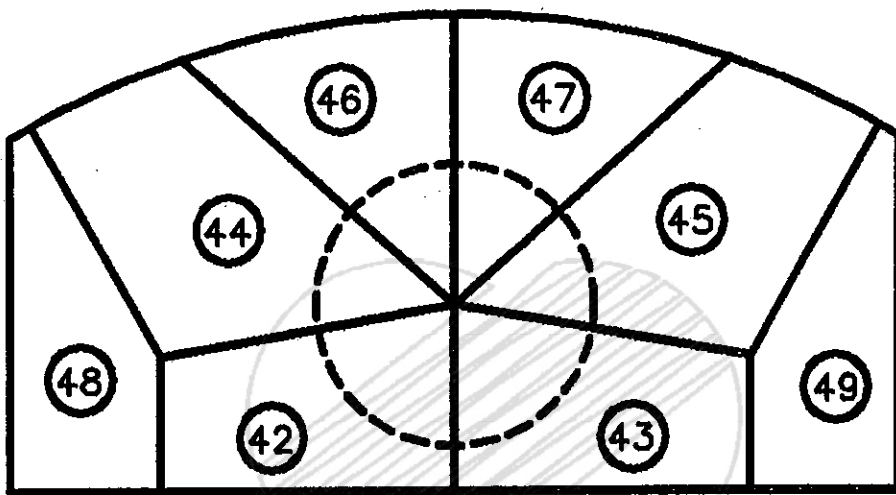


( )



ELEVATION 140 FT TO 151.94 FT

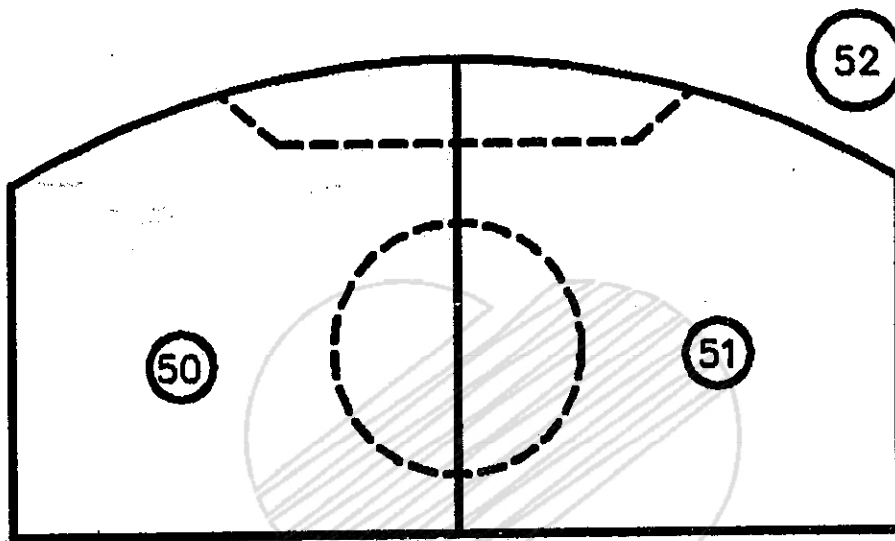


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 노드 모델 -  
주급수 이코노마이저 노즐 및 하향유로 노즐 파단

그림 6.2-23 (8 중 7)

( )



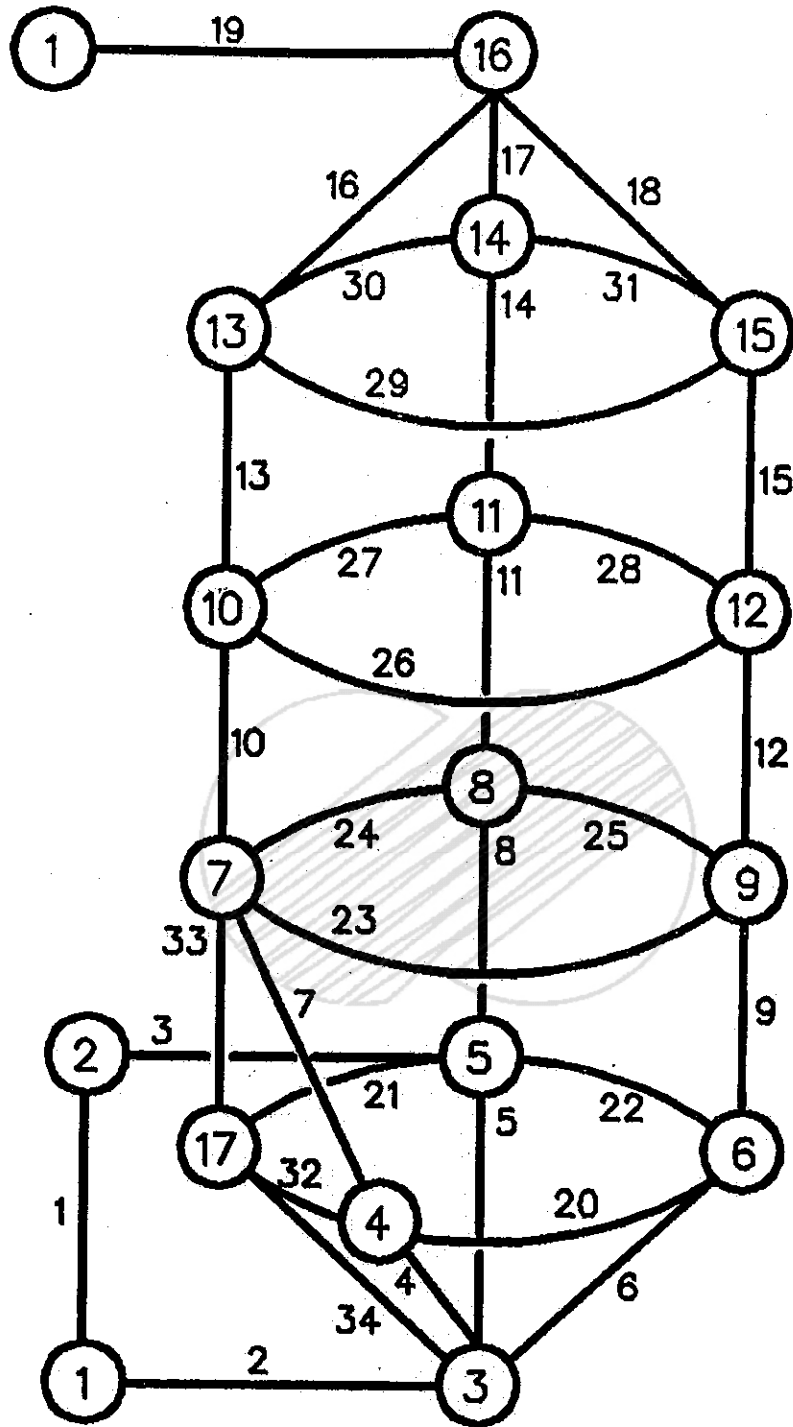
ELEVATION 151.94 FT TO 167 FT



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 노드 모델 -  
주급수 이코노마이저 노즐 및 하향유로 노즐 파단

그림 6.2-23 (8 중 8)

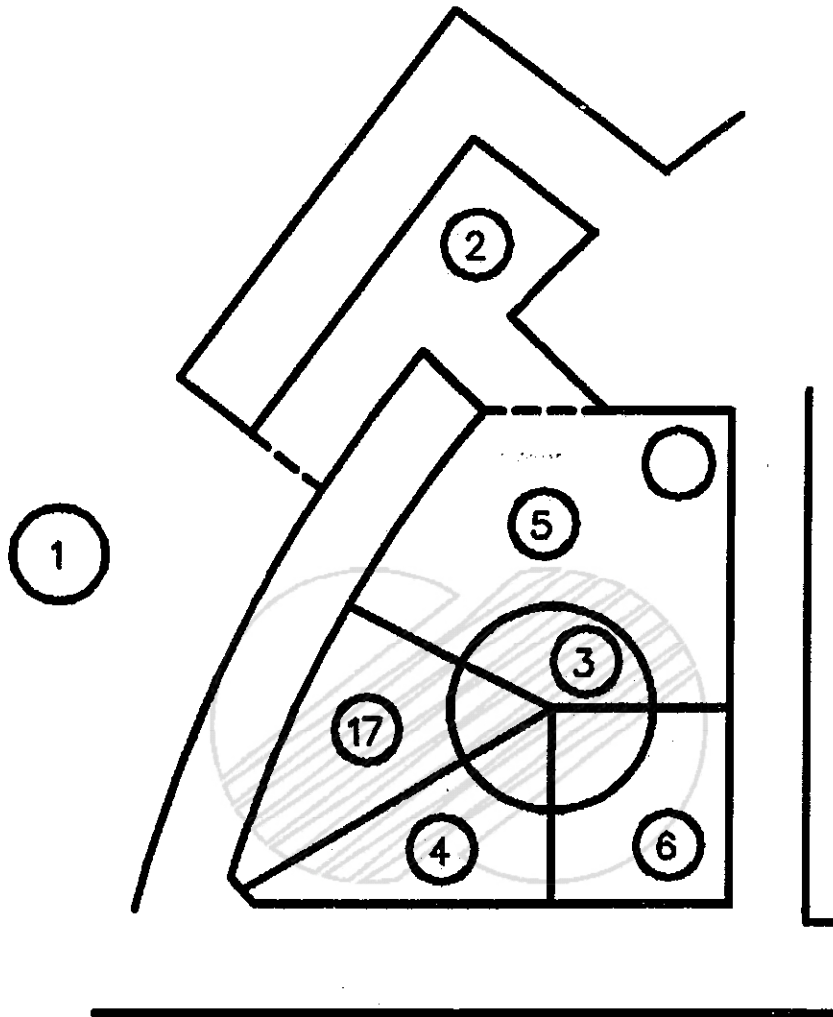


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기격실 노드 모델

그림 6.2-24 (6 중 1)

( )



ELEVATION 122 FT TO 134.63 FT



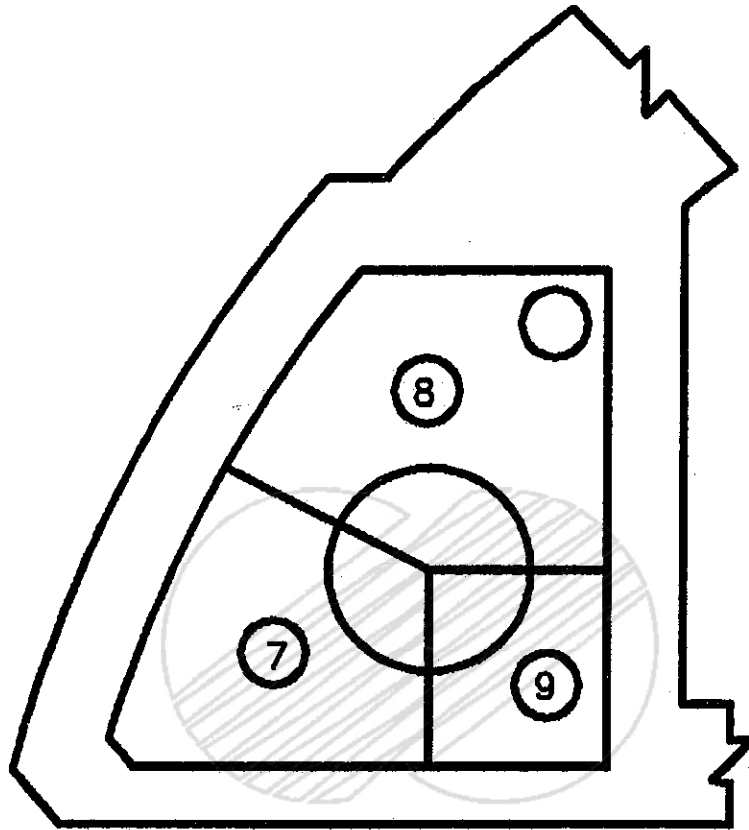
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기격실 노드 모델

그림 6.2-24 (6 중 2)



( )



ELEVATION 134.63 FT TO 145.27 FT

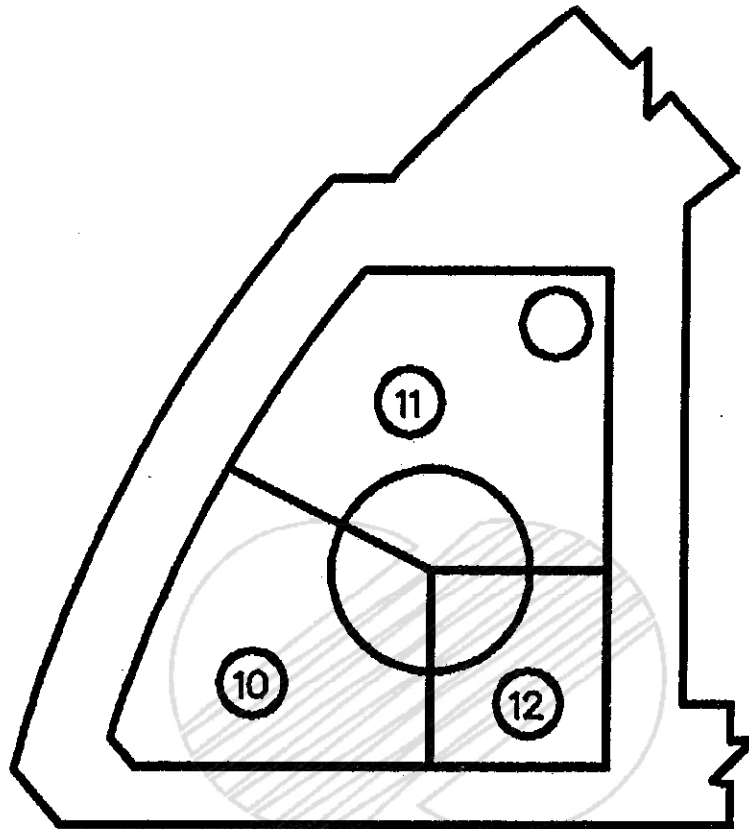


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기격실 노드 모델

그림 6.2-24 (6 중 3)

( )



ELEVATION 145.27 FT TO 162.6 FT

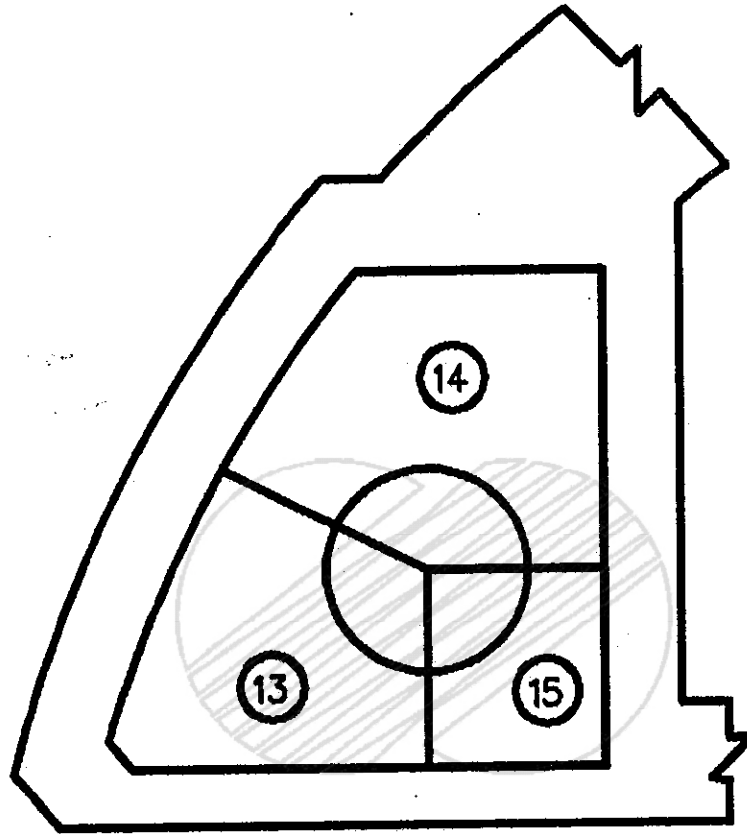


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기격실 노드 모델

그림 6.2-24 (6 중 4)

( )



ELEVATION 162.6 FT TO 170.5 FT

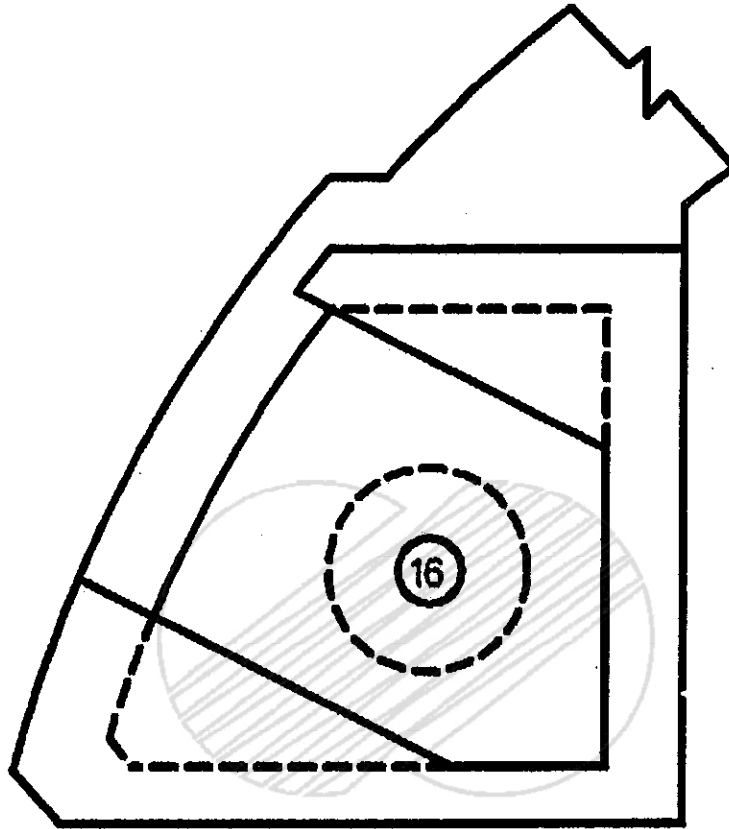


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기격실 노드 모델

그림 6.2-24 (6 중 5)

( )



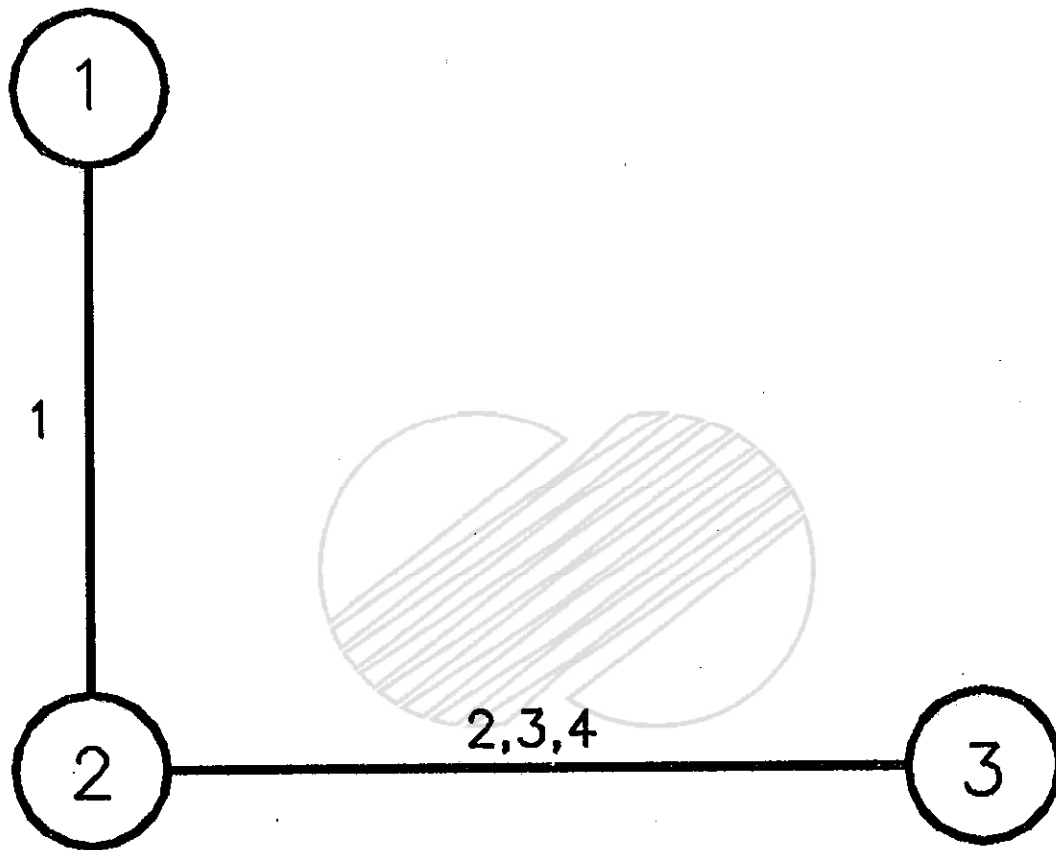
ELEVATION 170.5 FT TO 185 FT



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기격실 노드 모델

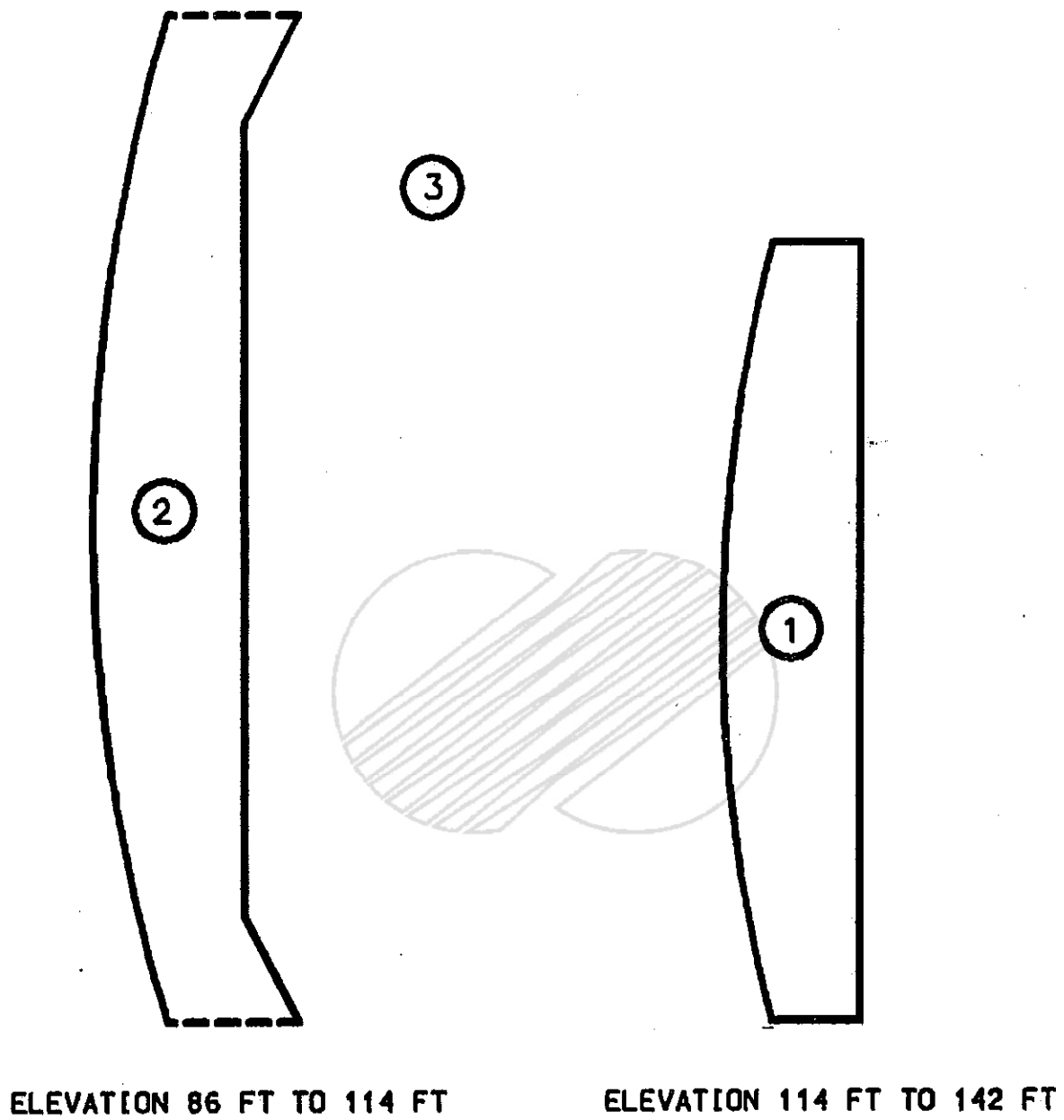
그림 6.2-24 (6 중 6)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

재생열교환기 격실 노드 모델

그림 6.2-25 (2 중 1)

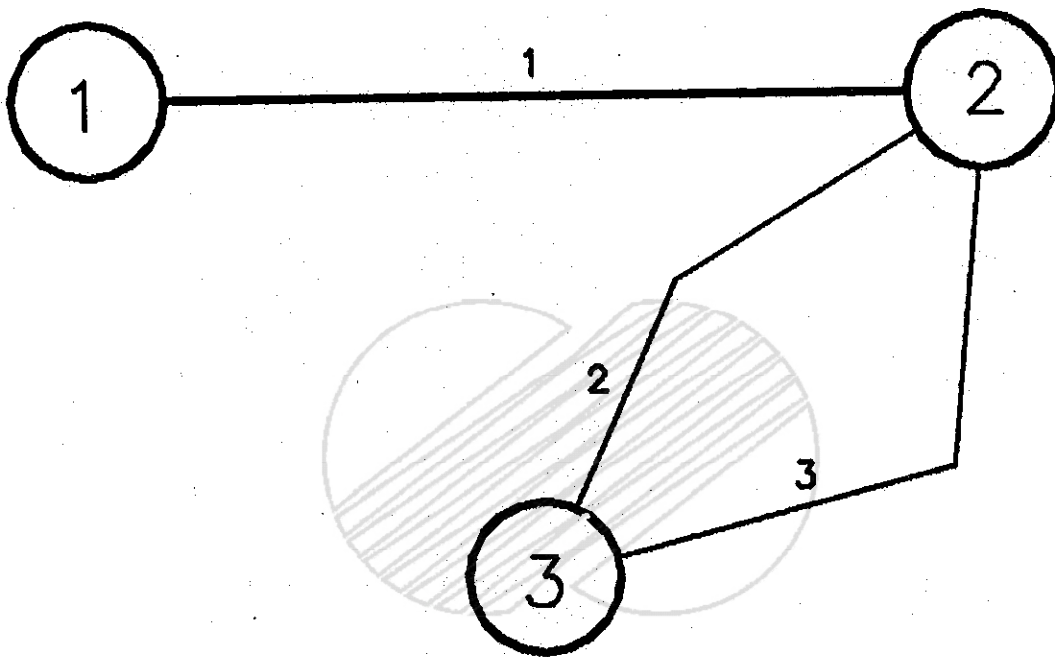


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

재생열교환기 격실 노드 모델

그림 6.2-25 (2 중 2)

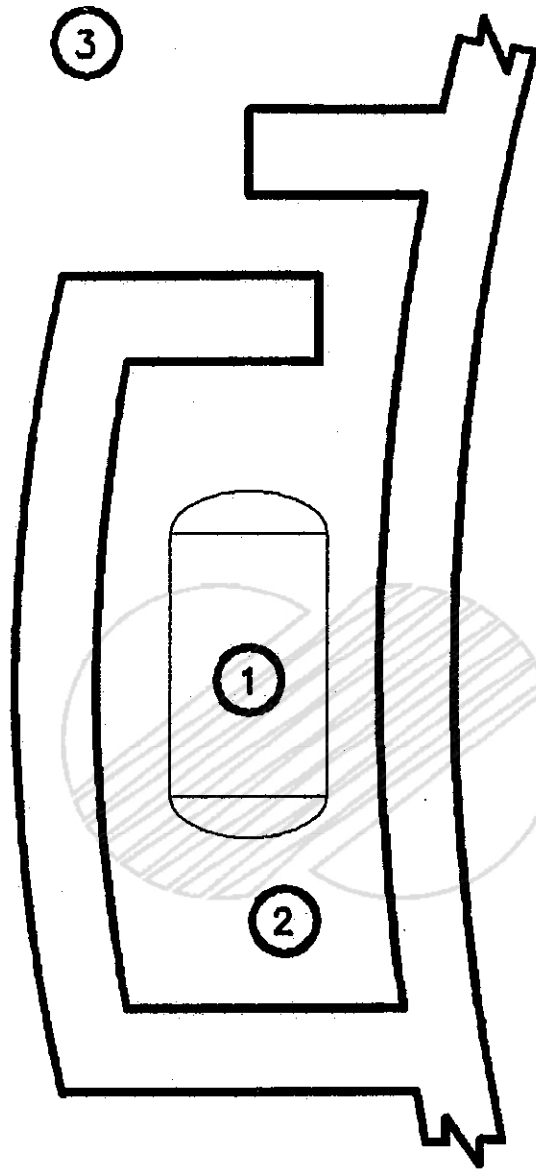
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

원자로 배수 탱크 격실 노드 모델

그림 6.2-26 (2 중 1)



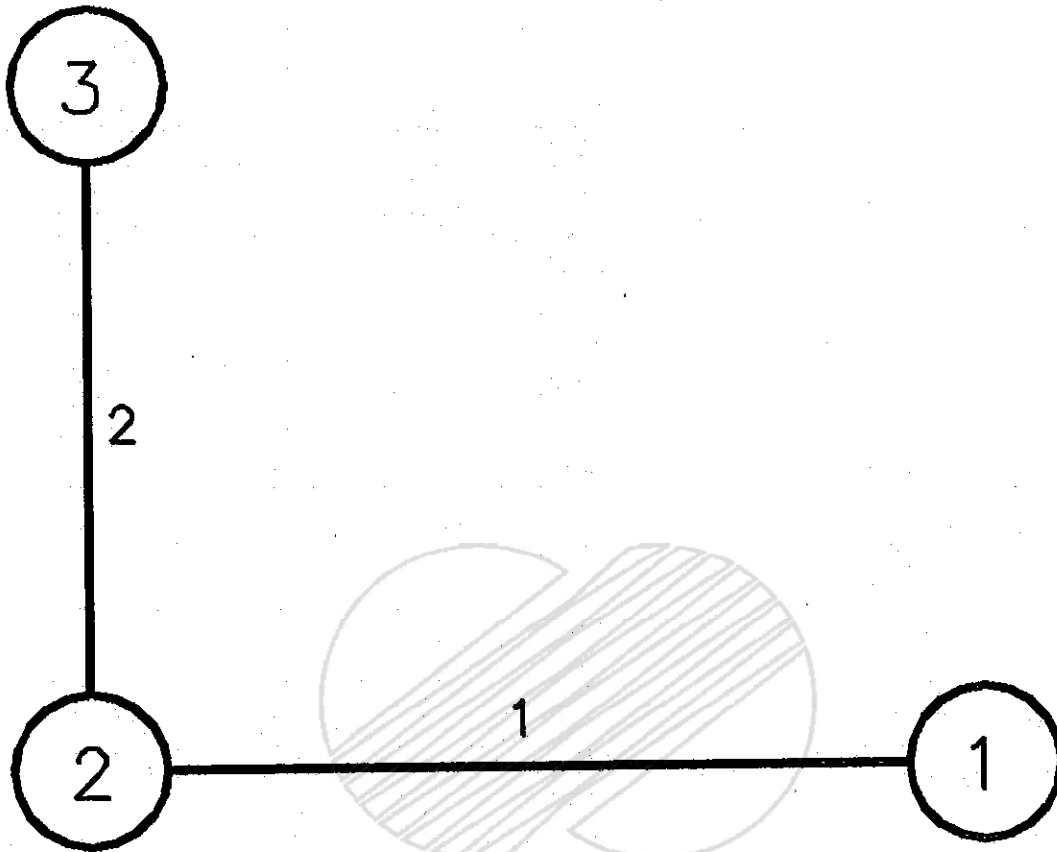
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

원자로 배수 탱크 격실 노드 모델

그림 6.2-26 (2 중 2)



( )



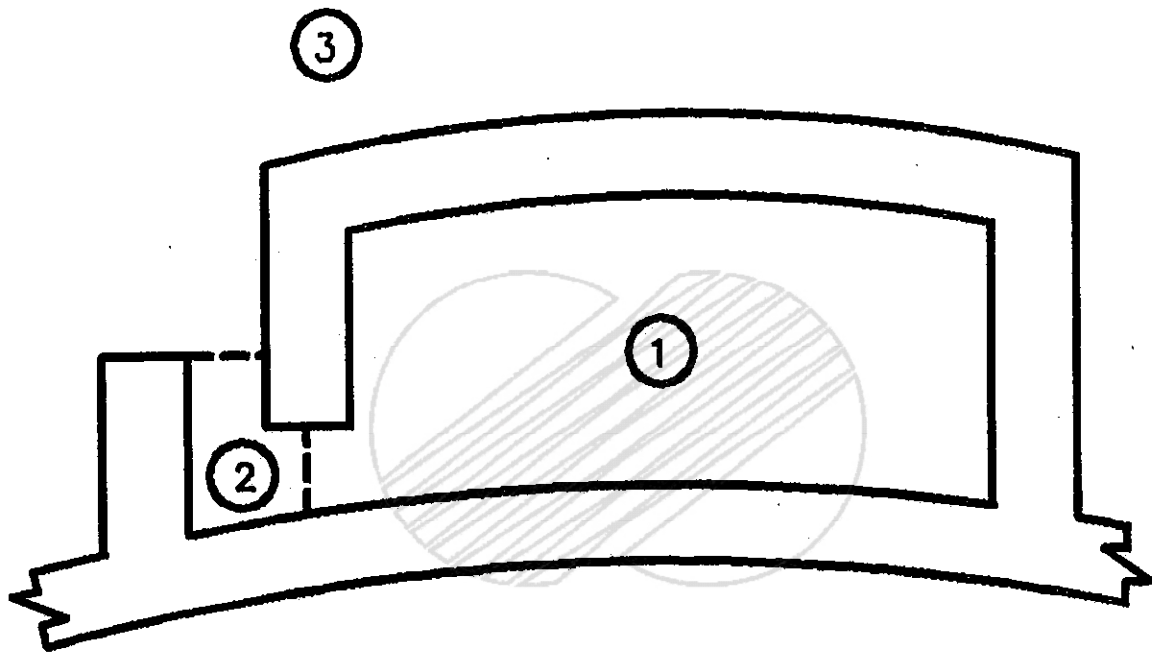
\* BREAK NODE(1) IS USED FOR PZR SPRAY LINE BREAK.



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 살수밸브 격실 노드 모델

그림 6.2-27 (2 중 1)

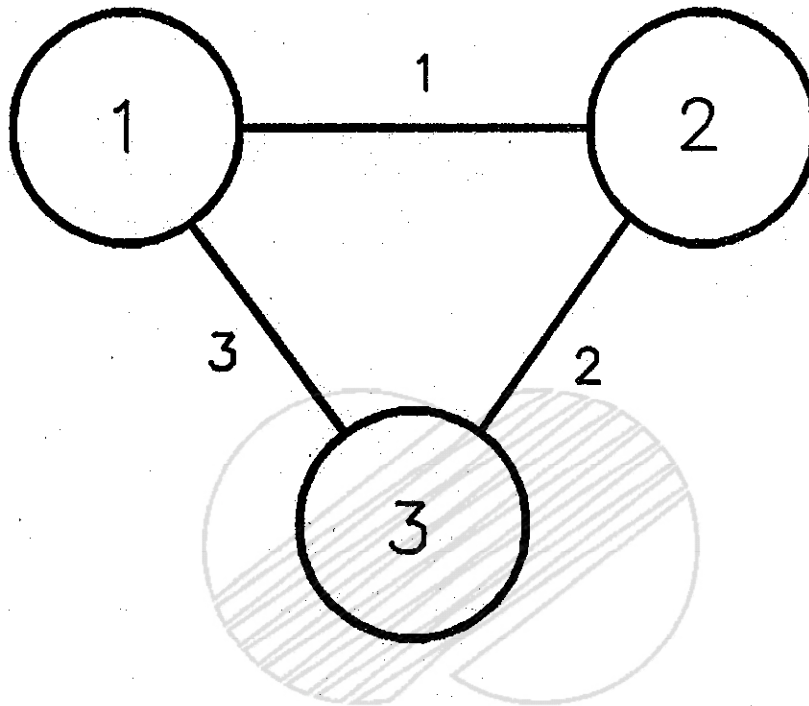


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 살수밸브 격실 노드 모델

그림 6.2-27 (2 중 2)

( )



\* BREAK NODE(1) IS USED.

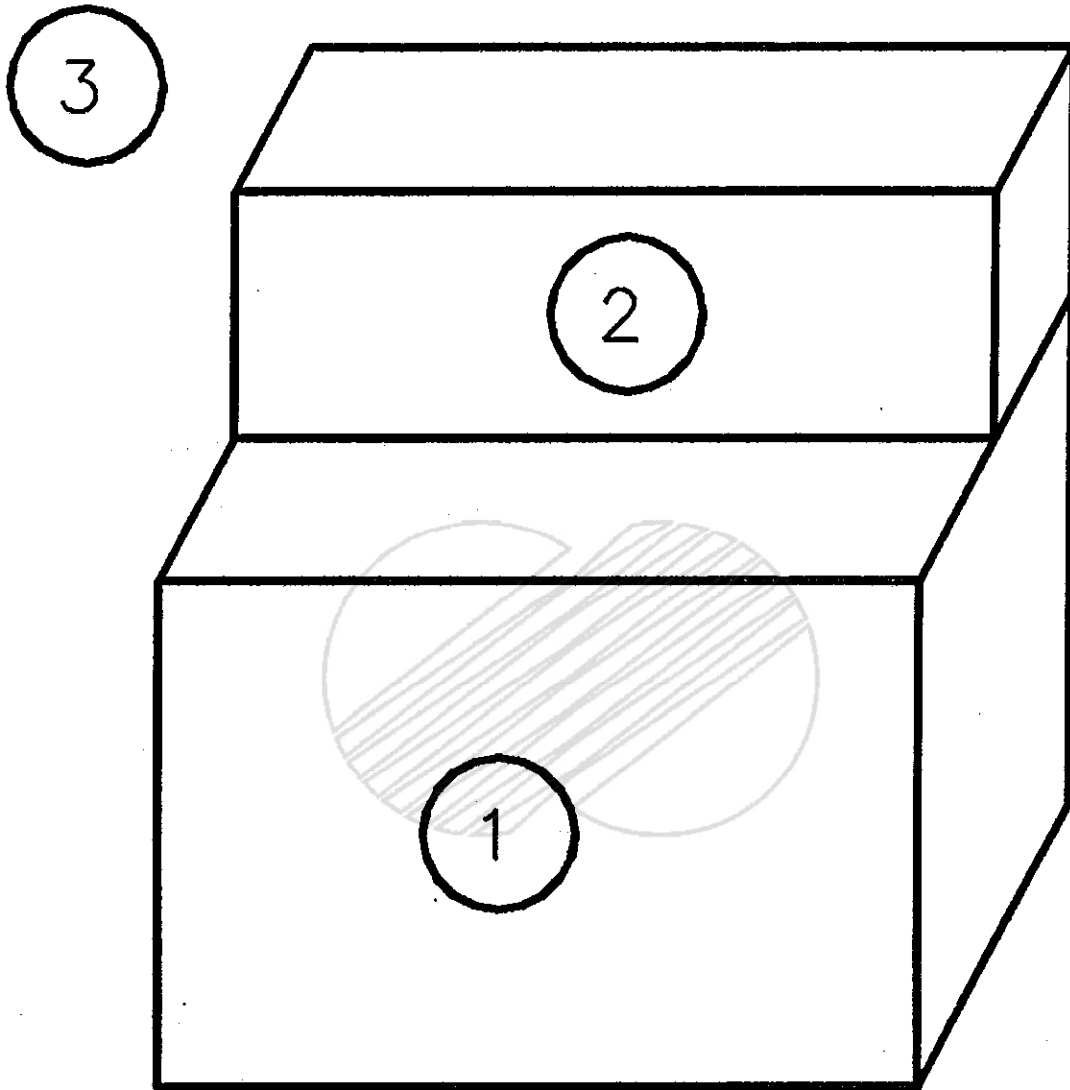


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주중기 격리밸브실 노드 모델

그림 6.2-28 (2 중 1)

( )

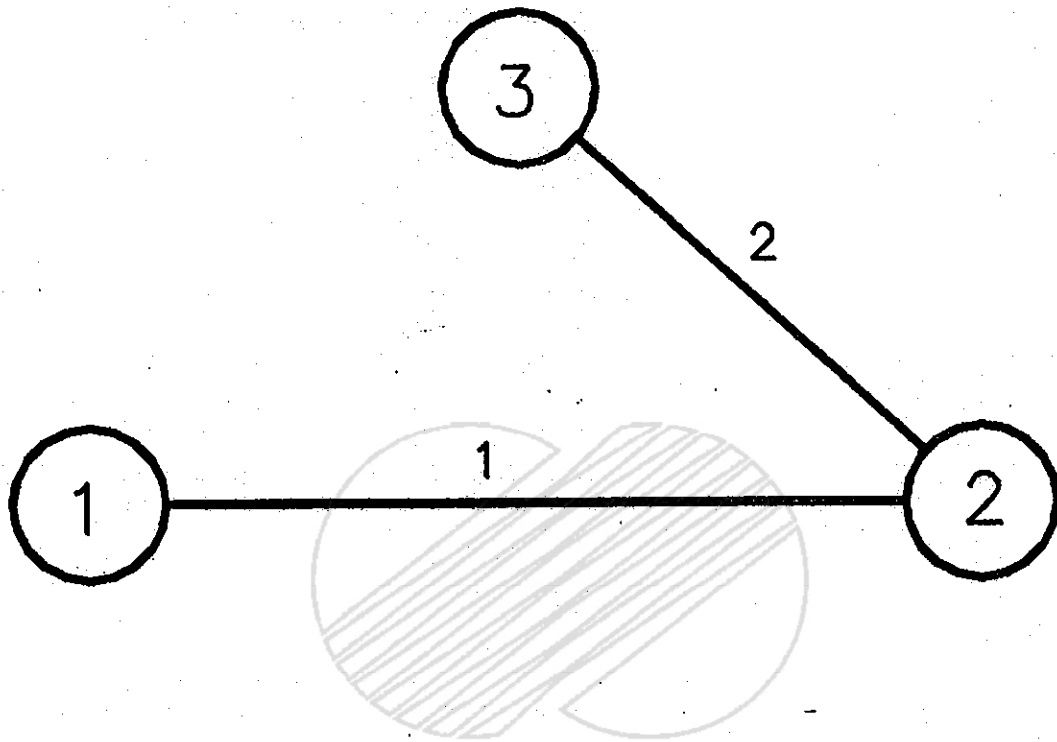


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주중기 격리밸브실 노드 모델

그림 6.2-28 (2 중 2)

( )



\* BREAK NODE(1) IS USED FOR AT LINE BREAK IN AF TDP ROOM.

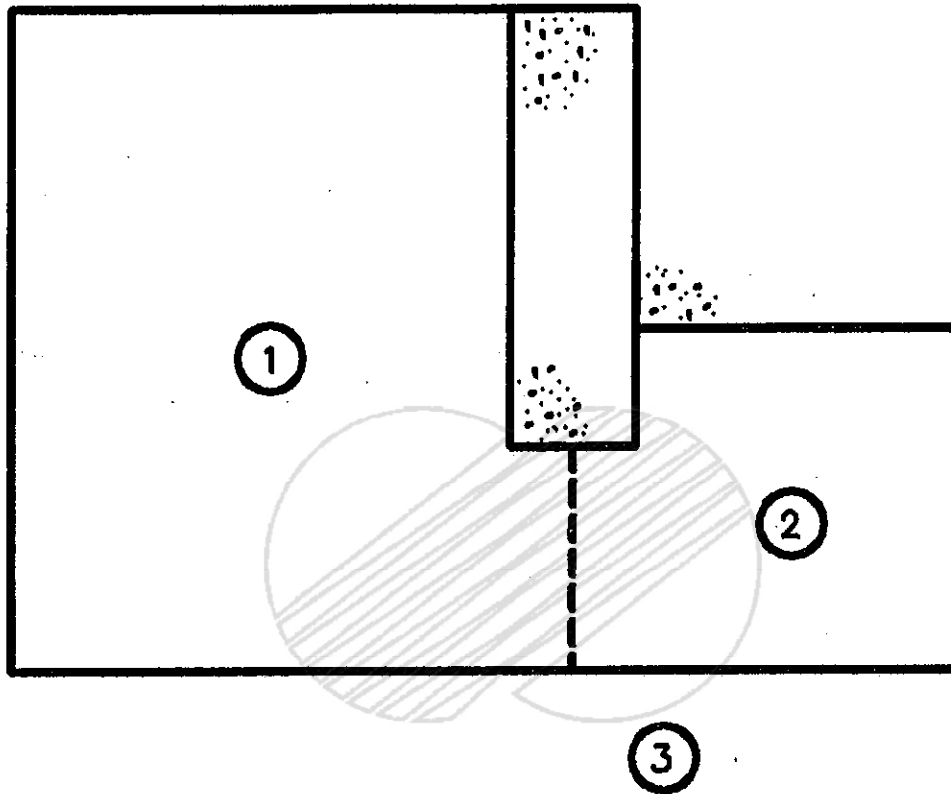


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

1차 보조건물 노드 모델 -  
보조 급수 터빈 구동 펌프 격실

그림 6.2-29 (4 중 1)

( )



ELEVATION 77FT TO 98.5 FT.

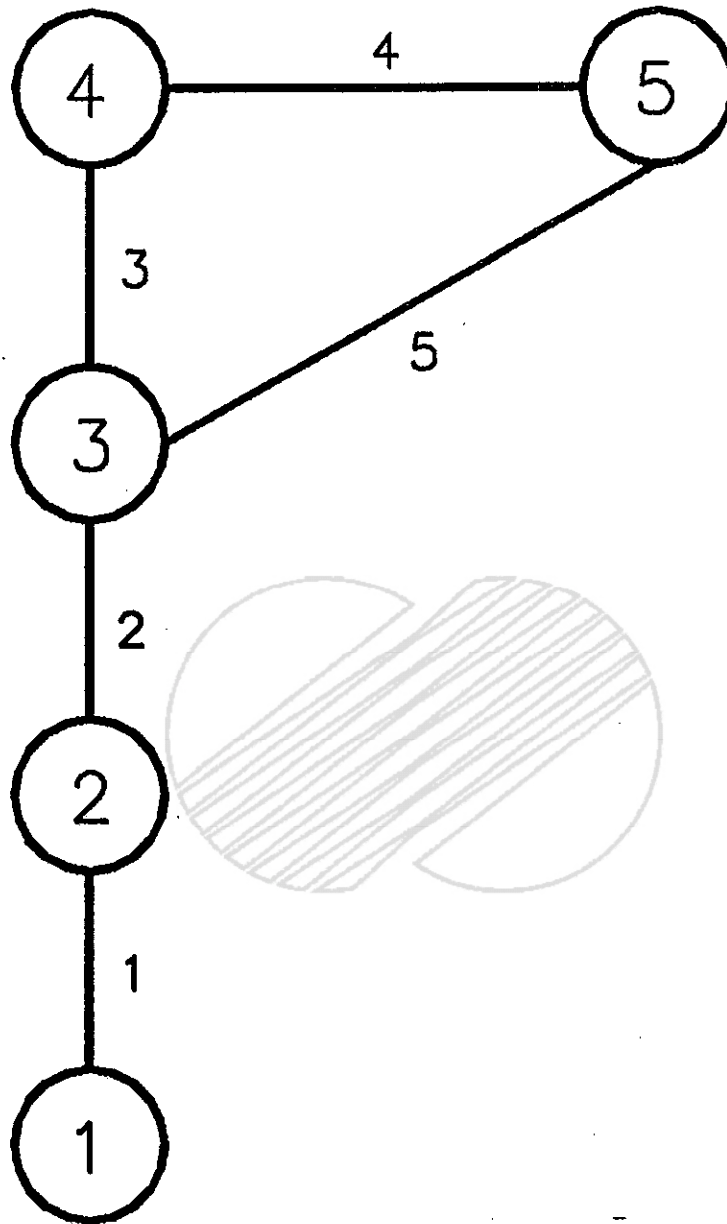


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

1차 보조건물 노드 모델 -  
보조 급수 터빈 구동 펌프 격실

그림 6.2-29 (4 중 2)

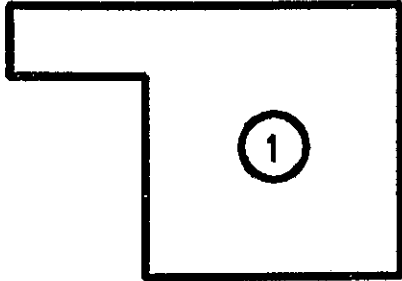
( )



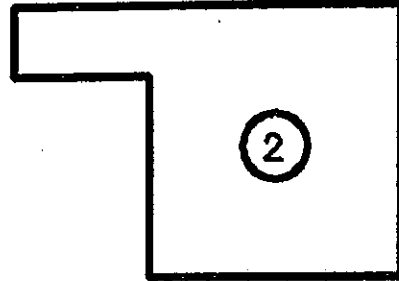
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

1차 보조건물 노드 모델 -  
구획 A, 배관체이스

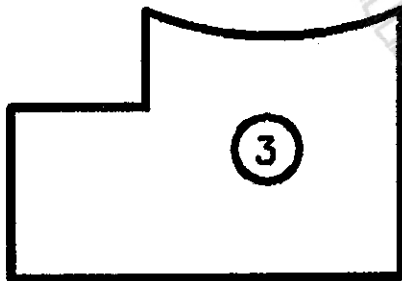
그림 6.2-29 (4 중 3)



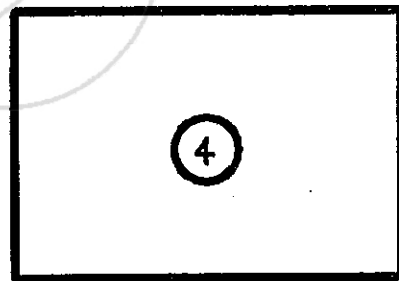
ELEVATION 58 FT TO 100 FT.



ELEVATION 100 FT TO 165 FT.



ELEVATION 165 FT TO 205 FT.



ELEVATION 205 FT TO 216 FT.

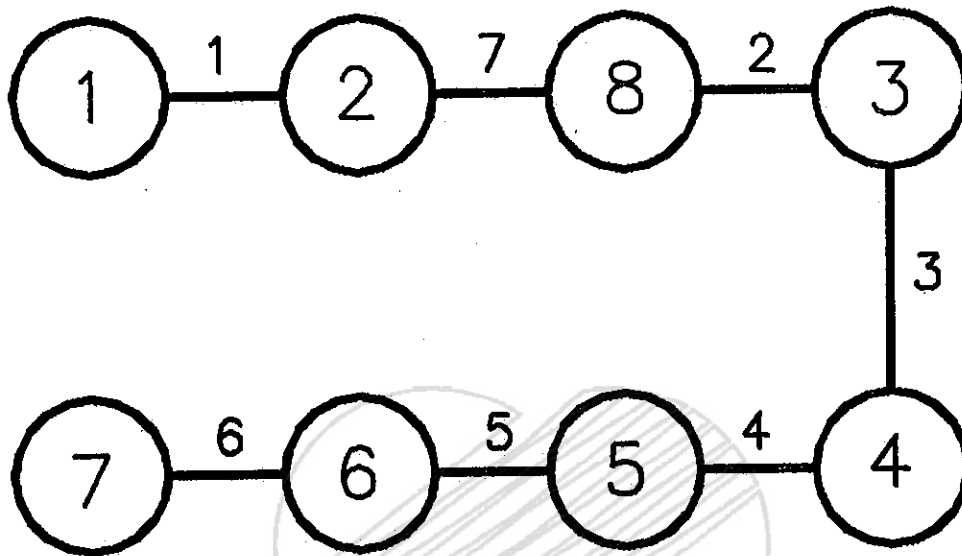


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

1차 보조건물 노드 모델 -  
구획 A, 배관체이스

그림 6.2-29 (4 중 4)





\* THIS MODEL INCLUDES TWO CASES FOR STEAM LINE BREAK IN SI  
HEAT EXCHANGER ROOM AND STEAM LINE BREAK IN BAC ROOM.  
THE BREAK POINTS ARE NODE (1) AND NODE (5), RESPECTIVELY.

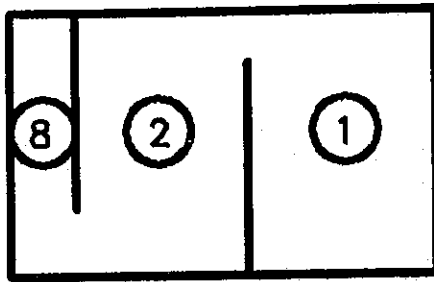


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

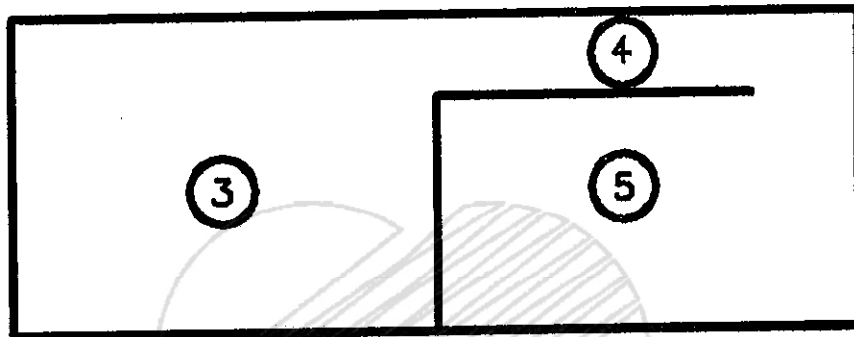
2차 보조 건물 노드 모델 -  
밀봉수 주입 열교환기실

그림 6.2-30 (6 중 1)

( )



ELEVATION 77 FT TO 100.5 FT.



ELEVATION 100.5 FT TO 125 FT.

7



ELEVATION 125 FT TO 134 FT.

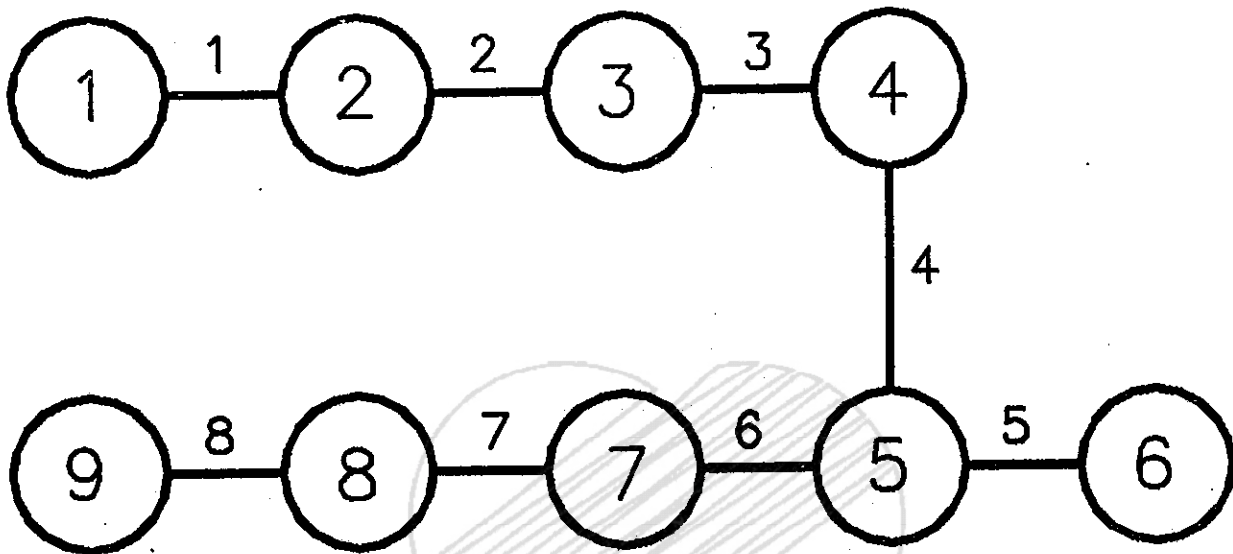
\* THIS MODEL INCLUDES TWO CASES FOR STEAM LINE BREAK IN SI  
HEAT EXCHANGER ROOM AND STEAM LINE BREAK IN BAC ROOM.



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조 건물 노드 모델 -  
밀봉수 주입 열교환기실

그림 6.2-30 (6 중 2)



\* THIS MODEL INCLUDES TWO CASES FOR LETDOWN LINE BREAKS  
IN LETDOWN VALVE ROOM AND IN LETDOWN HX ROOM.  
THE BREAK POINTS ARE NODE (2) AND NODE (7), RESPECTIVELY.

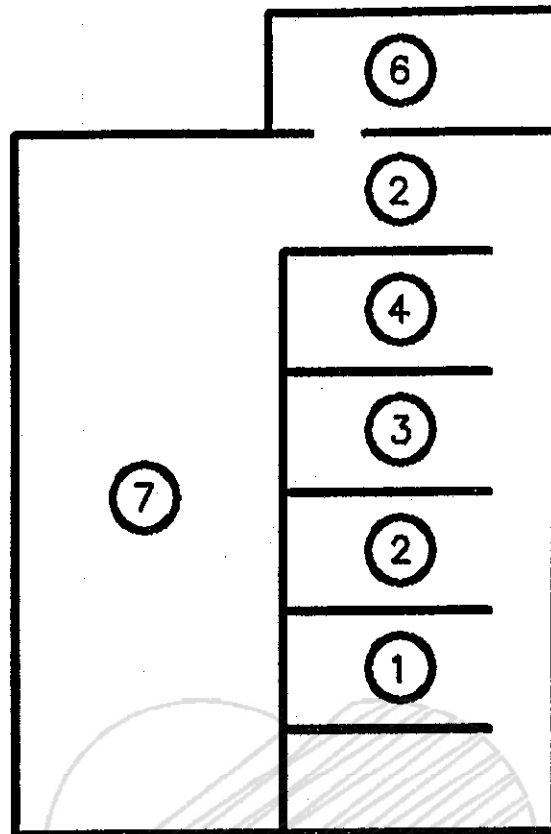


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조 건물 노드 모델 -  
유출 열교환기실

그림 6.2-30 (6 중 3)

( )



ELEVATION 100.5 FT TO 125 FT.



ELEVATION 125 FT TO 134 FT.

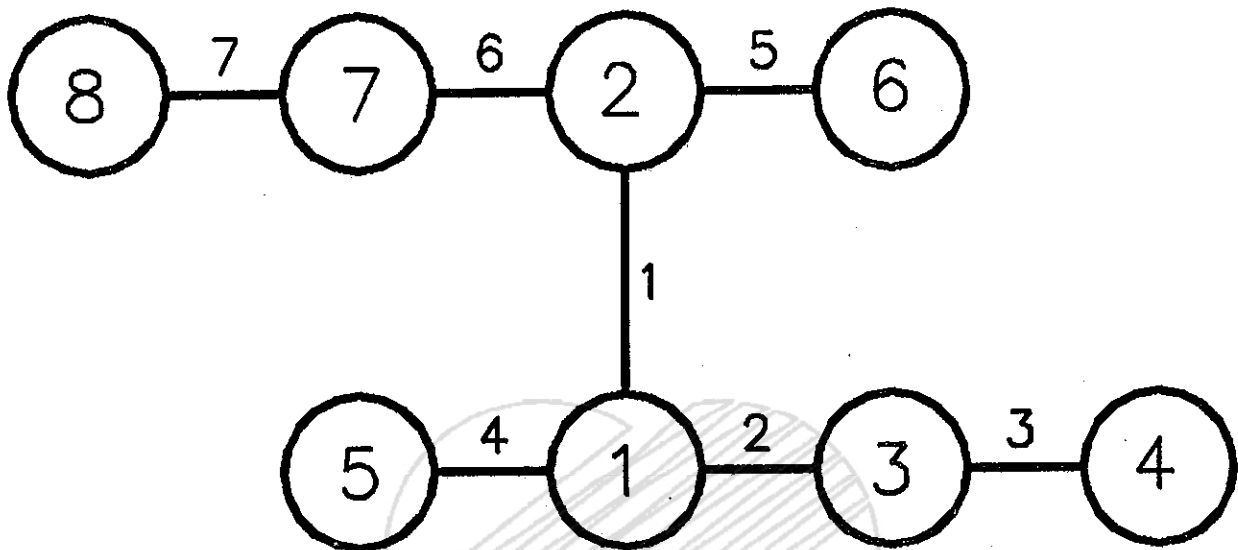
\* THIS MODEL INCLUDES TWO CASES FOR LETDOWN LINE BREAKS IN  
LETDOWN VALVE ROOM AND IN LETDOWN HX ROOM.



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조 건물 노드 모델 -  
유출 열교환기실

그림 6.2-30 (6 중 4)



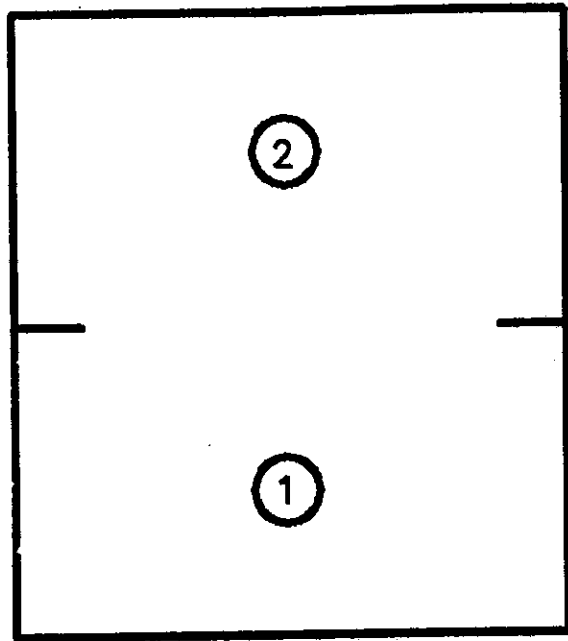
\* THIS MODEL INCLUDES TWO CASES FOR STEAM LINE BREAK IN CONDENSATE REC T/P ROOM AND IN GAS STRIPPER ROOM, AND LETDOWN LINE AND AT STEAM LINE BREAKS IN PIPE CHASE. THE BREAK POINTS ARE NODE (1), NODE (4) AND NODE (5), RESPECTIVELY.



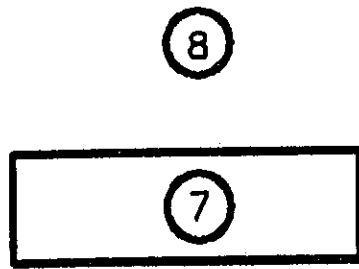
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조 건물 노드 모델 -  
복수순환탱크 및 펌프실, 탈기기실 및  
구획 B 배관체이스

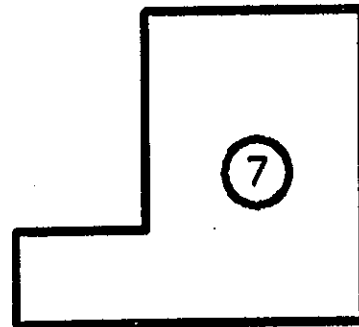
그림 6.2-30 (6 중 5)



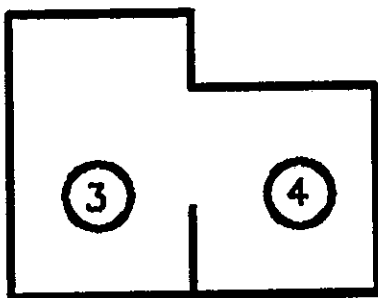
ELEVATION 58 FT TO 161 FT.



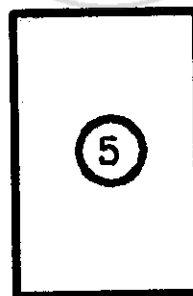
ELEVATION 125 FT TO 134 FT.



ELEVATION 100 FT TO 125 FT.



ELEVATION 58 FT TO 77 FT.



ELEVATION 68 FT TO 100.5 FT.



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조 건물 노드 모델 -  
복수순환탱크 및 펌프실, 탈기기실 및  
구획 B 배관체이스

그림 6.2-30 (6 중 6)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 1)

( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 2)



( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 3)

( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 4)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 5)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 6)

( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 7)

( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 8)

( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 9)



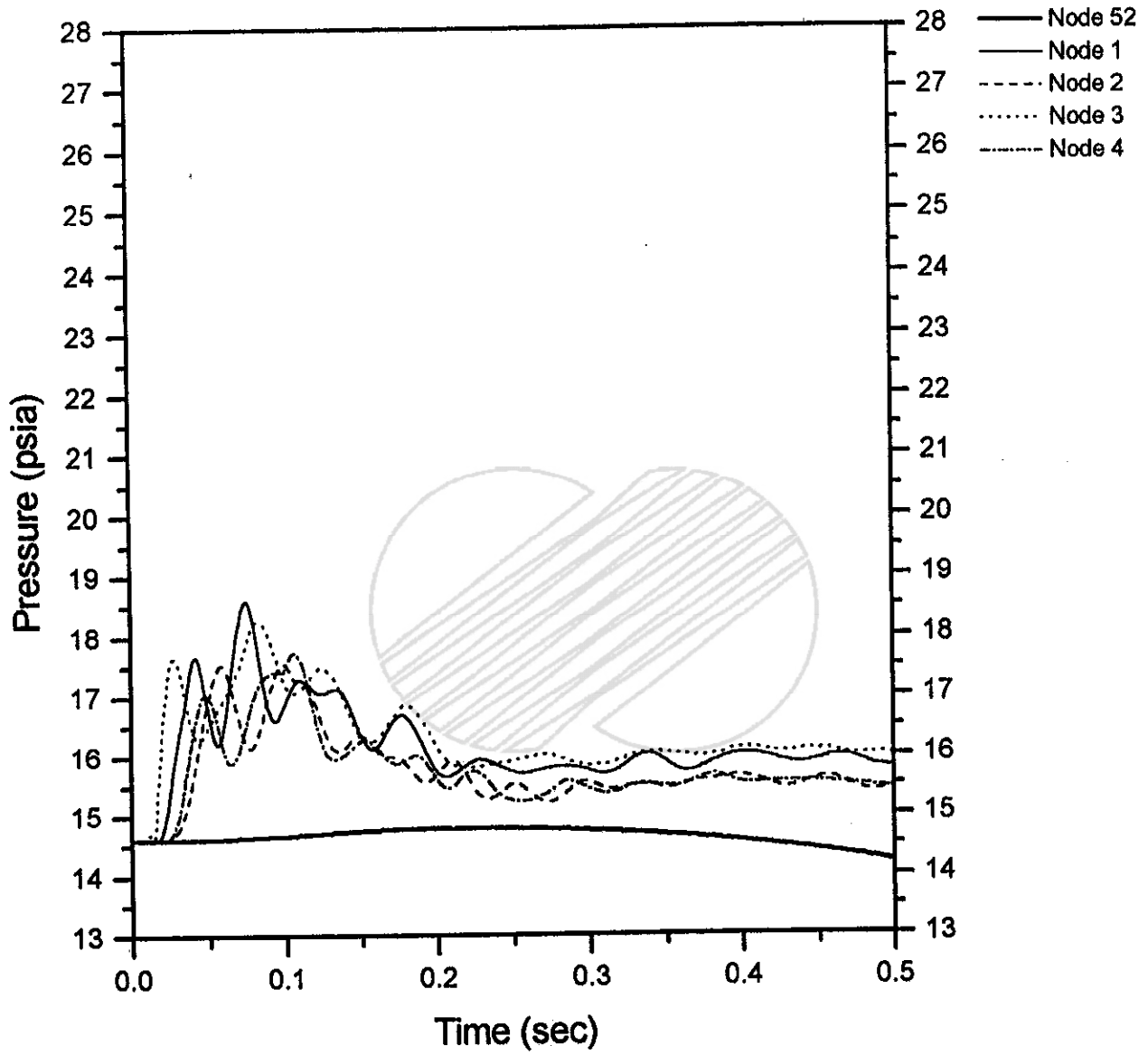
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물, 1차 및 2차 보조건물의  
HELB 지역 도면

그림 6.2-31 (10 중 10)



( )

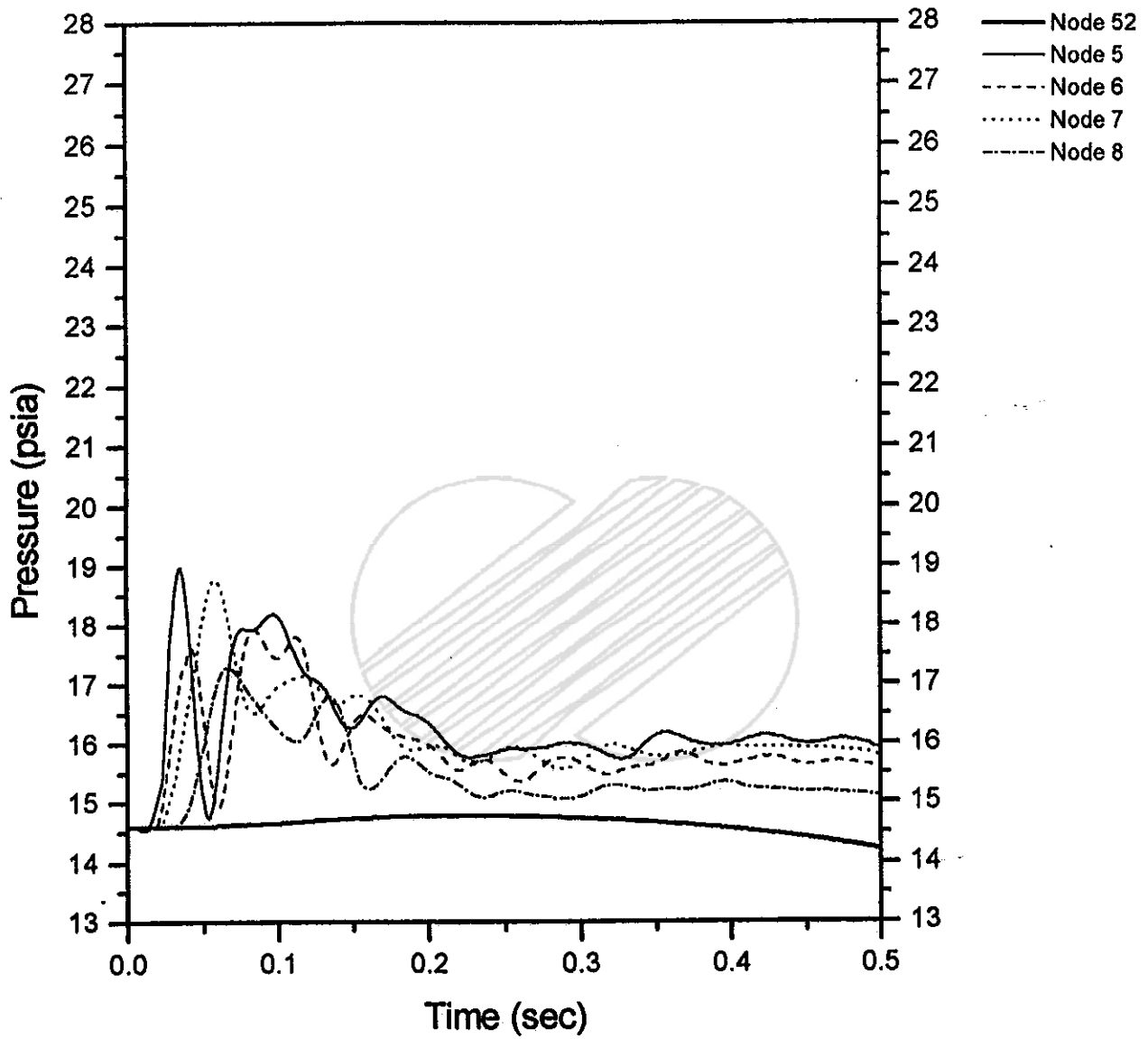


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 1)

( )

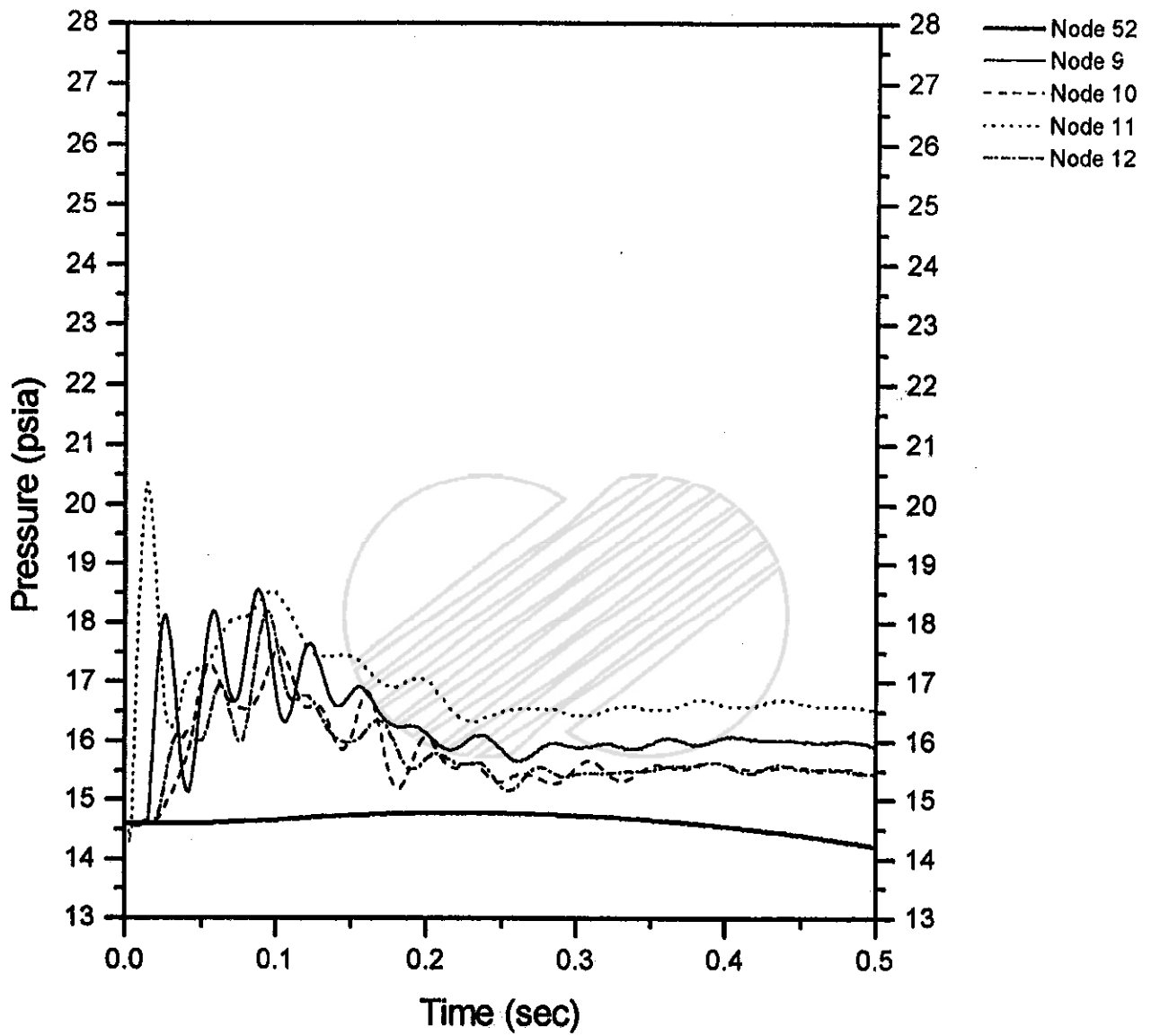


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 2)

( )

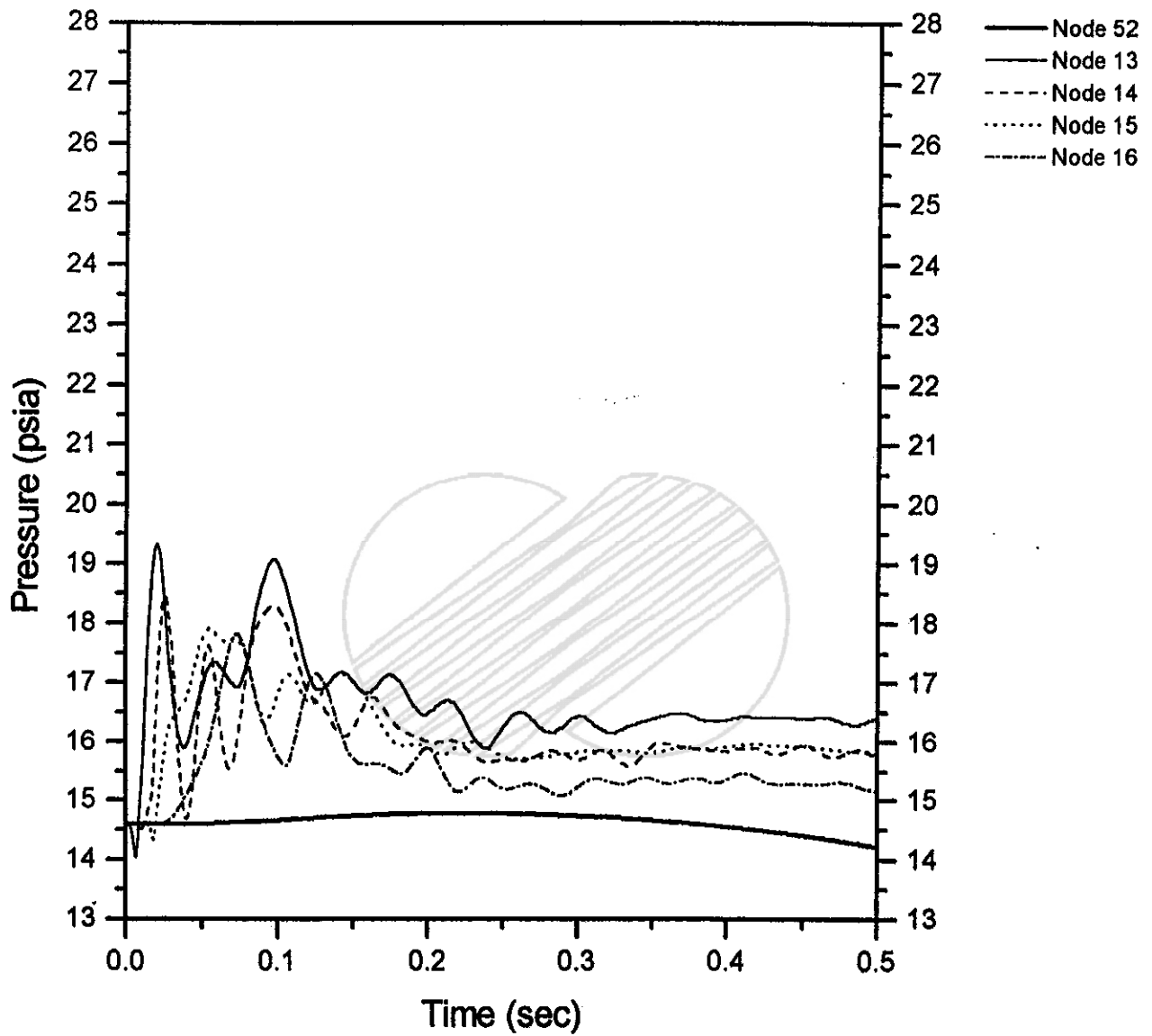


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 3)

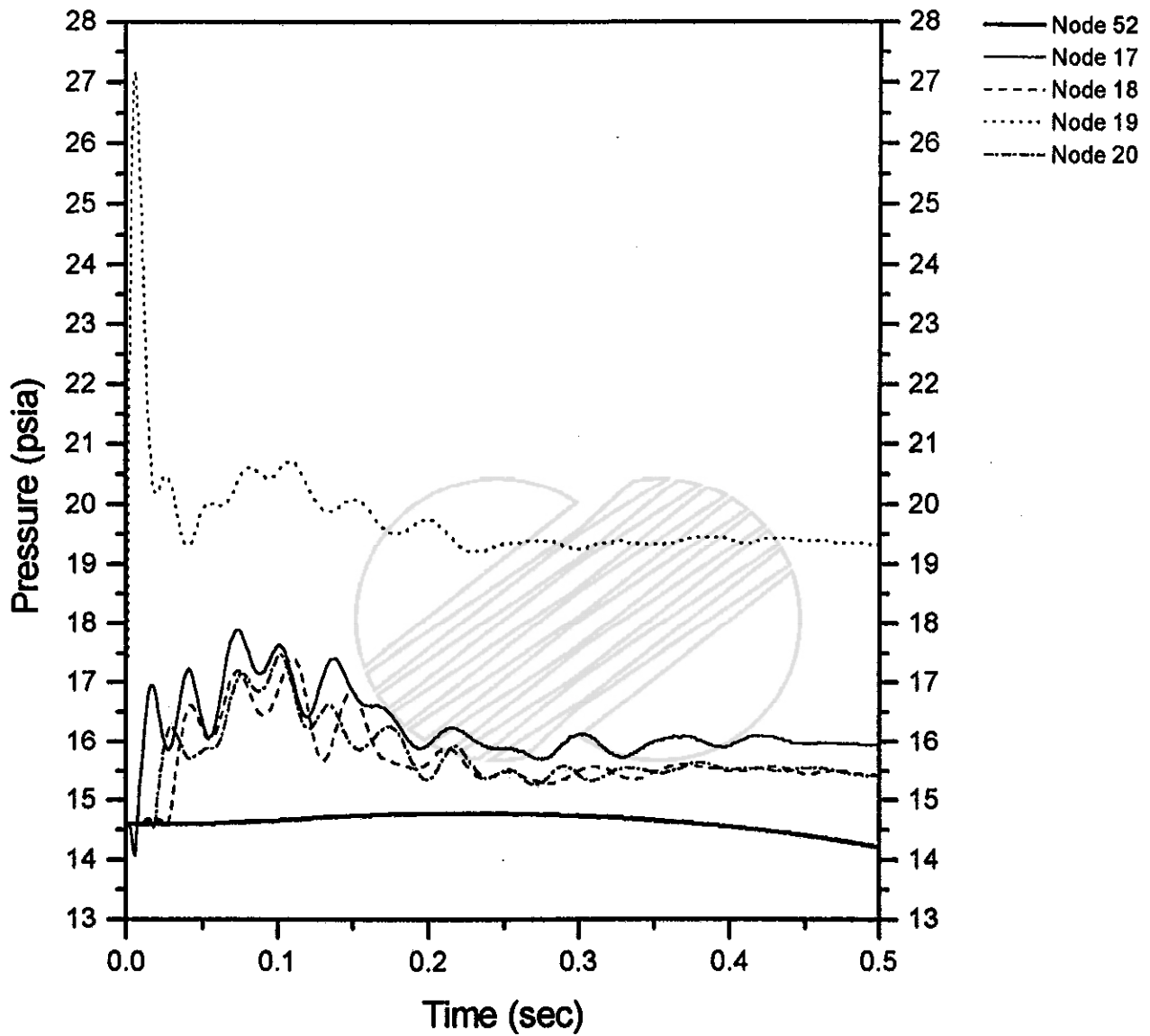
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 4)

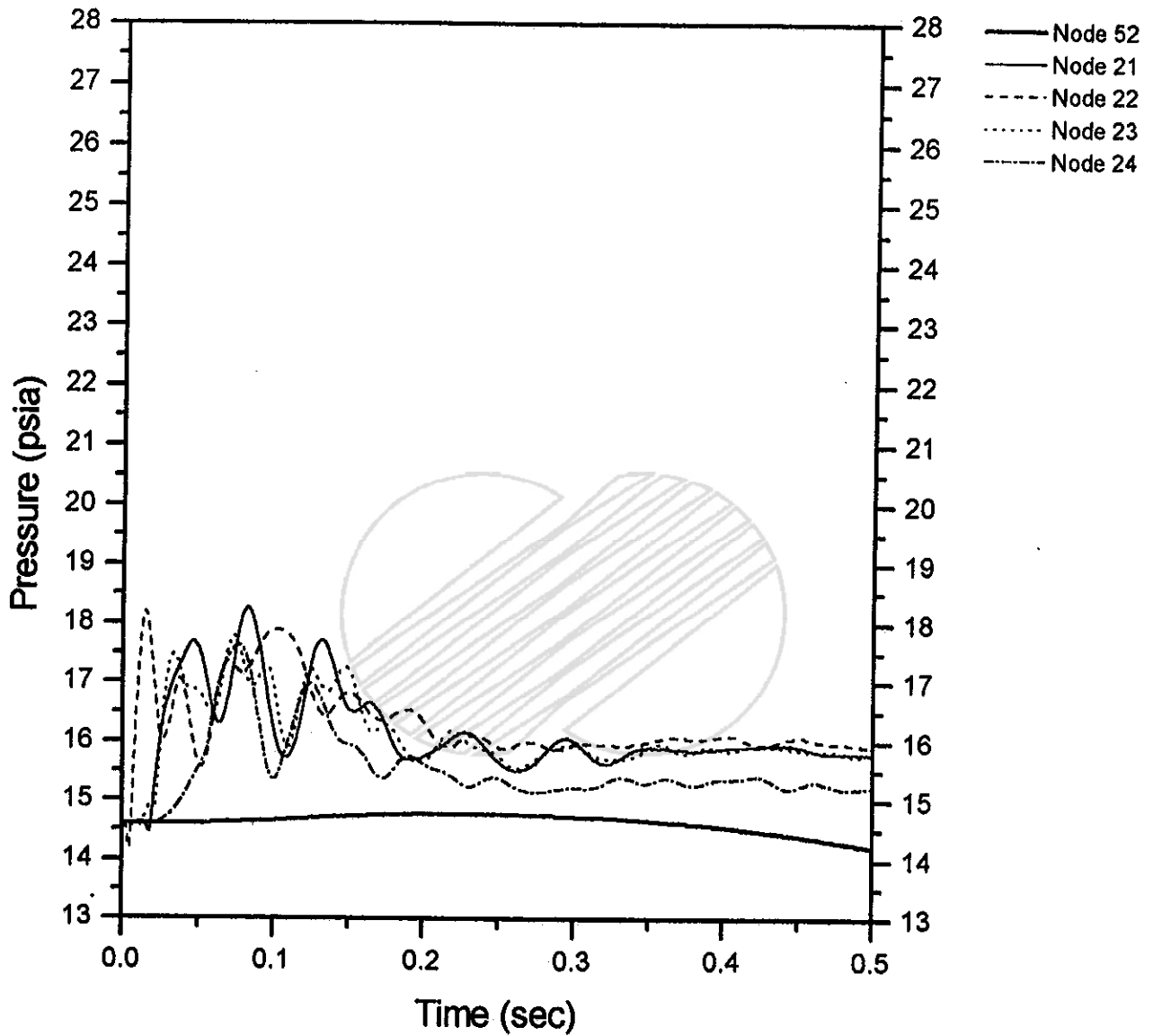


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 5)

( )

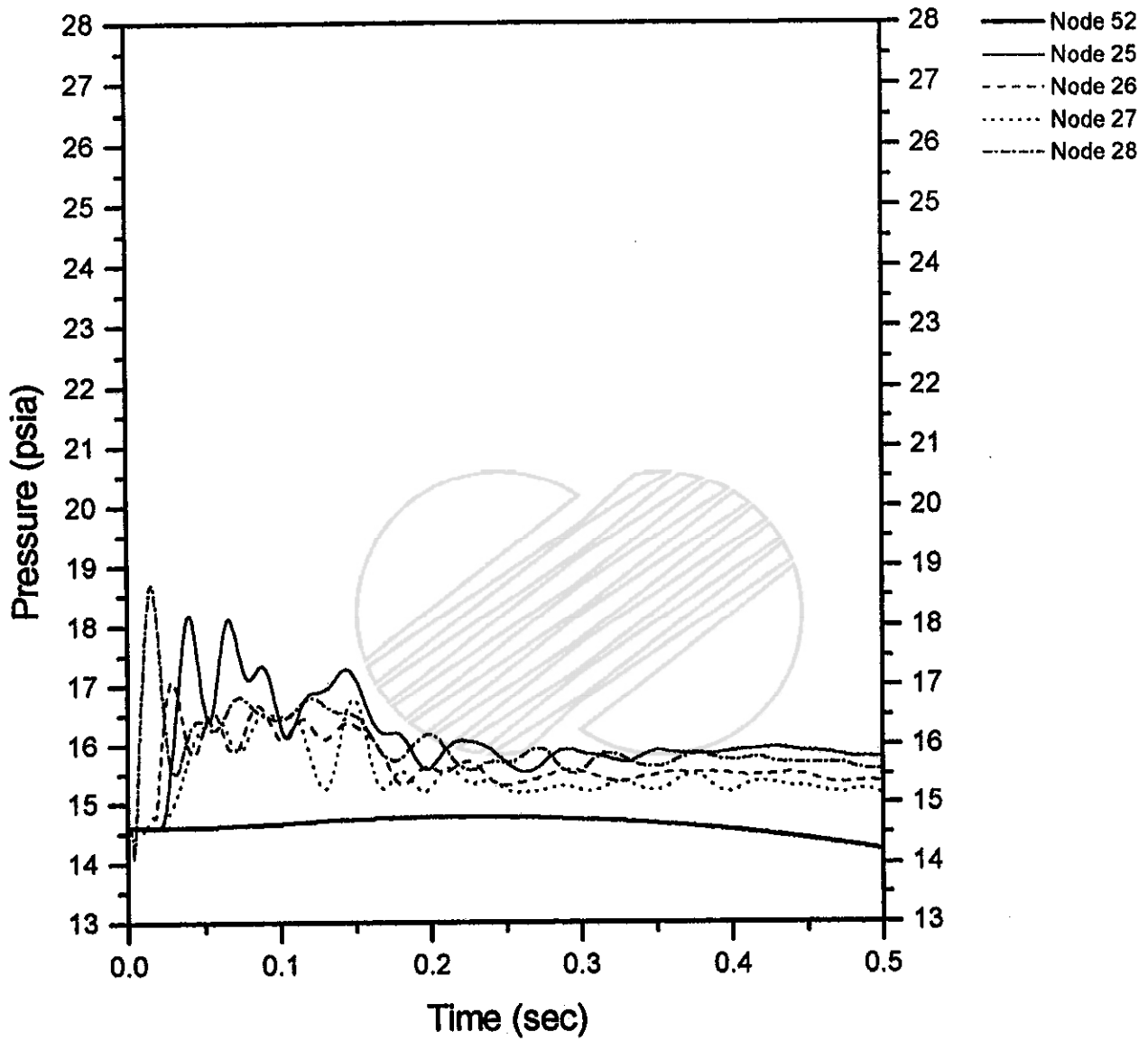


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 6)

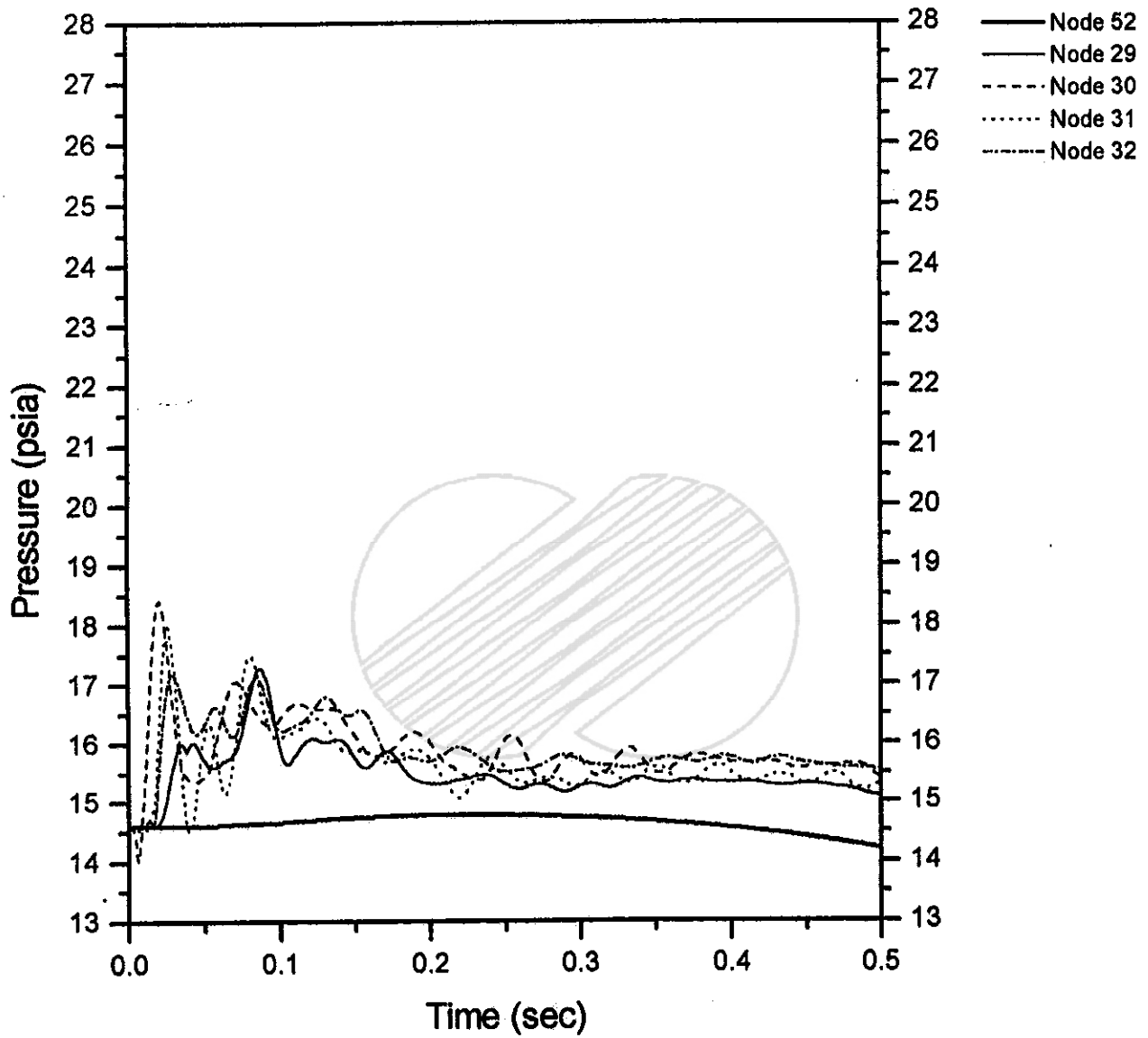
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 7)



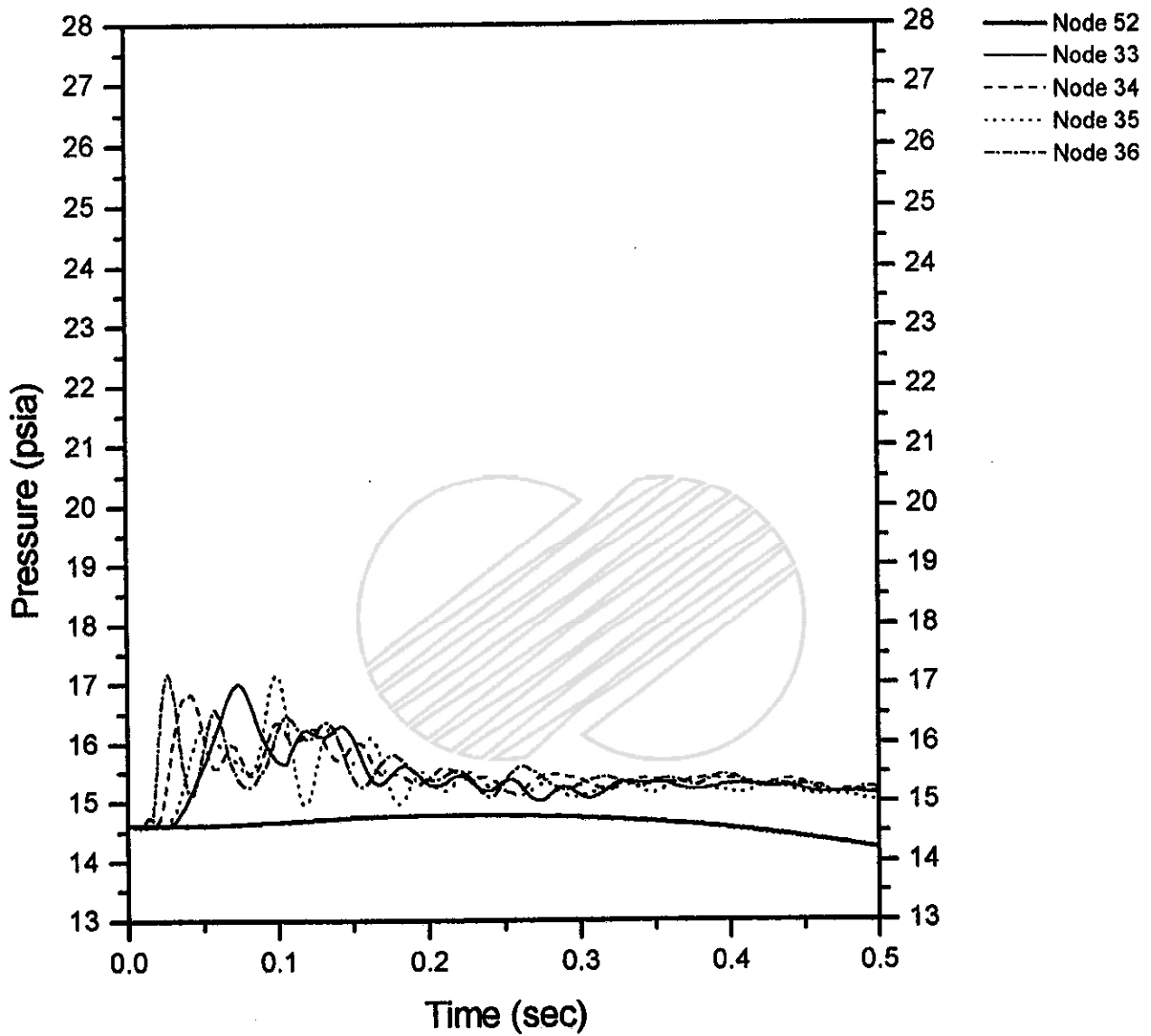
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 8)



( )

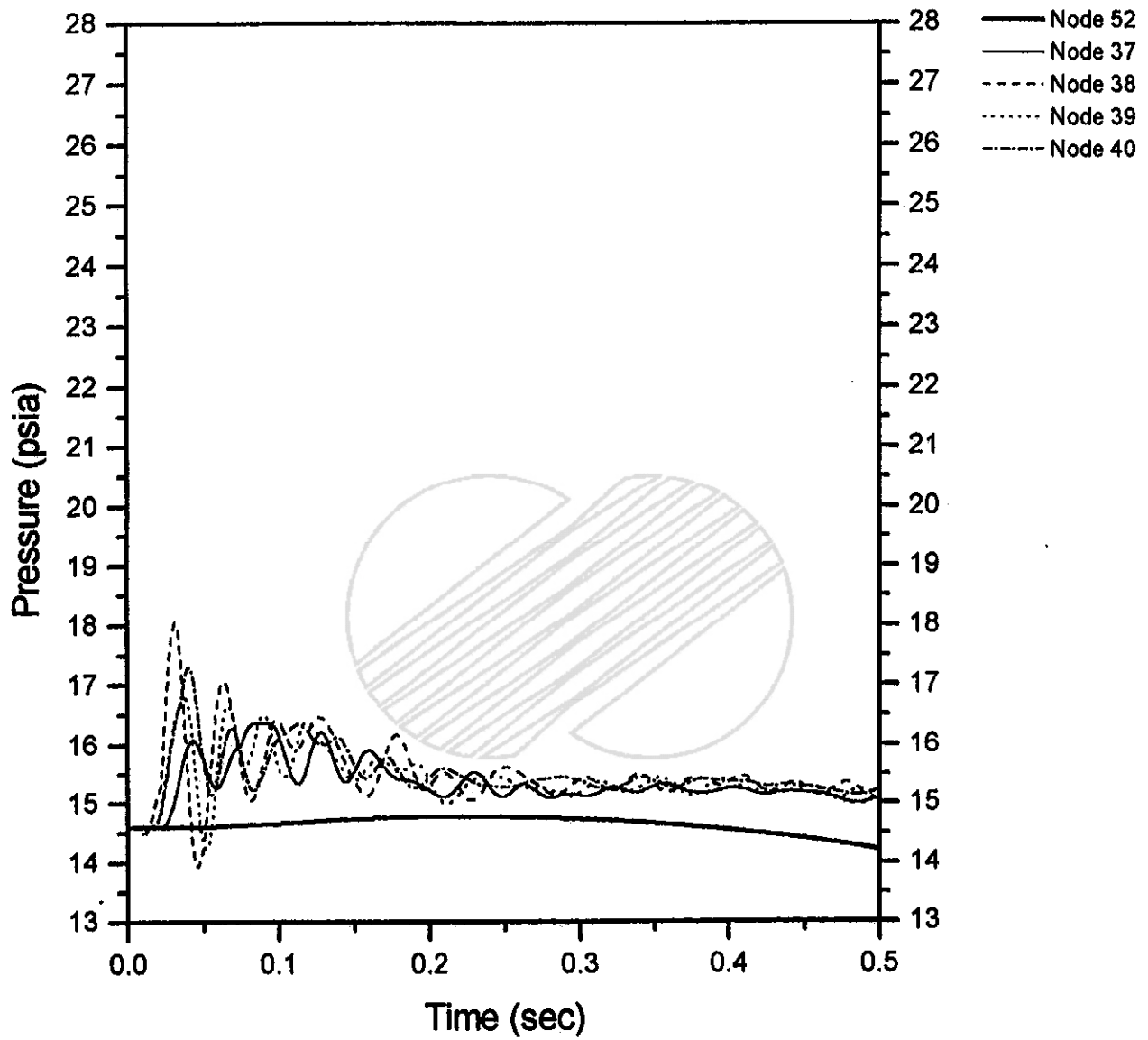


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 9)

( )

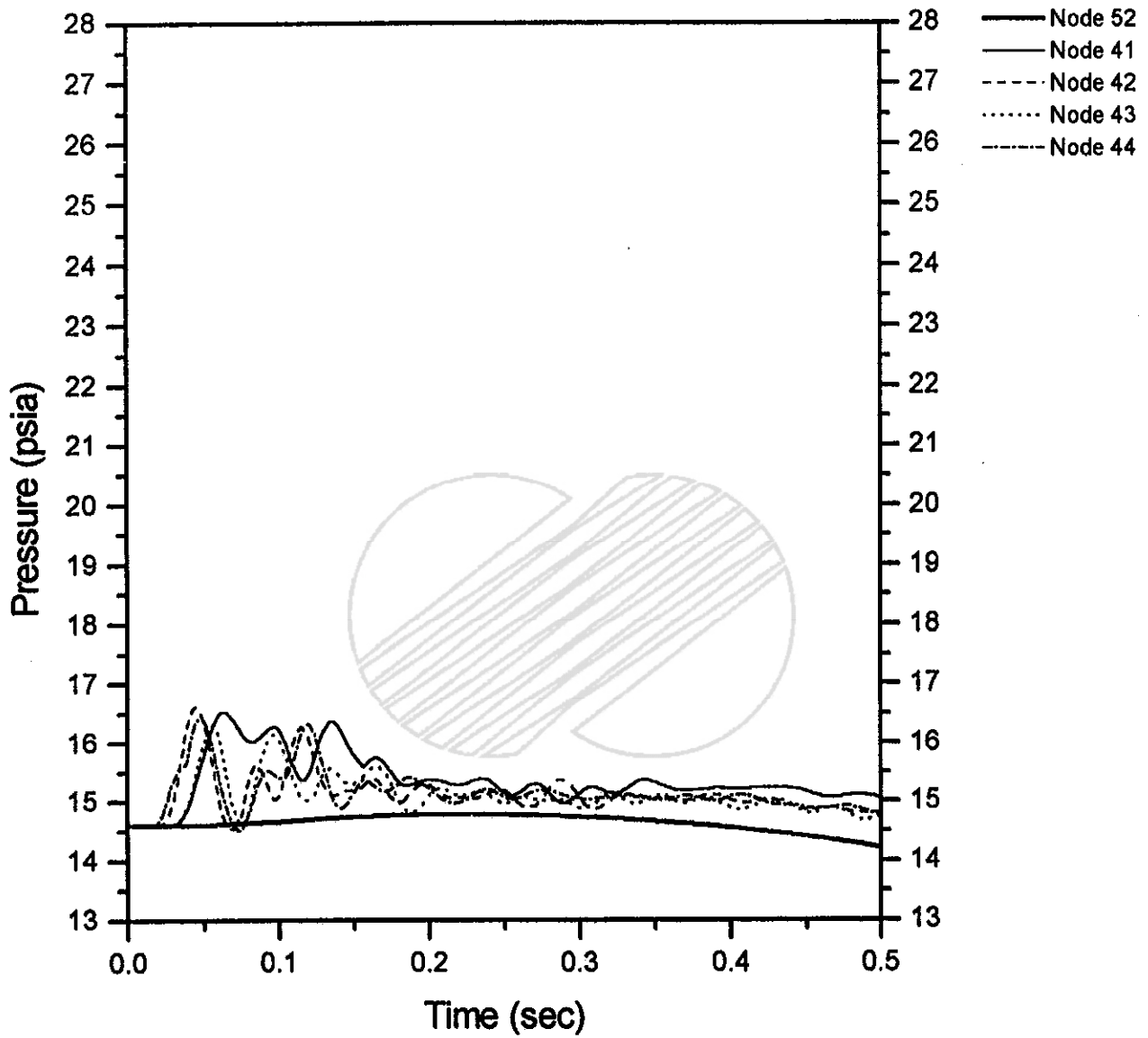


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 10)

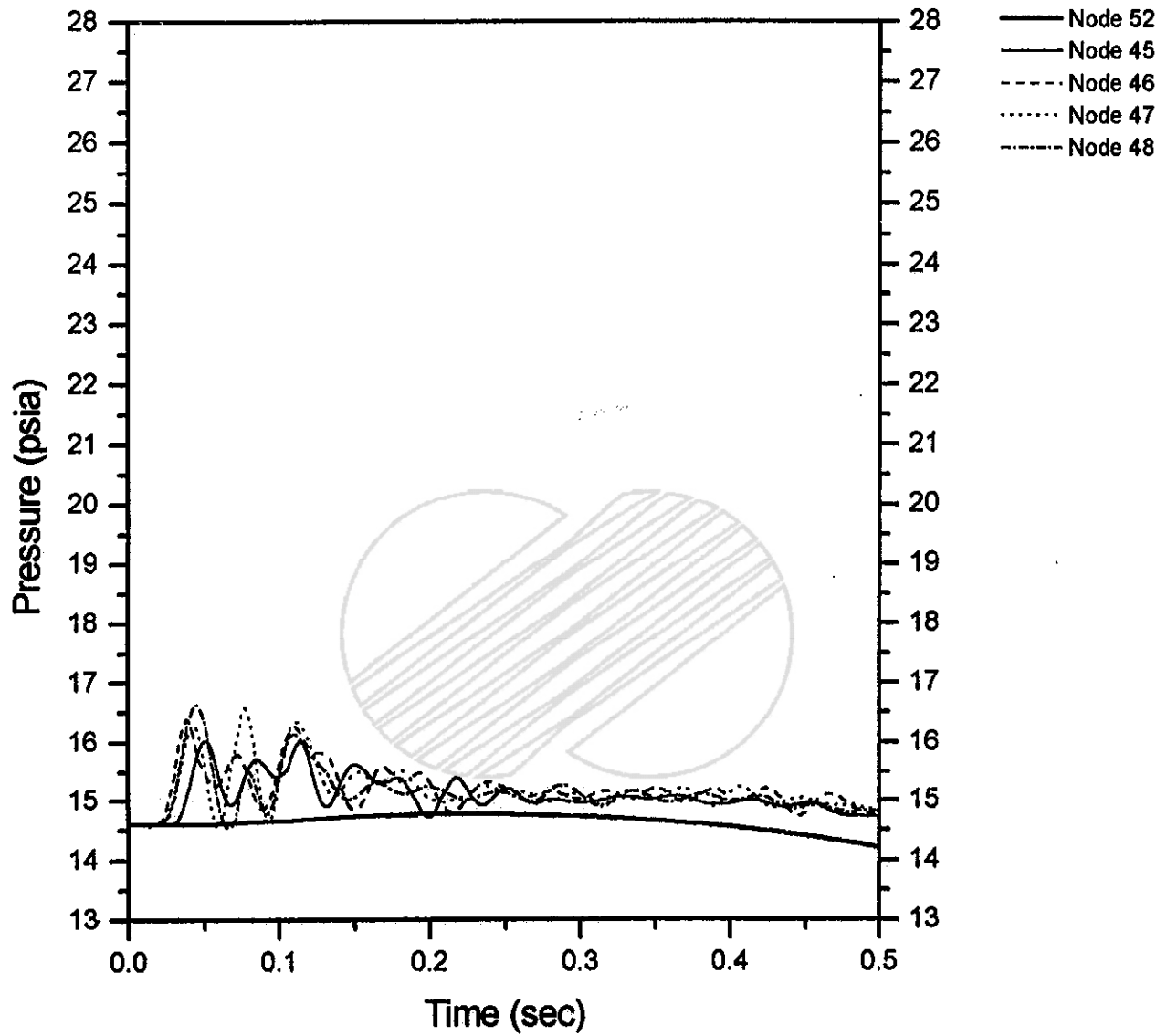
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 11)

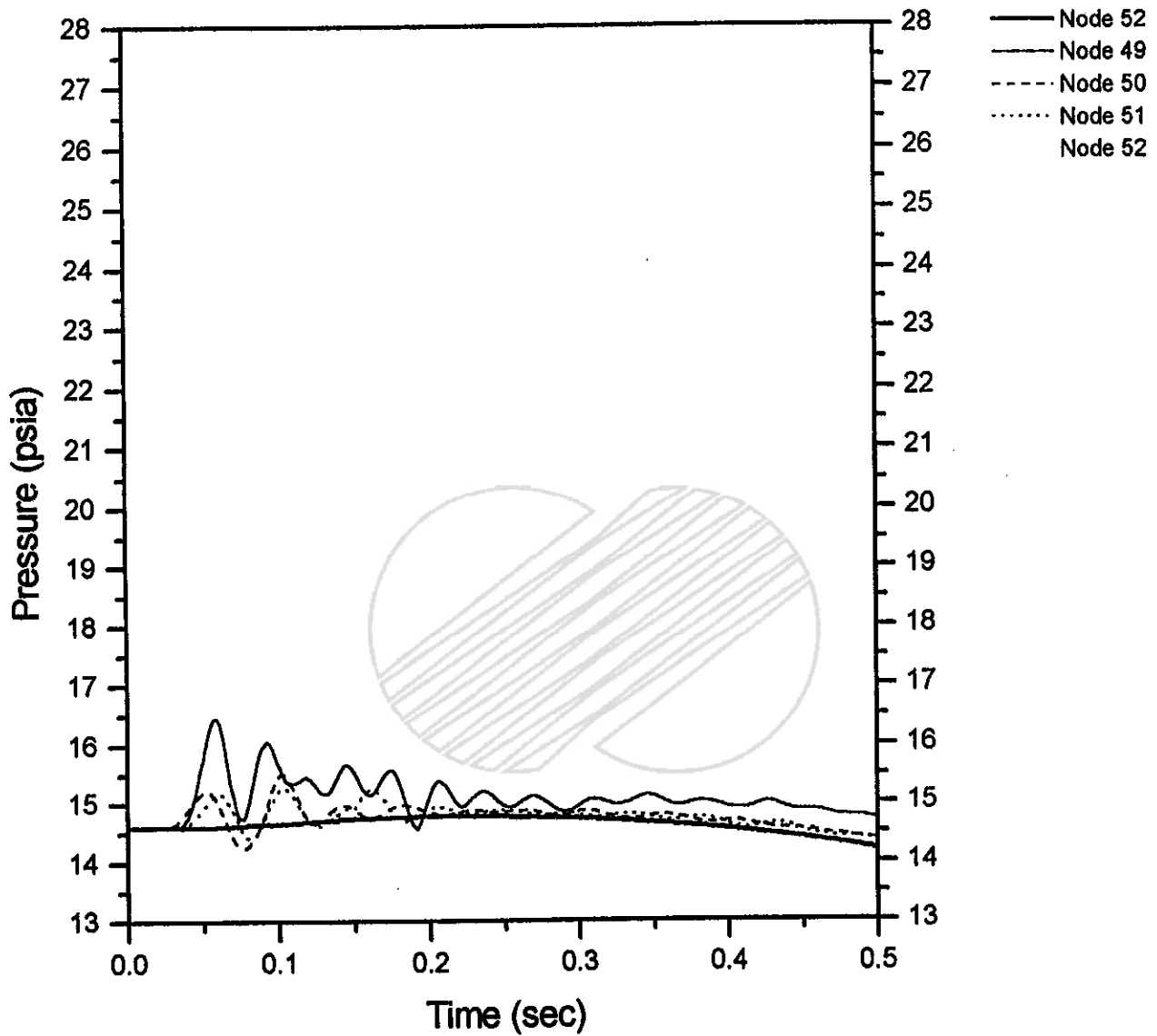


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 12)

( )

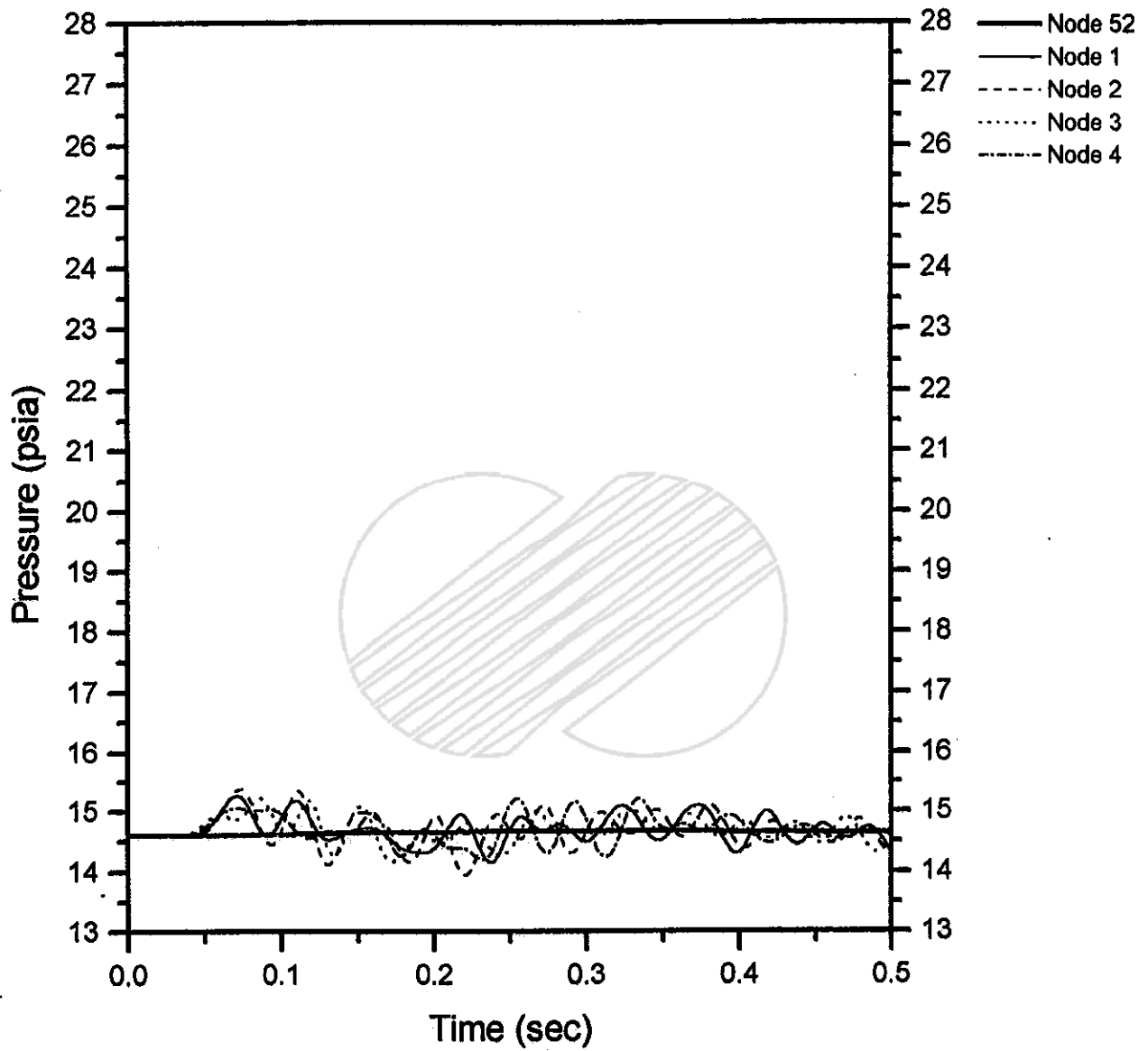


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
이코노마이저 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 13)

( )

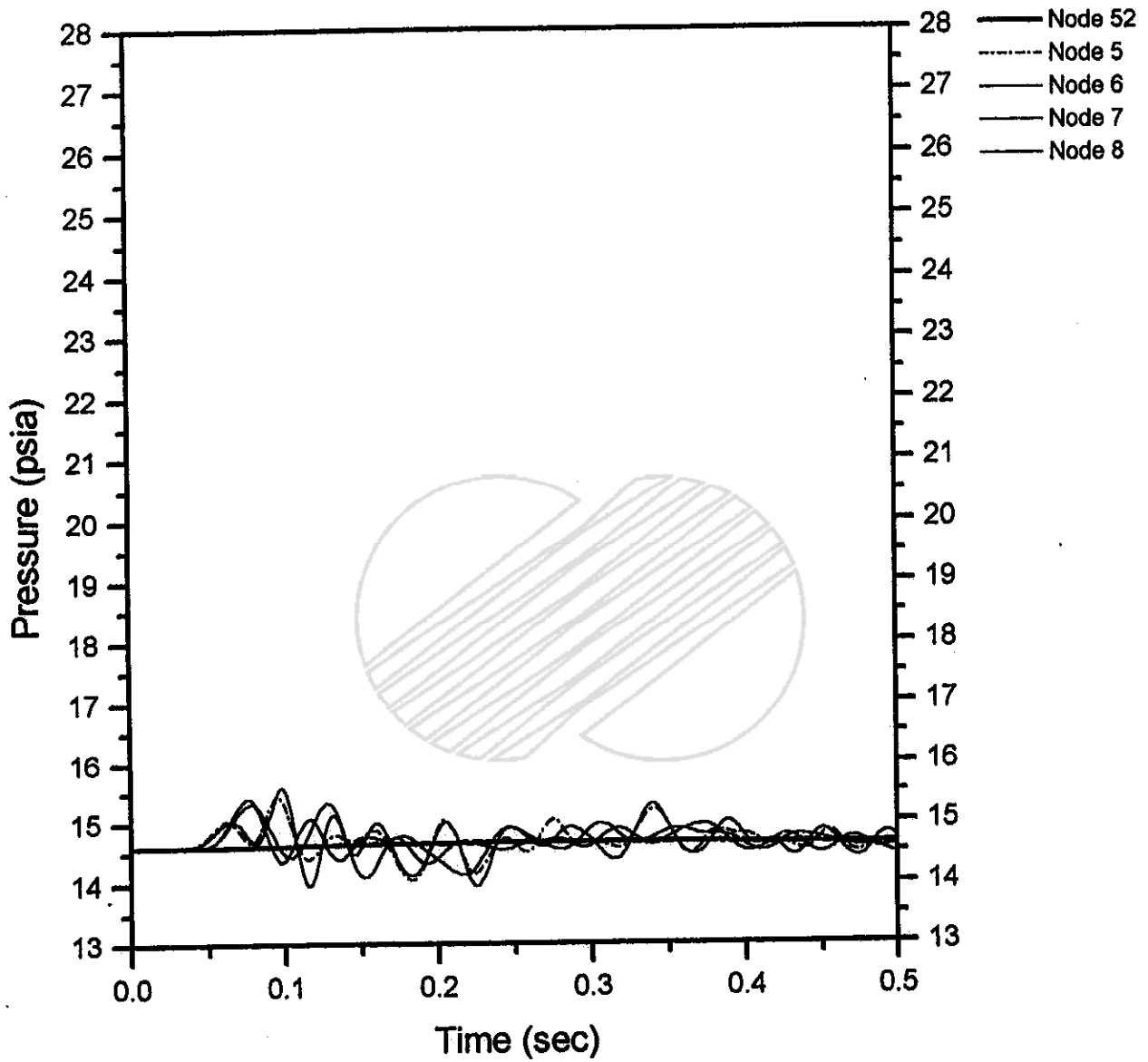


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 14)

( )

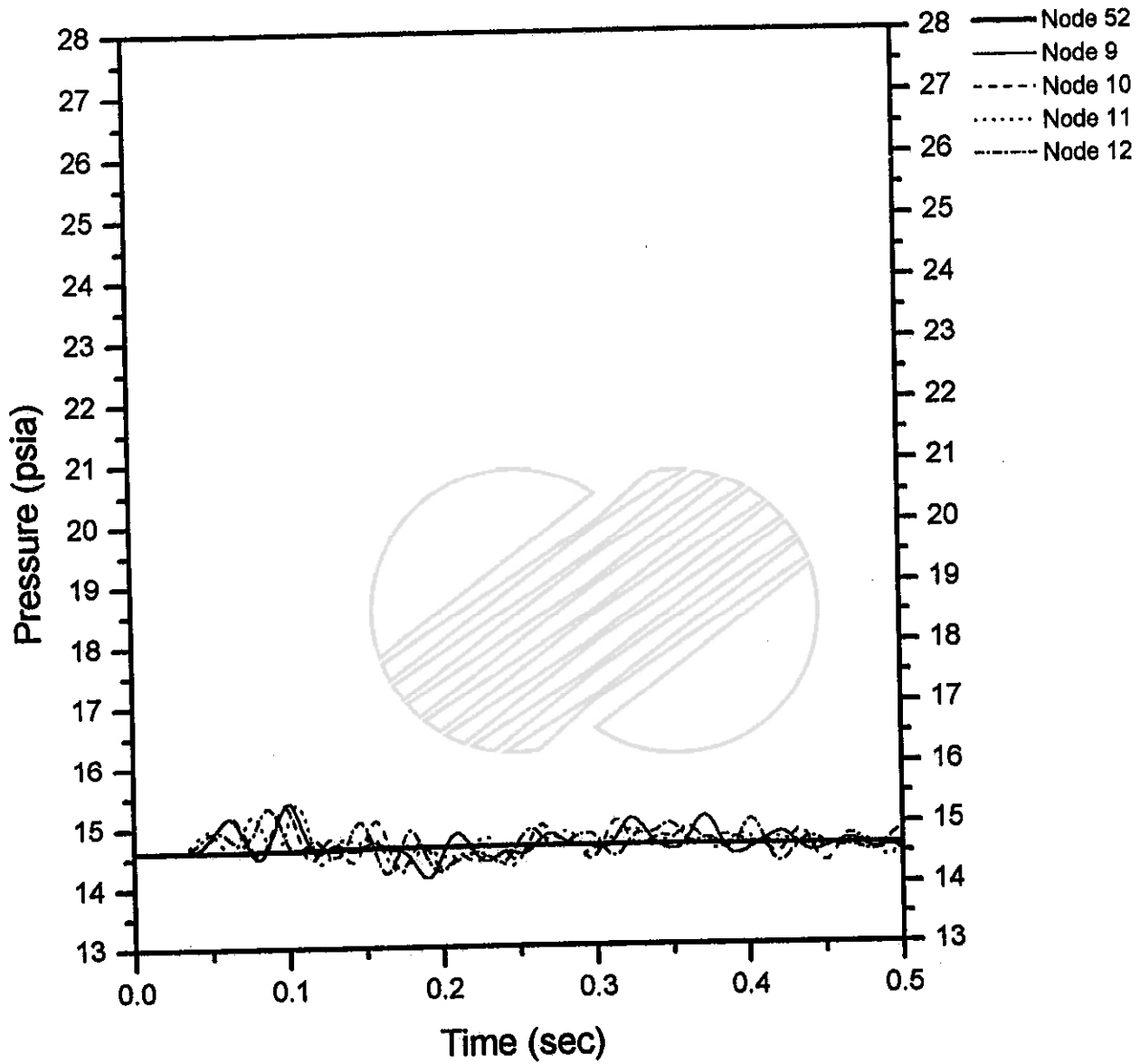


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 15)

( )



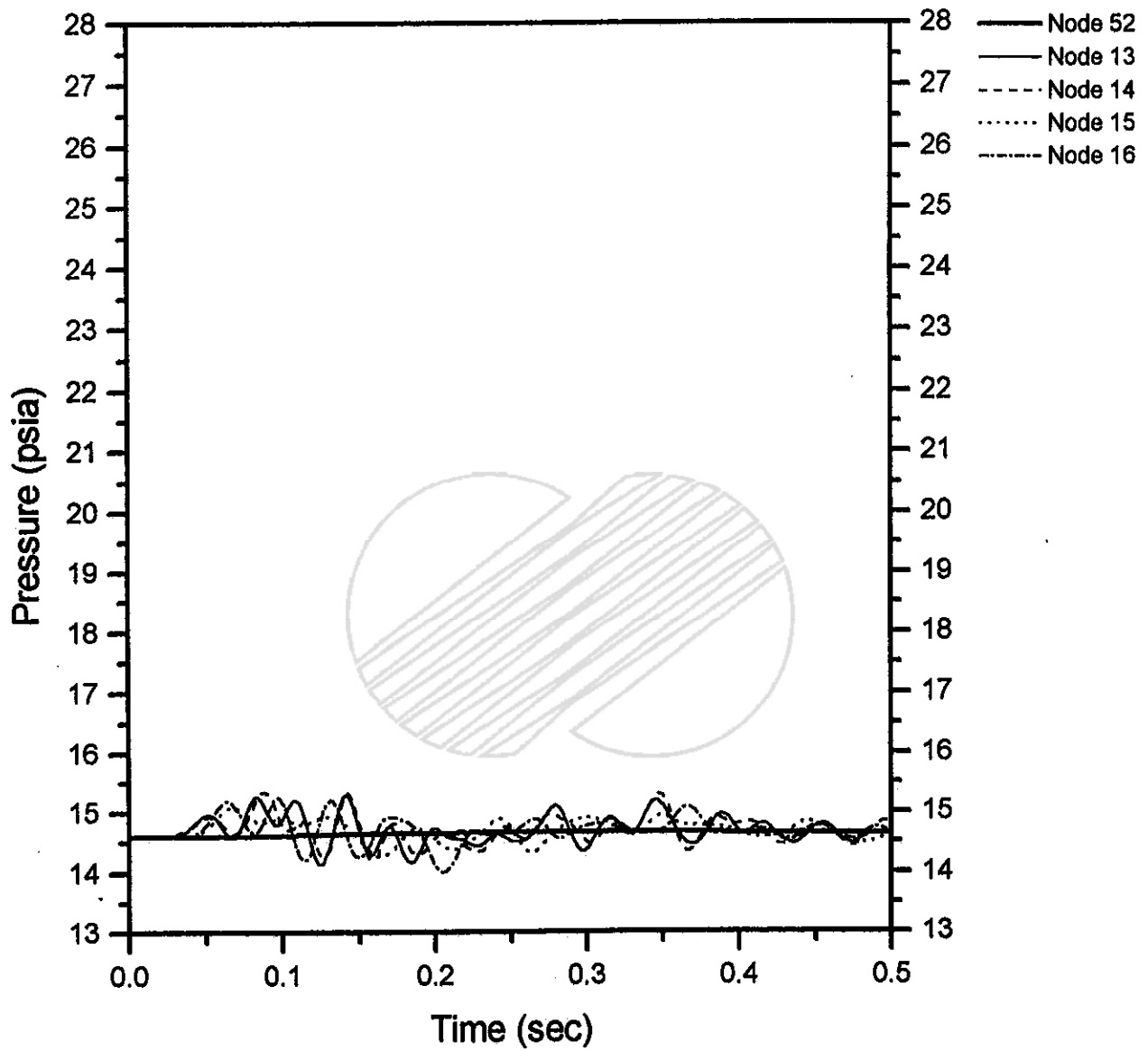
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 16)



( )

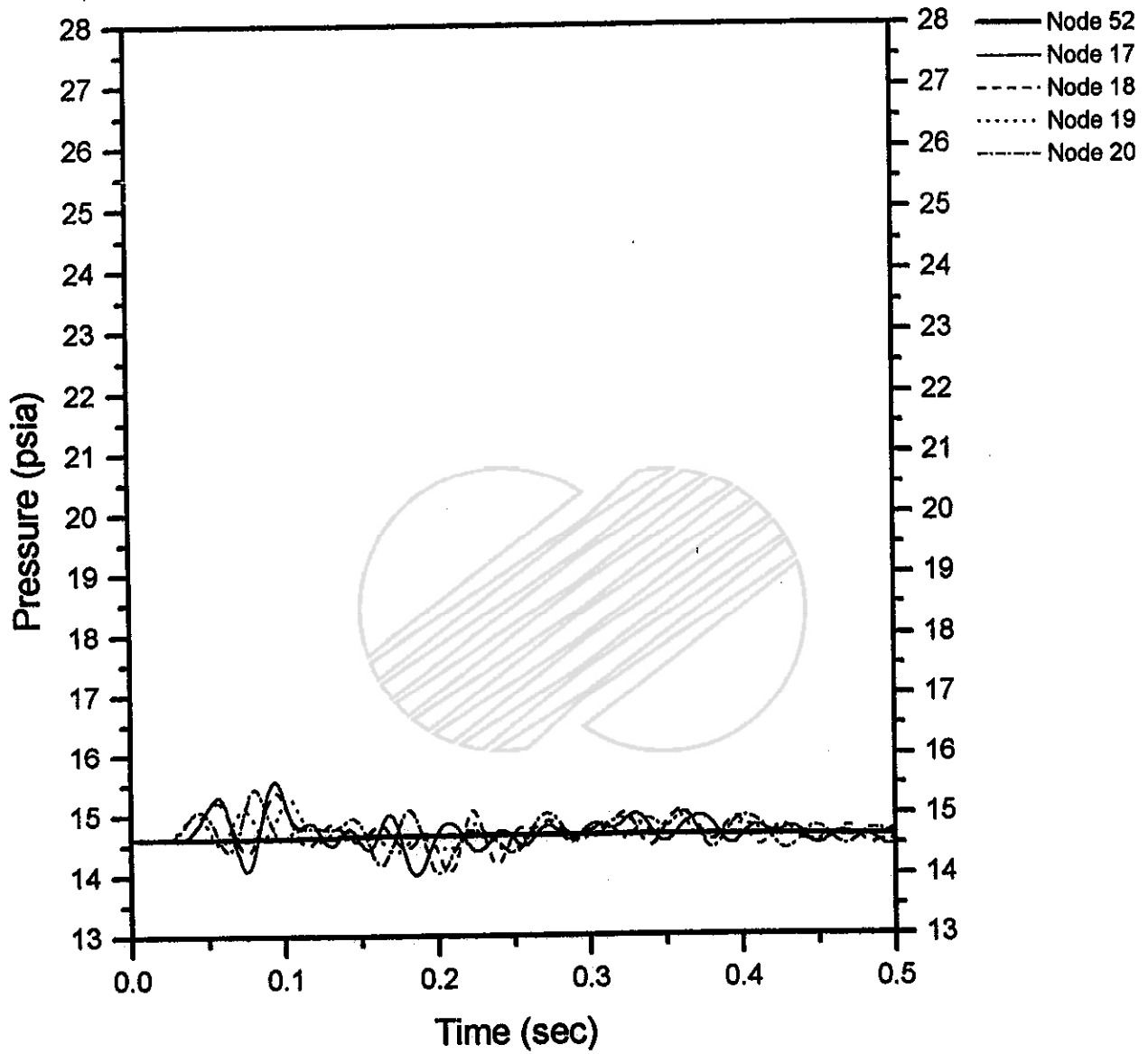


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 17)

( )

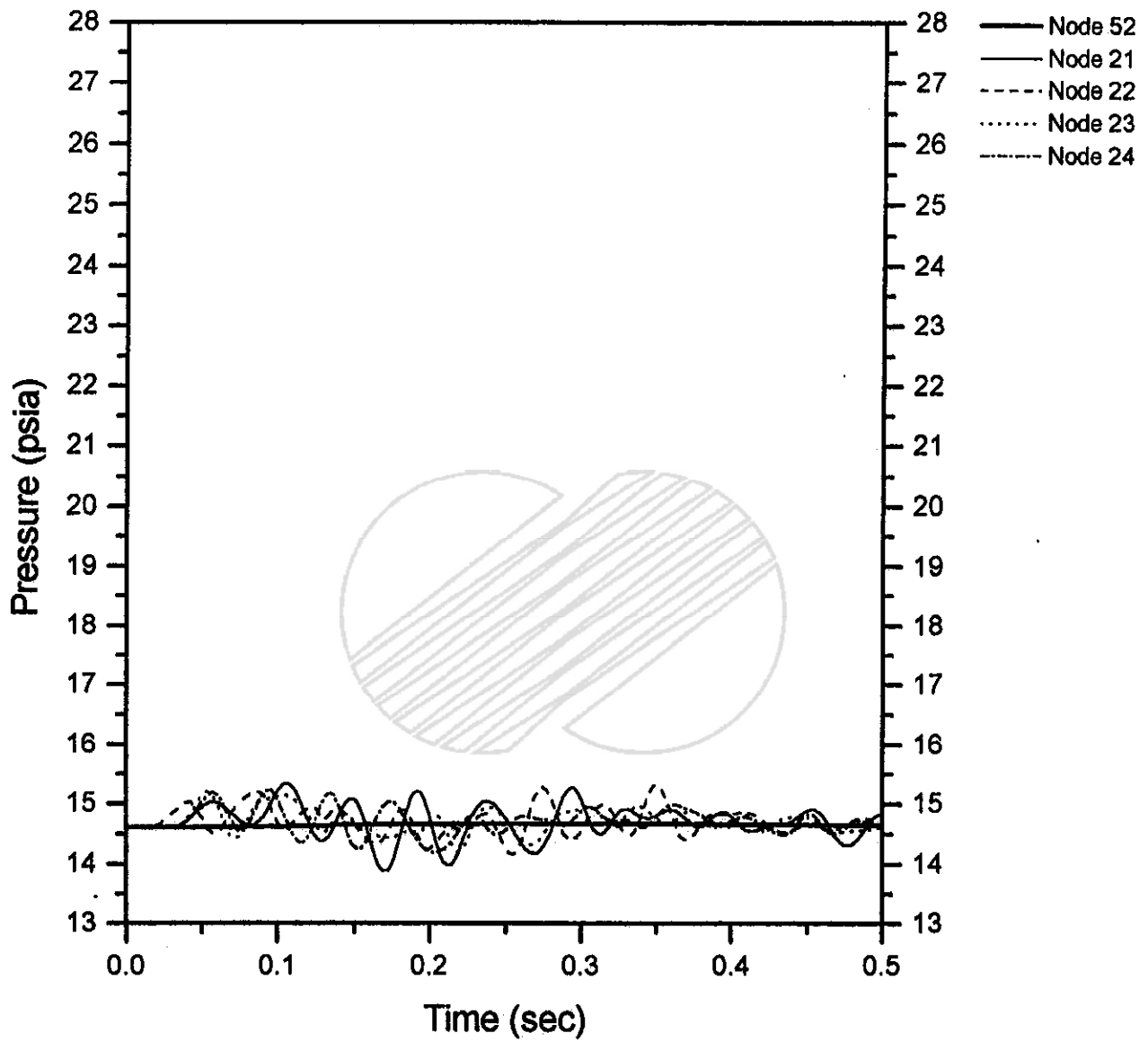


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 18)

( )

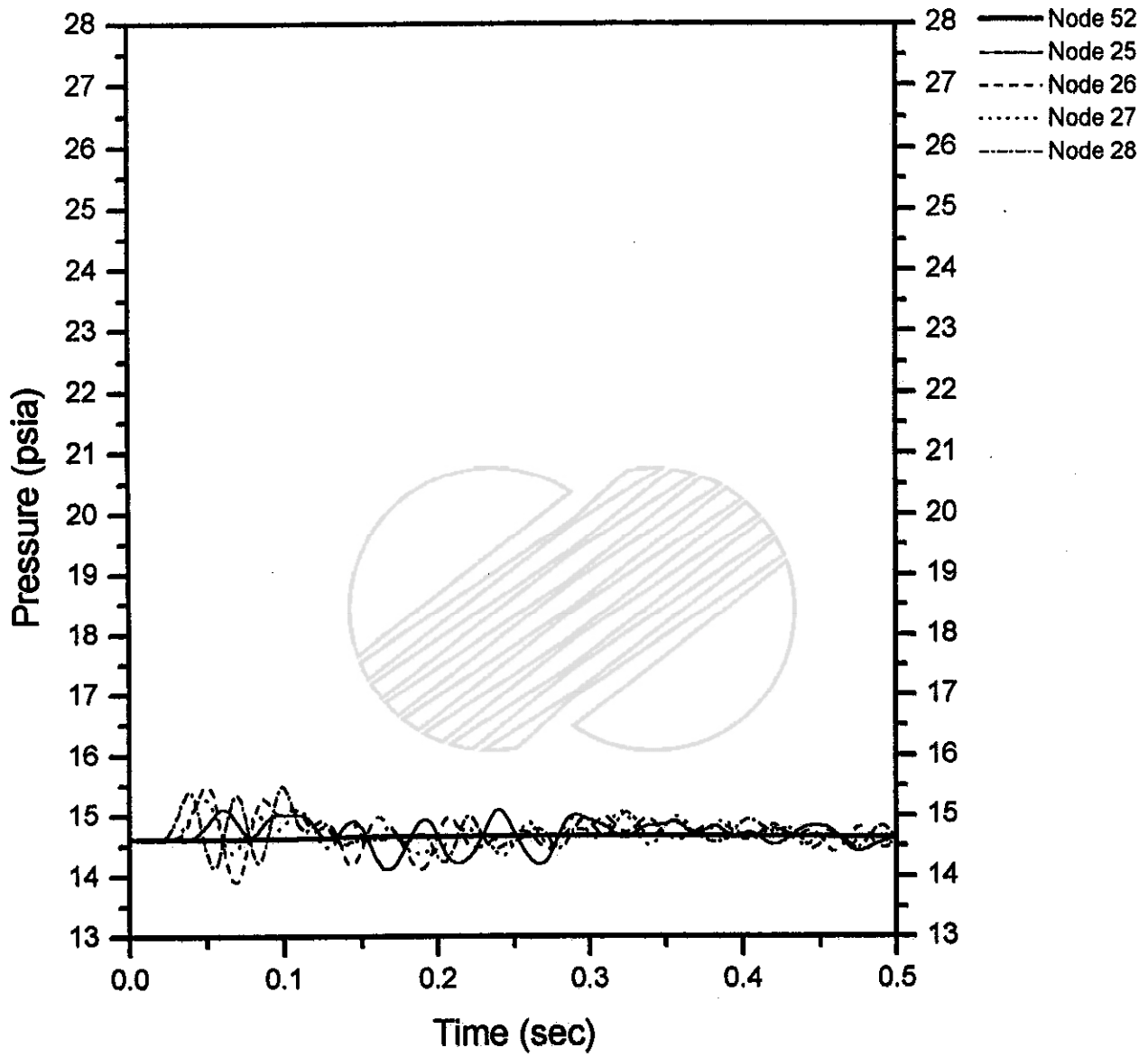


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 19)

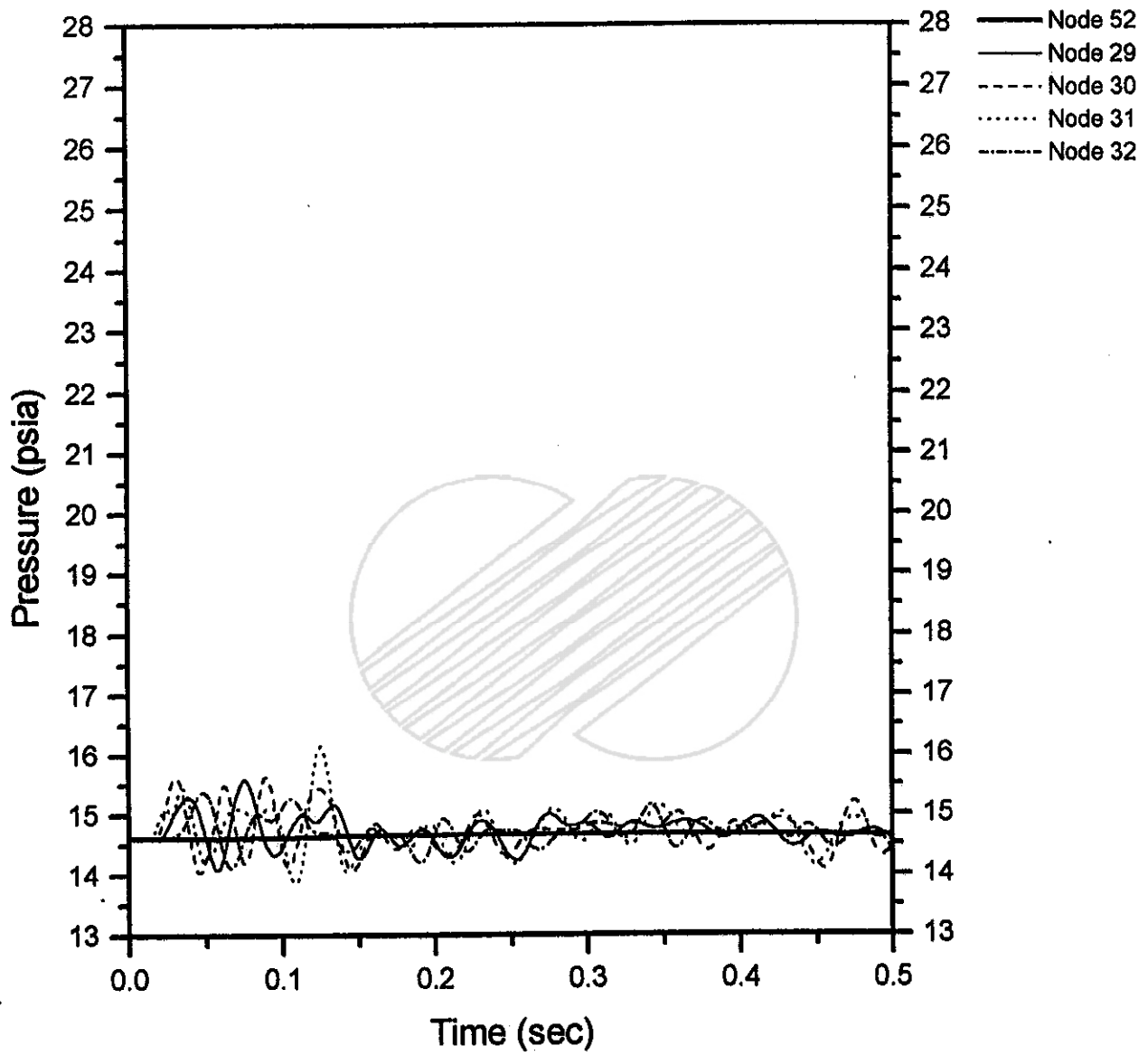
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 20)

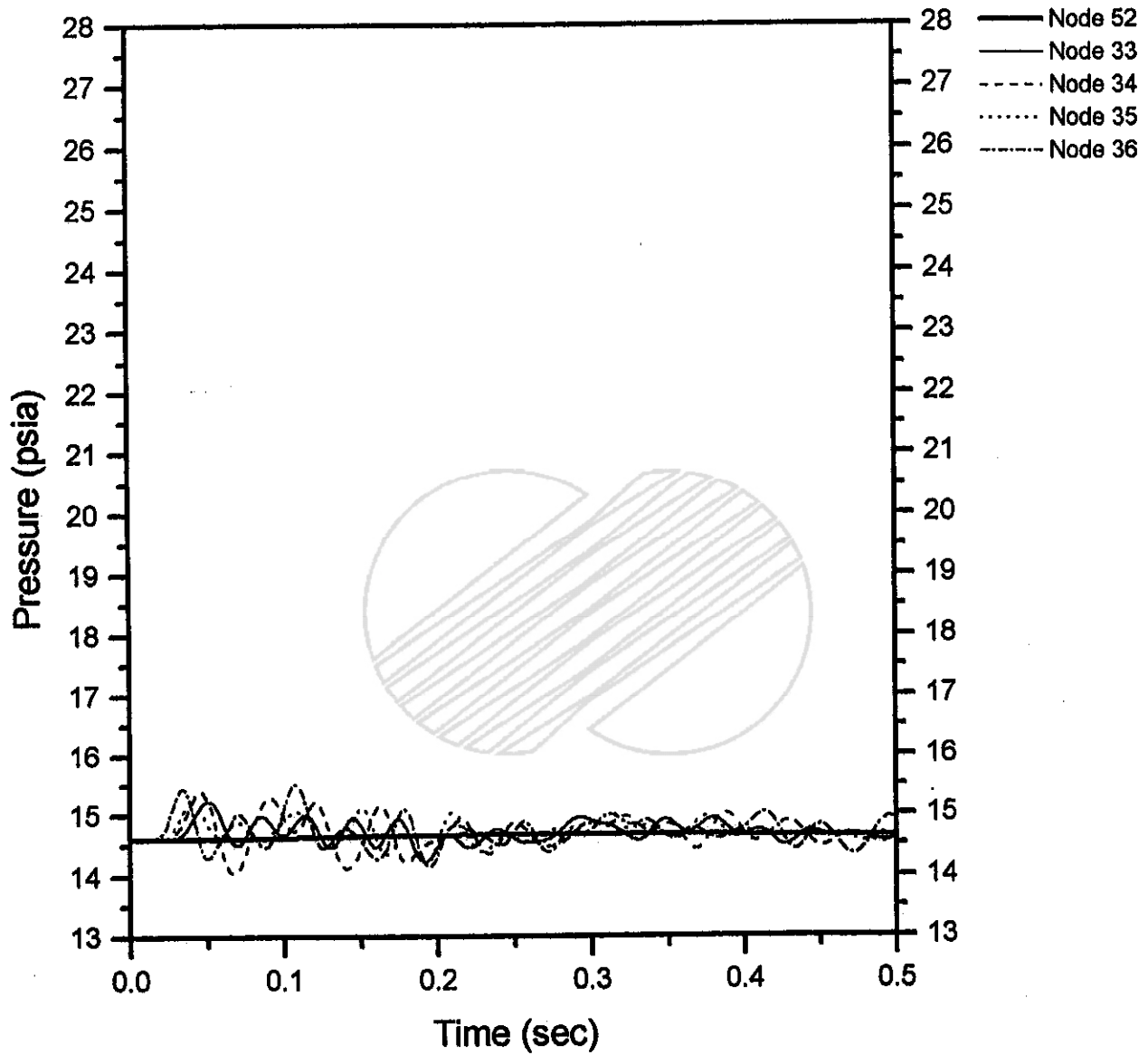


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 21)

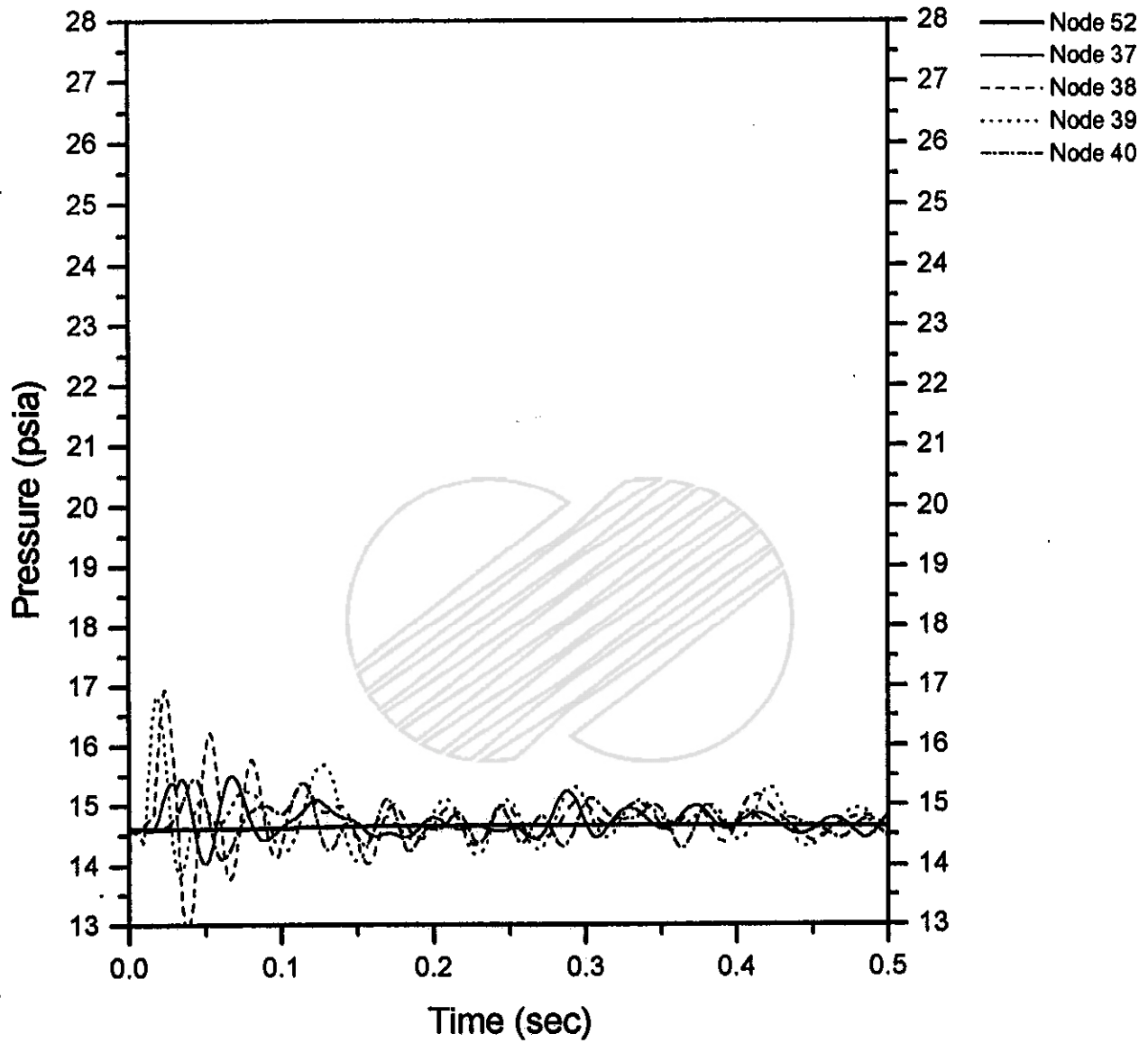
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

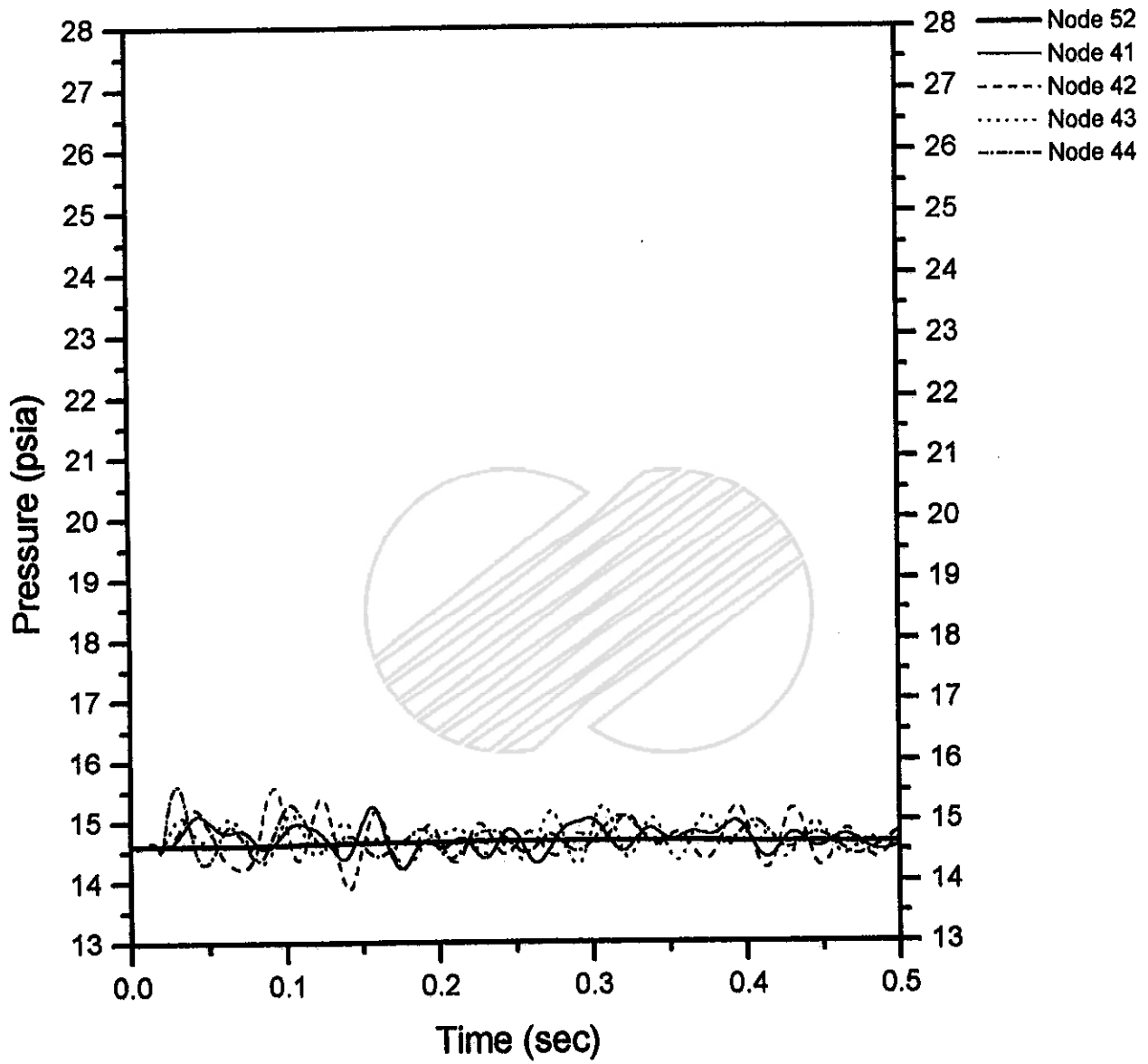
그림 6.2-32 (26 중 22)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 23)



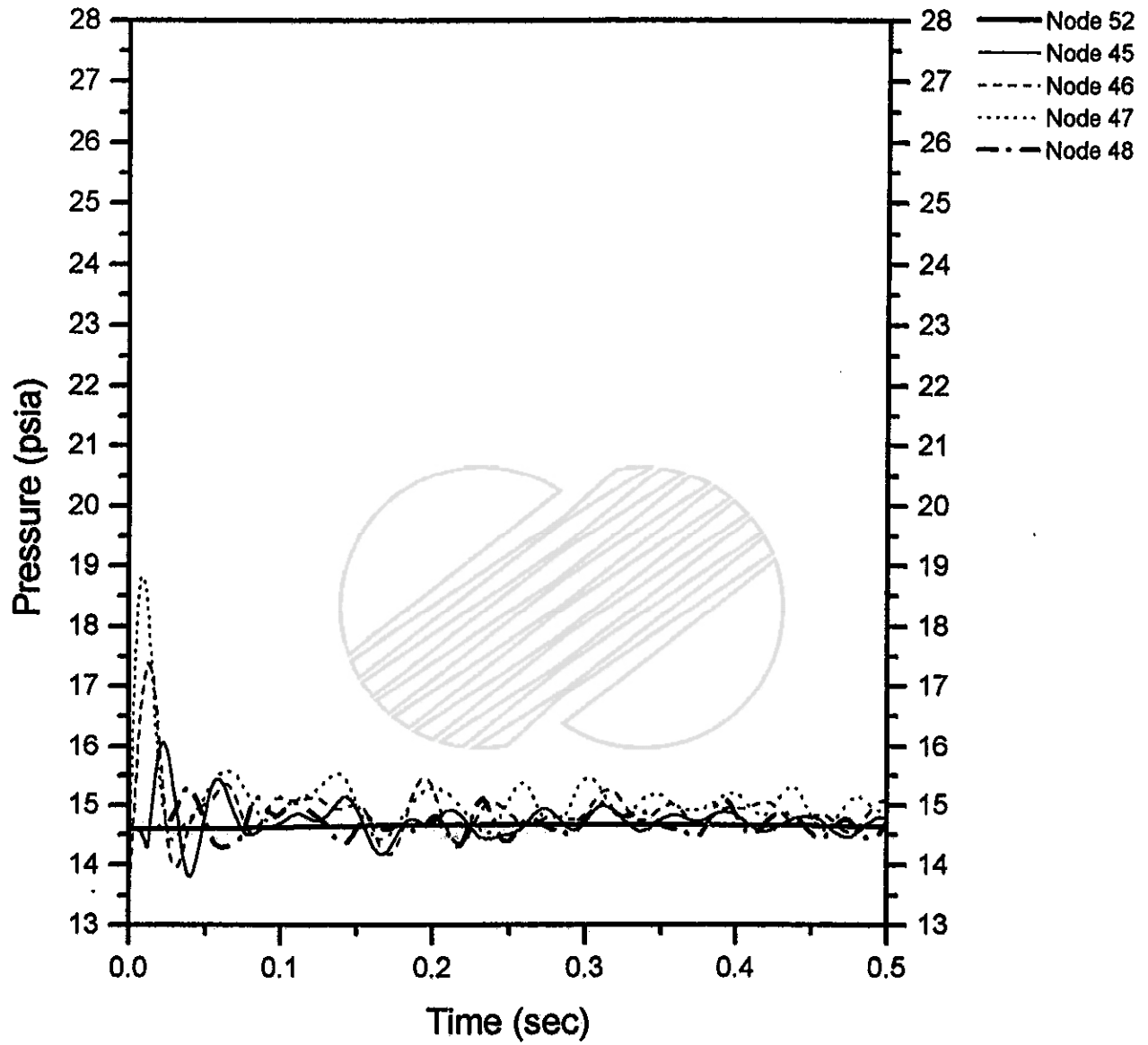
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

- 그림 6.2-32 (26 중 24)



( )

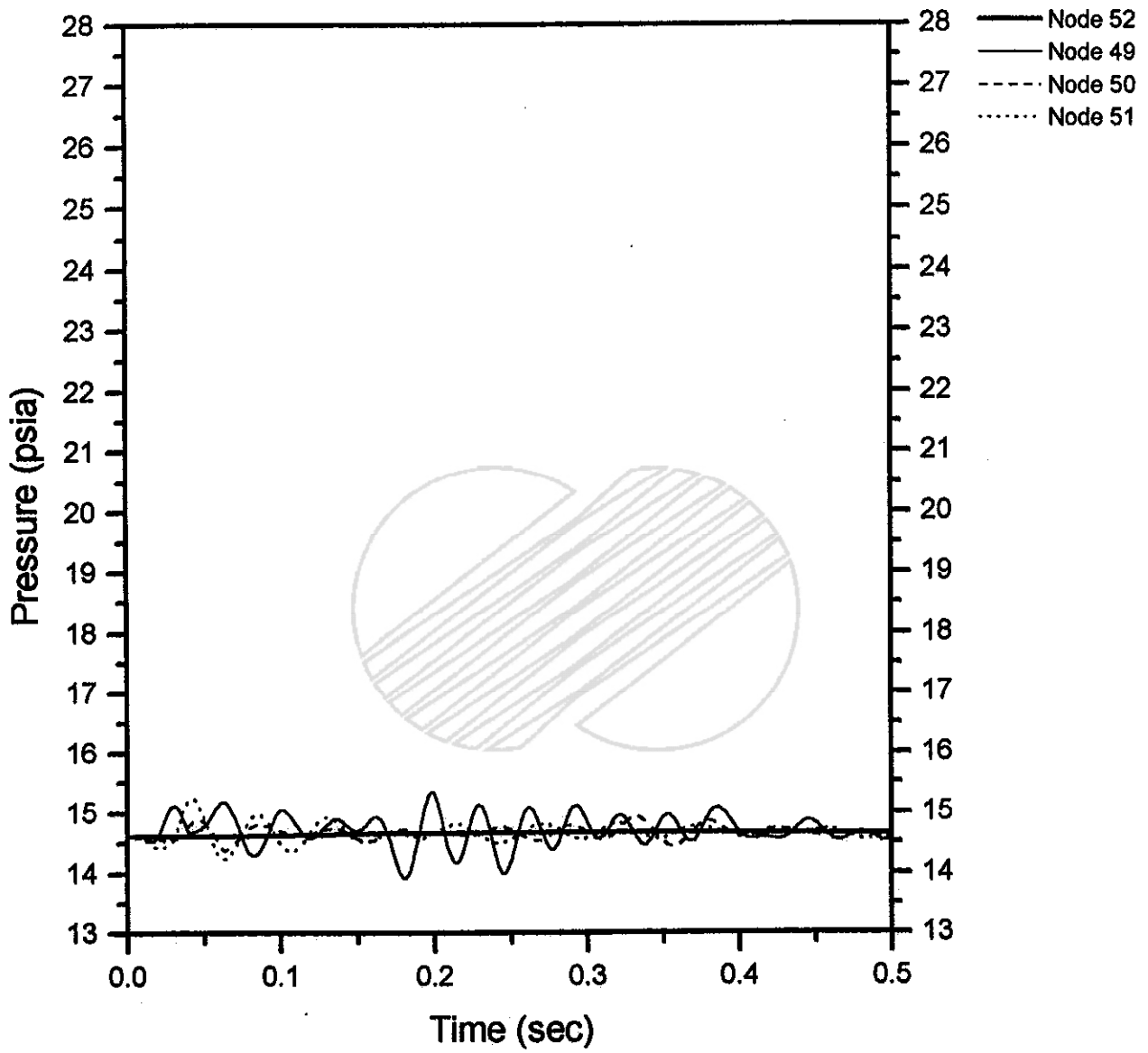


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 25)

( )

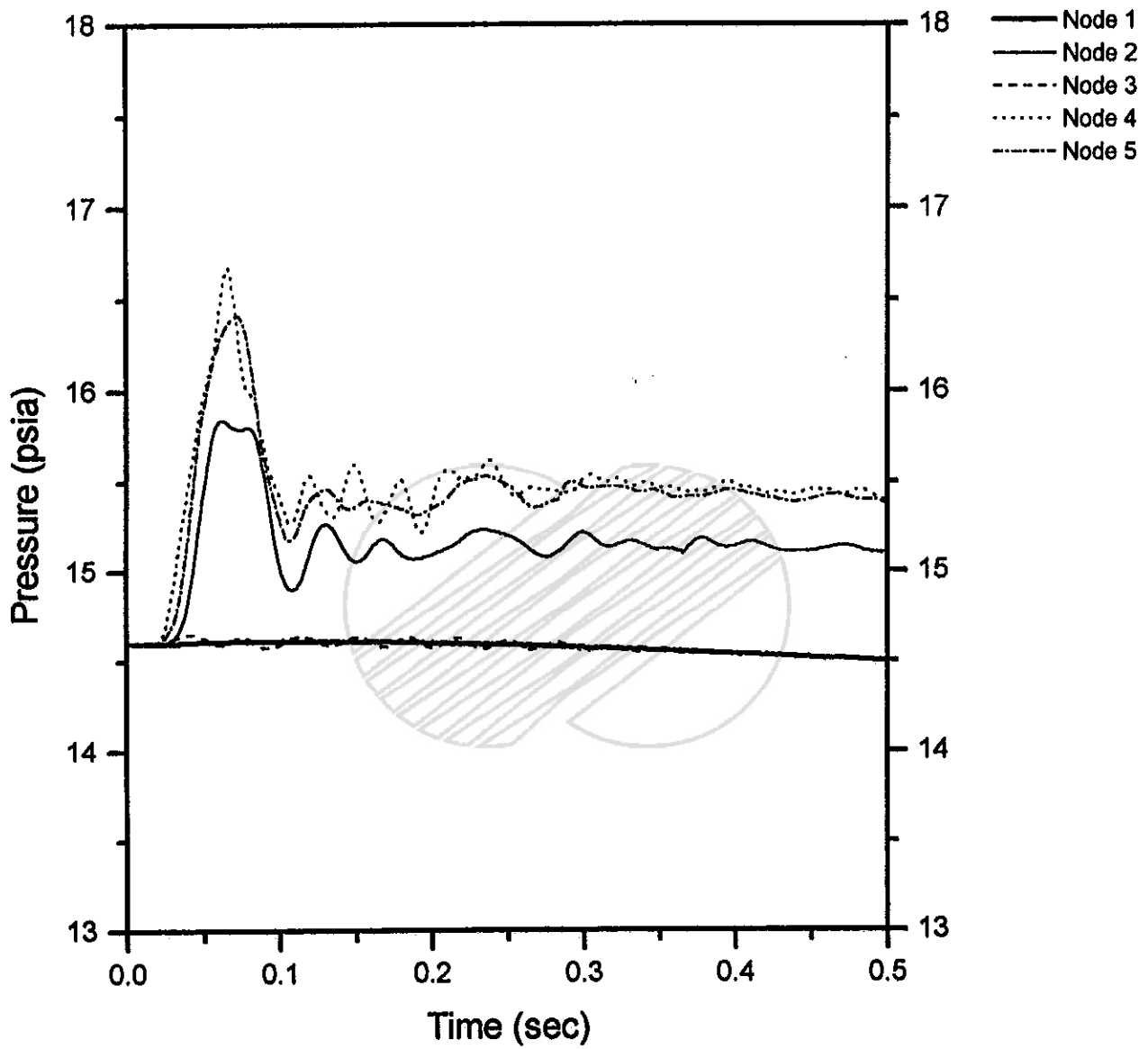


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

증기발생기 격실 압력응답 -  
하향유로 노즐 파단

그림 6.2-32 (26 중 26)

( )

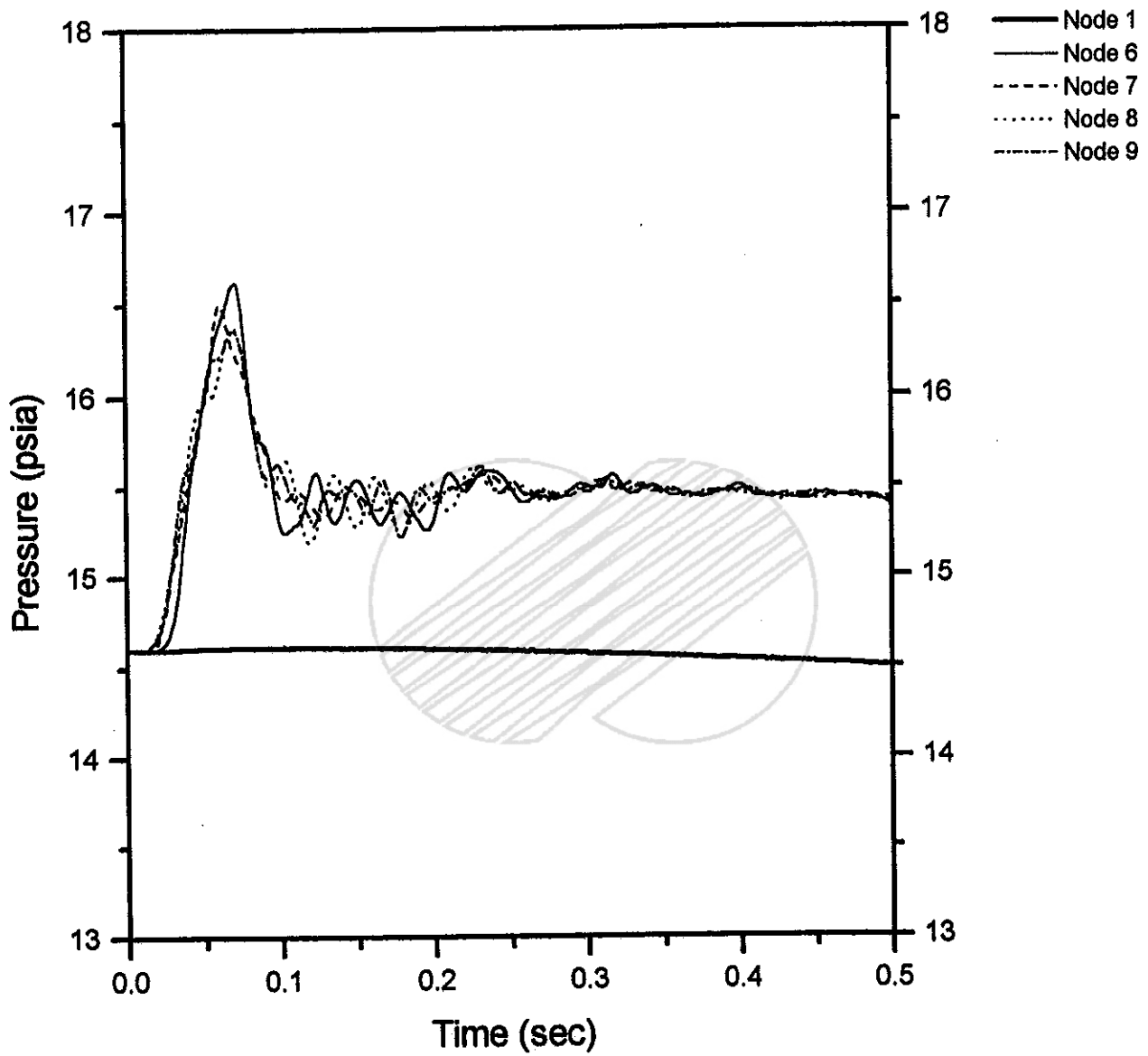


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 살수 노즐 파단

그림 6.2-33 (32 중 1)

( )

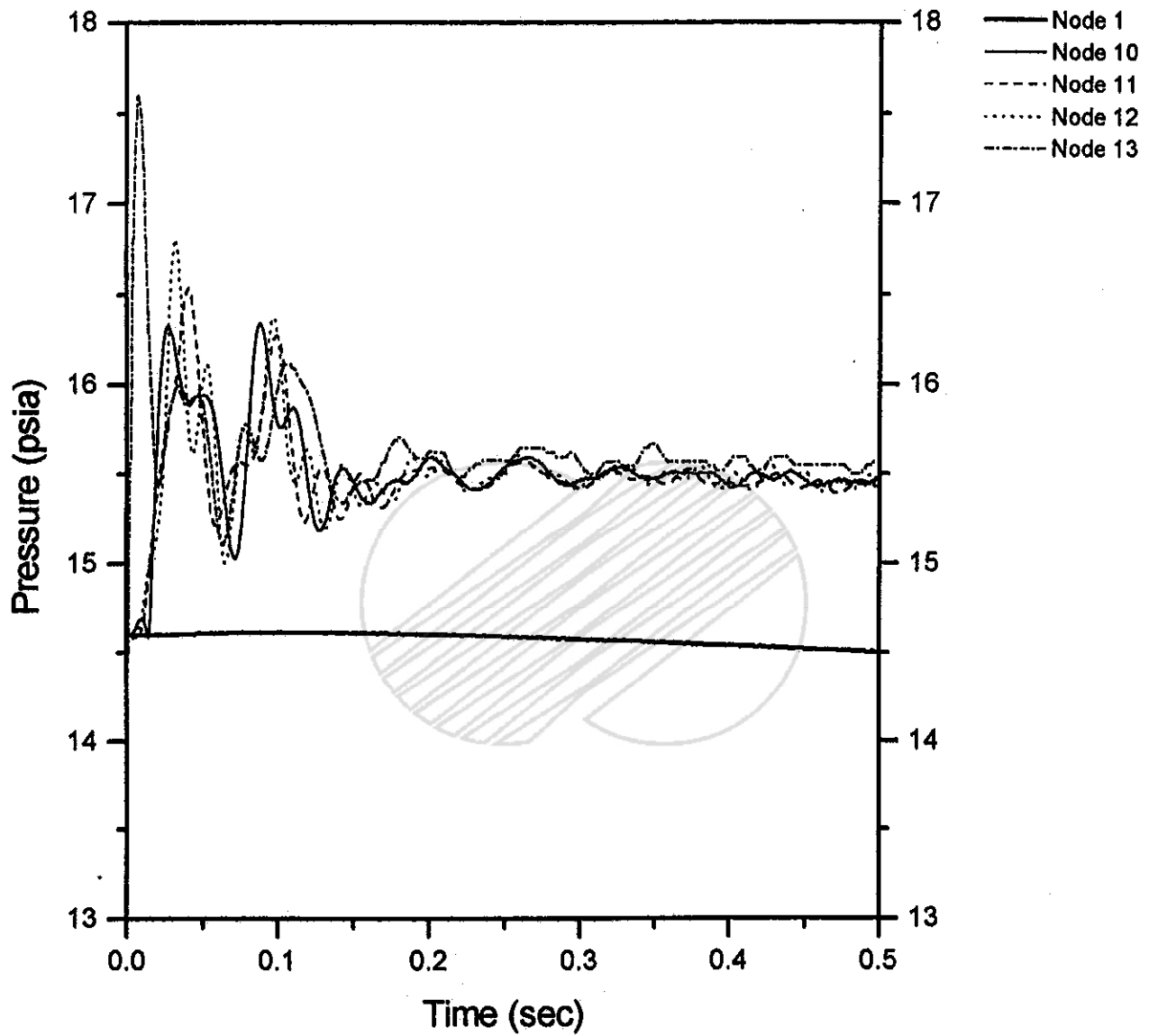


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 살수 노즐 파단

그림 6.2-33 (32 중 2)

( )

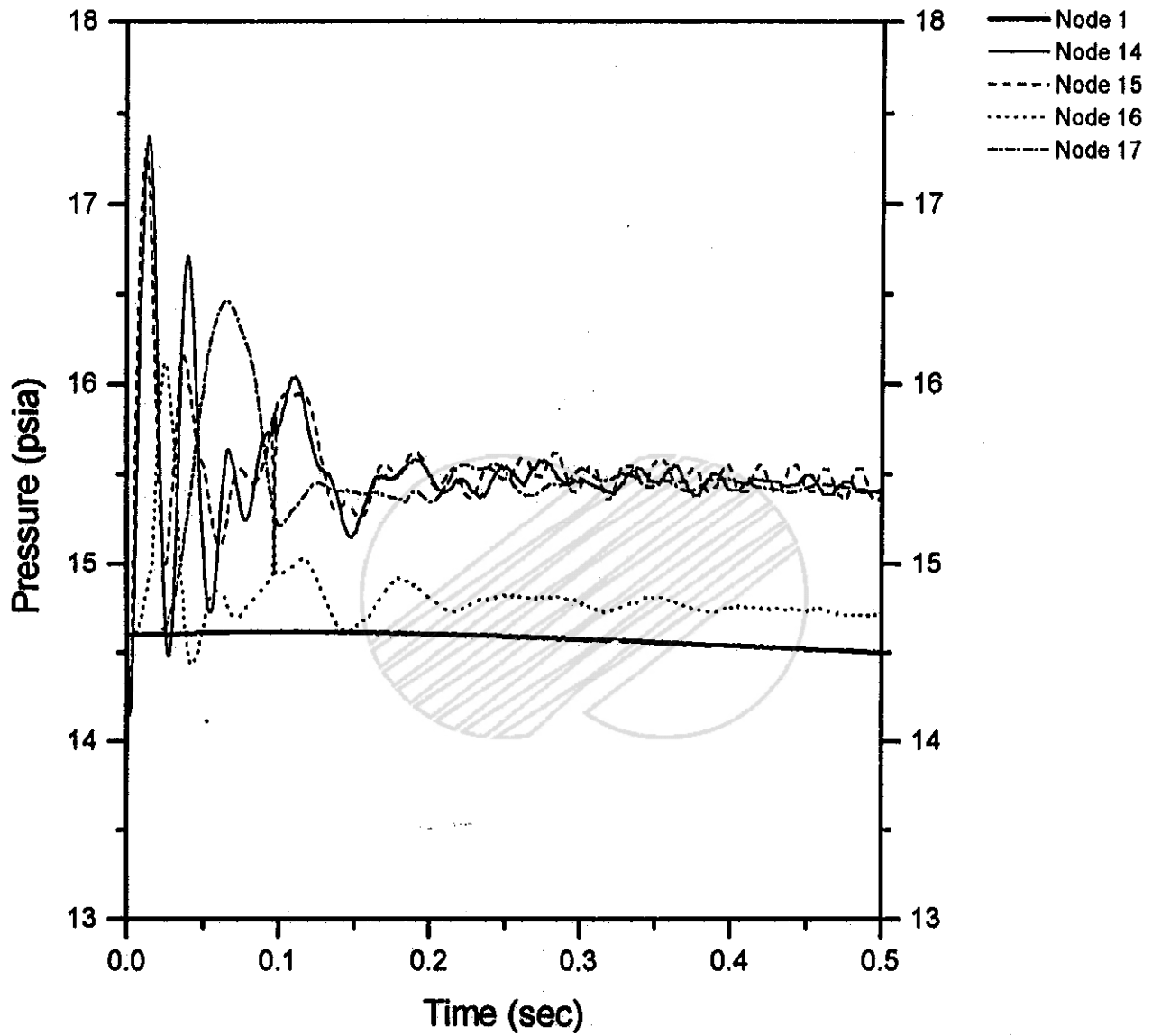


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 살수 노즐 파단

그림 6.2-33 (32 중 3)

( )

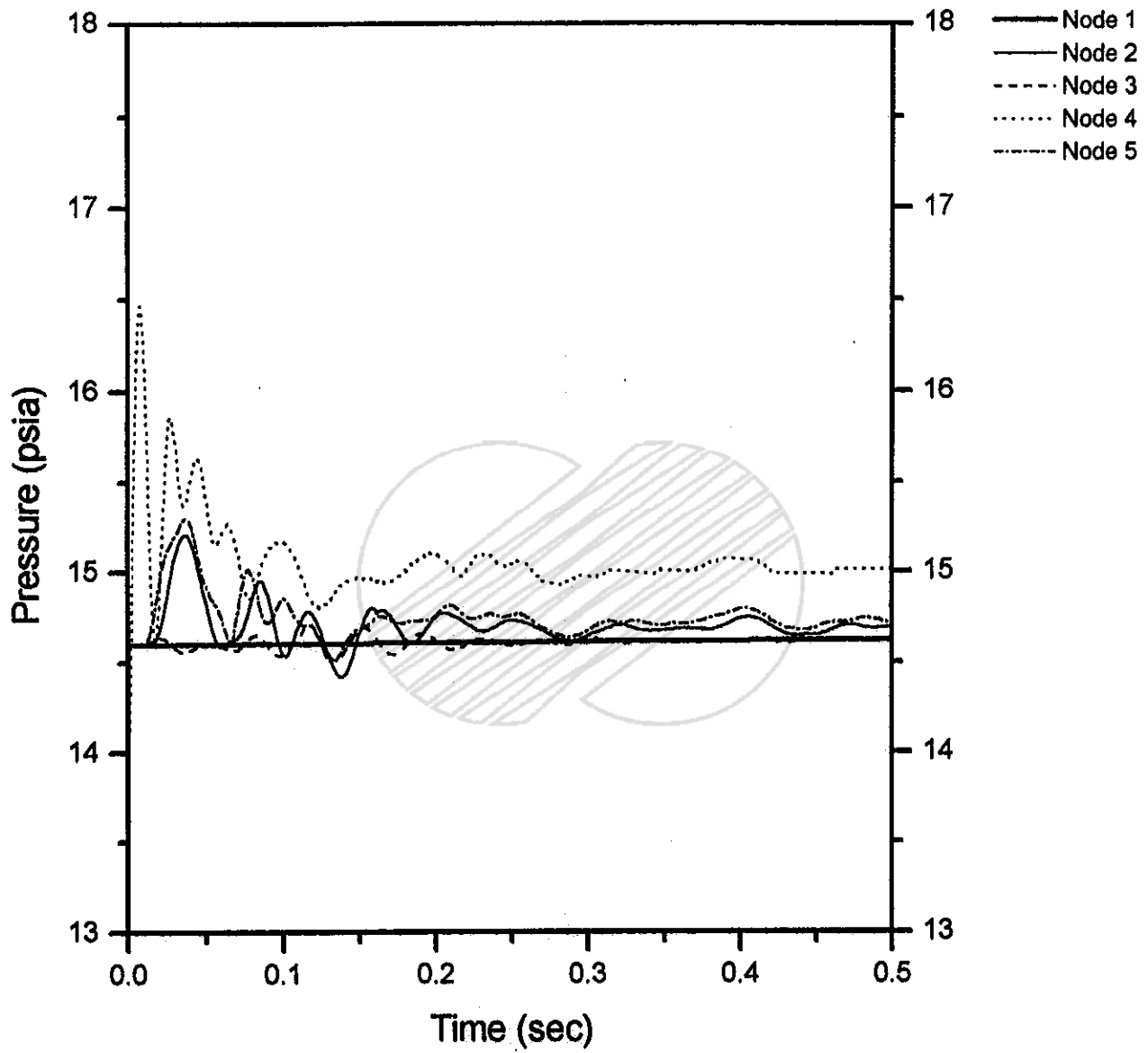


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 살수 노즐 파단

그림 6.2-33 (32 중 4)

( )

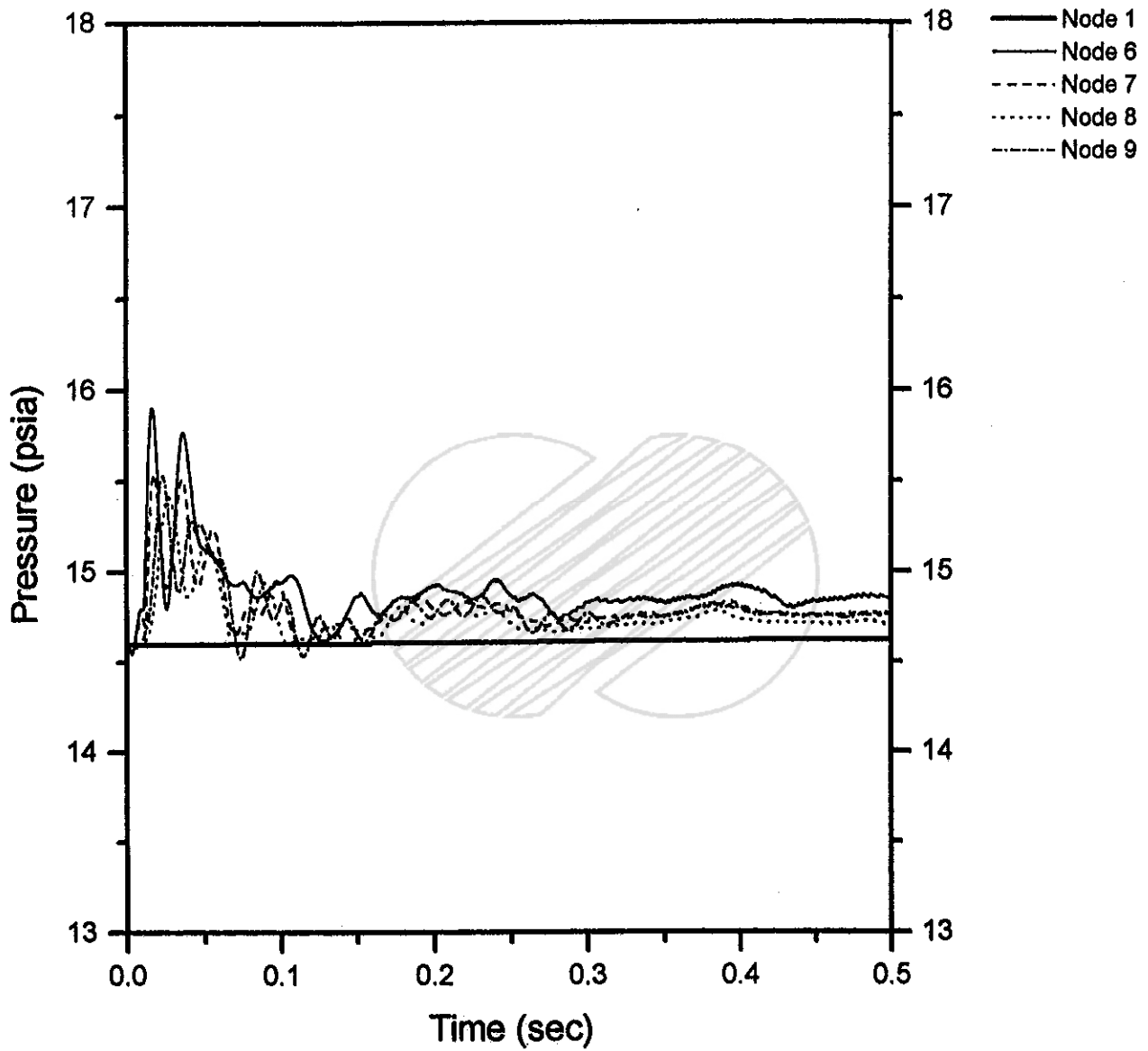


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 4)

그림 6.2-33 (32 중 5)

( )



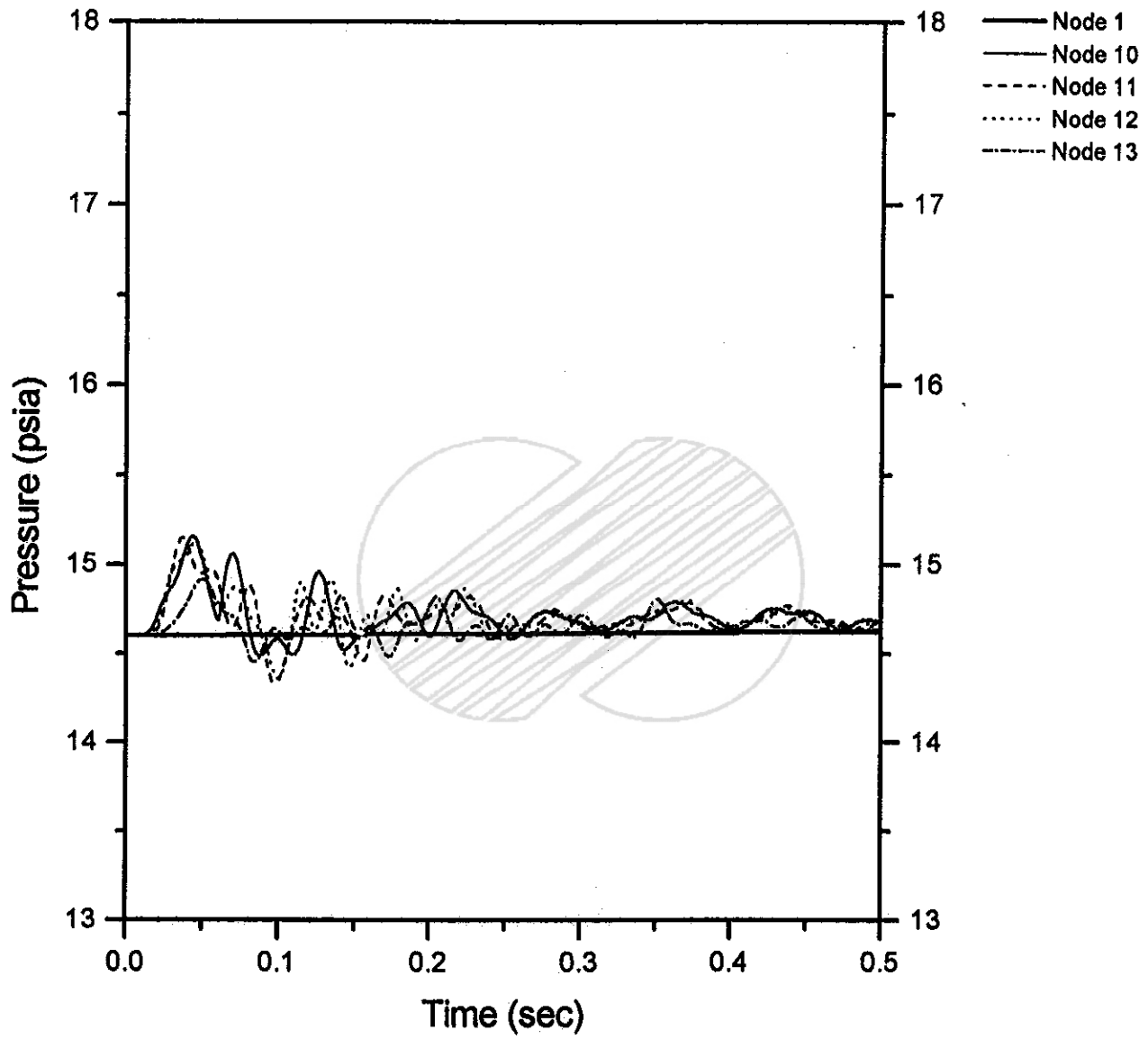
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 4)

그림 6.2-33 (32 중 6)



( )

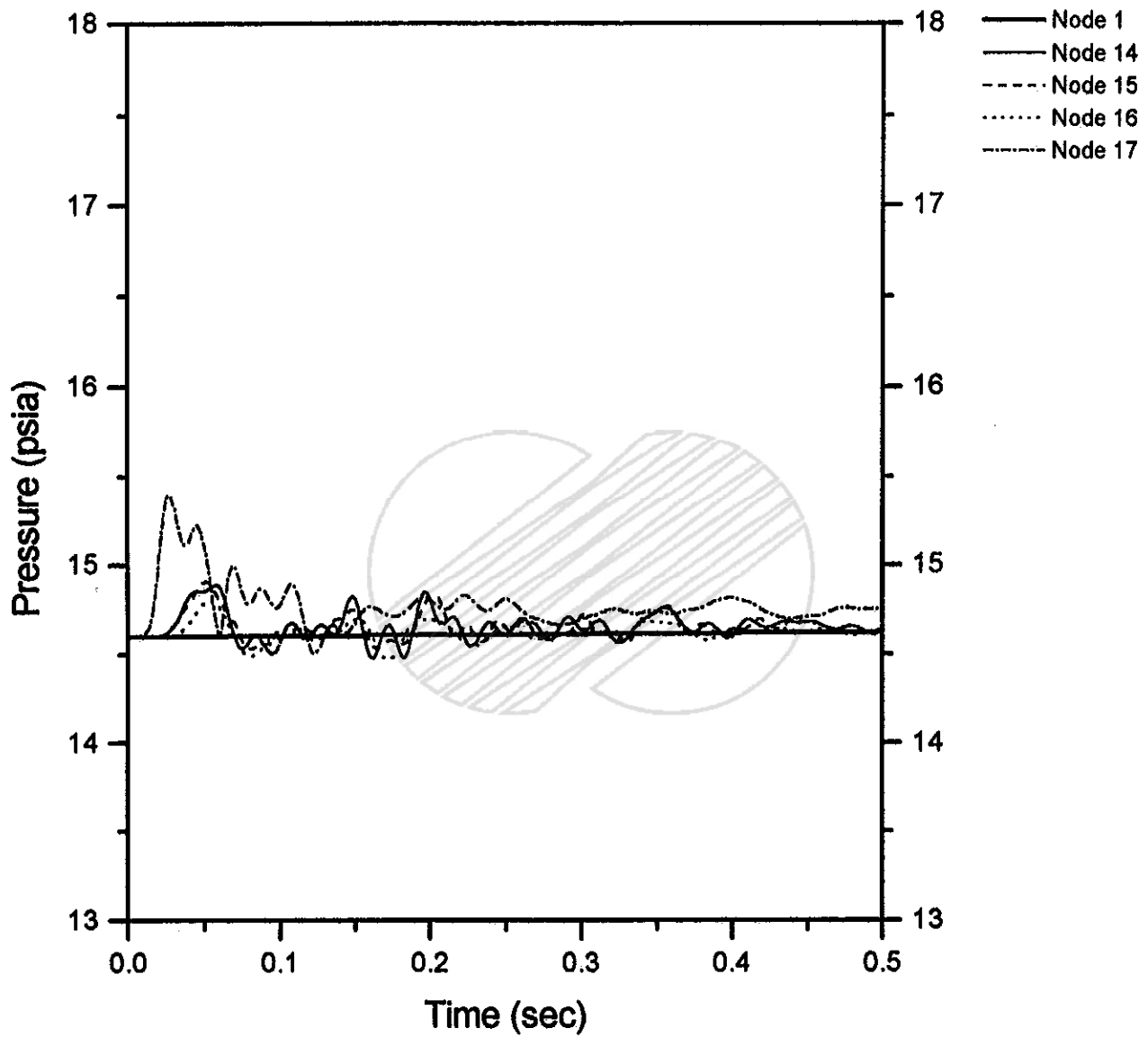


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 4)

그림 6.2-33 (32 중 7)

( )

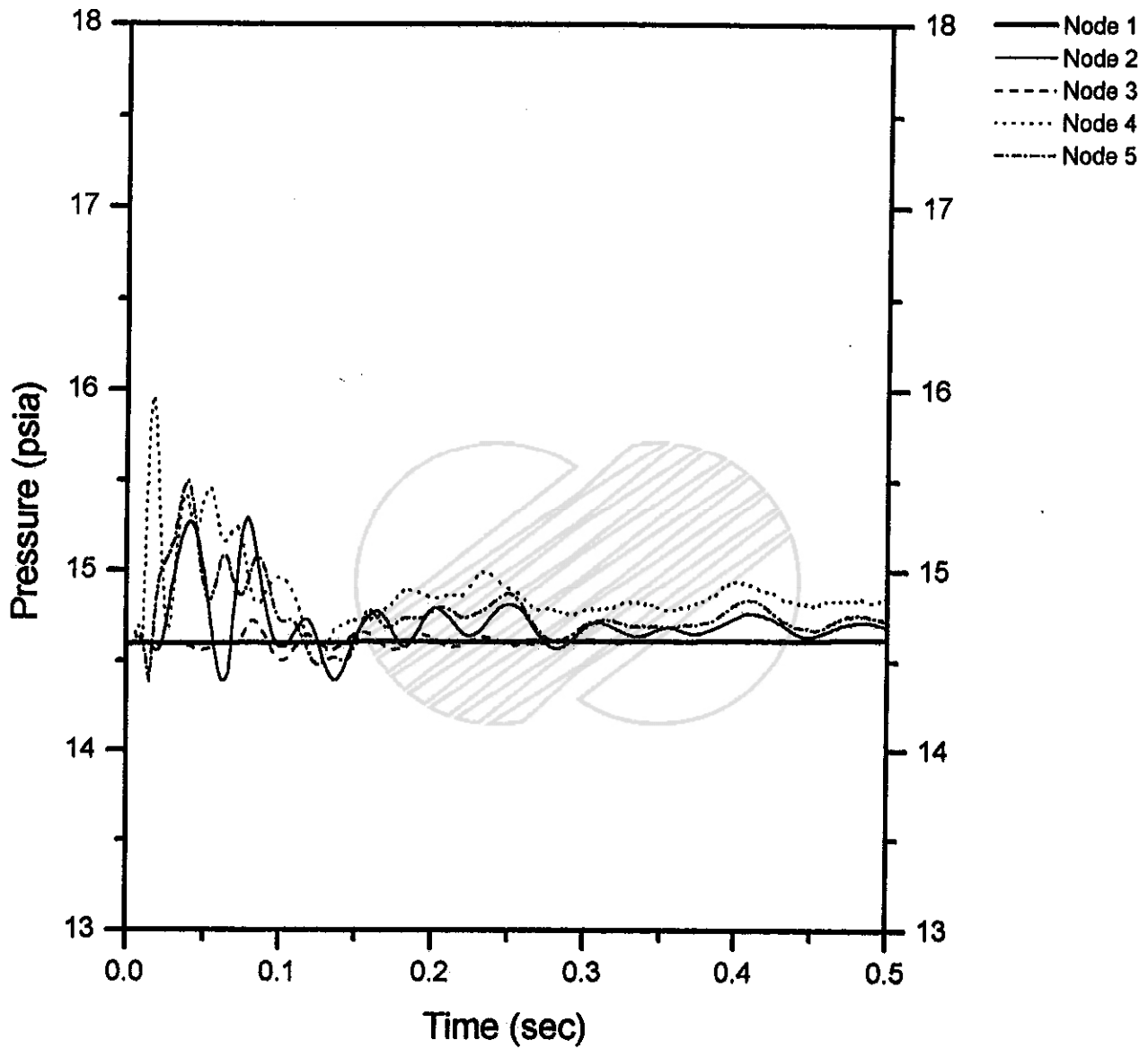


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 4)

그림 6.2-33 (32 중 8)

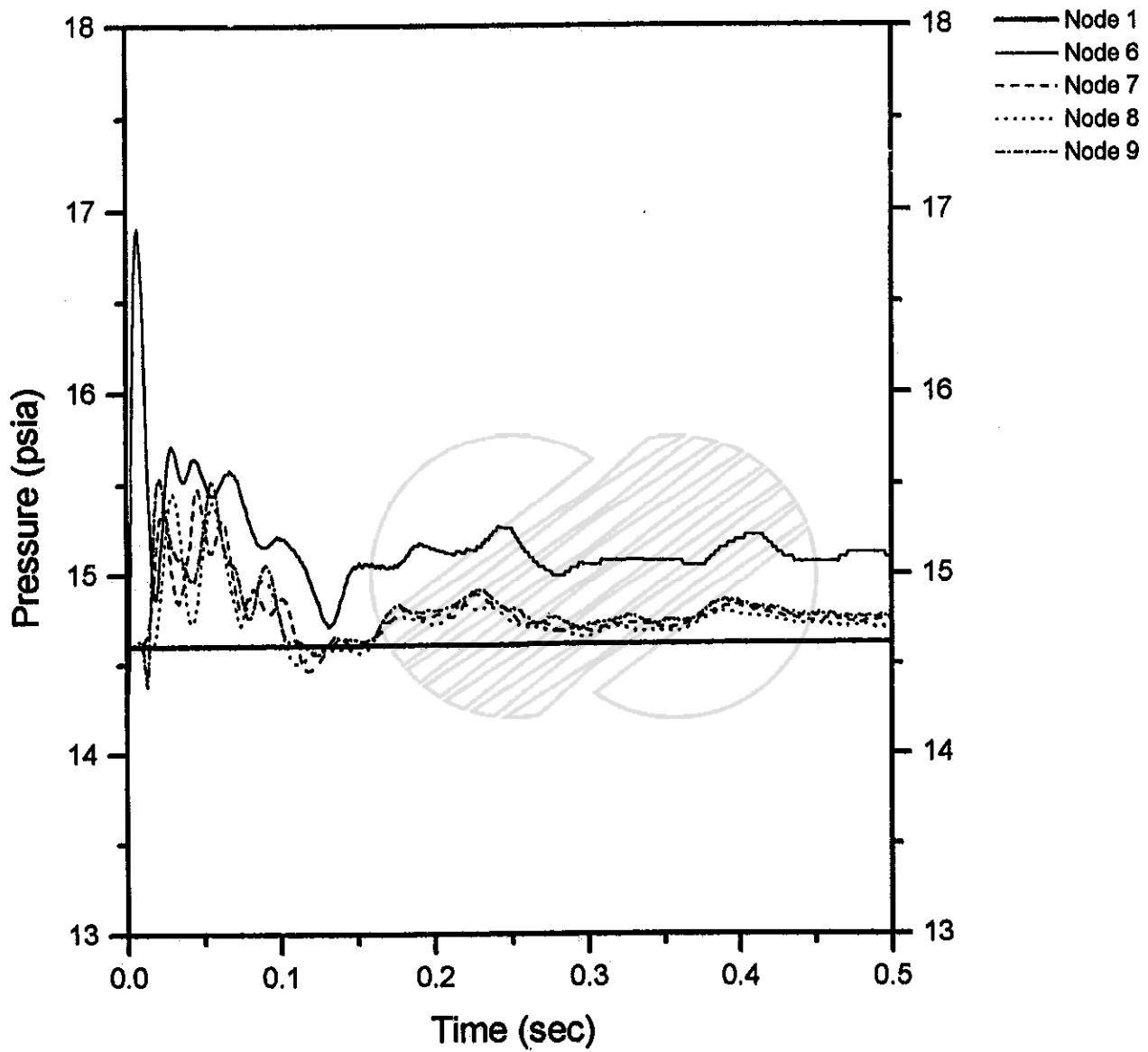
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 6)

그림 6.2-33 (32 중 9)

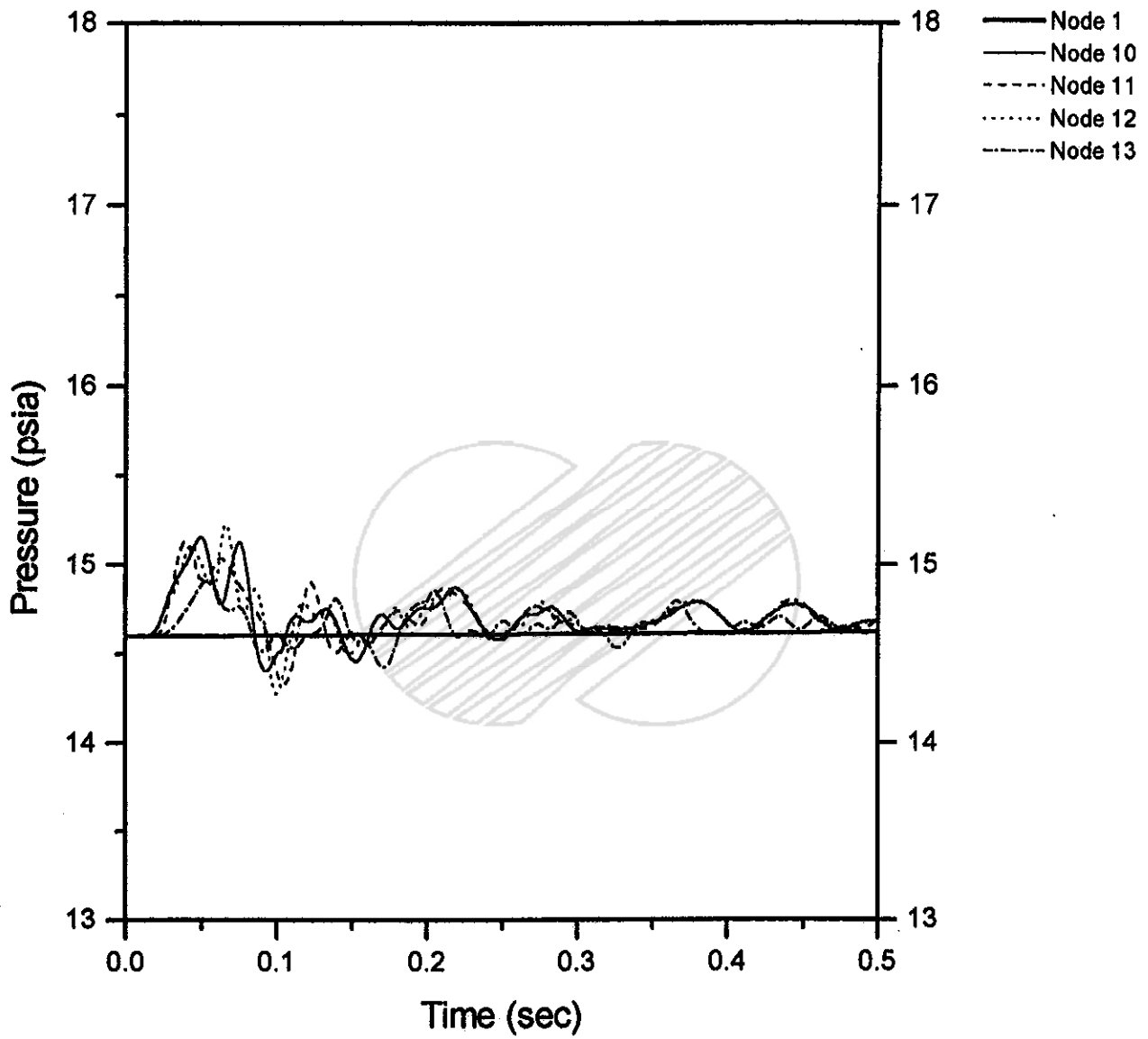


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 6)

그림 6.2-33 (32 중 10)

( )

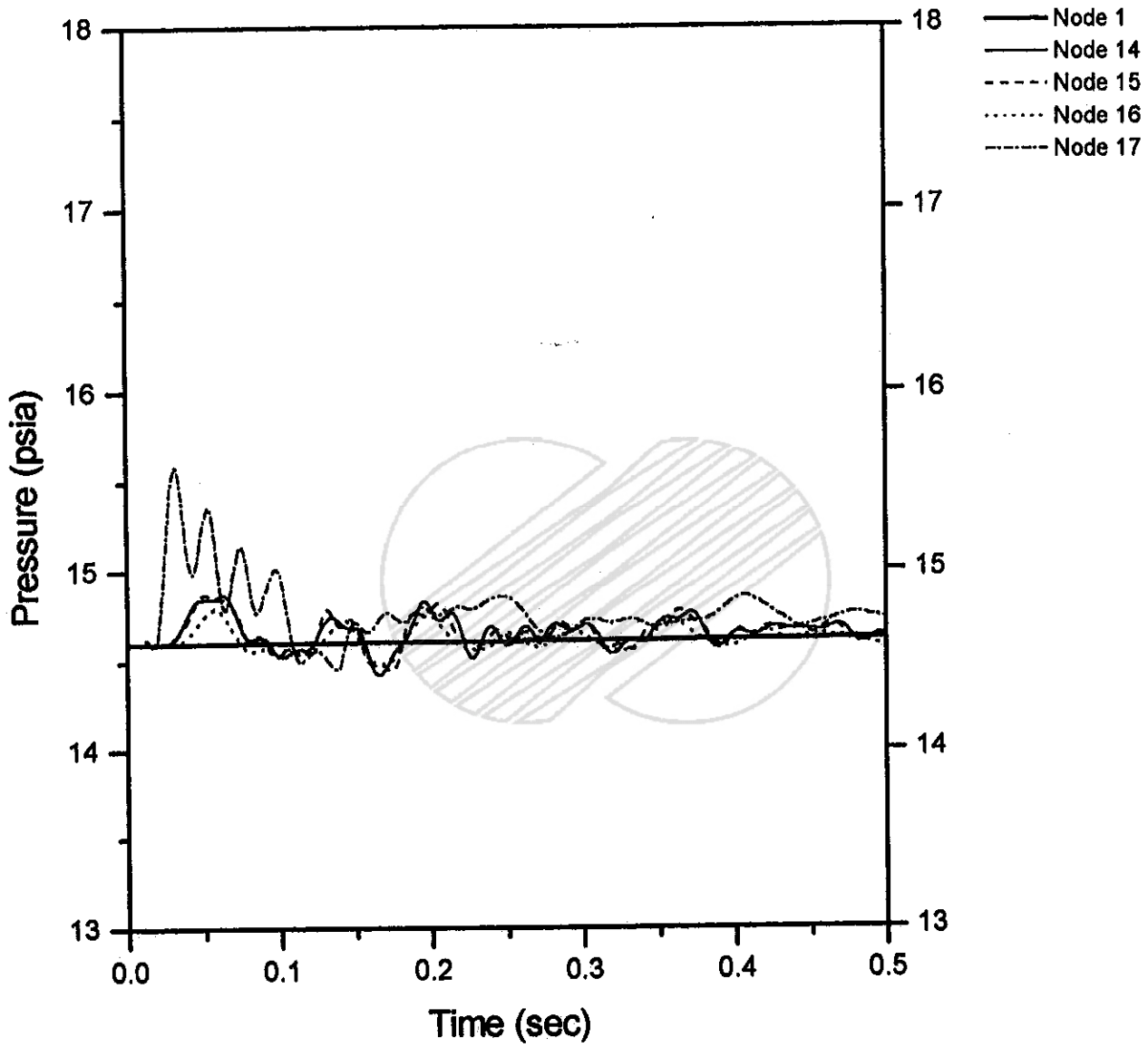


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 6)

그림 6.2-33 (32 중 11)

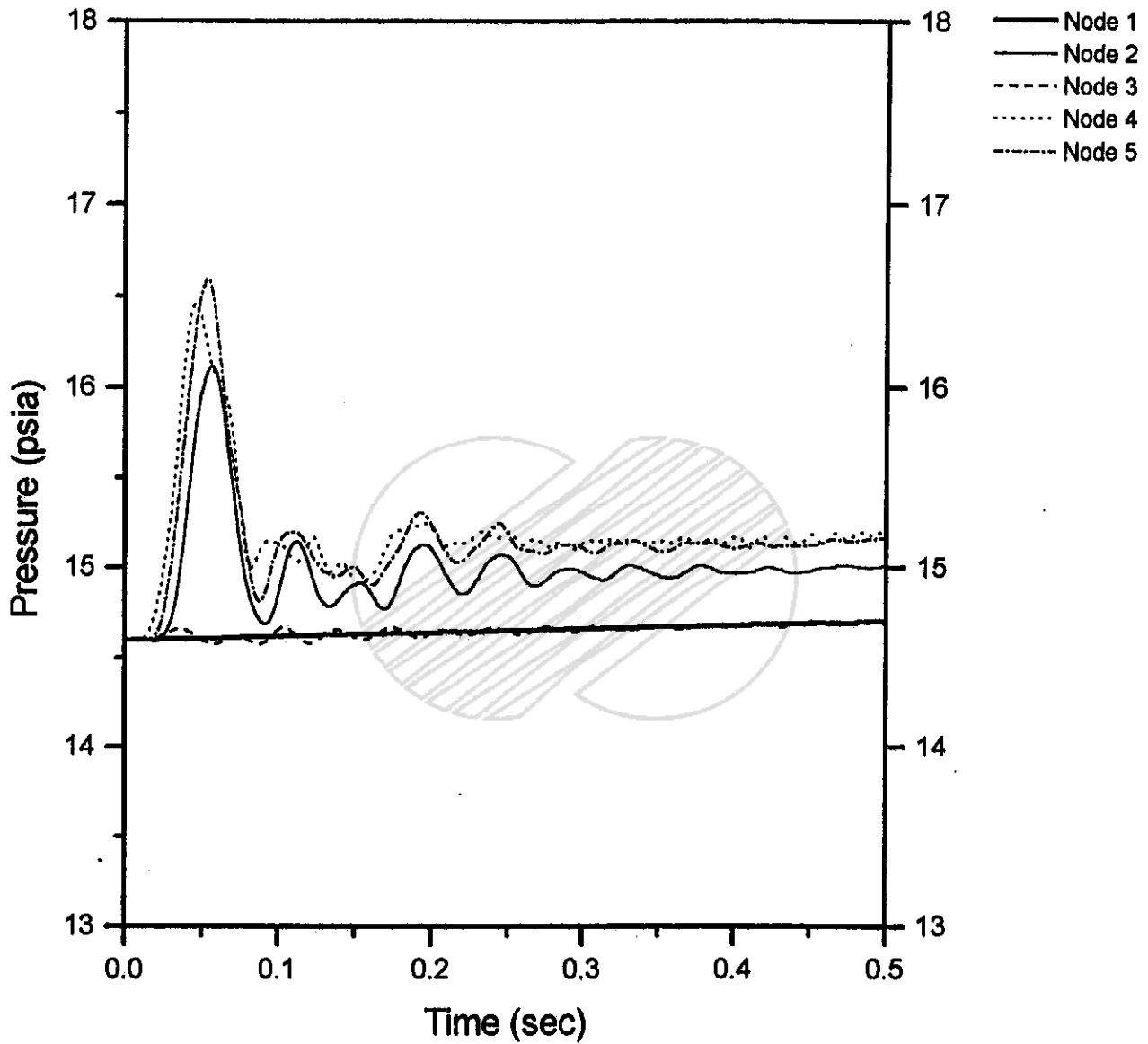
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 보조 살수 노즐 파단  
(파단노드 : 6)

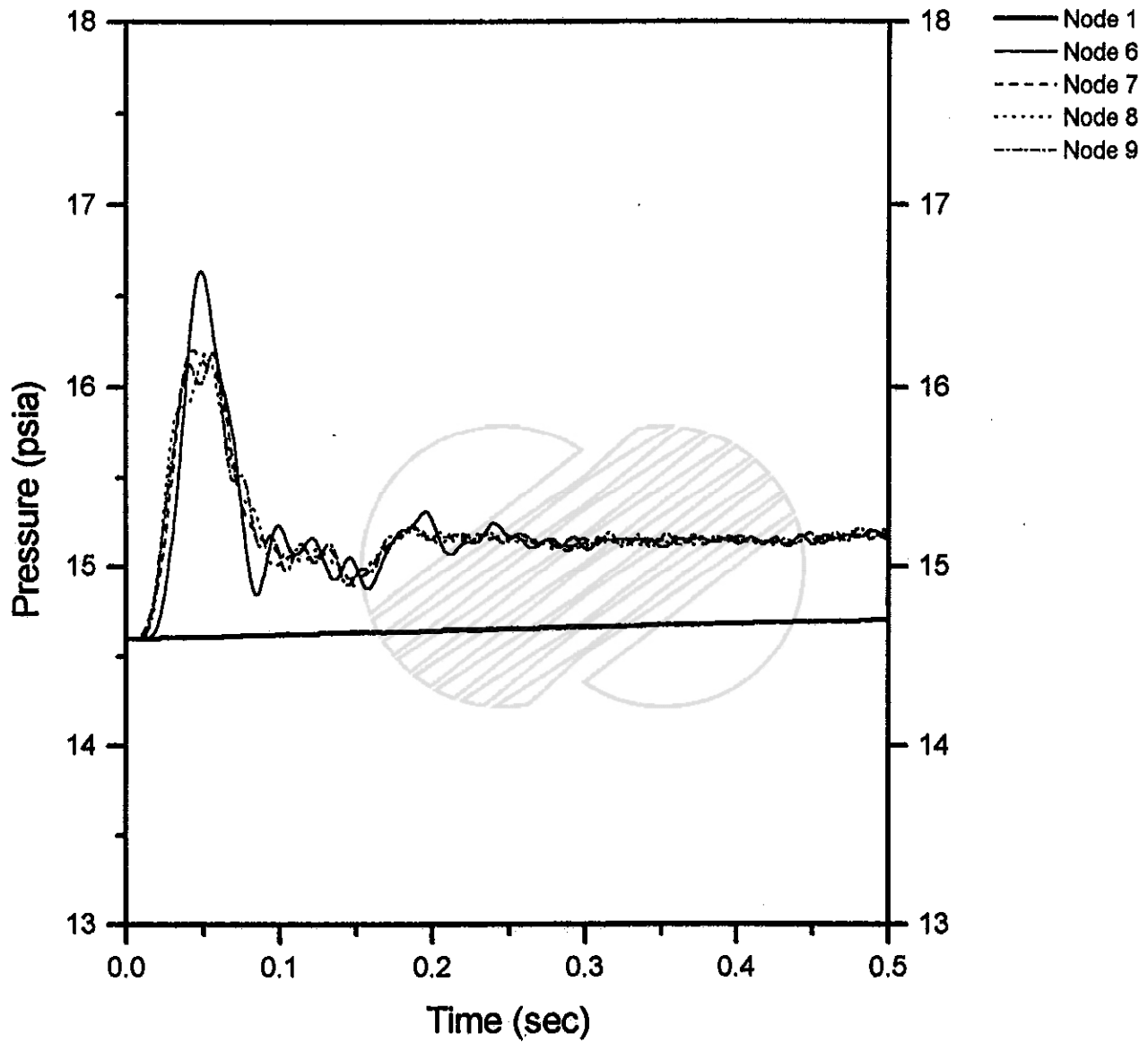
그림 6.2-33 (32 중 12)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 13)

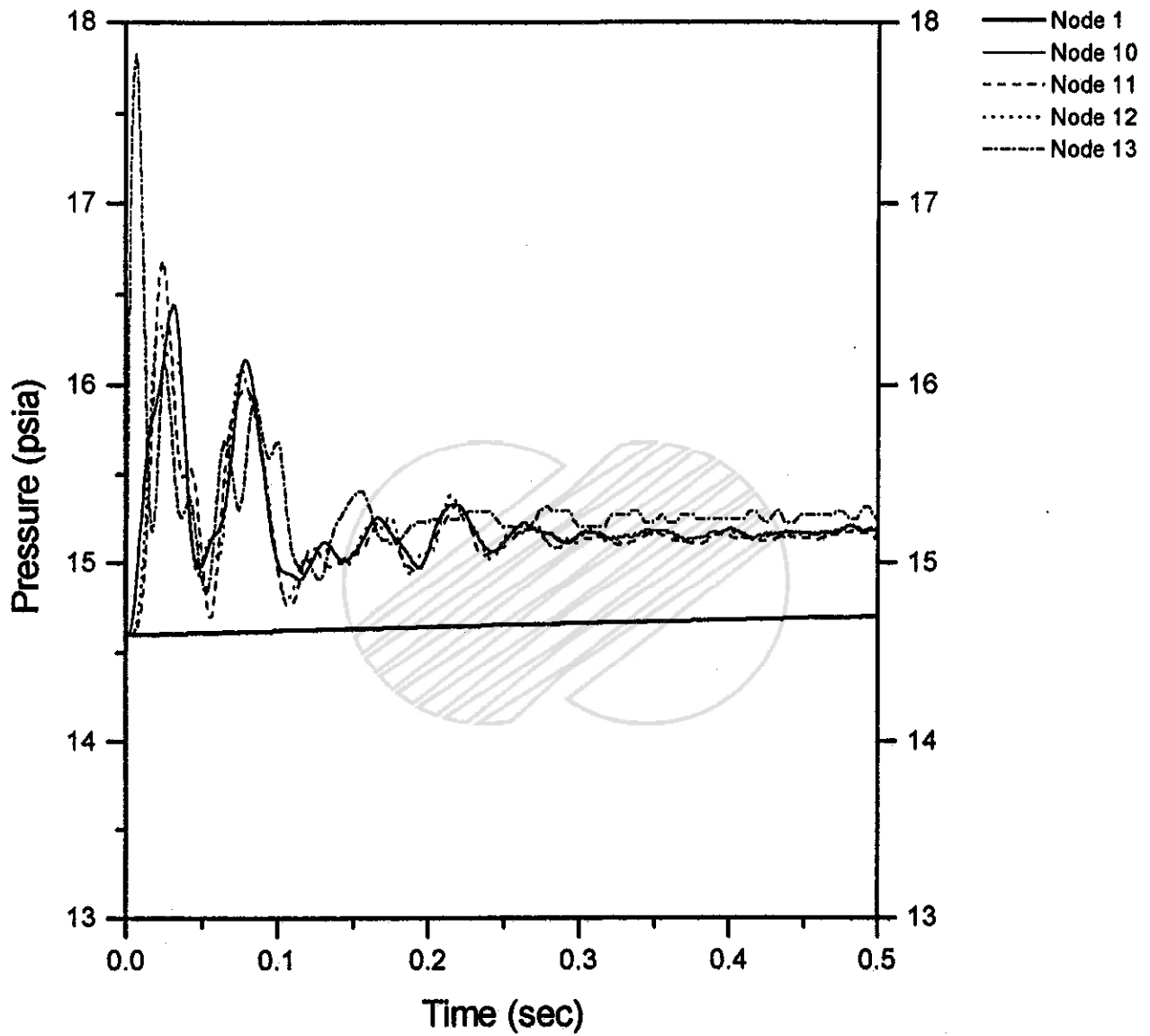


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 14)

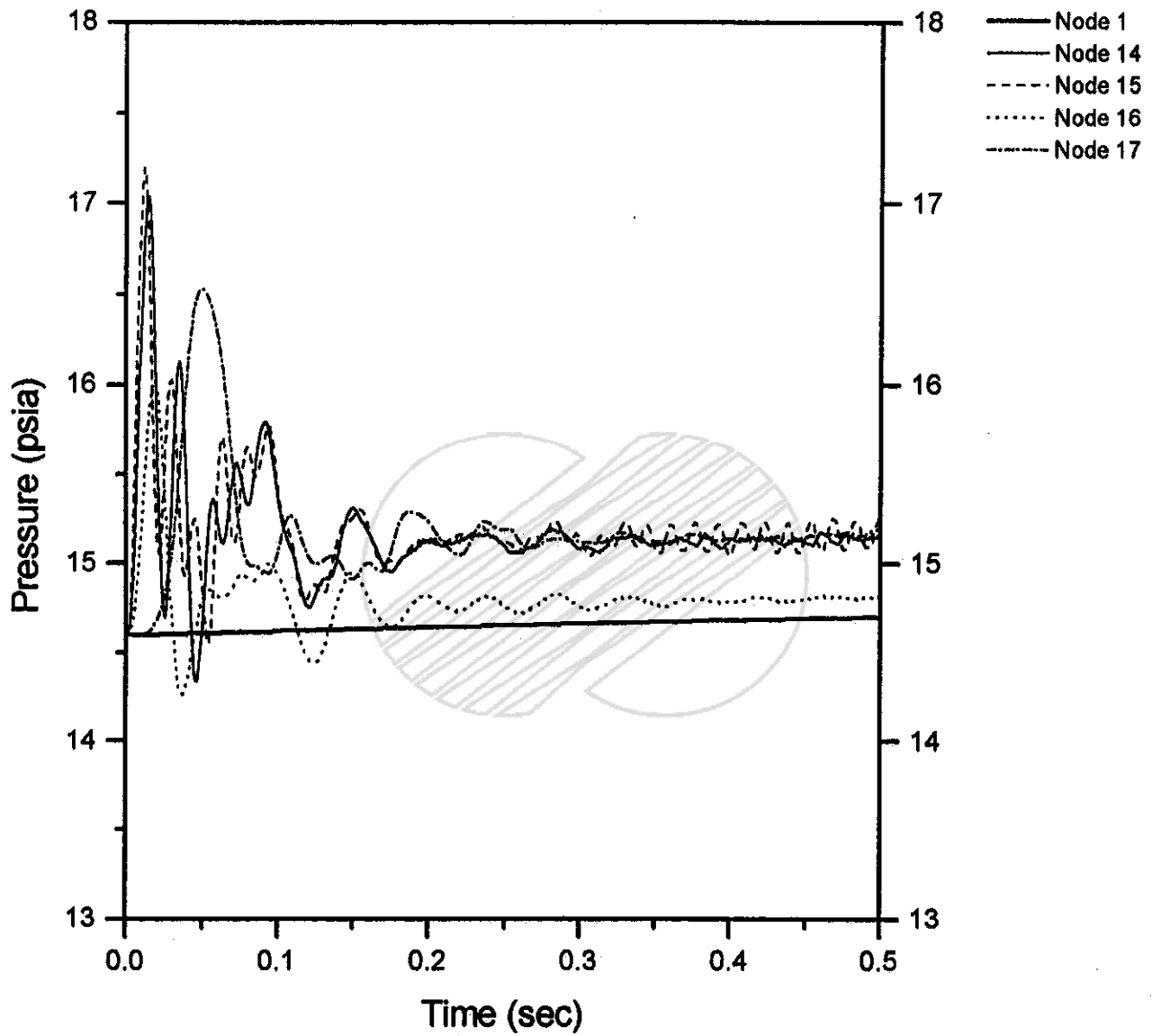




한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 15)

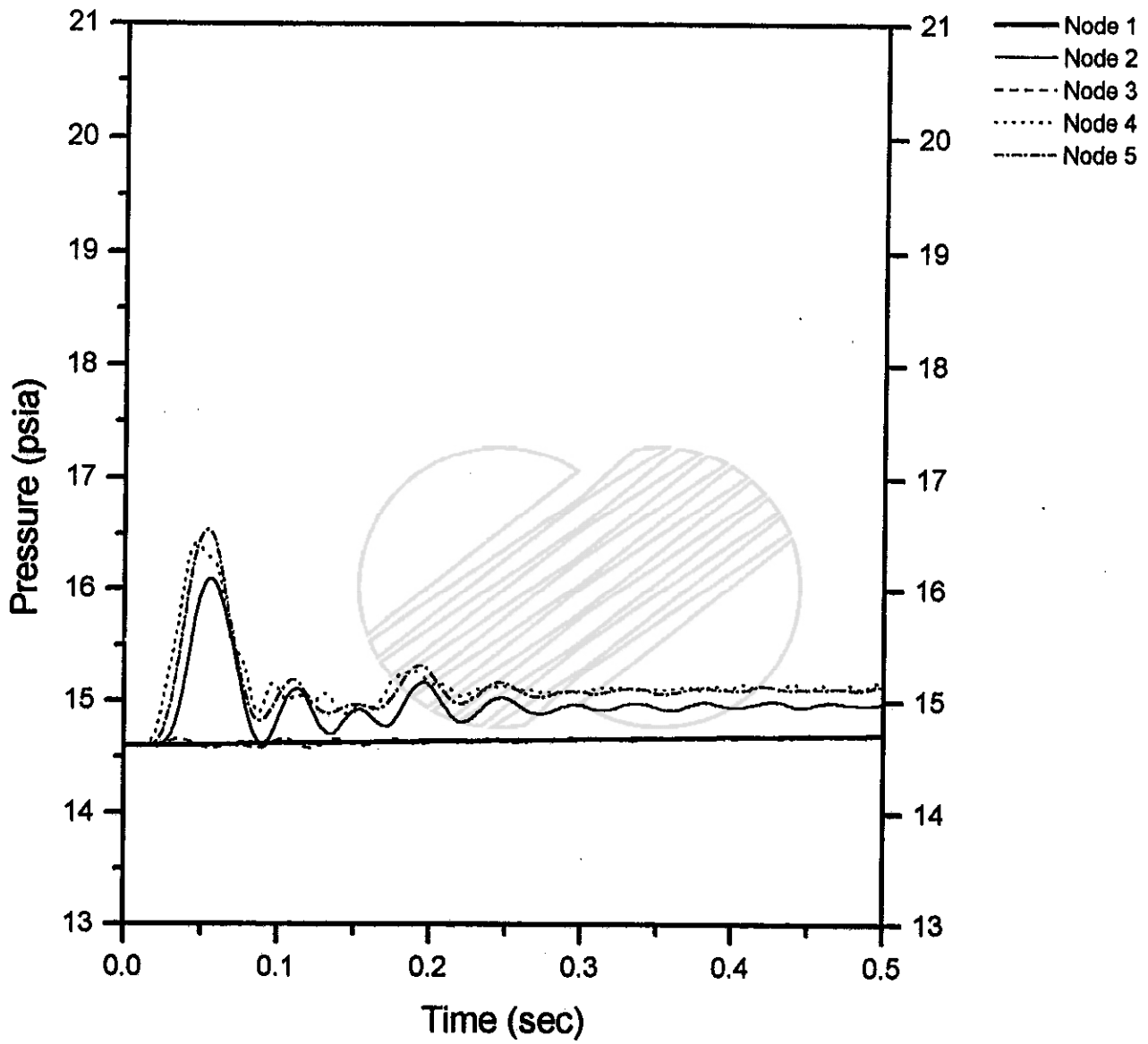


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 16)

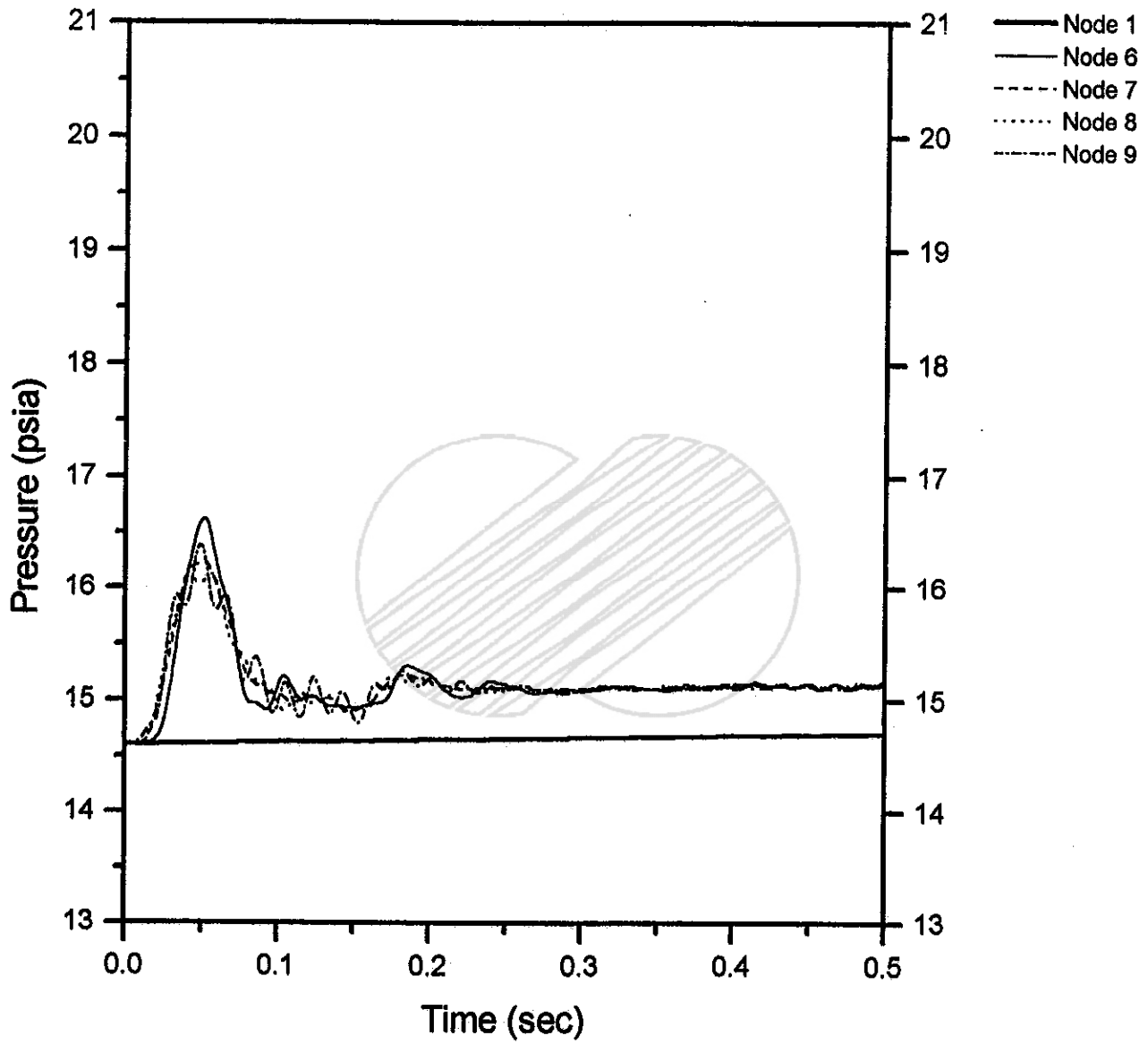
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 15)

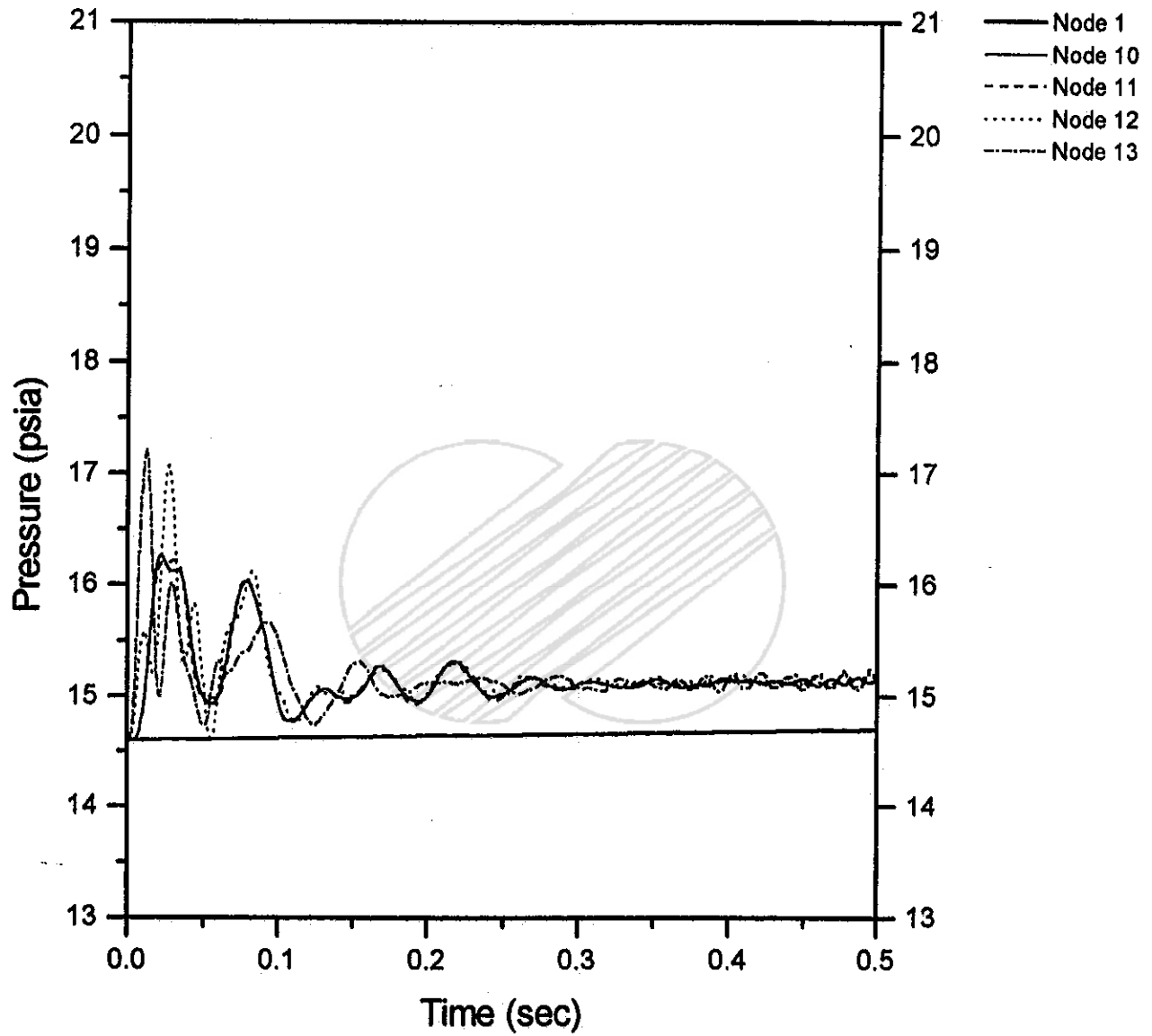
그림 6.2-33 (32 중 17)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 15)

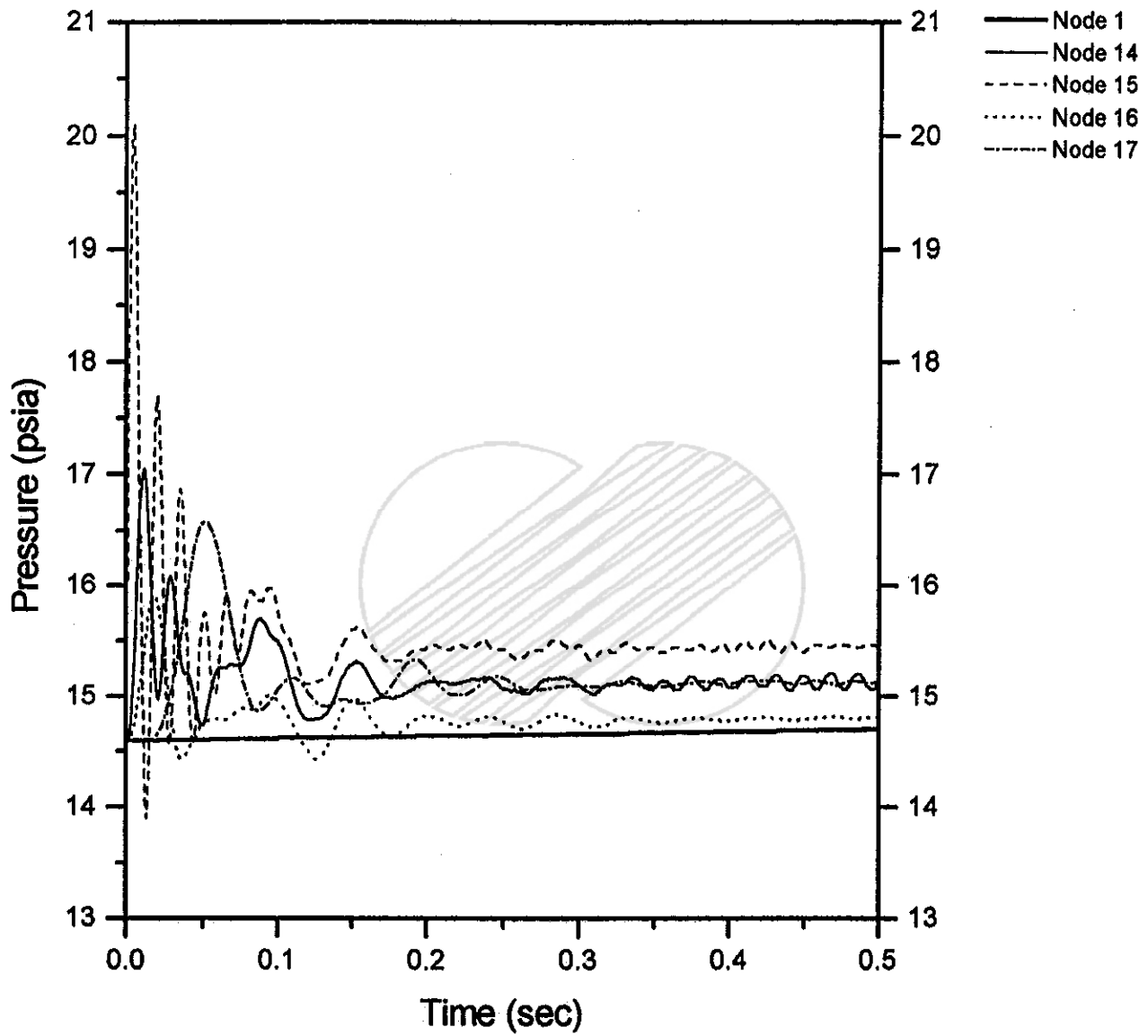
그림 6.2-33 (32 중 18)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 15)

그림 6.2-33 (32 중 19)

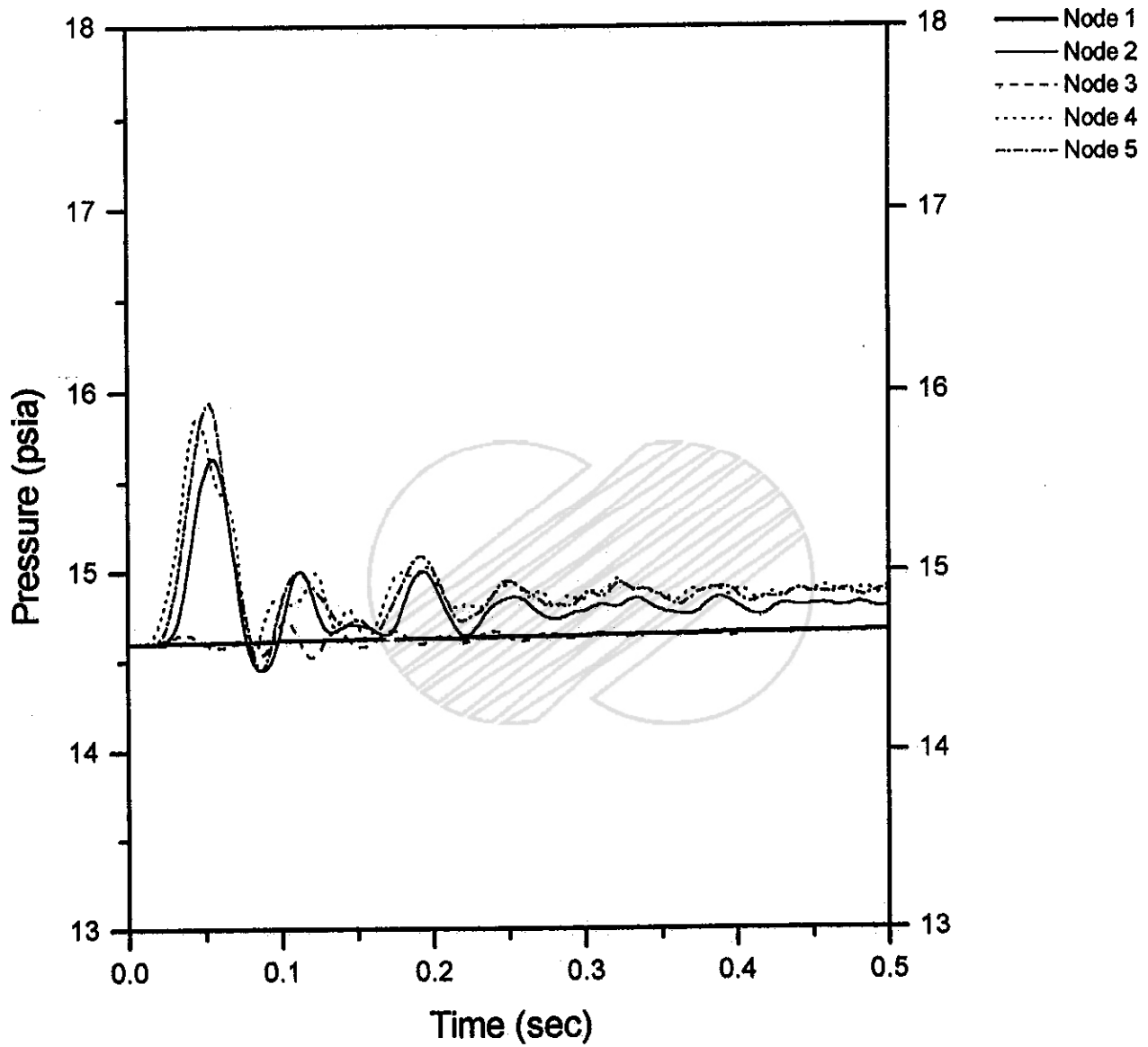


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 가압기안전밸브  
방출관 파단 (파단노드 : 15)

그림 6.2-33 (32 중 20)

( )

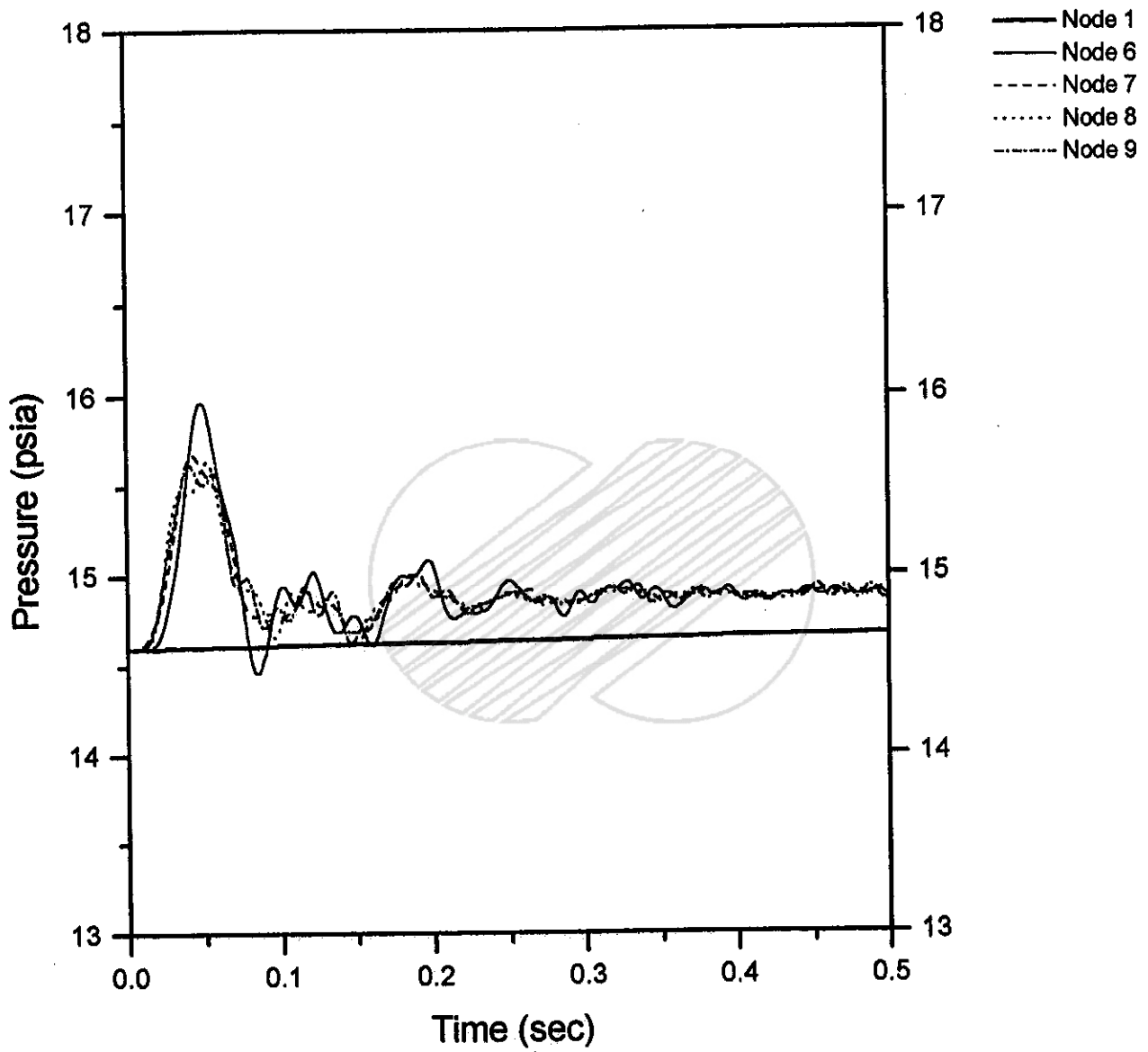


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 21)

( )



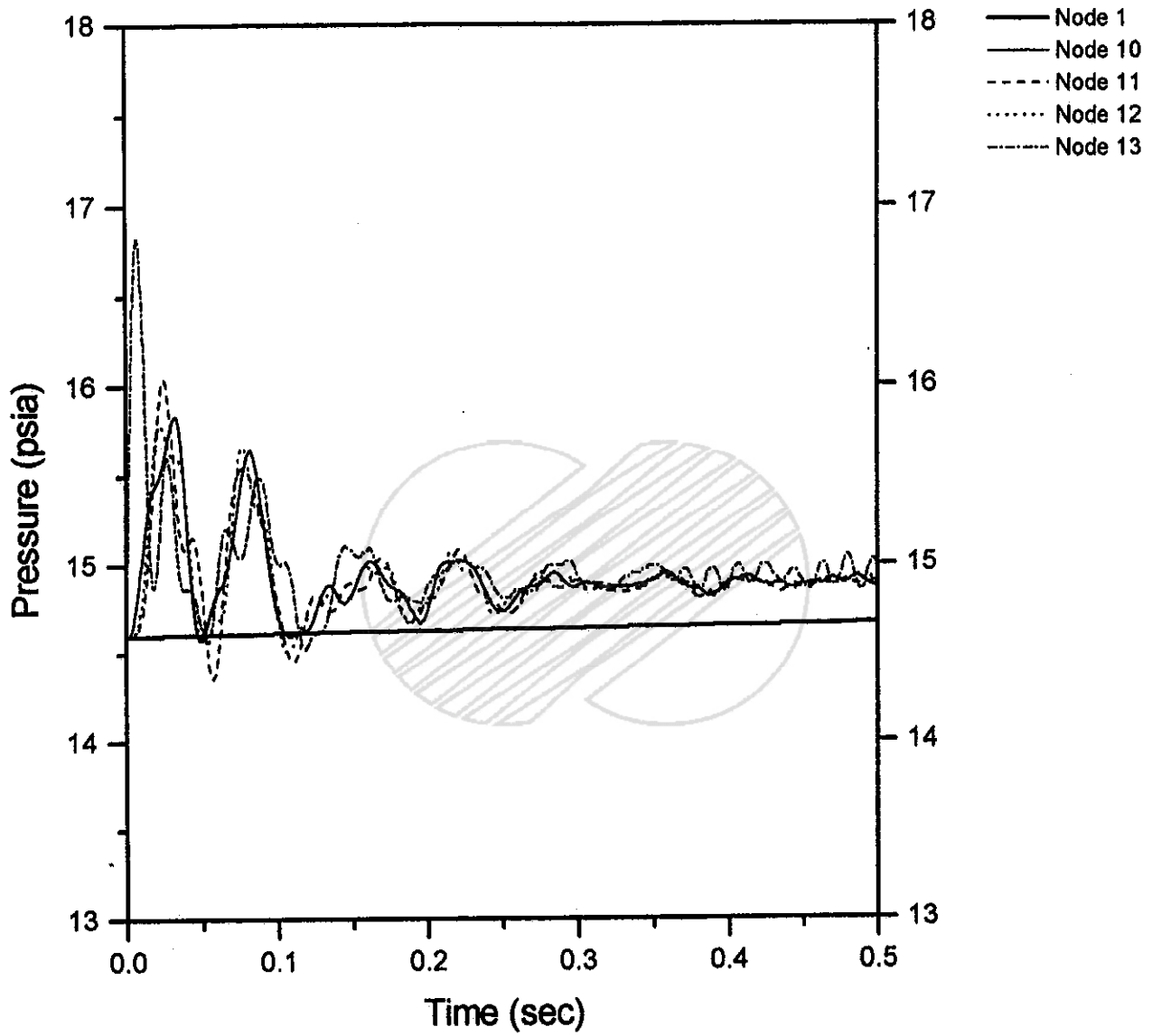
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 22)



( )

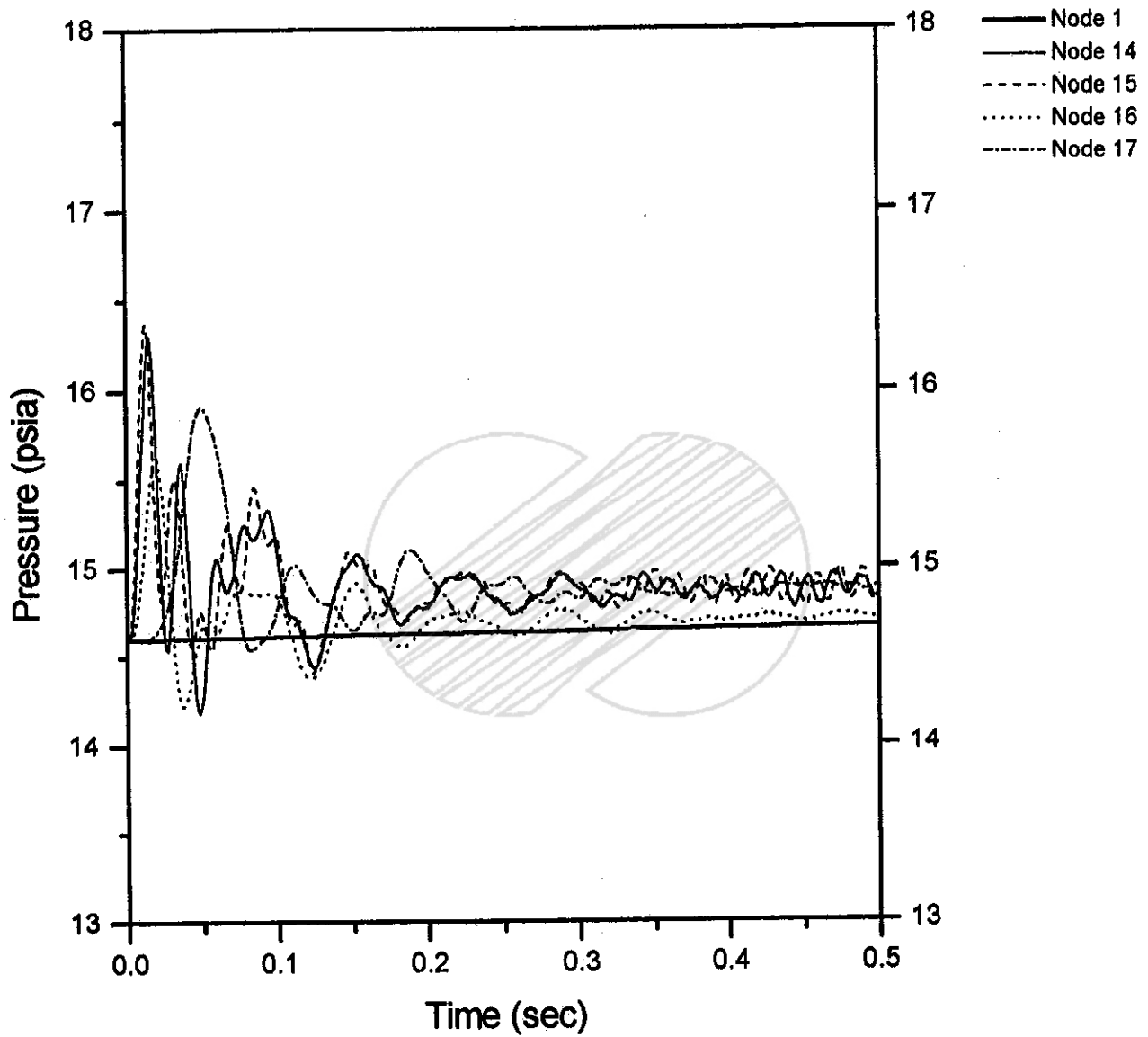


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 23)

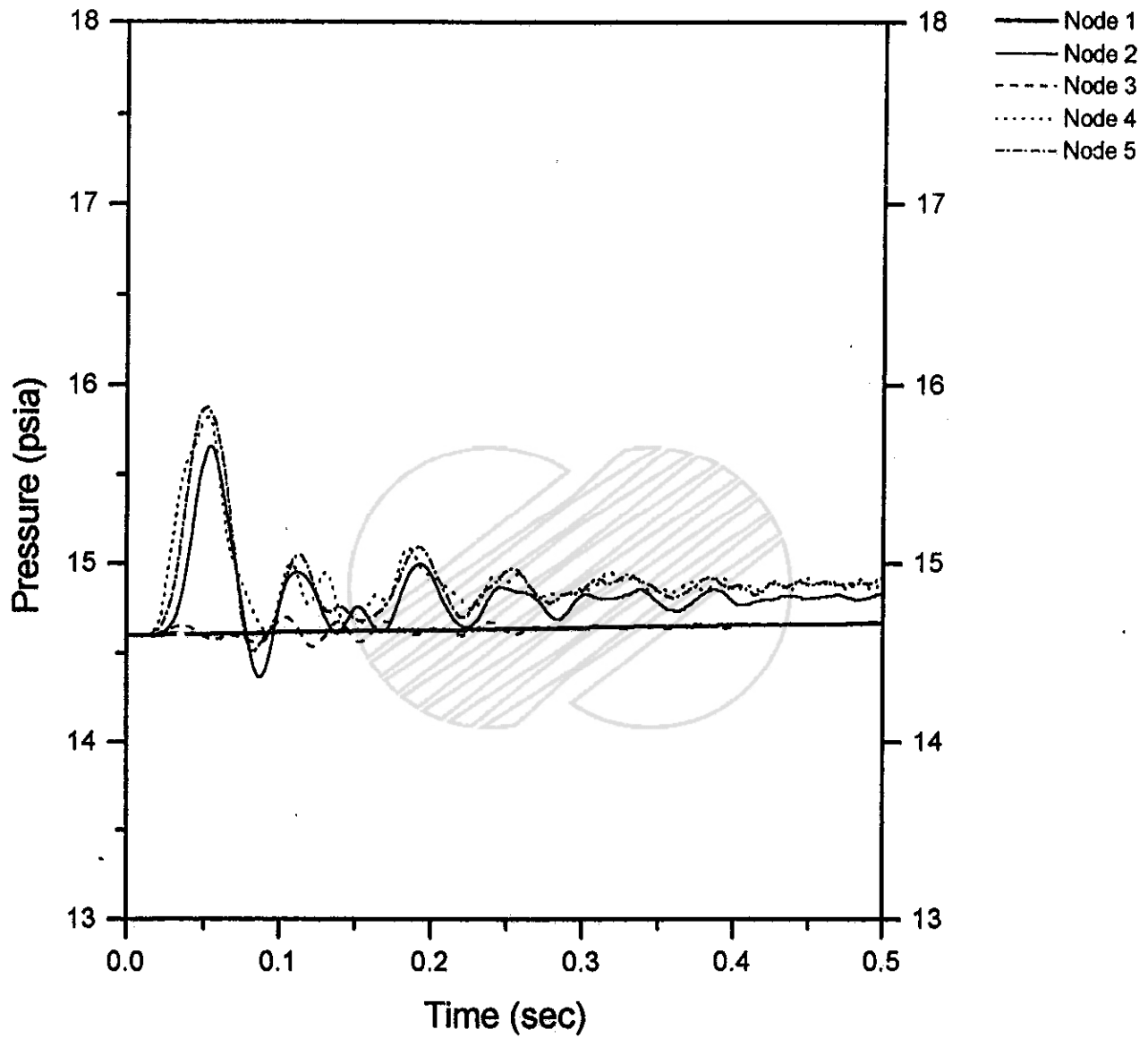
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 13)

그림 6.2-33 (32 중 24)

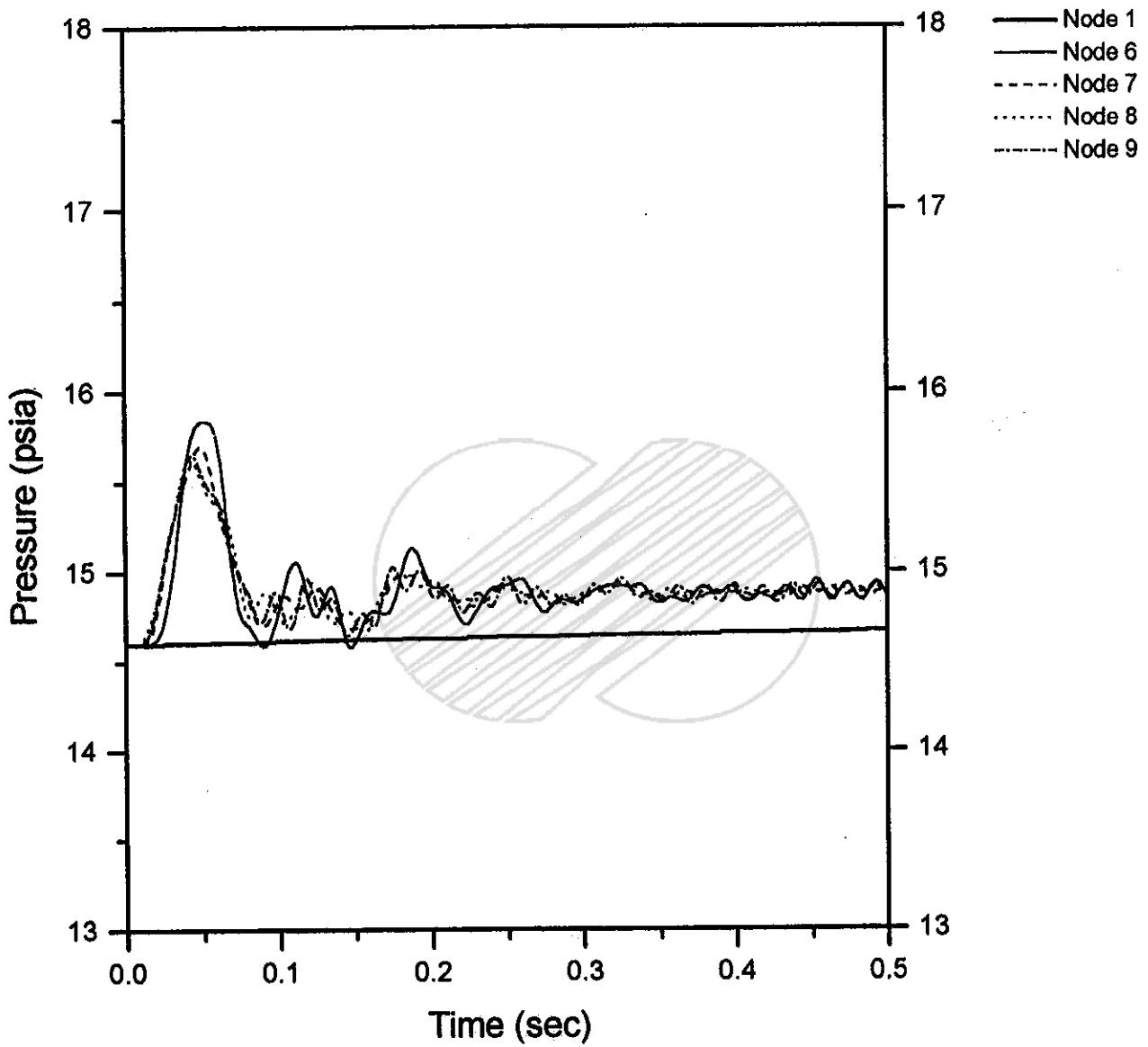


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 14)

그림 6.2-33 (32 중 25)

( )

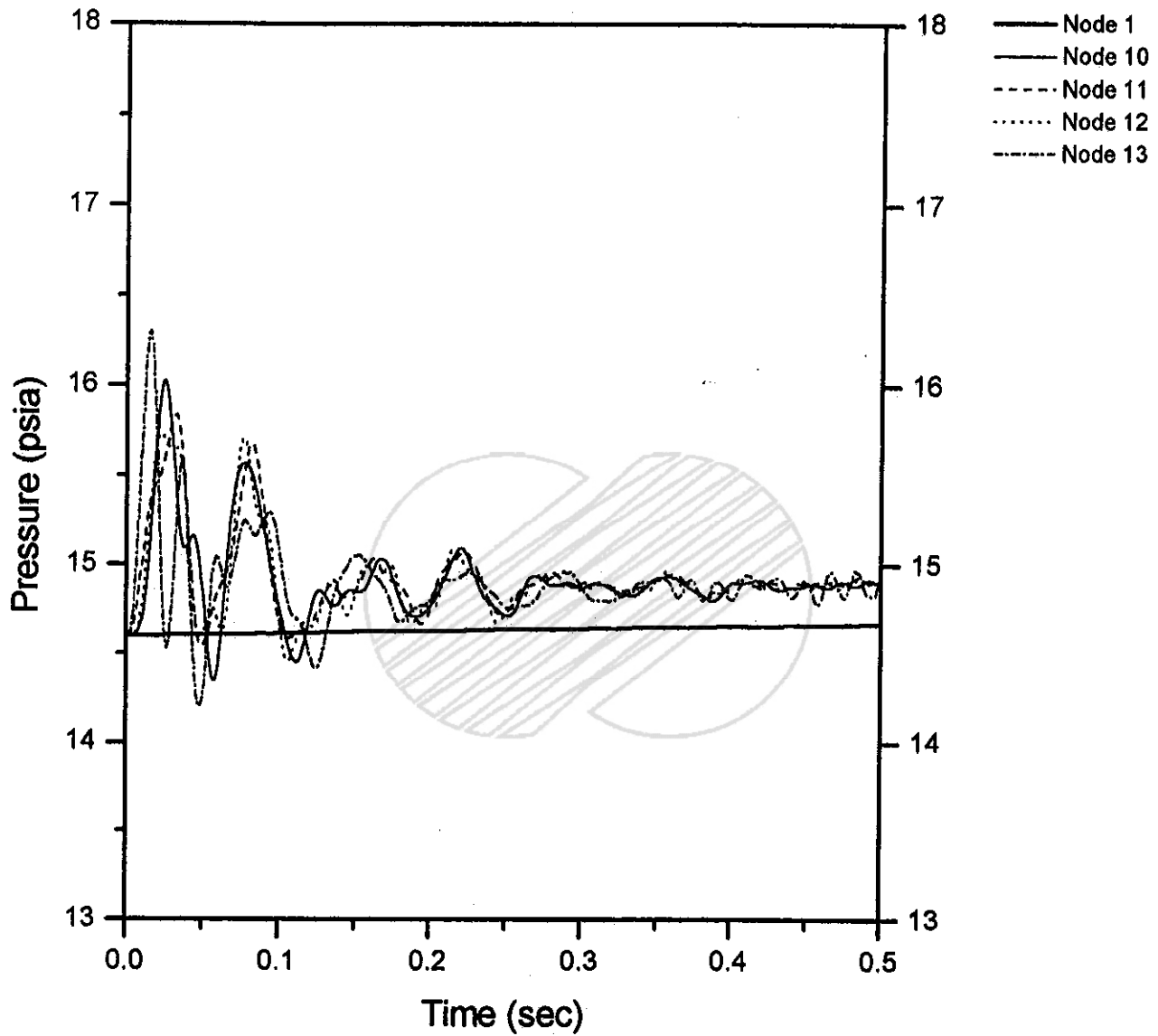


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 14)

그림 6.2-33 (32 중 26)

( )

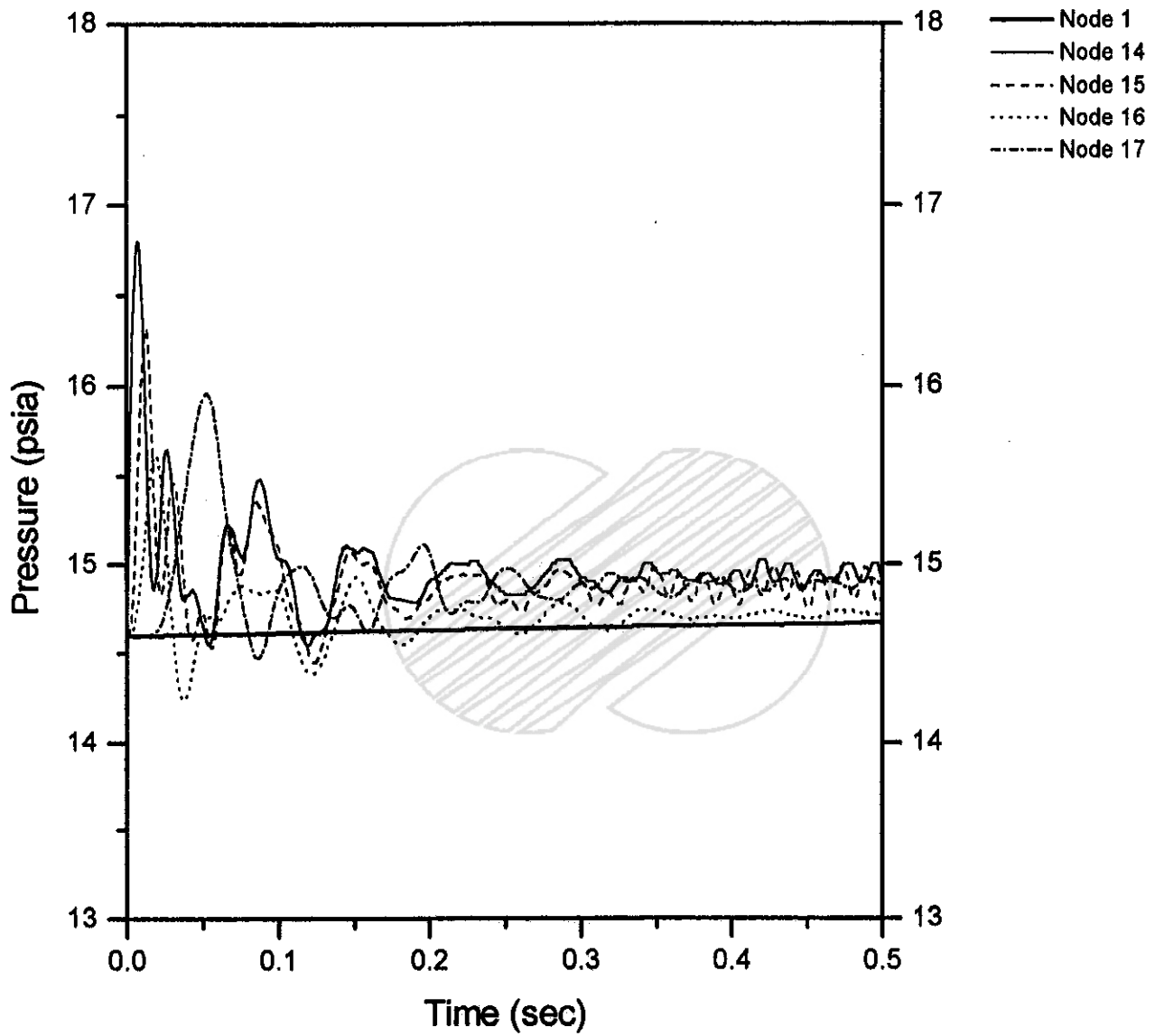


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 14)

그림 6.2-33 (32 중 27)

( )

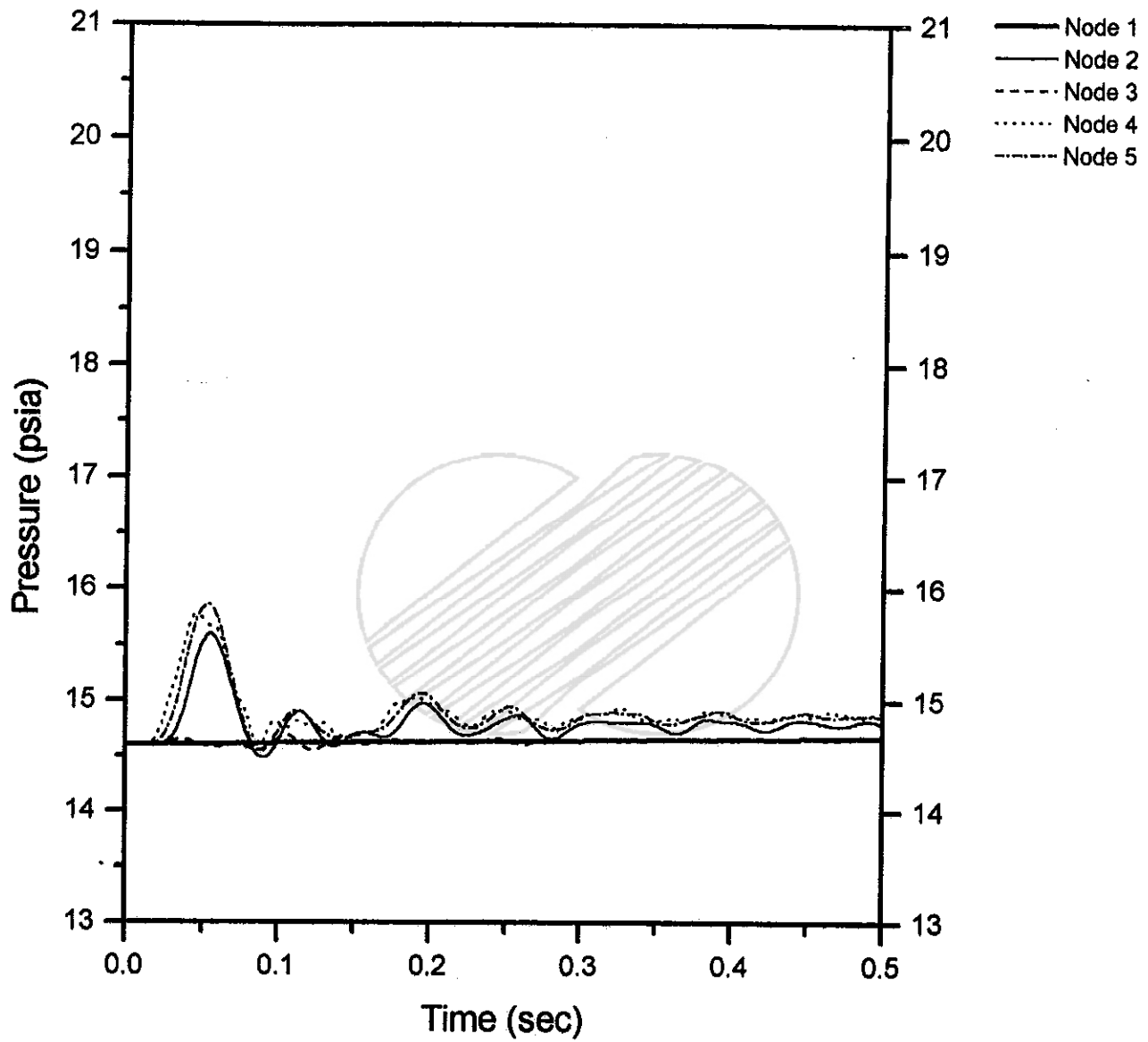


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 14)

그림 6.2-33 (32 중 28)

( )

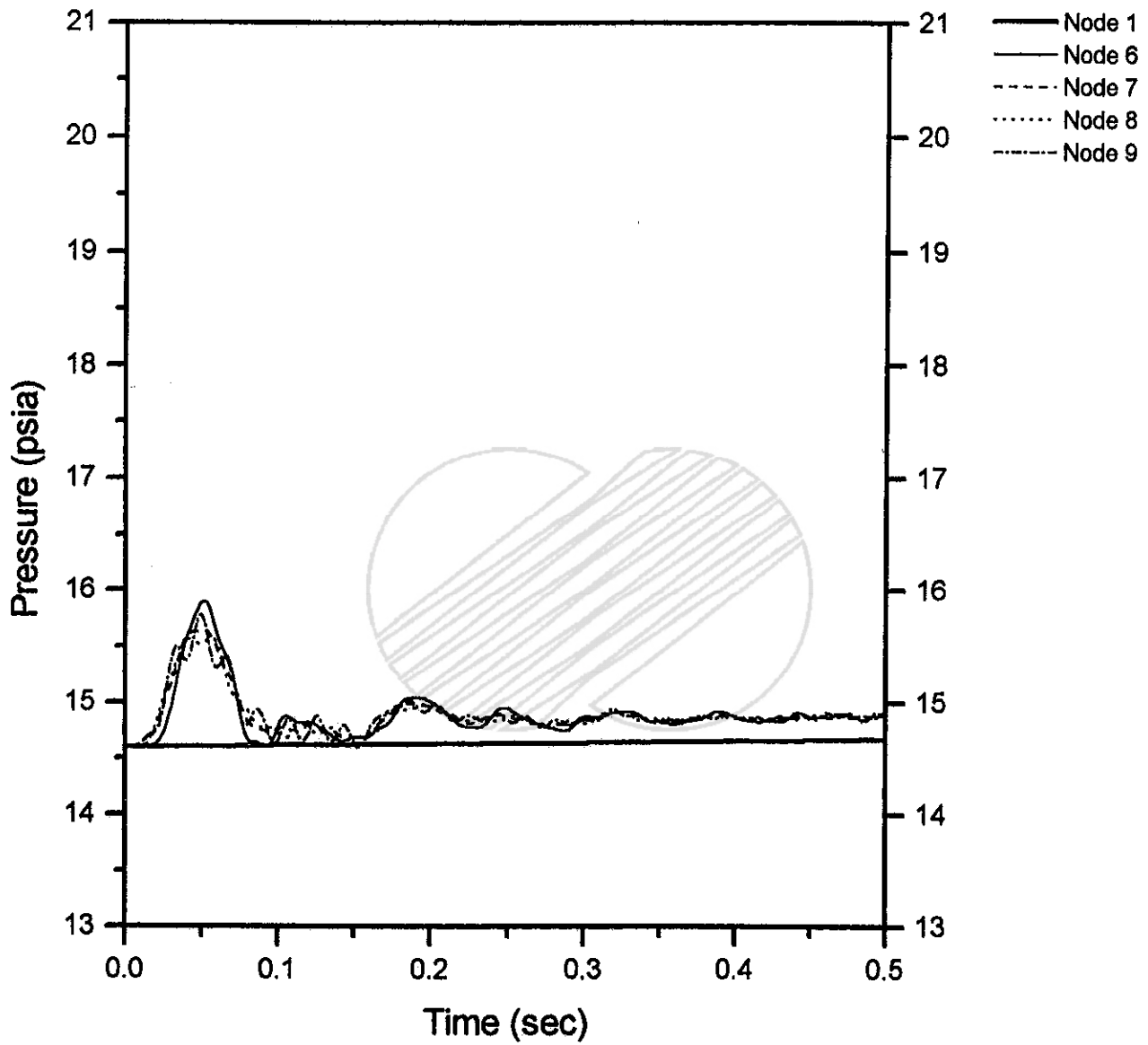


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 15)

그림 6.2-33 (32 중 29)

( )



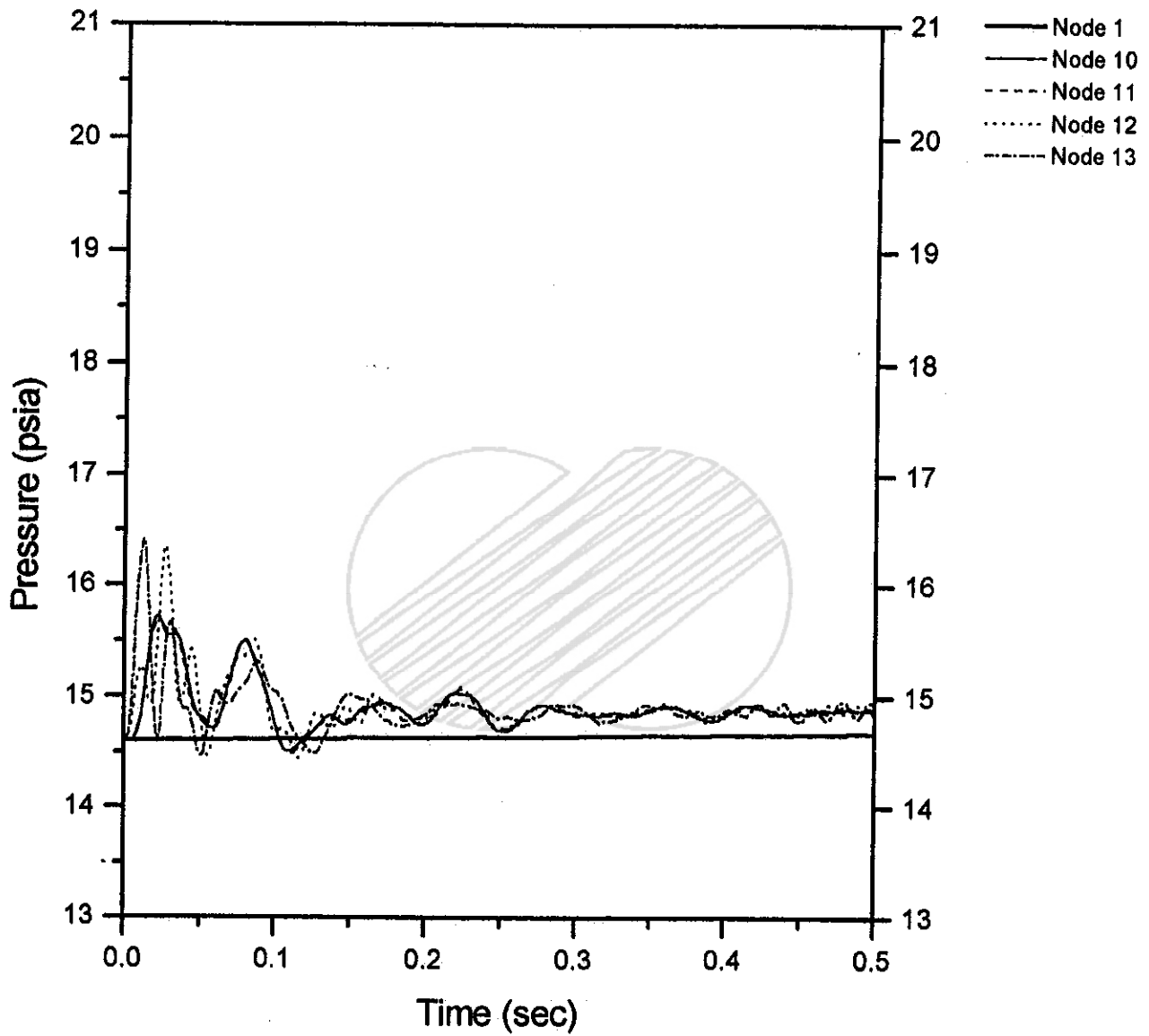
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 15)

그림 6.2-33 (32 중 30)



( )

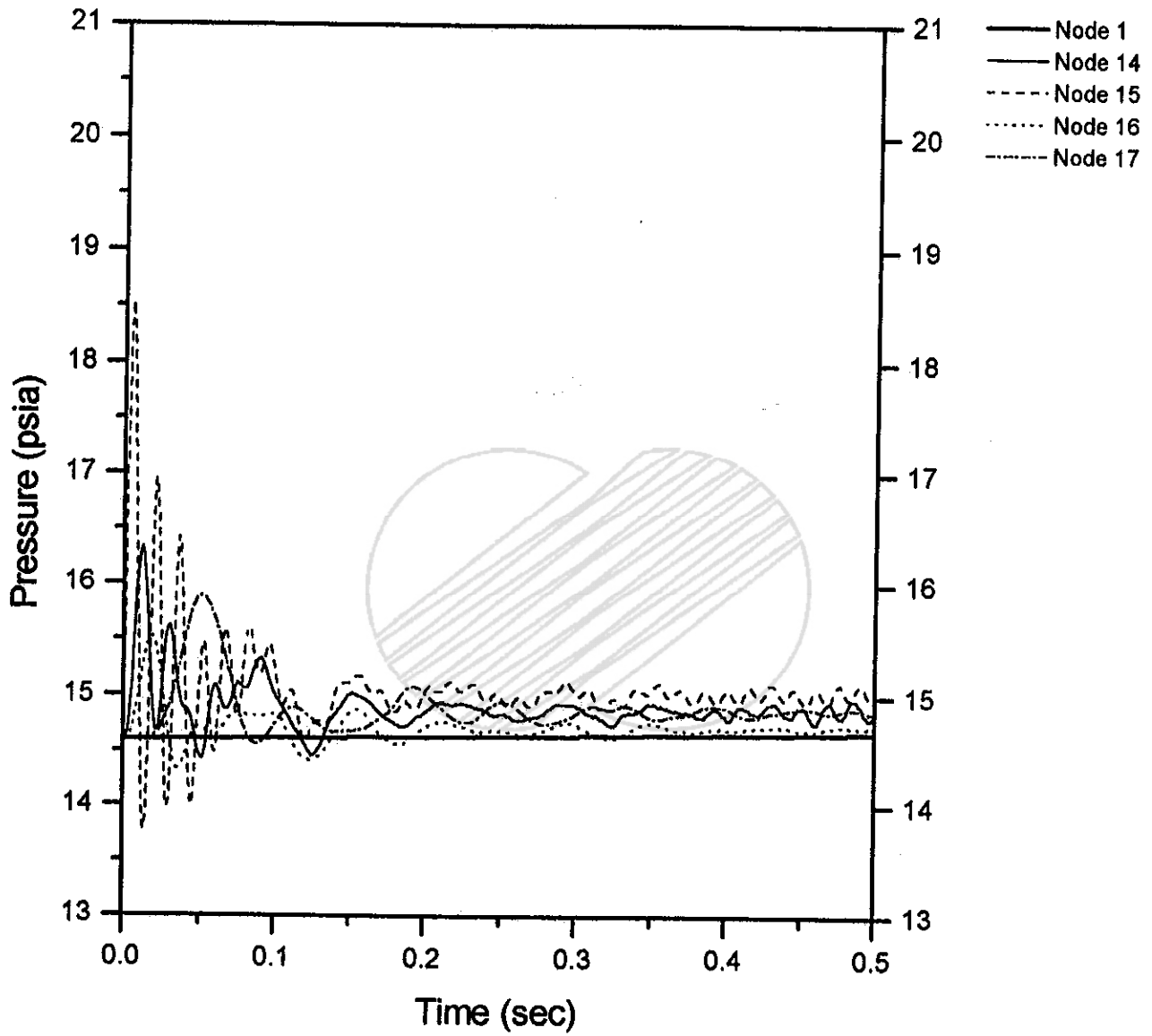


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 15)

그림 6.2-33 (32 중 31)

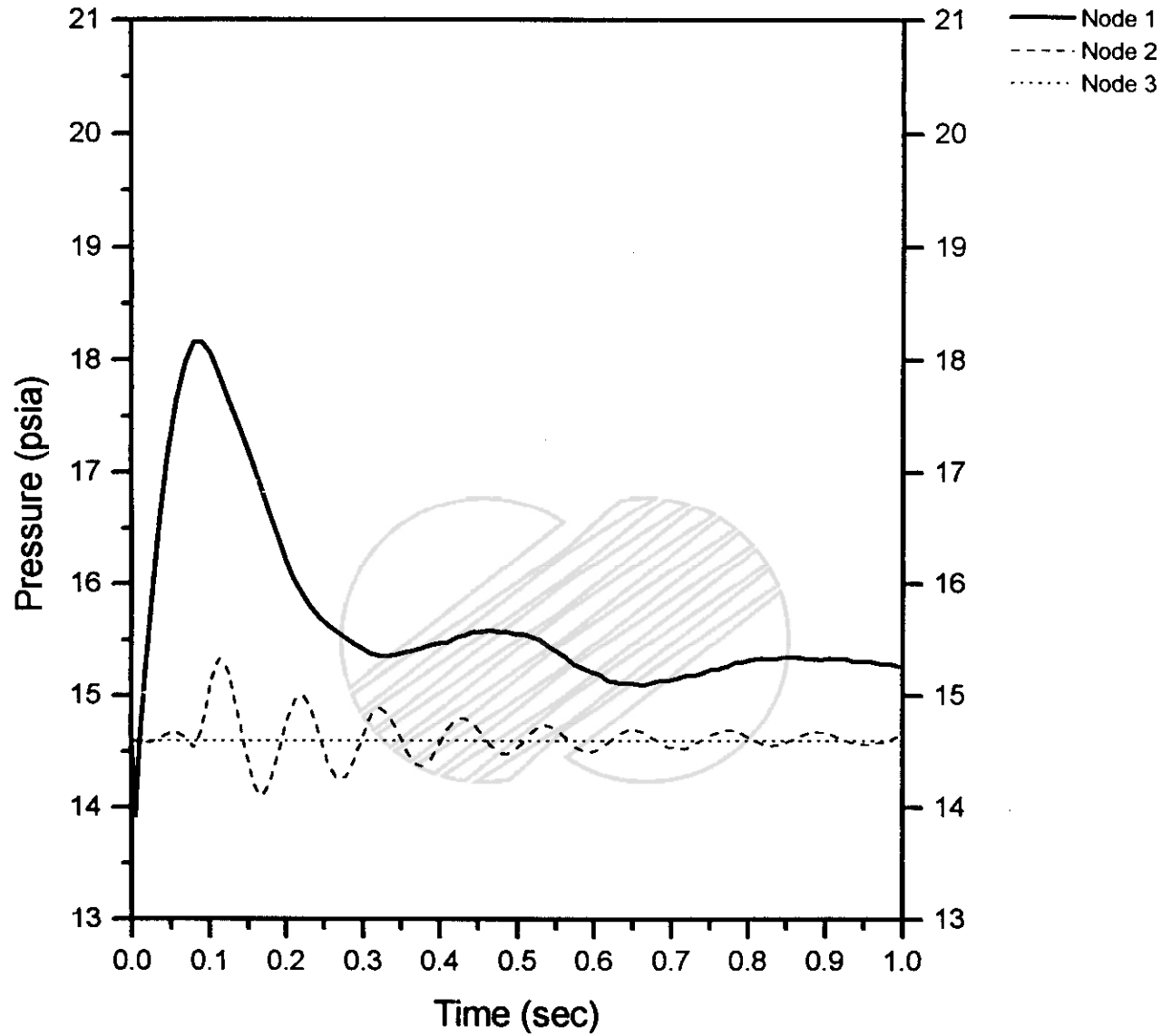
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 격실 압력 응답 - 안전감압관 파단  
(파단노드 : 15)

그림 6.2-33 (32 중 32)

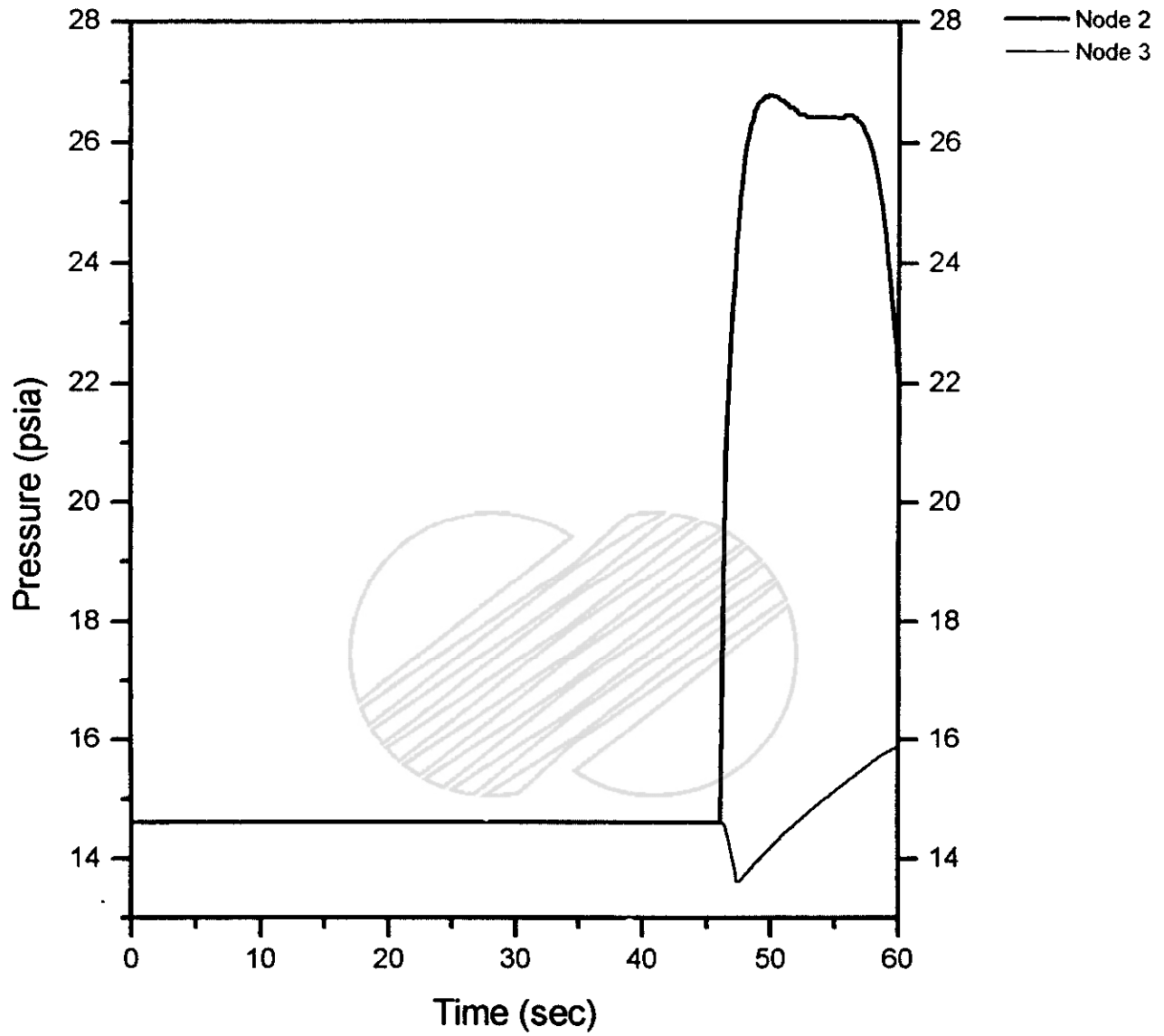


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

재생열교환기 격실 압력 응답 -  
화학 및 체적 제어계통 유출관 파단

그림 6.2-34

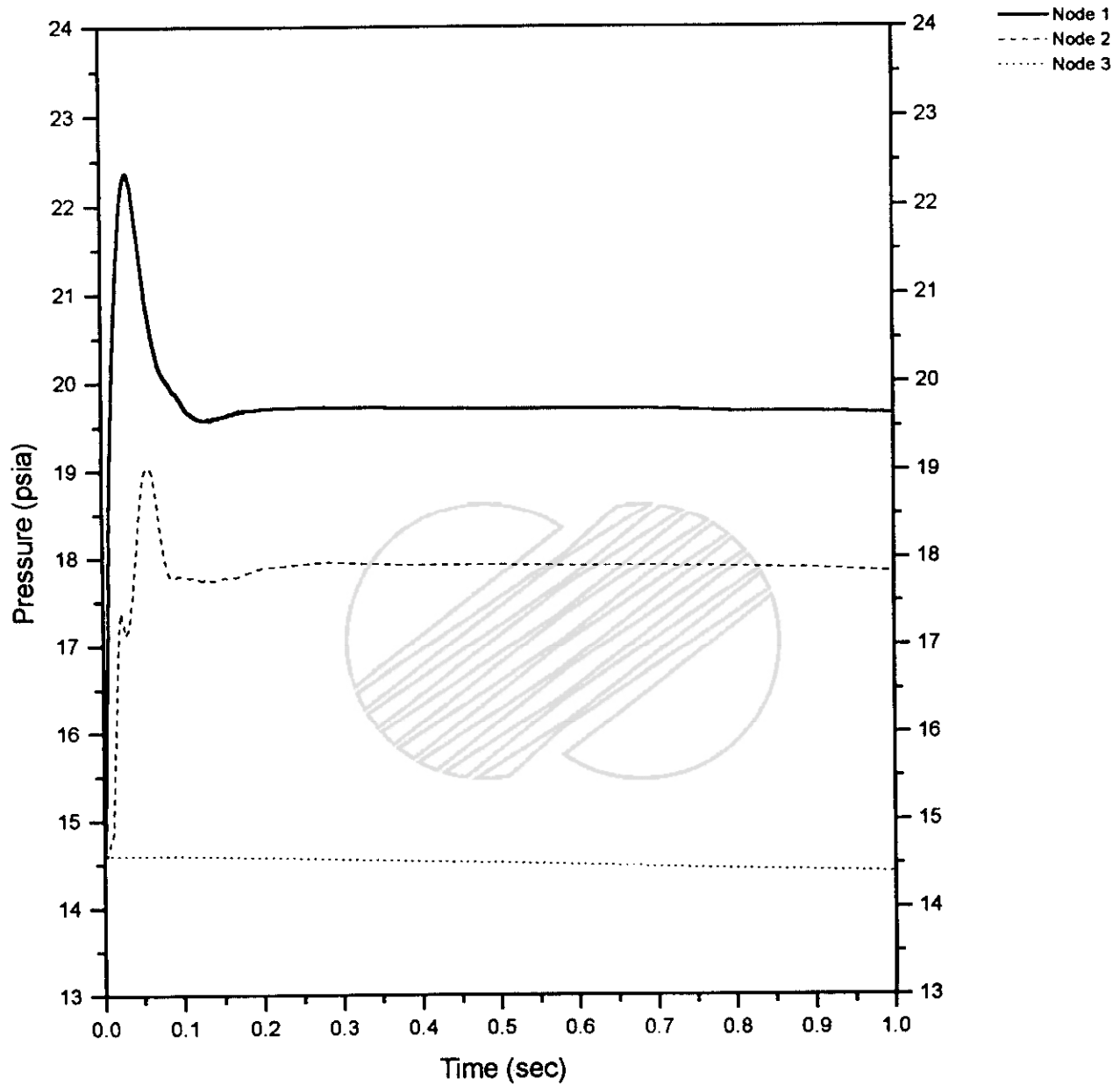
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

원자로 배수 탱크 격실 압력 응답 -  
원자로 배수 탱크 파열판 파열

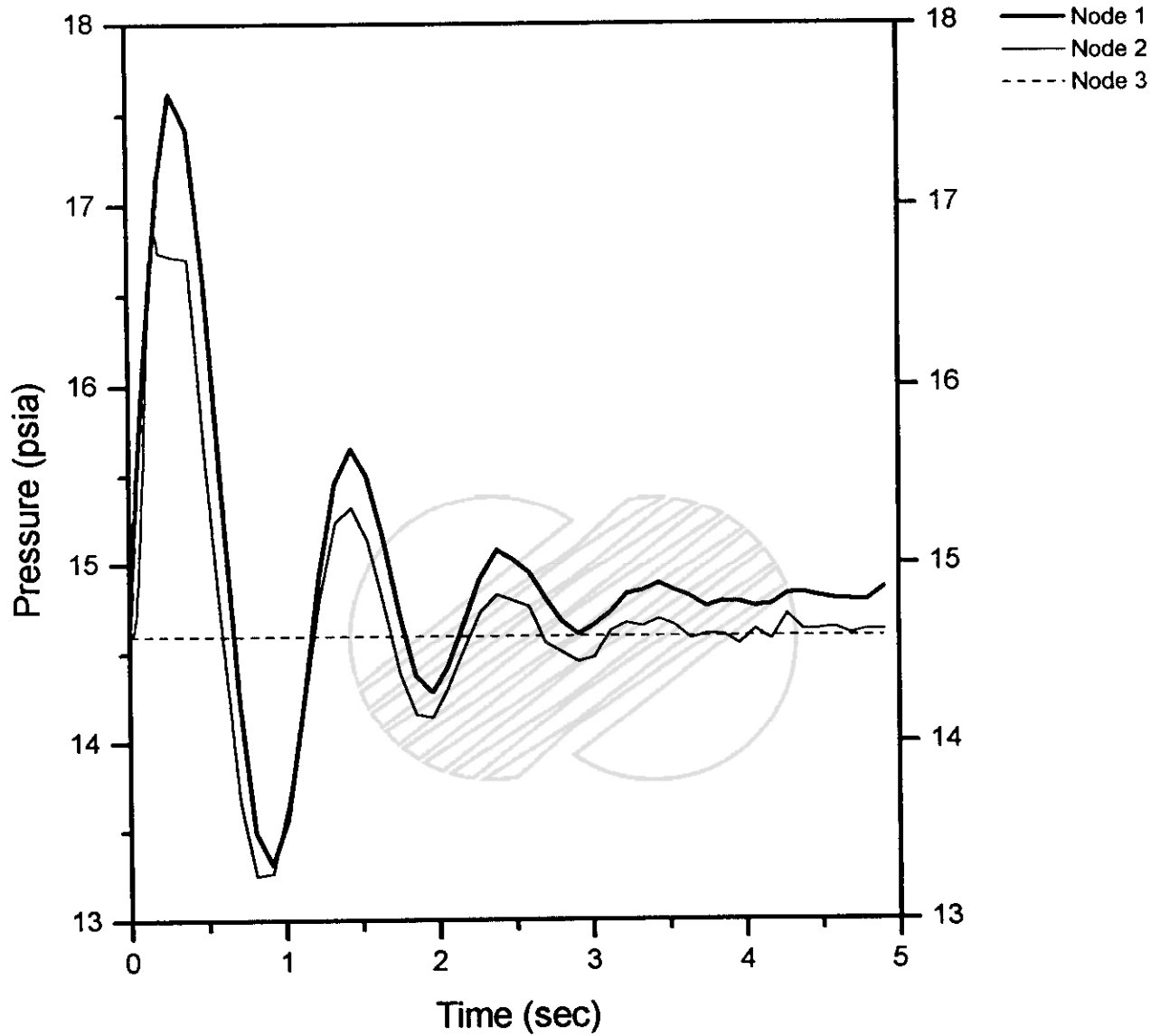
그림 6.2-35



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

가압기 살수 밸브 격실 압력 응답 -  
가압기 살수관 파단

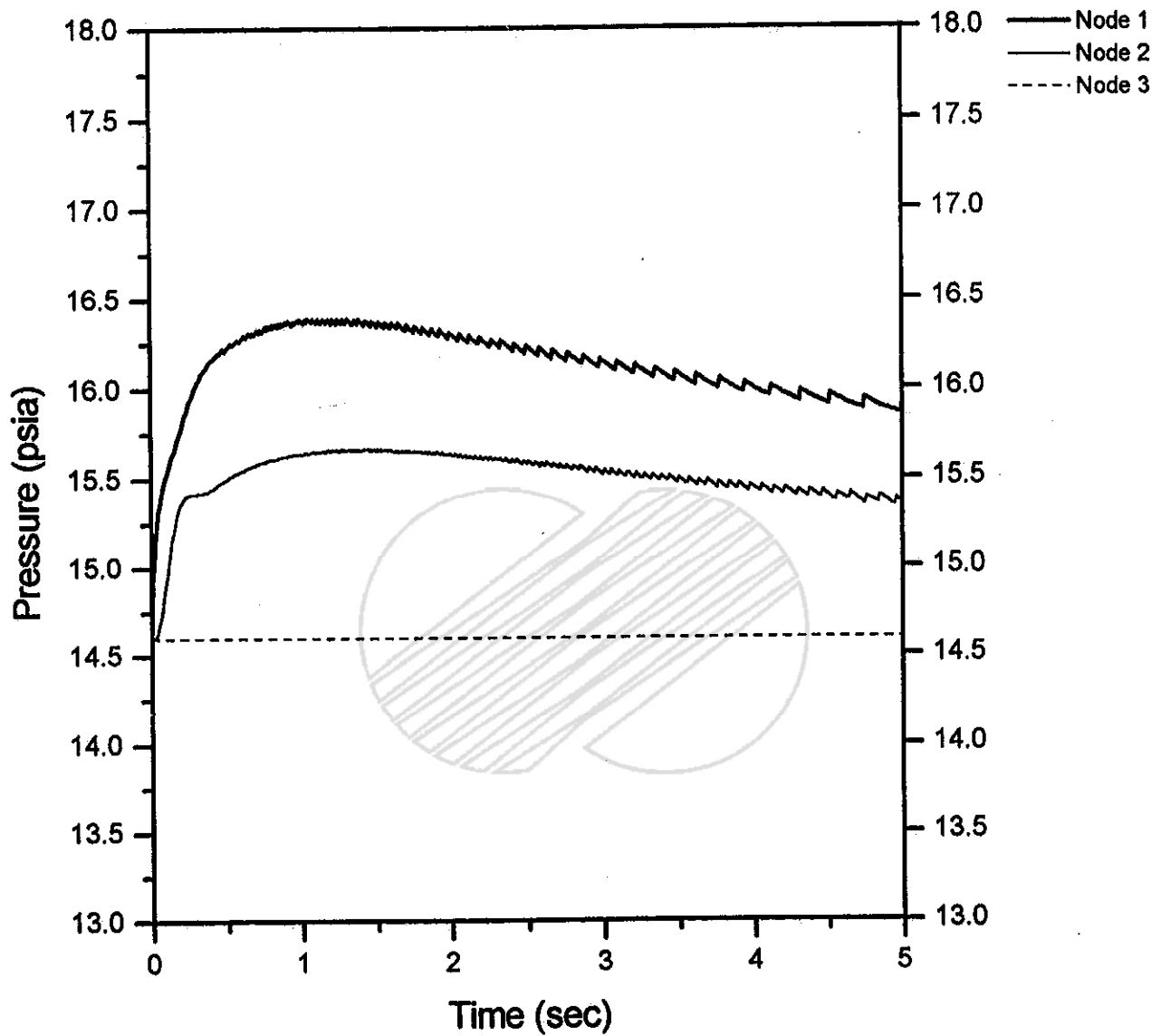
그림 6.2-36



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

1차 보조건물 압력 응답 -  
주증기 밸브 격리실 주증기관 1 ft<sup>2</sup> 파단  
그림 6.2-37

( )

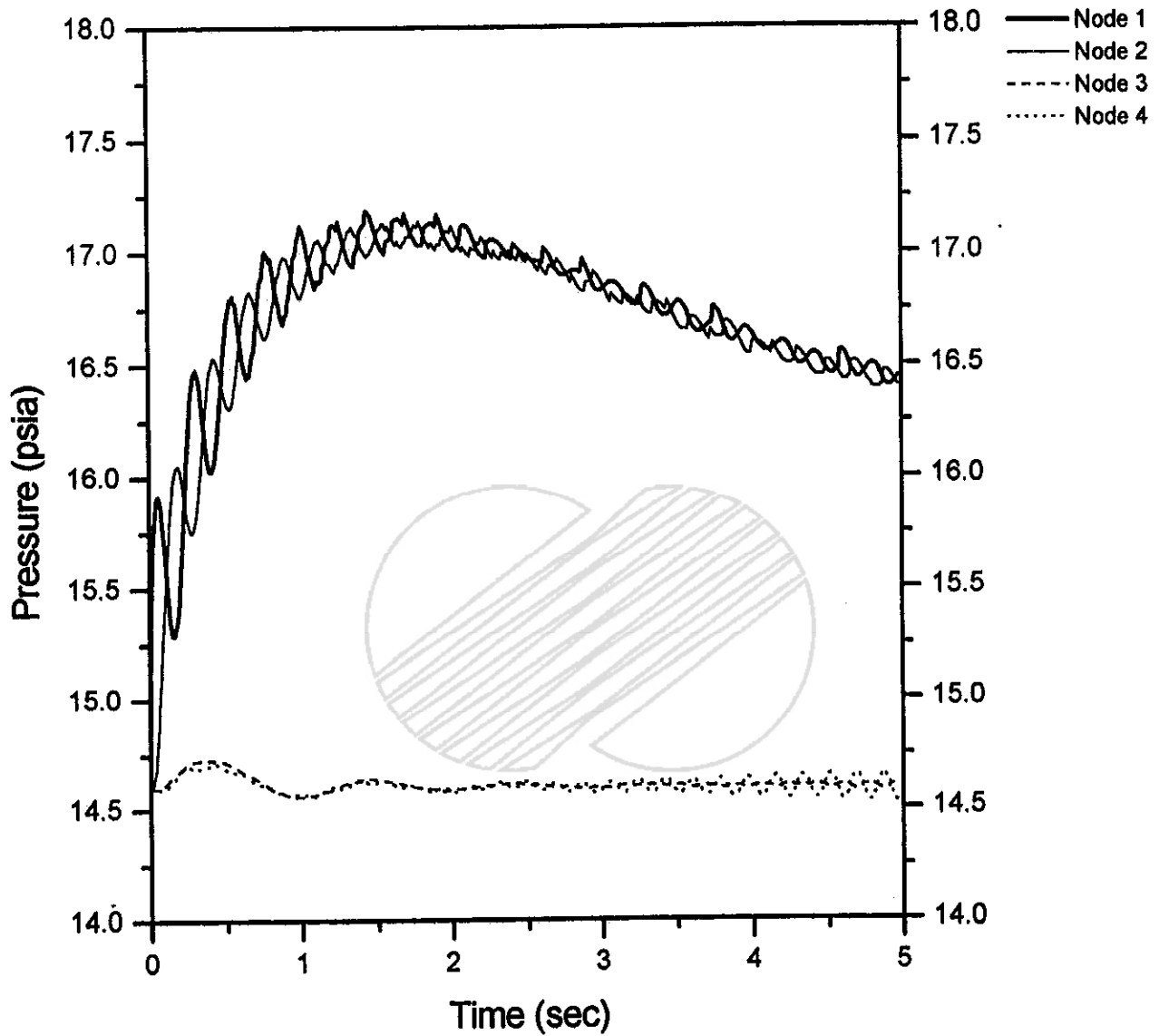


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

1차 보조건물 압력 응답 - 보조급수터빈  
구동펌프실 보조급수펌프 터빈중기 공급관 파단

그림 6.2-38 (2 중 1)

( )

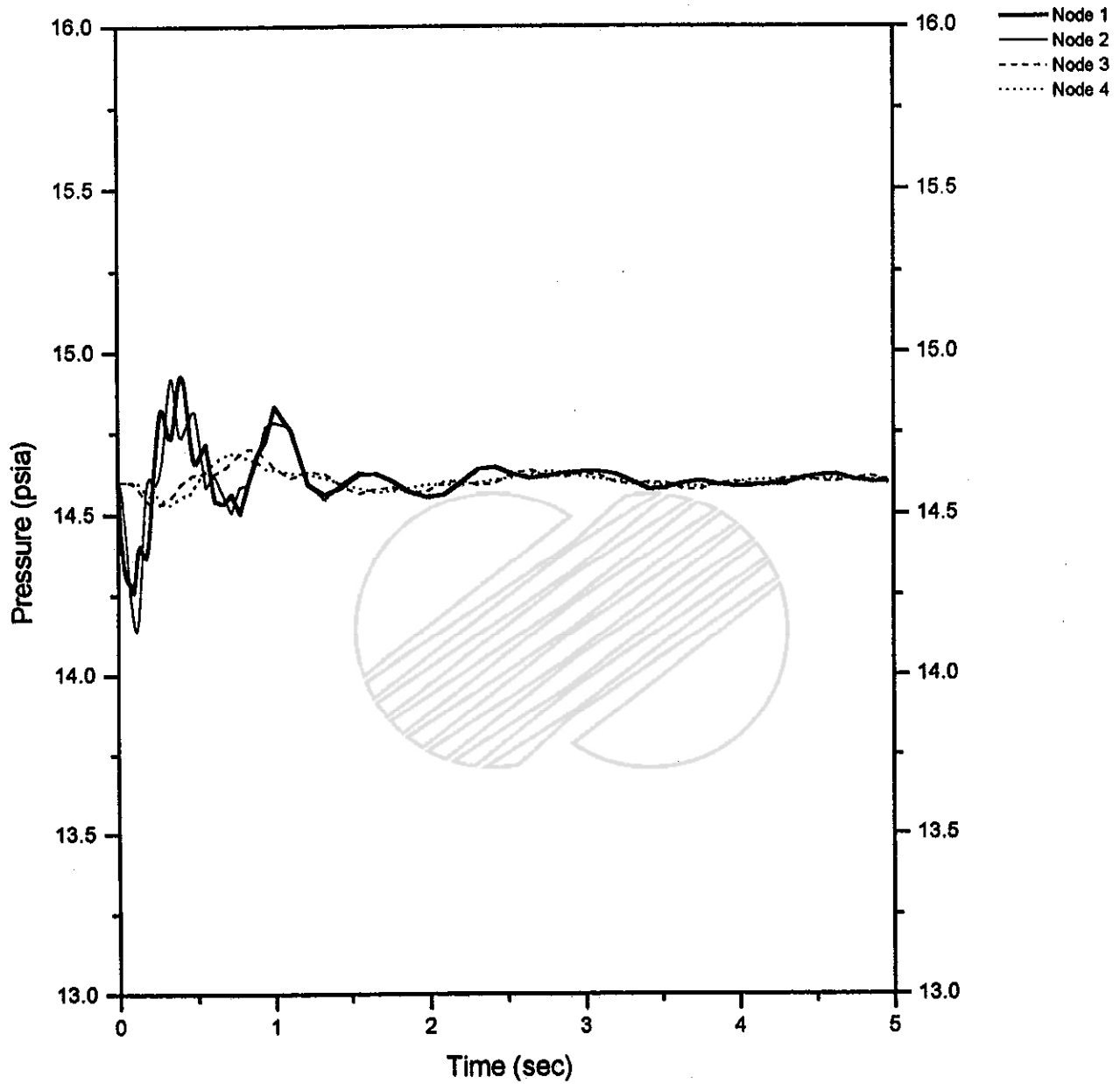


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

1차 보조건물 압력 응답 - 구획 A  
배관체이스에서 보조급수펌프 터빈중기 공급관 파단  
그림 6.2-38 (2 중 2)



( )

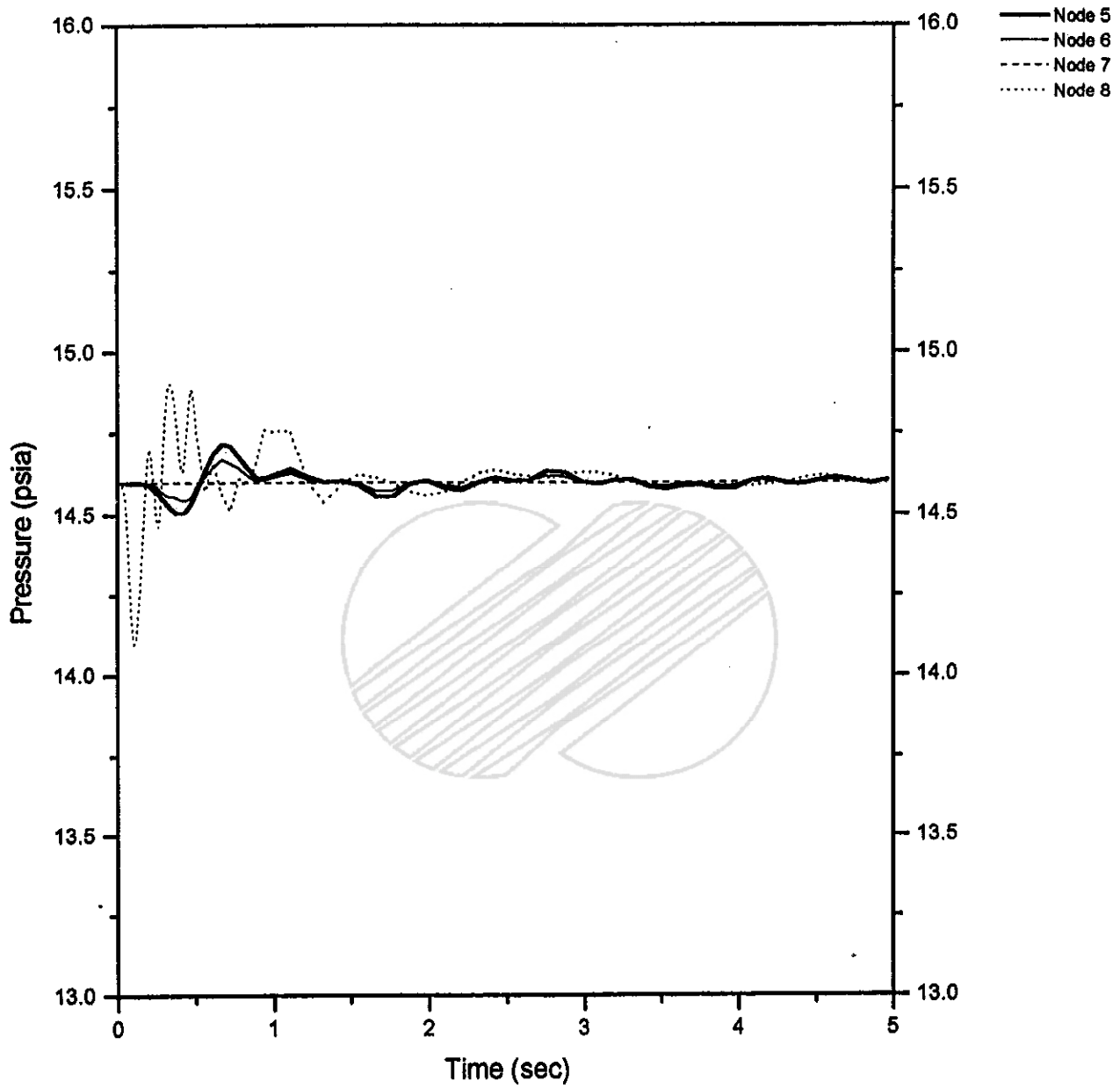


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 - 밀봉수 주입  
열교환기실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 1)

( )

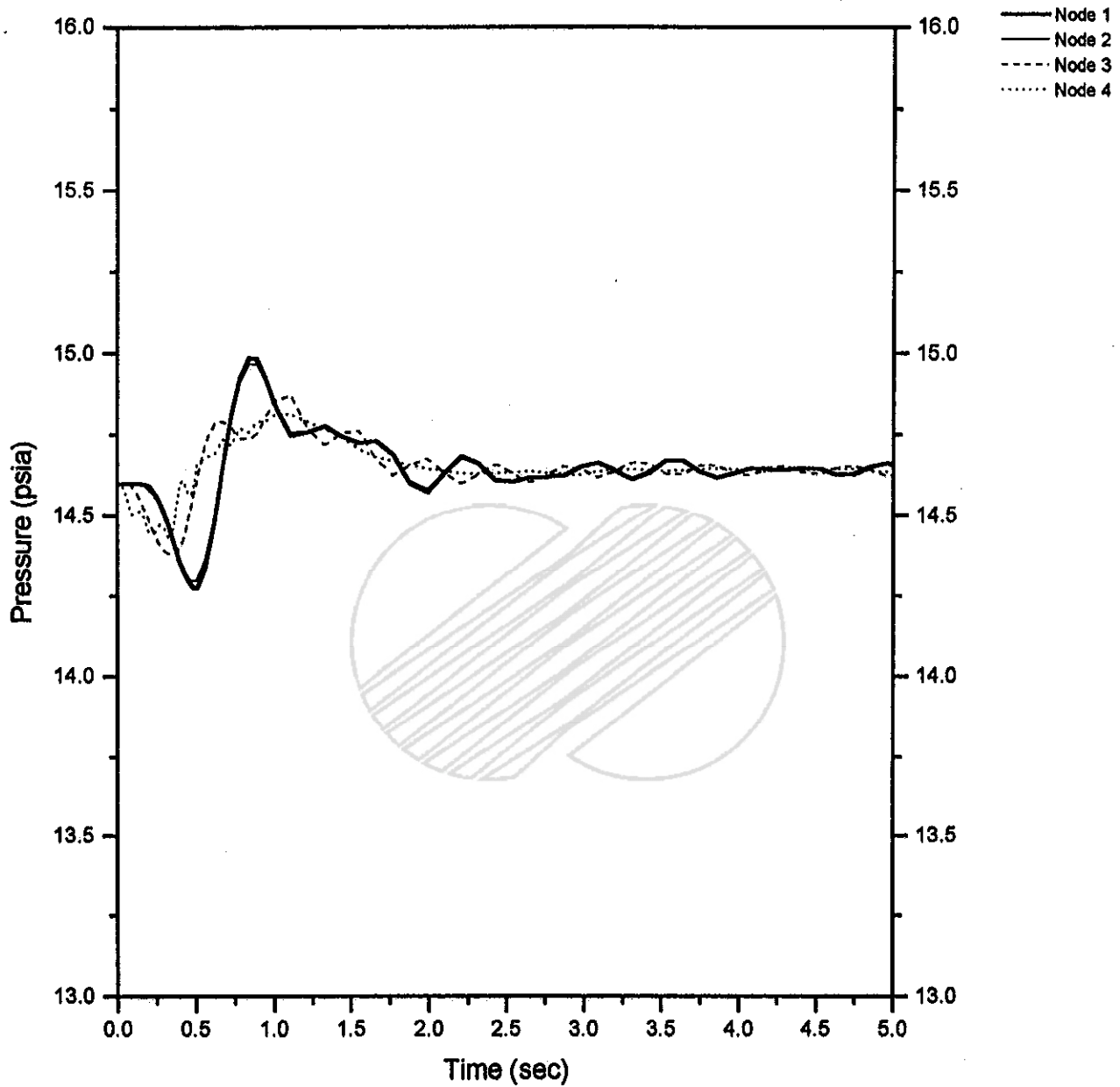


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 - 밀봉수 주입  
열교환기실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 2)

( )

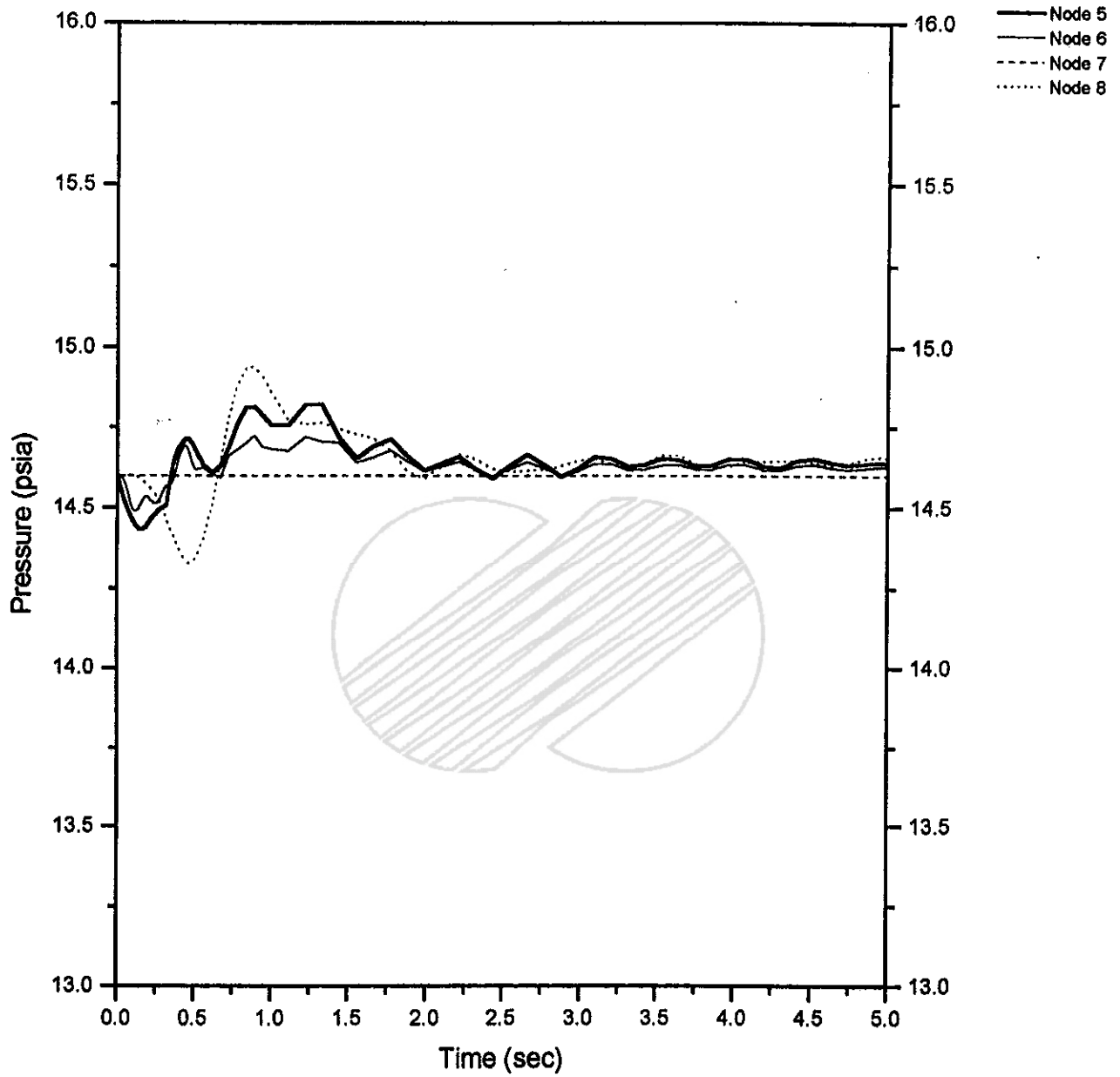


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
봉산농축기실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 3)

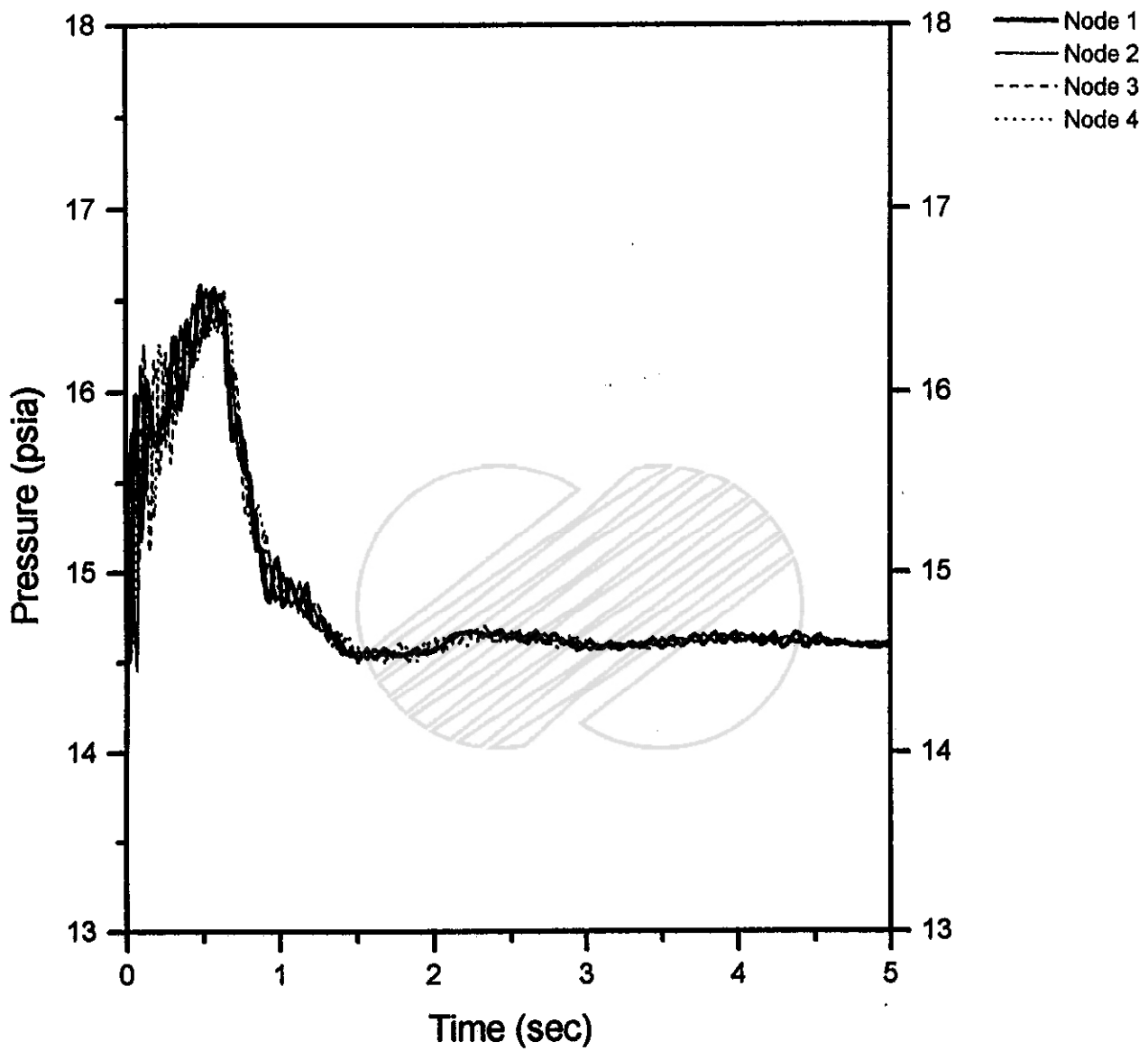
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
봉산농축기실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 4)

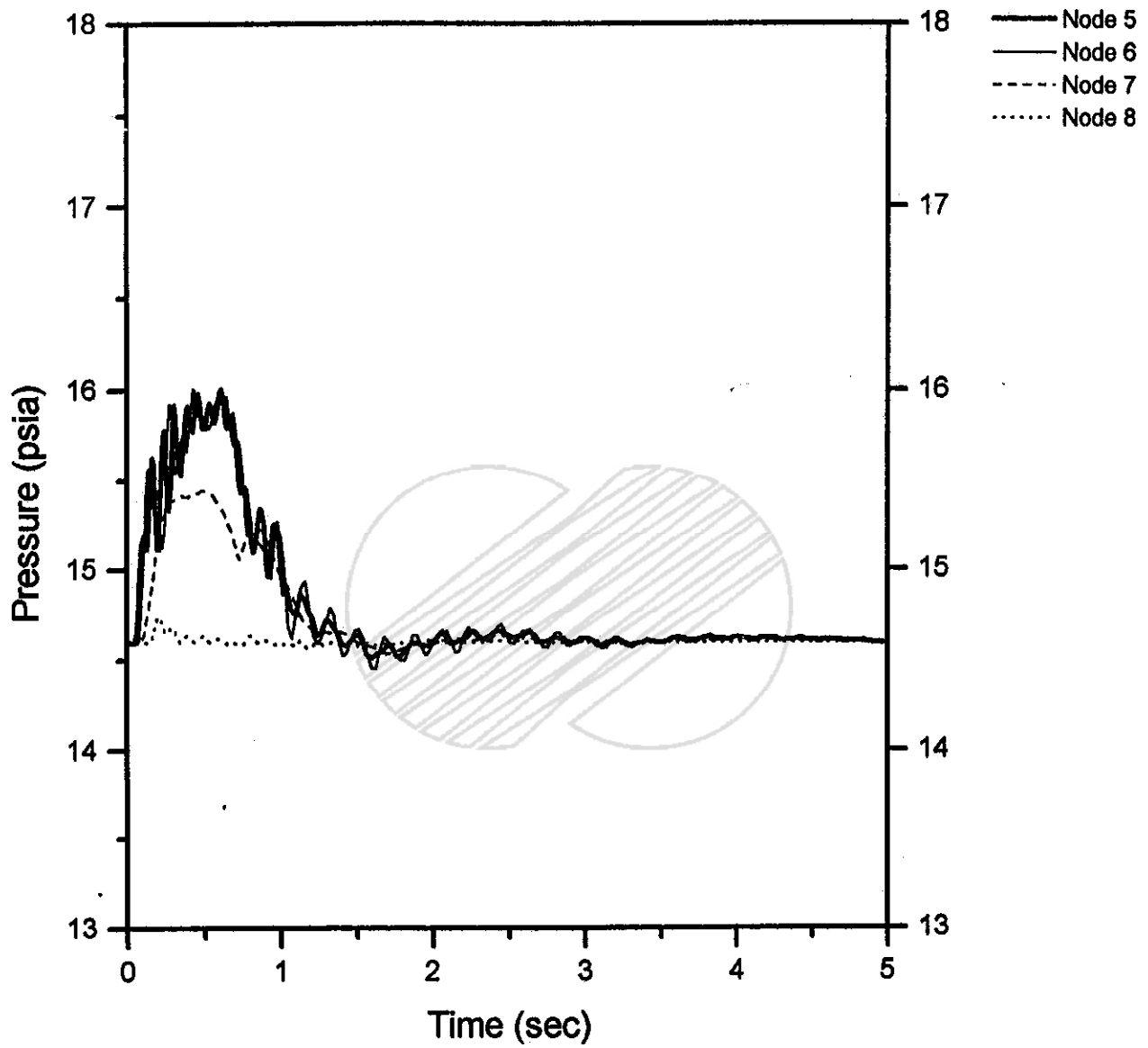


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
유출열교환기 밸브실에서 유출관 파단

그림 6.2-39 (14 중 5)

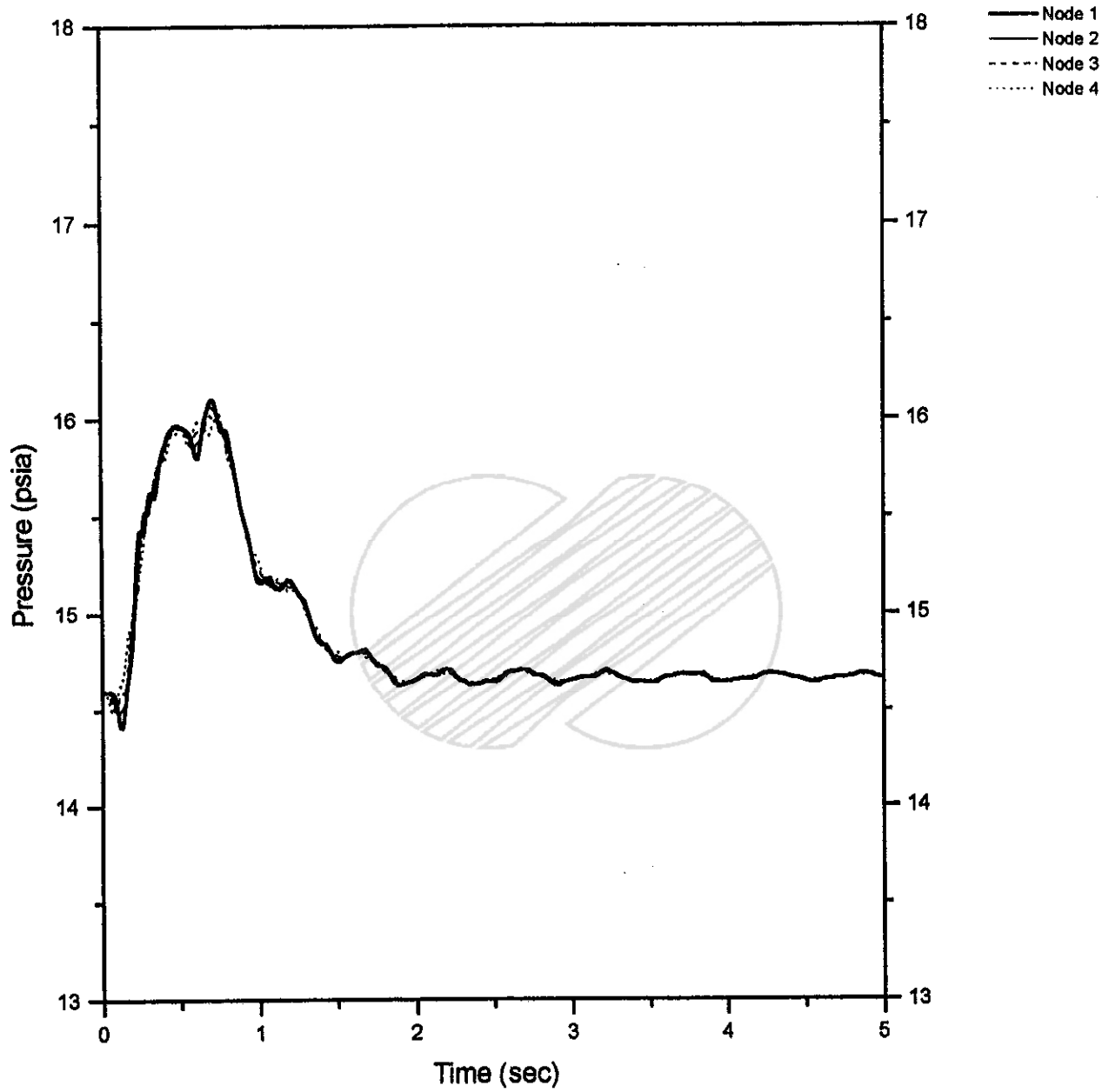
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5.6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
유출열교환기 밸브실에서 유출관 파단

그림 6.2-39 (14 중 6)

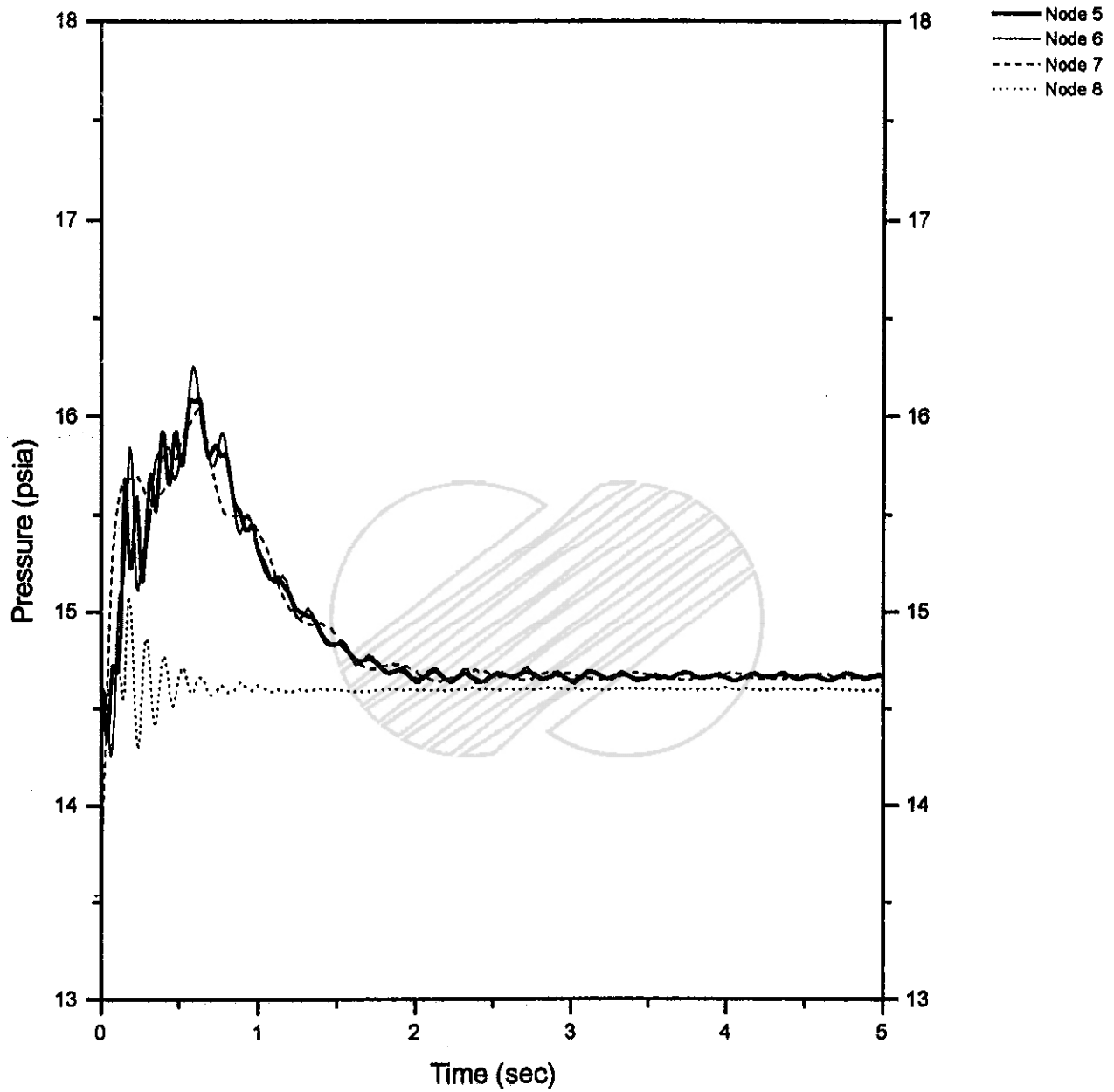


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
유출열교환기실에서 유출관 파단

그림 6.2-39 (14 중 7)

( )



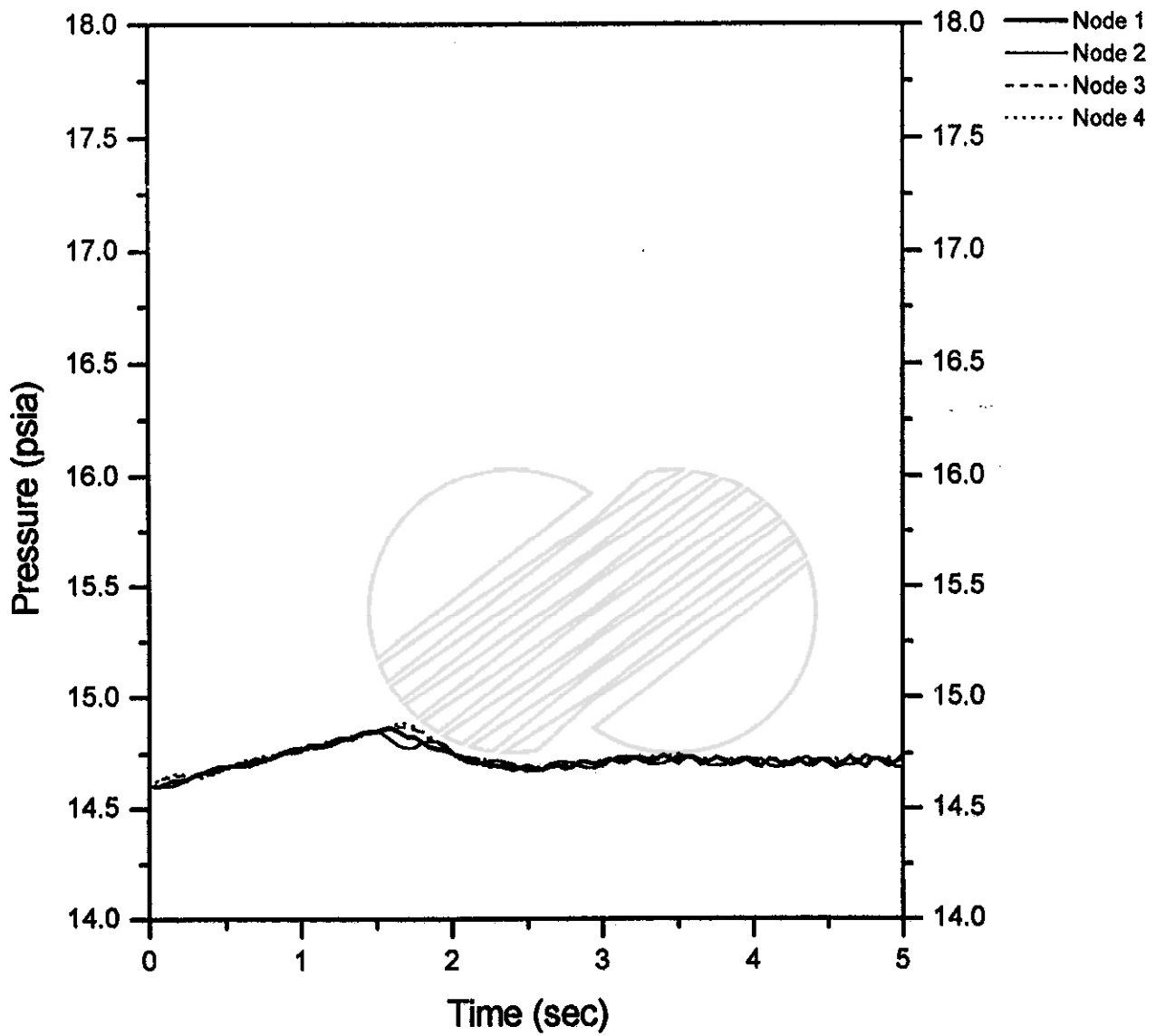
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
유출열교환기실에서 유출관 파단

그림 6.2-39 (14 중 8)



( )

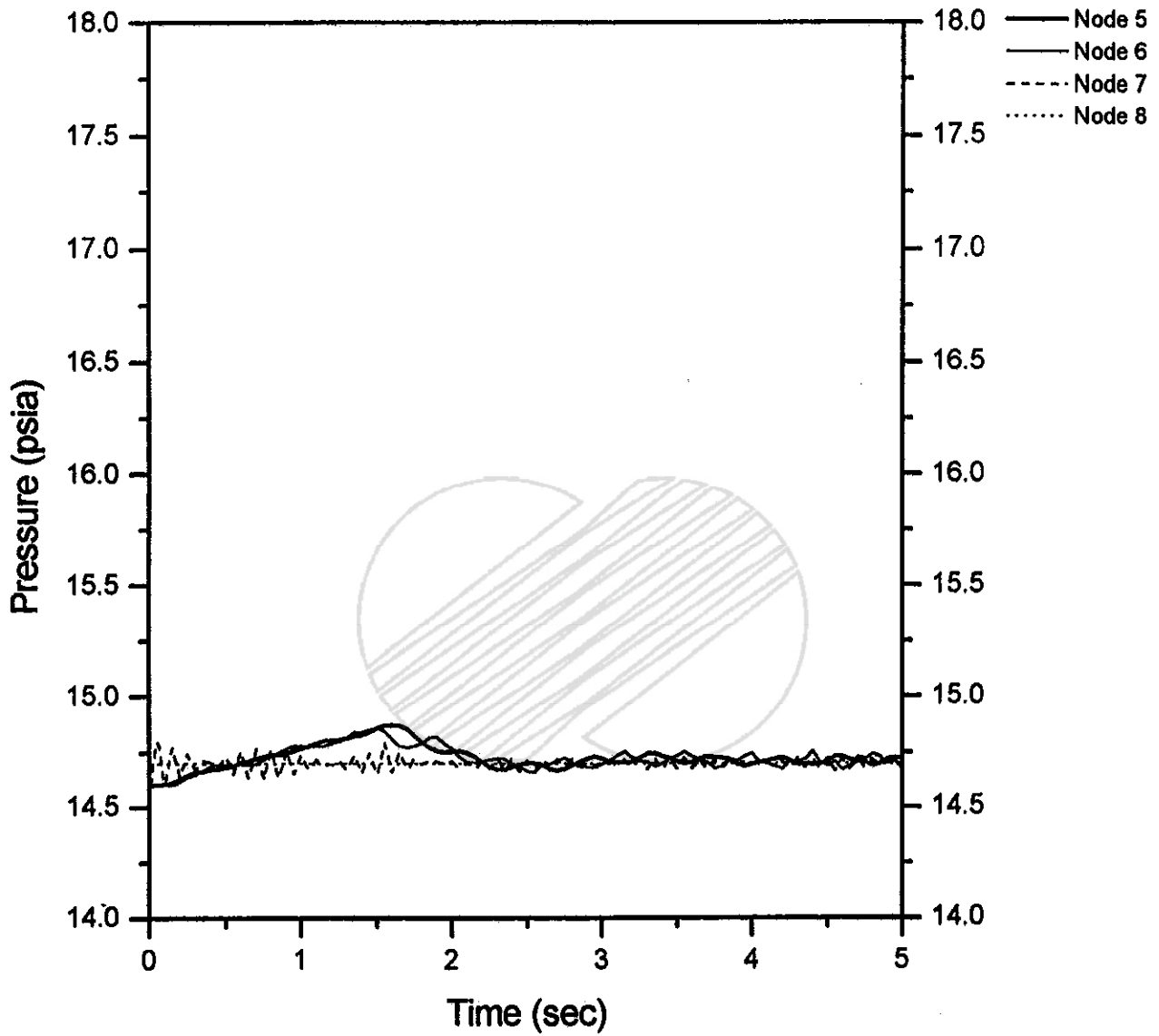


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
복수순환 탱크 및 펌프실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 9)

( )

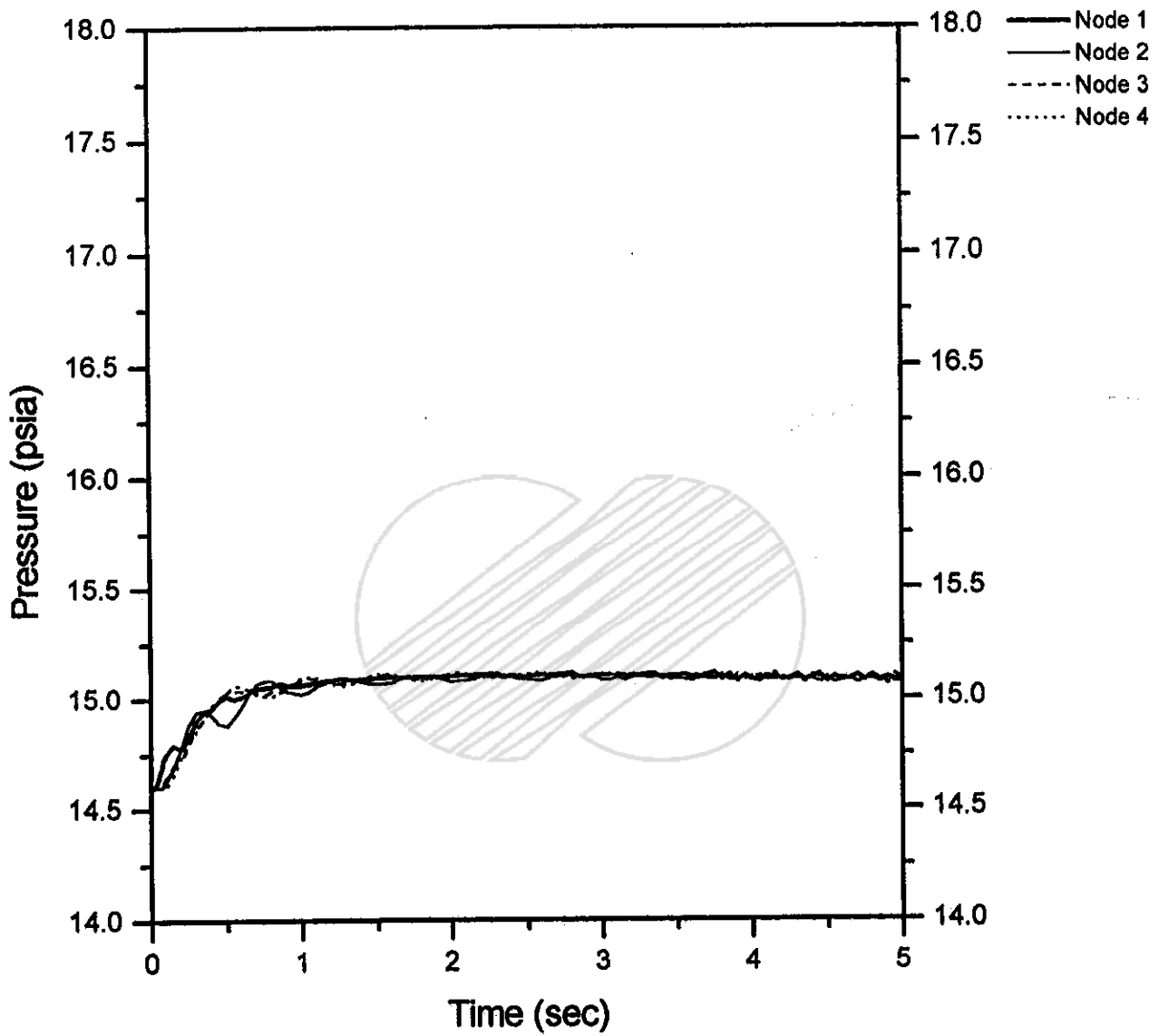


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
복수순환 탱크 및 펌프실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 10)

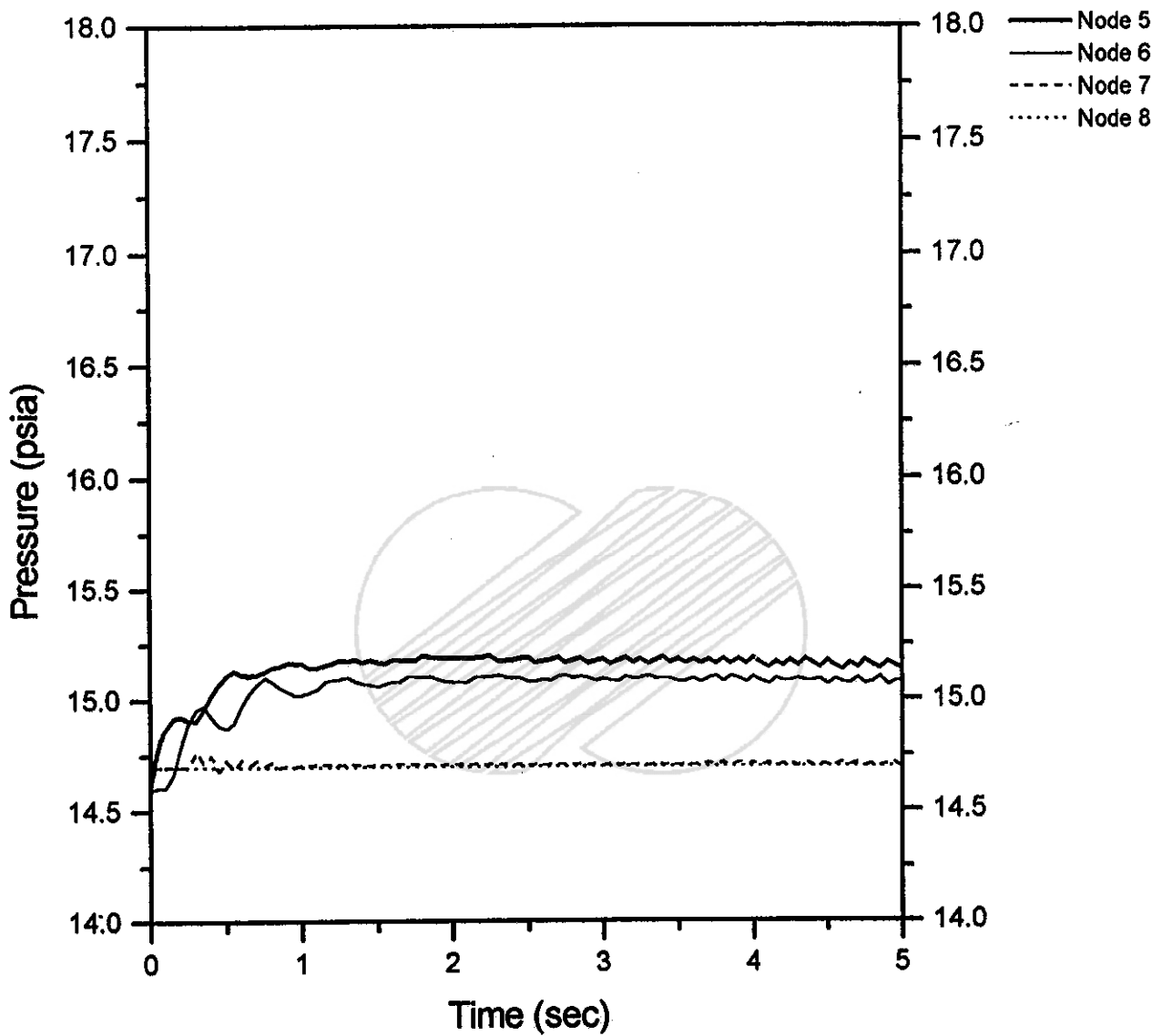
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
탈기기실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 11)

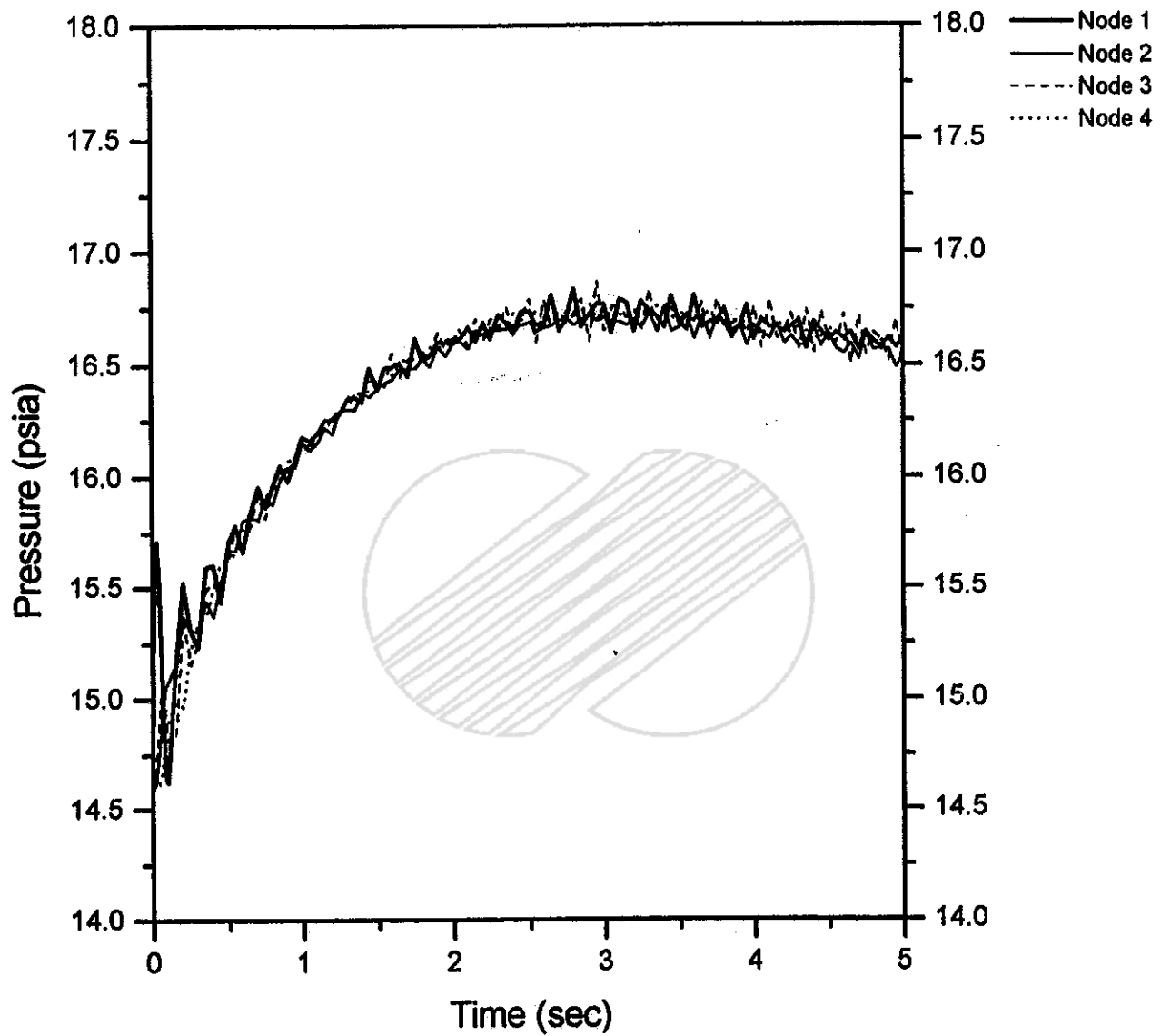


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

2차 보조건물 압력 응답 -  
탈기기실에서 보조증기관 파단

그림 6.2-39 (14 중 12)

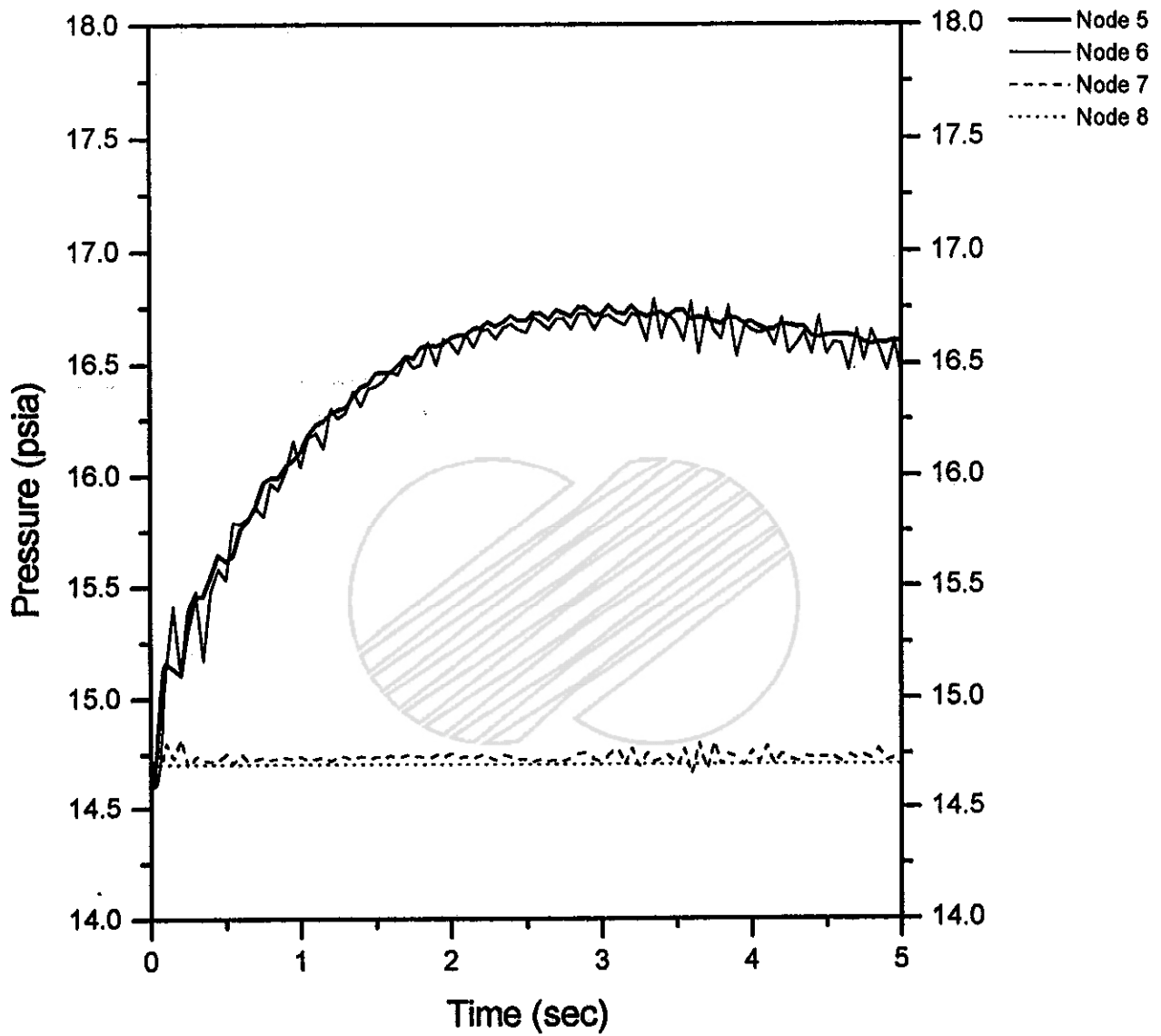
( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

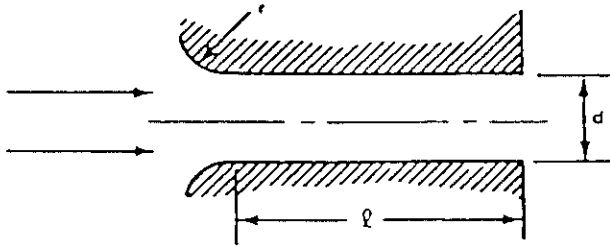
2차 보조건물 압력 응답 -  
구획 B 배관체이스에서  
보조급수펌프 터빈증기 공급관 파단  
그림 6.2-39 (14 중 13)

( )

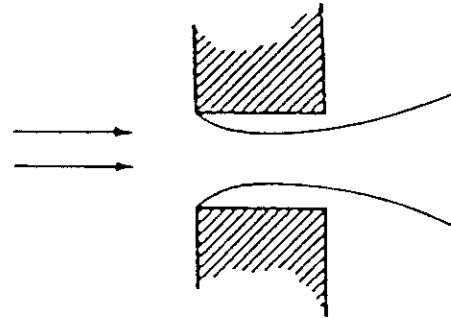


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

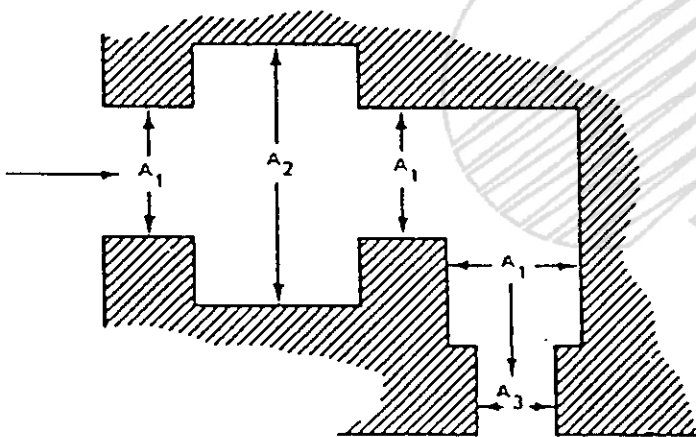
2차 보조건물 압력 응답 -  
구획 B 배관체이스에서  
보조급수펌프 터빈중기 공급관 파단  
그림 6.2-39 (14 중 14)



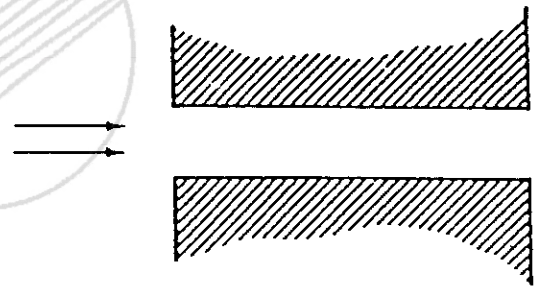
A - OPENING CLASSIFICATION



B - ORIFICE FLOW  $l/d < 2$



C - AN OPENING HAVING GENERAL GEOMETRY



D - SHORT CHANNEL

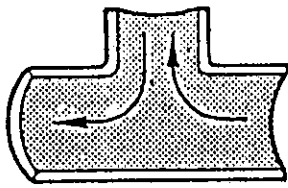


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

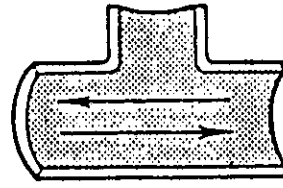
유동 방출경로 분류

그림 6.2-40

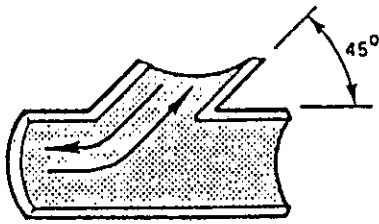
( )



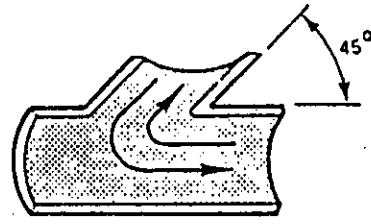
$K = 1.2$



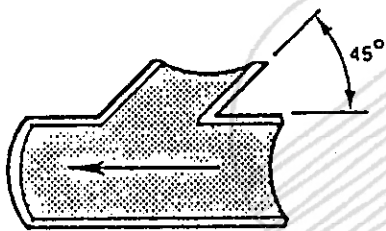
$K = 0.1$



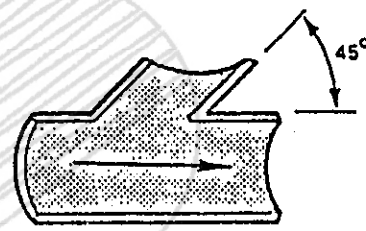
$K = 0.5$



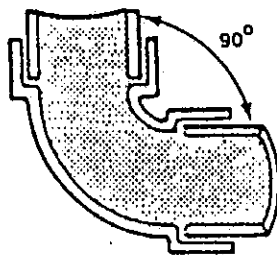
$K = 2.5 \text{ TO } 3.0$



$K = 0.06$



$K = 0.15$



$K = 1.12$



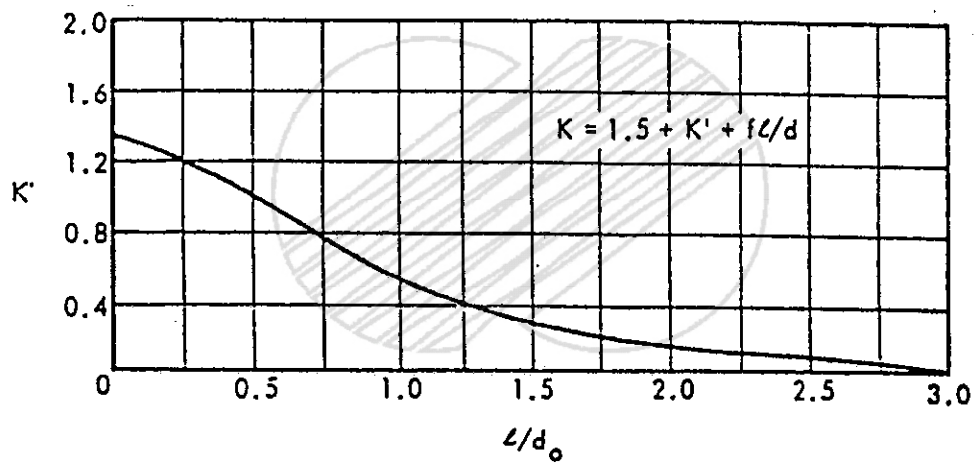
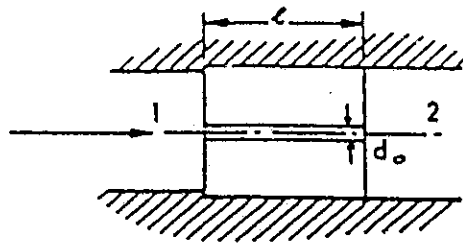
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

수두 손실 계수

그림 6.2-41 (6 중 1)



( )

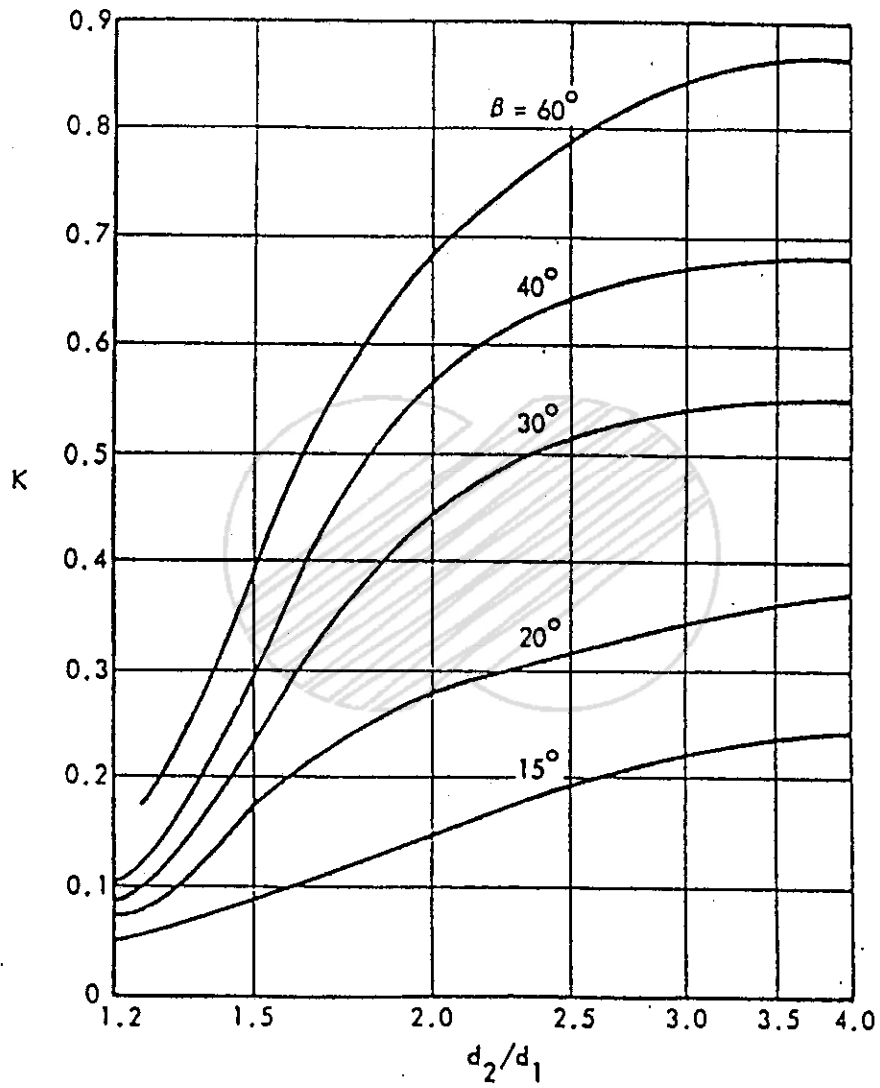
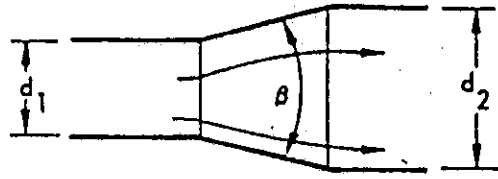


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

수두 손실 계수

그림 6.2-41 (6 중 2)

( )

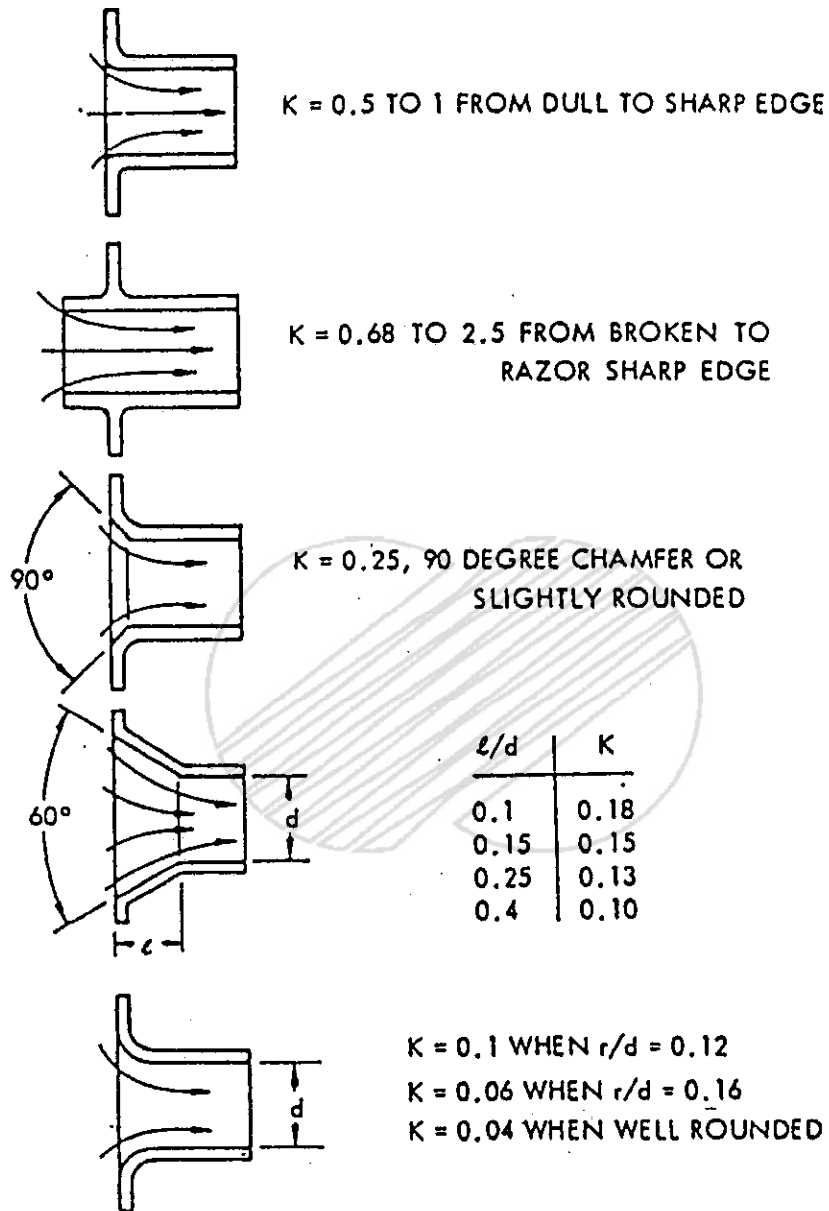


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

수두 손실 계수

그림 6.2-41 (6 중 3)

( )

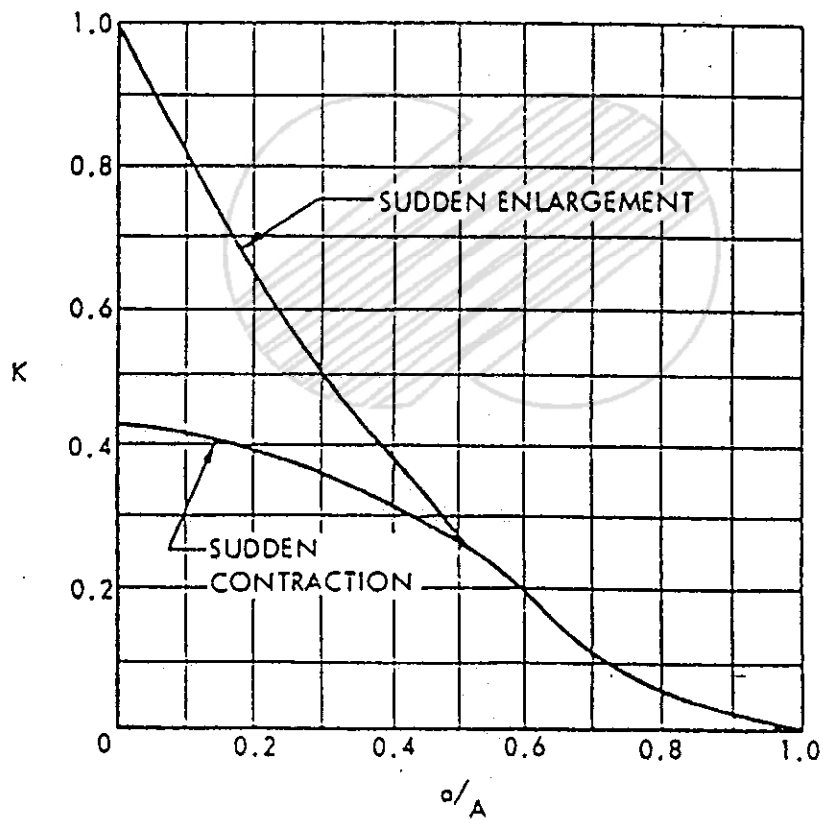
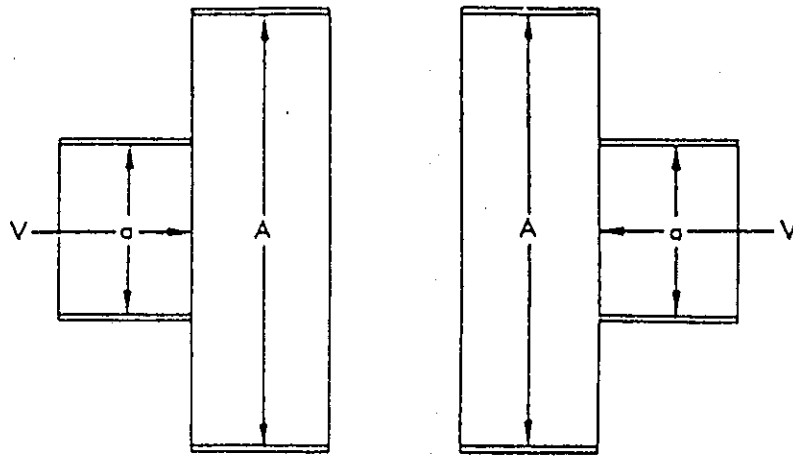


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

수두 손실 계수

그림 6.2-41 (6 중 4)

( )

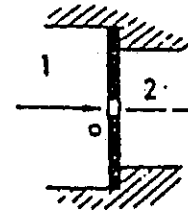
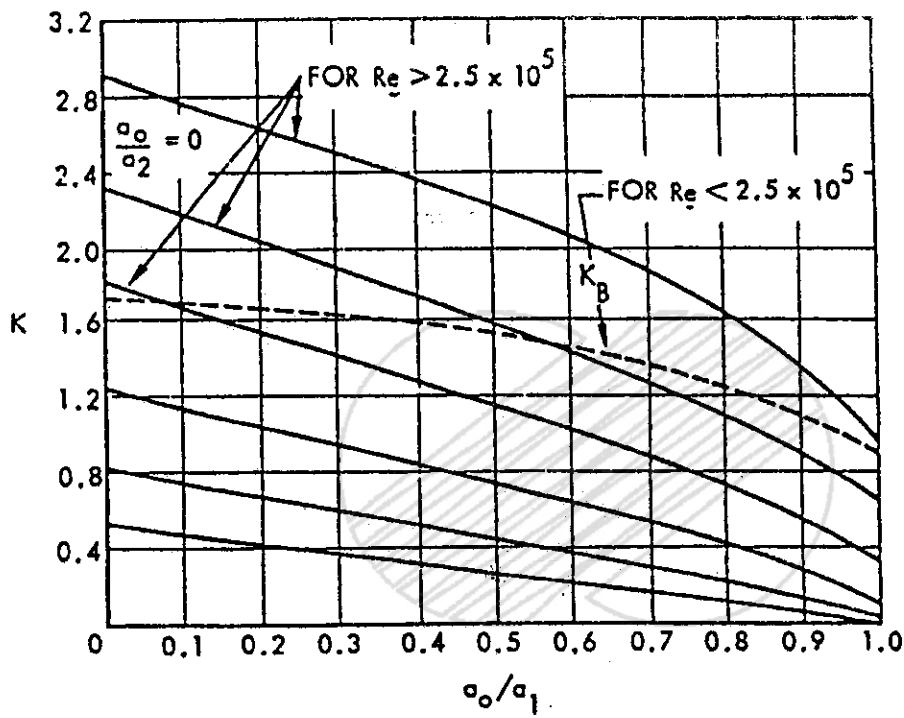


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

수두 손실 계수

그림 6.2-41 (6 중 5)

( )

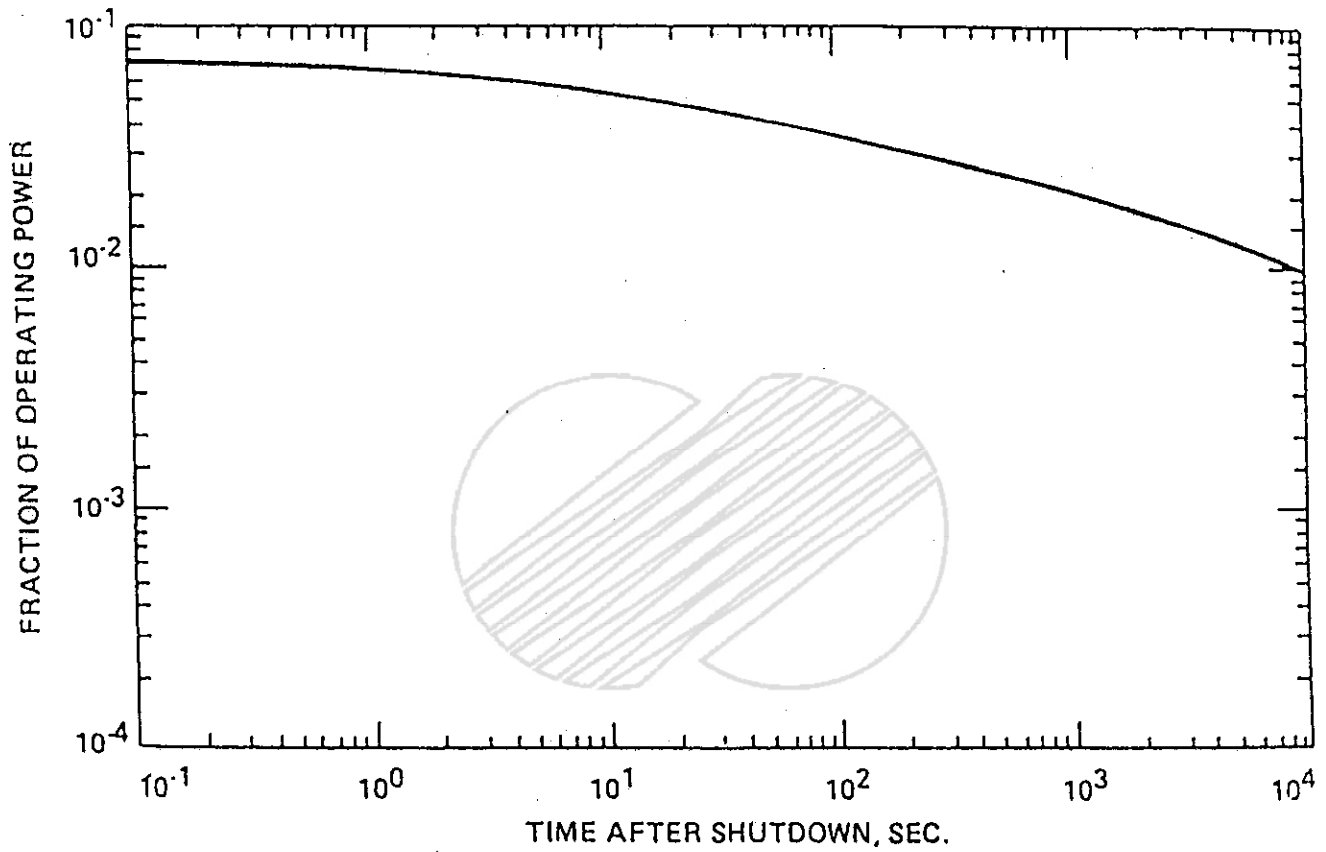


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

수두 손실 계수

그림 6.2-41 (6 중 6)

( )

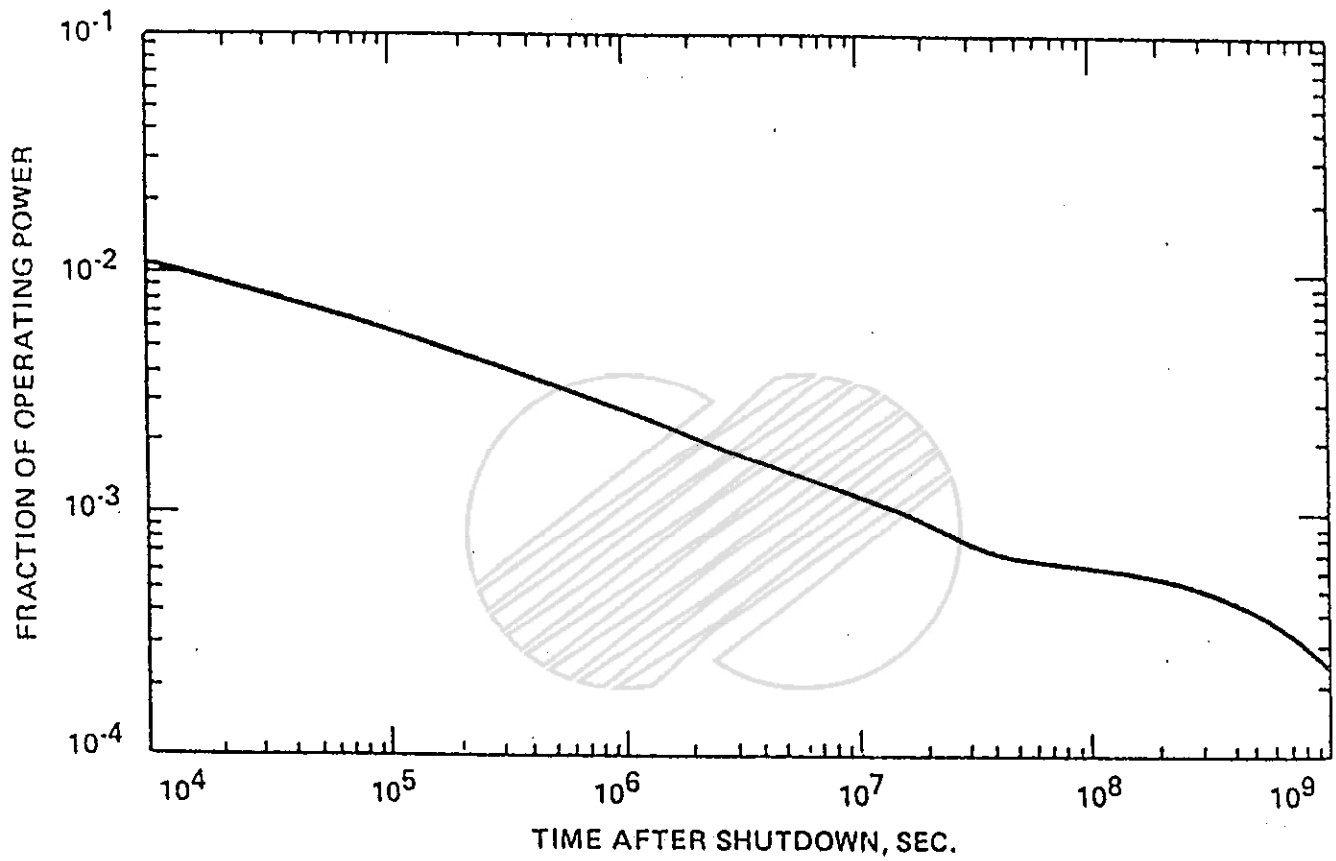


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심붕괴열 곡선

그림 6.2-42 (2 중 1)

( )

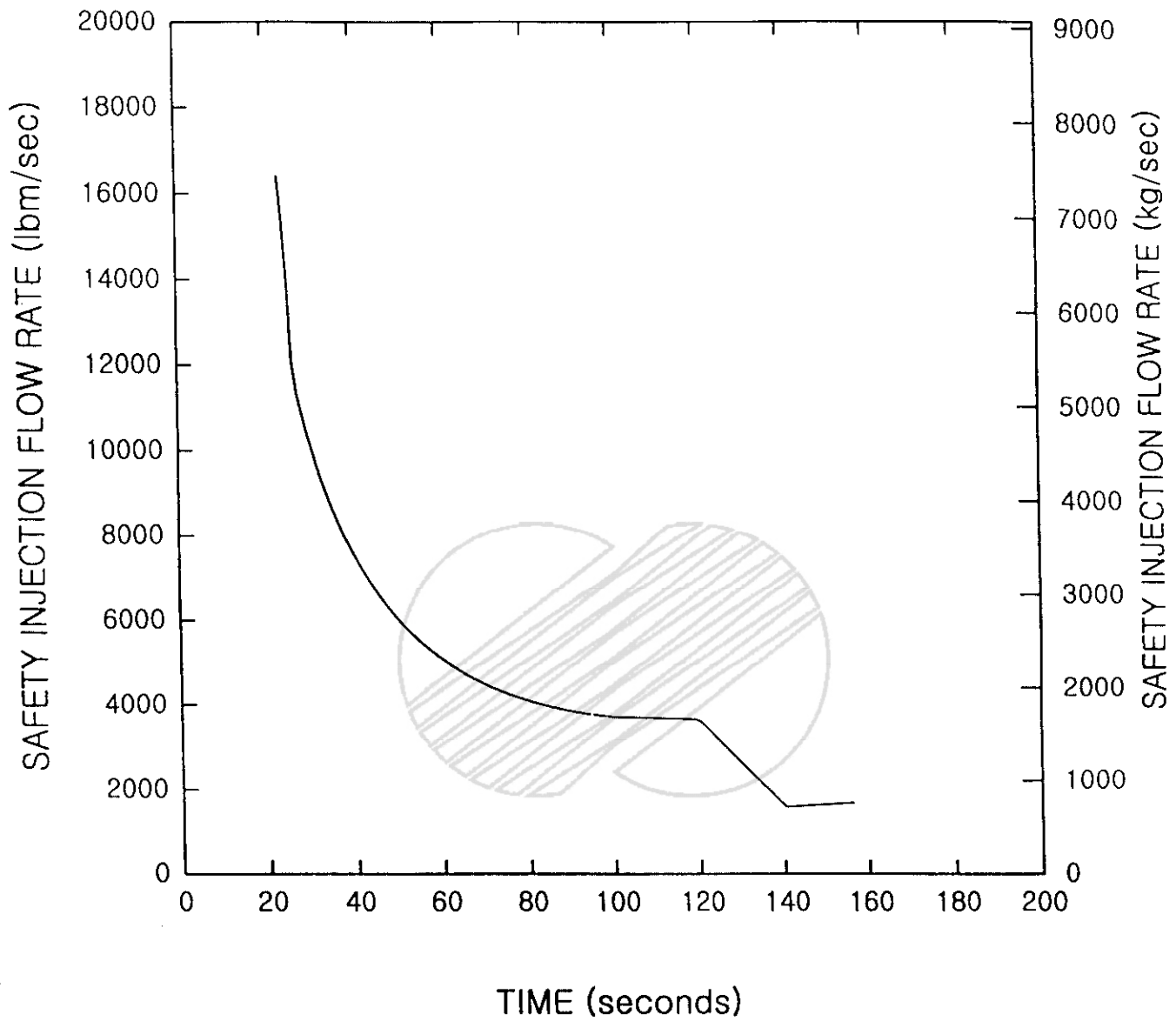


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심붕괴열 곡선

그림 6.2-42 (2 중 2)

( )



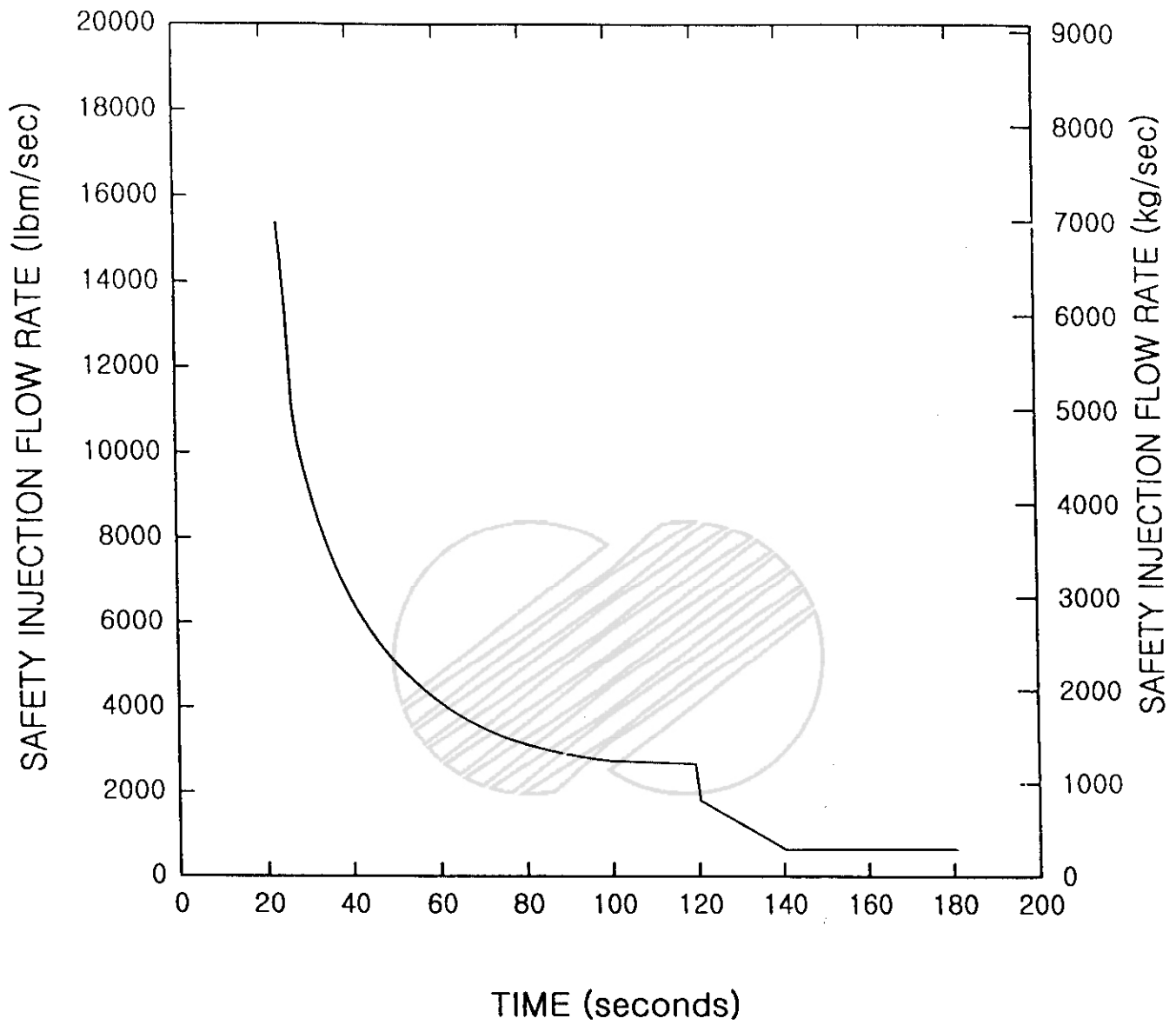
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

안전주입유량 : 흡입관 양단 홈 파단 -  
최대 비상노심냉각계통 유량

그림 6.2-43



( )

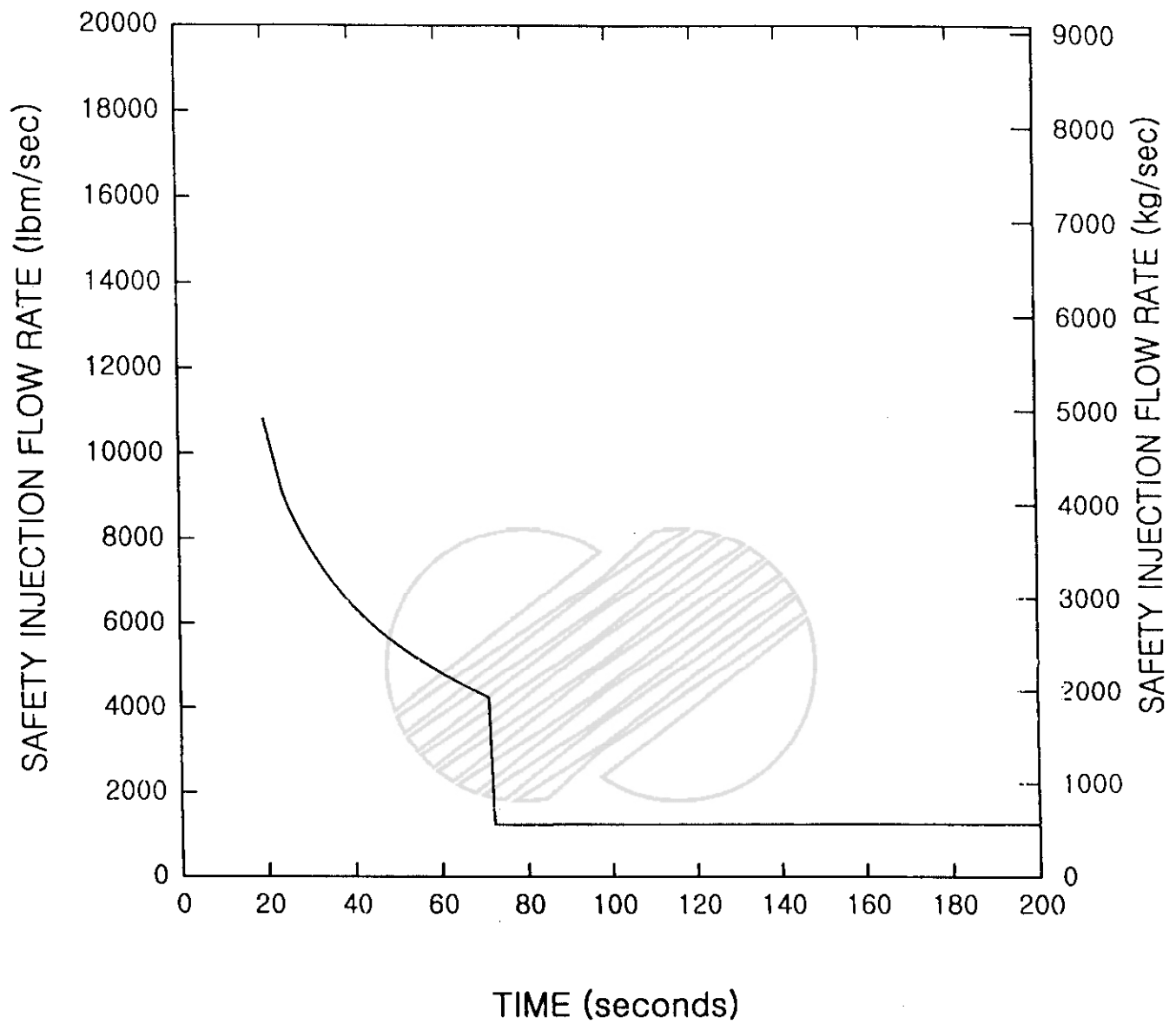


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입유량 : 흡입관 양단 홈 파단 -  
최소 비상노심냉각계통 유량

그림 6.2-44

( )

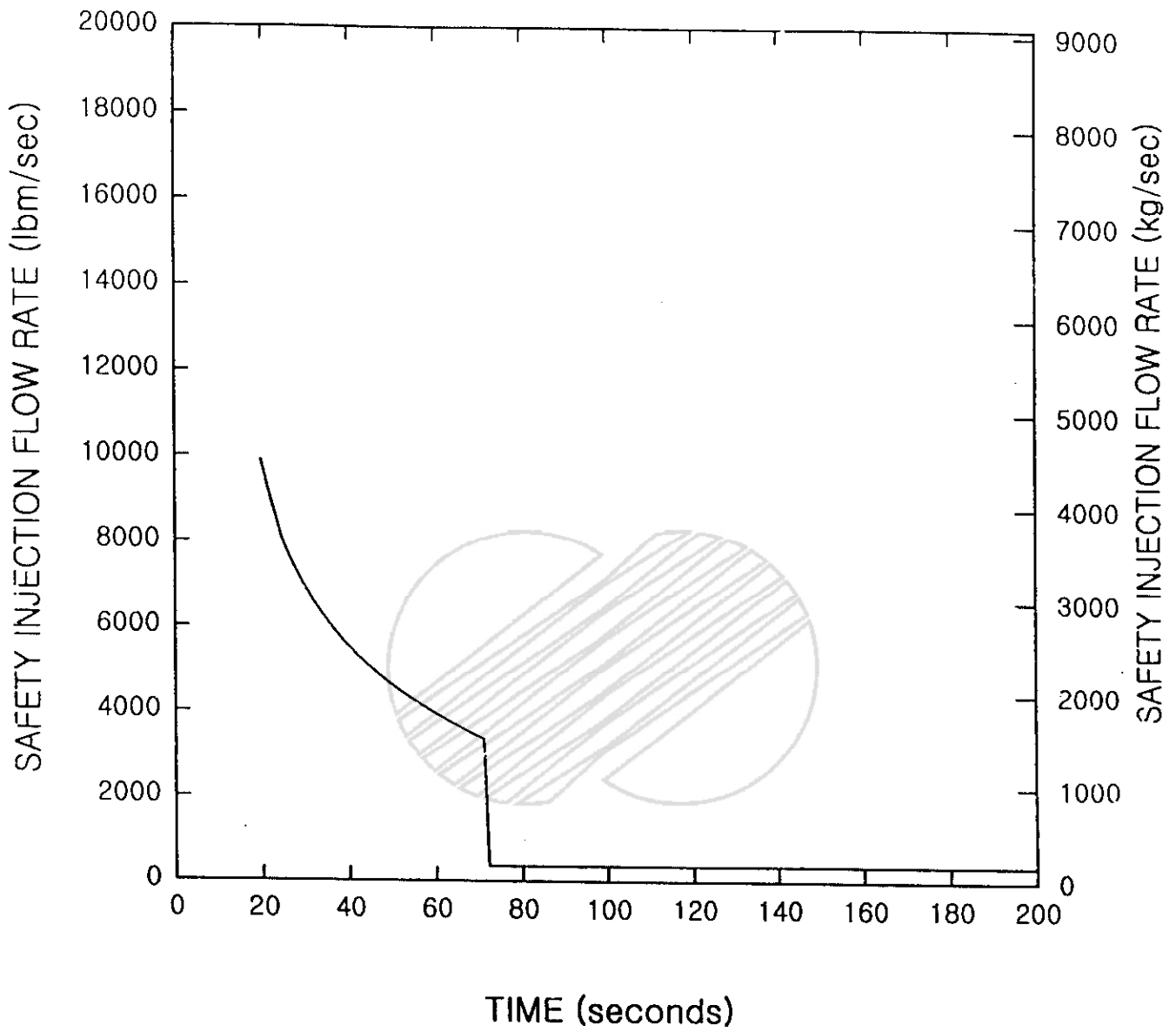


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입유량 : 토출관 양단 홈 파단 -  
최대 비상노심냉각계통 유량

그림 6.2-45

( )



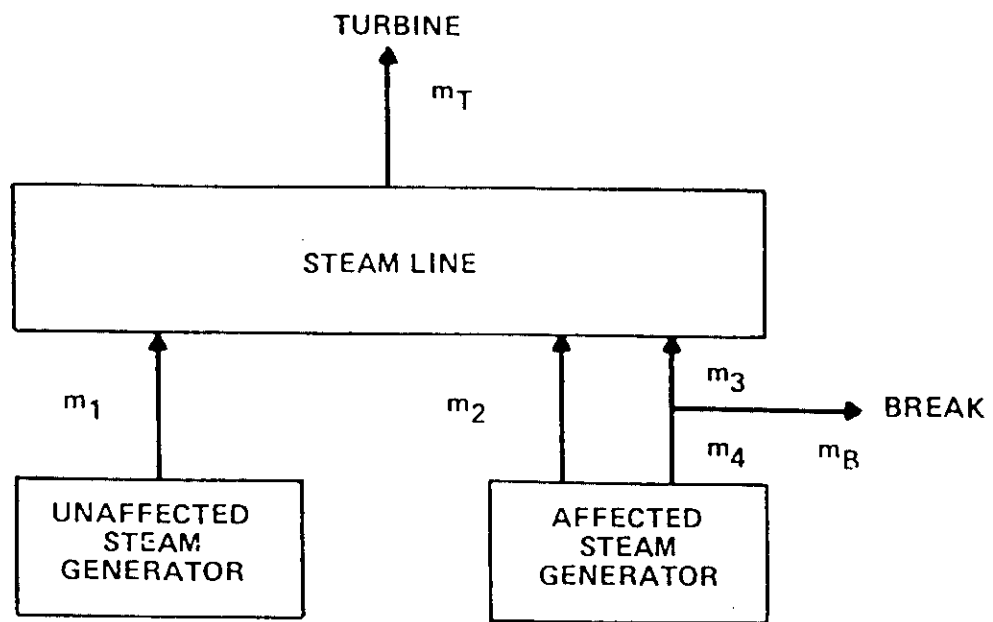
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입유량 : 토출관 양단 홈 파단 -  
최소 비상노심냉각계통 유량

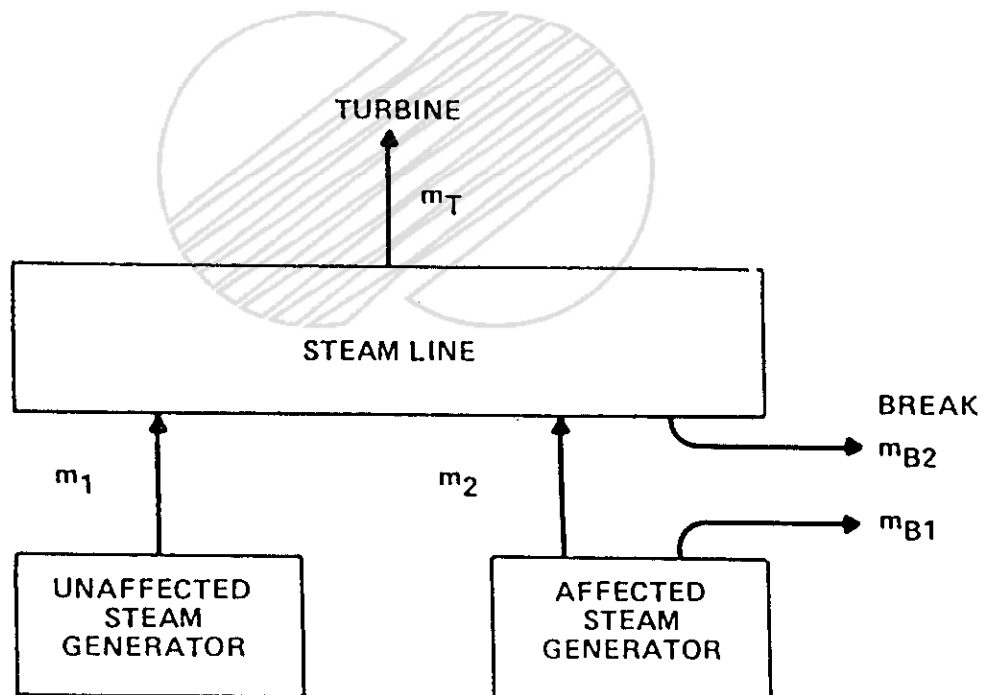
그림 6.2-46

( )

## SLOT



## GUILLOTINE

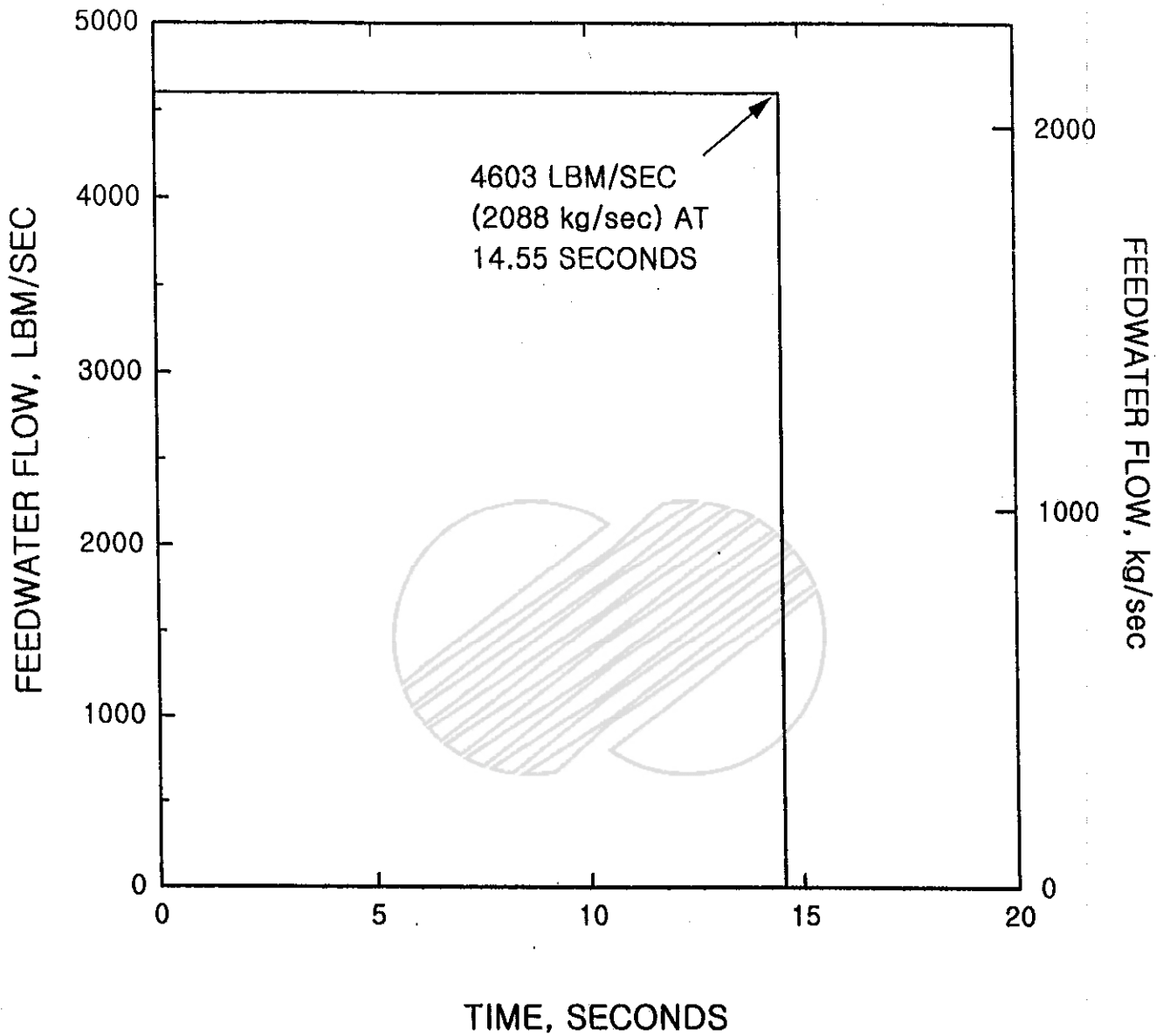


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주증기관 파단 모델

그림 6.2-47

( )

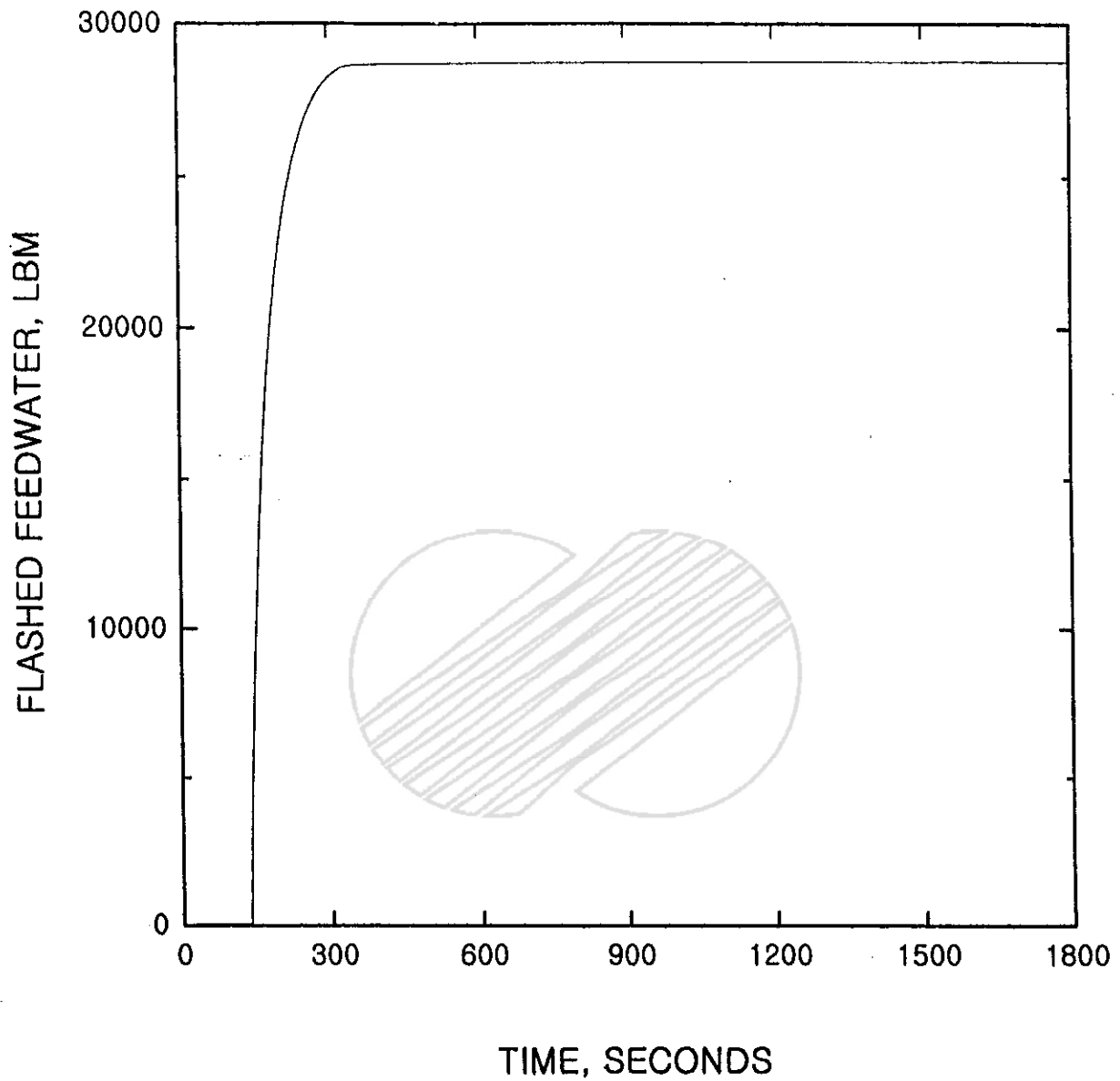


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
102% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-48 (2 중 1)

( )

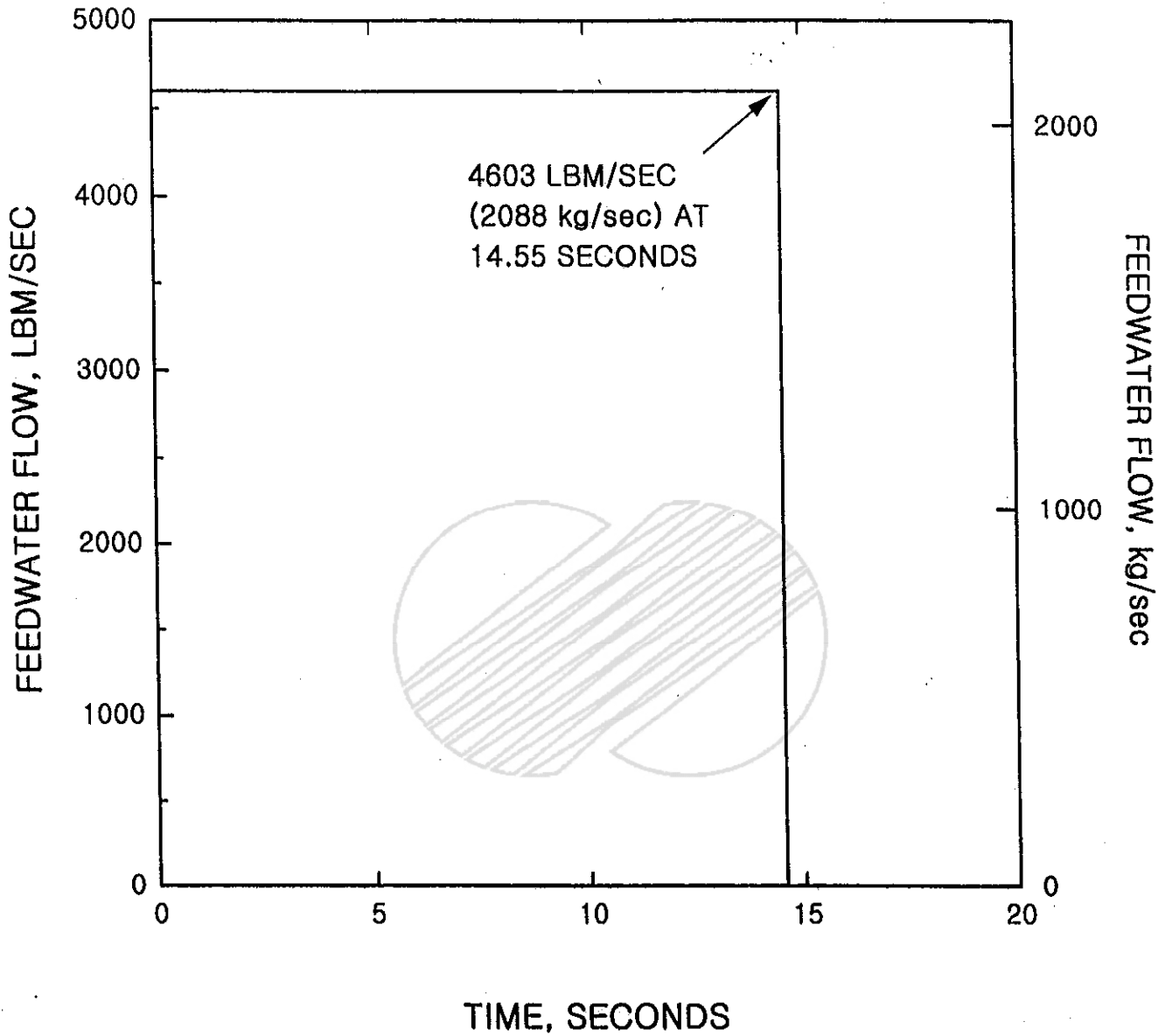


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
102% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-48 (2 중 2)

( )

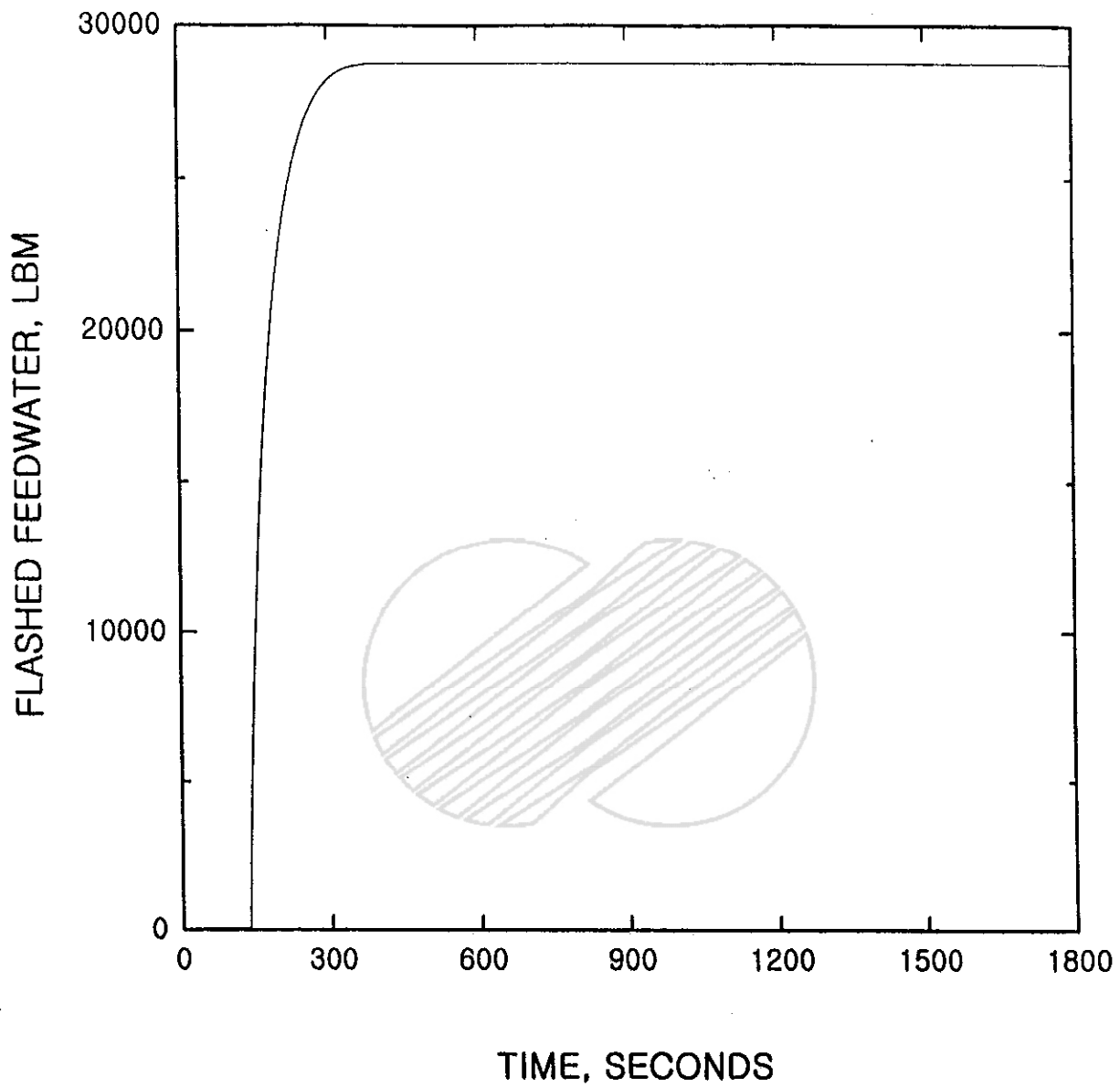


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수 격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
102% 출력 - 주증기 격리밸브 고장

그림 6.2-49 (2 중 1)

( )



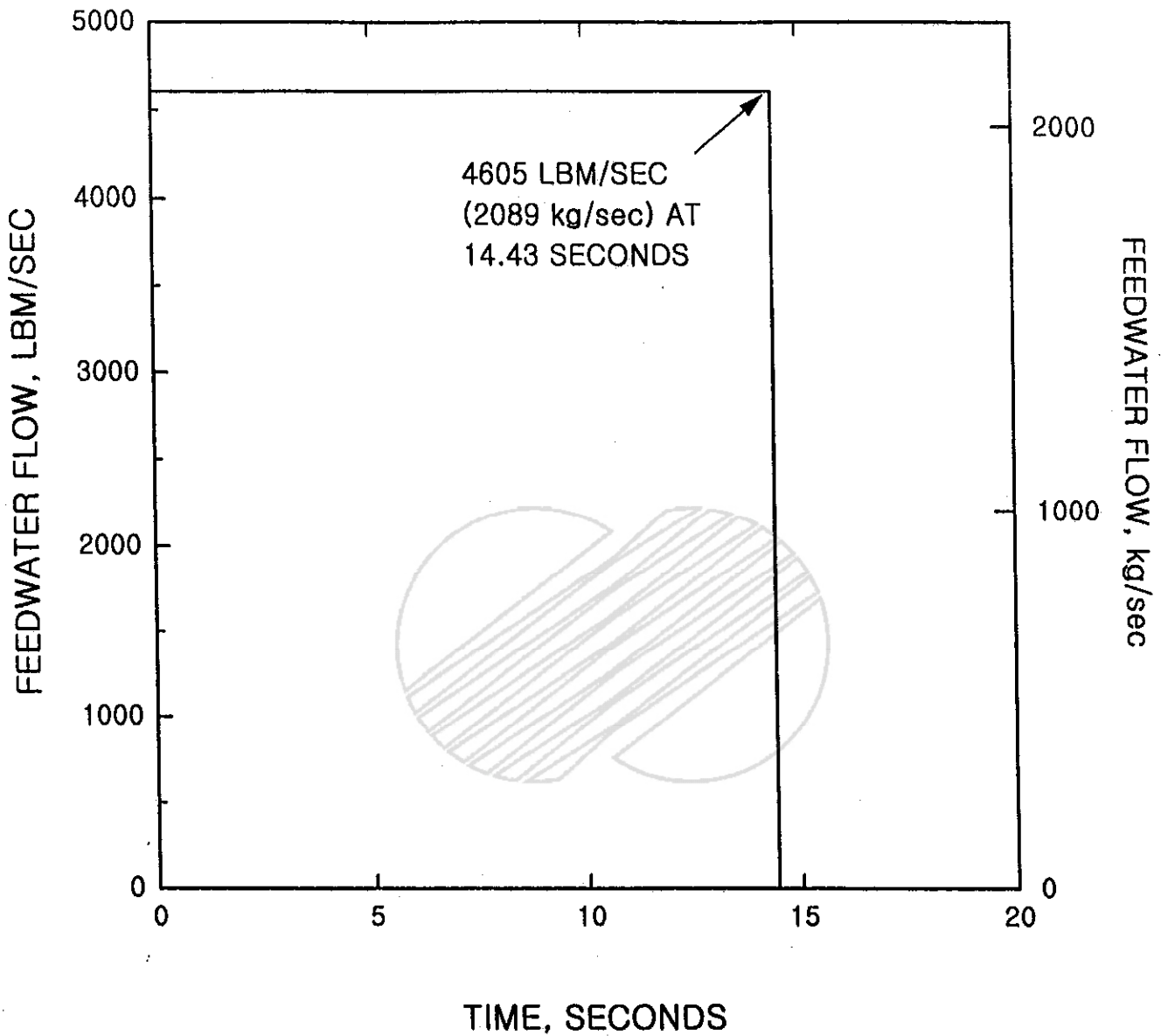
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
102% 출력 - 주증기 격리밸브 고장

그림 6.2-49 (2 중 2)



( )

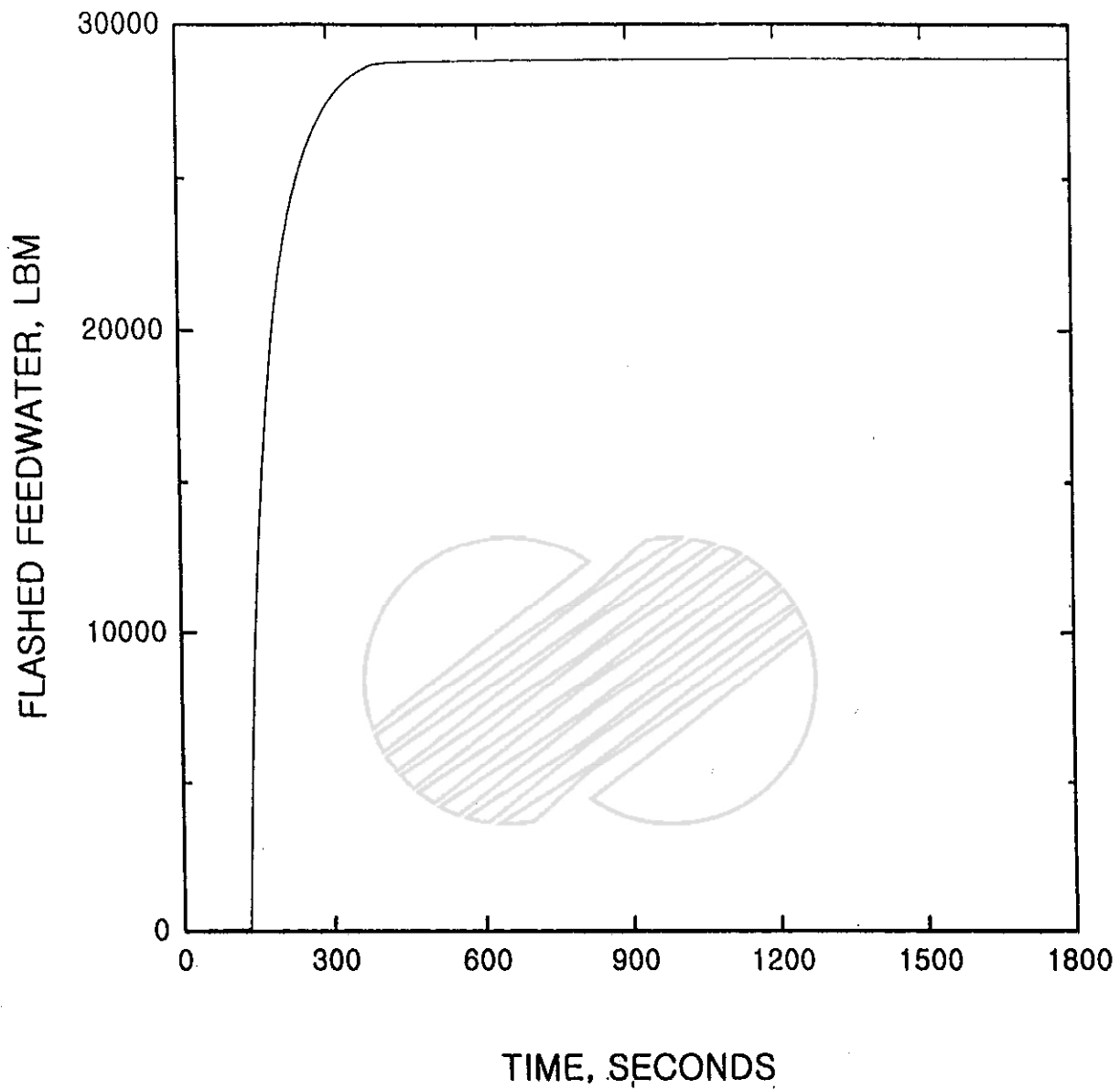


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
75% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-50 (2 중 1)

( )

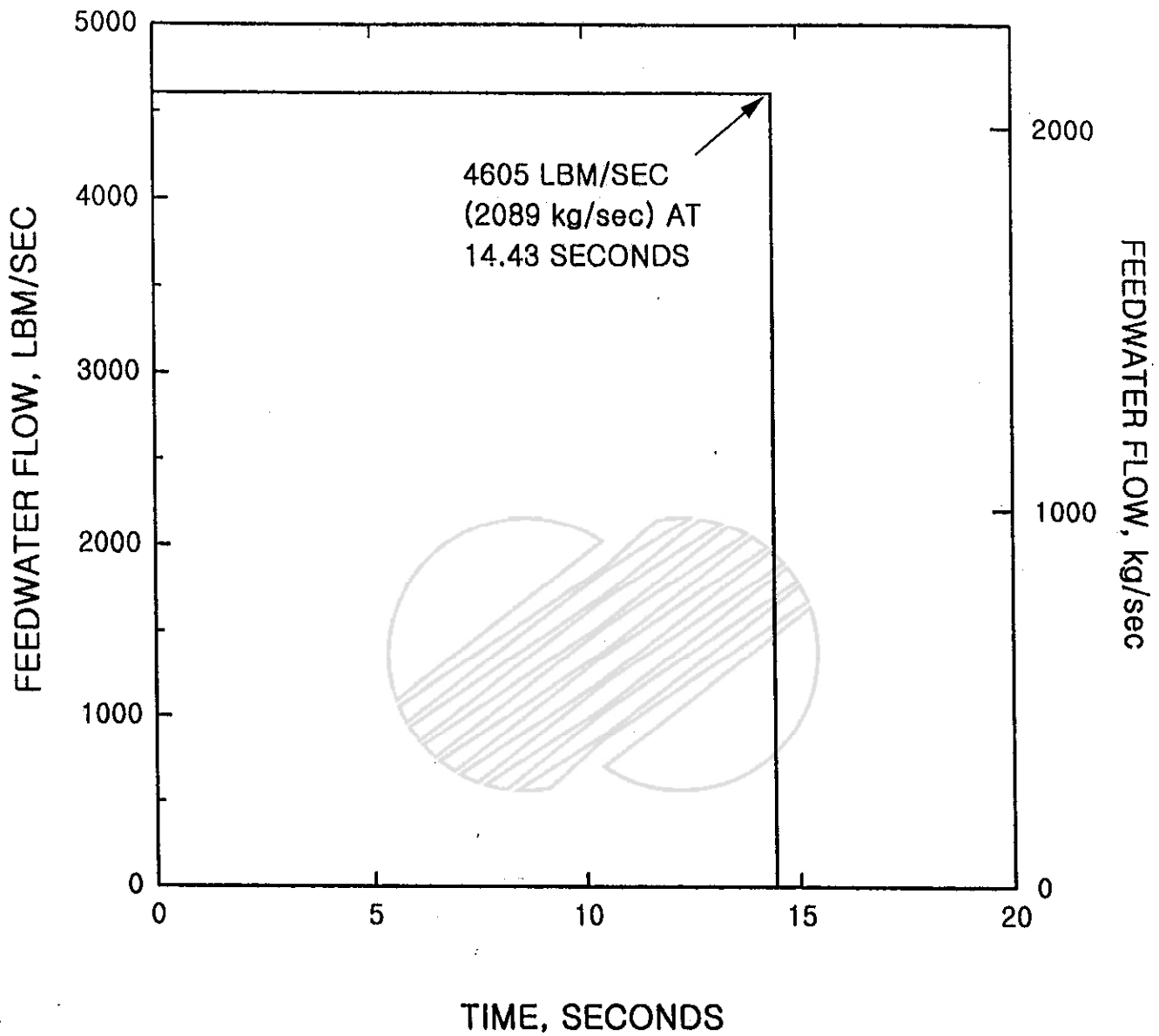


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
75% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-50 (2 중 2)

( )

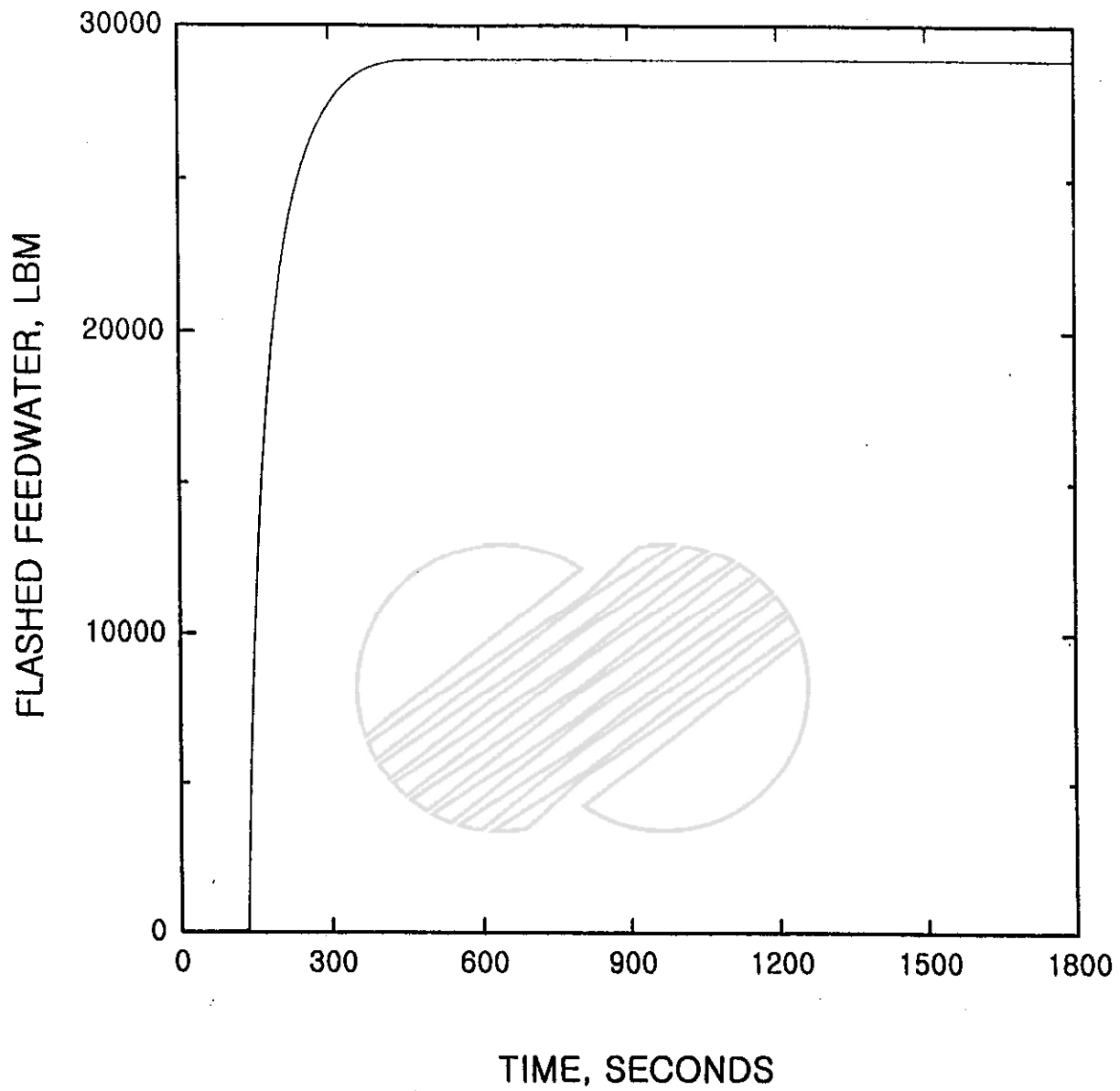


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
75% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-51 (2 중 1)

( )

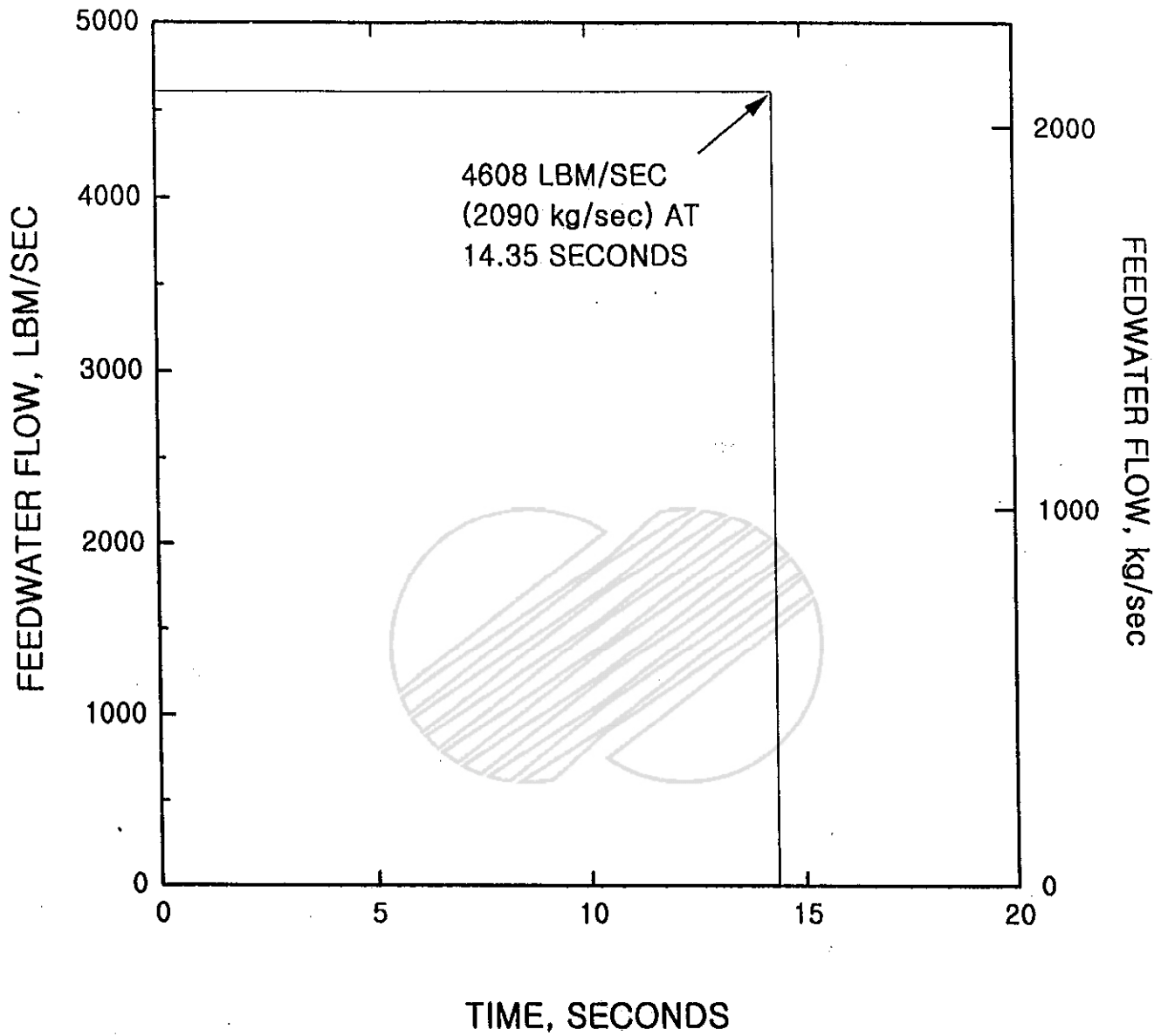


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
75% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-51 (2 중 2)

( )

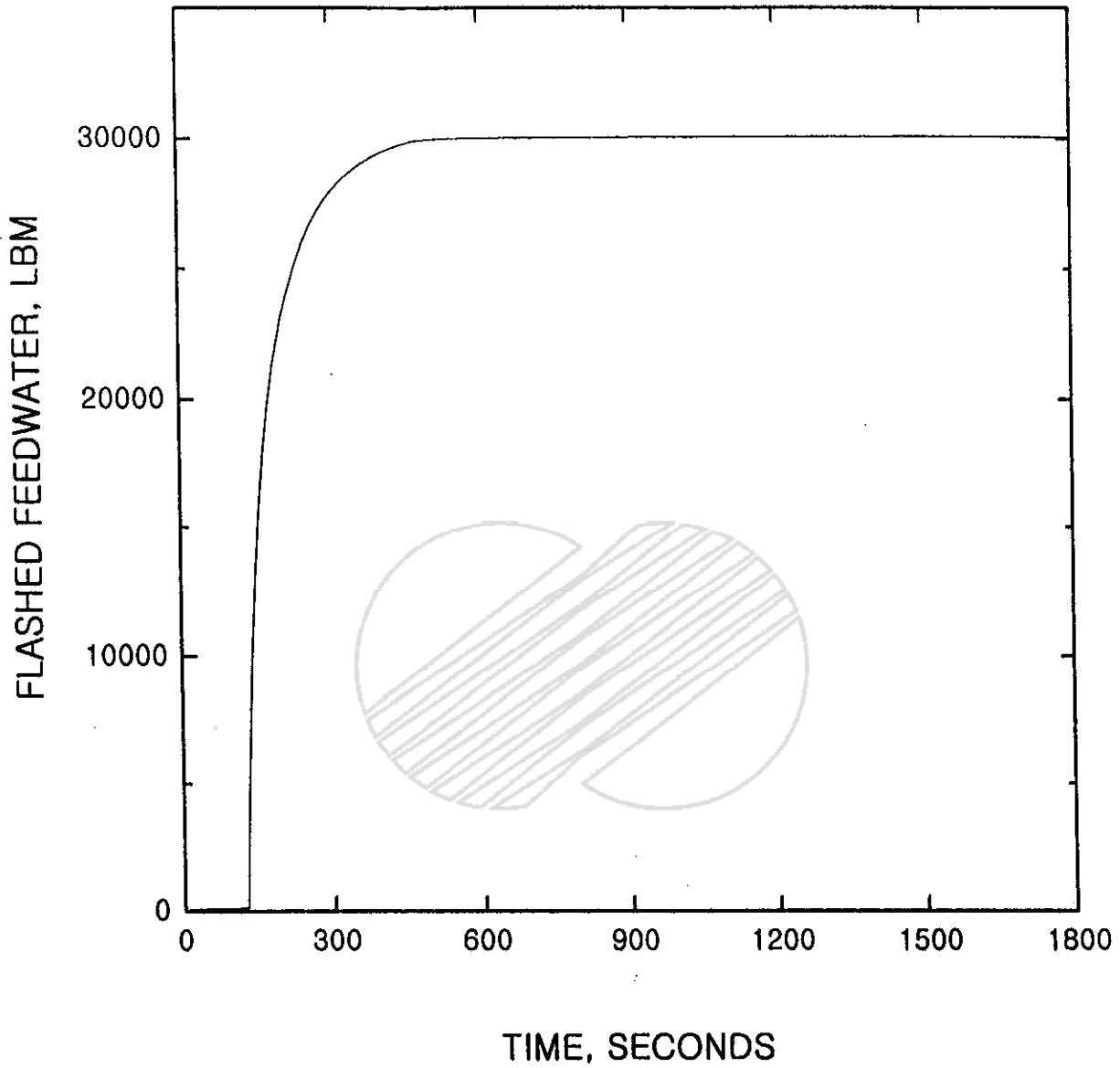


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
50% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-52 (2 중 1)

( )

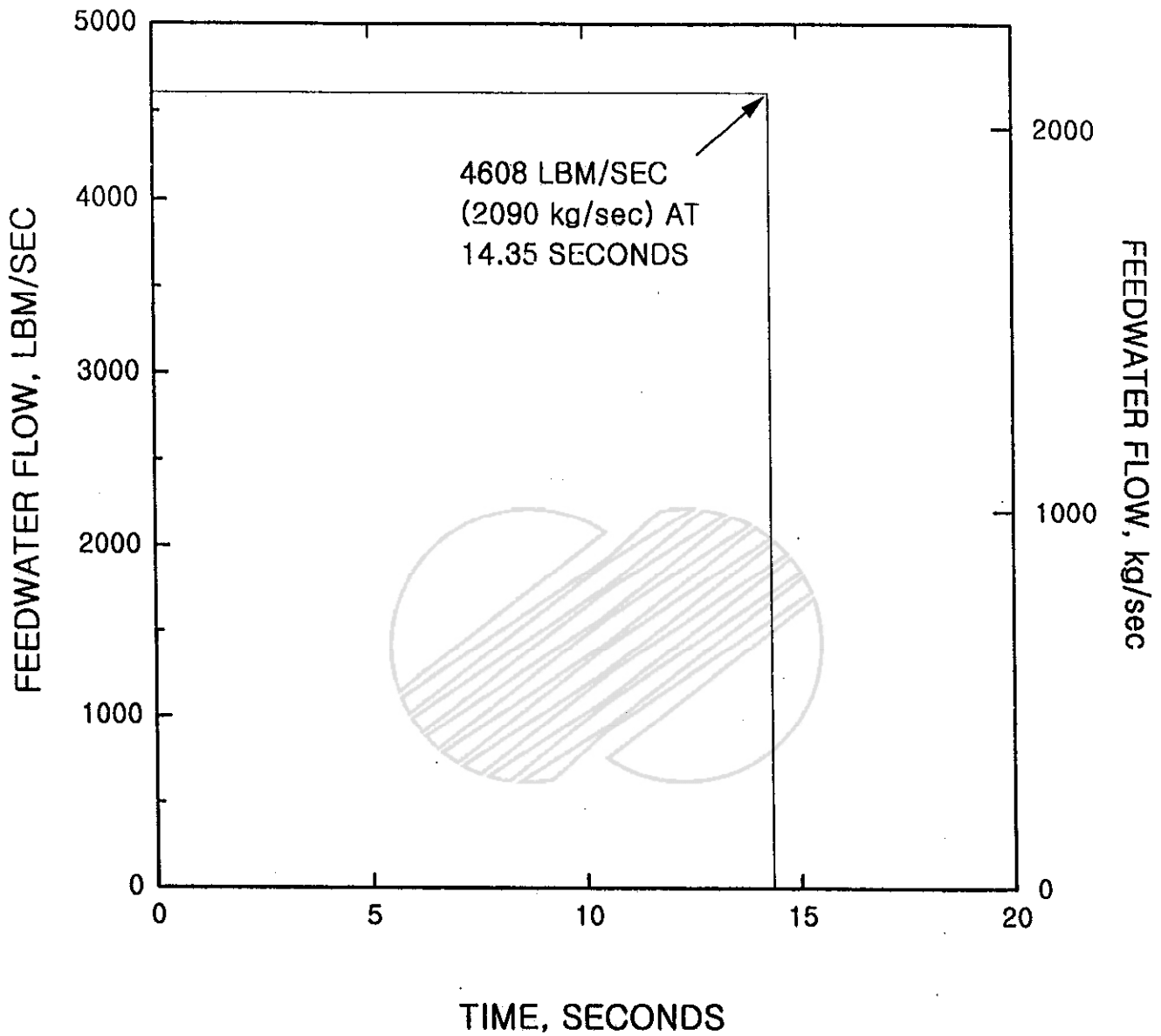


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
50% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-52 (2 중 2)

( )

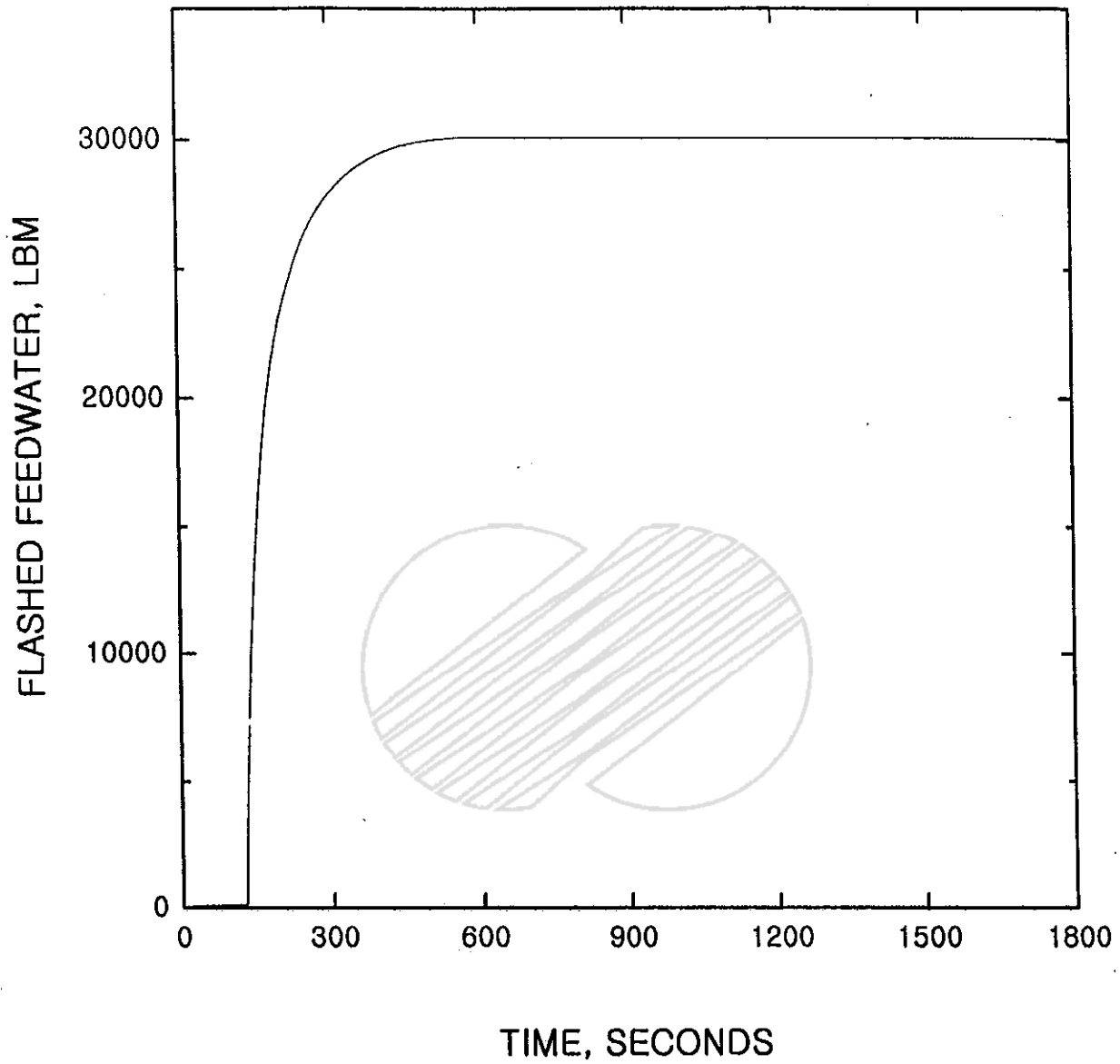


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
50% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-53 (2 중 1)

( )



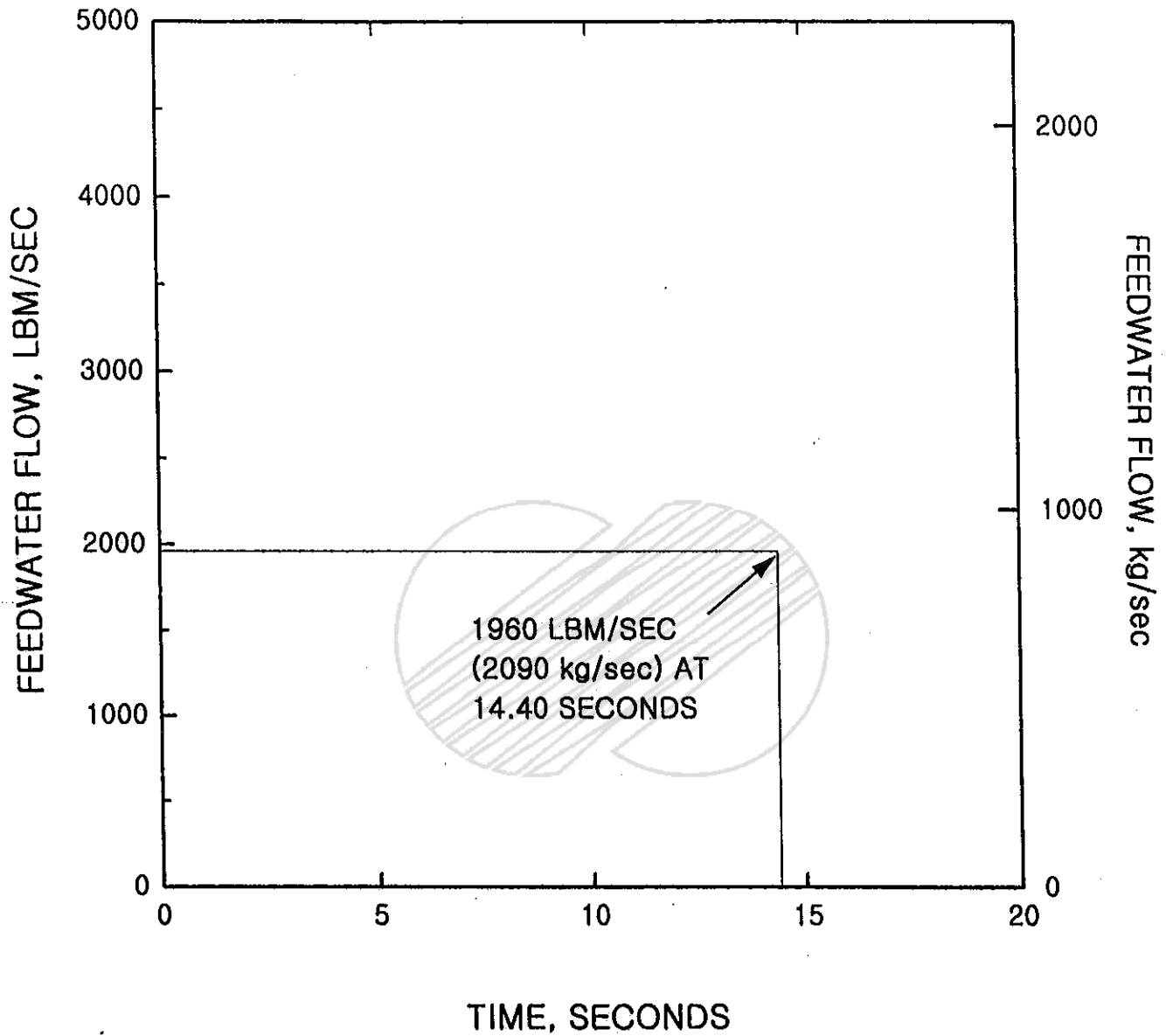
한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
50% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-53 (2 중 2)



( )

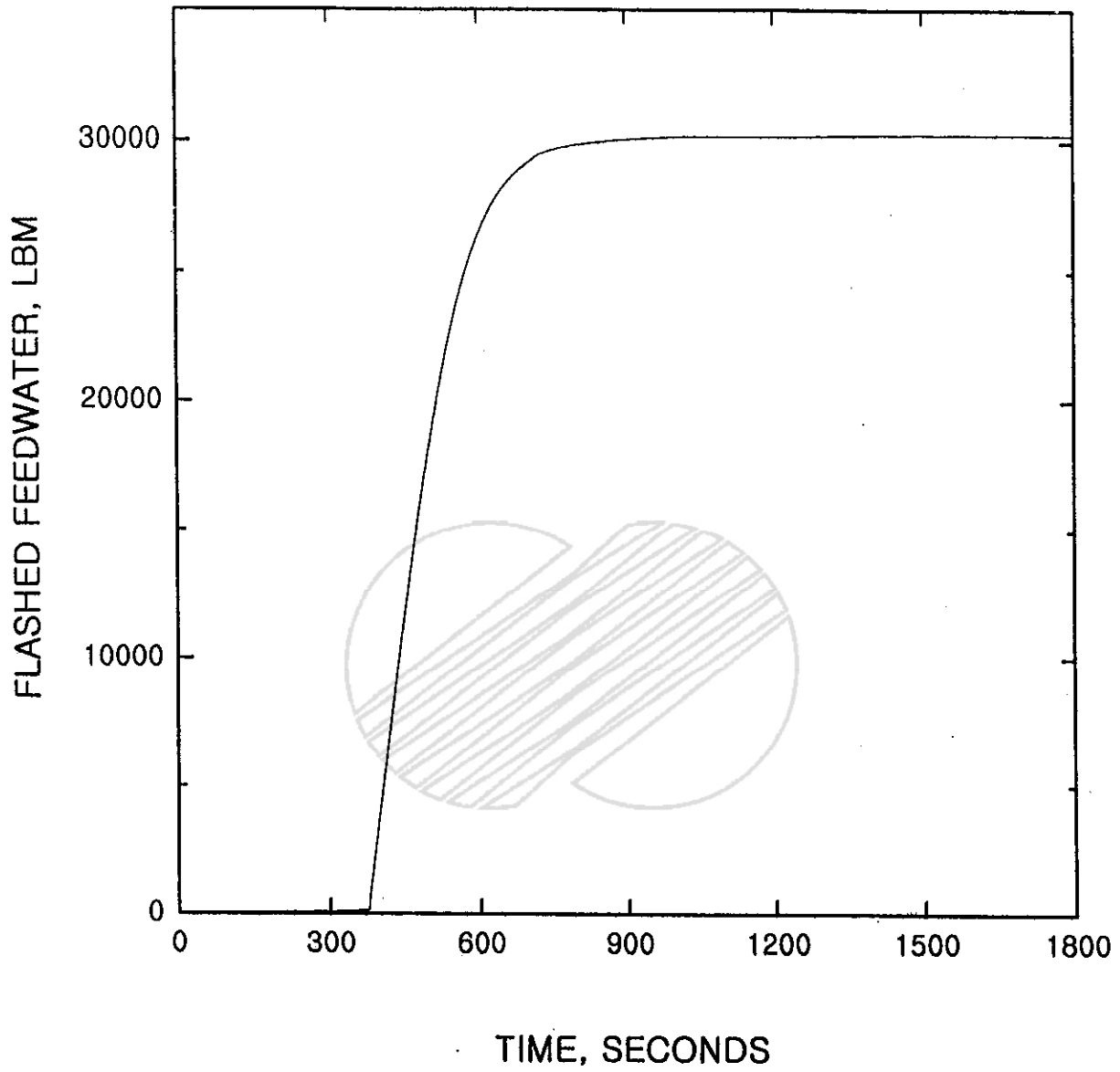


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
20% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-54 (2 중 1)

( )

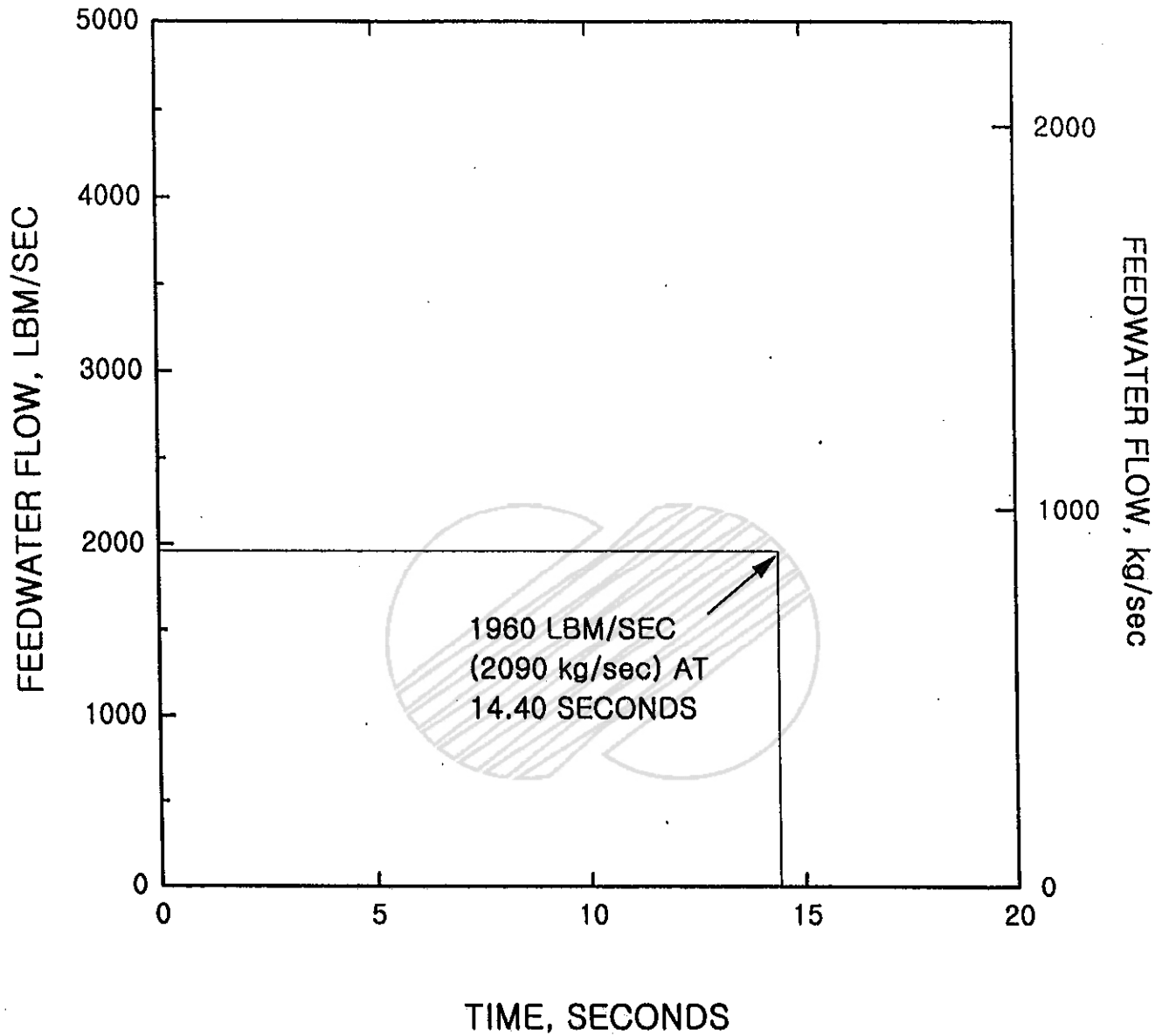


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
20% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-54 (2 중 2)

( )

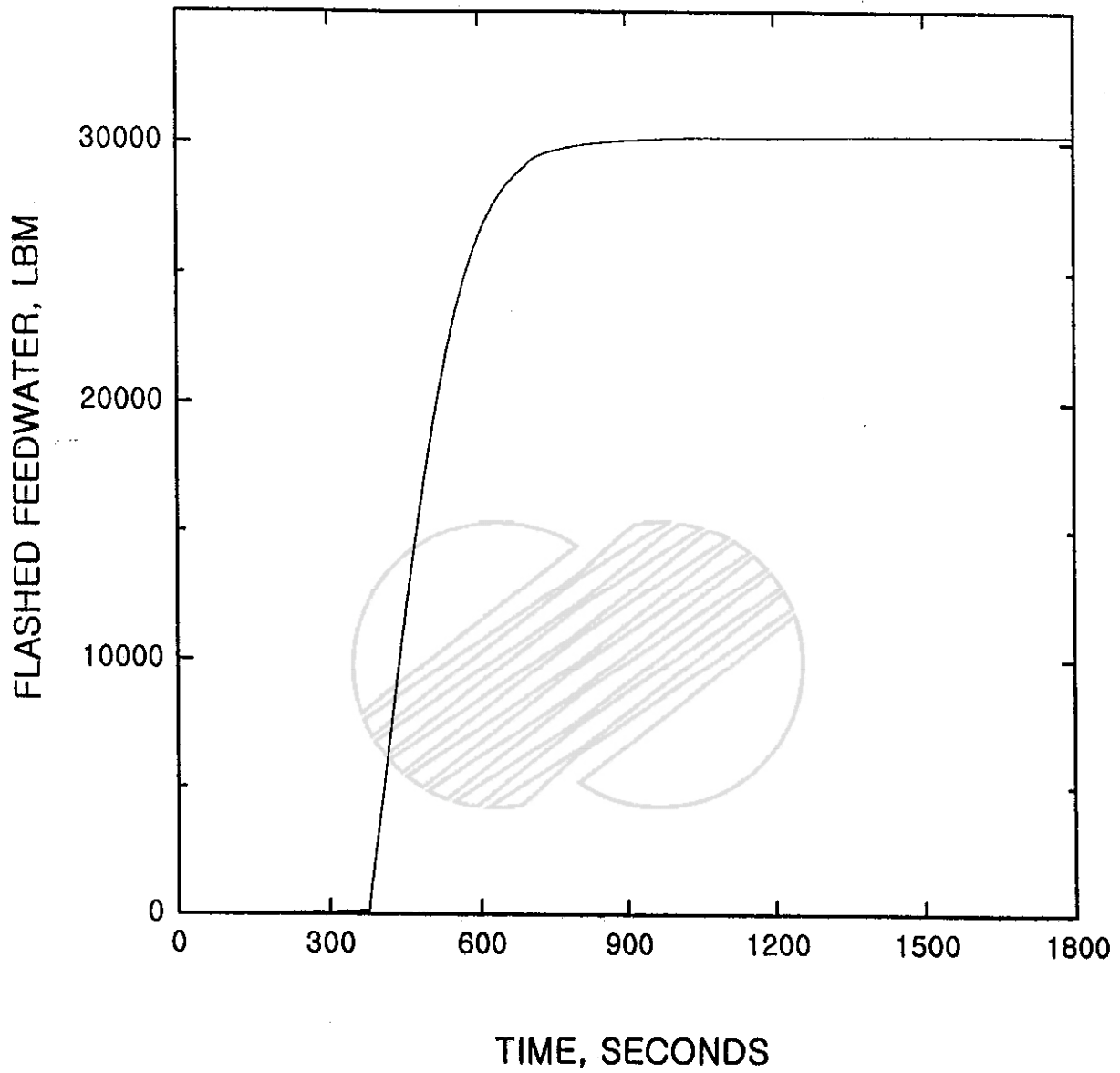


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
20% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-55 (2 중 1)

( )

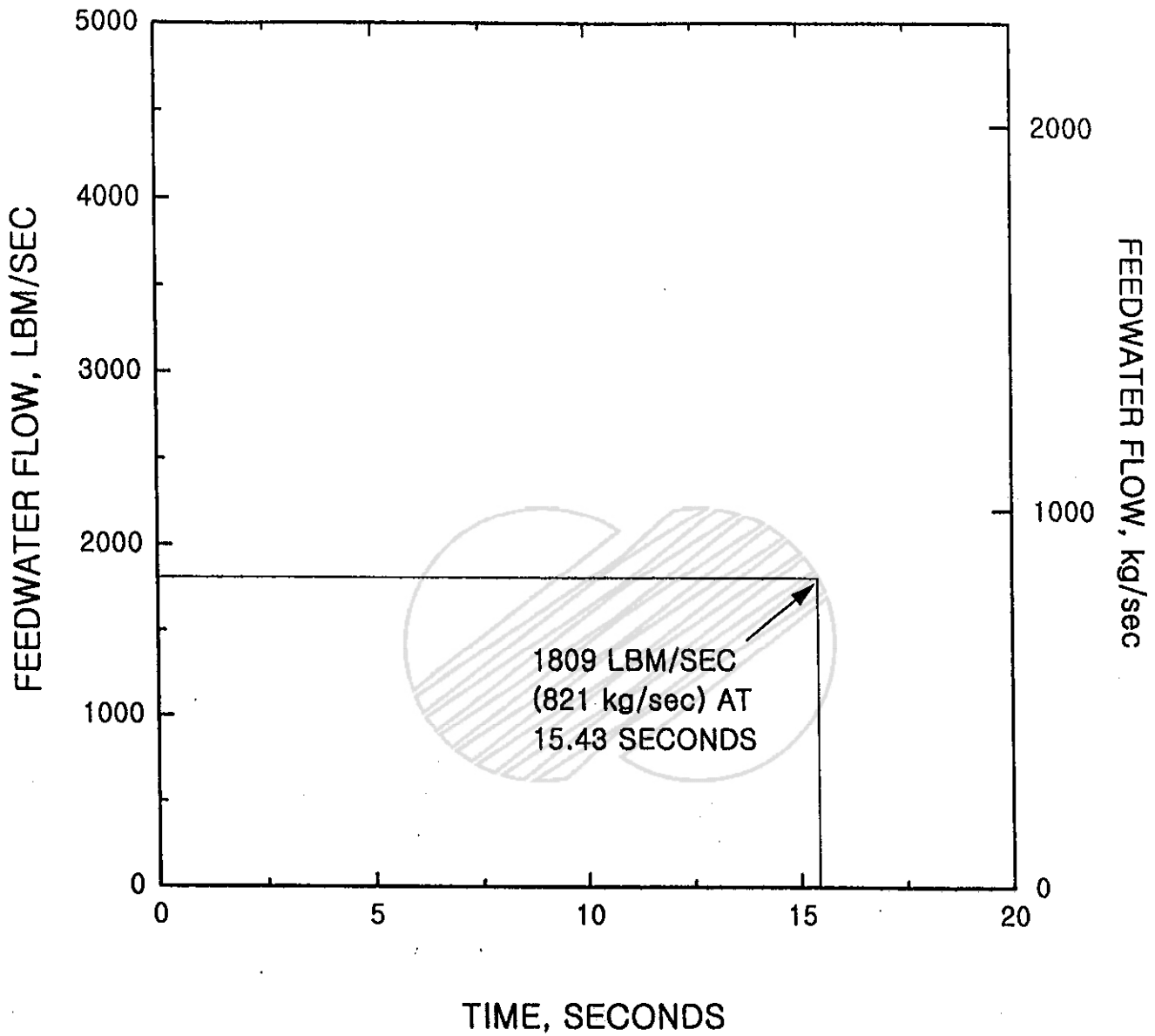


한국수력원자력주식회사  
영광 5.6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
20% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-55 (2 중 2)

( )

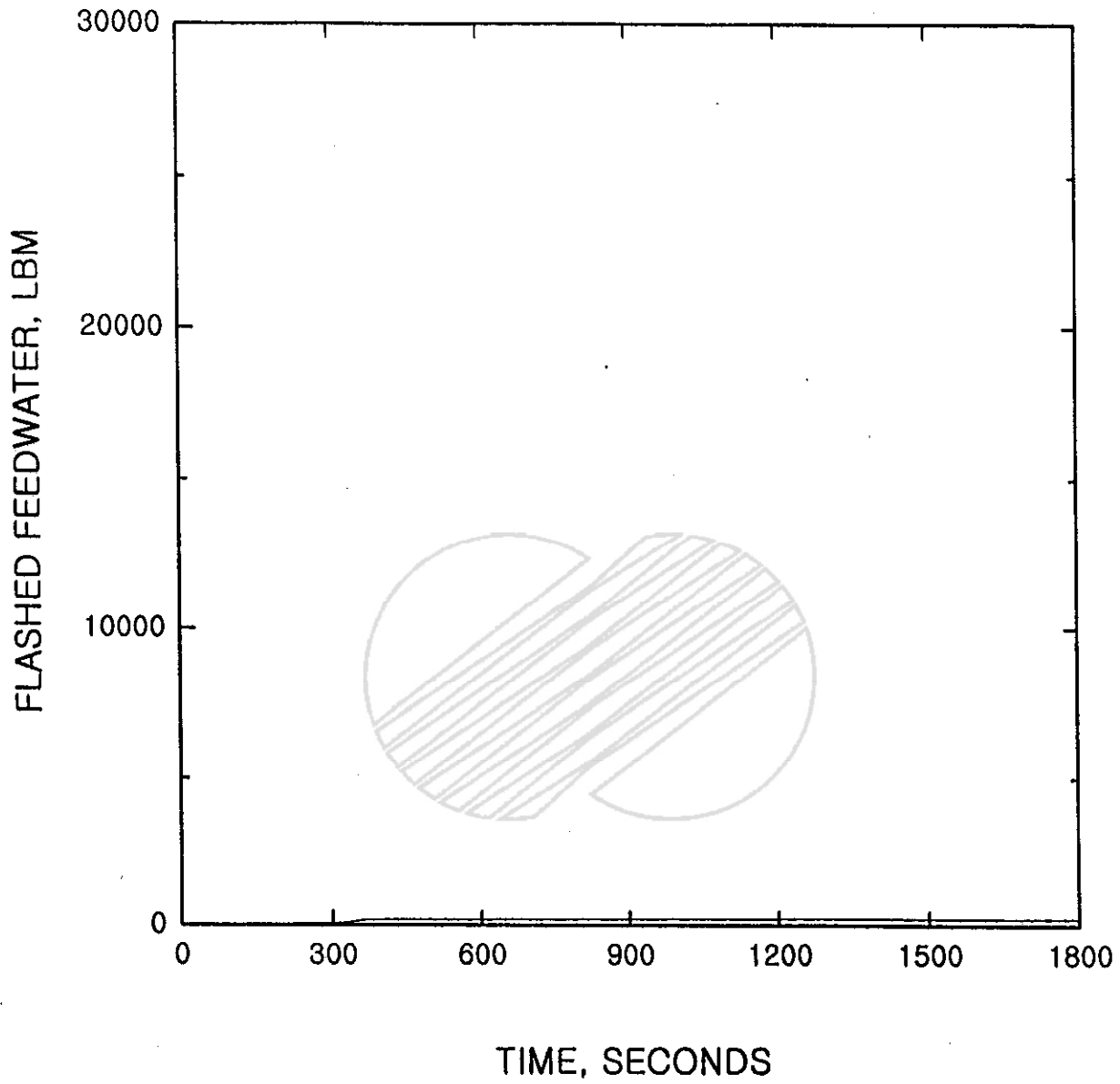


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
0% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-56 (2 중 1)

( )

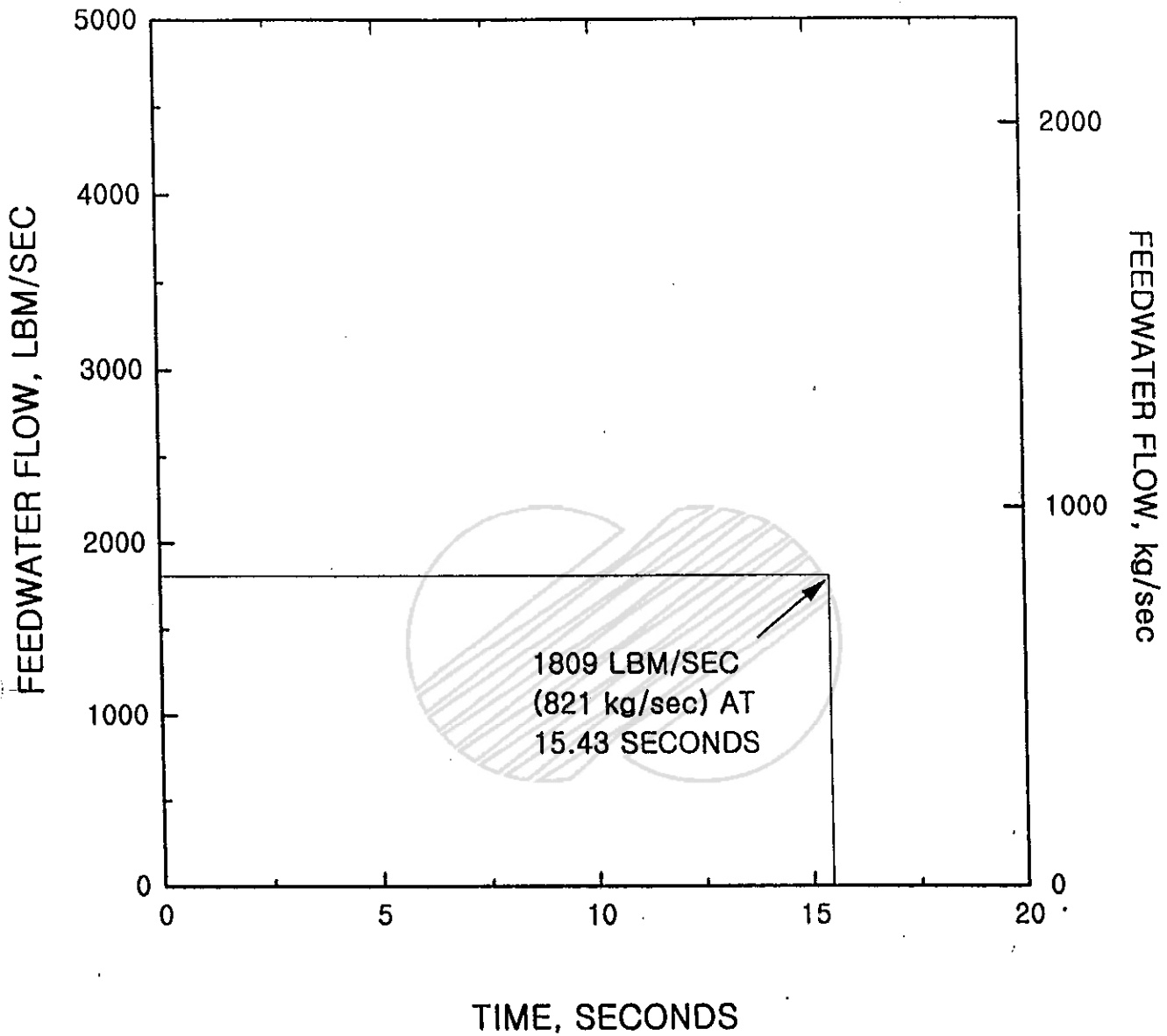


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
0% 출력 - 격납건물 냉각상실

그림 6.2-56 (2 중 2)

( )

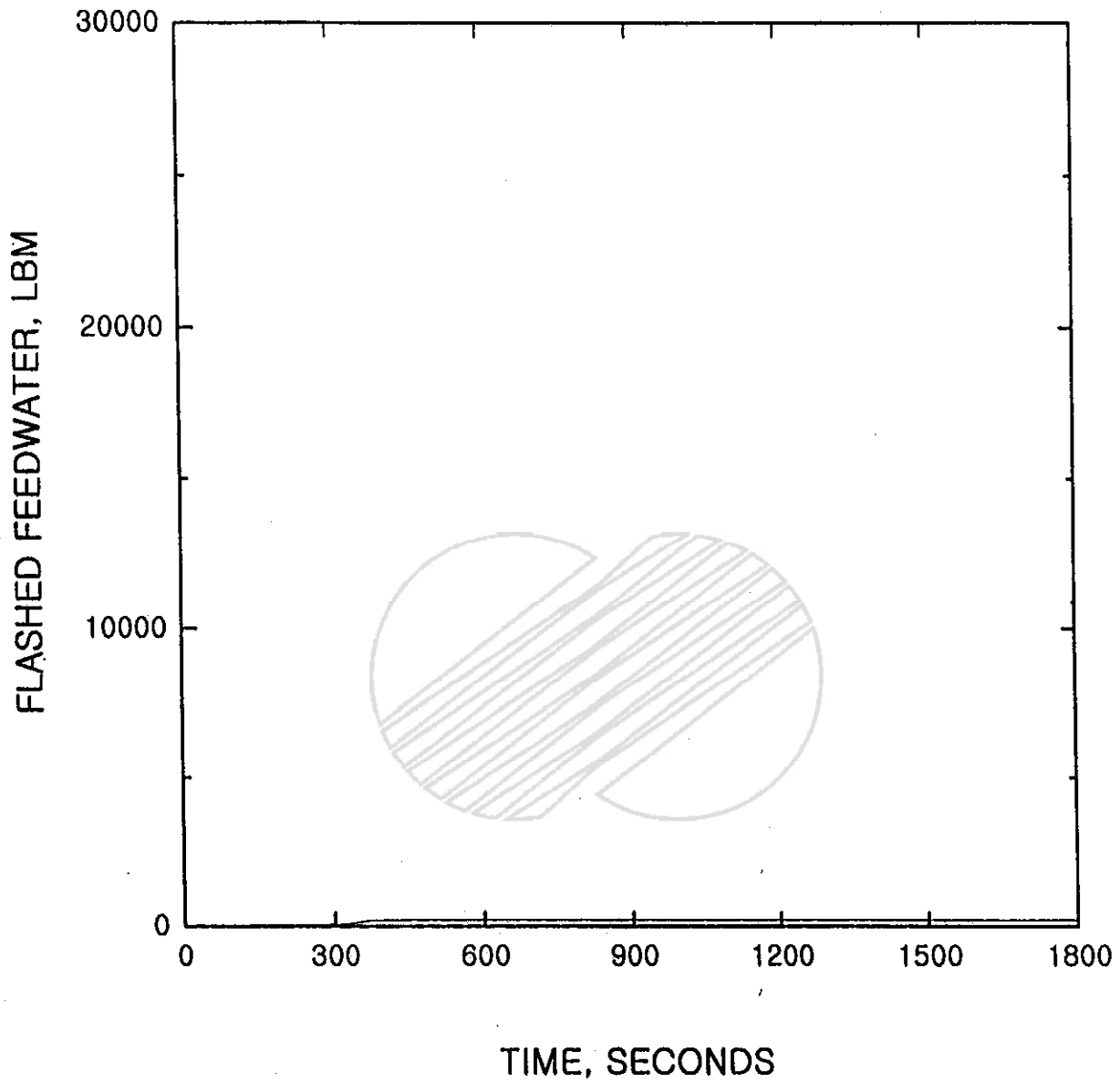


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

주급수격리밸브 폐쇄전의 급수 유량 :  
0% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-57 (2 중 1)

( )

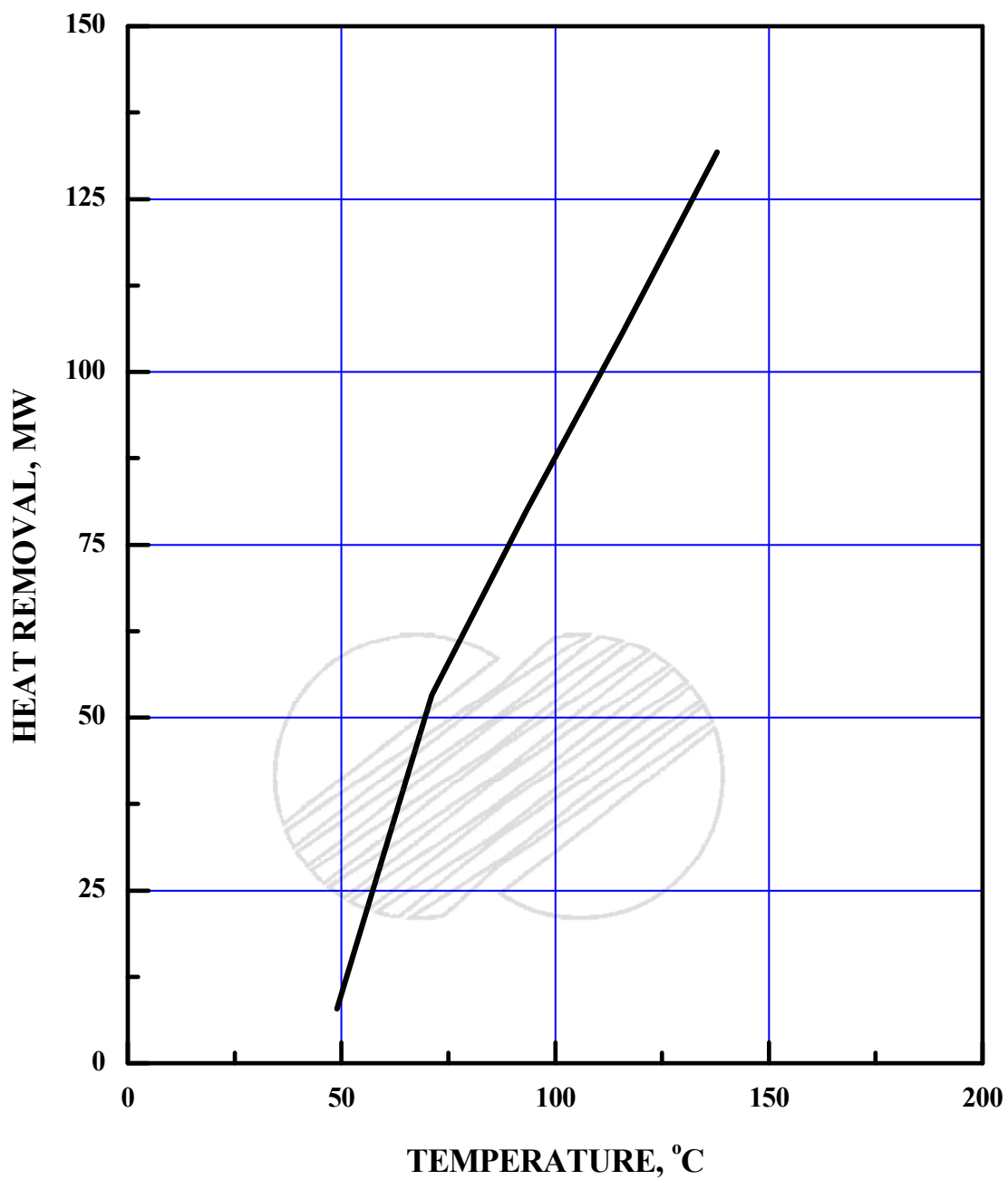


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

순간 기화된 적산 급수량 :  
0% 출력 - 주증기격리밸브 고장

그림 6.2-57 (2 중 2)



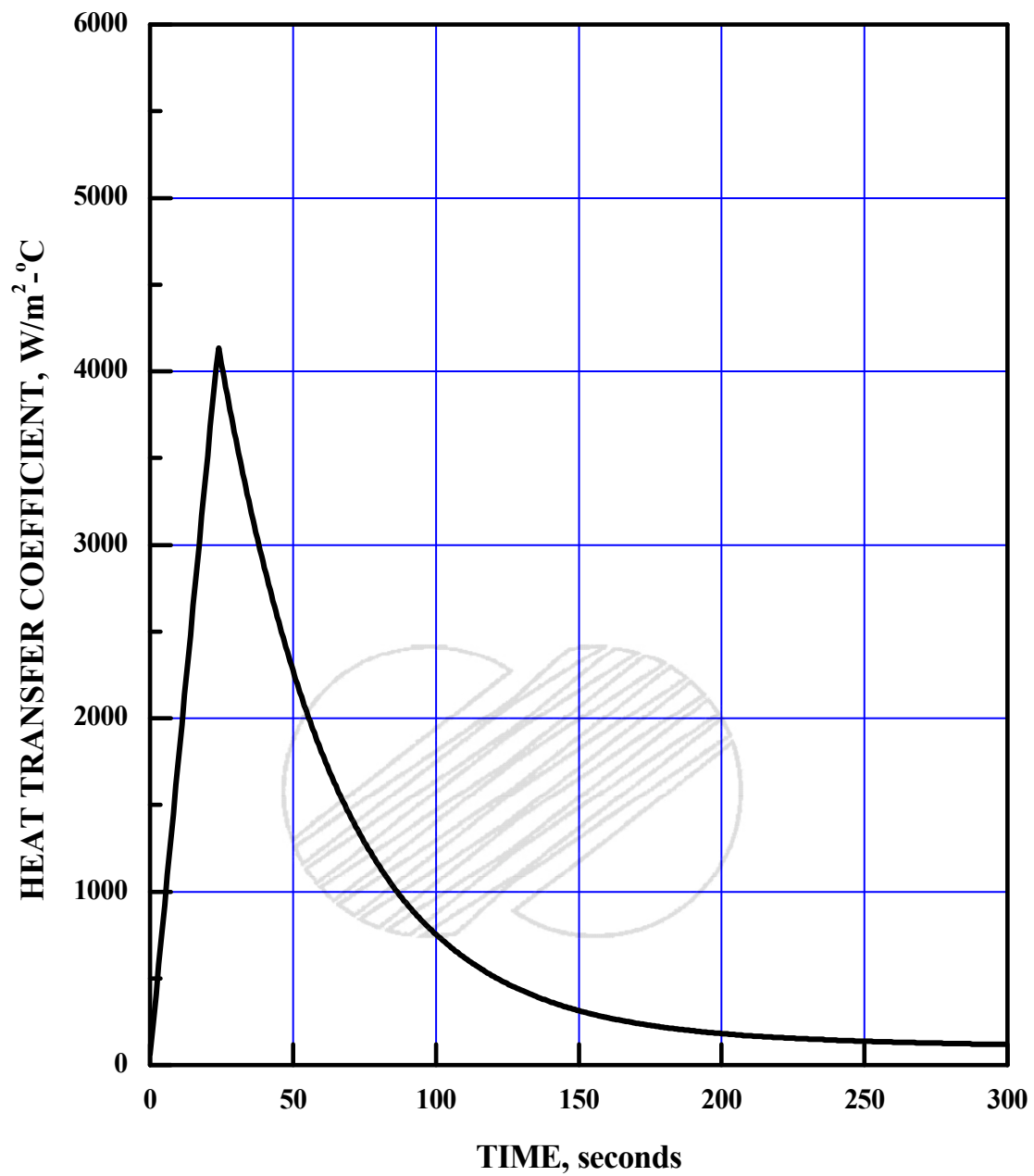


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

송풍 냉각기 열제거 용량  
(비상노심냉각계통 성능 분석)

그림 6.2-58

개정번호 191  
2013. 1. 10

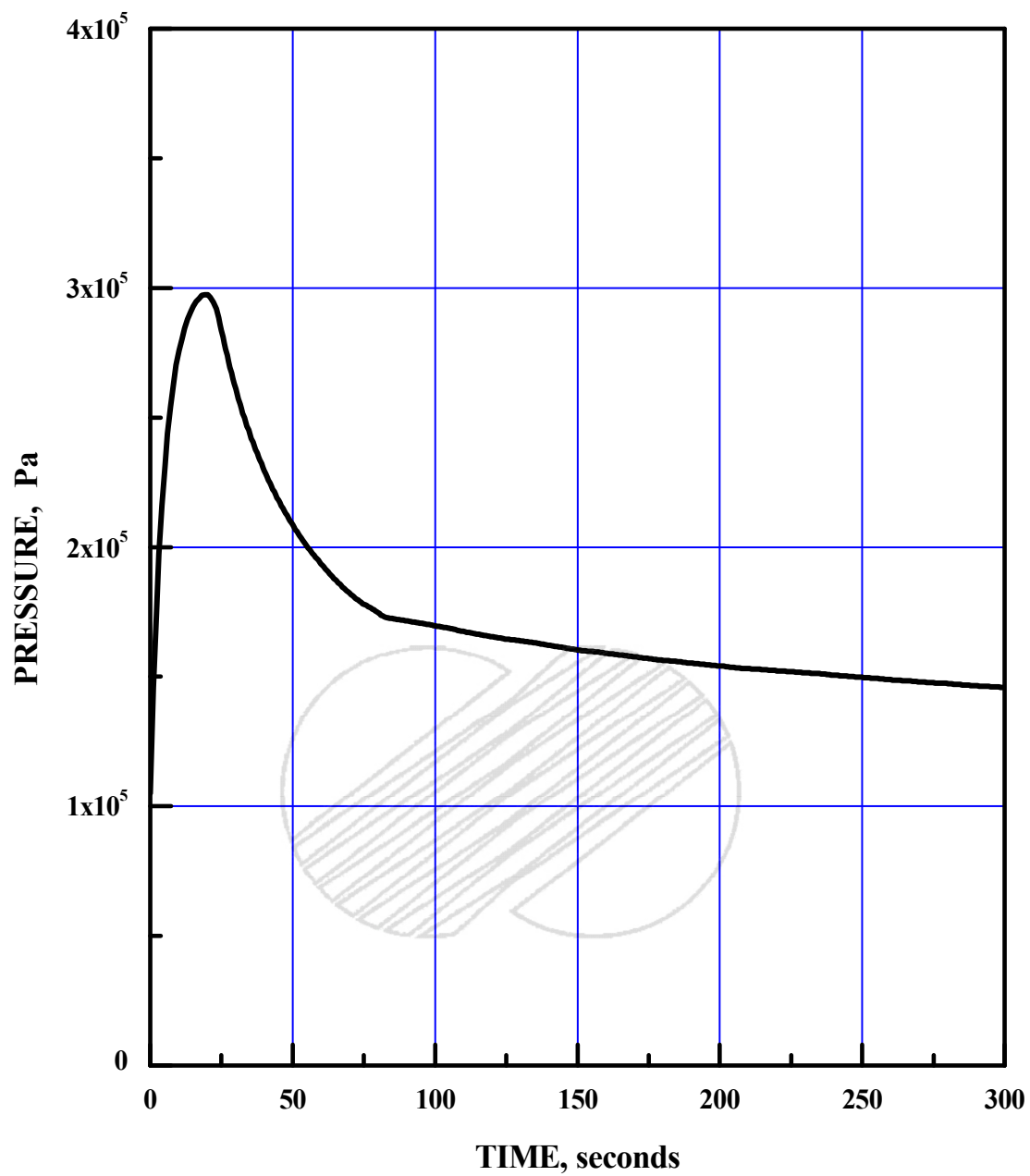


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수동 열 제거원에 대한 응축 열전달계수  
(비상노심냉각계통 성능 분석)

그림 6.2-59

개정번호 191  
2013. 1. 10

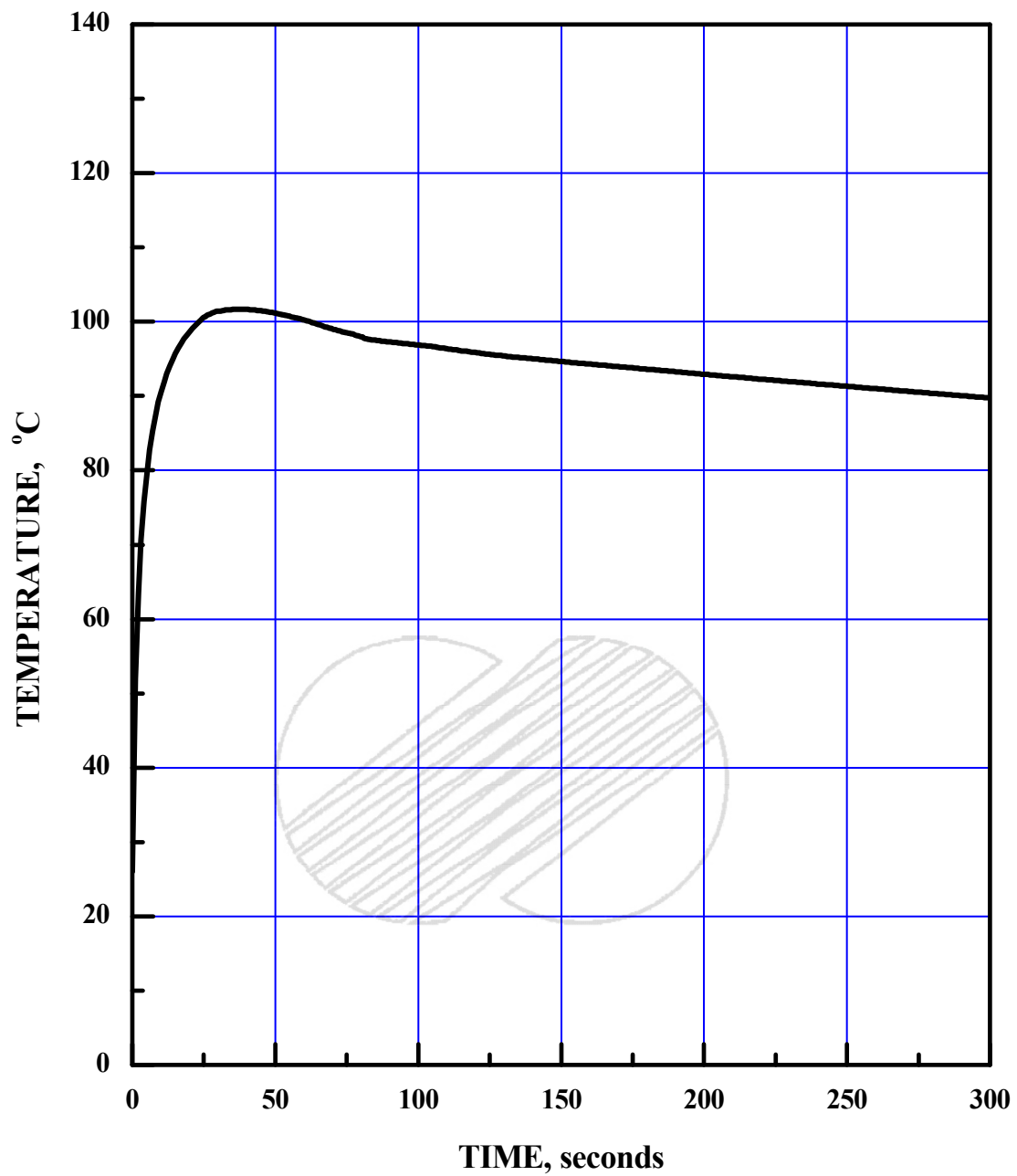


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물 최소 압력:  
펌프 토출관에서 0.8 × 양단 순시 파단  
(비상노심냉각계통 성능 분석)

개정번호 191  
2013. 1. 10

그림 6.2-60



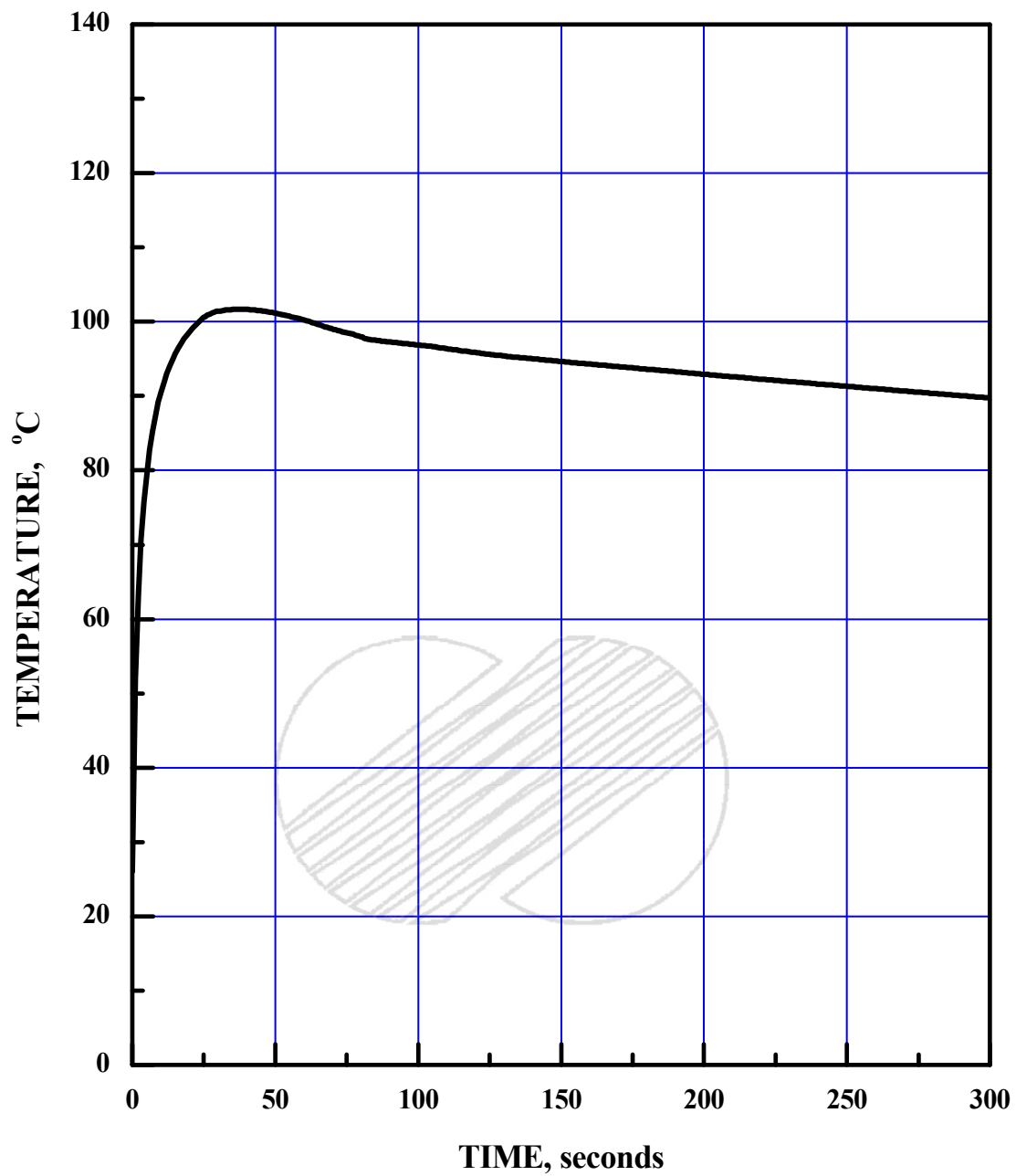
개정번호 191  
2013. 1. 10



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물 대기 온도:  
펌프 토출관에서 0.8 × 양단 순시 파단  
(비상노심냉각계통 성능 분석)

그림 6.2-61



개정번호 191  
2013. 1. 10



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물 집수조 온도:  
펌프 토출관에서의 0.8 × 양단 순시 파단  
(비상노심냉각계통 성능 분석)

그림 6.2-62



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물살수계통 배관 및 계장도

그림 6.2-63



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 1)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 2)





한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 3)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 4)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 5)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 6)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 7)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 8)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 9)

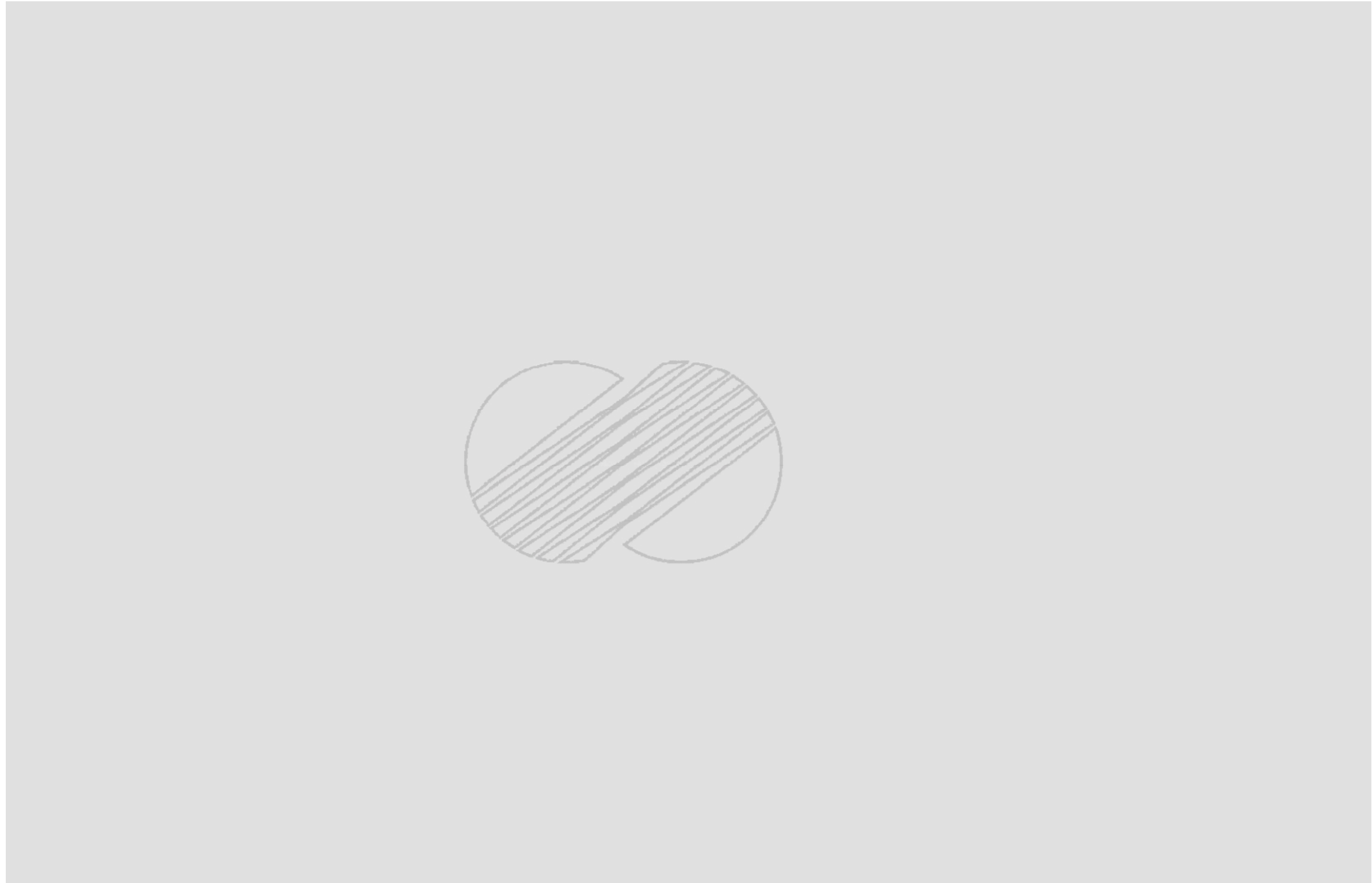


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물격리밸브 배치도

그림 6.2-64 (10 중 10)





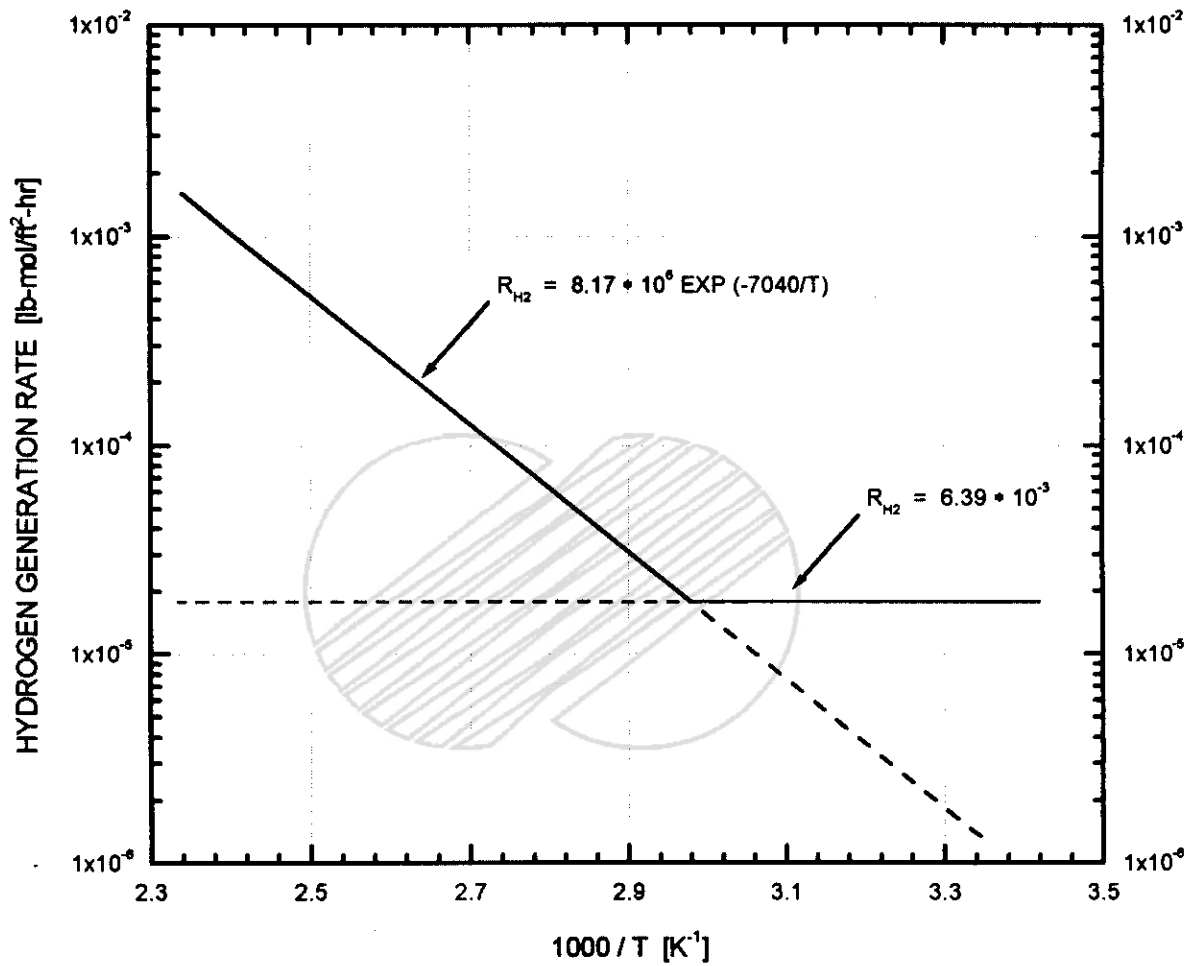
( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

가연성 기체제어계통 배관 및 계장도

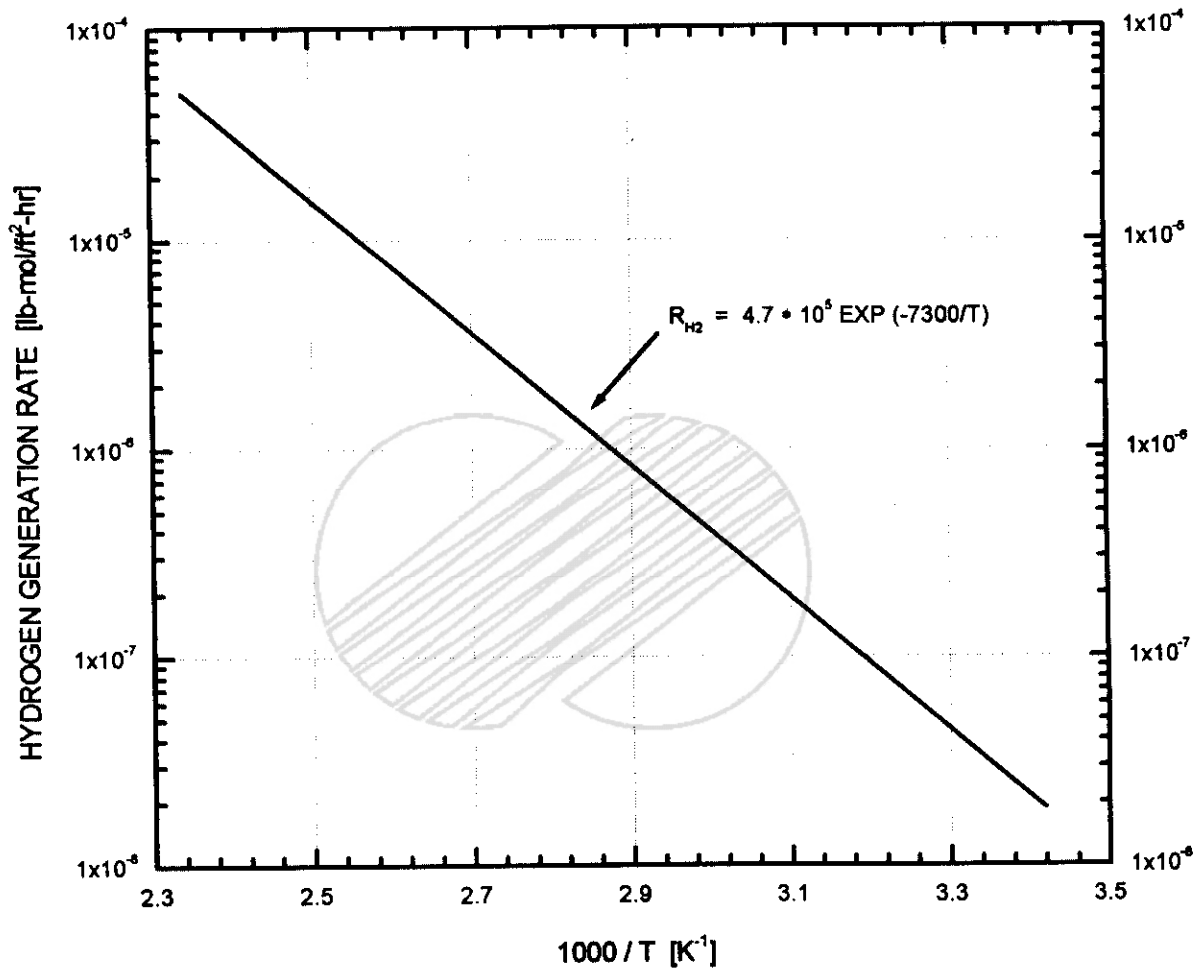
그림 6.2-66



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

알루미늄 부식에 의한 수소 생성률

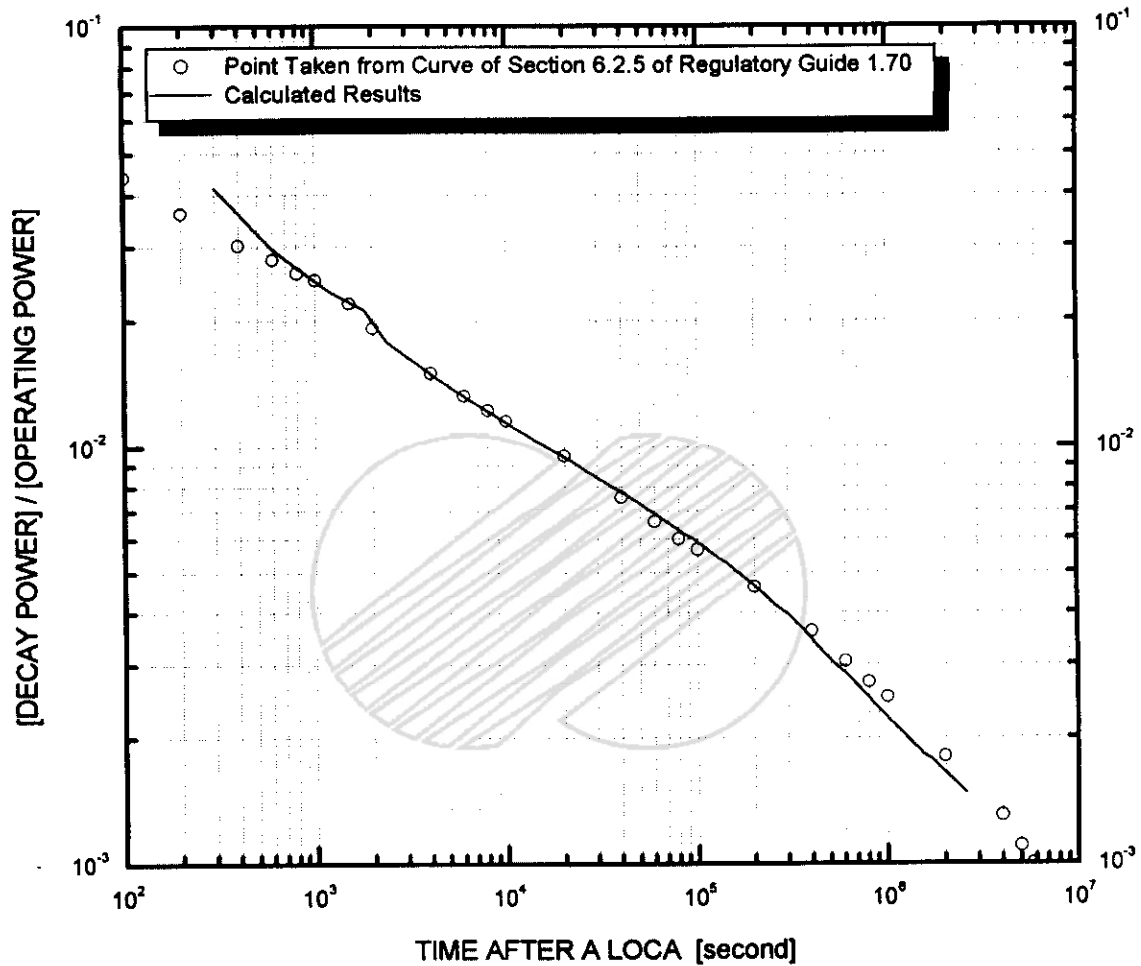
그림 6.2-67



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

아연 부식에 의한 수소 생성률

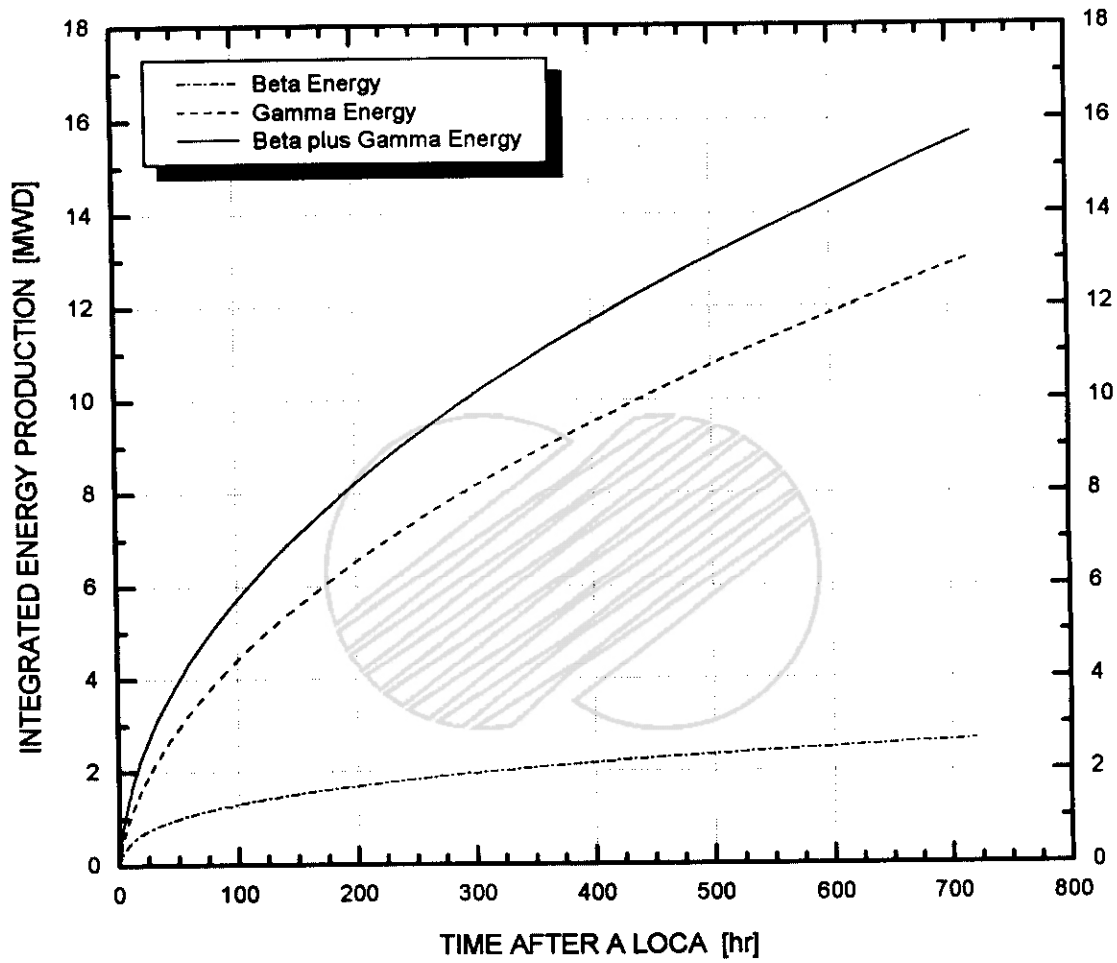
그림 6.2-68



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

원자로 정지후 붕괴열

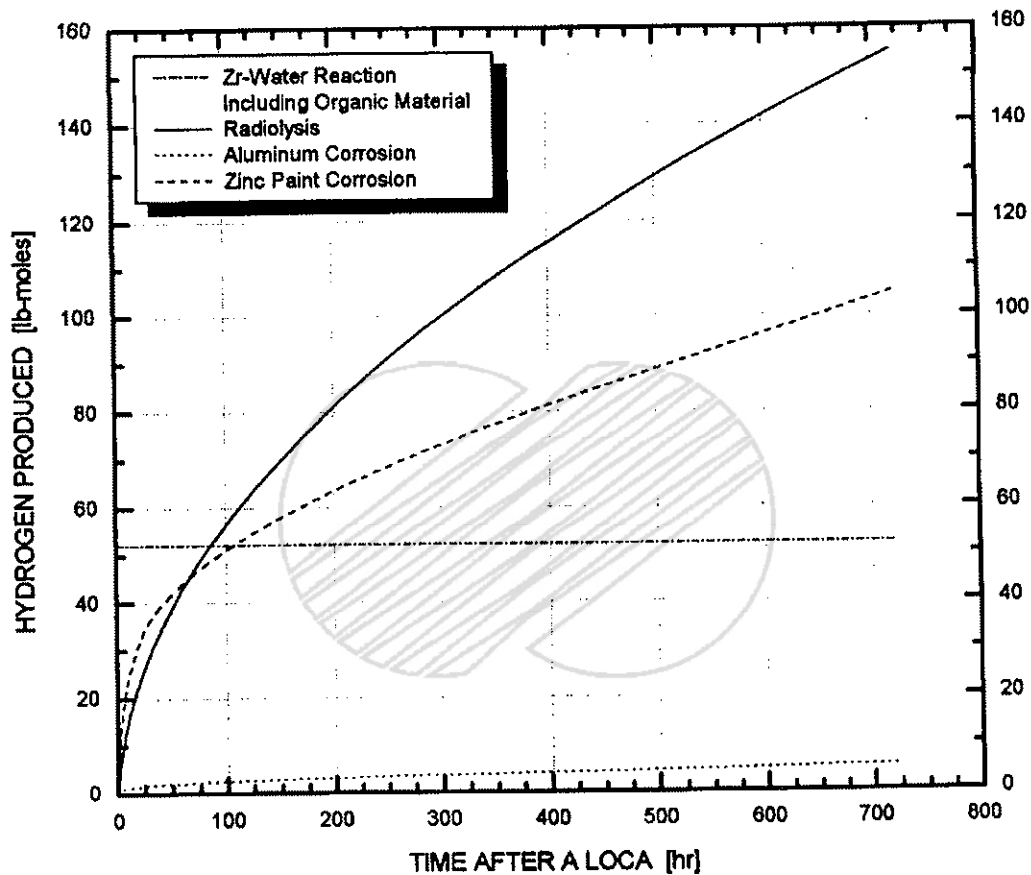
그림 6.2-69



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

원자로정지후 누적에너지

그림 6.2-70



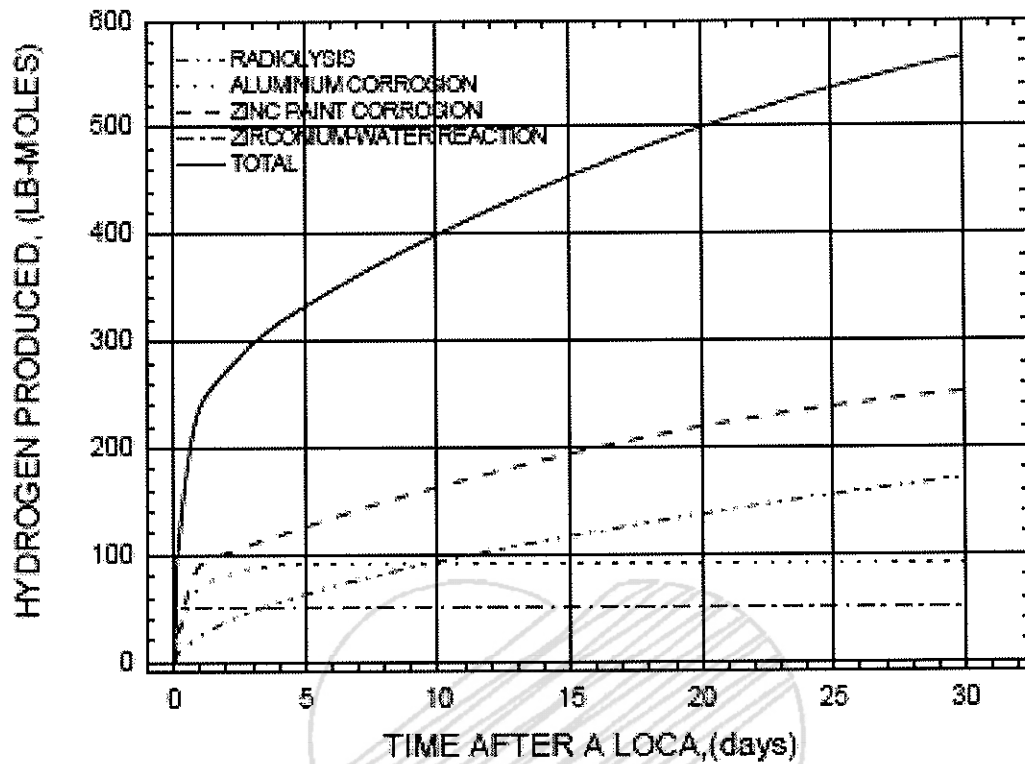
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수소발생원별 누적 수소 생성량

그림 6.2-71(2중1)

개정번호 186  
2012.12.10





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

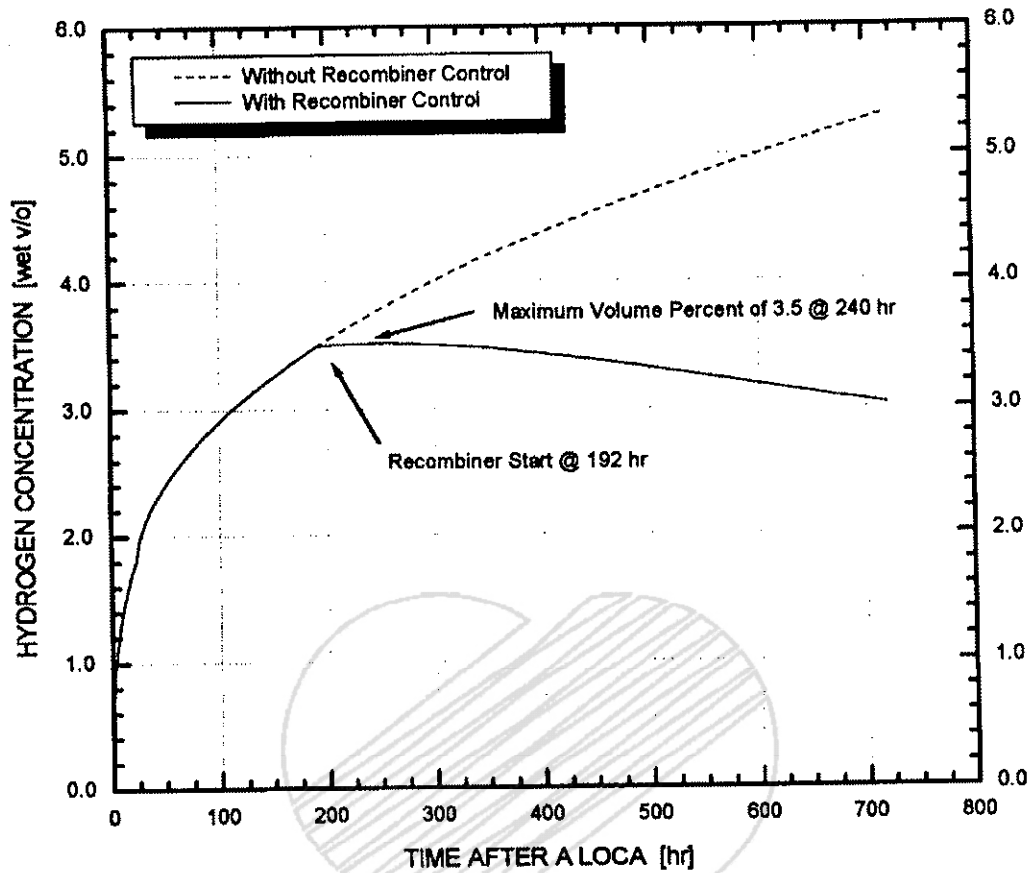
수소발생원별 누적 수소 생성량

그림 6.2-71(2중2)

개정번호 186  
2012.12.10





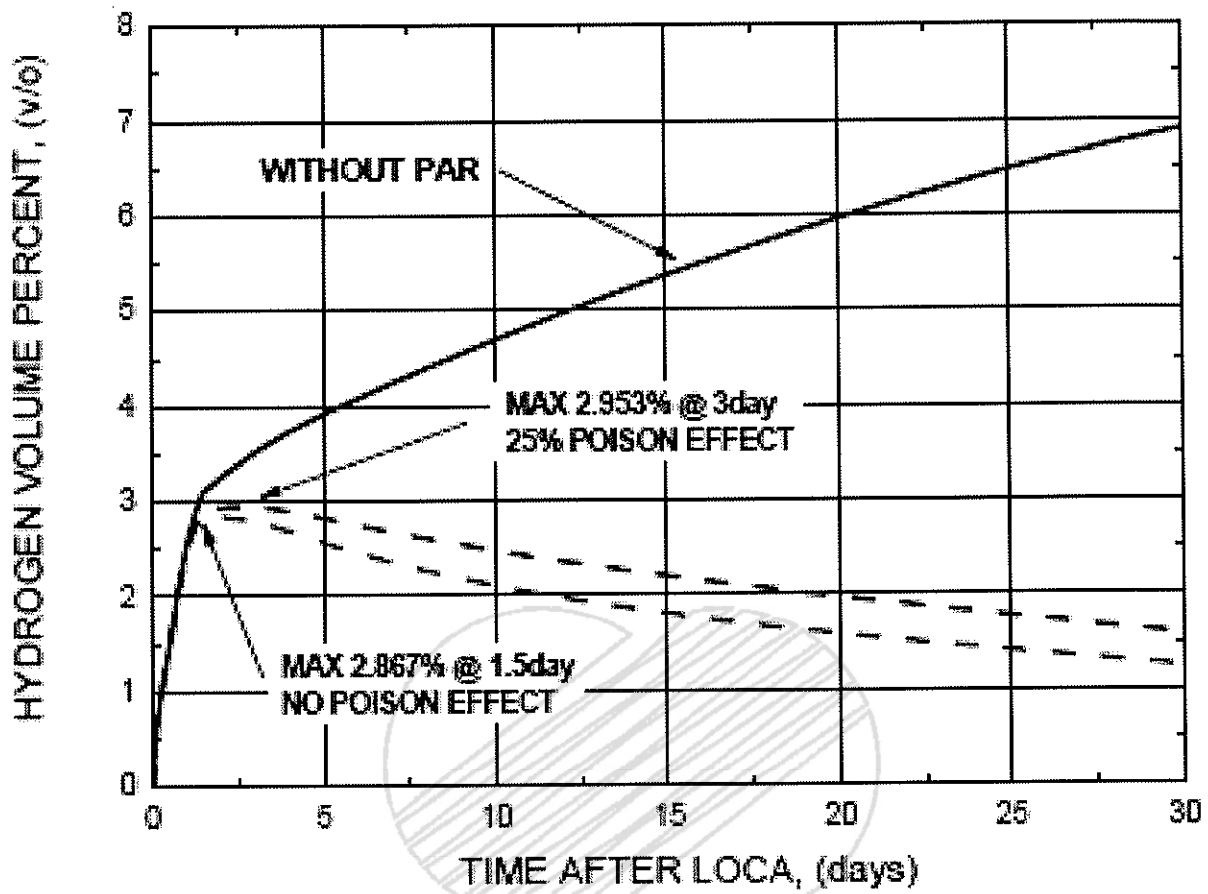


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물 수소농도 이력  
그림 6.2-72(2중1)

개정번호 186  
2012.12.10





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물 수소농도 이력

그림 6.2-72(2중2)

개정번호 186  
2012.12.10



( )



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

격납건물 종합 누설률 시험

그림 6.2-73



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수소점화기 설치 위치

그림 6.2-74 (6중1)

( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수소점화기 설치 위치

그림 6.2-74 (6중2)

( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수소점화기 설치 위치

그림 6.2-74 (6중3)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수소점화기 설치 위치

그림 6.2-74 (6중4)

( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수소점화기 설치 위치

그림 6.2-74 (6중5)



( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

수소점화기 설치 위치

그림 6.2-74 (6중6)

( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

피동축대형수소재결합기 설치위치  
(Section A-A)

그림 6.2-75(6중1)





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

피동축매형수소재결합기 설치위치  
(Section B-B)

그림 6.2-75(6중2)





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

피동축매형수소재결합기 설치위치  
(EL. 100 '-0")

그림 6.2-75(6중3)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

피동축매형수소재결합기 설치위치  
(EL. 122 '-0")

그림 6.2-75(6중4)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

피동축매형수소재결합기 설치위치  
(EL. 142 '-0")

그림 6.2-75(6중5)

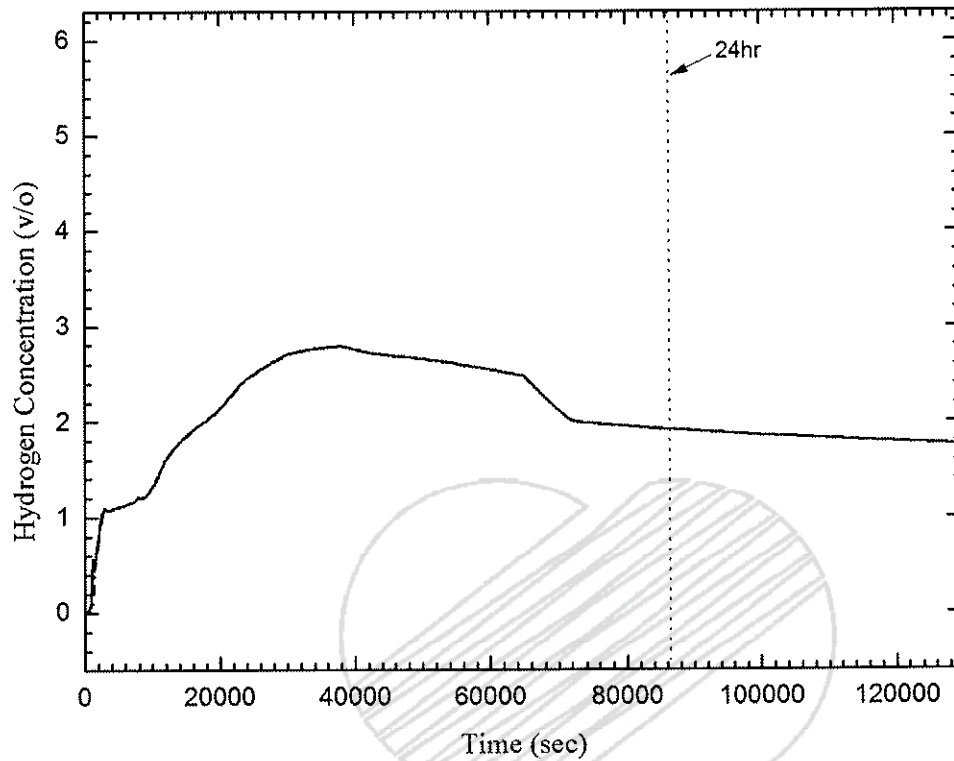


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서


피동축매형수소재결합기 설치위치  
(Polar Crane Bracket)

그림 6.2-75(6중6)

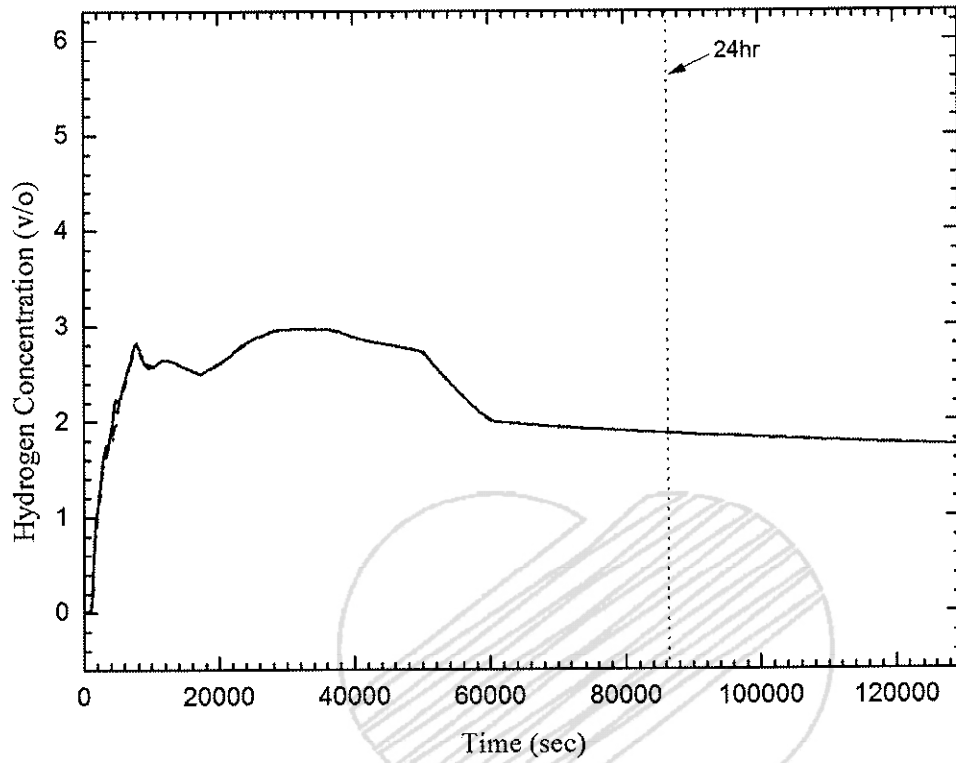




개정번호 186  
2012.12.10

	한국수력원자력주식회사 영 광 5, 6 호 기 최종안전성분석보고서
	LBLOCA시 격납건물 돔 지역의 수소농도 그림 6.2-76(5중1)





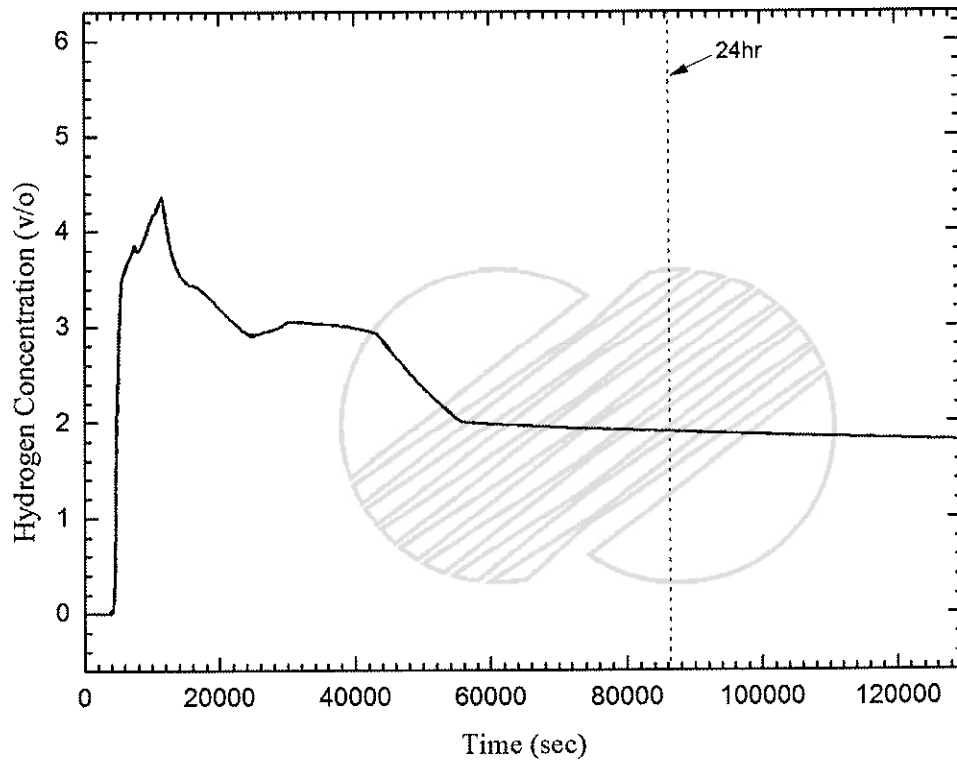
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

MBLOCA시 격납건물 돔 지역의 수소농도

그림 6.2-76(5중2)

개정번호 186  
2012.12.10





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

SBLOCA시 격납건물 돔 지역의 수소농도

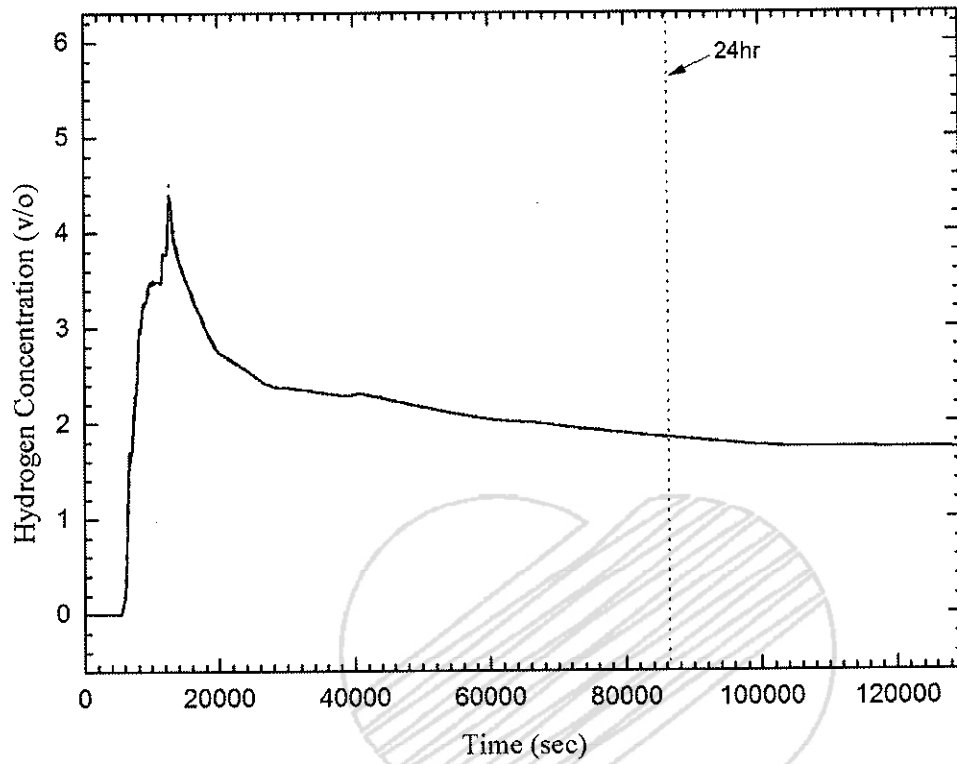
그림 6.2-76(5중3)

개정번호 186  
2012.12.10

청렴 UP. Clean 한수원

071691362724341





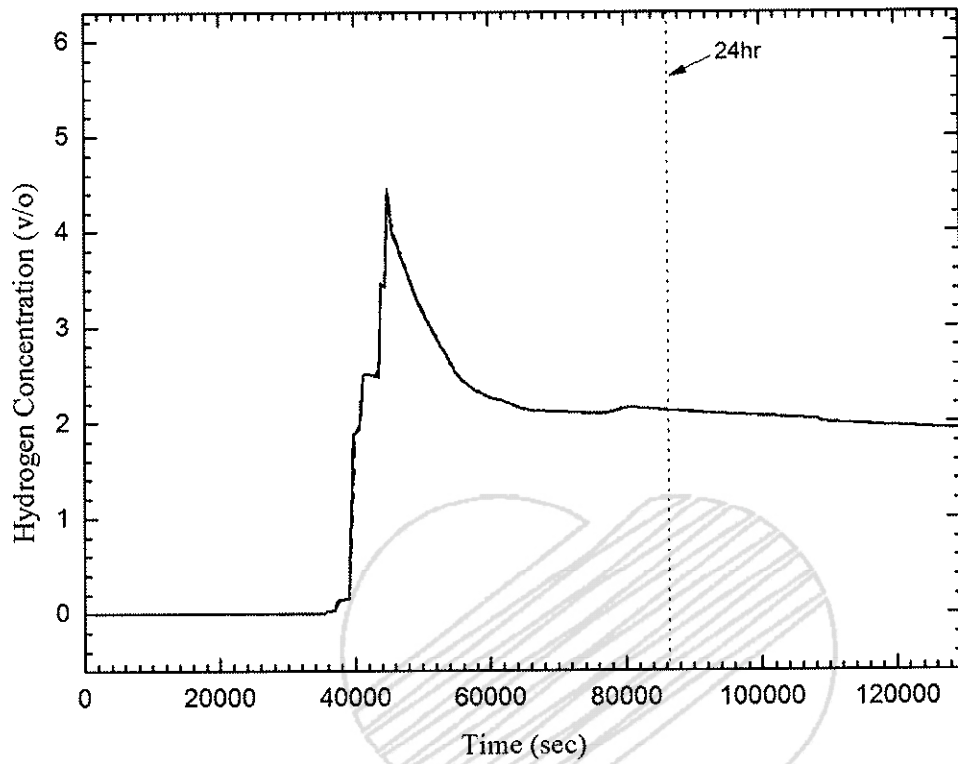
개정번호 186  
2012.12.10



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

TLOFW시 격납건물 돔 지역의 수소농도

그림 6.2-76(5중4)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

SB0시 격납건물 돔 지역의 수소농도

그림 6.2-76(5중5)

개정번호 186  
2012.12.10



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.3 비상노심냉각계통

#### 6.3.1 설계기준

##### 6.3.1.1 개요

비상노심냉각계통 혹은 안전주입계통은 냉각재상실사고와 같은 예상치 않은 사고시 노심 냉각을 할 수 있도록 설계된다. 비상노심냉각계통은 냉각재상실사고 후 상당기간 동안 노심의 심각한 변형을 막고, 핵연료 용융을 방지하며, 핵연료 피복재와 냉각재와의 반응을 제한하고, 노심내에 발생하는 에너지를 제거하며, 노심을 미임계상태로 유지하도록 한다.

안전주입계통은 이러한 기능요건을 다중의 능동적이고 피동적인 부속계통들을 이용하여 만족시킨다. 안전주입계통의 능동기기는 고압 및 저압의 안전주입펌프와 관련된 밸브들로 구성되며, 피동기기는 안전주입탱크와 배관 그리고 계기들로 구성된다.

또한, 안전주입계통은 증기관파단 사고와 같은 예상치 않은 사고시 노심에 부 반응도를 증가시키기 위하여 원자로냉각재계통에 봉산수를 주입하는 기능도 담당한다. 안전주입은 또한 증기발생기 전열관 파단사고나 제어봉집합체 인출사고와 같은 사고에서도 자동적으로 시작된다. 또한, 영광 5,6호기의 설계기준사고가 아니며 거의 발생하기 어려운 이차측 완전급수상실사고시 안전주입계통은 안전감압계통과 더불어 방출 및 주입을 하여 붕괴열을 제거하는 기능을 제공한다.

##### 6.3.1.2 기준

###### 6.3.1.2.1 기능적 설계기준

가. 고압안전주입펌프와 저압안전주입펌프의 체절수두(shutoff head)와 유량은

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

6.3.1.1절의 기능적 요건을 만족시키기 위해서 원자로냉각재계에 적절한 유량을 공급하도록 선정되었다.

나. 안전주입계통의 유체는 재장전수탱크에 저장되며, 이는 6.3.1.1절의 기능적 요건을 만족하기 위한 충분한 양의 봉산수를 저장하고 있다.

다. 안전주입계통은 파단위치에 상관없이, 각각의 주입 부분에 거의 균등한 유량이 주입되도록 설계된다.

### 6.3.1.2.2 신뢰도 공학적 설계기준

가. 6.3.1.1절에 정의된 안전기능은 주입운전모드시에는 단일능동 기기고장을, 재순환운전모드시에는 기기의 단일능동고장 또는 제한된 누설의 피동고장을 가정하고도 수행될 수 있다. 고장해석시 소내 전력계통을 포함한 모든 필요한 보조계통은 안전주입계통의 일부분으로 간주된다. 고장유형 및 영향분석은 표 6.3-2에 나타나 있다.

나. 냉각재상실사고후 작동해야 하는 안전주입계통의 기기와 계기는 3.11절의 환경에서 작동되도록 설계된다.

다. 안전주입계통은 냉각재상실사고 전체 기간 동안 6.3.1.1절의 기능을 수행할 수 있도록 설계된다.

라. 안전주입계통은 내진범주 I의 요건에 따라 설계된다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.3.2 계통설계

#### 6.3.2.1 계통 개요

안전주입계통 배관 및 계장도는 그림 6.3-1에 있다. 이 계통의 주요 기기는 고압안전주입펌프와 저압안전주입펌프, 안전주입탱크, 고압주입밸브, 저압주입밸브이다. 또한, 화학 및 체적제어계통의 재장전수탱크가 사용된다 (9.3.4절). 주요기기는 다음절에서 설명된다.

#### 6.3.2.2 기기 설명

주요 기기의 설계변수와 코드의 요약은 표 6.3-1에 주어져 있다. 표 6.3-3은 공정 계측을 설명하며, 표 6.3-4는 유량 자료를 제공하고 표 6.3-5는 유효흡입수두와 수두손실 요건을 나열하고 있다. 6.3.3절은 원자로냉각재 배관 파단의 전 범위에서 노심 보호를 위하여 사용되는 기기를 열거하고 있다.

##### 6.3.2.2.1 안전주입탱크

4개의 안전주입탱크는 냉각재상실사고의 결과로써 감압된 원자로냉각재계통에 저장된 물을 방출시킨다. 각각의 탱크는 원자로용기 입구 부근의 원자로냉각재계통 배관에 위치한 안전주입 노즐을 경유하여 원자로냉각재계통 저온관에 연결되어 있다. 정상운전중 각각의 안전주입탱크는 직렬로 연결된 두 개의 체크밸브에 의해 원자로냉각재계통과 격리되어 있다. 원자로 운전중 원자로냉각재계통 압력이 안전주입탱크 압력이하로 감압되면 안전주입탱크 저장수는 자동적으로 원자로냉각재계통에 방출된다. 안전주입탱크 방출배관에 설치된 전동기구동 격리밸브는 사고 전이나 진행 중에 부주의한 닫힘을 방지하기 위해서 가압기 압력 측정채널과 연동되어 있고, 원자로냉각재계통의 압력이 500 psig (35.2 kg/cm<sup>2</sup>) 에 도달하면 자동으로 열리게 된다. 이 밸브는 열린 후에 주제어실에서

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

열린채 잠겨지며, 전동기의 전원은 제거된다 (7.6절 참조).

정상출력 운전 중 부주의에 의해 원자로냉각재계통의 압력이 1,771 psia (124.5 kg/cm<sup>2</sup>A) 이하로 감소하게 되면 비록 열린채 고정되어 있는 밸브라도 안전주입작동신호 (SIAS)의 열림확인신호를 받는다. 기동과 정지 운전중에는 7.2.1.1.1.6절에 기술된 가변 설정치가 사용된다. 발전소 냉각중에 원자로냉각재계통의 압력이 625 psig (43.9 kg/cm<sup>2</sup>)에 이르렀을 때 안전주입탱크의 압력은 운전원에 의해 400 psig (28.1 kg/cm<sup>2</sup>)까지 낮추어진다. 가압기 압력과의 연동으로 원자로냉각재계통의 압력이 415 psig (29.2 kg/cm<sup>2</sup>)로 감소될 때까지는 안전주입탱크의 밸브가 닫히는 것이 방지된다. 원자로냉각재계통의 압력이 400 psig (28.1 kg/cm<sup>2</sup>)로 낮아질 때 안전주입탱크 격리밸브가 운전원에 의하여 닫히지더라도 안전주입 작동신호가 존재하면 이 밸브는 다시 열리게 된다. 이 운전 모드에서 질소공급밸브의 누설이나 질소공급밸브 스위치의 우발적인 고장에 의한 안전주입탱크의 비정상적 재가압은 각각의 안전주입탱크의 질소공급관에 서로 분리된 수동 스위치를 가진 두 개의 고장시 닫히는 밸브를 직렬로 설치함으로써 방지된다. 질소공급밸브를 구동하는 공기의 공급은 솔레노이드밸브로 조절된다. 각각의 안전주입탱크에 있는 두 개의 질소공급밸브 솔레노이드는 다중적이고 물리적으로 분리된 전기계열을 통하여 상호 분리된 전기 모선에 연결되어 있다. 이는 한 계열의 고장이 두 개의 질소공급밸브를 오류로 개방하지 않도록 보장하기 위함이다.

원자로냉각재의 압력이 500 psig (35.2 kg/cm<sup>2</sup>)로 증가되면 가압기 압력과의 연동으로 안전주입탱크 격리밸브는 자동으로 개방된다. 운전원은 가압기압력이 625 psig (43.9 kg/cm<sup>2</sup>)에 이르면 안전주입탱크를 재가압한다. 이것이 실패하면 가압기압력 700 psig (49.2 kg/cm<sup>2</sup>)에서 경보음이 발생된다.

안전주입탱크의 가스/액체의 비율과 가스압, 출구관 크기는 냉각재상실사고후 심각한 피복재 용융이나 지르코늄-냉각재 반응이 일어날 수 있기 전에 노심을 네 개의 탱크 중 세 개로 복구할 수 있도록 선정된다. 탱크의 물 용량은 원자로냉각재계통의 취출이 끝나기



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

전에 주입된 모든 유량이 상실됨을 가정하여 보수적으로 계산된다.

탱크는 재장전에 최소한으로 필요한 붕산 농도를 가진 붕산수로 채워져 있다. 그리고 공칭압력 610 psig (42.9 kg/cm<sup>2</sup>)로 질소 가스에 의해 가압된다.

다중의 수위와 압력 계기 (6.3.5.3절과 표 7.5-2에 자세히 기술됨)가 탱크의 상태를 감시하기 위하여 제공된다. 여러가지 발전소 운전모드가 주제어실에서 수행되는 동안에는 안전주입탱크를 운영기술지침서가 요구하는 범위내에서 유지하기 위하여 운전원이 사용할 수 있는 충분한 시각적이고 청각적인 지시장치가 마련되어 있다. 시료채취, 충수, 배수, 그리고 붕산 농도를 교정하는 장치가 제공된다. 탱크의 배기를 위하여 대기 배기 밸브가 제공된다. 그것들은 닫힌 채로 잠겨 있으며 각각의 밸브에 공급되는 전원은 발전소 정상 운전중 제거된다. 이로써 발전소 정상운전중 부주의한 탱크 가압기체 방출을 방지한다. 안전주입탱크의 자료는 표 6.3-1에 요약되어 있다.

### 6.3.2.2.2 저압안전주입펌프

저압안전주입펌프는 두가지의 기능을 한다. 하나는 배관의 대형파단 사고시 원자로냉각재계통에 다량의 붕산수를 주입하는 기능이다. 이러한 조건하에서 6.3.1.1절에서 기술된 기능요건을 만족하기 위해서 충분한 유량이 공급된다. 저압안전주입펌프의 다른 기능은 정상적인 발전소 정지냉각 운전중이나 장기 노심 냉각중에 필요한 원자로심과 정지냉각 열교환기를 통하여 정지냉각 유량을 공급하는 것이다. 전형적인 펌프의 특성곡선이 그림 6.3-6에 있다 (5.4.7절 참조).

정상 운전중에 저압안전주입펌프는 전동밸브에 의해 원자로냉각재계통과 격리된다. 안전주입중에는 저압안전주입펌프가 원자로냉각재계통 압력이 펌프 체절수두 이하일 때는 언제나 재장전수탱크에서 원자로냉각재계통으로 안전주입노즐을 통하여 물을 공급한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

저압안전주입펌프의 용량 결정은 정지냉각 기능에 좌우된다. 한 대의 저압안전주입펌프로 공급 가능한 유량은 정지냉각 시작(원자로 정지후 3.5 시간)시에 노심의 온도차를 허용 가능한 수준으로 유지하기에 충분하다.

저압안전주입펌프의 설계온도는 정지냉각이 개시되는 원자로냉각재의 온도, 보통 약 350°F (176.7℃)에 설계여유를 더한 것에 기초하며, 결과적으로 400°F (204.4℃)가 된다. 저압안전주입펌프의 설계압력은 정지냉각계통의 설계압력에 기초한다 (5.4.7.2.1절 참조).

저압안전주입펌프는 직립형으로 1단 원심형이고 부상이 장치된 기계적 접촉면이 있는 밀봉을 갖추고 있으며, 밀봉을 통과한 누설을 모으는 누설연결관이 있다. 밀봉장치는 400°F (204.4℃)의 작동유체에 대하여 운전되도록 설계된다. 펌프 전동기는 부하가 있을 때 피동기기를 기동하고 가속시켜 5초 이내에 설계회전속도에 이르도록 명시되는데 이는 초기전압이 전동기 접속단자에서 정격의 75%에서 처음 3초내에 90% 전압에 이르고 그 2초 후 100%에 이르는 것에 근거한다.

펌프는 보수 이전에 방사능 준위를 감소시키기 위한 배수 및 세척 연결부가 있다. 압력 지지부는 스테인레스강으로 제작된다. 내부는 붕산용액에 적합하게 선택된다. 펌프는 폐회로에서 기동할 때의 손상을 방지하기 위해 최소유량우회설비가 제공된다. 저압안전주입펌프의 자료는 표 6.3-1에 요약되어 있다. 펌프의 정지냉각 기능은 5.4.7절에 기술되어 있다.

### 6.3.2.2.3 고압안전주입펌프

고압안전주입펌프의 주기능은 원자로냉각재계통 경계에서 파단이 일어날 경우 원자로냉각재계통으로 붕산수를 주입하는 것이다. 소형파단의 경우 원자로냉각재계통 압력은 사고 후 장기간 고압으로 유지되며, 고압안전주입펌프는 6.3.1절에 기술된 기준을 만족하기 위하여 충분한 주입유량을 보장한다. 또한, 고압안전주입펌프는 재순환 운전기간중에 냉각

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

재상실사고 후 장기간 동안 봉산수가 노심상부를 덮고 있도록 유지하기 위해 이용된다. 장기 노심냉각시 고압안전주입펌프는 고온관과 저온관의 동시주입을 위하여 수동으로 재정렬된다. 이는 파단 위치에 무관하게 노심을 세정하고 종국에는 충분한 냉각상태를 유지한다. 소형파단시 고압안전주입펌프는 정상적인 냉각이 진행되는 중에도 파단부위로부터의 누설을 보충하기 위해 원자로냉각재계통으로 계속 주입을 한다. 또한, 고압안전주입펌프는 2차측 완전급수상실사고시 노심의 잔열 제거를 위해 주입 기능을 제공한다.

정상운전중 고압안전주입펌프는 전동 밸브에 의해 원자로냉각재계통과 격리된다. 안전주입중에 고압안전주입펌프는 원자로냉각재계통의 압력이 펌프의 체질수두보다 낮으면 언제나 재장전수탱크에서 원자로냉각재계통으로 저온관 안전주입노즐을 통해 물을 공급한다. 재순환 운전중 펌프는 격납건물 재순환집수조에서 물을 공급받는다.

고압안전주입펌프의 용량은 파단부로 직접 누설됨을 고려하여 한 대의 펌프가 노심의 노출을 방지하기 위해 충분히 빠른시간내에 붕괴열을 제거하고, 소형 냉각재상실사고시 10 CFR 50.46의 성능기준을 만족할 수 있는 충분한 양의 물을 노심에 공급할 수 있도록 설계된다. 전형적인 펌프의 특성곡선은 그림 6.3-7에 있다. 또한, 증기관 파열사고시의 펌프효율도 펌프용량이 적절히 결정되었는지를 입증하기 위하여 해석된다.

기계적 축밀봉이 사용되며 밀봉을 통과한 어떠한 누설이라도 수집하기 위한 장치가 있다. 밀봉장치는 350°F (176.7℃)의 작동유체와 운전되도록 설계된다.

펌프 전동기는 부하가 있을 때 구동기기를 기동하고 가속시켜 설계회전속도까지 이르는 데 5초 이내가 되도록 명시되는데 이는 초기전압이 전동기 접속단자에서 정격의 75%에서 처음 3초내에 90% 전압에 이르고 그 2초 후 100%에 이르는 것에 기초한다.

펌프에는 보수 이전에 방사능 준위를 감소시키기 위한 배수와 세척 연결부가 있다. 펌프의 압력지지부는 내부가 봉산용액에 적합하게 선택된 스테인레스강으로 가공된다. 선택

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

된 재료는 설계 과도 현상 때 차등 팽창이 수용될 수 있는지 입증하기 위하여 분석된다.

펌프는 폐회로에서 기동할 때 손상을 방지하기 위해 최소유량우회설비가 제공된다. 또한 저유량 경보를 위하여 각각의 고압안전주입펌프에는 초음파 유량계가 있다.

설계온도는 격납건물 설계압력에서 냉각재의 포화온도에 설계여유를 주어 정한다. 고압 안전주입펌프의 설계압력은 체절수두에 최대 격납건물 압력 그리고 설계여유를 더하여 정한다. 고압안전주입펌프의 자료는 표 6.3-1에 있다.

### 6.3.2.2.4 배관

배관은 안전주입탱크와 재장전수탱크에서 안전주입펌프를 통하여 안전주입 봉산수를 원자로냉각재계통 안전주입노즐로 수송하는 것이다. 주요 배관은 (그림 6.3-1 참조)

- 가. 각각의 안전주입탱크로부터 원자로냉각재계통 저온관 안전주입노즐까지
- 나. 재장전수탱크와 격납건물 재순환집수조로부터 고압안전주입펌프와 저압안전주입펌프의 흡입측까지의 다중 배관
- 다. 고압안전주입펌프의 방출측으로부터 다중의 고압안전주입 모관까지의 다중 배관, 이들 각각은 저온관상의 네 개의 안전주입노즐과 각 정지냉각 흡입관상의 하나의 노즐에 연결된다.
- 라. 저압안전주입펌프의 토출측으로부터 각각의 저압안전주입 모관까지의 다중 배관, 이는 네 개의 안전주입노즐중 두 개의 노즐에 연결된다.

안전주입계통의 배관은 오스테나이트 스테인레스강으로 제작되며, ASME 코드 Sec. III에

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

따라 설계된다. 탄력성과 지진부하 해석은 계통배관의 구조적 적절성을 입증하기 위하여 각각의 신청자에 의해 수행된다.

### 6.3.2.2.5 밸브

안전주입계통 밸브의 위치, 형태와 크기, 구동기 형태, 구동기 위치(발전소 정상운전모드중), 고장난 상태에서의 위치는 그림 6.3-1에 있다. 압력에 대한 설계등급과 규격설계 등급분류도 또한 보여진다. 밸브의 목록은 표 6.3-6에 있다.

#### 가. 방출밸브

안전주입계통기기의 과압보호는 계통배관의 보수적 설계, 고압력원과 저압배관 사이의 적절한 밸브 결정, 그리고 방출밸브에 의해 이루어진다. 원자로 냉각재계통부터 안전주입밸브까지(안전주입밸브 포함) 고압과 저압 계통의 모든 배관은 원자로냉각재계통의 최고압력에 견디도록 설계된다. 더불어 충전펌프의 방출측과 연결된 고압 모관은 모관 체크밸브까지 (모관 체크밸브 포함) 원자로냉각재계통 최고압력으로 설계된다. 방출밸브는 해당 규격의 요구에 따라 공급된다. 모든 방출밸브는 완전히 닫혀 있으며 밸브고착방지 설비를 갖춘 압력밀착 형태이다.

아래에 안전주입계통의 방출밸브의 목록이 있다.

#### 1) 441-V-211, 221, 231, 241, 안전주입탱크 방출밸브

안전주입탱크의 방출밸브는 탱크로의 유체나 가스의 최대 충전율로부터 안전주입탱크를 보호하기 위해 크기가 결정된다. 이들은 유체나 가스를 격납건물로 방출한다. 설정압력은 700 psig ( $49.2 \text{ kg/cm}^2$ )이며 가스의

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

경우 6000 ft<sup>3</sup>/min (169.9 m<sup>3</sup>/min. std.), 액체의 경우 230 gpm (870 L/min) 용량을 가지고 있다.

### 2) 441-V-473, 역류방지밸브 누설 방출밸브

이 방출밸브는 역류방지밸브 누설수집관에 설치된다.

이 방출밸브는 역류방지밸브 시험 후나 정상운전중에 주입 배관의 압력을 방출할때 그 배관의 과압을 방지하기 위하여 크기가 결정된다. 방출은 원자로배수탱크로 모여진다. 설정압력은 2050 psig (144.11 kg/cm<sup>2</sup>)이며 용량은 35 gpm (132.5 L/min)이다.

### 3) 441-V-474 와 441-V-407, 안전주입탱크 충수관 방출밸브

방출밸브는 안전주입탱크 충수 배관에 있으며 온도증가로 인한 과압을 방지하기 위하여 설치된다. 441-V-474는 원자로배수탱크로 방출되며 441-V-407은 기기배수탱크로 방출된다. 설정치는 2050 psig (144.12 kg/cm<sup>2</sup>)이고 용량은 10 gpm (37.85 L/min)이다.

### 4) 441-V-439와 441-V-449, 저압안전주입 방출밸브

이 밸브들은 온도증가에 의한 압력증가로부터 각각의 격리된 저압안전주입 배관을 보호한다. 이 밸브들은 기기배수탱크로 방출한다. 설정압력은 900 psig (63.3 kg/cm<sup>2</sup>)이며 용량은 밸브당 10 gpm (37.85 L/min)이다.

### 5) 441-V-409와 441-V-468, 고압안전주입 방출밸브

이 밸브들은 온도증가에 의한 압력증가로부터 격리된 고압안전주입 모관

### 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

을 보호하도록 설계된다. 이 밸브들은 기기배수탱크로 방출한다. 441-V-409의 설정압력은 2050 psig ( $144.12 \text{ kg/cm}^2$ )이며, 441-V-468은 2485 psig ( $174.7 \text{ kg/cm}^2$ )이다. 용량은 각각 10 gpm (37.85 L/min)이다.

#### 6) 441-V-166과 441-V-417, 고압안전주입 방출밸브

충전펌프가 방출하는 고압안전주입 모관은 이들 밸브에 의하여 충전펌프 배출압으로부터 보호된다. 이 밸브들은 기기배수탱크로 방출하며 설정압력은 2485 psig ( $174.7 \text{ kg/cm}^2$ )이고 용량은 각각 145 gpm (548.83 L/min)이다.

#### 7) 441-V-288, 저압안전주입 방출밸브

이 밸브는 온도 증가로 인한 압력상승으로부터 격리된 저압안전주입 시험배관을 보호하도록 용량이 결정된다. 이 밸브는 저압안전주입펌프 격실 집수정으로 방출하며, 설정압력은 900 psig ( $63.3 \text{ kg/cm}^2$ )이고, 용량은 10 gpm (37.85 L/min)이다.

#### 8) 441-V-285와 441-V-286, 안전주입 방출밸브

이 밸브들은 온도상승으로 인한 압력증가로부터 안전주입펌프의 우회관을 보호하도록 용량이 결정된다. 이 밸브들은 격납건물 살수펌프 격실 집수정으로 방출한다. 설정압은 2,050 psig ( $144.12 \text{ kg/cm}^2$ )이며 용량은 10 gpm (37.85 L/min)이다.

#### 9) 441-V-191과 441-V-194, 정지냉각 열교환기 모관 방출밸브

이 밸브들은 온도 상승으로 인한 압력 증가로부터 격리된 정지냉각 열교



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

환기 모관을 보호하도록 용량이 결정된다. 이 밸브들은 기기배수탱크로 방출한다. 설정압력은 900 psig ( $63.3 \text{ kg/cm}^2$ )이며 용량은 밸브당 120 gpm (454.2 L/min)이다.

- 10) 441-V-161과 441-V-193, 저압안전주입펌프 격실 집수정으로 방출되는 정지냉각 열교환기 방출밸브

이 밸브들은 온도상승으로 인한 과압으로부터 각각의 격리된 정지냉각 열교환기 방출배관을 보호한다. 이 밸브들은 저압안전주입펌프 격실 집수정으로 방출한다. 설정압력은 900 psig ( $63.3 \text{ kg/cm}^2$ )이며 용량은 밸브당 10 gpm (37.85 L/min)이다.

- 11) 441-V-169와 441-V-469, 원자로배수탱크로 방출되는 정지냉각 배관 방출밸브

이 밸브들은 온도상승으로 인한 과압으로부터 각각의 격리된 정지냉각 배관을 보호한다. 이 밸브들은 원자로배수탱크로 방출하며 설정압력은 2485 psig ( $174.7 \text{ kg/cm}^2$ )이고 용량은 밸브당 15 gpm (56.82 L/min)이다.

### 나. 구동기 구동 교축밸브와 정지밸브

구동신호의 상실이나 전원의 상실시 각각의 밸브 위치는 안전한 운전을 보장하기 위하여 결정된다. 계통의 다중성은 임의의 주어진 밸브가 고장났을 경우의 위치를 정의할 때 고려된다. 밸브의 위치지시는 그림 6.3-1에 나온 것처럼 주제어반에 지시되도록 제공된다. 주제어반에서 잠금기능을 가지고 있는 안전설비를 갖춘 제어스위치 그리고/또는 오버라이드 수동핸들이 효율적이고 안전한 발전소 운전을 위해 필요한 곳에 설치된다. 모든 구동기 구동밸브



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

는 탠턴링 누설 모음장치가 있는 이중 패킹 축밀봉 장치가 있다.

안전주입펌프를 최대허용유량 초과방지과 비상운전중의 유량평형 유지를 위하여 유량제한 장치가 사용된다.

### 다. 역류방지밸브

모든 역류방지밸브는 완전 밀폐형이다. 펌프 입구 배관의 역류방지밸브는 유체저항특성이 연결 배관과 크기가 같은 스윙 역류방지밸브보다 같거나 작은 저압력 강하형의 밸브이다. 원자로냉각재계통으로부터 안전주입계통을 격리하는 역류방지밸브는 주기적인 기능시험을 수행한다.

#### 6.3.2.2.6 격납건물 재순환집수조

6.2.2절에 격납건물 재순환집수조의 자세한 설명이 있다.

#### 6.3.2.3 적용규격과 분류

6.3.2.2절과 표 6.3-1 참조.

#### 6.3.2.4 재료의 제원과 호환성

안전주입계통 기기 제작에 이용되는 재료는 표 6.3-1에 기기의 설계변수와 같이 나와 있다. 기본적으로 원자로냉각재와 접촉하는 모든 재료는 오스테나이트 스테인레스강으로 스텔라이트나 밸브 시트에 사용되는 것과 동일한 재료의 오스테나이트 스테인레스강이다. 능동기기와 피동기기 제작에 사용되는 재료가 평가되었고, 각각의 경우 선정된 재료가 노출될 수 있는 가장 혹독한 환경에 견딜 수 있고 코드요건에 부합된다고 판단되었다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.3.2.5 계통 신뢰도

#### 6.3.2.5.1 안전주입탱크

상부가 질소 가스로 가압된 봉산수를 가진 안전주입탱크는 운전시 운전원의 행동이나 전기적 신호가 필요없이 작동되므로 피동의 주입계통이다. 각각의 탱크는 정상운전중 원자로냉각재계통으로부터 탱크를 격리시키는 두 개의 체크밸브를 가진 배관에 의하여 저온관과 연결된다. 원자로냉각재계통의 압력이 탱크의 압력보다 낮아지면 체크밸브가 열리고 원자로냉각재계통으로 가압봉산수를 방출한다.

6.3.3절의 평가에 의하면 공급되는 냉각재의 양이 적절함을 보여준다. 정지냉각계통의 부주의한 과압을 막기 위하여 원자로냉각재계통의 압력이 625 psig ( $43.9 \text{ kg/cm}^2$ ) 이하로 낮아지면 안전주입탱크 압력을 400 psig ( $28.1 \text{ kg/cm}^2$ )로 낮추며 격리밸브는 닫혀진다. 가압기 압력과의 연동은 가압기의 압력이 415 psig ( $29.2 \text{ kg/cm}^2$ )보다 클 경우 이 밸브들이 닫히는 것을 막아준다. 정지냉각 운전중의 냉각재상실사고와 같은 예기치 않은 사고시에는 안전주입작동신호가 자동으로 안전주입탱크 격리밸브를 연다.

정지냉각중에 질소공급밸브의 누설이나 밸브스위치의 사고로 인한 고장으로 인해 안전주입탱크가 재가압 되는 것은 각각의 분리된 수동 스위치를 가진 두 개의 직렬로 된 고장시 닫히는 밸브에 의하여 방지된다. 질소공급밸브를 구동하는 공기의 공급은 솔레노이드밸브에 의하여 조절된다.

각각의 안전주입탱크에 있는 2개씩의 질소공급밸브 솔레노이드는 다중적이고 물리적으로 분리된 전기 계열에 의해 각각의 전기 모선에 연결되어 있다. 이는 한 계열의 고장으로 인하여 두 개의 질소공급밸브가 동시에 우발적으로 열리지 못하도록 보장하기 위해서이다.

안전주입탱크 방출측의 전동기구동 격리밸브는 계통의 압력이 500 psig ( $35.2 \text{ kg/cm}^2$ )로

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

증가할 때 자동으로 열리도록 가압기 압력과 연동되어 있다. 원자로냉각재계통 압력이 625 psig (43.9 kg/cm<sup>2</sup>)로 증가하면 운전원은 안전주입탱크를 재가압한다. 이것이 실패하면 가압기 압력 700 psig (49.2 kg/cm<sup>2</sup>)에서 경고음이 발생한다. 밸브 조작에 관한 자세한 사항은 7.6절에 기술되어 있다.

안전주입탱크의 대기방출밸브는 닫힌 상태로 잠겨 있으며 고장시 닫히고 원자로냉각재계통 압력이 700 psig (49.2 kg/cm<sup>2</sup>)보다 큰 상태에서 운전될 경우 솔레노이드 밸브의 전원이 끊긴다. 이는 원자로냉각재계통 정상운전중에 탱크가 배기되지 않는 것을 보장하기 위해서이다.

### 6.3.2.5.2 고압과 저압의 안전주입 부속계통

두 계열의 다중 고압안전주입 부속계통이 제공된다. 하나의 펌프와 이와 관련된 밸브들은 하나의 비상전원으로부터 작동되며 다른 펌프와 주입 밸브들은 두번째의 독립된 비상전원으로부터 작동된다. 이는 소외전원상실과 대기중인 발전기를 포함한 능동기기의 고장이 동시에 일어나는 사고시에도 100% 용량을 가진 부속계통이 자동으로 작동한다.

두 계열의 다중 저압안전주입 부속계통이 있다. 하나의 펌프와 이와 관련된 밸브들은 하나의 비상전원으로부터 작동되며, 다른 펌프와 주입밸브들은 두번째의 독립된 비상전원으로부터 작동된다. 이는 소외전원상실과 대기중인 발전기를 포함한 능동기기의 고장이 동시에 일어나는 사고시에도 100%용량을 가진 부속계통이 자동으로 작동된다.

안전주입작동신호를 받지 않는 주입유로 상의 모든 밸브들은 중앙제어에 의해 제위치 잠김상태로 유지된다.

상기 배관을 포함하여 작은 직경의 배관에서 유로가 막히는 것을 방지하기 위하여 격납 건물 재순환집수조와 재장전수탱크 출구를 지나는 주입수내의 입자 크기와 비중량을 제한한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

6.3.2.5.3 전원

독립적인 전기 모선이 안전주입계통 기기에 전원을 공급하며 각각의 모선은 다음에서 전기를 받는다.

가. 소외전원 공급

나. 소내 비상전원공급

안전기기 기동 감지기와 전기 제어, 전기적 지시 기기는 일반적으로 4개의 120 VAC 모선에서 전기를 받는다. 변환기를 가진 네 개의 125 V 발전소 축전지는 다른 모든 전원 상 실시 보조용으로 제공된다.

계통의 신뢰도는 다음으로써 이루어진다.

가. 두 개의 전기 모선과 이들 각각의 모선이 100 % 용량의 저압펌프, 100% 용량의 고압펌프 그리고 관련된 밸브 및 관련 보조계통에 전원을 공급(각각의 보조계통은 두 개의 100% 용량의 부속계통을 가지고 있으며, 하나는 각각의 모선과 연결되어 있고 하나의 부속계통은 각각의 독립된 주입계통에 활용된다.)

나. 두개의 모선에 정상과 대기중인 두 개의 전원과 비상디젤발전기로부터의 자동보조

다. 최소한의 안전설비운전 부하시 각각 전기를 공급할 수 있는 용량을 가진 두개의 비상디젤발전기

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

- 라. 계통이 단일전기고장 시에도 불필요한 주입신호를 야기치 않고 또한 필요한 주입을 방해하지 않도록 설계됨.

자세한 전원공급에 대한 설명은 8.3절에 기술되어 있다.

### 6.3.2.5.4 단일고장후 냉각을 유지하기 위한 용량

안전주입계통은 주입 운전모드시의 단일 능동기기 고장이나, 재순환 운전모드중의 단일 능동고장 또는 제한된 누설의 피동고장에서도 기능요건을 만족하도록 설계되었다. 기기에 적절한 다중성을 제공함으로써 위에 기술된 단일고장 시에도 최소한으로 필요한 안전 주입 기기는 언제나 작동 가능하다.

이를 보여주는 고장유형 및 영향분석은 표 6.3-2에 있다. 해석은 다음 가정을 근거로 한다.

- 가. 계통에서 하나의 능동고장이 발생

- 나. 방출밸브의 고장은 고장으로 고려치 않음

- 다. 외부신호에 대한 응답의 고장은 능동고장으로 고려함

비상노심냉각계통 기기의 최소 운전성 요건은 운영기술지침서에 기술되어 있다. 이 운전성 요건과 계통의 고장유형의 일치를 위하여 가상사고시 운전될 최소 비상노심냉각계통 기기는 6.3.3절에 기술되어 있다. 이러한 기기는 원자로가 고온정지로부터 전 출력 운전의 어느 시점에 있을 때라도 냉각재상실사고로 인한 영향을 완화시키기 위하여 요구되며, 또한 이러한 기기로 인해 비상노심냉각계통의 작동이 필요한 다른 사고에 대하여 보수적인 결과를 가져올 수 있다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

다음의 설계사항이 단일고장기준을 만족하기 위하여 계통에 공급된다.

- 가. 다중의 고압과 저압의 안전주입펌프
- 나. 재장전수탱크와 안전주입펌프 입구간의 다중의 배관과 밸브들
- 다. 격납건물 재순환집수조와 안전주입펌프 입구간의 다중의 배관
- 라. 다중의 고압과 저압 안전주입 모관
- 마. 원자로냉각재계통 저온관으로의 네 개의 주입 방출점과 원자로냉각재계통 고온관으로의 다중의 주입 방출점
- 바. 다중의 비상노심냉각 부속계통의 분리. 재순환 운전중 3.1.2.31절에 정의된 제한된 누설의 수동고장이나 그것으로부터의 결과 (예를 들어 흘러 넘침, 분사, 증기, 온도, 압력, 방사능, 유효흡입수두의 상실, 혹은 재순환수의 재고량 상실)가 최소로 허용가능한 재순환 능력 (최소로 허용 가능한 능력은 하나의 부속계통이 운전될 때로 정의)을 방해하지 않는다.
- 사. 발전소 안전정지와 냉각을 위하여 필요한 안전주입계통의 부분은 3.6.5.1절에 정의된 고에너지 혹은 중에너지의 배관 파단사고의 영향으로부터 보호가 필요하다.

### 6.3.2.6 보호 설비

안전주입계통은 냉각재상실사고로 인해 일어날 수 있는 손상으로부터 보호되도록 다음과 같이 설계된다. 가) 사고로 인한 냉각재 화학요건과 방사능, 온도, 습도, 압력을 포함

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

한 설계기준사고 시의 환경조건에 견디는 기기의 설계, 나) 냉각재상실사고와 함께 발생한 안전정지진동에 의한 응력에도 견딜 수 있는 내진설계, 다) 3.5.4.1절에 따른 비산물로부터의 보호

### 6.3.2.6.1 설계기준사고시의 환경에서 견딜 수 있는 능력

안전주입계통을 기동하는데 필요한 원격작동 밸브나 계측 및 제어장비처럼 격납건물내에 위치한 기기들은 3.11절에 상술한 바와 같이 냉각재상실사고 이후 장기간 온도와 압력, 습도, 화학 및 방사능 조건을 견디도록 설계된다. 이런 밸브에는 안전주입작동신호를 받아서 안전주입탱크를 충수와 배수, 압력 조절을 하는 밸브나 사고후 운전이 필요한 밸브들이 포함된다. 계기는 안전주입탱크의 광역 수위지시 및 압력 지시계를 포함한다.

기능적 상태를 유지해야 할 안전주입 기기들은 냉각재상실사고 후 조건에 이들 기기가 노출되는 것을 막기 위하여 가능한 격납건물 바깥에 위치시킨다. 격납건물 바깥의 기기들은 냉각재상실사고후 운전시 화학 및 방사능 효과를 고려하여 설계되었다 (그림 6.3-1은 격납건물 내외의 기기 위치를 나타낸다.).

안전주입펌프의 설계수명은 발전소의 수명과 같은 40년이다. 설계온도와 압력은 최악의 운전과 정상운전 그리고 설계기준 조건시에 각각의 기기가 겪는 최대 온도와 압력 이상으로 설계된다. 펌프의 재료는 정상 조건과 냉각재상실사고 조건에서의 예상되는 수질 화학 조건에 따라 설계된다. 펌프의 내방사능도에 대한 요건은 3.11절과 일치한다.

### 6.3.2.6.2 비산물에 대한 보호

안전주입탱크를 제외한 모든 기기들을 격납건물 바깥에 설치함으로써 원자로냉각재계통에서 발생하는 비산물로부터 보호된다. 탱크들은 원자로냉각재계통에서 발생한 비산물들로부터 보호되기 위하여 생물학적 차폐벽 외부에 위치한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.3.2.6.3 내진설계

안전주입계통의 운전이 냉각재 상실사고 이후 필수적이므로 내진범주 I로 설계된다. 내진범주 I 기기의 일반설계기준은 대중을 보호하기 위하여 해당되는 지진 부하와 다른 적용가능한 부하가 중첩되어도 설계기능의 상실없이 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.

안전주입계통에서 이러한 요건은 냉각재상실사고후 비상운전에서 기인한 응력과 안전정 지지진으로 인한 응력이 중첩되어도 기기들이 기능상실 없이 견디어 낼 수 있어야 함을 의미한다.

3.7절에 내진설계와 해석방법에 대하여 자세히 기술되어 있다.

### 6.3.2.7 필요한 수동운전

주입과 재순환의 두 가지 운전은 각각 안전주입작동신호와 재순환작동신호에 의해 자동으로 기동된다. 재순환작동신호가 발생한 후 운전원은 격납건물 재순환집수조 격리밸브가 열린 것을 확인한후 재장전수탱크 격리밸브를 닫아야 한다.

장기노심냉각은 냉각재상실사고 약 2시간 후에 수동으로 기동되며 이때 고온관 및 저온관으로의 동시 고압안전주입을 위하여 고온관 주입밸브가 열려 노심내에 순환유동을 형성하게 된다. 소형배관 파단시 고압안전주입펌프는 누설을 보충하게 되며, 증기발생기 대기방출밸브와 보조급수계통을 이용하여 원자로냉각재계통이 정지냉각계통 기동조건에 이를 때까지 냉각되고 감압된다. 소형 냉각재상실사고시에 원자로냉각재계통 감압을 위하여 안전주입탱크는 배기되어야 한다. 이 후에는 수동으로 정지냉각 운전을 한다.



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## 6.3.3 성능 평가

## 6.3.3.1 서론 및 요약

원자력안전위원회고시 제2014-21호(가압경수로의 비상노심냉각계통의 성능에 관한 기준) (참고문헌 1) 및 10 CFR 50.46 (참고문헌 2)은 경수로용 비상노심냉각계통에 대한 허용 기준을 명시하고 있다. 이 절에 제시된 해석은 영광 5,6호기 설계가 이러한 허용 기준들을 만족함을 입증하고 있다.

239

펌프 토출관의 다양한 파단 크기에 대한 고온 핵연료봉 온도 계산들이 수행되었다. 첨두 선출력 생성률(PLHGR)을 제한하는 파단은 방출계수 (Discharge Coefficient)가 0.8인 양단 순시 파단 ( $0.8 \times$  양단 순시 파단)으로 나타났다. 계산 결과, 영광 5,6호기의 비상노심냉각계통 설계는 첨두 선출력 생성률이  $469.2 \text{ W/cm}$  ( $14.3 \text{ kW/ft}$ )까지 참고문헌 1 및 2의 허용 기준을 만족한다는 것이 입증되었다. 허용 기준은 다음과 같이 만족된다 :

191

기준 (1) 최대 피복재 온도 “계산된 최대 핵연료 피복재 온도는  $1,204^\circ\text{C}$  ( $2,200^\circ\text{F}$ )를 넘지 않아야 한다.”

191

가장 높은 최대 피복재 온도는  $0.8 \times$  양단 순시 파단에 대해서  $1,033.0^\circ\text{C}$  ( $1,891.4^\circ\text{F}$ )로 나타났다.

기준 (2) 최대 피복재 산화도 “계산된 피복재의 총 산화도는 어느 곳에서도 산화되기 전의 피복재 총 두께의 0.17 배 (17%)를 넘지 않아야 한다.”

가장 높은 국부 최대 피복재 산화도는  $0.8 \times$  양단 순시 파단에 대해서 1.3% 미만으로 나타났다.

191

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

기준 (3) 최대 수소 생성량 “피복재가 물이나 증기와 화학 반응하여 생성되는 수소의 계산 총량은 상·하부 플레넘 (plenum volume) 주위의 피복재를 제외한 핵연료 주위 피복재 원통의 금속 전체가 반응했을 때 생성되는 가상 수소량의 0.01 배 (1%) 를 넘지 않아야 한다.”

최대 노심-전반 산화도는  $0.8 \times$  양단 순시 파단에 대해서 1% 미만으로 나타났다.

191

기준 (4) 냉각가능 형상 “계산된 노심 형상의 변화는 노심의 냉각이 가능한 형태로 유지되어야 한다.”

평가모델(참고문헌 8)의 일부인 피복재 팽창과 파열 모델은 노심 형상의 변화가 예측될 경우, 그 변화에 의한 영향을 고려할 수 있도록 되어 있다. 이러한 노심 형상의 변화에서도 노심 냉각은 저온까지 충분히 이루어졌다. 피복재 온도가 감소하고 있고 계통이 완전히 감압될 때까지 계산이 수행되었기 때문에 피복재의 팽창이나 파열은 더 이상 일어날 수 없다. 따라서, 냉각 가능한 형상이 유지됨을 입증하였다.

191

기준 (5) 장기 냉각 “비상노심냉각계통의 성공적인 초기 작동 후 계산된 노심 온도는 충분히 낮은 값으로 유지되어야 하며 장수명 방사능이 노심에 잔존하기 때문에 붕괴열은 장기간에 걸쳐 제거되어야 한다.”

대형 및 소형 파단 해석(6.3.3.2절 및 6.3.3.3절)은 비상노심냉각계통으로부터 붕산수가 급속히 주입되어 최대 피복재 온도를 적절하게 제한하고 단기간 동안에 노심을 냉각할 수 있음을 보여준다. 냉각재상실사고 후 장기냉각 해석(6.3.3.4절)은 고압안전주입펌프가 재장전수탱크나 격납건물 재순환집수조로

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

부터 봉산수를 지속적으로 주입하여 노심내에 잔존하는 장수명 방사능으로 인한 붕괴열을 제거함을 보여준다.

6.3.3.2 대형 파단 해석6.3.3.2.1 평가 모델

대형 파단 해석은 KINS/GT-N007-2(참고문헌 4-1)에 기술된 방법에 따라 개발된 최적평가 방법인 KREM(참고문헌 8)을 적용하여 수행된다. 이 방법론은 원자력안전위원회고시 제 2014-21호(참고문헌 1)의 제 4조 2항(최적평가방법)에 적합하게 개발되었다.

191

239

KREM에서 원자로냉각재계통에서의 열수력적 천이 양상과 노심 내 연료봉의 소결체 및 피복재 온도 천이 양상은 계통 해석 최적 코드인 RELAP5/MOD3.1/K 코드(참고문헌 5)에 의해 해석되고, 격납건물 내 압력 및 온도의 변화 양상은 CONTEMPT4/MOD5 코드(참고문헌 6)에 의해 계산된다. 대형 파단 냉각재상실사고 시 격납건물 배압은 원자로냉각재계통으로부터 방출되는 질량 및 에너지의 양에 의해 달라지고, 원자로냉각재계통의 열수력 거동은 격납건물 배압에 의해 달라진다. 때문에 RELAP5/MOD3.1/K 코드의 계산 결과와 CONTEMPT4/MOD5 코드의 계산 결과는 매 시간 간격마다 상호 교환된다.

KREM에서는 해석 방법 및 입력의 불확실도를 확률론적 관점에서 고려한다. 이를 위해 KREM에서는 통계변수를 임의 추출한 횟수가 증가되면 추출된 변수의 최대치가 모집단의 정해진 백분위수를 능가하는 신뢰도가 된다는 비모수 통계학 원리를 사용한다. 즉, 계산 결과에 심각한 영향을 주는 것으로 판단되는 코드 변수 및 운전 변수를 불확실도 변수로서 선정하고, 각 변수의 변위에서 임의추출을 통하여 124 개의 입력 벡터(변수값들의 조합)를 만든 뒤, 각 입력 벡터를 사용한 단순임의추출(SRS, Simple Random Sampling) 계산을 수행한다. 이 때, 코드 변수에 속하는 변수의 변위와 확률 분포 함수는 다양한 개별 효과 실험과 종합 효과 실험들에 대한 실험 자료 커버링(Experimental Data

191

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

Covering) 계산을 통해 결정된 것이며, 운전 변수에 속하는 변수의 변위와 확률 분포 함수는 대상 발전소 운전 조건을 반영하여 결정된다. 124회의 SRS 계산에서 도출된 결과에 Wilks' Formula를 적용함으로써, 95%의 신뢰도를 가지고 예측한, 95% 확률 상한치 이상의 최대 피복재온도를 결정할 수 있다. 즉, 124회 계산 결과 중 세 번째로 높은 피복재 온도까지는 95% 신뢰도 수준에서 95% 확률을 초과한다.

124회 SRS 계산에서 가장 높은 피복재 온도와 두 번째로 높은 피복재 온도가 발생한 경우를 제외한 122회 계산 결과 중, 재관수 기간의 가장 높은 피복재 온도와 비교하여 100℃ 이내로 낮은 모든 경우에 대해 비상노심냉각수 우회 현상, 원자로 상부공간에서의 액적 이탈 및 증기발생기 전열관에서의 액적 증발 등에 의한 스케일 바이어스를 독립적으로 평가한다. 허용기준과의 비교를 위한 인허가 값으로는 124회 SRS 계산 중 세 번째로 높은 피복재온도에 스케일 바이어스 그리고 시간 증분 조절기능과 출력 간격에 따른 불확실도를 결합한 값을 제시한다.

191

6.3.3.2.2 안전주입계통 변수

안전주입계통은 두 대의 고압안전주입펌프와 두 대의 저압안전주입펌프 및 네 개의 안전주입탱크로 구성되어 있다. 고압안전주입펌프로부터 주입된 냉각수는 각각 네 개의 저온관으로 주입되는 반면, 저압안전주입펌프로부터 주입된 냉각수는 각각 두개의 저온관

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

으로 주입된다. 각각의 안전주입탱크로부터 주입된 냉각수는 각각 하나의 저온관으로 주입된다. 고압안전주입 및 저압안전주입펌프는 가압기 저압에 의하여 발생하는 안전주입작동신호(SIAS)에 의하여 자동으로 작동된다. 안전주입탱크는 원자로냉각재계통 압력이 안전주입탱크 설정 압력 이하로 떨어지면 자동으로 안전주입수를 방출한다.

191

## “삭 제”

191

대형 파단 해석의 경우 안전주입수계통에 대해 최악의 단일 고장 조건인 비상디젤발전기 하나가 기동되지 않는 경우를 고려한다. 따라서, 한 대의 고압안전주입펌프 유량의 75%, 한 대의 저압안전주입펌프 유량의 50% 및 세 개의 안전주입탱크 유량의 100%가 사용되며, 안전주입작동신호 설정치 도달 후 고압안전주입펌프의 경우 30초, 저압안전주입펌프의 경우 50초의 지연시간 후에 주입되도록 모사한다.

191

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

6.3.3.2.3 노심 및 계통 변수

대형 파단 해석에서 결정된 불확실도 변수 및 그 변위는 표 6.3-7에 제시된 것과 같다. 노심 및 계통 관련 변수는 측정 불확실도를 그 변위로 하거나, 기술지침서의 제한치 또는 설계 자료의 최소값과 최대값을 포괄할 수 있도록 그 변위가 결정되었다.

191

대형 파단 해석에서는 증기발생기 전열관에 대하여 발전소 전 수명 기간 동안에 694개까지 평균 길이를 가진 전열관이 관막을 된다고 가정한다.

대형 파단 해석에서는 사고가 초기 연소도에서 발생하는 것으로 가정한다. 초기 연소도에서는 소결체의 크기가 가장 작아서 저장된 에너지가 최대가 되므로 대형 냉각재상실사고가 발생했을 때 가장 높은 최대 피복재 온도가 발생한다.

41

6.3.3.2.4 격납건물 변수

6.2.1.5 절은 비상노심냉각계통 성능분석에서 사용된 격납건물 최소 압력 해석을 제시하고 있다. 이 절에서 대형 파단 해석시 사용된 격납건물 변수들을 명기하고 있다. 격납건물 변수들에 대한 값은 노심의 재관수율을 최소화하기 위하여 격납건물 압력을 최소화시키는 것으로 선택되었다.

191

6.3.3.2.5 파단 범위

참고문헌 8에 기술된 바와 같이 가장 제한적인 파단은 원자로냉각재펌프 토출관에서의 양단 순시 파단이다. 따라서 펌프 토출관 양단 파단의 100%, 80%, 60%인 3가지의 파단을 대하여 대형 파단 스펙트럼 해석을 수행하고 가장 제한적인 파단으로 결정된 파단 크기에 대하여 124회 SRS 계산을 수행한다.

191

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## “ 삭 제 ”

191

6.3.3.2.6 결과 및 결론

대형 파단 안전주입계통 성능 분석에 사용된 주요 입력 변수는 표 6.3-8에 나타내었다. 대형 파단 스펙트럼 해석에 대한 최대 피복재 온도 및 최대 피복재 산화도 등의 주요 결과는 표 6.3-9에 요약되어 있으며 주요 시간값들은 표 6.3-10에 제시되어 있다. 표 6.3-11에 나열된 핵증기 공급계통의 변수들에 대한 과도 상태시의 거동은 그림 6.3-8에서 그림 6.3-11에 나타나 있다.

대형 파단 스펙트럼 해석 결과로부터 알 수 있듯이 가장 제한적인 파단은 펌프토출관 양단 파단 면적의 80%인 경우에 발생한다. 따라서 SRS 계산은 80% 펌프 토출관 양단 순시 파단을 대상으로 수행하였다.

124회 SRS 계산 수행 결과 생산된 피복재 온도 거동과 피복재 산화도는 각각 그림 6.3-12와 그림 6.3-13에 제시되어 있다. 124회 SRS 계산 중 가장 높은 최대 피복재온도와 두 번째로 높은 최대 피복재온도를 갖는 계산을 배제하면, 95%의 신뢰도를 가지고 예측한 95% 확률 상한치 이상의 최대 피복재 온도와 최대 피복재 산화도는 계산 96번의 1,023.0 °C(1873.4 °F)와 계산 32번의 1.275%이다.

191

SRS 계산 중 재관수기간의 피복재 온도가 가장 높은 계산보다 100 °C (180 °F) 이내로 낮은 계산들이 바이어스 평가 대상으로 선정되었다. 독립적으로 평가된 원자로 상부공간에서의 액적 이탈 바이어스와 증기 발생기 전열관에서의 액적 증발 바이어스는 합산하여 스팀바인딩에 의한 스케일 바이어스로 처리하였다. 표 6.3-12에 제시된 스케일 바이어스 평가 계산 결과와 같이 피복재 온도에 대한 바이어스는 +0 °C로 평가 되었다. 즉, 재관수 기간의 피복재 온도는 변하지만, 취출기간에 예측된 1,023.0 °C(1873.4 °F)보다 높아 지지는 않았다. 따라서 95% 신뢰도를 가지고 예측한 95% 확률 상한치 이상의 최대 피복재 온도는 SRS 계산에서 구한 1,023.0 °C(1873.4 °F)가 된다. 표 6.3-12에 제시된 바와 같이 스케일 바이어스 평가된 최대 피복재 산화도는 계산 32번의 1.275%이다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

코드 및 발전소 운전 변수에 대한 불확실도 외에, 자동 시간 증분 조절기능과 출력 간격에 따른 피복재 온도 오차는 최대 10 °C로 추정하여 불확실도로 고려한다. 고온 연료봉 평균 산화도(HRAO, )는 1% 미만으로 계산되었고 이는 노심 전반 산화도가 1% 미만임을 의미한다. 따라서 최종적인 최대 피복재 온도, 최대 피복재 산화도 및 노심 전반 산화도는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{최대 피복재 온도} &= 1,023.0 \text{ }^{\circ}\text{C} + 10 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ &= 1,033.0 \text{ }^{\circ}\text{C} (1,891.4 \text{ }^{\circ}\text{F}) \\ \text{최대 피복재 산화도} &= 1.275 \% \\ \text{노심 전반 산화도} &< 1.0 \% \end{aligned}$$

191

또한, 핵연료 피복재 온도 증가는 노심이 아직 냉각 가능한 형상을 유지하고 있는 시점에 종료되었다. 따라서 핵연료에서 발생한 열은 보다 긴 시간동안에도 원활히 제거될 수 있다.

이 해석의 결과에 근거하여 결론적으로 영광 5,6호기의 안전주입계통은 대형 냉각재상실 사고의 전 파단 범위에 대하여 참고문헌 1 및 2의 허용 기준을 만족시키며 노심의 건전성을 유지시켜 대기로의 방사능 누출을 제한시키는 설계 기능을 수행하는데 충분히 적합하도록 설계되어 있다.

41

6.3.3.3 소형 파단 해석6.3.3.3.1 평가 모델

소형 파단 해석은 규제기관으로부터 승인된 한국표준형 원전용 NOTRUMP 평가모델(참고 문헌 3, 3-1 및 3-2)을 사용하여 수행한다. 이 평가모델은 10 CFR 50의 부록 K (참고문헌 2) 및 KINS/GT-N007-1 (참고문헌 4)에 수록된 모델과 가정을 만족하며, NOTRUMP와 LOCTA-IV 전산코드로 구성되어 있다.

41



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

NOTRUMP (참고문헌 10, 11)는 소형 냉각재상실사고 시 원자로냉각재계통의 열수력 거동을 계산한다. 이 코드의 기본적인 모사 대상은 일차계통의 감압 및 파단 위치를 통한 질량 및 에너지 방출이다. 이 코드는 1차원 지배방정식을 사용하며 냉각재의 상 변화를 반영할 수 있도록 물과 증기 사이의 열적 비평형 상태와 상간의 드리프트 유속, 대향류 (Counter-Current Flow), 자유 표면 수위, 유동 영역에 따른 열전달 계수 등을 계산하는 기능을 갖추고 있다. NOTRUMP 계산에서 원자로냉각재계통은 제어 체적과 유로의 조합으로 표현되는데, 매우 유연한 제어 체적 및 유로 구성이 가능하기 때문에 소형 냉각재상실사고 해석에서 중요한 루프실 뚫림 현상을 적절히 모사할 수 있다. 원자로냉각재계통의 과도 특성은 질량, 에너지 및 운동량 방정식을 사용하여 계산되며, 노심 부분에는 연료봉으로부터의 열전달과 기포 상승을 계산하는 모델이 적용된다.

41

LOCTA-IV (참고문헌 7)는 냉각재상실사고 동안의 연료 및 피복재와 냉각재의 온도를 계산하는 코드이다. LOCTA-IV는 NOTRUMP에 의해 계산된 원자로냉각재계통의 열수력 과도 특성, 즉, 노심 압력, 연료봉 출력 이력, 노심 입구 엔탈피, 노심 출구 증기 유량, 이상 혼합체 수위 등을 경계 조건으로 사용하여 연료봉 및 피복관의 온도 변화를 계산한다.

## 6.3.3.3.2 안전주입계통 변수

안전주입계통은 두 대의 고압안전주입펌프와 두 대의 저압안전주입펌프 및 네 개의 안전주입탱크로 구성되어 있다. 고압안전주입펌프로부터 주입된 냉각수는 각각 네 개의 저온관으로 주입되는 반면, 저압안전주입펌프로부터 주입된 냉각수는 각각 두개의 저온관으로 주입된다. 각각의 안전주입탱크로부터 주입된 냉각수는 각각 하나의 저온관으로 주입된다. 고압안전주입 및 저압안전주입펌프는 가압기 저압이나 격납건물 고압에 의하여 발생하는 안전주입작동신호(SIAS)에 의하여 자동으로 작동된다. 안전주입탱크는 원자로냉각재계통 압력이 안전주입탱크 설정 압력 이하로 떨어지면 자동으로 안전주입수를 방출한다.

소형 파단 해석시 소외전원은 원자로트립과 동시에 상실된다고 보수적으로 가정한다. 그리하여 모든 안전주입펌프는 비상디젤발전기의 기동 및 부하 연결에 걸리는 시간이 지난 후에야 작동할 수 있다. 해석시 사용된 총 지연시간 (안전주입작동신호 설정치 도달 후 안전주입수가 원자로냉각재계통으로 전달되는데 걸리는 시간)은 고압안전주입펌프의 경우 30초, 저압안전주입펌프의 경우 50초이다.

41

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

소형 파단 해석인 경우 최악의 단일고장 조건인 비상디젤발전기 하나가 기동되지 않는 경우를 고려한다. 이 고장으로 인하여 고압안전주입펌프 한 대와 저압안전주입펌프 한 대가 동시에 상실되어 노심을 냉각시키는데 사용되는 안전주입수는 최소화 된다. 파단 루프 안전주입(참고문헌 3 및 11)을 적용함에 따라 펌프 토출관 파단에서는 한 대의 고압안전주입펌프, 한 대의 저압안전주입펌프 및 네 개의 안전주입탱크 유량의 100%가 고려된다.

41

표 6.3-13은 해석에 사용된 네 곳의 각 주입점에서의 고압안전주입 및 저압안전주입펌프 유량을 원자로냉각재 압력에 따라 나타낸 것이다.

191

6.3.3.3.3 노심 및 계통 변수

소형 파단 해석에 사용된 노심 및 계통의 주요 변수들은 표 6.3-14에 실려있다. 소형 파단 해석은 증기발생기의 전열관에 대하여 694개 까지의 평균 길이를 가진 전열관이 관 막음 된다고 가정한다.

191

대형 파단 해석에서와 같이 소형 파단 해석에서도 사고가 초기 연소도에서 발생하는 것으로 가정한다.

41

소형 파단 해석에는 대형 파단 해석에서 사용한 것보다 더 높은 첨두 선출력 생성률을 사용한다 (15.0 kW/ft (492.1 W/cm) 대 14.3 kW/ft (469.2 W/cm)). 그 이유는 대형 파단의 결과가 소형 파단의 결과보다 더 제한적이기 때문이다. 소형 파단의 결과는 노심의 총 붕괴열에 따른 노심의 수위 거동에 주로 지배받기 때문에 더 높은 첨두 선출력 생성률이 소형 파단 결과에 심각한 영향을 미치지 않는다.

191

41

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## 6.3.3.3.4 격납건물 변수

소형 파단 냉각재상실사고시 파단 유량은 임계 유량을 항상 유지하기 때문에 격납건물 변수는 소형 파단 해석에 영향을 미치지 않는다. 그러므로 격납건물 체적과 격납건물 초기 압력을 제외한 어떠한 변수도 해석에는 사용되지 않는다. 해석시 격납건물 체적은  $2.859 \times 10^6 \text{ ft}^3$  ( $80,958 \text{ m}^3$ )으로, 초기 격납건물 압력은  $14.18 \text{ psia}$  ( $0.997 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ )로 사용하였다.

## 6.3.3.3.5 파단 범위

참고 문헌 3-1에서 예시 수행된 파단 스펙트럼 분석은 펌프 토출관에서의  $0.05 \text{ ft}^2$  ( $46.5 \text{ cm}^2$ ),  $0.087 \text{ ft}^2$  ( $80.8 \text{ cm}^2$ ) 및  $0.1 \text{ ft}^2$  ( $92.9 \text{ cm}^2$ ) 파단이며, 가장 높은 최대 피복재 온도는  $0.087 \text{ ft}^2$  ( $80.8 \text{ cm}^2$ ) 파단에서 발생하였다. 따라서 영광 5,6호기에 대한 소형 냉각재상실사고 파단 스펙트럼 분석은 펌프 토출관에서의  $0.05 \text{ ft}^2$  ( $46.5 \text{ cm}^2$ ),  $0.087 \text{ ft}^2$  ( $80.8 \text{ cm}^2$ ) 및  $0.1 \text{ ft}^2$  ( $92.9 \text{ cm}^2$ ) 파단에 대해 수행하였다.

## 6.3.3.3.6 결과 및 결론

표 6.3-15는 이 해석의 중요한 결과를 요약하고 있다. 해석한 여러 파단에 대한 주요 시간 값들은 표 6.3-17에 제시되어 있다. 표 6.3-16에 나열된 핵증기공급계통 변수들에 대한 과도상태시의 거동은 그림 6.3-14부터 6.3-16에 나타나 있다.  $0.087 \text{ ft}^2$  ( $80.8 \text{ cm}^2$ )의 파단이 해석된 소형 파단 중 가장 높은 피복재 온도인  $1,317.6 \text{ }^\circ\text{F}$  ( $714.2 \text{ }^\circ\text{C}$ )를 나타내었다.\* 이는 6.3.3.2절에 제시된 가장 제한적인 대형 파단에 대한 값보다  $600^\circ\text{F}$  ( $333^\circ\text{C}$ ) 이상 낮은 값이다.

이 해석의 결과에 근거하여 결론적으로 영광 5,6호기의 안전주입계통은 소형 냉각재상실 사고의 전 파단 범위에 대하여 참고문헌 1 및 2의 허용 기준을 만족시키며 노심의 건전성을 유지시켜 대기로의 방사능 누출을 제한시키는 설계 기능을 수행하는데 충분히 적합하도록 설계되어 있다.

\* 소형파단 해석결과는 원자로냉각재계통 총 유량  $121.5 \times 10^6 \text{ lbm/hr}$  ( $55.1 \times 10^6 \text{ kg/hr}$ )에 대해 평가되었으며, 95% 운전제한치  $115.42 \times 10^6 \text{ lbm/hr}$  ( $52.36 \times 10^6 \text{ kg/hr}$ )조건의 해석결과를 보수적으로 포괄한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서



## 6.3.3.3.7 계측관 파단

위에서 언급한 세 가지의 소형 파단 외에 노내 계측관에 대한 파단도 평가하였다. 원자로용기 하부 플레넘으로 관통하는 계측관 하나가 완전히 파단되면 그 크기는  $0.003 \text{ ft}^2$  ( $2.8 \text{ cm}^2$ )에 해당한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

계측관에 파단이 일어나게 되면 원자로냉각재계통이 감압되어 가압기 저 압력에 의하여 원자로정지 및 안전주입 작동신호가 발생한다. 소외전원이 상실된다고 가정하기 때문에 원자로냉각재펌프와 주급수펌프는 관성서행(coastdown)하게 된다. 안전주입신호가 발생하고 나서 비상디젤발전기와 고압안전주입 펌프를 기동시키는데 요구되는 30초의 지연 시간 후에 안전주입수는 원자로냉각재계통으로 유입된다. 또한, 증기발생기 저 수위에 의하여 보조급수펌프가 기동되어 증기발생기로 냉각원을 제공한다. 1E급 비상디젤발전기 하나가 고장난다고 가정하기 때문에 한 대의 고압안전주입펌프와 한 계열의 보조급수만이 사용 가능하다 (네 개의 안전주입탱크와 한 대의 저압안전주입펌프 또한 사용 가능하지만 높은 원자로계통의 압력 때문에 주입되지 않는다.). 증기발생기의 이차측 또한 원자로 정지시 격리된다.

원자로냉각재계통은 계속해서 감압되며 증기발생기의 압력은 증가한다. 원자로냉각재계통은 증기발생기의 압력이 주증기 안전밸브의 최저 설정치에 도달할 때까지 지속적으로 감압된다. 이때, 원자로냉각재계통의 압력이 증기발생기의 압력보다 높게 유지된 상태로 원자로냉각재계통의 감압은 중지된다. 이 시점에서 작동하는 한 대의 고압안전주입 펌프로부터 주입되는 유량 (48.6 lbm/sec (22.1 kg/sec))은 파단 유량 (27.2 lbm/sec (12.3 kg/sec)) 보다 많다. 그러므로 원자로냉각재계통은 충수되게 된다. 노심에서 발생하는 붕괴열은 주증기안전밸브를 통한 증기 유량으로 인하여 증기발생기에서 제거된다. 그리하여 노심은 물로 차있게 되고 이 상태에서 냉각된다. 6.3.3.4절에 기술된 냉각재상실사고 후 장기냉각 절차는 장기냉각을 제공하기 위하여 1시간 후에 개시된다.

6.3.3.4 냉각재상실사고 후 장기냉각6.3.3.4.1 장기냉각 계획

장기냉각(LTC)은 냉각재상실사고 후 노심이 급냉(quenching)될 때 시작하여 발전소가 안전할 때까지 지속된다. 장기냉각의 목적은 노심을 안전한 온도 수준에서 유지시키면서

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

노심 영역에서의 봉산 석출을 막기 위함이다. 이 목적을 달성하기 위하여 영광 5,6호기에 대한 장기냉각 해석은 참고문헌 9에 기술된 전산 프로그램과 방법론을 사용하여 수행되었다.

영광 5,6호기에 대한 장기냉각 계획은 파단 크기에 따라 두 절차 중 하나를 사용한다. 정지냉각계통은 파단 크기가 충분히 작아서 그 계통의 성공적인 작동이 확실히 되면 기동된다. 대형 파단 냉각재상실사고인 경우 노심 냉각과 봉산 세척(flushing)을 유지하기 위하여 고온 및 저온관에 대한 동시 주입이 사용된다. 발전소 운전원은 원자로냉각재계통의 지시 압력에 따라 적절한 절차를 개시한다. 그림 6.3-19는 영광 5,6호기의 장기냉각 계획을 위한 기본적인 사건 전개순서 및 운전원 조치에 대한 시간 계획을 보여준다. 시간 계획은 조치가 수행되는 시간 범위를 명시하고있다. 즉, 주어진 시간 범위내에 명시된 기능 요건이 작동된다고 가정하였다.

191

운전원의 첫번째 조치는 냉각재상실사고 1시간 후 증기발생기로부터 증기를 방출시킴으로써 냉각을 개시하는 것이다. 증기는 터빈우회계통이 사용 가능하면 이 계통을 통하거나 그렇지 않으면 대기방출밸브를 통하여 방출시킨다. 냉각재상실사고 후 1~3시간 사이에 원자로냉각재계통내로 많은 양의 질소(비응축성) 가스가 주입되는 것을 막기 위하여 안전주입탱크를 격리시키거나 배기시킨다. 냉각재상실사고 후 1~4시간 사이에 가압기를 이용한 냉각이 시작된다. 냉각재상실사고 후 2~3시간 사이에 총 주입 유량이 고온관과 저온관에 거의 같은 양으로 균등하게 나뉘어 주입되도록 고압안전주입펌프 방출유로를 재정렬시킨다.

냉각재상실사고 후 9~10시간 사이에 원자로냉각재계통의 압력이 550 psia (38.7 kg/cm<sup>2</sup>A) 이상이면 원자로냉각재계통은 충수되어 있고, 이는 정지냉각 작동을 위한 적절한 흡입을 제공 가능하게 한다. 원자로냉각재계통의 냉각은 계통의 지시 온도가 계기 오차를 포함한 최대 정지냉각 작동 온도 이하로 될 때까지 지속한다. 그 이후에 원자로냉각재계통 압력이 계기 오차를 포함한 정지냉각 작동 압력으로 떨어질 때까지 고압안전주입펌프를

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

교축(throttling)한다. 그런 후에 모든 고압안전주입 펌프의 유량이 저온관으로 다시 들어가도록 재정렬하고 정지냉각을 개시한다. 고압안전주입펌프 유량을 교축하거나 단절시키는 선행 조건은 원자로냉각재계통이 계통 지시 압력 하에서 과냉각 상태이어야 한다. 그러므로 정지냉각계통의 운전을 개시하기 위하여 원자로냉각재계통의 압력을 줄일 때 비상운전절차서에 명기된 대로 원자로냉각재계통을 과냉각 상태로 유지시키는 것이 절대 필요하다.

정지냉각계통이 작동 가능하지 않을 때 붕괴열을 제거시키는 다른 방안은 증기발생기를 계속 사용하는 것이다. 이를 위해서는 보조급수와 대기방출밸브나 증기우회계통이 지속적으로 사용 가능하여야 한다. 그 후에 정지냉각계통이 작동될 수 있게 되면 정지냉각계통을 작동시켜야 한다. 이 경로는 그림 6.3-19에 점선으로 표시되어 있다.

191

사고발생 후 9~10시간 사이에 원자로냉각재계통의 지시 압력이 550 psia ( $38.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ ) 이하로 떨어져 있으면 파단은 너무 커서 정지냉각계통의 작동에 필요한 적절한 흡입이 전적으로 보장된다고 확신할 수 없다. 이런 경우에는 고온관 및 저온관으로의 동시주입을 지속하게 되면 노심의 냉각 및 원자로 용기내의 세척은 계속적으로 이루어 진다.

## 6.3.3.4.2 냉각재상실사고 후의 장기냉각 해석에 사용된 가정

장기냉각 해석 수행에 사용된 주요한 가정들이 아래에 열거되어 있다.

가. 소외전원은 사용 불능이다.

나. 최악의 단일 고장은 두 대의 비상디젤발전기 중 한 대가 고장나는 것이다.  
이것은 다음과 같은 결과를 초래한다.

- 1) 한 대의 고압안전주입펌프가 작동 가능하다 (재순환 모드 동안에 저압안전주입펌프는 사용되지 않는다. ).



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

2) 한 계열의 보조급수펌프가 작동 가능하다.

다. 봉산 석출이 되는 농도는 무게로 29 % 이다. 이것은 16.2 psia ( $1.14 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ ),  $217^\circ\text{F}$  ( $103^\circ\text{C}$ )에서의 석출 한계이다. 이런 조건들은 격납건물 압력에 대하여 보수적인 모델을 사용하여 계산되었다.

라. 각 증기발생기에 있는 두 개의 대기방출밸브 중 한 개가 작동 가능하다.

마. 원자로냉각재계통의 냉각은 냉각재상실사고 1시간 후부터 시작한다.

바. 안전주입탱크는 소형 파단 장기냉각 절차를 위한 정지냉각 조건 수립시 배기 시키거나 격리시킨다.

사. 가압기는 소형 파단 장기냉각 절차를 위한 정지냉각조건 수립시 냉각된다.

아. 원자로냉각재계통의 냉각은 고온관의 온도가 계기 오차를 포함한 정지냉각 작동 온도 이하로 되면 종료된다.

자. 최대 계기 오차 : 원자로냉각재계통 압력  $\pm 300 \text{ psi}$  ( $\pm 21.1 \text{ kg/cm}^2$ ) ; 원자로냉각재계통 온도  $\pm 10^\circ\text{F}$  ( $\pm 5.56^\circ\text{C}$ ).

차. 모든 봉산원에 대한 봉소농도는 최대치를 사용하였다.

카. 최대 봉소농도 계산에 사용된 펌프 유량 및 초기 냉각수 재고량은 노심내의 봉산 농도를 최대화시키는 것으로 선택하였다.



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

6.3.3.4.3 냉각재상실사고 후 장기냉각 해석에 사용된 변수

냉각재상실사고 후 장기냉각 해석에 사용된 노심 및 계통에 대한 주요 변수들은 표 6.3-18에 제시되어 있다.

191

6.3.3.4.4 냉각재상실사고 후 장기냉각 해석의 결과

양단 ( $9.8 \text{ ft}^2$  ( $9,104 \text{ cm}^2$ )) 저온관 파단이 원자로용기내의 장기적인 봉산 축적 관점에서 가장 제한적인 파단이다. 저온관 파단인 경우, 노심 세척 유량은 고온관 주입 유량과 노심 비등이탈 유량의 차이이다. 냉각재상실사고 후 2~3시간 사이에 고온관과 저온관 양 측으로 고압안전주입 펌프의 유량이 최소한 302 gpm ( $1,143 \text{ L/min}$ )으로 동시 주입을 시작하면 그림 6.3-20에서 보는 것처럼 충분하고 또한 시간에 따라 증가하는 노심 세척 유량이 제공된다.

191

그림 6.3-21는 노심의 세척 유량이 없더라도 냉각재상실사고후 3.4시간까지는 봉산 석출이 시작되지 않는다는 것을 보여준다. 20 gpm ( $75.7 \text{ L/min}$ )의 노심 세척 유량에 의하여 봉산 석출을 막는데 제공되는 여유 또한 그림 6.3-21에서 볼 수 있다. 고온관에서 주입수가 증기에 실려 모두 빠져 나가는 것이 끝나는 시간은 냉각재상실사고 후 0.8시간으로 계산되었다. 그러므로 고온관과 저온관으로의 동시 주입은 주입수가 고온관에서 증기와 함께 실려 나갈 어떠한 가능성도 끝난 후이며 봉산 석출이 예측되기 전인 2~3시간 사이에 시작된다.

191

191

소형 파단 장기냉각 계획은 모든 보조급수가 고갈되기 전에 원자로냉각재계통이 충수되는 파단 크기에 대하여 적용된다. 소형 파단 해석 결과 원자로냉각재계통의 냉각 기간 동안 모든 보조급수가 고갈되는 최소 요구 시간은 25시간으로 결정되었다. 또한 해석 결과에 의하면 그림 6.3-22에서 보는 바와 같이 파단 크기에 따라 원자로냉각재계통이 충수되는 시간이 각각 다르게 예측됨을 알 수 있다. 그림에서 보는 바와 같이 0.046

191

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

$\text{ft}^2$  ( $42.7 \text{ cm}^2$ )과 같이 큰 파단인 경우도 원자로냉각재계통은 9시간내에 충수된다. 25시간 까지는 더 큰 파단 크기에 대해서도 원자로냉각재계통은 충수될 것이다.

그러므로 보조급수의 고갈을 막기 위한 충분한 시간 여유를 주기 위하여 운전원이 소형 파단 장기냉각 절차가 적절한가를 결정하는 시점으로 9~10시간이 선택되었다. 이 결과는  $0.046 \text{ ft}^2$  ( $42.7 \text{ cm}^2$ )과 같은 큰 파단 크기까지 장기냉각과 노심 세척에 정지냉각이 사용될 수 있다는 것을 입증한다. 해석결과, 대형 파단 장기냉각 절차는 파단 크기가  $0.003 \text{ ft}^2$  ( $2.8 \text{ cm}^2$ )까지 내려가는 경우에 대해서 노심을 세척할 수 있다. 대형 혹은 소형 파단 장기냉각 절차 중 어느 하나를 사용할 수 있는 중복되는 파단 크기들에 대한 것은 그림 6.3-23에 설명되어 있다.

191

운전원은 9~10시간 사이에 원자로냉각재계통의 지시 압력에 근거하여 적절한 절차를 선택한다. 그림 6.3-23은 광역의 파단크기에 대하여 사고 후 9시간에서의 원자로냉각재계통 압력을 나열하고 있고 그림 6.3-24은 이것을 그림으로 나타낸 것이다. 원자로냉각재계통 압력계기 최대 오차보다 더 큰  $\pm 300 \text{ psi}$  ( $\pm 21.1 \text{ kg/cm}^2$ )를 고려하여  $550 \text{ psia}$  ( $38.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ )로 결정 압력을 선택하였다. 따라서, 운전원은 어떠한 파단 크기에 대해서도 적절한 절차를 선택했음을 확신할 수 있다.

191

## 6.3.3.5 사고전개순서와 계통 운전

표 6.3-19은 두 개의 대표적인 냉각재상실사고 ( $0.05 \text{ ft}^2$  ( $46.5 \text{ cm}^2$ ) 소형 파단과 0.8 양단순시 대형 파단) 동안 일어나는 사건순서를 나열하고 있다. 표 6.3-19은 파단 발생 시부터 운전원이 정지냉각 모드로의 진입 여부를 결정하는 시점인 9~10시간까지 걸쳐 기술되어 있다.

191

냉각재상실사고 완화를 위한 안전 기능은 다음과 같이 기술되어 있다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

반응도 제어

대형 및 소형 파단이 일어나면 원자로냉각재계통의 압력은 급속히 떨어진다. 이는 소형파단에 대해서 가압기-저압 트립 신호를 발생시키고 제어봉집합체를 노심 내로 떨어지게 한다. 대형 파단인 경우 격납건물-고압 트립신호에 의해 제어봉집합체의 삽입이 일어날 것이나 이것이 요구되지는 않는다. 왜냐하면, 감속재내에서 생성되는 기포량이 원자로를 미임계로 만드는 충분한 부 반응도를 제공하기 때문이다. 가압기-저압 트립 설정치에서 안전주입작동신호(SIAS)가 발생하고 재장전수탱크로부터 봉산수의 형태로 부 반응도가 추가적으로 첨가된다. 대형 파단의 경우, 원자로냉각재계통의 압력은 안전주입탱크로부터의 방출과 고압안전주입 및 저압안전주입 펌프로부터의 주입을 가능하게 할 수 있을 만큼 충분히 떨어진다. 소형 파단인 경우, 고압안전주입 펌프만이 주입하게 된다. 모든 파단에 대해서 재장전수탱크의 수위는 궁극적으로 재순환작동신호(RAS)가 발생될 만큼 충분히 떨어지게 된다. 재순환작동신호가 발생하게 되면 격납건물 재순환집수조 격리밸브가 열려 재순환 기간 동안 고압안전주입 펌프로 물을 공급하게 된다.

41

41

191

원자로 열제거

터빈 트립과 더불어 가정된 소외전원 상실로 인한 비-공학적인 안전설비 부하로 공급되는 전원이 상실됨에 따라 원자로냉각재펌프는 관성서행(coastdown)하게 된다. 소형 파단의 경우 원자로의 열제거는 자연순환과 안전주입계통에 의하여 유입되는 비교적 낮은 엔탈피를 갖는 재장전수탱크의 물에 의한 추가적인 냉각 능력에 의하여 이루어진다. 대형 파단의 경우, 원자로냉각재계통내의 조건이 자연순환 유동을 형성할 수 없게 만들기 때문에 원자로의 열제거는 안전주입계통에 의하여 이루어진다. 재순환작동신호 발생 후 원자로의 열제거는 재순환 모드에서 안전주입계통을 사용하여 지속된다.

냉각재상실사고 발생 2시간 후, 운전원은 고온관 및 저온관으로의 동시 주입을 위하여 고압안전주입 펌프의 토출관을 수동으로 정렬시킨다. 냉각재상실사고 후 9~10시간에서 운

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

전원은 원자로냉각재계통의 압력이 550 psia ( $38.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ ) 이상에서 머물러 있다고 가정하여 정지냉각을 수행할 수도 있다. 원자로냉각재계통의 압력이 550 psia ( $38.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ ) 보다 낮으면 고온관 및 저온관 주입은 노심을 냉각시키는데 충분하며 이 주입은 지속된다.

### 일차계통 건전성

소형 파단 냉각재상실사고의 경우 원자로냉각재계통의 압력은 고압안전주입 출구 밸브를 교축시킴으로써 조절된다. 운전원은 냉각재상실사고 후 1~3시간 사이에 계통을 감압시키고 안전주입탱크를 격리시켜 원자로냉각재계통의 압력을 정지냉각 진입 단계까지 낮춘다.

### 이차계통 건전성

모든 파단 크기에 대하여 원자로트립은 터빈 트립을 일으키고 동시에 일어나는 소외전원 상실로 인하여 주급수가 상실된다. 소외 전원 상실에 따른 복수기 진공의 상실로 인하여 증기우회계통이 이용 가능하지 않기 때문에 이차 계통의 압력은 증가하게 되고 어떤 소형 파단의 경우에는 주증기안전밸브의 개방 압력에 도달하게 된다. 주증기안전밸브가 개방되는 경우에 있어서, 주급수가 부족하게 되면 궁극적으로 보조급수 작동신호가 발생하게 되고 급수는 양 쪽의 증기발생기로 이송되게 된다. 운전원은 냉각재상실사고 1시간 후에 대기방출밸브나 증기우회계통을 이용하여 냉각을 개시한다. 대기방출밸브나 증기우회밸브와 더불어 운전원은 보조급수 펌프를 사용한다. 냉각하는 동안 운전원은 주증기격리신호가 오류로 발생하는 것을 막기 위하여 그 설정치를 낮춘다.

### 격납건물 건전성

격납건물살수작동신호(CSAS)는 격납건물 고-고압 신호에 의하여 발생된다. 격납건물살수펌프는 격납건물 대기의 온도와 압력을 감소시키기 위하여 재장전수탱크로부터 격납건물 내로 살수한다. 재순환작동신호에 의하여 격납건물 재순환집수조 격리밸브가 열려

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

재순환집수조로부터 격납건물살수펌프로 물이 공급되게 된다.

### 가연성기체제어

격납건물 살수와 원자로격납건물 송풍냉각기는 격납건물내의 대기를 혼합시켜 수소기체 포켓이 형성되는 것을 방지한다. 운전원은 격납건물 대기내의 수소농도를 조절하기 위하여 격납건물 가연성기체제어계통을 작동시킨다.

### 방사성 유출물 제어

가압기 압력이 저압 설정치에 도달하게 되면 격납건물격리작동신호(CIAS)가 발생한다. 격납건물 고-고 압력이 감지되면 격납건물살수작동신호(CSAS)가 발생한다. 격납건물격리작동신호와 격납건물살수작동신호는 방사능 누출을 제한하기 위하여 여러개의 격납건물 일차 계통과 이차 계통을 격리시키게 된다. 격납건물 살수계통은 격납건물 대기로부터 방사성 옥소를 제거시키는 기능을 한다.

### 주제어실 거주성 보장

안전주입작동신호(SIAS)는 주제어실의 거주성 보장을 위하여 비상환기계통을 작동시킨다.

### 교류 전원 복구

비상디젤발전기는 공학적안전설비 모선에 저전압 조건이 감지되면 자동으로 기동된다. 대형파단 냉각재상실사고의 경우, 교류 전원은  $t = 0$ 초에서 상실된다. 소형 파단 냉각재상실사고의 경우 교류 전원은 원자로트립에 이어 상실되며 비상디젤발전기 중 한 대가 고장난다고 가정한다. 요구되는 모든 공학적안전설비의 부하는 비상디젤발전기에 걸리게 된다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 사용후연료 열제거

사용후연료저장조의 냉각은 소외전원 상실 유무에 관계없이 냉각재상실 기간 동안 계속된다. 사용후연료저장조 냉각펌프는 비상디젤발전기에 자동으로 연결된다. 사용후연료저장조 열교환기는 냉각재상실 기간 동안 기기냉각수를 지속적으로 받는다.

### 6.3.4 시험 및 검사

안전주입계통 기기의 제작중 시험과 검사가 수행되며 양질의 제작을 보증하기 위하여 규제 요건에 따라 문서화된다. 필요하다면 기기의 성능 시험이 공급자측 제작현장에서 수행된다. 안전주입계통은 ASME 코드 Sec. XI에 따라 가동중 검사와 시험이 가능하도록 설계되고 설치된다.

#### 6.3.4.1 비상노심냉각계통 성능시험

최초의 발전소 기동 전에 종합적인 일련의 계통 유량 시험이 계통과 각각의 기기가 설계 성능에 이르는지를 입증하기 위하여 수행된다.

#### 6.3.4.2 실효도 시험과 검사

##### 6.3.4.2.1 계통 수준의 시험

발전소가 운전에 들어간 후에는 사고때 적절한 운전을 보장하기 위하여 안전주입계통 기기와 부속계통에 대한 주기적인 시험과 검사가 수행된다. 정상운전중에 안전주입계통의 기기들은 비상운전 상태로 정렬되고 다른 기능을 수행하지 않기 때문에 계획된 시험과 검사가 계통의 운전성을 입증하기 위하여 필요하다. 규정된 시험은 정상운전 동안 부속계통과 기기 수준에서의 완전한 검사를 가능하게 한다. 전체 계통의 만족할만한 운전성

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

은 정기적인 핵연료재장전을 위한 원자로정지 동안 입증될 수 있다. 안전주입계통의 시험과 검사의 종합일정은 운영기술지침서에 상술된다.

### 6.3.4.2.2 기기 시험

6.3.4.1절에 기술된 계통 수준의 시험에 부가적으로 안전주입계통 기기의 적절한 운전을 입증하기 위한 시험이 수행된다. 이 시험은 안전주입계통의 각각의 능동기기의 허용가능한 성능을 입증함으로써 계통수준의 시험을 보강해준다. 펌프와 자동밸브는 ASME 코드 Sec. XI에 따라 시험된다.

### 6.3.5 계측설비

#### 6.3.5.1 설계기준

안전주입계통의 계측과 제어는 IEEE 279-1971, "원자력 발전소의 보호계통에 대한 기준"의 적용 부분에 따라 설계된다. 제어는 안전주입계통의 기동에 필요한 운전순서를 자동으로 제공하기 위하여 연동되어 있다. 안전주입계통을 구동하고 제어하기 위한 계기 및 제어장비는 다음의 기준에 의하여 설계된다.

가. 다중의 계기가 안전주입계통의 작동을 위해 제공된다. 네 개의 감지기가 각각의 임계변수에 이용된다. 이들 네 개의 감지기중 임의의 두 개 이상의 신호로부터 발생한 트립은 필요한 안전주입계통을 작동시킨다. 회로는 안전주입작동신호의 사용 가능성을 보장하기 위하여 분리된 배선관으로 연결되어 있다.

나. 안전주입계통의 제어와 계측을 위하여 필요한 전기는 1E급 필수 전원공급 계통에서 공급된다. 대체 전원으로 비상디젤발전기가 제공된다.



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

구동자 구동밸브는 출력운전중에 안전주입 유로의 의도하지 않은 잘못된 배열을 막기 위하여 보호용 제어 스위치가 필요하다고 생각되는 곳에 설치된다 .

안전주입과 재순환의 기동시 작동이 필요하지 않은 안전주입 유로상의 모든 밸브들은 운전중에 안전주입 위치로 잠겨져 있다. 행정절차상의 제어는 이 밸브들이 정확한 위치에 잠겨있는지를 보증한다.

안전주입 기동에 대한 계측과 제어의 자세한 설명은 7.3절에 기술되어 있다.

### 6.3.5.2 계통 작동신호

안전주입계통의 운전은 두 개의 작동신호로 제어된다. 하나는 안전주입작동신호로서 원자로냉각재계통 저압력과 격납건물 고압력의 경우 안전주입계통의 운전을 기동시킨다. 이 두 개의 변수들은 냉각재 상실사고가 일어났음을 나타내며 따라서 안전주입계통 운전을 필요로 한다. 안전주입작동신호는 주제어실에서 수동으로 기동할 수도 있다. 두 번째의 제어신호는 재순환작동신호이다. 이는 안전주입계통의 운전모드를 재장전수탱크를 흡입측으로 하는 주입모드에서 격납건물 재순환집수조를 흡입측으로 하는 재순환모드로 바꾼다. 재순환작동신호는 재장전수탱크 저수위에 의하여 기동된다. 안전주입작동신호와 재순환작동신호는 수동 혹은 자동으로 기동된다. 주입모드에서 재순환 모드로의 전환은 재장전수탱크로부터의 물 공급이 끊어져도 노심에 지속적인 유량을 제공할 수 있게 한다.

#### 6.3.5.2.1 안전주입작동신호

안전주입은 네 개의 독립적인 가압기 압력 감지기와 네 개의 독립적인 격납건물 압력 감지기의 입력신호로부터 시작된다. 어느 변수이든지 네 개중 두 개 이상의 감지기로부터의 동시 트립 신호는 안전주입을 자동으로 기동할 것이다. 자동의 안전주입계통 운전은



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

정상운전중 약 1,771 psia (124.5 kg/cm<sup>2</sup>)의 가압기 압력이나 격납건물 압력 1.9 psig (0.13 kg/cm<sup>2</sup>)에서 시작된다. 기동 운전이나 정지냉각 운전중에는 가압기 저압력에 대한 가변 설정치가 사용된다. 안전주입작동신호의 자세한 설명은 7.3절에 기술되어 있다.

15

6.3.5.2.2 재순환작동신호

재순환은 네 개의 독립적인 재장전수탱크 수위 감지기로부터의 신호나 주제어실에서의 수동 작동으로 시작된다. 자동의 재순환운전은 재장전수탱크 수위 7.6%에서 네 개중 두 개의 신호에 의해서 작동된다.

6.3.5.3 운전중의 계측설비

안전주입계통 운전중에 안전주입계통의 기기를 감시하기 위한 계측설비는 본 절에서 기술된다. 그림 6.3-1에는 계기의 판독 위치가, 그림 6.3-2부터 6.3-5 까지는 여러가지 운전 모드에서의 기기의 사용에 대하여 설명되어있다.

6.3.5.3.1 온도

## 가. 정지냉각 흡입 및 주입 온도

각 저압주입 모관의 저항온도 검출기와 기록계가 안전주입계통에 들어왔다 나가는 정지냉각수의 온도를 측정하고 기록하는데 사용된다. 이것의 판독이 전체적인 계통의 성능을 측정하는 수단을 제공하며, 운전원에게 냉각률을 조절하는데 필요한 정보를 제공한다. 기록계는 주제어실에서 접근이 용이하도록 운전원의 조작반에 위치한다. 지시계는 주제어실과 원격정지반에 공급된다 (5.4.7절 참조).

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.3.5.3.2 압력

#### 가. 안전주입탱크 압력

각각의 안전주입탱크에 있는 하나의 광역 압력전송기는 각각의 탱크 압력을 주제어실과 원격정지반에서 읽을 수 있게 한다. 또한 두 개의 협역 압력전송기는 주제어실에서 탱크의 압력을 읽을 수 있게 한다.

#### 나. 고압과 저압의 안전주입펌프 토출압력

고압 안전주입펌프와 저압안전주입펌프의 토출압력은 주제어실에 지시된다.

### 6.3.5.3.3 밸브위치

#### 가. 안전주입탱크 격리밸브 위치

밸브위치는 다중적이고 다양한 지시계로써 주제어실에 지시된다. 지시등은 완전히 열린 상태나 완전히 닫힌 상태를 표시하며 밸브가 완전히 열리지 않았으면 경고음도 발생한다.

#### 나. 정지냉각계통 밸브 위치

위치를 바꿔야 하는 밸브나 냉각을 조절하는데 이용되는 밸브는 주제어실의 안과 바깥에 모두 위치가 지시된다.

#### 다. 고온관 주입 밸브 위치

고온관 주입 밸브 위치는 주제어실에 지시된다. 지시등은 개폐 상태를 표시

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

한다. 부가적으로 연속적인 밸브 위치 지시는 부분적 열림과 부분적 닫힘 위치를 표시한다.

### 라. 저압안전주입 모관 격리밸브 위치

밸브위치는 주제어실 내부와 외부에 모두 지시된다.

#### 6.3.5.3.4 수위

##### 가. 안전주입탱크 수위

상부 수위계측기 탭 위쪽의 물과 하부 수위계측기 탭 아랫쪽의 물을 제외한 전체 탱크 체적에 대한 각 안전주입탱크의 수위가 주제어실에 지시된다. 계측기 탭은 상부 탱크의 직선부 약 5 in (12.7 cm) 정도 아래와 하부탱크의 직선부 약 5 in (12.7 cm) 정도 위에 있다. 이러한 수위지시는 34 ft (10.4 m)의 전범위 스케일에 근거한 전범위의 수위지시를 제공한다. 하부탱크 직선부 25 ft 8.5 in (7.8 m) 위에 위치한 하부탭을 가진 4 ft (1.2 m) 전범위 스케일에 근거한 다중적인 수위지시도 제공된다. 이 지시에 대한 입력신호는 차압 전송기에 의해 제공된다.

#### 6.3.5.3.5 유량

##### 가. 정지냉각 유량

정지냉각 유량 지시계는 정지냉각 전유량을 나타낸다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## 나. 안전주입 유량

안전주입 유량 채널은 네 개의 저온관쪽 안전주입관 각각의 유량과 두개의 고온관쪽 안전주입관 각각의 유량을 나타내며, 주제어실에 지시된다.

6.3.5.4 사고후 감시계기

사고후 성능에 대한 평가를 위한 계기는 표 7.5-2와 7.5-3에 있다.

6.3.6 참고문헌

1. 원자력안전위원회고시 제2014-21호, 제 3조, "가압경수로의 비상노심냉각계통의 성능에 관한 기준", 2014.11.22.
2. 10 CFR Part 50.46 and Appendix K of 10 CFR, Part 50, "Acceptance Criteria for Emergency Core Cooling Systems for Light Water Cooled Nuclear Power Reactors", Federal Register, Volume 39, Number 3, January 1974, as amended in Federal Register, Volume 53, September 1988.

239

41

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

3. KNF-TR-SGA-01001/N/A, Rev. 1, "한국표준형 원전의 냉각재상실사고 해석을 위한 웨스팅하우스 평가모델", 2004. 6.
- 3-1. KNF-TR-DMR-04001/N/A, Rev. 0, "한국표준형 원전용 PLUS7 연료 설계 및 안전성 평가", 2006. 03.
- 3-2. "2001년도 기준 주요 ECCS 성능평가 오류 및 방법론 변경 보고서", 2003. 06.
4. KINS/GT-N007-1, "가압경수로형 원자력발전소 비상노심냉각계통 성능의 보수적 평가 방법에 대한 기술지침서", 2004. 1.
- 4-1. KINS/GT-N007-2, "가압경수로형 원자력발전소 비상노심계통 성능의 최적 평가방법에 대한 기술지침서", 2004. 1.
5. NUREG/CR-5535, "RELAP5/MOD3 Code Manual," March 1998.
6. NUREG/CR-3716, "A Multi-compartment Containment System Analysis Program," March 1984.
- NUREG/CR-4001, "An Improvement to CONTEMPT4/MOD5 Multi-compartment System Analysis Program for Ice Containment Analysis," September 1984.
7. F. M. Bordelon, et. al., "LOCTA-IV Program : Loss of Coolant Transient Analysis", WCAP-8301 (Proprietary) and WCAP-8305 (Non-Proprietary), June 1974.
8. TR-KHNP-0010, "한국표준형원전 LBLOCA 안전해석방법론", 2007. 6.

41

191

41

191

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

9. "Post-LOCA Long Term Cooling Evaluation Model," CENPD-254-P-A, June 1980 (Proprietary).

10. P. E. Meyer, et. al., "NOTRUMP: A Nodal Transient Small Break and General Network Code", WCAP-10079-P-A (Proprietary) and WCAP-10080-NP-A (Non-Proprietary), August 1985.

11. N. Lee, et. al., "Westinghouse Small Break ECCS Evaluation Model Using the NOTRUMP Code", WCAP-10054-P-A (Proprietary) and WCAP-10081-NP-A (Non-Proprietary), August 1985.

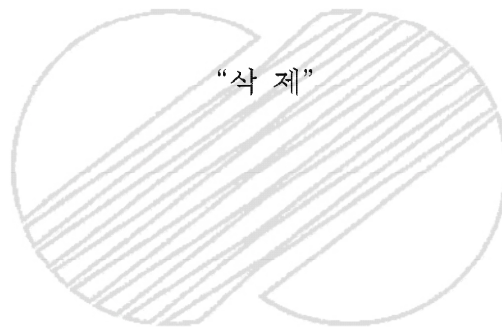
S. M. Bajorek, et. al., "Addendum To The Westinghouse Small Break ECCS Evaluation Model Using The NOTRUMP Code For The Combustion Engineering NSSS", WCAP-10054-P-A Add. 1 (Proprietary) and WCAP-10054 Add. 1 (Non-Proprietary), March 1987.

“삭 제”

41

191

영광 5, 6호기 최종안전성분석보고서



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## 표 6.3-1 (2 중 1)

안전주입계통 기기 변수저압안전주입펌프

대수	2
형식	1단, 직립형, 원심형
안전등급	2
적용코드	ASME 코드 Sec. III, Class 2
설계압력	900 psig (63.3 kg/cm <sup>2</sup> )
최대 운전 흡입압력	590 psig (41.5 kg/cm <sup>2</sup> )
설계온도	400 °F (204.4 °C)
설계유량	3850 gpm* (14.6 x 10 <sup>3</sup> L/min)
설계수두	335 ft (102.1 m)

재질	스테인레스강 304, 316 형 또는 승인된 다른 재질
밀봉장치	기계적 밀봉장치
제동마력	470 Hp (350.5 kW)

\* 우회유량 불포함

고압안전주입펌프

대수	2
형식	다단, 수평식, 원심형
안전등급	2
적용코드	ASME 코드 Sec. III, Class 2
설계압력	2050 psig (141.1 kg/cm <sup>2</sup> )
최대 운전 흡입압력	100 psig (7.03 kg/cm <sup>2</sup> )
설계온도	350 °F (176.7 °C)
설계유량	815 gpm* (3034.8 L/min)
설계수두	2850 ft (868.7 m)

재질	스테인레스강 304, 316 형 또는 승인된 다른 재질
밀봉장치	기계적 밀봉장치
제동마력	910 Hp (678.9 kW)

\* 우회유량 불포함



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-1 (2 중 2)

안전주입탱크

대수	4
안전등급	2
코드	ASME 코드 Sec. III, Class 2
설계압력, 내부/외부	700 psig/100 psig ( $49.2 \text{ kg/cm}^2/7.03 \text{ kg/cm}^2$ )
설계온도	200 °F (93.3 °C)
운전온도	120 °F (48.9 °C)
정상운전압력	610 psig ( $42.9 \text{ kg/cm}^2$ )
최소운전압력	600 psig ( $42.2 \text{ kg/cm}^2$ )
체적, 전체	2400 ft <sup>3</sup> (67.96 m <sup>3</sup> )
액체	
최소	1790 ft <sup>3</sup> (50.7 m <sup>3</sup> )
공칭	1858 ft <sup>3</sup> (52.6 m <sup>3</sup> )
최대	1927 ft <sup>3</sup> (54.6 m <sup>3</sup> )
유체	붕산수, 붕소 4200 ppm 공칭 4400 ppm 최대
재질	피복재 - 스테인레스강 304, 316 형 또는 승인된 다른 재질 몸체 - 탄소강 SA-516 형 또는 승인된 다른 재질

표 6.3-2 (18 중 1)

안전주입계통  
고장유형 및 영향분석

번호	명칭	고장유형	원인	중상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	간지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
가.	주입 모드, 안전주입탱크 충수 및 배수						
정상 운전중 가압기의 압력이 1762 psia (123.9 kg/cm <sup>2</sup> A) 이하로 떨어지거나 격납건물 임력이 1.9 psig (0.13 kg/cm <sup>2</sup> ) 이상으로 증가하면, 안전주입작동신호가 발생되며 안전주입계통은 자동으로 운전이 들어간다. 다음의 기기들이 관련 계통들과 더불어 구동되며, 부품들은 다음과 같이 정렬된다. 제장전수탱크 격리밸브들(451-V-530/531)과 제장전수탱크 격리 체크 밸브들(451-V-305/306)이 열린다.							
I.	<u>저압안전주입 모드</u>						
1.	정지냉각계통 흡입관 격리밸브 441-V-655 441-V-656 441-V-689 441-V-690	a) 열려 고장남 기계적 고착, 전기적 고장, 부식  b) 닫혀 고장남 기계적 고착, 전기적 고장, 부식	없음  없음		주기적 시험: 주제어실내의 밸브 위치 지시  1. a) 와 동일	같은 계열의 다중 격리 밸브들이 (441-V-653/654) 닫겨있음  필요 없음	밸브들은 정상운전시 닫혀 잠김
2.	정지경화 밸브  441-V-418 441-V-419 441-V-420 441-V-421	a) 닫혀 고장남 기계적 고착, 부식  b) 열려 고장남 기계적 고착, 부식	없음  없음		주기적 시험: 운전원  주기적 시험: 운전원	필요 없음  화학 및 체적 제어 계통 격리 밸브 (451-V-363/397)	밸브들은 정상운전시 닫혀 잠김
3.	저압안전주입 펌프 흡입측 격리밸브 441-V-691 441-V-692	a) 열려 고장남 기계적 고착, 전기적 고장, 부식  b) 닫혀 고장남 기계적 고착, 전기적 고장, 부식	주입 모드중 영향 없음  영향 받은 주입 유량의 손실	주기적 시험: 주제어실내의 밸브 위치 지시  3. a) 와 동일	주입 모드중 필요 없음  다중의 저압안전주입 계열		밸브들은 정상운전시 열려 잠김

표 6.3-2 (18 중 2)

번호	현장	고장유형	원인	증상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
4.	저압안전주입 펌프 흡입측 시험 격리밸브 441-V-550 441-V-555 441-V-275 441-V-276 441-V-207 441-V-208	a) 닫혀 고장남 b) 열려 고장남	기계적 고착 시트 누설	계통 운전여 영향없음	운전원	필요 없음	주요 및 기타 영향
5.	저압안전주입 펌프 1 또는 2	a) 안전주입 작동신호시 기동 실패	전기적 고장	저압 모관의 유량 감소	없음	다중의 저압안전주입 펌프	배수 밸브와 시험배관의 연결은 밀폐형 플랜지 되어있음
6.	저압안전주입 방출측 배관 격리밸브 441-V-435 441-V-447	a) 닫혀 고장남	기계적 고착, 부식	하나의 저압안전주입 배관 상실	주기적 시험: F-306 이나 F-307 의 저유량 지시: 펌프 "run" 점등: 주기적 시험	다중의 저압안전주입 펌프	밸브들은 정상운전중 열려 잠김
7.	저압안전주입 펌프 재순환 격리 밸브 441-V-668 441-V-669	a) 닫혀 고장남	기계적 고착, 전기적 고착, 부식	하나의 저압안전주입 펌프에 손상 가능	주기적 시험: 펌프가 과열되지 않거나 고장나지 않으면 없음: 밸브 위치 지시: F-300의 저유량 지시	다중의 저압안전주입 펌프	밸브들은 정상운전중 열려 잠김
8.	재장전수탱크 격리밸브로의 최소 우회관 441-V-659 441-V-660 (주: 고장유형 c, d는 441-V-660에만 적용됨)	a) 닫혀 고장남 b) 열려 고장남 c) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 닫혀 고장남	기계적 고착, 전기적 고착, 부식	관련 펌프의 손상 가능	주기적 시험: 주재어실내의 밸브 위치 지시: 펌프가 과열되지 않거나 고장나지 않으면 없음	다중의 펌프	밸브들은 정상운전중 열려 잠김
				재순환운전 동안 영향없음	주재어실내의 밸브 위치 지시 8. a)와 동일	다중격리밸브(441-V-666, 667, 668, 669)들이 재순환운전 동안 닫혀있음 8. a)와 동일	최소우탕배관상의 밸브들은 정상운전중 열려있고 재순환 운전 동안 닫혀있음. 8. a)와 동일

표 6.3-2 (18 중 3)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 극복 영향 (연쇄고장 포함)	잠재 방법*	고유 보상 세부	주의 및 기타 영향
		d) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 닫혀 고장남	전기적 고장 기계적 고장	안전주입밸브 충전운전중 한 탱크의 배수가능성 있음	주제어실내의 밸브위치 지시 안전주입밸브 수위지시계	운전원은 배수정지를 위해 다중격리 밸브 (441-V-681, 611, 621, 631, 혹은 641) 들을 잠금	최소 유량배관상의 밸브들은 정상운전중 열려있고 지순한 운전 동안 닫혀있음.
9.	저압안전주입 펌프 토출측과 정지냉각 열교환기의 연결 밸브	a) 열려 고장남	기계적 고착, 전기적 고장, 부식	없음	주기적 시험: 주제어실내의 밸브 위치 지시	441-V-693/694와 441-V-657/658, 695/696의 직렬로 된 격리밸브	밸브들은 정상운전중 닫혀 잠김
	441-V-693, 694, 695 441-V-696, 657, 658						
10.	정지냉각 열교환기 우회 유량 조절밸브	a) 닫혀 고장남	기계적 고착, 전기적 고장, 부식	하나의 저압안전주입계열 상실	주기적 시험: 주제어실내의 밸브 위치 지시; F-306, 307의 저유량 지시	다중의 계열	밸브들은 정상운전중 열려 잠김
	441-V-306 441-V-307	b) 열려 고장남	10. a) 와 동일	없음	주기적 시험: 주제어실내의 밸브 위치 지시; F-306, 307에 유량지시	필요 없음	
11.	제장전수탱크 배관 격리밸브	a) 닫혀 고장남	기계적 고착, 부식	없음	운전원	필요 없음	밸브들은 정상운전중 닫혀 잠김
	441-V-298	b) 열려 고장남	11. a) 와 동일	없음	운전원	직렬로 된 격리밸브가 (441-V-460/464) 닫혀 있음	
12.	저압안전주입 모관격리밸브	a) 닫혀 고장남	전기적 고장, 기계적 고착, 부식	저압안전주입 펌프에서 하나의 원자로 냉각계통 저온관으로의 유량 상실	주기적 시험: 주제어실내의 밸브 위치 지시	다중의 저압안전주입계열	고압안전주입 펌프와 안전주입탱크가 연속적으로 저온관으로 주입
	441-V-615 441-V-625 441-V-635 441-V-645	b) 안전주입 작동신호에 열리지 않음	전기적 고장, 기계적 고착, 부식	저압안전주입 펌프에서 하나의 원자로 냉각계통 저온관으로의 유량 상실	12. a) 와 동일	다중의 저압안전주입계열	12. a) 와 동일
		c) 열려 고장남	기계적 고착, 전기적 고장, 부식	없음	12. a) 와 동일	다중의 후단 체크밸브가 (441-V-114/124/134/144)가 역류를 방지	

표 6.3-2 (18 중 4)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 극부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
13.	저압안전주입 방출 유량 지시계 F-306 F-307	허위지시	전기적 고장, 기계적 고장	없음	주기적 시험: 다중의 지시계와 비교	다중의 계열	
14.	저압안전주입 펌프방출측 지시계 441-V-576 441-V-577 441-V-578 441-V-579 441-V-586 441-V-587 441-V-588 441-V-589	가) 닫혀고장남 나) 열려고장남	기계적 고장, 기계적 고장, 시트누설	계통운전에 영향 없음 없음	운전원 없음	필요 없음 배수밸브와 시험비관의 연결은 밀폐형 플랜지로 되어있음.	
II. 고압안전주입 모드							
15.	고압안전주입 흡입관 격리밸브 441-V-470 441-V-402	가) 닫혀고장남 부식	기계적 고장, 부식	하나의 고압안전주입 유로의 상실	주기적 시험: 운전원: 관련 고압안전주입 펌프의 고장	다중의 고압안전주입 계열	밸브들은 정상운전중 열려 잠김
16.	고압안전주입 펌프 흡입측 시험 격리밸브 441-V-552 441-V-553	가) 닫혀고장남 기계적 고장 시트 누설 나) 열려고장남 기계적 고장, 시트 누설	기계적 고장, 기계적 고장, 시트 누설	계통운전에 영향 없음 배수나 ASME SEC XI 에 따른 시험 불가 없음	운전원 없음	필요 없음 배수밸브와 시험 연결이 밀폐형 플랜지로 되어있음	
17.	고압안전주입 펌프 1 또는 2	가) 안전주입작동 신호에 기동 실패	전기적 고장	고압 모관으로의 유량 감소	P-308 이나 309 의 저압측 지시: 펌프 "run" 점등; 주기적 시험	다중의 고압안전주입 펌프	

표 6.3-2 (18 중 5)

번호	명칭	교장유형	원인	중상과 국부 영향 (연쇄교장 포함)	감지 방법*	교유 보상 설비	주의 및 기타 영향
18.	고압안전주입 펌프 회소 우회관 오리피스 우회 밸브 441-V-218 441-V-219	a) 닫혀 교장남 b) 열려 교장남	기계적 고장 17. a) 와 동일	안전주입펌프 제충전이나 고압안전 주입 펌프에 적절한 환경 조건을 줄수 없음. 원자로냉각재계통으로의 유량 감소	운전원	오리피스가 대체 유로를 재공할수 있음	주의 및 기타 영향
19.	고압안전주입 펌프 회소 우회관 격리밸브 441-V-666 441-V-667	a) 닫혀 잠김	기계적 고착, 전기적 고장, 부식	한대의 고압안전주입펌프 손상 가능 주제어실내의 밸브 위치 지시: 주기적 시험: 펌프의 과열이 없고 고장이 없다면 없음	운전원	다중의 계열 다중의 고압안전주입 펌프 다중의 고압안전주입 펌프	밸브들은 정상운전중에 닫혀 잠김 밸브들은 정상운전중 열려 잠김
20.	제장전수탱크 회수관 격리밸브 441-V-400 441-V-459	a) 열려 교장남 b) 닫혀 교장남	기계적 고착, 부식 기계적 고착, 부식	없음 고압안전주입펌프 시험을 위한 재절한 조건을 재공할 수 없음	운전원	다중의 연속 밸브(441-V-461, 462, 463)가 닫혀 있음 핵연료제장전수조의 물을 기동 운전 이전에 제장전수탱크로 되 돌릴 수 있는 다중의 유로가 있음	다중의 연속 밸브(441-V-461, 462, 463)가 닫혀 있음 밸브들은 정상운전중 열려 잠김
21.	고압안전주입 방출측 격리밸브 441-V-476 441-V-478	a) 닫혀 교장남	기계적 고착, 부식	하나의 고압안전주입 유로 상실 주기적 시험: P-308이나 309에 저압력 지시	주기적 시험: P-308이나 309에 저압력 지시	다중의 고압안전주입 계열 다중의 고압안전주입 계열	밸브들은 정상운전중 열려 잠김 다중의 고압안전주입 계열
22.	고압안전주입 펌프 오리피스 우회 밸브 441-V-698 441-V-699	a) 닫혀 교장남	전기적 고장, 기계적 고착, 부식	하나의 고압안전주입 유로의 유량 감소 주기적 시험:주제어실 내의 밸브 위치 지시: P-308이나 309에 저압력 지시	주기적 시험: P-308이나 309에 저압력 지시	다중의 고압안전주입 계열 다중의 고압안전주입 계열	밸브들은 정상운전중 열려 잠김 다중의 고압안전주입 계열
23.	고압안전주입 고온관 주입 격리밸브 441-V-603 441-V-604	a) 열려 교장남	전기적 고장, 기계적 고착, 부식	고온관으로 고압안전주입이 나 뒤퍼질 가능성이 있음 연속된 격리밸브(441-V- 321/331, 441-V-508/ 509)가 닫혀 있음	주기적 시험:주제어실내의 밸브 위치 지시	다중의 고압안전주입 계열 다중의 고압안전주입 계열	밸브들은 주입운전시 닫혀 잠김 다중의 고압안전주입 계열

표 6.3-2 (18 중 6)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	교유 보상 설비	주의 및 기타 영향
24.	충전 펌프 저리 밸브 441-V-508 441-V-509	a) 열려 고장남	기계적 고착, 운전원	충전 펌프 부족계통으로 고압 안전주입 유량이 손실될 수 있음	운전원	직렬의 화한 및 채적제어 계통의 체크밸브(451-V-440)	밸브가 정상운전중 닫혀 잠긴
25.	고압안전주입 해더 저리밸브 441-V-616, 617 441-V-626, 627 441-V-636, 637 441-V-646, 647	a) 닫혀 고장남 b) 안전주입작동 24. a) 와 동일 신호여기 발생시	기계적 고착, 전기적 고장, 부식	원자로냉각계통으로 고압의 물을 주입할 능력의 감소	주제어실에 밸브 위치 지시: 주기적 시험	병렬의 다중 저온관 주입 유로	병렬의 다중 저온관 주입 유로
26.	고압안전주입 모관 주입 유량 지시계 F-311/321 F-331/341	허위 지시 c) 열려 고장남 24. a) 와 동일 없음	전기적 고착, 기계적 고장	없음	24. a) 와 동일 24. a) 와 동일 주기적 시험: 다중의 지시계와의 비교	24. a) 와 동일 필요없음 다중의 계열	필요없음 배수밸브와 시험배관의 연결은 밀폐형 플랜지로 되어있음
27.	고압안전주입 펌프 방출측 시험저리밸브 441-V-566 441-V-567 441-V-568 441-V-569	가) 닫혀고장남 나) 열려고장남 시트누설	기계적 고착, 기계적 고착	계통운전에 영향 없음. 없음	운전원 없음	필요없음 배수밸브와 시험배관의 연결은 밀폐형 플랜지로 되어있음	필요없음 배수밸브와 시험배관의 연결은 밀폐형 플랜지로 되어있음
III. 안전주입탱크 주입 모드							
가압기 압력이 500 psig(35.1 kg/cm <sup>2</sup> ) 이상이 되면, 안전주입탱크는 두 개의 직렬로 된 체크밸브로 원자로냉각계통에서 격리된다. 원자로냉각계통의 압력이 안전주입탱크의 압력보다 낮아지면, 탱크는 원자로냉각계통으로 용산수를 방류하기 시작한다.							
28.	안전주입탱크 저리밸브 441-V-614 441-V-624 441-V-634 441-V-644	a) 닫혀 고장남 b) 열려 고장남 26. a) 와 동일	기계적 고착, 전기적 고착, 부식	안전주입탱크로부터 하나의 손상 받은 원자로냉각계통 저온관 으로의 유량 상실 필요시 영향받은 안전주입탱크 격리 불가	주제어실내의 밸브위치 지시: 주기적 시험 26. a) 와 동일	저온관으로의 다중의 안전밸브들은 정상운전중 열려 잠긴 주입탱크 방류 없음, 체크밸브가 여류를 방지함	저온관으로의 다중의 안전밸브들은 정상운전중 열려 잠긴 주입탱크 방류 없음, 체크밸브가 여류를 방지함

표 6.3-2 (18 중 7)

번호	명칭	고장유형	원인	중상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
29.	안전주입 저온관 밸브 누설 시험 격리 밸브 441-V-618 441-V-628 441-V-638 441-V-648	a) 닫혀 고장남 신호시 계방실패	기계적 고착, 구동기의 공기 공급이 차단됨	없음	26. a) 와 동일	26. a) 와 동일	26. a) 와 동일
		b) 안전주입작동 신호시 닫힘 실패	전기적 고장, 시트누설, 오열	없음	27. a) 와 동일	필요없음	밸브들은 정상운전중 닫혀 있음
		c) 열려 고장남	시트누설, 오열	없음	27. a) 와 동일	연속된 다중의 격리밸브가 안전주입 저온관이 비수 되는 것을 방지	밸브는 고장시 닫히고, 정상운전시 닫혀있도록 설계됨
		d) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 계개방 시도후 열려 고장남	전기적 고장 시트누설	없음	27. a) 와 동일	운전원은 안전주입뱅크가 비수 증지를 위해 다중격리 밸브(441-V-661/681)들을 잠금	27. b) 와 동일
		e) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 계개방 시도후 닫혀 고장남	구동기 공기 공급이 차단됨	필요시 고장남 안전주입 저온관 체크밸브의 누설향을 알기 위한 누설관 배수 운전할 수 없음	29. a) 와 동일	없음	없음
30.	안전주입뱅크 중수 및 배수 배관의 공기구동 격리밸브 441-V-611 441-V-621 441-V-631 441-V-641	a) 닫혀 고장남	기계적 고착, 구동기의 공기 공급이 차단됨	필요시 안전주입뱅크 수위를 조절 할 수 없음	주제어실내의 밸브 위치 지시; 주기적 시험; 안전주입뱅크 수위 지시계	필요 없음	밸브들은 정상운전시 닫혀 있음
		b) 안전주입 작동신호에서 닫힘 실패	전기적 고장, 시트누설, 오열	없음	안전주입 수위지시계를 계외하고는 30. a) 와 동일	연속된 다중의 격리밸브(441-V-322/332, 661/681)가 안전주입뱅크가 비수되는 것을 방지	밸브들은 고장시 닫히고, 정상운전중 닫혀 있도록 설계됨
		c) 열려 고장남	28. b) 와 동일	없음	30. b) 와 동일	30. b) 와 동일	밸브들은 고장시 닫혀 있도록 설계됨



표 6.3-2 (18 중 8)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 극부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
31.	안전주입뱅크 질소공급 격리밸브 441-V-619, 612 441-V-629, 622 441-V-639, 632 441-V-649, 642	d) 최초 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 열려 고장남	전기적 고장, 시트누설	안전주입뱅크 충전운전 동안 한 뱅크의 배수 가능성 있음	주제어실의 밸브 위치 지시: 안전주입계통 수위 지시:	뱅크배수를 중지하기 위하여 다중격리밸브 (441-V-661 혹은 441-V- 681)를 잠금	밸브는 안전주입뱅크 충전/배수 운전을 재외하고는 정상운전중 닫혀 있음
		e) 최초 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 닫혀 고장남	전기적 고장, 구동기의 공기 공급 차단	필요시 안전주입 뱅크수위를 조절할 수 없음	30. a) 와 동일	없음	안전주입뱅크 수위가 기술사양서 범위밖일 때 발전소 정지할 수 있음
		a) 닫혀 고장남	기계적 고착, 구동기의 공기 공급이 차단됨	필요시 안전주입뱅크의 재가압이 없음	주제어실내의 밸브 위치 지시: 주기적 시험		발전소 정지
		b) 열려 고장남	기계적 고착, 시트누설, 전기적 고장	없음	주제어실내의 밸브 위치 지시: 주기적 시험	연속된 격리밸브 (441-V-612/622/632/642, 441-V-619/629/639/649) 들을 닫음	밸브는 고장시 닫히도록 설계됨
		c) 최초 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 열려 고장남	전기적 고장, 시트누설	질소공급배관의 다중 격리기능 손실	31. a) 와 동일	다중격리밸브는 영향이 없음	
32.	안전주입뱅크 배기밸브 441-V-613, 605 441-V-623, 606 441-V-633, 607 441-V-643, 608	d) 최초 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 닫혀 고장남	기계적 고착, 구동기의 공기 공급 차단	31. a) 와 동일	31. a) 와 동일	없음	31. a) 와 동일
		a) 닫혀 고장남	기계적 고착, 전기적 고장	안전주입뱅크의 재충수나 압력 감소를 위한 배기의 다중성 이 감소됨	주제어실내의 밸브 위치 지시: 주기적 시험: 밸브가 열릴때 뱅크 압력의 불변	다중의 병렬 배기관	

( )  
영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-2 (18 중 9)

번호	평점	고장유형	원인	증상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	조치 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
		b) 열려 고장남	기계적 고장, 전기적 고장	없음	주제어실에서 밸브 위치 지시; 주기적 시험; 안전주입밸브 제어력		밸브의 배기가 필요할 때까지 밸브에 전원은 제거됨
33.	안전주입밸브 국부 시로체취 배관 격리밸브 441-V-214 441-V-224 441-V-234 441-V-244	a) 닫혀 고장남 b) 열려 고장남	기계적 고장 시트 누설, 기계적 고장	정상운전에 영향 없음. 안전주입밸브 내용을 채취 불가	운전원	없음	밸브들은 정상운전중 닫혀 잠김
34.	원자로배수밸브 포의 안전주입 밸브 배수배관 격리밸브 441-V-681	a) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 제개방 시도후 열려 고장남	전기적 고장, 시트누설	안전주입밸브 충전 운전중 한 밸브의 배수 기능성 있음	주제어실의 밸브 위치지시, 주기적 시험, 밸브개방시 밸브 압력변화 없음	운전원은 배크배수를 방지하기 위하여 다중 격리밸브 (441-V-611, 621, 631, 641)를 잠금	밸브는 안전주입밸브를 배수하거나 채크밸브의 압력을 원자로배수 밸브로 완화하기 위하여 열림
		b) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 제개방 시도후 닫혀 고장남	구동기의 공기 공급차단	필요시 고장난 저온관 여류방지밸브들의 누설량을 알기 위한 누설관 배수 운전을 할 수 없음	34. a) 와 동일	441-V-681을 이용한 제정전수밸브로의 배관이용	32. a) 와 동일
35.	안전주입밸브 중전배관격리 밸브 441-V-681	a) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 제개방 시도후 열려 고장남	전기적 고장, 시트누설	안전주입밸브 충전 운전중 한 밸브의 배수 기능성 있음	주제어실의 밸브 위치지시, 안전주입밸브 수위지시계	운전원은 배크배수를 방지하기 위하여 다중 격리밸브 잠금	밸브는 안전주입밸브 수위를 조절하기 위하여 개방됨
		b) 초기 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 제개방 시도후 닫혀 고장남	전기적 고장, 구동기의 공기 공급차단	필요시 안전주입밸브 수위를 조절할 수 없음	35. a) 와 동일	없음	만일 안전주입밸브 수위가 운영기술저원서 범위 밖이면 발전소를 정지할 수 있음

표 6.3-2 (18 중 10)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
다음은 이 모드에서의 안전관련 계기의 목록임							
36.	안전주입탱크 수위 지시계	허위 지시	전기적 고장, 기계적 고장	없음	주제어실내의 밸브 위치 지시; 주기적 시험	없음	
	L-311						
	L-321						
	L-331						
	L-341						
37.	안전주입탱크 압력 지시계	허위 지시	전기적 고장; 기계적 고장	P-313/323/333/343을 통하여 기동시 원자로냉각재계통 제가압과 동시에 안전주입탱크 제압력 정보	주기적 시험; 다중의 지시계와 비교	P-311/321/331/341, P-313/323/333/343의 다중의 압력지시계	
	P-311, 313						
	P-321, 323						
	P-331, 333						
	P-341, 343						

표 6.3-2 (18 중 11)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
나. 단기간 재순환 운전							
계장전수병크의 양이 안전주입에 필요한 양인 7.6% 이하로 떨어지게 되면 재순환 작동신호가 발생된다. 이는 기본적으로 다음의 변화를 제외하고는 상기의 주입 모드와 같이 정렬시킨다.							
1.	화학 및 체적제어계통의 계장전수병크 흡입측 기기(CH-530/531, CH-305/306)는 위치를 바꿀 것이다.						
2.	재순환집수조 a) 재순환 작동 기계적 고장, 전기적 고장 배관 격리밸브 신호에서 닫혀 고장남 441-V-675 441-V-676	기계적 고장, 전기적 고장	재순환중 하나의 고압안전주입 펌프의 상실	주제어실의 밸브 위치지시; 주기적 시험: F-303 이나 304의 저유량 지시	다중의 재순환집수조 배관과 펌프		
b) 재순환 작동 신호에서 개방 실패							
c) 열려 고장남							
3.	저압안전주입 펌프 1 또는 2 a) 재순환 작동 전기적 고장 신호에서 정지 실패	전기적 고장	저압안전주입펌프 방출구가 막히거나, 순수흡입수두가 부족하여 손상이 가능	주기적 시험 펌프 'run' 점동; 주기적 시험	다중의 안전주입 계열	재순환작동신호에서 밸브는 열림이 필요	재순환작동신호에서 밸브는 열려 있음
4.	저압안전주입 펌프 최소 우회관 격리밸브 441-V-668 441-V-669	기계적 고장, 전기적 고장, 오염	없음	주제어실의 밸브위치 지시; 주기적 시험	다중의 격리 밸브들이 (441-V-660, 659) 닫힘	재순환작동신호에서 밸브는 닫힘이 필요	재순환작동신호에서 밸브는 닫힘이 필요
5.	고압안전주입 펌프 최소 우회관 격리밸브 441-V-666 441-V-667	기계적 고장, 전기적 고장, 오염	없음	주제어실의 밸브위치 지시; 주기적 시험	다중의 격리 밸브들이 (441-V-660, 659) 닫힘	재순환작동신호에서 밸브는 닫힘이 필요	재순환작동신호에서 밸브는 닫힘이 필요

표 6.3-2 (18 중 12)

번호	명칭	교장유형	원인	증상과 국부 영향 (연쇄교장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
다. 장기간 재순환 모드							
냉각재상실사고 한 시간 후, 운전원은 증기발생기를 이용한 냉각을 시작한다. 교류전원이 이용가능하면 증기는 터빈우회계통을 통하여 방출되며, 교류전원이 없을때에는 대기방출계통을 통하여 방출된다. 세 시간내에 정지냉각계통 진입 조건에 이르르면 정지냉각계통은 운전이 들어간다. 만약 세 시간 이내에 정지냉각 진입 조건에 이르지 못하면, 냉각재 상실사고 후 두 시간 내지 세시간후, 고압안전주입 토출 배관은 총 주입 유량을 고온관과 저온관에 똑같이 나누어 주입하기 위하여 재정렬된다. 기본적으로 이 운전은 아래의 변화와 추가적인 사항을 제외하고는 단기간 재순환 운전과 같이 정렬을 한다.							
1.	고압안전주입 펌프 토출측 격리 밸브 441-V-698 441-V-699 441-V-476 441-V-478	a) 닫혀 교장남 기계적 고착, 전기적 고장	441-V-476 또는 478 이 닫혀 고장났을 경우 하나의 고압안전주입 펌프의 상실, 441-V-698, 699에 대해서는 없음	주제어실의 위치 지시(441-V-698/699): P-308, 309의 재압력 지시: 주기적 시험	다중의 고압안전주입 계열	밸브는 정상운전중 열려 잠김	
	b) 고온관과 저온관 동시 주입시 열려 교장남	1. a) 과 동일, 441-V-698, 699의 시트누설	영향을 받은 고온관 유량이 총 유량의 50% 보다 적을것임. 고압 안전주입 펌프는 최대 유량을 넘을 것임	주기적 시험: 주제어실의 밸브 위치 지시 (441-V-698/699)	1. a) 과 동일		
2.	고온관 주입 배관 격리 밸브 441-V-603 441-V-604 441-V-321 441-V-331	a) 고온관과 저온관 동시 주입시 닫혀 교장남	하나의 고온관 주입 유로 상실	주제어실의 밸브위치 지시: 주기적 시험	다중의 고압안전주입 계열		
	b) 열려 교장남	2. a) 와 동일, 시트 누설	없음	2. a) 와 동일	필요 없음	밸브는 정상운전중 닫혀 잠김	
3.	고온관 역류방지밸브 시험 격리밸브 441-V-322 441-V-332	a) 안전주입작동 신호시 닫힘 실패	전기적 고착, 시트누설, 오염	주기적 시험: 주제어실의 밸브위치 지시	다중의 연속된 격리밸브가 (441-V-681/661) 고온관 주입수의 배수를 방지함.	밸브가 고장시 닫히도록 설계됨	
	b) 닫혀 교장남	기계적 고착, 구동기의 공기 공급이 차단됨	고온관 주입 배관의 체크밸브 시험을 수행할수 없음	3. a) 와 동일		수리	

표 6.3-2 (18 중 13)

번호	명칭	고장유형	원인	중상과 극부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
		c) 열려 고장남	시트누설, 오염	없음	3. a) 와 동일	3. a) 와 동일	벨브는 정상운전중 닫혀 있으며, 고장시 닫힘
		d) 최초 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 열려 고장남	전기적 고장, 시트누설	없음	3. a)와 동일	배관부 배수방비를 위한 다중격리밸브(441-V-661, 681)	벨브는 고온관으로부터의 누설을 배수하기 위하여 열림
		w) 최초 열림 상태, LOP reset 기능 없음으로 인한 재개방 시도후 닫혀 고장남	기계적 고착, 구동기의 공기 공급차단	3. a) 와 동일	3. a)와 동일	없음	3. a) 와 동일
4.	정지냉각계통 흡입 배관 격리밸브 441-V-651 441-V-652	a) 열려 고장남	기계적 고착, 전기적 고장, 시트누설,	없음	주기적 시험: 주계어실의 밸브위치 지시	다중의 연속된 격리밸브 (441-V-653, 654)가 닫혀 있음	벨브는 정상운전중 닫혀 잠김
		b) 닫혀 고장남	기계적 고착, 전기적 고장	없음	4. a) 와 동일	필요 없음	
5.	고온관 유량 지시계로의 고압 토출 F-390 F-391	허위 지시	전기적 고장	없음, 고온관과 저온관 주입 배관의 동일하지 않은 유량 지시	주기적 시험: 다중의 유량계의 비교	다중의 지시계	
6.	고온관 주입계통 시험격리밸브 441-V-962 441-V-972 441-V-963 441-V-973	a) 닫혀고장남	기계적 고착	계통운전에 영향없음.	운전원	필요없음	
		b) 열려고장남	기계적 고착, 시트누설	없음	없음	배수밸브와 시험배관의 연결은 밀폐형 플랜지로 되어있음	

표 6.3-2 (18 중 14)

번호	명칭	교장유형	원인	중상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
라. 체크벨브 분석							
다음은 이 문서에서 분석한 모든 안전 주입 계통의 체크벨브의 목록이다.							
1.	계순관직수정 흡입측 체크벨브 441-V-205 441-V-206	a) 주입 모드중 설려 고장남 부식	기계적 고착, 부식	없음	없음	주입 모드중 연속된 격리밸브 441-V-675, 676이 역류를 방지한다.	
	b) 주입 모드중 설려 고장남 부식	기계적 고착, 부식	없음	없음	없음	없음	
	c) 장기간과 단기간 계순환 모드시 설려 고장남	기계적 고착, 부식	없음	없음	없음	없음	
	d) 장기간과 단기간 계순환 모드시 설려 고장남	기계적 고착, 부식	하나의 고임안전주입 계열의 상실	고임안전주입 여유량	다중의 계열		
2.	저임안전주입 필드 흡입측 체크벨브 441-V-200 441-V-201	a) 설려 고장남 (모든 모드) 부식	기계적 고착, 부식	없음	없음	없음	
	b) 설려고장남 (모든 모드) 부식	기계적고착, 부식	하나의 저임안전주입 계열의 상실	없음	다중의 저임안전주입 계열		
3.	저임안전주입 최소우회관 체크벨브 441-V-448 441-V-451	a) 주입 모드중 설려 고장남 부식	기계적 고착, 부식	없음	없음	없음	
	b) 주입 모드중 설려 고장남 부식	기계적 고착, 부식	필드의 손상 가능성과 하나의 저임안전주입 계열 상실	유량계, F-300	다중의 계열		
	c) 장기간과 단기간의 계순환 운전중 설려 고장남	기계적 고착, 부식	없음	없음	계열의 격리 밸브가(441-V-669, 668) 닫혀 있음		

표 6.3-2 (18 중 15)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 극부 영향 (연쇄고장 포함)	검지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
		d) 장기간과 단기간의 재순환 운전중 달려 고장남	기계적 고착, 부식	없음	없음	없음	
4.	고압안전주입 최소우회관 체크밸브 441-V-424 441-V-426	a) 주입 모드중 열려 고장남	기계적 고착, 부식	없음	없음	없음	
		b) 주입 모드중 달려 고장남	기계적 고착, 부식	필드 손상의 가능 그리고 하나의 고압안전주입 계열 상실	유량계, F-300	다중 계열	
		c) 장기간과 단기간 재순환 모드중 열려 고장남	기계적 고착, 부식	없음	없음	직렬의 격리밸브가 달려있음 (441-V-666, 667)	
		d) 장기간과 단기간 재순환 모드중 달려 고장남	기계적 고착, 부식	없음	없음	없음	
5.	저압안전주입 방출측 체크밸브 441-V-434 441-V-446	a) 열려 고장남 (모든 모드)	기계적 고착, 부식	없음	없음	후단부 체크밸브들과 (441-V-114/124/134/144) 전단부 체크밸브들이 (441-V-201/200) 고압안전주입 펌프의 역류를 방지	
		b) 닫혀 고장남 (모든 모드)	기계적 고착, 부식	하나의 저압안전주입 계열의 상실	F-306, 307 유량계; 주기적 시험	다중의 저압안전주입 계열	
6.	저압안전주입 모관 체크밸브 441-V-114 441-V-124 441-V-134 441-V-144	a) 장기간과 단기간 재순환 모드중 열려 고장남	기계적 고착, 부식	저압안전주입 계열의 과압	P-306, 307에 저압안전주입 고압력; F-306, 307에 저유량; 누설 잠지 장치	다중의 저압안전주입 계열과 영향 받은 저압안전주입 계열의 격리; 직접 연결된 방출밸브 (441-V-439, 449)	
		b) 주입 모드중 달려 고장남	기계적 고착, 부식	하나의 원자로냉각재계통 저온관으로의 저압안전주입 펌프 유량상실	F-306, 307의 저유량 지시; 주기적 시험	다중의 저압안전주입 계열	



표 6.3-2 (18 중 16)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 극복 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
7.	저온관 주입 배관 체크밸브 441-V-540 441-V-541 441-V-542 441-V-543	a) 열려 고장남 (모든 모드) 부식  b) 닫혀 고장남 (모든 모드) 부식	기계적 고착, 부식  기계적 고착, 부식	정상운전중 안전주입 배관에 방산 농도 감소 가능  하나의 원자로냉각재계통 저온 관으로의 안전주입펌프의 유량 상실	없음  주기적 시험	연속된 체크밸브들이 (441-V-114/124/134/144, 441-V-113/123/133/143) 역류 방지; 다중의 계열  다중의 저온관 주입 배관	주의 및 기타 영향
8.	원자로 냉각재 계통 체크밸브 441-V-217 441-V-227 441-V-237 441-V-247	a) 열려 고장남 (모든 모드) 부식  b) 닫혀 고장남 (모든 모드) 부식	기계적 고착, 부식  기계적 고착, 부식	정상운전중 안전주입 배관내의 봉소 농도 감소 가능  하나의 원자로냉각재계통 저온 관으로의 안전주입 펌프 유량 상실	P-319/329/339/349에 고압력 경보  주기적 시험	작렬의 체크밸브가 (441-V-540/541/542/543) 역류를 방지함  시험 프로그램(충진펌프 사용)이 밸브를 닫고 고장기준으로부터 면제시킴	
9.	안전주입탱크 방출속 체크밸브 441-V-215 441-V-225 441-V-235 441-V-245	a) 열려 고장남 (모든 모드) 부식  b) 닫혀 고장남 (모든 모드) 부식	기계적 고착, 부식  기계적 고착, 부식	안전주입탱크의 과압과 원자로 냉각재계통으로의 주입 유량 감소  하나의 원자로 냉각재계통 저온 관으로의 안전주입펌프 유량 상실	주요 모드중 안전주입탱크 의 수위와 압력 증가  주기적 시험	다중의 안전주입 계열과 영향받은 안전주입탱크의 격리: 안전주입탱크 방출밸브(441-V-211/221/231/241)	
10.	고압안전주입 방출속 체크밸브 441-V-404 441-V-405	a) 열려 고장남 (모든 모드) 부식  b) 닫혀 고장남 (모든 모드) 부식	기계적 고착, 부식  기계적 고착, 부식	없음  하나의 고압안전주입펌프와 유로 의 상실	없음  F-311/321/331/341의 고압안전주입 저유량 지시	없음  다중의 고압안전주입 계열	

( )  
영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-2 (18 중 17)

번호	명칭	고장유형	원인	중상과 극부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
11.	고압안전주입 모관 체크밸브 441-V-113 441-V-123 441-V-133 441-V-143	a) 열려 고장남 (모든 모드) 부식 b) 닫혀 고장남 (모든 모드) 부식	기계적 고착, 부식 기계적 고착, 부식	없음 고압안전주입펌프로부터 원자로 냉각계통 저온관으로의 유량 상실	없음 유량계, F-311/321/331/341	직렬의 체크밸브가 (441-V-404, 405) 여류를 방지함  다중의 고압안전주입 계열	
12.	고압안전주입 고온관 주입 모관에서 정지냉각 배관 으로의 체크밸브 441-V-522 441-V-532	a) 장기간 재순환 운전 중 열려 고장남 b) 장기간 재순환 운전 중 닫혀 고장남	기계적 고착, 부식 기계적 고착, 부식	없음 하나의 고압안전주입 고온관 주입 유량상실	없음 저온관 고유량 지시 (F-311/321/331/341); 주기적 시험; 저유량 지시 (F-390/391)	없음  다중의 고압안전주입과 고온관 주입 유로  직렬의 격리밸브가 (441-V-321/331) 닫혀있음	
13.	고압안전주입 모관 체크밸브 (고온관 주입) 441-V-523 441-V-533	a) 장기간 재순환 운전중 열려 고장남 b) 장기간 재순환 운전중 닫혀 고장남	기계적 고착, 부식 기계적 고착, 부식	없음 하나의 고온관 주입 유량 상실	없음 저유량 지시(F-390/391); 주기적 시험; 저온관 고유량 지시(F-311/321/331/341)	없음  직렬의 체크밸브가 (441-V-522/532) 여류를 방지함  다중의 고압안전주입과 고온관 주입 배관	

표 6.3-2 (18 중 18)

번호	명칭	고장유형	원인	증상과 국부 영향 (연쇄고장 포함)	감지 방법*	고유 보상 설비	주의 및 기타 영향
		c) 주입 모터와 단기간 재순환 운전중 열려 고장남	기계적 고착, 부식	없음	없음	직렬의 체크밸브가 (441-V-522/532, 441-V- 321/331) 닫혀있음	
		d) 주입 모터와 단기간 재순환 운전중 닫혀 고장남	기계적 고착, 부식	없음	주기적 시험	필요 없음	



\* 감지방법란은 사고 때나 사고 전에 고장을 감지할 수 있다는 것을 보여주기 위해 사용된다.

표 6.3-3 (2 중 1)

안전주입계통 안전관련 공정계측

계기	채널갯수	범위	사후 기능
<u>일차계통</u>			
가압기 압력	4	0~3000 psia (0~210.9 kg/cm <sup>2</sup> A)	안전주입작동신호 시작, 일차계통 압력 감시
가압기 압력	4	0~750 psia (0~52.7 kg/cm <sup>2</sup> A)	일차계통 압력 감시, 정지냉각계통 흡입 밸브와 안전주입탱크 격리밸브에 연동 제공
<u>안전주입계통</u>			
고압안전주입계통 저온관 유량	4	0~660.8 gpm (0~2500 L/min)	고압안전주입계통 저온관주입 유량 감시
고압안전주입계통 고온관 유량	2	0~660.8gpm (0~2500 L/min)	고압안전주입계통 고온관 주입유량 감시
정지냉각/저압안전 주입계통 유량	2	0~6604 gpm (0~25000 L/min)	정지냉각 유량을 설정하기 위한 정지냉각/저압안전주입유량 감시
정지냉각열교환기 입출구 온도 계측기/기록계 (계열 A)	2	40~392 °F (4.4~200 °C)	정지냉각계통 성능감시 및 기록 원자로냉각계통의 냉각를 제어에 사용됨

표 6.3-3 (2 중 2)

계기	채널갯수	범위	사고후 기능
<u>안전주입계통</u>			
정지냉각 열교환기 입출구 온도계측기/ 기록계 (계열 B)	2	40~392 °F (4.4~200 °C)	정지냉각 열교환기 성능 감시 및 기록 원자로냉각재계통의 냉각을 제어에 사용됨
안전주입탱크 광역 압력	탱크당 1개	0~750 psig (0~52.7 kg/cm <sup>2</sup> )	안전주입 탱크압력 감시
재장전수탱크 수위	4	0~100%	재순환작동신호 시작, 재장전수탱크 수위 감시
안전주입탱크 광역 수위	탱크당 1개	0~100%	안전주입탱크 수위 감시
<u>격납건물</u>			
격납건물 압력 (협역)	4	-4.3 ~ 17.1 psig (-300 ~ 1,200 cmH <sub>2</sub> O)	안전주입작동신호, 주증기격리신호, 격납건물격리작동신호 시작
격납건물 압력 (광역)	4	-5.7 ~ 79.5 psig (-400 ~ 5,600 cmH <sub>2</sub> O)	격납건물살수작동신호 시작
격납건물 압력 (초광역)	2	-7.1 ~ 206.2 psig (-500 ~ 14,500 cmH <sub>2</sub> O)	격납건물 압력 감시

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-4 (2 중 1)

안전주입계통 유량주입 자료가. 주입모드

<u>안전주입계통 주입점*</u>	<u>유량 gpm (L/min)</u>	<u>안전주입계통 주입점*</u>	<u>유량 gpm (L/min)</u>
2	11800 (44667)*	50	430 (1628)
5	5100 (19305)	54	70 (265)
		56	930 (3520) <sup>(2)</sup>
6	6700 (25362)*	51	1000 (3785) <sup>(2)</sup>
12	4670 (17677)	61	565 (2139)
16	2335 (8839)	62	2900 (10977)
17	1200 (4542)	64	59900 (226739)
24	1130 (4277)	72	57000 (215745)
25	283 (1071)	82	2000 (7571) <sup>(2)</sup>

나. 단기 재순환 모드

<u>안전주입계통 주입점**</u>	<u>유량 gpm (L/min)</u>	<u>안전주입계통 주입점**</u>	<u>유량 gpm (L/min)</u>
1	6164 (23333) <sup>(2)</sup>	61	582 (2203)
17	1164 (4406)	64	582 (2203)
25	291 (1102)	72	0 (0)

다. 장기 재순환 모드

<u>안전주입계통 주입점***</u>	<u>유량 gpm (L/min)</u>
1	6164 (23333)
17	1164 (4406)
24	582 (2203)
25	146 (553)
42	582 (2203)
47	582 (2203)
61	291 (1102)
64	291 (1102)

\* 그림 6.3-2 참조

\*\* 그림 6.3-3 참조

\*\*\* 그림 6.3-4 참조

(1) 5000 gpm (18,925 L/min) 격납건물살수계통 유량 가정

(2) 500 gpm (1893 L/min) 격납건물살수계통 최소 재순환 유량 가정

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-4 (2 중 2)

라. 정지냉각 모드

<u>안전주입계통 주입점<sup>+</sup></u>	<u>유량 gpm (L/min)</u>
10	5000 (18925)
13	++
14	5000 (18925)
16	2500 (9463)
31	++
37	5000 (18925)
39	5000 (18925)
64	2500 (9463)

+ 그림 6.3-5 참조

++ 5000 gpm (18925 L/min)의 유량이 원자로냉각재계통 냉각률을 75 °F/hr (41.7 °C/hr) 이하로 유지하기 위하여 점 13과 점 31로 나뉘어 들어감

# 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## 표 6.3-5 (2 중 1)

### 안전주입계통 유효흡입수두와 수두 손실 요건

펌프 총유효흡입수두 요건 :

	펌프당 유량 gpm(L/min)	총유효흡입수두 <sup>(4)</sup> ft(m)
<u>고압안전주입펌프</u>		
주입모드	1235 <sup>(5)</sup> (4674)	22 <sup>(1)</sup> (6.7)
재순환 모드	1235(4674)	22 <sup>(2)</sup> (6.7)
<u>저압안전주입펌프</u>		
주입모드	5120 <sup>(5)</sup> (19379)	22 <sup>(1)</sup> (6.7)
재순환 모드	5120(19379)	22 <sup>(2)</sup> (6.7)
주변온도 순환모드	3500(13248)	19 <sup>(3)</sup> (5.8)

주 :

- (1) 대기압과 120 °F (48.9 °C)에서의 물을 기준으로 함. 모든 펌프들은 재장전수탱크에서 흡입하여 허용 최대 유량으로 운전됨 (모든 펌프는 각 계열에서 운전되는 한 대의 고압안전주입펌프, 한 대의 저압안전주입펌프, 한 대의 격납건물살수계통 펌프를 포함한다).
- (2) 300 °F (148.9 °C)에서 포화상태의 물의 성질에 기준하여 고압안전주입펌프, 격납건물 살수계통 펌프는 허용 최대 유량에서 격납건물 재순환집수조로부터 흡입함.
- (3) 대기압과 125 °F (51.7 °C)에서의 물을 기준으로함. 한 대의 저압안전주입펌프는 고온관(또는 재장전수탱크)으로부터 흡입함.
- (4) 상기 유효흡입수두 값들은 필요한 펌프의 요구유효흡입수두에 10% 여유를 포함한 값임.
- (5) 우회유량 포함.



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-5 (2 중 2)

안전주입계통 유효흡입수두와 수두 손실 요건

## 계통 수두손실 요건

	펌프당 유량 gpm (L/min)	필요한 계통저항 ft (m)
<u>고압안전주입펌프</u>		
주입모드	1130 <sup>(5)</sup> (4277)	1915 <sup>(1)</sup> (548)
장기냉각모드	1164(4406)	2028 <sup>(2)</sup> (618)
<u>저압안전주입펌프</u>		
주입모드	4670 <sup>(5)</sup> (17676)	305 <sup>(3)</sup> (93)
주변온도 순환모드	3500(13248)	370 <sup>(4)</sup> (113)

주 :

- (1) 재순환 운전 시작 때의 재장전수탱크 수위와 저온관 주입 노즐 출구 사이의 마찰 및 높이차에 의한 손실. 한 대의 고압안전주입펌프가 운전된다고 가정함.
- (2) 격납건물 재순환집수조의 최소 수위와 저온관 주입 노즐 출구 사이, 그리고 고온관에 있는 정지냉각노즐 사이의 마찰 및 높이차에 의한 손실. 필요한 수두손실은 유량배분 오리피스 손실도 포함함. 한 대의 고압안전주입펌프가 운전된다고 가정함.
- (3) 재순환 운전 시작 때의 재장전수탱크 수위와 저온관 주입 노즐 출구 사이의 마찰 및 높이 차에 의한 손실. 한 대의 저압안전주입펌프가 운전된다고 가정함.
- (4) 전체 유로의 마찰 및 높이차에 의한 손실. 운전중인 한 대의 저압안전주입펌프는 고온관(또는 재장전수탱크)에서 흡입을 받아 보통 저압안전주입펌프와 격납건물 살수펌프의 가동중 시험 때 쓰이는 연결배관을 통하여 재장전수탱크로 배출한다. 441-V-306/307 밸브와 441-V-657/658 밸브는 충분한 계통 저항을 위하여 이 운전을 시작하기 전에 적절한 시험위치에 놓아야함.
- (5) 우회유량은 포함되지 않음.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 1)

## 안전주입계통 밸브 목록

밸브 번호	밸브 종류 (1)	구동자 (2)	설계 압력 PSIG	설계 압력 Kg/Sq. cm	설계 온도 °F	설계 온도 ℃	환경 조건 (3)
441-V-161	R	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-170	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-172	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-180	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-182	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-191	R	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-193	R	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-194	R	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-200	C	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-201	C	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-202	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-203	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-205	C	N	100	7.030	350	176.66	D
441-V-206	C	N	100	7.030	350	176.66	D
441-V-207	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-208	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-218	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-219	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-257	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-260	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-262	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-264	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-266	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-268	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-285	R	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-286	R	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-288	R	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-298	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-306	G	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-307	G	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-400	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-402	T	H	100	7.030	350	176.66	D

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 2)

밸브 번호	밸브 종류 (1)	구동자 (2)	설계 압력 PSIG	설계 압력 Kg/Sq. cm	설계 온도 °F	설계 온도 °C	환경 조건 (3)
441-V-404	C	N	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-405	C	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-407	R	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-408	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-409	R	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-416	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-417	R	N	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-418	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-419	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-420	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-421	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-424	C	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-426	C	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-427	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-429	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-433	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-434	C	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-435	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-436	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-437	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-438	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-439	R	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-440	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-441	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-445	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-446	C	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-447	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-448	C	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-449	R	N	900	63.3	400	204.44	D
441-V-451	C	N	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-459	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-460	T	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-461	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-462	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-463	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-464	T	H	900	63.3	400	204.44	D

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 3)

밸브 번호	밸브 종류 (1)	구동자 (2)	설계 압력 PSIG	설계 압력 Kg/Sq. cm	설계 온도 °F	설계 온도 °C	환경 조건 (3)
441-V-465	G	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-470	T	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-473	R	N	2050	144.1	350	176.66	B
441-V-474	R	N	2050	144.1	350	176.66	B
441-V-476	T	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-478	T	H	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-482	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-483	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-508	G	H	3025	212.6	200	93.3	D
441-V-509	G	H	3025	212.6	200	93.3	D
441-V-550	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-552	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-553	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-555	G	H	900	63.3	400	204.44	D
441-V-603	T	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-604	T	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-657	F	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-658	F	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-659	G	S	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-660	G	S	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-661	G	D	2050	144.1	350	176.66	B
441-V-666	G	M	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-667	G	M	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-668	G	M	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-669	G	M	2050	144.1	350	176.66	D
441-V-675	F	M	100	7.030	350	176.66	A
441-V-676	F	M	100	7.030	350	176.66	A
441-V-681	G	D	2050	144.1	350	176.66	A
441-V-691	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-693	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-695	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-692	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-694	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-696	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-699	T	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-698	T	M	2050	144.1	350	176.66	D

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 4)

밸브 번호	밸브 종류 (1)	구동자 (2)	설계 압력 PSIG	설계 압력 Kg/Sq. cm	설계 온도 °F	설계 온도 °C	환경 조건 (3)
441-V-113	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-114	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-115	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-116	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-117	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-119	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-123	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-124	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-125	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-126	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-127	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-129	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-133	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-134	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-135	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-136	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-137	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-139	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-143	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-144	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-145	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-146	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-147	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-149	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-166	R	N	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-169	R	N	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-179	R	N	900	63.3	400	204.44	B
441-V-189	R	N	900	63.3	400	204.44	B
441-V-210	G	H	2050	144.1	350	176.66	B
441-V-211	R	N	700	49.21	200	93.333	B
441-V-212	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-213	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-214	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-215	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-216	G	H	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-217	C	N	2485	174.7	650	343.33	A

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 5)

밸브 번호	밸브 종류 (1)	구동자 (2)	설계 압력 PSIG	설계 압력 Kg/Sq. cm	설계 온도 °F	설계 온도 °C	환경 조건 (3)
441-V-220	G	H	2050	144.1	350	176.66	B
441-V-221	R	N	700	49.21	200	93.333	B
441-V-222	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-223	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-224	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-225	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-226	G	H	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-227	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-228	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-229	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-230	G	H	2050	144.1	350	176.66	B
441-V-231	R	N	700	49.21	200	93.333	B
441-V-232	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-233	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-234	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-235	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-236	G	H	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-237	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-238	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-239	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-240	G	H	2050	144.1	350	176.66	B
441-V-241	R	N	700	49.21	200	93.333	B
441-V-242	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-243	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-244	G	H	700	49.21	200	93.333	B
441-V-245	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-246	G	H	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-247	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-248	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-249	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-258	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-259	G	H	700	49.21	200	93.333	A
441-V-321	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-322	G	D	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-331	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-332	G	D	2485	174.7	650	343.33	A

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 6)

밸브 번호	밸브 종류 (1)	구동자 (2)	설계 압력 PSIG	설계 압력 Kg/Sq. cm	설계 온도 °F	설계 온도 ℃	환경 조건 (3)
441-V-468	R	N	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-469	R	N	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-506	G	H	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-516	G	H	2485	174.7	650	343.33	B
441-V-522	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-523	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-525	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-526	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-532	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-533	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-535	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-536	G	H	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-540	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-541	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-542	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-543	C	N	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-605	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-606	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-607	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-608	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-611	G	D	2050	144.1	350	176.66	A
441-V-612	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-613	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-614	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-615	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-616	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-617	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-618	G	D	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-619	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-621	G	D	2050	144.1	350	176.66	A
441-V-622	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-623	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-624	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-625	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-626	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-627	G	M	2485	174.7	650	343.33	D



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 7)

밸브 번호	밸브 종류 (1)	구동자 (2)	설계 압력 PSIG	설계 압력 Kg/Sq. cm	설계 온도 °F	설계 온도 °C	환경 조건 (3)
441-V-628	G	D	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-629	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-631	G	D	2050	144.1	350	176.66	A
441-V-632	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-633	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-634	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-635	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-636	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-637	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-638	G	D	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-639	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-641	G	D	2050	144.1	350	176.66	A
441-V-642	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-643	G	S	700	49.21	200	93.333	A
441-V-644	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-645	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-646	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-647	G	M	2485	174.7	650	343.33	D
441-V-648	G	D	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-649	G	D	700	49.21	200	93.333	B
441-V-651	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-652	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-653	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-654	T	M	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-655	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-656	T	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-689	G	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-690	G	M	900	63.3	400	204.44	D
441-V-691	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-692	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-693	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-694	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-695	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-696	G	H	100	7.030	350	176.66	D
441-V-957	T	H	2485	174.7	650	343.33	A
441-V-958	T	H	2485	174.7	650	343.33	A



영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-6 (8 중 8)

주 :

(1) 밸브 종류

다음의 기호 가 쓰 인다.

C - Swing Check  
F - Butterfly  
G - Globe  
R - Relief  
T - Gate

(2) 구동자 형식

다음의 기호가 쓰인다.

D - 공기식 다이어프램  
H - 수동  
M - 전동기  
N - 없음  
S - 솔레노이드

(3) 환경조건은 다음의 범주안에서 분류된다.

A - 격납건물 환경 : 원자로냉각재상실사고 또는 증기관 파열사고  
B - 격납건물 환경 : 정상환경  
C - 일차보조건물 환경 : 정상환경  
D - 일차보조건물 : 원자로냉각재 상실사고

환경 검증의 범위에 대해서는 3.11.2절 참조

영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-7

불확실도 변수의 변위 및 분포



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-8

주요 계통 변수 및 초기 조건

대형 파단 비상노심냉각계통 성능

변 수	기준 조건
노심	
1. 노심 출력	2,815 MWt
2. 침투 출력 계수	2.318
3. 핵연료 종류	16×16 PLUS7
4. 출력 형태	그림 6.3-17
5. 붕괴열	ANS79 모델
6. 노심 유량	$50.78 \times 10^6$ kg/hr ( $111.96 \times 10^6$ lbm/hr)
원자로 냉각재 계통	
1. 원자로냉각재계통 유량	$52.36 \times 10^6$ kg/hr ( $115.42 \times 10^6$ lbm/hr)
가압기	
1. 압력	158.2 kg/cm <sup>2</sup> A (2,250 psia)
증기 발생기	
1. 급수 온도	232.1 °C (450 °F)
2. 관 막음율	8 %
3. 전열관 수	7,520/694 (안 막힌 관/막힌 관)
안전주입 계통	
1. 안전주입탱크 냉각수 체적	52.63 m <sup>3</sup> (1,858 ft <sup>3</sup> )
2. 안전주입탱크 기체 압력	43.29 kg/cm <sup>2</sup> A (615.7 psia)
3. 안전주입탱크 냉각수 온도	29.4 °C (85 °F)
4. 재장전저장수 온도	26.6 °C (80 °F)
격납건물	
1. 초기 압력	0.997 kg/cm <sup>2</sup> A (14.18 psia)
2. 초기 온도	10 °C (50 °F)
3. 자유 체적	80,958 m <sup>3</sup> ( $2.859 \times 10^6$ ft <sup>3</sup> )
4. 살수기 개수	2
5. 살수기 작동 지연 시간	0 초
6. 살수 유량 (2대 펌프)	37,853 L/min (10,000 gpm)

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-9

핵연료봉 성능 요약대형 파단 범위

변 수		100% 파단	80% 파단	60% 파단
취출	최대 피복재 온도 (℃)	889.1	895.9	884.1
	최대 피복재 온도 위치 (m)	2.57	2.57	2.57
	최대 피복재 온도 발생 (초)	5.4	6.7	9.0
재관수	최대 피복재 온도 (℃)	431.2	429.5	431.5
	최대 피복재 온도 위치 (m)	2.95	2.95	2.95
	최대 피복재 온도 발생 (초)	58.0	62.0	61.0
최대 피복재 산화도 (%)		1.184	1.188	1.192
피복재 최대산화 발생위치 (m)		2.57	2.57	2.57
노심 전반 산화도 (%)		< 1.0	< 1.0	< 1.0
고온 연료봉 파열		없음	없음	없음

191

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-10

대형 파단 냉각재상실사고에 대한 주요 사고 전개 시간

주요 사건	100% 파단(초)	80% 파단(초)	60% 파단(초)
사고 초기화	0.0	0.0	0.0
원자로 정지 신호 발생	6.79	6.91	7.05
안전주입수 주입 신호 발생	6.79	6.91	7.05
안전주입탱크 작동 시점			
안전주입탱크 1 (파단 저온관 쪽)	3.1	4.8	7.6
안전주입탱크 2 (파단루프 건전 저온관 쪽)	12.0	13.7	16.9
안전주입탱크 3 (건전 루프 건전 저온관 1 쪽)	12.0	13.7	16.9
안전주입탱크 4 (건전 루프 건전 저온관 2 쪽)	12.0	13.7	16.9
고압 안전 주입 펌프 작동	35.64	35.76	35.90
저압 안전 주입 펌프 작동	55.64	55.76	55.90
노심 수위 회복 시작 <sup>1)</sup>	28.0	30.5	33.0
안전 주입 탱크 고갈			
안전주입탱크 1 (파단 저온관 쪽)	70.5	74.5	79.0
안전주입탱크 2 (파단루프 건전 저온관 쪽)	78.5	80.5	84.0
안전주입탱크 3 (건전 루프 건전 저온관 1 쪽)	78.5	80.5	84.0
안전주입탱크 4 (건전 루프 건전 저온관 2 쪽)	78.5	80.5	84.0

1) 액적 환산 수위가 유효 노심 바닥에 도달하는 시점

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-11

전 범위의 각 대형 파단에 대하여  
시간의 함수로 나타낸 변수

<u>면 번호</u>	<u>변수 (그림 6.3-8 ~ 6.3-10)</u>
1	고온점 최대 피복재 온도
2	노심 압력
3	노심 및 강수관 수위
4	노심 유입 누적 유량
5	정규화된 노심 출력
<u>면 번호</u>	<u>변수 (그림 6.3-11)</u>
1*	노심 입/출구에서의 유입/유출 유량
2*	고온점 열전달계수
3*	고온 집합체 증기 온도
4*	격납건물로의 파단 질량 유량
5*	격납건물로의 파단 에너지 방출량
6*	고온 집합체 건도
7*	고온 집합체 유량
8*	안전주입탱크 유량
9*	안전주입펌프 유량
10*	격납건물 압력

-----  
\* 가장 제한적인 80% 양단 순시 파단에 대한 계산 결과를 추가함.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-12

## 단순임의추출 계산 결과와 재관수 바이어스 평가에 대한 결과 요약

최대 피복재 온도		값
최대 피복재 온도, 계산번호 96 <sup>1)</sup>	최대 피복재 온도, °C	1,023.0
	시간, 초	6.4
	위치, m	2.76
최대 재관수 피복재 온도, 계산번호 89 <sup>2)</sup>	최대 피복재 온도, °C	685.5
	시간, 초	61.5
	위치, m	2.76
스케일 바이어스 평가, 계산번호 89 <sup>3)</sup> - 비상노심냉각수 우회 바이어스 - 스팀 바인딩 바이어스 최대 재관수 피복재(바이어스 포함)	최대 피복재 온도, °C	685.5
	피복재 온도 바이어스, °C	0.0
	피복재 온도 바이어스, °C	+12.1
	최대 피복재 온도, °C	697.6
최종 최대 피복재 온도(바이어스 포함) <sup>4)</sup>	최대 피복재 온도, °C	1,023.0
최대 피복재 산화도		값
최대 피복재 산화도, 계산번호 32 <sup>2)</sup>	최대 피복재 산화도, %	1.275
	위치, m	2.57
스케일 바이어스 평가, 계산번호 32 <sup>3)</sup> - 비상노심냉각수 우회 바이어스 - 스팀 바인딩 바이어스 최대 피복재 산화도(바이어스 포함)	최대 피복재 산화도, %	1.275
	피복재 산화도 바이어스, %	+0.0
	피복재 산화도 바이어스, %	+0.0
	최대 피복재 산화도, %	1.275
최종 최대 피복재 산화도(바이어스 포함)	최대 피복재 산화도, %	1.275

- 1) 단순임의추출 계산에서 세 번째 높은 피복재 온도의 계산번호
- 2) 단순임의추출 계산에서 최대 재관수 피복재 온도와 최대 피복재 산화도의 계산번호
- 3) 스케일 바이어스 평가된 최대 피복재 온도와 최대 피복재 산화도의 계산번호
- 4) 연소도에 따른 핵연료 열전도도 저하로 인한 39 °C(70 °F)의 최대 피복재 온도 별점이 추가되어야함

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-13

191

원자로냉각재계통으로의 안전주입펌프 최소 이송 유량

(한 대의 비상디젤발전기가 고장이라고 가정)

원자로냉각재계통 압력      주입점 당 유량\* , gpm (L/min)

<u>psig (kg/cm<sup>2</sup>)</u>	<u>A1</u>	<u>A2</u>	<u>B1</u>	<u>B2</u>
1600 (112.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
1400 (98.4)	80 (303)	80 (303)	80 (303)	80 (303)
1200 (84.4)	121 (458)	121 (458)	121 (458)	121 (458)
1000 (70.4)	152 (575)	152 (575)	152 (575)	152 (575)
800 (56.2)	177 (670)	177 (670)	177 (670)	177 (670)
600 (42.2)	199 (753)	199 (753)	199 (753)	199 (753)
400 (28.1)	218 (825)	218 (825)	218 (825)	218 (825)
200 (14.1)	236 (893)	236 (893)	236 (893)	236 (893)
158.5 (11.1)	239 (905)	239 (905)	239 (905)	239 (905)
140 (9.84)	929 (3517)	929 (3517)	241 (912)	241 (912)
120 (8.44)	1280 (4845)	1280 (4845)	244 (924)	244 (924)
100 (7.03)	1541 (5833)	1541 (5833)	246 (931)	246 (931)
80 (5.6)	1757 (6651)	1757 (6651)	247 (935)	247 (935)
60 (4.2)	1942 (7351)	1942 (7351)	249 (943)	249 (943)
40 (2.8)	2106 (7972)	2106 (7972)	250 (946)	250 (946)
20 (1.4)	2254 (8532)	2254 (8532)	252 (954)	252 (954)
0 (0)	2389 (9043)	2389 (9043)	254 (961)	254 (961)

\* 주입점 A1은 차단된 펌프 토출관에 붙어 있는 것으로 가정.



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-14

주요 계통 변수 및 초기 조건  
소형 파단 비상노심냉각계통 성능

변수	값
원자로 출력	2,871 MWt
침투 선출력 생성률	15.0 kW/ft (492 W/cm)
축 방향 출력 형상	그림 6.3-18
초기밀도에서의 감속재온도계수	0.0 $\Delta\rho/^{\circ}\text{F}$ (0.0 $\Delta\rho/^{\circ}\text{C}$ )
안전주입탱크 액체 체적	1,927 ft <sup>3</sup> (54.6 m <sup>3</sup> )
안전주입탱크 압력	585 psia (41.1 kg/cm <sup>2</sup> A)
안전주입펌프 수	고압 안전주입펌프 1대 저압 안전주입펌프 1대
안전주입 지연 시간	
고압 안전주입펌프	30 초
저압 안전주입펌프	50 초
원자로냉각재계통 총 유량*	121.5 $\times 10^6$ lb/hr (55.1 $\times 10^6$ kg/hr)
노심 입구 온도	564.5 $^{\circ}\text{F}$ (295.8 $^{\circ}\text{C}$ )
노심 출구 온도	623.6 $^{\circ}\text{F}$ (328.7 $^{\circ}\text{C}$ )
원자로냉각재계통 압력	2,250 psia (158.2 kg/cm <sup>2</sup> A)
증기발생기 관막음률	8 %
증기발생기당 전열관 수	7,520/694 (안 막힌 관/막힌 관)
안전성 분석을 위한 설정치	
가압기 저압 원자로 정지	1,555 psia (109.3 kg/cm <sup>2</sup> A)
가압기 저압 안전주입	1,555 psia (109.3 kg/cm <sup>2</sup> A)

\* 소형파단 해석결과는 원자로냉각재계통 총 유량 121.5 $\times 10^6$ lbm/hr(55.1 $\times 10^6$ kg/hr)에 대해 평가되었으며, 95% 운전제한치 115.42 $\times 10^6$ lbm/hr(52.36 $\times 10^6$ kg/hr)조건의 해석결과를 보수적으로 포괄한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-15

핵 연료봉 성능 요약소형 파단 범위\*

결과	파단 면적, ft <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )		
	0.05 (46.5)	0.087 (80.8)	0.1 (92.9)
최대 피복재 온도, °F (°C)	1096.8 (591.6)	1317.6 (714.2)	1109.9 (598.8)
최대 피복재 온도 발생, 초	1299.0	831.0	781.0
최대 피복재 온도 위치, ft (m)	11.75 (3.58)	11.75 (3.58)	11.75 (3.58)
노심 전반 피복재 산화도, %	< 1.0	< 1.0	< 1.0
최대 국부 피복재 산화도, %	0.07	0.12	0.06
최대 피복재 산화도 위치, ft (m)	11.75 (3.58)	11.75 (3.58)	11.75 (3.58)
고온 연료봉 파열 발생, 초	N/A	N/A	N/A
고온 연료봉 파열 위치, ft (m)	N/A	N/A	N/A

191

\* 소형파단 해석결과는 원자로냉각재계통 총 유량  $121.5 \times 10^6 \text{ lbm/hr}$  ( $55.1 \times 10^6 \text{ kg/hr}$ )에 대해 평가되었으며, 95% 운전제한치  $115.42 \times 10^6 \text{ lbm/hr}$  ( $52.36 \times 10^6 \text{ kg/hr}$ )조건의 해석결과를 보수적으로 포괄한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-16

191

전 범위의 각 소형 파단에 대하여  
시간의 함수로 나타낸 변수

41

면 번호                      변수 (그림 6.3-14 ~ 6.3-16)

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1 | 정규화된 노심출력        |
| 2 | 노심 압력            |
| 3 | 노심 입구 유량         |
| 4 | 파단 유량            |
| 5 | 노심 이상 혼합체 수위     |
| 6 | 고온점에서의 열전달계수     |
| 7 | 고온점에서의 피복재 표면 온도 |

191

41

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-17

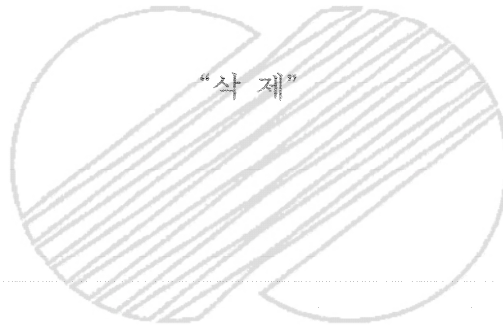
191

소형 파단 냉각재상실사고에 대한 주요 사고 전개 시간

경과 (초)	파단 면적, $\text{ft}^2(\text{cm}^2)$		
	0.05 (46.5)	0.087 (80.8)	0.1 (92.9)
사고 발생	0.0	0.0	0.0
원자로 정지 신호 발생	81.15	42.65	36.95
안전주입 신호 발생	81.15	42.65	36.95
안전주입 시작	110.0	71.5	65.8
루프 밀봉 뚫림	453.4	292.8	236.2
노심 노출 시작	878.0	572.1	217.0
안전주입탱크 주입	2149.2	810.2	752.3
최대 피복재 온도 발생	1299.0	831.0	781.0
노심 노출 회복	1826.1	881.9	808.5

115

영광 5,6호기 최종안전성분석보고서



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-18

191

주요 계통 변수 및 초기 조건  
장기 냉각 비상노심냉각계통 성능

변수	값
원자로 출력 (정격 출력의 102%)	2,871 MWt
정지냉각 작동 온도	400°F (204.4°C) (최대)
정지냉각 작동 압력	410 psia (28.8 kg/cm <sup>2</sup> A) (최대)
대기방출밸브 용량 /밸브당	235 lbm/sec (107 kg/sec) at 1,000 psia (70.3 kg/cm <sup>2</sup> A) (최소)
복수저장탱크내의 보조급수 붕소농도	320,000 gal (1,211,000 L) (최소)
원자로냉각재계통	0.85 wt.% (1,485 ppm)
재장전수탱크	2.52 wt.% (4,400 ppm)
안전주입탱크	2.52 wt.% (4,400 ppm)
붕산 석출 분석을 위한 물 재고량	
원자로냉각재계통	73,100 gal (276,708 L) (최소)
재장전수탱크	701,000 gal (2,653,516 L) (최대)
안전주입탱크	59,807 gal (226,389 L) (최대)
붕산 석출 분석을 위한 펌프 유량	
고압안전주입펌프	700 gpm (2,650 L/min) (최소)
저압안전주입펌프	3,500 gpm (13,249 L/min) (최소)
격납건물 살수펌프	3,500 gpm (13,249 L/min) (최소)

영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-19 (2 중 1)

대표적인 대형 및 소형 파단에 대한 사고 전개 순서

사건	대형 파단 (0.8x 양단순시파단)		소형 파단 (0.05 ft <sup>2</sup> (46.5cm <sup>2</sup> ))		성취 경로
	설정치 폭은 값	시간 (초)	설정치 폭은 값	시간 (초)	
파단 발생		0.0		0.0	
노심 철두 출력	131%	0.12	100.6%	22.04	
가압기 압력이 원자로 트립 및 안전주입작동신호 분석 설정치에 도달 원자로 트립 및 안전주입작동신호 발생	1,712.5 psia (120.4 kg/cm <sup>2</sup> A)	5.76	1555 psia (109 kg/cm <sup>2</sup> A)	80.0	반응도 제어
		6.91		81.15	반응도 제어
안전주입탱크 방출 시작	615.7 psia (43.29 kg/cm <sup>2</sup> A)	4.8 (파단측)	585 psia (41.1 kg/cm <sup>2</sup> A)	2149.2	반응도 제어
재관수 시작		30.5		N/A	
주증기안전밸브 개방 시작		N/A	1355 psia (95.3 kg/cm <sup>2</sup> A)	90.3	이차 계통 건전성
이차측 압력 최대	1112.8 psia (78.2 kg/cm <sup>2</sup> A)	4.0	1357.1 psia (95.4 kg/cm <sup>2</sup> A)	91.3	
원자로냉각재계통으로 고압안전주입펌프 유량 이송 안전주입탱크 고갈		35.76		110.3	반응도 제어
		74.5 (파단측)		N/A	
		80.5 (건전측)			

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.3-19 (2 중 2)					191
사건	대형 파단 (0.8x 양단순시파단)		소형 파단 (0.05 ft <sup>2</sup> (46.5cm <sup>2</sup> ))		성취 경로
	설정치	실정치	설정치	실정치	
	폭은 값	시간 (초)	폭은 값	시간 (초)	
원자로냉각재계통으로					191
저압안전주입펌프 유량 이상		55.76		N/A	반응도 제어
주중기안전밸브 닫힘					191
재순환 작동 신호			1355 psia	1683.1	115
냉각 개시			(95.3 kg/cm <sup>2</sup> A)		
	5% 영역	1200-7200	5% 영역	1200-7200	반응도 제어
		3600		3600	이차 계통
					건전성
고온관 및 저온관 동시 주입 모드 진입		7200		7200	원자로 열제거
정지냉각 혹은 고온관 및 저온관 동시 주입					191
모드로의 진입을 위한 결정 시간		32400		32400	원자로 열제거

주 :

- (1) 대형파단의 경우, 사고 발생 시 ( $t = 0.0$ ) 교류 전원 상실 가정.  
 (2) 소형파단의 경우, P<sub>PL</sub> 트립시 ( $t=80.0$  초) 교류전원은 상실되고 비상디젤발전기가 가동되는것으로 가정.  
 (3) “삭 제”





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 배관 및 계장도

그림 6.3-1(4중1)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 배관 및 계장도

그림 6.3-1(4중2)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 배관 및 계장도

그림 6.3-1 (4 중 3)



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 배관 및 계장도

그림 6.3-1 (4 중 4)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 주입모드

그림 6.3-2 (2 중 1)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 주입모드

그림 6.3-2 (2 중 2)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 단기재순환모드

그림 6.3-3 (2 중 1)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 단기재순환모드

그림 6.3-3 (2 중 2)





한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 장기재순환모드

그림 6.3-4 (2 중 1)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 장기재순환모드

그림 6.3-4 (2 중 2)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 정지냉각모드

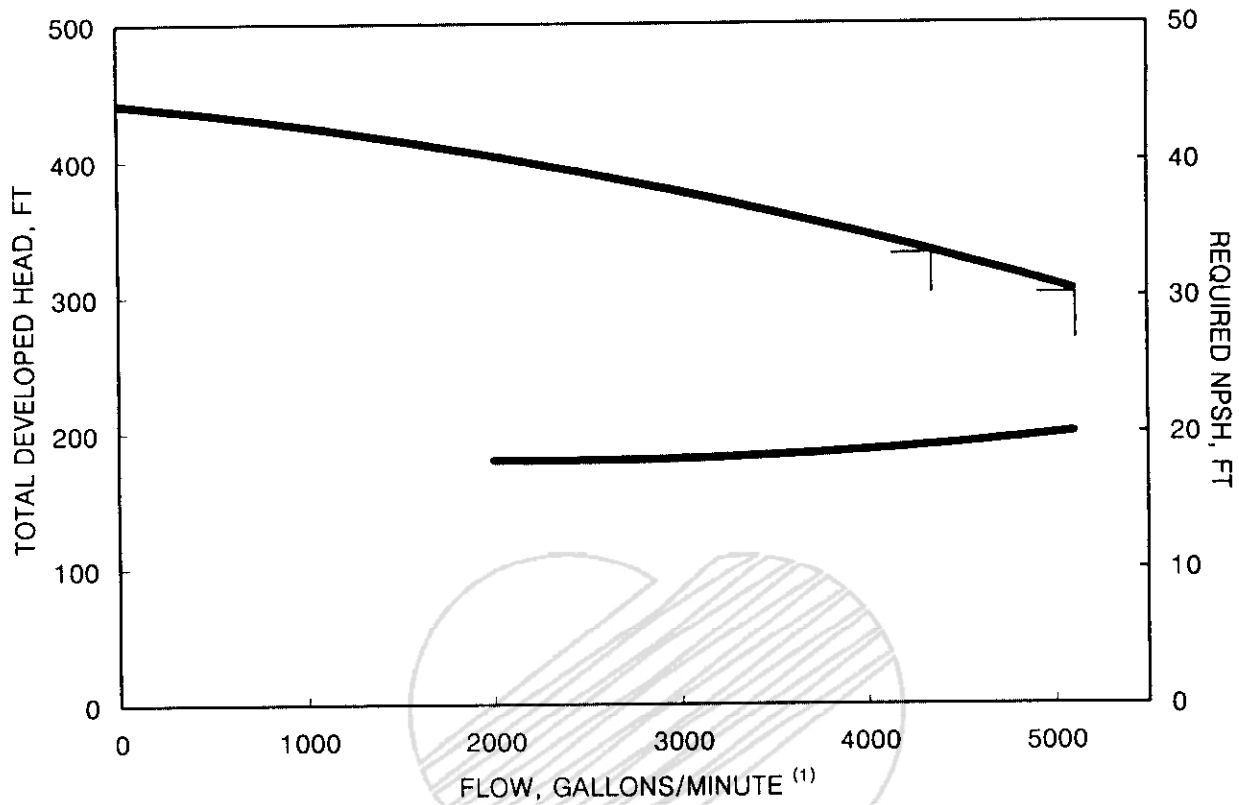
그림 6.3-5 (2 중 1)



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

안전주입계통 유량도 - 정지냉각모드

그림 6.3-5 (2 중 2)



NOTE 1 = FLOW INCLUDES 450 GPM (1705 L/MIN) BYPASS FLOW

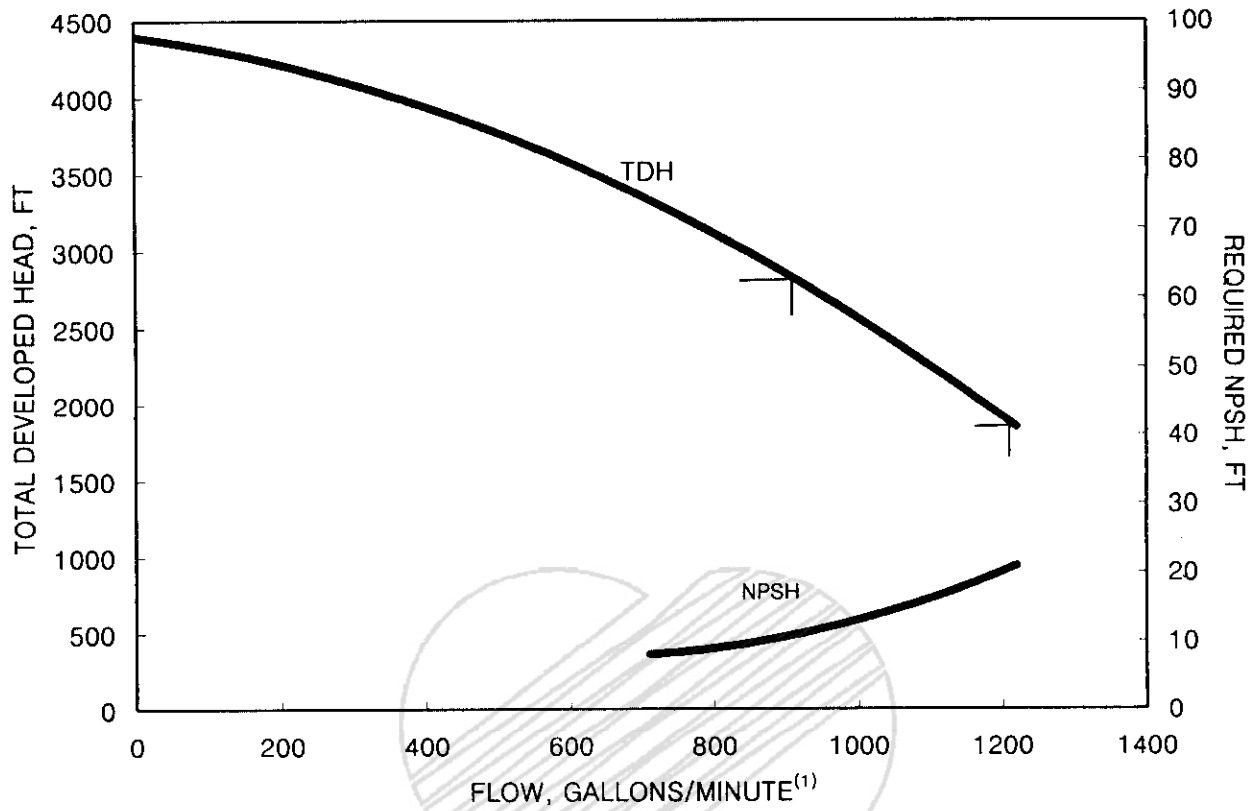


한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

저압안전주입펌프의 전형적인 양정 -  
순수흡입수두 곡선

그림 6.3-6

( )



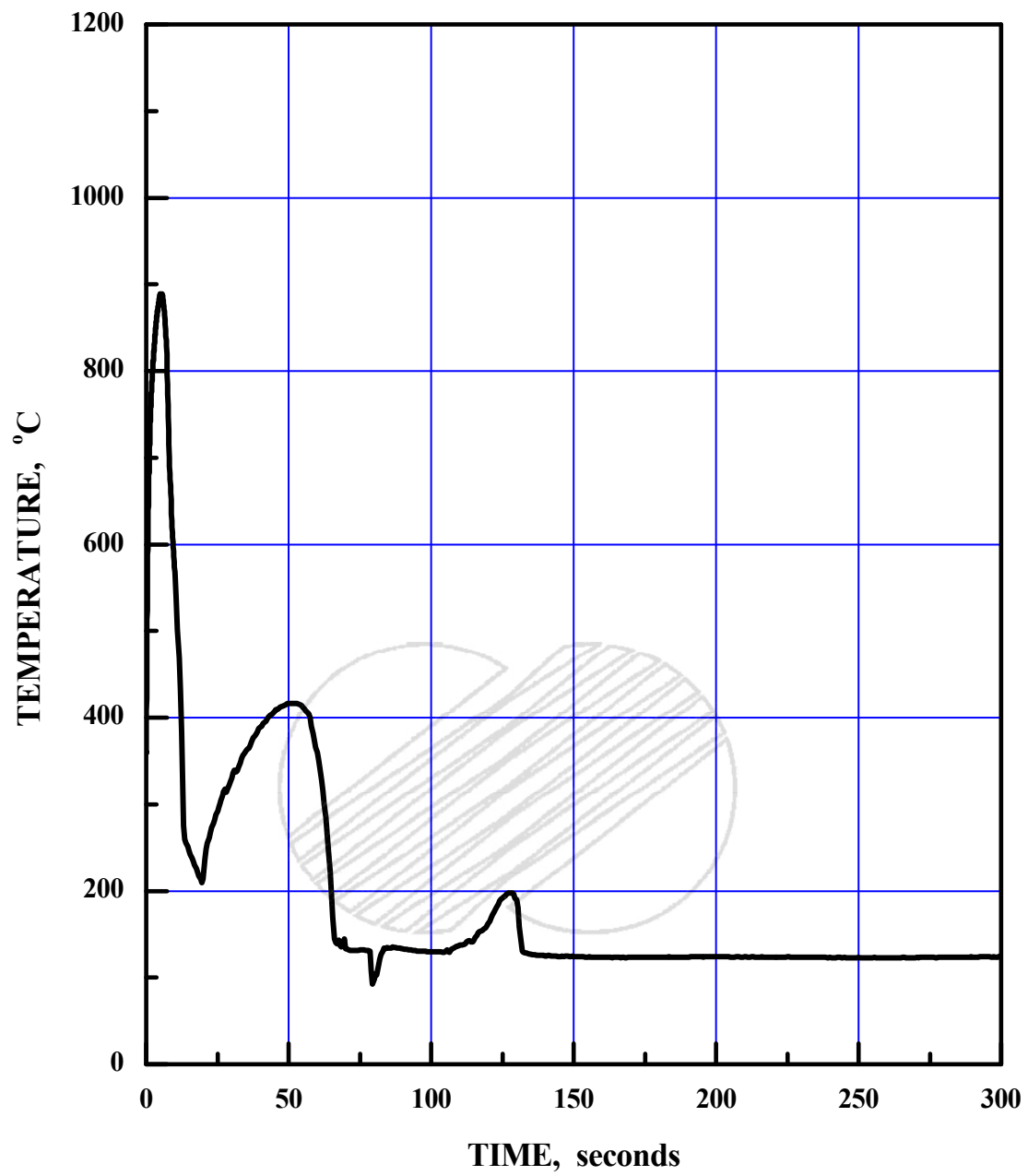
NOTE 1 = FLOW INCLUDES 85 GPM (322 L/MIN) BYPASS FLOW



한국수력원자력주식회사  
영광 5, 6 호기  
최종안전성분석보고서

고압안전주입펌프의 전형적인 양정 -  
순수흡입수두 곡선

그림 6.3-7

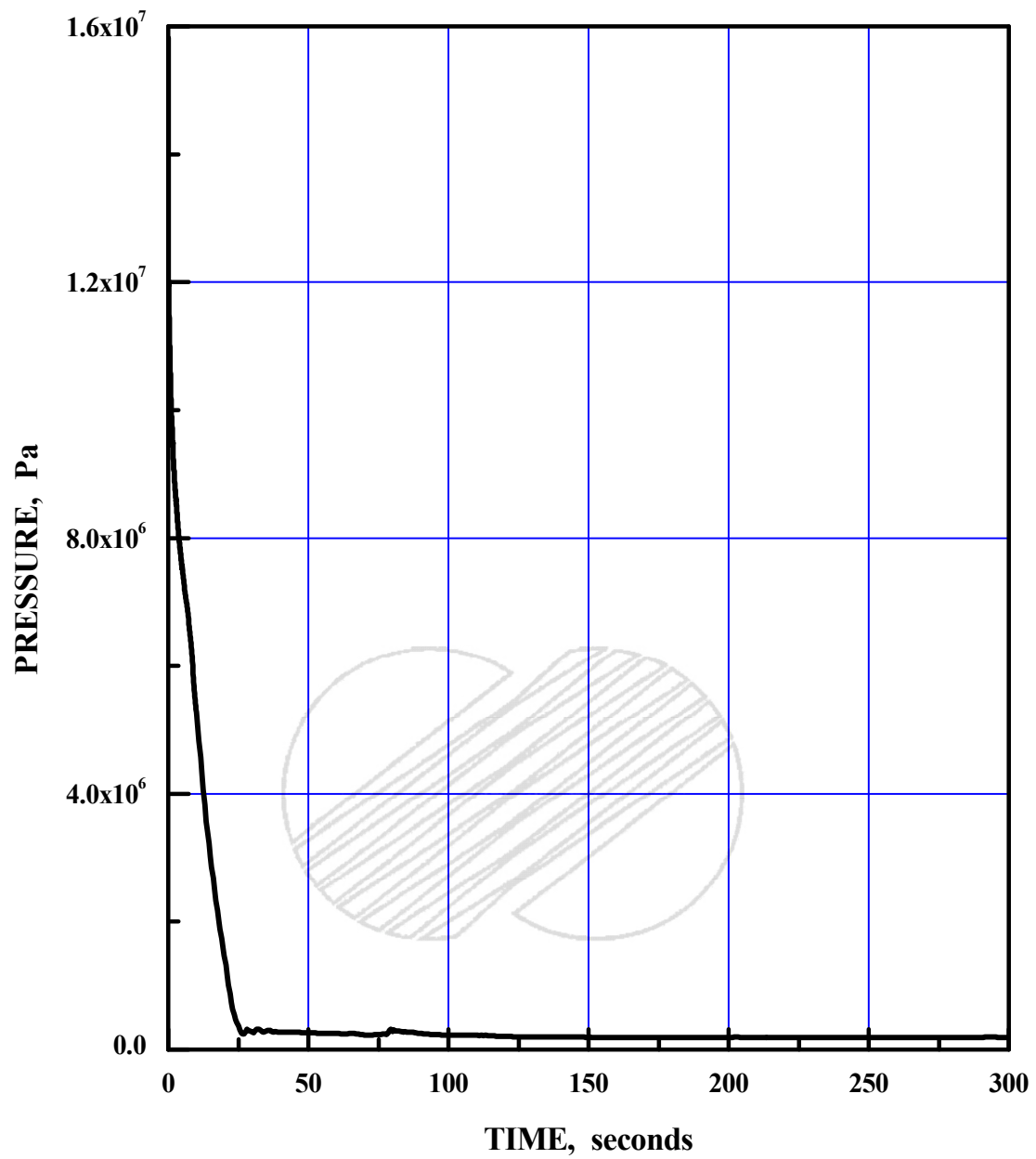


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점 최대 피복재 온도  
(1.0 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-8 (5 중 1)

개정번호 191  
2013. 1. 10



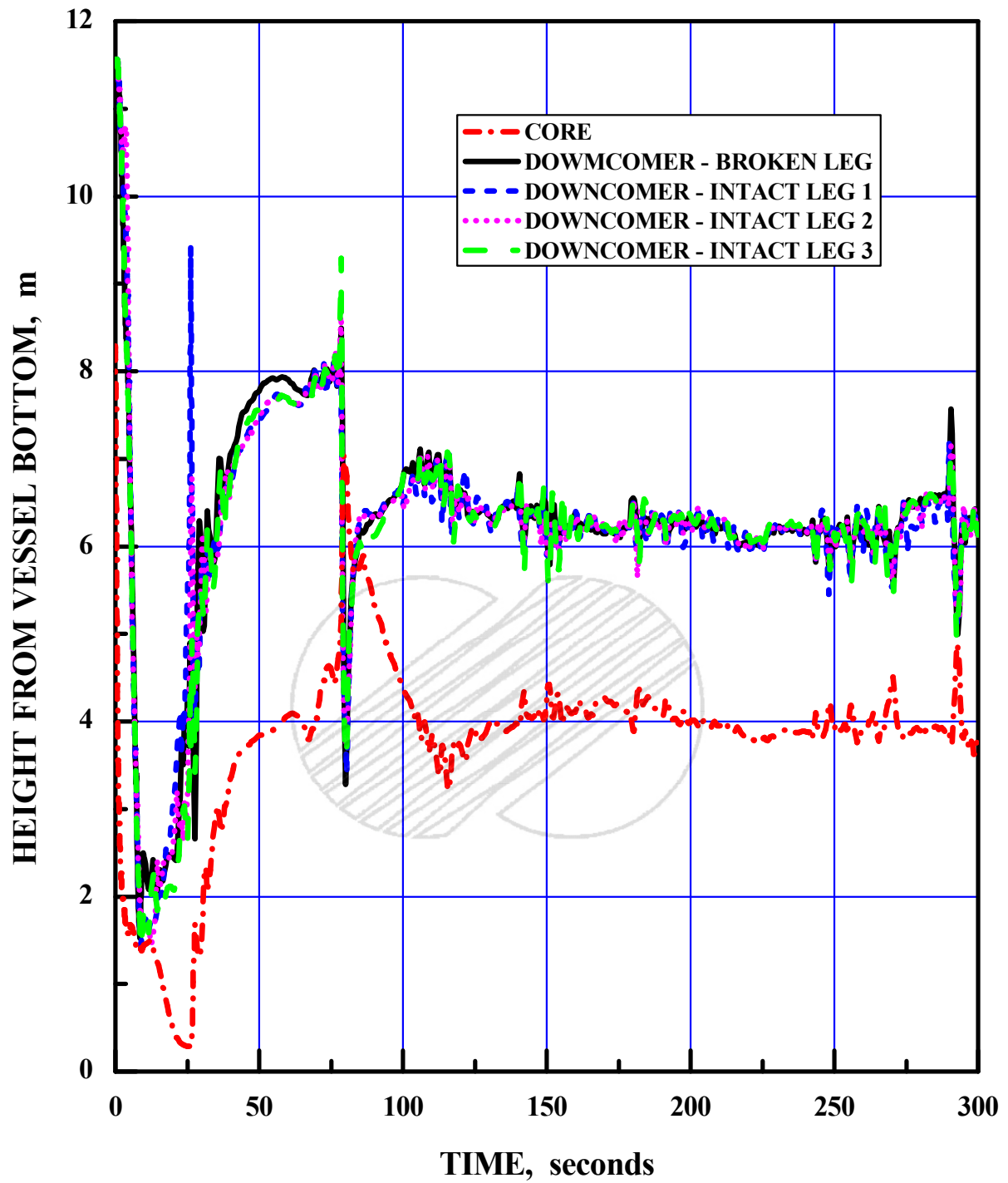
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 압력  
(1.0 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-8 (5 중 2)

개정번호 191  
2013. 1. 10



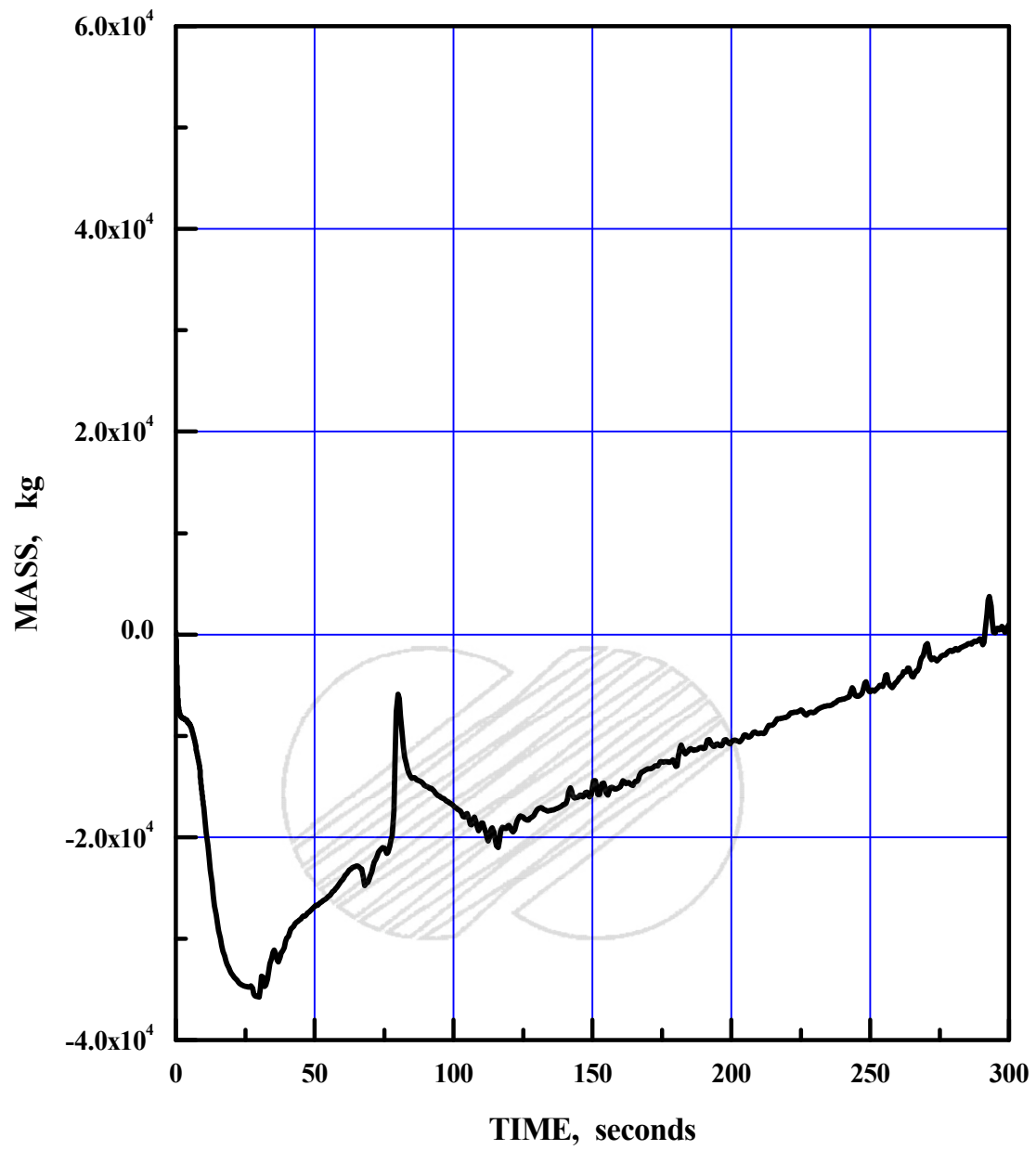


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 및 강수관 수위  
(1.0 × 양단 순시 파단)

개정번호 191  
2013. 1. 10

그림 6.3-8 (5 중 3)

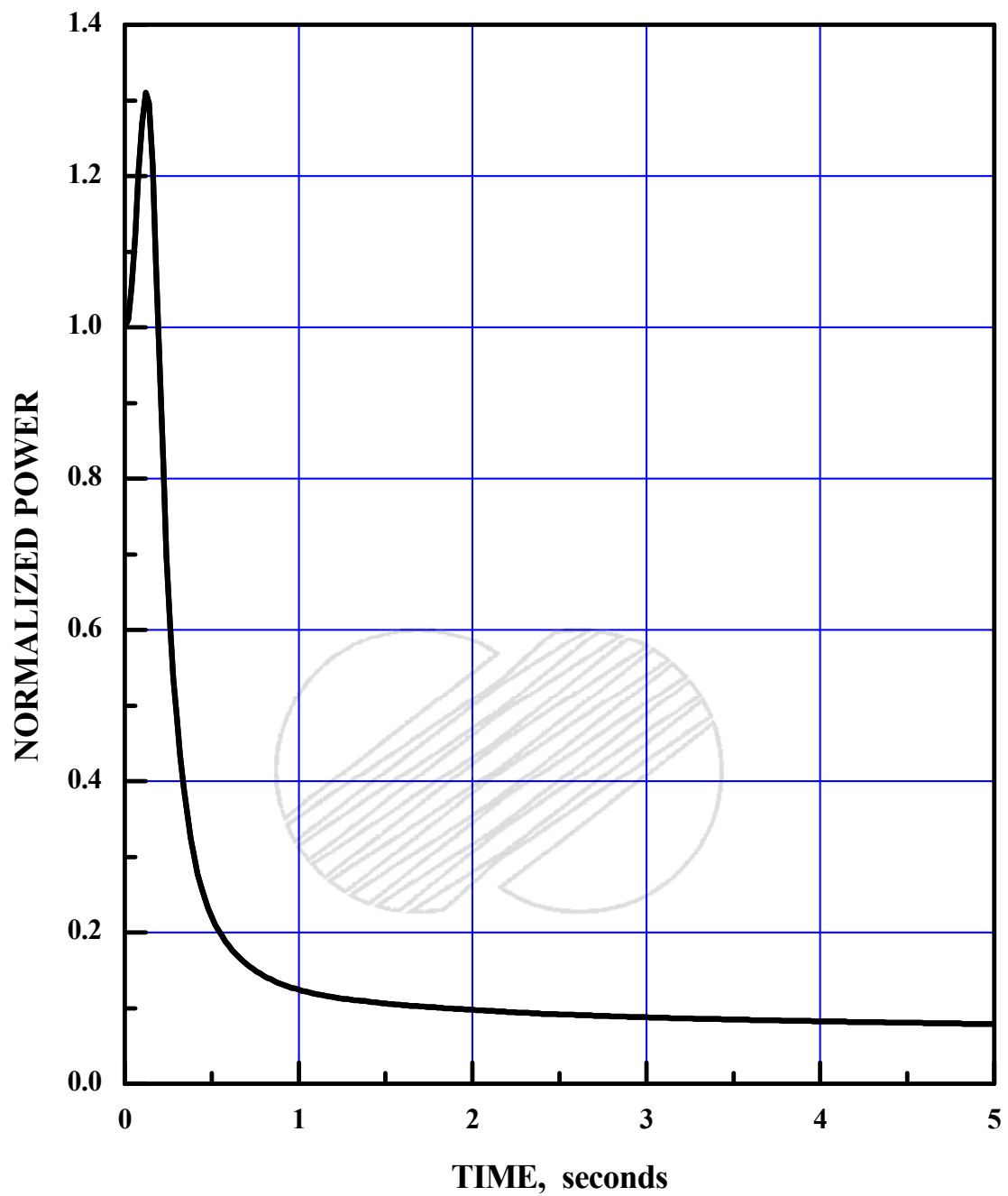


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 유입 누적 유량  
(1.0 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-8 (5 중 4)

개정번호 191  
2013. 1. 10



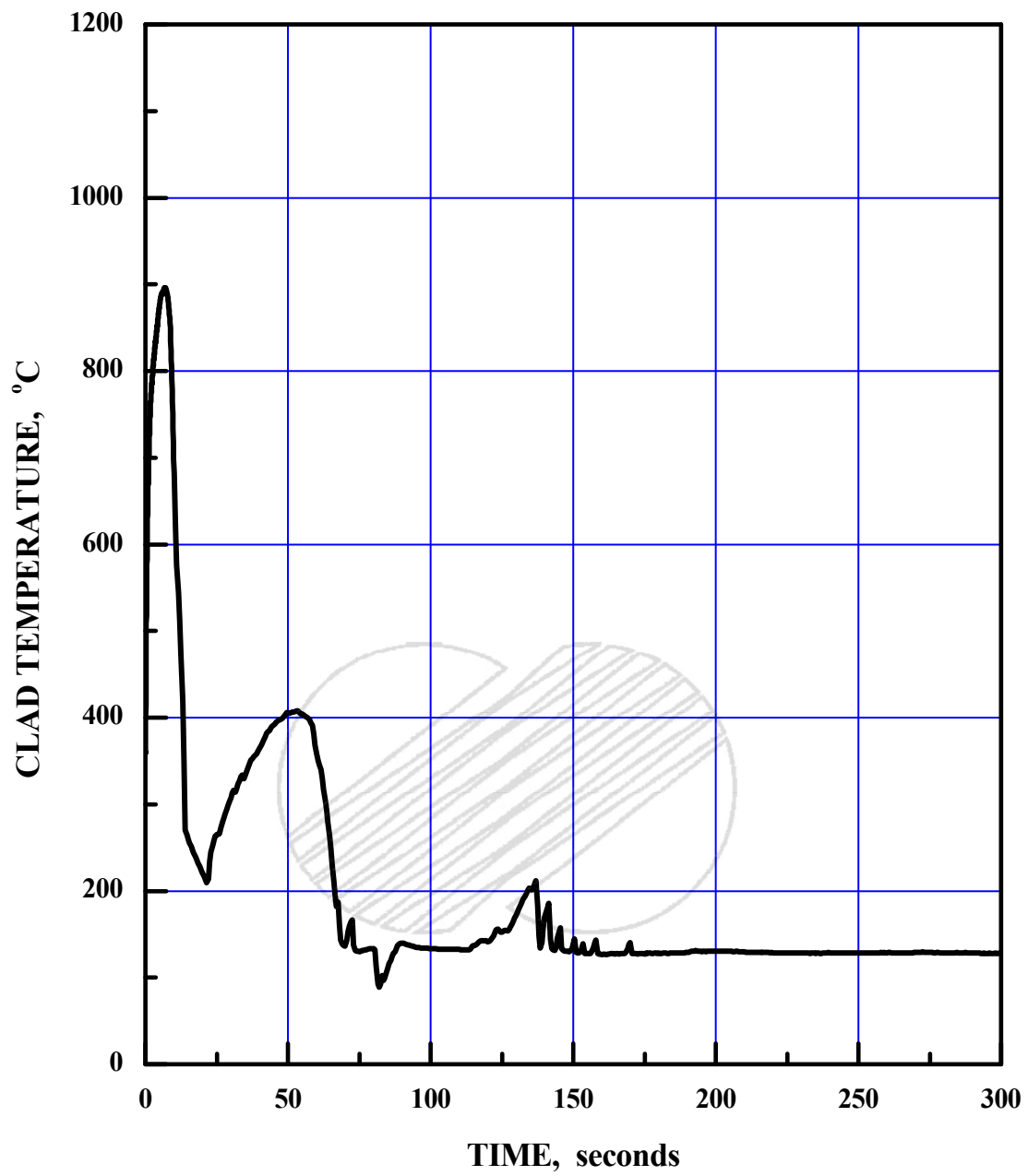
개정번호 191  
2013. 1. 10



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심 출력  
(1.0 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-8 (5 중 5)

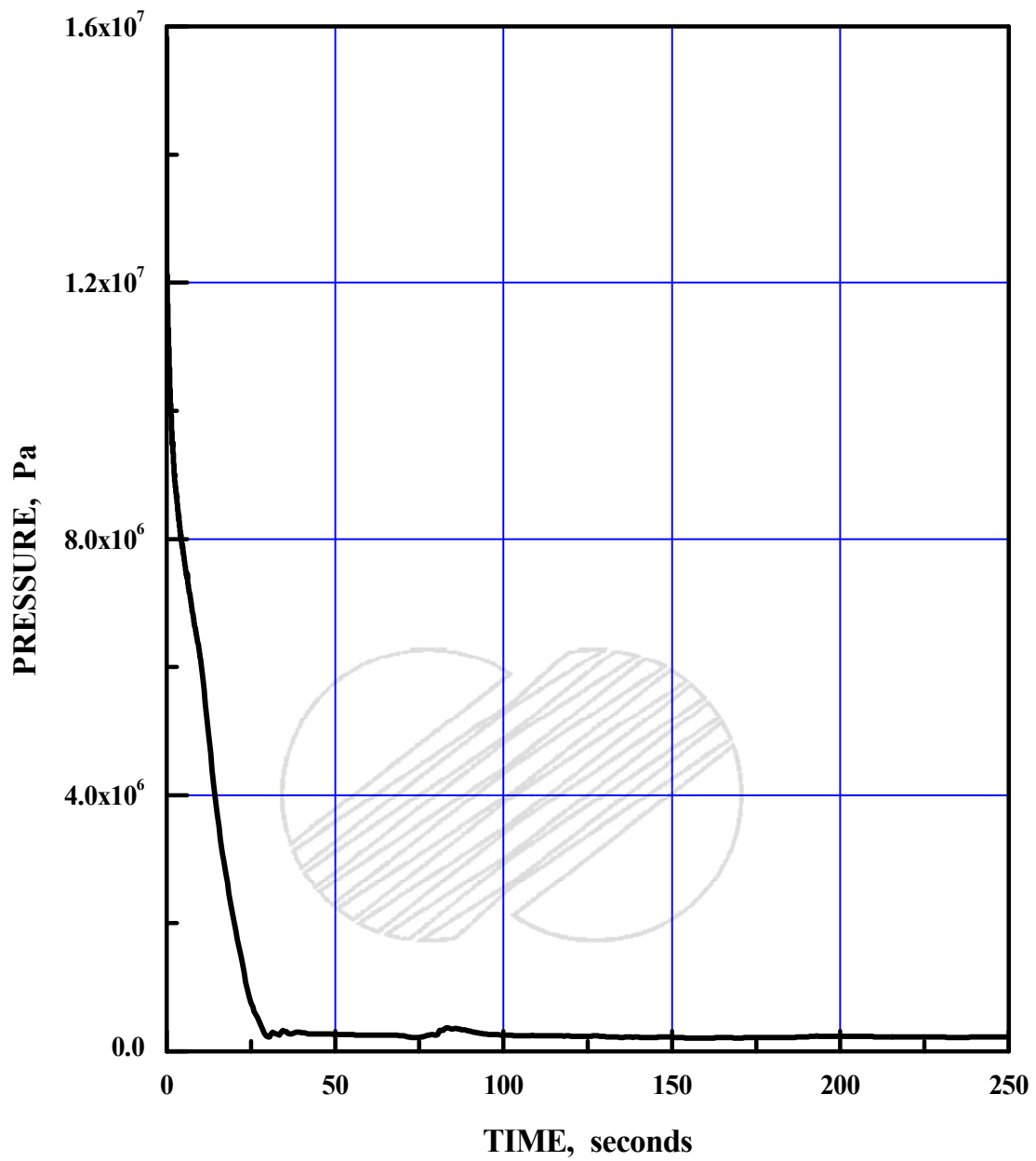


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점 최대 피복재 온도  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-9 (5 중 1)

개정번호 191  
2013. 1. 10



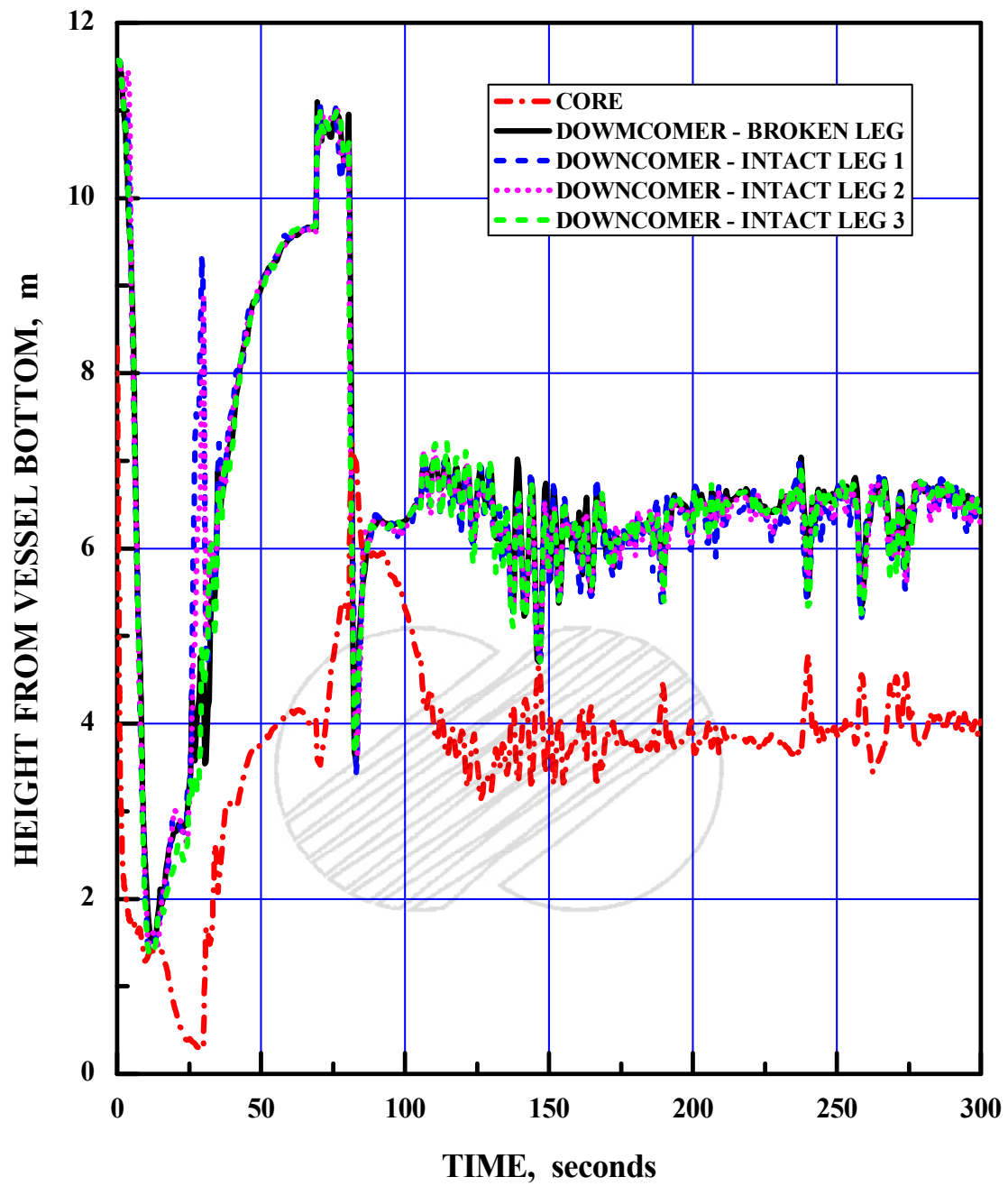
개정번호 191  
2013. 1. 10



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 압력  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-9 (5 중 2)

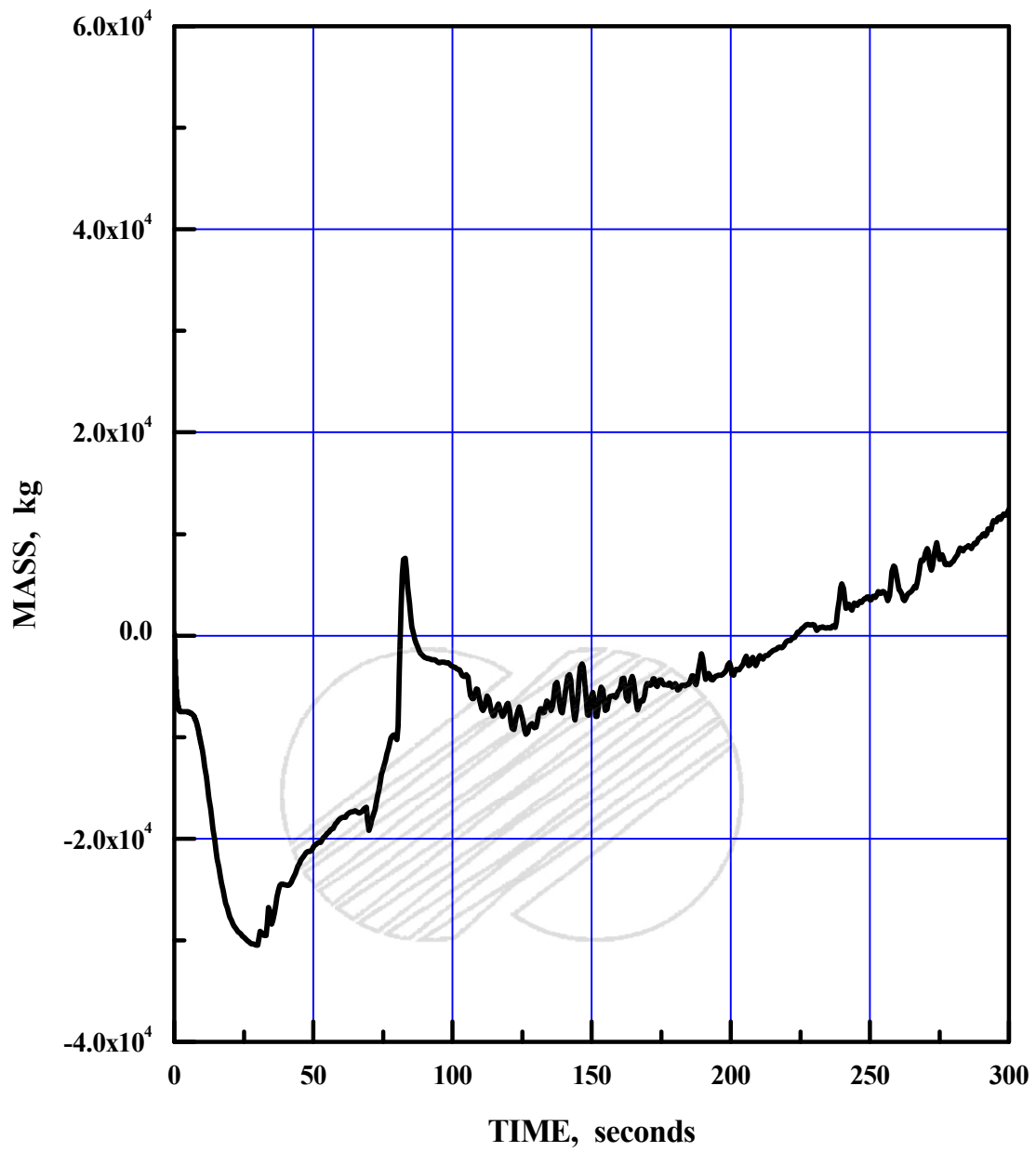


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 및 강수관 수위  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-9 (5 중 3)

개정번호 191  
2013. 1. 10

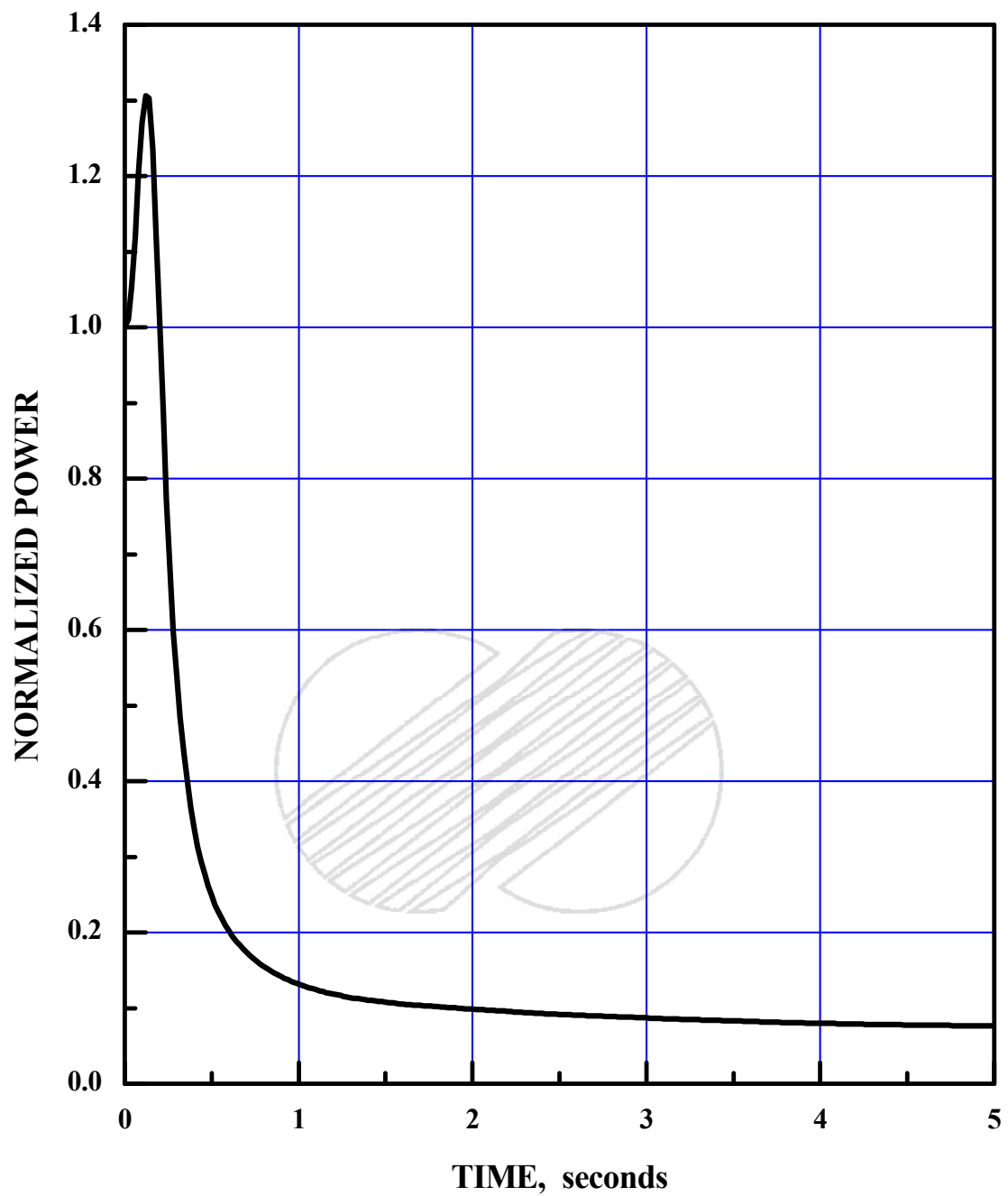


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 유입 누적 유량  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-9 (5 중 4)

개정번호 191  
2013. 1. 10



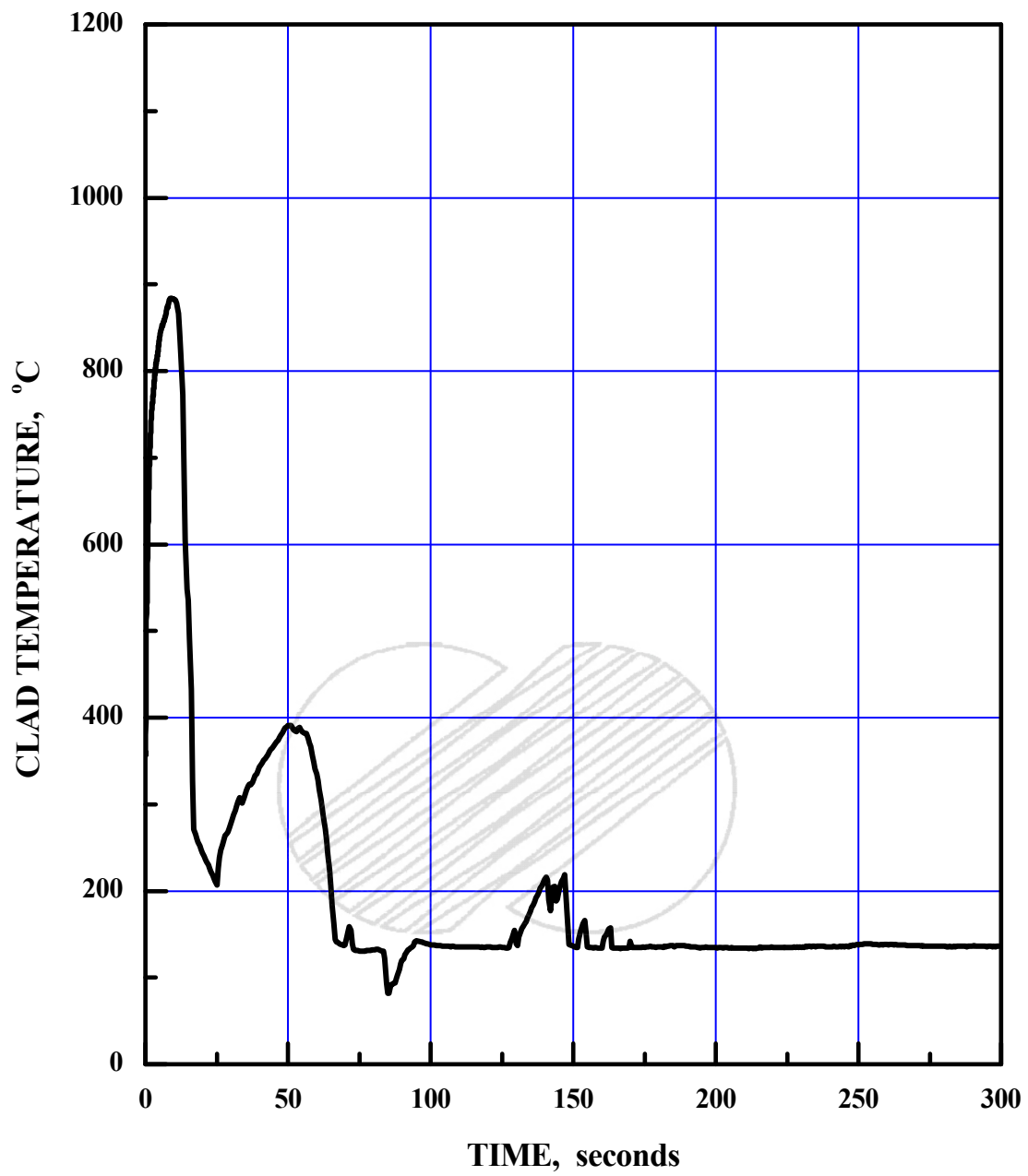
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심 출력  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-9 (5 중 5)

개정번호 191  
2013. 1. 10



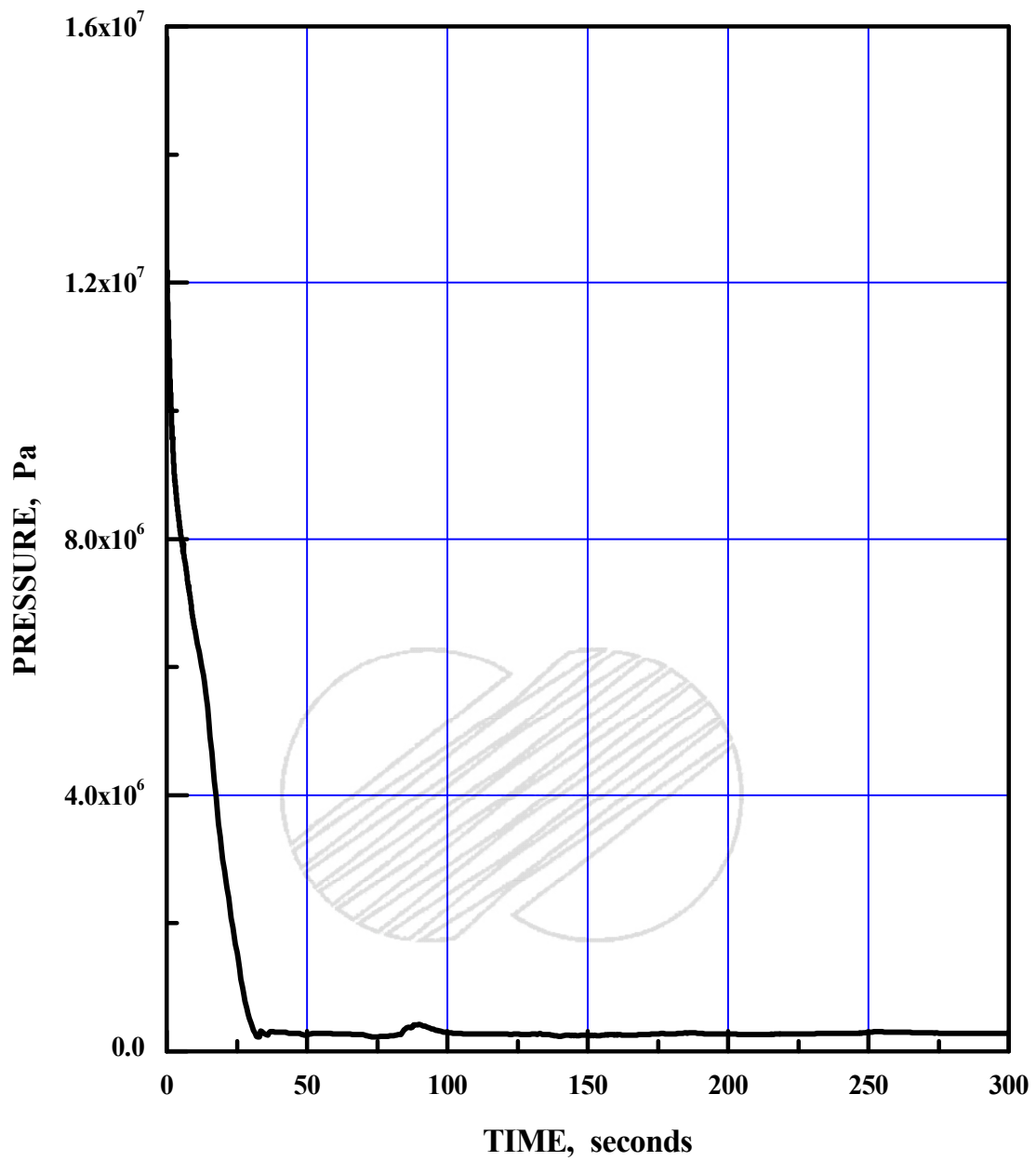


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심 출력  
(0.6 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-10 (5 중 1)

개정번호 191  
2013. 1. 10

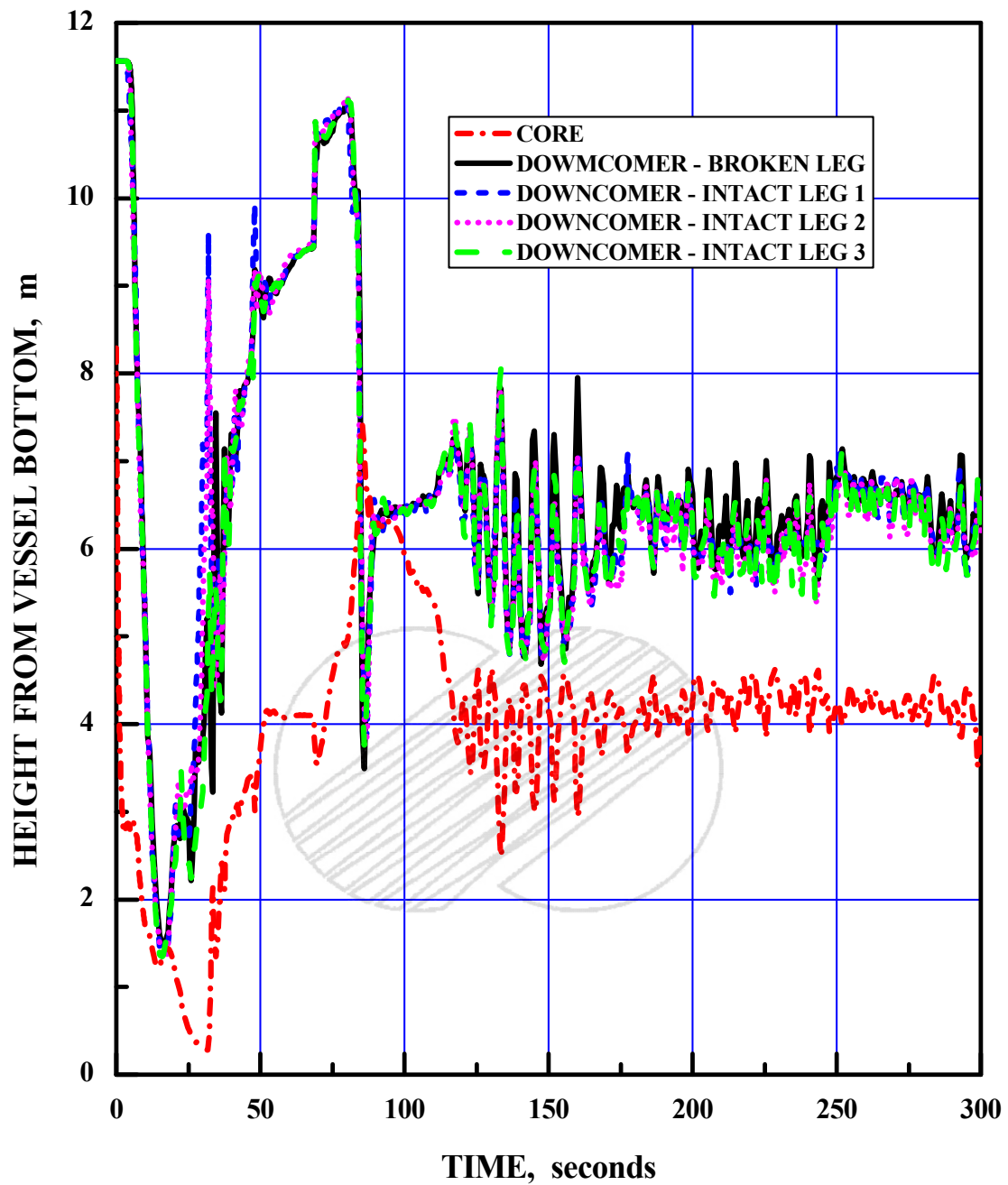


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 압력  
(0.6 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-10 (5 중 2)

개정번호 191  
2013. 1. 10



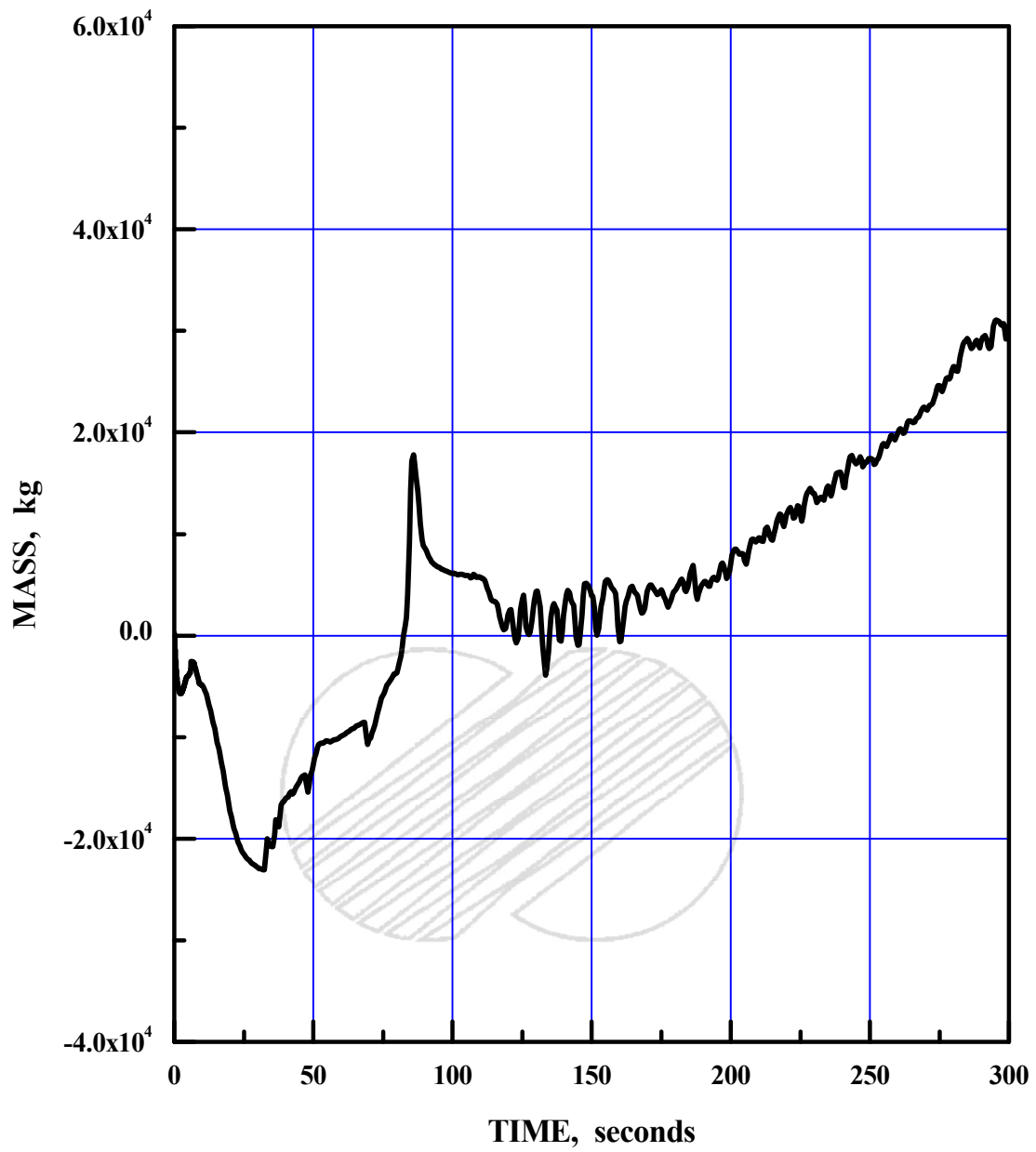
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 및 강수관 수위  
(0.6 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-10 (5 중 3)

개정번호 191  
2013. 1. 10

( )

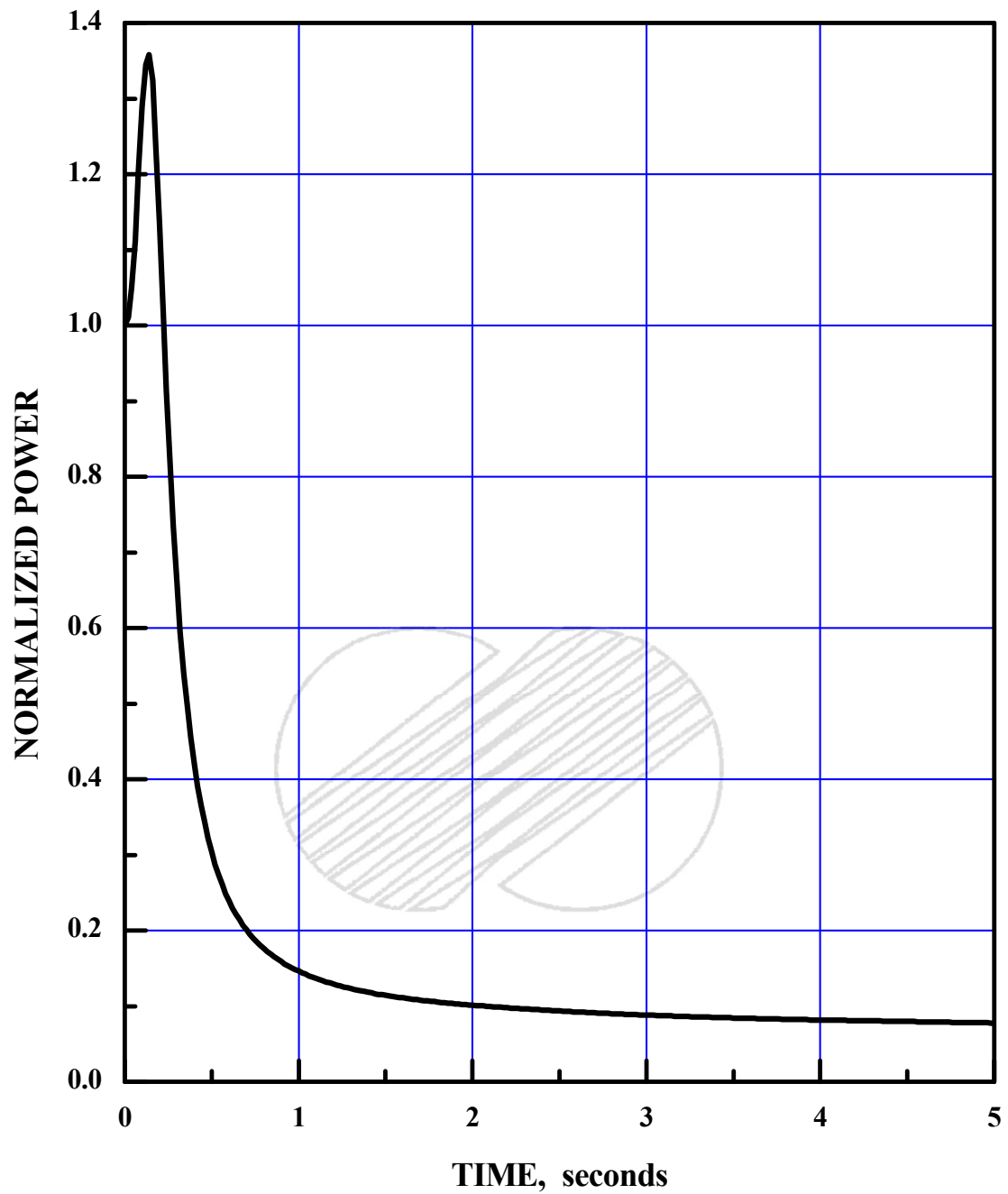


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 및 강수관 수위  
(0.6 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-10 (5 중 4)

개정번호 191  
2013. 1. 10

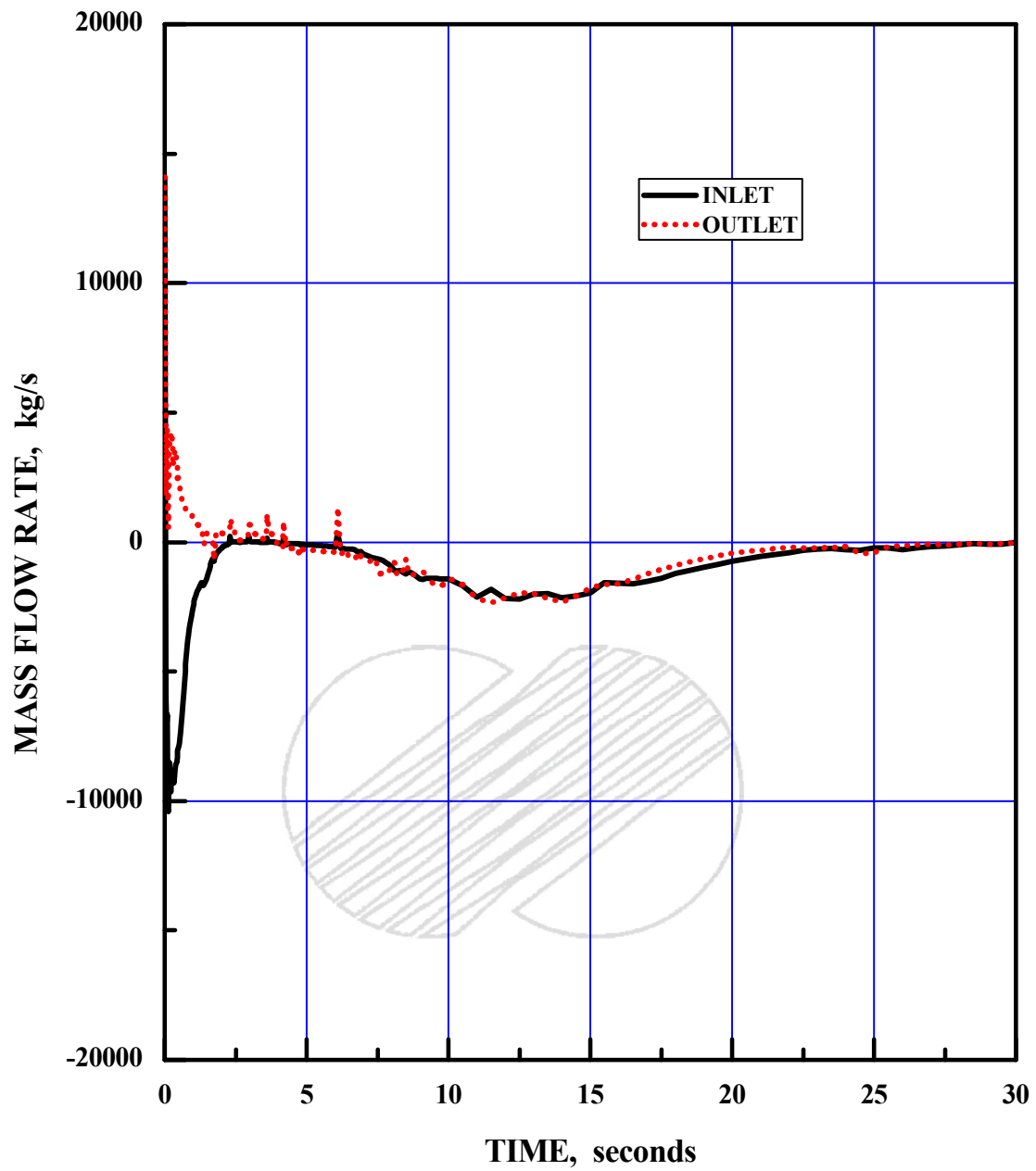


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심 출력  
(0.6 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-10 (5 중 5)

개정번호 191  
2013. 1. 10



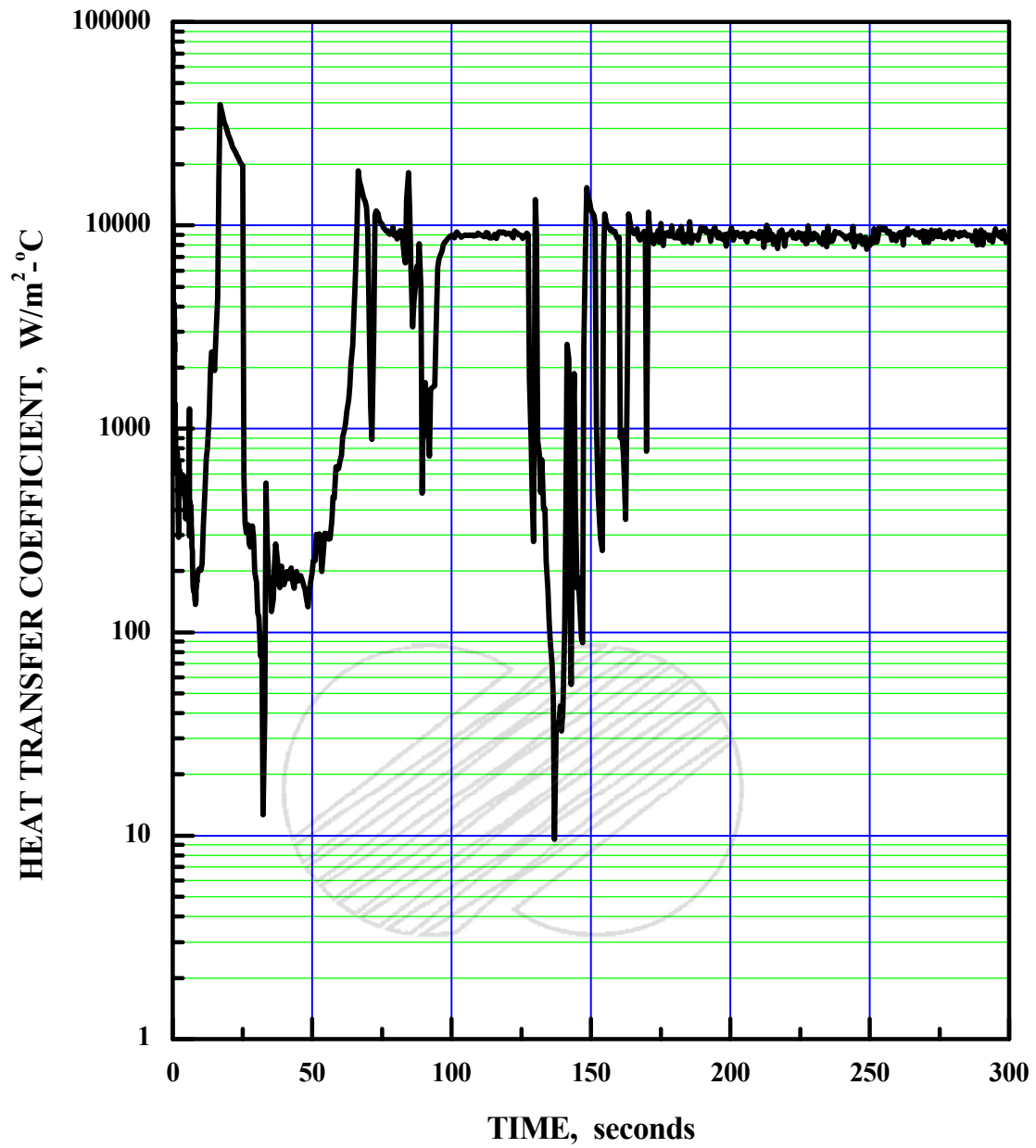
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 입/출구에서의 유입/유출 유량  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 1)

개정번호 191  
2013. 1. 10

( )

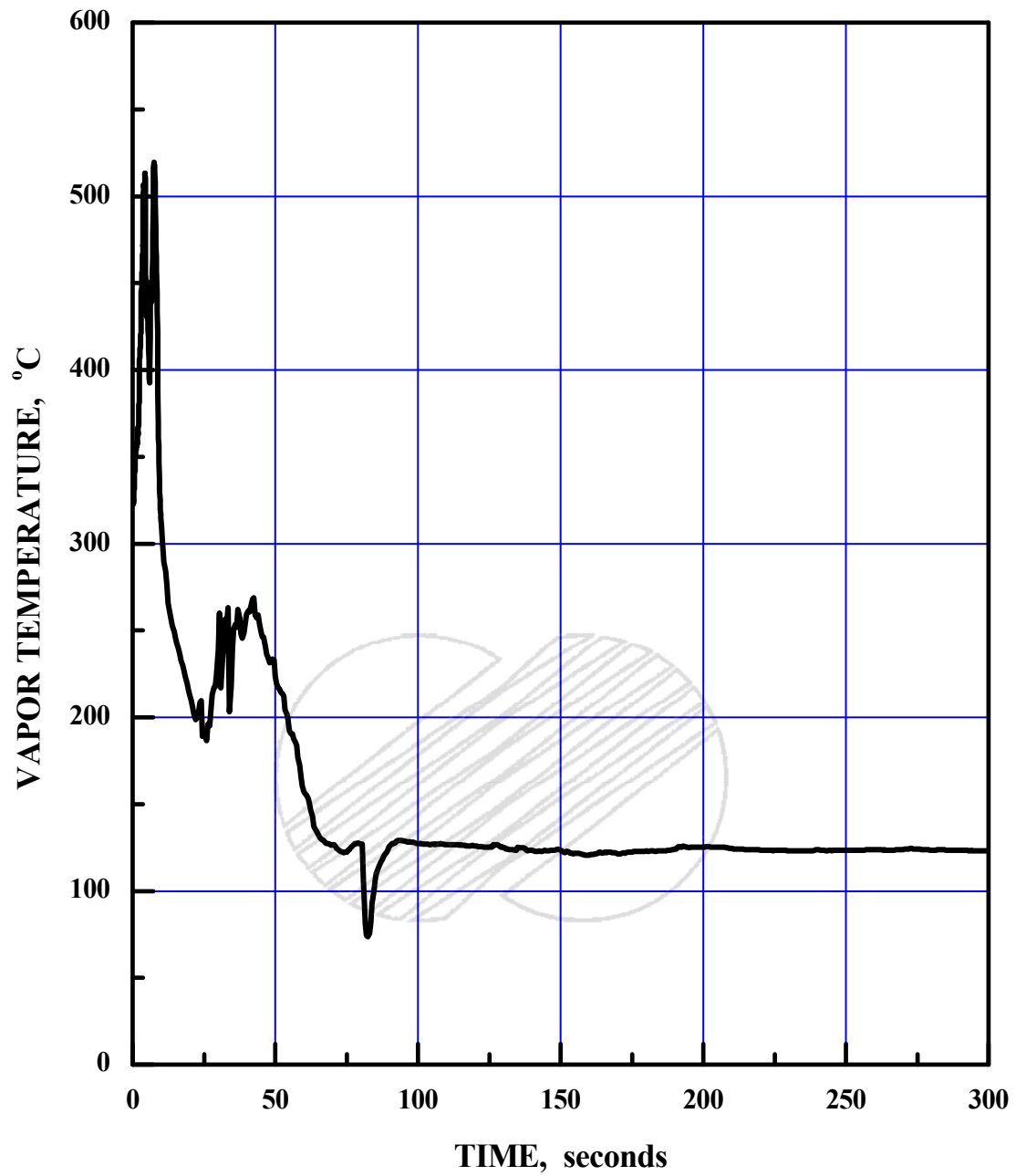


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점 열전달계수  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 2)

개정번호 191  
2013. 1. 10



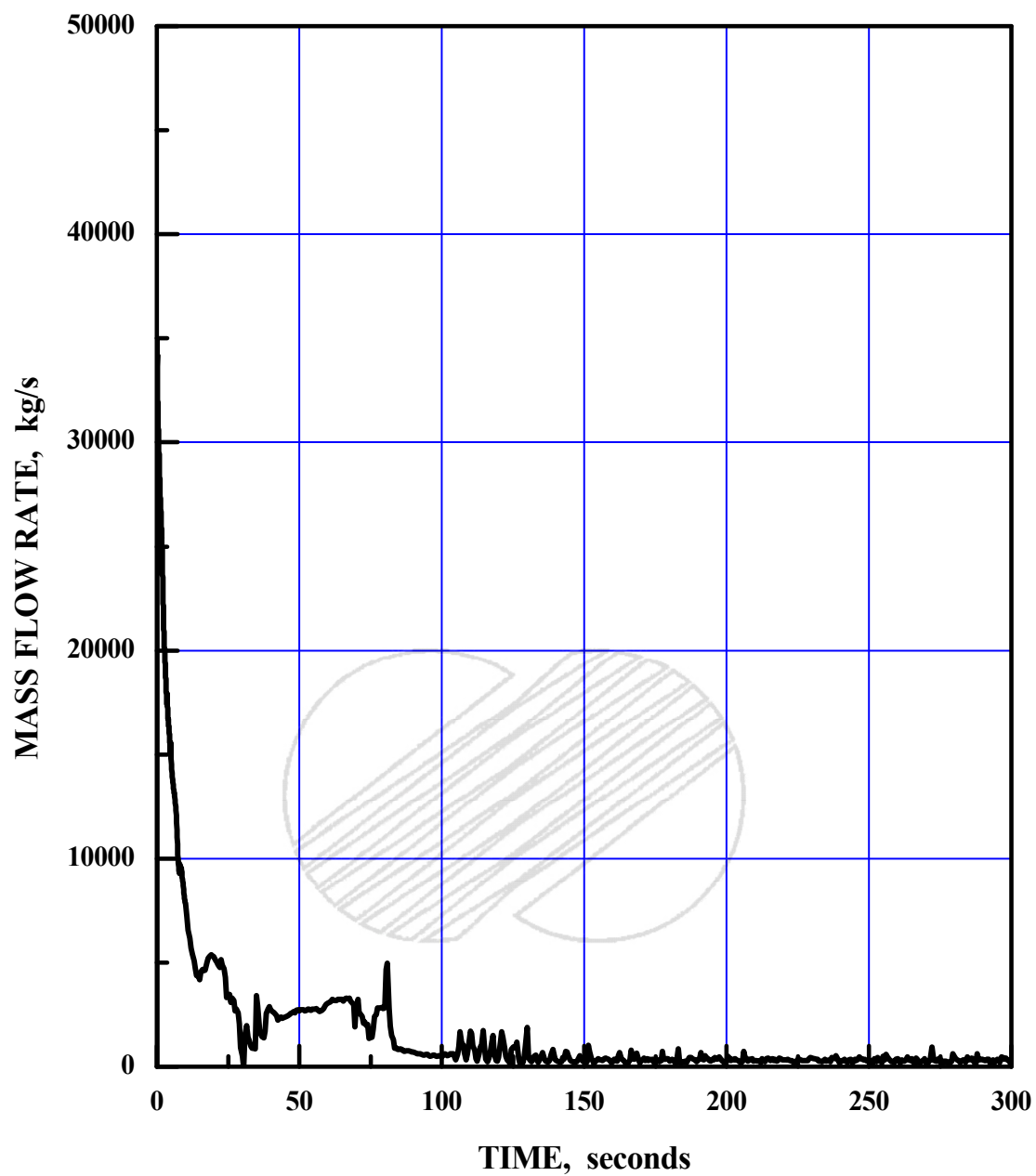
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온 집합체 증기 온도  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 3)

개정번호 191  
2013. 1. 10



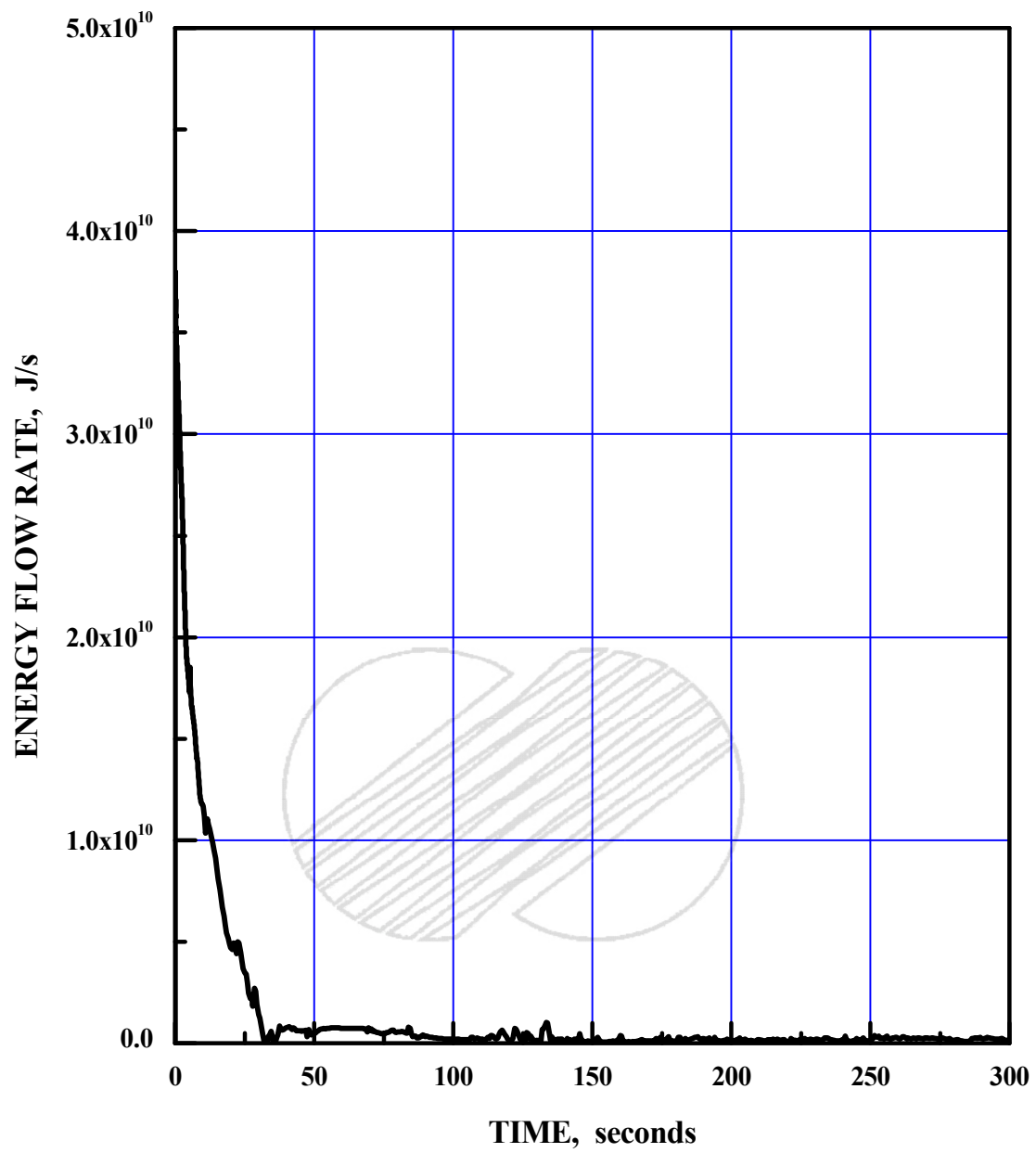


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물로의 파단 질량 유량  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 4)

개정번호 191  
2013. 1. 10

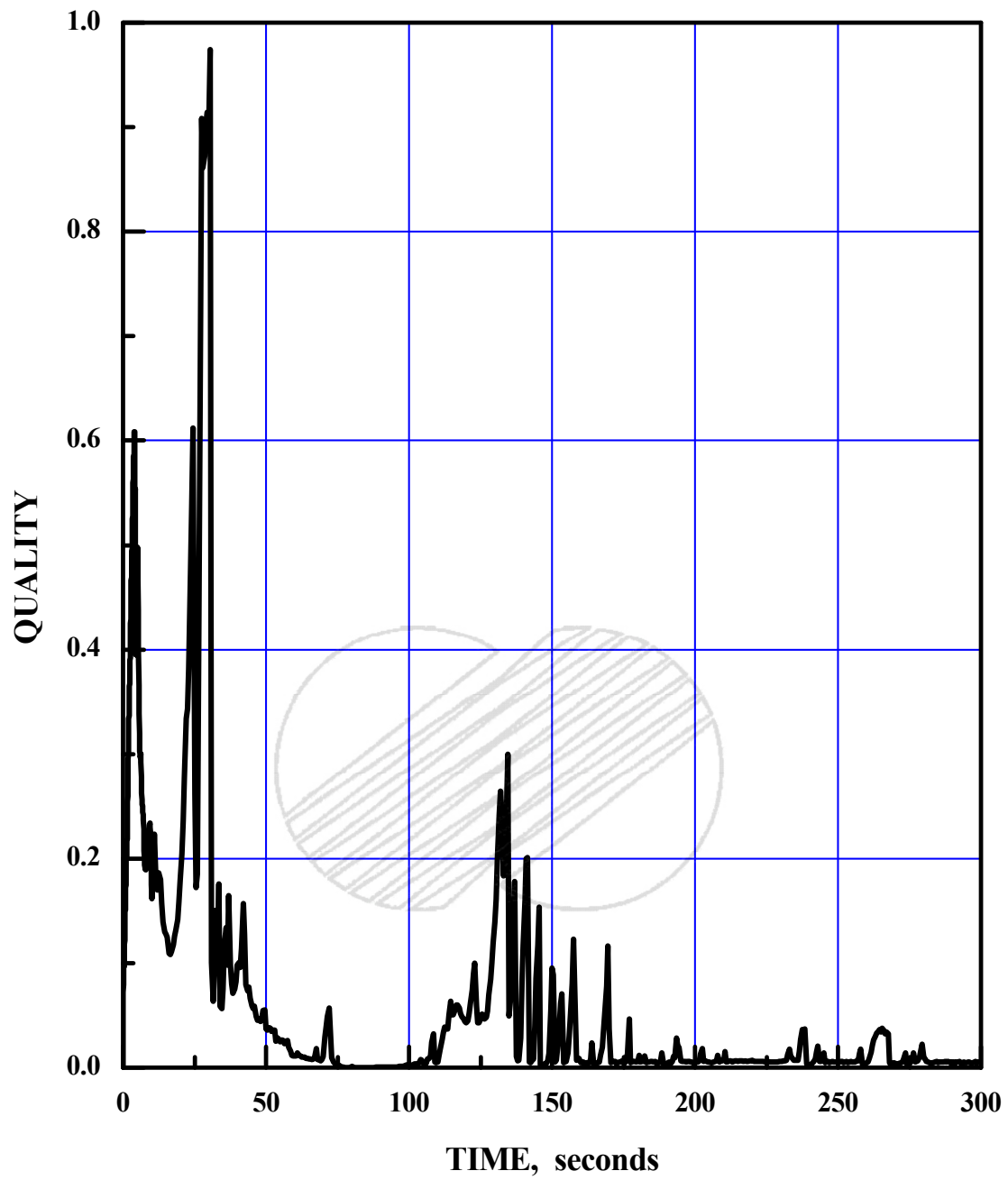


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물로의 파단 에너지 방출량  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 5)

개정번호 191  
2013. 1. 10

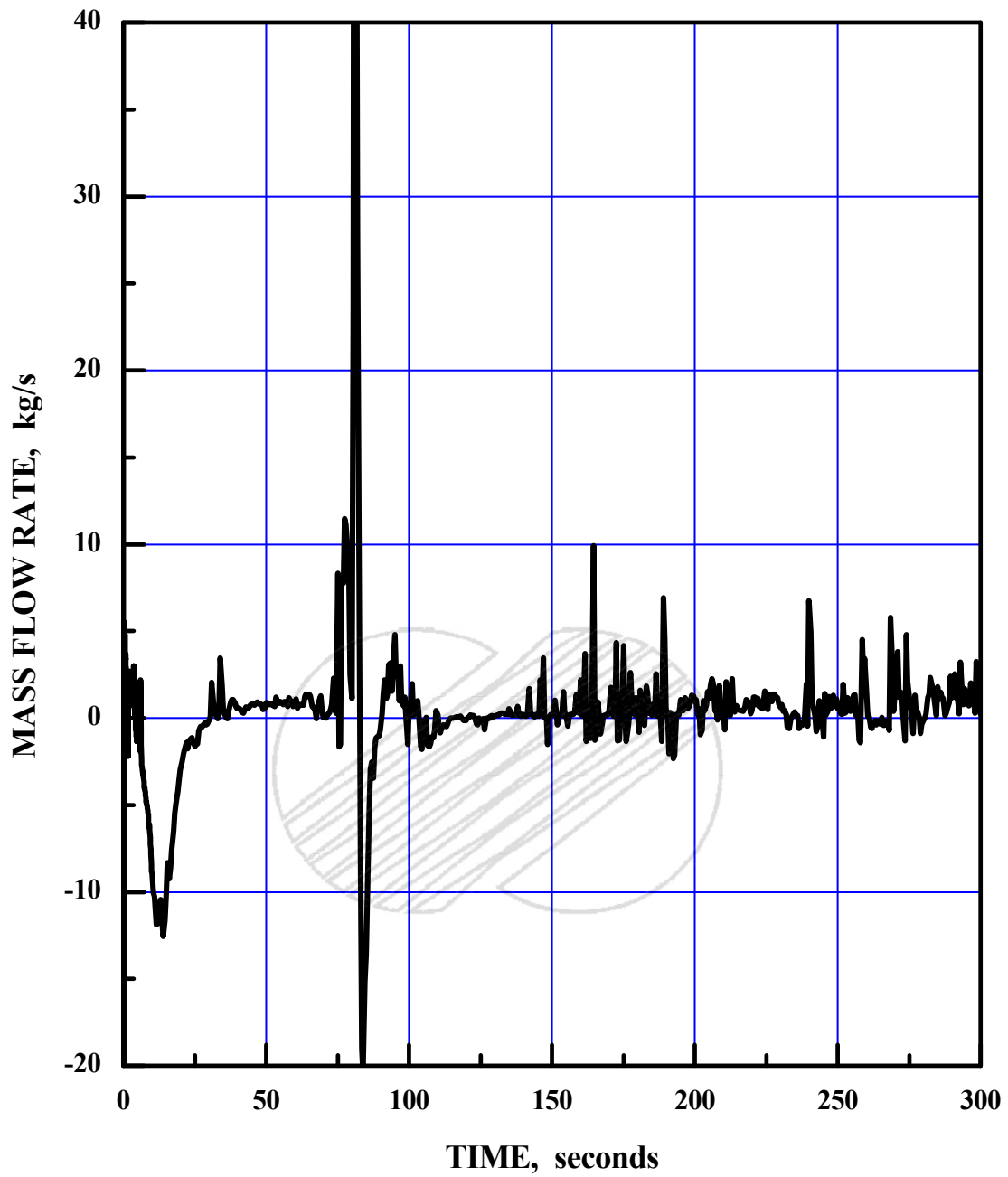


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온 집합체 건도  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 6)

개정번호 191  
2013. 1. 10

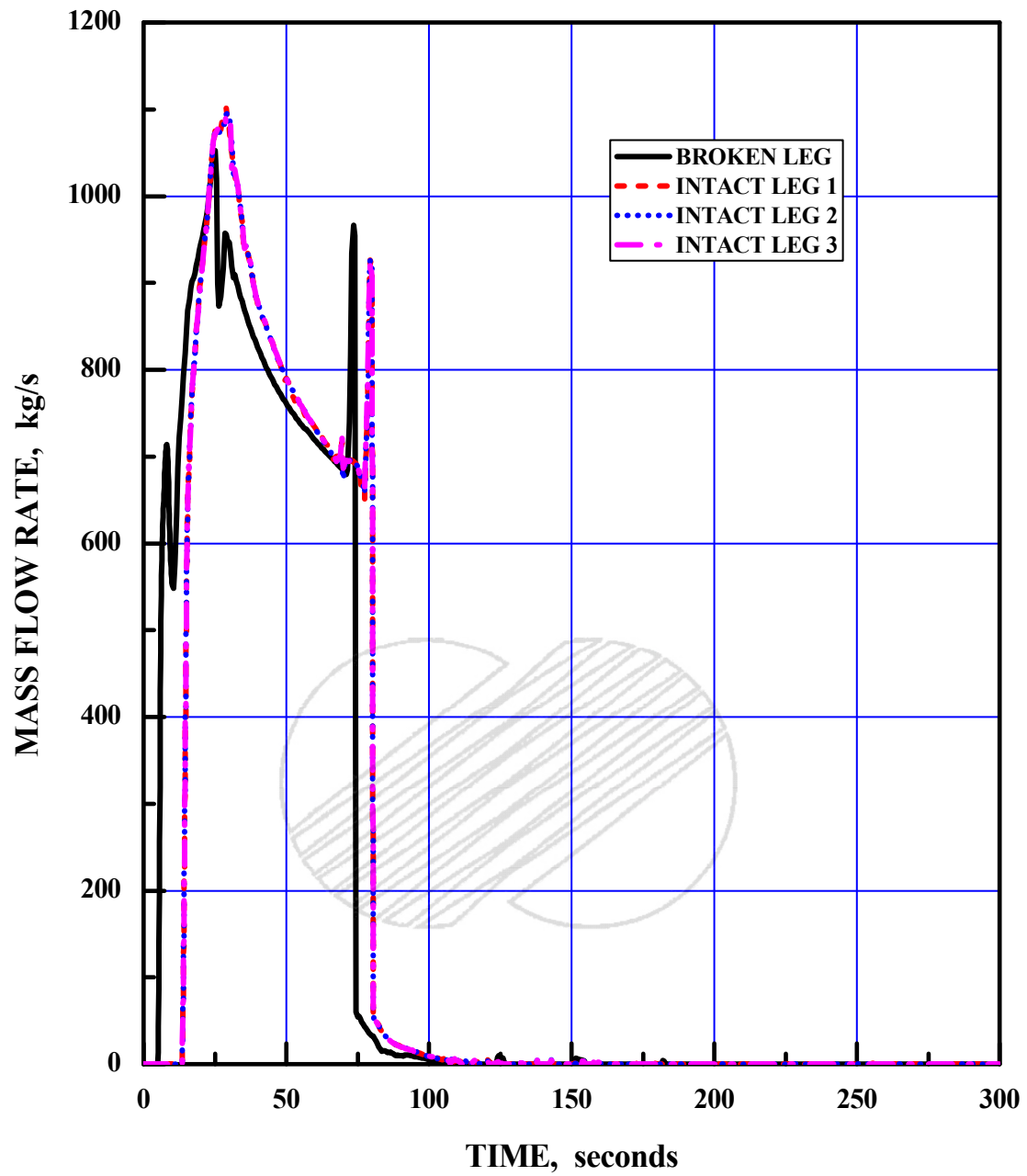


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온 집합체 유량  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 7)

개정번호 191  
2013. 1. 10

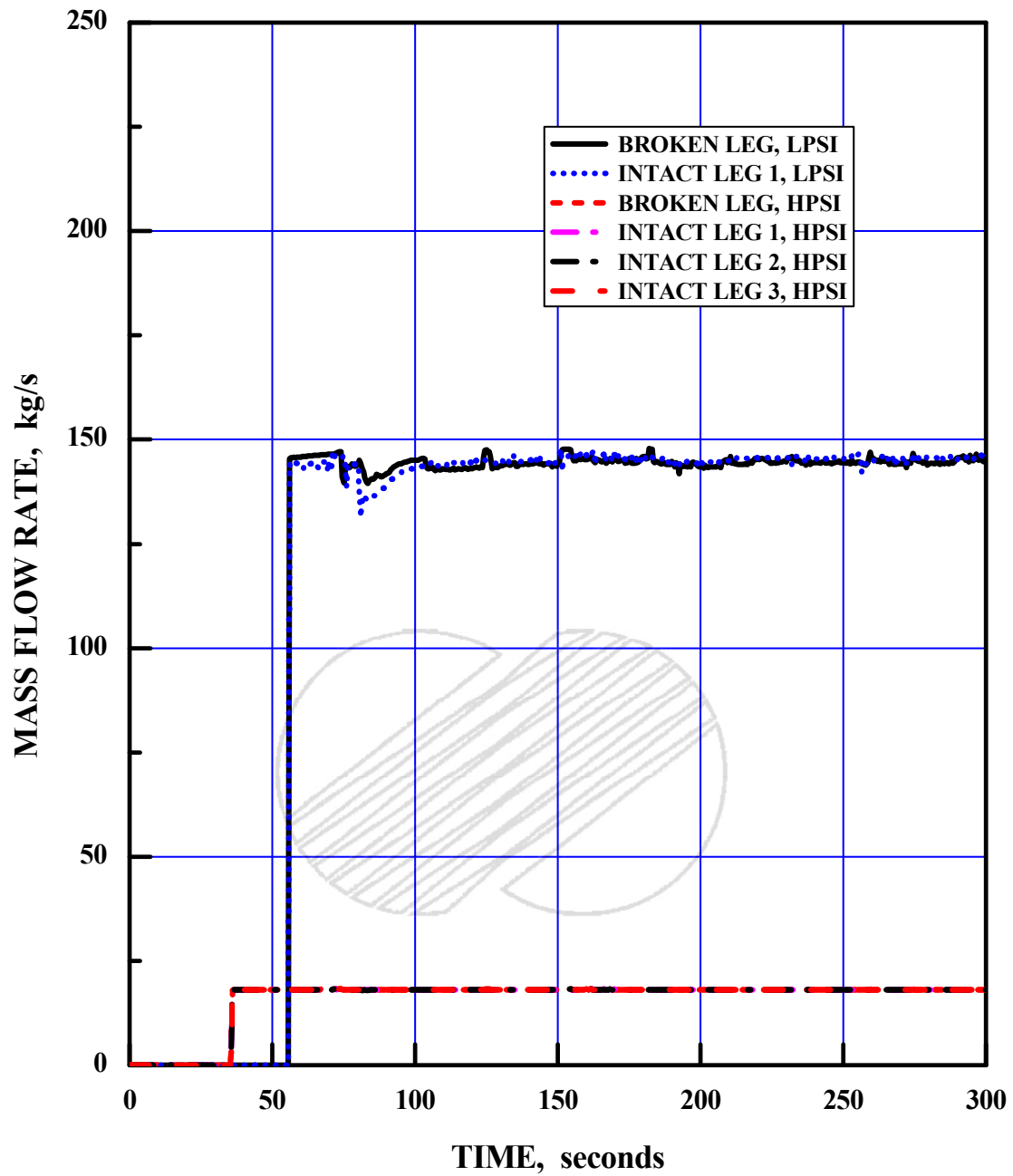


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

안전주입탱크 유량  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 8)

개정번호 191  
2013. 1. 10

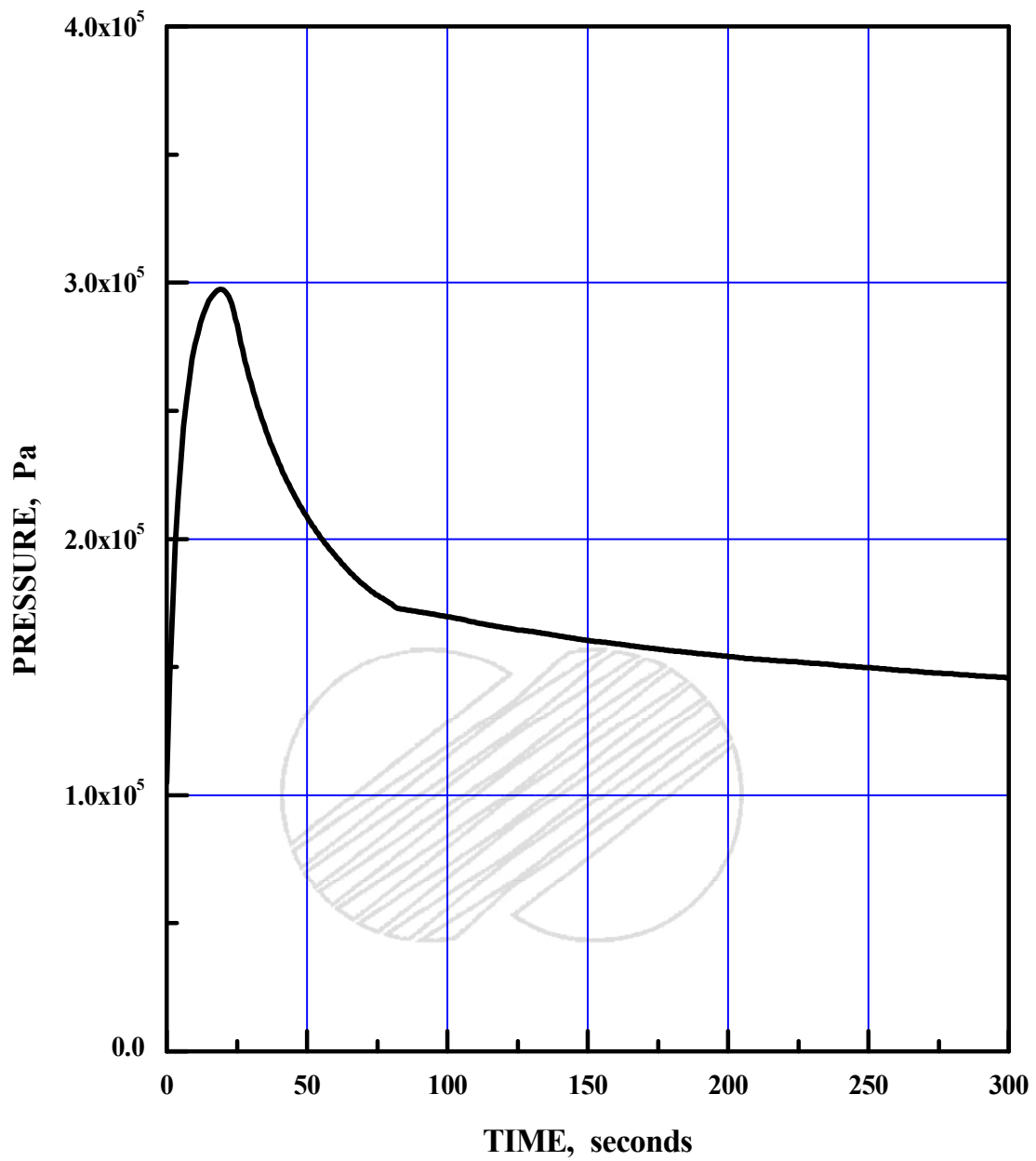


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

안전주입 펌프 유량  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 9)

개정번호 191  
2013. 1. 10

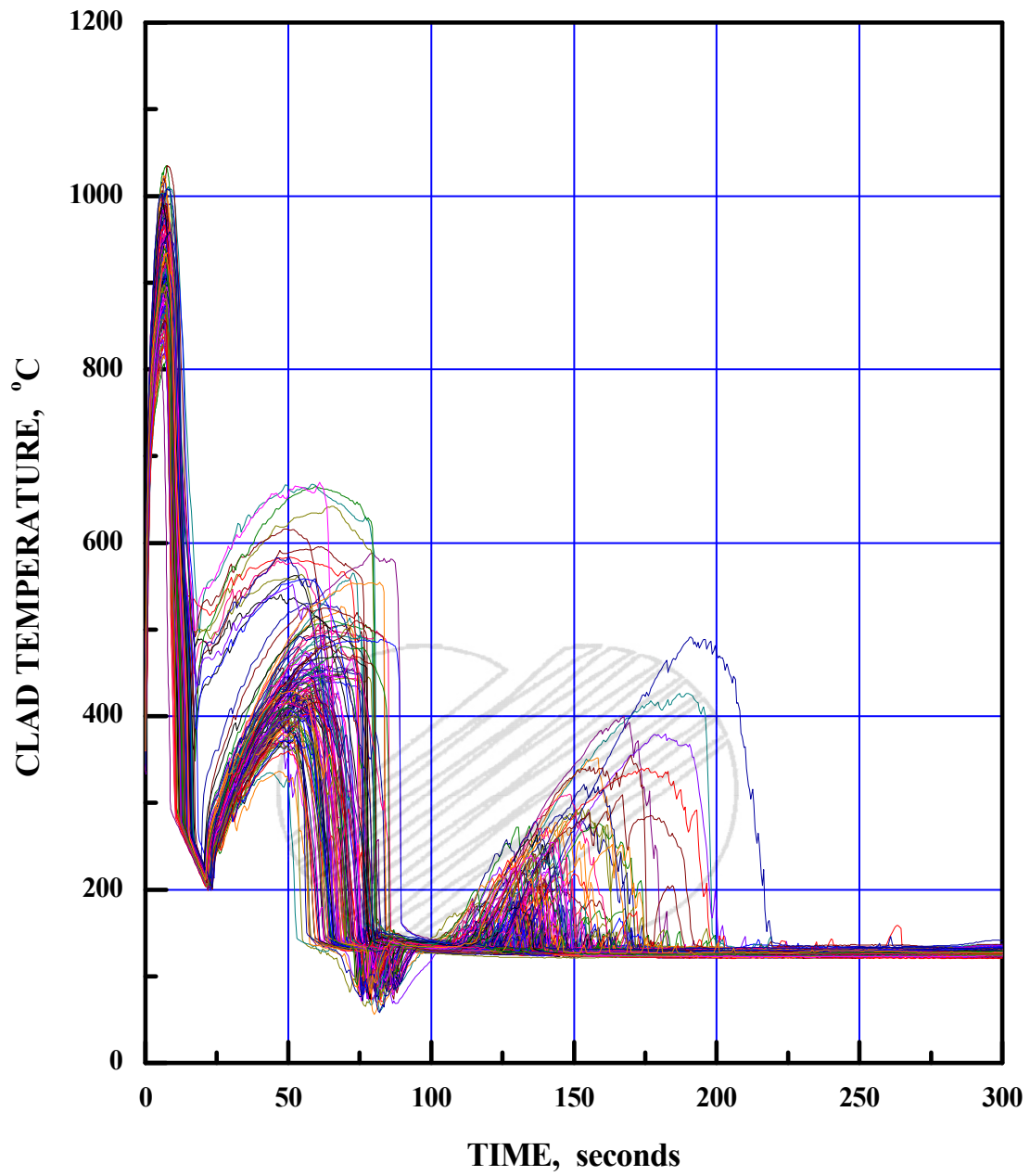


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

격납건물 압력  
(0.8 × 양단 순시 파단)

그림 6.3-11 (10 중 10)

개정번호 191  
2013. 1. 10



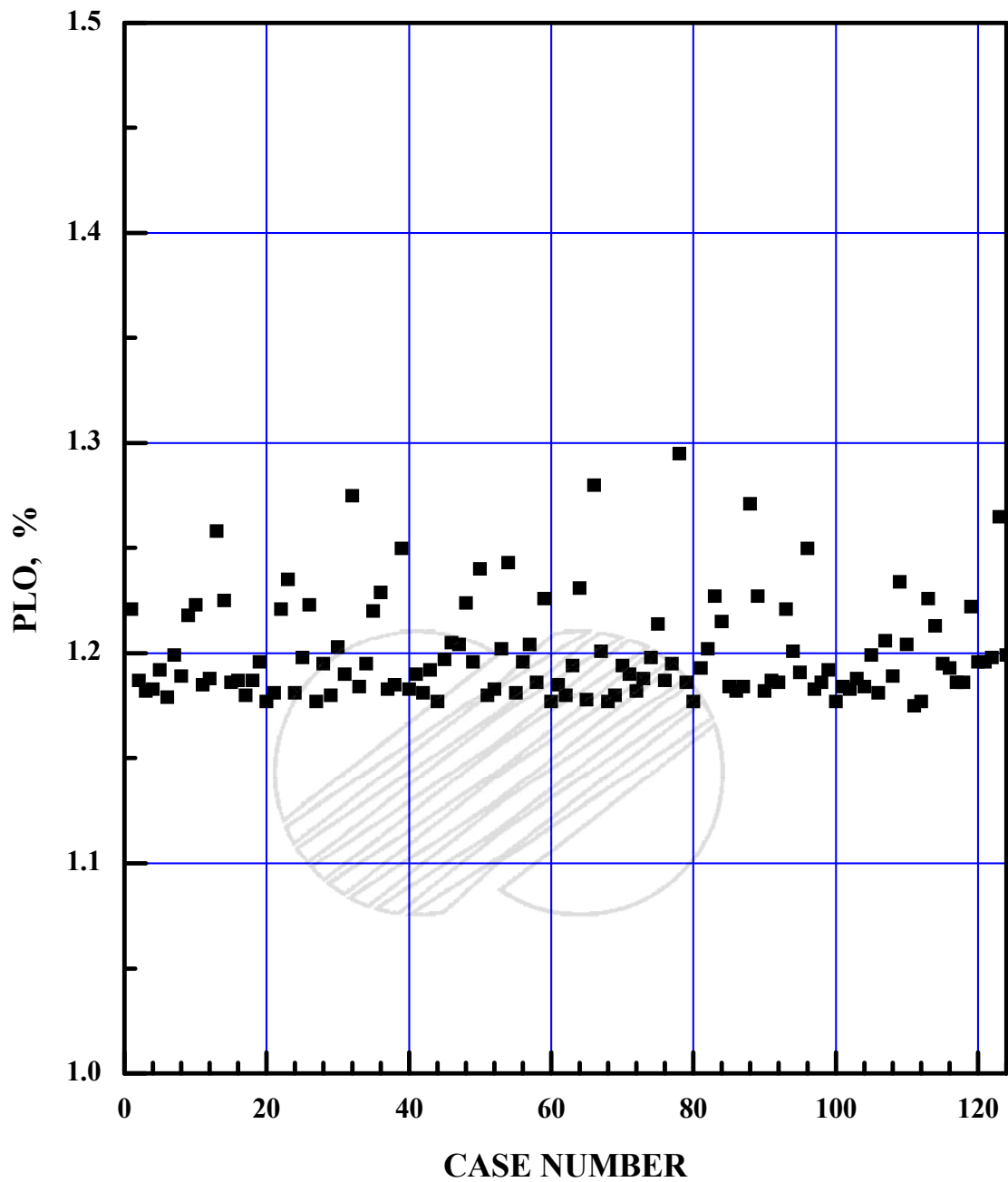
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

단순임의추출 계산의 최대 피복재 온도

그림 6.3-12

개정번호 191  
2013. 1. 10



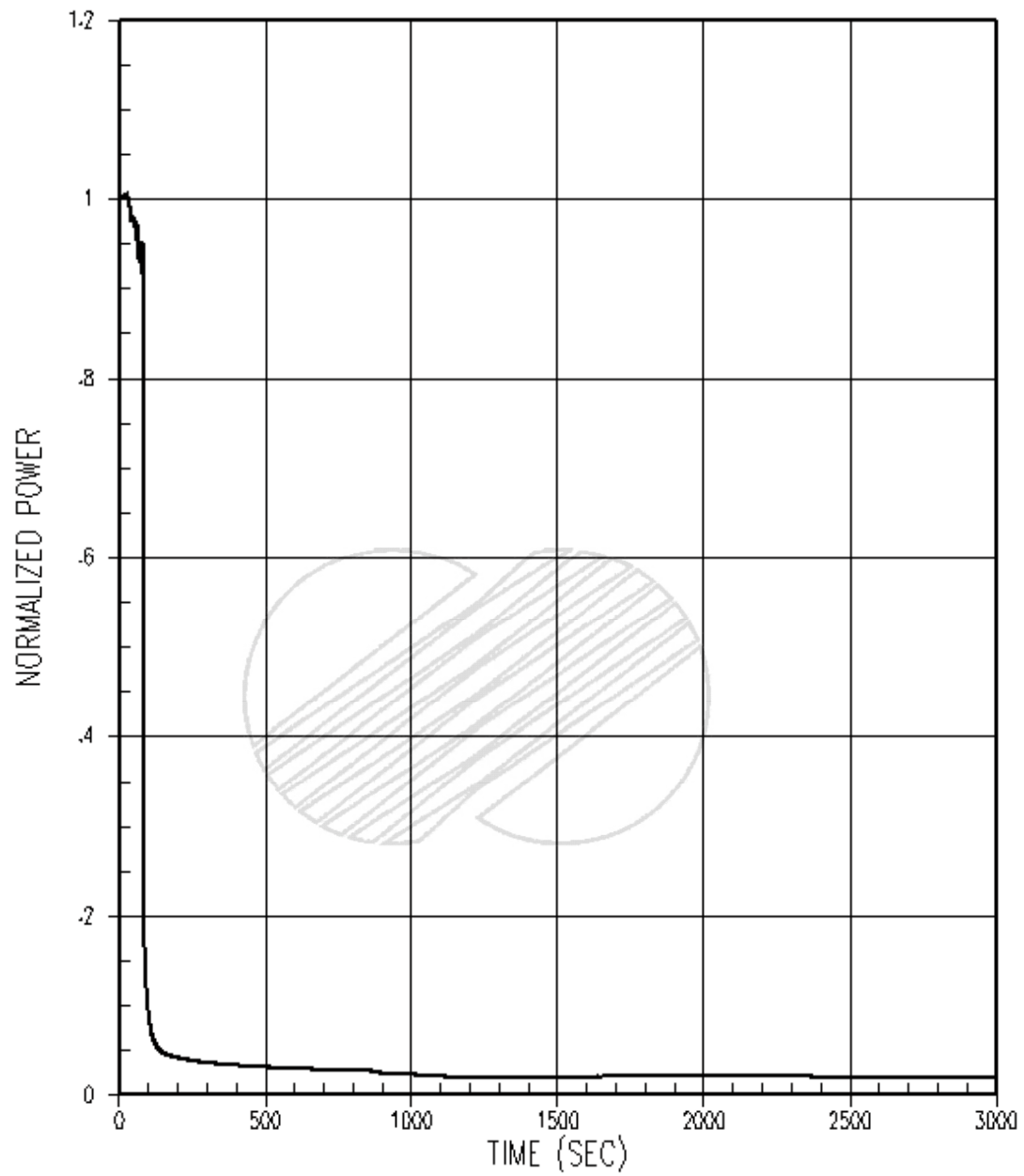


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

단순임의추출 계산의 최대 피복재 산화도

그림 6.3-13

개정번호 191  
2013. 1. 10

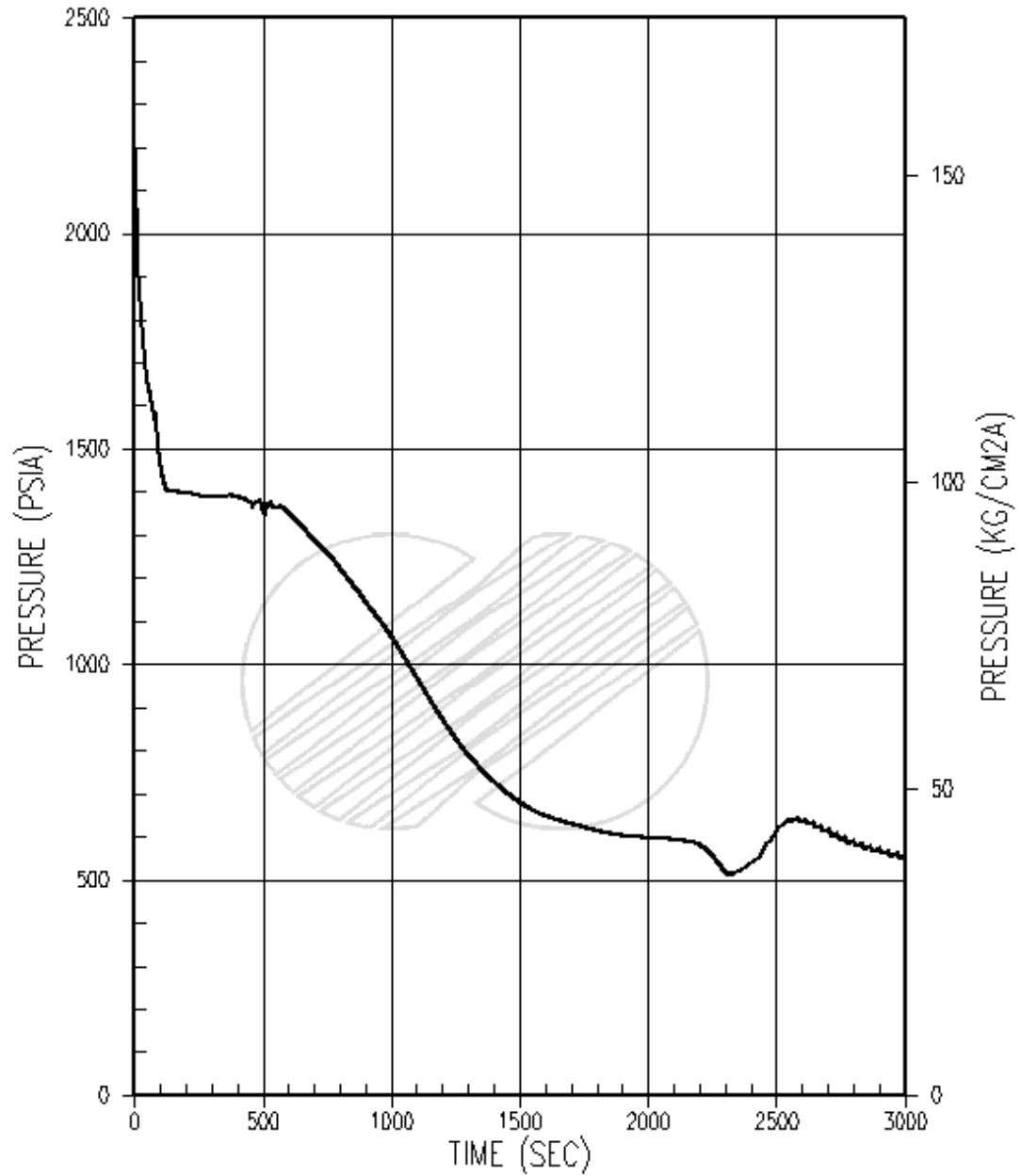


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심 출력  
0.05 ft<sup>2</sup> (46.5 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-14 (7중 1)

개정번호 191  
2013. 1. 10



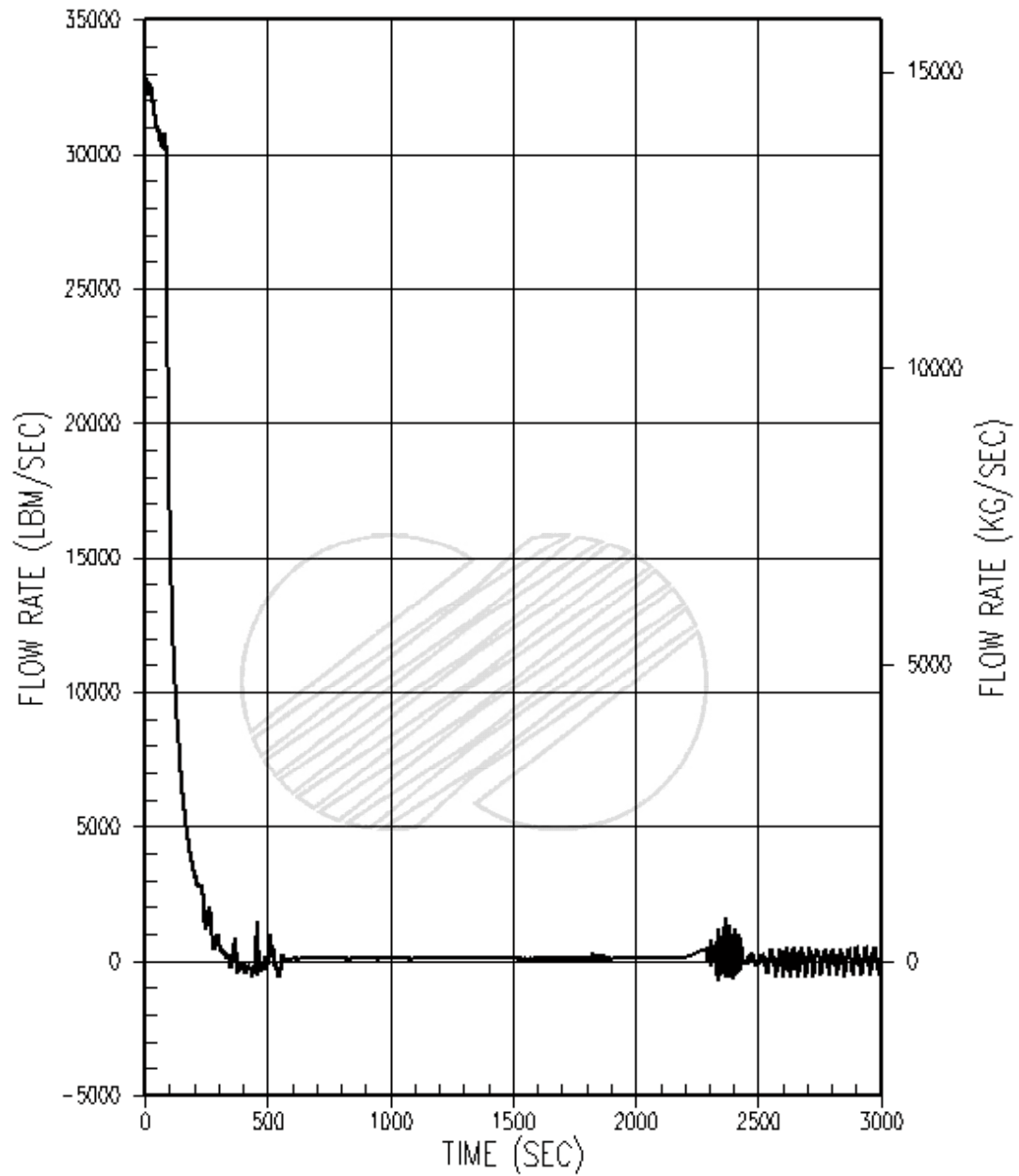
개정번호 191  
2013. 1. 10



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 압력  
 $0.05 \text{ ft}^2 (46.5 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-14 (7중 2)

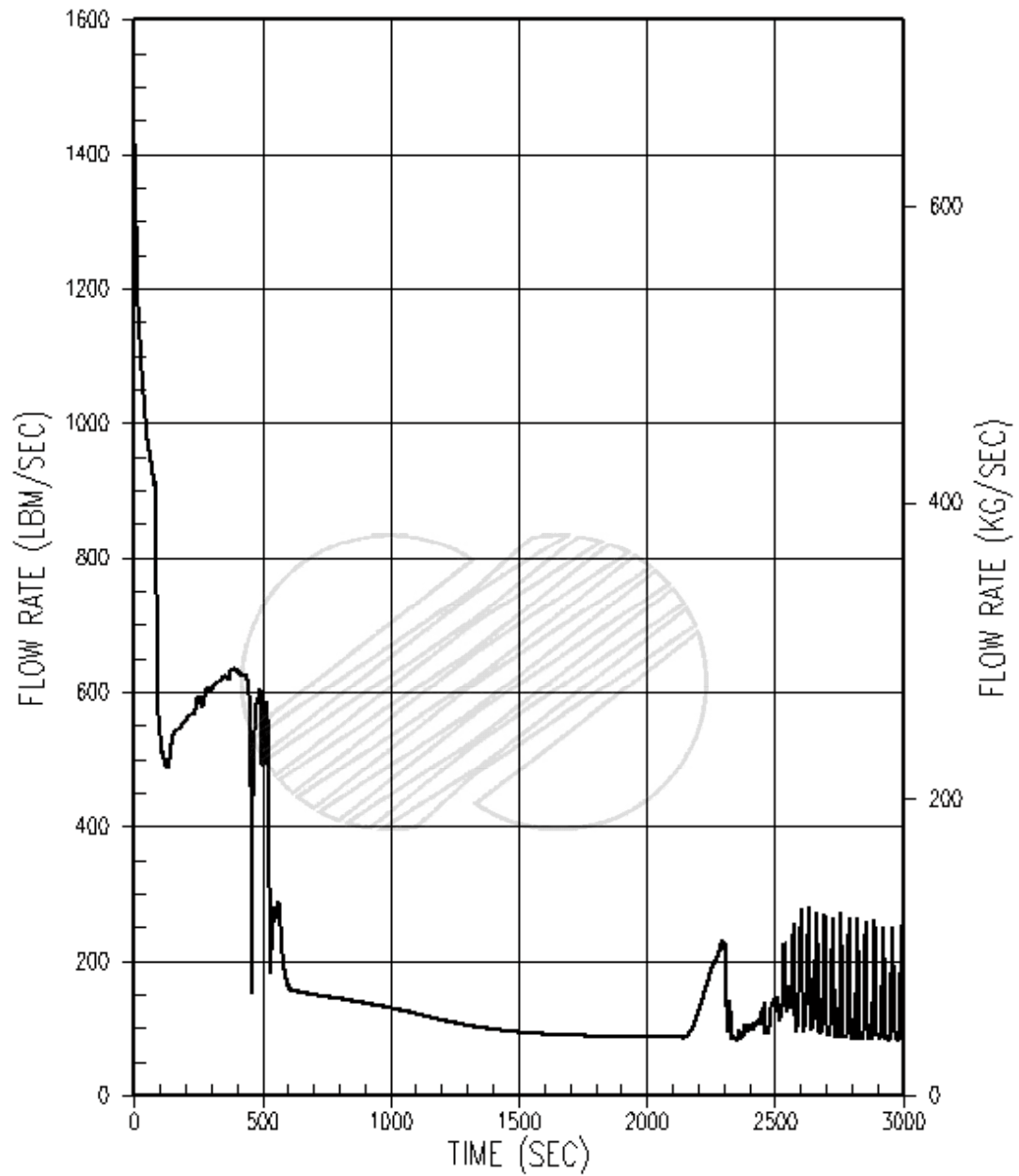


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 입구 유량  
 $0.05 \text{ ft}^2 (46.5 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-14 (7중 3)

개정번호 191  
2013. 1. 10

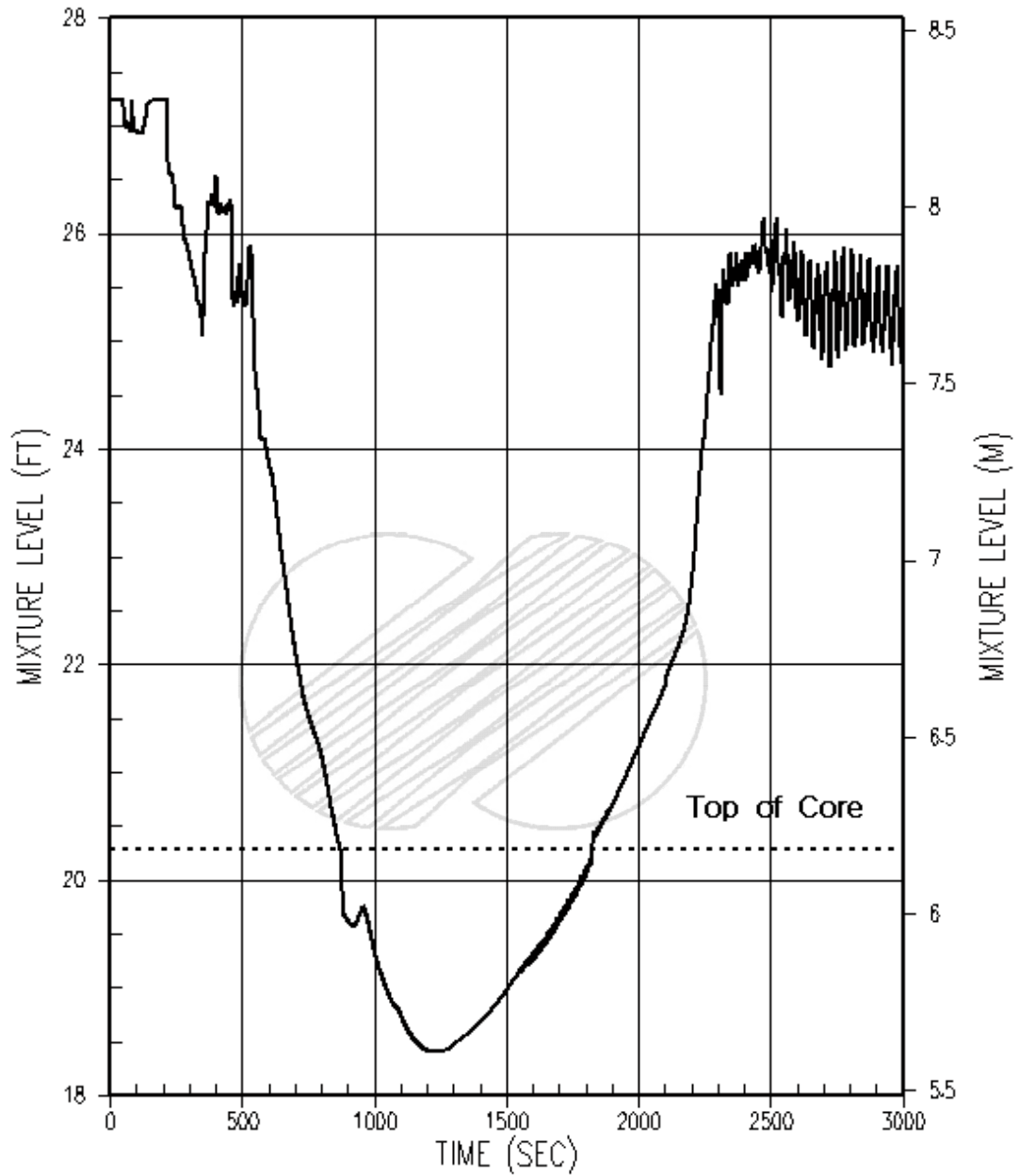


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

파단 유량  
 $0.05 \text{ ft}^2 (46.5 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-14 (7중 4)

개정번호 191  
2013. 1. 10

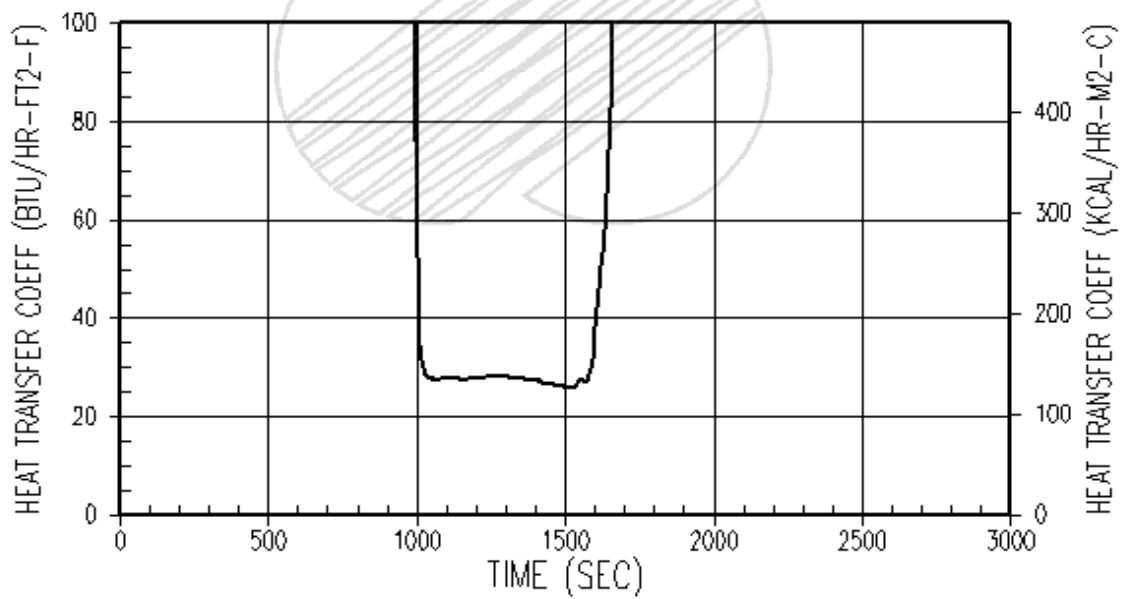
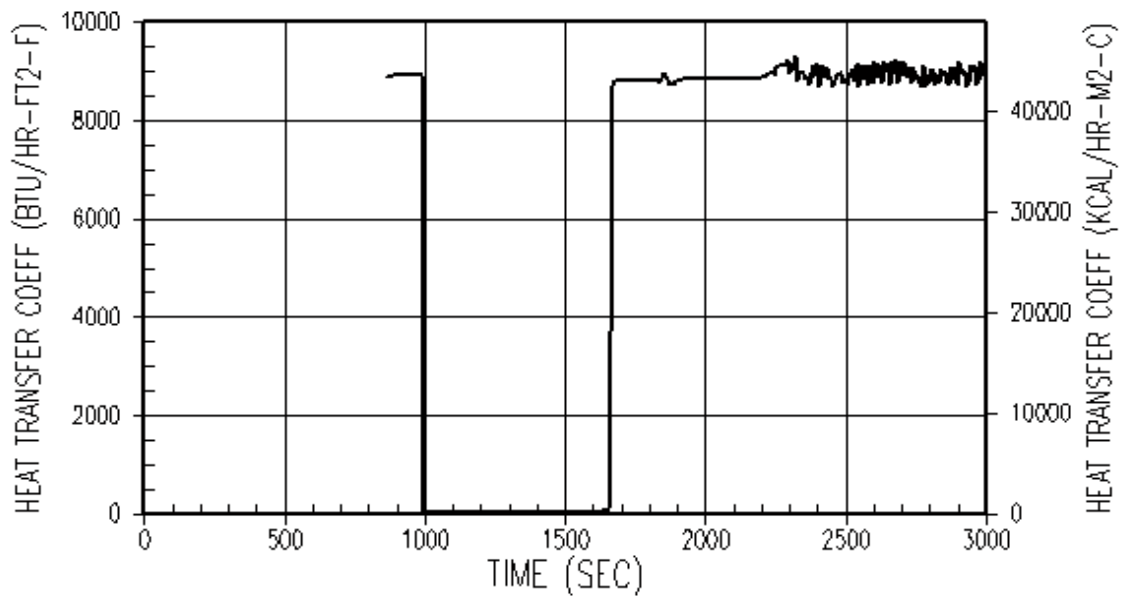


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 이상혼합체 수위  
 $0.05 \text{ ft}^2$  ( $46.5 \text{ cm}^2$ ) 파단

그림 6.3-14 (7중 5)

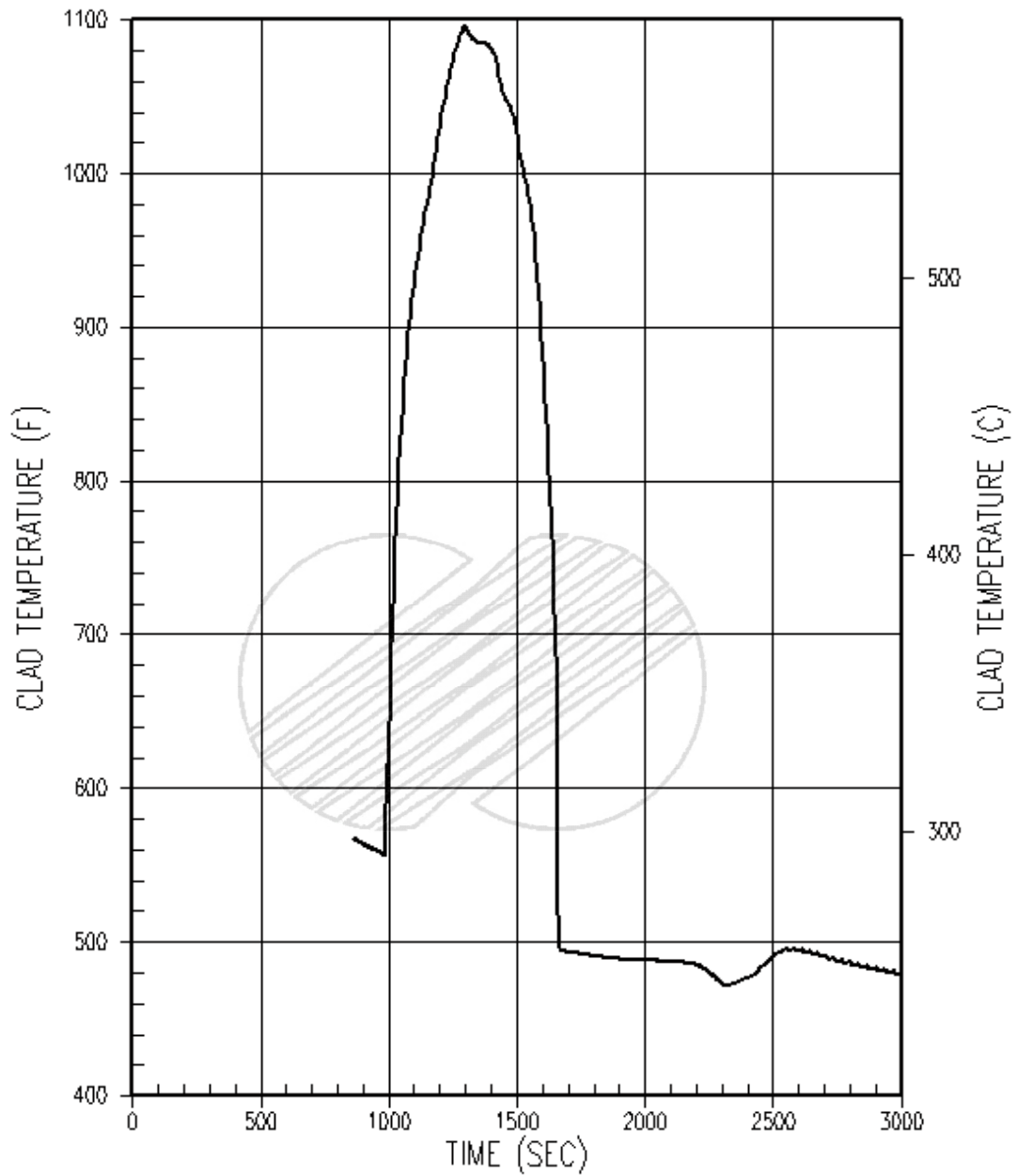
개정번호 191  
2013. 1. 10



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점에서의 열전달계수  
0.05 ft<sup>2</sup> (46.5 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-14 (7중 6)



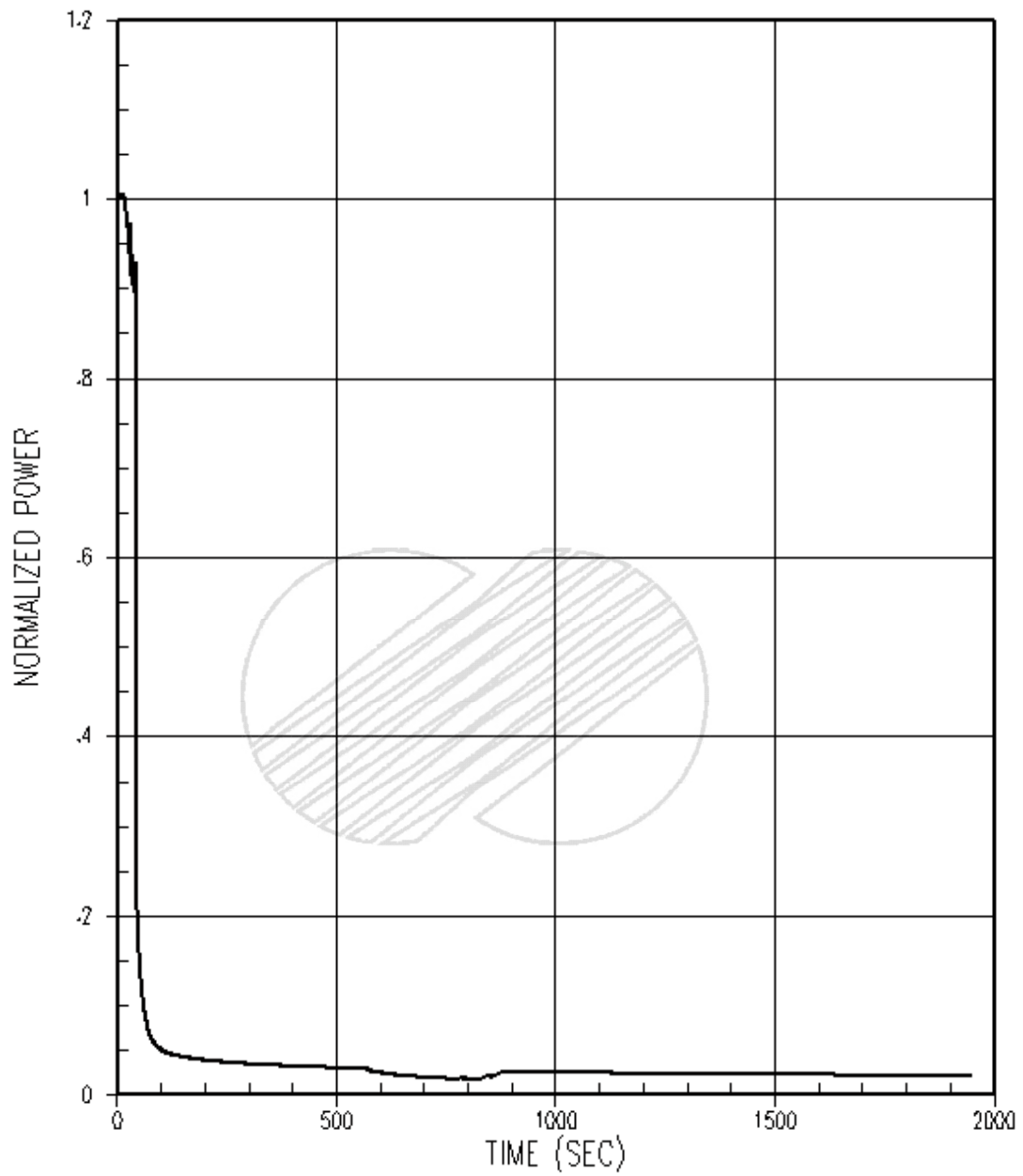
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점에서의 피복재 표면 온도  
 $0.05 \text{ ft}^2 (46.5 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-14 (7중 7)

개정번호 191  
2013. 1. 10



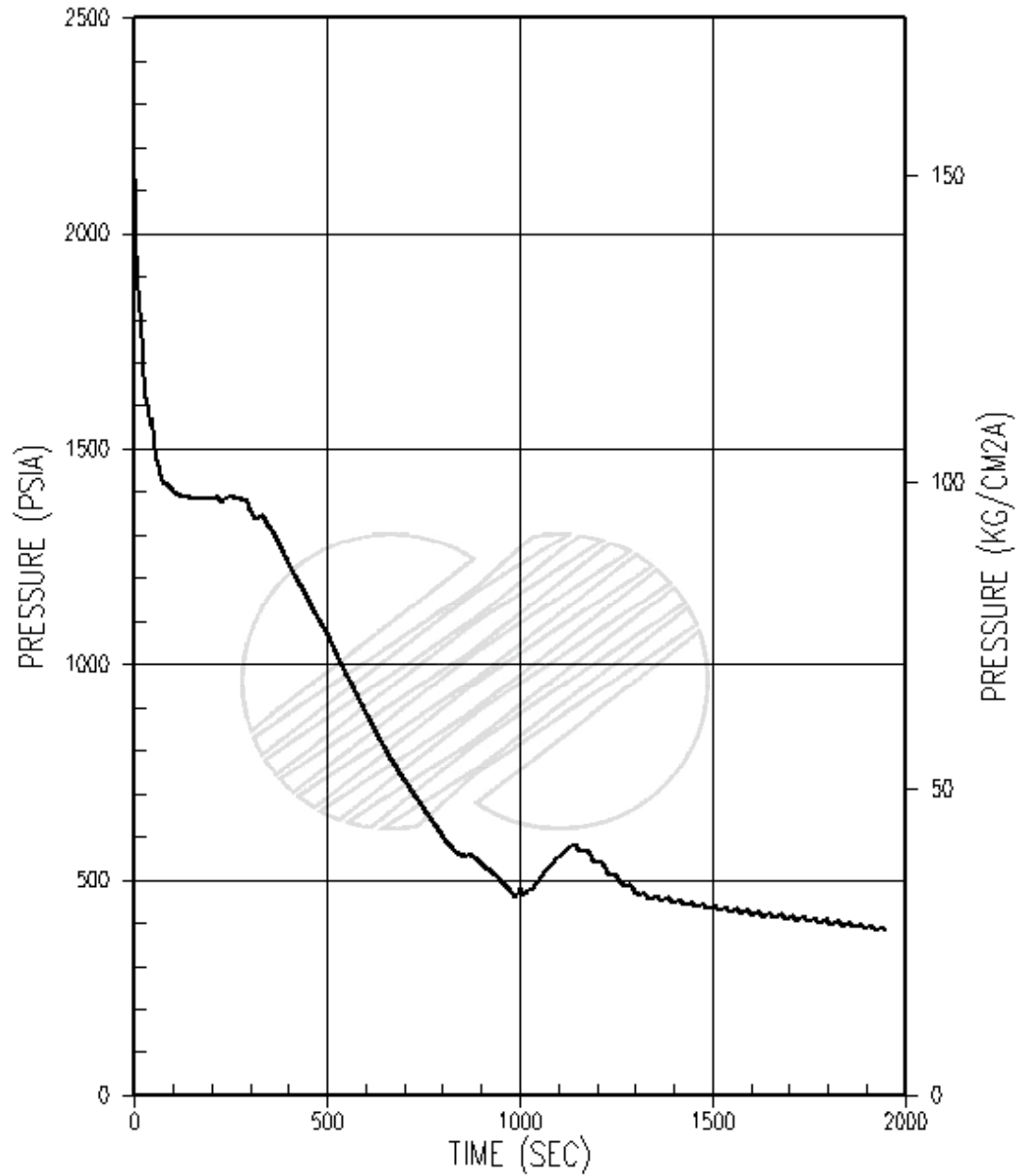


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심 출력  
0.087 ft<sup>2</sup> (80.8 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-15 (7중 1)

개정번호 191  
2013. 1. 10

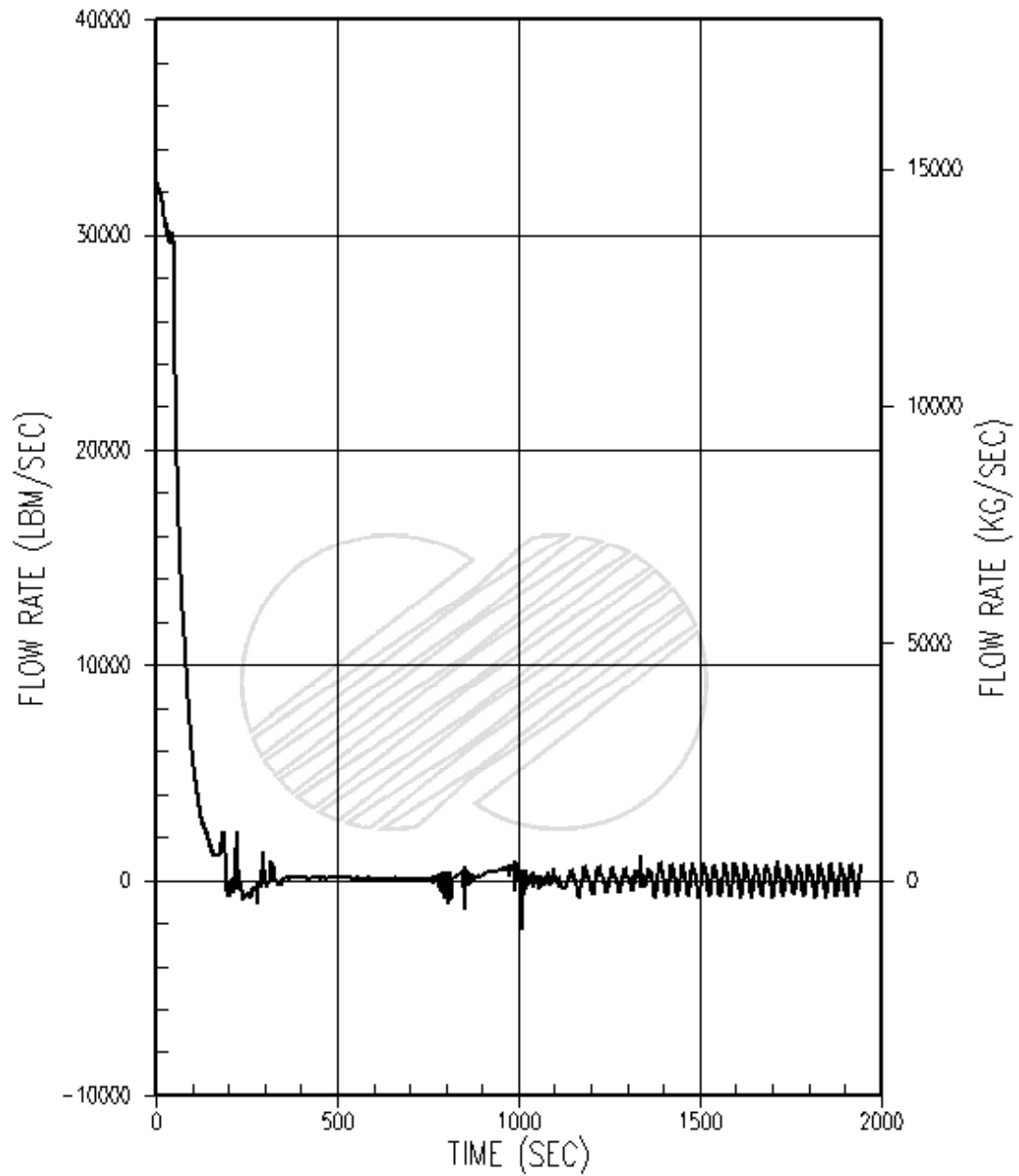


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 압력  
0.087 ft<sup>2</sup> (80.8 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-15 (7중 2)

개정번호 191  
2013. 1. 10

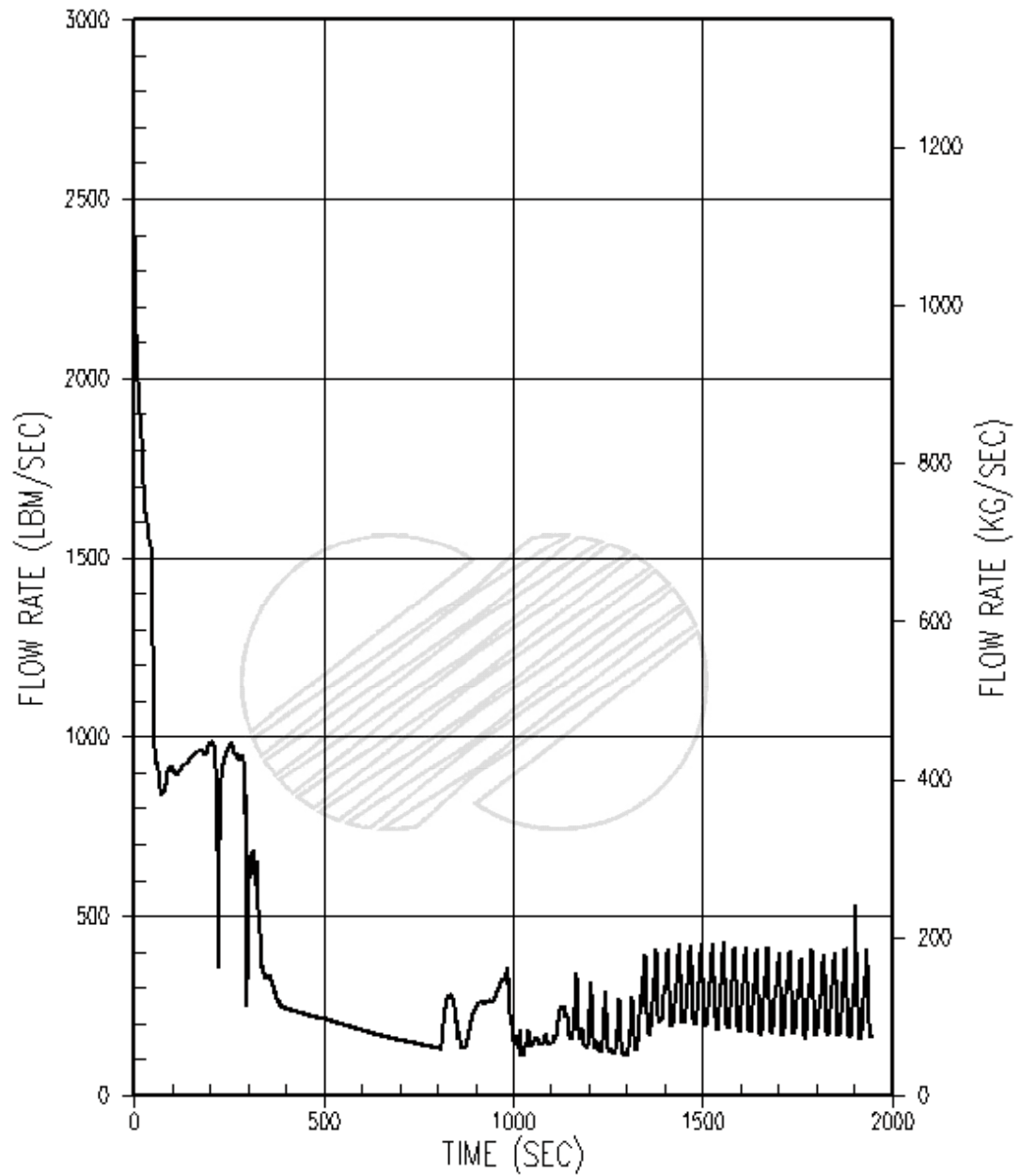


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 입구 유량  
 $0.087 \text{ ft}^2 (80.8 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-15 (7중 3)

개정번호 191  
2013. 1. 10

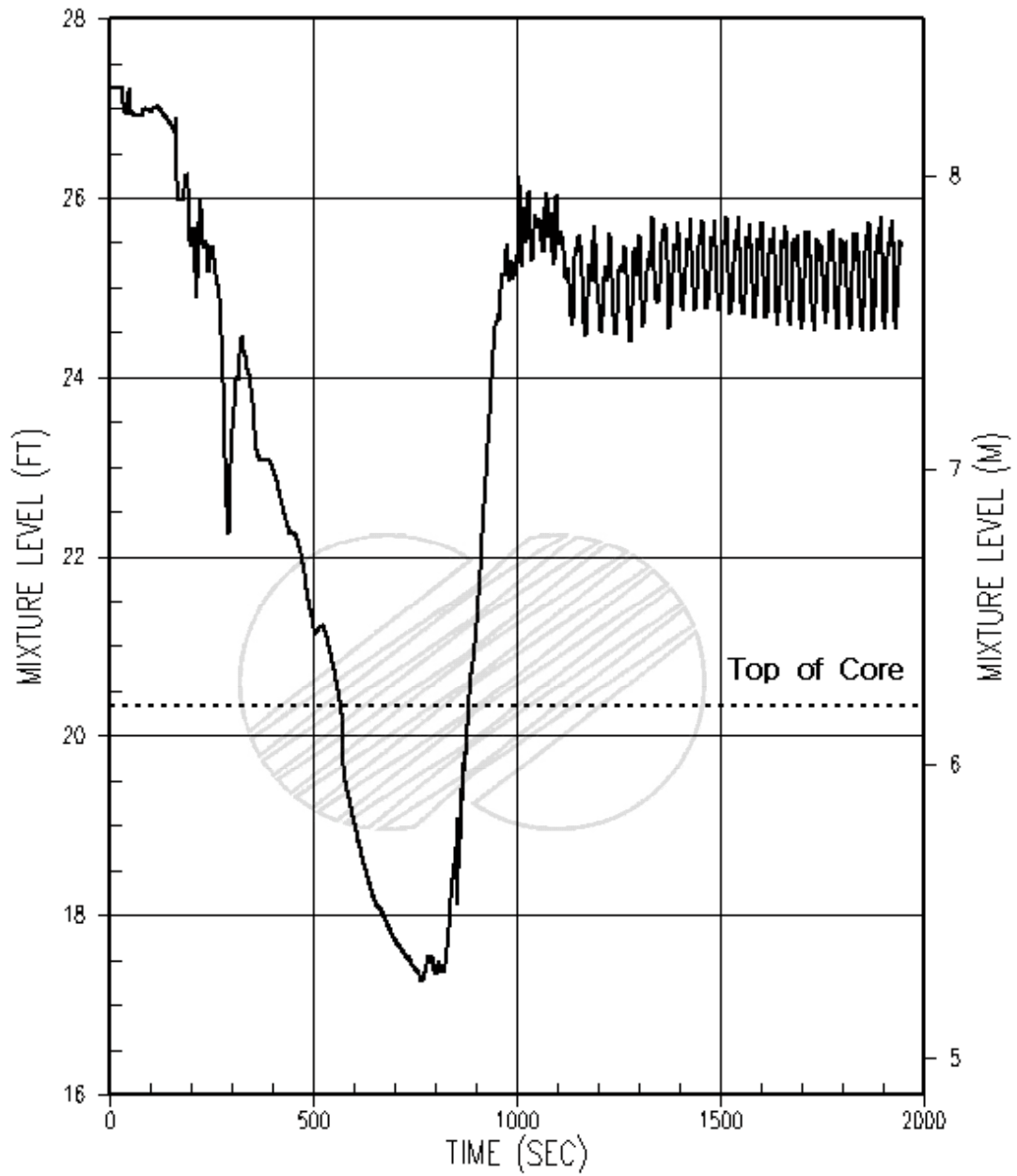


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

파단 유량  
 $0.087 \text{ ft}^2 (80.8 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-15 (7중 4)

개정번호 191  
2013. 1. 10

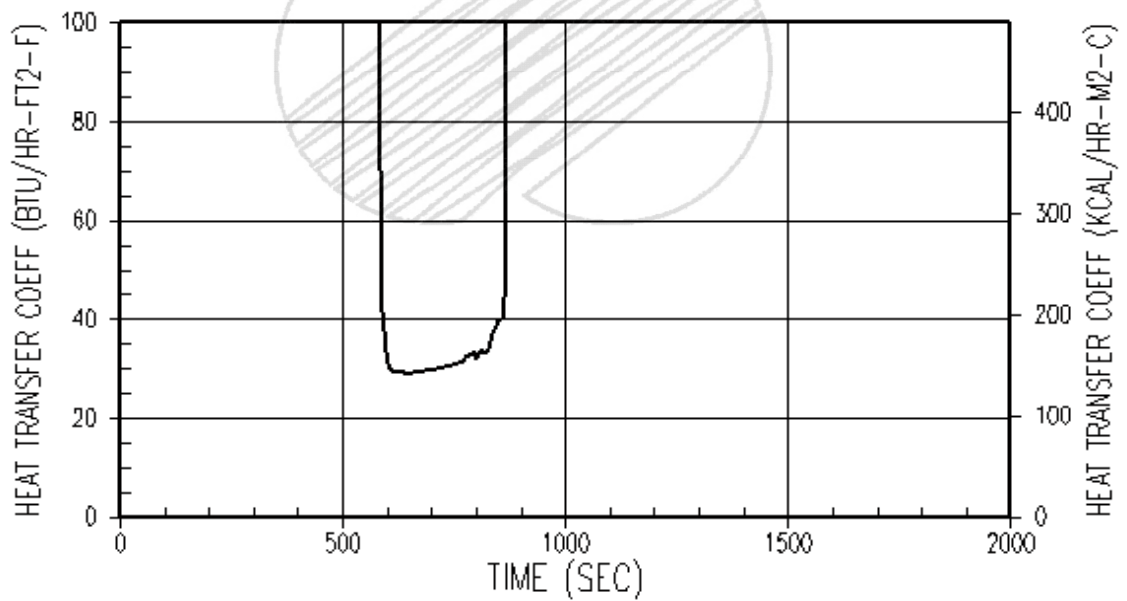
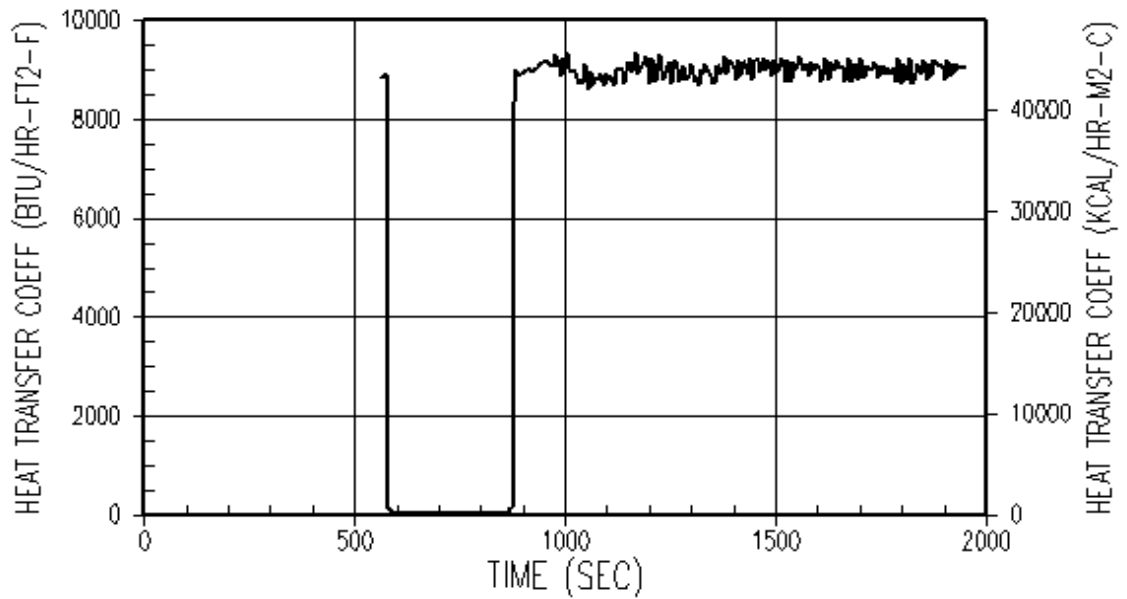


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 이상혼합체 수위  
 $0.087 \text{ ft}^2 (80.8 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-15 (7중 5)

개정번호 191  
2013. 1. 10

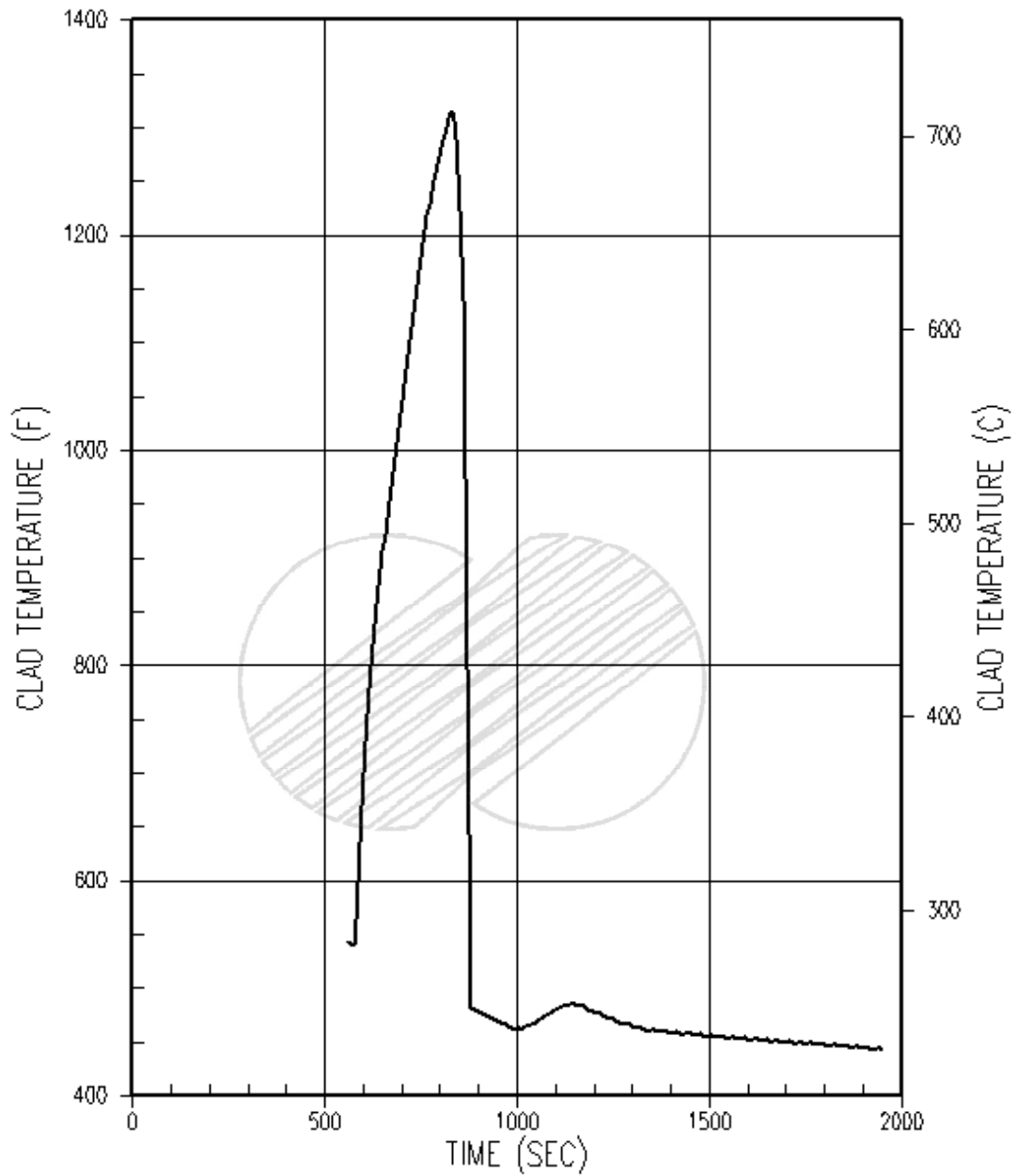


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점에서의 열전달계수  
0.087 ft<sup>2</sup> (80.8 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-15 (7중 6)

개정번호 191  
2013. 1. 10

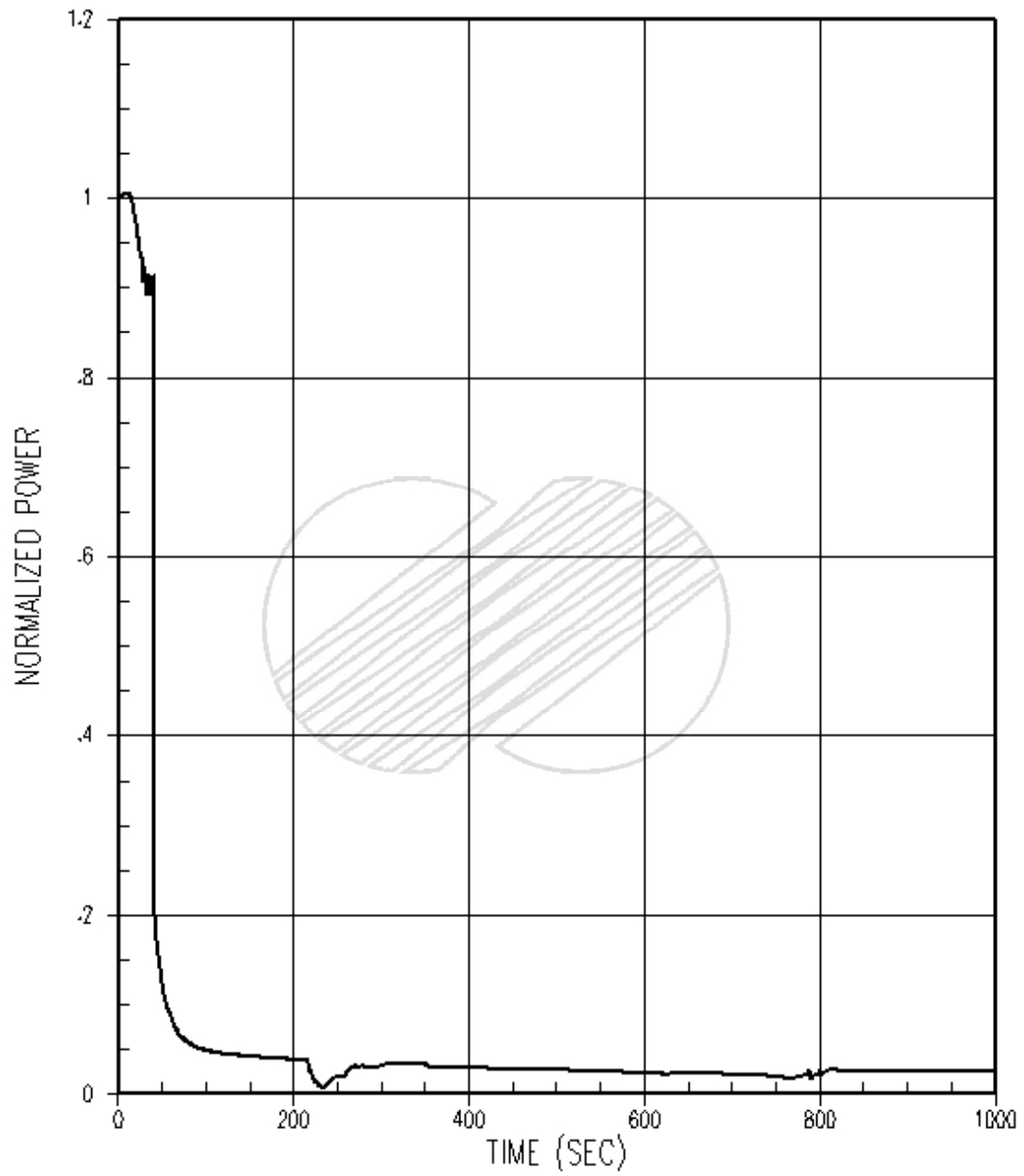


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점에서의 피복재 표면 온도  
0.087 ft<sup>2</sup> (80.8 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-15 (7중 7)

개정번호 191  
2013. 1. 10



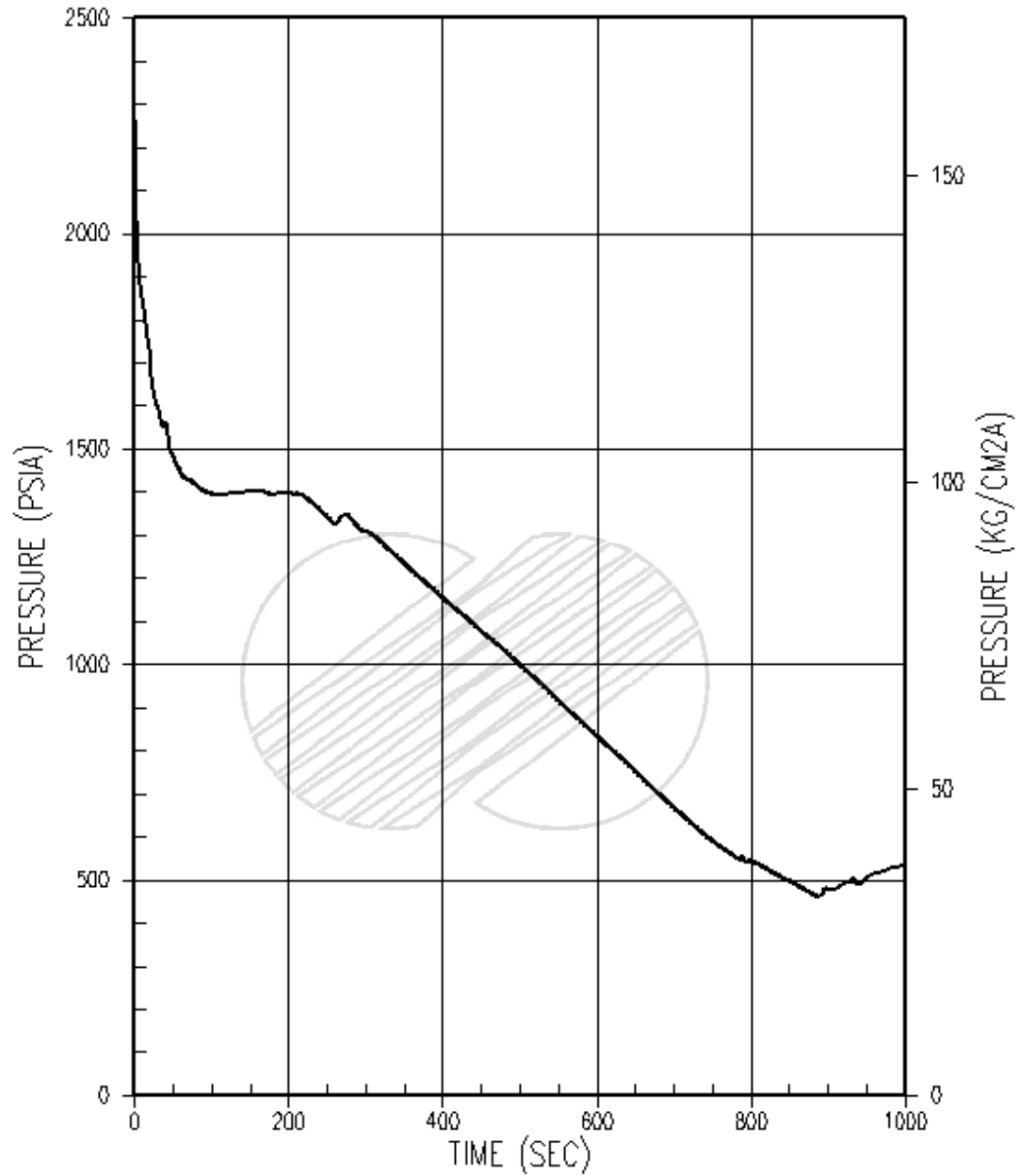
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

정규화된 노심 출력  
0.1 ft<sup>2</sup> (92.9 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-16 (7중 1)

개정번호 191  
2013. 1. 10



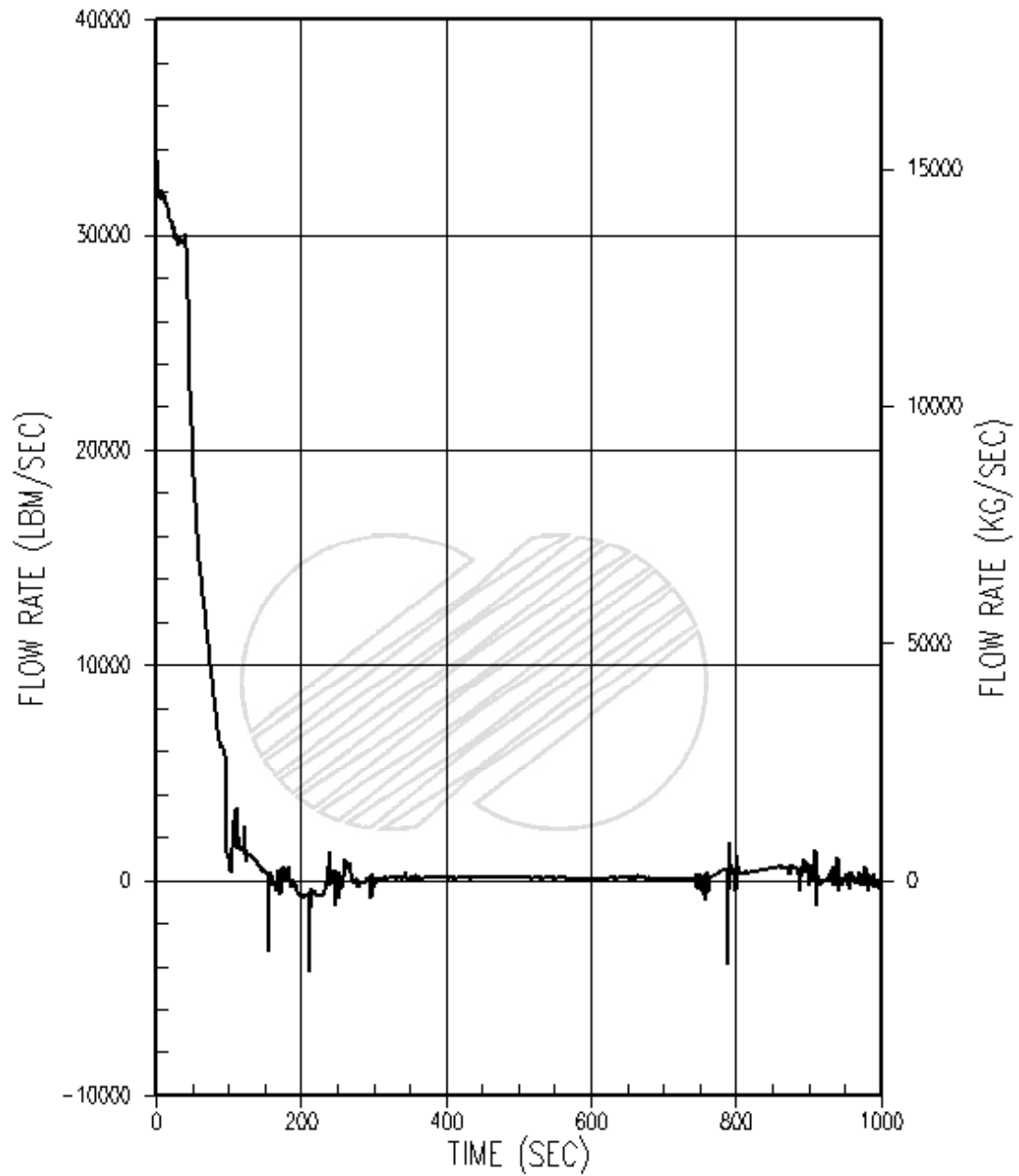


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 압력  
0.1 ft<sup>2</sup> (92.9 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-16 (7중 2)

개정번호 191  
2013. 1. 10

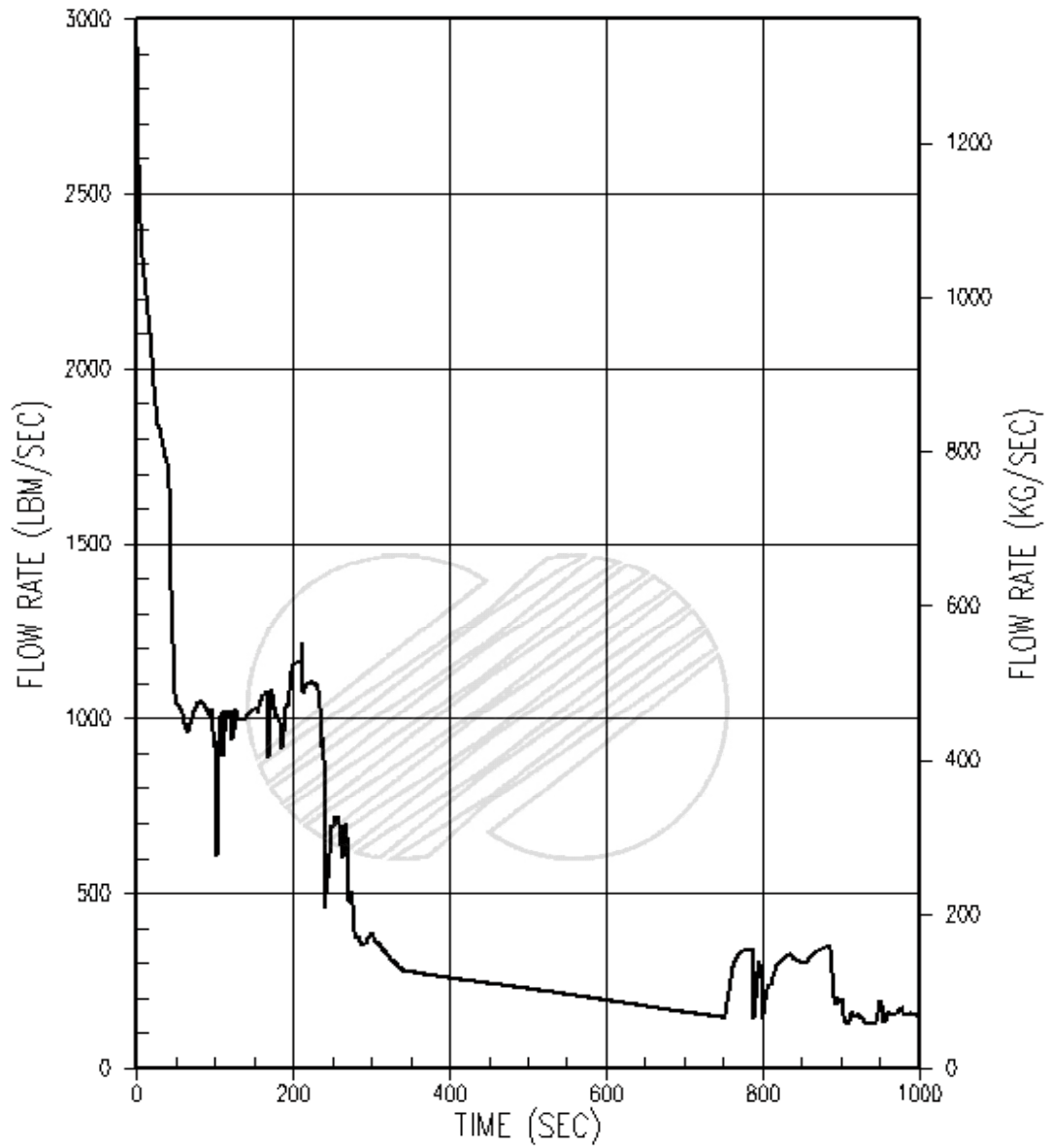


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 입구 유량  
0.1 ft<sup>2</sup> (92.9 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-16 (7중 3)

개정번호 191  
2013. 1. 10

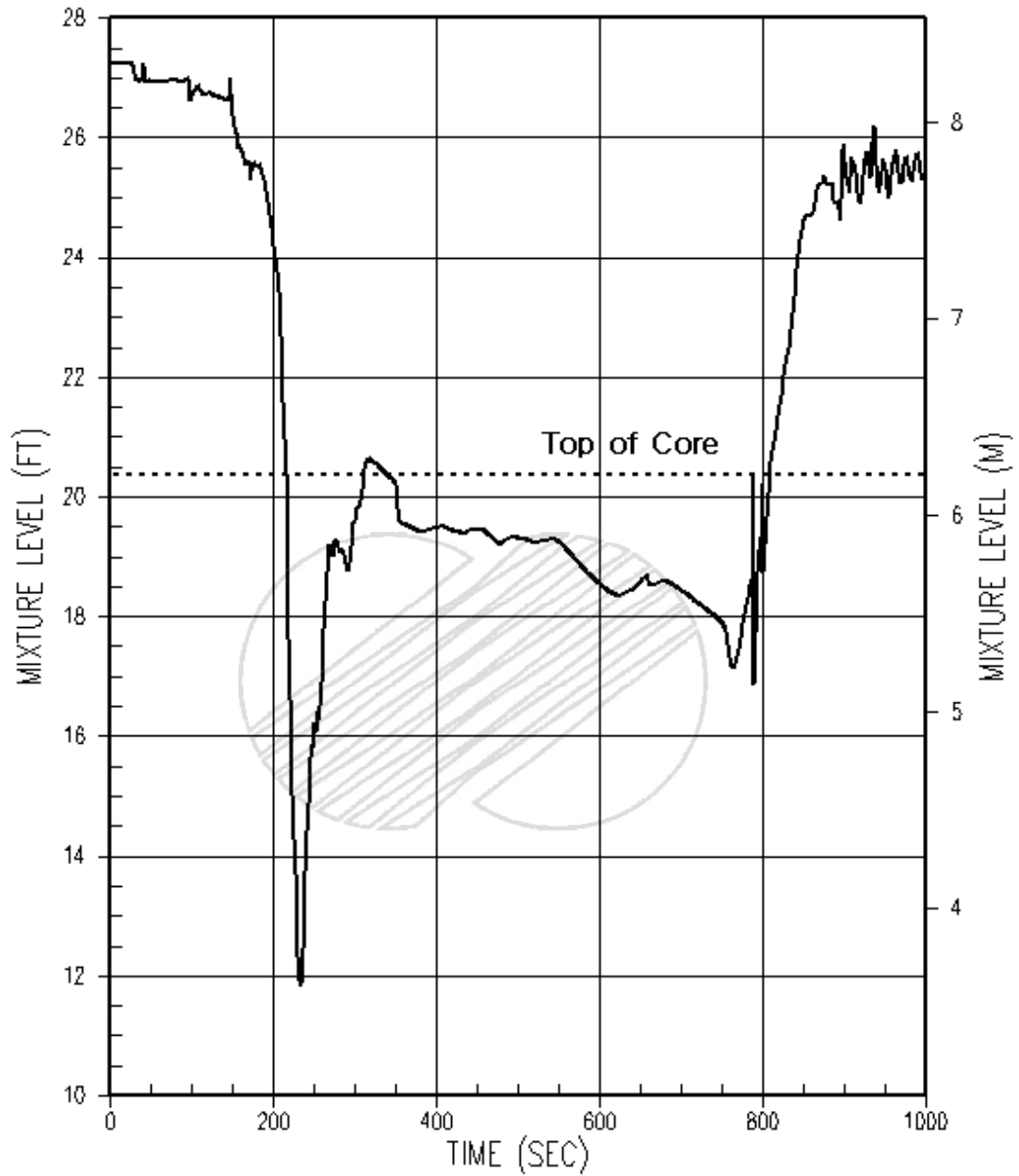


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

파단 유량  
0.1 ft<sup>2</sup> (92.9 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-16 (7중 4)

개정번호 191  
2013. 1. 10

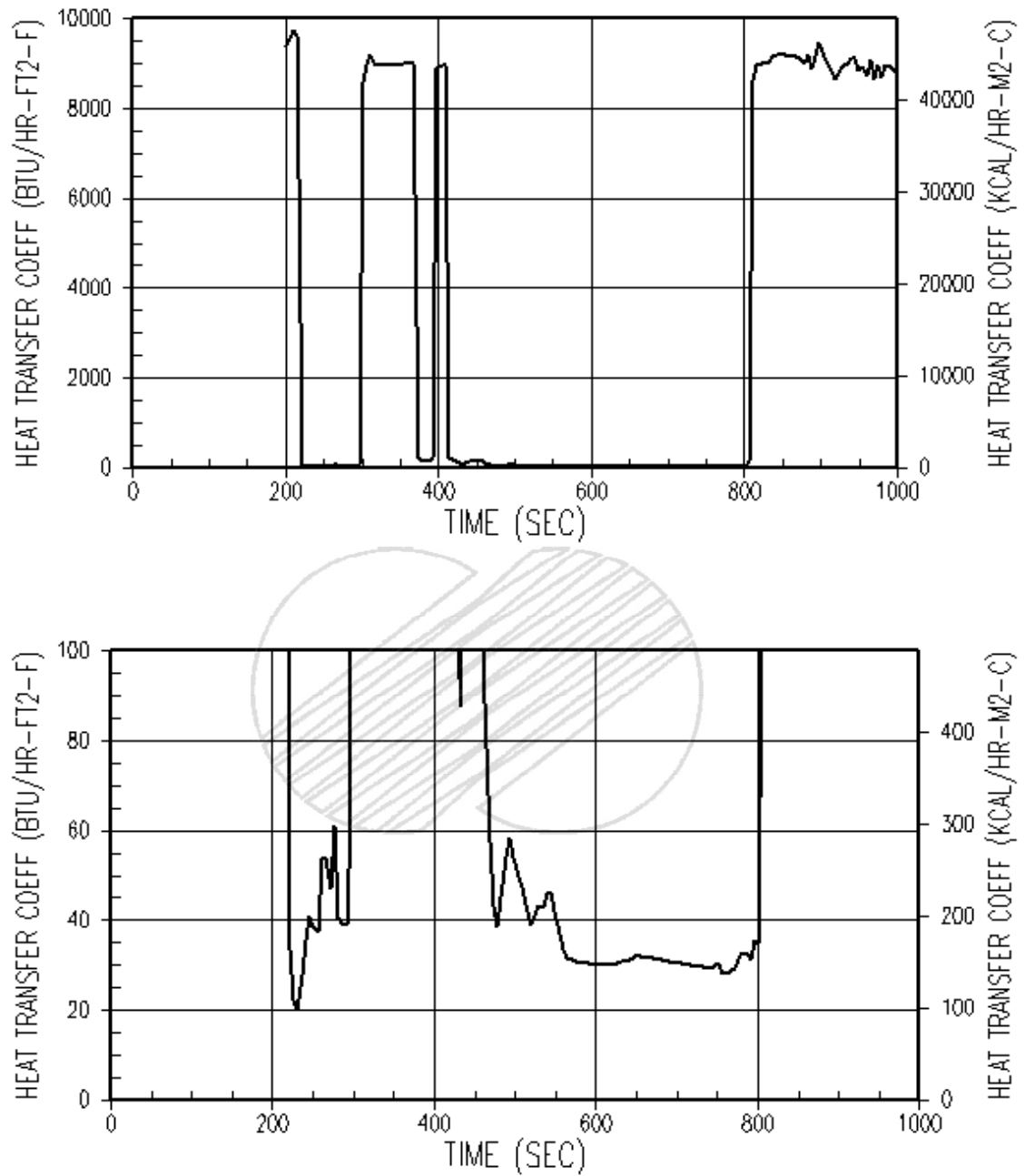


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

노심 이상혼합체 수위  
0.1 ft<sup>2</sup> (92.9 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-16 (7중 5)

개정번호 191  
2013. 1. 10

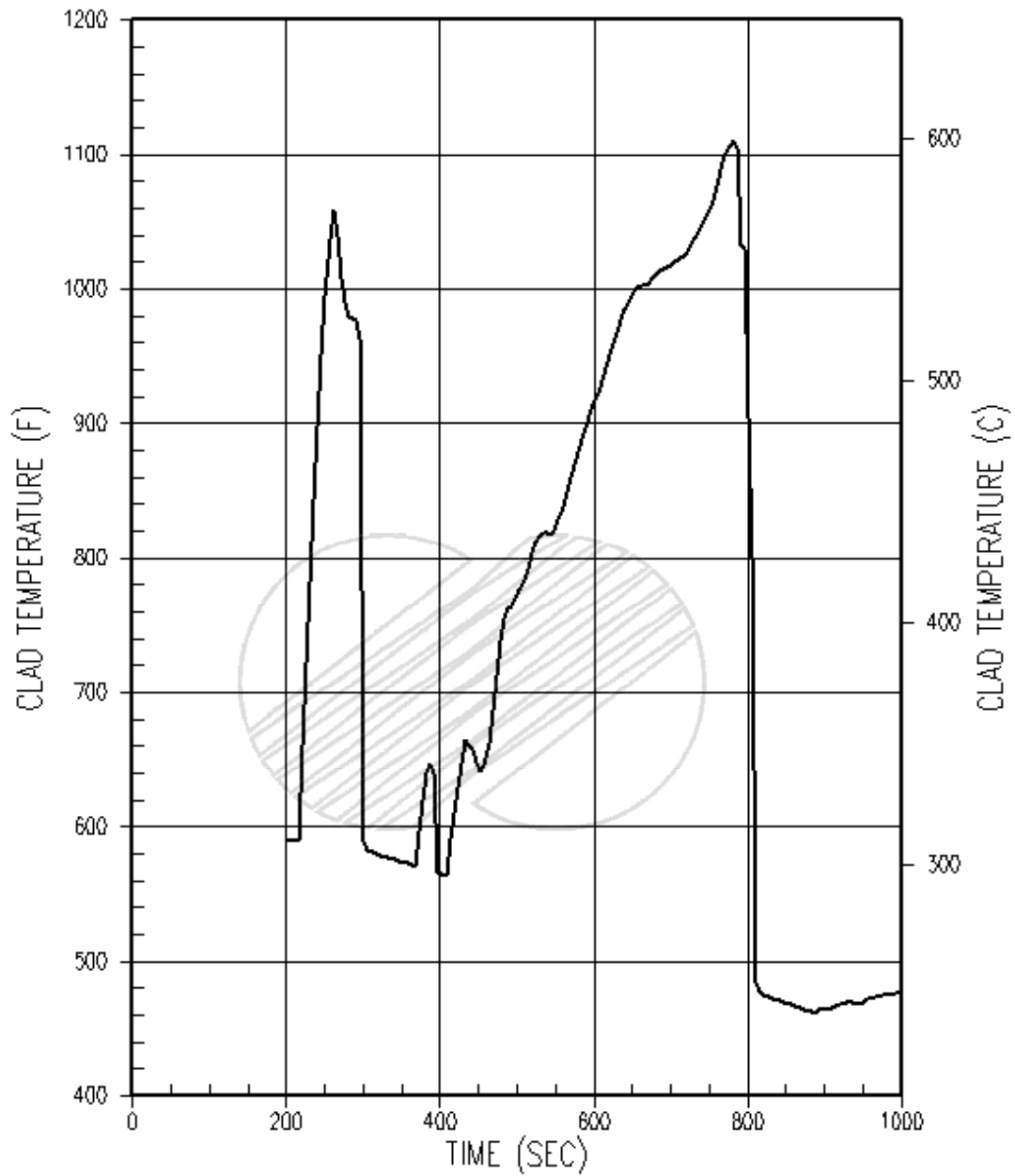


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점에서의 열전달계수  
 $0.1 \text{ ft}^2 (92.9 \text{ cm}^2)$  파단

그림 6.3-16 (7중 6)

개정번호 191  
2013. 1. 10

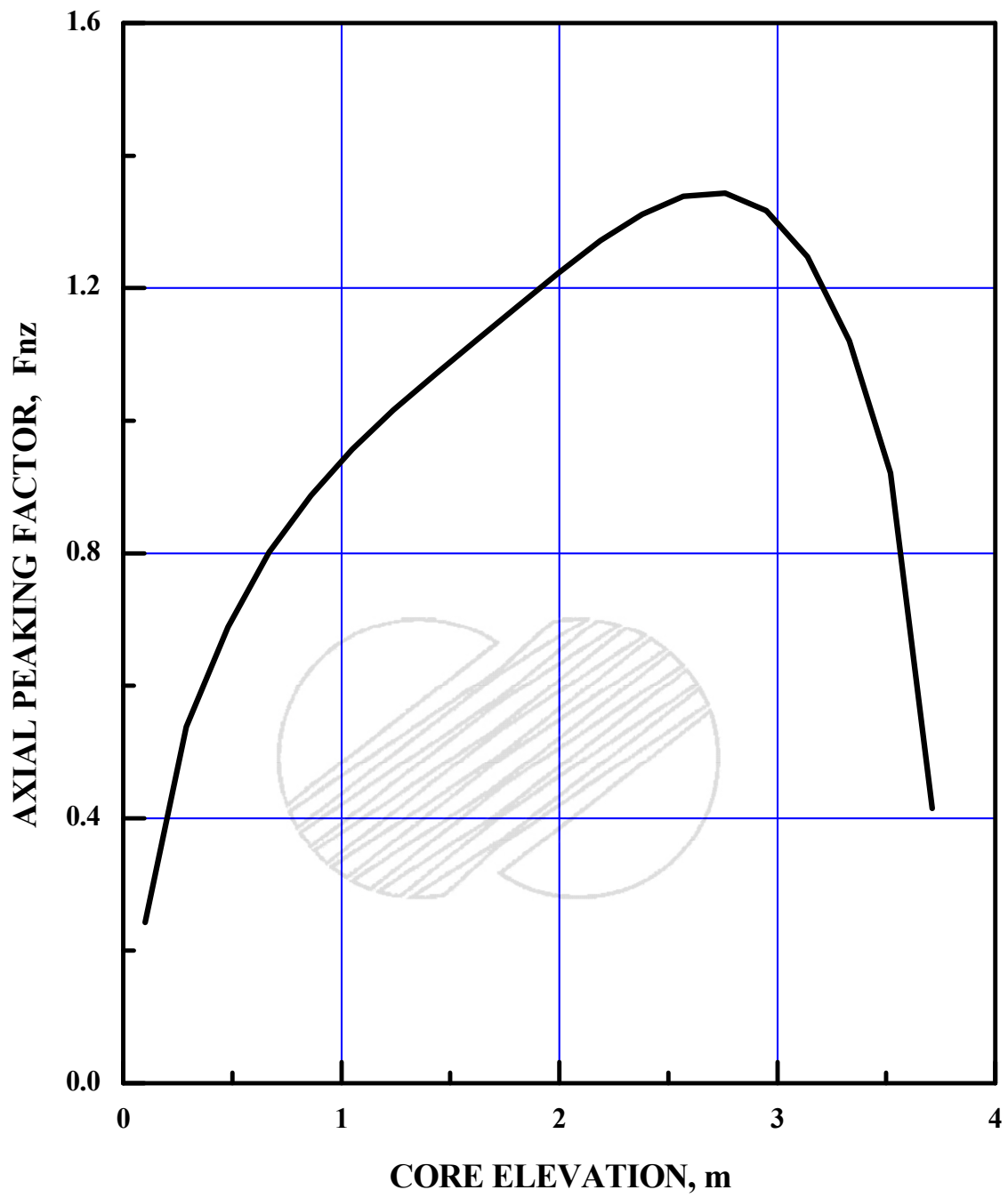


한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

고온점에서의 피복재 표면 온도  
0.1 ft<sup>2</sup> (92.9 cm<sup>2</sup>) 파단

그림 6.3-16 (7중 7)

개정번호 191  
2013. 1. 10



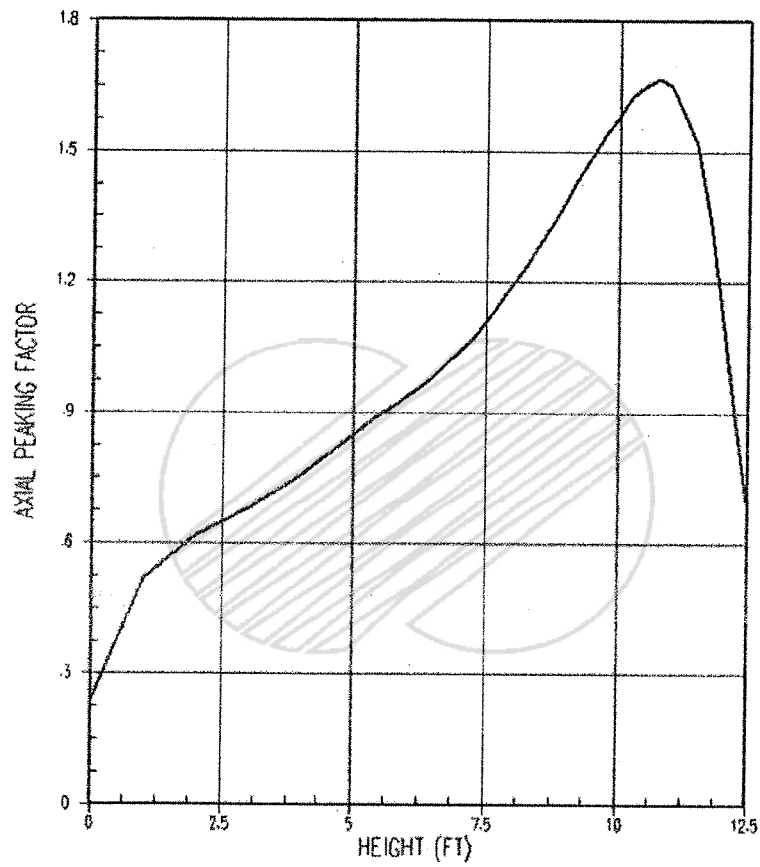
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

대형 파단 축방향 출력형상

그림 6.3-17

개정번호 191  
2013. 1. 10

( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

소형 파단 축방향 출력형상

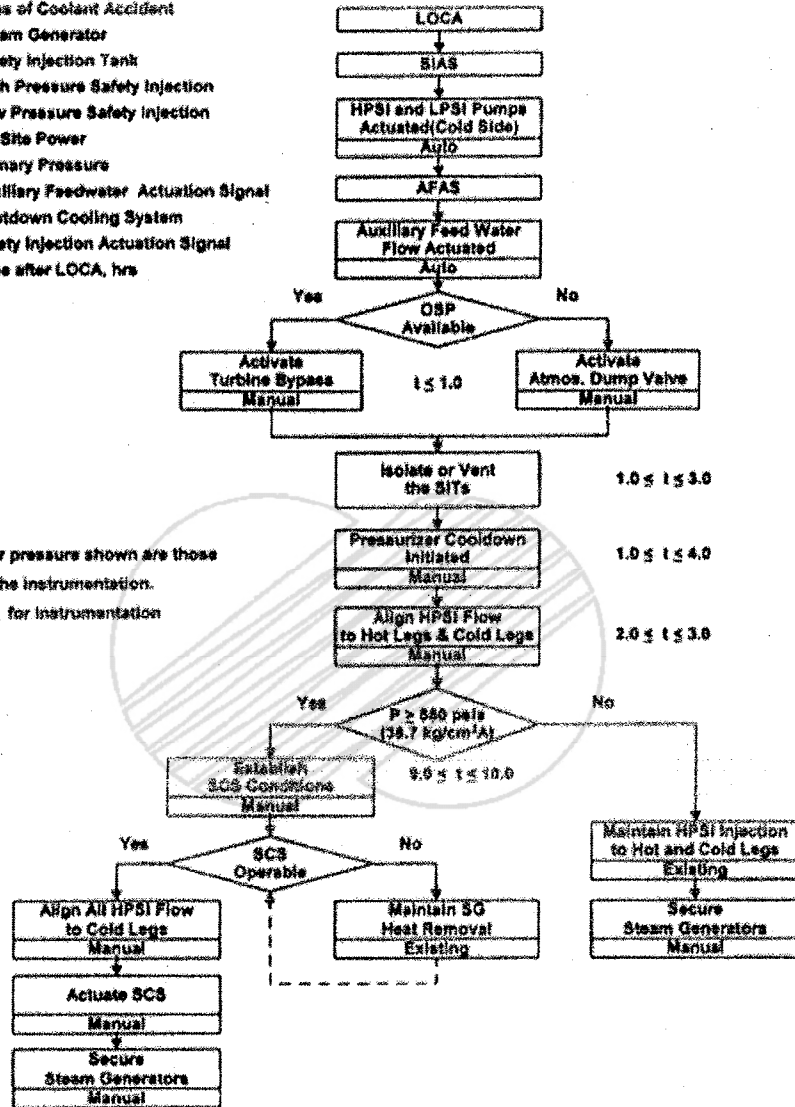
개정번호 191  
2013. 1. 10

그림 6.3-18





LOCA : Loss of Coolant Accident  
 SG : Steam Generator  
 SIT : Safety Injection Tank  
 HPSI : High Pressure Safety Injection  
 LPSI : Low Pressure Safety Injection  
 OSP : Off Site Power  
 P : Primary Pressure  
 AFAS : Auxiliary Feedwater Actuation Signal  
 SCS : Shutdown Cooling System  
 SIAS : Safety Injection Actuation Signal  
 t : Time after LOCA, hrs



Note :  
 The values for pressure shown are those indicated by the instrumentation.  
 They account for instrumentation uncertainty



한국수력원자력주식회사  
 영 광 5, 6 호 기  
 최종안전성분석보고서

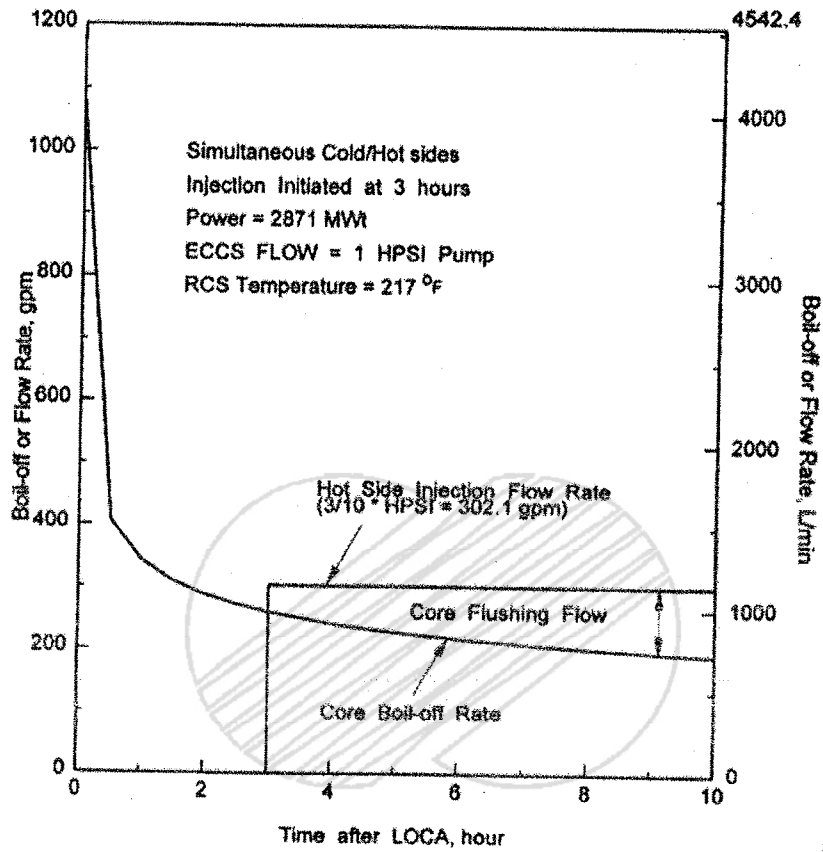
장기냉각계획

그림 6.3-19

개정번호 191  
 2013. 1. 10



( )



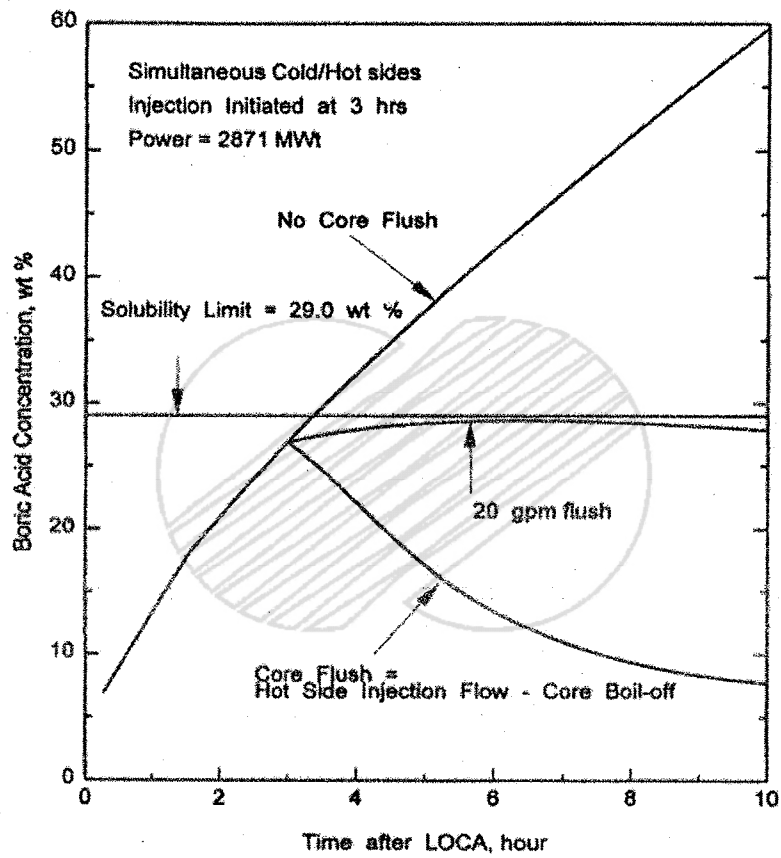
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

9.8 ft<sup>2</sup> (9,104 cm<sup>2</sup>) 저온관 파단시  
고온측 주입에 의한 노심세척

개정번호 191  
2013. 1. 10

그림 6.3-20





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

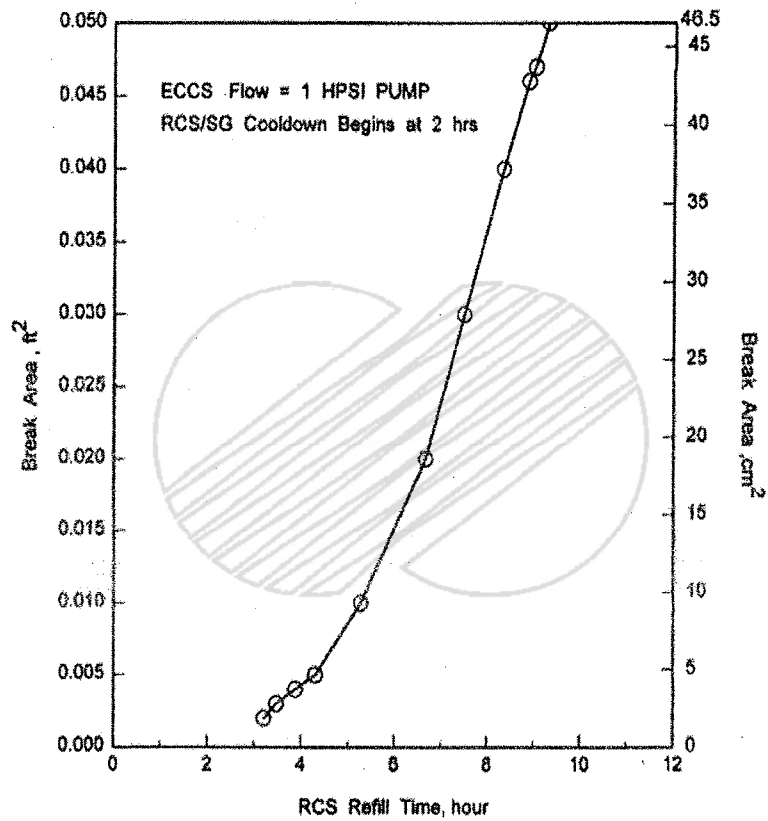
원자로 내부 용기 봉산 농도 대 시간

개정번호 191  
2013. 1. 10

그림 6.3-21



( )



한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

원자로냉각재계통 재충수 대 파단 면적

개정번호 191  
2013. 1. 10

그림 6.3-22



( )

	Break Size		RCS Pressure, at T = 9 hours	
	ft <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	psia	kg/cm <sup>2</sup> A
Simultaneous Hot/Cold Leg Injection cools Core and flushes Boric Acid from Vessel	0.200	185.8	57	4.0
	0.050	46.5	61	4.3
	0.047	43.7	74	5.2
Refill of RCS Disperses Boric Acid throughout System and SGs are able to cool RCS to SCS Entry Temperature	0.046	42.7	74	5.2
	0.040	37.2	80	5.6
	0.030	27.9	96	6.7
	0.020	18.6	147	10.3
	0.010	9.3	380	26.7
	0.005	4.6	793	55.7
	0.004	3.7	963	67.7
	0.003	2.8	1150	80.8
	0.002	1.9	1342	94.3



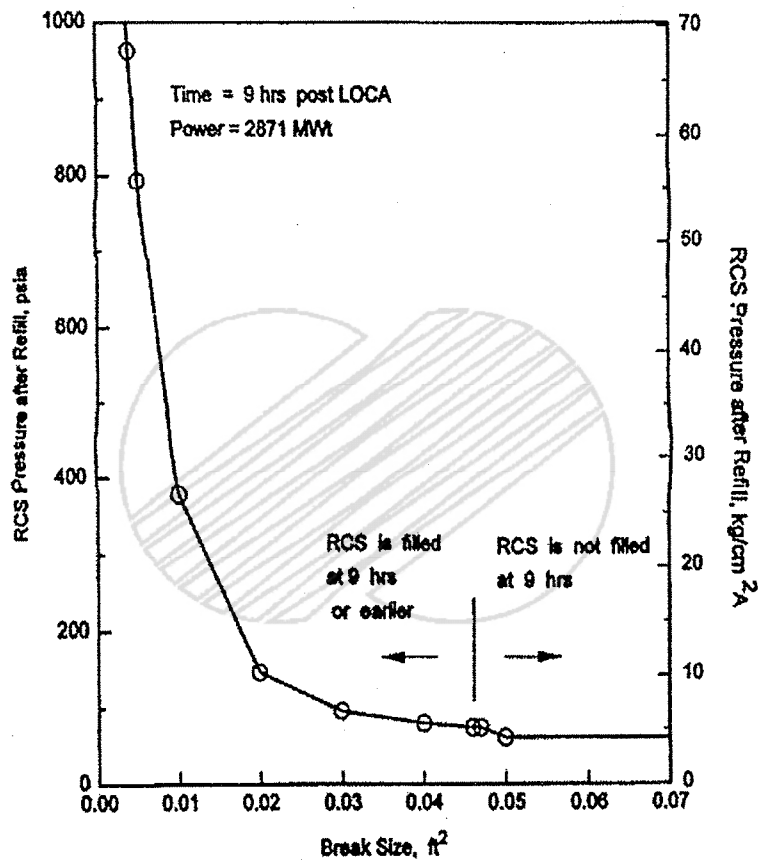
한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

저온관 파단 크기에 대한  
장기 냉각 모드의 중복

그림 6.3-23

개정번호 191  
2013. 1. 10





한국수력원자력주식회사  
영 광 5, 6 호 기  
최종안전성분석보고서

원자로냉각재계통 재충수후 압력 대 파단면적

개정번호 191  
2013. 1. 10

그림 6.3-24



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.4 주제어실 거주성

주제어실 거주성계통은 10 CFR 50, 부록 A의 일반설계기준 19에 따라 독성 및 방사성 가스의 유출 사고의 영향에 대하여 주제어실 공기조화계통에 의해 주제어실 구역내의 운전원을 적절히 보호하도록 설계되었다. 주제어실 거주성계통은 비상보충공기정화기를 갖춘 주제어실 공기조화계통, 차폐체, 방사선감시장치 및 매연감지와 배출장치 등을 포함한다. 또한, 적당량의 음식물, 식수저장, 호흡공기, 위생설비 및 의약품들이 사고후 또는 사고 기간 동안 운전원의 상주요건을 충족하기 위하여 공급되며, 비상기술지원실의 거주성계통은 9.4절에 기술되었다.

#### 6.4.1 설계 기준

주제어실 거주성계통의 설계기준은 아래와 같다.

- 가. 주제어실 거주성계통은 지진, 태풍, 내부 및 외부 비산물과 같은 자연현상의 영향에 견딜 수 있는 구조물내에 설치되어야 한다.
- 나. 주제어실 거주성계통은 모든 정상 및 사고 운전조건하에서 적어도 30일 동안 주제어실 구역내에서 최소한 5명의 운전요원이 거주할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 다. 비상시 주제어실내 직원에게는 최소 8시간 체류분의 음식이 제공되어야 하며, 무제한의 식수공급 및 소내 응급구조 설비를 구비하여야 한다.
- 라. 주제어실 구역내에 주제어실 운전요원을 위한 위생설비가 설치되어야 한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

- 마. 자체로서 완비된 호흡장구가 주제어실 구역내에 구비된다. 비상요원에 대해서는 안면마스크호흡기와 6시간용 공기 저장 용기가 공급되어야 한다.
- 바. 사고시 주제어실 요원이 받는 선량은 10 CFR 50, 부록 A의 일반설계기준 19에 따라 전신기준 50 mSv, 또는 신체의 어느 부분에 대하여 그에 상응하는 방사선량을 초과하지 않도록 하여야 한다. 상세사항은 15장에 기술되어 있다.
- 사. 주제어실 비상공기조화계통은 수동으로 선택하는 2개의 외기흡입구에서 유입된 외기를 여과시켜 주제어실 구역에 급기하여 정압을 유지하여야 한다. 비상조건시 주제어실 구역에 공급되는 급기는 여과된 보충외기 및 재순환 공기로 구성되며, 재순환 공기 일부는 여과되어야 한다.
- 아. 주제어실 공기조화계통은 3.11절에 기술된 주제어실 구역의 환경조건을 유지할 수 있도록 설계되어야 한다. 공기조화기기는 다중으로 설치되며, 주제어실 공기조화계통에 관련된 상세설계 설명은 9.4.1절에 기술되어 있다.
- 자. 규제지침서 1.78에 따라 주제어실 외기흡입구에서의 독성 가스 농도를 결정하기 위한 평가작업이 수행되며 발전소 내부와 외부로부터의 독성가스원이 고려되어야 한다 (6.4.3.3절 참조). 6.4.4.2절에 기술된 바와 같이, 차아염소산 살균을 사용하여, 소내의 잠재적인 염소 위험도를 제거한다.
- 차. 주제어실 공기조화계통은 냉각재상실사고와 같은 설계기준사고와 안전정지 지진 및 소외전원 상실이 동시에 발생했을 때 사고기간 동안 및 사고후에 효과적으로 운전할 수 있도록 설계되며, 단일 상실사고도 설계기준 사고와 동시에 고려되어야 한다.
- 카. 외기 흡입구에 방사능 감시기와 연기 감시기를 설치하며 주제어실 공기조화계



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

통에 공급되는 외기를 계속 감시토록 하여야 한다. 주제어실에는 지역방사선 감시기가 설치되며, 연기 감지기는 주제어실 급기 및 환기 덕트에 설치되어야 한다. 고방사선 또는 연소물질이 감지되면 주제어실에 경보가 발생되며 관련 보호기능이 자동 또는 수동으로 작동토록 하여야 한다.

### 6.4.2 계통 설계

#### 6.4.2.1 주제어실 구역의 정의

주제어실 구역은 그림 6.4-1에 보여진 바와 같이 주제어실, 전기 기기실 A 및 B, 주제어실 공기조화기기실 A 및 B, 주제어실 사무실, 전산실, 사무실, 부엌 및 화장실로 구성된다.

#### 6.4.2.2 환기계통 설계

주제어실 공기조화계통은 9.4.1절에 상세히 기술되어 있으며 계통도는 그림 9.4-1에 보여진다. 표 9.4-1은 주제어실 공기조화계통의 주요기기들의 목록이다. 주제어실 공기조화 계통 기기들의 안전등급 및 내진등급은 3.2절에 기술되어 있다.

계통의 모든 기기들은 내부 및 외부에서 발생하는 비산물로부터 보호된다.

그림 6.4-1의 주제어실 구역의 배치도는 문, 복도, 계단, 차폐벽 및 기기의 배치와 종류를 보여준다.

연기감시기 및 방사선 감시기들을 포함하는, 주제어실 공기조화계통의 계측설비는 6.4.6절 및 7.3절에 기술되어 있다.

주제어실 공기조화계통 보충공기 정화기에 대해서는 6.5.1절에 상세히 기술되어 있다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.4.2.3 누설 방지

주제어실 구역은 저누설형 구조로 설계되어 있으며 모든 전선관, 케이블 트레이 및 기타 관통물들의 관통부들은 밀봉되었다. 주제어실 구역으로 정상출입에 사용되는 모든 출입구는 전실을 가지며, 모든 격리 댐퍼들은 급속 닫힘 및 누설 방지형으로 설계된다. 4000 cfm (113.3 m<sup>3</sup>/min)의 외기가 도입되어 주제어실 구역을 주변구역 보다 최소 0.125 in (3.2 mm) wg 이상의 정압으로 유지하고 또한 화장실 및 주방으로부터의 배기를 보충한다. 외부로부터의 독성가스 또는 연기 감지로 인한 주제어실의 외부와의 격리시, 보충공기 격리 댐퍼를 닫고 화장실 및 주방용 배기 송풍기는 운전정지시키고 배기유로도 격리시킨다.

### 6.4.2.4 다른구역 및 압력기기와의 상호작용

주제어실 공기조화계통은 주제어실 구역에 공기조화를 제공하며, 화장실 및 주방의 공기는 대기로 배기된다. 누설 방지형 격리 댐퍼가 주방 및 화장실 배기덕트에 설치되었다.

주제어실 구역에 인접한 1차 보조건물 및 2차 보조건물 구역은 사고기간 동안 2차 보조건물이 대기압으로 유지될 때를 제외하고는 언제나 주제어실 구역 압력에 비해 부압으로 유지된다.

고에너지 배관은 주제어실 구역 주변에 설치되지 않으며 배연 송풍기는 주제어실 구역의 어떠한 단일 화재 구역으로부터의 연기도 제거할 수 있도록 별도의 배연 덕트 및 배연격리 댐퍼와 함께 설치되었다.

파손시 위험물질을 주제어실 구역으로 유입시킬 우려가 있는 가압탱크들은 주변에 없다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.4.2.5 차폐설계

주제어실 구역 차폐에 대한 설계기준사고는 격납건물내 원자로냉각재계통의 대구경 배관 파단에 의한 냉각재상실사고이다. 주제어실 차폐는 발생 모든 가능한 사고원으로부터 주제어실 요원에 대한 방사선량이 10 CFR 50, 부록 A의 일반설계기준 19에 규정한 허용치 이내가 되도록 설계되었다.

방사선원 모형은 규제지침서 1.4에 따른다.

### 6.4.3 계통운전

#### 6.4.3.1 정상운전조건

주제어실 공기조화 급기 및 배기계통은 정상운전시 작동되며 주제어실에 설치된 제어스위치로 기동된다.



#### 6.4.3.2 비상운전조건

주제어실 비상환기작동신호 또는 안전주입작동신호 발생시, 관련 비상보충공기정화기가 자동으로 기동하여 주제어실 공기조화계통으로 공급되는 보충 외기로부터 방사성 요오드 및 입자들을 제거한다. 주제어실 구역운전원들이, 비상보충공기정화계통을 통한 주제어실 구역 가압시 필요한 보충외기를 청정 외기 흡입구에서 선택해 공급할 수 있는 능력을 증대시키기 위해 감지기와 2개의 분리된 외기흡입구를 갖도록 설계되어 있다.

#### 6.4.3.3 독성기체 감지시 운전조건

운전원 감각에 의한 독성기체 감지시 계통은 수동으로, 외기도입 없는 100% 재순환 모드

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

로 운전하거나 주제어실내에 설치된 병입식 호흡장구를 착용한다. 100% 재순환 모드로 운전시 주제어실 구역은 정압으로 유지되지 않는다.

### 6.4.3.4 연기 감지시 운전조건

연기 감지기는 보충 외기 흡입구, 주제어실 급기와 순환기 덕트에 설치된다. 보충 외기 흡입구에서 매연이 감지되면, 운전원은 운전중인 기기들을 정지시키고 다른 공기 흡입구를 통해 외기를 유입하기 위하여 대기중인 기기 계통운전을 변환시킨다. 주제어실 급기 덕트에서 연기가 감지되면, 관련 연기 댐퍼는 주제어실 상주성을 보장하기 위하여 자동으로 닫힌다. 또한 주제어실 순환공기 덕트에서 연기가 감지되면 주제어실 전체구역으로 연기 확산을 방지하기 위하여 관련 방연 댐퍼들이 자동으로 폐쇄된다.

### 6.4.4 안전성 평가

주제어실 공기조화계통은 거주할 수 없는 화재시를 제외하고는 모든 발전소 운전 상태에서 주제어실내에 설치된 안전성 관련 기기들의 운전에 적합한 상주환경을 유지하도록 설계되었다. 주제어실 화재시, 안전정지를 위한 제어는 원격정지반에서 수행되며, 본 계통은 단일사고 기준을 만족하기 위하여 다중의 기기계열로 구성되어 있다. 이 기기계열은 다중의 안전성관련 전기모선으로부터 전원을 공급 받으며 소외전원 상실시에도 운전이 가능하다.

모든 주제어실 공기조화계통 기기(배기계통 제외) 및 관련 구조물은 내진범주 I로 설계되었다.

#### 6.4.4.1 방사선 방호

주제어실의 전체적인 방사선방호 설계는 설계기준사고로 인한 방사선량이 10 CFR 50 부

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

특 A의 일반설계기준 19의 요건을 만족하도록 되어있으며, 방사선량 평가시 고려되는 방사선원은 표 6.4-1에 열거된 바와 같다.

주제어실 구역을 주변 구역보다 다소 정압으로 유지하기 위하여 최소량의 외기 유입이 요구된다. 주제어실의 부유 방사성 물질의 양을 최소화하기 위하여, 주제어실 공기조화계통은 수동으로 외기 흡입구를 선택할 수 있는 장치를 갖춘 서로 분리된 2개의 외기 흡입구를 구비하고 있으며, 각 외기 흡입구내에는 다중의 방사선 감시기가 설치된다.

외기 흡입구를 통해 유입되는 보충외기는 요오드 및 입자를 제거하기 위하여 99% 고효율 입자여과기 및 활성탄흡착기를 통하여 여과된다. 주제어실 거주성에 대한 상세내용은 6.4.1절 및 6.4.2절에 기술되어 있다.

### 6.4.4.2 독성기체 방호

2.2.3절에 기술된 바와 같이 많은 양의 유해한 화학물질이 발전소경계로부터 10마일 (16 km) 이내에 저장 또는 운송되는 일은 예상되지 않는다. 따라서, 발전소경계내에서 저장되는 화학물질에 대하여 규제지침서 1.78에 따라 독성기체에 대한 위험해석이 수행되었다. 주제어실 거주성 위험을 결정하는 유일한 화학물질은 사고시 암모니아 기체를 생성하는 수산화암모늄이다. 주제어실 운전원은 유독성 농도에 도달하기전에 암모니아 가스의 존재를 냄새로써 감지할 수 있으며, 이와 같은 사고시 운전원은 주제어실 공기조화계통을 외기 공급 없이 100% 재순환 상태로 수동 전환시킨다. 이때 재순환공기의 일부는 비상보충공기계통을 통하여 정화된다.



독성기체와 마찬가지로, 연기같은 유해기체의 침입시 운전원은 주제어실을 수동으로 격리시킬 수 있다.

발전소 비상계획 및 절차서에 따라 위에 언급된 사고 발생시 주제어실의 거주성을 보장

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

하기 위하여 6시간의 보조공기공급이 가능한 호흡장비가 최소 5인의 주제어실 요원에게 각각 공급된다.

### 6.4.4.3 고에너지배관파단 방호

주증기 및 급수 배관은 격납건물에서 1차 보조건물의 외부 모서리를 따라 165'에 위치한 주증기관 밀폐부를 지나 터빈건물 사이에 설치된다. 발전소의 물리적 배열 때문에 주증기관 밀폐부 의 일부분은 직접 주제어실 압력경계 의 일부분 위에 있다. 주증기관 밀폐부내에 설치된 주증기관 또는 급수관의 가상 고에너지 배관파단(HELB)에 대해 주제어실 거주성을 확보하기 위하여 다음의 설비가 설계에 포함되었다.

- 가. 주증기관 밀폐부의 바닥슬래브는 4'-6" (6" 채움슬래브 포함) 두께의 철근콘크리트 슬래브이다.
- 나. 바닥슬래브는 최악의 위치 및 파단 방향을 가진 가상 주증기 및 급수 고에너지 배관파단의 동적 영향(파이프 휨 영향 및 분출충돌하중)을 수용하도록 설계되어 있다.
- 다. 고에너지 배관파단 효과 및 하중에 대한 바닥슬래브 설계요건은 슬래브가 전체적 및 부분적으로 완전함을 유지하도록 콘크리트의 과도응력, 관통 또는 파쇄를 허용하지 않는다. 따라서 주제어실내로 물 또는 증기의 침입을 허용하지 않는다.
- 라. 주제어실공간 아래로 물 또는 증기의 침입이 불가능하다는 조건하에 주증기관 밀폐부의 바닥슬래브 전체는 기초 및 채움슬래브 사이에 보호용 방수재가 합체되어 있다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

주증기 및 주급수 배관의 배관파단 효과는 주증기관 밀폐부내에 설치된 다른 고에너지 배관의 동적 배관파단 효과보다 더 크다. 발전소의 물리적 배열로 인해 가상 고에너지 배관파단이 주제어실 거주성을 상실하게 할 수 있는 다른 고에너지 배관 계통은 없다.

### 6.4.4.4 압력용기파손방호

주제어실 하부층 화재방호계통에 공급되는 청정소화약제 저장용기(6.4.3.3 참조)는 주제어실 외각형상 외부의 접근통로에 위치한다. 따라서 용기의 파열은 주제어실 거주성에 영향을 미치지 않게 되어 있다. 이산화탄소 및 분말 소화기는 주제어실 범주내에 위치한다. 소화기의 부주의한 방출은 주제어실 거주성에 영향을 미치지 않는다.

손상시 위해물질이 주제어실 범주내에 전달될 수 있는 다른 가압탱크는 없다.

### 6.4.5 시험 및 검사

주제어실 공기조화계통 및 기기들은 아래의 내용으로 구성된 계획에 따라 철저히 시험되어야 한다.

가. 공정시험 및 기기 검증 시험

나. 소내 가동전 시험

다. 후속소내 정기시험 및 운영기술지침서에 따른 공기정화기 시험

시운전 시험 절차서들은 모든 시험들에 대한 최소한 허용기준을 내포하고 있으며, 시험 결과를 기록하여, 성능미달 여부를 조기에 인지할 수 있도록 해야한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

초기시험계획은 14장에서 논의된 기기규격서, 법규, 및 품질보증 요건에 따라 공장검사 및 시험이 수행되어야 한다.

건설시험은 모든 기기들에 대하여 수행되며, 적절한 설계풍량, 수량 및 계통 운전 압력이 되도록 계통을 조정한다. 적절한 격리수단을 보증하기 위해 방사선 감시기, 연기감지기의 응답시간 및 댐퍼 폐쇄 시간이 검사 및 시험되어야 하며, 각 계통의 계장설비, 연동장치 및 안전설비들은 적절한 순차대로의 작동을 보증하기 위해 검사, 교정, 조정 및 시험된다.

주제어실 공기조화계통은 설계기준 사고후에 부유 방사능의 유입을 방지하기 위하여 주제어실 구역 내부를 정압으로 유지할 수 있는 능력을 보여주어야 한다. 주제어실 공기조화계통 구역으로부터 외부누설 허용기준은 약 0.125 in. H<sub>2</sub>O (3.175mm H<sub>2</sub>O)의 설계정압이 유지될 시 설계 보충 풍량을 초과해서는 안된다.

### 6.4.6 계측설비

주제어실 공기조화계통을 위한 모든 계측제어설비는 전기식 및 공기식이다. 상세한 사항은 아래와 같다.

- 가. 각 다중 주제어실 공기조화계통에는 현장제어반이 있고 각각 독립적으로 제어된다. 중요한 운전 기능들은 주제어실에서 제어되고 감시된다.
- 나. 계측제어설비는 정상 및 비정상 상태와 관련된 중요한 변수를 감시하기 위해서 제공되며 주제어반에 경보가 발생된다.
- 다. 주제어실 공기 흡입구 A 및 B 에 방사선을 감시하기 위한 방사선 감시계통이 제공된다. 이 감시기는 주제어실 비상환기작동신호(CREVAS)를 작동시켜 비상보충공기정화기와 주제어실 외부공기 흡입구 댐퍼를 조정한다. 주제어실 비



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

상환기작동신호 발생시, 외부공기 흡입구 댐퍼는 자동적으로 차단되고 공기는 비상보충공기정화기를 통해서 순환되며, 주제어실에 '고' 방사선 경보가 발생된다.

- 라. 주제어실 공기조화계통은 송풍기의 수동기동과 자동환경조절이 가능하도록 설계되었다
- 마. 화재방호계통수 연결구가 활성탄 흡착기에 제공되며, 상세사항은 9.5.1절에 기술되었다.
- 바. 제어계통의 계측기에 대해서는 7.3절에 상세히 기술되어 있다.
- 사. 고효율 입자여과기 양단의 차압이 '고'일 경우에 주제어반에 경보가 발생되며, 공기정화기를 통한 공기유량은 주제어반에 지시되고 '저' 및 '고' 공기유량시에는 주제어반에 경보가 발생된다. 송풍기의 '저' 압력 및 송풍기 불시정지시에도 주제어반에 경보가 발생한다.

영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.4-1

주제어실 방사선 방호 설계시 고려되는 대형 냉각재상실사고 방사선원

- 가. 냉각재상실사고후 격납건물내 방사선원
- 나. 냉각재상실사고후 주제어실 외부 방사능운
- 다. 냉각재상실사고후 외부에서 주제어실로 유입되는 부유 방사선원
- 라. 냉각재상실사고후 주제어실을 감싸고 있는 건물(즉, 일차 보조건물) 내 부유 방사선원
- 마. 냉각재상실사고후 작동되는 공기정화기내에 누적된 방사선원
  - 1) 비상노심냉각계통 기기실 배기 공기정화기
  - 2) 주제어실 보충 공기정화기
- 바. 냉각재상실사고후 일차보조건물내 배관 및 기기내의 액체 방사선원

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.5 핵분열생성물 제거 및 제어계통

#### 6.5.1 공학적안전설비 여과계통

공학적안전설비 여과기가 설계기준 사고후 안전성관련 기능이 요구되는 아래와 같은 계통들에 설치되었다.

##### 가. 주제어실 비상 보충계통

이 계통은 주제어실 공기조화계통의 일부이며 냉각재상실사고시 주제어실 공기조화계통으로 공급되는 보충외기에 포함된 요오드와 입자들을 정화하는데 사용된다 (9.4.1절 참조).

##### 나. 비상노심냉각계통 기기실 배기계통

이 계통은 비상노심냉각계통 기기실 공기조화계통의 일부이며 이 계통은 설계기준 사고후 비상노심냉각계통 기기실들로부터 배기되는 공기에 포함될 수 있는 요오드와 입자들을 여과하기 위하여 사용된다 (9.4.5.3절 참조).

##### 다. 핵연료건물 비상배기계통

이 계통은 핵연료건물 공기조화계통의 일부이며 핵연료 취급사고후 핵연료건물로부터 배기되는 공기에 함유될 수 있는 요오드와 입자들의 농도를 줄이기 위하여 사용된다 (9.4.2절 참조).

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.5.1.1 설계 기준

#### 6.5.1.1.1 주제어실 비상보충계통

가. 이 계통은 주제어실 공기조화계통의 일부분이며 주제어실로 여과된 보충공기를 공급하도록 설계되어야 한다.

이 계통은 아래의 신호중 어느 하나의 신호에 의하여 기동하게 된다.

- 1) 안전주입 작동신호 - 자동기동
- 2) 주제어실 비상환기 작동신호 - 자동기동
- 3) 주제어반의 핸드스위치 - 수동기동

나. 비상보충공기정화기의 용량은 아래항목을 만족하기 위하여 요구되는 공기 요구량을 기준으로 한다.

- 1) 주제어실 구역을 주변지역에 비하여 약 0.125 in.H<sub>2</sub>O (3.175mm H<sub>2</sub>O) 정압을 유지.
- 2) 주제어실 요원들이 10 CFR 50 부록 A, 일반설계기준 19에 따라 사고 기간 동안 받는 등가선량이 전신에 50 mSv, 또는 신체의 어느 부분에 그에 상당하는 등가선량으로 제한.

다. 보충공기정화기들은 방사성 요오드와 크기 0.3 μm 이상의 모든 입자에 대하여 각각 99% 이상의 제거효율 능력을 갖추어야 한다.

라. 보충계통은 단일고장기준을 만족해야 하며 안전성 관련 및 내진범주 I이다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.5.1.1.2 비상노심냉각계통 기기실 배기계통

가. 이 계통은 비상노심냉각계통 기기실 공기조화계통의 일부분이며 주변지역보다 일차 보조건물을 부압으로 유지하고, 비상노심냉각계통 기기로부터의 가상 누설을 기준으로 한 비상노심냉각계통 기기실 배기공기에 포함될 수 있는 요오드와 입자를 제거하도록 설계되었다.

이 계통은 아래와 같은 방법에 의하여 기동되도록 설계되었다.

- 1) 주제어실에서의 수동 기동
- 2) 안전주입작동신호에 의한 자동 기동

나. 공기정화기의 용량은 주위 지역보다 일차보조건물을 약 0.125 in(3.2 mm) H<sub>2</sub>O 부압을 유지하기 위하여 요구되는 공기량을 기준으로 하고 있다.

다. 각 공기정화기의 방사성 요오드와 크기 0.3 μm 이상의 입자들에 대한 제거효율이 각각 99% 이상이 되도록 한다.

라. 본 계통은 단일고장기준을 만족하도록 설계되며 안전성관련 및 내진범주 I이다.

### 6.5.1.1.3 핵연료건물 비상배기계통

가. 이 계통은 핵연료건물 공기조화계통의 일부분이며 핵연료취급 사고후 건물로부터의 배기공기를 처리하도록 설계되었다. 본 계통은 정상운전시는 운전 정지 되어 있으나 아래의 신호중 어느 하나의 신호에 의하여 자동으로 기동된다.

- 1) 사용후연료저장조 주위에 설치된 지역 방사선 감시기로부터의 고준위방

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

사선신호(ESFAS-FBEVAS) 또는

2) 주제어실에서 원격 수동 기동

나. 비상배기계통의 용량은 대기압과 비교하여 핵연료건물의 압력을 약 0.125 in (3.2 mm) H<sub>2</sub>O 의 부압을 유지하기 위하여 필요한 공기량을 기준으로 한다.

다. 배기공기정화기는 방사성 요오드와 0.3 μm 크기 이상의 입자들에 대하여 각각 99% 이상의 제거효율이 있어야 한다. (활성탄 4인치 이상 두께)

| 99

#### 6.5.1.2 계통 설명

각 공학적안전설비 공기정화기는 1.8절에서 언급한 바와 같이 규제지침서 1.52의 요구사항을 만족하도록 설계되었다.

가. 각 여과계통은 2개의 100% 다중 계열로 구성되어 있으며 분리구획된 전원 계통으로부터 동력을 받는다.

나. 각 공기정화기는 습분 분리기, 전기 가열코일, 전단 여과기, 전단 고효율입자 여과기, 공간가열기, 활성탄흡착기, 후단 고효율입자여과기, 송풍기 및 몸체로 구성되어 있다. 습분분리기 부분과 활성탄흡착기 부분에는 배수 장치가 설치되었다.

다. 각 공기정화기에는 ASME N509-1989에 따라 계측설비가 설치되었다. 보다 상세한 설명은 9.4.1.5절, 9.4.2.5절, 9.4.5.3.5절 및 7.3절에 기술되어 있다.

라. 각 공기정화기 계통은 ASME N510-1989 및 6.5.1.4절에 따라 계통기기들의 주

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

기적인 시험 및 검사가 허용되도록 설계되었다.

- 마. 격리가 필요한 곳에는 저누설형 격리 댐퍼가 설치되며, 댐퍼는 ASME N509-1989 요건을 만족하도록 설계되었다.
- 바. 송풍기는 공기정화기를 통해서 공기를 흡인한다. 송풍기 성능은 여과기의 압력강하가 교체시의 조건일 때와 최대 공기밀도를 기준으로 한다. 모든 공기정화기는 흡인형이며, 송풍기는 ASME N509-1989 요건을 만족한다.
- 사. 습분분리기는 여과기에 수분 침투를 최소화하기 위하여 유입되는 습기와 수분을 제거하도록 설치된다. 습분분리기는 ASME N509-1989의 5.4절의 설계요건을 만족하도록 설계되었다.
- 아. 전기식 가열기는 최악의 공기 흡입 조건에서 공기의 상대습도를 70% 이하로 낮추어 탄소 흡착기의 요오드 제거 능력을 향상시킬 수 있는 용량을 갖는다. 가열기는 UL 1096 및 ASME N509-1989 요건을 만족한다.
- 자. 비안전성관련 전기식 공간가열기는 공기정화기가 정지해 있을 때 공기정화기 내부공간의 상대습도가 70% 이하로 유지되도록 설계되었다.
- 차. 전단 여과기는 ASHRAE 규격 52-76을 기준으로 최소 85% 이상의 효율을 가져야 하며 ASME N509-1989의 5.3절의 요구사항을 만족하도록 설계되었다.
- 카. 고효율입자여과기는 활성탄 흡착기를 분진으로부터 보호하기 위하여 설치되며 크기  $0.3\ \mu\text{m}$  이상의 입자들에 대해 최소 제거 효율이 99% 이상인 능력이 있어야 하며 내수성이 있어야 한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

모든 고효율입자여과기의 부품은 ASME N509-1989의 5.1. 절의 요구사항을 만족하도록 제작되었다.

- 타. 활성탄흡착기는 재충전식인 III 형식이며 ASME AG-1-1991의 FE절의 요구사항을 만족시키도록 설계되었다. 활성탄 흡착기의 수량은 활성탄 1 g 당 2.5 mg 요오드를 흡착 포집하는 것을 기준으로 한다.

활성탄흡착기 베드의 치수는 공기가 베드 깊이 2인치(50.8 mm)당 활성탄내에서 잔류시간이 최소 0.25초 이상이 되도록 한다. 탄소 입자를 흡착 셀에 충전 또는 제거하는 장치가 마련되어 있다. 충전절차는 ASME AG-1-1991의 FE 절의 부록 FE-III에 따른다.

시험용 시료용기는 각 활성탄 흡착기에 설치되며 수량은 예상되는 운전 주기를 기준으로 한다. 이 시료 용기들은 활성탄흡착기 속과 같이 동일한 탄소의 깊이를 갖고 있다. 시료용기들은 계통내의 흡착제가 받는 동일 공기유동 조건에 노출되는 곳에 설치되었다.

화재 감지계통이 각 활성탄흡착기에 설치되어 활성탄흡착기의 화재발생을 미리 감지한다. 1차 경보는 주제어실에 발령되며 송풍기는 자동으로 정지되고 공기정화기는 격리된다. 발전소 소방대는 공기정화기 설치지역에 파견되고 2차 경보가 발령되면 수동으로 소화계통을 작동시킨다. 소화수 노즐들은 배관으로 연결되어 있으며 공기정화기 몸체 외부에 접근 가능한 위치에 있는 배관에 다중의 누설밀봉 격리 밸브가 설치되며 영구배관으로 발전소 소방계통과 연결되어 있다. 일제개방밸브는 수동으로 작동되며 현장 제어반에 표시된다.

- 파. 후단 고효율입자여과기는 공기흐름속에 포함된 탄소입자를 여과하기 위하여



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

활성탄흡착기 하류에 설치되었다.

- 하. 공기정화기 본체내 각 기기 주요부품 주위에 출입문이 설치된다. 또한, 각 출입문에는 계열의 건전성을 방해하지 않고 부품을 검사할 수 있는 투명창이 설치되었다. 여과기와 여과기 간의 간격은 보수성을 고려하여 결정한다. 본체는 전체가 용접구조이며, 구조적으로 보강되고 저 누출형식이다.

정상 개방 배수구 갯수는 압력경계를 저하하거나 또는 공기가 여과기들을 우회하는 가능성을 줄이기 위하여 최소화 하는 것을 원칙으로 한다. 배수계통은 DOE-HDBK-1169-2003 및 ASME N509-1989에 따라 설계되었다.

99

- 거. 외부 전원 스위치로 작동되는 내부 전등은 공기정화기 내부 주요 기기들 사이에 설치되어 기기의 검사, 시험 및 교체가 용이하도록 한다.
- 너. 덕트 연결은 가스켓 후텐지, 밀봉용접 또는 맞대기 용접으로 한다. 길이 방향 접합부는 전체용접, 밀봉용접 또는 SMACNA의 고압 덕트 표준 (Pittsburgh Lock 또는 ACME Lock Seam)에 따른 기계적 밀봉이음으로 제작한다. 덕트 제작 및 공기누설 시험은 1.8절에 기술된 규제지침서 1.52의 예외사항과 함께 ASME N509-1989에 따라 행한다.

- 더. 계통 구성 기기들의 사양은 9.4.1절, 9.4.2절 및 9.4.5.3절에 나타난다.

### 6.5.1.3 설계 평가

#### 6.5.1.3.1 주제어실 비상보충계통

비상보충 공기정화기는 주제어실 공기조화계통과 연계하여 운전되어 주제어실내 거주성

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

을 유지한다. 상세 계통설계평가는 6.4.4절 및 9.4.1절에 설명되어있다.

### 6.5.1.3.2 비상노심냉각계통 기기실 배기계통

비상노심냉각계통 기기실 배기계통은 설계기준 사고후에 일차 보조건물로부터 오염된 공기의 직접적인 외부 유출을 방지하기 위하여 설계되었다. 상세한 계통 평가는 9.4.5.3절에 설명되어 있다.

### 6.5.1.3.3 핵연료건물 비상배기계통

핵연료건물 비상배기계통은 핵연료건물내에서 비정상적인 고준위 부유 방사능을 초래하는 사고 및 비정상 운전시 핵연료건물로부터 오염된 공기가 외부로 직접 유출되는 것을 방지하기 위하여 설계되었다. 상세한 계통평가는 9.4.2.절에 설명되어 있다.

### 6.5.1.4 시험 및 검사

가. 공학적안전설비 공기정화기계통과 이 계통의 기기들은 아래와 같이 구성된 프로그램에 의하여 시험되어 진다.

- 1) 공장 및 기기 검증시험
- 2) 소내 가동전 시험
- 3) 소내 정기시험

기술된 시험 절차서는 모든 시험에 대한 최소 허용치를 규정하고 있다. 시험 결과들을 같이 기록하여 성능저하 경향을 조기에 발견이 가능토록 한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

나. 공장 및 기기 검증 시험은 아래와 같이 구성된다.

1) 기기 본체

고효율입자여과기 또는 활성탄흡착기 주변에 우회누설을 일으킬 수 있는 모든 용접 부위에 대하여 ASME N510-1989의 6절에 따른 누설시험과 액체 침투시험

2) 제습기

검증시험 또는 규정된 설계 기준에 일치함을 입증할 수 있는 객관적인 자료

3) 고효율입자여과기

ASME AG-1-1997 FC5000에서 요구하는 검증시험 및 제품시험

| 99

4) 고효율입자여과기 및 활성탄흡착기 장착틀

ASME N510-1989의 7절에 따라 여과기 बैं크를 막은 후 여과기 없이 행하는 압력 누설시험

5) 흡착재 베드

공기흐름 압력특성, 채널링 효과를 증명하기 위한 객관적인 자료 또는 베드의 모델시험

6) 흡착재

ASME N509-1989에 따른 검증시험

7) 송풍기

송풍기의 성능곡선과 송풍기 정격을 확정하기 위해 ASME N509-1989의 5.7.1절과 5.7.2절에 따라서 평가 또는 시험. 송풍기는 ASME N509-1989의 5.7.3절에 따라 정적 및 동적으로 평형되어야 한다.

8) 가열기

ASME N509-1989의 5.5절과 ASME N510-1989의 14절에 따라 고온 차단시험 및 입출구 공기온도 시험을 수행한다.

9) 전단 여과기

ASME N509-1989, 5.3.3절에 따른 ASHRAE에서 규정한 효율에 대한 인증

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

또는 객관적인 자료

## 10) 댐퍼

ASME N509-1989의 5.9.7절 및 5.9.8절에 따른 누설밀봉, 폐쇄시간을 입증하기 위한 시험 또는 객관적인 자료

다. 소내 가동전 시험은 ASME N510-1989에 따라 수행되며, 각 계통별 시험은 14.1절에서 논의된다.

라. 소내 정기시험

운전원 및 정비원은 ASME N510-1989에 따라 정기점검을 행하며 이를 위한 교육을 받는다. 이러한 점검들은 육안검사와 성능시험을 위한 기기의 정기적 가동을 포함하며, 활성탄에 대한 실험실 시험의 허용기준은 운영기술지침서 4.16에 따른다.

99

6.5.2 격납건물살수계통에 의한 핵분열생성물 제거

격납건물살수계통은 공학적안전설비로서, 냉각재상실사고후 격납건물 대기의 압력과 온도를 감소시키고, 격납건물 대기로부터 방사성 핵분열생성물을 제거하는 기능을 가진다. 이러한 기능들은 격납건물 돔에 위치한 살수노즐을 통해 격납건물 대기 중으로 뿌려지는 물에 의해 이루어진다. 격납건물살수계통에 의한 격납건물 대기의 압력과 온도 감소는 6.2.1절 및 6.2.2.1절에서 논의된다.

다양한 형태로 존재하는 방사성 요오드는 냉각재상실사고시 주요 핵분열생성물 중 하나로 격납건물살수에 의해 격납건물 대기로부터 흡수된다. 안전주입단계에서의 격납건물 살수에 의한 요오드 흡수능력은 오염되지 않은 핵연료재장전수를 공급함으로써 보장된다. 그러나 재순환단계에서는 살수용액이 핵분열생성물을 다량 포함하고 있으므로 살수용액의 pH 정도에 따라 안전주입단계에서 흡수된 요오드가 살수용액으로부터 이탈하여 격납건물

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

대기중으로 재회발될 수 있다. 이러한 요오드의 재회발을 방지하고 살수용액의 지속적인 요오드 흡수능력을 보장하기 위하여 재순환단계에서의 pH 조절이 요구된다.

본절에서는 냉각재상실사고후 격납건물살수계통의 핵분열생성물 제거능력에 대해 기술하였다.

### 6.5.2.1 설계기준

다음은 격납건물살수계통의 핵분열생성물 제거를 위한 설계기준이다.

- 가. 집수조 화학첨가제인 삼인산나트륨(Tri-Sodium Phosphate, TSP)은 냉각재상실사고후 재순환단계까지 집수조 pH를 7.0 이상으로 증가시키고, 이후에는 pH가 7.0과 8.5 사이를 유지하도록 설계하여야 한다.
- 나. 격납건물살수계통이 요오드와 입자형 핵분열생성물을 격납건물 대기로부터 감소시키는 능력은 설계기준 냉각재상실사고시 소외 방사선피폭을 10 CFR 100의 원자로 부지에 대한 선량요건 이하로 만족시키고, 주제어실과 기술지원실에서 거주성을 보장하기 위한 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준을 만족하여야 한다.

격납건물 대기로부터 열을 제거하기 위한 살수계통의 추가적인 설계기준은 6.2.2.1절에 별도로 기술되어 있다.

### 6.5.2.2 계통설계

#### 6.5.2.2.1 개요

격납건물살수계통은 봉산수인 살수용액을 격납건물 대기중으로 공급하기 위해 설계되었

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

다. 격납건물살수계통은 격납건물 대기로부터 요오드를 충분히 제거할 수 있으며 설계 기준 냉각재상실사고에 의한 소의 피폭선량을 10 CFR 100의 선량 제한치 이내로 유지시키고, 주제어실과 비상기술지원실 운전원에 대한 갑상선 피폭선량을 10 CFR 50 부록 A에 명시된 제한치 이내로 유지시킨다.

격납건물 대기중으로의 요오드 재회발을 억제하기 위해, TSP 첨가에 의하여 재순환단계에서 집수조 pH는 7.0 이상으로 제어된다. 수동적인 메카니즘에 의한 집수조 화학첨가제의 전형으로 사용되는 TSP 분말은 바스켓안에 들어 있으며, 물속에서 높은 용해도의 화학적 특성을 가진다. 더욱이, 바스켓은 TSP 분말이 집수조의 물과 쉽게 접촉하여 빠르게 용해가 이루어지도록 표면적이 넓게 설계되었으며, 냉각재상실사고후 혼합된 용액은 화학적 평형조건에 도달하게 된다. 바스켓들은 2차차폐벽 외부의 격납건물 바닥에 낮게 위치하여 집수조 물에 쉽게 잠기게 되어 있다.

초기 주입단계시에는 재장전수탱크 물이 격납건물 살수의 공급원이고, 재순환단계시에는 독립된 격납건물 재순환집수조 물이 격납건물살수계통 각 계열의 살수공급원이 된다.

격납건물살수계통중 봉산수와 접하는 부분들은 오스테나이트계 스테인레스강 또는 그와 동등한 내부식성을 가지는 재료로 구성된다.

격납건물 돔에 위치한 주살수 노즐의 배치는 격납건물 운전층 면적의 90% 이상을 살수하도록 설계되었다. 운전층 하부에 위치한 보조 살수노즐은 공기혼합을 주목적으로 설계되었으며, 이것들은 운전층 하부의 대부분 영역에 살수를 주입한다.

### 6.5.2.2.2 기기설명

살수계통의 구성 기기들은 6.2.2.2절에 기술되었으며, 살수계통 기기의 설계변수는 표 6.2-56에 기술되어 있다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.5.2.2.3 계통 운전

계통의 유량과 모드별 운전기간에 대해서는 6.2.2절에 기술되어 있다.

격납건물살수계통의 운전은 주입기간과 재순환기간 동안 요오드 제거 요건이 만족됨을 보장한다. 주입기간 동안에 격납건물살수계통은 재장전수탱크로부터 붕산수의 살수용액을 공급받는다.

주입기간 동안 바스켓에 포함된 TSP는 격납건물재순환집수조의 물에 침수되어 빠르게 용해되고, 이것은 냉각재상실사고후 재순환단계시까지 혼합된 집수조 물의 pH를 7.0 이상으로 올리게 되며, 장기간의 재순환운전시에 격납건물재순환집수조 pH는 7.0과 8.5 사이에서 유지된다.

냉각재상실사고후 소외선량 계산시 고려된 격납건물 요오드 제거 기능은 15.6절에 기술되어 있다.

### 6.5.2.3 설계 평가

#### 6.5.2.3.1 집수조용액 pH 평가

냉각재상실사고후 안전주입기간 동안 격납건물 바닥 (E1, 86'-0")에 설치되어 있는 바스켓안의 삼인산나트륨 분말이 용해되어 집수조 용액의 pH를 7.0 이상으로 올릴 수 있으며, 재순환기간 동안 집수조용액의 pH가 7.0과 8.5사이에 있음을 보장하기 위한 분석이 수행되었다.

안전주입기간 동안에 핵분열생성물, 특히 요오드의 제거는 재장전수탱크로부터 제공되는 요오드가 함유되지 않은 살수용액에 의해 이루어진다. 요오드 제거는 살수용액내 요오

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

드 농도에 반비례한다. 재순환기간 동안 집수조용액의 pH가 7.0 이상으로 유지되면 집수조용액에 용해된 방사성 요오드는 격납건물 대기로 재회발되지 않는다. 따라서 안전주입단계에서의 살수를 위한 살수첨가제나 pH 조절은 필요하지 않으며, 재순환단계에서는 요오드의 재회발을 방지하기 위하여 pH 조절이 필요하다.

안전주입기간 동안 집수조내에서 용해된 삼인산나트륨은 배관파단 부위에서의 취출 및 살수에 의해 유발되는 난류로 집수조내 봉산수와 혼합되는데 집수조내 냉각수의 pH는 재순환단계 시작이전에 최소한 7.0 이상을 유지하여야 한다. 6.2절의 격납건물 압력 및 온도 분석에서는 최단 재순환 시작시점을 사고후 약 27분 (표 6.2-6 참조)으로 고려하고 있으나 주입기간 동안의 집수조 pH 평가에서는 보수적으로 25분을 선정한다. 참고문헌 7은 냉각재상실사고후 15분이 경과하면 집수조내 냉각수의 pH가 7.0 이상임을 보여주고 있다. 재순환단계에서의 장기적인 집수조 pH와 관련하여 집수조의 pH가 7.0에서 8.5 사이에서 유지됨을 보이기 위하여 최대 및 최소 pH가 계산되었다. 집수조 pH를 계산하기 위하여 고려된 기본적인 수원은 원자로냉각재계통내 냉각재량, 안전주입탱크내 냉각수량, 재장전수탱크내 냉각수량 및 안전주입배관내 냉각수량이다.

집수조의 최소 pH를 7.0으로 설정하고 이를 위해 요구되는 최소량의 삼인산나트륨을 계산하기 위하여 다음의 경우를 가정한다.

- 최대 냉각수원
- 각 냉각수원의 최대봉산농도
- 최소 집수조 물 온도

| 1

집수조의 최대 pH는 위에서 결정된 삼인산나트륨의 양을 기준으로 다음의 경우를 가정하여 계산한다.

- 최소 냉각수원
- 각 냉각수원의 최소봉산농도
- 최대 집수조 물 온도

| 1



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

장기적인 집수조 pH 분석에 사용된 입력변수들은 표 6.5-1에 제시되어 있다. 액체상태에서 삼인산나트륨과 붕산사이의 화학적 반응은 산과 염기의 평형조건에서 고려된다. 삼인산나트륨 분말의 양, 46,400 lbm를 기준으로 계산된 집수조의 최소 pH는 7.0이며, 최대 pH는 8.0이다. 계산 결과로부터 냉각재상실사고 이후 어떠한 상황에서도 집수조의 pH는 재순환단계에서 장기적으로 요오드 보유 및 공학적안전설비의 재료 부식방지를 위해 요구되는 pH 범위인 7.0과 8.5사이에서 유지됨을 알 수 있다.

6.5.2.3.2 요오드제거효과 평가

요오드제거계수평가를 위하여 격납건물은 살수구역과 비살수구역의 두 구역으로 구분된다. 보조살수계통이 살수계통의 요오드제거능력 및 격납건물 대기 혼합능력을 향상시킬 수 있으나 분석에서는 보수적으로 고려하지 않았다.

두 살수구역의 살수특성은 표 6.5-2에 제시한 바와 같이 구역별 체적, 살수노즐수 및 살수유량으로 나타낼 수 있다. 이 표의 값들은 단일고장에 의해 사고기간중 한 계열의 살수계통만이 작동한 경우를 기준으로 제시된 것이다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-3은 방사성 요오드가 침적할 수 있는 격납건물내 각종 표면적자료를 나타낸다.

격납건물내에서 사용된 페인트는 비-비닐(non vinyl) 계열로 다음과 같다.

- 금속 표면에 사용된 에폭시
- 콘크리트 표면에 사용된 에폭시
- 금속 표면에 사용된 아연도금

살수구역 구분의 경우와 마찬가지로 침적표면도 살수영역과 비살수영역의 표면으로 구분된다.

1

#### 6.5.2.3.2.1 분석모델 및 결과

규제지침서 1.4에 의하면 냉각재상실사고후 격납건물 대기내 요오드는 크게 원소형, 입자형 및 유기물형태로 존재한다. 살수에 의한 이들 요오드 제거모델이 본절에 기술된다 (참고문헌 2). 유기 요오드화물은 보수적으로 살수 및 침적에 의하여 제거되지 않는 것으로 가정한다.

가. 살수에 의한 요오드 제거

##### 1) 살수에 의한 원소형 요오드 제거

사고시 격납건물 대기중에 존재하는 요오드의 대부분은 원소형 요오드로서 살수 물방울에 의해 흡수되어 빠르게 제거된다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

원소형 요오드에 대한 살수제거계수 ( $\lambda_s$ )는 다음과 같이 계산하였다.



( 6.5-2)

여기서,  $K_g$  : 기체상 질량전달계수, 3 m/min

$T$  : 살수액적의 낙하시간 (min)

$F$  : 펌프의 유량 ( $m^3/min$ )

$V$  : 살수구역의 체적 ( $m^3$ )

$D$  : 살수액적의 평균 직경 (m)

표 6.5-4는 상기 변수에 대한 계산입력치를 나타낸다. 살수방울의 평균직경은 격납건물 살수노즐 자료 (참고문헌 4)에 기초하여 296 마이크론을 사용하였다. 펌프의 살수유량은 최소유량인 펌프당 3,496 gpm이 사용되었다. 식 6.5-2를 사용하여 살수영역에서의 원소형 요오드에 대한 살수제거계수 계산결과는 22.1/hr이나 식 6.5-2의 적용에 따른 제한사항으로 살수영역에 대한 살수제거계수는 최대값이 20.0/hr로 제한된다.

1

## 2) 살수에 의한 유기요오드 제거

살수에 의한 유기요오드 제거는 고려하지 않는다.

## 3) 살수에 의한 입자형요오드 제거

입자형요오드에 대한 살수제거계수 ( $\lambda_p$ )는 다음과 같이 계산하였다.



( 6.5-3)

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

여기서,  $h$  : 살수액적의 낙하높이 (m)

$F$  : 펌프유량 ( $m^3/min$ )

$V$  : 살수영역의 체적 ( $m^3$ )

$E/D$  : 침적효율 ( $m^{-1}$ )

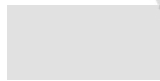
표 6.5-5는 상기 변수에 대한 계산 입력치를 나타내고 있다. 식 6.5-3을 이용한 살수영역에서의 입자형요오드에 대한 살수제거계수 계산결과는 0.43/hr이다.

1

#### 나. 침적에 의한 요오드 제거

##### 1) 침적에 의한 원소형요오드 제거

침적에 의한 원소형요오드 제거계수 ( $\lambda_w$ )는 다음과 같이 계산된다.



(6.5-4)

여기서,  $K_w$  : 질량전달계수 (m/hr)

$A$  : 총 침적 표면적 ( $m^2$ )

$V$  : 각 구역의 자유체적 ( $m^3$ )

질량전달계수로 각종 격납건물 도장에 대한 가장 낮은 침적속도를 반영하여 보수적으로 4.9m/hr를 가정하며 (참고문헌 2), 표 6.5-6은 상기 변수에 대한 계산 입력치를 나타내고 있다. 식 6.5-4에 의해 계산된 침적계수는 살수영역에서는 1.49/hr이며, 비살수영역에서는 6.09/hr이다.

1

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## 2) 침적에 의한 유기형요오드 제거

침적에 의한 유기형요오드의 제거는 고려하지 않는다.

## 3) 침적에 의한 입자형요오드 제거

침적에 의한 입자형요오드의 제거는 고려하지 않는다.

## 다. 제염계수 (DF)

## 1) 살수에 의한 원소형요오드 제염계수

살수계통에 의한 격납건물 대기의 최대 원소형요오드 제염계수는 다음과 같이 계산된다.



$$\text{---} \quad (6.5-5)$$

여기서,  $V_s$  : 격납건물 집수조내 냉각수 체적 ( $\text{ft}^3$ )

$V_c$  : 격납건물 자유체적 ( $\text{ft}^3$ )

$H$  : 평형 요오드 분할계수 (partition coefficient)

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-7은 상기 변수에 대한 계산 입력치를 나타내고 있다.  $V_s$  및  $V_c$ 는 격납건물 및 집수조 배치구조에 근거하여 계산되고, 요오드 분할계수 ( $H$ )는 온도, pH, 가수분해 및 방사분해 정도 등 여러 인자에 따라 결정되며 참고문헌 5에 제시된 실험자료에 근거하여 250을 사용한다. 집수조에서의 장기간 pH 값을 7.0으로 가정하여 보수적으로 요오드 분할계수를 산정한다. 또한, 보수적인 제염계수 계산을 위해 최소 집수조 냉각수 체적을 가정하며 이렇게 계산된 격납건물 살수에 의한 원소형 요오드의 제염계수는 7.78이다.

집수조 물이 재순환되기 전에 집수조 물은 격납건물 대기로부터 제거된 핵분열 생성물뿐만 아니라, 노심에서 내려온 핵분열생성물을 포함하고 있다. 참고문헌 6에 의하면 집수조 물의 pH가 7보다 작은 경우에는 분자형태의 요오드 기체가 재휘발하여 격납건물 대기로 빠져 나간다. 따라서 원소형요오드의 재휘발 방지를 위해서는 집수조에서의 pH값을 7.0 이상으로 유지시켜야 하며, 삼인산 나트륨을 사용하여 사고 회복단계인 장기간의 재순환기간에 집수조 물의 pH값을 7.0 이상으로 유지시킨다.

## 2) 표면침적에 의한 원소형요오드 제염계수

침적에 의한 원소형요오드 제염계수는 다음과 같이 계산된다.

- (1) 침적 가능한 총요오드량을 원소별로 계산한다.
- (2) 격납건물내 표면에 균일하게 요오드가 침적된다는 가정하에 단위면적당 침적될 수 있는 최대 표면침적량을 계산한다.
- (3) 최대 표면침적량과 격납건물내에 사용된 표면도장재의 침적능력을 비교하여 제염계수를 계산한다.

표 6.5-8은 표면침적이 가능한 요오드량을 동위원소별로 나타낸 것이다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

격납건물내에서는 노심내 요오드 총량의 50%가 방출되는 것으로 가정한다. 방출된 요오드 총량이 격납건물내 각종 표면에 균일하게 침적되는 것으로 가정할 때, 최대 표면침적량은  $0.031 \text{ mg/cm}^2$  이다. 참고문헌 2에서 격납건물 도장재인 에폭시에 대한 최소 침적용량 ( $0.271 \text{ mg/cm}^2$ )을 이용할 경우 침적용량에 대한 최대 요오드 표면침적량 비율은 다음과 같이 계산된다.

상기 계산결과는 격납건물내 표면적이 노심에서 방출된 모든 원소형요오드를 침적시킬수 있음을 의미한다. 이 결과에 따르면 무한대의 제염계수를 설정할 수도 있으나 보수적으로 침적에 의한 제염계수를 100으로 선정하였다.

## 3) 표면침적에 의한 유기형요오드 제염계수

침적에 의한 유기형요오드의 제거가 고려되지 않으므로 적용되지 않는다.

## 4) 표면침적에 의한 입자형요오드 제염계수

침적에 의한 입자형요오드의 제거가 고려되지 않으므로 적용되지 않는다.

이 절에서 계산된 요오드 제거계수는 표 6.5-9에 종합적으로 기술된다.

## 6.5.2.4 시험 및 검사

격납건물살수계통에 대한 가동전 시험은 14장에 기술된 시험방법에 따라 수행된다. 주기적인 시험은 운영기술지침서에 따라 수행된다.

## 6.5.2.5 계측설비

격납건물살수계통 계측설비 요건은 6.2.2.5절에 기술되어 있다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

### 6.5.2.6 재질

격납건물살수계통 재질은 6.2.2.6절에 기술되어 있다.

### 6.5.3 핵분열생성물 제어계통

#### 6.5.3.1 일차 격납건물

일차 격납건물은 원통형 벽체, 반구형 돔 및 슬랩형 바닥으로 된 포스트텐션드 강화콘크리트 구조물로 구성되어 있으며, 내벽은 0.25 인치(6.35 mm) 두께의 라이너강판으로 용접되어 누설밀봉 압력경계를 이루고 있다. 격납건물의 구조설계에 대한 상세내용은 3.8절에 기술되어 있다. 격납건물 구조물의 배치도면은 1.2절의 일반배치도에서 보여주고 있다.

격납건물 외벽, 라이너판, 기계 및 전기관통부, 격리밸브, 해치 및 잠금장치 등은 격납건물내 가상사고시 방사성물질의 외부방출을 제한하는 기능을 수행하도록 설계되어 궁극적으로는 이로 인한 소외 방사선량이 10 CFR 100에 제시된 제한치 이하가 되도록 한다. 격납건물격리계통의 설계에 대한 내용은 6.2.4절에 기술되어 있다.

설계기준사고에 대한 장기적인 격납건물 압력거동에 대해서는 6.2.1절에 기술되어 있다. 격납건물 대기중의 요오드 농도 및 온도·압력을 감소시키기 위하여 격납건물살수계통이 작동된다. 살수계통 작동은 계통동작 착수시점으로부터 격납건물 압력이 정상상태로 돌아오는 시점까지 계속된다. 격납건물살수계통의 작동시간에 대한 설명은 7.3.1절 및 6.2.1절에 기술되어 있다.

정상운전중에 사용되는 격납건물 핵분열생성물제어계통은 저용량퍼지계통으로 구성되며 이는 정상출력운전중 작업자의 격납건물 출입이 요구될 때 사전에 핵분열생성물을 제어하



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

기 위하여 사용된다. 저용량퍼지계통에 대한 상세한 설명은 9.4.6.2.2절에 기술된다.

사고후 격납건물 대기중의 수소농도를 제어하기 위한 주된 수단으로서 다중성이 고려된 안전관련 수소재결합기가 설치된다. 상세한 설명은 6.2.5절의 가연성기체제어계통에 기술되어 있다.

사고후 격납건물대기의 공기정화를 위하여 원자로냉각재상실사고후 추기계통이 설치된다. 이 계통은 출력운전중 또는 냉각재상실사고후에 격납건물 대기중의 가연성기체를 배기시키기 위하여 사용될 수 있다. 상세한 설명은 9.4.6.2.3절에 기술된다.

6.5.3.2 이차 격납건물

본 항목은 영광 5,6호기에는 적용되지 않는다.

6.5.4 참고문헌

1. Regulatory Guide 1.4, "Assumption used for evaluation of the potential radiological consequences of loss of coolant accident for pressurized water reactor" U.S. NRC, 1974
2. NUREG/CR-0009, "Technological Bases for Models of Spray Washout of Airborne Contaminates in Containment Vessel", U.S. NRC, 1978
3. ANSI/ANS 56.5 "PWR and BWR Containment Spray System Design Criteria". November 7, 1979.
4. Vendor Data No. N215-DT-A01-01, "Containment Spray Nozzle Data", JOSEPH OAT. Corporation, Rev.5, January 8,1999.

영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

5. NUREG/CR-4697, "Chemistry and Transport of Iodine in Containment", U.S. NRC, Oct. 1986
6. SRP 6.5.2, Rev.2, "Containment Spray as a Fission Product Cleanup System", U.S. NRC, 1988.
7. 한전 Letter, 울진(일기) 610.02-294, "검사지적사항 시정조치보고", February 19, 1998.



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-1

집수조 pH 분석을 위한 입력 변수

물 공급원	최소 값	최대 값
<u>원자로냉각재계통의 물</u>		
물의 체적, $\text{ft}^3$	10,917	10,917
붕소 농도, ppm	0	2,200
<u>안전주입탱크의 물</u>		
물의 체적, $\text{ft}^3$	7,432	7,708
붕소 농도, ppm	2,300	4,400
<u>재장전수탱크의 물</u>		
물의 체적, $\text{ft}^3$	69,664	103,379
붕소 농도, ppm	4,000	4,400
<u>격납건물 살수/안전주입 배관 물</u>		
물의 체적, $\text{ft}^3$	4,650	4,650
붕소 농도, ppm	2,300	4,400

## 영광 5, 6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-2 (2 중 1)

격납건물 살수에 대한 설계특성

영역	부피 (ft <sup>3</sup> )	노즐 수	유량 (gpm)
살수영역 (주살수영역)	2,144 x 10 <sup>6</sup>	230	3,496
비살수영역 (보조살수영역 포함)	0.715 x 10 <sup>6</sup>	80	240

1



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-2 (2 중 2)

설 명	부피 (ft <sup>3</sup> )
(A) 격납건물의 순자유체적(공칭)	2.793 x 10 <sup>6</sup>
(B) 운전층 (Operating Floor) 상부 총체적 핵연료재장전수로	2.215 x 10 <sup>6</sup> 7.049 x 10 <sup>4</sup>
(C) 가압기격실 체적 증기발생기격실 체적 비산물차폐체, CEDM, HVAC 및 이들의 하부영역 체적 안전주입탱크, 격납건물송풍냉각기 및 이들의 하부영역 체적	1.815 x 10 <sup>4</sup> 9.833 x 10 <sup>4</sup> 1.785 x 10 <sup>4</sup> 2.772 x 10 <sup>4</sup>
순자유체적에 대한 주살수영역의 체적분율 계산값*	76%
요오드제거 분석에 사용된 값	75%
비살수영역 체적분율**	25%

1

\* 살수영역 체적분율은  $\frac{B-C}{A}$  로 계산된다.

\*\* 보수적으로 보조살수영역은 비살수영역으로 고려된다.

1

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-3

## 격납건물 내부 표면적에 대한 입력변수

기기/구조물	총면적(ft <sup>2</sup> )	살수영역 (ft <sup>2</sup> )	비살수영역 (ft <sup>2</sup> )	표면도장재
격납건물 원통형 벽	64,493	39,810	24,683	에폭시
격납건물 돔	32,246	32,246	-	에폭시
격납건물 바닥	11,537	- *	-	에폭시
강판매설콘크리트	4,017	1,205	2,812	에폭시
콘크리트	85,341	25,602	69,739	에폭시
재장전 수조	11,004	11,004	-	-
크레인 및 브리지	33,250	33,250	-	에폭시
안전주입탱크	5,440	5,440	-	에폭시
철구조물-A	128,993	38,698	90,295	에폭시
철구조물-B	26,800	2,680	24,120	에폭시
철구조물-C	46,496	5,406	41,090	아연도금
철구조물-D	18,400	1,840	16,560	아연도금
철구조물-E	2,207	221	1,986	에폭시
철구조물-F	10,382	1,038	9,344	-
합 계	4,806 × 10 <sup>5</sup>	1,984 × 10 <sup>5</sup>	2,706 × 10 <sup>5</sup>	

\* 격납건물 바닥은 방출된 1차냉각재와 격납건물살수에 의해 침수됨.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-4

살수에 의한 원소형요오드 제거계수에 대한 계산변수

기호	변수 이름	값
		살수영역
Kg	기체상 질량전달계수 (m/min)	3
T	살수액적의 낙하시간 (min)*	0.0278
F	살수유량 (ft <sup>3</sup> /sec)*	7.80
V	살수영역의 체적 (ft <sup>3</sup> )	2.144 x 10 <sup>6</sup>
D	살수액적의 평균직경 (micron)*	296

1

---

\* 살수노즐에서의 설계유량으로 한 계열의 격납건물살수펌프만 작동되었다는 가정에 기초

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-5

살수에 의한 입자형요오도 제거계수에 대한 계산변수

기호	변수 이름	값
		살수영역
h	살수액적의 낙하 높이 (ft)*	72
F	살수유량 (ft <sup>3</sup> /sec)**	7.80
V	살수영역의 체적 (ft <sup>3</sup> )	2.144 x 10 <sup>6</sup>
E/D	평균액적 크기에 대한 집적효율의 비 (m <sup>-1</sup> )	1

1

\* 최소 높이

\*\* 살수노즐에서의 설계유량으로 한 계열의 격납건물살수펌프만 작동되었다는 가정에  
기초



## 영광 5, 6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-6

침적계수에 대한 계산변수

기호	변수 이름	변수값	
		살수영역	비살수영역
Kw	질량전달계수 (m/hr)	4.9*	4.9*
A	총 침적 표면적 (ft <sup>2</sup> )	1.984 × 10 <sup>5</sup>	2.706 × 10 <sup>5</sup>
V	기체 체적 (ft <sup>3</sup> )	2.144 × 10 <sup>6</sup>	7.148 × 10 <sup>5</sup>

---

\* 보수적으로 NUREG/CR-0009에 기술되어 있는 가장 작은 질량전달계수를 가정

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-7

원소형요오드 제염계수에 대한 계산변수

기호	변수 이름	변수값
$V_s$	재순환 작동시 격납건물 집수조내 냉각수 최소 체적 ( $\text{ft}^3$ )	$7.554 \times 10^4$
$V_c$	집수조를 제외한 격납건물 자유체적 ( $\text{ft}^3$ )	$2.783 \times 10^6$
H	평형요오드 분할계수	250



## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-8

## 동위원소별 침적가능한 요오드 량

동위원소	노심내 요오드의 방사능	노심내 요오드의 양 (gram)	노심으로부터 방출된 요오드의 양*
I-127	48.2 gram- atoms	$6.1214 \times 10^3$	$3.0607 \times 10^3$
I-129	3.5409 Ci	$2.0044 \times 10^4$	$1.0022 \times 10^4$
I-131	$8.3523 \times 10^7$ Ci	$6.7361 \times 10^2$	$3.3681 \times 10^2$
I-132	$1.2028 \times 10^8$ Ci	$1.1573 \times 10^1$	$0.5787 \times 10^1$
I-133	$1.7678 \times 10^8$ Ci	$1.5678 \times 10^2$	$0.7839 \times 10^2$
I-134	$1.9948 \times 10^8$ Ci	$7.4624 \times 10^0$	$3.7312 \times 10^0$
I-135	$1.6461 \times 10^8$ Ci	$4.6867 \times 10^1$	$2.3434 \times 10^1$
I-137	$8.7307 \times 10^8$ Ci	$2.5972 \times 10^{-2}$	$1.2986 \times 10^{-2}$
I-138	$4.5681 \times 10^7$ Ci	$3.5365 \times 10^{-3}$	$1.7683 \times 10^{-3}$

\* 보수적으로 노심내 요오드의 양 중 50%가 방출되는 것으로 가정

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 6.5-9

요오드 제거계수의 요약

기호	계수구분	계 산 값	
		살수영역	비살수영역
$\lambda_s$	원소형요오드 제거계수 (1/hr)	20.0	N/A
$\lambda_p$	입자형요오드 제거계수 (1/hr)	0.43	N/A
$\lambda_w$	침적계수 (1/hr)*	1.49	6.09
DF	격납건물 살수에 의한 제염계수*	7.78	N/A
DF	침적에 의한 제염계수	100	100
DF	살수에 의한 입자형요오드의 제염계수	**	N/A

1

\* 원소형요오드에 적용

\*\* 보수적으로 재순환 싯점에서 입자형요오드 제거가 멈춘다고 가정

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

6.6 Class 2, 3 기기의 가동중 검사

이 절은 품질그룹 B와 C 기기의 가동중 검사에 대해 기술한다. ASME Code Class 2, 3인 압력 용기, 배관, 펌프, 볼트와 같은 압력지지 기기와 지지물(방진기 포함)에 대한 가동중검사 및 시험은 ASME Code Sec. XI에 따라 수행된다. 또한 원자력안전위원회고시 제2014-16호(원자로시설의 가동중 검사에 관한 규정)에 따라 펌프 및 밸브를 포함한 별도의 가동전 및 가동중 검사 계획 문서를 작성하며, 이 문서에는 검사영역, 검사방법, 검사범위 및 검사횟수에 대한 상세요건이 기술된다. 가동전검사(PSI)는 ASME Code Sec. XI 1989년 판에 따라 수행하며, 첫 번째 주기의 가동중검사(ISI)는 ASME Code Sec. XI 1995년 판 및 1996년 추록에 따라 수행한다. 가동중검사시에는 10 CER 50.55a(1999.11.22)의 수정 및 제한사항을 적용한다.

239

6.6.1 검사 대상 기기

품질그룹 B 및 C는 ASME 코드 Sec. XI, 표 IWC 2500-1 및 IWD 2500-1에 의하여 가동중 검사를 수행하며 대상품목은 가능하면 최대범위로 확장한다. 특별히 요구되는 시험은 가동중검사 계획서에 기술되어 있다.

6.6.2 접근성

Class 2 및 3 계통 기기는 코드에서 요구하는 검사수행을 위해 충분한 공간이 확보되도록 설계되어 있다.

1

6.6.3 검시기법 및 절차

ASME 코드 Sec. XI에 기술된 검시기법 및 절차는 최대한 가능한 정도까지 사용한다.

1

6.6.4 검사 주기

Class 2 및 Class 3 계통기기의 검사주기 및 일정은 IWC-2400 및 IWD-2400에 따라 작성되었다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

6.6.5 검사범주 및 요건

Class 2 및 3 계통기기들의 가동중 검사 범주는 ASME 코드 Sec. XI IWC-2000 및 IWD-2000에 따른다.

1

6.6.6 검사결과 평가

Class 2 및 3 계통기기의 검사 결과 평가는 각각 ASME 코드 Sec. XI, IWC-3000 및 IWD-3000에 따른다.

Class 2 및 3 계통기기에 대한 보수절차서는 각각 IWC-4000 및 IWD-4000에 따른다.

6.6.7 계통 압력시험

Class 2 및 3의 계통 압력시험에 대한 계획은 IWC-5000 및 IWD-5000에 따른다.

6.6.8 가상 배관 파단사고로부터 보호하기 위해 추가된 가동중검사

격납건물 격리밸브 사이의 고에너지 유체 계통 배관의 축방향 및 원주방향 용접부(3.6.2 절에서 논의)는 가능한 확장된 가동중검사를 받는다. 이 배관 계통을 위한 구조물 및 보호관같은 보호방법은 ASME 코드 Sec. XI에 따른 가동중 검사를 수행하는데 방해가 되지 않게 설계하였다.

각 검사 주기 동안 완료한 추가된 가동중검사는 격납건물격리밸브 사이의 배관의 축방향 및 원주방향 용접의 전용접부에 대하여 100% 체적검사를 한다.

## 영광 5,6호기 최종안전성분석보고서

## 6.6.9 코드 면제조항

IWC-1220에 허용되는 검사요건의 면제사항은 가동중검사 계획서에 기록한다.

## 6.6.10 시험 및 검사 완화 신청

코드 요건의 완화신청은 원자력안전위원회고시 제2014-16호(원자로시설의 가동중 검사에  
관한 규정)에 따른다.

239

