

원자력발전소 방호도장 중요성 및 규제기준에 관한 고찰

Study on Infortance and Regulatory Guide of Protective Coating 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, regulatory guide

1. 서 론

원자력발전소에서 방호도장은 일반적으로 부식방지, 콘크리트 표면의 방사능 오염방지, 제염시 방사능을 포함한 오염물의 용이한 제거, 효과적인 도막형성을 통한 DBA(Design Basis Accident : 설계기준사고)시 안전기능 확보를 목적으로 사용된다. 특히, DBA시 고온/고압 및 Chemical Solution 조건하에서 도막 건전성을 유지, 도장결함(탈락)으로 인해 발전소 비상노심냉각계통(ECCS) 정상기능이 방해받지 않도록 설계, 시공되어야 한다.

본 연구에서는 원자력발전소 방호도장의 규제기준 현황에 대해 조사하고, 향후 원자력발전소 방호도장 관리 대책을 수립하고자 하였다.

2. 원전 방호도장 중요성

원자로건물 내부에 사용되는 방호도장재는 가상의 설계기준사고인 냉각재 상실사고와 주증 기관파단사고시에 발생하는 고온, 고압 및 방사능에 견딜 수 있어야 한다. 가상의 설계기준사고가 발생하게 된다면, 원자로의 안전정지를 위해 가동되는 격납용기 살수계통이 작동하게 되어 물을 분사한다. 만일 이 때의 방호도장재의 도막이 손상 또는 탈락된다면 탈락된 도막재는 분사된 물에 따라 흘러서 집수정 쪽으로 모이게 된다. 이는 배수파이프에 설치되어 있는 여과스크린을 막을 수 있다. 탈락된 도막재와 미세한 도장부스러기 등이 여과스크린에 걸리면 살수된 순환수의 원활한 배출이 어렵게 되므로 원자로 안전정지 기능을 저해할 수 있다. 이러한 이유로 내방사성 방호도장재는 설계기준사고 시 발생하는 고온, 고압 및 방사능에 견딜 수 있는 안전성 관련 품목으로 분류되어 엄격한 품질요건에 따라 관리되어야 한다.

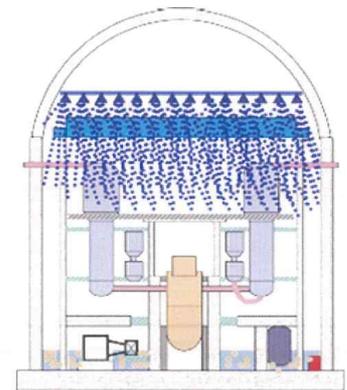


그림 1. 살수계통 개념도

3. 원전 방호도장 규제현안

1973년 미국에서 원전의 방호도장 관련 규제지침인 Regulatory Guide 1.54가 처음 발행되었을 때에는 이 기준을 만족시키는 방호도장은 설계수명 기간동안 그 기능을 유지할 것으로 생각했었다. 미국의 NRC는 미국 내 원전 운전 경험 및 방호도장 유지관리 기록 검토결과를 도출하고 2000년 7월 새로운 규제지침인 Regulatory Guide 1.54 Rev.1을 개정하여 발표하게

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

되었다. 2000년 7월 미국 NRC에서 Reg. Guide 1.54 Rev.1(2000.7) 개정판을 제시함으로써 이내 과거 ANSI기준에 의해 관리해 오던 도장에 대한 인식의 변화가 있었으며, 국내의 규제(조건)도 보다 구체화 되었다. 즉, 안전성 관련 도장에 대한 이해 및 사고 시 격납건물 내부의 이물질로 인한 SUMP SCREEN의 막힘 현상을 최소화하기 위한 설계방안을 강구하였으며, 특히 도장부분에 대해서는 ASTM D5962, ASTM D 5163을 통하여 가동 중 발전소의 미검증도장 유지관리 및 도장성능감시 절차 등에 대한 내용을 ANSI 보다 구체화 시켰다. 2010년에는 Reg. Guide 1.54 Rev.2를 발행함으로써 도장 전문가의 요건을 추가하였다. ASTM D 7108에 도장전문가의 자격인증 및 자격갱신 요건, 안전성관련 도장 프로그램 개발 및 관리 등 도장전문가의 역할을 명기하였다.

표 1. 규제지침 개정 현황

연구자	연구내용
NRC Reg. Guide 1.54 Rev.0 (1973)	건설시 도포한 방호도장은 원전 설계수명 기간 동안 성능저하가 되지 않음 (별도의 유지관리 프로세스에 대한 언급이 없음)
NRC Reg. Guide 1.54 Rev.1 (2000)	운영 중 여러 형태의 열화 현상이 나타남 → 보수시스템 구축요구 (검사자 인증절차, 도장성능 감시절차, 미검증 도장 유지관리 등 추가)
NRC Reg. Guide 1.54 Rev.2 (2010)	설계, 건설 및 운영 전반에 도장전문가(Coating Specialist)도입 요구 ASTM D3911 DBA 시험요건 변경 부착력 시험기준 변경

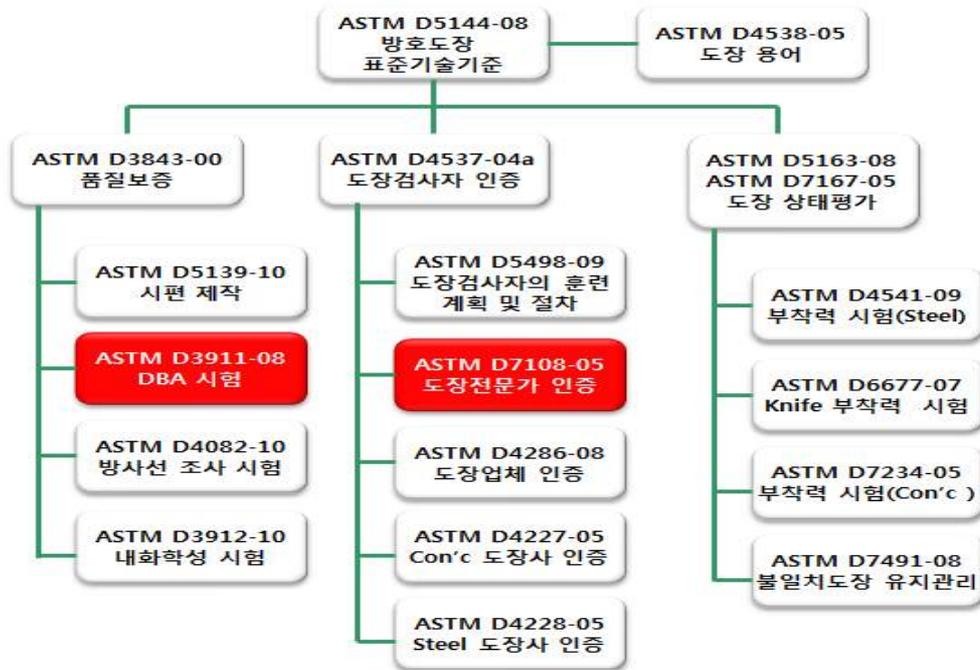


그림 2. 방호도장 규제요건 체계도

4. 결 론

원자력발전소 방호도장 국제 규제기준인 NRC Regulatory Guide 1.54가 최근 원자력발전소 안전성에 대한 사회적 이슈로 점점 더 보수적이고 안전성 중심으로 강화되었다. 또한 최근 국내 규제기관에서는 원자력발전소 도장전문가 보유 중요성을 강조하면서 규제를 더욱 강화하겠다는 입장을 보여왔다. 따라서 원자력발전소 발주자이자 운영자인 한국수력원자력에서는 이러한 규제흐름에 맞춰 가동중 원전 도장체계 개발 연구과제를 계획하고 있으며, 자체적 도장 전문가 양성 계획을 수립할 예정이다.

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