

(Ⅲ - 4)

一軸圧縮試験結果に及ぼす 水素イオン濃度の影響

石川工業高等専門学校 正会員 佐野博昭
基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 亀井健史

1. まえがき

近年、自然環境を破壊する主要な原因のひとつと考えられている酸性雨が社会的に大きな問題となっている。一般に、酸性雨とは工場や自動車から多量に排出される窒素酸化物(NO_x)や硫黄酸化物(SO_x)が大気中で様々な反応過程を経て硫酸、硝酸および塩酸等の酸性物質に変化し、大気中の水に溶けて地上に降り注ぐ水素イオン濃度(pH)が5.6以下の雨であると言われている¹⁾。酸性雨による被害例としては土壤汚染、森林の枯死および湖沼の酸性化による生物の死滅等が報告されており²⁾、多くの研究者がこの問題に取り組んでいる。しかしながら、土の力学的特性に及ぼす水素イオン濃度(pH)の影響に関する研究例は少なく、工学的に未解明な点が多い。

本研究は、上記の点に着目し、異なるpH値を有する2種類の試料に対して一軸圧縮試験を行い、pH値がどの程度土の強度・変形特性に影響を及ぼすのかについて検討した。

2. 試料および実験方法

実験には、市販のベントナイト(pH9.5)を練返して圧密した試料を用いた。試料に液性限界の約1.5倍の蒸留水を加えて十分に練返した後、1規定硫酸を所定の量加えて試料のpH値を7(中性)、3(酸性)に調整し、直径15cm、高さ30cmの圧密容器を用いて圧密圧力49kPaの条件下で7,28日間圧密を行った。実験に用いた供試体は、直径5cm、高さ10cmの円柱形である。実験には供試体端面と加圧板の間の摩擦を低減するためにシリコングリースとゴム膜によりルブリケーションを施し、ひずみ速度1%/minで一軸圧縮試験を行った。

3. 実験結果および考察

図-1(a)、(b)は、圧密日数Tが7日および28日におけるpH7,3の試料の代表的な応力とひずみの関係を示している。図より、圧密日数Tが7日におけるpH7の試料とpH3の試料の一軸圧縮強さ q_0 を比較した場合、pH3の試料がpH7の試料よりも5倍程度大きい値を示した。ここで、T=7日の両試料の試験時の含水比を比較すると、圧密圧力および圧密日数が同じであるにもかかわらず、pH3の試料がpH7の試料よりも50%程度小さめの値となった。これに対し、pH3の7日圧密試料とpH7の28日圧密試料の試験時の含水比を比

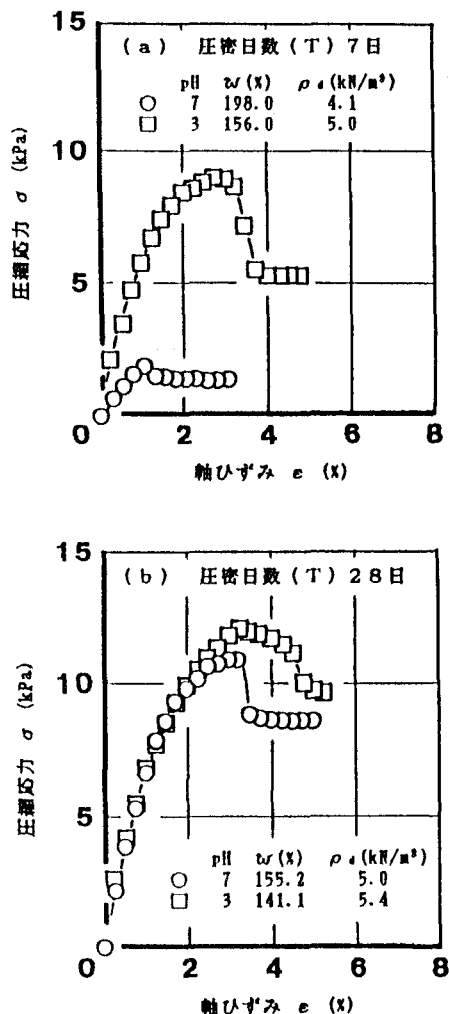


図-1 代表的な応力～ひずみ曲線

較すると両者はほぼ同じ値を示している。このことから、圧密現象は含水比の値から判断すると酸性試料の方が中性試料よりも速く進行し、同じ圧密日数の条件では酸性試料の方が中性試料よりも大きな強度を示していることになるが、同一含水比の条件に着目すると中性試料の方が酸性試料と比べて強度が大きくなっていることがわかる。また、破壊ひずみ ϵ_r は、pH7の試料が1%程度であるのに対し、pH3の試料は3%程度とpH3の試料がpH7の試料よりも大きな値を示した。

図-2は、pH7の試料とpH3の試料の一軸圧縮強さ q_u と圧密日数 T の関係を示している。図より、pH7の試料における $T=7$ 日の q_u は2kPa程度と非常に小さいが、 $T=28$ 日の q_u は $T=7$ 日の q_u の6倍程度となり、圧密日数の増加に伴い顕著な強度増加が認められる。これに対し、pH3の試料の場合、 $T=7$ 日の q_u は10kPa程度とpH7の試料における $T=7$ 日の q_u と比較して非常に大きな値を示した。しかしながら、 $T=28$ 日の q_u は $T=7$ 日の q_u の1.3倍程度であり、圧密日数の増加に伴う強度増加は僅かである。このことは、酸性試料の場合、比較的短期間で試料の圧密現象が進行し、その結果大きな強度が得られるが、圧密日数の増加に伴う両者の強度増加割合は中性試料の方が酸性試料より大きくなることを示唆している。

図-3は、pH7の試料とpH3の試料の変形係数 E_{ss} と圧密日数 T の関係を示している。図より、pH7の試料では $T=28$ 日の E_{ss} は $T=7$ 日の E_{ss} の3倍程度となっているのに対し、pH3の試料では $T=28$ 日の E_{ss} は $T=7$ 日の E_{ss} とほぼ同じであり、図-2と同様の傾向が得られた。

4. 結論

pH値が土の強度・変形特性に及ぼす影響を検討するために、異なるpH値を有する2種類の試料を用いて一軸圧縮試験を行った。その結果、酸性試料の場合、中性試料と比較して短期間で圧密現象が進行し、同じ圧密日数の条件では大きな強度が得られるが、圧密日数の増加に伴う両者の強度増加割合は中性試料の方が酸性試料よりも大きくなる。したがって、圧密日数やpH値の大きさにより土の力学的特性はかなり異なることが予想される。

現在、長期間圧密の問題を含めて、広範囲なpH値を有する試料に対しても同様の実験を行っている。

(参考文献)

- 1) 池田有光: 酸性雨の発生, 土木学会誌・別冊増刊, pp. 28~31, 1990.
- 2) 環境庁: 平成2年版環境白書総説, pp. 76~79, 1990.

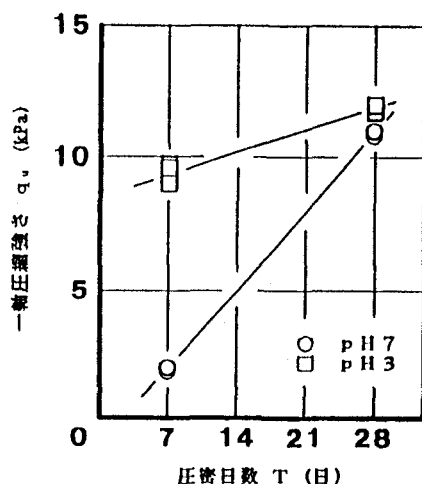


図-2 一軸圧縮強さと圧密日数の関係

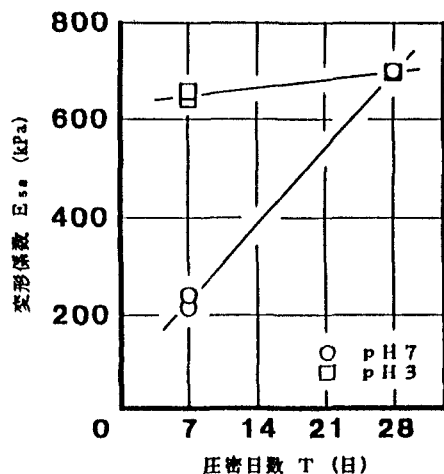


図-3 変形係数と圧密日数の関係