

## 強震動観測における地震計台の設営

坂上 実・渡辺 茂（東京大学地震研究所）

### はじめに

強震動観測は強震時の地盤・構造物などの揺れを忠実に観測し確実に地震動を記録することに最大の目的がある。従って強震動観測には通常の地震観測とは異なる設置方法が求められる。コンクリート台座あるいはコンクリート上のたたき面にアンカーボルトによる固定が必要になる。群発地震や余震観測など短期間の観測には、10分ほどで強力に接着が可能な強力コンクリートボンド（ニコシ製：クイックメンダー）を使用することもある。

一方、岩盤上および地盤上に強震計を設置する場合には独立した地震計台が必用となる。岩盤上への地震計台の設置は比較的容易であるが、地盤上への設置は各種の地盤条件に適した地震計台の施工方法が求められる。今年度、地震地殻変動観測センター長金沢敏彦教授から依頼を受け11月に富士川地殻変動観測所に計測震度計（アカシ製 ASI-230）設置のための地震計台設営を行なった。この設営には長年にわたって強震動観測で培った経験を生かし、以下に述べる方針で作業を進めた。

### 地盤上および岩盤上への強震観測点設営の注意点

強震観測点を設営する場合は、以下の点に考慮した施工方法を用いることが重要である。

- ・観測局舎内に地震計台を設ける場合は、地震時に局舎建て屋の振動の影響を少なくするため局舎基礎部と地震計台の切り離しを行なう。また、地震計台が地震動で大きく揺られた時に台座部の不等沈下や回転などの防止を図るため重量を軽くする必要がある。このためには台座部を空洞にしコンクリートの量を極力抑える方法や合成樹脂製の杭などを用い台座の軽量化を図ることが考えられる。
- ・沈下防止のためには地震計台の設置する地盤の土質密度とコンクリートの密度を等しくする方法も考えられる。
- ・コンクリート台底部と地面の密着を図るため、腐敗の進まない合成樹脂製の杭を用いる。また、地震計台基礎部分の地盤は必要以上に土質を乱さないように掘削する。
- ・地震計台の施工は予め方位を測定して行なう。また、設置場所の条件から方位どおりに工事ができない場合には、どの位置でも設置可能なように地震計台を円形状とする。
- ・検出器が別置きの場合は、検出器から収録部本体への接続信号ケーブル保護管をコンクリート台の内部に配管する。保護管は人為的および動物などの切断防止策のために地下埋設を施す。
- ・岩盤上に地震計台を設営する場合は、風化および節理面を削岩機などで取り除き、岩盤に打ち込んだケミカルアンカーボルトとコンクリート台の配筋とを接合し岩盤面と密着を図る。なお、コンクリート台の配筋はひび割れ防止のためである。

### 観測所への地震計台設営と震度計の設置

強震計（震度計）設置のための地震計台設営の工事は、施工業者に工事図面と仕様を提出した3日後の2002年11月6日に現場立会いのもとで行なった。また、震度計の設置は11月21～22日にかけて実施した（図1）。

今回新たに富士川地殻変動観測所に震度計を設置した目的は、観測所周辺の自治体が駿河湾地震や富士山噴火など防災対策の強化地域に指定されたことにより、各自治体および周辺住民から震度情報の問い合わせが相次ぎ寄せられるようになったためである。これまで観測所には震度を示す地震計は設置されておらず対応ができなかった。一方、観測所の庁舎裏山の路頭岩盤では震源決定を目的に高感度の地震観測が行なわれている。高感度地震計では有感地震の初動の読み取りが可能であっても、初動以降は振り切れた状態が続きS波などの判読が不可能であった。とくに有感の群発地震などでは、記録が振り切れた状態が続き地震の識別の判読ができなくなることがあった。このような場合であっても設置した震度計を活用し震源決定に役立てることができるようになった。また、震度計の主な仕様を表1に、設置後の最終セット状況を示す。なお、設置した震度計は気象庁の検定を受けたものである（証：第107227号）。

震度計は計測を開始するトリガーレベルの設定値の調整が重要となる。そこで設置完了後に地震計台で微動観測を行いノイズレベルを調査した（最大0.05 gal）。つづいて誤動作を極力少なくするために観測所前道路を通過する車で生じる交通振動のレベル測定を行なった。測定は震度計を手動で起動させ実際に重量の大きなワゴン車を走行して行なった。地震計台と観測所前の町道の距離はほぼ30mである。その結果、観測所前の通過時点で最大0.3 galの値を測定した（図2）。この測定で得られたデータを基に最終の起動レベルを1galに設定し、3成分のいずれかがこのレベルを超えると起動するように（3成分OR）調整した。観測開始後まもなく記録された12月4日04時08分のM4.2の長野県南部地震と、7日22時15分のM3.6の静岡県中部

地震の地震波形を図 3 に紹介する．ふたつの地震とも観測所での震度表示は 0（無感）であった．



掘削した地盤面の突き固め作業



地震計台施工の配筋と杭（9本）



地震計台のコンクリート打ち状況



地震計台に検出器設置状況



地震計台 FRP 製の保護カバー



震度計収録部と震度表示の状況

図 - 1 地震計台の施工と震度計の設置方法

**計測部：検出器**

検出器：力平衡型加速度計（フォースバランス式サーボ型）

検出成分：3方向（N-S, E-W, U-D）

測定範囲：2000 gal

分解能： $5 \times 10^{-5}$  m/s<sup>2</sup> 以上

**A/D 変換器**

入力フルスケール：±2000 gal

記録周波数域：DC~30Hz (30Hz -3dB, 以上-18dB)

A/D 変化：24ビット

ダイミット：114dB 以上

サンプリング周波：100Hz, 200Hz

**記録制御**

遅延時間：60 秒

記録媒体：IC フラッシュメモリーカード（8Mbyte）

記録時間：2.5 時間以上

起動レベル：0.1~99.9 gal (0.1 gal ステップ)

起動条件：3 成分の or, 又は and (2 out of 3)

記録時間：自動停止（最小 60 秒, 最大 300 秒）

**時刻情報**

記録：開始時刻（西暦下二桁）年,月,日,時,分,秒

時刻精度：5ms 以内・水晶時計 10<sup>-5</sup> 以内

時刻修正：GPS による自動修正

**処理部**

表示：震度（5 及び 6 は強弱が付加）, 計測震度, 最大加速度, 起動時間

プリント印字：表示情報及び 3 成分加速度波形

通信ポート：RS232, RS-422

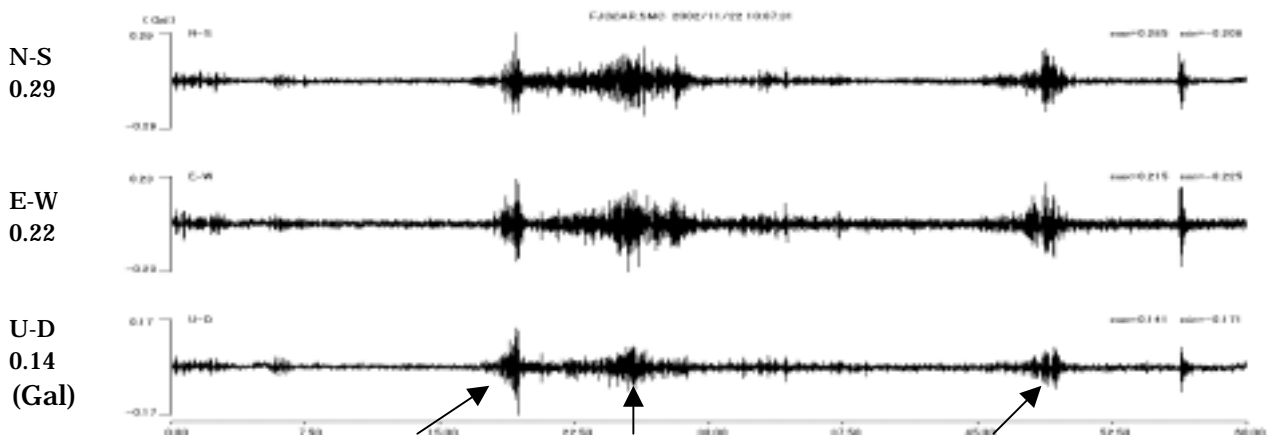
バックアップ時間：1 時間以上

表 - 1 震度計の主な仕様

**震度計の最終セット状況**

トリガーレベル：1 gal 3 成分 or / 停止レベル：1 gal / 記録時間：180 秒 / 遅延時間：30 秒 / サンプリング周波数：100Hz

警報設定：ブザー-on 1 分 / スパートリガー：有人のため設定なし / その他：各種の設定は現地で全て変更可



庁舎手前でブレーキ 庁舎前を通過 通過後の停車及びバック走行  
地震計台から観測所前までの距離（約）30m

図 - 2 車走行時のノイズレベル（ワゴン車で走行）

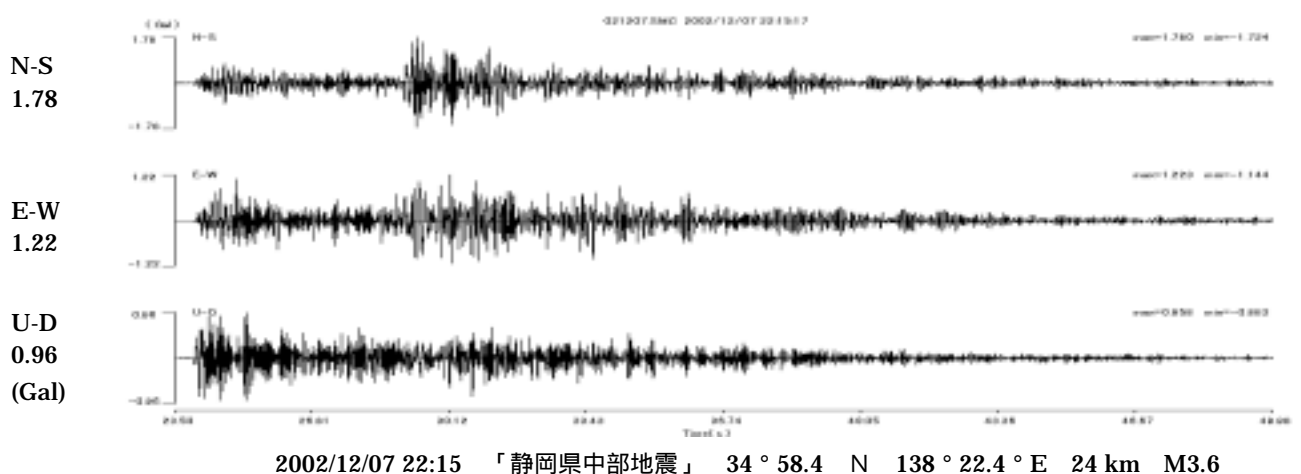
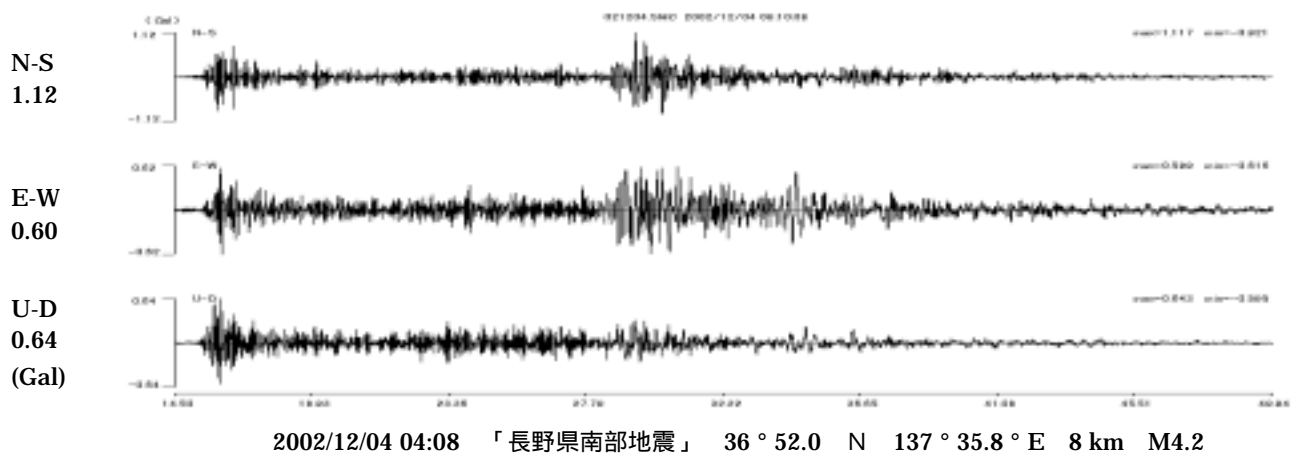


図 - 3 観測波形記録の例

## まとめ

強震動観測は大地震の地動を正確に観測することに最大の使命がある。すなわち強震計は航空機のボイスレコーダーと同じ役割を担っている。大地震から得られた強震動記録は災害軽減など地震防災研究のための貴重な基礎資料となる。このため観測点の選定から各種の設置場所環境に適した地震計台の施工が非常に重要である。良好な強震動記録を得るには、安易な強震計の設置は絶対に避けるべきである。

岩盤・地盤・構造物などの設置場所の環境によっては、地震計台の施工方法が大きく異なる。短期間の臨時観測では応急的にコンクリートのたたき面に強力コンクリートボンドを用い固定する方法もある。但し、湿気や汚れなどを完全に除去した状態でなければ接着強度が保持されないこともあるので十分注意する必要がある。観測が長期に及ぶ場合にはアンカーボルトで固定することを強く勧めたい。

ここで述べた強震動観測のための地震計台および観測局舎の設営のノウハウの多くは、強震動観測を通じ先輩から教えを受けたものである。これらの教えと経験を生かし今後の強震動観測に役立てて行きたい。

**謝辞：**地震計台の設営報告を纏めるにあたり、地震火山災害部門の工藤一嘉助教授と古村助教授には適切なご助言とご指摘を頂きました。また、同僚の内田正之技術官には写真の掲載にご協力を頂きました。皆様に感謝とお礼を申し上げます。

## 参考文献

- 土田 肇・山田通一郎・倉田栄一，運輸省港湾技術研究所，1967．港湾技研資料．No.34，港湾地域強震観測地点資料（その1）
- 田中貞二・大澤胖・坂上 実，1982．駿河湾・伊豆半島地域における高密度強震観測網について，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp．527-528
- 嶋悦三・工藤一嘉・坂上 実・田中貞二，1983．駿河湾・伊豆半島地域における高密度強震観測網，第20回自然災害シンポジウム，343-346頁．
- 工藤一嘉・坂上 実・南 忠夫・嶋悦三，1989，足柄平野に於ける強震強震観測網 新システムの導入，日本建築学会1990年度大会学術講演梗概集（構造），pp．753—754
- 坂上 実・高橋正義，1997，強震観測室の変遷と現状 観測点選定・観測点建設・強震計設置について 東京大学地震研究所技術研究報告，No．2，102-119．