

ホタテ貝殻を用いた地盤改良材の粒径と改良効果の関係について

八戸工業大学 学生会員 ○松永泰佑
八戸工業大学大学院 学生会員 苫米地学
八戸工業大学大学院 学生会員 佐藤雄太
八戸工業大学 正会員 金子賢治
八戸工業大学 フェロー会員 熊谷浩二

1. はじめに

これまで本研究室では、青森県で大量に発生するホタテ貝殻を大量に有効利用するために、ホタテ貝殻を用いた地盤改良材の開発を行ってきた¹⁾。これらの研究結果からホタテ貝殻から作製した地盤改良材は八戸ロームに対して生石灰とほぼ同程度の改良効果が見込まれる事がわかっている。青森県では大量のホタテ貝殻の利用方法を種々検討しており、地盤改良材としての有効利用についても注目されている。ホタテ貝殻の地盤改良材としての大量の有効利用を実用化するためには、ホタテ貝殻地盤改良材作製のコストを十分検討する必要がある。地盤改良材を作製する際には、ホタテ貝殻を粉砕し焼成する必要があるが、粉砕については粒径を細かくする程コストが増大する。本研究ではホタテ貝殻改良材の粒径と改良効果について一軸圧縮

試験および含水比試験を行って検討し、実用化する際にどの程度粉砕すれば良いか考察する。

2. ホタテ貝殻地盤改良材の作製

ホタテ貝殻の主成分は石灰石と同様の炭酸カルシウム (CaCO_3) である。ホタテ貝殻を粉砕し焼成することで酸化カルシウム (CaO) を作製する。まず、同一の粉砕機でホタテ貝殻を45分間粉砕した後、ふるい分けを行い所定のふるい以下の粒径の微粉末を採取し、電気炉で900℃により10時間焼成し CaO を作製する。焼成前後の質量を測定することで、電気炉で約10時間焼成することにより CaCO_3 が CaO に完全に変化することを確認している。なお、ホタテ貝殻地盤改良材の実用化に向けては、焼成時のコスト削減が必要不可欠であるが、今後検討することとし、本研究では粉砕・粒径について検討する。

3. 改良材の粒径と改良効果の関係

(1) 実験ケース

表-1に本研究で行った実験ケースを示す。ホタテ貝殻改良材の粒径は、2000 μm 以下、850 μm 以下、106 μm 以下の3種類を準備した。養生日数を1日、3日、5日、7日、21日として、参考のため改良しない土の試験も行った。改良材の添加率はすべてのケースで質量比5%とした。供試体は直径5cm×高さ10cmの円柱供試体とし、すべてのケースで6回の一軸圧縮試験および含水比試験を行い、6回の平均値からの差が大きい2つのデータを除いた4つのデータの平均値を用いて整理する。土質材料としては、八戸地域に広く堆積している火山灰質粘性土（高館ローム）を使用した。

(2) 供試体の作製

まず、乾燥し乱した425 μm 以下の高館ロームをホバード型ミキサーに投入し45%の含水比となるように水を加えて5分間混合する。次に、改良材を所定量添加し、均一になるように5分間混合した改良土で供試

表-1 実験ケース

ケース	粒径	養生日数
2000-1	2000 μm 以下	1
2000-3	2000 μm 以下	3
2000-5	2000 μm 以下	5
2000-7	2000 μm 以下	7
2000-21	2000 μm 以下	21
850-1	850 μm 以下	1
850-3	850 μm 以下	3
850-5	850 μm 以下	5
850-7	850 μm 以下	7
850-21	850 μm 以下	21
106-1	106 μm 以下	1
106-3	106 μm 以下	3
106-5	106 μm 以下	5
106-7	106 μm 以下	7
106-21	106 μm 以下	21

Key Words: ホタテ貝殻, 副産物の有効利用, 地盤改良

〒031-8501 八戸市妙字大開 88-1, TEL: 0178-25-8066

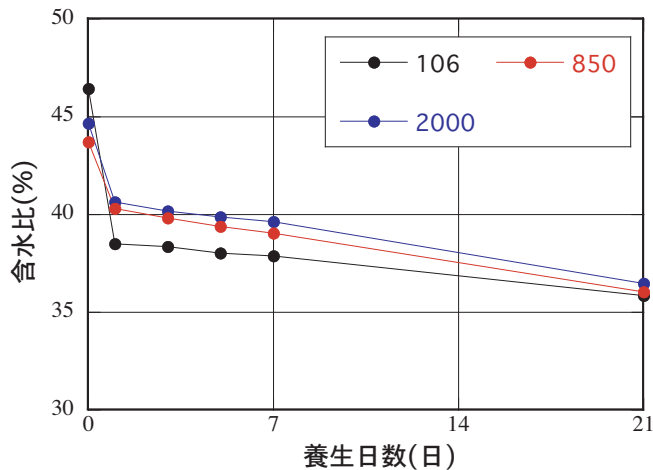


図-1 含水比結果

体を作製する。供試体作製方法は「JGS 0821 - 2009 安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」²⁾に準じて行った。供試体作製が終了した後、供試体から水分が抜けないよう密閉し、20℃±3℃に保たれた恒温室にて所定の時間空气中で養生した。

(3) 含水比試験結果

含水比試験の結果を図-1に示す。養生日数1日の含水比は、改良材の粒径が最も小さい106μmのケースが最も低下しており、粒径が小さい程初期の含水比の低下が大きいことがわかる。しかし、養生日数21日では、どの粒径でもほぼ同程度になっている。粒径が細かい改良材程水和反応の速度が速いが、養生日数が大きくなると粒径による影響は少ないことがわかる。

(4) 一軸圧縮強度試験結果

図-2に一軸圧縮試験結果を示す。どのケースにおいても改良前（養生日数0日）と比較して2倍以上の強度となっており、ホタテ貝殻地盤改良材の改良効果が確認される。また、粒径が小さくなる程、初期の強度増加が大きいことがわかる。また、粒径が大きいケース2000、850は養生日数が大きくなると他との強度の差が小さくなる。図-3に養生日数ごとの粒度と一軸圧縮強度の関係を示す。図中には最小二乗法により線形近似した直線も示しているが、養生日数が大きくなる程直線の勾配が緩くなり、ホタテ貝殻地盤改良材の粒径による影響が小さくなる。

以上より、ホタテ貝殻改良材の改良効果は、短期では粒径が細かい方が大きい。長期においては比較的粒径の影響は少ないことがわかる。ホタテ貝殻地盤改良材を利用した強度の発現メカニズムを整理すると、まず、CaOと土中の水の水和反応とそれに伴う発熱に

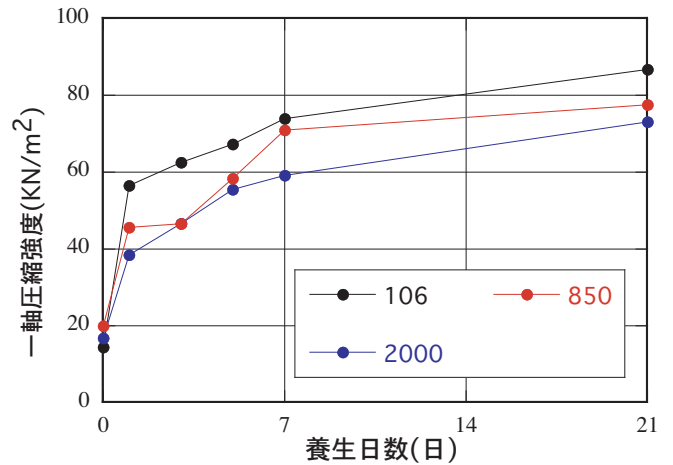


図-2 一軸圧縮試験結果

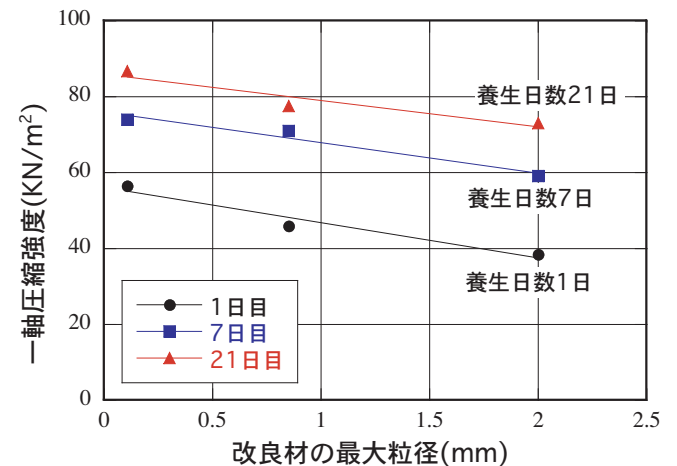


図-3 改良材最大粒径と一軸圧縮強度の関係

より含水比が低下する。次に、上記の水和反応により生成した水酸化カルシウムと土中のシリカやアルミナとのポズラン反応が進行し土粒子が安定し団結する³⁾。水和反応やポズラン反応の速度や量が改良材の粒径に影響されるため、このような結果になると考えられる。実用化に向けては短期強度が必要な特殊な場合を除いて2mm程度以下に粉砕すれば良いと思われる。

4. おわりに

本研究では、ホタテ貝殻地盤改良材の粒径と改良効果の関係について調べた。その結果、短期強度では粒径の影響が大きく細かい改良材の方が効果が大いこと、長期強度においては比較的粒径の影響が小さいことがわかった。今後、実用化に向けて焼成方法などについても検討を継続したい。

参考文献

- 1) 菊地・苔米地・佐藤・立花・金子・熊谷：ローム土の改良材としてのホタテ貝殻の有効利用，第8回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp.245-252，2009.
- 2) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，pp.426-434
- 3) 福岡正巳・村田清二・今野誠：新編土質工学，オーム社，2003.