

異なる粒径の材料によるたたきの物理的特性の把握

名城大学 学生会員 ○竹内 幸輝
 名城大学 非会員 平井 悠太
 名城大学 正会員 藤井 幸泰

1. はじめに

たたきとは消石灰とまさ土（花崗岩の風化生成物）を主材料とし、スコップなどで混ぜ、にがりや井戸水を添加して練った練土を作り、締め固めたものである¹⁾。かつては、土間や床下などの湿気防止を有する場所に広く用いられた。また、たたきの技術を応用した土工法として人造石工法が挙げられ、この工法により建設された土木構造物は、愛知県をはじめとする中部地方を中心に数多く現存している。しかし、建設から約100年以上が経過している構造物も多く、その修復、保全が問題となっている。人造石工法はたたきと割石を組み合わせた工法であり、たたきの質が重要になるが、その物理的特性に関して十分に解明されていないのが現状である。

そこで本研究では、たたきの物理的特性の把握を目的とし、異なる粒径の材料を用いてたたきの作製を試みた。さらに、たたき材料の室内実験を実施し、得られた結果を比較、検討した。

2. 使用材料

たたきに使用するまさ土は、母岩や風化過程等の影響により、同一採取場所であっても性質が異なる場合がある。そこで実験条件を同一にするため、愛知県岡崎市で採取可能な領家変成岩類を基質とする三河珪砂等を配合した材料（以下、人工まさ土と称す）を作成し、実験に用いた。人工まさ土は日本全国のまさ土にみられる粒度分布の平均²⁾とする。配合割合は、切込碎石：13.1%、三河珪砂4号：33.1%、三河珪砂6号：27.9%、三河珪砂8号：16.7%、DLクレ－：9.2%（重量比）である。また、比較対象として京都府伏見稲荷地域で採取された深草砂利を用いた。深草砂利は6分目（粒径15mm）でふるい分けしており、現在でもたたきの施工に適した材料として使用されている。各材料の粒径加積曲線を図-1に示す。人工まさ土の土粒子密度は2.659g/cm³、深草砂利は2.630g/cm³である。

3. 突き固めによる各材料の締め固め試験

JISA 1210：2009に基づき締め固め試験 A-b 法³⁾（ランマー：2.5kg、落下高さ：30cm、乾燥法、非繰返し法）を行った。得られた実験結果を図-2に示す。各材料を比較した結果、乾燥密度は、深草砂利の方が大きい傾向がみられた。深草砂利は人工まさ土より細粒分が少ないことが影響していると考えられる。図-2より最適含水比は各材料とも10%程度と判断でき、締め固めエネルギーは550kJ/m³程度であった。なお、締め固めエネルギーは次式によって算出した³⁾。

$$E_c = \frac{W_R \cdot H \cdot N_L \cdot N_B}{V} \quad (1)$$

ここに、 W_R ：ランマーの重量(kN)、 H ：ランマーの落下高さ(m)、 N_L ：層数、 N_B ：1層当たりの突固め回数、 V ：モールドの容積(m³)である。

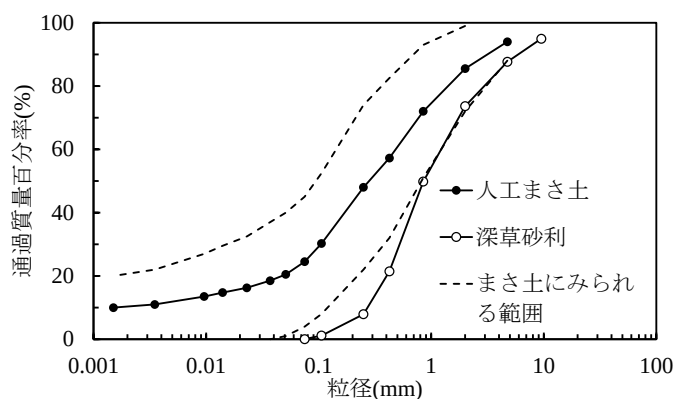
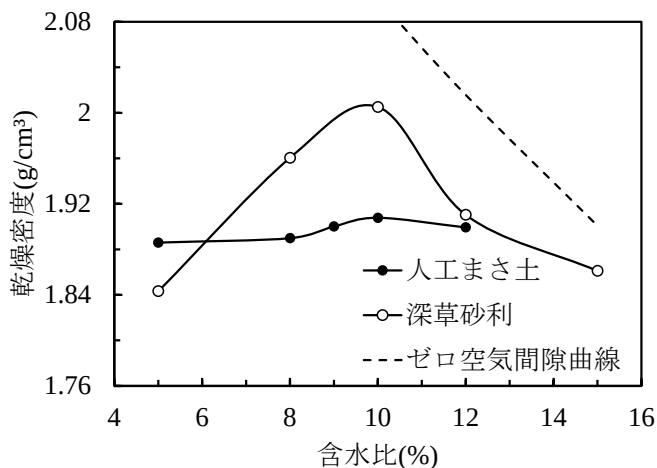
図-1 各材料の粒径加積曲線²⁾

図-2 各材料の締め固め曲線

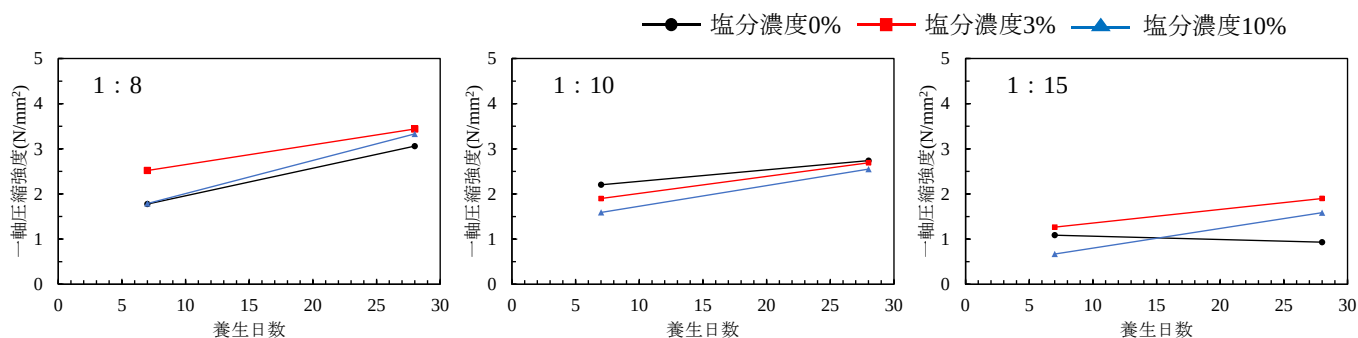


図-3 人工まき土を用いた場合の一軸圧縮強度

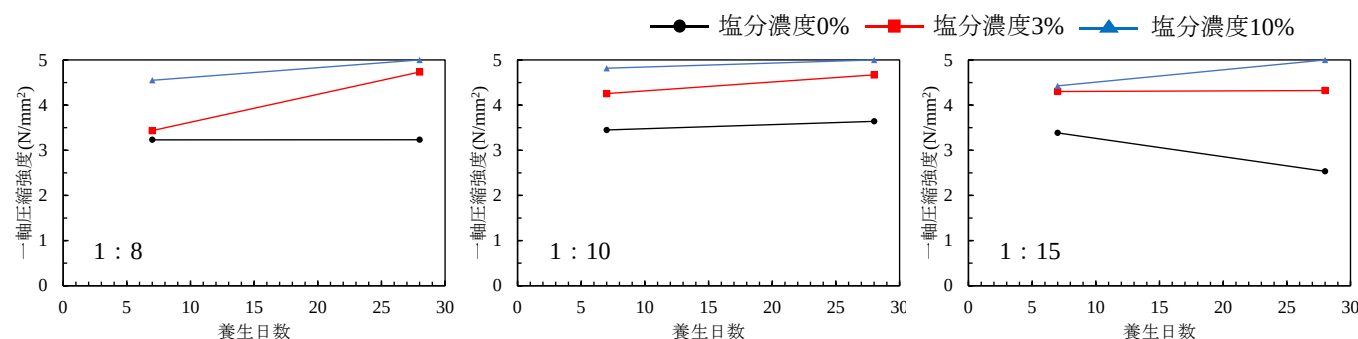


図-4 深草砂利を用いた場合の一軸圧縮強度

4. たたきの作製方法

自然乾燥させた各材料に消石灰を配合し、蒸留水に塩（粗製海水塩化マグネシウム）を加えた人工海水を3章で求めた最適含水比に相当する量を入れ、全体が混ざるように十分に混ぜ合わせ、たたきを作製した。消石灰と各材料の配合条件は消石灰：各材料＝1：8，10，15と変化させた。各条件で塩分濃度を0，3，10%とし、それぞれで供試体を作製した。供試体の大きさは、 $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ である。3層に分けて締固めを行い、前節で求めた締固めエネルギーにあわせるため、1層目6回、2層目7回、3層目9回の計22回叩き締めて作成した。供試体は養生期間として7及び28日間実験室（温度 $23 \pm 3^\circ\text{C}$ ，湿度 $40 \pm 10\%$ ）にて自然乾燥させた。

5. 一軸圧縮試験の結果

実験により得られた一軸圧縮強度を図-3，4に示す。実験結果より、深草砂利を用いた場合、強度がおおよそ 3N/mm^2 以上であり、人工まき土と比べ強度が高くなる傾向がみられた。養生日数の経過による強度の変化は、一部の条件を除き、強度増加率が大きくなる傾向がみられた。また、各材料による比較を行ったところ、深草砂利と比べ人工まき土を用いた場合、強度増加率がより大きくなった。

6. 考察

深草砂利を用いた場合、一軸圧縮強度が高くなったのは土自体の締め固まりやすさが原因であると考えられる。図-2に示す通り、人工まき土に比べ深草砂利は土自体の乾燥密度が高いため、締め固まりやすく、強度が高くなったと考えられる。

また、養生期間7及び28日における強度増加率を比較したところ、深草砂利と比べ人工まき土を用いた場合、増加率が大きくなった。本実験では、短期間の強度発現であるイオン交換反応による土の団粒化による影響⁴⁾が大きいと考えられ、細粒分の多い材料を用いた場合、消石灰との反応が進行しやすくなり、強度増加率が大きくなることがわかった。

参考文献

- 1) 天野武弘：服部長七没後100年にあたり歴史的土木工法（人造石工法）に再び光を，シンポジウム「日本の技術史をみる眼」第38回講演報告資料集，pp.5-6，2020
- 2) 末岡徹：地盤工学の立場からみた風化残積土に関する研究，京都大学学術情報リポジトリ，pp.101-104，1990
- 3) 地盤工学会編：地盤材料試験の方法と解説－2分冊の1－，pp.373-385，2009
- 4) 日本石灰協会：石灰による地盤改良マニュアル第7版，pp.1-40，2016