

黄鉄鉱に起因する酸性化が粘性土のコンシステンシーに及ぼす影響

石川工業高等専門学校 正会員 重松宏明
石川工業高等専門学校 学生会員 ○林 宗平・東 真吾

1. 緒言

本文では、黄鉄鉱 (pyrite, FeS_2 , 写真-1(a)参照) の酸化に伴う土の酸性化とコンシステンシー限界の関係を明らかにするため、実験室内で人為的に酸化させた粘性土試料を用いて液性・塑性限界試験を実施した。以下に、これらの結果を詳述する。

2. 実験試料

実験に用いた土は、石川県河北郡津幡町北中条 (石川高専近傍) 地内の土取り場にて採取した粘性土である。以後、北中条粘性土とよぶ。採取した粘性土試料を良く揉みほぐした後、所定の大きさのバットに入れ、含水比が変化しないように濡れタオルで覆い、実験室内で 14 日間、28 日間、56 日間、91 日間放置した。以後、それぞれを 14 日試料、28 日試料、56 日試料、91 日試料と呼ぶことにする。なお、放置を完了した試料については、極力性質を変化させないため、直ちに真空パックし、水浸保存した。表-1 に、北中条粘性土試料の放置終了後の性質を示す。表中には、比較のため全く放置しなかった試料 (0 日試料) についても併記した。表より、北中条粘性土は土中の 60%以上がシルト分であることからシルト質土といえる。また、すべての試料の含水比は、湿潤状態にて放置したため、ほぼ一定に保たれている。pH については、0 日試料が 4.16 であることから、採取した試料は還元状態のものではない。28 日間放置後、試料の pH は 2.57 と一旦大きく低下しているが、56 日試料と 91 日試料の pH がそれぞれ 2.61 および 2.71 と若干上昇している。土粒子の密度については、0 日試料 (2.688) のみが他の放置試料よりも小さな値を示している。

表-1 北中条粘性土試料の基本的な性質

	0 日	14 日	28 日	56 日	91 日
pH	4.16	2.75	2.57	2.61	2.71
含水比 w (%)	35.38	34.30	34.10	35.49	35.69
土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	2.688	2.727	2.744	2.724	2.725
強熱減量 L_d (%)	4.37	4.57	5.84	7.48	6.62
砂分 (%)	31.5	—	—	—	—
シルト分 (%)	60.5	—	—	—	—
粘土分 (%)	8.0	—	—	—	—

3. 土の酸性化とコンシステンシー限界の関係

図-1 および図-2 は、北中条粘性土の 0 日、14 日、28 日、56 日、91 日試料の液性・塑性限界試験の結果である。なお、1 つの放置試料に対して、一度に多くの試験を実施することは不可能であることから、試験には、放置終了直後の試料と放置終了後何日か経った後の試料 (真空パックにて水浸保存) を用いた。図-1 にコンシステンシー限界 (液性限界 w_L 、塑性限界 w_P) と pH の関係を示す。図より、 w_L と w_P は pH の上昇とともに高くなっていることがわかる。図-2 にコンシステンシー限界と放置日数の関係を示す。なお、筆者らは放置終了後に真空パックにて保存した試料の pH が、日数の経過とともに少しずつ上昇していることを確認している。したがって、図中に示す放置終了直後の試料の w_L と w_P (●, ■) は、他の放置試料の結果 (○, □) よりも下方に位置している。また、 w_L と w_P が、表-1 で示した pH の変化に対して敏感に反応していることがわかる。つまり、 w_L と w_P は 28 日間放置後一旦低下し、その後少しずつ上昇している。また、 w_L と w_P の放置日数による変化が類似していることから、塑性指数 I_P は放置日数を問わず、ほとんど変化していない。

上記のコンシステンシー限界の違いをミクロな視点から考察するために、走査型電子顕微鏡を用いて、それぞれの放置試料を観察した。写真-1 の(a)~(d)は、それぞれ 0 日、14 日、28 日、56 日試料の電子顕微鏡写真を示す。写真より、0 日試料においては、微小な結晶が集まった木苺状の黄鉄鉱がみられるが、14 日試料では木苺状としての黄鉄鉱はみられず、僅かに微小な結晶が散らばっている。28 日試料および 56 日試料については、黄鉄鉱がほとんどみられない。なお、91 日試料についても同様に観察したが、黄鉄鉱は確認できな

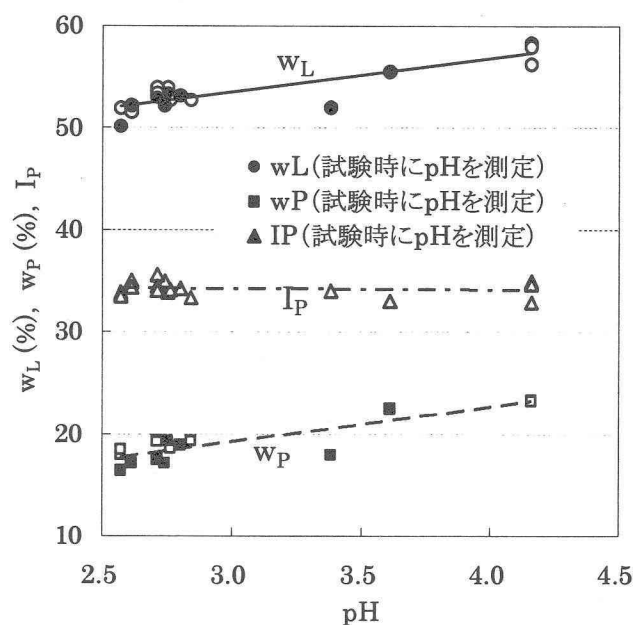


図-1 コンシステンシー限界と pH の関係

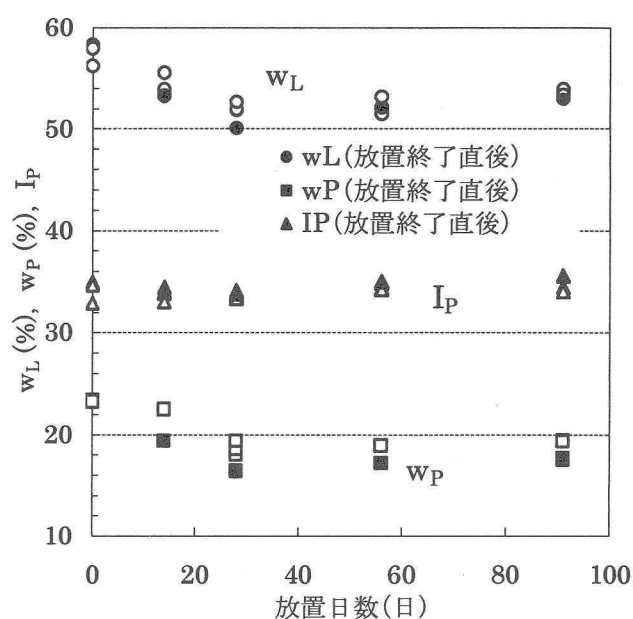
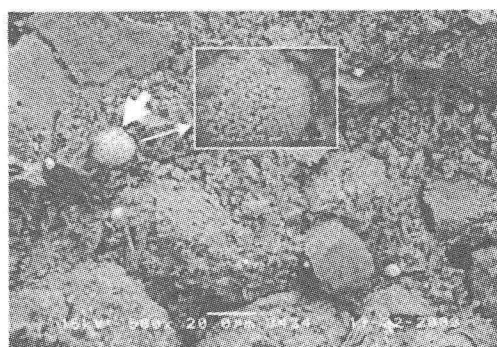
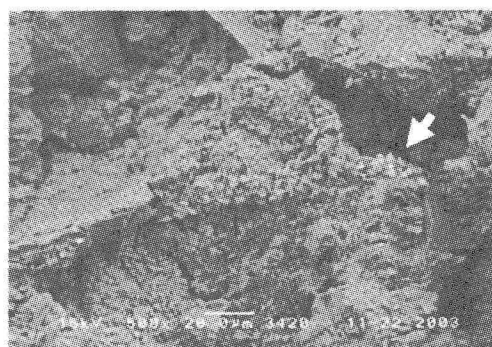


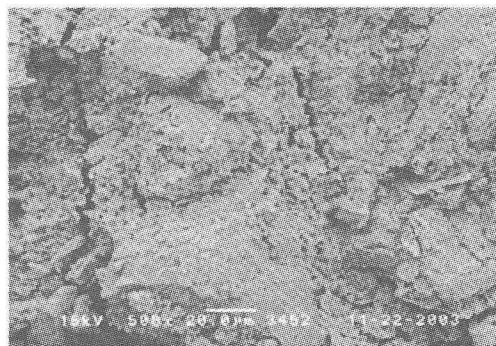
図-2 コンシステンシー限界と放置日数の関係



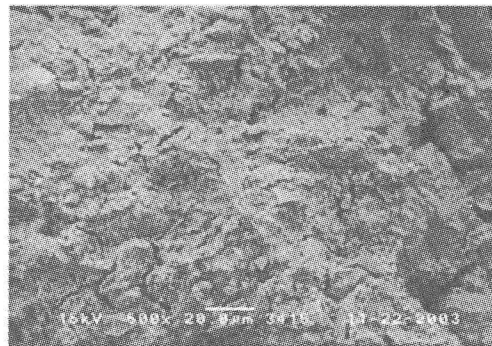
(a) 0日試料



(b) 14日試料



(c) 28日試料



(d) 56日試料

写真-1 北中条粘性土（放置試料）の電子顕微鏡写真

った。これらのことから、放置過程において、黄鉄鉱は放置開始後 14 日～28 日までの間に酸化して消失したものと思われる。黄鉄鉱の酸化に伴う土の酸性化は、pH のみならず、土粒子の密度や強熱減量など、土の物理化学的性質を大きく変化させ、結果的にコンシステンシー限界に多大な影響を与えるものと思われる。

4. 結言

本報告では、湿潤状態にて段階的に酸化させた粘性土試料を用いて、液性・塑性限界試験を実施した。その結果、液性限界と塑性限界は、pH の影響を強く受けることが明らかになった。しかし、黄鉄鉱の酸化に伴う土の酸性化が pH のみならず、土粒子の密度や強熱減量などの物理化学的性質を変化させてしまう要因など、未だ不明確な点も多い。今後は、土粒子の鉱物組成や間隙水の水溶性成分含有量など、土内部の化学的性質の変化にも着目し、コンシステンシーとの因果関係についても、さらに考察を加えていきたい。