

ホタテ貝殻と廃石膏ボードを用いた 八戸ロームの改良に関する研究

八戸工業大学 学生会員 ○苫米地学
八戸工業大学 学生会員 菊地優毅
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

青森県では年間約5万トンのホタテ貝殻が漁業系副産物として発生し、そのほとんどが野積みされたり破棄されている。また、建築材料として幅広く用いられる石膏ボードは、建設副産物として全国で約160万トン(2008年現在)発生している。これらは、不法投棄など環境上の問題となっており、循環型社会の構築に向けて、合理的なりサイクル方法の研究が進められている。これらの副産物を大量に有効利用するためには建設資材への利用が有効であり、運搬コストを考慮すると近隣地域で利用することが不可欠となる。本研究では、これらの副産物を地域で大量に有効利用することを目指して、ホタテ貝殻と廃石膏ボードを用いて青森県東部特有の八戸ロームの改良材を開発する。これらの副産物により作成した地盤改良材を用いた八戸ローム改良土の一軸圧縮強度について検討する。

2. 改良材の作成

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。石灰石から石灰安定処理に用いられる生石灰を製造する場合と同様に、ホタテ貝殻を粉砕し焼成することで酸化カルシウム(CaO)¹⁾を作成する。まず、粉砕機でホタテ貝殻を粉砕した後、 $106\mu\text{m}$ 以下のホタテ貝殻微粉末を採取し、焼成炉で約 900°C により3時間焼成して CaO を作成する。廃石膏ボードの主成分は二水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)であり、これは土中の水分と反応しないため、 200°C で焼成し水と反応しやすい半水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)として用いる。廃石膏ボードは表面の紙を取り除いた後、 2.5kg ランマーで粉砕し、ホタテ貝殻と同様に $106\mu\text{m}$ 以下の廃石膏ボード微粉末((写真-1)を焼成し作成した。

本研究では、これら2種類の微粉末を所定の割合で混合し八戸ローム改良材を作成した。

3. 改良材を用いた改良土の性質

(1) 試験概要

表-1に本研究で行った実験における改良材の添加率

を示す。添加率は土粒子の質量に対する改良材の質量により表している。ケース1~4は改良材の添加率の合計が5%とし、ホタテ貝殻と廃石膏ボードの混合割合を変化させている。また、ケース5はホタテ貝殻5%に加えて同質量の廃石膏ボードを混合した。

まず、乾燥した乱した八戸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、均一になるまで10分間混合した。

養生日数はすべてのケースにおいて0日(改良材なし)・1日・3日・5日・7日とし、それぞれの改良土に対して含水比試験と一軸圧縮試験を行った。なお、養生期間においては、供試体を密閉し乾燥を防止した。各ケースの実験において供試体をそれぞれ3つ作成し、次章における結果は3つの平均値により示している。

(2) 含水比試験結果

含水比試験の結果を図-1に示す。なお、ケース4とケース5については、現在実験中であり養生日数1日



廃石膏ボード微粉末 表面の紙

写真-1 廃石膏ボード

表-1 改良材の添加率

	添加率 (%)	
	ホタテ	石膏ボード
ケース1	5	0
ケース2	4	1
ケース3	3	2
ケース4	2.5	2.5
ケース5	5	5

までの結果のみ示している。縦軸は、各ケースにおいて改良材を添加する前の状態のローム土の含水比により正規化した値を示している。

養生日数1日の初期の含水比は、ホタテ貝殻のみを混合したケース1が最も低下しており、ホタテ貝殻の添加率が大きいケース程大きく低下している。ケース5はホタテ貝殻と廃石膏ボードをそれぞれ5%添加しており、ホタテ貝殻のみの場合より含水比は大きく低下している。養生日数が増えるにしたがって全ケースで含水比が低下するが、石膏ボードを添加したケース2, 3は同程度の低下である。

(3) 一軸圧縮強度試験

図-2に一軸圧縮試験結果を示す。含水比試験の場合と同様に、ケース4とケース5については、現在実験中であり養生日数1日までの結果のみ示している。同図の縦軸は各ケースにおいて改良材を添加する前の状態のローム土の一軸圧縮強度により正規化して示している。ホタテ貝殻のみを添加したケース1が、1日目から最も強度が上昇しているが、5日目以降からはほぼ一定となっている。なお、ケース1は、本文には示していないが比較のために行った生石灰改良土と同程度の強度が得られている。改良材の添加率を一定とした場合にはホタテ貝殻のみのケースと比較して廃石膏ボードを添加した場合には全般的に養生日数7日までの早期強度は低い。ホタテ貝殻に加えて廃石膏ボードも加えたケース2, 3, 4の結果から、養生日数が3日までの初期の強度は廃石膏ボードの割合が増える程上昇していることがわかる。ただし、ケース2, 3の結果より養生日数が5日以降の場合には廃石膏ボードの割合に関係なくほぼ一定の値となっているといえる。ケース5は、ホタテ貝殻のみのケース1に比べ一軸圧縮強度の増加が著しく、廃石膏ボードを添加することで強度が増加することは確認される。

4. 考察

ホタテ貝殻と廃石膏ボードを利用した地盤改良材による強度の発現メカニズムを整理すると、まず、酸化カルシウムと半水石膏が土中の水と反応する。酸化カルシウムの水和反応には発熱が伴い、この熱により水分が蒸発する。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ゾラン反応が進行し土粒子が安定し団結する。さらに、半水石膏の水和反応による二水石膏が加わる事により

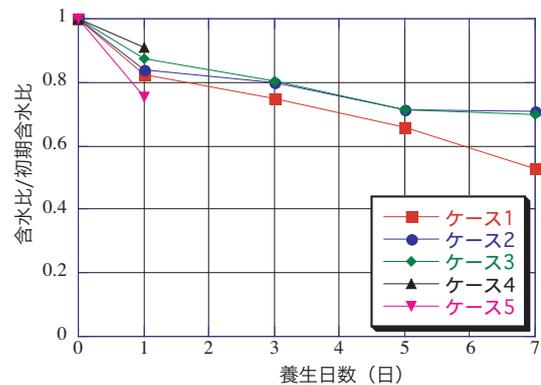


図-1 含水比結果

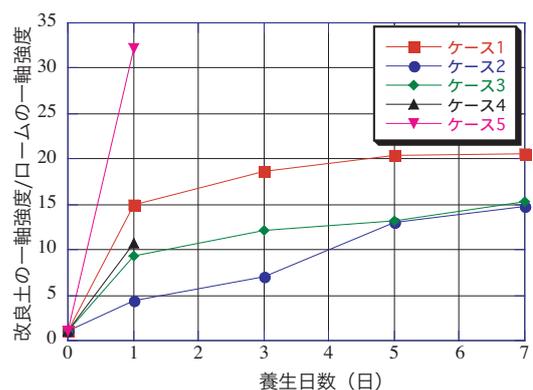


図-2 一軸圧縮試験結果

エトリンガイドが生成され、土粒子間を更に強固に団結する。ホタテ貝殻の添加率が大きい程初期の含水比の低下が大きいことや、一軸圧縮強度の養生日数による違いなどの本研究で行った実験結果は、このようなメカニズムの結果と説明可能であると考えられる。しかしながら、複雑な化学反応の結果としての強度発現であるので、2つの副産物の混合割合による違いなどの詳細については、さらに検討が必要である。

5. 結論

本研究では、ホタテ貝殻と廃石膏ボードを用いて作成した地盤改良材の改良効果について検討した。その結果、改良の効果が確認され有効利用の可能性を確認した。ただし、実用化に向けて混合割合などについては今後の課題である。また、これらの性質を利用した焼成しない場合の有効利用手法についても今後検討したい。

参考文献

- 1) 福岡正巳, 村田清二, 今野誠: 新編土質工学, オーム社, 2003.