

III-259

静的および動的に締固めたマサ土の圧縮特性

福山大学工学部 西原晃
 福山大学工学部 平川修治
 福山大学大学院 大野勲

1. まえがき

従来、土の締固めの施工管理には突固めなど動的な締固め試験が利用され、締固め土の特性を表わす指標として締固めエネルギーが用いられている。一方、土の強度や変形などの力学特性に関する研究の多くは応力で記述されており、また、試験も静的な載荷によるものがほとんどである。したがって、これらの研究成果を締固め施工に利用するためには、応力によって静的に締固めた土の力学特性を、動的に締固められた土の力学特性と関係づけることが重要である。本報告は、このような観点から、動的に突固めた試料と静的に締固めた試料の力学特性の関係について、まず圧縮特性に注目して考察したものである。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、岡山県西部の土取り場で採取したマサ土 ($G_s = 2.70$) で、その粒径分布を図-1に示す。この試料を用いて以下の2通りの実験を行なった。

(1) 静的圧縮試験

標準圧密試験機を用いて、荷重により静的に圧縮する試験である。まず、試料を数種の含水比に調整し、圧密リングの中にできるだけゆるい状態でつめる。試料の上下面には、試料の乾燥を防ぐため、薄いビニールシートを貼りつけてある。圧縮応力は、0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4, 12.8 kgf/cm² の9段階で、各段階10分で載荷、除荷を行なった。

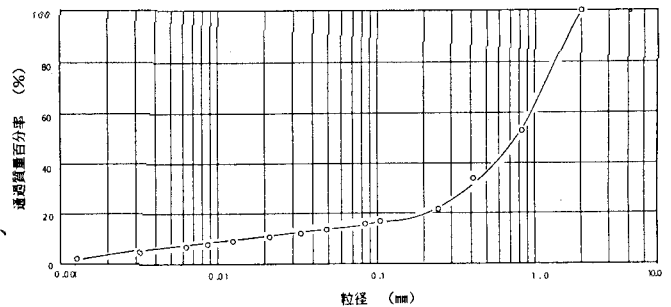


図-1 試料の粒径分布

(2) 突固め試料の圧縮試験

標準圧密試験用の圧密リングに高さ 3cm のカラーを取りつけ、その内部で小型のランマー (1103.8g、落下高さ2.5cm) により試料を突固めた。試料の含水比は、ほぼ 5, 10, 15% となるように調整し、また、突固め回数は、1, 3, 5, 10, 20, 30 回とした。突固めた後、試料を標準圧密試験機に移し、荷重により静的に圧縮した。載荷方法は (1) の静的圧縮試験と同様である。

3. 実験結果および考察

図-2 は静的圧縮試験により得られた $e \sim \log \sigma$ の関係を示したものである。平川・西原・太田・大野 (第20回土質工学会, 1985) は、不飽和土の $e \sim \log \sigma$ 関係が図-3に示すような平行な直線群で表わされるとして、次のような関係式を導いている。

$$e = (1 - C_c/C_{co})wGs + \bar{e}C_c/C_{co} - C_c \log \sigma \quad (1)$$

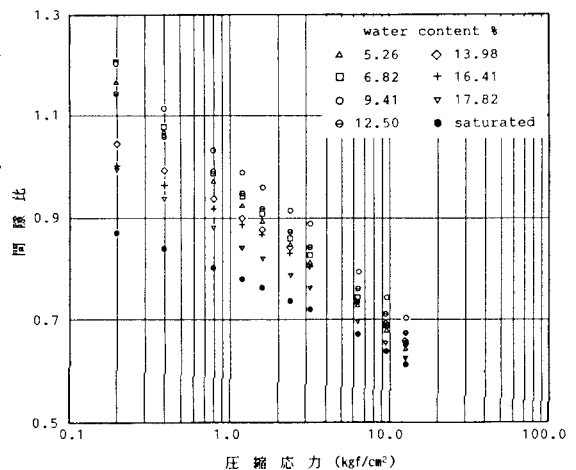


図-2 静的締固め試験結果

ここで、 C_c , C_{co} は不飽和土および飽和土の圧縮指数、 $\bar{e}$ は飽和土を 1 kgf/cm^2 の応力で圧縮した時の間隙比である。式(1)より、今回の実験結果 ($C_c=0.21$, $C_{co}=0.145$, $\bar{e}=0.79$) を用いて、いろいろな圧縮応力に対して、含水比と乾燥密度の関係を求めると図-4のようになる。なお、乾燥密度は $\gamma_d = G_s \gamma_w / (1+e)$ によって求められる。図-4はいわゆる締固め曲線に相当するものである。一方、ランマーにより動的に突固めた試料の含水比と乾燥密度の関係は同図中のプロットのようになる。この図より、試料を動的に締固めた場合の締固め効果と等しい効果を与える静的な圧縮応力を推測することができる。たとえば、突固め回数1回(締固めエネルギー $0.05 \text{ kgf}\cdot\text{cm/cm}^2$) の試料 (○印) と同じ締固め効果を得るためには 0.1 kgf/cm^2 の圧力が必要である。国安・山下・太田(第14回土質工学会、1979)は、このような「動的に締固めた場合と等しい状態に締固めるに必要な静的圧力」を等価先行圧密圧力と呼んでいる。

図-5は突固めた試料の圧縮試験結果の一例である。この図より、突固めた試料の圧縮特性は過圧密土の圧縮特性とよく似ていることがわかる。すなわち、突固めた土は、ランマーによる打撃によって過去に大きな力を受け、その後応力は作用していないために、過圧密(過圧縮)状態にあると考えられる。このような土を圧縮すると、始めは圧縮性が小さいが、ある応力を超えると圧縮性が大きくなり、静的に圧縮した試料の圧縮特性とほぼ等しくなっている。この応力は、過圧密土で言えば、先行圧密圧力に相当する応力である。そこで図-5に示す圧縮試験の結果から、三笠の方法により先行圧密圧力に相当する応力を求めた結果が図-6である。この図より、先行圧密圧力は締固めエネルギーにほぼ比例しており、この先行圧密圧力がランマーの打撃による締固めの効果を表わしていることがわかる。また図-6には、図-4から求めた等価先行圧密圧力も示しているが、等価先行圧密圧力は圧縮試験における先行圧密圧力とほぼ等しいこともわかる。したがって、等価先行圧密圧力の概念を用いることによって、動的な締固めと静的な締固めを受けた土の力学特性を関係づけることができるように思われる。

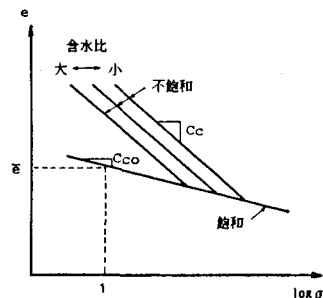


図-3 不飽和土の静的締固め特性

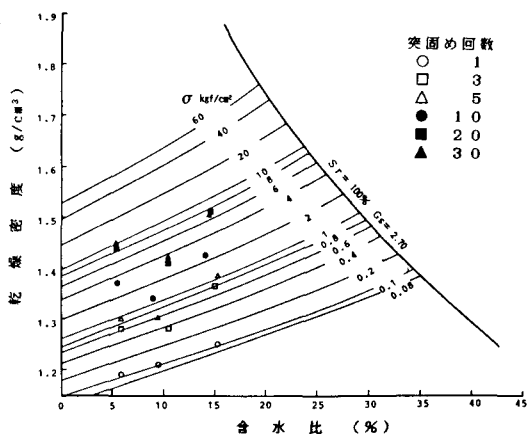


図-4 静的締固めと動的締固めにおける締固め曲線

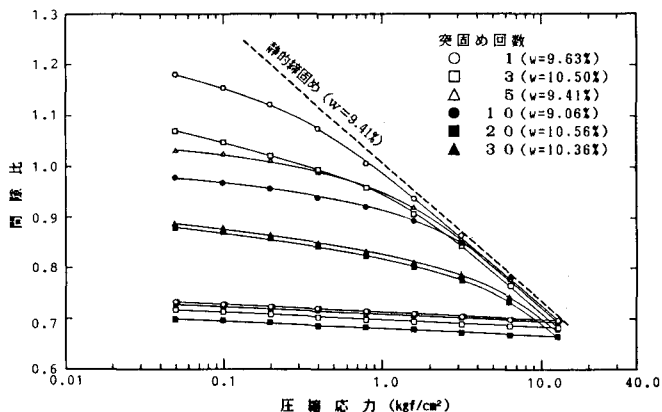


図-5 動的締固め試料の圧縮試験結果

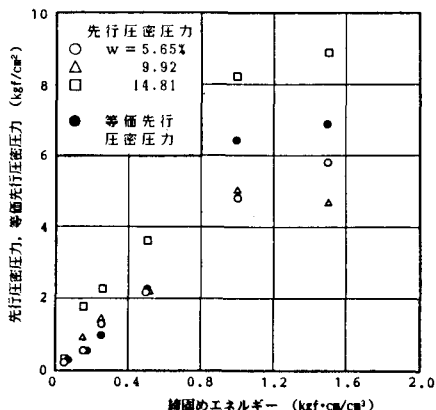


図-6 先行圧密圧力、等価先行圧密圧力と締固めエネルギーの関係