

ホタテ貝殻を利用した酸性硫酸塩土の改良効果

石川工業高等専門学校 正会員 重松宏明
 石川工業高等専門学校 ○西木佑輔
 石川工業高等専門学校 池村太伸
 石川工業高等専門学校 杉野竜一

1. 緒言

黄鉄鉱 (pyrite, FeS_2) を有する地盤を大気にさらすと、たちまち黄鉄鉱と水・酸素は反応し、硫酸 (H_2SO_4) を生成する。このような土を「酸性硫酸塩土」と呼ぶ。黄鉄鉱の酸化に伴う硫酸の生成は、土質特性を大きく変化させ、場合によっては法面崩壊などの地盤災害を引き起こす原因にもなる。また、掘削された酸性硫酸塩土(ずり)をそのまま放置した状態で降雨などが浸透すると、浸透した水は硫酸イオン (SO_4^{2-}) を多く生成し強酸性水となり、周辺地域に広がり、地盤中の有害金属を溶出させる。そこで筆者らは、酸性硫酸塩土を改良するための1つの手段として、ホタテ貝殻の有効利用を検討した。貝殻は炭酸カルシウム (CaCO_3) を主成分とし、かつ容易に入手できることから、酸性硫酸塩土の改良には十分適していると思われる。本研究においては、酸性硫酸塩土とホタテ貝殻を混ぜ合わせるにより、貝殻のみでどの程度の改良効果が見込めるのかを一連の室内実験(一軸圧縮試験、液性・塑性限界試験、pH 試験)で確かめた。

2. 実験試料および供試体の作製条件

実験に用いた酸性硫酸塩土は、筆者らがこれまで酸性土の研究材料として用いてきた土と同じで、石川県河北郡津幡町北中条(石川高専近傍)の土取り場より採取した粘性土である。試料の酸性化の方法については、文献1)を参照されたい。ホタテ貝殻については、 350°C で15分間熱処理させた後、すり鉢にてすり潰したものをを用いた。貝殻の成分は、炭酸カルシウム 98.1%、石英 0.5%、炭酸マグネシウム 0.2%、その他 1.0%であった。強酸性に至った酸性硫酸塩土 ($\text{pH}=2.7$) に細かくすり潰したホタテ貝殻を所定の混入率(土の乾燥質量に対する貝殻の質量比)で混ぜ合わせた後、一定の乾燥密度になるように静的に締め固めて一軸圧縮試験用の供試体(直径 5cm, 高さ 10cm)を作製し、湿潤状態で所定の期間(0日, 7日, 14日, 28日)養生させた。なお、供試体の作製の際に含水比調整は行っていない。各貝殻混入率における供試体の含水比は、養生期間中ほぼ一定に保たれている。供試体の乾燥密度については、混入率 5.0%, および 2.5%が $1.32\sim 1.34\text{g/cm}^3$ の範囲に、混入率 0%は若干高めに設定したため、 $1.35\sim 1.36\text{g/cm}^3$ の範囲にある。

3. 結果と考察

ホタテ貝殻の中和処理としての効果を把握するために、各貝殻混入率における酸性硫酸塩土の pH の経時変化を調べた。図-1 に、pH の経時変化を示す。図より、混入率 5.0% の pH は、養生7日で7.2に達し収束していることから、中和処理としての効果が表れている。混入率 2.5%については、若干 pH の上昇は認められるものの、中和処理としての効果はあまりない。混入率 0%については、養生期間中ほとんど変化がない。

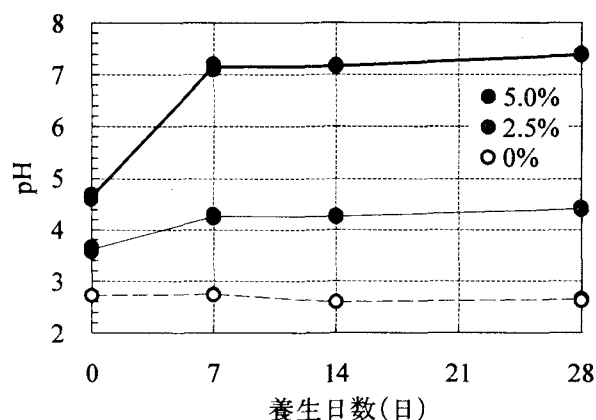


図-1 pHの経時変化

各貝殻混入率における酸性硫酸塩土のコンシステンシー限界を把握するために、液性・塑性限界試験を実施した。

図-2 に試験結果を示す。液性限界は混入率 5.0%と混入率

2.5%の間ではほとんど差がなく、混入率 0%よりも 20%近く大きな値を示している。また、塑性限界についても同様に、混入率 5.0%, 2.5%の間ではほとんど差がなく、混入率 0%よりも 10%近く大きな値を示している。貝殻には従来より保水性があることで知られている。したがって、このことがコンシステンシー限界を大きく変化させた要因ではないかと思われる。また、各混入率における液性限界と塑性限界の経時変化はほとんどない。

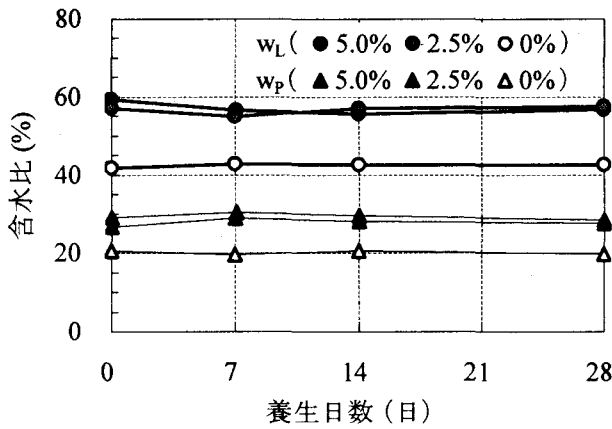
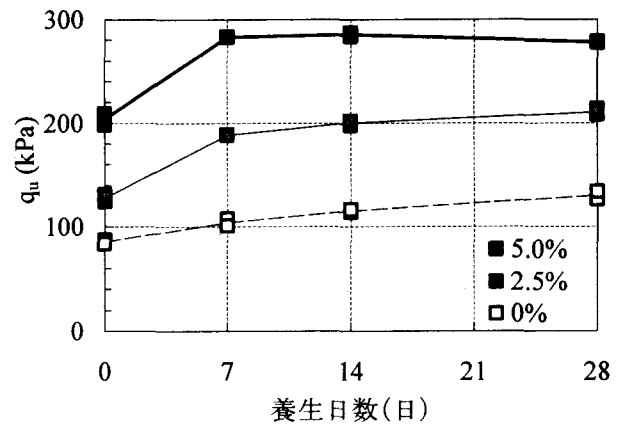
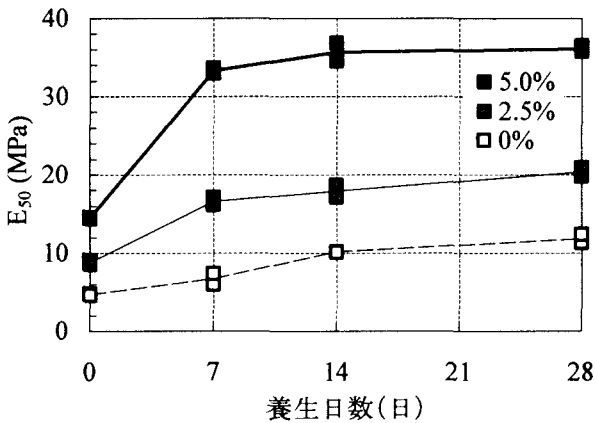


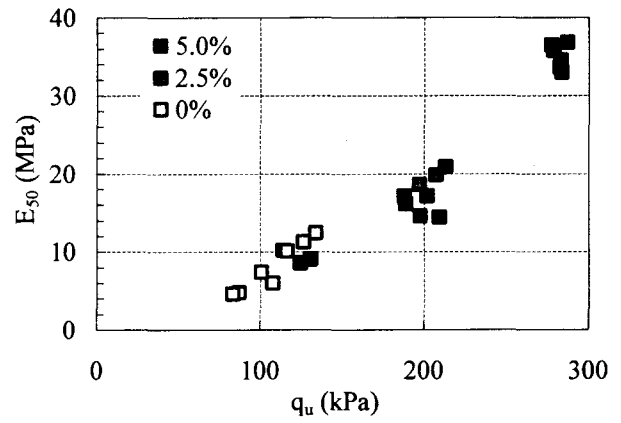
図-2 コンシステンシー限界の経時変化



(a) 一軸圧縮強度の経時変化



(b) 変形係数の経時変化



(c) 一軸圧縮強度と変形係数の関係

図-3 一軸圧縮試験の結果

ホタテ貝殻の安定処理としての効果を把握するために、2. で作製した供試体について一軸圧縮試験を実施した。図-3に、各貝殻混入率における酸性硫酸塩土の一軸圧縮試験の結果を示す。(a)より、一軸圧縮強度は混入率5.0%、2.5%ともに養生7日で当初の1.5倍程度の強度増加が認められる。しかしながら、建設材料として適用できるまでには至っていない。混入率0%については、貝殻を混入していないに関わらず、若干の増加傾向にある。この理由として、強酸性に至った酸性硫酸塩土には水溶性カルシウム (S_{Ca}) と水溶性マグネシウム (S_{Mg}) が多く生成されており²⁾、これらが土粒子と土粒子の結合に何らかの影響を及ぼしていると思われる。(b)より、変形係数については一軸圧縮強度の場合と同様に混入率5.0%、2.5%ともに養生7日までに顕著な増加傾向が認められ、その後収束している。また、混入率0%についても若干の増加傾向にある。さらに、(c)より、変形・強度特性の対応性がきちんと取れていることがわかる。

4. 結言

本研究で行った試験結果から、以下のような知見が得られた。

- ① 混入率5.0%で酸性硫酸塩土の中和処理としての効果が認められた。
- ② 酸性硫酸塩土に貝殻を混ぜ合わせた場合、液性限界と塑性限界の値は大きくなる。この理由として、貝殻の保水性が影響していると思われる。
- ③ 一軸圧縮強度については、混入率5.0%、2.5%ともに養生7日で当初の1.5倍程度の強度増加が認められたものの、建設材料として適用できるまでには至っていない。

参考文献

- 1) 重松宏明・東真吾・池村太伸・澤本洋平・林宗平・能澤真周・八嶋厚：黄鉄鉱に起因する酸性化が粘性土の土質特性に及ぼす影響評価，土木学会論文集（印刷中）
- 2) 重松宏明・池村太伸・東 真吾・澤本洋平・川端将仁・能澤真周：黄鉄鉱の酸化に伴う硫酸の生成が粘性土地盤の土質特性に及ぼす影響，第40回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.299-300，2005。