2004 춘계학술발표회 논문집
한국원자력학회

SMART 원격정지반

Remote Shutdown Panel of SMART

고종현, 심영록, 성덕현, 김중선
삼창기업(주) 제어기술연구소
울산광역시 울주군 웅촌면 고연리 974-1

서상문, 박근옥
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

SMART(System-integrated Modular Advanced ReacTor)에서 주제어실 대피상황이 발생하는 경우 운전원은 원격정지반에서 플랜트를 안전정지 시키고 안전한 상태로 유지한다. 본 논문에서는 이러한 원격정지반의 기능, 설계가정을 바탕으로 원격정지운전 개념을 제시하며 원격정지반 구성기기 배치 및 타계통과의 연계신호에 대해 기술한다.

Abstract

In case of Main Control Room(MCR) evacuation occurrence in SMART, operator using of Remote Shutdown Panel(RSP) make safe shutdown of plant and maintain safe status. This paper provides concept of remote shutdown operation and describes equipment layout and signal interface with others system on basis of RSP function and design assumptions.

1. 서론

몇몇 연구용 원자로를 제외한 가동중인 원자로의 대부분은 전력생산을 위한 대용량 원자로이며 기술개발에 대한 관심 및 실적 또한 이 분야에 대해서만 이루어져 왔다. 그러나 최근에는 전력생산용 대규모 원자로 이외에 다양한 분야에 활용 가능한 중·소형 다목적 원자로에 대한 관심이 증대되고 있다. 국내에서도 소규모 전력생산뿐만 아니라 해수담수화 플랜트 동력원 및 기타 여러 분야에 활용 가능한 SMART의 개발이 진행중이다.[1]

본 논문에서는 이러한 SMART의 원격정지반(RSP, Remote Shutdown Panel)에 대한 기본적 사항을 토대로 이를 만족하기 위한 원격정지반의 구성안을 제시한다.

2. 기능

화재 등으로 인하여 주제어실의 기능이 상실되어 대피상황이 발생한 경우에 운전원은 주제어실로부터 물리적·전기적으로 분리되어 있는 주제어실 이외의 장소인 원격정지실로 이동한다. 안전정지를 위하여 원격정지반에 장착된 제어 및 감시기기를 이용하여 플랜트를 신속하게 정지 시키고 정지 기간동안 플랜트를 안전한 상태로 유지하며 나아가 장기간 주제어실로 복구가 불가능할 때에는 적절한 절차에 따라 원격정지반과 현장제어반을 이용하여 플랜트를 저온정지 상태에 이르게 할 수 있는 잠재적 능력을 보유하여야 한다.[2],[3],[4],[5],[6] 또한, 제어절환장치를 두어 주제어실과 원격정지실에서의 동시제어를 방지한다.

3. 설계 가정

원격정지반 설계시에는 몇가지 가정에 대하여 고려하여야 한다. 주제어실로부터의 대피상황은 특수 사건으로 설계기준사고와 같은 다른 비정상적 플랜트 상태와 동시에 발생되지 않는다. 또한, 참고문헌 [6]의 2항 “자연현상 보호를 위한 설계기준”에 규정된 바와 같은 중대한 자연현상이 대피상황과 동시에 발생하지 않는다. 대피상황 발생전에 플랜트는 정상상태에서 정격 출력운전 상태에 있다고 가정한다. 대피상황이 발생되어 운전원에 의한 원격정지반에서의 제어기능이 수립될 때까지 플랜트는 고온대기 상태를 유지한다. 그러나, 화재로 인한 대피상황은 주제어실 대피 기간에 제어계측장치의 오동작이나 손상을 초래할 수 있으므로 제어절환 장치의 설계시 화재로 인한 오동작을 초래하는 손상에 대해 고려하여야 한다. 소외 전력상실이 가능하다는 가정하에 소내 교류전력(비상디젤발전기)이 공급될 수 있어야 한다. [4],[5]

4. 원격정지운전

주제어실 대피상황이 발생하면 주제어실에서 독립적인 2개의 set으로 구성된 인접한 4개의 원자로정지 누름스위치중 어느 한 set을 누르면 제어봉 구동장치의 교류전원이 차단되어 노심으로 제어봉이 삽입, 원자로가 수동정지 된다. 다음에 주제어실 비안전등급 소프트제어기에서 주냉각재펌프(MCP)를 정지시킨 후 원자로 정지를 확인한다. 이후 제어권을 주제어실로부터 원격정지반으로 이양하여 원격정지반에서 임무를 수행한다. 원격정지운전 개념은 그림 1과 같다.

5. 구성 기기

SMART 원격정지반은 플랜트 고온정지 및 잠재적 저온정지 기능을 수행하기 위하여 다양한 기기로 구성된다. 원격정지용 지시표시기, 원격정지용 경보표시기, 원격정지용 안전등급 소프트제어기 표시기, 원격정지용 안전등급 소프트제어기 처리기, 원격정지용 비안전등급 소프트제어기, 주증기격리계통 작동 수동스위치, 통신설비로 이루어진다. 기기배치는 그림 2와 같다.

원격정지용 지시표시기는 안전등급제어계통, 플랜트보호계통, 공정계측계통으로부터 중간에 격리기(isolator)가 설치된 안전통신망을 통하여 원격정지운전에 필요한 각종 공정변수를 전송받아 운전원에게 표시하여 준다.

원격정지용 경보표시기는 중간에 격리기(isolator)가 설치된 안전통신망을 통하여 안전등급제어계통, 플랜트보호계통으로부터 원격정지운전중 운전원에게 경고해야할 신호를 전송받아 표시한다. 또한, 비안전통신망을 통하여 경보지시계통으로부터 원격정지운전중 운전원에게 경고해야할 신호를 전송받아 표시한다.

원격정지용 안전등급 소프트제어기 처리기에서 채널별 제어신호를 안전통신망을 통하여 안전등급제어 계통 및 플랜트보호 계통으로 제어신호를 전송하며 그 결과를 원격정지용 안전등급 소프트제어기 표시기에 나타낸다.

원격정지용 비안전등급 소프트제어기는 비안전통신망을 통하여 출력제어계통에 제어신호를 전송하며 그 결과를 원격정지용 비안전등급 소프트제어기에 나타낸다.

수동스위치는 안전등급 제어계통의 공학적 안전설비를 계통-수준으로 작동하기 위한 주증기격리계통의 운전원 제어 인터페이스를 제공한다.

통신설비는 주제어실, 현장제어반, 비상대응시설과의 의사소통 뿐만 아니라 소내·소외 보고체계상의 통신을 위하여 필요하다.

6. 연계 신호

원격정지반은 통신망을 통하여 안전등급제어계통, 플랜트보호계통, 공정계측계통, 경보지시계통, 출력제어계통과 연계되며 연계 신호 구조는 그림 3과 같다.

안전등급제어계통과의 연계신호 요건은 원격정지용 안전등급 소프트제어기 처리기에서 채널별 제어신호를 안전통신망을 통하여 안전등급제어계통으로 전송하며 그 결과를 원격정지용 안전등급 소프트제어기 표시기에 나타나게 한다. 원격정지운전에 필요한 공정변수는 원격정지용 지시표시기에 전송된다. 원격정지운전중 운전원에게 경고해야 할 신호는 원격정지용 경보표시기에 전송된다.

플랜트보호 계통과의 연계신호 요건은 원격정지용 안전등급 소프트제어기 처리기에서 채널별 제어신호를 안전통신망을 통하여 플랜트보호 계통으로 전송하며 그 결과를 원격정지용 안전등급 소프트제어기 표시기에 나타나게 한다. 원격정지운전에 필요한 공정변수를 원격정지용 지시표시기에 전송된다. 원격정지운전중 운전원에게 경고해야 할 신호를 원격정지용 경보표시기에 나타나게 한다.

공정계측 계통과의 연계신호 요건은 안전통신망을 통하여 원격정지운전에 필요한 각종 공정변수를 공정계측 계통으로부터 입력받아 원격정지용 지시표시기에 나타나게 한다.

경보지시 계통과의 연계신호 요건은 비안전통신망을 통하여 원격정지운전중 운전원에게 경고해야 할 신호를 원격정지용 경보표시기에 나타나게 한다.

출력제어 계통과의 연계신호 요건은 원격정지용 비안전등급 소프트제어기에서 출력제어계통으로 운전원 제어신호를 송신하며 그 결과를 원격정지용 비안전등급 소프트제어기에 나타나게 한다.

7. 결론

본 논문은 SMART 원격정지반의 기능 및 설계가정을 바탕으로 원격정지운전 개념을 제시하고 원격정지반 구성기기 배치 및 타계통과의 연계신호구조에 대해 기술하였다. 현재 원격정지반 개발이 진행중이므로 설계변경 가능성이 있으며 세부적인 인허가 규제요건을 충족시킬 수 있도록 추후 보완할 계획이다.

Acknowledgement

본 연구는 SMART 개발사업의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

[1] 장문희 외, “일체형원자로(SMART) 기본설계”, KAERI/TR-2142/2002, 한국원자력연구소, 2002
[2] 과학기술부령 제31호, “원자로 시설등의 기술기준에 관한 규칙”, 2001. 7.28
[3] 과학기술부 고시 제2000-17호, “전력산업기술기준의 원자로시설 기술기준 적용에 관한 지침”, 2000.12.29
[4] 전력산업기술기준(KEPIC) ENB 6320, “원격정지제어반 설계”, 2000
[5] American National Standard "Criteria for Remote Shutdown for Light Water Reactors", ANSI/ANS-58.6-1983
[6] Title 10, "Energy", Code for Federal Regulations, Part 50, "Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities." Appendix A, "General Design Criteria for Nuclear Power Plants", 2000. 1

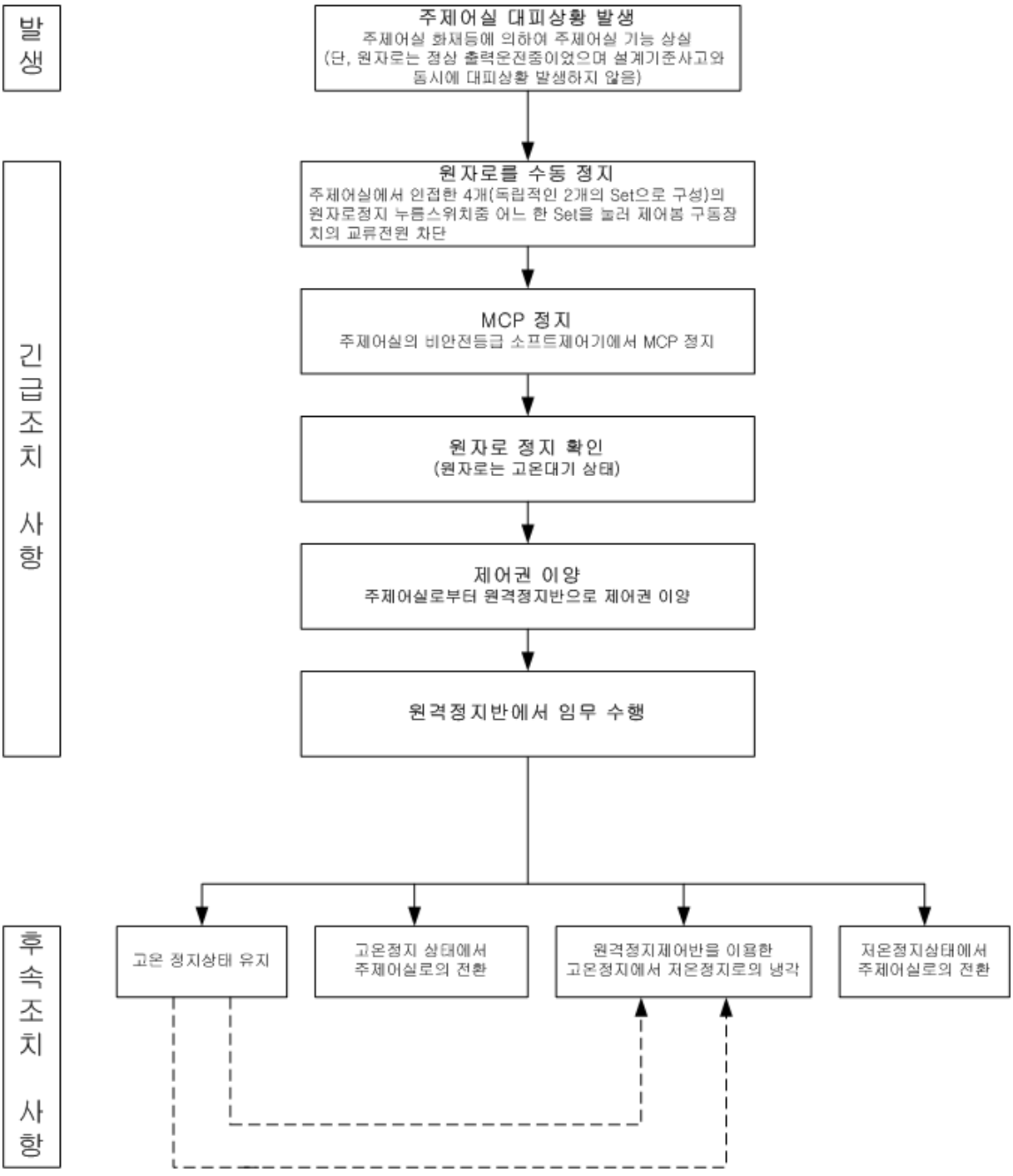
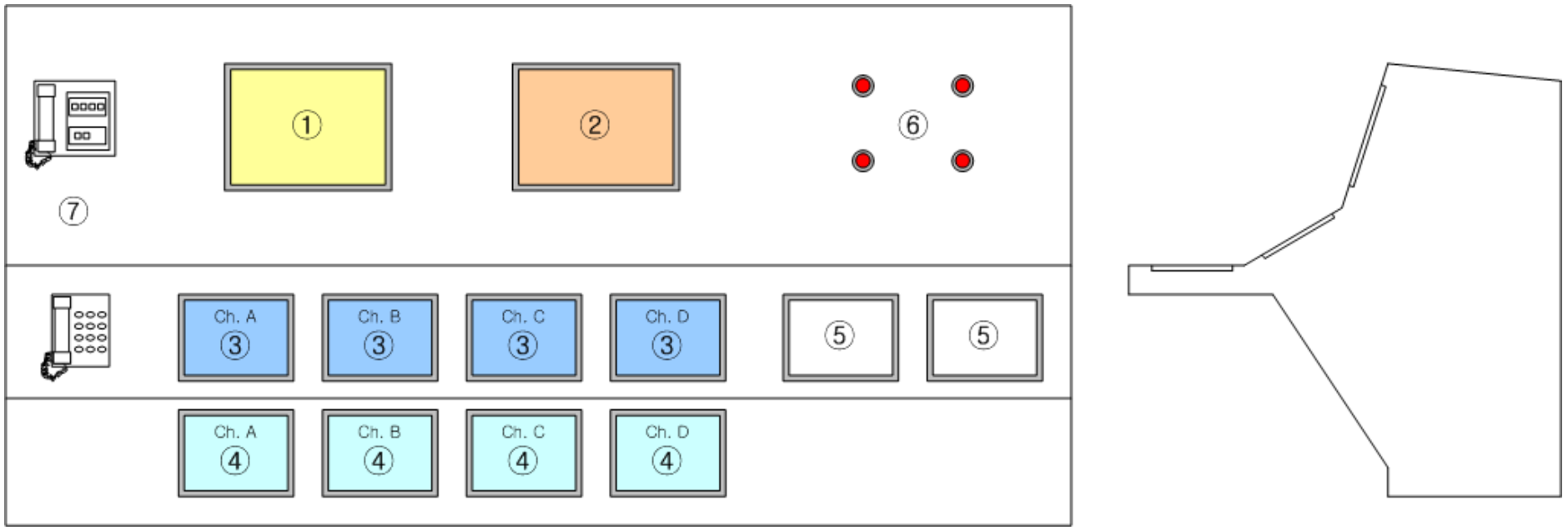


그림 1 원격정지운전 개념



① 원격정지용 지시표시기
② 원격정지용 경보표시기
③ 원격정지용 안전등급 소프트제어기 표시기
④ 원격정지용 안전등급 소프트제어기 처리기
⑤ 원격정지용 비안전등급 소프트제어기
⑥ 주증기격리계통 작동 수동스위치
⑦ 통신설비

그림 2 기기배치

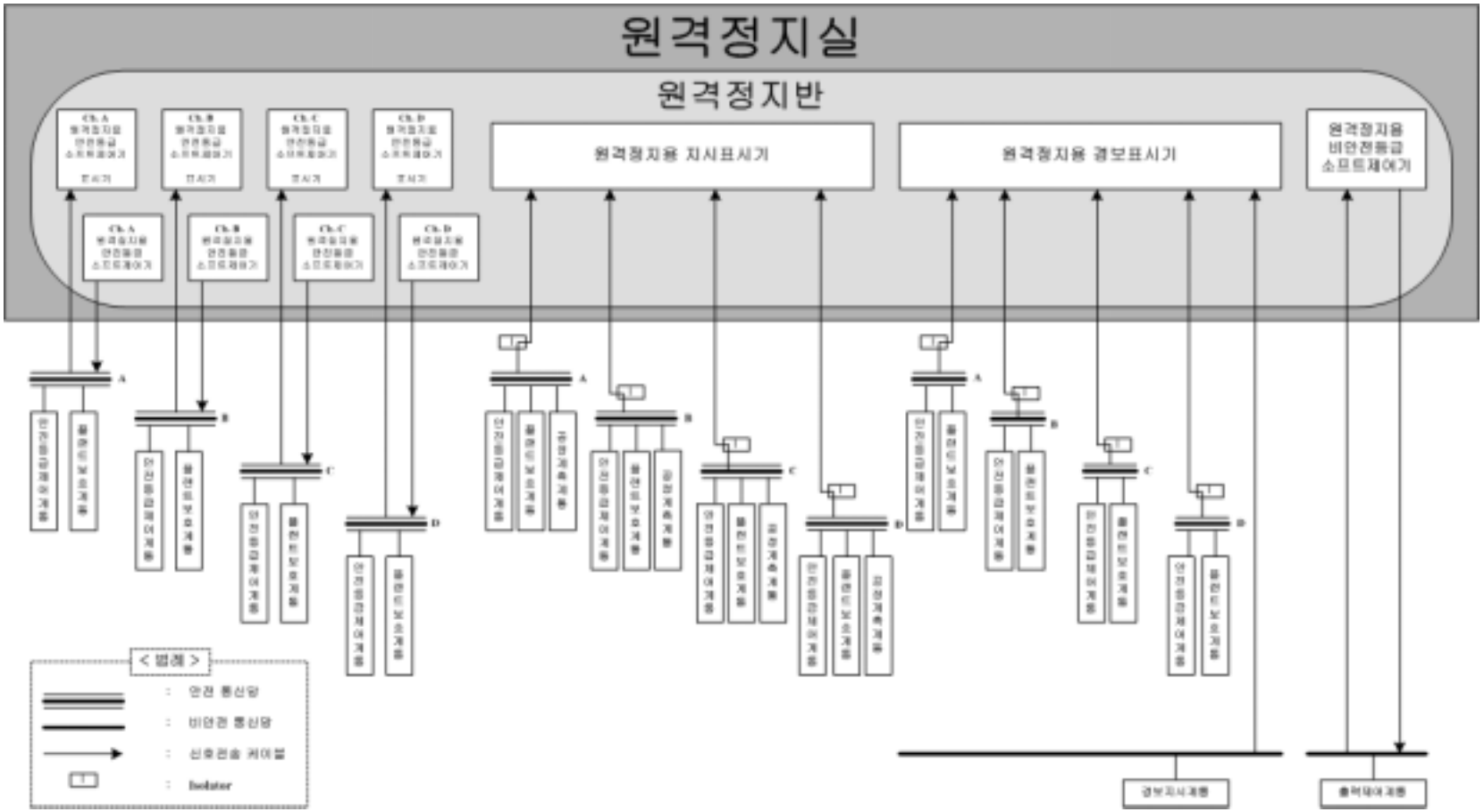

원격정지실
원격정지반
원격정지용 지시표시기
원격정지용 경보표시기
원격정지용
비안전등급
소프트웨어기
< 범례 >
: 안전 통신망
: 비안전 통신망
: 신호전송 케이블
: Isolater

그림 3 연계 신호 구조