

大谷石粉末を添加した土試料の一軸圧縮強さと土中水分量の関係

宇都宮大学 学生会員 ○高樋夢 正会員 海野寿康 非会員 吉直卓也
株式会社 栃木グランドプロ 非会員 掛端太郎

1. はじめに

栃木県宇都宮市の大谷地区では大谷石の採掘により石クズや粉末が発生しており、その多くが廃棄処分されている。資源循環型社会の構築が課題となっている現代に、大谷石の切りくずである廃棄物を地盤材料として力学特性が解明できれば、効率よく消費することで処分量の削減に大きく貢献することが出来る。

大谷石粉末の再利用に当たり本研究では、大谷石粉末と現場発生土を混合して施工することを想定し、締固めた大谷石粉末の一軸圧縮試験と小型模型地盤に対するポータブルコーン貫入試験を実施した。

2. 締固めた大谷石粉末の一軸圧縮試験

既存の研究より、締固められた大谷石粉末はその後水分量の低下により一軸圧縮強さの著しい増加がみられることが明らかにされている。しかし、水分量と一軸圧縮強さ q_u (kN/m²) の詳細な関係は不明である。以上の経緯から、土中水分量管理を工夫した供試体に対して、土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行った。なお、大谷石粉末の物性は土粒子密度 $\rho_s=2.328$ (g/cm³)、最適含

水比 $W_{opt}=29.9$ (%)、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.264$ (g/cm³) であり、供試体は、セメント協会標準試験方法セメント系固化材による安定処理土の試験方法(JCAS L-1 : 2003) に準拠して最大乾燥密度になるように作製した。

供試体の保管方法を、室内に放置して自然乾燥させる方法(自然乾燥法)と 110±5℃の炉乾燥機内で乾燥させる方法(炉乾燥法)とした。一軸圧縮試験の結果から、供試体含水比が小さい供試体ほど一軸圧縮強さが大きくなる傾向が見られたが、保管方法による違いは見られなかった(図-1)。

次に、供試体含水比を高い状態で保った供試体(多湿法)と湿潤状態と絶乾状態を繰り返した供試体(乾湿繰返し法)の一軸圧縮試験を実施した。その結果、多湿法では供試体含水比が上昇し一軸圧縮強さが小さくなった。また、乾湿繰返し法での供試体は水分量の低下と上昇を繰り返した乾湿繰返し回数によらず、土中水分と一軸圧縮強さには正の相関がみられた(図-2)。行った全ての保管方法の条件と試験結果を表-1と図-3に示す。

以上より一軸圧縮強さは、供試体のおかれた湿度条件によらず供試体含水比に依存する結果が得られた。

表-1 全てのケースの供試体の保管方法

保管方法	自然乾燥法	炉乾燥法	多湿法	乾湿繰返し法
温度 (°C)	20±5	110±5	20±5	20±5と110±5
供試体の含水比範囲 (%)	1~30	0.3~30	30~35	18~30と0.3~1
保管時間	日数	時間数	日数	1日(24時間) ずつ

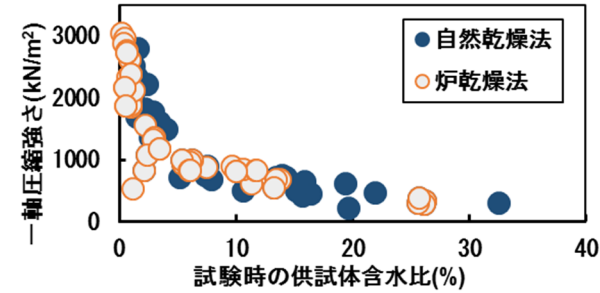


図-1 自然・炉乾燥の一軸圧縮強さと含水比の関係

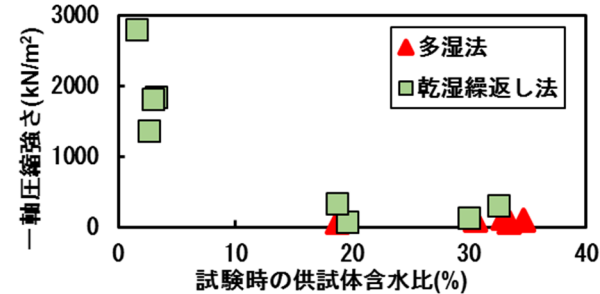


図-2 多・乾湿繰返しの一軸圧縮強さと含水比の関係

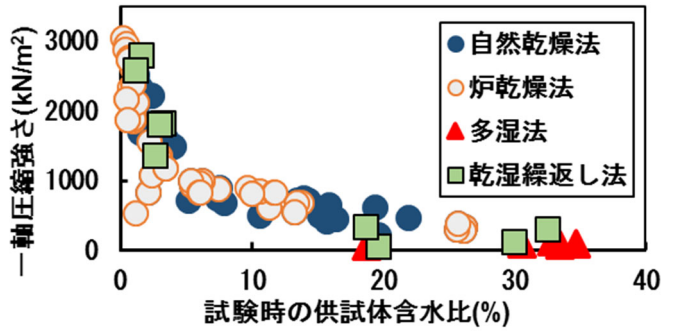


図-3 一軸圧縮強さと含水比の関係

キーワード：大谷石、一軸圧縮強さ、コーン貫入抵抗

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 TEL. 028-689-7044

3. 屋外模型地盤へのポータブルコーン貫入試験

縦、横、深さが41.5×52×23(cm)のコンテナに小型模型地盤を作製し、屋外にてポータブルコーン貫入試験(JGS 1431)を実施した³⁾。なお、大谷石粉末のみの地盤との比較のため、まさ土と混合土(大谷石粉末とまさ土(重量比1:5)を混ぜ合わせた土)を用い、一軸圧縮試験の供試体と同条件の最大乾燥密度でコンテナに土試料を締固めた。ここに、大谷石粉末の地盤と比較するために用いた地盤材料の物性は、まさ土：土粒子密度 $\rho_s=2.645(g/cm^3)$ 、最適含水比 $W_{opt}=7.2(\%)$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.920(g/cm^3)$ 、混合土：土粒子密度 $\rho_s=2.586(g/cm^3)$ 、最適含水比 $W_{opt}=8.3(\%)$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.770(g/cm^3)$ である。本試験は、降雨による水分量の上昇と土の透水性の違いを考慮し、試験日・時刻を調整して実施した。その結果を図-4に示す。

2018年12月12日のように、降水量観測後では試験地盤の含水比が上昇しコーン貫入抵抗は減少する、降水量の観測が無い場合は含水比が減少しコーン貫入抵抗は上昇する。これは、一軸圧縮試験で得られた結果指示する結果である。なお、図-4の時間降水量のデータは、気象庁「過去の気象データ」(<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>)より宇都宮地方気象台にて観測されたデータを加工して作成している。

4. 一軸圧縮強さとコーン貫入抵抗の比較

2.における一軸圧縮強さ $q_u(kN/m^2)$ をポータブルコーン貫入試験より得られるコーン貫入抵抗 $q_c(kN/m^2)$ に換算し、強度の比較を行った。換算には換算式(1)⁴⁾を用い、換算結果を表-2に示す。

$$q_c = 5q_u \quad (1)$$

表-2 q_u の q_c への換算と含水比

	q_u の換算値 q_c			測定値 q_c	
	ω	q_u	q_c	ω	q_c
大谷石粉末	29.7	221	1105	29.7	25.044
まさ土	3.1	28	139	2.7	26.720
混合土	6.2	142	711	6.0	26.232

その結果、一軸圧縮強さからコーン貫入抵抗へ換算した値とポータブルコーン貫入試験での測定値の近似には至らなかった。これには、模型地盤作成時に締固めた土の圧力によりコンテナにひずみが生じたことなど、複数の原因が考えられる。

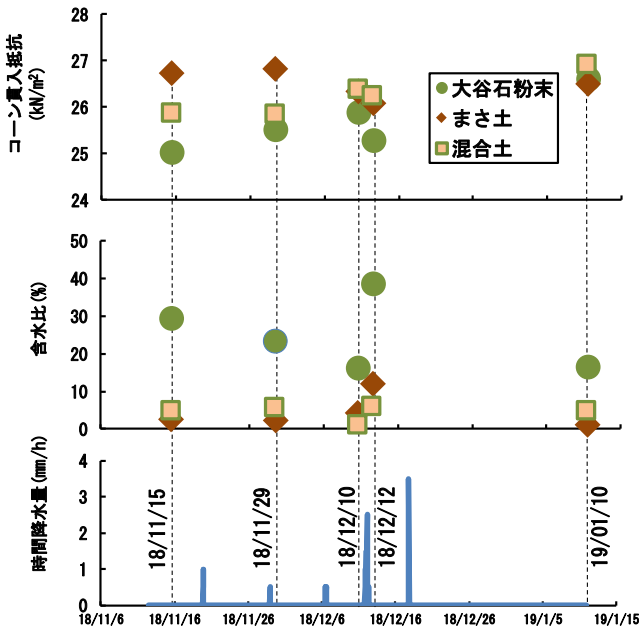


図-4 時間降水量⁵⁾と含水比、コーン貫入抵抗の関係

5. 結論

本研究では、以下の通りの知見が得られた。

- 1) 一軸圧縮試験より、最大乾燥密度で締固めた大谷石粉末の一軸圧縮強さは、供試体の保管方法によらず供試体含水比に依存して決まる。
- 2) ポータブルコーン貫入試験の結果より、コーン貫入抵抗は、含水比が低下すると大きく、含水比が増加すると小さくなる。これは一軸圧縮試験の結果を支持する。
- 3) 一軸圧縮強さのコーン貫入抵抗への換算について、換算式による換算値とポータブルコーン貫入試験による測定値の一致には至らなかった。

参考文献

1) 吉直卓也, 海野寿康, 掛端太郎:「石材加工副産物の工学的性質の把握」2018, 第53回地盤工学研究発表会
2) 地盤工学会:「土質試験 基本と手引き 第二回改訂版」2015, pp151-158 3) 地盤工学会:「地盤調査の方法と解説 二分冊の一」, pp337-344 4) 地盤工学会:「地盤の調査実習書」2003, pp90
5) 気象庁(2019)「過去の気象データ」(<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>) 閲覧日 2019.01.10