

重錘落下による衝撃加速度に与える重錘底面形状と土の種類の影響

大成建設(株)

正 ○山崎康弘

大阪市立大学工学部 正 大島昭彦 高田直俊

まえがき 筆者らは重錘落下による締固め機構を調べるために、地盤を打撃したときに生じる重錘加速度の測定実験を行っている。これまでに小型模型実験で加速度波形に与える打撃条件（重錘質量、底面積、落下高）の影響を、また現場実験で重錘規模が加速度波形に与える影響を報告した^{1)~5)}。今回は、土の種類と打撃条件を変えた小型模型実験を行い、加速度波形に与える重錘底面形状と土の種類の影響を報告する。

実験方法 試料は、京都市陽市産の川砂（京都川砂）と、予めロサンゼルス試験機で脆弱な粒子を破砕させた細粒分含有率 F_c が異なる3種類のまさ土（生駒、亀岡、猪名川まさ土）を選んだ。各試料の粒度分布を図-1に、物理性質を表-1に示した。

模型地盤は直径30cm、高さ35cmのステンレス鋼製モールド内に層厚30cmに作成した。初期含水比 w_0 （3種類のまさ土は最適含水比 w_{opt} に等しい）に調整した試料を10層に分けて締固め、各試料とも相対密度 $D_r=35\%$ となるようにした。模型地盤を均一に締固めるために、モールド内径と同じ直径の底板を持つランマー（質量10.2kg）を用い、一次的に地盤を締固める手法を採った。

重錘を模型地盤中央に自由落下させ、重錘に取り付けた加速度計で重錘加速度波形を捉える。重錘は質量 $m=1.25, 2.5, 5\text{kg}$ に、底面積 A を $9.82, 19.63, 39.27\text{cm}^2$ （円形の場合はそれぞれ直径 $3.54, 5.0, 7.07\text{cm}$ ）に組み合わせることができる。落下高 H は $15, 30, 60\text{cm}$ に設定した。また底面形状の影響を調べるために、図-1に示すような重錘を用いた。いずれも断面積は一定（ $A=19.63\text{cm}^2$ ）である。

なお実験方法の詳細は文献1)を参照されたい。

重錘底面形状の影響

この実験には生駒まさ土を用いた。打撃条件は $m=2.5\text{kg}$ 、 $A=19.63\text{cm}^2$ 、 $H=30\text{cm}$ である。図-2(1)、(2)にそれぞれ1打撃目、2打撃目の加速度波形を比較した。1打撃目は、平底の四角柱と円柱の波形はほぼ一致し、2つのピークを持つ。球底、錐底は滑らかな波形を示し、最大加速度はやや小さい。凹底は第1ピークが不明瞭であるが、その形状は平底と類似している。2打撃目は、底面形状によらず全て2つのピークを持つ似た形状となり、平底の四角柱と円柱は一致するが、球底、錐底、凹底の加速度はやや小さい。1打撃目の波形が異なるのは、平底では重錘底面が同時に地盤と接触するのに対し、球底、錐底では地盤面に接触する面積が貫入とともに増加するためである。また凹底では重錘先端の底面積は平底の36%であるが、内部で土の閉塞効果が発揮されるために平底と大きな差は生じなかったと考えられる。1打撃目で底面形状に応じた打撃孔が形成されるため、2打撃目の波形は底面形状の影響をあまり受けないと考えられる。

図-3に1打撃後に測定した地盤面形状を示した。平底に比べて球底、錐底、凹底の地盤面の膨張量大きい。締固め効果は平底が優れているといえる。

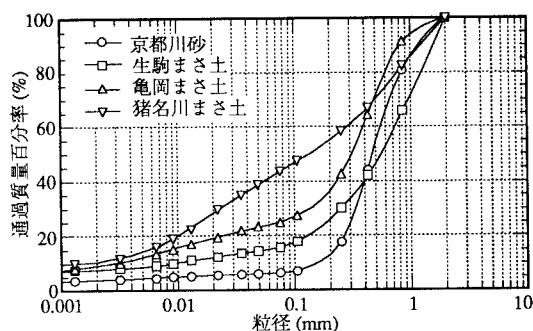


図-1 試料の粒度分布

表-1 試料の物理性質

試料名	ρ_s (g/cm ³)	D_{max} (mm)	F_c (%)	U_c	ρ_{dmin} (g/cm ³)	ρ_{dmax} (g/cm ³)	w_{opt} (%)	w_0 (%)
京都川砂	2.67	2.0	6.4	3.4	1.397	1.742	14.4	4.0
生駒まさ土	2.71	2.0	15.7	77	1.325	1.918	11.8	11.8
亀岡まさ土	2.67	2.0	25.1	130	1.348	1.906	12.2	12.2
猪名川まさ土	2.69	2.0	43.7	190	1.241	1.718	19.7	19.7

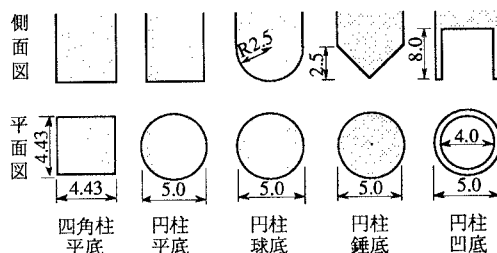


図-1 重錘底面形状の種類（単位cm）

土の種類の影響

図-4に円柱平底重錘の単位面積当たりの重錘質量 m/A 別に4種類の土の $H=60\text{cm}$ における加速度波形を比較した。既報¹⁾と同様に、いずれも m/A が小さいほど最大加速度 $\alpha_{\max}$ は大きく、衝撃持続時間 t_f は短い。加速度波形は2つのピークを有しており、 m/A が大きくなるにつれて第2ピークが卓越する。図は除くが、 m/A が同じ場合には加速度波形はほぼ等しくなった。

各土の地盤密度は同じ相対密度に設定しているが、種類によって加速度波形はかなり異なっている。京都川砂では、第1ピークが最も顕著に現れ、 t_f は最も長い。これに対して亀岡、猪名川まき土の波形はほぼ一致し、 $\alpha_{\max}$ は最も大きく、 m/A が大きくなるにつれて第1ピークは不明瞭となっている。生駒まき土はそれらの中間的な波形となっている。 t_f の長さの順すなわち、猪名川、亀岡、生駒まき土、京都川砂の順で重錘貫入量が大きくなったが、地盤面の膨張量は特に京都川砂で大きく、加速度波形と土の締固めの程度は必ずしも対応しなかった。

あとがき 今後、重錘落下による衝撃加速度およびそれによる打撃応力を地盤密度や土の粒径幅を広げてその影響を調べていきたい。

最後に、本研究は平成6年度文部省科学研究補助金（奨励研究A）を受けたことを付記する。

参考文献

- 1) 大島, 他: 地盤を重錘打撃するときの重錘挙動の測定, 第29回土質工学会, pp.2057~2060, 1994.
- 2) 福本, 他: 重錘落下による打撃応力波形と底部土圧波形, 第49回土木学会, III-723, 1994.
- 3) 大島, 他: 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, III-722, 1994.
- 4) 山崎, 他: 重錘落下による衝撃加速度の現場測定実験 (第1報), 第50回土質工学会, 1995.
- 5) 大島, 他: 重錘落下による衝撃加速度の現場測定実験 (第2報), 第50回土質工学会, 1995.

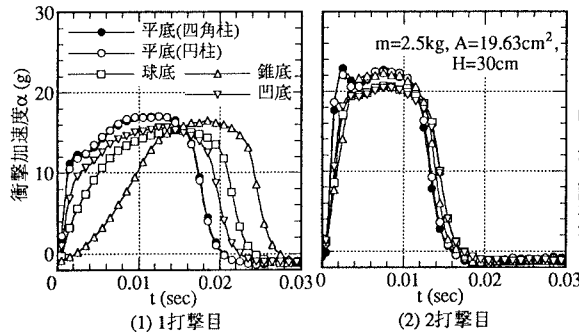


図-2 重錘底面形状と加速度波形

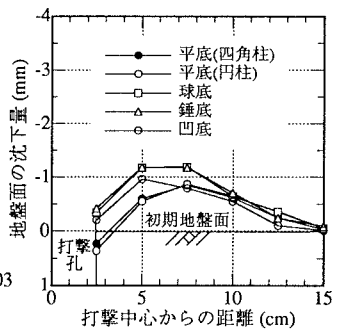


図-3 重錘底面形状と地盤面沈下量

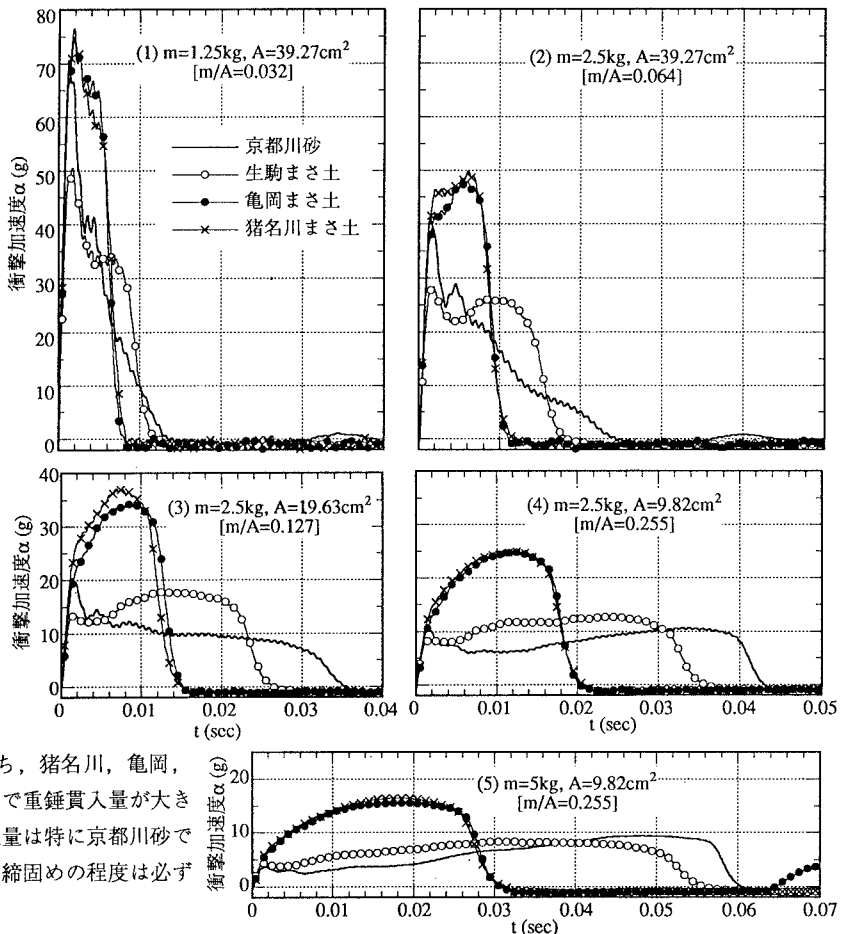


図-4 土の種類と加速度波形 (円柱平底, 落下高 $H=60\text{cm}$)