

名大工学部 正島 島田静雄
 名大大学院 学生員 オス野和久

構造物あるいは地盤の振動応答性状に関し、幾多の先人により、多くの事柄がなされてきた。またその多方面にわたる知識の集積は、徐々に、その本質をみきわめる方向に、進んでいっていると思われる。当報文は其中で、特に応答解析の面についてふれたものがある。

ある構造物が構振され、また在来の地盤がなんらかの外力に反応して振動をする。そういったデータを時々観測する。この際特に外力 X が小さいとすれば、その応答振幅 Y は、その平衡位置 Y_0 から X に比例してわずかにとどまることを予想される。さらに Y の現在の値は $Y(t)$ の過去に加えられた外力 $X(\tau)$ 、 $\tau < t$ の影響の集積であり、その影響の2次、3次の効果は小さいと考えると、微分方程式は次のようになりわけられる。

$$\Delta Y(t) = Y(t) - Y_0 = \int_{-\infty}^t K(t-\tau) X(\tau) d\tau = \int_0^{\infty} K(t) X(t-\tau) d\tau \quad (1-1)$$

ここに $K(t)$ は単位衝撃に対する応答関数とする。今上述の仮定、線型散逸系の範囲内では (1-1) の積分核 $K(t)$ を何らかの形で、求めとやればよいわけである。

実際には $K(t)$ を定めたらず、想定地震波入力についての応答を予測するわけである。この観点にたがって設計の方面からはゆげモデル、剪断モデル等が提議され、各々の微分方程式がたてられ、解が求められているのである。では「このモデルの妥当性、固有値の値、減衰定数の値は適当であったか？」に対しては、やはり実在の地盤、構造物について測定し、得られたデータで検校せねばならない。

(1-1) 式において $X(t)$ が連続関数かつ有界で、その自己相関関数も存在すると仮定すると (1-1) 式で $Y(t+\alpha)$ の予測を行い、 $K(t)$ の最良予測値を求めることは、

$$I[K(t)] = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T \left\{ Y(t+\alpha) - \int_0^{\infty} X(t-\tau) K(\tau) d\tau \right\}^2 d\tau \quad (1-2)$$

の $I[K(t)]$ が極小値を与えるものは変分問題を解くことに帰する。

これは Wiener によって解かれ、よく知られた事柄であるが、必要十分条件として

$$\varphi_{xy}(t+\alpha) = \int_0^{\infty} \varphi_{xx}(\tau-\sigma) K(\sigma) d\sigma, \quad t \geq 0 \quad (1-3)$$

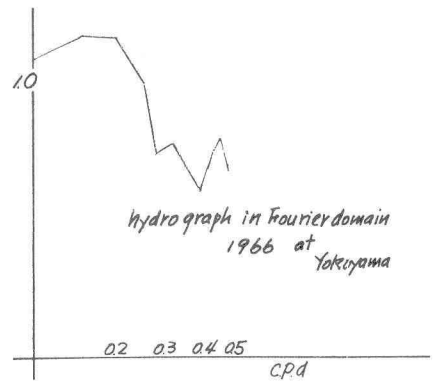
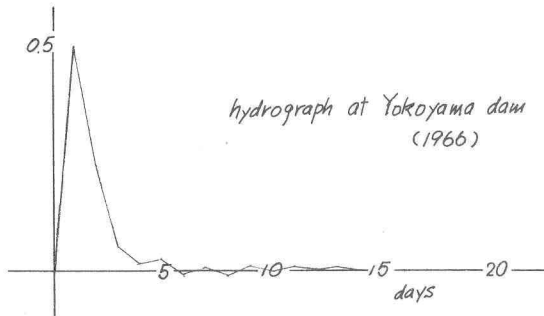
なる積分方程式を得る。この積分方程式は合成型に属し、その Fourier 変換をとることにより、解くことができる。 φ_{xy} , φ_{xx} , K の Fourier 変換を $F(\varphi_{xy})$, $F(\varphi_{xx})$, $F(K)$ とすると

$$F(K) = F(\varphi_{xy}) / F(\varphi_{xx}) \quad (1-4)$$

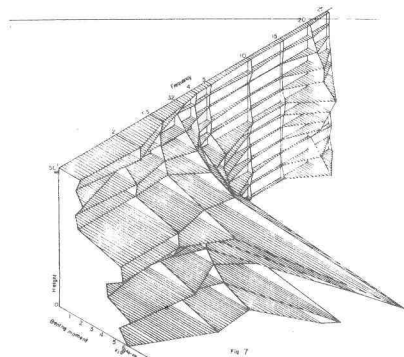
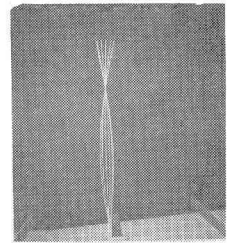
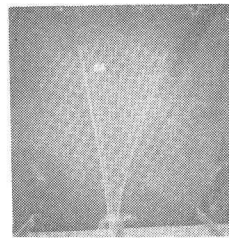
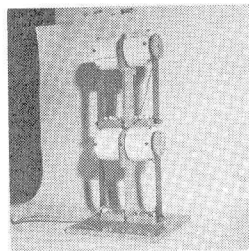
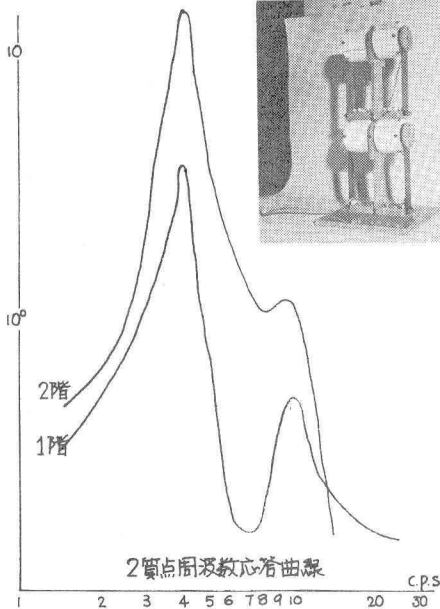
$$K(t) = F^{-1}(F(\varphi_{xy}) / F(\varphi_{xx})) \quad (1-5)$$

であらわることが出来る。この方式にたがって、 $K(t)$ あるいは $F(K(t))$ を得ることができれば、これは仮定したモデル系のチェックとなり得、かつ予想地震波に対する応答を算出することが可能である。参考文献として着者が上述の方法に従って求めた河川流出系の応答関数を示す。(ただし両者の正確な把握が困難であるとの観点より、最小二乗予測の意味では次の予想といいたいが φ_{xy} の計算)

に ρ_{xy} を用いた。



したがって、シミュレーションは、周波数領域での解性状を既存の知識と組み合わせて、固有振動数、減衰定数をテックする。あるいは途中で行われる相関関数解を検討する等が考えられる。ところが調和解析手法の要請にしたがえば、入出力にあまり異なり周波数がありすぎても、周波数領域での確率予測が不可能であるから、解析する波形のサンプリングには充分量を用いる必要がある。また以上の事柄はたとえは打ち打ちによって得られたパルス応答関数と降時微動から Fourier 変換手法によって得られた結果との一致を予想させるものである。これについて着目者は目下検討中である。もちろん多くの仮定を必要とするであろうが……最後に着目者の行った曲げモデル実験（曲げ応力スペクトル）および水モデル実験（水平加速度スペクトル）の実験で得られた結果を示す。図は着目者のスペクトルにある程度の性状変化のあらわれていることを示している。



謝辞

数多くの実験と共にした。川沢君、駒田君、堀田君、田部君、一連の振動実験・考案の方と御指導下さった島田助教様によく謝意を表明いたします。