

山口大学 正員 大原資生

1. 地震時には杭の支持力は減ずると予想される。この原因の一つは地震時に地盤の強度が変化するためと考えられる。着者は振動台上の砂箱内に模型杭をおき、模型杭の支持力の減少と震度との関係を測定し、その結果についていくらかの考察をこころみ、模型による杭の実験では静的な場合でも実際の杭との相似律に不明な点があり、模型杭自体をはり大きいものを用いなければならぬようであり、本実験に用いた杭はかなり小さいので、この結果を全部実際の杭に対応させることには疑問があるが、一応の実験結果として発表する。

2. 実験に使用した模型杭は直径がそれぞれ 2.55 cm, 3.07 cm で、これを深さ、幅、長さそれぞれ 30×60×100 cm の砂箱の中心附近に根入長を 6 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm として設置した。

そして図-1に示すように、簡単な載荷装置によって杭に作用する荷重を段階的に増加しながら、一定の震度で10秒間振動した後の杭の沈下量を測定する。振動周期は 0.3 秒である。使用した砂は平均粒径 0.24 mm の豊浦砂で、これを砂箱につめた後、予め震度 0.4 の振動で充分に締め、後に模型杭を砂内に押し込んだ。なお、振動は水平振動である。

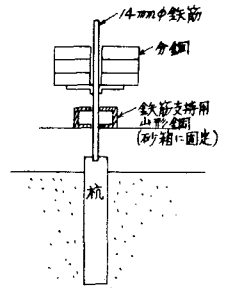


図-1 載荷装置

測定は全支持力(先端支持力+側面マサツカ)の測定の外に、先端支持力のみの測定も行った。それには杭の直径より約 5 mm 大きい内径をもつブリキのパイプを杭の外側に入れて、杭側面と砂との縁を切った状態で荷重と沈下量との関係を測定した。図-2がその結果で全支持力の場合の例である。これより沈下量が 2~3 mm の点の荷重をもって極限支持力とした。

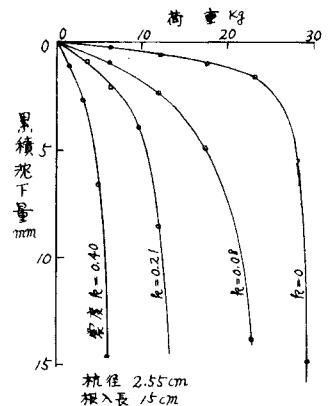


図-2 荷重-沈下曲線

3. 以上の測定結果から静的支持力 Q_s を基準値とし振動時の支持力 Q_d との比をとって、震度による支持力の減少の状態をみると図-3のようになる。震度によって支持力が急速に減少していることがわかる。このような結果を各根入長別にまとめて示したのが図-4で(α)が先端支持力、(β)が全支持力である。図-4でわかることは根入長が大きい場合の方が震度による支持力比の減少が小さいということがわかる。このことは実際の杭基礎の震害事実と一致している。

4. 以上の実験結果について次のような考察を行ってみた。

まず、常時の砂の内部マサツ角 ϕ とすると、震度 k の振動中の内部マサツ角は $\phi - \tan^{-1} k$ (佐野の式) とすると、これを静的杭公式に入れて震度と支持力の減少の関係を求めてみた。その結果、先端支持力において Terzaghi の支持力公式による計算もつともよく実験結果と似ていることがわかった。そこで、杭の全支持力 Q の式として、次の(1)式を設定する。

$$Q = 1.3CA(N_c) + 0.6\pi rL(N_q) + \pi rAL(N_q) + 2\pi rL \cdot L \cdot \delta_c(N_f) \dots\dots\dots (1)$$

但し C: 粘着力, A: 杭の断面積, L: 杭の根入長
 r : 杭の半径, $N_c, N_q, N_q',$ Terzaghi の支持力係数
 N_f : 周面マサツカに関する係数

オ1からオ3項までは Terzaghi の支持力公式と先端支持力に用いたものであり, オ4項は周面マサツカの項として加えたものである。

いま, 実験では乾燥砂を用いているので, 粘着力はないとしてオ1項は除く。(1)式は次のように変形することが出来る。

$$\frac{Q}{\pi rAL} = 0.6(N_q)\left(\frac{r}{L}\right) + (N_q) + \frac{2(N_f)}{\left(\frac{r}{L}\right)} \dots\dots\dots (2)$$

故に全ての実験結果を $Q/\pi rAL$ と r/L との二つの無次元量の関係で整理してみた。その結果が図5である。(a)は先端支持力のみであるので, (2)式のオ3項は除く場合である。(a)では $Q/\pi rAL$ の値は各震度で r/L には無関係に一定と仮定している。このことは, 振動時は N_q よりも N_q' が急速に減少して, (2)式のオ1項が無視出来る程であると仮定することと意味していると思われる。又, 全支持の場合の(b)では r/L が小さいと $Q/\pi rAL$ が急速に大きくなるが, これは前述のことに加えて(2)式のオ3項の影響が入るためとして説明出来る。

以上, 考察の結果を結論としてまとめる。

とめれば次のとおりである。

(1), 振動時の杭の支持力と他の諸元との関係は(2)式によって表わされ, 振動によって各係数値は減少するが, 他に比して N_q は非常に小さく成り, オ1項は無視出来るようになる。

(2), 振動時の杭の支持力のうち, 周面マサツカの項は r/L が小さいと

1ばかりで大きくなるので, 根入長が大きいほど杭は耐震的となる。

すなわち, 杭を耐震的とするには杭径を大きくすることは無意味で, 根入長を大きくすることが効果的であることがわかる。

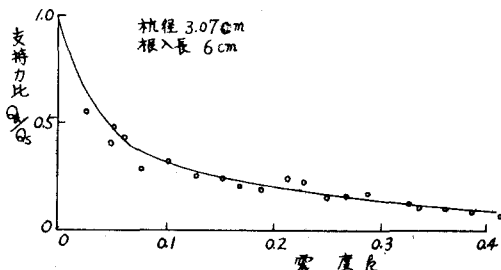


図-3 支持力比-震度曲線

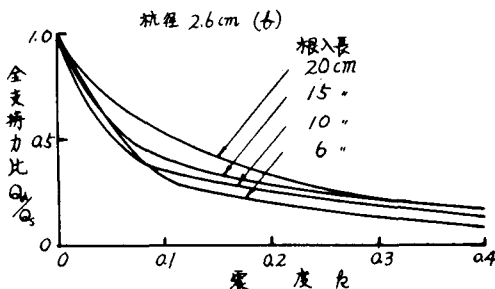
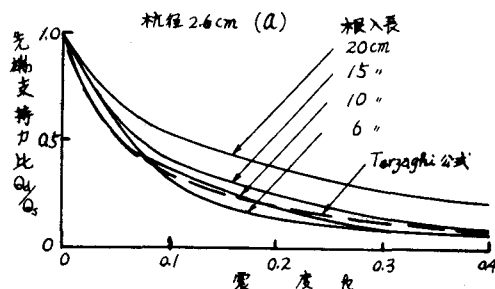


図-4 支持力比-震度曲線(根入長別)

。(b) 振動時全支持

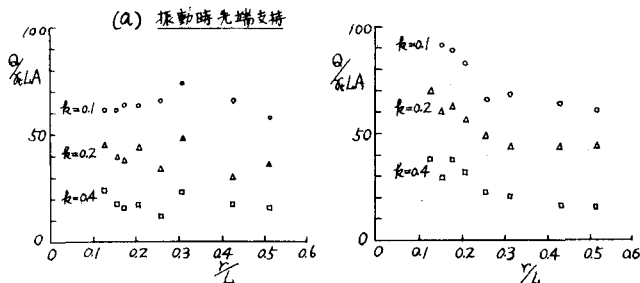


図-5 $Q/\pi rAL - r/L$ の関係