

重錘質量・落下高のまさ土の衝撃応答に及ぼす影響

愛媛大学工学部 正会員 ○河原 荘一郎  
 愛媛大学工学部 正会員 室 達朗  
 愛媛大学工学部 正会員 深川 良一  
 (株)第一コンサルタンツ 正会員 市原 一也

1. まえがき 前報<sup>1)</sup>では種々の質量および落下高の組合せからなる重錘を一次元状態で落下させた。

ここでは、より自由度の高い三次元室内土槽で重錘を落下させたときの最大・平均加速度および衝撃持続時間に及ぼす重錘質量および落下高の影響を定量的に明らかにする。

2. 供試砂および実験方法 供試砂は粒径4.75mm以下に調整したまさ土<sup>2)</sup>であり、最適含水比  $w_{opt} = 13.0\%$  にて実験に供した。その主な土質性状は、土粒子の密度  $\rho_s = 2.67g/cm^3$ 、平均粒径  $D_{50} = 0.77mm$ 、均等係数  $U_c = 12.0$ 、標準突固め試験における最大乾燥密度  $\rho_{dmax} = 1.82g/cm^3$  である。新たに製作した実験装置(図1)は、重錘、鋼製モールドおよびガイドからなる。载荷盤(直径98mm)の上面中央に圧電式加速度計(最大5000G)を内蔵する。重錘(直径176mm, 質量4.5kg, 接地圧18.7kgf/cm<sup>2</sup>)を静的载荷する予備締固めを8層に分けて行い、供試体の初期密度  $\rho_{s0} = 1.21g/cm^3$  に調整した。重錘質量  $m = 3.10 \sim 6.97kg$ 、落下高  $H = 15.7 \sim 46.3cm$  の組合せで、重錘を回数  $N_B = 1$  回落下させた。衝撃加速度  $\alpha(t)$  をデジタルデータロガーによりサンプリング間隔  $60\mu s$ 、ローパスフィルター500Hzで測定した。

3. 加速度波形 運動量保存則により  $\alpha(t)$  の衝撃持続時間  $t_f$  までの時間積分は衝突速度  $v_0$  に等しく、またエネルギー保存則により  $v_0$  は重錘質量  $m$  に依存せず落下高  $H$  の平方根に比例する。

$$\int_0^{t_f} \alpha(t) dt = v_0 = \sqrt{2gH} \quad g: \text{重力加速度} \quad (1)$$

(a) 落下高  $H$  の影響 衝撃加速度  $\alpha$  と時間  $t$  の関係を図2(a)に示す。落下高  $H$  が増加するにしたがい、全体的に大きな  $\alpha(t)$  をとり、衝撃持続時間  $t_f$  は若干減少する。

(b) 重錘質量  $m$  の影響 衝撃加速度  $\alpha$  と時間  $t$  の関係を図2(b)に示す。重錘質量が増加するにしたがい、衝撃持続時間  $t_f$  も若干増加するものの、 $\alpha(t)$  は重錘質量  $m$  に依存せず、ほぼ同一の値をとる。

(c) 同一運動量  $mv_0$  の場合 衝撃加速度  $\alpha$  と時間  $t$  の関係を図2(c)に示す。 $m$  が軽く  $H$  が高くなる組合せほど、全体的に大きな  $\alpha(t)$  をとり、衝撃持続時間  $t_f$  は減少する。

(d) 同一締固めエネルギー  $E_d$  の場合 衝撃加速度  $\alpha$  と時間  $t$  の関係を図2(d)に示す。同一運動量  $mv_0$  の場合と同様に、 $m$  が軽く  $H$  が高くなる組合せほど全体的に大きな  $\alpha(t)$  をとり、衝撃持続時間  $t_f$  は減少する。

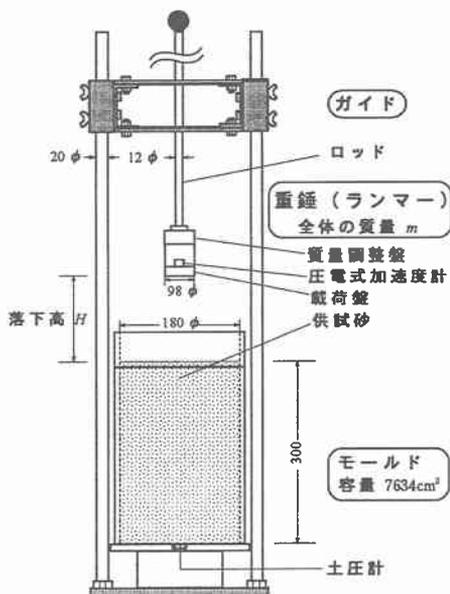
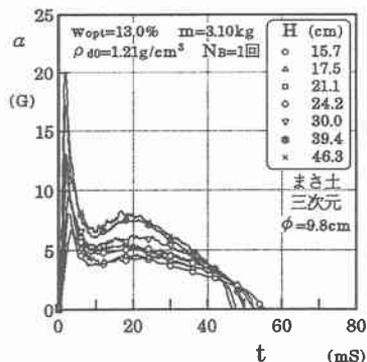
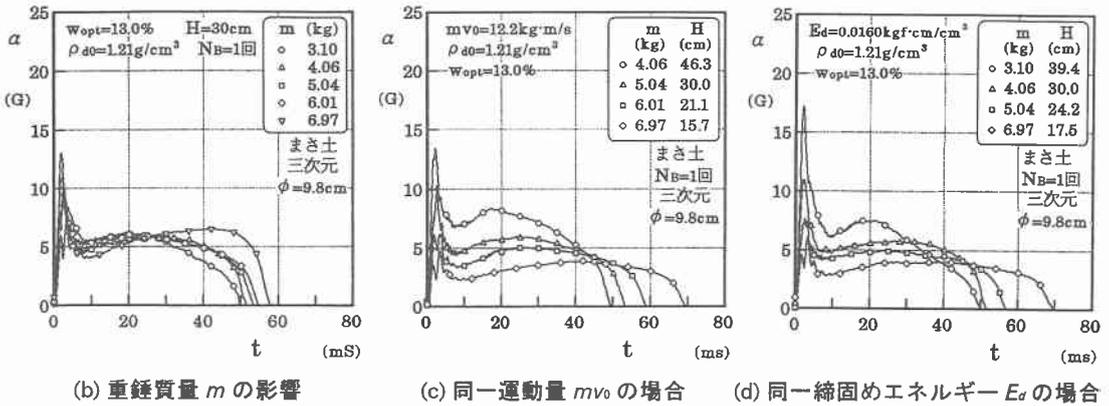


図1 三次元突固め実験装置



(a) 落下高  $H$  の影響

図2 衝撃加速度  $\alpha$  と時間  $t$  の関係



(b) 重錘質量  $m$  の影響

(c) 同一運動量  $mv_0$  の場合

(d) 同一締固めエネルギー  $E_d$  の場合

図2 衝撃加速度  $\alpha$  と時間  $t$  の関係

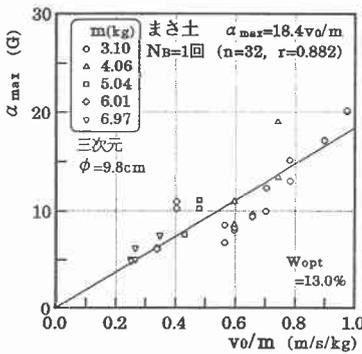


図3  $\alpha_{max}$  と  $v_0/m$  の関係

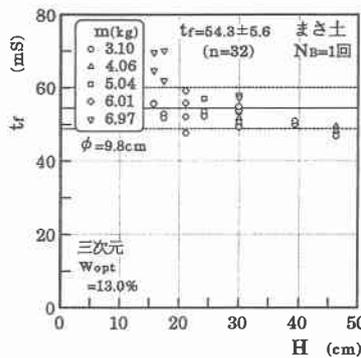


図4  $t_f$  と  $H$  の関係

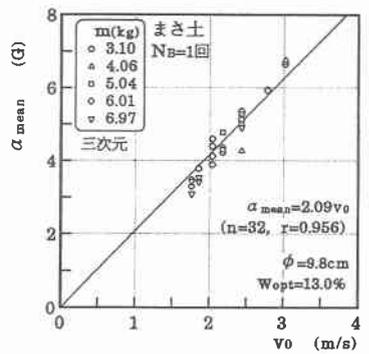


図5  $\alpha_{mean}$  と  $v_0$  の関係

以上、加速度波形の大小は重錘質量  $m$  に依存せず、落下高  $H$  によって決定される。また、一次元と同様に2つのピークがみられる<sup>1)</sup>が、第2ピークが明瞭に現れず、常に第1ピークで最大値をとることが判った。

**4. 重錘質量・落下高の影響レベル** 最大加速度  $\alpha_{max}$  と  $v_0/m$  の関係を図3に示す。相関性が高く比例関係が成立する。つまり、最大加速度  $\alpha_{max}$  は  $m$  に反比例し、 $H$  の平方根に比例する。これは、大島らの実験<sup>3)</sup>と同様の結果である。なお、一次元状態においては  $\alpha_{max}$  は  $v_0$  に比例していた<sup>1)</sup>。

衝撃持続時間  $t_f$  と落下高  $H$  の関係を図4に示す。 $H$  が低く  $m$  が重いほど  $t_f$  は若干長くなる傾向がみられるものの、 $m$  や  $H$  に依らず  $t_f$  はほぼ一定値 (= 54.3ms) をとる。

それゆえ、平均加速度  $\alpha_{mean}$  ( $\equiv v_0/t_f$ ) は  $t_f$  が一定であるので、 $v_0$  に比例するはずである。平均加速度  $\alpha_{mean}$  と衝突速度  $v_0$  の関係を図5に示す。相関性が高く比例関係が成立する。つまり、 $\alpha_{mean}$  は  $m$  に依存せず、 $H$  の平方根に比例する。

**5. まとめ** 最大加速度は重錘質量、落下高の影響を受ける。平均加速度は落下高の影響を受ける。衝撃持続時間は重錘質量、落下高の影響を受けないことが判明した。

**参考文献** 1) 河原・室・深川・市原：重錘落下時のまさ土の一次元衝撃応答，平成7年度土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，pp.262-263，1995。 2) 河原・室・深川・市原：砂質土の一次元静的・動的締固め度の比較，地盤工学会四国支部技術・研究発表会論文集，pp.31-34，1995。 3) 大島・高田・福本：重錘落下による重錘加速度および地盤応力と打撃条件の関係，第49回土木学会年次講演会概要集，III，pp.1434～1435，1994。