

신원전 적용을 위한 공기조화설비 HEPA필터 및 활성탄흡착기 성능시험요건

정승영, 전제근, 송민철, 김홍태
 한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19
k504isy@kins.re.kr

1. 서론

신고리 및 신월성 원전의 ESF(Engineered Safety Feature)계통 및 정상공기정화(Normal Atmosphere Cleanup System)계통의 공기여과 및 흡착을 위해 HVAC(Heating, Ventilating, and Air Conditioning)내에 HEPA(High-Efficiency Particulate Air)필터 및 활성탄 필터를 설치하여 정상운전 및 비상운전 시 공기를 정화하는 역할을 된다. 우리나라의 기존원전에 Reg. Guide 1.140(1978), Reg. Guide 1.52(1978), ANSI/ASME N509(1979) 및 N510(1979) 등을 적용하여 왔으나 신고리1,2호기부터는 개정된 Reg. Guide 1.140(2001) 및 Reg. Guide 1.52(2001), ASME AG-1(1997), 그리고 ASME N509/N510 (1989) 등을 적용하게 된다. 그러나 이들 개정된 요건들을 우리나라 신규원전에 모두 다 받아들이기에는 검증이 더 필요한 사항도 존재하고 또한 재수정이 필요한 사항도 논의되고 있어서, 우리나라의 기술기준과 규제지침서 제정 작업을 수행하기 전에 사전작업으로서 이들 개정된 기준들을 간단히 검토하였으며, 신고리 및 신월성원전을 위한 HVAC, HEPA필터 및 활성탄흡착필터 등의 제조업체 및 이들 설비의 인수자들을 위해 기준들을 검토 및 정리하여 발표하고자 한다.

2. 본론

원전에 설치하는 공기조화설비는 기체유출물 중 방사성 또는 비방사성 물질을 포함한 미립자와 옥소를 HEPA필터 및 활성탄흡착기를 사용하여 걸러낸 다음 환경으로 방출하는 아주 중요한설비로서, 정상 및 비정상운전 시 방사성물질의 환경 유출을 차단하는 중요한 기능을 하는 설비이다. 신고리 및 신월성 원전 공기조화기(HVAC)는 Reg. Guide 1.140(2001) 및 Reg. Guide 1.52(2001) 적용하여 인수시험들을 수행하여야 하는데, 이들 공기조화기에 장착하는 HEPA 필터, HEPA전단에 장착하는 중급효율필터(MOD Filter), 그리고 활성탄 흡착기의 인수 및 설치시에 유의하여야 하는 몇가지 정리하여 보았다. 먼저 HVAC 설비를 발전소에 인수하기 전에 제작공장에서 점검하여야 하는 사항, 그리고 현장에 설치한 후 실시하는 인수검사에 관한사항, HEPA필터 및 활성탄흡착기에 실시하는 설계검증시험 과 제품시험에 대하여 간단히 정리하였고, 활성탄흡착기의 효율시험에 관한 유의사항을 정리하였다.

가. Reg. Guide 1.140(2001) 및 Reg. Guide 1.52(2001)의 주요 변경내용

HEPA필터 및 활성탄필터의 설계검증 및 시험기준은 Reg. Guide 1.140(2001) 및 Reg. Guide 1.52(2001)에 기술되어 있는데 일반설계 및 시험기준은 ASME AG-1 (1997) "Code on Nuclear Air and Gas Treatment"과 함께 ASME N509 (1989)로 설계되고 ASME N510 (1989)로 시험된 공기정화 계통은 공공건강과 안전성을 보호하기에 적합한 것으로 간주하고 있다. 기존의 Reg. Guide 1.140 및 Reg. Guide 1.52에서 수정된 사항은 필터의 시험에 사용하는 DOP(dioctyl phthalate) 및 R11(Refrigerant-11)대신에 대체물질의 사용을 조건부로 허용한 것이고, 흡착기의 현장누설시험을 연료교체 주기에 맞게 24개월로 연장하는 것을 가능하도록 하였으며, ESF계통은 한달에 10시간씩 히터를 권장상태에서 기동시험을 하도록 하는 사항은 15분으로 단축하였다. 필터의 시험에 사용하는 물질의 대체물 사용은 기술된 여러조건들을 만족하면 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 24개월로의 시험주기 연장은 아직 우리나라의 연료교체주기가 18개월이므로 시험

주기의 연장은 아직 시기 상조로 판단되며, ESF기동 시험시간을 15분으로 단축하는 사항은 아직 타당성이 확인되지 않고 있어 타당성 입증의 선행되어야 할 것으로 판단된다.

나. HEPA필터의 제작 및 성능시험 요건

Reg. Guide 1.140(2001) 및 Reg. Guide 1.52(2001)에서 HEPA필터의 설계검증 및 시험은 ASME AG-1 (1997)의 Section FC에 따라 재료의 선정(FC 3000), 설계(FC 4000) 및 검증(FC 5000)하도록 하고 있으나, 각 HEPA필터의 납품전 제품시험을 SME AG-1 (1997)의 Section TA에 따라서 실시하도록 하고 있다. 그러나 Section TA는 공기조화설비의 현장인수시험에 대한 여러 요건을 규정하는 사항으로서 잘못 기재되어 있는 것으로 판단된다. 각 HEPA필터의 제품시험(Production Testing)은 ASME AG-1 (1997)의 Section FC-5200에 따라서 통풍저항시험(FC-5110 Resistance to Airflow) 및 에어로졸 통과량시험(FC-5120 Test Aerosol Penetration)을 필터의 크기에 따라 Q-76 또는 Q-107 시험기구를 사용하여 제작자는 납품 전에 실시하여 납품 시 시험결과 자료를 제출하여야 한다.

다. 활성탄 제작 및 성능시험 요건

Reg. Guide 1.140(2001) 및 Reg. Guide 1.52(2001)에서 활성탄(Activated Carbon)의 성능시험은 ASTM D3803-1989에 따라서 Methyl Iodide에 의하여 30 °C 온도와 상대습도 95 % 조건에서 실시하도록 시험방법을 명시하고 있다. 그러나 기존의 Reg. Guide 1.140(1978) 및 Reg. Guide 1.52(1978)에서는 ANSI N509(1976)의 Table 5.1에 따라 Methyl Iodide나 Elemental Iodine을 사용하여 RDT 또는 Savana River Lab.의 시험방법에 의해 수행할 것을 명기하고 있으나, 이는 이미 국내외에서 ASTM D3803-1989에 따라서 Methyl Iodide만을 사용하여 시험을 하는 것이 보편화 되어 있고, Elemental Iodine을 사용하여 RDT 또는 Savana River Lab.시험방법은 더 이상 사용하고 있지 않다. 그리고 Methyl Iodide에 의한 방법이 Elemental Iodine사용보다 더 보수적으로 평가할 수 있어, 신고리 및 신월성원전과 기존 원전의 신규 활성탄(Activated Carbon)의 성능시험은 ASTM D3803-1989에 따라서 Methyl Iodide에 의하여 30 °C 온도와 상대습도 95 % 조건에서 만 실시하더라도 충분히 보수적인 성능시험인 것으로 판단된다.

2. 결론

신고리1,2호기부터는 개정된 Reg. Guide 1.140(2001) 및 Reg. Guide 1.52(2001), ASME AG-1(1997), 그리고 ASME N509/N510 (1989) 등이 적용될 것이다. 그러나 흡착기의 현장누설 및 실험실 시험주기, ESF계통기동시험시간 등의 적용은 타당성 입증이 선행되어야 한다. 그리고 HEPA필터의 설계검증 및 제품시험은 ASME AG-1 (1997)의 Section FC에 따라 재료의 선정(FC 3000), 설계(FC 4000) 및 검증(FC 5000)되어야 하며, 신고리 및 신월성원전 과 기존 원전의 활성탄(Activated Carbon)의 성능시험은 ASTM D3803-1989에 따라서 Methyl Iodide에 의하여 30 °C 온도와 상대습도 95 % 조건에서 만 실시하더라도 충분히 보수적일 것으로 판단된다.