

カキ殻の粒径が固化処理土の強度に与える影響

Effect of Oyster Shell Particle Size on Strength of Cementation Treatment Soil

八矢園子* ○金山素平**
Hachiya S.* and Kanayama M.**

1. はじめに

現在、農業農村工学・地盤工学分野において、環境保全や資源リサイクルなどの社会的関心が高まり、より環境負荷の少ない新たな材料を用いた地盤改良技術の実現が期待されている。本研究では、新しい土の固化処理技術の開発を目的とし、産業廃棄物として処理されるカキ殻の主成分である炭酸カルシウムに着目した。具体的には、カキ殻とリン酸を用いたリン酸カルシウム化合物の析出による土の固化処理を行い、使用するカキ殻の粒径が固化処理土の強度に与える影響を実験的に検討した。

2. 試験方法

本研究で使用した土試料は豊浦標準砂である。粒度が揃い、不純物が少ない豊浦標準砂は実験における誤差が生じにくいため採用した。カキ殻に関しては、岩手県陸前高田市の漁港のカキ剥き身作業施設から排出され、1年以上野積みされた殻を使用した。ハンマーを使用し殻を大まかに砕いた後、粉砕機により細かく粉砕した。粉砕後のカキ殻は、ふるい分けにより粒度をそろえた。本試験で使用した粒径は0.425~2mm(粒径大)と0.075~0.425mm(粒径小)の2種類で、試験条件によって使い分けた。上記の豊浦標準砂とカキ殻を四分法により混合したものを試験試料とした。また、リン酸は、林純薬工業(株)の試薬特級を蒸留水で希釈して使用した。試験条件をTable 1に示す。なお、ドレーンは、発生したガスによる供試体の破壊を抑制するために作製した。

本研究で行った試験は、1)カラムによる供試体の養生、2)養生に用いた供試体内の PO_4^{3-} 濃度、 Ca^{2+} 濃度、pH、電気伝導度 EC の測定、3)カラム試験で養生した供試体の一軸圧縮試験による強度定数評価、4)デジタル顕微鏡を用いた供試体の構造骨格の観察である。

3. 結果と考察

一軸圧縮試験の結果をFig.1に示す。最大の一軸圧縮強度は、第一実験の14日養生した供試体の67.1 kN/m²であった。応力-ひずみ曲線は、圧縮応力20 kN/m²を境界値とする傾向が見られた。20 kN/m²以上の強度を示した供試体においては、ほぼ一定の強度を示した後に徐々に強度が増大し、最大の強度を示すことが分かる。この二段階的な強度の増加は、供試体内部に弱部と強部が存在することを示すと考えられる。一方、20 kN/m²以下の強度を示した供試

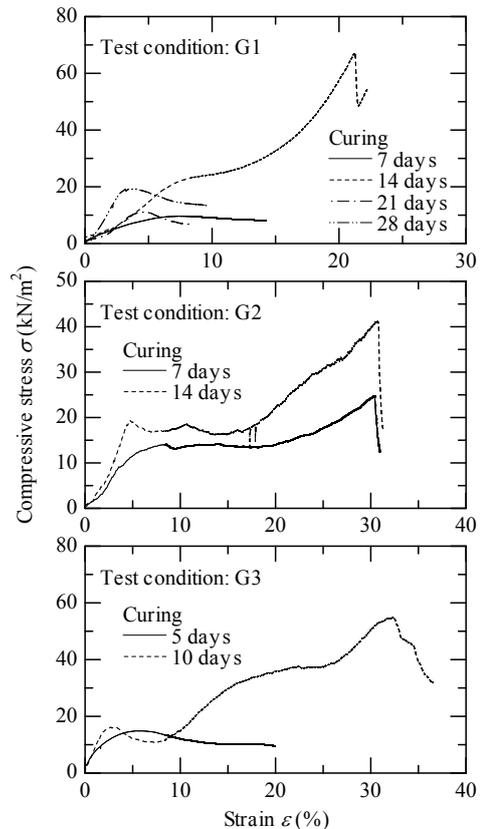


Fig.1 Unconfined compression test results of the specimens

Table 1 Test condition

	混合土 部分	ドレーン 部分	養生日数
第一実験 G1	カキ殻粒径 0.075-0.425 mm 質量混合比 0.3		7, 14, 21, 28
第二実験 G2		カキ殻粒径 0.425-2 mm 質量混合比 0.3	7, 14
第三実験 G3		カキ殻粒径 0.425-2 mm 質量混合比 1	5, 10

*山形県庁, **岩手大学農学部
*Yamagata Prefectural Government, **Faculty of agriculture, Iwate University
キーワード: カキ殻, 標準砂, リン酸カルシウム化合物, 一軸圧縮強度

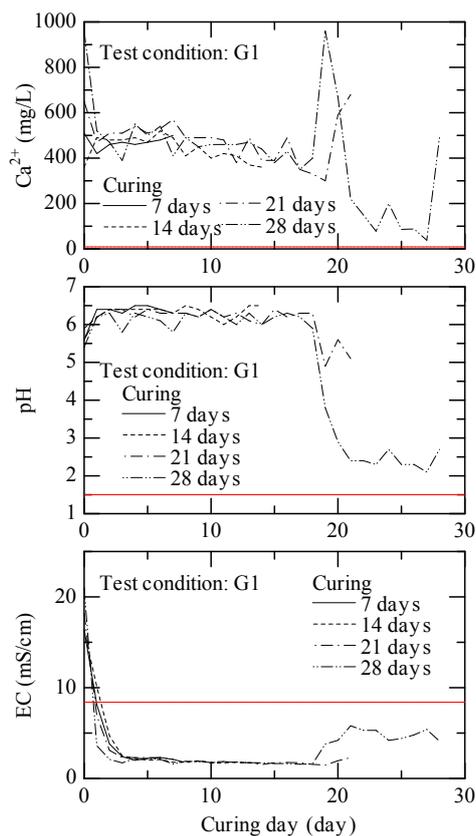


Fig.2 Variations of Ca^{2+} concentration, pH and EC in the column specimens under test condition G1

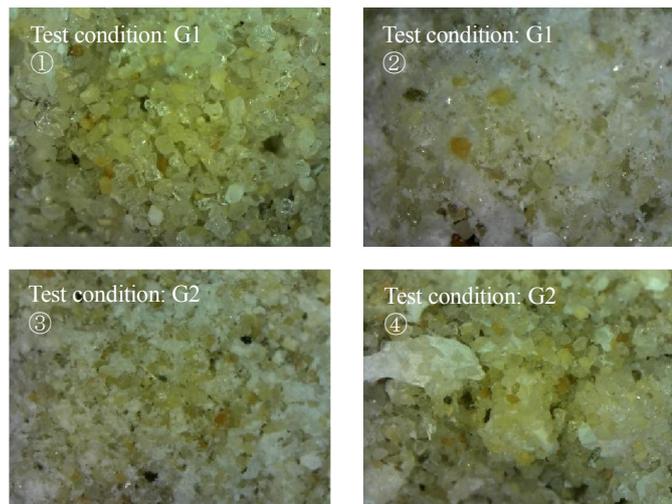


Photo.1 Picture of inside specimens under test condition G1 and G2

体においては、圧縮応力が最大値を示した後緩やかに減少する傾向を示した。本試験は固化処理を行っているため、養生日数の増加に伴い圧縮応力は増加すると考えられる。しかしながら、第一実験において21日および28日養生の供試体の圧縮応力は低下を示した。この原因は、化学反応により発生したガスが供試体内に滞留したためだと考えられる。リン酸水溶液を通水する度に発生するガスによって供試体に亀裂が生じ、養生日数の増加に伴う亀裂の拡大が供試体の圧縮応力の低下につながったと考えられる。

さらに、ガスが供試体へ及ぼす影響は、測定した各種濃度の変化からも確認することができる。Fig.2は第一実験の供試体の Ca^{2+} 濃度、pH、ECの測定結果である。この図において、19日以降の観測値がリン酸水溶液の初期値へ近づいていることが分かる。また、供試体の画像観察結果から、21日および28日養生の供試体内にガスにより生成した空隙が数箇所確認された。そのため、未反応のリン酸水溶液がその空隙から排出されたと考えられる。

Photo.1に供試体の観察画像を示す。①と②は第一実験の28日養生の供試体、③と④は第二実験の7日養生の供試体である。①、②はそれぞれ弱部と強部の画像であるが、リン酸カルシウム化合物の析出量に明確な違いがあり、②において多くの析出物が確認された。このことから、リン酸カルシウム化合物が多く析出している箇所は高い強度を有することが確認された。③は粒径小のカキ殻を養生した部分であるが、析出したリン酸カルシウム化合物が標準砂の間隙を埋めていることが分かる。一方、④は粒径大のドレーン部分であるが、粒径小のカキ殻の析出状況とは異なり、標準砂が粒径大のカキ殻に付着していることが分かる。③、④は固化の初期段階であるため今後の検討が必要であるが、粒径小のカキ殻では間隙を析出物によって埋めることで固化が進み、粒径大のカキ殻では隣接する砂粒子を付着し、大きな塊として固化が進むと考えられる。このことから、リン酸カルシウム化合物による土の固化メカニズムがカキ殻の粒径によって異なることが推察される。

4. まとめ

本研究では、使用するカキ殻の粒径が固化処理土の強度に与える影響を実験的に検討した。粒径小のカキ殻を養生した部分において、析出したリン酸カルシウム化合物が標準砂の間隙を埋めていることが分かった。一方、粒径大のドレーン部分において、粒径小のカキ殻の析出状況とは異なり、標準砂が粒径大のカキ殻に付着していることが分かった。粒径小のカキ殻では間隙を析出物によって埋めることで固化が進み、粒径大のカキ殻では隣接する砂粒子を付着し、大きな塊として固化が進むと考えられる。このことから、リン酸カルシウム化合物による土の固化メカニズムがカキ殻の粒径によって異なることが推察される。ドレーンの作製によってガスによる供試体の強度低下を軽減することができたが、ドレーン以外の方法も検討する必要がある。