

원자력발전소 방호도장 Service Level 분류에 대한 고찰

Study on Classification of Protective Coating Service Level in Nuclear Power Plant

임 상 준*

Lim, Sang-Jun

Abstract

Protective coatings at nuclear power plants should be designed to withstand exposure to ambient conditions during normal operation or design-basis accidents. However, there was a change in the perception of the protective coating to the revision of the Regulatory Guidelines by the NRC in July 2000. In other words, maintenance guidelines have been strengthened in order to minimize the clogging of the cooling water system due to the substances in the containment building. Therefore, KHNP, the contractor and operator of the nuclear power plant, plans to develop the coating system for nuclear power plants in accordance with the regulation, and plans to develop its own coating expert.

키 워 드 : 원자력발전소, 방호도장, 규제기준

Keywords : nuclear power plant, protective coating, service level

1. 서 론

국내 원자력발전소는 방호도장의 품질관리 중요성이 요구되어 안전성관련 품목으로 분류하여 관리되어 왔다. 안전성 관련 도장 시스템이란 적용된 도장의 탈락이 원전 안전성 관련 구조물, 계통 및 기기의 안전기능에 악영향을 미칠 수 있는 격납건물 내부 또는 외부에 적용된 도장시스템을 말한다. 본 연구에서는 원자력발전소 방호도장 안전성관련 도장구역 분류인 Service Level을 설명하고, 해외 원전과의 차이점을 비교분석하였다.

2. 원자력 방호도장 중요성

원자력 방호도장은 일반적으로 부식방지, 콘크리트 표면의 오염 방지 및 조명기구의 반사효율 증대, 그리고 기본적인 미관효과를 위한 시각적인 목적 등을 위하여 사용되는 도장체계와 사용후연료저장조 또는 원자로건물 내 다우징탱크에 적용되는 Fiber-glass reinforced epoxy liner와 같이 방수를 목적으로 적용한 침적조건의 도장체계로 분류된다. 원자력 방호도장 자체는 일반적으로 안전기능을 가지지 않지만 콘크리트 표면으로부터의 방호도장 탈락은 다른 기기의 안전기능 수행을 저해할 수 있는 잠재적 위험성을 갖는다. 원자력 방호도장의 손상시 여과기가 막힐 수 있으며 이는 집수 및 배수계통을 통과하는 유량의 감소 원인이 될 수 있다. 또한 침적 도장체계로 적용된 유리섬유 보강 도장체계의 경우에는 콘크리트 탱크내부에 저장된 물질의 누출이 발생될 수 있다. 원자로건물 내부 탄소강에 적용되는 서비스레벨 I급 방호도장 유지관리를 통해 부식에 의한 재료손실을 방지하거나 최소화하는 역할을 한다.

3. 원자력발전소 도장 Service Level 분류

원전 도장구역은 원전 건물 내 특정지역의 안전성 유지를 위해 도장 기능의 만족 수준으로 분류했다. 원전 도장구역 분류는 STM Standard Guide D5144 “Use of Protective Coating Standards in Nuclear Power Plants”에서 공식적으로 채택되었다.

3.1 도장 서비스 레벨 I

도막 손상이 발전소 가동사고 후 유체계통 작동에 악영향을 미쳐 안전정지에 지장을 줄 수 있는 원자로 격납건물 내부 도장지역을 말한다.

* 한국수력원자력 중앙연구원, 교신전자(juni6834@khnp.co.kr)

3.2 도장 서비스 레벨 II

도막 손상이 정상운전을 방해하지는 않지만 지장을 줄 수 있는 원자로 격납건물 외부 도장지역을 말한다. (방사선 피폭과 방사성 핵종 오염에 노출되는 격납건물 외부 도장 지역에서 제염 능력 및 부식방지 기능을 제공, 비안전성 관련 도장)

3.3 도장 서비스 레벨 III

도막의 손상이 안전성 관련 구조물, 계통 및 기기의 안전기능에 악영향을 줄 수 있는 격납건물 외부 도장지역을 말한다.

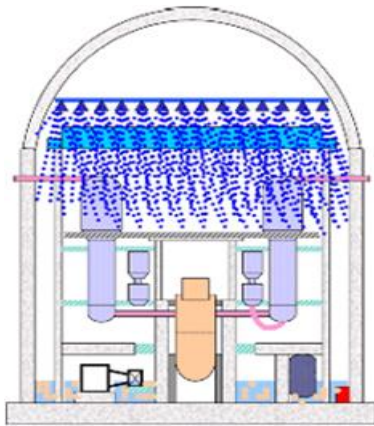


그림 1. 살수계통 개념도

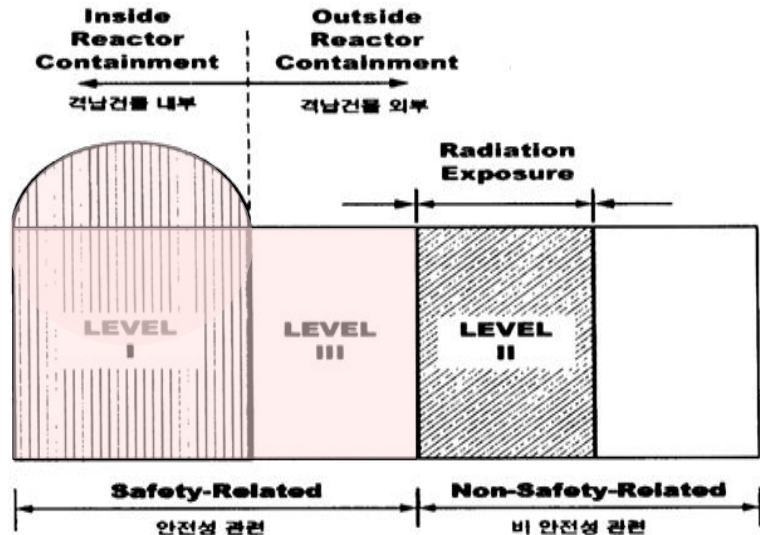


그림 2. 원전 도장 구역분류

4. 해외 및 국내 원전 도장 Service Level 분류

4.1 해외원전 (AP-1000, US-APWR)

AP-1000은 원자로 격납용기의 내부와 외부에 방호도장을 하도록 설계되어 있으며, 특히 외부 도장은 열전도 때문에 안전성 관련 방호도장으로 분류되고 있다. AP-1000설계는 Reg. Guide 1,54 Rev.1을 참조 기준으로 설계됐으므로 외부도장을 Service Level III로 분류했으며, 내부도장은 Service Level I으로 분류했다. 그리고 격납 구조물 내부에 사용된 도장은 Service Level II로 분류했다.

4.2 국내원전 (APR1400)

APR1400은 격납건물 라이너플레이트, 구조물 철재, 콘크리트 등에 도장되어 있다. Reg. Guide 1,54 Rev.1에 따라 설계되었으며, 발전소 설계기준사고시 Spray 살수를 통해 원자로를 냉각하는 시스템을 기준으로 방호도장 Service Level을 정하고 있다. 따라서 Service Level I은 원자로건물, Service Level II는 보조건물로 분류되면 Service Level III구역에 해당하는 도장은 없는 것으로 조사됐다.

5. 결 론

국내 원자력발전소 대부분의 도장은 격납건물 외부에 적용된 비안전 관련 도장에 해당된다. 그러나 격납건물 내부의 도장은 원전의 안전한 운전을 위해 Service Level I으로 분류되어 관리되어 왔다. 하지만, 이러한 Service Level 분류는 냉각시스템에 따라서, 엄격하게 적용할 수도 있고, 완화하여 적용할 수도 있다. 해외 원전 AP-1000은 피동형 냉각시스템으로 국내원전인 APR1400보다 완화된 Service Level로 분류시켰다. 이는 자재비, 인건비 절감 효과를 주기 때문에, 향후 수출예정인 피동형 발전소는 AP-1000을 참조하여 Service Level을 완화시키는 방안도 고려해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. U.S. NRC, REGULATORY GUIDE 1,54 (Rev.1), 2000
2. U.S. NRC, REGULATORY GUIDE 1,54 (Rev.2), 2010