

振動ローラの加速度振幅値による締固め度の判定について

京都大学工学部 正会員 高 昭治郎
 京都大学大学院 学生員 建山 知由
 フジタ工業 正会員 藤原 隆文

1. はじめに 地盤は締固まるにつれて、その力学的性質が変化する。振動ローラにおいては、これに伴い機械自体の挙動も変化すると考えられる。そこでこの挙動の変化、特に機械自体の加速度を測定することにより、締固め度を判定することを試みた。ここでは、構造が簡単小型な起振機を用いて実験を行、た。

2. 起振機の振動性状 Fig.1のように、地盤と起振機をモデル化し解析する。 F_0 :起振力、 m_0 :起振機質量、 k_0 :バネ定数、 C_0 :減衰定数、 m_s :同位相質量とすれば、

$$\text{運動方程式 } (m_0 + m_s)\ddot{z} + C_0\dot{z} + k_0z = F_0 \sin \omega t \quad \textcircled{1}$$

$$\text{加速度最大値 } \ddot{z}_{\max} = \frac{F_0 \omega^2}{\sqrt{C_0^2 \omega^2 + \{k_0 - (m_0 + m_s)\omega^2\}^2}} = K \quad \textcircled{2}$$

上式において、許容乾燥密度以上に締固ま、た時の k_0 、 C_0 、 m_s がわかれば、その時の K が算定できる。今回は、次に示す新しい方法による動的実験から、バネ定数、減衰定数を求めて、②式に適用し、校對を行、た。

3. 実験の方法、試料 締固めた土の表面にランマを落下させる場合、そのランマの振動性状は土の性質、状態により大きく影響される。そこでランマに加速度計を取り付け、その振動性状を電磁オシロにより測定し(Fig.2b)、土の状態との関係について調べた。

ここで地盤をFig.1のようなバネ-ダッシュポット系と仮定し、ランマの挙動から、初めの加速度最大値を $\ddot{z}_{\max}$ 、地面からはね上がり再び落下して地面に当た、た後の加速度最大値を $\ddot{z}'_{\max}$ 、ランマが地面と接触している時間を T とすると、

$$\text{運動方程式 } m\ddot{z} + C\dot{z} + k_0z = 0 \quad \textcircled{3}$$

(m :ランマ質量)

より、

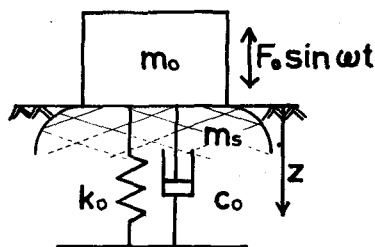


Fig. 1 バネ-ダッシュポットモデル

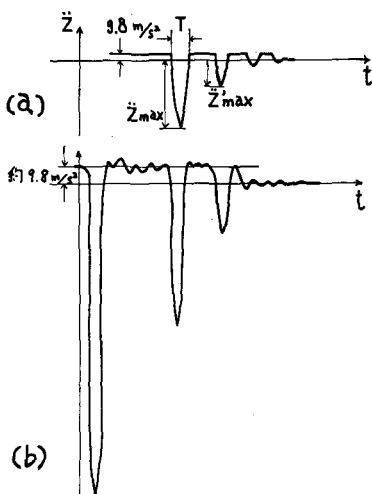


Fig. 2 a, b $\ddot{z}-t$ 曲線

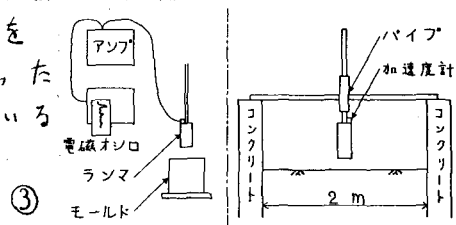


Fig. 3 測定装置

$$C = -\frac{2m}{T} \ln \left(\frac{\ddot{z}'_{\max}}{\ddot{z}_{\max}} \right) \quad (4)$$

$$k = \frac{m}{T^2} \left[\pi^2 + \left\{ \ln \left(\frac{\ddot{z}'_{\max}}{\ddot{z}_{\max}} \right) \right\}^2 \right] \quad (5)$$

となる。上式より、 $\ddot{z}$ - t 曲線を描くと Fig. 2a のようになり、Fig. 2b を比較すると、よく適合することがわかる。そこで、実験において電磁オシロで記録した波形から、 $\ddot{z}_{\max}$ 、 $\ddot{z}'_{\max}$ 、 T を読み取り、④、⑤式に代入して k 、 C を求めた。

この実験を、オズモールドに実固めた試料で、乾燥密度と含水比を変えて行、た。次に、起振機の振動性状を解析するために、大きな土槽内の土を起振機で締固めて、その時の起振機の加速度最大値 K_0 を測定した。そして起振機を取り除き、そこで実験を行、た。(Fig. 3)

実験に用いた試料は、

最大粒径：9.52 mm，均等係数：600，比重：2.64

4. 実験結果、及び考察 Fig. 4, 5 に乾燥密度と含水比による変化を示す。低い含水比では、乾燥密度が高くなると k 、 C は増加するが、その増え方が少なくな、ている。そして高い含水比では、増加が減少に転じている。そこでこのときの飽和度を調べてみると、約 60% がその境界値であることがわ、た。このように、バネ定数 k 、減衰定数 C には、乾燥密度だけでなく、水が大いに影響する。

次に土槽で測定した k 、 C を用いて起振機の加速度最大値を算定した。同位相質量 m_s は起振力と起振機の質量を合計し、その 25% とする。¹⁾ すなわち、

$$F_0 = 730 \text{ N}, m_0 = 85.45 \text{ kg} \text{ より}$$

$$\therefore m_s = (F_0 / 9.8 + m_0) \times 0.25 = 40 \text{ kg}$$

バネ定数、減衰定数は、土槽で行、た実験より、

$$k_0 = 0.474 \times 10^6 \text{ N/m}, C = 1.003 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{s/m}$$

を用いる。また振動角速度 ω は 125 rad/s である。これらの値を②式に代入すると

$$K = 7.65 \text{ m/s}^2$$

とな、た。一方、起振機から直接得られた加速度最大値は

$$K_0 = 8.42 \text{ m/s}^2 \text{ (上向き)}$$

$$= 6.87 \text{ m/s}^2 \text{ (下向き)}$$

K と K_0 を比較すると、両者はよく一致していることがわかる。

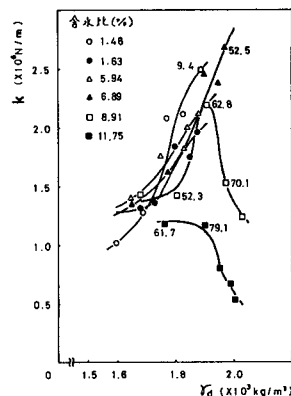


Fig. 4 $k - \gamma_d$

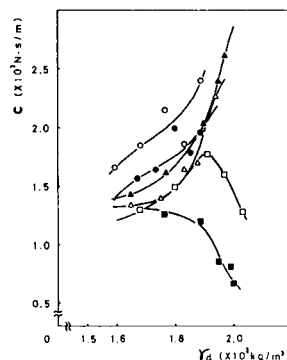


Fig. 5 $C - \gamma_d$

1) 藤井弘章：振動ローラーによる締固め地盤の動的性質の推定、農業土木学会論文集 第42号 pp. 47~53