

I - B 81 極座標表示による地震動の簡単な分析

東洋大学工学部 正 鈴木 崇伸

1. 研究目的

強震地動の分析では、1点あたり直交3成分の時系列データを基本とするのが一般的であり、兵庫県南部地震でえられた記録の分析が数多くなされている。(NS、EW、UD)の直交座標系で得られた時間変動データの分析は、各々独立とみなして成分ごとに扱われることが多い。構造物の動的解析において1方向入力一般化している影響と思われるが、複数成分の連成の影響も評価しておく必要があると考え、極座標変換をした結果から特徴の分析を行った。水平2成分が連成することにより生じる遠心力について簡単な考察を行っている。

2. 簡単な分析

簡単なベクトル処理を考えてみる。水平2成分 $(u(t), v(t))$ を考える。極座標 $(r(t), \theta(t))$ に変換するには、以下の変換式で対応させられる。

$$\begin{cases} u = r \cos \theta \\ v = r \sin \theta \end{cases} \quad \begin{cases} r = u \cos \theta + v \sin \theta \\ \tan \theta = v/u \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{r} = \dot{u} \cos \theta - \dot{v} \sin \theta \\ r\dot{\theta} = -\dot{u} \sin \theta + \dot{v} \cos \theta \end{cases} \quad \begin{cases} \ddot{r} = \ddot{u} \cos \theta + \ddot{v} \sin \theta + r\dot{\theta}^2 \\ r\ddot{\theta} = -\ddot{u} \sin \theta + \ddot{v} \cos \theta - 2\dot{r}\dot{\theta} \end{cases}$$

偏角 θ の運動が緩やかであるとすれば、その微分項を無視して単純な座標回転で振幅の変動を合成することができる。一例として神戸海洋気象台の記録を速度に関して変換した結果を示す。図1は神戸海洋気象台の水平方向の速度変動を示している。極座標に変換した結果を図2(a),(b)に示す。同図(a)は半径方向の速度であり、図1の2成分に比べてピークの数が増えてより短周期の揺れとなっており、ピークの値も大きくなっている。同図(b)は円周方向の速度変化であり、角速度に半径をかけた結果を示している。半径方向に大きな振幅となる12秒から15秒の間で、30~40kineで一定となっているのが特徴的であり、ゆっくり円を描くような運動をする。図3に初期値を0とした θ の積分結果を示すが、この時間において約6だけ変化しており、1周まわることになる。

3. 考察とまとめ

筆者は大型振動台によって海洋気象台の揺れを疑似体験した経験があるが、前後左右に揺られるのと同時に、地面がまわる感じを受けた。これは円周方向の運動成分による遠心力の体感であり、先に述べたひとまわりする運動を遠心力に換算すれば約 2m/s^2 となる。0.2G程度の加速度の増加が構造物応答にどの程度影響するかは今後の研究課題である。変換式に加速度の2回積分である θ を含むために詳細な精度評価は行う必要があるが、直交2成分とは異なった様相があらわれた。構造物の動的解析を3次元モデルに対して、2成分、3成分入力で行う場合には遠心力の影響などは反映されるが、モデルあるいは入力を簡略化して計算する場合には、過小になる可能性があるといえる。

Keywords : 強震記録、極座標、遠心力

連絡先 : 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部環境建設学科

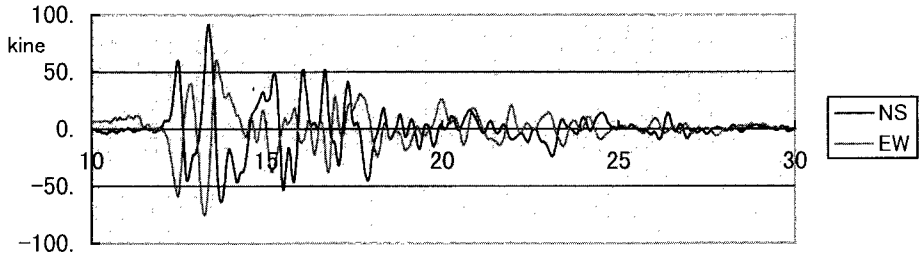


図1 神戸海洋気象台の速度波形

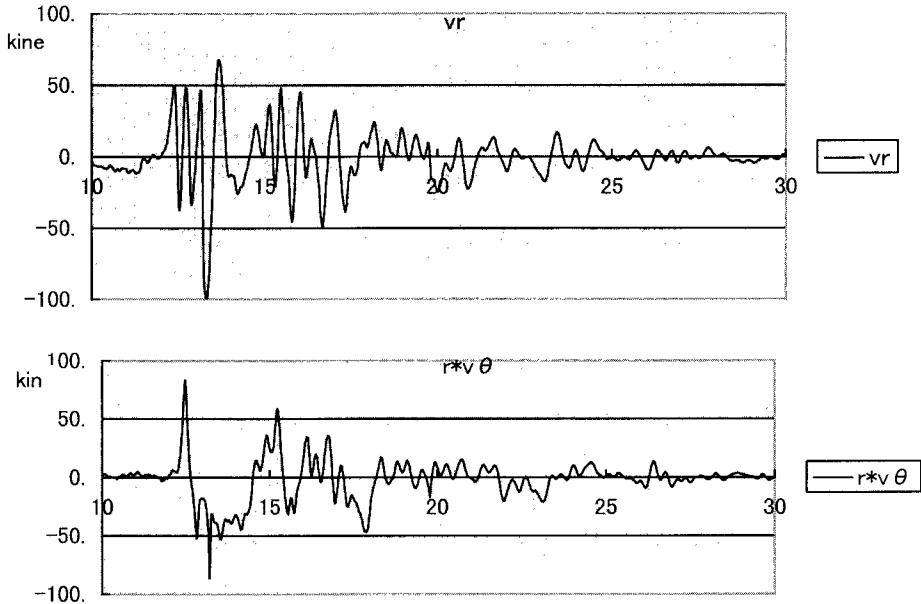


図2 極座標に変換した速度波形（上が半径方向、下が円周方向）

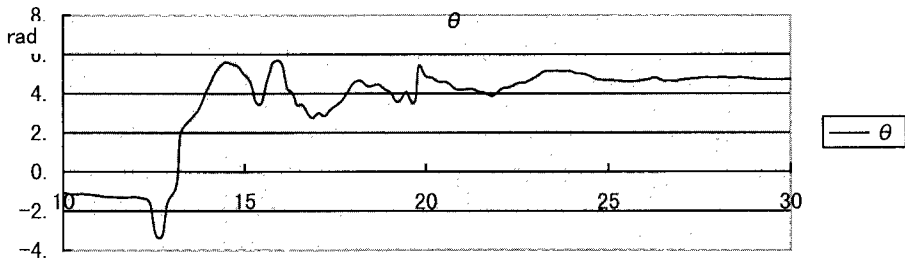


図3 方位角の変化