

# 통신설비의 지진응답특성에 관한 동시 다축 시험 상관성

## Correlations of Seismic Responses for Multiaxial Tests on Network Equipments

김영중†  
Young-Joong Kim

### 1. 서 론

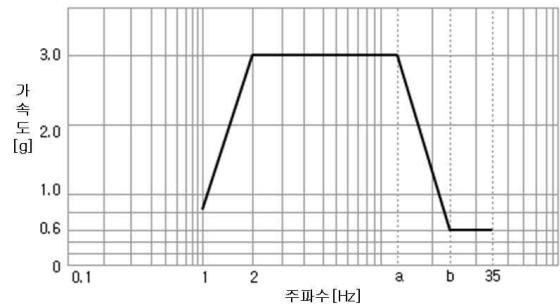
통신설비의 지진에 대한 안전성은 지진에 의해 통신시설의 두절에 따른 피해를 경제 산업적 측면에서 예상할 때 매우 중요하다. 국내에서는 지진에 따른 재난 발생시 신속하고 정확한 응급조치를 위해 자연 재해대책법[1] 개정시 전기통신기본법에서 규정한 전기통신설비에도 내진설계기준을 정하도록 규정하였으며, 고시[2]로써 “전기통신설비의 안전성 및 신뢰성에 관한 기술기준”에 지진대책 대상 전기통신설비의 범위와 대책기준 등의 조항을 신설한 바 있다. 이를 근거로 전기통신설비에 적용된 내진설계가 기술기준에 의해 적합하게 수행되었는지의 여부를 검증하기 위한 세부 시험 방법을 마련하여 공고[3]함으로써 국내의 전기통신설비에 관한 내진시험 및 검증 절차가 시행되고 있다.

다만 국내 내진시험기준에서는 3축으로 동시에 시험하는 절차를 제시하고 있어 그동안 미국, 일본 등에서 적용하는 1축 시험 절차와는 다소 다르게 시행되도록 규정하고 있다. 본 논문에서는 이에 따라 국내외의 내진시험 절차 중 다축 시험 방법에 대해 고찰하고 비교적 비대칭성이 큰 하나의 통신설비를 대상으로 1축 및 다축 시험을 수행한 결과를 비교하여 동시 다축 시험 결과와 1축 시험결과와의 상관성에 대해 분석하고자 한다.

### 2. 다축 지진시험 기준

#### 2.1 국내 3축 지진시험 기준

국내 기준으로서 전파연구소 공고[3]에서는 그림 1과 같은 응답스펙트럼에 대해 3축으로 동시에 가진하도록 규정하고 있으며, 1축 또는 2축 진동대로 시험하는 경우는 3축 진동대 시험에 의한 동시 가진효과를 고려하여 시험 조건을 설정하도록 가진방법을 제시하고 있다.



- (주) 1.  $g = 9.8m/s^2$
- 2.  $a = \frac{35}{3}$  Hz,  $b = 2a$
- 3. 감쇠율(damping ratio)은 2%를 적용한다.
- 4. 1Hz에서 2Hz까지의 가속도 변화는 12dB/octave의 기울기를 갖도록 한다.
- 5. a에서 b까지의 변화는 로그리듬 단위에 의한 선형보간법을 적용한다.
- 6. 수직방향 진동에 대한 중응답스펙트럼의 경우 영주기 가속도 (0.6g)를 최대 50%까지 경감시켜 사용할 수 있다.

그림 1: 전파연구소 공고 중응답 스펙트럼

#### 2.2 국외 다축 지진시험 기준

국제적으로 적용되는 다축 시험 기준으로서 IEEE Std 344-1987[4]과 KS C IEC 60068-3-3:2001[5]를 대표적으로 고려할 수 있으며, 단축 시험 방법은 전기통신설비에 관하여 Telcordia GR-63-CORE[6] 및 ETSI EN 300019-2-3 및 ETSI EN 300019-2-4[7]에 따라 수행할 수 있다.

### 3. 동시 다축 지진시험

#### 3.1 지진시험

지진시험은 국내 S사의 옥외형 기지국 기능의 통신설비를 대상으로 수행하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 내주의 구성품 배치가 한 쪽으로 집중되어 비교적 비대칭적인 구조를 갖는다. 이 시험품에 대하여 우선 공진주파수 탐색 시험을 1Hz ~ 50 Hz 범위에서 약 0.2g의 최대 가속도를 갖는 랜덤파를 이용하여 수행하였고, 그림 1과 같은 국내 지진시험 기준을 바탕으로 생성한 지진파형을 이용하여 3축(XYZ) 동시 가진시험을 수행한 후, 2축(XZ 및 YZ) 가진 시험과 1축(X, Y, Z 각각) 가진시험을 수행하여 지진응답의 크기를 비교하였다.

† 김영중; 한국기계연구원  
E-mail : youngkim@kimm.re.kr  
Tel : (042) 868-7424, Fax : (042) 868-7418



그림 2: 비대칭 구조의 전기통신설비

### 3.2 공진탐색시험

공진탐색시험 결과 그림 3과 같은 전달함수를 구하였다. 그림에서 횡방향의 배치는 가진축(XYZ), 종방향 배치는 응답축(XYZ) 방향에 대한 전달함수 행렬이 된다. 그림의 주파수 범위는 0 Hz ~ 50 Hz이다. 고유진동수는 X방향 10 Hz, Y 방향 7.5 Hz, Z 방향 38 Hz에서 발생하며, 30 Hz에서 비틀림 모드가 발생하는 것으로 평가되었다.

이 그림을 보면 각 축방향 가진에 의해 타 방향의 응답이 발생하는 현상을 확인할 수 있다. X방향 가진에 의해서는 Y 방향 응답이 발생하고, Y방향 가진에 의해 X방향 및 비틀림 응답이 발생하며, Z방향 가진에 의해 X 및 Y방향 응답이 발생한다.

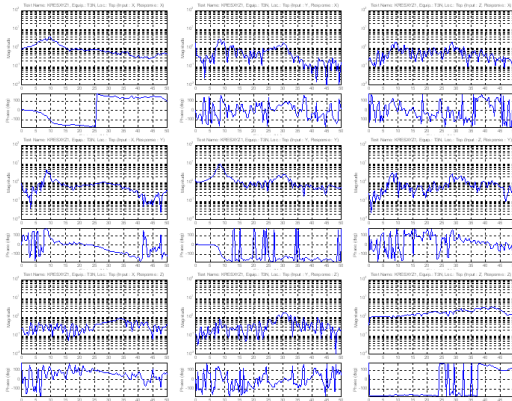


그림 3: 공진탐색시험 결과 전달함수 행렬

### 3.3 지진응답

지진응답은 시험품의 상부에서 가속도와 상대변위를 측정하여 평가하였으며, 진동대의 가속도와 변위를 측정하여 비교하였다.

3축 시험결과를 1축 및 2축 시험결과와 비교하기 위하여 3축 시험에서 측정된 진동대 가속도와 같은 크기의 가속도를 기준으로 1축 및 2축 지진응답의 크기를 변환하여 표 1과 같이 정리하였다.

표의 수치를 검토해 보면 3축 시험결과에 비해 1축 및 2축 시험 결과 응답의 비율은 평균 0.98, 표준편차 0.098이

며, 최대 분포로 0.854 ~ 1.24의 크기를 보이고 있다. 즉, 독립적인 입력에 대하여 각 축별 응답은 3축 시험에 비해 10% 정도 감소하나 때로는 증가하는 경우도 있으나 1축 또는 2축 시험이 3축 시험에 비해 비교적 작지만 유사한 응답을 보이고 있음을 알 수 있다.

이에 따라 본 시험연구를 볼 때 3축 가진이 어려울 경우 IEC 60068-3-3에서 제시하고 있는 수평의 주축에 대하여 45°의 위치에서 2회 시험하는 방법의 적용이 가능하며, 각 주축 간 결합 정도에 따라 1축 시험시 30%, 2축 시험시 10%정도의 증폭비를 적용할 수 있을 것으로 사료된다. 다만 증폭비의 평가를 위하여 주축 간 결합 정도에 관한 정량적 기준의 수립이 필요하다.

표 1: 지진응답 시험결과 비교

방향	Table Acc				Top Acc				상대 진폭		
	X	Y	Z	SRSS	X	Y	Z	SRSS	X	Y	SRSS
XYZ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
XZ	1.015	0.069	1.101	0.809	0.854	0.577	1.101	0.737	1.024	0.443	0.832
YZ	0.070	1.025	1.061	0.810	0.543	0.975	1.061	0.816	0.232	0.861	0.584
X	1.032	0.088	0.113	0.650	1.240	0.611	0.113	0.937	0.971	0.458	0.798
Y	0.049	1.057	0.121	0.674	0.629	0.975	0.121	0.817	0.289	1.026	0.699
Z	0.067	0.066	1.114	0.508	0.076	0.082	1.114	0.230	0.048	0.071	0.058

## 4. 결 론

본 연구를 통하여 비대칭 구조의 전기통신설비에 대하여 주축 간 결합 정도에 따라 1축 시험시 30%, 2축 시험시 10% 정도의 증폭비를 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- [1] 자연재해대책법 법률 제8170호, 2007.1.3
- [2] 전파연구소, 전기통신설비의 안전성 및 신뢰성에 대한 기술기준, 전파연구소 고시 제2008-46호2008.10.16
- [3] 전파연구소, 전기통신설비의 내진 시험방법, 전파연구소 공고 제2009-3호, 2009.6.1
- [4] IEEE Std 344-1987, Recommended practice for seismic qualification of class 1E equipments for nuclear power generating stations.
- [5] KS C IEC 60068-3-3:2001, 환경시험방법(전자·전자) 기기의 내진시험 방법의 지침
- [6] Telcordia GR-63-CORE, NEBS Requirements: Physical Protection, Issue 3, March, 2006
- [7] ETSI EN 30019-2-3, Environmental Engineering (EE); Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment; Part 2-4: Specification of environmental tests; Stationary use at non-weatherprotected locations.