

# 名神高速道路区間の常時微動と設計震度の提案

東京大学産学技術研究所

岡本新三久 保慶三郎 柏野元彦

常時微動を観測して設計震度決定に使えてる研究の一つの試みとして名神道路高架橋をとりあげてみた。常時微動の性質のうち次の如きものを用いた。

- (a) 常時微動の振動源からの振動が地表層により増巾されるために特定の周期が卓越しその周期-頻度曲線には地盤特有の型を生ずる。その型は次の4種に分類される。I型：0.1~0.2秒位の間に鋭い山ができる。II型：0.2~0.4秒位の間に山ができる。III型：形がやや複雑で2つ以上の山ができるが普通その中の一つの卓越する山が0.4~0.8秒の間に出来る。IV型：広い範囲にわたり凹凸があり特に山というほどのものが認められない。
- (b) 増巾される前の振動の変位と周期には  $D \propto T^{1.7}$  の関係がある。
- (c) 同じ場所の地震動と常時微動はよく似た周期-頻度曲線をもち両者の卓越周期は概ね一致している。

以上に基き設計震度を決定する際次の如き原則をたてた。

- (1) 地震の際、基盤の震度  $A$  と振動周期  $T$  の関係は  $A \propto T^{-0.3}$  により与えられる。
- (2) 地表層の卓越周期と一致する振動の震度は地表に於て基盤の値の3倍になり卓越周期と一致しない振動は基盤の震度と等しいとする。3倍としたのは地表層の増巾率は6~8倍と観測されているので安全をみてその約1/2としたのである。
- (3) 常時微動に1個の卓越周期があるとき (Case 1) は平均周期を、2個の卓越周期があるとき (Case 2) は平均周期と長い方の卓越周期の2種を卓越周期とする。  
3個以上卓越周期をもつとき (Case 3) は平均周期より長い周期全範囲を、特定周期のない時及び最大周期の非常に長い時 (Case 4) は凡ゆる周期を卓越周期とみなす。
- (4) 1地区の測定結果が似たようなものである時は、各平均周期の平均をその地区平均周期とする。卓越周期については互に近接せるものが全体の30%以上にあらわれているときはその平均値をその地の卓越周期とみなす。
- (5) 高架に妨らく震度は地表の震度に  $\frac{1}{2} \left( \frac{1}{2T} \right)^{0.4}$  を乗じて定める。ここに  $\left( \frac{1}{2T} \right)^{0.4}$  は実際の地震が正弦運動でないことに対する補正、 $\frac{1}{2}$  は人命に関わる構造でないための補正である。
- (6) 構造物が地盤の卓越周期  $T$  と共振する時は、その前後に  $T_1, T_2$  と考えその範囲では共振を起した時の震度をとる。 $T_1, T_2$  は構造物が  $T_1, T_2$  で振動させられた時の加速度が共振震度より1段階ひくくなるように定める。
- (7) 震度の基準としては75年震度期待値をとるが、それは卓越周期0.3秒の地表層が基盤の振動に共振した時の値と仮定する。

西の宮地区他8ヶ所の常時微動を測定した結果を図に示す。これについては前項にもとづいて設計震度を提案すると表-1となる。

表 - 1

地区	震度期待値	常時微動 case	平均及卓越周期 (sec)	卓越周期 (Sec)		設計震度	
				浅基礎	深基礎	浅基礎	深基礎
豊中西の宮第1区	200	4		all	all	0.20 sec 以下: K=0.25 0.20 sec 以上: K=0.20	
全上 第2区	200	2	0.26, 0.33	0.25 ~ 0.27 0.32 ~ 0.34	0.20 ~ 0.43	0.25 sec 以下: K=0.15 0.34 sec 以上: K=0.15	0.20 sec 以下: K=0.15 0.20 ~ 0.43 sec: K=0.20 0.43 sec 以上: K=0.15
全上 第3区	200	3	0.35	> 0.34	> 0.28	0.34 sec 以下: K=0.20	0.28 sec 以下: K=0.15 0.28 sec 以上: K=0.20
全上 第4区	200	1	0.29	0.28 ~ 0.30	0.23 ~ 0.38	0.28 sec 以下: K=0.20 0.30 sec 以上: K=0.15	0.23 sec 以下: K=0.15 0.23 ~ 0.38 sec: K=0.20 0.38 sec 以上: K=0.15
全上 第5区	200	3	0.38	> 0.37	> 0.30	0.37 sec 以下: K=0.20	0.30 sec 以下: K=0.15 0.30 sec 以上: K=0.20
千里山	300	1	0.22	0.21 ~ 0.23	0.17 ~ 0.28	0.23 ~ 0.50 sec: K=0.25 0.50 sec 以上: K=0.20	0.17 sec 以下: K=0.20 0.17 ~ 0.28 sec: K=0.30 0.28 sec 以上: K=0.15
円明寺	400	4		all	all		全周期: K=0.30 (要再議)
瀬田川	400以上	1	0.32	0.31 ~ 0.33	0.25 ~ 0.42	0.45 sec 以上: K=0.25	0.25 sec 以下: K=0.20 0.25 ~ 0.42 sec: K=0.25 0.42 sec 以上: K=0.20
草津川	400以上	2	0.26, 0.36	0.25 ~ 0.27 0.35 ~ 0.37	0.20 ~ 0.34 0.28 ~ 0.47	0.39 sec 以上: K=0.25	0.20 sec 以下: K=0.20 0.20 ~ 0.47 sec: K=0.25 0.47 sec 以上: K=0.20
野洲川	400	3	0.19	0.18 ~ 0.20	0.15 ~ 0.25	0.40 sec 以上: K=0.25	0.15 sec 以下: K=0.20 0.25 sec 以上: K=0.20
愛知川	200~300	3	0.30	> 0.29	> 0.23		0.23 sec 以下: K=0.20 0.23 sec 以上: K=0.25
抗瀬川	150~200	4		all	all		0.30 sec 以下: K=0.25 0.30 sec 以上: K=0.20
出町	150~200	3	0.40	0.39 ~ 0.41	0.31 ~ 0.52	0.39 sec 以下: K=0.20 0.41 sec 以上: K=0.15	全周期: K=0.20

この際高架橋の元は実測例がないので橋脚のみの例を参照して浅基礎には  $\alpha = 0.01$  深基礎には  $\alpha = 0.07$  を仮定した。

猶参考として梁部に水平力を与える弾性支承をもつ高架の水平変位を計算したので次に掲げる。1径間当りにおらく水平力を  $P$  としそれによる梁の水平変位を  $\gamma$  とすれば

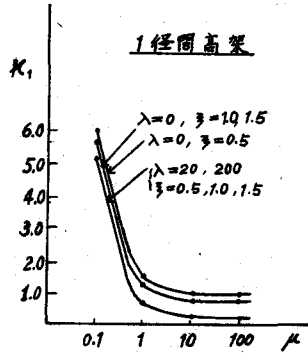


図 - 1

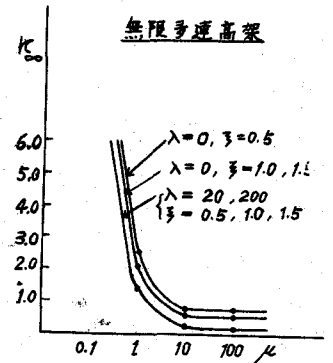


図 - 2

$$\gamma = \frac{PK^3}{3B'} \frac{ZP + 3qz}{4\mu\{\lambda + 6(1+\lambda)\}} = \frac{PK^3}{3B'} K_1 \quad \text{[1径間高架]}$$

$$\gamma = \frac{PK^3}{3B'} \frac{12P^2 + 42Pqz + 27q^2z^2}{4\mu\{4\lambda P + \{5\lambda q + 36P(1+\lambda)\}z + 36q(1+\lambda)z^2\}} \quad \text{[3径間高架]}$$

$$\gamma = \frac{PK^3}{3B'} \frac{20P\{ZP^2 + 11Pqz + 18q^2z^2\} + 165q^3z^3}{24\mu\{Z\lambda P^2 + ZP\{\mu(30 + 52\lambda + 13\lambda^2) + 22\lambda(1+\lambda)\}z + 12q\{\mu(14 + 20\lambda + 5\lambda^2) + 6\lambda(1+\lambda)\}z^2 + 33(1+\lambda)q^2z^3\}} \quad \text{[5径間高架]}$$

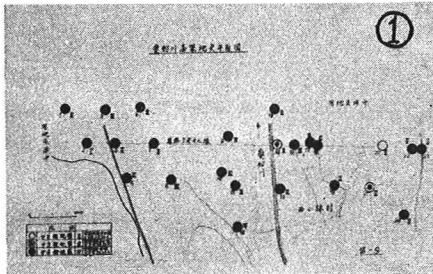
$$\gamma = \frac{PK^3}{3B'} \frac{p + 3qz}{\mu\{\lambda + 12(1+\lambda)\}} = \frac{PK^3}{3B'} K_0 \quad \text{[無限連続高架]}$$

但し  $B$ : 梁の曲げ剛性,  $B'$ : 柱の曲げ剛性,  $L$ : 梁部一径間長,  $h$ : 柱高,  $\beta = \frac{hB}{L^3}$ ,  $\lambda = \frac{R_m h}{B}$ ,  $\mu = \frac{h^3 R_m}{3B}$ ,  $P = R_m \gamma$  ( $R_m$ : 地震水平反力係数),  $\gamma$ : 柱基礎水平変位,  $M = R_m \theta$  ( $R_m$ : 地震モーメント反力係数),  $p = \lambda + 3\mu + \lambda\mu$ ,  $q = 4(1+\lambda+\mu) + \lambda\mu$ ,  $K_1$  並びに  $K_0$  の値を  $\lambda, \mu, \beta$  に対して計算した結果を図-1, 2に示す。

終りに常時微動の開拓者である金井清博士に敬意を表す。

図-3

各測点脇のアラビア数字は常時微動頻度曲線の型を示す。



- ① 愛知川高架地矣
- ② 草津川高架地矣
- ③ 野洲川高架地矣
- ④ 出町高架地矣
- ⑤ 瀬田川高架地矣

- ⑥ 瀬田川高架地矣
- ⑦ 円明寺高架地矣
- ⑧ 千里山高架地矣
- ⑨ 杭瀬川高架地矣
- ⑩ 豊中西の宮高架地区

