

II-244 粘着性土の侵食とウォッシュロードとしての輸送に関する基礎的研究

早稲田大学理工学部	正会員	関根正人
建設省	正会員	尾藤文人
早稲田大学大学院	学生員	熊谷利彦
日本工営(株)	正会員	宇野哲平

1. はじめに

沖積地河川の多くは、その河床・河岸が粘着性材料によって構成されており、その河床変動や流路変動の予測を考える上で、粘着性材料の流砂特性の理解を深めていくことが不可欠である。たとえば、粘着性土の離脱過程は侵食限界および侵食速度によって特徴づけられ、流送過程については輸送濃度によって特徴づけられるであろう。しかし、これについては建設省土木研究所で進められている研究^{1),2)}をはじめとしたいくつかの研究がなされているのみであり、今後速やかに検討を進めていくべき課題であると考ええる。このようなことを背景として、本研究では、粘着性土の侵食特性と輸送特性について各々実験的検討し、今後に向けての基礎的知見を得ることを目指す。

2. 概要

実験は、図-1 に示すような装置を用い、目的別に二通りに分けて、長さ 4m×幅 10cm×高さ 10cm の正方形断面の透明アクリル製循環水路において行なった。なお、水路上流端から 2~2.5m の位置に長さ 50cm×幅 10cm×厚さ 3cm の供試体を設置するような構造になっている。水理条件は、流量のみをバルブで制御することで変化させ、系統的に一連の実験を行った。粘着性材料としては、図-2 の粒度分布を持つ SA クレーを用いた。はじめに、この粘着性材料の侵食特性を調べるための侵食実験を行なった。供試体の設置に当たっては、管路をほぼ満水状態にして水路上部のふたを開け、そこから SA クレーを投入して自然沈降・堆積させた。そして実河川における自然堆積土を想定して、一昼夜静置させた後通水を行い、侵食深変化をレーザ差面計によって測定した。なお、供試体表面に作用するせん断力を評価するためにレーザー流速計により流速測定を別途行なうものとした。次に、この材料の輸送特性を理解するために、流量を一定にして、貯水槽に投入する SA クレーの量を増加させ水路内の土砂輸送が平衡状態に達する状態を測定対象として、流量に応じた「輸送限界濃度」を調べる実験を行なった。平衡状態に達したことを確認した後、管水路の上流・下流端で取水し、濁度計によってその輸送濃度を測定し輸送限界濃度とした。

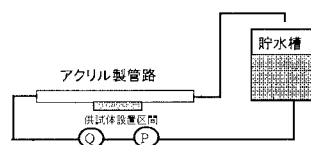


図-1 実験装置

3. 粘着性土の侵食について

侵食深の経時変化を図-3 に示す。侵食の進行に伴って侵食速度の低下が見られる。これは、供試体表面付近の粘土の強度が比較的小さく、しかも特に弱点となる箇所が存在するためであり、これがまず破壊された後、ほぼ均一な強度をもった粘土層が侵食を受けたものと考ええる。侵食深の経時変化から算出した侵食速度と流速の関係を図-4 に示す。ここで、 $E_{o\max}$ とは通水開始から 10 分までの侵食速度であり、10 分以降の侵食速度である $E_{o\min}$ よりも大きな値となっている。さらに、実験時の観測より、作用流速の増加に伴い侵食の主たる形態が溶出から剥離へと遷移するが、その境となる流速が 45cm/sec. であることから、この値を侵食限界流速¹⁾と定義する。これは非粘着性土における限界掃流力と類似の意味を持つ粘着性土の耐侵食性を表す指標となる。

粘着性土、侵食限界流速、輸送限界濃度

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

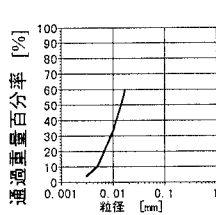


図-2 粒度分布

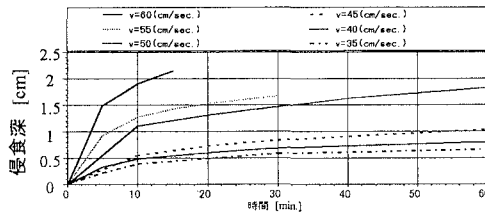


図-3 侵食深の経時変化

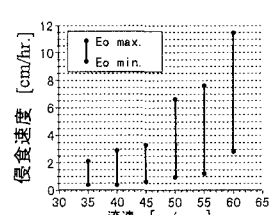


図-4 侵食速度と流速の関係

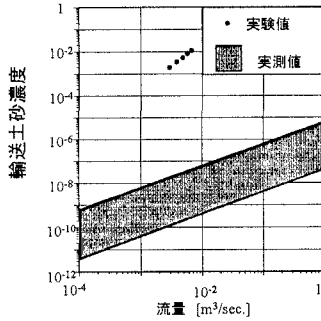


図-5 輸送土砂濃度と流量の関係

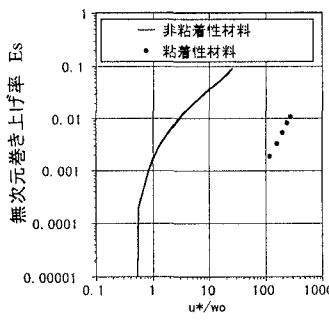


図-6 非粘着性材料と粘着性材料の巻き上げ率

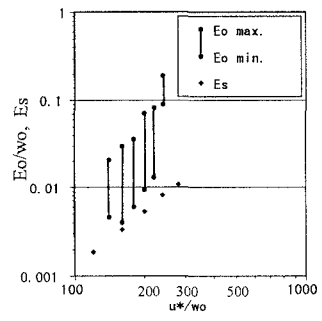


図-7 侵食速度と巻き上げ率の比較

4. 粘着性土のウォッシュロードとしての輸送について

実験において得られた粘着性材料の輸送限界濃度と実河川における実測濃度を比較したものを図-5に示す。ここで、実河川において得られている流量と輸送濃度の関係を本実験で対象とした流量に対しても適用できるものとする、輸送限界濃度は実測濃度の $10^5 \sim 10^7$ 倍であることがわかる。これは、ひとつには実河川における実測濃度は流域内における土砂生産条件によって決まるのであり、輸送限界を大幅下回る量の土砂しか供給され得ないことを表している。非粘着性材料と粘着性材料の巻き上げ率を比較したものを参考までに図-6に示す。粘着性材料の巻き上げ率を実験より得られた輸送限界濃度より算出し、非粘着性材料の巻き上げ率を芦田・藤田³⁾の式より算出した。なお、前者に関しては平衡状態で、巻き上げ速度と堆積速度が等しくなることに基づいている。粘着性材料に比べて非粘着性材料の方が巻き上げられやすいことが見て取れる。これは、粘着力の影響である。次に、侵食実験における侵食速度と濃度実験における巻き上げ率を比較したものを図-7に示す。これより $E_o \text{ min.}$ と巻き上げ率がほぼ一致していることがわかる。このことから、輸送限界濃度が実測濃度を大幅に上回る理由のひとつとして上記の他に、対象とする流路全体にわたって均一に侵食が進むわけではなく、その平均濃度は侵食が生じた箇所のみから供給されること、また、仮に同じ材料で形成されているとしても河岸では締め固めの度合いが高く、ここで検討した侵食速度より小さな値となると予想されることなどが挙げられるのではないかと考えている。

5. おわりに

本研究では、水路実験を通して粘着性土の侵食特性およびウォッシュロードとして輸送される際の輸送特性について検討し、いくつかの興味深い知見を得ることができた。

謝辞 本研究の遂行にあたり流体管理室の職員諸氏の支援を受けた。ここに記して謝意を表わします。

参考文献

- 1) 平館・服部・藤田・望月：粘性土の侵食速度の予測法と土塊の離脱機構，第52回年次学術講演会講演概要集，第2部，II-225, pp. 450-451, 1997.
- 2) 建設省土木研究所河川部河川研究室：洪水流を受けた時の多自然型河岸防御・粘性土・植生の挙動，建設省土木研究所資料，第3489号，1997.
- 3) 芦田・藤田：平衡および非平衡浮遊砂量算定の確率モデル，土木学会論文集，第375号，II-6, pp. 107-116, 1986.