

III-184

粗粒材料の力学特性評価手法に関する一考察

㈱三基コンサルタント 正 ○脇阪 良男  
 大阪市立大学工学部 正 望月 秋利  
 大木建設株式会社 正 中岡 時春

1. まえがき

宅地造成等の盛土工事に際して、設計や施工管理の上で、盛土材料として一般に用いられている粒径の大きい粗粒材料の力学特性を求める必要がある。従来、材料の粒径が大きい場合には試験機を大型化する事により対応する方法がとられて来たが、この方法では設備・作業性・コスト等の問題から一般的な手法とはいえないのが実状である。

筆者らは、これまで粗粒材料に関する礫粒度補正試料の有用性について検討し、締固め特性について、最大粒径と最大乾燥密度の関係より現場密度を外挿する手法を提案した<sup>1)</sup>。また、その関係を用いてせん断特性について、同一締固め度において一面せん断試験による室内強度と現場強度を比較し、報告している<sup>2)</sup>。

本報告は、ある宅地造成盛土盤における現場一面せん断試験と同地点より採取した材料土の室内力学特性試験を実施し、粗粒材料の諸特性の評価手法について検討した結果をまとめたものである。

2. 試料の基本的性質

試料は、兵庫県内の宅地造成地の盛土部より採取した神戸層群の砂岩・凝灰岩・泥岩を母岩とする粗粒材料である。図-1に、材料土の原粒度及び礫粒度補正材料の粒径加積曲線を示す。礫粒度補正材料は室内試験用に試料の最大粒径を調整したもので、締固め試験には $d_{max}=35.7, 15.2, 4.0, 2.0\text{mm}$ の4種を、また三軸圧縮試験には $d_{max}=4.0\text{mm}$ の材料を使用した。表-1に試料の主な物理性質を示す。

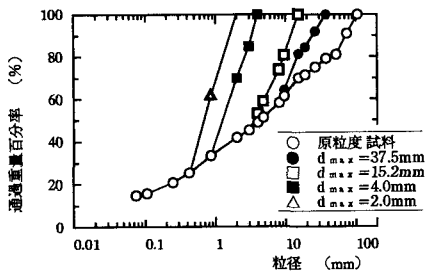


図-1 粒径加積曲線

表-1 試料の主な物理性質

|                                    | 原粒度試料 | 礫粒度補正試料 |       |       |       |
|------------------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|
| 最大粒径 (mm)                          | 106   | 37.5    | 15.2  | 4.0   | 2.0   |
| $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )      | 2.637 | 2.641   | 2.671 | 2.669 | 2.605 |
| $U_c$                              | 275   | 275     | 125   | 37.5  | 30    |
| $\rho_{smax}$ (g/cm <sup>3</sup> ) | —     | 2.045   | 2.039 | 1.951 | 1.929 |
| $w_{opt}$ (%)                      | —     | 9.0     | 10.9  | 12.4  | 13.3  |

3. 締固め特性

締固め試験は、JSF-T-711 B・b法に準じて実施した。図-2は締固め曲線を示したもので $d_{max}$ の大きな試料ほど $\rho_{smax}$ が大きくなる傾向が見れる。図-3は $\log d_{max}$ と $\rho_{smax}$ の関係を示したもので、両者は同図上においてほぼ直線関係を示している。また、同図には盛土盤における現場密度の測定結果を併記したが現場盛土盤の平均的な締固め度は $D_c=95\%$ 程度と推定される。

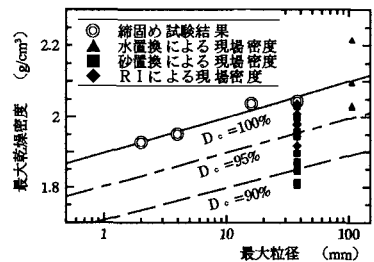


図-2 最大粒径～最大乾燥密度関係

## 4. 強度特性

## 〔現場一面せん断試験〕

当試験は現場盛土盤の強度を原位置にて求めるために行ったもので、盛土盤表面を約50cm掘り下げた地点にて供試体をハンドトリミングによって成形しせん断箱を被せて試験を実施した。試験の条件を表-2に示す。図-3は試験で得られる $\tau_t$ 、 $\Delta h \sim D$ 関係を示したもので $\tau_t$ は $D=20\text{mm}$ 以下にてピーク値を示すかほぼ一定値を示しており $\sigma$ の大きいものほど $\tau_t$ が大きく生じている。また、 $\Delta h$ は $\sigma=1\text{kgf/cm}^2$ においては膨張傾向を有するが $\sigma>2\text{kgf/cm}^2$ では収縮傾向を示している。図-4は $\tau_t \sim \sigma$ の関係を示したもので、同関係はほぼ直線関係を示しており強度定数としては $c_d=0.5\text{kgf/cm}^2$ 、 $\phi_d=36^\circ$ が得られる。

表-2 現場一面せん断試験条件

| 供試体<br>(cm)                            | 排水<br>条件 | 含水状態<br>(%)   | 圧密圧力<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 圧密時間<br>(min) | せん断速度<br>(mm/min) |
|----------------------------------------|----------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------|
| $1.30 \times \Phi 20$<br>$\times H 20$ | CD       | $w_{opt}=9.5$ | 1.0, 2.0<br>3.0, 4.0          | 30            | 1.0               |

## 〔室内三軸圧縮試験〕

当試験は盛土材料の強度特性を室内にて求めることを目的に行ったもので、 $d_{max}=4.0\text{mm}$ にて礫粒度補正した材料を用い試験を実施した。試験に用いる供試体は、締固め度 $D_e=95\%$ と設定し $w_{opt}$ に調整した試料を5層に分割して突き棒にて所定の密度に締固めて作成した。試験の条件を表-3に示す。図-5は試験で得られる $(\sigma_1 - \sigma_3)$ 、 $\varepsilon_v \sim \varepsilon_1$ 関係を示したもので $(\sigma_1 - \sigma_3)$ は $\varepsilon_1 \leq 12\%$ にてほぼ一定値に収束する傾向を見せ $\sigma_3$ の大きいものほど $(\sigma_1 - \sigma_3)$ が大きく生じている。また、 $\varepsilon_v$ は $\sigma_3=0.5, 1.0\text{kgf/cm}^2$ にて膨張傾向を示し $\sigma_3>2.0\text{kgf/cm}^2$ では収縮傾向を示している。図-6は各供試体の破壊時におけるモールの応力円を示したもので、同図より材料土の強度定数を求めると $c_d=0.54\text{kgf/cm}^2$ 、 $\phi_d=36^\circ$ が得られ、同結果は現場一面せん断試験で得られた強度定数とほぼ一致する。

表-3 室内三軸圧縮試験条件

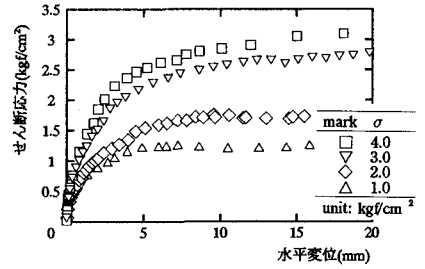
| 供試体<br>(cm)                              | 排水<br>条件 | 含水状態<br>(%)    | 圧密圧力<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 圧密時間<br>(min) | せん断速度<br>(%/min) |
|------------------------------------------|----------|----------------|-------------------------------|---------------|------------------|
| $L6.4 \times \Phi 4.1$<br>$\times H 8.0$ | CD       | $w_{opt}=12.4$ | 0.5, 1.0<br>2.0, 4.0          | 10            | 0.16             |

## 5. あとがき

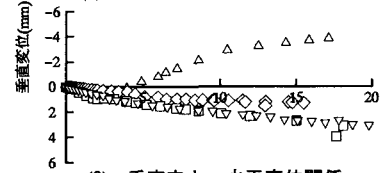
粗粒材料を用いた盛土盤の力学特性を、標準的な室内試験にて求めるための手法について検討した。その結果、礫粒度補正材料を用い、締固め度( $D_e$ )を等しくすることにより、現場強度と室内強度の良好一致が見られ、材料特性の一評価手法と成り得る可能性を示した。今後さらなるデータの収集に努める予定である。

## 参考文献

- 1) 中岡・望月・金田：中・粗礫を含む材料の締固め密度の補正法，土木学会第42回年次学術講演概要集Ⅲ - pp.698～699, 1987.
- 2) 望月・中岡：粗粒分を含む締固め土のせん断特性，第24回土質工学研究発表会 pp.547～548, 1989.

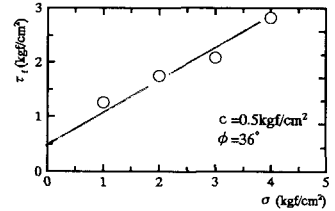
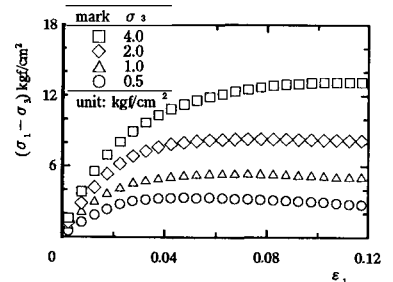


(1) せん断応力～水平変位関係

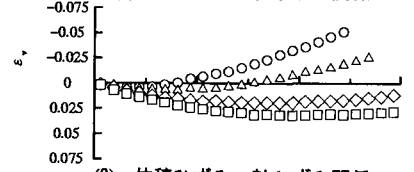


(2) 垂直応力～水平変位関係

図-3 現場一面せん断試験結果

図-4  $\tau_t \sim \sigma$  関係

(1) 主応力差～軸ひずみ関係



(2) 体積ひずみ～軸ひずみ関係

図-5 室内三軸圧縮試験結果

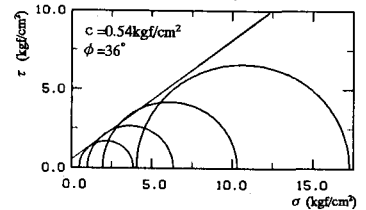


図-6 モールの応力円と強度線