

表面流によるしらすの侵食過程

九州大学工学部 学○大津敏郎

同 正 落合英俊

正 林 重徳

1. まえがき しらすは流水に対して非常に弱く侵食による被害は古くから問題となってきたが、その侵食機構は十分解明されておらず、効果的な対策工も確立されていない。本文では、表面流によるしらすの侵食機構の解明を目的とし、矩形管路の模擬斜面を用いた実験により、侵食発生限界を見いだすとともに流出粒子の分析を行い、その侵食過程を考察した。

2. 実験試料 試料は、鹿児島市内のニュータウン造成地において採取したしらすを用いた。実験では、細粒分の含有量が侵食に及ぼす影響を調べる目的で、 $2000\mu\text{m}$ 以下の試料について① 13.5% ($44\mu\text{m}$)、② 20% ($74\mu\text{m}$)、③ 30% ($125\mu\text{m}$)、④ 40% ($210\mu\text{m}$) 粒径以下をカットした粒度調整試料を用いた。図-1に、各試料の粒径加積曲線と試料番号および平均比重を示す。以下、試料は図中の番号で表す。

3. 実験装置及び実験方法 図-2に実験装置の概略図を示す。装置は、前回¹⁾報告した装置とほぼ同等の性能を有し、斜面を想定するために大型化している。なお、流れを規定する量として前報¹⁾と同様に摩擦速度を用いることにした。また、下流側に水槽を設けて、その下部より流出粒子を採取できるようにした。実験は、煮沸した試料を2cmの厚さで水路底面に敷き詰め十分に飽和させ、摩擦速度を一定に保った状態で2時間流し続け、各時間間隔における流出粒子を採取した。実験は、摩擦速度を徐々に増加させる流速段階増加実験と大きい流速を最初から与える流速急増実験の2種類である。なお、摩擦速度の算定方法は前報を参照されたい。

4. 実験結果及び考察 図-3は、流速段階増加実験における試料①～④の侵食時間と侵食量の関係を示したものである。試料③に着目すると、その侵食量は初期摩擦速度 $u_{*0} = 2.08\text{ cm/s}$ まではある一定量に収束するが、 $u_{*0} = 2.28\text{ cm/s}$ になると急激に増加する。また、各試料の $u_{*0} = 2.28\text{ cm/s}$ における侵食時間と侵食量の関係を比較すると、試料①、②はほぼ同じ割合で侵食量が増加するが、試料③、④と細粒分の含有量が少なくなるにつれて侵食量が大きくなっている。

次に、初期摩擦速度 $u_{*0} = 2.28\text{ cm/s}$ と $u_{*0} = 2.08\text{ cm/s}$ の流速急増実験の結果について検討する。図-4は、試料①、③の侵食時間と侵食量の関係より各時間間隔における侵食速度 $\Delta S/\Delta T$ を求め、全侵食量 S に対してプロットしたものである。

侵食速度が図中の矢印(1)のように変化した場合には、侵食は進行・拡大し、矢印(3)のような場合には、侵食は時間とともに収束することを意味する。従って、これらの中間の矢印(2)のような場合を侵食発生限界と

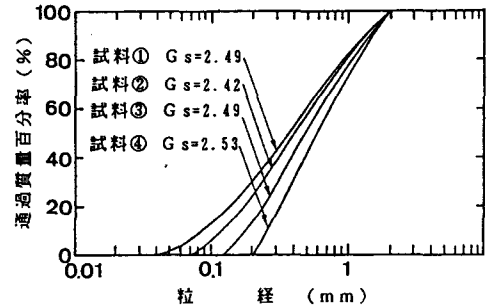


図-1 試料の粒径加積曲線

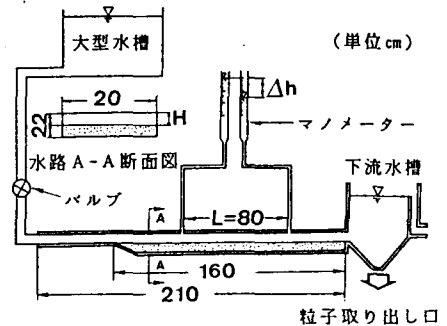


図-2 実験装置

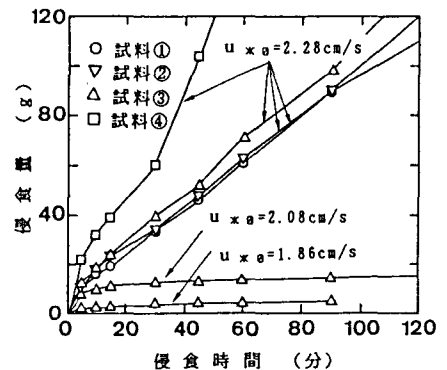


図-3 侵食時間と侵食量の関係

考えることができる。流速段階増加実験と比較して、細粒分含有量の影響が顕著に現れ、各試料ごとの侵食速度の差が大きく、また侵食量も全体的に多くなっている。このことは、流速が急激に増加するために粒子どうしのかみ合わせが不安定状態になるためと推察される。また、試料③においては、 $u_{*0}=2.08 \text{ cm/s}$ における侵食速度の変化が矢印(2)の形態を示しており、ほぼ侵食発生限界にあるとみなせる。

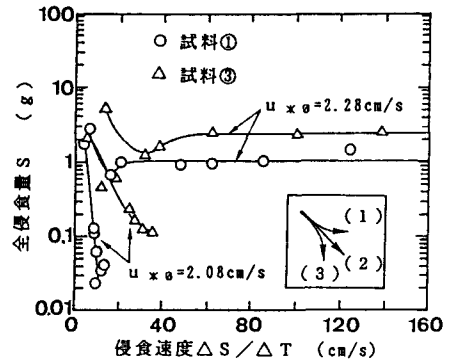


図-4 侵食速度の変化

次に、これらの実験により得られた流出粒子を分析し、しらすの侵食過程を考察する。図-5(1)および図-6(1)は、流速急増実験における試料①の粒径加積曲線の経時変化を示している。しらすの粗粒分は、同粒径であっても比重の異なる粒子が混在する²⁾。本試料においても $G_s=2.62\sim 2.68$ と $G_s=1.84\sim 2.22$ の2種類に分類される。

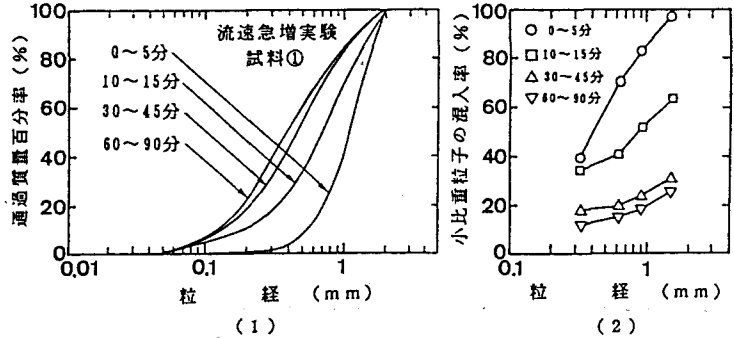


図-5 $u_{*0}=2.28 \text{ cm/s}$ の時の流出粒子の経時変化

そこで、各粒径ごと ($250 \mu\text{m}\sim 2000 \mu\text{m}$) の比重の小さな粒子の混入率の経時変化を図-5(2)および図-6(2)に併せて示す。初期摩擦速度が侵食発生限界を超えた $u_{*0}=2.28 \text{ cm/s}$ の場合(図-5)、侵食初期においては粗粒分の流出が卓越し、侵食が進むにつれて細粒分の流出割合が増加する。特に、粗粒分は比重の小さい粒子が最初に流出し、次いで比重の大きな粒子の流出へと変化していく。侵食発生限界以下の $u_{*0}=2.08 \text{ cm/s}$ の場合(図-6)、 $u_{*0}=2.28 \text{ cm/s}$ と比較して侵食初期において細粒分流出の割合が大きい、侵食が収束するに従い粗粒分だけの流出となる。また、流出粒子の粗粒分の大半が比重の小さい粒子であり、比重の大きな粒子が流れ出

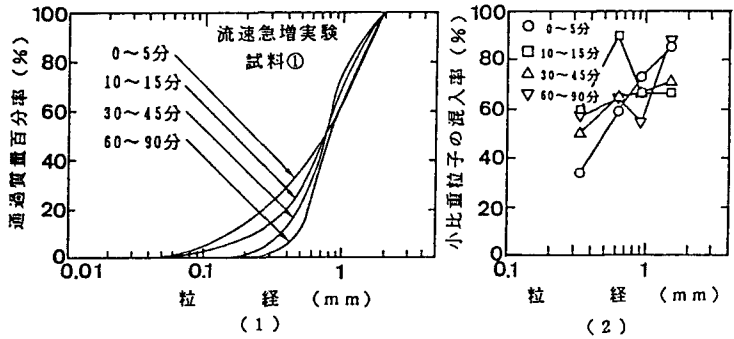


図-6 $u_{*0}=2.08 \text{ cm/s}$ の時の流出粒子の経時変化

すまでの流速に達していないことが判る。これらをまとめると、しらすの侵食過程は、比重の小さな粗粒子の流出がまず生じ、次いで比重の大きい粒子の流出量の増加とともに侵食が進行・拡大して行くことになる。言い換えると、しらすの侵食防止対策として比重の大きな粗粒子の流出を防ぐことが有効と言える。

5. まとめ

- 1) しらすは、細粒分が少ないほど侵食され易く、細粒分の少ない部分から侵食は発生する。
- 2) しらすの侵食発生限界は、ごく緩い状態では摩擦速度 $u_{*0}=2.28 \text{ cm/s}\sim u_{*0}=2.08 \text{ cm/s}$ の間にあり、その時の侵食過程は、粗粒分に含まれる比重の小さな粒子の流出が引金となり、比重の大きな粒子の流出の増加とともに進行・拡大することになる。

【参考文献】 1) 大津ら：「表面流によるしらすの移動限界速度」第24回土質工学研究発表会，1989。
2) 林ら：「しらすの侵食特性」九州大学工学集報，第56巻，第5号，1989。