

# APR1400 RVI CVAP 측정시스템 구축 Configuration of Measuring System for APR1400 RVI CVAP

권명규† · 홍훈빈\*, 김재홍\* · 고도영\*\*

Myoung-Gyu Kwon, Hoonbin Hong, Jae-Hong Kim, Do-Young Ko

## 1. 서 론

APR1400 RVI CVAP (reactor vessel internals comprehensive vibration assessment program) 수행을 위한 측정시스템은 원자로 내부에 설치한 센서를 통해 원자로내부구조물의 응답특성을 확인하기 위한 목적으로 구축된다.

본 논문에서는 가속도, 압력 및 변형률을 측정하기 위한 측정시스템의 구축 및 센서 신호를 효과적으로 측정/분석하기 위한 측정시스템 구축에 대하여 기술한다.

## 2. 측정시스템 구축 및 설정

APR1400 RVI CVAP 수행을 위한 측정시스템에 사용된 센서를 포함한 시스템 구성요소의 설정에 대한 상세한 내용은 참고문헌[1]에 기술되어 있다. 전체적인 측정시스템의 구성은 Fig.1 과 같으며, Fig.2 에 실제 구축된 사진을 나타내었다. 예를 첨부하였다.

Fig.2 에 나타낸 측정시스템의 각 구성요소는 전면에 ① UPS (uninterruptible power supply), ② 변형률 증폭기, ③ 데이터수집장치, ④ 단자대가 배치되어 있고, 후면은 ⑤ Signal Amplifier, ⑥ Charge Converter 가 배치되어 있다. 안정적인 전원을 공급하기 위하여 UPS(①)를 설치하였으며, 측정 중 각 채널에 대한 신호 확인을 위하여 캐비닛 전면에 단자대를 설치하였다.

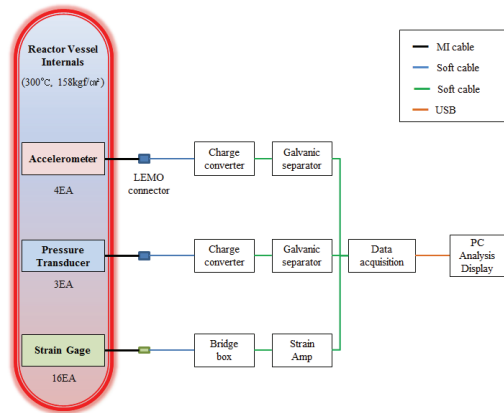


Fig.1 Diagram of measurement system

하나의 캐비닛에 모든 측정기기를 설치하여 공간을 최소화 하였고, 각 측정기기간의 결선구간을 최소화하여 전기적인 노이즈(noise)의 영향을 최소화하였다.

### i) 가속도 (Acceleration)

참고문헌 [2]에 의하면, 최대 진동변위를 보이는 시험조건은 IBA(inner barrel assembly) A1 14 번 조건으로 약 5.946g (RMS)를 보이고 있다.

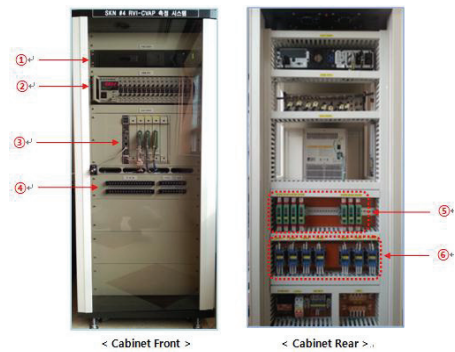


Fig.2 Measurement system

† 교신저자; ㈜우진

E-mail : mgkwon@woojininc.com

Tel : (031)379-3114, Fax : (031)379-3131

\* ㈜우진

\*\* 한국수력원자력(주) 중앙연구원

이 조건에 대한 각 주파수별 진동변위 해석결

과는 Table 1에 나타냈다. Table 1에 나타낸 바와 같이 전체 진동변위에서 주기성분인 Total Deterministic RMS가 주된 진동원인임을 알 수 있다. 주된 진동을 유발하는 주기성분에 대한 진동변위(inch)를 진동가속도(g)로 변환하면, 최대 약 5.89g(240Hz)의 진동가속도를 갖는다.

Table 1. Analysis result: IBA A1 (Case 14)

Case	RMS at different frequency ranges						Total Det. RMS	Total Ran. RMS
	20Hz	40Hz	120Hz	240Hz	360Hz	480Hz		
14								
in	1.4E-02	1.2E-04	1.4E-06	1.0E-03	7.5E-06	2.3E-05	1.4E-02	1.1E-04
g	0.589	0.020	0.002	5.890	0.099	0.551	5.946	-

진동가속도 5.946g (Total Det. RMS)를 측정할 수 있도록 측정시스템을 이루는 각 구성요소의 입출력 범위가 설정되어야 한다. 진동가속도의 피크 (peak)값은 약 8.4g가 되고, 최대 기대값 계수 “1.5”를 곱하여 약 12.6g를 측정 가능한 최대 진동가속도로 설정하였다. 여기서, 최대 기대값은 신호의 변동가능성에 대비하여 측정시스템이 안정적으로 데이터를 취득할 수 있도록 하기 위해 적용하였다. 최대 진동가속도 12.6g에 대한 측정시스템의 설정은 Table 2에 정리하였다.

Table 2. System configuration: Acceleration

	Acc.	Sensor	Charge converter	Galvanic separator	DAS
Sensitivity	-	50 pC/g	0.002 mA/pC	1 V/mA	-
Setting	12.6 g	630.7 pC	1.3 mA	1.3 V	2 V

ii) 압력 (Pressure)

참고문헌 [2], IBA PT3 위치의 압력 해석 데이터로부터 압력 최대값 5.48 psi (Case 17, Total RMS)를 기준으로 센서와 관련 장비를 구성하였다. 압력 최대값 5.48 psi (Case 17, Total RMS)를 이용해 가속도와 동일한 방법을 적용하여 구한 최대 압력 11.6psi에 대한 압력 측정시스템의 설정을 Table 3에 정리하였다.

iii) 변형률 (Strain)

참고문헌 [2]에 따르면, 해석을 통한 최대 예상

변형률은 88.3 $\mu\epsilon$  (Total RMS, IBA SG12 Case 18)이다. 따라서, 해석을 통한 최대 예상 변형률 88.3 $\mu\epsilon$  (RMS)를 기준으로 변형률 측정시스템을 구성하였다. Strain gage (gage factor =1.75)와 Strain Amp (gage factor=2.0)의 gage factor 차이를 보정하여 최대 214 $\mu\epsilon$ 을 측정하기 위한 변형률 측정시스템의 설정을 다음의 Table 4에 정리하였다.

Table 3. System configuration: Pressure

	Pressure	Sensor	Charge converter	Galvanic separator	DAS
Sensitivity	-	232 pC/bar	0.0021 mA/pC	1 V/mA	-
Setting	11.6 psi	581 pC	1.2 mA	1.2 V	2 V

Table 4. System configuration: Strain

	Strain	Strain gage	Amp	DAS
Gage factor	-	1.75	2.0	-
Sensitivity	-	-	0.05 V/ $\mu\epsilon$	-
Setting	214 $\mu\epsilon$	-	10.7 V	20 V

### 3. 결 론

APR1400 RVI CVAP 측정을 위해 선정된 측정기기들을 측정시스템 캐비닛으로 구축하여 효율적인 측정이 이루어질 수 있도록 하였다. 또한, 안정적이고 신뢰성 있는 측정이 수행될 수 있도록 각 측정기기의 설정에 대하여 검토하고 구축을 완료하였다.

### 참 고 문 헌

[1] Ko, D.Y. and Lee, J.G, 2010, A Review of measuring sensor for Reactor Vessel Internals Comprehensive Vibration Assessment Program in Advanced Power Reactor 1400, KSNVE, Vol.21, No.1, pp.47-55

[2] KHNP-CRI, 2012, Comprehensive Report of Hydraulic and Structural Analysis of SKN#4 RVI CVAP, 2012-50003399-Jun-0906TM.