



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월06일
 (11) 등록번호 10-1447514
 (24) 등록일자 2014년09월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 15/18 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0026588
 (22) 출원일자 2013년03월13일
 심사청구일자 2013년03월13일
 (65) 공개번호 10-2014-0112198
 (43) 공개일자 2014년09월23일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2013007727 A*
 KR100813939 B1*
 KR101183611 B1*
 JP05249277 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
대우조선해양 주식회사
 서울특별시 중구 남대문로 125 (다동)
한국과학기술원
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
 (72) 발명자
우일국
 서울 강동구 고덕로 130, 107동 2003호 (암사동, 프라이어팰리스)
김민길
 대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 11 항

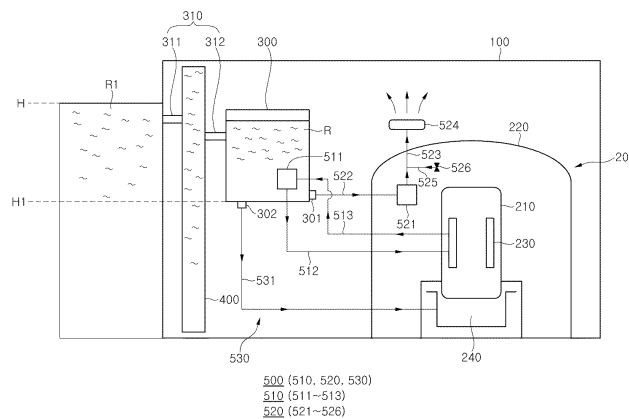
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 **해상 소형 원전용 안전 시스템**

(57) 요약

본 발명은 해상 소형 원전용 안전 시스템에 관한 것으로, 해상에 설치되는 해상 구조체의 내부에 냉각수를 저장할 수 있는 하나의 통합 수조를 형성하고, 해상 구조체의 외부에 존재하는 해수가 수두차에 의해 통합 수조의 내부 공간으로 유입되도록 형성함으로써, 통합 수조의 크기와 무관하게 계속적으로 해수를 통합 수조로 공급하여 냉각수로 활용할 수 있어 원전 설비의 비상 상황 발생시 냉각수를 이용한 냉각 기능을 오랜 시간 동안 계속적으로 수행할 수 있고, 해수가 수두차에 의해 통합 수조로 공급됨과 동시에 통합 수조에 저장된 냉각수가 자중에 의해 다수개의 냉각 계통으로 흘러들어가도록 함으로써, 전력 차단과 같은 비상 상황 발생시 별도의 외부 전력 공급 없이도 정상적이고 지속적인 피동 냉각 기능을 수행할 수 있는 해상 소형 원전용 안전 시스템을 제공한다.

대표도



(72) 발명자

이정익

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

김성구

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

이필승

대전 유성구 대학로 291, 해양시스템공학과 (구성동, 한국과학기술원)

장순홍

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

특허청구의 범위

청구항 1

해상에 배치되며 내부에 수용 공간이 형성되는 해상 구조체와, 상기 해상 구조체의 내부에 설치되는 원자력 발전 설비를 포함하는 해상 소형 원전에 대한 안전 시스템에 있어서,

상기 해상 구조체의 내부에 배치되며, 내부 공간에 냉각수가 저장되도록 형성되는 통합 수조; 및

상기 통합 수조에 저장된 냉각수를 이용하여 상기 원자력 발전 설비를 냉각시키는 냉각 유닛;

을 포함하고, 상기 통합 수조는 상기 해상 구조체의 외부에 존재하는 해수가 수두차에 의해 내부 공간으로 유입될 수 있도록 형성되고,

상기 냉각 유닛은,

상기 원자력 발전 설비의 원자로 내부에 대한 잔열을 제거하는 제 1 냉각 계통, 상기 원자력 발전 설비의 격납 용기 내부를 냉각하는 제 2 냉각 계통 또는 상기 원자력 발전 설비의 원자로 공동에 냉각수를 공급하여 상기 원자로를 냉각하는 제 3 냉각 계통 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하고,

상기 제 2 냉각 계통은,

내부의 열매체가 상기 격납 용기 내부 공간과 열교환하도록 상기 격납 용기 내부 공간에 배치되는 열교환기; 및 상기 통합 수조 내부의 냉각수가 상기 통합 수조로부터 상기 열교환기를 거쳐 열교환된 후 상기 격납 용기의 외부로 배출되도록 형성되는 제 2 냉각 배관;

을 포함하는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 2

해상에 배치되며 내부에 수용 공간이 형성되는 해상 구조체와, 상기 해상 구조체의 내부에 설치되는 원자력 발전 설비를 포함하는 해상 소형 원전에 대한 안전 시스템에 있어서,

상기 해상 구조체의 내부에 배치되며, 내부 공간에 냉각수가 저장되도록 형성되는 통합 수조; 및

상기 통합 수조에 저장된 냉각수를 이용하여 상기 원자력 발전 설비를 냉각시키는 냉각 유닛;

을 포함하고, 상기 통합 수조는 상기 해상 구조체의 외부에 존재하는 해수가 수두차에 의해 내부 공간으로 유입될 수 있도록 형성되고,

상기 냉각 유닛은,

상기 원자력 발전 설비의 원자로 내부에 대한 잔열을 제거하는 제 1 냉각 계통, 상기 원자력 발전 설비의 격납 용기 내부를 냉각하는 제 2 냉각 계통 또는 상기 원자력 발전 설비의 원자로 공동에 냉각수를 공급하여 상기 원자로를 냉각하는 제 3 냉각 계통 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하고,

상기 제 3 냉각 계통은,

상기 통합 수조 내부의 냉각수가 상기 원자로의 원자로 공동으로 유입되도록 상기 통합 수조와 상기 원자로 공동을 연결하는 제 3 냉각 배관을 포함하는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 통합 수조의 내부 공간 바닥면이 해수면보다 낮은 위치에 위치하도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 통합 수조는 해수가 유입될 수 있도록 별도의 해수 유입 배관을 통해 상기 해상 구조체의 외부 공간과 연통되게 장착되는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 해상 구조체의 내부에는 해수가 유입될 수 있도록 발라스트 탱크가 장착되고, 상기 통합 수조는 상기 발라스트 탱크로부터 해수가 유입되도록 상기 발라스트 탱크와 연통되게 장착되는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 해수 유입 배관은,

상기 발라스트 탱크로 해수가 유입되도록 상기 해상 구조체의 외부 공간과 상기 발라스트 탱크를 연결하는 제 1 연결 배관; 및

상기 통합 수조로 해수가 유입되도록 상기 발라스트 탱크와 상기 통합 수조를 연결하는 제 2 연결 배관;

을 포함하는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 냉각 계통은,

내부의 열매체가 상기 통합 수조 내부의 냉각수와 열교환하도록 상기 통합 수조 내에 배치되는 열교환기; 및

상기 열매체가 상기 열교환기와 상기 원자로 내부에 배치되는 증기 발생기를 순환하며 열교환하도록 상기 열교환기와 상기 증기 발생기를 연결하는 제 1 냉각 배관;

을 포함하고, 상기 열매체가 자연 순환 방식으로 상기 열교환기와 상기 증기 발생기를 순환하도록 형성되는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 냉각수가 자중에 의해 상기 제 2 냉각 배관을 따라 상기 열교환기로 유동하는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 냉각 배관은

상기 통합 수조와 상기 열교환기를 연결하는 유입 냉각 배관; 및

일단이 상기 열교환기에 연결되고 타단이 상기 격납 용기의 외부로 노출되는 배출 냉각 배관

을 포함하고, 상기 배출 냉각 배관에는 여과 필터가 장착되는 것을 특징으로 하는 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 배출 냉각 배관에는 일단이 상기 격납 용기의 내부 공간에 노출되도록 별도의 서브 배출 배관이 연결되고, 상기 서브 배출 배관에는 개폐 밸브가 장착되는 것을 특징으로 하는 해상 소형 원전용 안전 시스템.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 2 항에 있어서,

상기 냉각수가 자중에 의해 상기 제 3 냉각 배관을 따라 상기 원자로 공동으로 유동하는 것을 특징으로 하는, 해상 소형 원전용 안전 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 해상 소형 원전용 안전 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 해상에 설치되는 해상 구조체의 내부에 냉각수를 저장할 수 있는 하나의 통합 수조를 형성하고, 해상 구조체의 외부에 존재하는 해수가 수두차에 의해 통합 수조의 내부 공간으로 유입되도록 형성함으로써, 통합 수조의 크기와 무관하게 계속적으로 해수를 통합 수조로 공급하여 냉각수로 활용할 수 있어 원전 설비의 비상 상황 발생시 냉각수를 이용한 냉각 기능을 오랜 시간 동안 계속적으로 수행할 수 있고, 해수가 수두차에 의해 통합 수조로 공급됨과 동시에 통합 수조에 저장된 냉각수가 자중에 의해 다수개의 냉각 계통으로 흘러들어가도록 함으로써, 전력 차단과 같은 비상 상황 발생시 별도의 외부 전력 공급 없이도 정상적이고 지속적인 피동 냉각 기능을 수행할 수 있는 해상 소형 원전용 안전 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 근래에는 화석 연료의 고갈 등의 이유로 원자력 발전에 대한 수요가 증가하고 있으며, 최근에는 대규모 전력을 생산하기 위한 대용량 발전용 원전 이외에도 원자력의 비전력 분야 활용을 더욱 확대할 수 있도록 활용성이 다양한 중소형 원전에 대한 연구 개발이 널리 진행되고 있다.

[0003] 국내에서도 소형 일체형 모듈식 원전으로 SMART(System-integrated Modular Advanced Reactor) 원자로가 개발되었으며, 이러한 소형 원전은 육상은 물론 해상에도 용이하게 설치할 수 있고, 전력 생산 기능 뿐만 아니라 해수 담수화 기능 등을 수행하는데 활용될 수 있다.

[0004] 일반적으로 원전 설비에는 비상시 원전 설비를 냉각시켜 반응을 정지시키기 위한 안전 장치로서, 냉각 계통이 구비된다. 냉각 계통은 통상 원자로의 노심에서 발생하는 열을 제거하기 위한 1차 냉각계통과, 증기 발생기를 통해 1차 냉각계통의 열을 터빈 축으로 전달하는 2차 냉각계통으로 구성되며, 각 냉각계통은 수많은 고압 및 고온의 배관을 포함하고 있다.

[0005] 대용량 발전용 원전의 경우, 냉각 계통을 통해 원자로 내부의 증기 발생기에 냉각수를 공급하는 방식으로 원자로 내부 공간을 냉각시킴으로써, 원자로 내부 공간에 대한 잔열을 제거하도록 구성된다. 이 경우, 냉각수 공급은 별도의 펌프 작동을 통해 이루어지는 능동형 방식으로 구성된다. 즉, 펌프를 작동시키기 위한 외부 전력을 공급하는 경우에만 냉각수가 공급된다. 따라서, 비상 상황에서 전력이 차단되면, 펌프 작동이 불가능하여 냉각수 공급이 이루어지지 않고, 이에 따라 방사능 외부 누출과 같은 원전 사고가 발생할 수 있다.

[0006] 소형 원전의 경우, 전력 공급이 차단되는 경우에도 자연 순환 방식으로 냉각수를 일정시간 공급하여 원자로 내부 공간을 냉각시킬 수 있도록 피동형 방식이 널리 채택되고 있으며, 이러한 구조를 통해 더욱 안전한 운전이 가능하도록 구성된다.

[0007] 이러한 소형 원전의 냉각 계통을 이루는 구성요소는 별도의 입력 신호 또는 외부 전력원 없이 피동적으로 작동하기 때문에, 기존의 능동 안전 계통과 비교하여 상대적으로 신뢰성이 높다는 장점이 있으나, 오랜 시간동안 일정량의 냉각수를 지속적으로 주입하기 어렵다는 문제가 있었다. 특히, 소형 원전을 해상에 설치하는 해상 소형 원전의 경우, 주변에 해수가 존재함에도 불구하고 이러한 해수를 이용하지 못하여 원자로 내부 공간을 충분히 냉각시키지 못한다는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개2013-007727호(2013.01.10.)
- (특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-1183611호(2012.09.18.)
- (특허문헌 0003) 등록특허공보 제10-0813939호(2008.03.17.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 해상에 설치되는 해상 구조체의 내부에 냉각수를 저장할 수 있는 하나의 통합 수조를 형성하고, 해상 구조체의 외부에 존재하는 해수가 수두차에 의해 통합 수조의 내부 공간으로 유입되도록 형성함으로써, 통합 수조의 크기와 무관하게 계속적으로 해수를 통합 수조로 공급하여 냉각수로 활용할 수 있어 원전 설비의 비상 상황 발생시 냉각수를 이용한 냉각 기능을 오랜 시간 동안 계속적으로 수행할 수 있는 해상 소형 원전용 안전 시스템을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 해수가 수두차에 의해 통합 수조로 공급됨과 동시에 통합 수조에 저장된 냉각수가 자중에 의해 다수개의 냉각 계통으로 흘러들어가도록 함으로써, 전력 차단과 같은 비상 상황 발생시 별도의 외부 전력 공급 없이도 정상적이고 지속적인 피동 냉각 기능을 수행할 수 있는 해상 소형 원전용 안전 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명은, 해상에 배치되며 내부에 수용 공간이 형성되는 해상 구조체와, 상기 해상 구조체의 내부에 설치되는 원자력 발전 설비를 포함하는 해상 소형 원전에 대한 안전 시스템에 있어서, 상기 해상 구조체의 내부에 배치되며, 내부 공간에 냉각수가 저장되도록 형성되는 통합 수조; 및 상기 통합 수조에 저장된 냉각수를 이용하여 상기 원자력 발전 설비를 냉각시키는 냉각 유닛을 포함하고, 상기 통합 수조는 상기 해상 구조체의 외부에 존재하는 해수가 수두차에 의해 내부 공간으로 유입될 수 있도록 형성되는 것을 특징으로 하는 해상 소형 원전용 안전 시스템을 제공한다.
- [0011] 이때, 상기 통합 수조의 내부 공간 바닥면이 해수면보다 낮은 위치에 위치하도록 배치될 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 통합 수조는 해수가 유입될 수 있도록 별도의 해수 유입 배관을 통해 상기 해상 구조체의 외부 공간과 연통되게 장착될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 해상 구조체의 내부에는 해수가 유입될 수 있도록 발라스트 탱크가 장착되고, 상기 통합 수조는 상기 발라스트 탱크로부터 해수가 유입되도록 상기 발라스트 탱크와 연통되게 장착될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 해수 유입 배관은 상기 발라스트 탱크로 해수가 유입되도록 상기 해상 구조체의 외부 공간과 상기 발라스트 탱크를 연결하는 제 1 연결 배관; 및 상기 통합 수조로 해수가 유입되도록 상기 발라스트 탱크와 상기 통합 수조를 연결하는 제 2 연결 배관을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 냉각 유닛은 상기 원자력 발전 설비의 원자로 내부에 대한 잔열을 제거하는 제 1 냉각 계통과, 상기 원자력 발전 설비의 격납 용기 내부를 냉각하는 제 2 냉각 계통과, 상기 원자력 발전 설비의 원자로 공동에 냉각수를 공급하여 상기 원자로를 냉각하는 제 3 냉각 계통 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 제 1 냉각 계통은 내부의 열매체가 상기 통합 수조 내부의 냉각수와 열교환하도록 상기 통합 수조 내에 배치되는 열교환기; 및 상기 열매체가 상기 열교환기와 상기 원자로 내부에 배치되는 증기 발생기를 순환하며 열교환하도록 상기 열교환기와 상기 증기 발생기를 연결하는 제 1 냉각 배관을 포함하고, 상기 열매체가 자연 순환 방식으로 상기 열교환기와 상기 증기 발생기를 순환하도록 형성될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 제 2 냉각 계통은 내부의 열매체가 상기 격납 용기 내부 공간과 열교환하도록 상기 격납 용기 내부

공간에 배치되는 열교환기; 및 상기 통합 수조 내부의 냉각수가 상기 통합 수조로부터 상기 열교환기를 거쳐 열교환된 후 상기 격납 용기의 외부로 배출되도록 형성되는 제 2 냉각 배관을 포함하여 구성될 수 있다.

[0018] 이때, 상기 냉각수가 자중에 의해 상기 제 2 냉각 배관을 따라 상기 열교환기로 유동하도록 구성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제 2 냉각 배관은 상기 통합 수조와 상기 열교환기를 연결하는 유입 냉각 배관; 및 일단이 상기 열교환기에 연결되고 타단이 상기 격납 용기의 외부로 노출되는 배출 냉각 배관을 포함하고, 상기 배출 냉각 배관에는 여과 필터가 장착될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 배출 냉각 배관에는 일단이 상기 격납 용기의 내부 공간에 노출되도록 별도의 서브 배출 배관이 연결되고, 상기 서브 배출 배관에는 개폐 밸브가 장착될 수 있다.

[0021] 한편, 상기 제 3 냉각 계통은 상기 통합 수조 내부의 냉각수가 상기 원자로의 원자로 공동으로 유입되도록 상기 통합 수조와 상기 원자로 공동을 연결하는 제 3 냉각 배관을 포함하여 구성될 수 있다.

[0022] 이때, 상기 냉각수가 자중에 의해 상기 제 3 냉각 배관을 따라 상기 원자로 공동으로 유동하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 의하면, 해상에 설치되는 해상 구조체의 내부에 냉각수를 저장할 수 있는 하나의 통합 수조를 형성하고, 해상 구조체의 외부에 존재하는 해수가 수두차에 의해 통합 수조의 내부 공간으로 유입되도록 형성함으로써, 통합 수조의 크기와 무관하게 계속적으로 해수를 통합 수조로 공급하여 냉각수로 활용할 수 있어 원전 설비의 비상 상황 발생시 냉각수를 이용한 냉각 기능을 오랜 시간 동안 계속적으로 수행할 수 있는 효과가 있다.

[0024] 또한, 해수가 수두차에 의해 통합 수조로 공급됨과 동시에 통합 수조에 저장된 냉각수가 자중에 의해 다수개의 냉각 계통으로 흘러들어가도록 함으로써, 전력 차단과 같은 비상 상황 발생시 별도의 외부 전력 공급 없이도 정상적이고 지속적인 피동 냉각 기능을 수행할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 해상 소형 원전용 안전 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 해상 소형 원전용 안전 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 개념도이다.

[0028] 먼저, 해상 소형 원전은 SMART와 같은 소형 일체형 모듈 원자로로서, 해상에 설치되며 내부에 수용 공간이 형성되는 해상 구조체(100)와, 해상 구조체(100)의 내부에 설치되는 원자력 발전 설비(200)를 포함하여 구성된다.

[0029] 본 발명은 비상 상황시 원자력 발전 설비(200)를 냉각시키기 위한 장치로서, 해상 구조체(100)의 내부에 배치되며 내부 공간에 냉각수(R)가 저장되도록 형성되는 통합 수조(300)와, 통합 수조(300)에 저장된 냉각수(R)를 이용하여 원자력 발전 설비(200)를 냉각시키는 냉각 유닛(500)을 포함하여 구성된다.

[0030] 해상 구조체(100)는 해상에 부유하는 부유물 형태로 구성되거나 또는 해상에 고정 설치되는 형태로 구성될 수 있으며, 내부에는 외부와 차단되는 형태의 수용 공간이 형성되도록 구성될 수 있다. 원자력 발전 설비(200)는 소형 일체형 모듈 원전에 일반적으로 적용되는 형태로 구성될 수 있는데, 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이 격납 용기(220) 내부에 원자로(210)가 배치되고, 원자로(210) 하부에는 원자로 공동(240)이 형성되는 방식으로 구성될 수 있다. 이때, 원자로(210) 내부에는 내부열을 이용해 증기를 발생시킬 수 있는 증기 발생기(230)가 구비된다. 이와 같은 구성은 일반적인 소형 일체형 모듈 원전과 동일하므로, 여기에서 상세한 설명은 생략한다.

[0031] 통합 수조(300)는 내부 공간에 냉각수(R)를 저장할 수 있는 용기 형태로 구성될 수 있으며, 냉각 유닛(500)은

통합 수조(300)에 저장된 냉각수(R)를 이용하여 원자력 발전 설비(200)를 냉각시키기 위한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라 제 1 냉각 계통(510), 제 2 냉각 계통(520) 및 제 3 냉각 계통(530) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 형태로 구성될 수 있다. 이때, 제 1 냉각 계통(510), 제 2 냉각 계통(520) 및 제 3 냉각 계통(530)은 모두 하나의 통합 수조(300)에 저장된 냉각수(R)를 공통적으로 이용하여 원자력 발전 설비(200)를 냉각시키도록 구성된다.

[0032] 이때, 통합 수조(300)는 해상 구조체(100)의 외부에 존재하는 해수(R1)가 수두차에 의해 통합 수조(300)의 내부 공간으로 유입될 수 있도록 형성된다. 이를 위해 도 1에 도시된 바와 같이 통합 수조(300)의 내부 공간 바닥면 높이(H1)가 해수면 높이(H) 보다 낮게 위치하도록 배치될 수 있다.

[0033] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 해상 소형 원전용 안전 시스템은 별도의 외부 에너지원 없이도 원자력 발전 설비(200)를 냉각시킬 수 있는 피동 냉각 계통을 갖도록 구성되는데, 이를 위해 해상 구조체(100)의 외부에 무한히 존재하는 해수(R1)가 별도의 외부 전력 공급없이 수두차(H-H1)에 의해 연속적으로 통합 수조(300)로 공급되도록 구성되며, 이와 같이 통합 수조(300)로 공급된 해수(R1)는 냉각 유닛(500)을 통해 냉각수(R)로 활용된다.

[0034] 통합 수조(300)는 해수(R1)가 유입될 수 있도록 별도의 해수 유입 배관(310)을 통해 해상 구조체(100)의 외부 공간과 연통되게 장착될 수 있는데, 이러한 해수 유입 배관(310)은 하나의 배관 형태로 형성되어 해상 구조체(100)의 외부에 존재하는 해수(R1)가 직접 통합 수조(300)로 유입되도록 구성될 수도 있으나, 이와 달리 발라스트 탱크(400)와 연결되어 발라스트 탱크(400)를 통해 해수(R1)가 유입되도록 구성될 수도 있다. 즉, 해상 구조체(100) 내부에는 해상 구조체(100)의 균형 유지를 위한 발라스트 탱크(400)가 구비될 수 있는데, 발라스트 탱크(400)는 해상 구조체(100)의 외부로부터 해수(R1)가 유입될 수 있도록 장착되고, 이러한 발라스트 탱크(400)로부터 통합 수조(300)로 해수(R1)가 유입되도록 통합 수조(300)가 발라스트 탱크(400)에 연통되게 장착될 수 있다.

[0035] 이를 위해 해수 유입 배관(310)은 발라스트 탱크(400)로 해수(R1)가 유입되도록 해상 구조체(100)의 외부 공간과 발라스트 탱크(400)를 연결하는 제 1 연결 배관(311)과, 통합 수조(300)로 해수가 유입되도록 발라스트 탱크(400)와 통합 수조(300)를 연결하는 제 2 연결 배관(312)을 포함하여 구성될 수 있다. 제 1 연결 배관(311)은 해수면보다 낮은 위치에 배치되는 것이 바람직하며, 제 2 연결 배관(312)은 제 1 연결 배관(311)보다 낮은 위치에 배치되는 것이 바람직하다.

[0036] 한편, 냉각 유닛(500)은 전술한 바와 같이 하나의 통합 수조(300)에 저장된 냉각수(R)를 이용하여 원자력 발전 설비(200)를 냉각시키는 것으로, 제 1 냉각 계통(510), 제 2 냉각 계통(520) 및 제 3 냉각 계통(530) 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하여 구성된다.

[0037] 제 1 냉각 계통(510)은 원자력 발전 설비(200)의 원자로(210) 내부에 대한 잔열을 제거하는 구성으로, 내부의 열매체가 통합 수조(300) 내부의 냉각수(R)와 열교환하도록 통합 수조(300) 내에 배치되는 열교환기(511)와, 열매체가 열교환기(511)와 원자로(210) 내부에 배치되는 증기 발생기(230)를 순환하며 열교환하도록 열교환기(511)와 증기 발생기(230)를 연결하는 제 1 냉각 배관(512, 513)을 포함하여 구성된다. 제 1 냉각 배관(512, 513)은 열교환기(511)로부터 액체 상태의 열매체가 증기 발생기(230)로 유동하도록 열교환기(511)와 증기 발생기(230)를 연결하는 액체 유동 배관(512)과, 증기 발생기(230)로부터 증기 상태의 열매체가 열교환기(511)로 유동하도록 증기 발생기(230)와 열교환기(511)를 연결하는 증기 유동 배관(513)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0038] 이때, 열교환기(511)는 증기 발생기(230)보다 높은 위치에 배치되는 것이 바람직하며, 이를 통해 열매체가 자중에 의해 열교환기(511)로부터 증기 발생기(230)로 흘러가고, 증기 발생기(230)에서 원자로(210) 내부와 열교환에 의해 증발된 후, 증기 상태로 다시 열교환기(511)로 유입되어 냉각수(R)와 열교환된다. 이러한 순환 과정은 열매체의 자중에 의한 자연 순환 과정을 통해 이루어지므로, 원전 설비에 비상 상황 발생시 별도의 외부 전력 없이도 증기 발생기(230)로의 열매체 순환 공급을 통해 원자로(210) 내부의 잔열을 제거할 수 있다.

[0039] 제 2 냉각 계통(520)은 원자력 발전 설비(200)의 격납 용기(220) 내부 공간을 냉각하는 구성으로, 내부의 열매체가 격납 용기(220) 내부 공간과 열교환하도록 격납 용기(220) 내부 공간에 배치되는 열교환기(521)와, 통합 수조(300) 내부의 냉각수가 통합 수조(300)로부터 열교환기(521)를 거쳐 열교환된 후 격납 용기(220)의 외부로 배출되도록 형성되는 제 2 냉각 배관(522, 523)을 포함하여 구성된다.

[0040] 제 2 냉각 배관(522, 523)은 냉각수(R)가 통합 수조(300)로부터 열교환기(521)로 흘러가도록 통합 수조(300)와 열교환기(521)를 연결하는 유입 냉각 배관(522)과, 열매체가 열교환기(521)에 의해 열교환된 후 외부로 배출되도록 일단이 열교환기(521)에 연결되고 타단이 격납 용기(220)의 외부로 노출되는 배출 냉각 배관(523)을 포함

하여 구성될 수 있다. 통합 수조(300)에는 이러한 유입 냉각 배관(522)이 연결되도록 별도의 유출 포트(301)가 형성될 수 있으며, 도시되지는 않았으나 별도의 개폐 밸브(미도시)가 유입 냉각 배관(522) 상에 장착될 수도 있을 것이다.

[0041] 이때, 냉각수(R)가 통합 수조(300)로부터 자중에 의해 유입 냉각 배관(522)을 따라 열교환기(521)로 유입되도록 구성되는 것이 바람직하다. 이러한 구조를 통해 원전 설비에 비상 상황 발생시 별도의 외부 전력 없이도 냉각수(R)를 격납 용기(220)의 내부 열교환기(521)로 공급하여 배출함으로써, 격납 용기(220) 내부 공간에 대한 냉각 기능을 수행할 수 있다.

[0042] 한편, 배출 냉각 배관(523)에는 별도의 여과 필터(524)가 장착될 수 있으며, 이를 통해 흑시라도 발생할 수 있는 외부 방사능 누출 또는 이물질 누출을 다시 한번 방지할 수 있다. 또한, 배출 냉각 배관(523)에는 일단이 격납 용기(220)의 내부 공간에 노출되도록 별도의 서브 배출 배관(525)이 연결될 수 있으며, 서브 배출 배관(525)에는 개폐 밸브(526)가 장착될 수 있다. 이러한 서브 배출 배관(525)을 통해 격납 용기(220) 내부의 공기를 외부로 직접 배출시킬 수 있으며, 내부 공기의 직접적인 외부 배출을 통해 격납 용기(220)에 대한 냉각 기능을 수행할 수 있다.

[0043] 제 3 냉각 계통(530)은 원자력 발전 설비(200)의 원자로 공동(240)에 냉각수(R)를 공급하여 원자로(210)를 냉각하는 구성으로, 통합 수조(300) 내부의 냉각수(R)가 원자로(210)의 원자로 공동(240)으로 유입되도록 통합 수조(300)와 원자로 공동(240)을 연결하는 제 3 냉각 배관(531)을 포함하여 구성된다. 제 3 냉각 배관(531)에는 도시되지는 않았으나 별도의 개폐 밸브(미도시)가 장착될 수 있으며, 통합 수조(300)에는 제 3 냉각 배관(531)이 연결되도록 유출 포트(302)가 형성될 수 있다.

[0044] 이때, 냉각수(R)는 자중에 의해 제 3 냉각 배관(531)을 따라 원자로 공동(240)으로 유동하도록 구성된다. 따라서, 제 3 냉각 계통(530) 또한 마찬가지로 원전 설비에 비상 상황 발생시 별도의 외부 전력 없이도 냉각수(R)를 원자로 공동(240)에 공급함으로써, 원자로(210)의 내부 공간을 냉각시킬 수 있다.

[0045] 이상에서 설명한 제 2 냉각 계통(520) 및 제 3 냉각 계통(530)은 통합 수조(300)의 냉각수(R)를 공동으로 이용하여 공급하게 되는데, 이러한 공급을 통해 통합 수조(300)의 냉각수(R) 수위가 낮아지게 되면, 해수면과 수두차가 다시 발생하게 되므로, 전술한 해수 유입 배관(311, 312)을 통해 해수(R1)가 다시 통합 수조(300)로 공급된다. 따라서, 통합 수조(300)의 냉각수(R) 수위가 낮아짐과 동시에 해수(R1)가 외부로부터 즉시 공급되므로, 제 2 냉각 계통(520) 및 제 3 냉각 계통(530)을 통한 냉각수(R) 공급은 계속적으로 이루어질 수 있다. 마찬가지로, 제 1 냉각 계통(510)의 열교환기(511)에 대한 열교환 기능 또한 계속 양호한 상태로 유지시킬 수 있다.

[0046] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0047]
- | | |
|----------------|----------------|
| 100: 해상 구조체 | 200: 원자력 발전 설비 |
| 210: 원자로 | 220: 격납 용기 |
| 230: 증기 발생기 | 240: 원자로 공동 |
| 300: 통합 수조 | 310: 해수 유입 배관 |
| 400: 발라스트 탱크 | 500: 냉각 유닛 |
| 510: 제 1 냉각 계통 | 511: 열교환기 |
| 520: 제 2 냉각 계통 | 521: 열교환기 |
| 524: 여과 필터 | 530: 제 3 냉각 계통 |

도면

도면1

