

(Ⅲ-15) 粘土の工学的特性と水素イオン濃度指数の関係

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. はじめに

筆者らは、水素イオン濃度指数の異なる粘土を用いて、一軸圧縮試験および圧密定体積一面せん断試験を行い、粘土の力学的特性に及ぼす水素イオン濃度指数の影響について、既に報告している¹⁾。本研究は、上記の研究をさらに進展させるため、異なる水素イオン濃度指数を有する5種類の粘土に対して、一軸圧縮試験、圧密試験および圧密定体積一面せん断試験を行い、粘土の工学的特性と水素イオン濃度指数の関係について検討している。

2. 試料および実験方法

実験に使用した試料は、市販のベントナイト(Na型)を練返して再圧密したものである。練返し再圧密試料の作成は、試料をスラリー状(水素イオン濃度指数pH9.5)にした後、1規定硫酸を所定の量加えて、試料のpH値を3.0, 5.0, 6.0, 7.0および9.5の5種類に調整し、予備圧密圧力49.0kPaの条件下で、7, 14および28日間一元的に行った。圧密終了後、土質試験法²⁾を参考にして、一軸圧縮試験、圧密試験および圧密定体積一面せん断試験を行った。なお、圧密期間7日の条件下で、pH9.5の供試体の作成は、不可能であった。

3. 実験結果および考察

図-1は、一軸圧縮強さ q_u と水素イオン濃度指数pHの関係を示している。図より、pH値の減少に伴う q_u の変化傾向は、圧密期間Tの影響を受けるが、 q_u は圧密期間によらず、pH値の減少に伴って増加していることがわかる。ここで、 q_u の変化傾向に着目すると、圧密期間が7日の場合、 q_u はpH値の減少に伴ってほぼ直線的に増加している。これに対し、圧密期間が増加すると、pH値の減少に伴って q_u は増加するが、圧密期間14日ではpH6.0、圧密期間28日ではpH7.0をそれぞれ屈曲点とし、pH値の減少に伴う q_u の増加割合が小さくなるバイリニアータ的な挙動を示している。

変形係数 E_{se} と水素イオン濃度指数pHの関係を示したのが図-2である。図より、 E_{se} も q_u とほぼ同様の傾向が得られ、その変化傾向は、pH値や圧密期間の影響を大きく受けていることがわかる。

以上のことより、pH値や圧密期間は、土の強度・変形特性に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。

図-3は、圧密圧力 $p'=98.0$ kPaの条件下で、圧密試験より得られた圧密係数 c_v と水素イオン濃度指数pHの関係を示している。図より、pH値の減少に伴い、 c_v 値は増加していることがわかる。ここで、pH値の違いによる c_v 値の変化傾向に着目すると、pH7.0の中性試料とpH9.5のアルカリ性試料では、圧密期間の違いによる c_v 値のばらつきは小さく、中性試料の c_v 値が僅かに増加している。さらにpH値が減少

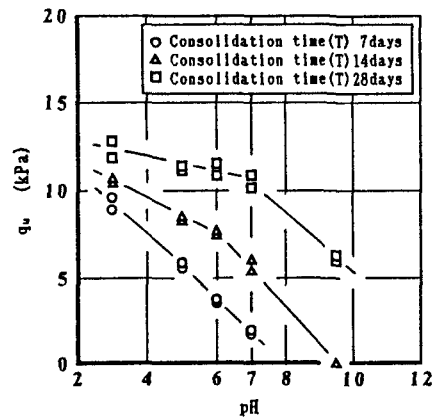


図-1 一軸圧縮強さと水素イオン濃度指数の関係

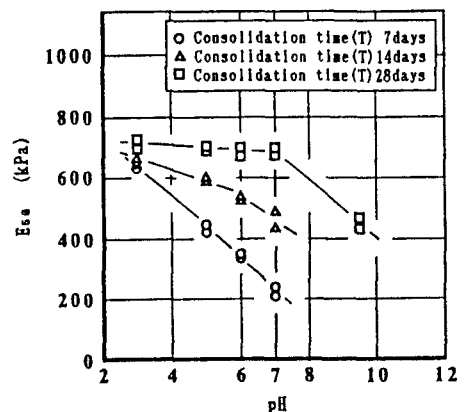


図-2 変形係数と水素イオン濃度指数の関係

し、酸性試料へ移行すると、 c_v 値はほぼ直線的に増加し、 pH 3.0の酸性試料では、中性試料やアルカリ性試料の4倍程度の値となった。なお、酸性試料では、圧密期間の違いによる c_v 値のばらつきが中性試料やアルカリ性試料と比較して、僅かに認められる。

図-4は、圧密試験より得られた透水係数 k と水素イオン濃度指数 pH の関係を示している。図より、 pH 値の減少に伴って k 値は増加しており、 c_v 値とほぼ同様の傾向が認められた。ここで、 pH 値の違いによる k 値を比較すると、 pH 3.0の酸性試料は、 pH 7.0の中性試料や pH 9.5のアルカリ性試料の4倍程度の値を示している。

このことより、土の圧密特性は、 pH 値や圧密期間により大きく異なり、酸性試料は、中性試料やアルカリ性試料と比較して短期間で試料の圧密が進行し、その結果が強度・変形特性に表れているものと考えられる。この点を土構造の観点からみると、 pH 値の違いにより、土粒子間に吸引力や反発力が作用し、その結果、異なった土構造が形成されていることが考えられる³⁾。このため、酸性試料では綿毛構造、アルカリ性試料では配向構造がそれぞれ発達しているものと考えられる。

図-5は、圧密定体積一面せん断試験より得られた強度増加率 c_u/p 値と水素イオン濃度指数 pH の関係をまとめたものである。なお、圧密圧力 $\sigma_{no.}$ 'は、58.8kPaと98.0kPaを適用した。また、圧密期間7日の条件下で、 pH 7.0, 9.5の試料に対する一面せん断試験は不可能であった。

図より、 pH 値の減少に伴って、 c_u/p 値は僅かに増加する傾向が認められる。ここで、圧密期間14日の場合、 pH 3.0の酸性試料は、 pH 9.5のアルカリ性試料より30%程度、圧密期間28日の場合、10%程度それぞれ大きな値を示した。また、アルカリ性試料の c_u/p 値は、圧密期間の影響を大きく受けているが、酸性試料や中性試料では、圧密期間の違いによる c_u/p 値の顕著な差は、認められなかった。

4. 結論

異なる水素イオン濃度指数を有する5種類の試料に対して行った室内試験の結果より、粘土の工学的特性と水素イオン濃度指数の関係をある程度定量的に示した。このことより、水素イオン濃度指数は、土の工学的特性を評価する上において、重要な要素のひとつであるといえる。

(参考文献) 1) 佐野博昭・亀井健史: 粘性土の力学的特性に及ぼす水素イオン濃度の影響, 第30回地すべり学会研究発表講演集, pp. 85-88, 1991. 2) 土質工学会編: 土質試験法[第2回改訂版], 1979. 3) Warkentin, B. P. and Yong, R. N.: Shear Strength of Montmorillonite and Kaolinite related to Interparticle Forces, Clay and Clay Minerals, Vol. 9, pp. 210-218, 1962.

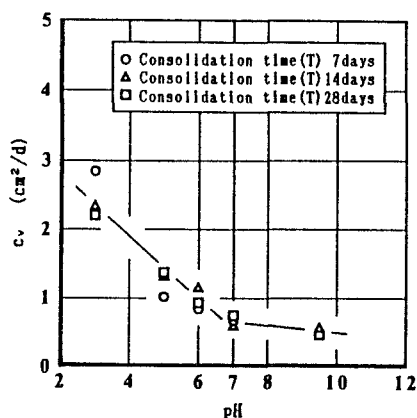


図-3 圧密係数と水素イオン濃度指数の関係

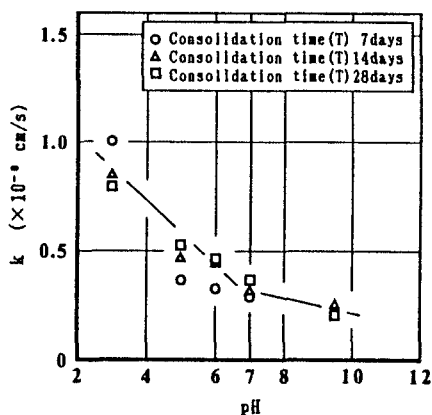


図-4 透水係数と水素イオン濃度指数の関係

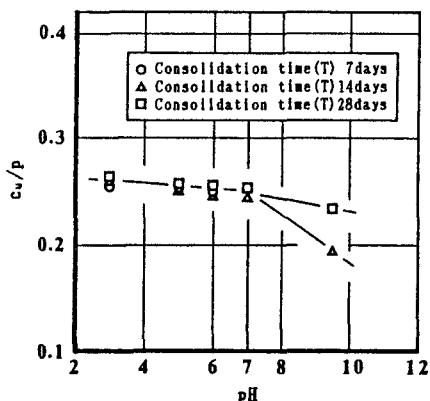


図-5 強度増加率と水素イオン濃度指数の関係