

締固めた不飽和土の一軸圧縮強度

鳥取大学工学部 正会員 清水正喜

鳥取大学工学部 学生会員○木下 聡

鳥取大学大学院 学生会員 西岡龍二

1. はじめに

締固めた土の一軸圧縮強度は、締固めた状態やその方法に依存する。また、締固めた土は通常不飽和であり、不飽和の程度も重要な因子であると考えられる。本研究では締固めた土の一軸圧縮強度 q_u に影響する要因として、乾燥密度 ρ_d 、含水比 w 、飽和度 S_r 、サクシオン s を取り上げ、それらの q_u に対する影響について実験的に考察する事を目的としている。

2. 試料

試料は DL クレー ($\rho_s=2.680\text{g/cm}^3$) を用いた。DL クレーは非塑性土である。

3. 試験装置

締固め試験は小型のモールド、カラー、ランマーを用いて行った。プラスチックフィルムをモールドの内径を調節するために、モールドの内面にはりつけて使用した。供試体の取り出しが容易になるという効果がある。

サクシオンを測定する一軸圧縮試験は不飽和土用三軸圧縮試験装置¹⁾を用い、測定しない場合は一般的な一軸圧縮試験装置を用いた。

4. 試験方法

締固めは表1に示した条件で行った。試験番号の数値は締固め後の供試体単位体積当りの締固め仕事量 $W_c(\text{kJ/m}^3)$ を表す。

試料の含水比は加水して調整した。

サクシオンは加圧板法で測定した、即ち、セル圧を 200kPa 与えて発生する間隙水圧を測定した。サクシオン測定後、直ちに軸圧縮速度 0.782mm/min (供試体高さが 80mm のとき、0.977%/min) で圧縮した。

5. 結果および考察

5.1 締固め試験

全試験の締固め曲線を図1に示す。図の破線は、飽和度一定曲線である。

一般的に、締固め仕事量が多いほど締固め曲線は左上方に位置し、最適含水比は小さく、最大乾燥密度は高くなる事が知られている。本研究では、No.72 を除く締固め曲線は仕事量が多いほど左上方に位置した。No.72 の最大乾燥密度が No.84, 169 より上方に位置している。No.72 は他のものより内径が大きいので周面摩擦が小さくなった。よって、よく締固まり乾燥密度が高くなったと考えられる。

表1 締固め条件

試験 No.	M	H	m	n	r	*
35	222.5	2	3	25	3.80	-
72	222.5	4	3	25	3.77	-
84	222.8	4	3	25	3.50	○
144	222.6	8	3	25	3.75	-
169	222.6	8	3	25	3.48	-
170	222.8	8	3	25	3.50	○
181-1	222.8	8	10	8	3.50	●
181-2	222.8	8	10	8	3.50	○
250	386.1	8	3	25	3.75	-

* : 一軸圧縮試験

● : サクシオン測定有り

○ : サクシオン測定無し

r : モールドの内径(cm)

M : ランマー質量(g) H : 落下高さ(cm)

n : 突き固め回数/層 m : 層数

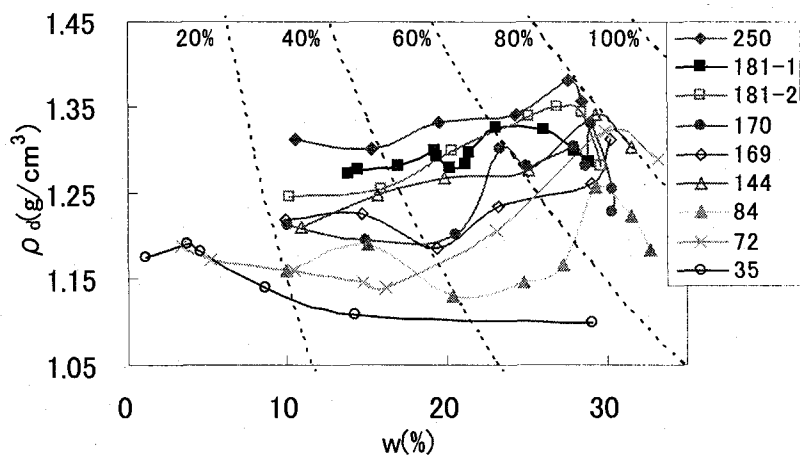


図1 締固め曲線

全く同じ条件で締固めた No.181-1 と 181-2 の結果に基づいて締固め特性の再現性を検討する。No.181-1 の曲線が左にある傾向がある。No.181-1 の各供試体はサクシオンを測定したのでその過程において間隙水がセル内で蒸発した可能性がある。よって締固め時の含水比は図に示した値より高かったと考えられる。このことを考慮すると2つの締固め曲線は比較的近いと言える。

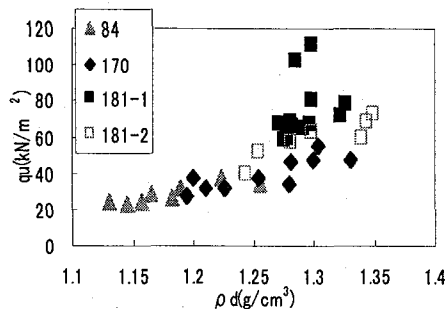


図 2 ρ_d - q_u

5.2 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験を行った全ての試験の ρ_d と q_u の関係を図 2 に示す。

ばらつきはあるが、 W_c が同じとき、 ρ_d が大きいほど q_u は大きくなる傾向にある。また同じ ρ_d で比べると W_c が大きいほど q_u は大きくなる。

サクシオン測定をしなかった一軸圧縮試験の結果を図 3(a), (b), (c) に示す。図 3 および図 4 のプロットを結ぶ曲線は締固め含水比の低いものから順につないだもので、矢印の方向に向かって含水比が高くなっている。

q_u - ρ_d 関係(図 a)を見ると、 ρ_d が大きくなるにつれ q_u が大きくなった。さらに w を高くすると ρ_d , q_u ともに小さくなった。

q_u - Sr 関係(図 b)では、ある一定の Sr までは Sr が高くなるにつれ q_u は大きくなった。ある一定の Sr に達すると、 Sr に大きな変化が見られなかったが、 q_u には大きな差が見られた。これは、 Sr の増加に伴って ρ_d が減少したためである。

サクシオン測定を行った一軸圧縮試験の結果を図 4(a), (b), (c) に示す。

q_u - ρ_d 関係(図 a)では、 ρ_d が大きくなるにつれ q_u が大きくなった。しかし、本試験で行った最大の w よりさらに高い w で締固めると ρ_d と q_u がともに小さくなる可能性がある。

q_u - Sr 関係(図 b)では、 Sr が高くなるにつれ q_u は大きくなる傾向が見られるが、 Sr がある大きさより高くなると q_u が低下する。これは、図 3(b)で指摘したように Sr の増加とともに ρ_d と w がともに減少するからである。

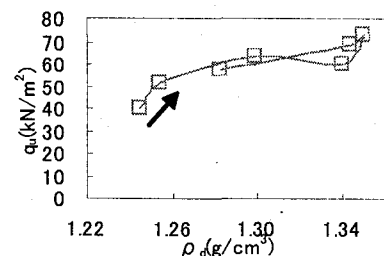
q_u - s 関係(図 c)では、ばらつきがあるものの、 q_u は s が大きくなると大きくなる傾向が見られる。

6. 結論

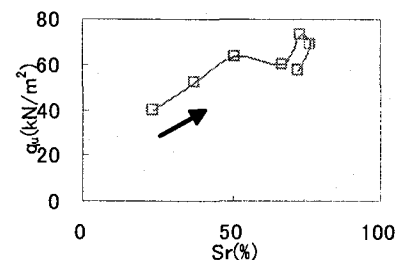
- ・締固め仕事量が大きいほど、一軸圧縮強度は大きくなった。
- ・ばらつきはあるが、含水比が同じとき、乾燥密度が大きいほど一軸圧縮強度は大きくなる傾向にあり、同じ乾燥密度で比べると締固め仕事量が大きいほど一軸圧縮強度は大きくなる。
- ・サクシオンが大きくなると、一軸圧縮強度はわずかに増加する傾向が見られた。

参考文献

1) 清水正喜・西岡龍二(2005):不飽和土の三軸圧縮挙動に対する試験条件の影響, 土木学会中国支部第 57 回研究発表会, pp.257-258

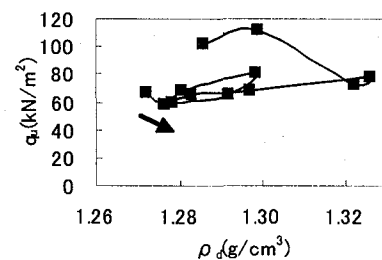


(a) q_u - ρ_d

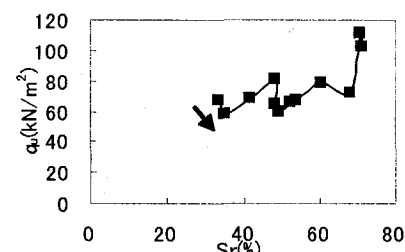


(b) q_u - Sr

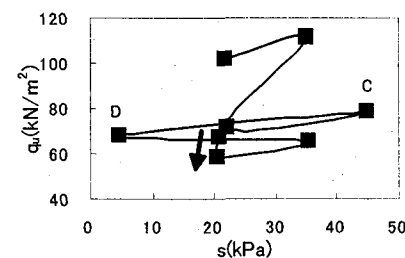
図 3 試験 No.181-2



(a) q_u - ρ_d



(b) q_u - Sr



(c) q_u - s

図 4 試験 No.181-1