

II-199

二段円柱橋脚周辺の局所洗掘に関するシミュレーション

京都大学防災研究所 正 員 今 本 博 健

京都大学防災研究所 正 員 ○大 年 邦 雄

1. はじめに

本研究は、上・下段で径の異なる二段円柱型の橋脚周辺における洗掘特性について検討したものであって、上・下段の円柱径および段高を系統的に変化させた実験を行なうとともに、円柱前面に形成され洗掘の主要因となる馬蹄渦の発達過程に基づいて洗掘過程をシミュレーションしたものである。

2. 洗掘過程のシミュレーションモデル

円柱中心を通る縦断面に着目し、洗掘の進行に伴う前方流況の変化を中立粒子をトレーサーとして可視化した。一例として下段円柱径 D_2 と段高 h_2 を一定に保ち、上段円柱径 D_1 を変化させた場合の可視化結果を図-1に示す。洗掘孔中には馬蹄渦の存在することが明瞭に認められ、そのスケールは洗掘の進行とともに大きくなっている様子が観察される。ただし、(a) のように、上段円柱径が下段円柱径に比しかなり小さくかつ段高が小さい場合には、馬蹄渦が顕在化するまでに時間的な遅れがある。

著者らは、このような洗掘の進行に伴う前方流況の変化を考慮し、洗掘孔形状の相似性に立脚して洗掘深の時間的増大速度の定式化を試み次式を得た¹⁾。

$$\frac{\Delta(z_s/D_2)}{\Delta(u_* t/D_2)} = F_n(D_1/D_2, h_2/D_2, \tau_{*0}, H/D_2, D_2/d, z_s/D_2) \quad \text{----- (1)}$$

3. シミュレーション結果

外部条件のパラメータ D_1/D_2 , h_2/D_2 , τ_{*0} , H/D_2 および D_2/d を既知量として与え、 $t=0$ で $z_s=0$ を初期条件として clear water scour における洗掘深の時間的变化をシミュレートした。

図-2は、 τ_{*0} , H/D_2 , D_2/d をそれぞれ一定に保ち、3種の上・下段円柱径比 D_1/D_2 について相対段高 h_2/D_2 をそれぞれ系統的に変化させた場合のシミュレーション結果である。図より、 D_1/D_2 の小さいほど h_2/D_2 の影響が顕著であることがわかる。すなわち、上・下段円柱径比の近い $D_1/D_2 = 0.8$ では h_2/D_2 が変化しても、各 h_2/D_2 に対する曲線のずれはわずかであり、段高の影響は微小である。しかし、下段円柱径が上段円柱径に比し大きくなると、各 h_2/D_2 に対する曲線のずれは次第に大きくなり、 h_2/D_2 の大小による差が顕著に現れている。

このような特性は実験結果²⁾を十分説明しており、二段円柱型橋脚の洗掘特性を取り扱う場合には、段高に関する配慮が極めて重要であることを示唆している。

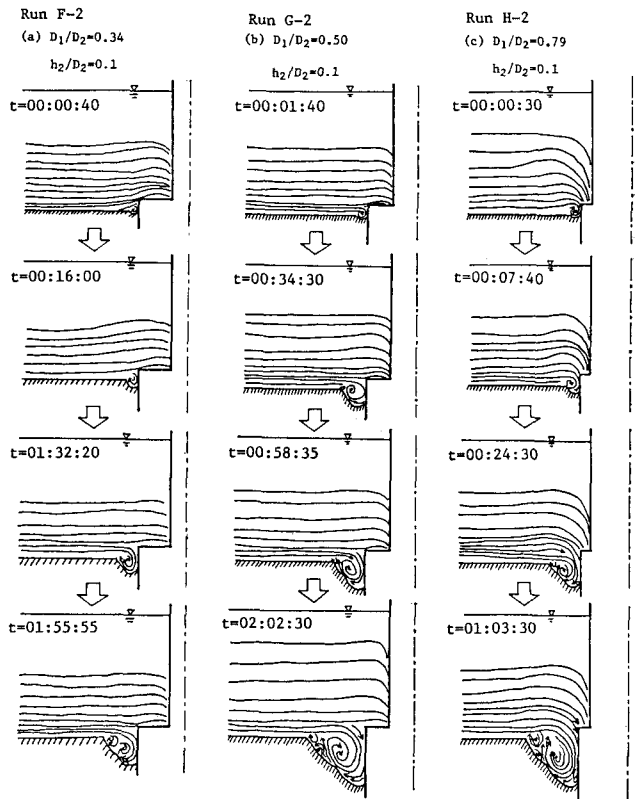


図-1 洗掘の進行に伴う流況の変化

次に、式(1)の洗掘速度=0より評価される平衡洗掘深 z_{se} のシミュレーション結果を示したものが図-3である。

同図は、 z_{se}/D_2 と h_2/H の関係を種々の D_1/D_2 に対して表わしたものであって、各曲線上に○で示した点は、各 D_1/D_2 に対する平衡洗掘深が上段円柱と同一の径をもつ円柱（上段一様円柱）でのそれに一致するときの相対段高 h_2/H を表わしている。

そこで、上段一様円柱における平衡洗掘深との比較で同図を見ると、 h_2/H が小さく段面が河床とほぼ一致するような場合には、いずれの D_1/D_2 に対しても平衡洗掘深は上段一様円柱でのそれより小さい。しかし、 h_2/H が大きくなり、段面が上昇すると、上段一様円柱での平衡洗掘深を上回るようになり、下段円柱の影響が顕著となることがわかる。すなわち、二段円柱型橋脚では、上・下段の円柱径比および段高の値により、上段一様円柱と比べて、洗掘を抑制する効果と促進する効果の二面性をもっていることがわかる。

4. おわりに

本研究は、洗掘の主要因である馬蹄渦の発達過程と洗掘孔形状の相似性に立脚した洗掘モデルを用いて、主として上・下段の円柱径比および段高が二段円柱橋脚の洗掘過程に及ぼす影響をシミュレーションしたものである。その結果は従来の知見を説明するものであるが、今後はモデルの改良を図るとともに、実験的な検討もさらに進めてゆく予定である。

参考文献

- 1) 今本・大年・国西；二段円柱橋脚周辺の局所洗掘について(2)，昭和62年度関西支部年講。
- 2) 今本・大年；二段円柱橋脚周辺の水理特性に関する研究、第29回水理講演会論文集，1985，pp.585-590。

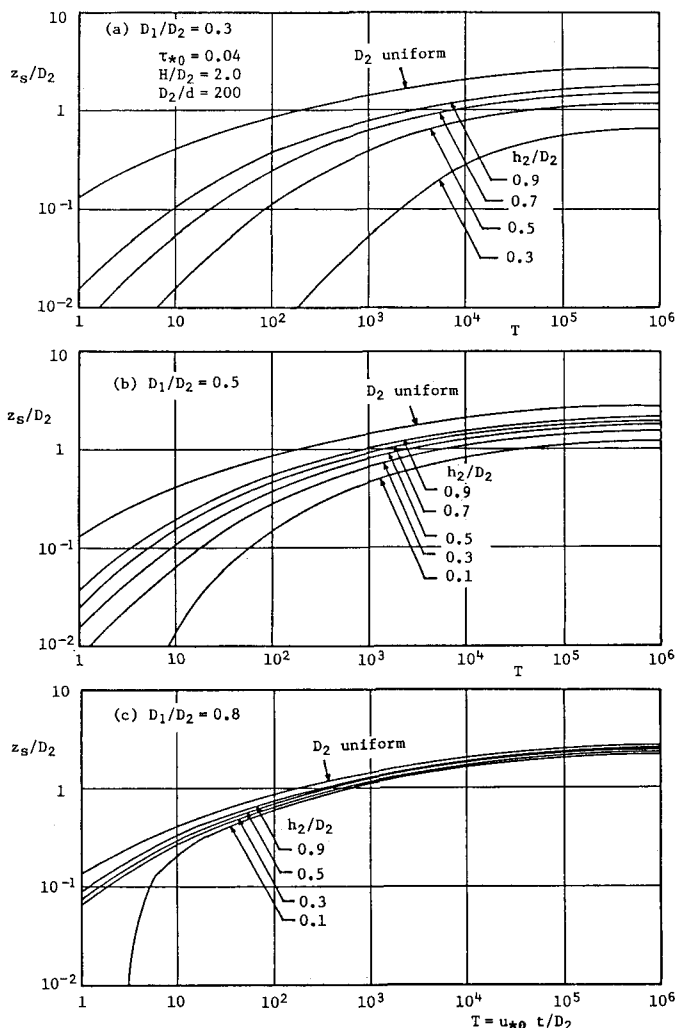


図-2 洗掘深の時間的变化

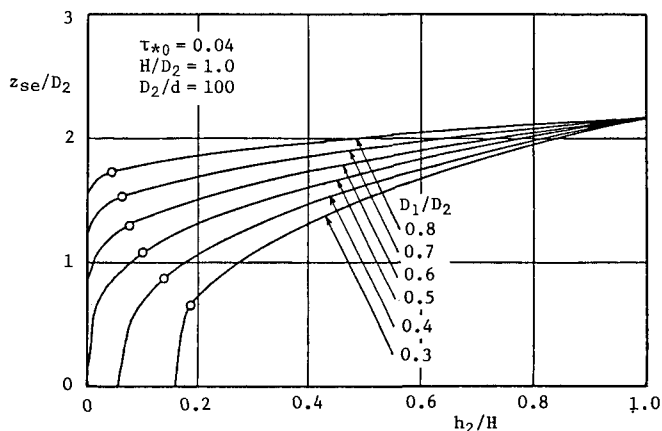


図-3 平衡洗掘深