

軟弱粘土の安定処理のための土壌微生物の作用

京都大学 工学部 松尾新一郎、○嘉門雅史、堀 賢治

1. はじめに

軟弱粘土の安定処理は、近年では二次公害が生じない手法や産業廃棄物の有効利用をはかる手法など、社会的な不利益を起こさないことを主目的とする手法が肝要となってきた。著者らはこれまで軟弱粘土の工学的性質に及ぼす微生物の影響の解明に取り組んでいるが、せん断強度の増大効果、圧密特性の改善効果など、土質工学上有利な作用が明らかになっている。<sup>1)</sup>このような生化学的な安定処理手法は、自然の生態系そのものを用いるものであるから土へ及ぼす作用は緩速のものであり、かつ環境への影響も安定処理の適用の前後でほとんど不変のものといえるだろう。しかしながら、軟弱粘土に及ぼす微生物作用のうちでも大きな特質の1つであるガス発生についてはほとんど等閑視されてきた。ガス発生は微生物作用を土質安定に応用する場合、その対処の仕方に応じて有利にも不利にも作用するものと予想される。そこでここでは、微生物の代謝活動によるガス発生特性を基本的に明らかにし、ガスによる空けきの増大が直接的に影響する透水性の変化について実験的に検討している。

2. 実験の方法

試料として大阪南港粘土を用いたが、試料中には貝殻分を多量に含んでいるので、420 $\mu$ mふるいで水洗し、通過分を実験に供した。物理性の諸元は $LL=88.8\%$ 、 $PL=31.5\%$ 、 $G_s=2.712$ 、5 $\mu$ m以下の粘土分25.4%である。微生物の栄養源は $(NH_4)_2SO_4$ 、 $KH_2PO_4$ をそれぞれ0.1% (炉乾燥試料重量当り)、炭素源としてショ糖を0.1、0.5、1.0、2.0%の添加とした。また、微生物源として京都大学構内の庭土のけん濁液を炉乾燥試料重量1Kgに対して10mlの割合で添加した。初期含水比は $LL$ の1.5倍の130%、2.0倍の180%の2種類として、20 $^{\circ}C$ で養生した。実験項目は次のとおりである。①ガス発生特性——圧力変換器を装備したステンレス容器に

試料を入れて密閉し、3時間間隔での発生ガス圧の変化を調べた。容器は密閉されているので嫌気性条件であり、発生ガス圧から発生ガス量を換算することができる。②透水特性——養生期間7日の試料の透水性の変化を密閉条件 (嫌気性)、非圧密で検討した。透水試験は水位差を空気圧で与える定水位試験によって行った。<sup>2)</sup>

3. 実験の結果と考察

①ガス発生特性——発生ガス圧の変化は図-1、2のとおり

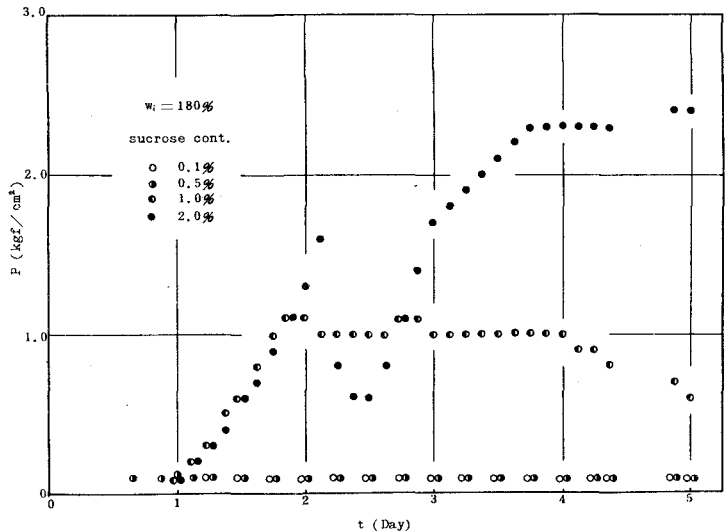


図-1 発生ガス圧

MATSUO, Shin-ichiro, KAMON, Masashi and HORI, Kenji

である。炭素源を多量に添加した試料(1.0%、2.0%)ではかなりの圧力(1~3kgf/cm<sup>2</sup>)が発生している。容器内は嫌気的条件として、発生ガス圧(最大値)から発生ガス量を求めた結果を表一1に示した。微生物の嫌気性代謝による発生ガスはメタンガスCH<sub>4</sub>と炭酸ガスCO<sub>2</sub>が等量ずつ生じるとされている。<sup>3)</sup>発生ガス量は測定された最大ガス圧値から溶存ガス量と空げき中のガス量の総和として換算したものである。ショ糖の添加量の多

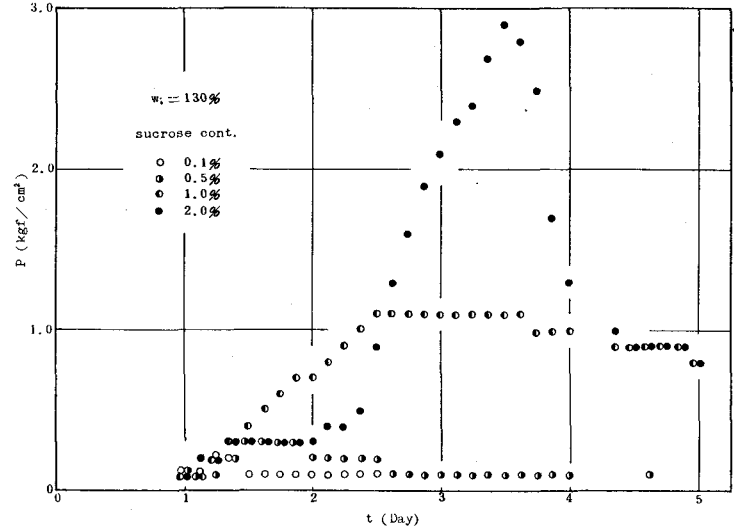


図-2 発生ガス圧

表-1 発生ガス量 (0°C、1気圧)

い試料では、発生ガスのために試料中に多数の空げきがとじ込められているのが観察された。(2)透水特性—透水試験の結果は表-2に示した。炭素源の少量添加(0.1%添加)では透水性にほとんど変化はないが、多量のショ糖添加(1.0%添加)では透

| sucrose cont. (%) | w <sub>i</sub> =180%     |        | w <sub>i</sub> =130%     |        |
|-------------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|
|                   | P (kgf/cm <sup>2</sup> ) | V (ml) | P (kgf/cm <sup>2</sup> ) | V (ml) |
| 0.1               | 0.1                      | 5      | 0.2                      | 11     |
| 0.5               | 0.1                      | 5      | 0.3                      | 16     |
| 1.0               | 1.1                      | 59     | 1.1                      | 58     |
| 2.0               | 2.4                      | 129    | 2.9                      | 153    |

(注) 試料の体積は150ml  
Pは発生ガス圧の最大値

水係数が1オーダー増加して、著しい透水性の改良効果がみられている。

表-2 透水試験の結果

発生ガスによる圧力は無視しえない大きさのものであることが判明した。これをコントロールすることが可能となれば、今後、圧密促進など土質安定にも利用す

| sucrose cont. (%) | P (kgf/cm <sup>2</sup> ) | w <sub>i</sub> =180%  | w <sub>i</sub> =130%  |
|-------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |                          | k (cm/min)            | k (cm/min)            |
| 0.0               | 1.0                      | 2.86×10 <sup>-5</sup> | 2.92×10 <sup>-5</sup> |
| 0.1               | 1.0                      | 3.22×10 <sup>-5</sup> | 2.81×10 <sup>-5</sup> |
| 1.0               | 0.5                      | 3.34×10 <sup>-4</sup> | 2.23×10 <sup>-4</sup> |

(注) Pは透水試験の水頭差

ることが考えられる。また、透水性の向上は、ガス発生による多数の空げきが水みちとなったことに起因しており、微生物の代謝活動によって生じる土粒子のベッド化作用に基づく透水性の改良効果より相対的に大きいものと思われる。

#### 4. おわりに

微生物によるガス発生特性およびそれに関連して透水特性についての検討結果を示したが、ガス発生に基づく地盤の変形特性など今後に残された課題であり、これらの不利を克服して、土質安定に有効利用する方策を追究する予定である。

参考文献: 1) Matsuo, S. et al.

: Influences of Microorganisms on Engineering Properties of Soft Clay, Proc. 9th ICSMFE, SS.11, Vol.1, 1977, pp.421~436

2) 松尾ら: 粘性土の工学的性質に及ぼす微生物の影響、第14回土質工学会研究発表講演集、1979、pp.757~760

3) 岩井ら: 下・廃水汚泥の処理、コロナ社、1968