

日本大学理工学部 正員 栗津清藏

日本テトラポッドK.K. 正員 室崎和行

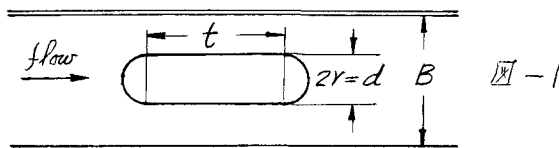
§ 1. まえがき。

第一報において、橋脚部の流水の強弱によって、その周りに洗掘が発生したり、時には洗掘が見られなかった場合があるので、両者の境界に相当する流水を限界流、洗掘の生ずる流水を超限界流と呼び、単一橋脚(円形断面橋脚を a -type、類似長円断面橋脚を b -type)の周りの洗掘を対象として、(1) 国鉄床実験の援助のもとに、 a 、 b -type を対象として移床床実験結果にもとづいて限界流について述べ、(2) a -type を対象として、超限界流と最大洗掘深との関係について述べる。

この報告は b -type を対象にして、最大洗掘深について述べるのが主体で、二つの a -type の橋脚を設置した場合の最大洗掘深について一例を付加するものである。

§ 2 超限界流と最大洗掘深について。

図-1 の b -type の単一橋脚の周りの最大洗掘深は a -type と同様に、つぎの関係式によって示されるものと推論される。



$$F\left(\frac{h_s}{h_{sp}} \text{ or } \frac{h_s}{R_{sp}}, \frac{V_{sp}}{V_{sp*}}\right) = 0, \quad V_{sp*} = \frac{9.82 V_{sc}}{2.50K + 0.860} \quad (1)$$

$$F\left(\frac{h_s}{h_{sp}} \text{ or } \frac{h_s}{R_{sp}}, \frac{R_p}{R_{p*}}\right) = 0, \quad R_{p*} = 32.0 \left(\frac{V_{sc} d}{V}\right)^{0.796} \quad (2)$$

限界流すなわち洗掘発生限界時にあつた現象は一般に、河床物質の限界掃流力 τ_c 、または $V_{sc} = \sqrt{\tau_c/\rho}$ 、橋脚設置による流水幅の収縮 $d/B = K$ 、あつたのは橋脚の Reynolds number $R_p = V_{sp} d/\nu$ などによって表されることとが予想されるが、(1)、(2)式は R_p 、 K にはそれぞれ無関係と想定したところである。

またこれらの式には b -type の形状を示す無次元量 t/r の項が含まれていない矛盾について、補足すると、国鉄床実験において、 $t/r = 3, 5, 7$ の橋脚を用い、最大流速に関する実験において、 t/r の効果が顕著に現れなかった、次に限界流に関する実験においては前述の実験結果を考慮して $t/r = 5.0$ の橋脚を用いて実験を行つたところ、 a -type との間に顕著な相違が認められなかったので、(1)、(2)式に t/r の項を含めなかった、しかしその必要は検討すべきものと考えられる。

以上から以上前述の推論の可能性を検討するため、幅 20cm の長方形断面開水路を用いて、次のような実験を行つた。

A) $t/r = 4.0$ の橋脚の周りの最大洗掘深について。

過去の実験結果から判断して、 $t/r = 5.0$ 前後では a -type と同様の結果が予想されるので、 $t/r = 4.0$ の橋脚を対象にして、 $r = 1.0, 2.0, 2.5$ cm に変化させ、しかも平均粒径 0.15, 0.25, 0.35 mm

の3種類の河床物質を用い、a-typeの洗掘深との比較を試みた。

一般に洗掘された領域、最大洗掘深は時刻の経過に従って増大するが、洗掘穴が十分に発達すると安定した移動床面が観測される、この実験において安定した移動床面が得られるまでに要した時間は、洗掘し始めてから180分～240分であった、安定移動床面における初期移動床面からの最大洗掘深(R_s)の資料を(1)、(2)式に従ってplotすると図-2～5の結果が得られた。これらの図からa-typeの場合と同様に取り扱われることが確認された。

B) 最大洗掘深と t/r との関係。

(1)、(2)式に橋脚形状因子 t/r が含まれていない矛盾を検討するため、i) 平均粒径 (dm) 0.15 cm, $r = 1.0$ cm, ii) $dm = 0.25$ cm, $r = 2$ cm の2組の実験条件で、それぞれ $t/r = 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0$ に変化した場合の最大洗掘深に関する実験を行った。

これらの資料を(1)式に従ってplotすると図-6が得られた、この図を巨視的立場から見るとa, b-typeの差があまり認められないうで、それぞれ t/r の効果を調べるために

$$\left(\frac{R_s}{R_{np}}\right)_{t/r} - \left(\frac{R_s}{R_{np}}\right)_{t/r=2.0} = H_5$$

$$F(H_5, t/r) = 0$$

の関係を調べると、図-7が得られた、この図において、 $\log_{10} V_{np}/V_{np*} = 0.118$ の資料を除くと(この資料の中 $t/r = 2.0$ の値は少し問題がありそうである)、 t/r の効果、傾向を調べると顕著な傾向を述べるには十分な結果は見出されないものがある。

以上A), B) 2つの実験結果より、第=報で述べた最大洗掘深に関する式の適用限界に

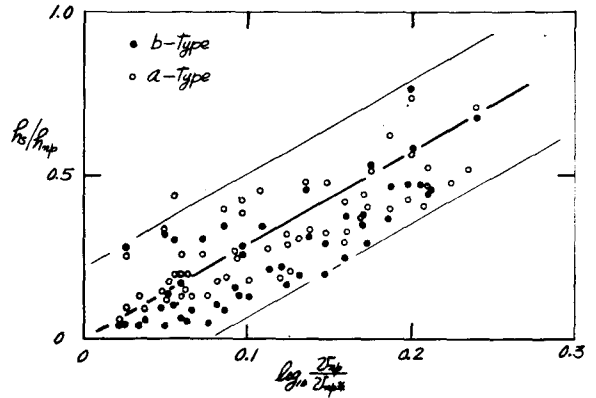


図 - 2

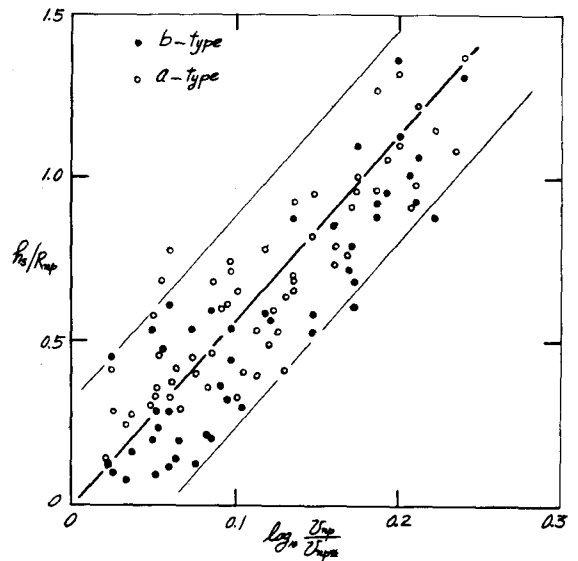


図 - 3

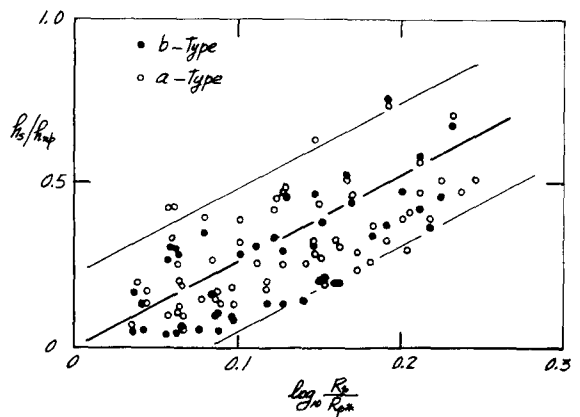


図 - 4

$2 \leq t/r \leq 7$ の条件をさすにつけ加えることにより、b-type の橋脚にも使用されることが確認された。

ただし b-type の橋脚の流れに対する向きが図-1 の状態に限る事に十分注意する必要がある。

また一方資料には相当のバラツキが見られるが、その原因について思考すると、(1)、(2) 式の発想の相違、あるいは表現方法の相違、図式などに起因するかも知れぬが、どうも基本的には限界流の資料にも同様のバラツキがあったことに、むしろその事に起因しているのではないかと考えられる。

そこで限界流に関する資料と取り場合、 d/d_m と橋脚の周りの洗掘発生時の砂粒の動き範囲(平面積)と橋脚断面積との比をとり、一定の基準を設けて、先量的方法より限界流と定義づけた上で、限界流の資料とすべしではないかと思考される、その事については今後さらに検討したと考えている。

系3. 2つの a-type の橋脚の周りの洗掘現象について。

一般に2つの橋脚を設置した場合、その橋脚中心間隔、中心を結ぶ直線と水の流向との角度などによって、2つの橋脚の周りの洗掘現象は大きくたがわれるであろう。

例えば Front pier による縮流並にその背面に生ずる渦などが Back pier にどのように作用するのか？

あるいは Front pier の周りの洗掘に伴って、河床物質がどのように滞積するのか、その滞積によって Back pier の前面の流れもそれに影響されるはずであるから、単一橋脚の周りの洗掘とはその様相は可成り違って来ることが想定される。

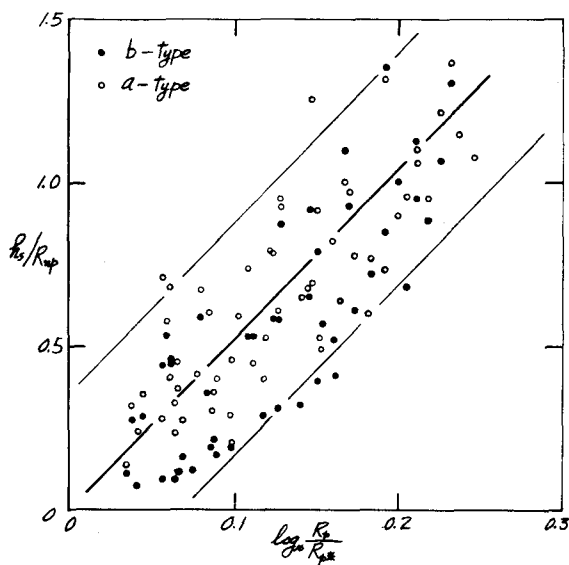


図-5

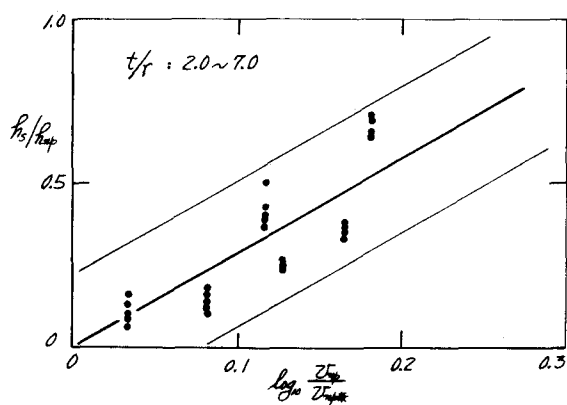


図-6

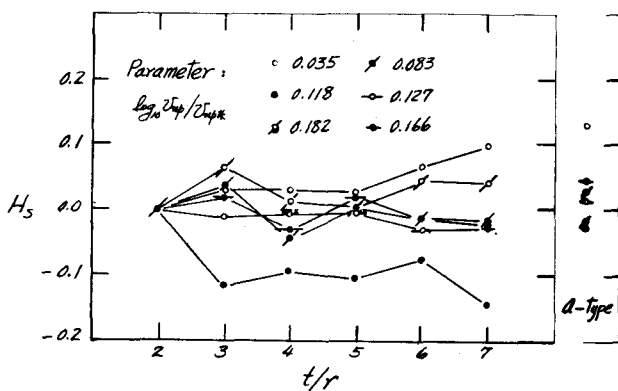


図-7

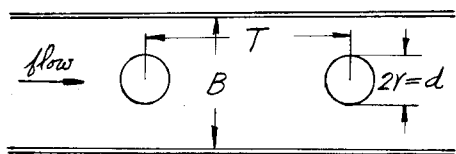


図-8

従つてこの課題を究明するには、単一橋脚の立場と異なつた、新しい観点から研究を遂げる必要があるが、最も単純な図-8のように水路中心線上に、2つのA-typeの橋脚を設置した場合の最大洗掘深について

2, $d_m = 0.25 \text{ cm}$, $F_{mg} = 0.3, 0.4, 0.5$, $\gamma = 2 \text{ cm}$, $T/\gamma = 4 \sim 36$ までを系統的に変化した時の実験を行ない、単一橋脚の場合の同様に整理すると図-9, 10の結果が得られた、図-9より巨視的には単一橋脚の場合と大差はないが、細部については図-10より見られるように、洗掘現象の複雑性の一部は受ける

と思う。この洗掘現象の特性については、更に多くの実験が必要で、目下の課題について研究中であるので、その特性については次回に述べる。

§.4. 6. おおひ

b-typeの単一橋脚の図りの最大洗掘深はオニ根(5.46.土木学会誌(昭和24年))で述べたa-typeの実験式により示されることを確認したため、さらに図-2~5より安全側を考慮して、2つのtype橋脚に共通な単一橋脚の図りの最大洗掘深について、次のような実験式が得られた、なお橋脚は水路中心線上に設置し、その向きは図-1に示した通りである。

$$\frac{h_s}{h_{mp}} = 0.21 + 2.89 \log_{10} \frac{V_{mp}}{V_{mp*}} \quad (3), \quad \frac{h_s}{R_{mp}} = 0.32 + 5.67 \log_{10} \frac{V_{mp}}{V_{mp*}} \quad (4)$$

$$\frac{h_s}{h_{mp}} = 0.22 + 2.64 \log_{10} \frac{R_p}{R_{p*}} \quad (5), \quad \frac{h_s}{R_{mp}} = 0.35 + 5.23 \log_{10} \frac{R_p}{R_{p*}} \quad (5)$$

ただし、 $d/d_m \geq 8.0$, $0.1 \leq K \leq 0.25$, $0.3 \leq F_{mp} = V_{mp}/\sqrt{g R_{mp}} \leq 0.5$, $2.0 \leq t/\gamma \leq 7.0$.

最後にこの研究を行なうに際し、実験の援助を下さつた、当時日本大学理工学部土木工学科の学生であつた黒谷泰明君並びに竹前修三君に対し、心から感謝の意を表します。

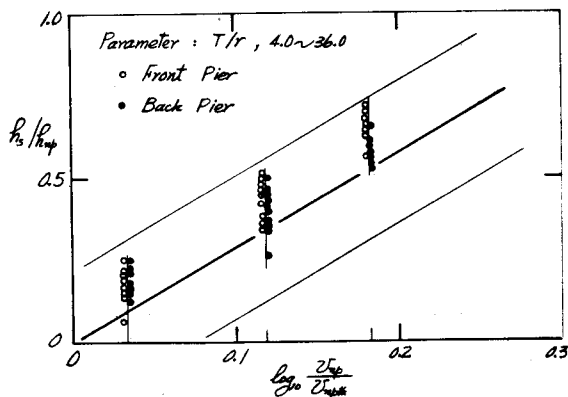


図-9

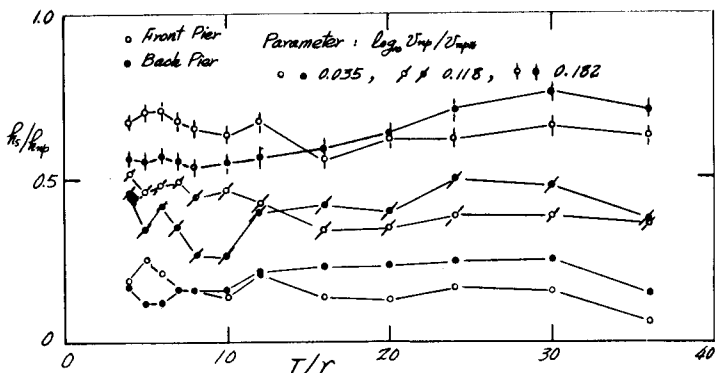


図-10