

## 지진계측기 표준규격에 대한 기본개념

### Basic Concepts in Criteria of Strong Motion Seismograph

지헌철\* 김재관\*\* 신진수\* 박정호\*\*\* 신인철\*\*\*\*  
Chi, Heon Cheol Kim, Jae Kwan Shin, Jin Soo Park Jung-Ho Shin, In-Cheol

#### ABSTRACT

The Criteria of strong motion seismograph installed at free surface and structure is developed as a cooperative project of KEERC considering seismicity and state of seismic instrumentation of Korea. The background of this development and basic concepts are summarized in this report. The criteria of seismic sensor and recorder is also introduced. It is highly recommended to apply this criteria to installation and operation of seismograph at free surface and structure.

#### 1. 서론

1995년 일본 Kobe지진 발생 후 우리나라에서도 내진설계의 필요성이 사회적으로 확산되어 이에 대한 연구가 심층적으로 진행 중이며 또한 관련된 법규가 더 구체적인 형태로 정비되고 있다. 이러한 대비는 1999년 터키의 Izmit 지진과 대만의 Chi-Chi 지진 등을 계기로 한층 촉진되고 있다. 지진계측은 지진피해를 예방하기 위한 가장 기본적인 준비로 미국, 일본, 대만등에서는 그 중요성을 일찍이 인식하여 자유장 뿐만 아니라 건물, 교량등과 같은 구조물에 계측기를 설치하여 지진 기록을 축적하고 있다. 또한 기존의 계측 체계를 보완하고 확장하는 작업을 계속 진행 중이기도 하다<sup>(1)</sup>.

건설교통부의 내진설계성능기준<sup>(2)</sup>에서는 내진특등급시설에 대하여 지진응답계측기를 설치 운영하여 지진 발생 시 지진응답 자료를 획득하도록 요구하고 있다. 구조물과 시설물의 지진응답계측의 목적은 다음 세가지로 요약된다. 1) 지진 발생시 또는 발생 후 구조물과 시설물의 안전성을 지진기록으로 확인, 2) 구조물과 시설물의 지진응답특성을 규명하여 내진설계의 타당성을 검증하고 설계이론을 개선, 3) 구조물의 지진응답에 관한 Database를 구축하여 내진설계의 기본인 지진하중의 크기와 특성 결정에 활용. 이에 더하여 여러 곳에 설치된 지진계들이 네트워크로 연결된다면 지진 발생후 신속한 피해 평가와 대응에 활용될 수 있을 것이다.

여기에서는 건설교통부의 위탁에 의하여 한국지진공학회 주관으로 연구된 지진 응답계측기의 설치 및 운영 기준 가운데 지진응답 계측기의 표준규격의 대하여 기술하였다. 지진 계측기의 표준규격의 제정은 우리나라의 지진 크기에 적합한 지진계의 사양과 운영체계를 마련하고자 하는 것으로 지진계측 시스템의 구성, 기본 성능, 데이터 전달과 배포에 관한 일관된 안을 제시하여 국가적으로 Database 구축이 효율적이면서도 경제적으로 달성 될 수 있도록 하고자 하는 것이다. 또한 지진계측시스템을 설치·운영하는 기관에게도 효율적인 지진의 계측 및 해석을 위하여 필요한 사항이다.

\* 한국자원연구소 선임연구원, 정회원

\*\* 서울대학교 지구환경시스템 공학부 교수, 정회원

\*\*\* 한국자원연구소 연구원

\*\*\*\*한국자원연구소 선임기술원

## 2. 지진응답계측에 관한 기관별 역할

우리나라에서 계기를 이용하여 지진관측을 수행한 것은 1905년에 조선총독부가 인천의 기상대에 기계식 아날로그 지진계 1대를 설치하면서부터 시작되었다. 해방 후 계기지진관측이 이루어지지 않고 있다가 1963년 미국 지질조사소가 전세계 표준 지진관측망(WWSSN: World-Wide Standard Seismograph Network)구축사업의 일환으로 서울 기상청에 1대의 지진계를 설치하면서 계기지진 관측이 재개되었다. 기상청은 1978년 홍성지진 발생 후 지진관측장비를 보강하면서 1980년 말 지진계 3대와 간이 이동식 지진계 2대를 도입하여 서울, 강릉, 추풍령, 광주, 부산, 서산 6개소에 설치 관측을 시작하였다.

한국자원연구소가 지진연구를 위한 지진관측을 시작한 것은 경상분지에 설치된 원자력발전소의 지진안전성 평가를 위해 1982년경 미국 Teledyne Geotech사로부터 단주기 아날로그 지진계 RV-320B Portacorder를 도입한 이후였다. 1991, 92년도에 POSEIDON Project와 관련하여 한일공동으로 경상분지에 디지털 관측소를 운영한 바 있으나 설치된 지진계는 휴대용으로 시각 동시성 유지에 많은 어려움이 있고 전원용 배터리 및 저장메모리의 제한으로 그 운용 또한 한시적이었다<sup>(3)</sup>. 1995년은 모뎀을 통한 지진자료의 송수신 시스템 및 시각보정장치를 채택한 장기 디지털 관측망을 경상분지에 설치함으로써 그 동안 운용상의 어려움, 즉 투입 인력 및 소요 예산을 획기적으로 최소화시켜 지속적인 지진관측을 수행한 원년이 되었다.

한국에서 이렇게 지진관측이 제대로 수행될 수 없게 된 이유는 근세에 들어 인명이나 재산상의 피해를 야기한 지진이 발생한 적이 없어 이의 필요성에 대한 사회적 인식이 미비하였다. 그러나 1995년 1월에 발생한 고베지진, 1996년 12월에 발생한 영월지진, 그리고 1997년 6월에 발생한 경주지진을 통해서 체계적인 지진관측의 필요성이 제기되었다. 영월지진은 규모 4.7의 중진이었으나 기상청의 아날로그 관측자료는 모두 포화(saturation)되어 파형 식별조차 할 수 없었고, 경상분지에만 설치되어 있는 자원연구소 관측소도 상당수가 포화되었다. 규모 4.2의 경주지진에 의해 인근 고속도로 교각의 상판 일부가 이탈하여 긴급히 보수하였다. 하지만 지진응답계측기가 설치되어 있지 않았기 때문에 교각의 내진성능 평가 및 복구가 체계적으로 수행될 수 없었다. 1995년 경주 지진은 국가의 기본적인 관측망의 미비, 기존에 설치된 응답계측기의 운영문제, 주요 구조물의 응답계측기의 설치 필요성 등이 제기되어 이에 대한 근본적인 처방이 요구되었다.

지진연구를 주로 이용되는 광대역 지진계나 구조물의 지진응답계측을 위해 사용되는 기기의 근본 원리는 동일하나 반응하는 주파수 대역, 동적영역, 감도 등에 있어서 차이가 있다. 그림 1은 관측목적에 따라 분류한 예로, 지각구조 조사, 지진발생 메카니즘 규명, 광역별 지반응답 특성 연구 등에 사용되는 시추공·광대역 지진연구망이 제반 지진관측의 기본이 된다. 이와 같은 연구망은 주변의 잡음이 없고 지질학적으로 중요한 위치에 설치하게 되는 데 한국자원연구소가 주축이 되어 운영하고 있다. 연구망으로 얻어진 지각 속도 구조 등을 이용하여 지진정보 등에 사용되는 전국 규모의 단주기 관측망이 있다. 단주기 관측망의 자료로부터 주로 초동 시각 및 분극(polarity) 등을 얻어 진앙지, 규모, 단층면 해를 구하게 된다. 따라서 단주기 관측소도 도시나 인구밀집 지역을 피하여 주변 잡음이 적은 한적한 곳에 설치하여야 하며, 미소지진도 관측하여야 함으로 감도가 높은 속도센서를 사용한다. 현재 기상청이 주축이 되어 설치·운영되며 주요 단층지역에 대해서는 부분적으로 한국자원연구소가 설치하고 있다. 광대역 및 단주기 지진계의 관측대상은 중약진으로 대략적으로 규모 5 이상의 지진이 발생할 경우 포화상태에 도달하게 된다. 이를 보완하기 위하여 광대역 및 단주기 관측소에 가속도센서를 병행하여 설치함으로써 강진도 측정할 수 있도록 지진관측시스템 표준안을 제정하여 한국자원연구소, 기상청, 한국전력연구원, 원자력안전기술원, 대학 등의 관측소에 적용하고 있다. 지진에 의한 피해 정도를 가늠하기 위해서는 인구나 산업이 밀집된 도시나 공업단지 등에서의 강지진 관측이 필요하다. 이를 위해서 설치되는 관측소는 가속도관측소로, 자료를 실시간으로 획득하여 지진발생시의 예상피해 상황을 신속히 파악하기 위한 것이 신속대응시스템(조기경보시스템)이다. 지진에 의한 지반진

동이 동일한 지역이라도 지진피해는 토양의 깊이, 구조물의 고유주기 등에 의해 지역적으로 큰 편차를 나타낸다. 따라서 가속도관측소는 지역적으로 대표될 수 있는 암반위에 설치하고 여기서 측정된 자료로부터 토양의 깊이, 인구밀집도, 구조물의 종류 등을 감안하여 지진예상 피해도를 산출하게 되며, 그 지역의 구조물에 설치된 응답계측기 자료의 표준 참고 자료 (reference)로 이용된다.

이에 반해 지진응답계측기는 지반진동에 의한 구조물의 거동을 측정하기 위한 것으로 주변 잡음의 정도에 관계없이 가능한 구조물의 특성을 잘 파악할 수 있는 곳에 설치하게 된다. 따라서 구조물이 토양 위에 건립된 경우 자유장의 개념은 구조물의 영향을 받지 않는 거리의 토양 위가 된다. 그러므로 구조물의 지진피해를 신속히 파악하고 향후 내진성능 평가를 위해서는 각 구조물별로 지진응답계측기가 설치되어야 한다. 특히 신속한 대피 및 복구를 통해 추가적인 재해를 막기 위해서는 사회의 주요 시설물인 병원, 학교, 고층빌딩, 댐, 고속도로의 교량 등에 원격 자료 송신이 가능한 지진응답계측기를 지속적으로 설치하여야 할 것이다.

지진응답계측기 설치는 고가의 장비 구입 및 설치 공사 등에 많은 예산이 소요된다. 특히 지진관측을 수행하는 모든 기관이 향후 가까운 장래에 관측 목적에 맞는 충분한 관측소를 설치할 수 있는 예산을 확보할 수 없을 것으로 판단된다. 이와같은 대내외적 상황에서의 최선책은 각 기관이 설치한 관측소간에 네트워크를 구축하여 공동 활용하는 것으로 중복 투자에 따른 예산 낭비도 막을 수 있는 장점이 있다. 그림 2는 지진관측을 수행하는 기관간의 네트워크 구축을 위한 체계도로서 1999년 11월 22일에 한국자원연구소, 기상청, 한국전력연구원, 한국원자력안전기술원이 '지진관측망 운영기관간 상호협력을 위한 약정서'에 서명함으로써 자료 공유를 위한 네트워크 구축이 가능하게 되었다. 네트워크는 한국자원연구소에 설치될 KISS (Korea Internet Seismic Server)라는 시스템을 통해 이루어지며 지진연구를 수행하는 대학에도 자료를 공유하게 된다.

신속한 지진정보 및 피해 파악을 위해서는 가능한 많은 강지진 자료를 빠른 시간내에 취합하여야 한다. 이를 위해서는 통신망의 확보가 필수적이다. 통신방법에는 크게 Serial 통신과

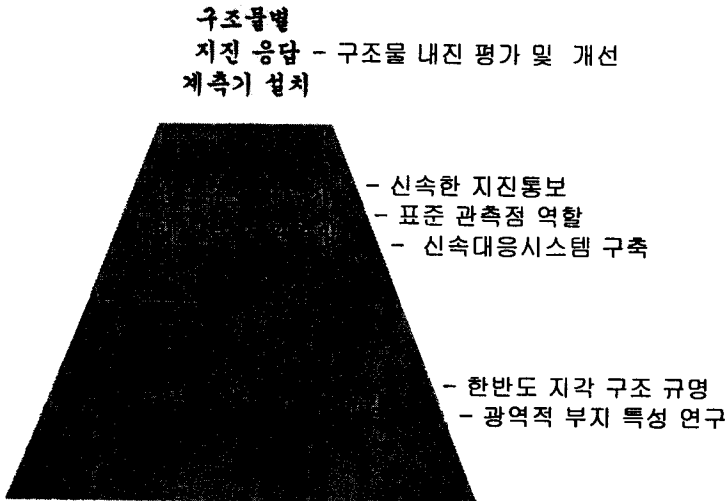


그림 1. 관측목적에 따른 지진계측기 분류

Internet 통신으로 구별할 수 있다. Serial 통신은 양쪽 단말이 결정되어 있는 일대일 통신이 나 Internet 통신은 다중이 함께 공유하는 다중 통신방법으로 여러 기관간의 네트워크 구축시 시스템 구성이 매우 용이하다.

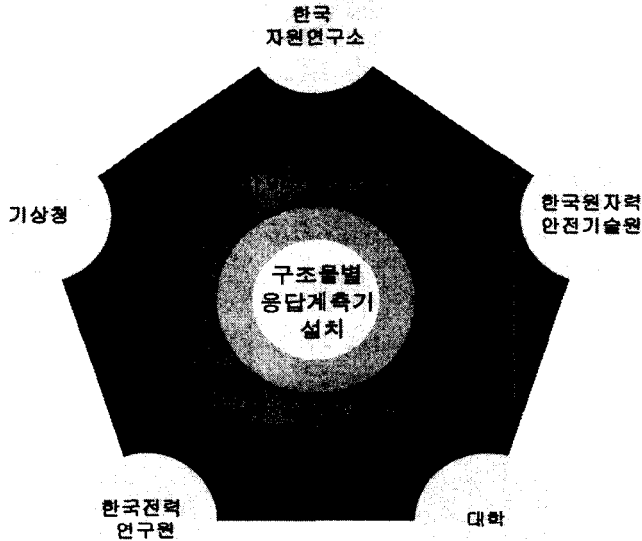


그림 2. 지진관측 기관간의 네트워크 구축 체계도.

### 3. 지진계측기 설치 및 운영에 관한 기본 방침.

지진계측기 설치는 각 구조물별 특성에 따라 설치 기관간에 많은 차이를 있을 수 있으므로 지진관측 기관간의 표준안을 단일 방안을 채택하기는 어려울 것이다. 하지만 개략적으로 다음과 같은 기본 방침을 정할 수 있을 것이다.

- 1) 지진응답계측시스템 성능 표준안을 만족하면서 구조물의 특성 파악에 적합한 장비를 선택하여야 한다. 센서의 종류 및 특성은 구조물의 고유주기와 최대 허용 범위에 의해 결정된다. 즉 아파트와 같은 10층의 고층구조물 경우 1 Hz 주변 주파수에서 잘 반응하는 가속도센서가 바람직한 반면에 장대 교량의 경우 교량의 길이에 따라 0.1 Hz 이하의 저주파수에서 잘 반응하는 속도센서를 사용하는 것이 구조물의 내진 특성을 파악하는 데 좋다.
- 2) 시스템의 구성은 최대한 간결해야 한다. 즉 기록계의 수를 최대한 줄여야 하며, 센서와 기록계간의 거리가 멀 경우 고 품질의 shield cable을 사용하는 것이 중간에 광통신장비 같은 비싸고 복잡한 장비를 사용하는 것보다 훨씬 유지하기가 쉽다.
- 3) 초기의 투자비가 많이 들어도 내구성이 뛰어나고 성능이 검증된 시스템을 사용하는 것이 향후 유지·보수 및 자료의 손실 방지를 위해서 바람직하다.
- 4) 지진응답계측기는 24시간 계속 가동하여야 함으로 전원의 불안정이나 낙뢰 등에 매우 취약하다. 따라서 안정적인 전원공급장치 및 낙뢰보호 장치 등을 설치하는 것이 바람직하다.
- 5) 지진응답계측기로부터 얻어진 자료의 이용 방안에 대한 계획이 수립되어야 한다. 즉 각 구조물의 피해상황을 대략적으로 신속히 파악할 필요가 있을 경우, 최대 가속도값이나 주된 에

너지의 주파수 대역 등의 간단한 정보를 실시간으로 취합하여야 한다. 이에 반해 향후 지진에 의한 피해 정도를 파악할 필요가 있을 경우 전화회선을 통해 자료를 전송 받거나 통신장비를 설치하지 않고 직접 방문하여 자료를 획득할 수 있다.

- 6) 설치할 기관의 현재 및 향후 통신망 상황을 고려하여 전체 시스템 구축이 용이한 장비를 선택하여야 한다.
- 7) 지진응답계측기의 유지·보수를 위해서는 기술 습득과 경험이 요구된다. 따라서 한 기관이 관장하는 구조물에는 동일한 기종을 설치하는 것이 향후 유지·보수를 위해서 바람직하다.
- 8) 타 기관간의 자료 교환이 용이한 기종을 선택하는 것이 향후 자료 공유를 위해서 바람직하다. 이를 위해서는 자료 format과 전송방식에 대한 정보를 반드시 제작사에 요구하여 검중 기관에 제공하여야 하며, 계측실에 보관하여야 한다. 이는 향후 상황의 변화에 의해 장비의 부분적 교체 시에도 매우 중요하다.
- 9) 지진응답계측기, 계측실, 중앙자료센터 등의 유지·보수에 대한 계획을 사전에 수립하여야 한다. 미국 지질조사소 (USGS)나 한국자원연구소의 경우 유지·보수를 위한 전담팀을 운영하지만 평균 가동율은 약 90%로 이에 대한 준비를 소홀히 해서는 안될 것이다.

#### 4. 시설물 지진답계측기 성능 및 시스템 구성에 관한 기본방침

지진계측기는 지반, 구조물/기기의 지진운동을 감지하는 가속도(또는 속도)센서, 이를 기록하는 기록계를 기본 구성으로 하고 이들의 안정적 운영에 필요한 전원공급장치, 그리고 저장된 기록을 송수신할 수 있는 통신장비 등으로 구성되어 진다.

가속도 지진응답계측의 경우 기본적으로 측정가능 범위가 2.0g 이상이 되어야 하고 설치 목적과 위치에 따라서 측정범위가 조정 될 수 있어야 한다. 측정 주파수 범위도 최소 0.1 Hz에서 50 Hz 이상으로 공학적인 관심이 되는 모든 주파수영역에서 지진응답을 왜곡 없이 감지 할 수 있어야 한다. 지진응답계측은 기본적으로 가속도 센서로 구성되나 구조물/기기의 고유주파수가 0.1Hz 이하로 장주기 운동을 계측할 필요가 있을 경우 속도센서를 사용한다. 속도센서의 최대 측정 속도 범위는 구조물/기기의 고유주파수 대역에서 최대 허용속도의 2배 이상이어야 한다.

지진응답계측 센서에서 감지된 운동은 기록계로 전송되어 기록 저장된다. 기록계는 최소한 16bit 이상의 A/D 변환기를 채택하며, 센서의 최대 출력전압이 기록기록계의 최대입력 전압을 초과하지 않도록 하여 지진운동이 큰 경우 기록의 포화(Clipping)가 발생하지 않아야 한다. 기록계는 초당 100회 이상 자료기록이 가능하고, 이때 왜곡되지 않은 주파수 대역을 최대한 넓히기 위하여 위하여 최소한 초당 200회 이상의 초과 자료취득(Over Sampling)능력이 있어야 한다. 기록계가 초과자료취득(Over sampling) 기능을 보유한 경우 초당 100회 이상 기록저장하고 그렇지 못한 경우 초당 200회 이상 지진응답을 기록해야한다. 다만 원격전송 방식을 택한 경우 자료 전송량을 고려하여 초과자료취득 기능을 보유한 장비를 사용하는 것이 바람직하다. 기록계는 자체 기억장치를 내장하고 있어 자료가 운영자에게 회수되기 전까지 저장되어 있어야 한다. 기록계의 지진응답계측 자료는 운영자가 직접 또는 전화선이나 인터넷 통신선을 사용하여 원격으로 회수할 수 있다. 이는 지진응답계측기를 설치한 기관의 운영방식에 의해서 결정 될수 있다. 지진자료를 기록계에서 직접회수 할 경우 별도의 통신설비가 필요하지 않다.

#### 5. 지진계측기의 표준 규격

##### 5.1 자유장 및 구조물 계측기 센서의 표준규격

지진응답계측을 위한 가속도 센서의 표준규격이 표 1에 제시되어있다. 이는 우리나라의 지진

활동 특성 및 구조물의 내진해석에 필요한 최소한의 자료획득 조건과 현재 상용되는 장비의 성능과 원자력발전소의 지진계측기에 대한 규정<sup>(4)(5)</sup>을 비교를 하여 제안된 표준안이다. 이 표에서는 자유장과 구조물에 설치될 센서의 규격을 분리하여 제시하지는 않았다. 구조물에 설치된 센서의 경우 자유장 센서에 비하여 측정범위가 2배 이상 되어야 한다. 하지만 이는 제시된 규격을 만족하는 센서의 측정 범위를 조정하여 사용할 수 있을 것이다. 지진응답계측은 기본적으로 가속도 센서로 구성되나 구조물/기기의 고유주파수가 0.1 Hz 이하로 장주기 운동을 계측이 필요한 경우 장주기 속도센서를 사용한다. 속도센서의 최대 측정 속도 범위는 구조물/기기의 고유주파수 대역에서 최대 허용속도의 2배 이상이어야 한다.

표 1. 가속도운동 계측기 센서의 표준규격

항 목	규 격	비 고
주파수 영역	<ul style="list-style-type: none"> <li>최소 주파수 0.1 Hz 이내</li> <li>최대 주파수 50 Hz 이상</li> <li>0.1 Hz ~ 최소 40 Hz 까지</li> <li>평활한 주파수 응답반응유지</li> </ul>	주어진 주파수 대역에서 지반운동을 3dB이내에서 정확히 감지해야함.
동적 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>90dB 이상</li> <li>최대계측 가속도 2.0g</li> </ul>	구조물의 종류와 설치 위치에 따라서 조정할 수 있어야 함.
출력전압선형비 (linearity)	1 % 이내	지반 운동 크기의 왜곡 현상 방지
성분간 감도오차	2 % 이내	정확한 vector 성분을 유추할 수 있어야 함.
감쇠율	60~70 %	
출력전압	기록계의 최대 입력 전압 이내	지진응답계측의 포화(Clipping) 방지
출력방식	Single-ended 출력	기록계와의 거리가 50m 이내 적용
	Differential 출력	기록계와의 거리가 50m 이상인 경우 신호 왜곡 방지

표 2. 장주기 속도계측기 센서의 표준규격

항 목	규 격	비 고
주파수 영역	<ul style="list-style-type: none"> <li>최소 주파수 0.01 Hz 이내</li> <li>최대 주파수 10 Hz 이상</li> </ul>	주어진 주파수 대역에서 지반운동을 3dB이내에서 정확히 감지해야함.
동적 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>90dB 이상</li> <li>최대 특정가능 속도는 구조물의 허용운동 한계의 두배 이상</li> </ul>	필요에 따라 범위를 조정할 수 있도록 해야함.
감쇠율	60~70 %	

## 5.2 기록계의 표준규격

표 3.은 지진응답 기록계의 표준규격을 제시한 것이다. 기록계는 DC ~ 최소 40 Hz까지 왜곡되지 않은 평활한 주파수 반응을 기록할 수 있어야 한다. 그러므로 초과자료취득(Over Sampling) 기능을 채택한 경우에는 초당 100개 이상 자료를 sampling이 가능하고 그렇지 못한 경우에는 초당 200회 이상의 sampling을 해야한다. A/D 변환기는 16bit 이상의 것을 사용해야 한다. 시각보정을 GPS로 하지 않을 경우, 외부에서 주기적으로 시각보정을 할 수 있는 기능을 갖추어 최대 시각오차가 5 msec 이내를 유지할수 있어야 한다. 기억장치로는 IC memory나 PCMCIA 카드를 사용하면 되는 데 현재 널리 통용되는 것은 2Mb 이상이다. 기록계의 입력전압 범위는 센서의 출력전압 범위와 동일해야하는데 이것이 서로 상이할 경우 조정할 수 있는 증폭장치를 장착할 수 있어야 한다. 기록된 자료는 기본적으로 RS-232C의 serial port를 통해 회수할 수 있어야 하며 TCP/IP 통신을 위한 ethernet port가 장착되어 있으며 더욱 좋다.

지진응답계측기는 특별한 연구 또는 운영기관 목적이 있지 않는 한 threshold 방식으로 운영되며 이때 trigger는 가동 중인 모든 채널에서 선정이 가능하여야 한다. trigger 주파수영역은 1~10Hz이며, threshold의 수준은 0.001g에서 0.02g까지 조절이 가능하여야 한다. 각 구조물별 trigger 채널 및 threshold 수준은 구조물별 설치안에 따른다. 하나의 구조물에 대해서는 하나의 trigger에 의해서 구동되는 것이 필요하다. 지진응답기록은 threshold의 값보다 큰 시점에서 trigger가 작동하는 시각을 기준으로 30초 전부터 (pre-event time), 50초 후까지 (post-event time) 지진파형을 기록하여야 한다. 기록 방식은 계측기 공급사에서 제공하는 format을 사용할 수 있으나 범용적으로 사용하는 format으로 쉽게 전환이 가능한 방식이어야 한다.

표 3. 기록계 표준규격

항 목	규 격
동적 범위	90dB 이상
구동 방식	threshold
trigger 수준	0.001g ~0.02g
자료취득 횟수	100회/초 이상 (200/초 이상의 over-sampling 가능)
자료기록 시간	trigger 작동 시점을 기준으로 30초 전부터 50초 후까지
기억 용량	2Mb 이상 (센서 개수에 비례)
시각 오차	5 msec 이내
자료 획득	Diskette 또는 RS-232C serial port에 의한 직접획득 Modem 또는 TCP/IP 통신 방식 채택 가능

## 5.3 시스템 구성

지진응답계측기는 접근이 용이하여 기록의 회수, 점검 및 교체가 가능한 장소에 지진응답을 충분히 반영될 수 있도록 견고하게 고정하여 설치한다. 설치 범위에 따른 가속도 성분, 배선 및 낙뢰 보호 장치 설치는 다음의 기본적인 조건을 만족하여야 한다.

### 1) 지진응답계측기 센서 성분

설치된 가속도센서 중 최소 1개는 3성분 (수직 및 두 개의 수평성분)을 가지고 있어야

하며, 그 외의 가속도센서는 두 개의 수평성분만을 가질 수 있다.

2) 지진응답계측기 센서 방향

자유장에 설치된 가속도센서를 포함하여 구조물/기기에 설치되는 가속도센서의 한 개의 수평축은 내진설계 시의 지진해석 축과 평행한 방향이어야 하며, 동일 구조물 또는 시설 내에서는 모든 가속도센서가 동일한 좌표축을 유지하여야 한다.

3) 지진응답계측기 센서와 기록계 연결방법

지진응답계측센서와 기록계간의 신호케이블 길이가 50m 이상일 경우 differential 출력 방식의 가속도센서 및 기록계를 사용하여야 하며, 이때 동상제거비(common mode rejection ratio)가 90dB 이상이어야 한다.

설치 반경이 2km 이내 일 경우 한 개의 기록계에 여러 개의 가속도센서를 연결하여 사용할 수 있다. 이때 전송도중 센서의 출력전압 강하가 2% 이내가 될 수 있는 신호케이블을 사용하여야 한다.

설치 반경이 2km 이상일 경우 지역을 분할하여 센서와 기록계간의 거리가 2km를 초과하지 않도록 기록계를 설치하여야 한다. 이때는 중앙통제실을 설치하고 단거리 모뎀이나 이와 동일한 기능의 통신장비를 이용하여 통제실에서 기록계들로부터 자료를 실시간으로 획득하도록 한다.

4) 접지

낙뢰 등에 대한 장비 보호, 아나로그 필터의 효율성 향상 등을 위하여 반드시 접지공사를 하여 지진응답계측기, 전원공급장치 및 통신장비를 접지시켜야 한다. 이때 접지 선상에 루프가 형성되지 않도록 각별히 유의하여야 한다. 또한 외부에서 입력되는 전기 및 전화선에 서지보호장치 (surge protector)를 하여 서지충격을 방지하여야 한다. 접지 저항은 100 ohm 이하 (3중 접지)로 유지하여야 한다. 실드케이블 (shield cable)을 신호케이블로 사용하여야 하며, 실드선은 기록계측에서 접지 한다. 낙뢰 등의 외부적 전기 충격이 많은 곳에서는 신호케이블과 기록계 사이에 signal arrestor와 같은 보호장치를 부착할 수 있다.

5) 전원공급

장치지반응답 계측기는 외부 전원 차단 시에도 1일 이상 정상가동이 가능하도록 별도의 전원공급장치를 갖추고 있어야 한다

6. 결론

구조물과 시설의 지진응답은 지진 발생시 안전성 판단이나 내진설계의 기본이 되는 중요한 데이터이다. 이 데이터는 실제 건설된 구조물의 동적특성과 내진성능을 정확하게 평가하는데 필수적인 구비사항이다. 따라서 지진계측기 운영을 통하여 획득된 자료는 운영 주체 기관 뿐만 아니라 국가 전체적인 차원에서 그 중요성을 지닌다. 이러한 이유에서도 우리나라에서 지진계측기의 표준 규격이 필요한 것이다.

한국지진공학회에서 지진계측 분야에서 선진국인 미국, 일본, 대만 등의 지진계측 현황과 우리나라의 적합한 지진계측기 사양 등을 조사한 후 제시한 지진계측기의 표준규격에 대하여 설명하였다. 여기에서 제시된 내용은 지진계측기 설치 및 운용을 효율적으로 그리고 안정적으로 할 수 있도록 하기 위한 것이다. 계측기의 센서 및 기록계의 사양은 최소한의 요구 조건을 제시한 것이다. 따라서 계측기를 설치 하고자 하는 각 기관마다 운영 목적이 다를 수 있기 때문에 부분적으로 다른 규격을 채택 할 수 있을 것이다. 하지만 이런 경우에도 제시된 규격을 만족하면서 향상된 추가 기능이 첨가되는 방향으로 설치되어야 할 것이다. 지진계측기는 설치 뿐 만 아니라 운영 중에 유지 관리가 중요하기 때문에 각 기관은 이를 위한 준비가 충분해야 할 것이다.



## 참고문헌

1. USGS, "Vision for the Future of the US National Strong-Motion Program", *United States Geological Survey, Open-File Report 97-530B*, 1997.
2. 건설교통부, 내진설계기준연구(II), 1997
3. 지현철, 천명순, 전정수, 신인철, "경상분지의 지진연구(II)", 한국자원연구소  
*KR-95(C)-5*, 1996
4. American Nuclear Society, "Earthquake Instrument Criteria for Nuclear Power Plant"  
*ANSI/ANS-2.2*, 1988
5. U.S. Nuclear Regulatory Commission, "Nuclear Power Plant Instrumentation for Earthquakes", *NRC Regulatory Guide 1.12 (Rev. 2)*, 1997