粘着性土の浸食速度に与える乾燥湿潤履歴の影響

早稲田大学理工学部　正会員　関根 正人
早稲田大学大学院　学生員　○安藤 史紘
早稲田大学大学院　学生員　藤尾 健太
早稲田大学理工学部　坂本 拓哉

1. はじめに

著者らは,砂と粘土からなる粘着性土の浸食機構を力学的に理解し,その浸食速度の予測を目指した実験的検討を継続して進めてきている.これまでの検討により,この浸食機構に影響を及ぼす支配因子として,「作用せん断力(摩擦速度)」,「粘土含有率」,「水含有率」,「砂の粒径」,「水温」および「粘着力」が重要であることを明らかにし,その影響についても定量的に明らかにしてきた[1].ところで,著者らのこうした研究の目的は,実河川や沿岸域に自然堆積した粘着性土の浸食速度を評価することにあり,例えば干潟を形作る粘着性土に関して言えば,干満の影響によって堆積後に一定の時間外気にさらされ乾燥を受けた後に再び水に浸るといった乾燥と湿潤の履歴を受けることを念頭におかなければならない.そこで,本研究では,これまでの研究の成果を踏まえつつ,乾燥湿潤の履歴効果が粘着性土の浸食速度にどのような影響をもたらすかに焦点を当てて検討を行った.

2. 実験の概要

本研究では,著者らの従来の研究と同様にT.Aカオリンを供試体材料として検討を行った.実験は,従来通り正方形断面をもつアクリル製循環式水路内で行い,水路底部に設けられた深さ5cm,幅10cm,長さ100cmの凹部に予め練り混ぜられた粘土供試体を設置した.前報[1]までの実験との違いは,設置した供試体を所定の時間だけ乾燥させ,これまで通り一昼夜水中に静置した後,浸食実験を行っている点にある.供試体の乾燥は,その上の水を除去して供試体表面を大気に曝すといった「自然乾燥」に加えて,その上下流端に穴のあいた壁を挿入しておき,この穴を通して一様に排水するほか,表面に浮き出てきた水も除去することとした.主な測定としては,通水前と通水終了後に供試体表面の高さを可視光レーザー式変位センサーにより計測するとともに,供試体表面の状態の写真撮影を行った.なお,上記の表面の高さの差が各位置での浸食深となるため,これを今日した供試体の前表面にわたって平均化することで平均浸食深を評価している.また,この浸食実験と並行して,乾燥履歴が供試体の水含有率(ここでは含水比と一致)に与える影響を調べる実験的検討をも行っている.供試体ならびにその乾燥湿潤の手順については前述の通りである.

3. 実験結果および考察

本論では,粘土含有率100%,水含有率80%の条件下で練り混ぜられた供試体についての検討結果を例に説明する．ここでは，乾燥期間を1～4日の間とし，その期間の後に1日湿潤させた供試体を対象とし，その結果を**図-1**ならびに**図-2**に示した．**図-1**が供試体の水含有率(岸水比)と乾燥日数との関係を，**図-2**が浸食速度と乾燥日数との関係を，それぞれ表している．**図-1**より，乾燥を受ける期間が長いほど水含有率が低下していることがわかる．これは，乾燥が進むにつれて圧密が進み，同時に乾燥が進行していることを表している．撮影した写真の解析結果によれば，長時間乾燥を受けた供試体の表面には，微細な気泡が一様に付着していることが確認された．これは，乾燥時に供試体内部の空隙に空気が侵入し，湿潤状態時にその空気が浮上したものと推察され，乾燥は表面だけではなく，供試体内部まで及んでいると判断した．次に，**図-2**の乾燥日数と浸食速度との関係について見てみると，乾燥を受けることで耐浸食性が増し，浸食速度が低下していることが確認できる．これは，**図-1**に示した水含有率の低下と符合するものであり，前報までに明らかにしたように「水含有率と浸食速度とは正の相関関係にある」ことと一致する傾向である．ここで，４日間の乾燥を経た供試体(水含有率68.8%)の結果を例に次のような比較を試みる．すなわち，従来通り乾燥履歴を受けない供試体のうち，水含有率が上記の値にほぼ等しい70%の場合の浸食速度と，上記の場合のものとを比較すると，前者が5.56 cm/hであるのに対して，後者は1.51

キーワード　粘着性土, 浸食速度, 乾燥履歴 , 粘着力, 水含有率
連絡先　〒169-8555　東京都新宿区大久保3-4-1　Tel 03-5286-3401　Fax 03-5272-2915

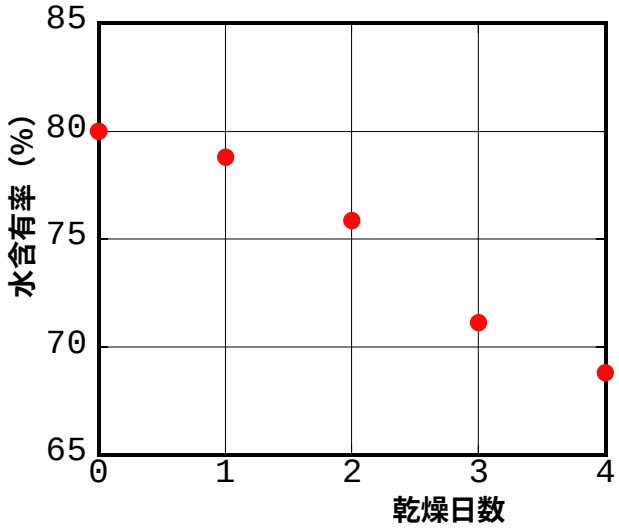

図-1　乾燥日数と水含有率の関係

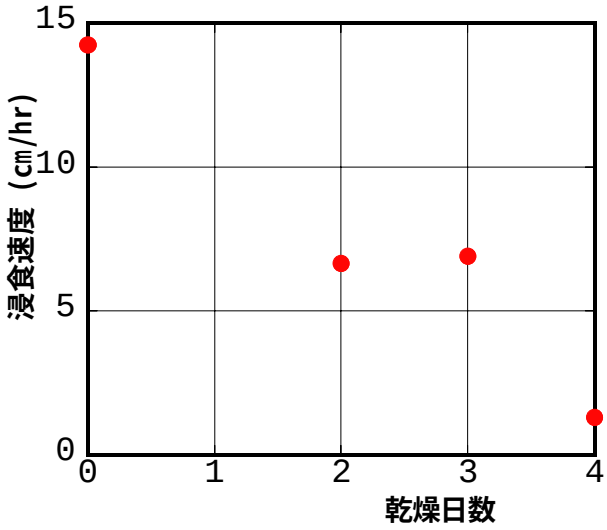

図-2　乾燥日数と浸食速度の関係

cm/h となった．なお，乾燥履歴の有無を除けば両者の間に条件面での相違はほとんどない．この結果は，乾燥履歴を受けることで粘着性土の浸食速度が低下し，耐浸食性が向上することを意味するが，この変化は支配要因のひとつである水含有率の低下という面だけからは説明できないことがわかる．これは，これまでの著者らの研究において注目していなかった新たな要因があることを示している．ただし，乾燥日数がさらに増加し水含有率が低下していくと，粘着力の発揮が期待できなくなり脆くなるため，ひとたび供試体に亀裂が入ると一挙に浸食されてしまう可能性もあると考える．こうした点については今後さらに検討を重ねていく必要がある．最後に，**図-2** について若干の説明を加えておく．この図の作成にあたり同一条件下で複数回の実験を重ねており，その浸食速度の平均値を●印で表すことにした．この図に乾燥日数が１日の結果を示していないのは，その条件下での実験の回数が１回と少なくその信頼性に問題があると判断したためである．乾燥日数２日のデータとあわせて，測定データの信頼性の向上に努める必要がある．

4．おわりに

本研究では，著者らの一連の研究を踏まえて，供試体に与えられる乾燥湿潤の履歴が粘着性土の浸食速度に及ぼす影響を実験的に検討した．データ数の関係で必ずしも十分な理解が得られたわけではないが，おおよその傾向を把握することができたと考えている．本論文の結論を以下に列挙する．(1)乾燥日数が長いほど水含有率が低下し，耐浸食性が増大する．(2)この浸食速度の変化は水含有率の変化だけから説明できるものではなく，これまでの実験的な検討で支配要因とはしてこなかった別の要因が重要であることが示唆された．

今後は，実験データの蓄積とデータの信頼性の向上を目指して更なる実験を進めていく予定である．また，この乾燥湿潤履歴を支配する要因について考えていく必要があり，本実験では圧密による影響と乾燥によるものと同時に現れていることをどう分離して評価するのか，など検討課題も多い．これを考える上で湿潤の時間を変えた計測もまた必要であろうと考えている．

謝辞：本研究の遂行にあたり，日本学術振興会科学研究費基盤研究Ｃ(研究代表者：関根正人)の助成を受けた．ここに記して謝意を表します．

参考文献

1) 関根正人・西森研一郎・藤尾健太・片桐康博：粘着性土の浸食進行過程と浸食速度式に関する考察，水工学論文集，第47巻，541-546，2003.