

宇都宮大学 学正員 高須 祐行

荻野 淳

正 員 須賀 堯三

正 員 田中 仁

1. はじめに

橋脚周辺の局所洗掘は、洪水時の最も大きな原因であり、これまでに様々な研究がなされてきた。これらの研究により局所洗掘は、橋脚の馬蹄型渦と橋脚側面の早い流れによって生じることが知られているが、流れが三次元的でかつ時間的な変化をともしうため、その機構はまだ十分明確にされていない。

橋脚災害の中でも比較的護岸の近くでの災害が多いことや、護岸の影響に関する研究がほとんどなされていないことから、本研究では護岸近くの洗掘現象の実験的検討を行った。

表1 実験条件及び装置

2. 実験方法

予備実験より洗掘深が最大となるのは、橋脚前面または前面より 60° であることから、測点は $+60^\circ$ (A)、 0° (B)、 -60° (C) の3点とし(図1)、各点について時間ごとの洗掘深を測定した。又、1ケースは2時間とした。

洗掘深の測定方法は、橋脚に $\phi=1.7\text{mm}$ のアルミ棒を取り付け、これにより測定した。予備実験により、使用したアルミ棒は流れに対しての影響のないことを確かめた。又、固定床において、橋脚まわりの流速(流れ方向のみ)を測定した。その他に、護岸の傾きを変化させ、その特性を調べた。

実験条件及び装置は、表1に示した。

3. 実験結果及び考察

a. 流速(水深)の違いによる洗掘特性

図2に、洗掘深の時間的な変化を示す。①は水深13cm、

②は水深11.5cmのときである。

初期の洗掘段階では橋脚側面のA、Cの洗掘量が多いが、②の場合では洗掘穴の発達とともに前面の渦が発達し、最終的にはBの洗掘量が最も大きくなる。これに対し①では、流速が遅いため渦よりも側面の主流の効果が大きく、Bの洗掘量は少なくなっている。

又、②では護岸と橋脚との間の縮流の効果により、CよりAの洗掘量の方が多いが、①では流速が遅いために護岸の影響が大きいと考えられ、CよりもAの洗掘量が少ない。

b. 護岸と橋脚中央までの距離(E)による洗掘特性

水深13cmにおけるEと洗掘深(Z)と関係を図5に示す。これより、洗掘深のピークは $Z/D=1.0$ である。又、水深11.5cmのときでは、 $E/Z=1.5$ となる。

水路の形状: 全長	2.6 m
幅	1.20 m
材質: 側壁	ガラス製
流量	48.74 l/sec (Clear Water Flow)
橋脚 径:	13.3
使用砂 d_m :	1.766 mm
流速計	ブロー式7mm径 径: $\phi=0.5\text{mm}$

図1

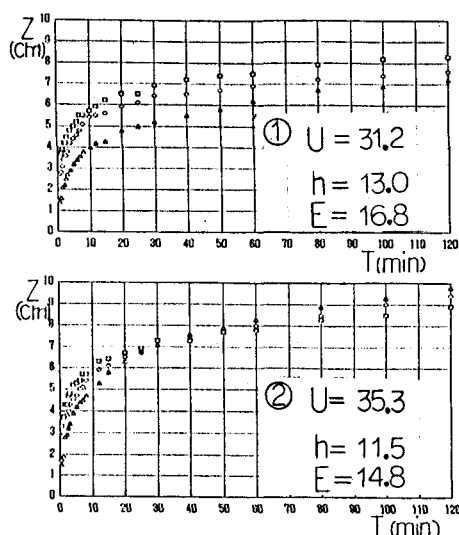
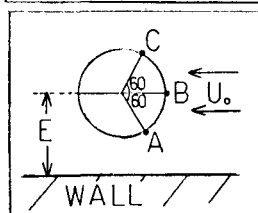


図2 洗掘深(Z)～時間(T)の関係

c. 橋脚まわりの流速

図3のように一様流の中に置かれた円柱まわりの二次元ポテンシャルにより、護岸近くの円柱まわりの流速を考える。

$$W = U \left(z / (z - 2iE) \right) + U \left(a^2 / z + a^2 / (a^2 / (z + 2iE)) \right)$$

U: 接近流の平均流速, a: 橋脚半径, $z = x + iy$

これより求めた流れ方向の流速成分uと実測値u'とをベクトル表示し比べたものが図4である。橋脚側面では粘性効果と橋脚前面の下降流等の三次元的な流れの影響により、uよりu'のほうが小さい値をとる。

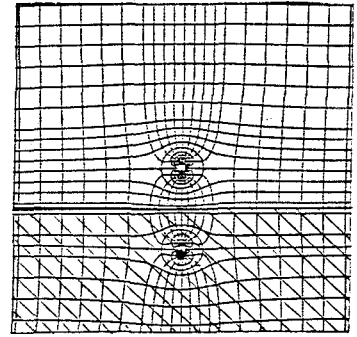


図3 流線とポテンシャル線

d. 地形変化を判別するパラメーター

地形変化を判別するパラメーターとして、砂移動量は流速($V\theta$)のn乗で比例するとして計算で求めた流速を用いて次のHを考える。

$$q_s \propto V\theta^n$$

$$H = (1/R) n V\theta^{n-1} \partial V\theta / \partial \theta$$

ここで、Rは橋脚中央からの距離である。測定した洗掘深及び計算した $V\theta$, HとEとの関係を図5に示す。又、 $H^* = H / [R / (2U)^n]$ である。

図より、 $E/D > 1$ で、 Z/D と H^* とは対応があるように思われるが、 $E/D < 1$ でその対応性はない。これは、三次元効果やポテンシャル理論で与えられる流速が実測値よりも、橋脚付近で大きく与えられるためであると考えられる。

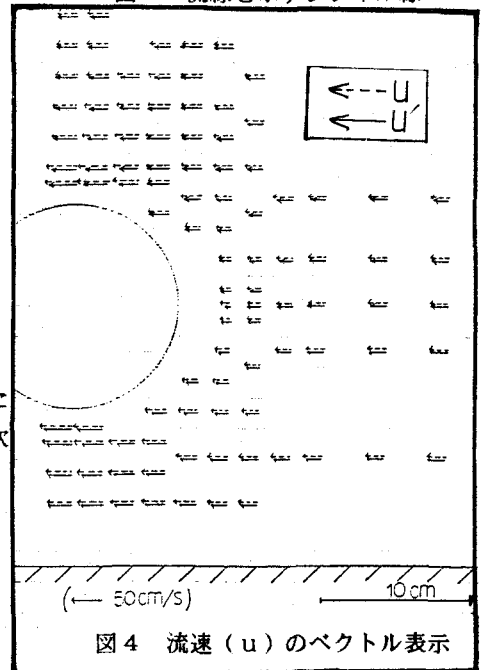


図4 流速(u)のベクトル表示

4. まとめ

護岸近くの橋脚の流れは、ある範囲でポテンシャル理論で表せることができるが、三次元効果の他に橋脚が護岸に接近して行くと、その適応範囲を大きく越える。又、洗掘現象については、護岸との距離及び護岸勾配による流速の変化と、三次元流の変化について、さらに検討をする必要がある。

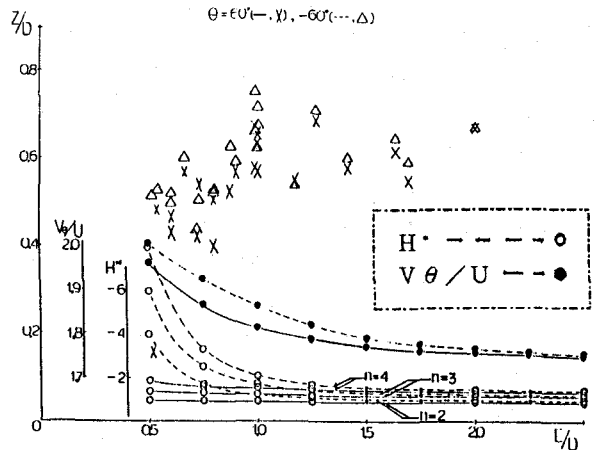


図5 E~Z, H*, $V\theta$