

III-316 硬質粗粒材に対する多段階三軸圧縮試験

飛鳥建設（株）技術研究所 正員 長谷川昌弘 村上清基 関 真一
正員 ○小野 洋 佐野公彦

1. はじめに

筆者らは、粗粒材の強度定数を求めるための簡易試験法として、1本の供試体に異なる数種の側圧を加え圧密と軸圧縮過程を繰り返す多段階三軸圧縮試験（以下MSTという）を実施し、粗粒材料の強度定数について、通常の三軸圧縮試験（以下SSTという）との比較を行なってきた。これまでの研究では、今回と同じ材料を用いて均等係数 $U_c=20$ の粒度で試験を行い、次の様なことがわかっている。

- ① MSTにおいては、SSTの各側圧段階でのピーク強度を示す軸ひずみ（以下 ε_{ap} という）以前でせん断を終了し、せん断初期の傾向からピーク強度を推定する必要がある。
- ② MSTの各側圧段階におけるせん断終了時の目安としては、密な供試体では $\varepsilon_v=0$ となる軸ひずみ、ゆるい供試体では体積ひずみが最大値（ ε_{vmax} ）を示す軸ひずみが妥当だと考えられる。

この結果を踏まえて貧粒度の $U_c=5$ にても同様の試験を行なったので、その結果を報告する。

2. 試験条件

表-1 物理諸量

試験に用いた材料は、表-1に示す様な物理諸量を持つ茨城県石岡市染谷産の粒調砕石であり、比較的硬質な材料である。試験粒度は最大粒径 50.8 mm, $U_c=5$ （土質工学会で実施した、粗粒材の一斉試験と同一粒度）とした。供試体の作成方法、試験方法および試験条件は、これまでに報告したものと同様である。

飽和比	G _b	2.657
真	G _s	2.690
表	G _a	2.673
合成吸水率	Q	0.45 %
合成含水比	W	0.08 %
最大間隙比	e_{max}	0.733
最小間隙比	e_{min}	0.246

3. 試験結果

相対密度 D_r が95, 83 および62% について実施したSSTとMSTの軸差応力（ q ）、体積ひずみ（ ε_v ）と軸ひずみ（ ε_a ）との関係を対比して図-1, 2および3に示す。

3-1. SSTの試験結果

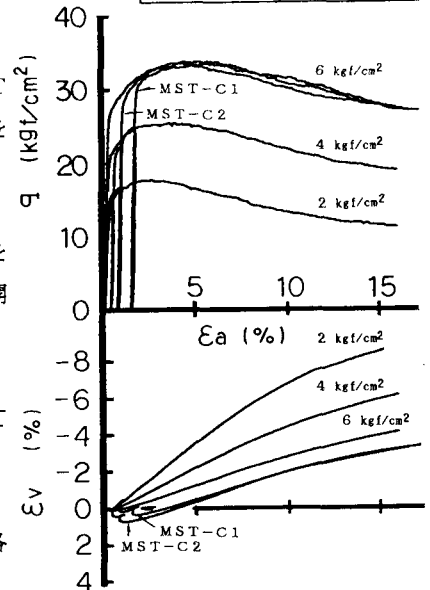
$U_c=5$ の $q-\varepsilon_a$ 曲線は、 $U_c=20$ に比較して明瞭なピーク強度を示さず、この傾向は密度が低くなる程強くなる。ただし、せん断開始直後に曲線は急激に立ち上がり、 $D_r=95\%$ の初期接線変形係数 E_s は、4900~8500 kgf/cm²である。 $\varepsilon_v-\varepsilon_a$ 曲線においては、 $D_r=95\%$ で顕著なダイレイタンスーを示すが、密度が低くなるにつれてその傾向は緩やかになっている。

3-2. MSTの試験結果

上記①, ②の結果より、 $U_c=5$ では次の3通りの軸ひずみを、各側圧段階でのせん断終了基準とした。

- ・MST-C1法 体積ひずみが最大値（ ε_{vmax} ）を示した後 図-1 SSTとMSTの比較（ $D_r=95\%$ ）
 $\varepsilon_v=0$ から軸ひずみで0.5%程度までせん断する
- ・MST-C2法 体積ひずみが最大値（ ε_{vmax} ）を示した後 $\varepsilon_v=0$ となる軸ひずみまでせん断する
- ・MST-D法 体積ひずみが最大値（ ε_{vmax} ）を示す軸ひずみまでせん断する

図-1に示す $D_r=95\%$ では、ダイレイタンスーがあまりにも顕著であるため、MST-D法では得られるデ



ータが少ない。そこで、MST-C1, C2法について試験を行なった。図-2, 3の $Dr=83, 62\%$ では、MST-C2, D法を実施した。結果を以下に示す。

- ① $q-\varepsilon_a$ 曲線において各密度のSSTとMSTは、 $\sigma_3=2 \text{ kgf/cm}^2$ で良く一致している。
- ② $\sigma_3=4 \text{ kgf/cm}^2$ 以降の $q-\varepsilon_a$ 曲線についても、 $Dr=95, 83\%$ では良く一致している。ただし、 $Dr=83\%$ の $\sigma_3=6 \text{ kgf/cm}^2$ ではSSTとMSTのピーク強度に若干の差が生じている。これは、 $\sigma_3=6 \text{ kgf/cm}^2$ でのSSTの値が若干大きいことも考えられる。
- ③ $Dr=62\%$ のMST-C2法におけるトータル軸ひずみは、 $\sigma_3=4 \text{ kgf/cm}^2$ で ε_{ap} より大きくなっている。また、SSTに対するMSTの最終圧段階でのピーク強度比は、MST-D法では0.96であるのに対しMST-C2法では0.92と低下している。
- ④ $\varepsilon_v-\varepsilon_a$ 曲線では、SSTとMSTの相違が大きい。

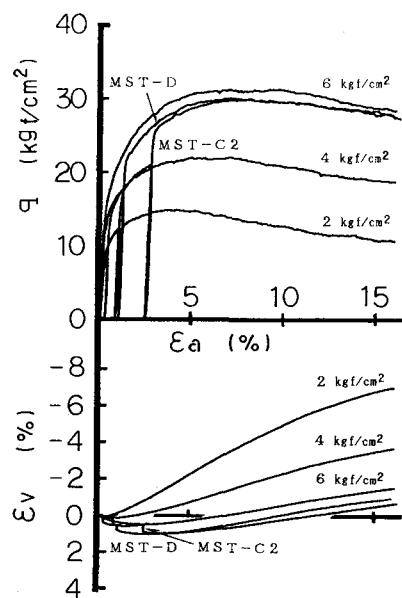


図-2 SSTとMSTの比較 ($Dr=83\%$)

4. まとめ

試験結果をまとめると以下の様である。

- ① $U_c=5$ のMSTにおいても ε_{ap} 以前でせん断を終了し、せん断初期の傾向からピーク強度を推定する必要がある。
- ② MSTの各側圧段階におけるせん断終了時の目安としては、 $U_c=20$ と同様に、密な供試体では $\varepsilon_v=0$ となる軸ひずみ、ゆるい供試体では体積ひずみが最大値(ε_{vmax})を示す軸ひずみが妥当だと考えられる。
- ③ $U_c=20$ に比べ $\varepsilon_v-\varepsilon_a$ 曲線がSSTと一致しておらず、体積ひずみについては今後の検討が必要である
- ④ $U_c=5$ は $U_c=20$ に比べ供試体を均一に作成することが難しく、 $\varepsilon_q-\varepsilon_a$ 曲線等に影響が見られる。

今回の試験から、比較的硬質な材料については、 $U_c=5$ という貧粒度に対しても多段階三軸圧縮試験の適用が可能であると思われる。ただし、 $U_c=20$ と同様に適切なピーク強度の推定方法を検討する必要がある。

今後は、軟岩のように粒子破砕の大きな材料への適用性についても検討を進めていきたい。

〈参考文献〉 1) 長谷川昌弘、村上清基、笹木 弘、関 真一：粗粒材の多段階三軸圧縮試験について、第21回土質工学研究発表会発表講演集，pp. 253～254，1986 2) 長谷川昌弘、村上清基、関 真一、佐野公彦、小野 洋：多段階三軸試験での粗粒材料の強度特性について、粗粒材料の変形・強度特性とその試験法に関するシンポジウム発表論文集，pp. 15～22，1986 3) 長谷川昌弘、村上清基、関 真一、佐野公彦、小野 洋：粗粒材の多段階三軸圧縮試験について（その2），第22回土質工学研究発表会発表講演集

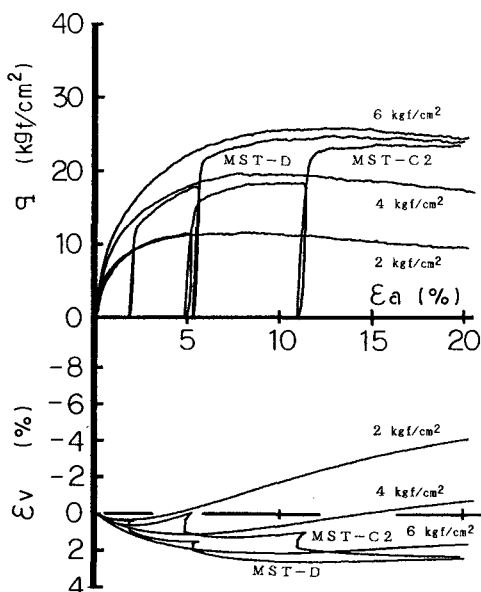


図-3 SSTとMSTの比較 ($Dr=62\%$)