

砕石工場の砕石粉の有効利用について

和歌山工業高等専門学校 正員 ○ 久保井利達
関西大学 工学部 正員 西田 一彦

1. はじめに

近年、産業活動にともない発生する産業廃棄物の処理が問題となっている。そこで、これを産業副産物として有効利用することが必要である。ところで、砕石工場から産出される砕石粉は一種の産業副産物である。そして、これを建設材料として利用することができれば、資源の活用と環境問題を解決する有効な施策の一つであると考えられている。

本研究は、軟弱地盤の改良において、砕石粉を用いた基礎杭に適用できるかどうかの可能性を探ることを目的にしている。まず、砕石粉の物理的・化学的性質を明らかにし、それに基づいてカオリンを用いた軟弱地盤モデルにおける杭モデルの強度との関係を究明したものである。

2. 実験方法

杭モデルの材料は普通ポルトランドセメントと砕石粉 No.1, No.2 の2種類を用いた。その配合はセメント量1に対して砕石粉の量を変化させることによって、5種類（1：5、1：7、1：9、1：11、1：13）とした。杭モデルの寸法は直径 50 mmφで長さ 100mm 以上とした。軟弱地盤はカオリンを用いて含水比を 100%に成るよう作成したモデル地盤である。実験方法は、(1) トイレットペーパーで 50 mmφの筒状の袋を作成する。(2) 上記配合の材料を混合し袋の中に入れる。(3) 50 mmφの杭モデルを上記軟弱地盤モデルに設置する。(4) 養生期間中、モデル地盤の変位を各杭モデルの周辺で測定する。(5) 養生後、杭モデルを取り出し直径 50 mmφで長さ 100mmの寸法の供試体に整形する。(6) 各供試体を 1 mm/minの速度で一軸圧縮試験をする。ただし、今回の養生は軟弱地盤モデルの上部を開放状態で行なった。

3. 実験結果および考察

砕石粉の物理的性質は表-1に示すとおりである。これから砕石粉は土粒子の風化度の基準である強熱減量と比表面積の値が大きい。この理由として、砕石粉は機械的な破碎による粒子の細分化であり、この現象は風化による土粒子の結晶構造のゆるみから生じる結晶鉱物の細分化の現象によく似ていることが明らかである。これらの粒度分布曲線は図-1に示すとおりである。No.1とNo.2の粒度と比表面積の差は砕石粉の産出工程によるものである。No.1は砕石製造過程でのフルイ分けされた残差である。No.2は砕石工場から大気中に飛散する砕石粉の粉塵を集積したものである。

一方、今回の砕石粉は表-2に示す化学組成をした硬質砂岩を原石としたものである。また砕石粉の非晶質物質の化学組成は表-3に示すとおりである。この表から砕石粉は非晶質物質を含んでいることが明らかである。しかしこの量は土粒子の風化度の基

表-1 砕石粉の物理的性質

物理的性質 試料	強熱減量 (%)	比 重 Gs	比表面積 Ss (m ² /g)	液性限界 WL(%)	塑性限界 Wp(%)
砕石粉 No. 1	9.906	2.727	7.95	22.51	18.08
砕石粉 No. 2	9.787	2.737	14.38	24.62	20.02

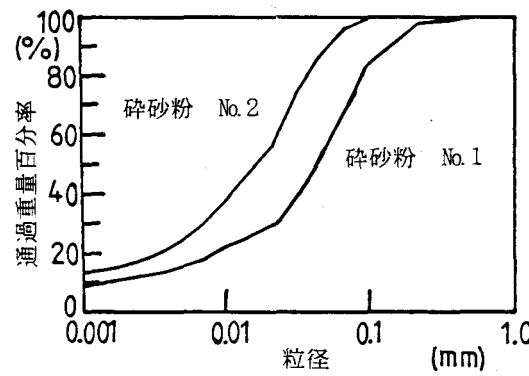


図-1 粒度分布曲線

Yorimichi KUBOI, Kazuhiko NISHIDA

準から判断すると少ない。なぜなら、碎石粉は岩石を機械的に破碎してできたものであるから、結晶鉱物の量が多いと考えられる。ただし、強熱減量を結晶水と考え、これを非晶質物質質量に加えるとその量は多くなる事がわかる。

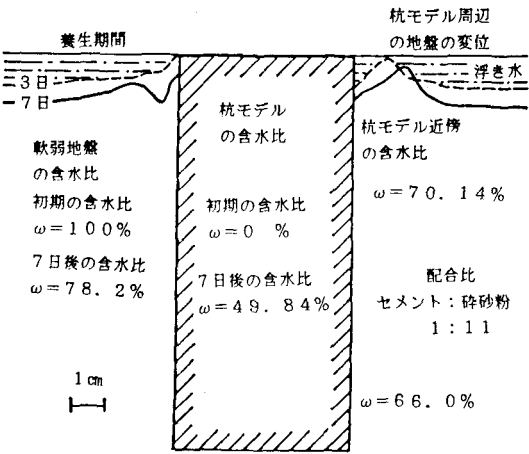
表－2 硬質砂岩の化学成分

化学成分 (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	その他	合計
硬質砂岩	55.11	11.91	5.01	10.61	2.34	15.02	100

表－3 砕砂粉の化学的性質

非晶質物質 (%)	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	合計	Al ₂ O ₃ / SiO ₂ 比
試料					
砕砂粉 No. 1	5.53	3.48	5.20	14.21	0.669
砕砂粉 No. 2	5.81	4.38	5.16	15.35	0.849

杭モデル周辺の含水比と軟弱地盤モデルの経時変化について1例を図－2に示す。今回の軟弱地盤モデルに用いたカオリンは層状構造を有しているが、その層間隙に水を保持する能力が小さい性質がある。このためカオリンと水とが分離しやすいということが知られている。したがって、ブリージング試験の結果軟弱地盤モデルの含水比は 100 % の状態から7日後に含水比 78 % まで低下している。しかし杭モデル近傍で含水比はその値に比較して 10 % 以上低下していることが明らかである。この理由は、杭モデルが水分を含まない粉体材料で製作されたものであるから、杭モデル周辺地盤内の水分を吸収したためである。また砕砂粉は均質で粒度が小さくまた比表面積が大きいため保水能力が大きい。だから、杭モデル本体の含水比は杭モデルの材料である砕砂粉No.2の液性限界値に比較すると非常に高い値となっている。杭モデル周辺の地盤の変位は杭周辺で一度山のように盛り上がり、その後なだらかな勾配で下降している。そして養生の経過にもなって地盤の圧密が促進されていることが明らかである。

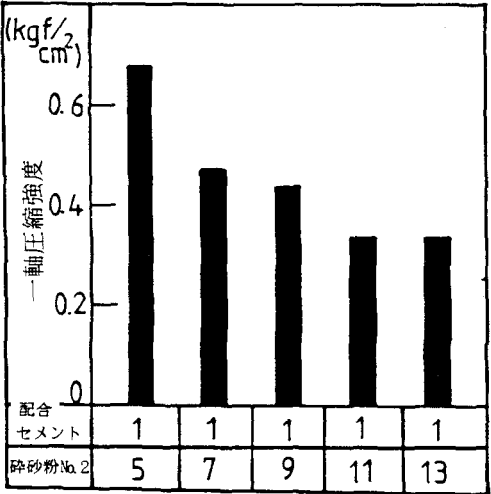


図－2 杭モデル周辺の含水比と地盤の経時変化

軟弱地盤内の杭モデルの強度については図－3に示すとおりである。この図から、杭モデルの強度はセメント量の多い供試体ほど大きいことが明らかである。そしてセメント量が 10 % 以上になると杭モデルの強度は大きな値となる。しかし上記杭モデルの含水比の値を考慮すると、杭モデルの供度は予想以上の値であると考えられる。今後、今回のデータを参考にしてさらに実験を進め、また実際の軟弱地盤材料で同様な実験を行なっていく予定である。

4. まとめ

- (1) 杭モデルとして予期した強度が得られた。そしてその強度はセメント比に比例する。
- (2) 杭モデルは水分を含まない粉体材料で製作されたものであるから、杭モデル周辺地盤内の水分を吸収するため、その結果、地盤の圧密効果を促進する。



図－3 養生期間 7 日の杭の配合と強度