

不動建設正員 元山 峰夫 神戸大学正員 高田 至郎

1. 摩擦復元力特性: 著者らは以前に埋設管路長手方向での動的摩擦復元力に関する模型実験を行なって, Fig. 1 に示す結果を得た。そして相対変位と復元力の関係は Fig. 2 に示すように, $F = k_d y / 181$ で近似されることを明らかにした。 k_d は管面に作用する圧力、摩擦面の状態などによって決定される定数である。

2. モデルによる確率論による解析: 埋設管路の長手方向振動を取り扱う際に、入力振動と摩擦復元力の特性に関してはわけて不明な点が多い。また、横断力と減衰力の影響と定量的に明らかにすることも重要である。Fig. 3 に示す解析モデルを設定してこれらの問題と確率論的に評価することと試みた。Fig. 3 中の R_i は管路の剛性、 K_i は摩擦力に相当するバネ定数で Fig. 2 に示す特性をもつ。 C_i は管路と地盤の相互作用に起因する粘性減衰を表わす定数である。管路の両端は固定されており、波動が一端から地盤へ任意の波速で伝播するものと考えている。

W.D. Iwan らによる多自由度系の確率論的等価線型化の手法を応用すれば、本解析の場合、等価バネ定数 k_i と応答相対変位の分散値 $\sigma_{y_i}^2$ の間には次の関係が成立する。

$$k_i = 2^{\frac{1}{2}(\alpha+1)} \sigma_{y_i}^{1/(\alpha+1)} R_i \Gamma(\frac{1}{2}(\alpha+1)) / \pi \quad (1)$$

ここに、 R_i, α は i 質点での k, α の値で、 $\Gamma(x)$ はガンマ関数を表わしている。等価バネ定数の初期値を仮定して応答値を計算し、しかる後(1)式によって k_i を求め一定の精度まで繰り返し計算を行なえばよい。したがって計算は線型と同様に取り扱うことができ、モーダルアナリシス法を用いた相対変位の分散値は次式で計算される。

$$\sigma_{y_i}^2 = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q m_n m_m H_p(\omega) H_q(\omega) S_{dd}(\omega) d\omega / m_n m_m \quad (2)$$

ここに ϕ_{ij} は i 質点における j 次モード、 m_i, m_j は i 質点の質量およびモーダル質量、 $H_i(\omega)$ は伝達関数、 $S_{dd}(\omega)$ は地盤加速度のスペクトル密度を表わしている。 k は質点の入力振動の時間遅れを τ_{rel} とし、加速度スペクトルがホワイトノイズであると仮定すれば次式が成立する。

$$S_{dd}(\omega) = S_0 e^{-i\omega \tau_{rel}} \quad (3)$$

(1)(2)(3)式を用いて応答計算を行ない、その結果をもとの釣合式の各項に代入すれば

は横断力・減衰力・復元力の割合が定められる。

3. 数値計算結果: Fig. 4 は $\alpha=1$ の線型の場合について k の値による分散値の違いを見たものであり、地盤の拘束力が大きければ当然、相対変位は小さくなる。また固定端では必ずみが大きくなる。Fig. 5, Table 1 は非線型度の違いが応答に与える影響を調べたもので、便宜的に等価バネ定数を定められる可能性を示唆している。Fig. 6 は波速による違いを見たものである。位相差が大きい程、相対変位は大きくなっているが、著しい差異はみられない。その他の計算結果は講演時に示す。

1) 高田至郎: 埋設管路の地震応答の確率論的解析, 建設工学, No. 249, 1974.5.

2) W.D. Iwan and I-Tin Yang: Application of Statistical Linearization Method to Nonlinear Multidegree of Freedom System, J.A.R. 1972.6.

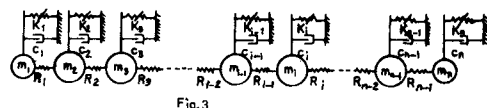


Fig. 3

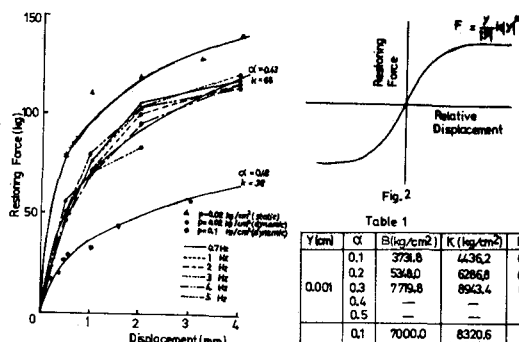


Fig. 1

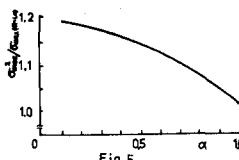


Fig. 5

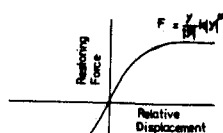


Fig. 2

Table 1

Ymm	α	$B(kg/cm^2)$	$K(kg/cm)$	B/K
0.001	0.1	3731.8	4436.2	0.84
	0.2	5348.0	6286.8	0.85
	0.3	7779.8	8943.4	0.86
	0.4	—	—	—
	0.5	—	—	—
0.002	0.1	7000.0	8320.6	0.84
	0.2	9361.8	11004.9	0.85
	0.3	13610.0	14608.5	0.86
	0.4	17085.1	19456.4	0.88
	0.5	23261.5	25988.4	0.90
0.005	0.1	16393.6	19290.6	0.84
	0.2	19752.6	23220.7	0.85
	0.3	28280.0	28021.1	0.86
	0.4	33959.5	34108.6	0.88
	0.5	37146.4	41501.1	0.90
0.010	0.1	30992.9	36723.8	0.84
	0.2	35074.0	41230.5	0.85
	0.3	40072.5	46304.4	0.86
	0.4	46041.1	52471.4	0.88
	0.5	53119.3	59346.9	0.90

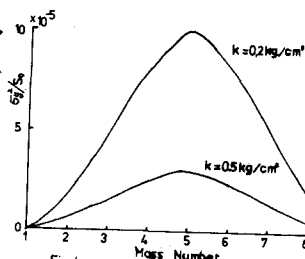


Fig. 4

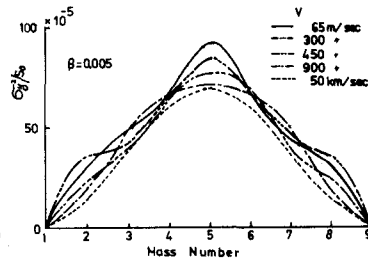


Fig. 6