

Ⅲ-430

圧縮圧力による砂質土の一次元静的・動的締固め度の比較

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
 愛媛大学大学院 学生員 市原 一也

1. まえがき 重錘落下締固め工法などを用いて動的に土を締め固める場合、衝撃力に加えてゆり込み沈下が期待できるため、静的な場合に比べ得られる土の締固め度が高いといわれている。しかし、静的・動的締固めの比較を扱った研究例は少なく¹⁾、また両者を比較する基準により結果が異なる可能性がある。

ここでは、静的・動的载荷の相違が砂質土の締固め度に及ぼす影響を解明することを目的とする。側方拘束の一次元状態で3種の砂質土に対し締固め実験を行い、圧縮圧力に基づき両者の締固め度を比較検討する。

2. 供試砂および実験方法

粒径 4.75mm 以下に調整したまさ土、74 μ m ~ 2.0mm に調整した海砂、および豊浦標準砂の3種類の供試砂²⁾を使用した。図1にその粒径加積曲線および主な物理特性を示す。

新たに製作した一次元突固め実験装置²⁾は、重錘（底面直径 9.8cm）、標準突固め試験用のモールド（容量 1000cm³、内径 10.0cm、高さ 12.7cm）およびガイドからなる。重錘には圧電式加速度計（最大 5000G、質量 3g）を内蔵している。

所定の含水比 w 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 $H=30\text{cm}$ 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、静的締固めとしてアムスラーを用い鋼製円盤（直径 9.8cm、厚さ 1.5cm）を約 0.08%/s のひずみ速度で荷重 1.2tf まで貫入させる。動的締固めとして重錘を $N_B=20$ 回まで落下させる。

3. 静的締固めと動的締固めの比較 間隙比 e と圧縮圧力 p の関係（ $e \sim \log p$ 曲線）を図2に示す。また、同一圧縮圧力 p における乾燥密度 ρ_d と含水比 w の関係を図3に示す。動的载荷における p は最大加速度に対応し、運動の第2法則により計算した圧力である。静的载荷の場合、 $e \sim \log p$ の関係はほぼ直線的であり、海砂と豊浦砂の気乾状態（ $w=0.3$, 0.2%）を除き、含水比に関わらず、直線の傾きである圧縮指数 C_c は供試砂毎にほぼ同一となる。

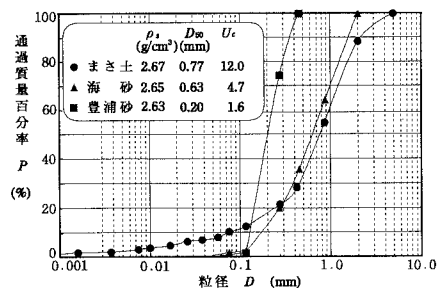


図1 供試砂の粒径加積曲線

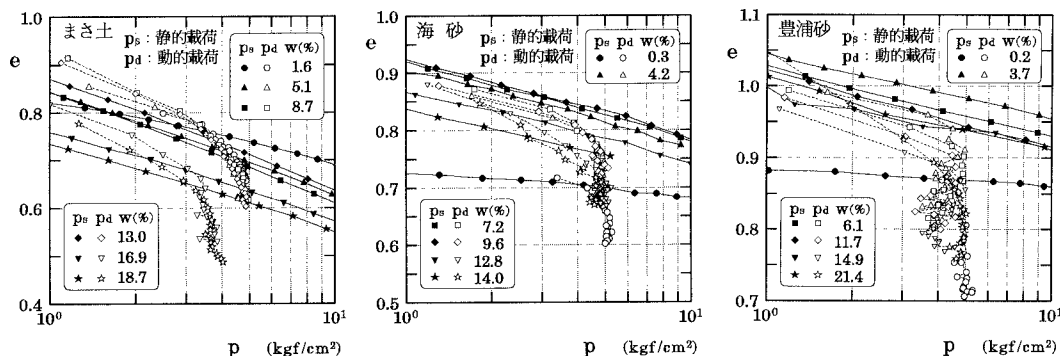


図2 $e \sim \log p$ 曲線（圧縮圧力 p による静的締固めと動的締固めの比較）

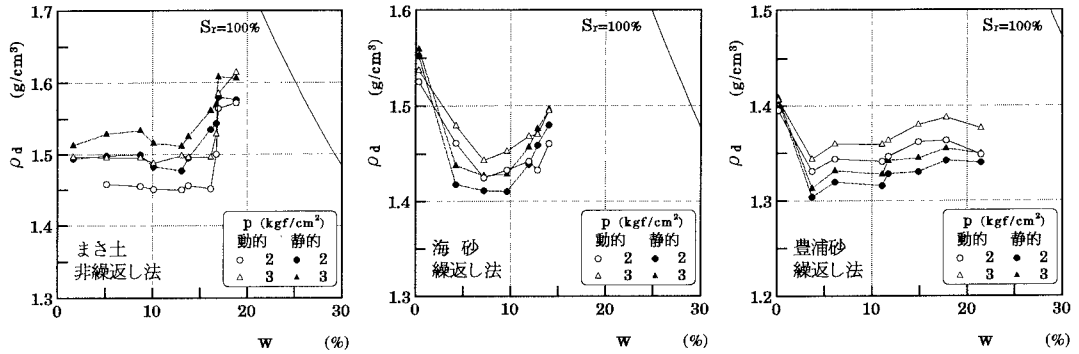


図3 乾燥密度 ρ_d と含水比 w の関係（圧縮圧力 p による静的締固めと動的締固めの比較）

動的載荷の場合、約 $p=3\text{kgf/cm}^2$ 以下において $e \sim \log p$ の関係はほぼ直線的であるが、それ以上においては p_{max} が一定値になっても土が多少締め固まるため、 $e \sim \log p$ 曲線は折れ曲がる。

直線部分で両者を比較すると、傾きはほぼ同じであるが、 e の大小関係が供試砂によって異なる。まさ土では全含水比において静的載荷の方が、海砂と豊浦砂では高含水比の一部を除き動的載荷の方が e が小さい、すなわち土の締め固め度が高い。一方、曲線部分においてはいずれの供試砂でも明らかに動的載荷の方が、土の締め固め度が高い。これは、 p が一定値になっても、その衝撃力により土粒子間の噛み合いが瞬間的に緩み、さらに締め固めが進行する効果によると考える。

4. 砂質土の土質性状の影響 静的・動的載荷による土の締め固め度の大小関係に及ぼす土質性状の影響を評価する。同一締め固めエネルギー E ²⁾ および同一圧縮圧力 p における動的・静的載荷の乾燥密度比 ρ_{dd}/ρ_{ds} と均等係数 U_c の関係を図4に示す。 ρ_{dd}/ρ_{ds} は各供試砂における全含水比についての平均値であり、含水比の影響はほとんどない。ちなみに、まさ土、海砂、豊浦砂の U_c は順に 12.0、4.7、1.6 である。

同一締め固めエネルギー E の場合、 N_B に関わらず ρ_{dd}/ρ_{ds} はほぼ同じ値をとる。また、 U_c が増加するにしたがい、 ρ_{dd}/ρ_{ds} は直線的に減少する。すなわち、 $U_c=2$ 程度以上ではその値が大きいほど、静的載荷の方が動的なものより土の締め固め度が高くなる。

同一圧縮圧力 p の場合、 $p=3\text{kgf/cm}^2$ の方が 2kgf/cm^2 より ρ_{dd}/ρ_{ds} はやや大きい。また、 U_c が増加するにしたがい、 ρ_{dd}/ρ_{ds} は直線的に減少する。すなわち、 $U_c=6$ 程度以上ではその値が大きいほど、静的載荷の方が動的なものより土の締め固め度が高くなる。

いずれ供試砂でも、同一圧縮圧力 p の場合の方が同一締め固めエネルギー E の場合より ρ_{dd}/ρ_{ds} は大きく、その差は U_c が大きいほど増加する。豊浦砂 ($U_c=1.6$) では両比較基準とも ρ_{dd}/ρ_{ds} はほぼ同じ値をとり、動的載荷の方が土の締め固め度がやや高くなる。海砂 ($U_c=4.7$) では比較基準により大小関係が異なり、同一締め固めエネルギー E において静的載荷の方が、同一圧縮圧力 p においてわずかに動的載荷の方が土の締め固め度が高くなる。まさ土 ($U_c=12.0$) では両比較基準とも静的載荷の方が土の締め固め度が高くなる。

5. まとめ 静的・動的載荷による土の締め固め度の大小関係は、砂質土の均等係数に強く依存し、均等係数が大きいほど静的載荷の方が土の締め固め度が高くなり、また両者を比較する基準により異なることが判明した。

参考文献 1) 山肩・伊藤・下平・無津呂：重錘落下締め固め工法に関する室内模型実験，第29回土質工学研究発表会，pp.2063-2066，1994。2) 河原・室・深川・市原：砂質土の一次元静的・動的締め固め度の比較，第30回土質工学学会研究発表会講演集（掲載予定），1995。

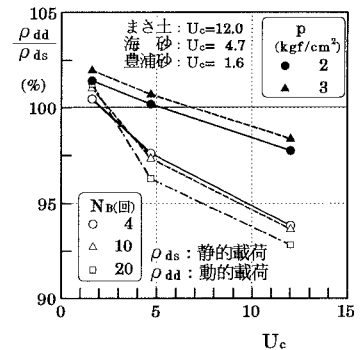


図4 動的・静的載荷に対応する乾燥密度比 ρ_{dd}/ρ_{ds} と均等係数 U_c の関係