

Ⅲ－８ 遠心力载荷試験のための地盤材料の化学的風化手法に関する研究

○岩手大学工学部 学生員 今野 元気
 岩手大学工学部 正会員 大河原正文
 北海道大学工学部 フェロー 三田地利之

1. はじめに

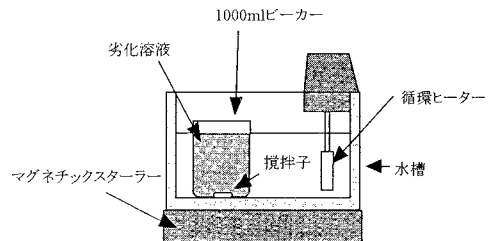
遠心力载荷試験とは、遠心力を利用して縮小模型地盤に実物と同じ応力状態を再現させる試験であり、応力状態に依存することの多い様々な地盤挙動の予測・検証に威力を発揮している。本試験の利点は、経費と労力のかかる実大規模の模型地盤を作る手間が省けることや、模型地盤に大きな遠心加速度が作用するため圧密や透水に要する時間が大幅に短縮されるなど様々である。

ところで、圧密など数年から数十年に亘る長期的現象では、実地盤がおかれている自然環境下では酸性雨などの影響を受けて地盤の劣化がしばしば進行している。筆者らは、これら地盤－水の相互作用、すなわち化学的風化作用による地盤劣化を遠心力载荷試験に取り入れるために、模型地盤劣化装置¹⁾とそれを搭載可能な遠心力载荷試験装置^{2)、3)}を試作・改良してきた。

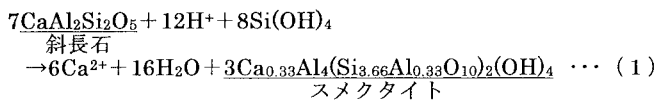
本研究では、模型地盤の劣化手法を確立するための基礎的研究として、主要造岩鉱物である斜長石の変質方法について検討したので報告する。

2. 試料および実験方法

試料は、Ca成分を多く含む斜長石（灰長石）である。斜長石は、花崗岩など我が国に広く分布している岩石の主要成分で、風化によって粘土鉱物等に変質する。(1)式は、斜長石が粘土鉱物（ス멕タイト）に変質することを示す化学反応式で、副産物としてCaSO₄（石膏）が生成される⁴⁾。



図－1 実験装置の概要図



本研究では、(1)式の反応を生じさせることを目標にした。すなわち、試料を鉄乳鉢で粉砕して74μmの篩いを通過させ、粉砕された試料5gをpH調整された劣化溶液(1)の入ったビーカーに入れ、所定の時間攪拌しておいた。なお、上式のSi(OH)₄は、溶液中ではSi⁴⁺と4OH⁻に分離していると考えられるため、実験ではSi(OH)₄の代わりに粉末のケイ素(Si)を使用し、OH⁻は溶液から供給されると判断した。

表－1 試験条件

条件	1	2
pH	3,5,9,11	1,13
設定温度(℃)	25	40
反応時間(h)	120	74
溶存酸素濃度(mg/l)	7	4.5

試験条件を表－1に示す。条件1は、溶液の温度を室温程度に調節した実験であり、条件2は、溶液の温度が40℃で、しかもpHを強酸性もしくは強アルカリ性に行っている。条件1に比べ条件2は、かなり過酷な条件設定となっている。溶液のpH調節は、硫酸と水酸化ナトリウムを用いた。硫酸を用いた理由は、SO₄²⁻が上式のCa²⁺と反応してCaSO₄（石膏）を生成させることを促すためである。なお、反応時間は過去の実験結果⁵⁾をもとに条件1では120時間、条件2では72時間とした。実験手順の流れを図－2に示す。

実験結果

3.1 pH の測定結果

図-3 に pH の経時変化を示す。初期 pH が強酸性である pH1, 3 および強アルカリ性の pH13 では、pH の変化はほとんど認められなかった。これに対して pH5, 9, 11 では、pH の値は中性に向かって変化している。

3.2 X 線回折分析結果

図-4 は、斜長石にケイ素を混ぜただけの未処理混合試料と、実験後の混合試料の XRD 分析結果である。pH13 試料では、ケイ素の溶解は見られたものの、それに次ぐ新しい鉱物（粘土鉱物）の生成は認められなかった。また、その他の条件においても混合試料の

X 線回折結果に大きな変化はみられなかった。

3. 考察およびまとめ

pH 変化が認められた弱酸性(pH5)と弱アルカリ性(pH9,11)の試料は、いずれも中性に向かって変化している。斜長石の変質過程を示した化学反応式 ((1) 式) から、 H^+ と OH^- のモル比をもとにス멕タイトへの変質が進行する pH を算出すると 7.2 となる。溶液の pH が中性に向かって変化しているといった今回の実験結果は、斜長石のス멕タイト化が途上であった可能性を示唆するものである。また、強酸性と強アルカリ性の溶液では、ほとんど pH の変化が見られず、XRD 分析の結果でも単にケイ素が溶解 (pH13) しただけであった。この結果は、斜長石の化学反応が H^+ もしくは OH^- の供給が一方に偏っている溶液中ではほとんど進行しないことを表している。

今後の課題

今後は溶存酸素濃度やバクテリアなど、その他の実験条件を検討する予定である。また、遠心力载荷試験では、劣化溶液が遠心力に応じた流速で模型地盤中を流下する。よって、今回のようなビーカーを使った閉鎖系の実験から、劣化溶液を透水させる開放系の実験へと切り替えることが必要である。

<参考文献>

- 1) 田中俊成, 大河原正文, 阿部壽敬: 遠心力载荷試験のための地盤劣化装置の試作, 土木学会東北支部技術発表会, pp.314-315, 1999
- 2) 大河原正文, 三田地利之, 佐野彰: アーム可動型遠心力载荷実験装置の開発, 土木学会東北支部技術発表会, pp.284-285, 2001
- 3) 大河原正文, 三田地利之, 梶原大輔, 工藤豊, 中村晃輔, 佐野彰: 遠心模型実験における模型地盤内の加速度分布に関する実験的検討, 土木学会北海道支部論文報告集, pp.510-513, 2003
- 4) 地盤工学会北海道支部, 「岩盤崩落の機構解明と計測技術に関する研究委員会」: 斜面崩壊の発生機構と計測技術, 226 p. 2000
- 5) 早川謙吾, 大河原正文: 遠心力载荷試験のための模型地盤材料の劣化速度に関する研究, 土木学会東北支部技術発表会, pp.312-313, 2000

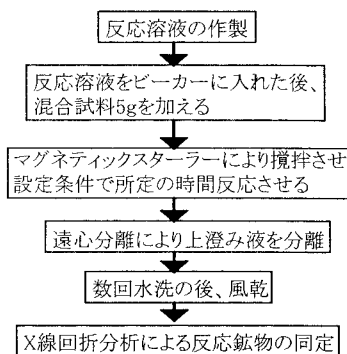


図-2 溶解実験の流れ

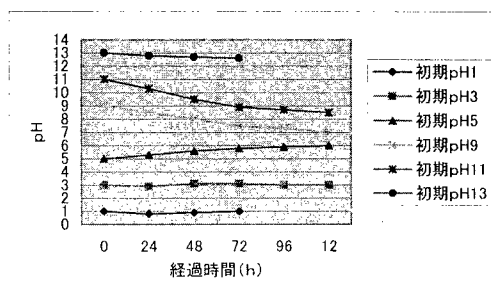


図-3 pH の経時変化

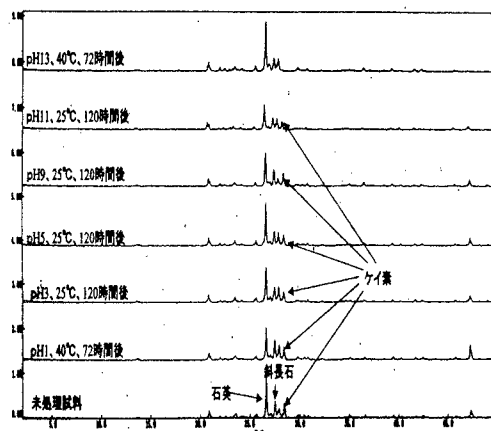


図-4 混合試料のX線回折結果