

## Ⅲ-A3

## 掘削土の酸化速度に関する一考察

西松建設(株)技術研究所 正会員 平井 裕二\*  
 西松建設(株)技術研究所 正会員 斎藤 顕次\*  
 日本大学理工学部 門井 守夫\*\*

## 1. はじめに

日本には、掘削すると強酸性を示す土が存在し、これによる構造物等への被害も数多く報告されている<sup>1)</sup>。この原因は、硫黄酸化細菌および鉄酸化細菌による硫酸イオンの生成や硫化鉄の空気酸化によるものと報じられている<sup>2)</sup>。そこで筆者らは、日本に存在する強酸性土の化学的特性を把握し、これらを中和するため添加剤やその量について調査することを目的に実験を行ってきた<sup>3)</sup>。

本報告では、掘削土の酸性化に密接に関係している含水比および粒子径の違いがpHにどのような影響を及ぼすのかについて検討した。また、強酸性の原因について調査するため、試料中の硫黄酸化細菌および鉄酸化細菌の存在確認も行った。

## 2. 実験概要

試料には、福島県沿岸より採取した浚渫土を用いた。この浚渫土は、宮城県南部から福島県北部に広く分布する泥岩であり、新第三期鮮新世大年寺層から採取したものである。その特性を表-1に示す。

土の含水率を変えた実験では、2mmふるいを通過した試料を含水率35%～55%に調整し、温度20℃、湿度85±5%の恒温恒湿槽に放置して、時間経過に伴うpH変化を測定した。

土の粒子径を変えた実験では、20mm以下の粒子径を3段階に分け、温度20℃、湿度85±5%の恒温恒湿槽に静置して、時間経過に伴うpH変化を測定した。なお、含水率を一定に保つため、含水率および粒子径の実験では蒸発した水分は随時補給することとした。また、いずれのpH測定とも、地盤工学会基準に基づき行った。

硫黄酸化細菌および鉄酸化細菌の存在確認では、まず、表-2,3に示すSanterらの硫酸酸化細菌 *Thiobacillus novellus* 用培地200mlに対し、掘削土をそれぞれ20gずつ加えて浸透培養した。つぎに、この培養液5mlを滅菌したピペットで採取後、遠心分離器(2,000rpmで10min)で掘削土を分離させ、上澄み液を抽出した。硫黄酸化細菌の存在確認は、上澄み液のpHを測定し行った。鉄酸化細菌の存在確認は、この液をさらに400倍希釈し、10mM KSCNを1:10の割合になるように加えた後、分光光度計(460nm)を用いて、上澄み液に含まれるFe(III)濃度を測定し行った。

## 3. 実験結果および考察

## 1) 含水比の違いによるpH変化

図-1は、含水率を35%～55%に設定し、時間経過に伴うpH変化を調べた結果である。図から、時間経過とともに各含水率とも、pHが低下している。とくに酸性化は、含水率が大きいほど遅い傾向にあるが、含水率35%は40%に比べ酸性化が遅く、現象が逆転し

表-1 試料の特性値

| 項 目   | 数 値          |
|-------|--------------|
| 塩素イオン | 24512.5mg/kg |
| 硝酸イオン | 310.6mg/kg   |
| 硫酸イオン | 5450.0mg/kg  |
| 電気伝導度 | 2.2 S/m      |
| 含水率   | 31.1 %       |

表-2 硫黄酸化細菌用培養液

| 培 養 液                                                            |         |
|------------------------------------------------------------------|---------|
| NH <sub>4</sub> Cl                                               | 0.5g    |
| MgSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O                             | 0.8g    |
| Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ・5H <sub>2</sub> O | 8.0g    |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                                  | 4.0g    |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                                  | 4.0g    |
| Metal Mixture                                                    | 10ml    |
| イオン交換水                                                           | 1,000ml |
| 酵母エキス                                                            | 0.3g    |
| pH                                                               | 6.8～7.2 |

表-3 鉄酸化細菌用培養液

| 培 養 液                                               |         |
|-----------------------------------------------------|---------|
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>     | 0.3g    |
| KCl                                                 | 0.01g   |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                     | 0.05g   |
| MgSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O                | 0.05g   |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ・H <sub>2</sub> O | 0.001g  |
| FeSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O                | 66.5g   |
| イオン交換水                                              | 1,000ml |
| pH                                                  | 2.0     |

Key Words 土、酸化、含水率、粒子径、硫黄酸化細菌、鉄酸化細菌

\*〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL 0462-75-1135 FAX 0462-75-6796

\*\*〒100-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-8 TEL 03-3259-0825 FAX 03-3259-0825

ていた。

以上の結果から、本掘削土は含水率が40%と、採取時の31%より約10%多い場合にpHの低下が最大になることが分かった。また、含水率が多いほどpHの低下が遅れた原因については、過剰な水分が存在すると、土粒子表面に厚い水膜が形成され、空気との接触面積が小さくなるためではないかと考えられる。

## 2) 土粒子径の違いによるpH変化

図-2は、土粒子を20mm以下の粒子径に3段階に分け、時間経過に伴うpH変化を調べた結果である。図から、粒子径が小さくなるにつれ、酸性化が速くなっている。また、pH曲線は、2mm以下の場合が21日目以降、10~2mmでは28日目以降でほぼ一定となっているが、20~10mmは30日経過してもpHが低下している。つまり、この現象は、粒子径が大きいほど中心部分まで酸性化に時間がかかってしまうことが原因と考えられる。

## 3) 硫黄酸化細菌および鉄酸化細菌の存在確認実験

図-3、4は、硫黄酸化細菌および鉄酸化細菌の存在について確認した結果である。図-3より、pHは時間経過とともに変化していないことから、硫黄酸化細菌の存在は確認されなかった。一方、図-4からFe(III)濃度が5日目から急激に増加し、9日目以降で一定化していることが分かる。つまり、鉄酸化細菌の存在は確認されが、5日が経過しないと大幅な増殖はしなかった。

## 4. まとめ

本実験では土の含水率、粒子径の違いによるpHへの影響および硫黄酸化細菌や鉄酸化細菌の存在確認実験を行った。その結果、以下のことが分かった。

- ・酸性化速度は、含水率が高いほど遅い傾向にあるが、含水率40%は35%に比べ酸性化が速かった。また、含水率が高いほど酸性化が遅くなる原因は、水分が過剰に存在すると土粒子のまわりに水膜が厚く形成されるためと考えられる。
- ・土粒子径が大きいほど、酸性化が遅かった。この原因は、粒子径が大きいほど中心部分までの酸性化に時間がかかるためと考えられる。
- ・硫黄酸化細菌は存在していなかったが、鉄酸化細菌の存在は確認された。しかし、鉄酸化細菌が急激に増加したのは5日目以降だったため、加水直後から掘削土のpH低下が生じている含水率40%の場合、鉄酸化細菌が酸性化の主要因とは断定できなかった。

今後は、酸性化の原因が微生物による影響か、それとも空気酸化によるものなのかを明らかにし、酸性土の中和に適した薬剤やその添加量について検討していきたいと考えている。

(参考文献)

- 1) 例えば、落合ら:硫酸イオンを含む地盤における基礎住宅、土と基礎、Vol. 36 No. 6, 45-50, 1986
- 2) 例えば、石坂:酸性泥岩の化学的特徴について、神奈川県温泉地学研究所報告、Vol. 24 No. 2, 1-26, 1993
- 3) 平井ら:酸性土の中和に関する(その1)酸化条件の違いが土のpHに及ぼす影響、第32回地盤工学研究発表会、1997

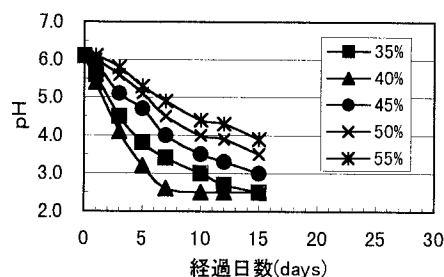


図-1 含水率の違いによるpHの変化

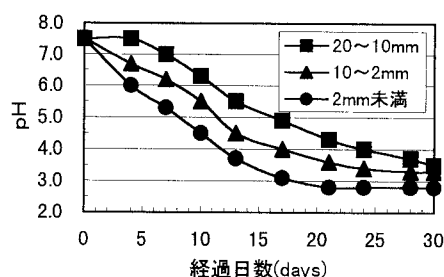


図-2 粒径の違いによるpHの変化

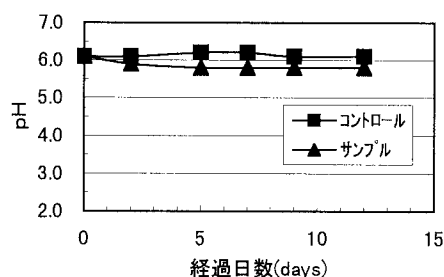


図-3 硫黄酸化細菌の存在確認実験

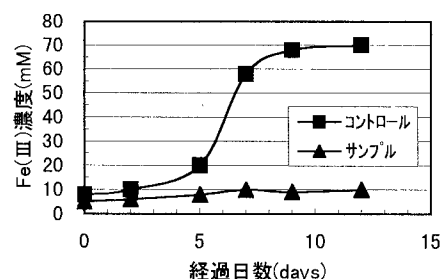


図-4 鉄酸化細菌の存在確認実験