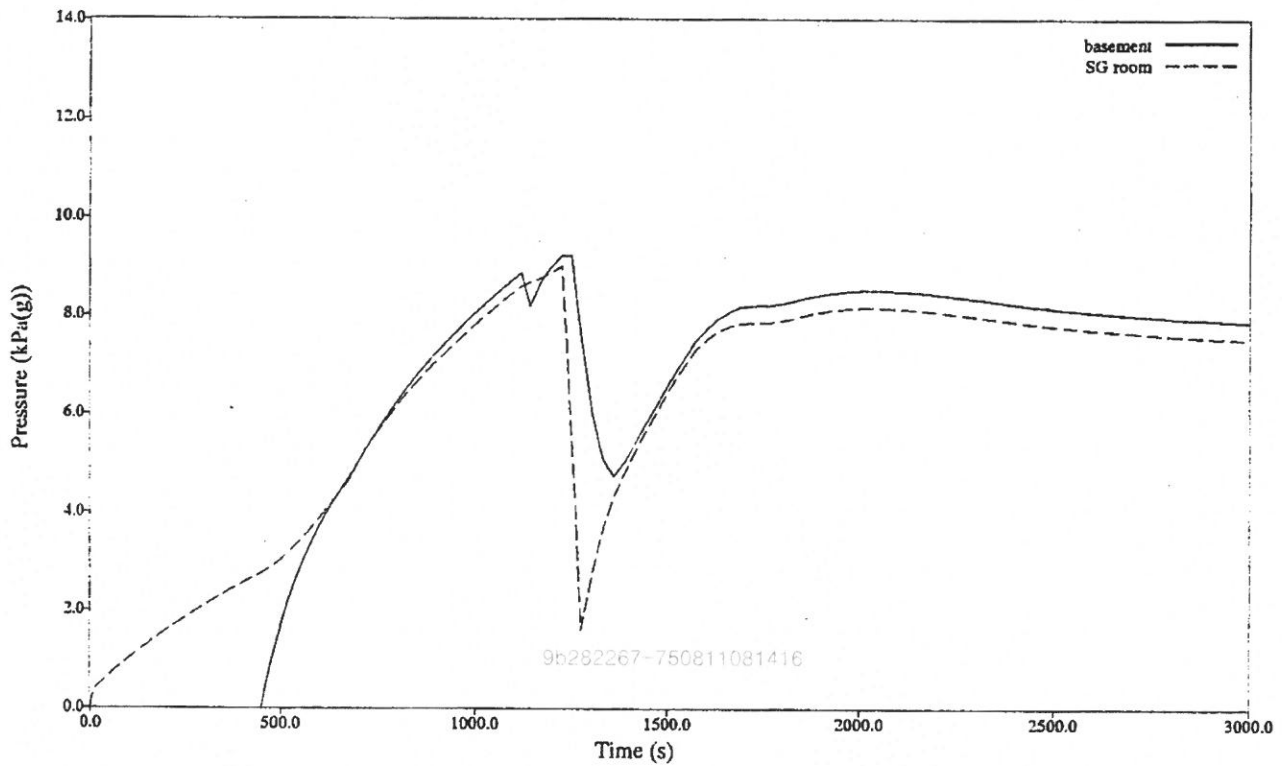


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

감지가능한 최소크기의 격납건물 구멍시
O6_mod 채널유동 완전차단 사고에 대한
구멍을 통한 격납건물 외부로의 Xe-133
누출량

그림 15.2.1.4.B-33

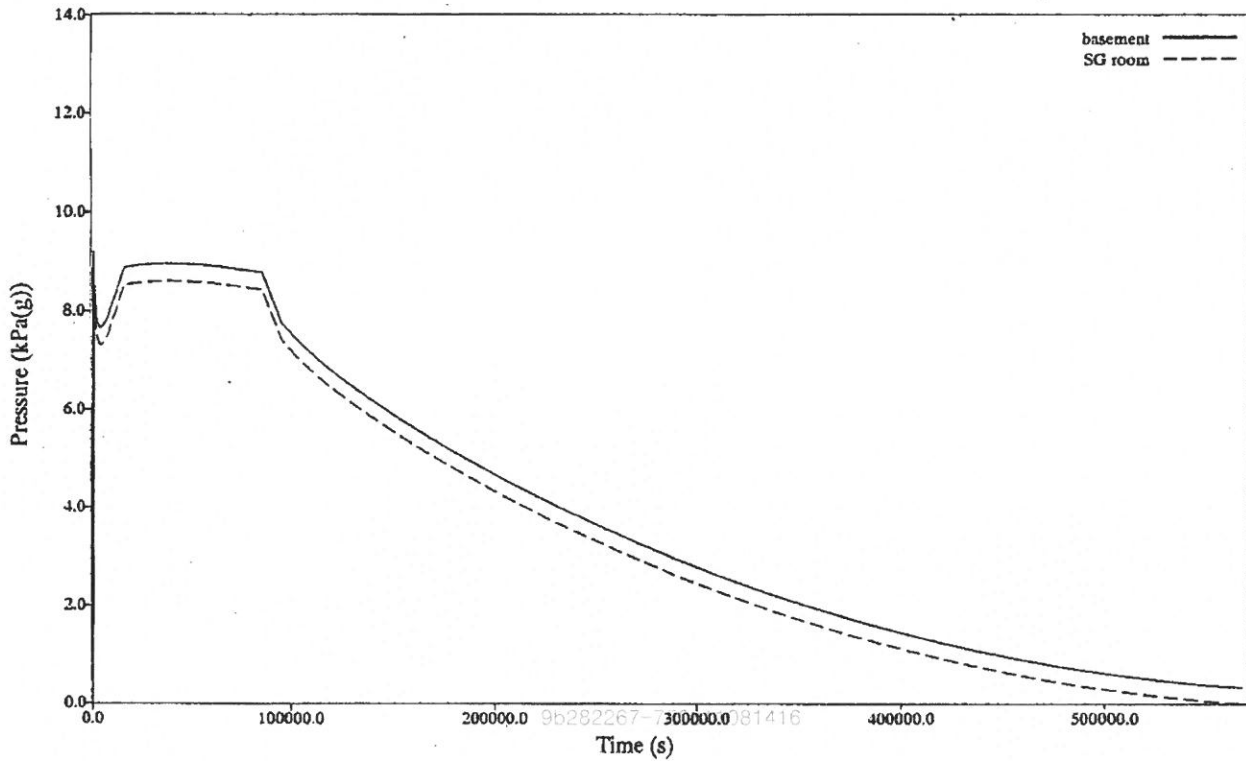
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

국부공기냉각기 완전상실시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
단기 압력 과도상태
그림 15.2.1.4.B-34

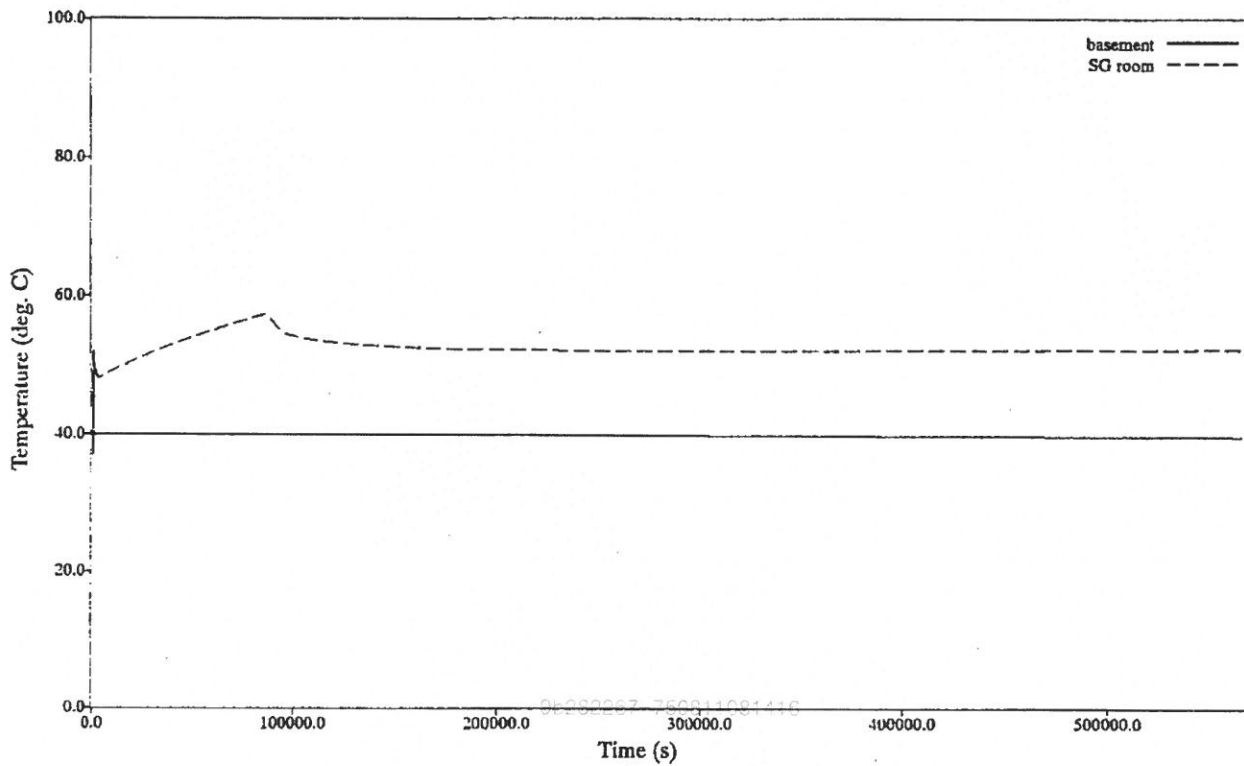
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

국부공기냉각기 완전상실시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물
장기 압력 과도상태
그림 15.2.1.4.B-35

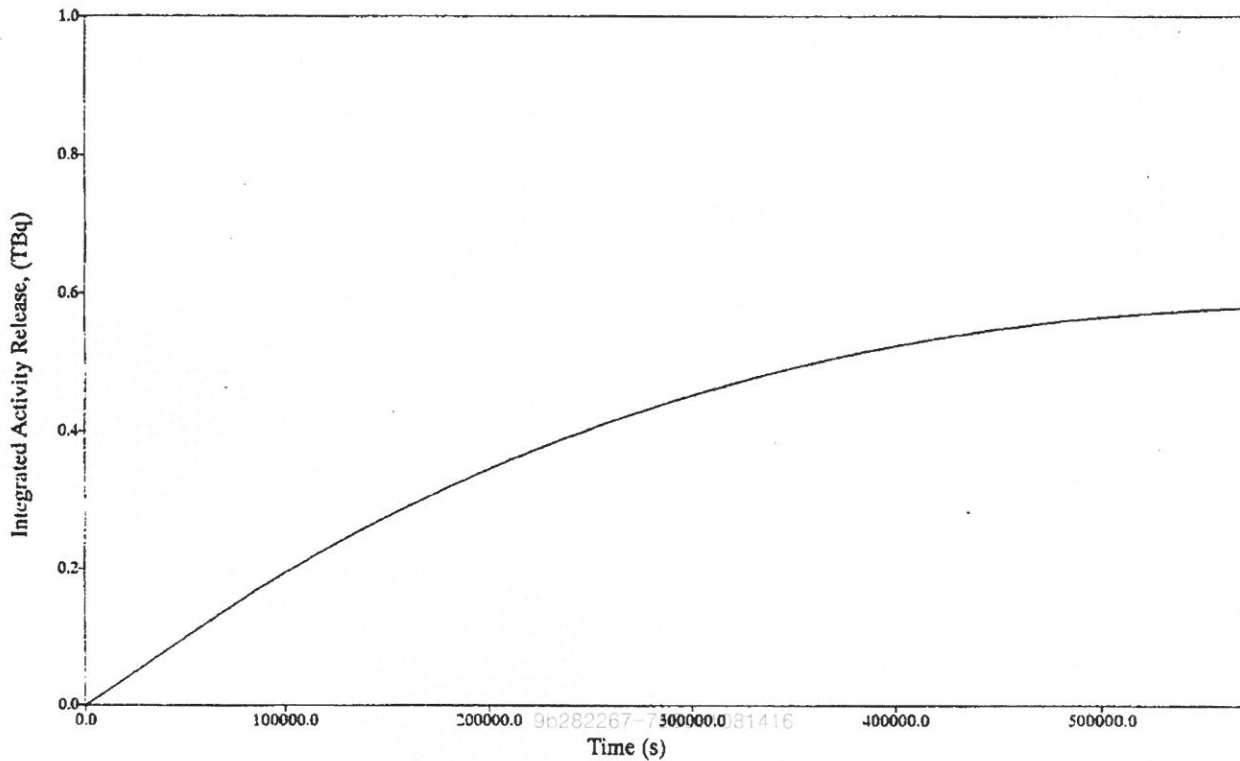
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

국부공기 냉각기 완전상실시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 격납건물내
장기 온도 과도상태
그림 15.2.1.4.B-36

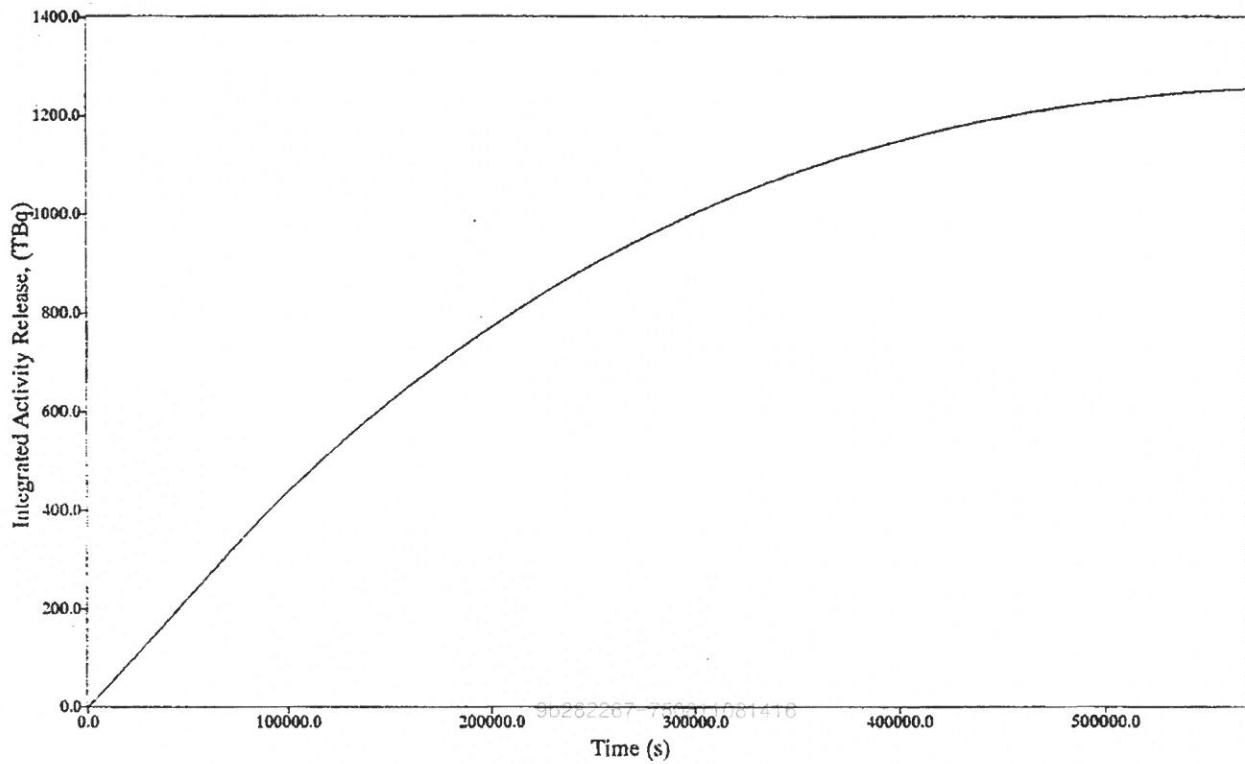
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

국부공기냉각기 완전상실시 O6_mod
채널유동 완전차단사고에 대한 누설을
통한 격납건물 외부로의 I-131 누출량
그림 15.2.1.4.B-37

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

국부공기냉각기 완전상실시 O6_mod
채널유동 완전차단 사고에 대한 누설을
통한 격납건물내 외부로의 Xe-133 누출량
그림 15.2.1.4.B-38

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

15.2.1.4.C 비상노심냉각계통 손상을 동반한 채널유동차단

15.2.1.4.C.1 서론

15.2.1.4.A 절에서는 비상노심냉각계통 작동시의 채널유동차단에 따른 결과를 기술하고 있다. 이 절에서는 비상노심냉각계통이 설계된 여러가지 기능을 수행하지 못하는 경우를 다룬다. 따라서 나머지 발전소 방어기능이 시험된다. 주위환경으로의 방사능 누출을 막는 격납건물의 기능과 정상 열제거 모드가 손상되었을 때 감속재의 붕괴 열제거 기능이 이에 해당한다.

일차냉각재 상실 이후, 계통은 감압되고 어느 하나의 회로에서 세 개의 계측 모관중 두 개에서 저압 측정에 따른 냉각재 상실 신호가 비상노심냉각수 주입과 증기발생기 급냉을 시작하게 하고, 회로격리 신호가 일차계통내 두 회로를 격리시킨다.

다음의 비상노심냉각계통 손상을 동반한 유동차단 사고를 고려한다 :

가. 비상냉각수 주입 고장

나. 냉각재회로 격리 고장

월성 2, 3, 4 호기에는 두 개의 증기발생기 급냉 계통 (CC1 과 CC2) 이 있다. 제2급냉계통은 제1급냉계통의 보완 역할을 한다. 두 개의 계통이 동시에 고장날 가능성은 극히 희박하므로 최소한 한 개의 급냉계통은 작동한다. 이 분석에서는 두 급냉계통중 나중 것의 작동을 가정한다 : 따라서, 급냉 상실에 대한 분석은 수행하지 않는다.

15.2.1.4.C.2 허용 기준

선량, 원자로 정지, 핵연료채널 및 격납건물 분석에 대한 허용 기준은 아래와 같다 :

가. 선량한도

선량한도는 AECB 규제문서 R-10 (참고문헌 15.2.1.4.C-1) 에 규정되어 있다.

사고 분류	선량한도		
		개인	주민
이중 고장	전 신 갑상선	250 mSv 2500 mSv	10 ⁴ person-sieverts 10 ⁴ person-sieverts

15.2.1.4.C-1

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

비상노심냉각계통 손상을 동반한 채널유동차단 사고는 AECB 권고문서 C-6 (참고문헌 15.2.1.4.C-2) 에서 5 등급 사고에 해당한다. 상기 선량한도가 만족되면 C-6 선량한도를 만족시킬 것이다. 왜냐하면 C-6 의 5 등급 개인선량한도는 상기 선량한도보다 높기 때문이다. C-6 에는 주민선량에 대한 요건이 언급되어 있지 않다.

나. 원자로 정지

AECB 규제문서 R-8 (참고문헌 15.2.1.4.C-3) 에 따르면, 두 개의 독립적인 정지계통 (제1정지계통과 제2정지계통) 각각이 반응도 및 출력의 폭주를 막고 원자로를 정지상태로 유지시킬 수 있음을 입증해야 한다.

손상되지 않는 정지봉 안내관과 독물질 주입노즐의 갯수는 제1정지계통과 제2정지계통이 원자로를 정지시키고 미임계 상태로 유지시키기에 충분해야 한다.

다. 핵연료채널 건전성

AECB 규제문서 R-8 과 R-9 (참고문헌 15.2.1.4.C-3 과 15.2.1.4.C-4) 에서는 핵연료채널 건전성 요건이 규정되어 있다. 핵연료채널은 내부과열로 인해서 파손되지 않아야 한다. 이 기준은 다음의 부차적인 기준들이 만족되면 만족된다 :

1. 압력관은 국부변형에 의해 손상되지 않아야 한다. 압력관 국부 진변형도가 모든 지점에서 100% 보다 작으면 이 기준은 만족된다.
2. 만일 압력관이 변형되어 칼란드리아관과 접촉하게 되면, 칼란드리아관의 건전성이 유지되어야 한다. 이 기준은 칼란드리아관 외벽에서 막비등이 일어나지 않으면 (즉, 드라이아웃이 일어나지 않으면) 만족된다.

압력관 온도가 600 °C 이하로 유지되면, 압력관은 손상되지 않고 변형 계산이 요구되지 않는다. 따라서, 압력관 온도가 600 °C 이하로 유지되면 과열에 의한 핵연료채널의 파손이 발생하지 않는다는 것을 보장한다.

라. 칼란드리아 구조물의 건전성

칼란드리아 구조물의 건전성은 캐나다 표준과 ASME 코드 (참고문헌 15.2.1.4.C-6 과 15.2.1.4.C-7) 에 따른다. 칼란드리아 구조물의 건전성은 유지되어야 한다. 즉, 고온의 핵연료와 냉각재 방출에 의한 감속재 압력 상승에 의해서, 칼란드리아가 과도한 응력을 받지 않아야 된다. 이 기준은 다음 기준이 만족되면 만족된다 :

칼란드리아가 응력을 받고 변형되어도 전체 구조물 손상이 일어나지 않고 정지계통 작동을 방해하지 않아야 한다. 구조물 부품의 국부 항복은 적용하는 코드 및 표준에 의해 제한될 것이

15.2.1.4.C-2

05/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

다.

마. 격납건물 건전성

AECB 규제문서 R-7 (참고문헌 15.2.1.4.C-8) 은 격납건물 건전성에 대한 요건을 규정하고 있다. 격납건물의 구조적 건전성은 유지되어야 한다. 이 기준은 다음의 부차적인 기준들이 만족되면 만족된다 :

1. 첨두 압력이 원자로건물 설계압력인 124 kPa(g) 를 넘지 않아야 한다.
2. 원자로건물 내벽에 걸친 과도 압력차는 벽의 구조적 건전성을 손상시키지 않아야 한다.

바. 격납건물내 대기 조절

R-7 에 따르면, 격납건물내 수소농도는 폭발이나 폭연에 대한 기준농도 이하로 유지되어야 한다. 이 기준은 격납건물내 수소농도가 하향 화염전파에 대한 하한치 이하로 유지되면 만족된다. 이 값은 체적비로 9.0% (참고문헌 15.2.1.4.C-9) 이다.

15.2.1.4.C.3 비상노심냉각수 주입 상실을 동반한 채널유동차단

15.2.1.4.C.3.1 서론

9b282267-750811081416

이 절에서는 채널유동차단사고 이후 가상적인 비상노심냉각수 주입 고장으로부터 발생하는 결과에 대해서 기술한다.

15.2.1.4.C.3.2 사건 전개

이 절에서는 비상노심냉각수 주입 상실을 동반한 채널유동차단에 대한 정성적인 사건 전개를 기술한다. 즉 15.2.1.4.C.3.3 절에서 서술되는 발전소 계통 가정을 사용하여 예상되는 발전소 거동이다. 기능 손상이 발생할 때까지, 사건 전개는 주입이 되는 경우와 같다.

압력관 및/혹은 칼란드리아관 파단이 일어나지 않는 차단인 경우는, 일차계통으로부터 냉각재 상실 없이 때문에 비상노심냉각계통의 작동이 시작되지 않는다. 따라서, 이 경우 비상노심냉각계통 기능의 손상은 사고 결과에 영향을 끼치지 않는다. 이 절에서 기술되는 사건전개는 채널 파손을 야기시켜 일차계통으로부터 냉각재 상실을 가져오는 중대한 유동차단 경우에 국한된다.

가. 채널 파손 이후, 냉각재계통 (HTS) 의 일차측 냉각재 재고량은 계속 상실된다. 재고량이 감소함에 따라서 핵연료로부터의 열제거도 감소하여, 핵연료와 압력관이 가열되고 변형될 수 있

15.2.1.4.C-3

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

다.

나. 일차계통은 냉각재상실사고신호 설정치까지 감압된다. 비상냉각수 주입은 되지 않지만 냉각 재회로는 격리되는 것으로 가정한다.

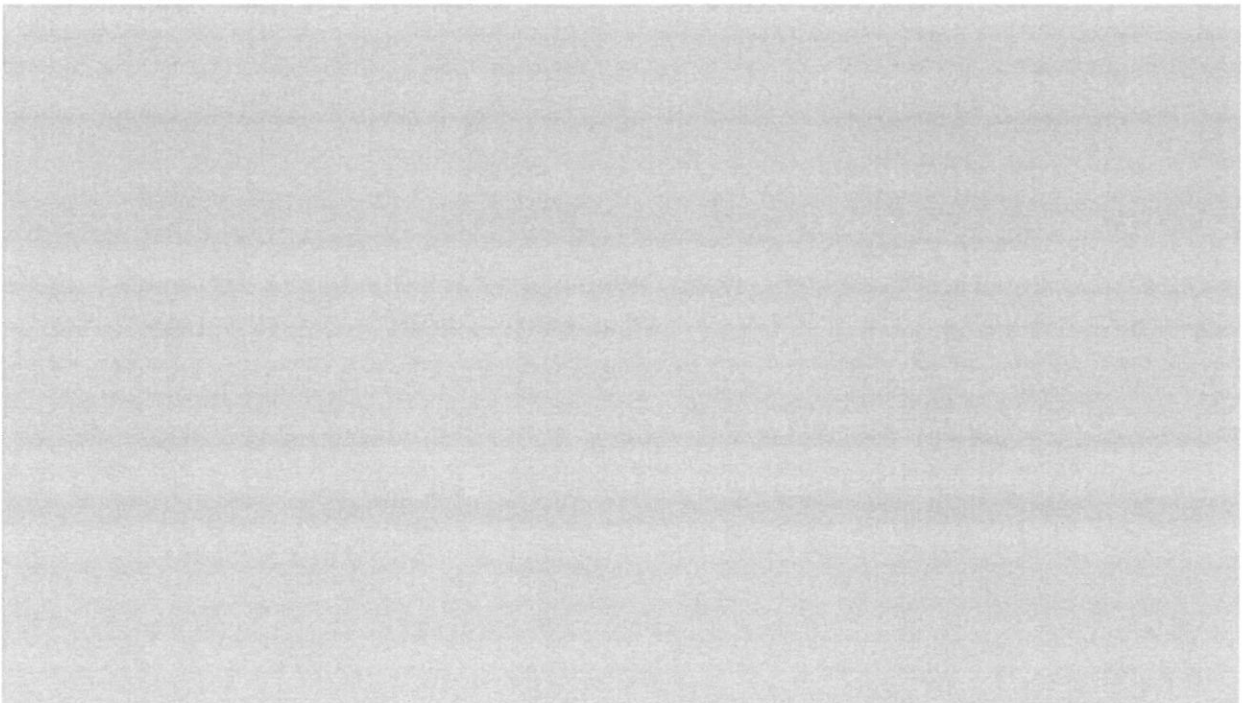
다. 핵연료채널로 증기가 유입되면, 채널 온도는 지르칼로이 부품중 일부를 산화시키기에 충분할 만큼 상승될 수 있다. 이 산화과정을 통해서 열과 수소가 발생한다.

라. 결국 일차계통 압력이 높게 유지되고 있으면, 비파단 압력관의 온도가 충분히 상승해서 원주 방향으로 팽창하여 칼란드리아관과 접촉할 수 있다. 그 이후의 압력관 가열은 처짐에 의해서 칼란드리아관과 접촉하게 될 수 있다. 감속재는 핵연료채널로부터 열을 제거하는 열제거원으로 작용한다.

마. 차가운 칼란드리아관과 접촉하게 되는 압력관 부위는 곧 냉각된다. 열은 칼란드리아관으로부터 주위 감속재로 전달된다. 감속재 냉각계통은 감속재의 열을 제거한다.

바. 냉각재 대부분이 파단을 통해 상실됨에 따라서 채널은 고온으로 가열될 것이 예상된다. 이 고온으로 인하여 일부 핵연료가 파손되어 핵연료로부터의 핵분열생성물이 감속재를 통하여 격납건물로 누출된다. 격납건물로 누출된 핵분열생성물의 적은 양이 외부로 누설될 수 있다.

15.2.1.4.C.3.3 분석 가정 및 방법론 9b282267-750811081416



15.2.1.4.C-4

95/04/10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

9b282267-750811081416

15.2.1.4.C-5

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

개정번호 131
2008. 10. 22

9b282267-750811081416

15.2.1.4.C-6



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

9b282267-750811081416

15.2.1.4.C-7

05/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

9b282267-750811081416

15.2.1.4.C-8

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

15.2.1.4.C.3.4 분석 결과

15.2.1.4.C.3.4.1 열수력 분석 결과

15.2.1.4.C.3.4.1.1 냉각재계통 모사

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단에 대한 모사 결과가 이 절에서 제시된다. 채널 입구에서 적용된 k-인자와 파단 시간 및 위치는 표 15.2.1.4.A-8 에 주어 져 있다. 결과는 핵연료가열개시 이후 약 70 초인 2200 초까지 보여준다. 주요 사건에 대한 발 생 시점은 표 15.2.1.4.C-1 에, 주요 변수에 대한 과도상태는 그림 15.2.1.4.C-1 부터 그림 15.2.1.4.C-7 까지 주어 져 있다. 1691 초 (즉 냉각재상실사고신호 발생 시간) 까지는, 제시된 결 과가 주입 가능한 경우와 같다.

그림 15.2.1.4.C-1 에서는 파단으로의 질량 유량과 파단을 통해 칼란드리아용기로 유입되 는 유체의 혼합 엔탈피를 보여준다. 파단을 통해 일차계통으로부터 냉각재가 상실됨에 따라 계통 은 감압되기 시작한다 (그림 15.2.1.4.C-2). 계통의 감압은 가압기로부터 냉각재가 유출되게 해서 가압기 수위를 낮춘다. 686 초에, 가압기 저수위 트립에 도달한다. 계속된 냉각재계통의 감압은 1666 초에 냉각재계통 저압에 의한 원자로 트립을 발생시킨다.

노심경로 1 부터 4 까지의 평균 채널에 대한 피복관과 압력관 온도를 그림 15.2.1.4.C-3 에서 보여준다. 그림에서 보여지는 것처럼, 온도는 대체로 일정하게 유지되다가 원자로가 트립될 때 급격히 떨어진다. 감소된 원자로 출력은 일차계통의 급격한 감압을 가져온다. 1691 초에서 냉각재상실사고신호가 작동된다. 이것은 회로를 격리시키고 20 초 후에 가압기 가열기를 트립시 킨다. 이 분석에서는 비상냉각수 주입이 되지 않는다고 가정하기 때문에, D₂O 격리밸브는 개방되 지 않는다.

감소된 원자로 출력은 증기발생기를 통한 열전달을 감소시켜 이차측에서의 증기 발생을 감소시킨다. 냉각재상실사고 신호 30 초 후인, 1721 초에 16 개 주중기안전밸브중 7 개가 개방되 므로 이차측 급냉이 시작된다.

계통 압력과 원자로 출력은 계속 떨어진다. 1810 초에 원자로출구모관 압력과 원자로 출 력은 각각 2.5 MPa(a) 과 10% 전출력 이하로 떨어져서 120 초 지연을 갖는 자동 펌프 트립을 발 생시킨다. 펌프 트립후 노심을 통한 유량은 감소한다 (그림 15.2.1.4.C-4). 노심내 저유량과 계통 의 저압 때문에 기포가 증가한다. 원자로모관에서 예측된 기포율은 그림 15.2.1.4.C-5 에 제시되

15.2.1.4.C-9

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

어 있다. 비파단회로와 파단회로의 평균 기포율을 그림 15.2.1.4.C-6 에서 보여준다. 비상냉각수 주입이 되지 않기 때문에 냉각재가 파단지점에서 방출됨에 따라 파단회로의 질량 재고량은 계속 감소한다. 회로격리가 이루어진 후 비파단회로와 가압기의 질량 재고량은 일정하게 유지된다. 비파단회로, 파단회로 및 가압기의 질량 재고량은 그림 15.2.1.4.C-6 에 제시되어 있다. 핵연료가 열개시는 2130 초에 발생한다고 예측된다. 이 기간중 증기발생기는 계속 열을 제거한다 (그림 15.2.1.4.C-7).

15.2.1.4.C.3.4.1.2 단일채널 모사

이 절에서는 비상노심냉각수 주입 상실을 동반한 유동차단의 경우 전체 계통모사에서 예측된 모관 조건에 따르는 차단되지 않은 단일채널에서의 유체 유동 및 열전달에 대한 자세한 모사 결과를 기술한다. 이 모델은 입구 모관에서 출구 모관까지의 단일채널만 다루기 때문에, 단일채널 모델로 불린다. 본 분석에서는 A9 와 O6_mod 두 채널이 고려되는데 이 채널은 각각 노심 경로 4 의 저출력과 고출력 채널이다. 모관에 적용된 경계조건은 계통모사의 노심경로 4 에서 구해진다. 단일채널 분석시 사용된 입구와 출구모관의 압력 및 기포율은 각각 그림 15.2.1.4.C-2 와 그림 15.2.1.4.C-5 에 제시되어 있다.

9b282267-750811081416

가. 채널 A9

채널을 통해 흐르는 냉각재 질량 유량은 그림 15.2.1.4.C-8 에 제시되어 있다. 원자로 트립후 질량 유량은 급격히 감소되며, 입구모관에서 출구모관까지의 압력 강하가 커짐에 따라서 약간 증가된 후 감소한다.

다발 1, 7 및 12 에서 예측된 기포율은 그림 15.2.1.4.C-8 에 제시되어 있다. 펌프가 트립된 후 채널내 기포율은 증가하고 채널을 통한 유량이 감소됨에 따라 계속 증가한다. 그림 15.2.1.4.C-9 에서는 핵연료, 핵연료피복관 및 압력관의 최대 온도와 다발 7 의 최상, 중간 및 최하 연료봉에 대해 예측된 피복관 온도가 제시되어 있다. 비상노심냉각 상실시, 입구 모관이 2130 초에 성층화 (핵연료 가열의 시작으로 간주됨) 된 후 온도는 증가한다. 이 시간 이후 채널 가열은 CHAN II/A 코드에서 계산된다.

나. 채널 O6_mod

냉각재 질량유량, 기포율, 핵연료피복관 및 압력관의 온도는 그림 15.2.1.4.C-10 과 그림 15.2.1.4.C-11 에서 보여준다. 정성적 거동은 채널 A9 와 매우 유사하다.

15.2.1.4.C-10

05/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

15.2.1.4.C.3.4.2 핵연료 분석 결과

표 15.2.1.4.C-2 에서는 증기 유량이 5 g/s 일 때 비상노심냉각 상실을 동반한 유동차단 사고에 의한 파단회로에서의 요오드와 불활성 기체 동위원소 총 누출량을 제시하고 있다. 사고 채널로부터의 누출은 핵연료가열 기간중의 누출에 비해 훨씬 적다. 이 값에 감속재에서의 세척은 포함되지 않았다.

15.2.1.4.C.3.4.3 핵연료채널 분석 결과

채널 O6 에서 완전 유동차단의 경우 핵연료가열개시는 2130 초에 발생한다. 따라서, 압력관/칼란드리아관 총 접촉시간은 가열개시 시간에다 비상노심냉각 상실을 동반한 2.5% 원자로입구모관 파단에서 예측된 핵연료가열개시부터 첫 채널접촉 시간을 더하여 계산된 2380 초이다. 감속재의 포화온도는 보수적으로 대기압에 상응하는 101.4°C 로 가정한다. 이 온도는 노심 영역에서 압력을 증가시켜 높은 포화온도를 만드는 감속재의 정적 수두를 무시한 것이다. MODSTBOIL 코드 결과에서 감속재 온도는 2380 초에 약 50°C 로 예측되는데 이것은 약 51°C 의 과냉을 가져온다. 850°C 의 압력관 접촉온도, 약 51°C 의 감속재 과냉각도 및 처진 압력관에 대한 6.5 kW/m²·°C 의 접촉전도도에 대해서, 접촉비등 실험은 막비등이 일어나지 않음을 보여준다. 실험에서는 막비등을 피하기 위하여 약 15°C 의 감속재 과냉이 요구됨을 알 수 있다. 가능한 감속재 과냉과 요구되는 과냉 사이의 여유값은 36°C 로 상당히 크다. 따라서, 칼란드리아관 드라이아웃은 발생되지 않고, 비파단채널의 건전성은 유지된다.

15.2.1.4.C.3.4.4 노내 손상 평가 결과

가상적인 유동차단에 의한 노내 손상은 피더정체파단 시나리오 (15.2.1.6.C 절) 와 같다.

15.2.1.4.C.3.4.5 제1정지계통 정지능력 평가 결과

냉각재계통으로부터 칼란드리아용기로 방출되는 냉각재는 감속재와 혼합된다. 과압 보호판이 파열된 후 감속재와 냉각재계통 냉각재 혼합물은 칼란드리아 방출도관을 통해서 격납건물로 방출된다. 이것은 칼란드리아내의 독물질 (붕소) 농도를 희석시켜 계통 반응도를 증가시킨다. 냉각재계통 냉각재의 D₂O 순도는 감속재보다 낮다. 따라서 계속적인 칼란드리아내 D₂O 순도의 저급화가 발생하여 반응도를 감소시킨다. 사고후 0 분, 15 분 및 20 분에서의 파단 (채널 O6_mod) 으로부터 누적된 질량방출, 칼란드리아내의 붕소 농도 및 D₂O 순도를 표 15.2.1.4.C-3 에서 보여준

15.2.1.4.C-11

05/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

다. 부 반응도를 삽입하는 운전원 조치는 명백한 신호 발생 15 분 경과 후 일어난다고 가정한다. 채널 파단후 곧 감속재 고수위 경보가 발생하고 계속해서 가압기 저수위와 출구모관 저압 신호가 발생한다. 따라서 운전원 조치는 15 분에 취해진다고 가정할 수 있다. 가장 심각한 경우를 고려하여 20 분에서의 미임제도 여유분을 평가하였다.

평형 노심은 덜 심각하기 때문에 플루토늄중식첨두 노심에 대해서만 분석을 수행한다. 사고 이전에 원자로는 103% 전출력에서 정상운전 중인 것으로 가정한다.

압력관 파단사고시 정지봉 안내관 손상의 가장 심각한 경우는 4 열임이 밝혀졌다 (그림 15.2.1.4.C-12). 따라서 증대한 유동차단에 대해 이 파단 위치가 평가된다. 손상된 정지봉은 5, 9, 14, 16 및 21이다. 가장 효과적인 두 개의 정지봉 (1 과 25) 역시 사용 불능이라고 가정한다 (표 15.2.1.4.C-4).

표 15.2.1.4.C-5 에서 순반응도는 구성요소 (감속재 독물질 대치, 냉각재 기포, 냉각재 온도, 핵연료 온도, 감속재 저급화, 감속재 온도 및 정지봉 정적 반응도가) 에 따라 나뉘어 있다. 계통 반응도는 사고후 15 분에서 -7.8 mk 이고 20 분에서 -5.0 mk 이다.

15.2.1.4.C.3.4.6 감속재 분석 결과 9b282267-750811081416

이 절에서는 비상노심냉각수 주입고장을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단에 대한 감속재 분석 결과를 기술한다. 냉각재상실사고신호 개시까지의 결과는 15.2.1.4.A 절과 동일하다.

MODSTBOIL 코드의 입력으로 사용된 총 파단방출 유량과 엔탈피는 그림 15.2.1.4.C-13 에서 보여준다. 계산종료시간 근처의 (2000 초에서 3500 초) CATHENA 값은 매우 변화가 심하다 (평균값은 대체로 합리적임). 15.2.1.4.C.3.3.6 절에서 기술된 대로, CATHENA 계산 종료 (3500 초) 이후의 값은 LEAK 코드 예측에서 얻은 값이다.

격납건물로 방출되는 감속재 질량유량 및 엔탈피는 그림 15.2.1.4.C-14 에서 보여준다. 15.2.1.4.A 절에서와 같이, 칼란드리아 방출도관 과압보호판이 파열되면, 방출 유량은 냉각재계통으로부터의 파단 유량과 매우 비슷하지만 감속재 방출 엔탈피는 낮다.

감속재 열교환기의 과도상태 거동은 그림 15.2.1.4.C-15 에서 보여준다. IV 등급 전원이 가용하고 냉각재상실사고 신호에 의한 감속재 냉각이 무시되기 때문에, 열교환기의 관 및 동체측 유량은 일정하게 유지된다.

감속재 체적평균온도 (그림 15.2.1.4.C-15 에서 열교환기로의 D₂O 입구온도와 같은 온도) 는 원자로가 트립되는 1666 초까지 상승한 후 감소한다. 그 이후 약간의 상승은 압력관/칼란드리

15.2.1.4.C-12

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

아관 접촉에 의한 열추가에 기인한다. 감속재 열교환기에 의해 열추가가 제거되면서 감속재 온도는 상당히 과냉각된다. 동체측 입구 온도가 35°C 로 일정하게 유지됨에 따라서 열교환기 출구 온도는 감속재 체적평균 온도와 비슷하게 변화한다.

그림 15.2.1.4.C-15 에서는 감속재로의 출력 입력과 감속재 열교환기에 의한 출력 제거를 보여준다. 압력관/칼란드리아관 접촉을 예측하기 위해 CHAN 계산이 시작되는 핵연료가열개시 시점 (2130 초) 에서, 그리고 LEAK 를 사용하여 계산이 계속되는 CHAN 계산 종료시점 (4630 초) 에서 출력 입력에 급격한 변화가 발생한다. 이 출력 입력은 채널 파단을 통한 냉각재 유량에 의해 전달되는 에너지를 보여주지 않는다. 열교환기에 의해 제거되는 출력은 두개의 침두값을 보여주는데 하나는 원자로 트립 (1666 초) 때문이고, 다른 하나는 지르칼로이-중기 반응에 따른 열생성과 압력관/칼란드리아관 접촉 (3500 초) 에 의한 추가열 때문이다.

15.2.1.4.C.3.4.7 격납건물 및 방사성핵종 거동 분석 결과

비상노심냉각 주입 상실에 대해 최대출력 채널 (O6_mod) 에서의 유동차단을 고려한다. 칼란드리아 방출도관을 통해서 증기발생기실로 방출되는 질량과 에너지는 15.2.1.4.C.3.4.6 절에 주어진다. MODSTBOIL 모사 종료 후, 일정한 질량 방출과 엔탈피가 가정된다.

표 15.2.1.4.C-6 에서는 예측된 격납건물 과도상태의 주요사건을 보여준다. 그림 15.2.1.4.C-16 과 15.2.1.4.C-17 에서는 각각 단기간과 장기간의 격납건물 압력 과도상태를 보여준다. 채널이 파손되면 곧 감속재 방출 도관을 통해 증기발생기실로 방출이 시작된다고 가정한다. 비상노심냉각계통 작동이 시작되어야 하지만 작동되지 않는 시간인 1782 초까지의 압력과 온도 과도상태는 모든 안전계통이 가용한 경우와 똑같다. 계속되는 격납건물 압력 과도는, 증기발생기실의 압력이 대기압에 도달하는 시간이 5.8 일 대신 4.1 일인 점을 제외하고는, 모든 안전계통이 가용한 경우와 유사하다.

그림 15.2.1.4.C-18 에서는 증기발생기실과 기저실의 온도 과도상태를 보여주고 있다. 증기발생기실에서 최대 온도 52°C 가 1577 초에 발생한다. 장기간에서 증기발생기실 온도는 41°C 이다.

핵연료로부터의 핵분열생성물 누출은 15.2.1.4.C.3.4.2 절에 주어진다. 격납건물내 공기중 I-131 과 Xe-133 누출량은 각각 그림 15.2.1.4.C-19 와 그림 15.2.1.4.C-20 에 보여준다. 칼란드리아 방출 도관을 통해 증기발생기실로 방출되는 I-131 은 감속재에서 20 분의 1 로 희석된다. 불활성 기체는 희석되지 않고 감속재에 의해 쉽게 세척되지 않으며 격납건물 대기 중에서 어떤 제



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

거 과정으로도 제거되지 않는다. 따라서 Xe-133 의 총 량은 즉시 증기발생기실로 누출된다. 증기발생기실의 방사성핵종 량은 격납건물내 다른 부위로 확산됨에 따라 계속 감소된다.

격납건물로부터 주위환경으로의 I-131 과 Xe-133 누출은 각각 그림 15.2.1.4.C-21 과 15.2.1.4.C-22 에 주어져 있다. 주로 누설에 의한 주위환경으로의 I-131 과 Xe-133 총누출량은 각각 약 12 TBq 와 27214 TBq 이다. 모든 방사성핵종에 대한 격납건물로부터의 상세한 누출량 예측이 표 15.2.1.4.C-7 에 제시되어 있다.

15.2.1.4.C.3.4.8 대중 선량 분석 결과

기존의 증기발생기세관 누설에 의한 기여분 (피더 파단 분석에서) 을 포함한 임계연령군의 개인과 주민에 대한 선량은 각각 표 15.2.1.3.C-8 과 15.2.1.4.C-9 에 주어져 있다. 개인에 대한 전신과 갑상선 선량은 각각 2.2 mSv 와 10 mSv 이다. 주민에 대한 전신과 갑상선 선량은 각각 12 person-sieverts 와 62 person-sieverts 이다. 개인과 주민에 대한 선량은 모두 허용한도 이하이다.

15.2.1.4.C.3.5 결론

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단에 대한 모사가 수행되었다. 핵연료채널 분석에 따르면 칼란드리아관은 드라이아웃되지 않으며, 비파단채널의 건전성이 유지된다. 정지계통은 운전원이 조치를 취할 때까지 원자료를 미임계 상태로 유지시키기에 충분한 부반응도 여유를 가지고 있다. 가장 극한적인 경우는 플루토늄중식첨두 노심과 제1정지계통에 대하여 원자료가 오랜 정지후 가동시 발생하는 유동차단사고 경우이다.

핵연료로부터의 핵분열생성물 누출은 보수적으로 사고 채널 및 비상노심냉각계통 상실을 동반한 소형 냉각재상실사고시의 파단회로부터 평가된다. 개인과 주민에 대한 선량은 모두 허용한도 훨씬 이하이다.

15.2.1.4.C.4 회로격리 상실을 동반한 채널유동차단

15.2.1.4.C.4.1 서론

이 절에서는 유동차단사고 이후 가상적인 회로격리 고장으로 인해서 발생하는 결과를 기술한다.

15.2.1.4.C-14

05/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

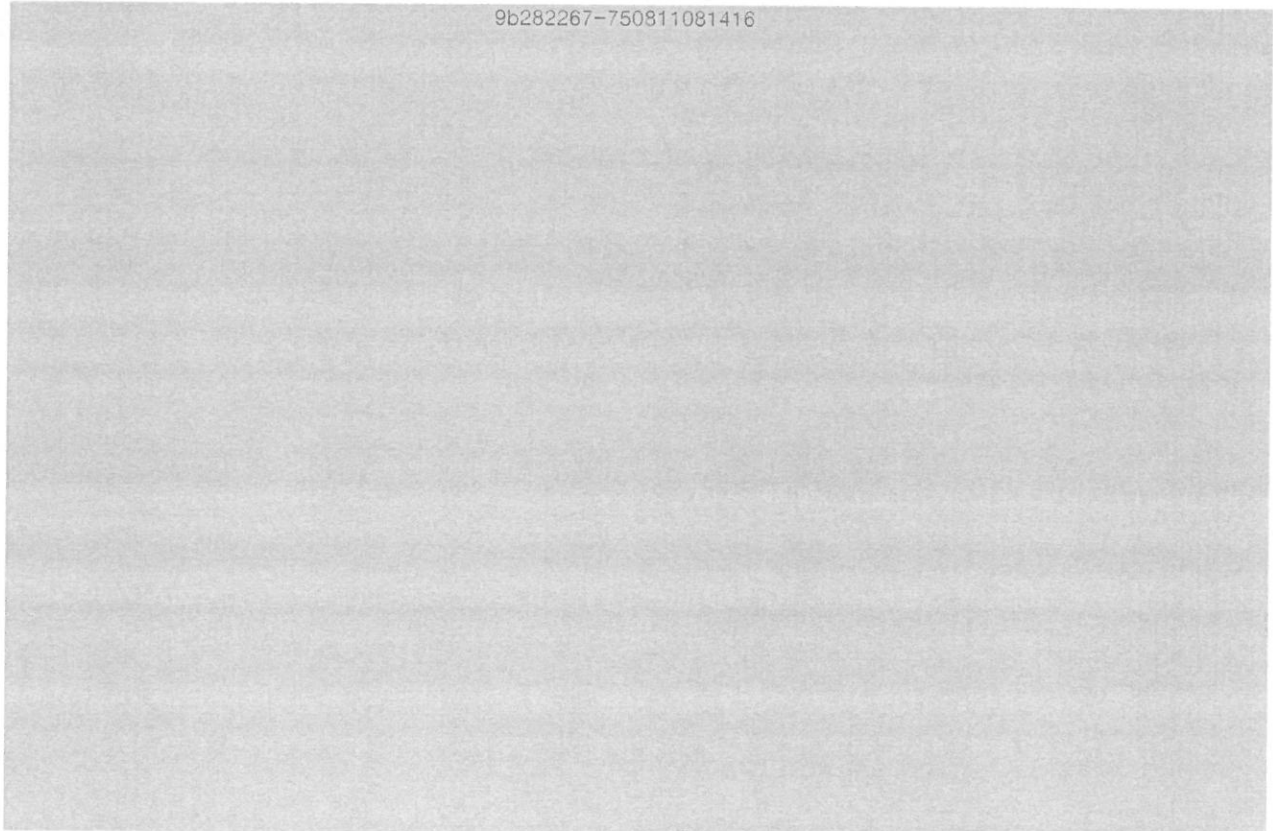
15.2.1.4.C.4.2 사건 전개

냉각재회로격리 상실에 대한 사건 전개는 다음 예외를 제외하고 15.2.1.4.A 절에서 기술된 거동과 유사하다 :

- 가. 냉각재상실사고 신호가 발생되지만 회로는 격리되지 않는다.
- 나. 비파단회로에서 재고량이 계속 파단회로로 흐름에 따라서, 파단회로와 같이 비파단 냉각재 회로도 감압된다. 두 회로는 강제순환이나 자연순환 그리고 증기발생기에 의한 열제거에 의해서 냉각을 유지한다. 결국 비상냉각수가 두 회로로 주입되고 (대략 비슷한 시간에) 전체 계통을 재충수시키게 된다.
- 다. 냉각재계통 압력과 온도가 충분히 떨어져서 정지냉각계통이 작동될 때까지 비파단회로의 장기 냉각은 증기발생기에 의해서 이루어진다. 파단회로는 비상노심냉각계통 열교환기에 의해서 냉각된다.

15.2.1.4.C.4.3 분석 가정 및 방법론

9b282267-750811081416



15.2.1.4.C-15

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

15.2.1.4.C.4.4 분석 결과

15.2.1.4.C.4.4.1 냉각재계통 모사

이 절에서는 회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 유동차단에 대한 모사 결과를 기술한다. 연관된 주요변수에 대한 과도는 그림 15.2.1.4.C-23 부터 15.2.1.4.C-29 까지, 이 모사의 주요 사건 발생 시점은 표 15.2.1.4.C-10 에 주어져 있다. 채널 입구에서 적용된 k-인자와 파단 시간 및 위치는 표 15.2.1.4.A-8 에서 제시되어 있다. 냉각재상실사고 신호 작동때까지의 모사 결과는 15.2.1.4.A.5.2.2.1 절에 기술된 결과와 같다.

파단 방출율과 혼합 엔탈피는 그림 15.2.1.4.C-23 에서 보여준다. 이 예측은 회로가 격리되는 경우와 매우 유사하다.

냉각재상실사고 신호가 작동되는 1691 초까지의 냉각재계통 거동은 15.2.1.4.A 절과 같다. 계속해서 비상노심냉각계통 주입이 시작되지만, 회로격리는 일어나지 않는다고 가정한다.

고압 비상노심냉각 유량은 제2 파열판이 파열되는 1781 초부터 시작된다. 모관으로의 비상노심냉각 유량은 그림 15.2.1.4.C-26 에 제시되어 있다. 회로격리가 이루어지지 않으면, 가압기 밸브는 개방된 채로 있고 따라서 비상냉각수 일부가 가압기로 흘러가게 된다.

원자로모관의 기포율은 그림 15.2.1.4.C-27 에서 보여준다. 고압 비상노심냉각이 개시되면, 기포율은 급격히 떨어진다. 비파단과 파단회로의 평균 기포율은 그림 15.2.1.4.C-28 에서 보여준다. 계통 기포율은 고압 비상노심냉각이 시작되면 급격히 떨어지고 일차 냉각재는 1950 초에 완전히 액체 상태로 되어서 모사 종료시까지 액체 상태로 유지된다. 회로격리가 이루어지는 경우에 비해서 비파단회로 채널은 약간 빨리 재충수된다. 이것은 비파단회로로부터 파단회로로 냉각재가 이동되어서 비파단회로의 압력이 빨리 떨어지기 때문이다 (회로격리가 되는 경우에 비해). 따라서 비파단회로의 비상노심냉각 유량은 회로격리가 되는 경우보다 많다.

비상노심냉각 개시이후 계통 압력과 원자로 출력은 계속 하강한다. 1793 초에 원자로출구모관 압력과 원자로 출력은 각각 2.5 MPa(a) 과 10% 전출력 이하로 떨어지게 되어서 120 초 지연을 갖는 자동 펌프 트립을 일으킨다. 펌프가 트립된 후 노심을 통과하는 유량은 감소한다 (그림 15.2.1.4.C-26).

15.2.1.4.C-16

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

비파단과 파단회로 및 가압기의 질량 재고량은 그림 15.2.1.4.C-28 에 제시되어 있다. 회로격리가 되는 경우와 달리, 고압 비상노심냉각이 시작된 후 가압기내의 질량 재고량이 상당히 크게 된다. 이것은 고압 비상노심냉각 탱크를 보다 빨리 고갈시킨다 : 중압 비상노심냉각은 4259 초에 시작되어서 저압 비상노심냉각이 시작되는 9569 초까지 지속된다.

15.2.1.4.C.4.4.2 단일채널 모사

이 절에서는 단일채널인 A9 와 O6_mod 에 대한 모사 결과를 제시한다. 모관에서 적용된 경계조건은 회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단에 대한 계통 모사의 노심 경로 4 모관 예측으로부터 구해졌다. 입구 및 출구모관의 압력과 기포율은 각각 그림 15.2.1.4.C-24 와 15.2.1.4.C-27 에 제시되어 있다.

15.2.1.4.C.4.4.2.1 채널 A9

채널내의 냉각재 질량 유량은 그림 15.2.1.4.C-30 에 제시되어 있다. 원자로가 트립된 후 냉각재 유량은 급격히 감소하고 고압 비상노심냉각이 시작되면서 증가한 후, 펌프가 트립되면서 감소된다. 전체 모사기간동안 채널내 유동은 정방향이다 (즉 유동 방향 역전은 발생하지 않는 것으로 예측된다).

그림 15.2.1.4.C-30 에서는 다발 1, 7 및 12 에서의 냉각재 기포율을 보여준다. 원자로가 트립될 때까지 기포율은 증가하고 트립되면 급격히 감소한다. 채널을 통한 유량이 감소하는 결과로 기포율은 다시 증가하다가, 비상노심냉각수가 채널로 유입되면 급격히 떨어져 완전한 액체상태로 된다. 냉각재는 이후 완전한 액체 상태로 남아 있게 된다.

핵연료피복관과 압력관 온도는 그림 15.2.1.4.C-31 에서 보여준다. 다발 7 에서 최상, 중간 및 최하 연료봉에 대한 핵연료피복관 온도가 제시되어 있다. 또한 그림과 같이 온도는 원자로가 트립될 때까지 일정하게 유지되다가 이후 급격히 떨어진다. 핵연료피복관과 압력관 온도는 각각 800°C 와 600°C 보다 훨씬 낮으며 따라서 핵연료나 압력관의 파손은 배제된다.

15.2.1.4.C.4.4.2.2 채널 O6_mod

냉각재 질량 유량, 기포율, 핵연료피복관 및 압력관 온도는 그림 15.2.1.4.C-32 부터 15.2.1.4.C-33 까지 에 제시되어 있다. 정성적인 거동은 채널 A9 의 결과와 매우 유사하다. 그림 15.2.1.4.C-33 에서 보여지는 것처럼 핵연료피복관과 압력관 온도는 각각 800°C 와 600°C 보다 훨씬



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

센 낮으며 따라서 핵연료나 압력관의 파손은 배제된다.

15.2.1.4.C.4.5 결론

회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 유동차단에 대한 모사가 저압 비상노심냉각 개시 이후까지 수행되었으며 주요 사건 전개가 표 15.2.1.4.C-10 에 제시되어 있다. 계통과 단일채널 모사결과에 따르면 비파단과 파단회로 모두에서 차단되지 않은 채널내의 핵연료와 압력관은 잘 냉각된 상태로 있다 : 모사종료시점에서 예측된 핵연료피복관과 압력관 최대 온도는 100°C 이하이다. 차단된 채널내 핵연료로부터의 방사성핵종 누출과 결과적인 감속재, 격납건물, 주위환경으로의 누출은 15.2.1.4.A 절과 같다. 따라서 비록 이 사고의 선량 한도가 15.2.1.4.A 절에서 고려된 단일고장보다 훨씬 높지만 대중 선량은 같다. 따라서 선량 기준은 만족된다. 가열이 예측되지 않기 때문에 차단되지 않은 채널내의 핵연료 건전성은 보장된다.

15.2.1.4.C.5 참고문헌

- 15.2.1.4.C-1 "The Use of Two Shutdown Systems in Reactors", AECB Regulatory Document R-10, 1977 January 11.
- 15.2.1.4.C-2 "Requirements for the Safety Analysis of CANDU Nuclear Power Plants", AECB Consultative Document C-6, 1980 June.
- 15.2.1.4.C-3 "Requirements for Shutdown Systems for CANDU Nuclear Power Plants", AECB Regulatory Document R-8, 1991 February 21.
- 15.2.1.4.C-4 "Requirements for Emergency Core Cooling Systems for CANDU Nuclear Power Plants", AECB Regulatory Document R-9, 1991 February 21.
- 15.2.1.4.C-5 M. A. Cormier, "A Review of Experiments on Fuel Behaviour During a Power Pulse", TDAI-194, 1980 November.
- 15.2.1.4.C-6 Canadian Standards Association CAN/CSA-N285.0-M81, General Requirements.
- 15.2.1.4.C-7 "ASME Boiler and Pressure Vessel Code", Section III, Division 1 - Appendices, 1989 Edition, 1989 July 1.
- 15.2.1.4.C-8 "Requirements for Containment Systems for CANDU Nuclear Power Plants", AECB Regulatory Document R-7, 1991 February 21.
- 15.2.1.4.C-9 T. K. Min, and T. Chan, "Hydrogen Mixing and Combustion in Reactor Vaults",

15.2.1.4.C-18

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

TTR-91, Rev. 1, 1990 July.

- 15.2.1.4.C-10 G. E. Gillespie et al, "Experiments to Investigate Moderator Boiling When a Pressure Tube Contacts Its Calandria Tube", WNRE-401, 1980 August.
- 15.2.1.4.C-11 G. E. Gillespie, "An Experimental Investigation of Heat Transfer From a Reactor Fuel Channel to Surrounding Water", Canadian Nuclear Society Conference, Ottawa, 1981 June.
- 15.2.1.4.C-12 G. E. Gillespie, R. G. Moyer and P. D. Thompson, "Moderator Boiling on the External Surface of a Calandria Tube in a CANDU Reactor During a Loss-of-Coolant Accident", AECL-7664, 1982 October.
- 15.2.1.4.C-13 R. G. Moyer, "Pressure Tube/Calandria Tube Contact Heat Transfer Experimental Data", WNRE Report CANDEV 86-48, 1986 June.

9b282267-750811081416

15.2.1.4.C-19

93/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-1

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전차단시
계통모사에 대한 주요 사건 요약

사 건	시 간 (초)
원자로 트립	1666
냉각재상실사고 신호	1691
터빈조속기밸브 완전 폐쇄	1704
회로격리 완결	1711
증기발생기 급냉	1721
냉각재펌프 트립	1930
핵연료가열개시*	2130

* 핵연료가열개시는 파단 노심경로의 입구모판에서
성충화 예측 시점 (즉 $W_s = 0.95$) 으로 정의됨.

15.2.1.4.C-20

95/04/10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-2

비상노심냉각 상실을 동반한 유동차단사고 종료시점 (t = 4630 초) 까지
파단회로로부터의 요오드와 불활성기체 동위원소 재고량 누출

동위원소	반감기 (초)	누출량 (TBq)
1-131	6.95E+05	3.54E+05
1-132	8.23E+03	5.69E+05
1-133	7.49E+04	8.69E+05
1-134	3.16E+03	9.66E+05
1-135	2.37E+04	8.13E+05
1-137	2.45E+01	4.27E+05
Kr-83m	6.70E+03	6.67E+04
Kr-85m	1.61E+04	1.63E+05
Kr-85	3.38E+08	5.57E+02
Kr-87	4.56E+03	3.17E+05
Kr-88	1.01E+04	4.48E+05
Kr-89	1.90E+02	5.81E+05
Xe-133m	1.93E+05	2.45E+04
Xe-133	4.57E+05	7.94E+05
Xe-135m	9.18E+02	1.38E+05
Xe-135	3.30E+02	9.30E+04
Xe-137	2.29E+02	7.85E+05
Xe-138	8.52E+02	7.93E+05

15.2.1.4.C-21

95/04/10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-3

사고후 여러시간에서의 누적 방출질량, 붕소 농도 및
감속재 회석 인자

매개 변수	시간 (분)		
	0	15	20
칼란드리아로의 누적 질량 방출량 (Mg)	0	59.136	63.852
플루토늄증식첨두 노심에 대한 붕소 농도 (ppm)	3.324	2.577	2.525
감속재 순도 (원자 %)	99.810	99.673	99.663

가. 칼란드리아내 D_2O 질량은 232.3 Mg으로 가정함.

나. 방출 냉각재는 채널 O6_mod 에서의 파단에 기초함.

다. CERBERUS 계산수행시 사용된 열수력 화일은 채널 O6_mod 에서의 파단에 기초함.

15.2.1.4.C-22

95/04/10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-4

중대한 유동차단에 대해 손상되는 정지봉 안내관 갯수

파단 위치 (m)		정지봉 갯수			손상된 정지봉 총 갯수
		손상 요인			
x (열)	y	수력학	배관휜	분사력 및 핵연료 충격	
2.145 (4)	0.0	9 (50%), 14 (50%), 16 (50%)	5, 9, 14, 16, 21	9., 14, 16	5

9b282267-750811081416

15.2.1.4.C-23

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-5

플루토늄중식첨두 노심에서 중대한 유동차단후 15 분 및 20 분에서의
반응도 결과

매개 변수 (반응도 변화)	15 분에서 반응도 (mk)	20 분에서 반응도 (mk)
1. 감속재 독물질 대치	6.1	
2. 냉각재 기포	8.3	
3. 냉각재 온도	0.7	
4. 핵연료 온도	6.4	
5. 감속재 저급화	-5.0	
6. 감속재 온도	0.1	
7. 정지봉	-24.3	
순 반응도	-7.8	-5.0

가. 손상된 5 개의 정지봉 안내관은 5, 9, 14, 16 및 21 번이다. 가장 효과적인 두개의

정지봉 (사용 불능이라고 가정됨) 은 1 번과 25 번이다.

나. 중대한 유동차단은 103% 전출력에서 발생한다고 가정한다.

15.2.1.4.C-24

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-6

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의
유동차단에 따른 격납건물 사건전개

칼란드리아 방출도관을 통한 증기발생기실로의 파단 방출과 핵분열생성물 누출	0 초
방사능 준위에 따른 격납건물 격리	581 초
첨두 압력 첨두 압력 발생시간	8.2 kPa(g) 1610 초
계기용공기주입 종료	16840 초
증기발생기실의 압력이 대기압에 도달하여 격납건물 분석 종료	3.57E+05 초

9b282267-750811081416

15.2.1.4.C-25

15/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-7

비상노심냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 유동차단에
따른 여러가지 누출경로를 통한 격납건물로부터의 방사능 누출량 (TBq)

총 누출량 (0 ~ 4.1 일)

핵종	굴뚝	환기 입구	누설
H-3	1.2528E-02	8.7992E-13	1.9555E+02
I-131	2.5351E-02	1.2870E-11	1.1992E+01
I-132	3.9148E-02	1.9884E-11	1.6330E+01
I-133	6.1175E-02	3.1072E-11	1.3033E+01
I-134	9.4345E-02	5.2236E-11	6.0896E-01
I-135	5.6811E-02	2.9176E-11	4.2882E+00
Kr-87	1.9642E+01	2.7535E-10	2.2695E+02
Kr-88	2.8756E+01	3.8921E-10	9.2558E+02
Kr-89	8.8887E+00	5.0077E-10	3.8903E-01
Xe-133m	1.6234E+00	2.1196E-11	1.4749E+03
Xe-133	5.2431E+01	6.8956E-10	2.7214E+04
Xe-135m	9.0705E+00	1.2053E-10	7.3503E+02
Xe-135	6.5318E+00	8.0395E-11	4.8924E+03
Xe-137	1.6232E+01	6.8376E-10	7.2631E-01
Xe-138	3.7060E+01	6.8553E-10	1.6453E+01
MIXTURE-I ¹	1.0278E-05	9.3880E-18	1.2820E-03
MIXTU-N.G ²	9.7452E-03	2.1332E-16	1.3746E+00

1. 냉각재계통 냉각재로부터의 I-131 (다른 요오드 동위원소와의 혼합물로 가정됨).
2. 냉각재계통 냉각재로부터의 불활성 기체 (Bq · J)

15.2.1.4.C-26

15/04/10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-8

비상노심냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 유동차단에 따른
임계연령군의 개인에 대한 선량

누출 기간	가정된 열합량 (W)*	대기 안정도 범주	풍 속 (m/s)	개인 선량	
				전신 (mSv)	갑상선 (mSv)
격납건물로 부터 :					
0 ~ 10 분	0.0	G	5.0	0.31	1.14
10 분 ~ 1 시간	0.0	G	5.0	0.29	1.13
1 시간 ~ 24 시간	0.0	C	6.5	1.33	6.28
1 일 이후	0.0	평균 기후 조건		0.17	1.31
기존의 증기발생기 세관 누설에 의한 :					
0 ~ 1 시간	0.0	G	5.0	0.11	0.31
1 시간 ~ 24 시간	0.0	C	6.5	0.01	0.02
합 계				2.2	10
선량 한도				250	2500

* 건물누설에 대해서는 열합량이 영이라고 가정.

15.2.1.4.C-27

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-9

비상노심냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 유동차단에 따른
주민에 대한 선량

누출 기간	가정된 열합량 (W)*	대기 안정도 범주	풍 속 (m/s)	주민 선량	
				전신 (person-Sv)	갑상선 (person-Sv)
격납건물로 부터 :					
0 ~ 10 분	0.0	G	5.0	0.19	0.38
10 분 ~ 1 시간	0.0	G	5.0	0.23	0.50
1 시간 ~ 24 시간	0.0	C	6.5	9.76	44.84
1 일 이후	0.0	평균 기후 조건		2.03	15.38
기존의 증기발생기 세관누설에 의한 :					
0 ~ 1 시간	0.0	G	5.0	0.08	0.20
1 시간 ~ 24 시간	0.0	C	6.5	0.05	0.3
합 계 9b282267-750811081416				12	62
선량 한도				10,000	10,000

* 건물누설에 대해서는 열합량이 영이라고 가정.

15.2.1.4.C-28

95/04/10



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

월성 2 호기 최종안전성분석보고서

표 15.2.1.4.C-10

회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전차단시
계통 모사에 대한 주요사건 요약

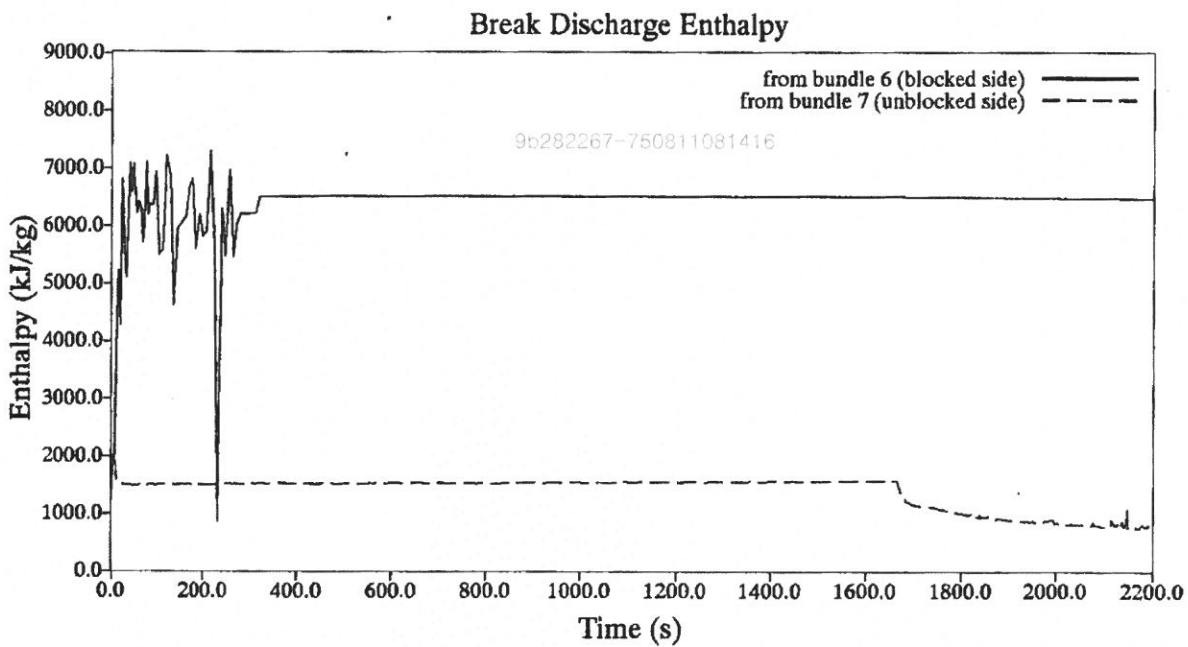
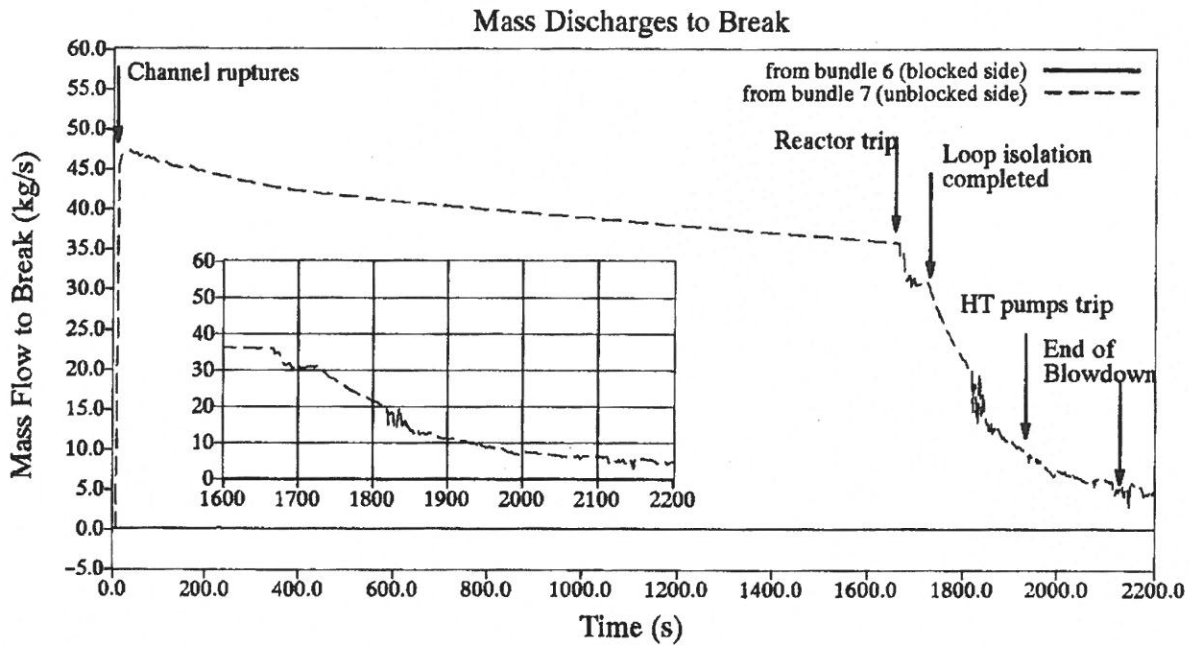
사건	시간 (초)
원자로 트립	1666
냉각재 상실사고 신호	1691
터빈 트립	1704
증기발생기 급냉	1721
제2 파열판 파열 (고압 비상노심냉각)	1781
제1 파열판 파열 (고압 비상노심냉각)	1794
재충수-파단회로 파단 노심경로 (노심경로 4)	1824
재충수-파단회로 비파단 노심경로 (노심경로 3)	1826
재충수-비파단회로 (노심경로 1)	1812
재충수-비파단회로 (노심경로 2)	1820
냉각재펌프 트립	1913
중압 비상노심냉각 개시	4259
저압 비상노심냉각 개시	9569

15.2.1.4.C-29

950410



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

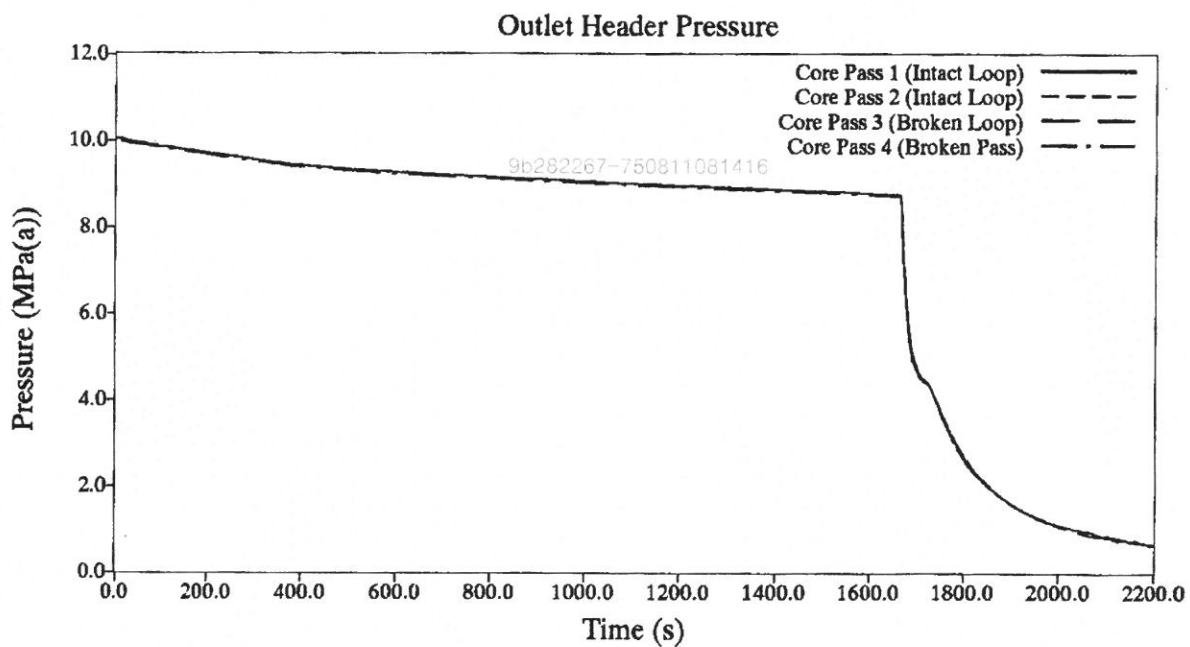
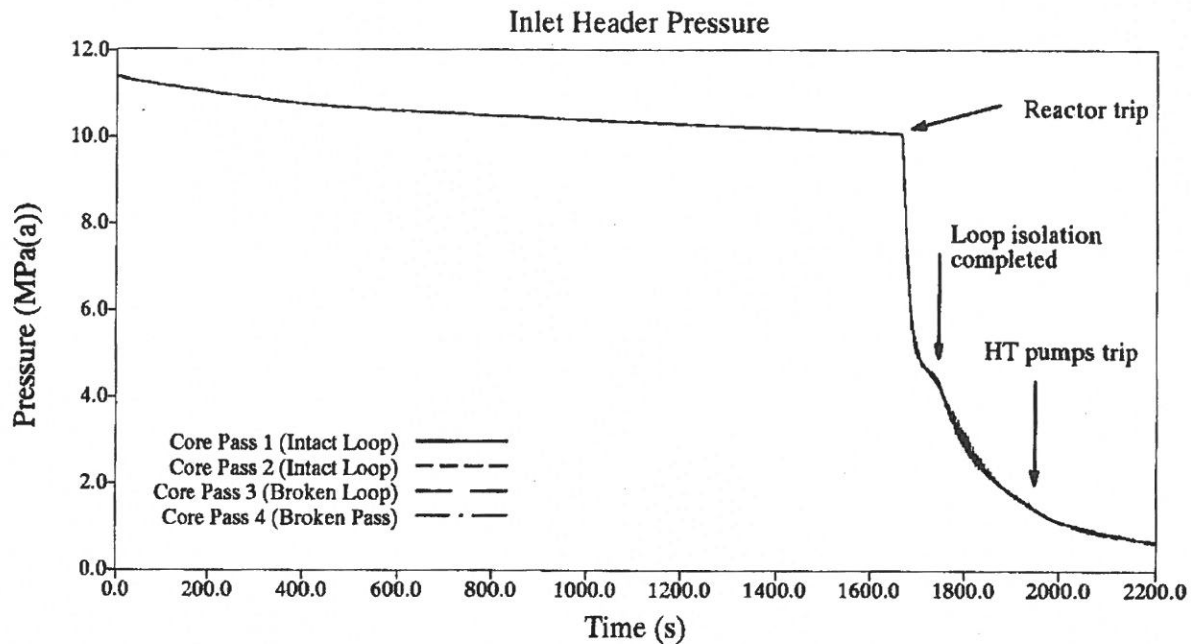
파단에서의 질량 방출율과 혼합 엔탈피
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널

O6_mod 에서의 완전 차단)

그림 15.2.1.4.C-1



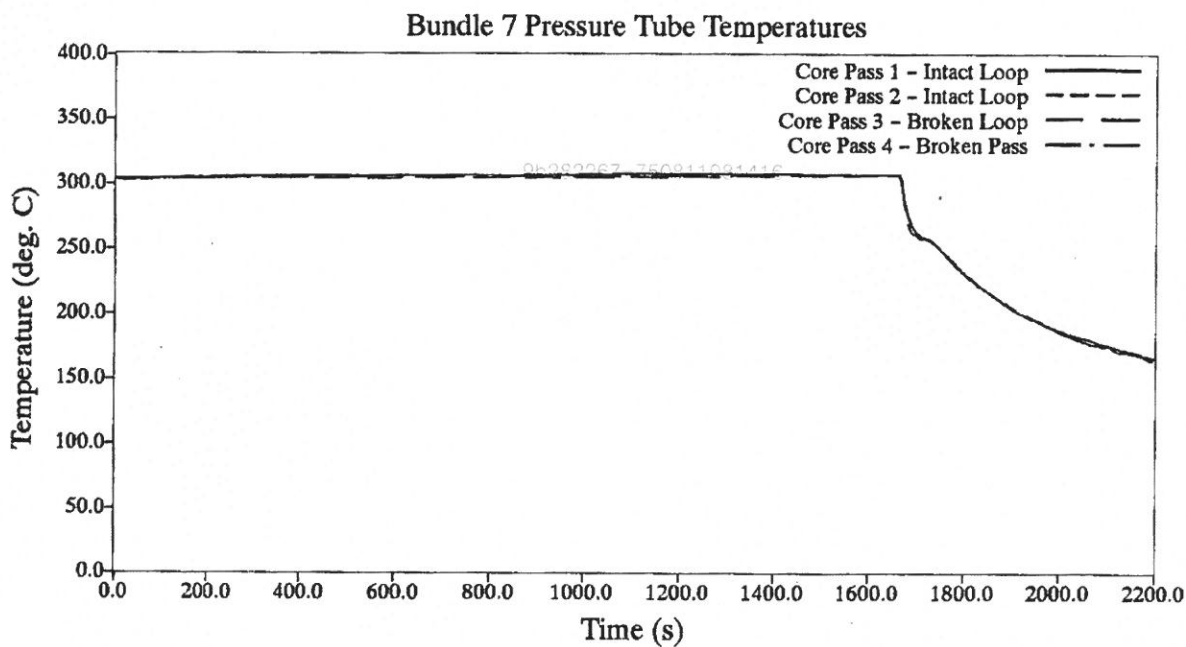
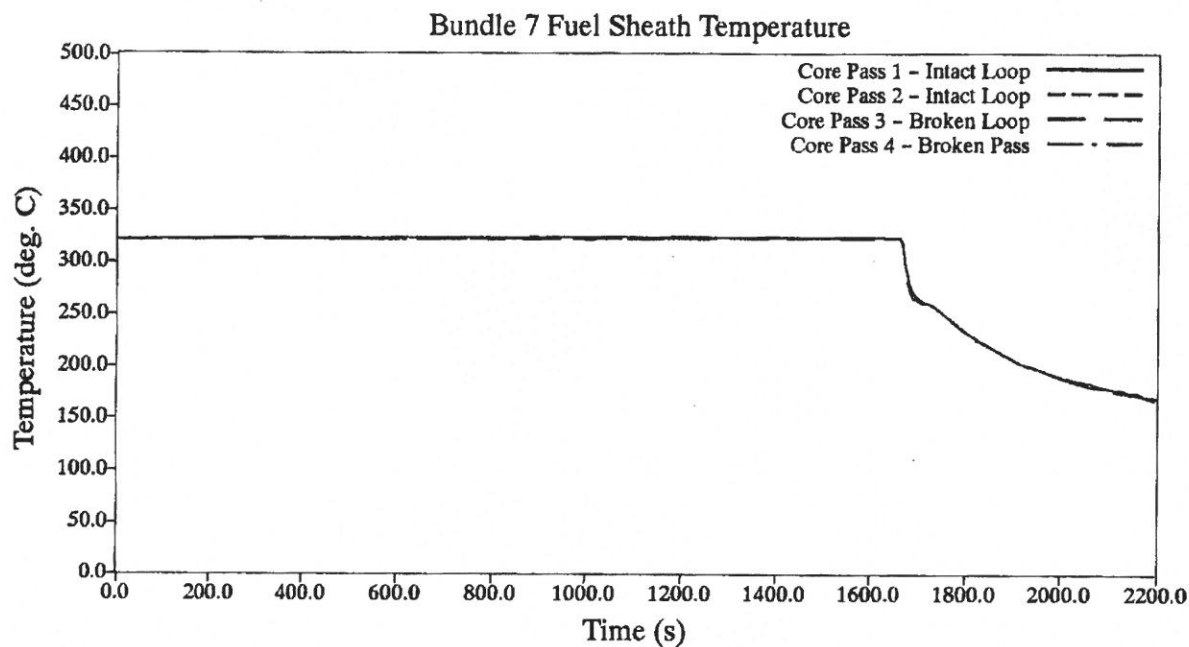
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
 월성원자력 2호기
 최종 안전성 분석 보고서

원자로 입구 및 출구 모관 압력
 (비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
 O6_mod 에서의 완전 차단)
 그림 15.2.1.4.C-2

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

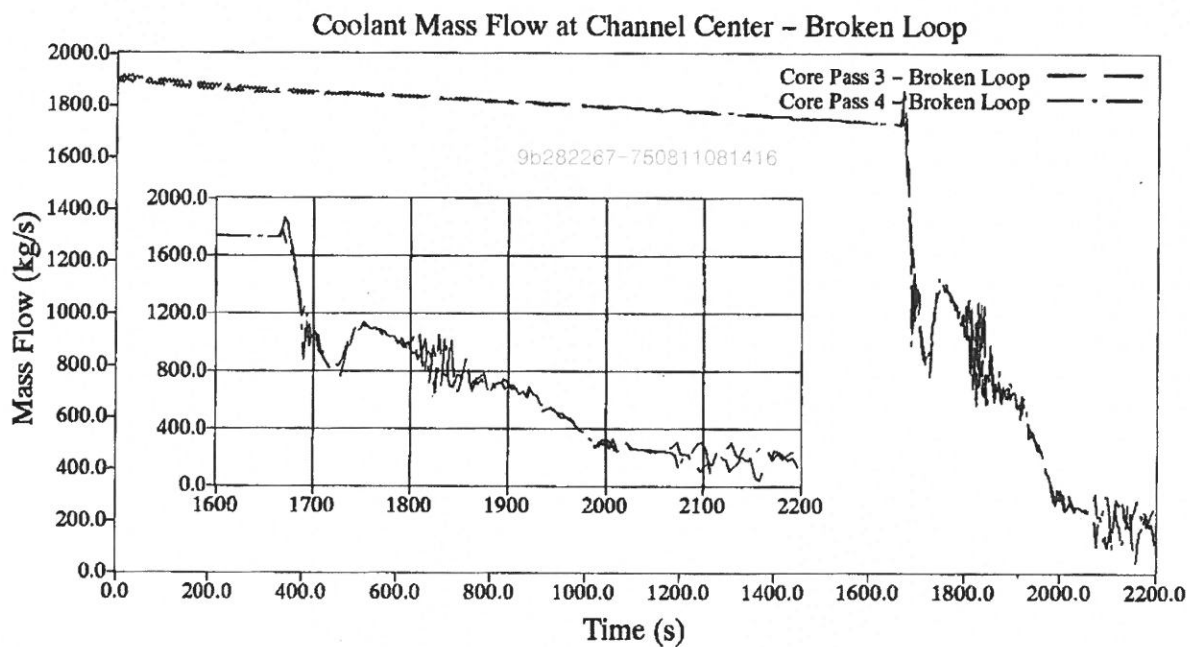
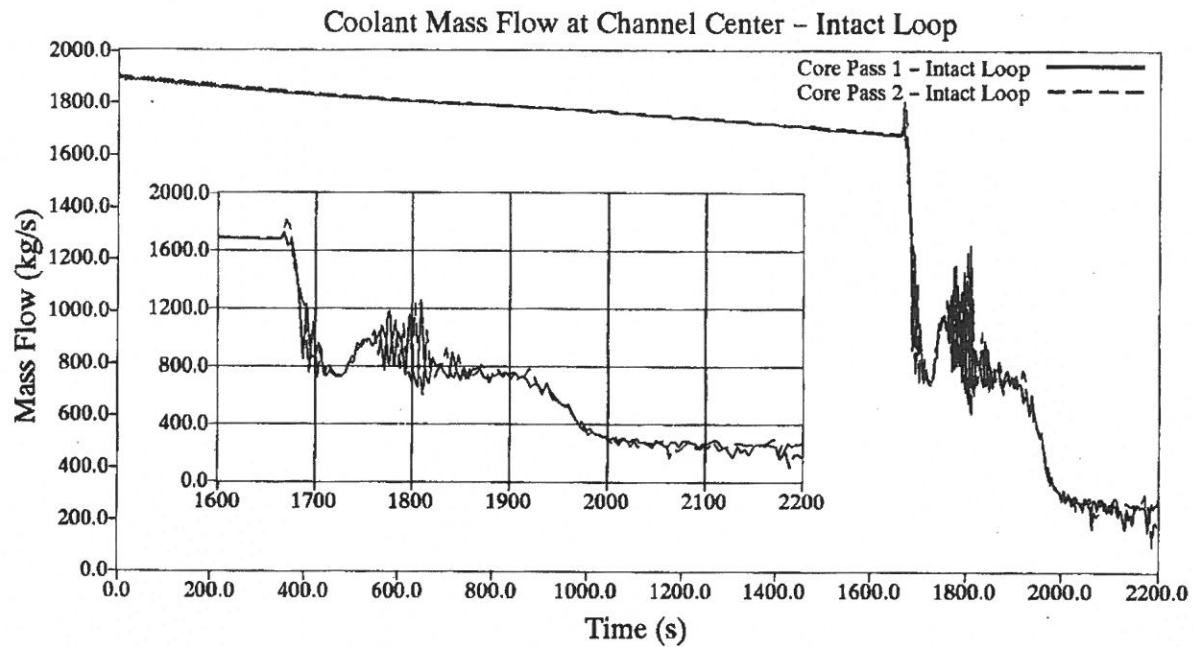


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

다발 7 에서의 피복관과 압력관 온도
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단)

그림 15.2.1.4.C-3

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

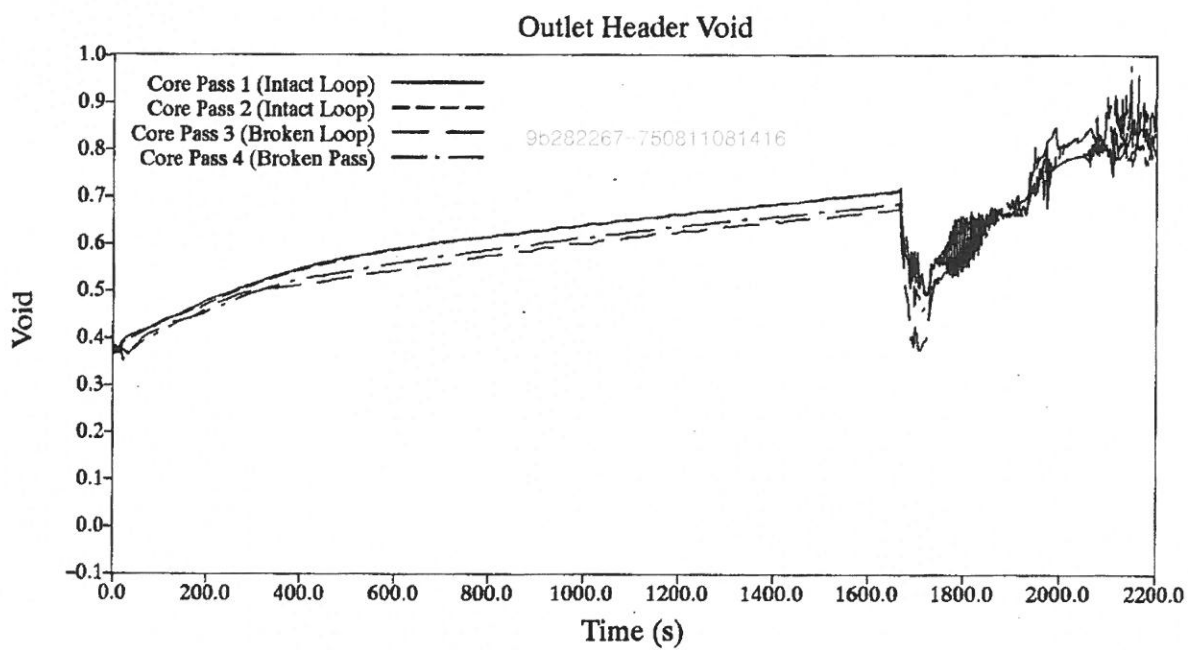
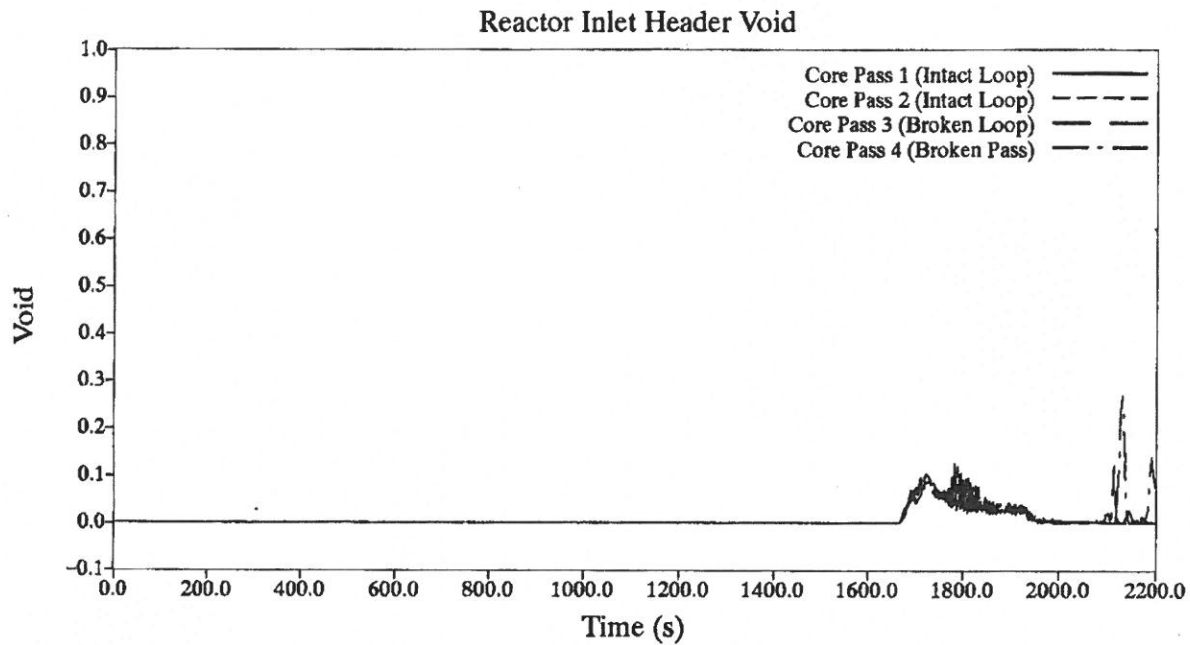


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

채널 중간에서의 냉각재 질량 유량
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-4



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



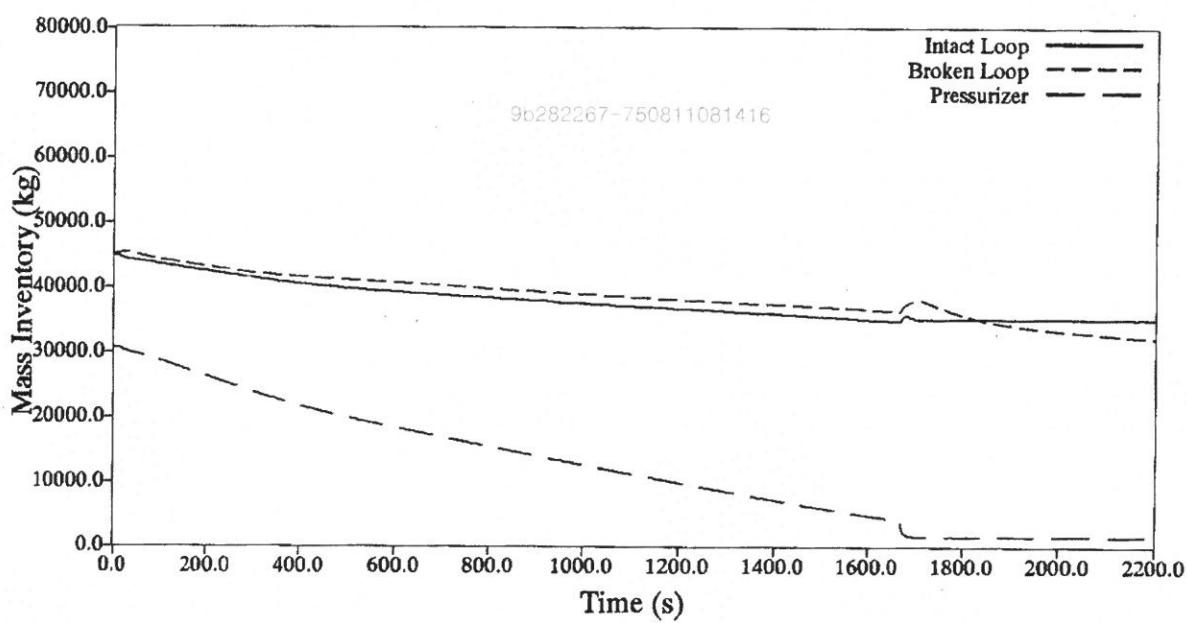
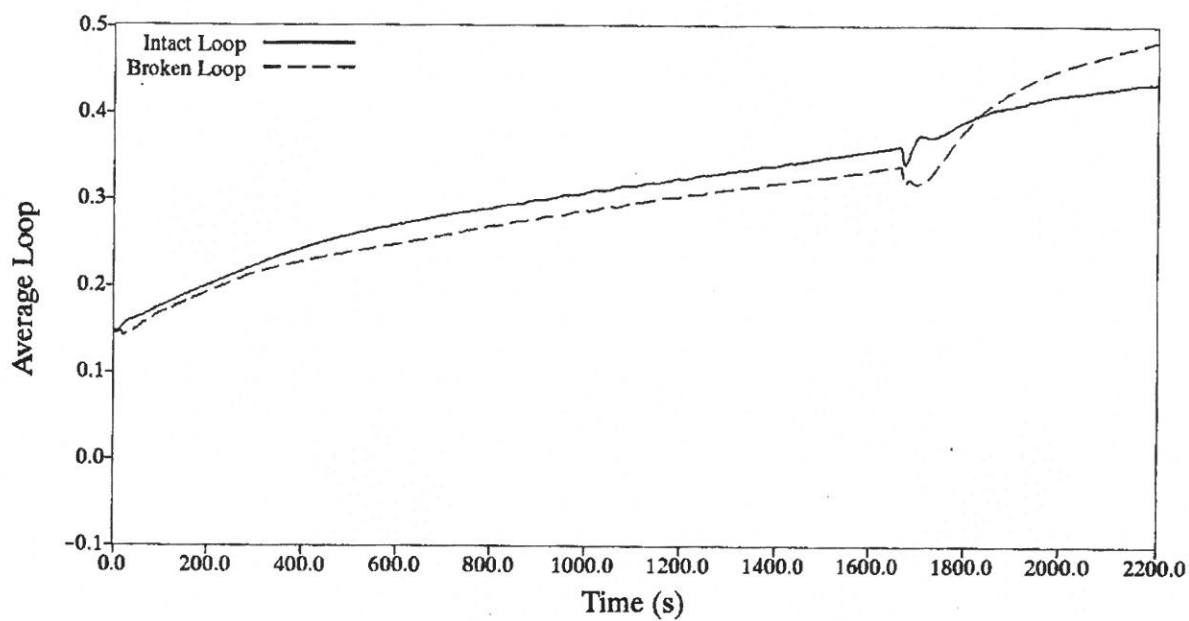
한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

원자로 입구와 출구 모관 기포율
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널

O6_mod 에서의 완전 차단)

그림 15.2.1.4.C-5

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

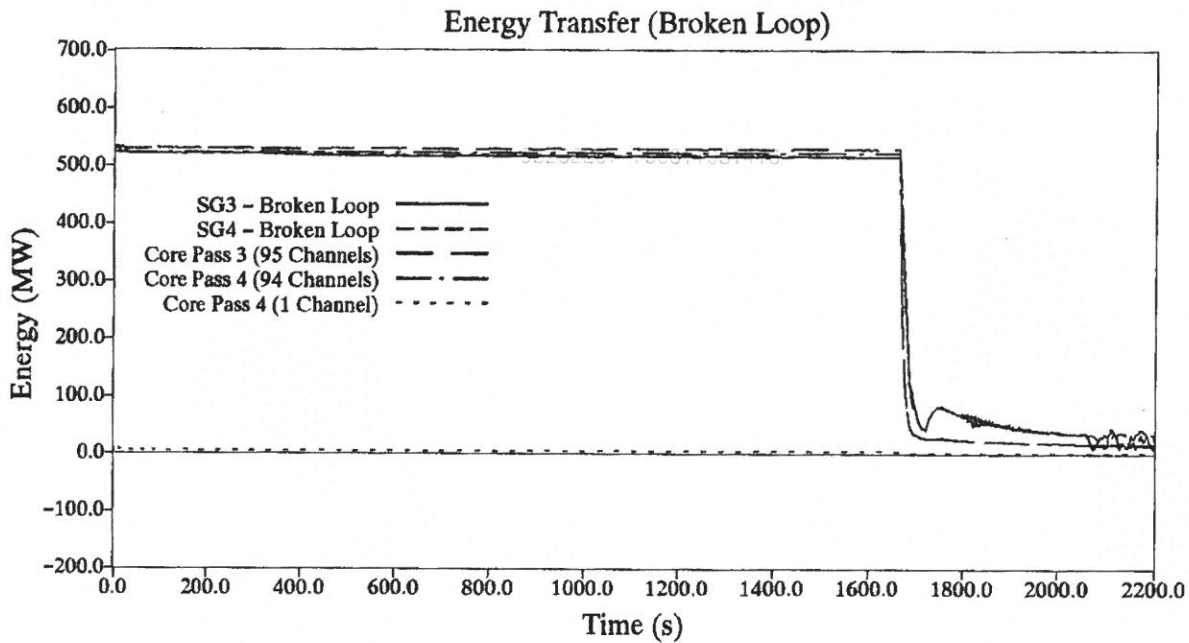
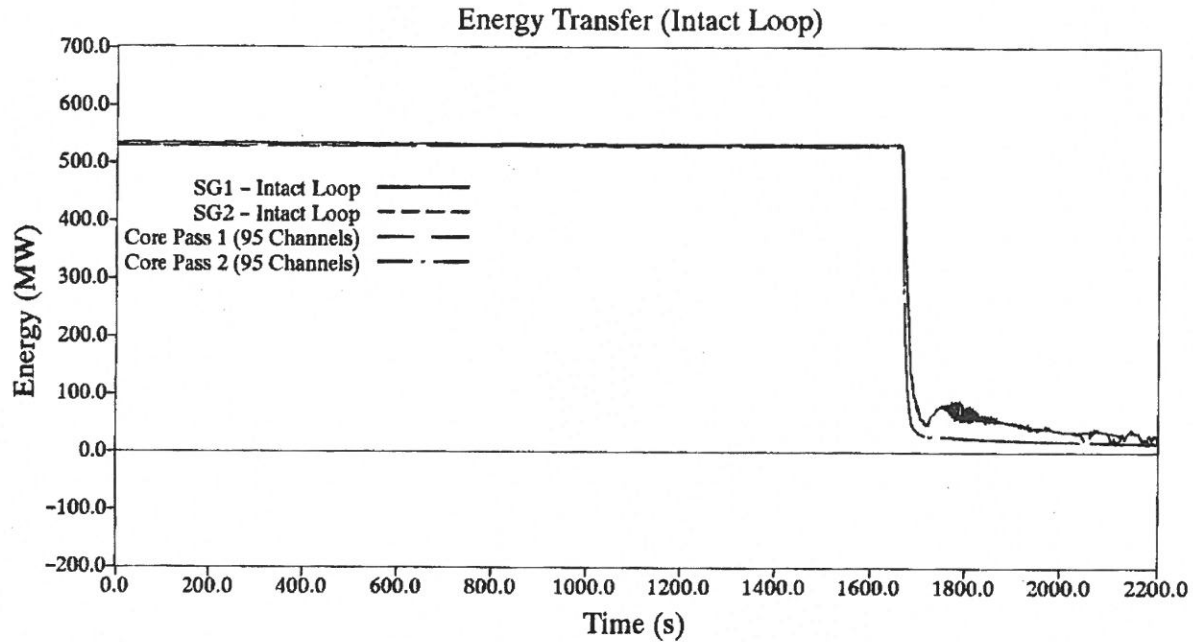


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

회로의 평균 기포율과 질량 재고량
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-6



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



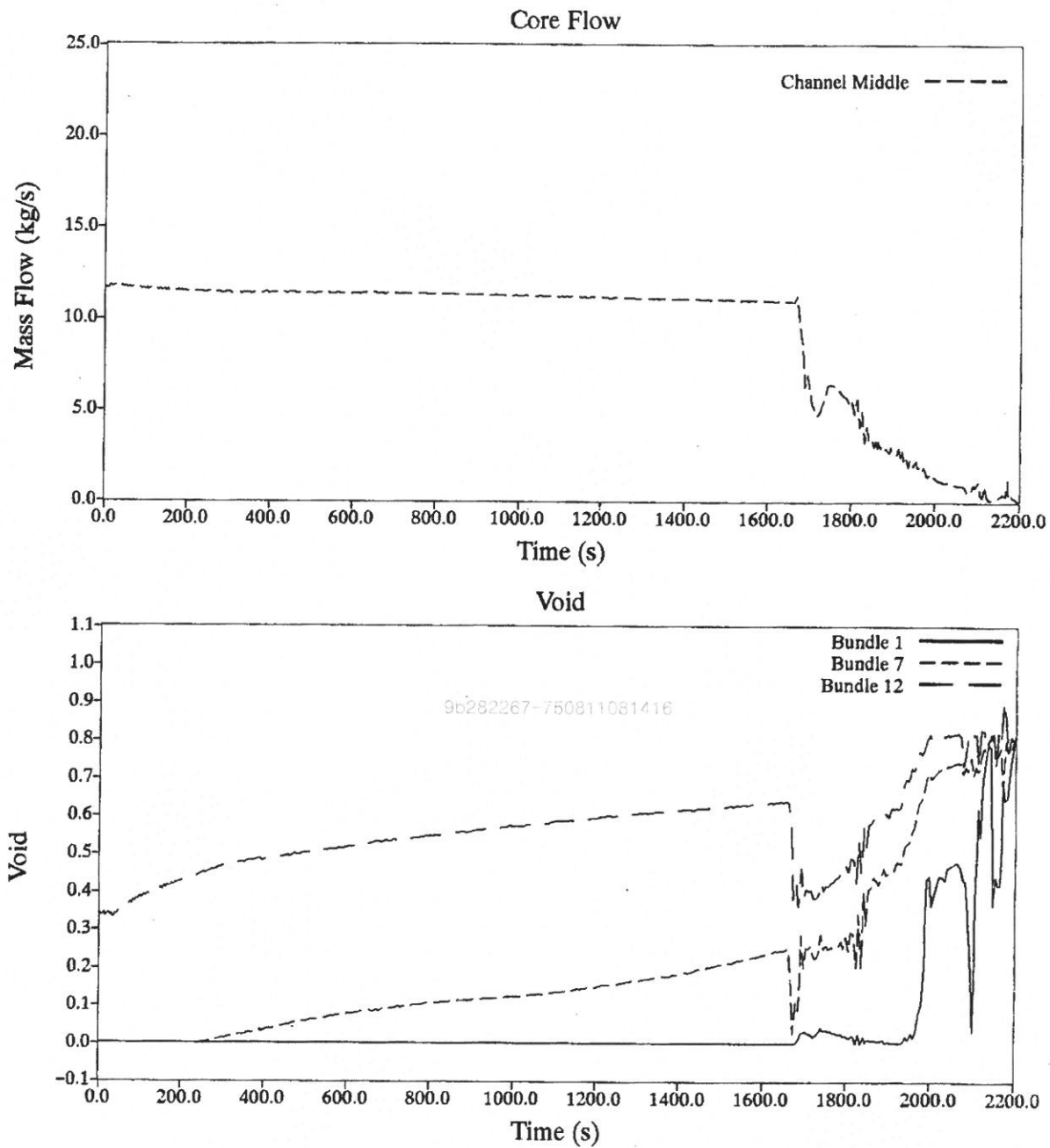
한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

증기발생기 및 비파단과 파단회로내
핵연료로부터의 열전달 (비상냉각수 주입
상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전
차단)

그림 15.2.1.4.C-7



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



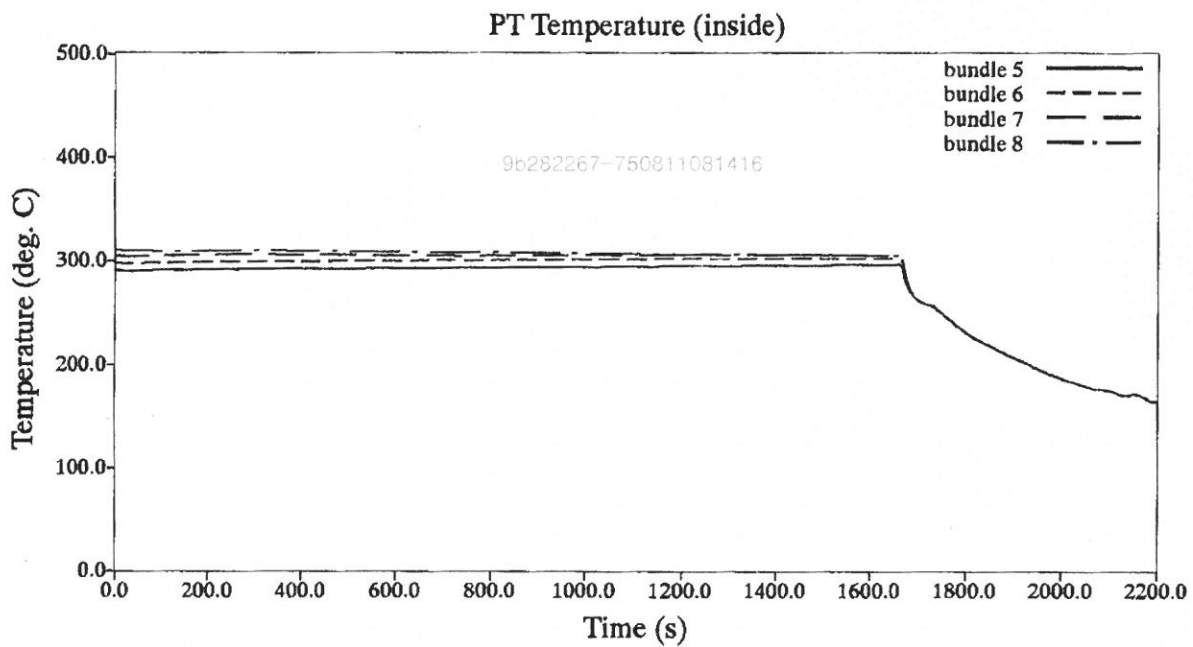
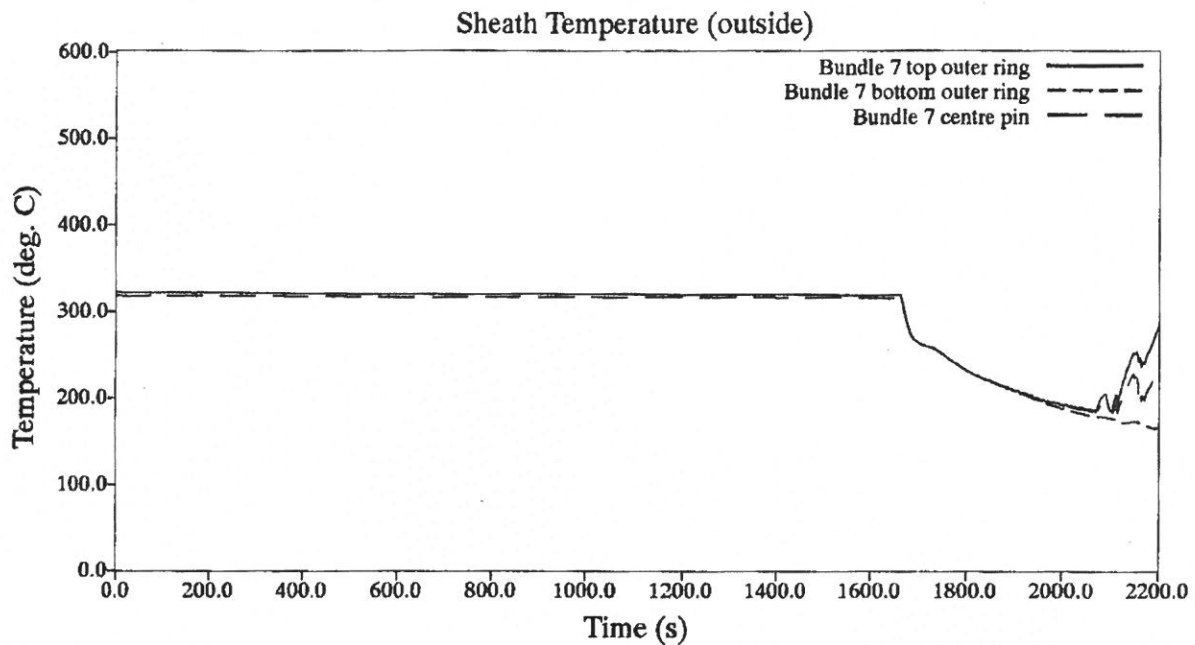
한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 A9 내의 냉각재 유량과 기포율 (비상냉각수
주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단
모사로부터 얻어진 노심경로 4 모관조건)

그림 15.2.1.4.C-8



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

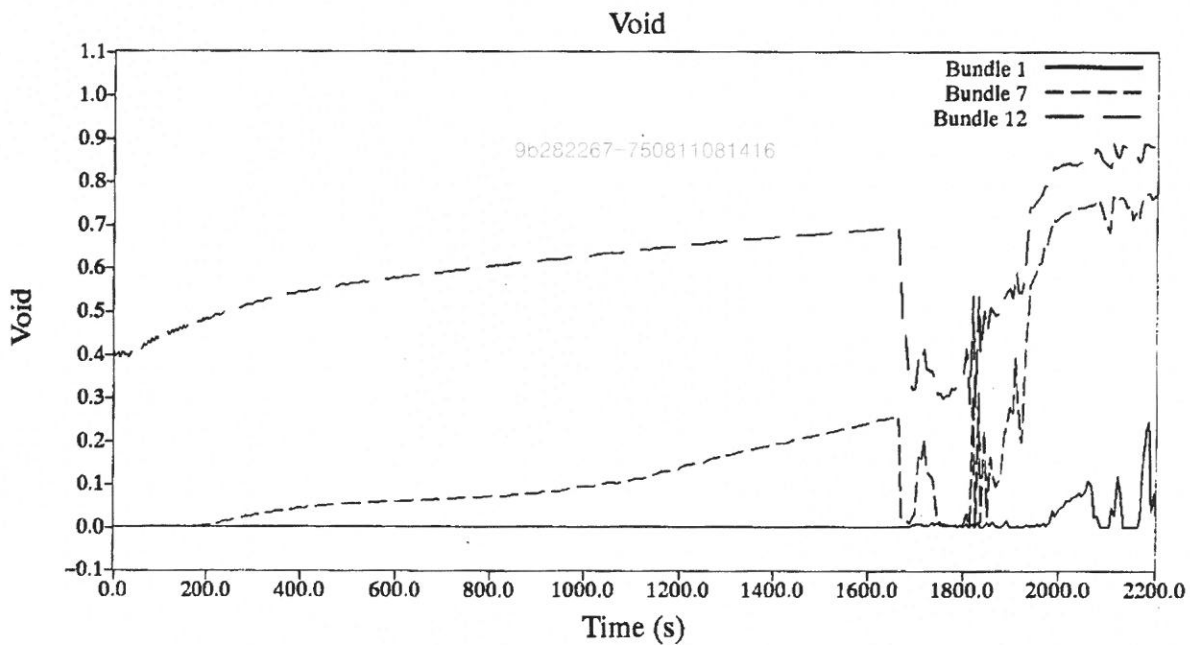
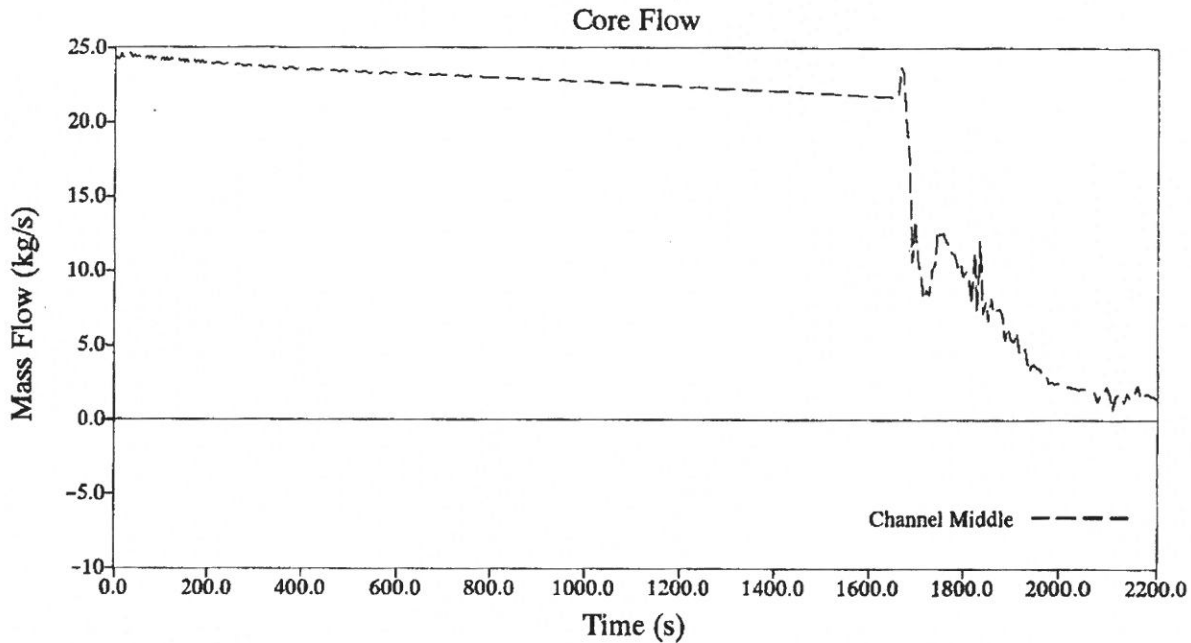


한국수력원자력
월성 원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 A9 에 대한 피복관과 압력관 온도
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의
완전 차단 모사로부터 얻어진 노심경로 4 모관조건)

그림 15.2.1.4.C-9

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

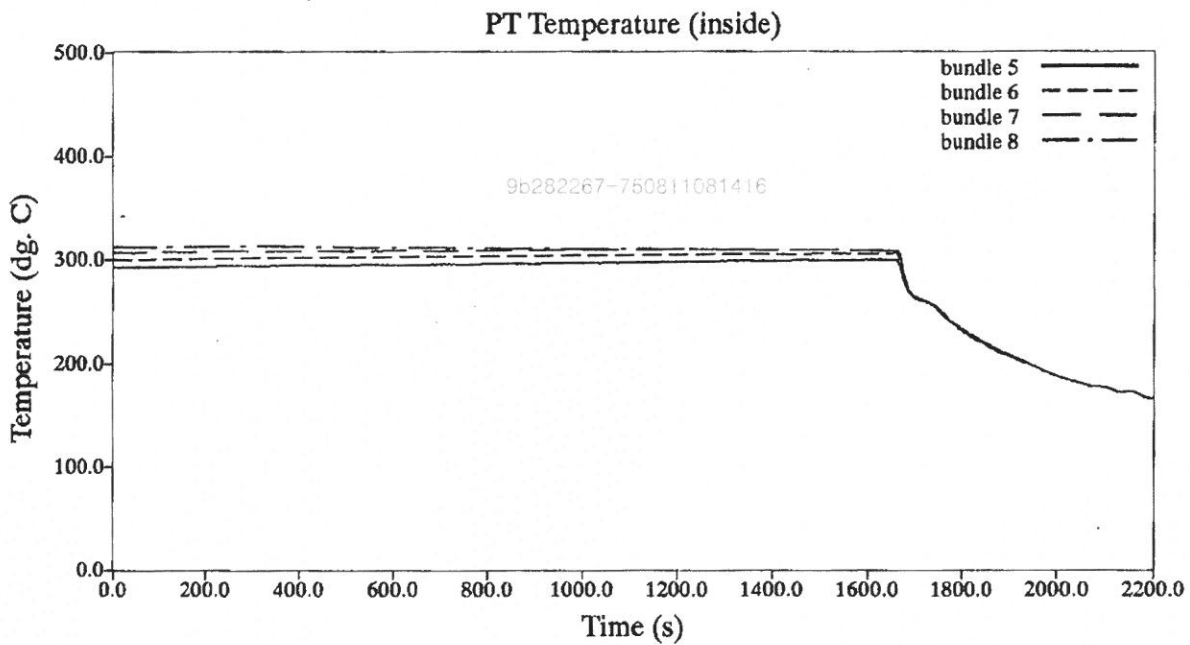
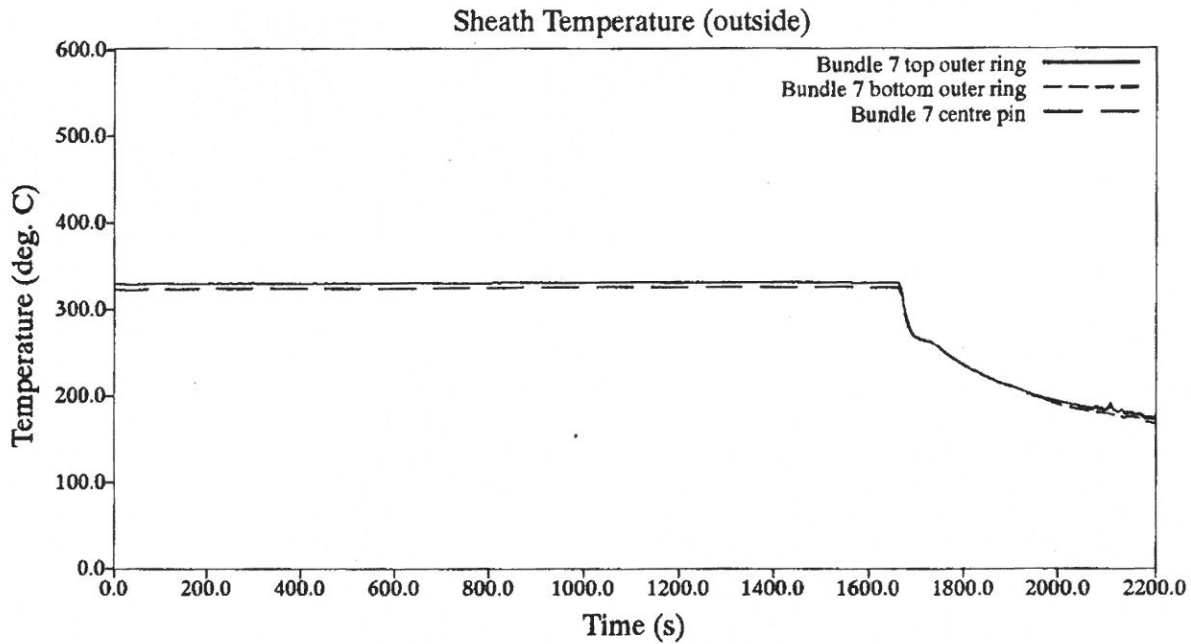


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 O6_mod 내의 냉각재 유량과 기포율
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod에서의
완전 차단 모사로부터 얻어진 노심경로 4 모관조건)

그림 15.2.1.4.C-10

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



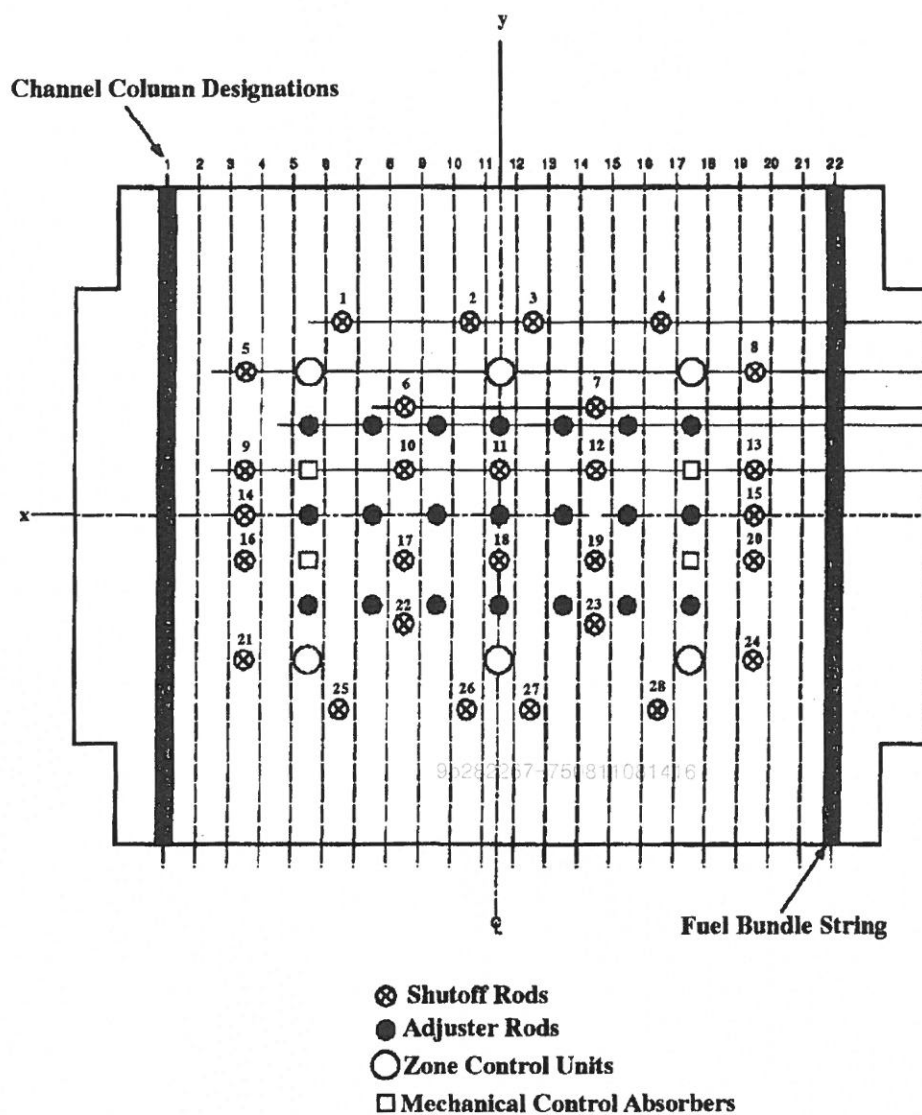
한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 O6_mod 에 대한 피복관과 압력관 온도
(비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의
완전 차단 모사로부터 얻어진 노심경로 4 모관조건)

그림 15.2.1.4.C-11



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



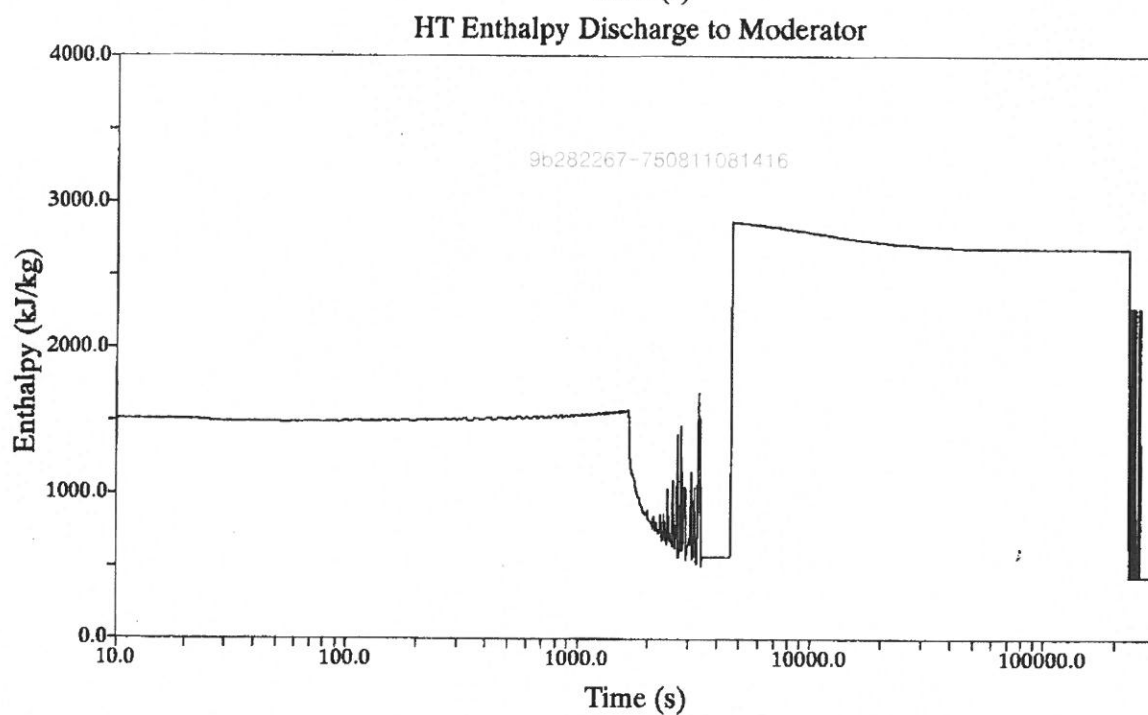
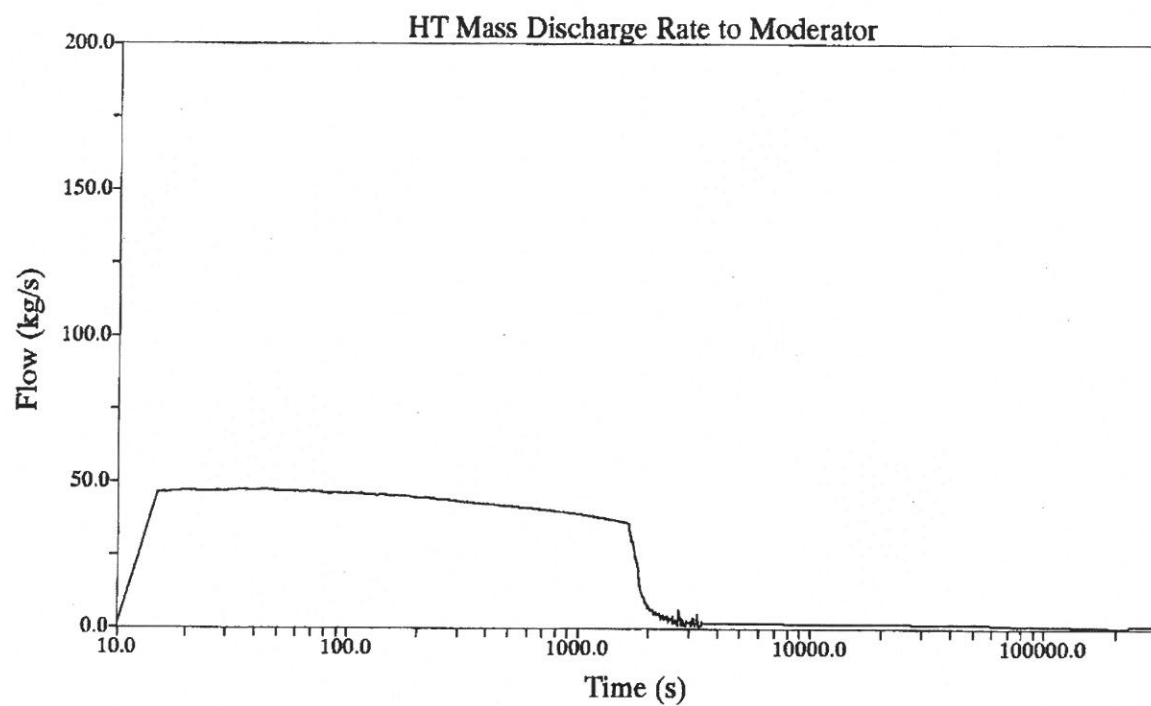
한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

반응도 장치 배치도

그림 15.2.1.4.C-12



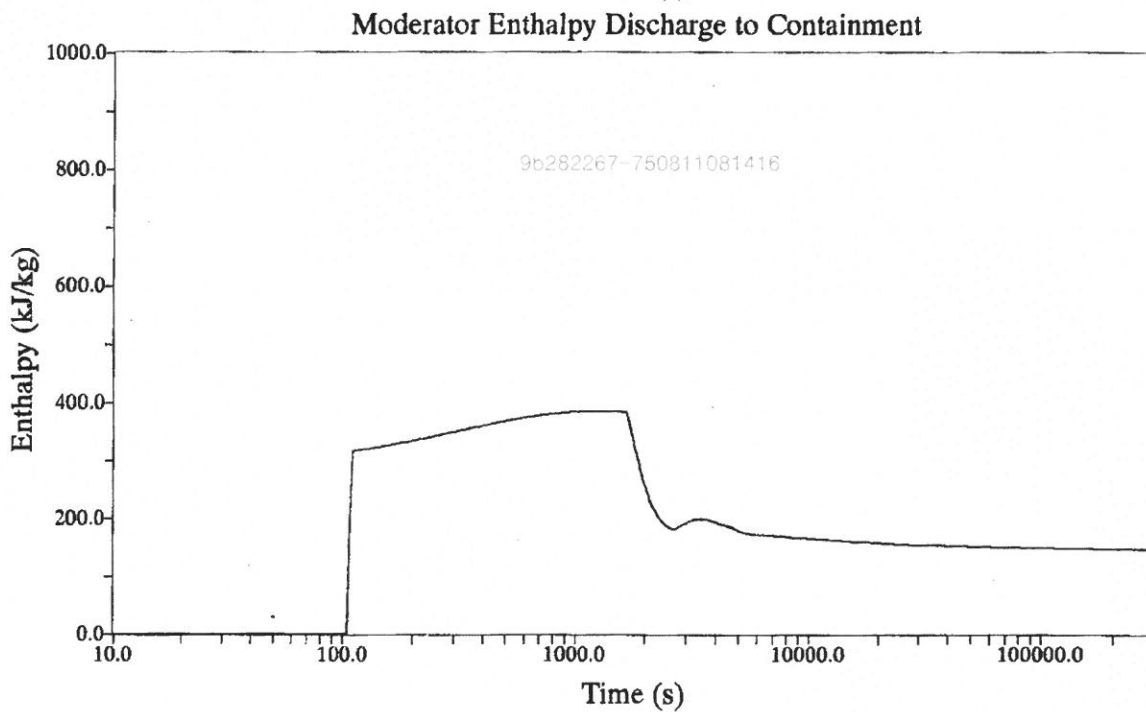
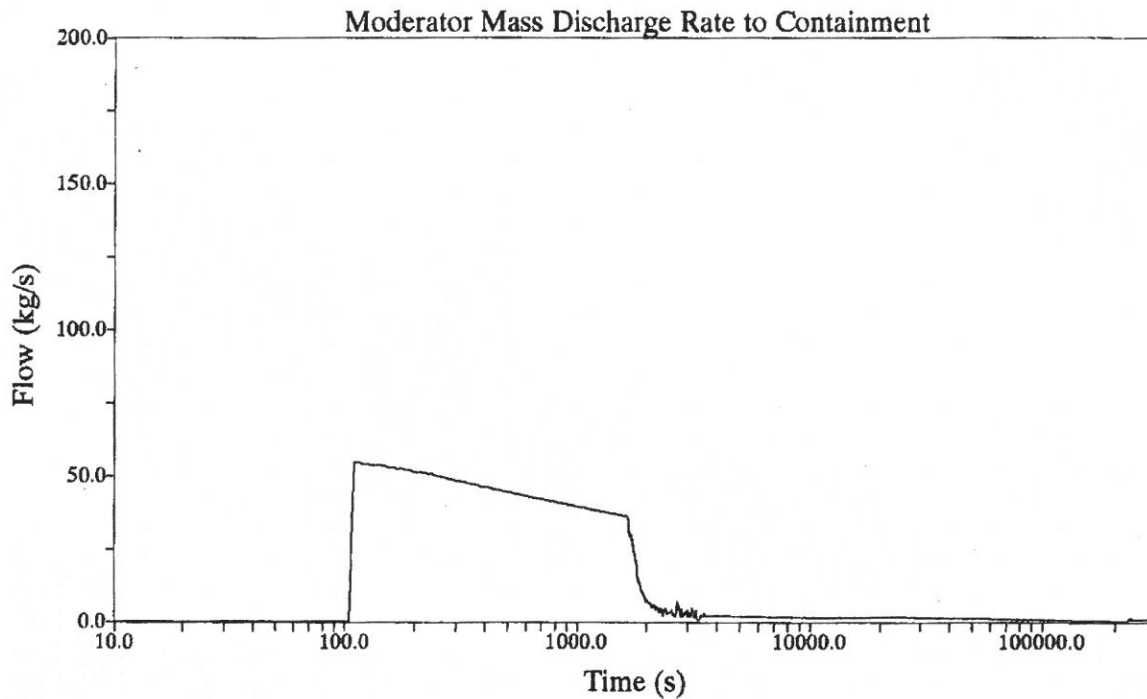
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

냉각재계통으로부터 감속재로의 방출유량
및 엔탈피 (비상냉각수 주입 상실을 동반한
채널 O6_mod 에서의 완전 차단)
그림 15.2.14.C-13

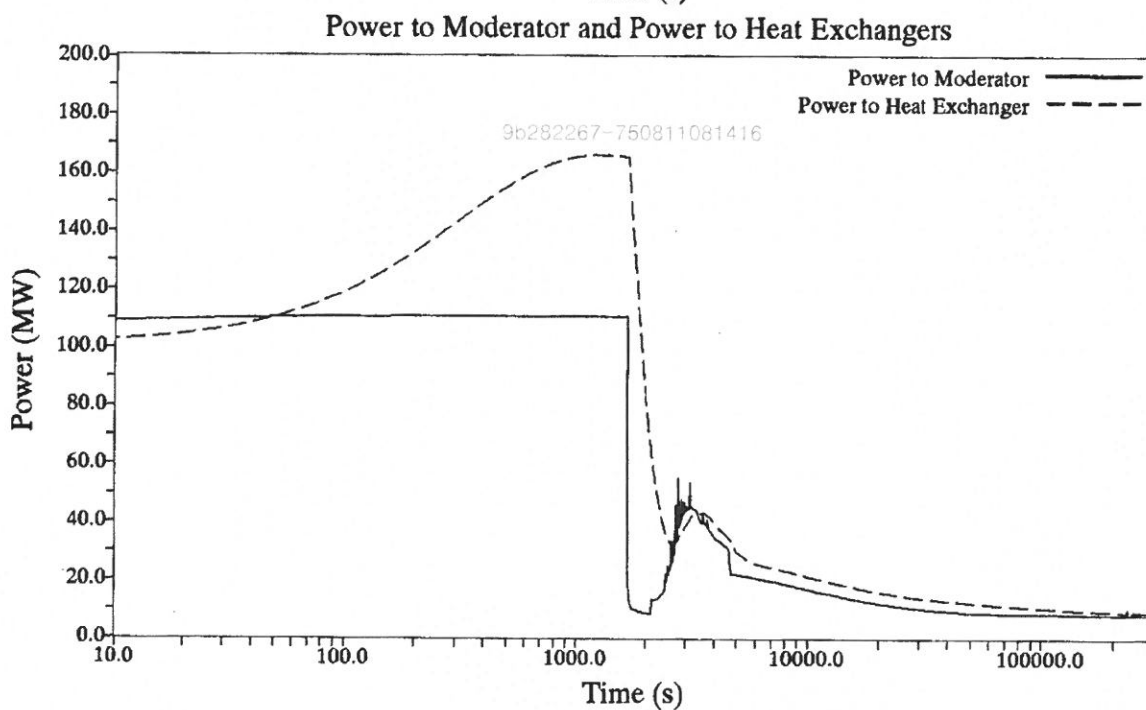
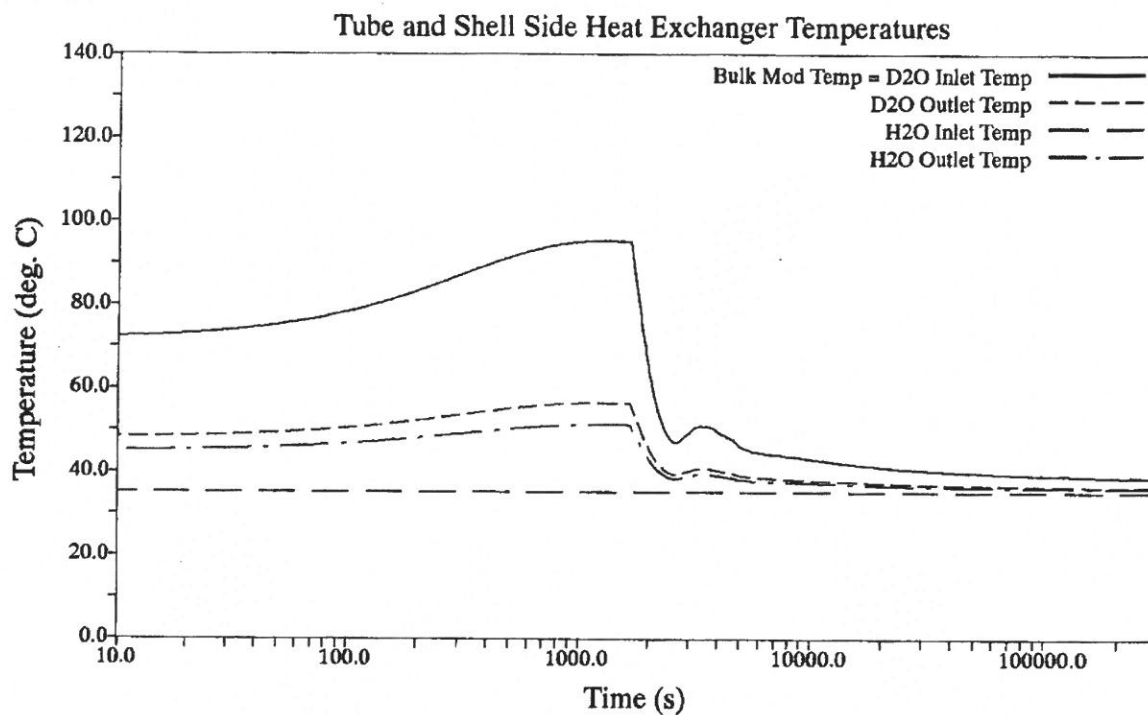
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

격납건물로의 감속재 유체 방출유량 및
엔탈피 (비상냉각수 주입 상실을 동반한
채널 O6_mod 에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-14

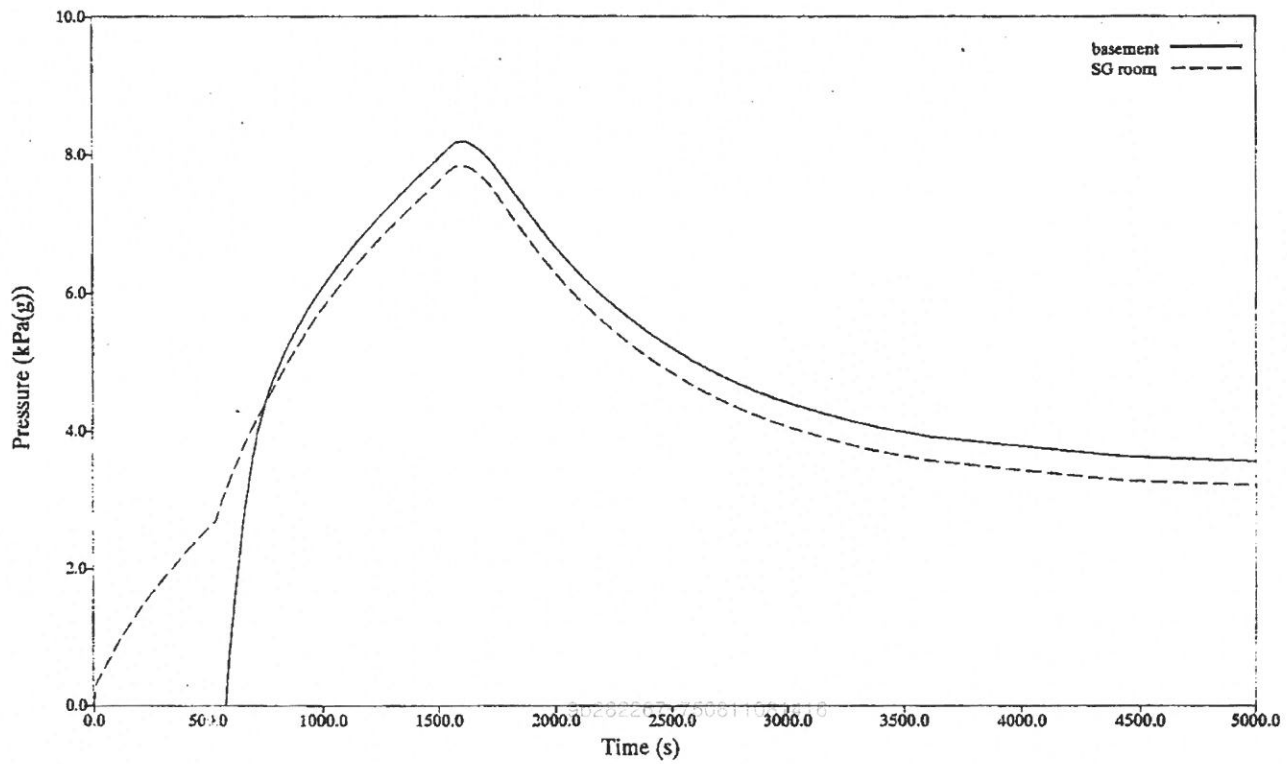
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

열교환기 유체 온도와 감속제 및 열교환기로의
출력 (비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-15

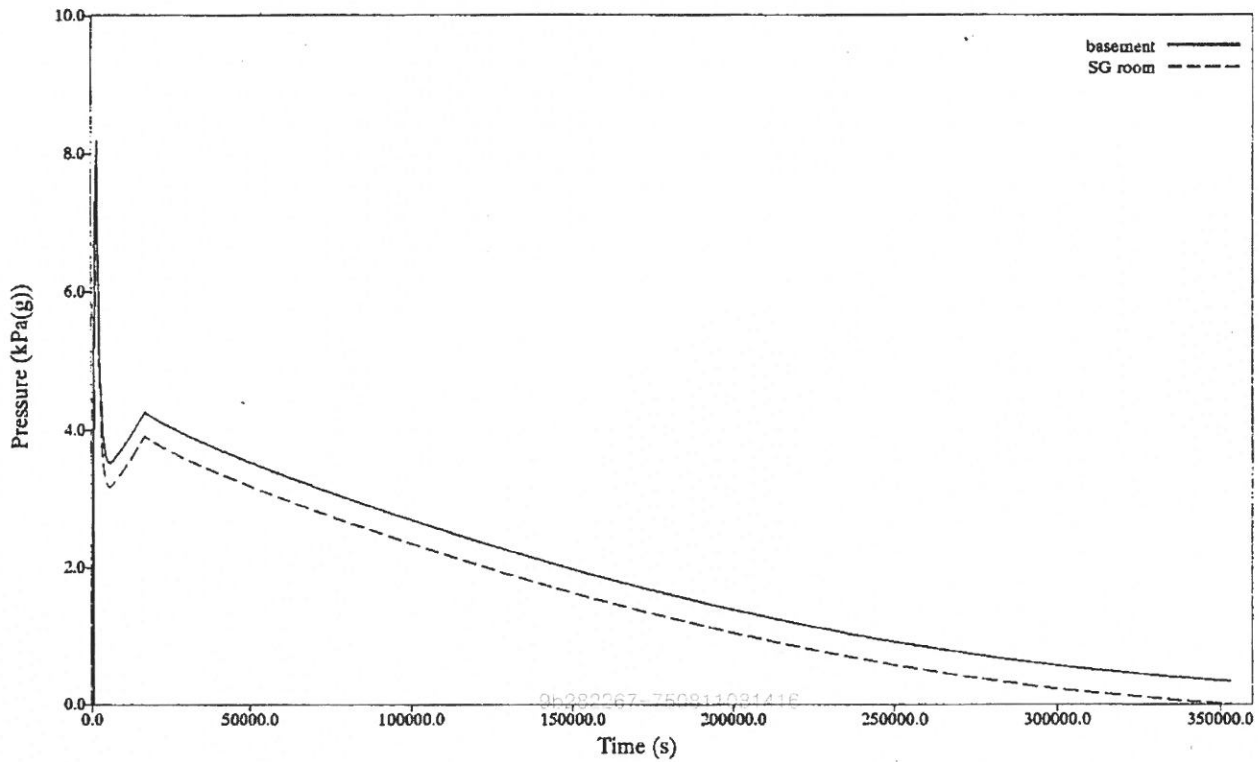
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단에 대한
격납건물내 단기 압력과도상태
그림 15.2.1.4.C-16

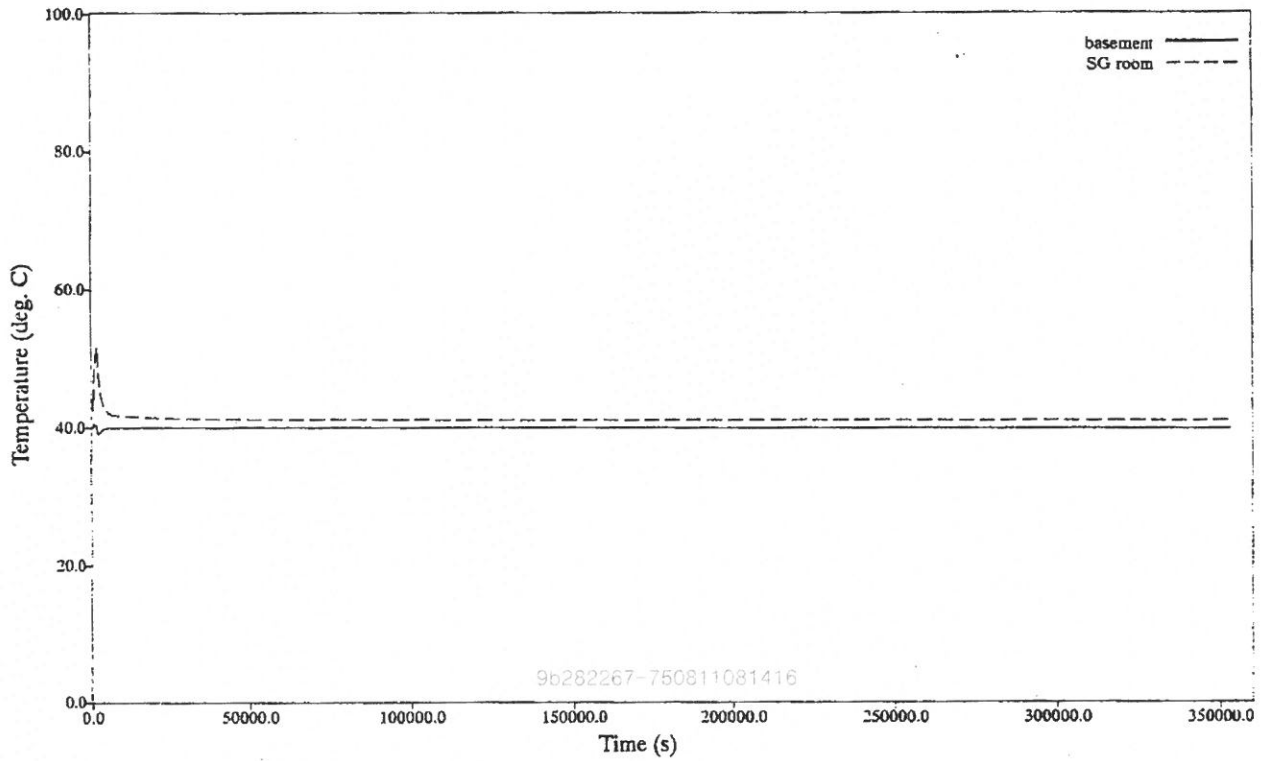
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단에 대한
격납건물내 장기 압력과도상태
그림 15.2.1.4.C-17

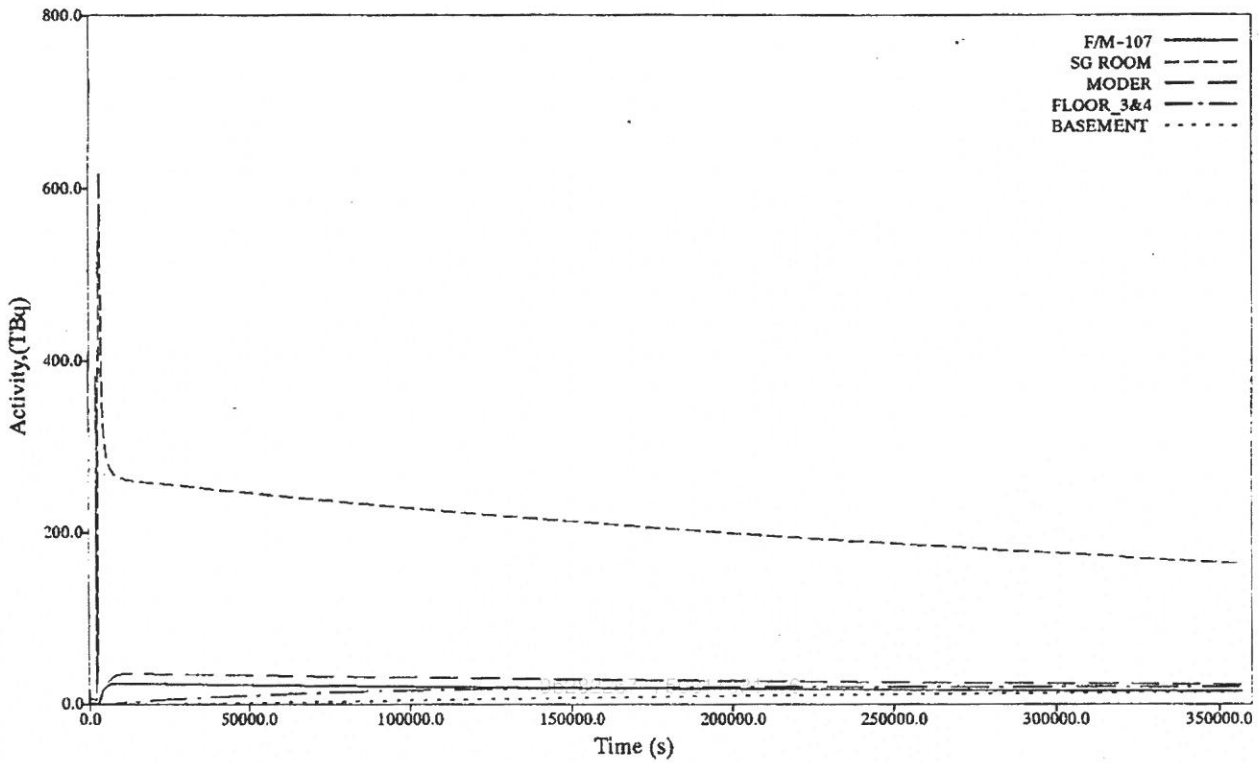
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성 원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단에적납건물내
장기 온도과도상태
그림 15.2.1.4.C-18

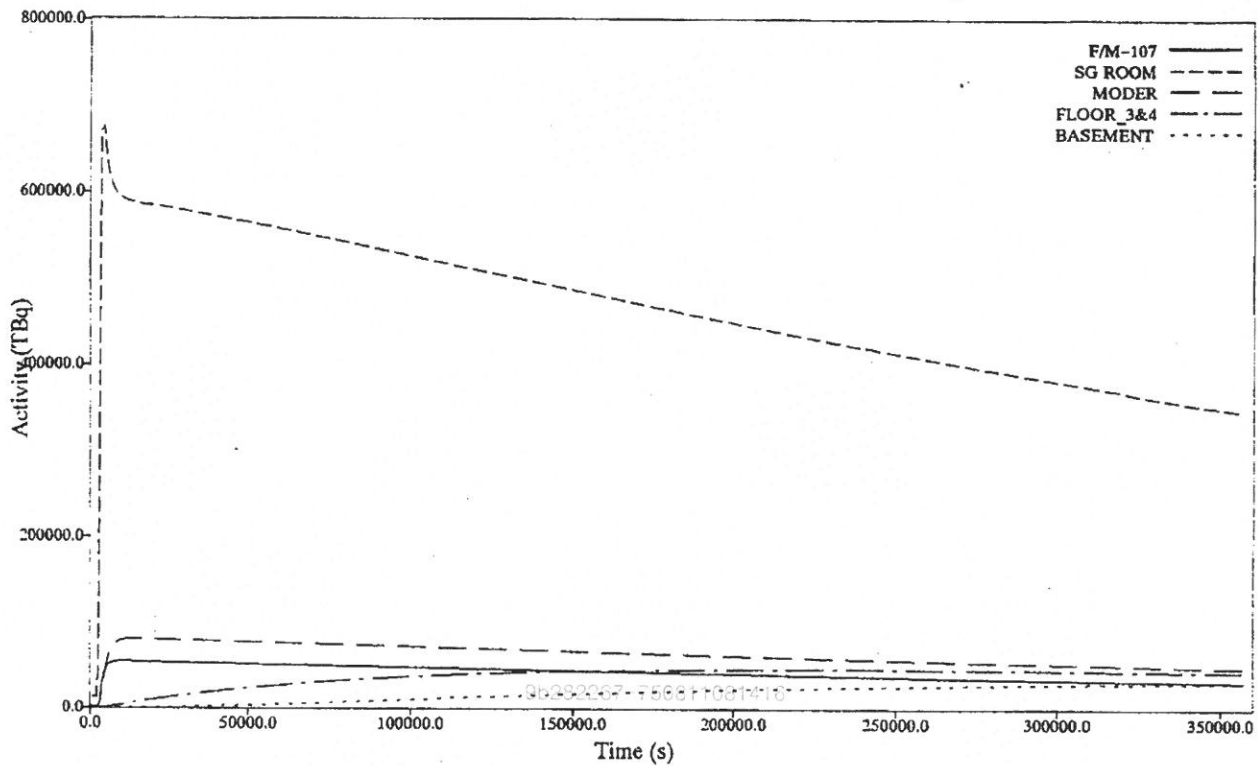
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단에 대한
격납건물내 I-131 거동
그림 15.2.1.4.C-19

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

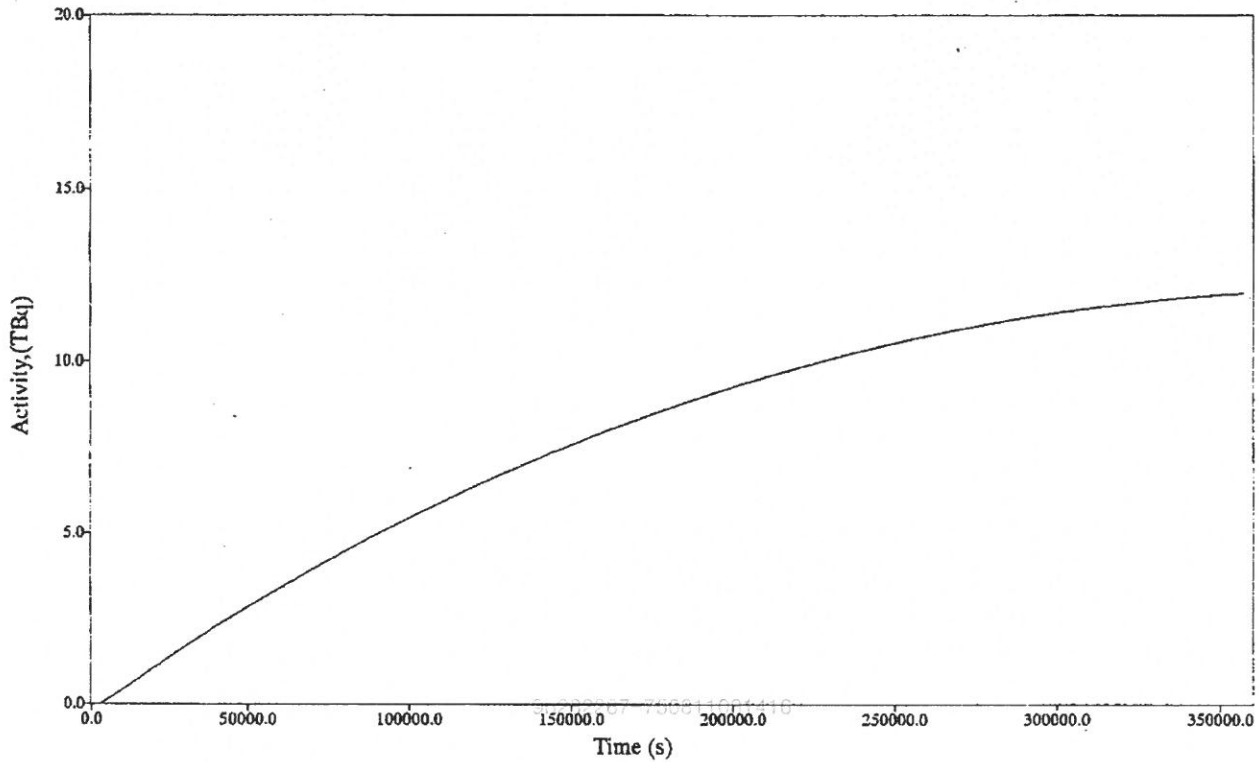


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단에 대한
격납건물내 Xe-133 거동
그림 15.2.1.4.C-20



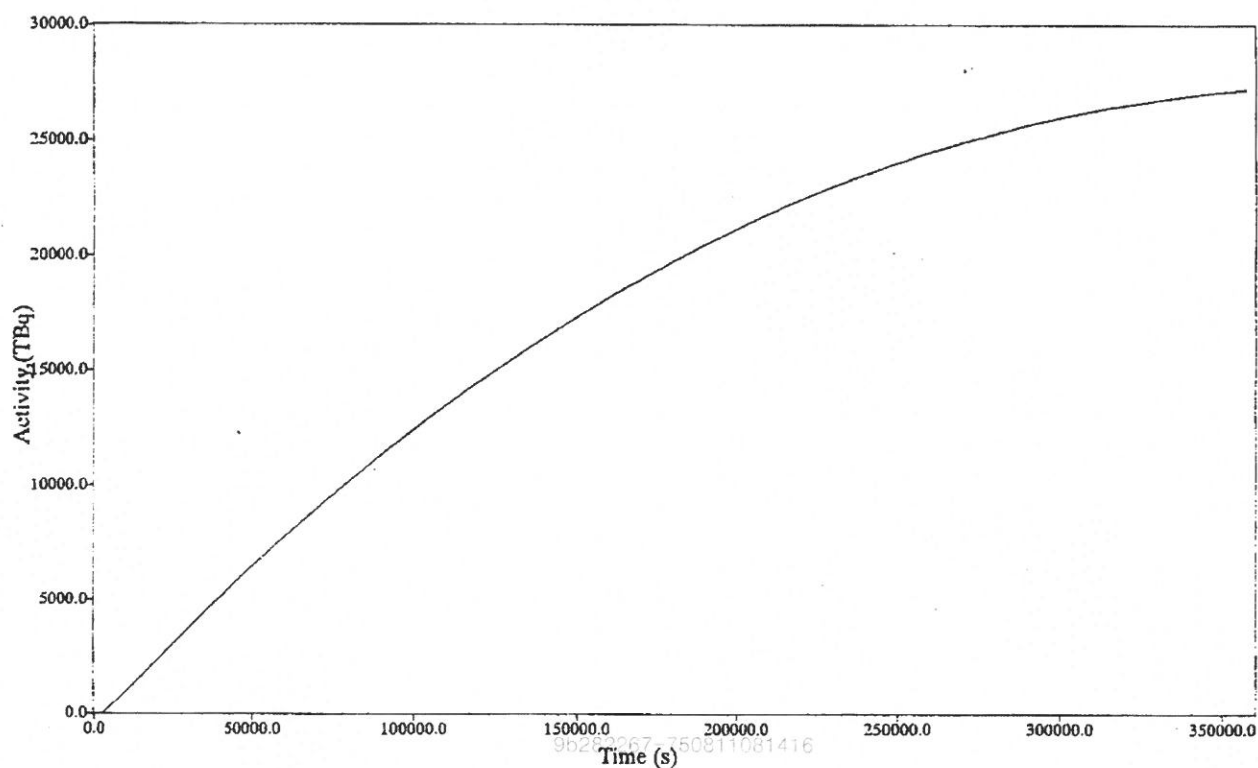
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단에 대한
주위환경으로의 I-131 누출
그림 15.2.1.4.C-21

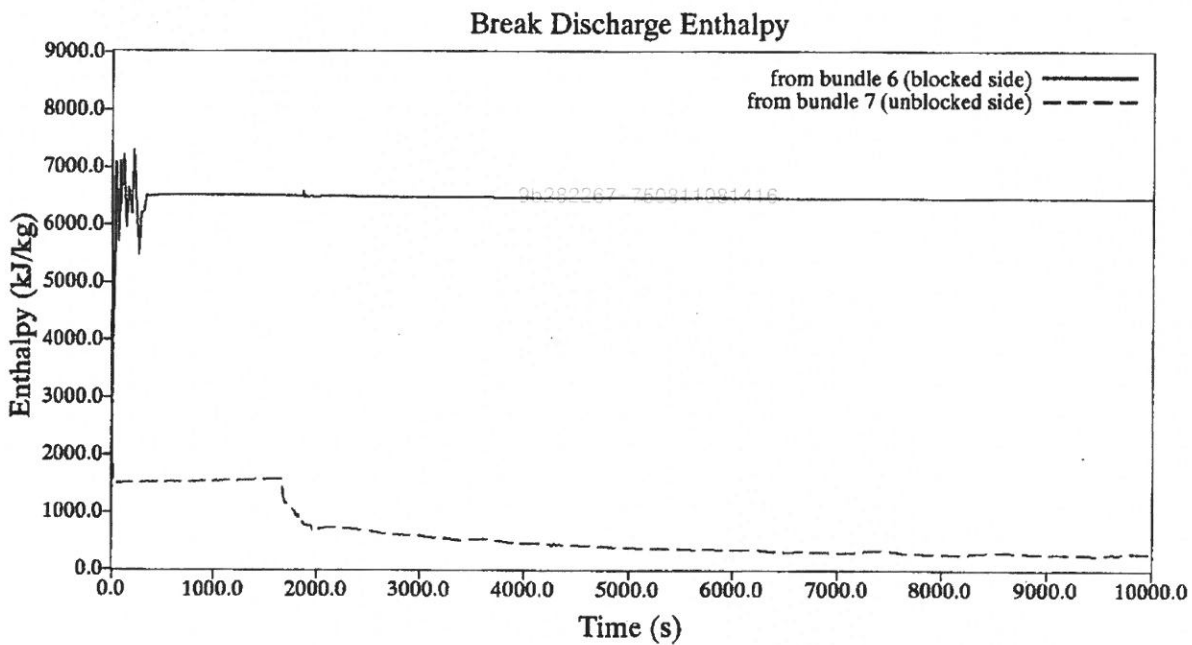
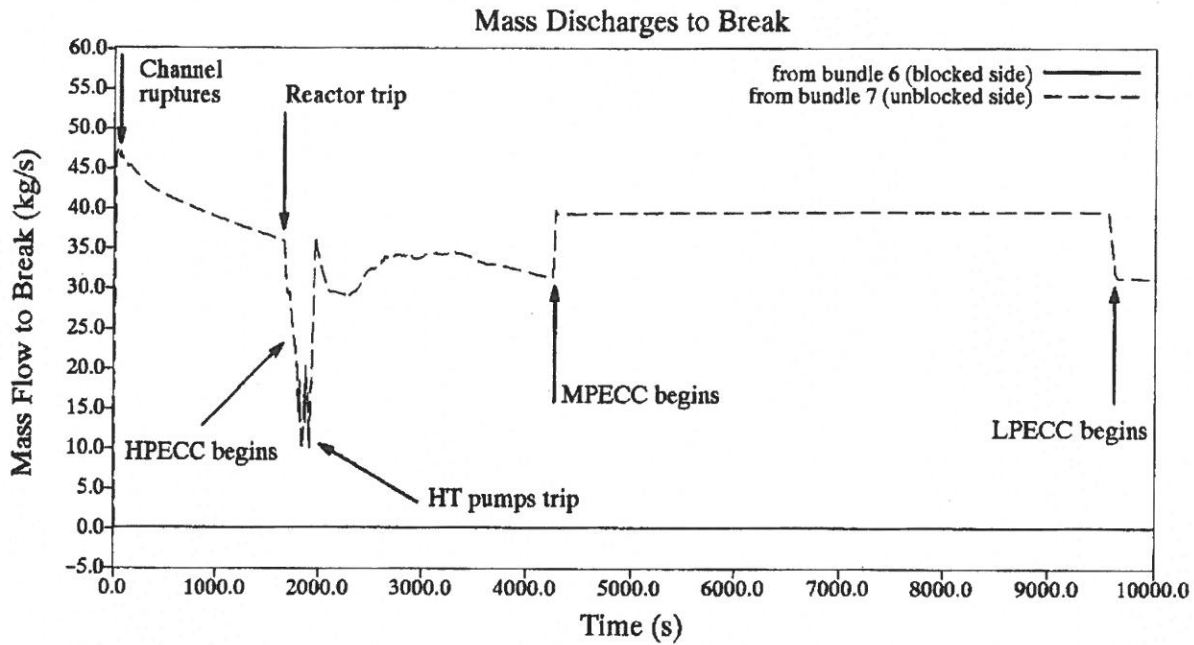
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

비상냉각수 주입 상실을 동반한 채널
O6_mod 에서의 완전 차단에 대한
주위환경으로의 Xe-133 누출
그림 15.2.1.4.C-22

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

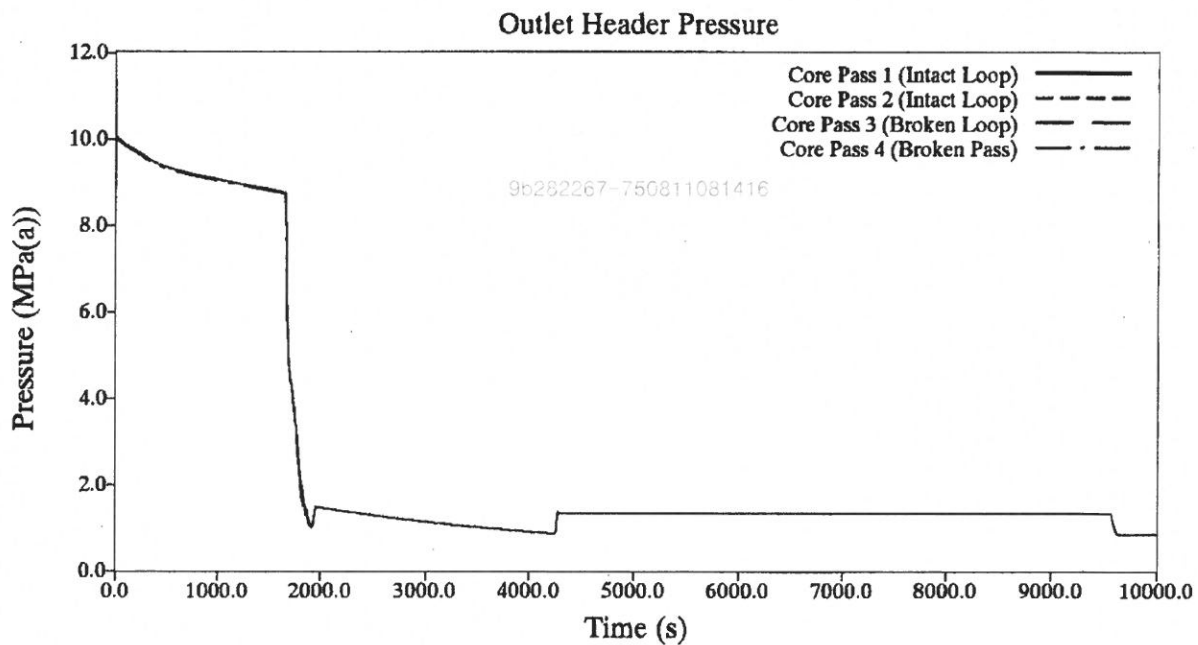
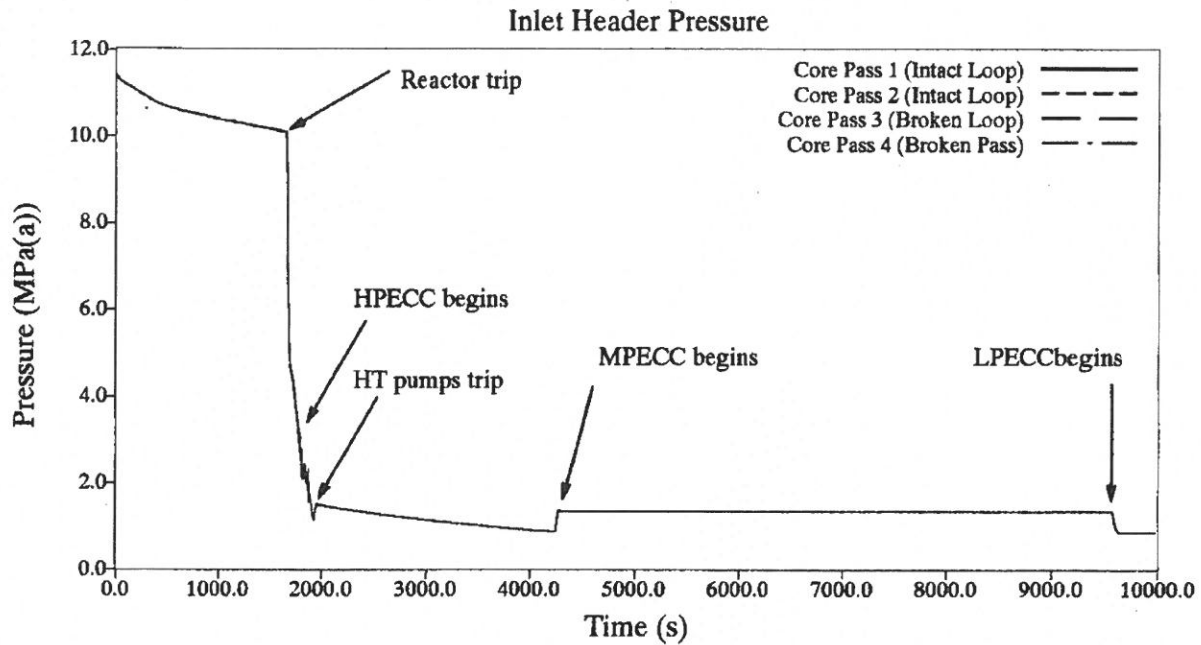


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

파단에서의 방출유량 및 혼합 엔탈피
(회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod
에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-23



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

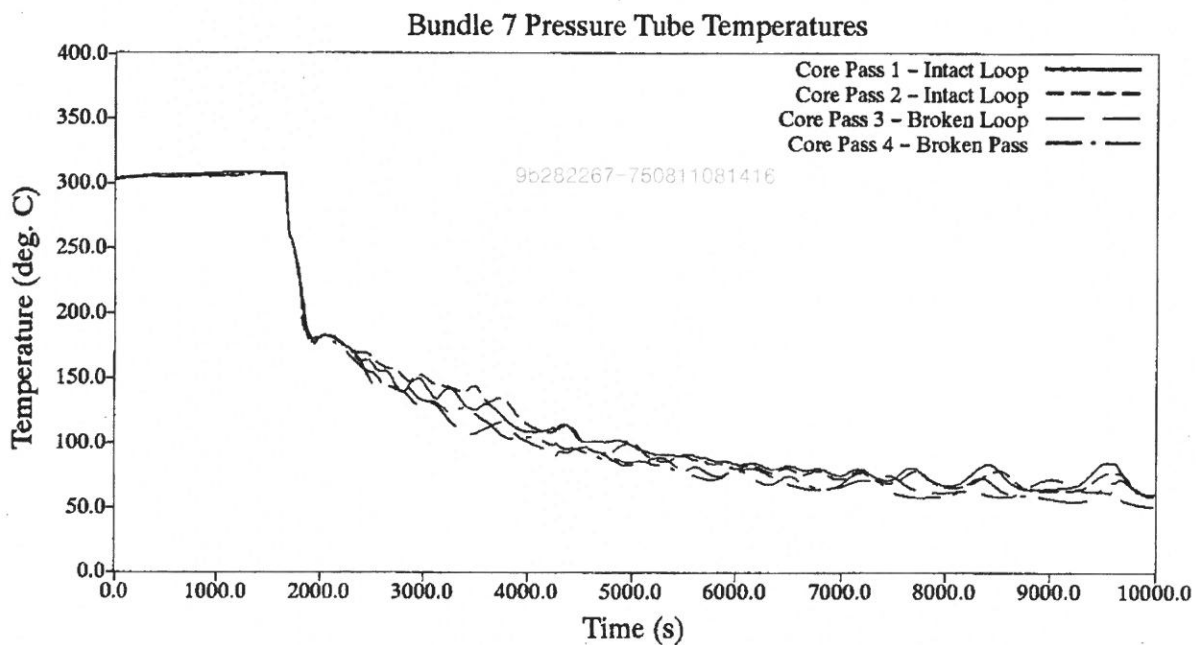
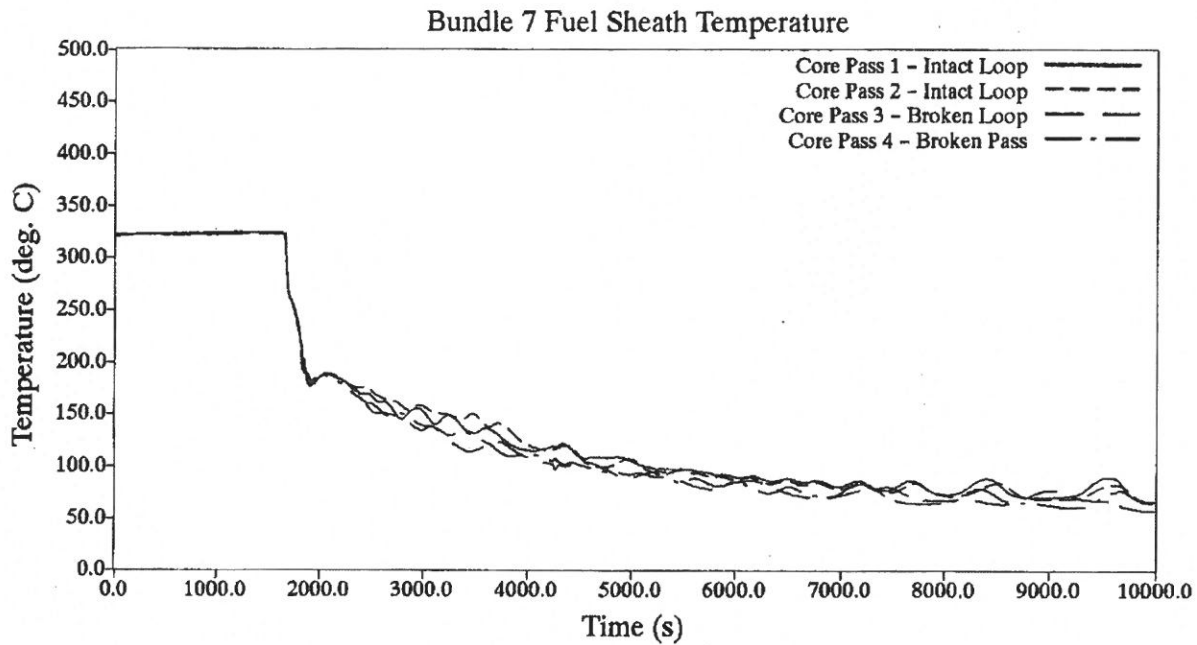


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

원자로 입구와 출구모관 압력 (회로격리
상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전
차단)

그림 15.2.1.4.C-24

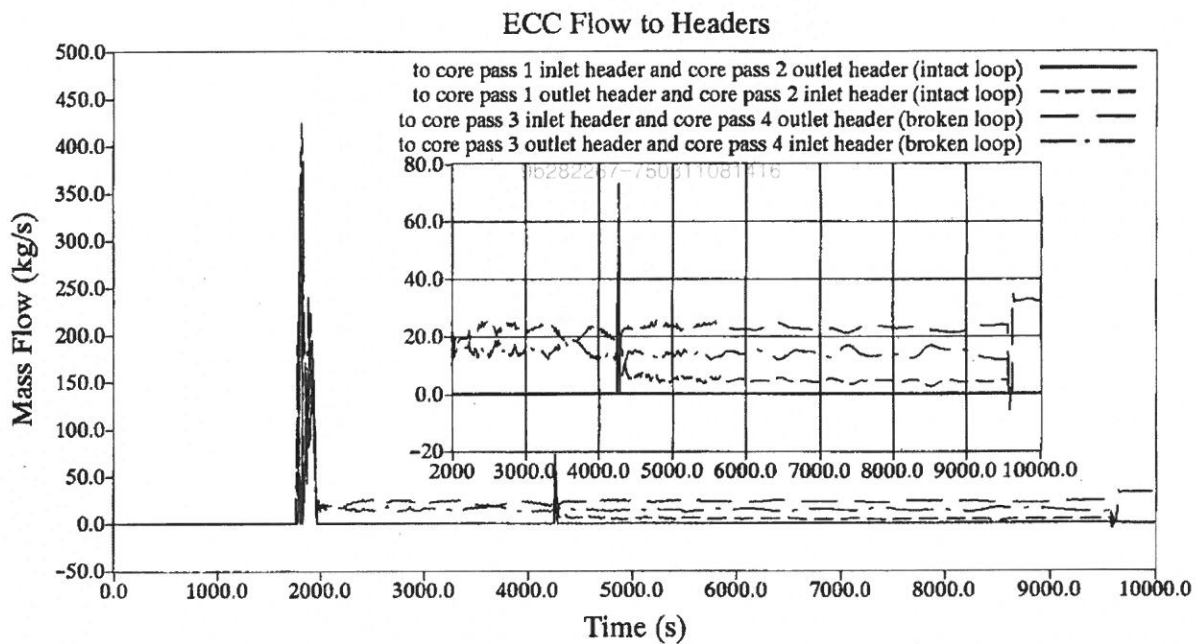
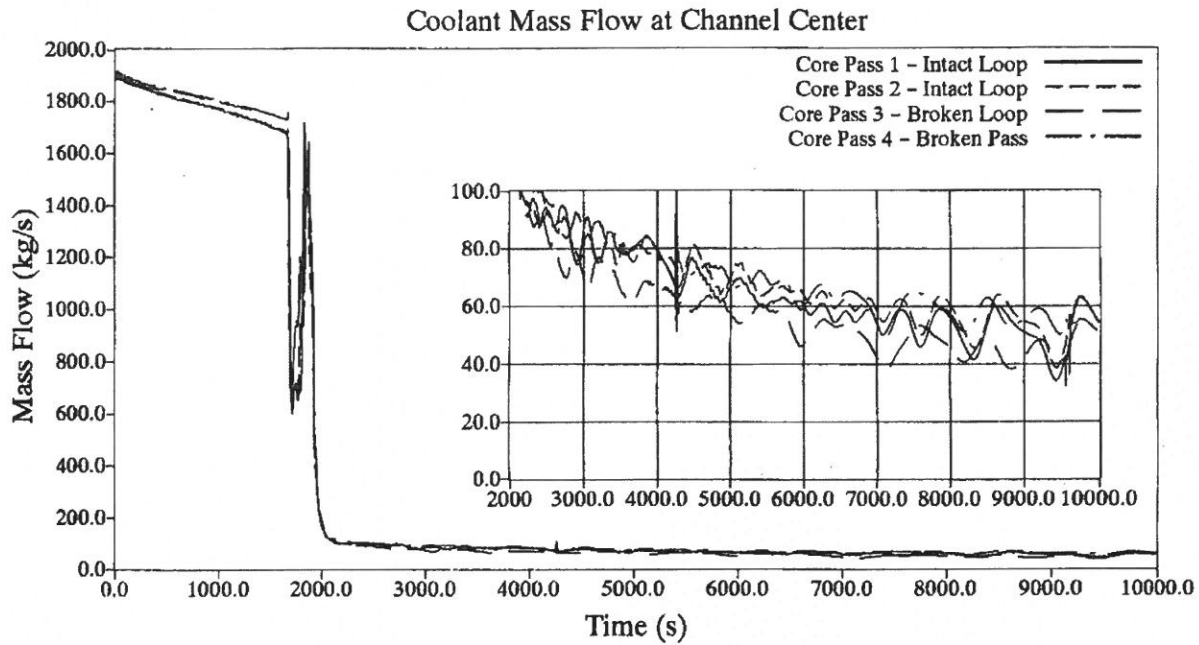
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

다발 7 에서의 피복관과 압력관 온도
(회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod
에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-25

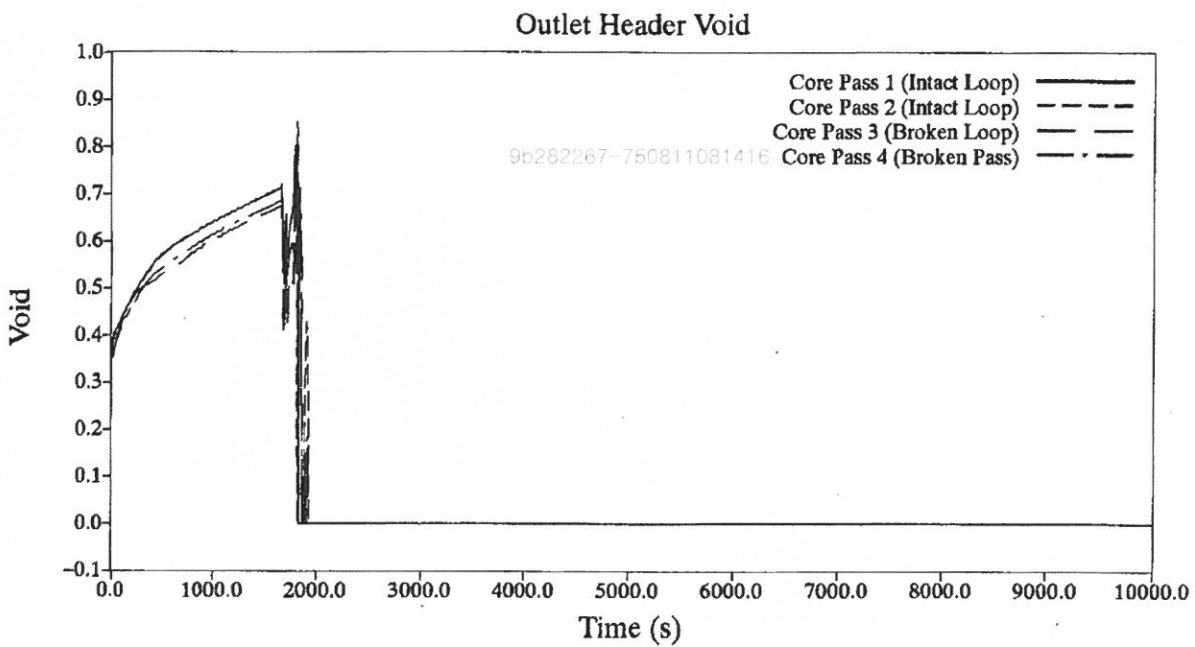
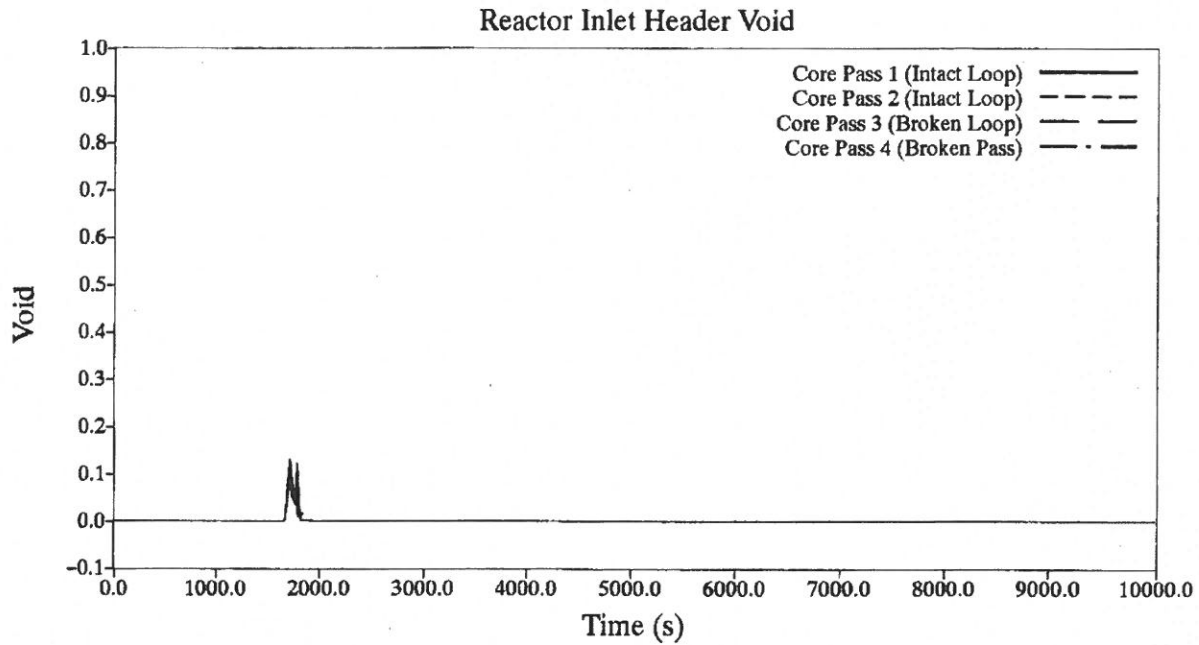
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

채널 중간에서의 냉각재 질량 유량과
모관으로의 비상노심냉각수 유량 (회로격리
상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-26

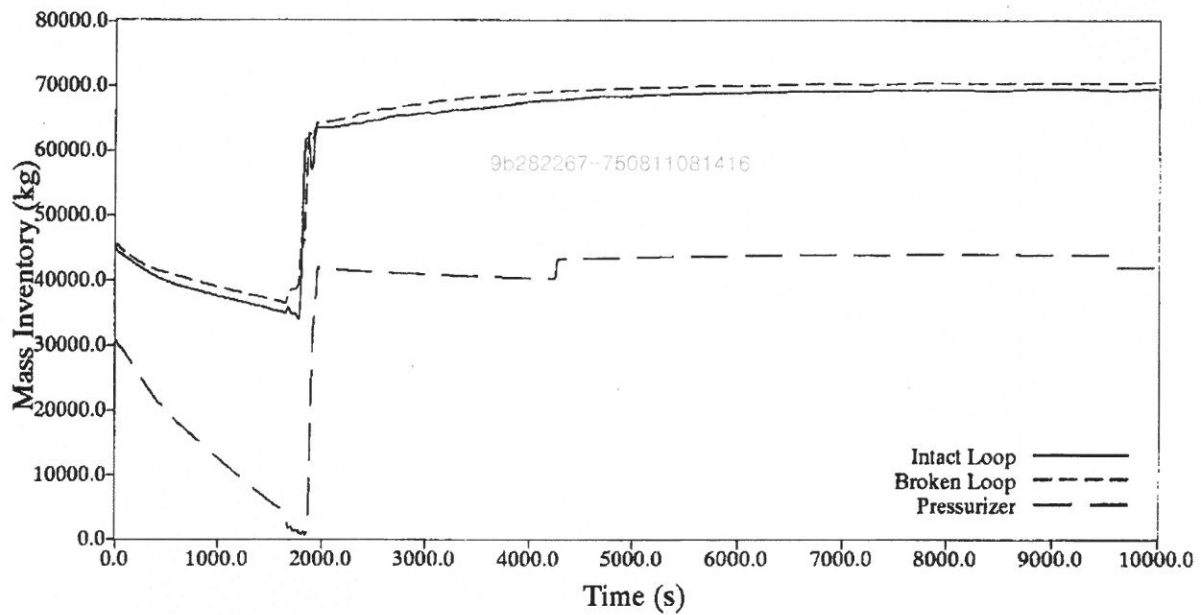
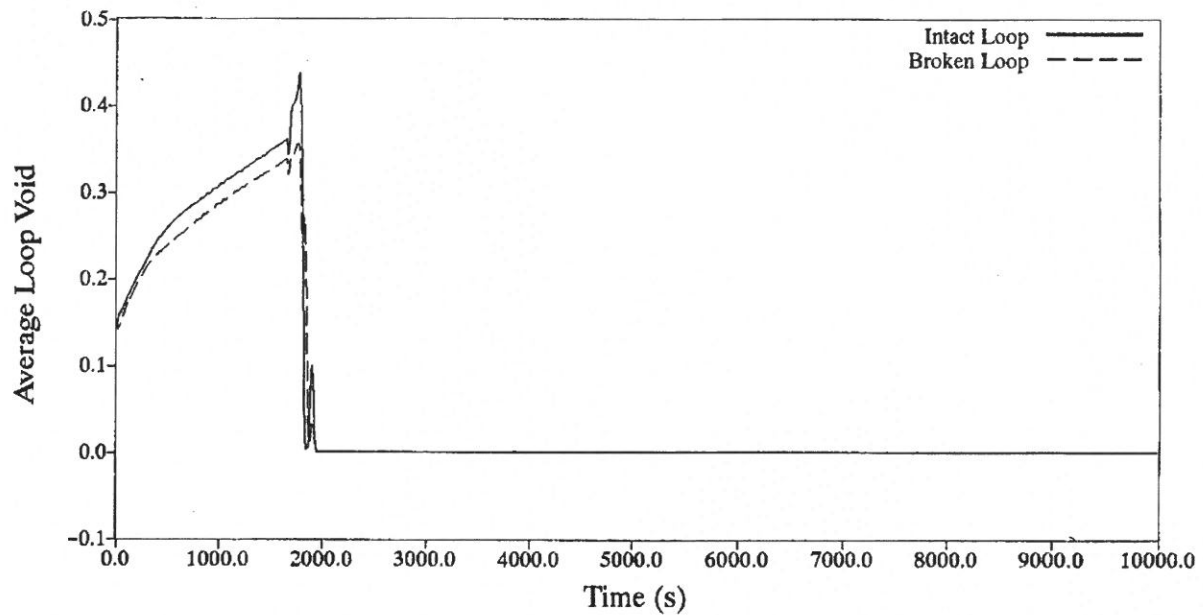
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

원자로 입구와 출구모판에서의 기포율
(회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod
에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-27

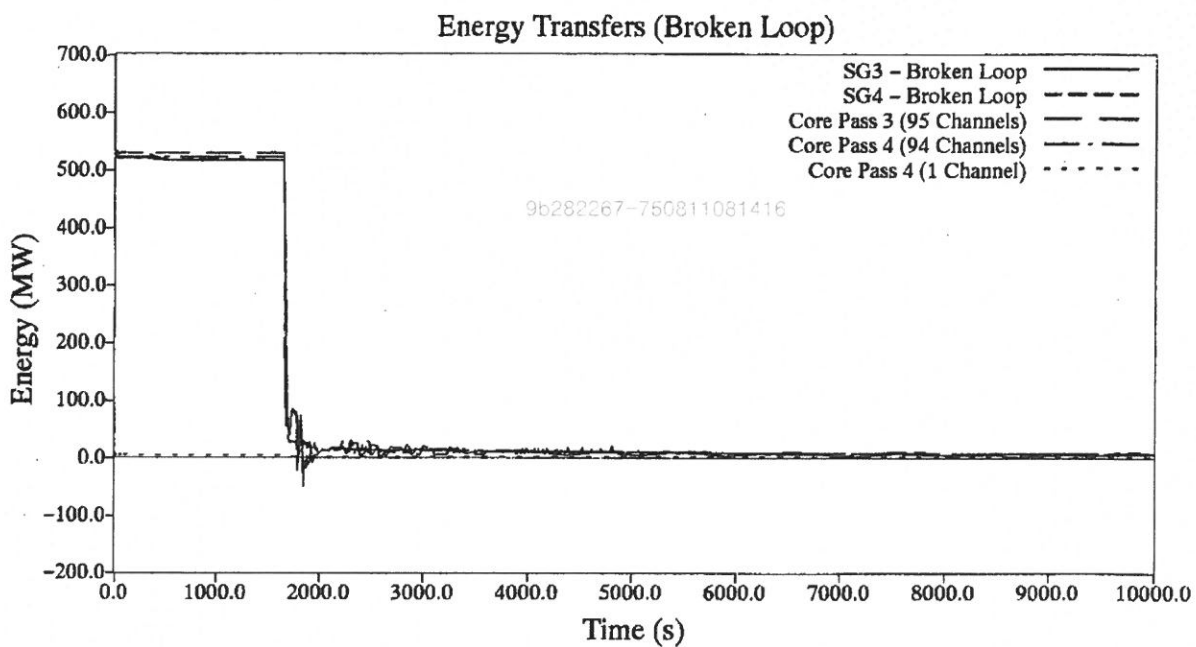
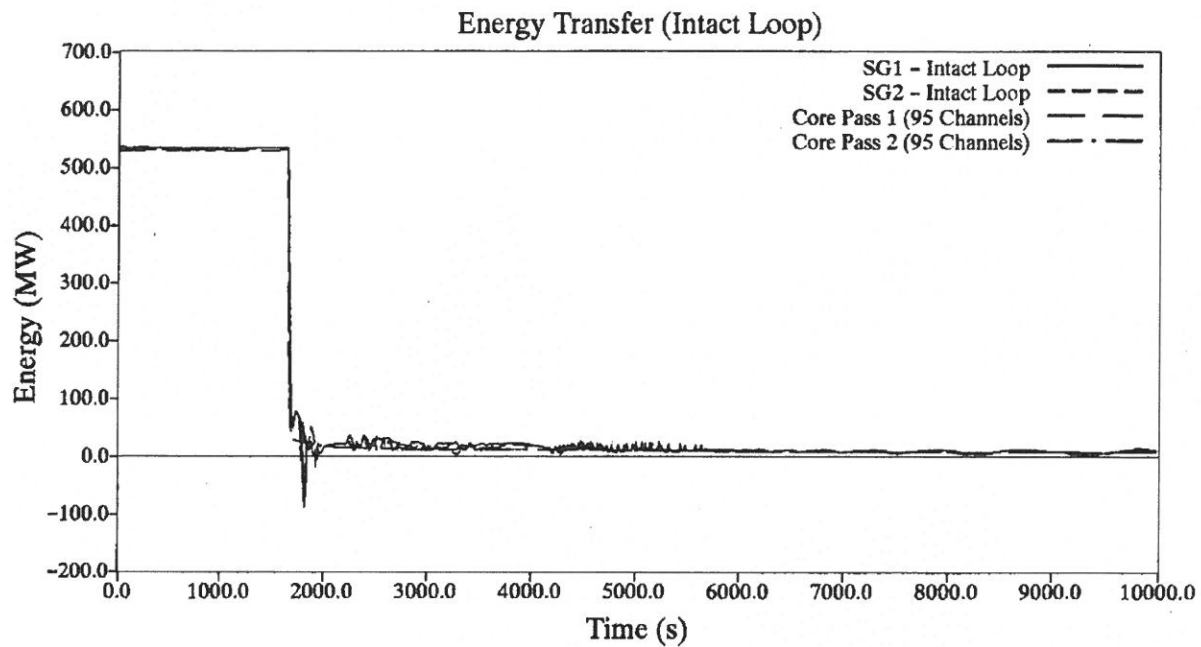
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

회로의 평균 기포율과 질량 재고량
(회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod
에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-28

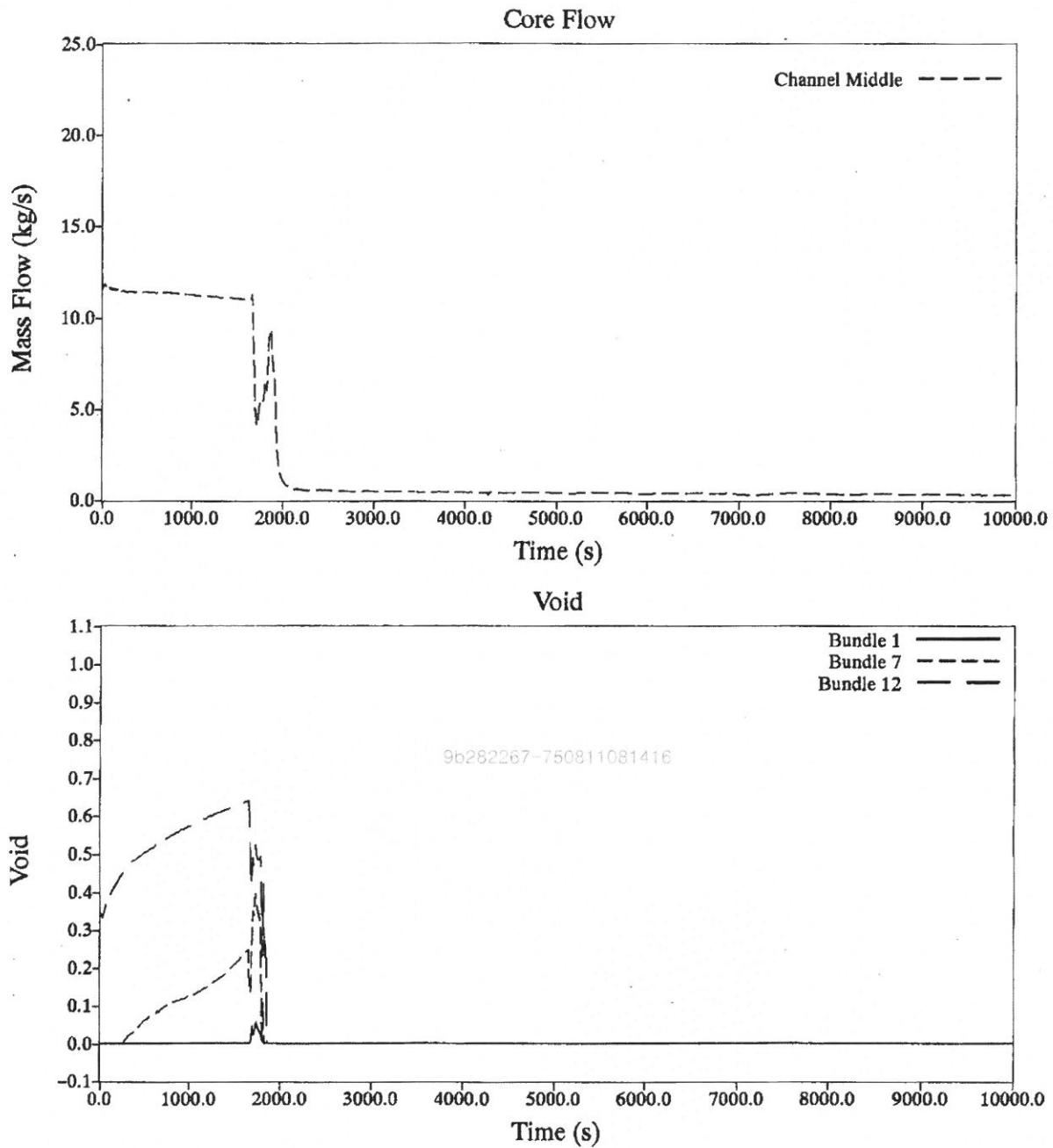
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

중기발생기 및 비파단과 파단회로내
핵연료로부터의 열전달 (회로격리 상실을
동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단)
그림 15.2.1.4.C-29

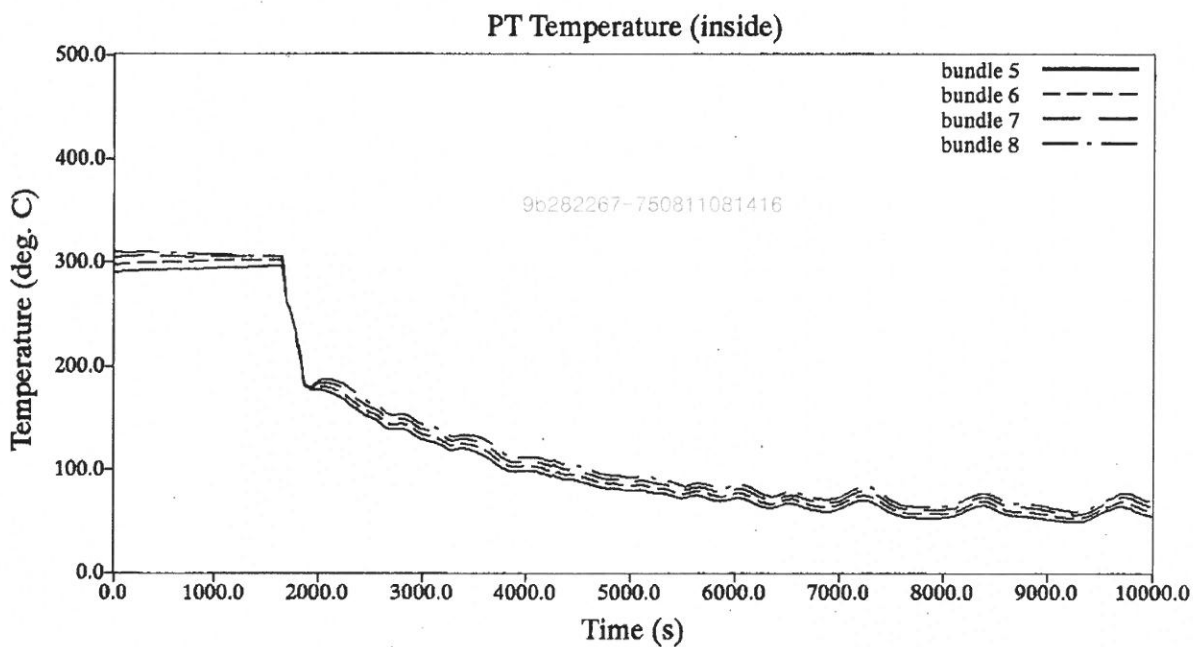
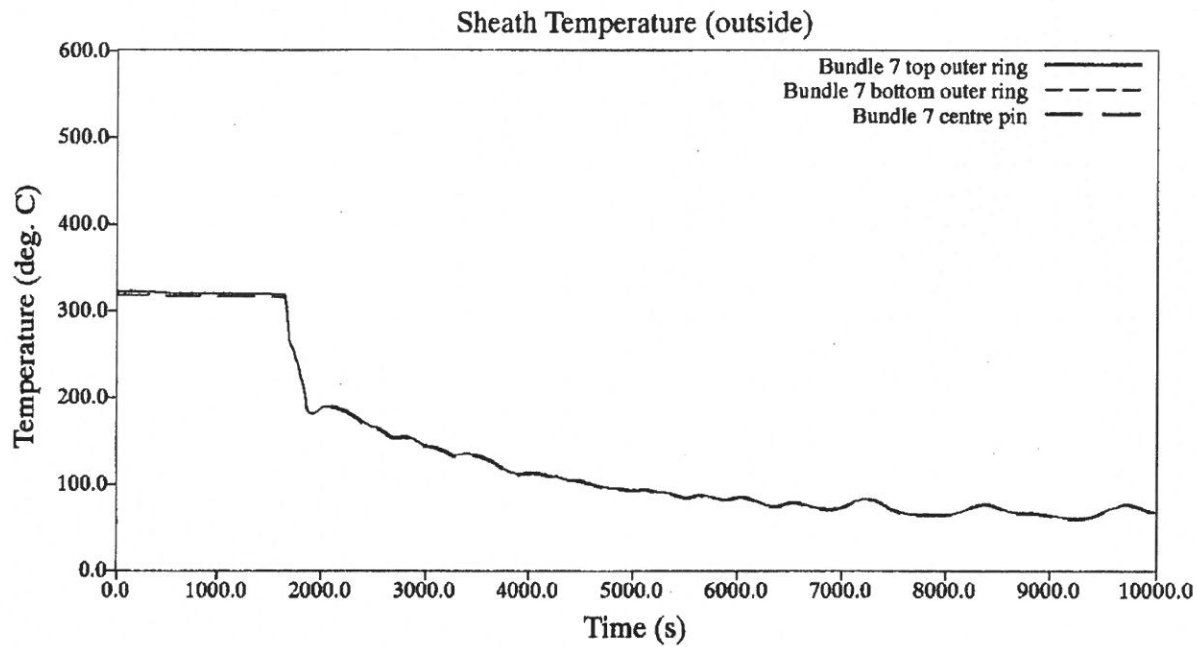
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 A9 내의 냉각재 유량과 기포율 (회로격리
상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전 차단
모사로부터 얻어진 노심경로 4 모관조건)
그림 15.2.1.4.C-30

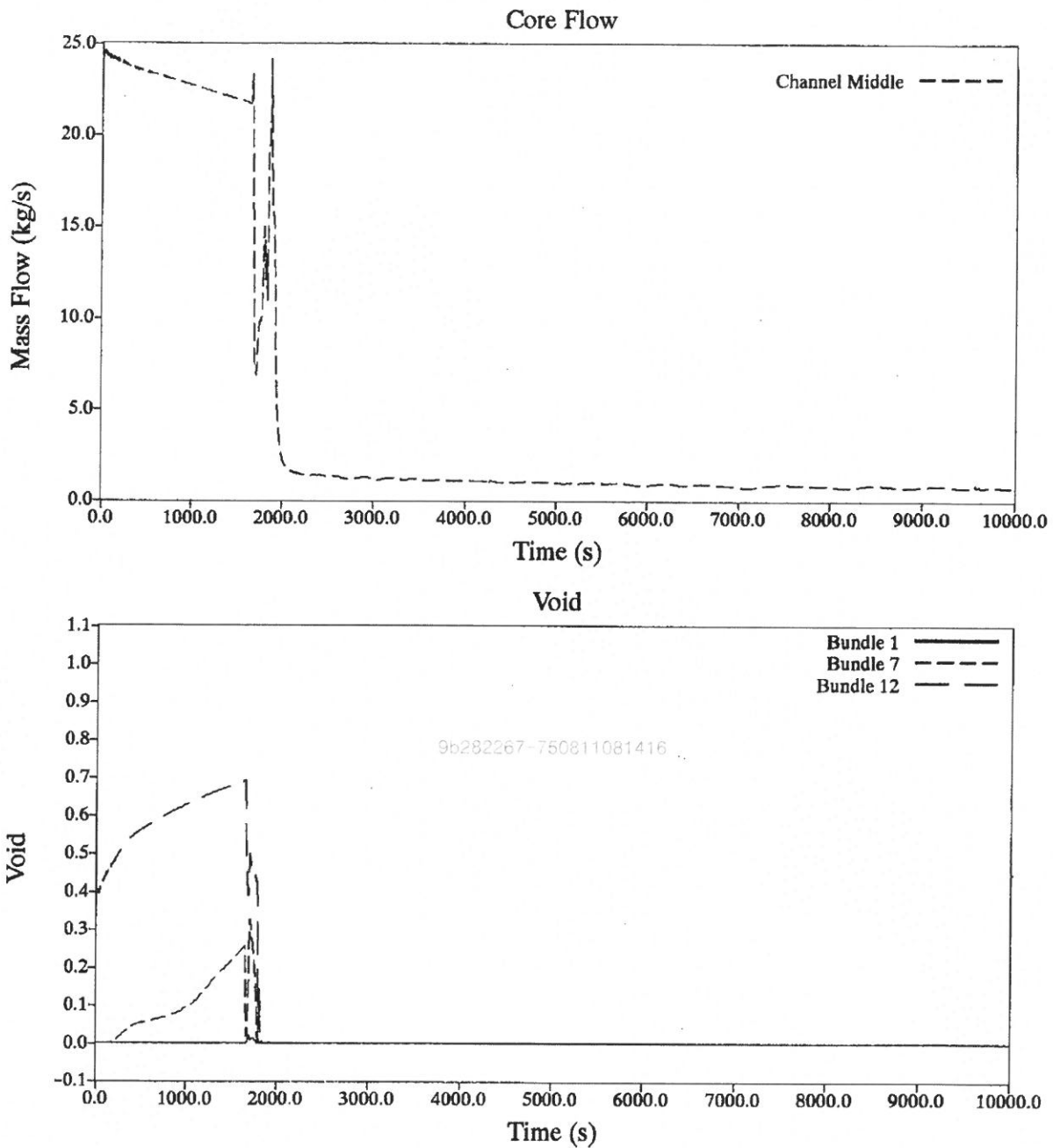
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 A9 에 대한 피복관과 압력관 온도
(회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전
차단 모사로부터 얻어진 노심경로 4 모관조건)
그림 15.2.1.4.C-31

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

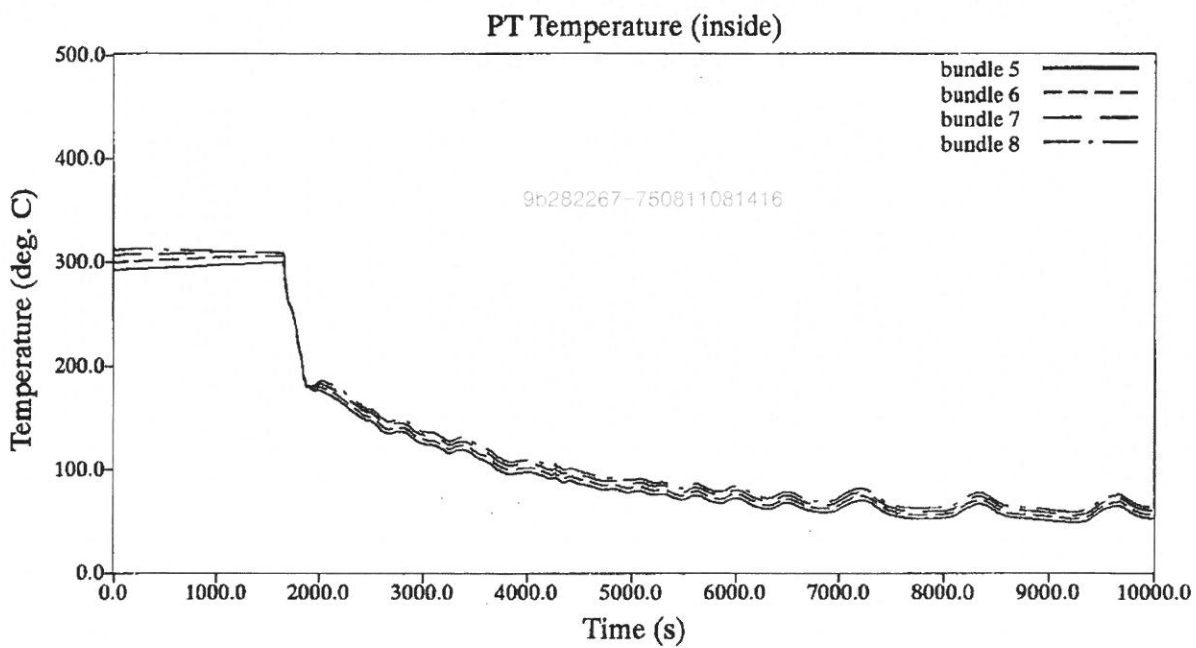
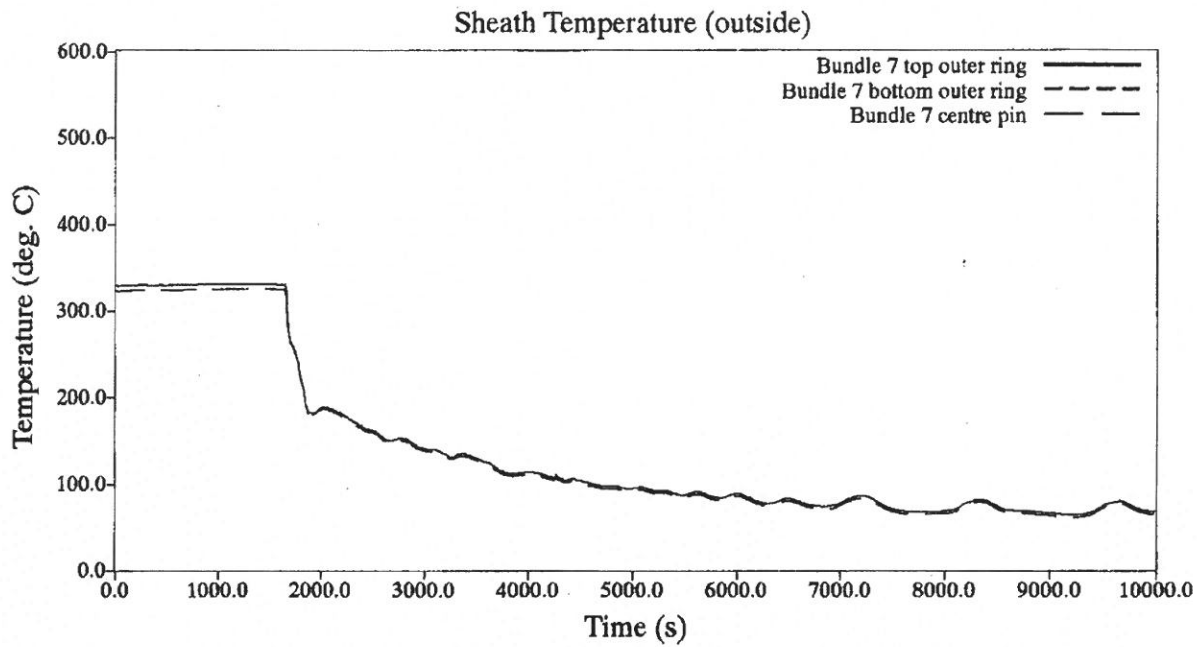


한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 O6_mod 내의 냉각재 유량과 기포율
(회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전
차단 모사로부터 얻어진 노심경로 4 모판조건)

그림 15.2.1.4.C-32

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력
월성원자력 2호기
최종 안전성 분석 보고서

단일채널 O6_mod 에 대한 피복관과 압력관 온도
(회로격리 상실을 동반한 채널 O6_mod 에서의 완전
차단 모사로부터 얻어진 노심경로 4 모관조건)

그림 15.2.1.4.C-33