

(49) 速度型強震計により観測された傾斜計記録

国立防災科学技術センター 木下 繁 夫, 岡 東京測振 横 井 勇

§ 1. はじめに

東京湾岸は我が国でも最も高い密度で速度型の強震計が配置されており、1987年12月17日に発生した千葉県東方沖地震 ($M_{jma}=6.7$) の際、数多くの記録が同時に得られた。この地震では小規模ながら東京湾岸では広域で液状化による噴砂現象を呈した。図-1は、千葉県浦安市役所構内に設置された速度計の記録である。地震発生後20秒近くのところから(図-1の矢印参照) N-S成分の零線が少しN側に移動している現象がみられる。この原因について、地震計が傾斜すると同様の現象が生ずることから、液状化に伴う側方流動との関係について考察した。

尚、図-1の記録は、噴砂地点から約300mの地点で得られたものである。

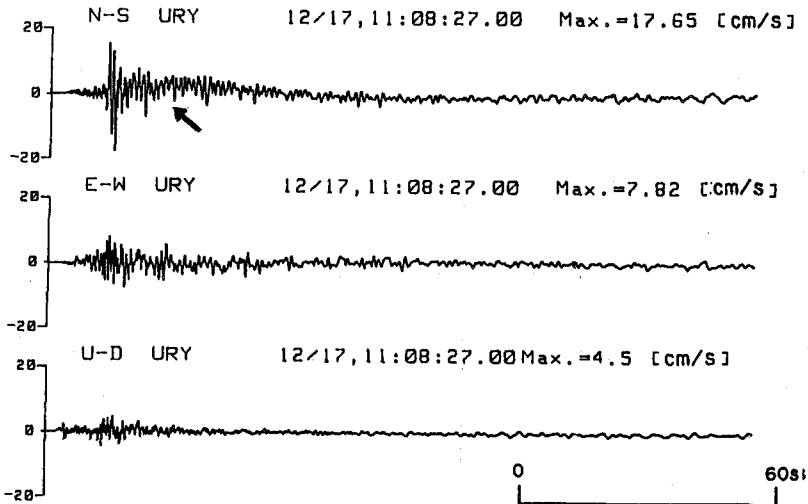


図-1 浦安市役所における速度記録

§ 2. 地震計と傾斜の関係

強震計は従来加速度計が多用されているが、速度計、変位計もすべて計測原理は同一で、基本的な構造に差異はない。いずれも地震の際に振子に作用する慣性力から振動の大きさを計測している。振子の物理定数(固有振動数 f_0 、ダンピング定数 h)を適当に選ぶことにより、図-2に示す如く加速度計、速度計、又は変位計となることは周知の通りである。図-2から判る通り加速度計は高周波(短周期)側での感度が高いのに反し、低周波(長周期)側での感度が非常に低くなる性質をもっている。速度計は変位計と加速度計の間であり、長周期地震波の計測には加速度計よりも感度の点で有利である。又、近年速度波形は、震度との相関が高いことや、P波S波の立上りが明瞭である等の理由から多用されるようになってきた。

ところで、地震計を傾斜させると振子(M)には、重力加速度(g)が振子に作用し、あたかも地震が作用したと同様の信号を発生する。図-3の水平成分地震計では、傾斜角 θ のとき振子に作用する力は $M \cdot g \cdot \sin \theta$ であるのに対し、図-4の上下成分地震計では $M \cdot g \cdot (1 - \cos \theta)$ となる。一般に θ が僅かの値であるので $\cos \theta = 1$ となって上下動成分の地震計にはほとんど影響が出ないことになる。

すなわち、地震計がわずかに傾斜した場合 図-1の波形のように 水平成分には傾動が卓越し上下成分にはほとんどみられないものとなる。

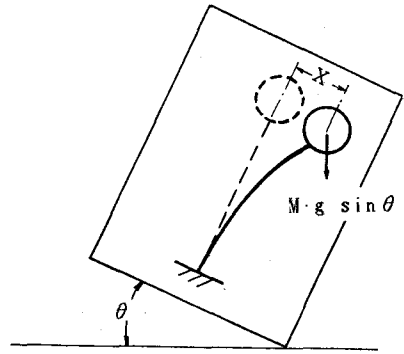
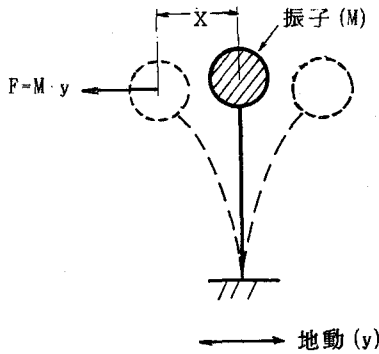


図-3 水平動地震計
傾斜による重力加速度の影響

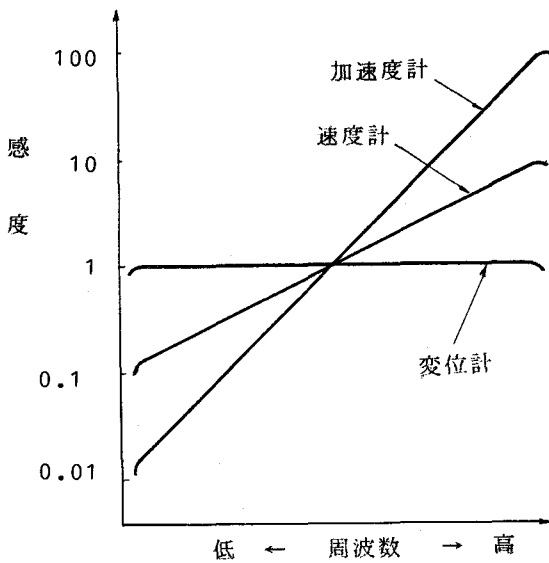


図-2 地震計の周波数特性
(変位計の感度を一定とした場合)

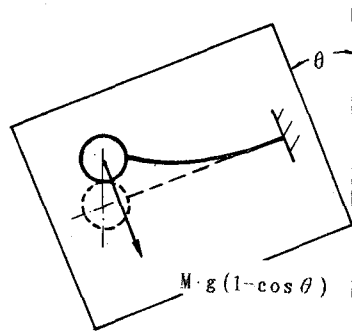


図-4 上下動地震計
傾斜による重力加速度の影響

§ 3. 傾斜角の推定

実際に使用していると同じ計器を図-5のような振動台を利用した傾斜台にセットし、これを傾斜させた応答から伝達関数を確認し、シュミレーションから浦安市役所地点での傾斜角を推定する方法をとった。図-6に傾斜試験による応答波形を、図-7に実際の波形を地震計の逆関数に通した場合の応答波形を示す。図-8は、図-1の記録から短周期成分を除去し傾斜成分と考えられる波形のみを取り出したものである。N-S, E-Wのベクトル成分を考慮するとN20°Wで最大となり、その傾斜角は0.03度となった。図-9は、データが得られた強震計設置地点と噴砂現象の発生した地点であり、観測点から求めた傾斜方向N20°Wは、噴砂地域の方と一致する。同様の現象は、江東区夢の島の速度計でも得られた。ここでも傾斜角は南へ0.01度であった。

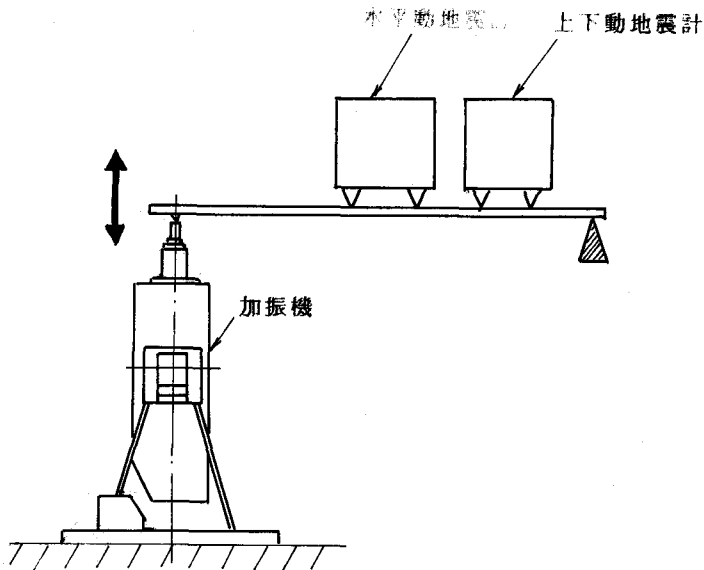


図-5 地震計の傾斜実験

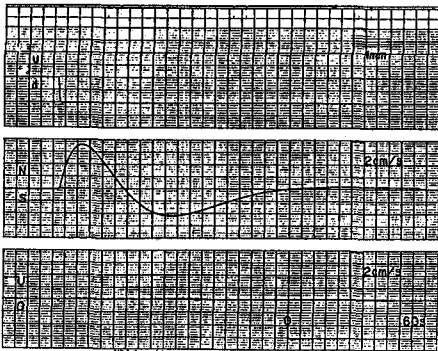


図-6 傾斜台試験の波形

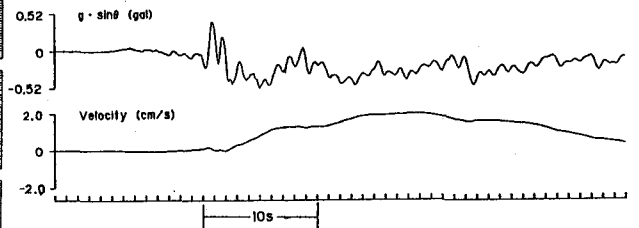


図-7 シュミレーション波形

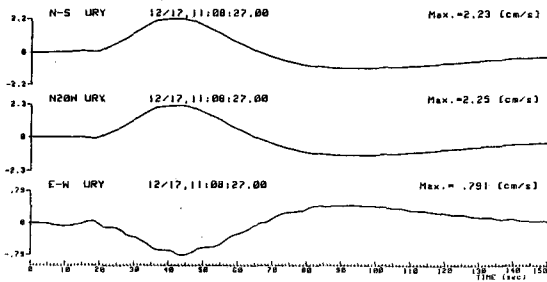


図-8 図-1の速度記録の傾斜成分

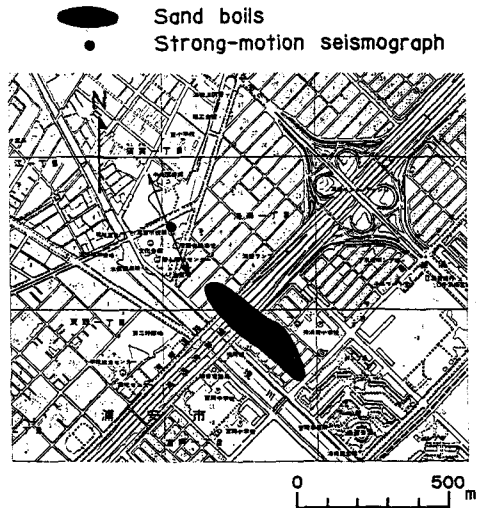


図-9 強震計設置地点と噴砂地域

§ 4. ま と め

地震動の際に想定される地表の傾斜角はごく僅かであり、非常にゆっくりとした現象と考えられるので、従来の加速度計では感度の点で十分な信号が得られない。

これに対して、加速度入力を基準とすると低周波数側で高い増幅率をもってる速度計では今回のような明瞭な傾斜記録が得られる。図-10は、図-1の記録を加速度波形に変換したものである。傾斜による加速度値の変化は、高々0.2~0.3galであり、この波形から傾斜現象を直読できない。加速度波形では記録精度についても注意が必要である。

以上今回の傾斜記録からただちに液状化にともなう側方流動を断定できないが、可能性も否定出来ないと考える。

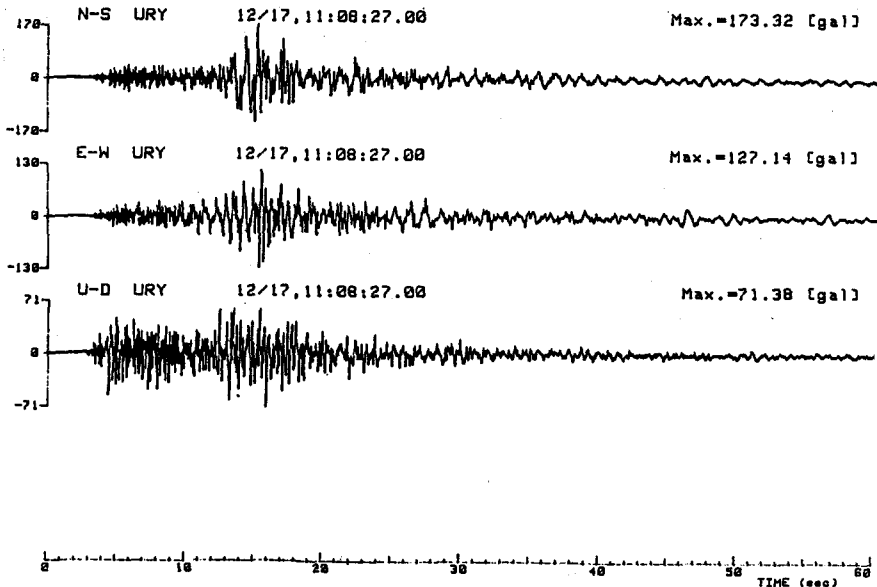


図-10 図-1の加速度波形