

直接基礎の振動土圧分布について

○大阪市役所 正員 弥田和夫
京大工学部 正員 吉原 進
愛知県庁 福井康二

1 まえがき 直接基礎の振動解析に際して問題となる底面土圧分布について述べる。振動土圧分布は、変位で除すと地盤係数分布となり、波動論で解析する際には境界条件を定めるので、基礎の振動解析の基本的問題である。本研究では、図1に示すような粘土地盤上に設置した正方形底面を有する直接基礎模型の振動実験（鋭直振動・回転振動）と静的載荷実験（鋭直載荷）より得られた測定土圧をもとに考察したものである。

2 実験概要 地盤は、ひじょうに軟弱で N 値測定不可能である。模型は図2に示すようにR.C.製で底面 $1m \times 1m$ 、高さ $0.8m$ 、重量 $1.9t$ である。土圧は図3に示すように、底面に小型土圧計[※]を7個($P_1 \sim P_7$)設置して、 $P_1, P_2, P_4 \sim P_7$ の6個測定した。加振は、基礎天端に起振機を設置して、鋭直加振・水平加振し、載荷は天端中央にジャッキを設置して行なった。変位は、基礎縁端で測定し、鋭直加振時・回転振動時とも最大鋭直変位振幅 $0.5mm$ であり、載荷時の最大変位は $1.5mm$ であった。さらに、測定土圧の最大値は $100g/cm^2$ であった。なお、水平加振時は、記録データより底面主軸まわりの回転振動と考えた。

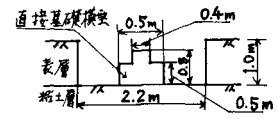


図1 実験概略図

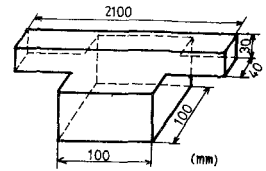


図2 直接基礎模型概略

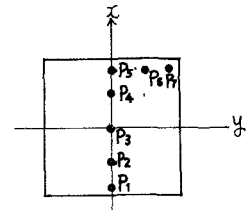


図3 底面土圧計配置

3. 実験結果と考察 起振機による正弦波入力に対して、変位・速度・加速度・土圧の時間応答も正弦波であった。実験より得られた土圧は、鋭直振動時には全測点で同位相で、底面中央付近で最小、底面頂点付近で最大の凹型分布である。静的鋭直載荷時も同様の凹型分布である。回転振動時は、位相は回転中心に対して逆であるが、分布は底面中央付近で最小、頂点で最大である。しかしながら、土圧振幅・土圧分布は、振動数・変位振幅の両者に対して異なっているので、その傾向を調べるため、座標軸を図3のようにとり、底面内任意点の土圧を次式で近似した。

$$\text{鋭直振動時 } \sigma_x = \sigma_0 \left(e^{\lambda \frac{y^2}{b^2}} + e^{\lambda \frac{x^2}{b^2}} \right) \cos \omega t \quad \dots (1)$$

$$\text{回転振動時 } \sigma_x = \sigma_0 \left(\frac{y^2}{b^2} \right) \left(e^{\lambda \frac{y^2}{b^2}} + e^{\lambda \frac{x^2}{b^2}} \right) \cos \omega t \quad \dots (2)$$

ここに σ_x : 底面任意点の土圧

λ : 土圧分布の形状を表わす定数

σ_0 : 応力の次元を有する定数

ω : 円振動数

b : 一辺長

ただし、静的鋭直載荷時の土圧は、式(1)で $\omega = 0$ としたものである。

この関数を実験より得られた6測点の土圧でもって近似し、 σ_0 , λ を求めた。近似した関数の妥当性を調べるため、式(1)(2)を底面にわたって積分して得られる全土圧振幅、全土圧モーメント振幅と、起振力・応答振幅・応答の位相差より得られる全反力、全反力モー

メントとも比較して検定した。 ρ_0 はこのままでわかりにくいので、以下で定義する無次元量 α, β を求めた。

鉛直振動時 $\alpha = \sigma_0' / \rho_0'$ --- (3)

回転振動時 $\beta = \sigma_0' e^{\lambda} / \rho_0''$ --- (4)

ここに、 ρ_0' は同じ全土圧を有する土圧が底面下に一様分布しているとした時の土圧であるので、 α は底面中央の土圧の一様分布土圧に対する比である。 ρ_0'' は同じ全土圧モーメントを有する土圧が原点対称の三角形分布をしているとした時の土圧である。したがって、 β は式(2)による底面頂点の土圧の三角形分布土圧に対する比である。以下、近似した関数の λ, α, β について述べる。

1) 鉛直振動時

この場合は、式(1)でかなりよく近似でき、測定土圧と式(1)による土圧の相対的な誤差が全測点で25%以内、前述した2つの方法で得られる全土圧の相対的な誤差が20%以内のもののみを用いて考察する。

①変位一定時の λ, α ：図4は変位振幅一定とした時の土圧振幅の振動数に対する図の一例である。換型の共振振動数が15.5Hz付近であるので、 λ は共振点付近で最大値をとり、 α は共振点付近で最小となる。

②振動数一定時の λ, α ：図5は共振振動数15Hzにおける土圧振幅の応答変位振幅に対する図である。これより、 λ は変位の増加に対して最初急激に減少し、その後ゆるやかに増加する傾向にある。 α は、最初急激に増加し、その後ゆるやかに減少する。

2) 鉛直静的載荷時

1)の鉛直振動時のものより更に精度よく近似でき、全土圧の相対的な誤差は10%以内に収まる。図6は、変位に対する λ, α であるが、これよりわかるように λ, α ともほぼ一定の傾向にある。

3) 回転振動時

測定土圧と式(2)による土圧はよく一致するが、全土圧モーメントの相対的な誤差が20%以内に収まるものがない。図7は、 λ, β を振動数のみに対してプロットしたものであるが式(2)による近似はさきと検討すべき余地があるように考えられる。

*1 使用した土圧計は、共和電業製 ストレンゲージ式土圧計 BE-2KC, 2Kg/cm²である。

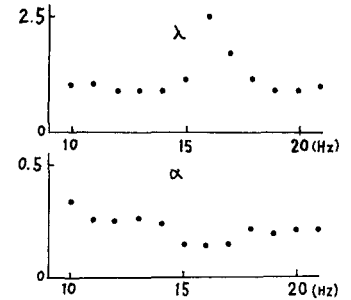


図4 応答変位振幅一定時の λ, α
(鉛直振動, 0.2mm)

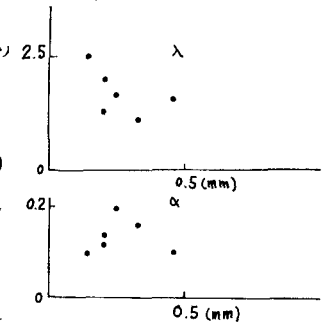


図5 振動数(15Hz)一定時の λ, α
(鉛直振動)

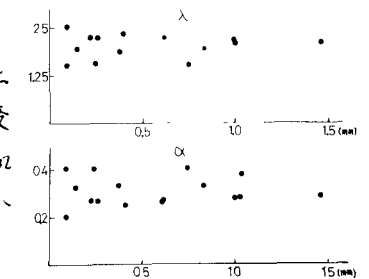


図6 静的鉛直載荷時の λ, α

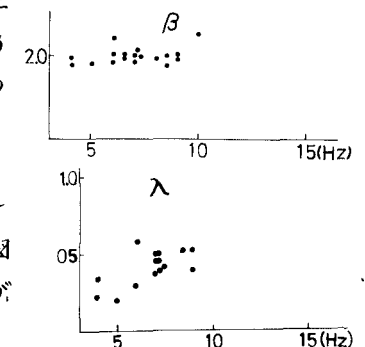


図7 回転振動時の λ, α