

II-211

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

早稲田大学理工学部	正会員	関根正人
早稲田大学大学院	学生会員	高部一彦
早稲田大学大学院	学生会員	飯塚陽明
パシフィックコンサルタンツ	正会員	熊谷利彦

1. はじめに

これまでの流砂研究の歴史を振り返ると、砂礫に代表されるような非粘着性材料を対象とした研究が大半を占め、底泥に関するものを除けば、粘着性土に関する研究は限られた数しかなされていない。著者らは、芦田・澤井¹⁾および青木・首藤²⁾による研究を出発点として、「粘着性土の浸食機構」を土砂水理学的に理解しようとする基礎的研究に着手し、前報^{3),4)}においてその一部を報告した。本論文は、粘土と砂との混合材料である「粘着性土」の耐浸食性が、粘土含有率に違いによってどのように変化するのか、に焦点を当て、その検討結果を報告するものである。

2. 実験概要

実験には、長さ4m、幅10cm、高さ10cmの正方形断面を有するアクリル製循環水路を用いて行った。浸食実験に用いる供試体は、水路上流端から2～2.5mの区間の水路底部に設けられた深さ3cmの凹部(以下、供試体設置区間と呼ぶ)に設置される。本研究で用いる供試体は、図-1に粒度分布を示したS.A.クレーと3号硅砂からなる混合材料である。S.A.クレーは、その粒径が粘土とシルトの境界をまたぐように分布する材料であり、カオリンやベントナイトに比べて粘着力は小さい。ただし、わずかな粘着力の増加に伴い浸食過程にいかなる変化が現れるかを定量的に評価しようとする上では、望ましい材料といえよう。さて、供試体の作成に当たっては、S.A.クレーとその半分の重量の水に、所定の重量の硅砂を加え、これらを攪拌機を使って十分練り混ぜることとした。ここでは、水・粘土比を2:1に固定し、粘土含有率(砂と粘土の重量和に占める粘土重量の比率)を0.1～1.0の間で変化させることにした。このように作成され、設置された供試体は、水を満たした水路内に一昼夜静置され、圧密をかけた後に浸食実験に供される。水路内の流れは、流量を変化させることによって制御される。なお、予備実験によりこの流量と供試体表面に作用するせん断力との関係は調べられており、設定流量から作用せん断力の概略値を求めることは可能である。

実験時には、レーザー式変位センサーを用いて、通水開始時およびそれから5, 10, 20, 30, 60分後の供試体表面の高さを面的に測定し、平均浸食深の経時変化を求めるとともに、各時刻において供試体表面の状態を写真撮影し、後に画像解析を行った。なお、ここで用いた装置の場合には、供試体の総厚が3cmと小さく、また、供試体表面の高さを維持する機構を備えていないため、精度の点で十分信頼がおける物理量は通水後10分程度までの初期浸食過程であるため、本研究では「初期浸食速度」をもって耐浸食性を議論することにする。

3. 粘着性土の浸食特性

図-2には、一例として粘土含有率80%の場合の初期浸食速度と平均流速との関係を示した。実験時の観察から、浸食速度が急変する流速40～45cm/secを境に溶出形式の浸食が活発化すること、さらに55～60cm/secを越えると土塊剥離形式の浸食が生じるようになること、などが確認された。なお、この後者の流速は、平館⁵⁾が浸食限界流速と定義したものに相当するのではないかと考える。また、この境界をなす2つの流速値は、粘土含有率に依らずほぼ一定であることもわかっている。

図-3には、供試体の粘土含有率を横軸にとり、その浸食深の経時変化を示したものである。また、図-4には、初期浸食速度と粘土含有率との関係を示している。これらの図から、粘着性土の浸食特性として次の点が理解される。すなわち、(1) 供試体に僅かながら粘土が含まれるようになると、その土塊の浸食速度は急減(すなわち、耐浸食性は急激に向上)する。(2) 粘土に10%程度の砂が含まれても、その耐浸食性はほとんど変わらないが、さらに砂の比率が増すと浸食速度は急増する。(3) 粘土含有率が20～80%の範囲では、供試体の耐浸食性はほとんど変化しない。ただし、60%程度の時に浸食速度が極小値を、80%の時に極大値をとる結果が得られており、そのメカニズムについては未解明であり、今後の検討課題としたい。

粘着性土、浸食速度、耐浸食性、粘土含有率

〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 TEL. 03-5286-3401 FAX. 03-5272-2915

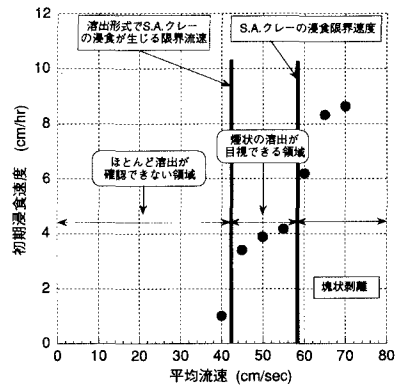
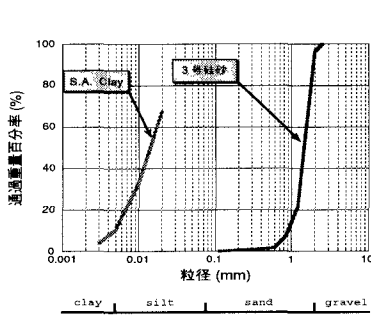


図-2 粘着性土の浸食速度とその形式（粘土含有率 80 %）

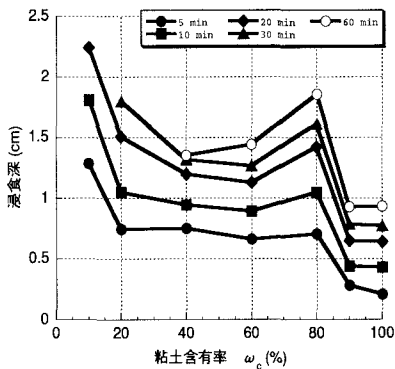


図-3 粘土含有率と浸食速度の関係

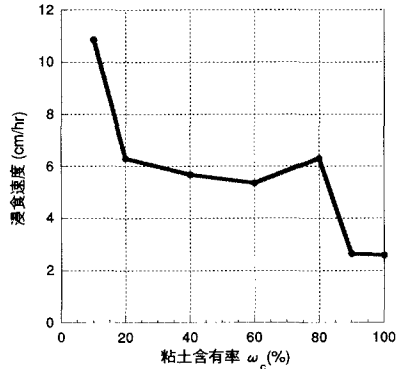


図-4 粘土含有率と浸食速度の関係

4. おわりに

本研究では、粘着性土塊の浸食機構を土砂水理学的に解明することを目指した系統的な基礎実験を行い、粘土含有率に応じて土塊の耐浸食性が大きく変化することを明らかにした。今後は、土砂粒子レベルのよりミクロな観点から現象を捉え直し、前述したメカニズムの解明を試みるとともに、土塊中の含水比が浸食特性に及ぼす影響について実験的に検討していく予定である。

謝辞：本研究は、早稲田大学流体実験管理室の職員諸氏の支援と、早稲田大学特定課題研究助成費（98A-616）とを受けて行われた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 芦田和男・澤井健二：粘土分を含有する砂れき床の浸食と流砂機構に関する研究，京都大学防災研究所年報，17号B，571-584，1974.
- 2) 青木美樹・首藤信夫：粘性土堆積層の洗掘現象に関する実験的研究，第26回水理講演会論文集，87-92，1982.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 平舘 治・服部 敦・藤田光一・望月達也：粘性土の侵食速度の予測法と土塊の離脱機構，土木学会第52回年次学術講演会概要集，450-451，1997.