

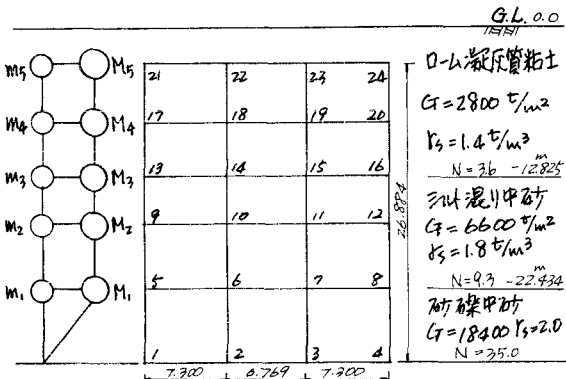
東海大学 正会員 守本 修一
東海大学 正会員 ○島崎 洋治

1). まえがき. 地盤と構造物との動的解析には、ペンゼンモデルがよく用いられるが、本解析ではその地盤-クイ系モデルを地盤-地下駅系に適用した。円形のクイと連続体の地下駅とは構造が異なるため、モデル化に多少の無理があると思われるが、構造物の大半は挙動を知る目的で各種地震波を入力し、その最大変位と最大曲げモーメントについて応答を調べた。又解析は線形の範囲内で行ない、地下駅として新宿新地下駅を例とした。

2). 解析モデルと運動方程式

2-1. 解析モデル. モデルは図-1に示すような構造物を各階ごとに集約質点とし、これらに対応して単位幅の地盤も質点化し、各点をセン断バネとダッシュポットで結んだ。又構造物と地盤とは、相互作用バネとダッシュポットで結ぶ有効質量を付加した。

2-2. 運動方程式. 図-2より相互作用による構造物の運動方程式は次のようになる。



$$[M_i]\ddot{u}_i + [C_i]\dot{u}_i + [K_i]u_i + [k_{ij}]\{u_i^r - d_i/d_n \cdot u_n^r\} = -\ddot{u}_g [M_i][I] + [M_i^e]\{\ddot{u}_i^r\} \quad (1)$$

(M_i : 土の有効質量, k_{ij} : 構造物の剛性影響係数)

N : 各層平均 N 値, 1, 2, 4 の数字は節点番号

図-1 地下駅の概略図と質点分布および土質条件

3). 各パラメータの解析

3-1. 地盤、構造物の質量 (m_i, M_{iP}) 地盤および構造物の質量は各階ごとに集中させる。又最上層は土のさびり厚 3.0m の質量も加えた。

i	1	2	3	4	5	i	1	2	3	4	5
m_i	1.160	0.882	0.733	0.702	0.785	M_{iP}	7.679	5.773	4.947	4.533	13.880

表-1 地盤 (m_i)、構造物 (M_{iP}) の質量 (単位 $t \cdot sec^2/m$)

3-2. 地盤のセン断バネ (k_{ij}) k_{ij} を求めるに必要な地盤のセン断弾性係数は、次の式より算いた。 $V_s = 92.1/N^{0.329}$ (2) (V_s : S波の速度, N : N 値)

(2) 式より V_s の速度を求め、 $V_s = \sqrt{G/\rho}$ (G : 地盤のセン断弾性係数, ρ : 密度) から逆算して G を求めた。又この値は文献③から求めたものとよく合う。(G の値は図-1 に示す通りである。)

今、 $\nu = 0.5$ とすると、 $k_{ij} = G_i/H_i$ (H_i : 各層の厚さ) とする。

3-3. 相互作用バネと有効質量 (k_{ij}, M_{iP}) ペンゼンモデルはクイと関して、相互作用バネと有効質量をミンドリンの正解から求めた。その際荷重位置をクイの中心と仮定し、その解をクイ周囲と深さの両方について積分して行った。これはクイ表面、つまり $x=0$ の位置ではその解が特異になるためである。本解析の対象となる構造物は幅が 21.4m であり、その中心は 10.7m となる。そこで $x=10.7$ としておのづかの N 値を求めたところ非常に大きな値となったため、なるべく壁(構造物)に近い点という意味では 0.01m の位置で解析を進めた。又構造物が連続体であるため、横方向の分布荷重によって同量の変位を生ずるものとし、ミンドリンの正解を深

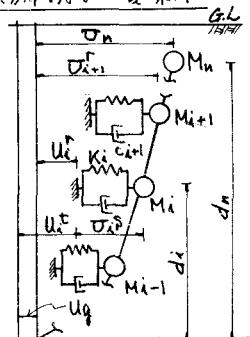


図-2 相互作用

i	1	2	3	4	5
k_{ij}	2810	1230	1560	580	580

表-2 地盤のセン断バネ (単位 t/m)

区間のみについで積分して。有効質量の影響図は $\Omega(x_0, \bar{c}_i) = 0.152(x, \bar{c}_i)$ ③ から x 方向の最大範囲を求め、 γ_0 は単位幅の 1.0^m とし 0.1^m キザミで、シンパリンの二重積より求め。

3-4) 構造物の剛性マトリックス (k_{ij})

表-4 の値は図-1 に示す、4、8、12、16、24 の各節点に単位荷重を載荷したときの水平方向の変位マトリックスを求め、その逆マトを求めるとこより得た。

i	1	2	3	4	5
K_i	2.07×10^5	9.2×10^4	6.2×10^4	4.05×10^4	3.54×10^4
M_{ie}	2109	1.417	0.779	0.916	0.402

表-3 相互作用バネと有効質量

42500	-33100	11500	-3190	1650
-33100	44500	-26100	8150	-2740
11500	-26100	27700	-15600	4570
-3190	8150	-15600	17700	-7890
1650	-2740	4570	-7890	4920

表-4 構造物の剛性マトリックス

- ① TAFT (0.184 sec, 30 sec) ② EL CENTRO (0.334 sec, 30 sec) ③ 十勝 EW (11P) (79.5 gal, 14 sec)
④ 日向灘 (96.7 gal, 12 sec) () 内は最大加速度と入力時間
5) 応答計算結果、変位と曲げモーメントは各点の絶対最大値で整理し、後者について図-1 に示す 4、8、12、16、20、24 の節点にくりてのみに示す。尚モーメントは単位幅の 1.0^m について、向きは σ_1 とし。

1. — 構造物 ——— 地盤

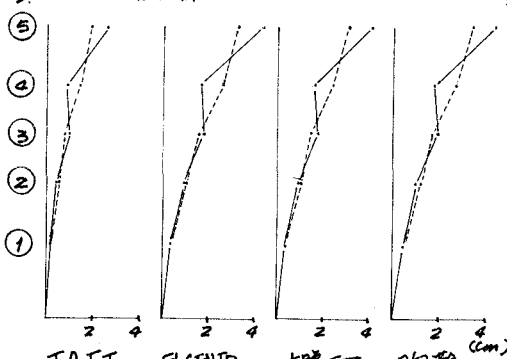


図-3 各節絶対最大変位

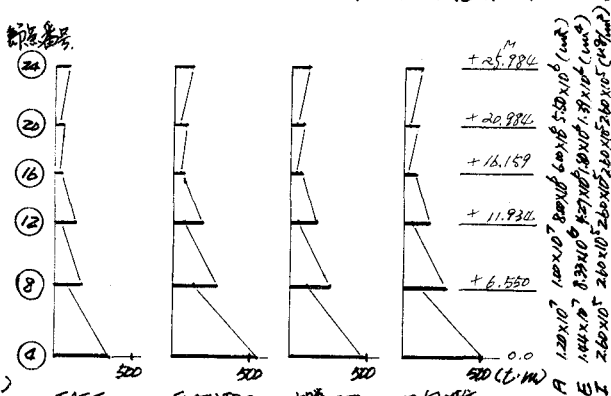


図-4 各節絶対最大曲げモーメント

6) 考察 本解析に用いる限りでは、最大変位を記録した時刻に最大曲げモーメントの生じるとは必ずしも一致し、又入力地震波の非線形性によって応答と違いが生じることもいふべきである。しかし、実験との対応は右の如く、どこまで正確の中へ近づくか分からない状態である。地盤の G , M_e , K_i , モデル化、そして入力地震波等の問題と合わせて検討中である。

7) 断片 解析を道筋のみに当り、お世話なら、巨国球の高木氏、筆者の愚案の如くに貴重資料を貸して下さる大井組の相原氏に謝面を呈して感謝します。

8) 参考文献

- ① 土保 隆、小川 義著 大阪地盤のS波の速度、オ9回土質工学研究発表会。
- ② 大田清晴、原 昭文著 N値判定される地盤、内羽子總、西野正、弾性係数、オ7回土質工学研究発表会。
- ③ J. PENZEN 他、著 SEISMIC EFFECT ON STRUCTURES SUPPORTED ON PILES EXTENDING THROUGH DEEP SENSITIVE CLAYS。
- ④ 川井 忠 著、マトリックス法振動おのり応答、2002-7に於ける構造工学講座 I-4-B。