

Ⅲ-429

重錘落下時の砂質土の一次元衝撃応答に関する落下回数の影響

愛媛大学大学院 学生員○市原 一也
愛媛大学工学部 正員 河原 莊一郎
愛媛大学工学部 正員 室 達朗
愛媛大学工学部 正員 深川 良一

1. まえがき 重錘落下時の衝撃加速度の波形により土の締固め度を推定する試みが数多く行われており、その一部は既に実用化されている。大島らは、室内締固め試験と同規模の三次元状態で最適含水比のまさ土に対する重錘落下実験を行い、加速度波形の形状は単位面積当たりの重錘質量に依存することを明らかにしている¹⁾。ここでは、側方拘束の一次元状態に限定し、重錘の落下回数が砂質土に対する衝撃応答に及ぼす影響を解明することを目的とする。

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、74 μ m ~ 2.00mm に調整した海砂、および豊浦標準砂の 3 種類である。主な土質性状を表1に示す。表中の ρ_{dmax} 、 ρ_{dmin} は「砂の最大密度・最小密度試験法」(JSF T 161-1990)により求めた。まさ土、海砂、豊浦砂の順に粒度分布は良い。「突固めによる土の締固め試験」(JSF T 711-1990)の A 法により求めた供試砂の [$w_{opt}(\%)$, $\rho_{dmax}(g/cm^3)$] は順に [13.1, 1.90], [13.5, 1.70], [14.4, 1.57] である。

表1 供試砂の土質性状

	まさ土	海砂	豊浦砂
土粒子密度 $\rho_s (g/cm^3)$	2.67	2.65	2.63
均等係数 U_c	12.0	4.7	1.6
曲率係数 U_c'	3.00	1.02	0.95
最大粒径 $D_{max} (mm)$	4.75	2.00	0.43
平均粒径 $D_{50} (mm)$	0.77	0.63	0.20
最大乾燥密度 $\rho_{dmax} (g/cm^3)$	1.82	1.90	1.95
最小乾燥密度 $\rho_{dmin} (g/cm^3)$	1.46	1.54	1.61

新たに製作した実験装置(図1)は、重錘、モールド(標準突固め試験用)およびガイドからなる。載荷盤の上面中央に加速度計(最大 5000G)を内蔵し、モールド底面に土圧計(最大 10 kgf/cm²)を装着している。

所定の含水比 w (最低 7 通り)に調整した供試砂を内壁にグリースを塗布したカラー付きモールドに 1 層で緩く充填し、過度の沈下を抑制するため重錘(質量 $m=2.96$ または 3.10kg)を高さ $H=30$ cm から落下回数 $N_B=1$ 回落下させる予備突固めを行う。その後、カラーの部分を取り除いた供試砂に対し、 $N_B=20$ 回まで重錘を落下させる。

3. 実験結果および考察 加速度および土圧波形をデジタルデータロガーによりサンプリング間隔 20 μ s、ローパスフィルター 100Hz で測定した。衝撃加速度 α と時間 t の関係を図2に示す。 $N_B=1$ 回のときは、いずれの供試砂においてもピークは 2 つ現れる。まさ土では第 1 ピークが最大値となり、海砂では第 2 ピークが最大値となり、豊浦砂では 2 つのピーク値はほぼ同じである。これは初期乾燥密度 ρ_d が異なるためである。第 1 ピークは弾性的挙動、第 2 ピークは塑性的挙動に依存すると考えられる²⁾。 $N_B=3$ 回以上になると、ピークは 1 つとなる。これは、第 2 ピークの塑性的挙動が少なくなり、弾性的挙動が卓越し第 1 ピークのみが現れてくることによる考えられる。いずれの供試砂においても N_B が増加するにしたがい、最大加速度 α_{max} は急激に

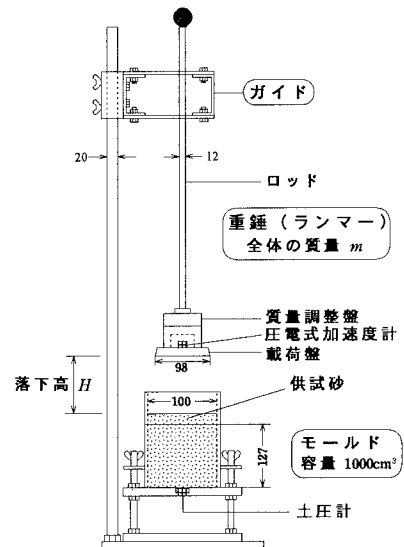
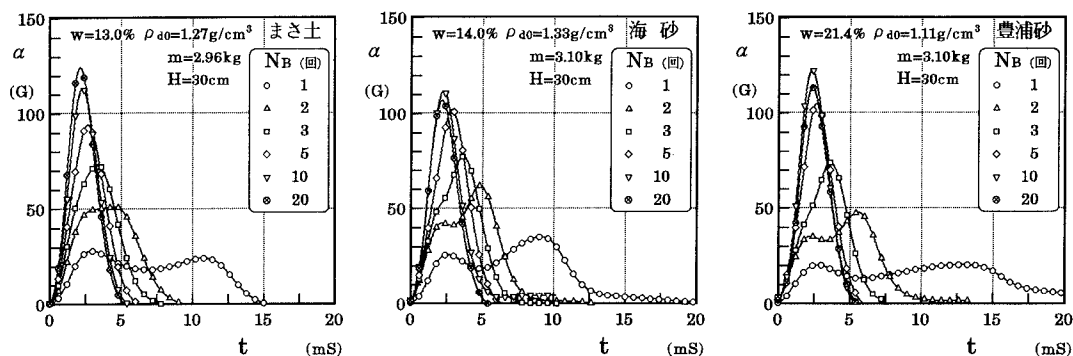
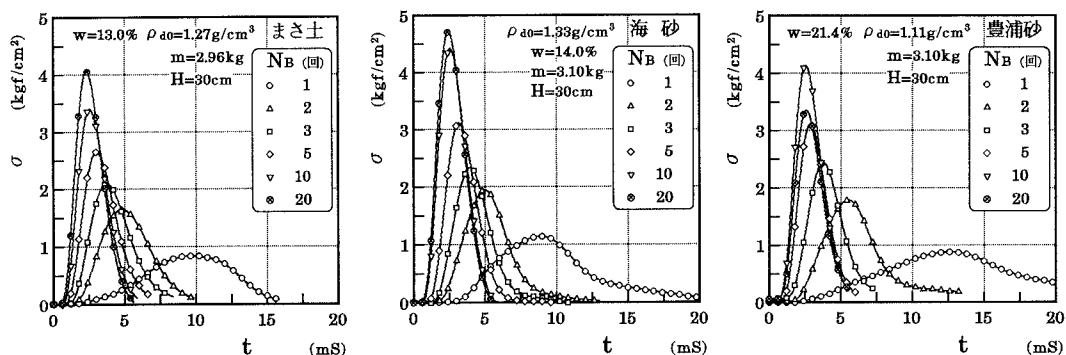


図1 一次元突固め実験装置

増加し、衝撃持続時間 t_f (加速度の立ち上がりを始めとし、重錘の運動が止まるまでの時間)は急激に減少していく。しかし、 $N_B=10$ 回以上になると、含水比によって多少ばらつきがあるものの、供試砂に関わらず α_{max} は120G程度で頭打ちとなり、 t_f は約5msとほぼ同一の値をとる。これは、 N_B が増加するにしたがい供試砂の ρ_d は始め増加するが、最終的に一定値に落ち着くことに対応する。

モールド底面土圧 σ と時間 t の関係を図3に示す。 N_B が増加するにしたがい衝撃持続時間 t_f が減少し、最大底面土圧 σ_{max} は増加する。また当然ながら、 σ の発生時間は α より遅れる。大島らによると、緩い土では σ のピークは2つ現れる³⁾。しかし本実験では、土の粗密に関わらず σ のピークは常に1つしか現れない。また、 α のピークが2つ現れるとき、第1ピークが最大値であるなしに関わらず、第1ピークに対応して σ のピークが現れる。これは、重錘が地面に衝突すると塑性波頭が土中を伝搬し土が締められるが、塑性的挙動を示す加速度波形の第2ピークには土圧波形はほとんど影響を受けないことを意味する。しかし、 $N_B=5$ 回以上では土圧波形は加速度波形とほぼ同一の形状となる。なお、 $N_B=10$ 回以上では α と σ の最大値の発生時間差は約0.2msである。

図2 衝撃加速度 α と時間 t の関係図3 モールド底面土圧 σ と時間 t の関係

4.まとめ 加速度波形には、落下回数1回するとき、供試砂、含水比に関わらずピークが2つ現れる。落下回数が増加するにしたがい、第1ピークは増大し第2ピークは減少するが、最終的に第1ピークのみ現れる。底面土圧波形には、常にピークは1つしか現れず、これは加速度波形の第1ピークに対応することが判明した。

参考文献 1) 大島・高田・福本：地盤を重錘打撃するときの重錘挙動の測定—打撃条件と地盤条件の影響—，第29回土質工学研究発表会講演集，pp.2057-2060，1994。 2) 境・田村：重錘落下による地盤の硬さの計測，テラメカニクス，10号，pp.17-22，1990。 3) 大島・高田・福本：重錘落下による打撃応力波形と底部土圧波形，第49回土木学会年次学術講演会概要集，Ⅲ，pp.1436-1437，1994。