시 험 결 과 (Test Results)

1. 시험품 개요

시험품명	JD내진파스너
모델명	JD내진파스너
구성품	시험지그, JD내진파스너
크기	시험지그 : W × D × H = (2 000 × 850 × 1 500) mm

2. 시험방법

2.1 공진검색시험

(1) 내진시험 전후에 공진검색시험을 수행한다.

(2) 정현파 스위프(Sinusoidal Sweep) 시험을 하였으며, 입력신호 크기는 시험품의 손상을 피하기 위하여 1.96 m/s^2이하의 저준위(low-level)로 한다. 시험주파수 범위는 1 Hz에서 50 Hz까지 설정하고, 분당 2 옥타브(octave) 비율로 스위프(sweep) 되도록 하며, 가진 방향은 수평 두 축 및 수직 한 축에 대하여 한 축씩 독립적으로 시험한다.

(3) 공진검색은 진동테이블에 대한 시험지그 상부에서 전달함수로 분석하여 전달함수가 2 이상인 공진주파수를 기록한다.

2.2 내진시험

(1) 내진시험은 3축 동시 랜덤(Random Test) 신호로 시험한다.

(2) 신청자가 제시한(국립전파연구원 공고 제2022-7호) 요구응답스펙트럼을 이용하여 진동테이블을 가진하며, 시험 주파수범위는 1 Hz 에서 50 Hz 까지 설정하고, 1회 시험시간은 총 30 초로 설정하고 격심한 운동(Strong Motion) 시간은 20 초 이상 유지하도록 한다.

(3) 내진시험 후, 각 축(X, Y, Z)의 독립적인 운동(Independent Motion)을 입증하기 위하여 상호상관계수 함수(Correlation Function)가 0.3 이하가 됨을 입증한다.

(4) 내진시험 시 진동테이블의 가진의 정당성을 입증하기 위하여 진동테이블의 시험응답스펙트럼을 1 Hz 부터 50 Hz 까지의 주파수 영역에서 1/6 옥타브 간격으로 분석하여 요구응답스펙트럼을 포괄여부를 확인한다.

(5) 시험을 2회 수행하며, 내진시험 중 및 후에 시험품의 구조적 건전성을 확인한다.

3. 시험장비

<표 1> 내진시험기

장 비 명	6 D.O.F Seismic Simulation System
제어방식	Digital Control
제어프로그램	RS Modulogic
제작회사	IST Systems GmbH
주요사양	- 최대하중 3 000 kg - 테이블 치수 (2.5 × 2.5) m - 최대변위 수평방향 : ± 200 mm, 수직방향 : ± 200 mm - 최대속도 수평방향 : 2 m/s , 수직방향 : 2 m/s - 최대가속도 수평방향 : 98.1 m/s^2 수직방향 : 98.1 m/s^2 - 주파수범위 (0 ~ 100) Hz - 유압용량 1 000 l/min

<표 2> 계측장비

번호	장 비 명	모델명	Serial Number	교정일	용도
1	Signal Conditioning Module	8800ml	- 122774	2023. 11. 24.	데이터 분석
2	Accelerometer	819-50	- A235693	2024. 02. 01.	가속도 계측
			- A235695		
			- A235949		
		EGCS-A2	- X1405C	2024. 02. 01.	
			- S1009W		
			- X1405D		
			- Y1003G		
		JCT200-A	- N08097	2024. 02. 01.	
			- V08077		
3	Vibration Calibrator	VC10	- 001035	2023. 10. 12.	가속도 교정

4. 시험결과

4.1 공진검색시험

내진시험 전후 실시한 공진검색시험 결과는 표 3 및 표 4와 같다.

<표 3> 내진시험 전 공진검색결과

구 분 / 방 향	공진주파수(Hz)	공진배율
X-방향	23.19 / 27.95 / 39.19	7.41 / 6.36 / 5.12
Y-방향	20.39 / 23.56 / 39.67	7.74 / 5.03 / 3.07
Z-방향	-	-

<표 4> 내진시험 후 공진검색결과

구 분 / 방 향	공진주파수(Hz)	공진배율
X-방향	23.32 / 27.83 / 39.19	6.57 / 7.03 / 4.79
Y-방향	20.63 / 23.68 / 39.92	8.00 / 5.19 / 3.32
Z-방향	-	-

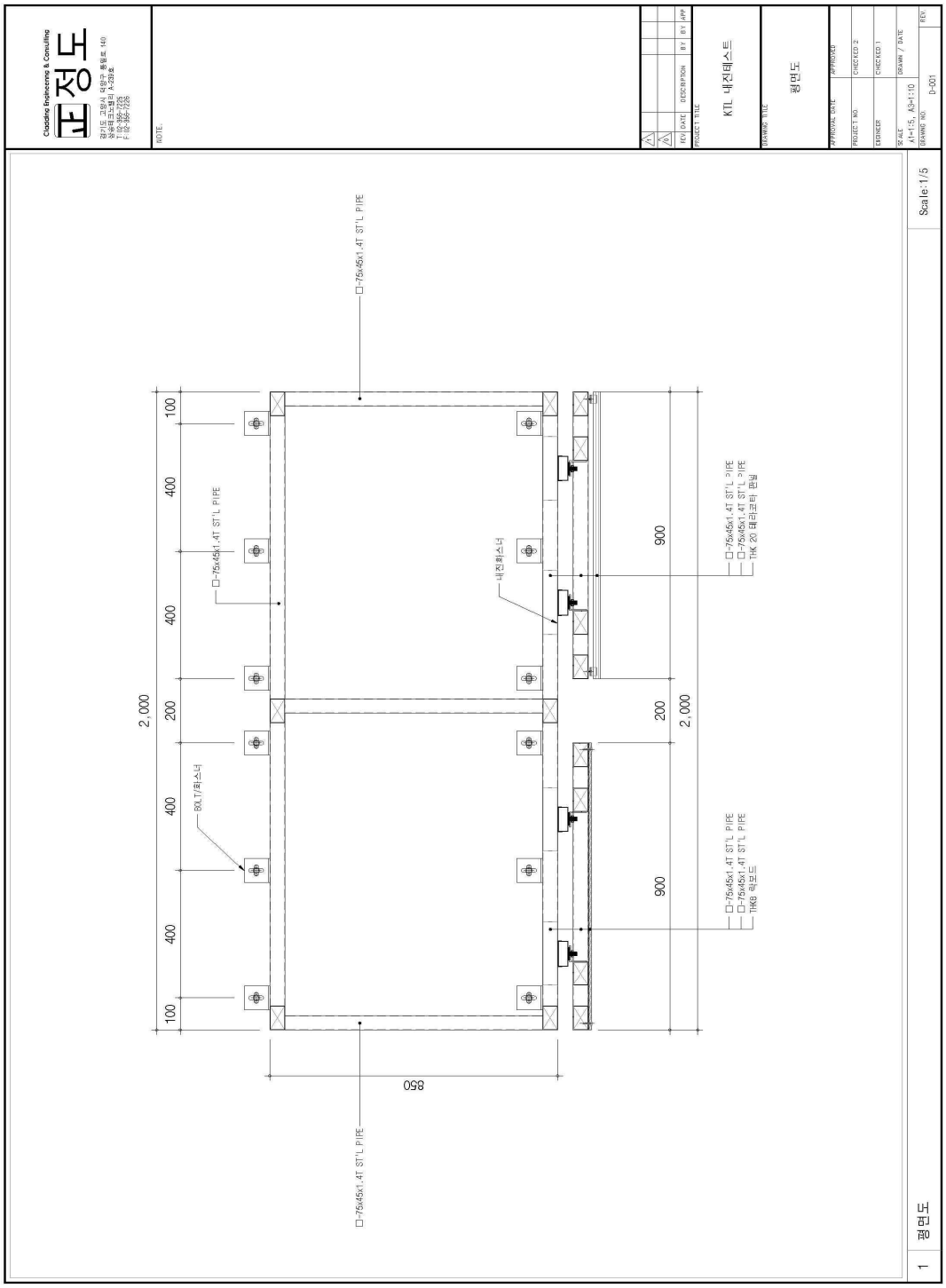
4.2 내진시험

내진시험 2회 수행하였으며, 시험결과는 표 5와 같다.

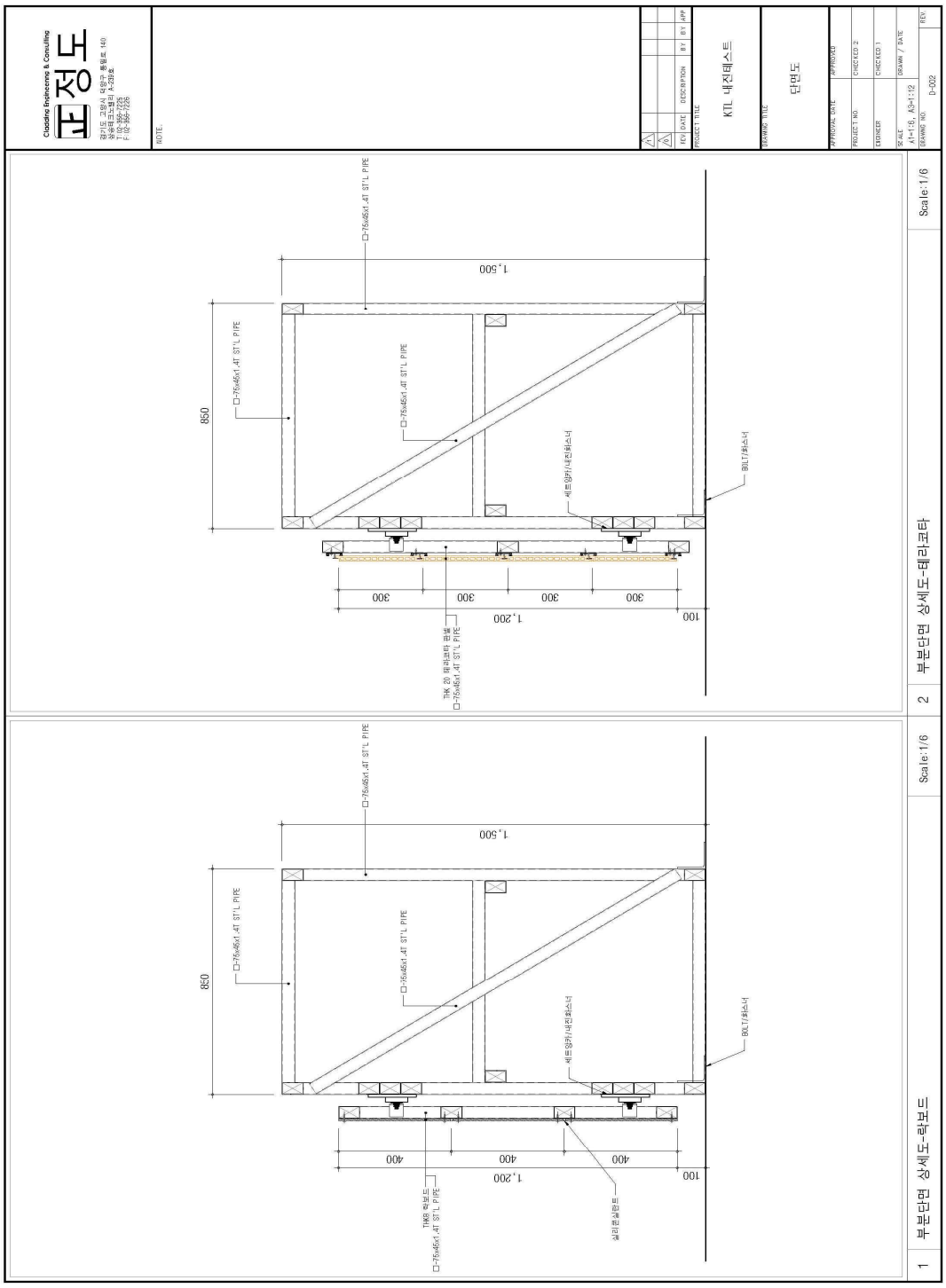
<표 5> 내진시험 결과

No.	항 목	이상여부	비 고
1	시험대상설비의 전복 또는 전도	이상없음	
2	시험대상설비의 고정부 이탈	이상없음	
3	설치된 구성품의 이탈	이상없음	
4	시험대상설비의 프레임 변형 또는 파손	이상없음	
5	앵커링, 볼트 등의 고정 장치 자체의 균열, 변형 및 절단	이상없음	
6	기타 육안으로 확인이 가능한 변형이나 파손	이상없음	
판정결과	적 합		

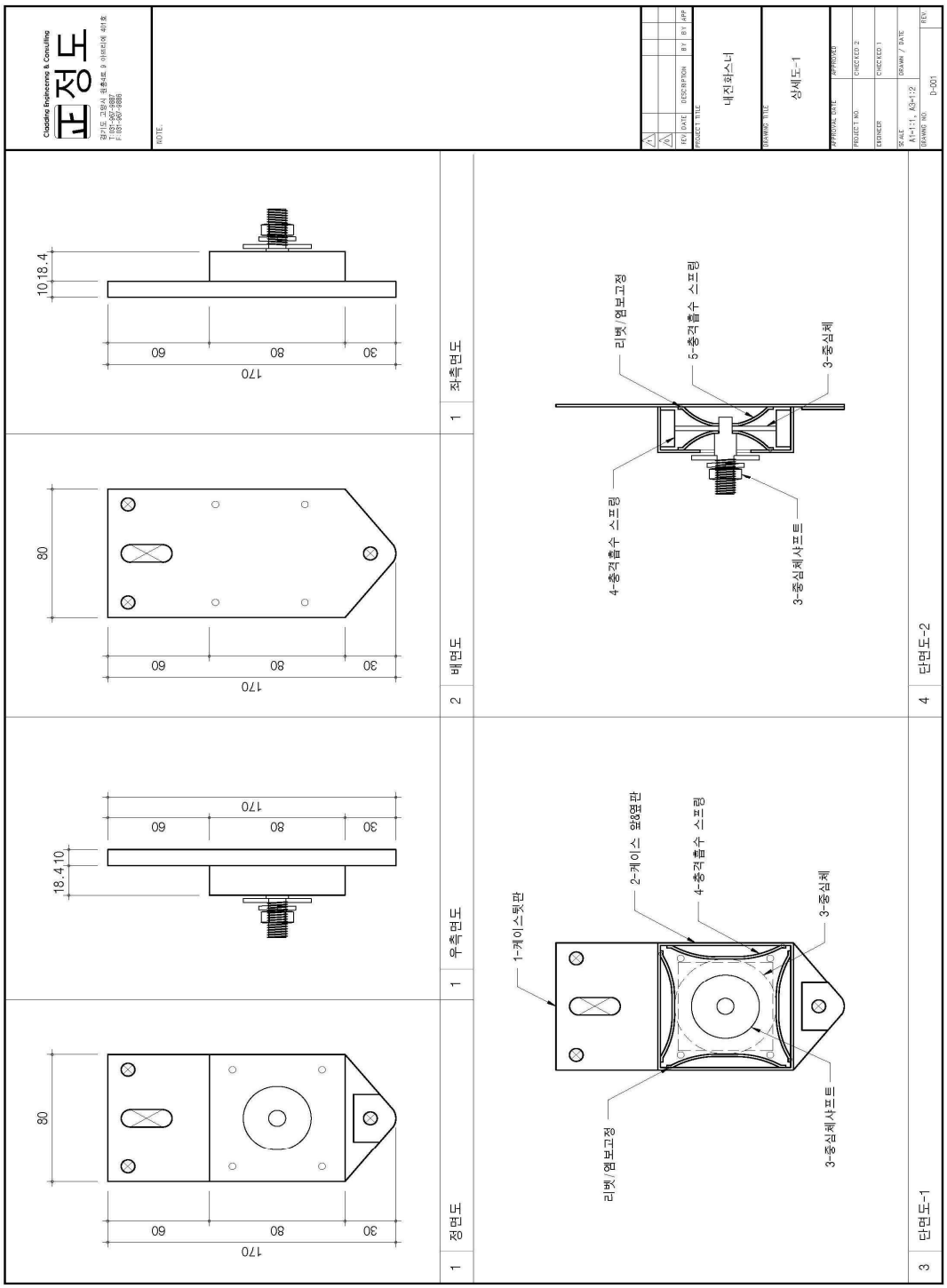
첨부 Ⅰ : 시험품 도면



<그림 Ⅰ.1> 시험지그 도면 - 1

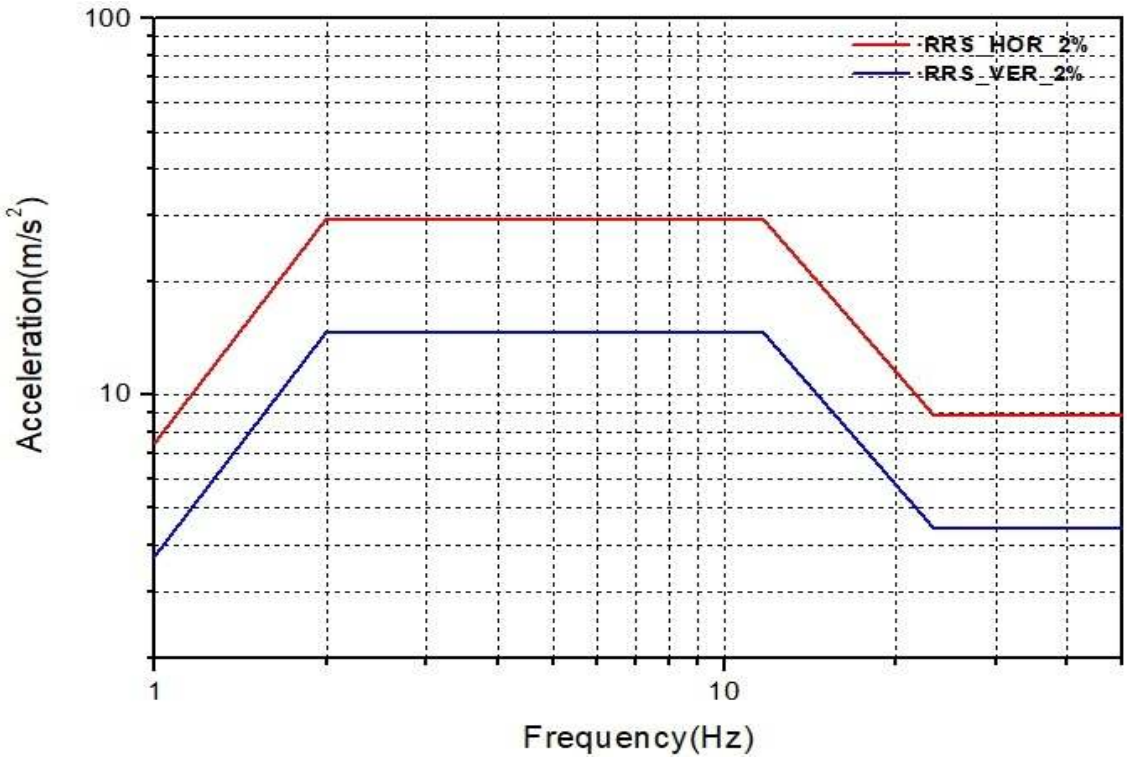


<그림 Ⅰ.2> 시험지그 도면 - 2


좌측면도
배면도
우측면도
정면도
단면도-2
단면도-1
리벳/엠보고정
5-충격흡수 스프링
3-중심체
4-충격흡수 스프링
3-중심체샤프트
2-케이스 앞옆판
1-케이스뒷판
내진하스너
상세도-1
170
80
60
30
10
18.4

<그림 Ⅰ.3> 시험품 도면 - 3

첨부 II : 요구응답스펙트럼



<그림 II.1> 내진시험 요구응답스펙트럼

<표 II.1> 내진시험 방향별 요구응답스펙트럼 값

X-방향 (전후방향)		Y-방향 (좌우방향)		Z-방향 (상하방향)	
Frequency (Hz)	Acceleration (m/s^2)	Frequency (Hz)	Acceleration (m/s^2)	Frequency (Hz)	Acceleration (m/s^2)
1.00	7.46	1.00	7.46	1.00	3.73
2.00	29.43	2.00	29.43	2.00	14.72
11.67	29.43	11.67	29.43	11.67	14.72
23.34	8.83	23.34	8.83	23.34	4.41
50.00	8.83	50.00	8.83	50.00	4.41

첨부 III : 시험환경 설정

III.1 설치방법

(1) 시험품을 설치하기 위한 시험 지그를 M16 고장력 볼트를 이용하여 사진 III.1과 같이 진동테이블에 고정한다.

(2) 시험지그에 시험품을 용접하여 고정한다. (사진 III.2 참조)

III.2 시험방향

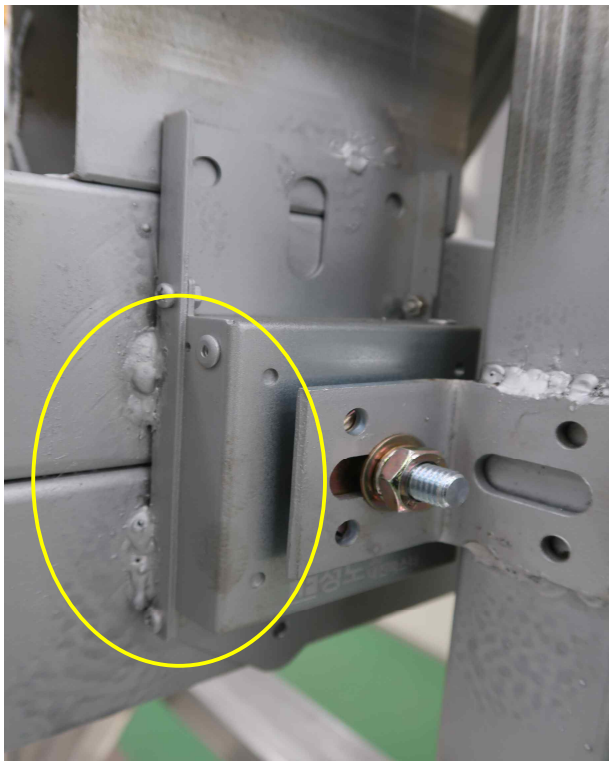
사진 III.3과 같이 시험품의 전후방향을 X-방향, 좌우방향을 Y-방향, 상하방향을 Z-방향으로 설정한다.

III.3 계측장비 (가속도계)

가속도계는 진동테이블의 신호를 측정 및 제어하기 위하여 진동테이블에 6 개의 가속도계를 사진 III.4와 같이 3 방향(X, Y, Z)으로 부착하였으며, 시험품의 공진검색 및 가속도 시간이력을 측정하기 위하여 아래의 사진 III.5와 같이 시험품 상부 및 주요부에 각각 3 방향(X, Y, Z)으로 부착한다.



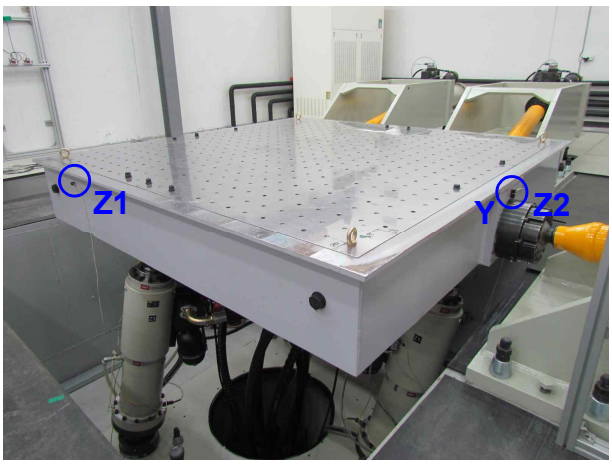

<사진 III.1> 시험지그 설치

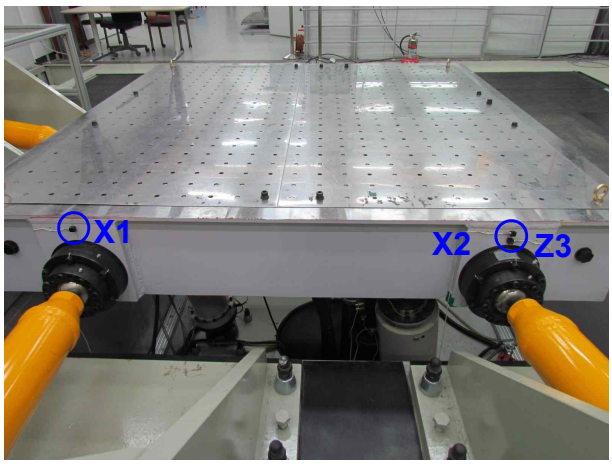



<사진 III.2> 시험품 설치

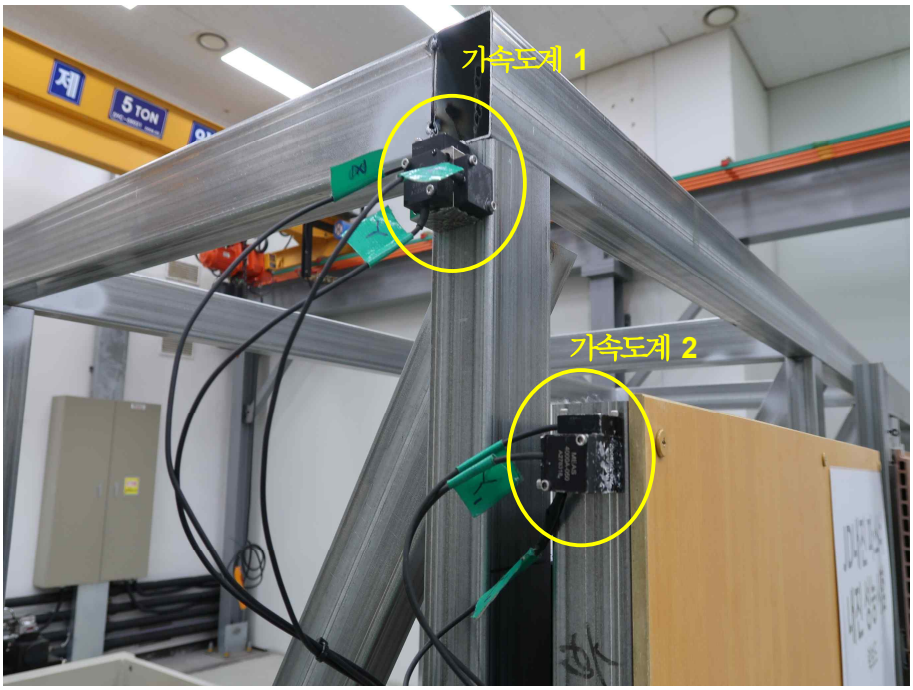


<사진 III.3> 시험방향



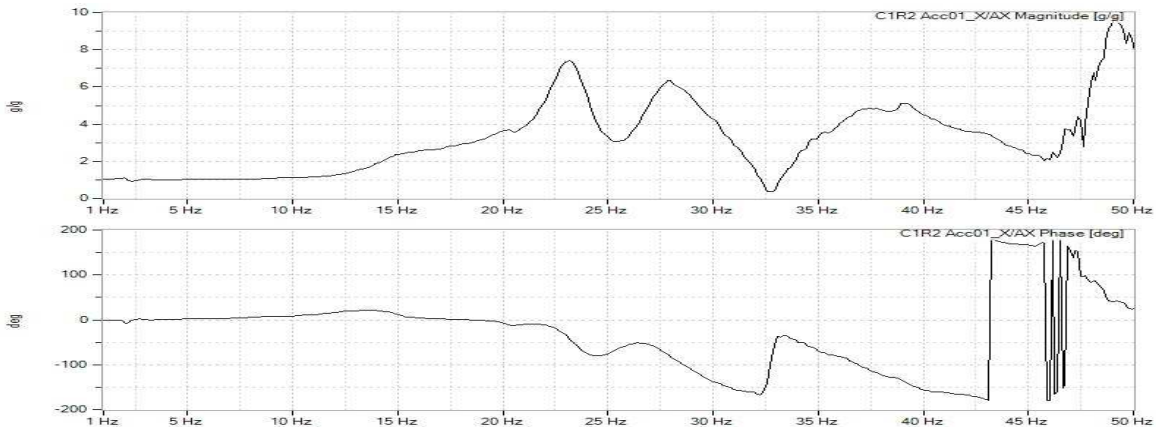


<사진 III.4> 진동테이블 가속도 계측장비

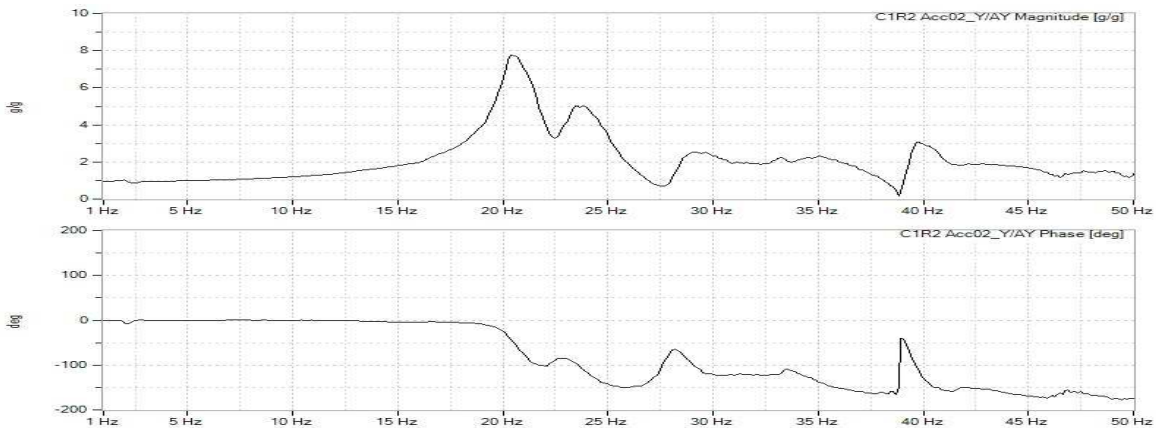


<사진 III.5> 시험품 가속도 계측장비

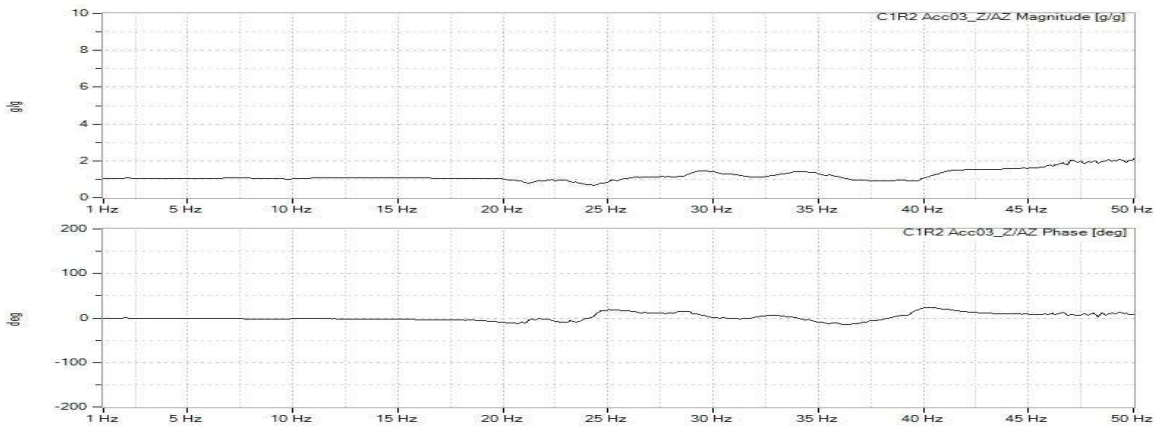
첨부 Ⅳ : 공진검색시험결과



(a) X 방향

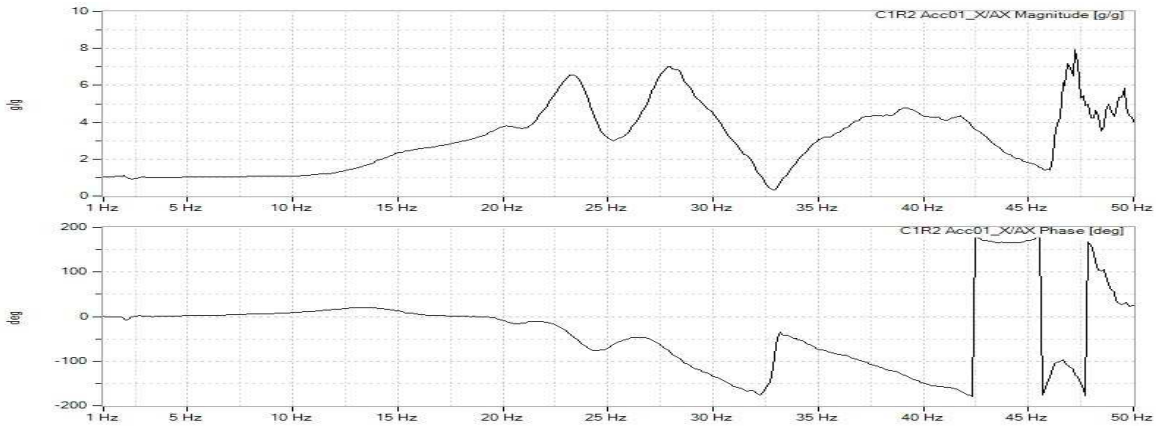


(b) Y 방향

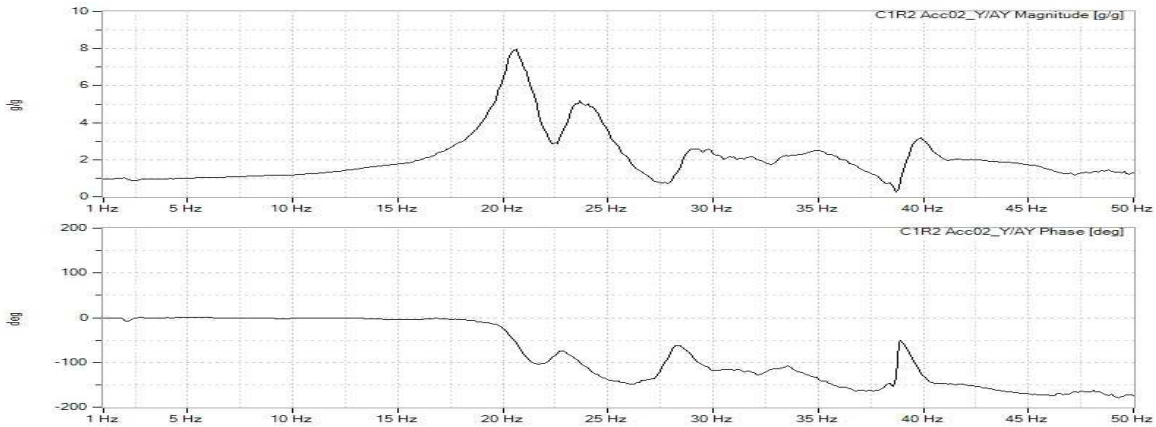


(c) Z 방향

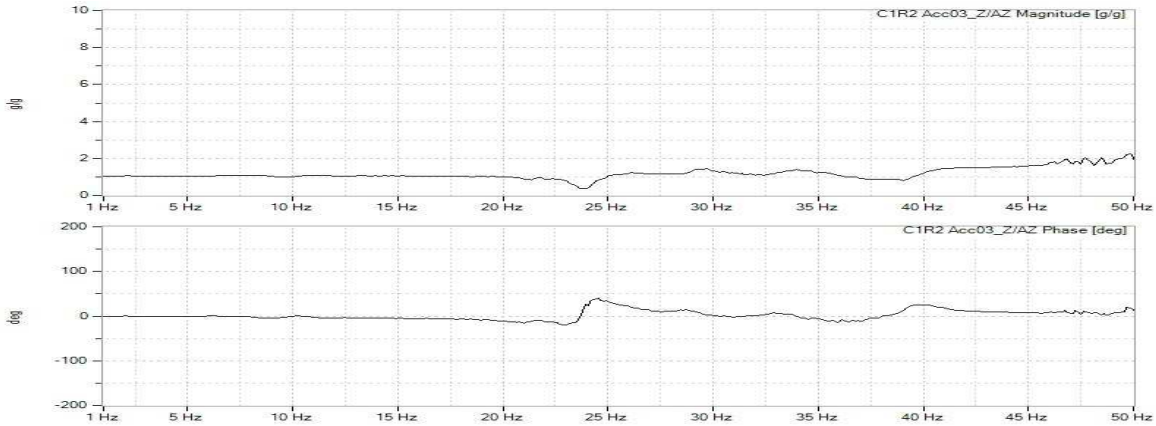
<그림 Ⅳ.1> 내진시험전 공진검색시험 결과



(a) X 방향



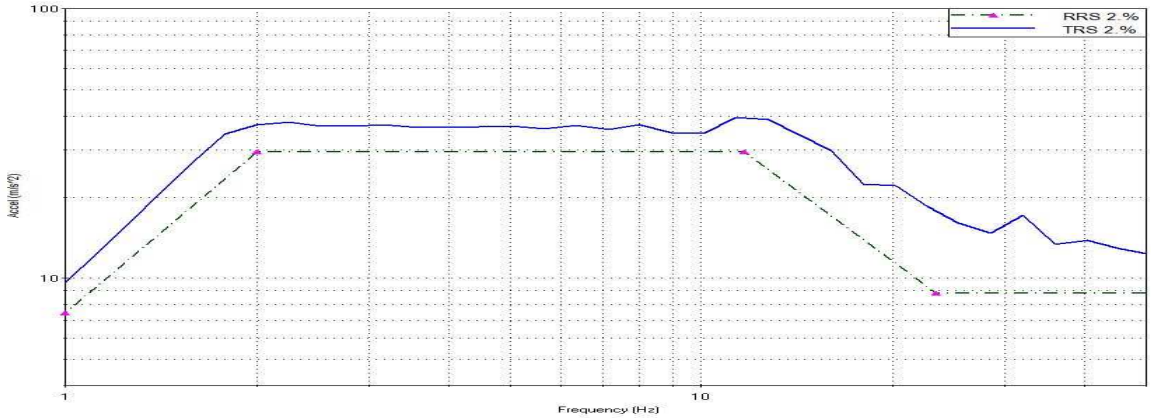
(b) Y 방향



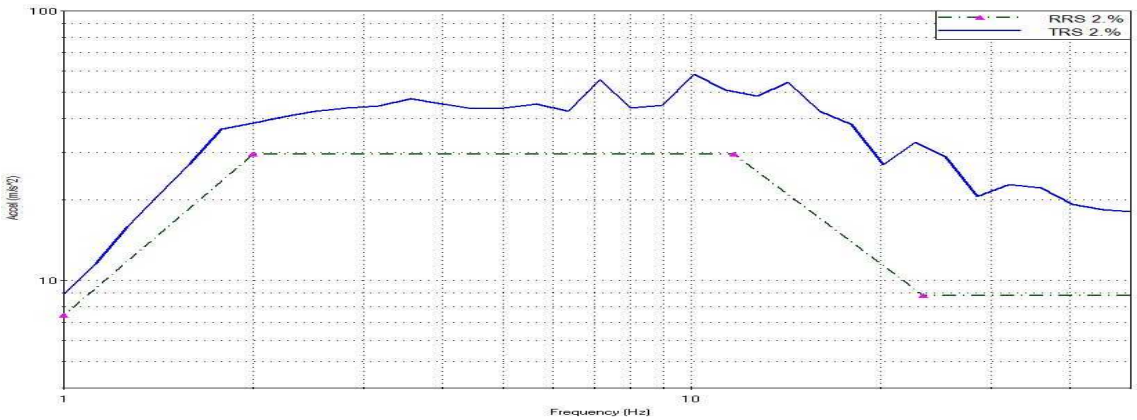
(c) Z 방향

<그림 Ⅳ.2> 내진시험후 공진검색시험 결과

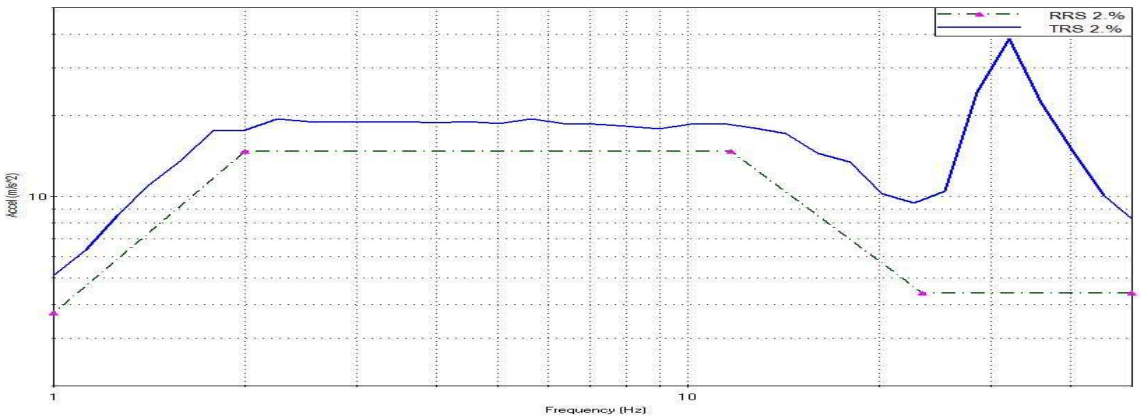
첨부 Ⅴ : 진동테이블 TRS (Test Response Spectra)



(a) X 방향

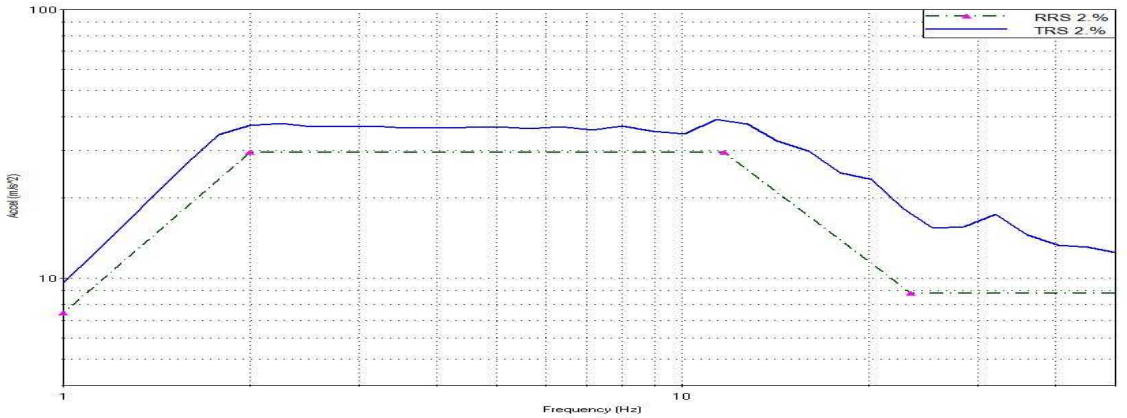


(b) Y 방향

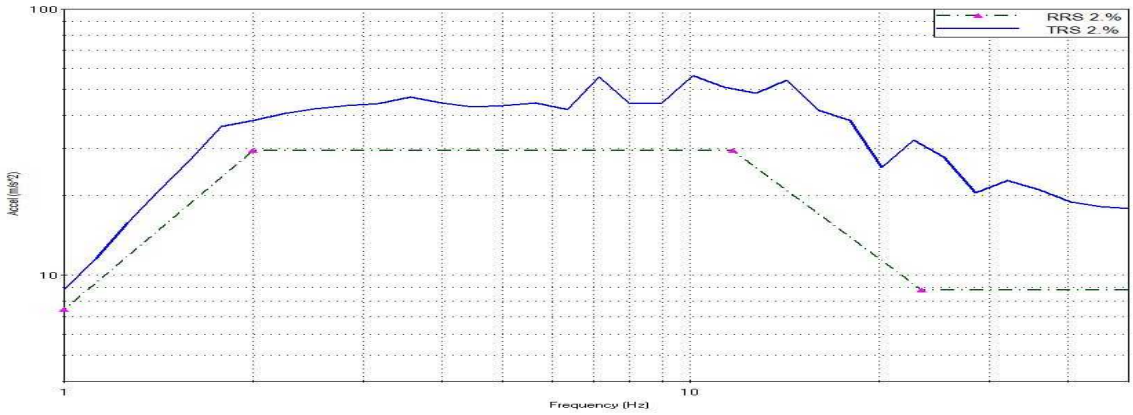


(c) Z 방향

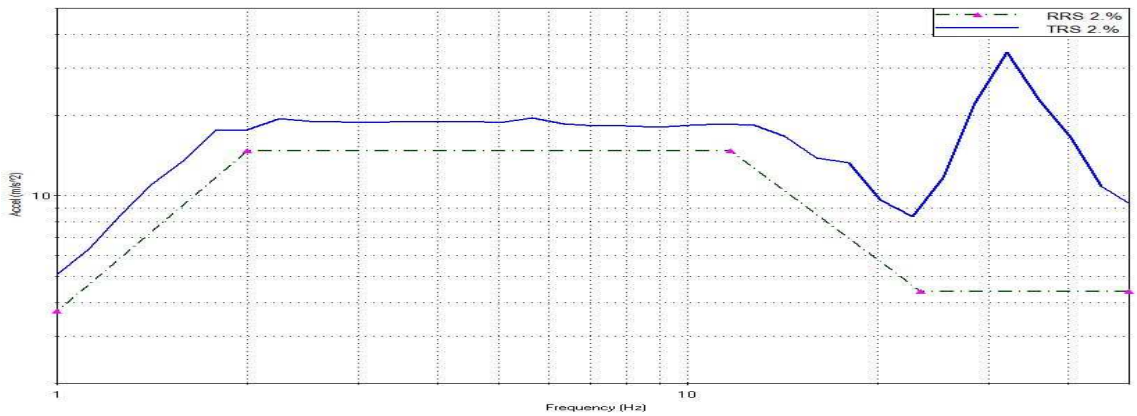
<그림 Ⅴ.1> 1회 내진시험 진동테이블 TRS



(a) X 방향



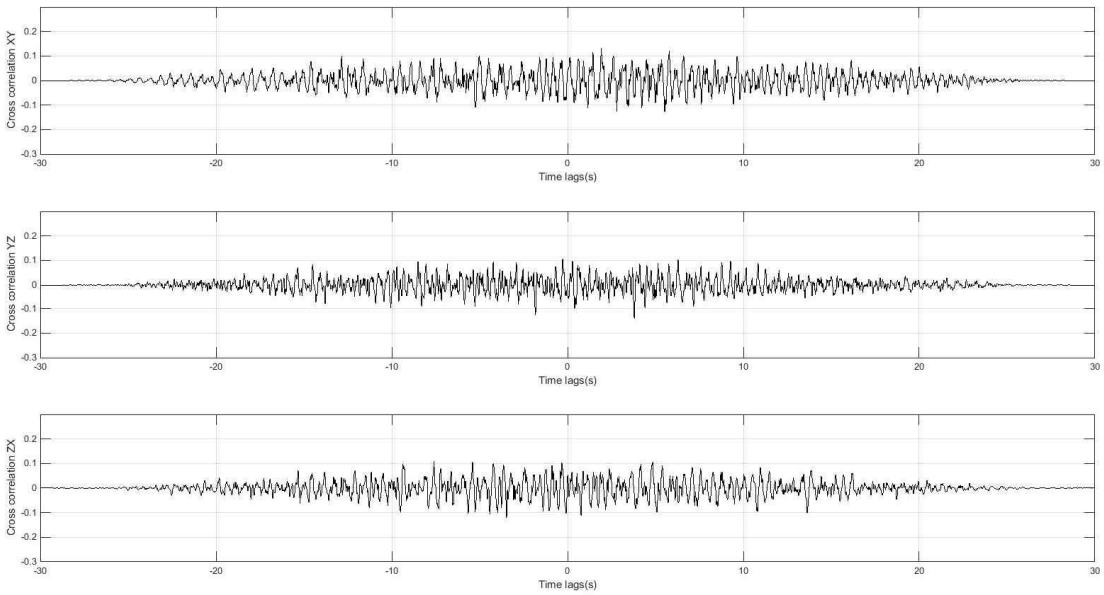
(b) Y 방향



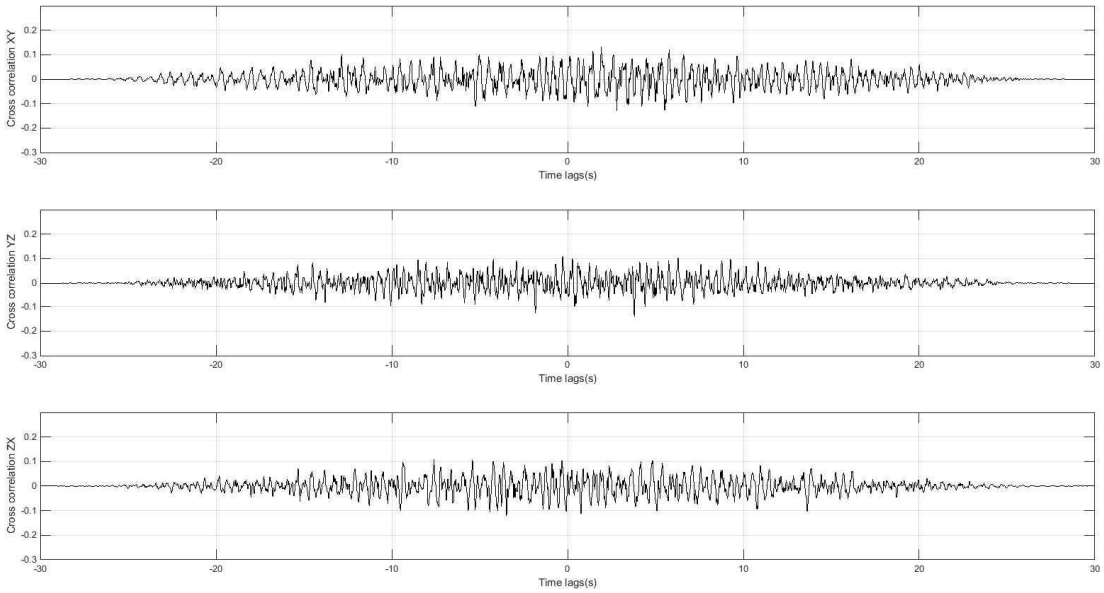
(c) Z 방향

<그림 Ⅴ.2> 2회 내진시험 진동테이블 TRS

첨부 Ⅵ : Correlation 결과



<그림 Ⅵ.1> 1회 내진시험 Correlation 결과



<그림 Ⅵ.2> 2회 내진시험 Correlation 결과

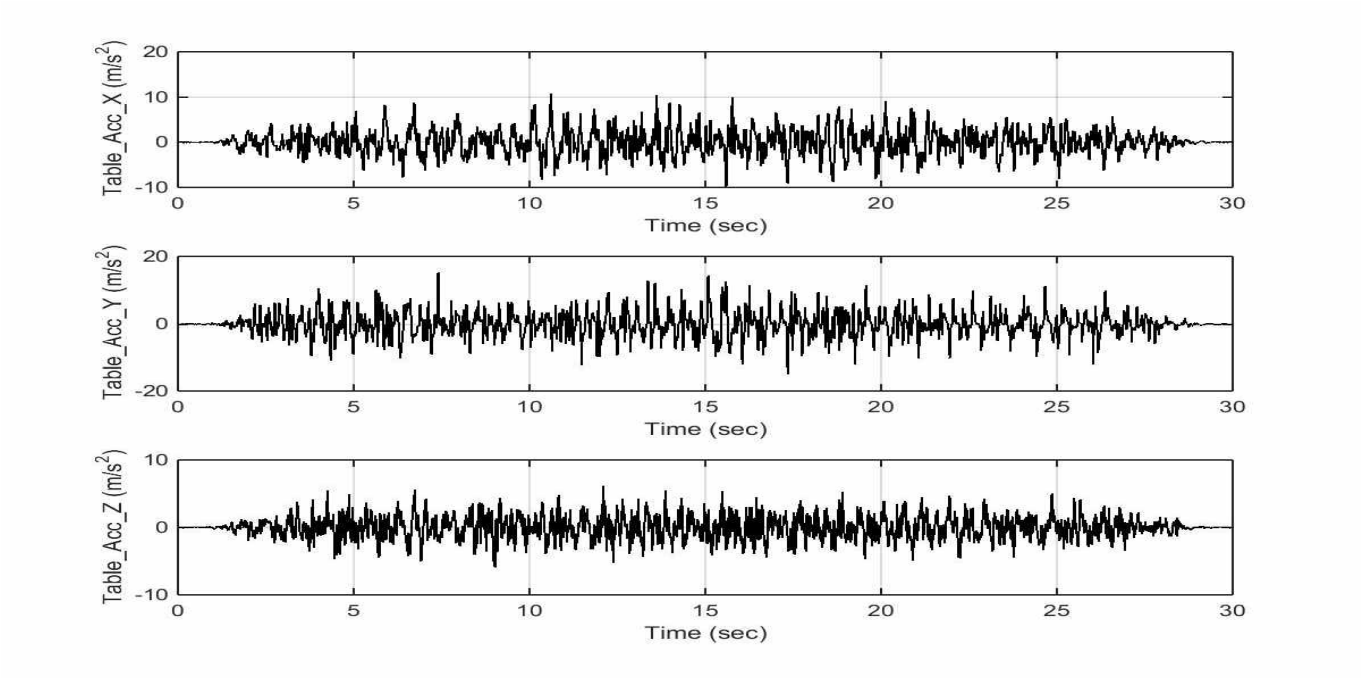
첨부 Ⅶ : 시험품 가속도 계측 결과

Ⅶ.1 : Peak 가속도 계측 결과

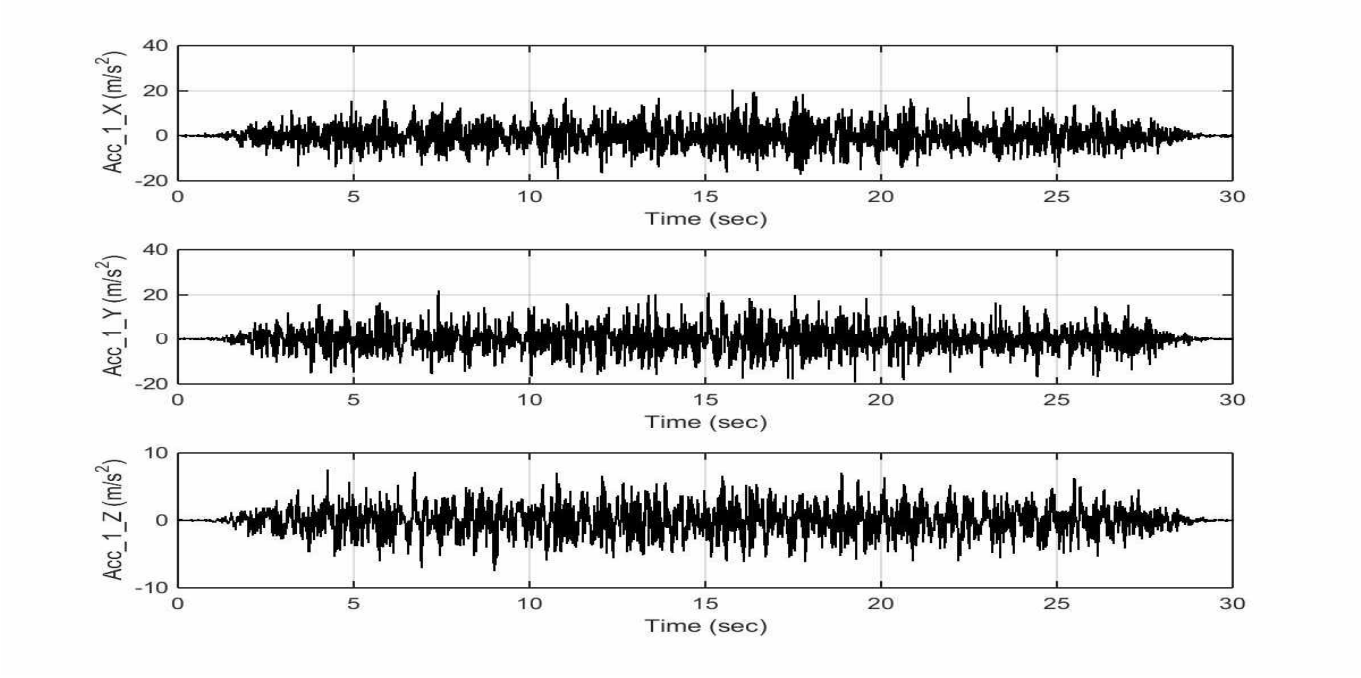
<표 Ⅶ.1> 내진시험시 Peak 가속도 계측 결과

시험차수	계측 위치	방향별 Peak 가속도 (m/s^2)			비 고
		X-방향(전후)	Y-방향(좌우)	Z-방향(상하)	
1회 내진 시험	진동테이블	10.70	15.15	6.17	
	시험지그 상부	20.46	21.83	7.56	가속도계 1
	시험지그 좌측	24.36	21.38	8.33	가속도계 2
2회 내진 시험	진동테이블	10.88	14.94	6.43	
	시험지그 상부	21.08	22.53	8.00	가속도계 1
	시험지그 좌측	26.27	20.78	8.68	가속도계 2

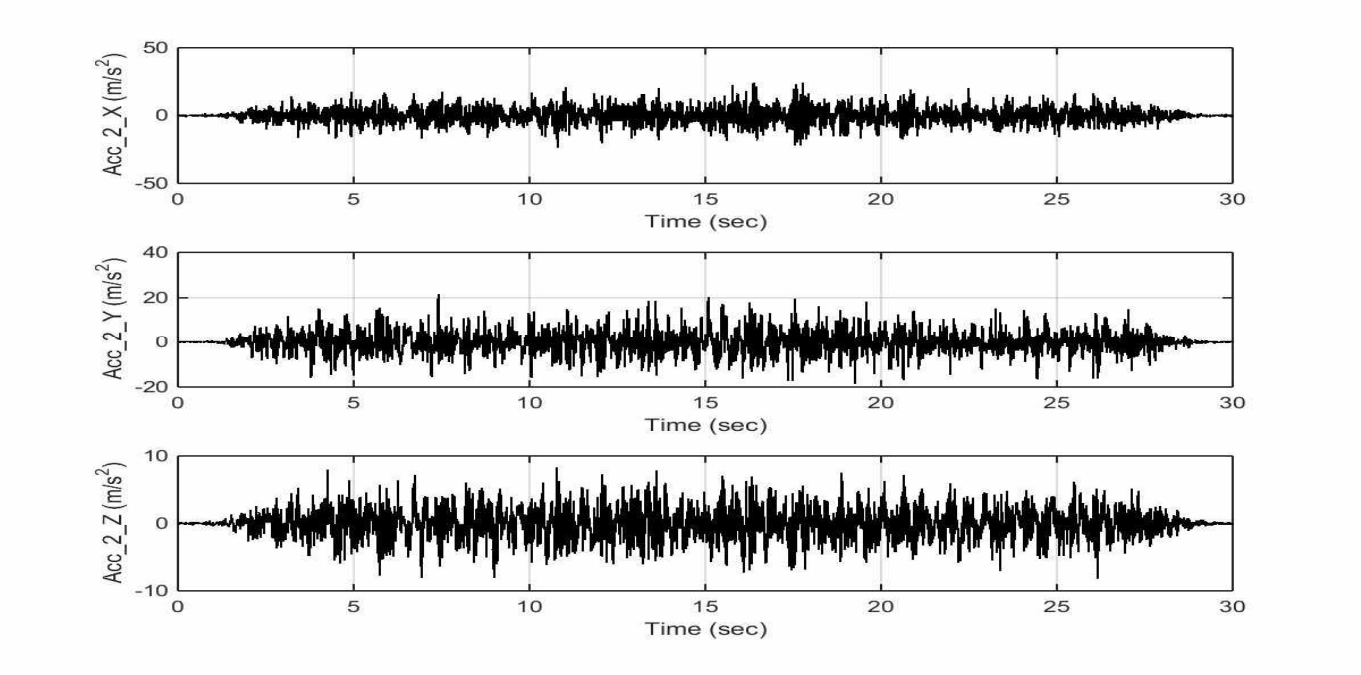
Ⅶ.2 : 시간이력 가속도 그래프



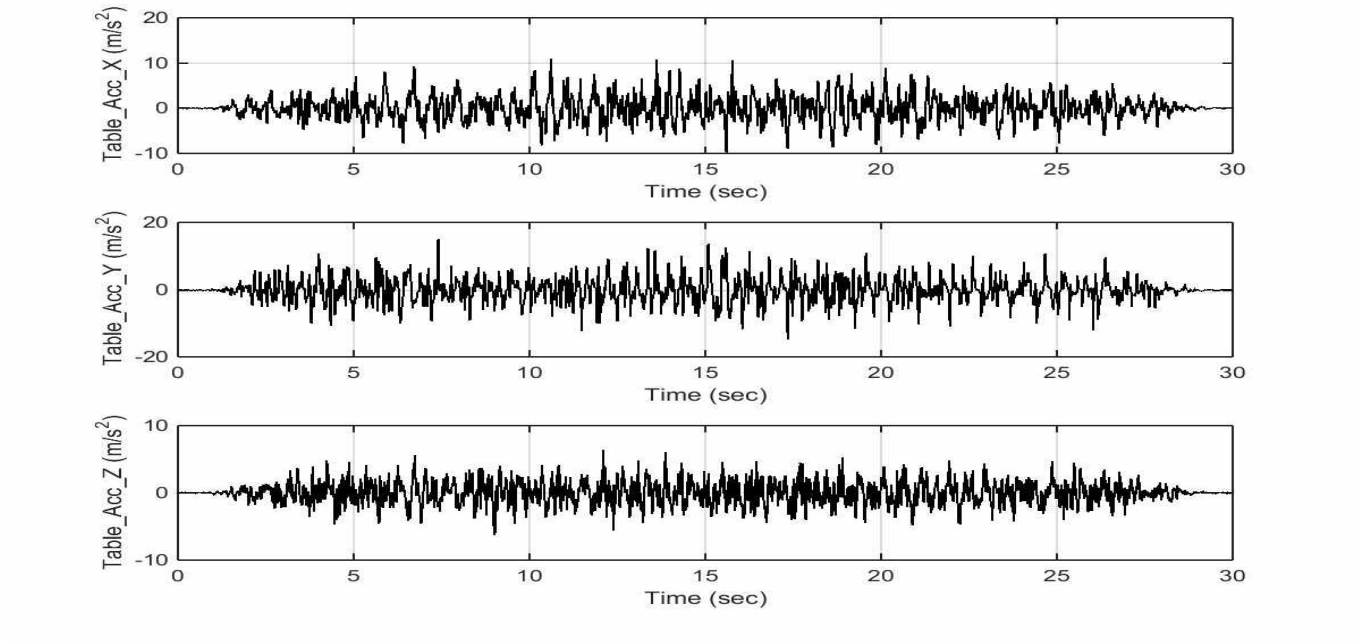
<그림 Ⅶ.1> 1회 내진시험 시간이력 가속도 - 진동테이블



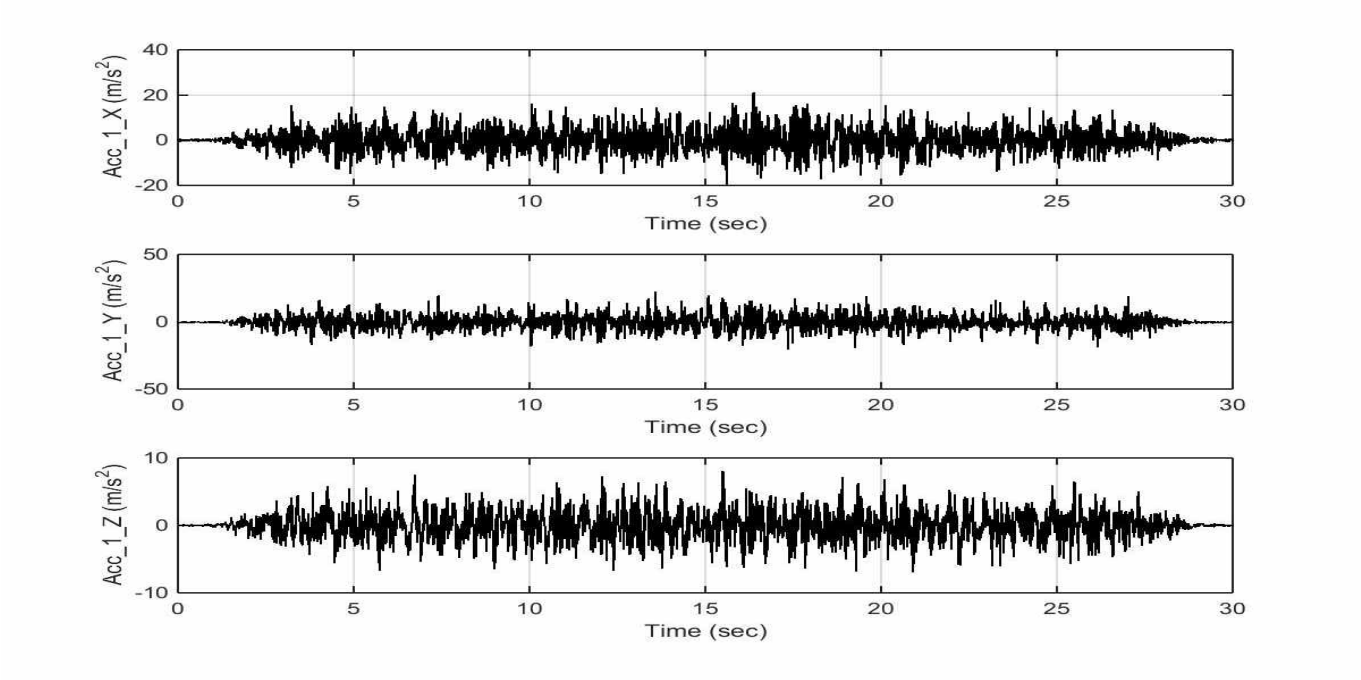
<그림 Ⅶ.2> 1회 내진시험 시간이력 가속도 - 가속도계 1



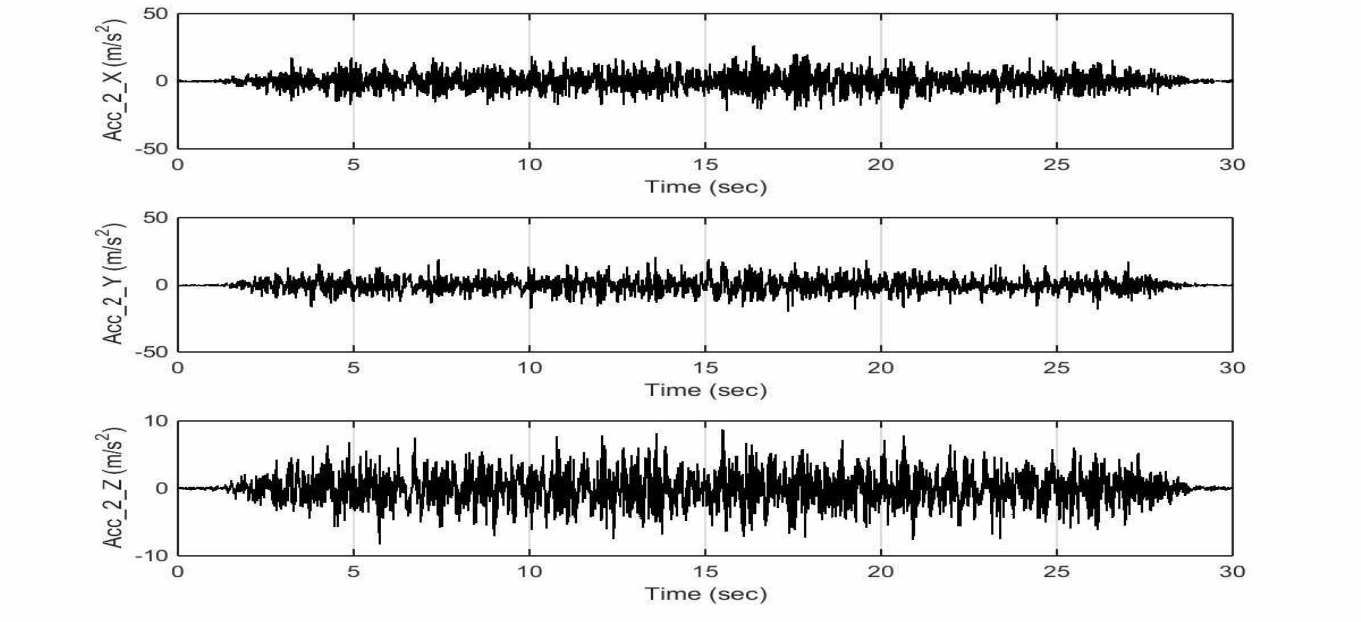
<그림 Ⅶ.3> 1회 내진시험 시간이력 가속도 - 가속도계 2



<그림 Ⅶ.4> 2회 내진시험 시간이력 가속도 - 진동테이블



<그림 Ⅶ.5> 2회 내진시험 시간이력 가속도 - 가속도계 1



<그림 Ⅶ.6> 2회 내진시험 시간이력 가속도 - 가속도계 2

- 끝 -