

粘着性土の浸食速度に及ぼす含有水量の影響

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 飯塚 暢明
早稲田大学大学院 学生員 高部 一彦
大成建設(株) 白瀬 光泰

1. はじめに

粘着性土の浸食機構については、これまでにいくつかの研究が進められているものの、粘着力発現のメカニズムの複雑さから、未だに十分な理解が得られているとは言い難い。こうした点に鑑みて、著者らは、粘土と砂とからなる混合材料である「粘着性土」の浸食速度に関わる系統的な基礎実験を進めてきている^{1), 2), 3), 4)}。そして、これまでの検討から、供試体内の「粘土含有率」「水含有率」および「作用流速」、さらには「水温」などが浸食機構を支配する要因として重要であることが明らかになってきている。本論文では、新たなデータを加えた上でこれまでの一連の実験結果を整理し直し、「浸食速度と粘土含有率の関係」が「水含有率」と「水温」の違いによってどのように変化するかについての検討を行ったところ、興味深い知見を得ることができたので、ここに報告するものである。

2. 実験概要

実験には、長さ4 m、幅10 cm、高さ10 cmの正方計断面を有するアクリル製循環管水路を用いている。水路上流端から2 mの位置の水路底部には、長さ50 cmにわたって、幅10 cm、高さ3 cmの凹部(溝)が設けられており、ここに供試体である粘着性土を設置し、通水試験に供するような構造になっている。供試体材料としては、S Aクレーと呼ばれる粘土(関東ベントナイト鉱業(株))と珪砂3号、それに水を所定の比率に配合し、予め攪拌機によって均質に練り混ぜたものを使用している。本研究では、粘土と珪砂の混合重量に占める粘土の重量比率を「粘土含有率」、水の粘土に対する重量比率を「水含有率」と定義し、これらと作用流速とを系統的に変化させた実験を行い、各々の支配要因が浸食速度に及ぼす影響を調べている。供試体の浸食速度は、通水開始後時間を追って、供試体表面の高さをレーザー式変位センサーを用いて面的に計測することで、評価している。ただし、装置の構造上の制約から、ここでは通水後10分間の浸食速度をもって供試体の浸食特性を議論することにし、これを「初期浸食速度」と定義する。また、本研究では、供試体の練り混ぜ時および浸食実験に水道水を用いており、その水温が季節に応じて変化することから、その温度の違いが浸食特性に及ぼす影響についても検討する。

3. 浸食速度に及ぼす諸要因の影響評価

3.1 粘土含有率

粘土含有率と浸食速度との関係を図 - 1に示す。ここには、作用流速60 cm/sec.の下で行われた実験の結果のみを示してある。前報⁴⁾でも報告した通り、図 - 1より次のようなことが見て取れる。すなわち、(1) 粘土含有率が20 %以下では、わずかな粘土含有率の増加に伴って耐浸食性が顕著に向上する(浸食速度が低減する)ことがわかる。図 - 1には示していないが、粘土含有率10 %、水含有率60 %の場合の浸食速度は、後述する水温「高」の場合には45.2 cm/hr.、水温「低」の場合には28.5 cm/hr.であった。また、参考までに、同一の水利条件下で砂のみの供試体の場合(粘土含有率0 %)の浸食速度を、Pick-up rate式から試算してみると87 cm/hr.となる。(2) 一方、粘土含有率約20 ~ 80 %程度の範囲では、極値を示す傾向も見られるが、ほぼ一定の浸食速度となることがわかる。(3) さらに粘土含有率が上がって80 %程度 ~ 100 %の範囲では、粘土分の増加に伴って再び耐浸食性が増加していることがわかる。

3.2 水含有率

次に、供試体に含まれる水分量について、水含有率をパラメータとして前出の図 - 1を見てみよう。後述する水温の影響もあることから、同じ水温条件下で水含有率を50 %とした供試体の場合に得られた結果と60 %としたものの結果とを比較すると、水含有率が大きいくほど浸食速度が大きくなっていることがわかる。一方、粘土含有率を80 %、作用流速を60 cm/sec.として、水含有率のみが異なる供試体についての検討結果から、浸食速度と水含有率との関係を調べると、図 - 2のようになる。図 - 2からも水含有率の影響は顕著であり、これが50 ~ 60 %程度を越えると、

キーワード：粘着性土、浸食速度、粘土含有率、水含有率、水温

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

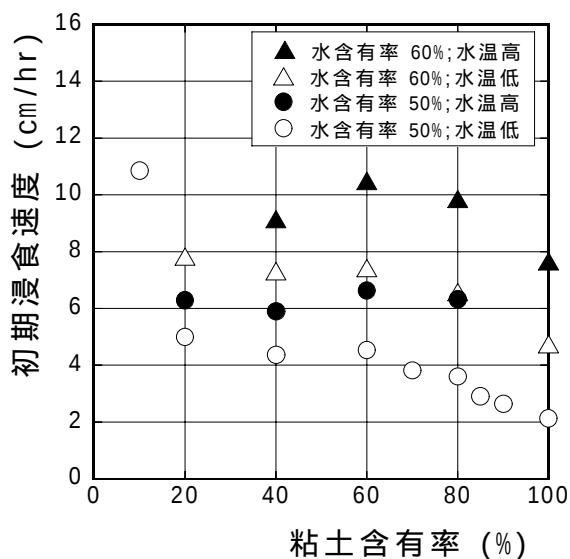


図 - 1 粘土含有率と浸食速度の関係：
作用流速 60 cm/sec.

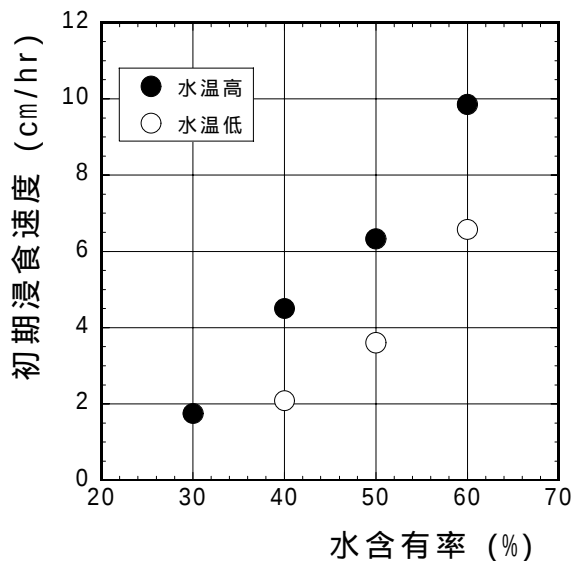


図 - 2 水含有率と浸食速度の関係：
作用流速 60 cm/sec. 粘土含有率 80 %

浸食速度が急増していく傾向にあることが認められる。

3.3 水温

本研究では、温度を厳密に制御した実験を行っていないが、水温の測定は行っているため、これまでに得られた測定結果を水温に応じて整理し直すことで、水温の影響について検討してみることにする。ここでの主な測定は、水温が18～22と比較的高い7～10月の時期と、水温が9～12と比較的低い11～3月の時期に行われていることから、その各々の結果を分けて平均化し、両者を比較することで系統的な差異を調べることにした。その結果が前出の図 - 1, 2である。図 - 1, 2よりわかる通り、水温が高くなるほど、粒子相互間に生じる粘着力の発現が抑制され、供試体は浸食を受けやすくなることが理解される。このことは、Ariathurai and Arulanandan⁵⁾による報告とも一致する。

4. おわりに

本論文では、粘着性土の浸食特性を考える上で重要な支配要因である「作用流速」「粘土含有率」「水含有率」および「水温」について、これらが浸食速度にどの程度の影響を及ぼすかについて説明した。本研究で対象としたSAクレーは、その粒径範囲がシルトと粘土の境にあり、粘着性も比較的小さな材料であるため、底泥として知られるものに比べて含水比そのものがあまり大きくはならない材料である。今後は、鉱物組成の異なる粘土、たとえばカオリナイトを対象とした系統的な実験を行い、粘着性土の浸食機構に関わるさらなる理解を深めるとともに、現地の堆積粘土を対象とした実験も試みる予定である。

参考文献

- 1) 関根正人・尾藤文人・熊谷利彦・宇野哲平：粘着性土の浸食とウォッシュロードとしての土砂輸送に関する研究，土木学会第53回年次学術講演会概要集，488-489，1998．
- 2) 関根正人・熊谷利彦・尾藤文人：粘着性土の浸食機構に関する基礎的研究，水工学論文集，第43巻，659-664，1999．
- 3) 関根正人・飯塚暢明・高部一彦・熊谷利彦：粘着性土塊の浸食特性に及ぼす粘土含有率の影響について，土木学会第54回年次学術講演会，422-423，1999．
- 4) 関根正人・飯塚暢明・高部一彦：粘着性土の浸食特性に関わる諸要因の影響，水工学論文集，第44巻，747-752，2000．
- 5) Ariathurai, R. and K. Arulanandan : Erosion Rates of Cohesive Soils, Journal of Hydraulics Division, Proc. of ASCE, 104, HY2, 279-283, 1978.