

固化処理した砕石副産物の力学挙動に関する一検討 Mechanical Behavior of Crushed Stone By-Products Stabilized by Cement and Lime

○石元健太郎*・鈴木麻里子*・萱島直貴*・井上一哉*

Kentaro Ishimoto, Mariko Suzuki, Naoki Kayashima and Kazuya Inoue

1. 緒論

砕石や砕砂の製造過程では砕石脱水ケーキ等の副産物が産出される。砕石脱水ケーキは高含水比かつ低強度であるため、大部分は埋立て処分されており、埋立地の減少や処理費の問題が懸念される¹⁾。砕石資源の安定化への意識が高まる中、砕石副産物の発生抑制や循環的な利用は喫緊の課題である。本研究では、砕石脱水ケーキを土木資材として広く利用するため、固化材添加による砕石脱水ケーキの改良を提案する。締固め試験、一軸圧縮試験、ならびにスレーキング試験を実施し、固化処理した砕石脱水ケーキの特性について明らかにした。

2. 実験概要

本研究では、大阪府内の砕石工場で副産された砕石脱水ケーキ（写真1）を使用し、固化材として普通ポルトランドセメント、生石灰、消石灰の3種類を用いた。固化材の添加率は砕石脱水ケーキの乾燥重量に対する割合とした。固化材添加による砕石脱水ケーキの締固め特性や強度、ならびに長期的な安定性を検討するため、突固めによる締固め試験と一軸圧縮試験、スレーキング試験を実施した。

3. 結果と考察

3.1 締固め試験

各固化材を3%添加した砕石脱水ケーキの締固め試験結果を図1に示す。図中の黒点線はゼロ空気間隙曲線である。改良後の砕石脱水ケーキは最適含水比が湿潤側に移動し、乾燥密度が小さくなることが明らかになった。最大乾燥密度が低下し、最適含水比が上昇した原因として、固化材添加による細粒分の増加が考えられる。

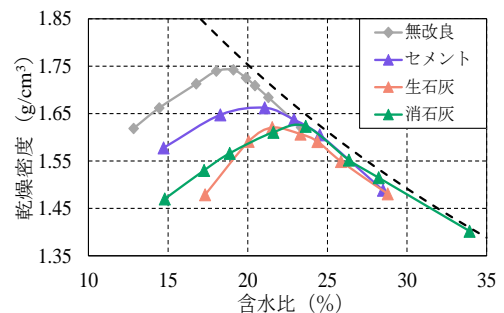


図1 締固め曲線
Compaction curve

3.2 一軸圧縮試験

固化材を3%添加した砕石脱水ケーキの一軸圧縮強度の経時変化を図2に示す。図中黒点線は第2種建設発生土の利用基準である。図より固化材の種類によらず、3日間の養生で第2種建設発生土の利用基準を満たす強度が認められた。また強度の伸びは、生石灰や消石灰に比べセメントで大きくなった。生石灰や消石灰はポゾラン反応により、セメントはエトリンガイトの生成により硬化するため、強度発現の差は硬

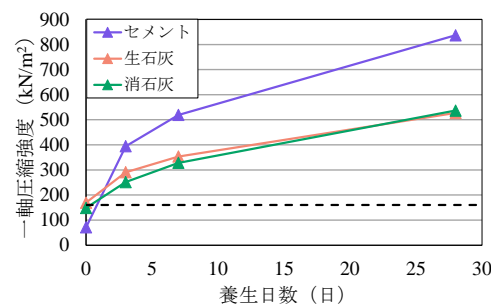


図2 強度の経時変化
The change of strength

*神戸大学大学院農学研究科：Graduate School of Agricultural Science, Kobe University.

キーワード：砕石脱水ケーキ，固化処理，締固め試験，一軸圧縮試験，スレーキング試験

化過程の違いによるものと考えられる。

次に、固化処理した碎石脱水ケーキの一軸圧縮強度と変形係数の関係を図3に示す。改良後、碎石脱水ケーキの強度と変形係数の間には強い相関が見られた。一般的に改良土では、変形係数と一軸圧縮強度は比例することが知られている。変形係数は、一軸圧縮試験により得られる強度とひずみから求められる。よって碎石脱水ケーキは、強度とひずみの関係において、その他の改良土と同様の傾向を有することが明らかになった。

3.3 スレーキング試験

スレーキングとは、土塊が乾湿の繰返しにより崩壊する現象である。本試験では24時間サイクルで乾湿を繰返し、供試体の経時的な変化を測定した。スレーキング試験前後の供試体の様子を図4に示す。供試体の崩壊状況から、無改良と比較して固化材による改良後は種類によらず、スレーキングへの抵抗性が高いことが明らかになった。また、各サイクル終了後のスレーキング残留率を図5に示す。図より、固化材種により残留率に大きな違いは認められなかった。液性限界を超える高含水比の試料土では、石灰による改良がセメント改良に比べスレーキングへの抵抗性は高くなる。しかしながら、本試験では石灰とセメントによる改良の違いが見られなかった。産出時の碎石脱水ケーキの含水比は24-29%と液性限界43%と比較して低い。液性限界以下の含水比では、スレーキングへの抵抗性の面で、石灰の消和反応とセメントによる固化反応に差がないと考えられる。

4. 結論

碎石脱水ケーキは固化材添加後、締固め曲線が右下に移動した。また、固化材の添加率を3%とすれば、種類によらず3日間の養生で第2種建設発生土の利用基準を満たした。長期的な安定性の面では、固化材を添加することで碎石脱水ケーキのスレーキングに対する抵抗性は大きくなった。しかしながら、固化材の種類による抵抗性の違いは見られなかった。強度や安定性の面で、固化材種によらず所定の改良効果を得られたことから、碎石脱水ケーキを土木資材として幅広く利用できる可能性が確認された。

参考文献：1) 竹下祐二，宇城真，尾島勇次，成田豊：水砕スラグ微粉により安定処理した碎石スラッジの地盤工学特性，土質工学会，51(4)，26-29，2003。

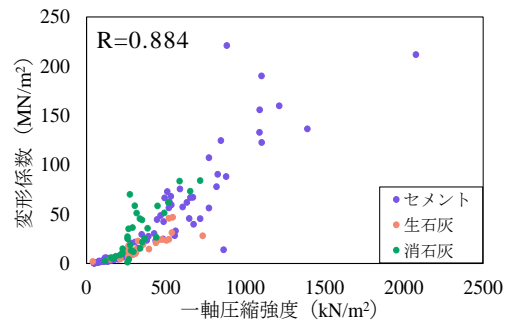


図3 一軸圧縮強度と変形係数の関係
Relationship between strength and deformation factor

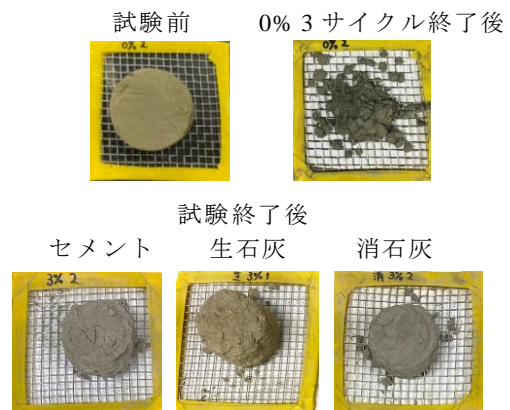


図4 スレーキング試験時供試体
Soil specimen in slaking

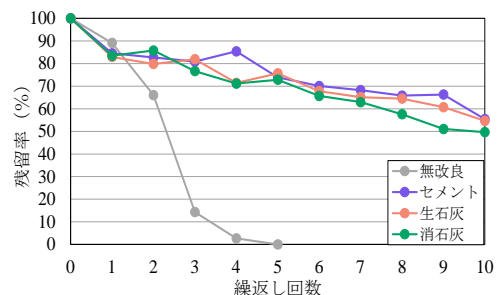


図5 残留率
Residual rate