

混合砂床での局所洗掘特性

金沢大学 工学部 正 員 辻本 哲郎
 金沢大学 工学部 学生員 ○本橋 健
 金沢大学 工学部 手島 一浩

1. まえがき

従来の局所洗掘に関する基礎的研究のほとんどは均一粒径砂を対象とするものであったが、実河川の河床材料は広い粒度分布を有する混合砂から成っており、その洗掘機構や特性はほとんど解明されていないのが現状である。そこで本研究においては、均一砂での局所洗掘機構を念頭においた解析モデルによって、混合砂床における円柱周辺の局所洗掘の基本的特性を検討しようと試みた。

2. 洗掘機構のモデル化

まず、解析モデルとしては、辻本・水上¹⁾が提案した均一砂に対する円柱周辺の局所洗掘の基礎式をもとにして、これに中川ら²⁾による混合砂の分級現象 (armoring) の過程を記述したモデルを組み入れ、均一砂および混合砂床における洗掘過程を同時に表現し得るものを用いた (図-1 参照)。ただし、ここでは上流から洗掘孔への給砂を考えない静的洗掘 (clear water scour) のみを対象とする。 $\eta > 1$ ($\eta = \tau_{*0} / \tau_{*c}$, τ_{*c} : 無次元限界掃流力) の場合は通常、動的洗掘が出現するが、混合砂床では粗粒化のために流砂量が減少してしまうので、静的洗掘として扱うのが安全側の議論である。

3. 混合砂での基本的洗掘特性

最初に、図-2 のように、分布形の異なる4種類の混合砂に対して、上のモデルを用いて計算を行った。また、これと同時に、混合砂の中央粒径 (d_{50}) に対応する均一砂に関しても、その特性を調べ、両者の比較も行った。

洗掘孔最深部における粒度分布の変化の一例を示したのが図-3 である。これより、洗掘孔の渦領域では armoring の進行が顕著であることが容易にわかる。また、混合砂の分布形のひろがりを表す指標である、 $\sigma_d (= \sqrt{d_{84}/d_{16}})$ と最終洗掘深の関係を示したのが、図-4 であり、均一砂 ($\sigma_d = 1$) に比較して粒度分布形が広がるに従って、最終洗掘深が低減してゆくことがわかる。さらに、ここで得られた混合砂に対する最終洗掘深が、分布形の何%粒径の砂の均一砂洗掘深に相当するのかを逆算してまとめたものが図-5 である。

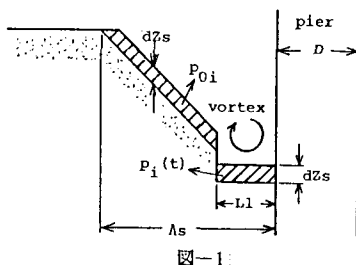


図-1

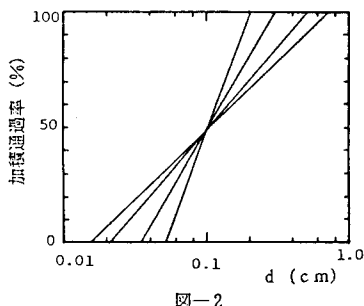


図-2

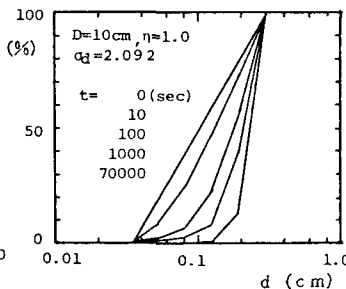


図-3

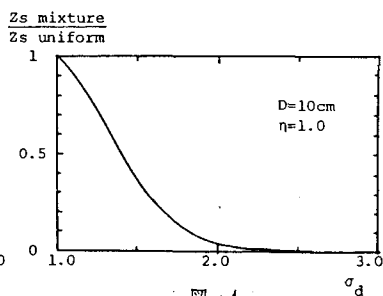


図-4

4. 粗砂の混入による洗掘深の低減

上述の結果、少くとも均一砂より混合砂の方が洗掘深が小さいということがわかった。そこで、この特性を利用した橋脚周辺の洗掘防護策を考案することを目的に次の状況を設定した。すなわち、河床が d_1 なる均一粒径砂から成るとき、橋脚周辺の洗掘孔が形成されるであろう領域のみ d_2 なる粒径の粗砂を混入する。このような状況に対して、上述のモデルを用いると、以下のような特性が現れる。図-6は、均一砂と比較して粗砂を混入した場合の洗掘深の時間的変化を示したものである。図-7は、洗掘孔最深部における粒度分布の変化を混入率別に示したものである。混入率が少いときに見られる曲線のふくらみは、図-1からわかるように、洗掘孔の拡大に伴って斜面から落下してくる砂が河床の初期粒度分布 p_{i0} であり、これが armorings の進んだ粒度分布 $p_i(t)$ を持つ洗掘孔内に混入するために生じるものと思われる。以上のモデル解析によって洗掘過程は、 D/d_1 と η のみに依存していることがわかった(D :橋脚径)。これを示したのが図-8である。

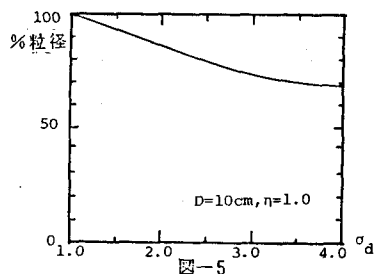


図-5

5. 考察および今後の課題

これまでの混合砂の洗掘深予測は、資料不足などのために中央粒径(d_{50})に相当する均一砂の予測式に頼らざるを得なかったが、これにより d_{50} による予測が過大評価であること、また粒度分布の違いによって対応させる均一砂粒径を d_{70} 、 d_{80} などを変えて混合砂の洗掘深予測に用いることができるようになった。このような面で、本研究の成果は今後の研究および防護工などに役立つことが充分期待される。さらに、混合砂床の洗掘孔領域に粗砂を混入するなど、実際の防護工に直接利用し得るようなケースも本研究の延長上にあるので、今後実験的研究とも並行して検討を進めてゆきたい。

参考文献： 1) 辻本・水上：第29回水理講演会論文集，1985

2) 中川・辻本・原：京都大学防災研究所年報，第20号B-2，1977

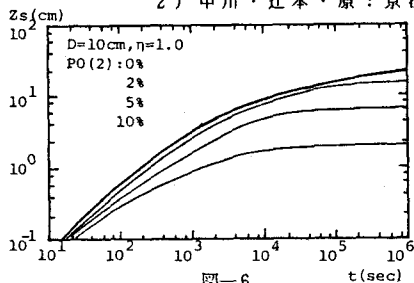


図-6

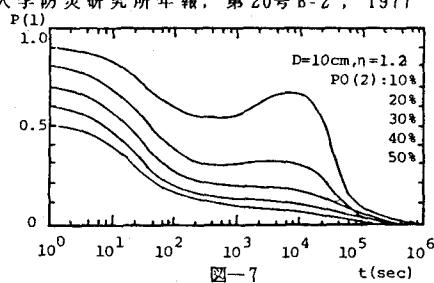


図-7

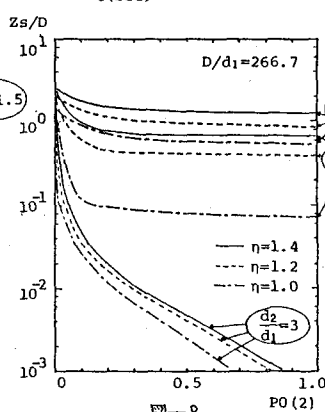
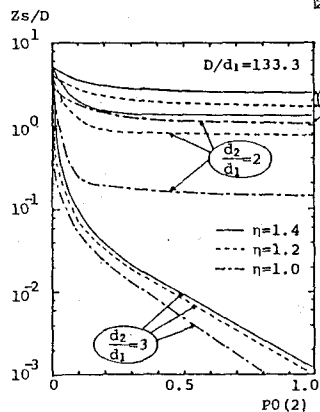


図-8

