

Ⅲ-50 側壁に対する水平方向地盤係数についての実験的研究

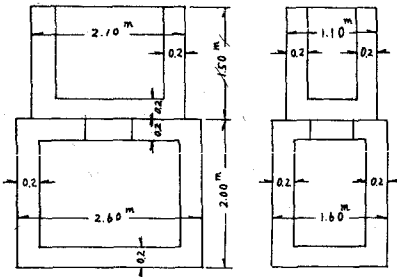
大阪大学 工学部

馬場 善雄

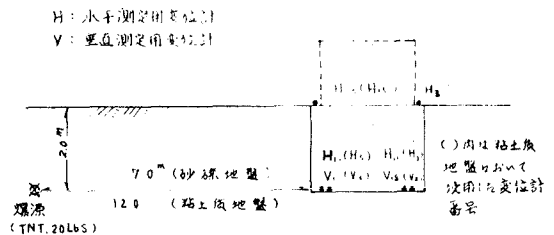
○正員 狩 恒一

1. まえがき、基礎の振動と、地盤を質量のないバネに置きかえた地盤係数理論で考える場合、基礎底面に対する地盤係数については、実用上信頼出来る程に整理されてあるが、基礎が深くなり、地表面下側壁の面積が増大した場合、側圧は無視し得ない程に増大し、基礎と地盤との力を受け渡しは底面においてだけでなく側面においてもその幾割りかを分担している筈である。すなわち側壁に対する水平方向地盤係数についても考えねばならないところであるが、今のところ、あまりその研究データを見ない。私達は、砂質地盤及び粘土質地盤における、爆破地震動によるビル基礎の振動記録の解析から夫々の地盤における地盤係数を出してみた。

2. 実験の方法と現地土質、図-1のような箱型鉄筋コンクリート構造物を埋設、内部底面の変位振動計(電磁型、固有振動数2 cps)を振動方向に対し前後端におき振動する基礎の水平及び垂直方向の変位を測定するようにし、記録は電磁オシログラフ(カルバノメータ、固有振動数100 cps)によつた。地震動発生は、TNT爆薬20Lbsを構造物前端から7.0m(砂質地盤)12.0m(粘土質地盤)のとこ、地面下2.0mの深さに埋設爆破した。基礎の固有応力筋をかけるために、埋設構造物の上に鉄筋コンクリート構造物(2.20×1.20×1.50(m)、壁厚0.20m)を設置し、砂又は粘土を充填した。



a. 実験用鉄筋コンクリート構造物



b. 実験配置図

図-1

地盤調査：砂質地盤の実験場は、地下10mまでは同質のゆるくまつた砂礫地盤と分つたので、土質試験だけにとどめ、粘土質地盤の実験場については埋設予定地点を中心として、スレーン貫入試験3ヶ所、標準貫入試験1ヶ所を夫々深さGL0.0~4.7mまで実施。夫々の土質試験の結果は次表のとおりである。

実験場	試料採取深	土質	含水比	土粒子の比重	湿潤密度	乾密度	自然間隙比	飽和度	備考
長池演習場	GL-2.0m	砂礫	4.15%	(9.5) 2.687	1.805 ³ /cm ³	1.729 ³ /cm ³	0.559	22.6%	推定値 φ=60

実験場	試料採取深	三角座標による分類	土粒子の比重	土の単位体積重量 ton/m ³	標準貫入試験値	自然含水比	コンスレンシ(%) - 軸圧縮試験				
							LL	PL	P.I	φ ³ %	E %
あえはの演習場	GL-0.8	シルト質粘土	9.62	1.780	7	32.8	52.4	28.2	4.11	6.425	2.6
	GL 2.7	粘土	2.64	1.910	12	30.0				1.48	2.2
	GL 4.5	粘土質	2.66	1.830	12	16.0	81.5	31.2	50.4	1.30	3.7

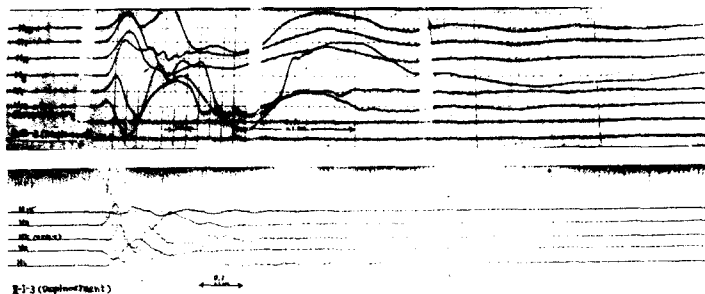


図-2 振動記録

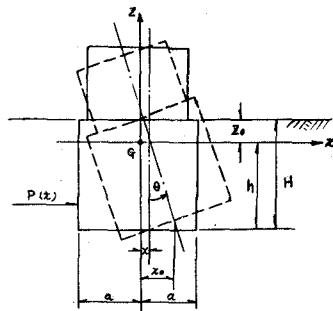


図-3 基礎の振動モデル図

3. 実験結果と解析 図-2 の I-II-2 は砂礫地盤、上部ブロック載荷、爆源 TNT 20Lbs、距離 7.0m、深さ 2.0m、II-I-1 は、粘土質地盤、爆源 TNT 20Lbs、距離 12.0m、深さ 2.0m の条件における基礎の変位振動記録である。H₁, H₂... 水平方向、V₁, V₂... は垂直方向の振動記録を示す。記録によると基礎は爆源から最初に伝播して来る直接波により初動をおこし、次いで雑地震波や表面波によると思われる振動の乱れが見られ、あと減衰自由振動をしているものと思われる。爆源による地震動は減衰が非常に大きいので基礎の振動も短時間で自由振動するとも常識的に考えられるところである。又実験記録の自由振動を示すと思われる後尾部分から基礎の上下振動数を読むと、砂礫地盤 10.5 cps、粘土質地盤 12 cps となるが、これは、実用計算式

$$f_v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{k_v A / m} \dots \dots \dots (1)$$

但し、 f_v : 垂直方向固有振動数 (cps) k_v : 垂直方向地盤係数 ($\text{Kg} \cdot \text{cm}^{-2}$) 粘土質地盤: 1.54

砂礫地盤: 3.0 (基礎を埋込むのに充分地盤がゆるいものと思われるので小さめにとつた)

A: 基礎の面積 (cm^2) m: 基礎の質量 ($\text{Kg} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{cm}^3$)

から導いた計算式と一致することから推しても、後尾部分が減衰自由振動であることが了解される

基礎側壁にかかる水平方向地盤係数を (1)、側壁表面はなめらかで摩擦力は働かない、(2)、側壁にかかる地盤係数は、深さに比例して増大する、と仮定して

$$k_x = \mu \cdot Z \dots \dots \dots (2)$$

但し、 k_x : 側壁にかかる水平方向地盤係数 ($\text{Kg} \cdot \text{cm}^{-3}$)、 μ : 係数 ($\text{Kg} \cdot \text{cm}^{-4}$)、Z: 深さ (cm)

基礎の水平連成円固有振動数 $J_{1,2}$ は

$$J_{1,2}^2 = \frac{1}{2} \left\{ (J_{x1}^2 + J_{\theta 2}^2) \pm \sqrt{(J_{x1}^2 - J_{\theta 2}^2)^2 + 4 J_{\theta 1}^2 \cdot J_{x2}^2} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{但し、} J_{x1}^2 = \frac{1}{m} (A_b \cdot k_{xh} + A_s \frac{H}{Z_0} k_{vz_0}), \quad J_{x2}^2 = \frac{1}{I_y} (A_b \cdot k_{xh} \cdot h + A_s \frac{H}{3} (h - \frac{H}{3}) k_{xz_0})$$

$$J_{\theta 1}^2 = \frac{1}{m} (A_b \cdot k_{xh} \cdot h + A_s (\frac{5}{3} \frac{h^2}{H} - \frac{Z_0^2}{3H}) k_{xz_0}), \quad J_{\theta 2}^2 = \frac{1}{I_y} (A_b \cdot k_{xh} \frac{a^2}{3} + A_b \cdot k_{xh} \cdot h^2 + A_s \frac{10}{9} \frac{2h^3}{H} k_{xz_0} + A_s \frac{2}{9} \frac{Z_0^2}{H} k_{xz_0} - W h)$$

A_b : 底面積 A_s : 側面積、 k_{xh} : 底面に作用する垂直に及び水平地盤係数、 k_{xz_0} : 側面に作用する

Z_0 の深さにおける水平地盤係数、 I_y : y 軸に因する基礎の慣性モーメント、その他: 図-3 参

照 (3) 式に実験条件を入れて k_{xz_0} を求めると砂礫地盤: 0.264 粘土質地盤: 0.565 となり μ の値は夫々 1.31×10^{-2} 、 0.565×10^{-2} となる。