신규 기준 ANSI N13.1의 적용을 위한 실증시험용 설비 Scale down 제작에 관한 연구

최건규[1] · 김병남[2] · 정운관[1,*] · 이윤종[3]

[1]조선대학교 원자력공학과, [2]한국필터시험원, [3]한국원자력연구원 첨단방사선연구소

A Study on the Scale Down Production of the Verification Test Facility for the Application of the New Standard ANSI N13.1

Kun-kyu Choi[1], Byung-Nam Kim[2], Woon-Kwan Chung[1,*] and Yun-Jong Lee[3]

[1]*Department of Nuclear Engineering, Chosun University, 375, Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju 61452, Republic of Korea*

[2]*Korea Filter Testing Laboratory, 34, 208 Beon Gil, CheomDanGwaGi-Ro, Buk-Gu, Gwangju Metropolitan-City, Korea*

[3]*Research Division for Industry & Environment, Korea Atomic Energy Research Institute, 29 Geumgu-gil, Jeongeup-si, Jeollabuk-do, Republic of Korea*

Abstract - Many safety facilities are installed and operated in nuclear power plants. In particular, at the nuclear power plant, the gaseous radioactive waste which is exhausted in ventilation of the facility or generated in the power plant is emitted from the exhaust stack after filtering out the radioactive materials. The safety of equipment that monitors the emission of gaseous radioactive materials is very important. ANSI N13.1, the technical standard for emission gas radiation monitoring sampling design, was amended in 1999. There has been a need to verify that the sampling system meets the revised technical standards. It was difficult to directly carry out these evaluations in the field of nuclear power plants. Therefore, the efficiency of the HVAC duct was compared with that of the actual HVAC duct after shrinking (reduction ratio: 2.032 : 1) in the laboratory. The circular duct model and the scale down model were suitable for the sample collection position by satisfying all the flow rate, flow angle, particle distribution, trace gas distribution, and trace gas maximum values, which are the five sample collection position acceptance conditions of ANSI N13.1. The COVs of the real duct model, the flow velocity uniformity scale, and the Reynolds number equal-scale scale down model were 4.6%, 5.3% and 4.1%, respectively, and the COV difference between the actual duct model and the scale down model was less than 5%. The scale down model was validated. ANSI N13.1 (1999) confirmed that the scale-down model validity condition was satisfied. It is now possible to build other types of HVAC ducts in a miniature way to perform an empirical test of the performance of gas radiation monitors. This study was the first case that the actual HVAC duct was evaluated by the scale down model and its effectiveness was evaluated in Korea.

Key words : ANSI N13.1, Scale down, Verification test, Sampling point

* Corresponding author: Woon-Kwan Chung, Tel. +82-62-230-7166, Fax. +82-62-232-9218, E-mail. wkchung@chosun.ac.kr

서 론

원자력발전소의 기체방사선감시계통(RMS: Radiation Monitoring System) Sampling System의 설계기준은 ANSI N13.1 (1969; Airborne Radioactive Materials in Nuclear Facilities)이다. 이 기술기준이 1999년도에 새롭게 대폭 개정되었고, 이전 기술기준으로 설계된 2000년대 이전에 건설된 발전소의 경우, 기체방사선감시계통이 변경된 ANSI N13.1 (1999년; Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances from the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities) 기술기준을 만족하는지가 불투명해졌다. 특히 기체방사성유출물을 감시하는 기체방사선감시계통의 시료채취계통이 신규 기술기준에 부합하는지를 검증할 필요성이 발생하였다.

기체방사선감시계통(RMS) Sampling System을 최신 기술기준에 부합되는지 여부를 평가하여야 하고, 그 평가는 크게 기체유출물 공기조화설비(HVAC: Heating, Ventilation and Air Conditioning) 관로에서의 시료채취위치의 유효성과 그 시료채취위치에서 RMS 설비로 들어오는 시료채취유량이 관로 내에서의 손실률이 50% 이내임을 확인하는 것이다. 이 중 시료채취위치의 유효성 확인 방법은 전산유체역학(Computational fluid dynamics, CFD) 해석을 통해 최적의 위치를 찾고, 그 위치에서 실증시험을 통해 기술기준에 만족하는지를 확인하는 것이다.

그러나, 원자력발전소 현장에서 기술기준에서 요구하는 다양한 실증시험을 하는 것은 많은 문제점을 야기하고 있다. 방사선(능) 정보를 제공하는 RMS 계통의 일시적인 운전중단을 초래하기 때문에 실증시험은 반드시 발전소 연차보수기간(O/H)에 실시할 수밖에 없어 많은 시간을 수반하는 실증시험을 기간이 한정된 OH 기간 동안 현장에서 실시하는 것은 불가능에 가깝다. 아울러 실증시험은 건물음압 훼손, 덕트고정대 철거의 어려움, 시험용 덕트의 반입 불가 등으로 발전소 현장에서 실시하기는 더욱 어렵다. 더욱이 실증시험을 수행하기 위해서 대형 시험덕트의 반입 및 교체, 실증시험 및 운영 덕트의 철거 및 재설치, 간섭물에 대한 철거 및 복원, 막대한 비계 설치 및 철거 등의 작업 등으로 발전소 연차보수기간 중에 끝나기에는 상당한 무리가 따를 수밖에 없다.

따라서 이에 대한 대안으로 발전소가 아닌 실험실에서 발전소 실제(원형: Actual) 공기조화설비 덕트를 Scale down 덕트로 제작하고, 동 설비에서 실증시험을 수행하는 방법이 필요하게 되었다. 본 연구를 통해, Scale down 설비 제작 및 그 유효성을 평가하고, 유효성이 확인된 Scale down 설비를 통해 원자력발전소 기체방사선감시계통 Sampling System의 실증시험을 수행하는 기반을 조성하고자 함이다. 즉, Scale down 설비의 유효성이 검증되면, 실제 덕트 모델 대신에 각 RMS 덕트에 대한 CFD 분석 정보와 Scale down 설비에 대한 실증시험 결과값을 비교하여 대표시료 채취위치 실증시험을 실시하고자 하는 것이다. 즉 각 유출물 방사선감시기의 Scale down 공기조화설비 덕트를 추가로 제작하여 각각 실증시험을 수행한다.

재료 및 방법

1. 연구 대상

기체방사선감시기에 대한 기술기준인 ANSI N13.1 (1969)는 1999년에 새롭게 변경되었고, 그 신규 기술기준은 유출물감시기에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 연구 대상으로 원전 중 최신 기술기준 이전에 건설된 발전소 중 유효성을 검증하고자 하는 특정 발전소(이하 A발전소)의 유출물방사선감시기 중 한대를 선정하였다. 그 기체 공기조화설비 덕트와 유출물방사선감시기에 대해 시료채취위치에 대한 전산유체역학(CFD) 분석을 수행하고, 그 중 최적의 조건을 보이는 감시기 한 대를 선정한 후, 그 시료채취관로인 공기조화설비 덕트를 제작하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 본 연구의 기본 프로세스

① CFD 분석을 통해 유출물 방사선감시기 중 신규 기술기준(ANSI N13.1-1999)을 만족하는 최적의 조건을 보이는 방사선감시기의 공기조화설비 덕트를 선정한다
② 동 실제 공기조화설비 덕트 및 Scale down 덕트를 제작한다
- 실제 공기조화설비 덕트와 Scale down 덕트 간의 상사성 확보 등 요건 전제

③ 제작된 Scale down 덕트의 유효성을 검증한다.

2.2 실제 덕트와 Scale down 덕트의 상사성 확보

실제 덕트에 대해 시료채취위치 선정을 하기 위해서는 무수히 많은 시행착오로 인해 상당한 시간과 비용이 낭비될 수 있다. CFD 분석을 통한 시료채취위치의 선정법은 이러한 문제점을 개선할 수 있는 우수한 방법 중 하나이다. 본 연구에서는 배출관로에 대한 CFD 분석을 통해 ANSI N13.1에 적합한 시료채취위치를 먼저 선정하고, 해당 위치의 시료채취위치가 코드요건에 적합함을 실증시험을 통해 검증하고자 한다.

일반적으로 실제 모델의 규모가 거대하거나 접근이 어려운 계통은 Scale down 모델을 통한 시료채취위치 검증으로 실제 공기조화설비 덕트의 검증시험을 대체한다. Scale down 모델에 대한 시료채취위치 실증시험을 위해서는

Scale down 모델과 실제 공기조화설비 계통의 제작시 유사성을 확보해야 하며, 실제 공기조화설비 시스템에서 속도분포에 대한 균일성 시험을 수행해야 한다. 본 연구에서는 적절한 Scale down 모델 축소비를 지정하고. 레이놀즈수를 10,000 이상을 유지하며, 실제 덕트와 Scale down 모델의 수력직경과 유속의 곱의 비가 6.0 이하로 함으로써 설계상의 Scale down 모델 요건에 부합시켜 상사성(similarity)을 확보하여야 한다.

2.3 Scale down 모델의 운전조건 검토

Scale down 모델을 통한 원형 덕트에 대해 시료채취위치 검증을 위해서는 Scale down 모델의 유효성을 먼저 검증해야 한다. Scale down 모델 설계를 위해 다음 세 가지의 상사성의 검토가 필요하다. Scale down 모델 구축을 위해서는 기하학적 상사성은 기본적으로 보장되어야 하며, 운동학적 상사성과 역학적 상사성을 검토하여 유동 조건을 설계해야 한다. 운동학적 상사성은 역학적 상사성을 충족시키기 위한 필요조건이지 충분조건이 아니기 때문에 덕트 내 흐름에 대한 원형에 더 유사한 Scale down을 위해서는 운동학적 상사성보다 역학적 상사성을 확보하는 것이 효과적이라고 할 수 있다.

2.3.1 기하학적 상사성(geometric similarity) 설정

원자력발전소는 인치 규격으로 설계되었다. 국내의 덕트 제작은 밀리미터 단위로 제작되기 때문에 본 연구에서는 밀리미터 규격의 덕트를 구성하기 위해 2.032 : 1 또는 2.54 : 1로 축소하여 기하학적 상사성의 편리성을 추구하였다.

2.3.2 운동학적 상사성(kinematic similarity) 검토

기하학적 상사성을 확보한 이후 원형 덕트 내 설계 유속을 Scale down 모델에 적용하여 ANSI N13.1 (1999년)의 시료채취위치 요구조건에 부합함을 검토한다. ANSI N13.1 (1999년) Scale down 모델의 승인 기준인 원형모델과 Scale down 모델의 V×D 비율이 6 이하인 조건에 부합하도록 설계한다.

2.3.3 역학적 상사성(dynamic similarity) 검토

원형모델과 Scale down 모델의 V×D 비율을 1로 설정하기 위해 설계유량에 대한 레이놀즈수를 유지하도록 유량을 공급할 수 있는 송풍시스템을 설계한다. 원형모델과 Scale down 모델의 축소비가 2.032 : 1일 때, 유속은 설계유속의 2.032배 증가된다.

3. ANSI N13.1 (1999)의 Scale down 모델 승인 요건 분석

ANSI N13.1 (1999)에서 요구하는 Scale down 모델의 요건은 다음과 같다.

- 시료채취위치 승인 조건(유동각, 유속, 입자, 가스 균일성 시험) 만족
- Scale down 모델로 실증시험시 ANSI N13.1 (1999년)의 승인기준
  - Scale down 모델의 시료채취위치는 실제 스택과 기하학적으로 반드시 유사
  - 실제 스택이나 덕트의 수력직경과 평균유속의 곱이 Scale down 모델의 곱의 6배 이하

$$\left(\frac{V_{actual} D_{h,actual}}{6} \le V_{scale} D_{h,scale}\right).$$

여기서 V_{actual}, V_{scale}은 실제 배출관로와 scale 배출관로의 평균 유속, $D_{h,actua}$, $D_{h,scale}$은 실제 배출관로와 scale 배출관로의 수력직경

  - Scale down 모델 스택의 레이놀드 수는 반드시 10,000 보다 커야 함(Re＞10000).
- Scale down 모델의 결과 값은 다음 사항 만족
  - 실제 스택의 유속 균일성은 시료채취위치 승인 조건을 만족
  - 실제 스택과 Scale down 모델의 유속 COV값의 차이는 5%보다 크면 안됨.

결 과

1. 최적의 연구대상 공기조화설비 덕트 및 RMS 선정

A 발전소의 기체 유출물감시기 6대의 공기조화설비 덕트의 시료채취위치에 대한 신규 기술기준을 적용한 CFD 분석을 시행한 결과 중 제일 만족한 RMS는 RE-005 (ACB Laboratory 공기조화설비 유출물 감시기)였다. 신규 기술기준에 만족하고, 계통 운전 조건이 정상 운전 모드 한개이며, 덕트 형상이 단순해서 제작이 용이한 공기정화계통 감시기(RE-005, ACB Laboratory)와 그 공기조화설비 덕트를 연구대상으로 선정하였다. 본 공기조화설비 덕트의 3차원 형상은 Fig. 1과 같다.

공기정화계통 감시기 RE-005의 시료채취위치에 대한 CFD 분석결과는 Table 1과 같다. 속도분포, 유동각, 추적가스 등 신규 기준 전 영역에서 만족함을 확인하였다.

2. 실제 규모 및 Scale down 모델 덕트 제작

2.1 실제 덕트 제작 및 설치

2.1.1 RE-005 (ACB Laboratory 공기조화설비 유출물 감시기) 덕트 특성 및 시료채취위치

ACB LAB. Exhaust ACU 덕트는 Fig. 1 형상과 같으며,

Table 1. RE-005 results of CFD evaluation

Item		ANSI/HPS N13.1-1999 criteria	Injection location	All area	Center 2/3 area	Acceptance	Final judgement
Velocity profile	COV [%]	<20%	–	4.6	2.5	O	O
Swirl angle	[°]	<20° (average)	–	2.9	3	O	
Tracer gas	COV [%]	<20%	AH09	1.4	1.1	O	
	Max. ratio	Not to exceed mean by >30%	AH09	2.4	1.9	O	

Fig. 1. ISO drawing of RE-005 HVAC.

19,800 cfm의 유량이며, 이 유량은 42″×40″ 규격의 덕트에 수평유동을 한 후 곡률반경 5D (D: 수력직경)의 90° 곡관부를 거쳐 수직상향방향으로 유동한다. 유효 직관부영역은 화재방호용 댐퍼에서부터 대기배출구까지의 42″×40″ 규격의 덕트 구간으로 설정하였다. 덕트 직관부 길이는 15.4 D이며 시료채취위치는 8.5 D이다. 덕트의 사이즈, 유량, 속도 등은 Table 2와 같다.

2.1.2 덕트 내 유량공급을 위한 송풍시스템 설계 및 공기조화설비 덕트의 설치

실험실 실증시험을 위해 Scale down 모델과 실규격의 덕트에 충분한 유량을 공급할 수 있는 풍동시스템의 도입, 유체의 고른 혼합을 위한 믹싱 플래넘 설치, 유량 제어를 위한 맞춤형 유량계의 교정 등을 진행하였다.

시료채취위치 단면을 기준으로 유동방향은 Fig. 1과 같이 수직 상향이지만, 측정이 용이하도록 유동방향을 수평방향이 되도록 덕트를 90° 각도로 회전시켜 Fig. 2와 같이 설계하였고, Fig. 3과 같이 실험실에 설치하였다. 10,000 CFM 이상의 고유량은 덕트 구조물을 눕혀서 유동방향이 변경되

Table 2. Duct size and flow condition at inlet and sampling parts

RMS No.	Part	Duct size		Flow rate	Velocity
		H [Inch]	V [Inch]	[CFM]	[m·s^{-1}]
RE-005	Sampling point	42	40	19,800	8.6

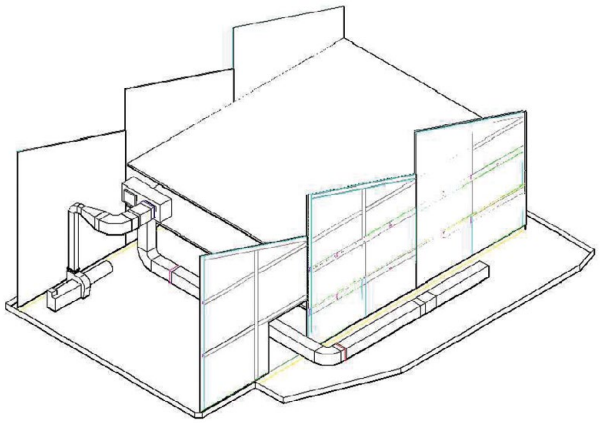

Fig. 2. Installation figure of Actual duct for LAB. verification test.

어도 시료채취위치 시험결과에 미치는 영향은 극히 미미하다는 기존의 연구결과(PNNL 16014 & 23386)가 있으므로 Fig. 2와 같이 설치하여 실증시험을 진행하였다. 또한 시료채취위치 측정구는 CFD 분석 결과로부터 선정된 시료채취위치에서 측정 트레버스는 수직방향 5점과 수평방향 6점으로 총 30점으로 구성하였다.

2.2 Scale down 모델 덕트 제작 및 설치

ANSI N13.1 (1999)에서 요구하는 Scale down 모델의 요건을 구비하도록 Table 3과 같이 설계하였다. 특히 실증시험 결과를 비교하기 위해 유속이 동일한 조건과 레이놀즈수가 동일한 경우 2가지로 구분하여 Scale down 모델을 설계하였다. 이는 실증시험 시 더 나은 Scale down 모델을 선정하기 위함이다. Scale down 모델 스택의 레이놀드 수는 반드시 10,000보다 커야한다는 원칙을 만족하고, 실제 스택이나 덕트의 수력직경과 평균유속의 곱이 Scale down 모델의 곱의 6배 이하가 되도록 Fig. 4와 같이 설계하였다. 아울러

Table 3. Reduction ratio & velocity of scale down model

RE-005	Size		Flow rate (CFM)	Velocity ($m \cdot s^{-1}$)	No. of reynolds	Hydraulic diameter (m)	V × D	Ratio
	W	H						
Actual	42″	40″	19,800	8.62	580,397	1.05	8.97	1
Scale down (Same velocity)	525 mm	500 mm	4,795	8.62	285,629	0.51	4.42	2.032
Scale down (Same reynolds)	525 mm	500 mm	9,744	17.52	580,397	0.51	8.97	2.032

Table 4. General results of sampling point verification test for actual & scale down model

RE-005	Velocity profile	Angular or cyclonic flow	Trace gas concentration profile	Aerosol particle concentration profile
Actual model	Avg 8.62 $m \cdot s^{-1}$ cov 4.6%	Avg 3.6° std 3.05°	Avg 103.5 ppm cov 2.3%, Max 4.8%	Avg 121.8 EA cov 11.9%
Scale down model (Same velocity)	Avg 8.70 $m \cdot s^{-1}$ cov 5.3%	Avg 9.7° std 3.74°	Avg 132.0 ppm cov 2.3%, Max 2.6%	Avg 116.3 EA cov 16.0%
Scale down model (Same reynolds)	Avg 16.78 $m \cdot s^{-1}$ cov 4.1%	Avg 9.3° std 3.29°	Avg 114.9 ppm cov 3.2%, Max 4.9%	Avg 165.0 EA cov 12.0%

Fig. 3. Duct & sampling point for LAB. verification test.

Fig. 5과 같이 실험실에 설치하였다.

2. 3 Scale down 모델의 유효성 검증

설치된 실제 덕트와 Scale down 덕트의 시료채취위치에서 신규 기술기준에서 요구하는 조건들(ANSI N13.1-1999

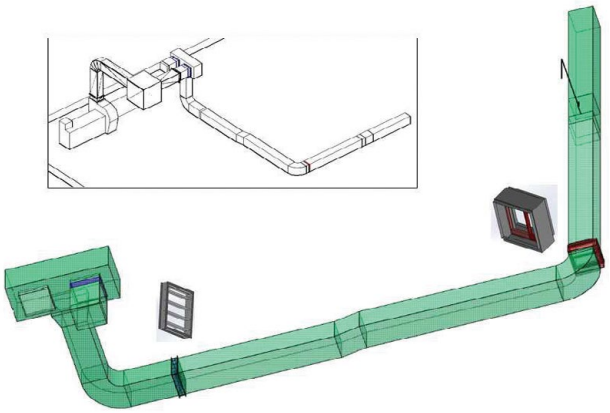

Fig. 4. Duct & damper location of Scale down model.

년)을 측정함으로써 Scale down 모델의 유효성을 검증하였고, 그 종합 결과는 Table 4 및 Fig. 6과 같다. 이때 실증시험 데이터는 실제모델, Scale down 모델(실제 모델과 동일 유속), Scale down 모델(실제모델과 레이놀즈수 동일)의 경우로 구분하여 측정하였다.

고 찰

1. RE-005의 신규 기술기준의 시료채취위치 적합성

Table 4와 Fig. 6과 같이 ACB Laboratory 공기정화계통 감시기 RE-005의 실제(원형) 덕트 모델과 Scale down 모델

Fig. 5. Figure of LAB. Installation & Duct.

Conditions	Velocity profile	Angular or cyclonic flow	Tracer gas concentration profile	Aerosol particle concentration profile
Actual model	Avg. (8.62 m/sec), COV. (4.6%)	Avg.(3.6°), Std.(3.05°)	Avg.(103.5 ppm), COV.(2.3%) Max.(4.8%)	Avg.(121.8 EA), COV. (11.9%)
Scaledown model (Same velocity)	Avg. (8.70 m/sec), COV. (5.3%)	Avg.(9.7°), Std.(3.74°)	Avg.(132.0 ppm), COV.(2.3%) Max.(2.6%)	Avg.(116.3 EA), COV. (16.0%)
Scaledown model (Same reynolds)	Avg. (16.78 m/sec), COV. (4.1%)	Avg.(9.3°), Std.(3.29°)	Avg.(114.9 ppm), COV.(3.2%) Max.(4.9%)	Avg.(165.0 EA), COV. (12.0%)

Fig. 6. Results of sampling point verification test for actual & scale down model.

이 ANSI N13.1 (1999년)의 기체방사성폐기물배출 관로 덕트에서의 시료채취위치 승인조건(속도분포, 유동각, 입자분포, 추적가스분포, 추적가스 최대값) 5가지를 모두 만족하였으므로 기체방사선감시기의 시료채취위치로 적합하였다.

2. Scale down 모델의 유효성 검증

Scale down 모델에 대해 실제 덕트 모델의 기하학적인 상사성을 유지하고, 2.032 : 1로 축소시켰을 때 Scale down 모델의 유효성을 검증한 결과는 다음과 같다. 실제 덕트 모델, 유속 동일조건 Scale down 모델, 레이놀즈수 동일조건 Scale down 모델 등의 COV가 각각 4.6%, 5.3%, 4.1%로 실제 덕트 모델과 Scale down 모델의 COV 차이가 5% 이하이므로 실증시험으로 사용가능한 Scale down 모델의 유효성이 검증되었다.

Fig. 6에서 유동각을 비교해 보면 실제 덕트 모델에 비해 Scale down 모델에서 평균 유동각이 크다. Scale down된 유체 유동은 유동거리의 단축으로 인해 시료채취위치까지 도달했을 때 원형모델은 안정된 유동패턴을 유지하더라도 Scale down된 모델은 여전히 불안전한 유동패턴이 형성될 수 있다. ANSI N13.1 (1999년)에서 V×D 비율을 6이하까지 허용함은 V×D가 증가할수록 시험결과는 더욱 보수적인 결과가 발생하기 때문으로 판단된다.

시료채취위치 승인조건 5가지에 대한 실증시험 결과를 비교해 보면 유속동일조건 Scale down 모델보다 레이놀즈수 동일조건 Scale down 모델이 실제 덕트 모델에 대한 상사성이 우수하다.

실제 덕트 모델에 대한 Scale down 모델의 유속 동일조건과 레이놀즈수 동일조건에 따른 변화는 미미하므로 Scale down 모델의 운전조건은 레이놀즈수 10,000 이상 조건에서 추후 시험 요구 조건에 따라 평균유속(V)×수력직경(D) 비율을 설정하여도 무방할 것으로 판단되었다.

결 론

원자력발전소 등 중요 설비의 각종 배출관로에서의 각종 감시기 등의 유효성 평가는 해당 감시기의 신뢰성과 직결되는 문제이다. 그러나 현장에서 실제 덕트에서 실증시험을 실시하기에는 덕트 설치 위치의 복잡성과 덕트 자체의 거대함 그리고 허용되는 짧은 시험시간 등으로 인해 불가능할 때가 많다. 그러므로 발전소 등의 실제 덕트 모델을 통한 실증시험 대신 Scale down 모델을 제작하고, Scale down 모델에서 실증시험을 실시한다면 이러한 문제점들을 상당 부분 극복할 수 있다. 국내에서는 이러한 Scale down 모델을 제작하고 유효성을 검증한 사례가 전혀 없다. 이제 또 다른 기체방사선감시기의 공기조화설비 덕트를 축소 제작하여, 실증시험을 수행할 수 있는 기반을 마련하였다. 앞으로 본 연구가 유사한 연구에 많은 참조와 도움이 될 것으로 확신한다.

참 고 문 헌

A발전소. 1995. RMS(Radiation Monitoring System) 규매규격서 & 관련 도면.

A발전소. 2017. RMS(Radiation Monitoring System) Handbook.

ANSI. 1969. “Guide to Sampling Airborne Radioactive Materials in Nuclear Facilities”, ANSI N13.1 American National Standards Institute and the Health Physics Society, Washington.

ANSI. 1999. Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances from the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities, ANSI N13.1, American National Standards Institute and the Health Physics Society, Washington.

Glissmeyer JA. 2006. Assessment of the 296-S-21 Stack Sampling Probe Location, PNNL-16014.

Glissmeyer JA, Antonio EJ, Flaherty JE and BG Amidan. 2014. Assessment of the LV-S2 & LV-S3 Stack Sampling Probe Locations for Compliance with ANSI/HPS N13.1-1999, PNNL-23386.

Glissmeyer JA, Antonio EJ and Flaherty JE. 2015. Assessment of the LV-C2 Stack Sampling Probe Location for Compliance with ANSI/HPS N13.1-1999, PNNL-24467.

Received: 8 January 2018
Revised: 1 February 2018
Revision accepted: 25 February 2018