

東京都立大学工学部 正会員 ○福井留男
 同 同 国井隆弘
 建設技術研究所 金井秀平

1. まえがき

地盤の剛性と比較して剛体と見なせる様な井筒基礎橋脚を記録強震記録から、ロッキング振動をおこなう振動系にモデル化することにより、支持地盤の剛性および粘性減衰の変化を地震加速度の大きさのもとに解析した結果を前回発表した。その解析においては地震継続時間全体での剛性を問題としていたが、剛性が時間の経過に伴って変化していくであろうことは当然予想されることである。その剛性の推移を把握することが可能であるならば、振動中に描いていると思われる地盤のバネの復元力特性を確立するのに重要な足掛かりを得たこととなる。本報告では応答加速度のもとに地盤剛性の推移を時間軸上で検討した。その結果スペクトル解析から応答過程での地盤の剛性の推移をある程度把握できた。なおモデル自体についても若干の検討を加えた。

2. 強震加速度記録・橋脚のロッキングモデル

強震計は橋脚天端および橋脚から70m離れた地表に設置してある。解析は橋軸方向の三記録に対しておこなわれた。この記録は代表的な大・中・小の地震と思われるもので表-1の如くである。

表-1 対象とした記録の最大加速度 (gal)

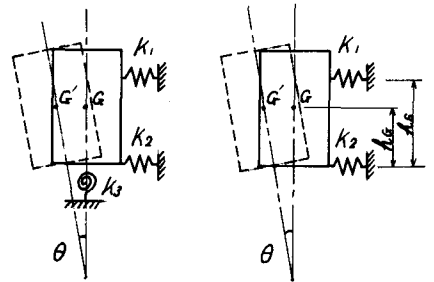
	地表上	橋脚上
No. 47 (大)	231	124
No. 197 (中)	96	100
No. 16 (小)	15	25

図-1は前回のモデルと今回のモデルを示したものである。系の固有振動数はバネによって決まり、従ってバネは振動数方程式を満足する二つの振動数の関数として表示される。前回のモデルでは既知数が二つであるのに対して、未知数が K_1, K_2, K_3 の三つがあり、解析にあたって不都合であるばかりでなく、今後の解析にも支障となると思われる。しかし K_3 の影響が他と比較して極めて小さいことが解ったので、今回は K_3 を無視したモデルで解析することにした。 K_3 を無視することによって生じる相違はバネにおいて最大0.8%であった。

3. 方法

上記した如く地盤のバネ K_1, K_2 は系の固有周期の関数で表わされる。与えられた加速度記録から系の固有周期を求める方法として、固有周期をパラメータとしたある任意の一質点系を考えてそれぞれ入力して求められる応答を比較して増幅度から求める等の方法が考えられるが、ここでは通常おこなわれているような橋脚上と地盤上の各記録のフーリエ変換の比として求められる周波数応答関数を使用した。

各時間における固有周期は記録波形にハンブの窓関数(サンプル長2秒にした)を掛け、その中心を0.5秒ずつスライドさせて各時間ごとに解析していく。なお求められた結果にスムージングをほどこしてピークの位置から固有周期を求めた。



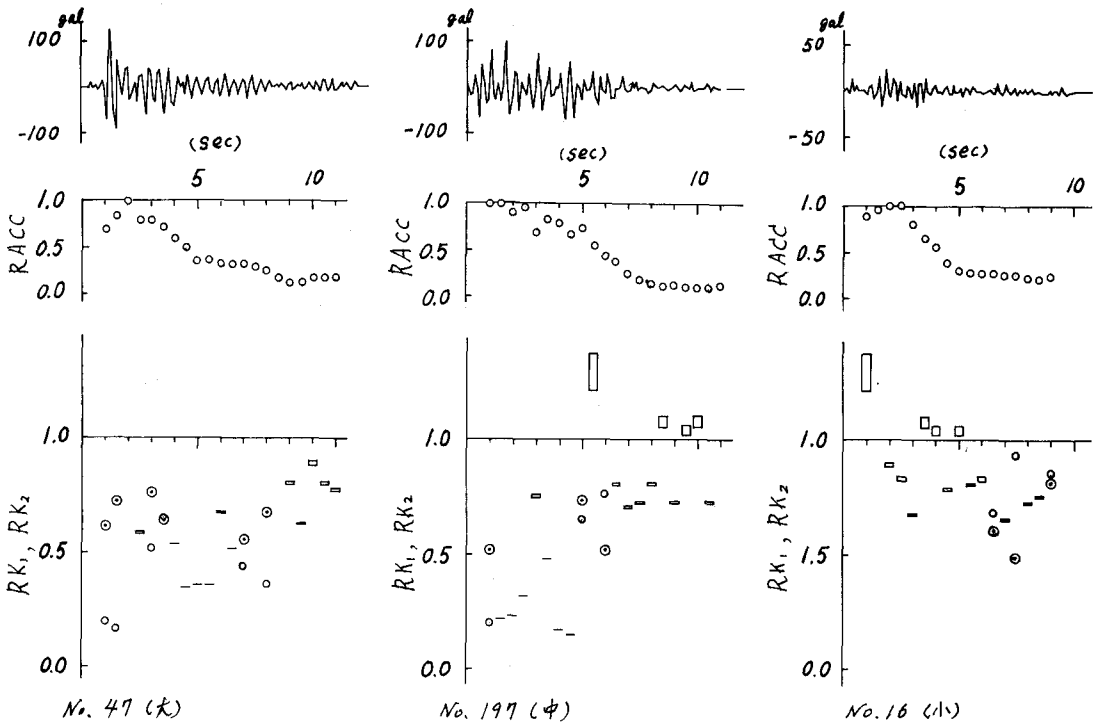
$$K_1 = \frac{1}{2} k_s h_s b$$

$$K_2 = k_b a b \frac{1}{2} k_s h_s b$$

$$K_3 = k_r b$$

k_s ; 側面地盤のバネ作用を表すバネ定数 (t/m^2)
 k_b ; 底面地盤におけるせん断バネ定数 (t/m^3)
 k_r ; ケーソンの単位長さ当りの底面地盤の回転バネ定数 (t^2/m)
 a ; ケーソンの幅 (m) h_s ; ケーソンの根入れ (m)
 b ; ケーソンの長さ (m) h_0 ; ケーソン底面と重心までの距離 (m)

図-1 力学モデル及び地盤のバネの定義



$R_{K_1} = \frac{\text{地震時のバネ定数}}{\text{常時微動によるバネ定数}}$
 $R_{K_2} = \frac{\text{加速度記録の総距離の和}}{\text{加速度記録の総距離の和の最大値}}$
 記号 ○— R_{K_1} ○— R_{K_2}
 □— R_{K_1} (2次固有周期に) □— R_{K_2} (中があるもの)

図-2 応答加速度とバネの時間的推移

4. 結果

上記の方法で固有周期を求めていくと一次の周期はほとんどの点で得られるが、二次の周期についてはピークが明確でなく不明なものが多い。そこで不明な点については考えられる中を存して計算し、従って得られる K_1 はある中を持って図示され、 K_2 はあまり意味を有さないで図示されない。

求められた K_1, K_2 を常時微動におけるものとの比で表わしその時間的推移を見たものが図-2である。各々、時間と共に上下の変動が見られ、大・中地震では振動初期において著しく小さい値を示し時間と共に右上がりとなるのがうかがえる。加速度の大きさの変動とバネの変動との対応は、さきさきうに検討の余地があるが、図-3を見ると K_1 は加速度の大きさに比例的であり K_2 は一定になる傾向がうかがえる。

<文献>

- 1) 国井、菊地、強震記録から推定される井筒基不礎橋脚の動特性、土木学会第29回講演概要集

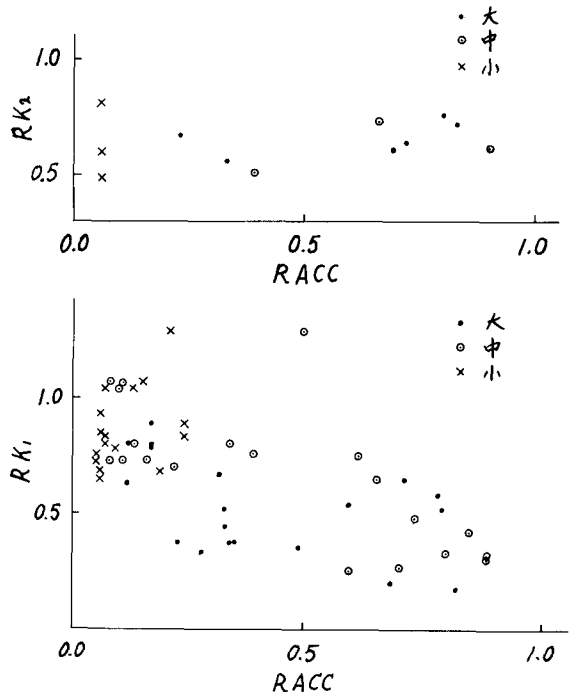


図-3 加速度とバネ