

橋脚の洗掘防護工の効果について

金沢大学工学部 正 員 辻本 哲郎  
金沢大学工学部 ○柴田 龍二

1. まえがき 近年の河床低下傾向の進行と既設橋梁の基礎の根入れの不十分さにより局所洗掘による橋梁災害がしばしば生じたり、また洗掘に対する危険性が極めて高くなっている。これらの架け控え迄の間、防護工により橋梁を安全に使用せねばならないが、防護工の合理的設計のための知見は必ずしも充分とは言えない。特に、橋脚下部を太くした補強工がよくみられるが、こうした特殊な構造に対する洗掘様式、機構は必ずしも明らかにされていない。そこで、こうした防護工をFig-1のようにモデル化し異種径の円柱の複合形式とし、洗掘に最も貢献すると考えられる馬蹄型渦の形成に関連して検討を行った。

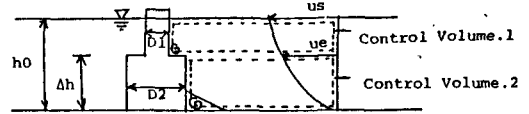


Fig. 1

2. 洗掘機構に関する理論的背景 橋脚周辺の洗掘は主として前面に形成される渦の掃流力によるもので、この渦の評価が機構解明の基本となる。Shenら<sup>1)</sup>は殺み面に想定したコントロールボリュームの循環の橋脚の存在による循環の変化が渦に再配分され

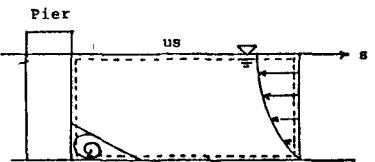
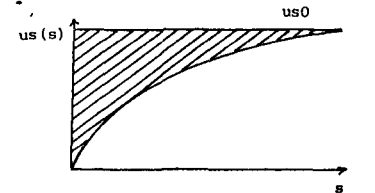


Fig. 2

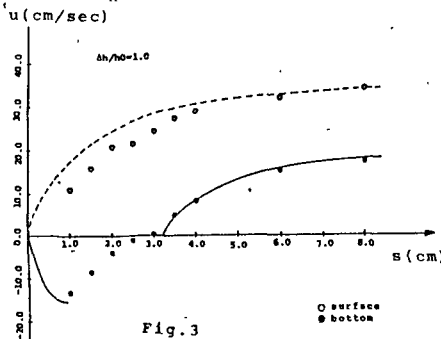


Fig. 3

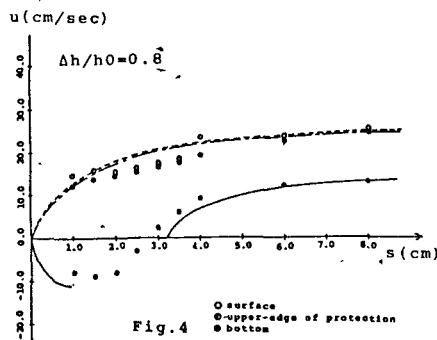


Fig. 4

るとの考えを提案し、中川ら<sup>2)</sup>や辻本ら<sup>3)</sup>によって洗掘機構のモデリングへと発展させられた。この循環の差はFig-2の斜線部分の面積で与えられる。もし表面流速がポテンシャル流(P.F)理論で与えられるとすると、円柱の場合、表面流速の $s$ に沿う分布は、

$$\frac{us}{us0} = 1 - \left[ \frac{(D/2)^2}{(D/2 + s)^2} \right] \quad (D: \text{橋脚径})$$

で与えられる。本論文で対象とするような2段の円柱ではコントロールボリューム1,2の2つを考え底部の渦はむしろ後者に依存すると考えられるから $us$ の $s$ に沿う変化が重要となる。また、流砂の挙動に直接関係するのは底面近傍流速であるから動的洗掘の場合の円柱前方流速過程の把握のためには、その流速変化が重要である。以上の観点により $\Delta h$ を種々変化させて、前面殺み面内の流速分布について詳しい測定を行った。

3. 実験方法 本実験では、長12m×中40cm×深30cmの可動勾配循環水路を用い、勾配は1/500に調節した。水路床

は粒径約 $0.2\text{mm}$ の砂を貼り付け粗面とした。橋脚模型と、 $u(\text{cm/sec})$

して径 $2.76\text{cm}(D_1)$ の鉄パイプを用い、その外側に径 $4.9\text{cm}(D_2)$ の塩化ビニール管を $1.0$ から $0.8, 0.6, 0.4, 0.2$ 倍に変化させそれぞれのケースに対し澱み面内で橋脚からの距離を変えて鉛直流速分布を測定した。

4. 実験結果とその考察 ここでは $h_0=4.7\text{cm}$ ,  $u_*\approx 2.0\text{cm/sec}$ のもとに若干の検討を行う。Fig-3~8は、 $\Delta h/h_0=1.0\sim 0.0$ と変えた時の水面(水面から約 $5\text{mm}$ 下方)。

防護工上端(より約 $5\text{mm}$ 程度下方)、及び河床(より約 $1\text{mm}$ 程度上方)の流速値と防護工外壁よりの距離( $s$ )の関数として実験値と示した。表面流速については、 $\Delta h/h_0=0.8$ では防護工径を直径とす方円まわりのP.F理論の結果とほぼ対応している(若干小さ目)が、 $\Delta h/h_0<0.6$ となると橋脚径まわりの流れとして扱えものに变化してゆく傾向が見られる( $\Delta h/h_0=0.0$ では一致度は高い)。次に防護工上端の流速についてみると、これは $D_2$ まわりのP.Fモデルでよく説明できる変化を示している。さらに、底面流速については、逆流域が存在することに鑑み、剥離点位置と読みとり、剥離点よりも構造物側に形成される渦を含めた構造物まわりのP.Fとして計算された流速の変化と比較した。この結果実験値がよく説明される。剥離点の位置は、 $\Delta h/h_0\geq 0.8$ では、従来知られるように構造物径の $0.65$ 倍程度上流となっているのに対し、 $\Delta h/h_0$ が小さくなるにつれて減少する傾向が見られる。

今回の実験では工夫されたボトーマンの使用により、逆流域も比較的良好的に流速測定され、最大流速 $u_{max}$ (渦の外縁流速)も推定された。この結果は、 $\Delta h/h_0=1.0$ の場合では非擾乱表面流速となり、循環保存則の適用性が確認される。但し、防護工上端に通常の渦スケールより小さくなるとその様相は微妙に変化し、系統的な実験データの集積とその整理が必要と思われる。

5. あとがき 本実験で得られた知見をもとに防護工を含む周辺の局所流況機構の解明に努め、防護工の適否を判断する基準を明らかにしてゆきたい。

<参考文献> 1) Shen et al.: Proc. ASCE, Vol. 95, HY6, 1969

2) 中川・鈴木: 第16回水理講演会講演集, 1972 3) 辻本・水上: 第29回水理講演会論文集, 1985

